



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

**MADALPINGE ELEKTRILIITUMISE
PROJEKTEERIMINE TALLINNA LINNAS**

**LOW-VOLTAGE ELECTRICAL CONNECTION PLANNING
IN TALLINN**

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Tristan Krillo

Üliõpilaskood 213715

Juhendaja: Jako Kilter, professor

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad,

kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” 2024

Autor: Tristan Krillo

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 2024

Juhendaja: Jako Kilter

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”.....20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Tristan Krillo

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Madalpinge elektriliitumiste projekteerimine Tallinna linnas,

mille juhendajaks on Jako Kilter,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

_____ (kuupäev)

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loominguulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Tristan Krillo, 213715

Õppekava, peeriala: EAAB16 Elektroenergeetika ja mehhatroonika

Juhendaja(d): Professor, Jako Kilter, 620 3765

Konsultant: Rainer Järv, elektriteenuste divisjoni juht, LEONHARD WEISS OÜ,
601 2285, estonia@leonhard-weiss.com

Lõputöö teema:

Madalpinge elektriliitumise projekteerimine Tallinna linnas

Low-voltage electrical connection planning in Tallinn

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Aja kokkuhoid madalpinge liitumiste projekteerimise protsessis;
2. Luua ülevaade madalpinge projekteerimise protsessist alustavale projekteerijale;
3. Analüüsida varem koostatud madalpinge elektriprojekti.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Dokumentide läbitöötamine	Jaanuar 2024
2.	Teoreetilise osa kirjutamine	Aprill 2024
3.	Varasemalt koostatud tööprojekti analüüs	Aprill 2024
4.	Paranduste tegemine ja töö vormistamine	Mai 2024
5.	Töö kinnitamine juhendaja poolt	Mai 2024

Töö keel: eesti keel **Lõputöö esitamise tähtaeg:** ".....".....20.....a

Üliõpilane: Tristan Krillo ".....".....20.....a
/allkiri/

Juhendaja: Jako Kilter ".....".....20.....a
/allkiri/

Konsultant: Rainer Järv ".....".....20.....a
/allkiri/

Programmijuht: Marek Tull ".....".....20.....a
/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

EESSÕNA	7
Lühendite ja tähiste loetelu	8
SISSEJUHATUS	9
1 ELEKTRIVÕRK EESTIS	10
1.1 Ülekandevõrk	10
1.2 Jaotusvõrk	11
1.3 Jaotusvõrk Tallinnas	12
2 MADALPINGE ELEKTRILIITUMISE PROJEKTEERIMINE	14
2.1 Olemasoleva olukorra analüüs	14
2.1.1 Detailplaneering	15
2.1.2 Projekteerimistingimused	15
2.2 Planeeritavad elektriseadmed madalpingevõrgus	16
2.2.1 Lühisvoolude arvutamine	16
2.2.2 Pingekadu	19
2.2.3 Liitumiskilp	20
2.2.4 Jaotuskilp	23
2.2.5 Kaablid	25
2.2.6 Mastilüliti	28
2.3 Projekteerimisel vajalikud sisetellitavad dokumendid	28
2.3.1 Geodeetiline alusplaan	28
2.3.2 Haljastuse inventeerimine	29
2.3.3 Katete taastamine	31
2.3.4 Isikliku kasutusõiguse seadmine	32
2.4 Kaablitrassi valik lähtuvalt nõuetest ning meetodist	33
2.4.1 Lahtine paigaldusmeetod	33
2.4.2 Kinnine paigaldusmeetod	33
2.4.3 Liituja	35
2.4.4 Ametiasutused	35
2.4.5 Tehnovõrgud	36
2.5 Projekteerimise protsessi analüüs	38
KOKKUVÕTE	43
SUMMARY	45
KASUTATUD KIRJANDUS	48
LISAD	51
Lisa 1. Piirkonnaalajaama ühendus jaotusalajaamadega	52
Lisa 2. Tarbijate ühendus madalpingevõrguga	53

Lisa 3. Enamlevinud liitumiskilpide ühendused Tallinnas	54
Lisa 4. Kilpide tüüpskeemide näited	55
Lisa 5. Geodeetiline plaan koos enimlevinud joonte tüüpidega	56
Lisa 6. Madalpinge elektriliitumise projekti analüüs Herne tn 29 liitumise näitel	57
L6.1 Lähtedokumendid	58
L6.2 Elektripaigaldise plaani koostamine.....	60
L6.3 Kooskõlastamine	63
L6.4 Muu dokumentatsioon	65

EESSÕNA

Käesolev lõputöö teema valiti autori initsiatiivil, olles töötanud ettevõttes LEONHARD WEISS OÜ madalpinge elektriprojekteeerijana.

Otsustati keskenduda antud teemale, kuna hetkel ettevõttes alustaval projekteeerijal pole kokkuvõtlikku projekteeerimisjuhendit, mis aitaks Elektrilevi dokumentide vahel orienteeruda ning kirjeldaks üldist madalpinge elektriliitumiste projekteeerimise protsessi. Otsustati koostada juhend, mis selgitaks lahti projekteeerimise etapid ning tooks välja erinevad nõuded ning juhendid, millest tööprojekti koostamisel lähtuda.

Lühendite ja tähiste loetelu

A – Amper (Voolu mõõtühik)

V – Volt (Pinge mõõtühik)

W – Takistil eralduv soojushulk

I – Vool

R – Takistus

t – Aeg

I_k – Lühisvool

E – toiteallika elektromotoorjõud (1-faasilise lühise korral madalpingevõrgus ~655 V)

Z_k - Lühisetakistus (palju kordi väiksem, kui ahela ning koormustakistus)

$Z_{võrk}$ – Elektrivõrgu takistus

$Z_{koormus}$ – Elektrivõrgus olevate elektritarbijate takistus

$I_k^{(1)}$ - Ühefaasiline lühisvool

U_l – Liinipinge (madalpinges 400 V)

Z_m – Jõutrafo näivtakistus

Z_{liin} – Liini näivtakistus

ρ – Juhi eritakistus (sõltub materjalist)

l – Juhi pikkus

S – Juhi ristlõikepindala

$\Delta U_{\%}$ - - Summaarne pingekadu protsentides

U_f - Faasipinge (madalpinges 230 V)

U_{tr} - pinge trafoklemmidel (arvutatud läbi faasipinge ning trafo pingekao)

ΔU_{liin} – pingekadu liinilõigus

R_n – Vastava liinilõigu aktiivtakistus

X_n – Vastava liinilõigu reaktiivtakistus

$\cos\varphi$ – Koormustegur liinilõigus (programmisis vaikumisi 0,95)

D_1 – Puu rinnasläbimõõt (cm)

k_1 – Puuliigi koefitsient

k_2 – Raiutava puu väärtusklassi koefitsient

k_3 – Raiepõhjuse koefitsient

$H\ddot{U}$ - Haljastusühikud

SISSEJUHATUS

Käesolev lõputöö teema on valitud autori initsiatiivil. Olles töötanud ettevõttes LEONHARD WEISS OÜ madalpinge elektriprojekterijana. Ettevõtte üheks ülesandeks on koostada ettevõttele Elektrilevi OÜ alltöövõtjana elektrivõrgu tööprojekte. Tööprojektide koostamisel tuleb juhinduda Elektrilevi hankedokumentidest. Elektrilevi hankedokumentid on mahukad ning neid on palju. Ettevõttes töötades avastati, et vajalike dokumentide leidmisele ning dokumentidest informatsiooni otsimisele kulutati palju aega.

Ettevõttes tööd alustades, oli esialgu raske hoomata kogu projekterimise protsessi. Lähtuti loogikast, et töö käigus õpid, kuid antud loogika järgi saadi ettekujutus kogu protsessist alles siis, kui esitati esimene töö ning selleks võis kuluda mitu kuud. Lisaks sellele tekkis ettekujutus seadmetest ning protsessist vaid kindla lahenduse kohta. Sealjuures võis samuti segaseks jääda mille jaoks mingi etapp või protsess vajalik oli ning alustaval projekterijal oli raske paljude hankedokumentide vahel orienteeruda, et vajalikku informatsiooni leida.

Selleks, et alustavale projekterijale luua kiiremini arusaam kogu projekterimise protsessist ning kiirendada vajaliku informatsiooni leidmist dokumentidest, otsustati lõputööks koostada ülevaatlik dokument. Töös keskendutakse vaid madalpinge elektriliitumiste projekterimisele, kuna antud tüüpi töödega puutub kokku ettevõttes alustav projekterija.

Sissejuhatuses on töös kirjeldatud üldiselt Eesti elektrivõrku ning on täpsemalt süvenetud Tallinna jaotusvõrku. Projekterimise peatükis on välja toodud nõuded, mis tulenevad õigusaktidest. Tehtud on ülevaade liitumispunktis arvatavatest suurustest nagu lühisvoolud, pingekaod ning koormusvoolud, kirjeldatud kõige sagedasemini projekteritavaid seadmeid, tutvustatud sissetellitavaid dokumente tööprojekti koostamiseks ning toodud välja millest juhinduda kaablitrassi määramisel Tallinna linnas. Lisaks on analüüsitud üldist projekterimise protsessi. Selleks, et siduda töös kirjeldatud teoreetiline osa praktikas teostatuga on lisapeatükis täpsemalt analüüsitud varasemalt koostatud tööprojekti. Analüüsitakse lõpliku lahenduseni jõudmist, tuuakse välja näiteid esitatud dokumentatsioonist ning kirjeldatakse esinenud ajakulu, millega projekterimisel tuleb arvestada.

Töö koostamisel on kasutatud ettevõttesiseseid arvutitarkvarasi nagu ZWCAD, Lühisvoolud 3 ning Trimble Unity.

1 ELEKTRIVÕRK EESTIS

Elektrienergia liikumist tootjatest tarbijateni iseloomustab elektrisüsteem. Elektrisüsteem koosneb elektrijaamadest, elektrivõrgust ning elektritarbijatest. Elekter toodetakse elektrijaamades ning toimetatakse tarbijateni läbi elektrivõrgu. Eesti elektrivõrk jaguneb eraldi ülekandevõrguks ning jaotusvõrguks. [1]

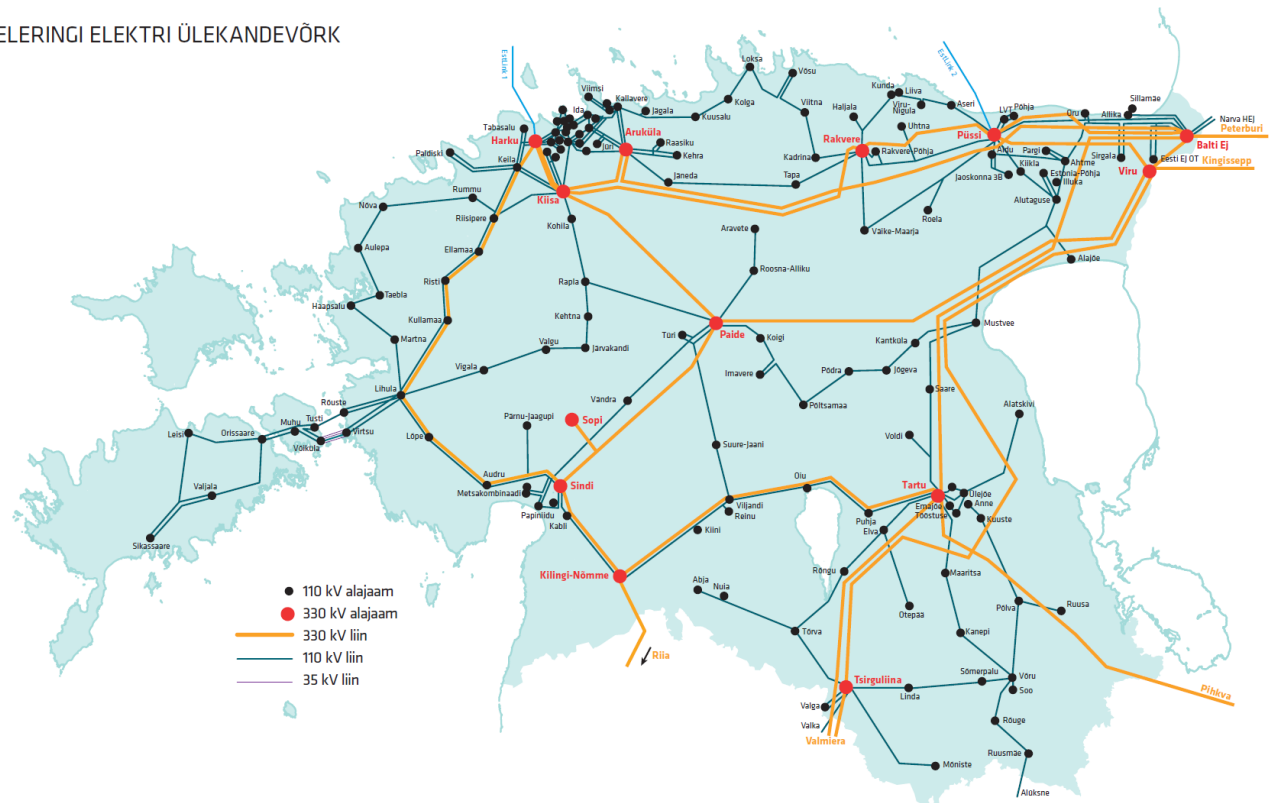
1.1 Ülekandevõrk

Ülekandevõrk on ühendatud elektrijaamadega ning selle ülesanne on toimetada elektrivõrk suuremate vahemaade taha. Selleks, et vältida suuri elektrikadusid, ehk suurt voolu liinis, kasutatakse põhivõrgus suuri pingeid. Vastavalt Elektrituru seadusele §3 on ülekandevõrk vähemalt 110 kV pingega üleriigiline elektrivõrk, mis kujutab endast ühendusi teiste riikide võrkudega ning keskpinge elektripaigaldistega, mis on mõeldud elektrienergia tootmiseks, edastamiseks, muundamiseks, salvestamiseks või tarbimiseks [2].

Eesti elektrivõrk kuulub Eleringile ning koosneb 5135 kilomeetrist elektri õhu- ja kaabelliinidest ning 156-st alajaamast. Eleringi valduses on nii 330 kui ka 110 kV alajaamasid, kus toimub vastavalt vajadusele pinge muundamine. Põhivõrk koosneb nii õhu- kui ka kaabelliinidest. Õhuliine on Eleringi valduses 5000 km, ning need jagunevad omakorda 330 kV, 110 kV ning 6-35 kV liinide vahel. Kõige rohkem ehk ligikaudu 3300 km on Eleringi valduses 110 kV elektri õhuliine ning sellele järgneb 330 kV elektri õhuliine pikkusega ligikaudu 1600 km. Kaabelliine on eleringil 135 km, millest üle 100 km on 110 kV kaablid. Lisaks on Eleringi valduses kaks alalispinge elektrikaablit kogupikkusega 139 km, mis ühendavad Eestit Soomega. [3]

Lisaks on Eesti põhivõrk ühenduses Läti ning Venemaaga (Vt joonis 1.1). Lätiga on Eestil elektriline ühendus läbi kolme 330 kV elektri õhuliini. Venemaaga on hetkel ühendus kolme 330 kV ning kahe 110 kV elektriõhuliiniga, kuid aastaks 2025 on plaanis desünkroneerimine ehk Venemaa elektrisüsteemist lahtiühendamine. [4]

ELERINGI ELEKTRI ÜLEKANDEVÕRK



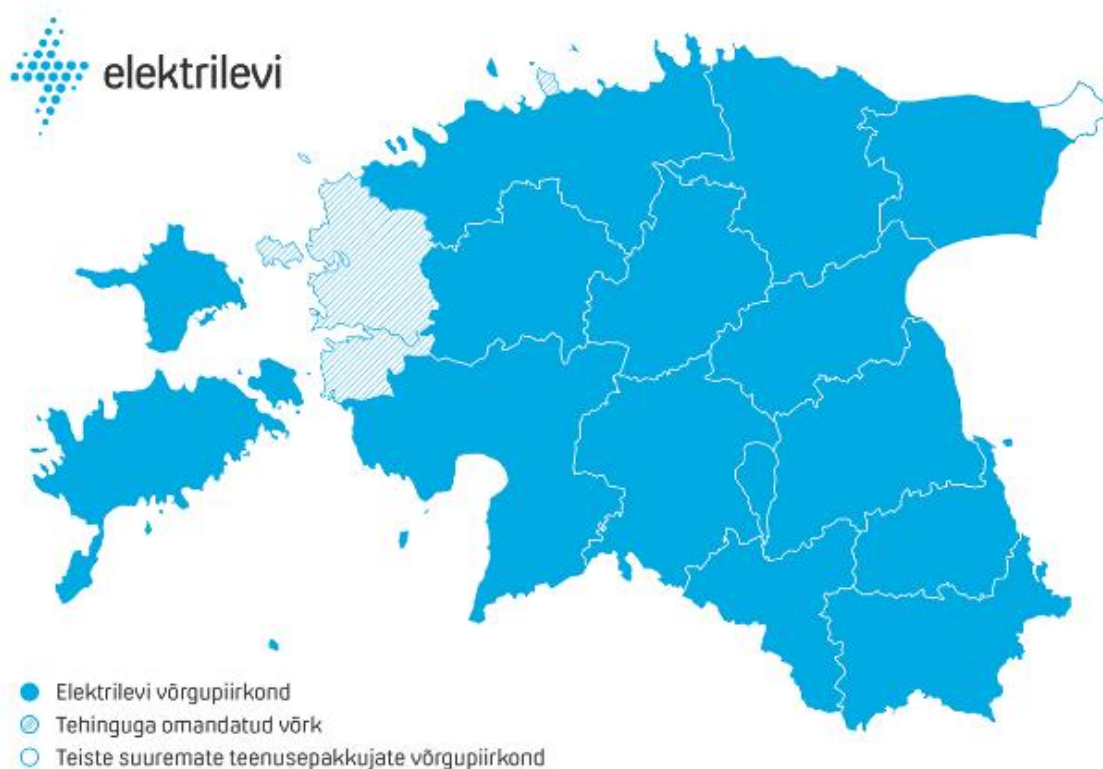
Joonis 1.1 Ülekandevõrk Eestis [4]

1.2 Jaotusvõrk

Jaotusvõrk on ühenduses ülekandevõrguga läbi alajaamade. Jaotusvõrgu põhiliseks ülesandeks on ülekandevõrgu poolt toodud elektrienergia jaotamine tarbijateni ning sealhulgas ka väiketarbijateni [5]. Vastavalt Elektrituru seadusele § 12 on väiketarbijaks tarbija, kelle elektripaigaldise ühendus ei ületa madalpingel 63 amprilist peakaitset [2]. Jaotusvõrku kutsutakse võrguks, mis pole ülekandevõrk (Elektrituru seadus §3) [2]. Eestis kuulub üle 95% jaotusvõrgust ettevõttele nimega Elektrilevi OÜ. Elektrilevi võrgupiirkonda ei kuulu suurtematest aladest vaid Narva ning selle ümbrus. Aastal 2021. omandas Elektrilevi teise suurima jaotusvõrgu ettevõtte nimega Imatra Elekter AS, mis tegutses Läänemaal, Pärnumaal ning Viimsi vallas (Vt joonis 1.2). [6] Elektrilevi andmetel on neil Eestis tarbimispunktide koguarv 676 497 [7].

Jaotusvõrgu-ettevõtja ülesanne on jaotusvõrgu käitamine, hooldamine ning arendus (Elektrituru seadus §8) [2]. Jaotusvõrgus kasutatavad pingetasemed on madalamad ülekandevõrgus kasutatavatest pingetasemetest. Eestis on jaotusvõrgus kasutusel 0,4 kuni 35 kV liinid [5]. Lisaks kuuluvad jaotusvõrgu alla alajaamad, kus läbi jõutrafode

teostatakse pinget muundamine nõutud tasemele. Elektrilevile kuulub üle 25 300 alajaama ning ligikaudu 63 000 kilomeetrit elektriliini. [6]



Joonis 1.2 Elektrilevile kuuluvad võrgupiirkonnad Eestis [6]

1.3 Jaotusvõrk Tallinnas

Tallinna jaotusvõrk kuulub Elektrilevile. Tallinn on Eesti enimasutatud linn rahvaarvuga 461 346 ning pindalaga 159,2 km². Suur rahvaarv tähendab suuremat elektritarbimist. Tallinna linnale järgneb rahvaarvult Tartu linn rahvaarvuga 98 270 ning pindalaga 154 km². [8] Tallinna linnas on 15 piirkonnaalajaama, mis muundavad pinget vähemalt 110 kV madalamaks pingetasemeks. Tuues võrdluseks Tartu linna, kus piirkonna alajaamade arv, mis muundavad pinget vähemalt 110 kV madalamaks pingestamiseks on kõigest neli. [9] Piirkonna-alajaamas muundatakse kõrge ülempinge (110 kV- 35 kV) madalamaks keskpingeks (35 kV – 6 kV). [10]

Edasi transporditakse elekter erinevate alajaamadeni, kus muundatakse pingetase tarbijale vajalikuks pingetasemeks, milleks on üldjuhul väiketarbijate puhul 0,4 kV (vt lisa 1 joonis 1.3). Igal alajaama tunnuseks on nimetus, mis koosneb numbritest või tähtedest. Alajaamades on seega kaks poolt: keskpinge ning madalpinge pool. Madalpinge poolele kuulub jaotusseade. Seadme eesmärgiks on liinide jaotamine läbi sektsioonide, mida kutsutakse fiidriteks. Fiidritel kasutatakse liini kaitseks

jadavinnaklülitit, mille sees on vastavalt liini võimekusele määratud sulavkaitse. Iga fiidri taha on ühendatud mitu tarbijat. Alajaamast väljub kaablite näol mitu fiidrit. Sealt edasi liigub kaabel juba jaotuskilbini või elektriliini masti, kus jätkatakse õhuliiniga (Vt lisa 2 joonis 1.4). Õhuliinide puhul võetakse tarbijatele liinilt väljavõtte läbi õhuliini klemmide ning tuuakse mööda masti kaabliga liitumispunktini (Vt lisa 3 joonis 1.5). Liitumispunkt on võrguühenduse kasutaja elektripaigaldise ühenduskoht võrguga ning tüüpiliselt on selleks liitumiskilp. [11] Liitumiskilp kuulub võrguettevõttele ning koosneb koormusvoolu piiravast peakaitsemest, elektrienergia tarbimise mõõtmiseks vajaminevast arvestist ning turvalahutust tagavast pealülitist. [12] Tarbija saab ühenduse elektriga läbi liitumiskilpi ühendatud tarbijakaabli. Elektrilevile kuulub võrk kuni liitumiskilbini seega tarbijakaabli eest Elektrilevi ei vastuta. [11] Läbiva kaablitrassi puhul väljub alajaamast tüviliin jaotuskilbini, kus toimub omakorda ahela hargnemine haruliinideks. [13] Jaotuskilbis toimub liinide hargnemine sarnaselt alajaamadele, kus iga väljuv haruliin on kaitstud jadavinnaklüliti abil. Jaotuskilbist edasi minev tüviliin ühendatakse lühistusnugadega komplekteeritud koormuslahklüliti ehk jadavinnaklüliti kaudu. Jaotuskilbist viiakse haruliin liitumiskilbini (Vt lisa 3 joonis 1.6). [13] Jaotus- ning liitumiskilpidel on eristamiseks oma tunnusega sildid, mis on paigaldatud kilpide ukse välisküljele. Liitumiskilpi iseloomustab tähtede kombinatsioon LK koos vastavate numbritega ning jaotuskilbi puhul JK koos vastavate numbritega. [14]

Elekter jõuab madalpinge tarbijateni läbi õhuliinide või kaablite. Enamik Tallinna elektritarbijate liitumispunktidest paiknevad liitumiskilpides, kuid leidub ka lahendusi, kus liitumispunkt on kliendi mõõtekilbis (üldjuhul elamu sees). Sellisel juhul on liitumise peakaitse ning arvesti kaitstud plommidega. Antud viisil on Elektrilevi omanduses tarbija kilbini minev õhuliin ning Elektrilevi seadmed tarbija kilbis. Erinevad liitumispunktide asukohad määratakse lepingulistest suhetes ning enimlevinud variandid on välja toodud Elektrilevi dokumendis J255. [11] Elektrilevi seadmeteks on näiteks arvesti, peakaitse ning nende vahelised ühendused. Selliseid lahendusi on vähem ning uute liitumiste puhul Tallinna linnas asub tarbija liitumispunkt liitumiskilbis. Tallinnas enimlevinud liitumiskilpide ühenduste variandid on toodud joonistel 1.5 kuni 1.8 (Vt lisa 3).

2 MADALPINGE ELEKTRILIITUMISE PROJEKTEERIMINE

Väiketarbijate uute madalpingel elektriliitumiste projekteerimine ning lahenduse valik sõltub mitmest tegurist. Elektrilevi poolt antakse tehnilise poole pealt ette lähteülesanne, mis on koostatud Elektrilevi võrguinseneri poolt vastavalt Elektrilevi juhendile J3280. [15] Lähteülesandes on välja toodud planeeritavad elektriseadmed, kaabel orienteeruva pikkusega, toite alajaam ning selle fiider, liitumiskilbi toite ning liitumiskilbi asukoht. Kõigepealt on vajalik tutvuda olemasoleva olukorraga. Olles tutvunud olemasoleva olukorraga tuleb veenduda, et Elektrilevi võrguinseneri poolt määratud lahendus on sobilik. Kui lahenduses leidub ebatäpsusi tuleb need üle täpsustada Elektrileviga. Järgnevas tuleb tellida projekteerimiseks vajalikud lähtedokumendid. Tellitavate dokumentide hulk sõltub suuresti olukorrast ning sellega kaasas käivatest nõuetest. Antud töös kirjeldatakse Elektrilevi OÜ elektrivõrgu ehitamiseks mõeldud tööprojekti koostamist, mille sätestab Elektrilevi hankedokument J352. Elektrivõrgu tööprojekt on ehitusprojekti üks staadiumitest, mis on suunatud ehitustöö teostamisele. [16]

2.1 Olemasoleva olukorra analüüs

Elektrilevi võrguinseneride poolt on läbi lähteülesande määratud uute madalpinge liitumiste puhul vastav toitekoht liitumiskilbile ning orienteeruv liitumiskilbi asukoht. Lähteülesandes on välja toodud planeeritud liitumise toitealajaam ning seotud fiider. Samuti on ette antud kasutatava kaabli ristlõige koos liitumispunkti peakaitsme nimivooluga. Sõltuvalt toitepunkti asukohast (õhuliini mastil, jaotuskilbis või alajaamas) tuleks selgeks teha, kas antud punktist on võimalik uuele liitumisele elektritoidet võtta. Lähteülesandes on samuti välja toodud liituja kontaktandmed. Lisaks lähteülesandele on Elektrilevi poolt kaasas asendiskeem, kus on kujutatud planeeritav võrk kinnistute katastripiiride ning tunnustega. Lähteülesande lisana peab olema välja toodud, kas antud alal on kehtestatud detailplaneering või mitte. Samuti peavad olema ette antud planeeritud võrgu elementide tähised (näiteks kaablil ja liitumiskilbil). Paremaks asendiskeemi loetavuseks, on kajastatud planeeritavat (sinine) ning demonteeritavat (must) võrku eraldi värvidega olemasolevast madalpingevõrgust (roheline), vastavalt lähteülesande koostamise nõuetele. [15]

2.1.1 Detailplaneering

Alustuseks tuleb planeeritava elektrivõrguga seotud kinnistute omanikud selgeks teha. Juhul kui projekteeritav trass läbib vähemalt kahte kinnistut (Ehitusseadustik §83) [17] või tegemist on Tallinna linnale kuuluva kinnistuga tuleb tellida projekteerimistingimused, juhul kui puudub detailplaneering. Kinnistute omanike väljavõtte saab e-kinnistusraamatust. Kinnistusraamatu väljavõtted on kohustuslikud ning see on välja toodud elektripaigaldise projekti koostamis juhendis J352 [16]. Juhul kui kinnistu omanikuks on juriidiline isik saab kontaktisiku andmed leida e-äriregistrist. Tööprojekti koostamisel tuleks alustada kontrollist, kas antud alal on kehtestatud detailplaneering, kuna lähteülesandes ei pruugi olla välja toodud detailplaneeringu olemasolu. Vastavalt Ehitusseadustiku §12-le peab ehitusprojekt olema kooskõlas detailplaneeringu või projekteerimistingimustega. [17] Detailplaneeringus on määratud tehnovõrkude asukohad, mille alla kuulub ka elektrivõrk. Detailplaneering on koostatud kohaliku omavalitsuse poolt, millega Tallinnas tegeleb Tallinna Linnaplaneerimiseamet ning detailplaneering on lähiaastate ehitustegevuse aluseks. Vastavalt Planeerimisseaduse §125-le on detailplaneering linnas kohustuslik kui on tegemist uue hoone püstitamisega või olemasoleva hoone kubatuuri laiendamisega üle 33 % või maa-ala kruntideks jaotamise korral. [18] Mistõttu tuleks kontrollida detailplaneeringu olemasolu kui elektriliitumisega kaasnevad eelnevalt nimetatud tegevused. Detailplaneeringu olemasolu saab kontrollida Tallinna planeeringute registri lehelt, sisestades sinna projektiga seotud kinnistu aadressi.

