



OÜ PILVERO



Euroopa Liit
Ühtekuuluvusfond



Eesti
tuleviku heaks

OÜ Pilvero

Maardu linna energiamajanduse arengukava 2017 – 2027



KINNITATUD

Ülo Kask

Volitatud soojusenergeetika insener, tase 8
kutsetunnistus nr 086076

Maardu – Tallinn

2017

Sissejuhatus

Käesoleva uurimus-arendustöö „Maardu linna energiamajanduse arengukava 2017 – 2027“ tellis hanke korras Maardu Linnavalitsus 2017. aastal ja see valmis OÜs Pilvero perioodil august-september 2017.

Töös esitatakse lühike piirkonna kirjeldus ja näidatakse arengusuunad. Suurima tähelepanu on saanud linna soojusvarustus ja selle võimalikud arengud, lühemalt peatutakse elektri- ja gaasivarustusel, sidel ja taastuvatel energiaallikatel. Näidatakse ära töös valmimisel kasutatud kirjandusallikad ja dokumendid ning lisatud on olulisemaid piirkonna arengut kajastavat kaardimaterjali.

Töö koostamisel osalesid Villu Vares, PhD, TTÜ emeriitdotsent, diplomeeritud soojusenergeetika insener, Ülo Kask, MSc, volitatud energiatõhususe spetsialist, tase 8 (kutsetunnistuse nr 085771) ja volitatud soojusenergeetika insener, tase 8 (kutsetunnistuse nr 086076) ning Triin Aavik diplomeeritud soojusenergeetika insener, tase 7 (kutsetunnistuse nr 092612).

Töö koostajad tänavad Maardu Linnavalitsuse abilinnapead Rein Meel't ja vastava ala spetsialiste (Jüri Pihlak, Reedik Võrno, Uljana Minakova jt) hea koostöö ning põhjalike lähteandmete ja selgituste saatmise eest.

Sisukord

SISSEJUHATUS.....	2
SISUKORD	3
1 KOKKUVÕTE	5
1.1 ÜLDIST	5
1.2 JÄRELDUSED JA SOOVITUSED	6
2 PIIRKONNA KIRJELDUS JA ARENGUSUUNAD	8
2.1 MAARDU LINNA ÜLDISELOOMUSTUS	8
2.2 MAARDU ARENGUSUUNAD	9
2.3 RAIL BALTIC ESTONIA RAJAMISE EELDATAV MÕJU MAARDU LINNA ARENGULE	10
3 SOOJUSVARUSTUS.....	11
3.1 PIIRKONDLIKUD ERIPÄRAD	11
3.2 AUTONOOMSED JA LOKAALKÜTTE KATLAMAJAD	11
3.3 KAUGKÜTE	11
3.3.1 Kaugküttevõrk.....	14
3.3.2 Kaugküttevõrgu soojuskadude vähendamise võimalused	16
3.3.3 Tarbijad	17
3.3.4 Kaugküttesoojuse tarbimise perspektiivne muutumine.....	18
3.4 UUE HAKKPUIDUL TÖÖTAVA KATLAMAJA VÕIMALIKUST RAJAMISEST	19
3.4.1 Katlamaja rajamisega seotud kulutused ja soojuse arvestuslik hind.....	20
3.4.2 Maardu autonoomse katlamaja rajamisega seonduvad probleemid.....	22
4 GAASIVARUSTUS	25
5 ELEKTRIVARUSTUS.....	26
6 SIDE	28
7 TAASTUVAD ENERGIAALLIKAD.....	29
8 KASUTATUD KIRJANDUS	30
9 LISAD.....	31

JOONISED

Joonis 2.1 Maardu linna haldusterritooriumi piirkonnad.....	8
Joonis 2.2 Rail Baltic’u trassi koridori esialgne paiknemine vastavalt Harjumaa maakonnaplaneeringule	10
Joonis 3.1 Kaugküttesoojuse käibemaksuta piirhinna ja müügihinna muutumine	13
Joonis 3.2 Maardu kaugküttevõrgu tegelikud ja normaalaastale taandatud tarbimised.....	13
Joonis 3.3 Maardu kaugküttevõrgu soojuskoormuste (alates kambrist P5) kestusgraafik 2016. a tegeliku tarbimise alusel.....	14
Joonis 3.4 Magistraalorustikul ja Vana-Narva maantee-äärsete väljavõtted. Fotod V. Vares	15
Joonis 3.5 Uue hakkpuidukatlamaja võimalik asukoht katastriüksusel 44601:001:0202.....	21
Joonis 3.6 Magistraalorustiku väljavõtted Vana-Narva mnt piirkonna tarbijate varustamiseks	23
Joonis 4.1 Tallinna LNG terminali rajamisel tekib täiendav võimalus Maardu gaasiga varustamisel	25
Joonis 5.1 Maardu linna elektriliinid (lillad – 110 kV; punased 10 KV) ning jaotusvõrguettevõtete piirkonnad (oranž)	26
Joonis 5.2 Orumetsa tee ääres paiknevast 110/35/10 alajaamast suunduvad kõrgepingeliinid takistavad Loodepargi arendamist ja üks neist kulgeb Maardu Gümnaasiumi vahetus läheduses.	27
Joonis 9.1 Planeeritav maakasutus Maardu linnas vastavalt linna üldplaneeringule.....	31
Joonis 9.2 Rail Baltic’u jaoks vajalik raudteemaa koos kaitsevööndiga.	32
Joonis 9.3 Maardu kaugküttevõrku soojusallikatega ühendava magistraalorustiku skeem....	33
Joonis 9.4 Maardu linna tehnovõrkude skeem.....	34
Joonis 9.5 Maardu linna elektrivarustuse ja tänavavalgustuse skeem.	35
Joonis 9.6 Telia Eesti ASi (ülal vasakul), Elisa Eesti ASi (ülal paremal) ja Tele2 Eesti ASi (vasakul all) mobiilside kontrollitud katvus 2017.a.....	36

TABELID

Tabel 3.1 Maardu magistraalorustiku ja linna kaugküttevõrgu koormused ja soojuskaod 2016.a andmete alusel.....	12
Tabel 3.2 Magistraalorustiku (koos Vana- Narva mnt harudega) lõikude pikkused ja soojuskaod 2016.a andmete alusel.....	15
Tabel 3.3 Maardu linna halduses olevate ja teiste kaugküttes hoonete soojustarbimised 2016. a andmete alusel ja energiamärgis	17
Tabel 3.4 Maardu linn Kallavere piirkonna kaugküttesoojuse tarbimis- ja tootmisstsenaariumid aastaks 2027.....	19
Tabel 3.5 Uue hakkpuidukatlamaja maksumuse, kulude ja oodatava tarbijahinna arvutused.	21
Tabel 3.6 Vana-Narva mnt piirkonna tarbijad	23

1 Kokkuvõte

1.1 Üldist

Soojusvarustus

Maardu linna tiheasustusega aladel (Kallavere piirkond) on soojusvarustus lahendatud kaugkütte baasil. Kaugkütet rakendatakse ka Vana-Narva mnt tööstuspiirkonnas. Teistes Maardu linna osades on valdavad erinevad lokaalkütte variandid, kusjuures maagaasitorustikuga hõlmatud aladel on valdav maagaasi baasil lokaalküte.

2009. aastal omandas AS Utilitas Eesti (endise ärinimega AS Eraküte) ASi Maardu Soojus varad ning 2010. aastal anti need varad üle AS Utilitas Tallinn (endise ärinimega AS Tallinna Küte) bilanssi ning opereerimisele.

2009. aastal kehtestati ASle Utilitas Tallinn vastavalt Konkurentsiameti otsusele nr 7.2-3/09-0041 30.04.09 uus senisest suurem tegevuspiirkond – ühtne Tallinna võrgupiirkond. Vastavalt muudetud tegevusloale kuuluvad ühtsesse Tallinna võrgupiirkonda lisaks endisele Tallinna linna kaugküttepiirkonnale ka tegevuspiirkonnad Maardu linnas. Sellele vastavalt kehtib Maardu kaugküttetarbijatele ühtse Tallinna võrgupiirkonna soojuse hind ja seega osa Maardusse suunduva pika magistraaltorustiku soojuskadudest kompenseeritakse solidaarselt kõigi Tallinna võrgupiirkonna tarbijate poolt.

Vaatamata kaugkütte olulisele rollile Maardus ei ole siiani kasutatud Kaugkütteseaduse §5 kohast võimalust kehtestada oma territooriumil kaugküttepiirkondi, mis tagaks kehtestatud kaugküttepiirkondades selle kütteviisi jätkusuutliku, keskkonnasõbraliku ja optimaalse hinnaga arengu.

Maardu kaugkütte üheks probleemiks on pika ja üledimensioneeritud magistraaltorustiku suhteliselt suur soojuskadu.

Gaasivarustus

Maagaasiga on varustatud Vana-Narva mnt tööstuspiirkond ja Kroodi majanduspiirkond. 2003. aastal rajati gaasitorustik Iru elektrijaamast ASni Galvex Muuga sadamas, mis on võimaldanud gasifitseerida ka osa Muuga väikeelamu piirkonnast.

Potentsiaalselt võib Maardu gaasiga varustamist positiivselt mõjutada veeldatud maagaasi (i.k. LNG) terminali rajamine Muugale, mille kaudu saaks tulevikus varustada ka Maardu piirkonna gaasi jaotusvõrku.

Veeldatud maagaasi terminali rajamist kavandab AS Vopak E.O.S koostöös ASga Tallinna Sadam ja Hollandi suurettevõttega Vopak E.O.S. Esialgsete kavade järgi algab ehitus 2017.a ja terminal peaks valmima 2019.a lõpus.

Elektrivarustus

Maardu linna piirkondi toidavad IRU 110/10 ja KALLAVERE 110/35/10 alajaamad. Maardu linna territooriumil paikneb ka Eesti Energia AS Iru Elektriyaam. Lisaks on linna territooriumil mitu elektrienergiaga varustajat – OÜ Elektrilevi, AS Maardu Elekter ja Muuga Sadama kinnises piirkonnas (kuulub osaliselt Viimsi valda) TS Energia OÜ. Kõrgepingeliinid kuuluvad ASle Elering.

Tarbijate varustuskindluse tõstmiseks vajavad renoveerimist Maardu Elekter ASi elektriliinid ja alajaamad. Elektrilevi OÜ arengukava kohaselt tema varustuspiirkonnas suuremaid investeeringuid ei ole planeeritud, kuna võrk on täna rahuldavas seisukorras ja aastane

tarbimiskoha rikestest põhjustatud keskmine elektrikatkestuste kestus on alaneva trendiga. Tulevikus kavatakse seoses liitumistega rajada täiendavaid 10 kV kaabelliine, kuid seejuures kasutatakse ära võimalikult palju olemasolevaid trasse.

Maardu arendamise seisukohalt on linnal probleeme Kallavere alajaamast põhja poole väljuvate Elering ASi 110 kV kõrgpingeliinidega (3 tk), kuna need takistavad linnal Loodepargi arendamist. Üks liinidest kulgeb Maardu Gümnaasiumi vahetus läheduses ja selle kaablist viimine või ümberpaigutamine on linna jaoks prioriteetne.

Side

Telefoniside on käesoleval ajal Maardu linnas heas seisukorras ja ADSL ühendust omab enam kui 4 000 abonent. Maardus on kõigis praegu tegutsevates mobiilsidevõrkudes (Telia Eesti AS, Elisa Eesti AS ja Tele2 AS) hea levitase ning rajatud on vajalikul hulgal ülekandemaste.

Kõik Maardus side- ja teleteenuseid pakuvad ettevõtted (Telia Eesti AS, AS Starman, STV AS ja Telset AS) tegutsevad vaba konkurentsi tingimustes.

Tulevikus on võimalik sideteenuste kvaliteeti oluliselt tõsta, sest Kallavere piirkonda läbib optiline sidekaabel. Siiani ei ole sellest veel väljavõtteid tehtud. Optilise sideühenduste rajamisega võib potentsiaalselt tegeleda Telia Eesti AS, kuid Maardu osas siiani Telia konkreetseid plaane ei ole veel koostanud. Optilise sideühenduste tarbijateni viimiseks on Harjumaa Omavalitsuste Liit alustanud projekti DigiMaa, mille ellurakendamise korral tuleks tegevusi rahastada osaliselt tarbijate ja osaliselt kohalike omavalitsuste poolt.

Taastuvad energiaallikad

Maardu linna soojusvarustuses moodustavad taastuvad energiaallikad väga olulise osa, sest linna varustatakse Maardu territooriumil paiknevast Iru Soojuselektrijaama prügipõletusplokist ja ülejäänud soojus saadakse Tallinna Elektrijaama hakkpuidul töötavast energiaplokist. Kuna nii Iru kui Tallinna Elektrijaamades toodetakse soojust ja elektrit põhiliselt nn koostootmise režiimis, võib Maardu energiavarustust lugeda vägagi keskkonnasõbralikuks ja ressursse säästvaks.

