



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TALLINN TECHNICAL UNIVERSITY

SOOJUSTEHNKA INSTITUUT

KIVIÕLI LINNA SOOJUSVARUSTUSE ARENGUKAVA

Lõpparuanne

Tallinn, 2008

KIVIÕLI LINNA SOOJUSVARUSTUSE ARENGUKAVA

SOOJUSTEHNKA INSTITUUT

Soojusjõuseadmete õppetool

Arengukava koostasid:

Andres Siirde, vastutav täitja;
Aleksandr Hlebnikov, täitja;

SISUKORD

Sissejuhatus	5
1. ÜLEVAADE OMAVALITSUSE ARENGUKAVADEST JA ARENGUSUUNDADEST	6
1.1 Kiviõli linna lühiiseloostus	6
1.1.1 Linna asend	6
1.1.2 Rahvastik ja asustus	7
1.2 Ettevõtluse areng	8
1.3 Kiviõli linna tulevikuvision ja strateegilised eesmärgid	10
1.4 Energeetikasüsteemide hetkeseis, juhtimine omavalitsuse tasandil	12
2. SOOJUSVARUSTUSSÜSTEEMID JA SOOJUSTARBIJAD	14
2.1 Ülevaade hetkeolukorrast ja arengutest	14
2.2 Katlamajad ja soojuselektrijaamad	14
2.2.1 Kiviõli linna soojusvõrgu katlamaja	14
2.2.2 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojuselektrijaam ja võimalused Kiviõli linna kütteks	19
2.2.2.1 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojustarbijaad	19
2.2.2.2 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ elektritootmine	21
2.2.2.3 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojuse- ja elektri koostootmise lähitulevikuline kontseptsioon (käesoleva aruande koostajate nägemusel)	22
2.3 Kaugküttevõrk	24
2.4 Kiviõli soojusvõrgu tarbijad	25
2.5 Maagaasivõrk	25
3. STATISTILISTE ALGANDMETE ANALÜÜS JA SÜSTEMATISEERIMINE	26
3.1 Kiviõli soojusvõrgu katlamaja	26
3.2 Kiviõli keemiatehase soojuselektrijaam	29
3.3 Kiviõli linna soojuse varustamine Kiviõli keemiatehase elektrijaamast, võimaluste analüüs	30
4. SOOJUSTARBIJATE ENERGIANÕUDLUS JA SOOJUSKOORMUSGRAAFIKUD. ENERGIATARBIMISE TULEVIKUHINNANG	31
4.1 Tarbitava soojuse kogused ja soojuskoormusgraafikud olemasolevale kaugküttesüsteemile	31
4.1.1 Kiviõli soojusvõrgu praegused soojuskoormused ja soojustoodang	31
4.1.2 Kiviõli soojusvõrgu soojuskoormus ja soojustoodang arvestades tuleviku perspektiive (hinnanguline)	33
4.2 Tarbitava soojuse kogused ja soojuskoormusgraafikud erinevatele tarbimispiirkondadele	34
4.3 Järeldused ja üldistused	40
5 SOOJUSVARUSTUSSÜSTEEMI ERINEVATE ARENGUVÕIMALUSTE ANALÜÜS	41
5.1 Kiviõli linna soojusvarustuse optimeerimine	41
5.1.1 Olemasoleva soojusvõrgu iseloomustavad suurused ja nende erinevus optimumist	41
5.1.2 Soojusvõrgu optimeerimine	47
5.1.3 Kiviõli linna soojusvarustuse katmise variandid Kiviõli linna ja Kiviõli Keemiatööstuse elektrijaamast	54

- 5.2 Elektri ja soojuse koostootmise potentsiaali kasutamine Kiviõli linna soojustarbimise baasil..... **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 5.2.1 Ülevaade koostootmisest, koostootmise põhjendatus **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 5.2.2 Hinnang koostoomisseadmete investeringute suurusele .. **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 5.2.3 Seadusandlus koostootmise evitamise võimaluste kohta... **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 5.3 Taastuvate või kohalike (turvas) energiaallikate kasutamise võimaluste analüüs Kiviõli linna soojusvarustamisel ja elektri ja soojuse koostootmisel.. **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 5.4 Tehniline, majanduslik ja seadusandlik hinnang soojusvarustuse katmise erinevatele variantidele s.h. koostootmine, kaugküttevõrgu osade rekonstrueerimise tasuvuse analüüs **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 5.4.1 Kiviõli linna soojusvõrgu osade rekonstrueerimise tasuvuse analüüs..... **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 5.4.2 Kiviõli soojusvõrgu arengu prioriteedid **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**

6 ENERGIASÄÄSTU MEETMETE RAKENDAMINE Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.

- 6.1 Energiasäästu meetmete ülevaade **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 6.1.1 Energiasääst elamutes **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 6.1.2 Energiasääst kaugküttevõrkudes.. **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**

7. INSTITUTIONAALSED JA POLIITILISED SOOVITUSED ENERGIAPOLIITIKA ELLUVIIMISEKS KOHALIKU OMAVALITSUSE TASANDIL Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.

- 7.1 Linna energiamajanduse juhtimine **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 7.2 Energiapoliitilised soovitusel **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 7.3 Säästumeetmete rakendamise soovitusel **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**
- 7.4 Energiamajanduse arengukava elluviimine, kaugküttepiirkondade moodustamise alused..... **Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.**

8. KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.

LISAD

LISA 1. Kiviõli soojusvõrku 1998-2008 aastatel väljastatud soojus, tarbitud soojus, võrgu soojuskadu.

LISA 2. Kiviõli soojusvõrgu tarbijate nimekiri ja soojuskoormused.

LISA 3. Hoonete soojuse erikulu kütteks.

LISA 4. Kiviõli soojusvõrgu hüdrauliliste arvutuste ja optimeerimise tulemused.

LISA 5. Kiviõli soojusvõrgu skeemid.

Sissejuhatas

Käesolev uurimis-arendustöö „ KIVIÕLI LINNA SOOJUSVARUSTUSE ARENGUKAVA “ on valminud Tallinna Tehnikaülikooli (TTÜ) Soojustehnika instituudis (STI) ja teostatud AS KIVIÕLI SOOJUS tellimusel.

Töö eesmärgiks on koostada Kiviõli linna soojusvarustuse arengukava, mis vaatleks komplekselt kõiki linna soojuse- ja kütusevarustuse süsteeme. Koostatud arengukava peab aitama linna volikogu ja -valitsust ratsionaalsete pikaajaliste energiapoliitiliste otsuste vastuvõtmisel.

1. ÜLEVAADE OMAVALITSUSE ARENGUKAVADEST JA ARENGUSUUNDADEST

Alljärgnevas peatükis on toodud ülevaade mis on koostatud põhiliselt "Kiviõli linna arengukava aastateks 2004-2007, täiendatud aastani 2010" alusel.

1.1 Kiviõli linna lühiiseloostus

1.1.1 Linna asend

Kiviõli linn asub Kirde-Eestis Ida-Viru maakonna lääneosas. Linn rajati koos Põlevkivikombinaadiga 1922. aastal ja seda ümbritsevad kaevandused. Linna pindala on 11,747 km². Kiviõli Linnavalitsuse andmeil elas Kiviõli linnas 01.01.2007 seisuga 6734 inimest (vt tabel 1.1).

Kiviõlist on nii Ida-Viru maakonnakeskusesse Jõhvi kui Lääne-Viru maakonnakeskusesse Rakverre 35 kilomeetrit ja Tallinna 138 kilomeetrit. Kiviõli naaberomavalitsused on Lüganuse, Sonda ja Maidla vallad, lähimad linnad Püssi, Kohtla-Järve, Jõhvi ja Rakvere.

Kiviõli linna läbib Sämi-Sonda-Kiviõli-Varja maantee, mis on paralleelne Tallinn-Narva maanteega. Ida-Lääne suunas kulgeb läbi linna Tallinn-Narva raudtee, jagades linna mõtteliselt põhja-lõuna osadeks.

Lisaks linnas asuvale kahele Baltikumi suurimale tuhamäele on linna lähikonnas vaatamisväärsusteks Erra (Uhaku) karstiala, Lüganuse Kirik kahe kabeli ja kirikuaiaga, Maidla mõisakompleks ja Purtse kindluselamu. Puhke- ja supluskohtadeks on 12 km lääne pool asuv Uljaste järv ja 10 km põhja pool asuv Liimala rand. Linna lähimaks veekoguks on piki linna idapiiri voolav Purtse jõgi. Rohealaid on Kiviõli linna piirides 222 ha, milleks on valdavalt metsaga kaetud alad ning metsastunud endine Küttejõu põlevkivikaevanduse karjäär.

Rikkalike põlevkivi leiukohtade tõttu on maastik ümberkujundatud ja päris loodusliku ilmega maastikku on vähe. Pinnamood on tasane, tooni annavad suured tehispinnavormid – karjäärid, aherainemäed. Linna lõunaosas paiknevad Vana karjäär ja Küttejõu karjäär. Põhjaosas paiknevad Baltikumi kõrgeimad tuhamäed – terrikoonikud, mis laiuvad umbes 200 ha suurusel maa-alal. Vana tuhamäe kõrgus on 101 m (teistes allikates 108 m) ja uue tuhamäe kõrgus 107 m (teistes allikates 115 m) üle merepinna.

Põlevkivi on olnud linna tähtsaimaks maavaraks. Küttejõu karjäär suleti 1951. aastal põlevkivivarude lõppemise tõttu. Kiviõli kaevandus suleti 1987. aastal.

Pikaajaline põlevkivikaevandamine on olnud ka peamiseks reostusallikaks Kiviõli linnas. Põlevkivi töötlemisel tekib aheraine, mis ladestatakse aheraine- ja tuhamägedena ning muul sarnasel moel. Vaatamata rekultiveerimisele on suured kaevandamisega seotud maaalad olnud pikka aega kasutusest väljas, tekitades juurde keskkonnanariske ning risustades maastikku ja põhjavett. Samuti on Kiviõli ümbrus olnud üks suurema atmosfäärse õhusaastega piirkondi Eestis.

1.1.2 Rahvastik ja asustus

Vanimad teadaolevad andmed inimasustusest tänase Kiviõli linna territooriumil kuuluvad arheoloogiliste kaevamiste andmetel (Moor, 1936) 2.-1. aastatuhandesse eKr. Sellele viitavad ka mitmed kultuskivileiud.

Kiviõli linna kujunemine on otseses seoses põlevkivi kaevandamise ja ümbertöötlemisega. Kiviõli kaevanduses alustati kaevandamist 1922. aastal Tallinn-Narva raudteest põhjapool. Küttejõu karjääris, mis asub raudteest lõuna pool, alustati kaevandamist 1925. aastal. Nii Kiviõli kui Küttejõu asulad on oma nimed saanud aktsiaseltside Eesti Kiviõli (1921-1940) ja Küttejõud (1920-1940) järgi. 1991. aastal kinnitati Kiviõli omavalitsuslik staatus ja Kiviõli linn astus omavalitsusliku haldusüksuse õigustesse. Nii põlevkivi töötlemise tehast kui selle juurde kuuluvat töölisasulat hakati Kiviõlikis nimetama 1928. aastal, mil tehase tunnelahjust väljus esimene tööstuslik kogus põlevkiviõli.

Tööstuse arenemisega rajati Kiviõlisse raudteejaam. Kasvama hakkas kombinaadist idapoolne asula. Esimesteks elamuteks olid töölisbarakid, millele hiljem lisandusid kivimajad. Kolmekümnendateks aastateks olid ehitatud mõned individuaalelamud ja rahvamaja.

Kaevanduse algse põhitööjõu ja asula põhielanikkonna moodustasid endise Vene Loodearmee sõjaväelased. 1939. aasta lõpuks oli Eesti Põlevkivil 1500 töolist ja 140 ametnikku, töölisasulas elas ligikaudu 3000 mitmest rahvusest inimest. Kaevandus suleti 1987 aastal.

1946. aastal sai seni Erra valla alla kuulunud Kiviõli töölisasula maakonnale alluva linna õigused. 1957. aastal liideti Küttejõu asula Kiviõli linnaga. Alates 1945. aastast hakati Kiviõlisse ehitama mitmekorruselisi kiviellamuid ja vajalikke ühiskondlikke hooneid. Rajati oma pagaritööstus, 1952. aastal valmis haigla. 1947. aastal hakkas tööle raamatukogu, ilmus ajaleht Kaevur. Metsa tänavale ehitati eesti õpilastele 400-kohaline koolimaja. Aastatel 1950-1959 oli Kiviõli samanimelise rajooni keskus.

Peale Kiviõli rajooni kaotamist allutati Kiviõli linn administratiivselt Kohtla-Järvele. 1970.-1980. aastatel saabus seoses tööstuse laienemisega Kiviõlisse hulgaliselt võõrtööjõudu

NSVL teistest piirkondadest, mille tulemusena demograafiline olukord Kiviõlis muutus põlisrahva kahjuks. Alates 1991. aastast on Kiviõli linn omavalitsusliku haldusüksuse staatuses.

Elanikkonna arvukuse tendents on selgelt kahanemise suunas:

Tabel 1.1 Kiviõli elanikkond 2002-2007 aastatel*

Aasta 01.01. seisuga	Elanike arv	Muutus (%)	Sünnid	Surmad
2002	7684	0	44	120
2003	7452	-3,1%	45	119
2004	7223	-3,1%	44	144
2005	7096	-1,8%	53	134
2006	6967	-1,9%	44	129
2007	6734	-3,4%	42	138

*Andmed Kiviõli Linnavalitsuselt.

Linnas ilmneb elanikkonna vananemise tendents – vanuseline struktuur muutub noorte ja töövõimelises eas elanikegruppide kahjuks. Hetke majandussituatsioon Kiviõli linnas ja Ida-Viru maakonnas soodustab haritud tööjõu ning elanikkonna võimekama osa äravoolu, kuna neil puudub perspektiiv ja võimalused oma oskuste ja teadmiste rakendamiseks kodulinna huvides. Elanike üldarv väheneb linnas negatiivse loomuliku iibe ja Eesti teistesse piirkondadesse väljarände tõttu pidevalt.

Elanikkonnast moodustavad venelased üle 53%, eestlased ligi 37% ja ülejäänud rahvused 10%.

1.2 Ettevõtluse areng

Tööealist elanikkonda on Kiviõli rahvastikust ca 65%, tööga hõivatud on neist ca 96% ja töötud ca 4%. Tööhõive olukorda linnas saab nimetada struktuurseks tööpuuduseks, sest samal ajal tööpuudusega on linnas puudus kvalifitseeritud tööjõust. Struktuurne tööpuudus on mitmete tööstusharude kadumise ning uute oludega kohanemisvõime ja ümberõppe ebapiisavuse tulemus.

Ettevõtete arv on uuringute andmetel viimastel aastatel suurenenud, kuid ettevõtlusaktiivsust linnas tuleb siiski üldiselt pidada madalaks. Kokkuvõtlikult võib täheldada, et Kiviõlis domineerivad kaubandus- ja toitlustus- ning elanikkonnale teenuseid

pakkuvad ettevõtted. Lisaks sellele on hästi arenenud õmblus- ja keemiatööstus. 2004. aastal teostas Ettevõtluse Arengu Agentuur „Investeeringualasid ettevalmistava uuringuprojekti” , millega kaardistati kõik Kiviõli ettevõtted.

Tööpuudus Kiviõli linna tööealiste elanike seas on eelnevate aastatega võrreldes tunduvalt vähenenud, ca 4%. Ligikaudu 100-inimeseline kontingent on pikaajaliselt töötä. Linnas jätkuvad Tööturuameti Ida-Virumaa osakonna baasil aktiivsed tööturumeetmed, täiend- ja ümberõpe ning riskigruppide tööleasumise ja töölenaasmise soodustamine.

Ettevõtluse arengu soodustamiseks toimib linnavalitsuse ja ettevõtjate vaheline dialoog, mida on kavas järgmistel perioodidel läbi ettevõtjate ümarlaua ning erinevate projektide rakendamise kaudu veelgi tõhustada. Uusi ettevõtteid on linnas viimastel aastatel loodud mitmeid.

Linna peamised tööstusharud on põlevkivikeemia ja turbabriketitööstus, transport ja õmblustööstus. Suuremad ettevõtted on Kiviõli Keemiatööstuse OÜ, pakkudes tööd ca 660 töötajale linnast ja väljastpoolt, õmblustööstuse poolelt AS Svarmil ja AS Vezala. Tööd pakub ka kohalik omavalitsus hariduse ja elanikkonna teeninduse sfääris. Töökohti on tervishoiusektoris, areneb SA Kiviõli Tervisekeskus. Hoogsalt on arenenud kaubandus- ja teenindusettevõtted. Väljaarendamata potentsiaaliga tööstusharud linnas on plastmassitööstus ning puidu- ja ehitusmaterjalidetööstus, kuigi infrastruktuur nende tööstusharude toimimist võimaldab. Peamiste ettevõtlusega seotud probleemidena nimetasid tänased ettevõtjad ja linnavalitsuse töötajad järgmisi asjaolusid:

- Erakapitali on linnas vähe ja sellest tuleneb väikeettevõtete ja konkurentsi puudus ning madal ärietikett;
- Madal äriiline aktiivsus uute ettevõtete loomisel – noored lahkuvad linnast ega naase nt peale kõrgkooli lõpetamist, sest linnas ettevõtlusega alustamist ei peeta perspektiivseks;
- Kvalifitseeritud tööjõudu olemasolevates ettevõtetes töötamiseks napib.

Linnal on toimivad koostöösidemed praktiliselt kõigi linna territooriumil asuvate ettevõtete ja asutustega.

Turism on linnas kindlasti üks arendamist vajavaid valdkondi. Turistide arvukuse tõusu oodatakse seoses vana tuhamäe projekti rakendamisega ja reservis oleva Küttejõu karjääri projektiga. Kindlasti on vaja mõelda ka muude turismiobjektide loomisele. Hetkel saab tuhamäge juba pidada atraktiivseks turismimagnetiks ja tema külastatavus on hea. 2005. aastal on loodud SA Kiviõli Seiklusturismikeskus, mis peaks tulevikus vedama turismiprojekte vanal tuhamäel. 2006. aastal peaks valmima Kiviõli Turismikeskuse tasuvus- ja teostatavuse uuring, mis on heaks eelduseks hiljem rahastamisallikate leidmisel Euroopa Liidu toetusfondidest. 2006. aastal valmis turismikeskuse esimese reaalse etapina motoringrada, mis

koos juba traditsiooniks saanud mootorrataste mäkketõusu võistlusega hakkab kindlasti Kiviõlile tuntuks tooma nii Eestis kui ka Euroopas.

Paralleelselt turismi arenguga hakkavad arenema toitlustus- ja majutuskohad linnas. See on juba eraettevõtjatele soodus tegevus ning esimesi ilminguid sellest on märgata. Kehtestatud on detailplaneering Viru tänavale, kus on plaanis välja ehitada motell koos kohvikuga. Kehtestatud on detailplaneering Metsa tn 6 krundile, mis samuti näeb ette majutus- ja toitlustusasutuste ning vaba aja veetmise (bowlingusaal) võimaluste loomise.

1.3 Kiviõli linna tulevikuvision ja strateegilised eesmärgid

Kiviõli linn on 2012. aastaks kõige rohelisem, kiiremini arenev, seiklusturismi võimalusi pakkuv, aktiivse ettevõtluskeskkonnaga, terviseedenduslik omavalitsus. Lahtiseletatult tähendab see järgmist:

Kiviõlil on olemas infrastruktuuri, ettevõtlust, turismi ja tööhõivet soodustavad arenguprogrammid. Tänu nendele programmidele on Kiviõli suutnud luua tingimused, kus piirkonda kolimisest on huvitatud nii kvaliteetsed ettevõtted kui kvaliteetne tööjõud. Nii ettevõtluse kui tööjõu piirkonda meelitamisel on edukalt ära kasutatud linna ajaloolist pärandit (arenenud tööstuse infrastruktuur, tuhamäed jmt) ning Euroopa Liidu rahastamisprogramme.

Elavnenud ettevõtluskeskkond on suutnud toota piisavalt lisavahendeid, mille abil linn on oluliselt parendanud linna sotsiaalset elukeskkonda. Teede ja tänavate võrk on korras ning näeb esteetiliselt kena välja. Linnatänavad on valgustatud ja pargid hooldatud. Hooned on korras ja värvitud.

Kiviõli on Ida-Virumaal arvestatav kultuuri-, spordi- ja meelelahutusürituste keskusena. Linn pakub oma elanikele nii vaba aja veetmise kui eneseteostamise võimalusi. Noortel ei ole põhjust siit lahkuda, sest kodukohas on nii tasuvat tööd kui ka meeldivaid vaba aja sisustamise võimalusi. Tänu arenenud ja turvalisele elukeskkonnale ei ole linnal probleeme koolidesse heade õpetajate ning huviringidesse kõrgel tasemel juhendajate leidmisega.

Kõike seda toetab eesmärgipärane linnajuhtimine: Kiviõli omavalitsus on tõhusalt juhitud ja efektiivselt töötav organisatsioon, mille usaldus ja pakutud teenuste kvaliteet on kõrgel tasemel. Linnaelanike ja avalikkuse pidevaks informeerimiseks linnas toimuvast ja koostöö arendamiseks lähipiirkondadega arendab linn välja süsteemse PR-tegevuse.