2.1.2 Projekteerimistingimused

Juhul kui projektiga seotud kinnistutel detailplaneering puudub, tuleb taotleda projekteerimistingimused. Nagu varasemalt mainitud, on projekteerimistingimused kohustuslikud, kui elektripaigaldis läbib mitut kinnistut või kui on tegemist Tallinna linnale kuuluva maaga. Kui projekt hõlmab vaid ühte erakinnistut pole projekteerimistingimused kohustuslikud. Läbi projekteerimistingimuste antakse elektriliitumise ehitamisele konkreetset arhitektuursed ning ehituslikud tingimused (Ehitusseadustik §26). [17] Projekteerimistingimused taotletakse läbi Ehitusregistri, lisades taotlusega kaasa seonduvad dokumendid nagu lähteülesanne ning lähte asendiskeem (Tallinna linna töökorraldus... §35). [19] Projekteerimistingimustes tuuakse näiteks välja keskkonnakaitselised tingimused Tallinna Keskkonnaameti poolt, kooskõlastust vajavad osapooled nagu näiteks teised tehnovõrgud, seotud kinnistud ning ametiasutused. Lisaks on välja toodud Tallinna linna nõuded, millest kõige tähtsamaks on, et liitumiskilpi ei tohi paigaldada tänavamaale.

Praktikas võib projekteerimistingimuste saamine tihti võtta üle kolme kuu. Seetõttu tuleks projekteerimistingimuste taotlus esitada võimalikult kiiresti. Teades, et madalpinge liitumiste projekteerimine hõlmab tihti standardset lähenemist, võib peale taotluse esitamist jätkata tööprojekti koostamisega. Elektriliitumise ehitusega kaasnevatel kaevetöödel Tallinna linnale kuuluval maal on vajalik taotleda kaaveluba, mis vajab Tallinna Keskkonna-ja Kommunaalameti kooskõlastust (Kaevetööde eeskiri §6). [20] Sageli on kommunaalamet andnud kooskõlastuse ilma projekteerimistingimusteta, seega on esinenud olukordi, kus projekt läheb ehitusse enne projekteerimistingimuste saamist.

2.2 Planeeritavad elektriseadmed madalpingevõrgus

Projektide koostamisel on lähtunud Elektrilevi poolt heakskiidetud elektriseadmetest. Projekteerija ei tohi määrata konkreetset seadme tootjat ega tüüpi, v.a juhul kui selleks on tehniline vajadus. Olukorras, kus projekteeritakse liitumiskilpi olemasoleva jaotuskilbi kõrvale peavad kilpide tootjad samad olema. [16]

Antud peatükis on kirjeldatud madalpingeliitumiste tüüpiliste lahenduste juures kasutatavaid elektriseadmeid. Elektriseadmete valiku juures on tähtis tagada liini nõuetele vastav kaitserakendus läbi lühisvoolude arvutamise ning kliendi liitumispunkti nõuetele vastav pingekadu.

2.2.1 Lühisvoolude arvutamine

Elektrivõrgu normaaltalitlust häirivad erinevad rikked. Ohtlikumaks rikkeks on elektrivõrgus lühised. Lühised põhjustavad ohtlikult suuri liigvoolusi ning suured voolud põhjustavad elektrijuhtide (kaablite ja õhuliinide) ülekuumenemist. [21] Suured voolud tekitavad ülekuumenemist, kuna takistilt eralduv soojushulk on sõltuv voolu ruudust, takistusest ning ajast nagu kirjeldab avaldis 2.1. [22] Seetõttu tuleks lühised võimalikult kiiresti välja lülitada.

$$W = I^2 \times R \times t \quad (2.1)$$

Ülekuumenemine teeb kahju seadmete isolatsioonile ning võib tekitada elemendi süttimise. Lühis on olematu või väikese takistusega ebanormaalne ühendus vooluahelas kahe erineva potentsiaaliga punkti vahel (näiteks kaabli faas ja maa). Väike takistus (Z_k) tekitab lühise korral ahelas palju suuremad voolud kui normaalolukorras nagu kirjeldab avaldis 2.2. [21]

$$I_k = \frac{E}{Z_k} \gg \frac{E}{Z_{võrk} + Z_{koormus}} = I \quad (2.2)$$

Alajaamas olevad fiidrite jadavinnaklülitid, fiidritel olevad seksioneerivad kaitseaparaadid ja liitumispunktide kaitseaparaadid peavad rikke korral tagama automaatse väljalülitamise nõuete täitmise vastavalt tänapäeva võrgu 5s nõudele. Tänapäeva võrguks (5s võrk) nimetatakse madalpingevõrgu osa, mis on ehitatud peale kuupäeva 01.07.1996 ning jaotusvõrkudes peab kaitseseade rakenduma 1-faasilise lühise korral maksimaalselt viie sekundi jooksul. Madalpingevõrgu projekteerimisel tuleb arvestada, et minimaalne 1-faasiline lühisvool Elektrilevile kuuluva liini lõpus ehk liitumiskilbis oleks vähemalt 250 A. Sellisel juhul saab liitumiskilbis kasutada maksimaalselt 25 A nimivooluga C karakteristikuga kaitselülitit vastavalt 5s reeglile. [23] Seetõttu on vaja arvutada liitumispunkti 1-faasiline lühisvool ning veenduda, et liini kaitseadmed rakenduks antud lühisvoolu juures vähemalt 5 sekundi jooksul.

1-faasilise lühisvoolu ning pingekao arvutamiseks on ettevõttes kasutusel programm Lühisvoolud 3. Programm arvutab 1-faasilised lühisvoolud läbi avaldise 2.3. [24]

$$I_k^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \times 0,95 \times U_l}{Z_m + Z_{liin}} \quad (2.3)$$

Trafo näivtakistuse Z_m ning liininäivtakistuse Z_{liin} arvutab programm vastavalt valitud elementide parameetritele.

Lühisvoolude arvutamiseks tuleb programmis valida kõigepealt toitealajaama jõutrafo tüüp tema niminäivvõimsuse S (kVA), pingestmete ning lülitusgrupi järgi, mis on leitav ettevõttesiseselt kasutatavas Trimble Unity arvutitarkvaras [9]. Näiteks alajaama AJ6457 jõutrafo nimivõimsus on 400 kVA; primaarpinge 10,5 kV; sekundaarpinge 0,41 kV ning lülitusgrupp D/Yn. Tuleb valida vastavate parameetritega trafo Lühisvoolud 3 programmis.

Liininäivtakistuse arvutamiseks tuleb programmi sisestada juhi tüüp vastava ristlõikega. Näiteks AXPk4G25 või õhuliini puhul AMKA3x50+70. Lisaks tuleb sisestada programmi vastava liinilõigu pikkus meetrites (Vt joonis 2.3). Liinilõigu pikkuse horisontaalprojektsioonis (pealt vaates) saab leida Trimble Unity arvutitarkvaras [9], kasutades selleks „Mõõda kaugus“ vahendit.

Kaabli aktiivtakistus avaldub avaldisega 2.4. [25]

$$R = \frac{\rho \times l}{S} \quad (2.4)$$

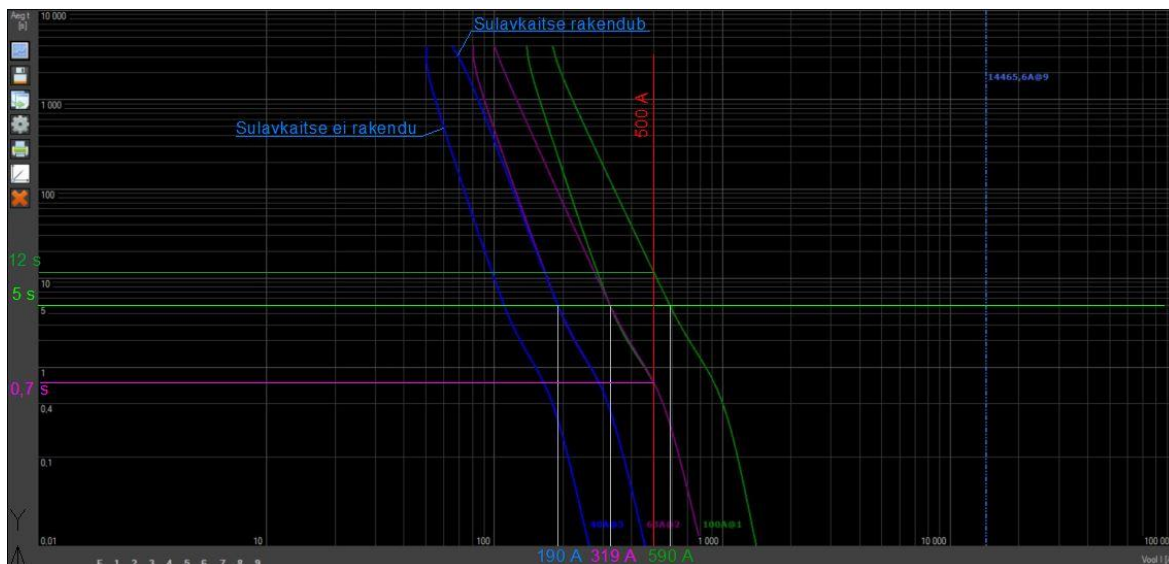
Avaldisest 2.4 järeldub, et kaabelliini takistus on seda suurem, mida pikema liiniga on tegu ning mida väiksem on kaabli ristlõige. Lühisvoolud langevad liini pikkuse kasvades, seega on lühisvoolud kõige väiksemad fiidri lõpus nagu näitab avaldis 2.3. Lühisvoolude suurendamiseks on projekteerijal võimalus määrata suurem kaabli ristlõige, mis aitab vähendada kaabli takistust (avaldis 2.4) ning seeläbi suurendada lühisvoolu liini lõpus

(avaldis 2.3). Lühisvoolude programm väljastab 1-faasilise lühisvoolu ning maksimaalse gG tüüpi sulari nimivoolu, mida antud 1-faasilise lühisvoolu juures saab kasutada. Antud sulari nimivoolu puhul on arvestatud selle rakendumistunnusjoonega ning 5s reeglina. Seega tuleb uue liitumise projekteerimisel veenduda, et liitumiskilbi peakaitsmele eelnev sular (alajaamas või jaotuskilbis) oleks sama või väiksema nimivooluga kui programmis Lühisvoolud 3 pakutud sular.

Lisaks 5s reeglile tuleb jadamisi olevate kaitseaparaatide valimisel arvestada selektiivsusega. Selektiivsuse abil tagatakse, et lühise korral rakendub lühisele lähim kaitseseade ning ei rakenduks toitepoolne kaitse. Sellega saavutatakse lühise korral võimalikult väikse liiniosa tööst välja lülitumine. Jadaühenduses sularite puhul on tagatud selektiivsus nimivoolude suhte 1,6 korral. Näiteks kui toitepoolel on kasutatud sularit nimivooluga 100 A võib tarbija poolele paigaldada maksimaalselt 63 A sulari ($100 / 1,6 = 62,5$ A). [23]

Sulari rakendumist liigvoolule iseloomustab tema rakendumistunnusjoon, mis on kujutatud aeg-vool-tunnusjoonte kaudu. Sulari tunnusjoon jaguneb omakorda kaheks jooneks, millest vasakpoolne joon näitab piiri, kus sulavkaitse ei tohi rakenduda ning parempoolne, millest sular kindlasti rakendub [21]. Sularite ning C kaitselülite tunnusjooni aeg-voolu graafikul on võimalik vaadelda Lühisvoolud 3 programmis (Vt joonis 2.1). Sulari ja C tüüpi kaitselüliti (liitumiskilbi peakaitse) vahel on selektiivsus tagatud nimivoolude suhte 2 korral. [23]

Joonisel 2.1 on välja toodud gG tüüpi nimivooludega 40, 63 ning 100 A sularite rakendumistunnusjooned. Joonisel on toodud viie sekundi piir, mille jooksul peab kaitseseade liigvoolu korral rakenduma. Igal sulavkaitsmel on näidatud selle viie sekundi jooksul maksimaalselt lahutatav lühisvool. Näiteks 500 A lühisvoolu korral (joonisel punasega) saab enimalt kasutada 63 A nimivooluga sularit, kuna 100 A nimivooluga sular rakendub kindlalt alles 12 sekundi jooksul, ehk 5s nõue pole täidetud. Lisaks Lühisvoolud 3 programmile saab vastavalt lühisvoolule lubatud maksimaalse sulari nimivoolu standardi EVS-HD 60269-2 järgi, leida Elektrilevi dokumendi J345 tabelist. [26]



Joonis 2.1 Gg tüüpi sularite rakendumistunnusjooned selgitustega aeg-voolu graafikul [24]

2.2.2 Pingekadu

Lisaks lühisvoolule tuleb leida liitumispunktis pingekadu. Toitepinge aeglased muutused normaaltingimustel ei tohi ületada +/- 10% madalpingevõrgu nimipingest [27]. Vastavalt Elektrilevi soovitusel võiks liitumispunkti pingekadu olla 5%. Suurtemate pingekadude korral tuleb ühendust võtta Elektrilevi kuraatoriga, kes määrab kas selline pingekadu on lubatud või tuleks seda vähendada.

Pingekao arvutamiseks kasutatakse samuti Lühisvoolud 3 programmi. Programm väljastab liini lõpus oleva pingekao koos 1-faasilise lühisvoolu ning sellele vastava maksimaalse sulari nimivoolu (Vt joonis 2.3). Programm arvutab pingekao liinis vastavalt avaldisel 2.5. [24]

$$\Delta U\% = \frac{100 \times ((U_f - U_{tr}) + \Delta U_{liin})}{U_f} \quad (2.5)$$

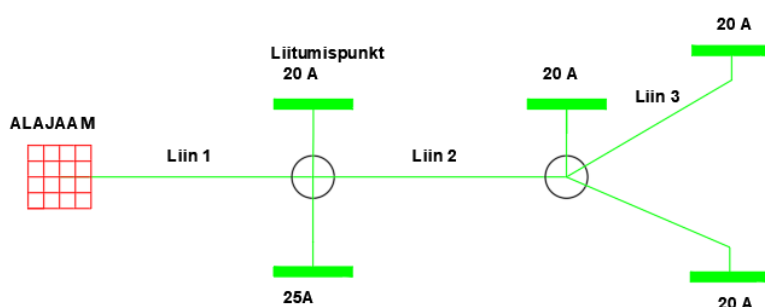
Faasipinge U_{tr} jõutrafo klemmidel arvutab programm vastavalt valitud jõutrafo parameetritele ning liinilõiku number üks sisestatud koormusvoolule. Pingekadu liinilõigus leitakse avaldisega 2.6. [24]

$$\Delta U_{liin} = k_n \times I_n (R_n \cos\varphi + X_n \sin\varphi) \quad (2.6)$$

Vastavalt programmi sisestatud liinilõikude arvule leitakse liinilõpus summaarne pingekadu liites kõikides liinilõikudes esinevad pingekadud.

Avaldisest 2.6 on näha, et pingekadu liinis sõltub selle takistusest, koormusvoolust ning üheaegsustegurist k_n . Üheaegsustegurid on kasutusel liinide koormusvoolude määramisel. Koormusvoolude leidmiseks liinilõigus tuleb liita kõik vastava liinilõigu toitel olevate klientide peakaitsmete suurused ning korrutada need vastava

üheaegsusteguriga. Üheaegsustegur sõltub varustuskindluse piirkonnast ning liinilõigu taga olevate liitumispunktide arvust ning on toodud dokumendi J3146 tabelis. [28] Liinilõikudes koormusvoolude leidmise näiteks on kasutatud joonist 2.2. Oletades, et tegu on tiheda varustuskindluse piirkonnaga. Liinilõigu number 1 vooluks saab läbi peakaitsete nimivoolude $20\text{ A} + 25\text{ A} + 20\text{ A} + 20\text{ A} + 20\text{ A} = 105\text{ A}$. Tegelikult ei tarbi kõik tarbijad voolu üheaegselt. Seega vastavalt liitumispunktide arvule vastava liinilõigu taga (5) ning tiheda varustuskindluse puhul saab üheaegsusteguriks $0,7$ [28]. Koormusvool liinilõigus 1 on seega 74 A ($105 \times 0,7 = 74\text{ A}$). Vastav koormusvool tuleb sisestada lühisvoolude programmi. Liinilõigu number 2 koormusvooluks on 60 A ning üheaegsustegur kolme liitumispunkti korral on $0,75$. Koormusvool liinilõigus 2 on seega 45 A .



Joonis 2.2 Elektrivõrgu näide

Lühisvoolud 3 - Q:\370_EE\ELEKTRITEENUSED\Projekteerimine\POH\Tristan Krillo\Lõputöö\lühisvoolud_naide.lva

Liinilõigu pikkus [m]	Juhi mark	Vool liinis [A]	Kaitseade liinilõigu lõpus	dU [%]
1	AMKA3x120+95	74	-Valmata-	dU1= 0,76
2	AMKA3x120+95	45	-Valmata-	dU2= 1,04
3	AXPK-4X50	20	-Valmata-	dU3= 1,16
4	-Vali juht-	0	-Valmata-	dU4= 1,16
5	-Vali juht-	0	-Valmata-	dU5= 1,16
6	-Vali juht-	0	-Valmata-	dU6= 1,16
7	-Vali juht-	0	-Valmata-	dU7= 1,16
8	-Vali juht-	0	-Valmata-	dU8= 1,16
9	-Vali juht-	0	-Valmata-	dU9= 1,16

1f lühisvool liini lõpus [A]	2061,87	C-tunnusjoonega kaitselüli	C200 A	Reguleeritava fiidrikaitse max	-
3f lühisvool liini lõpus [A]	4656,21	B-tunnusjoonega kaitselüli	-	lubatud lühisvoolukordus	Im
Lühisvõimsus liini lõpus [kVA]	3212,8	gG tüüpi sular	gG250A	EEE järgne max lubatud	686 A
Pingekadu	1,2 %	Liinilõigu kogupikkus	120 m	fiidrikaitse (3xIn<Ik)	

Joonis 2.3 Näide Lühisvoolud 3 programmi arvutustulemustest [24]

2.2.3 Liitumiskilp

Liitumiskilp on võrguühenduse kasutaja liitumispunktiks nagu on kirjeldatud peatükis 2.3. Elektrilevi poolt heakskiidetud liitumiskilbid leiab Elektrilevi dokumendist P343 [12]. Vastavalt liitumise tüübile on lähteülesandes mainitud, kui mitmekohaline liitumiskilp tuleb paigaldada. Juhul kui tegemist on otseühendusega arvestiga (PLC tüüpi) ning

tegemist on ühe liitujaga, on kasutusel ühekohaline liitumiskilp. Otseühendusarvestit kasutatakse kolme faasiliste liitumiste puhul 6-100 Amprit [12].

Elektrilevi poolt on hetkel peamiselt kasutusel Harju Elektri poolt valmistatud HETR-seeria kilbid. Ühekohalise liitumiskilbi mõõtmeteks on laius 350, sügavus 290 ning pikkus 1000 mm. Antud suuruses liitumiskilpi valmistatakse 63 A (HETR 55L XP) ning 100 A (HETR 55L ZP) nimivoolu jaoks. Juhul kui tegemist on liitumisega, mille peakaitse on üle 100 A (125 A) või kui tegemist on kahe otseühenduses arvestiga liitujaga, tuleb paigaldada kahekohaline liitumiskilp mõõtmetega: laius 550, sügavus 290 ning pikkus 1000 mm. Alates 125 A peakaitsmest tuleb määrata laiem liitumiskilp kuna arvestile mõõtesignaali edastamiseks kasutakse mõõte-voolutrafosid [29]. Liitumispunkti puhul peakaitsmega 100 A võib tegemist olla kas otseühendusega arvestiga või mõõte-voolutrafo arvestiga (P2P). Vastav arvesti tüüp peab olema lähteülesandes välja toodud. Vastavalt kilbi tüübile on tootja poolt paigaldatud kilbi sisu, välja arvatud arvesti ning peakaitse. Kasutatav liitumiskilbi tüüp tellitakse vastavalt elektriskeemil toodud liitumiskilbi joonisele. Liitumiskilbi saab paigaldada nii mastile, seinale kui ka pinnasesse. Tüüpiliseks lahenduseks on paigaldada liitumiskilp pinnasesse. Selleks on kasutusel muudetava kõrgusega (400 mm kuni 900 mm) vundament ehk sokkel. [30] Siinkohal tuleks projekteerimisel kindlasti arvestada kilbi asukoha maapinna kõrguse muutumisel vertikaalplaneeringuga, mis tuleb välja tuua elektriskeemil. [18] Vältimaks seda, et peale liitumiskilbi paigaldust toimub piirkonnas maapinna tõus ning kilbi ust pole võimalik avada.

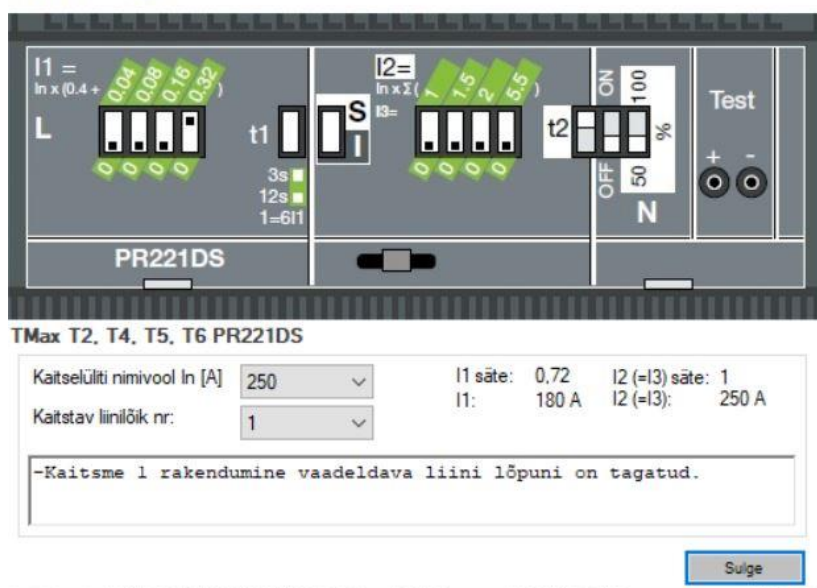
Mõõte-voolutrafode puhul tuleb projekteerijal elektriskeemis välja tuua selle nimiprimaarvool ning sekundaarvool koos selle täpsusklassiga, milleks kommertsahelas on nõutud 0,2S [31]. Täpsusklass 0,2S tähendab, et mõõte-voolutrafod edastavad nõutud täpsusklassis usaldusväärseid tulemusi 0,01 kuni 1,2 kordse voolutrafo nimiprimaarvoolu korral. Näiteks 150 A nimiprimaarvooluga voolutrafo edastab usaldusväärseid tulemusi koormusvoolu vahemikus 1,5 A kuni 180 A. Elektrilevi poolt kasutatavate voolutrafode nimiprimaarvoolud on toodud dokumendis P390 ning tuleb valida vastavalt liitumise peakaitsme nimivoolule. Näiteks peakaitsme 80-160 A puhul on kasutusel mõõte-voolutrafod primaarvooluga 150 A [29]. Mõõte-voolutrafode sekundaarnimivooluks on üldjuhul 5 A [31].

Liitumise peakaitseüliti amperaas tuleb määrata vastavalt lähteülesandes toodule. Liitumiskilbis paiknev peakaitse määrab tarbija maksimaalse koormusvoolu. Elektriskeemile tuleb määrata kasutatava peakaitsme nimivool. Kuni liitumise nimivoolu väärtuseni 100 A tuleb kasutada sättereguleerimiseta C-tüüpi rakendustunnusjoonega

kaitselülitit. Kuni 100 A peakaitsme puhul on kilbis kasutusel pealülid, mille eesmärk on teostada turvalahutamine kilbis tööde tegemise ajaks. Kasutatavate pealülite nimivoolud on 63 A, 100 A või 160 A. Pealüliti nimivool peab olema suurem kui peakaitsme nimivool. [12]

Alates 125 A peakaitsme nimivoolust kasutatakse sätteregeerimisega kaitselülitit. Kui on kasutatud sätteregeerimisega kaitselüliti, pole pealüliti turvalahutuseks vaja. [12] Sätteregeerimisega kaitselülil tuleb kilbiskeemis välja tuua selle nimivool, koormusesäte koos sättevooluga ning arvutuslik lühisvool [32]. Kasutatavad kaitsmete nimivoolud on näiteks 125 A, 160 A, 200 A, 250 A. Peakaitsme koormussätted on 0,04; 0,08; 0,16; 0,32 (kokku 0,6). Peakaitsme sättevool kujuneb 0,4 + koormussätted. Sobiv peakaitsme nimivool leitakse läbi Lühisvoolud 3 programmi kasutamise (Vt joonis 2.4) [24]. Antud programmis on võimalik määrata ABB Tmax reguleeritava kaitselüliti nimivool ning muuta koormussätteid. Näiteks, kui liitumine on 180 A, tuleb 250 A nimivooluga peakaitsme sätteks võtta 0,72 läbi mille saadakse sättevooluks 180 A ($250 \times 0,72 = 180$). Antud näites pole võimalik 200 A peakaitset kasutada kuna 180 A sättevoolu pole koormussätete kaudu võimalik saavutada.