Täiendavalt on võimalik Maardus rakendada ja ka rakendatakse muid taastuvaid energiaallikaid: päikeseenergiat (päikesepaneelid elektri saamiseks ja –kollektorid sooja tarbevee valmistamiseks ja/või kütteks), samuti õhu- ja maasoojust soojuspumpade vahendusel.

Muuga aedlinnas ja Maardu järveäärsetes piirkondades võib kasutada lokaalseid puitkütustekatlaid (pelletid, halupuud, briketid), samuti ahjusid ja kaminaid.

Põhimõtteliselt on Maardus võimalik ka elektrituulikute paigaldamine, mille rajamist linnavalitsus ei välista.

1.2 Järeldused ja soovitused

Soojusvarustuse optimaalse arengu tagamiseks vajalikud tegevused:

- Kaugkütte jätkusuutliku arengu ja hea keskkonnaseisundi tagamiseks kehtestada linna volikogu otsusega kaugküttepiirkond, mis hõlmaks Maardu linna tiheasustusega alad väljakujunenud kaugküttevõrgu piirkonnas ja Irust algava magistraaltorustiku lähikonnas. Kaugküttepiirkonna piiride määramisel arvestada gaasitorutike paiknemisega ning majanduslike kaalutlustega.

- Kallavere piirkonna kaugküttesvõrgu rekonstrueerimine koos boilerjaamade likvideerimisega ja kõigi nende piirkondade tarbijatele kaasaegsete soojussõlmede paigaldamisega.
- Koostöös AS Utilitas Tallinn alustada kaugkütte temperatuurigraafiku alandamist kuni tasemeni 95/65°C, millega alaneksid nii magistraaltoru kui ka jaotusvõrgu soojuskaod.
- Jätta võimalus kaugemas tulevikus Maardu-Kallavere kaugküttepiirkonna eraldamiseks ASi Utilitas Tallinn ühtsest tegevuspiirkonnast, arvestada magistraaltorustiku likvideerimisega ja Maardusse oma kaugküttekattlamaja rajamisega.
- Maardu linna poolt hallatavate hoonete energiasäästliku renoveerimise jätkamine ja energiasäästuvõimaluste propageerimine ning vastava info levitamine korteriühistutele.

Elektrivarustuse optimaalse arengu tagamiseks vajalikud tegevused:

- Alustada läbirääkimisi ASga Elering 110 kV maapealsete liinide kaablisse viimiseks või ümberpaigutamiseks nende liinide plaanilise rekonstrueerimise käigus, kusjuures linna esmaseks prioriteediks on Maardu Gümnaasiumi juures kulgeva õhuliini asendamine maakaabliga.
- Jätkata Elektrilevi OÜ poolt alustatud madalpingeliinide kaablisse viimisega ja alustada hoonete toiteühenduste kaablisse viimisega.
- Tarbijate varustuskindluse parandamiseks renoveerida Maardu Elekter ASi elektriliinid ja alajaamad.
- Jätkata energiasäästlike tänavavalgustuse projektidega.

Gaasivarustuse optimaalse arengu tagamiseks vajalikud tegevused:

- Jätkata gaasivõrgu arendusega piirkondades, kus kaugküttevõrguga liitumine ei ole majanduslikult otstarbekas (eelkõige Kroodi majanduspiirkond ja Vana-Narva mnt tööstuspiirkond).
- Uute potentsiaalselt maagaasi vajavate tootmisobjektide kavandamisel arvestada Maardu lähikonda rajatava veeldatud maagaasi (LNG) terminalist tulenevate võimalustega, mis suurendab maagaasi ressursi ja parandab varustuskindlust.

Side optimaalse arengu tagamiseks vajalikud tegevused:

- Koostöös teenusepakkujatega arendada interneti kättesaadavust Maardu linnas, sh tagada traadita ühendusi (WiFi) avalikes hoonetes ning paikades ja arendada edasi linna internetipõhiseid avalikke teenuseid.
- Alustada läbirääkimisi Telia Eesti ASga, kes on potentsiaalne optilise sidekaablivõrgu rajaja ja selle kaudu kiire internetiühendusega teenuse pakkuja. Väljaspool Telia Eesti ASi poolt arendatavat piirkonda toetada linna vahenditega optilise sidekaablivõrgu rajamist DigiMaa projekti raames.

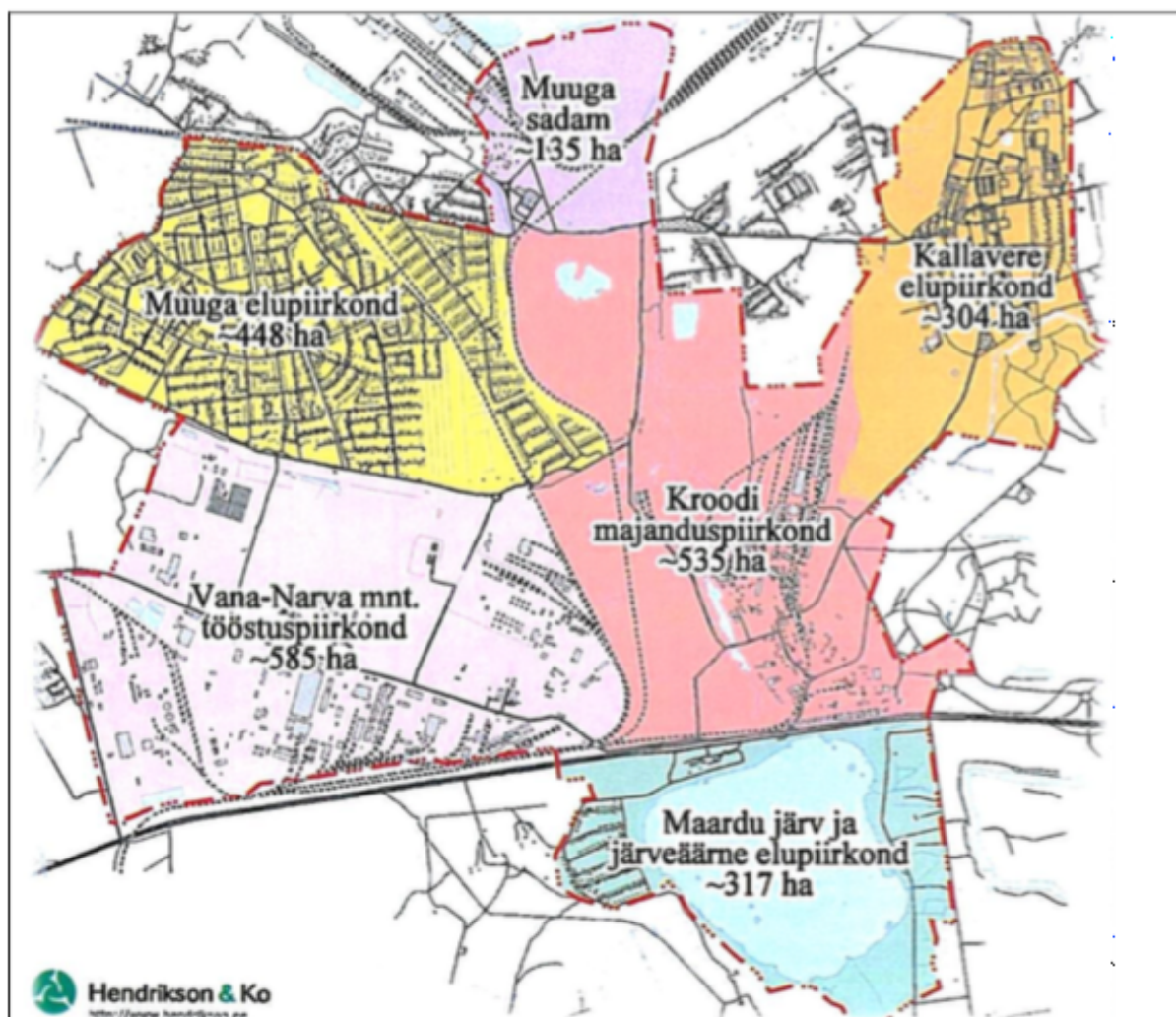
Taastuvate energiaallikate laialdasemaks rakendamiseks vajalikud tegevused:

- Detailplaneeringute kinnitamisel eelistada muude võrdsete tingimuste korral taastuvate energiaallikate rakendamist.
- Levitada informatsiooni taastuvate energiaallikate rakendamisvõimaluste kohta.

2 Piirkonna kirjeldus ja arengusuunad

2.1 Maardu linna üldiseloostus

Maardu linn (Joonis 2.1) paikneb Eesti põhjaosas, Tallinnast idas, Muuga lahe ääres. Linna maa-ala läbib E20 Tallinn-Narva maantee, mille ca 2,2 km pikkune lõik paikneb linna territooriumil. Linna kogupindala on 22,76 km ja piirneb Jõelähtme ja Viimsi valdadega. Maardu linna põhjaosas asub Eesti suurim sadam – Muuga sadam, lääneosas Muuga aedlinn ja kirdeosas Kallavere elupiirkond, lõunaosas Maardu järv. Linna keskosas paiknevad valdavalt tööstusettevõtted [Maardu linna arengukava 2014 – 2025].



Joonis 2.1 Maardu linna haldusterritooriumi piirkonnad

Maardu linna haldusterritoorium koosneb järgmistest piirkondadest, kusjuures mitmed terviklike objektide (nt Tallinna sadam) osad paiknevad erinevate omavalitsuste maa-alal:

- Kallavere elupiirkond;
- Muuga elupiirkond;
- Vana- Narva manatee tööstuspiirkond;

- Kroodi majanduspiirkond;
- Muuga sadama piirkond (sh sadama ühendusraudtee);
- Maardu järveäärne elupiirkond.

Kallavere on Maardu linna administratiivne keskus, kus asuvad valdavalt korterelamud. Elupiirkonna muudavad rohelisemaks mitmed pargid ja puhkealad. Muuga on perspektiivne kuni 2-korruseliste elamutega elupiirkond, kus on vaja veel arendada tehnilist infrastruktuuri. Vana-Narva maantee tööstuspiirkond on pidevas arengus ja seal tegutsevad peamiselt laomajandus- ja logistikaettevõtted.

Kroodi majanduspiirkond hõlmab endas endiseid flotoliivade ladustamisalasid, kus nähakse perspektiivi äri- ja tootmiskeskonna loomiseks. Muuga sadam on rahvusvahelise tähtsusega kiirelt arenev sadam, mis mängib positiivset rolli ka Maardu linna arengus. Maardu linna läbib sadama ühendusraudtee, mis on oluline kauba transiidil. Ka tulevane Rail Baltica Muuga sadama haru on planeeritud paralleelselt olemasoleva Muuga sadama raudteega.

Maardu järveäärne piirkond on kujunenud populaarseks puhkekohaks ja järve ümber on arenenud välja ka elupiirkond. Maardu linnale kuuluvate eluruumide erastamise ja korteriomandi seadmisega tegeleb AS Maardu Elamu. Elamispindade haldamist ja hooldamist korraldavad korterite omanikud korteriühistute ja korteriomaniike ühisuste kaudu [Maardu linna arengukava 2014-2025]. Aastaks 2017. on eluruumide erastamisprotsess Maardu linnas lõppenud.

01.01.2017 seisuga elas Maardu linnas 15 077 inimest, elanike arv on viimase kolme aastaga vähenenud. Rahvaarvu langus on osaliselt tingitud negatiivsest loomulikust iibest, aga kindlasti mõjutab rahvaarvu ka Tallinna linna lähedus (pealinnas on hüved ja muud võimalused, mis panevad inimesi registreerima end Tallinna elanikuks, kuigi reaalselt elatakse pealinnast väljas). Eesti rahvastikuregistri andmetel elavad Maardu linnas 56 erineva rahvuse esindajad. Rahvuskosseisus on ülekaalus venelased (59%), järgnevad eestlased (16%) ning muud rahvused.

Maardu on tuntud kui tööstuslinn ja arenev logistikakeskus. Suurem osa linnas tegutsevatest ettevõtetest (68%) on nn väikeettevõtted, kus töötab vähem kui 10 töötajat, alla 50 töötajaga ettevõtteid on 8%, 50 kuni 100 töötajaga ettevõtteid on 1% ja üle 100 töötajaga samuti 1% ning ligi 22% ettevõtete kohta andmed puuduvad [Maardu linna arengukava 2014-2025]. Eesti Statistikaameti andmetel oli 2016. aasta seisuga Maardu palgatöötaja kuukeskmiseks brutotuluks 943,78 eurot (võrreldes varasema nelja aastaga on brutotulu tõusnud ~14%).

