



Harku valla Harkujärve küla kaugküttepiirkonna soojusmajanduse arengukava aastateks 2025 - 2035 Harku - Tallinn



KINNITATUD

Ülo Kask

Volitatud soojusenergeetika insener, tase 8
Soojusmajandus, kutsetunnistus nr 204111

2025

Sissejuhatus

Käesolev *Harku valla Harkujärve küla kaugküttepiirkonna soojusmajanduse arengukava aastateks 2025 - 2035* on koostatud asendamaks eelmist 2017. aastal valminud planeerimise valdkonna dokumenti *Harku valla Harkujärve ja Türisalu küla soojusmajanduse arengukava aastateks 2017 - 2027* [1]. Võrreldes aastaga 2017 on nii Harkujärvel kui Türisalus toimunud olulised muudatused ja käesoleva arengukava eesmärgiks on uue olukorra arvestamine nende piirkondade soojusvarustuse arengu edasisel kavandamisel.

Harkujärve küla olemasolevat kaugküttesüsteemi majandas kuni 2023. aastani MTÜ Järvekalda, kes varustas tarbijaid konteinerkatlamajast. Alates aprillist 2023 läks Harkujärve kaugküttesüsteemi majandamine üle SW Energia OÜ'le. Kuna kogu Harkujärve piirkonnas kasutatakse siiani nii kaug- kui lokaalküttes valdavalt fossiilseid kütuseid, siis on päevakorda tõusnud kaugküttepiirkonnas kaugküttesüsteemi laiendamine ja biokütuste kasutuselevõtt.

Harkujärve kaugküttepiirkonna uusarenduses valminud hooneid köetakse maasoojus-pumpadega, kuid detailplaneeringu järgi uusarenduspiirkonnas uute elamute ehitamine jätkub ja nende kaugküttega liitmise võimalust ja otstarbekust oli vajalik käesolevas Arengukavas samuti käsitleda.

Türisalu küla kaugküttepiirkonnas realiseerusid lõplikult need probleemid, millele juhiti tähelepanu juba 2017. aastal valminud Arengukavas [1]. Türisalu külas kehtestatud kaugküttepiirkonnas oli sel ajal tarbijateks ainult 2 korterelamut ja kaks väiksemat hoonet. Varem oli suureks tarbijaks Keila-Joa Sanatoorne Internaatkool oma hoonetega, mis kuulus RKASele. Kool suleti 2015. aasta sügisel, mil enam õpilasi vastu ei võetud.

Aastal 2019. oli Keila-Joa sanatoorse internaatkooli kinnistu juba maha müüdud, hooned seisis tühjalt ja kaugküttepakkuja SW Energia OÜ oli sunnitud kütmise lõpetama. Käesolevas Arengukavas on jõutud järeldusele, et praegusel ajal puuduvad Türisalus soodsad tingimused kaugkütte taastamiseks ja selle küla soojusmajanduse olukorda antud töös ei käsitleta.

Arengukava koostas OÜ Pilvero töörühm, kuhu kuulusid Ülo Kask (volitatud soojustehnikainsener tase 8, soojusmajandus, kutsetunnistuse nr 204111) ja Villu Vares (soojusenergeetika insener, TTÜ emeriitdotsent. Töö täitjad tänavad Harku valla ja SW Energia spetsialiste abi eest lähteandmete hankimisel ja arenguvariantide aruteludes.

Sisukord

SISSEJUHATUS	2
SISUKORD	3
1 KOKKUVÕTE	7
2 HARKUJÄRVE KÜLA	10
2.1 HARKUJÄRVE KÜLA KAUGKÜTTESÜSTEEM	10
2.1.1 Katlamaja.....	11
2.1.2 Kaugküttevõrk	15
2.1.3 Tarbijad.....	17
2.1.4 Kokkuvõte Harkujärve kaugküttesüsteemi toimimisest	21
2.2 KAUGKÜTTEVÕRGU LAIENDAMISE VÕIMALUSED JA UUED POTENTSIAALSSED TARBIJAD	22
2.2.1 Kaugküttevõrgu laiendamine Aiandi ja Venteri tee piirkonnas	23
2.2.2 Kaugküttevõrgu laiendamine Paldiski mnt suunas	24
2.2.3 Muud võimalikud uushoonestuse alad	27
2.2.4 Uusarenduse hoonete energiatõhususarvud sõltuvalt nende kütteviisist	28
2.2.5 Laiendatud kaugküttevõrgu perspektiivsed soojuskoormused	29
2.3 KAUGKÜTTEVÕRGU LAIENDAMISEKS VAJALIKUD TORUSTIKUD	30
2.4 UUE KAUGKÜTTEKATLAMAJA KAVANDAMINE	34
2.5 KAUGKÜTTESÜSTEEMI UUENDAMISE OTSTARBEKUSE HINDAMINE	37
2.5.1 Püsikulude hinnang	37
2.5.2 Kütusekulude hinnang	39
2.5.3 Soojuse tarbijahinna prognoosid	40
2.5.4 Kasvuhoonetegaaside heite vähenemise hinnang.....	44
2.6 TABASALU, JA HARKUJÄRVE KAUGKÜTTEPIIRKONDADE VÕIMALIKUST ÜHENDAMISEST	45
3 SOOVITUSLIK TEGEVUSKAVA SOOJUSMAJANDUSE ARENDAMISEKS HARKU VALLA HARKUJÄRVE KÜLAS	47
4 KASUTATUD KIRJANDUS	48
5 LISAD	49
JOONISED	
Joonis 2.1 Harkujärve kaugküttepiirkond	10
Joonis 2.2 Harku küla kaugküttesüsteemi konteinerkatlamaja. Foto V. Vares	12
Joonis 2.3 Konteinerkatlamaja toodangu jaotumine kuude kaupa kütteperioodil okt. 2023 - mai 2024	13
Joonis 2.4 Kaugküttesüsteemi ja katlamaja kasutegurid ning soojuskadu võrgus 2023/24 kütteperioodil	13
Joonis 2.5 Konteinerkatlamaja tegelik ja normaalaastale taandatud toodang kuude kaupa 2023/24 kütteperioodil	14

Joonis 2.6 Katlamaja arvestuslik koormusgraafik kütteperioodi 2023/2024 tarbimiste alusel	14
Joonis 2.7 Harkujärve kaugküttevõrgu torustike ligikaudne paiknemine	15
Joonis 2.8 Harkujärve kaugküttetarbijate tarbimismahud 2023/2024. kütteperioodil .	19
Joonis 2.9 Harkujärve küla kaugküttetarbijad. Fotod V. Vares	20
Joonis 2.10 Harkujärve kaugküttevõrgu laiendamine Aiandi ja Venteri tee piirkonnas	24
Joonis 2.11 Harkujärve piirkonna uusarenduste algne kava	25
Joonis 2.12 Harkujärve kaugküttevõrgu laiendamine uusarenduste ja Paldiski maantee suunas (väljaehitamata detailplaneeringus kavandatud uusarenduse piirkond A, võimalik täiendav hoonestusala B)	26
Joonis 2.13 Uusarenduse kavandatavad ehitusetapid	27
Joonis 2.14 Võimalik uusarenduspiirkond Saunaasema teest ja Loodjärve teest lõunas (piirkond C)	28
Joonis 2.15 Kaugküttevõrgu uus Venteri ja aiandi haru	31
Joonis 2.16 Kaugküttevõrgu Paldiski mnt suunaline haru (A, B ja C - uued võimalikud hoonestusalad)	32
Joonis 2.17 Arvutuslik koormuste kestusgraafik tarbimismahu 6000 MWh/a korral	35
Joonis 2.18 Koormuste kestusgraafik ilma suvise soojusvarustusega maksimaalse perspektiivse küttekooormuse korral 5100 MWh/a	36
Joonis 2.19 RMK hakke puistekuupmeetri lõpplao hind käibemaksuta eurodes (allikas RMK) [4]	39
Joonis 2.20 Soojuse arvestusliku müügihinna prognoosid sõltuvalt hakkpuidu hinnast ning investeeringutoetustest katlamaja asukoha KM1 korral.....	42
Joonis 2.21 Soojuse arvestusliku müügihinna prognoosid sõltuvalt hakkpuidu hinnast ning investeeringutoetustest katlamaja asukoha KM2 korral.....	43
Joonis 2.22 Soojuse arvestusliku müügihinna prognoosid ilma suvise sooja tarbevee varustusega (soojusvarustuse kestus 5400 h/a) sõltuvalt hakkpuidu hinnast ning investeeringutoetustest katlamaja asukoha KM1 korral	44
Joonis 6.1 Harkujärve olemasoleva kaugküttevõrgu torustiku 2019. a mõõdistuse tulemused	50
Joonis 6.2 Järvekalda tee 31 kontor, foto V. Vares	50
Joonis 6.3 Vanasauna tee 2, pagar, foto Google Maps	50
Joonis 6.4 Vanasauna tee 7, KÜ 8 korteriga, foto Google Maps	50
Joonis 6.5 Vanasauna tee 5, KÜ 8 korteriga, foto Google Maps	51
Joonis 6.6 Roo tee 1, Prisma, foto Google Maps	51
Joonis 6.7 Paldiski maantee 150, Olerex, foto Google Maps	51
Joonis 6.8 Kiriku tee 2, kirik, foto Google Maps	52
Joonis 6.9 Venteri tee 6, Lasteaed, foto V.Vares	52
Joonis 6.10 Venteri tee 2, Põhikool ja Spordihoone, foto Google Maps	52
Joonis 6.11 Venteri tee 7, Eramu, foto Google Maps	53
Joonis 6.12 Venteri tee 1, Vana kool, foto Google Maps	53

TABELID

Tabel 2.1 Katlamaja põhiseadmete loetelu	11
Tabel 2.2 Harkujärve kaugküttevõrgu torustike mõõdistamise andmed aastast 2016	16
Tabel 2.3 Kokkuvõtte Harkujärve küla kaugküttetarbijate andmetest 2024. aasta seisuga	17
Tabel 2.4 Harkujärve kaugküttesüsteemi iseloomulikud näitajad	21
Tabel 2.5 Harkujärve kaugküttesüsteemi võimalikud uued tarbijad	22
Tabel 2.6 Planeeritava uue torustiku osade ligikaudsed pikkused ja läbilaskevõimed, arvestades piirkondade A, B ja C hoonete perspektiivseid koormusi	33
Tabel 2.7 Rajatavate ja asendatavate torulõikude pikkused torude tinglähimõõtude kaupa vastavalt eelmises tabelis näidatud koormustele	33
Tabel 2.8 Torustike arvutuslikud soojuskaod kahe katlamaja asukoha ning ainult küttekoormuse katmisel (ca 5400 h/a) ja koos sooja tarbevee valmistamisel kaugkütte baasil (8760 h/a)	34
Tabel 2.9 Arvestuslikud investeeringud kaugküttevõrku sõltuvalt katlamaja asukohast, €	38
Tabel 2.10 Investeeringutest tulenevad püsikulud, katlamaja asukohas KM1	38
Tabel 2.11 Investeeringutest tulenevad püsikulud, katlamaja asukohas KM2	38
Tabel 2.12 Arvestuslik kütusekulu komponent soojuse hinnas sõltuvalt hakke hinnast ja tarbimismahust, katlamaja asukoht KM1, tööaeg 8760 h/a	39
Tabel 2.13 Arvestuslik kütusekulu komponent soojuse hinnas sõltuvalt hakke hinnast ja tarbimismahust, katlamaja asukoht KM2, tööaeg 8760 h/a	40
Tabel 2.14 Harkujärve kaugküttesüsteemi arvestuslikud kulud ja soojuse prognoositav hind katlamaja asukoha KM1 ja 8760 h aastase tööaja, hakkpuidu hinna 17 €/pm ³ , aastase soojustarbimise 4 000 MWh ning katlamaja asukoha KM1 korral ning sõltuvalt investeeringutoetustest	41
Tabel 2.15 Biokütusekatlamaja rajamisest ja kaugküttevõrgu laiendamisega saavutatav CO ₂ heite vähenemine	45
Tabel 2.16 Soojuse tarbijahinna kujunemine kaugküttepiirkondade ühendamise korral	46
Tabel 4.1 Ettepanek Harku valla soojusmajanduse arendamise tegevuskava täiendamiseks võttes arvesse Harkujärve kaugküttepiirkonna vajadusi	47
Tabel 6.1 Arvutustes kasutatud eeldatav isoleeritud torudest võrgu rajamise erimaksumus, €/jm.....	53

1 Kokkuvõte

Arengukava koostamise lähtealused

Harku valla 2025 - 2040 arengukavas on hinnatud Harku valla soojusmajandust kolme mõõdikuga: kaugküttetorustike suhteline soojuskadu (nn trassikadu), taastuvate energiaallikate (e taastuvenergia) osakaal soojuse tootmisel ja rekonstrueerimata kaugkütte torustikelõikude (e küttetorude) osakaal. Kaugküttetorustike seisukord kaugküttega asulates on üldiselt hea, küll aga väärrib tähelepanu taastuvenergia osakaal. Soojusmajanduses on taastuvenergia osakaalu võimalik saavutada lihtsamalt kui mõnes muus valdkonnas, seega sealne eesmärk peaks olema ligi 100% taastuvenergia kasutamine, sest see on Tabasalu ja Harku näitel saavutatav. Tabasalu ja Harku katlamaju koetakse hakkpuiduga, Harkujärve katlamaja kasutab soojuse tootmiseks maagaasi või põlevkiviõli sõltuvana kütuse hinnast. Eesmärk on kõik katlamajad üle viia taastuvenergiale. Täpsustamise mõttes olgu öeldud, et päris 100% kogu soojuskoormust puitkütusega katta ei ole mõistlik, sest tipu- ja reservkateldena võiks ikkagi jääda Harku vallas maagaasil või kergel kütteõlil töötavad katlad, kui mingil põhjusel maagaasi ei saa kasutada. Kuna tippkoormusi on viimasel ajal vähe ja kui katlad uuendatud ja korras, siis rikkeli/avariilisi seiskamisi ei tohiks palju olla. Kui puitkütus katab juba 95% ja enam aastasest soojuskoormusest võibki seda lugeda 100% taastuvatel allikatel töötavaks katlamajaks. Kui panna katlamajades gaasikatelde asemele tippkoormuse kateldeks nt pelletikatlad, teeks see investeering soojuse hinna kallimaks. Gaasikatlad on ju täna olemas.

„Harku, Saku ja Kiili valdade kliima- ja energiakava 2030“ on valdkondade ülene arengudokument, mis annab piirkondliku ülevaate vastavalt Harku, Saku ja Kiili valdade kliima- ja energiakavadest ning seab piirkonnale strateegilise sihi saavutada aastaks 2050 kliimaneutraalsus ja kohaneda kliimamuutustest tingitud mõjudega. Kava sõnastab visiooni ja strateegilised eesmärgid ning tegevused nende saavutamiseks aastani 2030. Visiooni toetamiseks seab kliima- ja energiakava strateegilised eesmärgid, kus soojusmajanduse aspektist lähtuvalt olulisemad on munitsipaalsektoris kaugküttesoojuse ja taastuvenergia kasutuselevõtt ning süsihappegaasi heitkoguse tõusu vältimine üle 2021. aasta taseme.

Kuna siiani kasutati Harkujärve kaugküttesüsteemis kütusena maagaasi ja põlevkiviõli ja mitmed potentsiaalsed kaugküttega liitujad maagaasi, siis nende fossiilsete kütuste asendamine biokütusega (hakkpuiduga) vähendaks piirkonna kasvuhoonegaaside (CO₂) heidet atmosfääri arvestuslikult 599,9 tCO₂/a võrra.

Käesoleva arengukava koostamisel on võetud aluseks Harku valla 2025 - 2040 arengukava ja Harku, Saku ja Kiili valdade kliima ja energiakava 2030 eesmärgid ning seega arvestab nende arengukavade strateegiliste eesmärkidega.

Harkujärve küla olemasolevat kaugküttesüsteemi majandas kuni 2023. aastani MTÜ Järvekalda, kes varustas tarbijaid konteinerkatlamajast. Alates aprillist 2023 läks Harkujärve kaugküttesüsteemi majandamine üle SW Energia OÜ'le. Kuna kogu Harkujärve piirkonnas kasutatakse siiani nii kaug- kui lokaalküttes valdavalt fossiilseid kütuseid, siis käsitleb Arengukava kaugküttepiirkonnas kaugküttesüsteemi laiendamise ja biokütuste kasutuselevõtu võimalusi.

Harkujärve kaugküttesüsteemi laiendamisel on teada uute potentsiaalsete kaugküttetarbijate ligikaudsed tarbimismahud: sh Harkujärve Põhikool ja Spordihoone (Venteri tee 2), Lasteaed (Venteri tee 6), kontorihoone Järvekalde tee 31, aiandi kompleks, Prisma (roo tee 1), Venteri tee 5 korterelamu ja rida väiksema soojusvajadusega hooneid. Märksa raskemini hinnatavad on uusarenduspiirkonda detailplaneeringute järgi tulevikus ehitatavate hoonete kaugküttega liitumise tõenäosust ja ajakava. Kaugküttesüsteemi laiendamisel võimaldaks uusehituste kaugküttega liitumine muuta kaugküttesüsteem kompaktsemaks ning alandada kaugküttesoojuse hinda.

Arvestades kaugküttesüsteemi laiendamisega saab arvestada uute potentsiaalsete tarbijate ligikaudseid tarbimismahtusid kuni umbes 2523 - 2742 MWh/a ulatuses ja olemasolevate tarbijate tarbimismahtu, mis 2023/2024. aasta kütteperioodil oli 1240 MWh. Kokkuvõttes saab eeldada, et laiendatud kaugküttesüsteemi tarbimismaht ulatuks pärast uusarenduspiirkondade hoonete järk järgulist liitumist 2028. aastaks umbes 5000 MWh/a tasemele ja aastaks 2024 umbes 6000 MWh/a ning selle katmiseks tuleks rajada biokütusekatlamaja, mille biokütusekatelde ligikaudne summaarne nominaalvõimsus peaks olema kuni 2,0 MW ja kütuseks hakkpuit. Katlamajja on soovitatav paigaldada kaks erineva nominaalvõimsuse katelt, nt 1,2 MW ja 0,8 MW või muud katla võimsuste kombinatsioonid. Katlamaja on võimalik arendada ka mitmes etapis. Näiteks esimeses etapis paigaldada väiksem katel ja võimsuse lisandumisega paigaldada suurem katel või vastupidi vastavalt rekonstrueerimise ajaks väljakujunenud tegelikele koormustele. Kusjuures tuleb jälgida reaalselt vajaminevat võimsust ja valida teine katel vastavalt reaalsele vajadusele.

Kahe erineva võimsusega hakkpuidukatla korral saavad katlad töötada laias soojusvajaduse diapsoonis optimaalsetel koormustel, st väikese soojustarbe korral piisaks väiksemast katlast, suurema soojuskoormuse korral töötaks suurem katel ja tippkülmade ajal mõlemad katlad korraga. Lisaks hakkpuidukateltele on katlamajja vajalik paigaldada ka maagaasil või põlevkiviõlil töötav reservkatel.

