



Dmitry Kondaev

**KIIRLAADIMISPUNKTI EHTAMINE TTK
TERRITOOORIUMIL – EELPROJEKTI
NÄIDIS JA DOKUMENTATSIOON**

LÕPUTÖÖ

Tehnikainstituut

Elektritehnika õppekava

Juhendaja: Andres Mandre

Tallinn 2022

Mina Dmitry Kondaev,

tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teoste le on viidatud õiguspäraselt.

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

Juhendaja (nimi, allkiri) Andres Mandre

Lõputöö on kaitsmisele lubatud Tehnika instituudi direktori korraldusega nr kuupäev

Lihlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Dmitry Kondaev

(autori nimi)

sünnikuupäev: 10.03.1988

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

Kiirlaadimispunkti ehitamine TTK territooriumil – eelprojekti näidis ja dokumentatsioon

(lõputöö pealkiri)

1. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
2. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas, allkirjastatud digitaalselt

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	7
1. AC JA DC ELEKTRISÕIDUKITE LAADIJATE TEHNOLOOGIA.....	8
1.1 Elektriautode laadijate standardid	8
1.2 Elektrisõidukite tüübid	9
2. ELEKTRIAUTODE LAADIMISE TEHNOLOOGIA.....	10
2.1 Laadimise põhimõtte	10
2.2 Laadimise aeg ja kiirus.....	11
2.2.1 Standardne kiirus.....	11
2.2.2 Semi-fast kiirus	11
2.3 Laadimise režiimid	12
2.3.1 Režiim 1	12
2.3.2 Režiim 2	12
2.3.3 Režiim 3	13
2.3.4 Režiim 4	13
2.4 Juhtpiloodi funktsioon	14
2.4.1 Lihtsustatud laadimise juhtimise skeem.....	15
2.4.2 Tüüpiline laadimise juhtimise skeem	16
2.5 Elektriauto laadimispesade standardid	16
2.5.1 Type 1.....	16
2.5.2 Type 2.....	17
2.5.3 CHAdeMO	17
2.5.4 CCS laadimispesa.....	18
3. KIIRLAADIMISPUNKTI E HITUSE VAJADUS. UURINGU TULEMUSED	19
3.1 Kiirlaadimispunkti vajaduse analüüs.....	19
3.1.1 Küsimus number 1. Sõidukite kasutus	19
3.1.2 Küsimus number 2. Kiirlaadimispunkti vajadus	20
3.1.3 Küsimused 3...5.....	20
4. LAADIJATE MUDELID.....	23
4.1 Vonk EV Standard Wallbox.....	23

4.2	Elinta Citycharge Mini 2	25
4.3	ABB Terra AC.....	27
4.4	Ensto Wallbox laadija.....	28
4.5	Laadija paigaldus	29
4.5.1	Vonk EV post	29
4.6	Dünaamilise koormuse reguleerimine	30
4.6.1	Elinta Citycharge Mini 2	30
4.6.2	Vonk EV Standard Wallbox.....	31
5.	EELPROJEKTI SELETUSKIRI NÄIDIS	32
5.1	Eelprojekti üldosa	32
5.2	Ehitusuuringud.....	32
5.3	Liitumispunkti kirjeldus	32
5.3.1	Kaabelliinid	33
5.4	Normdokumendid.....	33
5.5	Elektrijaotusvõrgu haldaja ja tarbija kohustused.....	33
5.6	Olemasolevad objektid ja hooned.....	33
5.7	Põhiandmed	34
5.7.1	Liitumispunkti andmed	34
5.7.2	Liitumispunkti tugevvolupaigaldise andmed	34
5.8	Katkematu toite (UPS) jaotussüsteem	34
5.9	Maandused ja potentsiaaliühtlused.....	35
5.9.1	Maanduspaigaldis.....	35
5.9.2	Potentsiaaliühtlustus.....	35
5.10	Seadmed.....	35
6.	SWOT.....	36
6.1	Projekti tugevused	36
6.2	Projekti nõrkused	37
6.3	Projekti võimalused	37
6.4	Ohud	37
7.	EELPROJEKTI EELARVE NÄIDIS	38
	KOKKUVÕTE.....	40

SUMMARY	42
VIIDATUD ALLIKAD.....	44
Lisa 1. Eelprojekti tiitelleht.....	48
Lisa 2. Kiirlaadimisjaama skeem	49
Lisa 3. Alajaamapoolne osa	50
Lisa 4. Liitumiskilbi osa.....	51
Lisa 5. Asendiplaan 1. Liitumispunkt alajaamas.....	52
Lisa 6. Asendiplaan 2. Kiirlaadimispunktile ühenduskoht	53
Lisa 7. Parkla asukoht kaardil	54
Lisa 8. Vonk EV Standard Wallbox posti joonis	55
Lisa 9. Eelprojekti tehniliste tingimuste vorm	56

TÄHISED JA LÜHENDID

AC	– vahelduvvool
DC	– alalisvool
WiFi	– juhtmevaba internetiühenduse määratlus
Type 1	– elektriautode laadimispesa standard
Type 2	– elektriautode laadimispesa standard
OCPP 1.6	– elektriautode laadija andmevahetuse protokoll
4G	– juhtmevaba internetivõrku standard
RFID	– raadiosagedustuvastus
CHAdeMO	– elektriauto laadimispesa standard
CCS	– elektriauto laadimispesa standard
PLM	– pulsilaiusmodulatsioon

SISSEJUHATUS

Viimastel aastatel elektriautod said väga populaarseks. Paljud autotootjad ütlesid, et kärbivad sise põlemismootoriga autode tootmist. Mõned elektriautode tootjad, nagu näiteks Tesla, suurendavad oma tootmiskahtu. Samas paljud riigid maailmas tahavad keelata sise põlemismootoriga autode kasutust tulevikus. Kõik need meetmed soodustavad elektriautode populaarsemaks saamist. Samas, need meetmed nõuavad elektriautode taristu arendamist.

Valisin oma lõputöö teemaks – Kiirloomimisjaama ehitamine TTK territooriumil – eelprojekti näidis ja dokumentatsioon. Valisin teema, mis oli pakutud Tallinna Tehnikakõrgkooli poolt, sest tunnen selle teema vajadust tulevikus ja tunnen huvi sellele teemale ning soovin tulevikus tegeleda selles valdkonnas. Oma lõputöös soovin lahti seletada elektriautode loodimistehnoloogiat, kirjeldada kiirloomija tööpõhimõtte ning loetleda, millised standardid reguleerivad elektriautode loodimise valdkonda ja millised loodimis pesade ja pistikute tüübid on olemas.

Üks eesmärkidest on teostada küsitlus Tallinna Tehnikakõrgkooli töötajate seas et teada nende ootused ja suhtumine elektriautode kiirloomimispunkti võimalikele ehitamisele. Küsitluse tulemuste järgi saab otsustada, millised loodijate tüübid võib kasutada, et koostada eelprojekti näidis kiirloomimispunkti ehitamise jaoks.

Eelprojekti näidise koostamiseks kavatsen lähtuda eelprojekti koostamise tavast, kus valmistatakse eelprojekti tiitelleht, sisukord, spetsifikatsioon ja tööde teostaja poolt tehnilise tingimuse näidis. Samuti koostan lootumispunkti ja ühenduste skeem ja näitan asendiplaanis kiirloomimispunkti perspektiivne asukoht. Lõpuks koostan eelprojekti SWOT analüüs ja komponentide, seadmete ja teenuste hinnakiri, et teada tööde maksumus, juhul, kui eelprojekt hakatakse realiseerima.

1. AC JA DC ELEKTRISÕIDUKITE LAADIJATE TEHNOLOOGIA

1.1 Elektriautode laadijate standardid

Elektriautode laadimisseadmete tootmine, paigaldus ja kasutus, reguleerivad mitmed standardid. Standardid määratlevad pistikupesade tüüpide kasutus, laadimisvõimsus, paigaldus ja teised spetsifikatsioonid. Siin loetletud mõned standardid, millised ma kasutasin oma lõputöös, ning need standardid, mis kasutatakse erinevates riikides.

IEC 61851 – *Electric vehicle conductive charging systems*. [1]

EVS-EN 50696 – *Contact interface for automated connection devices*. [1]

IEC 61980 – *Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems*. [1]

IEC 61439 – *Low voltage switchgear and controlgear assemblies*. [1]

ISO 17409 – *Electrically propelled road vehicles – Conductive power transfer – Safety requirements*. [1]

EVS-EN 17186 – *Identification of vehicles and infrastructure compatibility*. [1]

Elektriautode laadimisseadmed on elektripaigaldised ning Eestis elektriautode laadimisseadmetele rakendatakse samad nõuded, nagu elektripaigaldistele.

EVS-EN 60364-7-722 – *Madalpingelised elektripaigaldised*. Nõuded elektripaigaldistele ja -paikadele. [1]

1.2 Elektrisõidukite tüübid

Tabel 1. Sõidukite eelised ja puudused.

Sõiduki tüüp	Eelised	Puudused
Akudega elektrisõidukid	<ul style="list-style-type: none"> – Vähem liikuvaid osasid; – Lihtne remontida; – kõrge kasutegur. 	<ul style="list-style-type: none"> – Akude tootmise ja utiliseerimise tehnoloogiad ei ole keskkonnasõbralikud; – Aku laadimine võtab aega; – Võimalikud akude probleemid külmade ilmaoludega.
Kütuseelementidega elektrisõidukid (vesinik kütuseelemendid)	<ul style="list-style-type: none"> – auto on keskkonnasõbralik; – väike kütusekulu; – mootori kõrge kasutegur. 	<ul style="list-style-type: none"> – vesiniku tankimise probleemid; – auto kallis hind; – kallis hooldus ja remont.
Sisepõlemismootoriga hübriidsõidukid	<ul style="list-style-type: none"> – Väiksem kütusekulu; – Võimalus sõita elektrimootoriga madalal kiirusel. 	<ul style="list-style-type: none"> – Kallis hooldus ja remont; – Võimalikud akude probleemid külmade ilmaoludega; – Auto hind on kallis, võrreldes tavalise autoga.
Sisepõlemismootoriga pistikhübriid (<i>plug-in</i>)	<ul style="list-style-type: none"> – suurem aku ja suurem läbisõit, võrreldes tavalise hübriidsõidukiga; – võimalus laadida laadimispunktis. 	<ul style="list-style-type: none"> – kallis hooldus ja remont; – kallid varuosad; – auto hind on kallis, võrreldes tavalise autoga või tavalise hübriidautoga.

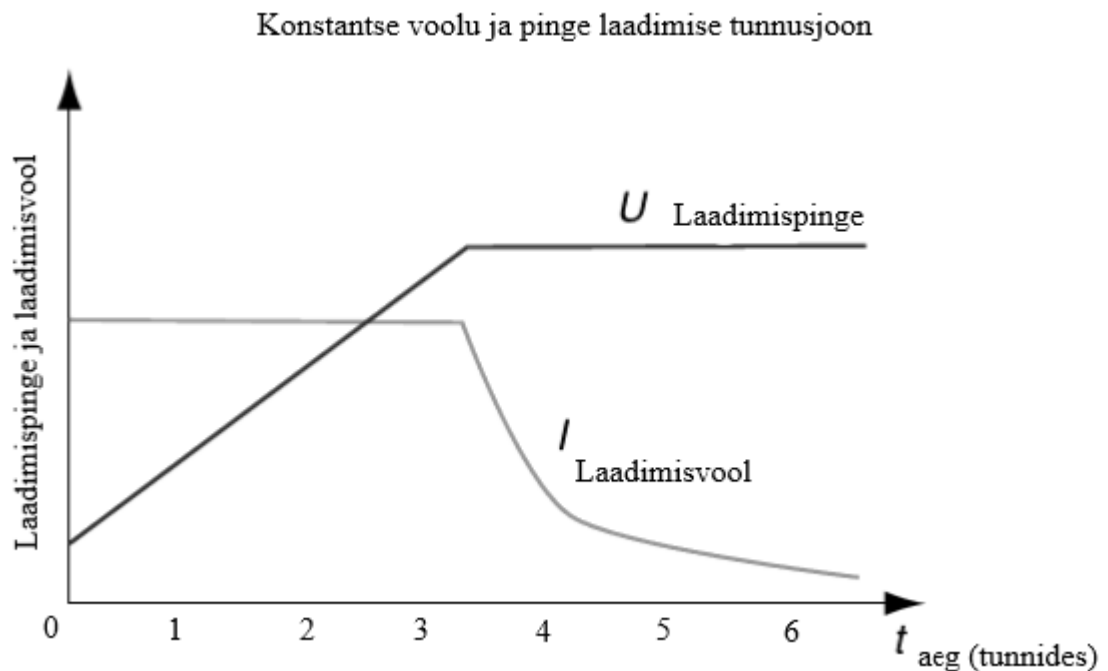
2. ELEKTRIAUTODE LAADIMISE TEHNOLOOGIA

2.1 Laadimise põhimõtte

Akude laadimise protsess koosneb kahest etapist:

- Peamine etapp, kus suurem osa energiast laetakse akusse;
- Teine etapp, kus kontrollitakse ja tasakaalustatakse aku seisundi.