2.2 Maardu arengusuunad

Vastavalt Maardu linna üldplaneeringule (vt Joonis 9.1) on linnas laialdased alad Vana-Narva mnt tööstuspiirkonnas ja Kroodi majanduspiirkonnas, kuhu on võimalik tulevikus rajada tootmisega, kaubandusega või teenindusega tegelevaid ettevõtteid ning ehitada büroohooneid. Uute hoonete soojusvarustus tuleb kehtestatava kaugküttepiirkonna ulatuses lahendada kaugkütte baasil, teistes asukohtades peab lähtuma majanduslikest kaalutlustest ja valima kas lokaalkütte (maagaas, taastuvad energiaallikad), kaugkütte või kohtkütte lahenduse vahel.

Uute elamute rajamine vastavalt üldplaneeringule võib toimuda järgmiselt:

- Keemikute, Kallasmaa ja Stardi tn vaheline ala kuni viiekorruseliste kortermajade jaoks ja
- pärast tankla likvideerimist Kallavere lõunaosa kuni kolmekorruseliste kortermajade jaoks;

- Muuga aedlinnas kuni kahekorruselised pere- ja ridamajad või kortermajad;
- Ringi tn idaosas kuni kahekorruselised pere- või ridamajad;
- Maardu järvest nii idas kui läänes kuni kahekorruselised pere- või ridamajad.

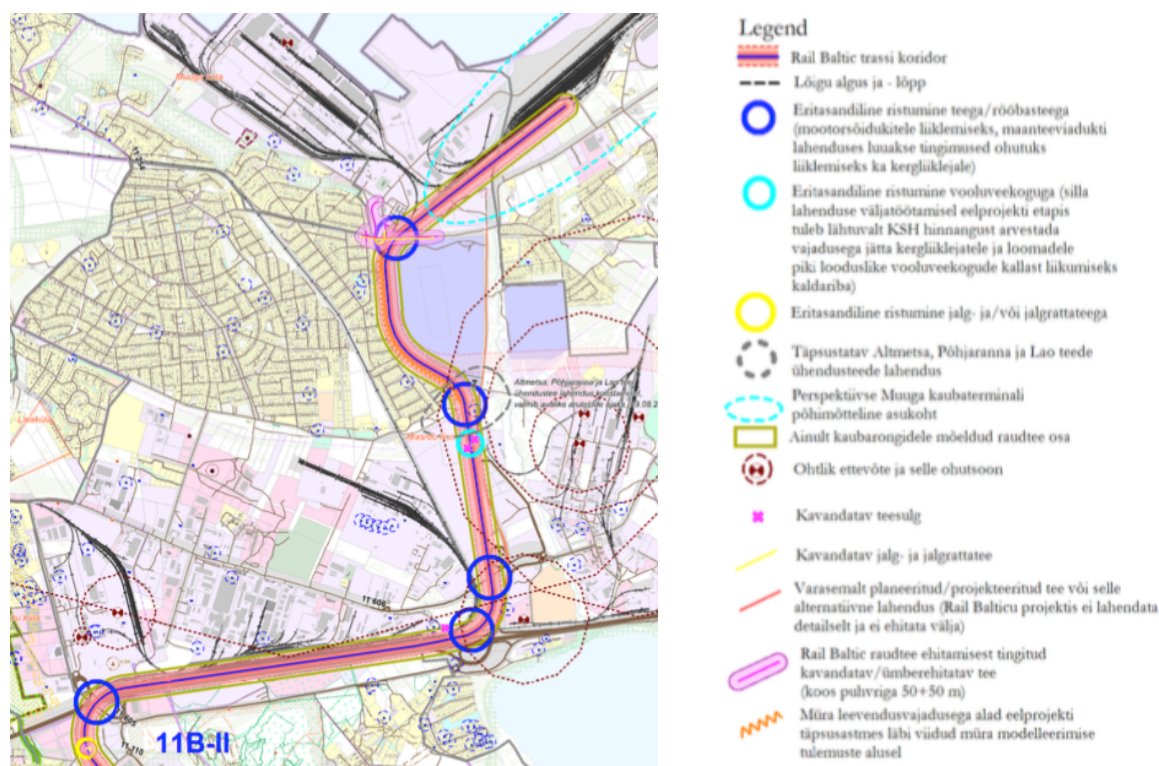
2.3 Rail Baltic Estonia rajamise eeldatav mõju Maardu linna arengule

Kavandatud uus 1435 mm kahe rajaline elektrifitseeritud raudtee läbib ka Maardu linna territooriumi. Nii linna läbiv raudtee kui vahetult linna lähedusse planeeritav kaubaterminal (vt Joonis 2.2) mõjutavad oluliselt linna arengut. Kaubaterminali ja raudtee infrastruktuuri haldamisega lisandub uusi töökohti, mis eeldatavasti stimuleerib uute elamute rajamist ning suurendab vajadust uute teenindusasutuste, koolide ja lasteaedade järele.

Linna piirides on raudtee trassi koridori ala laiuseks kokku 150 m (vt Joonis 9.2), mis hõlmab nii raudteerajatisi kui kaitsevööndit. Maardus kavatakse ehitatavad uued rööbasteed rajada sadamasse viiva olemasoleva raudtee idapoolsele servale ja rööpsel kulgemisel lisanduks senisele raudteevööndile maksimaalselt ainult kuni 30 – 35 m.

Seoses Rail Balticu raudtee ehitusega on ette nähtud eritasandiliste ristmike väljaehitamine (vt tumesinisega tähistatud ringid, Joonis 2.2), millest lähtuvalt tuleb ümber projekteerida ja ehitada ka mõned kaugküttetorustike üleviigud transpordisõlmedest ja teedest. Raudtee lähedusse tulevikus rajatavatele ettevõtetele (nt tänane flotoliivade ala 79 ha) tuleb projekteerimise faasis ette näha keskkonnanõuetest lähtuv ja sobivaim energiavarustuse viis (elekter, soojus, maagaas).

Elektrivarustus nii Rail Baltic’u raudtee kui kaubaterminali osas lahendatakse Rail Baltic’u projekti raames.



Joonis 2.2 Rail Baltic’u trassi koridori esialgne paiknemine vastavalt Harjumaa maakonnaplaneeringule

3 Soojusvarustus

3.1 Piirkondlikud eripärad

Kuna linna piirkonnad on väga erinevad, siis ka nende soojusvarustus, st kütte- ja sooja tarbevee varustus, on piirkonniti erinevad. Kaugküte on valdav Kallavere elupiirkonnas, kus 80 – 90% majadest on kaugküttele ja nendest umbes pooltes valmistatakse ka sooja tarbevett kaugkütte baasil. Vana-Narva maantee piirkonnas on samuti kaugküttevõrk olemas ja tarbijateks on osa seal paiknevaid ettevõtteid ja asutusi, teine osa aga kasutab põhiliselt lokaalset gaasikütet.

Muuga aedlinnas paiknevad kuni kahekorruselised eramud ja suvilad, kokku umbes 3 500. Altmetsa ja Muuga tee ääres paikneb 16 bar gaasitorustik, kusjuures Altmetsa tee ääres on ühes osas madalrõhu harutorustikud (0,1 bar), mistõttu seal kasutatakse lokaalset gaasikütet. Põhiosa Muuga elupiirkonna hoonetest kasutab väga mitmesuguseid lokaalseid soojusallikaid, sh maakontuuriga või õhk-vesi soojuspumpi, kasutatakse ka ahikütet ja muid soojusallikaid. Muuga aedlinna asustustihedus ei ole piisav majanduslikult põhjendatud kaugküttevõrgu väljaehitamiseks ja tõenäoliselt ei ole majanduslikult otstarbeks ka kogu piirkonda hõlmava maagaasivõrgu väljaehitamine.

3.2 Autonoomsed ja lokaalkütte katlamajad

Paljud Muuga linna territooriumil paiknevatel asutustel on oma katlamajad, millest Maardu Linna Üldplaneeringus aastani 2015 on loetletud järgmised:

- AS Termoil (Vana-Narva mnt 27a) – 4 aurukatelt tootlikkusega igaüks 10 t/h e umbes 6,5 MW. Ettevõtte territooriumini jõuab maagaas 5 baarise rõhuga torustiku kaudu;
- Korund OÜ (Lao tn 4) – üks 75 kW vedelkütusekatel;
- Harju AB OÜ (Fosforiidi tn 14) – üks katel 215 kW vedelkütusel;
- Eesti AGA AS (Vana-Narva mnt 28a) – kaks katelt, üks 500 kW ja teine 700 kW;
- Maardu Katlamaja AS (Fosforiidi tn 4) – üks katel 35 kW vedelkütusel;
- Vudink AS (Vana-Narva mnt 9a) – neli katelt igaüks 55 kW vedelkütusel;
- Muuga Sadam – neli gaaskütusel konteinerkatlamaja, millest üks kahe 1,5 MW katlaga katlamaja paikneb Maardu linna territooriumil.

3.3 Kaugküte

Maardu linna kaugküttevõrku varustab soojusega AS Utilitas Tallinn 9,3 km pikkuse DN500 ja DN600 mm diameetriga magistraaltoru kaudu, mis algab Iru Soojuselektrijaama juurest (kamber tähistusega UT1). Magistraaltoru saab soojust Iru Elektrijaamast, mis paikneb Maardu linna territooriumil ja Tallinna Elektrijaamast (Väo I ja Väo II), mis paikneb Tallinna linna territooriumil. Tehniliselt on Maardu kaugküttevõrk Tallinna Lasnamäe kaugküttevõrgu haru.

Iru Elektrijaamas annab põhiosa soojusest elektri ja soojuse koostootmisel toimiv prügipõletusplokk ja tipukoormuse katmiseks kasutatakse gaasikatlaid. Ka Tallinna Elektrijaamas (Väo I ja Väo II) toimub soojuse tootmine koostootmise režiimil, kütusena kasutatakse hakkpuitu ja turvast. Pärast Väo II jaama käikulaskmist 2016.a lõpus toodetakse biokütustel koostootmise režiimis üle 90% soojusest varasema umbes 68% asemel.

Ülevaatliku pildi Maardu soojusvarustusest annab Tabel 3.1, mis on koostatud 2016. a andmete alusel. Kokku läheb Iru elektrijaama juurest magistraalitorustikku antud soojusest kadudeks 30,7%, mis on üle kahe korra kõrgem Konkurentsiameti poolt kehtestatud normatiivsest väärtusest. Kuna Maardu kaugküttesüsteem on ASi Utilitas Tallinn kaugküttesüsteemi osa, siis rahaliselt kompenseeritakse osa soojuskadudest Tallinna kaugküttepiirkonna tarbijate poolt. Seega Maardu kaugküttesoojuse hind kujuneb kogu ASi Utilitas Tallinn varustuspiirkonna keskmisena (vt Joonis 3.1). Kui Maardu tarbijad peaksid katma täies ulatuses kogu magistraalitorustiku ja linna kaugküttevõrgu soojuskadude maksumuse, kujuneks soojuse tarbijahind Maardus umbes 15% kõrgemaks.

Oluline on märkida, et põhiosa Maardu kaugküttesoojuse tarbimisest langeb Kallavere piirkonnale ja Vana-Narva mnt piirkond moodustab ainult 3,5% Maardu tarbimisest.