Katlamaja võimalike asukohtadena on võrreldud kahte kohta: praeguse konteinerkatlamaja ja endise aiandi katlamaja asukohta. Nendest on majanduslikust seisukohast väikesed eelised praeguse konteinerkatlamaja asukohal, samas on see suhteliselt lähedal elamutele ja territooriumi kasutamise võimalused vajavad täpsustamist.

Uute tarbijate kaugküttesüsteemiga liitmiseks tuleb rajada kaks pikemat magistraaltorustiku haru: üks Venteri tee ja aiandi suunas ja teine Paldiski maantee suunas. Paldiski maantee suunas kavandatava harutorustiku dimensioneerimisel oleks vajalik hinnata uusarenduspiirkonna hoonete kaugküttega liitumise tõenäosust. Põhimõtteliselt võib tulevikus ette näha uute hoonete ehitamist veel kahte piirkonda: Järvekalda tee äärde praeguse uusarenduspiirkonna ning Loodjärve tee vahelisele alale ja praeguse konteinerkatlamaja asukohast lõunas. Nendesse piirkondadesse rajatavate hoonete ehitamise tõenäosust, arvu, soojuskoormusi ja ajagraafikut ei ole teada ning neid ei ole võrgu laiendamise esialgses kavas otseselt arvesse võetud, küll on aga näidatud, milliste kaugküttetorustiku osade läbilaskevõimet nende piirkondade hoonestamisel tuleks suurendada ning kui palju suureneks sellisel juhul katlamaja maksimaalne soojuskoormus.

Harkujärve uue katlamaja rajamise maksumuseks on hinnatud 1,4 mln € ja uute kaugküttetorustike rajamise ja vanade asendamise maksumuse hinnanguks on 1,45 mln €. Kuna tegemist on fossiilkütuste asendamine biokütusega kaugküttes ja enamik kaugküttega liitujatest läheksid seniselt fossiilkütustel baseeruvalt lokaalküttelt üle taastuvkütusel kaugküttele, siis on võimalik ja soovitatav taotleda KIK'ist investeeringutoetust, mille suurus võiks olla ca 40% kogu investeeringust.

Kui arvestada 40% investeeringutoetusega, siis kujuneks prognoositud soojuse tarbijahind 3 praeguse hakkpuidu hinnataseme (17 €/pm^3) ja tarbimismahu 5 000 MWhs/a alla 90 €/MWhs , kusjuures hakkpuidu hinna tõusul kuni 25 €/pm^3 jääks soojuse hind ikkagi praegusest piirhinnast madalamaks (ca $97,99 \text{ €/MWhs}$). Tarbimismahu jõudmist tasemele 5 000 MWh/a võib eeldatavasti oodata aastaks 2028. Kuni aastani 2034 võib prognoosida kaugküttetarbimise edasist kasvu uusehituste kaugküttesse liitumise korral kuni 6 000 MWh/a ja sellisel juhul langeks soojuse hind veel umbes 8 - 9 €/MWh võrra madalamaks.

Kui katlamaja rajataks endise aiandi katlamaja asukohta, siis kujuneks arvutuslik soojuse hind 0,3 - 0,7 €/MWh kohta kõrgemaks.

Uuendatud torustikega laiendatud kaugküttevõrgu soojuskao alaneksid praeguselt tasemelt

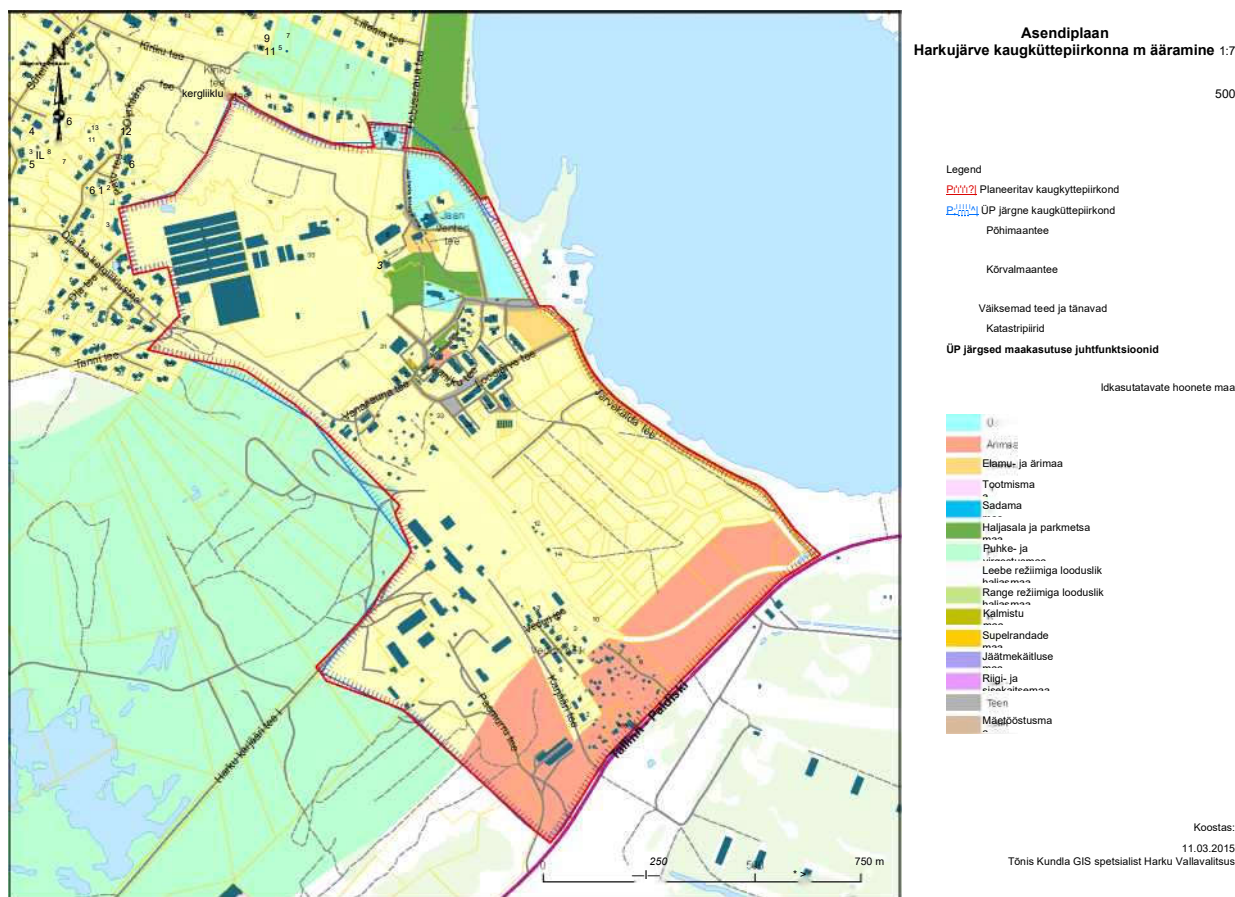
14,1% tasemele 8,9%.

Kuna siiani kasutati Harkujärve kaugküttesüsteemis kütusena põlevkiviõli ja mitmed potentsiaalsed kaugküttega liitujad maagaasi, siis nende fossiilsete kütuste asendamine biokütusega (hakkpuiduga) vähendaks piirkonna kasvuhoonegaaside (CO₂) heidet atmosfääri arvestuslikult 599,9 tCO₂/a võrra.

Türisalu küla kaugküttepiirkonnas realiseerusid lõplikult need probleemid, millele juhiti tähelepanu juba 2017. aastal valminud Arengukavas [1]. Türisalu külas kehtestatud kaugküttepiirkonnas oli sel ajal tarbijateks ainult 2 korterelamut ja kaks väiksemat hoonet. Varem oli suureks tarbijaks Keila-Joa Sanatoorne Internaatkool oma hoonetega, mis kuulus RKASele. Kool suleti 2015. aasta sügisel, mil enam õpilasi vastu ei võetud. Aastal 2019. oli Keila-Joa sanatoorse internaatkooli kinnistu juba maha müüdud, hooned seisis tühjalt ja kaugküttepakkuja SW Energia OÜ oli sunnitud kütmise lõpetama. Käesolevas Arengukavas on jõutud järeldusele, et käesoleval ajal puuduvad Türisalus soodsad tingimused kaugkütte taastamiseks.

2 Harkujärve küla

Harkujärve külas ning küla ja Paldiski mnt vahelisel alal on kehtestatud kaugküttepiirkond (vt Joonis 2.1), milles paikneb Harkujärve küla kaugküttesüsteem, kuid kaugküttepiirkond hõlmab veel ka ulatuslikku ala kirdes ja kuni Paldiski maantee kagus.



Joonis 2.1 Harkujärve kaugküttepiirkond

Harkujärve piirkonnas on juba 2005. aastast koostatud detailplaneering Agro 9. See asub Paldiski mnt ja Järvekalda tee vahelises kolmnurgas, mis kaugemalt piirneb paekaldaga ja Harkujärve küla olemasolevate korruselamute piirkonnaga, pindala 28,3 ha.

2.1 Harkujärve küla kaugküttesüsteem

Harkujärve küla olemasolevat kaugküttesüsteemi majandas kuni 2023. aastani MTÜ Järvekalda, kes varustas tarbijaid soojusega konteinerkatlamajast. Alates aprillist 2023 läks Harkujärve kaugküttesüsteemi majandamine üle SW Energia OÜ'le.

Torustikud on valdavalt vanad, paiknevad betoonkünades nõukogudeaegse isolatsiooniga, kuid vanade metalltorude sisse on MTÜ Järvekalda paigaldanud peenemad plasttorud umbes 90% ulatuses kogu torustikust ja SW Energia OÜ ei ole seni kaugküttevõrku muutnud.

Kaugküttetorustik kuulub 100% Harku vallale.

2.1.1 Katlamaja

Kaugküttesüsteemi soojusallikaks on 1996. aastal rajatud konteinerkatlamaja (vt Tabel 2.1 ja

Joonis 2.2), milles paiknev veekatel võib kasutada nii gaaskütust kui põlevkiviõli. Ühelt kütuselt teisele üleminekul tuleb vahetada põletit. Alates aprillist 2023 on kasutatud põlevkiviõli. Tsirkulatsioonipumbad on varustatud sagedusmuunduriga, katlamajas on gaasikulu mõõtja ja soojusarvesti. Katlamajja on paigaldatud ka 110 kW õhk-vee soojuspump, kuid see ei ole 2013. aastast alates kasutusel olnud.

Tabel 2.1 Katlamaja põhiseadmete loetelu

Seadmed	Tähis, firma
Veekatel, 698/756 kW, 5 bar, 100°C, veenmaht 800 l	GXP600/650
Vedelkütuse põleti BENTONE, B60-2F, 20 - 90 kg/h	BENTONE- B60-2F
	Pedrollo
Trassi pump, 132 m ³ /h, H=18 mVS, 4 bar, 7,5 kW, 2900 p/min	
Segamispump, 13 m ³ /h, H=3 mVS, 350 W, 1370 p/min	GRUNDFOS UMC65-30
Toitevee pump, 1,5 m ³ /h, H=20 mVS, 320 W, 2817 p/min	GRUNDFOS CR2-30
Toitevee mahuti 0,5 m ³	
Veepehmenduse komplekt, 1,5 m /h	Miridon
Kolmikklapp koos automaatikaga DN=100 mm	ESBE
Gaasi kulu mõõtur, 90 nm /h koos korrektoriga EK-88, 4 bar	ELSTER G65
Rõhuregulaator 90 nm /h, p _{sis} =4 bar, p _{välj} =100 mbar	ELSTER MR50F4
Soojustmõõtja Kamstrup 803, 65-5-CMCH219 40 m ³ /h	SA-94/1
Veekulu mõõtur, 5 m /h	SUOMI
Korsten DN 300 mm, H=15 m, ö _{isol} =80 mm	
Õhk - vee soojuspump, 110 kW (pole kasutusel)	

Kuni aprillini 2023 (kaugküttesüsteemi haldaja oli siis MTÜ Järvekalda) mõõdeti ainult katlamajast väljuvat soojushulka, enamiku tarbijate soojuskulu ei mõõdetud ja kogu katlamajast väljastatud soojus loeti tarbimiseks, kogutarbimisest lahutati soojuskulu mõõtjatega hoonete tarbimised ja ülejäänud soojus jaotati teiste tarbijate vahel vastavalt arvestuslike köetavate pindade suurusega. Alates aprillist 2023 seadis SW Energia OÜ sisse kõigi tarbijate soojustarbe mõõtmise, mille järel tarbijatele esitatud arved koostati mõõteandmete järgi ja lisaks sellele sai võimalikuks reaalselt välja tuua ka tegelikud soojuskaod kaugküttevõrgus.

Kaugküttepiirkonna eelmise arengukava [1] ettevalmistamise ajal kasutati kütusena maagaasi, 2023/2024. aasta kütteperioodil aga oli kütuseks põlevkiviõli.

2023/2024. aasta kütteperioodil katlamajast väljuva ja tarbijatele müüdü soojushulga ning kaugküttevõrgu soojuskadude andmeid kuude kaupa iseloomustab Joonis 2.3. Katlamajas soojuse tootmise ja kaugküttesüsteemi kui terviku kasutegurid ning võrgu suhtelised soojuskaod on esitatud joonise Joonis 2.4 graafikutel.

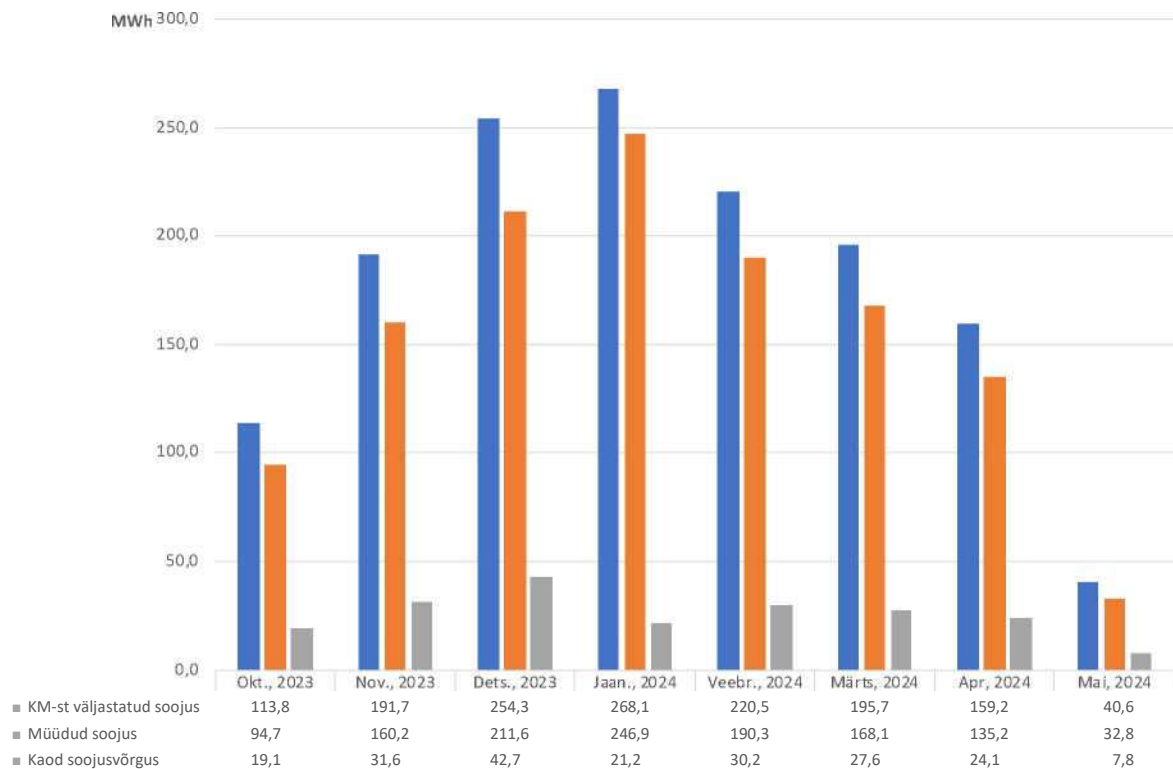


Joonis 2.2 Harku küla kaugküttesüsteemi konteinerkatlamaja. Foto V. Vares

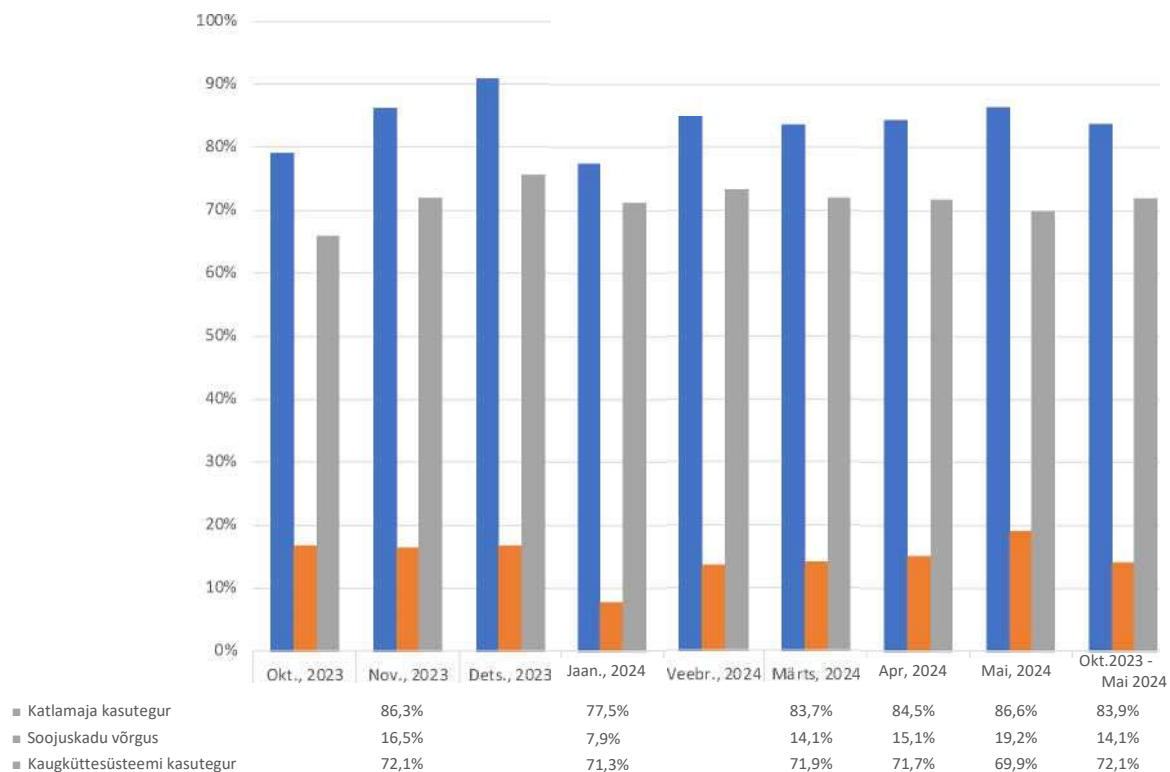
Siiani valmistavad tarbijad sooja tarbevett elektri boileritega, seega suveperioodil katlamaja ei tööta ja ligikaudseks kütteperioodi pikkuseks võib ligikaudu lugeda umbes 5400 h. Nagu näitab Joonis 2.5, oli 2023/2024. aasta kütteperioodi tegelike ja normaalaastale taandatud soojustarbimiste erinevus väike, st kütteperioodi kliimaatilised tingimused olid lähedased normaalaastale. Kütteperioodi tegelik soojuskulu oli 1240 MWh ja normaalaastale taandatud soojuskulu 1297 MWh. Oluline on märkida, et kütmist alustati sel perioodil alles oktoobris ja lõpetati mais.