On selge, et tegelemaks linna ees seisvate probleemidega, nagu need on kokku võetud linna hetkeolukorda puudutavas peatükis, ja arendamiseks linna ülaltoodud visiooni suunas on vaja strateegilist ja hästiorganiseeritud juhtimist. Ehkki suures osas saavad arengule kaasa

aidata ettevõtjad ja teised linnaelanikud, peab linna juhtkonna poolt tulema initsiatiiv ja eestvedamine. Seetõttu on ülalkirjeldatud visiooni edukas elluviimine läbi nelja põhivaldkonna eesmärkide saavutamise:

Linna välisilme ja füüsilise elukeskkonna parandamine

- tagada linna hooldatud ja valgustatud välisilme, muuhulgas lammutades või taastades elaniketa hooned
- edendada ning toetada korteriühistute loomist, et korrastada elamud ja suunata maksedistsipliini parandamist
- tagada kvaliteetse joogivee kättesaadavus kõigile
- välja arendada kogu linna kanaliseeritus, samuti sadeveesüsteemid
- kinnitada linna haljastuskava ning tegutseda vastavalt sellele, uuendades ja rajades uusi haljastuid
- tagada tänavate remont ja investeeringud
- tagada elektrienergia säästev tarbimine
- likvideerida mitteametlikud prügilad
- üleminek jäätmete valikkogumisele ja jäätmejaama rajamine

Haridus- ja kultuurielu ning rekreatsioonikorralduse süsteemne arendamine

- luua kaasaegne õpikeskkond kutseõppe sisseviimise, õpperuumide korrastamise ja kaasaegsete õppematerjalide ning tehnikaga varustamise näol, koolide renoveerimine õpikeskkonna parandamiseks.
- leida kompetentsed ja motiveeritud noorsoo, haridus, ja kultuuritöötajad
- noorte aktiveerimine (nt vaba aja veetmise võimaluste, töölaagrite kaudu)
- senisest paremini ära kasutada kunstide kooli potentsiaal
- muuta hariduse finantseerimine otstarbekamaks koolide koostöö kaudu
- vaba aja veetmise rajatiste arendamine, sh pargid, muuseumid, spordi- ja mänguväljakud, terviserajad
- terviseedendusliku linna tiitli taotlemine
- süstematiseerida ja organiseerida kultuurielu edendamist ja kasutada raha otstarbekalt
- elustada ja kaasajastada rahvamaja tegevus
- raamatukogu baasil välja arendada infopunkt
- raamatukogu Küttejõu filiaali renoveerimine
- **luua linnale aktiivse ja kultuurse linna maine, tuues linna üleriigilisi üritusi**
- sõprus- ja koostöösuhete arendamine sõpruslinnadega

Sotsiaalhoolekande, tervishoiu ja turvatunde arendamine

- noorte ja perede väärtustamine
- lastehoiu ja/või beebikooli teenuse arendamine
- pakkuda ennetavat sotsiaaltööd – sh psühholoogiline, tööalane nõustamine, koolitused, kriisiabi
- avatud noortekeskuse tegevuse toetamine, selle baasil regiooni nõustamiskeskuse väljaarendamine, rahvusvaheliste koostööprojektide toetamine
- luua sotsiaalmaja - eluheidikutele abiks ning ennetustöö võimaldamiseks
- linna koostöö tugevdamine politsei ja turvafirmadega, et suurendada turvatunnet ja tagada patrullimine, turvakaamerate paigaldamine linna ning naabrivalve tõhustamine
- pensionäride ja puuetega inimeste vaba aja veetmise võimaluste kaasajastamine
- tervisekeskuse tegevuse säilitamine ning toetamine
- tavandimaja ehituse toetamine
- vähendada sõltuvusprobleemide – alkoholismi ja narkomaania – levikut ning arendada välja rehabilitatsiooniprogrammid

Soodsa ettevõtluskeskkonna loomine

- tihendada linnametnike ja ettevõtjate koostööd, muuhulgas kujundamaks selge visioon ja arenguprogrammid ettevõtluse arenguks
- suurendada linna ettevõtete konkurentsivõimet, sealhulgas tõsta koolitus- ja infoürituste abil ettevõtjate informeeritust toetusvõimalustest
- suurendada tööhõivet
- suurendada investeeringute voolu Kiviõlli
- sihipäraselt kujundada linna mainet
- arendada välja linna turismimagnetid ja tagada turistide teenindamiseks vajalike teenuste kättesaadavus
- luua vajalik infrastruktuur ettevõtluse alustamiseks läbi Kiviõli tööstuspargi arendamise

1.4 Energeetikasüsteemide hetkeseis, juhtimine omavalitsuse tasandil

Kiviõli linna kaugküttevõrku varustatakse soojusega kahest allikast: Aasa tänava katlamajast ja Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojuselektrijaamast.

Energeetikasüsteemidest on linna omanduses Kiviõli kaugküttevõrk koos katlamajaga (AS Kiviõli Soojus, 100% aktsiaid linna omanduses). Lahendust vajab Kiviõli

Keemiatööstuse OÜ linna kütmise võimaluste piiritlemine. Hetkel puudub AS Kiviõli Soojuse ja Kiviõli Keemiatööstuse OÜ vahel pikaajaline leping soojuse ostu ja müügi kohta. Arvestama peab, et Kiviõli Keemiatööstuse OÜ -s toimuvad tehnoloogia uuendusprotsessid, mis kindlasti muudavad ka linna antava soojuse müügi võimalusi. Käesoleva töö raames uuritakse Kiviõli Keemiatööstuse OÜ võimalusi tulevikus linna soojusega varustada. AS Kiviõli Soojuse põhiseadmete olukorda käsitletakse pikemalt alljärgnevates peatükkides.

2. SOOJUSVARUSTUSSÜSTEEMID JA SOOJUSTARBIJAD

2.1 Ülevaade hetkeolukorrast ja arengutest

Aasa tänava katlamaja põhiseadmed töötavad 1973. aastast alates ja peale Eesti iseseisvumist on ettevõtte kaugküttesoojuse tarbijaskonna arv ning tarbimise maht tunduvalt vähenenud, mistõttu on ka kaugküttevõrgu torustikud jäänud üledimensioneerituks. Enamus kaugküttevõrgu torudest on paigaldatud enne 1990ndaid aastaid ja tolleaegse isolatsiooniga.

Loetletud asjaolud on ka põhjuseks, miks Kiviõli kaugküttevõrgu ja Aasa tänava katlamaja efektiivsuse tõstmiseks on vaja renoveerida nii katlamaja kui kaugküttevõrgu torustike lõike.

Kiviõli linna kaugküttevõrku varustatakse soojusega kahest allikast Aasa tänava katlamajast (AS Kiviõli Soojus, 100% aktsiaid linna omanduses) ja Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojuselektrijaamast. Viimase võimsus on küll suur, kuid linna kogu kaugküttevõrku ei ole sealt võimalik soojusega varustada (ühenduse magistraalitorustiku läbilaskevõimest jääb puudu). Teisest küljest on mõnevõrra ohtlik jääda ka suures kaugküttevõrgus lootma ühele soojusallikale, pealegi eraettevõttele, mis on ka korra pankrotistunud. Seetõttu on ka igati põhjendatud ASi Kiviõli Soojus Aasa tänava katlamaja renoveerimise kava.

Katlamaja renoveerimise tulemusel kasvab eeldatavalt katlamaja kasutegur ligi 10% võrra. Kaugküttevõrgu torustike lõikude asendamine sobivalt dimensioneeritud ja eelisoleeritud torudega uute lõikude paigaldamine parandab soojuse jaotamise kasutegurit kaugküttevõrgus (vähenevad soojuskaod).

Rekonstrueerimistöde tulemusel kasvab ka Kiviõli linna kaugküttesüsteemi efektiivsus, töövõime, tarbijate varustuskindlus.

2.2 Katlamajad ja soojuselektrijaamad

2.2.1 Kiviõli linna soojusvõrgu katlamaja

Aasa tänava katlamaja

Aasa tänava katlamajas on kolm töökorras veesoojenduskatelt DKVR-10/13, paigaldatud 1973.a., mis on ümberehitatud aurukateldest. Ühe katla eeldatav soojusvõimsus on 7,73 MW ja kokku 23,2 MW, mida jätkub maksimaalse talvise soojuskoormuse (ulatub 20 MWni) varuga katmiseks.

Katlad on varustatud uute 7 MW-ste PETRO gaas-õli põletitega (1995. aastast). Katlad

on viimastel aastatel renoveeritud: vahetatud ekraantorused ja konvektiivküttepindasid, osaliselt remonditud müüritist (kuid vajaksid veel remontimist, nt katel Nr 1 on renoveeritud aastail 1990-1991). DKVR katlad töötavad veesoojendusrežiimis ja võivad töötada nii kaua, kui trumlid vastu peavad eeldusel, et vajaduse korral torud vahetatakse välja (trumlid peavad oluliselt kauem vastu veesoojendusrežiimis töötades, võrreldes aururežiimiga tänu väiksemale keskkonna rõhule). Katelde oleks hea teha uus soojustus ja välisvooderdus. Kõik katlad on varustatud ökonomaiseriküttepindadega, mis asuvad lahkuvate suitsugaaside käikudes, ning olulisel määral jahutavad suitsugaase (temperatuurilt 220...240°C kuni 75...80°Cni) andes soojust üle soojusvõrgust katlasse minevale veele. Katelde keskmine arvutuslik kasutegur on ~0,8 või mõnevõrra suurem. Reaalse kasuteguri andmed (OÜ Pilvero), mis saadi hetkmõõtmiste alusel maksimaalsele lähedasel koormusel olid ~0,78-0,86 (DKVR 10-13 Nr.1 - 0,78; DKVR 10-13 Nr.2 - 0,86; DKVR 10-13 Nr.3 - 0,79).

Katelde koldesse, gaasikäikudesse ja ökonomaiserisse pääseb suures koguses väärtõhku, mis põlemisest osa ei võta ja seda sõltumata katla koormusest. Katlad on 35 tööaasta jooksul amortiseerunud, nende müüritises on pragusid nii sees- kui väljaspool. Luugid ei kinnitu õhutihedalt. Katelde põletid on tõenäoliselt regulaarselt seadistamata. Põlemisõhu hulk on ilmselt liiga suur ega vasta põletatava kütuse kogusele.

Selleks et vähendada omatarbe elektrikulu madalamatel soojuskoormustel on plaanis katelde suitsuimejate ja ventilaatorite elektrimootorid varustada sagedusmuunduritega.

Soojuskandja tsirkulatsiooni tagamiseks soojusvõrgus on ettenähtud kaks põhipumpa, millede elektrimootorid on varustatud sagedusmuunduritega. Põhipumpadeks katlamajas on 1996. aastal paigaldatud GRUNDFOS A-CM 100-200/214-55, tootlikkusega 200 m³/h ja võimsusega 55 kW (töötab kevadel ja sügisel), ning KSB ETANORM G125-200, tootlikkusega 350 m³/h ja võimsusega 75 kW (töötab talvel). Reservis on kolmas tsirkulatsioonipump, vana D320-50, tootlikkusega 320 m³/h ja võimsusega 75 kW, sagedusmuundurit ei ole. Pumpadega on katlamajas kõik korras.

Kiviõli soojusvõrk saab soojust Kiviõli Keemiatööstusest läbi Turu pumbajaama. Soojusvõrgu vee ringlust tagab Turu pumbajaamas asuv Grundfos NK-100-250 pump (Q=350 m³/h, H=65 m, n=2982 p/min). Pumba elektrimootor (P=90 kW) on varustatud sagedusmuunduriga mis tagab pöörete ja tootlikkuse sujuva muutmise. Pumba katsetuse ajal on suurimaks soojuskandja kuluks saadud ~230-260 m³/h. Praegusel momendil Kiviõli soojusvõrgus tekib selline probleem, et keemiatehase SEJ-st linna saab varustada soojusega kuni koormuseni 12,5 - 13 MW (Kiviõli Soojuse andmed, 2008 aasta jaanuar). Võimsuse piirang on põhjustatud torustiku ebapiisava läbilaskevõimega ning samuti Kiviõli Keemiatööstuse SEJ soojusväljastuse mittestabiilsusega mis on seotud tehase põhitoodanguga

ja SEJ katelde tehnilise seisukorraga. Kiviõli Keemiatööstus annab baassoojuskooormust (mida rohkem odavamad soojust, seda parem) ja puudujääv osa toodetakse Aasa tänava katlamajas (praegu on keemiatehase soojusest kallim), seega soojuskooormuse reguleerimine toimub Aasa tänava katlamajas.

Vee keemilise ettevalmistamise süsteemid on katlamajas täiesti uued ja kaasaegsed, ning töötavad automaatselt (muidugi aeg-ajalt tuleb paaki käsitsi soola lisada). Kasutusel on ReadySoft Alternating uus toitevee ettevalmistussüsteem tootlikkusega 6 m³/h (täielikult rahuldab praegust vajadust).

Aastal 2005 Pilvero OÜ poolt on juba väljatöötatud Aasa katlamaja renoveerimise variandid mis on esitatud allpool:

Lähtuvalt katelde ülevaatusel ja soojustehnilise mõõtmise tulemustest ning varasematest hinnangutest ja analüüsides Kiviõli Aasa tänava katlamaja soojuskooormuste ja DKVR-10-13 katelde kohta, pakutakse välja kolm katlamaja renoveerimise varianti.

Variant 1.

Demonteeritakse üks katel DKVR-10-13 (soovitavalt Nr 1) ja selle asemele paigaldatakse veekatel võimsusega 7,8 MW koos uue gaasi-õli põletiga või võetakse uuesti kasutusele demonteeritavalt katlalt saadud põletiga Petro (tüüp PP9/PBK 7G., 1995.a.). Enne otsustamist tuleb täpsemalt kontrollida vana põletiga sobivust ja ühilduvust uue katlaga.

Variandi maksumus on orienteeruvalt 2,4 mln krooni koos uue põletiga ja 1,75 mln krooni vana põletiga taaskasutusele võtmisega (2005 aasta hinnad, praegusel momendil tulevad vähemalt 30-50% suuremad).

Variant 2.

Demonteeritakse üks katel DKVR-10-13 (soovitavalt Nr 1) ja selle asemele paigaldatakse kaks veekatelt võimsusega 5,3 MW ja 1,75 MW. Suurem katel varustatakse demonteeritavalt katlalt saadud põletiga Petro (tüüp PP9/PBK 7G., 1995.a.) ja väiksemale katlale paigaldatakse uus õli-gaasi põletiga.

Variandi maksumus on orienteeruvalt 2,0 mln krooni. (2005 aasta hinnad, praegusel momendil tulevad vähemalt 30-50% suuremad).

Variant 3.

Demonteeritakse üks katel DKVR-10-13 (soovitavalt Nr 1) ja selle asemele paigaldatakse veekatel võimsusega 6 MW koos demonteeritavalt katlalt saadud põletiga Petro (tüüp PP9/PBK 7G., 1995.a.). Enne otsustamist tuleb täpsemalt kontrollida vana põletiga sobivust ja ühilduvust uue katlaga.

Variandi maksumus on orienteeruvalt 1,6 mln krooni. (2005 aasta hinnad, praegusel momendil tulevad vähemalt 30-50% suuremad).

Katlamaja ülevaatus näitas, et koos uue katlaga ja selle armatuuriga tuleks paigaldada ainult katla ringluspump ja elektriautomaatika seadmed. Täpsema ülevaatus käigus selgub vajadus olemasoleva põleti remontimiseks ja kohandamiseks uue katlaga ning gaasi ja õli sõlmede asendamiseks/kohandamiseks. Neid töid ei saa teha enne pakkumiste väljakuulutamist (seadmete ja sõlmede olukorda kontrollivad firmade esindajad enne pakkumiste esitamist). Muid katlamaja abiseadmeid ei ole vaja hankida, sest olulisemad on juba varem uute vastu vahetatud. Uus katel ei vaja suitsuimejat (kui mingil põhjusel selgub siiski selle vajadus, saab edasi kasutada olemasolevat suitsuimejat). Lõplik katlamaja renoveerimise maksumus selgub alles peale konkreetsete pakkumiste esitamist.

Kokkuvõte:

- ◆ Kõikide variantide siin esitatud maksumuste väärtused on pakkumised saanud firmade keskmised. Tööle on lisatud keskmisele väärtusele lähima ja hinna ja kvaliteedi suhtelt parima pakkumise hinnatabeli .
- ◆ Variant 3 on küll odavam, kuid variandi 2 korral on olemas võimalus käitada suve perioodil sooja tarbevee tootmiseks kõige sobivamat katelt (1,75 MW). Samas võimaldavad kaasaegsed põletid katelde koormust vähendada kuni 20 %ni, seega saaks 6 MWse katlaga töötada veel 1,5 MW koormuse juures. Samas näitab soojuskoormusgraafik, et suvine sooja tarbevee maksimaalne koormus jääb alla 1 MW. Tõenäoliselt tuleb katlaga ikkagi töötada nn sisse-välja režiimis, mistõttu ei olegi väga oluline paigaldada kahte katelt.
- ◆ 6 MWse katla töötundide arv maksimaalkoormuse lähedal oleks ligi 5 000 tundi või halvemal juhul 4 500 tundi. 8 MWse katla vastav töötundide arv kütteperioodil jääks alla 4 000 tunni. Teised olemasolevad katlad jääksid talvise tipukoormuse kateldeks ja reservkateldeks.
- ◆ Allesjäävate katelde Nr 2 ja Nr 3 hinnangulised (katlamaja juhtide tähelepanekud) maksimaalsed saavutatud koormused on olnud vastavalt 7,2 MW ja 7,7 MW. Demonteeritava katla vastav näitaja on 6,6 MW. Seega katla Nr 1 asendamisel uue 6 MWse katlaga ei vähene märgatavalt katlamaja üldvõimsus, mis on olnud maksimaalselt (soojusmõõduri näidu järgi) 21 MW.
- ◆ Optimaalseim oleks rakendada varianti 3. Sel juhul oleks maandatud ka soojusvarustuse risk, kui õlitehase katlamajast millegi tõttu (avarii, pankrot vms) Kiviõli linna kaugküttevõrku soojust ei edastata (selline olukord võib juhtuda ka talvel kõige külmemate ilmadega).

Kindlasti on ka otstarbekas säilitada võimalus osta soojust Kiviõli Keemiatööstuse OÜ -st. See tagaks varustuskindluse ja pindlikuma soojuse hinna tarbijatele.

Katlamaja personali arvates lähitulevikus on vaja katlamajas kindlasti teostada järgmised tööd:

1). Asendada üks vana DKVR katel (praegu on kolm DKVR tüüpi katelt soojusvõimsusega 6,6-7,5 MW) uue leeksuitsutoru veesoojenduskatlagaga (kütusena: vedel kütus ja gaas) soojusvõimsusega 6,6-7 MW.

2). Rekonstrueerida korsten (paigaldada korstnasse roostekindlast terasest hülss või ehitada uus korsten). Katelde üleviimine veesoojenduse režiimile põhjustas suitsugaaside temperatuuri languse mis omakorda põhjustab veeaurude kondenseerumist korstnas ning korstna tellismüüritise lagunemist.

3). Parandada katelde välis- ja sisemüüritist, mis võimaldab viia katelde põlemisõhu normi (praegu hapniku sisaldus põlemisgaasides on liiga suur, täiendav soojuskadu).

4). Rekonstrueerida masuudimajandus ($4 \times 50 \text{m}^3$ mahutit), paigaldada kütuse soojendussüsteem.

5). Paigaldada kateltele uued suitsuimejad (kindlasti sagedusmuunduritega), vanad töötavad juba 1973 aastast ja paigaldada uued põletid.

6). Seadmete tööparameetrite ja juhtimise visualiseerimise süsteemi paigaldamine, andmete kogumine katlamajast ja Turu pumbajaamast (KKT-st juba on).

2.2.2 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojuselektrijaam ja võimalused Kiviõli linna kütteks

2.2.2.1 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojustarbijad

Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojustarbijate loetelu, nende soojustarbimine 2006. a. näitel, arvutuslikud soojustarbimised kuude lõikes väljendatuna soojusena (MWh), kuu keskmise võimsusena (MW), arvutuslikult väljendatud ca 3-5 bar rõhuga aurutarbimisena (t/h) on toodud tabelites 2.1.

Aastaringsed, ühtlase ehk püsikoormusega tarbijad on:

- generaatori seade
- õliseade
- turba briketeerimise seade
- defenoolide seade
- põlevkivi rikastusseade

Püsikoormusega tarbijate soojusvõimsus on ~5.4 MW. Nende soojusega varustamiseks turbiini vaheltvõttust (5 bar) on vajalik auru kulu ~7.7 t/h. Alltarbijate koormused v.a AS Kiviõli Soojus on tühised.

MÄRKUSED:

- defenoolide seade töötab alakoormusega ja tarbimine võib suurened
- turbabriketeerimise seade töö ja tootlikus tulevikus ei ole teada

Kiviõli linna soojusvõrgu suurimaks koormuseks arvutuslikul välisõhu temperatuuril – 23°C tuleb viimaste tarbimisandmete alusel ~18,4 MW (tarbijate soojuskoormus ja soojusvõrgu soojuskadu).

Praegusel momendil Kiviõli soojusvõrgus tekib selline probleem, et keemiatehase SEJ-st linna saab varustada soojusega kuni koormuseni 12,5 - 13 MW.

Kiviõlil linna kogu soojustarbe katmiseks lisanduks ~6 - 7 MW (ehk suureneks kütteks minev aurukogus ~10 t/h)

Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojustarbijate loetelu ja tarbimine 2006. a. näitel on toodud tabelis 2.1.

Tabel 2.1 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojustarbivate loetelu ja tarbimine 2006. a.