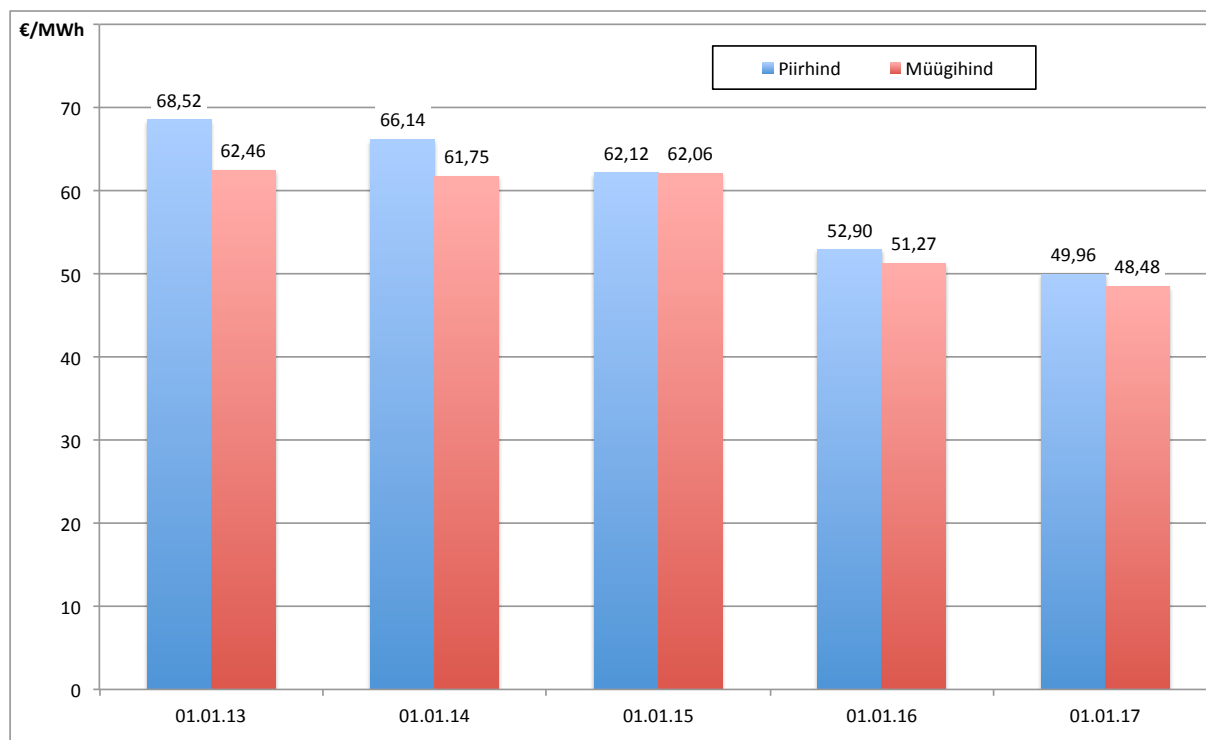
Tabel 3.1 Maardu magistraalitorustiku ja linna kaugküttevõrgu koormused ja soojuskaod 2016.a andmete alusel

Kokku soojusväljastus (kambrist UT1)	84 329	MWh/a
Vana-Narva mnt piirkonna tarbimine	1 986	MWh/a
Soojusväljastus Kallavere piirkonda kambrist P5	66 728	MWh/a
Kallavere piirkonna tarbimine	56 485	MWh/a
Magistraalitorustiku absoluutne soojuskadu	15 614	MWh/a
Magistraalitorustiku suhteline soojuskadu	18,5	%
Kallavere piirkonna kaugküttevõrgu absoluutne soojuskadu	10 243	MWh/a
Kallavere piirkonna kaugküttevõrgu suhteline soojuskadu	15,3	%
Magistraalitorustiku ja linna kaugküttevõrgu absoluutne soojuskadu	25 857	MWh/a
Magistraalitorustiku ja linna kaugküttevõrgu suhteline soojuskadu	30,7	%

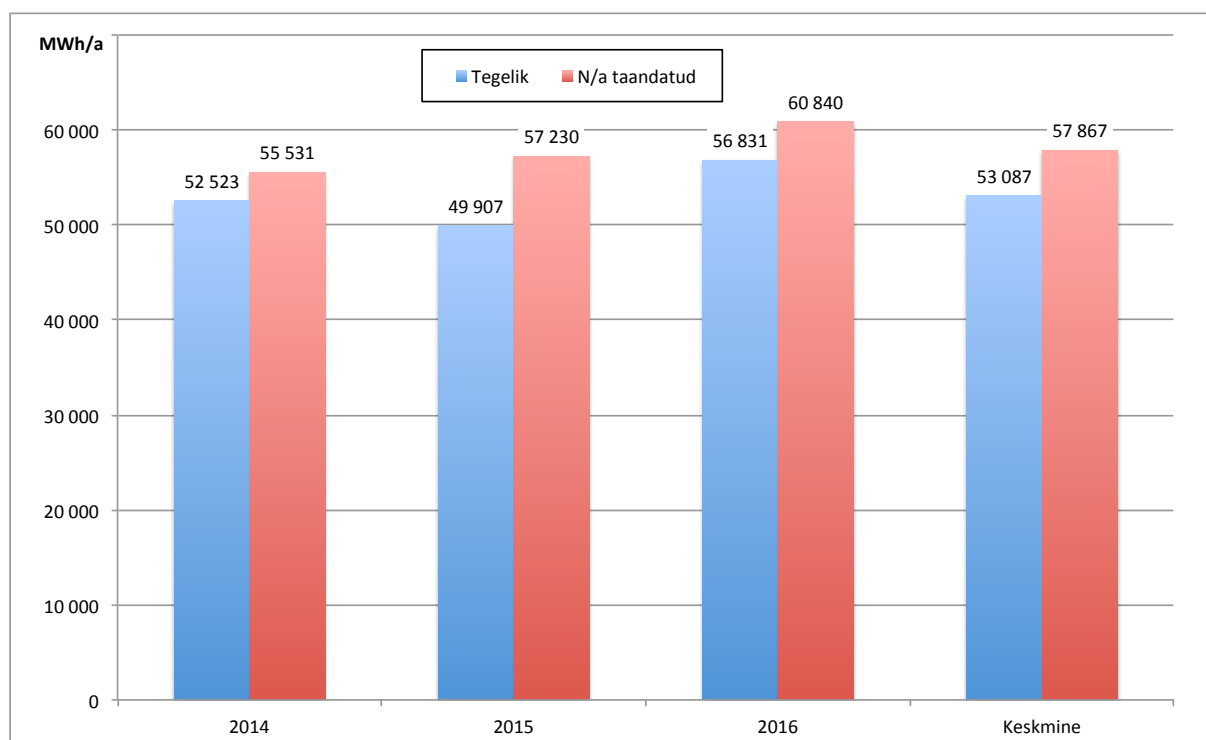
Maardu Kallavere piirkonna kaugküttesoojuse tegelik tarbimine ajavahemikus 2014 – 2016 on püsinud suhteliselt stabiilsena (vt Joonis 3.2). Kui taandada kütteotstarbeline soojustarbimine nn normaalaasta kliimatilistele tingimustele, ilmneb aastane soojustarbimise keskmiselt umbes 5% suurenemine. On huvitav märkida, et tarbimise tõus toimus pärast soojuse mõõtmise kauglugemise süsteemile üleminekut.

Maardu Kallavere piirkonna kaugküttevõrgu (alates kambrist P5 Nuudi tee ääres, vt Joonis 9.3) soojuskoormuste kestusgraafik näitab, et selle piirkonna koormus ulatus 2016.a kuni 25 MWni, millest tarbijate koormus oli ca 22 MW ja võrgu soojuskaost tulenev koormus kuni 3 MW. Suhteline soojuskadu selles kaugküttevõrgu piirkonnas ulatus 15,3%-ni, mis veidi ületab Konkurentsiameti poolt kehtestatud piirväärtust 15%.

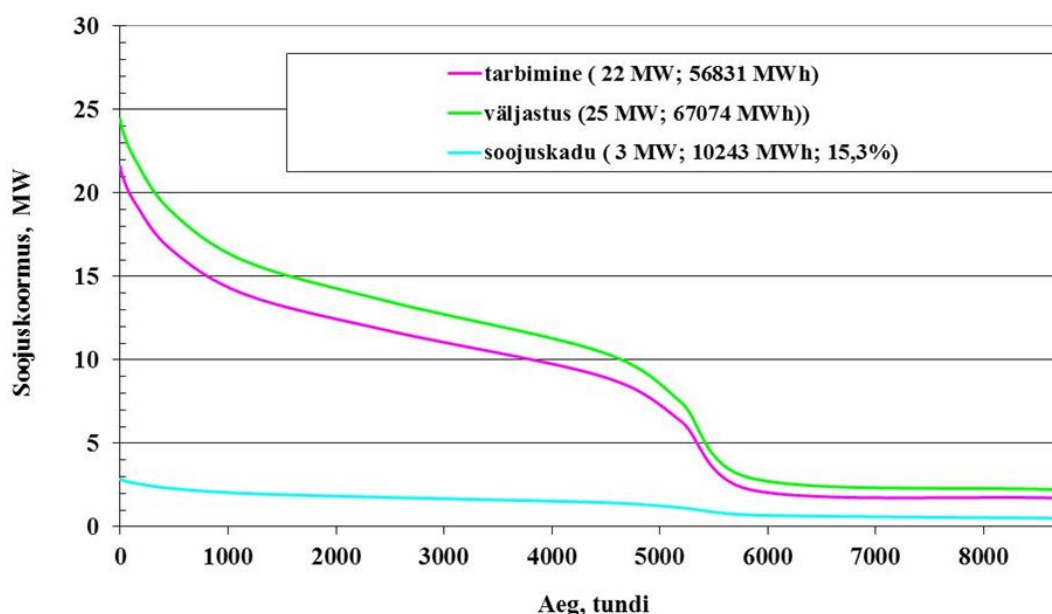
Kui lisada Kallavere piirkonna koormustele ka magistraalitorustiku soojuskaod ja Vana-Narva mnt äärse tööstuspiirkonna koormused, siis maksimaalne väljastuskoormus Iru Soojuselektrijaama juures kambrist UT1 ulatus 2016.a umbes 29 MW-ni. Kui arvestada Maardu linna kaugküttevõrgu kadude hulka ka magistraalitorustiku ja Vana-Narva mnt äärse piirkonna torustiku kaod, ulatus suhteline soojuskadu kokku isegi 30,7%-ni, millest üle poole andis soojuskadu magistraalitorustikus.



Joonis 3.1 Kaugküttesoojuse käibemaksuta piirhinna ja müügihinna muutumine



Joonis 3.2 Maardu kaugküttevõrgu tegelikud ja normaalaastale taandatud tarbimised



Joonis 3.3 Maardu kaugküttevõrgu soojuskoormuste (alates kambrist P5) kestusgraafik 2016. a tegeliku tarbimise alusel

3.3.1 Kaugküttevõrk

Maardu kaugküttevõrgu torustik koosneb magistraaltorustikust koos Vana-Narva mnt piirkonna harudega ja Kallavere piirkonna võrgust, milles osa tarbijaid on võrku ühendatud läbi boilerjaamade (lüh BJ):

- Keemikute BJ, 28 tarbijat, 2016.a tarbimine 5 583 MWh;
- Kütte BJ, 28 tarbijat, 2016.a tarbimine 2 545 MWh;
- Langu BJ, 8 tarbijat, 2016.a tarbimine 1 629 MWh;
- kokku tarbiti 2016.a kolme boilerjaama kaudu 9 757 MWh e 17,2% Kallavere piirkonna tarbimisest.

Magistraaltorustikku väljastatakse soojust temperatuurigraafikuga 120/65°C välisõhu arvestuslikul minimaalsel temperatuuril -21°C.¹ Boilerjaamade sekundaarkontuurides rakendatakse madalamat temperatuurigraafikut 95/65°C.

Magistraaltorustik koos Vana-Narva mnt harudega (vt Joonis 3.4) kogupikkusega 12 354 jm ja aastase soojuskaoga 15 623 MWh koosneb osadest, mille pikkused ja 2016. a soojuskaod on esitatud tabelis (vt Tabel 3.1).

¹ Arvestuslikul minimaalsel välistemperatuuril -21°C antakse võrku vette temperatuuril 120°C ja vesi tagastub võrgust arvestuslikult temperatuuril 65°C. Kõrgemate välisõhu temperatuuride korral on võrku antava tagastuva vee temperatuur madalam sõltuvalt tegelikust välistemperatuurist.



Joonis 3.4 Magistraalitorustikul ja Vana-Narva maantee-äärsete väljavõtted. Fotod V. Vares

Magistraalitorustiku ristumised Vana-Narva maanteega ja harutorustikud (ülemised fotod), magistraalitorustiku jätkumine Põhjaranna teeni ja sealt põhja suunda kuni Maardu tee ületamiseni (alumised fotod). Töösolevad lõigud on renoveeritud.

Tabel 3.2 Magistraalitorustiku (koos Vana- Narva mnt harudega) lõikude pikkused ja soojuskaod 2016.a andmete alusel

Magistraaloru lõigud	Pikkus, jm	Magistraalitorustiku lõigu soojuskadu	
		MWh/a	%
Eelisolatsiooniga maa-alused torud	230	72	≈0,5
Vanad maa-alustes kanalites torud	253	142	1
Vanad torud hoonete keldrites	45	23	≈0,1
Maapealsed vana isolatsiooniga torud	2 842	6 571	42
Maapealsed uue isolatsiooniga torud	8 984	8 815	56
Kokku	12 354	15 623	100

Magistraalitorustiku läbilaskevõime on üle kahe korra suurem praegusest tegelikust koormusest – seega torustik on tugevasti üle dimensioneeritud. 2016.a tegeliku tarbimise, magistraalitorustiku soojuskao ja soojuse müügihinna alusel on lihtne välja tuua, et magistraalitorustiku soojuskadu tõstab arvestuslikult soojuse hinda tarbijatele. Kuna AS Utilitas Tallinn määrab ühtse soojuse hinna kogu oma varustuspiirkonnas, siis jaotub magistraalitorustiku soojuskao maksumus kõigi kaugkütteklientide vahel ja Maardu tarbijad ei pea magistraalitorustiku soojuskadu kogu ulatuses ise kinni maksma.

