



Timmo Tampõld

Päikesepargi ülekandeliini projekteerimine

LÕPUTÖÖ

Tehnikainstituut

Elektritehnika eriala

Juhendaja: Indrek Tukmann, *BSc*

Tallinn 2024

Lihtlitsents ja autorideklaratsioon

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Timmo Tampõld

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Päikesepargi ülekandeliini projekteerimine

- 1) reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada ja teha üldsusele kättesaadavaks Tallinna Tehnikakõrgkooli digiarhiivi DSpace kaudu;
- 2) reprodutseerimiseks pärast piirangu lõppu juhul, kui instituudi direktori korraldusega on kehtestatud lõputöö avaldamisele tähtajaline piirang.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi.

Autorideklaratsioon

Mina, Timmo Tampõld

tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja ja iseenda varasematele teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

Indrek Tukmann

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

(allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäevad digiallkirjades)

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1 ETTEVÕTETEST.....	6
1.1 AS Connecto Eesti	6
1.2 Sunly AS	6
1.3 Elektrilevi OÜ.....	7
2 PROJEKTEERIMISE ETAPID.....	8
2.1 Eelprojekt	8
2.1.1 Eelprojekti lähteandmed	8
2.2 Põhiprojekt.....	8
2.2.1 Põhiprojekti lähteandmed.....	9
2.3 Tööprojekt.....	9
2.3.1 Tööprojekti lähteandmed.....	9
3 PROJEKTEERIMISE ALGUS	11
3.1 Projekti tutvustus	11
3.2 Projekteerimistarkvarad	12
4 TÖÖPROJEKTI KOOSTAMINE	13
4.1 Kaablitrassi tüüpristlõiked	13
4.2 Eeltööd tööprojekti koostamiseks	15
4.2.1 Ehitusgeodeetiline alusplaan	15
4.2.2 Projekteerimistingimused	16
4.2.3 Eelkooskõlastamine	16
4.3 Asendiplaani koostamine	17
4.4 Sideskeemide koostamine	18
4.5 Ehitusloa taotlemine	19
5 LISA PROJEKTEERIMISTÖÖD	21
5.1 Lähteülesanne	21
5.2 Tehniline lahendus	21
5.3 Välisjaotla plaan ja lõige	22
5.4 Maakaabli ühendamine õhuliinile	24
5.5 Piksekaitsemast	27
KOKKUVÕTE	30
SUMMARY.....	31

KASUTATUD ALLIKAD	33
Lisa 1. Asendiplaani väljavõtted	35
Lisa 2. Pikiprofiilid	44

SISSEJUHATUS

Lõputöö autor sooritas enda diplompraktika ettevõttes AS Connecto Eesti projekteerimise ja geodeesia osakonnas. Varasemalt oli autoril kokkupuude projekteerimise valdkonnas ainult sideprojektide teostamisel, siis järgnev tööprojekt oli edasiseks sammuks enda arendamisel elektriprojektide koostamise valdkonnas ja nendele spetsialiseerumisel. Lõputöö autori huvi antud teema kohta tekkis igapäeva tööga seoses, kuna puudus varasem kokkupuude elektriprojektidega.

Lõputöö probleemiks on ühendusvõrgu puudumine liitumisalajaama ja päikeseelektrijaama vahel ning lisaks veel liitumisalajaama projekteerimisest tingitud asukoht keskpinge õhuliini kaitsevööndis, mis on vastuolus Elektrilevi OÜ nõuetega. Eelnevalt nimetatud probleem on takistuseks tööde lõpetamiseks ehituses kui puudub nõuetekohaselt projekteeritud elektrivõrk.

Lõputöö eesmärgiks on koostada tööprojekt päikeseelektrijaama ülekandeliini jaoks. Projekteeritud ülekandeliin peab olema nõuetekohaselt kooskõlas seadusandlusega, kohaliku omavalitsusega, maaomanikega, tehnovõrkude valdajatega ja muude seotud asutustega antud piirkonnas. Lisaks tuli autoril koostada ümberprojekteerimistöödena õhuliini visangute üleminek maakaablisse lähtudes Elektrilevi OÜ ja Enefit Connect OÜ nõuetest, kuna liitumisalajaam jääks muidu asukohalt Elektrilevi OÜ õhuliini alla.

Lõputöö esimeses peatükis kirjeldab autor ettevõtteid, kes olid seotud tööprojektide koostamisel. Nendeks olid tellijad ja lähteülesande koostajad.

Lõputöö teises peatükis kirjeldab autor lühidalt projekteerimisetappe ja nende lähteandmeid koos viidetega standardis esitatule.

Lõputöö kolmandas peatükis tutvustab autor ülekandeliini projekti lähteülesande põhjal, mille alusel projekteerija koostas tööprojekti.

Lõputöö neljandas peatükis räägib autor ülekandeliini tööprojekti koostamisest ja protsessist, andes ülevaate töödest, mis olid vajalikud ehitustööde teostamiseks ja üleandmiseks.

Lõputöö viimases peatükis kirjutab autor õhuliini viimisest maakaablisse ja sellega seotud projekteerimise- ja ehitustöödest nii piirkonnaalajaamas kui õhuliini mastidel.

1 ETTEVÕTETEST

1.1 AS Connecto Eesti

Ettevõtte, kus autor töötab ja lõputöö sooritas on AS Connecto Eesti. Tegemist on Eesti energiaettevõttega, mis tegeleb Baltikumis elektri-, telekommunikatsiooni- ja gaasivõrkude projekteerimise, ehitamise ja hooldamisega. Ettevõtte peamine eesmärk on tagada pidev elektri-, side- ja gaasiteenuste kättesaadavus. Antud teenused on olulised nii tavakodanikele, kogukondadele, ettevõtetele kui ka riigile. [1]

AS Connecto Eesti alustas oma tegevust 2001 aastal. Tol ajal korraldas AS Eesti Telefon oma senised teenused ümber ja töötajaskond viidi ümber äsja loodud tütarettevõttesse. Aastal 2004 osteti tütarettevõtte ära Eltel Networks OY poolt ja firma nimeks sai Eltel Networks AS kuniks aastani 2016. Sel aastal otsustas Eltel Group Corporation lõpetada äritegevuse Baltikumis ning kasutusele võeti taas algne Connecto nimi. [1]

1.2 Sunly AS

Sunly AS on taastuvenergeetikaga tegelev ettevõtte, kes rajab põhiliselt päikese- ja tuuleparke koostöös kogukondadega puhtama homse nimel. Ettevõtte planeerib, arendab, ehitab ja opereerib taastuvelektrijaamu. Lisaks päikse ja tuule tööle panemisest inimeste kasuks, arendab Sunly samuti energiasalvestust. See on ettevõtte panus rohelisema tuleviku jaoks, aidates sellega kaasa taastuvenergeetika arendamisele ja kliimamuutuste vastu võitlemisel. [2]

Sunly AS alustas oma tegevust aastal 2019 ja asutati kogenud meeskonna poolt, kes olid varasemalt taastuvenergia valdkonnaga tugevalt kokku puutunud. Tänu põhjalikule valdkonna tundmisele on Sunly'st kiiresti saanud usaldusväärne päikese- ja tuuleparkide arendaja Baltikumis ja Poolas. 2022. aastal omandati lisaks veel Poola päikeseparkide arendaja ja ehitaja Alseva Group ning kaasati investorina 20 aastat energiapöörde infrastruktuuris tegutsenud Mirova. Eesmärgiga kiirendada rohelinele energiale üleminekut ning tagada tuleviku energiapuudus. [2]

Tänapäevaks on Sunly AS taastuvenergiaportfellis päikese- ja tuuleprojekte kokku 25,7 GW jagu, millest kavandamisel on 12620 MW, arenduses 12687 MW, ehituses 165 MW ja töötamisel 177 MW. [2]

1.3 Elektrilevi OÜ

Eesti suurimaks jaotusvõrguettevõtteks on Elektrilevi OÜ, mis katab 95% Eestimaast elektrivõrguga. Ettevõtte on elektri kohale toonud enamuse Eestimaa elanikele ning neil on natuke üle poole miljoni elektrivõrguteenuse kliendi. Elektrienergia ülekandmiseks on neil välja ehitatud 63 000 kilomeetrit elektriliine ja 25 300 alajaama üle Eesti, mida tuleb samuti hooldada ja uuendada. [3]

Elektrilevi OÜ tegevuspõhimõtted hõlmavad mitmeid valdkondi ja tegevusi. Nende tegevuste hulka kuuluvad: elektri kättesaadavuse tagamine, kvaliteetse võrguteenuse pakkumine klientidele, järjepideva elektrivõrgu areng ja jätkusuutlik toimimine, töötajate ja elanike ohutuse tagamine, turuosaliste võrdne kohtlemine ja kõrge teeninduskvaliteedi pakkumisel. [3]

Elektrilevi OÜ on riigile kuuluva ettevõtte Eesti Energia AS omand. Varasemalt oli ettevõtte nimeks Eesti Energia Jaotusvõrk, kuniks aastal 2012 toimus üleminek uuele ärinimele nimega Elektrilevi OÜ. See oli tingitud täielikult avanevast elektriturust, kus võrguettevõtte ja elektrimüüja ei tohtinud tegutseda koos ühise nime all. Põhjuseks oli ka Euroopa siseturu direktiiv ja Eesti elektrituruseaduse uuendamise eelnõu, mis viitasid vajadusele eristada konkurentsiaari ja võrguäri eraldi kaubamärkide kaudu. [4]

2 PROJEKTEERIMISE ETAPID

2.1 Eelprojekt

Ehitusprojekti kõige esimene ja olulisem etapp on eelprojekti koostamine, mis üldiselt põhineb eskiisidel. Antud etapis selgitakse ja valitakse välja projekteerimise põhimõtted ja ehitise üldine kvaliteeditase. Eelprojekti on eesmärgiks kaaluda kõik võimalikke alternatiivlahendusi ning valida välja kõigi osapooltele aktsepteeritav disainlahendus. Väljavalitud esialgset lahendust hakatakse täpsustama ja täiendama projekti järgmistes etappides. Eelprojekti projekteerimine saab alata ainult ehitusprojekti tellija kinnituse alusel. Antud etapis peavad välja valitud osad omavahel samuti kokku sobima, et hiljem oleks võimalik antud lahendust ka edasi projekteerida. Eelprojekti ei ole projekteerija kohustatud läbi mõtlema lahenduse üksikdetalle, mis ei muuda ehitise üldlahendust. Samamoodi ei hinda neid ka tellija. [5]

2.1.1 Eelprojekti lähteandmed

Eelprojekti üldised lähteandmed on järgnevad [5]:

- Kirjalikult koostatud lähteülesanne, kuhu on kaastatud pädevaid isikuid vastavalt objekti iseärasustest ja sisu on üles ehitatud ehituserialaselt;
- Tellija poolt heaks kiidetud arhitektuuri- või insenerilahenduse eskiis;
- Paigaldatava seadme info ja nõuded, seadme lähteülesanne või projekt;
- Detailplaneering või kohaliku omavalitsuse projekteerimistingimused;
- Tehnovõrkude valdajate poolt esitatud tehnilised tingimused;
- Erinevate ametkondade tehnilised tingimused ja nõuded;
- Muude projekteerimisvaldkondade lahendustest esile tulnud tingimused;
- Disainlahenduse kavandamiseks tellitud uuringute tulemused;
- Olemasolevate ehitiste ehitusprojekt, teostusdokumentatsioon ja -möödistus.

