

**TAL  
TECH**

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL**

INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

**MAAPAIGALDUSEGA PÄIKESEELEKTRIJAAMA  
RAJAMISE JUHEND**

**PLANNING GUIDE FOR  
GROUND SOLAR POWER PLANTS**

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Karl-Erik Laasma

Üliõpilaskood: 179192EAAB

Juhendaja: Reeli Kuhi-Thalfeldt, vanemlektor

Tallinn 2021

# AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

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

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"....." ..... 202.....

Autor: .....

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

"....." ..... 202.....

Juhendaja: .....

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....." .....202... .

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks<sup>1</sup>**

Mina **Karl-Erik Laasma**

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose **Maapaigaldusega päikeseelektrijaama rajamise juhend,**

mille juhendaja on **Reeli Kuhi-Thalfeldt**

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

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

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

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

**18.05.2021**

---

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

## LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE

*Autor:* Karl-Erik Laasma

*Lõputöö liik:* Bakalaureusetöö

*Töö pealkiri:* Maapaigaldusega päikeseelektrijaama rajamise juhend

*Kuupäev:* 18.05.2021

111 lk

*Ülikool:* Tallinna Tehnikaülikool

*Teaduskond:* Inseneriteaduskond

*Instituut:* Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

*Töö juhendaja(d):* vanemlektor Reeli Kuhi-Thalfeldt

*Töö konsultant (konsultandid):* Roger Pilvik, CEO, Sunervice OÜ

Renar Ehrstein, peaspetsialist, Sunservice OÜ

Meelis Trumberg, projektijuht, Sunservice OÜ

*Sisu kirjeldus:* Eesti taastuvenergia arengukava aastani 2030 näeb ette koguni 50%-st taastuvenergia kasutamist kogu energiatarbimise raames. Aasta 2020 seisuga on taastuvenergia osakaal 25,6% kogutarbimisest, mis on pea kaks korda vähem 2030 aasta eesmärgist. Tuleviku eesmärkide täitmiseks on vaja hõlbustada Eestis taastuvenergia lahenduste kasutuselevõttu. Päikeseelektrijaamade rajamine on järjest kiiremini arenev ja populaarsust koguv taastuvenergiast elektri tootmise viis, kuid selle arengut on võimalik veelgi enam kiirendada läbi jaama rajamisprotsessi kirjeldavate juhiste kättesaadavamaks muutmise.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on luua maapaigaldusega päikeseelektrijaama rajamise juhend, mille etappide järgimisel on võimalus saada täpne ettekujutus ja juhis kõikide taoliste päikeseelektrijaamade planeerimise ja rajamisega seotud sammude kohta. Kuna hetkel sellist eestikeelset juhendit pole, loob see võimaluse antud kirjutisele leida laialdast kasutust.

Töö annab kronoloogilises järjekorras ülevaate kõikidest maapaigaldusega päikeseelektrijaama planeerimise ja rajamise etappidest, milleks on põhiliste esialgsete lähteandmete ja nõuete kontrollimine, projekteerimisprotsessi põhimõtted, päikeseelektrijaama ehituslike sammude läbimine ja kogu maapäikeseelektrijaama dokumentatsiooni protsessi käsitlemine. Põhiline osa andmete kogumisest ja etappide loogilise kronoloogilise järjekorra reastamine on viidud läbi koostöös Eesti päikeseenergia valdkonna asjatundjatega.

*Märksõnad:* päikeseenergia, päikeseelektrijaam, taastuvenergia, elektrienergia tootmine, päikeseelektrijaama juhend, energiatarbimise osakaal, Eesti.

## ABSTRACT

<i>Author:</i> Karl-Erik Laasma	<i>Type of the work:</i> Bachelor
<i>Title:</i> Planning guide for ground solar power plants	
<i>Date:</i> 18.05.2021	111 pages
<i>University:</i> Tallinn University of Technology	
<i>School:</i> School of Engineering	
<i>Department:</i> Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics	
<i>Supervisor(s) of the thesis:</i> Associate Senior Lecturer Reeli Kuhi-Thalfeldt	
<i>Consultant(s):</i> Roger Pilvik, CEO, Sunservice OÜ	
Renar Ehrstein, head specialist, Sunservice OÜ	
Meelis Trumberg, project manager, Sunservice OÜ	
<p><i>Abstract:</i> By 2030, the Estonian renewable energy development plan envisages the use of renewable energy as much as 50% of the country's total energy consumption. As of 2020, the share of renewable energy is 25.6% of total energy consumption, which is almost twice as less than the 2030 target. But in order to meet the goals of the future, it is necessary to facilitate more widely the introduction of renewable energy solutions. Even though the construction of solar energy plants is already a fast-growing and popular way to produce electricity from renewable energy sources, the growth can still be accelerated even more, which makes it necessary to make guidance material on this topic more accessible.</p> <p>The aim of the Bachelor's thesis is to create a guide for ground solar power plants, which instructions can give the exact idea of all the steps that are related to the planning and constructing of that type of solar power plants. Due to the fact that there is no such kind of guidance material in Estonian language at the moment, it can create a great opportunity for this kind of writing to find widespread use.</p> <p>The work provides an overview in chronological order of all the stages of planning and constructing of a ground solar power plant. It includes parts as checking the first and most important basic requirements and initial data, project design principles, the main details of construction process and working through the documentation of the whole process. Main part of the data collected for the purpose of this Bachelor's thesis, including finding the correct order of the chronological steps, has been done in cooperation with the experts of Estonian solar energy field.</p>	
<i>Keywords:</i> solar energy, solar power plant, renewable energy, electricity production, solar power plant guide, share of energy consumption, Estonia.	

# LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõputöö teema:	<b>Maapaigaldusega päikeseelektrijaama rajamise juhend</b>
Lõputöö teema inglise keeles:	<b>Planning guide for ground solar power plants</b>
Üliõpilane:	<b>Karl-Erik Laasma, 179192EAAB</b>
Eriala:	<b>Elektroenergeetika ja mehhatroonika</b>
Lõputöö liik:	<b>bakalaureusetöö/magistritöö</b>
Lõputöö juhendaja:	<b>Reeli Kuhi-Thalfeldt</b>
Lõputöö kaasjuhendaja: (ettevõtte, amet ja kontakt)	
Lõputöö ülesande kehtivusaeg:	<b>20.06.2021</b>
Lõputöö esitamise tähtaeg:	<b>18.05.2021</b>

Karl-Erik Laasma  
Üliõpilane

Reeli Kuhi-Thalfeldt  
Juhendaja

Lauri Kütt  
Õppekava juht

## 1. Teema põhjendus

Antud töö teemaks on kirjeldava juhendi koostamine päikeseelektrijaamade rajamise kohta. Juhend kajastab erinevaid tööetappe, mis hõlmab peamiselt teemasid nagu esmane objekti ülevaatus, projekteerimine, nõuded ja piirangud, ehitusloa taotlemine ja dokumentatsioon ning ehitus. Kuna hetkel ei ole Eestis standardite ja juhenditega antud valdkond niivõrd reguleeritud, siis on oluline luua juhend, mille järgi saab korrektselt kõiki maapäikeseelektrijaama rajamist nõudvaid etappe järgida.

Teema käsitlemine üldisemas võtmes on oluline taastuenergia ning täpsemini päikeseenergia arendamiseks Eestis. Töö on esmajoones tähtis näiteks just nende jaoks, kellele on praktiliselt vajalik informatsioon päikeseelektrijaamade rajamisest. Seoses taastuenergia populariseeruva trendiga nii Eestis kui ka üldiselt kogu Maailmas, huvitub järjest rohkem inimesi ja ettevõtteid valdkonnaga liitumisest. Päikeseenergia

on energiatootmisviiside pingereas juba praegu kõrgel kolmandal kohal ning hea näitena arengust saab tuua Eesti, kus on toimunud ligi kuuekordne tootmisvõimsuse kasv võrreldes aastaid 2017 (18,36 MW) ja 2018 (110 MW). Küll aga saaks olla Eesti roheline jalajälg ja päikeseenergia areng veelgi kiirem. Selle saavutamiseks on oluline, et oleks olemas maapäikeseelektrijaamade rajamise protsessi kirjeldav juhend, tänu millele oleks kõikidel huvilistel selgem ülevaade protsessist ja võimalikest nõuetest või piirangutest, mis hõlbustaks uute maapäikeseelektrijaamade rajamist.

Juhendist võiks olla kasu ka elektroenergeetika tudengitele õppetöös, näiteks aines haja- ja taastuvenergeetika, kus kajastatakse päikeseelektrijaamade planeerimist ja tasuvust. Antud juhend oleks väärtuslik täiendus, kuidas tasuvat projekti ellu viia.

## **2. Töö eesmärk**

Töö põhieesmärk on luua juhend, mis kirjeldab ajalises järjekorras ära kõik protsessid, mida on vaja järgida päikeseelektrijaama planeerimisel ning rajamisel.

## **3. Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:**

Millised on põhilised esmased nõuded päikeseelektrijaama püstitamiseks?

Kuidas näeb välja päikeseelektrijaama projekteerimine ja sellega seonduvad protsessid?

Millised on ehituslikud aspektid päikeseelektrijaama rajamisel?

Milline on vajalik dokumentatsioon maapäikeseelektrijaama kasutuselevõtu tarvis?

## **4. Lähteandmed**

Põhilised andmed saadakse erinevatelt energeetika ja päikeseenergia ettevõtetelt kui ka reeglistike, seaduste ja internetiartiklite läbitöötamisel. Oluline osa andmetest tuleb samuti töö koostaja enda kogemustest ja teadmistest.

## **5. Uurimismeetodid**

Töö tulemusteni jõudmiseks toetutakse põhiliselt vaatlustel, küsitlustel valdkonna asjatundjatega kui ka varasemalt teostatud projektide, reeglistike, seadustike ja internetiartiklite analüüsil.

Lisaks kasutatakse ka modelleerimis- ja joonestamistarkvarasid projekteerimisnäidete esitamiseks.

## 6. Graafiline osa

- Parima tootlikkuse põhimõtete kirjeldamiseks tuuakse töös skeemidena välja päikeseelektrijaamade erinevad võimalikud suunad ja kaldenurgad.
- Tabelitena elektrienergia toodangu simulatsiooni võrdlused erinevate suundade ja kaldenurkade vahel.
- Paremusjärjestus valdkonna parimate paneelide ja inverterite tootjate kohta.
- Projekteerimisnäidetena lisatakse jooniseid nagu päikeseelektrijaama asendijoonised, põhimõttejoonised, kilbijoonised jms.
- Töös tuuakse välja dokumentatsiooni näiteid.
- Töö lisast leiab reaalsel päikeseelektrijaama ehitusobjektil jäädvustatud pildid kirjeldamiseks erinevaid ehitusega seotud etappe.

Graafiline osa tööst jaotub võrdselt nii lisadesse kui ka põhiosasse.

## 7. Töö struktuur

### Sissejuhatus

1. Maapäikeseelektrijaama planeerimise nõuded ja tingimused
  - 1.1 Projekti ülevaade ja kontroll
  - 1.2 Maapäikeseelektrijaama üldised piirangud ja normid
  - 1.3 Elektrilised piirangud ja normid
  - 1.4 Planeeringu lõppvaatus ja pakkumise koostamine
2. Projekteerimine ja ehitusloa taotlemine
  - 2.1 Projekteerimistingimused
  - 2.2 Projekteerimise etapid
  - 2.3 Ehitusloa protsess
3. Ehitus
  - 3.1 Ehituse etapid
4. Dokumentatsioon
  - Lõputöö kokkuvõte
  - Kasutatud kirjandus
  - LISA



## **8. Kasutatud kirjanduse allikad**

Põhilised kirjanduse allikad on internetist leitavad teadusartiklid, erinevad aruanded, statistika, seadusandlikud aktid kui ka muu avalik energeetikaettevõtete kodulehtedel esinev informatsioon.

## **9. Lõputöö konsultandid**

Peatükk 3. Projekteerimine ja ehitusloa taotlemine – Renar Ehrstein, peaprojekteerija, Sunservice OÜ

Peatükk 4. Ehitus – Meelis Trumberg, projektijuht, Sunservice OÜ

Üldine konsultatsioon – Roger Pilvik, CEO, Sunservice OÜ

## **10. Töö etapid ja ajakava**

1. Lähteandmete kogumine (01.01.2021)
2. Kirjanduse läbitöötamine (01.02.2021)
3. Modelleerimise, jooniste, tabelite teostamine (20.02.2021)
4. Konsultatsioon asjatundjatega (01.03.2021)
5. Teoreetilise osa kirjutamine (31.03.2021)
6. Töö esimene versioon valmis (04.04.2021)
7. Töö esimene juhendajale saatmine (05.04.2021)
8. Paranduste sisseviimine (15.04.2021)
9. Juhendajale teiseks läbilugemiseks saatmine (16.04.2021)
10. Töö lõplik versioon valmis (01.05.2021)

# SISUKORD

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE .....	4
ABSTRACT .....	5
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE .....	6
EESSÕNA.....	12
SISSEJUHATUS.....	13
1. MAAPÄIKESEELEKTRIJAAMA PLANEERIMISE NÕUDED JA TINGIMUSED .....	17
1.1 Projekti ülevaade ja kontroll.....	17
1.1.1 Projekti lähteandmete kogumine.....	17
1.1.2 Objekti kohapealne kaardistamine ja kontroll .....	21
1.2 Maapäikeseelektrijaama üldised piirangud ja normid .....	24
1.2.1 Ehituslik seadusandlus ja normdokumendid .....	24
1.2.2 Asukoha ja katastriüksuse piirangud.....	24
1.2.3 Üldlevinud normid ja tavad .....	26
1.3 Elektrilised piirangud ja normid.....	27
1.3.1 Elektri valdkonna seadusandlus ja normdokumendid .....	28
1.3.2 Võrguettevõtte sätestatud tingimused.....	29
1.3.3 Tootmisseadmete piirangud, normid ja tavad .....	29
1.4 Planeeringu lõppvaatus ja pakkumise koostamine .....	31
1.5 Peatüki vahekokkuvõte .....	36
2. PROJEKTEERIMINE JA EHITUSLOA TAOTLEMINE .....	37
2.1 Projekteerimistingimused .....	37
2.2 Projekteerimise etapid .....	39
2.2.1 Asendiplaan.....	40
2.2.2 Ühendusplaan.....	43
2.2.3 Jaotuskilbi skeem .....	45
2.2.4 Seletuskiri ja materjalide spetsifikatsioon .....	46
2.2.5 Muud projektidokumendid.....	48
2.2.6 Kooskõlastamine ja allkirjastamine.....	48
2.3 Ehitusloa protsess.....	48
2.4 Peatüki vahekokkuvõte .....	54
3. EHITUS.....	55
3.1 Ehituse etapid.....	55
3.1.1 Objekti ettevalmistus .....	55
3.1.2 Konstruktsioonide paigaldus.....	57
3.1.3 Elektrilised ühendused .....	58

3.2 Peatüki vahekokkuvõte .....	59
4. DOKUMENTATSIOON .....	60
KOKKUVÕTE.....	64
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU .....	66
LISAD .....	69

## EESSÕNA

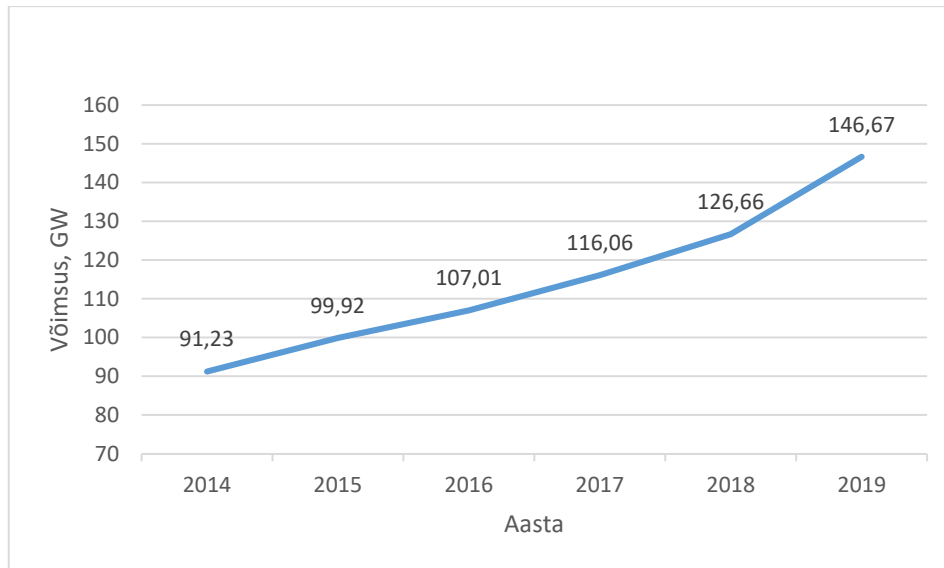
Antud töös käsitletav teema sõnastati koostöös juhendaja Reeli Kuhi-Thalfeldtiga. Mõte arenes välja seoses töö autori kokkupuutest päikeseelektrijaamade valdkonnaga ning asjaolust, et hetkeseisuga puudub Eestis maapaigaldusega päikeseelektrijaamade planeerimise ja rajamise protsessi etappe kirjeldav juhendmaterjal. Otsusega luua just selline juhend sihitakse hõlbustada uute valdkonnaga liitujate alustamise protsessi kui ka kasutada antud juhendit õppematerjalina, näiteks aine Haja- ja taastuvenergeetika raames.

Töö autor tänab juhendajat, kelle teadmiste ja juhiste abil oli võimalik töö edukas koostamine. Lisaks tänab autor ettevõtet Sunservice OÜ, mille spetsialistid toetasid töö koostamist konsultatsioonidega ning andsid välja töö koostamiseks vajalikke dokumentatsiooni näiteid. Töös sisalduvate andmete kogumine toimus autori alalises elukohas Mai tn 9-E, Pärnus ja mainitud ettevõtte tööruumides Kadaka tee 63, Tallinnas.

## SISSEJUHATUS

Ilma energia tootmiseta ei oleks tänapäeval enam inimtegevus planeedil Maa jätkusuutlik. Ühel või teisel moel on kõik eluks vajalikud protsessid seotud energia ja elektrienergia kasutamisega. Sellega aga tuleb kaasa järjest enam esile kerkiv probleem, kus tõusevad kasvuhoonegaaside heitkogused ning otsa hakkavad lõppema ressursid (nt fossiilkütused ja tuumkütused) elektrienergia kui ka üldisemalt energia tootmiseks. Hetkel on Maailma energeetikas üheks olulisimaks suunaks taastuvenergia järjest suurenev kasutuselevõtt, taastuvenergia lahenduste arendamine ning uuemate tehnoloogiate väljatöötamine. Just tänu taastuvenergiale ja taastuvatele energiaressurssidele toetudes on võimalik võidelda eelpool nimetatud probleemide vastu.

Euroopa Liidul on olnud juba pikki aastaid põhilisemateks eesmärkideks taastuvenergia toodangu osakaalu kasvatamine, energia säästmine ja energiatarbimise juhtimine. ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni *Kyoto* protokollil alusel on Euroopa Liidul võetud sihiks vähendada jõuliselt kasvuhoonegaaside heitkoguseid, samal ajal üritades pürgida nii kogu Maailma liidriks taastuvenergia lahenduste rakendamisel kui ka väljatöötamisel. Euroopa Liidu eesmärgiks oli saavutada aastaks 2020 taastuvenergia osakaal suurusjärgus 20% lõpptarbimisest ning pikemas perspektiivis 2030. aastaks 32%-ne lõpptarbimise osakaal. [1] Aastal 2019 oli kogu Euroopa Liidu liikmesriikide taastuvenergia osakaal juba 19,7% lõpptarbimisest, mis oli ainult 0,3% vähem aastaks 2020 seatud eesmärgist [2]. Kogu Euroopa Liidu liikmesriikide arvestuses on väga jõudsalt tõusnud ka päikeseenergia installeeritud võimsuste suurus. Näiteks kui võrrelda aastaid 2018 ja 2019, siis installeeriti Euroopa Liidus juurde ligi 20 GW jagu päikeseelektrijaamasid, mida iseloomustab pea 14-protsendine tõus, kus tootmisvõimsused kasvasid 126,66 GW pealt 146,7 GW-ni [3]. Muutuse järsemat tõusu just aastate 2018 ja 2019 puhul on näha joonisel 1.1 esitatud graafikul, mis iseloomustab 5 aasta tootmisvõimsuste muutuseid vahemikus 2014-2019.



Joonis 1.1 EL liikmesriikide päikeseenergia tootmisvõimsused aastatel 2014-2019 [3]

Eesti energiamajanduse riiklik arengukava aastani 2020, milles oli sätestatud taastuvenergia tegevuskava, nägi ette, et Eesti Vabariigi valitsuse elluviidavate otsustega suudetakse saavutada taastuvenergia elektritoodangu lõpptarbimise osakaal vähemalt 25%-ni [4]. Antud eesmärk täideti näiteks 2020. aasta neljandal kvartalil 0,6%-lise ülekattega, saavutades taastuvast energiaallikast toodetud elektrienergia 25,6% kogutarbimisest [5]. Eesti energia ja kliima kava aastaks 2030 näeb ette, et üleüldiselt taastuvenergia kasutamine ulatub kogu energiatarbimise raames vähemalt 50%-ni [6]. See kujutab endast märgilist tõusu ning näeb ette väga suurte taastuvenergia projektide ellu viimist. Kuigi Eestis toimus juba alates aastatest 2017 ja 2018 näiteks väga suur, kuuekordne, päikeseenergia tootmisvõimsuste kasv, vastavalt 18,36 MW pealt 110 MW-ni, siis tulevik näeb ette veelgi jõulisemaid muutuseid [7]. Samadel aastatel toodeti päikeseenergiast tarbitavat elektrit vastavalt 5,01 GWh ja 12,97 GWh. Aastatel 2019 ja 2020 oli sama näitaja vastavalt 54,09 GWh ja 118,98 GWh [8]. Mainimist väärib asjaolu, et viimastel aastatel on lõpuks hakatud Eestis rajama suuremas mahus justnimelt maapäikeselektrijaamasid ja enamuse tootmisvõimsuse kasvust on tulnud just selle muutuse toel. Ühiskonnas on hakatud mõistma võimalust rajada päikeselektrijaamasid üha enam kasutuses mitteolevatele suure pindalaga põldudele ning heinamaadele. Lisaks asjaolule, et palju on vaba pinda, on see maa tüüp ka odav ning soodne võimalus luua maapäikeselektrijaamasid ärilisel eesmärgil. Samuti on oluline püsida eelpool mainitud energiamajanduse arengukava graafikus, milles suurte maapäikeselektrijaamade rajamine oluliselt kaasa aitab.

Antud juhendi koostamine üldisemas võtmes ongi oluline taastuvenergia arengukavade ja taastuvenergia osakaalu kasvatamiseks Eestis kui ka kitsamalt päikeseenergia suuna arendamiseks. Töö on eeskätt tähtsa väärtusega näiteks just nendele, kellele on

praktiliselt vajalik informatsioon päikeseelektrijaamade rajamisest, kas siis ärilistel või Maailma parandavatel eesmärkidel. Juhendi abil saab ülevaate erinevate etappide olemasolust ja vajalikkusest kui ka arusaama, millises kronoloogilises järjestuses erinevaid vajalikke etappe on mõistlik teostada. Seoses taastuvenergia populariseeruva trendiga nii Eestis kui ka üldiselt kogu Maailmas, huvitub järjest rohkem inimesi ja ettevõtteid valdkonnaga liitumisest. Hetkeseisuga ei ole aga Eestis maapäikeseelektrijaamade rajamine ja planeerimine niivõrd standardite ja juhenditega reguleeritud, mis tähendab, et sellise protsessi kirjeldava juhendi olemasolu leiaks laialdast kasu. Kasutamata ärilist ja energeetilist potentsiaali on vaatamata viimaste aastate populariseerumisele valdkonnas siiski veel väga palju, kus saabki abiks tulla käesolev kirjutis.

Taastuvenergia arengukavade täitmise kõrvalt on seega oluline rõhutada sellise juhendi olulisuse koha pealt ka eelnevalt mainitud võimalikke ärilisi väljavaateid ja majanduslikke tulusid. Kiiresti arenevas valdkonnas on väga hea võimalus tegeleda ettevõtlusega ning seeläbi suurendada Eestis rahvastiku jõukuse taset. Päikeseelektrijaamad on tõestanud viimaste aastate jooksul ennast kui tulusate investeringu valikutena. Aastaga 2020 lõppenud rahaline taastuvenergia toetuskeem Eestis lõi väga head eeldused, nii eraisikutele kui ka väikeettevõtetele, teenida päikeseelektrijaamade investeringutelt soodsat tulu. Toetuskeeme on veel teisigi ning tuleb ka tulevikus kindlasti juurde. Isegi kui toetuskeeme mitte arvestada, on päikeseenergial põhinevad elektrijaamad väga hea viis tulu teenida. Juhend aga saab kaasa aidata just nende eraisikute kui ka väikeettevõtete võimalikule jõukuse kasvatamisele, kes on suutelised finantsriske võtma.

Lisaväärtusena on antud juhendina käsitletavat tööd võimalik tulevikus rakendada ka Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika suuna tudengite õppetöös, näiteks aine Haja ja- taastuvenergeetika raames, kus kajastatakse samuti päikeseelektrijaamade planeerimist ja tasuvusarvutusi. Juhend oleks vägagi väärtuslik täiendus, kuidas tasuvat päikeseelektrijaama projekti reaalselt ellu saaks viia. Juhendi abil on tudengitel võimalus saada ülevaade kõikidest reaalistest kulusid ning tulusid moodustavatest protsessidest, mis aitab muuta aine raames sooritatavate tööde tulemused veel enam realistlikumateks.

Milleks just maapaigaldusega päikeseelektrijaama juhend? Seda põhjusel, et katusepaigaldisega päikeseelektrijaamad on juba pikemalt olnud populaarne suund, kuid maapaigaldusega päikeseelektrijaamade puhul leidub ka eelnevates lõikudes mainitult kasutamata potentsiaali tegelikult kordades rohkem. Eestis on väga palju vaba maapinda, kuhu maapaigaldusega päikeseelektrijaamade paigaldamine on tõhus ja mugav valik. Katusepaigaldise puhul esineb rohkem paigaldatavate mahtude ja

toodangut piiravaid tegureid, nagu näiteks vaba ruum vähesus, segavad objektid katusel ning kandevõimest tulenevad piirangud. Lisaks sellele on soodsate paigaldusvõimalustega katusepindade arv piiratud ning põldudele ja heinamaadele on juba eos võimalik paigaldada tunduvalt rohkem päikesepaneele veelgi parematel tingimustel (nt vabamalt valitav suund, optimaalseim kaldenurk, suurem paneeli suurus, suurem installeeritud võimsus).

Võttes kokku käesoleva kirjutise põhilise eesmärgi, on maapaigaldusega päikeseelektrijaamade rajamise ja planeerimise juhendi peamiseks ülesandeks kajastada maapäikeseelektrijaama rajamisel läbitavaid etappe eduka maapäikeseelektrijaama rajamiseks. Need hõlmavad peamiselt teemasid nagu lähteülesande koostamine kliendi soovide ning võimaluste põhjal, esmane objekti ülevaatus, projekteerimine, nõuded ja piirangud, ehitusloa taotlemine ja dokumentatsioon ning kõige lõpuks ehitus. Antud töös on käsitletav päikeseelektrijaamade võimsuste vahemik 0-499 kW, mis tähendab, et töös keskendutakse väiketootjate tingimuste kajastamisele maapäikeseelektrijaamade planeerimiseks ja rajamiseks. Edukaks päikeseelektrijaama rajamiseks on mõningate eranditega üldjuhul vajalik järgida kõiki töös kirjeldatavaid etappe. Etapid on lahti kirjutatud lähtudes päikeseelektrijaamade rajamise ja planeerimise üldlevinud põhimõtetest, Eesti Vabariigi ehitusseadustikust, elektripaigaldiste rajamiseks ning käsitlemiseks sätestatud eeskirjadest ja seadustest (sh elektriohutusseadus), valdkonna ekspertide hinnangutest ja teadmistest, Ehitisregistri vastavatest nõuetest kui ka Maa-ameti nõuetest rajatiste paigaldamiseks. Üheks olulisimaks käsitletavaks märksõnaks töös on ka päikeseelektrijaama rajamiseks ja planeerimiseks vajalik dokumentatsioon, mille kohta esitatakse antud töös reaalseid näiteid ning kirjeldusi. Samuti mängib antud töös suurt rolli projekteerimise ning ehitusliku tegevuse etappide lahti seletamine. Suures osas töös esitatav informatsioon on kokku võetud koostöös ettevõtte Sunservice OÜ spetsialistidega. Töö autor on töö kirjutamise ajal ka eelpool nimetatud ettevõtte töötaja projekterija ametikohal.



# **1. MAAPÄIKESEELEKTRIJAAMA PLANEERIMISE NÕUDED JA TINGIMUSED**

Käesoleva peatüki alapunktidega on välja toodud olulisimad aspektid, mida peab järgima maapaigaldusega päikeseelektrijaama esmasel planeerimise etapil. Välja on toodud nõuded ja tingimused alates projekti lähteandmete kogumisest, objekti esmasest projekteerimise eelsest kaardistamisest, ehitusseadustiku põhjal järgitavatest piirangutest ja nõuetest kuni üleüldiste elektripaigaldiste nõuete ning piiranguteni välja.

Üldjuhul saab selliste rajatiste puhul jagada normid ja tingimused kahte erinevasse alagruppi. Esimesse alagruppi kuuluvateks loetakse selliseid nõudeid ja piiranguid, mis on sätestatud seaduste või reeglitega ning mille mitte täitmisel ei ole võimalust mingit kindlat projekti lõpuni läbi viia. Näitena saab tuua Ehitusseadustiku, Ehitisregistri või Maa-ameti reeglite, Eestis kehtivad standardid või Euroopa Liidu direktiivid, mille mitte täitmisel luba ehitamiseks või luba kasutamiseks ei pruugi olla võimalik saada. Teises alagrupis asuvad üldlevinud tavad ja normid, mis on välja kujunenud aastate pikkuse töö ning kogemuse käigus. Selliste normide ja tavade puhul ei ole ette seatud piiranguid, vaid nende täitmine aitab hõlbustada töö kulgu ning aitab vältida tulevikus tekkivaid ebamugavusi põhjustavaid probleeme.

## **1.1 Projekti ülevaade ja kontroll**

### **1.1.1 Projekti lähteandmete kogumine**

Projekti lähteandmete kogumine toimub enamjaolt kõige esimeste tellija ja paigaldusettevõtte vaheliste kohtumiste jooksul. Saadakse esmased vastused küsimustele – „kuhu?“, „kui palju?“, „mis maksab?“, „kas üldse tasub?“. Ka üleüldisemalt üks kõige esimesi etappe päikeseelektrijaamade planeerimisel ongi tellija ehk planeeritava päikeseelektrijaama omaniku jagatavate lähteandmete kogumine. Sellega sätestatakse ära tellijapoolsed soovid, võimalused ning olemasolevad juba varasemalt täidetud nõuded. Samuti märgitakse üles ka planeeritava päikeseelektrijaama kitsaskohad.

Põhilise olulise informatsioonina on vaja välja selgitada tellija ehk omaniku rajatava päikeseelektrijaama esialgne asukoht kinnistul. Tulenevalt võimalusest, et tellijal ei pruugi olla kõige täpsemad teadmised valdkonnast, siis asukoha valikul on spetsialisti poolne nõu suuresti soovitatav. Eestis peab arvestama põhimõttega, et suurima võimaliku toodanguga päikeseelektrijaamad on soovituslikult kõige kasumlikum paigaldada lõunakaare suunas. Küll aga ei ole see just alati võimalik sõltuvalt

erinevatest segavatest faktoritest. Segavateks faktoriteks võivad olla olemasolevad elektrirajatised, geograafilised iseärasused või varjude tekkimise oht. Tallinna Tehnikaülikooli inseneriteaduskonna õppeaine Haja- ja taastuvenergeetika aasta 2020 sügissemestri raames uuriti päikeseelektrijaamade toodangu mõju sõltuvalt päikesepaneelide suunast. Aine õppetöö raames kasutati Taani ettevõtte EMD poolt väljatöötatud hajaenergeetika arvutuste tarkvara *energyPRO*, mille simulatsioonide käigus jõuti tulemusteni, mis iseloomustasid väga väikest tootmisvõimsuse langust sõltuvalt päikesepaneelide kõrvalekaldest lõuna suunast kuni 40 kraadi. Antud töö autori poolt läbi viidud tarkvara *energyPRO* simulatsiooni tulemused on näha tabelis 1.1. Olgu mainitud, et tegemist on 10kW tootmisvõimsusega päikeseelektrijaamaga, mille päikesekiirguse ja õhutemperatuuri andmete sisestamisel on lähtutud Harjumaal, Harku vallas asuva mõõtepunkti informatsiooniga.

Tabel 1.1 Harku valda paigaldatud päikesepaneelide lõunasuunast kuni 60 kraadi kõrvale kalduvate nurkade tootmisvõimsused

<b>Kaldenurk lõuna suunast</b>	<b>Aastane tootmisvõimsus</b>	<b>Muutus 0° suhtes</b>
-60°	10133 kWh	-13,7%
-40°	10 867 kWh	-7,5%
-20°	11 446 kWh	-2,5%
0°	11 741 kWh	-
20°	11 725 kWh	-0,13%
40°	10 935 kWh	-6,8%
60°	10 297 kWh	-12,3%

Antud tabeli 1.1 tulemusi saab kinnitada ka tabelis 1.2 esinevate andmetega. Tabel 1.2 on koostatud Eesti Päikeseenergia Assotsiatsiooni poolt ning kirjeldab erinevate paigaldusnurkadega päikeseelektrijaamade kasutegureid Eestis. Kui võrdleme näiteks 40 kraadiste nurkade kasutegureid, siis tabelis 1.1 saadud tulemused on ligilähedased Eesti Päikeseenergia Assotsiatsiooni koostatud tabeli andmetele. Vastavalt 6,8-7,5% ja 5-6%. Tabelite põhjal võib jõuda järeldusele, et esimene suurim muutus algab alates

60 kraadise nurga juurest, kus elektrienergia toodangu kadu ulatub pea 14%-ni. Lisaks saame võtta kokku tabeli 1.2 põhjal niinimetatud parima toodangu tsooni, mis on tabelis märgitud punase värviga. Tabeli põhjal saab öelda, et ideaali lähedaste tootmistingimuste saavutamiseks on soovitatav valida päikesepaneelide kaldenurk vahemikus 20° kuni 60° ja kõrvalekalle lõuna suunast maksimaalselt -30° kuni 30°.

Röht	Lääs					Lõuna					Ida			
	90	75	60	45	30	15	0	-15	-30	-45	-60	-75	-90	
0°	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	
10°	82	84	86	88	89	90	90	90	89	88	86	84	82	
20°	81	85	89	92	94	95	95	95	94	92	89	85	81	
30°	80	85	90	94	97	98	99	98	97	94	90	86	80	
40°	78	85	90	94	97	99	100	99	98	95	90	85	79	
50°	75	82	88	93	96	98	99	98	97	93	89	83	76	
60°	71	78	85	90	93	95	96	95	93	90	85	79	72	
70°	66	73	80	85	88	90	91	90	88	85	80	74	67	
80°	60	67	73	78	81	83	83	83	81	78	74	68	60	
Püst	53	60	65	69	72	74	74	74	72	70	65	60	53	

Tabel 1.2 Optimaalsed päikesepaneelide paigaldusnurgad Eestis [9]

Lisaks on üheks väga heaks võimaluseks päikeseelektrijaama asukoha hindamisel ning valikul kasutada joonisel 1.2 esitatud andmeid Eesti summaarse päikesekiirguse kohta päikesepaneelide tarvis optimaalse kaldenurgaga pinnale. Antud andmete kasutamisel saab luua maapäikeseelektrijaama tellijale olukorda kirjeldava ülevaatliku pildi tema tema poolt planeeritava kinnistu või maatüki võimalustest päikesekiirguse suhtes. Antud kaardil on Eesti põhimõtteliselt jaotatud kaheks osaks, lääne pool ja ida pool, kus vastavalt esimesel variandi alal on mõnevõrra kõrgem summaarne päikesekiirguse ja päikesepaneeli potentsiaalne võimsus. Joonise põhjal on näha, et Eesti lääneosa on märgitud helerohelise värviga ning idaosa tumedama rohelisega. Lääneosa summaarne maapinnale langev päikesekiirguse hulk optimaalse kaldenurgaga päikesepaneelidele ulatub kuni 1300 kWh/m<sup>2</sup>, kuid idaosale langev päikesekiirguse hulk 1150 kWh/m<sup>2</sup>. See tähendab omakorda, et Eesti lääneosa aastane langev päikesekiirguse hulk on maksimaalselt 11,5% kõrgem. Kuigi jooniselt selgub, et Eestis asukohast sõltuvalt ei ole katastroofilist toodangu erinevust, siis saab päikesepargi rajaja ikkagi omale aimduse ja teadlikkuse enda investeeringu potentsiaalsest võimalusest.