ABB SACE Tmax



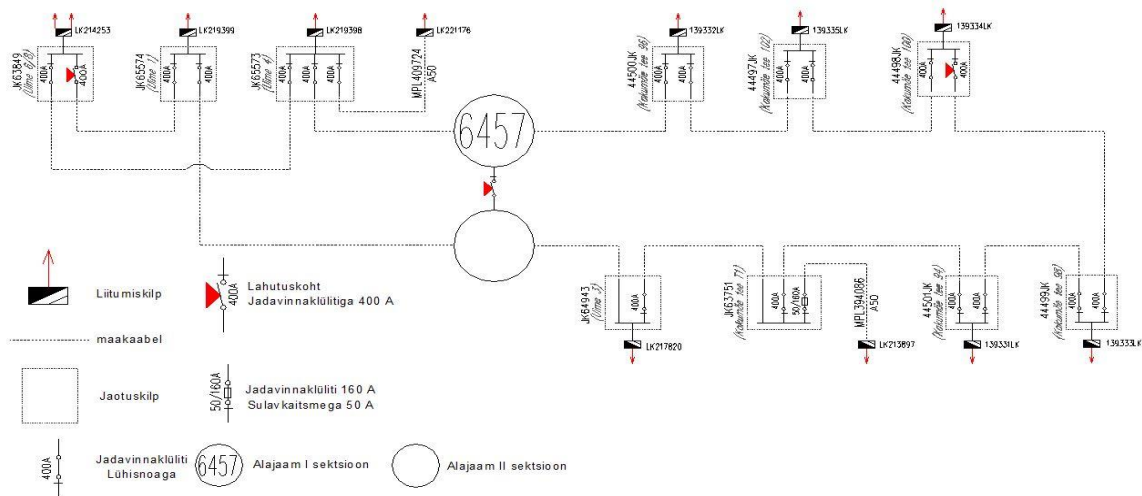
Joonis 2.4 ABB Tmax sättevoolu 180 A leidmine programmis Lühisvoolud 3 [24]

Arvutuslik lühisvool arvutatakse vastavalt lühisvoolude arvutamise peatükile. Elektriskeemil kajastatavad erinevat tüüpi liitumiskilpide joonised on toodud J352 lisa Kilpide tüüpskeemid ning näited joonistel 2.5 ning 2.6 (Vt lisa 4). [32] Liitumiskilpide puhul tuleb elektripaigaldise plaanil kajastada reservtoru perspektiivsele tarbijakaablile, mis võiks võimalusel ulatuda liitumiskilbist kahe meetri kaugusele. Kitsastes oludes on

lubatud ka lühema ulatusega reservtoru kasutamine. Antud tegevusega välditakse hilisemas faasis kilbi ümber kaevetöid tarbijakaabli ühendamisel liitumiskilpi. [16]

2.2.4 Jaotuskilp

Jaotuskilp on kasutusel elektrienergia jaotamiseks. Jaotuskilpi läbib alajaamast algav 0,4 kV tüviliin. Jaotuskilbi kaudu toimub tüviliini jagunemine haruliinideks, mida kasutatakse liitumiskilpide toiteks. Läbi jaotuskilpide toimub ka tüviliini sektioneerimine. See tähendab, et tüviliin moodustab ringtoite kahe alajaama trafo sektsiooni vahel, kuid läbi jaotuskilbi lahutuskoha jagatakse tüviliin kaheks. Niiviisi jääb pool tüviliini ühe jõutrafo sektsiooni toitele ning teine pool teise sektsiooni toitele, suurendades liini töökindlust (Vt joonis 2.7).



Joonis 2.7 Lahutuskoha kasutus jaotuskilpides AJ6457 0,4 kV piirkonnaskeemi näitel [9]

Jaotuskilp sisaldab kolmele faasile mõeldud kolme vasklatistust. Vasklatistusele ühendatakse kaabel otse läbi kaablikinnituste või on selleks kasutusel jadavinnakülüti. Jadavinnakülüti all mõeldakse sulavkaitsmetega või lühisnugadega komplekteeritud koormuslahklülitit, mille alla ühendatakse kaabel [32]. Kasutusel on kolmefaasilised jadavinnakülütid nimivooluga 160 A, 400 A ning 630 A. Jadavinnakülütites tohib kasutada vaid standardi EVS-HD 60269 poolt heakskiidetud gG tüüpi sulareid. [33] Kasutatavad sularite nimivoolud vastavalt jadavinnakülüti nimivoolule on toodud tabelis 2.1. Juhul kui liitumiskilp pole vahetult jaotuskilbi kõrval tuleb selle toitekaabel ühendada sularitega jadavinnakülüti alla. Sularite valikul tuleb arvestada koormusvooludega, lühisvooluga ning selektiivsusega. Lühisnoa kasutamisel on jadavinnakülüti talutavaks koormusvooluks selle nimivool.

Tabel 2.1 Jadavinnaklülites kasutatavad sularite nimivoolud [33]

Sularid 160 A nimivooluga jadavinnaklülitile	Sularid 400 A nimivooluga jadavinnaklülitile	Sularid 630 A nimivooluga jadavinnaklülitile
20 A		
25 A	25 A	
32 A	32 A	
35 A	35 A	
40 A	40 A	
50 A	50 A	
63 A	63 A	
80 A	80 A	
100 A	100 A	
125 A	125 A	
160 A	160 A	
	200 A	
	250 A	250 A
	315 A	315 A
	400 A	400 A
		500 A
		630 A

Elektrilevi poolt on jaotuskilpide puhul samuti kasutusel Harju Elektri poolt valmistatud HETR tüüpi kilbid. Jaotuskilpide nimivoolud on 400 A või 630 A. [30] Projekteeritava jaotuskilbi laius sõltub vajaminevatest moodulkohtadest. Ühte moodulkohta nõudvad elemendid on toodud tabelis 2.2.

Tabel 2.2 Ühele moodulkohale vastavad elemendid jaotuskilbis [32]

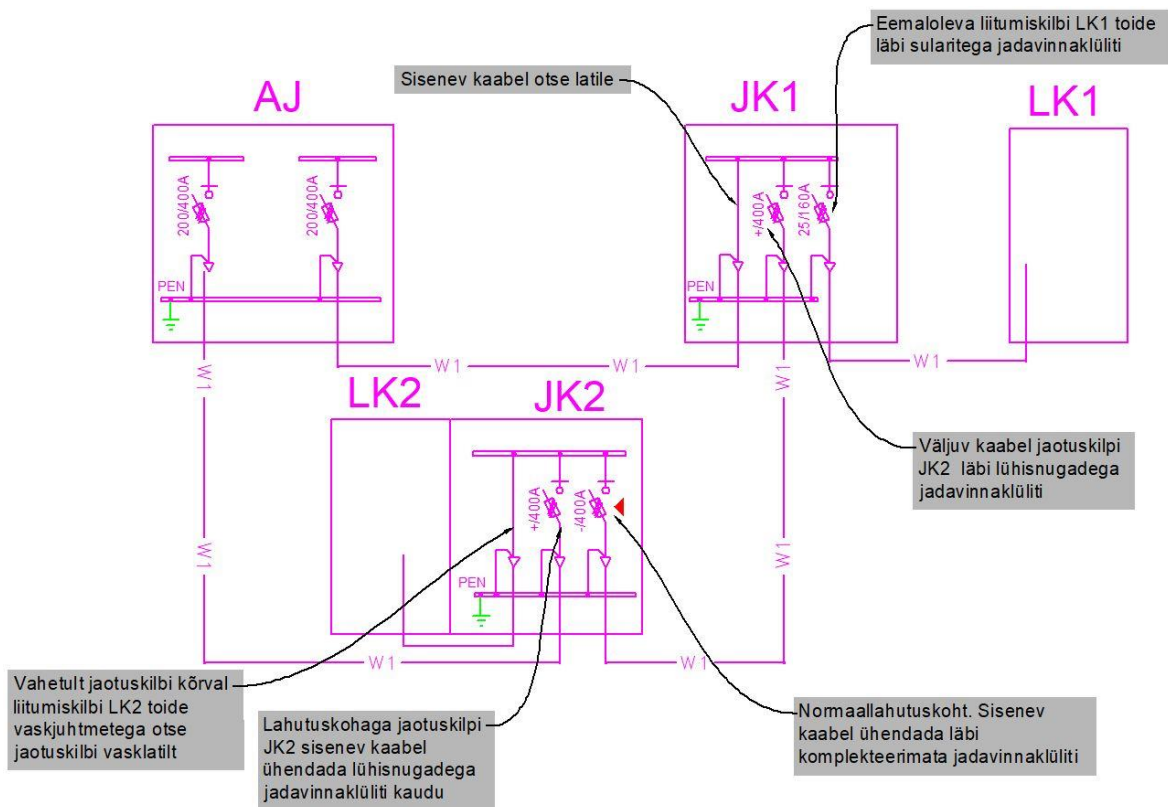
1 moodulkoht (100 mm)=	Üks 400 A jadavinnaklüliti (kaablile 25-300 mm ²)	Kaks 160 A jadavinnaklülitit (kaablile 16-95 mm ²)	Üks 120-300 mm ² kaabel otse lattidele	Kaks 25-95 mm ² Kaablit otse lattidele

Jaotuskilbi projekteerimise vajadus peab olema välja toodud lähteülesandes. Tüüpiliseks lahenduseks on paigaldada liitumiskilp moodulsüsteemina ühilduvalt sama tootja jaotuskilbiga kõrvuti [12]. Sel juhul arvestatakse, et liitumiskilbi toite jaoks kulub jaotuskilbist üks moodulkoht. Liitumiskilbi toide võetakse vaskjuhtmetega, mille vajaliku ristlõike määrab tootja. Sektsioneerimata jaotuskilpi sisenev kaabel (toitekaabel) ühendatakse otse jaotuskilbi lattidele, mis võtab samuti ühe moodulkoha [32]. Seega on kõige sagedasem projekteeritav jaotuskilp kolmekohaline HETR 35K-400 (400 A) või HETR 35K-630 (630 A) sõltuvalt koormusvoolust (Vt joonis 2.8).

Juhul kui on planeeritud madalpingekaablisse sisselõige ning sinna vahele paigaldatakse jaotuskilp koos uue liitumisega, tuleb lisaks liitumiskilbi ühendusele ning sisenevale kaablile jaotuskilpi ka väljuv kaabel. Väljuv kaabel tuleb jaotuskilpi ühendada 400 A nimivooluga lühisnugadega jadavinnaklüliti kaudu (Vt joonis 2.9) [32]. Mõõtmed on

kolmekohalisel jaotuskilbil samad, mis ühekohalisel liitumiskilbil (350x1000x250 mm).[36]

Juhul kui jaotuskilpi on planeeritud normaallahutuskoht, tuleb jaotuskilbi sisenev toiteliin ühendada lühisnugadega jadavinnaklüliti kaudu (Vt joonis 2.9). Normaallahutuskoht tähendab 400 A nimivooluga jadavinnaklüliti, kuhu on ühendatud kaabel, kuid on jäetud tühjaks (pole sulavkaitsmeid ega lühisnugasi). Juhul kui tegemist on seksioniseeritud jaotuskilbiga, mille üks pool kilbist töötab alajaama esimesel seksioonil ning teine teisel seksioonil, on vajalik juba vähemalt viie moodulkohaga jaotuskilpi (mõõtmetega 550x1000x290 mm). Elektriskeemil kajastatavad jaotuskilpide tüüpskeemid ning kaablite ühendamise põhimõtted on leitavad Elektrilevi dokumendi J352 lisas Kilpide tüüpskeemid [32]. Vahetult kõrvuti oleva jaotuskilbi ning liitumiskilbi skeem on toodud joonisel 2.8 (Vt lisa 4).



Joonis 2.9 Tüüpiliste lahenduste puhul jaotuskilpidesse kaablite ühendamise põhimõtted [32]

2.2.5 Kaablid

Tallinna linnas on Elektrilevi poolt valdavalt kasutusel AXPK tüüpi madalpingekaabel ning õhuliinide puhul AMKA rippkeerdkaabel. Antud töö keskendub uute liitumiste projekteerimisele Tallinna linnas. Kõik ühendused mastil õhuliinilt liitumiskilpi tuleb teha kaabliga. Seega uute liitumiste projekteerimisel õhuliini enamikel juhtudel ei kasutata. [12]

Lähteülesandes on välja toodud planeeritav madalpingekaabli ristlõige, pikkus ning kaablinimetus. Madalpinge liini nimetus koosneb tähtede kombinatsioonist MPL ning numbritest. Juhul kui planeeritakse madalpinge kaablisse sisselõige, jääb pikemale kaabelliinile olemasolev tähis ning lühemale antakse uus tähistus. Lahtisel meetodil paigaldatud kaabelliinide trasside puhul tuleb trass märgistada 0,3 m kõrgemale kaablist hoiatuslindiga. [14]

Praktikas võib madalpingekaabli pikkus varieeruda ning suuresti erineda lähteülesandes planeeritud pikkusest. Seetõttu võib pingekao vähendamiseks osutada vajalikuks suurema ristlõikega kaabli kasutamine. Elektrilevi poolt on eelistatud kaablite ristlõiked on toodud tabelis 2.3.

Tabel 2.3 Elektrilevi poolt eelistatud kaablite ristlõiked [34]

AXPK	4x25 mm ²	4x50 mm ²	4x120 mm ²	4x240 mm ²	4x300 mm ²
------	----------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Kaablite ristlõige tuleb valida vastavalt lubatud pingekaole ning tuleb veenduda, et liitumise koormusvool ei ületaks kaabli tootja poolt määratud kaabli kestvat lubatavat voolu antud paigaldustingimustel. [34]

Kaabli isolatsiooni temperatuur ei tohi ületada lubatud piiri. Lubatud temperatuuri ei ületata kui kaablite koormusvool ei ole suurem kui vastavad väärtused dokumendis JKVR3051 [35] või kaabli tootekataloogis toodud väärtused. Kaablile lubatud koormusvoolu suurus sõltub peamiselt paigaldusviisist, kuna see määrab soojuse hajumisolud. Juhul kui kaabli vältel on erinevad soojuse hajumisolud, tuleb arvestada halvima oludega kaabli lõigu järgi. Enamikel juhtudel paigaldatakse kaabel pinnasesse kaitsetoruga. Seega on soojuse hajumisolud kehvad ning kaablite lubatav koormusvool langeb. Kestvalt lubatavad koormusvoolud Elektrilevi poolt eelistatud AXPK kaablite ristlõigetele on toodud tabelis 2.4. Juhul kui ühe kaitseadme või kontaktühenduse alt väljuvad paralleeltöös olevad üheaegselt koormatud kaablid, tuleb arvestada lisavähendustegureid. Vähendustegurid sõltuvad paralleeltöös olevate kaablite arvust ning kaablite vahekaugusest. Tallinna linnas olevate kitsaste olude tõttu võib arvestada, et kaablid on omavahel kokkupuutes. Kahe paralleeltöös oleva kaabli puhul oleks vähendustegur 0,85. Näiteks kui on kasutatud kahte AXPK4G240 kaablit paralleeltöös, oleks ühe kaabli kestvalt lubatud vool $229 \text{ A} (270 \times 0,85 = 229 \text{ A})$. [35]

Tabel 2.4 Pinnasesse paigaldatud kaitsetorus olevate kaablite lubatud koormusvoolud sõltuvalt kaabli ristlõikest [35]

AXPK4G25	79 A
AXPK4G50	113 A
AXPK4G120	186 A
AXPK4G240	270 A
AXPK4G300	306 A

Kaabelliini projekteerimisel tuleb arvestada kaabli vähima lubatud painderaadiusega. Vähim lubatud painderaadius on leitav kaablite tootekataloogidest, kuid üldjuhul ei tohi mitmesoonelise plastkaabli (AXPK) painderaadius olla alla 12-kordse kaabli läbimõõdu. [34] Näiteks on AXPK4G240 vähim lubatud painderaadius toodud tootekataloogis 630 mm [36]. Kasutades 12-kordset kaabli läbimõõtu (53 mm) saaksime AXPK4G240 puhul painderaadiuseks 636 mm. Painderaadiuse arvestamiseks tuleks elektripaigaldise plaani koostamisel tekitada antud raadiusega ring ning veenduda, et kaabli pöörded poleks projekteeritud väiksema raadiusega.

Kaabli paigaldussügavus on üldjuhul 0,7 m. Juhul kui kaabel paigaldatakse sõidutee, raudtee, parkimisplatsi või tiheda liiklusega õue ala alla, on paigaldussügavuseks 1 m. Kaablite kaitseks paigaldatakse kaablid kaitsetorudesse. Kaablikaitsetorud valitakse diameetri ning vastupidavuse järgi, mis on toodud njuutonites (N). Kõige rohekm kasutatakse plastmassist kaitsetorusid tugevusega 450 N, 750 N või 1250 N. Erineva vastupidavusega torude kasutamine sõltub neile rakendatavast koormusest ning on toodud tabelis 2.5. Kaablikaitsetoru sisediameeter peab olema minimaalselt 1,5 korda suurem paigaldatava kaabli diameetrist. Kaitsetorude välisnormlähimõõdud on D50; D75; D100(110); D140; D160 mm. Sealjuures on Elektrilevi poolt eelistatud suurused D75; D110 ning D160. Seega tuleks AXPK4G240 näitel kasutada kaitsetoru minimaalse läbimõõduga D110 (toru siselähimõõt 94,11 mm ning kaabli lähimõõt $1,5 \times 53 = 79,5$ mm). Juhul kui tegemist pole kitsate oludega, on lubatud kasutada suurema läbimõõduga kaablikaitsetorusi. [34]

Kui on planeeritud jaotuskilpi toite võtmine läbi madalpinge kaabli sisselõike, katkestatakse kaabel määratud kohast ning mõlemad kaabli otsad pikendatakse läbi jätkumuhvide jaotuskilbini. Siinkohal tuleb arvestada, et jätkumuhv ei satuks kaabli käänukohale. Jätkumuhvi juures kaeviku suuruse määramisel tuleb arvestada monteerimiseks vajaliku ruumiga, milleks on vähemalt 2,5-kordne jätkumuhvi pikkus. [34]

Juhul kui võetakse toide õhuliini mastilt, tuleb kaablite mehaaniliseks kaitseks kasutada kaablikaitsekatteid või -torusid [12] ning seda maapinnast 2,5 meetri kõrgusel [37]. Levinud lahenduseks on kasutada selleks kaablikaitsekarbikut ning see tuleb välja tuua spetsifikatsioonis.

Tabel 2.5 Kaablikaitsetorude koormusklass sõltuvalt rakendatavast koormusest [34]

450 N koormusastmega kaitsetoru	Kergliiklusteed; haljasala; ristumisel teedega kui paigaldussügavus on üle 1,0 m; ristumisel kommunikatsioonidega
750 N koormusastmega kaitsetoru	Ristumisel sõidu- ja raudteega; tiheda liiklusega õue- ja parkimisaladel
1250 N koormusastmega kaitsetoru	Kasutusel kinnise paigaldusmeetodi puhul (puurimine)

2.2.6 Mastilüliti

Kui liitumiskilbi toide on ettenähtud õhuliini mastilt ning liitumispunkti lühisvool on nii madal, et alajaamas fiidri sulavkaitse lühise korral ei rakendu vastavalt 5s reeglile, tuleb liitumiskilbi toitekaabel ühendada läbi mastilüliti. Mastilüliti kujutab endast kolmepooluselist madalpinge sularitega koormuslahklüliti, mis paigaldatakse õhuliini mastile. Kasutusel on SZ tüüpi lüliti 160 A nimivooluga. [38] Mastilüliti märgistuseks on kasutusel tähtede kombinatsioon LP ning number, mille määrab võrguinsener. Lisaks on välja toodud sulari nimivool [14]. Mastilüliti sulari nimivool valitakse vastavalt kaabli lubatud koormusvoolule, kaitserakendumisele ning selektiivsusele.

2.3 Projekteerimisel vajalikud sissetellitavad dokumendid

Tööprojekti üheks tähtsaimaks osaks on asendiplaan ehk elektripaigaldise plaan. Asendiplaan kujutab endast projekteeritava, demonteeritava ning olemasoleva võrgu kujutamist pealtvaates [16]. Antud peatükis on kirjeldatud dokumente, mis on vajalikud asendiplaani koostamisel.

2.3.1 Geodeetiline alusplaan

Geodeetilisel alusplaanil kirjeldatakse olemasolevat olukorda vastaval maa-alal. Plaaniil on kujutatud pealtvaates reljeef, ehitised, tehnovõrgud ning kinnistute piirid (§2). Tehnovõrgu all mõeldakse näiteks maapinnal, maa sees või õhus olevat kütte-, veevarustus- või kanalisatsioonitorustiku, elektrivõrku, sidevõrku või gaasivõrku (§2).

Geodeetilise uuringu aruandes peab olema välja toodud tehnovõrkude omanike loetelu. Juhul kui ei ole tagatud maa-aluse võrgurajatise täpsus, on see tähistatud sõnaga „ORIENT“ (§28). Kinnistute piirideks on maakatastris registreeritud katastripiirid. Lisaks piiridele on toodud kinnistute lähiaadressid ning neile vastav katastrinumber (§21). Digitaalne joonis on koostatud meetermõõdistikus, kus üks jooniseühik vastab ühele meetrile (§14). Plaanil on kujutatud kõrguspunkte ning neid vähemalt 20 meetri tagant (§22). Äärekivide puhul esitatakse maapinna kõrgused kahel pool äärekivi (§26). Hoonete puhul on kasutatud tähistust „H“ (§27). Elektri kaablite puhul võib olla antud nende number (§28). Näide geodeetilisest plaanist on toodud joonisel 2.10 (Vt lisa 5). [39]

Igal elemendil on vastavalt tema tüübile mõeldud kindlad kihtide ning joonte tüüpide nimetused (§13) [39]. Täpsed kihtide ning joonetüüpide nimetused vastavalt objektile on toodud määruses „Topo-geodeetilisele uuringule ja teostusmõõdistamisele esitatavad nõuded“ lisa 1 ning joonetüübid lisa 2. [39] Näiteks peab madalpingekaabel olema kihi all nimetusega „MPKAABEL“ ning joonetüüp nimetusega MP_KBL. Joonisel number 3.11 (Vt lisa 5) on välja toodud sagedamini levinud tehnovõrkude joonetüübid. Siinkohal tuleb välja tuua, et geodeetilisel plaanil võib kasutada kõiki värve (§18) [39], seega võivad toodud joonetüübid esineda geodeetilistes plaanides erinevates värvides võrreldes joonisega.

Geodeetilise alusplaani ulatus tuleb määrata vastavalt projekteeritava võrgu ulatusele. Projekteeritava trassi asukoht võib töö käigus muutuda, seega tuleks siinkohal arvestada varuga.

2.3.2 Haljastuse inventeerimine

Haljastuse inventeerimise eesmärk on välja selgitada väärtuslik puittaimestik ning kaitsealuste liikide kasvukohad (§3). Vastavalt puittaimestikule tuleb määrata kaablitrassi paiknemise võimalused. Tallinna Keskkonna-ja Kommunaalameti nõudel tuleb haljastuse inventeerimine tellida juhul kui projekteeritava trassi 10 meetri raadiuses asub puid. Rohhtaimestiku inventeerimine pole üldiselt vajalik kuna muruplatsidel ning õuealadel on nende esinemise tõenäosus väike (§4). Inventuuri koostaja peab vastama ettenähtud kvalifikatsioonidele ning tööprojekti kooskõlastamisel on nõutud vastav diplom Tallinna Keskkonna-ning Kommunaalameti poolt (§5). Inventuuriaruanne kehtib viis aastat kui haljastuse väärtusklass pole muutunud ning alale pole kasvanud üle 8 cm läbimõõduga puid ega pole teostatud raiet (§6). [40]

Inventuuriaruanne koosneb seletuskirjast, inventuurijoonisest ning inventeeritud objektide tabelist (§12). Inventuurijoonis on nii PDF kui ka DWG formaadis (§14). Viimase abil on võimalik hinnangu tulemused kanda üle asendiplaanile. Joonisel on toodud puude võrade ulatus, puu järjekorranumber ning taimenimetuse lühend (§14). Kõige tähtsamaks osaks on puude väärtusklassid. Puude väärtusklasside on kokku viis, millest esimene on eriti väärtuslik ning viimane on likvideeritav puu (§8). Inventuurijoonisel on puudevõrade ulatus kujutatud vastavalt väärtusklassi värviga (§14). Joonisel 2.12 on välja toodud väärtusklassid ning neile vastavad värvid. Vastavalt puu väärtusklassile oleneb, kas selle võib likvideerida või mitte (§9). [40]

Kindlasti tuleb vältida kaablitrassiga puude väärtusklasside I ning II võrade alla sattumist. Väärtusklassiga III puu võra alla tuleb võimalusel mitte sattuda. Kui satutakse III klassi puu võra alla tuleb koostada kohtlõige, millel on näidatud puu rinnasläbimõõt, võra ulatus, juurestiku kaitseala ulatus ning kaabli kaugus puust. Juurestiku kaitseala ulatuse saab arvutada vastavalt Tallinna linna kaevetööde eeskirja §2-le läbi avaldise 2.7. [20] Juhul kui projekteeritava trassi läheduses leidub puid, tuleb kajastada meetmed nende juurestiku, tüve ning võra kaitseks. Kui kaevetöö toimub puude juurestiku kaitsealas tuleb näidata plaanil käsitsi kaevet (§24). [20]






$$Tüve\ rinnasläbimõõt\ cm \times 0,12 = kaitsevööndi\ raadius\ meetrites \quad (2.7)$$

Kui Tallinna linna haldusteritooriumil puu vältimine kaablitrassiga on võimatu, tuleb puu likvideerida ning selleks on vaja taotleda Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametilt raieluba (§4), millega tegeletakse ehituse faasis. Raieloa saamiseks tuleb määrata raiutava puu asendusistutus (§15), mis tuleb koostada projekteerijal. Selleks tuleb arvutada asendusistutuskohustuse maht vastavalt avaldisele 2.8. [41]

$$HÜ = \frac{D_1 \times (k_1 + k_2 + k_3)}{3} \quad (2.8)$$

Maht sõltub puu rinnasläbimõõdust ning kolmest koefitsiendist (puu liik, väärtusklass ning raiepõhjus), mis on leitavad Tallinna Linnavolikogu määruse „Raie- ja hoolduslõikusloa andmise kord“ §16-st [41]. Kindla puu parameetrid saab inventuuri aruande objektide tabelist. Tulemuseks saadakse haljastusühikud, mille Tallinna linn teisendab istutavate puude, põõsaste või püsilillede arvuks (§17). [49]

Talinna Keskkonna- ja Kommunaalametiga kooskõlastamisel tuleb lisada antud arvutustulemus Excel formaadis.

-  Eriti väärtuslik puu (I klass) Tuleb säilitada
-  Väärtuslik puu (II klass) Tuleb säilitada
-  Oluline puu (III klass) Võimalusel säilitada
-  Vähe väärtuslik puu (IV klass) Soovi korral raiuda
-  Likvideeritav puu (V klass) Tuleb raiuda

Joonis 2.12 Puude väärtusklasside värvid ning Tallinna linna nõuded vastavalt väärtusklassile [40]

2.3.3 Katete taastamine

Tööprojekti esitamisel Elektrilevile peab see sisaldama katete taastamise plaani. Katete taastamise plaanis peab olema kajastatud taastatavate katete tüüp (haljastus, asfalt või kild) ning vastavate tüüpide maht selleks, et hinnata ehituskulusid. Erinevate katete tüüpide taastamise alad peavad olema tähistatud erinevate värvidega. Taastamise maht võetakse joonisel vastavalt ala pindalale. Haljasala taastamise laius peab olema 0,5 m kummalegi poole kaablitrassi. [16]

Kui projekteeritav lahendus hõlmab kaevetöid Tallinna linna avalikult kasutataval teel, väljakul või haljasalal on kohustuslik järgida Tallinna linna kaevetööde eeskirja. Kaevetööde all mõeldakse enam kui 30 cm sügavuste süvendite kaevamist. Tallinna avaliku maa haldaja on Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet, kellega tuleb projektlahendus kooskõlastada. (§2) [20]

Vastavalt kaevetööde eeskirjale tuleb esitada taastatava sõidutee, jalgte, teepeenra ja teekattega külgneva haljasala plaanilahendus ehk katete taastamise plaan. Plaanil tuleb välja tuua projekteeritavate killustikkatete, -peenarde ja -aluste materjali terakoostis ning tugevusklass. (§4) [20]

Projekteerijal tuleb sel juhul tellida katete taastamise projekt, mis peab vastama Tallinna kaevetööde eeskirjale. Taastamine on kulukas ning siinkohal tuleks välja tuua tähtsaimad Tallinna linna nõuded, millega projekteerija peab arvestama vältimaks suuri kulusi: (§5) [20]

- 1) Piki kõnniteed tehtava kaevetöö korral taastatakse asfaltkate kogu kõnnitee laiuselt ning 0,5 m üle kaeviku otsaservade;
- 2) Sõiduteega ristumisel tuleb taastada asfaltkatte pealiskiht 10 meetri laiuselt;

- 3) Kõnniteega ristumisel tuleb taastada asfaltkate kogu kõnnitee ulatuses 10 meetri laiuselt;
- 4) Kui sõiduteega ristutakse kaks korda ning tehnovõrkude telgede vahe on alla 20 m, tuleb asfaltkate taastada ühise paigana;
- 5) Diagonaalis paigaldatavate tehnovõrkude kaevikute taastamisel tuleb teekatted taastada risti liikumissuunaga;
- 6) Trassi kulgemisel piki sõiduteed taastatakse kuni 6,5 m laiune sõidutee kogu laiuses;
- 7) Üle viie aasta vanustel sõidutee katetel taastatakse asfaltkate 0,5 m üle kaeviku otsaservade nii ristumisel kui piki kulgemisel.