Magistraalitorustiku isolatsiooni renoveerimisega AS Utilitas Tallinn küll tegeleb pidevalt, kuid Maardu piirkonna soojusega varustamine on firmale pika, üledimensioneeritud ja osaliselt halvas seisundis suure soojuskaoga magistraalitorustiku tõttu majanduslikult ebasoodne. Üledimensioneeritud torude renoveerimine on kallis, kuid vanasid lõikusi uute

sobiva läbimõõduga torudega asendada pole võimalik, sest see muudaks liigselt kogu võrgu hüdraulilist režiimi.

Maardu Kallavere kaugküttevõrgu primaarkontuur kogupikkusega 16 691 jm koosneb järgmistest osadest:

- maa-alustes kanalites torud – 6 737 jm e 40,4% kogu primaarkontuuri pikkusest;
- torud keldrites – 2 303 jm e 13,8%;
- maapealsed torud – 853 jm e 5,1%;
- eelisoleeritud maa-alused torud – 6 798 jm e 40,7%.

Torude kaalutud keskmine diameeter on 165 mm ja keskmine vanus (2017.a seisuga) 19 aastat. Täielikult rekonstrueeritud soojusisolatsiooniga maapealset võrku on 5,1%, seega kokku moodustab rekonstrueeritud osa 45,8% torustikust.

Boilerjaamade kaudu toidetavad sekundaarvõrgud on järgmised:

- Keemikute BJ sekundaarvõrgu torustik – kokku 2 109 jm, läbimõõdud DN 32 kuni DN200 mm, eelisoleeritud torusid 1 289 jm e üle poole;
- Kütte BJ sekundaarvõrgu torustik – kokku 1 474 jm, läbimõõdud DN32 kuni DN150 mm, põhiosa vanad renoveerimata betoonkanalis torud, eelisoleeritud torusid ainult 79 jm;
- Langu BJ sekundaarvõrgu torustik – kokku 477 jm, läbimõõdud DN50 kuni DN150 mm, torustik kogu ulatuses renoveerimata.

Kõikide boilerjaamade sekundaarvõrkude torustikud on väliskorrosiooni tõttu kõrge avariilisusega.

3.3.2 Kaugküttevõrgu soojuskadude vähendamise võimalused

AS Utilitas Tallinn on koostatud Maardu Kallavere kaugküttevõrgu renoveerimise kaheetapilise kava, mis lisaks võrgu renoveerimistöödele näeb ette ka boilerjaamade likvideerimise. Kava sisaldab järgmisi tegevusi:

- põhivõrgus temperatuurigraafiku alandamine 10 K võrra tasemele 110/65°C, arvestuslik sääst 432 MWh/a e ca 4%;
- vanade torustikuosade renoveerimisel väheneks nendes osades soojuskadu 2 – 4 korda, kogu kaugküttevõrgu kohta kujuneks arvestuslikuks säästuks 3 227 MWh/a e ca 1,5 korda (arvutuses on arvestatud boilerjaamade likvideerimisega);
- täiendav soojuskadude vähendamine on võimalik torude läbimõõtude optimeerimise teel, st asendades üledimensioneeritud torud peenematega, arvestuslik sääst 373 MWh/a.

Kui olemasolevad tarbijate soojussõlmed tagaksid hoonete normaalse soojusvarustuse veelgi madalama temperatuurigraafiku korral (nt 95/65°C), siis oleks võimalik edaspidigi alandada soojuskadusid võrgus. Sellist võimalust AS Utilitas Tallinn on kontrollinud ja nende andmetel tarbijate soojussõlmed võimaldavad sellisele graafikule üleminekut.

Tüüpiliselt on kaugküttevõrgu renoveerimine kallis ja pika tasuvusajaga ettevõtmine, kuid sellest saadav efekt ei piirdu ainult soojuse säästuga – sellest isegi olulisem on varustuskindluse suurenemine ja avariilisuse järsk langus. ASi Utilitas Tallinn hinnangul kujuneks kaugküttevõrgu täieliku renoveerimise summaarseks maksumuseks 3,4 – 5,7 M€ ja lihttasuvusajaks 19 – 26 aastat.

Lisaks võrgu renoveerimiskuludele, mida teeb reeglina soojusettevõtte, tuleb soojussõlmede paigaldamiseks kulutusi teha ka seni boilerjaamade kaudu otse varustatud tarbijatel:

- Keemikute BJ (25 soojussõlme) – 114 800 €;
- Kütte BJ (25 soojussõlme) – 101 300 €;
- Langu BJ (6 soojussõlme) – 27 000 €;
- **kokku** **243 100 €.**

Kõik planeeritavad meetmed kokku võiksid alandada soojuskadu tasemele 6 000 MWh/a.

3.3.3 Tarbijad

Maardu kaugküttetarbimises on suurim osatähtsus korterelamutel, mille tarbimine moodustab umbes 85% kogu kaugküttetarbimisest (vt Tabel 3.3). Maardu linna poolt haldatavate hoonete tarbimine moodustab kogutarbimisest umbes 8%. Kõigile linna hoonetele, k.a seni konteinerkatlamajast köetav Linnavalitsuse hoone Kallasmaa tn 1, on koostatud energiamärgised, eraldi energiamärgist pole koostatud ainult Maardu spordihoonele. Hoonete seisukord on rahuldav või hea.

Erinevalt Maardu linna hoonetest on riigiasutuste poolt hallatavad hooned ilma energia-märgiseta. Nendest torkab äärmiselt kõrge soojuse eritarbimisega silma Tallinna vanglana kasutatav hoone Vana-Narva mnt 17, kuid seoses uue vangla valmimisega seda hoonet tulevikus enam vanglana ei kasutata ja tema edasine kasutamine ja ilmselt ka kasutusotstarve muutub.

Kortermajade kaugküttesoojuse keskmine eritarbimine 2016.a tarbimisandmete järgi oli 158,1 kWh/(m² a), mis on suhteliselt kõrge näitaja ja viitab asjaolule, et hooned ja nende küttesüsteemid vajavad renoveerimist. Seejuures on oluline märkida, et ilma kaugkütte baasil sooja vee valmistamiseta kortermajades on eritarbimine isegi veidi suurem kui ülejäänutes ja nende hooned on ilmselt keskmisest halvemas olukorras.

Tabel 3.3 Maardu linna halduses olevate ja teiste kaugküttes hoonete soojustarbimised 2016. a andmete alusel ja energiamärgis

Aadress	Kasutus- otstarve	Köetav pind, m ²	Soojustarbimine 2016, MWh	Soojuse eritarbimine 2016, kWh/(m ² a)	Energiamärgis ja väljastamise aasta
Noorte 5	Kallavere Keskool	3 572	451,160	126,3	B (2010)
Noorte 8	Lasteaed "Rõõm"	1 752	407,340	232,5	C (2017)
Noorte 10	Põhikool	3 577	646,620	180,8	D (2010)
Nurga 2	Lastepäevakodu "Rukkilill"	2 011	503,970	250,6	E (2017)
Ringi 64	Maardu Gümnaasium	5 230	793,640	151,7	C (2010)
Ringi 64a	Spordihoone	5 314	476,090	89,6	Puudub
Haigla 6	Lasteaed "Sipsik"	1 006	170,162	169,1	B (2017)
Kallasmaa 9	Maardu sotsiaalmaja	1 022	216,865	212,2	G (2016)
Kallasmaa 12	Hooldekodu	935	206,721	221,1	G (2016)
Karjääri 4	Maardu Rahvamaja	934	167,720	179,6	D (2016)
Keemikute 19	Kunsidekool	878	135,160	153,9	D (2010)
Keemikute 24	Kutse- ja erihariduskool	708	127,760	180,5	C (2010)

Aadress	Kasutus- otstarve	Kõetav pind, m ²	Soojustarbimine 2016, MWh	Soojuse eritarbimine 2016, kWh/(m ² a)	Energiamärgis ja väljastamise aasta
Kellamäe 1	Lasteaed "Rukkilill"	2 180	460,950	211,4	D (2017)
Kokku KOV hooned		29 124	4 764,158	163,6	
Vana-Narva mnt 17	Vangla	1 088	561,600	516,2	Puudub
Haigla 2	Haigla	2 419	300,880	124,4	Puudub
Haigla 2b	Polikliinik	3 508	393,946	112,3	Puudub
Kokku riigi poolt hallatavad hooned		7 015	1 256,426	179,1	
Äri- ja tootmis- hooned kokku		37 811	2 937,065	77,7	
Korterelamud kokku		315 792	49 936,663	158,1	E *
Kõik hooned kokku		389 737	58 894,312	151,1	

* Hinnang: eeldatud elektri eritarbimist 40 kWh/(m² a), kasutatud kaugkütte kaalumistegurit 0,9 ja elektri kaalumistegurit 2,0. Kaalutud erikasutuse arvutatud väärtus 222 kWh/(m² a), mis vastab märgise klassile E

Paljude boilerjaamade kaudu kõetavate hoonete soojussõlmede hulgas on nii otseühendusega, segamispumbaga kui kaasaegsete plaatsoojusvahetitega lahendusi.

Boilerjaamade kaudu kõetavate korteriühistute otseühendusega hoonete (56 tk) kaasaegsete soojussõlmedega varustamiseks soovitame uurida ja kaaluda erinevaid finantseerimise skeme:

- Korteriühistu hangib ja laseb paigaldada soojussõlme vastavalt soojusettevõtja tehnilistele tingimustele omavahendite ja/või pangalaenu abil.
- Soojusettevõtja kokkuleppel korteriühistuga (KÜ) paigaldab tehnilistele nõuetele vastava soojussõlme ja KÜ tasub soojusettevõtjale järelmaksuna igakuiselt mõnede aastate jooksul.
- Linnavalitsus valmistab ette ja rakendab määruse KÜde soojussõlmede rajamise toetuseks. Toetuse summa võiks olla 50% investeeringu maksumusest, kuid mitte suurem kui mingi linnavalitsuse poolt ettenähtud summa, nt 3 000 €.
- Viimati nimetatud määrust peaks olema võimalik rakendada nt kolme aasta jooksul, sest ühel aastal kõiki boilerjaamade tarbijaid soojussõlmede paigaldamisel toetada, oleks linnavalitsusele ilmselt ülejõukäiv. Vajalik oleks ka kokkulepe soojusettevõtjaga, selle kohta, millise boilerjaama (3 tk) likvideerimisega alustatakse ja millises järjekorras need toimuvad.

3.3.4 Kaugküttesoojuse tarbimise perspektiivne muutumine

Tarbimise muutumist tulevikus mõjutavad järgmised asjaolud:

- uute kaugküttetarbijate võimalik lisandumine tulevikus seoses linna arenguga, eriti Kallavere piirkonnas. Linnas on soovitatav volikogu määrusega kehtestada kaugküttepiirkond;

- olemasolevate hoonete ja hoonesiseste kütte- ja ventilatsioonisüsteemide järkjärguline renoveerimine vähendab soojusvajadust. Hinnanguline säästupotentsiaal võib ulatuda 30%ni, kuid aastaks 2027 võib arvestada umbes 10% vähenemisega;
- konkreetse aasta kliimaatiliste tingimuste muutumisest. Viimastel aastatel on talved olnud nn normaalaastaga võrreldes umbes 10% väiksema kraadpäevade arvuga, mistõttu soojuse tarbimine on samuti umbes 10% madalam;
- kaugküttesoojuse hind võrreldes võimalike lokaalküttelahendustega, sh maagaasi, biokütuste, soojuspumplahenduste jt baasil;
- kaugkütte soojusvarustuse skeemi võimalik muutumine tulevikus. Kui pikk ja suure soojuskaoga magistraaltorustik likvideerida ja rajada Kallavere piirkonda uus katlamaja (vt ptk 3.4), siis muutub küsitavaks Vana-Narva mnt äärse tööstuspiirkonna soojusega varustamise jätkamine magistraaltorustiku haru kaudu. Uue Kallavere katlamaja rajamisel tuleks Vana-Narva mnt äärse piirkonna varustamiseks rajada kas uus optimaalse läbimõõduga torustik praeguse magistraaltorustiku asemel, rajada ka sinna uus katlamaja või organiseerida seniste kaugküttetarbijate üleminek lokaalküttele.

Järgnevas hinnangus vaadeldakse ainult Maardu linn Kallavere piirkonna soojustarbimise oodatavat muutumist aastaks 2027. Baasstsenaariumiks võtame 2016.a tegeliku ligikaudse tarbimismahu, millest umbes 10% suuremaks kujuneks tarbimine nn normaalaasta kliimaatilistes tingimustes (stsenaarium Max). Kui energiasäästumeetmete rakendamine alandaks aastaks 2027 tarbimismahtu 15% võrra, siis sellist olukorda väljendaks stsenaarium Min.