Kui aga tellijale on päikesepargi planeerides väga oluline just täpsema potentsiaalse toodangu suuruse välja selgitamine kindlas asukohas, siis on võimalus parema elektrienergia toodangu prognoosi saamiseks kasutada ka päikeseelektrijaamade arvutustarkvara „PVsol“. Antud programmi on võimalik sisestada asukoha andmed ja paigaldatava päikeseelektrijaama seadmete nimiandmed (päikesepaneelide arv, päikesepaneelide mark, inverteri maksimaalne väljundvõimsus, inverteri mark, päikesepaneelide suund ja kaldenurk). Programm simuleerib sarnaselt varasemalt mainitud EnergyPro programmiga eelnevate aastate ilmastiku andmete baasil välja

potentsiaalse elektrienergia toodangu eraldi kuude kaupa ning aasta kohta. Sellise programmi kasutamine on vajadusel hea moodus leidmaks kindlas asukohas esinevad päikesekiirguse ja sellest tuleneva elektrienergia toodangu tingimused päikeseelektrijaama rajamiseks. Antud programm on ka laialdaselt kasutuses päikeseenergia ettevõtetes.



Joonis 1.2 Summaarne aastane optimaalse kaldenurgaga ( $40^\circ$ ) pinnale langev päikesekiirgus Eestis ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ ) [10]

Asukoha esialgsel planeerimisel on samuti väga oluline koguda omanikult või tellijalt informatsiooni potentsiaalselt päikeseelektrijaama tööd häirivate varjude kohta. Esialgne varjude info nagu ümbritsev tihe mets, kõrge hoone või elektripostid võivad olla päikesepargi eelplaneerimise juures juba niinimetatud murdepunkt projekti läbiviimisel. Varjud on alati selline faktor, mille peale paljud ei mõtle ning see võib peatada projekti edasiminekku juba planeerimise faasis. Eelplaneerimise etapis on oluline saada kõige esialgsem varjude info, mis objekti kaardistamise käigus kontrollitakse ja projekteerimise käigus arvesse võetakse. Täpsemalt kirjeldatakse varjudest tulenevaid ohte objekti kaardistamise alapeatükis, mis on vastavuses ka reaalsete projektide elluviimisega, kus varjudest tulenevaid täpsemaid arvutusi ja otsuseid teostatakse objektide kohapealse kaardistamise käigus.

Teise suurema etapina on vajalik koguda informatsiooni olemasoleva katastriüksuse liitumispunkti võimalustest, võimalikust võrguettevõttega liitumisest ja tellija finantsilistest võimalustest. Ideaalses olukorras on kliendil olemas juba antud katastriüksusel liitumispunkt ja kehtiv võrguleping. Seejärel on vajalik võrrelda olemasolevaid elektrilisi suuruseid planeeritava maapäikeseelektrijaama nimiandmetega ning lähtuda sellest tulenevalt. Võrgulepingu ja liitumispunkti olemasolu puudumise

korral tuleb kliendile tutvustada võimalikke lisakulusid liitumise tellimisel võrguettevõttelt. Lisainvesteeringud, mis puudutavad uue liitumise ja liitumispunkti loomist, võivad lõppkokkuvõttes maksta suures järgus summasid. Näitena saab tuua võrguühenduseta maamajad ja krundid, kuhu võrguettevõtja liinide vedamine võib ulatuda Elektrilevi hinnakirja ja liitumistasu arvutamise metoodika põhjal kümnete kuni isegi sadade tuhandete eurodeni [11][12]. Sellest tulenevalt ei pruugi iga väiksem maamaja kõrvale paigaldatud päikeseelektrijaam üldsegi kasumlik olla. See viib meid ka järgmise olulise eesmärgini, mille puhul on vajalik paika panna tellija võimalused kogu päikeseelektrijaama hõlmava protsessi investeeringu maksumuse osas. Rahalistest võimalustest tulenevalt on üleüldse võimalus planeerimisel lähtuda päikeseelektrijaama lõplikul suuruse valikul. Eelpool mainitult on olemasolev võrguleping ja liitumispunkt on väga hea eeldus algsel etapil päikeseelektrijaama rajamise protsessi suuri lisakulusid tegemata ning selle tulemusel on võimalik rajada ka suurem päikeseelektrijaam. Niisiis kokkuvõttes on väga oluline paika panna võimaliku rajatava projekti hinnanguline maksumus koos kõikide potentsiaalsete kuludega. Hiljem on projekteerimise käigus võimalik teha väikeseid muudatusi pisisdetailides, mis oluliselt projekti maksumust ei mõjuta.

Viimase sammuna tuleb selgeks teha omaniku soov päikeseelektrijaama monitooringu teostamiseks. Võimalusi ning seadmete tüüpide valikuid on mitmeid, kuid kõik oleneb peamiselt tellija või omaniku soovist tootmis- ja tarbimisandmeid üldse näha. Monitooringusüsteemi paigaldamise suurimaks positiivseks küljeks on võimalus märgata varajases järgus tekkinud päikeseelektrijaama probleeme. Ebaühtlased pinged või vähene tootmisvõimsus on ühed levinuimad tekkivatest probleemidest, millele monitooringusüsteemi abil jälile võib jõuda. Iga möödunud päev või tund ebakorrektselt päikeseelektrijaama tööga on pikas perspektiivis arvestatav rahaline kahju.

### **1.1.2 Objekti kohapealne kaardistamine ja kontroll**

Peale lähteandmete kogumist on alati oluline tutvuda kohapeal ka antud projekti hõlmava objektiga. See on esmatähtis selleks, et projektide lähteandmete kogumisel ei pruugi alatihti saada täpset kujutlust objekti reaalsest olukorrast. Kaardistamine näeb lisaks ette ka skitseeringute koostamist ja vahemaade mõõtmist. Skitseeringud on olulised selleks, et hilisemas projekteerimise etapis oleks olemas kogu detailne informatsioon kohapealsete olude ja vahekauguste kohta. Projekteerimise käigus tekkiva infopuuduse korral objekti järjekordne külastamine võib põhjustada projekti teostusaja pikenemist.

Kohapealse objekti kaardistamise ja kontrolli esimese olulisust kirjeldava näitena saab tuua Maa-Ameti Geoportaali kaardirakenduse kasutamise puudused. Lähteandmete

kogumisel ning projektiplaani koostamisel kasutatakse antud portaali tihti erinevaid kitsendusi põhjustavate objektide esialgseks kaardistamiseks. Küll aga ei ole Maa-ameti kaardiportaali uuendused ajaliselt niivõrd tihedad ja üleüldises mõttes täpsed, mis tähendab, et reaalsuses võib olla olud veidi erinevad ning on toimunud muutuseid. Muutuste all saab välja tuua taimestiku kasvu või kaartidel esinev, kuid tegelikkuses hoopis maha raiutud taimestik. Samuti on oluline teostada kohapealseid kontrollmõõtmisi. Kaardirakendustest leitavad vahemaad ei pruugi alati olla kooskõlas reaalsusega, mistõttu lisamõõtmiste teostamisega võib hoiduda ehitamise algul tekkivatest vahekaugusi hõlmavatest probleemidest. Paika on mõistlik panna ka planeeritavad paneeliridade vahekaugused ja täpne kasutatav maa-ala. Paneeliridade vahekauguste arvutamisel on oluline silmas pidada kinnitusraamide kõrgust maapinnast ja märtsikuu alguse keskpäevast päikese kaldenurka horisondist. Milleks märtsikuu alguse keskpäeva kriteerium? See tuleneb olukorrast, kus märtsis algab üldjuhul Eestis suurema päikesepaiste tundide ja intensiivsema päikesekiirgusega periood. Sellest sõltuvalt on kohustus luua vähemalt märtsi alguseks maapäikeseelektrijaamal tingimused täitmaks oma täielikku potentsiaali. Et kasutada ära ka päikesepaistelisi päevi jaanuaris või detsembris, on võimalus paneeliridade vahed teha suuremad, kuid selle arvelt suureneb päikesepaneelide planeeringuala suurus ning lõpuks võib mahtuda vähem paneeliridasi. Hetkeseisuga on Eestis enamused maapäikeseelektrijaamasid rajatud ridade vahel 8-10 meetrit. Väiksemate vahemaade korral katavad sõltuvalt vahemaast lõunapoolsed paneeliread nendest tagapool asuvate paneeliridade tootismoodulid kas osaliselt või täielikult, mille tulemusel kannatab päikesepargi toodang väga suures järgus. Allpool on esitatud valem 1.1 päikesepaneelide raami varju pikkuse arvutamiseks:

$$l_{vari} = \frac{h_{raamid}}{\tan\theta} \quad (1.1)$$

Kus  $l_{vari}$  – päikesepaneeli raamidest tekkiva varju pikkus;

$h_{raamid}$  – päikesepaneeli raamirea kõrgus;

$\theta$  – päikese Maale langemise kaldenurk horisondist.

Koostades näitearvutuse, võtame päikesepaneeli raamide kõrguseks 2,4 meetrit ja päikese kaldenurga Tallinna mõõtejaamas 2021. aasta 1. märtsi seisuga ehk ligikaudu 23 kraadi. Arvutus:

$$l_{vari} = \frac{2,4}{\tan 23^\circ} = \frac{2,4}{0,4244} = 5,65 \text{ (meetrit)}$$

Saadud tulemusest võib järeldada, et vajadusel võiks olla paneeliridade vahe juba ainult 5,65 meetrit saavutamaks kevadise päikesekiirguse intensiivistumise ajaks

maksimaalse toodangu potentsiaali. Eelpool mainitud populaarseim vahemik 8-10 meetrit tagab juba varjude ohu puudumise ka talvistel kuudel, kus vari võib ulatuda samadel tingimustel maksimaalselt kuni 8-9 meetrini. Mainimist väärrib asjaolu, et antud arvutuse puhul on arvestatud tasase maapinnaga. Olukorras, kus päikesepaneelid paigutatakse põhja suunas langeva nõlva peale, siis tuleb arvestada juba oluliselt suuremate vahedega ning selle jaoks on juba keerulisemad arvutused. Üldjoontes ei soovitata paigaldada põhja poole langevale kallakule maapäikeseelektrijaama justnimelt liigsete varjude tõttu.

Liikudes tagasi geoportaali rakenduse juurde, siis ei pruugi kaartidel esineda ka ümbritsevas piirkonnas äsja püstitatud hooned või rajatised. Olemasolevate hoonete ja rajatiste põhjustatud varjusid ei ole võimalik läbi Maa-ameti geoportaali tuvastada. Ka kõrvalistest objektidest põhjustatud varjud mängivad samuti väga suurt rolli päikeseelektrijaamade rajamisel, kus isegi väikesest tänavavalgustuse postist tekkiv vari võib oluliselt piirata päikeseelektrijaama elektrienergia toodangut. Igasugune vari ühele paneelireale lülitab põhimõtteliselt antud paneelirea välja. Kui tuua näide tänaval asetsevast lambipostist, mis varjutab terve päeva ühte paneelirida, siis see paneelirida ei saa normaalselt elektrienergiat toota terve päeva ulatuses. Kui üks paneelirida moodustab näiteks 25% kogu toodangu võimsusest, toodab kokkuvõttes päikeseelektrijaam ka selle suurusjärgu võrra vähem elektrienergiat. Lisaks on vajadusel antud kaardirakenduses võimalik tutvuda ka objekti pinnase olukorraga. Teada saab küll, millise pinnasematerjaliga on tegemist, kuid näiteks pehmel savisel ja kõval savisel pinnasel on vahe. Sellest tulenevalt on kõigele lisaks oluline kontrollida ka näiteks pinnase pehmust või kõvadust ning päikeseelektrijaama raamivaiade läbistatavuse võimalusi. Seejärel saab ka teha kliendiga pakkumise faasis otsuse, millist paigalduslahendust on mõistlik kasutada. Paigalduslahenduse valiku tagamaad on toodud välja täpsemalt alapeatükis 1.4.

Teiseks oluliseks ülevaatuseliseks etapiks on koheapealsete elektriliste tingimuste kontrollimine. Võrgulepingu ja liitumispunkti olemasolu korral on suuresti oluline vaadata üle, kas antud liitumispunkti esiteks mahub üldse uusi seadmeid ühendama ning teiseks, kas ühendatavate seadmete suurus on antud liitumispunkti elektriliste suurustega (nt peakaitse, nimipinge, lühisvoolu taluvus, summaarne takistus) kooskõlas. Kui aga ei ole veel olemas võrguettevõtte liitumispunkti ega ka võrgulepingut, siis nagu käsitleti ka eelmises alapeatükis, on oluline arvestada võimaliku loogilise liitumispunkti asukohaga ning planeerida sinna lähestikku potentsiaalne asukoht ka näiteks uuele hoone või päikeseelektrijaama peajaotuskilbile.

Võib öelda, et objekti kaardistamine ja kontroll on päikeseelektrijaamade planeerimise ja rajamise etapp, kus alustatakse põhjalikumalt insenerilahenduste otsuste

tegemisega. Olukorrast selgema ja korralikuma pildi saamine aitab kaasa kvaliteetsemale ning organiseeritumale projekteerimise ja ehitamise protsessile.

## **1.2 Maapäikeseelektrijaama üldised piirangud ja normid**

Käsitledes maapäikeseelektrijaamade piiranguid ja nõudeid, saab need jaotada kahte erinevasse rühma. Antud alapeatükiga tuuakse välja esimese punktina Eesti Vabariigis ja Euroopa Liidus kehtestatud seadusandlikud ehituslikud normdokumendid, millega on selgeks tehtud kohustuslikule täitmisele kuuluvad piirangud ja nõuded. Lisaks kirjeldatakse pikaajalise päikeseelektrijaamade rajamise kogemuse tulemusel tekkinud tavasid ja kombeid, mille rakendamisel välditakse tulevikus tekkivaid probleeme, mis võivad kahjustada või halvata päikeseelektrijaama projektist eeldatud kasumi teket. Selliste tingimuste täitmine aitab vältida kõikide osapoolte, nii tellija kui ehitaja, varalisi ja majanduslikke kahjusid.

### **1.2.1 Ehituslik seadusandlus ja normdokumendid**

Maapäikeseelektrijaama planeerimisel ja ehitusel tuleb lähtuda järgnevast Eestis kehtivast seadusandlusest ning normdokumentidest:

- Nõuded ehitusprojektile RT I, 18.07.2015, 7
- Ehituseadustik RT I, 19.03.2019, 98
- Ehitise Tuleohutus: Osa 7 EVS 812-7:2018

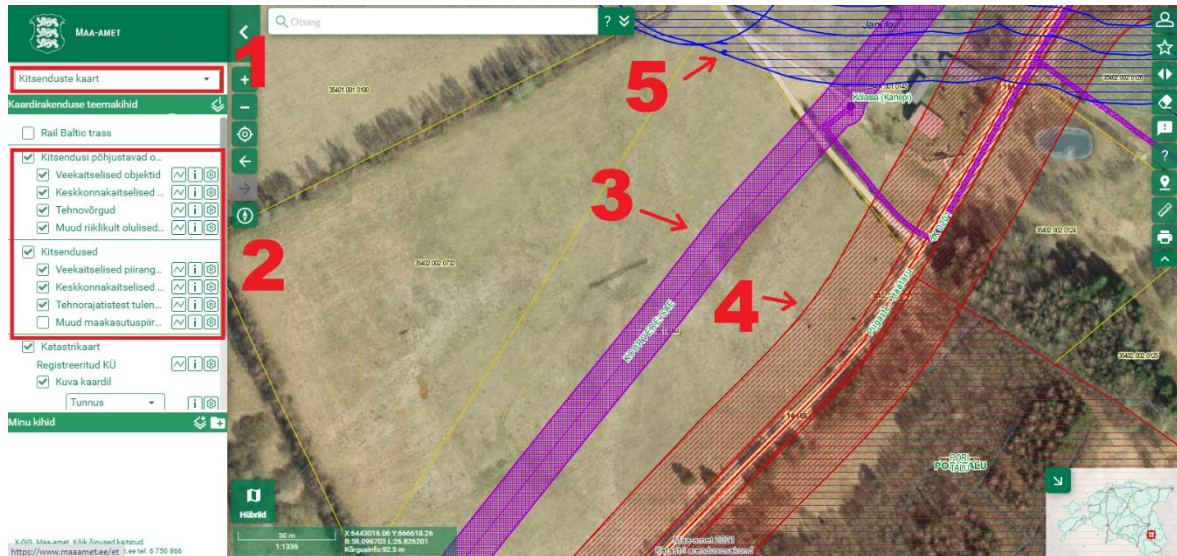
Maapäikeseelektrijaamade rajamist käsitletakse Eestis kui tavalist kõikidele seadustele alluvat ehitustegevust, mistõttu on tarvilik järgida kõiki üleüldisema ehitustegevuse jaoks koostatud seadustikke ning normdokumente. Vastava seadusandluse täitmine tagab ehitusprojekti kvaliteetse ja korrapärase teostuse, mille tulemusel väheneb risk erinevate komplikatsioonide tekkeks.

### **1.2.2 Asukoha ja katastriüksuse piirangud**

Olemasolevatest inimtekkelistest objektidest ja looduslikest teguritest põhjustatud piirangud on ühed enim probleeme põhjustavad tegurid maapäikeseelektrijaamade planeerimisel ja rajamisel. Eestis on Maa-Amet loonud eelnevalt mainitud piirangute jälgimiseks väga hea Geoportaali kaardirakenduse, mille abil on loodud võimalus kõikide katastriüksuste kitsenduste kontrollimiseks. Objekti ülevaatusel ei pruugi esmajoones ära märgata kõiki võimalikke piiravaid tegureid. Seetõttu on planeerimise faasis oluline Maa-Ameti geoportaali kasutades ära kontrollida iga maatükki puudutavad piirangud.



Joonisel 2.3 on toodud näide Maa-Ameti Geoportaali kasutajaliidesest, kus on märgitud erinevad olulisimad maapäikeselektrijaama planeerimiseks kasutatavad võimalused ning lisatud näited reaalsel katastriüksusel esinevatest piiravatest kitsendustest.



Joonis 1.3 Maa-Ameti Geoportaali kitsenduste kaardi näide: 1-Kaarditüüp, 2-Kitsenduste liigid, 3-Tehnovõrgu kaitseala, 4-Maantee kaitseala, 5-Veekaitseline kaldaala [13]

Joonisel 1.3 märgitud numbrid tähistavad järgmist: 1-Kasutaja poolt valitav kaarditüüp, 2-Kitsenduste liikide valik, 3-Katastriüksust läbivast tehnovõrgust (õhuelektriliin) tulenev kaitseala, 4-Katastriüksusest mööduva maantee kaitseala, 5-Veekaitseline kaldaala (katastriüksuse kõrvalt mööda voolava oja kaitseala).

Olulisimad geograafilised tegurid, mida maapäikeselektrijaama planeerides silma pidada:

- Keskkonnakaitselised piirangud (väriselupaigad, kaitstavad loodusobjektid)
- Veekaitselised piirangud (ranna või kalda piirangud, veehaardepiirangud)

Lisaks on oluline arvestada ka erinevatest rajatistest ja inimtegevusega kaasnevate piirangutega:

- Tehnorajatistest tulenevad piirangud (elektripaigaldise kaitsevöönd, teega seotud piirangud, sideehitise kaitsevöönd)
- Muud maakasutuspiirangud (geoloogilised piirangud, riigikaitselised piirangud, muinsuskaitsepiirangud)

Planeerides maapäikeselektrijaama valitud maatükile on teisalt oluline välja selgitada maatüki kasutamiseks määratud sihtotstarve. Kõige ideaalsemaks alternatiiviks loetakse päikeselektrijaamade rajamiseks sihtotstarvet 100% tootmismaa, mille puhul juba sõnastus reedab, et eesmärgiks on tegeleda tootmisega. Päikeselektrijaama

põhieesmärgiks ongi toota elektrit ehk tegemist on elektritootmisrajatisega. Maapäikeselektriyaamade üks kõige levinumaid paigaldamise asukohtasid Eestis on põllumaad. Põldudel on palju vaba ruumi ning antud maa tüüpi on hea kasutada põllupidamise asemel ka säärase rajatiste püstitamiseks. Esiteks on tegemist pea alati ühtlase tasapinnaga ja teiseks on üldjuhul ideaalne ka pinnase materjal, mis muudab vundamendi vaiade läbimise kergeks. Põllumaade sihtotstarbeks on enamjaolt 100% maatulundusmaa ning Eestis on lubatud kasutada sellise sihtotstarbega maalappi ka päikeseelektriyaamade aluseks maapinnaks. Küll aga võib probleeme põhjustada maapäikeselektriyaama paigaldamine samale krundile elamuga, kus antud krundi sihtotstarve on 100% elamumaa. Sellises olukorras on kohalikul vallal õigus teha omapoolne otsus ja anda suunised, kuidas antud olukorras edasi tegutseda. Palju sõltub sellest, millist praktikat on varasemalt vallaametnikud rakendanud ning üldjuhul suhtutakse erinevates valdades antud teemasse erinevalt. Mõni vald võib kindlameelselt nõuda sihtotstarbe muutmist, samas teine vald pakub välja alternatiivi lisada maapäikeselektriyaam kui hoone tehnosüsteemi osana. Sihtotstarbe muutmiseks on seejärel vaja kohalikku valda anda sisse lihtkirjalik avaldus katastriüksuse muutmiseks koos katastriüksust puudutavate dokumentidega nagu kasutusluba, detailplaneering ja ehitusluba. Maapäikeselektriyaama tehnosüsteemina lisamist on vajadusel võimalik sooritada ehisregistris olemasoleva hoone ümberehitamise ehitusteatisena. Selleks on vajalik läbida kõik käesoleva kirjutise projekteerimise peatüki sammud ning ehitusloa asemel esitada kogu projekt ehitusteatisena.

Maapäikeselektriyaama rajamise soovi korral on samuti väga oluline tutvuda kasutatava maatüki detailplaneeringuga. Kui kasutatavale kinnistule on juba varasemalt loodud detailplaneering, siis üldjuhul vallad soovivad ka selle täpset järgimist ning omavoliliselt detailplaneeringut eirates võib hiljem kaasa tuua erinevad komplikatsioonid. Detailplaneeringu koostamisel kooskõlastatakse projekti osad alatihtis lisaks vallale ka ümbritsevate kruntide omanikega. Ehitades detailplaneeringule projekteeritud objektide asemele hoopis midagi muud, annab õiguse detailplaneeringu kooskõlastamisel osalenud osapooltel uute rajatiste või hoonete ehitamist takistada, nõuda ehitise või rajatise lammutamist ning nõuda lähtumist detailplaneeringust. Ehk siis kokkuvõtlikult detailplaneeringu olemasolul tuleb sellega kindlasti tutvuda ning ka arvestada. Teise variandina on võimalik alustada detailplaneeringu muutmist. See aga võib põhjustada päikeseelektriyaama projekti teostuse suurt ajalist pikenemist.

### **1.2.3 Üldlevinud normid ja tavad**

Maapäikeselektriyaamade üldlevinud normide ja tavade all täheldatakse tegevusi, mis ei ole otseselt sätestatud seaduste või reeglitega. Sellised tegevusviisid on kujunenud

välja pikemaajalise kogemuse jooksul ning on tõestanud end olema kõrge kasuteguriga meetmed maapäikeseelektrijaama parema tootmisvõimsuse ja pikema eluea tarvis.

Ühe olulise meetmena saab välja tuua pinnase ühtlustamise, mille käigus tegutsetakse eesmärgi nimel hoida päikesepaneelide raamiread/paneeliread üksteisega samal tasemel. Päikesepaneelide raamiridade ja paneeliridade samale tasemele paigutamine toob kaasa stabiilsema päikesekiirguse langemise päikesepaneelidele. Iga omavahel rööbiti ühendatud samal kõrgusel string (jadamisi ühendatud paneelirida) toob sellest tulenevalt kaasa kõrgema elektrienergia toodangu potentsiaali. Erinevate toodangunäitajatega stringid põhjustavad inverteri kasuteguri langemist elektrienergia muundamisel. Probleemiks on piirkonnad, kus on maapind ebaühtlane ning päikesepaneelide ridade paigutamine samal kõrgustasemele pea et võimatu. Sääraste probleemide vältimiseks kasutataksegi keerulisemate projektide puhul maapinna ühtlustamist, kus näiteks koppekskavaatoriga toimub pinnase ümber tõstmine või pinnase juurde lisamine. Pinnasetööd on aga suures mahus kulukad ning võivad oluliselt pikendada projekti rahalist tasuvusaega. Märkimist tasub veel ka päikesepaneelide kõrgus maapinnast. Soojematel aastaegadel on heinamaal ja rohumaal probleemiks taimestiku kiire kasv, mis võib põhjustada alumiste paneeliridade osalist varjutamist. Sellise probleemi vältimiseks ei tohiks paigutada raamide alumisi servasid liiga maapinna lähedale. Kaugus maapinnast võiks jääda vähemalt 30 sentimeetrit. Samuti on oluline ka regulaarne niitmise korraldamine. Eestis kasvab suvekuudel hein ja roht väga kiiresti, mis põhjustab eespool asuvate paneeliridade varjamist ning lõppkokkuvõttes elektrienergia toodangu vähenemist.

Planeerides maapäikeseelektrijaama ala tuleks lähtuda piisavate vahemaade põhimõttest. Enamjaolt keskendutakse varjude küsimuses lähedal asuvate objektide varjude kontrollimisele, kuid oluline on ka paneeliridade vahekaugus üksteisest. Eestis enimkasutatavad *portrait* tüüpi kaherealised ja *landscape* tüüpi neljerealised kinnitussüsteemid nõuavad paneeliridade omavahelist kaugust tasasel pinnal vähemalt 8-10 meetrit. Näiteks aga põhja suunal laskuval nõlval kaldenurgaga 10° oleks tarvis rakendada juba minimaalselt 12 meetriseid vahesid. Ehk kokkuvõtlikult on oluline teha planeerimise faasis selgeks maapäikeseelektrijaama asukoha pinna kaldenurk, et hilisemas projekteerimise faasis tekiks võimalus arvutada ning valida optimaalseimat ridade vahe.

### **1.3 Elektrilised piirangud ja normid**

Sarnaselt üldehituslike nõuete ja piirangutega jagatakse ka elektrilised nõuded ja piirangud kahte eri gruppi. Esimese grupi moodustavad seadusandluse,

normdokumentide ja direktiividega sätestatud punktid. Teise osa moodustavad meetodid, mille mitte täitmisel on siiski võimalik maapäikeseelektrijaama rajada, kuid kasumlikkus võib osutuda loodetust väiksemaks. Sellised meetodid on enamjaolt soovituslikud ning sarnaselt üldehituslikele tavadele, tekkinud pikaajalisema kogemuse toel.

### **1.3.1 Elektri valdkonna seadusandlus ja normdokumendid**

Maapäikeseelektrijaama projektide teostamisel on vaja järgida Eestis kehtivaid standardeid ja EU direktiive elektromagnetilise ühilduvuse nõuete täitmisel. Järgnevalt on välja toodud loetelu Eestis kehtivast elektri valdkonna seadusandlusest, normdokumentidest, standarditest ja Euroopa Liidu direktiividest, mille korrektset täitmist on tarviklik järgida:

- Seadme ohutuse seadus RT I, 13.03.2019, 153
- EVS-HD 60364-1:2008 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 1: Põhialused, üldiseloostus, määratlused;*
- EVS-HD 60364-4-41:2017 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-41: Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest;*
- EVS-HD 60364-4-42:2011 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-42: Kaitseviisid. Kaitse kuumustoime eest;*
- EVS-HD 60364-4-43:2010 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-43: Kaitseviisid. Liigvoolukaitse;*
- EVS-HD 60364-4-444:2010 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-444: Kaitseviisid. Kaitse pingehäiringute ja elektromagnetiliste häiringute eest;*
- EVS-HD 60364-5-51:2009 - *Ehitiste elektripaigaldised. Osa 5-51: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Üldjuhised;*
- EVS-HD 60364-5-52:2011 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-52: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Juhistikud;*
- EVS-HD 60364-5-53:2015 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-53: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Lülitus- ja juhtimisaparaadid;*
- EVS-HD 60364-5-54:2011 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-54: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine ja kaitsejuhid;*
- EVS-HD 60364-7-712:2016 - *Ehitiste elektripaigaldised. Osa 7-712: Nõuded eripaigaldistele ja -paikadele. Solaar-fotoelektrilised toiteallikad;*
- EVS-EN 61000-6-4:2007+A1:2012 - *Elektromagnetiline ühilduvus. Osa 6-4: Erialased põhistandardid. Tööstuskeskkondade emissioonistandard. [Lisa L4.4]*

### **1.3.2 Võrguettevõtte sätestatud tingimused**

Planeerides päikeseelektrijaamasid eesmärgiga ühineda elektrivõrguga, esitavad võrguettevõtted potentsiaalsele liitujale tehnilised tingimused. Tehnilistes tingimustes on sätestatud kõik elektrilised suurused ja piirangud, mida võrguga liituja on kohustatud täitma. See tähendab seda, et tehnilistes tingimustes märgitud suuruseid ei tohi mingil juhul ületada. Tingimusi rikkudes võivad kaasa tulla trahvid. Olulisimad suurused, mis tehniliste tingimustega sätestatakse, on liitumispunktist võrku antav maksimaalne võimsus, liitumispunkti kaitsme nimivool, liitumispunkti nimipinge, elektrisüsteemi summaarne takistus pärast liitumise valmimist ja maksimaalne kui ka minimaalne lühisvool valimaks seadmete lühisvoolu taluvust [14]. Päikesepargi projekteerimise vaatenurgast on oluline jälgida tehniliste tingimuste puhul just eriti liitumispunkti peakaitsme nimivoolu ja lühisvoole. Peakaitsme nimivool peab olema alati suurem kui päikesepargi poolt välja antav maksimaalne väljundvool. Sellest tulenevalt on vajalik alati kontrollida päikesepargi inverteri maksimaalset väljundvoolu ehk koormusvoolu. Liitumispunkti suhtes liiga suure maksimaalse inverteri väljundvoolu olukorras on vaja kaaluda sel juhul kas inverteri piiramist või üldse välja vahetamist väiksema võimsusega inverteri vastu, millel on ka väiksem maksimaalne väljundvool. Tehnilistes tingimustes märgitud maksimaalne kolmefaasiline kui ka minimaalne ühefaasiline lühisvool on oluline tagamaks etteantud suuruste piires esineda võivad lühisvoolud liitumispunktis. Päikeseelektrijaama poolt põhjustatavate lühisvoolude leidmiseks liitumispunkti poolses osas on vajalik viia läbi elektrilise valdkonna spetsialistide poolt vastavad arvutused ning kontrollid tagamaks piisava lühisvoolude kaitse liitumispunkti eest.

Kui võrguettevõttega on sõlmitud liitumisleping, on igal juhul kohustuslik lepingutingimusi järgida. Liitumistaotlust esitades märgib klient liitumistaotlusel plaanitud päikeseelektrijaama võimsuse. Võrguettevõtte lähtub vajalike dokumentide ja arvutuste koostamisel justnimelt liitumistaotluses märgitud tootmisvõimsuse suurusest. Isetegevuse tõttu, milleks võib olla näiteks võimsama inverteri paigaldamine, võib võrguettevõtte võrgunõuete rikkumise asjaolul eraldada päikeseelektrijaama süsteemist, katkestades selle tulemusel elektripaigaldise ja jaotusvõrgu vahelise ühenduse liitumispunktis (lisa L6.2). Näidet Elektrilevi poolt esitatavatest tehnilistest tingimustest saab näha lisa L6.2. Võrguettevõtte liitumise täpsem käsitus peatükis „5.Dokumentatsioon“.

### **1.3.3 Tootmisseadmete piirangud, normid ja tavad**

Päikeseelektrijaama olulisim tegur maksimaalse koguse elektrienergia tootmiseks on päikeseekiirguse hulk. Tootmisseadme nimivõimsuse määrab ära tema maksimaalne väljundvõimsus kW-des. Selleks, et päikeseelektrijaam oma nimivõimsusel elektrienergiat toota saaks, peab olema päikesepaneelide koguvõimsus vähemalt samas

suurusjärgus. Küll aga tekib probleem kehvemate ilmadega, kus väiksema päikesekiirguse korral ei suuda päikesepaneelid töötada enda maksimaalse väljundvõimsuse juures. Selleks kasutatakse päikeseelektrijaamade puhul üledimensioneerimist. See tähendab, et päikesepaneeli paigaldatakse suurema koguvõimsusega, kui on inverteri maksimaalne väljundvõimsus. Näiteks 10 kW inverteri külge ühendatakse 13 kW jagu päikesepaneeli. Sel juhul on ülekate 30%. Selline ülekate tähendab, et ka mõne pilvisema ilmaga on võimalik ära kasutada täit inverteri tootmisvõimsuse potentsiaali. Mis toimub üledimensioneeritud päikeseelektrijaamaga, kui ilmastiku olud erinevad? Selleks on inverteritel niinimetatud MPPT (*maximum power point tracker*) regulaatorid ehk maksimaalse võimsuspunkti jälgijad, mis reguleerivad pinget karakteristlikku kõverat vastavalt päikesepaneelide tööprotsessi mõjutavatele tingimustele. MPPT ülesanne ongi sõltumata päikesepaneeli tööd mõjutavatest tingimustest (päikesekiirguse hulk, temperatuur) muuta pinget kõverat nii, et säiluks inverteri optimaalseim efektiivsus. Sellest tulenevalt ei teki näiteks ka päikselisema ilma korral toodangus ülejääki või liigset päikeseelektrijaama efektiivsuse kadu seoses temperatuuriga. Lisaks peab silmas pidama aga ka inverterite nimiaandmete piiranguid stringi sisendpingete osas. Ühes stringis võib olla nii palju päikesepaneeli, kui palju on lubatud inverteri ühe stringi sisendpinge voltides. Lisas L1.1 on toodud Huawei SUN2000-50kTL inverteri andmelehe näide. Andmelehel on toodud välja olulisimad täpset järgimist vajavad nimiaandmed päikeseelektrijaama inverteri korrektse töö tagamiseks. Lisa 1.1-s esitatud andmelehel kirjeldab punkt 1 inverterisse siseneva ühe stringi maksimumpinget. See tähendab, et ühes stringijadas võib olla kuni 1100 V jagu päikesepaneeli. Igal eraldiseisval paneelil on oma väljundpinge ning need liidetakse vastavalt paneelide arvule kokku. Punkt 2 kirjeldab maksimaalset stringide arvu kui palju erinevaid stringijadasid on füüsiliselt võimalik inverteri külge ühendada. Lubatud on liita ka vähem stringe kui maksimumsuurus. Punkt 3 kirjeldab maksimaalset stringipaaride arvu. Ühes stringipaaris on maksimaalselt kaks stringi ning need on ühendatud inverterisse kui paralleelse paarina. Punkt 4 kirjeldab inverteri väljundpinget ja väljundkaabli soonte arvu. Antud näite puhul on märgitud ära 5 erinevat kaablisoone tüüpi. Vastavalt 3 faasijuhet, neutraal ja maandus. Sellest tulenevalt peab inverteri väljundkaabli tüüpi valima antud inverteri nimiaandme põhjal ehk on tarviklik kasutada 5-soonelist vahelduvvoolu kaablit. Punkt 5 kirjeldab inverteri maksimaalset väljundvoolu. Väljundvoolu suurusest sõltub kui suur peab olema inverteri vahelduvvoolu poolne kaitselüliti. Kaitselüliti suurus peab olema suurem antud väljundvoolust. Antud näite 79.4 A puhul valitakse üldjuhul päikeseelektrijaama vahelduvvoolu poolseks kaitsmeks 80 A või 100 A.

Enamasti on maapäikeseelektrijaamadega koos kasulik paigaldada inverteri enda kõrvale ka päikeseelektrijaama jaotuskilp (PVJK), mis asub sarnaselt inverterile kohe

otse päikesejaama paneelide raamide juures. Jaotuskilpi võib lugeda suuremas pildis toomisseadme osaks. See aitab põhiliselt kaasa seadmete suurema ohutuse tagamisele ning võimaldab teostada vajalikke lülitusi vahetult otse tootmiseseadmete kõrval. Jaotuskilbi planeerimisel on heaks tavaks jätta kilpi ruumi ka edasiste laienduste jaoks. See loob võimaluse lisada samasse kilpi ka näiteks olemasoleva maapäikeseelektrijaama kõrvale loodava teise uue jaama ühendused. PVJK üheks suureks eeliseks on võimalus paigaldada sinna monitooringuseadmed. Taolised kilbid on enamasti veekindlad ja näiteks monitooringusüsteemina kasutatav 4G ruuter jääb ka niisketes oludes terveks. Jaotuskilpi paigaldatavateks seadmeteks on üldjuhul PV\_JK peakaitseüliti, inverteri kaitselahutusüliti, liigpingepiirik, kaitselahutusüliti monitooringusüsteemile, kombipistikupesa ja vajadusel lisalülid muudele vajaduspõhisele seadmetele (turvasüsteem, kaamerad jne). Jaotuskilbi sisu käsitletakse täpsemalt peatükis „3. Projekteerimine“.