Kaugküttesüsteemi katlamaja tööd 2023/2024. aasta kütteperioodil iseloomustab koormuste kestusgraafik (vt Joonis 2.6). Kuigi katlamaja maksimaalset koormust fikseeritud ei ole, siis vastab konteinerkatlamajas paiknev katel võimsusega 698/756 kW suhteliselt hästi arvutuslikult hinnatud maksimaalse koormusega 571 kW.

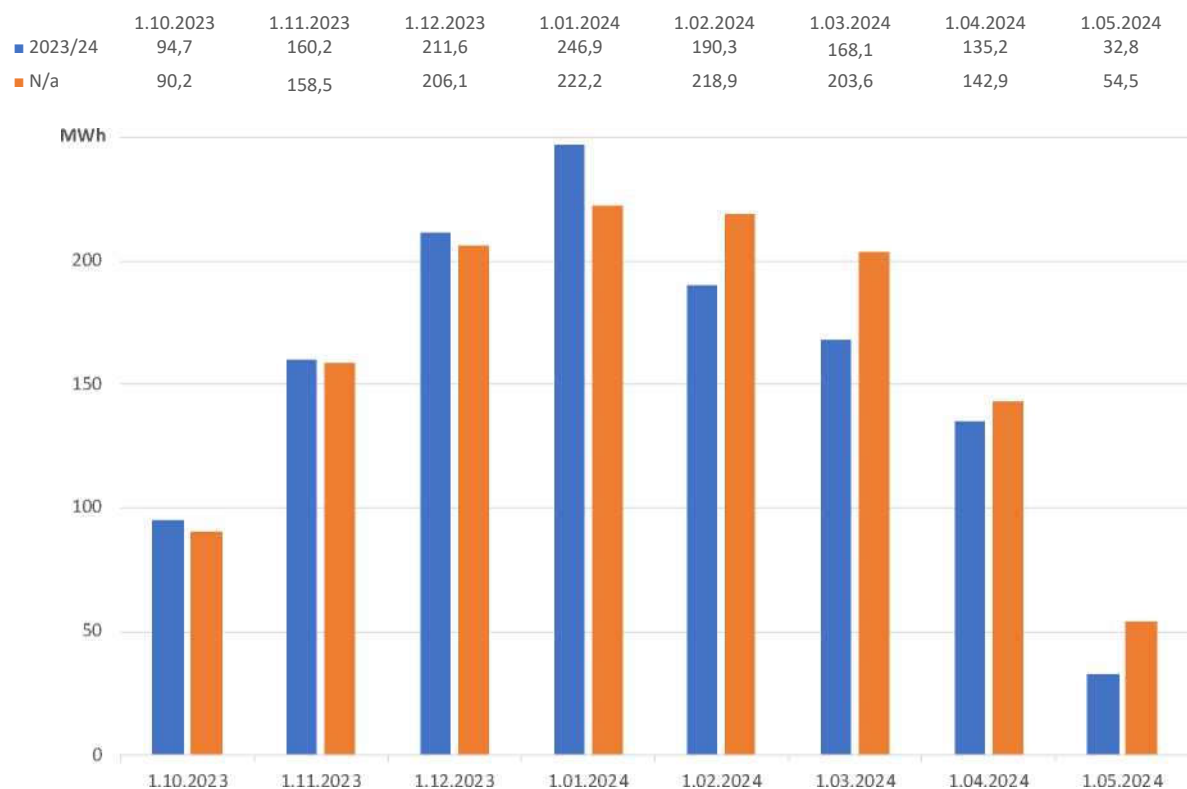
Kuna kehtestatud kaugküttepiirkonnas on päris palju seni lokaalküttesel olevaid hooneid, siis on selge, et konteinerkatlamaja võimsusest ei piisa kaugküttevõrgu laiendamiseks ja uute tarbijate lisandumiseks.



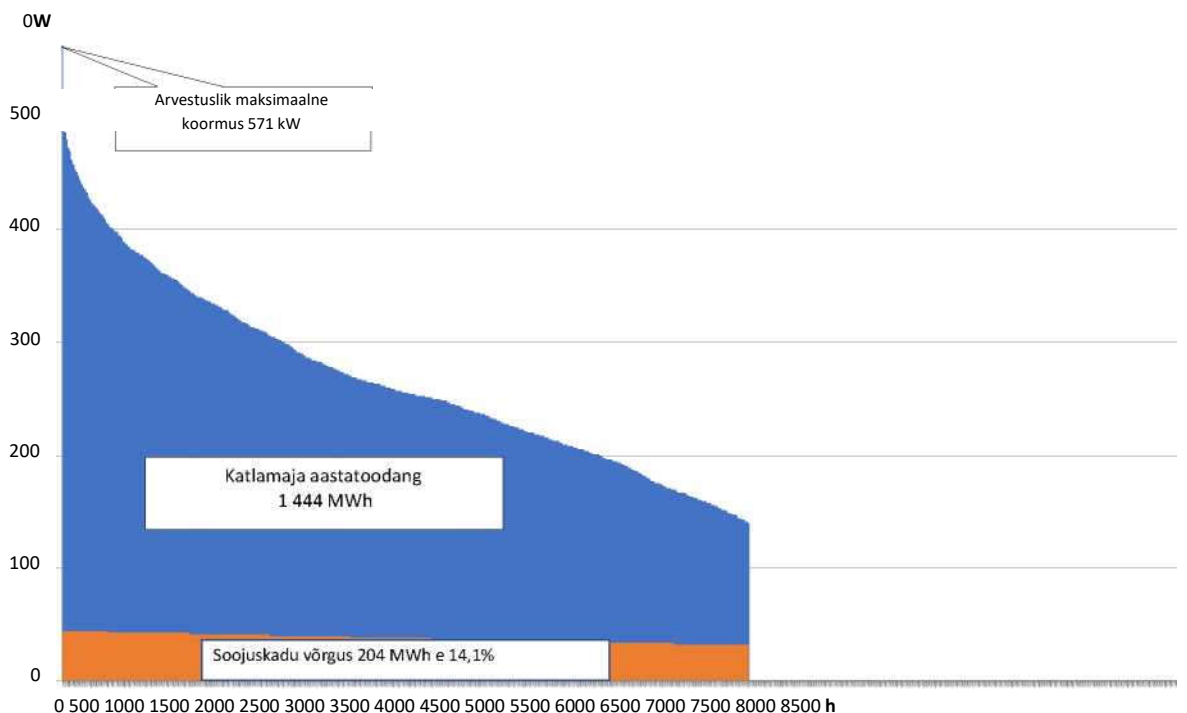
Joonis 2.3 Konteinerkatlamaja toodangu jaotumine kuude kaupa kütteperioodil okt. 2023 - mai 2024



Joonis 2.4 Kaugküttesüsteemi ja katlamaja kasutegurid ning soojuskadu võrgus 2023/24 kütteperioodil



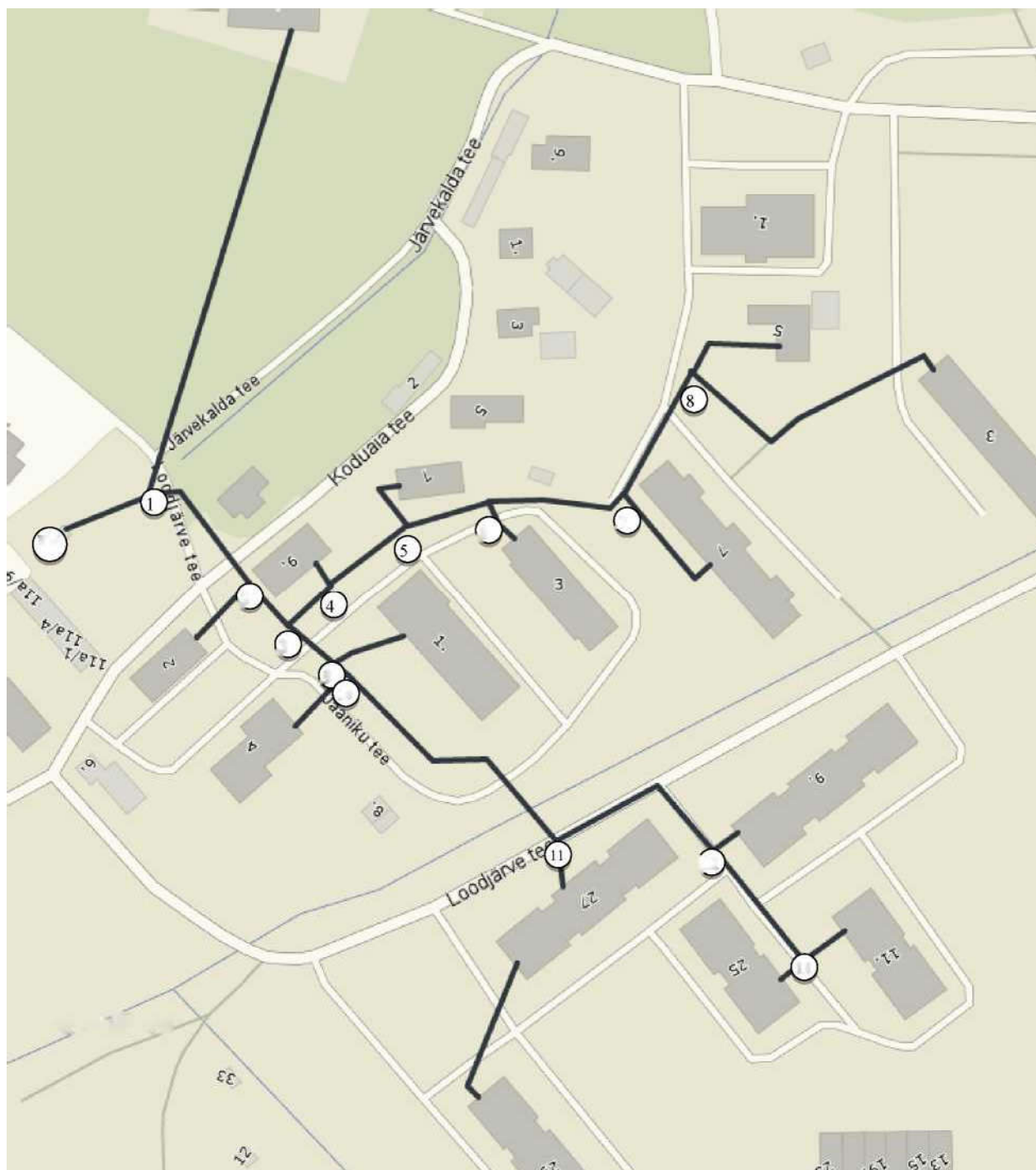
Joonis 2.5 Konteinerkatlamaja tegelik ja normaalaastale taandatud toodang kuude kaupa 2023/24 kütteperioodil



Joonis 2.6 Katlamaja arvestuslik koormusgraafik kütteperioodi 2023/2024 tarbimiste alusel

2.1.2 Kaugküttevõrk

Harkujärve kaugküttevõrgu andmestik baseerub kontrollmõõdistamisel, mille tulemusena on



Joonis 2.7 Harkujärve kaugküttevõrgu torustike ligikaudne paiknemine

fikseeritud torustike kulgemine, hargnemiskohad, torude paigaldusviis ja läbimõõdud. Torustiku lõikude pikkused määrati kaardi alusel ja on seetõttu ligikaudsed (vt Joonis 2.7 ja Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Harkujärve kaugküttevõrgu torustike mõõdistamise andmed aastast 2016

Lõigu algus- ja lõpppunkt	Lõigu pikkus, j m	Lõigu torude tingl äbimõõt, mm	Torude materjal ja paigaldusviis
KM - 1	23	100	Kanalis terastoru
1 - Lasteaed	128	40	Eelisol eeritud
1 - 2	40	150	Kanalis terastoru
2 - Jaaniku tee 2	21	25	Plasttoru
2 - 3	15	90	Plasttoru
3 - 4	16	63	Plasttoru
4 - Koduaia tee 9	7	40	Plasttoru
4 - 5	25	63	Plasttoru
5 - Koduaia tee 7	18	32	Eelisol eeritud
5 - 6	22	63	Plasttoru
6 - Jaaniku tee 3	12	40	Plasttoru
6 - 7	37	63	Plasttoru
7 - Järvekalda tee 7	35	40	Plasttoru
7 - 8	36	63	Plasttoru
8 - Järvekalda tee 5	27	40	Plasttoru
8 - Järvekalda tee 3	79	50	Plasttoru
3 - 9	17	90	Plasttoru
9 - Jaaniku tee 1	19	50	Plasttoru
9 - 10	4	90	Plasttoru
10 - Jaaniku tee 4	19	40	Plasttoru
10 - 11	75	90	Plasttoru
11 - Loodjärve tee 27	13	63	Plasttoru
Loodjärve tee 27 - Loodjärve tee 29	39	50	Kanalis terastoru
11 - 12	54	75	Plasttoru
12 - Loodjärve tee 9	8	40	Plasttoru
12 - 13	38	63	Plasttoru
13 - Loodjärve tee 11	13	40	Plasttoru
13 - Loodjärve tee 25	8	40	Plasttoru
Kokku	848		
sh kanalis terastorud	102		
sh eelisol eeritud torud	146		
sh plasttorud	600		

Märkus: Tabelis näidatud plasttoru EKOPLASTIK PP-R on paigutatud kanalis terastoru sisse ja nende diameetriks on võetud toru välisläbimõõt.

Harkujärve kaugküttevõrgus renoveerimise käigus on MTÜ Järvekalda rakendanud odavat ja

suhteliselt tõhusat lahendust: tarbimisele mittevastavalt suure läbimõõduga terastorudesse on paigaldatud arvestuslikult otstarbeka läbimõõduga plastiktoru (EKOPLASTIK PP-R). Selle ettevõtmisega tagati optimaalne voolukiirus enamikus torustiku osades ja alandati torustiku välisjahtumiskadusid. Torustiku vooluhulkade optimeerimiseks paigaldati ja seadistati 2003.a novembris kõigi tarbijate juures liiniseadeventiilid. Nagu näitavad 2023/2024. aasta kütteperioodi tegelikud mõõteandmed, siis on väikese ja kompaktse kaugküttevõrgu soojuskaod siiski tasemel 14,1%, mis viitab perspektiivis vajadusele kaugküttevõrgu torustikud renoveerida või asendada.

2.1.3 Tarbijad

Harkujärve küla kaugküttetarbijateks on põhiliselt korterelamud, lisaks lasteaed ja kaks eramut (vt Tabel 2.3 ja Joonis 2.8). 2024. aasta seisuga on soojustatud hooneid ainult 5 ja tervelt 9 hoonel on võrguga otseühendus, st nende hoonete küttesüsteemis voolab kaugküttevõrgu vesi. Ühes kortermajas on kavatsus hoone 2025 - 2026. aastal KREDEX'i toetuse abil komplekselt renoveerida. Kahe korterelamu soojussõlmes on soojusvahetid ning nendes planeeritakse 2025. aastal üle minna sooja tarbevee valmistamisele kaugkütte baasil.

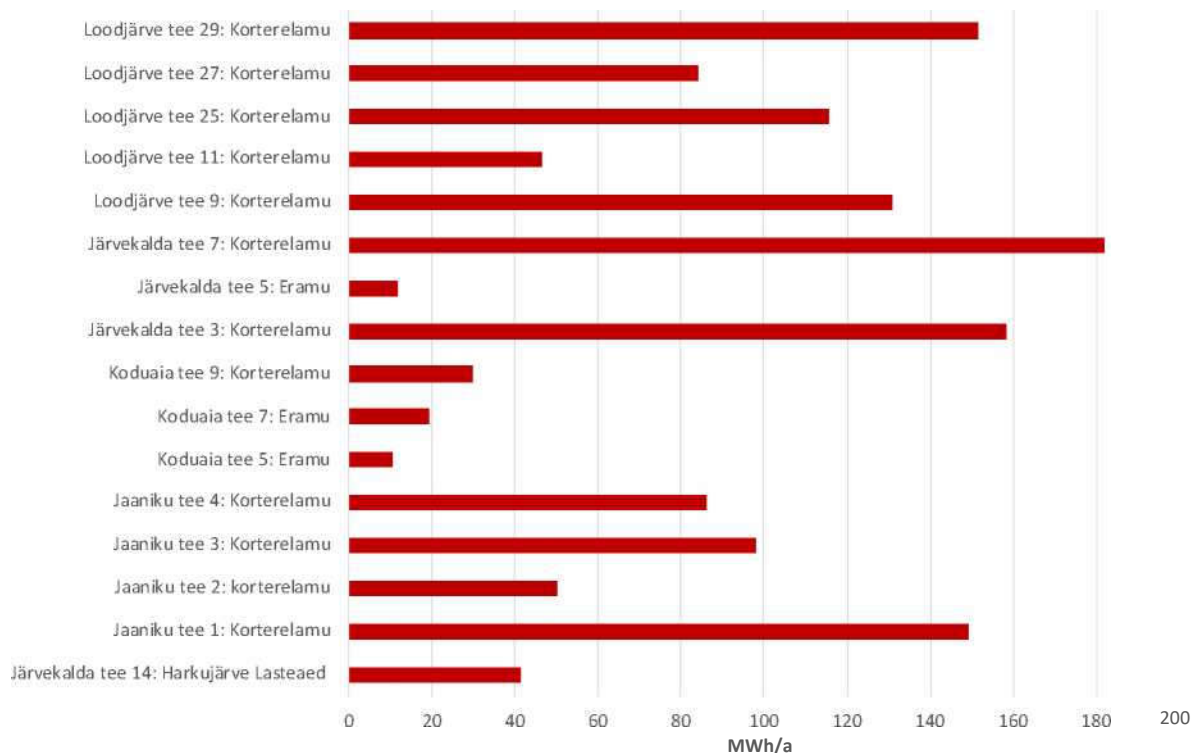
Tabel 2.3 Kokkuvõte Harkujärve küla kaugküttetarbijate andmetest 2024. aasta seisuga