2.3.4 Isikliku kasutusõiguse seadmine

Liitumiskilp ning liitumiskilbi toitekaabel kuuluvad Elektrilevile, kuid need ei asu tihti Elektrilevile kuuluval maal. Selleks sõlmib Elektrilevi liitumiskilbile ning kaablile isikliku kasutusõiguse lepingu vastavate kinnistute omanikega, kelle maal elektripaigaldised paiknevad. Kinnistu omanik on kohustatud taluma oma kinnistul tehnovõrku ja lubama selle ehitamist, kui see on vajalik avalikes huvides ning puudub muu võimalus isiku ühendamiseks tehnovõrguga (§158) [42].

Isikliku kasutusõiguse seadmiseks koostab projekteerija maalepingute plaanid, mis on vormistatud geodeetilisele alusplaanile. Maalepingute plaanidel on kujutatud projekteeritav võrk koos nende kaitsevöönditega seotud kinnistul. Plaanil peavad olema välja toodud katastriüksuste piirid, vähemalt kahe naaberkinnistu katastritunnused ning tingmärgid [16].

Maakaabelliini kaitsevöönd on 1 m kummalegi poole kaablitelge ning jaotusseadmetel (liitumis- ja jaotuskilp) 2 m seadme igast küljest (§10) [43]. Kasutusõiguse ala on lepingus määratud elektripaigaldiste kaitsevöönditega. Ettevõttes tegeleb isikliku kasutusõiguse lepingute seadmisega maalepingute spetsialist, kellele tuleb esitada vastavad plaanid koos kinnistute omanike kontaktidega. Leping tuleb sõlmida iga kinnistu omanikuga, kelle kinnistul antud elektripaigaldis paikneb. Elektrilevi ja Tallinna linna vahelisel kokkuleppel ei sõlmi Elektrilevi isikliku kasutusõigust korteriühistutega, millel on üle viie korteriomandi omaniku. Sellel juhul piisab vaid korteriühistu juhatuse kooskõlastusest.

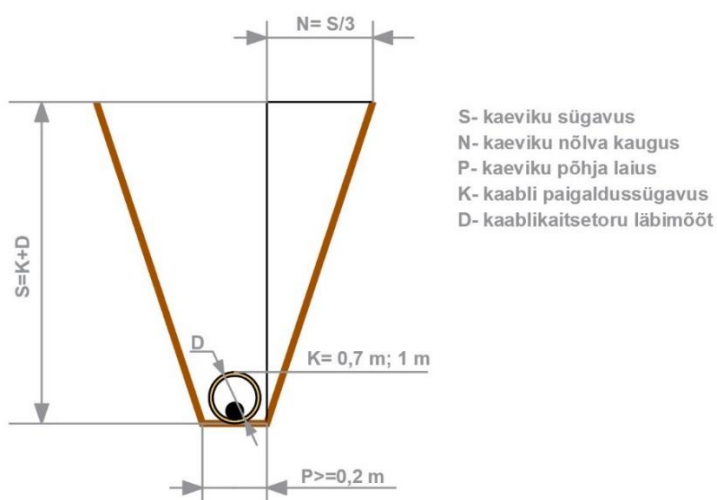
Läbi isikliku kasutusõiguse kohustatakse kinnistu omanikku järgima elektripaigaldise kaitsevööndis kehtivaid piiranguid (§77) [17].

2.4 Kaablitrassi valik lähtuvalt nõuetest ning meetodist

Kaablitrassi valik sõltub paljudest teguritest. Tööprojekt tuleb kooskõlastada kõikide seotud isikutega. Kooskõlastada tuleb kinnistute omanikega, kelle kinnistuid antud lahendus hõlmab. Samuti tuleb kooskõlastada teiste tehnovõrkude omanikega juhul kui projekteeritav trass on teise tehnovõrgu kaitsetsoonis või ristub sellega. [16] Kõik erinevad osapooled võivad esitada oma nõudmisi trassi paiknemisele. Sõltuvalt vajadusele on kasutusel kaabli paigaldus lahtisel- või kinnisel meetodil.

2.4.1 Lahtine paigaldusmeetod

Lahtise meetodi kasutamine on enim kasutatav ning sellega kaasneb taastamine. Lahtise meetodi puhul rajatakse kaabli paigaldamiseks kaevik põhjalaiusega vähemalt 200 mm ning kaabli kohale paigaldatakse hoiatuslint. Kaeviku laius sõltub kaabli paigaldussügavusest (0,7 või 1 m) ning kasutatavast kaablikaitsetoru läbimõõdust. [34] Kaeviku laiuse selgitamiseks on koostatud joonis 2.13. Näiteks kui kaabel on paigaldatud sügavusele 0,7 m ning on kasutatud kaablikaitsetoru läbimõõduga D160 saaksime kaeviku sügavuseks 0,86 m. Kaeviku nõlva kaugus tuleks seega 0,286 m ($0,86/3=0,286$). Kaeviku laius on seega 0,77 m ($0,286+0,286+0,2$). Kaablitrassi planeerimisel peab arvestama kaeviku laiusega ehk ehitajal peab olema piisav ruum kaeve teostamiseks. Juhul kui tegemist on kitsate oludega, tuleb ehitajaga läbi rääkida, kas teostus on võimalik.



Joonis 2.13 Kaeviku laiuse arvestamine

2.4.2 Kinnine paigaldusmeetod

Juhul kui lahtist meetodit ei ole lubatud kasutada (tavaliselt Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalaameti nõudel), tuleb kasutada kinnist meetodit, ehk kaabli paigaldust

läbisurumise teel. Antud meetodiga välditakse sõiduteede lahti kaevamist või puujuurte vigastamist. Kinnise paigalduse meetoditeks on näiteks muttimine ja suundpuurimine. Projekterija täpset meetodit asendiplaanil ei kajasta ning vaikimisi arvestatakse suundpuurimisega. [16]

Muttimise ebatäpsuse tõttu seda tehnovõrkudega ristumisel ei kasutata. Suundpuurimine on täpsem ning paigaldamiseks kasutatakse puurmasinat. Asendiplaanil tuleb arvestada puurmasina mõõtmetega. Eeldatakse, et tegu on pehmema pinnasega (muld, savi, liiv) seega tuleks arvestada puurmasina mõõtmetega pikkus 7 m (+1 m torujätkule) ning laius 2,5 m [16]. Masina mõõtmete tõttu on Tallinnas oleva ruumipuuduse puhul tihti puurmasina kasutamine raskendatud. Juhul kui nõutakse kinnist meetodit, kuid masina paigutamine pole võimalik, tuleb sellest Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametile teada anda ning leida vastav lahendus. Puurmasina kasutamisel tuleb asendiplaanil märkida puurimise stardi- ja lõpukaevik minimaalsete mõõtmetega 1,5x1,5 m [16].

Selleks, et vältida puurimisel teiste trasside vigastamist, tuleks eriti täpselt määrata teiste tehnovõrkude trasside sügavused. Täpsete trasside sügavuste jaoks tuleb küsida tehnovõrkude valdajalt teostusjoonist. Teostusjoonistel on toodud trasside täpsed sügavused. Siinkohal tuleb kindlasti arvestada, et erinevate tehnovõrkude trasside absoluutkõrgusi määratakse erinevalt. Kanalisatsiooni-, drenaaži- ja sademeveekanalisatsioonitorul on antud põhja kõrgus, vee- ja gaasitorul kõrgus toru peale, soojustorul torustiku telje kõrgus ning side ja elektrikanalisatsioonil alumise torurea põhja kõrgus ja ülemise torurea lae kõrgus (§29) [39]. Seega tuleb arvestada nende trasside läbimõõduga. Ristumisel või paralleelkulgemisel on soovitatav vahekaugus 1 m ning vähim 0,5 m [16]. Siinkohal tuleb kindlasti arvestada teiste tehnovõrkude nõudmistega, mis võivad erineda. Kaabli lubatud täpse vahekauguse määrab kooskõlastamisel tehnovõrk.

Kui tehnovõrgu valdaja nõuab või kui kinnisel meetodil ristutakse vähemalt kahe olemasoleva tehnovõrguga, tuleb koostada ristmevälja joonis. Joonisel on kujutatud puuritava trassi sügavus, pikkus ning vahekaugus teistest tehnovõrkudest. Lisaks tuleb kajastada puurimise stardi- ja lõpukaevikut. Joonisel tuleb arvestada minimaalse pöörderaadiusega pehmes pinnases. Selleks tuleb joonisel koostada 50 m raadiusega ring läbi mille on näha võimalikku kõrvalkallet. Juhul kui tehnovõrgu valdajal pole täpseid andmeid või teostusjoonist trassi sügavuse kohta, tuleb asendiplaanil ristumiskohale viidata, et sügavused teadmata. Sellel juhul määratakse trasside sügavused tehnovõrgu valdaja esindaja juuresolekul enne puurimise algust. [16]

Vastavalt ristmevälja joonisele tuleb kaaluda, kas toru paigaldus kinnisel meetodil on võimalik. Juhul kui pole võimalik kõikide tehnovõrkude nõutud vahekaugusi tagada ning ainus variant oleks ebamõistlikult sügavalt puurida (millega kaasneb lisa ruumi vajadus puurimismasina jaoks ning sügavad puurimiskaevikud), tuleks antud olukorrast teada anda Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametile ning leida lahendus. Puurimise asjaolud on soovitatav läbi rääkida ehitajatega, kes projekti hilisemas faasis realiseerivad.

2.4.3 Liituja

Alustada tuleks liituja nõuetest. Tavaks on paigaldada liitumiskilp liituja kinnistu piirile (juhud kui liitujaks on taristu-infrastruktuuriettevõtte, paigaldatakse kilp avaliku kasutusega maale) [10]. Enamasti on liitujateks erakinnistute omanikud ning kuna liitumiskilp paigaldatakse kinnistu piirile, siis enamasti kaablitrassi osas kinnistu omanikel nõudmisi pole. Täpne liitumiskilbi asukoht tuleb liitujaga kokku leppida. Liitumiskilbi asukoha valikul tuleks arvestada, et võrguettevõtjal oleks kilbile vaba juurdepääs. Lisaks tuleks arvestada ühe meetri ulatuses teenindusruumiga liitumiskilbi ees. [12] Tüüpiliseks lahenduseks on kilp süvistada liituja aeda, uksega tänava poole.

2.4.4 Ametiasutused

Liitumiskilbi toitekaabel võetakse tihti õhuliinimastilt. Õhuliinimastid paiknevad Tallinna linnale kuuluval teemaal. Seega tuleb kaablitrassiga tihti läbida linnale kuuluvat kinnistut ning lahendus kooskõlastada Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametiga. Vastava ametiasutusega tuleb kooskõlastada ka juhul kui kaablitrassile lähemal kui viis meetrit paikneb kõrghaljastus või põõsad (§6). Seega tuleb arvestada Keskkonna- ja Kommunaalameti nõuetega, mis on toodud Tallinna kaevetööde eeskirjas (§5) [20].

Piki kulgemisel tuleks vältida sõidutee alla kaabli paigaldust ning teedega ristumistel on eelistatud kaabli paigaldus kinnisel meetodil kui tegemist on teekattega, mille rajamisest või kapitaalremondist on möödas vähem kui viis aastat. Teiseks variandiks on toide võtta teisest punktist, mis ei hõlmaks antud teega ristumist. Tuleks vältida ristumist sõiduteega diagonaalis. Kui antud teelõigul toimuvad lisaks teise projekti raames kaevetööd, tuleb arvestada nende kaevetööde ajaga ning projektis kajastada, kas kaevetööd toimuvad enne või pärast.

Lisaks teedele tuleb arvestada kõrghaljastuse võrade ulatusega ning nende väärtusklassidega (Vt 2.3.2). Kinnist meetodit võidakse nõuda ka puujuurestiku säilitamiseks. Haljasala ei tohi kaablitrassiga poolitada, vaid peaks liikuma trassiga võimalikult haljasala ääres, et Tallinna linnal oleks kõrghaljastuse rajamiseks tagatud vajalik ruum (§5) [20]. Keskkonna- ja Kommunaalameti ülesandeks on kontrollida

projekteeritud tehnovõrkude vastavust nõuetele ning projekteerimistingimustele, hinnata katete taastamise mahtu ning tehnilist lahendust ja tegeleda haljastusküsimustega (§9) [44]. Mistõttu tuleb vastava ametiasutusega kooskõlastamiseks esitada kinnistute kooskõlastused, katete taastamise plaan, haljastuse inventuur ning asendiplaan/elektripaigaldise plaan. Kooskõlastamine toimub meili teel aadressil komprojekt@tallinnlv.ee [45]. Kuna Keskkonna- ja Kommunaalamet nõuab sisuliselt kogu projekti (lisaks asendiplaanile ka erakinnistute omanike kooskõlastusi ja katete taastamist) tuleb nendega kooskõlastamine teha viimasena. Selleks, et vältida drastilist lahenduse muudatust (näiteks nõutud kinnise meetodi rakendamist) projekti lõpufaasis, on võimalus eelnevalt kontakteeruda katete taastamise spetsialistiga või haljastusosakonna spetsialistiga.

Linnaosa valitsus hindab kilpide linnaruumilist sobivust ning vastavust projekteerimistingimustele Keskkonna- ja Kommunaalameti spetsialisti ettepanekul (§9) [44]. Tüüpiliselt Keskkonna- ja Kommunaalamet seda ettepanekut ei tee, kuid kaevetööloa taotlusel on vajalik esitada vastava linnaosa kooskõlastus. Seega tuleb projekt kooskõlastada ka vastava linnaosa valitusega, kelle haldusterritooriumil töid tehakse. (§6) [20]

Kooskõlastamisel tuleb esitada asendiplaan ning liituva erakinnistu omaniku kooskõlastus. Kooskõlastamine toimub meili teel ning linnaosa valitsused erilisi nõudeid projekteeritavale trassile ei esita.

2.4.5 Tehnovõrgud

Tehnovõrkudega tuleb kooskõlastada juhul kui satutakse nende rajatiste kaitsevööndisse. Tehnovõrkude kaitsevööndite nõuded on toodud Ehitusseadustikus (§74-§78) [17]. Andmed kaitsevööndite olemasolu ning ulatuste kohta vastavalt asukohale on leitavad Maa-ameti kitsenduste kaardilt. Tehnovõrgu valdaja kooskõlastus kehtib Tallinna linnas kaks aastat, kui võrguvaldaja pole kooskõlastuses teisiti määranud (§6) [20]. Tüüpilisemad tehnovõrkude valdajad Tallinna linnas on: Tallinna Vesi AS, Telia Eesti AS, AS Gaasivõrk, AS Utilitias Tallinn, Enefit Connect OÜ.

AS Tallinna Veele kuuluvad lisaks veetorustikule sadevee-, surve-, kanalisatsiooni- ja drenaazitorustik. Tallinna Vee nõuded on toodud nende kodulehel. [46] Kui on planeeritud rajada trass lahtisel meetodil ning paigaldussügavus on maapinnast kuni 1 m pole tarvis esitada ristmevälja joonist. Juhul kui kasutatakse kinnist meetodit on ristumistel lubatud minimaalne vahekaugus 0,5 m ning tuleb tellida pinnaseradar või kaevude kaudu trassi sügavuse määramine. Teiseks variandiks on valdajalt teostusjooniste küsimine. Teostusjooniste kaudu saadakse täpne trasside sügavus, mis

tuleb kanda ristmevälja joonisele. Ühisveevärgi ning kanalisatsiooni maa-aluste torustike kaitsevööndid sõltuvalt torustiku sügavusest ja läbimõõdust on toodud Kliimaministeeriumi määruses number 57 §2 [47]. Sisuliselt arvestatakse kaitsevööndi ulatusega 2 m veetorustiku teljest. Praktikas tuleks paralleelkulgemisel arvestada 1 m puhta vahega. Tallinna Veega kooskõlastamine toimub meili vahendusel aadressil tvesi@tvesi.ee. Kooskõlastamiseks on vajalik esitada: seletuskiri, asendiplaan, ainult projekteeritavate elementidega joonis DWG formaadis ning vajadusel ristmevälja joonis. [46] Täpsemad nõuded projekteeritavale trassile saab Tallinna Veelt kooskõlastamise käigus. Praktikas vastab Tallinna Vesi umbes kahe nädala jooksul.

Teliale kuuluvad Tallinna linnas sidekanalisatsioon ning sideõhuliinid. Sideehitise kaitsevöönd on 1 m mõlemale poole liini teljest (§14) [43]. Teliaga kooskõlastamine toimub läbi Telia Ehitajate portaali [48]. Projektidokumentatsioonist tuleb esitada asendiplaan DWG formaadis. Täpsemad nõuded saab asutuselt kooskõlastamise käigus. Praktikas saabub tavaliselt Telia kooskõlastus kuni kahe päeva jooksul ning erilisi nõudeid Telia projekteeritavale trassile ei esita, lisaks on Teliaga kooskõlastamine tasuline. Seevõttu võib kooskõlastamisel Telia jätta viimaseks ning eelnevalt veenduda trassi sobivuses teiste tehnovõrkudega.

AS Gaasivõrgule kuuluvad Tallinnas gaasipaigaldised. Gaasipaigaldiste kaitsevööndite ulatused sõltuvad kategooriast ning jääb tüüpiliselt vahemikku 1 m kuni 2 m (§13) [43]. AS Gaasivõrgu kooskõlastus kehtib üks aasta ning see on tasuline. Ristumisel gaasitrassiga lähemal kui üks meeter tuleb näidata asendiplaanil käsitsikaevet. Tihti tuleb määrata asendiplaanil gaasitrassi ümberisoleerimine. Täpsemad nõuded saab AS Gaasivõrgult kooskõlastamise teel tehniliste tingimuste kaudu. [49] Praktikas on varasemalt lahtisel meetodiga ristumisel lubatud minimaalne vahekaugus 0,3 m ning paralleelkulgemisel 1 m. AS Gaasivõrguga kooskõlastamine toimub meilivahendusel aadressil geoprojekt@gaas.ee [50]. Kooskõlastamiseks tuleb esitada asendiplaan ning seletuskiri. Seletuskirja tuleb lisada kooskõlastamisel saadud tehnilised tingimused.

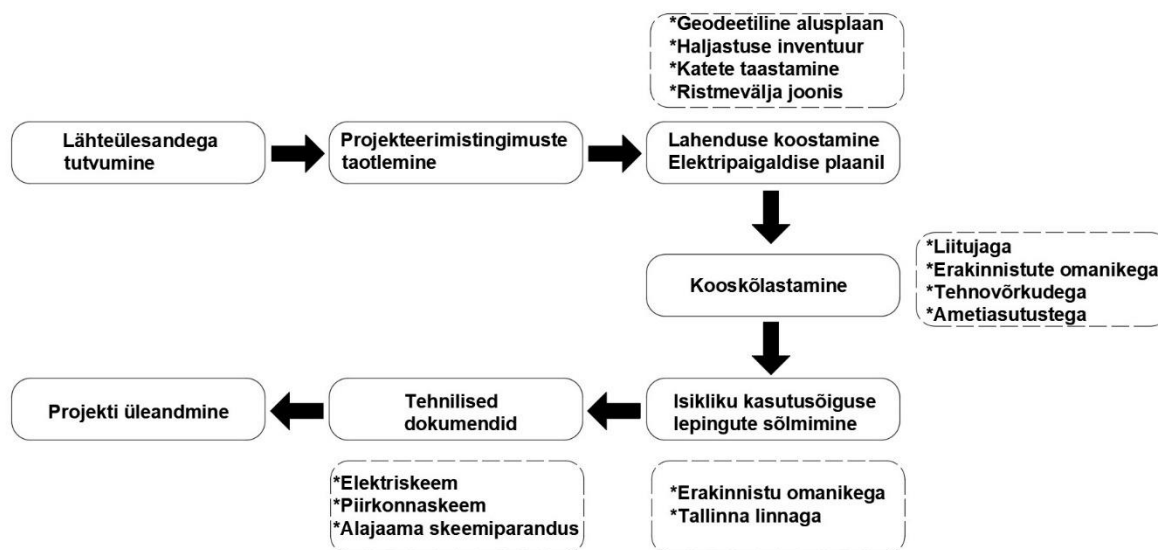
AS Utilitasele kuuluvad Tallinnas kaugküttevõrgu-torustikud. Kaugküttevõrgu ehitiste kaitsevöönd sõltub torustiku läbimõõdust ning jääb vahemikku 2-3 m. Ristumisel on lubatud minimaalne vahekaugus torustiku välispinnast 0,2 m ning paralleelsel kulgemisel 1 m (§11) [43]. Kooskõlastamine toimub meilivahendusel aadressil info@utilitas.ee ning kooskõlastamiseks tuleb esitada asendiplaan.

Juhul kui satutakse Tallinna tänavavalgustuse kaitsevööndisse tuleb projekt kooskõlastada ettevõttega Enefit Connect OÜ. Kooskõlastamine toimub meilivahendusel aadressil tallinnavalgustus@enefit.ee. [51] Õhuliini kaitsevöönd on 2 m kummalegi

poole liini telge (§10) [43]. Erilisi nõudeid Enefit Connect OÜ projekteeritavale trassile ei esita, seega võib antud asutusega kooskõlastamise jätta viimaste hulka.

2.5 Projekteerimise protsessi analüüs

Projekteerimise protsess jaguneb üldiselt seitsmesse suurde etappi ning on kujutatud joonisel 2.14. Esinevate etappide joonis L6.1 koos täpsema projekteerimisprotsessi kirjeldusega varasemalt koostatud töö näitel on toodud lisa 6.



Joonis 2.14 Projekteerimise protsess

Nagu antud peatükis varasemalt kirjeldatud algab projekteerimise protsess lähteülesandega tutvumisest. Läbi lähteülesande tuleb kindlaks teha, mis tüüpi lahendusega ning kinnistutega on tegu. Enamasti hõlmab lähteülesanne liitumiskilbi asukohta, toitepunkti ning eeldatavat kaablitrassi. Siinkohal tuleks liitumiskilbi täpne asukoht kindlasti läbirääkida liitujaga ning kaablitrassi valikul juhendada peatükist 3.4, kuid läbi lähteülesande saab kindlaks teha seotud kinnistud. Lähteülesandes toodud toitepunkt üldjuhul ei muutu ning liitumiskilp tuleb paigaldada liituja kinnistule, seega on eeldatavad seotud kinnistud teada, mida kaablitrassiga läbida tuleks. Juhul kui on seotud Tallinna linnale kuuluv kinnistu, tuleb järgnevat etappiks tellida projekteerimistingimused. Nagu varasemalt mainitud võtab tingimuste jõudmine kaua aega ning on mõttekas samal ajal projekti koostamisega jätkata. Tihti võivad projekteerimistingimused saabuda alles poole aasta jooksul ning on esinenud ka peaaegu aasta pikkust ootamist. Kui projekteerimistingimusi pole vaja saab liikuda järgnevasse etappi, milleks on lahenduse koostamine. Sel juhul võib arvestada, et projekti koostamisele kulub tunduvalt vähem aega (Vt joonis 2.15). Ajakulu on väiksem kuna ei pea ootama projekteerimistingimusi. Kui ei läbita kaablitrassiga Tallinna linnale

kuuluvat kinnistut ega sõiduteed, pole vaja tellida katete taastamise joonist ning kooskõlastamise vajadus Keskkonna- ja Kommunaalametiga seisneb vaid puude olemasolust trassi läheduses. Sel juhul tuleb arvestada vaid Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti nõuetega ning võib arvestada, et kaablitrassi nihutamist tõenäoliselt ei soovita juhul kui on tagatud lubatud vahe puudest. Projekti kiiremini valmimise huvides tuleks võimalusel Tallinna linnale kuuluvaid kinnistuid vältida.

Lahenduse koostamiseks on vajalik elektripaigaldise plaan. Antud plaani koostamiseks on vajalik geodeetiline alusplaan. Selleks, et kiirendada projekteerimisprotsessi on võimalus projekteerijal küsida geodeetilist plaani liitujalt. Tihti on ette tulnud olukord, kui uue liitumisega seotud kinnistul on ehitustööd ning on võimalus, et kliendil on geodeetiline alusplaan juba olemas. Nii on võimalik hoida kokku aega geodeetilise plaani ootamisel, milleks tavaliselt kulub ligikaudu 30 päeva. Lisaks ei kulu geomöödistusele raha. Teiseks variandiks on võimalik kontrollida geodeetilise asendiplaani olemasolu seotud kinnistute kaudu ehtisregistrist. Sel juhul tuleb kontrollida, et tegemist oleks nõuetele vastava plaaniga ning see oleks piisavalt uus. Vastasel juhul võivad olla alale lisandunud uued tehnovõrkude trassid ning see võib nõuda trassi nihutamist hilisemas faasis või osutada lausa ohtlikuks kinnise meetodi kasutamisel. Tehnovõrkude olemasolu on võimalik kontrollida kitsenduste kaardilt (Vt 2.4.5). Juhul kui eeldatava trassi läheduses leidub puid tuleks tellida haljastuse inventuur. Antud dokumenti võib samuti kliendilt küsida, hoides kokku aega ning raha, mis kulub inventuuri tellimisele. Võimalusel tuleks puude läheduses lahenduse planeerimist vältida, et haljastuse inventuuri tellimine poleks vajalik. Seeläbi puudub võimalus kooskõlastamisel saada haljastust puudutavaid märkuseid Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametilt. Juhul kui lahendus hõlmab vaid erakinnistut ning on välditud puude lähedusse trassi projekteerimist, ei ole kooskõlastamine antud ametiasutusega üldse vajalik. Sel viisil oleks võimalik projekteerimise protsessis aega kokku hoida (Vt joonis 2.15). Lahtise meetodi kasutamisega asfaltteedega ristumisel kaasneb katete taastamise joonise tellimine, mis võtab aega ligikaudu kaks nädalat ning mille tellimine on tasuline. Antud joonis on ennekõike vajalik Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametiga kooskõlastamisel. Seega tasub katete taastamise joonis tellida alles siis kui on kooskõlastatud teiste osapooltega, vältimaks taastamise joonise korrigeerimise peale kulutatavat raha ning aega trassi muudatuste tõttu. Kinnise meetodi kasutamisel tehnovõrkudega ristumisel on vajalik koostada ristmevälja joonis (Vt 2.4.2). Joonise koostamiseks on vaja tehnovõrkude teostusjooniseid. Teostusjooniste hankimine tehnovõrgu valdajatelt võib olla raskendatud või võtta pikka aega. Ristmevälja joonise koostamine võtab samuti aega ning tuleks arvestada, et kooskõlastamisel tehnovõrkudega esitatakse karmimaid nõudeid, mis võib pikendada sobiva lahenduse

leidmist ning seeläbi kooskõlastamise protsessi. Seetõttu tasuks eelistada lahtise meetodi kasutamist tehnovõrkudega ristumisel. Kui aga on veendunud, et ristuva sõidutee katend on uus või satutakse kaablitrassiga väärtuslike puude võrade alla ning kaablitrassi ennast pole võimalik nihutada, tuleks eelistada siiski kinnise meetodi kasutust. Vastasel juhul kui varasemalt lahendus kooskõlastada tehnovõrkudega lahtisel meetodil, eksisteerib võimalus, et Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet võib nõuda kinnist meetodit ja tuleks kogu lahendus ümber teha ning vastavad kooskõlastused uuesti hankida. See aga tähendaks suurt ajalist ja rahalist kahju kui on ristunud sõiduteega ja juba tellitud katete taastamise joonis.

