

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

## **VEE- JA PUHKEKESKUSE JUURDE RAJATAVA PÄIKESEELEKTRIJAAMA JA AKULAHENDUSE TASUVUSE HINDAMINE PÜHAJÄRVE SPA NÄITEL**

### **ASSESSMENT OF RETURN OF INVESTMENT FOR PV- SYSTEM AND BATTERY SOLUTION FOR SPA AND HOLIDAY RESORT – BASED ON THE EXAMPLE OF PÜHAJÄRVE SPA**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Rando Simson

/nimi/

Üliõpilaskood: 221538AAVM

Juhendaja: Reeli Kuhi-Thalfeldt, vanemlektor

/nimi, amet/

## 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.

“.....” ..... 20.....

Autor: .....

/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

“.....” ..... 20.....

Juhendaja: .....

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....” .....20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Rando Simson, (*autori nimi*)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Vee- ja puhkekeskuse juurde rajatava päikeseelektrijaama ja akulahenduse tasuvuse hindamine Pühajärve SPA näitel,

*(lõputöö pealkiri)*

mille juhendaja on Reeli Kuhi-Thalfeldt,

*(juhendaja nimi)*

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

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

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

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

---

\_\_\_\_\_ (kuupäev)

**Elektroenergeetika instituut**  
**LÕPUTÖÖ ÜLESANNE**

**Üliõpilane:** Rando Simson, 221538AAVM (nimi, üliõpilaskood)

Õppekava, peeriala: AAVM02/22, Elektroenergeetika (kood ja nimetus)

Juhendaja(d): vanemlektor, Reeli Kuhi-Thalfeldt, +3725186241 (amet, nimi, telefon)

Konsultant: .....(nimi, amet)

..... (ettevõtte, telefon, e-post)

**Lõputöö teema:**

(eesti keeles) Vee- ja puhkekeskuse juurde rajatava päikeseelektrijaama ja akulahenduse tasuvuse hindamine Pühajärve SPA näitel

(inglise keeles) Assessment of return of investment for PV-system and battery solution for spa and holiday resort – based on the example of Pühajärve SPA

**Lõputöö põhieesmärgid:**

- Optimaalsed säästu/tulu pakkuva päikeseelektrijaama ja akulahenduse planeerimine Pühajärve SPA keskusele
- Käesoleval hetkel elektri salvestamise majandusliku tasuvuse hindamine
- Lihtsustatud meetodika väljatöötamine elektri suurtarbijatele, kes soovivad investeerida päikeseelektrijaama ja salvestusse

**Lõputöö etapid ja ajakava:**

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Pühajärve SPA elektritarbimise analüüs 2021-2023	29.02.2024
2.	Majanduslikult tasuva päikeseelektrijaama ja akulahenduse modelleerimine	30.03.2024
3.	Sobilike seadmete valik, tasuvusanalüüs ja soovitude formuleerimine	30.04.2024

**Töö keel:** eesti

**Lõputöö esitamise tähtaeg:** "13"mai 2024a

**Üliõpilane:** Rando Simson ..... "....." .....20.....a  
/allkiri/

**Juhendaja:** Reeli Kuhi-Thalfeldt ..... "....." .....20.....a  
/allkiri/

**Konsultant:** ..... "....." .....20.....a  
/allkiri/

**Programmijuht:** ..... "....." .....20.....a  
/allkiri/

# SISUKORD

SISUKORD .....	6
EESSÖNA .....	8
Lühendite ja tähiste loetelu .....	9
SISSEJUHATUS .....	10
1    PLANEERIMISE METOODIKA.....	14
1.1    Pühajärve Spa & Puhkekeskuse lühikirjeldus .....	15
1.2    Pühajärve puhkekeskuse tarbimisandmed .....	15
1.2.1    2021. aasta elektritarbimine .....	16
1.2.2    2022. aasta elektritarbimine .....	16
1.2.3    2023. aasta elektritarbimine .....	17
1.2.4    Elektrilevi liitumine .....	20
1.3    Geograafilised piirangud .....	21
1.3.1    Piiranguvööndid .....	21
1.4    Päikeseelektrijaama paigaldus maapinnale .....	23
1.4.1    Maaraamiga seotud planeerimine .....	23
1.4.2    Salvestuslahenduse planeerimine välitingimustes .....	32
1.5    Turvariski minimeerimine .....	36
1.6    energyPRO mudeli detailsem ülesehitus.....	36
1.6.1    Tasuvuskalkulatsioon .....	50
2    SIMULATSIOONIDE TULEMUSED JA ANALÜÜS .....	54
2.1    Stsenaarium 0 .....	56
2.2    Stsenaarium 1 .....	57
2.3    Stsenaarium 2 .....	59
2.4    Stsenaarium 3 .....	61
2.5    Stsenaarium 4 .....	63
2.6    Stsenaarium 5 .....	66
2.7    Stsenaarium 6 .....	68
2.8    Stsenaarium 7 .....	71

2.9	Stsenaarium 8 .....	73
2.10	Kokkuvõtte tulemustest.....	76
3	TASUVUUSE HINNANG .....	79
3.1.1	Iseseisva salvesti tasuvus.....	80
	KOKKUVÕTE.....	84
	KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU .....	86
	LISAD.....	90
	Lisa 1 - Pühajärve tehnilised tingimused .....	90
	Lisa 2 - Simulatsioon 0 elektriostu tegevuskulude aruanne .....	91
	Lisa 3 - Simulatsioon 1 elektriostu tegevuskulude aruanne .....	92
	Lisa 4 - Simulatsioon 2 elektriostu tegevuskulude aruanne .....	94
	Lisa 5 - Simulatsioon 3 elektriostu tegevuskulude aruanne .....	96
	Lisa 6 - Simulatsioon 4 elektriostu tegevuskulude aruanne .....	98
	Lisa 7 - Simulatsioon 5 elektriostu tegevuskulude aruanne .....	100
	Lisa 8 - Simulatsioon 6 elektriostu tegevuskulude aruanne .....	102
	Lisa 9 - Simulatsioon 7 elektriostu tegevuskulude aruanne .....	104
	Lisa 10 - Simulatsioon 8 elektriostu tegevuskulude aruanne .....	106
	Lisa 11 – Salvestite kasutusmahud stsenaariumite ja aastate lõikes.....	108
	Lisa 12 – Tasuvusarvutuse kuvatõmmis Excelist.....	108
	Lisa 13 – Detailed tasuvusarvutused .....	109
	Lisa 14 – Päikesekiirguse graafik Pühajärvel .....	120

## EESSÕNA

Käesoleva magistritöö „Vee- ja puhkekeskuse juurde rajatava päikeseelektrijaama ja akulahenduse tasuvuse hindamine Pühajärve SPA näitel„ eesmärk on leida tehniliselt ja majanduslikult võimalikult lühikese tasuvusajaga päikeseelektrijaama ning salvestuse kombinatsioon. Autor loodab, et töö tulemused ja järeldused aitavad potentsiaalsetel investoritel mõista paremini salvestitesse investeerimist ning prognoosida saadavat rahalist kasu.

Autor on 2018. aastast alates töötanud ettevõttes Solar4you OÜ, mis tegeleb päikeseelektrijaamade projekteerimise, hoolduse, ehituse kui järel teenindusega nii era- kui ärikliendile. Viimasel paaril aastal on pakutavate teenuste hulka lisandunud ka energiasalvestuse pakkumine, kuid senised projektid on olnud pigem kodutarbijatele. Kuna tegemist ei ole suure ettevõttega, siis on autoril mitmeid ülesandeid – lahenduste müümine, projektide juhtimine kui ka meeskonna igapäevane juhendamine.

Pühajärve Puhkekeskusega on autor olnud suhtluses alates 2021. aastast, mil sooviti investeerida päikeseelektrijaama ujula katusele, kuid mida ei saanud teostada katuse piiratud kandevõime tõttu. Peale seda on arutlusele tulnud päikeseelektrijaama ehitus maa peale ning 2023. aastal tekkis idee lisada ka salvestus – küsimus oli kui suur ja võimas.

Puhkekeskuse juhataja Jaak Raudsepp tegi ühel hetkel ettepaneku, et miks mitte siduda antud magistritöö nende probleemi lahendamisega ja planeerida seekaudu majanduslikult tasuv päikeseelektrijaama ja salvestuse projekt – nii sai antud teema välja valitud. Projekti lahendamine toimub haja- ja taastuenergeetika aines õpitu ning viie aastase praktilise töökogemuse kaudu.

Autor soovib tänada juhendajat Reeli Kuhi-Thalfeldti meeldiva ja õpetliku koostöö eest.

Lisaks on autor väga tänulik Pühajärve SPA esindajale Jaak Raudseppale, kes oli lõputöö kirjutamise protsessis alati valmis infot jagama ja arutama puhkekeskusega seotud asjaolusid.

Märksõnad: energiasalvesti, taastuenergia, taastuenergia tootmine, päikeseelektrijaam, energiaarbitraaž, magistritöö



## **Lühendite ja tähiste loetelu**

AC – alternating current ehk vahelduvvool

BAU – business as usual ehk tavapärase tegevus

BESS – energiasalvesti

DC - direct current ehk alalisvool

DOD – depth of discharge ehk mahalaadimise sügavus %

EOL – end of life ehk eluea lõpp

kW - kilovatt

MILP – mixed integral linear programming

## SISSEJUHATUS

2024. aasta kevad on alanud erakordselt madalate elektrihindadega, tihti on elektrienergia saadaval täiesti tasuta või makstakse selle tarbimise eest peale. Elektritootjad on marus ja tarbijad juubeldavad. Samas on viimase paari aasta jooksul esinenud elektriturul ajalooliselt kõrgeimad elektri hinnad. Selle kõige taustal ei ole teada, mida teevad elektri hinnad tulevikus, kui Baltikum lülitatakse Venemaa elektrisüsteemist lahku ning juhitavate elektrijaamade võimsus kahaneb.

Alates 2018. aastast on toimunud Eestis märgatav taastuenergia võimsuste kasv, eeskätt on seda võimsuste kasvu juhtinud päikeseelektrijaamad. Nende tootmisvõimsus on kasvanud 37,9 MW-lt [1] 2018. aastal 680 MW-ni [2] 2023. lõpuks. Teisalt ei paku päikeseelektrijaamad võimsust ega elektrienergiat öisel ajal, mistõttu ei kata need taastuenergia lahendused ööpäevast energiavajadust riigis – selle tulemusena võivad elektri hinnad kerkida endiselt rekordilistesse kõrgustesse. Kuidas kaitseb end üks ettevõtte elektri hinna muutuste eest tulevikus või kuidas minimeerida riski maksta elektri eest erakordselt kõrget hinda? Samas jälgides, et investeering oleks mõistliku rahalise tasuvusega.

Selle lõputöö käigus keskendutakse Pühajärve SPA näitele - nende põhitegevusvaldkonnaks on majutuse pakkumine koos ujula ja spaa teenustega. Seoses tegevuse natuuriga on elektritarbimine suur ja objektil on perspektiivi iseseisvaks elektritootmiseks või energiasalvestite kasutamiseks. Pühajärve Puhkekeskusele kulus 2022. aasta andmete järgi elektrienergiat üle 270 000 €, mis on üle 50% rohkem kui sellele eelneval aastal. Viimase paari aasta tulemusena on Pühajärve Puhkekeskuse juhtkond jõudnud seisukohale, et majutusasutuse rahalised kulud tuleb saada väiksemaks. Üheks võimaluseks on leida võimalus kohapealseks elektritootmiseks ja akude kasutuseks.

Lisaks turismialasele tegevusele on puhkekeskusele paika pandud keskkonnapoliitika, mis on loodud toetamaks ettevõtte arengut – alustades jäätmekäitlusega ning lõpetades uute tehnoloogiate kasutusele võtmisega [3]. Ühe näitena lubadusest olla keskkonnasõbralik oma tegevuses, on Pühajärve Spa liitunud Green Key programmiga. Green Key koondab endas majutusasutusi üle maailma ning mille liikmed lubavad parandada enda ökoloogilist jalajälge läbi mitmete tegevuste [4]. Näide ettevõtte innovaatilisusest tuleb aastast 2013, mil rajati 400 m<sup>2</sup> pinnale Baltikumi suurim päikesekollektorite park sooja vee tootmiseks, pargi toonane võimsus oli 0,3 MW [5].

Kui varasematel aastatel, mil oli võimalik taotlema taastuenergiatoetust võrku müüdud energia eest, oli elektri võrku müümine perspektiivne äritegevus ja tootja sai suuremaid rahalisi tulusid, siis alates 2022. aastast napib elektritootmiseks vabu liitumisvõimsusi

[6] ja taastuenergia toetust enam taotlema ei saa. Seetõttu on aktuaalseks kujunemas päikeseelektrijaama paigaldus koos salvestiga, mis aitab võrku müüki vähendada. Tarbimisest üle jääv energia salvestatakse hilisemaks perioodiks, kui elektri hind kerkib – tulemusena ei pea ostma elektrit kallil ajal võrgust.

Antud objektile ei saa võrku rohkem kui 15 kW elektrivõimsust edastada, sest tootja liitumise hind on majanduslikult ebamõistlik. Lõputöö käigus analüüsitakse tunnipõhiseid elektri tarbimisandmeid ning planeeritakse päikeseelektrijaam koos akulahendusega, mis katab maksimaalselt hoone elektri tarbimist ning on tasuv ilma elektrienergia võrku müügita.

Siiani ei ole elektri lokaalne salvestamine olnud majanduslikult tasuv kõrgete investeringu- ning madalate/stabiilsete elektri hindade tõttu. Madalad ja stabiilsed elektri hinnad tingivad olukorra, kus ei saada piisavat rahalist kasu, sest puuduvad piisavalt madalad hinnad akudesse elektrienergia salvestamiseks ning piisavalt kõrge hinnad selle kasutamiseks või võrku müümiseks. Isegi kui elektri hinnad ei ole madalad, kuid on stabiilselt kõrge, siis stabiilsete hindade korral ei ole elektrienergiaarbitraaž kasumlik tegevus. 2023. aasta novembris võeti kasutusele 2 MWh salvesti Kilingi-Nõmmel [7], mis oli antud hetkel Eesti suurim elektrokeemiline salvesti, kuid puudub info projekti kasumlikkuse kohta.

Investorite jaoks on kujunenud probleemiks kvaliteetse ja asjakohase info kättesaamine, et millisesse taastuenergia süsteemi täpselt investeerima peaks. Pühajärve Puhkekeskuse juhatuse liige Jaak Raudsepp on välja toonud kolm probleemi sobiliku salvestuslahenduse leidmisel:

- Kuna tehnilised lahendused on pidevalt muutuses, siis tuleb proovida muutustega kaasas käia. Ühel hetkel tehtud investeerimisotsus võib väga kiirelt muutuda ebamõistlikuks, sest materjalide hinnad on muutuses ja turule võivad tulla uued seadmed, mis on tehniliselt võimekamad. Arusaamatu on salvestist saadav potentsiaalne rahaline tulu või sääst.
- Investoril puudub kompetents hindamiseks sobilikku taastuenergia lahendust. Turul olevad taastuenergia lahendusi pakkuvad ettevõtted ei pruugi olla objektiivsed ega kompetentsed tegemaks detailseid analüüse. Kliendile võidakse eelistada maha müüa maksimaalne lahendus, sest see toob maksimaalset tulu ehitajale. Selleks oleks vaja projekti detailse tasuvusanalüüsiga. Kodutarbija lahendused ei vaja suurt süvenemist, aga suuremate akulahenduste ja päikeseelektrijaamade puhul tuleks läheneda teisiti.
- Pangad suhtuvad taastuenergia projektide rahastamisse hästi, kuid äriplaan peab olema kindel ning arusaadav. Uute lahenduste turule tulemisel ei ole pankadel veel kogemust, kuidas presenteeritud projektiga raha teenitakse või

säästetakse, mis seab automaatselt ohtu rahastuse saamise või tõstab laenu kulu, sest pank näeb investeringus riski. Hästi analüüsitud projekt annab ka pankadele kindluse - mida paremini neile projekti presenteerida, seda paremad tulevad laenu tingimused. Pankade hinnangul ei ole elektritootmine võrku enam väga tulus või vähemalt seda ei käsitleta tuluna, vaid projekti sääst ning kasu peab tulema mujalt - olgu selleks ise ära tarbitud elekter või muu teenusega tulu teenimine. Probleem seisneb suurte päikeseparkide ja akulahenduste kasu presenteerimisest, sest tasuvusarvutust ei osata usutavalt või kvaliteetselt teha ning pank ei pruugi headel tingimustel laenu väljastada.

2013. aastal koostati aruanne Tallinna Tehnikaülikooli ja Riigi Kinnisvara AS koostöös raames (lepingu nr. LEP12154), mis analüüsis lokaalset elektritootmist büroohoonele. Selle käigus hinnati salvesti tasuvust, mis kulmineerus järeldusega, et elektrokeemiliste salvestite tasuvus jäi tihti nii pikaks, et enam sai eluiga tsüklites läbi [8]. 2022. aastal uuriti salvestuse tasuvust Pakri Teadus- ja tööstuspargi näitel [9] ja tulemusena leiti, et enamus juhtudel ei olnud energiasalvesti majanduslikult tasuv, üksikul juhul saavutas süsteem majanduslikult aktsepteeritava tasuvuse.

Kui võrrelda 2023. aastat 2022-ga, siis liitium-ioon salvestuse hind langes 14%. Selle tulemusele saavutati kWh hinnaks 139 \$. Märkida tuleb, et samal ajal jätkatakse üleminekut uuemale akutehnoloogiale liitium-raud-fosfaat (LFP või LiFePO<sub>4</sub>) [10]. Tehnoloogia areneb kiiresti ja ostuhinnad langevad tasemele, mis muudab investeringud aina kättesaadavamaks. Kui kodulahenduste puhul jäävad investeringud mõnest tuhande ja paarikümne tuhande euro juurde, siis suured salvestuslahendused tööstustele või suurtele elektritarbijatele võivad maksta sadu tuhandeid kui mitte miljoneid eurosid. Kuna rahaline risk on suur ja valesti tehtud investering ei pruugi enda kunagi ära tasuda, siis kuidas peaks üks majutusasutuse juhataja salvestuse võimsuse ja mahu paika panema?

Käesoleva magistr töö eesmärgiks on leida tehniliselt ja majanduslikult otstarbekas päikeseelektrijaama ja salvestuse kombinatsioon, mis oleks lühikese majandusliku tasuvusajaga. Teise eesmärgina aidata realiseerida pikaajalist soovi investeerida taastuvenergia projekti. Protsessi käigus defineeritakse lihtsustatud reeglid, mida saab kasutada salvestuse tulu/säästu rehendamisel. Analüüs Pühajärve SPA näitel aitab mõista päikeseelektrijaama ja salvestuse mõju elektritarbimisele ning rahalisele kulule. Antud lõputöö põhjal tehtud järeldused ja tulemused võivad aidata sarnastel ettevõtetel teha teadlikumat valikut sobilikku süsteemi valides.

Töö on suunatud suurettevõtte omanikule või juhatajale, mille elektritarbimine on üle 1000 MWh aastas ja kelle soov on investeerida taastuvenergialahendusse, mis sisaldab energiasalvestust.

Lõputöös ei käsitleta elektriprojekteamist, projekteamisprotsessi detailset kirjeldust ja erinevate akutehnoloogiate analüüsi. Lisaks ei arvestata faaside vahelisi koormuste erinevust, lihtsustamiseks arvestatakse faaside vahele võrdset tarbimis - kui ka tootmisvõimsust.

Töö hüpoteesiks on, et elektrienergia salvestamine on 2024. aasta seisuga majanduslikult tasuv. Uurimisküsimuseks on, et milline päikeseelektrijaama ja akulahenduse kombinatsioon tagab Pühajärve Puhkekeskusele alla 10 - aastase tasuvusaja?

# 1 PLANEERIMISE METOODIKA

Magistritöö tüübiks on projekt, mille käigus keskendutakse majanduslikult tasuva päikeseelektrijaama ning salvestit planeerimisele ning meetoodika loomisele, et kuidas saab üks suurtarbija (näiteks teine puhke - ja veekeskus) iseseisvalt ning lihtsustatult endale sobiliku taastuenergia lahendust planeerida. Puhke - ja veekeskustele on iseloomulik stabiilne päevane elektritarbimine, mis ei erine väga nädalapäevade või kuude lõikes.

Lahenduse loomisel kogutakse Pühajärve Puhkekeskuse kvantitatiivsed andmed elektritarbimise kohta väljastab võrguettevõtte – kasutatakse 2021., 2022. ja 2023. aasta tunnipõhise elektritarbimise tabeleid. Originaalsed andmed on esitatud kellaajaliselt koos energiaühikuga, mida analüüsitakse graafiliselt ning mille alusel luuakse BAU ehk „business as usual“ elektritarbimise trend tulevikuks eesmärgiga rakendada seda projekti planeerimisel. Samuti kasutatakse töö teostamisel puhkekeskuse esindaja poolt jagatud kommentaare, konkreetset intervjuud ei ole selle projekti raames vajalik teostada. Tarbimisandmed ei ole avalikult kättesaadavad ja need väljastati puhkekeskuse kliendihalduri poolt.

Järgmisena käsitletakse projektiga seotud geograafilisi kitsendusi Maa-ameti kaardil ja sätestatakse tingimused, mida peab projekti tehes rakendama – hõlmab päikesepaneelide paigutust, varjude mõju ja muud. Eesmärk on välistada süsteemi planeerimine, mida reaalses elus teostada ei ole võimalik, näiteks ebapiisava ehitusaluse pinna olemasolu tõttu. Ehitusealust pinda mõõdetakse ruutmeetrites ja formuleeritakse lihtsustatud meetoodika võimsuse planeerimiseks nii maa peale kui katusele.

Paika pandud geograafilised kitsendused ja prognoositud tarbimisandmed on aluseks modelleerimisele energyPRO tarkvaras. See võimaldab kõrvutada potentsiaalseid tootmisandmeid tarbimisandmetega kaasates protsessi ka elektri hindu ning salvestusega seotud nüansse. Modelleerimise iteratsioonide teel leitakse majanduslikult sobilik projekt-lahendus. Sobilikule tehnilisele lahendusele tehakse kvalitatiivne analüüs ja tasuvuskalkulatsioon.

EnergyPRO tarkvara võimaldab kombineerida päikeseelektrijaama, salvestuse, tarbimisandmed ning turuhinnad. Nende kõigi koosmõjul genereerib programm tulemused, mis võimaldab näha toodetud ja tarbitud energiahulkasid, seotud kulusid ja muud.

## 1.1 Pühajärve Spa & Puhkekeskuse lühikirjeldus

Pühajärve Spa puhkekeskus asub Otepää külje all Pühajärve kaldal ning ettevõtte eesmärgiks on pakkuda oma klientidele mitmekülgset puhkust aastaringsest. Lisaks majutusele pakutakse erinevaid spaa teenuseid, saunasid, bowlingu mängimise võimalust [3]. Looduskeskse asukoha tõttu on seal head tingimused sportimiseks kui ka rahulikuks puhkuseks looduse keskel.



Joonis 1.1 Vaade Pühajärve Puhkekeskusele, kus on näha põhikompleksi, ujulat mõisaparki kui ka tenniseväljakuid [11]

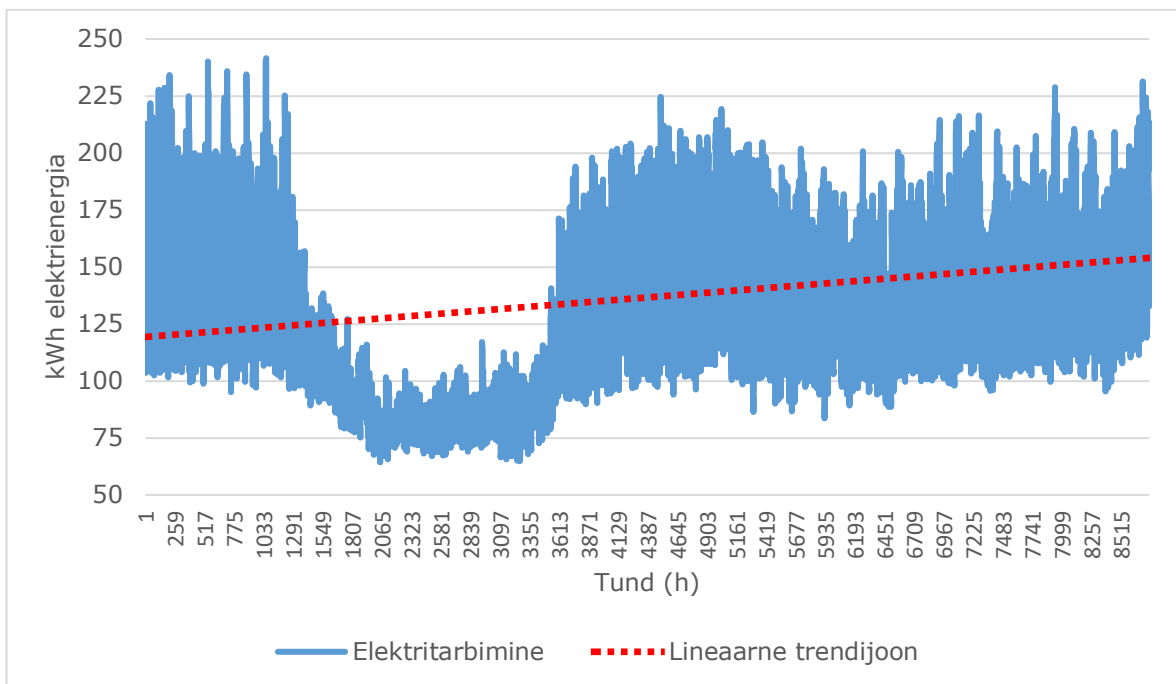
## 1.2 Pühajärve puhkekeskuse tarbimisandmed

Puhkekeskuse liitumispunktis eraldi mõõdistusi ei ole vaja teostada, vajalikud andmed saab kätte elektri tunnipõhisest tarbimisese tabelist. Selleks, et luua elektritarbimise tuleviku trendi, on vaja kaasa andmeid lähiminevikust, näiteks viimasest kolmest aastast. Kaugemale ei ole mõistlik vaadata, sest vanemate aastate suuremad tarbimisnäidud on aluseks ebatäpsele tulevikutrendile, mis ei arvestaks ettevõtte püüdlusi igasuguses tarbimises ökoloogilist jalajärge vähendada. Näiteks on vahetatud viimase kolme aasta jooksul terve asutuse valgustid välja – mitte nii efektiivsed luminofoor või halogeen valgustid asendati LED valgustitega. Lisaks on planeeritavate tegevuste seas ka hoone väli fassaadiga seotud parandustööd, et vähendada külmasildade mõju hoonete sisekliimale ja energiakadudele. Elektritarbimine on läbi aastate olnud 1-1,5 GWh, kuude lõikes üsna ühtlane ning ei sõltu välistemperatuurist.

### 1.2.1 2021. aasta elektritarbimine

2021. elektri tarbimisandmete eripäraks on asjaolu, et kevade jooksul oli majutusasutuse tegevus mõjutatud tugevalt Covid-19 pandeemiast. Terve aasta elektritarbimine oli 1197 MWh, mis teeb kuu keskmiseks tarbeks umbes 100 MWh elektrienergiat. Ettevõtte tarbimisele on iseloomulik võrdlemisi stabiilne elektritarbimise muster, kus talvekuud ei ole ilmingimata palju suurema elektrikuluga kui seda on suvekuud.

Joonisel 1.2 on näha, et töökoormus langes märtsi algusest ja püsis madal kuni suve alguseni, sest sel hetkel tutvustas vabariigi valitsus uusi liikumisega seotud reegleid. Kui vaadata graafikut, siis maksimaalne tiputarbimine oli ühes tunnis 242 kWh, minimaalne energiakulu oli ühes tunnis 64 kWh. Aasta keskmise kuise elektritarbimisega võrreldes langes 2021. aasta aprillis tarbimine 42%. Punase punktiirjoone järgi oli aastane elektritarbimise trend kasvav, kindlasti mõjutab seda kevadine tarbimise langus. Reeglina on elektrikoormus vahemikus 100-200 kW.