Aadress	Hoone kasutus-otstarve	Soojussõlm tüüp	STV ¹ (jah/ei)	Renoveerimine	Soojuse kulu, MWh	Arvestuslik pind ² , m ²	Eritarbitamine, kWh/(m ² a)	Energia märgis
Järvekalda tee 14	Harkujärve Lasteaed	Segamissõlm	Ei	Soojustatud	41,49	233,6	177,6	Puudub
Jaaniku tee 1	Korterelamu	Otseühendus, liiniseade	Ei		149,21	945,3	157,8	Puudub
Jaaniku tee 2	Korterelamu	Otseühendus, liiniseade	Ei		50,28	269	186,9	Puudub
Jaaniku tee 3	Korterelamu	Soojusvaheti, pump, 3T automaatika	STV alates 2025	Soojustatud	98,09	799,7	122,7	Puudub
Jaaniku tee 4	Korterelamu	Otseühendus, liiniseade	Ei		86,15	506,5	170,1	Puudub
Koduaia tee 5	Eramu	Otseühendus, liiniseade	Ei		10,39	99,2	104,7	Puudub

¹ STV - soe tarbevesi kaugkütte baasil

² Arvestuslik köetav pind. Kui Ehitisregistris köetava pinna andmed puuduvad, siis kasutatakse suletud netopinna andmeid

Aadress	Hoone kasutus-otstarve	Soojussõlm tüüp	STV ¹ (jah/ei)	Renoveerimine	Soojuse kulu, MWh	Arvestuslik pind ² , m ²	Eritarbimine, kWh/(m ² a)	Energia märgis
Koduaia tee 7	Eramu	Soojusvaheti, pump, 3T automaatika		Soojustatud eramaja	19,4	155,5	124,8	2011 - D
Koduaia tee 9	Korter-elamu	Otseühendus, liiniseade	Ei		29,78	267,2	111,5	Puudub
Järvekalda tee 3	Korter-elamu	Soojusvaheti, pump, 3T automaatika	STV alates 2025		158,39	1145,5	142,1	2023 - E
Järvekalda tee 5	Eramu	Otseühendus, liiniseade	Ei		11,63	133,8	86,9	2016 - C
Järvekalda tee 7	Korter-elamu	Otseühendus, 3T käsitsi, liiniseade, omaringipump	Ei	Kredexi projekt tulekul 25-26	181,93	1224,4	148,6	2020 - F Arv: 2022 - C
Loodjärve tee 9	Korter-elamu	Otseühendus, 3T käsitsi, liiniseade, omaringipump	Ei	Soojustatud	130,8	879,3	148,8	Puudub
Loodjärve tee 11	Korter-elamu	Soojusvaheti, pump, 3T automaatika	Ei		46,44	785	59,2	2018 - D
Loodjärve tee 25	Korter-elamu	Otseühendus, liiniseade	Ei		115,42	778,4	148,3	Puudub
Loodjärve tee 27	Korter-elamu	Soojusvaheti, pump, 3T automaatika	Ei	Soojustatud	84,02	1230,4	68,3	2012 - C
Loodjärve tee 29	Korter-elamu	Segamisssõlm, 3T automaatika	Ei		151,36	1205,4	125,6	Puudub
Valla hooned					41,49	233,6	177,6	
Elamud kokku					1323,29	10393,6	127,3	
Kõik kokku					1364,78	10627,2	128,4	



Joonis 2.8 Harkujärve kaugküttetarbijate tarbimismahud 2023/2024. kütteperioodil

Suvisel ajal sooja tarbevee soojendamiseks soojust ei väljastata ja tarbijad kasutavad elektriboilereid.

Eelnevas tabelis (vt Tabel 2.3) on soojuse kulu arvatud nn arvestusliku pinna järgi - kui hoonele Ehitisregistrisse kantud andmete hulgas on ära toodud köetav pind, selle puudumisel aga suletud netopind. Käesoleval ajal on küll tarbijatele paigaldatud soojusmõõtjad, kuid paljud tarbijad veel kaugküttega otseühenduses ja nende võimalused oma tarbimist reguleerida kas puuduvad või on piiratud. Kaks tarbijat on avaldanud soovi 2025. aastal alustada sooja tarbevee valmistamist kaugküttele baasil ning ühes hoones on kavandamisel kompleksne renoveerimine 2025/2026. aastal.

On oluline, et kõik otseühendusega tarbijad paigaldaksid soojusvahetitega kaasaegsed soojussõlmed. Hoonesisese küttesüsteemi soojusvahetitega kaugküttesüsteemist eraldamine on oluline ka kaugküttesetevõttele, sest sellega välditakse võrguvee võimalikud kaod tarbijate küttesüsteemides ja ettevõtte saab tagada minimaalse kaugküttevõrgu lisavee vajaduse ning hoida võrguvee kvaliteeti nõutaval tasemel.



Joonis 2.9 Harkujärve küla kaugküttetarbijad. Fotod V. Vares

Hooned vasakult paremale ja ülalt alla: Jaaniku tee 1, Koduaia tee 9, Jaaniku tee 3, Järvekalda tee 3, Loodjärve tee 27 (renoveeritud), Koduaia tee 7 (eramü), Loodjärve tee 25 ja Loodjärve tee 11 (renoveeritud).

2.1.4 Kokkuvõte Harkujärve kaugküttesüsteemi toimimisest

Harkujärve kaugküttesüsteemi toimimist iseloomustavad näitajad nii 2023/2024. aasta kütteperioodil kui eelmises arengukavas [1] perioodi 2013 - 2015 keskmised näitajad on esitatud järgmises tabelis (vt Tabel 2.4). Võrdlus viimase kütteperioodi ja varasemate aastate andmete vahel näitab, et normaalaastale taandatud tarbimismahud on jäänud ligikaudu samaks (vastavalt 1297 ja 1228 MWh) ja seega ei ole tarbimine praktiliselt muutunud. Küll on muutunud reaalne tarbimiste registreerimine ja alles 2023/2024. aasta kütteperioodi kohta oli võimalik välja tuua süsteemi kõik iseloomulikud parameetrid.

Tabel 2.4 Harkujärve kaugküttesüsteemi iseloomulikud näitajad

Näitaja	Keskmine 2013-2015/ arvutuslik ³	2023/2024 kütteperiood	Ühik
Tarbitud kütust (maagaasi)	127 644	-	nm ³
Tarbitud põlevkiviõli	-	159 304,9	k _g
Summaarne primaarenergia kulu	1 199,9	1 720,5	MWh _{kütus}
KMst väljastatud soojus	1 090	1 443,9	MWh
Tarbitud soojus	1 090*	1 239,7	MWh
Tarbitud soojus taandatud normaalaastale	1 228*	1 296,8	MWh
Soojuskadu võrgus	113*	204,2	MWh
Suhteline soojuskadu võrgus	10*	14,1	%
Võrgu torustike kogupikkus	848	848	m
Tarbimistihedus	1,29	1,46	MWh/(a*m)
Kaalutud keskmine diameeter	67		mm
Erikoormuse karakteristika, K	19,3	21,8	kWh/ (a*mm*m)
Soojuse ülekandejõudlus	0,82		kW/m
Soojuse tootmise kasutegur	90,8	83,9	%
Kaugkütte kasutegur	81,7*	83,9	%

³ Kuna kõigile tarbijatele müüdnud soojushulka ei mõõdetud, on rida selle perioodi andmeid saadud ligikaudsete arvutuslike hinnangute alusel, mis on märgitud tärniga (*)

Näitaja	Keskmine 2013-2015/ arvutuslik ³	2023/2024 kütteperiood	Ühik
Elektri eritarve väljastatud soojuse kohta	27,4	21,2	kWhe/MWhs

2.2 Kaugküttevõrgu laiendamise võimalused ja uued potentsiaalsed tarbijad

Harkujärve külas kehtestatud kaugküttepiirkond hõlmab märgatavalt suurema maa-ala kui rajatud ja toimiv kaugküttevõrk. Kaugküttesüsteemi laiendamine oleks majanduslikult ja keskkonnakaitseliselt põhjendatud siis, kui senise fossiilkütusel töötava katlamaja asemele rajada biokütusel (hakkpuidul) töötav katlamaja.

Uutest potentsiaalsetest kaugküttetarbijatest oleksid Venteri tee piirkonnas paiknevad Põhikool koos spordihoonega, lasteaed, rida elamuid ja muid hooneid. Põhikooli ja spordihoone ning lasteaia kütteks kasutatakse maagaasi, mille hind on kõikunud suurtes piirides ja vallal kui omanikul soov asendada nende objektide küte stabiilsema ja odavama soojusallikaga. Kaugküttekatlamaja läheduses paikneb Germund Kaup OÜ kontorihoone, pagaritöökoda ja Juhani Puukooli Harku aiand.

Kaugküttekatlamajast Paldiski mnt suunda ja jääb ulatuslik uusarenduspiirkond, kus seni valminud elamuid köetakse maasoojuspumpadega. Selles suunas oleksid potentsiaalseteks kaugküttetarbijateks seni maagaasiga köetav Prisma kauplus ja Olerex'i bensiinjaama hoone.

Kokkuvõtte SW Energia poolt võimalikest uutest kaugküttetarbijatest on toodud järgmises tabelis (vt Tabel 2.5). Tabelisse on lisatud Ehitisregistrist pärinevad andmed hoonete energiamärgise ning pinna kohta (võimalusel köetav pind, selle puudumisel suletud netopind) ja arvutuslik eritarbimine pinnauhiku kohta. Eeldatava tarbimismahu tulbas on musta šriftiga SW Energia esialgne hinnang ja punasega energiamärgise alusel leitud tarbimine.

Tabel 2.5 Harkujärve kaugküttesüsteemi võimalikud uued tarbijad

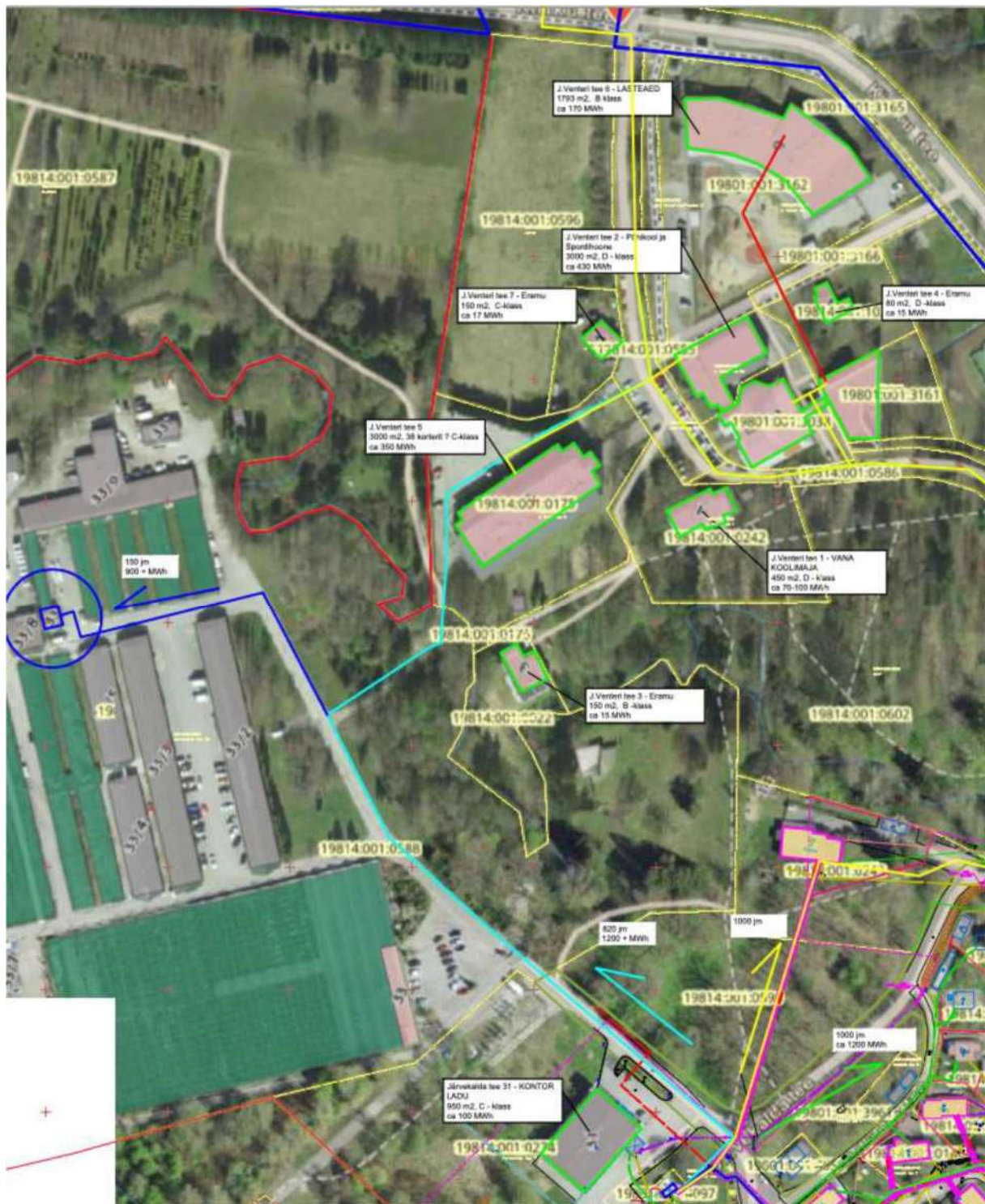
Aadress	Hoone kasutus- otstarve	Arvestuslik pind, m ²	Energia- märgis	Eeldatav tarbimismaht, MWh/a	Arv. eri tarbimine, kWh/(m ² a)
Järvekalda tee 31	Kontor	959	Puudub	100	104,3
Vanasauna tee 2	Pagar	405,5	Puudub	50	123,3
Vanasauna tee 4	Garaaž 12 boksiga	235,6	Puudub	?	?
Kõrkja tn 8	Ridaelamu, 8 krt	763,3	2023 - A	50	65,5
Järvekalda tee 1	Kauplus	443,1	Puudub	63	142,2
Vanasauna tee 5	KÜ, 8 krt	559,3	Puudub	80	143,0

Aadress	Hoone kasutus- otstarve	Arvestuslik pind, m ²	Energia- märgis	Eeldatav tarbimismaht, MWh/a	Arv. eri tarbimine, kWh/(m ² a)
Vanasauna tee 7	KÜ, 8 krt	557,7	Puudub	80	143,4
Roo tee 1	Prisma	3 715,5	2020 - A	155 (NG kulu 19609 m ³ /a= 183 MWh/a)	41,7 - 49,3
Paldiski mnt 150	Olerex	247,1	Puudub	17	68,8
Aiand				900	
Kiriku tee 2	Kirik	295,7	Puudub	100 - 150	338,2
J. Venteri tee 6	Lasteaed	1 739,3	2017 - B	170 (NG kulu 15 940 m ³ /a= 149 MWh/a)	85,7 - 97,7
J. Venteri tee 2	Põhikool & Spordihoone	2 729,5	2020 - D	430 (NG kulu 30547 m ³ /a= 286 MWh/a)	104,8 - 157,5
J. Venteri tee 4	Eramu	73	Puudub	15	205,5
J. Venteri tee 7	Eramu	150	Puudub	17	107,9
J. Venteri tee 5	Korterelamu, 38 krt	3 000	2010 - E	350	88,7
J. Venteri tee 1	Vana kool	450	Puudub	70 - 100	142,1 - 222,2
J. Venteri tee 3	Eramu	150	Puudub	15	48,7
Kokku		16 473,6		2523 - 2742	

2.2.1 Kaugküttevõrgu laiendamine Aiandi ja Venteri tee piirkonnas

SW Energia OÜ on koostanud esialgse ülevaate Aiandi ja Venteri tee piirkonnas paiknevatest potentsiaalsetest uuestest kaugküttetarbijatest ja nende ühendustorustikest (vt Joonis 2.10).

Selles piirkonnas paiknevate potentsiaalsete tarbijate hinnanguline summaarne tarbimine oleks umbes 2440 MWh/a, mis on ligi 2 korda suurem praeguste kaugküttetarbijate aastasest tarbimisest.



Joonis 2.10 Harkujärve kaugüttevõrgu laiendamine Aiandi ja Venteri tee piirkonnas

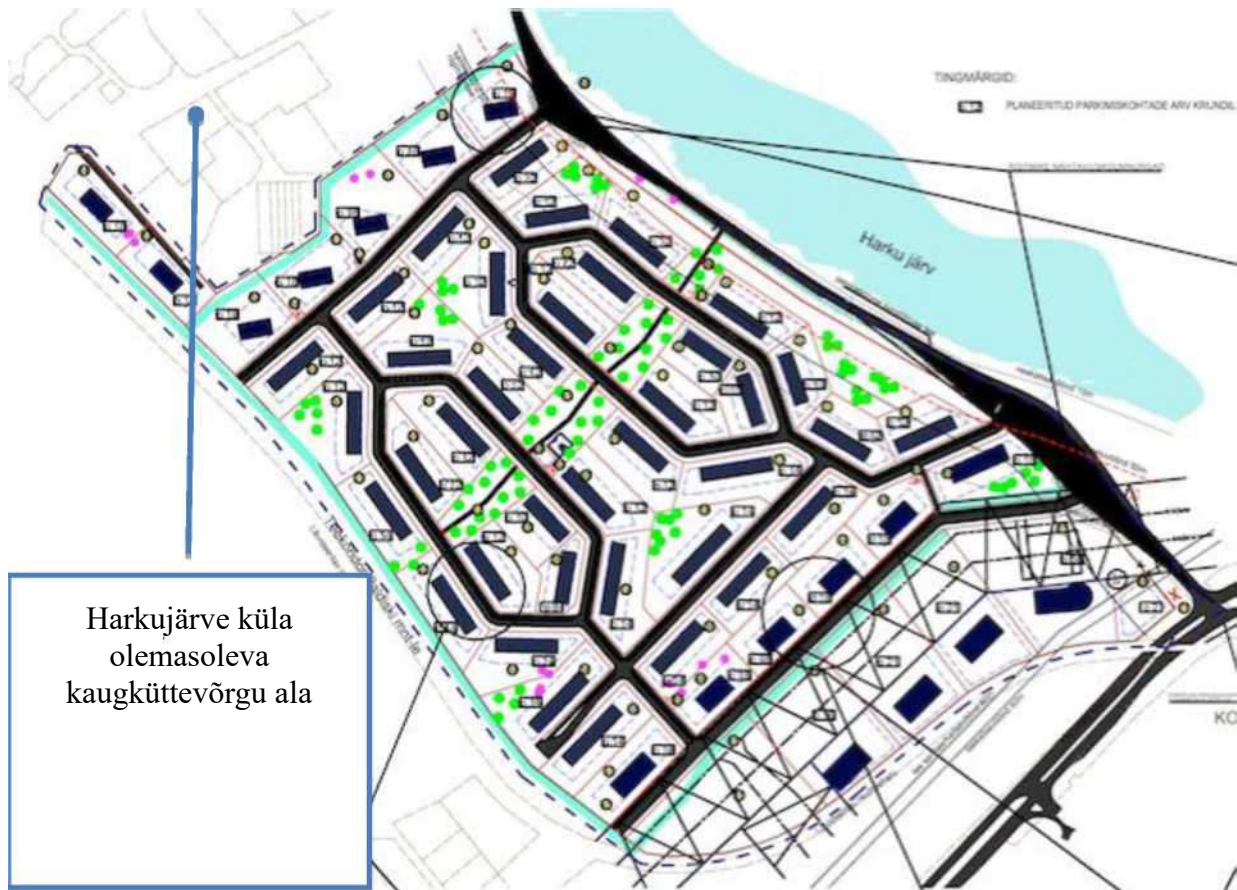
2.2.2 Kaugüttevõrgu laiendamine Paldiski mnt suunas

2005.aastal valminud detailplaneeringu (vt Joonis 2.11) kohaselt oli plaanis Harkujärve küla ja Paldiski mnt vahele jäävale alale ehitada umbes 50 kuni kolmekordset elamut (12 korteriga ja ridaelamud). Kokku nägi detailplaneering ette 389 elamuühiku rajamist. Kui arvestada iga 22 elamuühiku pinnaks 100 m² ja hinnanguliseks soojuse eritarbimiseks 120 kWh/(m² a), siis kokku võiks selle uusarenduse ~38 900 m² köetava pinna kohta aastane soojustarve ulatuda tasemele **4 668 MWh/a** (vt 2.2.4). Käesoleval ajal köetakse juba valminud hooneid maa- soojuspumpadega, mille kohta on

teada projektikohased energiatõhususe arvud ETA, mis kõik on ligikaudu 100 kWh/(m² a) ja mis on olnud aluseks piirkonna soojusvajaduse hindamisel.