Enamus laadijad kasutavad laadimise protsessi juhtimiseks pingevoolu tunnusjoon (*UI charging characteristic*), esimese laadimise etappi juhutakse voolu suurusega ning teise laadimise etappi juhutakse pingega kaudu. (Joonis 1). Selle peamise laadimiseportsessi pikkus sõltub sellistest parameetritest, nagu sisendvoolu suurus laadijasse ning laadija tüübist ja väljundvõimsusest. Laadimise protsessi lõppfaas, mis nõuab väike vool, aga suurem pinge, võib kestma kuni mitme tundi. Sellepärast, paljudes avalikes laadimispunktidest laadijad kasutavad ainult peamise laadimisfaasi, sest vastasel juhul akude täis laadimine võib võtta väga palju aega. [2, pp. 518-519]



Joonis 1. UI tunnusjoone näidis. [2, p. 519]

2.2 Laadimise aeg ja kiirus

Laadimise aeg ja kiirus sõltub sellest, aku mahutavusest ning laadija parameetritest. Näiteks, aku võimsusega 40 kWh võib laadida 8 tundi tingimusel, kui laadija vabavõimsus on 5 kW. On olemas mitu laadimise režiimi, erineva väljundvõimsusega. [2, p. 520]

2.2.1 Standardne kiirus

Selle laadimise režiimi standardiks enamuses riikides on 230 V, 16 A, mis suudab väljundis anda 3,7 kW võimsus, mis lubab laadida 10 kWh aku vähem, kui 3 tunniga. Suurbritannias antud standard on 13 A, ning Šveitsis see võrdub 10 A. [2, p. 521]

2.2.2 Semi-fast kiirus

Poolkiire laadimine, ehk *semi-fast charging* kasutab juba kolmefaasilise süsteemi ning sõltuvalt ühenduse tüübist pinge suurus on 3×230 V, 3×400 V Euroopas ning 3×127 V, 3×220 V Ameerika Ühendriikides.

Laadimise režiimi väljundvõimsus P arvutatakse võimsuse valemi järgi ((1) [2, pp. 521-522]):

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \cos \varphi, \quad (1)$$

kus P – võimsus, W;
 U – pinge, V;
 I – vool, A;
 $\cos \varphi$ – võimsustegur.

Laadija nominaalvõimsus vastavalt valemile on:

$$P = \sqrt{3} \times 400 \times 32 \times 1 = 22,170 \text{ W} \approx 22 \text{ kW}.$$

Vastavalt valemile on standardse laadija nominaalvõimsus 22 kW, mis on võimalik nominaalvoolu järgi suurusega 32 A ning nominaalpinge järgi suurusega 400 V.

Laadimise parameetrid esitatud tabelina (Tabel 2).

Tabel 2. Laadimise kiiruse parameetrid. [2, pp. 520-522]

	Pinge, (V)	Faaside arv	Vool, (A)	Võimsus (kW)	Juhtme ristlõike, mm ² (Cu)	kW/mm ²
EU <i>Standard</i>	230	1	16	3,7	5	0,74
EU <i>Semi-fast</i>	230	1	32	7,4	12	0,62
EU <i>Semi-fast</i>	400	3	16	11,1	7,5	1,48
EU <i>Semi-fast</i>	400	3	32	22,2	18	1,23

2.3 Laadimise režiimid

2.3.1 Režiim 1

Režiim 1 kasutab elektriauto laadimiseks vahelduvvool (Joonis 2). Selle režiimiga laadijas kasutatakse standardne 1-faasiline pistikupesa voolu tugevusega kuni 16 A. Selle režiimiga laadija lubab kasutada tavalises 1-, või 3-faasilises elektrivõrgus nominaalpingega 230 V või 400 V. Selle režiimi ohutu kasutamiseks vaja kaitselüliti ülekoormuse vastu, korralik maanduskaitse ning lekkevoolu kaitse. [2, p. 524] Antud režiimis voolu ja pinge väärtuse ei tohi ületada rohkem, kui:

- 16 A ja 250 V AC 1 faas,
- 16 A ja 480 V AC 3 faasi. [3]
- USA-s, Ühendkuningriigis ja Israelis antud laadimisrežiimi kasutamine on keelatud. [3, p. 29]

2.3.2 Režiim 2

Režiim 2 on elektrisõiduki ühenduse meetod laadimisseadmega läbi standardse pistikupesa vahelduvvoolu võrgus (AC), ning elektriauto poolt kasutatakse pistikupesa Type 1 ja Type 2 standardi kasutades laadimise juhtimise funktsiooni (Joonis 2), et vältida voolu lekke ning elektrilöögi. [2, p. 525], [3, p. 30]

Antud režiimi piirväärtused ei tohi ületada rohkem, kui:

- 32 A ja 250 V AC 1 faas,

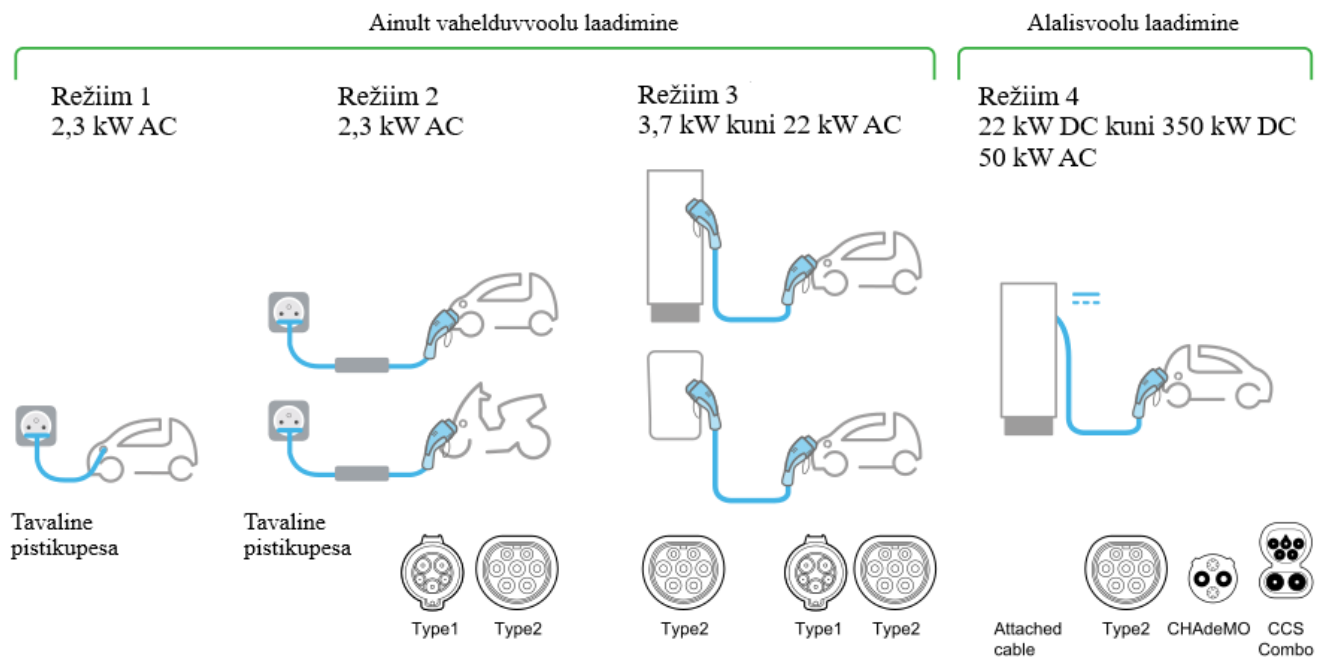
- 32 A ja 480 V AC 3 faasi. [3, p. 30]

2.3.3 Režiim 3

Elektrisõiduki ühenduse meetod laadimisseadmega, kasutades laadimisseade toiteallika püsiv ühendus vahelduvvoolu võrguga ja laadimise juhtimise funktsiooni (Joonis 2). Selle režiimiga seadmed, peavad olema varustatud maanduskaitse juhiga elektrisõiduki poolt ja laadimisseadme toiteühenduse poolt. [2, p. 526], [3, p. 30]

2.3.4 Režiim 4

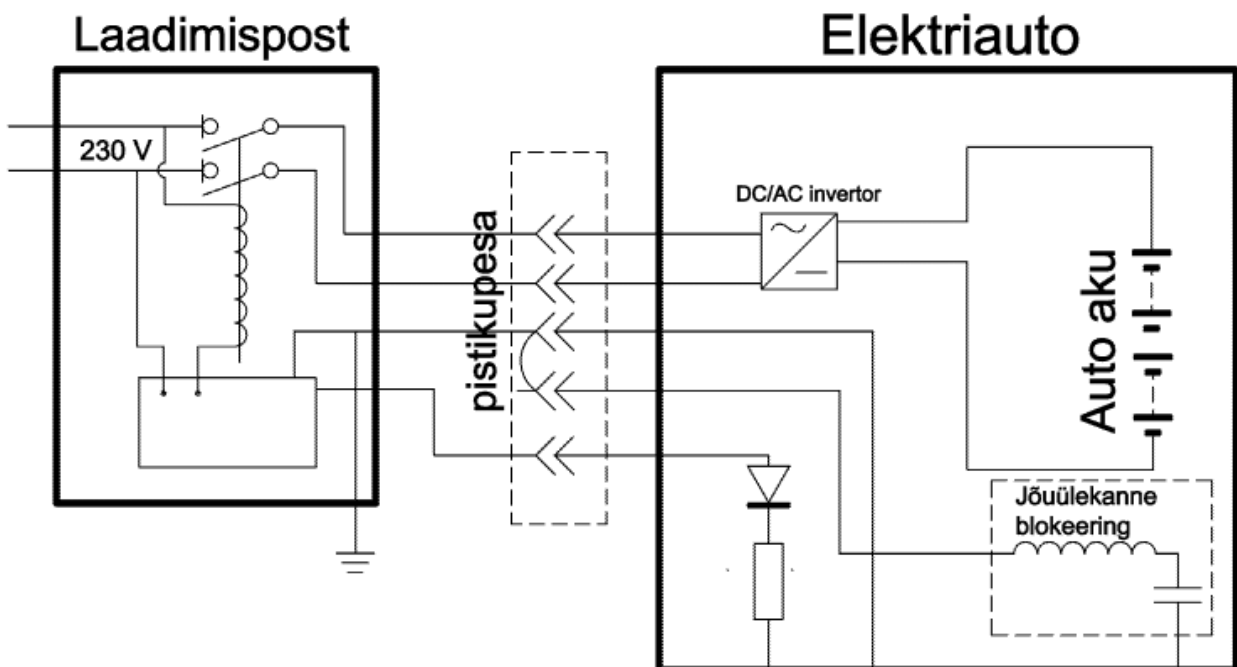
Elektrisõiduki ühenduse meetod laadimisseadmega, kasutades vahelduvvoolu võrgu (AC), või alalisvoolu võrgu (DC) toide koos laadimise juhtimise funktsiooniga (Joonis 2). Režiim 4 lubab kasutada eraldi kaabli laadimisseadme ja elektrisõiduki vahel või kasutada kaabliga pistikupesa laadimisseadmest ja ühendada see elektrisõidukiga. Toiteseadme peab olema varustatud maanduskaitsejuhiga või kaitsejuhiga pistiku poolt. [2, pp. 528-529], [3, p. 30]



Joonis 2. Elektriauto laadimisrežiimid. [4]

2.4 Juhtpiloodi funktsioon

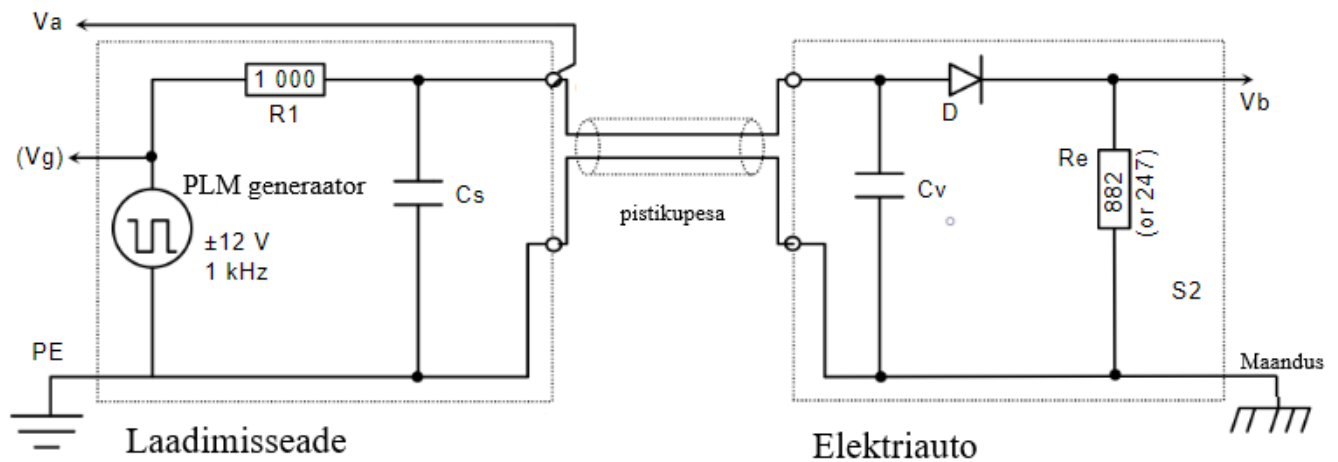
Režiimis 2, režiimis 3 ja režiimis 4 elektriauto laadimise jaoks, kasutatakse nii nimetatud juhtpiloodi funktsioon (*Control Pilot Function*) ehk koormuse juhtimise funktsioon (Joonis 3). Koormuse juhtimine teostatakse pulsilaiusmodulatsiooni abil. See funktsioon kontrollib laadimisprotsessi ja suudab reguleerida laadimiskiirus. Samuti see funktsioon kaitseb elektrilöögi eest ja käivitab laadimisprotsessi, kui laadimisseade pistik on ühendatud elektriauto laadimispesaga. Juhtpiloodi funktsioon kontrollib elektriauto aku laadimise seisund ja laadimisprotsessi lõpetamisel ise lülitab laadimisseade välja. [2, pp. 528-529], [3, pp. 51-52]