Kooskõlastamisel tuleb alustada liitujast. Liitumiskilp paikneb üldiselt liituja kinnistul ning selle asukoha määrab liituja. Liitumiskilbi asukohast sõltub ka kaablitrass, seega poleks mõttekas enne kooskõlastada tehnovõrkudega, kellega tuleks kilbi asukoha muutumisel lahendus uuesti kooskõlastada. Liitujaga kooskõlastamisele ei kulu enamasti kaua aega. Kilbi asukoha määramisel on võimalik klienti suunata, juhul kui tema pakutud asukoht mingil põhjusel ei sobi. Näiteks kui klient soovib puude võrade alla kilpi paigaldada ning on teada, et Keskkonna- ja Kommunaalametile see ei sobi ning antud lahendus võib kooskõlastamisel probleeme tekitada ning ajakulu lisada. Juhul kui lahendusega on seotud teisi erakinnistuid, tuleks lahendus ka nende kinnistute omanikega kooskõlastada. Tuleb veenduda, et projekteeritavate rajatiste asukoht on neile sobilik, kuna hilisemas faasis tuleb kinnistute omanikega sõlmida iskliku kasutusõiguse leping. Järgnevalt tuleb kooskõlastada lahendus tehnovõrkude valdajatega. Siinkohal tuleb alustada kooskõlastamist tehnovõrguga, kes võib kõige tõenäolisemalt nõuda trassi nihutamist ning jätta viimaste sekka tehnovõrgud, kes projekteeritavale trassile suuri nõudeid ei esita (Vt 2.4.5) või kelle kooskõlastus on tasuline. Vastasel juhul kuluks taas kooskõlastamisele raha ning aega. Aja kokkuhoiu mõttes tuleks kooskõlastada võimalikult paljude tehnovõrkudega samaaegselt. Viimasena tuleb kooskõlastada ametiasutustega. Linnaosaga kooskõlastamisel on vajalik vaid elektripaigaldise plaan ning kaablitrassi nihutamise soov on linnaosade puhul väike. Lisaks sellele saabub linnaosa kooskõlastus paari päevaga. Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametiga kooskõlastamisel on vajalik olemasolevale dokumentatsioonile lisaks ka katete taastamise joonist. Antud joonise tellimine maksab, võtab aega ning see tellitakse alles siis, kui lahendus on võimalikult kindel. Seetõttu on vastava ametiasutusega kooskõlastamine viimane. Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti kooskõlastuse saamiseks võib kuluda ligikaudu kaks kuud. Siinkohal peab arvestama, et enamikel juhtudel on kooskõlastuseks nõutud projekteerimistingimuste olemasolu, seega võib vastava ametiasutuse kooskõlastuse saada alles peale tingimuste saamist. Kommunaalamet võib kõige tõenäolisemalt nõuda

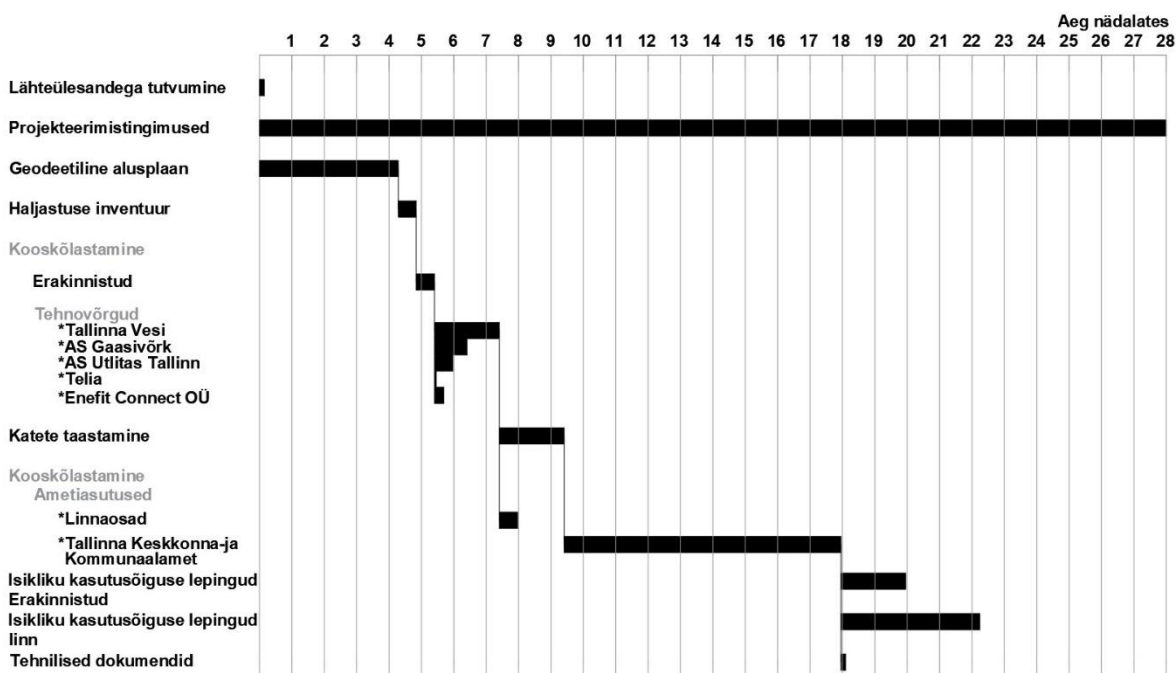
lahenduse muudatust, seega ideaalis oleks vajalik nende kooskõlastus hankida võimalikult vara, kuid katete taastamise joonise tõttu hangitakse see viimasena. Seega tuleb projekteerijal juba esialgse trassi valiku juures arvestada võimalikult täpselt nende nõuetega (Vt 2.4.4), et vältida hiljem kooskõlastamisel märkusi. Samuti tuleb veenduda, et tellitud katete taastamise joonis on koostatud vastavalt Tallinna linna nõuetele (Vt 2.3.3), vältimaks ametiasutusega taaskooskõlastamisele kuluvat pikka aega. Vältimaks Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametilt drastilist lahenduse muudatust keeruliste olukordade puhul, on võimalik nende teede ja haljastusspetsialistiga kontakteeruda ja saada kinnitav vastus trassi sobivuses enne kui projekti kooskõlastamisega alustada. Seda tehes on võimalik kokku hoida projekti koostamisele kuluvat aega.

Alles siis, kui kõik kooskõlastused on hangitud ehk lahendus ei muutu, võib alustada isikliku kasutusõiguse lepingute sõlmimist, millega tegeleb maalepingute spetsialist. Erandiks on siin Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti kooskõlastus, mis võib puududa juhul kui ainsaks märkuseks nende poolt on projekteerimistingimuste puudumine. Lepingud sõlmitakse erakinnistute omanikega ning Tallinna linnaga. Lepingute sõlmimiseks on vajalik koostada maalepingute plaan (Vt 2.3.4) ning Tallinna linna lepingu jaoks on nõutud linnaosa kooskõlastus. Erasisikutega lepingu sõlmimise aeg võib suuresti varieeruda, kuid enamjaolt jääb see vahemikku kuni kaks nädalat. Linnaga lepingu sõlmimiseks võib arvestada kuni üks kuu.

Samaaegselt maalepingute ootamisega koostatakse ülejäänud vajalik tehniline dokumentatsioon. Tehnilise dokumentatsiooni hulka kuuluvad elektriskeem, alajaama 0,4 kV piirkonnaskeem ning juhul kui lahendus hõlmab muudatusi alajaamas, ka alajaama skeemiparandus. Dokumentide koostamine võtab tüüpiliste lahenduste korral aega ligikaudu mõned tunnid, ning seetõttu võib need ka juba kooskõlastamise protsessi käigus koostada. Küll aga pole siis lõplik lahendus paigas ning kaablitrassi pikkus võib muutuda, mis mõjutab elektriskeemil kajastatavaid lühisvoole ning pingekadu. Elektriskeemi koostamisel avastatud lahenduse muudatused tulenevad lühisvoolude või pingekao modifitseerimisest. Selle jaoks määratakse suurema ristlõikega kaabel või vahetatakse liitumispunktile eelnenud kaitseseadme sularid, mis ei põhjusta trassi asukoha muudatust ehk ei lisa taaskooskõlastamise vajadust, seega võib antud dokumendid koostada projekteerimise lõpufaasis.

Projekti üleandmisel esitatakse Elektrilevile koostatud dokumentatsioon koos isikliku kasutusõiguse lepingutega ning hangitud kooskõlastustega, mis on vajalikud ehitustööde teostamiseks.

Projekteerimise protsessidest kõige ajakulukam on kooskõlastamine. Kooskõlastamise kitsaskohaks on kindlasti Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametiga kooskõlastamine, kelle jaoks on tihti vajalikud ka projekteerimistingimused. Kommunaalametiga kooskõlastamine toimub viimasena, kuigi nende poolt võib kõige tõenäolisemalt tulla projekteeritava trassi nihutamise nõue. Lisaks sellele tuleb kommunaalameti vastust oodata kuni kaks kuud (Vt joonis 2.15) ning korduv kooskõlastamine vastava ametiga pikendaks suuresti projekteerimise protsessi. Seetõttu tasub juba esialgse lahenduse projekteerimisel eriti täpselt jälgida Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti nõudeid trassi paiknemisele puude läheduses ning sõiduteedega ristumistel. Vastava ametiasutusega poleks siiski mõttekas ka enne tehnovõrke kooskõlastada, kuna kooskõlastamiseks on vajalik katete taastamise plaan, mille tellimine maksab ning lahendus pole tehnovõrkude poolt veel heaks kiidetud. Tehnovõrkude poolt võib olla nõutud trassi nihutamine, mis tähendaks katete taastamise plaani korrigeerimisele kuluvat raha ning ajalist kaotust.



Joonis 2.15 Projekteerimise etappidele kuluv aeg

KOKKUVÕTE

Lõputöö tulemusena valmis kokkuvõtlik juhend kirjeldamaks tööprojektide koostamist Elektrilevile Tallinna linnas. Seletati lahti elektrivõrk Eestis, mis koosneb ülekande- ja jaotusvõrgust, millest viimane kuulub valdavalt Elektrilevile. Jaotusvõrgu kaudu on tagatud tarbijate ühendus elektrienergiaga. Elektrienergia jaotatakse alajaamade kaudu tarbijateni madalpingel. Alajaamast väljub mitu fiidrit, iga fiidri taha on ühendatud mitu liitumispunkti. Põhiliseks projekteerija ülesandeks on projekteerida määratud fiidrite kliendi liitumispunkt, mis Tallinna linnas uute liitumiste puhul paikneb liitumiskilbis. Liitumiskilbi toitepunktiks võib olla määratud õhuliinimast, jaotuskilp või alajaam.

Madalpinge elektriliitumiste projekteerimisel tuleb kõigepealt juhendada Elektrilevi poolt koostatud konkreetsest lähteülesandest, kus on kirjeldatud projekteeritavad seadmed ning eeldatav lahendus. Projekteeritav lahendus peab vastama detailplaneeringule või projekteerimistingimustele. Tingimuste taotlemine on vajalik juhul kui lahendusega on seotud rohkem kui üks kinnistu. Tingimuste jõudmine võib võtta kaua aega, seega tuleks tööprojekti koostamisega jätkata.

Liitumispunktis tuleb projekteerijal leida 1-faasiline lühisvool ning pingekadu. Mõlemad suurused leitakse läbi arvutusprogrammi, kuhu tuleb sisestada fiidri jõutrafo, liinide parameetrid ning pingekao leidmiseks koormusvoolud. Lühisvoolud langevad ning pingekadod suurenevad fiidri lõpu poole ehk sõltuvad liini pikkusest. Projekteerija peab veenduma, et liitumispunktile eelnev kaitseseade fiidril (jaotuskilbis või alajaamas) reageeriks leitud lühisvoolu korral hiljemalt viie sekundi jooksul. Selleks, et tagada fiidril nõuetele vastav kaitserekendus, on projekteerijal võimalik välja vahetada eelnenud kaitseseade või suurendada liitumispunkti lühisvoolu läbi suurema ristlõikega liitumiskilbi toitekaabli kasutamise. Viimane aitab vähendada ka liitumispunktis pingekadu. Põhilisteks projekteeritavateks seadmeteks on liitumiskilp, jaotuskilp ning kaablid. Juhul kui toide võetakse õhuliini mastist ning liitumispunkti lühisvool on nii madal, et pole tagatud fiidri kaitseseadme (näiteks alajaamas) nõuetekohane rakendumine, on võimalik kasutada mastilülitit. Viimase saab komplekteerida nõuetele vastavalt rakenduvate sulavkaitsmetega. Üldjuhul ei määra projekteerija seadmete puhul täpset tüüpi või tootjat. Kasutatavate kilpide valik sõltub lahendusest ning kasutatakse kilpide tüüpskeeme, mis on leitavad vastavast Elektrilevi dokumendist. Projekteerijal tuleb määrata liitumispunktide toitekaabli ristlõige, arvestades sealjuures liitumispunkti koormusvooludega ning kaablile lubatud koormusvoolude puhul selle vähendusteguritega.

Tööprojekti põhiliseks osaks on elektripaigaldise plaan. Antud plaani koostamiseks on vajalik sisse tellida geodeetiline alusplaan ning puude olemasolul haljastuse inventuur. Elektripaigaldise plaanil on kirjeldatud projekteeritavat lahendust ning on näidatud projekteeritavate rajatiste asukoht. Tuleb veenduda, et rajatiste asukoht sobib kõigile seotud osapooltele. Selleks tuleb kooskõlastada lahendus kinnistute omanikega, ametiasutustega ning tehnovõrkude valdajatega, kelle kaitsetsooni antud lahendusega satutakse. Tööprojekti koostamisel on vastav etapp kõige ajakulukam. Põhiliselt toimub kooskõlastamine elektripaigaldise plaaniga ning kooskõlastamist tuleb alustada erakinnistute omanikega. Liituja määrab enda kinnistul liitumiskilbi asukoha ning sellest sõltub kaablitrass. Sõltuvalt nõuetele ja vajadusele on võimalik kaabli paigaldus lahtisel või kinnisel meetodil. Enamasti on kasutusel lahtine paigaldusmeetod, kuid sõiduteega ristumisel katendite säilitamiseks või puude läheduses võib Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet kooskõlastamisel nõuda kinnist paigaldusmeetodit. Kinnise meetodi kasutamisel tehnovõrkudega ristumisel tuleb täpsustada trasside täpsed kõrgused ning üheks võimaluseks on küsida selleks tehnovõrgu valdajatelt teostusjooniseid. Sealjuures tuleks arvestada, et tehnovõrkudega ristumisel on karmimad nõuded ning kooskõlastamise protsess võib seetõttu nendega pikeneda. Lisaks peab arvestama puurimiseks vajaliku ruumiga ehk puurmasina mõõtmetega. Lahtise meetodi kasutamisel sõiduteega ristumisel tuleb sisse tellida katete taastamise projekt, mis on vajalik Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametiga kooskõlastamiseks ning see tellitakse siis kui projekteeritav lahendus on võimalikult paigas. Kuna Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti vastuse saamine võtab kõige rohkem aega, kooskõlastatakse lahendus nendega viimastena. Juhul kui on hangitud kõikide seotud osapoolte kooskõlastused, tuleb sõlmida Elektrilevile kuuluvatele seadmetele isklik kasutusõiguse leping seotud kinnistute omanikega. Kuna lahendus on selleks hetkeks täiesti paigas, tuleb koostada ülejäänud tehniline dokumentatsioon.

Kogu protsessi täpsem kirjeldus on toodud lisapeatükis 6, mis põhineb varasemalt koostatud tööprojekti analüüsil. Esinenud protsess on jaotatud täpseteks etappideks ning on analüüsitud lõpliku lahenduseni jõudmist. Sealjuures on välja toodud täpne esitatud projektdokumentatsioon ning kirjeldatud ajalist kulu.

SUMMARY

As a result of the thesis, a summary guide was prepared to describe the process of preparing the projects for the company of Elektrilevi OÜ in the city of Tallinn. The thesis explains electricity network in Estonia, which consists of transmission and distribution network, the latter is mainly owned by Elektrilevi. The distribution network ensures the connection of consumers to electricity. Electricity is distributed to consumers through substations at low voltage. A number of feeders exit from the substation, with several connection points connected behind each feeder. The main task of the designer is to design a customer connection point on the designated feeder, which in the case of new connections in the city of Tallinn is located in the electrical connection panel. The supply of the panel may be designated utility post, cable distribution cabinet or substation.

When designing low-voltage electrical connections, you must first be guided by a specific outline prepared by Elektrilevi, which describes the equipment and the expected design. Designed solution must be in accordance with the detailed plan or design conditions. If more than one property is involved with the project, conditions are required. It may take a long time to obtain conditions, so it is recommended to continue with the design work while waiting for conditions.

At the connection point, the designer must find the 1-phase short-circuit current and the voltage drop. Both values are found by calculation program in which the parameters of power transformer, lines and the load currents to find the voltage drop must be entered. The short-circuit currents decrease and the voltage losses increase towards the end of the feeder, i.e. they depend on the length of the line. The designer must ensure that the protection device on the feeder (in the cable distribution cabinet or substation) upstream of the connection point responds within five seconds at the latest in the event of a short-circuit. In order to ensure that the protective structure of the feeder meets the requirements, the designer has the option of replacing the upstream protective device or increasing the short-circuit current at the connection point through the use of a supply cable with a larger cross-section. The latter will also help reduce voltage drop at the connection point. The main devices to be designed are the electrical connection panel, cable distribution cabinet and the cables. In cases where the power is taken from the utility pole and the short-circuit current at the connection point is so low that the proper tripping of the fuse protection device (for example at the substation) is not ensured, a pole fuse switch disconnecter can be used. The latter can be equipped with fuses that break the circuit as required. The designer does not normally specify the exact type of the manufacturer of the device. The choice of panels and cabinets to be

used depends on the solution. Typical panel schemes used can be found in the specific Elektrilevi document. The designer must determine the cross-section of the supply cable at the connection points, while taking into account the load currents at the connection point. In the case of permissible load currents on the cable, its reduction factors should be taken into account.

The primary part of the project is the electrical installation plan. In order to draw up this plan it is necessary to obtain a topo-geodetic base plan and if there are trees, a tree inventory. The electrical installation plan describes the design solution and indicates the location of the facilities to be installed. It is necessary to ensure that the location of the facilities is suitable for all parties involved. For this, the solution must be coordinated with the owners of the properties, the authorities and the holders of the utility networks whose protection zones will be affected by the solution. This is the most time-consuming stage in the design process. Coordination is mainly done with the electrical installation plan, and it begins with private property owners. The customer determines the location of the connection panel on his/hers property and the cable route depends on this. Depending on the requirements and the need, the cable can be installed using the open or closed method. Most of the time, the open installation method is used, but in order to maintain tarmac, crossing the roads or in the proximity of trees, the Tallinn Urban Environment and Public Works Department may require a closed installation method. When using the closed method at the crossing of utility lines, the exact heights of the utility lines need to be specified and one option is to ask the utility owners for construction drawings. However, it should be noted that there are stricter requirements for crossing utility networks and therefore the coordination process may be longer. In addition, the space required for drilling (the dimensions of the drilling machine) must be taken into account. When using the open installation method for crossing the roadway, a tarmac restoration project must be ordered for approval by the Tallinn Urban Environment and Public Works Department and will be ordered when the design solution is as in place as possible. As the Tallinn Urban Environment and Public Works Department takes the longest time to respond, they will be the last to coordinate the solution.

In case the approvals of all related parties have been obtained, a personal right of use contract must be signed with the owners of the related properties for the equipments which belong to Elektrilevi. As the solution is fully in place at this stage, the remaining technical documentation has to be prepared.

A more detailed description of the whole process is given in Appendix 6, based on the analysis of the previously prepared project. The process presented has been broken into precise stages and an analysis has been carried out to describe how to get to the final solution. The exact project documentation is provided and the cost in terms of time is described.

KASUTATUD KIRJANDUS

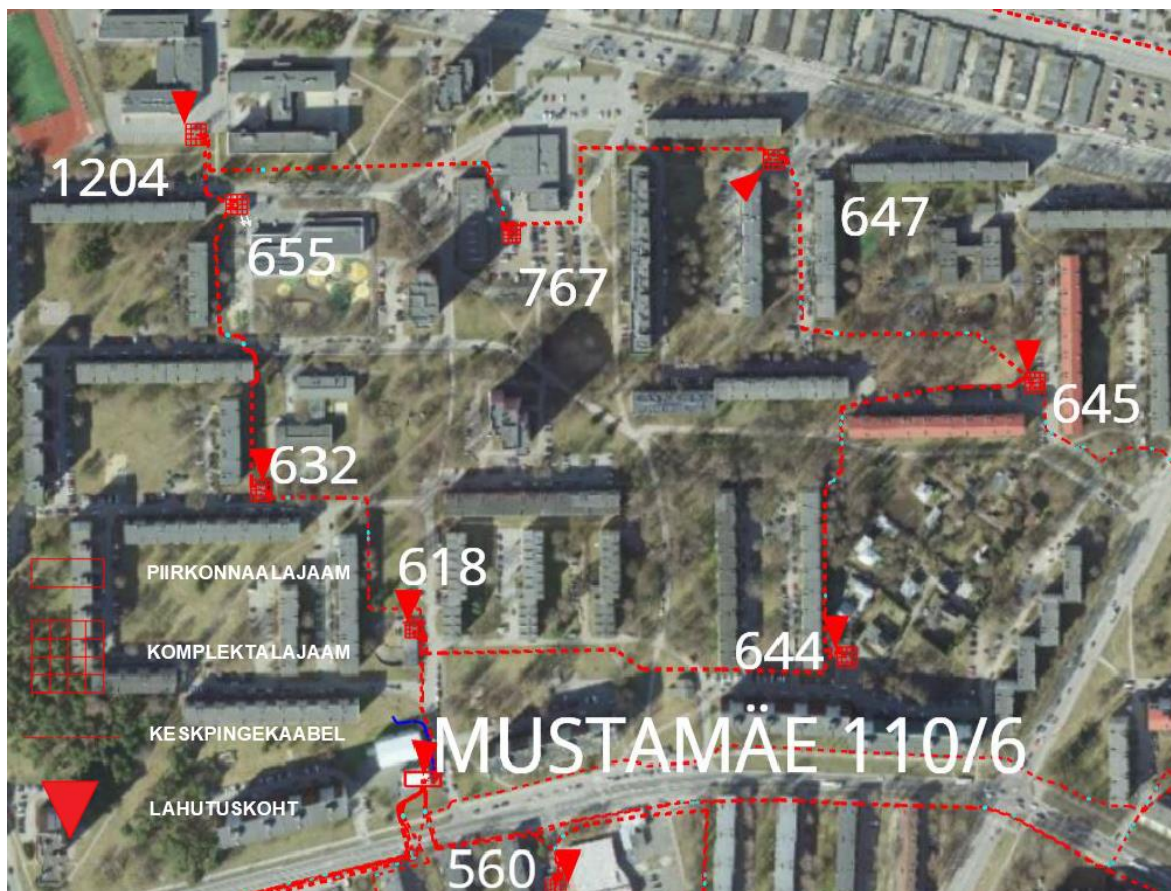
- [1] Energiatalgud. *Elektrisüsteem*. 09.2022. [www].
<https://energiatalgud.ee/Elektris%C3%BCsteem?category=768>. Kasutatud 08.01.2024.
- [2] Riigiteataja. *Elektrituruseadus*. Vastu võetud 11.02.2003, RT I, 2023, 6. [www].
<https://www.riigiteataja.ee/akt/830279?leiaKehtiv>. Kasutatud 08.01.2024.
- [3] Elering AS. *Eleringile kuuluvad liinid*. 01.01.2023. [www].
<https://elering.ee/eleringile-kuuluvad-liinid>. Kasutatud 09.01.2024.
- [4] Elering AS. *Elektri põhivõrgu kaart*. 01.01.2023. [www].
<https://www.elering.ee/elektri-pohivorgu-kaart>. Kasutatud 09.01.2024.
- [5] Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. *Elektriturg*. 12. 12. 2022. [www].
<https://www.mkm.ee/energeetika-ja-maavarad/energiaturud/elektriturg>.
Kasutatud 10.01.2024.
- [6] Elektrilevi OÜ. *Ettevõttest*. 2024. [www].
<https://elektrilevi.ee/et/ettevottest/tutvustus>. Kasutatud 10.01.2024.
- [7] Elektrilevi OÜ. *Elektrilevi*. 2022. [www].
https://www.elektrilevi.ee/documents/8644141/8650150/vorguteenuse_kvalite_edinaitajad_2022.pdf. Kasutatud 10.01.2024.
- [8] Eesti linnade ja valdade liit. *Eesti vallad ja linnad maakondade kaupa*. 01.01. 2024. [www]. Kasutatud 11.01.2024.
- [9] „Trimble Unity Network Manager“ töökohal kasutatav arvutitarkvara. Kasutatud 11.01.2024.
- [10] S. Hunt, Elektrilevi hankedokument „J3337 Planeerimise põhimõtted,“ 2024. Kasutatud 16.01.2024.
- [11] K.Haabel, Elektrilevi hankedokument „J255 Liitumispunkti asukoha määramise juhend,“ 2024. Kasutatud 16.01.2024.
- [12] M.Sirel, Elektrilevi hankedokument „P343 0,4-20 kV võrgustandard-0,4 kV liitumispunkt,“ 2024. Kasutatud 17.01.2024.
- [13] R. M.Sirel, Elektrilevi hankedokument „P392 Nõuded jaotus- ja harukilpide kasutamiseks madalpinge kaablivõrgu projekteerimisel ja väljaehitamisel,“ 2021. Kasutatud 18.01.2024.
- [14] M.Sirel, Elektrilevi hankedokument „P346 Võrguvara tähistamise ja märgistamise nõuded,“ 2024. Kasutatud 18.01.2024.
- [15] V.Schiffer, Elektrilevi hankedokument „J3280 Elektripaigaldise projekti lähteülesande koostamise nõuded,“ 2024. Kasutatud 19.01.2024
- [16] V.Schiffer, Elektrilevi hankedokument „J352 Elektripaigaldise projekti koostamise juhend,“ 2021. Kasutatud 24.01.2024.
- [17] Riigiteataja. *Ehitusseadustik*. Vastu võetud 11.02.2015. RT I 2015, 1. [www].
<https://www.riigiteataja.ee/akt/130062023003>. Kasutatud 25.01.2024.
- [18] Riigiteataja. *Planeerimisseadus*. Vastu võetud 28.01.2015. RT I 2015, 3. [www].
<https://www.riigiteataja.ee/akt/126022015003?leiaKehtiv>. Kasutatud 26.01.2024.
- [19] Riigiteataja. *Tallinna linna töökorraldus projekteerimistingimuste ja planeerimise valdkonnas*. Vastu võetud 03.11.2021, RT IV, 2021. [www].
<https://www.riigiteataja.ee/akt/404022023021>. Kasutatud 30.01.2024.
- [20] Riigiteataja. *Tallinna linna kaevetööde eeskiri*. Vastu võetud 02.09.2004, RT IV, 2020, 41. [www]. <https://www.riigiteataja.ee/akt/402062020041>. Kasutatud 01.02.2024.