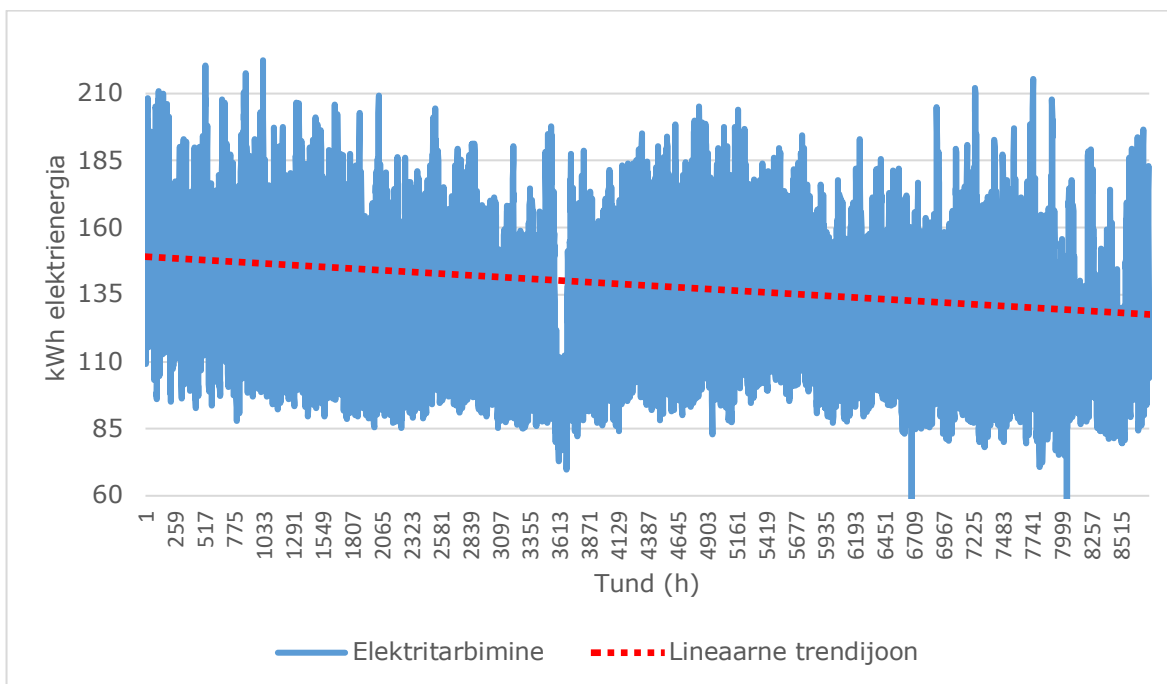
Joonis 1.2 Pühajärve 2021. aasta tunnipõhine elektritarbimine. Seda mõjutab kevadine Covid-19 pandeemia, sest majutusasutuse tegevusaktiivsus oli langenud

### 1.2.2 2022. aasta elektritarbimine

Antud aasta kogu elektritarbimine oli 1212 MWh, mis on 2021. aasta tarbimisest veidi suurem. Hoolimata suuremast absoluutnumbrist, on reaalne tarbimine tegelikult langenud. Kui elimineerida valimist 2021. aasta ekstreemumid märts kuni mai, siis kuu keskmiseks elektritarbimiseks on 111 MWh, 2022. aastal on see näitaja langenud 9% 101 MWh peale. Kõige suurema elektritarbimisega kuu on jaanuar 113 MWh, madalaim



tarbimine on detsembris 92,3 MWh. Maksimaalne tunnitarbimine 222 kWh, võrgukatkestuse tõttu oli minimaalne tunnitarve 0 kWh. Jooniselt 1.3 on näha, et majandustegevust ei mõjutanud välised tegurid nagu näiteks Covid-19 pandeemia. Aasta teises pooles esines elektrikatkestus, kus ühel tunnis ei toimunud elektri edastamist tarbimiseks. Punane trendijoon illustreerib elektrienergia tarbimise üldiselt langemist. Elektri koormus on valdavalt vahemikus 80-180 kW.

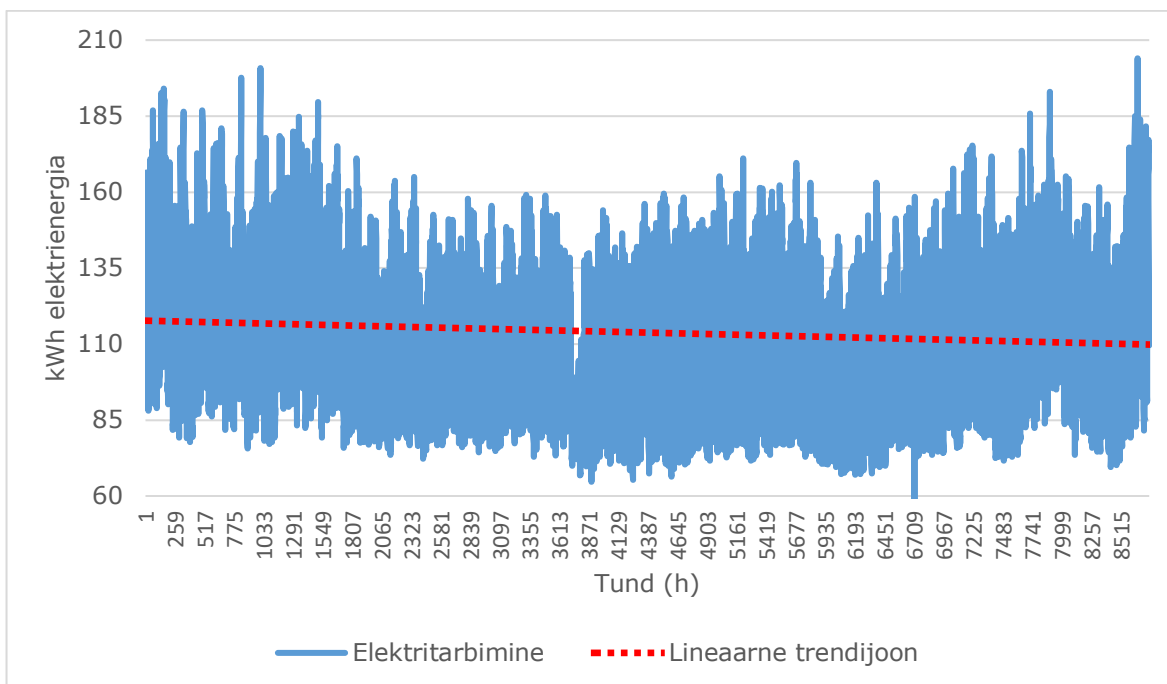


Joonis 1.3 Pühajärve 2022. aasta tunnipõhine elektritarbimine

### 1.2.3 2023. aasta elektritarbimine

Eelneva aasta tarbimine oli veidi alla 1000 MWh ehk 996,4 MWh. Keskmise kuutarbimine on vähenenud märkimisväärselt 83 MWh peale. Kõige suurema tarbimisega kuu oli taaskord jaanuar 93,7 MWh ning madalaima tarbimisega kuu oli september 75 MWh. Ühe tunni maksimaalne energiakulu oli 204 kWh ja madalaim oli samuti 0 kWh – oktoobris leidis aset neli tundi pikk voolukatkestus.

2023. aasta tunnitarbimist iseloomustab märkimisväärne langus elektritarbimises, mis on nähtaval joonisel 1.4. Aasta tipuks jääb 204 kWh elektrienergia tarvet ühes tunnis, keskmine koormus on 114 kW. Punase trendijoone järgi on näha üldist langust. Keskeltläbi on elektri koormus 60-160 kW.



Joonis 1.4 Puhkekeskuse 2023. aasta elektritarbimine

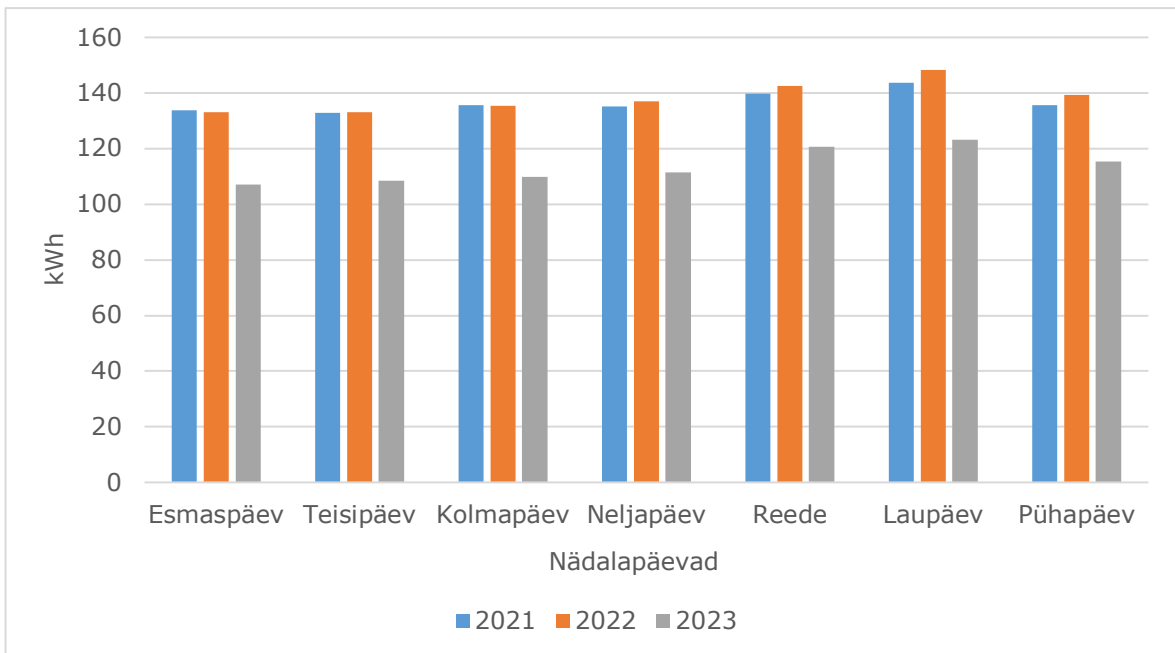
Mõningane erinevus elektritarbimises tuleb välja nädalapäevade lõikes, mis on kuvatud tabel 1.1. Kõigil kolmel aastal on keskmine elektri tunnitarbimine kõige kõrgem laupäeval ja kõige madalam keskmine väärtus on 2021. aastal teisipäev ning järgneval kahel aastal esmaspäev.

Tabel 1.1 Päevased keskmised tunnitarbimised nädalapäevade lõikes kolmel aastal

Nädalapäev	2021	2022	2023
Esmaspäev	133,68	133,03	107,03
Teisipäev	132,86	133,16	108,56
Kolmapäev	135,70	135,39	109,77
Neljapäev	135,17	137,03	111,57
Reede	139,70	142,45	120,60
Laupäev	143,58	148,36	123,31
Pühapäev	135,63	139,23	115,45

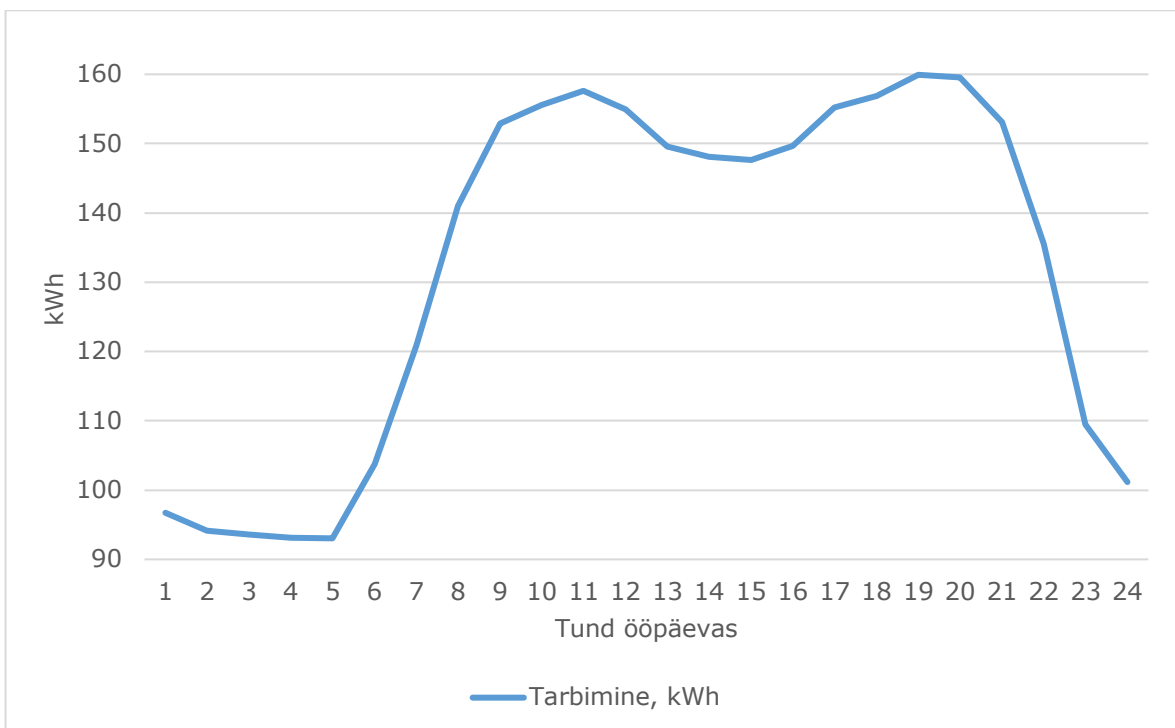
Kuigi 2023. aasta väärtused on selgelt madalamad kui 2021. ja 2022. keskmised tunnitarbimised, siis trend on kõigil sarnane. Esmaspäevast kuni laupäevani toimub tarbimise kasv, peale seda korraks langeb. Selle võrdlusega saab veenduda, et suures

osas on päevade tarbimised sarnased ja planeerimisel ei ole vajalik arvestada erisustega. Joonis 1.5 on keskmised päevased elektritarbimised kujutatud graafikul.



Joonis 1.5 Puhkekeskuse elektri tunnitarbimine nädalapäeva lõikes, graafiliselt on näha keskmise väärtuse kasvu nädala algusest kuni nädalavahetuseni

Joonis 1.6 pealt on näha, kuidas hommikuti ja õhtuti on tarbimine suurem, päeva keskel see veidi langeb.



Joonis 1.6 Puhkekeskuse tarbimisprofiil ühes ööpäevas prognoosi kohaselt

Õösiti langeb tarbimine tugevalt, mistõttu sobib päikeseelektrijaama kontseptsioon Pühajärvele hästi – päeval, kui tekib tootmine, kaetakse tarbimist, öösel saab kaaluda salvestuse kasutuselevõttu. Kokkuvõtvalt saab järeldada, et elektritarbimine on:

- aasta lõikes ühtlane
- päevade lõikes ühtlane
- tundide lõikes sarnane eesti koormusgraafikuga

Selline tarbimisprofiil võib olla iseloomulik teistele veekeskustele kui ka tööstustele, mis töötavad päeval ning nädalavahetusel.

#### 1.2.4 Elektrilevi liitumine

2022. aasta keskel esitati Elektrilevile elektritootmiseks liitumistaotlus 200 kW eksport võimsuseks, see taotlus sai negatiivse vastuse ning sama aasta lõpus tuli vormistada uus liitumistaotlus võrgu suunal ekspordiga 15 kW. See liitumistaotlus sai positiivse vastuse ning liitumisleping vormistati ära. See tähendab, et planeeritav süsteem saab maksimaalselt võrku anda 15 kW võimsust ning ühes tunnis ei tohi võrku antav energia ületada 15 kWh. Liitumise tehnilised tingimused on kajastatud Lisa 1.



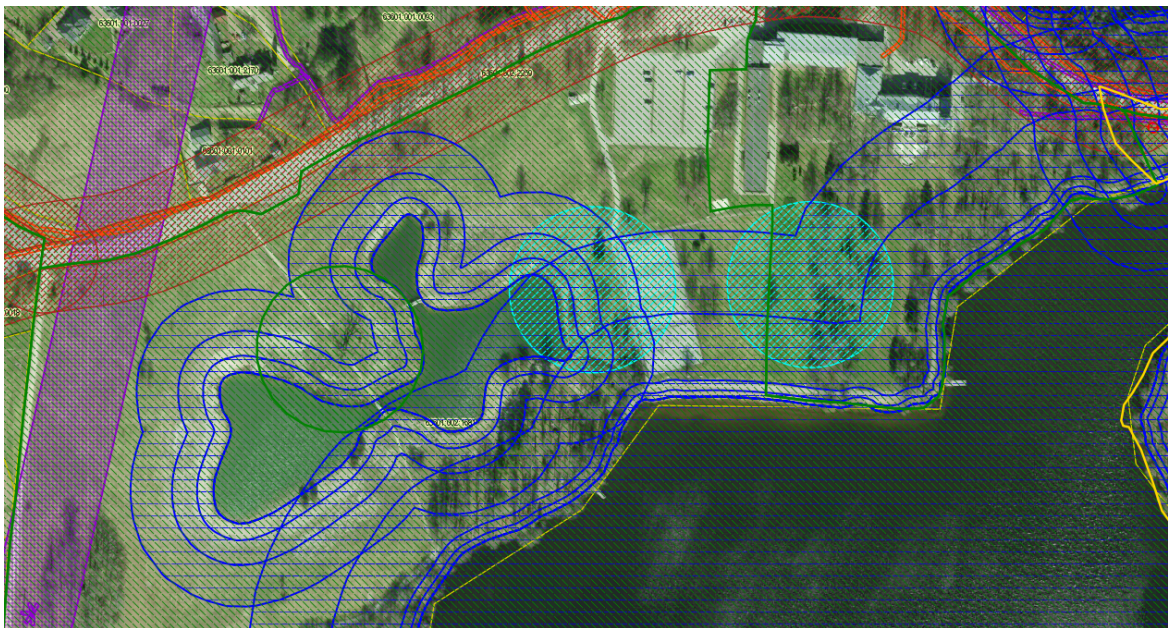
Joonis 1.7 Puhkekeskuse 400A madalpinge liitumispunkt asub 10/0,4 kV alajaamas Õru kinnistu lõuna piiril maantee ääres.

## 1.3 Geograafilised piirangud

Pühajärve SPA asub Sõjatamme nimelisel kinnistul katastritunnusega 63601:002:1681. Pindalaks on määratud 20,73 hektarit, mis asub terves ulatuses Otepää looduspargi alas. Piirkond on looduskaitse all ning on ümbritsetud erinevate kitsendustega nagu näiteks ranna või kalda piiranguvöönd, sideehitiste kaitsevöönd ja muud. Projekteerimise seisukohalt raskendavad sellised tingimused ehitusloa saamist, sest kitsendustega aladele ei tohi ilma haldaja või kontrolli teostava asutuse kooskõlastuse midagi ehitada. Samuti võib ehitusloa saamist mõjutada kehtiv detailplaneering, mille järgi näeb vald ette teisi tegevusi detailplaneeringus kajastatud aladele. Et mõista projekteerimise ja ehitusega seotud asjaolusid, siis on võimalik taotleda kohalikult omavalitsuselt projekteerimistingimusi, mis täpsustavad ehitise või rajatise projekteerimisega seotud detaile ning toovad välja võimalikud asutused, mille kooskõlastusi on vajalik ennetavalt taotleda.

### 1.3.1 Piiranguvööndid

Joonis 1.8 on kujutatud kitsenduste mõjuvalad erinevate värvidega. Sinisega on markeeritud ranna ja kalda piiranguvööndid, rohelistega joontega on markeeritud looduspargi ala, mis on looduskaitse all. Seoses projekteerimisega on oluline jälgida ka lillasid tsoone, mis kajastavad elektriliinide trasse – vasakult on nähtav 50 meetriline kaitsevöönd, mis tähistab kõrgepinge õhuliini. Kõrgema pingega trassid loovad eeldused tootmisvõimsuse lisamiseks, kuid ei garanteeri neid ning täpsete tehniliste tingimuste jaoks tuleb esitada võrguettevõttele elektritootja liitumistaotlus.



Joonis 1.8 Sõjatamme kinnistu väljavõte Maa-ameti kitsenduste kaardilt



Kuigi kinnistu sihtotstarve ei ole tootmiseks veel sobilik, eeldame projekti teostamiseks, et seda saab detailplaneeringu muudatusega tootmiskaaks nimetada. Seetõttu kasutatakse süsteemi modelleerimisel eelmainitud infot päikeseelektrijaama suuruse planeerimisel.

## **1.4 Päikeseelektrijaama paigaldus maapinnale**

Käesoleva peatüki eesmärgiks on tutvustada maapargi paigaldusega seotud tingimusi. Maapargi rajamisel tuleb arvestada ehitusealuse pinna, varjudega kui ka näiteks tarbimiskoormusega.

Üheks olulisemaks elektritoodangut mõjutavaks näitajaks on paneeliraamide reavahe. Mida suuremaks läheb päikesepaneel, seda võimsam see on, kuid võtab enda alla ka suurema ehitusalusepinna ning tekitab oma kõrgusega suuremaid varje. Kui vari katab ühe paneeli 50% ulatuses ära, siis tavapärasel ahelas on lihtsustatult kõikide teiste päikesepaneelide tootmisvõimsus samuti mõjutatud 50% ulatuses. Näiteks 500 W päikesepaneel toodaks täisvõimsuse asemel 250 W ainult.

Maapargi rajamisel tuleb arvestada ka planeeritava maksimaalse võimsusega. Kui võrku ei soovita müüa, siis tasuks planeerida päikeseelektrijaama võimsus elektritarbimise järgi. Kui tarbimise tipuvõimsus on näiteks 100 kW, mis võib kesta rohkem kui ühe tunni, siis tasuks ka päikeseelektrijaama võimsus planeerida 100 kW. Planeerimisel võiks arvestada tulevikuplaanidega. See tähendab, kui tarbimine peaks suurenema, võib eos planeerida suuremat päikeseelektrijaama.

Kui tootmisele planeeritakse juurde salvestus, siis tuleb jälgida, et tootmisel tekiks üle jäävad elektrienergiat. See tähendab lihtsustatult, et elektrijaama võimsus peab olema suurem kui tarbimine. Samuti tasub jälgida, et süsteemi ei ehitata võimsamaks, kui on liitumispunkti peakaitse. Kui seda tehakse, siis hakkab tipuvõimsuste hetkel peakaitse välja lööma. Lihtsustatud näide, et kui tippvõimsus tarbimisel on 200 kW, kuid liitumispunkt võimaldab võtta võrgust 270 kW energiat, siis ei tohi planeeritavate inverterite koguvõimsus ületada 270 kW. Lühikesele ülekoormusele võib peakaitse vastu pidada, kuid päev otsa mitte.

### **1.4.1 Maaraamiga seotud planeerimine**

Varjude pikkus sõltub päikese asendist, talvel käib päike madalamat ning seetõttu on maapinnal objektide varjud ka pikemad. Mida rohkem suve poole, seda kõrgemalt käib päike ning varjude mõju tootmisele muutub aine väiksemaks.

Arvestades pinnase eripära, et tegemist on pehme pinnasega, kus paekivi kihti esimesel meetril ette ei tule, siis võiks sobida Itaalias toodetud Treesystemi maaraam [13]. Selle

eeliseks on, et paigaldusel ei pea kasutama rasketehnikat vaiade rammimiseks maa sisse. Vaiad rammitakse käsirammiga kuni ühe meetri sügavuseni.

Joonis 1.10 on näha maaraami külprofiili. Raami kõrguseks 308 cm - siin tasub märkida, et päikesepaneeliks kasutatakse JA Solar JAM72S30-545 seeria päikesepaneeli [14], mille mõõtuteks on 2278 x1134 x 30 mm. Selle tootja paneele kasutatakse laialdaselt üle Euroopa, tootja on populaarne oma hea hinna ja kvaliteedi suhte tõttu.

Varjude pikkust saab arvutada järgmise valemiga:

$$l = \frac{h}{\tan \theta} \quad (1.1)$$

Kus:  $l$  – varju pikkus (m)

$h$  – objekti kõrgus (m)

$\tan \theta$  – päikesekiirte langemise nurk maapinna suhtes

Rakendades maaraami tootja infot, saab arvutada varju välja. Päikesekiirte nurga saab leida Suncalc kalkulaatorist [15], kus on välja toodud päikese kõrgus soovitud ajahetkel (altitude). Tootmisperioodi alguseks loetakse märtsi kuud [16] ning varju arvutamiseks kasutatakse 01.03.2024 kl 12.26 seisul 24,67 kraadi [15]:

$$l = \frac{3,08}{\tan 24,67} = 6,71 \text{ m}$$

Talvisel pööripäeval on sama objekti varju pikkuseks üle 20 meetri, kuid päikeseelektri tootmiseks ei ole see oluline – seoses päikese madala käiguga ning tõenäolise lumekatte olemasoluga ei loeta perioodi oluliseks tootmise perioodiks ning selle põhjal investeeringuid ei tehta.

Tootmisperioodi lõpuks loetakse oktoobrikuud [16], mille viimasel päeval on 3,08m kõrguse objekti varju pikkuseks 9,67 meetrit.

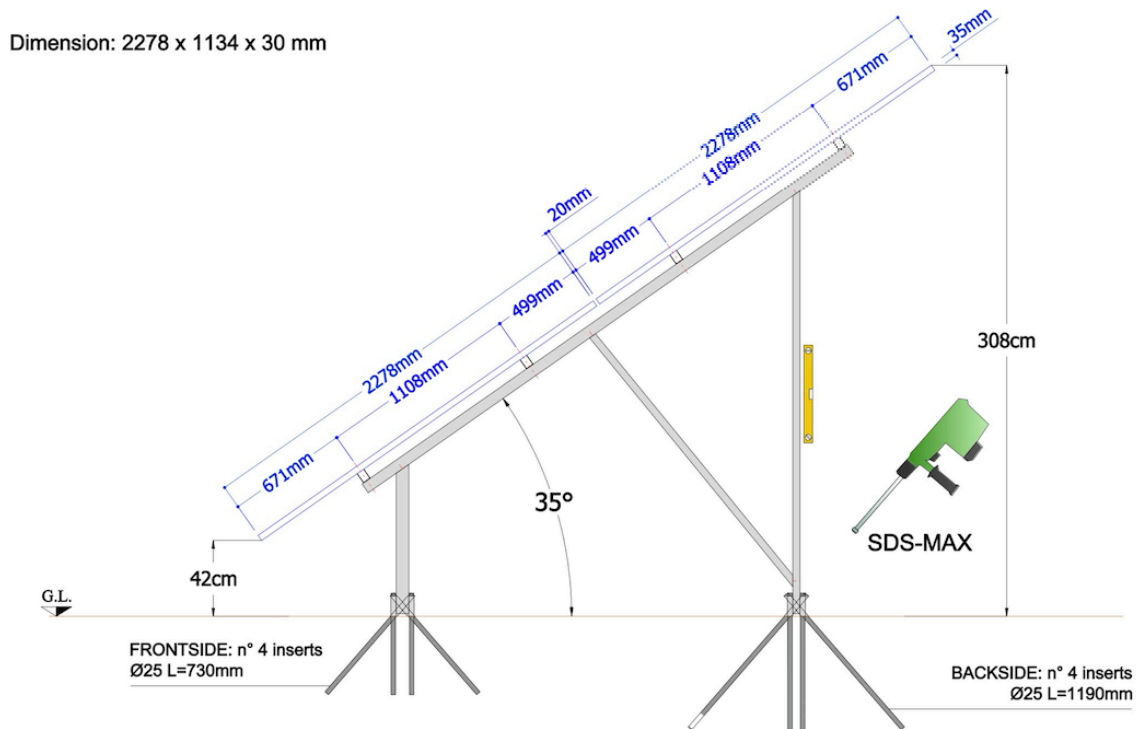
Lisaks ridade tekitatud varjudele võivad päikesepaneelide toodangut mõjutada ka maapargi läheduses olevad muud objektid nagu hooned, rajatised, taimestik ja puud. Paljudel juhtudel ei ole võimalik varjude tekitajaid likvideerida, kuid projekti planeerides tasub teha selgeks tekitatud varjude mõju aastaringelt. Samuti tuleb paigaldatav pind üle hinnata, et ka looduslikult kalded ei tekitaks veel suuremaid varje – näiteks langev kalle põhja suunal tõstab eesoleva raami kõrgust tagumise raami suhtes ja varjud muutuvad veel pikemaks ja need pärsivad tootmist [17]. Lehe 3 kinnistul on olnud sama probleem ja puhkekeskuse juhatus on lasknud vedada pinnast juurde, et tegemist oleks sileda ja kallakuteta ehitusealusepinnaga.