## 1.4 Planeeringu lõppvaatus ja pakkumise koostamine

Olles varasemalt kokku kogunud kogu vajaliku kliendipoolse eelinformatsiooni maapäikeseelektrijaama rajamiseks, on projekti projekteerimisse võtmiseks vajalik läbida viimane esimese etapi samm – pakkumise koostamine. Kliendile koostatakse pakkumine kõigi eelnevates alapeatükkides kogutud infokildude põhjal ehk alates asukohast, piirangutest, olemasolevatest elektrilistest tingimustest ja ka kliendi rahalisest võimekusest. Arvestades kõiki asjaolusid pannakse paika lõplik päikeseelektrijaama võimsus, tehakse täpsete kasutatavate seadmete kui ka kinnituslahenduste valik ning seejärel esitatakse kliendile pakkumine kogumaksumusega.

Seadmete valik tehakse enne projekteerimisprotsessi algust. Seda seetõttu, et projekteerides lähtutakse juba nii varasemalt valitud seadmete näitajatest kui ka kogusest. Esmaselt tehakse valik päikesepaneelide osas kuna päikesepaneelide hinnad varieeruvad suhteliselt suures vahemikus. Arvestades päikesejaama plaanitavat võimsust, tehakse päikesepaneelide arvu leidmise arvutus. Selleks jagatakse planeeritava päikeseelektrijaama koguvõimsus paneeli väljundvõimsusega ning korrutatakse ülekatte tarvis üledimensioneerimise teguriga. Arvutusprotsess on toodud välja allpool esinevas valemis 1.2.

$$n = \frac{P_{inv}}{P_{paneel}} \cdot T \quad (1.2)$$

Kus  $n$  – päikesepaneelide ligikaudne lõpparv;

$P_{inv}$  – inverteri maksimum väljundvõimsus;

$P_{paneel}$  – päikesepaneeli maksimaalne väljundvõimsus;

$T$  – tegur kadude kompenseerimiseks (levinumalt vahemikus 1,2 kuni 1,4 ehk 20% kuni 40% üledimensioneerimine)

Veel enam võib päikesepaneelide valikut mõjutada klientide visuaalse väljanägemise soovid. Näiteks on visuaalselt parema väljanägemisega päikesepaneelid nagu ka kõrgema efektiivusega päikesepaneelid, kallimad. Lisaks sellele on maapäikeseelektrijaamade puhul soovitatav alati kasutada XL suuruses paneele. Enamustest kasutatavatest maapäikeseelektrijaamade kandekonstruktsioonidest ehk kinnituslahendustest on valmistatud ja projekteeritud just XL suuruses paneelidele. See tuleneb asjaolust on, et maapinnale paigutamise tingimustel ei ole oluline hoida kokku ruumi või mahutada päikeseparki kitsamatesse oludesse nagu peab seda tegema katuselahenduste puhul. Üldise soovitusena kohaselt on alati mõistlik valida ka kallimad, suurema maksimaalse väljundvõimsusega päikesepaneelid, sest üldjuhul on kallimal päikesepaneelil ka kõrgem efektiivsuse näitaja. Näiteks XL suuruses päikesepaneelid varieeruvad tänapäeval võimsuste poolest alates 400 W kuni ka juba 600 W. Sõltuvalt visuaalsetele ja muudele näitajatele varieerub XL päikesepaneeli hind *Tier 1* valikus ehk parimate päikesepaneelitootjate valikus näiteks 400 W paneelide puhul keskmiselt 200 € kuni 450 € ja 500 W paneelide puhul juba keskmiselt 290 € kuni 620 € ühe paneeli kohta [15]. Aasta 2021 kevade seisuga Eestis veel 600 W paneele laiemas kasutuses ei ole, kuid Hiinas selliseid tõepoolest juba toodetakse. Allpool esinevas tabelis 1.3 on välja toodud aasta 2021 I kvartali seisuga kõige kõrgema hinnangutasemega päikesepaneelitootjate nimekiri. Üldlevinud soovitusena järgi on alati kasulik päikesepaneelide valikul hoida silm peal ka mainitud nimekirjas. Nimekirja uuendatakse igal aastal iga kvartali lõpus selle tõttu, et päikeseenergeetika maailmas toimuvad muudatused väga suurtel kiirustel. Üha enam ja enam tootjaid saavutab piisava pädevuse ja kvaliteedi, et samuti antud nimekirja kuuluda. Seega alati tasub kontrollida enne kui tellimist alustada, sest leidub tohutustes kogustes ka ebakvaliteetseid ja halva hinna-kvaliteedi suhtega tootjaid. Järgides *Tier 1* päikesepaneelide nimekirja võib enamasti kindel olla, et soetatakse parimate efektiivsuse näitajatega päikesepaneelid. Kui aga soetada mõne tundmatuma firma XL suuruses paneele, on mõistlik kontrollida, et päikesepaneeli efektiivsus oleks juba vähemalt 20%.

Eestis levinumalt kasutust leidvad päikesepaneelide tootjad:

- Canadian Solar (Kanada) (Top 1 ka Maailmas)
- Jinko Solar (Hiina)



- Suntech (Hiina)
- Longi (Hiina)
- Trina Solar (Hiina)
- JA Solar (Hiina)

Tabel 1.3 Aasta 2021 I kvartali seisuga *Tier 1* tasemele kuuluvad päikesepaneelide tootjad [16]

<b>Tootja</b>	<b>Tootja</b>	<b>Tootja</b>	<b>Tootja</b>
Longi	Seraphim	AE Solar	Ulica
Jinko	Eging	Phono Solar	Leapton
JA Solar	Haitai NE	Waaree	Hansol
Trina Solar	Astroenergy	HT-SAAE	Kyocera
Canadian Solar	Jolywood	REC Group	S-Energy
Risen	Maxeon	URE	Recorn
Qcells	Jinergy	ET Solar	Shinsung
Suntech	VSUN Solar	Renesola	Heliene
Talesun	Jelion	Adani	Sharp
First Solar	LG Electronics	Boviet	Swelect
ZNShine	BYD	Vikram	Photowatt

Peale päikesepaneelide valikut on oluline teha kindlaks ka millist inverterit oleks sobiv valida ja kasutada. Samamoodi nagu paneelide puhul, siis on ka päikesenergia inverteritel maailmas paremik ja nimekiri kõige usaldusväärsematest ja parima kvaliteediga invertereid tootvatest ettevõtetest. Küll aga on võrreldes päikesepaneelide tootjatega inverterite puhul olukord erinev ning on välja kujunenud pika edumaaga turuliidrid. Seda põhiliselt seetõttu, et inverterite väljatöötamisel on arendusprotsess keerukam, detaile on seadmete puhul rohkem ning osad ettevõtted on suutnud saada oma toote arengu kui ka üleüldise hinna ja kvaliteedi suhte mõttes konkurentidest ette. Lõviosa turust kuulub hetkel kolmele suurele inverteritootjale. Nendeks on Huawei (Hiina), Sungrow (Hiina) ja SMA (Saksamaa). Küll aga on inverterite puhul lisaks kvaliteetse toote valimisele oluline arvestada ka tehnilisi näitajaid. Mõnikord sõltub inverteri valik näiteks päikesepargi üledimensioneerimise suurusjärgust. Osad inverterite tootjad suudavad pakkuda paindlikumat lahendust ehk suuremat üledimensioneerimise võimalust. Küll aga sellest tulenevalt on ka hind kallim. Näite võib tuua kahe populaarseima tootja Sungrow ja Huawei vahel. Kui 50 kW nimivõimsusega Sungrow inverteri maksimaalne sisendvõimsus on ligi 65 kW siis Huawei 50 kW nimivõimsusega inverteri puhul on maksimaalne sisendvõimsus ligi 58 kW. Selle põhjal saab näha, et ühe tootja inverteri külge ühendada võimalik teoreetiliselt ligi 7 kW jagu rohkem päikesepaneeli. See aga ei ole ainus aspekt, mida jälgida ning oluline on tutvuda näiteks ka erinevate tootjate erinevustega päikesepaneeli ahelate ehk stringide

sisendite arvudes. Sisendite arvude erinevused mõjutavad inverteri taha ühendatavate päikesepaneelide koguseid. Viimase olulise omadusena on soovitatav uurida inverteri maksimaalse sisendpinge kohta. Igal tootjal on sõltuvalt oma välja arendatud tehnoloogiast erinevad sisendpinge omadused. Osad suudavad taluda kuni 1500 V ühe paneelirea maksimaalset sisendpinget, mõni aga ainult 1000 V maksimaalset sisendpinget. Eestis aga on üsnagi oluline arvestada ka ülimaldate temperatuuridega, kui miinuskraadid langevad  $-15\text{C}^{\circ}$  peale või veelgi madalamale. Sellises olukorras on äärmiselt vajalik arvestada inverteri maksimaalse sisendpingega päikesepaneelide koguse valimisel. Üldjuhul ühes *stringis* ehk paneelireas võibki olla nii palju paneele, et kui paneelirea iga paneeli väljundpinge kokku liita ei tohi see ületada inverteri maksimaalset sisendpinget. Talviste külmakraadide juures päikesepaneelide väljundpinged tõusevad. Sellest tulenevalt on päikesepaneeli andmelehel lisatud vajalik infomatsioon arvutamaks pingeid ka madalamate temperatuuride korral. Alljärgnevalt on esitatud arvutusvalem 1.3 ja arvutuskäik ühe päikesepaneeli väljundpinge arvutamiseks madalatel talvistel temperatuuridel:

$$V_{oc-} = \left( \frac{T_{coef} \cdot (25 - T)}{100} + 1 \right) \cdot V_{oc, stc} \quad (1.3)$$

Kus  $V_{oc-}$  – päikesepaneeli väljundpinge miinuskraadidel;

$T_{coef}$  – päikesepaneeli andmelehel võetud väljundpinge temperatuuri koefitsent (lisa L1.2-lt Temperature Coefficient (Voc));

$T$  – õhutemperatuur;

$V_{oc, stc}$  – päikesepaneeli maksimaalne väljundpinge normaaltingimustes (lisa L1.2-lt Electrical Data -> STC\* -> Open circuit voltage (Voc)).

Sellest valemist tulenevalt same katsetada miinuskraadide olukorda lisa L1.2-s välja toodud Canadian Solar CS3L-350W päikesepaneeli väljundpinge suhtes. Valime välistemperatuuriks  $-20\text{C}^{\circ}$  ja võtame lisa L1.2 esitatud päikesepaneeli andmelehel andmed antud päikesepaneeli temperatuurikoefitsendi kohta ehk  $T_{coef} = 0,28 \text{ \%}/\text{C}^{\circ}$  ja STC andmetulbast maksimaalse väljundpinge normaalolukorras kohta ehk  $V_{oc, stc} = 40,2$  V. Lisades andmed valemisse saame:

$$V_{oc-} = \left( \frac{0,28 \cdot (25 - (-20))}{100} + 1 \right) \cdot 40,2 = 45,3\text{V}$$

Lõpptulemuseks saime, et  $-20\text{C}^{\circ}$  õhutemperatuuri olukorras on antud päikesepaneeli väljundpinge hoopis 45,3 V. Stringide pikkuse valimisel ongi antud miinuskraadide olukorras tekkiv kõrgem väljundpinge Eesti oludes väga oluline faktor. Oletades näiteks,

et inverteri maksimaalne sisendpinge paneelirea kohta on 1000 V. Jagades antud suuruse päikesepaneeli tavalise väljundpingega, saame et ühes paneelireas võiks olla 24 päikesepaneeli. Kui aga jagada inverteri maksimaalne sisendpinge talviste temperatuuride päikesepaneeli väljundpingega, saame, et ühte paneeliritta on võimalik ühendada maksimaalselt 22 päikesepaneeli. Niisiis olukorras, kus miinuskraadide faktorit ei arvestata, võib miinuskraadidega minna päikesepaneelide summaarne pinge üle lubatud inverteri sisendpingest ning põhjustada inverteri seiskumise või isegi riknemise.

Käsitledes kinnituslahendusi, siis lahendusvõimalused on võimalik jagada kahte suurde erinevasse rühma. Statsionaarsed kui ka pööratavad lahendused. Statsionaarsed lahendused jagunevad omakorda veel kolme erinevasse rühma ning nende valikul ei saa osaleda päikeseelektrijaama tellija kuivõrd need on ära määratud maapinna iseärasuste ja pinnasematerjaliga. Küll aga on võimalik valida kliendil odavama või kallima lahenduse vahel. Pööratavad lahendused on juba tunduvat kallimad variandid ning hetkeseisuga selletõttu ka vähem populaarsemad. Soodsamaks lahenduseks on kindlasti statsionaarsed kinnituslahendused nagu betoonvundamentlahendus, kruvivaiadega lahendus ja ka rammvaiadega lahendus. Projekti planeerimise peatükis on varasemalt käsitatud juba olemasoleva maatüki pinnase liigi välja selgitamise olulisust. Pinnase iseloomust sõltubki üldjuhul päikeseelektrijaama paigalduslahenduse valik. Statsionaarsete kinnituslahenduste puhul on kõige levinumalt kasutatav vaivundament lahendus sobiv üldjuhul pehmemale, näiteks savisemale ja liivasemale pinnasele. kõvema pinnase puhul saab kaaluda näiteks ka betoonvundamentlahendust, mille paigaldamine on küll statsionaarsete kinnituslahenduste puhul kallim, kuid pakub kõvade pinnase tingimuste puhul lihtsamat ja kergemini paigaldatavat lahendust. Kinnituslahenduse valik võib sõltuda ka pinnasevormist, näiteks ebatasasest pinnasest. Vaivundamentlahendusi on tavaliselt lihtsam paigutada ebatasasele pinnasele, sest nende lahti võtmine ja uuesti paigaldamine näeb ette vähest vaeva. Niiviisi on lihtsam paneeliridasi sirgeks korrigeerida. Betoonlahenduse puhul on paigaldamiseks üks võimalus ning ebatäpse paigaldamise korral on muudatuste tegemine äärmiselt ajakulukas ja raske. See millise kinnituslahendusega päikeseelektrijaam rajatakse on lõppotsusena ikkagi tellija kätes ning seda peamiselt seetõttu, et erinevad kinnituslahendused on ka eelpool mainitult erinevates hinnaklassides.

Võib öelda, et paneelide, inverterite ja kinnituslahenduste valik on ühe maapäikeseelektrijaama lõpliku pakkumise ja planeeringu koostamise viimaseid komponente. Lõpliku lahenduse otsustamise tulemusel on koheselt mõistlik alustada ka võrguettevõttega liitumisprotsessi alustamist või tootja lepingu sõlmimisega. Täpsem info võrguettevõtete seotud avalduste sisse andmisest ja dokumentatsioonist on juttu

peatükis 5. Küll aga eelplaneeringu lõpetamisega ning tellijale pakkumise koostamise ja selle aktsepteerimise korral võib alata projekteerimisprotsess, mille tarvis on projekti eelplaneerimisega sätestatud ära kõik esmased vajalikud suurused.

## **1.5 Peatüki vahekokkuvõte**

Maapaigaldusega päikeseelektrijaama eelplaneerimise etapiga kontrollitakse ära kogu alusinfo, mis on vajalik päikeseelektrijaama edasiste projekteerimise ja rajamise protsesside sooritamiseks.

Esmase üldisema lähteinfona selgitatakse välja võimalik maapäikeseelektrijaama asukoht, asukoha üldisem sobivus, asukohale omased potentsiaalsed tootmistingimused kui ka planeeritava asukoha olemasolevad võrguettevõtte liitumised, liitumispunkti parameetrid või uue liitumise korraldamise vajadus. Märgilise tähtsusega on maapäikeseelektrijaama eelplaneerimise faasis tutvuda ka objektil kohapealsete tingimustega. Alatihti ei pruugi kaardirakendustest või muudest kaudsetest allikatest saadav info ja reaalsed koheapealsed tingimused olla samad, seega kohepealne objekti kontrollimine varasemalt kogutud info põhjal väldib ebatäpsust projekteerimise etapis. Lisaks on väga oluline aspekt maapäikeseelektrijaama eelplaneerimise juures arvestada planeeritava päikeseelektrijaama eelarvega. Eelarve on see tegur, mis paneb paika võimaliku päikeseelektrijaama suuruse.

Olulise planeerimise ja alusinfo kogumise protsessi detailsema osana on alati vajalik lähtuda ka kehtivatest üldehituslikest kui ka elektrilistest piirangutest ja normidest. Eestis kehtestatud seadusandlus seab maapäikeseelektrijaamade rajamise puhul piire nii üldehituslikust vaatenurgast kui ka elektriliste paigaldiste vaatenurgast ohutute elektripaigaldiste teostamiseks. Ehituslike üldisemate järgitavate punktide puhul on vajalik järgida Maa-ameti poolt sätestatud piirangutsoone, katastriüksusega seotud nimiandmeid kui ka üldlevinumaid ehituslikke tavasid parima toodangu potentsiaaliga maapäikeseelektrijaama rajamiseks. Päikeseelektrijaama elektrilise poole pealt on lisaks seadusandlusele oluline järgida võrguettevõtte poolt sätestatud tingimusi kui ka tootmisseadmete efektiivseima töö põhimõttel järgitavaid tavasid ja kombeid.

Maapäikeseelektrijaama planeerimise etapi lõppfaasis tehakse varasemalt kogutud informatsiooni põhjal otsuseid rajatava päikeseelektrijaama seadmete ja kasutatavate lahenduste osas. Sõltuvalt eelarvest, asukoha andmetest ja piirangutest saab teha kindlaks päikeseelektijaama täpse suuruse, paigalduslahenduse tüübi ja arvutuste põhjal seadmete koguse. Planeeringu lõpptulemusel on võimalik esitada kliendile või omanikule projekti kõiki detaile sisaldav pakkumine.

## **2. PROJEKTEERIMINE JA EHTUSLOA TAOTLEMINE**

Maapäikeselektrijaamade üheks olulisimaks etapiks võib lugeda päikesejaama projekteerimist ning seejärel ehitusloa taotlemiseks läbitavat protsessi. Antud etapid loetakse käsikäes käivateks asjaolu tõttu, et ehitusloa taotlemise protsess on otseselt võimalik ainult korrektse projekteerimisprotsessi tulemusel ning luba asutakse taotlema koheselt peale projekteeritud projekti valmimist. Põhimõttelise poole pealt on päikeselektrijaama projekti koostamine suuremas pildis eesmärgiga luua võimalikult efektiivne ja suurima toodangu kui ka majandusliku kasuga elektrit tootev rajatis, mida aitabki tagada korrektne ning täielikult läbi mõeldud projekt koos võimalikult läbi mõeldud seadmete lahendusega. See tähendab, et võimalikult väiksed võiksid olla süsteemikaod, võimalikult optimaalselt oleks valitud päikesejaama suund maksimaalse päikese kiirguse tagamiseks ning et tagatud oleks ka väga hea rikkekindlus. Samuti on korrektse projekteerimise korral antud eeldus kvaliteetseks ehitustegevuseks. Lisaks on korrektse projekti koostamise järel võimalik veelgi täpsemalt kindlaks teha eeldatav investeeringu suurus ning teha korrekture esmasest päikeselektrijaama planeerimise pakkumises. [17] Käesoleva peatükiga on toodud välja põhilised projekteerimise etapid, maapäikeselektrijaama projekteerimiseks vajaolevad projekteerimistingimused, loetelu ja kirjeldus kõikide vajalike jooniste kohta ning viimasena vajalik informatsioon ehitusloa taotlemise protsessist.

### **2.1 Projekterimistingimused**

Eestis on tarvis üldjuhul taotleda ehitusloakohustusliku hoone või näiteks ka avaliku huviga rajatise (nt tehnovõrgud, tehnorajatised) ehitusprojekti koostamiseks projekteerimistingimused, kui puudub detailplaneeringu koostamise kohustus. Maapäikeselektrijaama tarvis ehitusseadustiku alusel detailplaneeringut vaja ei olegi. [18] Sellest tulenevalt võib tekkida olukord, kus maapäikeselektrijaama saab teoreetiliselt mõnes olukorras lugeda avaliku huviga tehnorajatiseks, näiteks kui kogu toodetav elektrienergia suunatakse täies mahus võrku. Küll aga on olemas projekteerimistingimuste nõue suuresti valdade varasemast praktikast ning ka harjumustest. Võib öelda, et sellise olukorra ehk maapäikeselektrijaama projekteerimistingimuste kohta polegi tegelikult täielikke seaduspõhiseid juhiseid korrektseks tegutsemiseks. Esmajoones on maapäikeselektrijaama rajamise planeerimisel mõistlik uurida valla ehitusspetsialistilt projekteerimistingimuste vajalikkust. Kohaliku omavalitsuse vastav ehitusosakonna üksus ongi antud teemaga tegelev osapool, kes teeb olukorrast sõltuvalt oma hinnangu. Seejärel alles võiks vajadusel sisse anda projekteerimistingimuste taotluse. Hea soovitus on esialgu oodata

projekteerimistingimuste taotluse esitamisega ilma kindla teadaoleva vajaduseta. Projekteerimistingimuste riigilõiv on 25 eurot [18]. Iga väiksemgi rahaline väljaminek annab samuti mingi mõju projekti tasuvusele.

Projekteerimistingimuste taotlus ja kogu seonduv dokumentatsioon ehitatakse üldjuhul elektrooniliselt läbi ehitisregistri. Vajadusel on võimalik teha seda ka esitades paber kandjal vallale, kus sisestatakse dokumentatsioon ehitisregistrisse. Järgnevalt ehitusseadustiku põhjal välja toodud punktid kirjeldavad ehitisregistrisse esitatava projekteerimistingimuste taotluse nõudeid:

- 1) Taotleja nimi, kontaktandmed, esitamise kuupäev ja allkiri.
- 2) Projekteerimistingimuste kätte toimetamise viis.
- 3) Ehitamisega hõlmatava kinnisasja andmed ja katastritunnus.
- 4) Projekteerimistingimuste taotlemise eesmärk, sealhulgas ka kavandatava hoone või avaliku huviga rajatise kirjeldus või sellega seonduva ehitamise liik ja võimalik asukoht kinnistul.
- 5) Andmed riigilõivu tasumise kohta.
- 6) Vajalikud eskiisjoonised ja muu. [18]

Ettevõtte Sunservice OÜ kogemuste ja väljastatud materjalide põhjal saab tuua täpse näite ühe Pärnumaal asuva maapäikeseelektrijaama projekteerimistingimuste taotlemise kohta. Dokumendi näide leitav lisast 3. Järgnevalt on toodud välja kronoloogilises järjekorras kõik ehitisregistri nõudmiste baasil seotud toimingud. Lõplikus projekteerimistingimuste taotluses esitati projekti puhul esmaselt andmed ehitisregistri esitaja, omaniku ja ehitusprojekti koostaja kohta. Seejärel lisatakse ehitisregistri digikaardi süsteemi vastava päikeseelektrijaama soovitatav asukoht. Dokumentidest lisatakse järgnevalt taotlusesse päikesijaama asendi eskiisskeem ja pildina asukoht suuremas mõõtkavas. Viimase sammuna enne esitamist makstakse ära riigilõiv vallavalitsuse kontole ning lisatakse kviitung taotluse osana. Kõik eelnevad sammud sooritatakse ehitisregistri kodulehe vastavas aknas, projekteerimistingimuste digiankeedil. Lisades L2.1 ja L2.2 on näha vastava projekti projekteerimistingimuste tarvis loodud asendiskeemi näidis ja suuremas mõõtkavas geopilt asukohast. Peale projekteerimistingimuste laekumist saabub vallavalitsuselt projekteerimistingimuste dokument, mille leiab eelpool mainitult lisast 3. Antud dokumendist leiab vastused ehitusseadustiku alusel nõutavatele järgnevatele punktidele:

- 1) kasutamise otstarve;
- 2) suurim lubatud arv maa-alal;

- 3) asukoht;
- 4) lubatud suurim ehitusalune pind;
- 5) kõrgus ja vajadusel sügavus;
- 6) arhitektuurilised, ehituslikud ja kujunduslikud tingimused;
- 7) maa- või veealal asuvate ehitiste teenindamiseks vajaliku ehitise võimalik asukoht;
- 8) ehitusuuringu tegemise vajadus;
- 9) haljastuse, heakorra ja liikluskorralduse põhimõtted. [18]

Kokkuvõtlikult saab öelda, et enne projekteerimise alustamist on kindlasti oluline teha selgeks kõigepealt vallapoolsed nõudmised ning selgitada välja, kas projekteerimistingimusi on üldse vaja. Enamjaolt ei tule ette Eesti praktikas projekteerimistingimuste nõudmist maapäikeseelektrijaamale, kuid erandeid on olnud ja selleks peab valmis olema. Märkimist väärib ka ohukoht, kus projekteerimistingimuste vajaduse teada saamisel alles peale põhiprojekti esitamist võivad tekkida edaspidised komplikatsioonid, mis põhjustavad kogu planeeringu muutmist või arvestatavat ajalist kadu.

## **2.2 Projekteerimise etapid**

Projekteerimise protsessi võib reaalses jagada kaheks peamiseks osaks. Protsess algab tegelikult juba projekti kõige esimestest läbitavatest sammudest, alates kaardistamisest, olemasolevate elektriliste tingimuste välja selgitamisest kuni ka eelmises lõigus välja toodud projekteerimistingimuste taotlemiseni. Sellist osa võib pigem nimetada projekteerimise planeerimiseks ja kontrolliks ehk aluspõhjaks ning see ongi täpsemalt kirjutatud lahti juba eelnevates alapeatükkides. Peale esmatähtsate protsesside läbimist saab liikuda käesoleva alapeatüki juurde, kus kirjeldatakse projekteerimist kui lõpliku projekti detailide paika panekut ning lõpliku projekti lahenduse tarvis kõikide vajalike jooniste ning skeemide loomist.

Projekteerimise alustamiseks on vaja varasemate protsesside käigus välja selgitatult teada minimaalselt päikeseelektrijaama plaanitud asukohta ning liitumispunkti asukohta. Need kaks kaks punkti on laiemas plaanis kõige olulisemad aspektid projekteerimise alustamiseks. Muu taustinfo on eelduslikult paika pandud juba asukoha varasemal planeerimisel ja kontrollil. Lisaks projekti eelplaneerimisel ja objekti kontrolli etappidel tehtud otsustele on vajalik sooritada ka tähtsaid valikuid projekteerimise faasis. Projekteerimisel vajalik paika panna näiteks suures osas projekti hõlmavatest detailidest, mille kohta saab täpsemaid valikuid teha alles justnimelt jooniste

koostamise ajal või pärast. Järgnevates alapeatükkides tuuakse välja projekteerimise protsessi olulisimad sammud, tehtavad otsused ja täpsemad kirjeldused. Antud peatüki näidete aluseks on võetud Sunservice OÜ poolt teostatud 40kW maapäikeseelektrijaama projekt Raplamaal, Lipa külas, mille joonised leiab lisades L4.1, L4.2, L4.3, L4.4 ja L4.5. Projekt on projekteeritud käesoleva töö koostaja poolt.

### **2.2.1 Asendiplaan**

Maapäikeseelektrijaama asendiplaan on üldjoones kõige esimene projekteeritav joonis. Selle põhjal peab vaatajal ja projekti kontrollijal tekkima väga hea üldpilt käsitletavast projektist. Edasine projekteerimise töö ja otsused toimuvad enamasti justnimelt asendiplaani põhjal.

Lisas L3.1 leitav joonis annab hea visuaalse pildi, milline peaks nägema välja üks korrektne maapäikeseelektrijaama asendiplaan. Antud asendiplaani puhul on tegemist Sunservice OÜ poolt käesoleva kirjutise tarvis välja antud joonise näidisega. Joonis on koostatud kasutades joonestamistarkvara AutoCAD. Joonis peab olema varustatud korrektse kirjanurgaga, mis on leitav näitejoonise paremast alumisest nurgast. Kirjanurgad on kohustuslikud kõikide joonestamist nõudvate jooniste puhul. Kirjanurgas peab kohustuslikult olema koostaja nimi, joonise number, joonise nimetus, objekti aadress ja katastritunnus, projekti nimetus, mõõtkava, staadium, kuupäev ja versioon. Edasiste asendiplaani osade kirjeldamisel on soovitatav võtta täpsemaks arusaamiseks ette mainitud asendiplaani näidis. Järgnevalt kirjeldatakse ära täpne tegevuskava asendiplaanile kantavatest punktidest ning tehtavatest otsustest:

- 1) Joonisele lisatakse Maa-ameti aluskaart koos katastriüksuse tunnuse ja katastriüksust puudutavate kitsendustega (käsitletud alapeatükis 1.2.2) ning skaleeritakse kõik suurused reaalsusega vastavusse. Näiteks üks pikkusühik joonisel vastab 1 meetrile. Lisa L4.1 puhul on näha, et ainus kitsendus katastriüksuse puhul antud asukohas on olemasolevad õhuliinid, mis on märgitud lilla värviga. Väiksemal maa-alal asuvad pargid mahutatakse üldjuhul A4 lehesuurusele, sealt edasi vajadusel A3 jne. Ehitisregistri üldisem nõue on, et mõõtkava oleks asendijoonistel 1:500.
- 2) Teise sammuna alustatakse joonestamise protsessi ja kantakse asendiplaanile päikesepaneelid vajalikes mõõtudes, planeeringuala piirjoon, liitumispunkt, inverter ja jaotuskilp ning ka veetava maakaabli trass.
- 3) Joonestatud päikesepargile lisatakse joonisele juurde kogu vajaliku infoga tekstiaknad ja mõõdud. Iga päikesepargi nurk tähistatakse koordinaatidega ning viiakse see vastavusse L-EST-97 koordinaatsüsteemiga. Seejärel tuleb lisada



paneeliridade mõõdud (laius ja pikkus) ning arvutada planeeringuala pindala kandes selle planeeringuala tekstiaknasse. Kõige lõpuks lisatakse paneeliridade peale andmed paneelide arvu, võimsuse ning pindala kohta.

- 4) Asendiplaani koostamise juurde kuulub ka põhilise jõukaabli valik. Mõõdetakse ära täpne kaablitrassi pikkus. Seejärel tekib võimalus alustada vahelduvvoolu kaabli valimise protsessi. Esmaselt tuleb uurida, mitme soonelist väljundkaablit inverter toetab. Sellise informatsiooni leiab inverteri andmelehel, näiteks lisas L1.1 asuva inverteri andmelehe punkt 4 põhjal, kus on näidatud andmelehel asuv inverteri soonte arv.

Järgnevalt kirjeldatakse maapäikeseelektrijaama jõukaabli valik ja viiakse läbi näidisarvutus pingelangu leidmiseks vahelduvvoolu jõukaablil, et valida õige kaabli suurus ja liik. Olulisimad komponendid maakaabli valikul on esiteks kaabli pinnasesse paigaldamise võimekus, koormusvoolu piirang, pikkus ning pingeklass. Koormusvoolu piirang on ette antud madalpinge jõukaabli andmelehel ning see näitab seda, kui suurt konstantset koormusvoolu jõukaabel suudab taluda. Koormusvoolu suurust on võimalik kontrollida päikeseelektrijaama maksimaalse väljundvoolu järgi. Kuna antud töös käsitatakse päikeseelektrijaamasid vahemikus 0-499 kW, siis on üldjuhul tegemist ka madalpingeliste süsteemidega, kus võrguliitumised on 400 V nimipingel. Seega jõukaabli valikul on vajalik valida madalpingeline jõukaabel nimipingeklassiga 0,6/1 kV. Jõukaabli valikul on samuti väga oluline, et jõukaabli ja inverteri parameetrid oleksid kooskõlas. Jälgima peab, et kaabli puhul oleks tegemist inverterist sõltuvalt kas viie või mõne inverteri tootja puhul võimalusel neljasoonelise madalpinge jõukaabliga. Osad inverterid lubavad ühendada neljasoonelisi jõukaableid, kus puudub neutraaljuht ning on seega hinnalt odavamad ja mõistlikum valik. Jõukaabli valiku näitlikustamise eesmärgil saame kasutada siinkohal Eestis enimlevinud kohaliku tootja Draka Keila kaablite tüüpe. Oletades näiteks, et kasutuses on inverter Sungrow SG40CX, mis lubab ühendada nelja soonega jõukaablit, saame esimese sammuna paika panna jõukaabli liigi, milleks on nelja soonega jõukaabel. Valime näiteks Draka jõukaabli AXPk 4G, kus arv 4 näitabki neljasoonelist kaablit. AXPk tunnusega kaablid on alumiiniumkomponendiga madalpingelised jõukaablid. Viiesoonelise alternatiivina on võimalik valida näiteks Draka XPK 5G tunnusega jõukaabli. Lisaks kaabli liigile on vajalik teha valik ka selle ristlõikepindala osas. Potentsiaalse pingelangu arvutamise kaabli otstes saab määrata ära kaabli jämeduse ehk ristlõike pindala, mis sätestab ka kaabli läbilaskevõime. Jõukaabli pingelang võiks olla soovitatavalt mitte rohkem kui 5% ning mida pikem on

kaabel, seda suurem on pingelang ka kaablil. Sellest tulenevalt mida pikem on kaablitrass, seda suurema ristlõikepindalaga jõukaabli peab ka valima kuna pingelang muutub vastasel juhul liiga suureks. Edaspidises arvutustes on näite toomiseks kasutatud eelpool mainitud inverteri ja Draka madalpinge jõukaablite tootelehe andmeid. [21]

Oletades, et projekteerimise käigus on selgunud vajaoleva kaabli pikkus, milleks on  $L = 26 \text{ m}$ . Lisas L1.3 esitatud Draka Keila AXPK tüüpi jõukaabli tootekataloogi väljavõtte. Testime sealt kolme erineva kaablitüübi pingelangusid antud tingimustel. Valime võrdlemiseks AXPK 4G25, AXPK 4G35 ja AXPK 4G50.

Välja valitud jõukaablite põhjal otsitakse lisas L1.3 asuvalt andmelehelte väljast nende maksimaalsed vahelduvvoolu eritakistused kilomeetri kohta. Need on vastavalt  $1,5 \frac{\Omega}{\text{km}}$ ,  $1,0 \frac{\Omega}{\text{km}}$  ja  $0,77 \frac{\Omega}{\text{km}}$ . Järgneva valemi põhjal leiame kaabli takistuse kogu pikkuse ulatuses:

$$Z_{kl} = \frac{(2 \cdot Z_{eri}) \cdot L \cdot n}{1000} \quad (2.1)$$

Kus  $Z_{kl}$  – jõukaabli takistus,  $\Omega$ ;

$Z_{eri}$  – jõukaabli maksimaalne vahelduvvoolu eritakistus,  $\frac{\Omega}{\text{km}}$ ;

$L$  – kaabli pikkus, m;

$n$  – paralleelsete linide arv.

Rakendades valemisse 2.1 kõik vajaolevad suurused, saame kaablite takistuse pikkuse kohta vastavalt  $0,078 \Omega$ ,  $0,052 \Omega$  ja  $0,04 \Omega$ . Varasemalt valitud näiteinverteri maksimaalne väljundvool ehk koormusvool on  $66,9 \text{ A}$ . Selle abil saame koostada nüüd valemi leidmaks kaablite pingelangud antud pikkusega kaablite kohta:

$$\Delta U_{kaabel} = Z_{kl} \cdot I_k \quad (2.2)$$

Kus  $\Delta U_{kaabel}$  – pingelang kaablil, V;

$Z_{kl}$  – kaabli takistus,  $\Omega$ ;

$I_k$  – koormusvool, A.

Rakendades vajaolevad andmed valemisse 2.2 saame pingelangud vastavalt  $5,21 \text{ V}$ ,  $3,47 \text{ V}$  ja  $2,67 \text{ V}$ . Kui arvestada, et inverteri ja liitumispunkti vaheline nimipinge on  $230 \text{ V}$ , siis protsentuaalselt on pingelangud vastavalt  $2,27\%$ ,

1,51% ja 1,16%. Siit saame järeldada, et teoreetiliselt sobiksid kõik kolm kaablit antud olukorras. Mõistlik oleks aga valida selles valikus kõige väiksem kaabel ehk AXP4G25, sest mida väiksem on kaabel, seda odavam on ka maksumus. Kokkuvõtlikult võib öelda, et nagu eelpool oli mainitud, siis pingelang võiks resulteeruda allapoole 5% piiri, kuid mitte liiga palju, sest mida lähemale 5% piirile pingelang jääb seda tõenäolisemalt soodsama kaabli saab ka valida.

5. Lõpliku asendiplaani sammuna on esiteks oluline lisada asendiplaani kirjanurga kõrvale kogu oluline infomatsioon päikeseelektrijaama kohta. Selleks infomatsiooniks on installeeritav päikesepaneelide koguvõimsus ja mark, kasutatav inverter ja selle väljundvõimsus, kandekonstruktsioonide lahenduse valik ja päikesepaneelide suund, päikeseelektrijaama võrguühenduse asukoht, kasutatud aluskaardi informatsioon ja koordinaatide süsteemi tunnus. Lisaks on korrektne lisada asendiplaanil lisainformatsioonina ka paigaldatavate kandekonstruktsioonide põhimõtteskeemi joonis, ristlõike joonis planeeritava sügavusega kaablite kaevisest ning joonisel kasutatud tingmärkide legend.