	MWh	Arvutuslik soojusvõimsus		Maksimaalne auruvajadus	
		MW _{kesk}	MW _{max}	t/h (5bar)	t/h (1.2 bar)
generaatori seade	21659	2.47	2.47	3.54	4.61
õliseade	17096	1.95	1.95	2.80	3.64
turbabriketeerimise seade	6882	0.79	0.79	1.13	1.46
olmeruumid	6300	1.17	2.30	3.30	4.29
mehaanika jaoskond	6225	1.16	2.27	3.26	4.24
veevarustus ja kanalisatsioon	6000	1.12	2.19	3.14	4.08
peakontor	2910	0.54	1.06	1.52	1.98
ettevalmistuse jaoskond	2400	0.45	0.88	1.26	1.63
garaaž	1360	0.25	0.50	0.71	0.93
defenoolide seade	1149	0.13	0.13	0.19	0.24
kompressori jaam N1	970	0.18	0.35	0.51	0.66
elektri jaoskond	520	0.10	0.19	0.27	0.35
automaatika jaoskond	350	0.07	0.13	0.18	0.24
pealadu	300	0.06	0.11	0.16	0.20
laboratoorium	225	0.04	0.08	0.12	0.15
majandus osakond	220	0.04	0.08	0.12	0.15
katsejaoskond	150	0.03	0.05	0.08	0.10
põlevkivi rikastusseade	150	0.02	0.02	0.02	0.03
Kokku Kiviõli Keemiatööstus			15.43	22.12	28.75
s. h PÜSIKOORMUS			5.36	7.68	9.98
MÜÜK ALLTARBIJATELE					
Viru Vesi AS	427	0.08	0.16	0.22	0.29
AS Kiviõli Soojus	36349	6.76	13.28	19.03	24.74
Kiviõli Keemia grupp OÜ	430	0.08	0.16	0.23	0.29
OÜ Eesti Keskkonnauuringute keskus	48.5	0.01	0.02	0.03	0.03
Ida-Virumaa Päästeamet	207	0.04	0.08	0.11	0.14
Formet Grupp	38	0.01	0.01	0.02	0.03
Kokku alltarbijad			13.70	19.64	25.53
KOKKU			29.13	41.75	54.28

Järeldused Kiviõli Soojuselektrijaama soojustarbivatest:

- Soojustarbimise aastaringne nn. baaskoormus on 5.4 MW. Et soojustarbivate varustamine soojusega on arvestatud 5 bar auruga, on vajalik aurukogus ca 7.7 t/h.;

- Soojustarbimise baaskoormuse suurenemine on võimalik vaid defenoolide ja turbabriketeerimise seadmete töötamisel täisvõimsustel. Kasutusele võetavad uued seadmed nagu uus õlitootmistehnoloogia TSK, märkimisväärsed soojustarbijad ei ole;
- Minimaalsel (-23 °C välisõhutemperatuuril) soojustarbimine on ca 30 MW (vajalik kogus auru: 44 t/h, 5 bar). Siin on arvestatud Kiviõli linna kütmist kuni 11...13 MW. Juhul, kui Kiviõli linna küte kaetaks ka tipuajal Kiviõli soojuselektrijaamast, siis kujuneks soojustarbimise maksimaalseks koormuseks lühiajaliselt ca 36 MW ja vastav 5 bar auruvajadus oleks 55 t/h;
- Käesoleva aruande koostamisel ei ole analüüsitud soojustarbimise efektiivsust ja selle vähenemise potentsiaali säästlikkuse kasvust.

2.2.2.2 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ elektritootmine

Kiviõli Keemiatööstuse OÜ Soojuselektrijaama faktiline elektriline võimsus (MW_e) ja toodetud elektrienergia suhe "tehase" tarbimisest (%) 2007. aasta kuude lõikes on toodud tabelis 2.2.

Tabel 2.2 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ Soojuselektrijaama faktiline elektriline võimsus (MW_e) ja toodetud elektrienergia suhe "tehase" tarbimisest (%) 2007. aasta kuude lõikes

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MW _e	4.93	4.86	4.48	4.77	4.79	4.65	4.4	4.63	3.73
SEJ elektritoodang "tehase" tarbimisest, %	83%	94%	89%	94%	84%	85%	89%	86%	100%

Elektri müük alltarbijatele moodustab maksimaalselt 15% Soojuselektrijaama toodangust.

Järeldused Kiviõli Soojuselektrijaama elektritarbijatest:

- Nn. "Tehase" tarbimine, mis hõlmab õlitööstust, soojuselektrijaama omatarvet, veevarustuse jaoskonda, keemialaborit, majandusosakonda, peakontorit, pealadu, mehaanikajaoskonda, elektrijaoskonda, peaalajaama, turbabriketeerimise seadet, automaatika jaoskonda, transpordijaoskonda, purustuskompleksi, karjäärijaoskonda on aasta lõikes ühtlane ja tarbimiskoormus on ca 4-4.5 MW;

- Alltarbijate elektritarmise koormus on ca 0.9 MW ja uute tarbijate lisandumine ei ole tõenäoline;
- Koos uute Kiviõli Keemiatööstuse OÜ seadmetega kokku moodustab kujunev elektritarbimine ca 8.2-8.5 MW

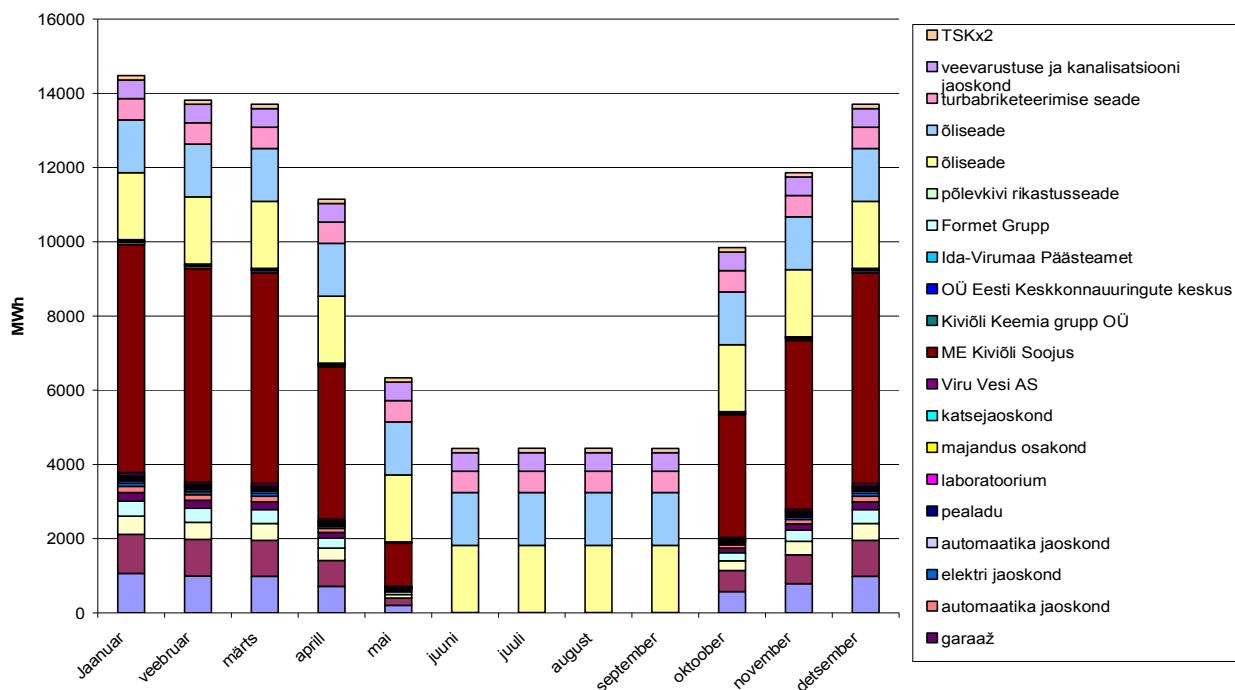
Eestis ei ole kujunenud välja elektri vabaturg. Siiani on Kiviõli Keemiatööstuse OÜ elektrijaam põhiliselt varustanud oma võrguga ühendatud üksusi ja ettevõtteid. Et aastaks 2012 avatakse Eestis elektrivabaturg, muutub kindlasti Kiviõli Keemiatööstuse OÜ -s elektritootmise kontseptsioon ja otstarbekus.

2.2.2.3 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojuse- ja elektri koostootmise lähitulevikuline kontseptsioon (käesoleva aruande koostajate nägemusel)

Soojuse- ja elektri koostootmisseadmete valiku eeldusteks on:

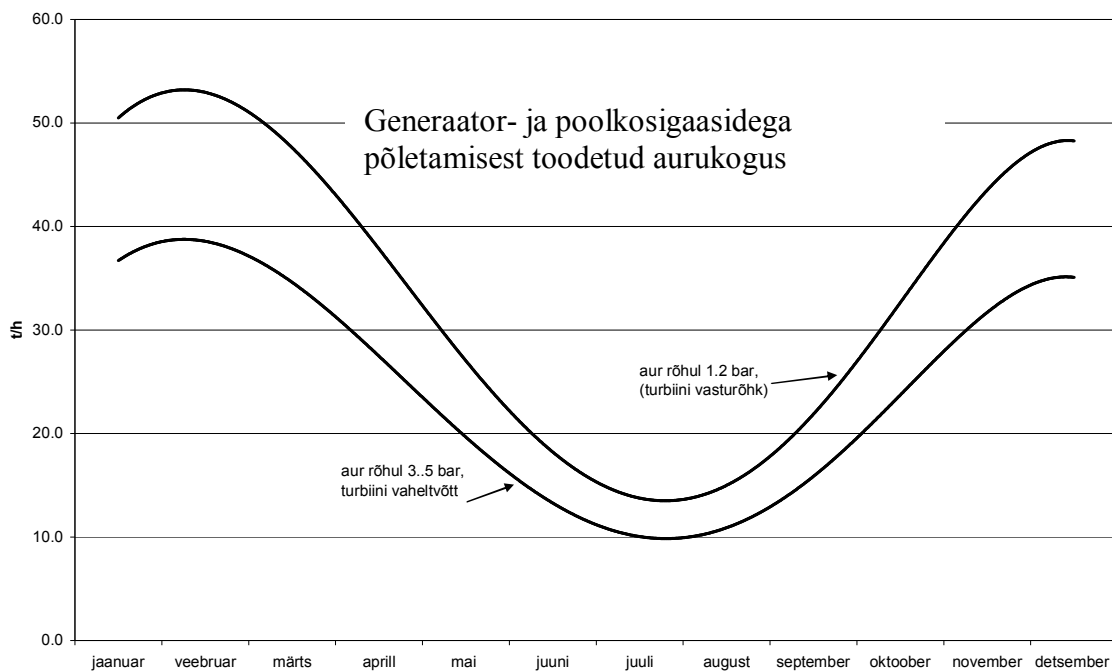
- Kogu õlitööstuses tekkinud generaator- ja poolkoksigaas tuleb ära kasutada;
- Kiviõli Keemiatööstuse kui kompleksi elektritarve tuleks katta tehase soojuselektrijaamas toodetud elektrienergiaga;
- Kiviõli Keemiatööstuse kui kompleksi soojustarve tuleks katta tehase soojuselektrijaamas;
- Juhul kui generaator- ja poolkoksigaasi kogused on suuremad kui Kiviõli Keemiatööstuse soojuse ja elektritarve tagamiseks on vaja, siis saab arvestada Kiviõli linna soojustarve katmisega.

Kiviõli SEJ väljastatava soojuse dünaamika kuude ja tarbijate lõikes on esitatud joonisel 2.1.



Joonis 2.1 Kiviõli SEJ väljastatava soojuse dünaamika kuude ja tarbijate lõikes

Joonisel 2.2 on esitatud käesoleva aruande koostajate poolt arvutusliku Kiviõli SEJ tarbijatele väljastatav soojuse dünaamika väljendatuna nii turbiini vahelvõtu kui ka vasturõhu turbiin vaheltvõtu aurukuluna.



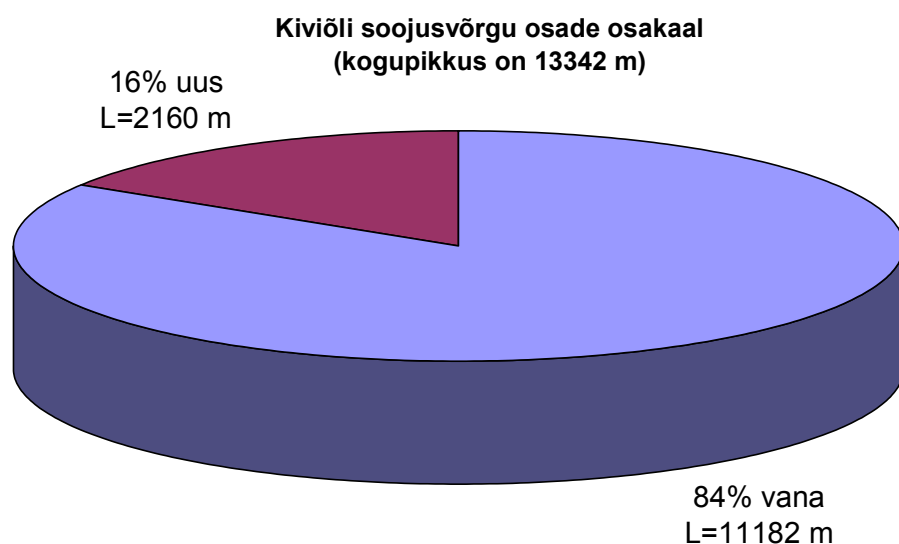
Joonis 2.2 Kiviõli SEJ tarbijatele väljastatava soojuse dünaamika väljendatuna nii turbiini vahelvõtu kui ka vasturõhu turbiin vaheltvõtu aurukuluna.

Joonisel 2.2 esitatud soojustarbimise dünaamikast on selgelt näha, et 6 MW_e võimsusega vasturõhaturbiin, mille auru nimivõimsus on ca 50 t/h, töötaks enamust tööajast alakoormusega ja aprillist kuni oktoobrini tuleb igal juhul töötada kondensatsiooniturbiiniga. Arvutused ja analüüs näitavad, et Kiviõli Soojuselektrijaama soojustarbijate soojustarbimine on võimalik tagada reguleeritava vaheltvõtuga kondensatsiooniturbiiniga. Vasturõhaturbiini kasutamine alakoormatuna ei suurenda ka oluliselt elektri ja soojuse koostootmise efektiivsust kuna 50% toodetud aurust tuleb ära kasutada kondensatsiooniturbiini käitamisel.

2.3 Kaugküttevõrk

Kiviõli soojusvõrk on ehitatud 1970-80 aastatel ja asub põhiliselt maaalustes betoonkanalites. Torude soojusisolatsiooni seisund ei ole ideaalne. Viimasel ajal pidevalt tehakse vanade avariiliste lõikude asendamist eelisoleeritud torudega.

Praegusel momendil eelisoleeritud torudest rekonstrueeritud osade pikkus on 2160 m (~16 %), vanade osade pikkus on 11182 m (~84%) ja kaugküttevõrgu kogupikkus on 13342 m (joonis 2.3).



Joonis 2.3 Kiviõli soojusvõrgu osade tüüp ja pikkus

Soojusvõrgu osade skeemid on toodud lisas 5. Skeemidel on tähistatud osade pikkused, diameetrid, soojuskoormused ja konstruktsioon.

2.4 Kiviõli soojusvõrgu tarbijad

Kiviõli soojusvõrgu tarbijad on toodud lisa 2. Kokku soojusvõrguga on ühendatud 76 elumaja, 17 eelarvelist asutust ja 16 tööstusliku tarbijat. Enamus soojustarbijaid on ühendatud soojusvõrguga läbi täisautomaatsete soojussõlmede ja varustatud soojusmõõtjatega. Osa soojussõlmi on ettenähtud tarbijate gruppidele. Võrguvee temperatuuri režiim arvutuslikul välisõhu temperatuuril -23°C on $110/70^{\circ}\text{C}$ ja grupi soojussõlmedelt tarbijate poole $90/70^{\circ}\text{C}$.

Tarbijate projektijärgne soojuskoormus (küte, ventilatsioon, soe tarbevesi) on ~ 24 MW, tegelik soojuskoormus arvutuslikul välisõhu temperatuuril on madalam ja ulatub koos võrgu soojuskadudega kuni $\sim 18-19$ MW.

2.5 Maagaasivõrk

Eestisse jõuab maagaas torustranspordiga Venemaalt ja Läti Inčukalnsi maa-alusest gaasihoidlast. ASi Eesti Gaas on Eesti piiril kaks gaasimõõtejaama – Värskas ja Karksis, kus mõõdetakse riiki toodud gaasikogused. Edasi jaotatakse maagaas tarbijateni jaotustorustike, gaasijaotusjaamade ning gaasirõhu reguleerijaamade kaudu. Eestis läbivad maagaasitorustikud 10 maakonda ja kõigis nendes on ka maagaasitarbijaid: Ida- ja Lääne-Virumaa, Harjumaa, Raplammaa, Jõgevamaa, Tartumaa, Põlvamaa, Võrumaa, Viljandimaa ja Pärnumaa. Joonisel 2.4 on näidatud kuidas on Kiviõli linn ühendatud AS-i Eesti Gaas gaasi jaotusvõrguga.



Joonis 2.4 Kiviõli linna ühendus AS-i Eesti Gaas gaasi jaotusvõrguga.

3. STATISTILISTE ALGANDMETE ANALÜÜS JA SÜSTEMATISEERIMINE

3.1 Kiviõli soojusvõrgu katlamaja

Summaarne soojusväljastus Kiviõli kaugküttevõrku viimase kümne aasta jooksul on olnud vahemikus 42341-56945 MWh aastas. Soojustarbimise maht viimase kümne aasta jooksul oli vahemikus 33734-44933 MWh. Kaugküttevõrgu soojuskadu on ulatunud 21%-ni.

Kiviõli soojusvõrgu Aasa katlamaja aastane soojusväljastus on olnud viimase kümne aasta jooksul 7866-41472 MWh piirides, ülejäänud osa tuli Kiviõli Keemiatööstuse soojuselektrijaamast. Viimastel aastatel Kiviõli Keemiatööstus annab Kiviõli linna kaugküttevõrku kuni 84 % soojusest.

Tabelis 3.1 on toodud AS Kiviõli Soojus ja Kiviõli Keemiatööstuse OÜ poolt linna kaugküttevõrku väljastatud soojushulgad, soojustarbimine ja võrgu soojuskadu, andmed on esitatud viimase kümne aasta kohta (põhjalikumalt on toodud lisas 1).

Tabel 3.1 Kiviõli soojusvõrku väljastatud soojus, tarbitud soojus, võrgu soojuskadu.

Aasta	Väljastatud	Väljastatud	Väljastatud	Väljastatud	Tarbitud	Soojuskadu	Soojuskadu
	KS	KKT	kokku	KKT			
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	MWh	%
1998	28031	28914	56945	50,8	44933	12012	21,1
1999	41472	9911	51383	19,3	41413	9970	19,4
2000	20312	22029	42341	52,0	33734	8607	20,3
2001	18583	30998	49581	62,5	40625	8956	18,1
2002	16151	34575	50726	68,2	42276	8450	16,7
2003	31156	19287	50443	38,2	41102	9341	18,5
2004	32853	14322	47175	30,4	38229	8946	19,0
2005	16977	29921	46897	63,8	39940	6957	14,8
2006	7866	40008	47874	83,6	40002	7872	16,4
2007	9774	40695	50469	80,6	39710	10759	21,3

Joonisel 3.1 on toodud Kiviõli soojusvõrku väljastatud soojus, tarbitud soojus ja võrgu soojuskadu viimase kümne aasta kohta. Joonisel 3.2 on toodud kaugküttevõrgu suhteline soojuskadu viimase kümne aasta lõikes.

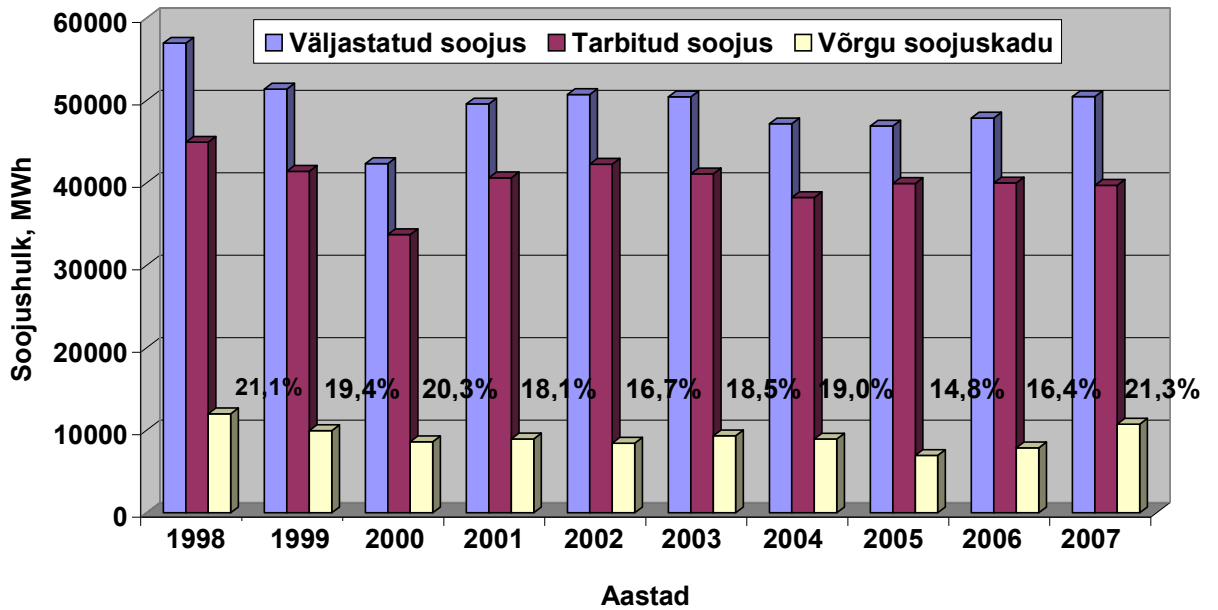
Kuni 2001 aastani võrgu soojuskadu ja soojustarbimist arvestati arvutuslikult ning peale soojusmõõtjate paigaldamist 2001 aastast alates soojusmõõtjate näitude alusel. Veel tuleb teha märkus, et alates 2001 aastast peale soojusmõõtjate paigaldamist, suveperioodil, alates 1 maist kuni 30 septembrini, võrgu soojuskadu ei arvestatud (Kiviõli Keemiatööstuse OÜ ja Kiviõli Soojuse AS-i vahelise lepingu alusel). Alates 2007 aastast on toodud tegelikud soojuskaod.

Tabelis 3.2 on toodud AS Kiviõli Soojus ja Kiviõli Keemiatööstuse OÜ poolt linna kaugküttevõrku väljastatud soojushulgad, soojustarbimine ja võrgu soojuskadu viimase kütteperioodi kohta.