Ehitusealusepinna pikkuse saab välja arvutada Pythagorase valemiga:



$$a^2 = b^2 + c^2 \quad (1.2)$$

- Kus: a – hüpotenuus, ehk päikesepaneelide pikkus koos vahega, 4580 mm  
 b – ehitusealusepinna pikkus paneeli alumisest äärest paneeli tagumise servani, cm  
 c – raami kõrgus, 3080 mm



Joonis 1.10 Treesystem maaraami küljprofiil JA Solar JAM72S30-545 päikesepaneeli paigalduseks maa peale. Raami kõrguseks on 308 cm

Aluspinna pikkuse leiab järgnevalt:

$$b^2 = a^2 - c^2 = 458^2 - 308^2 = 3380 \text{ mm}$$

Ehitusealusepinna laius on sõltuvalt raami pikkusest, näiteks paigaldades portree asetuses 16+16 paneeli, teeb see raami pikkuseks:

$$L_{raam} = l_{paneel} * n_{paneel} + l_{klamber} * n_{klamber} + l_{reserv} \quad (1.3)$$

- Kus:  $L_{raam}$  – raami kogu laius mm  
 $l_{paneel}$  – päikesepaneeli laius, mm  
 $l_{klamber}$  – vaheklambri laius, mm  
 $l_{reserv}$  – raami pikkus otstes, tavaliselt jäetakse otsale kuni 160 mm reservi  
 n – kogus tk

$$L_{raam} = 1134 * 16 + 20 * 15 + 320 = 18\,764 \text{ mm} \Rightarrow 18,76 \text{ m}$$

Kokku on ühe 32 päikesepaneeli raami ehitusealunepind:

$$S = a * b \quad (1.4)$$

Kus:  $S$  – pindala,  $m^2$

$a$  – raami pikkus, m

$b$  - raami laius, m

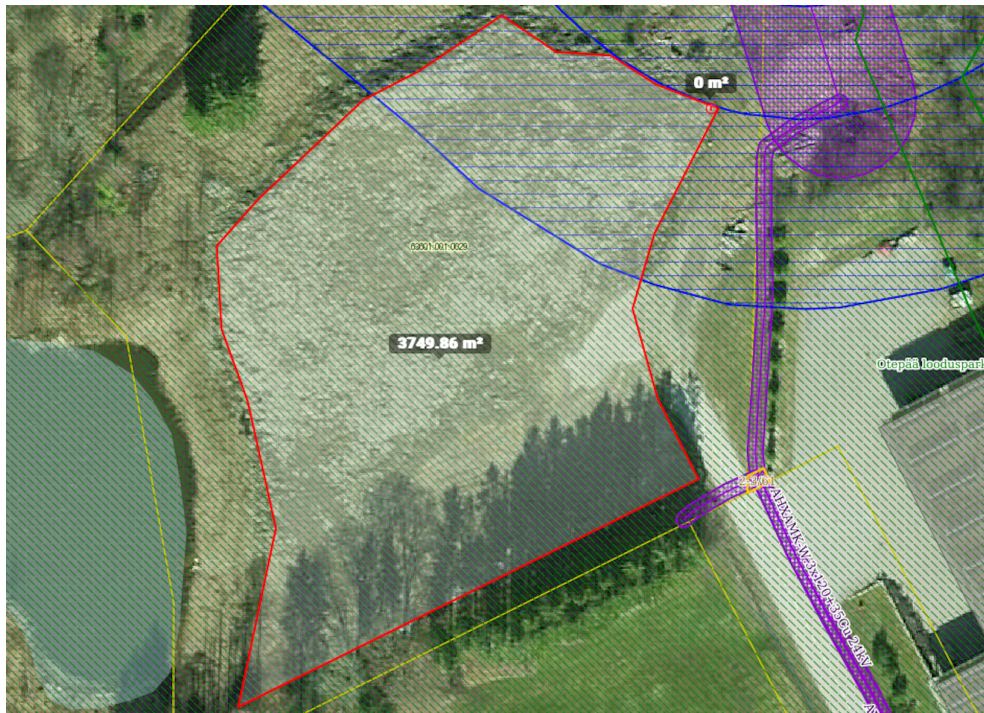
$$S = 3,38 * 18,76 = 63,41 \text{ m}^2$$

Eestis on paigaldatud maaparke ridade vahega 8-10 meetrit [17], mistõttu valitakse reavaheks 9 meetrit. Kui raami paneelide alumisest servast on tagumise raami paneeli servani 9 meetrit distantsi, siis on raamide vahelise alaga ehitusealunepind järgmine:

$$S = 9 * 18,76 = \sim 169 \text{ m}^2$$

Kui planeeritava raami 16+16 peale paigaldada 545 W päikesepaneel, siis teeb see raami peal oleva sektsiooni koguvõimsuseks 8,72 kW.

Lehe 3 kinnistul on tehtud pinnase juurde vedu päikeseelektrijaama ehituseks, et ala oleks ühtlaselt sile, ei esineks märkimisväärseid langusi ega tõuse. Maa-ameti kaardilt on nähtav kõrgem sektsioon, mida arvestatakse päikeseelektrijaama ehitusaluseks pinnaks, kaardil on ala markeeritud punase pideva joonega ning selle ala suurusjärk on ümardatult 3700  $m^2$ .



Joonis 1.11 Maa-ameti kitsenduste kaardirakenduse kuvatõmmis [12]

Lähtudes raamialusest pinnast mahutab maa-alale 21 maaraami:

$$n = \frac{S}{s} \quad (1.5)$$

Kus:  $S$  – pindala, m<sup>2</sup>

$s$  – raami pindala koos vahekaugusega (ümardatud), m<sup>2</sup>

$n$  – raamide kogus, mis mahub maa-alale tk

$$n = \frac{3700}{170} = 21 \text{ tk}$$

Maa-alale mahub orienteeruvalt 21 maaraami, iga raam koosneb 32 päikesepaneelist, mis teeb planeeritavaks koguvõimsuseks:

$$P_{\Sigma PV} = n * r * P_{max-paneel} \quad (1.6)$$

Kus:  $P_{\Sigma PV}$  – päikeseelektrijaama maksimaalne DC-võimsus, kW

$n$  – raamide kogus, tk

$r$  – päikesepaneelide arv ühel raamil, tk

$P_{max-paneel}$  – päikesepaneeli maksimaalne väljundvõimsus, kW

$$P_{\Sigma PV} = 21 * 32 * 0,545 = 366,24 \text{ kWp}$$

Joonis 1.12 on näha, et kinnistu ei ole ideaalselt kandiline, mistõttu võib ehitusalune pind veidi varieeruda. Planeeritavat võimsust 366 kW ei mahuta paigaldama. Kinnistu lõuna osas olevad puud on märts 2024 seisuga maha võetud.

Joonis 1.13 on kujutatud alternatiivset asendiplaani, kus arvestatakse kinnistu piiride omapäraga ja päikesepaneelid suunatakse 26 kraadi ida suunale. Selline asend soodustab hommikupoolset tootmist. Potentsiaalne päikesepaneelide võimsus on 366 kW.



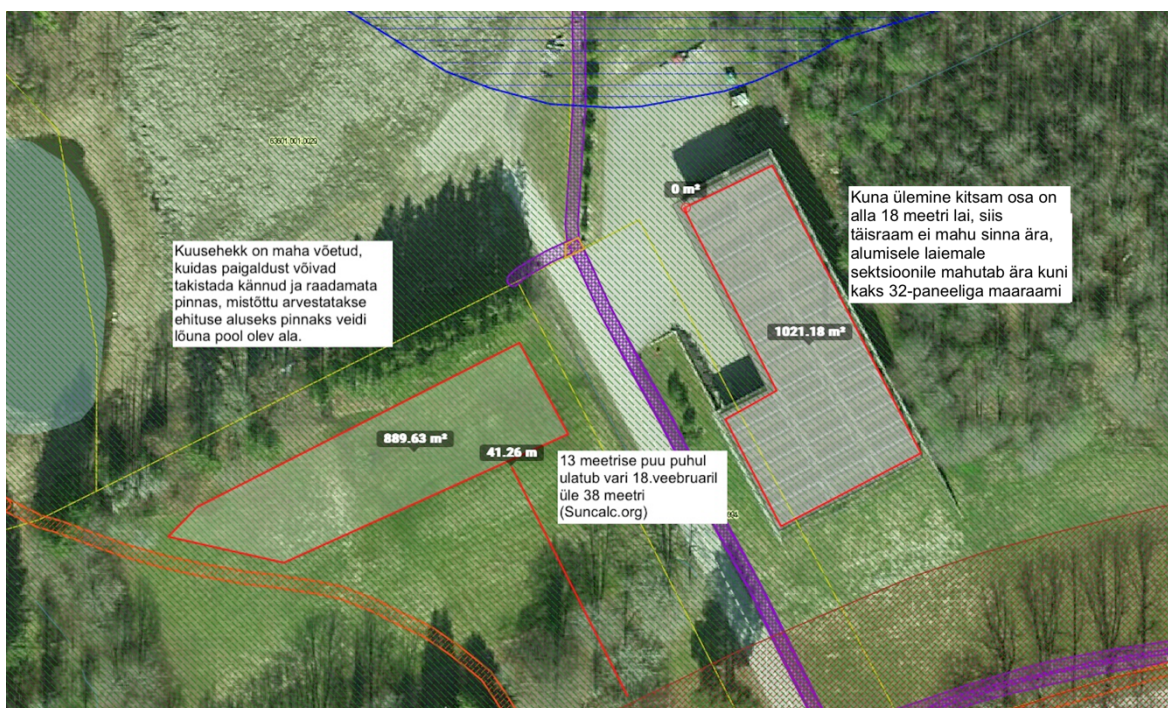
Joonis 1.12 Lehe 3 kinnistule planeeritava päikeselektrijaama asendiplaan SE Designeris [18]



Joonis 1.13 Lehe 3 kinnistule planeeritava päikeselektrijaama alternatiivne asendiplaan

Lisaks hinnatakse Joonis 1.14 mainitud kinnistute potentsiaali päikesepaneelide paigalduseks.

Looduspargi kinnistul, mis asub pildil all vasakul, saaks planeerida ehitusaluseks pinnaks umbes 890 m<sup>2</sup>. Planeerimisel tuleb arvestada sidekaabli piiranguvööndiga kui ka varjudega, mida kinnistu lõunaosas asuvad puud heidavad. Õru kinnistul, mis asub Joonis 1.14 paremal, saab päikeseelektrijaama ehituseks planeerida umbes 1021 m<sup>2</sup> ala, kuid seoses ala dimensioonidega, ei mahu täisraami ülemisele osale ehitama. Lühendatud raamidega (8+8 portrees) mahub kitsamale osale ehitama neli tükki, laiemale osale kolm 16+16 portrees raami.



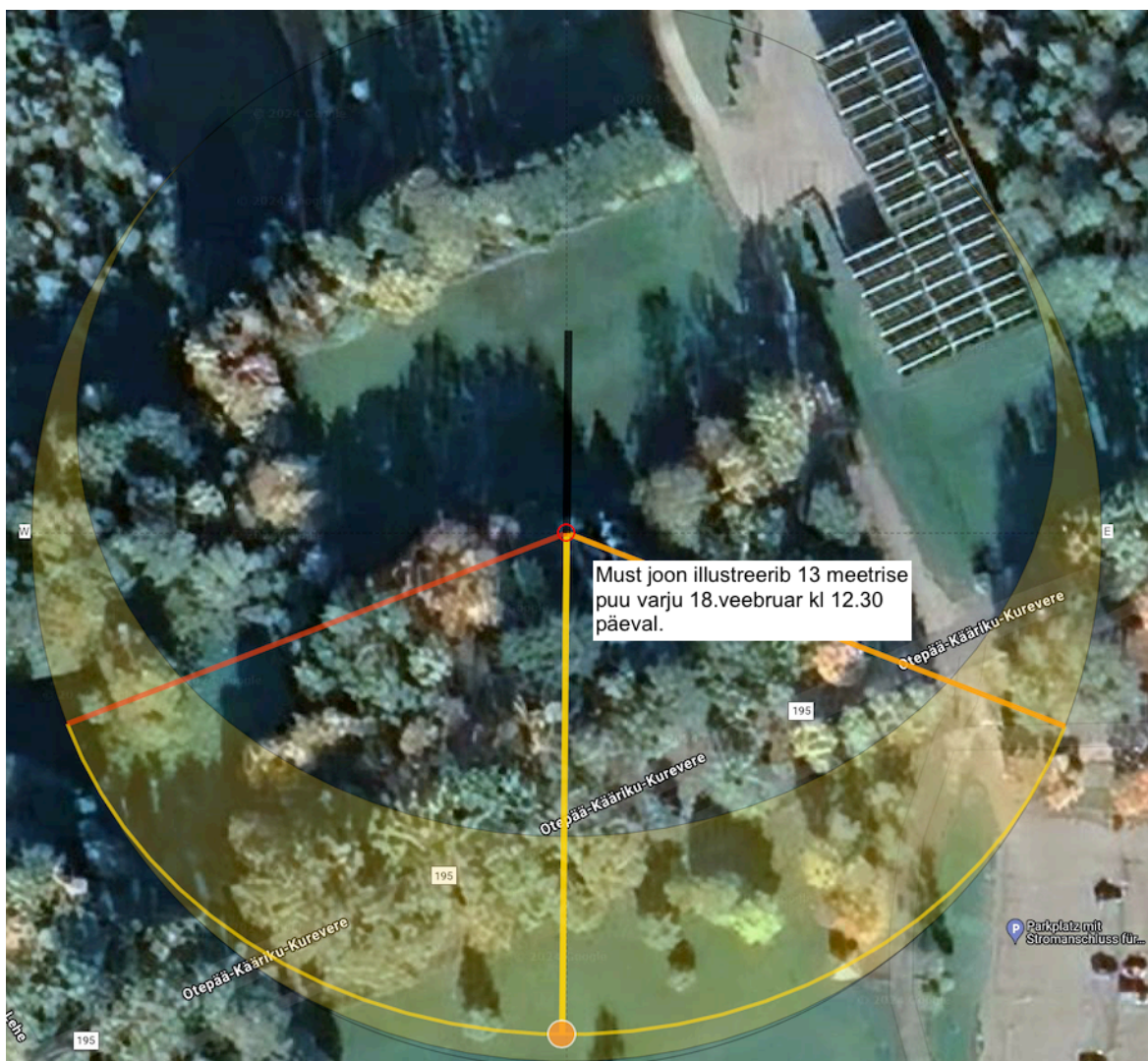
Joonis 1.14 Looduspargi ja Õru kinnistud

Lähtudes Looduspargi sidekaabli piiranguvööndist (oranž viirutatud ala diagonaali läbi kinnistu) ja puude varjudest, sobiks paigalduseks umbes 890 m<sup>2</sup> ala, mis mahutaks 5,2 maaraami otse lõunasse, ida poole suunatud raame mahutaks kuus tükki. Kuus maaraami tähendab 192 päikesepaneeli koguvõimsusega 104,64 kW. Õru kinnistule mahuks 5 raami koguvõimsusega 87,2 kW, ette muruplatsile ei saa paigaldada tehnosüsteemi trasside tõttu (kui siis salvestus alajaama kõrvale).

Joonis 1.15 on näha varjude ulatust veebruari kuus. Kuigi tegemist ei ole põhilise tootmisajaga, siis lumevaese talve jooksul võib sellisel ajal saavutada kõrgeid võimsusi. Päikesepaneelide pinge on sõltuvuses ümbritsevast temperatuurist ja madalamate temperatuuridega pinge kasvab, mis tagab suurema väljundvõimsusi [14].

Hoonete puhul saab planeerida varjudega seotud mõjusid Maa-ameti 3D kaardi [19] abil, mis võimaldab sisestada kuupäeva ning kellaaja. Vastavalt sellele genereeritakse

kaardile vari. Varjude mõju on sõltuvuses andmete korrektsusest, sest kaardile kuvatakse 3D pilt vastavalt Ehisregistri andmetele.



Joonis 1.15 Suncalc varjude simuleerimise veebilehekülj, jooniselt on näha 13 meetrise puu varju veebruaris [15]

Joonis 1.16 on kujutatud asendiplaanid - Õru kinnistule mahub 160 päikesepaneeli, Looduspargis võiks eelduslikult mahtuda paigaldama 192 paneeli koguvõimsusega 105 kW [18]. Planeerimisel on kasutatud eelnevalt tutvustatud reavahe, päikesepaneeli mudelit ja raamide konfiguratsiooni. Kui Lehe 3 planeeritavale päikeseelektrijaamale lisataks juurde 87 kW päikesepaneele, siis tuleb arvestada umbes 335 kW inverterite võimsusega (135% üledimensioneeringu puhul, mida soovivad inverterite tootjad). See on 400A peakaitsme jaoks liiga palju. 400A kaitsme puhul tohiks liita maksimaalselt 277 kW AC võimsust ( $\cos=1$ ). Selleks, et rohkem päikesepaneele lisada Õru või Looduspargi kinnistule, tuleks tõsta peakaitset, ja järgmine peakaitsme eelisväärtus on 500 A.

Simulatsioonideks valitakse veidi idasse suunatud asend, sest toodangu vahe võrreldes lõuna suunaga on minimaalne ja kinnistule mahub rohkem võimsust.



Joonis 1.16 Solaredge Designer joonestamise tarkvaraga planeeritud päikeseelektrijaamad Õru ja Looduspargi kinnistutele

Tuginedes eelnevatele punktidele saab kokku võtta lihtsustatud reeglid päikeseelektrijaama planeerimisel:

Tabel 1.2 Lihtsustatud soovitused päikeseelektrijaama planeerimiseks

Planeering	Soovitus
Maapargi DC-võimsuse planeerimine	100 W/m <sup>2</sup> (3700m <sup>2</sup> * 100 W = 370 000 W)
Viilkatusele DC-võimsuse planeerimine	200W/m <sup>2</sup> (250m <sup>2</sup> * 200 W = 50 000 W)
DC-võimsuse planeerimine inverteri järgi	135% * inverteri P <sub>max</sub> (135% * 180 kW = 243 kW)
Päikeseelektrijaama toodangu planeerimine (eeldusel, et asend on lõunasse +-25 kraadi nihkes)	950 kWh/kW maapargis/viilkatusel (950 kWh * 370 kW = 351 000 kWh) 800 kWh/kW lamekatusel
Inverterite võimsuse planeerimine omatarbeks	75% päikesepaneelide võimsusest (nt 244 000W * 75% = 180 kW)
Inverteri võimsuse planeerimine salvestiga	Liitumise peakaitse järgi (nt 400A peakaitse = ~277 kW)

#### 1.4.2 Salvestuslahenduse planeerimine välitingimustes

Elektrienergia salvestuslahendusele (ESS ehk energy storage systems) tuleb planeerida piisav maa-ala selle hoiustamiseks. Turul pakutavate lahenduste seas on levinud konteineritesse integreeritud lahendused, ja seda erinevates suurustes.

Näiteks Huawei tootevalikus on erinevad LFP tehnoloogial põhinevad salvestuse suurused – alates 96,8 kWh ja lõpetades 2 MWh lahendused. LUNA2000 seeria 200 kWh lahendused on visuaalselt samas suuruses kestas, akumoodulite arvuga saab mõjutada salvestuslahenduse energiamahutavust. Täislahenduse puhul kasutatakse 12 tk 16 kWh akublokke, väiksema mahutavuse korral võetakse süsteemist akublokke vähemaks. Üksiku akubloki kaal ca 140 kg. Terve 200 kWh akulahenduse kaal on ca 2700 kg, mõõdud 2570 x 2135 x 1200 (L x K x S) mm. Paralleelselt on võimalik ühendada kokku 20 sellist süsteemi, mis teeks salvestuse mahutavuseks kokku 3,8 MWh. Antud salvestus on kujutatud joonisel 1.17.



Joonis 1.17 LUNA2000-200 kWh LFP salvesti, kuvatõmmis pärineb Huawei Youtube videost [22] Alternatiivselt on võimalik tootevalikust leida 1 MWh ja 2 MWh süsteemid, mis on kujutatud joonisel 1.18. Sellise akukonteineri kaal võib ulatuda kuni 30 tonnini ja mõõdud on 6057 x 2896 x 2438 mm.





Joonis 1.18 LUNA2000 1 MWh ja 2 MWh akulahendused [23]

Süsteemidesse on sisse ehitatud kliimaseade, mis reguleerib sisest temperatuuri – vajadusel jahutab või soendab. Töötemperatuurideks märgitakse -30 kuni 55 kraadi, õhuniiskust kannatab kuni 100% ning on võimeline töötama kuni 4000 m kõrgusel, süsteem on IP55 kindel, mis tagab kaitse tolmu ning vee eest [24]. Lisaks temperatuuri reguleerimisele on sisse ehitatud automaatne tulekustutussüsteem. Andmesideühenduseks on vajalik Ethernet ja kommunikatsiooniks kasutatakse Modbus TCP protokoll [23].

Salvesti garantiitingimused või infoleht näitavad ära salvesti eluea lõpu taseme ehk EOL (End of Life). Näiteks rakendades Huawei LUNA2000-200 kWh seeria tingimusi, on eluiga määratud järgmiselt:

Tabel 1.3 Huawei LUNA2000-200 kWh salvesti garantiitingimused vastavalt tootja andmetele [25]

Laadimistsüklite arv, tk	5000
Laadimissügavus ehk DOD (depth of discharge)	1
Keskkonna temperatuur, C	-30 - 55
Eluea lõpp (EOL)	70%
Tootjagarantii aastates	10

Nende tingimustega lubab tootja, et kui salvestit laadida 100% ulatuses täis kui ka maha 5000 korda, seda välistel temperatuuridel -30 kuni 55 kraadi Celsiust, siis võiks olla salvesti algsest nimimahust 70% alles. Või saab seda salvestit kasutada vähemalt 10 aastat ning ka sellega garanteerib tootja, et 70% on algsest nimimahust alles.

Kui ühes ööpäevas kasutada üks täistsükkel, mis on terve salvesti täis - ja mahalaadimine, siis kulub 5000 tsükli täitmiseks 13,6 aastat.

$$Y = \frac{T}{D} \quad (1.7)$$

Kus:  $Y$  – aastad

$T$  – garantiitsüklite arv

$D$  – päevade arv ühes aastas

$$Y = \frac{5000}{365} \Rightarrow Y = 13,6 \text{ aastat}$$

Rakendades kaks täistsükli ööpäevas on aeg täpselt poole lühem 6,8 aastat.

Kui võrra võrdluseks teine tooja Deye ja nende MS-G230/MS-G215 seeria salvestid [26], siis garantiitingimused on järgmised:

Tabel 1.4 Deye MS-G230/MS-G215 seeria salvesti garantiitingimused

Laadimistsüklite arv, tk	6000
Laadimissügavus ehk DOD (depth of discharge)	-
Keskkonna temperatuur, C	-20 - 50
Eluea lõpp (EOL)	70%
Tootjagarantii aastates	10

Mahalaadimise sügavuse info puudub infolehel, kuid turupraktikale ja nende toodete tingimustele tuginedes on see tõenäoliselt 90-100%. Opereerimise tingimused on veidi teised – laadimine on võimalik 0-55 kraadi. Mahalaadimine on võimalik -20-50 kraadi.

Seadet pakutakse kahes erinevas konfiguratsioonis 230 ja 215 kWh, maksimaalne väljundvõimsus on 100 kW. Süsteemi mõõtmed on 1795 x 2500 x 1000 mm ja kaaluks vastavalt 2800 või 2695 kg. Andmesidesse saab ühendada Etherneti või 4G vahendusel. Kuna seade on IP54 kindel, siis tähendab see pritsme ja tolmukindlust [24], seega välipaigalduseks see ei sobiks ja peaks paigaldama sisetingimustesse. Joonisel 1.19 on seadme visuaal.

Tehase poolt määratud eluea lõppu tuleks suhtuda kriitilisest, sest see ei tähenda ilmtingimata salvesti sellist vananemist, et seda ei saaks rohkem edasi kasutada. Seoses LFP tehnoloogia ja üleüldse salvestustehnoloogiate kiire arenemisega on vahetuse hetkeks ilmselt akuelementide hinnad nii palju alla tulnud, et väljavahetus ei pruugi olla majanduslikult ebamõistlik ning eelnevalt kasutatud salvesti müüakse järelturul maha kuniks saabub tegelik eluea lõpp.



Joonis 1.19 Deye MS-G230/MS-G215 seeria salvesti [26]

Salvesti võimsuse ja mahutavuse planeerimine on igal objektil erinev, sest oodatav eesmärk võib olla teine. Planeerides näiteks salvestust varustuskindluse seisukohalt, siis sellise investeeringu maht võib olla oluliselt suurem. Kui tehas seiskub võrgukatkestuse tõttu ja selle taaskäivitamine on väga kulukas, siis võib suur salvestus ennast õigustada. Pühajärve näitel ei toimu katkestusi tiheidalt, neid on aastas juhtunud üksikutel tundidel ja varustuskindluse tõstmiseks ei ole vajalik planeerida mitme MWh salvestust. Kui eesmärk on igal ööpäevas arbitraaži otsida ning salvestusega päev ette turul või päevasisesel turul kaubelda, siis on soovitus investeerida lahendusse, mida saab 1-2 tunniga täis laadida. Täis akut kasutatakse paari kõrgeima hinnaga tunni silumiseks või võrku müügiks, kui see on majanduslikult otstarbekas. Tabel 1.5 võtab soovitused kokku:

## 1.5 Turvariski minimeerimine

2023. ja 2024. aastal on Eestis tekkinud arutelu Huawei (ning ka teiste Hiinast pärit) seadmete mõjust eesti elektrisüsteemile [27], [28], mis mõjutab inimeste valikuid ja eelistusi.

Kõige tavapärasem seadmete juhtimine toimub tavapäraselt Wifi või Ethernet vahendusel, mis tähendab, et seade on ühenduses tootja serveriga ning tõenäoliselt toimub seadme info vaatamine või selle juhtimine kas läbi veebiliidese ja/või tootja telefonirakenduse. Selline veebisisene kommunikatsioon tähendab, et info on kättesaadav ka tootjale.

Lisaks eelnevatele võimalustele on osadel seadmetel ka muud kommunikatsiooni protokollid nagu näiteks Modbus RTU, Modbus TCP, OCPP. Üks levinumaid viise saada seadmest andmeid kolmanda osapoole monitooringusse on Modbus TCP kaudu. Päikeseelektrijaama omanikud, kes tunnevad end tehnikaga mugavalt, on tihti kasutamas automaatika tarkvara, kus saab kodeerida sobilikud süsteemi käsklused, koguda andmeid ja visualiseerida neid isikliku äranägemise järgi – tegemist on justkui iseseisva monitooringu loomisega, mis puhul on võimalik seade täiesti välisvõrgust lahutada.

Lisaks sisevõrgu seadistamisele on võimalik panna süsteemile ette ka tulemüür ja blokeerida liiklus, mis ei luba välises võrgus olevatel seadmetel sisevõrgu seadmetega suhelda. Koduseadmete puhul on raske ette kujutada, kuidas kõiki seadmeid tootja kontrolli alt välja tuua ja iseasi küsimus, kas üldse peakski.

Suuremate tööstuslike tootmisüksuste puhul rakendatakse üldiselt Modbus RTU-ga juhtimist ja on võimalik rakendada samu meetmeid välise ligipääsu piiramiseks.

## 1.6 energyPRO mudeli detailsem ülesehitus

Käesolevas peatükis tutvustatakse lähemalt energyPRO mudeli ülesehitust.

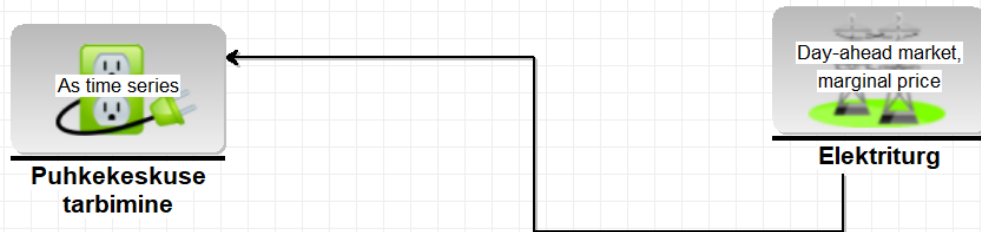
Tabel 1.6 kajastab energyPRO programmi sisestatud parameetreid, ühikuid ja väärtuseid. „Muutuv“ tähendab, et väärtus ei ole konstantne läbi stsenaariumite, vaid muutub vastavalt simuleeritavale aegreale või stsenaariumis ette antule. Tegevuskulude määrad on saadud puhkekeskuse võrguteenuse või elektrimüügi arve pealt, mis kehtisid veebruaris 2024. Süsteemi hoolduskulud (inglisk. OPEX) hõlmavad endas pargiga seotud hoolduste teostamist, kindlustust ja vajadusel garantiivahetuste ettevõtmist, orienteeruvalt on selleks kuluks arvestatud 0,7 senti/kWh ehk 7 €/MWh. Lihtsustatult arvestame sama hoolduskulu määra salvestiga ja salvestita süsteemile. Hoolduskulude info pärineb Solar4you OÜ-st.