- [21] M. Meldorf, H. Tammoja, Ü. Treufeldt ja J. Kilter, „Lühisvoolude arvutamise alused,“ *Jaotusvõrgud*, AS Pakett, 2007. Kasutatud 01.04.2024.
- [22] R. Lahtmets. *Kaitseparaadid*. OÜ infotrükk, 2006. Kasutatud 01.04.2024.
- [23] R.Rebane, Elektrilevi hankedokument „J342 Juhend toite automaatset väljalülitamist tagavate nõuete rakendamiseks madalpinge elektripaigaldistes. Kaitseseadmete valik,“ 2022. Kasutatud 01.04.2024.
- [24] „Lühisvoolud 3. ver 3.6.0,“ 2017. Ettevõttes kasutatav arvutitarkvara. Kasutatud 01.04.2024.
- [25] TaskuTark OÜ. *Juhi takistuse sõltuvus mõõtmetest, materjalist ja temperatuurist*. 2024. [www]. <https://www.taskutark.ee/juhi-takistuse-soltuvus-mootmetest-materjalist-ja-temperatuurist/>. Kasutatud 01.04.2024.
- [26] Elektrilevi hankedokument „J345 Madalpinge kaitsmete rakendumiskarakteristikud lühisele rakendumisel ver 2,“ 2024. Kasutatud 01.04.2024.
- [27] R.Rebane ja J. Kotkas, Elektrilevi hankedokument „J3118 Juhend tehniliste lahenduste valikuks madalpingevõrgus,“ 2021. Kasutatud 03.04.2024.
- [28] J. Kotkas ja K. Pomerants, Elektrilevi hankedokument „J3146 Juhend koormusvoolude määramiseks madalpingevõrgus tehniliste lahenduste koostamisel,“ 2021. Kasutatud 03.04.2024.
- [29] M.Sirel, Elektrilevi hankedokument „P390 Vahelduvvoolu elektrienergia mõõtmine,“ 2022. Kasutatud 03.04.2024.
- [30] AS Harju Elekter. *Kaabeljaotus-ja liitumiskilbid*. 2021. [www]. https://harjuelekter.com/wp-content/uploads/2021/01/tooteleht_hetr_veeb_est.pdf. Kasutatud 04.04.2024.
- [31] M.Sirel, Elektrilevi hankedokument „P352 Nõuded madalpinge (0,4 kV) Mõõtevoolutrafodele,“ 2021. Kasutatud 04.04.2024.
- [32] V.Schiffer, Elektrilevi hankedokument „J352 lisa Kilpide tüüpskeemid,“ 2024. Kasutatud 04.04.2024.
- [33] A.Tarkmees, Elektrilevi hankedokument „P358 Nõuded komplektalajaamadele, jaotuspunktile ja madalpinge seadmetele,“ 2023. Kasutatud 04.04.2024.
- [34] A.Tarkmees, Elektrilevi hankedokument „P342 0,4 - 20 kV võrgustandard 0,4 kV kaabelliinid,“ 2021. Kasutatud 05.04.2024.
- [35] A.Tarkmees, Elektrilevi hankedokument „JKVR3015 Nõuded madalpinge kaabli koormatavusele,“ 2024. Kasutatud 05.04.2024.
- [36] Prysmian group Baltics AS. *Jõukaablid*. 2023. [www]. https://baltics.prysmian.com/sites/baltics.prysmian.com/files/2023-08/Prysmian-Group-Baltics_Catalogue_PowerCables_EE-2023-august.pdf. Kasutatud 05.04.2024.
- [37] A.Beek, Elektrilevi hankedokument „P341 0,4-20 kV võrgustandard 0,4 kV õhuliinid,“ 2015. Kasutatud 05.04.2024.
- [38] A.Tarkmees, Elektrilevi hankedokument „P340 0,4 - 20 kV võrgustandard mastalajaamad,“ 2024. Kasutatud 05.04.2024.
- [39] Riigiteataja. *Topo-geodeetilisele uuringule ja teostusmöödistamisele esitatavad nõuded*. Vastu võetud 14.04.2016, RT I, 2016, 3. [www]. <https://www.riigiteataja.ee/akt/119042016003>. Kasutatud 06.04.2024.
- [40] Riigiteataja. *Haljastuse inventeerimise kord*. Vastu võetud 10.06.2020, RT IV, 2020, 4. [www]. <https://www.riigiteataja.ee/akt/417062020004>. Kasutatud 06.04.2024.
- [41] Riigiteataja. *Raie-ja hoolduslõikusloa andmise kord*. Vastu võetud 11.02.2021, RT IV, 2021, 5. [www]. <https://www.riigiteataja.ee/akt/423022021005>. Kasutatud 06.04.2024.

- [42] Riigiteataja. *Asjaõigusseadus*. Vastu võetud 09.06.1993, RT I, 2023, 58. [www]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/129062018006?leiaKehtiv>. Kasutatud 06.04.2024.
- [43] Riigiteataja. *Ehitise kaitsevööndi ulatus, kaitsevööndis tegutsemise kord ja kaitsevööndi tähistusele esitatavad nõuded*. Vastu võetud 25.06.2015, RT I, 2022, 20. [www]. <https://www.riigiteataja.ee/akt/128062015004?leiaKehtiv>. Kasutatud 07.04.2024.
- [44] Riigiteataja. *Tallinna linna töökorraldus ehitusvaldkonnas*. Vastu võetud 16.06.2021, RT IV, 2022, 44. [www]. <https://www.riigiteataja.ee/akt/417062021012?leiaKehtiv>. Kasutatud 07.04.2024.
- [45] Tallinn. *Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti osakondade vastuvõtuajad*. 2024. [www]. <https://www.tallinn.ee/et/tallinna-keskkonna-ja-kommunaalameti-osakondade-vastuvotuajad>. Kasutatud 07.04.2024.
- [46] Tallinna Vesi. *Nõusoleku taotlemine rajatise/ehitise paiknemisele ühisveevärgi ja kanalisatsioonitorude suhtes ning kaitsevööndis*. [www]. <https://tallinnavesi.ee/tehnilised-nouded/nousoleku-taotlemine/>. Kasutatud 08.04.2024.
- [47] Riigiteataja. *Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni kaitsevööndi ulatus*. Vastu võetud 12.09.2023, RT I, 2023, 2. [www]. <https://www.riigiteataja.ee/akt/114092023002>. Kasutatud 08.04.2024.
- [48] Telia Eesti AS. *Projektide kooskõlastamine*. [www]. <https://www.telia.ee/partnerile/ehitajale-arendajale/projektide-kooskolastamine/>. Kasutatud 08.04.2024.
- [49] AS Eesti Gaas. *Gaasitorustiku ja -rajatise kaitse*. [www]. <https://www.gaas.ee/wp-content/uploads/gaasitorustiku-ja-rajatiste-kaitse.pdf>. Kasutatud 08.04.2024.
- [50] AS Eesti Gaas. *Teenused*. 2024. [www]. <https://www.gaas.ee/ettevotest/gaasivork/teenused/>. Kasutatud 08.04.2024.
- [51] Elektrilevi. *Ehitusprojektide kooskõlastamine*. 2024. [www]. <https://elektrilevi.ee/et/teenused/projektide-kooskolastamine>. Kasutatud 08.04.2024.
- [52] Elektrilevi hankedokument, „V178 ver. 5 Töömahtude tabeli vorm,” 2024. Kasutatud 10.04.2024.
- [53] Elektrilevi hankedokument, „VKVR2407 Liitumispunkti andmete ja tööülesande tellimise vorm ver 1,” 2024. Kasutatud 10.04.2024.

LISAD

Lisa 1. Piirkonnaalajaama ühendus jaotusalajaamadega



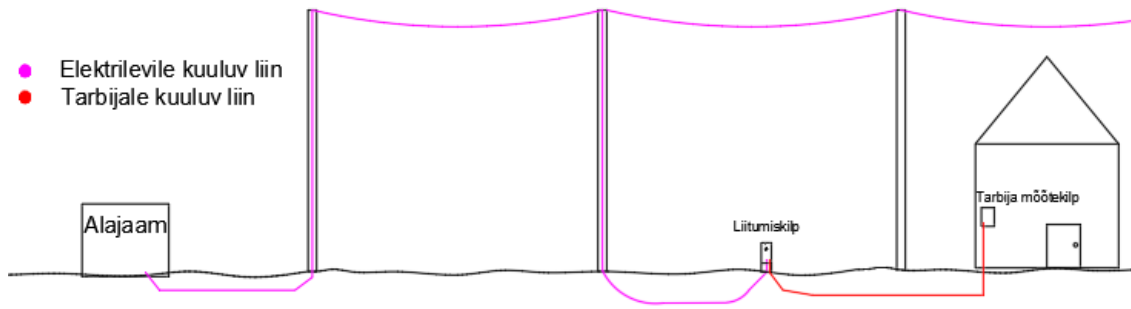
Joonis 1.3 Mustamäe 110/6 kV piirkonnaalajaama ühendus jaotusalajaamadega läbi 6 kV keskpingekaabli [9]

Lisa 2. Tarbijate ühendus madalpingevõrguga

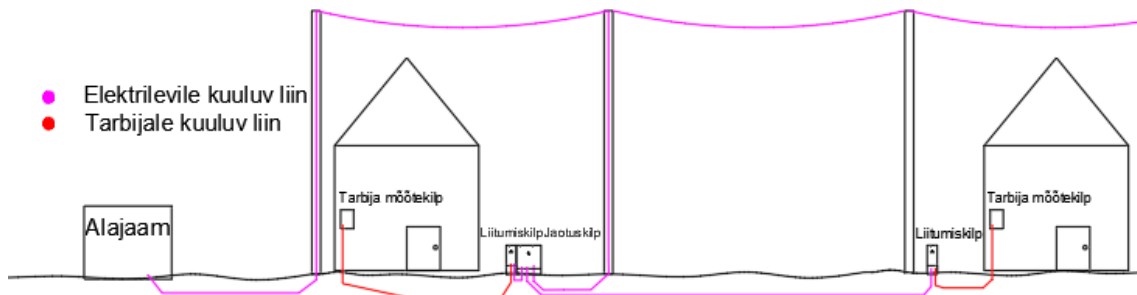


Joonis 1.4 Tarbijate ühendus madalpinge elektrivõrguga läbi alajaama 270:(Nõmme) [9]

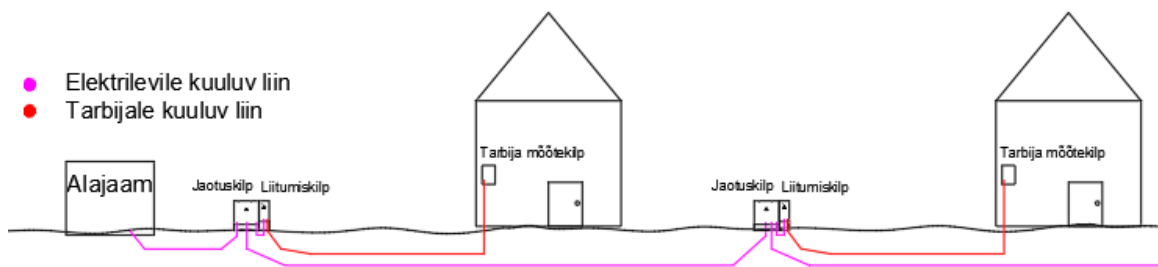
Lisa 3. Enamlevinud liitumiskilpide ühendused Tallinnas



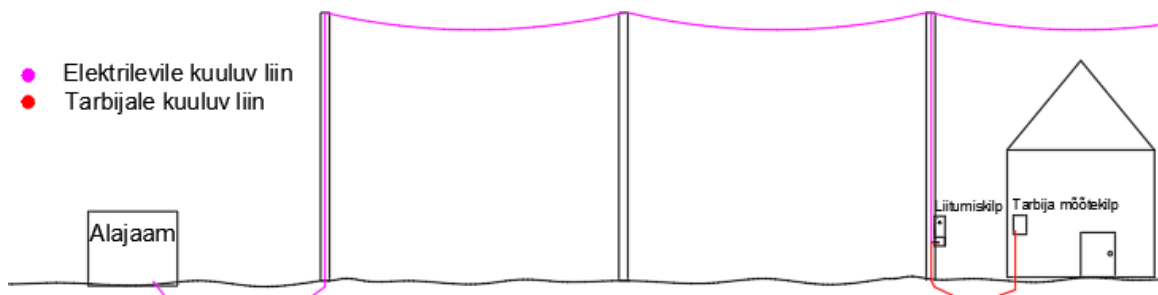
Joonis 1.5 Tüüpiline õhuliinilt võetud toitega liitumise joonis



Joonis 1.6 Tüüpiline jaotuskilbist võetud toitega liitumine õhuliini puhul

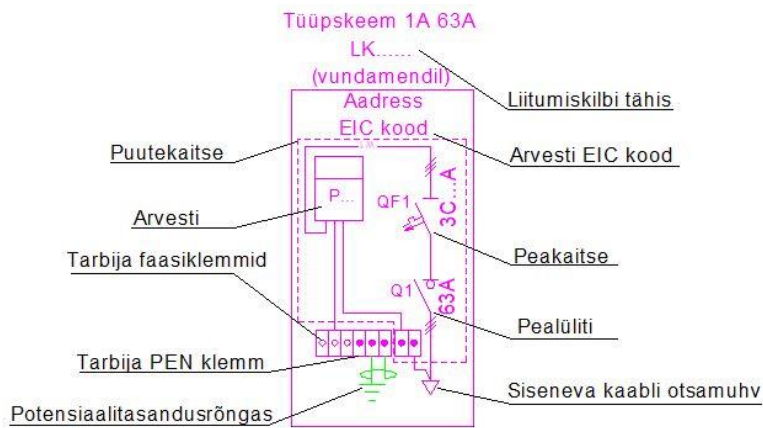


Joonis 1.7 Tüüpiline jaotuskilbist võetud toitega liitumine läbiva kaabelliini puhul

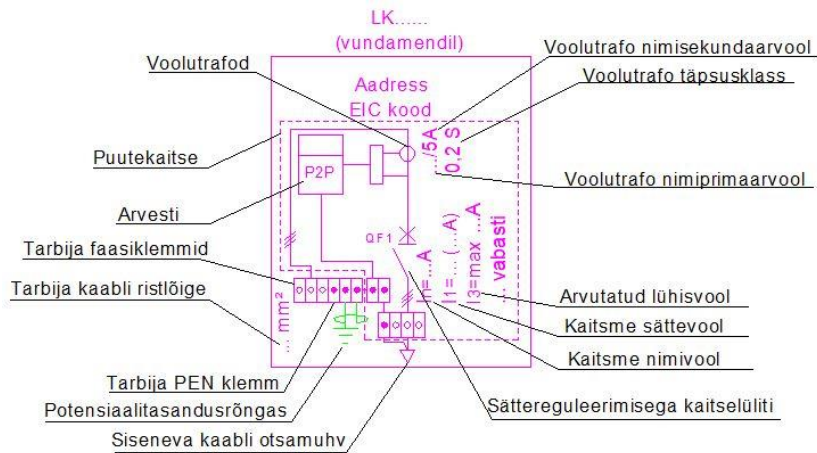


Joonis 1.8 Õhuliini mastile paigaldatud liitumiskilbiga liitumine

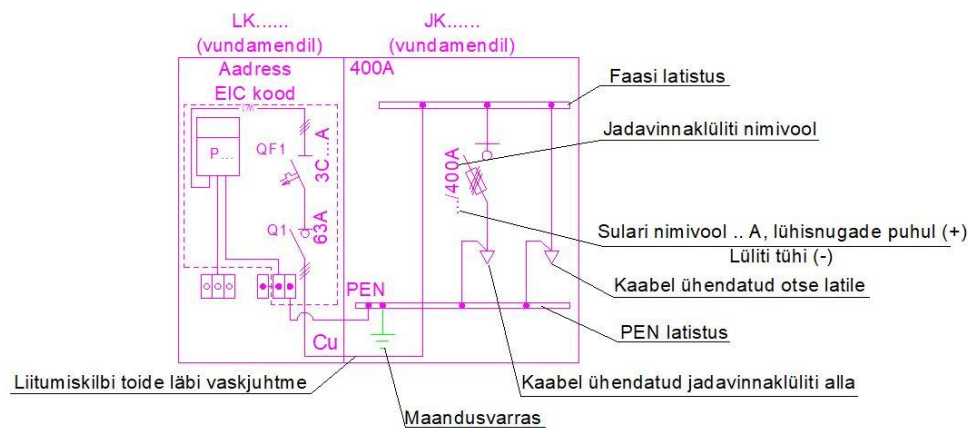
Lisa 4. Kilpide tüüpskeemide näited



Joonis 2.5 Otseühendusega arvestiga liitumiskilbi skeemi näide koos lisatud nimetustega. [32]

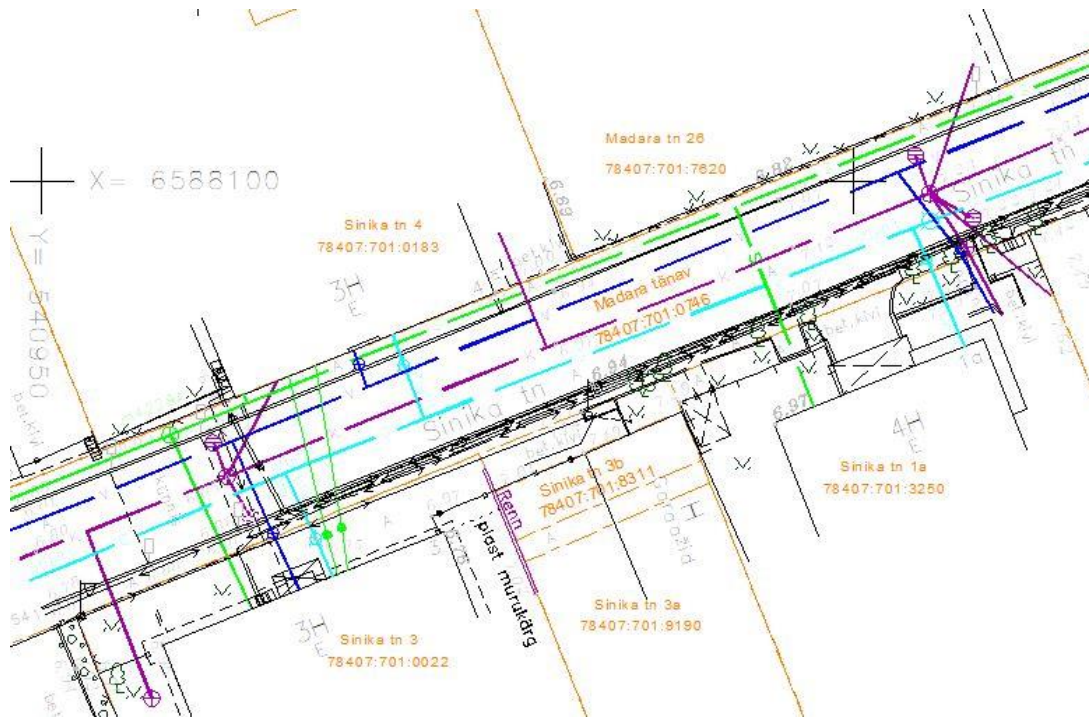


Joonis 2.6 Mõõte-vooltrafodega liitumiskilbi skeemi näide koos lisatud nimetustega. [32]



Joonis 2.8 Kolmekohalise jaotuskilbi skeem koos selgitustega vahetult liitumiskilbi kõrval [32]

Lisa 5. Geodeetiline plaan koos enimlevinud joonte tüüpidega



Joonis 2.10 Näide tellitud geodeetilisest alusplaanist

		Gaasitrass
		Sidekanalisatsioon
		Side õhuliin
		Sademeveekanaliseatsioon
		Kanaliseatsioon
		Veetrass
		Madalpinge maakaabel
		Keskpinge maakaabel
		Madalpinge õhuliin
		Keskpinge õhuliin
		Küttetrass
		Kinnistu piir

Joonis 2.11 Enamlevinud tehnovõrkude joonetüübid geodeetilisel plaanil

Lisa 6. Madalpinge elektriliitumise projekti analüüs Herne tn 29 liitumise näitel

Selleks, et saada ülevaadet millistest osadest tööprojekt koosneb ning kirjeldada projekteerimiskäiku koos vajaliku dokumentatsiooniga, on kasutatud analüüsiks Herne tn 29 elektriliitumise projekti. Madalpinge elektriliitumiste projekteerimisel esinevad etapid on välja toodud joonisel L6.1 Antud etapid on lahti kirjeldatud Herne tn 29 elektriliitumise projekti näitel ning analüüsiti projekteerimiskäiku.



Joonis L6.1 Tüüpiliselt projekteerimisel esinevad etapid esinemise järjekorras

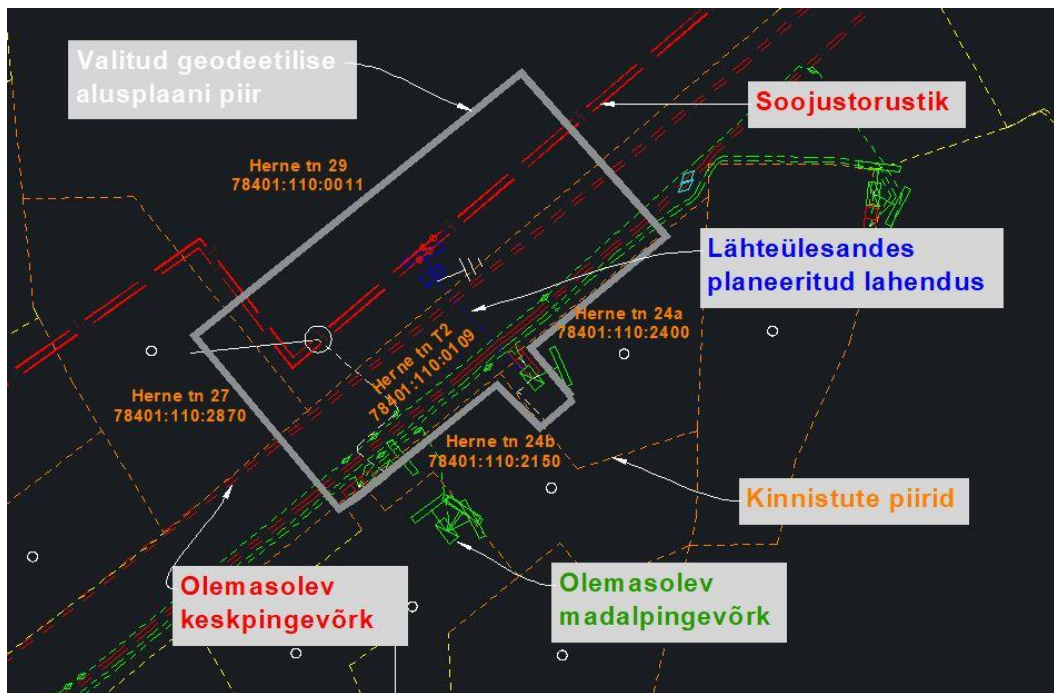
L6.1 Lähtedokumendid

Antud projekt võeti töösse 2022. aasta oktoobri lõpus. Igal projektil on vastav kood ning antud projekti puhul oli selleks LR7877. Tööprojektis esitatavad dokumendid peavad olema nimetatud antud koodiga ning dokumentide eristamiseks võib kasutada lisa numbrit lõpus. Näiteks: LR7877-1 Elektripaigaldise plaan, LR7877-2 Elektriskeem. Kõigepealt analüüsiti lähteülesannet koos lähte asendiskeemiga. Läbi analüüsi tehti kindlaks, et liitumispunkti asukoht on planeeritud Herne tn 29 kinnistule. Liitumispunkti peakaitsme suuruseks oli antud 10 A, arvesti tüüp PLC ning liitujaks oli AS Utilitas Tallinn. Toitepunktiks oli määratud Herne tn 24a kinnistul paiknev jaotuskilp JK23364. Maakaabli ristlõige 50 mm² ning planeeritav pikkus 20 m.

Alustuseks võeti meili teel ühendust liitujaga (Utilitas) ning meili lisati lähte asendiskeem, kus oli näidatud planeeritav liitumiskilbi asukoht. Küsiti, kas lähteülesandes näidatud kilbi asukoht oleks sobilik ning kas kliendil leidub geodeetiline alusplaan. Vastuseks saadi soojustorustiku teostusjoonised ning nõue, et kilp paikneks soojustorustikust 1,5 kuni 2 m kaugusel, samuti puudus geodeetiline alusplaan.

Järgnevas analüüsiti lahendusega seotud kinnistuid läbi maaameti katastrikaardi. Planeeritud trassiga oli seotud kolm kinnistut (Herne tn 29, Herne tn 24a ning Tallinna linnale kuuluv Herne tänav T2 kinnistu). Kuna projektlahendus hõlmas mitut kinnistut ning Tallinna linnale kuuluvat maad, taotleti EHR keskkonnas projekteerimistingimused kuupäeval 11.11.2022. Projekteerimistingimuste saamine võtab üldiselt kaua aega, seega otsustati tööprojekti koostamisega samaaegselt jätkata.

Järgnevas telliti geodeetiline alusplaan kuna kliendil endal see puudus. Geodeetilise alusplaani suurus otsustati võtta igaksjuhuks varuga, kuna ei saanud kindel olla, kas jaotuskilbis JK23364 on piisavalt ruumi liitumiskilbi toite kaabli ühendamiseks. Alaga kaeti seetõttu ära ka Herne tn 24b kinnistu poolne jaotuskilp 23365JK. Lisaks kopeeriti lähte asendiplaanile teostusjooniste kaudu saadud soojustorustik. Nii veenduti, et geoala ulatuks soojustorustikuni. Ala suuruseks võeti 0,23 ha. Valitud ala joonistati lähteülesandega kaasa pandud lähte asendiskeemile, mis on toodud joonisel L6.2 Geodeetilise alusplaani koostamine võeti töösse 07.11.2022.



Joonis L6.2 Geodeetilise alusplaani ala kujutatud lähteülesandega kaasas oleval asendiskeemil

Kuna geodeetilise alusplaani valmistamine võtab aega otsustati vahepeal fikseerida kinnistul kohapeal olev olukord. Seda selleks, et veenduda kas jaotuskilbist JK23364 on võimalik võtta projekteeritavale liitumiskilbile toide või mitte. Tavapraktikas võib ära oodata geodeetilise alusplaani ning dendroloogia ehk haljastusinventuuri, enne kui kohapeal olukord fikseerida. Sel juhul on enne kohapeale minekut teada kust täpsemalt on võimalik trassiga minna ning ollakse teadlikumad, millele kinnistul peab tähelepanu pöörama. Kohapeal selgus, et planeeritud jaotuskilbis liitumiskilbi toitekaabli jaoks ruumi polnud. Olukorrast tehti ülevaade võrguinsenerile ning pakuti välja uus lahendus, mille käigus tehakse Herne tn 24a jaotuskilbi JK23364 toitekaablisse sisselõige ning ühendatakse vahele uus jaotuskilp koos liitumiskilbiga Herne tn 29 liitumise jaoks. Võrguinsenerile lahendus sobis ning ta koostas uue lähteülesande.