Tabel 3.2 Kiviõli soojusvõrku väljastatud soojus, tarbitud soojus, võrgu soojuskadu 2007/08 aastate kütteperioodil

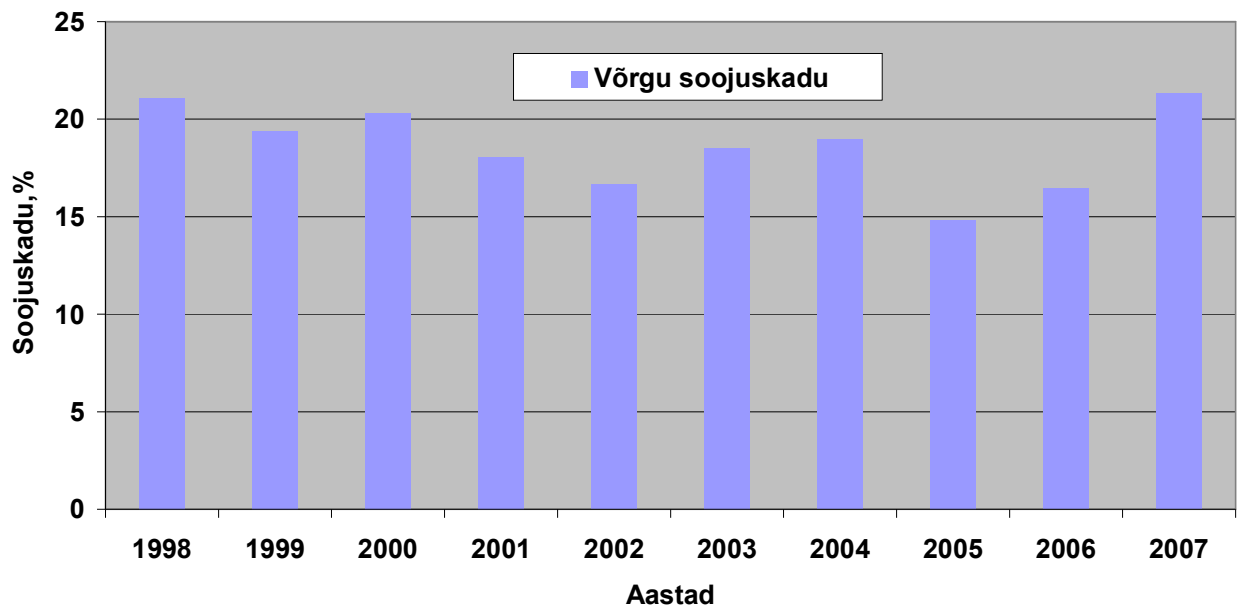
Kuu	2007/2008 aastate kütteperiood						
	Väljastatud KS	Väljastatud KKT	Väljastatud kokku	Väljastatud KKT	Tarbitud	Soojuskadu	Soojuskadu
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	MWh	%
oktoober	1200	3306	4506	73,4	3400	1106	24,5
november	2953	3507	6459	54,3	5582	877	13,6
detsember	1071	5403	6474	83,5	5044	1430	22,1
jaanuar	2148	5247	7395	71,0	5701	1694	22,9
veebruar	2685	3622	6307	57,4	5196	1111	17,6
märts	982	5403	6385	84,6	4748	1637	25,6
aprill	43	4262	4305	99,0	3274	1031	24,0
mai	0	1545	1545	100,0	883	662	42,8
juuni	0	1096	1096	100,0	556	540	49,3
juuli							
august	0	1480	1480	100,0	727	753	50,9
september	0	1924	1924	100,0	1235	690	35,8
Kokku	11082	36795	47877	76,9	36346	11532	24,1

Kiviõli soojusvõrku väljastatud soojus, tarbitud soojus, võrgu soojuskadu



Joonis 3.1 Kiviõli soojusvõrku väljastatud soojus, tarbitud soojus, võrgu soojuskadu.

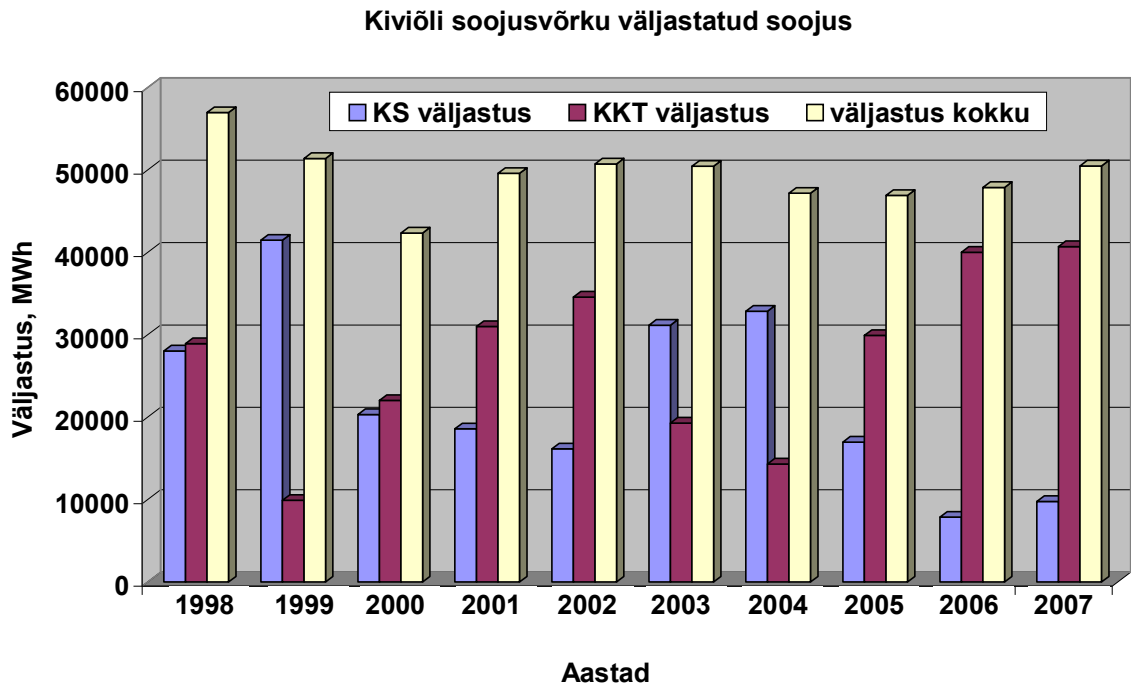
Kiviõli soojusvõrgu suhteline soojuskadu



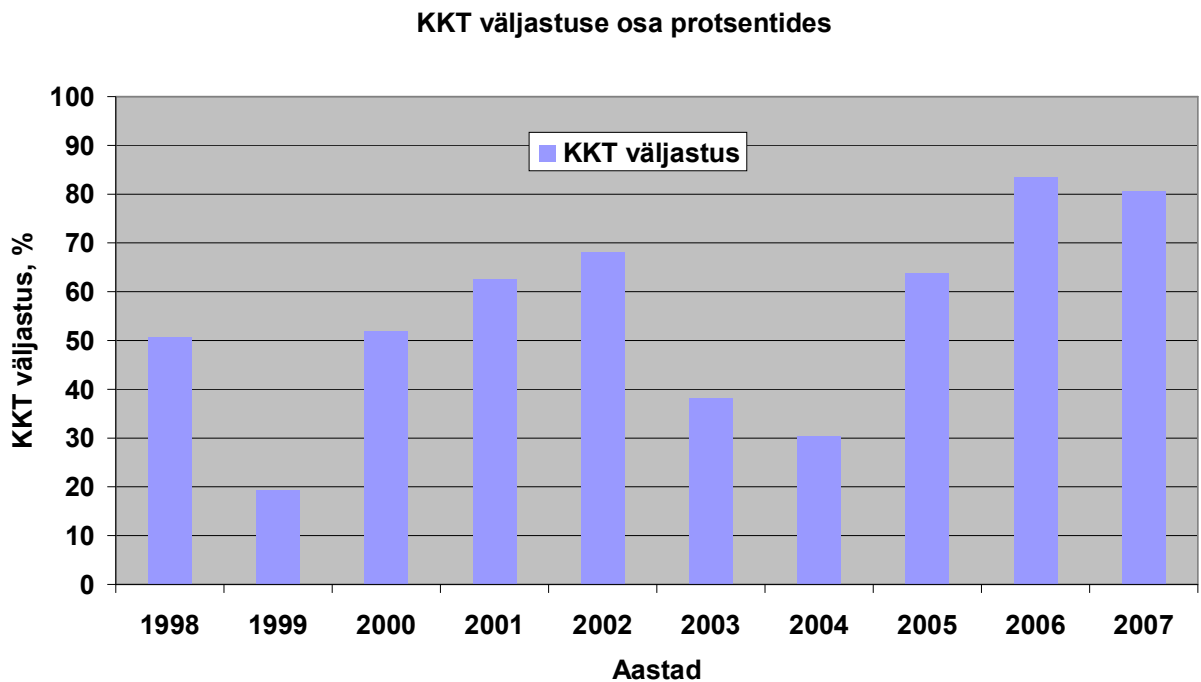
Joonis 3.2 Kiviõli soojusvõrgu suhteline soojuskadu.

3.2 Kiviõli keemiatehase soojuselektriijaam

Joonistel 3.3 ja 3.4 on toodud Kiviõli Keemiatööstuse OÜ osatähtsus kaugküttevõrgu soojusväljastuses. Viimastel aastatel KKT osatähtsus ületab 80% kogu soojusväljastusest.



Joonis 3.3 Kiviõli soojusvõrku väljastatud soojus.



Joonis 3.4 Soojuse väljastus Kiviõli soojusvõrku Kiviõli Keemiatööstuse poolt.

3.3 Kiviõli linna soojuse varustamine Kiviõli keemiatehase elektrijaamast, võimaluste analüüs

Kiviõli linna soojusvõrgu suurimaks koormuseks arvutuslikul välisõhu temperatuuril – 23°C tuleb viimaste tarbimisandmete alusel ~18-19 MW (tarbijate soojuskoormus ja soojusvõrgu soojuskadu).

Otstarbekas oleks osta võimalikult palju soojust KKT soojuselektrijaamast. SEJ-st tulev soojus on oluliselt odavam kui maagaasi põletamisel saadav soojus.

Praegusel momendil Kiviõli soojusvõrgus tekib selline probleem, et keemiatehase SEJ-st linna saab varustada soojusega kuni koormuseni 12,5 - 13 MW. Edasisel koormuse suurenemisel torustiku läbilaskevõimest jääb puudu (Turu pumbajaama ja linna vaheline osa 10...9...54...54`...3 on kitsas osa). Kiviõlil linna kogu soojustarbe katmiseks lisanduks ~7 MW (ehk suureneks kütteks minev aurukogus ~10 t/h)

Sellise olukorra üheks põhjuseks võib olla SEJ ja Kiviõli soojusvõrku ühendava magistraali üks kitsas osa 10-9-54-54`-3 (vaata skeemi lisan) diameetriga DN200. Seda soojusvõrgu osa rekonstrueeriti 1999 aastal, ning rekonstrueerimise käigus asendati maaaluses kanalis asuvad vanad DN425 torud uute eelisoleeritud torudega väiksema diameetriga DN200. Rekonstrueerimine viidi läbi „Kiviõli linna soojamajanduse arengukava“(1999.a. koostanud ESTIVO) alusel seoses tootmise lõpetamisega Kiviõli keemiatehases 1999 aasta talvel (pankrott). Kiviõli linna soojusvarustust antud momendil jäi tagama ainult AS Kiviõli Soojus katlamaja ja vaadeldavate osade vana torustiku rekonstrueerimisel diameetrite vähendamine oli sellega põhjendatud.

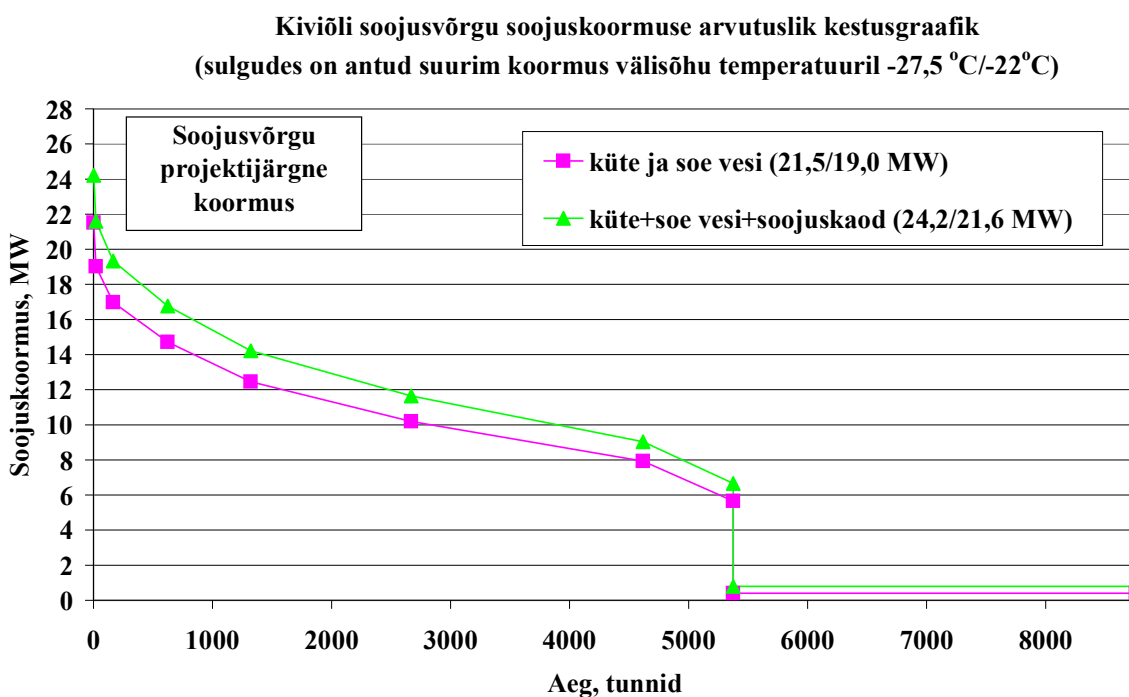
Veel üheks probleemiks oli keemiatehase SES-st tuleva võrguvee temperatuuri mittevastavus Kiviõli soojusvõrgu temperatuurirežiimile 110/70°C. Sellest tulenevalt võis pealevoolu vee temperatuur oluliselt erineda vajalikust. Selle probleemi lahendamiseks paigaldati automaatse reguleerimise süsteem keemiatehase SEJ aur-vesi soojusvahetile. Uue reguleerimise süsteemi tulemusi on oodata algaval kütteperioodil. Lisaks sellele Kiviõli Keemiatööstuse katlad on vanad ja vajavad rekonstrueerimist ja kapitaalremonti (võivad juhtuda avariiseisakud). Talvel, kõige külmemal ajal esineb ka kütuse külmumise juhtumeid.

4. SOOJUSTARBIJATE ENERGIANÕUDLUS JA SOOJUSKOORMUSGRAAFIKUD. ENERGIATARBIMISE TULEVIKUHINNANG

4.1 Tarbitava soojuste kogused ja soojuskoormusgraafikud olemasolevale kaugküttesüsteemile

4.1.1 Kiviõli soojusvõrgu praegused soojuskoormused ja soojustoodang

Joonisel 4.1 on toodud Kiviõli kaugküttevõrgu projektijärgne soojuskoormus mis tuleb tegelikust kõrgem.

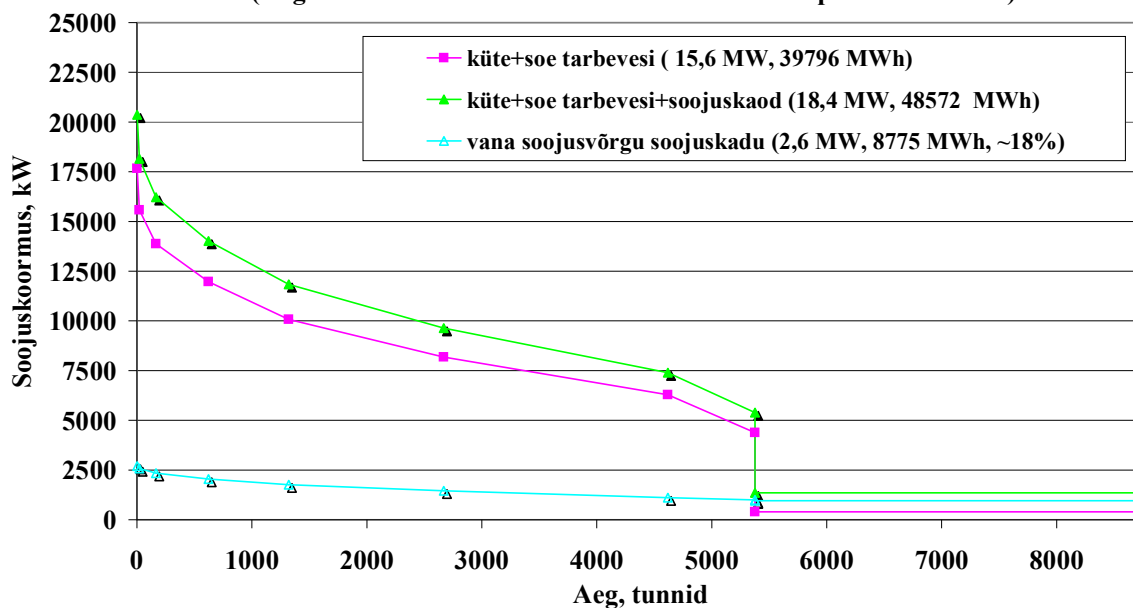


Joonis 4.1 Kiviõli soojusvõrgu projektijärgse soojuskoormuse kestusgraafik.

Joonisel 4.2 on toodud Kiviõli kaugküttevõrgu tegeliku soojuskoormuse kestusgraafik mis on koostatud viimaste aastate (2003-2007 aastad) andmete alusel.

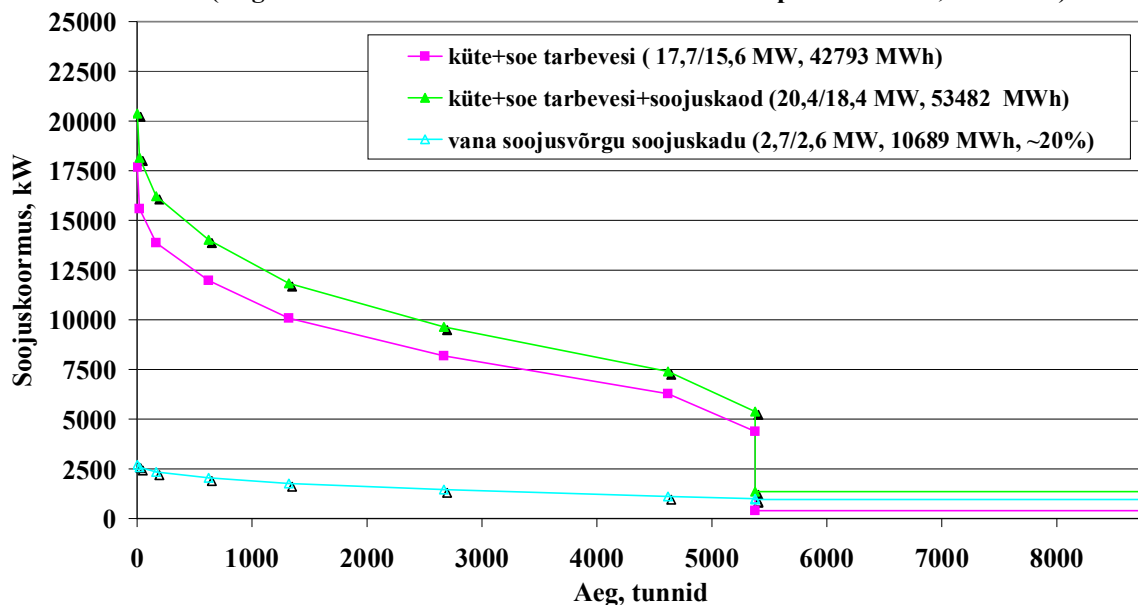
Joonisel 4.3 on toodud Kiviõli kaugküttevõrgu tegeliku soojuskoormuse kestusgraafik mis on koostatud viimaste aastate (2003-2007 aastad) andmete alusel ja ümberarvutatud keskmisele aastale.

Kiviõli soojusvõrgu tegeliku soojuskoormuse kestusgraafik, saadud 2003...2007 aastate tegeliku soojustarbimise alusel (sulgudes on antud suurim koormus välisõhu temperatuuril -22°C)



Joonis 4.2 Kiviõli soojusvõrgu viimastel aastatel 2003...2007 olnud tegeliku soojuskoormuse kestusgraafik.

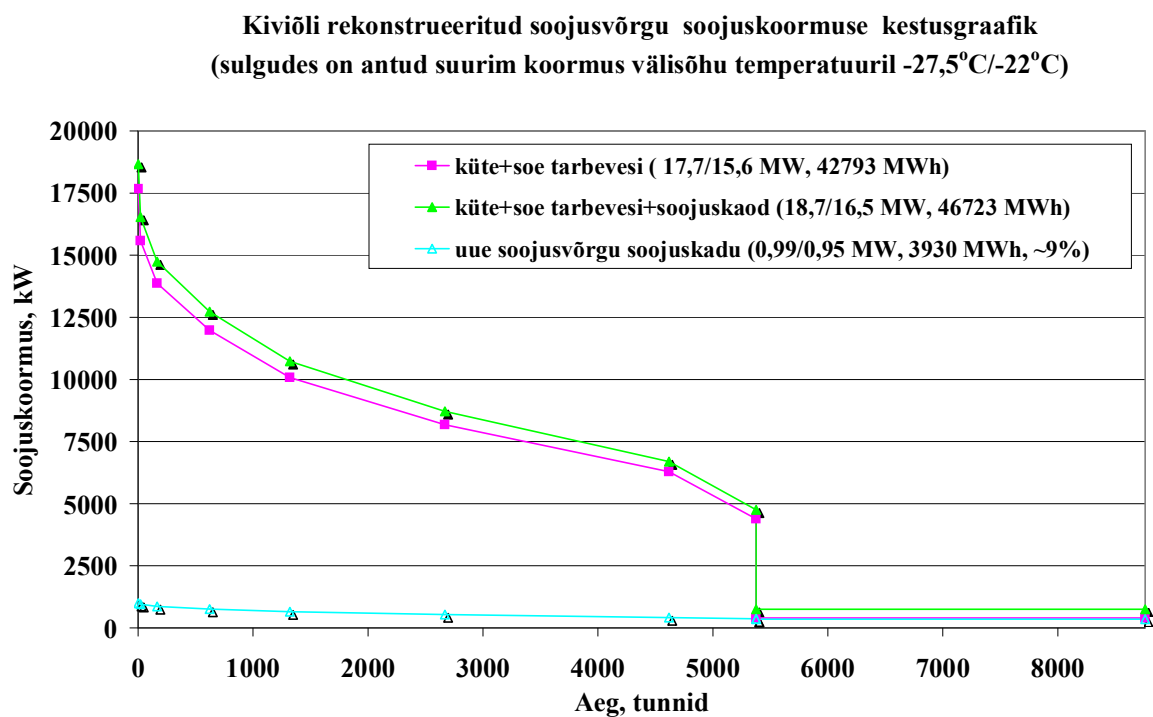
Kiviõli soojusvõrgu tegeliku soojuskoormuse kestusgraafik ümberarvutatuna keskmisele aastale, saadud 2003...2007 aastate tegeliku soojustarbimise alusel (sulgudes on antud suurim koormus välisõhu temperatuuril $-27,5^{\circ}\text{C}/-22^{\circ}\text{C}$)



Joonis 4.3 Kiviõli soojusvõrgu viimastel aastatel 2003...2007 olnud tegeliku soojuskoormuse kestusgraafik ümberarvutatuna keskmisele aastale.