Mistahes tarbimisstsenaariumi korral sõltub vajalik soojuse tootmismahd soojuskadudest võrgus. Vaatleme kaht võimalust:

- soojuskadod jääksid 2016.a tasemele ca 10 000 MWh/a (e ca 15%);
- võrgu renoveerimine vähendaks soojuskadusid tasemele 6 000 MWh/a (ca 10%).

Eelnevat arvesse võttes võiksime koostada järgmise tarbimis- ja tootmisstsenaariumide tabeli (Tabel 3.4).

Tabel 3.4 Maardu linn Kallavere piirkonna kaugküttesoojuse tarbimis- ja tootmisstsenaariumid aastaks 2027

Tarbimisstsenaarium	Tarbimismaht, MWh/a	Vajalik soojuse tootmismahd, MWh/a	
		Soojuskao 6 000 MWh/a korral	Soojuskao 10 000 MWh/a korral
Min	48 000	54 000	58 000
Baas	56 500	62 500	65 500
Max	65 000	71 000	75 000

3.4 Uue hakkpuidul töötava katlamaja võimalikust rajamisest

Kuna Maardu linna varustatakse kaugküttega pika ja suure soojuskaoga magistraaltorustiku kaudu, on üheks võimalikuks soojusvarustuse lahenduseks oma autonoomse soojusallika rajamine Kallavere piirkonna tarbijate vahetusse lähedusse, mida kaugemas perspektiivis näeb

sõltuvalt finantsmajanduslikest kaalutlustest ette ka linna arengukava 2014 – 2025. Oma soojusallika tehnilisteks lahendusteks võiks olla:

- maagaasil töötav katlamaja või soojuse ja elektri koostootmisjaam;
- põhiliselt biokütustel (hakkpuidul) töötav katlamaja või koostootmisjaam.

Eesti energiasüsteem peab oluliseks taastuvate energiaallikate laialdast kasutamist, seetõttu tuleks ka Maardus ennekoike pidada silmas biokütustel (hakkpuidul) töötava soojusallika rajamist. Kuna Maardu piirkonnas on suvine soojuskoormus väga madal, siis koostootmisjaama majandusliku otstarbekuse hindamine nõuaks põhjalikku tehnilis-majanduslikku analüüsi, mida siiani pole tehtud. Seega – praeguste teadmiste baasil võib uueks autonoomseks soojusallikaks kindlasti sobida põhikütusena hakkpuitu kasutav kaugküttekatlamaja.

Võimalikuks katlamaja asukohaks on esialgselt arvestatud katastriüksust 44601:001:0202, mis paikneb Keemikute tn 55 läheduses (vt Joonis 3.5). Oma soojusallika rajamise ja selle asukoha valikuga on seotud järgmised asjaolud:

- Iru SEJ lähistelt algava magistraaltorustiku likvideerimisega jääksid ära Maardu soojusvarustusega seotud umbes 15 GWh/a soojuskaod ning magistraaltorustiku hooldus- ja renoveerimiskulud (kaetakse siiani ASi Utilitas Tallinn poolt);
- katastriüksuse juures paikneb suure läbilaskevõimega kaugküttetorustik DN500 ja täiendava ühendustorustiku rajamise kulud praktiliselt puuduvad;
- kütusetranspordiks on võimalik kasutada põhiliselt olemasolevat tänavavõrku;
- gaasitorustik (vt Joonis 9.4) on vahetus läheduses ja tipukoormuse katla gaasivajaduse katmiseks on mõeldav väljavõtte tegemine magistraalgaasitorustikust;
- asukoht jääb elamutest mõõdukasse kaugusesse.

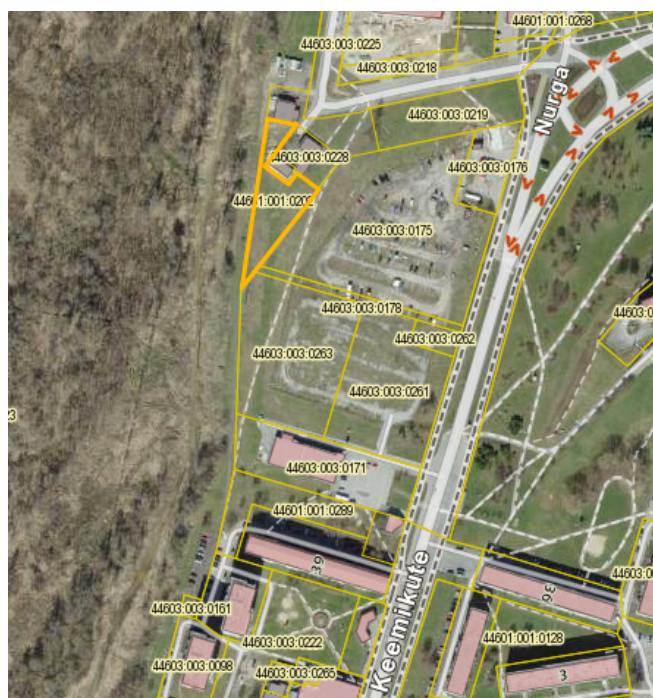
Esialgselt valitud katlamaja asukoha teatud puuduseks on asjaolu, et kütusetransport võib siiski teatud määral häirida lähimate kortermajade elanikke, lisaks on suhteliselt lähedal ka kirik. Katlamaja plaanitud asukohta jääb ka 110 kV elektri õhuliin, mis võib takistada vajaliku kõrgusega korstna rajamist.

Alternatiivne katlamaja asukoht võiks olla esialgu kavandatud lääne suunas. Sel juhul tuleks katlamaja kulutustele lisada ka torustike küühenduste maksumus, mis siiski järgnevalt esitatud majanduslikke hinnanguid oluliselt ei mõjuta.

3.4.1 Katlamaja rajamisega seotud kulutused ja soojuse arvestuslik hind

Uue katlamaja vajaliku installeeritud soojusvõimsuse ja tõenäolise tarbimismahu hinnangu aluseks saab olla Kallavere piirkonna perspektiivne soojuskoormus. Eeldame, et kaugküttevõrgus on selleks ajaks olulised renoveerimistööd lõpetatud ja võrgu soojuskadu on alandatud tasemele 6 000 MWh/a. Katlamaja ligikaudsel dimensioneerimisel ja soojuse hinna leidmisel võtame aluseks tarbimisstsenaariumi Baas (vt Tabel 3.4) ning arvutustulemused kujuneksid vastavalt järgnevale tabelile (vt Tabel 3.5). Arvutustes on kasutatud perspektiivseid kütuste hindasid, kulud on toodud vastavalt Konkurentsiameti soovitudele ja Taani Energiaagentuuri mai 2012.a aruandele *Technology Data for Energy Plants*.

Katelde võimsuste valikul on arvestatud hinnangulist soojuskoormuste kestusgraafikut (vt ka Joonis 3.3). Kuna suvine soojuskoormus on madal, oleks otstarbekas paigaldada kaks hakkpuidukatelt (nt 10 MW ja 5 MW). Sel juhul kaetaks suvine soojuskoormus väiksema katlaga. Tipukoormuse katmiseks ja reservkatlaks kasutatavate katelde koguvõimsus peab nõuete kohaselt tagama häireteta soojusvarustuse suurema hakkpuidukatla võimaliku avariilise seiskumise korral ja see nõuab gaasikatelde koguvõimsuseks 20 MW.



Joonis 3.5 Uue hakkpuidu-katlamaja võimalik asukoht katastriüksusel 44601:001:0202

Tabel 3.5 võtab arvesse mitte ainult katlamaja ehitamise ja eksploateerimisega seotud kulud, vaid ka võrgu täielikuks renoveerimiseks tehtavad keskmised kulutused (4,5 M€). Käesoleval ajal on AS Utilitas Tallinn juba kavandanud võrgu renoveerimistöid ning saanud selleks toetust KIKist. Arvutused ei sisalda olemasolevate kaugküttevõrgu rajatiste amortisatsioonikulusid, mis võivad soojuse tarbijahinda paari euro võrra tõsta. Seega soojuse hinnatase tarbijatele võiks kujuneda umbes 52 €/MWh tasemel (ilma käibemaksuta).

Kuna püsikulude osatähtsus soojuse hinnas on umbes kolmandik, siis soojustarbimise protsendilise languse korral tõuseks soojuse tarbijahind umbes 0,3%. Põhikütuse, st hakkpuidu hinna muutus 1% võrra muudaks soojuse hinda umbes 0,6%.

Tabel 3.5 Uue hakkpuidukatlamaja maksumuse, kulude ja oodatava tarbijahinna arvutused

Hinnakomponendid	Ühik	Väärtus
Hakkpuidukatla (katelde) installeeritud soojuslik võimsus	MW	15,0
Hakkpuidukatla, lao ja muude seadmete kogumaksumus	€	6 225 000
Tipukatla (maagaas) installeeritud võimsus	MW	20,0
Tipukatla ja lisaseadmete arvestuslik maksumus	€	1 400 000
WACC	%	5,55%
Katelde ja katlamaja seadmete tehniline eluiga	aasta	20
Kaugküttevõrgu tehniline eluiga	aasta	40
Soojuse tootmise põhivarade soetusväärtus	€	7 625 000
Kaugküttevõrgu renoveerimise maksumus	€	4 500 000
Soojuse tootmismahd kokku (Q_{soojus})	MWh	62 500
sh puiduhakkest	MWh	55 000

Hinnakomponendid	Ühik	Väärtus
sh maagaasist	MWh	7 500
Soojuskadu kaugküttevõrgus	MWh	6 000
Suhteline soojuskadu kaugküttevõrgus	%	10
Soojuse müügiimaht	MWh	56 500
Primaarenergia hakkpuidust	MWh	64 706
Primaarenergia maagaasist	MWh	8 152
Primaarenergia kokku	MWh	72 858
Hakkpuidu katla kasutustundide arv aastas	h/aastas	5 500
Maagaasi katla kasutustundide arv aastas	h/aastas	300
Hakkpuidu primaarenergia hind	€/MWh	14,00
Maagaasi primaarenergia hind	€/MWh	40,00
Soojuse tootmise kasutegur hakkpuidu katlaga	%	85,0
Soojuse tootmise kasutegur maagaasi katlaga	%	92,0
Elektrienergia erikulu	kWh/MWh	20,00
Elektrienergia kulu	kWh	1 250 000
Elektrienergia keskmine hind	€/kWh	0,0944
Kütuse hind soojuse hinnas	€/MWh	19,71
Saastetasud	€/MWh	0,82
Muud muutuvkulud	€/MWh	0,50
Kulud:		
Kütus	€	1 231 969
Saastetasud (keskkonnatasud)	€	53 020
Elektrienergia	€	118 000
Muud muutuvkulud	€	31 250
Tegevuskulud	€	477 250
Kapitalikulu ja põhjendatud tulukus annuiteedina	€	922 990
Kokku soojuse tootmise, jaotamise ja müügitegevuse kulud ja põhjendatud tulukus	€	2 828 479
Soojuse arvestuslik tarbijahind	€/MWh	50,06

3.4.2 Maardu autonoomse katlamaja rajamisega seonduvad probleemid

Kui Maardusse rajada hakkpuidukatlamaja, siis Iru SEJ juures alanud magistraaltorustik oleks otstarbekas likvideerida. Maardu linna territooriumil on Vana-Narva mnt piirkonnas magistraaltorustikust 3 väljavõtet selle piirkonna tarbijate varustamiseks (vt Joonis 3.6). Kuna selle piirkonna summaarne soojusvajadus jääb alla 2 GWh/a, siis nende varustamine läbi magistraaltorustiku pole enam otstarbekas.

Põhimõtteliselt on võimalik lühiajaliselt (kuni ca viieks aastaks) magistraaltorustik ka konserveerida, mis võimaldaks seda vajadusel mõne aasta pärast taaskasutuseks ette valmistada. Siiski tuleb arvestada, et konserveerimine on kulukas ja selleks peab olema arvestatav majanduslik põhjendus.

Nii magistraaltorustik kui kogu Maardu linna kaugküttevõrgu torustikud ja seadmed kuuluvad ASle Utilitas Tallinn. Magistraaltorustiku likvideerimisel tuleks sellele tehtud kulutused kanda firma kahjumisse.

Kuigi magistraalorustiku soojuskadu on suur, pole see põhjustanud ASile Utilitas Tallinn väga suuri kulusid. Nimelt jääb väikeste ja mõõdukate kaugkütte soojuskoormuste perioodil soojuse ja elektri koostootmisseadmetes soojust üle ja ülejääk tuleks elektri tootmise taseme säilitamiseks gradiirides (õhk-vesi soojusvahetites) utiliseerida/jahutada. Seega Maardu soojusega varustamine on vaatamata suurtele soojuskadudele firmale teisest küljest kasulik ja võimaldab parandada koostootmisseadmete tõhusa koostootmise näitajaid.