Joonis 3. Laadimise juhtimise funktsiooni põhimõtte. [2, p. 526]

IEC 61581-1 standardi järgi eristatakse 2 tüüpi laadimise juhtimise skeemi - tüüpiline ja lihtsustatud. [3, p. 51]

2.4.1 Lihtsustatud laadimise juhtimise skeem

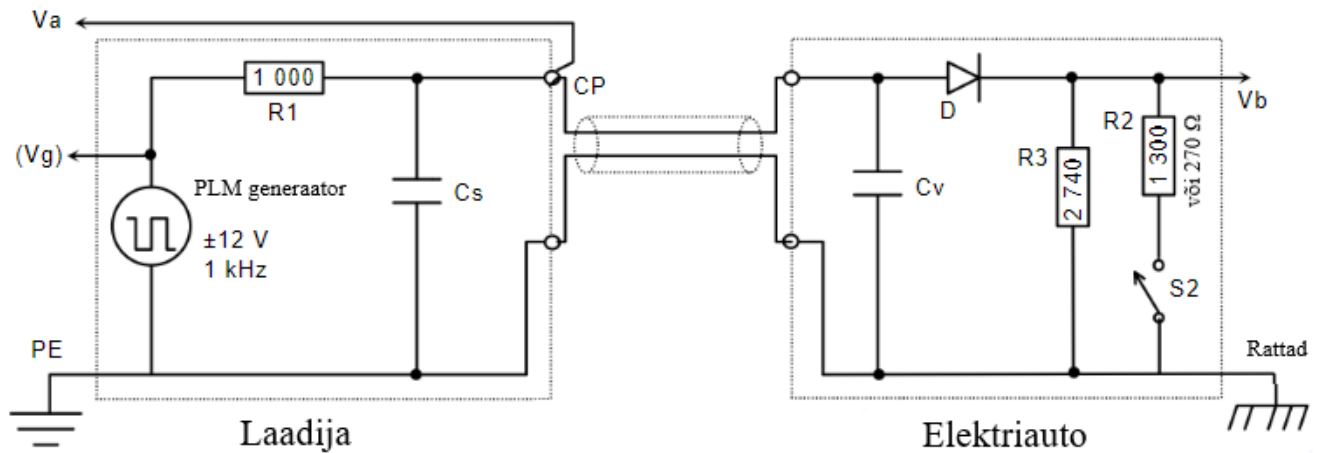


Joonis 4. Lihtsustatud laadimise juhtimise skeem. [3, p. 52]: V_a (laadimisseade väljundpinge); V_b (laadimisprotsessi pinge ja sageduse mõõtmine); V_g (pulsilaiusmodulaatori sisendpinge); C_v (elektriauto kogu mahtuvus); C_s (laadija kogu mahtuvus); R_e (elektriauto kogutakistus); R_1 (laadimisseade takistus); D (diiod)

Lihtsustatud laadimise juhtimise skeem (Joonis 4) lubab piirata laadimisprotsessi koormus ja kiirus ja laadida elektriauto sellise võimsusega, mis sõltub aku seisundist laadimisprotsessi ajal (kas aku on tühi, või on juba täis laetud). [3, p. 53]

Sellise skeemi kasutatakse elektriauto laadimiseks juhul, kui laadimisvool ei ületa 16 A piiri, samuti ei tohi selle skeemi kasutada 3-faasilise pingega. [3, p. 53]

2.4.2 Tüüpiline laadimise juhtimise skeem



Joonis 5. Tüüpiline laadimise juhtimise skeem. [3, p. 52]: V_a (laadimisseade väljundpinge); V_b (laadimisprotsessi pinge ja sageduse mõõtmine); V_g (pulsilaiusmodulaatori sisendpinge); C_v (elektriauto kogu mahtvus); C_s (laadija kogu mahtvus); R_1 (laadimisseade takistus); D (diiod)

Tüüpiline laadimise juhtimise töötab läbi pideva alalispinge või pulsilaius modulatsiooni signaali, pidevalt reguleerides laadimisvoolu elektriautosse ning pulsilaius modulatsiooni signaali abil laadija määratleb maksimaalne vool, millega saab laadida elektriauto (Joonis 5). [3, p. 52]

2.5 Elektriauto laadimispesade standardid

Laadimispesad elektriautodele jagatakse kahte tüüpi – vahelduvvoolu laadimispesad ja alalisvoolu laadimispesad. Vahelduvvoolu laadimispesad määratletakse IEC 62196-2 standardi järgi ning alalisvoolu laadimispesad määratletakse IEC 62196-3 standardi järgi. [4]

2.5.1 Type 1

Type 1 laadimispesa kasutatakse koos vahelduvvoolu laadimisseadmega. Toetab 3 kuni 7,4 kW laadimisvõimsust maksimaalse vooluga kuni 32 A. (Joonis 6) Kasutatakse peamiselt USA-s ja Jaapanis. [4]

Type 1 laadimispesa



Joonis 6. Type 1 laadimispesa. [4]

2.5.2 Type 2

Type 2 laadimispesa samuti nagu Type 1 kasutatakse koos vahelduvvoolu laadimisseadmega. (Joonis 7) Kasutab nii 1 faasiline pinge kui ka 3 faasiline pinge. Toetab 3 kuni 43 kW laadimisvõimsust vooluga 16 A 1 faasilise vahelduvpingega kuni 63 A 3 faasilise vahelduvpingega. [4]

Type 2 laadimispesa



Joonis 7. Type 2 laadimispesa. [4]

2.5.3 CHAdeMO

CHAdeMO laadimispesa kasutatakse koos alalisvoolu laadimisseadmetega ning välja arendatud elektriautode kiirlaadimisjaamade jaoks. (Joonis 8) Suudab laadida maksimaalse võimsusega kuni 62,5 kW ning vooluga kuni 125 A. Viimane selle standardi spetsifikatsioon – CHAdeMO 2.0 lubab laadimisvõimsus kuni 400 kW. [4]

CHAdEMO laadimispesa

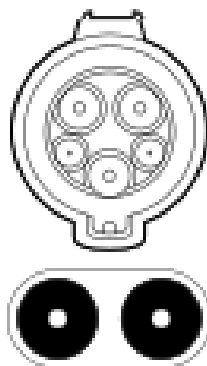


Joonis 8. CHAdEMO laadimispesa. [5]

2.5.4 CCS laadimispesa

CCS laadimispesa standard, (*Combined Charging System*) (Joonis 9) kasutatakse nagu CHAdEMO standard, koos alalisvoolu laadimisseadmega ning kasutatakse kiirlaadimisjaamade jaoks. Laadimisvõimsus kuni 350 kW. [4]

CCS laadimispesa



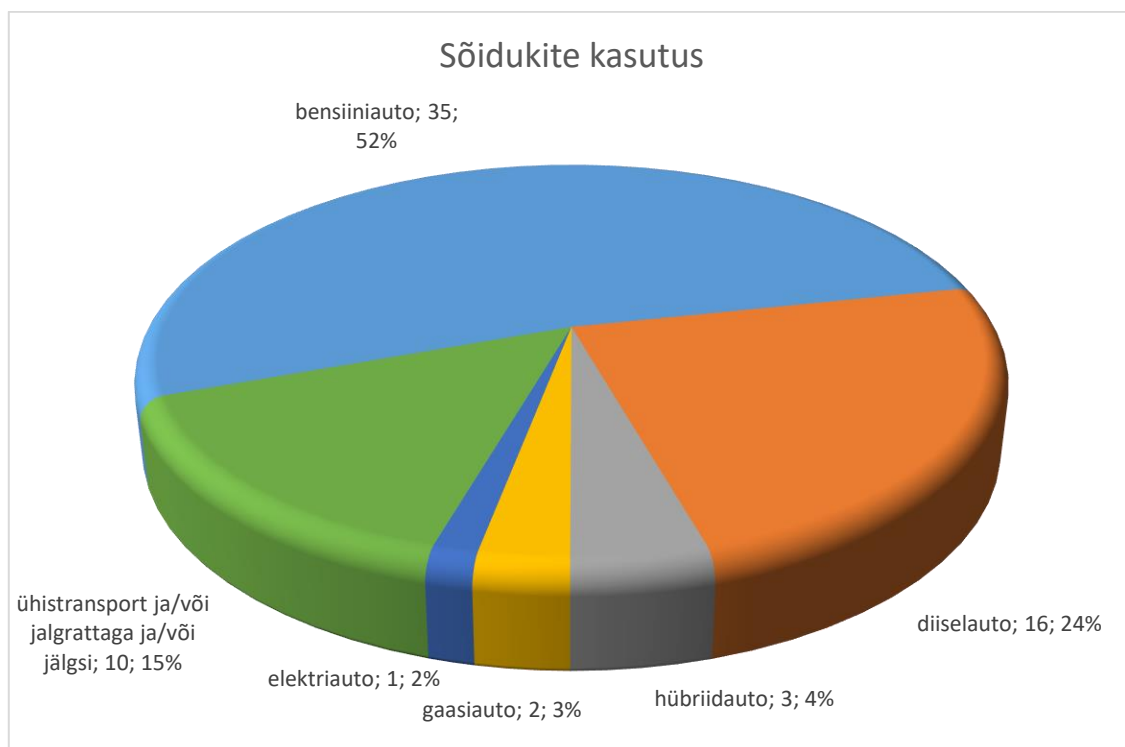
Joonis 9. CCS laadimispesa. [4]

3. KIIRLAADIMISPUNKTI EHTUSE VAJADUS. UURINGU TULEMUSED

3.1 Kiirlaadimispunkti vajaduse analüüs

Selleks, et teada, kui suur huvi TTK töötajatel kiirlaadimispunkti ehitamise vastu, oli teostatud uuring, kus küsiti töötajaid sellest, kuidas nad hindavad oma valmisoleku kasutada elektriauto tavalise, sise põlemismootoriga auto asemele. Uuringu käigus selgitasin, mis autosid TTK töötajad kasutavad antud hetkel ning selgitasin, kuidas nad hindavad elektriauto kasutamist 5 aasta jooksul, 10 aasta jooksul ning 15 aasta jooksul. Kokku küsimustele vastanud 60 inimest 158 töötajatest.

3.1.1 Küsimus number 1. Sõidukite kasutus



Joonis 10. Sõidukite tüüpi väljaselgitamine.

Selle küsimuse järgi (Joonis 10) selgus, et 35 vastajat ehk 52 % sõidavad bensiniautoga. Diiselautoga sõidavad 24 % vastanutest, ehk 16 inimest. Hübriidautoga sõidavad 4 % vastanutest, ehk 3 inimest.

Samuti 3 % vastanutest sõidavad gaasiautoga, ehk 2 inimest. Ning elektriautoga sõidab hetkel 2 % vastanutest. Teised vastajad eelistavad ühistranspordi ja autoga ei sõida.