Tabel 1.5 energyPRO tarkvarasse seadistatavad parameetrid, hinnad käibemaksuta

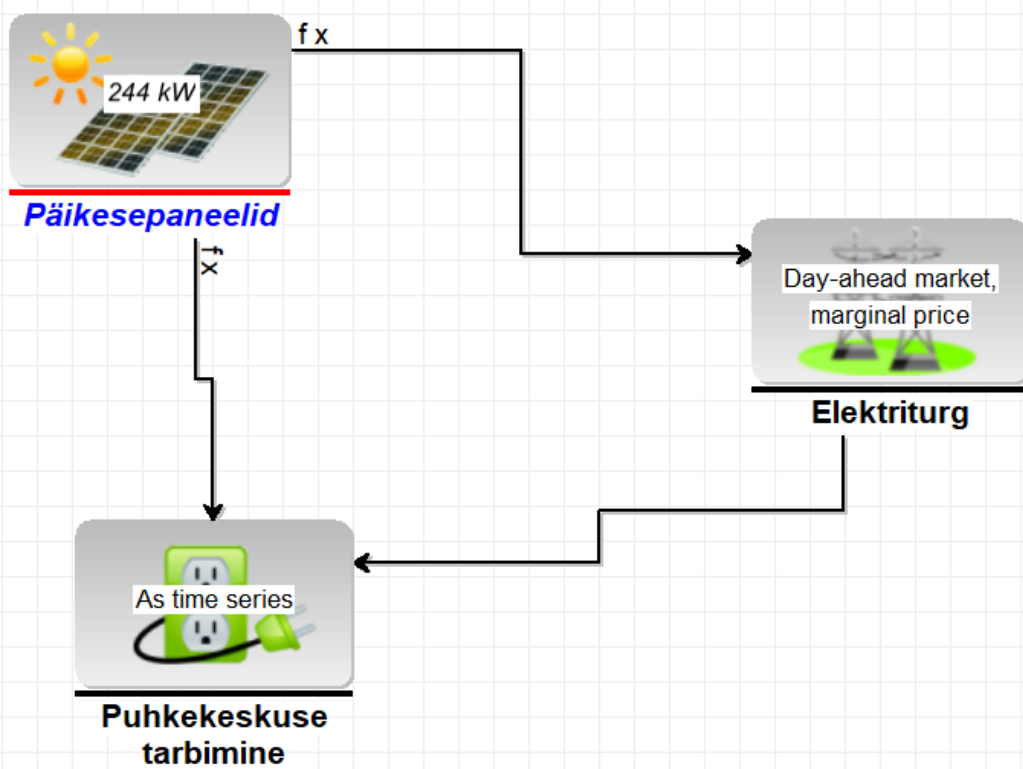
<b>Parameeter</b>	<b>Ühik</b>	<b>Väärtus</b>
Päikeseelektrijaama võimsus	kW	Muutuv
Päikesepaneeli töötemperatuur NOCT	Celsius	45
Päikesepaneeli temperatuurikoef. $P_{max}$	%/Celsius	-0,35
Paneeliraami reavahe	m	9
Salvesti võimsus	kW	Muutuv
Salvesti mahutavus	kWh	Muutuv
Päikesekiirguse kogus aastas	kWh/m <sup>2</sup>	1018
Elektri börsihind tunnis (2023 baasil)	€/kWh	Muutuv
Tunnipõhine elektritarbimine	kWh	Muutuv
Elektri müügmarginaal	€/kWh	0,0009
Elektri ostumarginaal	€/kWh	0,0009
Elektriaktsiis	€/kWh	0,001
Taastuenergiatasu	€/kWh	0,0105
Võrgutasu öösel	€/kWh	0,016
Võrgutasu päeval	€/kWh	0,0281
Hoolduskulu	€/kWh	0,007

EnergyPRO programmi mudeli ülesehitust näeb järgmistel joonistel 1.20, 1.21 ja 1.22. Päikesepaneelidele, mis asuvad joonisel 1.21 vasakul, tuleb määrata ühe päikesepaneeli võimsus, summaarne kogus ning mõned tehnilised parameetrid, mis on kätte saadavad paneeli infolehel. Salvestusele, mis asub joonise 1.22 üleval, tuleb määrata kasutatav võimsus ning energiamahutavus. Elektriturg, mis asub joonisel 1.20, 1.21 ja 1.22 paremal, koosneb elektri hinna aegriidast – võetud on 2023 aasta börsihinnad kõikide tundide kohta ühes aastas. Kõige all on tunnipõhised elektritarbimise aegriid ühe aasta kohta.

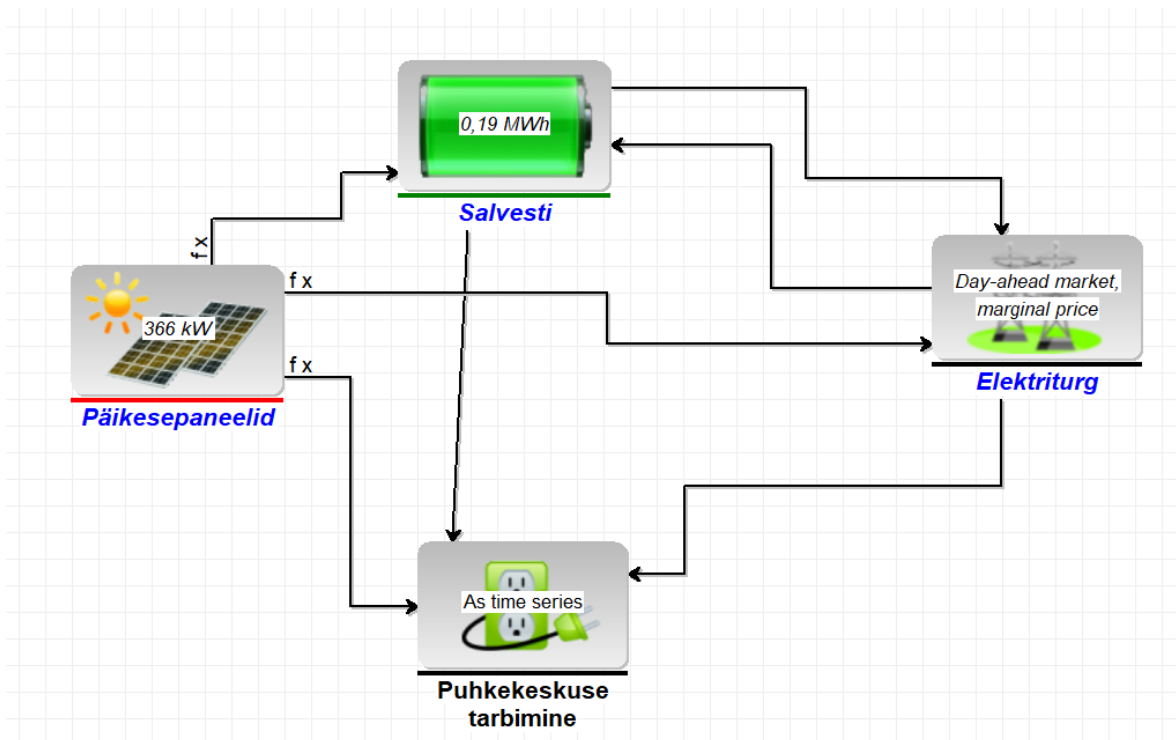
Kui süsteemis ei ole elektritootmist ega salvestust, näeb mudel välja selline nagu joonis 1.20.



Joonis 1.20 energyPRO simulatsiooni ülesehitus ainult elektrituruga ja tarbimisega



Joonis 1.21 energyPRO simulatsiooni ülesehitus elektrituruga, päikeseelektriijaama ja tarbimisega



Joonis 1.22 energyPRO simulatsiooni ülesehitus elektrituru, päikeseelektrijaama ja tarbimisega Selleks, et mõista salvestiga süsteemi mõjusid, tuleb teostada energyPRO simulatsioonid mitme erineva stsenaariumiga, mis ehitatakse üles rakendades järgmisi põhitegureid:

1. Päikeseelektrijaama võimsus (st. tootmine)
2. Energiasalvesti mahutavus (st. salvestus)
  - a. Energiasalvesti võimsus
3. Tunnipõhine elektritarbimine liitumispunktis (st. tarbimine)
4. Elektriturg (st. börs)

Põhitegureid rakendades koostatakse kolm kategooriat mudeleid:

1. Tarbimine ja börs (nimetame referents simulatsiooniks)
2. Tootmine, tarbimine ja börs
3. Tootmine, salvestus, tarbimine ja börs

Teises ja kolmandas kategoorias saab minna mudelite koostamisega täpsemaks ning simulatsioone tehes muudetakse tootmise ja salvestusega seotud parameetreid – muudetakse võimsusi ja energiamahutavust. Ainukesed parameetrid, mida ei muudeta, on elektritarbimise prognoositavad tunniväärtused ning elektriturul esinevad elektrihinnad.

EnergyPRO mudeli sisse seadmiseks tuleb alustada projekti identifitseerimisest „inglisk. Project Identification“):

- Projekti simulatsioonide meetodika "analytic" või "MILP"
- Projektiga seotud energiaühikud

Kui energyPRO tarkvaras hakata simulatsiooni ülesse ehitama, pakub programm kahte lahendamise meetodikat – analytic ja MILP ehk Mixed Linear Programming Solver. Projekti simulatsioonide optimeerimise arvutuste meetodikaks valitakse MILP, mis lubab kaasata arvutustesse mitmeid projektiga seotud tegureid, võtab arvesse projektiga seotud kitsendused nagu näiteks võrku müüdava energia eksport piirangu 15 kW ning import piirangu 277 kW. Analytic meetodika seda ei võimalda ning seetõttu antud simulatsioonides seda meetodikat ei kasutata [29]. Analytic lubab süsteemil lõpmata võimsusega salvestit laadida kui ka maha laadida (lähtub salvesti parameetritest mitte liitumispunkti omadest), mis ei anna sellisel juhul täpset tulemust süsteemi planeerimisel. Süsteemi energiaühikuteks on valitud MW/MWh, mingitel juhtudel esitatakse väärtusi kilovattides või kilovatt-tundides.

Antud mudeldamise puuduseks saab välja tuua aastaringsete börsihindade olemasolu, mille baasil teeb mudel ideaalsed otsused enda algoritmi põhjal. Igapäevaelus teab akusid juhtiv kontroller hindu ainult 24h ette ja teeb selle põhjal otsuseid [30].

**Järgmisena määratakse välised tegurid (inglisk. „external conditions“ ja „time series“).**

Aegridadena sisestati:

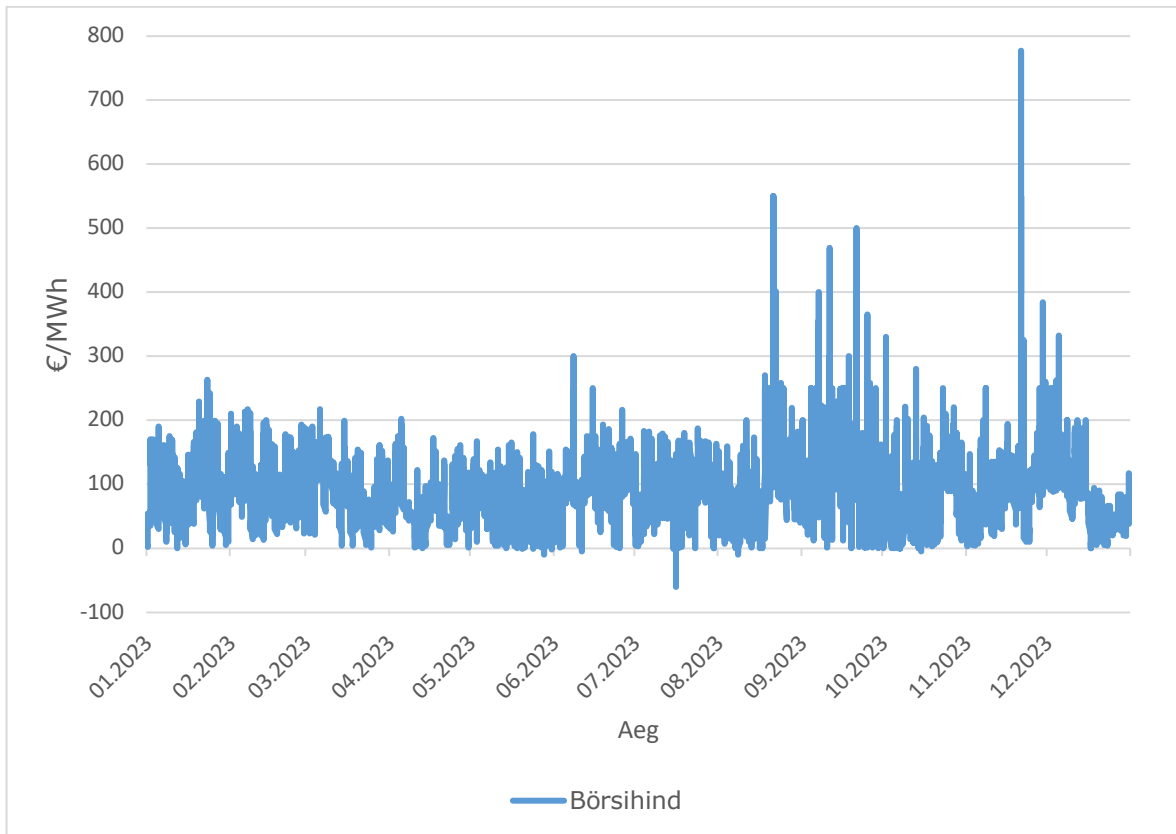
- Temperatuuri andmed kohalikust ilmajaamast
- Päikese kiirguse andmed kohalikust ilmajaamast (Lisa 14)

EnergyPRO andmetel mõõtis piirkonna ilmajaama Nüpli järve kaldal 2023. aasta päikese kiirguse hulgaks 1018 kWh/m<sup>2</sup>.

Järgmisena integreeriti programmi:

- 2023 aasta börsihinnad
- Kehtivad võrgutasud öösel/päeval (Võimsus Mega VMA9)





Joonis 1.23 Börsihinnad 2023. aastal Eestis

EnergyPRO keskkonnas ei ole väljasid, kuhu saaks lisada eraldi päevase ja öise võrgutasu. Seetõttu tuleb abiks võtta Excel, kus võetakse kõik aastased tunnid ja määratakse tundidele kas päevane või öine väärtus. Need andmed tuleb importida energyPRO tarkvarasse, et arvutustulemused tuleksid võimalikult täpsed. Sellest lähemalt räägib allolev lõik.

Excel keskkonnas luuakse aasta 8760 tundi, mille puhul tuleb valemiga koostada IF käsklus, mis paneb vastavalt soovitud nädalapäevale või kellajale „öö“ või „päev“ tariifi. Tariifid on kajastatud tabelis 1.6. Kuna öine tariif esineb perioodil 22-07 ning nädalavahetustel, ja päevane 07-22, siis tuli kõigepealt sisestada tundide numbrilised väärtused ning peale seda määrata nädalapäev, näiteks üks tähistab esmaspäeva, kaks teisipäeva ja nii edasi. Nädalapäeva valemiks on järgmine:

$$Number = WEEKDAY(x) - 1 \quad (1.8)$$

Kus:  $WEEKDAY(x)$  – Excel käsklus määramaks nädalapäeva, kus tuleb lahutada väärtusest 1, sest süsteemi jaoks hakkab nädala lugemine pühapäevast. Pühapäev on esindatud väärtusega 0.

$$Number = 01.01.2025\ 00:00(J2) - 1 = 3$$

J	K	L	M	N	O	P	Q
Kuupäev	Tund	Nädalapäev	Aeg päeva	€/kWh			
01.01.2025 00:00	1	=WEEKDAY(J2)-1		0,016			
01.01.2025 01:00	2		3 öö	0,016			
01.01.2025 02:00	3		3 öö	0,016			

Joonis 1.24 Exceli väljavõtte valemist. Autori enda materjal

Kui nädalapäeva väärtused on määratud, tuleb leida aegreale väärtus „öö“ või „päev“, seda leitakse valemiga:

$$Aeg\ ööpäevas = IF(OR(x < 8; x > 22; y = 0; y = 6); "öö"; IF(x >= 8; "päev"; "")) \quad (1.9)$$

Kus: *IF* – Excel käsklus määramaks tingimusi

*OR* – Excel käsklus määramaks kas esimest tingimust või teist tingimust

*x* – samal aegreal esinev tunni väärtus

*y* – samal aegreal esinev nädalapäeva väärtus

$$Aeg\ ööpäevas = IF(OR(K2 < 8; K2 > 22; y = 0; y = 6); öö; IF(K2 >= 8; päev;)) = öö$$

J	K	L	M	N	O	P	Q
Kuupäev	Tund	Nädalapäev	Aeg päeva	€/kWh			
01.01.2025 00:00	1		3	=IF(OR(K2<8;K2>22;L2=0;L2=6);"öö";IF(K2>=8;"päev";""))			
01.01.2025 01:00	2		3 öö	0,016			
01.01.2025 02:00	3		3 öö	0,016			

Joonis 1.25 Exceli väljavõtte valemist. Autori enda materjal

Kui aegridadele on määratud tingimused „öö“ või „päev“, siis tuleb määrata aegreale määrata tariif, mis leitakse järgmise valemiga:

$$Tariif = IF(z = "öö"; 0,016; 0,0281) \quad (1.10)$$

Kus: *IF* – Excel käsklus määramaks tingimusi

*z* – samal aegreal esinev tingimus „aeg ööpäevas“

J	K	L	M	N	O	P
Kuupäev	Tund	Nädalapäev	Aeg päeva	€/kWh		
01.01.2025 00:00	1		3 öö	=IF(M2="öö";0,016;0,0281)		
01.01.2025 01:00	2		3 öö	0,016		
01.01.2025 02:00	3		3 öö	0,016		

Joonis 1.26 Exceli väljavõtte valemist. Autori enda materjal

Tabel 1.6 Aegread, mis määravad "öö" või "päev" tariifi vastavalt IF käsklusele. KokkOu on 8760 aegrida

Kuupäev	Tund	Nädalapäev	Aeg päevas	€/kWh
01.01.2025 00:00	1	3	öö	0,016
01.01.2025 01:00	2	3	öö	0,016
01.01.2025 02:00	3	3	öö	0,016
01.01.2025 03:00	4	3	öö	0,016
01.01.2025 04:00	5	3	öö	0,016
01.01.2025 05:00	6	3	öö	0,016
01.01.2025 06:00	7	3	öö	0,016
01.01.2025 07:00	8	3	päev	0,0281
01.01.2025 08:00	9	3	päev	0,0281
01.01.2025 09:00	10	3	päev	0,0281
01.01.2025 10:00	11	3	päev	0,0281
01.01.2025 11:00	12	3	päev	0,0281
01.01.2025 12:00	13	3	päev	0,0281
01.01.2025 13:00	14	3	päev	0,0281
01.01.2025 14:00	15	3	päev	0,0281
01.01.2025 15:00	16	3	päev	0,0281
01.01.2025 16:00	17	3	päev	0,0281
01.01.2025 17:00	18	3	päev	0,0281
01.01.2025 18:00	19	3	päev	0,0281
01.01.2025 19:00	20	3	päev	0,0281
01.01.2025 20:00	21	3	päev	0,0281
01.01.2025 21:00	22	3	päev	0,0281
01.01.2025 22:00	23	3	öö	0,016
01.01.2025 23:00	24	3	öö	0,016
02.01.2025 00:00	1	4	öö	0,016

Tulemused, mis saadakse Excelis, sisestatakse energyPRO süsteemi tunnipõhiselt.

**EnergyPRO võimaldab lisada süsteemi indekseid, mis on ajas muutuvad (inglisk. Indexes).**

EnergyPRO-s määratakse järgmised indeksid:

- Inflatsioonimäär
- Päikesepaneelide efektiivsuse vähenemine

Seoses kõrge inflatsioonimääruga 2022 ja 2023, vastavalt 19,4 ja 9,1% [31], siis on tegemist suurte numbritega, mida ei soovi autor kasutada pikaajalise investeringu planeerimisel seoses suurte muutustega raha väärtuses ja sellel on mõju tulevikurahavoogudele simulatsioonides. 2012-2021 aastate baasil oli Eesti keskmine inflatsioonimäär 2,24%. Lähtudes infost, et 2022. aastaga võrreldes on inflatsioonimäär hakanud langema [31], siis määratakse lihtsuse huvides inflatsioonimääraks 2025-2027. aastaks 3,5%, sealt edasi 2,5%. Siinjuures tasub märkida, et Euroopa Keskpanga

prognoosid intressimääradeks euroalal on 2024. aastaks 2,6%, 2025 2,1% ja 2026 1,9% [32]. Määratud inflatsioonimäärasid kasutatakse:

- Elektri hinnas
- Elektri ostumarginaalis
- Taastuvenergiatasus
- Võrgutasus
- Elektriaktsiisis

Päikesepaneelidega kaasneb loomulik kulumine ja seekaudu vähenev väljundvõimsus. JA Solar JAM72S30-545 päikesepaneeli aastane maksimaalne väljundvõimsuse kadu on infolehe järgi keskmiselt 0,55% aastas kuni 25. tööaasta täitumiseni [14].

### **Tarbimisprognoos 2025. aastaks ehk trendi loomine mineviku andmete pealt.**

Prognoosi puhul tuleks hinnata samuti 24 tunni tarbimist, et mõista, millised hetked nõuavad kõige rohkem elektrienergiat. Vastavalt sellele saab planeerida päikeseelektriijaama asendit, et toodaks rohkem hommikusel või õhtusel ajal. Kui eesmärgiks on aasta lõikes toota maksimaalselt palju elektrienergiat, siis tuleb paigaldada päikeseelektriijaam otse lõunasse võimalikult optimaalse kaldenurgaga. Selline lähenemine on sobilik ka lahenduste puhul, kus on juures salvestus või tarbitakse kogu toodang kohapeal ära. Kui toodetavat energiat jääb üle tarbimisest ja ka võrku eksport on maksimaalselt ära kasutatud, saab seda energiat salvestada hilisemaks. Kui päikeseelektriijaam paigaldatakse näiteks ida ja lääne suunale, siis maksimaalne võimsus päeva keskel kahaneb. Teisest küljest toimub tootmine läbi päeva ühtlasemalt – päikese tõustes idast hakkab idasse suunatud päikesepaneel varem tööle ja õhtul päikese loojudes lõpetab läände suunatud paneel hiljem tootmise. Teatud juhtudel on kinnitustarvikud odavamad ida-lääne suunalistele süsteemidele, seega rahaliselt võib olla selline lahendus tasuv. Kui ida-lääne suunaliste süsteemidega katab paremini omatarbimist, siis väiksema tipuvõimsuse tõttu ei pruugi energiat kuigi palju salvestamiseks jätkuda. Seetõttu tuleks igat juhtumit käsitleda eraldi ja alati ei pruugi eelmainitud väited paika pidada.

Elektritarbimise prognoosi tegemiseks tuleb hinnata kolme viimase aasta tarbimist.

$$x_n = \frac{t_{2021} + t_{2022} + t_{2023}}{n} \quad (1.11)$$

Kus:  $x$  – keskmine väärtus

$t$  – elektrienergia tarbimine kWh

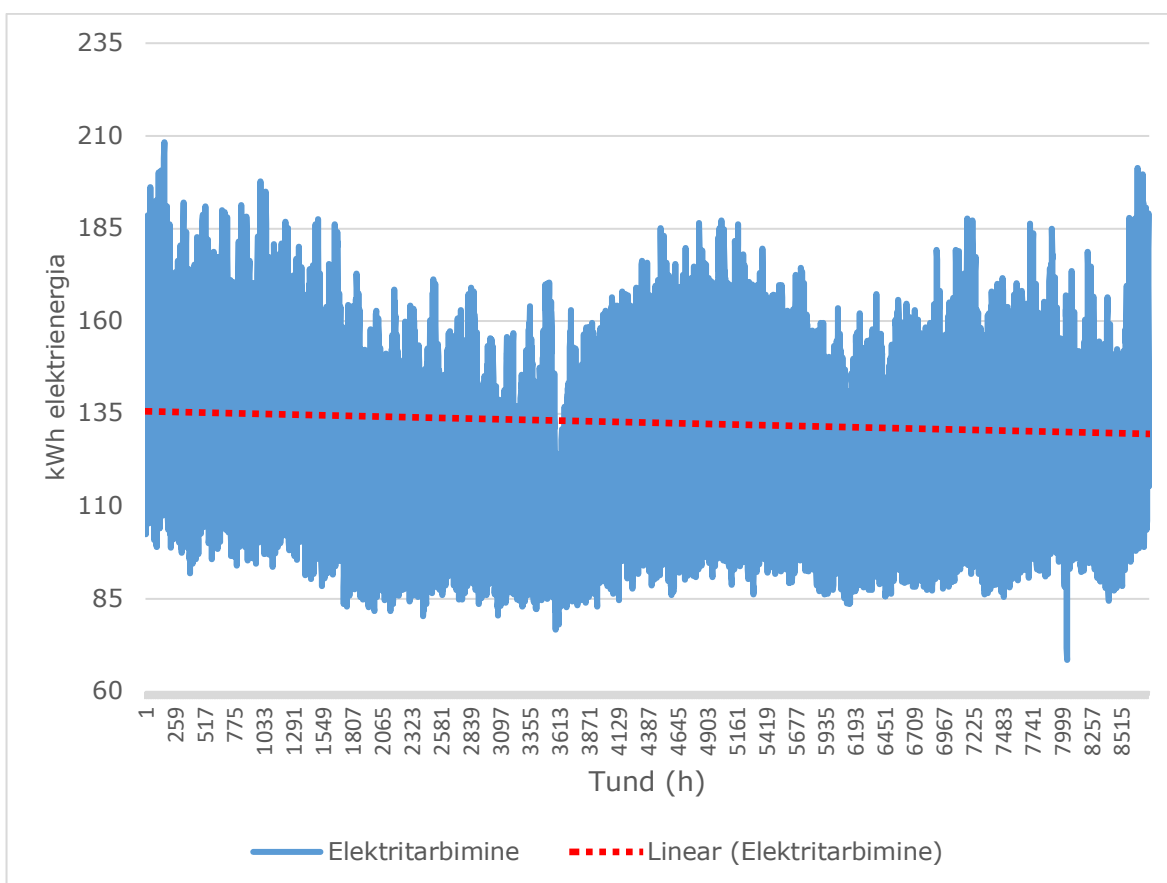
$n$  – perioodide arv

Kui arvutada kõiki kolme aasta esimese tunni kohta keskmine elektrienergia tarbimine, siis saab teha seda järgnevalt:

$$x_3 = \frac{111,9 + 125,8 + 106,1}{3} = 114,6 \text{ kWh}$$

Kiiruse ja lihtsuse huvides rakendatakse Excelis „Average” käsku ja valemisse kaasatakse kõigi kolme aasta sama perioodi tunnitarbimise väärtused. Nõnda genereeritakse 8760 tunni kohta keskmised väärtused, mille baasil saab luua BAU trendi ehk prognoos, mille eelduseks on tavapärane äritegevus ja ekstreemumitega, mis võivad väärtusi mõjutada, ei arvestata.

Prognoositava aastane elektritarbimine on 1162 MWh, mis teeb keskmiseks tunnitarbimise väärtuseks 132 kWh. Minimaalne tunnipõhine tarbimise kulu oleks 68,6 kWh ning maksimaalne 208 kWh. Seoses 2021. aasta kevadega ning arvestades selle ekstreemsusega, siis on 2021. aasta märts kuni mai andmed statistikast eemaldatud, et need ei mõjutaks tulevikuprognoose.