Kogu selles piirkonnas on kas valminud või valmimisel Harku järve poolsed elamud Kõrkja, Särje ja Roo tänavatel. Veel ehitusloata detailplaneeringus ettenähtud hooned peaksid ühinema kaugküttega. Seega potentsiaalselt võib selles piirkonnas rajatavate uute kaugküttega liituvate elamute aastane soojustarbimine ulatuda isegi üle 2000 MWh aastas.

Selles piirkonnas on SW Energia arvestanud võimaliku kaugküttega liitujana ka Prisma (Paldiski mnt 150) ja selle kõrval paiknev Olerex'i tankla.



Joonis 2.11 Harkujärve piirkonna uusarenduste algne kava

Järgnev joonis (Joonis 2.12) iseloomustab SW Energia OÜ esialgset visiooni kaugküttevõrgu rajamisest sellesse piirkonda, kus arvestati ainult Prisma, Olerexi ja ühe elamu liitumist kaugküttega (vt ka Tabel 2.5). Sellisel juhul Paldiski maantee suunalise kaugküttetorustiku haru koormus kokku ulatuks umbes 250 MWh/a, seega kaugküttetorustiku siia piirkonda kavandatava haru pikkusega ligikaudu 1,2 km oleks märgatavalt madalama koormusega kui teised kaugküttevõrgu osad ja selle rajamine osutuks majanduslikult probleemseks. Kui kogu uusarenduse hoonestik või vähemalt arvestatav osa sellest läheks üle kaugküttesse (vt tähistus A), siis oleks see kaugküttesüsteemi seisukohast majanduslikult soovitatav ja aitaks vähendada kavandatava kaugküttevõrgu laienduse püsikulusid.



Joonis 2.12 Harkujärve kaugüttevõrgu laiendamine uusarenduste ja Paldiski maantee suunas (väljaehitamata detailplaneeringus kavandatud uusarenduse piirkond A, võimalik täiendav hoonestusala B)

Harku vallavalitsuse andmetel on uusarenduse elamuehitus jagatud järgmisteks etappideks (vt Joonis 2.13):

1. etapp 6 930 m²;
2. etapp 12 966 m²;
3. etapp 13 430 m²;
4. etapp 7 170 m².

Aastate lõikes on valminud või peaks valmima:

- 2023 - 1. ehitusetapi 48 elamisüksust e kodu 6 930 m ;
- 2024 - 65 kodu, hinnanguliselt 9 385 m²;
- 2025 - 64 kodu, hinnanguliselt 9 240 m²;
- 2026 - 100 kodu, hinnanguliselt 14 440 m².

Eeltoodut arvestades võib hinnata uusarenduspiirkonnas kaugküttega liituvaid elamuid umbes 20 000 m² ulatuses, mille aastane soojusvajadus oleks ca 2 400 MWh.



Joonis 2.13 Uusarenduse kavandatavad ehitusetapid

2.2.3 Muud võimalikud uushoonestuse alad

Praegusest katlamajast ning Loodjärve ja Saunaasema teest lõunas on maa-ala, kuhu lähitulevikus võidakse uusi elamuid rajada (vt Joonis 2.14, Joonis 2.15 ja Joonis 2.16, tähistus C). Kuna see ala kuulub kaugküttepiirkonda ja seal rajatavad hooned oleksid kaugküttevõrgu vahetus läheduses, siis oleks igati loomulik ja otstarbekas need ühendada kaugküttesse. Toruühendusi on võimalik rajada kahest eri suunast (vt Joonis 2.15 ja).

Kahjuks pole selle piirkonnas veel teada potentsiaalset ehitusmahtu ja hoonete soojustarvet. Siiski võib eeldada, et piirkonna aastane soojusvajadus võiks jääda 500 MWh tasemele või isegi suuremaks. Kui uus kavandatav biokütusekatlamaja rajatakse praeguse katlamaja asukohta (vt Joonis 2.15, asukohta tähis KM1), siis tuleb selle piirkonna potentsiaalset tarbimist arvestada ainult katlamaja võimsuse määramisel. Kui katlamaja rajatakse asukohta tähistusega KM2, siis tuleks lisaks suurendada ka katlamaja asukohast kuni KM1-ni kulgevate torustike läbilaskevõimet.

Teine võimalik piirkond uute elamute rajamiseks asub Järvekalda tee, Loodjärve tee ja Lutsu tänava vahelises piirkonnas (vt , tähistus B), kus täiendav perspektiivne kaugküttevajadus võiks olla ca 500 MWh/a.



Joonis 2.14 Võimalik uusarenduspiirkond Saunaasema teest ja Loodjärve teest lõunas (piirkond C)

2.2.4 Uusarenduse hoonete energiatõhususarvud sõltuvalt nende kütteviisist

Nagu käesolev analüüs näitab, sõltub soojuse tarbijahind suurel määral tarbimismahust, st tarbimise vähenemisel soojuse hind suureneb ja tarbimise suurenemisel väheneb. Nagu soojuse hinna sõltuvust iseloomustavad graafikud (vt Joonis 2.20 ja Joonis 2.21) näitavad, põhjustaks Harkujärve kaugküttepiirkonnas aastase kaugküttetarbimise mahu muutumine 1000 MWh võrra soojuse hinna muutumist 15 - 20 €/MWh_s võrra. Seega kaugküttes tarbijate lisandumine ja soojustarbimise kasv alandavad kaugküttesoojuse hinda ning kaugküttepiirkonnas paiknevate hoonete kaugküttesse liitumine oleks kaugküttetarbijatele kasulik.

Seniseid Harkujärve kaugküttepiirkonda rajatud uusarenduste elamuid köetakse maasoojuspumpadega. Siinkohal püüame leida põhjuseid, miks see nii on kujunenud, ning võrrelda uute elamute energiatõhususe näitajaid [2] ja soojustarbimisele tehtavaid kulutusi.

Uusarenduspiirkonnas paiknevate ridamajade (sh Kõrkja tn 8) energiatõhususarvude ETA väärtused on ca 100 kWh/(m² a) ja hoonete summaarne elektrikulu ca 50 kWh/(m² a). Käesoleva töö autoritele pole teada, kui suur osa projektijärgsest arvestuslikust elektritarbimisest langeb soojuspumpadele ja kui suur osa muudele seadmetele ja valgustusele. Kui soojuspumpadele langeks kogu arvestuslikust elektrikulust 60% (30

²² kWh/(m² a)) ja muudele tarbijatele 40% (20 kWh/(m² a)), 60 siis see tähendaks, et hoone soojuskulu

oleks ca 120 kWh/(m² a)³.

Selliste soojustarbega hoonete energiatõhususarv sõltuks sellest, millisel viisil hoonet köetakse:

- Kui sellist hoonet (ridamaja) köetakse maasoojuspumpadega, siis on ehitusregistrisse kantud energiatõhususarv ETA 100 kWh/(m² a), elektrikulu 50 kWh/(m² a) ja energiatõhususe klass A.
- Kui sama ridamaja köetaks fossiilkütustel kaugküttesüsteemist, siis kujuneks ETA väärtus järgmiseks: $ETA = 20 * 2 + (120 * 0,9) = 148 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})^4$, elektrikulu oleks 20 kWh/(m² a), soojuskulu 120 kWh/(m² a) ning energiaklassiks kujuneks C.
- Kui sama ridamaja köetaks tõhusast kaugküttesüsteemist, siis kujuneks ETA väärtus järgmiseks: $ETA = 20 * 2 + (120 * 0,65) = 118 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})^5$, elektrikulu oleks 20 kWh/(m² a) ning energiaklassiks kujuneks A, sest $ETA < 120$.

Siit on lihtne teha järeldus, et maasoojuspumpade valik hoone kütmiseks võimaldab suhteliselt lihtsalt saavutada A energiaklassi, kuigi hoone soojustarve on kõigil juhtudel sama. Tegelikuses on teada, et eksploatatsioonis jääb maasoojuspumpade aasta keskmine soojustegur arvutustes kasutatud väärtusest 4,0 oluliselt madalamaks. Kui soojustegur oleks tasemel 3,0, siis hoone tarbimisandmete põhjal leitava kaalutud energiakasutuse arv KEK oleks samade näitajatega hoone korral $KEK = (20 + 120/3) * 2 = 120$, st hoone kuuluks ikkagi napilt A klassi.

Ülaltoodut arvesse võttes kujuneksid hoone energiatõhususe näitajad maasoojuspumpade ja tõhusa kaugkütte korral praktiliselt ühesuguseks, kuid kaugküttepiirkonnas osade hoonete kütmine soojuspumpadega vähendaks kaugküttesüsteemi tarbimismahtu ja tõstaks seetõttu kaugküttesoojuse hinda.

2.2.5 Laiendatud kaugküttevõrgu perspektiivsed soojuskoormused

Arvestades praeguse kaugküttevõrgu tarbimist, võrgu kavandatavat laiendamist Venteri tee ja aiandi suunal ning uusarenduste hoonete kaugküttega liitumist, võib eeldada ligikaudu järgmist tarbimismahtude muutumist kuni aastani 2034:

- 2024 - 2025: olemasolevate kaugkütteklientide tarbimine ca 1240 MWh/a;
- 2026: lisanduks Venteri tee ja aiandi piirkonna tarbimine ca 2400 MWh/a ja kogutarbimine oleks ca 3640 MWh/a;
- 2027 - 2028: lisanduksid uusarenduse hooned piirkonnas A ja kogutarbimine jõuaks tasemele 5000 MWh/a;
- 2028 - 2034: lisanduksid piirkondades B ja C tõenäoliselt rajatavad hooned ning kogutarbimine jõuaks tasemele 6000 MWh/a.

2.3 Kaugküttevõrgu laiendamiseks vajalikud torustikud

Kaugküttesüsteemi laiendamiseks on vajalik välja ehitada kaks uut kaugküttevõrgu haru ja uute tarbijate ühendused (vt Joonis 2.15 ja). Kuna Paldiski mnt suunas planeeritav torustiku haru läbib olemasolevat võrgu osa, siis tuleks seal asendada konteinerkatlamajast kuni Loodjärve tee 29-ni kulgev võrgu osa (vt Joonis 2.7) ja sellest tehtud tarbijaühendused tuleks ühendada uue rajatava magistraaltorustiku haruga. Seejuures tuleb kindlasti ka mõned tarbijaühendused asendada. Et tagada kogu kaugküttevõrgu ühtlane tehniline tase, tagada madalad soojuskaod ja minimeerida avariiohe, on soovitatav kõik vanad mitteisoleeritud torudest lõigud ja tarbijaühendused.

Järgnevasse tabelisse (vt Tabel 2.6) on kantud joonistel Joonis 2.15 ja Joonis 2.16 tähistustele vastavate

³ ETA arvutamisel oleks inverteriga soojuspumpade aasta keskmise soojusteguri väärtuseks küttegaafiku 55/40 korral 4,0, st soojust saadakse soojuspumpadest võrreldes elektrikuluga 4 korda rohkem. Seejuures hoones kasutatava elektri kaalumistegur on 2

⁴ Fossiilkütusel kaugküttesüsteemi soojuse kaalumistegur on 0,9

⁵ Fossiilkütusel kaugküttesüsteemi soojuse kaalumistegur on 0,9

torustiku lõikude Maakatastri kaardi järgi hinnatud pikkused ja eeldatavalt vajaliku soojuse läbilaskevõimed MWh/a juhtudel kui katlamaja on rajatud kas asukohta KM1 või KM2.

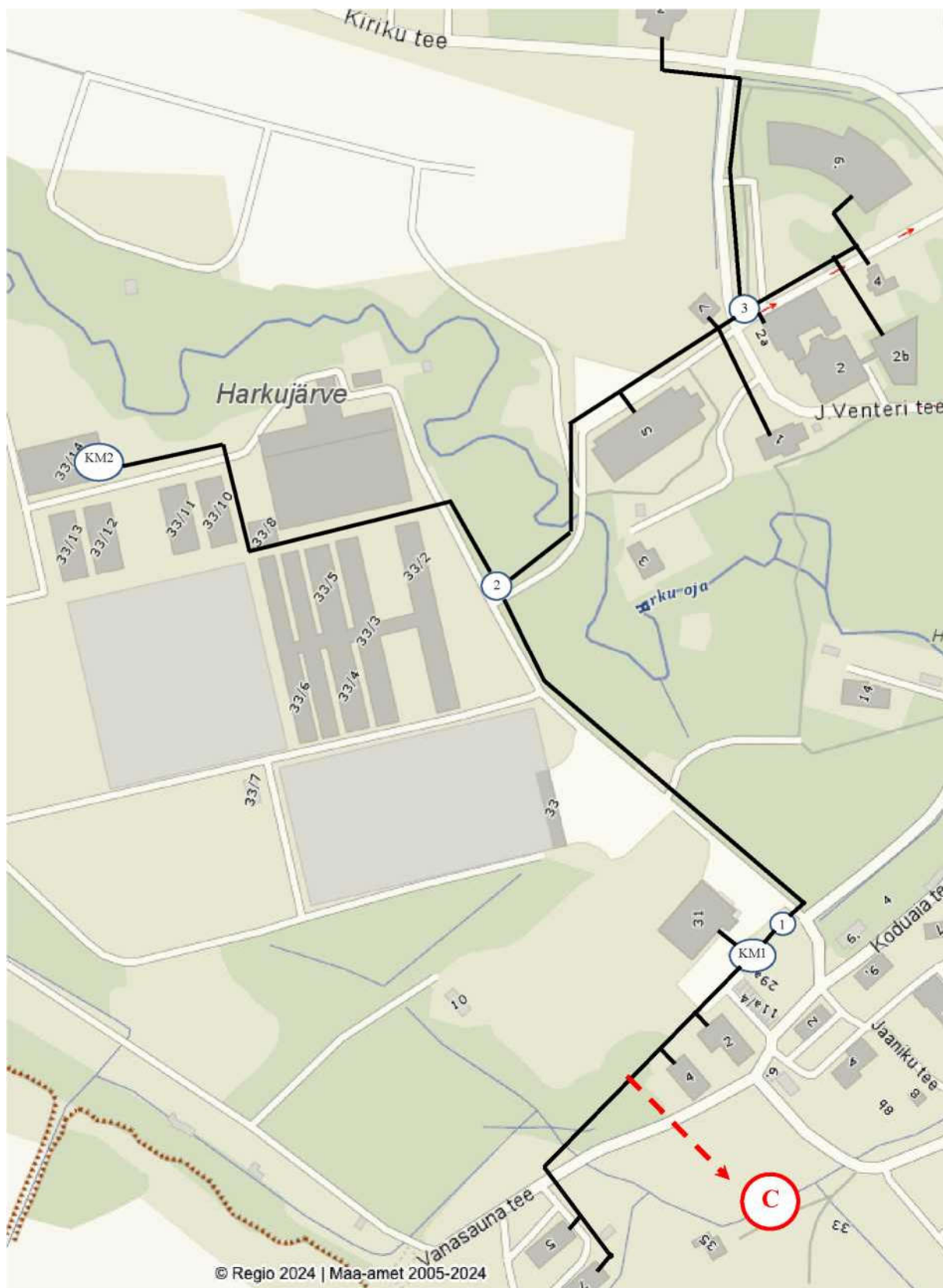
Kolme arenduspiirkonna (A, B ja C) hooned valmivad etapiviisiliselt ja nendest kahe (B ja C) valmimise ja kaugküttega liitumise ajakava ei ole veel teada, kuid võib toimuda ajavahemikus 2027 - 2034 ja kõigi nende piirkondade perspektiivseid soojuskoormusi on torustike dimensioneerimisel otstarbekas arvestada, sest valminud torustiku lõikude läbilaskevõime suurendamine eeldaks nende asendamist, mis oleks kulukas ja pole majanduslikult põhjendatud. Kokkuvõttes on torustiku läbilaskevõime hindamisel ja dimensioneerimisel (vt Tabel 2.6 ja Tabel 2.7) juba arvestatud perspektiivseid koormusi:

- alale A rajatavate hoonete ühendamiseks kaugküttega on täiendavalt arvestatud ka piirkonna B tarbimist, ühe variandina võib olla vajalik ka piirkonna C koormusi arvestada;
- alale C rajatavate hoonete kaugküttega liitmisel on kaks võimalikku ühendussuunda:
 - Vanasauna tee 5 ja 7 suunaliselt toruühendusest (vt Joonis 2.15), mille läbilaskevõimet tuleks sellisel juhul suurendada arvestades ala C soojuskoormust ja/või punktist 1 Paldiski mnt suunas kulgevast magistraaltorust (vt Tabel 2.6) on torustiku läbilaskevõime hindamisel arvestatud ka ala C soojuskoormust.