## 2.2.2 Ühendusplaan

Teise projekteeritava joonisena üldjuhul alustatakse ühendusplaani või teise sõnaga põhimõtteskeemi koostamisega. Antud joonisel või skeemil on ideaalis välja toodud alati kolm erinevat elektriliste ühendustega seotud osa. Nendeks on üleüldine põhimõtteline päikesepargi ühendusskeem, stringiplaan (paneelide ühendusplaan) ja ka inverteri ühendusskeem. Lisas L4.2 on välja toodud näiteprojekti ühendusplaani joonis. Joonise osade koostamine toimub kasutades joonestamistarkvara AutoCAD. Joonis peab olema varustatud korrektse kirjanurgaga. Plaanile kuuluvate osade kirjeldus:

**Põhimõtteskeemi** joonisel on oluline ära markeerida paigaldatava süsteemi osa ning olemasolevad paigaldised. Põhimõtteskeemi ülesanne on anda võimalikult lihtsasti väga hea ülevaade, kuidas kõik elektripaigaldise osad omavahel ühendatud on ning ära näidata kõikide paigaldiste põhiandmed. Olulisimad joonise osad on päikesepaneelide arv, päikesepaneelide koguvõimsus, päikesepaneelide ja inverteri vaheline kaabel, inverteri tüüp ja võimsus, maanduskaabli ühendus, inverteri ja PV\_JK ehk päikeseelektrijaama jaotuskilbi vaheline kaabel, sidelahendus, jaotuskilbi kaitsmed ning viimasena jaotuskilbi ja liitumiskilbi vaheline kaabel. Kõikide kaablitüüpide juurde on oluline märkida ka kaablitrassi pikkus. Kui põhilise päikeseelektrijaama jõukaabli valik toimub asendiplaani koostamise käigus, siis põhimõtteskeemil määratakse ära kasutatavad alalisvoolukaablid ja jõukaabel inverteri ning jaotuskilbi vahel. Alalisvoolukaablitena kasutatakse spetsiaalseid 6mm<sup>2</sup> solarkaableid. Jaotuskilbi ja inverteri vaheliseks kaabliks võib alati valida sama jõukaabli, mis valitakse ka

jaotuskilbi ja liitumispunkti vahele. Küll aga kulude kokkuhoidmiseks on mõistlik valem 2.1 abil sooritada arvutus leidmaks minimaalset lubatavat ristlõikepindala. Nagu varasemalt mainiti, siis väiksema ristlõikepindalaga kaabel on hinnalt ka odavam. Märkimist vajab asjaolu, et põhimõtteskeem on see koht, kus üldjuhul toimub ka otsustamine, kuidas lahendada päikeseelektrijaama maanduse ühendused. Oluline on, et kõik päikeseelektrijaama osad oleksid maandatud kasutades maanduskaableid maanduslatile, mis enamjaolt asub päikeseelektrijaama jaotuskilbis. Maanduse kontrollarvutusi ja mõõtmisi teostab selleks vastav pädevustunnistusega spetsialist päikeseelektrijaama auditeerimise ja kontrollmõõtmiste faasis. Lisas L4.2 asuval jooniselt on näha, et päikeseelektrijaama maaraamide osa juurest ongi tõmmatud maanduskaabel päikeseelektrijaama jaotuskilpi.

Põhimõtteskeemi koostamise juures jõutakse järgmise olulise otsustamise kohani. Selgeks tuleb teha, millised kaitsmeseadmed on tarvis päikeseelektrijaama tarvis valida. Levinumalt lisatakse inverteri ja muude süsteemiosade kaitsmiseks päikeseelektrijaama jaotuskilpi kahte tüüpi kaitsmeid. Nii moodulkaitaselüliti kui ka PV\_JK (päikeseelektrijaama peajaotuskilp) peakaitse. Esimese sammuna tuleb välja selgitada päikeseelektrijaama inverteri maksimaalne väljundvool. Selle leiab inverteri andmelehel tulbast „*max output current*“, nagu on toodud välja lisas L1.1. Moodulkaitaselüliti tuleb valida alati valida veidi kõrgem inverteri maksimaalsest väljundvoolust. Oletades, et inverteri maksimaalne väljundvool on 79,4 amprit, siis moodulkaitaselüliti valitakse 80 ampri suurune. Ning järgmisena valitakse peakaitse suurus, mis on moodulkaitaselülitist alati 1 samm kõrgem ehk valitakse 100 amprine peakaitse. Moodulkaitaselülitite standardsed nimivoolud amprites, mille põhjal valikut teha saab on järgnevad: 0,5, 1, 1,6, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125.

**Stringiplaani ehk päikesepaneelide ühendusplaani** näite leiab lisa L4.2 ühendusplaani joonisel paremas nurgas. Selle joonise eesmärk on ära näidata, millises ühendatakse päikesepaneeli read inverterisse. Antud ühendusplaani aluseks on võetud asendiplaan, ning lisatud lihtsalt peale ühenduse formatsioon. See kuidas korrektset formatsiooni koostada sõltub inverteri nimiaandmetest. Lisas L1.1 välja toodud Huawei inverteri andmelehe joonisel punkt 2 ja punkt 3 kirjeldavad võimalikku inverteri sisendite arvu. Tähis MPPT tähendab ühte stringipaari ja ühes stringipaaris võib olla kaks võrdse pikkusega rida päikesepaneeli. See kui palju päikesepaneeli võib olla ühes stringis arvutatakse välja inverteri maksimaalse sisendpinge ja peatüki 1.4 valemi 1.3 omavahelisel jagamise tehtel. Näiteks inverteri sisendpinge on 1100 V, talvine maksimaalne päikesepaneeli väljundpinge 45,3 V. Jagades need omavahel saame, et ühes stringis võib olla maksimaalselt 24 päikesepaneeli. Kui aga käesoleva lisa L4.2

näite põhjal on päikesepargis 160 päikesepaneeli, siis on mõistlik ühe stringi paneelide arvuks valida 20, sest 160 jagub 20-ga ideaalselt. Kokkuvõttes nagu ka stringijooniselt näha on, siis projekteeritud on 4 MPPT-d ehk 8 stringi päikesepaneele. Lisaks on tarvilik päikesepaneelide ühendusplaanile märkida ära ka maanduskaabli ja päikesepaneelide kaablite trass päikesepaneelide raamiridade vahele. Need on näitejoonisel märgitud kollase ja rohelise punktiirjoonena.

**Inverteri ühenduskeemi** leiab lisas L4.2 asuva ühendusplaani vasakult alumisest nurgast. Antud skeem ei ole alatihti kohustuslik, kuid annab projekti teostajale ehk ehitajale veelgi täpsema pildi ette, kuidas võiksid toimuda stringide ühendamine inverteri sisendites. Selleks on inverteri andmelehe põhjal välja joonestatud inverteri struktuurskeem ning lisatud alla informatsioon kõikide paneeliridade andmete kohta. Näidatud on ära paneelirea ühendamise järjekord ehk millisest paneelist liigub solaarkaabel inverteri „+“ sisendisse ning milline otsapaneel ühendatakse „-“ sisendisse, täpne maandusskeem päikesepaneeli raamiridade vahel ning inverterist väljuvate kaablite andmed.

### 2.2.3 Jaotuskilbi skeem

Kolmanda projekteerimise ja jooniste koostamise sammuna alustatakse lisas L4.3 välja toodud maapäikeseelektrijaama inverteri kõrvale paigutatava korrektse jaotuskilbi ehk „PV\_JK“ skeemi koostamist. Skeemi koostamine on sooritatud joonestamistarkvaraga AutoCAD. Skeemil on esitatud kõikide kilbisestest osade tingmärgid, kuhu need on ühendatud ning mis on nende omadused. Skeemi joonis peab olema varustatud korrektse kirjanurgaga. Elektrikilbi skeemide koostamisel on oluline alati konsulteerida elektrilist pädevust omava spetsialistiga. Pädevust omav isik peab omama elektrialast kõrgharidust ning omama vähemalt ka B-klassi pädevustunnistust. Täpsemalt käsitletakse pädevustunnistuse teemat ehitusloa alapeatükis.

Skeemi esimesel lehel on välja toodud:

- 1) Elektrotehnilised andmed (nimipinge, vool, sagedus), ehituslikud andmed (keskuse tüüp, paigaldusviis, kinnitusviis, ukse tüüp, põhja ehitusviis, pinnakate), seadmete informatsioon (seadmete tüüp, paigutusviis, info kontrollijast), kaablid (toitekaablid, väljund jõukaablid, juhtkaablid) ja tunnussildi informatsioon (standard või muu).
- 2) Teisel lehel leiab alates vasakult äärest lugedes skeemiosade tingmärgid ja ühendused, grupi tähise, tarbija nimetuse, seadme võimaliku võimsuse ja viimasena seadmest väljuva/siseneva kaabli liigi ja pikkuse.

Kilbiskeemi puhul on äärmiselt oluline välja tuua, et selle koostamist peab sooritama või hoolikalt kontrollima elektrilist pädevustunnistust omav isik. Korrektsed elektrikilbi joonise olemasolul koostatakse ehitusel ka korrektsed ja ohutu elektrikilp. Elektripaigaldise tehnilist kontrolli sooritava isikul peab olema elektriohutusseaduse pädevusklasside ja personali sertifitseerimise korra määruse § 2 alusel vähemalt B-klassi pädevustunnistus ja elektriline kõrgharidus [22]. Ehk kokkuvõtlikult saab öelda, et kilbiskeemi korrektsed koostamine on väga tähtsal kohal ning selle koostamine vajab ilmingimata spetsialistipoolset täpset kontrolli. Samamoodi otsustab just pädevusega spetsialist, millised näitajad on vaja valida eelpool käesolevas alapeatükis mainitud punkti 1 ja punkti 2 tingimustes.

#### **2.2.4 Seletuskiri ja materjalide spetsifikatsioon**

Eelnevates alapeatükkides toodi välja kõik joonestamist vajavad projekti osad. Nüüd liigitakse kahe viimase koostamist vajava dokumendi juurde. Nendeks on projekti seletuskiri ja materjalide spetsifikatsioon. Antud dokumentide näited on välja toodud vastavalt lisa L4.4-s ja lisa L4.5-s. Dokumentide puhul on tegemist Sunservice OÜ poolt käesoleva kirjutise tarvis välja antud dokumentide näidistega. Alljärgnevalt kirjeldatakse põgusalt lahti antud dokumentides esinev informatsioon. Selleks, et saada täpne arusaam kõigest alapeatükis kirjeldatud informatsioonist, on vaja lugemiseks antud dokumendid kõrvale võtta kuna dokumentides esinev informatsioon on palju detailsem.

**Materjalide spetsifikatsioon** on enamasti oluline just ehitusmeeskondade ja projektijuhtide tarvis. See indikeerib ära milliseid materjale oleks tarvilik projekti ehitusprotsessi jaoks kasutada või soetada. Projekteerija ülesanne on lisada materjalide spetsifikatsiooni kõigi kasutatavate seadmete, kõikide kasutatavate kaablite ja seonduvate ühenduskomponentide, päikesepaneeli kinnituste kuni ka koostatavate jaotuskilpide osade kogusteni välja. Eesmärk on see, et ehitusprotsessil ei tekiks ootamatuid üllatusi komponentide puudumise osas. Materjalide spetsifikatsiooniga sätestataksegi ära kogu vajaolev materjal, et ehitustegevus sujuks edukalt. Mainimist väärib ka asjaolu, et materjalide koguste valikul on soovitatav alati arvestada väikese ülekattega. Näiteks eriti kaablite kogupikkuse määramisel ja arvutamisel, sest võib tekkida olukord, kus kaablitrasside pikkused võivad reaalsuses veidi projektijoonistest erineda. Materjalide spetsifikatsiooni teisene tähtsus on ära näidata ka täpsemalt kasutatavad materjalid projekte kontrollivatele ehitusspetsialistile. See annab hea panuse juurde korrektsed ja väärtusliku projekti valmimisele ning annab veelgi parema ülevaate projekti detailidest ehitusluba väljastavale ametnikule.

**Seletuskiri** on dokument, mis peab andma kontrollivale ametnikule ideaalse laiapõhjalise ülevaate projektist. Allolevate punktide toetuseks on soovitatav jälgida lisas L4.4 esitatud seletuskirja näidist, kust leiab kogu täpse kirjelduse seletuskirjas nõutud informatsioonist. Seletuskiri peab suutma vastata kõikidele tekkivatele küsimustele, mis on toodud välja järgnevate punktidenä:

- Seletuskiri algab asukoha ja isikuandmetega. Välja peab olema toodud objekti aadress, projekterija, vastutav insener (pädevust omav elektriinsener), projekti staadium ning ka andmed tellija kohta.
- Olemas peab olema kogu informatsioon ja loetelu nende projektidokumentide kohta, mis ehitisregistrisse ehitusloa taotlemiseks esitatakse.
- Esimeses sisuosas kirjeldatakse üldisemalt päikeseelektrijaama põhiparameetreid, päikeseelektrijaama talitlust, projekteerimise lähteandmeid ja maapäikeseelektrijaama rajamise ja planeerimise puhul järgitavaid normdokumente. Normdokumente kirjeldati varasemalt juba täpsemalt peatükis 1.3.
- Teises sisuosas kirjeldatakse täpsemalt ära kogu konstruktsioonide ja asendiga seotud informatsioon. Näiteks täpsemad andmed kinnistu ja päikesepaneelide kandekonstruktsioonide lahenduse kohta kui ka olulisim info katastriüksuse kohta.
- Kolmandas sisuosas tuuakse välja nõuded ja kogu informatsioon täpsemalt just elektripaigaldise kohta. Kirjeldatakse ära kuidas on päikeseelektrijaam ühendatud, millised on nõuded juhtmestikule, nõuded elektrikilbile, päikesepaneelide nimiandmed, inverteri nimiandmed ning viimase osana maanduse teostamise informatsioon.
- Neljandas sisuosast leiab informatsiooni elektritootmiseseadmete ja seadistamise ja katsetamise kohta.
- Viienda sisuosana kirjeldatakse lahti keskkonna nõudeid ja tööohutust. Keskkonnanõuete all peetakse silmas, kuidas tegutseda ehituse käigus tekkivate jätmetega. Tööohutuse all peetakse silmas Eestis kehtestatud ohutusnõuete järgimist.
- Kuuendas sisuosas tuuakse välja kõik maapäikeseelektrijaamaga seonduvad hoolduse toimingud. Alates regulaarsest kontrollist elektrilistele seadmetele ja

kaabeldusele kui ka toimingud mis hõlmavad päikesepaneelide pindade puhastamist parema päikesekiirguse tagamiseks päikesepaneeli tootmisosadel.

### **2.2.5 Muud projektidokumendid**

Eelnevates alapeatükkides kirjeldati lahti kõik projekteeritavad joonised ja kirjutised. Lisaks eelnevatele põhijoonistele ja kirjutistele tuleb projektidokumentide hulka lisada ka võrguettevõtte poolt esitatavad tehnilised tingimused, vajadusel valla nõudel kooskõlastused kolmandate osapooltega ning viimasena kolme põhilise kasutatava seadme/süsteemi kasutusjuhised kui ka andmelehed. Need kolm peamist seadet on inverter, päikesepaneelid ja kandekonstruktsioonid ehk kinnituslahendused. Inverteri ja päikesepaneelide puhul on oluline lisada projekti osana nii kasutamise instruktsioonid kui ka andmelehed. Kandekonstruktsioonide mõistes on nõutav põhiliselt ainult andmeleht.

### **2.2.6 Kooskõlastamine ja allkirjastamine**

Iga valminud projekt nõuab kooskõlastamist nii vastutava inseneriga ehk vastavat erialast pädevust omava isikuga kui ka tellijaga. Vastutav insener kontrollib üle kõik projekti osad, et need oleksid vastavuses seaduste, nõuete ja määrustega. Eriti vajab kontrolli kogu projekti elektriline külg. Nendeks on õiged kaablitüübid, korrektselt koostatud jaotuskilbi skeem koos õigete kaitsmete suuruste ja seadmetega, korrektselt arvutatud pinged seoses päikesepaneelide ja inverteritega kui ka korrektselt projekteeritud maanduslahendus. Olulisim komponent lõpliku projektidokumentatsiooni puhul on vastutava inseneri allkirja saamine. Seejärel on vajalik projekti esitleda ka tellijale. Vajadusel saab tellija teha omapoolseid muudatusettepanekuid või anda koheselt endapoolne allkiri kinnitamaks projektiga edasiminekut. Vastutava inseneri ja tellija kooskõlastamise järel on võimalus liikuda edasi ehitusloa protsessi juurde.

## **2.3 Ehitusloa protsess**

Projekteerimise viimase etapina on koostatud projekt vaja esitada ehitisregistrisse ning taotleda ehitusloa. Ehitusloa annab loa püstitada ehitist, mis vastab ehitusloa väljastamise aluseks põhinevale ehitusprojektile [23]. Ainsa erandina kasutatakse näiteks „ehitusteatis“ varianti sellises olukorras, kus vald on andnud endapoolse nõude esitada maapäikeseelektrijaam mingi hoone tehnosüsteemi osana ja mitte eraldiseisva üksusena. Osade valdade arvates on see lihtsam ja kiirem viis protsessi läbida. Sel juhul nõuab vald ka projektidokumentatsiooni esitamist ehitusteatisena. Selleks, et ettevõtte saaks üleüldse alustada ehitusloa protsessi või saaks elektripaigaldiste rajamist laias pildis teostada, peab ettevõttel olema selleks vastav MTR registreering. MTR ehk



majandustegevuse register. Antud registris peab ettevõtte nimele olema registreeritud vähemalt üks piisavat elektrialast pädevustunnistust omav isik. Näiteks elektrilist A-klassi või B-klassi pädevustunnistust omav isik. Oluline on ka see, et antud isik on kinnitanud oma seotust ettevõttega. Olukorras, kus ettevõttel on olemas oma vastav MTR registreering, on ettevõttel võimalus seejärel esitada eithusprojekte ehitisregistrisse ning tegeleda elektripaigaldiste või -rajatiste püstimisega.

Et ehitusloa taotlemise protsessi alustada on vaja ka veenduda eelmises alapeatükis käsitletud allkirjastatud projektidokumentatsiooni korrektsuses. Mida siin hetkel korrektsuse all silma peetakse? Nimelt ehitisregistri süsteem jälgib väga karmilt esitatud projektikaustade sees asuvate dokumentide nimesid. Iga ehitusloa taotlemiseks esitatava dokumendi tarvis on oma kood, mis peab kajastuma dokumendi nimes. Järgnevalt kirjeldatakse lahti ehitisregistri poolt ettenähtud vormistamise regulatsioon projektidokumentide esitamiseks. Alusnäitena on kasutatud tehniliste tingimuste dokumendi nimetust:

SS2084\_PP\_EL\_1-01\_v01\_ELVTT353242\_2020-09-02

Kus SS – ettevõtte lühend (Sunervice OÜ);  
PP – põhiprojekt;  
EL\_1-01 – lähteinfo seotud dokumentid (01 tähista järjekorra numbrit);  
v01 – esitatava versiooni number;  
ELVTT353242 – dokumendi sisu pealkiri;  
2020-09-02 – esitamise kuupäev.

Spetsiifiliste dokumendite koodid on lahti seletatud alljärgnevalt:

EL-1 – projekti lähteinfo seotud dokumendid (nt tehnilised tingimused, kitsendused);  
EL-2 – kooskõlastused;  
EL-3 – seletuskiri;  
EL-4 – esmatähtsad joonised (nt asendiplaan, ühendusplaan);  
EL-5 – täiendavad joonised (nt põhimõtteskeem, kilbiskeemid);  
EL-8 – materjalide spetsifikatsioon ja muud madalama tähtsusega dokumendid;  
EL-9 – kasutatavate seadmete või materjalide sertifikaadid ja juhised (nt inverteri, päikesepaneelide, kandekonstruktsioonide ja kinnituslahenduste).

Allpool esitatud tabelis 2.1 on toodud Sunservice OÜ näitel välja korrektne projektidokumentatsiooni nimetuste vorming.

Tabel 2.1 Ehitusloa tarvis esitatava projektikausta sisu Sunservice OÜ näitel

<b>Dokumendi nimetus</b>
SS2084_PP_EL-1-01_v01_ELVTT353242_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-1-02_v01_Kitsendused_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-3-01_v01_Seletuskiri_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-4-01_v01_Asendiplaan_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-5-01_v01_Ühendusskeem_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-5-02_v01_PVJK_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-8-01_v01_Materjalidespets_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-9-01_v01_CS_DS_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-9-02_v01_CSInst_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-9-03_v01_SungrowDS_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-9-04_v01_SungrowInst_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-9-05_v01_TSDS_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-9-02_v01_CSInst_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-9-03_v01_SungrowDS_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-9-04_v01_SungrowInst_2020-09-02.pdf
SS2084_PP_EL-9-05_v01_TSDS_2020-09-02.pdf

Ehitisregistris on ehitusloa taotlemise sisestamisel vaja läbida väga täpne protsess. Alljärgnevalt on välja toodud etapid ehitisregistris ehitusloa taotluse sisestamiseks:

- 1) Esimese sammuna on vajalik allpool esitatud aknas lisada projektiga seotud isikud. Esitama peab andmed omaniku, ehitaja, projekti koostaja ja projekti ehitisregistrisse esitaja kohta.

Seotud isikud

Ehitised

Esitatavad dokumendid

Esitamine

Ehitusloa taotlus nr. \_\_\_\_\_ / Seotud isikud \_\_\_\_\_

Seisund Taotlus koostamisel

Dokumentidega seotud isikud

**Teade**

Registri automaatteavitused saadetakse taotleja e-posti aadressile juhul, kui e-posti aadress on teatisele või taotlusele lisatud.

**Taotlustele ja teatistele, kus ehitusprojekt on nõutav, tuleb lisada isik rolliga "Ehitusprojekti koostaja" (nupp Lisa isik)**

**Kasutusloa taotlusele või kasutusteatisele ehitise auditi lisamisel tuleb lisada isik rolliga „Auditi koostaja“ (nupp Lisa isik)**

[+ Lisa isik](#)

Isik Roll E-post Kontaktaadress Telefon MTR Reg nr. MTR kontrolli kp

Sunservice OÜ Taotleja

[Kontaktisik](#)

[KARL-ERIK](#)

[LAASMA](#)

[Kopeeri](#)

[Kustuta](#)

[Ekspordi CSV-sse](#)

[Jätka](#)

Joonis 2.1 Ehitusloa taotluse samm nr 1 (Ehitisregistri väljavõte)

- 2) Teise sammuna on vajalik orienteeruda joonisel 2.2 vasakul nurgas nähtava menüüriba „Ehitised“ nupule. Seal esineb aken, kuhu on vajalik lisada ehitis koos allpool esitatud pildil olevate ettenäidatud vastuste valikutega.

Seotud isikud

**Ehitised**

Esitatavad dokumendid

Esitamine

Ehitise lisamine

\* Ehitustegevus Püstitamine, rajamine, paigaldamine (ainult rajatise puhul)

\* Ehitise esimese taseme jaotus Rajatis

\* Rajatise liik

- Eraldiseisev alaline kraana
- Surveseadmed, gaasi- ja elektripaigaldised
- Auditikohustuslik survesead, sh soojustorustik
- Hooneväline auditikohustuslik gaasipaigaldis
- 35–50 kV õhuliin, vee- või maakaabelliin ja/või selle juurde kuuluv alajaam
- 50 kV ja kõrgema pingega õhuliin, vee- või maakaabelliin ja selle juurde kuuluv alajaam
- Elektritootmisrajatis, üle 100 kW
- Elektritootmisrajatis, kuni 100 kW**
- Side- ja telekommunikatsiooniehitised
- Liinrajatised (v.a liin ja sidemast ning olemasolevatele postidele ja ehitistele paigald)
- Side-, raadio- või televisioonimast
- Veevärgi- ja kanalisatsioonitorustik
- Magistraalitorustik
- Tihiseväärmi- ja kanalisatsioonitorustik

Vette ehitamine, kaldaga ühendamata

[Katkesta](#) [Salvesta ja jätk](#)

Joonis 2.2 Ehitusloa taotluse samm nr 2 (Ehitisregistri väljavõte)

- 3) Kolmanda sammuna liikuda varasemalt lisatud ehitise nimele ning seejärel täita kõik vasakul menüüribas (tähistatud joonisel 2.3 punase kastina) esinevad lehed. Antud lehtedel on vajalik täita valikvastustega ankeedid järgnevatel teemadel: kasutamise otstarve ja pinnad, asukoht, konstruktsioonid ja materjalid ja tehnilised andmed. Eriliselt tähelepanelikult tuleb täita lehel

„Tehnilised andmed“ lahter „Energiaallikas: Päikeseenergia“ ja lehel „Asukoht“ lisada ettenäidatud kaardirakenduses täpne jaama asukoht. Lehel „Dokumendid“ on vajalik lisada märge lahtrisse „Energiamärgis ei ole nõutav“ ning dokumente sinna mitte lisada. Dokumentide lisamine on kirjeldatud järgmises etapis.

Üldandmed

Kasutamise otstarve ja pinnad

Asukoht

Konstruksioonid ja materjalid

Tehnilised andmed

Ehitise osad

Dokumendid

### Ehitusloa taotlus nr 2111271/14205 / Üldandmed

Ehitisregistri kood	Ehitis	Ehitise nimetus	Aadress	Ehitustegevus	Dokumendi tüüp
221365167	Rajatis			Ehitise püstitamine	Loakohustuslik

[Ekspordi CSV-sse](#)

**Ehitise üldandmed**

**Ehitusloa taotlusel ja Ehitusteatisel** ehitise laiendamisel või ümberehitamisel kuvatakse taotlusele ja teatisele nii ehitise olemasolevad andmed kui ka esitatavad andmed.

Ehitise olemasolevad andmed on vaikimisi näidatud ka esitatavate andmete all.

Juhul, kui olemasolevad andmed muutuvad, tuleb eemaldada vaikimisi näidatud esitatavad andmed ning lisada uued andmed.

Juhul, kui olemasolevad andmed ei muutu, tuleb jätta esitatavateks andmeteks vaikimisi määratud andmed.

**Kasutusloa taotlusel ja Kasutusteatisel** ehitise laiendamisel või ümberehitamisel kuvatakse taotlusele ja teatisele nii ehitise olemasolevad andmed kui ka esitatavad andmed.

Juhul, kui kasutusloa taotlus või kasutusteatis on seotud ehitusloaga või ehitusteatisega kuvatakse olemasolevate andmete all ehitise olemasolevad andmed. **Esitatavate andmete all kuvatakse vaikimisi ehitusloa või ehitusteatis andmed.**

Juhul, kui esitatavad andmed muutuvad, tuleb eemaldada vaikimisi näidatud esitatavad andmed ning lisada uued andmed.

Juhul, kui esitatavad andmed ei muutu, tuleb jätta esitatavateks andmeteks vaikimisi määratud ehitusloa või ehitusteatis andmed.

Joonis 2.3 Ehitusloa taotluse samm nr 3 (Ehitisregistri väljavõte)

- 4) Eelviimase sammuna esitada allkirjastatud ja korrektsete dokumendi nimedega projekti kaust nupu „Lisa fail“, mis on nähtav joonisel 2.4

Seotud isikud

Ehitised

Esitatavad dokumendid

Esitamine

### Ehitusloa taotlus nr 2111271/14205 / Esitatavad dokumendid

**Oluline info teatiste ja taotluste esitajatele energiamärgise ning ehitusprojekti kohta**

1) Taotlustele ja teatistele, kus ehitusprojekt ja/või ehitusdokumendid on nõutavad, tuleb need lisada **teatise või taotluse leheküljele "Esitatavad dokumendid"**.

[Ehitusprojekti dokumentide vormistamise nõuded ehitusloa elektroonisel taotlemisel ja failinimede moodustamise näited](#)

2) **Digitaalne ehitusprojekt.**  
Ehitusprojekt peab olema digitaalselt allkirjastatud (ddoc; bdoc või asice)  
Faili nime moodustamise näide, kui digitaalselt allkirjastatud projekt koosneb ühest failist PDF kujul:  
111\_EP\_AA-1-01\_ElamuUmberehitusKaseTee13  
Faili nimi ei tohi sisaldada täpitähti, tühikuid, punkti, kaldkriipsu. Maksimalne lubatud faili nime pikkus on 64 tähemärki.

3) Juhul, kui on vaja märkustega tagastatud taotlusele lisada projekti uus versioon, **siis ei tohi eelmist versiooni kustutada**, vaid tuleb lisada uus versioon ning tarkvara asendab projekti automaatselt.

4) Ehitise seadustamisel on võimalik kasutusloa taotlusele või kasutusteatisel vajadusel lisada ehitise audit.

5) **Energiamärgise lisamine või seostamine tuleb teha ehitise leheküljel "Dokumendid"**.  
Hoone puhul, millele energiamärgis on nõutav, tuleb märgis lisada vajutades nupule "Lisa energiamärgis" või seostada vajutades nupule "Seosta energiamärgisega". Kui energiamärgis ei ole nõutav, tehke märge "Kinnitan, et energiamärgis pole nõutav".  
Rajatise puhul ei pea kinnitama, et energiamärgis pole nõutav.

6) Taotlusele saab lisada kuni 5000 faili. Ühe faili lubatud suurus on kuni 300MB.

**Manusena esitatavad dokumendid**

Seotud manused

Dokumendid

Lisa

[Lisa fail](#)

## Joonis 2.4 Ehitusloa taotluse samm nr 4 (Ehitisregistri väljavõte)

- 5) Viimase sammuna tasuda ehitisregistri poolt nõutav riigilõiv 30 eurot, mille informatsioon esitatakse viimasel lehelküljel ning lisada see manusena alloleval joonisel 3.6 näha olevasse aknasse „Makse fail“. Seejärel valida menetlejaks kohalik vald, valida kätte toimetamise viis ning esitada ehitusloa taotlus.

Seotud isikud

Ehitised

Esitatavad dokumendid

Esitamine

### Ehitusloa taotlus nr 2111271/14205 / Esitamine

Taotlus

Eelvaade

Muudatuste vaade

Menetleja

\* Menetleja Vali üks

Maakond

Omavalitsus

Vajadusel saab siit valida menetlejaks Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Ameti

Haldusakti kätte toimetamise viis

E-posti teel  Paberkanal

Riigilõiv

Arvelduskonto ja viitenumber

Selgitus Ehitusloa taotlus nr 2111271/14205

- Rajatise püsttamine ehitusluba - 30 eurot

Riigilõivu summa 30 EUR

Makse info

Makse fail Vali fail Pole valitud Laadi fail

Sisesta makse andmed

Tagasi Kustuta Esita

**Riigilõiv**

Riigilõivuseadus

Riigilõiv tuleb tasuda menetleja (kohalik omavalitsus või Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet) arveldusarvele. Arveldusarve numbriga saate menetleja kodulehelt.

## Joonis 2.5 Ehitusloa taotluse samm nr 5 (Ehitisregistri väljavõte)

Ehituslubade menetlemiseks on kohalikel omavalitsustel aega kuni 6 nädalat. Selle ajaga peab olema selge kohaliku omavalitsuse otsus projekti edasise tegevuse üle. Ehitusspetsialistid võivad ka puuduste ilmsemisel tagastada projekte ning välja tuua märkuseid kui ka nõudeid, mida oleks veel vaja projektis ehitusloa saamiseks parandada. Üks levinumatest nõuetest on naaberkruntidega kooskõlastamine. See tähendab seda, et vald soovib maapäikeseelektriijaama rajamiseks ka naaberkruntide nõusolekut. Harva juhtub ka olukordi, kus naaberkruntide tõttu võibki jääda maapäikeseelektriijaama projekt pooleli ja seda näiteks seetõttu, et planeeritav maapäikeseelektriijaam võib rikkuda hoonete akende vaatevälja või üleüldist looduspilti. Teisteks levinumateks nõueteks on näiteks autoteede või veekogude liigne lähedus, mille korral on vajalik projekteerida maapäikeseelektriijaama asukoht ümber. Ehitusloa protsessi eduka läbimise korral väljastab valla ehitusspetsialist kas e-kirja või posti teel ehitusloa väljastamise korralduse ja ehitusloa dokumendid. Sellest järgnevalt on võimalik alustada peale ehitusloa saamist ehitusprotsessi.

## 2.4 Peatüki vahekokkuvõte

Päikeseelektrijaamade projekteerimise protsess on oluline korrektse läbimõeldud projekti koostamiseks esmase eesmärgiga luua kvaliteetne päikeseelektrijaam ning saada projektidokumentatsiooni alusel päikeseelektrijaama rajamiseks ehitusluba.

Olenevalt erinevate kohalike omavalitsuste nõuetest on vajalik teha selgeks esmajoones maapäikeseelektrijaama projekteerimise tarvis taodeldatavate projekteerimistingimuste vajadus. Projekteerimistingimused sätestavad projekteeritavale ehitusprojektile ära selle kasutamise otstarbe, lubatud suurima maa-ala, asukoha, lubatud suurima ehitusaluse pinna, kõrguse, ehituslikud või kujunduslikud tingimused, ehitusuuringu vajaduse ning haljastuse ja liikluskorralduse põhimõtted.

Projekteerimistegevusele lähenetakse etapiti ehk alustatakse järk-järgult olulisimate jooniste koostamisega. Projekteeritavate jooniste ja skeemide koostamiseks kasutatakse üldlevinumat joonestamistarkvara AutoCAD. Põhiprojektide olulisimateks joonisteks ning dokumentideks on olulisuse järjekorras asendiplaan, seletuskiri, ühendusplaan, jaotuskilbi skeem, ja materjalide spetsifikatsioon. Lisada tuleb dokumentatsiooni osana ka kasutatavate seadmete anmdelhed ning paigaldusinstruktsioonid. Projekteerimistegevuse käigus lahendatakse ka insenerlahenduslikke küsimusi, mis puudutavad täpsemate tehniliste lahenduste valimist. Näiteks valitakse sobiv vahelduvvoolu jõukaabel, selgitatakse välja täpne ühenduste sooritamise skeem ning valitakse konkreetsele päikeseelektrijaamale vajalike kaitsmete suurused. Korrektne projektidokumentatsioon peab vastama ettenähtud vormistusnõuetele. Projektidokumendid peavad olema nimetatud vastavate ehisregistri poolt ette seatud reglementide järgi. Projektidokumentatsioonis esitatavad joonised peavad olema selgelt loetavad, varustatud kirjanurgaga ning olema õiges mõõtkavas. Projektidokumentatsiooni valmimise järel on see vajalik kooskõlastada nii vastavat elektrilist pädevustunnistust omava isikuga kui ka tellija või omanikuga.

Korrektse maapäikeseelektrijaama projekti koostamise järel on võimalik alustada ehisregistris ehitusloa taotlemise protsessi. Ehitusloa saamisel on ametlikult lubatud alustada ehitustegevust.

## 3. EHITUS

Ehituse peatüki eesmärk on anda maapäikeseelektrijaama püstitamise ja ehitamise protsessist ülevaatlik ettekujutus. Maapäikeseelektrijaamade ehitamise protsessi viivad läbi selleks ettenähtud ehitusmeeskonnad ning ehitusvaldkonna spetsialistid. Ehitustöid juhib enamasti projekti koostanud ettevõtte poolt määratud projektijuht ning ehitust teostavad alltöövõtjad.

Ehitustegevuse protsessi saab seaduse järgi alustada sel juhul, kui kohalikult omavalitsuselt on laekunud ehitusloa protsessi tulemusel ehitusluba. Ehitusprotsessi varasemal alustamisel ilma ehitusloa olemasoluta võivad tekkida majanduslikku kahju põhjustavad tagasilöögid. Näiteks võib kohalik omavalitsus ehitusloa puudumise korral nõuda püstitatud rajatiste lammutamist või demonteerimist.

Antud peatükis kasutatavad joonised ja kirjeldavad pildid on saadud ettevõtte Sunservice OÜ dokumentide kogust.

### 3.1 Ehituse etapid

#### 3.1.1 Objekti ettevalmistus

Selleks, et maapäikeseelektrijaam saaks korralikult ja efektiivselt rajatud, on vaja läbi viia objekti ettevalmistuse protsess. Objekti ettevalmistuse alla kuuluvad põhiliselt pinnasetööd, taimestiku eemaldamine, mõõdistus ning materjalide tarne.

**Taimestiku** eemaldamine maapäikeseelektrijaama planeeritavast asukohast on esimene objekti ettevalmistuse samm. Esmajärgus on oluline eemaldada potentsiaalselt päikeseelektrijaama segada võivad põõsad, kõrge hein või vanad puujuurikad. See tähendab seda, et kogu ala, mis jääb maapäikeseelektrijaama planeerimisala alla peab olema tehtud puhtaks. Küll aga olukorras, kus päikeseelektrijaama planeeritaval asukohal või läheduses on suuremaid puid või metsa, mis võivad põhjustada varjusid ning mille eemaldamine on hädavajalik, siis selle tarvis on üldjuhul vajalik saada ka kohalikult omavalitsuselt raieluba ning tellida vastava valdkonna ettevõtte töid läbi viima. Siinkohal peab välja tooma aga märkuse, et päikeseenergiaga tegeleva ettevõtte seisukohalt maapäikeseelektrijaama rajamisega seotud protsessides ei ole ette nähtud tegelemist suures järgus raietööde organiseerimisega. Eeldatakse, et kui maapäikeseelektrijaam tellitakse, siis sellise aspekti peale on juba mõelnud tellija ise või sellise tegevuse korraldab tellija enne paigalduse algust.