Joonis 1.27 Tavapärase äritegevuse elektritarbimise prognoos baseerudes 2021, 2022 ja 2023 andmetele

Tabel 1.7 Kokkuvõtlik tabel Puhkekeskuse elektritarbimisest aastate lõikes koos prognoosiga

	<b>Puhkekeskuse elektritarbimine, kWh</b>			
	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>Prognoos</b>
Jaanuar	122 080	113 094	93 658	109 611
Veebruar	101 556	99 896	83 361	94 938
Märts	70 241	105 170	85 952	95 561
Aprill	57 885	101 797	79 518	90 658
Mai	67 661	97 470	80 981	89 226
Juuni	106 441	96 985	75 024	92 817
Juuli	119 634	109 501	83 909	104 348
August	112 522	108 931	86 055	102 503
September	100 500	96 407	74 980	90 629
Oktoober	113 413	97 016	82 281	97 663
November	108 478	93 736	83 898	95 373
Detsember	116 293	92 304	86 798	98 370
Kokku	1 198 725	1 214 331	998 437	1 161 695

Standardhälbe on võimalik iseloomustada keskmisest väärtusest kõrvale kaldumist, ehk sellega saab hinnata tarbimisväärtuste stabiilsust – suvised ja talvised tarbimised võivad erineda väga palju ning see võib mõjutada päikeseelektrijaama/salvestuse valikut. Standardhälvet leitakse järgnevalt [33]:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{n}} \quad (1.12)$$

Kus: s – standardhälve

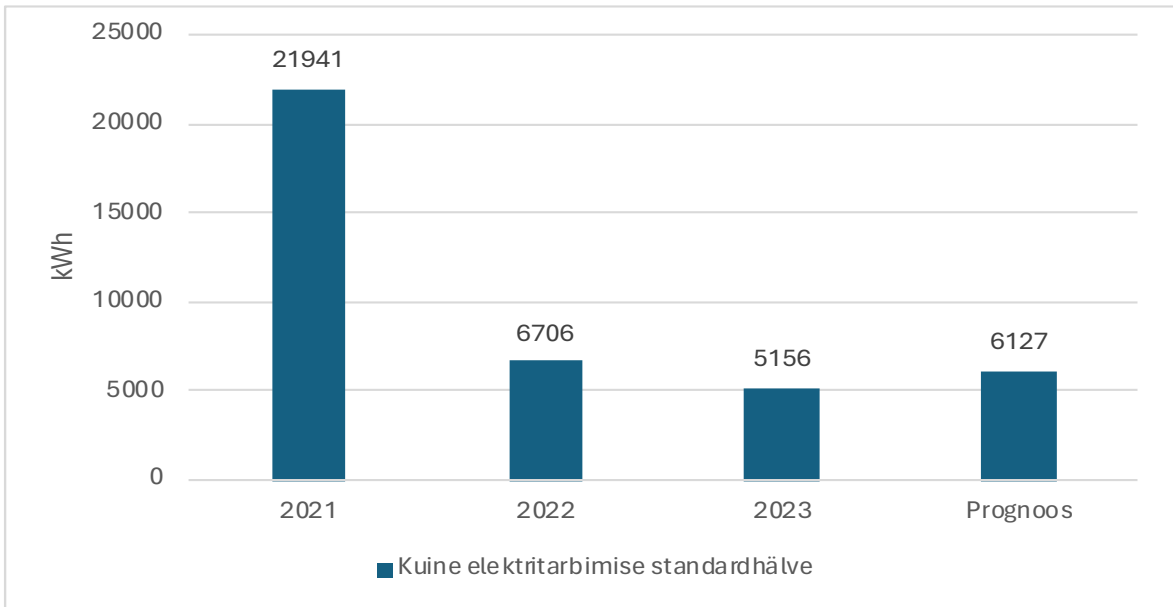
x – tunnuse väärtus

i – valimi number

m – keskmine väärtust

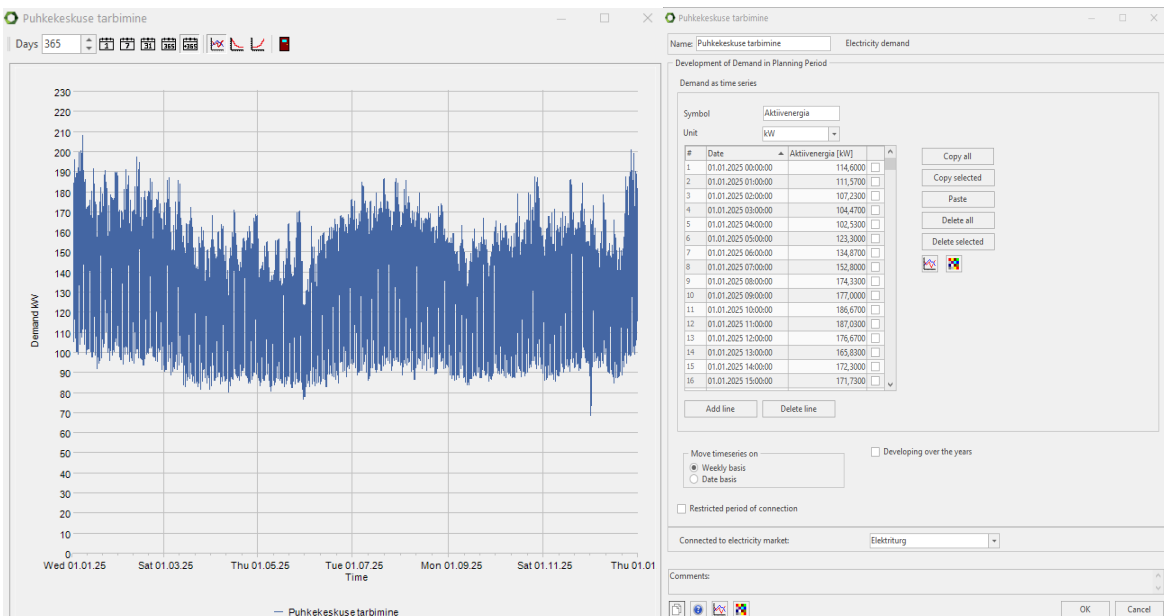
2021. aastal erines aastas kuutarbimine keskmiselt 21,9 MWh võrra, 2022. aastal oli see sama väärtus 6,7 MWh, 2023. aastal 5,1 MWh ning prognoosi kohaselt võiks olla tulevikus 6,1 MWh. Aastatega on muutunud elektritarbimine stabiilsemaks ja suuri erinevusi esineb vähem. Joonis 1.28 näitel saab järeldada, et tarbimisväärtuste erinevus

läbi kuude on väike ning süsteemi valikul ei pea tähelepanu pöörama talvise-suvise elektritarbimise erinevusele. Arvutust saab teostada samuti Excel programmis STDEV.



Joonis 1.28 Elektritarbimise standardhälve iseloomustab keskmist erinevust keskmisest kuisest elektritarbimisest

Tarbimisandmed on lisatud süsteemi aegridadena kogu aasta tundide kohta. Need on imporditud süsteemi kilovatt ühikuna ja samas seadistuses seotakse tarbimine börsihinnaga, mis loob esimesed eeldused simulatsiooni teostuseks – elektritarbimisele tekib rahaline väärtus. Lihtsustamiseks arvestatakse samasuguse tarbimisega tulevikuperioodides, sest teadmata on tuleviku juurdehituste mahud kui ka komponendid, mille tõttu võiks elektritarbimine väheneda.



Joonis 1.29 energyPRO kuvatõmmis tarbimisandmete lisamise kohta ning aastane tarbimisgraafik

## Liitumispunkti ja turutingimuste seadistamine (inglisk. Electricity Markets)

Liitumispunktiga seotud piirangud on järgmised:

- 15 kW eksport
- 277 kW import

Kuna tarbimissuunal on 400A peakaitse, siis on maksimaalne imporditav näivvõimsus 277 kVA, lihtsustamiseks  $\cos \theta = 1$  ehk imporditav aktiivvõimsus on 277 kW:

$$S = \sqrt{3} * I * U \quad (1.13)$$

Kus:  $S$  – näivvõimsus

$I$  – vool

$U$  – pinge

$$S = \sqrt{3} * 400 * 0,4 = 277 \text{ kVA}$$

$$\cos \theta = \frac{P}{S} \rightarrow P = S * \cos \theta \quad (1.14)$$

$$P = 277 * 1 = 277 \text{ kW}$$

Arvutusteks ja tulevikuproгноosideks tuleb siduda kalkulatsioonid eelnevalt määratud aegreaga „börsihind“, mida rakendatakse kõikide tulevikuperioodide simulatsioonides.

### Tulude ja kulude määramine.

Simulatsioonide tulusus on ülesse ehitatud selliselt, et esmalt vaadeldakse elektritarbimise üldkulu kokku. See hõlmab edasi järgmisi muutuvaid tegevuskulusid, millel on mõju rahavoogudele (inglisk. cash flow):

1. Elektri ostuks makstav marginaal
2. Elektri börsihind, mida makstakse konkreetsel tunnil MWh eest
3. Elektriaktsiis
4. Taastuvenergiatasu
5. Võrgutasud nii öösel kui päeval – arvestatakse elektri edastamise tasusid

Kuna amprite eest makstakse olenemata elektrienergia koguste muutustest, siis see ei kuulu muutuvkulude alla ja simulatsioonide teostamiseks pole vajalik.

Sellele järgneb simulatsioon, millele on juurde lisatud päikeseelektrijaam n võimsuses ning tulemustest saab näha, kui palju müüdi elektrienergiat võrku ning kui palju mõjutas päikeseelektrijaama toodang sisse ostetava elektrienergia kulubaasi. Lisades päikeseelektrijaama, lisandub tuluga seotud rida:

1. Elektri müük võrku



Opereerimisega seotud kuludesse lisandub järgmised kaks muutuvkulu:

1. Võrku müüdud elektri müügin marginaal
2. Taastuenergia süsteemi hoolduskulu toodetud MWh kohta

Seoses päikeseelektrijaama lisandumisega langeb elektriostule kuluv summa, mille suurusjärke hinnatakse antud töö simulatsiooni tulemuste analüüsis.

Peale päikeseelektrijaama lisandumist määratakse süsteemi erinevates suurustes salvestilahendusi, mis saavad rakendust kahel viisil:

1. Kui päikeseelektrijaama tootmisvõimsus on suurem kui tarbimisvõimsus, siis salvestatakse üle jääv elektrienergia salvestisse
2. Kontroller, mis juhib salvestit, otsib elektriturul võimalikult suurt hinnavahet (inglisk. price spread), ehk odavama elektrihinnaga ajal salvestada energiat salvestisse ning kallima elektrihinnaga ajal vabastada energia puhkekeskuse elektri omatarbe katmiseks

Sealjuures arvestab simulatsioon liitumispunktiga seotud piiranguid, mis tähendab, et võrku ei müüda rohkem elektrienergiat, kui 15 kWh ühes tunnis ning võrgust ei võeta akude laadimiseks rohkem elektrienergiat, kui on vaba ressursi. Aktiivvõimsuse jagunemine toimub järgmiselt:

$$P_{salvestisse} = P_{liitumispunkt} - P_{omatarve} \quad (1.15)$$

Näiteks kui puhkekeskuse omatarve on 100 kW hetkelist aktiivvõimsust, siis lubatakse salvestisse suunata 177 kW, seda eeldusel, et salvesti laadimisvõimsus seda lubab:

$$P_{salvestisse} = 277 - 100 = 177 \text{ kW}$$

Seoses puhkekeskuse valmidusega investeerida projekti kuni 500 000 € (ilma käibemaksuta), ei teostata päikeseelektrijaamade simulatsioone suuremate salvestitega kui 600 kWh, millesse investeringud võivad kasvada üle antud eelarve.

Tabel 1.9 on kajastatud stsenaariumid, mida selles lõputöös simuleeritakse. Referents simulatsioon on ainult tarbimisega seotud kulubaasi hindamine, iga järgnev simulatsioon hakkab mõjutama kulubaasi ning tulemusi/järeldusi tehakse vastavas peatükis. Simulatsioon 1 presenteerib väiksema võimsusega päikeseelektrijaama, kus toodang kulub 99% ulatuses omatarbeks. Simulatsioonid 2-5 käsitlevad olukorda, kus Lehe 3 on maksimaalselt paneele täis. Simulatsioon 6-8 käsitleb olukorda, kus Lehe 3 kinnistu päikeseelektrijaamale investeeritakse lisaks vähemalt 87 kW kas Öru või Looduspargi kinnistule (kokku 453 kW), salvesti võimsuseks 200 kW ja mahutavus vastavalt 400 ja 600 kWh.

Tabel 1.8 Simulatsioonide valim – tarbimine on igal ajahetkel 1162 MWh

<b>Simulatsioon</b>	<b>PV võimsus, kWp</b>	<b>Salvesti võimsus, kW</b>	<b>Salvesti mahutavus, kWh</b>
Sim 0 (referents)	-	-	-
Sim 1	244	-	-
Sim 2	366	-	-
Sim 3	366	100	200
Sim 4	366	200	400
Sim 5	366	200	600
Sim 6	453	-	-
Sim 7	453	200	400
Sim 8	453	200	600

Simulatsioonide teostamise periood on 25 aastat. Kokku teostati 1 971 000 tundi simulatsiooni, mille puhul võttis ühekordne tulemuste genereerimine aega 45 minutit.

### **1.6.1 Tasuvuskalkulatsioon**

Tasuvuskalkulatsioonide teostamiseks kasutatakse Solar4you OÜ tasuvuskalkulatsiooni mudelit Exceli baasil [34], kuvatõmmis mudelist on välja toodud Lisa 12. Stsenariumite täielikud tasuvuskalkulatsioonid on toodud välja Lisa 13. Summasid presenteeritakse kõikidel juhtudel käibemaksuta.

Tasuvuskalkulatsioonide teostuseks tuleb panna paika lähtetingimused nüüdispuhasväärtuse (inglisk. NPV - net present value) ja projekti sisemise tasuvusmäära (inglisk. IRR - internal rate of return) arvutamiseks.

Lähtume puhkekeskuse esindaja infost, et projekti teostatakse laenukapitali abil, mis tähendab, et projekti peab panustama 30% määral omakapitaliga. Omakapitalil on oodatav tootluse protsent ning laenul intressimäär – nende kahe koosmõjul arvutatakse kapitali kaalutud keskmine hind (inglisk. WACC – weighted average cost of capital).

Nüüdispuhasväärtuse (NPV) arvutamine annab investorile arusaama, kas antud projektiga seotud väljaminekud ja sissetulekud, arvestades diskontomäära, on tänases hetkes kasumlik või kahjumlik. Diskontomäär esindab intressi, mida teeniks investor mujale investeerides ning kui NPV tulemus on 0 või positiivne, siis tähendab see investori jaoks suuremat tulu kui alternatiivne investering diskontomääraga projekti. Diskontomääraks saab valida kapitali kaalutud keskmise hinna, ehk kui investor kasutab

laenukapitali, millel on  $n$  % intress ja ka omakapitali, millel on oodatav tulususe määr, siis saab leida nende kahe kaalutud suhte ning tulemuseks on kapitali keskmine hind.

WACC leitakse järgmiselt:

$$r_{WACC} = \left( \frac{E}{E+D} * r_e \right) + \left( \frac{D}{E+D} * r_d \right) \quad (1.16)$$

Kus:  $E$  – omakapitali kogus, €

$D$  – laenu kogus, €

$r_e$  – omakapitali oodatud tootlus, %

$r_d$  – laenukapitali intress, %

NPV leitakse järgmiselt:

$$NPV = -C_0 + \sum_{i=1}^t \frac{C_i}{(1+r)^i} \quad (1.17)$$

Kus:  $C_0$  – algne investeering, €

$r$  – diskontomäär (näiteks WACC), %

$t$  – perioodide arv, aasta

IRR ehk projekti sisemine tasuvusmäär on vajalik hindamiseks projektiga seotud oodatavat tulusust. Selle tulemus näitab ära projekti tulususe piiri, ehk mis hetkel muutub NPV väärtus 0, mis on absoluutne miinimum tulemus projekti investeerimiseks. Sel hetkel on projekti tuleviku diskonteeritud tulud ja kulud võrdsed ja projekti investeerimist tasub kaaluda, kui see on suurem kui määratud diskontomäär. IRR leitakse järgnevalt (sarnane NPV valemiga):

$$0 = -C_0 + \sum_{i=1}^t \frac{C_i}{(1+IRR)^i} \quad (1.18)$$

Kus:  $C_0$  – algne investeering, €

$t$  – perioodide arv, aasta

Projektiga seotud rahavood on välja arvatud iga stsenaariumi kohta eraldi ja need on kajastatud Lisa 2-10. Sealt võetakse 2025-2049 rahaline sääst ja kantakse sisse tasuvuskalkulatsiooni mudelisse [34].

Järgmisena arvutatakse eritootlus salvesti kohta, mis annab parema arusaama salvestist saadava kasu kohta – see on vajalik teiste stsenaariumite tulemuste võrdlemiseks, et mõista suurema salvesti rahalist mõju rahalisele säästule. Salvesti

eritootluse ühikuks on € / kWh, ehk salvesti rahaline sääst jagatakse salvesti nominaalse mahutavusega

$$\text{salvesti eritootlus} = \frac{\text{rahaline sääst salvesti pealt, €}}{\text{salvesti nominaal mahutavus, kWh}} \quad (1.19)$$

Sellest tulemusest saab järeldada, et üks kWh tagab aastas rahalist kasu n € - rahaline kasu saavutatakse mitut moodi, olgu selleks päikeseenergiaga laadimine ja kallil hetkel võrku müümine/omatarbeks hoidmine, võrgust laadimine odava elektri hinnaga ajal ja kasutamine elektri omatarbe katteks kallimal ajal. Talvisel ajal on viimane variant oluline, sest suurt toodangut päikeseelektrijaamast ei tule, mistõttu ei teki toodangus ülejääki, mida sinna salvestada. Saadud tulemuse saab jagada 12 kuu vahel ära, et tekiks umbkaudne arusaam, kui suurt rahalist kasu on salvestist oodata ühe kuus.

Lihtsustatult arvutatakse päikeseelektrijaama tootmishind järgnevalt:

$$LCOE_{PEJ} = \frac{\text{investeering} + 25 \text{ aasta jooksul tekkinud kulud, €}}{25 \text{ aasta jooksul toodetud MWh}} \quad (1.20)$$

Lihtsustatult arvutatakse salvestuse MWh omahind järgnevalt:

$$LCOE_{\text{salvestus}} = \frac{\text{investeering, €}}{5000 \text{ tsükli jooksul salvestatud MWh}} \quad (1.21)$$

Puhkekeskuse esindaja jagas investeeringuks olulisi detaile – omaniku ootus on teenida omakapitalilt vähemalt 10% tulu ning laenu intress võiks jääda 5,5% aastas koos Euriboriga. Seoses Euribori langemisega lähitulevikus ja eelduslikult jäädes püsima 2% juurde, võiks sealjuures panga marginaal olla 3,5% aastas. Näiteks investeeringul, millest 70% on laenukapital ja 30% omakapital, on kaalutud keskmine kapitali hind 6,85%, mida saab rakendada diskontomäärana

Tabel 1.9 Tasuvusarvutuseks vajalikud tegurid kapitali kalliduse hindamiseks ning laenumaksete määramiseks

Soovitav omakapitali tootlus, %	10%
Laenu intressimäär (sh. Euribor), %	5,5%
Laenu periood, aasta	10

Energeetika valdkonnas on kombeks võrrelda päikesepaneelide ja terviklahenduste hindu € / vatt või € / kilovatt. Seetõttu on stsenaariumitele vormistatud detailsed hinnapakumised ning tuletatud kilovati hind. Selleks tuleb investeeringu summa jagada päikesepaneelide võimsusega, tulemused on näha tabelis 2.12.

Tasuvuskalkulatsioonis on arvestatud järgmiste seadmete vahetustega:

- inverterite vahetusega on arvestatud kaks korda
- salvesti vahetusega vastavalt tsüklite arvule kaks või kolm korda

Inverterite puhul on arvestatud toote ja teenuse kallinemisega ajas, salvesti puhul on lihtsustatult arvestatud sama investeeringu hind igal aja perioodil – tehnoloogia odavneb, kuid samas mõjutab hinda ka üldine raha väärtuse kahanemine.

Tasuvuskalkulatsioonideks on Solar4you OÜ poolt koostatud kaheksa erinevat hinnapakumist ning nende maksumused on kokkuvõtvalt toodud välja tabelis 1.10.

Tabel 1.10 Stsenaariumite hinnapakumistest tuletatud

<b>Stsenaarium</b>	<b>€/kW (DC võimsus)</b>	<b>Maksumus KM-ta, €</b>
1	579	141 259
2	561	205 402
3	810	296 377
4	1020	373 377
5	1231	450 377
6	576	261 144
7	947	429 119
8	1117	506 119

## 2 SIMULATSIOONIDE TULEMUSED JA ANALÜÜS

Käesolevas peatükis kirjeldatakse ja analüüsitakse energyPRO simulatsioonide tulemusi, mis on sisendiks omakorda tasuvusanalüüsi peatükile. Arvutuste aluseks on põhimõte, kus võrreldakse käsitletava stsenaariumi rahalisi tulemusi baas-stsenaariumiga. Lisad 2-10 kajastavad simulatsioonide elektriostuga seotud rahavoogude tabeleid, antud peatükis kajastatakse rahalisi tulemusi kokkuvõtvalt.

Simulatsioon 0 (referents) on baas-stsenaarium, kus on ainult elektritarbimine. Simulatsioon 1-8 hakkab võrdlema tulemusi referents simulatsiooniga ning selle kaudu tuletatakse saadav kasu.

Tabel 2.1 Näide rahalise säästu kalkuleerimise kohta

<b>Simulatsioon</b>	<b>Rahavood kokku</b>	<b>Rahaline sääst</b>
	€	€
SIM 0	-100 000	-
SIM 1	-80 000	20 000

Kui simulatsioon 0 on kuludega seotud rahavoog -100 000 € ja teises simulatsioon on uutel tingimustel välja mineva raha summa -80 000 €, siis on uute tingimuste tõttu hoitud kokku 20 000 €. Simulatsioon on ülesse ehitatud sellisena, sest antud projektis kulub suur osa toodetud elektrist omatarbeks ära ning võrgu suunal ei müüda palju energiat – seetõttu hinnatakse selles projektis puhkekeskusele kulude vähenemist läbi erinevate taastuvenergia lahenduste. Veidi müüakse elektrit ka võrku kõikide stsenaariumite puhul, kuid selle mõju tulemustele ei ole märkimisväärne 15 kW eksport piirangu tõttu.

Tulemuste peatükis käsitletakse aastaid 2025-2030 (ülejäanud aastad on välja toodud Lisades), sest need näitavad ära perspektiivi rahalist säästu või tulu teenida. Et tekiks parem arusaam, kui palju rahaline kasu on kasvanud, siis võrreldakse käsitletava stsenaariumi tulemust eelneva stsenaariumiga. Lisaks võrreldakse investeeringute suuruseid.

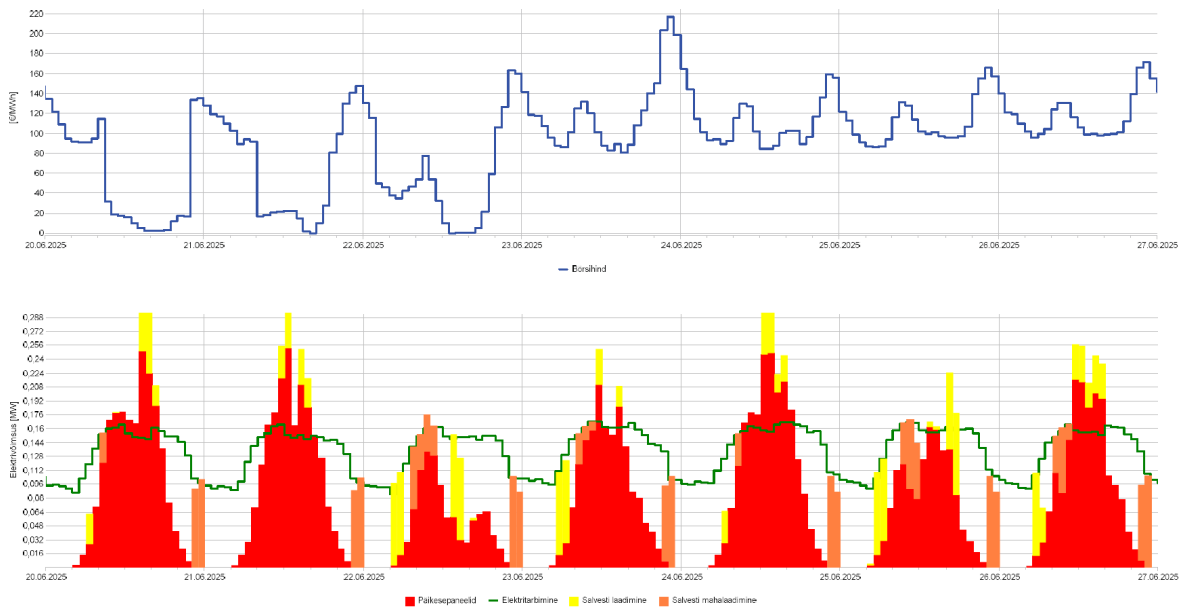
Graafilised joonised esitatakse kolme perioodi kohta:

- Terve aasta
- Nädal alates 1. juuni
- Nädal alates 1. detsember

Terve aasta kohta näeb trendid ära, juuni graafik näitab, kuidas päikesepaneelid ja salvestus käituvad tipphooajal. Detsembri nädalaga näeb päikesepaneelide/salvestuse

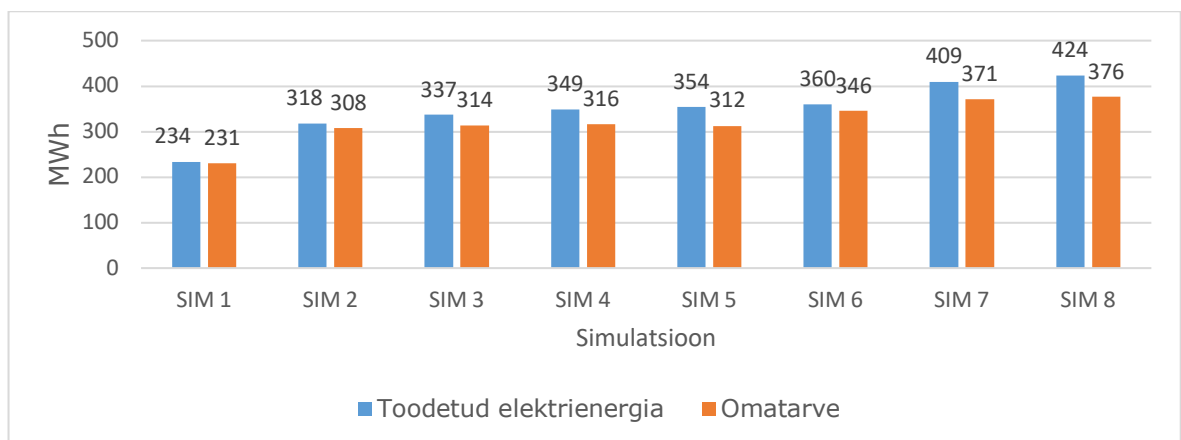
käitumise talvisel ajal, kui päike ei paista intensiivselt. Graafikute Y-teljel on elektrivõimsus (MW), X-teljel aeg (kuupäev).

Selgituseks on joonisel 2.1 näha nädalane graafik, kuidas salvesti laeb end madalama elektrihinnaga ajal ning kasutab salvestis olevat elektrienergiat kallima elektrihinnaga ajal. Joonise ülemises osas on graafik sinise joonega, mis näitab elektri börsihinda. Alumisel graafikul punane näitab päikeseelektrijaama toodangut, kollane salvesti täis laadimist, oranž tähistab salvesti mahalaadimist. Mudel arvestab ka imporditava võimsuse piiranguga.



Joonis 2.1 Salvestuse toimimise loogika nädalasel graafikul energyPRO keskkonnas

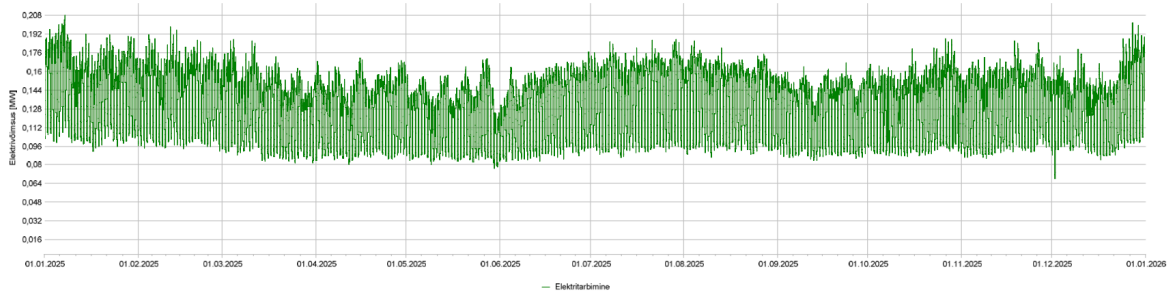
Joonisel 2.2 on näidatud päikeseelektrijaamade toodangut sinisena ning kõrval oranžiga omatarve sellest. Tulemustest on näha, kuidas süsteemi võimsamaks muutmisel hakkab omatarve osakaal langema – rohkem on võrku müüki, mis ei ole enamasti nii tulus tegevus kui omatarbe katmine.



Joonis 2.2 Simulatsioonide esimese aasta kogutodang ja omatarve osakaal

## 2.1 Stsenaarium 0

Esimese simulatsioon (null) sisaldab ainult kahte komponenti - elektritarbimine ja elektriturg. Elektri hindu mõjutab iga aastane indeksiga ette antud inflatsioonimäär.



Joonis 2.3 Elektritarbimine ühes aastas

Simulatsiooni tulemustest on näha, kuidas sarnase tarbimisega kasvab sellegipoolest rahaline väljaminek elektriarvete teenindamiseks. See on seotud punktis 1.6 esitatud kulumääradega, mida mõjutab määratud inflatsioon. Näiteks 2006. aastal oli rekordkõrge elektritarbimine – 1587 MWh, mille kogukulu oli ümardatult 75 000 €, 2023. aastal oli 996 MWh elektritarbega kogukulu 160 000 €. 2025 aasta elektrikulu prognoos on ~150 000 €, 2030 aastal ~172 500 €. Referents stsenaariumis investeeringuid ei tehtud ja elektritootmisega seotud parameetreid ei ole.