3.1.2 Küsimus number 2. Kiirlaadimispunkti vajadus



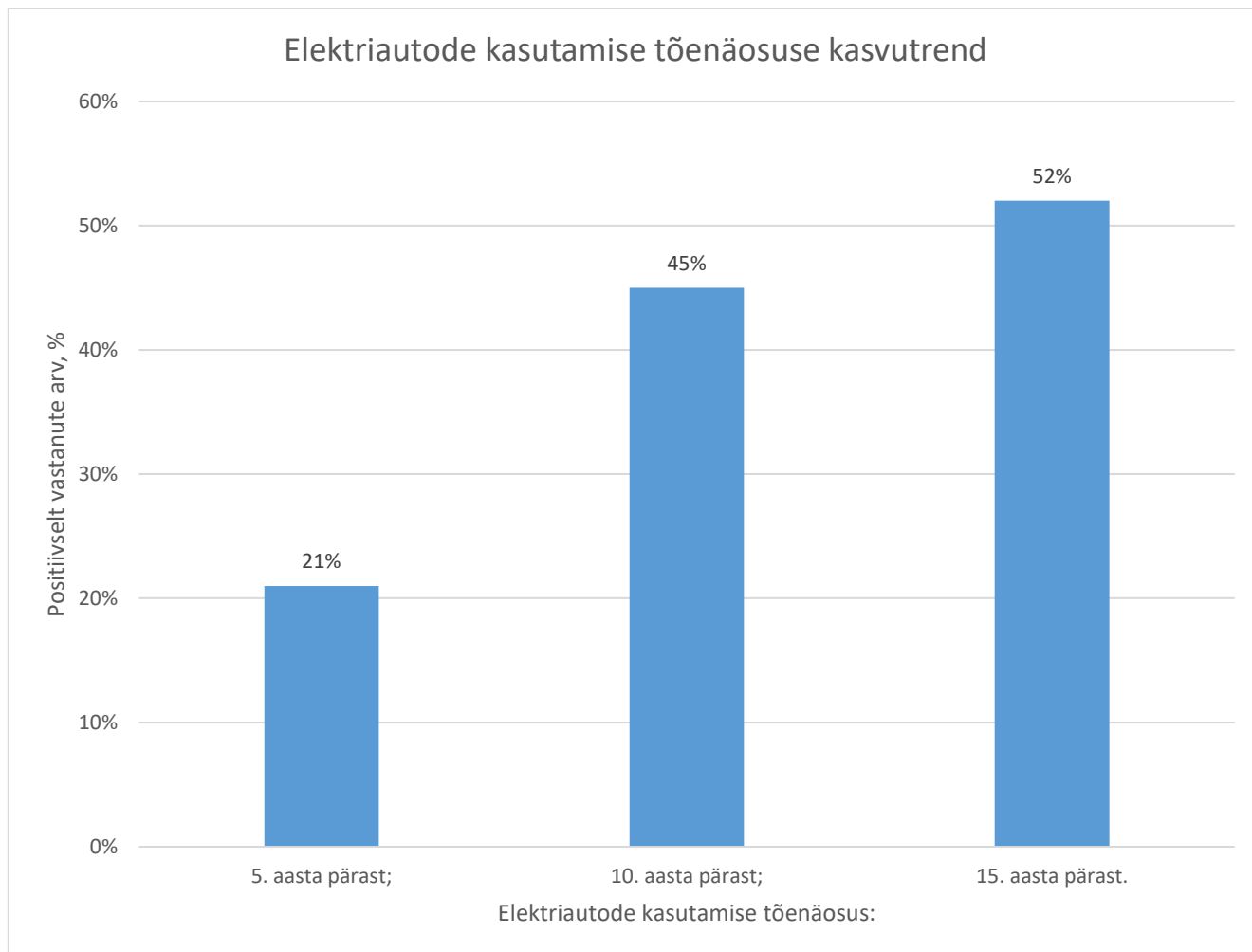
Joonis 11. Kiirlaadimispunkti vajadus

Selle küsimuse tulemuseks (Joonis 11) selgus, et 33 % vastanutest, ehk 20 inimest tunnevad elektriautode kiirlaadimispunkti ehitamise vajadus ning 67 % vastanutest, ehk 40 inimest sellist vajadust antud hetkel ei tunne.

3.1.3 Küsimused 3...5

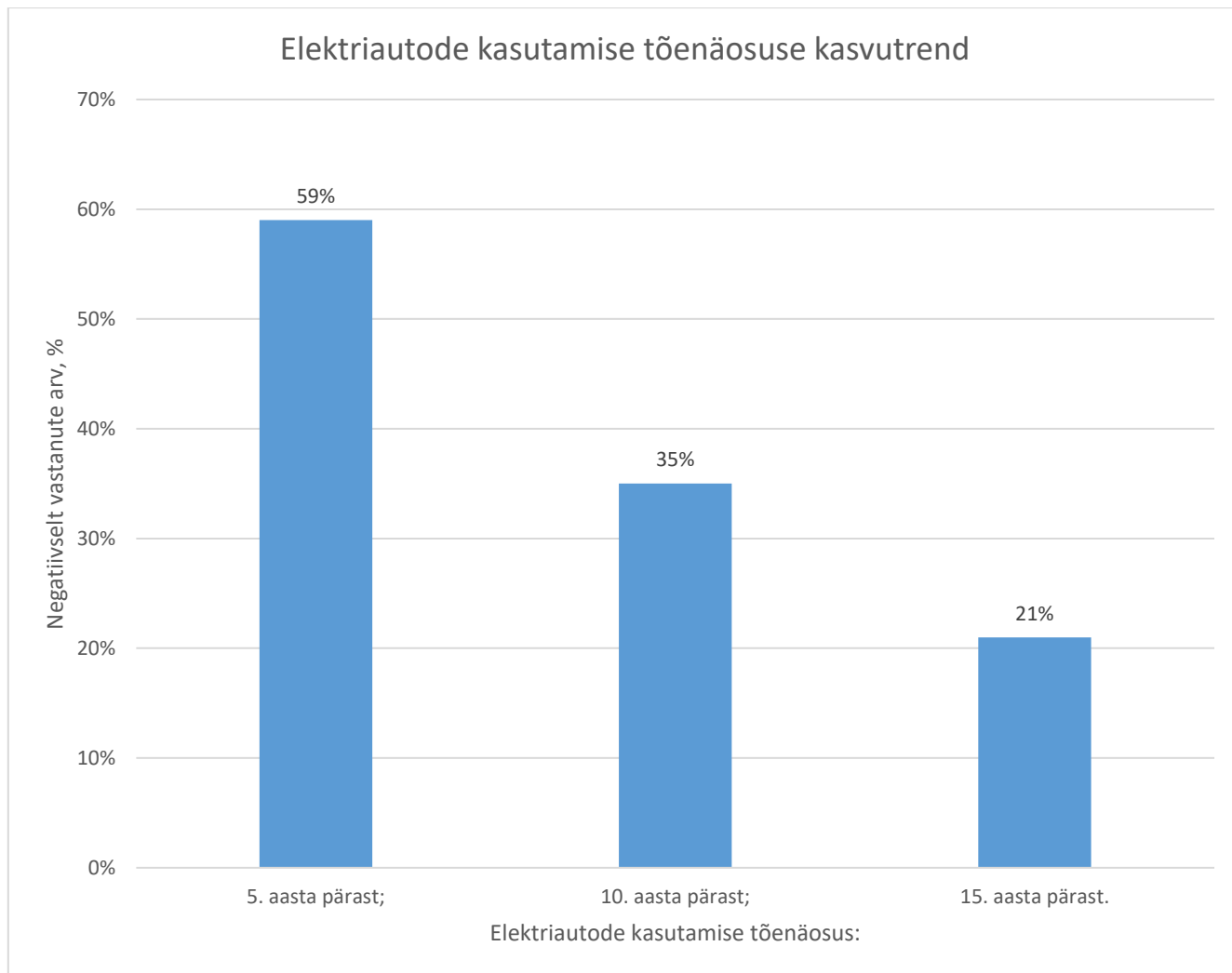
Antud küsimustes olin uurinud, kui TTK töötajate tõenäosus tulevikus elektriauto kasutamist. Selleks küsisin nendel, kuidas, nad arvavad, kas nad hakkavad kasutada elektriauto järgmise 5 aasta jooksul, järgmise 10 aasta jooksul ning järgmise 15 aasta jooksul. Küsimuste eesmärgiks oli hinnata elektriautode kasutamise tõenäosus skaalal 1 kuni 5, kus „1“ – ei ole tõenäoline, et hakkab sõitma elektriautoga ning „5“ – väga tõenäoline, et hakkab sõitma elektriautoga.

Küsimuste 3 kuni 5 tulemuste järgi on näha, et elektriautode kasutamise tõenäosus ajas kasvab (Joonis 12). Kui 5. aasta perspektiivis hinnatakse elektriautode kasutamise tõenäoliseks 21 % (13+8), siis 15. aasta perspektiivis on see näitaja juba 52 % (34+18).



Joonis 12. Elektriautode kasutamise tõenäosuse kasvutrend

Samal ajal 15. aasta perspektiivis elektriautode kasutamise negatiivne tõenäosus väheneb (Joonis 13). Kui 5. aasta pärast 59 % (22+37) vastanutest hindavad elektriautode kasutamise tõenäosus väheseks, siis 15. aasta pärast on see arv juba 31 % (28+3).



Joonis 13. Elektriautode kasutamise tõenäosuse kasvutrend.

4. LAADIJATE MUDELID

4.1 Vonk EV Standard Wallbox

Vonk EV (Joonis 14) on seinale või postile kinnitatav *Type 2* pistikuga laadija. Laadijal on olemas kaugjuhtimise funktsioon läbi *Ethernet* (LAN) või *WiFi* ühenduse. Võimaldab tasakaalustada tarbitav koormus sõltuvalt vabade võimsuste olemasolust. Vajadusel laadija saab seadistada mistahes OCPP 1.6 toega laadimisvõrku. Laadija juhitakse mobiilirakenduse abil ning varustatud ka lekkevoolu ja ülepingekaitsemega. Laadija on võimalik paigaldada kas seinale või tootja poolt valmistatud postile (Lisa 8) [6]

Vonk EV Standard Wallbox ekraanita mudeli hind on 1 119.00 €. [6]

Vonk EV Standard Wallbox ekraaniga mudeli hind on 1 269.00 €. [7]

Tabel 3. Vonk EV Standard Wallbox spetsifikatsioon [6]

Spetsifikatsiooni nimi:	Näitajad:
Toide	1 või 3 faasi, 400 V, 16 kuni 32 A
Väljundvõimsus	3...22 kW
Laadimispistiku tüüp	Type 2
Kaitseaste	IP55
Mõõtmed	146 × 269 × 360 mm
Kaal	4,6 kg



Joonis 14. Vonk EV Standard Wallbox laadija. [6]

4.2 Elinta Citycharge Mini 2

Tabel 4. Elinta Citycharge Mini 2 spetsifikatsioon [8]

Spetsifikatsiooni nimi:	Näitajad:
Toide	2× 3-faas 400 V/AC 32 A 2× 3-faas 400 V/AC 16 A 2× 1 faas 230 V/AC 32 A 2× 1 faas 230 V/AC 16 A
Väljundvõimsus	Max. 22 kW
Laadimiskaabli tüüp	2 × Type 2 – IEC62196 (Režiim 3) Phoenix Contact laadimiskaabel
Kaitseaste	IP54
Löögikaitse	IK10
Mõõtmed	150 × 350 × 670 mm
Kaal	25 kg

Citycharge Mini 2 (Joonis 15) on Enefit Volt poolt pakutav elektriauto laadimisjaam mis sobib korraga kahe auto laadimiseks ning omab kuni 22 kW väljundvõimsus. Citycharge Mini 2 sobib hästi äri lahendusena nii autoparki kui töötajate isiklike autode laadimiseks. Laadija võib nii osta ja paigaldada, kui ka rentida. Rentimise juhul, tellija valmistab ette koht, kuhu laadijad paigaldada. Laadija võimalik paigaldada seinale või postile. Citycharge tegelik tarbimine oleneb laaditavast autost ja ühendatud elektrivõrgust ning võimaldab seadistada väljundvõimsus vastavalt autole paigaldades dünaamilise koormuse juhtimise seade. Laadimine on mugav alustada ja lõpetada tänu RFID funktsioonile ja 4G kommunikatsioonile läbi spetsiaalselt töötajatele või sõidukitele määratud laadimiskaartidele. [8]

Elinta Citycharge Mini 2 hind on 3 450.00 € koos 4G / *RFID* / *CABLE* seadistusega. [8]

Dünaamilise koormuse juhtimise seade (*DLM*) hind on 457.08 € [9]



Joonis 15. Elinta Citycharge Mini 2 laadija. [8]

4.3 ABB Terra AC

ABB Terra AC (Joonis 16) pakutakse nii Enefit Volt poolt, kui ka see laadija võimalik ka osta ABB esinduse kaudu või tellida ehituspoes. Kättesaadav on 1 või 3 faasiline laadija võimsusega 7,4 kuni 22 kW (Tabel 5) . Laadija kasutamine toimub RFID kiibi kaudu või mobiilirakenduse kaudu. Teisel juhul on vaja internetiühendus laadija kasutamiseks. Laadija võimalik kinnitada seinale, laadimiskaabli pikkus on 2, 3 või 5 meetrit. Enefit Volt kaudu laadija saab nii osta, kui ka rentida. Laadija väljundvõimsus saab reguleerida piirates sisendkoormus dünaamilise koormuse juhtimise arvesti abil.

ABB Terra AC hind on 1 108,37 €. [10]



Joonis 16. ABB Terra AC laadija. [10]

Tabel 5. ABB Terra AC spetsifikatsioon. [11]

Spetsifikatsiooni nimi:	Näitajad:
Toide	3-faasi, 400 V, 50 Hz, 32 A
Väljundvõimsus	7,4 kuni 22 kW
Laadimiskaabli tüüp	Type 2
Laadimisluba võimalus	Jah (mobiilirakenduse abil läbi RFID)
Kaal	3,5 kg
Mõõtmed	195 × 110 × 320 mm
Kaitseaste	IP54

4.4 Ensto Wallbox laadija

Ensto Wallbox laadija (Joonis 17) pakutakse ettevõtte Ensto Ensek AS poolt, või on kättesaadav ka ehituspoodides. Wallbox mudel on välja arendatud lahendus äriks ja võimaldab laadimist väljundvõimsusega kuni 22 kW (Tabel 6). Laadija paigaldatakse nii seinale, kui ka postile. Laadija saab kasutada mobiilirakenduse kaudu, WiFi või RFID abil. Laadijal on olemas dünaamilise koormuse juhtimise võimalus ning sisseehitatud voolulekke kaitse. Laadija tarnija ei esita paigaldamisteenust. Paigaldamisteenust tuleb tellida eraldi.