4.1.2 Kiviõli soojusvõrgu soojuskoormus ja soojustoodang arvestades tuleviku perspektiive (hinnanguline)

Joonisel 4.4 on toodud Kiviõli soojusvõrgu soojuskoormuse kestusgraafik peale optimeerimist ja täieliku rekonstrueerimist. Soojusvõrgu soojuskadu oluliselt väheneb. Soojustarbimise mahud jäävad praegusele tasemele. Lähitulevikus tarbimismahu suurenemist ei ole oodata.



Joonis 4.4 Kiviõli rekonstrueeritud soojusvõrgu soojuskoormuse kestusgraafik (perspektiivne).

4.2 Tarbitava soojuste kogused ja soojuskoormusgraafikud erinevatele tarbimispiirkondadele

Tabelites 4.1 – 4.8 esitatakse tarbijate vajalikud lähteandmed, projektijärgsed soojuskoormused ja tegelik summaarne soojuskoormus (ka sooja tarbevee keskmine koormus, kus soe vesi olemas) tarbimispiirkondade kaupa. Arvutustulemuste alusel on koostatud Aasa tänava katlamaja kaugküttevõrgu soojuskoormuse kestuse graafik ja soojuskoormuse sõltuvus välisõhu temperatuurist (joonis 4.5).

Tabel 4.1 Põhjapoolse uuslinna tarbijate andmed ja soojuskoormused.

Jrk.nr	Tarbija	Soojussõlm	Kõetav	Projektijärgne	Tegelik
			kubatuur	soojuskoormus	summaarne
			m ³	kW	kW
1	Viru 5	pav	16506,5	398	317
2	Viru 7	pav	16236	375	312
3	Viru 9	pav	17964	331	345
4	Viru 11	pav	10399	243	200
5	Viru 13	pav	10241	243	197
6	Viru 15	pav	10411	243	200
7	Viru 17	pav	10435	243	201
8	Viru 19	pav	17392	349	334
9	Viru 21	pav	19403	244	373
10	Soo 13	pav	16323	445	314
11	Soo 15	pav	11848	349	228
12	Soo 16	pav	12532	211	241
13	Soo 16a	pav	12532	223	241
14	Soo 17	pav	15527	243	298
15	Soo 18	pav	18321	422	352
16	Soo 19	pv	17402	349	334
17	Võidu 2	pav	19692	354	378
18	Võidu 4	pav	14696	269	282
19	Võidu 6	pav	19786	275	380
20	Võidu 8	pav	14706	354	283
21	Võidu 10	pav	22835	354	439
22	Aasa 16	pv	15358	285	295
23	Viru 9 (AS OSME)	pv	1025	23	20
24	Viru 14 (Kiviõli I kk)	pav	25103	626	482
25	Pargi 9 (Kiviõli II kk)	pav	28422	535	546
26	Võidu 12 (LPK Kannike)	pav	9074	407	174
27	Soo 19a (LPK Kuldkalake)	pav	8093	236	156
Kokku			412263	8629	7922

Lühendite tähendus:

e- elevaatoriga, p-segamispumbaga, s-soojusvahetiga, a-arvestiga, v-soojaveearustusega

Tabel 4.2 Haigla piirkonna tarbijate andmed ja soojuskoormused.**Haigla piirkonna tarbijad**

Jrk nr	Tarbija	Soojussõlm	Kõetav	Projektijärgne	Tegelik
			kubatuur	soojuskoormus	summaarne
			m ³	kW	kW
1	Keskpuiestee 42	iav	16361	358	301
2	Keskpuiestee 44	iav	16950	358	312
3	Keskpuiestee 46	iav	6516	182	120
4	Keskpuiestee 40	ia	4740	85	87
5	Haigla	sav	20714	430	381

Kokku**1413****1200**

e- elevaatoriga, r-rajooni segamisjaam, s-rajooni soojussõlm soojusvahetiga

a - soojusarvestiga, v - soojaveevarustusega, i - automatiseeritud individuaalsoojussõlm

Tabel 4.3 Vanema kesklinna tarbijate andmed ja soojuskoormused.**Vanema kesklinna tarbijad**

Jrk.nr	Tarbija	Soojussõlm	Kõetav	Projektijärgne	Tegelik
			kubatuur	soojuskoormus	summaarne
			m ³	kW	kW
1	Kalevi 1	ra	6922	188	128
2	Kalevi 2	ra	8326	191	153
3	Kalevi 3	ra	6907	188	127
4	Kalevi 5	ra	6985	188	129
5	Pargi 1	ra	9011	235	166
6	Keskpuiestee 41	ra	8228	235	152
7	Keskpuiestee 43	ra	6923	188	128
8	Keskpuiestee 45	ra	6896	188	127
9	Keskpuiestee 53	ra	8352	191	154
10	Keskpuiestee 55	ra	8327	191	154
11	Soo 6	ra	6917	190	128
12	Soo 8	ra	6980	190	129
13	Viru 16	iav	4865	188	90
14	Õmblusvabrik (Kalevi 4/6)*	ra/ia	9740	273	161

Kokku**2824****1924**

Märkus: *uus tarbija

e- elevaatoriga, r- rajooni segamisjaam, s-rajooni soojussõlm soojusvahetiga

a - soojusarvestiga, v - soojaveevarustusega, i - automatiseeritud individuaalsoojussõlm

Tabel 4.4 Katlamaja taguse piirkonna tarbijate andmed ja soojuskoormused.

Katlamaja taguse piirkonna tarbijad

Jrk.nr	Tarbija	Soojussõlm	Kõetav	Projektjärgne	Tegelik
			kubatuur	soojuskoormus	summaarne
			m ³	kW	kW
1	Viru 3 (Saun)	iav	4304	85	80
2	Vabaduse 16 (Internetipunkt)	ia	1300	70	24
Kokku			155	104	

e- elevaatoriga, r- rajooni segamisjaam, s-rajooni soojussõlm soojusvahetiga

a - soojusarvestiga, v - soojaveevarustusega, i - automatiseeritud individuaalsoojussõlm

Tabel 4.5 Keskuse tarbijate andmed ja soojuskoormused.

Keskuse tarbijad

Jrk.nr	Tarbija	Soojussõlm	Kõetav	Projektjärgne	Tegelik
			kubatuur	soojuskoormus	summaarne
			m ³	kW	kW
1	Aasa 9	ia	3039	101	56
2	Aasa 11	ia	3062	76	57
3	Aasa 13 (AS Vezala)	ia	4114	141	76
4	Hostell* (Aasa 13 lähedal)	iav		70	70
5	Autopesula* (Aasa 13 lähedal)	iav		30	30
6	Keskpuiestee 32	ra	6946	163	128
7	Keskpuiestee 34	ra	7820	184	145
8	Keskpuiestee 35	ra	6949	163	128
9	Keskpuiestee 37	ra	6958	164	129
10	Keskpuiestee 39	ra	6881	162	127
11	Soo 5	ra	3292	80	61
12	Soo 11	ra	4296	106	79
13	Metsa 3*	iav		202	128
14	Metsa 4	ra	3632	73	67
15	Kooli 4	ra	4368	107	81
16	Kooli 6	ra	3632	90	67
17	Uus 1	ra	7947	187	147
18	Keskpuiestee 33 (kaubandus kesk.)	iav		109	109
19	Keskpuiestee 31 (kpl. Konsum)	iav	4160	150	66
20	Metsa 6 (MNR Grupp OÜ)	ia	7230	151	134
21	Keskpuiestee 32a (TTK Grupi AS)	ia	24965	64	38
22	Keskpuiestee 37a (Politsei)	ra	2878	73	53
Kokku			2646	1976	

Märkus: *perspektiivne tarbija

e- elevaatoriga, r- rajooni segamisjaam, s-rajooni soojussõlm soojusvahetiga

a - soojusarvestiga, v - soojaveevarustusega, i - automatiseeritud individuaalsoojussõlm

Tabel 4.6 Lõunapoolse uuslinna tarbijate andmed ja soojuskoormused.

Lõunapoolse uuslinna tarbijad

Jrk.nr	Tarbija	Soojussõlm	Kõetav	Projektijärgne	Tegelik
			kubatuur	soojuskoormus	summaarne
			m ³	kW	kW
1	Soo 1	ra	4047	99	75
2	Soo 3	ra	4379	107	81
3	Soo 3a	ra	4401	108	81
4	Uus 2	ra	7986	179	148
5	Uus 3	ra	3121	73	58
6	Uus 4	ra	4916	115	91
7	Uus 5	ra	3082	72	57
8	Uus 5a	ra	4275	100	79
9	Uus 6	ra	3441	80	64
10	Uus 7	ra	3114	73	58
11	Uus 7a	ra	4323	101	80
12	Uus 8	ra	4815	112	89
13	Uus 9	ra	4369	102	81
14	Uus 10	ra	4667	109	86
15	Uus 11	ra	4311	100	80
16	Uus 13	ra	4404	103	81
Kokku			1633	1288	

e- elevaatoriga, r- rajooni segamisjaam, s-rajooni soojussõlm soojusvahetiga
a - soojusarvestiga, v - soojaveevarustusega, i - automatiseeritud individuaalsoojussõlm

Tabel 4.7 Linnavalisuse piirkonna tarbijate andmed ja soojuskoormused.

Linnavalisuse piirkonna tarbijad

Jrk nr	Tarbija	Soojussõlm	Kõetav	Projektijärgne	Tegelik
			kubatuur	soojuskoormus	summaarne
			m ³	kW	kW
1	Vabaduse 8	ia	3456	85	64
2	Vabaduse 11	ia	3882	95	72
3	Piiri 1	ea	3000	77	56
4	Vabaduse 6 (Kunstide kool)	ia	10864	269	201
5	Keskpuiestee 20 (Linnavalitsus)	ia	3422	91	63
6	Keskpuiestee 20 (Garaaž)		79	3	1
7	Raudtee 16 (AS Elekriteenindus)	ia	1580	74	74
8	Posti 2 (Eesti Telefon)	iav	1110	28	21
Kokku			722	553	

e- elevaatoriga, r- rajooni segamisjaam, s-rajooni soojussõlm soojusvahetiga
a - soojusarvestiga, v - soojaveevarustusega, i - automatiseeritud individuaalsoojussõlm

Tabel 4.8 Üle raudtee piirkonna tarbijate andmed ja soojuskoormused.

Jrk nr	Tarbija	Soojussõlm	Kõetav	Projektijärgne	Tegelik
			kubatuur	soojuskoormus	summaarne
			m ³	kW	kW
1	Kuuse 1	pa	1498	71	29
2	Kuuse 3	pa	1554	72	30
3	Kuuse 5	pa	1355	70	26
4	Sireli 2	pa	1254	69	24
5	Sireli 4	pa	1119	69	22
6	Papli 5	pa	1401	72	27
7	Maidla 2	pa	856	48	16
8	Maidla 4	pa	864	48	17
9	Kastani 1	pa	1884	80	36
10	Kastani 4	pa	517	36	10
11	Rahvamaja tn.2 (Rahvamaja)	pa	12615,5	260	242
12	Vahtra 3 (Töökoda)	pa	1410	35	27
13	Aia 2 (Võõrastemaja)	pa	264	9	5
14	Aia 3 (Võõrastemaja)	pa	264	9	5
15	Vahtra 2 (Hooldekodu)	pav	1524	71	29
Kokku			28380	1019	545

e- elevaatoriga, p-segamispumbaga, s-soojusvahetiga, a-arvestiga, v-soojaveearustusega

Ülerraudtee piirkonna tarbijad on praktiliselt kõik väiketarbijad (väljaarvatud Rahvamaja). Ülerraudtee piirkond ei kuulu Kiviõli soojusvõrgu kaugküttepiirkonda. Võrgu soojuslik erikoormus on väga madal. Ülerraudtee piirkonna tarbijad saavad soojust tsentraalse soojussõlme kaudu mis asub Rahvamajas. Kasutusel on temperatuurirežiim 95/70°C.

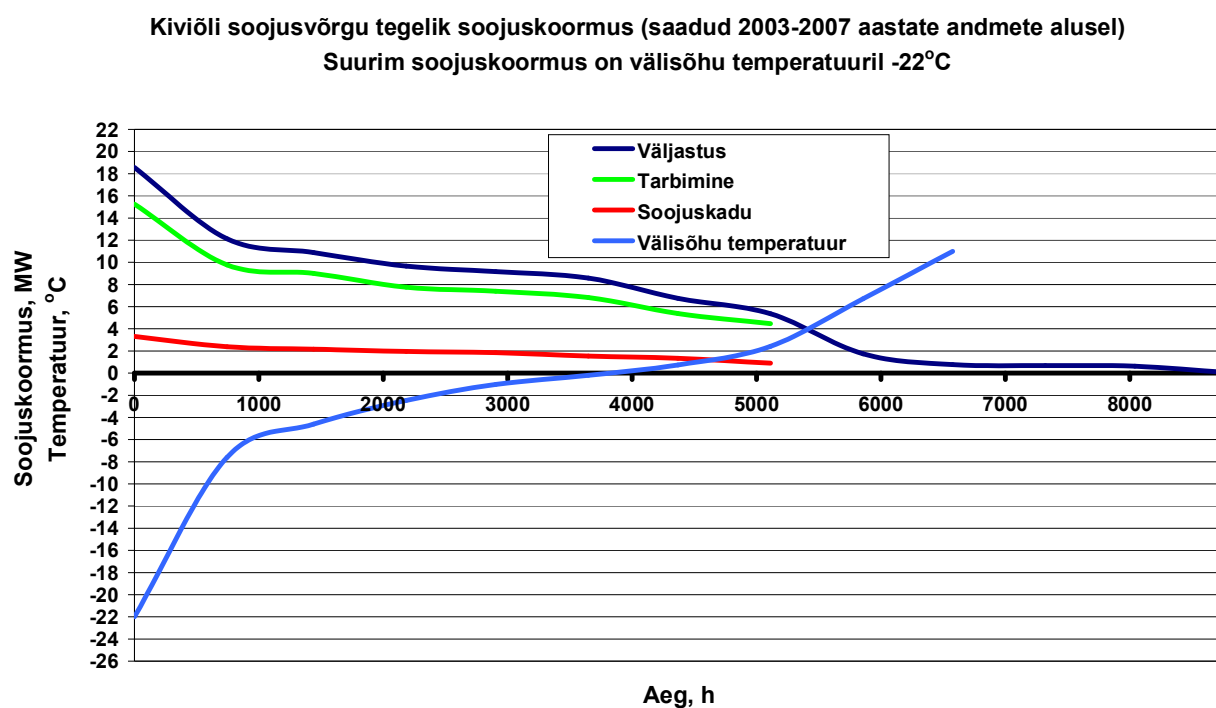
Rahvamaja soojussõlmega ühendatud tarbijate tegelik suurim soojuskoormus on ~224 kW ja aastane soojustarbimine on ~580 MWh/aastas. Rahvamaja soojussõlme summaarne soojusväljastus on ~946 MWh/aastas. Rahvamaja kesksoojussõlme tarbijaid ühendava soojusvõrgu (pikkus on 667 m) suurim soojuskaovõimsus on ~85 kW ja aastane soojuskadu on ~366 MWh/aastas. Soojusvõrgu erikoormus on väga madal ~1,4 MWh/m (Kiviõli kogu soojusvõrgul on see ~4,2 MWh) ning selle osa suhteline soojuskadu aastas tuleb ~39% (Kiviõli kogu soojusvõrgu aastakeskmise suhteline soojuskadu on ~18,1%).

Näiteks kui Rahvamaja soojussõlmega ühendatud tarbijad viia üle lokaalküttele ja see soojusvõrgu osa likvideerida, siis Kiviõli kogu soojusvõrgu soojuskadu väheneb ~0,4% (~366 MWh/aastas) ja tuleb ~17,7% aastas (praegu on keskmiselt ~18,1%). Muidugi selline variant eeldab täiendavaid investeeringuid majade kateldesse. Kõige lihtsamal juhul võib rajada gaasivõrk ning paigaldada igasse hoonesse oma lokaalne gaasikatel, kuid teatud raskused võivad olla gaasitrassi viimisega üle raudtee. Lisaks gaasikatelde variandile on võimalikud järgmised variandid: paigaldada näiteks pelletikatlad, ehitada kõige tavalisemad ahjud või

õhkküttekaminad, paigaldada õhksoojuspumbad täiendava soojusallikana näiteks ahjule või kaminale. Vajalike investeeringute suurus hakkab sõltuma iga tarbija tüübist eraldi: kas tuleb ainult kütte või ka soe tarbevesi, kas korsten on juba olemas või mitte, kuhu tuleb katla asukoht (kelder, pööning, eraldi juurdeehitis), kui suur tuleb täiendavate torutööde maht. Lisaks sellele gaasikatelde variandi korral, gaasivõrgu rajamine ja üle raudtee viimine on küllalt kulukas ettevõtmine.

Järelduseks võib ütelda et tulevikus võib kaaluda üleraudtee piirkonna tarbijate üleviimist lokaalküttele kui sellesse piirkonda uusi soojustarbijaid ei planeerita.

Järgmisel joonisel on toodud Kiviõli soojusvõrgu tegeliku soojuskoormuse sõltuvus välisõhu temperatuurist.



Joonis 4.5 Kiviõli kaugküttevõrgu soojuskoormuse sõltuvus välisõhu temperatuurist, leitud 2003-2007 aastate andmete alusel.

4.3 Järeldused ja üldistused

- 1). Kiviõli linna kaugküttevõrku varustatakse soojusega kahest allikast Aasa tänava katlamajast ja Kiviõli Keemiatööstuse OÜ soojuselektrijaamast. Soojusvarustuse kindluse tagamiseks on otstarbekas säilitada mõlemad soojusallikad.
- 2). Renoveerida Aasa tänava katlamaja katlad, kaaluda osade katelde võimalusi üleminekuks kohalikule kütusele, näiteks turbale.
- 3). Tõsta KKT SEJ ja Kiviõli soojusvõrku ühendava magistraali kitsaste osade läbilaskevõimet sellel eesmärgil, et Kiviõli Keemiatööstusest oleks võimalik katta ka suurimat soojuskoormust (kuni $T_{\delta} = -23^{\circ}\text{C}$).
- 4). Lähitulevikus soojuskoormuse hüppelist kasvu ei ole oodata. Kiviõli soojusvõrgu tegelik soojuskoormus arvutuslikul välisõhu temperatuuril $T_{\delta} = -23^{\circ}\text{C}$ on ~18,4 MW (küte, soe tarbevesi ja võrgu soojuskadu). Lähimate aastate jooksul uute tarbijate liitumisega võib soojuskoormus mõnevõrra kasvada ja ulatuda kuni ~19-20 MW. Samal ajal soojustrasside rekonstrueerimisel soojuskaovõimsus võib ka mõnevõrra langeda.
- 5). Kaugküttevõrgu soojuskadude vähenemise potentsiaal on väga suur. Praeguse soojustarbimismahu ja võrgu konfiguratsiooni korral soojusvõrgu suhteline soojuskadu peale võrgu diameetrite optimeerimist ja täieliku rekonstrueerimist võib väheneda üle kahe korra 20%-lt kuni 9%-le, see muidugi eeldab väga suuri investeeringuid võrkudesse ja on võimalik saavutada näiteks 10-15 aasta jooksul kui vanade osade rekonstrueerimine hakkab toimuma järjepidevalt.
- 6). Põhjalikult kaaluda madala soojuskoormusega piirkondade, näiteks üleraudtee piirkond, üleviimist lokaalküttele.

5 SOOJUSVARUSTUSSÜSTEEMI ERINEVATE ARENGUVÕIMALUSTE ANALÜÜS

5.1 Kiviõli linna soojusvarustuse optimeerimine

5.1.1 Olemasoleva soojusvõrgu iseloomustavad suurused ja nende erinevus optimumist

Põhiline suurus, mille järgi saab hinnata kaugküttevõrgu efektiivsust on soojuskaotegur q_{ksj} . Soojuskaotegur näitab, milline osa soojusvõrku väljastatud soojusest ei jõudnud tarbijateni. Soojuskaotegur ei sõltu mitte ainult soojusisolatsiooni efektiivsusest. Ta on määratud nelja iseloomustava näitajaga:

- Üldine soojuslähikandegur $U_{\bar{u}}$, $W/(mK)$ (iseloomustab soojusisolatsiooni efektiivsust);
- Torude eripind A/L , m^2/m (iseloomustab soojustrassi torude keskmist suurust);
- Kraadtundide arv, ehk temperatuuriintegraal $\int \theta d\tau$, $^{\circ}Ch$ (iseloomustab soojuskandja temperatuuritaset sõltuvalt aastakeskmisest välisõhu temperatuurist);
- Kaugküttevõrgu pikkusühiku kohta väljastatud soojushulk, ehk võrgu erikoormus Q/L , MWh/m (iseloomustab soojustarbimise tihedust).

Kaugküttevõrgu üldise soojuslähikandeguri võib arvutada välja, teades soojustrassi konstruktsiooni ja kasutatud soojusisolatsioonmaterjale, või hinnata tema suurust soojuskaotemistest. Antud töös on üldine soojuslähikandegur leitud teades soojuskadu, mis on saadud aasta jooksul kaugküttevõrku väljastatud ja tarbijate saadud soojushulkade vahena. Alandmed reaalselt kaugküttevõrku väljastatud ja tarbijate saadud soojushulkade kohta on saadud soojusootjate käest, samuti on teada reaalsed soojuskandja ja välisõhu temperatuurid. Tarbijate kasutatavate soojusmõõtjate suhteline viga nominaalkoormusel võib olla piirides $\pm 2\%$ ja mõõtmispiirkonna alguses $\pm 5\%$. Sama viga võib olla ka kaugküttevõrku väljastatava soojushulga mõõtmisel.