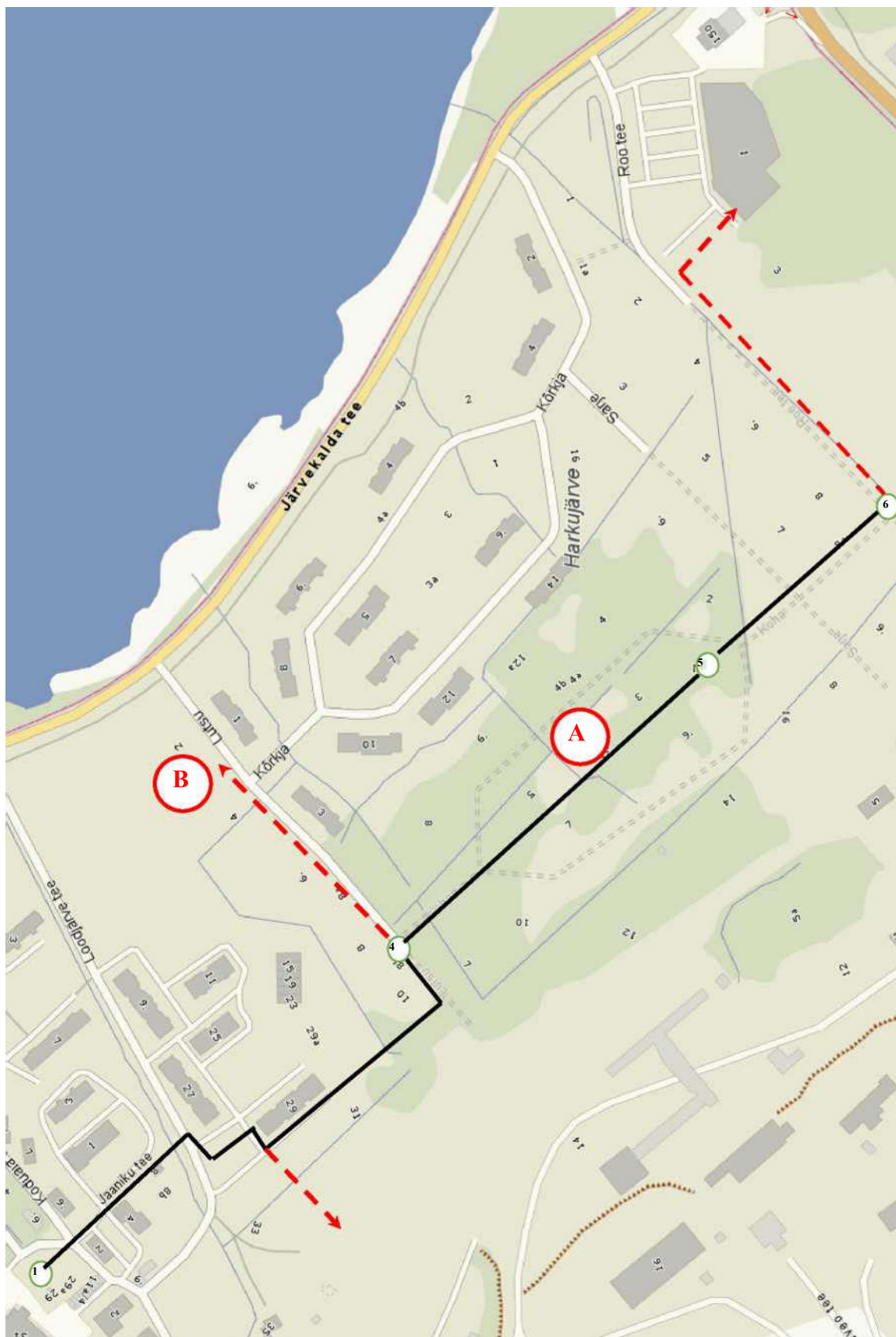
Järgnevates tabelites (vt Tabel 2.6 ja Tabel 2.7) on hinnatud torustiku lõikude koormusi ja eeldatavaid läbimõõte koos kõigi piirkondades A, B ja C tulevikus rajatavate hoonete perspektiivsete koormustega.

Uute ja uuendatud võrguosade arvestuslikud soojuskaod on arvutatud Logstor R0ri kalkulaatori abil kütteperioodi keskmise temperatuurirežiimi 70/50°C ja suvise temperatuurirežiimi 60/40 korral (vt Tabel 2.8). Kui suvist sooja tarbevee valmistamist kaugküttele baasil kasutab ainult osa tarbijatest, siis peaks olema võimalus kaugküttevõrgu suvel mittekoormatud harud suveperioodiks sulgeda ja sellega võrgu soojuskadu väheneks.

Võrgu soojuskadude arvutustest selgub, et katlamaja asukoht senise konteinerkatlamaja asukohas (KM1) on senise Aiandi katlamaja asukohast (KM2) mõnevõrra eelistavam, sest tarbijad jaotuvad siis võrgus veidi ühtlasemalt ja võrgu soojuskaod jäävad veidi väiksemaks. Erinevused on siiski marginaalsed.



Joonis 2.15 Kaugküttevõrgu uus Venteri ja aiandi haru



Joonis 2.16 Kaugküttevõrgu Paldiski mnt suunaline haru (A, B ja C - uued võimalikud hoonestusalad)

Tabel 2.6 Planeeritava uue torustiku osade ligikaudsed pikkused ja läbilaskevõimed, arvestades piirkondade A, B ja C hoonete perspektiivseid koormusi

Torustiku lõik	Ligikaudne pikkus, jm	Hinnanguline läbilaskevõime KM1 korral, MWh/a	Hinnanguline läbilaskevõime KM2 korral, MWh/a
KM1 - 1	16	6 000	330 - 345
KM1 - Vanasauna tee 7	210	80 - 230	80 - 230
Vanasauna tee 2 ühendus	10	50	50
Vanasauna tee 5 ühendus	10	80 - 95	80 - 95
1 - 2	262	2 640 - 3 170	2 830 - 3 360
2 - KM2	150	900	5100
2 - 3	210	1 740 - 2 270	1 740 - 2 270
KM1 - Järvekalda tee 31	22	100	100
Venteri tee 5 ühendus	15	350 - 420	350 - 420
Venteri tee 7 ühendus	5	17	17
Venteri tee 1 ühendus	60	70 - 100	70 - 100
3 - Venteri tee 2	16	286 - 430	286 - 430
3 - Kiriku tee 2	178	100 - 150	100 - 150
3 - Venteri tee 6	105	170 - 270	170 - 270
Venteri tee 2b ühendus	45	100	100
Järvekalda tee 1 ühendus	15	63 - 75	63 - 75
1 - 4	430	3 500 - 3 700	3 500 - 3 700
4 - 5	370	2 500 - 2 700	2 500 - 2 700
5 - 6	90	1 000	1 000
Uusarenduste (piirkond A) majasisendid	1 250	50 - 60	50 - 60
Kokku	3 469		

Tabel 2.7 Rajatavate ja asendatavate torulõikude pikkused torude tinglähimõõtude kaupa vastavalt eelmises tabelis näidatud koormustele

Dn, mm	Torulõikude pikkused, jm		
	Uued torustikud KM1 katlamaja korral	Uued torustikud KM2 katlamaja korral	Vanade torustikuosade asendamine
150	16	150	
125	692	692	
100	580	580	
80	240	90	
65	16	16	117
50	330	346	111
40	1428	1428	248

Dn, mm	Torulõikude pikkused, jm		
	Uued torustikud KM1 katlamaja korral	Uued torustikud KM2 katlamaja korral	Vanade torustikuosade asendamine
32	162	162	57
25	5	5	73
Kokku	3469	3469	606

Tabel 2.8 Torustike arvutuslikud soojuskaod kahe katlamaja asukoha ning ainult küttekoormuse katmisel (ca 5400 h/a) ja koos sooja tarbevee valmistamisel kaugkütte baasil (8760 h/a)

	Katlamaja KM1		Katlamaja KM2	
	5400 h	8760 h	5400 h	8760 h
Uued võrguosad	355,68	496,50	360,75	503,59
Uuendamata vana võrguosa	141,47	197,46	141,47	197,47
Uuendatud vana võrguosa	61,54	85,91	61,54	85,91
Kokku ilma vana osa uuendamata	497,15	693,96	502,32	701,06
Kõik uued eelisooleeritud torud	417,22	582,41	422,29	589,5

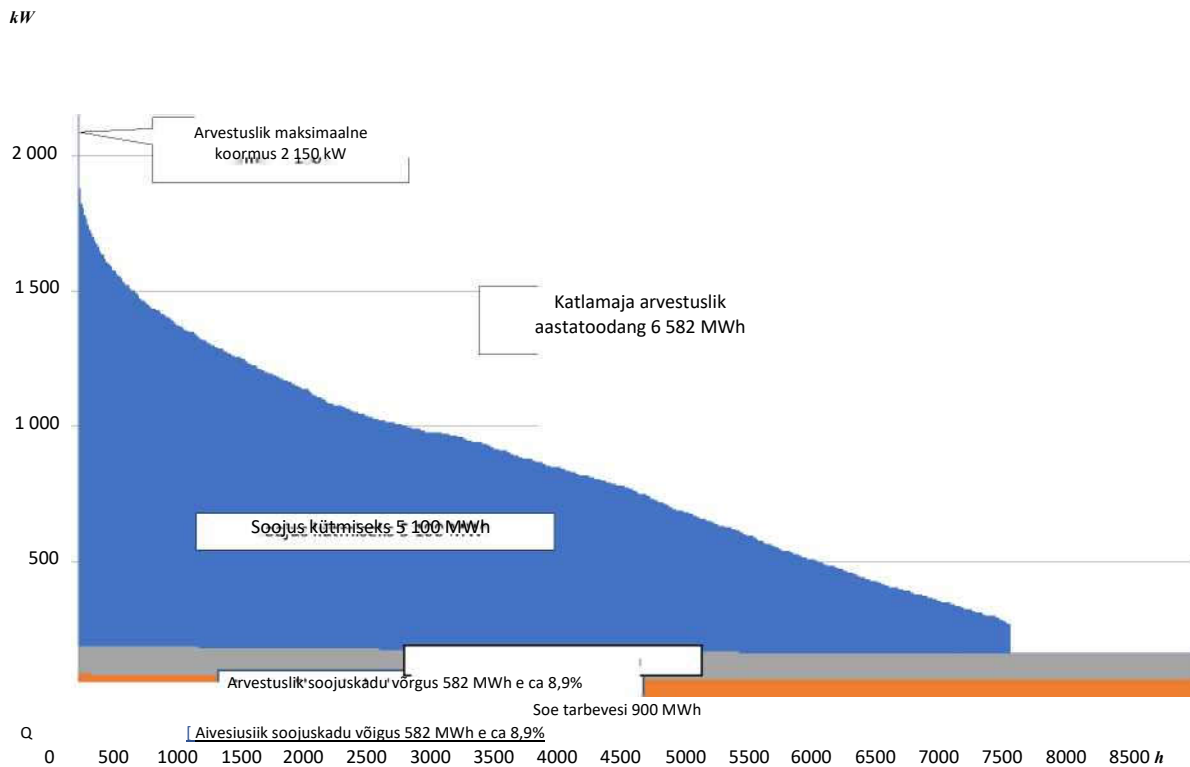
2.4 Uue kaugküttekatalamaja kavandamine

Uue biokütusel töötava kaugküttekatalamaja rajamine ainult olemasoleva kaugküttesüsteemi tarbijate varustamiseks on tehniliselt võimalik, kuid suhteliselt väikese küttekoormuse tõttu tuleks selle kütusena esmajoones arvestada pelleteid. Odavam biokütuse, st hakkpuidu kasutamine muutub majanduslikult otstarbekamaks siis, kui tarbimismahud ja katlamaja koormused suureneksid.

Nagu ptk 2.2.5 esitatud perspektiivsete tarbimismahude kokkuvõte näitab, jõuaks tarbimismaht 2028.aastaks tasemele 5000 MWh/a ja edasi ajavahemikus 2028 - 2034 küündiks juba 6000 MWh/a. Seega tuleks katlamaja rajada arvestades tarbimismahtu 6000 MWh/a.

Järgneval joonisel (vt Joonis 2.17) on kujutatud arvutuslik kaugküttesüsteemi koormuste kestusgraafik katlamaja võrgu laiendamise seisukohast eelistatuma asukoha KM1 ja aastase summaarse tarbimismahu 6000 MWh korral, milles suvise sooja tarbevee osatähtsus oleks ca 15% kogutarbimisest. Küttekoormuse jaotumisel on eeldatud, et kütmine toimub ööpäeva keskmise välisõhu temperatuurini kuni 15°C. On muidugi võimalik, et mõned tarbijad lülitavad ruumide kütte välja juba mõnevõrra madalama välisõhu temperatuuri korral. Sooja tarbevee osatähtsuse hindamisel (ca 15%) eeldasime, et mitte kõik praegused ja Venteri tee piirkonna tarbijad ei hakka sooja tarbevett suvel kaugkütte baasil valmistama ja aiandis on

tõenäoliselt sooja tarbevee vajadus väike, samas kõigis uusarenduse hoonetes oleks toimuks sooja tarbevee valmistamine kaugkütte baasil.

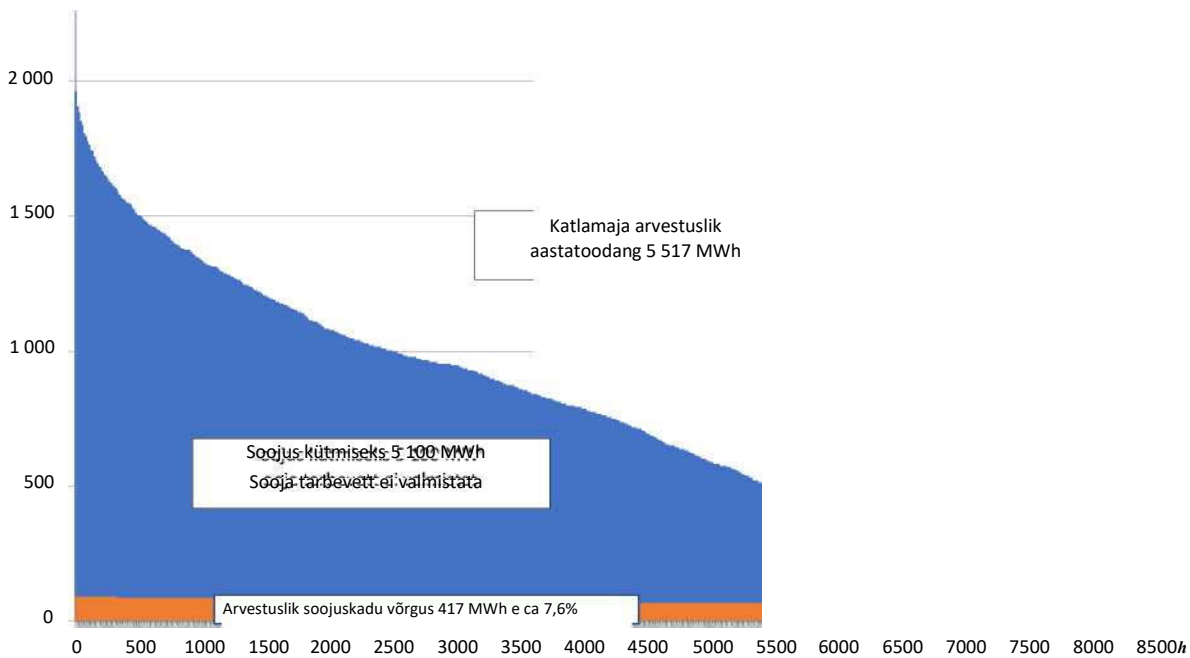


Joonis 2.17 Arvutuslik koormuste kestusgraafik tarbimismahu 6000 MWh/a korral

Nagu joonisel (vt Joonis 2.17) väljatoodud andmed näitavad, oleks arvestuslik maksimaalne katlamaja koormus ca 2 150 kW (2,15 MW) ja suhteline soojuskadu kaugküttevõrgus 8,9%.

Kuna siiani Harkujärve kaugküttesüsteemis sooja tarbevett kaugkütte baasil ei valmistatud, siis võrdluseks on näidatud ka koormuste kestusgraafik ainult küttekooormuse katmise korral (vt Joonis 2.18). Sooja tarbevee osatähtsuseks oli hinnatud 15% kogu soojustarbimisest. Nagu joonisel näidatud andmetest selgub, siis ilma sooja tarbevee valmistamiseta kujuneks suhteline soojuskadu kaugküttevõrgus (7,6%) väiksemaks kui sooja tarbevee kaugkütte baasil valmistamise korral (8,9%).

kW



Joonis 2.18 Koormuste kestusgraafik ilma suvise soojusvarustusega maksimaalse perspektiivse küttekoormuse korral 5100 MWh/a

Uue katlamaja võimaliku asukohana võib eelistada praeguse konteinerkatlamaja asukohta, aga alternatiivne asukoht võiks olla Juhani Puukooli Harku aiandi katlamaja kohas või praeguse kaugküttevõrgu ja uusarenduse piirkonna vahel. Igal nendest asukohtadest on oma eelised ja miinused, sh:

- konteinerkatlamaja asukohta rajatav uus katlamaja (KM1) paikneks uute kavandatavate torustiku harude alguspunktis ja perspektiivsete tarbijate suhtes sümmeetriliselt. Sellise paiknemise korral jääks rajatavate torustike eeldatav maksumus ja soojuskaod veidi väiksemaks kui alternatiivse katlamaja asukoha korral. Teatavaks miinuseks võivad olla katlamaja territooriumi laiendamise vajadus ning laiendatava ala omandivorm, aga ka biokütusekatlamaja töötamisel ja kütusega varustamisega varustamisel tekkiv müratase, mis võib teatud määral häirida lähedalasuvate hoonete elanikke;
- aiandi katlamaja on esialgselt pidanud võimalikuks oma katlamaja hoone müügi kaugküttevõttele, millest tulenevalt ei segaks biokütusekatlamaja selline asukoht (KM2) elanikke. Kuna aiand on ise suur soojustarbija, räägib see samuti selle asukoha kasuks;
- biokütusekatlamaja on otstarbekas rajada uusarenduste lähedale ainult sel juhul, kui kõik või vähemalt valdav osa uusarenduse hoonetest ühineksid kaugküttega. Kuna valdava osa uusarenduse hoonete üleminekut kaugküttesse on raske prognoosida ja see toimuks järk-järgult kuni 10 aasta jooksul, siis seda katlamaja asukohta lähemalt ei analüüsita.

Vastavalt arvutuslikule koormuste kestusgraafikule (vt Joonis 2.17) oleks otstarbekas rajada kahe biokütusekatlaga katlamaja koos fossiilkütusel reservkatlaga. Biokütusekatelde koguvõimsuseks peaks olema kuni 2 MW ja kütuseks hakkpuit. Katlamajja on soovitatav paigaldada kaks erineva nominaalvõimsuse katelt, nt 1,2 MW ja 0,8 MW või muud katla võimsuste kombinatsioonid. Katlamaja on võimalik arendada ka mitmes etapis. Näiteks esimeses etapis paigaldada väiksem katel ja võimsuse lisandumisega paigaldada suurem katel või vastupidi vastavalt rekonstrueerimise ajaks väljakujunenud tegelikele koormustele. Kusjuures tuleb jälgida reaalselt vajaminevat võimsust ja valida teine katel vastavalt reaalsele vajadusele.