Tabel 6. Ensto Wallbox laadija. [12]

Spetsifikatsiooni nimi:	Näitajad:
Toide	3-faasi, 400 V, 50 Hz, 32 A
Väljundvõimsus	Max. 22 kW
Laadimiskaabli tüüp	Type 2
Laadimisluba võimalus	Jah (mobiilirakenduse abil)
Mõõtmed	346 × 710 × 190 mm
Kaal	11 kg
Löögikaitse	IK10



Joonis 17. Ensto Wallbox laadija. [13]

4.5 Laadija paigaldus

Laadijatel on kaks paigaldamisviisi – seinale või postile. Asendiplaani järgi valitud asukohal sein ei ole ja parem võimalus paigaldada laadijad postile. Selline variant on võimalik nii Vonk EV Standard Wallbox mudelil, kui ka Elinta CityCharge Mini 2 laadijal.

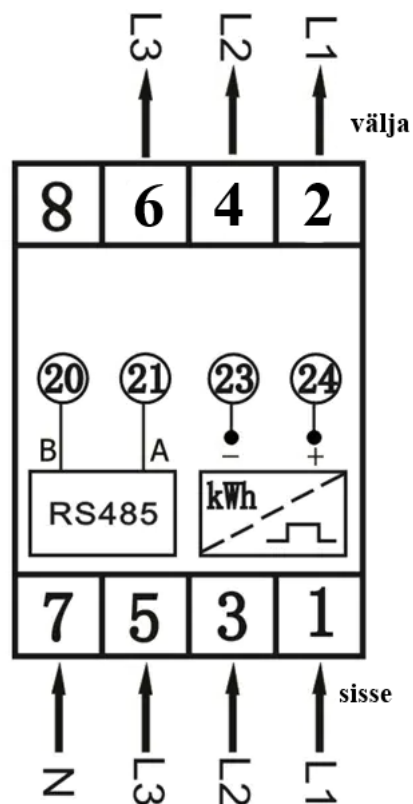
4.5.1 Vonk EV post

Post valmistatud metallist mõõtudega 1520 × 200 × 100 mm, paigaldamiskontuuriga 300 × 300 × 5 mm. Posti kaudu saab läbi viia kõik toide-, ja sidekaablid, mis on vaja laadijale (Lisa 8 [14]).

4.6 Dünaamilise koormuse reguleerimine

4.6.1 Elinta Citycharge Mini 2

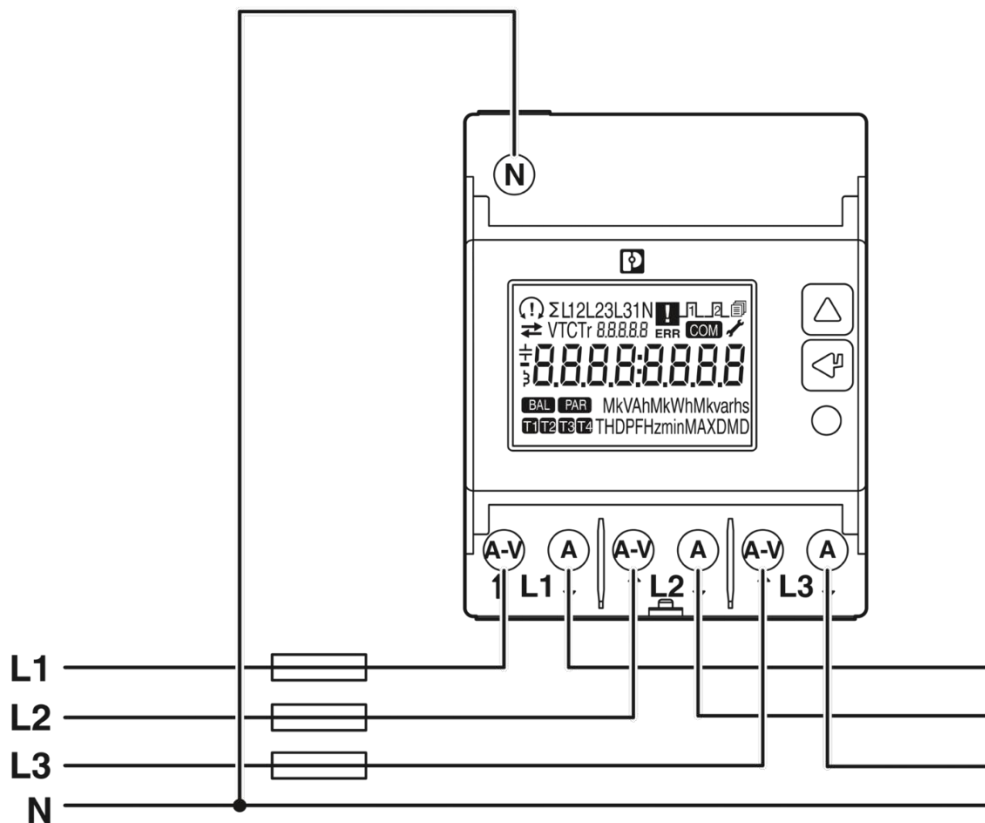
Enefit Volt pakub Elinta Citycharge Mini 2 laadijale dünaamilise koormuse juhtimise arvesti mudel DTS353F-2, firmast YTL (Joonis 18). Üks arvesti sobib mitme laadija koormuse juhtimiseks ja lubab maksimaalne koormus kuni 80 A. [8], [15]



Joonis 18. Koormuse juhtimise arvesti DTS353F-2. [15]

4.6.2 Vonk EV Standard Wallbox

Vonk pakub oma Vonk EV Standard Wallbox laadijale dünaamilise koormuse juhtimise arvesti tootjalt *Phoenix Contact*, mudel EEM-EM357 (Joonis 19). Sobib mitme laadijate koormuse juhtimiseks. Maksimaalne koormus kuni 80 A. [16]



Joonis 19. „Phoenix Contact“ koormuse juhtimise arvesti. [16]

5. EELPROJEKTI SELETUSKIRI NÄIDIS

Antud eelprojekti näidises kirjeldatud peamised tööd ja teenused projekti edukaks realiseerimiseks. Eelprojekti näidis koosneb tiitellehest, sisukorrast, seletuskirjast ja Elektrilevi OÜ poolt toodud tehnilistest tingimustest (selgitakse hiljem taotluse saamisel tööde teostamise jaoks), (Lisa 9 [17]). Eelprojekti näidise tiitelleht all toodud lisade osas. (Lisa 1), (Lisa 2), (Lisa 3)

5.1 Eelprojekti üldosa

Kiirlaadimispunkti asukoht: Pärnu mnt 62, 10135, Tallinn, Eesti (Lisa 5)

Kiirlaadimispunkt sisaldab:

- Laadimisseadmed parklas,
- Liitumispunkt alajaamast (Lisa 6)
- Paigaldamispostid laadimisseadmetele,
- Alajaamas eraldi peakaitse suurusega 3×250 A (ette vaadata võimalus kaitselüliti suurendamiseks kuni 500 A),
- Maakaabel alajaamast kiirlaadimispunktini.

Suletud kiirlaadimispunkti brutopind parklas on 320 m².

5.2 Ehitusuuringud

Antud projektiosa ei nõua eelnevaid ehitusuuringuid.

5.3 Liitumispunkti kirjeldus

Kiirlaadimispunkti toide lahendatakse vastavalt Elektrilevi OÜ poolt koostatud elektrivarustuse tehnilisele tingimusele (Lisa 9 [17]) (taotleda tehniline tingimus Elektrilevi OÜ-st).

5.3.1 Kaabelliinid

Liitumispunkti toitekaabli tüüp ja ristlõige alajaamast liitumiskilbini parklas täpsustatakse põhiprojekti staadiumis. Kiirlaadimispunkti seadmete paigalduskaabli tüüp täpsustatakse projekti staadiumis laadimisseadmete tarnija poolt.

5.4 Normdokumendid

Projekteerimise käigus on jälgitud kõiki Eesti Vabariigis kehtivaid õigusakte ja normdokumente niivõrd, kui võrd on need vajalikud käesoleva projekti koostamisel.

Allpool on toodud olulisemate õigusaktide loetelu:

1. Ehitusseadustik
2. Seadme ohutuse seadus

Projekteerimisel kasutatud olulisemate standartide loetelu:

1. EVS-HD 60364 „Ehitise elektripaigaldised“; „Madalpingelised elektripaigaldised“
2. IEC 61851-1 „Elektrisõidukite juhtivuslik laadimissüsteem. Osa 1: Üldnõuded“
3. EVS-EN 60909 „*Short-circuit currents in three phase a.c. systems*“

5.5 Elektri jaotusvõrgu haldaja ja tarbija kohustused

Liitumiseks on vaja paigaldada eraldi peakaitse alajaama sees (vastavalt koormusele 3×250 A) ning vedada maakaabel vastavalt kiirlaadimispunkti toide ülekoormusele. Kiirlaadimispunkti asukohal paigaldada kilp laadimisseadmete ühendamisele võrguga.

5.6 Olemasolevad objektid ja hooned

TTK territooriumil asuvad 3 koolihoonet, parkla, alajaam ja maaaluse korruse klaaskatus.

5.7 Põhiandmed

5.7.1 Liitumispunkti andmed

Harju maakond, Tallinna linn, Kesklinn, Pärnu mnt 62 kiirlaadimispunkti liitumispunkt peab paiknema Elektrilevi OÜ alajaamas 116. alajaamas, vastavalt Elektrilevi OÜ tehnilistele tingimustele peab paiknema kahetariifne arvestussüsteem ja peakaitse. Toitekaabli parameetrid ja ristlõike määratakse vastavalt Elektrilevi OÜ tehnilistele tingimustele ja vastavale koormusele.

5.7.2 Liitumispunkti tugevvolupaigaldise andmed

Elektripaigaldise liik	II [18]
Toitepinge	$3 \times 400 \text{ V}, 50 \text{ Hz}$
Installeritav võimsus	$P_i = 165 \text{ kW}$
Arvutuslik tarbitav võimsus	$P_a = 111 \text{ kW}$
Arvutuslik vool	$I_a = 165 \text{ A}$
Kiirlaadimispunkti vajalik peakaitsme suurus	$3 \times 250 \text{ A}$
Võimsustegur	$\text{Cos } \varphi > 0,95$
Reaktiivvõimsuse kompensatoor	Puudub
Varutoite allikas	Puudub
Varugeneraator	Puudub

5.8 Katkematu toite (UPS) jaotussüsteem

Antud objektil nimetatud süsteemid puuduvad.

5.9 Maandused ja potentsiaaliühtlused

5.9.1 Maanduspaigaldis

Liitumispunktil nähakse ette maanduslatt kilbi juures. Maanduslatt ühendatakse peamaanduslatiga alajaama kilbis. Kasutatakse EVS nõuetele vastava ristlõikega vaskjuhet või tsingitud ümarterast. Laadimisseadmete maandused tehakse vastavalt seadmete kasutusjuhendile.

5.9.2 Potentsiaaliühtlustus

Elektriohutuse tagamiseks on projektil lähtutakse standardist EVS-HD 60364, EVS-EN 60529 ning kaitseviisideks põhikaitsena peab olema põhiisolatsioon, kaitsekatted ning kaitseümbrised. Rikkekaitsena peab kasutama kaitsemaandamine, potentsiaali ühtlustus ning automaatne väljalülitamine. Lisakaitsena sobib kaitselülitid.

5.10 Seadmed

Seadmeteks valitud neli varianti:

- Elinta Citycharge Mini 2 kiirlaadija;
- Vonk EV Standard Wallbox kiirlaadija;
- ABB Terra AC;
- Ensto Wallbox.
- Seadmed paigaldatakse postile vastavalt tootja juhenditele.

6. SWOT

SWOT analüüsis (Tabel 7) vaadeldakse tugevused ja nõrkused TTK territooriumil kiirlaadimispunkti ehitamise kohta ning hinnatakse, millised võimalused annab eelprojekti näidise koostamine ja millised ohud võivad tekkida projekti realiseerimise staadiumil. SWOT analüüs koostatud diplomitöö autori poolt, et hinnata selle projekti eelised ja puudused.

Tabel 7. SWOT analüüs kiirlaadimispunkti ehitamise kohta TTK territooriumil.

Toetavad tegurid	Kahjustavad tegurid
<p>Tugevused:</p> <ul style="list-style-type: none">– TTK maine tõstmine;– Aja säästmine (saab kiiremini laadida auto võrreldes vähem võimsama laadijaga);– Odavam sõita (madala elektri hinna juhul).	<p>Nõrkused:</p> <ul style="list-style-type: none">– Elektrivõrgu taristu vananemine ning võimsuse vähenemine;– Huvipuudus elektriautode kasutamise vastu.
<p>Võimalused:</p> <ul style="list-style-type: none">– TTK töötajad võivad laadida auto töö kõrval;– Eraettevõtjate kaasamise võimalus projektile;– Teiste alternatiivenergiaallikate tehnoloogia uurimine.– Huvi tõstmine elektriautode vastu	<p>Ohud:</p> <ul style="list-style-type: none">– Elektri hind on liiga kallis;– Teiste energiaallikate arenemine (vesinik).– Ehitamishindade kallinemine.

6.1 Projekti tugevused

Kiirlaadimispunkti ehitamise poolt on Tallinna Tehnikakõrgkooli maine tõstmine, juhul, kui see kiirlaadimispunkt oleks ka kättesaadav. Auto kiirlaadimise võimalus tõstaks huvi elektriautode vastu. Teine tugev külg on aja säästmine auto laadimisel. Inimene võib tulla elektriautoga teisest linnast ja 2...4 tunniga laadida piisavalt, et sõita tagasi koju. Kui elektri hind on odav, siis elektriautoga sõitmine ka odavam kui fossiilkütustega ja tekib vajadus taristu loomiseks.