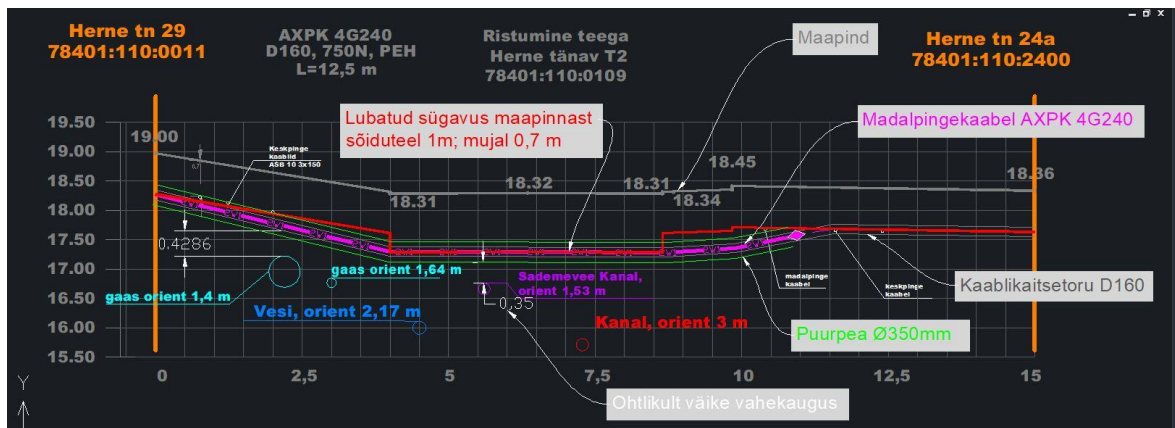
Geodeetiline alusplaani saadi 02.12.2022. Geodeetilisel plaanil oli näha, et trassi lähedusse (alla viie meetri) jääb kõrghaljastust. Kuna antud projekti raames on ettenähtud kaevetööd Tallinna linnale kuuluval maal (vajalik taotleja kaevetöö luba) ning projekteeritavale trassile lähemal kui viis meetrit leidis kõrghaljastust, tuli projekt kooskõlastada Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametiga, kes nõuab kooskõlastamisel haljastuse inventuuri. Haljastuse inventuuriks märgitakse geodeetilisel alusplaanil inventeerimist vajavad puud või põõsad, mis paiknevad projekteeritava trassi läheduses (10 m raadiuses). Inventuur telliti 05.12.2022 ning saadi kätte kolme päeva pärast. Inventeerimisele läks kolm puud ning üks põõsas, millest kaks puud ning põõsas olid

väärtusklassis III ning üks puu väärtusklassis IV. Nüüdseks olid olemas kõik vajalikud dokumendid, et koostada esialgne asendiplaan ehk elektripaigaldise plaan.

L6.2 Elektripaigaldise plaani koostamine

Elektripaigaldise plaani koostamisel peab teada olema täpne liitumispunkti asukoht ning toitepunkti asukoht, koos neid ühendava trassi trajektooriga. Liitumiskilbi asukoht tuleb läbi rääkida liitujaga ning kinnistu omanikuga. Tavaliselt on mõlema puhul tegemist sama isikuga. Antud projektis need aga erinesid. Liitujaga (Utilitas) sai liitumiskilbi asukoht määratud (1,5 kuni 2m soojustrassist). Herne tn 29 kinnistu omanikuks oli AS Ida-Tallinna Keskhaigla, kelle puhul eeldati, et Utilitasele sobiv kilbi asukoht sobib ka neile, kuna kilp paiknes haljasalal ning suhteliselt kinnistu ääres. Geodeetilisel alusplaanil oli näha, et kilp tuleb paigaldada puu võra alla. Kilp otsustati paigaldada IV väärtusklassiga puu võra alla, jäädes välja III klassi puude võradest, et vältida hilisemas faasis Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametiga probleeme. Kuna uue lahenduse järgi tehti madalpingekaablisse sisselõige, oli vajalik taastada Herne tn 24a kinnistul paikneva jaotuskilbi toide. Seepärast oli vaja lahendus kooskõlastada Herne tn 24a kinnistu omanikuga, kelleks oli korteriühistu. Korteriühistu keeldus esialgu kooskõlastust andmast, kuna nende sõnul ei soovitud kahe aasta vanuse sõidutee üleskaevamist.

Teades, et Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet eelistab kinnist meetodit sõiduteega ristumisel ning sama soovis ka korteriühistu, otsustati projekteerida kaablitrass kinnisel meetodil. Antud juhul soodustas kinnise meetodi kasutust puurimiseks vajaliku ruumi olemasolu Herne tn 29 kinnistul (8m x 2,5m puurmasina mõõtmed). Küll aga oli geodeetilisel plaanil näha, et sõidutee alla jäi kaks veetorustikku (hiljem selgus, et vaid üks oli töös), kanalisatsioonitorustik, sademeveekanal ning kaks gaasitorustikku. Selleks, et selgitada välja, kas ning mil viisil saaks puurimist teostada, küsiti tehnovõrkude valdajatelt nende trasside kohta teostusjooniseid, mis selgitavad nende trasside sügavusi ning läbimõõte. Tallinna Veelt saadi vastus ühe päevaga ning As Gaasivõrgult seitsme päevaga. Saadud andmete põhjal koostati esialgne ristmevälja joonis (Vt joonis L6.3) ning analüüsiti koos ehitajatega, kas puurimine on võimalik. Puurimise tegi keeruliseks mitme erineva kõrgusega trassi olemasolu. Lisaks saadi ehitajalt informatsioon, et kahe D160 läbimõõduga toru puurimiseks tuleb kasutada 350 mm läbimõõduga puurpead.

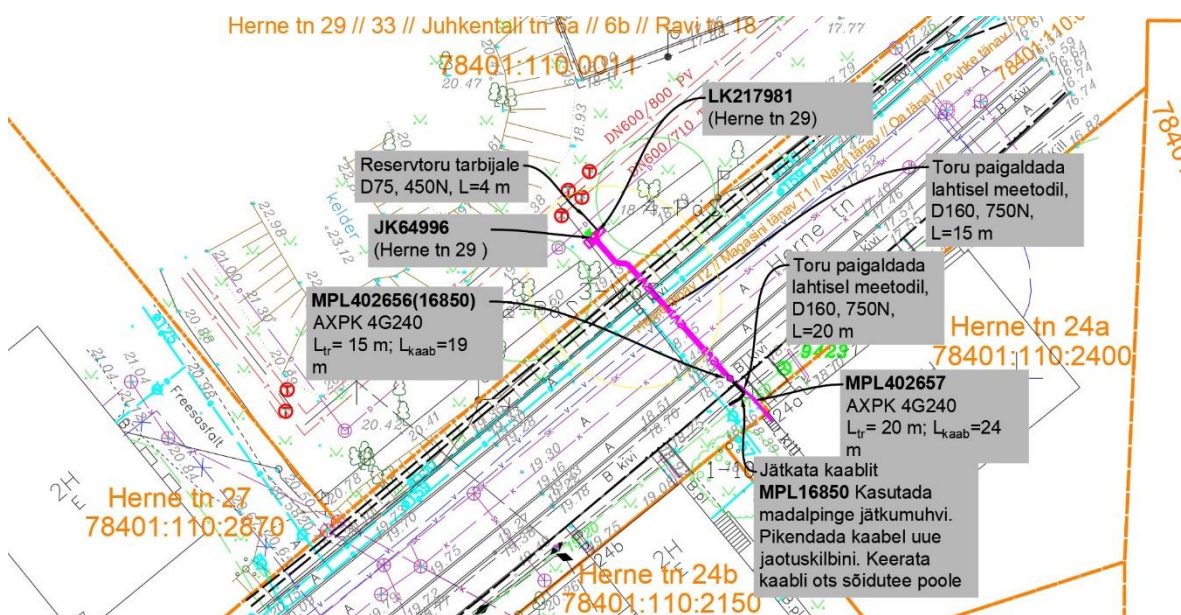


Joonis L6.3 Esialgne ristmeväljajoonis seletustega

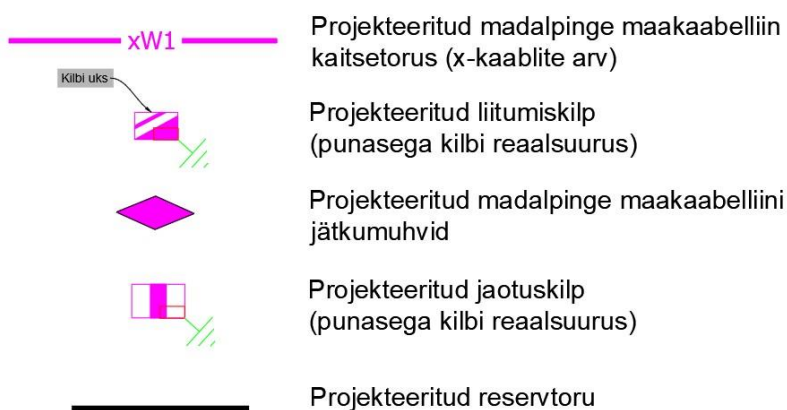
Olles veendunud, et kinnise meetodi kasutamine oleks olnud keeruline, otsustati küsida seotud sõidutee katete vanust Tallinna linnalt. Saadi vastuseks, et antud tänaval toimusid ehitustööd 2018. aasta sügisel ning garantiiperiood sai läbi 2021. aasta juunis. Saadud vastus edastati Herne tn 24a korteriühistule, kes seejärel nõustus lahtisel meetodil kaablitrassi rajamisega. Selleks, et vältida Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti poolt kinnise meetodi nõudmist projekti lõpufaasis, otsustati olukorda kirjeldada nende taristu kvaliteedi nõuete osakonnale. Juhul kui projekti lõpufaasis oleks nõutud kinnise meetodi rakendamine, oleks tegemist sisuliselt täiesti uue lahenduse tegemisega, kus oleks vaja hankida ristuvate tehnovõrkude uued kooskõlastused. Antud juhul saadi Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti nõusolek lahtisel meetodil rajatud kaablitrassi rajamiseks.

Elektripaigaldise plaani/asendiplaani koostamise nõuded on toodud dokumendis J352 [16]. Geodeetilisel alusplaanil olevad tehnovõrkude ning muude objektide värvid tuleb muuta vastavalt Elektrilevi nõuetele [16]. Antud nõudega parandatakse üldiselt elektripaigaldise plaanide loetavust, kuna geodeetilistel alusplaanidel võivad objektide värvid olla erinevad. Lisaks on määratud projekteeritava elektrivõrgu värvid selleks, et selgelt eristada projekteeritavat võrku olemasolevast võrgust (madalpinge puhul roosa). Ühises trassis olevad kaablid peavad olema kujutatud ühe joonena ning tingmargi järgi antud edasi kaablite arv [16]. Antud projekti puhul on kasutatud kaablitrassi joonetüübina 2W1. Esimene number näitab kaablite arvu trassis ning teine number näitab, et tegu on madalpingekaablitega. Paralleelkulgemisel gaasitrassiga hoiti 1 m puhastvahet. Liitumiskilbi ning jaotuskilbi puhul toodi plaanil välja ka nende reaalsed mõõtmed, kuna nende asukoht on geograafilise koha mõttes oluline. Kilpide asukohale tagati ligipääs ning vajalik teenindusruum. Vastavalt nõuetele toodi välja ka kilpide tähised ning liitumiskilbi juurde määrati reservtoru tarbijakaablile. Drenaažitorustiku tõttu määrati pikem reservtoru selleks, et liituja ei peaks hiljem tarbijakaabli paigaldamisel kaevama drenaažitorustikku lahti. Plaanil kujutati täpset jätkumuhvi

asukohta, mis paigutati sirgele lõigule betoonkivi katte kohale ning kajastati sisselõigatava kaabli tähist. Projekteeritavate kaablite puhul toodi välja nende tähis, ristlõige, soonte arv koos horisontaalprojektsiooni pikkusega L_{trass} ning varuga pikkusega L_{kaab} . Ruumi olemasolu tõttu kaablikaitsetorude valikul, otsustati kasutada D160 läbimõõduga kaablikaitsetorusi nagu üldiselt AXP4G240 puhul määratakse. Sõiduteega ristumisel tuli kasutada 750 N tugevusklassiga kaablikaitsetorusid (Vt tabel 2.5). Otsustati määrata kogu trassi ulatuses 750 N toru, kuna poleks olnud mõtet haljasalale eraldi 450 N tugevusklassiga toru juppe määrata. Kaablikaitsetorudel toodi välja nende välisdiameeter (D160) ning surveaste (750 N) koos horisontaalprojektsiooni pikkusega L. Esialgne asendiplan on toodud joonisel L6.4 ning üldiselt kasutatavad tingmärgid joonisel L6.5.



Joonis L6.4 Esialgne elektripaigaldise plaan



Joonis L6.5 Enim kasutatavad projekteeritud tingmärgid

L6.3 Kooskõlastamine

Esialgse asendiplaaniga alustati kooskõlastamist kinnistute omanikega ning liitujaga. Liituja kooskõlastus tuli ühe päeva jooksul. Haigla kooskõlastuse saamiseks kulus 20 päeva ning Herne tn 24a korteriühistu kooskõlastuseks 14 päeva.

Järgnevaks sammuks oli tehnovõrkudega kooskõlastamine. Siinkohal tuleks kooskõlastamist alustada tehnovõrguvaldajatega, kes võivad kõige tõenäolisemalt nõuda trassi nihutamist, et vältida teiste tehnovõrkudega korduvat kooskõlastamist juhul kui trassi nihutamine on vajalik. Antud projekti puhul oli selleks gaasivõrgu valdaja, kuna projekteeritud trass kulges paralleelselt gaasivõrguga. AS Gaasivõrgule tuli kooskõlastamiseks saata asendiplaan (PDF ja DWG formaadis) ning seletuskiri. Koostati seletuskiri, mis vastab Elektrilevi nõuetele. [16] Seletuskirjas kirjeldati projekteeritavat objekti, toodi välja selle asukoht ning põhiliste standardite ja normide loetelu, millele projekti koostamisel tugineti. Tüüpiliselt tuuakse seletuskirjas välja ka gaasitoru kaitsmise tingimused, mille AS Gaasivõrk on kooskõlastamisel nõudnud lisada. Seletuskirja lisas tuuakse välja projektidokumentatsiooni ning jooniste nimistu.

Gaasivõrgu valdaja nõudis asendiplaanile viite lisamist, ristumiskoha märgistamist ning gaasitorustiku kaitsmistingimuste lisamist seletuskirja. Paralleelselt kulgeva gaasitrassi juurde tuli lisada ORIENT tähistus. Vastavalt saadud märkustele korrigeeriti asendiplaani ning seejärel saadi AS Gaasivõrgult kooskõlastus 6 päevaga.

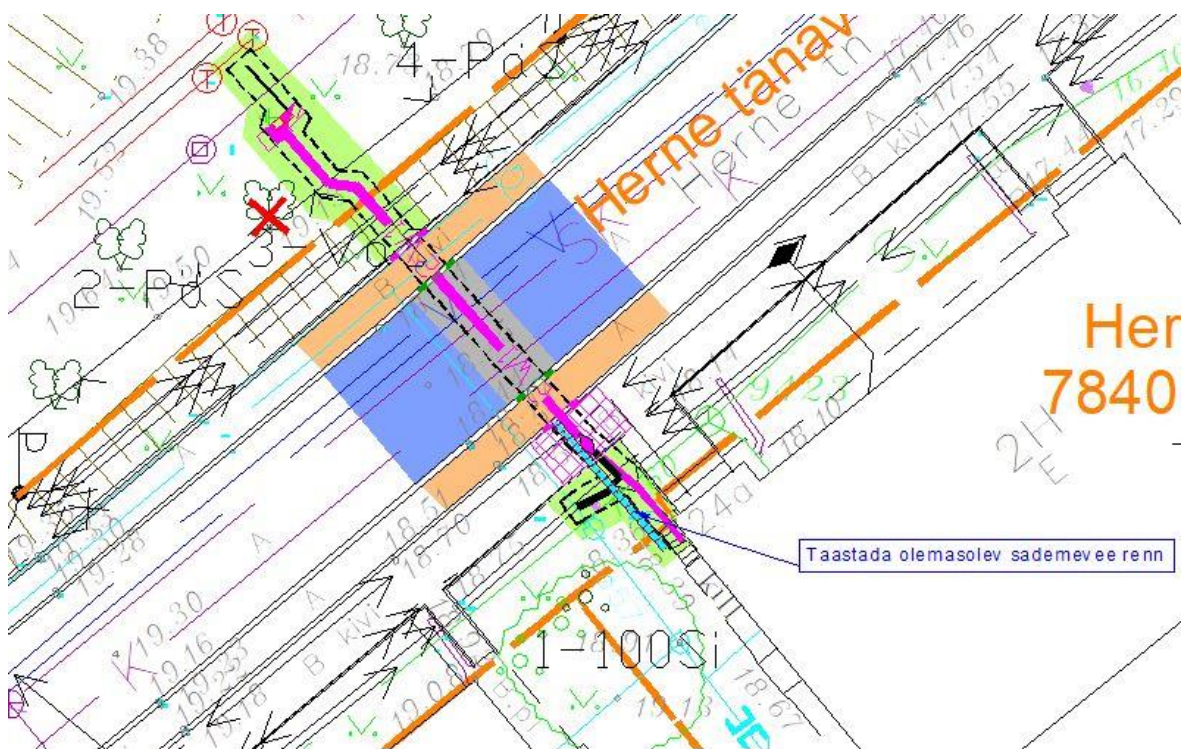
Järgnevaks saadeti projekt kooskõlastamiseks teistele tehnovõrkudele. Aja kokkuhoiu mõttes saadeti projekt kooskõlastamiseks kõigi ülejäänud tehnovõrkude valdajatele samal ajal. Kooskõlastati järgnevate tehnovõrkudega:

1. Enefit Connect, kuna Herne tn 29 kinnistu piiri ääres ristuti tänavavalgustusestrassiga;
2. Tallinna Vesi, kuna sõidutee all ristuti veetorustiku, kanalisatsiooni ning sadeveekanalitorustikuga;
3. Telia, kuna Herne tn 24a kinnistu piiri lähedal ristuti sidetrassiga.





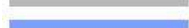




Üheltki tehnovõrguvaldajalt märkusi kooskõlastamise käigus ei tulnud. Telialt saadi kooskõlastus ühe päevaga, Enefit Connectilt nelja päevaga ning Tallinna Veelt 17 päevaga.

Järgnevaks alustati kooskõlastamist ametiasutustega. Kõigepealt saadeti projekt kooskõlastamiseks Tallinna Kesklinna Linnaosavalitsuse arhitektile. Seotud linnaosa saab projekteerija kontrollida maa-ameti katastrikaardilt. Kesklinna linnaosa nõudis

kooskõlastamisel katete taastamise projekti. Seega telliti katete taastamise projekt, mis saadi kätte 10 päevaga (Vt joonis L6.6). Järgnevas saadeti katete taastamise projekt kooskõlastamisele koos elektripaigaldise plaaniga, seletuskirjaga ning Herne tn 24a ja Herne tn 29 kinnistute omanike kooskõlastustega. Linnaosad tüüpiliselt trassi nihutamist ei soovi ning lahenduse muutmist ei nõua. Samuti oli juba olemas katete taastamise projekt, mistõttu otsustati projekt saata kohe ka Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalametile kooskõlastamiseks. Kommunaalametile esitati kooskõlastamiseks elektripaigaldise plaan koos kinnistu omanike kooskõlastustega, taastamise projekt ning haljastuse inventuur.



TINGMÄRGID

	PROJEKTEERITUD SÕIDUTE E GRANIITÄÄREKIVI TAASTAMINE 80x15x29cm (3m)
	PROJEKTEERITUD SÕIDUTE E BETOONÄÄREKIVI TAASTAMINE 80x15x29cm (3m)
	PROJEKTEERITUD KÕNNITEE BETOONÄÄREKIVI TAASTAMINE 80x8x20cm (2m)
	PROJEKTEERITUD KATTE TAASTAMINE SÕIDUTEEL TÜÜP I (11m ²)
	PROJEKTEERITUD KATTE TAASTAMINE FREESITUD ALUSEL TÜÜP II (38m ²)
	PROJEKTEERITUD KATTE TAASTAMINE JALGRATTATEEL TÜÜP III (24m ²)
	PROJEKTEERITUD BETOONKIVIKATTE TAASTAMINE TÜÜP IV (9m ²)
	PROJEKTEERITUD TAASTAMINE HALIASALAL (31m ²)
	PROJEKTEERITUD KAEVIKUJON

Joonis L6.6 Tellitud katetetaastamise plaan, EXTech Design OÜ töö nr 23029

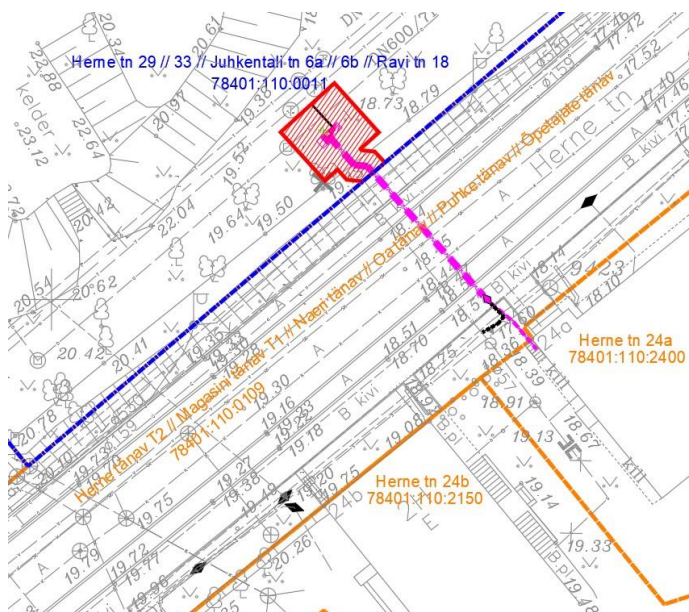
Linnaosalt saadi kooskõlastus kahe päevaga. Kommunaalametilt tuli vastus 16 päevaga ning peaspetsialist nõudis kooskõlastamisel projekteerimistingimusi. Haljastusosakonna

spetsialistilt tuli märkus, et pole tagatud IV väärtusklassiga olemasoleva puu kasvutingimused ning nõuti puu eemaldamist ning asendusistutuse arvutust. Taristu kvaliteedi nõuete spetsialistilt märkusi taastamise projektile ei tulnud.

Puu eemaldamine kajastati elektripaigaldise plaanil ning koostati asendusistutuse arvutus vastavalt avaldisele 2.8. Avaldises kasutatavad andmed nagu puu rinnasdiameeter (87 cm), väärtusklass (IV) ning puuliik (saarvaher) võeti inventeeritud objektide tabelist. Vastavad koefitsientide väärtused võeti Raie- ja hoolduslõikusloa andmise korrast (Vt 2.3.2). Puuliik andis k1 väärtuseks 0,5. Puu väärtusklass andis k2 väärtuseks 0,2. Raiepõhjuseks valiti muu ehitusraie, mis andis k3 väärtuseks 0,5. Korrigeeritud projekt saadeti teisele kooskõlastusringile kommunaalametiga.

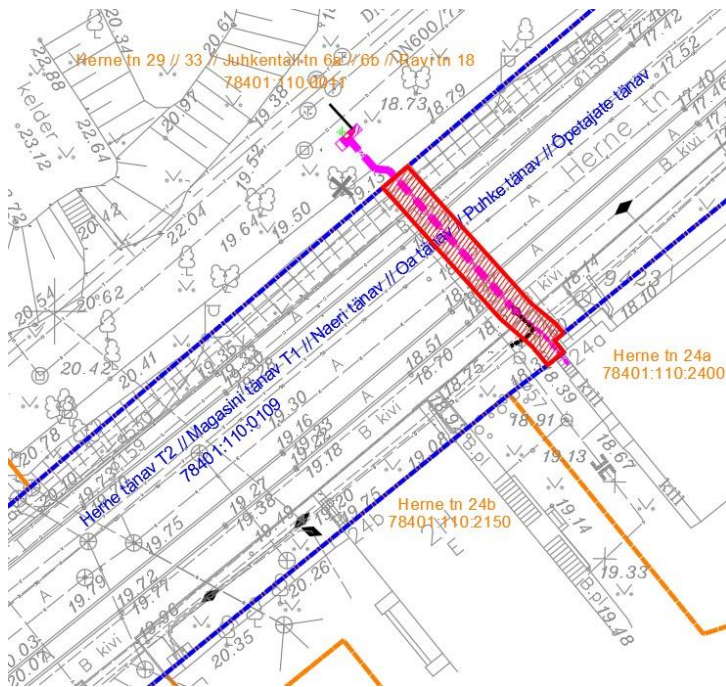
L6.4 Muu dokumentatsioon

Kuna nüüdseks olid kommunaalmeti märkused likvideeritud (välja arvatud projekteerimistingimuste olemasolu) ning vajalikud kooskõlastused hangitud ehk rohkem kaablitrassi ega kilpide asetus ei muutu, otsustati koostada isikliku kasutusõiguse ehk maalepingute plaanid. Ühtlasi oli valminud lõplik asendiplaan. Maalepingute plaanid koostati kinnistutele Herne tänav T2 ning Herne tn 29 vastavalt peatükile 3.3.4. ning on välja toodud joonistel L6.7 ning L6.8. Kaablitrassi puhul arvestati kaitsevööndiga 1 m kummalegi poole kaablitelge ning liitumiskilbil 2 m kilbi igast küljest. Herne tn 24a kinnistuga isiklikku kasutusõigust ei seatud, kuna tegemist oli korteriühistuga, kus korteriomandite omanikke oli üle viie. Maalepingute spetsialistile esitati mõlema kinnistu isikliku kasutusõiguse plaanid ning vajalikud kontaktandmed.



Joonis L6.7 Herne tn 29 isikliku kasutusõiguse plaan

Leping Herne tänav T2 kinnistuga, mille omanikuks oli Tallinna linn sõlmiti 17 päevaga. Leping Herne tn 29 kinnistuga võttis kauem aega, kuna omanikuks oli Ida-Tallinna Keskhaigla, kelle poolt oli vajalik isikliku kasutusõigusega nõusolekuks nõukogu koosoleku otsus. Seega saadi leping sõlmitud antud kinnistuga alles viis kuud hiljem. Peale isikliku kasutusõiguse jooniste saatmise maalepingu spetsialistile hakati koostama projekti ülejäänud dokumentatsiooni. Antud hetkel oli vaja oodata vaid maalepinguid ning projekteerimistingimusi. Viimased olid vajalikud, et saada kommunaalameti kooskõlastus.

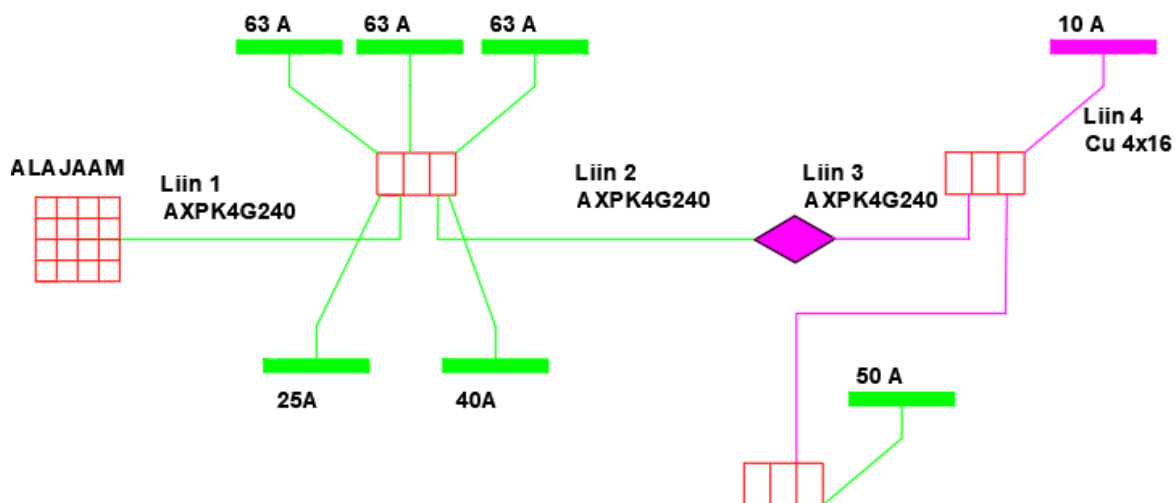


Joonis L6.8 Herne tänav T2 isikliku kasutusõiguse plaan

Järgmiseks alustati elektriskeemi koostamisega. Täpsed elektriskeemi koostamise nõuded on toodud Elektrilevi dokumendis J352 [16]. Elektriskeemil tuli kasutada samuti Elektrilevi poolt nõutud värve, kus projekteeritav madalpinge võrk tuli kujutada roosaga, maandus rohelisega ning olemasolev võrk mustana. Elektriskeemil tuli kasutada kaablite tegelikke ehk varuga pikkusi. Antud lähteülesande raames oli määratud ühekohaline liitumiskilp, PLC otseühendus arvestiga ning peakaitsemega C10. Antud liitumiskilbi skeem valiti Elektrilevi kilpide tüüpskeemide dokumendist [32]. Arvestades sealjuures sisend- ja väljundkaabli maksimum ristlõikega ning pealüliti nimivooluga. Kuna tegemist oli liitumisega, mille peakaitse oli 10 A, siis otsustati kasutada tüüpskeemi A1. Antud skeemi maksimumsisend ning väljundkaabli ristlõiked olid 50 mm², mis oli skeemide valikust kõige väiksem. Pealüliti nimivool oli skeemil 63 A, mis oli samuti kõige väiksem.