Kahe erineva võimsusega hakkpuidukatla korral saavad katlad töötada laias soojusvajaduse

diapasoonis optimaalsetel koormustel, st väikese soojustarbe korral piisaks väiksemast katlast, suurema soojuskoormuse korral töötaks suurem katel ja tippkülmade ajal mõlemad katlad korraga. Lisaks hakkpuidukateldele on katlamajja vajalik paigaldada ka maagaasil või põlevkiviõlil töötav reservkatel.

Kuigi arvutuslik koormusgraafik näitab tippkülmaja ajaks lühiajalist hetkkoormust (2,15 MW) üle biokütusekatelde summaarset nominaalvõimsust (2 MW), siis praktikas on lühiajaliselt biokütusekatlaid võimalik vähemalt 10% ulatuses üle koormata ja seega ei ole reservkatelt tipukoormuse katmiseks vajalik käivitada.

2.5 Kaugküttesüsteemi uuendamise otstarbekuse hindamine

2.5.1 Püsikulude hinnang

Kahe kokku 2,0 MW võimsusega biokütusekatlaga ja reservkatlaga hakkpuidukatlamaja rajamise arvestuslikuks maksumuseks on hinnatud tasemele ca 1,4 M€. Kaugküttevõrkude investeeringute hindamisel on kasutatud eeldatavaid ehituslikke erimaksumusi (vt Tabel 5.1) ja saadud tulemused on kantud järgnevasse tabelisse (vt Tabel 2.9). Uue võrgu väljaehitamiseks tehtavad arvutuslikud kulutused katlamaja asukoha KM2 korral on mõnevõrra suuremad kui asukoha KM1 korral. Seega uue biokütusekatlamaja asukoht praeguse katlamaja asemele (KM1) on investeeringute ja soojuskadude suurus (vt Tabel 2.8) arvestades mõnevõrra eelistatavam, kuid asukoht Aiandi endise katlamaja kohas (KM2) oleks elamutest kaugemal ning mõjutaks elanikke vähem. Seega uue katlamaja asukoha valikul on mõlemal asukohal nii plusse kui miinuseid ning neid saab ning tuleb lõpliku otsuse tegemisel arvestada.

Olemasoleva kaugküttevõrgu osa torusid tuleb Paldiski mnt poole suunduva uue torustiku magistraalharu rajamisel asendada (võrdle Joonis 2.7 ja Joonis 2.16), sest uus suurema läbilaskevõimega haru paikneks osaliselt vanade torustiku osade kohal. Koos selle uue haru rajamisega oleks otstarbekas asendada ka mitteolemasolevad tarbijaühendused, nt Jaaniku 1, 2, 4, Koduaia tee 7 ja 9. Kuna olemasolevatest torustikest on ainult Harkujärve Lasteaia ühendus (Järvekalda tee 14) eelisoleeritud torudest, siis oleks loomulik koos uute torustike rajamisega asendada ka kõik olemasolevad mitte-eelisoleeritud torudest tarbijaühendused ja torustiku lõigud.

Kui kõik vanad kaugküttevõrgu torud asendatakse eelisoleeritud torudega, laiendatakse oluliselt kaugküttevõrku ja ehitatakse uus katlamaja, siis on sisuliselt tegemist kompleksse uue kaugküttesüsteemi rajamisega, mille korral nii vana katlamaja kui vanad torustikuosad likvideeritakse.

Tabel 2.9 Arvestuslikud investeeringud kaugküttevõrku sõltuvalt katlamaja asukohast, €

Võrgu laiendamine katlamaja asukoha KM1 korral	Võrgu laiendamine katlamaja asukoha KM2 korral	Vanade torude asendamine	Kokku investeeringud võrku katlamaja asukoha KM1 korral	Kokku investeeringud võrku katlamaja asukoha KM2 korral
1 272 792	1 299 592	175 902	1 448 694	1 475 494

Investeeringutest tulenevate püsikulude arvutuslik suurus sõltub lisaks alginvesteeringute suuruselt ka seadme või rajatise eeldatavast elueast ja kapitali diskonteerimistegurist, milleks Konkurentsiamet kasutab ajas sõltuvalt finantsturgude olukorrast muutuvat kaalutud keskmist tegurit WACC, mille väärtus aruande koostamise ajal oli katlamajadele 7,46% ja kaugküttetorustikele 6,26%..

Püsikulude arvutustulemused on toodud kahe katlamaja asukoha korral järgnevates tabelites (vt Tabel 2.10 ja Tabel 2.11). Investeeringutest tulenevate püsikulude summaarseks väärtuseks on saadud katlamaja asukoha KM1 korral 245 102 €/a ja asukoha KM2 korral 247 104 €/a.

Tabel 2.10 Investeeringutest tulenevad püsikulud, katlamaja asukohas KM1

Investeeringu objekt	Inves- teering, €	WACC	Arvestuslik tööiga, a	Püsikulu aastas (PMT), €/a
Katlamaja 2,0 MW + reserv	1 400 000	7,46%	20	136 911,58
Uued torustikud 3 469 jm	1 272 792	6,26%	30	95 053,92
Vanade lõikude asendamine 606 ^{jm}	175 902	6,26%	30	13 136,61
Kokku	2 848 694			245 102,12

Tabel 2.11 Investeeringutest tulenevad püsikulud, katlamaja asukohas KM2

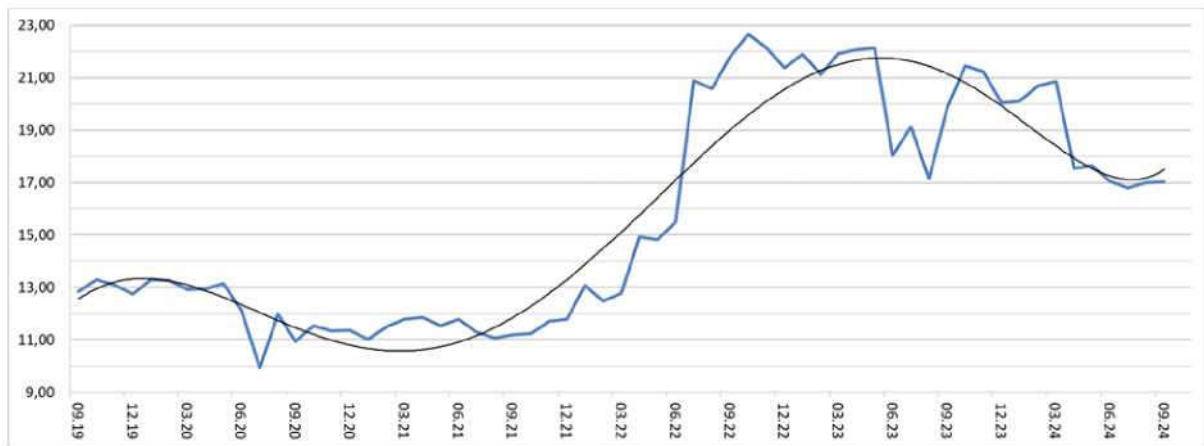
Investeeringu objekt	Inves- teering, €	WACC	Arvestuslik tööiga, a	Püsikulu aastas (PMT), €/a
Katlamaja 2,0 MW + reserv	1 400 000	7,46%	20	136 911,58
Uued torustikud 3 469 jm	1 299 592	6,26%	30	97 055,39
Vanade lõikude asendamine 606 ^{jm}	175 902	6,26%	30	13 136,61
Kokku	2 875 494			247 103,58

Püsikulude komponendi väärtused soojuse hinnas sõltuvad soojuse müügi mahust ja seda võetakse arvesse soojuse tarbijahinna prognoosimisel (vt Tabel 2.14).

2.5.2 Kütusekulude hinnang

Kütusena kasutatava hakkpuidu hind on viimase kahe kolme aasta jooksul teinud läbi suure tõusu ja käesolevaks ajaks stabiliseerumas (vt [4] ja Joonis 2.19). Katlamajja jõudes on lõpplahinnale lisandunud veel transpordikulud. Soojuse hinna kütusekulude komponendi arvutamisel on

varieeritud hakkpuidu hinda vahemikus 15 - 30 €/pm³ (vt Tabel 2.12). Arvutustes hakkpuidu kütteväärtuseks võetud 0,75 MWh/pm³, katlamaja kasuteguriks 85% ja kaugküttevõrgu soojuskadude arvutuslik väärtus katlamaja asukoha KM1 korral on 582,41 MWh/a, mis eeldab täielikult uuendatud kaugküttevõrku ja tarbijatele suvise sooja tarbevee võimaldamist. Kui katlamaja paikneks asukohas KM2, siis oleksid aastased soojuskadud kaugküttevõrgus 589,50 MWh/a, mis tõstab mõnevõrra kütusekulu komponenti soojuse hinnas (vt Tabel 2.13). Tegelikult on need erinevused väga väikesed ja ebaolulised.



Joonis 2.19 RMK hakke puistekuupmeetri lõpplaao hind käibemaksuta eurodes (allikas RMK) [4]

Tabel 2.12 Arvestuslik kütusekulu komponent soojuse hinnas sõltuvalt hakke hinnast ja tarbimismahust, katlamaja asukoht KM1, tööaeg 8760 h/a

Hakkpuit, €/pm ³		15	17	20	25	30
Primaarenergia hind, €/MWh _k		20,00	22,67	26,67	33,33	40,00
Kütusekulu komponent soojuse hinnas, €/pm ³	Tarbimine 3000 MWh/a	28,10	31,84	37,46	46,83	56,19
	Tarbimine 4000 MWh/a	26,96	30,55	35,94	44,93	53,91
	Tarbimine 5000 MWh/a	26,27	29,77	35,03	43,78	52,54
	Tarbimine 6000 MWh/a	25,81	29,26	34,42	43,02	51,63

Tabel 2.13 Arvestuslik kütusekulu komponent soojuse hinnas sõltuvalt hakke hinnast ja tarbimismahust, katlamaja asukoht KM2, tööaeg 8760 h/a

Hakkpuit, €/pm ³		15	17	20	25	30
Primaarenergia hind, €/MWh _k		20,00	22,67	26,67	33,33	40,00
Kütusekulu komponent soojuse hinnas, €/pm ³	Tarbimine 3000 MWh/a	28,15	31,91	37,54	46,92	56,31
	Tarbimine 4000 MWh/a	27,00	30,60	36,00	45,00	53,99

€/MWh _s	Tarbimine 5000 MWh/a	26,30	29,81	35,07	43,84	52,61
	Tarbimine 6000 MWh/a	25,84	29,29	34,45	43,07	51,68

Kuna kaugküttevõrgu absoluutsed kaod ei sõltu tarbimismahust, siis suhtelised soojuskaod sõltuvad tarbimismahust ning see mõjutab ka soojuse hinna kütusekulude komponendi suurust. Lisaks sellele mõjutab nii absoluutse kui ka suhtelise soojuskaod väärtust ning ka soojuse hinna kütusekulude komponenti asjaolu, kas kaugküttesüsteem töötab kogu aasta jooksul pidevalt, st suvist sooja tarbevett valmistatakse kaugkütte baasil, või kaugküttesüsteem varustab tarbijaid ainult kütteperioodil.

2.5.3 Soojuse tarbijahinna prognoosid

Soojuse müügihinna prognoosimiseks saame kasutada eelnevalt leitud hakkpuidu hinnast sõltuvat kütusekulu komponenti (vt Tabel 2.12) ja tehtavatest investeeringutest tulenevaid aastaseid püsikuluseid. Täiendavalt määrame:

- eeldatavad katlamaja ning kaugküttevõrgu tegevuskulud vastavalt Konkurentsiameti poolt varem koostatud referentshinna metoodikale [5] (5% katlamaja investeeringust ja 2% kaugküttevõrgu investeeringust aastas);
- muud muutuvkulud kokku 5 €/MWh_s (sh kulud elektrile, saastetasud jms).

Vastavalt ettevõtte eeldatavatele kulutustele leitakse arvutuslikud soojuse tarbijahinnad sõltuvalt tarbimismahust, kütuse hinnast ja võimalikust investeeringutoetuse saamisest. Arvutuste tulemused on koondatud järgnevasse tabelisse ja joonisele (vt Tabel 2.14 ja Joonis 2.20).

Järgnevasse tabelisse (Tabel 2.14) on koondatud lähteandmed ja arvutustulemused katlamaja asukoha KM1 korral, hakkpuidu hinnaks on võetud hetketase 17 €/pm³, ning tarbimismahuks prognoositule lähedane 5000 MWh/a, mis arvestab eeldatavat taset aastal 2028 ja ei arvesta selleks ajaks veel hoonestamata piirkondade võimalikku kaugküttega liitmist (alad B ja C). Kui investeeringutele on võimalik saada KIK'i toetust, siis tõenäoliseks summaarseks toetusmääraks on hinnatud 40%.

Arvestuslikult tuleks 2,0 MW biokütusekatelde summaarse nimivõimsuse korral gaasil või põlevkiviõlil töötavat reserv- või tippkoormusekatelt koormata nn normaalaastal ainult mõne tunni jooksul. Praktikas on võimalik hakkpuidul töötavaid katlaid lühiajaliselt koormata kuni 120% nimikoormusest, seega on võimalik kogu koormus täielikult katta ainult hakkpuidukateldega ning gaasi- või põlevkiviõlikatel jääks ainult reservkatlaks

hakkpuidukatelde võimaliku avariiseisaku ajaks. Kahe hakkpuidukatla katlamajas on mõlema katla üheaegne avariiseiskumine väga väikese tõenäosusega.

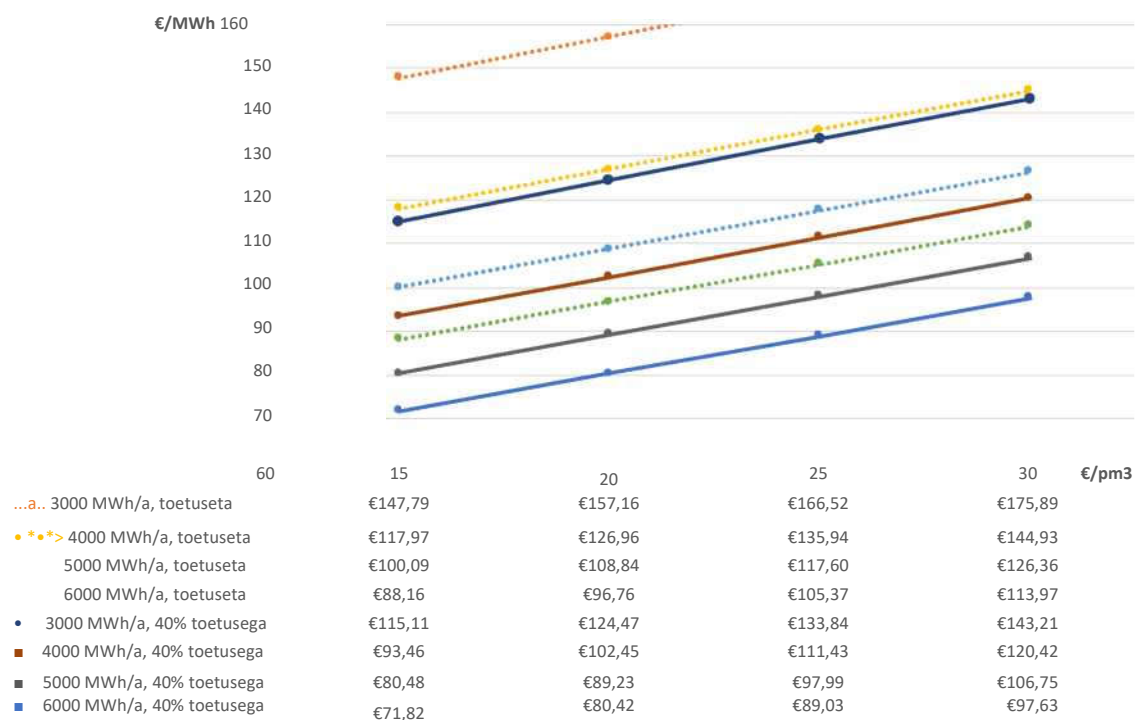
Kuna tabelisse on koondatud ainult konkreetse soojustarbe ja hakkpuidu hinna korral kujunevate kulude ja soojuse hinna arvutused, siis on analoogsed arvutustulemused sõltuvalt soojustarbimise mahust ja hakkpuidu hinnast esitatud kahel graafikul: katlamaja asukoha KM1 korral vt Joonis 2.20 ja katlamaja asukoha KM2 korral vt Joonis 2.21.