Tabel 2.2 Puhkekeskuse elektritarbimise prognoos koos rahavoogudega kuni 2030

Aasta	Elektritarbimine [MWh]	Rahavood kokku €
2025	1161,81	-149 632
2026	1160,35	-153 571
2027	1162,04	-160 437
2028	1165,32	-164 253
2029	1161,79	-168 318
2030	1161,70	-172 548

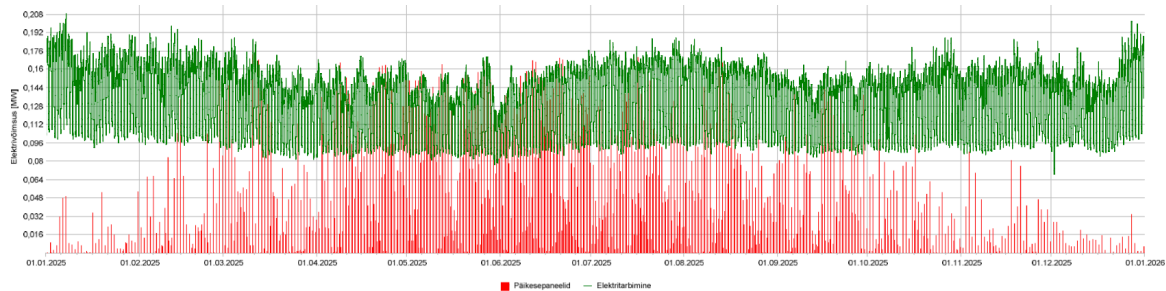
Tabel 2.3 Stsenaarium 0 kokkuvõtlikud tulemused erinevate parameetrite kohta esimesel aastal

Parameeter	Ühik	SIM 0
Toodetud elektrienergia	MWh	-
PEJ eritootlus	kWh/kW	-
Elektritarbimine	MWh/	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	-
Imporditud elektrienergia	MWh	1162



## 2.2 Stsenaarium 1

Simulatsioon 1 tulemus on päikeseelektrijaama lahendus, mille kogu toodang läheks omatarbe katmiseks ning süsteemi väljundvõimsust ei piirataks liitumispunkti piirangu tõttu. Tulemus leiti iteratsioonide teel. Kõigepealt tuli süsteemil võtta maha liitumispunkti piirangud ja võrrelda toodanguks saadud tulemust stsenaariumiga, kus on 15 kW eksport piirang. Tulemused olid võrdväärised kui PV-süsteemi võimsuseks pandi 244 kW. Joonisel 2.4 on näha aastane tootmise ja tarbimise graafik.



Joonis 2.4 Esimese stsenaariumi aastane elektritootmise ja elektritarbimise graafik



Joonis 2.5 Esimese stsenaariumi nädalane elektritootmise ja elektritarbimise graafik alates 1. juuni (ülemine) ja 1. detsember (alumine)

244 kW päikeseelektrijaama elektritoodanguks võiks aastas olla  $\sim 233$  MWh, mis tagab minimaalse võrku müügi ja ligilähedalt maksimaalse omatarbe osakaalu. Ehituse hinna optimeerimiseks tuleb mõelda inverterite koormamise peale ja raamide samm peaks klappima, et ehitus oleks piisavalt standardne (mõjutab paigalduse hinda). Sobilik lahendus on 200 kW invertereid. Aastane omatarve on ümardatult 99% ning tagab olukorra, kus toodetud energia kasutatakse kohapeal tarbimiseks ära ning läbi selle säästetakse võrgutasude ja muude tariifide pealt.

Aastane rahaline sääst on esimesel tootmisega seotud aastal umbes 25 000 eurot ning päikeseelektrijaama eritootlus 957 kWh/kW. See summa tuleneb elektriostu säästust – võrgust jäetakse 25 000 euro väärtuses elektrienergia ostmata (sh. võrgutasud, elektri hind ja muud tasud). Tabel 2.4 tutvustab esimese simulatsiooni rahalist kasu.

Tabel 2.4 Esimese simulatsiooni võrdlustabel kuni 2030

	<b>SIM 0</b>	<b>SIM 1</b>
	<b>Investeeringu suurus, €</b>	
	-	141 259
<b>Aasta</b>	<b>Rahavoog, €</b>	
2025	-	25 353
2026	-	27 486
2027	-	29 783
2028	-	30 052
2029	-	30 964
2030	-	31 845

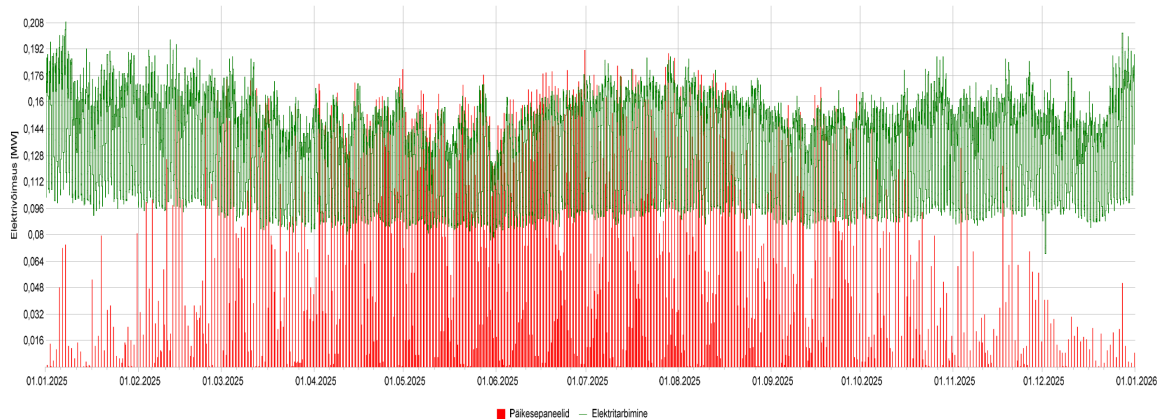
Tulemustest on näha, et aastased elektritootmise numbrid ei varieeru kuigi palju, osalt on see oodatav tulemus, teisalt ei peegeldu tulemustest iga-aastast kulumist. Üks põhjendus võib olla, et süsteemi arvestab loomuliku variatsiooniga, et mõni aasta toodetakse rohkem elektrienergiat, teine aasta jälle vähem ja võetakse keskmine väärtus. Näide Eesti ühest 65 kW päikeseelektrijaamast Viljandi lähedal, mille aastane toodang 2022. aastal oli 68 MWh, 2023. aastal 63 MWh – esimesel juhul on eritootluseks 1046 kWh/kW, teisel juhul 969 kWh/kW [35].

Tabel 2.5 Stsenaarium 1 kokkuvõtlikud tulemused erinevate parameetrite kohta esimesel aastal

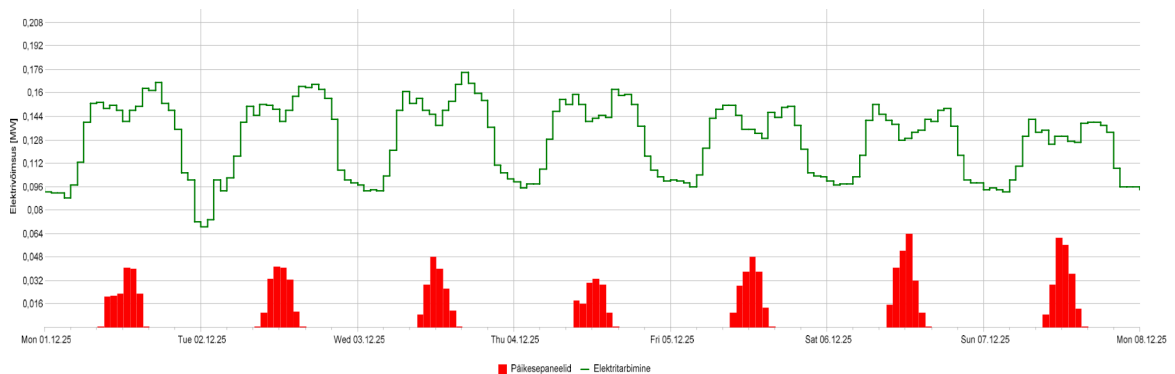
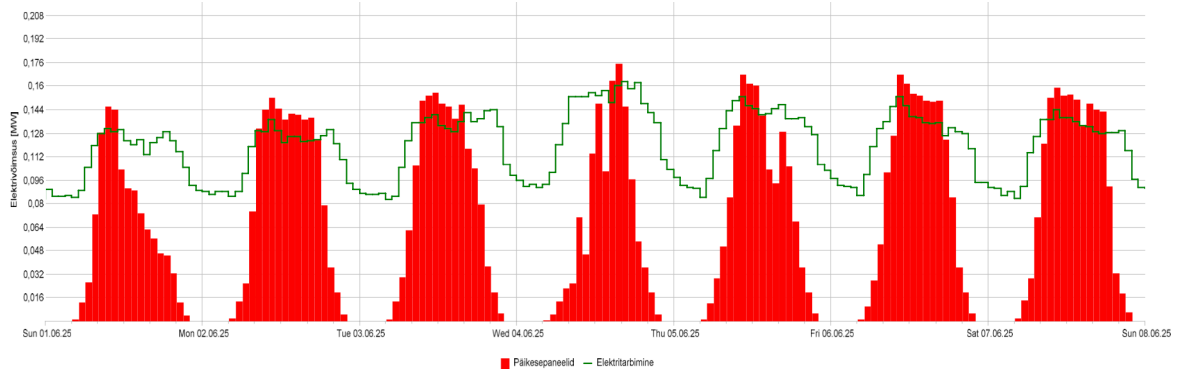
<b>Parameeter</b>	<b>Ühik</b>	<b>SIM 1</b>
Toodetud elektrienergia	MWh	234
PEJ eritootlus	kWh/kW	957
Elektritarbimine	MWh/	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	3
Imporditud elektrienergia	MWh	931
Elektrienergia omatarve	MWh	231
Omatarbe osakaal toodangust	%	99
Investeeringu suurus	€	141 259
kW hind	€	579
Rahaline sääst*	€	25 353

## 2.3 Stsenaarium 2

Teine stsenaarium sisaldab samu komponente nagu esimene stsenaarium, päikeseelektrijaama võimsus tõstetakse 366 kW peale. Tegemist on maksimaalse päikeseelektrijaama võimsusega, mis Lehe 3 kinnistule mahub. Jooniselt 2.6 on näha, kuidas päikeseelektrijaam suudab katta tarbimist kevadest kuni sügiseni, muul ajal jääb võimsusest puudu. Samal hetkel on elektrijaam sunnitud väljundvõimsust piirama, joonisel 2.7 suvisel graafikul on näha tarbimisest kõrgemaid tippe mitmel päeval.



Joonis 2.6 Teise stsenaariumi aastane elektritootmise ja elektritarbimise graafik



Joonis 2.7 Teise stsenaariumi nädalane elektritootmise ja elektritarbimise graafik alates 1. juuni (ülemine) ja 1. detsember (alumine)

Rahaline sääst on esimesel tootmise aastal peaaegu 35 000 €, mis on järgmistel aastatel mõjutatud elektrihinna kasvust loomuliku inflatsiooni kaudu. Kuigi

investeeringumaksumus on tõusnud umbes 45%, siis rahaline kasu ei kasva nii tugevalt – esimesel aastal on see üle 37% suurem võrreldes esimese simulatsiooniga. Aastane toodang on umbes 318 MWh, ilma 15 kW piiranguta toodaks sama päikesejaam 348 MWh.

Tabel 2.6 Teise simulatsiooni võrdlustabel kuni 2030

	<b>SIM 1</b>	<b>SIM 2</b>	<b>Kasv</b>
	<b>Investeeringu suurus, €</b>		<b>%</b>
	141 259	205 402	45,41
<b>Aasta</b>	<b>Rahavoog, €</b>		<b>%</b>
2025	25 353	34 883	37,59
2026	27 486	37 285	35,65
2027	29 783	39 580	32,89
2028	30 052	40 135	33,55
2029	30 964	41 326	33,46
2030	31 845	42 501	33,46

Päikeseelektrijaama eritootlus on ~10% väiksem, sest inverterid peavad väljundvõimsust piirama. Elektri omatarbe osakaal on hakanud langema ning võrku müük kasvanud 10 MWh.

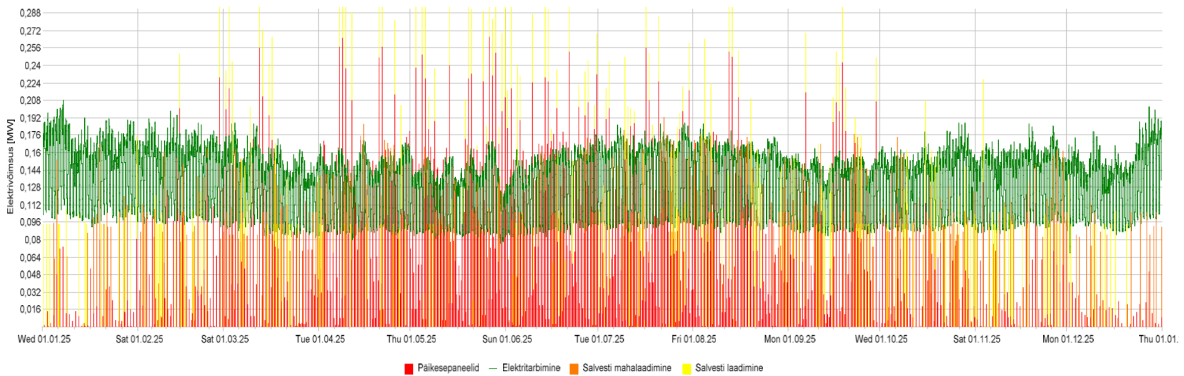
Tabel 2.7 Stsenaarium 2 kokkuvõtlikud tulemused erinevate parameetrite kohta esimesel aastal

<b>Parameeter</b>	<b>Ühik</b>	<b>SIM 2</b>
Toodetud elektrienergia	MWh	318
PEJ eritootlus	kWh/kW	869
Elektritarbimine	MWh/	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	10
Imporditud elektrienergia	MWh	854
Elektrienergia omatarve	MWh	308
Omatarbe osakaal toodangust	%	97
Investeeringu suurus	€	205 402
kW hind	€	561
Rahaline sääst*	€	34 883
*Rahaline sääst salvesti pealt	€	-
Salvesti eritootlus	€/kWh	-
Salvesti tsüklid	tk	-

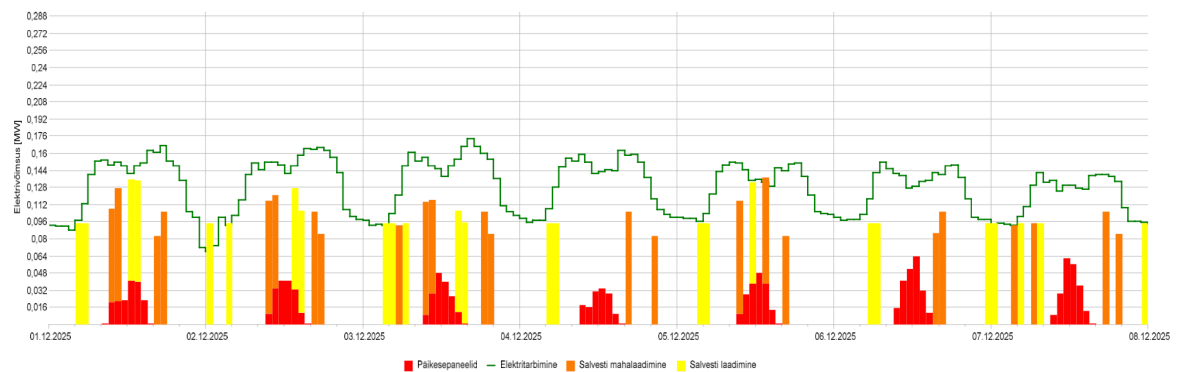
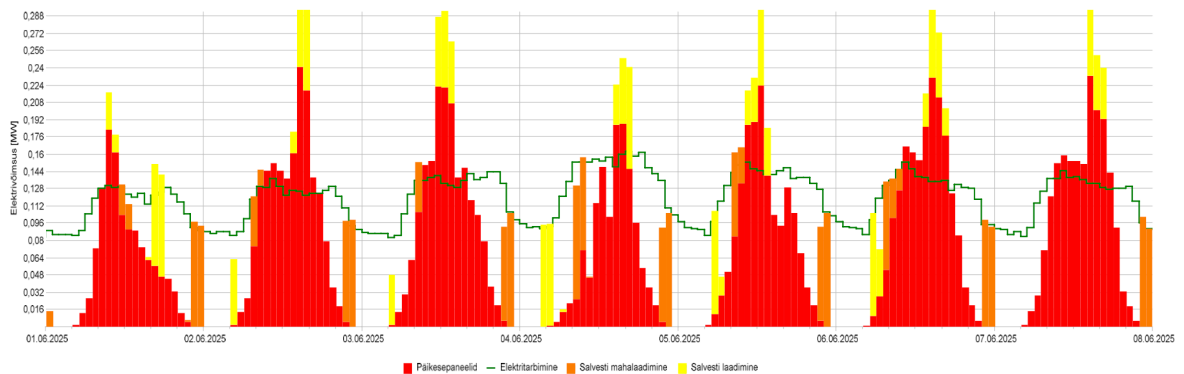
## 2.4 Stsenaarium 3

Stsenaarium 3 on jätk eelmisele stsenaariumile ning mudelisse sisestatakse salvesti võimsusega 100 kW ja 200 kWh mahutavusega. Kuna salvestitel on määratud kasutatav mahutavus (96,5% Huawei 200 kWh järgi), siis on mudelis rakendatud seda.

Joonisele 2.8 on lisandunud kollane ja oranž, mis illustreerib salvesti laadimist ja mahalaadimist. Visuaalselt on näha, et võrreldes teise stsenaariumiga on hetki rohkem, kus salvesti aitab katta tarbimist ja lubab päikeseelektrijaamal oluliselt rohkem toota kui on tarbimine.



Joonis 2.8 Kolmanda stsenaariumi aastane elektritootmise ja elektritarbimise graafik



Joonis 2.9 Kolmanda stsenaariumi nädalane elektritootmise ja elektritarbimise graafik alates 1. juuni (ülemine) ja 1. detsember (alumine)

2025. aastal oleks saadav sääst väärtuses veidi üle 45 000 €, sealhulgas on salvesti antav kasu üle 10 300 €. Salvesti tingitav rahaline sääst võetakse järgmiselt: stsenaarium 3 rahalisest säästust lahutatakse stsenaarium 2 sama perioodi rahaline sääst – nende kahe simulatsiooni vahe on ainult salvesti, mistõttu saab tuletada ainult salvestilt saadava rahalise kasu.

Tabel 2.8 toodud tulemuste pealt on näha, kuidas investering muutub salvestuse tõttu üle 44% kallimaks, kuid rahaline kasu kasvab veidi alla 30%.

Tabel 2.8 Kolmanda simulatsiooni võrdlustabel kuni 2030

	<b>SIM 2</b>	<b>SIM 3</b>	<b>Kasv</b>
	<b>Investeeringu suurus, €</b>		<b>%</b>
	205 402	296 377	44,29
<b>Aasta</b>	<b>Rahavoog, €</b>		<b>%</b>
2025	34 883	45 226	29,65
2026	37 285	47 853	28,34
2027	39 580	50 584	27,80
2028	40 135	51 342	27,92
2029	41 326	52 799	27,76
2030	42 501	54 127	27,35

Päikeseelektrijaama eritootluse number on tuntavalt kasvanud ca 920 kWh/kW peale, mis annab aimu, et PEJ on võimeline ühe kilovati võimsuse kohta rohkem kWh tootma võrreldes 2. stsenaariumiga – see on oodatav tulemus. Tabel 2.9 on näha, et aastane elektri eksport ega import ei ole kasvanud, toodetud elektrienergia suunatakse valdavalt salvestisse ja seetõttu tõuseb absoluutväärtustes omatarve.

Salvesti eritootluse on 2025. aastal 51,71 €/kWh. Üks kWh salvestust toodab rahalist kasu veidi ca 4,3 € ühes kuus, 200 kWh salvestuse puhul on 860 eurot.

Salvestuse puhul tuleb jälgida ka täistsükli arvu (1 tsükel võrdub täis-ja mahalaadimine), mida ühes mõõdetavas perioodid kasutatakse, antud juhul on perioodiks üks kalendriaasta ning 2025. aasta tulemuseks on ~649 täistsükli. See teeb keskmiselt 1,78 tsükli ööpäevas. Selle tulemusena saabub tehase poolt määratud eluea lõpp peaaegu 8. aastal. Kuigi toote garantiaeg saab läbi, siis salvestust on võimalik edasi kasutada väiksema mahuga.

Tabel 2.9 Stsenaarium 3 kokkuvõtlikud tulemused erinevate parameetrite kohta esimesel aastal

Parameeter	Ühik	SIM 3
Toodetud elektrienergia	MWh	337
PEJ eritootlus	kWh/kW	920
Elektritarbimine	MWh/	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	10
Imporditud elektrienergia	MWh	848
Elektrienergia omatarve	MWh	314
Omatarbe osakaal toodangust	%	93
Investeeringu suurus	€	296 377
kW hind	€	810
Rahaline sääst*	€	45 226
*Rahaline sääst salvesti pealt	€	10 343
Salvesti eritootlus	€/kWh	52
Salvesti tsüklid	tk	649

Detailsemad tulemused on kajastatud Lisa 5.

## 2.5 Stsenaarium 4

Neljanda stsenaariumi puhul kasvab salvesti võimsus 200 kW-ni ja mahutavus 400 kWh-ni.

Joonis 2.10 peal on näha, kuidas suurema salvestiga toimub intensiivsemalt tarbimise katmist kui ka täisvõimsusel tootmist. See näitab, et salvestis on piisavalt vaba ressursi toodangut vastu võtta ning elektritootmist ei pea nii palju piirama.



Joonis 2.10 Neljanda stsenaariumi aastane elektritootmise ja elektritarbimise graafik



Joonis 2.11 Neljanda stsenaariumi nädalane elektritootmise ja elektritarbimise graafik alates 1. juuni (ülemine) ja 1. detsember (alumine)

Rahaline sääst on esimesel aastal peaaegu 53 000 eurot, millest salvestuse osa on ca 18 000 €. Järgnevatel aastatel on see kasvamas eelmainitud indeksite tõttu, mis mõjutavad kõiki kulude ja tuludega seotud määrasid. Sellega seonduvalt on neljas stsenaarium esimene simulatsioon, kus 2025. aastal langeb elektriostuga seonduv negatiivne rahavoog alla 100 000 euro. See tähendab, et puhkekeskusel jääb peaaegu 53 000 eurot rohkem rahalisi vahendeid kassasse edendamaks ettevõtte põhitegevust.

Tabel 2.10 Neljanda simulatsiooni võrdlustabel kuni 2030

	<b>SIM 3</b>	<b>SIM 4</b>	<b>Kasv</b>
	<b>Investeeringu suurus, €</b>		<b>%</b>
	296 377	373 377	25,98
<b>Aasta</b>	<b>Rahavoog, €</b>		<b>%</b>
2025	45 226	52 798	16,74
2026	47 853	55 580	16,15
2027	50 584	58 787	16,22
2028	51 342	59 635	16,15
2029	52 799	61 216	15,94
2030	54 127	62 768	15,96



Tabelis 2.11 kajastatud tulemustest on näha elektritootmise kasvu ~3,6% ulatuses, mis näitab, et ka eelmise stsenaariumi 200 kWh salvestuse puhul oli tunde, millal peab piirama päikeseelektrijaama väljundvõimsust. 400 kWh salvestiga on näha kõrgemaid PEJ eritootluse numbreid.

Elektri võrku müügi puhul on näha kasvu, kuid arvutuslikult ei ole elektrienergia omatarve kuigi palju kasvanud – elektritarbimisest lahutatakse imporditud elektrienergia kogus ja tulemuseks saadakse omatarve. Oluline on meeles pidada, et imporditud energia ei arvestata võrgust ostetud elektrienergia, millega laetakse salvesti. Tulemused näitavad reaalselt omatarvet. Analüüsi mõistes ei ole oma otseselt enam oluline, sest olulisem tulemus on rahaline kasu, mida terve taastuenergia lahendus või salvesti puhkekeskusele annab.

Salvesti eritootluse ridadelt on näha, et salvesti teenitav kasu kWh kohta on langenud ~13% tasemele 44,79 €/kWh – ühes kuus teeb see keskmiselt 3,73€ kWh kohta. Samas on salvestusega seotud tsüklite arv vähenenud samuti, keskeltläbi ~15% ulatuses. Kui kolmandas stsenaariumis peaks teoreetiliselt salvestit vahetama 25-aastase perioodi jooksul kolm kord (eeldusel, et seda tehakse peale tehase poolt ette antud eluea lõppemist), siis neljandas stsenaariumis saaks kahe vahetusega hakkama. Madalam salvesti eritootlus ei ole kokkuvõtvalt halb, sest suurema salvestiga kulub vähem tsükleid ja läbi selle saab seda kauem kasutada.

Tabel 2.11 Stsenaarium 4 kokkuvõtlikud tulemused erinevate parameetrite kohta esimesel aastal

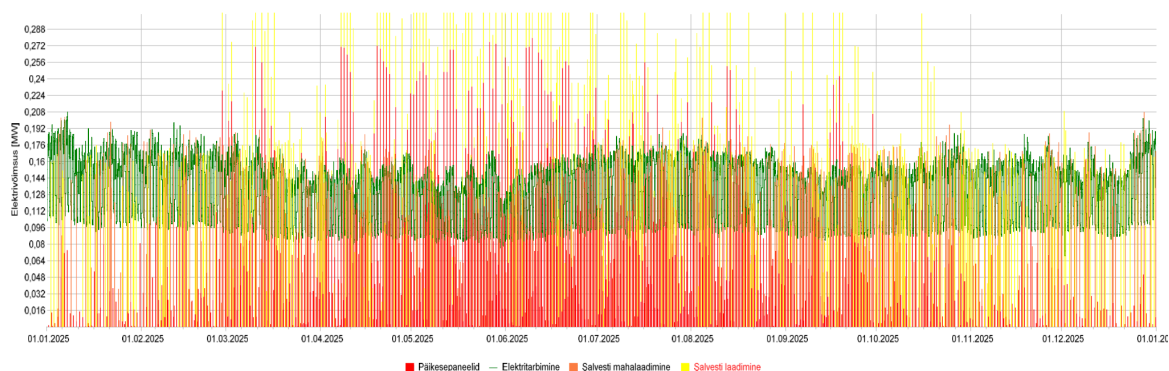
<b>Parameeter</b>	<b>Ühik</b>	<b>SIM 4</b>
Toodetud elektrienergia	MWh	349
PEJ eritootlus	kWh/kW	954
Elektritarbimine	MWh/	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	11
Imporditud elektrienergia	MWh	846
Elektrienergia omatarve	MWh	316
Omatarbe osakaal toodangust	%	90
Investeeringu suurus	€	373 377
kW hind	€	1 020
Rahaline sääst*	€	52 798
*Rahaline sääst salvesti pealt	€	17 915
Salvesti eritootlus	€/kWh	45
Salvesti tsüklid	tk	551

Illustreeriv analoog aitab mõista paremini eelmise lõigu sisu – autoga kiiremini sõites läbitakse distants lühema ajaga, aga seetõttu saabub kiiremini ka garantii lõpetav läbisõidupiirang. Kui sõita autoga aeglasemalt, siis läbitakse distants küll kauem, aga auto kestab paremini ja ka läbisõidupiiranguga seotud garantii lõpeb hiljem.

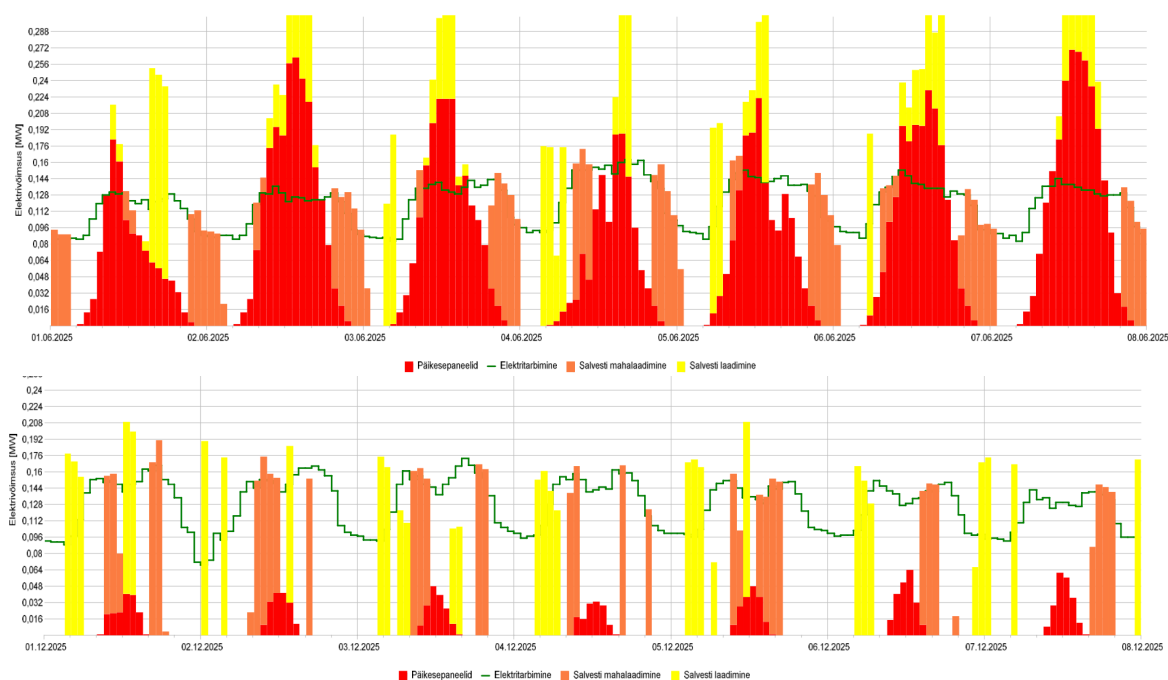
Lisa 11 on presenteeritud salvestite laadimised ja mahalaadimised MWh-des. Tabelist on näha, et laadimiste maht on kasvanud ~68% ja mahalaadimiste maht ~69% võrreldes kolmanda stsenaariumiga. Samas on salvesti nominaalne mahutavus tõusnud 100%.