Vana-Narva piirkonnas on rida tarbijaid (vt Tabel 3.6), kelle soojusvarustus tuleks magistraalorustiku likvideerimisel Maardu Linnavalitsusel ja ASi Utilitas Tallinn poolt lahendada.

Kuna Maardu kaugküttesüsteemi soojusega varustamiseks on tootmisvõimsusi piisavalt, siis oleks Maardusse uue soojusallika rajamiseks nõutava avaliku konkursi korraldamise põhjendamine problemaatiline. Keskkonnahoiu seisukohalt lisanduks uue katlamaja rajamisel Maardusse oluline saasteallikas.

Uue katlamaja rajamisel tuleb püsikulude optimeerimiseks biokütusekatla tootmisvõimsus võrdlemisi täpselt dimensioneerida, mistõttu hiljem (tulevikus) uute tarbijate lisandumisel tuleb arvestada võimalike piirangutega. Praegu piirangud uute tarbijate võimalikuks liitumiseks praktiliselt puuduvad, sest magistraalorustiku läbilaskevõime ületab praeguse koormuse ligi kahekordselt.



Joonis 3.6 Magistraalorustiku väljavõtted Vana-Narva mnt piirkonna tarbijate varustamiseks

Tabel 3.6 Vana-Narva mnt piirkonna tarbijad

Tarbija aadress	Omanik	2016. a soojustarbimine, MWh/a
Nurmevälja 3	Printcenter Eesti AS (büroohoone)	804
Vana-Narva mnt 12a	Tõnu Hakkaja (hotell)	0

Tarbija aadress	Omanik	2016. a soojustarbimine, MWh/a
Vana-Narva mnt 12c	Raintar TP OÜ (tootmishoone)	6
Vana-Narva mnt 17	Riigi Kinnisvara AS (Tallinna Vangla)	562
Vana-Narva mnt 21a	KS Service Eesti OÜ (büroohoone)	23
Vana-Narva mnt 28h	Vokvest UÜ (hotell)	128
Vana-Narva mnt 28I	EKE Ärikeskus AS (büroohoone)	255
Vana-Narva mnt 30	Agrotarve AS (laohoone)	207
Kokku		1 985

4 Gaasivarustus

Maagaasiga on varustatud Vana-Narva mnt töötuspiirkond ja Kroodi majanduspiirkond. 2003. aastal rajati gaasitorustik Iru elektrijaamast ASini Galvex Muuga sadamas, mis on võimaldanud gasifitseerida osa Muuga elupiirkonnast.

Käesolevaks ajaks on valminud uusi gaasijaotusjaamu ja laiendatud jaotusvõrke, mis võimaldavad gasifitseerida uued elupiirkonnad ja arendada Kroodi majanduspiirkonda. Endise Eesti Fosforiidi piirkonnas (tööstusala) ja Vana-Narva maantee piirkonnas on valdavalt juba üle mindud lokaalsele maagaasiküttele ning seal on välja arendatud maagaasivõrk. Gaasivõrgu arendusega tuleb jätkata nendes piirkondades, kus kaugküttevõrguga liitumine ei ole majanduslikult otstarbekas (tööstusalad, mõned madal-tiheda hoonestusega eramute ja suvilate alad). Seejuures ei ole tõenäoline, et kogu Muuga aedlinna ja Maardu järve piirkonda oleks otstarbekas maagaasivõrguga katta.

Maagaasi ülekandevõrku haldab AS Elering ning selle arendamiseks Maardus Elering ASil ühtegi plaani lähima 10 aasta jooksul (2017. aasta seisuga) ei ole. Potentsiaalselt võib Maardu gaasiga varustamist siiski positiivselt mõjutada võimalik veeldatud maagaasi (i.k. *LNG*) terminali rajamine Muugale, mille kaudu saaks varustada ka Maardu piirkonna gaasi jaotusvõrku (vt Joonis 4.1).

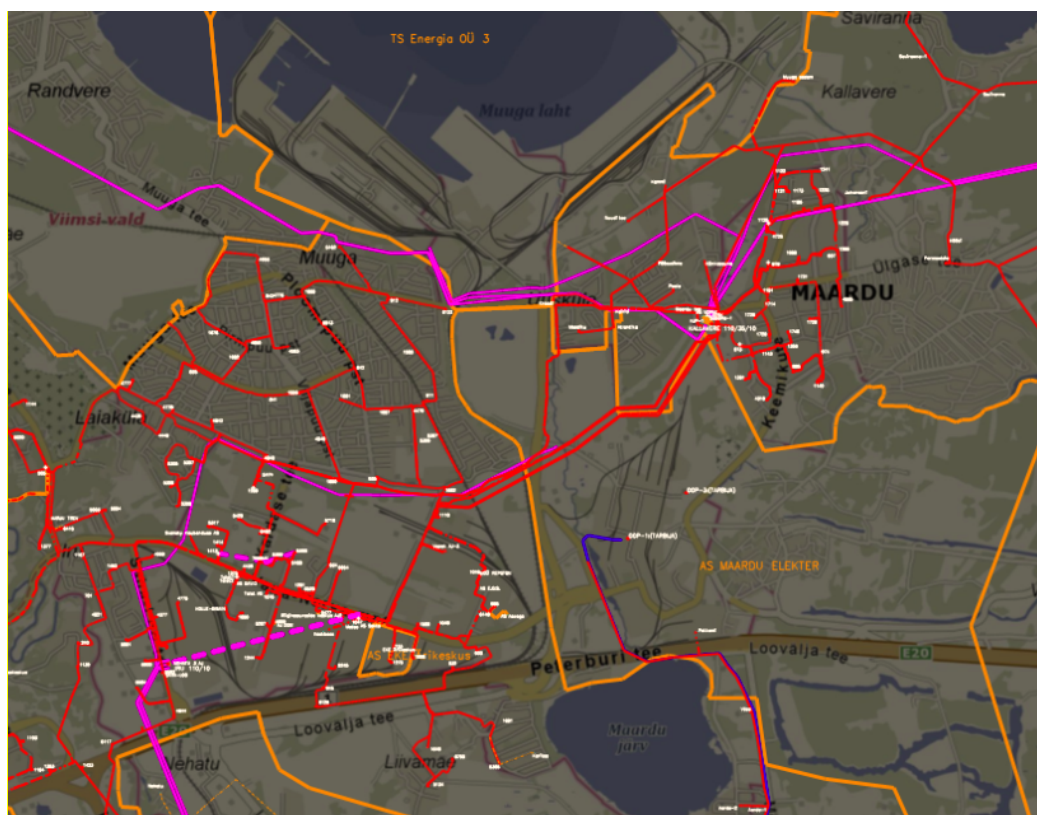
Veeldatud maagaasi terminali rajamist kavandab AS Vopak E.O.S koostöös AS Tallinna Sadamaga ja Hollandi suurettevõttega Vopak E.O.S. Esialgsete kavade järgi algab ehitus 2017.a ja terminal peaks valmima 2019.a lõpus. Kui Maardus mõni ettevõtte kavatseb oma soojusvarustuses veeldatud maagaasi kasutama hakata, siis terminalist on võimalik seda paakautodega transportida.



Joonis 4.1 Tallinna LNG terminali rajamisel tekib täiendav võimalus Maardu gaasiga varustamisel

5 Elektrivarustus

Maardu linna piirkonda toidavad IRU 110/10 ja KALLAVERE 110/35/10 alajaamad. Maardu linna territooriumil paikneb ka Eesti Energia AS Iru Elektri jaam. Lisaks on linna territooriumil mitu elektrienergiaga varustajat (vt Joonis 5.1 ja Joonis 9.5) – OÜ Elektrilevi, AS Maardu Elekter ja Muuga Sadama kinnises piirkonnas (kuulub osaliselt Viimsi valda) TS Energia OÜ. Kõrgepingeliinid kuuluvad ASle Elering.



Joonis 5.1 Maardu linna elektriliinid (lillad – 110 kV; punased 10 KV) ning jaotusvõrguettevõtete piirkonnad (oranž)

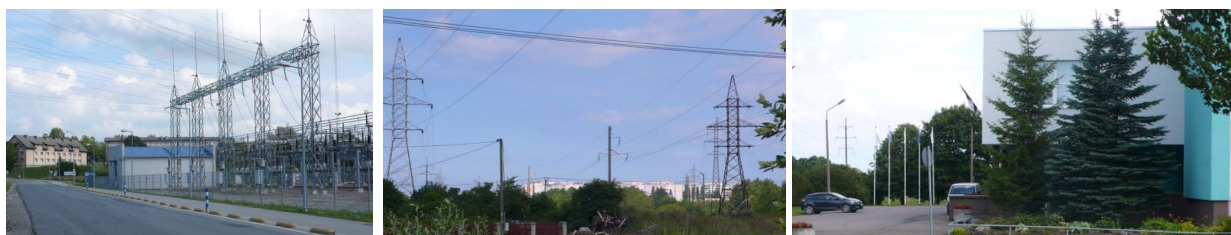
Elektrienergiaga varustamine Muuga elamupiirkonnas on piisav ja madalpingeliinid on heas seisukorras. Juurde on ehitatud uusi alajaamu ja 10 kV ning 0,4 kV liine ehitatakse ümber maakaablitesse. Renoveerimist vajavad aga Maardu Elekter ASi elektriliinid ja alajaamad, et oleks tagatud tarbijate parem varustuskindlus.

Elektrilevi OÜ arengukava kohaselt antud piirkonnas suuremaid investeeringuid ei ole planeeritud, kuna võrk on täna rahuldavas seisukorras ja aastane tarbimiskoha rikestest põhjustatud keskmine elektrikatkestuste kestus on alaneva trendiga. Tulevikus seoses liitumistega kavatakse rajada täiendavaid 10 kV kaabelliine, kuid seejuures kasutatakse ära võimalikult palju olemasolevaid trasse. Maardu linn soovib maa-kaablitega asendada Kallavere alajaamast põhja poole väljuvad Elering ASi 110 kV liinid (3 tk), kuna need takistavad linnal Loodepargi arendamist (vt Joonis 5.2).

Elering ASi elektri põhivõrgu arendamisel lähima 10 aasta sees uusi liine ja alajaamu Maardus ette ei nähta. Küll on hetkel kaalumisel Imatra Elekter ASi Viimsi piirkonna toitmiseks täiendava 110 kV kaabelliini väljaehitamine, kuid tõenäoliselt kulgeks see

Maardust väljaspool, Iru alajaamast põhja suunas Maardu omavalitsuse piirist lääne pool kuni Viimsi poolsaare otsani. Suvel 2017 seda liini Elering ASi arengukavades veel sees ei olnud.

Kehtiv Maardu linna arengukava 2014 – 2025 nägi muuhulgas ette Kallavere elupiirkonda läbivate kõrgepingeliinide asendamist maakaabliga või õhuliini üleviimist uude koridori väljaspool elamuala. Seni koostatud oma arengukavades pole AS Elering kõrgepingeliinide kaablistse või uude koridori üleviimist ette näinud. Samas – Elering ASi kirjas Maardu Linnavalitsusele, nr 11-5/313-2 09.04.2012 märgitakse, et aastaks 2025 tuleb need õhuliinid rekonstrueerida ja rekonstrueerimiskavas ollakse valmis arvestama Maardu linna soovidega. Seega tuleks alustada lähiajal vastavaid läbirääkimisi ASiga Elering. Maardu linna huvides on esimeses järjekorras viia maakaablistse liin, mis jaotab linna territooriumi Maardu Gümnaasiumi juures.



Joonis 5.2 Orumetsa tee ääres paiknevast 110/35/10 alajaamast suunduvad kõrgepingeliinid takistavad Loodepargi arendamist ja üks neist kulgeb Maardu Gümnaasiumi vahetus läheduses.

Madalpinge elektriliinide osas tuleks jätkata Elektrilevi OÜle kuuluvate madalpinge õhuliinide viimist maakaablistse. Samuti tuleks maakaablistse viia hoonete toited, mis seni on valdavalt õhuühendused.

Tänavavalgustuse osas jätkata üleminekut energiasäästlikele lahendustele, võttes kasutusele energiasäästlikud valgustid (LED), rakendades ajaliselt ja asukohast sõltuvaid valgustusrežiime ning juhtimisautomaatikat.

6 Side

Telefoniside on käesoleval ajal Maardu linnas heas seisukorras ja käesoleval ajal ADSL ühendusega enam kui 4000 abonent. Telia Eesti AS kavatseb järk-järgult likvideerida vananenud ADSL-ühendused ning asendada need kas optilise kaabli või ADSLi edasiarendustega.

Eriti kiire sidelahenduse tagab vaskkaabliga ADSL ühenduse asendamine optilise kaabliga. Telia Eesti AS plaanib kõik umbes 100 000 praegust ADSLi klienti uutele tehnoloogiatele üle viia nelja kuni seitsme aasta jooksul, aga käesoleval ajal pole Maardu klientide optilise kaabliga ühendamise ajakava veel teada.