6.2 Projekti nõrkused

Üks nõrkuseks on elektrivõrkude vananemine linna piirkonnas, mis võib olla takistuseks et kiirlaadimispunkti ehitada. Teine on madal huvi elektriautode vastu.

6.3 Projekti võimalused

Projekti realiseerimine võib tõsta kõrgkooli maine, kes uurib ja katsetab kaasaegseid tehnoloogiaid. Kui koolil oleks võimalus kasutada mõni laetav pistikhübrid, või elektriauto, siis võiks õppida lähemalt laadimisetehnoloogia. Samuti see avaks ukseid teistele alternatiivallikatega seotud tehnoloogiatega. Näiteks, energiasalvestus tehnoloogia uurimine ja katsetamine, elektritootmise tehnoloogia uurimine ja katsetamine elektriautode laadimise kõrval jne. Teine tugev külg on eraettevõtete kutsumine projektis osalemaks, sest rohetehnoloogia näiteks on väga populaarne ja selle arendamisele eraldatakse raha nt. Euroopa Liidust. Ja samuti, enda oma töötajate võimalus kasutada kiirlaadimispunkti, ning oleks hea, kui laadimine oleks nende jaoks soodsam.

6.4 Ohud

Ohtudest märkisin elektri hinna kallinemine. Võib juhtuda nii, et bensiiniga või diiselkütusega sõitma odavam, kui elektriautoga. Teiseks ohuks märkisin ehitamise hindade kallinemine. Kolmas oht on teiste energiaallikate arendamine autotööstuses, näiteks vesinikuautod. Sel juhul võib tekkida vajadus juba vesiniku tankla ehitamisest.

7. EELPROJEKTI EELARVE NÄIDIS

Tabel 8. Eelarve näidis. [19], [8], [7], [15], [9], [16]

Toote või teenuse nimi:	Hind ühiku kohta:	Kogus:	Hind kokku:
Laadija Elinta CityCharge Mini 2	3 450,00 € / tk	7	24 150,00 €
Laadija Vonk EV Standard Wallbox	1 119,00 € / tk	15	16 785,00 €
ABB Terra AC laadija	1 108,37 € / tk	15	16 625,55 €
Ensto Wallbox	2 436,00 € / tk	15	25 350,00 €
Elektrilevi OÜ poolt võimsuse suurendamine alajaamas	156,00 € / A	250 A	39 000,00 €
Dünaamilise koormuse juhtimise seade	457,00 € / tk (Elinta) 192,00 € / tk (Vonk)	5 tk	2 285,00 € 960,00 €
Laadija paigaldamine + dünaamilise koormuse seadistus	Teenuste hind määratakse laadijate tarnija poolt	Teenuste maht määratakse laadijate tarnija poolt	-
Vonk EV laadija post	539,00 €	15	8 085,00 €
Elinta Citycharge Mini 2		Hind kokku:	65 435,00 €
Vonk EV Standard Wallbox		Hind kokku:	64 830,00 €
ABB Terra AC		Hind kokku:	55 585,55 €
Ensto Wallbox		Hind kokku:	76 500,00 €

Hinnapakkumises välja toodud laadijate hinnad, ostmise puhul ja rentimise puhul. Laadijate paigaldamise hinnad on võetud nende veebilehtedest ja küsitud müügiinseneride käest. Samuti välja toodud Elektrilevi OÜ poolt teostamiseks vajalikud tööde maht ja hinnad. Laadimisprotsessi

optimeerimise jaoks on ka vajalik dünaamilise koormuse regulaator, mille seadistus läheb nagu eraldi töö, mille hind on ka välja toodud. Elektrilevi tööde maht – alajaama võimsuse suurendamine, mis vaja 250 A toideks kiirloomispunktile. Liitumine elektrivõrguga, juhul, kui liitumispunkti kaugus alajaamast kuni 400 m on 156,00 € / A kohta koos käibemaksuga. [19] TTK kiirloomispunkti asub alajaamast 130 m kaugusel, ja ühe ampri hind sellepärast ei muutu.

KOKKUVÕTE

Lõputöö teemas oli eelprojekti näidise koostamine elektriautode kiirlaadimispunkti ehitamiseks TTK territooriumil. Teema oli valitud sellepärast, et Tallinna Tehnikakõrgkoolis on huvi, et ehitada tulevikus sellise kiirlaadimispunkti ja oleks tarvis koostada näidis, kuidas selline projekt võiks välja nägema. Vaatamata raskustele, mis oli seotud info kogumisega lõputöö teema kohta, autor kasutas kõik võimalik info, mida ta suutis leida. Eesmärgiks oli koostada eelprojektile kõik võimalikud dokumendid ja koostada skeemid, et tulevikus saaks planeerida kiirlaadimispunkti ehitamist ja oleks, kas vastav dokumentatsioon, või selle näidis, millele võiks tugineda. Lõputöö käigus oli koostatud eelprojekti tiitelleht, koostatud seletuskiri, teostatud SWOT-analüüs ning koostatud tabel-hinnakiri. Samuti, autori poolt oli uuritud, mis elektriautode laadijad sobivad paremini, millised lahendused kasutatakse kiirlaadimispunkti ehitamiseks ja miks.

Lõputöö esimeses osas autor tõi välja standartide loetelu, mis reguleerivad elektriautode laadimispunktide projekteerimine, ehitamine, hooldus ja remont. Peamine standard, mis kirjeldab kõiki elektriauto laadijatega seotud aspektid, on IEC 61851. Antud standard üles kirjutab, seletused, skeemid ja nõuded laadijatele.

Lõputöö käigus oli teostatud väike küsitlus, TTK töötajate seas, millele vastanud umbes 30% töötajatest. Küsimustiku tulemused andsid teada, millised ootused ja suhtumine TTK töötajatel elektriautode valdkonnale. Samuti, küsitluse abil oli võimalik hinnata töötajate vajadus kiirlaadimispunkti ehitamiseks.

Küsitluse tulemuste aluseks otsustasin koostada eelprojekti näidis 15 elektriauto laadimiseks. Seetõttu, et enamuse elektriautosid laaditakse koormusega kuni 11 kW, siis otsustasin valida sellised laadijad, mille väljundvõimsus ei ületa 11 kW, aga ette vaadata võimalus suurendada laadimisvõimsus juhul, kui sellele tekib vajadus. Koormuse järgi otsustati planeerida 15 elektriauto laadimiseks peakaitse suuruseks 250 A, 3 faasilises elektrivõrgus, nominaalpingega 400 V. Eelprojekti seletuskirjas tehtud märkus, et ette vaadata võimalus, suurendada liitumispunkti peakaitse kuni 500 A. Selleks, et vältida elektrivõrgu ülekoormust laadimise ajal, otsustati kasutada dünaamilise koormuse juhtimise arvesti, mis annab võimalus reguleerida laadimisvõimsus mitmele laadijale korraga ning hoida elektrivõrgu stabiilsus.

TTK poolt esitatud asendiplaan, kus oli märgitud kiirlaadimispunkti perspektiivne asukoht, ning näidatud liitumispunkti perspektiivne asukoht. Eraldi koostatud liitumispunkti lülitusskeem laadimisseadmetega ning kaitsmetega.

Sobiva laadija leidmiseks oli uuritud tootjate valik turul ning saadetud hinnapäringud kolmele ettevõttele – Lukuexpert OÜ, Enefit Volt OÜ ning Eleport OÜ. Samuti oli uuritud kaks laadijate mudelit, millised on võimalik osta eraldi ning tellida laadijate paigaldamisteenus. Nendest laadijatest on ABB, mudel Terra AC ning Ensto Wallbox. Lukuexpert poolt pakutav laadija Vonk EV Standard Wallbox oli valitud autori poolt võimalikuks laadimisseadmeks kiirlaadimispunkti projekteerimiseks. Enefit Volt pakkus laadija Elinta Citycharge Mini 2. Eleport ei suutnud pakkuda sobiva lahenduse nende toodete spetsiifika pärast ning soovinud teada lisaparameetrid elektrivõrgu kohta, mis oli võimalus saada ainult Elektrilevi AS poolt.

Eelprojekti jaoks oli koostatud tiitelleht, kus on toodud TTK aadress, registrikood ja eelprojekti nimetus. Koostatud seletuskiri, kus on toodud plaanitav töö, millised seadmed plaanitakse kasutada, millised teenused on vaja tellida ning millistesse standartidesse vaja tugineda tööde teostamisel. Eelprojektile manustatud ka tehniliste tingimuste näidis. Eelprojektile manustatud SWOT-analüüs, kus oli toodud projekti eelised ja puudused ning nõrkused ja ohud. Samuti koostatud eeldatav hinnakiri, et näidata tööde ja seadmete maksumus. Kuna eelprojekti näidises kasutatavad laadijate mudelid tarbivad voolu sarnaselt, nende hind siiski erineb. Samas tasub märkida ka seda, et TTK võib ette vaadata võimalus ainult liitumispunkti tekitamiseks ning rentida laadimisseadmed, mis annab arusaam reaalses kiirlaadimispunkti vajaduses ja aitab langetada otsus, kas tasub ehitada kiirlaadimispunkt, või mitte, ja samuti aitab näha selle reaalne kasu.

SUMMARY

The topic of the dissertation was the preparation of a sample of the preliminary design for the construction of a fast charging point for electric cars on the territory of TTK. The topic was chosen because there is an interest in Tallinn University of Technology to build such a fast charging point in the future and it would be necessary to compile an example of what such a project might look like. Despite the difficulties involved in gathering information on the topic of the dissertation, the author used all possible information he could find. The aim was to prepare all possible documents for the preliminary design and to draw up diagrams so that the construction of a fast-charging point could be planned in the future and whether there was either a corresponding documentation or a sample on which to rely. In the course of the dissertation, the title page of the preliminary project was prepared, an explanatory note was prepared, a SWOT analysis was performed and a table price list was prepared. Also, the author investigated which electric car chargers are better suited, which solutions are used to build a fast charging point and why.

In the first part of the dissertation, the author presented a list of standards governing the design, construction, maintenance and repair of electric car charging points. The main standard that describes all aspects related to electric car chargers is IEC 61851. This standard records, explanations, diagrams and requirements for chargers.

During the dissertation, a small survey was conducted among TTK employees, which was answered by about 30% of the employees. The results of the questionnaire revealed the expectations and attitudes of TTK employees in the field of electric cars. Also, the survey made it possible to assess the need for employees to build a fast charging station.

Based on the results of the survey, I decided to compile a preliminary design sample for charging 15 electric cars. Because most electric cars are loaded with a load of up to 11 kW, I decided to choose chargers with an output not exceeding 11 kW, but to consider the possibility of increasing the charging capacity if the need arises. According to the load, it was decided to plan the main protection for the charging of 15 electric cars in 250 A, 3-phase mains with a nominal voltage of 400 V. a control meter that allows you to adjust the charging capacity of several chargers at once and maintain the stability of the mains.

The position plan provided by TTK, which indicated the perspective location of the fast charging point, and the perspective location of the connection point. Wiring diagram for separately connected connection point with chargers and fuses.

In order to find a suitable charger, the selection of manufacturers in the market was investigated and price inquiries were sent to three companies - Lukuexpert OÜ, Enefit Volt OÜ and Eleport OÜ. Two models of chargers were also studied for using in the preliminary project, which can be purchased separately and ordered with a charger installation service. These chargers are ABB, Terra AC and Ensto Wallbox. The charger Vonk EV Standard Wallbox offered by Lukuexpert was chosen by the author as a possible charging device for designing a fast charging point. Enefit Volt offered the charger Elinta Citycharge Mini 2. Eleport could not offer a suitable solution due to the specifics of these products and wanted to know additional parameters about the electricity network, which was available only from Elektrilevi AS.