Soojusvõrgu soojuskaotegur on järgmine:

$$q_{ksj} = \frac{Q_{ksj}}{Q} = \frac{K_{\bar{u}} \cdot A \cdot \int \theta d\tau}{Q} = K_{\bar{u}} \cdot \frac{(A/L) \cdot \int \theta d\tau}{(Q/L)},$$

kus

Q_{ksj} - soojusvõrgu jaotussoojuskadu aasta jooksul MWh,

Q - soojusvõrku aasta jooksul antud soojushulk MWh.

Nagu näha, kaugküttevõrgu soojuskaotegur on seda suurem, mida suurem on üldine soojuslähikandegur, torude eripind, temperatuuriintegraal ja mida väiksem on erikoormus.

Üldine hinnanguline soojuslähikandegur on järgmine:

$$K_{ii} = \frac{q_{ksj}}{\left[\frac{(A/L) \cdot \int \Theta d\tau}{(Q/L)} \right]} \quad \text{W/(m}^2 \text{ K)}.$$

Arvutuslikul teel leitud kaugküttevõrgu üldine soojuslähikandegur on järgmine

$$K_{ii, arv} = \frac{\sum_{i=1}^n U_{k,i} \cdot A_{k,i} + \sum_{i=1}^m U_{\delta,i} \cdot A_{\delta,i} + \sum_{i=1}^f U_{e,i} \cdot A_{e,i}}{\sum_{i=1}^n A_{k,i} + \sum_{i=1}^m A_{\delta,i} + \sum_{i=1}^f A_{e,i}} \quad \text{W/(m}^2 \text{ K)},$$

kus

U_k - maaaluses kanalis asuva soojustrassi toru soojuslähikandegur W/(mK),

U_{δ} - õhutrassi toru soojuslähikandegur W/(mK),

U_e - maaaluse eelisoleeritud toru soojuslähikandegur W/(mK),

A_k, A_{δ}, A_e - trassilõikude torude välispindalad $A_i = 2 \cdot \pi \cdot D_{t,i} \cdot L_i$, m².

Mõõdetud soojuste tarbimise järgi hinnatud üldised soojuslähikandegurid on toodud joonisel. Joonisel 5.1 on toodud erinevate Eesti ja Rootsi soojusvõrkude üldised soojuslähikandegurid sõltuvalt võrgu keskmisest diameetrist. Alumine joon on maa-aluse eelisoleeritud toru arvutuslik soojuslähikandegur, mida võib tänapäeval pidada parimaks näitajaks.

Kiviõli praeguse olemasoleva kaugküttevõrgu üldine soojuslähikandegur viimaste aastate andmete alusel on 1,6 W/(m² K). Võrgu keskmine diameeter on $d_k = 183$ mm. Olemasoleva võrgu soojuslähikandegur on suurem (1,8 korda) kui kaasaegsel eelisoleeritud torudest trassil. Rekonstrueeritud kaugküttevõrgu keskmine diameeter tuleb $d_k = 114$ mm, üldine soojuslähikandegur tuleb 0,9 W/(m² K) (joonis 5.1). Soojusvõrgu ühe jooksva meetri soojuskadu tuleb olemasolevas võrgus keskmiselt 0,84 MWh/m ja rekonstrueeritud võrgus – 0,31 MWh/m aastas (soojuskadu väheneb 2,7 korda).

Soojusvõrgu keskmine diameeter on leitud järgmiselt:

$$d_a = \frac{A/L}{2 \cdot \pi} \quad \text{m}.$$

Kaugküttevõrkude (soojusvõrkude) soojuskadude analüüsimisel soojuskaotegur q_{ksj} jaotatakse kaheks teguriks: üldiseks soojuslähikandeguriks ja jaotusteguriks. Jaotustegur on järgmine:

$$q_{jt} = \frac{q_{ksj}}{K_{ii}} = \frac{(A/L) \cdot \int \theta d\tau}{(Q/L)} \quad (\text{m}^2\text{K})/\text{W}$$

Jaotustegur väljendab võrgu potentsiaali omada teatud suhtelist jaotuskadu. Mida väiksem on jaotustegur, seda väiksem on soojuskaotegur. Üldine soojuslähikandetegur on proportsionaalsuskonstant, mis väljendab soojuskadude vähendamise võimalust soojusisolatsiooniga.

Rootsis on ühepereelamuid varustavate soojusvõrkude soojuskaotegurid tunduvalt kõrgemad kui tavalistel suurtel võrkudel. Ühepereelamuid varustavate kaugküttevõrkude jaotustegurid on praktiliselt samad kui suurtel soojusvõrkudel sellepärast, et madal kaugküttevõrgu erikoormus on kompenseeritud torude väikse eripinnaga. Järelikult kõrge soojuskaotegur on tingitud kõrge üldise soojuslähikandeteguriga võrkudes, kus torude eripind on väike.

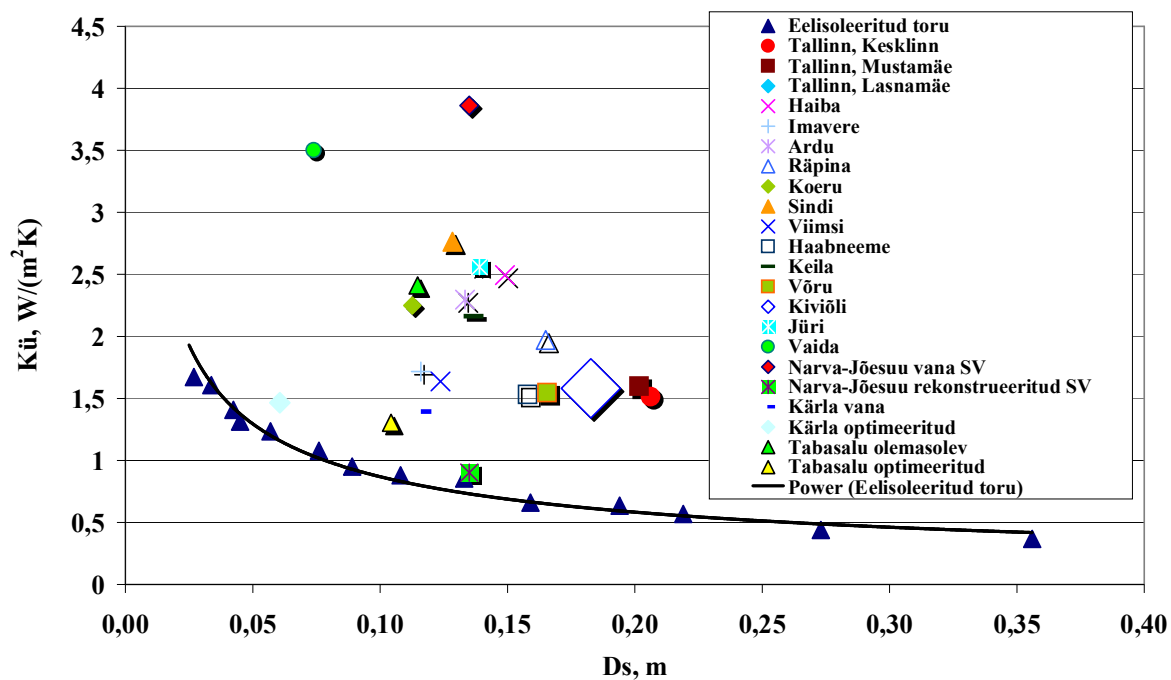
Järgnevalt on toodud soojuskaoteguri väärtus vaadeldavatele kaugküttevõrkudele. Vanal kaugküttevõrgul oli see viimastel aastatel 0,20 (ehk võrgu suhteline soojuskadu aastas on 20%). Rekonstrueeritud kaugküttevõrgul see tuleb 0,084 (ehk võrgu soojuskadu aastas on 8,4 %).

Joonisel 5.2 on toodud vaadeldud kaugküttevõrkude mahulise erikoormuse sõltuvus pikkuselisest erikoormusest. Mahuline erikoormus näitab, mitu MWh soojust väljastatakse aasta jooksul kaugküttevõrku võrgus ringleva vee mahuühiku kohta. Pikkuseline erikoormus näitab, mitu MWh soojust väljastatakse aasta jooksul kaugküttevõrku võrgu pikkusühiku kohta. Mida suurem on võrgu torude keskmine diameeter, seda suurem on tsirkuleeriva vee maht ja väiksem on mahuline erikoormus.

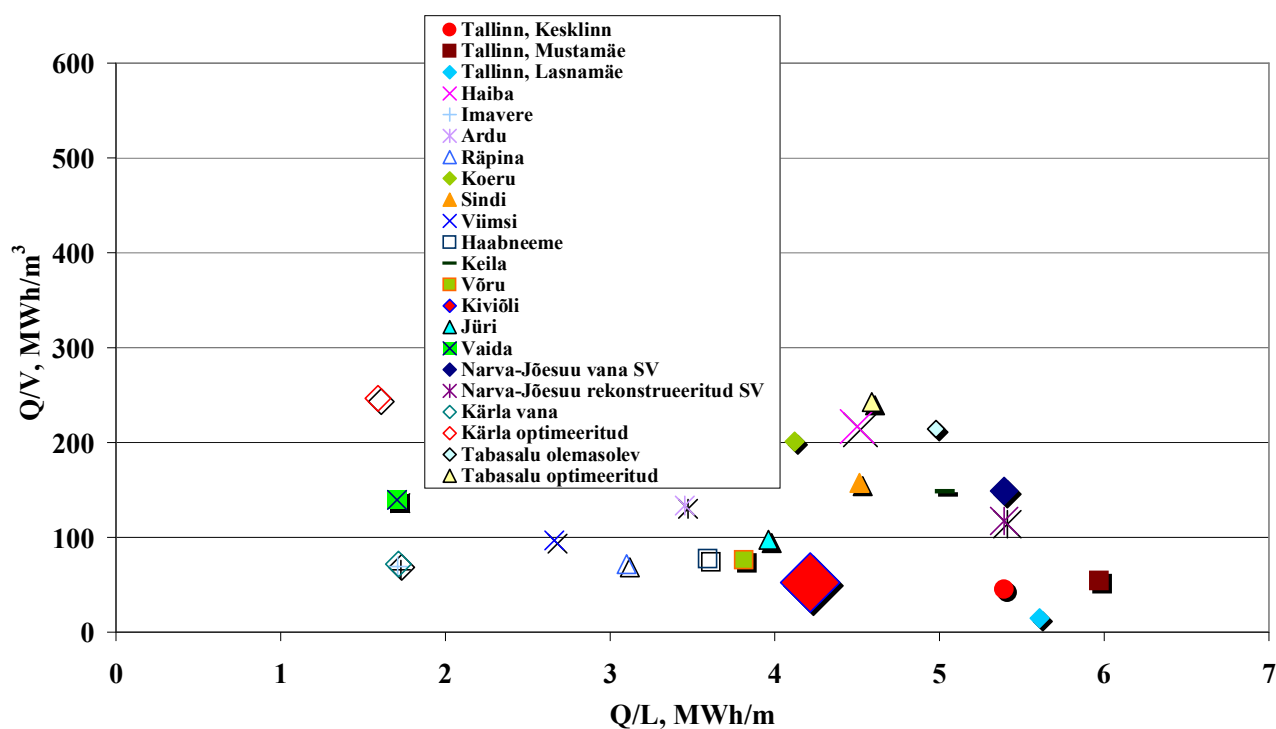
Rootsis on tavalistel soojusvõrkudel mahuline erikoormus 160 – 170 MWh/m³, pikkuselisel erikoormusel 5 – 6 MWh/m torude keskmise diameetri juures 140 – 150 mm. Ühepereelamuid varustavate soojusvõrkude mahuline erikoormus on tunduvalt suurem: 300 – 500 MWh/m³, pikkuselisel erikoormusel 0,5 – 2,0 MWh/m ja torude keskmise diameetri juures 25 – 65 mm.

Kiviõli vana soojusvõrgu mahuline erikoormus on ~52,4 MWh/m³ ja peale soojusvõrgu rekonstrueerimist tuleb ~ 120 MWh/m³ (joonis 5.2).

Kiviõli kaugküttevõrgu pikkuseline erikoormus on 4,2 MWh/m ja suhteline aastane soojuskadu oli keskmiselt 20 %. Rekonstrueeritud kaugküttevõrgu pikkuseline erikoormus tuleb 3,7 MWh/m ja suhteline aastane soojuskadu tuleb keskmiselt 8-9%.



Joonis 5.1 Eesti kaugküttevõrkude soojuslähikandegureid



Joonis 5.2 Kaugküttevõrkude mahulise erikoormuse sõltuvus pikkuselisest erikoormusest

Järgnevas tabelites on toodud Kiviõli ning kaasaegsete Rootsi soojusvõrkude põhiparameetrid.

Tabel 5.1 Kiviõli olemasoleva ja rekonstrueeritud soojusvõrgu iseloomustavad suurused

Soojusvõrk	Väljastatud soojushulk, MWh	Tarbitud soojushulk, MWh	Soojuskadu, MWh	$\int \Theta \cdot dt$, $10^5 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{h}$	q_{ksj}	L, m	d_k , m	A, m^2	V, m^3	A/L, m^2/m	V/L, m^3/m	Q/L, MWh/m	Q/V, MWh/ m^3	Q_{sjk}/L , MWh/m	$K_{\bar{u}}$, W/(m^2K)	q_{jt} , (m^2K)/W	temp.rez
Kiviõli																	
olemasolev	53482	42793	10689	4,64	0,200	12689	0,183	14563	1020	1,148	0,080	4,2	52,4	0,84	1,6	0,126	110/70 ja 90/70
rekonstrueeritud	46723	42793	3930	4,64	0,084	12689	0,114	9113	389	0,718	0,031	3,7	120,1	0,31	0,9	0,091	110/70

Tabel 5.2 Rootsi tüüpiliste soojusvõrkude iseloomustavad suurused

Soojusvõrk	q_{ksj}	d_a , m	A/L, m^2/m	V/L, m^3/m	$\int \Theta \cdot dt$, $10^5 \cdot ^\circ\text{C}\cdot\text{h}$	Q/L, (MW·h)/m	Q/V, (MW·h)/ m^3	Q_{ksj}/L , (MW·h)/m	$K_{\bar{u}}$, W/($\text{m}^2\cdot\text{K}$)
Rootsi tüüpilised soojusvõrgud	0,07-0,085	0,140-0,150	0,880-0,942	0,031-0,035	5,6	5-6	162-170	0,35-0,43	0,9-1,1
Rootsi ühepereelamute soojusvõrgud	0,15-0,21	0,025-0,065	0,158-0,408	0,001-0,007	4,8-5,5	0,5-2,0	302-510	0,105-0,3	2,5-4,0

Edasi on toodud kokkuvõtte ja järeldused soojusvõrkude iseloomustavate suuruste kohta.

Soojusvõrgu torude soojusisolatsiooni efektiivsuse hindamiskriteeriumiks saab pidada soojusvõrgu üldist soojuslähikandegurit K_{ii} , W/(m² K).

Soojusvõrgu üldine soojuslähikandegur on avaldatav, teades:

- soojusvõrgu suhtelist soojuskadu;
- võrku väljastatud soojust;
- võrgu töötundide arvu;
- trasside pikkusi, torude diameetrit ja välispindala;
- soojuskandja ja välisõhu temperatuure.

Soojusvõrgu üldine soojuslähikandegur on suurus, mis iseloomustab kogu soojusvõrgu torude soojusisolatsiooni efektiivsustaset. Mida väiksem on üldine soojuslähikandegur, seda efektiivsem on torude soojusisolatsioon. Soojuslähikandegurit saab vähendada ainult tõstes soojusisolatsiooni efektiivsust (paigaldada uus kivivillkoorikutest soojusisolatsioon vanadele torudele, paigaldada uued eelisooleeritud torud).

Vanad maaaluses kanalis asuvad soojusvõrgud on väga tundlikud sademete hulgale, eriti kui drenaaž on puudu, või on purunenud. Vihmavesi ja lume sulamisel tekkiv vesi, sattudes ebatiheduste kaudu kanalisse, suurendab märgatavalt soojusisolatsioonimaterjali soojusjuhtivustegurit, seega ka üldist soojuslähikandegurit. Viimasel ajal on märgatav soojuslähikandeguri vähenemise tendents. See on seletatav sellega, et halvas seisundis olevaid soojusvõrgu lõike asendatakse eelisooleeritud torudega. Mõned üksikud "uppuvad" soojusvõrgu lõigud võivad oluliselt suurendada üldist soojuslähikandegurit, vaatamata sellele, et osa vanu lõike on asendatud eelisooleeritud torudega. Selliste halbade lõikude torude asendamine uute eelisooleeritud torudega võib tunduvalt vähendada kogu soojusvõrgu üldist soojuslähikandegurit.

Soojusvõrgu efektiivsust tervikuna, mitte ainult soojusisolatsiooni efektiivsust, saab hinnata soojuskaoteguri (suhteline soojuskadu) järgi. Suhteline soojuskadu sõltub, nii soojusisolatsiooni efektiivsusest, kui ka võrgu soojuskoormusest, temperatuurirežiimist, ning diameetrist:

- mida suuremat soojushulka edastatakse soojusvõrgu kaudu, seda väiksem tuleb soojusvõrgu suhteline soojuskadu;

- mida efektiivsem on soojusisolatsioon ja väiksem üldine soojuslähikandetegur, seda väiksem tuleb suhteline soojuskadu;
- mida madalam on soojusvõrgu vee temperatuurirežiim, seda väiksem tuleb suhteline soojuskadu;
- mida väiksem on torude diameeter ja seega ka eripind, seda väiksem tuleb suhteline soojuskadu.

Väljakujunenud soojuskoormusega ja konfiguratsiooniga soojusvõrgu omaniku töö efektiivsuse hindamisel soojuskadude vähendamise alal, kriteeriumiks on otstarbekas kasutada üldist soojuslähikandetegurit, mille vähenemine viitab edusammudele soojusisolatsiooni efektiivsuse tõstmisel.

5.1.2 Soojusvõrgu optimeerimine

Küsimusest kuidas valida soojuskandjat edastava torustiku optimaalne diameeter, annab ülevaate klassikaline optimeerimise ülesanne. Joonis 5.3 näitab, kuidas võib olla leitud kaugküttevõrgu toru majanduslikult optimaalne sisediameeter. Antud juhul soojuskandja edastamise kulude funktsioon koosneb pumpade ja torustiku maksumusest ja rajamisest, soojuskadude, ning pumpamisele kulutatava energia maksumustest. Nendest kolmest kulutuse osast, kaks esimest mõõdukalt suurenevad sisediameetri suurenemisega, kuid pumpamiskulutused vähenevad väga kiiresti toru sisediameetri suurenemisega ($K_p \sim D_s^5$). Tavaliselt sellist tüüpi optimeerimise ülesanne lahendatakse muutes toru sisediameetrit maksimaalsele koormusele vastava konstantse kulu korral. Antud töös erinevatele soojuskoormustele vastavad optimaalsed sisediameetrid on leitud graafilisel teel.

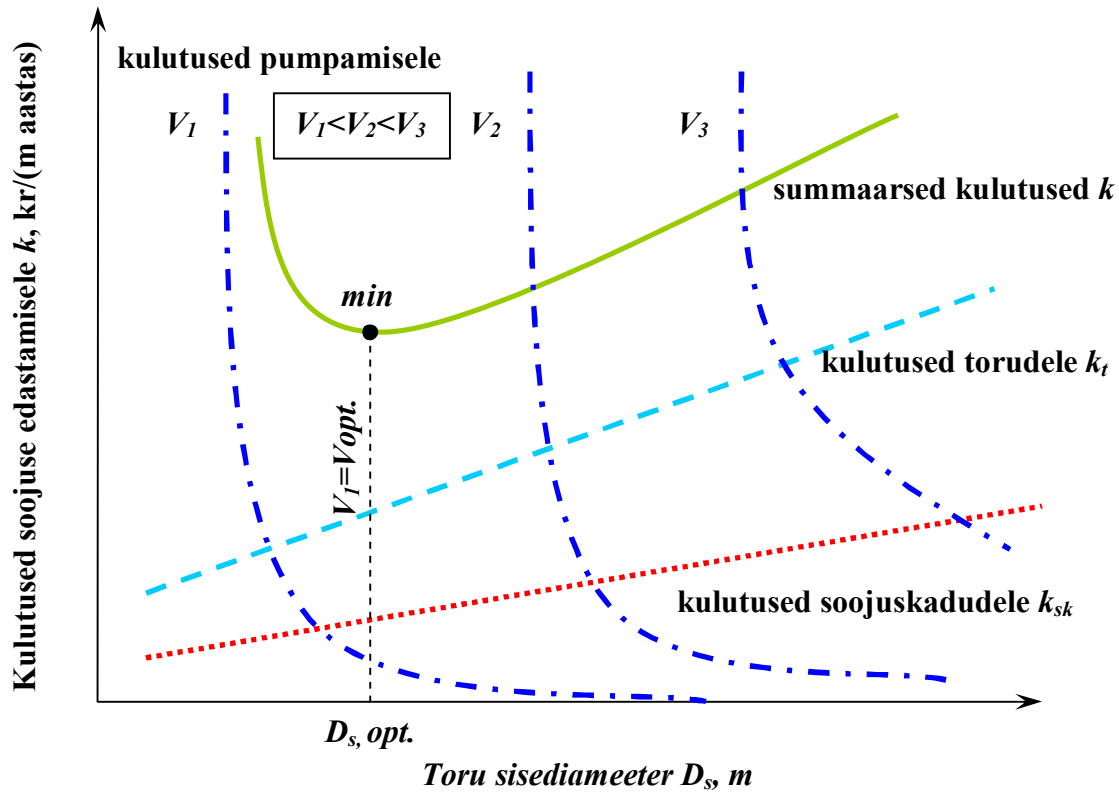
Soojuse edastamise summaarsed kulutused k koosnevad torude, pumpade ja soojusvõrgu ehituskuludest k_t , kulutustest soojuskadudele k_{sk} ja pumpamiskuludest k_p .