2.2 Põhiprojekt

Ehitusprojekti teiseks etapiks on põhiprojekt, milles täpsustatakse edasi eelprojekti väljavalitud esialgset lahendust ja nõudeid kvaliteedile vastavalt. See saab olema aluseks ehituse maksumuse määramisel, ehitushanke korraldamisel ja ehituspakkumuse jaoks hankedokumentide koostamisel. Põhiprojekti etapp keskendub põhiliselt ehitushanke korraldamiseks vajaliku projektdokumentatsiooni koostamisele. Põhitööd algatakse tellija poolt kinnitatud eelprojekti ja lähteülesande põhjal ning lõpetatakse tellija poolse heakskiidu

korral koostatud põhiprojektile. Põhiprojektis peavad olema projektlahendused koostatud komplekselt. Ehk projektlahendused peavad olema kooskõlas teiste projektlahendustega sedavõrd palju, et projekteeritud lahendusi oleks võimalik kõikki koos ellu viia. Põhiprojekti üheks kriteeriumiks on see, et hiljem tööprojektis tehtavatel lahenduste täpsustamisel, ei tohi muutuda sellest põhjustatud kulu maksumus, mis oli määratud põhiprojektis. Vajadusel peaks tellija kaasama kulukalkulatsioonidele spetsialiseerunud ehituskonsultandi võimalike vaidluste esinemisel. [5]

Ausa konkurentsi tagamiseks ehitushankes, vastavalt õigusaktidest tulenevatest nõuetest, kirjeldatakse põhiprojekti staadiumi hankematerjalides seadmeid, ehitustooteid ja -materjale ning kvaliteeti ainult läbi tehniliste parameetrite abil. Mitte nimetades tootjaid, marke ega mudeleid. [5]

2.2.1 Põhiprojekti lähteandmed

Põhiprojekti üldised lähteandmed on järgnevad [5]:

- „Ehitusprojekti tellija heakskiidetud eelprojekt“;
- „Vajaduse korral ehitusprojekti detailiseeritud lähteülesanne“;
- „Vajaduse korral detailiseeritud tehnoloogia lähteülesanne“;
- „Eelprojekti staadiumis nõutud lisauuringute tulemused“.

2.3 Tööprojekt

Ehitusprojekti kolmandaks etapiks on tööprojekt, kus detailiseeritakse eel- ja põhiprojektis koostatud lahendusi ja kvaliteedinõudeid nii, et oleks võimalik alustada ehitusobjektil nende järgi töid. Tööprojekt keskendub põhiliselt ehitustöö ja omanikujärelevalve tegemiseks projektdokumentatsiooni vormistamisel. Kui tellija on kinnitanud põhiprojekti, siis on võimalik alata tööprojekti etapp. Töövõtja lähteandmeteks on vastavalt põhiprojektis esitatud andmed, mille põhjal töövõtja pidi valima määratud toodete ja seadmete margid ning mudelid. Töövõtja puudumisel võib projekteerija valida ise seadmete margid ja mudelid, seda kooskõlas tellijaga. [5]

2.3.1 Tööprojekti lähteandmed

Tööprojekti üldised lähteandmed on järgnevad [5]:

- „Ehitusprojekti tellija heaks kiidetud põhiprojekt“;

- „Ehitusprojekti tellija või ehituse töövõtja (olenevalt ehituse tervikprojekti korraldusest) info ehitise rajamiseks kasutatavate, põhiprojektis esitatud nõuetele vastavate ehitustoodete ja ehitusse paigaldatavate seadmete tootjate, markide ja mudelite kohta“;
- „Vajaduse korral ehituse töövõtja info ehitustööde organiseerimise kohta“.

3 PROJEKTEERIMISE ALGUS

3.1 Projekti tutvustus

Lõputöö autori ülesandeks oli projekteerida päikesepargi ülekandeliin vastavalt tellija poolt esitatud lähteülesandele, et hiljem oleks võimalik hakata elektrit võrku müüma. Kuna puudub ühendusvõrk päikesepargi ja liitumisalajaama vahel, siis on vajalik koostada tööprojekt.

Vastavalt tellija lähteülesandele on plaan rajada 45 MW võimsusega päikesepark, mis saab olema Eesti üks suurimaid päikeseparke sel ajal ning mille aastane elektritoodang hakkab katma ligikaudu 14 000 Eesti keskmise majapidamise aasta tarbimise. [6]

Eelprojektiga tutvudes sai välja lugeda, et päikeseelektrijaama alal asetsevad 4 komplektalajaama pingel 0,8/20 kV, millest väljuvad 20 kV maakaablid suunaga liitumisalajaama, kus toimub liitumine. Päikesepargi ülekandeliini maakaablite tööpingeks oli planeeritud 20 kV ning lisaks elektrimaakaablitele tuleb ühistrassi projekteerida sidevõrgu jaoks mikrotorustik fiiberoptilise kaablile, mille abil on võimalik liigutada vajalikku infot päikesepargi juhtimiseks ja seireks.

Lisaks on vajalik projekteerida ja valmis ehitada ka liitumisalajaam pingel 20/110 kV, kuna liitumine Eleringi jaotusvõrguga toimub pingel 110 kV. Antud projekteerimise- ja ehitustöid teostas samuti AS Connecto Eesti, kuid ei kuulu antud lõputöö autori töömahtu.

Autori eesmärgiks on projekteerida päikesepargi ülekandeliin nõuetekohaselt kooskõlas seadusandlusega, kohaliku omavalitsuse, maaomanike, tehnovõrkude valdajatega ja muude seotud asutustega piirkonnas.

Alljärgneval joonisel (Joonist 1) on näidatud päikesepargi ülekandeliini asukohaplaan maa-ameti kaardil, et saada parem ülevaade objektist. Plaan on koostatud eskiisina ja täpsustatakse tööprojekti koostamise faasis. Punase joonega on märgitud ülekandeliini kulgemine maastikul.



Joonis 1. Päikesepergi asukohaplaan [7]

3.2 Projekteerimistarkvarad

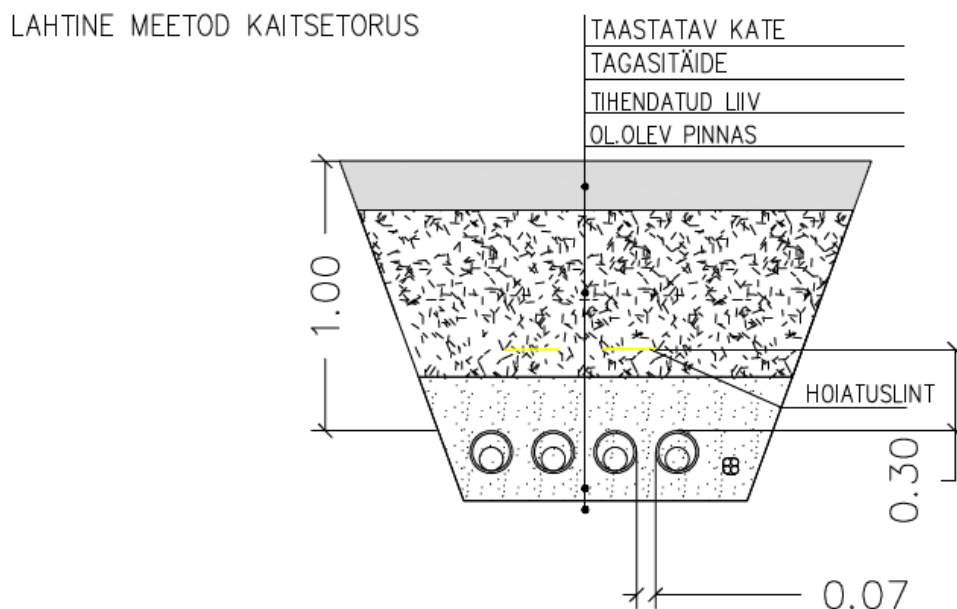
Autor kasutas tööprojekti koostamisel põhiliselt kolme tarkvara, milleks olid Autocad LT, Microsoft Word ja Microsoft Excel. Antud programmidega oli autoril eelnev kogemus ja kokkupuude olemas, seda näiteks nii ülikoolist kui ettevõttes igapäevaselt kasutades. Eelnimetatud tarkvarasid kasutas autor järgnevate tööprojekti failide koostamiseks:

- Autocad LT – erinevate plaanide ja jooniste projekteerimiseks;
- Microsoft Word – tiitellehe ja seletuskirja koostamiseks;
- Microsoft Excel – mahutabelite ja kooskõlastuste täitmiseks ning arvutuste tegemiseks.