A title page was prepared for the preliminary project, which contains the TTK address, registry code and the name of the preliminary project. An explanatory memorandum has been prepared, which sets out the planned work, which equipment is planned to be used, which services need to be ordered and which standards need to be relied on when performing the work. A sample of technical conditions is also attached to the preliminary design. SWOT analysis attached to the preliminary project, which presented the advantages and disadvantages of the project, as well as weaknesses and risks. An estimated price list has also been prepared to show the cost of works and equipment. However, since the charger models used in the preliminary design sample consume power similarly, their price varies. However, it is also worth noting that TTK may envisage the possibility of creating only a connection point and rent charging equipment, which gives an understanding of the real need for a fast charging point and helps to decide whether or not to build a fast charging point and also helps to see its real benefits.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] E. S. Keskus, „evs.ee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/search?OnlySuggestedProducts=false&query=IEC+61851&Search=Otsi>. [Kasutatud 07. mai, 2022].
- [2] G. Pistonia, Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market, Amsterdam: Elsevier B.V., 2010.
- [3] E. S. Keskus, „evs.ee,“ 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/Download/ViewBrowsingServiceSubscription?productId=55777&language=EnglishLanguage>. [Kasutatud 30. aprill, 2022].
- [4] S. Electric, „electrical-installation.org,“ 18 01 2021. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.electrical-installation.org/enwiki/Electric_Vehicle_and_EV_charging_fundamentals. [Kasutatud 06. mai, 2022].
- [5] D. E. Tennessee, „driveelectrictn.org,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.driveelectrictn.org/about-ev-charging/#/analyze?region=US-TN&country=US&fuel=ELEC&show_map=true. [Kasutatud 06. mai, 2022].
- [6] lukuexpert, „lukuexpert.ee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.lukuexpert.ee/et/lukuexpert-evc-lahendused/5804/Vonk+EV+Standard+Wallbox%2C+5M+KAABLIGA%2C+kuni+22+kW-1X11-22ACT2H.html>. [Kasutatud 27. aprill, 2022].
- [7] lukuexpert, „lukuexpert.ee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.lukuexpert.ee/et/lukuexpert-evc-lahendused/5803/Vonk+EV+Standard+Wallbox%2C+5M+KAABLIGA+JA+EKRAANIGA%2C+kuni+22+kW-1X11-22ACT2.html>. [Kasutatud 28. aprill, 2022].
- [8] volt, enefit, „enefitvolt.com,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://enefitvolt.com/.resources/volt/webresources/assets/pdfs/enefit_volt_citycharge_mini2_plus_infoleht_A4.pdf. [Kasutatud 28. aprill, 2022].
- [9] volt, enefit, „enefitvolt.com,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://enefitvolt.com/elektriauto-laadija-eramajale>. [Kasutatud 28. aprill, 2022].

- [10 Onninen AS, „onninen.ee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.onninen.ee/abb-laadimisjaam-terra-ac-w22-t-r-0-3f-32a-rfid/p/CJH910>. [Kasutatud 10. mai, 2022].
- [11 ABB EV Infrastructure, „kesko onninen,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://kesko-onninen-pim-resources-production.s3-eu-west-1.amazonaws.com/pimdocuments/15804227.pdf>. [Kasutatud 10. mai 2022,].
- [12 Ensto Ensek, „ensto.com,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://static.ensto.com/files/datasheets/BR2_Wallbox_EN.pdf. [Kasutatud 10. mai, 2022].
- [13 Ensto Ensek, „esnto.com,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ensto.com/et/bulding-systems/tooted/elektriautode-laadimislahendused/kodulaadimine/ensto-wallbox/evb100-alb/>. [Kasutatud 11. mai, 2022].
- [14 Nõmm, Peeter, „Vonk EV post,“ lukuexpert.ee, Tallinn, 2022.
-]
- [15 YTL, „ytl-e.com,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ytl-e.com/product/ev-charging/dts353f2-three-phase-electric-energy-meter-din-rail-pulse-meter-mid-certified.html>. [Kasutatud 07. mai, 2022].
- [16 Contact, Phoenix, „phoenixcontact.com,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.phoenixcontact.com/en-pc/products/measuring-instrument-eem-em357-2908588#downloads-link-target>. [Kasutatud 07. mai, 2022].
- [17 Elektrilevi OÜ, „tehniliste tingimuste vorm,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.elektrilevi.ee/abiinfo/vormid?tabgroup_1=other-services. [Kasutatud 08. mai, 2022].
- [18 Riigiteataja, „riigiteataja.ee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/108072015014>. [Kasutatud 11. mai, 2022].
- [19 E. OÜ, „elektrilevi hinnakiri, märts 2022,“ Elektrilevi OÜ, Tallinn, 2022.
-]
- [20 EverExceed, „everexceed.com,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.everexceed.com/vrla-battery-charging-method_n261. [Kasutatud 28 04 2022].
- [21 J. Larminie ja J. Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, 2012.

[22 J. Larminie ja J. Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, West Sussex: John Wiley & Sons
] Ltd, 2012.

[23 J. L. James Larminie, Electric Vehicle Technology Explained, West Sussex: John Wiley & Sons
] Ltd, 2012.

LISAD

Lisa 1. Eelprojekti tiitelleht

Lisa 2. Kiirlaadimisjaama skeem

Lisa 3. Alajaamapoolne osa

Lisa 4. Liitumiskilbi osa

Lisa 5. Asendiplaan 1. Liitumispunkt alajaamas

Lisa 6. Asendiplaan 2. Kiirlaadimispunktile ühenduskoht

Lisa 7. Parkla asukoht kaardil

Lisa 8. Vonk EV Standard Wallbox posti joonis

Lisa 9. Eelprojekti tehniliste tingimuste vorm

Lisa 1. Eelprojekti tiitelleht



Tellija: Tallinna Tehnikakõrgkool

Tallinn, Pärnu mnt 62, 10135

Registrikood: 70003773

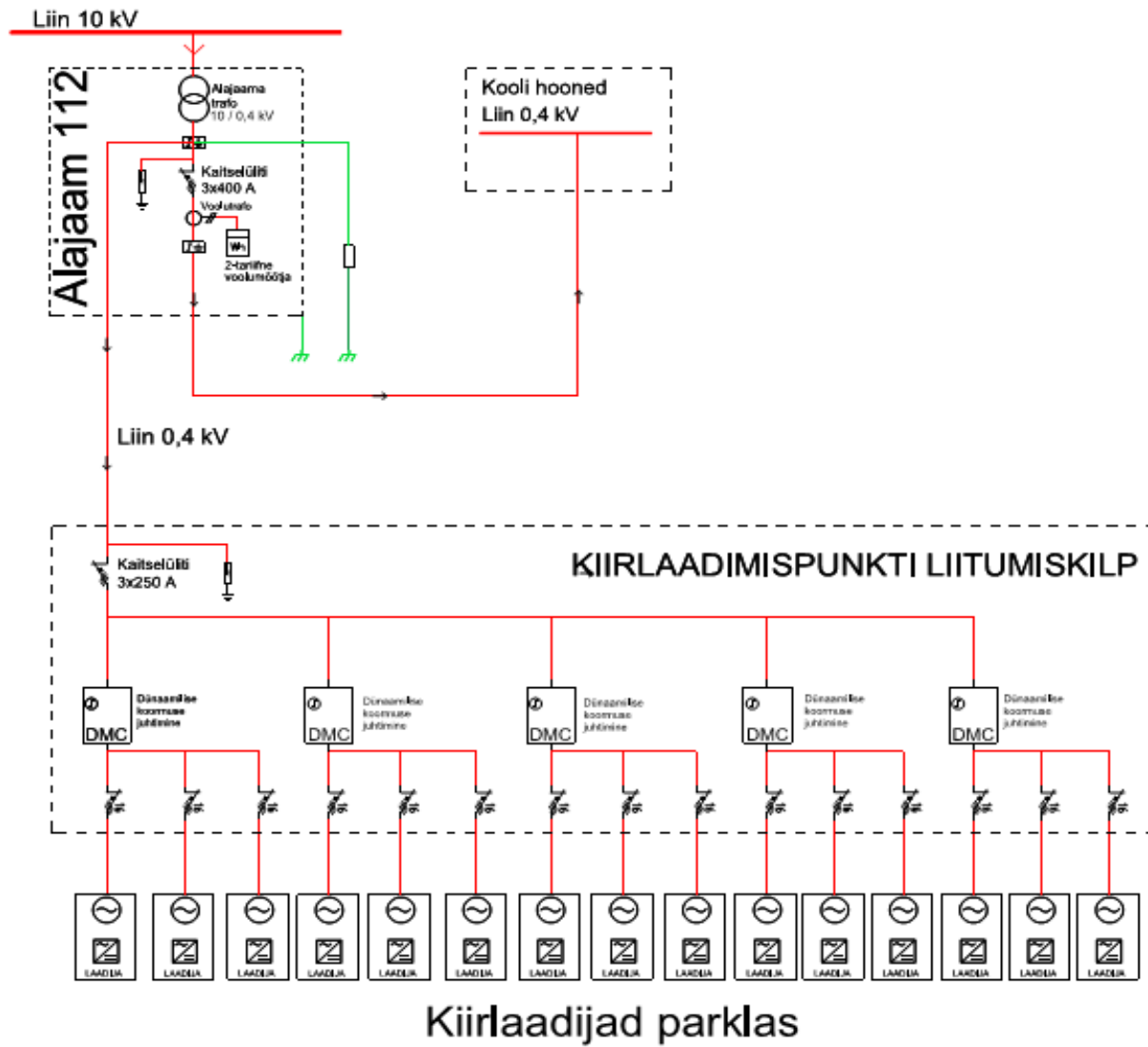
Objekt: Kiirlaadimispunkt TTK territooriumil