Kulutused torustikule aastas saab avaldada järgmiselt:

$$k_t = (k_t'' + k_t' \cdot D_s) \cdot a, \text{ kr/m}$$

kus

- k_t'' - torude erimaksumus, kr/m;
- k_t' - torude erimaksumus, kr/m²;
- D_s - toru sisediameeter, m;
- a - aastamaksete tegur, -



Joonis 5.3 Kaugkütte võrgu toru majanduslikult optimaalse sisediameetri leidmine

Kulutused pumpamisele aastast tulevad järgmised:

$$k_p = k_p' \cdot \frac{\tau}{\eta_p} \cdot \frac{\Delta P}{L} \cdot V, \text{kr/m}$$

kus

k_p' - pumpamise erikulu, kr/(kW·h);

τ - pumba tööaeg, h/aastas;

$\frac{\Delta P}{L} = R_l$ - erirõhkadu, Pa/m;

- η_p - pumba kasutegur, -
 V - soojuskandja kulu, m³/s

Eirirõhukadu saab määrata järgmiselt:

$$R_l = \frac{\Delta P}{L} = \frac{\lambda}{D_s} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \omega^2, \quad \text{Pa/m}$$

kus

- λ - hõõrdetakistustegur;
 ρ - soojuskandja tihedus, kg/m³;
 ω - soojuskandja kiirus, m/s

Pumpamise erikulu arvestades sellega, et energia kaod pumbas lähevad üle soojuseks tuleb järgmine:

$$k'_p = k_e - \eta_p \cdot k_s, \quad \text{kr/(kW} \cdot \text{h)}$$

kus

- k_e - elektrienergia erihind koos kõikide võimsusekuludega, kr/(kW·h);
 k_s - toodetud soojuse erihind, kr/(kW·h);
 η_p - pumba kasutegur, -

Kulutused soojuskadudele aasta jooksul tulevad järgmised:

$$k_{sk} = k_s \cdot K \cdot 10^{-3} \cdot \int \theta d\tau, \quad \text{kr/m}$$

kus

- k_s - toodetud soojuse erihind, kr/(kW·h);
 K - toru soojuslähikandegur, W/(m·K);
 $\int \theta d\tau$ - soojuskandja ja väliskeskkonna temperatuuride erinevate vahede kestvuste summa aasta jooksul, °C·h

Optimaalse diameetri korral kulutused soojuskadudele on pumpamiskulutustest suuremad. Kulutused soojuskadudele väga vähesel määral mõjutavad optimumi asukohta: mõningal

määral nihutavad summaarsete kulude kõverat vasakule, väiksemate diameetrite ja suuremate kiiruste poole. Optimaalse sisediameetri, kiiruse ja erirõhukao saab avaldada ka analüütiliselt, diferentseerides summaarsete kulude avaldist. Kulutusi soojuskadudele, kuna nende mõju optimumi väärtusele on väike edasi ei arvesta.

Järelikult majanduslikult optimaalse toru diameetri saame tuletada järgmiselt:

$$\frac{dk}{dD_s} = \frac{d}{dD_s} \left((k_i'' + k_i' \cdot D_s) \cdot a + k_p' \cdot \frac{\tau}{\eta_p} \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \frac{V^3}{D_s^5} \right) = 0 \Rightarrow$$

Toru optimaalne sisediameeter:

$$D_{s,opt} = \left[\frac{40}{\pi^2} \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \frac{\tau}{\eta_p} \cdot \frac{k_p'}{k_i' \cdot a} \right]^{1/6} \cdot \sqrt{V}, \quad \text{m}$$

Juhul, kui rõhukadu soojusvõrgus on piiratud teatud väärtusega ΔP_{\max} (Pa), siis arvestades seda piirangut, toru diameeter peab olema teatud massikulul G (kg/s) vähemalt järgmine:

$$D_s \geq \sqrt{\frac{8 \cdot \lambda \cdot L \cdot G^2}{\pi^2 \cdot \rho \cdot \Delta P_{\max}}}, \quad \text{m}$$

Optimaalne kiirus:

$$\omega_{opt} = \left[\frac{8}{5 \cdot \pi} \cdot \frac{\eta_p}{\lambda \cdot \rho \cdot \tau} \cdot \frac{k_i' \cdot a}{k_p'} \right]^{1/3}, \quad \text{m/s}$$

Optimaalne erirõhukadu:

$$R_{l,opt} = \frac{\Delta P}{L} = \frac{8}{\pi^2} \cdot [\lambda \cdot \rho]^{1/6} \cdot \left[\frac{40}{\pi^2} \cdot \frac{\tau}{\eta_p} \cdot \frac{k_p'}{k_i' \cdot a} \right]^{-5/6}, \quad \text{Pa/m}$$

Torustiku praktilistel dimensioneerimistel võib arvestada sellega, et optimaalsete erirõhukao, soojuskandja kiiruse, edastatava soojuskoormuse sõltuvused toru diameetrist ja optimaalse diameetri sõltuvus soojuskoormusest kujutavad endast astmefunktsioone:

$$D_{s,opt} = C_1 \cdot Q^{n_1}, \quad \text{m}$$

$$\omega_{opt.} = C_2 \cdot D_s^{n_2}, \quad \text{m/s}$$

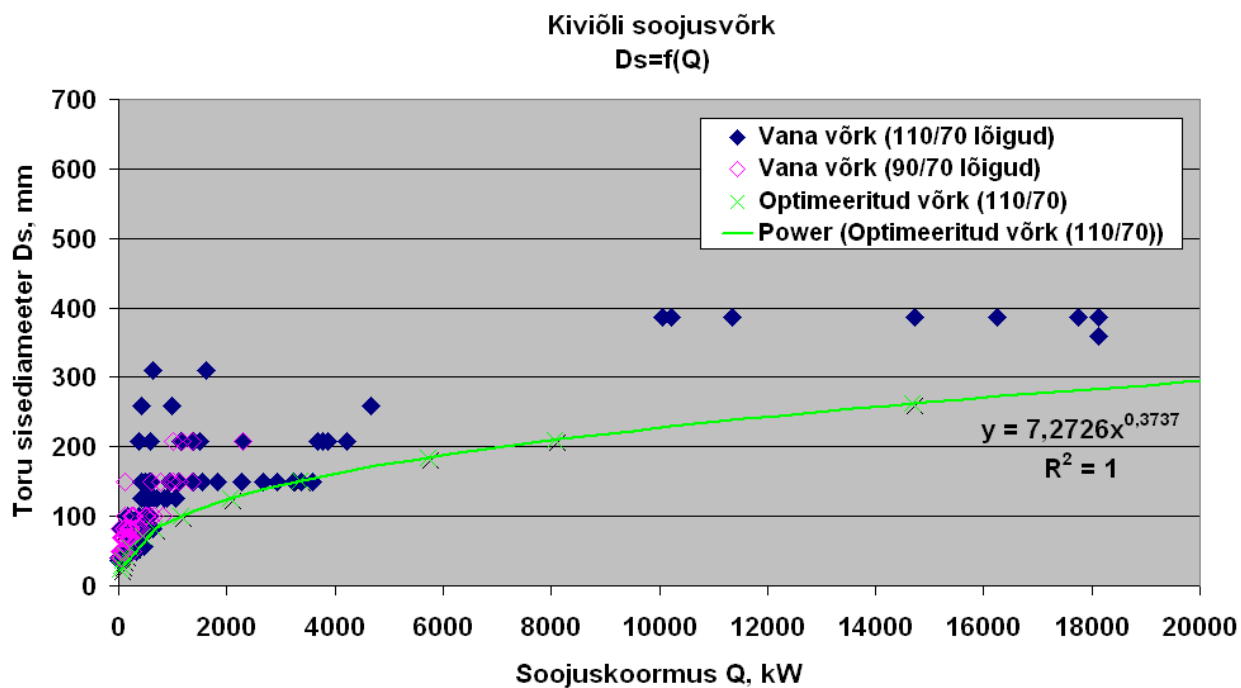
$$R_{l,opt.} = C_3 \cdot D_s^{n_3}, \quad \text{Pa/m}$$

kus konstantide C_1, C_2, C_3 ja astmenäitajate n_1, n_2, n_3 väärtused sõltuvad soojuste edastamise kuludest.

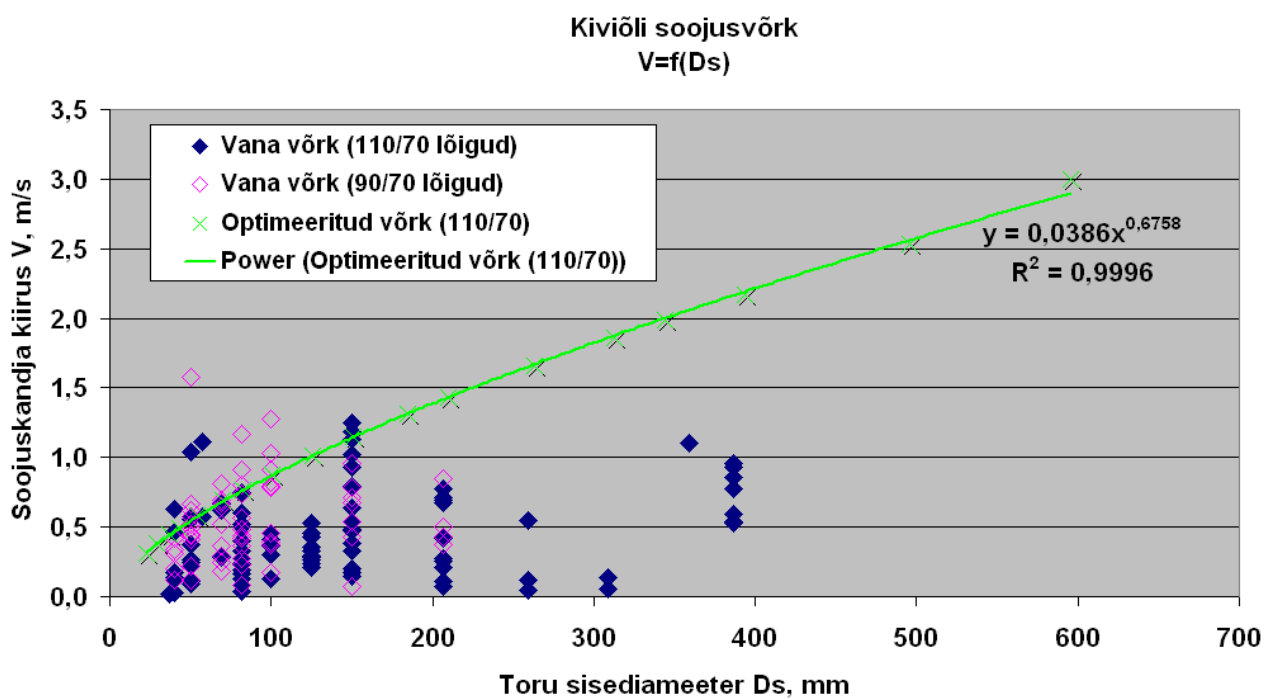
Edasistes arvutustes optimaalsed diameetrid, kiirused, erirõhukaod on leitud kasutades graafilist meetodit, ning saadud tulemuste alusel on leitud praktilisi arvutusi oluliselt lihtsustatavate konstantide ja astmenäitajate väärtused erinevate lähteandmete korral.

Optimeerimise tulemused Kiviõli soojusvõrgule on esitatud järgmiste sõltuvuste kujul (joonised 5.4, 5.5 ja 5.6):

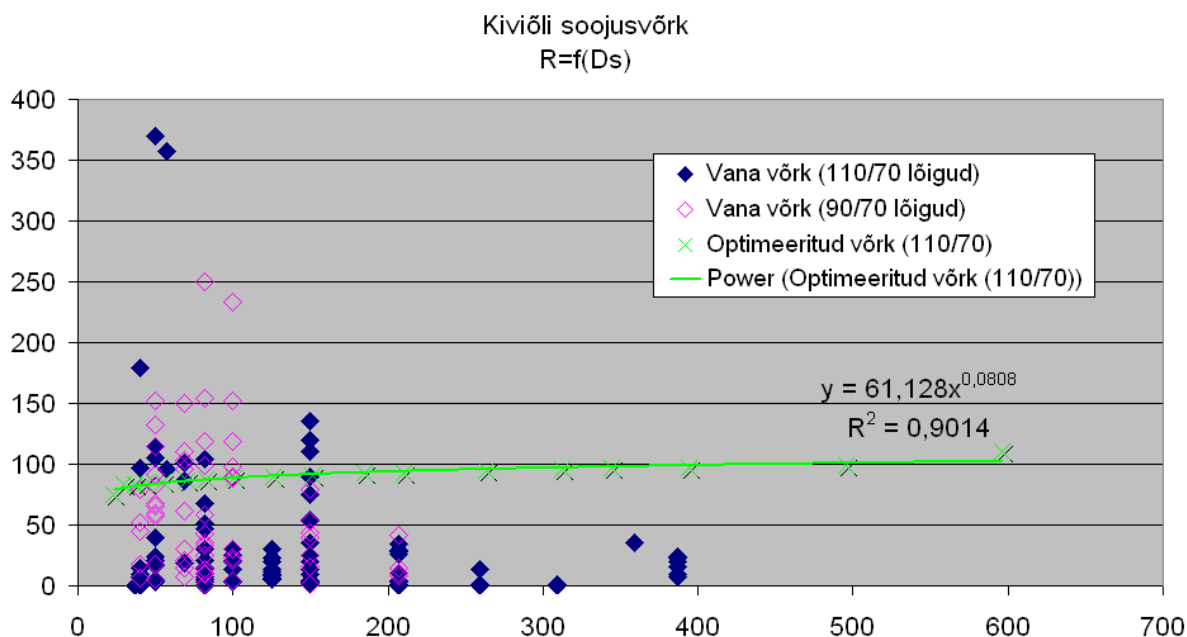
1. Toru optimaalse sisediameetri sõltuvus soojuskoormusest $D_{s,opt.} = f(Q)$;
2. Soojuskandja optimaalse kiiruse sõltuvus toru sisediameetrist $\omega_{opt.} = f(D_s)$;
3. Optimaalse erirõhukao sõltuvus toru sisediameetrist $R_{l,opt.} = f(D_s)$.



Joonis 5.4 Toru optimaalse sisediameetri sõltuvus soojuskoormusest



Joonis 5.5 Soojuskanaja optimaalse kiiruse sõltuvus toru sisediameetrist



Joonis 5.6 Optimaalse erirõhukao sõltuvus toru sisediameetrist

Optimeerimise arvutused on tehtud soojuskandja temperatuurirežiimil 110/70 °C. Soojusvõrgu ehitamise hinnad on toodud peatükis kus analüüsitakse soojusvõrgu rekonstrueerimise tasuvust.

Soojuse hinnaks on võetud 829 krooni/MWh, soojusvõrgu elueaks on võetud 30 aastat ja intressi määraks 10 %.

Soojusvõrkude magistraalide torude sisediameetrite tegelikul dimensioneerimisel tuleb kindlasti arvestada ka soojuskoormuse võimalikku suurenemist lähitulevikus, alati peab jääma mingi varu.

Enne kui asutakse soojusvõrku rekonstrueerima, kindlasti on vaja arvestada viimastel aastatel toimunud muutustega (kaugküttest loobunud tarbijad) ning arvestada ka uute potentsiaalsete tarbijate liitumise võimalustega.

Tehtud on olemasoleva ning optimeeritud soojusvõrgu hüdraulilised arvutused. Võrguvee temperatuurirežiimiks on 110/70 °C arvutuslikul välisõhutemperatuuril –23°C.

Lisas 4 on toodud hüdrauliliste arvutuste tulemused. Tabelites on toodud lõikude rõhukaod ja soojuskandja kiirused.

5.1.3 Kiviõli linna soojusvarustuse katmise variandid Kiviõli linna ja Kiviõli Keemiatööstuse elektrijaamast.

Kiviõli soojusvõrgu suurimaks koormuseks arvutuslikul välisõhu temperatuuril -23°C tuleb viimaste tarbimisandmete alusel $\sim 18,4$ MW (tarbijate soojuskoormus ja soojusvõrgu soojuskadu). Kiviõli soojusvõrgu soojuskoormus sõltuvalt välisõhu temperatuurist on toodud joonisel 5.7.

Praegusel momendil Kiviõli soojusvõrgus tekib selline probleem, et keemiatehase SEJ-st linna saab varustada soojusega kuni koormuseni 12,5 -13 MW (Kiviõli soojuse andmed). Edasisel koormuse suurenemisel pumba tootlikkusest ei jätku.

Sellise olukorra üheks põhjuseks võib olla SEJ ja Kiviõli soojusvõrku ühendava magistraali üks kitsas osa 10-9-54-54'-3 (vaata skeemi lisas 5) diameetriga DN200. Seda soojusvõrgu osa rekonstrueeriti 1999 aastal, ning rekonstrueerimise käigus asendati maaaluses kanalis asuvad vanad DN425 torud uute eelisoleeritud torudega, kuid oluliselt väiksema diameetriga- DN200. Rekonstrueerimine viidi läbi „Kiviõli linna soojamajanduse arengukava“(1999.a. ESTIVO) alusel seoses tootmise lõpetamisega Kiviõli keemiatehases 1999 aasta talvel (pankrott). Kiviõli linna soojusvarustust antud momendil jäi tagama ainult AS Kiviõli Soojus katlamaja ja vaadeldavate osade vana torustiku rekonstrueerimisel diameetrite vähendamine oli sellega põhjendatud.

Veel üheks probleemiks oli keemiatehase SES-st tuleva võrguvee temperatuuri mittevastavus Kiviõli soojusvõrgu temperatuurirežiimile $110/70^{\circ}\text{C}$. Sellest tulenevalt võis pealevoolu vee temperatuur oluliselt erineda vajalikust. Selle probleemi lahendamiseks paigaldati automaatse reguleerimise süsteem keemiatehase SEJ aur-vesi soojusvahetile. Uue reguleerimise süsteemi tulemusi on oodata järgmise aasta kütteperioodil.

Soojusvõrgu vee ringlust tagab Turu pumbajaamas asuv Grundfos NK-100-250 pump ($Q=350$ m³/h, $H=65$ m, $n=2982$ p/min). Pumba elektrimootor ($P=90$ kW) on varustatud sagedusmuunduriga mis tagab pöörete ja tootlikkuse sujuva muutmise. Pumba katsetuse ajal on suurimaks soojuskandja kuluks saadud ~ 230 m³/h.

Soojusvõrgu pumba tootlikkuse kontrolliks on koostatud Kiviõli soojusvõrgu hüdrauliline mudel ning leitud võrgu hüdraulilise takistuse karakteristik. Teades olemasoleva pumba ja soojusvõrgu hüdraulilisi karakteristikuid on leitud pumba tegelik tööpunkt.

Kiviõli soojusvõrgu suurima hüdraulilise takistusega kontuur läheb läbi Võidu 10 (vaata skeemi lisas).

Arvutused on tehtud võrguvee erinevate temperatuurirežiimide korral: praegune

töörežiim 110/70°C ($\Delta T=40^\circ\text{C}$) ja lisaks 115/70°C ($\Delta T=45^\circ\text{C}$), 115/65°C ($\Delta T=50^\circ\text{C}$) ja 120/65°C ($\Delta T=55^\circ\text{C}$) ja üks arvutus on tehtud olemasolevate torude korral ning teises arvutuses kitsa osa lõigud diameetriga DN200 on asendatud suuremate torudega DN250.

Hüdraulilise arvutuse tulemused annavad mõnevõrra väiksema hüdraulilise takistuse kui on saadud võrgu katsetustel. Selle põhjuseks võivad olla karedamad torud (arvutustes kareduseks on võetud 0,5 mm) ja mõned arvestamata kohalikud takistused, peale seda ei ole täpselt teada kas majade soojusõlmede ventiilid olid pumba katsetuse ajal täielikult lahti (ventiilide asend vastas arvutuslikule soojuskoormusele).

Arvutuste tulemused ja järeldused on esitatud järgnevatel joonistel 5.8-5.15.

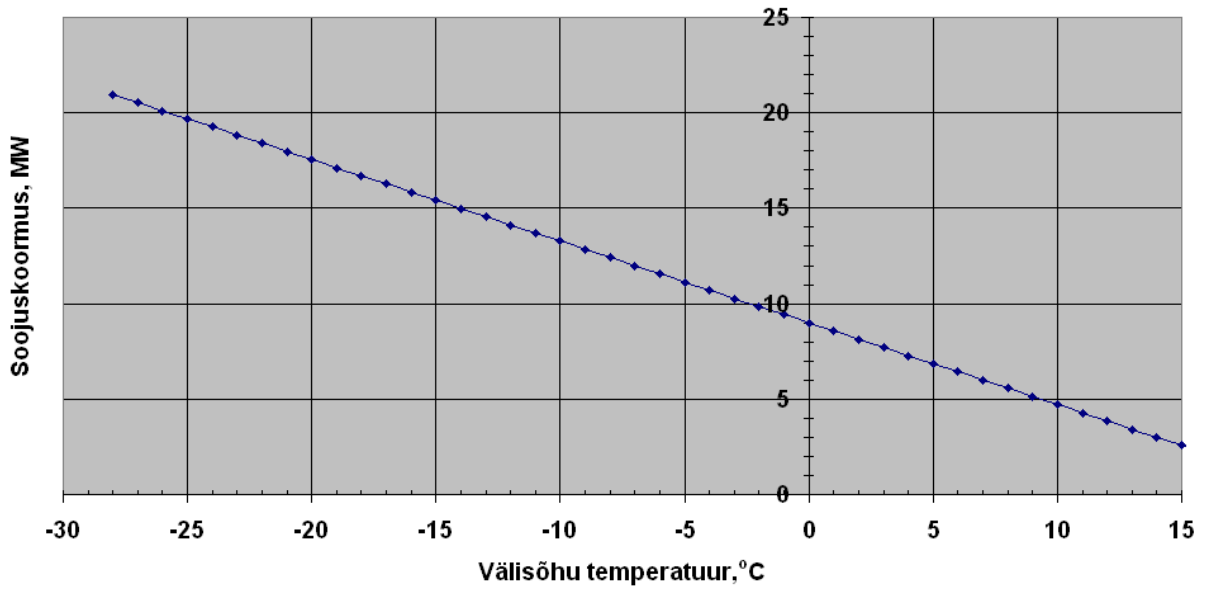
Võib järeldada, et temperatuurirežiidel 110/70°C ($\Delta T=40^\circ\text{C}$), 115/70°C ($\Delta T=45^\circ\text{C}$), 115/65°C ($\Delta T=50^\circ\text{C}$) magistraali kitsas osa 10-9-54-54'-3 piirab läbilaskevõimet keemiatehase suunast.