4 TÖÖPROJEKTI KOOSTAMINE

4.1 Kaablitrassi tüüpristlõiked

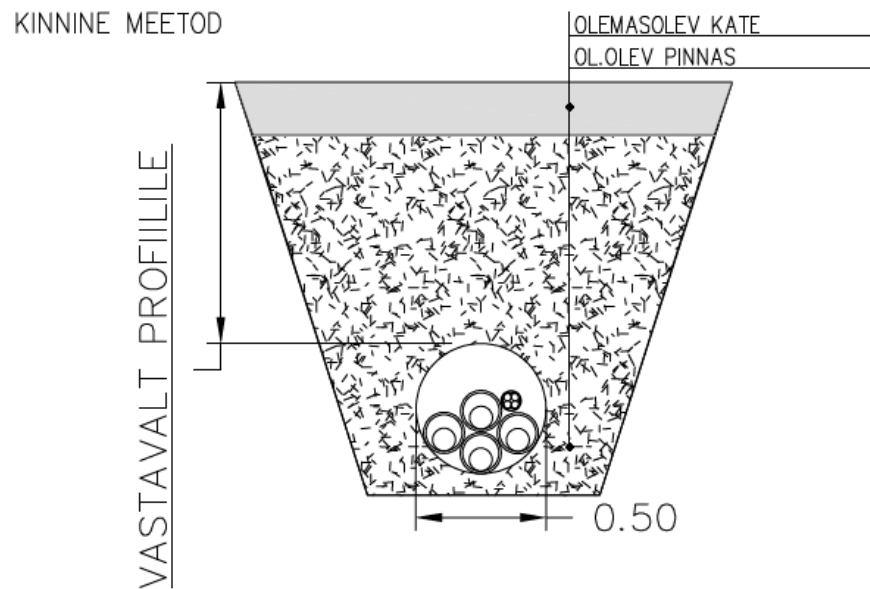
Projekteeritud trass on planeeritud alumiinium 3x300+35 mm² kaablitega. Kaablite paigaldamiseks on ette nähtud nii lahtise kaeviku (Joonis 2) kui ka kinnise meetodi kasutamine. Magistraalkaableid on trassis kokku 4 ja lisaks keskpinge elektrikaablitele kulgeb nende kõrval paralleelselt ka side jaoks mikrotoru. Kaabelliini trasside koridori laius on koos kaitsetsooniga 3,0 m (lahtine kaeve) kuni 2,5 m (kinnine meetod). Kaablid paigaldatakse paralleelselt ja seda olenemata paigaldusviisist ning on terves ulatuses paigaldatud 450N kaablikaitsetorudesse, kui joonistel ja tabelites ei ole näidatud teisiti.



Joonis 2. Avatud kaablikaeviku ristlõige

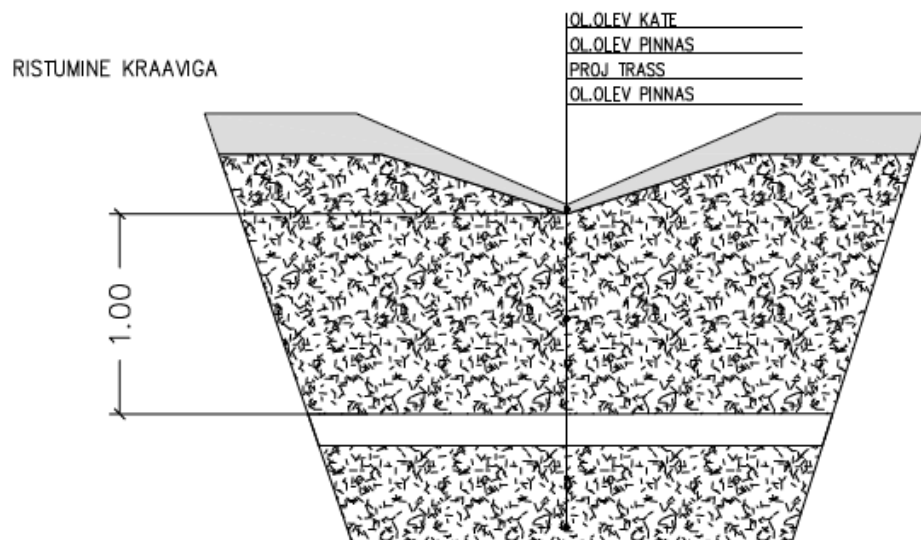
Erijuhtudeks on teeületused ja ristumine jõega, mis läbitakse kinnisel meetodil (Joonis 3) ehk horisontaalpuurimise teel. Kinnisel meetodil tehakse kõigepealt esmane puurimine ehk pilootpuurimine ja seejärel puurkanali laiendamispuurimine, kus pöörlev laiendi kinnitatakse puurvarraste külge, mida samaaegselt tõmmatakse puurimisseadme poole tagasi mööda esmast ava. Viimase laiendiga Ø500 mm laiendamispuurimise käigus tõmmatakse puuraugusse korraka 4 polüetüleenist toru Ø160 mm (20 kV kaablitele ja sidemultitorule) ning puurkanal täidetakse bentoniidiseguga, mis takistab pinnase vajumist puurimisel.

Bentoniidisegu jääb ümbritsema sisse tõmmatud torusid ja takistab pinnase hilisemat vajumist. Bentoniidisegu kasutamine vähendab ka sisse tõmmatavate torude hõõret.



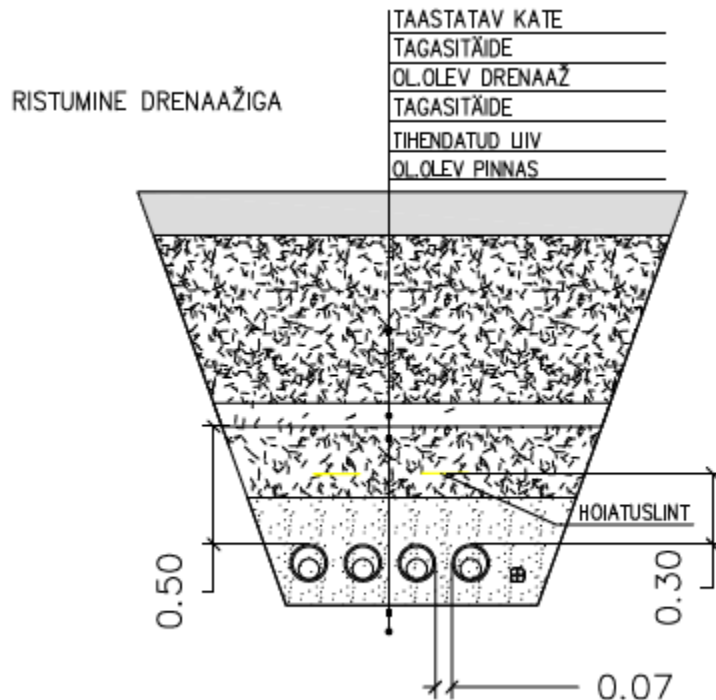
Joonis 3. Kinnise kaablikaeviku ristlõige

Kaabli ristumisel maaparandussüsteemi eesvoolu või kuivenduskraaviga tuleb paigaldada kaabel 1,0 m kraavi põhjast sügavamale, kuna kaabli paigaldamise asukohas peab edaspidi olema tagatud eesvoolust setete eemaldamise võimalus ilma kaablit kahjustamata.



Joonis 4. Kraaviga ristumise ristlõige

Kaevetööd kaablite paigaldamisel drenaaži vahetus läheduses tuleb teha võimalusel käsitsi ning kaablid paigaldada vähemalt 0,5 m drenidest sügavamale, dreni alt läbiminekul ümbritseda kaitsetoruga. Tagada tuleb maaparandussüsteemi nõuetekohane toimimine vastavalt maaparandusseadusele § 47 ja § 48.



Joonis 5. Drenaažiga ristumise ristlõige

4.2 Eeltööd tööprojekti koostamiseks

Projekteerimistöödega alustamiseks on kõigepealt vajalik geodeetilise alusplaani olemasolu ja kohaliku omavalitsuse poolt väljastatud projekteerimistingimused, et projekt vastaks esitatud nõuetele.

4.2.1 Ehitusgeodeetiline alusplaan

Tööprojekti projekteerimise alustamiseks oli vajalik kõigepealt ehitusgeodeetiline alusplaan ehk geoalus tellida. Selle jaoks oli vajalik esmalt üle käia eskiisis välja toodud trass Maa-ameti kaardil, et paremini aru saada kaablitrassi kulgemisest maastikul. Nii tehes saab juba varasemalt välja selgitada probleeme tekitavaid kohti ja hiljem kohe ehitajaga vastav lahendus leida. Kui esialgne eeldatav trass oli kokku lepitud, siis tuli koostada geodeesia ettevõtte jaoks vastav mõõdistust vajaminev plaan (mõõteala), mille järgi geodeet kohapeal

mõõdma hakkab. Selleks tuli märkida projekteerimistarkvaras Autocad LT mõõdistusala koordinaatsüsteemis, et geodeet teaks täpselt, mis kohti on vajalik mõõta. Tuleb määrata mõõtkava.

Geodeetilise alusplaani koostamiseks viiakse läbi mõõdistustööd, mille tulemusel kantakse uuringuala joonisele mõõdetud hooned, tehnovõrgud, rajatised, teed, haljastus kõrgused ja kõik muu, mis jääb mõõdistusalasse. Lisaks koostatakse trasside ja rajatiste omanikega nende asukohad looduses ning seejärel kantakse geodeetilisele alusplaanile. Põhi eesmärgiks on koguda vajalikke andmeid mõõdistustööde käigus ehitusprojekti koostamiseks. Topo-geodeetiline uuring peab vastama Majandus- ja taristuministri määrusele „Topo-geodeetilisele uuringule ja teostusmõõdistamisele esitatavad nõuded“. Koostatud geodeetiline alusplaan esitatakse samuti kohalikule omavalitsusele. [8]

4.2.2 Projekteerimistingimused

Ehitusseadustiku § 26 punkt 1. on mainitud, et ehitusloakohustusliku hoone või olulise rajatise ehitusprojekti koostamiseks on vajalik projekteerimistingimused, kui detailplaneeringu koostamise kohustus puudub. [7]

Tulenevalt varasematest kogemustest, kus kohalikud omavalitsused ei väljasta projekteerimistingimusi igale ehitusprojektile, sai esialgu kohalikule omavalitsusele esitatud päring, kas antud asutus väljastab planeeritud tööprojektile projekteerimistingimusi keskpinge ja sideehitise kaabltrassi paigaldamiseks. Kohalik omavalitsus võttis seisukoha, et projekteerimistingimusi ei ole vajalik taotleda antud ehitusprojekti jaoks. Küll aga toodi välja märksõnu, millest lähtuda tööprojekti ettevalmistamisel ja koostamisel. Nendeks olid tehniliste tingimuste taotlemine Põllumajandusametilt, Transpordiametilt ja Elektrilevilt. Lisaks toodi välja, et kõik ristumised valla ja erateedega tuleb lahendada kinnisel meetodil ehk suundpuurimisel ning ehitusprojekti peab olema välja toodud planeeringu alasse jäävate kinnistuomanike nõusolekuid koondav tabel ja notariaalsete maakasutuste kokkulepete koondtabel nii paber kui digikandjal.