Antud projektis oli määratud jaotuskilpi kaks 240 mm² kaablit ning üks vase ühendus liitumiskilbile, mis tähendaks tabeli 2.2 järgi kaks pool moodulkohta. Seega otsustati valida kolmekohaline jaotuskilbi skeem. Sissetulev kaabel määrati otse lattidele ning väljaminev kaabel ühendati läbi jadavinnaklüpiti, mis oli komplekteeritud lühisnugadega. Liitumiskilbi vaseühendus näidati samuti otse lattidele.

Järgnevas arvutati liitumispunkti lühisvool ning pingekadu, kasutades selleks Lühisvoolud 3 programmi. Esiteks leiti arvutitarkvarast Trimble Unity toitealajaam AJ1051. Valiti programmis toitealajaama jõutrafo tüüp. Alajaamas 1051 oli jõutrafona kasutusel 400 kVA näivvõimsusega; 6,3/0,4 kV pingeastmetega; Dyn ühendusgrupiga ning lühispingega 4% jõutrafo. Leiti üles alajaama skeemil olev fiider, kuhu on projekteeritud vastav liitumine. Sisetati fiidril kasutatavate liinide parameetrid nagu pikkus, tüüp ning ristlõige kuni projekteeritava liitumispunktini. Kuna antud lahenduse käigus teostati kaabli sisselõige, tuli leida ka järgnevate liitumispunktide lühisvoolud selleks, et veenduda, kas antud punktides ei läinud lühisvool liiga madalaks lisanduva kaablitrassi tõttu. Seega tuli leida ka Herne tn 24a liitumispunkti lühisvool. Selleks, et programm arvutaks välja pingekao tuleb sisestada kaablilõikudele nende koormusvoolud vastavalt peatükile 3.2.2. Koormusvoolude arvutamisel kasutatavad üheaegsustegurid leiti vastavalt dokumendi J3146 tabelile ning varustuskindluse piirkond leiti Unityst, milleks oli tihe. Lihtsustatud skeem koormusvoolude arvutamiseks fiidril on toodud joonisel L6.9.



Joonis L6.9 Herne tn 29 ning 24a koormusvoolude arvutamiseks lihtsustatud skeem

Liin 1 koormusvooluks peakaitsete järgi tuli seega 314 A. Kasutades üheaegsustegureid saadi 204 A (314x0,65)

Liin 2 ning liin 3 koormusvooluks peakaitsete järgi 60 A, üheaegsusteguriga 51 A (60x0,85).

Liin 4 koormusvooluks tuli 10 A.

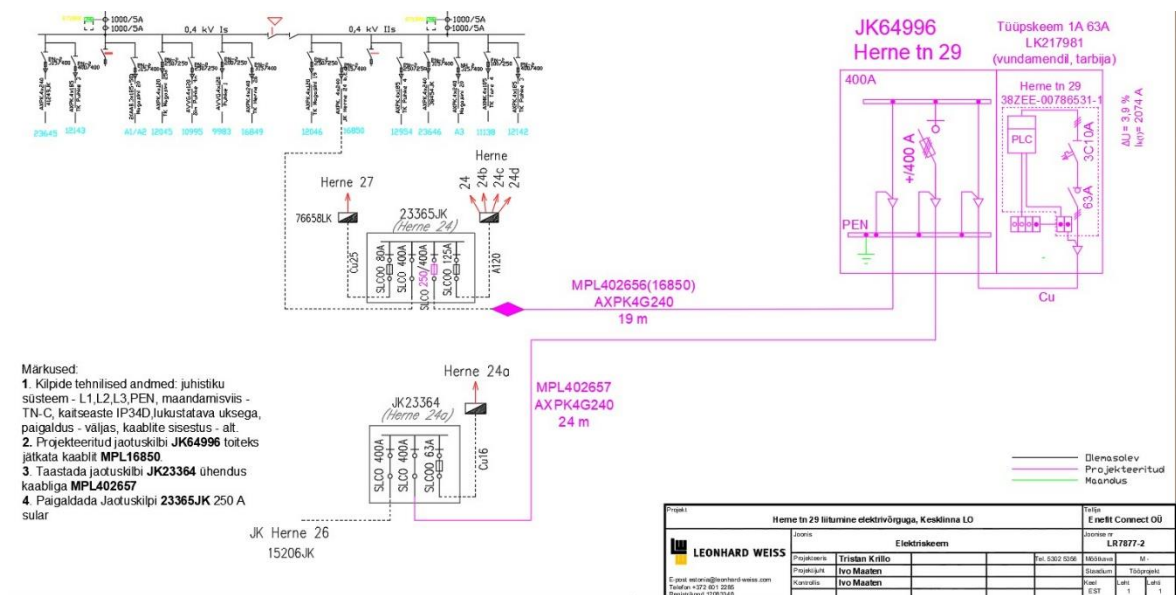
Lühisvoolu programmi sisestati vastavate liinilõikude pikkused, mis leiti tarkvarast Trimble Unity. Tulemused on toodud joonisel L6.10.

	Liinilõigu pikkus [m]	Juhi mark	Vool liinis [A]	Kaitsease liinilõigu lõpus	dU [%]
1	205	AXPK-4X240	204	-Valimata-	dU1= 3,69
2	35	AXPK-4X240	51	-Valimata-	dU2= 3,82
3	19	AXPK-4X240	51	-Valimata-	dU3= 3,88
4	4	Cu_4x16	10	-Valimata-	dU4= 3,9
5	0	AMKA3x120+95	0	-Valimata-	dU5= 3,9
6	0	AXPK-4X25	0	-Valimata-	dU6= 3,9
7	0	-Vali juht-	0	-Valimata-	dU7= 3,9
8	0	-Vali juht-	0	-Valimata-	dU8= 3,9
9	0	-Vali juht-	0	-Valimata-	dU9= 3,9

1f lühisvool liini lõpus [A]	2074,22	C-tunnusjoonega kaitselüli	C200 A	Reguleeritava fiidrikaitse max	-
3f lühisvool liini lõpus [A]	4227,3	B-tunnusjoonega kaitselüli	-	lubatud lühisvoolukordus lm	-
Lühisvõimsus liini lõpus [kVA]	2916,8	gG tüüpi sular	gG250A	EEE järgne max lubatud	690 A
Pingekadu	3,9 %	Liinilõigu kogupikkus	263 m	fiidrikaitse (3xln<lk)	

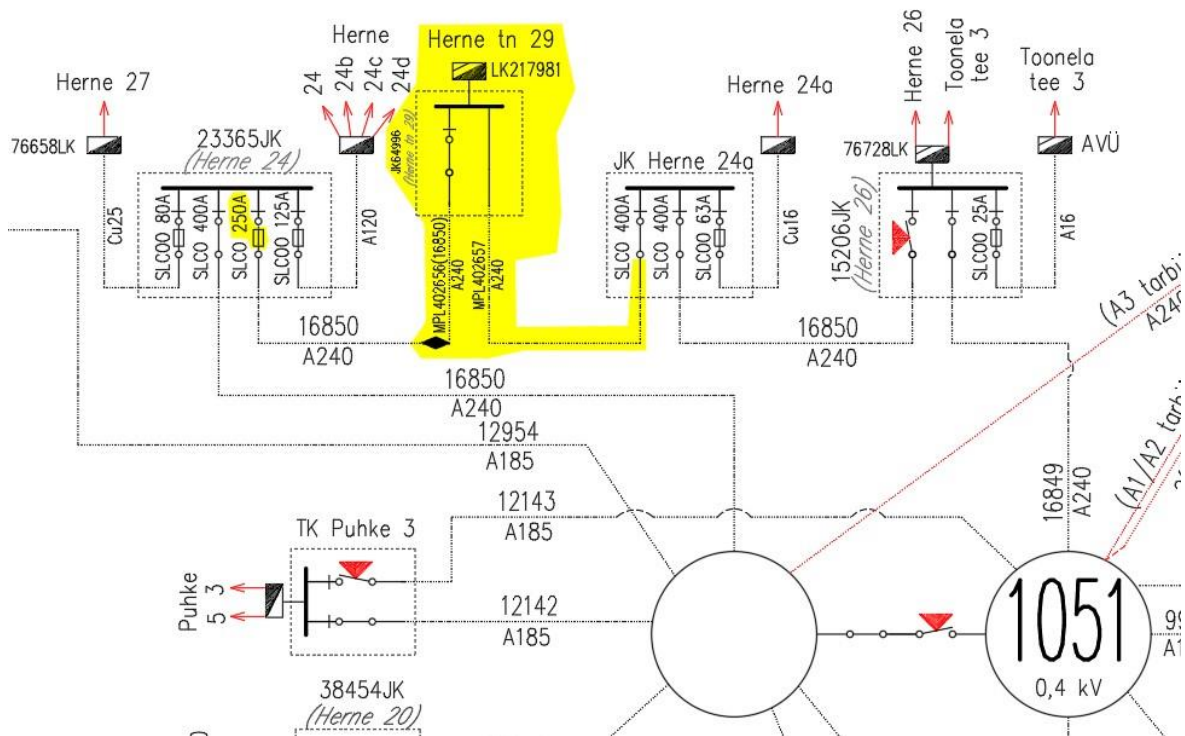
Joonis L6.10 Lühisvoolud 3 programmi kasutus

Lühisvoolude programmi kaudu selgus, et suurima lubatud sulari nimivool oli 250 A. Projekteeritav jaotuskilp JK64996 saab toite jaotuskilbist 23365JK läbi kaabli, mis oli ühendatud jadavinnaklüli alla, mis oli komplekteeritud lühisnugadega. Seega tuli jaotuskilpi 23365JK määrata 250 A nimivooluga sular. Kontrolliti ka Herne tn 24a liitumispunkti lühisvoolu, mis ei erinenud suuresti ning antud liitumiskilp oli ühendatud jaotuskilpi JK23364 läbi 63 A sularitega komplekteeritud jadavinnaklüli. Projekteeritava jaotuskilbi nimivooluks valiti 400 A, kuna 630 A nimivooluks polnud vajadust (koormusvool 51 A). Valminud elektriskeem on toodud joonisel L6.11.



Joonis L6.11 Herne tn 29 elektriskeem

Järgnevaks koostati normaalskeemiparandus. Madalpingeliitumiste puhul on selleks toitealajaama 0,4 kV piirkonnaskeem. Antud projekti puhul laeti tarkvarast Trimble Unity alla alajaama 0,4 kV piirkonnaskeem. Piirkonnaskeemil tuleb sisse viia projekteeritava projekti käigus tekkinud muutused ning need skeemil esile tuua. Antud etapp on vajalik selleks, et Elektrilevi leiaks hõlpsasti skeemil toimunud muudatused ning saaks neid jooksvalt korrigeerida. Joonisel L6.12 on toodud AJ1051 0,4 kV piirkonnaskeemi parandus.



Joonis L6.12 Alajaam 1051 0,4 kV piirkonnaskeemi parandus

Antud projekti puhul alajaama skeemiparandus polnud vajalik kuna antud lahendus alajaamas töid ei hõlmanud. Tavaliselt on alajaama skeemiparanduseks vajalik elektriskeemis kasutatavat alajaama skeem. Alajaama skeemil tuleb viia sisse muudatused ning need eristada näiteks kollase taustaga.

Järgnevaks koostati Excelis spetsifikatsioon. Spetsifikatsiooni nõuded on toodud dokumendis J352 [16]. Spetsifikatsioonis peavad olema kajastatud kõik ehituseks vajalikud seadmed ning materjalid. Vajadusel võib lisada täpsed tootjad ning tüübid. Katete taastamise mahtu spetsifikatsioonis kajastama ei pea. See tuleb välja tuua mahtude tabelis, mis on täidetav Elektrilevi partnerite portaalis. Spetsifikatsioonis tuleb pikkusühikutega seadmeid/materjale kajastada reaalse ehk varuga pikkusega. Liitumis- ning jaotuskilbi sisu ei pea spetsifikatsioonis kajastama. Informatsioon kilpide sisu kohta on loetav elektriskeemilt. Küll aga tuleb spetsifikatsioonis lisada kilpide juurde kirje, et

komplekteerida vastavalt elektriskeemile. Antud projekti spetsifikatsioon on toodud joonisel L6.13

Lisa 1. Põhimaterjalide ja -seadmete spetsifikatsioon				
Nimetus	Tehnilised parameetrid	Ühik	Kogt	Selgitus
Kaabelliinid				
1,2 kV				
Jõukaabel + 5% varu	AXPK 4G240, Un-1,2 kV	m	43	
MP kaabli otsamuhv	240 mm ² kaablile, Un-1,2 kV	kmpl	3	
MP kaabli jätkumuhv	240 mm ² kaablile, Un-1,2 kV	kmpl	1	
Tarvikud				
Kaitsetoru	Ø = 160, 750N	jm	38	
Kaitsetoru	Ø = 75, 450N	jm	4	reservtoru kliendile
Kollane hoiatuslint + 5% varu		jm	20	
Mööte- ja jaotuskilbid. Tarbijaühendused				
1,2 kV				
Jaotuskilp (kuni 4 fiidrit)		tk	1	Vastavalt skeemile LR7877-2
1 arvesti kohaga MK sokilil		tk	1	Vastavalt skeemile LR7877-2
Sulavkaitse	3x250 A	kmpl	1	Vastavalt skeemile LR7877-2
Arvesti	Kaugloetav arvestussüsteem alla 63A	tk	1	PLC
Maanduskomplekt kilbile või kilpide grupile (nt JK/2LK + LK)	U _{gr} -50 V	kmpl	1	Sisaldab maandusvardaid, ühendusklemme, vaskjuhet
Tähistused JK-le ja/või LK-le		kmpl	2	Sisaldab ohumärke, kilbi numbreid, kilbisiseseid tähistusi, kaabliliipikuid
* Taastamiste mahud on toodud mahtude tabelis				
* Materjalide kogused võivad muutuda sõltuvalt pinnase ja tööde teostamise iseloomust.				
* Projekteeritud seadmed on valikulised ning need võib asendada võrdväärsete või parematega				

Joonis L6.13 Projekti LR7877 Spetsifikatsioon

Töömahtude tabelit täidetakse Elektrilevi partnerite portaalis. Küll aga on võimalik tööde mahtude tabeli vorm alla laadida Exceli formaadis [52]. Viimase puhul on lisaks tabelile kaasas ka tabeli täitmise juhend. Tööde mahtude tabelis on ette antud erinevad artiklid ning tuleb lihtsalt sisestada kogus (Vt joonis L6.14). Tööde mahtude tabelis tuleb kajastada kaablite puhul nende horisontaalpikkus asendiplaanilt, mitte tegelikku pikkust. Seega ei arvestada vertikaalpikkust ega hoonete ja alajaamade sisse jäävat osa. Tabelis tuleb välja tuua taastamiste mahud, mis on leitavad katete taastamise plaanilt. Haljasala taastamist tabelis ei kajastata. Lisaks tuleb välja tuua rajatava kaablikaeviku pikkus, mille saab mõõta asendiplaanilt või katete taastamise plaanilt (tavaliselt võrdeline ühe kaabli horisontaalpikkusega). Antud projekti puhul koostatud mahtude tabel on toodud joonisel L6.14. Kuna sulavkaitsmete lisamine lülitisse oli artikli all, mis kehtib alajaama töödele, lisati artikli kohta täiendav märkus, et sulavkaitsmed paigaldada jaotuskilpi. Kuna artiklite all polnud puu eemaldamist, otsustati see tuua välja täiendavates märkustes.

Töömahtude tabel				
Liitumistaoutluse/tellimuse number		428816, EPP-836192-1		
Objekti nimi ja aadress		kaugküttetorustiku sulgeseade, Herne tn 29//32//Juhkentali tn 6a//6b//Ravi tn 18 Tallinn Harju maakond		
Projektkood		Projekti nimetus		
LR7877		428816 Tallinn, Herne tn		
Täiendavad märkused töö mahtudele		Kommentaar artiklile B70.081.020-Sularid paigaldada jaotuskilpi 23365JK asendades lühisnoad. Lisa töö: Puu maha võtmine ning asendusistutus		
Artikli nimetus	Ühik	Artikkel	LR7877	Kogus kokku
2. Kaabelliinid				
2. Kaabelliinid				
Materjal: MP maakaabel 240 mm2	M	B20.031.020	35,00	35,00
Töö: MP maakaabli paigaldus	M	B20.041.010	35,00	35,00
Töö: Kaeviku rajamine	M	B20.196.010	20,00	20,00
Materjal: Kaablikaitsetoru	M	B20.201.020	42,00	42,00
Materjal+Töö: Asfaltkatte taastamine	M2	B20.201.030	73,00	73,00
Materjal+Töö: Moodul-, muna-, uni- või tänavakivi taastamine	M2	B20.201.050	9,00	9,00
Materjal+Töö: Äärekivi taastamine	M	B20.201.060	8,00	8,00
3. Muud ülekandeliinide rajatised				
3. Muud ülekandeliinide rajatised				
Materjal: 3 kohaga JK	tk	B30.021.010	1,00	1,00
Töö: JK paigaldus	tk	B30.021.030	1,00	1,00
6. Alajaamad				
6. Alajaamad				
Materjal+Töö: MP sulavkaitsmed/lühisnoad olemasolevasse lülitisse	kmp	B70.081.020	1,00	1,00
7. Mooteseadmed				
7. Mooteseadmed				
Materjal: Arvesti	tk	B90.011.010	1,00	1,00
Töö: Arvesti paigaldamine, asendamine või olemasoleva ümbertõstmine	tk	B90.011.020	1,00	1,00
Materjal: 1 arvesti kohaga LK/MK vundamendil	tk	B90.021.040	1,00	1,00
Töö: LK/MK paigaldus vundamendil	tk	B90.021.080	1,00	1,00

Joonis L6.14 Projekti LR7877 Töömahtude tabel

Nüüdseks oli koostatud sisuliselt kõik projektdokumentatsioon. Kooskõlastuste koondtabeli täitmiseks oodati kommunaalameti kooskõlastust. Projekteerimistingimused jõudsid kuupäeval 01.06.2023. Seega läks nende ootamisele kokku kuus kuud. Seepärast oli mõtekas projekti koostamisega jätkata peale projekteerimistingimuste taotlemist. Kuna kommunaalameti viimase ringi märkuses oli nõutud vaid projekteerimistingimusi, saadi kommunaalametilt kooskõlastus vaid 7 päevaga. Nüüdseks olid kogutud kõik vajalikud kooskõlastused ning koostati kooskõlastuste koondtabel.

Kooskõlastuste koondtabeli täitmise juhised on toodud dokumendis J352 [16]. Tabelis tuleb kajastada kõiki hangitud kooskõlastusi. Sinna alla lähevad liituja, kinnistute ning tehnovõrkude kooskõlastused. Kinnistute puhul tuleb välja tuua selle lähiaadress ning katastritunnus. Iga kooskõlastuse puhul tuleb välja tuua kooskõlastaja nimi, kooskõlastuse saamise kuupäev ning kooskõlastuse tingimused. Tehnovõrkude

kooskõlastustel on tavaliselt toodud kooskõlastuse number, mis tuleb lisada kuupäeva juurde. Juhul kui kooskõlastusega olid kaasas tingimused (tüüpiliselt kommunaalamet ning tehnovõrgud), tuleb neile viidata tabeli tingimuste lahtris. Tingimused on olulised, kuna ehituse käigus peab nendest lähtuma. Projekti LR7877 kooskõlastuste koondtabel on toodud joonisel L6.15.

ELEKTRIPAIGALDISE PROJEKTI KOOSKÕLASTUSTE KOONDTABEL

LR7877 Herne tn 29 liitumine elektrivõrguga, Keslinna LO

Kinnistute omanike kooskõlastused

Jrk nr	Katastriüksus	Kooskõlastaja nimi, kontaktandmed	Kooskõlastuse kuupäev, nr	Kooskõlastuse sisu, tingimused
1	Herne tn 29//33/Juhkentali tn 6a//6b//Ravi tn 18 78401:110:0011	AS Ida-Tallinna Keskaigla Tarmo Bakler E-mail: info@itk.ee Tel. 620 7000	/16.01.2023/	Kooskõlastatud
2	Herne tn 24a 78401:110:2400	Herne tn 24a korteriühistu Karel Kõiv E-mail: kareikoiv@gmail.com	/26.01.2023/	Kooskõlastatud
3	Herne tänav T2 78401:110:0109	Tallinna Keskkonna-ja Kommunaalamet Ulle Tui	/12.06.23/	Kooskõlastatud märkustega, Vt lisalet

Kolmandate osapoolte kooskõlastused

Jrk nr	Kooskõlastav organisatsioon	Kooskõlastaja nimi, kontaktandmed	Kooskõlastuse kuupäev, nr	Kooskõlastuse sisu, tingimused
3	Elektrilevi OÜ	Maie Erik /digitaalne allkiri/	Nr 3835490323 /17.02.2023/	Kooskõlastuse sisu ja tingimused on toodud eraldi kooskõlastuse lehel.
4	Enefit Connect OÜ Tanavavalgustus	Albina Aidõnbekova /digitaalne allkiri/	Nr 085 /20.02.2023/	Kooskõlastuse sisu ja tingimused on toodud eraldi kooskõlastuse lehel.
5	Tallinna Vesi AS	Rainer Viir /digitaalne allkiri/	PR/2308482-1 /02.03.2023/	Kooskõlastuse sisu ja tingimused on toodud eraldi kooskõlastuse lehel.
6	Keslinna LOV	Cornelia Ulst /digitaalne allkiri/	/24.03.23/	Kooskõlastatud
7	Telia Eesti AS	Arvo Sepp /digitaalne allkiri/	Nr 37678503 /17.02.23/	Kooskõlastuse sisu ja tingimused on toodud eraldi kooskõlastuse lehel.
8	Gaasivõrk AS	Tanel Kõnet /digitaalne allkiri/	3-7/1634-23 11.02.2023	Kooskõlastuse sisu ja tingimused on toodud eraldi kooskõlastuse lehel.
9	AS Uulitas Tallinn	Maksim Andrijaškin	/27.12.22/	Kooskõlastatud

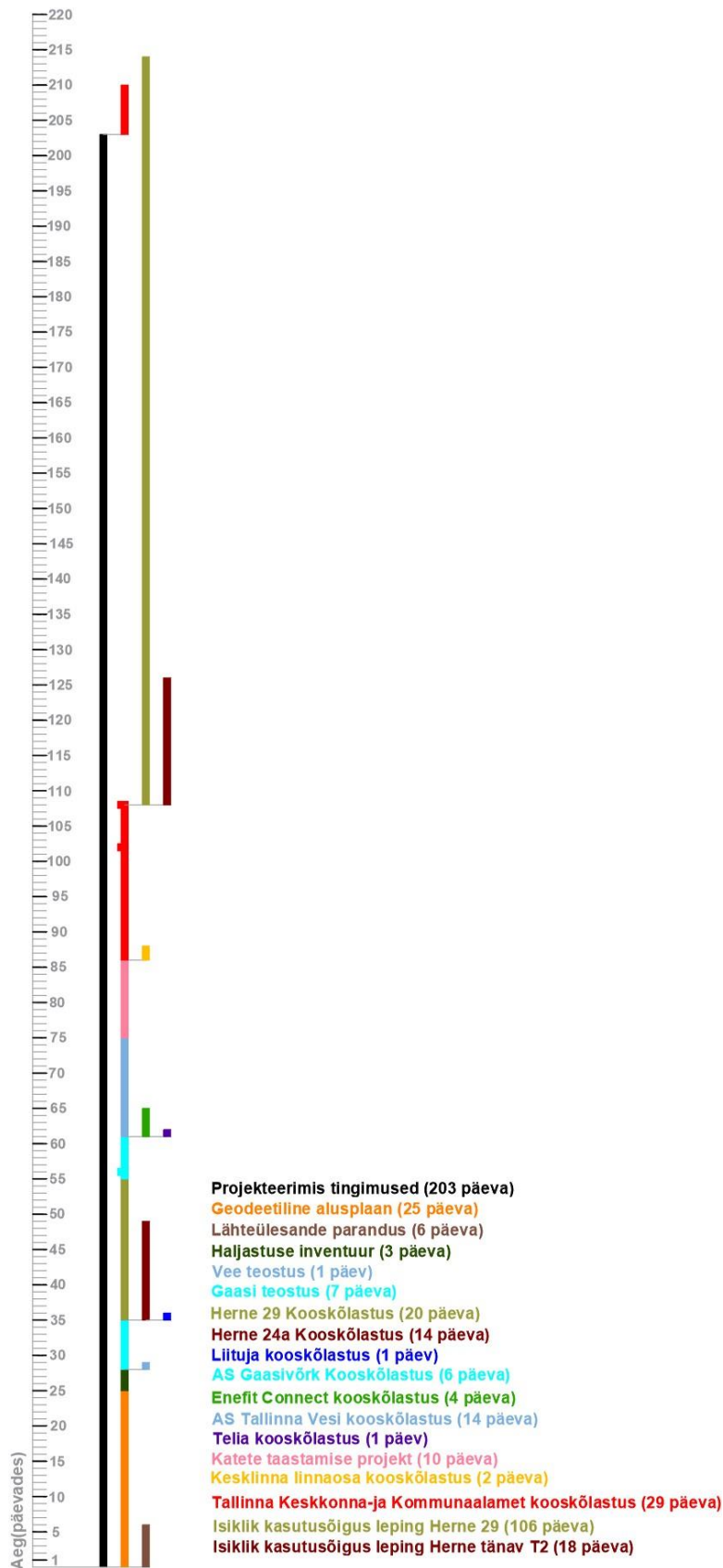
Lk: 1 / 1

NB! Ehitaja peab kinnistute omanikke teavitama minimaalselt 3 päeva enne töödega alustamist, kui käesolevas tabelis pole kirjas teisiti.

Joonis L6.15 Projekti LR7877 kooskõlastuste koondtabel

Juhul kui tegemist on liitumispunktis teostatavate töödega tuleb täita dokumendi VKVR2407 tabel. Dokumendis tuleb tuua välja projekti kood, tarbimiskoha aadress, liitumiskilbi nimetus, peakaitsme suurus, liitumispunkti kood, töö liik ning etteantud töö esitamise tähtaeg. [53]

Kogu projekt saadeti Elektrilevile kinnitamiseks 14.09.2023 ning kinnitati 18.09.2023. Projektidokumentatsioon valmis 12.06.2023, kuid isikliku kasutusõiguse lepingu sõlmimise pikk aeg Ida-Tallinna Keskaiglaga põhjustas hilisema esitamise. Projekti käigus kulunud aeg kooskõlastuste, dokumentatsiooni ning isikliku kasutusõiguse lepingu ootamisele on toodud joonisel L6.16. Jooniselt saab välja lugeda, et kindlasti poleks tasunud siinkohal oodata projekteerimistingimusi ning alles siis alustada lahenduse projekteerimisega. Lisaks saab jooniselt välja lugeda, et enamik kooskõlastusi hangiti esimesel ringil. Eranditeks siinjuhuil vaid AS Gaasivõrgu ning Tallinna Keskkonna-ja Kommunaalmeti kooskõlastus.



Joonis L6.16 Projekteerimisel dokumentatsiooni, kooskõlastuste ning lepingute ootamise peale kulunud aeg päevades