**Maapinna ebatasasustega** tegelemine on objekti segavast taimestikust vabastamise järel on järgmine samm. See on oluline samm saavutamaks parim elektrienergia

toodangu potentsiaal. Maapäikeselektrijaama paneeliridade paralleelsus toob kaasa ka stabiilsema päikesekiirguse languse kõikide päikeselektrijaama osade suhtes. Sellest tulenevalt on ka maapäikeselektrijaama töö efektiivsem. Kindlasti ei ole oluline pinnase tasandamine asukohtades, kus ebatasasused on väiksemad või pinnase kaldenurk väga väike. Pinnase tasastamist võiks kaaluda alates 20 kraadisest maapinna kaldenurgast. Mõnikord piisab lihtsalt ka päikesepaneelide kandekonstruktsioonide alusosade kõrguse reguleerimisest olukorras, kus näiteks ainult kaks kinnituslahenduse raamijalga jääksid teistest madalamale. Pinnasetööd on vajalikud olukorras, kus ettenähtud asukohas on mõni sügavam lohk või ümbritsevast keskkonnast kõrgem küngas. Järgmisena on oluline selgeks teha pinnasetööde maht ehk kui suures mahus pinnase liigutamist on vaja sooritada või kas on tarvis pinnast juurde lisada. Pinnasetööde tarvis on vajalik tellida vajaliku tehnikaga spetsialist, kes pinnase tasastamiseks vajaliku töö sooritab. Mainimist väärib asjaolu, et pinnasetööd on üsnagi kallis tegevus ning vajab enne sooritamist maapäikeselektrijaama omaniku ehk tellijapoolset kooskõlastamist. Lisas L5.1 asuval joonisel on esitatud Põlva maakonnas, Kanepi vallas asuv maapäikeselektrijaam, mille põhjal on selgesti näha liivasel alal teostatud pinnasetööd. Päikeselektrijaam antud joonisel oli esialgu planeeritud alale, kus oli järsem küngas. Nagu on lisa L5.1 joonisel näidatud punase värviga, siis pinnasetööde tulemusel tasandati maapäikeselektrijaama idapoolse osa künka tippu 1 meetri võrra madalamale.

**Möödistuse** teostamine enne ehituse algust on oluline samm märkimaks objektile üles täpne projekteeritud maapäikeselektrijaama asukoht. See tagab olukorra, kus päikeselektrijaam püstitatakse täpselt varasemalt välja selgitatud koordinaatidele. Möödistuseks on oluline organiseerida vastava valdkonna asjatundja tööd läbi viima. Möödistuse tulemusena on asukohta loodud pinnasele märgipostid kõikide maapäikeselektrijaamade nurgakoordinaatide asukohtadele. Oluline on ka märkida, et möödistustegevust on vajalik läbi viia kahel korral. Enne päikeselektrijaama rajamist ning ka peale antud tegevust. Topo-geodeetiline uuring peale rajamisprotsessi sooritatakse põhjusel, et oleks võimalik kasutusloa taotlemisel teostusdokumentatsioonis ära märkida lõplik ametlik maapäikeselektrijaama asukoht. Täpne asukoht on oluline ka ehitisregistri andmebaasi mõistes, kus peab olema Eestis paiknevatest rajatistest kogu asukoha informatsioon. Sellest räägitakse lähemalt 5. peatüki teostusdokumentatsiooni alapeatükis.

**Materjalide tarne** päikeselektrijaama asukohta on objekti ettevalmistuse viimaseks sammuks. Selleks, et ehitusmeeskonnad oleksid võimelised korrektselt ja hea aja planeeringuga maapäikeselektrijaama püstitama, on vajalik, et asukohas oleksid olemas kõik vajalikud materjalid. Materjalide valik toimub alapeatükis 2.2.4 käsitletud



materjalide spetsifikatsiooni alusel, kus on varasemalt välja kalkuleeritud kõik vajaolev. Antud tegevusega tegeleb päikeseenergia ettevõttes üldjuhul projektijuht, kes peab vastutama kogu projekti puudutavate küsimuste organiseerimise eest.

### **3.1.2 Konstruktsioonide paigaldus**

Maapäikeseelektrijaama ehitustegevus algab kandekonstruktsioonide ehk üldisemalt kinnituslahenduste püstitamist. Erinevate kandekonstruktsioonide paigaldamine nõuab erinevaid meetmeid. Antud olukorras kirjeldatakse Eestis levinumat rammvaiadega kandekonstruktsioonide lahendust. Sammud rammvaiadega kandekonstruktsioonide ja päikesepaneelide paigaldamiseks:

- 1) Esimeseks sammuks on raamijalgade ja vahelülide ükshaaval omavahel ühendamine. Alustatakse kõige esimesest raamijalast, seejärel kinnitatakse esimese raamijala külge vahelüli abil teine raamijalg. Sellest tulenevalt on valmis esimene raamijala paar.
- 2) Esimese raamijala paari püstitamise järel tõmmatakse maapäikeseelektrijaama pikkuse ulatuses moodsis-nöör. Antud nööri järgi on võimalik alustada järgmiste raamijalgade paigaldamist. See tegevus on vajalik raamiridade sirge paigalduse eesmärgil, et ei tekiks „lainelist“ raamirida.
- 3) Kolmanda sammuna alustatakse raamijalgade fikseerimist maa külge. Antud juhul käsitletakse rammvaiadega kandekonstruktsioone. Lisa L5.2 joonisel on näidatud rammvaiadega kandekonstruktsioonide vaiade sisestamise asukoht punase kastiga. Iga raamijala esimese ja tagumise osa küljes on kolm sisestusava. Antud avadesse sisestatakse rammvaiade sisestamiseks kasutatava tehnika abil vaiad 50 kraadise nurga all maapinna suhtes. Tegevust korratakse iga raamijala osa puhul. Rammvaiad on üldjuhul 50 sentimeetri pikkused. Selline fikseerimine tagab maapäikeseelektrijaama kaitsuste tugevate tuulte ja lumeoludest põhjustatud mõju eest.
- 4) Viimase ja neljanda sammuna kinnitatakse kandekonstruktsioonide külge päikesepaneelid. Olenevalt kandekonstruktsioonide põhimõttest, kinnitatakse päikesepaneelid horisontaalselt või vertikaalselt. Lisa L5.3 joonisel on näha päikesepaneeli raamide külge kinnitamiseks ettenähtud klambrit. Klamber kinnitatakse päikesepaneeli serva taha ning teisest otsast kruviga kandekonstruktsiooni külge. Päikesepaneelide kinnitamine kandekonstruktsioonide raamide külge on ülimalt olulise tähtsusega. Korrektne ja fikseeritud kinnitamine tagab päikesepaneelide kohtkindluse tugevate tuulte ja lumeolude eest.

### 3.1.3 Elektrilised ühendused

Maapäikeseelektrijaama ehituse viimase ning olulisima sammuna sooritatakse tootmiseseadmete paigaldamine ning elektriline ühendamine. Elektriliste töödega võib tegeleda elektrialast pädevustunnistust omav isik ning tegevused peavad olema vastavuses elektrihoutusnõuetega kui ka elektripaigaldistega seotud seadustikuga, mida käsitleti alapeatükis 1.3.2. Elektriliste tööde tegevused on toodud välja järgnevalt:

- 1) Kandekonstruksioonide raamide tagaküljele kinnitatakse esmajärjekorras inverter ja inverteri kõrvale päikeseelektrijaama jaotuskilbi kest.
- 2) Teostatakse päikesepaneelide omavahelised ühendused, kasutades MC4 pistikupesa süsteemi. Ühendamise puhul on oluline, et iga paneeli „+“ pistiku ots jookseks sama stringis paikneva järgmise päikesepaneeli „-“ pesasse.
- 3) Iga paneelirea ehk stringi algusest ja lõpust veetakse solarkaabel inverteri alalisvoolu sisenditesse, mida on võimalik näha lisa L5.4 joonise punases kastis. Oluline on jälgida paneeliridade algus ja lõpppunkti. Paneelirea algusest ühendatakse solaarkaabel inverteri sisendi „+“ klemmile ning paneelirea lõpust ühendatakse solaarkaabel inverteri „-“ klemmile. Esteetiliselt korrektne on kinnitada kõik kaablid võimalikult efektiivse meetodiga maaraamide külge. Üldiselt ei tohiks jääda rippuma ühtki kaablit. Näide alalisvoolu kaablite kinnitamisest on toodud välja lisa L5.4 joonise rohelises kastis. Solarkaablite paigaldamisel ei ole oluline paigutada neid kaitsekõrisesse kuna tegemist on UV-kindlate kaablitega.
- 4) Neljanda sammuna paigaldab pädev elektrik päikeseelektrijaama jaotuskilpi kõik vastavad vajaolevad seadmed ning tagab nende seadmete korrektse ühenduse. Seejärel ühendatakse inverter ja jaotuskilp vahelduvvoolu jõukaabliga. Näide jaotuskilbi sisust asub lisa L5.5. Jaotuskilbi joonisel asuvad numbrid tähistavad: 1-pv-jaama pealüliti, 2-automaatkaitseüliti, 3-liigpingepiirik, 4-reservsisendi kaitseüliti, 5-jaotuskilbi pistikupesa kaitseüliti, 6-rikkevoolu kaitse, 7- jõukaabli ülemineku pesa, 8- maandusmoodulid, 9- liitumiskilbi ja pv-jaama vahelise jõukaabli sisseviik kilpi, 10-inverteri ja jaotuskilbi vahelise jõukaabli sisseviik kilpi.
- 5) Viimase sammuna kaevatakse maapäikeseelektrijaama ja liitumiskilbi vaheline trass, kuhu paigaldatakse peamine vahelduvvoolu jõukaabel. Kaablikaevik on ette nähtud olema minimaalselt 0,5 meetri sügavusel pinnases. Kui aga jõukaabli trass jookseb läbi sõidutee alt, on soovitatav kaablitrassi sügavuseks valida

vähemalt 0,7 meetrit. Jõukaabel paigaldatakse lisaks ka kaitsekõrisesse kaitsmaks seda maa sees võimalike mehhaaniliste vigastuste eest kui ka UV-kiirguse eest maapealsetel osadel. Korrektsed päikeseelektrijaama ühenduste ja tootmiseseadmete lahenduse lõppprodukti saab tervikuna näha lisa L5.4 joonisel.

## **3.2 Peatüki vahekokkuvõte**

Maapäikeseelektrijaama ehitustegevust viivad läbi vastava valdkonna spetsialistid ning ehitustegevuse alustamine on lubatud üksnes ainult ehitusloa olemasolul. Korrektsed ehitustegevuse tulemusel tagatakse päikeseelektrijaama parima võimaliku efektiivsusega töö. Ehituse ehk paigaldustegevuse saab jaotada kolme erinevasse rühma, milleks on objekti ettevalmistus, konstruktsioonide paigaldus ning elektriliste ühenduste sooritamine.

Esmaselt teostatakse iga maapäikeseelektrijaama puhul objekti ettevalmistus. Selle alla kuulub põhiliselt ehitisealuse pinna ja ümbruskonna ettevalmistamise protsess, mille käigus eemaldatakse kogu segav taimestik ning tasastatakse planeeritava päikeseelektrijaama alune maapind. Antud tegevused on vajalikud parima potentsiaalse toodangu eesmärgil, et päikesepaneelidele ei jääks varje ning paneeliread oleksid võimalikult paralleelse asetusega ühtlase päikesekiirguse langemiseks kõikidele päikeseelektrijaama tootmisosadele. Objekti ettevalmistuse alla kuulub lisaks ka õigeaegne materjalide tarne objekti asukohta ning möödistuse sooritamine, mis annab ette ehitusmeeskonnale täpse asukoha koordinaadid maapäikeseelektrijaama rajamiseks.

Konstruktsioonide ja seadmete paigaldus on ehituse etapi teine samm. Maapäikeseelektrijaamade kandekonstruktsioonide ja tootmisosade paigaldamise olulisim põhimõte on nende fikseeritus ja ohutus. Kandekonstruktsioonide raamid peavad olema kinnitatud maa külge ning päikesepaneelid raamide külge niivõrd korrektselt ja fikseeritult, et need ei oleks mõjutatavad tuulte ja muude ilmastikuolude poolt.

Elektriliste ühenduste sooritamine on maapäikeseelektrijaama ehitusprotsessi viimane ning olulisim samm. Elektripaigaldise korrektne elektriliste ühenduste sooritamine tagab efektiivse elektrienergia tootmise ja võrku edastamise protsessi. Elektripaigaldise hõlmavaid töid võib seaduse alusel sooritada ainult vastavat elektrilist pädevustunnistust omav isik. Jälgima peab, et kõik kaablid, nii vahelduvvoolu jõukaablid kui alalisvoolu kaablid oleksid ühendatud korrektselt ja paigaldatud kaitsekõrisesse kohtkindlalt kandekonstruktsioonide külge kaitsmaks neid väliste mõjude eest. Oluline on tagada ka konkreetsemalt päikesepaneelide korrektne ühendamine inverteriga, mis kujutab endast õigete pooluste ehk „+“ ja „-“ omavahelist ühendamist.

## 4. DOKUMENTATSIOON

Dokumentatsiooni peatüki eesmärgiks on kirjeldada lahti ajalises järjestuses kõik maapäikeselektrijaama rajamisel ja planeerimisel läbi viidavad dokumentatsiooni puudutavad tegevused. Järgnevate sammupunktidega kirjeldatakse lahti iga vajaliku dokumendi põhimõte ning näidatakse ära dokumentide näitevormid. Enamus antud peatükis mainitud lisade dokumentide näidised on saadud ettevõtte Sunservice OÜ dokumentide kogust. Dokumente on töödeldud nii, et kõrvalised isikud ja ettevõtted jääksid anonüümseks.

**Võrguettevõtte liitumistaotlus** - Liitumistaotluse esitamine võrguettevõttele elektrienergia tootjaks saamiseks. Elektrilevi liitumistaotluse ankeedi näide asub lisas L6.1. Liitumistaotluse alusel saab võrguettevõtte koostada hinnapakumise. Taotluse põhjal arvutab võrguettevõtte liitumise ja liitumiskilbi töödega seonduvad kulud ning pakub välja potentsiaalse liitumipunkti asukoha. Pakumise sobivuse korral väljastab võrguettevõtte arve ning osapoolte vahel allkirjastatakse liitumisleping. Olemasoleva liitumislepingu korral esitatakse liitumistaotlus eesmärgil olemasolevate tingimuste muutmiseks ning tarbija muutmiseks elektrienergia tootjaks. [24] Eduka liitumistaotluse ja liitumislepingu sõlmimise tulemusena esitab võrguettevõtte järgnevad dokumendid: tehnilised tingimused (näidis lisas L6.2), liitumisleping (näidis lisas L6.3) ja maksumuse kalkulatsioon.

**Projekteerimistingimused** - Projekteerimistingimuste taotlemine. Esmajärgus on vaja uurida kohalikult omavalitsuselt projekteerimistingimuste vajadust. Teema täielik käsitus koos näidetega alapeatükis 2.1. Seejärel algab projekteerimisprotsessi läbiviimine.

**Ehitusluba** - Maapäikeselektrijaama ehitusloa taotlemine ehitisregistrist, mille tulemusena on lubatud ehitusprotsessi algatada. Teema täielik käsitus alapeatükis 2.3 koos vajalike näidistega.

**Maapäikeselektrijaama kontrolldokumentatsioon** - Alusdokumentatsioon nii võrgulepingu sõlmimiseks võrguettevõttega, elektrimüügi lepingu sõlmimiseks elektrimüügivõttega kui ka lõpp-järgu teostusdokumentatsiooni koostamiseks.

Tootmiseseadme nõuetekohasuse deklaratsioon on elektripaigaldise ehitaja poolt koostatav dokument kinnitamaks elektripaigaldise paigaldamist vastavate seaduste ja normdokumentide järgi. Tootmiseseadme nõuetekohasuse deklaratsiooni peab kajastama kõiki ehituse käigus täidetud järgnevaid seadusandluse normdokumente: Madalpingelised elektripaigaldised (EVS-HD 60364), Kaitse elektrilöögi eest (EVS-EN

61140), Ehitise tuleohutus (EVS 821-7:2018) ja Seadme ohutuse seadust (SeOS). Dokument kinnitatakse allkirjaga ehitaja poolt. Näidis elektripaigaldise nõuetekohasuse deklaratsioonist on esitatud lisas L6.4.

Topo-geodeetiline uuring peale maapäikeseelektrijaama rajamist on oluline täpse asukoha kinnitamiseks nii ehisregistris kui ka kohaliku omavalitsuse geoarhiivis. Topo-geodeetilist uuringut viib läbi antud valdkonna spetsialist, mille järel esitab spetsialist tellijale korrektsete koordinaatidega mõõdistuse tulemuse ning teostusjoonise. Lisaks esitatakse akrediteeritud spetsialisti poolt mõõdistatud koordinaadid ka eelpool mainitud registrisse ja arhiivi asukoha informatsiooni märkimiseks.

Topo-geodeetiline uuringu tulemusel on võimalik alapeatükis 2.2.1 käsitletud asendijoonise baasil koostada projekti teostusjoonis. Joonisele saab kanda korrektsed mõõdistuse tulemusel saadud õiged koordinaadid. Lisaks kantakse teostusjoonisele paigaldusel muudetud projekti osad. Teostusjoonise eesmärk on anda edasi informatsioon, mis realselt objektile paigaldatud on.

Tootmismooduli seadistamise protokoll on ettenähtud kinnitamaks võrguettevõtte poolt ette antud tootmismooduli sätete (alasedus, ülesagedus, ülesagedusega piiratud sagedustundlik talitus, võrgukaotuskaitse, alapinge, ülepinge I aste, ülepinge II aste, automaatne taaslülitus pärast häiringutvõrgupinge taastumisel) kasutamist [24]. Antud sätted on ette kirjutatud võrguettevõtte poolt. Tootmismooduli peab seadistama elektrilist pädevust omav isik, kes kinnitab tootmismooduli sätestatud suuruseid allkirjaga. Näidis tootmismooduli seadistamise protokollist leiab lisast L6.5.

Elektripaigaldise audit on elektripaigaldise korrasoleku kontroll. Elektripaigaldise auditi kohustus on seadmetele, mille peakaitse on vähemalt 35 amprit [25]. Elektripaigaldise auditit saab läbi viia siis, kui varasemalt on auditi koostajale esitatud dokumendid tootmismooduli seadistamise protokollist, teostusjoonis ning elektripaigaldise nõuetekohasuse deklaratsioon. Elektripaigaldise audit koosneb elektripaigaldise visuaalkontrollist, elektripaigaldise dokumentatsiooni kontrollimisest ja kontrollarvutuste, mõõtmis- ja katsetustulemuste ja käidukorralduse hindamisest. [26] Elektripaigaldise auditeerija on kohustatud kontrollima elektripaigaldise ehitamise aluseks sätestatud normdokumente (lisa L6.6 põhjal), milleks on „Madalpingelised elektripaigaldised“ (EVS-HD 60364 (Osad 1,4,5,6,8)), „Nõuded elektripaigaldistele ja –paikadele: fotoelektrilised süsteemid“ (EVS-HD 60364-7-712), „Kaitse elektrilöögi eest“ (EVS-EN 61140) ja „Ehitise tuleohutus“ (EVS 821-7:2018). Elektripaigaldise auditit võib läbi viia akrediteeritud inspekteerimisasutus lähtudes Eesti standardist EVS-EN ISO/IEC 17020 [27]. Elektripaigaldise auditi näidise leiab lisa L6.6-st. Elektripaigaldise auditi üheks oluliseks lisaks on ka vajalike elektripaigaldise katseprotokollide

koostamine. Katseprotokollide koostamine toimub vahetult enne auditi koostamist sama akrediteeritud inspekteerimisasutuse spetsialisti poolt ning see kujutab endast elektrotehniliste kontrollmõõtmiste sooritamist elektripaigaldisele. Kontrollmõõtmiste eesmärgiks on tuvastada elektripaigaldside ehituses või seisundis tekkinud vead. Mõõdetakse isolatsioonitakistust, kontrollitakse PEN-, kaitse ja potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematus, mõõdetakse rikkesilmuse näivtakistust ja mõõdetakse maanduri maandustakistust. Auditi vajadusega maapäikeselektrijaamade puhul on katseprotokollid auditi koostamise aluseks. Katseprotokolli näidis on toodud välja lisas L6.7. Viimase sammuna laetakse audit auditi koostanud inspekteerimisasutuse poolt üles Tarbijakaitse ja Tehnilise Järevalve Ameti andmebaasi, kust on sellele ligipaas võrguettevõttele.

**Võrguleping ja elektrimüügileping** - Antud lepingud tagavad võimaluse alustada elektrienergia tootmist ja elektrienergia müümist võrku. Võrgulepingu olemasolu on vajalik võrguühenduse kasutamiseks ehk elektrienergia edastamiseks ja mõõtmiseks. Võrgulepinguga fikseeritakse ära tarbimiskoht, elektriga varustamise tingimused ja võrguteenuse hinnapakett. Võrgulepingu sõlmimine toimub näiteks läbi Elektrilevi e-teeninduse. Selleks, et registreerida oma tootismoodulit kasutuselevõtu tarvis, on võrgulepingu sõlmimisel vajalik esitada ka võrguettevõttele eelnevas punktis mainitud tootismooduli seadistamise protokoll ja audit. [24] Sõlmitud võrgulepingu näidise leiab lisast L6.8. Elektrimüügileping ehk väiketootja leping aga sõlmitakse elektriturul müügitegevuse sooritamiseks. Enamasti võrguettevõtte ja elektrimüügiettevõtte ei ole samad. Võrguettevõttega võrgulepingu sõlmimise järel saab alles sõlmida elektrimüügi lepingu. Üks näide ettevõttest, kellega saab väiketootja lepingut sõlmida on Eesti Energia. Elektri müümise hinnad Eesti Energia puhul põhinevad Nord Pool Eesti piirkonna börsihindadel, mille järel lahutatakse lisaks börsihinnast maha ka väiketootja lepinguga sätestatud marginaal. [28] Näide Eesti Energiaga sõlmitud lepingust leiab lisast L6.9.

**Kasutusluba** – Maapäikeselektrijaama viimase dokumentatsiooni sammuna on vajalik taodelda ehitisregistri kaudu ka energiatootmisrajatise kasutusele võtu tarvis kasutusluba. Kasutusloa taotluse tarvis koostatakse vajaolevate dokumentide baasil teostusdokumentatsioon. Teostusdokumentatsiooni hulka on kohustatud kuuluma järgnevad dokumendid:

- Võrguleping
- Elektripaigaldise audit
- Elektripaigaldise nõuetekohasuse deklaratsioon
- Teostusjoonis

- Projekteerimisel koostatud põhiprojekt
- Ehitustööde päevik
- Kaetud tööde akt

Esimesed viis dokumenti on lahti seletatud eelpool mainitud punktides. Ehitustööde päevik ja kaetud tööde akt koostatakse kasutusloa tarvis maapäikeseelektrijaama ehitanud osapoole poolt. Ehitustööde päevik näeb ette ehituse käigus toimunud kõikide tegevuste dokumenteerimist. Ehitustööde päevikus on vaja esitada informatsioon ehitusettevõtja, tellija, ilmastiku, rakendatud töötajate, kasutatud mehhanismide, tehtud tööde, tellitud materjalide ja tööde sooritamise aja kohta. Ehitustööde akti peab allkirjastama vastutav töödejuhataja. Ehituspäeviku näide on toodud välja lisas L6.10. Kaetud tööde akt on ehitustööde päeviku lisa dokument, mis kirjeldab ära tehtud tööd, mille käigus sooritati katmise tegevusi ehk näiteks kaabli trassi kaevamist, kaabli paigaldamist trassi ning kaablitrassi katmist pinnasega. Kaetud tööde akti näidis on toodud välja lisas L6.11. Kasutusloa esitamine ehitisregistrisse käib sarnase mustri järgi nagu ehitusloa puhul. Kasutusloa tarvis koostatud teostusdokumentatsioon peab esitamise hetkel olema kooskõlastatud ja allkirjastatud kõikide osapoolte poolt. Kasutusloa esitamise riigilõiv on 30 eurot. Kasutusloa laekumise hetkel on lubatud alustada elektripaigaldise ehk käesoleva töö kirjutise raames käsitletava maapäikeseelektrijaama kasutamist.

## KOKKUVÕTE

Käesolevas bakalaureusetöös anti põhjalik ülevaade ja kirjeldati kronoloogilises järjekorras kõik maapaigaldusega päikeseelektrijaama planeerimise ja rajamise etappe alates eelplaneerimise faasist kuni lõpudokumentatsioonini välja. Esmalt on töös toodud välja põhilised eelplaneerimise etapile omased täidetavad nõuded, järgitav Eesti seadusandlus ja asukoha tingimused, kus muuhulgas analüüsiti ka erinevate kaldenurkade ja suundade potentsiaalseid mõjusid päikeseelektrijaama toodangule. Seejärel käsitleti põhjalikumalt maapäikeseelektrijaamade projekteerimise protsessile omaseid tingimusi, koostatava korrektse projektidokumentatsiooni sisu ning anti täpsem sissevaade Ehisregistrist maapäikeseelektrijaama tarvis taodeldatava ehitusloa protsessi sammudele. Kolmanda põhilise osana keskenduti ehitustegevust hõlmavate protsesside järjestikustele sammudele ning pandi rõhk olulisimate detailide täitmisele korrektse maapäikeseelektrijaama püstitamiseks. Viimasena anti ülevaade kogu maapäikeseelektrijaamade planeerimise ja rajamisega seonduvast ja nõutavast dokumentatsioonist ning läbitavatest kontrolltoimingutest, mille tulemusel oleks võimalik taolist elektritootmisrajatist töösse rakendada.

Põhilised esmased nõuded maapäikeseelektrijaama rajamist alustades on planeerimise faasis selgitada välja eeldatav asukoht ja asukoha piirangud, päikesekiirgusest sõltuvalt asukoha sobivus elektrienergia tootmiseks ning olemasolevad võrguettevõtte liitumised või liitumise korraldamise vajadus. Asukoha sobivuse hindamiseks saab vastavalt konkreetsetele projektidele koostada toodangu analüüse või kontrollida vastavate andmebaaside abil ettenähtud asukohas maale langeva päikesekiirguse andmeid. Asukohaga seotud katastriüksuse piiranguid on võimalik kontrollida Maa-ameti geoportaalist. Ühe kavandatava maapäikeseelektrijaama suurust defineeriva tegurina on vajalik teha alguses ka kindlaks planeeritava maapäikeseelektrijaama eelarve suurusjärk. Eelarvest sõltub kui suure tootmisvõimsusega päikeseelektrijaama on võimalik lõpuks kavandada.

Päikeseelektrijaama projekteerimisprotsess kujutab endast korrektset nõuetekohast projekti lahenduse ja projektidokumentatsiooni koostamist. Projekteerimisprotsessi peamine eesmärk on luua võimalikult efektiivne ja kvaliteetne päikeseelektrijaama projekt parima toodangu saavutamiseks. Kvaliteetse projektidokumentatsiooni tulemusel on võimalik taotleda Ehisregistrist päikeseelektrijaama rajamiseks ehitusluba ning alustada selle laekumisel ehitustegevust. Projekteeritavate jooniste ja skeemide loomiseks kasutatakse enamasti selleks ette nähtud joonestamistarkvarasid, näiteks AutoCAD. Projekteeritavate jooniste ja dokumentide koostamine toimub vastavalt tähtsuse järjekorrale ning maapäikeseelektrijaama projektidokumentatsiooni



kohustuslikeks osadeks on asendiplaan, seletuskiri, ühendusplaan, jaotuskilbi skeem, materjalide spetsifikatsioon ning tootmisseedmete andmelehed ja instruksioonid. Kõik projektidokumentatsiooni osad peavad olema märgistatud vastavalt Ehitisregistri nõuetele, st iga kindel joonise ja dokumendi tüüp peab olema märgistatud omase tunnusega.

Maapäikeselektrijaama ehitustegevuse põhilisteks osadeks on objekti ettevalmistus, kandekonstruktsioonide püstitamine ning elektriliste ühenduste teostamine. Ehitustegevuse alustamise eelselt korrastatakse kavandatava päikeseelektrijaama alune maapind eesmärgiga luua võimalused võimalikult ühtlase päikesekiirguse langemiseks tootmiskomponentidele, teostatakse täpse päikeseelektrijaama asukoha geodeetiline mõõdistus ning korraldatakse õigeaegne materjalide tarne objektile. Maapäikeselektrijaama ehituse juures on olulisim tagada selle rajatise ohutus ning töökindlus. See tähendab korrektsete elektriliste ühenduste sooritamist ning kandekonstruktsioonide fikseeritud paigaldamist. Korrektsete elektriliste ühenduste sooritamine tagab päikeseelektrijaama efektiivse töö ning vähendab tulevikus potentsiaalt tekkivate rikete ohtu. Kandekonstruktsioonide ja päikesepaneelide paigaldamisel on oluline silmas pidada nende kindlat fikseeritust, kaitsmaks neid ilmastikust (tuul, lume koormus) põhjustavate mõjude eest.

Maapäikeselektrijaama rajamiseks ja kasutusele võtuks on vajalik läbida korrektne dokumentatsiooni koostamise protsess. Kõigepealt on vajalik anda sisse võrguettevõttele liitumistaotlus elektrienergia tootjaks saamiseks. Liitumisprotsessi tulemusena väljastab võrguettevõtte tehnilised tingimused päikeseelektrijaama projekteerimiseks. Järgneva sammuna taodeldakse vajadusel kohalikust omavalitsusest projekteerimistingimused päikeseelektrijaama rajamiseks kindlale katastriüksusele. Projekteerimisprotsessi järgselt alustatakse ehitusloa taotlemise protsessi. See on oluline saamaks õiguse alustada päikeseelektrijaama ehitusprotsessi. Ehitusprotsessi järgselt alustatakse päikeseelektrijaama kontrolldokumentatsiooni koostamisega, kuhu kuuluvad elektripaigaldise nõuetekohasuse deklaratsioon, topo-geodeetiline uuring, teostusjoonis, tootmismooduli seadistamise protokoll, elektripaigaldise audit ja katseprotokollid. Kontrolldokumentatsiooni alusel on võimalik sõlmida nii võrguleping võrguettevõttega kui ka elektrimüügileping elektrimüügiettevõttega. Viimase sammuna esitatakse kasutusloa taotlemiseks ehitisregistrisse võrguleping, elektripaigaldise audit, elektripaigaldise nõuetekohasuse deklaratsioon, teostusjoonis, põhiprojekti dokumentatsioon, ehitustööde päevik ning kaetud tööde akt. Kasutusloa taotluse põhjal väljastatakse kohalikust omavalitsusest maapäikeselektrijaama kasutamist lubav dokument ning võib alustada elektrienergia tootmisprotsessi.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

[1] Elering, „Elektrituru käsiraamat“ [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://elering.ee/elektrituru-kasiraamat> [Kasutatud 10.03.2021]

[2] Eurostat, Renewable energy statistics [Võrgumaterjal] Saadaval: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable\\_energy\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics) [Kasutatud 17.03.2021]

[3] H.Ritchie ja M.Roser, „Renewable energy“, *Our World in Data*, 2019 [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://ourworldindata.org/renewable-energy> [Kasutatud 17.03.2021]

[4] Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, „Energiamajanduse riiklik arengukava aastani 2020“ Saadaval: [https://www.mkm.ee/sites/default/files/elfinder/article\\_files/energiamajanduse\\_arengukava\\_2020.pdf](https://www.mkm.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/energiamajanduse_arengukava_2020.pdf) [Kasutatud 10.03.2021]

[5] Elering, „Taastuenergia kattis möödunud aastal neljandiku tarbimisest“, 2021 [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://elering.ee/taastuvelekter-kattis-moodunud-aastal-neljandiku-tarbimisest> [Kasutatud 17.03.2021]

[6] Eesti riiklik energia- ja kliimakava aastani 2030 (REKK 2030). Eesti teatis Euroopa komisjonile määruse (EL) 2018/1999 artikli 3 lõike 1 alusel. Lõppversioon 19.12.2019 [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://www.valitsus.ee/media/323/download> [Kasutatud 10.03.2021]

[7] Eesti Taastuenergia Koda, „Taastuenergia aastaraamat 2018“ [Võrgumaterjal] Saadaval: <http://www.taastuenergeetika.ee/wp-content/uploads/2019/06/EOTEK-Taastuenergia-aastaraamat-2018.pdf> [Kasutatud 10.03.2021]

[8] Elering, Taastuenergia toodang ja prognoos, 2021 [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://elering.ee/toodang-ja-prognoos> [Kasutatud 13.04.2021]

[9] ESAKoda 2018, Eesti Päikeseenergia Assotsiatsiooni esitus [Võrgumaterjal] Saadaval: [https://www.omanikud.ee/static/files/092/paikeseenergia\\_kasutamisest.pdf](https://www.omanikud.ee/static/files/092/paikeseenergia_kasutamisest.pdf) [Kasutatud 03.04.2021]

- [10] Global Solar Atlas [Võrgumaterjal] Saadaval:  
<https://globalsolaratlas.info/map> [Kasutatud 30.04.2021]
- [11] Elektrilevi, „Elektrilevi OÜ liitumistasu ja tarbimis- ning tootmistingimuste muutmise tasu arvutamise meetodika“, 2015 [Võrgumaterjal] Saadaval:  
[https://www.elektrilevi.ee//doc/8644141/kliendile/el\\_info\\_liitumistasu\\_arvutamine\\_01012015\\_est.pdf](https://www.elektrilevi.ee//doc/8644141/kliendile/el_info_liitumistasu_arvutamine_01012015_est.pdf) [Kasutatud 17.03.2021]
- [12] Elektrilevi, Elektrilevi hinnakiri [Võrgumaterjal] Saadaval:  
[https://www.elektrilevi.ee//doc/8644141/kliendile/elektrilevi\\_hinnakiri\\_lisateenused\\_alates\\_1\\_aprill\\_2019\\_EST.pdf](https://www.elektrilevi.ee//doc/8644141/kliendile/elektrilevi_hinnakiri_lisateenused_alates_1_aprill_2019_EST.pdf) [Kasutatud 17.03.2021]
- [13] Maa-ameti geoportaal, XGIS2 kaardirakendus [Võrgumaterjal] Saadaval:  
<https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/kitsendused> [Kasutatud 03.04.2021]
- [14] Elektrilevi, Tehnilised tingimused [Võrgumaterjal] Saadaval:  
<https://www.elektrilevi.ee/tehnilised-tingimused> [Kasutatud 10.04.2021]
- [15] Homeadvisor, Solar panel prices [Võrgumaterjal] Saadaval:  
<https://www.homeadvisor.com/cost/heating-and-cooling/solar-panel-prices/>  
[Kasutatud 20.04.2021]
- [16] Solar Review, Tier 1 solar panels list [Võrgumaterjal] Saadaval:  
<https://review.solar/tier-1-solar-panels-list/> [Kasutatud 20.04.2021]
- [17] Delta-E, päikesejaama projekteerimine [Võrgumaterjal] Saadaval:  
<https://www.deltae.ee/paikeseenergia/paikesejaama-projekteerimine/> [Kasutatud 17.04.2021]
- [18] Projekteerimistingimused, Ehitusseadustik üldosa 1 peatükk 3, RT I, 05.03.2015, 1 [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://www.riigiteataja.ee/akt/105032015001>  
[Kasutatud 17.04.2021]
- [19] Huawei, „Smart String Inverter SUN2000-50kti“, andmeleht [Võrgumaterjal] Saadaval:  
<https://solar.huawei.com/en/download?p=%2F%2Fmedia%2FSolar%2Fattachment%2Fpdf%2Fau%2Fdatasheet%2FSUN2000-50KTL-M0.pdf> [Kasutatud 13.04.2021]

[20] Canadian Solar, „HiKu 325-350W solar panel“, andmeleht [Võrgumaterjal] Saadaval: [https://static.csisolar.com/wp-content/uploads/2019/12/03134936/HiKu\\_CS3L-P\\_en.pdf](https://static.csisolar.com/wp-content/uploads/2019/12/03134936/HiKu_CS3L-P_en.pdf) [Kasutatud 20.04.2021]

[21] Draka Keila, „Madalpinge jõukaablid 1kV“, andmeleht [Võrgumaterjal] Saadaval: [http://media.drakakeila.ee/2018/04/AXPK\\_EST.pdf](http://media.drakakeila.ee/2018/04/AXPK_EST.pdf) [Kasutatud 20.04.2021]

[22] Pädevusklassid ja personali sertifitseerimise korra määrus, Elektriohutusseadus, RTL 2007, 59, 1074 [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://www.riigiteataja.ee/akt/12853781> [Kasutatud 24.04.2021]

[23] Ehitisele ja ehitamisele esitatavad nõuded, Ehitusseadustik peatükk 2 jagu 2, RT I, 05.03.2015, [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://www.riigiteataja.ee/akt/105032015001> [Kasutatud 30.04.2021]

[24] Elektrilevi, Liitumiseks vajalikud sammud [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://www.elektrilevi.ee/uhenduse-loomine?modal=sammud> [Kasutatud 30.04.2021]

[25] Eesti Energia, Elektripaigaldise audit [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://www.energia.ee/era/elekter/elektripaigaldise-audit> [Kasutatud 30.05.2021]

[26] Määrus auditi kohustusega elektripaigaldised ning nõuded elektripaigaldise auditile ja auditi tulemuse esitamisele, Seadme ohutuse seadus, RT I, 08.07.2015, 14 [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://www.riigiteataja.ee/akt/108072015014> [Kasutatud 30.05.2021]

[27] Tarbijakaitse ja tehnilise järelevalve amet, Elektripaigaldise auditi juhendmaterjal, 2019 [Võrgumaterjal] Saadaval: <https://www.ttja.ee/ru/media/428/download> [Kasutatud 30.05.2021]

[28] Eesti Energia, Väiketootja lepingu sõlmimine [Võrgumaterjal] Saadaval: [https://www.energia.ee/era/taastuenergia/tooda-ise?modal=modal\\_arveldamine](https://www.energia.ee/era/taastuenergia/tooda-ise?modal=modal_arveldamine) [Kasutatud 30.05.2021]

**LISAD**

## Lisa L1.1 Huawei SUN2000-50KTL-M0 andmelehe väljavõte [19]

Technical Specification		SUN2000-50KTL-M0
<b>Efficiency</b>		
Max. Efficiency		98.7%
European Efficiency		98.5%
<b>Input</b>		
1 Max. Input Voltage		1,100 V
Max. Current per MPPT		22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT		30 A
Start Voltage		200 V
MPPT Operating Voltage Range		200 V ~ 1,000 V
2 Rated Input Voltage		600 V
3 Number of Inputs		12
3 Number of MPP Trackers		6
<b>Output</b>		
Rated AC Active Power		50,000 W
Max. AC Apparent Power		55,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		55,000 W
4 Rated Output Voltage		220 V / 230 V, default 3W + N + PE; 380 V / 400 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current		76 A @380 V / 72.2 A @400 V
5 Max. Output Current		83.6 A @380 V / 79.4 A @400 V
Adjustable Power Factor Range		0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion		<3%
<b>Protection</b>		
Input-side Disconnection Device		Yes
Anti-islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Monitoring		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Monitoring Unit		Yes

## Lisa L1.2 Canadian Solar CS3L 325-350W päikesepaneeli andmelehe väljavõte [20]

ELECTRICAL DATA   STC*							MECHANICAL DATA	
CS3L	325P	330P	335P	340P	345P	350P	Specification	Data
Nominal Max. Power (Pmax)	325 W	330 W	335 W	340 W	345 W	350 W	Cell Type	Poly-crystalline
Opt. Operating Voltage (Vmp)	32.0 V	32.2 V	32.4 V	32.6 V	32.8 V	33.0 V	Cell Arrangement	120 [2 X (10 X 6)]
Opt. Operating Current (Imp)	10.16 A	10.24 A	10.34 A	10.43 A	10.52 A	10.61 A	Dimensions	1765 X 1048 X 35 mm (69.5 X 41.3 X 1.38 in)
Open Circuit Voltage (Voc)	39.0 V	39.2 V	39.4 V	39.6 V	39.8 V	40.2 V	Weight	20.5 kg (45.2 lbs)
Short Circuit Current (Isc)	10.74 A	10.82 A	10.90 A	10.98 A	11.06 A	11.24 A	Front Cover	3.2 mm tempered glass
Module Efficiency	17.6%	17.8%	18.1%	18.4%	18.7%	18.9%	Frame	Anodized aluminium alloy
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C						J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)						Cable	4.0 mm <sup>2</sup> (IEC), 12 AWG (UL)
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)						Cable Length (Including Connector)	Portrait: 400 mm (15.7 in) (+) / 280 mm (11.0 in) (-); landscape: 1250 mm (49.2 in)*
Max. Series Fuse Rating	20 A						Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Application Classification	Class A						Per Pallet	30 pieces
Power Tolerance	0 ~ + 10 W						Per Container (40' HQ)	780 pieces
* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m <sup>2</sup> , spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.							* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.	
ELECTRICAL DATA   NMOT*							TEMPERATURE CHARACTERISTICS	
CS3L	325P	330P	335P	340P	345P	350P	Specification	Data
Nominal Max. Power (Pmax)	242 W	246 W	249 W	253 W	257 W	261 W	Temperature Coefficient (Pmax)	-0.36 % / °C
Opt. Operating Voltage (Vmp)	29.8 V	30.0 V	30.2 V	30.3 V	30.5 V	30.7 V	Temperature Coefficient (Voc)	-0.28 % / °C
Opt. Operating Current (Imp)	8.13 A	8.20 A	8.27 A	8.35 A	8.42 A	8.49 A	Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Open Circuit Voltage (Voc)	36.6 V	36.8 V	37.0 V	37.2 V	37.4 V	37.8 V	Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C
Short Circuit Current (Isc)	8.66 A	8.73 A	8.79 A	8.86 A	8.92 A	9.07 A		
* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m <sup>2</sup> spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.								