4.2.3 Eelkoostöö

Ehitusprojekti sujuvamaks edasi liikumiseks alustati kaabltrassi poolt läbivate kinnistuomanikega eelkoostöö faas enne tööprojekti. Kinnistu omanikud selgitati välja e-kinnistusraamatu väljavõtete abil. Tänu sellele on võimalik teada saada kinnistu katastriandmed, omanikud ja kehtivad piirangud. Sellele järgnes maaomanikega ühenduse võtmine, et välja selgitada, mis on plaanis antud ehitusprojekti jaoks rajada. Koostöös

maaomanikega tuli välja töötada selge plaan ja arusaamine, kuhu esialgne kaablitrass planeeritakse paigaldada. Maaomanikele makstakse välja ka vastavad kompensatsiooni summad lisanduva kaitsevööndi eest ja ehitustegevuse eest nende kinnistul. Antud summad lepitakse iga kinnistu omanikuga kokku individuaalselt läbirääkimiste käigus. Hetkeseisu tegi paremaks olukord, et paigaldatav kaablitrass oli planeeritud ehitada paralleelselt Elektrilevi õhuliinile samas kaitsevööndis. Seega maaomanike kinnistutel kaitsevöönd ei laiene, vaid jäävad kattuma.

Siin kohal võeti arvesse ka Ehitusseadistiku § 70 punkt 6. kus on kirjas järgnev: „Kui samale kinnisasjale ehitatakse mitu kaitsevööndiga ehitist, tuleb võimaluse korral eelistada kaitsevööndite ruumilist kattumist võimalikult suures ulatuses ning kinnisasja koormamist vähimal võimalikul viisil. Eeldatakse, et ühe kaitsevööndiga ehitise kaitsevööndisse võib ehitada teise kaitsevööndiga ehitise.“ [9]

Kokkulepete saavutamisel maaomanikega, tuli sõlmida ka vastavad kinnistu isikliku kasutusõigusega koormamise võlaõiguslepingud, mis kinnitavad, et on antud luba kinnistul ehitustöid sooritada. Need sooritati Maa-ameti kitsenduste kaardi väljavõtete alusel kogu õhuliini kaitsevööndi laiuses, kuna trassi täpne asukoht määratakse alles tööprojekti käigus. Hiljem kui tööprojekt on valminud koos vajalike kooskõlastuste ja lubadega, sooritatakse maaomanikega taas notariaalne leping isikliku kasutusõiguse seadmiseks, kus on näidatud trassi täpne asukoht koos kaitsevööndiga, mis on 1 m kõige äärmisest kaablist mõlemale poole.

4.3 Asendiplaani koostamine

Geodeetilise alusplaani valmimisel on võimalik alustada ülekandeliini projekteerimisega ja asendiplaani koostamisega. Ülekandeliini kaabliks sai valitud AHXAMK-W 24 kV 3x300+35 mm² [10], mille tööpingeks on 20 kV. Ülekandeliini alguseks on päikesepargi jaoks ehitatav liitumisalajaam ja lõppeb päikesepargi alal komplektalajaamades. Kaablitrassis on 4 AHXAMK-W 24 kV 3x300+35 mm² kaablit ning iga kaabli otsa läheb eraldi oma komplektalajaama. Samuti paigaldatakse kaablid kogu trassi ulatuses kaablikaitsetorudesse läbimõõduga Ø160 mm. Kaablikaitsetorud on trassi algusest kuni lõpuni paigaldatud paralleelselt 70 mm vahedega ning kogupikkuseks on kuni 6,67 kilomeetrit. See tulenevalt sellest, et komplektalajaamad asuvad päikesepargi alal eri kohtades. Ühistrassis on lisaks keskpinge kaablitele veel side mikrotorud, mis on vajalikud sidevõrgu ehituseks. Kasutatakse metallivaba ehk ilma tuvastustraadita mikrotorustikku 4x14/10, millesse hiljem puhutakse sisse fiiberoptiline kaabel. Sidevõrgu jaoks kasutatakse 48-kiulist magistraalkaablit. Kuna

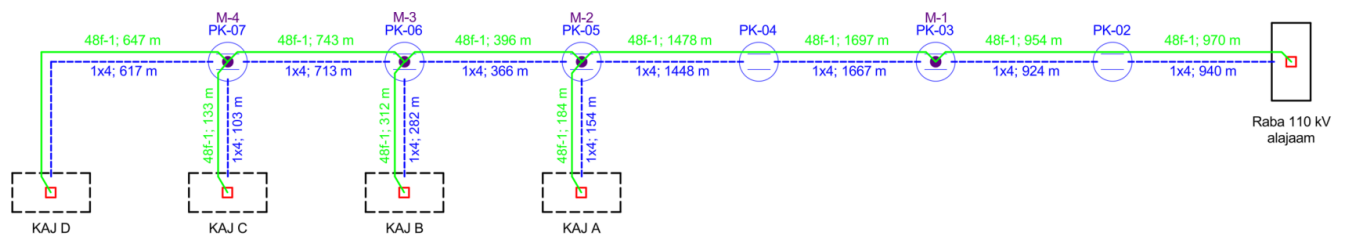
sidekaablit ei ole võimalik puhuda ühe korraga liitumisalajaamast kuni komplektalajaamadeni, üldjuhul maksimaalselt 2 km, on vajalik paigaldada trassile maa-aluseid plastkaevusid, kust oleks võimalik teostada jätkumuhve. Kuna kaablitrass on väga pikk, siis on vajalik teostada ka elektrikaablite jaoks jätkumuhve. AHXAMK-W kaablite maksimaalne pikkus kaablrullil on 500 m, kuna rohkem ei ole võimalik mahutada kaablitrumlile. Elektrikaablite jätkumuhvi tegemisel tuli jälgida, et jätkumuhv satuks kaablitrassi sirgele osale. Ära tuli märkida, et kaabelliine tuleb ehitada vastavalt standardite EVS-EN 61936-1:2010, EVS-EN 50522:2010 ja EVS-HD 620 S2:2010 nõuetele.

Tööprojekti pika kaablitrassi tõttu on asendiplaan märgitud üheksale lehele (Lisa 1).

Vastavalt Riigiteede juhendile „Nõuded tehnovõrkude teemaale paigaldamise kavandamisel“, tuli arvestada ka juhendis punkt 2.4 välja toodud nõudega, et koostada tuleb ristmevälja joonis, juhul kui tehnovõrk läbib tee alt kinnisel meetodil [11]. Selle jaoks koostas autor pikiprofiilide joonised (Lisa 2), kus on välja toodud suundpuurimise algus- ja lõpp-punkt, maapinna projektsioon koos kõrgustega, olemasolevad tehnovõrgud ja vahekaugused.

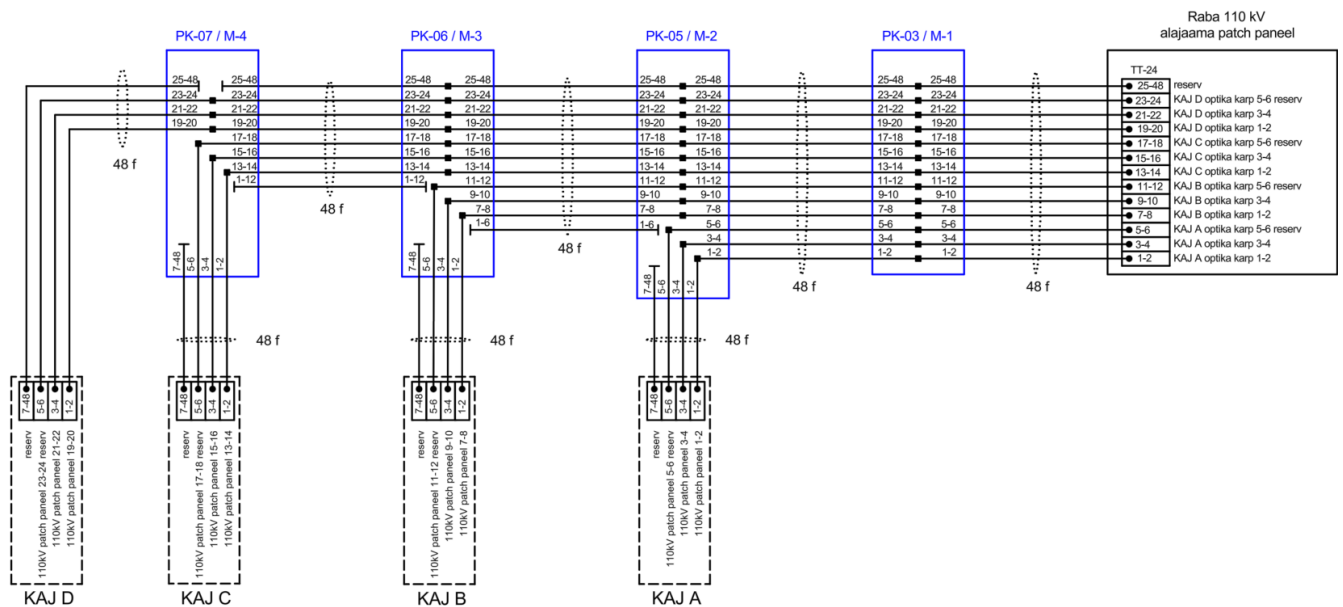
4.4 Sideskeemide koostamine

Asendiplaani valmimisele järgnes sideskeemide koostamine. Toruskeem (Joonis 6) sai koostatud ühejooneskeemi põhimõttel, et ehitajatel oleks saada võimalikult kokkuvõtvalt ülevaade ehitatavast sidevõrgust. Selle jaoks tuli märkida skeemile trassi alguspunkt, milleks oli Raba 110 kV alajaam ning lõpp-punktid, milleks olid 4 eraldi seisvat komplektalajaama. Algus- ja lõpp-punktid on ära näidatud punasega, mis on sidekaabli ODF paneelid. Kogu trassi ulatuses on märgitud sidekaabli puhumiseks mikrotorustikku maa-alused plastkaevikud, tulenevalt pikast kaablitrassist. Plaanil on sinisega näidatud 4x14/10 mikrotoru kulgemine koos pikkusega. Rohelisega on välja toodud fiiberoptilise kaabli kulgemine trassil ning eraldi väljatoodud veel märkused kaablite kiudude hulga kohta, mis torus nad täpsemalt olema peavad. Põhjus, miks mikrotoru ja fiiberoptilise kaabli pikkused ei ühti on selles, et igasse plastkaevu on jäetud varu kas 15 m või 30 m, tulenevalt sellest, kas on vajalik teostada jätkumuhve või sidekaabli puhumist. Päikesepargi alal enne komplektalajaamasi tuli teostada fiiberoptilise kaabli hargnemine jätkumuhvide abil, mis on täpsemalt näidatud FOK kiuskeemil (Joonis 7).