## 2.6 Stsenaarium 5

Viies stsenaarium on teostatud 600 kWh salvestiga (P=200 kW), muud parameetrid on jäetud võrreldes neljanda stsenaariumiga samaks.



Joonis 2.12 Viienda stsenaariumi aastane elektritootmise ja elektritarbimise graafik



Joonis 2.13 Viienda stsenaariumi nädalane elektritootmise ja elektritarbimise graafik alates 1. juuni (ülemine) ja 1. detsember (alumine)

Rahaline sääst on kasvanud 58 000 euro peale, mis on kõigest veidi üle 5000 euro rohkem võrreldes eelmise stsenaariumiga, kus oli 400 kWh salvestus. Ka protsentuaalselt on näha, et investering muutus üle 20% kallimaks, kuid rahalist kasu saadakse veidi alla 10% võrreldes 400 kWh salvesti stsenaariumiga.

Tabel 2.12 Viienda simulatsiooni võrdlustabel kuni 2030, mis näitab investeringu suurust, rahavooge ja protsentuaalset kasvu võrreldes neljanda simulatsiooniga

	<b>SIM 4</b>	<b>SIM 5</b>	<b>Kasv</b>
	<b>Investeeringu suurus, €</b>		<b>%</b>
	373 377	450 377	20,62
<b>Aasta</b>	<b>Rahavoog, €</b>		<b>%</b>
2025	52 798	58 040	9,93
2026	55 580	60 893	9,56
2027	58 787	64 219	9,24
2028	59 635	65 243	9,40
2029	61 216	67 017	9,48
2030	62 768	68 675	9,41

Võrreldes neljanda stsenaariumiga ei ole päikeseelektrijaama toodang kuigi palju kasvanud, absoluutväärtustes 5 MWh ulatuses, mis on kõigest 1,4% kasv. Päikeseelektrijaama eritootlus on kasvanud 968 kWh/kW peale, mis on oodatav tulemus ühe maapargi kohta, mis on optimaalsete tingimustega paigaldatud. Meeldetuletuseks tasub märkida, et üldistatult on 1000 kWh/kW läbiv keskmine üle Eesti – saartel on see väärtus kuni 1100 kWh/kW, mandril veidi alla 1000 kWh/kW kohta [37]. Sellest saab järeldada, et 600 kWh salvestiga ei toimu sisuliselt inverterite piiramist ja süsteemil lastakse toota nii kuidas päikese intensiivsus lubab.

Seoses eelneva punktiga saab järeldada, et 600 kWh salvestus on maksimaalne suurus, mida võib investeringuks kaaluda, sest salvestuse mahu kasvades ei kasva toodetud elektrienergia hulk, lisaks tuleb arvestada eelarve piiranguga. Paigaldades veel suuremat salvestit kaotab see selgelt eritootlust ja investeringuks tehtud kWh ei teeni nii palju raha tagasi, et see oleks majanduslikult parim või teatud juhtudel ka tasuv. Tasuvusest tuleb juttu järgmises peatükis peale stsenaariumite tutvustamist.

Võrku müük on kasvanud umbes 1,5 MWh ulatuses, mis tähendab, et kasutatakse intensiivselt ära 15 kW eksporti – matemaatiliselt saab väita, et 835 tunnil aastas edastatakse maksimaalsel määral elektrilist võimsust ühe tunni jooksul.

Salvesti eritootlus on langenud ~14% (38,6€/kWh peale). Vaadates senist trendi - iga suurem lahendus kahandab aina eritootlust. Kui liitumispunkt oleks võimsam nii

tarbimise kui ka tootmise suunal, siis oleks võimalust ja ressursi tegeleda suuremal määral energia arbitraaži või taastuenergia tootmisega, hetkel lihtsalt puudub edasine ressurss suuremaks minna. Puhkekeskusel on keskmine baaskoormus alati järel, mis seab salvestuse laadimisele võrgust piirangu ja seda võimsust ei ole lõpututult liitumispunktist saada.

Võrreldes 400 kWh salvestiga on tsüklite arv aastas on langenud 13% ulatuses keskmisele tasemele 480 ja salvestuse eluiga tuleb ette paaril korral 25-aastase perioodi jooksul. Meeles peab pidama, et 400 kWh salvesti puhul, mida peaks ka paaril korral välja vahetama, on 600 kWh investering kolmandik kõrgem, mis omakorda hakkab mõjutama projekti sisemist tasuvusmäära (IRR) ja nüüdispuhasväärtust (NPV).

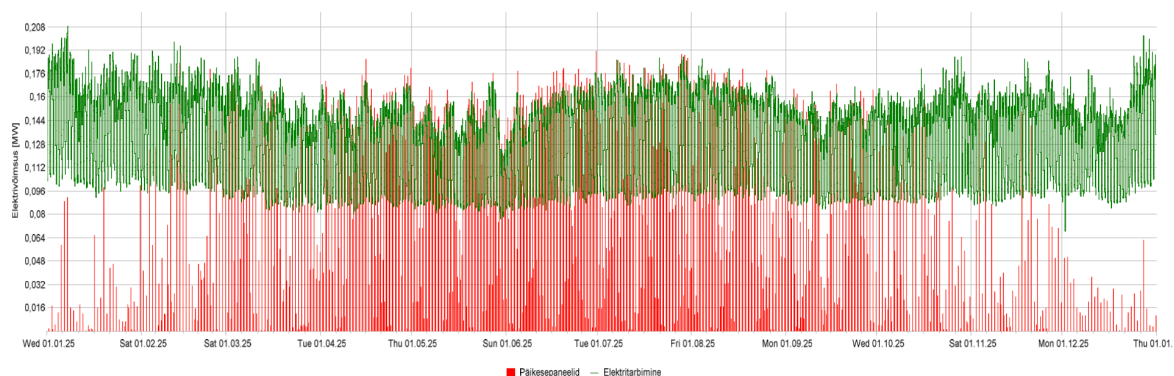
Tabel 2.13 Stsenaarium 5 kokkuvõtlikud tulemused erinevate parameetrite kohta esimesel aastal

<b>Parameeter</b>	<b>Ühik</b>	<b>SIM 5</b>
Toodetud elektrienergia	MWh	354
PEJ eritootlus	kWh/kW	968
Elektritarbimine	MWh/	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	13
Imporditud elektrienergia	MWh	849
Elektrienergia omatarve	MWh	312
Omatarbe osakaal toodangust	%	88
Investeeringu suurus	€	450 377
kW hind	€	1 231
Rahaline sääst*	€	58 040
*Rahaline sääst salvesti pealt	€	23 157
Salvesti eritootlus	€/kWh	39
Salvesti tsüklid	tk	481

## 2.7 Stsenaarium 6

Kuuendas stsenaariumis käsitleb olukorda, kus on päikeseelektrijaama võimsus suurem 87 kW võrra, et kui tehtaks otsus asendada veekollektorite park päikesepaneelidega või võetaks kasutusele Looduspargi kinnistu põhjapoolne 900 m<sup>2</sup> ala. Kuigi Looduspargi kinnistule mahub rohkem, konservatiivsuse ja lihtsuse huvides on analüüs teostatud võimsusega, mis mahuks maapargile ära ka Öru kinnistul. Kokku on päikeseelektrijaama võimsus 453 kW.

Joonis 2.14 on näha veel tihedamat tarbimise katmist, kuid võrgumüügi piirangu tõttu toimub aktiivselt võimsuse alla reguleerimist. Juunis on näha, kuidas peaaegu igal hetkel, millal päikesejaam toodab, toimub ka kuni 15 kW ulatuses võrku müüki.



Joonis 2.14 Kuuenda stsenaariumi aastane elektritootmise ja elektritarbimise graafik



Joonis 2.15 Kuuenda stsenaariumi nädalane elektritootmise ja elektritarbimise graafik alates 1. juuni (ülemine) ja 1. detsember (alumine)

Võrreldes teise stsenaariumiga, kus on 366 kW päikeseelektrijaam, on omatarve kasvanud ~38 MWh võrra, kuid pargi eritootlusest on näha, et süsteemi tootmist piiratakse rohkem. Sama stsenaariumi võrdluses on üle 8% langenud eritootlus. Rahaliselt tuleb teha investeering, mis on 27% suurem ehk suurusjärgus 55 000 € kallim. Aastane positiivne rahavoog kasvab 14% ainult ehk ~5000 € võrra.

Tabel 2.14 Kuuenda simulatsiooni võrdlustabel kuni 2030, mis näitab investeeringu suurust, rahavooge ja protsentuaalset kasvu võrreldes teise simulatsiooniga

	<b>SIM 2</b>	<b>SIM 6</b>	<b>Kasv</b>
	<b>Investeeringu suurus, €</b>		<b>%</b>
	205 402	261 144	27,14
<b>Aasta</b>	<b>Rahavoog, €</b>		<b>%</b>
2025	34 883	39 783	14,05
2026	37 285	42 383	13,67
2027	39 580	44 633	12,77
2028	40 135	45 456	13,26
2029	41 326	46 752	13,13
2030	42 501	48 026	13,00

Kuna võimsust on rohkem, siis võrku eksporditud elektrienergia hulk on kasvanud 4,4 MWh ulatuses. Ilma salvestuseta ei täida sellise võimsusega päikeseelektrijaam oma eesmärki toota maksimaalselt palju, seda piiratakse liiga tihti. Kokkuvõtvalt saab järeldada, et rahva seas levinud arusaam „mida võimsam, seda parem“ – ei pea paika.

Sellise võimsusega elektrijaama paigaldust võiks kaaluda koos salvestusega, sest nii minimeeritakse väljundvõimsuse piiramisega seotud tunde. Tabel 2.15 on välja toodud PEJ eritootlus 795 kWh/kW – see on umbes 20% väiksem tulemus, kui ootaks ühelt maapargilt.

Salvestusega lahendusi tutvustatakse 7. ja 8. stsenaariumis.

Tabel 2.15 Stsenaarium 6 kokkuvõtlikud tulemused erinevate parameetrite kohta esimesel aastal

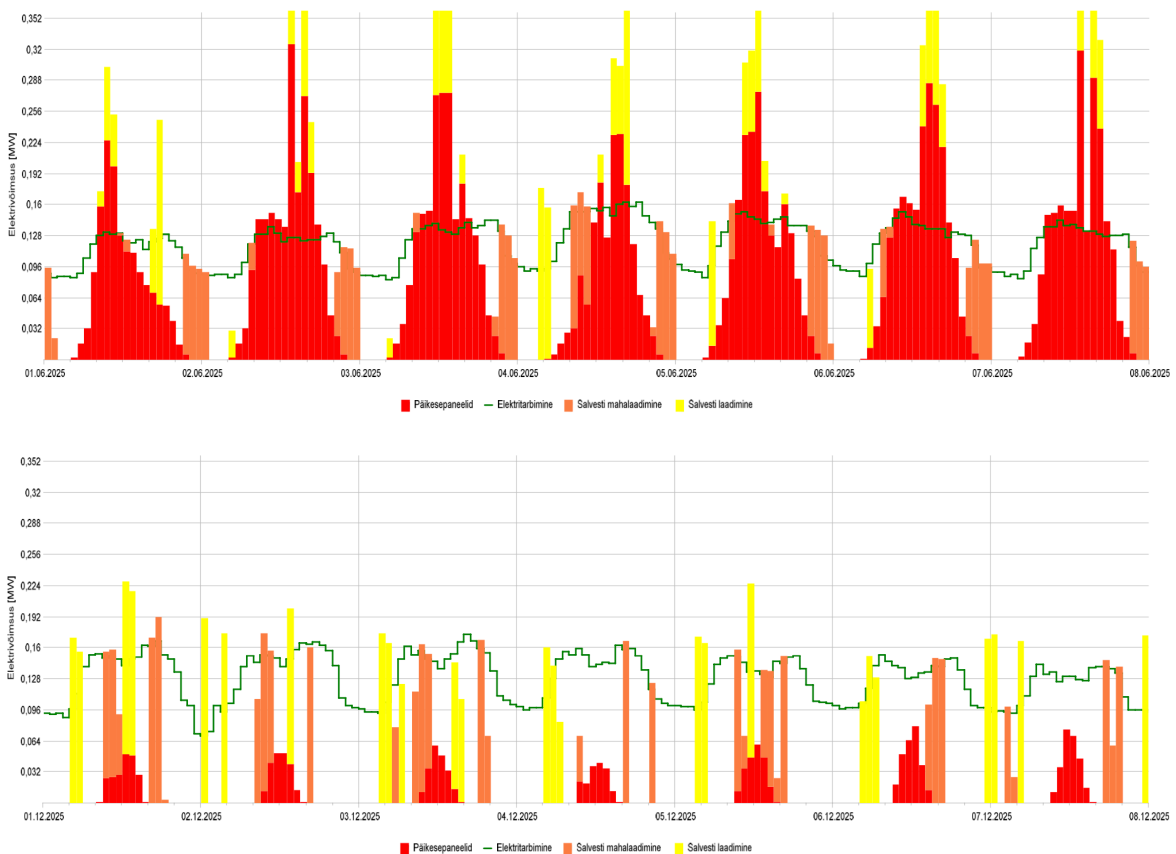
<b>Parameeter</b>	<b>Ühik</b>	<b>SIM 6</b>
Toodetud elektrienergia	MWh	360
PEJ eritootlus	kWh/kW	795
Elektritarbimine	MWh/	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	14
Imporditud elektrienergia	MWh	816
Elektrienergia omatarve	MWh	346
Omatarbe osakaal toodangust	%	96
Investeeringu suurus	€	261 144
kW hind	€	576
Rahaline sääst*	€	39 783

## 2.8 Stsenaarium 7

Seitsmenda stsenaariumi puhul on lisatud 400 kWh salvestus, mille võimsuseks on 200 kW. Väiksemat salvestust ei kaaluta, sest see saaks liiga intensiivset rakendust ja nõuaks investeeringu perioodil tihedalt väljavahetust.



Joonis 2.16 Seitsmenda stsenaariumi aastane elektritootmise ja elektritarbimise graafik



Joonis 2.17 Seitsmenda stsenaariumi nädalane elektritootmise ja elektritarbimise graafik alates 1. juuni (ülemine) ja 1. detsember (alumine)

Tabel 2.16 on kajastatud võrdlus simulatsioon 4-ga, sest mõlemal on samas suuruses salvestid, vahe on ainult päikesepaneelide võimsuses. Kuigi investering kasvab pea

15% ulatuses, siis saadav kasu on veidi üle 11% kõrgem võrreldes 366 kW päikesejaamaga.

Seitsmenda stsenaariumi tulemustest on näha tugevat kasvu päikeseelektrijaama tootmises, ehk inverterite väljundvõimsust ei piirata taas nii tihti, nagu tehtaks seda kuuenda stsenaariumi jooksul. Elektritoodangu kasv on ~14% ning eritootlus kasvas üle 900 kWh/kW, mis ei ole nii kõrge tulemus kui stsenaarium 4 või 5 korral.

Rahavoogude seisukohalt on rahaline kasu samas suurusjärgus viienda stsenaariumiga, kus on 366 kW päikeseelektrijaam ja 600 kWh salvestus. Siin tasub märkida, et seitsmes stsenaarium on märgatavalt soodsam kui viienda investeering.

Salvesti eritootlus on parem kui stsenaarium neljas, kus on sama suur salvestus – sellest saab järeldada, et suurema päikeseelektrijaamaga teenib salvestus rohkem rahalist tulu või säästu ühe kWh pealt. Salvestuse eluea lõpp saabub kahel korral 25-aastase perioodi jooksul ning keskmiselt teostatakse 543 tsüklit aastas, mis teeb umbes 1,5 täistsüklit ühe ööpäeva kohta. Salvestuse teenitav sääst oleks esimesel aastal peaaegu 19 000 eurot, mis on neljanda stsenaariumiga võrreldes ~1000 eurot rohkem. Põhjuseks saab välja tuua suurema päikeseenergia kättesaadavuse salvesti laadimiseks ja seetõttu peab vähem võrgust laadima – päikeseelektrijaama marginaalkulu on madal ning arbitraaži pealt teenitud/säästetud summa sellevõrra suurem.

Salvesti eritootluseks on 47,34 €/kWh, mis on kõrgem kui simulatsioon 4 saadud tulemus. Ühes kuus teeb see 3,95 eurot rahalist kasu ühe kWh kohta.

Tabel 2.16 Seitsmenda simulatsiooni võrdlustabel kuni 2030

	<b>SIM 4</b>	<b>SIM 7</b>	<b>Kasv</b>
	<b>Investeeringu suurus, €</b>		<b>%</b>
	373 377	429 119	14,93
<b>Aasta</b>	<b>Rahavoog, €</b>		<b>%</b>
2025	52 798	58 719	11,22
2026	55 580	61 592	10,82
2027	58 787	64 828	10,28
2028	59 635	65 978	10,64
2029	61 216	67 644	10,50
2030	62 768	69 446	10,64



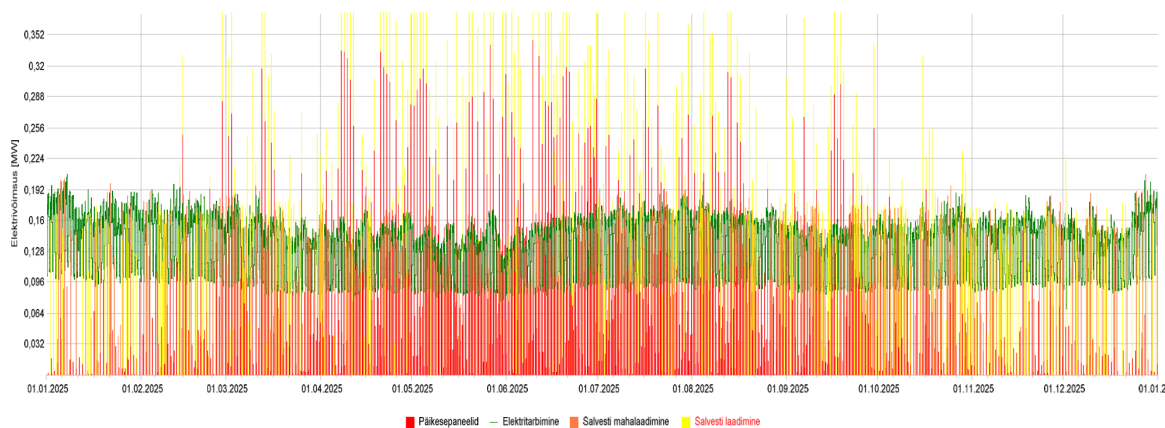
Tabel 2.17 Stsenaarium 7 kokkuvõtlikud tulemused erinevate parameetrite kohta esimesel aastal

Parameeter	Ühik	SIM 7
Toodetud elektrienergia	MWh	409
PEJ eritootlus	kWh/kW	904
Elektritarbimine	MWh/	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	16
Imporditud elektrienergia	MWh	791
Elektrienergia omatarve	MWh	371
Omatarbe osakaal toodangust	%	91
Investeeringu suurus	€	429 119
kW hind	€	947
Rahaline sääst*	€	58 719
*Rahaline sääst salvesti pealt	€	18 937
Salvesti eritootlus	€/kWh	47
Salvesti tsüklid	tk	541

Detailsemad tulemused on kajastatud Lisa 9.

## 2.9 Stsenaarium 8

Antud stsenaariumis suurendatakse salvesti mahutavust 600 kWh, võimsus jääb samaks 200 kW.



Joonis 2.18 Kaheksanda stsenaariumi aastane elektritootmise ja elektritarbimise graafik



Joonis 2.19 Kaheksanda stsenaariumi nädalane elektritootmise ja elektritarbimise graafik alates 1. juuni (ülemine) ja 1. detsember (alumine)

Päikeseelektriijaama toodangu kasv võrreldes seitsmenda stsenaariumiga on 3,5% ja eritootluse väärtus kasvas 936 kWh/kWh. Sealhulgas on taas näha eksporditud energia kasvu umbes 2 MWh ulatuses. See on oodatav tulemus, kuid jääb selgelt alla neljandale ja viiendale stsenaariumile. Põhjus on tõenäoliselt liitumispunkti piirangutes ja inverterid peavad väljundvõimsust piirama sellisel määral, et eritootlus ei saavuta eelmainitud stsenaariumites saavutatud tulemust.

Rahaline sääst kasvas võrreldes eelmise stsenaariumiga veidi alla 10% üle 64 000 euro. Kasv on tingitud salvesti mahu kasvust – salvesti pealt teenitav sääst on ~30% kasvanud, kuid meeles peab pidama, et investeeringuks kuluv summa on üle kolmandiku suurem (ca 33%). See kajastub ka salvesti eritootluses, mis on 2025. aastal 41,16 €/kWh – see teeb 3,4 eurot kWh kohta ühes kuus ja on üks madalamaid tulemusi teostatud simulatsioonides.

Salvesti eluea lõpust tingituna on näha ette kaks vahetust, mis on võrdväärne 400 kWh simulatsioonidega. Samuti tasub märkida, et 600 kWh lahenduste puhul saabub enim kätte 10-aastane tootegarantii lõpp kui 5000 tsükli piir.

Tabel 2.18 Kaheksanda simulatsiooni võrdlustabel kuni 2030, mis näitab investeeringu suurst, rahavooge ja protsentuaalset kasvu võrreldes teise simulatsiooniga

	<b>SIM 7</b>	<b>SIM 8</b>	<b>Kasv</b>
	<b>Investeeringu suurus, €</b>		<b>%</b>
	429 119	506 095	17,94
<b>Aasta</b>	<b>Rahavoog, €</b>		<b>%</b>
2025	58 719	64 482	9,81
2026	61 592	67 393	9,42
2027	64 828	70 962	9,46
2028	65 978	72 201	9,43
2029	67 644	74 007	9,41
2030	69 446	75 961	9,38

Tabel 2.19 Stsenaarium 8 kokkuvõtlikud tulemused erinevate parameetrite kohta esimesel aastal

<b>Parameeter</b>	<b>Ühik</b>	<b>SIM 8</b>
Toodetud elektrienergia	MWh	424
PEJ eritootlus	kWh/kW	936
Elektritarbimine	MWh/	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	18
Imporditud elektrienergia	MWh	785
Elektrienergia omatarve	MWh	376
Omatarbe osakaal toodangust	%	89
Investeeringu suurus	€	506 095
kW hind	€	1 117
Rahaline sääst*	€	64 482
*Rahaline sääst salvesti pealt	€	24 699
Salvesti eritootlus	€/kWh	41
Salvesti tsüklid	tk	477

Detailsemad tulemused on kajastatud Lisa 10.

## 2.10 Kokkuvõte tulemustest

Käesolevas peatükis võetakse tulemused kokku. Suurima omatarbe katvuse tagab esimene stsenaarium – see on päikeseelektrijaam, mille väljundvõimsust ei piirata ning saab toota elektrit maksimaalses ulatuses. 99% toodangust läheb omatarbe katteks, minimaalsel määral müüakse energia võrku. Arvestades AC ja DC võimsuse suhet on valitud päikeseelektrijaam optimaalne ja selles lahenduses on arvestatud ette antud maaraami konfiguratsiooniga.

Stsenaarium 2, millel on rohkem päikesepaneele, toodab küll rohkem, aga teistpidi toimub väljundvõimsuse piiramist olulisel hulgal, et tootmata jääb ca 30 MWh elektrienergiat. Piiramine on seotud 15 kW eksport piiranguga – piirangu hetkedel on hoone elektrivajadus kaetud ja eksporditakse maksimaalses ulatuses võimsust võrku. Üle lubatud võimsuse võrku tootmine toob kaasa trahvi võrguettevõtte poolt.

Salvestitega lahenduste puhul mitmekordistub investeering 2-3 korda, kuid saadav rahaline kasu/tulu kasvab väiksemal määral. Seetõttu saab väita, et salvestiga stsenaariumid ei paku nii head tulusust kui esimene stsenaarium.

### Elektritoodangu andmete verifitseerimine

Kui võrrelda 349 kW jaama toodangut otse lõunasse või -26 kraadise nihkega ida poole, siis energyPRO simulatsiooni kohaselt on aastane toodangu kadu keskmiselt 0,18%.

Võrdluseks teostati simulatsioon Andri Jagomägi PV toodangu arvutamise Excel mudeliga [20]. Exceli mudelis määrati samasugused tehnilised lähteandmed, mida kasutati energyPRO simulatsioonis - aastane erinevus kahe suunal 1,69%. Sellest saab järeldada, et 26 kraadi hommikusse suunatud asend ei avalda suurt mõju aastasele elektritoodangule ja energyPRO tulemus toodangu kohta on aktsepteeritav.

Seoses garantiiaegadega antakse ka päikesepaneelidele enamasti vähemalt 25-aastane väljundvõimsuse garantii, millega tootja lubab väljundvõimsuse säilitamist teatud protsendini. Kriitikana saab välja tuua, et tänapäevased päikesepaneelid ei ole turul olnud nii kaua, et saaks päriselt hinnata garantiitingimuste täitmist.

Maailmas on näiteid, kus paneelid on töös olnud üle 35 aasta ning töötavad edasigi, sealjuures olles kaotanud keskel läbi 0,2-0,7% väljundvõimsusest aastas [21]. 0,2% kadu aastas teeb 10 kW kohta 0,7 kW kadu 35 aasta peale. Sisuliselt tähendab see, et reaalsed kaod ühes aastas ei ole märkimisväärsed.

### Kokkuvõtvad tulemused

Tabelites 2.20, 2.21 ja 2.22 on välja toodud kõikide stsenaariumite detailsed tulemused esimese aasta kohta.

Tabel 2.20 Kokkuvõtvad tulemused stsenaariumite 0 - 2 kohta (2025. aasta)

<b>Parameeter</b>	<b>Ühik</b>	<b>SIM 0</b>	<b>SIM 1</b>	<b>SIM 2</b>
Toodetud elektrienergia	MWh	-	234	318
PEJ eritootlus	kWh/kW	-	957	869
Elektritarbimine	MWh	1162	1162	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	-	3	10
Imporditud elektrienergia	MWh	-	931	854
Elektrienergia omatarve	MWh		231	308
Omatarbe osakaal toodangust	%	-	99	97
Investeeringu suurus	€	-	141 259	205 402
kW hind	€	-	579	561
Rahaline sääst*	€	-	25 353	34 883
*Rahaline sääst salvesti pealt	€	-	-	-
Salvesti eritootlus	€/kWh	-	-	-
Salvesti tsüklid	tk	-	-	-

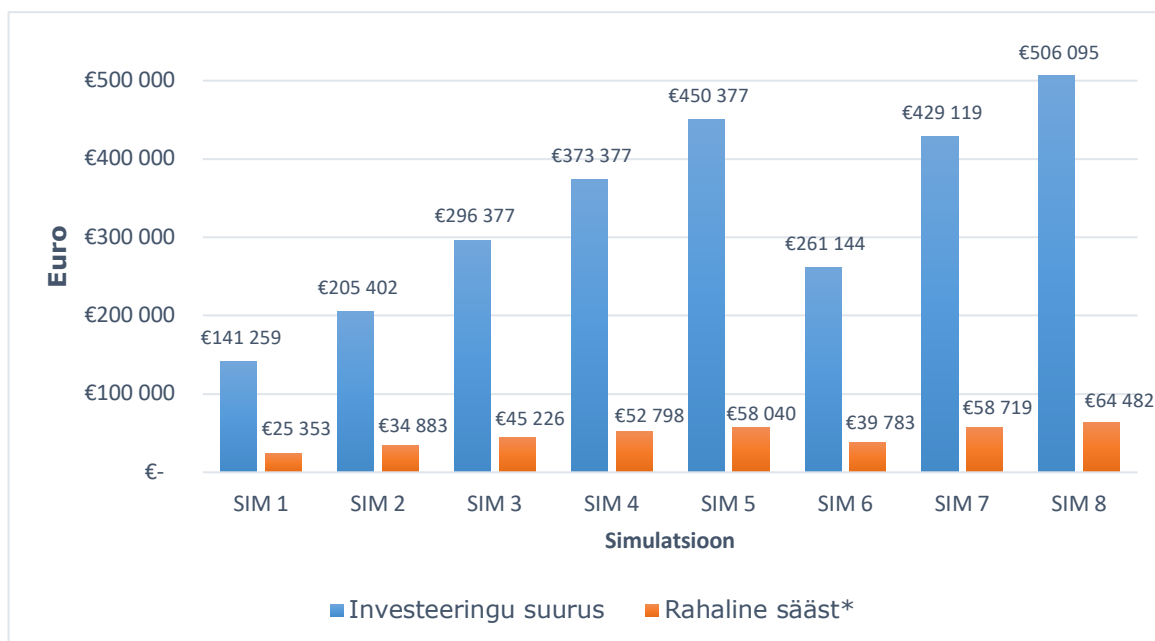
Tabel 2.21 Kokkuvõtvad tulemused stsenaariumite 3 - 5 kohta (2025. aasta)

<b>Parameeter</b>	<b>Ühik</b>	<b>SIM 3</b>	<b>SIM 4</b>	<b>SIM 5</b>
Toodetud elektrienergia	MWh	337	349	354
PEJ eritootlus	kWh/kW	920	954	968
Elektritarbimine	MWh	1162	1162	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	10	11	13
Imporditud elektrienergia	MWh	848	846	849
Elektrienergia omatarve	MWh	314	316	312
Omatarbe osakaal toodangust	%	93%	90%	88%
Investeeringu suurus	€	296 377	373 377	450 377
kW hind	€	810	1 020	1 231
Rahaline sääst*	€	45 226	52 798	58 040
*Rahaline sääst salvesti pealt	€	10 343	17 915	23 157
Salvesti eritootlus	€/kWh	52	45	39
Salvesti tsüklid	tk	649	551	481

Tabel 2.22 Kokkuvõtvad tulemused stsenaariumite 6 - 8 kohta (2025. aasta)

Parameeter	Ühik	SIM 6	SIM 7	SIM 8
Toodetud elektrienergia	MWh	360	409	424
PEJ eritootlus	kWh/kW	795	904	936
Elektritarbimine	MWh	1162	1162	1162
Eksporditud elektrienergia	MWh	14	16	18
Imporditud elektrienergia	MWh	816	791	785
Elektrienergia omatarve	MWh	346	371	376
Omatarbe osakaal toodangust	%	96%	91%	89%
Investeeringu suurus	€	261 144	429 119	506 095
kW hind	€	576	947	1 117
Rahaline sääst*	€	39 783	58 719	64 482
*Rahaline sääst salvesti pealt	€	-	18 937	24 699
Salvesti eritootlus	€/kWh	-	47	41
Salvesti tsüklid	tk	-	541	477

Joonis 2.20 peal on välja toodud simulatsioonide investeering koos esimese aasta rahalise tuluga. Visuaalselt on näha, kuidas simulatsioonidega seotud investeeringud kasvavad võrreldes simulatsioon 1-ga kordades, kuid tulu ei kasva samal määral vaid kehvemini. Salvesti nõuab suurt kapitali kaasamist, kuid tänastel tingimustel ei paku piisavalt tulusust.