### Lisa L1.3 Draka Keila AXPK tüüpi madalpinge jõukaablite andmelehe väljavõte [21]

Tootenimi	Kaabli läbimõõt [mm]	Alumiiniumi mass [kg/km]	Kaabli mass [kg/km]	Vaikseim lubatud painderaadius paigaldusel [m]	Vahim lubatud painderaadius lõplikul paigaldusel[m]	Suurim lubatud lühisvool 1 s jooksul***, kA
AXPK 4G16 RE	20	165	370	0,24	0,17	1,5
AXPK 4G16 RM	20	165	370	0,24	0,17	1,5
AXPK 5G16 RE	20	207	435	0,25	0,18	1,5
AXPK 4G25	21	265	615	0,26	0,19	2,3
AXPK 5G25	25	332	670	0,31	0,22	2,3
AXPK 4G35	23	365	865	0,28	0,20	3,3
AXPK 4G50	27	495	1025	0,31	0,23	4,7
AXPK 4G70	30	720	1400	0,36	0,26	6,6
AXPK 4G95	34	995	1840	0,41	0,29	8,9
AXPK 4G120	38	1260	1900	0,46	0,33	11,3
AXPK 4G150	42	1550	2300	0,51	0,36	14,1
AXPK 4G185	47	1950	2800	0,57	0,4	17,4
AXPK 4G240	53	2550	3700	0,64	0,45	22,6
AXPK 4G300	58	3190	4600	0,7	0,49	28,3

Tootenimi	Suurim lubatud tõmbejõud paigaldusel veosukaga [kN]	Suurim lubatud tõmbejõud paigaldusel veopeaga [kN]	Juhtme maksimaalne alalisvoolutakistus * [Ω/km]	Juhtme maksimaalne vahelduvvoolutakistus ** [Ω/km]	Lubatud koormusvoolud, pinnases, juhtme temp. 70°C [A]	Lubatud koormusvoolud, õhus, juhtme temp. 70°C [A]	Lubatud koormusvoolud, õhus, 90°C [A]
AXPK 4G16 RE	0,9	3,2	1,91	2,3	78	64	75
AXPK 4G16 RM	0,9	3,2	1,91	2,3	78	64	75
AXPK 5G16 RE	1,1	4	1,91	2,3	78	64	75
AXPK 4G25	1,5	5	1,2	1,5	100	83	105
AXPK 5G25	1,8	6,2	1,2	1,5	100	83	105
AXPK 4G35	2,1	7	0,868	1,0	125	105	130
AXPK 4G50	3	10	0,641	0,77	150	125	165
AXPK 4G70	4,2	14	0,443	0,53	185	155	205
AXPK 4G95	5,7	19	0,320	0,39	220	190	245
AXPK 4G120	7,2	20	0,253	0,31	255	220	280
AXPK 4G150	8,5	20	0,206	0,25	290	250	320
AXPK 4G185	8,5	20	0,164	0,2	330	285	365
AXPK 4G240	8,5	20	0,125	0,16	375	330	430
AXPK 4G300	8,5	20	0,125	0,13	430	380	480

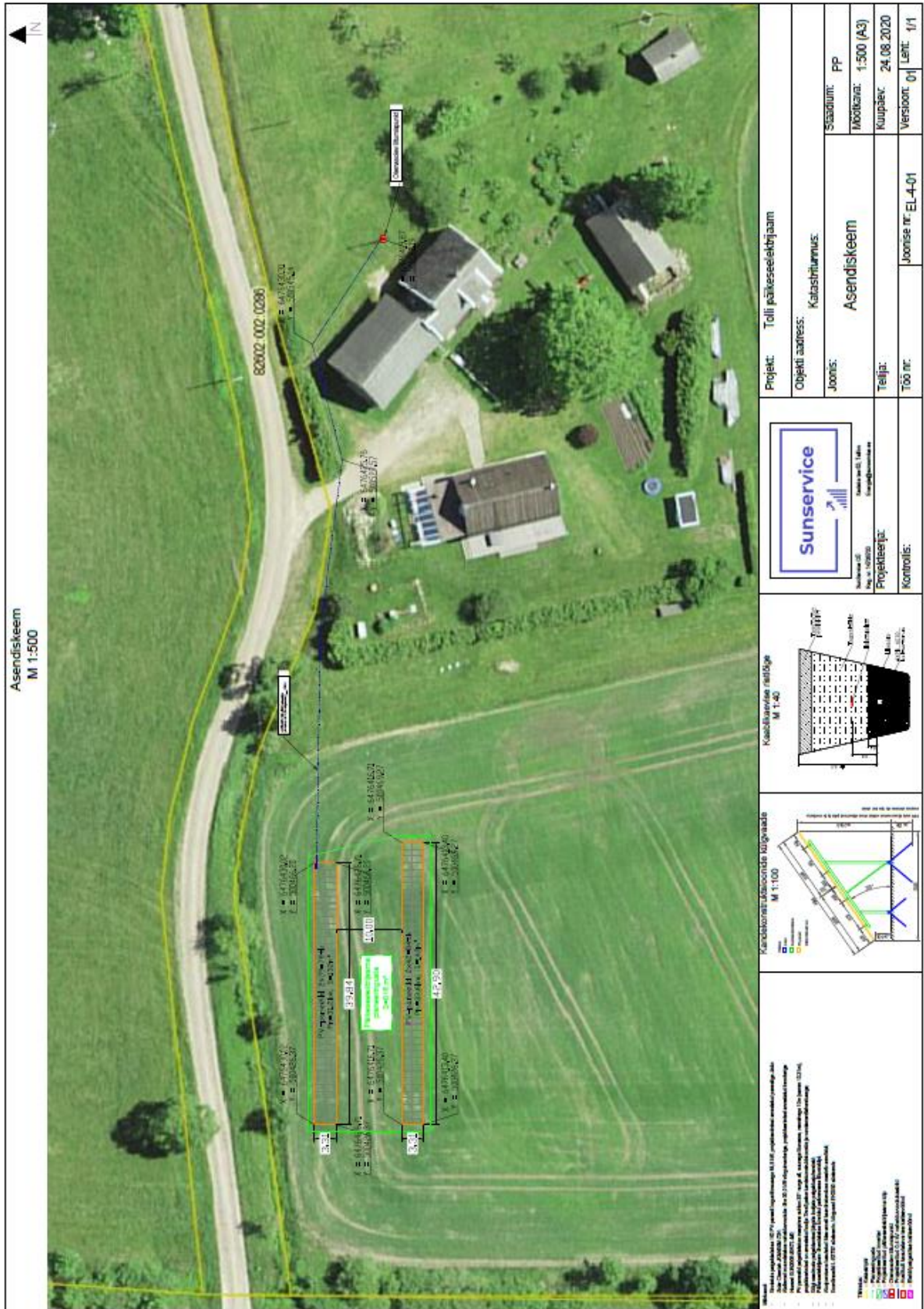





**Lisa L2.1 Projekteerimistingimuste asukoha joonise näidis (Sunservice OÜ)**





# Lisa L2.2 Projekteerimistingimuste asendiskeemi näidis (Sunservice OÜ)



 <p>Sunservice Kaitse- ja Ehitus- ja Ehitus- ja Ehitus- ja</p>	Projekt: Telli päikeselektrijaam Objekti aadress: Kaitsealune Joonis: Asendiskeem Staadium: PP Mõõkava: 1:500 (A3)
	Tellija: Kuupäev: 24.08.2020 Töö nr.: Joonise nr.: EL-4-01 Versioon: 01 Leht: 1/1
Kaitsealuse ehitise M 1:40	
Kaitsealuse aluse M 1:100	
Märksõnad: - 1: 2020. aasta projekt - 2: 2020. aasta projekt - 3: 2020. aasta projekt - 4: 2020. aasta projekt - 5: 2020. aasta projekt - 6: 2020. aasta projekt - 7: 2020. aasta projekt - 8: 2020. aasta projekt - 9: 2020. aasta projekt - 10: 2020. aasta projekt - 11: 2020. aasta projekt - 12: 2020. aasta projekt - 13: 2020. aasta projekt - 14: 2020. aasta projekt - 15: 2020. aasta projekt - 16: 2020. aasta projekt - 17: 2020. aasta projekt - 18: 2020. aasta projekt - 19: 2020. aasta projekt - 20: 2020. aasta projekt - 21: 2020. aasta projekt - 22: 2020. aasta projekt - 23: 2020. aasta projekt - 24: 2020. aasta projekt - 25: 2020. aasta projekt - 26: 2020. aasta projekt - 27: 2020. aasta projekt - 28: 2020. aasta projekt - 29: 2020. aasta projekt - 30: 2020. aasta projekt - 31: 2020. aasta projekt - 32: 2020. aasta projekt - 33: 2020. aasta projekt - 34: 2020. aasta projekt - 35: 2020. aasta projekt - 36: 2020. aasta projekt - 37: 2020. aasta projekt - 38: 2020. aasta projekt - 39: 2020. aasta projekt - 40: 2020. aasta projekt - 41: 2020. aasta projekt - 42: 2020. aasta projekt - 43: 2020. aasta projekt - 44: 2020. aasta projekt - 45: 2020. aasta projekt - 46: 2020. aasta projekt - 47: 2020. aasta projekt - 48: 2020. aasta projekt - 49: 2020. aasta projekt - 50: 2020. aasta projekt - 51: 2020. aasta projekt - 52: 2020. aasta projekt - 53: 2020. aasta projekt - 54: 2020. aasta projekt - 55: 2020. aasta projekt - 56: 2020. aasta projekt - 57: 2020. aasta projekt - 58: 2020. aasta projekt - 59: 2020. aasta projekt - 60: 2020. aasta projekt - 61: 2020. aasta projekt - 62: 2020. aasta projekt - 63: 2020. aasta projekt - 64: 2020. aasta projekt - 65: 2020. aasta projekt - 66: 2020. aasta projekt - 67: 2020. aasta projekt - 68: 2020. aasta projekt - 69: 2020. aasta projekt - 70: 2020. aasta projekt - 71: 2020. aasta projekt - 72: 2020. aasta projekt - 73: 2020. aasta projekt - 74: 2020. aasta projekt - 75: 2020. aasta projekt - 76: 2020. aasta projekt - 77: 2020. aasta projekt - 78: 2020. aasta projekt - 79: 2020. aasta projekt - 80: 2020. aasta projekt - 81: 2020. aasta projekt - 82: 2020. aasta projekt - 83: 2020. aasta projekt - 84: 2020. aasta projekt - 85: 2020. aasta projekt - 86: 2020. aasta projekt - 87: 2020. aasta projekt - 88: 2020. aasta projekt - 89: 2020. aasta projekt - 90: 2020. aasta projekt - 91: 2020. aasta projekt - 92: 2020. aasta projekt - 93: 2020. aasta projekt - 94: 2020. aasta projekt - 95: 2020. aasta projekt - 96: 2020. aasta projekt - 97: 2020. aasta projekt - 98: 2020. aasta projekt - 99: 2020. aasta projekt - 100: 2020. aasta projekt	Töö nr.: Joonise nr.: Versioon:

## Lisa 3 Väljastatud projekteerimistingimuste näidis (Sunservice OÜ)



PÄRNU LINNAVALITSUS  
PLANEERIMISOSAKOND

### OTSUS

Projekteerimistingimused tootmisrajatise ehitamiseks

Pärnu Linnavalitsuse planeerimisosakonnale esitati 29.09.2020 projekteerimistingimuste taotlus nr \_\_\_\_\_ Tolli kinnistule (katastriüksuse tunnus \_\_\_\_\_) uue tootmisrajatise, päikeseelektrijaama püstitamiseks.

Ehitusseadustiku § 28 ning Pärnu Linnavolikogu 1. veebruari 2018 määrusega nr 4 kehtestatud „Planeerimise ja ehitusalase tegevuse korraldamine Pärnu linnas“ § 6 punkti 1 alusel väljastatakse planeeringute spetsialisti Merle Mõttuse poolt koostatud järgmised projekteerimistingimused.

### PROJEKTEERIMISTINGIMUSTE SISU JA PÕHJENDUSED

Tõstamaa Vallavolikogu 07.03.2008 määrusega nr 60 kehtestatud „Tõstamaa valla üldplaneeringu“ (edaspidi üldplaneering) kohaselt asub hoonestamata Tolli kinnistu väljapool detailplaneeringu koostamise kohustusega ala, osaliselt väärtuslikul põllumaal, rohevõrgustiku tuumalal, seda maa-ala ei ole reserveeritud teiseks maakasutamise eesmärgiks, praegune maakasutamise sihtotstarve on maatulundusmaa, kus on võimalik jätkata maa kasutamist selle praegusel katastriüksuse sihtotstarbel ning ehitustegevus ei kuulu detailplaneeringu kohustusega juhtudeks hajaasustuses.

Üldplaneeringuga väljaspool määratud ja reserveeritud alasid sihtotstarbeid ei muudeta ega piirata.

Pärnu maakonnaplaneeringu taastuveneergetika arendamise tingimuste alusel ei hõlma kavandatav ca 50 kW võimsusega päikeseenergiapark suurt ala ja ei vaja seetõttu asukoha määramist üldplaneeringuga.

Kinnistul asuvad olemasolevad maaparandusehitised, mistõttu Pärnu maakonnaplaneeringu alusel asub kinnistul väärtuslik põllumaa. Väärtuslikul põllumaal ei või võimalik arendustegevus põhjustada terve süsteemi töö lakkamist. Kui päikesepaneelide asukoha valikul arvestatakse kollektorite ja drenidega, kollektorite peale ja vahetusse lähedusse (5 m mõlemale poole) paneele ei projekteerita, sellisel juhul rajatiste asukoht tagab maaparandusehitiste toimimise ja on võimalik päikesepaneelide rajamine väikesele alale maaparandusehitiste äärealal.

Hajaasustuses maatulundusmaa kinnistule on vaja päikeseelektrijaama rajamiseks koostada projekteerimistingimused ja läbi viia avalik menetlus.

Kavandatav ehitustegevus asub teiste maatulundusmaade vahel, mis on põllumajandusliku otstarbega, lähimast naaberelamust jääb ehitustegevus ca 235 m kaugusele.



Kavandatav ehitis, uus päikeseelektrijaam, peab projekteerimistingimuste alusel sobituma mahuliselt ja otstarbalt piirkonna väljakujunenud keskkonda.

Kasutusloa taotlemisel määratakse päikeseelektrijaama eksisteerimise ajaks üle 500 m<sup>2</sup> suurusega päikesepargi ala tootmisõueks.

Ehitusseadustiku § 31 lg 4 p 2 kohaselt on eelnõu esitatud naaberkinnisasja omanikele, kelle huve võivad kavandatavad tööd riivata, arvamuse avaldamiseks. Projekteerimistingimuste avalik väljapanek toimus 15.-24. oktoobrini 2020. Menetluse käigus ei esitatud ühtegi kirjalikku arvamust.

### 1. Projekteerimise lähtematerjal

1.1. Projekti koostamisel lähtuda kehtivatest normidest (EPN), standarditest (EVS) ja Eesti Vabariigi õigusaktidest.

1.2. Kehtiv üldplaneering: Tõstamaa Vallavolikogu 07.03.2008 määrusega nr 60 kehtestatud „Tõstamaa valla üldplaneering“.

1.3. Kehtiv detailplaneering: kinnistul kehtiv detailplaneering puudub.

1.4. Katastriüksuste sihtotstarve: maatulundusmaa 100%.

1.5. Kinnistu üldplaneeringujärgne juhtfunktsioon: maatulundusmaa.

1.6. Kinnistu suurus kokku 9,36 ha.

1.7. Ehitisregistri andmetel on Tolli kinnistu hoonestatud.

### 2. Ehituslikud ja arhitektuursed nõuded projekteerimiseks

2.1. ÜLDIST: Soovitakse püstitada uus ca 50 kW võimsusega päikeseelektrijaam ca 900 m<sup>2</sup> alale.

2.2. EHITISE ASUKOHT: Rajatis kavandada kinnistule kitsendusi arvestades ja mitte lähemale kui 4 m kinnistu piirist (vt lisatud asendiplaan). Arvestada olemasoleva Keskuse maaparandusehitisega (6020734000030001), maaparandusehitise eesvoolu kaitsevööndiga, avalikult kasutatava Kalli-Tõstamaa-Värati tee kaitsevööndiga, sideehitise ja elektripaigaldise kaitsevööndiga (juurdepääs <http://xgis.maaamet.ee>). Arvestada päikesepaneelide asukohta valikul kollektorite ja drenidega, kollektorite peale ja vahetusse lähedusse (5 m mõlemale poole) paneele mitte projekteerida.

2.3. EHITISE LUBATAV SUURIM EHITISEALUNE PIND: Rajatisealune suurim pind lahendatakse projektiga.

2.4. KÕRGUSLIK SIDUMINE: Lahendada projektiga. Kasutada kõrgussüsteemi EH 2000.

2.5. LUBATUD SUURIM KÕRGUS: Rajatise lubatud suurim kõrgus on 3,5 m arvestades punkti 2.5 kõrgusmärke (maapinna kõrgus kavandatava ehitise asukohas ca 23 m, kõrgus on EH 2000 kõrguste süsteemis ja saadud Maa-ameti geoportaali lehelt <http://xgis.maaamet.ee>).

2.6. TEED JA JUURDEPÄÄS: Avalikult kasutatavalt Vana-Alu teelt.

2.7. SADEMEVEED: Projekti mahus lahendada ehitise sademevete kogumine ja ärajuhtimine. Sademevete juhtimine naaberkinnistutele ei ole lubatud.

2.8. HALJASTUS JA HEAKORD: Lahendada projektiga vastavalt üldplaneeringule.

Rajatiste alune hooldus lubatud niitmise teel, pestitsiidide kasutamine ei ole lubatud.

2.9. PIIRDED: Vajadusel rajada kuni 2 m kõrgune läbipaistev piire, paigutada väikeloomade liikumise tagamiseks maapinnast piisavalt kõrgele.

2.10. PARKIMINE: Omal kinnistul 1 parkimiskoht.

2.11. TULEOHUTUS: tagada normatiivsed tuleohutuskujad või tuleohutusabinõud normatiivsest väiksema kuja puhul. Tagada ehitise vastavus tuleohutusnõuetele.

### 3. Ehituslikud (insenertehnilised) nõuded projekteerimiseks

3.1. Ehitusprojekti koostamisel lahendatakse ehitisega seotud tehnovõrgud.

### 4. Projekt kooskõlastada

4.1. Soovitav eskiisistaadiumis linnaarhitekti või projekteerimistingimused koostanud planeeringute spetsialistiga enne ehitisregistrisse ehitusloa saamiseks esitamist. Eskiisi

joonised (asendiplaan, põhiplaanid, vaated, lõige) esitada vastavalt mõõtkavale, vaated värviliselt koos kavandatavate välisviimistluse materjalidega.

4.2. Päästeametiga.

4.3. Põllumajandusametiga.

#### 5. Muud nõuded

5.1. Projekt vormistada mitte vanemale kui kahe aasta vanusele maa-ala topograafilisele plaanile, mille mõõtkava on 1:500. Vertikaalplaneerimise kavandamiseks ja tuleohutuskaja arvestamiseks peab topo-geodeetilise uuringu ala ulatuma 8 m üle tootmisõueala piiri. Enne mõõdistustööde teostamist tuleb topo-geodeetilisi uuringuid läbi viival isikul pöörduda Pärnu Linnavalitsuse planeerimisosakonna poole mõõdistusloa saamiseks (Suur-Sepa 16, Pärnu linn 80098, Pärnu linn, tel 4448373). Topo-geodeetiline uuring peab vastama majandus- ja taristuministri 14.04.2016 määrusele nr 34 „Topo-geodeetilisele uuringule ja teostusmõõdistamisele esitatavad nõuded“.

5.2. Projekteeritavad rajatised siduda L-EST97 tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteemis ja EH2000 kõrgussüsteemis. Täiendavad sidemed anda joonmõõtudega krundi piirist.

5.3. Ehitusprojekt peab vastama majandus- ja taristuministri 21.07.2015 määrusele nr 97 „Nõuded ehitusprojektile“. Kõiki projekteerimistingimuste nõudeid käsitleda ehitusprojekti.

5.4. Projektis peavad olema selgelt välja toodud kasutatavad materjalid.

5.5. Ehitisega seotud tehnovõrkude ja – rajatiste, juurdepääsuteede ning parkimiskohtade ja haljastuse lahendused tuleb esitada projekti koosseisus. Asendiplaanile kanda kitsendused, sh maaparandussüsteemi drenaaž (drenaaži teostusjoonised väljastab Põllumajandusamet [parnu@pma.agri.ee](mailto:parnu@pma.agri.ee)), eesvoolu kaitsevöönd. Maaparandussüsteemi eesvoolu kaitsevööndisse (15 m) paneele (ka piirdeaeda) mitte projekteerida. Projektis näidata, millisel viisil lahendatakse maa-aluste tehnovõrkude (kaablite) ristumised maaparandusehitise drenaažiga. Võimalusel vältida maa-aluste tehnovõrkude ristumisi drenaažiga.

5.6. Kooskõlastamiseks esitatava projekti asendiplaan, sidumisjoonis, vertikaalplaneerimine ja insenerkommunikatsioonide projektjoonised esitada tekst .doc või .rtf-formaadis ja graafiline osa .dwg või .dgn-formaadis failidena lisaks paber kandjale digitaalsel andmekandjal. Väljastatud projekteerimistingimused ja muu projektiga seonduv informatsioon lisada projekti kausta.

5.7. Ehitusloa taotlemiseks esitatav projekt koos kooskõlastatud eskiisi olemasolul esitada elektrooniliselt Ehitisregistri kaudu või Andru osavallakeskuse Pärna allée 7, Andru alevik 88301, Pärnu linn, tuba 7, tel 444 8175.

6. Käesolevad projekteerimistingimused kehtivad viis aastat (Ehitusseadustik § 33 lg 1).

7. Projekteerimistingimuste väljastamise otsust on võimalik vaidlustada 30 päeva jooksul otsuse teatavastegemisest, esitades kaebuse halduskohtule halduskohtumenetluse seadustikus sätestatud korras või vaide Pärnu Linnavalitsusele haldusmenetluse seaduses sätestatud korras.

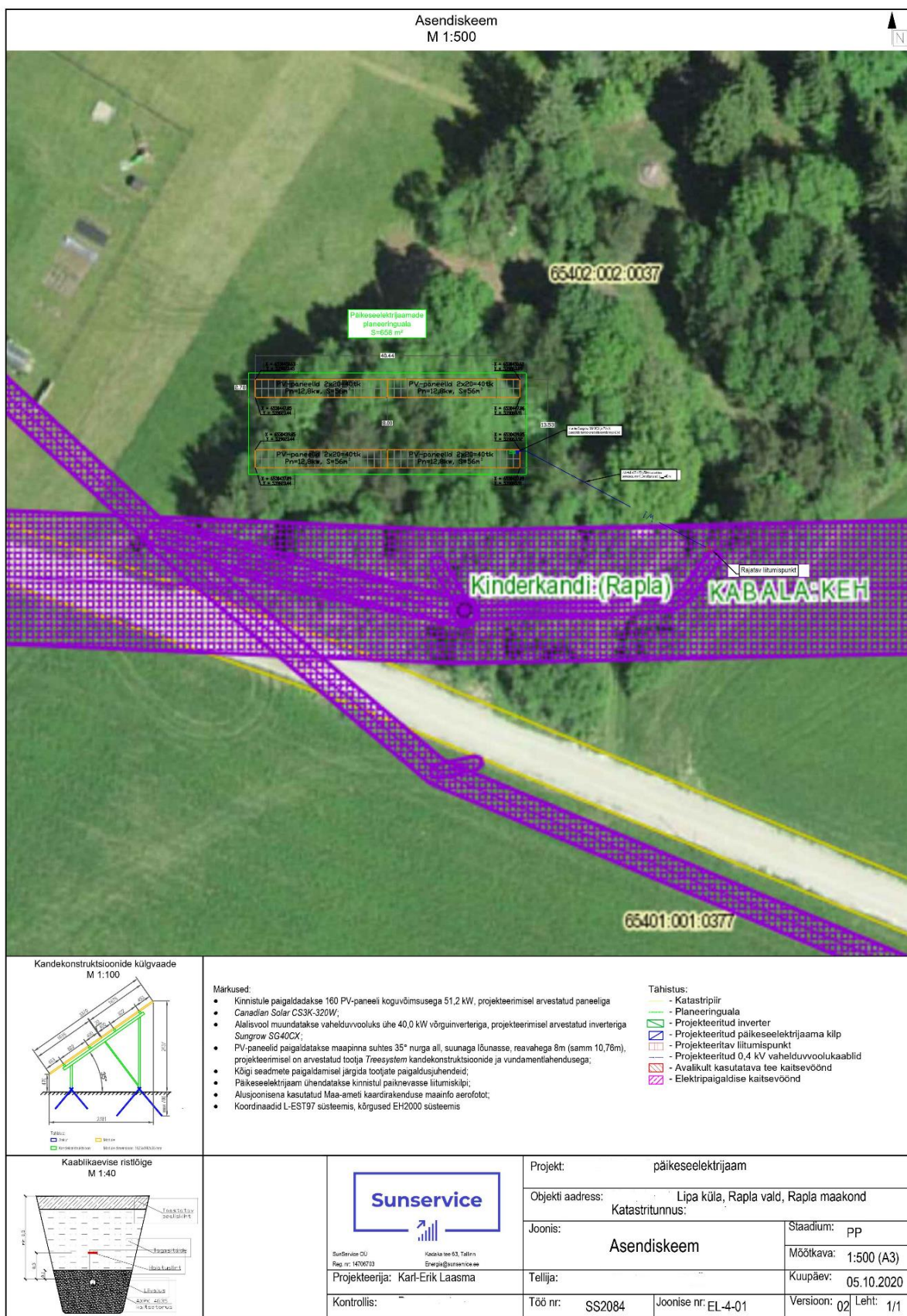
8. Otsus jõustub teatavastegemisest taotlejale.

(allkirjastatud digitaalselt)

Lisa: Tolli kinnistu asendiplaan




# Lisa L4.1 Asendiplaani näidis (Sunservice OÜ)





## Lisa L4.3 Jaotuskilbi skeemi näidis (Sunservice OÜ)

<b>ELEKTROTEHNIJISED ANDMED</b>		
1. NIMIPINGE/VOOL/SAGEDUS	400 V 100 A 50 Hz	
2. LÕHISOTALUVUS	16 kA	
3. INSTALLEERITUD VÕIMSUS/COSFII	40 kW 1 cosfii	
4. JUHISTIKUTÜÜP	<input type="checkbox"/> L1,N <input type="checkbox"/> L1,N,PE <input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N <input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE	
<b>EHITUSLIKUD ANDMED</b>		
1. KESKUSE TÜÜP	<input type="checkbox"/> KAPP <input checked="" type="checkbox"/> KILP <input type="checkbox"/> KARP	
2. PAIGALDUSVIIS	<input checked="" type="checkbox"/> P.PEALNE <input type="checkbox"/> SÜVISTATUD                    KAITSEASTE                    IP44	
3. KINNITUSVIIS	<input type="checkbox"/> PÕRAND <input checked="" type="checkbox"/> SEIN <input type="checkbox"/> SOKLIL	
4. UKSE TÜÜP	<input checked="" type="checkbox"/> LUKK <input type="checkbox"/> RIV	
5. PÕHJA EHTUSVIIS	<input type="checkbox"/> AVATUD <input checked="" type="checkbox"/> SULETUD <input type="checkbox"/> TULEKINDEL	
6. PINNAKATE	<input checked="" type="checkbox"/> PULBER <input type="checkbox"/> TULEKINDEL	
<b>SEADMETE INFORMATSIOON</b>		
1. SEADMETE TÜÜP	<input checked="" type="checkbox"/> K.KINDEL <input type="checkbox"/> LIKUV <input type="checkbox"/> MUU	
2. PAIGUTUSVIIS	<input checked="" type="checkbox"/> MOODUL <input type="checkbox"/> TSENTRAAL	
3. KONTROLLITUD	<input type="checkbox"/> PAIGALDAJA POOLT <input checked="" type="checkbox"/> TOOTJA POOLT	
<b>KAABLID</b>		
1. TOTTEKAABLID	<input type="checkbox"/> OLALT <input checked="" type="checkbox"/> ALT	
2. VÄLJUVAD JÕUKAABLID	<input type="checkbox"/> OLALT <input checked="" type="checkbox"/> ALT <input type="checkbox"/> INSTRUM.	
3. JUHTKAABLID	<input type="checkbox"/> OLALT <input checked="" type="checkbox"/> ALT <input type="checkbox"/> INSTRUM.	
<b>TUNNUSSILT</b>		
1. TÄHISTUS	<input checked="" type="checkbox"/> STANDARD <input type="checkbox"/> MUU	
* Kilbis peab olema vähemalt 30% varuruumi edaspidisteks laiendusteks.		
 <p style="font-size: small;">SunService OÜ    Kadaka tee 63, Tallinn Reg. nr: 14706703    Energia@SunService.ee</p>	Projekt: päikeseelektrijaam	
	Objekti aadress: Lipa küla, Rapla vald, Rapla maakond Katastritunnus:	
	Joonis: Kilbi PV_JK skeem	Stadium: PP
	Projekteerija: Karl-Erik Laasma	Mõotkava: Skeem (A4)
	Vastutav insener:	Töö nr:    Joonise nr: EL-5-02    Kuupäev: 05.10.2020
		Versioon: 02    Leht: 1/2



PE,N,3L	SKEEM	GRUPI	TARBIJA NIMETUS	VÖIMSUS	KAABLI ANDMED	
		TÄHIS		kw		
			POTENTIAALIÜHTLUSTUS			
			Kilbikest		MK 6 KORO	
			Kondekonstruksioonid		MK 16 KORO	
			Q51	Sisend liitumiskilbist 1	40	AXPK4C35 L=35 m
			FV1	Liigpingepiirk (Klass A+B)		
			IF1INV1	Inverter 1 (Sungrow SG40CX)	40	XPK5G35
			3F1	Ruuter Telsonika		L=3 m
				Inverter 1 (Sungrow SG40CX)		CAT6, L=3m
				Reserv		
				Võlontenn kilbi võltsküjel		
			4F1	Kombipesa kilbi küjel		
			Projekt: päikeseelektrijaam			
	<small>Sunservice OÜ Reg. nr 14796703 Kadaka tee 63, Tallinn Energia@Sunservice.ee</small>		Objekti aadress: Lipa küla, Rapla vald, Rapla maakond Katastritunnus:			
	Projekteerija: Karl-Erik Laasma		Joonis: Kilbi PV_JK skeem		Stadium: pp	Möötkava: Skeem (A4)
	Vastutav insener:		Töö nr:	Joonise nr: EL-5-02	Kuupäev: 05.10.2020	Versioon: 02   Leht: 2/2



## Lisa L4.4 Seletuskirja näidis (Sunservice OÜ)



SUNSERVICE OÜ  
REG. NR. 14706703  
KADAKA TEE 63, TALLINN 12915  
+372 5148181  
ENERGIA@SUNSERVICE.EE

### päikeseelektrijaam

Töö nr SS2084

---

Objekti aadress . . . . . Lipa küla, Rapla vald, Rapla maakond

Projekteerija . . . . . Karl-Erik Laasma

Vastutav insener . . . . .  
Pädevustunnistus EL-391-  
Sunservice OÜ  
reg.nr. 14706703

Koostamise kuupäev . . . . . 2020  
Versioon . . . . . 01  
Stadium . . . . . Põhiprojekt

Tellijaja

Tallinn 2020

SUNSERVICE OÜ, Kadaka tee 63, Tallinn 12915, [www.sunservice.ee](http://www.sunservice.ee), [energia@sunservice.ee](mailto:energia@sunservice.ee), +372 5148181

## Dokumentide loetelu

---

### Lähtedokumendid

EL-1-01 Tehnilised tingimused nr . Elektrilevi OÜ 06.08.2020  
EL-1-02 Maakatastri kitsenduste väljavõte 07.09.2020

### Tekstid

EL-3-01 Seletuskiri

### Joonised

EL-4-01 Asendiskeem	M 1:500	A3
EL-5-01 Ühendusskeemid	M skeem	A3
EL-5-02 Kõlbi PV_JK skeem	M skeem	A4

### Lisad

EL-8-01 Materjalide spetsifikatsioon  
EL-9-01 PV-paneeli andmeleht  
EL-9-02 PV-paneelide paigaldusjuhend  
EL-9-03 Inverteri andmeleht  
EL-9-04 Inverteri paigaldusjuhend  
EL-9-05 Kandekonstruktsioonide tootjapoolsed joonised

## Sisukord

1. Üldosa .....	4
1.1. Üldist .....	4
1.2. Päikeseelektrijaama talitluse kirjeldus .....	4
1.3. Päikeseelektrijaama põhiparameetrid .....	4
1.4. Lähteandmed .....	4
1.5. Normdokumendid .....	5
2. Konstruktsioonid ja asend .....	6
2.1. Kinnistu .....	6
2.2. PV paneelide kandekonstruktsioonid .....	6
3. Elektripaigaldis .....	6
3.1. Üldist .....	6
3.2. Juhtmestik .....	6
3.3. Kildid .....	7
3.4. Fotoelektrilised paneelid .....	7
3.5. Inverter .....	7
3.6. Maanduspaigaldis .....	8
4. Elektritootmiseseadme seadistamine ja katsetamine .....	8
5. Keskkonnanõuded ja tööohutus .....	8
6. Hooldus .....	8

## 1. Üldosa

---

### 1.1. Üldist

---

Käesoleva projektiga on lahendatud fotoelektrilistel (PV) paneelidel põhinev elektriijaam, mis paigaldatakse Rapla maakond, Rapla vald, Lipa küla, kinnistule. Elektritootmiseseade ühendatakse kinnistul olemasolevasse jaotusvõrguettevõtja liitumiskilpi.