Joonis 6. Toruskeem

Kiuskeem sai koostatud vastavalt tellija poolt esitatud tehnilistele tingimustele ja komplektalajaama side joonistele. Kiuskeemil on täpselt ära näidatud, mis optika karpist alajaamas fiiberoptilise kaabli kiud alguse saavad ja mis optika karpis nad komplektalajaamas lõpetavad. Lisaks on ära märgitud veel kiudude hulk, mis on vajalik reservi jätta. Kogu trassi ulatuses kasutatakse 48-kiulist fiiberoptilist kaablit.



Joonis 7. Kiuskeem

4.5 Ehitusloa taotlemine

Ehitusseadustiku § 29 sätestab, et ehitusluba võimaldab õigust ehitada rajatist vastavalt ehitusloa aluseks olevale ehitusprojektile, mis on nõutud ehitusseadustiku lisas 1 juhtumitel.

[9]

Ehitusseadustiku lisa 1 olevates tabelites on välja toodud, et ehitusluba on vajalik elektripaigaldiste puhul alates 35 kV maakaabli paigaldamisel ja sideehitiste puhul liinirajatise rajamisel. [12]

Kuna antud projektis on elektrikaablite tööpingeks 20 kV, siis ehitusseadustiku alusel ei ole nõutud ehitusluba taotleda. Olukorda muudab asjaolu, et projektis esineb ka sideehitise ehk sidevõrgu ehitus, siis tulenevalt sellest on ikkagi kogu projektile taotletud ehitusluba.

5 LISA PROJEKTEERIMISTÖÖD

Päikeseelektrijaama liitumisalajaama projekteerimisest ja ehitusest tingituna Elektrilevi keskpinge õhuliini kaitsevööndis oli vajalik ümber projekteerida olemasolev õhuliini visang, et ehitusjärgne olukord vastaks sätestatud ohutusnõuetele.

5.1 Lähteülesanne

Lähteülesanne 456996 on koostatud Elektrilevi OÜ poolt ja elektrivõrgu ümberehituse mahus on vajalik teostada järgnevaid projekteerimis ülesandeid:

- Demonteerida mastide M1, M2 ja piirkonnaalajaama vahelised 35 kV ja 10 kV õhuliini visangud
- Projekteerida 120 mm² ristlõikega kaabel mastist M2 kuni olemasoleva keskpinge kaablini jätkumuhvi teostamiseks
- Projekteerida AXLJ-TT 52 kV 3x(1x150/35) kaabel mastist M2 kuni piirkonnaalajaama 35 kV välisjaotla lahtrini
- Projekteerida 35 kV lahtris konstruktsioon, mis võimaldaks paigaldada pingepiirikuid ning kaabliredelit, mille kaudu oleks võimalik ühendada uus kaabel 35 kV lahkliitiga
- Projekteerida masti M2 pingepiirikud 35 kV ja 10 kV kaablite jaoks

Eraldi tööd, mis tuleb veel lisaks projekteerida piirkonnaalajaamas on järgnevad:

- Demonteerida mast M1 vastavalt Elektrilevi nõuetele
- 110/35/10 kV alajaama projekteerida uus piksekaitse mast seadmete kaitsmiseks

5.2 Tehniline lahendus

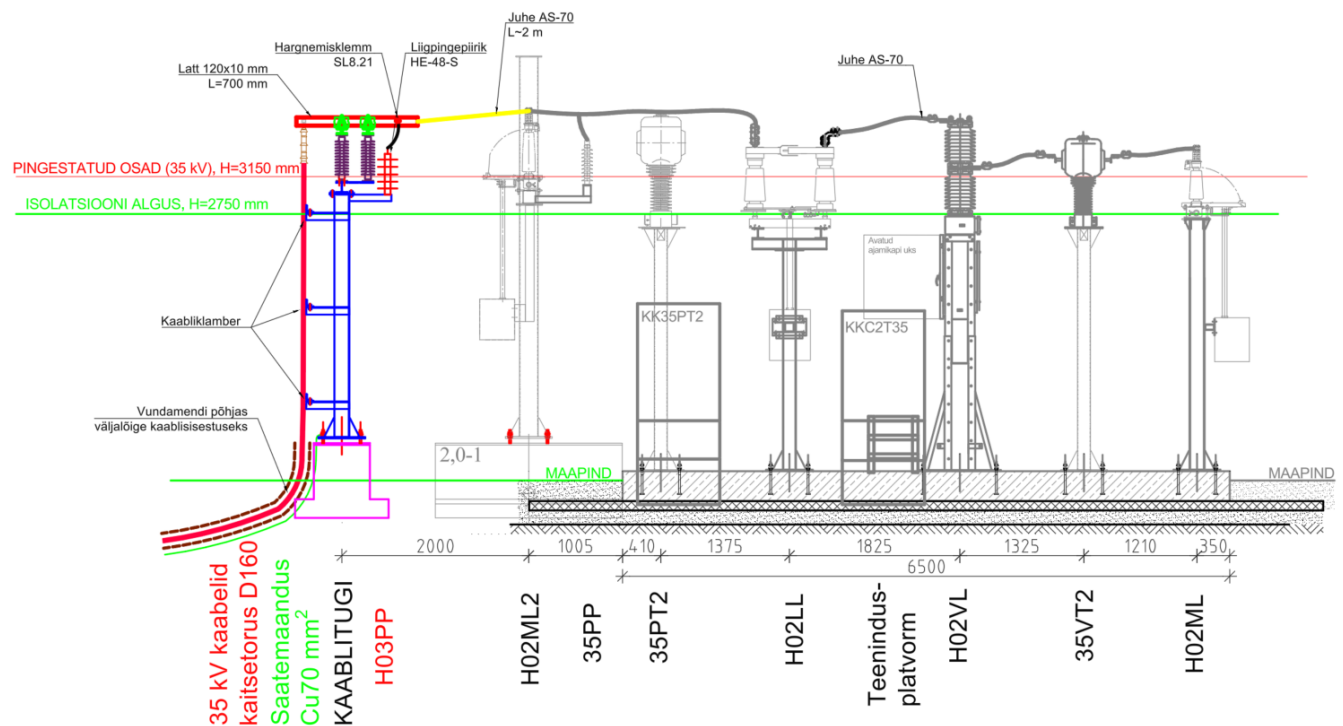
Vastavalt lähteülesandele number 456996 tuli kõige pealt koostada asendiplaan. Töö tegi kergemaks asjaolu, et varasemas tööprojekti tellitud geodeetiline alusplaan oli selle hetkeni veel kehtiv ning kattis vajamineva maa-ala ära, millele uus tööprojekt on vajalik koostada.

Nagu lähteülesandes mainitud, siis 35 kV maakaabliks oli valitud AXLJ-TT 52 kV 1x150/35 mm² ning neid on ühistrassis 3 tükki ehk iga faasi jaoks eraldi kaabel. 10 kV maakaabliks sai valitud AHXAMK-W 12 kV 3x125+35 mm², kuna see on täpselt sama võrreldes olemasoleva kaabliga, kuhu tuleb jätkumuhvi abil ühendada. Ühistrassis on lisaks elektrimaakaablitele ka vasest saatemaandus 70 mm². Kaablid paigaldatakse kogu trassi ulatuses kaitsetorudes.

5.3 Välisjaotla plaan ja lõige

22

tugiisolaatoritele, alumiiniumjuhe lati ja maanduslüliti ühendamiseks, välisotsamuhv kaablite ühendamiseks lati külge, pingepiirikud liigpinge eest kaitsmiseks, erinevad klemmid seadmete omavahel ühendamiseks ja klambrid kinnitamiseks. Maanduse jaoks tuli samuti projekteerida kaablitoele potentsiaali ühtlustusring ning tõusujuhtmed olemasoleva maanduskontuuri küljest.



Joonis 9. Välisjaotla plaan ja lõige

Välisjaotla lisa konstruktsioonide projekteerimisel välja kujunenud materjalide kogused ja spetsifikatsioon on välja toodud Tabel 1.