Asukoht: Pärnu mnt 62, 10135, Tallinn, Eesti

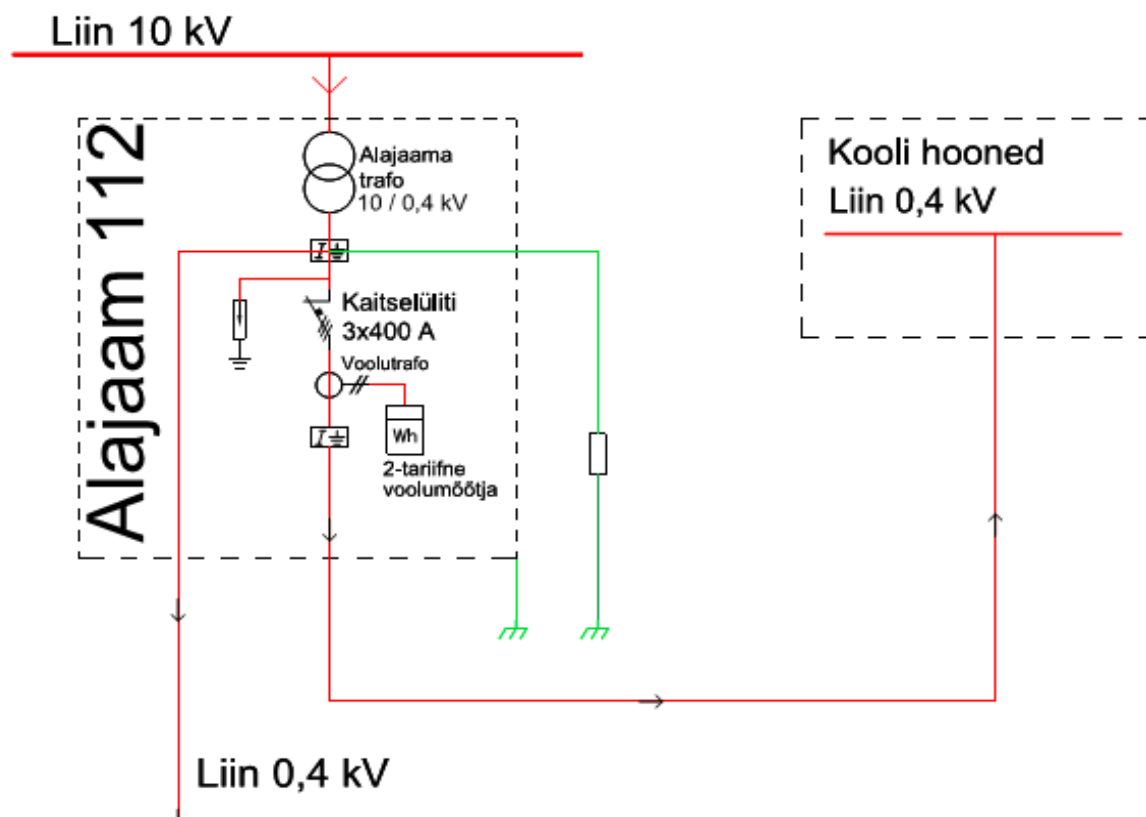
KIIRLAADIMISPUNKTI EELPROJEKTI NÄIDIS

Tallinn 2022

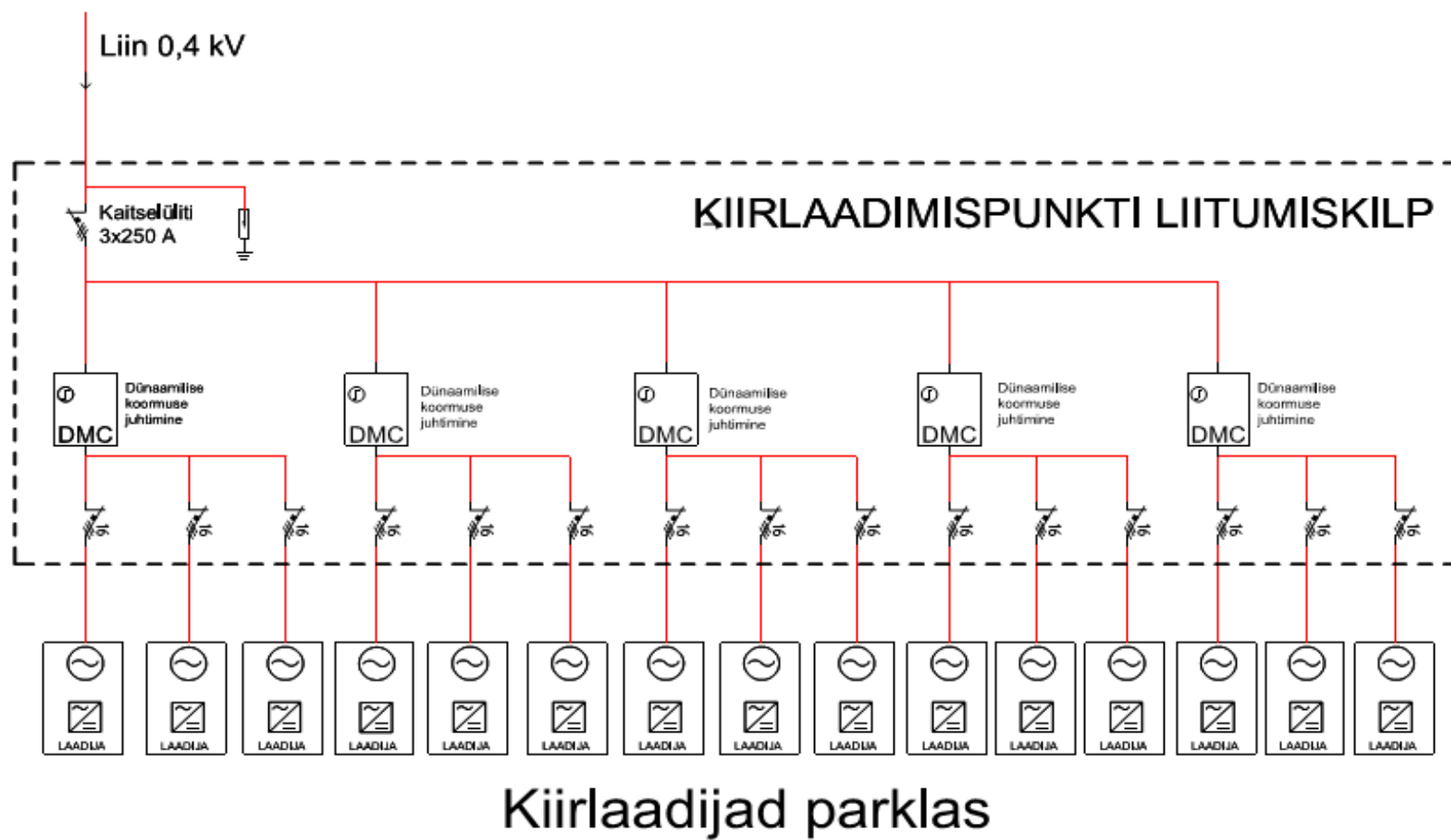
Lisa 2. Kiirlaadimisjaama skeem



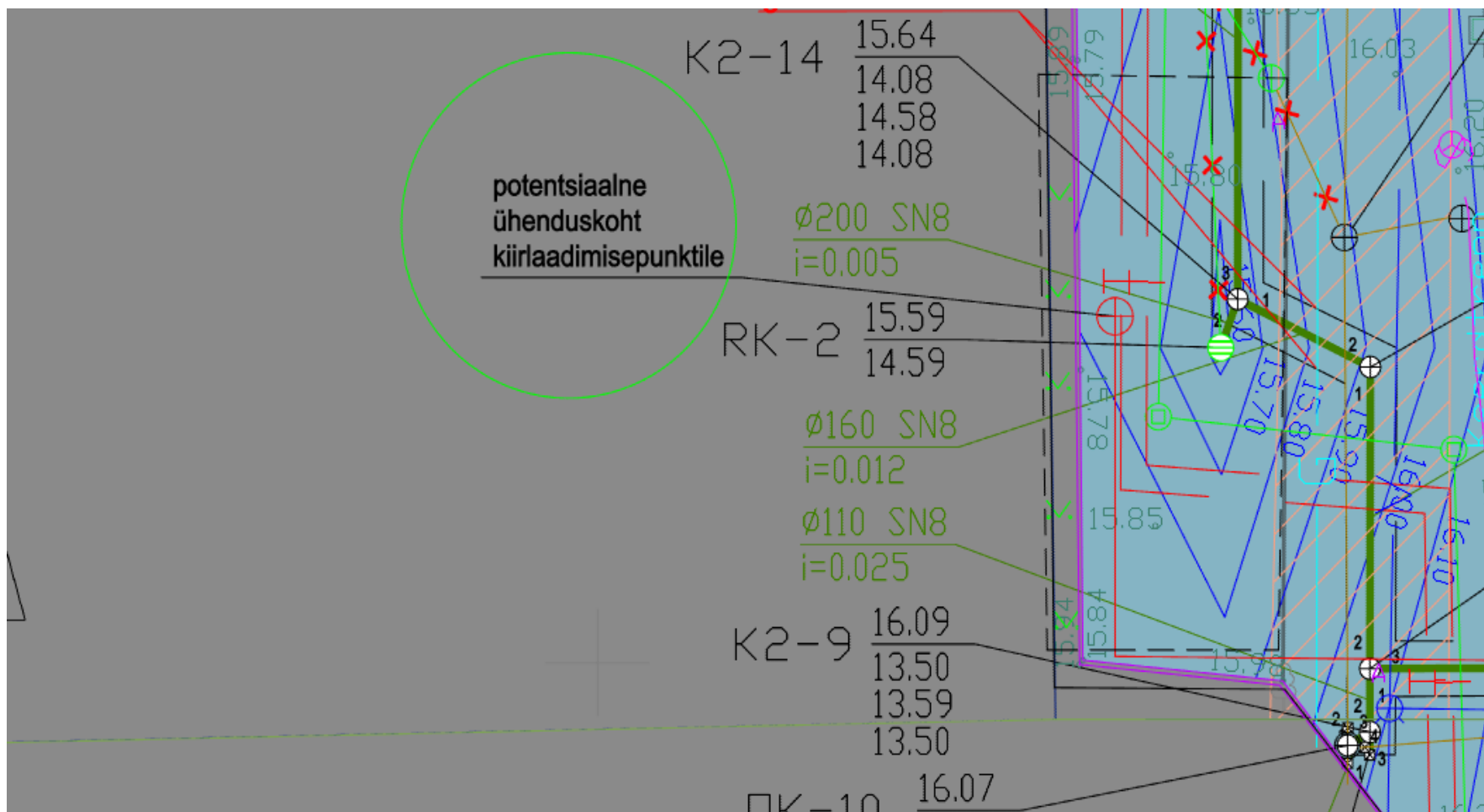
Lisa 3. Alajaamapoolne osa



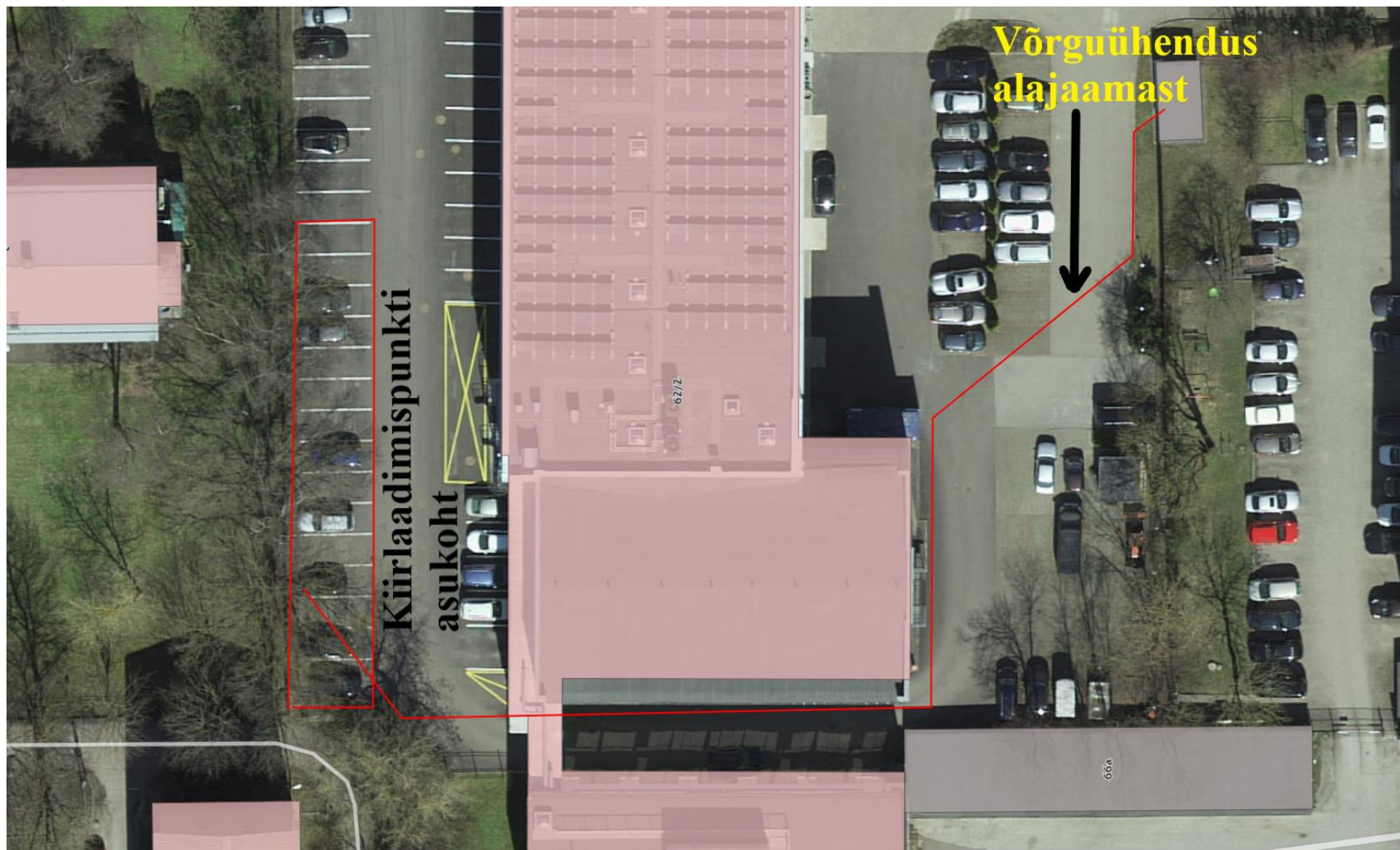
Lisa 4. Liitumiskilbi osa



Lisa 6. Asendiplaan 2. Kiirlaadimispunktile ühenduskoht



Lisa 7. Parkla asukoht kaardil



Lisa 9. Eelprojekti tehniliste tingimuste vorm



**TEHNILISTE TINGIMUSTE
TAOTLUS NR:** _____

TAOTLUSE ESITAJA

NIMI / ÄRINIMI Tallinna Tehnikakõrgkool		ISIKU- VÕI REGISTRIKOOD 70003773
KONTAKTAADRESS (TÄNAV, MAJA, KORTER, TALU, LINN, VALD, MAAKOND, SIHTNUMBER) Tallinn, Harjumaa, Pärnu mnt 62, 10135		
TELEFON 0664521	E-POST tktk@tktk.ee	
ESINDAJA NIMI Andres Kiisler	ESINDAMISE ALUS (ärkilendi kohustuslik) <input checked="" type="checkbox"/> amet <input type="checkbox"/> volikiri	
ESINDAJA TELEFON 0664531	ESINDAJA E-POST andres.kiisler@tktk.ee	

ASUKOHA ANDMED

ASUKOHA AADRESS (TÄNAV, MAJA, TALU, LINN, VALD, MAAKOND) Pärnu mnt 62	MAAÜKSUSE NIMI Alajaam 116
	KATASTRITUNNUS 6587800.16, 542093.47
EHITISE ANDMED, KIRJELDUS Jaotusalajaam, 10 / 0,4 kV, peakaitse 3 x 400 A	

TELLITAVAD TEHNILISED TINGIMUSED (palume märkida vajadusel kaitsme suurus või võimsus)

TASUTA TINGIMUSED	TASULISED TINGIMUSED
<input type="checkbox"/> 3X220V LIINIPINGELT ÜLEMINEK 3X400V PINGELE	<input type="checkbox"/> AJUTINE VÕRGUÜHENDUS PEAKAITSME SUURUSEGA A
<input type="checkbox"/> LIITUMINE KESKPINGEL VÕIMSUSEGA KW	<input type="checkbox"/> DETAILPLANEERING A KW
<input type="checkbox"/> VÕRGU ÜHISKASUTUS	<input type="checkbox"/> MITTEELEKTRIPROJEKTI KOOSTAMINE
<input checked="" type="checkbox"/> VÕRGU ÜMBEREHITUS KLIENDI SOOVIL	
<input checked="" type="checkbox"/> TEHNILISED TINGIMUSED HOONE ELEKTRIPROJEKTI KOOSTAMISEKS* PEAKAITSE 250 A	

*Märkuste väljale lisada objekti kirjeldus ja projekteerimiseks vajalike andmete loetelu.

Eraldi tellida pole võimalik tüüpseid tehnilisi tingimusi, st liitumine madalpingel, peakaitsme suurendamine madalpingel, liitumispunkti / mõõtepunkti asukoha muutmine/ehitamine, üleminek 1-faasilt 3-le faasile. Need leiate Elektrilevi kodulehelt www.elektrilevi.ee.

TÄIENDAVAD MÄRKUSED

Jaotusalajaama ümberehitus, eesmärgiga, suurendada jaotusalajaama peakaitse 400 A kuni 700 A ja tekitada eraldi liitumispunkt peakaitse suurusega 250 A.

TAOTLUSE ESITAJA

NIMI JA ALLKIRI Täidab kõrgkooli esindaja
KUUPÄEV

TAOTLUSE VASTUVÕTJA

NIMI JA ALLKIRI Täidab tööde teostaja
KUUPÄEV