Koostöös teenusepakkujatega näeb linna arengukava aastateks 2014 – 2025 interneti kättesaadavuse arendamist Maardu linnas, sh traadita ühenduse (WiFi) tagamine avalikes hoonetes ning paikades, samuti ka linna internetipõhiste avalike teenuste edasiarendamist.

Maardu linnas on kõigis praegu tegutsevates mobiilsidevõrkudes hea levitase ning on rajatud vajalikul hulgal ülekandemaste. Mobiilside kontrollitud katvus on näha joonisel (vt Joonis 9.6).

Kõik Maardus side- ja teleteenuseid pakkuvad ettevõtted (AS Telia Eesti, AS Starman, STV AS ja Telset AS) tegutsevad vaba konkurentsi tingimustes. Nende ettevõtete sideliinide joonised oleksid vajalikud ka linnavalitsuses tehnosüsteemide kaardi koostamiseks.

Tulevikus on võimalik sideteenuste kvaliteeti oluliselt tõsta, sest Kallavere piirkonda läbib optiline sidekaabel, millest senini väljavõtteid tehtud ei ole. Optilise sideühenduste rajamisega tegeleb muuhulgas AS Telia Eesti, kuid Maardu osas siiani Telia Eesti AS konkreetseid plaane veel koostanud ei ole. Teiseks võimaluseks optilise sideühenduse tarbijateni viimisel on selleks kasutada sidetarbijate ja kohalike omavalitsuste kaasrahastamist. Harjumaa Omavalitsuste Liit on selleks alustanud projekti DigiMaa. Seisuga 1. september 2017 on Harjumaal sooviavaldusi optilise sideliiniga ühendamiseks kokku umbes 18 000, sh Maardus 273 avaldust, mis hõlmaks 19% eluhoonetest. Käesoleval ajal jätkub sooviavalduste vastuvõtmine, kuid seejuures on DigiMaa juba alustanud optiliste sideühenduste võrkude planeerimisega.

7 Taastuvad energiaallikad

Maardu linna territooriumil paiknev Iru Soojuselektrijaama prügipõletusplokk on linna olulisim taastuenergia tootja. Maardu kaugküttevõrku antakse soojust nii Iru elektrijaamast kui Tallinna linna administratiivsesse piirkonda jäävast ASi Utilitas Eesti kontserni kuuluvast Tallinna (Väo) Elektrijaama põhiliselt hakkpuitu kasutavast energiaplokist. Seega moodustavad Maardu linna soojusvarustuses taastuvad energiaallikad väga olulise osa. Kuna nii Iru kui Tallinna Elektrijaamades toodetakse soojust ja elektrit põhiliselt nn koostootmise režiimis, võib Maardu energiavarustust lugeda vägagi keskkonnasõbralikuks ja ressursse säästvaks.

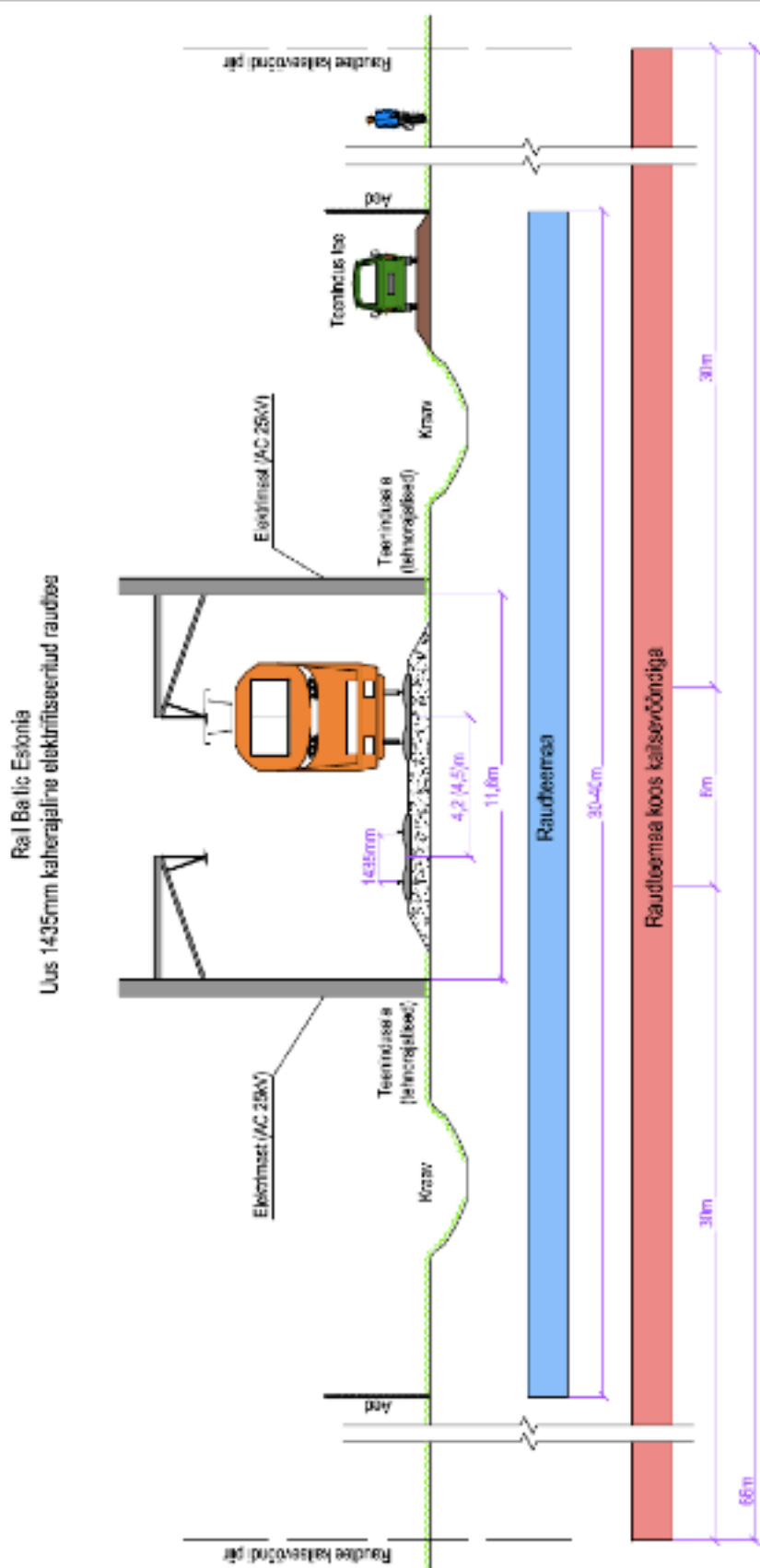
Täiendavalt on võimalik Maardus rakendada ka muid taastuvaid energiaallikaid ja seda põhiliselt lokaalselt: päikeseenergiat (päikesepaneelid elektri saamiseks ja –kollektorid sooja tarbevee valmistamiseks), samuti õhu- ja maasoojust soojuspumpade vahendusel. Soojuspumpadega soojusvarustuslahenduste puhul tuleb täpsustada, et need kasutavad küll taastuvat energiat (peamiselt salvestunud Päikese soojust) ümbritsevast keskkonnast (õhk, maapind, vesi), kuid seadmete käitamiseks rakendatav elektrienergia võib olla saadud fossiilsetest kütustest. Seega saab soojuspumpi lugeda täielikult taastuva energia rakenduseks ainult siis, kui kasutatakse nn “rohelist elektrit” ja on sõlmitud leping taastuvelektri ostmiseks või toodetakse kogu kasutatav elekter kohapeal taastuvatel energiaallikatel põhinevate seadmetega (elektrituulikud, päikesepaneelid jms).

Muuga aedlinnas ja Maardu järveäärsetes piirkondades võib kasutada lokaalseid puitkütustekatlaid (pelletid, halupuud, briketid), samuti eelnimetatud kütuseid kasutavaid ahjusid, pliite ja kaminaid.

Põhimõtteliselt on Maardus võimalik ka elektrituulikute paigaldamine, mida ei välista ka Maardu linnavalitsus ja teadaolevalt on seda uuritud nt Vana-Narva mnt äärses piirkonnas.

8 Kasutatud kirjandus

1. Maardu linna soojusmajanduse arengukava lähimaks kümneks aastaks. ASi Utilitas aruanne, autor Aleksander Hlebnikov. Tallinn – Maardu 2017.
2. MAARDU LINNA ARENGUKAVA 2012-2020. Koostatud 2012.
3. MAARDU LINNA ARENGUKAVA 2014-2025. Volikogus kinnitatud 2014.
4. Maardu linna üldplaneering aastani 2015.
5. Technology Data for Energy Plants. Danish Energy Agency, 2012.
6. Eesti energiamajanduse arengukava materjalid ENMAK, www.energiatalgud.ee
7. Maailmapanga kütuse hindade prognoosid:
<http://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>.
8. Kliimapoliitika põhialused aastani 2050. <http://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/kliima/kliimapoliitika-pohialused-aastani-2050-0>
9. Efektiivse kaugküttesüsteemi referentshinna arvutusmudeli auditeerimine. TTÜ STI aruanne Konkurentsiametile. Tallinn, 2014.
10. Guidelines for technical assessment of Guidelines for technical assessment of District Heating systems. Prepared by Boris Lubinski, and Ingo Weidlich, AGFW, in cooperation with the Ecoheat4cities project.
11. Elering ASi kiri nr 11-5/313-2 09.04.2012 Maardu linnavalitsusele (alla kirjutanud Mart Landsberg).



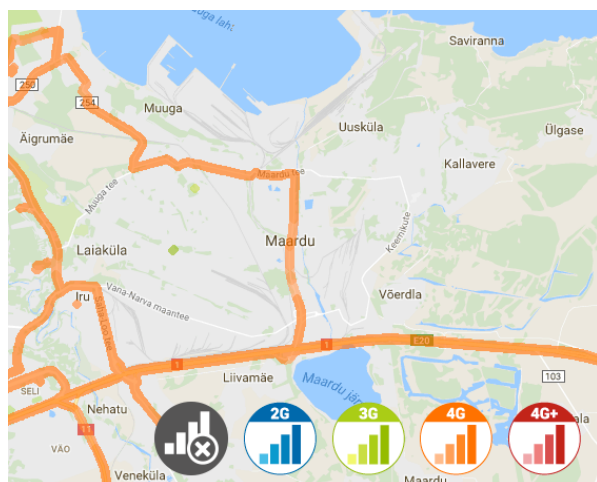
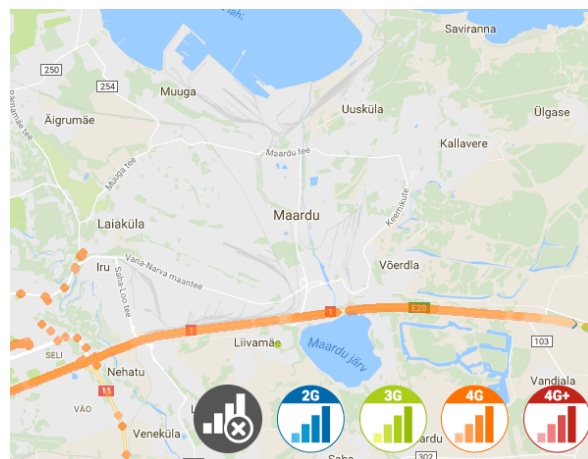
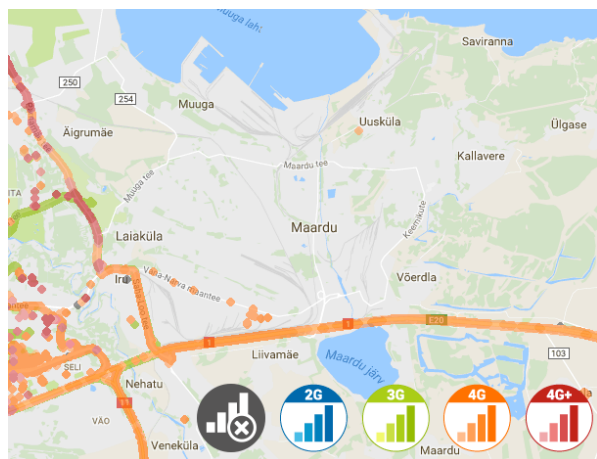
Joonis 9.2 Rail Baltic’u jaoks vajalik raudteemaa koos kaitsevööndiga.



Joonis 9.4 Maardu linna tehnovõrkude skeem.



Joonis 9.5 Maardu linna elektrivarustuse ja tänavavalgustuse skeem.



Joonis 9.6 Telia Eesti ASi (ülal vasakul), Elisa Eesti ASi (ülal paremal) ja Tele2 Eesti ASi (vasakul all) mobiilside kontrollitud katvus 2017.a.