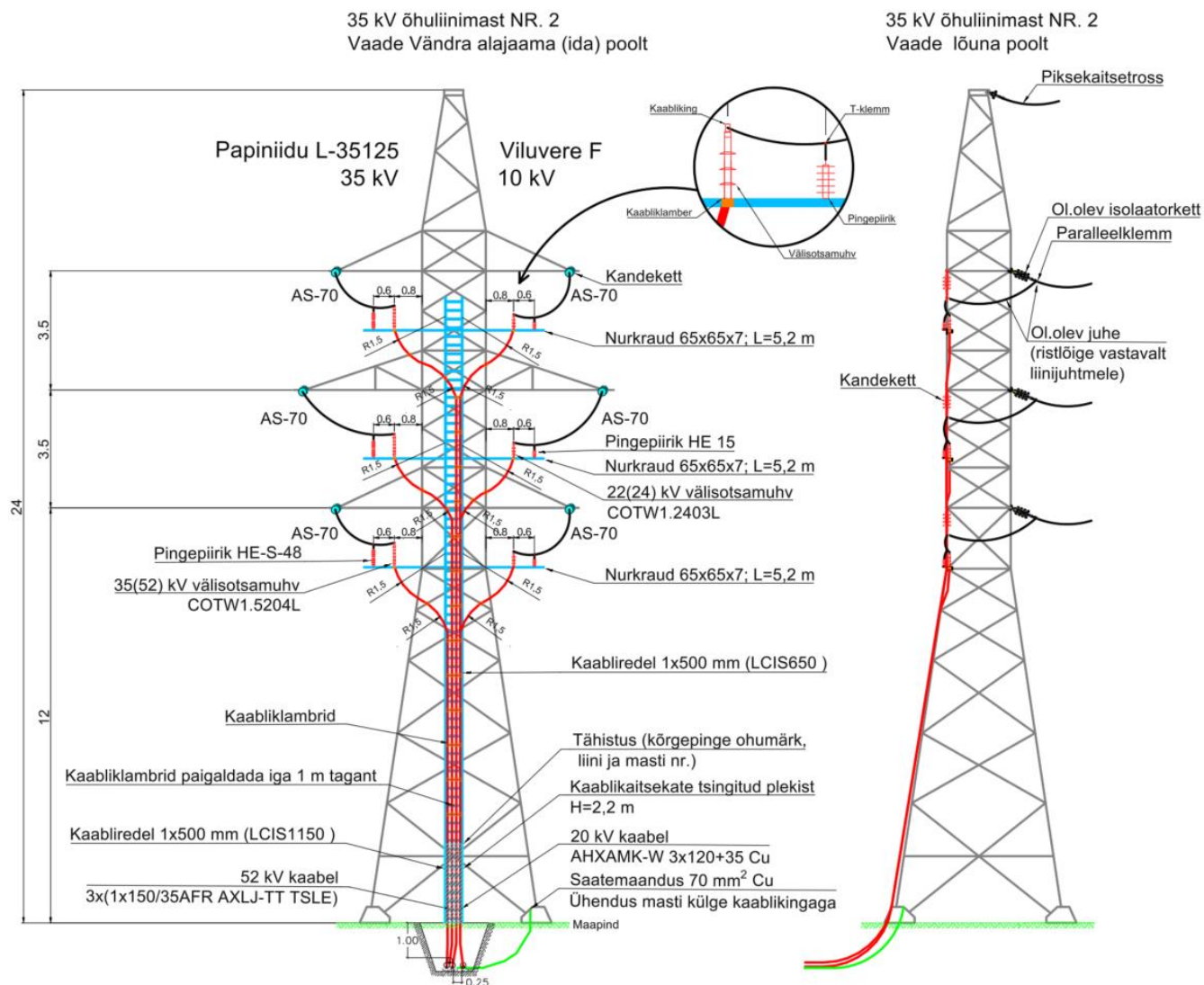
Tabel 1. Välisjaotla spetsifikatsioon

Spetsifikatsioon				
Nr.	Materjali nimetus	Näidis mark, tüüp	Ühik	Kogus
1	Alumiinium latt 120x10	AW6060 T6 või AW6082 T6	m	3
2	Kaablitugi	KT-01	tk	1
3	Kaablitoe vundament	V-01	tk	1

Spetsifikatsioon				
Nr.	Materjali nimetus	Näidis mark, tüüp	Ühik	Kogus
4	I-klemm plaat + juhe	A1TC P1 C15 H-4	tk	6
5	Alumiinium juhe	AAC-70/AS-70	m	6
6	Välisotsamuhv	COT1.5204L	tk	3
7	Pingepiirik	HE-48-S	tk	3
8	Vaskjuhe	25 mm ² Cu	m	6
9	Vaskjuhe	70 mm ² Cu	m	6
10	C-klemm	CRC-9 või CRC-8	tk	3
11	T-hargnemisklemm	SL8.21	tk	1

5.4 Maakaabli ühendamine õhuliinile

Õhuliini ülemineku maakaablistse projekteerimiseks tuli koostada mastimineku joonis (Joonis 10). Kuna metallsõrestik mast on ehitatud aastal 1970, siis puudusid selle kohta digitaalsed joonised, mida kasutada edasises projekteerimises. Selle jaoks tuli digitaliseerida masti joonis ümber paberilt Autocad tarkvarasse. Mastile M2 sai projekteeritud kaabliredelid, mida mööda hakkavad kulgema 35 kV ja 10 kV kaablid. Kaablid kinnitatakse kaabliredelile kaabliklambritega ning redel ise kinnitatakse masti külge poltühendustega. Alumises osas tuli kaablid kaitsta metallkarbikuga 2,2 m kõrguseni maapinnast, et tagada olukord, et keegi neid puutuma ei läheks. Pingepiirikute ja välisotsamuhvide paigalduseks mastile oli vaja juurde projekteerida lisa konstruktsioonid, millele eelnevalt nimetatud seadmed kinnituma ja toetuma jäävad. Selleks sai välja valitud nurkraud mõõtmetega 65x65x7 mm pikkusega 5,2 m ja neid tuli paigaldada 3 tükki erikõrgustele, sest õhuliini faasid on samuti kõik erinevatel kõrgustel. Kaablitele paigaldatakse välisotsamuhvid ning ühendatakse õhuliiniga kaablikinga abil. Õhuliini jääb toetama masti küljes olemasolevad kandeketid ning samuti kasutatakse olemasolevat alumiiniumjuhet kuni paigaldatava muhviini. Kaablite projekteerimisel mastil võeti arvesse võtta ka kaablite minimaalset painderaadiust paigaldamisel ja lõplikul paigaldamisel.



Joonis 10. Mastimineku joonis

Mastimineku joonise projekteerimisel välja kujunenud materjalide kogused ja spetsifikatsioon on välja toodud Tabel 2.

Tabel 2. Mastimineku spetsifikatsioon

Spetsifikatsioon				
Nr.	Materjali nimetus	Näidis mark, tüüp	Ühik	Kogus
1	Kaabliredel	500 mm (LCIS1150 6 FT)	m	6
2	Kaabliredel	500 mm (LCIS650 6 FT)	m	12

Spetsifikatsioon				
Nr.	Materjali nimetus	Näidis mark, tüüp	Ühik	Kogus
3	Kaabliredeli kinnitused metallsõrestik mastile	-	komplekt	2
4	Kaablikate	Tsingitud plekk	komplekt	1
5	Välisotsamuhv	COT1.5204L	komplekt	1
6	Välisotsamuhv	COTW1.2403L	komplekt	1
7	Pingepiirik	HE-S-48	tk	3
8	Pingepiirik	HE-15	tk	3
9	Kandekett	-	tk	6
10	Kaabliklambrid	-	tk	56
11	Kaablikingad	PK-70-16	tk	6
12	Hoiatusmärk	ELEKTRIOHT	tk	1
13	Tähised	masti nr, fiider	komplekt	1
14	Isoleerkate üleminekukohale	-	tk	1
15	Nurkraud	65x65x7	m	15,6
16	T-klemm	-	tk	6

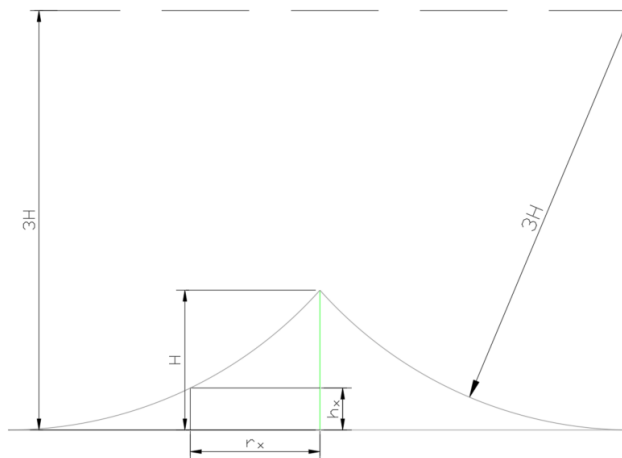
5.5 Piksekaitsemast

Projekteeritud 35 kV välisjaotla piksekaitse peab Eestis vastama Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskuse poolt vastuvõetud standarditele EVS-EN 62305, mis jaguneb omakorda neljaks osaks:

- EVS-EN 62305-1:2011 Piksekaitse. Osa 1: Üldpõhimõtted;
- EVS-EN 62305-2:2013 Piksekaitse. Osa 2: Riskianalüüs;
- EVS-EN 62305-3:2011 Piksekaitse. Osa 3: Ehitistele tekitatavad füüsikalised kahjustused ja oht elule;
- EVS-EN 62305-4:2011 Piksekaitse. Osa 4: Ehitiste elektri- ja elektroonikasüsteemid.

Projekti raames oli vajalik projekteerida alajaama seadmete jaoks piksekaitsemast. Kuna välisjaotlas puudub olemasolev konstruktsioon, millele piksekaitse projekteerida, siis antud olukorras on piksekaitsemast projekteeritud eraldi vundamendile S330. Piksekaitsetsooni määramiseks tuleb kõigepealt välja selgitada vajamineva kaitsetsooni kõrgus. Välisjaotla kõige kõrgmaks punktiks osutus maanduslüli tugikonstruktsioon, mille kõrguseks h_x on 4,5 meetrit maapinnast.

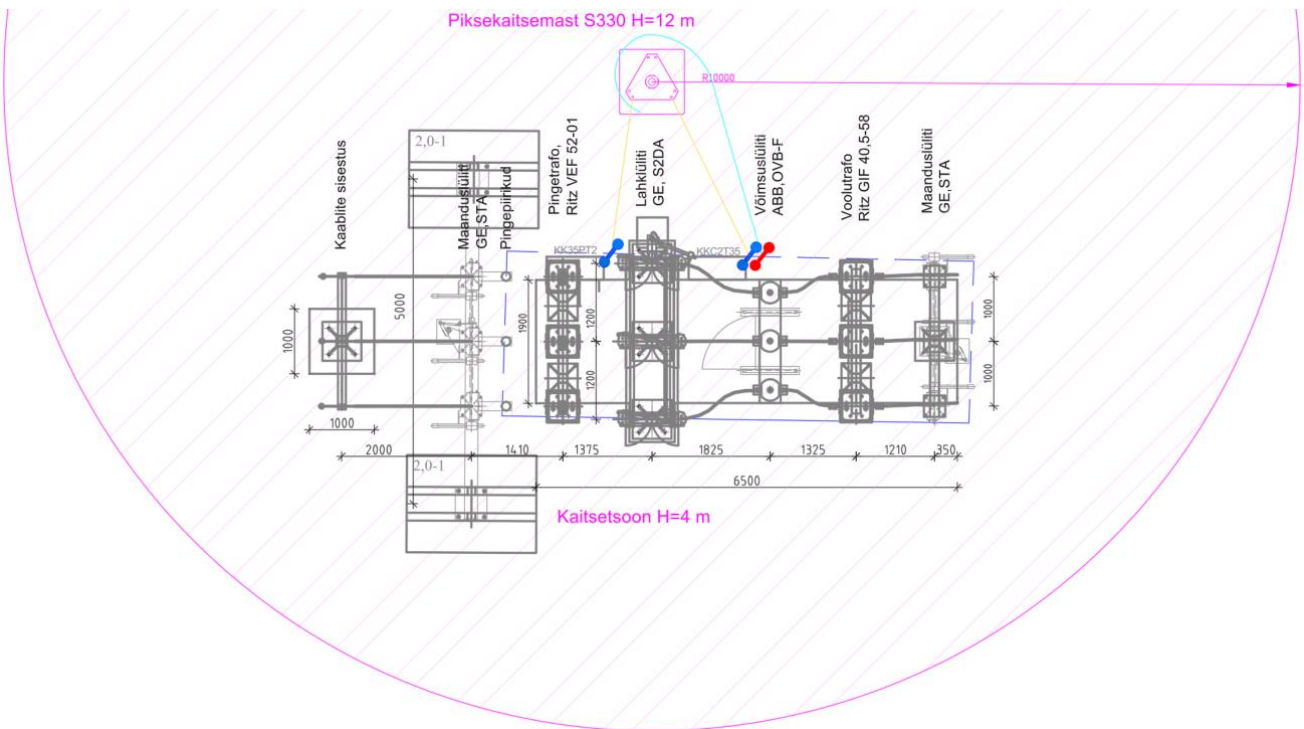
Üksik piksevarras loob kaitsetsooni, mis on koonusekujuline. Kaitsetsoon läbib piksevarda tippu kaarega, mille raadiuseks on $3H$. [14] Selgituseks on loodud allpool olev joonis 10.