Tabel 2.14 Harkujärve kaugküttesüsteemi arvestuslikud kulud ja soojuse prognoositav hind katlamaja asukoha KM1 ja 8760 h aastase tööaja, hakkpuidu hinna 17 €/pm³, aastase soojustarbimise 4 000 MWh ning katlamaja asukoha KM1 korral ning sõltuvalt investeeringutoetustest

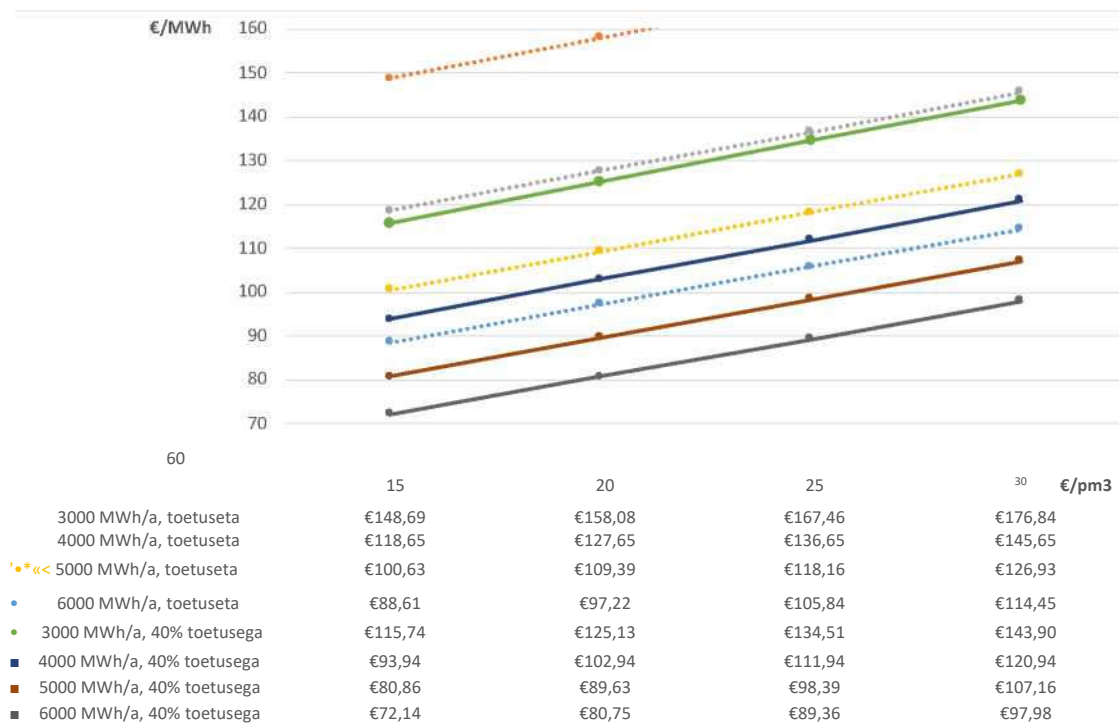
Näitaja	Ilma inv. toetuseta	40% inv. toetusega
Katlamaja rajamiseks vajalik investeering, €	1 400 000	1 709 216
Investeering kaugküttevõrgu laiendamiseks, €	1 272 792	
Investeering vanade võrguosade asendamiseks, €	175 902	
Investeering kokku, €	2 848 694	
Katlamaja kapitalikulu (WACC=7,46%, n=20), €/a	136 912	147 061
Uute torustike kapitalikulu (WACC=6,26%, n=30), €/a	95 054	
Vanade torustike asendamise kapitalikulu (WACC=6,26%, n=30), €/a	13 137	
Kapitalikulu kokku, €/a	245 102	
Uuendamata torustiku osa soojuskadu, MWh/a	197	197
Uuendatud vana torustiku osa soojuskadu, MWh/a	86	86
Soojuskadu uutes torustikes, MWh/a	496	496
Soojuskadu torustikes kokku, MWh/a	582	582
Eeldatav soojustarbimine, MWh/a	5 000	5 000
Vajalik tootmismah, MWh/a	5 582	5 582
Hakkpuidu kulu, pm /a	8 756	8 756
Hakkpuidu maksumus (hind 17 €/pm), €/a	148 853	148 853
Tegevuskulud (5% katlamaja ja 2% torustike investeeringust aastas), €/a	98 974	98 974
Muud kulud (5 €/MWh _s)	25 000	25 000

Kokku kulud aastas, €/a	517 929	419 888
--------------------------------	---------	---------

Näitaja	Ilma inv. toetusega	40% inv. toetusega
Kütusekulu komponent soojuse hinnas, €/MWh _s	29,77	29,77
Investeeringukulude komponent soojuse hinnas, €/MWh _s	49,02	29,41
Käidukulude komponent soojuse hinnas, €/MWh _s	19,79	19,79
Muude kulude komponent soojuse hinnas, €/MWh _s	5,00	5,00
Arvestuslik soojuse hind, €/MWh_s	103,59	83,98



Joonis 2.20 Soojuse arvestusliku müügihinna prognoosid sõltuvalt hakkpuidu hinnast ning investeeringutoetustest katlamaja asukoha KM1 korral



Joonis 2.21 Soojuse arvestusliku müügihinna prognoosid sõltuvalt hakkpuidu hinnast ning investeeringutoetustest katlamaja asukoha KM2 korral

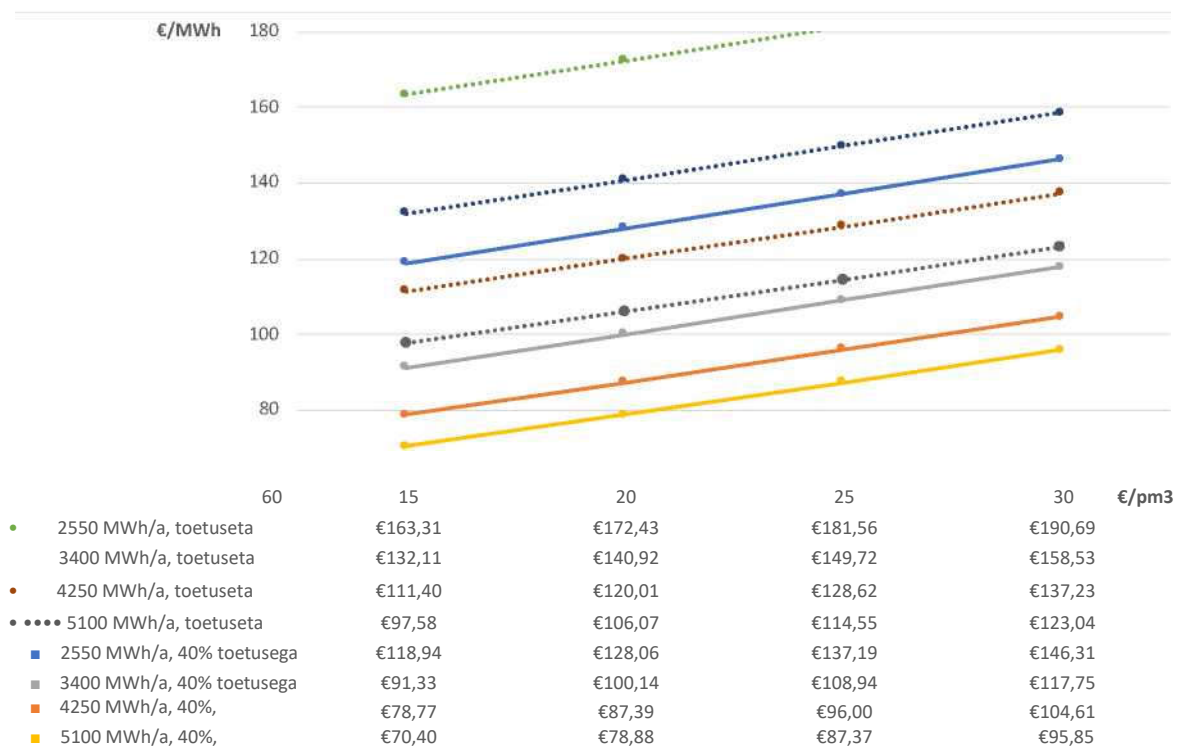
Kui Tabel 2.14 sisaldab arvutustulemusi eeldatava fikseeritud hakkpuidu hinna (17 €/pm³) ja tarbimismahu 5 000 MWh/a korral, siis Joonis 2.20 ja Joonis 2.21 iseloomustavad ka soojuse hinna sõltuvust hakkpuidu hinnast ja tarbimise mahust. Nagu Joonis 2.20 näitab, on arvutuslik soojuse hind ilma investeeringutoetusteta praegusest soojuse piirhinnas tasemest 103,44 €/MWhs enamasti kõrgem. Kui soojustarbimine jõuab tasemeni 6 000 MWh/a, siis

kuni ca 22 €/pm³ hakkpuidu hinna korral osutub soojuse hind ka ilma investeeringutoetusega praegusest piirhinnast madalamaks. 40% investeeringutoetuse korral oleks soojuse arvutuslik hind hakkpuidu kuni 20 €/pm³ hinna korral praegusest piirhinnast madalam juhul, kui tarbimismaht oleks vähemalt 4 000 MWh/a ning hinnanguliselt jõuaks tarbimine sellele tasemele alates 2027. aastast. 2028. aasta lõpuks peaks tarbimismaht jõudma umbes 5 000 MWh/a tasemele, mille puhul kujuneks soojuse hind kuni 20 €/pm³ hakkpuidu hinna korral alla 90 €/MWh.

Kui katlamaja rajatakse asukohta KM2, siis oleks arvutuslik soojuse hind 40% investeeringutoetuse ja hakkpuidu hinna 15 - 20 €/pm³ korral kuni 0,3 - 0,7 €/MWh kohta kõrgem, seega erinevus jääks väheoluliseks.

Kogu eelnev soojuse tarbijahinna prognoos on tehtud eeldusel, et tarbijaid varustatakse soojusega kogu aasta jooksul - st sooja vett valmistatakse kaugküttesoojuse baasil. Siiani on teada rida tarbijaid (vt Tabel 2.3), kellega SW Energia OÜ on kokku leppinud kaugkütte baasil sooja tarbevee valmistamise osas alates 2025. aastast. Seega tuleb kaugküttevõrgus ka suveperioodil hakata hoidma vajalikku temperatuurirežiimi (arvestuslikult 60/40).

Kui sooja tarbevett kaugkütte baasil ei valmistata ja kaugküttesüsteem suvel ei tööta, siis kujuneksid soojuse hinnad arvutuslikult sellisteks, nagu näitab Joonis 2.22.



Joonis 2.22 Soojuse arvestusliku müügihinna prognoosid ilma suvise sooja tarbevee varustusest (soojusvarustuse kestus 5400 h/a) sõltuvalt hakkpuidu hinnast ning investeeringutoetustest katlamaja asukoha KM1 korral

Kui ainult osa tarbijaid hakkab valmistama sooja tarbevett kaugkütte baasil, siis tuleks kaugküttevõrgu laiendamisel ja vanade torustike asendamisel luua võimalused erinevate võrgu harude suveperioodiks väljalülitamiseks. Seega võrreldes arvestuslike võrgu soojuskadudega (vt Tabel 2.8) väheneks tegelik kogu võrgu soojuskadu mõnede võrgu osade suveperioodiks väljalülitamise tõttu ja soojuse hind kujuneks prognoositust veidi madalamaks.

Kui kaugküttesüsteem oleks koormatud ainult 5400 h/a, siis väheneksid võrgu aastased soojuskaod, kuid ilma sooja tarbevee kaugkütte baasil valmistamiseta väheneks ka soojuse tarbimine. Võrdluseks on koostatud koormuse kestusgraafik (vt Joonis 2.18) ja soojuse hinnaprognoside graafikud uue katlamaja asukoha KM1 ja soojusvarustuse 5400 h/a kestuse korral (vt Joonis 2.22). Kuna hinnaprognosid kaugküttesüsteemi kogu aastase töötamise ja ainult kütteperioodil töötamise vahel ei ole perspektiivsete koormuste ja 40% investeeringutoetuse korral eriti suured, tuleb igati tervitada SW Energia OÜ valmisolekut ja soovi alustada tarbijate soojusega varustamist kogu aasta jooksul.

2.5.4 Kasvuhoonegaaside heite vähenemise hinnang

Kuna siiani kasutati Harkujärve kaugküttesüsteemis kütusena põlevkiviõli ja mitmed potentsiaalsed kaugküttega liituvad maagaasi, siis nende fossiilsete kütuste asendamine biokütusega (hakkpuiduga) vähendab piirkonna kasvuhoonegaaside (CO₂) heidet atmosfääri.

Põlevkiviõli kasutuse andmed pärinevad 2023/2024. kütteperioodil SW Energia OÜ'lt ja lokaalküttes maagaasi kasutanud hoonete gaasikulu andmed Ehitisregistrisse kantud energiamärgistelt (kui märgis ja fossiilkütuse tarbimine on registrisse kantud). Fossiilkütustest loobumisest tuleneva CO₂ heitmete vähenemise andmed on toodud järgmises tabelis (vt Tabel 2.15). Kuna paljude uute potentsiaalsete

kaugküttetarbijate fossiilkütuste kulu ei ole teada, siis tõenäoliselt kujuneb CO₂ heitmete summaarne vähenemine vastavalt Tabel 2.15 andmetega, võrreldes suuremaks.

Tabel 2.15 Biokütusekatlamaja rajamisest ja kaugküttevõrgu laiendamisega saavutatav CO₂ heite vähenemine

Fossiilkütuse tarbija	Fossiilkütuse kokkuhoid		CO ₂ heitmete vähenemine, tCO ₂ /a
	Kütus, ühik	Kogus	
Olemasolev kaugküttekattlamaja	Põlevkiviõli, t/a	159,3	475,9
Venteri tee 2, Põhikool ja Spordihoone	Maagaas, tuh m ³	30,547	56,4
Venteri tee 6, Lasteaed	Maagaas, tuh m	15,940	29,4
Venteri tee 1, Korterelamu	Maagaas, tuh m	?	?
Roo tee 1, Prisma	Maagaas, tuh m	19,609	36,2
Uued tarbij ad kokku	Maagaas, tuh m	66,096	122,0
Kokku CO₂ heitmete vähenemine			597,9

2.6 Tabasalu, ja Harkujärve kaugküttepiirkondade võimalikust ühendamisest

Käesoleval ajal müüb Tabasalu alevikus kaugküttetarbijatele soojust Strantum OÜ, kes ostab soojust SW Energia OÜ'lt. SW Energia OÜ käitab nii Tabasalu kui ka Harku ja Harkujärve kaugküttesüsteemi. Põhimõtteliselt oleks loomulik koondada nende kolme kaugküttepiirkonna soojusvarustus ühe soojusettevõtja alla. Kui Strantum OÜ ja Harku vallavalitsus nõustuksid andma Tabasalu kaugküttevõrgud SW Energia OÜ'le rendile, siis koonduks Harku valla kolme kaugküttesüsteemi haldamine ühe soojusettevõtja kätte, kellel oleks nii võimalus kui kohustus süsteemi plaanipäraseks arendamiseks.

Kirjeldatud stsenaariumi realiseerumisel tekiks võimalus Harkujärve, Harku ja Tabasalu kaugküttepiirkondade ühendamiseks ühtseks kaugküttepiirkonnaks, kus Harkujärve, Harku ja Tabasalu oleksid ühe kaugküttepiirkonna kolm eraldi võrgupiirkonda ühesuguse soojuse hinnaga.

Tabasalus on tarbijatele hetkel kehtiv soojuse piirhind 80,13 €/MWh ja soojuse kaugküttevõrgu ostuhind 60,19 €/MWh. Harku kaugküttevõrgus on soojuse hind alates 01.09.2024 84,89 €/MWh ja tarbimised 2021/2022 kütteperioodil 2 019 MWh, 2022/2023 kütteperioodil 1 816 MWh/a ja 2023/2024 kütteperioodil 1 863 MWh/a. Harkujärve külas on kaugküttevõrgu tarbijatele hetkel kehtiv soojuse piirhind 103,44 €/MWh.

Järgnevas tabelis (vt Tabel 2.16) on näidatud ühtses kaugküttepiirkonnas kujunevad soojuse hinnad 2023. aasta tarbimismahtude ja seni kehtinud piirhindade korral ning prognoos Harkujärve kaugküttevõrgu laiendamise ja biokütuse kasutuselevõtu järel.

Tabel 2.16 Soojuse tarbijahinna kujunemine kaugküttepiirkondade ühendamise korral

Aasta	Harkujärve		Harku		Tabasalu		Ühendatud kaugkütte- piirkond	
	Tarbi mine, MWh/a	Soojuse hind, €/MWh	Tarbi mine, MWh/a	Soojuse hind, €/MWh	Tarbi mine, MWh/a	Soojuse hind, €/MWh	Tarbi mine, MWh/a	Soojuse hind, €/MWh
2023/2024	1240	103,44	1818	84,89	14274	80,13	17332	82,30
Prognoos 2028.a	5000	84,98	1818	84,89	14274	80,13	21092	81,69
Prognoos 2034.a	6000	75,26	1818	84,89	14274	80,13	22092	79,20

Nagu Tabel 2.16s koondatud arvutustulemused näitavad, võib pärast Harkujärve kaugküttepiirkonna laienemist eeldada erinevate kaugküttepiirkondade hindade ühtlustumist.

3 Soovituslik tegevuskava soojusmajanduse arendamiseks Harku valla Harkujärve külas

Tabel 3.1 Ettepanek Harku valla soojusmajanduse arendamise tegevuskava täiendamiseks võttes arvesse Harkujärve kaugküttepiirkonna vajadusi

Tegevus	Teostaja	Maksumus	Aeg/ kestus	Rahastamise allikas
Harkujärve kaugküttepiirkonna kaugküttesüsteemi laiendamise ja biokütusele ülemineku otstarbekuse kohta seisukoha võtmine	Harku vallavalitsus ja vallavolikogu		2025	
Taotluse esitamine KIK'ile investeeringutoetuse taotlemiseks	SW Energia OÜ		2025	-
Seisukoha võtmine Harku, Harkujärve ja Tabasalu kaugküttepiirkondade ühendamise osas	Harku vallavalitsus ja vallavolikogu, Strantum OÜ, SW Energia OÜ		2025	
Harkujärve uue hakkpuidukatlamaja ehituse hanke korraldamine	SW Energia OÜ koostöös Harku vallavalitsusega		2025	-
Harkujärve kaugküttevõrgu laiendamise ja vanade torustike asendamise hanke korraldamine	SW Energia OÜ koostöös Harku vallavalitsusega		2025	-
Harkujärve katlamaja ehitus	Hanke võitnud ettevõtte	ca 1,4 M€	2025 - 2026	SW Energia OÜ koos KIK'i toetusega
Harkujärve kaugküttevõrgu laiendamine ja vanade torustike asendamine	Hanke võitnud ettevõtte	ca 1,45 M€	2025 - 2026	SW Energia OÜ koos KIK'i toetusega

4 Kasutatud kirjandus

- [1] „Harku valla Harkujärve ja Türisalu küla kaugküttepiirkonna soojusmajanduse arengukava aastateks 2017 - 2027,“ TREA, 2016.
- [2] „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“⁴ 12 12 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/113122018014?leiaKehtiv>.
- [3] „Logstor calculator“⁴ LOGSTOR Kingspan, [Võrgumaterjal]. Available: <http://calc.logstor.com/en/energitab/#Login>.

- [4] H. Hepner, „Eesti Erametsaliidu ülevaade 2024. aasta III kvartali puiduturust,“ OÜ Tark Mets, Kohila, 2024.

- [5] „Soojuse piirhinna koostõlastamise põhimõtted/⁴ 2020. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.konkurentsiamet.ee/sites/default/files/Soojus/soojuse_piirhinna_koosk_lastamise_p_him_tted.pdf.



Joonis 5.1 Harkujärve olemasoleva kaugküttevõrgu tulemused



torustiku 2019. a mõõdistuse
Joonis 5.2 Järvekalda tee 31
kontor, foto V. Vares



Joonis 5.3 Vanasauna tee 2,
pagar, foto Google Maps



Joonis 5.4 Vanasauna
tee 7, KÜ 8 korteriga, foto
Google Maps



**Joonis 5.5 Vanasauna
tee 5, KÜ 8
korteriga, foto
Google Maps**



**Joonis 5.6 Roo tee 1,
Prisma, foto
Google Maps**



**Joonis 5.7 Paldiski
maantee 150,
Olerex, foto
Google Maps**



**Joonis 5.8 Väineli tee 8,
lasteaed, foto Google
Maps**



**Joonis 5.10 Venteri tee
2, Põhikool ja
Spordihoone, foto
Google Maps**



**Joonis 5.11 Venteri tee
7, Eramu, foto
Google Maps**



**Joonis 5.12 Venteri tee
1, Vana kool, foto
Google Maps**

**Tabel 5.1 Arvutustes kasutatud eeldatav isoleeritud
erimaksumus, €/jm**

torudest võrgu rajamise

Toru tinglähimõõt Dn, mm	Torustiku eeldatav erimaksumus, €/jm
150	600
125	540
100	420
80	360
65	330
50	300
40	288

Toru tinglähimõõt Dn, mm	Torustiku eeldatav erimaksumus, €/jm
32	264
25	240