Enne paigaldustööde algust tuleb vajadusel informeerida olemasolevate tehnovõrkude valdajaid, vajadusel täpsustada tehnovõrkude täpne asukoht ning kutsuda kohale trassi valdaja poolne esindaja. Paigalduse käigus kahjustatavad süsteemid tuleb paigaldajal nõuetekohaselt taastada.

Küsimused, mida pole kajastatud käesolevas projektis või on ebaselged, lahendatakse töö käigus kooskõlastatult töö tellija ja projekti koostajaga. Ehitustegevus dokumenteerida ehituspäevikus ning esitada Tööprojekti osana.

### 1.2. Päikeseelektrijaama talitluse kirjeldus

---

PV paneelidega genereeritav alalisvool muundatakse võrgukvaliteedile vastavaks vahelduvvooluks vaheldiga (inverteriga). Käivitamiseks vajaliku võrgusageduse saab inverter elektrivõrgust. Genereeritava elektrienergia kaetakse osaliselt kinnistul paiknevate tarbijate elektrienergiavajadus, tarbimisvajadust ületav elektrienergia suunatakse elektrivõrku. Päikeseelektrijaama väljundvõimsus on otseselt sõltuv ilmastikust, eelkõige päikesekiirguse hulgast paneelidele ning õhutemperatuurist, vähemal määral tuulest.

Elektritootmiseseade käivitub võrguühenduse olemasolul automaatselt piisava päikesekiirguse taseme saavutamisel. Elektritootmiseseadme väljundvõimsus on otseselt sõltuv ilmastikuoludest (päikesekiirgus, temperatuur) ning võib olla vahemikus 0-40 kW. Elektritootmiseseadme võrkulülitamisel voolutõukeid ei esine.

Elektritootmiseseade lülitub välja automaatselt päikesekiirguse taseme langemisel alla kriitilise taseme või elektrivõrgu ühenduse katkestamisel.

### 1.3. Päikeseelektrijaama põhiparameetrid

---

PV paneelide kogus / ühikvõimsus / koguvõimsus:	160 tk / 320 W / 51,2 kW
Inverterite kogus / ühikvõimsus / koguvõimsus:	1 tk / 40 kW / 40 kW
Pingesüsteem:	~3 x 230/400 V, 50 Hz
Juhistikusüsteem:	TN-C-S
Päikeseelektrijaama nimivool:	73 A
Päikeseelektrijaama alune maapind:	~658 m <sup>2</sup>
Päikeseelektrijaama prognoositav eluiga:	25 a

### 1.4. Lähteandmed

---

Projekteerimise aluseks on võetud:

- Lähteülesanne – OÜ tellimus;
- Elektrilevi OÜ 04.06.2020 väljastatud tehnilised tingimused nr ...
- Maakatastri kitsenduste väljavõte 27.08.2020.

## 1.5. Normdokumendid

Ehitustööde teostamisel tuleb lähtuda Eestis kehtivast seadusandlusest ning normdokumentidest. Antud projekti koostamisel on juhitud järgmistest normdokumentidest:

- Nõuded ehitusprojektile RT I, 18.07.2015, 7
- Ehitusseadustik RT I, 19.03.2019, 98
- Seadme ohutuse seadus RT I, 13.03.2019, 153
- Ehitise Tuleohutus: Osa 7 EVS 812-7:2018

Kõik projekti raames kasutatavad ja ehitatavad elektriseadmed peavad vastama majandus- ja taristuministri 14.07.2015 määrusele nr 91 - *Elektriseadmele esitatavad ohutuse nõuded ning elektriseadmele ja elektripaigaldisele esitatavad elektromagnetilisele ühilduvuse nõuded ja vastavshindamise kord.*

Projekti realiseerimisel järgida Eestis kehtivaid standardeid ja EU direktiive elektromagnetilise ühilduvuse nõuete täitmisel:

- EVS-HD 60364-1:2008 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 1: Põhialused, üldisloomustus, määratlused;*
- EVS-HD 60364-4-41:2017 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-41: Kaitseviisid. Kaitse elektrilöögi eest;*
- EVS-HD 60364-4-42:2011 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-42: Kaitseviisid. Kaitse kuumustoime eest;*
- EVS-HD 60364-4-43:2010 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-43: Kaitseviisid. Liigvoolukaitse;*
- EVS-HD 60364-4-444:2010 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-444: Kaitseviisid. Kaitse pingebüüringute ja elektromagnetiliste häiringute eest;*
- EVS-HD 60364-5-51:2009 - *Ehitiste elektripaigaldised. Osa 5-51: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Üldjubised;*
- EVS-HD 60364-5-52:2011 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-52: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Jubistikud;*
- EVS-HD 60364-5-53:2015 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-53: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Lülitus- ja jultimisaparaadid;*
- EVS-HD 60364-5-54:2011 - *Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-54: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine ja kaitsejupid;*
- EVS-HD 60364-7-712:2016 - *Ehitiste elektripaigaldised. Osa 7-712: Nõuded eripaigaldistele ja -paikadele. Solaar-fotoelektrilised toiteallikad;*
- EVS-EN 61000-6-4:2007+A1:2012 - *Elektromagnetiline ühilduvus. Osa 6-4: Erialased põbistandardid. Tööstuskeskkondade emissioonistandard.*

Elektritootmiseseadme seadistamisel juhitud Vörguetskirjast (RT I, 21.02.2019, 3), jaotusvõrgu omaniku nõuetest ning standardis EVS-EN 50160 esitatud avalike elektrivõrkude pingetunnussuurustest.

## 2. Konstruksioonid ja asend

---

### 2.1. Kinnistu

---

PV paneelid paigaldatakse Rapla maakond, Rapla vald, Lipa küla, kinnistule katastritunnusega Elektri jaam on planeeritud väljapoole piirangu- ning kaitsevööndeid, täpne paiknemine on näidatud joonistel EL-4-01.

### 2.2. PV paneelide kandekonstruksioonid

---

PV paneelid paigaldatakse kinnistule 35° nurga all maapinna suhtes, suunaga lõunasse. Projekteerimisel on arvestatud tootja *Treesystem* lahendusega. Kandekonstruksioonide maapinda ankurdamiseks kasutatakse maapinna suhtes umbes 50° nurga all rammitavaid metallvardaid. PV-paneelid paigaldatakse kandekonstruksioonidele vertikaalses asendis kahes reas. Kandekonstruksioonide põhimõtteskeem on toodud joonisel EL-4-01. Kinnituskonstruksioonide ja PV paneelide paigaldusel jälgida tootjate poolseid juhendmaterjale (Lisa EL-9-05).

## 3. Elektripaigaldis

---

### 3.1. Üldist

---

Elektritootmiseade on lahendatud fotoelektriliste paneelidega. Paneelidest saadava alalisvoolu muundamine võrgukvaliteedile vastavaks vahelduvvooluks toimub inverteriga (vaheldiga). Inverter seotakse elektriliselt kinnistul asetseva jaotusvõrguettevõtja liitumispunktiga läbi päikeseelektrijaama kilbi PV\_JK. Elektritootmiseadme kaitselahutus alalisvoolu poolel teostatakse inverteri kaitselahutuslülitiga, vahelduvvoolu poolel kilpi PV\_JK paigaldatava inverteri kaitselahutuslülitiga.

Tootmisel liitumispunktist võrku antav maksimaalne netovõimsus on 40 kW.

### 3.2. Juhtmestik

---

Kaablite valikul ja paigaldamisel tuleb järgida standardites EVS-HD 60364-1, EVS-HD 60364-5-51, EVS-HD 60364-5-52 ja EVS-EN 50565-1 toodud nõudeid. Samuti tuleb järgida paigalduskaabli tootja paigaldusjuhiseid. Kaablid peavad vastama paigaldustingimustele (UV kindlus, keskkonna temperatuur jne) ning koormusvooludele. Alalisvoolukaablina kasutada ainult spetsiaalseid UV-kindlaid vähemalt 4mm<sup>2</sup> vasksoonega kaableid. Alalisvoolu juhtmestiku ühendamiseks kasutada MC4-tüüpi pistikuid, kogu projekti mahus kasutada sama tootja pistikuid. Vahelduvvoolukaablina kasutada paigalduskeskkonnale sobivaid vask- või alumiiniumsoonelisi kaableid. Alumiiniumsoonelised kaablid on lubatud alates kaabli soone ristlõikepindalast  $S \geq 16 \text{ mm}^2$ .

Pinnasesse paigaldatavad kaablid kaitsta täies ulatuses kaablikaitsetorudega, minimaalne paigaldussügavus 0,5m, kaablist 20-30 cm kõrgemale paigaldada hoiatuslint. Liiklusalade alla jäävad maakaablid kaitsta 750N survetaluvusega kaablikaitsetorudega, ülejäänud trassi ulatuses kasutada 450N survetaluvusega kaablikaitsetorusid.



Kaablikaitsetorus asetsevate maakaablite ristumisel ja paralleelkulgemisel olemasolevate ja rajatavate tehnosüsteemidega tuleb tagada minimaalselt järgmised vahekaugused:

	Ristumine (m)	Paralleelkulgemine (m)
Elektrikaabel	0,1	0,07
Sidekaabel	0,15	0,25
Vee- ja kanalisatsioonitoru	0,25	1
Gaasitoru	0,6	1,0
Kaugkütetorustik	0,25	2

Maapealne väliselektripaigaldis tuleb rajada materjalidest, mis on selliseks kasutuseks ette nähtud (vastupidavad ilmastikule ja UV kiirgusele). Kaabeldus paigaldada pinnapealsena kaabliredelitele, torudesse, kõrdesse või karbikusse. Kaabliredelite korrosioonikaitse peab vastama keskkonnaklassile, kinnitused tootja juhiste.

PV-paneelide kandekonstruktsioonidele paigaldatavad kaablid kinnitada kohtkindlalt. Otsese päikesekiirguse eest tuleb kaablid kaitsta vajadusel UV-kindla kaitsekõrrega.

Kõik paigaldatavad kaablid, mille alg- ning lõpppunkt ei ole visuaalselt tuvastatavad, tuleb tähistada mõlemast otsast ning ligipääsetavatest kohtadest selgeltloetavate, keskkonnatingimustele vastavate ning ajas püsivate siltidega. Sildil peab olema välja toodud tähistus „PV“, algus- ning lõpp-punkt, mark, ristlõige ning pikkus.

### 3.3. Kilbid

Kõik kasutatavad kilbid peavad olema valmistatud tehaseliselt ja vastama standardi EVS-EN 61439 seeria nõuetele. Elektrikilbil peakaitsega üle 35A peab olema tehniline dokumentatsioon ja vastavusdeklaratsioon ning teostatud vajalikud tüüpkatsed. Minimaalne kaitseklass on suletuna IP44, avatuna IP20.

Kilp PV\_JK komplekteerida vastavalt joonisele EL-5-02. Kilbis peab olema vähemalt 30% varu ruumi edaspidiseks laienduseks.

### 3.4 Fotoelektrilised paneelid

Päikeseelektrijaama projekteerimisel on arvestatud tootja *Canadian Solar* 60-lemendiliste monokristall paneelidega *CS3K-320MS* nimivõimsusega 320 W. Paneelide tehnilised andmed on toodud toote andmelehel (Lisa EL-9-01).

PV paneelid paigaldatakse kandekonstruktsioonidele vertikaalses asendis, kaks rida kohakuti. Paigaldusel pidada kinni paneelide ja kinnitusstruktsioonide tootjate paigaldusjuhistest (lisad EL-9-02 ja EL-9-05).

PV paneelide elektrilised ühendused tehakse vastavalt joonisele EL-5-01.

### 3.5 Inverter

Paneelidest saadava alalisvoolu muundamine võrgukvaliteedile vastavaks vahelduvvooluks toimub inverteriga (vaheldiga). Projekteerimisel on arvestatud ühe (1) tootja *Sungrow* inverteriga *SG40CX* nimivõimsusega 40,0 kW. Inverteri tehnilised andmed on toodud toote andmelehel (Lisa EL-9-03).

Inverteri paigaldamisel arvestada olemasolevate tehnosüsteemide osade ja seadmetega ning pidada kinni tootjapoolsetest ohutust vahekaugustest kõigis suundades. Inverteri paigaldamisel lähtuda tootja paigaldusjuhendist (Lisa EL-9-04).

Inverterite andmeside tagamiseks tootjapoolse monitooringuplatvormiga paigaldatakse kilpi PV\_JK 4G ruuter, inverteri Ethernet väljund ühendada ruuteri LAN sisenditesse.

### 3.6. Maanduspaigaldis

---

Maanduspaigaldise ehitamisel tuleb järgida standardis EVS-HD 60364-5-54 toodud nõudeid. Elektri jaamad seadmete maanduspunktideks on kilbis PV\_JK paiknev maandusklemm. Maandusklemmide ühendada kõik antud projekti mahus paigaldatavad uued juhtivad konstruktsioonid ning inverteri toitekaabli PE juht.

### 4. Elektritootmiseseadme seadistamine ja katsetamine

---

Antud projekti mahus tuleb seadistada ja töösse viia kõik vajalikud süsteemi komponendid s.h inverter, kaitseseadmed, sideseadmed, elektripaigaldused jms. vastavalt tootjajuhistele või Elektrilevi tehnilistele tingimustele. Iga paigaldatud inverteri kohta tuleb esitada kaitsesätete seadistamise protokoll, kus on määratud konkreetse inverteri üle- ja alapinge kaitsesätete ning toitesageduse ja võrgukaotuskaitse piirmäärad. Töö valmimisel tuleb teostada kõik vajalikud mõõdistused ja vastuvõtukatsetused, esitada katsetulemused vastavalt võrgueskirjale ja organiseerida vajadusel elektripaigaldise kasutuselevõtu eelnev tehniline audit.

### 5. Keskkonnanõuded ja tööohutus

---

Tööde teostamise käigus tekkinud jäätmed (materjalide pakendijäätmed ning paigaldus- ja seadistustööde käigus tekkiv ehituspraht) tuleb käidelda (sortimine, kogumine, üle andmine vastavat õigust omavale jäätmeäitajale) vastavalt kehtivatele õigusaktidele ja kohaliku omavalitsuse nõuetele.

Päikeseelektrijaama töö käigus jäätmeid ei teki. Päikesepaneelide kasutamisega ei teki müra. Inverterist lähtuv müra ei mõjuta inimeste tegevust.

Ehitamise käigus tuleb jälgida kehtestatud ohutusnõudeid, sh ohutusnõuded tuletoode läbiviimisel ja talitada vastavalt heale ehitustavale. Ehitusplatsil peavad töötajad omama esmaseid tervisekaitsevahendeid. Ehitustööde ohutuse eest vastutab täiel määral ehitusettevõtja.

### 6. Hooldus

---

Päikeseelektrijaam töötab iseseisvalt ning ei vaja igapäevast opereerimist. Hooldusel lähtuda kasutatud seadmete- ja materjalitootjate juhenditest. Kord aastas on tarvis teostada visuaalne kontroll tootmiseseadmetele, kaabeldusele ning kinnituskonstruktsioonidele, vajadusel eemaldada kogunenud mustus (lindude väljaheidet, tolmu vms) suruõhu või pehme niiske lapiga pidades kinni seadmete tootjate juhenditest ning pingutada kandekonstruktsioonide poldid/mutrid. Talvisel perioodil võib toodangu suurendamise eesmärgil paneelidele kogunenud lume eemaldada pehme harjaga.



## Lisa L4.5 Materjalide spetsifikatsiooni näidis (Sunervice OÜ)

PÄIKESEELEKTRIAAM – TÖÖ SS2084  
 LIPA KÜLA, RAPLA VALD, RAPLA MAAKOND  
 KOOSTANUD: KARL-ERIK LAASMA 2020  
 VASTUTAV INSENER:  
 EL-8-01 MATERJALIDE SPETSIFIKATSIOON V.02



### Materjalide spetsifikatsioon

Kategooria	Tootja	Tüüp	Kogus	Ühik
PV Paneelid	Canadian Solar	CS3K-320MS	160	tk
Inverter	Sungrow	SG40CX	1	tk
Kandekonstruksioonid	Treesystem	Mounting system 2x20 vertical 35°	4	kmpl
Kaablid DC	-	Solarkaabel 6mm <sup>2</sup> *	350	m
Kaablid AC	-	XPK5G35	3	m
Kaablid AC	-	AXPK4G35	45	m
Kaablid andmeside	-	CAT6 *	3	m
Kaablid PE	-	MK 16 KORO *	3	m
Kaablid PE	-	HK25 Cu *	42	m
Kaabliteed	-	Kaablikaitsetoru D50 450N *	60	m
Kaabliteed	-	Hoiatuslint *	60	m
Kilbid	-	Kilp PV_JK komplekteerida vastavalt EL-5-02	1	kmpl
	-	PK 100A, 3P	1	tk
	-	Lüüpingepiirik T1+T2	1	tk
	-	Moodulkaitseülili 3P, 80A, B	1	tk
	-	Moodulkaitseülili 1P, 6A, B	1	tk
	-	Rikkevoolukaitsesautomaat 3P+N, C16, 30mA	1	tk
	-	Kombipistikupesa kilbi küljele	1	tk
	-	Toiteplokk 230VAC/12VDC	1	tk
	-	4G ruuter (Teltonika RUT950 või analoogne)	1	tk
Ühendused	-	MC4-pistik+pesa *	16	kmpl
Ühendused	-	Kaabliking Al/Cu 25-50 *	40	tk
Ühendused	-	Kaabliking Al/Cu 16 *	8	tk
Ühendused	-	RJ45 pistik CAT6 *	3	tk
Abimaterjalid	-	Kaablisidemed, kinnitusvahendid jms	1	kmpl
* Hinnanguline kogus, täpsustakse paigalduse käigus				

**Lisa L5.1 Maapäikeselektrijaama teostatud pinnasetööde näide**

**(Sunservice OÜ)**



**Lisa L5.2 Rammvaiadega kandekonstruktsioonide külgvaade (Sunservice OÜ)**

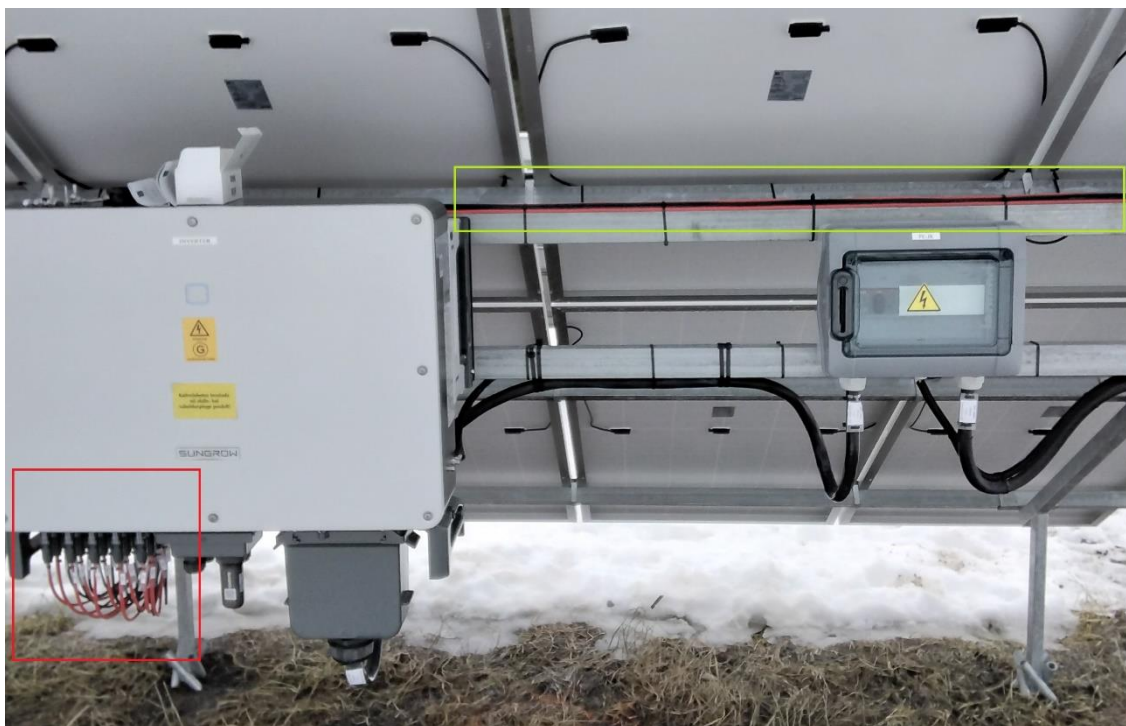




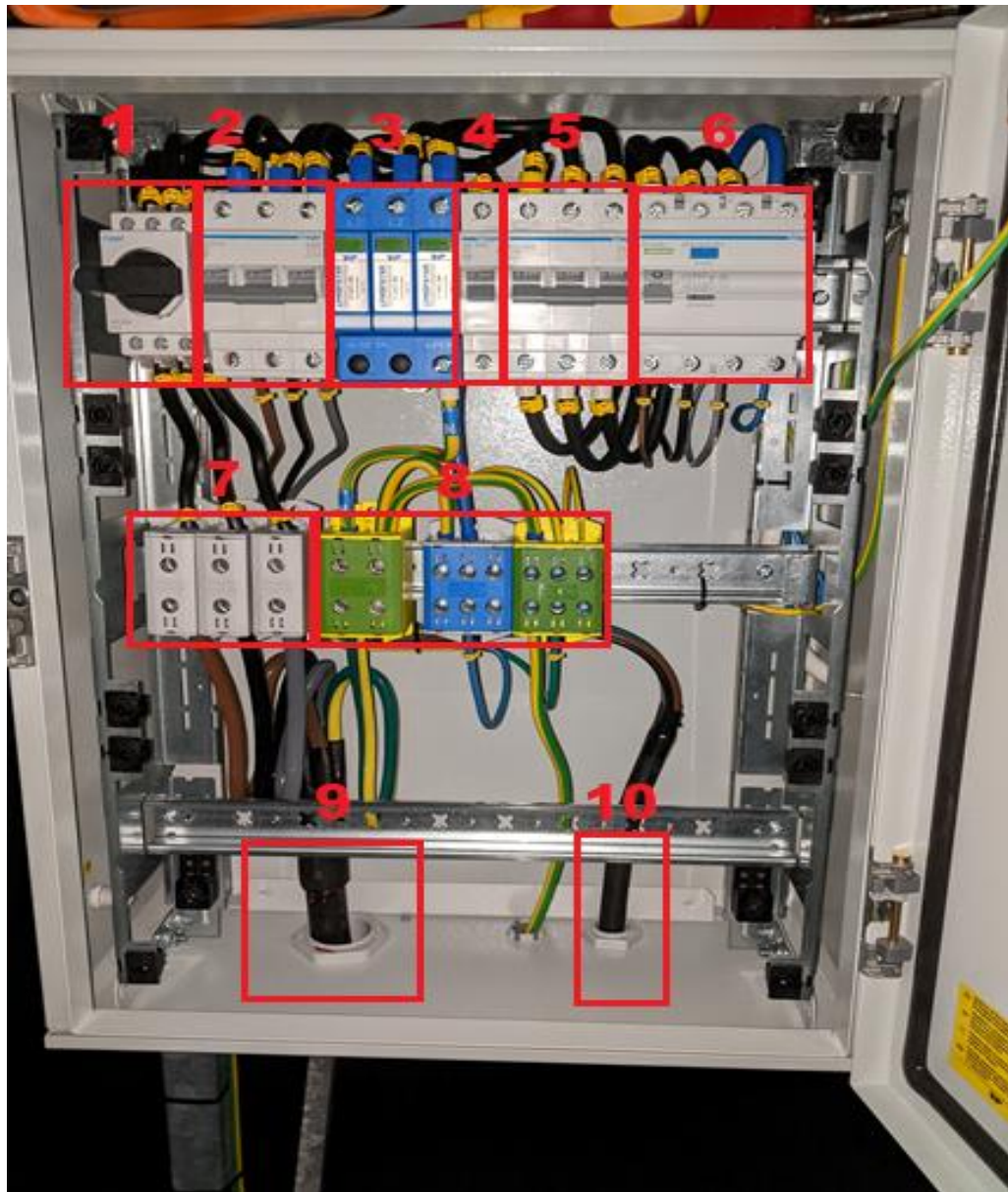
**Lisa L5.3 Päikesepaneelide kinnitamiseks kasutatav klamberlahendus  
(Sunservice OÜ)**



**Lisa L5.4 Inverteri ja jaotuskilbi paigaldus kandekonstruktsioonidel  
(Sunservice OÜ)**



Lisa L5.5 Maapäikeselektrijaama jaotuskilbi sisu näidis (Sunservice OÜ)



## Lisa L6.1 Elektrilevi liitumistaotluse ankeedi näidis [24]



### LIITUMISTAOTLUS ELEKTRIENERGIA TOOTJALE

#### TAOTLUSE ESITAJA

EES- JA PEREKONNANIMI / ARINIMI		ISIKU- VOI REGISTRIKOOD
KONTAKTAADESS (TANAV, MAJA, KORTER, TALU, LINN, VALD, MAAKOND, SIHTNUMBER)		
KONTAKTTELEFON	E-POST	
ESINDAJA EES- JA PEREKONNANIMI	ESINDAMISE ALUS <input type="checkbox"/> amet <input type="checkbox"/> volikiri	
ESINDAJA TELEFON	ESINDAJA E-POST	

#### TARBIMISKOHA ANDMED

OBJEKTI AADRESS (TANAV, MAJA, KORTER, TALU, LINN, VALD, MAAKOND)		
KATASTRILUKSUSE NIMI	KATASTRITUNNUS	
KLIENDI POOLT SOOVITUD LIITUMISPUNKTI ASUKOHA KOORDINAADID L-EST'92 SUSTEEMIS:	X	Y
KEHTVA VORGULEPINGU NUMBER VOI	KEHTVA MOOTEPUNKTI EIC KOOD VOI	KEHTVA ARVESTI NUMBER

#### SOOVITAVA VORGUÜHENDUSE ANDMED

LIITUMINE <input checked="" type="checkbox"/> madalpingel; <input type="checkbox"/> keskpingel;	
VORGUÜHENDUSE LABILASKEVOIME TARBIMISEL: A (madalpingel) või kW (keskpingel)	VORGUÜHENDUSE LABILASKEVOIME VORKU ANDMISEL: kW

#### TEHNILISED ANDMED TOOTMISÜKSUSTE (GENERAATORITE/INVERTERITE) KOHTA

1. Mudeli nimi:		maksimumvõimsus:		kW;	arv:		tk;
2. Mudeli nimi:		maksimumvõimsus:		kW;	arv:		tk;

#### TOOTMISMOODULI ANDMED

NIMI (TOOTJA VALIKUL)	TOOTMISÜKSUSTE SUMMAARNE MAKSIMUMVOIMSUS
	kW
LIIK <input checked="" type="checkbox"/> energiapargimoodul; <input type="checkbox"/> sünkroonmoodul	
PRIMAARENERGIAALLIKAS (PÄIKE, TUUL, BIOMASS, BIOGAAS, HÜDRO, KÜTTEÖLI, DISEL, MAAGAAS, AKUPANK VMT)	
PÄIKE	

#### TÄIENDAVAD MÄRKUSED

--

Taotluse allkirjastamisega kinnitan oma soovi ja esitatud andmete õigsust.

#### TAOTLUSE ESITAJA

NIMI JA ALLKIRI
KUUPÄEV

LISADOKUMENDID:

	Liitumislepingu pakkumine koos tehniliste tingimustega				Jaotusvõrgu-ettevõtja tingimuste muutmise*
	A-tüüpi tootismoodulid (sh mikrotootjad)  Alla 0,5 MW	B-tüüpi tootismoodulid  Alates 0,5 MW	C-tüüpi tootismoodulid  Alates 5 MW	D-tüüpi tootismoodulid  Alates 15 MW	
<b>Elektrilevi tehnilise lahenduse koostamiseks vajalikud lisadokumendid</b>					
Kui liituja ei ole kinnistu omanik, siis dokumendid, mis kinnitavad, et liitujal on õiguslik alus kasutada kinnistut või ehitist, kus asub tema elektripaigaldis	X	X	X	X	-
Asendiplaan, kuhu märgitakse peale tootismooduli ja liitumispunkti olemasolev või soovitatav asukoht koos koordinaatidega	-	X	X	X	-
Muud olulised taotlusele lisatavad lisad, kui neid on	#	#	#	#	#
<b>Eleringi lepingupakkumise saamiseks vajalike lisadokumentide nimekiri on toodud „Elering AS elektri põhivõrguga liitumise tingimused“ lisa 1 ja need on toodud veebilehel <a href="http://www.elering.ee">www.elering.ee</a></b>					
Tootismooduli garanteeritud summaarne aktiiv- ja reaktiivvõimekuse (PQ) diagramm arvatuna liitumispunktini võrguettevõtjaga	-	-	-	X	-

# Viidatud lisad ei pea esitama esialgse liitumistaotlusega vaid Elektrilevi teavitab lisade esitamise vajadusest täiendavalt.

Elering AS põhivõrguga liitumise tingimuste lisa 1 p 1.1 järgsed lisadokumendid esitatakse juhul, kui elektritootja liitumine põhjustab tingimuste muutmise vajaduse Elering AS ja Elektrilevi OÜ vahelises võrgulepingus.

\* Jaotusvõrguettevõtja esitab täiendavalt:

- elektritootja poolt talle edastatud materjalid ja dokumendid tehniliste tingimuste või liitumispakkumise saamiseks;
- vastava Elektrilevi liitumispunktiga normaalskeemi järgi ühendatud elektrijaamade nimekirja (esitada andmed elektrisüsteemi toimimise võrgueeskirja §23 lg 1 ja 3 järgi).

Põhivõrguettevõtjaga kooskõlastuskohustusega C- ja D-tüüpi tootismoodulite liitumisel jaotusvõrguettevõtja võrguga ning selleks vajalike Elering AS poolt nõutavate dokumentide (ühejooneskeem põhivõrguettevõtja liitumispunktini) saamiseks palume märkida vastav info muu olulise info lahtrisse.

Põhivõrguettevõtja Elering AS ja/või võrgueeskirja kohane lisade loetelu võib muutuda sõltuvalt põhivõrguga liitumise tingimuste ja/või võrgueeskirja hetkel kehtivale redaktsioonile.



## Lisa L6.2 Elektrilevist taodeldud tehniliste tingimuste näidis (Sunservice OÜ)

### TEHNILISED TINGIMUSED

370



### ELEKTRILEVI TEGEVUSED

	tootisseadmete summaarse nimiaktiivvõimsusega
15kW	
ühendamiseks, teostatakse Elektrilevi OÜ kuuluvas jaotusvõrgus järgnevad tööd PK 3x25A:	
1. Liitumispunkt on Kinnistu vahetus läheduses või kinnistul eraldi alusel asuvas liitumiskilbis ostja toitekaabli kingadel	
2. Paigaldatakse 3-faasiline 2-tariifne kauglugemisega kahesuunalise lugemisega arvesti.	
3. Arvesti väljundklemmid asendatakse ohutust tagava lülitiga.	
4. Olemasolev arvesti demonteeritakse ja fikseeritakse demonteeritud arvesti näidud.	
5. Liitumiskilbile ja alajaama 0,4 kV jaotlasse fidri F-16 juurde paigaldatakse nõuetekohased kahepoolse toite hoiatussildid.	
Tehnilised lähteandmed elektrijaama liitumispunkti kohta:	
*Liitumispunkti nimipinge 0,4 kV	
*Elektrisüsteemi summaarne takistus liitumispunktis pärast liitumispunkti valmimist 0,080 + j 0,052 oomi	
*Minimaalne ühefaasiline lühisvool liitumispunktis enne elektrijaama ühendamist ca 2303 A,	
*Perspektiivne kolmefaasiline maksimaalne lühisvool liitumispunktis kliendi seadmete lühisvoolutaluvuse valikuks on ca 3682 A.	
Võrguettevõtjal on õigus nõuete rikkumisel ja liitumisvõimsuse ületamisel eraldada elektrijaam süsteemist, katkestades elektripaigaldise ja jaotusvõrgu vahelise ühenduse liitumispunktis.	
Võrguettevõtja poolt väljastatavad tehnilised tingimused ja eeldatav liitumistasu on mittesiduvad ning koostatud, võttes arvesse nende väljastamise hetkel kehtivaid liitumislepingute pakkumisi, liitumislepinguid ja elektrivõrgu olukorda. Tehniliste tingimuste koostamise aluseks võetud asjaolude muutumisel on võrguettevõtjal õigus liitumislepingu pakkumise ja/või tehniliste tingimuste koostamisel vastavalt muuta ka tehnilisi tingimusi ja eeldatavat liitumistasu	

### KLIENDI TEGEVUSED

Elektrijaama projekteerimisel, ehitamisel ning kasutusele võtmisel tuleb lähtuda kuni 500 kW elektritootja tüüpsetest tehnilistest tingimustest (kättesaadav võrguettevõtja veebilehel aadressil <a href="https://www.elektrilevi.ee/-/doc/6305157/kliendile/tehnilised_tingimused_elektrienergia_vaiketootjale.pdf">https://www.elektrilevi.ee/-/doc/6305157/kliendile/tehnilised_tingimused_elektrienergia_vaiketootjale.pdf</a> ), seadme ohutuse seaduses, ehitusseadustikus ja võrgueeskirjas toodud nõuetest.
---

### TEHNILISE TINGIMUSTE KOOSTAJA

Nimi	Koostatud: 26.10.2020 Kehtib kuni: 26.10.2021
------	--

## Lisa L6.3 Elektrileviga elektrienergia tootjana sõlmitud liitumislepingu näidis (Sunservice OÜ)

LIITUMISLEPING nr 370



### 1. OSAPOOLED

#### 1.1 Liituja

Nimi / ärinimi		Isiku- või registrikood	
Kontaktaadress	Tänav / maja / korter	Sihnumber	Maakond
	Telefon	e-post	

#### 1.2 Võrguettevõtja

Nimi	Registrikood	
Elektrilevi OÜ	11050857	
Klienditeeninduse aadress	Klienditeeninduse e-post	Klienditeeninduse telefon
Kadaka tee 63, 12915 Tallinn	info@elektrilevi.ee	7 771 545

### 2. LIITUMINE

#### 2.1 Võrguühenduse andmed, mida liitumisleping käsitleb

Liitumispunkti aadress	Mõõtepunkti ID
Tarbijaskoha nimetus	Liitumispunkti katastrilõksuse number
Faaside arv 3	Amprite arv 25 A
Liitumispunkti asukoht Kinnistu vahetus läheduses või kinnistul eraldi alusel asuvas liitumiskilbis ostja toitekaabli kingadel	

Liituja (esindaja)

Võrguettevõtja esindaja

Aikikirj	Aikikirj
----------	----------



## 2.2 Võrguühenduse andmed pärast tingimuste muutmist

Pinge klass	Faaside arv	Amprite arv	
Madalpinge	3	25 A	
Võrguga ühendatud mikrotootmisüksuste arv	Summaarne maksimumvõimsus		
1	15.00 kW		
Soovitud liitumispunkti asukoht			
41: Kinnistu vahetus läheduses või kinnistul eraldi alusel asuvas liitumiskilbis ostja toitekaabli kingadel.			
Mikrotootmisüksused			
Tootja	Mudel	Võimsus	Kogus
Kostal Solar Electric GmbH	Piko 15	15.0kW	1
Tootmismoodul IIIk			
Energiapargimoodul			
Liitumislepingu nõuetekohase täitmise hetkest loevad pooled punktis 2.1. nimetatud võrguühenduse andmete (liitumispunkti paiknemine, kirjeldus ning võrguühenduse täbliskaskevõime) osas muudetuks ning punktis 2.2 nimetatud andmetega asendatuks kõik varem sõlmitud võrguühenduse andmeid puudutavad dokumendid ja kokkulepped.			