Joonis 10. Piksevarda piksekaitsetsooni

Kaitsetsooni raadiuse r_x saab siis, kui märkida joonisele välisjaotla kõige kõrgem punkt ehk h_x ning seejärel vaadata, kus kohas ta ristub sirgjooneliselt piksevarda tippu läbiva kaarega $3H$.

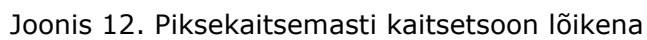
Antud projektis oli eelnevalt projektijuhi poolt välja valitud piksekaitsemasti pikkuseks 12 meetrit. Kuid antud pikkus tuleb kontrollida samuti joonistel üle, arvutades kõigepealt välja piksekaitsetsooni. Piksekaitsetsoon raadius on võetud kõrguselt 4,5 m, kus ta ristub piksevarda tippu läbiva kaarega, mille raadiuseks on $3H$ ehk 36 m. Näite põhjal on saadud piksekaitsetsooni raadiuseks 10 m, mis tuleb kanda joonisele (Joonis 11).



Joonis 11. Piksekaitsetsooni pealtvaade

Jooniselt on võimalik järeldada, et kõrgusel 4,5 m on tagatud kogu Elektrilevi 35 kV välisjaotla seadmete kaitse pikselöögi eest. Kaitsetsooni suurusest on võimalik järeldada, et kulude kokku hoidmiseks oleks olnud võimalik ehitada veel väiksem piksekaitsemast.

Joonisel 12 on välja toodud samuti piksekaitsetsoon lõikena, et paremini demonstreerida, et nii kõige kõrgemal asuvad kui ka kõige kaugemal asuvad seadmed mahuvad ilusti piksekaitsetsooni sisse.



KOKKUVÕTE

Lõputöö käsitles päikeseelektrijaama kaablitrasside projekteerimist. Lõputöö eesmärgiks oli projekteerida ülekandeliin liitumisalajaama ja päikeseelektrijaama vahele. Lisaks tuli ümber projekteerida õhuliin maakaablist, tulenevalt liitumisalajaama asukohast õhuliini visangu läheduses ja kaitsevööndis. Koostada tuli tööprojektid, mis olid nõuetekohaselt kooskõlas seadusandlusega, kohaliku omavalitsusega, maaomanikega, tehnovõrkude valdajatega ja muude seotud asutustega antud piirkonnas.

Lõputöö esimeses peatükis kirjeldas autor lühidalt ettevõtteid, kes olid suuresti seotud antud projekteerimis- ja ehitustöödega. Nendeks olid autori baasettevõtte AS Connecto Eesti, tellijaks ja lähteülesandekoostajateks olid Sunly AS ja Elektrilevi OÜ.

Lõputöö teises osas kirjeldas autor projekteerimisetappidest, et anda parem ülevaade projekteerimisstaadiumite järjekorrast ja lähteandmetest, nendeks olid eelprojekt, põhiprojekt ja tööprojekt.

Kolmandas lõputöö peatükis tutvustas autor planeeritud ülekandeliini projekti lähteülesande ja eskiisi põhjal, mille alusel hakati koostama tööprojekti.

Lõputöö neljandas peatükis koostas autor ülekandeliini projekti, tuues välja selle protsessi etapid. Nendeks olid kaablitrasside tüüpristlõigete koostamine, eelkooskõlastamine maaomanikega, geodeetilise alusplaani tellimine, projekteerimistingimuste taotlemine, asendiplaani ja sideskeemide koostamine ning kõige lõpus veel ehitusloa taotlemine.

Lõputöö viimases osas kirjeldas autor õhuliini projekteerimisest maakaablist. Sellega seotud projekteerimisetööd olid asendiplaani koostamine, piirkonnavalajaamas uue konstruktsiooni projekteerimine elektriseadmete jaoks, mis võimaldas maakaablit ühendada lahtlülitiga, lisaks veel jooniste koostamine maakaabli ühendamiseks õhuliiniga elektrimastil ja piksekaitsemasti projekteerimine välisjaotlas seadmete kaitseks.

Lõputöö tulemusena valmisid nõuetekohased tööprojektid, mille järgi oli võimalik valmis ehitada lõputöös käsitletud rajatised. Lõputöö valmimise hetkeks on lõpetatud nii projekteerimine kui ka ehitustööd.

SUMMARY

The title of the thesis is *Solar Park Transmission Line Design*.

The thesis dealt with the design of cable routes for a solar power plant. The aim of the thesis was to design a transmission line between the connection substation and the solar power plant. In addition, it was necessary to redesign the overhead line into a ground power cable, due to the location of the connection substation near the overhead lines and in the protection zone. It was necessary to prepare work projects that were properly in accordance with legislation, local government, landowners, network owners and other related institutions in this area.

In the first chapter of the thesis, the author briefly described the companies that were largely involved in this design and construction work. These were the author's base company AS Connecto Eesti, the clients and task compilers were Sunly AS and Elektrilevi OÜ.

In the second part of the thesis, the author described the design stages to give a better overview of the order of design stages and input data, these were the preliminary project, the main project and the work project.

In the third chapter of the thesis, the author introduced the planned transmission line project based on the task and sketch, on the basis of which the work project was started.

In the fourth chapter of the thesis, the author compiled the transmission line project, highlighting the stages of this process. These were the preparation of standard cross-sections of cable routes, preliminary coordination with landowners, ordering of the geodetic base plan, application for design conditions, preparation of the position plan and communication schemes and finally the application for a building permit.

In the last part of the thesis, the author described the design of the overhead line into a ground power cable. The related design works were the preparation of the location plan, the design of a new structure in the regional substation for electrical equipment, which allowed the ground power cable to be connected to the disconnect switch, in addition to the preparation of drawings for connecting the ground power cable to the overhead line on the electric pole and the design of a lightning protection mast in the external distributor for equipment protection.

As a result of the thesis, proper work projects were completed, according to which it was possible to build the facilities discussed in the thesis. By the time the thesis was completed, both the design and construction work had been completed.

KASUTATUD ALLIKAD

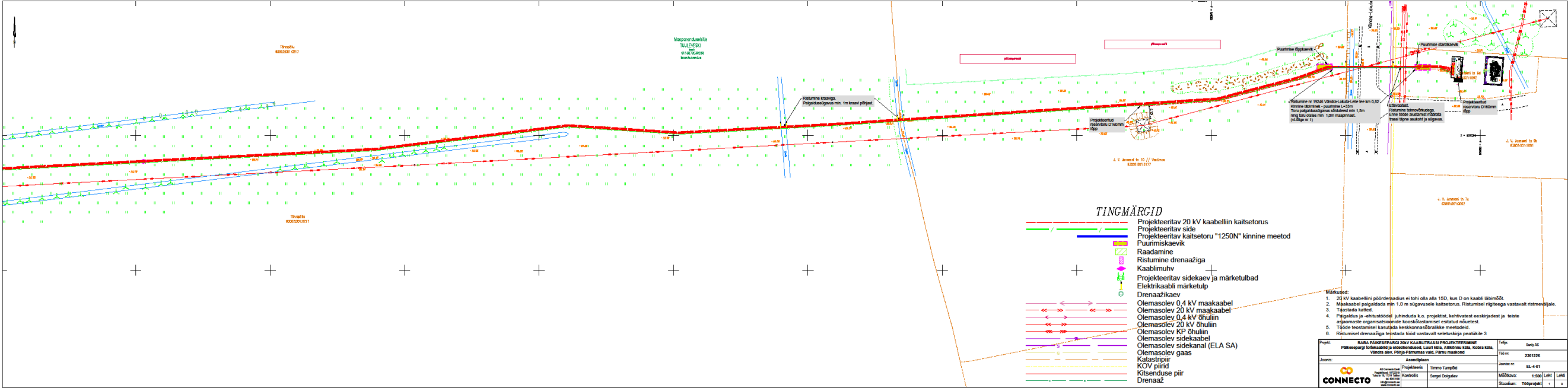
- [1] Connecto Eesti AS, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.connecto.ee/>. [Kasutatud 1 aprill 2024].
- [2] Sunly AS, [Võrgumaterjal]. Available: <https://sunly.ee/et/>. [Kasutatud 1 aprill 2024].
- [3] Elektrilevi OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <https://elektrilevi.ee/et/ettevotest/tutvustus>. [Kasutatud 1 aprill 2024].
- [4] T. Sokmann, „Eesti Energia Jaotusvõrgu uus nimi on Elektrilevi,” Elektrilevi OÜ, 17 mai 2012. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.energia.ee/uudised/avaleht/-/newsv2/pressrelease_17052012_elektrilevi?fbclid=IwAR3beiZkVtqrHPQ8frc6k4zhQB7wM. [Kasutatud 1 aprill 2024].
- [5] EVS 932: 2017, „Ehitusprojekt,” 16 mai 2017. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 2 aprill 2024].
- [6] Connecto Eesti AS, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.connecto.ee/connecto-hakkas-ehitama-raba-paikeseparki-parnumaal/>. [Kasutatud 3 aprill 2024].
- [7] Maa-ameti kaardirakendus, „Maainfo (X-GIS 2),” [Võrgumaterjal]. Available: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/link/CQm-bmWb>. [Kasutatud 12 aprill 2024].
- [8] Aamos Atlas OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <https://aamosatlas.ee/geodeetiline-alusplaan/>. [Kasutatud 2 aprill 2024].
- [9] Riigikogu, „Ehitusseadustik,” 5 märts 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/119032019098>. [Kasutatud 3 aprill 2024].
- [10] Prysmian Group Baltics AS, „Prysmian-Group-Baltics_Catalogue_PowerCables_EE-2021,” juuni 2021. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.esvika.ee/wp-content/uploads/2021/06/Prysmian-Group-Baltics_Catalogue_PowerCables_EE-2021.pdf. [Kasutatud 6 aprill 2024].
- [11] Transpordiamet, „Nõuded tehnovõrkude ja -rajatiste teemaale kavandamisel,” 2018. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.transpordiamet.ee/sites/default/files/documents/2021-12/nouded_tehnovorkude_teemaale_kavandamisel_0%20%281%29.pdf. [Kasutatud 29 aprill 2024].
- [12] Riigikogu, „Tabel ehitusteatise, ehitusprojekti ja ehitusloa kohustuslikkuse kohta,” 1 märts 2017. [Võrgumaterjal]. Available:

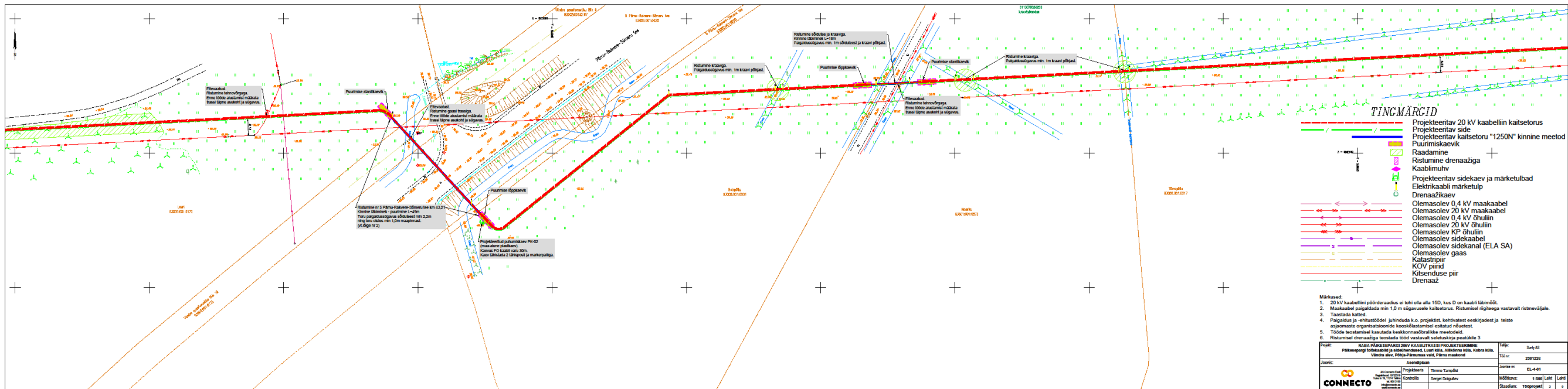
https://www.riigiteataja.ee/aktiisa/1250/1201/7007/Lisa_1_01.03.2017.pdf#. [Kasutatud 7 aprill 2024].

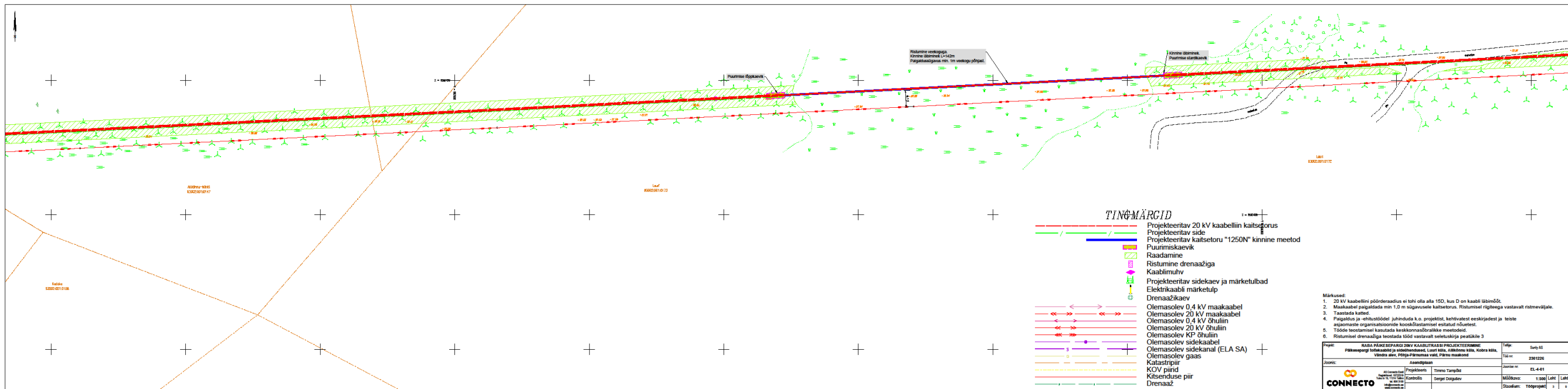
[13] Druseidt Elektrotechnik, „Table for the current load of aluminium busbars acc. to DIN 43670,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://shop-en.druseidt.de/information/flexible-connectors/table-for-the-current-load-of-aluminium-busbars-acc-to-din-43670/>. [Kasutatud 10 aprill 2024].

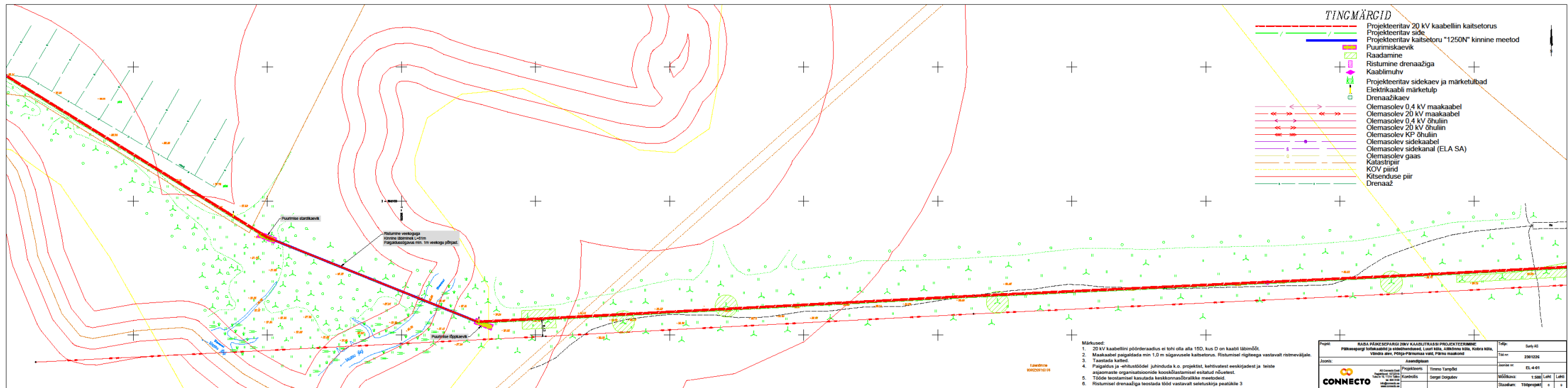
[14] Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus, „EVS-EN 61936-1:2010+A1:2014 Tugevvoolupaigaldised nimivahelduvpingega üle 1 kV. Osa 1: Üldnõuded,” 2014. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11 aprill 2024].

Lisa 1. Asendiplaani väljavõtted

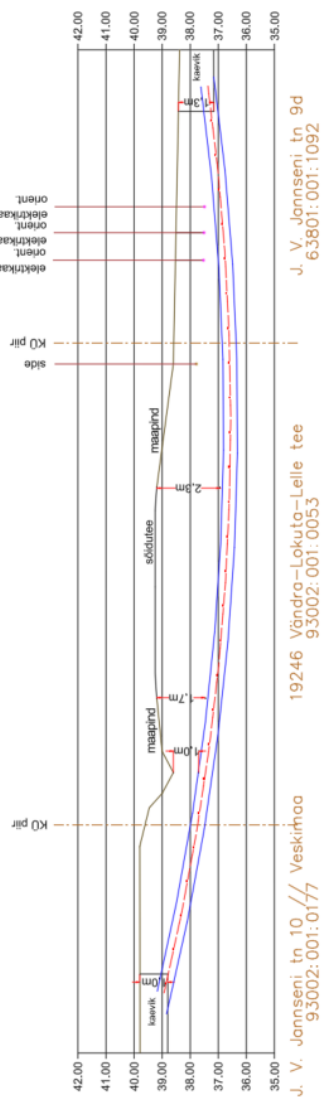




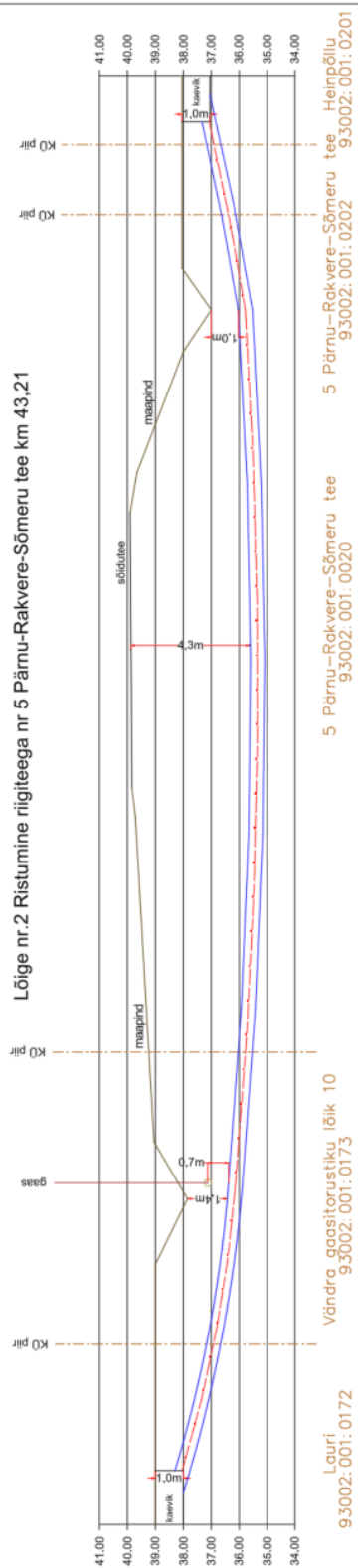




Lisa 2. Pikiprofiilid



Lõige nr.2 Ristumine riigiteega nr 5 Pärnu-Rakvere-Sõmeru tee km 43,21



PROJEK RAGA PAKSEFANGI 28W KAWILIRASI PROJEKTERINNE Pilesoyong subakudang p subakudang, Lant kila, alluwa kila, Koda kila, Votara kila, Pilepalewara wot, Pilewara wot	LOKASI 4370-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000	PROJEKSI 4370-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000		2012/12/28	2012/12/28
		4370-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000	4370-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000		
LOKASI 4370-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000	PROJEKSI 4370-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000	4370-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000	4370-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000 000-000-000	2012/12/28	2012/12/28