Kui õnnestub tõsta võrguvee temperatuurirežiimi kuni 120/65°C ($\Delta T=55^\circ\text{C}$) siis arvutuste järgi pumba tootlikkusest piisab täpselt praeguse soojuskoormuse katmiseks kuni arvutusliku välisõhu temperatuurini -23°C , kuid võrgu katset määratud hüdrauliline takistus on mõnevõrra suurem ja seega välisõhu temperatuuridel -20°C lähedal võib tekkida juba soojuse puudujääk.

Edastatava soojuskoormuse suurendamiseks on kaks võimalust:

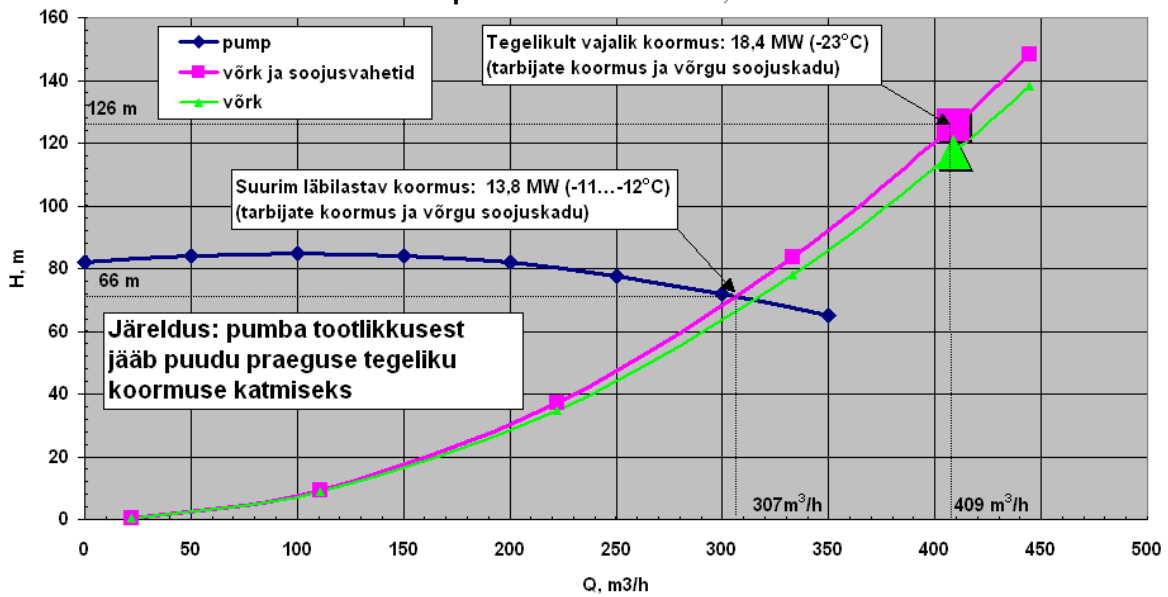
1. Suurendada magistraali kitsa osa 10-9-54-54'-3 torude diameetrit DN200 vähemalt kuni DN300 või enam (kui eeldatakse soojuskoormuse suurenemist tulevikus).
2. Kasutada võrguvee kõrgemat temperatuurirežiimi 120/65°C ($\Delta T=55^\circ\text{C}$), siis praeguse soojuskoormuse edastamiseks vajalik vooluhulk ja pumba võimsus vähenevad, kui isegi tekib väike puudujääk siis seda saab katta Kiviõli Soojuse katlamajast. Sellise variandi korral võrgu soojuskadu aastas suureneb ~90 MWh võrra.

Kiviõli soojusvõrgu koormus

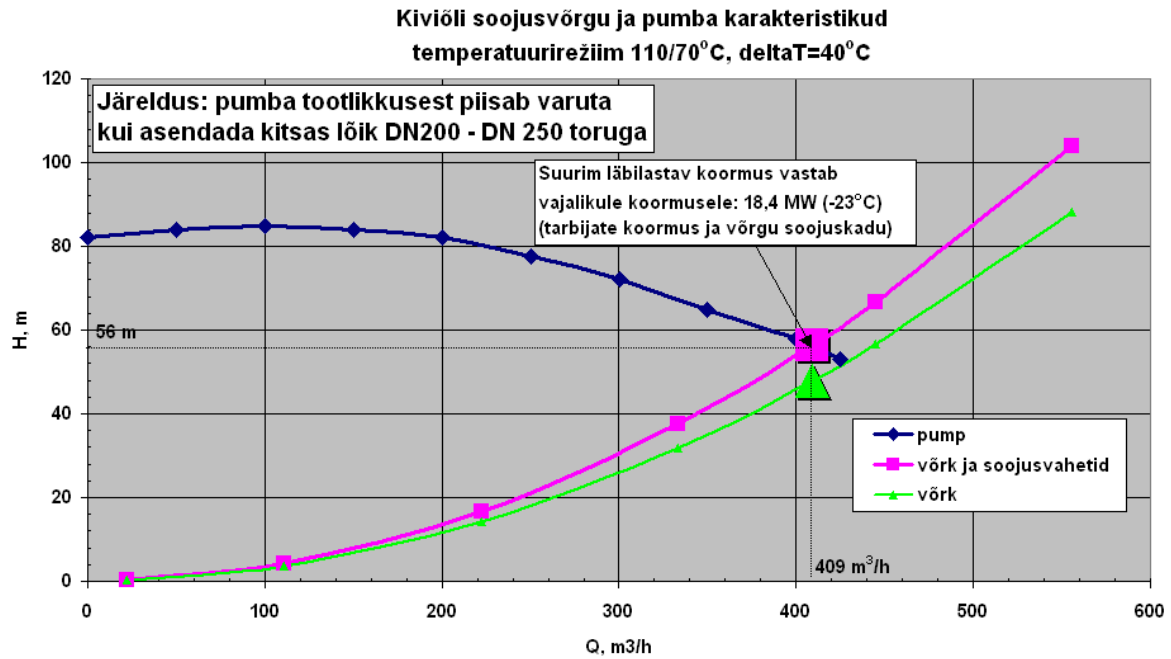


Joonis 5.7 Kiviõli soojusvõrgu soojuskoormus sõltuvalt välisõhu temperatuurist

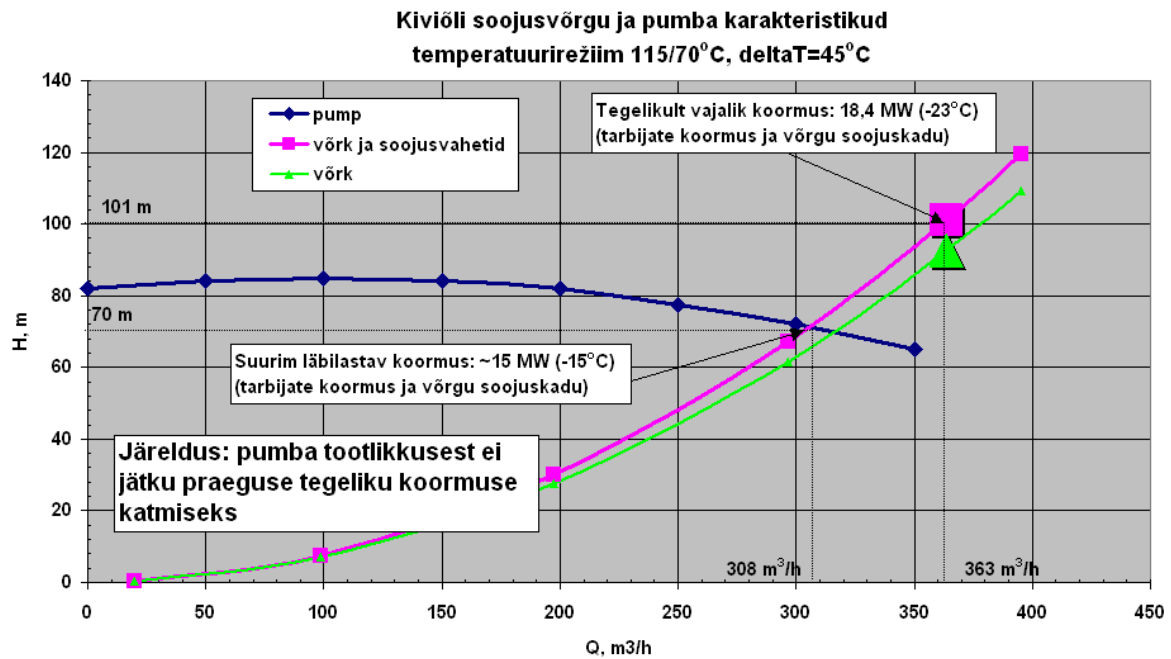
Kiviõli soojusvõrgu ja pumba karakteristikud temperatuurirežiimil 110/70°C, deltaT=40°C



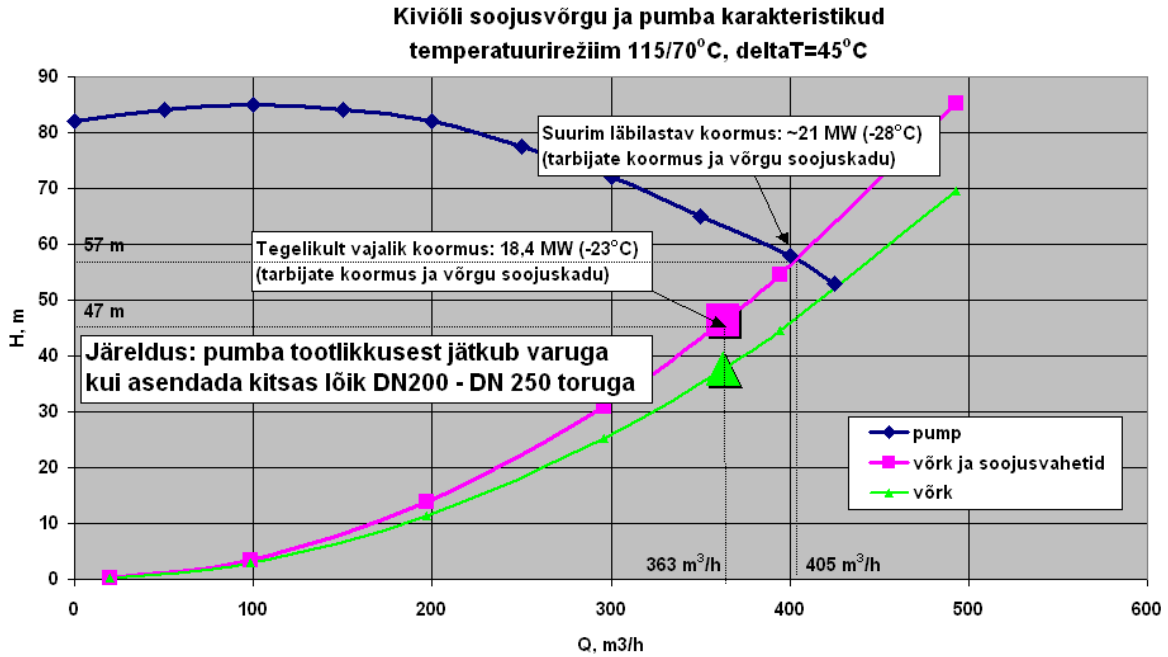
Joonis 5.8 Pumba tööpunkt temperatuurirežiimil 110/70°C, delta T=40°C, osa 10-9-54-54`-3 on diameetriga DN200



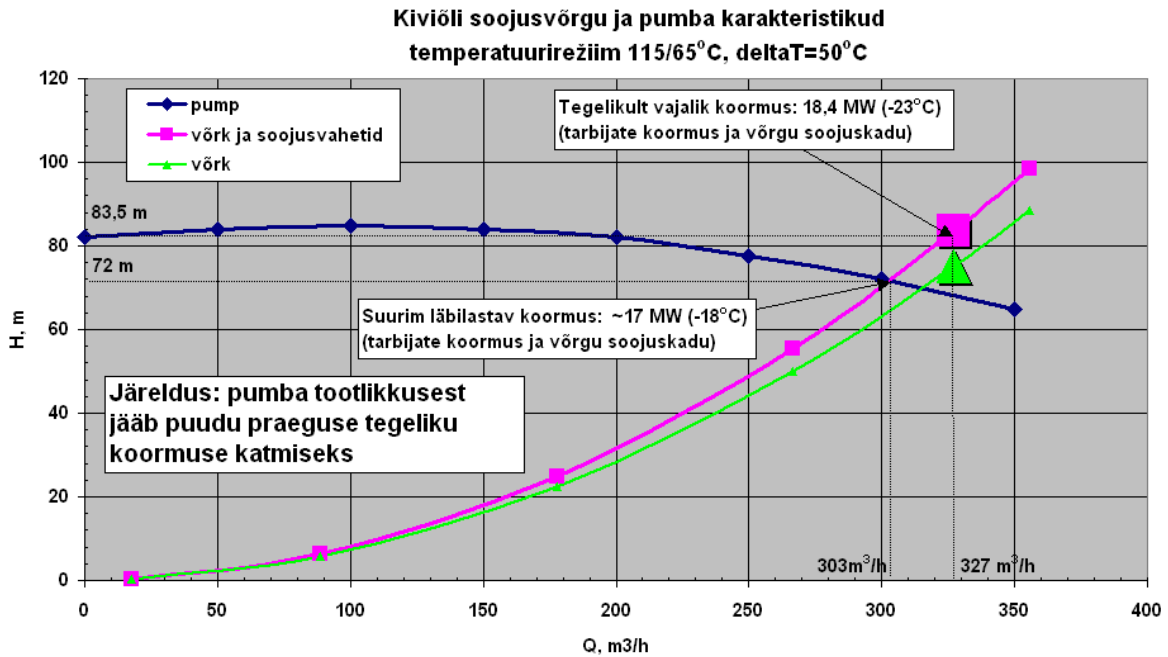
Joonis 5.9 Pumba tööpunkt temperatuurirežiimil 110/70°C, delta T=40°C, osa 10-9-54-54`-3 on diameetriga DN250



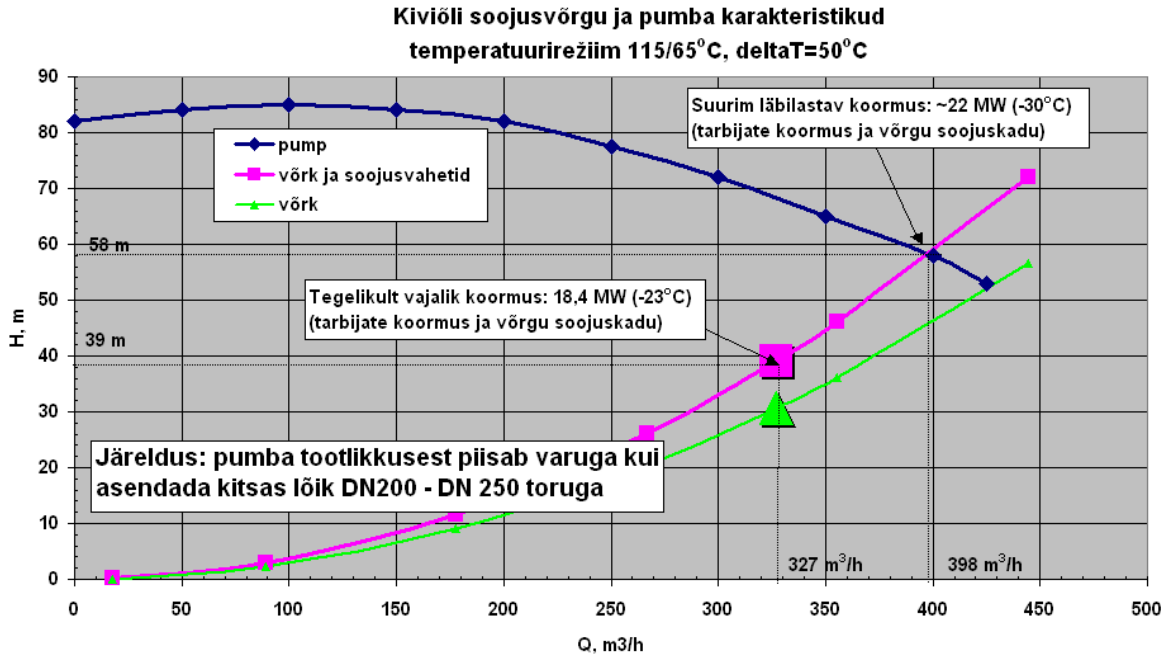
Joonis 5.10 Pumba tööpunkt temperatuurirežiimil 115/70°C, delta T=45°C, osa 10-9-54-54`-3 on diameetriga DN200



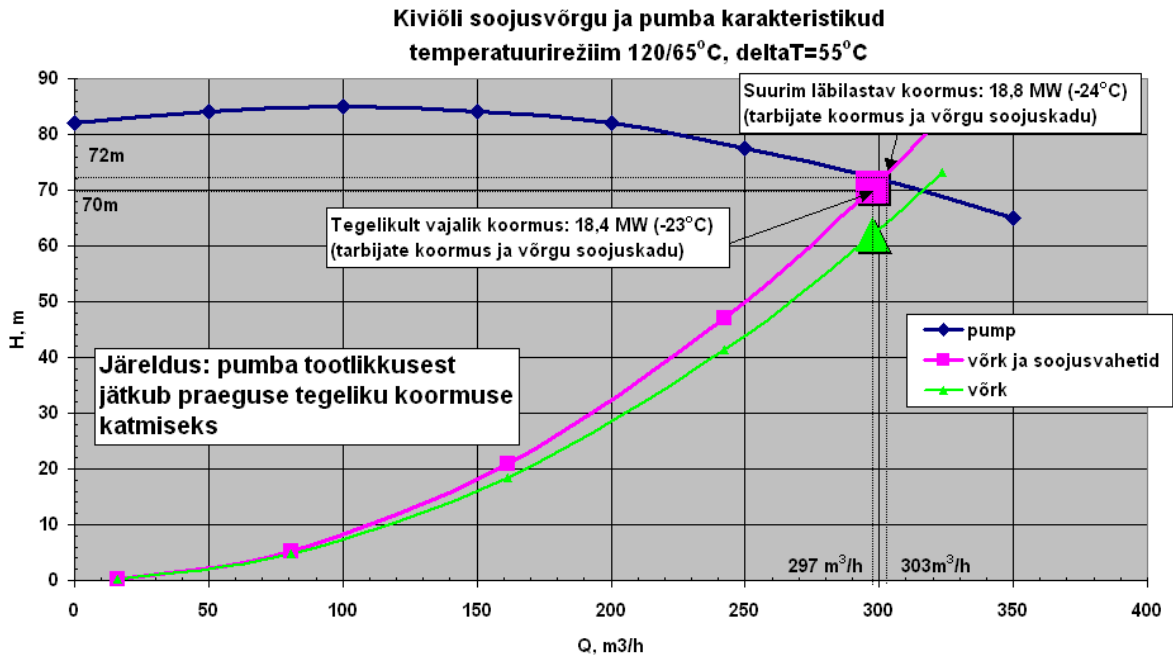
Joonis 5.11 Pumba tööpunkt temperatuurirežiimil 115/70°C, delta T=45°C, osa 10-9-54-54`-3 on diameetriga DN250



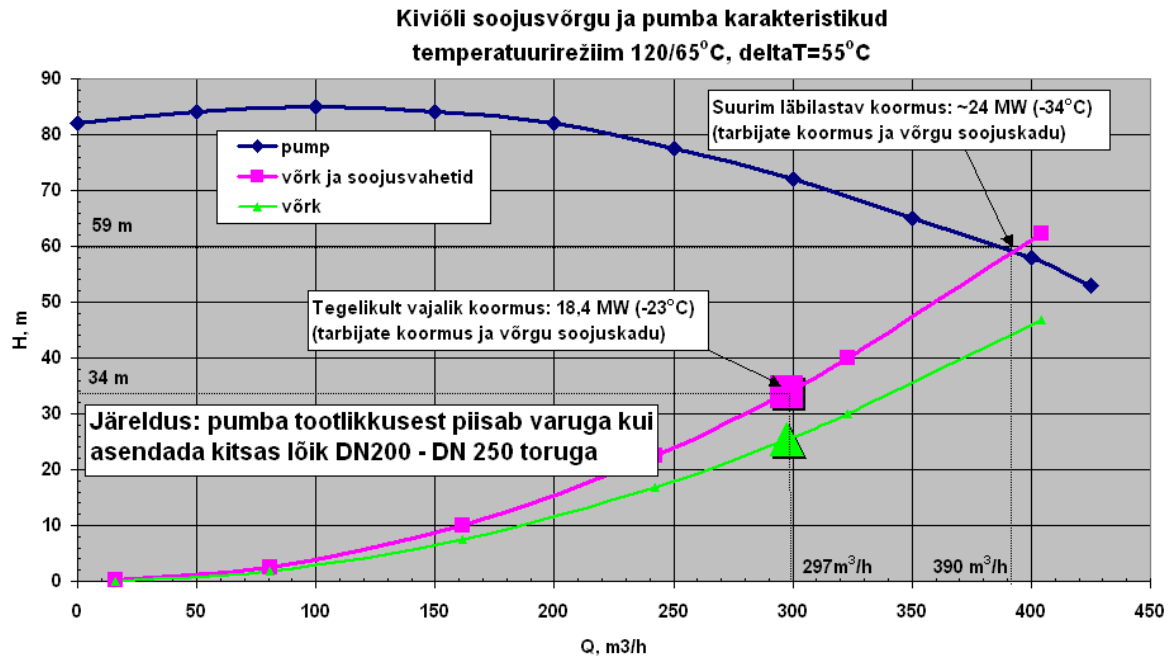
Joonis 5.12 Pumba tööpunkt temperatuurirežiimil 115/65°C, delta T=50°C, osa 10-9-54-54`-3 on diameetriga DN200



Joonis 5.13 Pumba tööpunkt temperatuurirežiimil 115/65°C, delta T=50°C, osa 10-9-54-54`-3 on diameetriga DN250



Joonis 5.14 Pumba tööpunkt temperatuurirežiimil 120/65°C, delta T=55°C, osa 10-9-54-54`-3 on diameetriga DN200



Joonis 5.15 Pumba tööpunkt temperatuurirežiimil 120/65°C, delta T=55°C, osa 10-9-54-54`-3 on diameetriga DN250