## 3. LIITUMISTASU

### 3.1 Tasu arvestus

Liitumistoode			
Tarbija muutmine mikrotootjaks (kuni 15 kW)			
Liitumistoote hinnaarvestus			
454.74€			
	Summa käibemaksuta	Käibemaks	Summa käibemaksuga
Liitumise hind	454.74	90.95	545.69
Liitumislepingu menetlustasu	60.00	12.00	72.00
Liitumistasu kokku	514.74	102.95	617.69

Võrguettevõtja võib liitumistasu ühepoolselt nii suurendada kui ka vähendada. Võrguettevõtja võib liitujat liitumislepingus kokkulepitud liitumistasu oletava tasu maksmist nõuda juhul, kui liitumislepingu sõlmimisel ei olnud tasu suurenemist võimalik ette näha ning ta on liitujat tasu suurenemisest enne täiendavate kulude tegemist teavitanud. Kui liitumislepingus kokkulepitud tasu suurenemist ei olnud võimalik enne kulude tegemist ette näha ja liitujat sellest teavitada, võib tarbimistingimuste muutmise tasu suureneda kokku mitte rohkem kui 25%. Kui liituja ei ole tasu suurenemisega nõus, on tal õigus liitumisleping üles öelda 14 päeva jooksul peale teate saamist.

Liituja (esindaja)	Võrguettevõtja esindaja
Aikiri	Aikiri

### 3.2 Tasu maksmine

	Tähtaeg	Summa käibemaksuta	Käibemaks	Summa käibemaksuga
Lituja tasub esimese osamakse	Vastavalt arvele	287.37	57.47	344.84
Lituja tasub viimase osamakse	Vastavalt arvele	Viimase osamakse suurus täpsustatakse tööprojekti põhjal		

Riiklike maksude muutumisel on Võrguettevõtja õigus korrigeerida tasu muutunud maksumäära võrra.

Liitumislepingu menetluse muutumisel pakkumise kehtivusperioodi jooksul, rakendatakse esimese osamakse arve koostamisel hetkel kehtivat tasumäära.

### 4. VÕRGUÜHENDUSE VALMIMISE TÄHTAEG

Võrguettevõtja tagab liitumispunkti võrguettevõtja võrguga esmakordse ühendamise võimaluse hiljemalt 60 päeva pärast esimese osamakse taekumist võrguettevõtjale tingimusel, et ka teised osamaksed on tasutud arvel märgitud tähtajaks ja lituja on täitnud kõik muud liitumislepingust tulenevad kohustused.

### 5. MUUD ÕIGUSED JA KOHUSTUSED

- 5.1 Liitumislepingu lahutamatuks osaks on Elektrilevi OÜ liitumislepingu töötingimused.
- 5.2 Lituja kohustub esitada võrguettevõtjale elektripalgaldise nõuetekohasest tõendava dokumendi ja tootmismooduli kaitsesätete seadistamise protokoll enne tootmismooduli kasutuselevõttu. Juhul kui lituja ei esita nimetatud dokumente võrguettevõtjale, siis ei ole võrguettevõtja kohustatud tootmismooduli võrguga ühendamist võimaldama.
- 5.3 Kui liitumislepingu täitmise käigus selgub, et võrguettevõtja ei saa projekteerida või ehitada või teha muud toimingut, mis on vajalik liitumislepingu täitmiseks ning selle põhjus on litujast tulenev (muuhulgas kui lituja maa-ala puudub detailplaneering või ehitusõigus, detailplaneeringus ei ole määratud elektrivõrgu asukohta, lituja maa-ala on ettevalmistamata, sh ei ole tagatud ehitusfront, ei ole tagatud pinnas vastavalt vertikaalplaneeringule, tee asukohad ei ole maha märgistatud, kinnistu piirimärgid puuduvad, puudub juurdepääsutee, puudub pinnavee äravool), siis võrguettevõtja teavitab litujat liitumislepingu täitmist takistavast asjaolust ja määrab litujale takistuse kõrvaldamiseks mõistliku tähtaja.
- 5.4 Võrguettevõtja ei vastuta liitumislepingu täitmise eest, kui:
- 5.4.1 võrguettevõtja ei saa liitumislepingut täita punktides 5.2 ja/või 5.3 nimetatud litujast tuleneva asjaolu tõttu;
- 5.4.2 võrguettevõtja ei saa elektrivõrgu ehitamiseks vajalikke lube, koostööastusi ja/või ehitamiseks vajalikku maakasutusõigust.

### 6. LIITUMISLEPINGU LÕPETAMINE

- 6.1 Lituja võib liitumislepingu igal ajal lõpetada teatades võrguettevõtjale kirjalikult vähemalt 14 kalendripäeva ette.
- 6.2 Võrguettevõtja on õigus liitumisleping lõpetada, teatades sellest litujale kirjalikult vähemalt 14 kalendripäeva ette, juhul kui:
- 6.2.1 lituja ei likvideeri p-s 5.2 nimetatud takistust võrguettevõtja poolt määratud tähtajaks ja võrguettevõtja on andnud litujale takistuse kõrvaldamiseks veel täiendava mõistliku tähtaja, mis ajaks lituja ei ole takistust likvideerinud ja pooled ei ole leppinud kokku uues tähtajas;
- 6.2.2 lituja teatab, et ta ei soovi võrguühenduse valmimist liitumislepingus kokku lepitud tähtajaks ja liitumislepingu sõlmimisest on möödunud vähemalt 3 (kolm) aastat;
- 6.2.3 lituja on liitumislepingu järgse tasu maksmisega viivitanud rohkem kui 30 päeva või on rikkunud oluliselt muid liitumislepingust või õigusaktides sätestatud kohustust ja ei ole rikkumist kõrvaldanud võrguettevõtja poolt antud mõistliku täiendava tähtaja jooksul;
- 6.2.4 võrguettevõtja ei ole võimalik võrguteenust osutada ja õigusakt lubab sellisel juhul teenuse osutamist keelduda.

### 7. MUUD TINGIMUSED

- 7.1 Liitumisleping on koostatud 2 eksemplaris, üks jääb võrguettevõtjale ja teine litujale.
- 7.2 Liitumisleping loetakse sõlmituks allakirjutamisest mõlema poole poolt, kui see toimub varem kui 25.12.2020

Liituja (esindaja)	Võrguettevõtja esindaja
Aikiri	Aikiri

## Lisa L6.4 Elektripaigaldise nõuetekohasuse deklaratsiooni näidis (Sunservice OÜ)

### ELEKTRIPAIGALDISE NÕUETEKOHASUSE DEKLARATSIOON NR.

Elektripaigaldise ehitaja:

Reg.nr:

MTR:

Ehitis: Päikeseelektrijaam 5,5kW  
Nimetus ja aadress

Läänaranna vald, Pärnu maakond

Ehitise omanik:

Nimi, aadress, kontaktandmed, äriregistri- või isikukood

Käidukorraldaja: Pundub

nimi, kontaktandmed, isikukood, pädevustunnistuse nr ja selle väljaandja

Elektripaigaldis: Päikeseelektrijaam, III liik, inverteri peakaitse 3xR10A

liik, peakaitse nimivool ja nimipinged

Elektripaigaldise ehitamise aluseks olnud normdokumendid:  
EVS-HD 60364; EVS-EN 61140; EVS 812-7:2018; SeOS

Hinnangu tähistus:

V – nõuetele vastav, M – nõuetele mittevastav, X – antud elektripaigaldises ei saa nõuet rakendada

Jrk.	Visuaalkontroll	Hinnang
1.	Elektrilöögivastane kaitse	V
2.	Kaitse soojustoime eest, tule leviku tõkestamine	V
3.	Juhtide ristlõike vastavus koormusvoolule ja pingekaole	V
4.	Kaitse ja järelvalveseadmete valik ja sätted	V
5.	Kaitselahutus ja lülitisseadmete valik ja paigutuse õigsus	V
6.	Elektriseadmete ja kaitseviiside vastavus välistoimetele	V
7.	Neutraal ja kaitsejuhtide tunnusvärvid ja tähiste õigsus	V
8.	Jooniste ja hoiatussiltide olemasolu	V
9.	Vooluahelate, kaitsmete, lülitisseadmete, klemmide märgistus	V
10.	Juhtide liidete sobivus ja töökindlus	V
11.	Käiduks ja hoolduseks vajaliku ruumi piisavus	V
12.	Elektromagnetilise ühilduvus	V
13.	Dokumentatsioon sh kaetud tööde aktid	V
14.	Hoolduskava (käidukava)	X

Pundused:

Otsus: ehitatud elektripaigaldis vastab kehtivatele seadusandlusele ja selle alusel kehtestatud õigusaktide nõuetele.

Elektripaigaldise ehitaja vastutav elektritööde juht:

eesnimi perekonnanimi

tema pädevustunnistus:

B1, EL 003 - 18, Inspecta Estonia Oü

pädevusklass, tunnistuse number ja väljaandja

Kuupäev: 18.12.2020 Digitaalalkiri

## Lisa L6.5 Elektrilevi tootismooduli seadistamise protokoll [24]

# Tootismooduli seadistamise protokoll

### SEADISTATUD TOOTISÜKSUSED

Mudeli nimi	Seerianumber	Seadistatud maksimumvõimsus, kW
Kostal Plenticore plus 10	90523TJU0000W	10 kW

### SEADISTAMISE ANDMED

Selgitus: eelsisestatud väärtused on Elektrilevi poolt soovituslikud ning on mõeldud hõlbustamiseks sätete valikut. Kaldkirjas toodud funktsioonide seadistamine on soovituslik.



Parameeter	Alasagedus		Ülesagedus		Ulesagedusega piiratud sagedustundlik talitlus (LFSSM-O)	
	Sagedus	Aeg	Sagedus	Aeg	Sagedus	Statism
Seadistatud väärtus	7,4 Hz	0,1 s	51,6 Hz	0,1 s	50,2 Hz	5 %

Automaatne taaslülitus pärast häiringut võrgupinge taastumisel	
Parameeter	Aeg
Seadistatud väärtus	60 s

Parameeter	Alapinge		Ulepinge I aste		Ulepinge II aste	
	Pinge	Aeg	Pinge	Aeg	Pinge	Aeg
Seadistatud väärtus	0,85 Un	1,5 s	1,11 Un	3 s	1,15 Un	0,1 s

Reaktiivvõimsuse reguleerimise meetod ja sätted	Reaktiivvõimsuse reguleerimise meetod $Q = \text{const}$ sättega $Q = 0$ var
---	--

### MÄRKUSED

Saaremaa vald, Saare maakond.
-------------------------------

Kuupäev: 01.12.2020

Käesolevaga kinnitan seadistatud väärtuste vastavust esitatud andmetele ning et tootismooduli omanikku on informeeritud seadistatud väärtustest ning nende omavolilise muutmise keelust.

Seadistaja ees- ja perekonnanimi

Allkiri

## Lisa L6.6 Elektripaigaldise auditi näidis (Sunservice OÜ)

OÜ

EAK poolt akrediteeritud inspekteerimisasutus

### ELEKTRIPAIGALDISE KASUTUSELEVÕTULE EELNEV AUDIT

Protokolli nr. \_\_\_\_\_ Kuupäev: 19.04.2021

Paigaldise registreerimisnumber: \_\_\_\_\_

Auditi läbiviimise aeg: 14.04.2021

<b>Omanik</b>	Nimi: _____
	Registrikood: _____
	Address: Harju maakond, Tallinn, Pirita linnaosa.
	Telefon: -
	E-post: _____
<b>Valdaja</b>	Nimi: _____
	Registrikood: _____
	Address: Harju maakond, Tallinn, Pirita linnaosa,
	Telefon: -
	E-post: _____
<b>Käidukorraldaja</b>	Nimi: Pole nõutud
	Isikukood: -
	Telefon: -
	Pädevustunnistus/kutsetunnistus: -

<b>Projekteerija</b>	Nimi: Sunservice OÜ
	Registrikood: 14706703
<b>Ehitaja</b>	Nimi: Sunservice OÜ
	Registrikood: 14706703
<b>Kontrollmõõtmised</b>	Mõõte-teimi labor: _____
	Mõõtearuande number: _____

<b>Elektripaigaldise andmed</b>	
Asukoht (aadress): Põlva maakond, Kanepi vald,	_____
Nimetus: Päikeselektrijaam,	Kanepi vald, Põlva maakond
Liik: 2. liigi elektripaigaldis	
Ehitamise/renoveerimise aasta: 2020	
Liitumisdokument: Tehnilised tingimused	225
Liitumispunkt/toitepunkt: Liitumiskilbis	
Peakaitsmed: Kaitselüliti	
Nimivool (A): 80	
Nimipinge (V): 400	
Juhistikusüsteem: TN-C/TN-S	
Toitekaabel, muud parameetrid: AXPk 4G70	

#### Auditi tulemused:

Kontrollitud osad (osised): Päikeselektrijaama elektripaigaldis, sh inverter SunGrow SG50CX (50 kW), päikesepaneelide maapinnale paigaldusega süsteem, potentsiaalühthlustus.



Hindamise alusnormid: ScOS, EVS-HD 60364 (osad 1, 4, 5, 6, 8), EVS-HD 60364-7-712, EVS-EN 61140

Tähistused: V - vastab nõuetele, MV - mittevastavus, O - oluline puudus, OO - otsene oht, X - nõuet ei rakendata

1	Ehitaja deklaratsioon	V	17	Elektriseadmete/install. materjalide valik	V
2	Visuaalkontrolli protokoll	V	18	Madalpingejuhistikud	V
3	Kontrollmõõtmised	V	19	Generaatorseadmed	V
4	Projektdokumentatsioon	V	20	Turvatoitesüsteemid/ EXIT valgustus	X
5	Projekti ekspertiis	X	21	Kaabelküte	X
6	Paigalduse vastavus projektile	V	22	Jaotlad ja jaoturid	V
7	Kaetud tööde aktid, joonised	V	23	Maanduspaigaldis, kaitsejuhid	V
8	Seadistustööd	V	24	Kõrgepingepaigaldise maandus	X
9	Seadmed, materjalid	V	25	Õhuliinid kuni 1000V	X
10	Käidukorraldus	X	26	Mastalajaamad	X
11	Kaitse otsepuute eest	V	27	Üle 1000V jaotlad ja alajaamad	X
12	Kaitse kaudpuute eest	V	28	Õhuliinid üle 1000V	X
13	Kaitse kuumustoime eest	V	29	Kõrgepingejuhistikud	X
14	Liigvoolukaitse	V	30	Elektromagnetiline ühilduvus	X
15	Liigpingekaitse	X	31	Muu kontrollitav osis	X
16	Välisloime arvestamine	V	32	Eripaigaldised	V

**Elektromagnetilise ühilduvuse lisahindamise vajadus: Jah**

**Märkused:**

**Otsus: Elektripaigaldis või selle osa vastab kehtestatud ohutusnõuetele ja seda võib ettenähtud otstarbel kasutada**

**Järgmise auditi läbiviimise aeg: 04.2031**

**Juures viibis: Roger Pilvik**

**Ekspert:**

OÜ

Harjumaa

Käesoleva auditi protokollil näol on tegemist õiguslikku tähendust omava digitaalse dokumendiga. Auditi dokumendid on leitavad tarbijakaitse ja tehnilise järelevalve infosüsteemist: <https://jvis.tja.ee>

**Lisa L6.7 Elektripaigaldise elektrotehniliste kontrollmõõtmiste aruande näidis  
(Sunservice OÜ)**

**OÜ KATSELABOR**

Erialaselt pädev mõõtja, EAK nr. E208

OÜ Katselabor

Reg nr

Määrus nr 64, RT I, 18.12.2018, 17

Tellija: Sunservice OÜ  
Tellija address: Kadaka tee 63, Tallinn  
Elektripaigaldis: Päikeseelektrijaam  
Elektripaigaldise address: Kanepi vald, Põlva maakond  
Ehitise omanik:  
Omaniku address:

**ELEKTROTEHNILISTE KONTROLLMÕÕTMISTE ARUANNE  
NR**

14.04.2021.a.

Ajavahemikul 14.04.2021.a. teostati kinnistul OÜ katselabori  
poot järgmised elektrotehnilised kontrollmõõtmised:

Jrk nr	Teimi nimetus	Protokolli nr	Lehti
1	Isolatsioonitakistuse mõõtmine	NR 21-886-1	1
2	PEN-, kaitse- ja potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematus kontroll	NR 21-886-2	1
3	Rikkeseilmuse näivtakistuse mõõtmine	NR 21-886-3	1
4	Maanduri maandustakistuse mõõtmine	NR 21-886-4	1

Kontrollmõõtmiste käigus tuvastati elektripaigaldise ehituses ja seisundis järgnevad puudused, montaaživead ja projektist erinevad teostused:

\_\_\_\_\_\*

Mõõtmised teostas:

Aruande vormistas ja kontrollis:

pädevus A, tunnistus

\* - arvamused, hinnangud ja interpreteeringud väljaspool tõendatud erialast pädevust  
Elektrotehniliste kontrollmõõtmiste aruanne, Versioon 5 Kinnitatud: 16.08.2017

Akrediteeritud mõõteulatus: 0,05...2000Ω  
 Mõõtevahendi mõõteulatus: 0,2...20Ω

## RIKKESILMUSE NÄIVTAKISTUSE MÕÖTMISE PROTOKOLL NR 21-886-3

Mõõtmised teostati 14.04.2021.a. mõõteriistaga MFT 1845 nr. 101693606, kalibreeritud 06.08.2019.a.  
 OÜ Inspecta Estonia poolt, tunnistus nr KL144-19-237; vastavalt määramisnormidele  
 MM-03-01 ja standardile EVS-HD 60364:2016 mõõtemääramatusega 20%

Jrk nr	Jaoaluseseadme/ liini nr	Kontrollitava seadme/ahela nimetus Mõõtmise koht	Kaitseadme tüüp/nimivool (A)/ karakteristlik/ valmistaja	Suurim lubatud rakendamisvool	Sulamis nimivool või katsealüüsi voolusäde I <sub>n</sub> (A)	Kaitseadme 3 kordse nimivool I <sub>n</sub> (A)	Mõõdetud rikkesilmuse näivtakistus Z <sub>n</sub> (Ω)	Arvutatud või mõõdetud 1-taasiline lühisvool I <sub>sc</sub> (A)	Lühisvool I <sub>sc</sub> 70°C juures x 2/3 (A)	Vähim lubatud lühisvool I <sub>sc</sub> (A)	Otsus kaitseadme töölikkuse kohta vastab/ ei vasta *
1	LK181011	PV-JK; L1	ABB	5	3x80		0,21	1070		800	Vastab
2		PV-JK; L2	ABB	5	3x80		0,21	1070		800	Vastab
3		PV-JK; L3	ABB	5	3x80		0,21	1090		800	Vastab
4	PV-JK	Inverter; L1	ABB	5	3xC80		0,22	1050		800	Vastab
5		Inverter; L2	ABB	5	3xC80		0,22	1050		800	Vastab
6		Inverter; L3	ABB	5	3xC80		0,22	1050		800	Vastab
7											
8											
9											
10											

## PEN-, KAITSE JA POTENTSIAALIÜHTLUSTUSJUHTIDE KATKEMATUSE KONTROLLI PROTOKOLL NR

Mõõtmised teostati 14.04.2021.a. mõõteriistaga MFT 1845 nr. 101693606, kalibreeritud 06.08.2019.a.  
 OÜ Inspecta Estonia poolt, tunnistus nr KL144-19-237; vastavalt määramisnormidele  
 MM-02-01 ja standardile EVS-HD 60364:2016 mõõtemääramatusega 20%

### Kontroll viidud läbi osaliselt visuaalselt

Tähised: J - kontakt rahuldab, E - kontakt puudub või ei rahulda, oomiline suurus - antud rühmaliiinil suurim väärtus

Seade, mille suhtes mõõdeti	Rühma nr	Kontrollitava seadme nimetus	Kontrollitava seadme element				Märkusi
			PE-klemm	Kere	Kaablikest, metalltarind	Muu	
PV-JK PML		PV-JK	J	J	J		Metallkilp
		Inverter	J	J			
		Paneelide karkass		2J			
		Päikesepaneelid		2J			



**MAANDURI MAANDUSTAKISTUSE MÄÄRAMISE PROTOKOLL  
NR 21-886-4**

Mõõtmised teostati 14.04.2021.a. mõõteriistaga KEW 4200 nr 8240239, kalibreeritud 06.08.2019.a. OÜ  
 Inspecta Estonia poolt, tunnistus nr KL144-19-238 vastavalt Energiaring OÜ mõõtemetoodikale  
 MM-05-01 ja standardile EVS-HD 60364:2016 mõõtemääramatusega 20%

Mõõtepunkt maanduril	Mõõdetud takistus $\Omega$			Parandustegur (id)					Arvutus- lik takistus, $\Omega$	Norm $\Omega$	Otsus *	
	AT	3P	3P/4P	Ks	K1	K2	K3	$\frac{Ks \cdot K1}{2,3}$				
Paneelide süsteemi												
maandur	13,1			1,3	1			1,3	17,0			

AT - maandustangid

## Lisa L6.8 Elektrileviga sõlmitud võrgulepingu näidis (Sunservice OÜ)

### VÕRGULEPING

nr - 30.04.2021



#### Ostja

Nimi	Isiku- või registrikood	Kliendi ID
Address Harju maakond		
e-post	Telefon	

#### Võrguettevõtja

Nimi Elektrilevi OÜ	Address Veskiposti 2, 10138 Tallinn	Registrikood 11050857
Veebileht www.elektrilevi.ee	Klienditelefon 777 1545	Rikketelefon 1343
		e-post info@elektrilevi.ee

Lepingu alusel osutab võrguettevõtja võrguteenust ja ostja tasub võrguteenuse eest.

#### Tarbimiskoht

Tarbimiskoha nimetus Päikeseelektrijaam PV 3	Mõõtepunkti (EIC) kood 57512-L
Tarbimiskoha address Lääne-Viru maakond	
Liitumispunkti paiknemine ja kirjeldus Kinnistu vahetus läheduses või kinnistul eraldi alusel, liitumiskilbis ostja toitekaabli kingadel	
Võrguühenduse läbilaskevõime elektrienergia võrgust võtmisel 63 A	Nimitoitepinge liitumispunktis 0.4 kV
	Faaside arv 3
Võrguühenduse läbilaskevõime elektrienergia võrku andmisel 40 kW	Võrguga ühendatud tootmisüksuse seadmete arv ja summaarne maksimumvõimsus 1 tk 40 kW
Võrguühenduse kaitsme nimivool 63 A	

#### Tarbimiskohaga seotud tootmiseseadmed/-moodulid:

Tootismoodul (tüüp-tähis-nr)	Tootismooduli üksus (seadme nimi ja tähis)	Arv	Seadme maksimumvõimsus	Energiaallikas	Seadme kasutamiseks sõlmitud võrgulepingu kuupäev	Seadme kasutamise lõpetamise kuupäev
A-EPM-1	Huawei SUN2000-36KTL	1	40 kW	Päike	01.05.2021	

#### Võrguteenuse osutamine

Võrguteenuse kirjeldus: Võrk 2.
Võrguteenuse kirjeldus: Võrguettevõtja: - võimaldab võrguühenduse kasutamise liitumispunktis ja tagab liitumispunktis standardse pinget; - tagab ostjale võrguühenduse kasutamise võimaluse võrguühenduse läbilaskevõime ulatuses; - edastab elektrienergia kuni liitumispunktini ja võrgu suunal alates liitumispunktist; - korraldab võrgust võetud ja võrku antud elektrienergia koguste mõõtmise.

Ostja

Alkiri  
( ) on 2 lehekülge.

Võrguettevõtja

Alkiri

#### Võrguteenuse koguste perioodiline arvestus ja tasumine

Ostja tasub kord kuus arve alusel, mille võrguettevõtja väljastab vastavalt tööütingimustele mõõdetud või määratud koguste alusel.

#### ÜLDSÄTTED:

1. Lepingu lahutamatuks osaks on Elektrilevi OÜ võrgulepingu tööütingimused madalpingel kuni 63A (edaspidi tööütingimused) ja vastavalt õigusaktidele kehtestatud võrguteenuse hinnakirjad. Kui väiketarbijast tootja kasutab üldteenust, on lepingu lahutamatuks osaks võrguettevõtja nimetatud müüja üldteenuse osutamise tööütingimused. Tööütingimustes ja hinnakirjades sätestatu on pooltele täitmiseks kohustuslik.
2. Pooled on kokku leppinud, et leping jõustub 01.05.2021 eeldusel, et leping on tagastatud võrguettevõtjale ja allkirjastatud mõlemapoolselt. Kui leping tagastatakse pärast kokkulepitud kuupäeva, jõustub leping hiljemalt teisel päeval arvates lepingu mõlemapoolselt allkirjastamise päevast. Võrguettevõtja e-teeninduses sõlmitud lepingu jõustumise kohta saadab võrguettevõtja ostjale teate. Leping jõustub teates märgitud kuupäevast.
3. Leping on sõlmitud tähtajatult.
4. Võrguettevõtja tagab ostja isikuandmete kaitsmise ja töötlemise tööütingimustes sätestatud korras ja vastavuses õigusaktidega ning "Kliendandmete töötlemise põhimõtetega", mis on avaldatud võrguettevõtja veebilehel.
5. Ostja isikuandmete vastutav töötaja on Elektrilevi OÜ (registrikood 11050857, asukoht Veskiposti 2, 10138 Tallinn). Võrguettevõtja volitatud töötajate nimed ja nende kontaktandmed on kättesaadavad võrguettevõtja veebilehel.
6. Lepingu alusel makstava tasu maksmise viisid, enamakstud maksete tagastamise, lepingu lõpetamise ning lepingust tulenevate kaebuste ja vaidluste lahendamise kord on sätestatud tööütingimustes.
7. Võrguettevõtja avaldab oma veebilehel teabe selle kohta, kuidas lahendatakse juhtumid, kui ostja ei saa võrguettevõtjalt arvet 14 päeva jooksul võrguettevõtja teavitamisest alates või esitatud arve on võrguettevõtjast tuleneval põhjusel ebatäpne.
8. Võrguettevõtja esindaja on Eesti Energia AS (registrikood 10421629, asukoht Lelle 22, Tallinn 11318), välja arvatud tööütingimustes sätestatud juhtudel.

#### TÄIENDAVAD TINGIMUSED:

1. Käesoleva võrgulepingu kohaselt on ostja elektrienergia tootja.
2. Ostja tagab, et tootmiseseade/-moodul vastab igal ajal ajahetkel õigusaktides toodud tehnilistele nõuetele.
3. Ostja tagab, et elektrikatkestuse korral eraldatakse tootmiseseade/-moodul võrgust.
4. Ostja ei või võrguettevõtja kirjaliku nõusolekuta asendada olemasolevaid tootmiseseadmeid/-mooduleid tehnilistelt parameetritelt senis(t)est erineva(te) vastu ja/või suurendada nende arvu.

#### MUUD

1. Hinnapakett sisaldab alates 01.01.2020 kuutasu, sest liitumispunkti võrguühenduse läbilaskevõime on 32A või suurem.
2. Võrguettevõtja kinnitab, et käesoleva lepingu jaotuses „Tarbimiskohaga seotud tootmiseseadmed“ märgitud tootmiseseade või - seadmed on lahtis „Seadme kasutamiseks sõlmitud võrgulepingu kuupäev“ seisuga võrgueeskirja, elektrisüsteemi toimimise võrgueeskirja ja elektrituru toimimise võrgueeskirja nõuetele vastavad

Ostja	Võrguettevõtja
Nimi	Nimi
Kuupäev	Kuupäev

Ostja  
.....  
Allkiri

Võrguettevõtja  
.....  
Allkiri

## Lisa L6.9 Eesti Energiaga sõlmitud väiketootja lepingu näidis (Sunservice OÜ)



### VÄIKETOOTJA ENERGIALEPING NR

#### TOOTJA

NIMI	REGISTRIKOOD	KLIENDI ID
KONTAKTAADRESS Hiiu maakond		
TELEFON	MOBILITELEFON	E-POST

#### OSTJA

NIMI Eesti Energia AS	REGISTRIKOOD 10421629	ADDRESS Lelle 22, 11318 Tallinn
KODULEHT energia.ee	ARIKLIENDITELEFON 777 2020	E-POST arikliendid@energia.ee

#### LEPINGU ANDMED

TARBIMISKOHA AADRESS Hiiu maakond		
MÕÖTEPUNKTI EIC KOOD 7720-8	HINNAPAKETT MUUTUV	LEPINGU SÕLMIMISE KUUPÄEV 17.09.2019
ELEKTRIMÜÜGI ALGUS 01.10.2019	LEPINGU LÕPPTÄHTAEG tähtajatu	
OSTUHIND Nord Pool Spot Eesti hinnapiirkonna börsihind miinus marginaal 0,2 senti/kWh		

### 1. LEPINGU ESE

- 1.1. Lepingu alusel Tootja müüb ja Eesti Energia („EE“ või „Ostja“) ostab kogu Tootja poolt toodetud elektrienergia koguse, mis antakse Tootja liitumispunkti (kogused mõõdetakse Lepingus nimetatud mõõtepunktis) kaudu Tootjale võrguteenust osutava võrguettevõtja elektrivõrku. EE tasub saadud elektrienergia eest Lepingus kokkulepitud Ostuhinna alusel.

### 2. ELEKTRIENERGIA MÕÖTMINE JA HIND

- 2.1. Müüdud elektrienergia kogused määratakse Tootja võrguettevõtja poolt paigaldatud mõõteseadmega Lepingus nimetatud mõõtepunktis, kohaldades Tootja ja võrguettevõtja vahel sõlmitud võrgulepingus sätestatud.
- 2.2. Tootja poolt müüdud elektrienergia kogused fikseeritakse kauplemisperioodi (ühe tunni) kaupa.
- 2.3. Müüdava elektrienergia mõõdab ja koguse määrab võrguettevõtja võrgulepingus kokkulepitud viisil.
- 2.4. EE-l on õigus 2 korda aastas hinda muuta, teatades sellest Tootjale vähemalt 45 päeva ette. Hinnaga mittenõustumisel on Tootjal õigus leping üles öelda, teatades sellest kirjalikku taasesitamist võimaldavas vormis vähemalt 30 päeva ette.

### 3. ARVELDAMINE

- 3.1. EE tasub Tootjale ostetud elektrienergia eest Tootja poolt esitatud arvete alusel. Tootja esitab EE-le arve müüdud elektrienergia eest hiljemalt arveldusperioodile järgneva kuu 8-ndaks kuupäevaks. Juhul kui Tootja ei esita arvet eelnevalt nimetatud tähtajaks, kohustub Tootja lisama nimetatud summa järgmisele väljastatavale arvele. Tootjal on kohustus esitada EE-le arve vähemalt 1 kord kvartalis. Arve maksetähtajaks on 30 kalendripäeva arvestades arve kättesaamisest. Makse loetakse tasutuks päeval, mil see laekub Tootja arvelduskontole. Tootja saadab arve aadressile [eesli.energia@e-arvetekeskus.eu](mailto:eesli.energia@e-arvetekeskus.eu).

3.2. Arvete tasumisega viivitamisel arvestatakse viivist 0,02% arve tasumata summast iga viivitatud päeva eest. Viivise kohta esitatakse eraldi arve (viivisarve), kus näidatakse viivise aluseks olevate maksedokumentide numbrid, maksmisega viivitatud päevade arv ja viivisesumma.

#### 4. LEPINGU TÄHTAEG

4.1. Leping kehtib kuni Lepingu tähtaja saabumiseni või Tootja ja Ostja vahel sõlmitud elektrilepingu lõppemiseni (elektrileping on leping, mille alusel EE müüb ja Tootja ostab elektrienergiat Lepingus nimetatud liitumispunktis. Edaspidi: „Elektrileping“), mis tahes alusel. Lepingu sõlmimise eelduseks on EE ja Tootja vahel kehtiva Elektrilepingu olemasolu Lepingus nimetatud liitumispunktis.

4.2. Leping lõpeb võrgulepingu lõppemisel Lepingus nimetatud liitumispunktis.

4.3. Elektrilepingu piknemise korral pikeneb Leping samadel tingimustel. Lepingu lõpptähtaeg ühtib alati Elektrilepingu lõpptähtajaga. Elektrilepingu lõpptähtaja muutmise korral muutub Lepingu lõpptähtaeg vastavalt Elektrilepingu lõpptähtajale.

#### 5. ÜLDTINGIMUSED

5.1. Tootja võib müüa EE-le ainult Tootja enda poolt toodetud elektrienergiat.

5.2. Elektrienergia koguste määramise ja elektrienergia kvaliteedi osas kohaldavad pooled Tootja ja talle võrguteenust osutava võrguettevõtja vahelises võrgulepingus sätestatud.

5.3. Pool on kohustatud Lepingu kehtivuse ajal, samuti pärast Lepingu lõppemist hoidma saladuses seoses Lepingu sõlmimise ja selle täitmisega talle teise Poole kohta teatavaks saanud mistahes teavet, mille avaldamine võib kahjustada teise Poole huve või mille saladuses hoidmise vastu teisel Poolel eeldatavalt on või võib olla huvi.

5.4. Poolte vastutuse, teadete, lepingu muutmise ja lõpetamise, isikuandmete, erimeelsuste lahendamise osas rakendavad pooled vastava sündmuse asetleidmise hetkel kehtivates Eesti Energia AS elektrilepingu tüüptingimustes sätestatud.

**LISA:** Lepingule kohalduvad Eesti Energia AS-i elektrilepingu tüüptingimused (tüüptingimused on kättesaadavad Eesti Energia kodulehel).

#### OSTJA

#### TOOTJA

Sõlmitud telefoni teel 17.09.2019	Sõlmitud telefoni teel 17.09.2019
-----------------------------------	-----------------------------------

Lisa L6.10 Ehitustööde päeviku põhja näidis (Sunservice OÜ)

1. Ehitusettevõtte		<b>EHITUSTÖÖDE PÄEVIK</b>					2. Kuupäev:	
SUNSERVICE OÜ							6.12.2020-8.12.2020	
Viljandi maakond								
4. ILMASTIK	Kellaeg	12	Tugev tuul	Kulv	Vihm	Lõrts	Lumi	
	Temperat. C°	5,00		X				
5. TÖÖJÕUD (Töödejuhid, ehitustöölised, abitöölised, eriehitustöölised ja nende arv)	Projektijuht:							
6. MEHHAANISMID OBJEKTIL								
7. TEHTAVAD TÖÖD, OLUKORD OBJEKTIL	Materjalide transport, Kinnituslahenduse paigaldus, päikesepaneelide paigaldus, maakaabli paigaldus, elektritööd, inverteri ühendamine							
ALLTÖÖVÕTJAD								
8. TELLITUD MATERJALID, SEADMED, JÕONISED	kinnitusvahendid, päikesepaneelid, kaablikaitsetorud, kaablid (alalisvool, vahelduvvool).							
9. VASTU VÕETUD MATERJALID	kinnitusvahendid, päikesepaneelid, kaablikaitsetorud, kaablid (alalisvool, vahelduvvool).							
10. MUUD MÄRKUSED JA ASJAOLUD. (saadud ja antud juhised, ilmastiku- tingimuste ja segevate asjaolude mõju, load, side ametiasutustega)	puuduvad							
11. KONTROLL, AMETIISIKUD, PROJEKTEERIJAJA, MUUD	juhatuse liige, projektijuht							
12. AMETNIKE, TELLUJA JA JÄRELVALVE JUHISED								
13. KOOSTATUD AKTID JA DOKUM.	Kaetud tööde akt							
14. ALLKIRJAD NIMED	ETTEVÕTJA ESINDAJA (vastutav tööde juht)				TELLUJA ESINDAJA			
Koostatud vastavuses nõuetega ehitamise dokumenteerimise ja dokumentide säilitamise kohta.								



### Lisa L6.11 Kaetud tööde akti näidis (Sunservice OÜ)

1. Ehitusettevõtja  SUNSERVICE OÜ	<b>KAETUD TÖÖDE AKT</b>	
		Kuupäev 08.12.2020
2. Ehitise nimetus ja asukoht / Lepingu nr  päikeseelektrijaam		

#### 4. KAETUD TÖÖDE ÜLEVAATUSE TEOSTAJAD:

Töövõtja esindaja:

Tellijä / järelvalve esindaja:

#### 5. ÜLEVAATUSE TEOSTAJATE POOLT KOOSTATUD AKT ALLJÄRGNEVAS:

1) Ülevaatuses ja vastuvõtmiseks on esitatud järgmised tööd:

Jõukaablid AXPk 4G35 paigaldatud PL 50-450N kaablikõrisesse. Kaabli pikkus on 67 meetrit, sügavus 50cm. Vähemalt 20cm enne kaablit paikneb elektrikaabli hoiatav lint.

2) Tööd on teostatud: SUNSERVICE OÜ

3) Töö tegemisel on kasutatud: masinkaevaja 1,2T.

4) Tööde teostamise kuupäev: 07.12.2020

5) Muud märkused:

6) Tehtud tööd vastavad projektile, standardile, ehitusnormidele ja -eeskirjadele ning nende tööde vastuvõtu nõuetele.

#### 6. ALLKIRJAD:

(Sunservice OÜ)

#### 7. AKTI LISAD:

FOTOD