Joonis 2.20 Simulatsioonide investeeringud koos esimese aasta rahalise tuluga ühel graafikul

### 3 TASUVUSE HINNANG

Parim tasuvus tuleb toodetud elektrienergia omatarbeks kasutusel, mille tulemusena pääsetakse börsihinna, võrgutasude, elektriaktsiisi ning taastuvenergiatasu maksmisest. Võrku müümisel saab tulu ainult vastavalt börsihinnale, millest omakorda tuleb lahutada elektriostu marginaal – seetõttu ei ole võrku müümine majanduslikult nii tasuv. Kokkuvõtvalt tuleb otsida päikeseelektrijaama võimsust, mille toodang kuluks maksimaalselt omatarbeks ära ja inverterite väljundvõimsuse piiramist toimuks minimaalselt kui üldse. Toodetud elektri omatarbe määr võiks olla 99-100%. Päikeseelektrijaama LCOE ehk toodetava elektri omahind on 29,31 €/MWh.

Nüüdispuhasväärtust ei saa antud hetkel üks ühele võrrelda, sest investeeringute summad ei ole stsenaariumitel samad. Stsenaariumite 6-8 puhul on eeldus, et liitumispunktiga seotud tööd muutuvad 22 400€ + KM kallimaks, antud investeeringutes on sellega arvestatud.

Kuigi kõikide tabelis 3.1 kajastatud stsenaariumite tasuvusajad on atraktiivselt lühikesed, tuleb salvestuse genereeritavat tulu hinnata eraldi päikeseelektrijaamast – seda tehakse järgnevas peatükis 3.1.1.

Tabel 3.1 Tasuvuskalkulatsiooni kokkuvõtte stsenaariumite 1-8 kohta. Stsenaariumid koos PEJ ja salvestusega

<b>Stsenaarium</b>	<b>Investeering, €</b>	<b>Sisemine tasuvusväärtus (IRR)</b>	<b>Nüüdispuhasväärtus, €</b>	<b>Tasuvus aeg, aasta</b>
Stsenaarium 1	141 259	21,4%	237 434	4,67
Stsenaarium 2	205 402	19,9%	318 757	5,02
Stsenaarium 3	296 377	16,2%	299 765	6,17
Stsenaarium 4	373 377	14,3%	295 577	6,97
Stsenaarium 5	450 377	12,8%	263 301	7,79
Stsenaarium 6	261 144	15,6%	247 894	6,40
Stsenaarium 7	429 119	14,1%	306 294	7,10
Stsenaarium 8	506 119	12,6%	268 291	7,95

Detailed tulemused on esindatud Lisa 13.

Tulemustest saab järeldada, et parim investeering on stsenaarium 1, sest IRR on kõrgeim ning tasuvusaeg aastates kõige lühem. Põhjuseks on projekti pikk eluiga, vähesed negatiivsed rahavood projekti eluea kestel, peaaegu 100% omatarbe katvus ning optimaalne kW investeeringu hind. Stsenaariumid 6-8 nõuavad peakaitsme suurendamist 100 A ulatuses, mis tähendab Elektrilevi hinnakirja järgi vähemalt

22 400€ + käibemaks lisainvesteeringut (2024 I kvartal seisuga). Kui puhkekeskusel ei ole majanduslikel põhjustel võimalik teostada esimese stsenaariumi lahendust, siis sarnast tasuvusaega pakuvad ka väiksemad päikeseelektrijaamad, sest kogu toodetud energia läheb endiselt omatarbeks. Vahe tuleb sisse investeeringu suurus, sest mida väiksem on lahendus, seda suurem on kW paigalduse hind. See pikendab mingil määral tasuvusaega.

### 3.1.1 Iseseisva salvesti tasuvus

Selleks, et mõista töös analüüsitud salvestite tasuvusaegasid paremini, on rahavoogudes välja toodud salvesti rahaline sääst eraldi tulbana. Nende rahavoogudega on võimalik teostada süsteemile eraldiseisev tasuvusanalüüs.

Tabelis 3.2 ning 3.3 on salvesti tasuvusmäär, nüüdispuhasväärtus ja marginaalkulud välja toodud. Tasuvusmäär on veidi üle 2%, mis ei ole atraktiivne rentaablus, ja nüüdispuhasväärtus on negatiivne.

Salvestite puhul tasub hinnata MWh omahinda. Näide - kui salvestatud MWh hind on näiteks 90 €, siis madalama elektri hinnaga tasub osta elektrienergiat turult. Kui hind jääb kõrgemaks, siis on rahaliselt kasulik katta salvestiga tarbimist (või müüa võrku). Iga tsükliga kaasneb mingisugune kulumine, mida ei mõistlik kahjumliku tehinguga ette võtta.

Arbitraaži puhul tuleb otsida ööpäevas madalama ja kõrgema hinna vahet üle 90€/MWh, sest sellisel juhul teenitakse tulu. Muul juhul on tehing kahjumlik. 2023. aasta elektribörsi hindasid analüüsides oli keskmine ööpäevane madalaima ja kõrgeima hinna vahemik 121,51 € ja vähemalt 90 € suurust vahemikku esines 254 päeval aastas. Kuna MWh omahind on ilma toetuseta 90-82 € vahemikus, siis salvesti eluiga arvestades peaks hinnavahe vahemik tunduvalt kasvama või salvestiga seotud investeering langema.

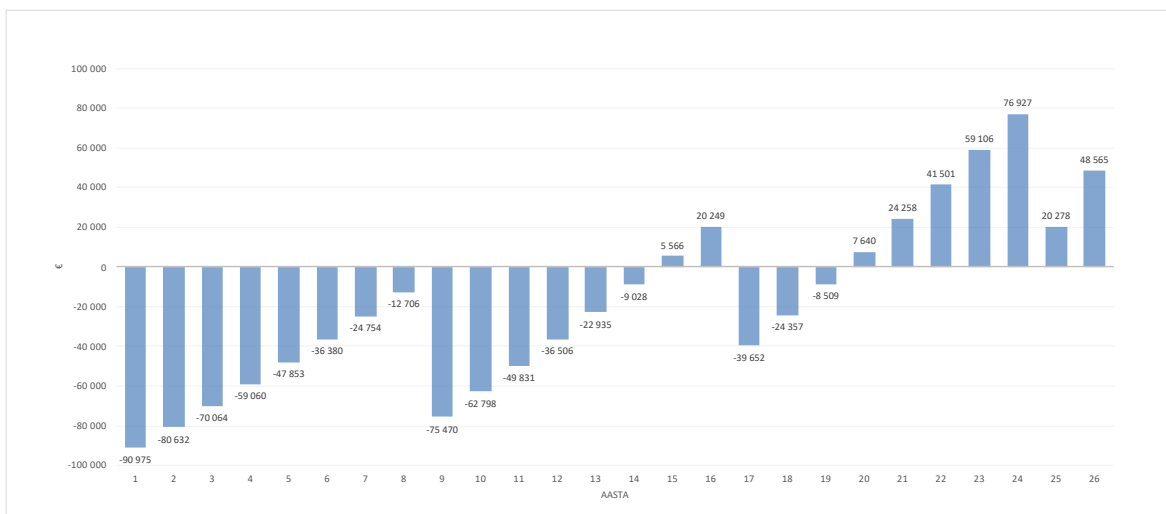
Tabel 3.2 Salvestitega seotud sisemine tasuvusmäär, nüüdispuhasväärtus, tasuvusaeg ja MWh marginaalkulu.

Salvestuse maht	Investeering, €	Sisemine tasuvusväärtus (IRR)	Nüüdispuhasväärtus, €	Tasuvusaeg, aasta	Salvestuse LCOE, €/MWh
200 kWh	90 975	2,3%	-24 043	42,81	90
400 kWh	167 975	2,3%	-46 424	43,65	84
600 kWh	244 975	2,2%	-67 439	44,91	82

Tulemustest on näha, et lõputöös paika pandud tingimustega ei teeni salvesti piisavalt palju tulu, et teenida tagasi selle investeeringuks kuluv kapital.

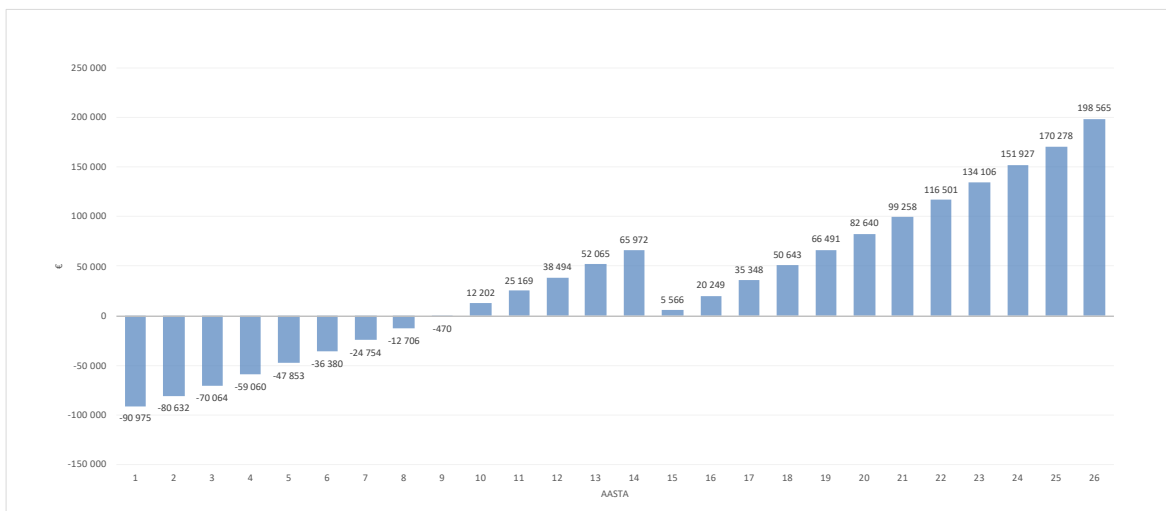


Joonist 3.1 hinnates on näha, kuidas saabub salvesti eluea lõpp enne kätte, kui see jõuaks investeringuks kasutatud raha tagasi teenida. Selline projekt ei ole atraktiivne ja seda ei saa soovitada.



Joonis 3.1 Kumulatiivne rahavoog 200 kWh salvestuse puhul, mis arvestab ainult salvestile kuluvad investeringut ning ainult salvesti poolt loodavat rahalist kasu.

Kuna salvestustega seotud maailm on uus, siis tasub kriitiliselt kaaluda optsiooni kasutada salvesti maksimaalselt ära ning mitte loobuda selle kasutusest koheselt peale eluea lõpu saabumist. Salvestite vahetamise ajaks määratakse 14. aasta, mis tähistab projekti keskpunkti.



Joonis 3.2 – Kumulatiivne rahavoog 200 kWh salvestuse puhul, mis arvestab ainult salvestile kuluvad investeringut ning ainult salvesti poolt loodavat rahalist kasu, vahetus üks kord

Ühe vahetusega 200 kWh projekt jõuaks teenida raha tagasi ja koguda uueks investeringuks kapitali. Kriitikana saab välja tuua teadmatuset tegelikult LFP tehnoloogia kasutamise kohta ja kas intensiivse kasutuse juures salvesti nii kaua vastu peab.

Kui investeeringu hetkel on võimalik taotleda toetust näiteks 30% investeeringu mahust [36] ning vahetatakse salvestust ainult ühe korra 25-aastase perioodi jooksul, saavutavad kõik stsenaariumites kasutatud salvestid paremad tasuvusajad. Kui otsida vähemalt 60 € vahemikku madalaima ja kõrgeima elektrihinna vahel, siis seda esines 2023 aastal 330 päeval, mis loob head eeldused salvestiga kauplemiseks. Kriitikana saab välja tuua, et salvestuse maht kahaneb ajas ning tsüklite kogus, mida ööpäevas rakendatakse seetõttu, võib ajas kasvada. See omakorda kiirendab salvesti vananemist.

Tabel 3.3 Salvestitega seotud sisemine tasuvusmäär, nüüdispuhasväärtus, tasuvusaeg ja MWh marginaalkulu, projektid on saanud 30% investeeringutoetuse

Salvestuse maht	Investeering, €	Sisemine tasuvusväärtus (IRR)	Nüüdispuhasväärtus, €	Tasuvusaeg, aasta	Salvestuse LCOE, €/MWh
200 kWh	63 683	16%	53 680	6,27	63
400 kWh	117 583	14,4%	79 453	6,93	59
600 kWh	171 483	14,3%	72 033	8,46	57

Kokkuvõtvalt saab järeldada, et tavapärastel turutingimustel ei saavuta stsenaariumite 3-5 ja 7-8 salvestid majanduslikku tasuvusaega enne nendele määratud eluea lõppu. Majanduslik tasuvusaeg alla 10 aasta saavutatakse eeldusel, et saadakse näiteks 30% investeeringutoetus ja salvestit kasutatakse oluliselt rohkem kui selle eluea kestvuseks määratakse.

#### **Autori soovitus:**

- Kui salvestit ei soovita paigaldada, siis investeerida esimese stsenaarium lahendusse, sest selle tasuvusaeg on parim, kõrgeim tasuvusmäär ning täidab eesmärgi maksimaalselt omatarvet katta. Seoses salvestuse kallidusega tasub oodata salvestite hinna langust. Aastastes toodangutes ja tarbimistes on variatsiooni, mistõttu on loomulik, et vahel võib omatarbe osakaal olla väiksem.
- Kui on soov paigaldada päikeseelektrijaam kohe ja salvesti tulevikus, siis investeerida stsenaarium 2 – 366 kW päikeseelektrijaama. See jaam on võimeline tootma rohkem, kui omatarbeks kulub ning sellisel juhul saab seda energiat suunata salvestisse. Ehitades mitmes osas – alguses 244 kW ja hiljem lisades 122 kW - kaasnevad täiendavad kulud transpordile, paigaldusele ja muudele teenustele seoses päikeseelektrijaama kasutuselevõtuks – see langetab projekti rentaablust. 2024 esimese kvartali seisuga on ajalooliselt soodsamaid hinnad materjali soetamiseks.

- Kui on soov paigaldada päikeseelektrijaam ja salvesti esimesel võimalusel koos, siis on soovitus investeerida stsenaarium 3 – 366 kW päikeseelektrijaam koos 200 kWh salvestiga. Sellel stsenaariumil on parimad tasuvusnäitajad võrreldes teiste stsenaariumitega, kus on ka salvestid. Salvesti marginaalkulu on ilma toetuseta 90 €/MWh, koos 30% toetusega 63 €/MWh.

Kui projekti teostuseks on võimalik saada 30% investeeringutoetus, siis sellisel juhul on kõik salvestid rahaliselt tasuvad. Toetuse korral saavutab parima tasuvuse 200 kWh salvesti, sellele järgneb 400 kWh ja 600 kWh süsteem. Lähtudes juhtkonna soovist investeerida lahendusse, mis on alla 10-aastase tasuvusajaga, siis eelmainitud tingimustega täidavad selle kriteeriumi kõik lahendused ja otsus tuleb teha vastavalt rahalistele võimalustele.

Teostuseks pakutakse välja järgmised seadmed. Projektiks sobivad samuti teised sarnaste tehniliste parameetritega tooted:

Tabel 3.4 Soovitatud seadmed paigalduseks

Päikesepaneelid	JA Solar JAM72S30-545/MR
Inverter 100 kW (2tk)	Huawei SUN2000-100KTL-M2 (AFCI)
Inverter 50 kW (1tk)	Huawei SUN2000-50KTL-M3
Salvestus 200 kWh (kasvatatav 1, 2, 3 jne)	LUNA2000-200KWH-2H1
Andmesidekontroller	SmartACU2000C
Maaraam	Treesystem 2x16 portrees
Juhtimistarkvara	Markedroid [37], Fusebox [38]

## KOKKUVÕTE

Magistritöö töö eesmärgiks oli leida tehniliselt ja majanduslikult optimaalse päikeseelektrijaama ning salvestuse kombinatsioon, mis oleks lühikese investeeingu tasuvusajaga, sealjuures arvestades 15 kW eksport piiranguga võrgu suunal.

Tulemuste analüüsiks teostati kaheksa erinevat stsenaariumit energyPRO tarkvaraga, kus olid esindatud erineva võimsusega päikeseelektrijaamad ning mahutavusega salvestid. Päikeseelektrijaamade võimsused varieerusid vahemikus 244-453 kW, salvesti võimsus 100-200 kW ning mahutavus 200-600 kWh vahel.

Tulemustest saab järeldada, et vaadeldud stsenaariumitest parima tasuvusaja annab 244 kW päikeseelektrijaam ilma salvestita, mis on elektri omatarbe katmiseks loodud, võrku müük oli antud projektis teisejärguline, sest võrgu suunal on 15 kW ekspordi piirang. Sealhulgas tuli jälgida, et päikeseelektrijaama töös ei tekiks hetki, mil tuleks inverteril hakata väljundvõimsust piirama – selline tegevus kahandab saadavat rahalist säästu ja tulu.

Töö üheks osaks oli analüüsida salvestitest saadavat rahalist kasu ja investeeingu tasuvusaega. Töö käigus hinnati salvesti täiendavat rahalist kasu. Tulemustest selgus, et ühegi stsenaariumi puhul ei ole salvesti teenitav rahaline kasu piisavalt suur, et investeeing seadme eluea jooksul ära tasuks – tasuvusajad jäid üle 40 aasta ja salvestatud MWh omahinnaks kujunes ~90€. Vastus sissejuhatuses esitatud hüpoteesile on, et töös määratud turutingimustega ei ole elektrienergia salvestisse investeerimine majanduslikult tasuv.

Salvestid muutuksid majanduslikult tasuvaks, kui 25-aastase investeeimisperioodi jooksul arvestatakse ainult ühel korral salvesti väljavahetamisega ning saadakse investeeingutoetust vähemalt 30% ulatuses. Toetusega koos kujunes salvestatud MWh omahinnaks ~60 €/MWh. Kui päikeseelektrijaama ja salvesti tasuvusarvutust reklaamitakse ilma toetuseta, siis tuleks sellesse suhtuda kriitiliselt. Hea majanduslik tasuvusaeg võib olla tingitud ainult päikeseelektrijaama tööst – parim tasuvusaeg tuleb omatarbeks toodetud elektri arvelt.

Kokkuvõtvalt peab lõpptarbijale suunatud salvestuse hind märgatavalt langema või peab elektrihindade muutlikkus oluliselt tõusma. Olemasolevate investeeinguhindade juures peaks keskmine ööpäeva madalaima ja kõrgeima hinna vahemik jääma ~150 €/MWh juurde.

Töö autori soovitus on sarnase tarbimisprofilliga asutustele investeerida päikeseelektrijaama, mis toodab elektrienergiat maksimaalselt omatarbeks. Investoril tasub oodata salvestite hinnalangust või elektrihindade muutlikkuse kasvu, et tulevikus saaks teha majanduslikult tasuv investeeing ka ilma investeeingutoetuseta.

Kui Pühajärve puhkekeskuse juhtkond või teised investorid soovivad oma ettevõtetele planeerida päikeseelektrijaama koheselt koos salvestusega, siis on soovitus valida inverterite võimsus lähtudes maksimaalsest peakaitsemest (eeldusel, et peakaitse ei ole tugevalt üledimensioneeritud ja peakaitset rakendatakse maksimaalses ulatuses). Päikesepaneelide võimsuseks planeerida ~135% inverterite  $P_{max}$  järgi. Salvestuse mahuks tuleks valida selline suurus, mida saab 1-2 tunniga täis laadida. Töö tulemustest on näha, et elektrihindade tipud kipuvad olema üksikud tunnid ning eesmärk on need hinnatipud ära katta. Nõnda saavutatakse maksimaalne rahaline võit ja salvesti tsükleid ei raisata madalamate hindade peale.

Tabel 4.1 Kokkuvõtlikud soovitused päikeseelektrijaama ja salvestuse planeerimiseks

<b>Planeering</b>	<b>Soovitus</b>
Maapargi DC-võimsuse planeerimine	100 W/m <sup>2</sup> (3700m <sup>2</sup> * 100 W = 370 000 W)
Viilkatusele DC-võimsuse planeerimine	200W/m <sup>2</sup> (250m <sup>2</sup> * 200 W = 50 000 W)
DC-võimsuse planeerimine inverteri järgi	135% * inverteri $P_{max}$ (135% * 180 kW = 243 kW)
Päikeseelektrijaama toodangu planeerimine (eeldusel, et asend on lõunasse +-25 kraadi nihkes)	950 kWh/kW maapargis/viilkatusel (950 kWh * 370 kW = 351 000 kWh) 800 kWh/kW lamekatusel
Inverterite võimsuse planeerimine omatarbeks	75% päikesepaneelide võimsusest (nt 244 000W * 75% = 180 kW)
Inverteri võimsuse planeerimine salvestiga	Liitumise peakaitse järgi (nt 400A peakaitse = ~277 kW)
Salvestuse võimsuse planeerimine	Salvesti võimsus = 50-100% maksimaalsest tarbimisvõimsus ühe tunni jooksul (kui ühes tunnis on tarbimisvõimsus konstantset 200 kW, siis salvesti võimsus võiks sama olla või minimaalselt 100 kW)
Salvesti mahutavuse planeerimine varustuskindluse tagamiseks	Salvesti maht = keskmine katkestustest saamata jäänud elektrienergia (10h katkestus, keskmine tarbimiskoormus 100 kW, siis salvestuse maht võiks olla 1000 kWh)
Salvesti mahutavuse planeerimine tuluteenimise eesmärgil*	Salvestuse maht = inverterite nimivõimsus +-25% (kui inverterite võimsus on 200 kW, siis salvesti maht planeerida 200 kWh)
Salvestuse rahalise kasu planeerimine	3,2-4,3 €/kWh ühes kalendrikuus (200 kWh * 3,2 € * 12 kuud = 7680 €)

\*Salvestuse mahutavuse planeerimisel näitasid tulemused, et kui salvestuse maht ületab märkimisväärselt ühe tunni tarbimise mahtu, siis hakkas langema salvestuse eritootluse väärtus.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Elering, „Eesti elektrisüsteemi varustuskindluse aruanne 2019“, Tallinn, 2019. Vaadatud: 3. veebruar 2024. [Online]. Available at: [https://elering.ee/sites/default/files/2021-10/elering\\_vka\\_2019\\_web\\_final2.pdf](https://elering.ee/sites/default/files/2021-10/elering_vka_2019_web_final2.pdf)
- [2] Elering, „Eesti elektrisüsteemi varustuskindluse aruanne 2023“, Tallinn, 2023. Vaadatud: 3. veebruar 2024. [Online]. Available at: [https://elering.ee/sites/default/files/2023-12/Elering\\_VKA\\_2023\\_WEB.pdf](https://elering.ee/sites/default/files/2023-12/Elering_VKA_2023_WEB.pdf)
- [3] „Pühajärve Puhkekeskus“. Vaadatud: 17. veebruar 2024. [Online]. Available at: <https://www.pyhajarve.com>
- [4] „Pühajärve keskkonnapoliitika“. Vaadatud: 17. veebruar 2024. [Online]. Available at: <https://www.pyhajarve.com/ettevottest/keskkonnapoliitika>
- [5] Sirje Lemmik, „Puhkekodu kasutab päikest oma huvides“, *Postimees*, 2013. Vaadatud: 17. veebruar 2024. [Online]. Available at: <https://lounapostimees.postimees.ee/2571644/puhkekodu-kasutab-paikest-oma-huvides>
- [6] Marko Tooming, „Elektrilevi juht: Eestis on rohkem päikesejaamu kui lähinaabritel kokku“, *ERR Majandus*, aug 2022, Vaadatud: 24. veebruar 2024. [Online]. Available at: <https://www.err.ee/1608694285/elektrilevi-juht-eestis-on-rohkem-paikesejaamu-kui-lahinaabritel-kokku>
- [7] „Sunly avas suurima salvestiga päikesepargi“, *Tööstusuudised*, 2023. Vaadatud: 24. veebruar 2024. [Online]. Available at: <https://www.toostusuudised.ee/uudised/2023/11/16/sunly-avas-suurima-salvestiga-paikesepargi>
- [8] A. Rosin, S. Link, ja I. Drovtar, „Energia lokaalse tootmise analüüs büroohoonele Osa I“, Tallinn, 2013. Vaadatud: 17. veebruar 2024. [Online]. Available at: [https://energiatalgud.ee/sites/default/files/images\\_sala/b/b9/Energia\\_lokaalse\\_tootmise\\_analüüs\\_büroohoonele\\_Taastuenergialahendused.pdf](https://energiatalgud.ee/sites/default/files/images_sala/b/b9/Energia_lokaalse_tootmise_analüüs_büroohoonele_Taastuenergialahendused.pdf)
- [9] Janar Areng, „Energiasalvestil põhinevate paindlikkusteenuste tasuvus Pakri Teadus – ja Tööstuspargi suletud jaotusvõrgus“, Taltech, Tallinn, 2022. Vaadatud: 3. veebruar 2024. [Online]. Available at: <https://digikogu.taltech.ee/en/Download/3d60f6bd-0e10-42fb-b561-57abaeb27ef9&ved=2ahUKEwjVI9nf8cGFAxUAExAIHXkdCAEQFnoECBIQAQ&usg=AOvVaw05YbF0EUzKFTVAAkZIOghf>
- [10] BloombergNEF, „Lithium-Ion Battery Pack Prices Hit Record Low of \$139/kWh“, *BloombergNEF*, nov 2023, Vaadatud: 24. veebruar 2024. [Online]. Available at:

<https://about.bnef.com/blog/lithium-ion-battery-pack-prices-hit-record-low-of-139-kwh/>

- [11] „Pühajärve Puhkekeskuse pilt“, Vaadatud: 17. veebruar 2024. [Online]. Available at:  
[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.booking.com%2Fhotel%2Fee%2Fpuhajarve-spa-resort.et.html&psig=AOvVaw1xnb2v5k5U-EdQ61J5C8Je&ust=1708266748278000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=2ahUKEwjup\\_zWy7KEAxUsGhAIHdziAhgQr4kDegQIARBN](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.booking.com%2Fhotel%2Fee%2Fpuhajarve-spa-resort.et.html&psig=AOvVaw1xnb2v5k5U-EdQ61J5C8Je&ust=1708266748278000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=2ahUKEwjup_zWy7KEAxUsGhAIHdziAhgQr4kDegQIARBN)
- [12] Maa-amet, „Maa-ameti kitsenduste kaart“, Maa-amet. Vaadatud: 17. märts 2024. [Online]. Available at: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/kitsendused>
- [13] Treesystem, „Treesystem installation manual for 545W PV-module“. 27. aprill 2023.
- [14] JA Solar, „JA Solar JAM72S30 infoleht“. Vaadatud: 16. märts 2024. [Online]. Available at:  
<https://www.jasolar.com/uploadfile/2021/0706/20210706053524693.pdf>
- [15] Suncalc.org, „Suncalc.org varjude kalkulaator Lehe 3“, Suncalc.org. Vaadatud: 2. märts 2024. [Online]. Available at:  
<https://www.suncalc.org/#/58.0485,26.4594,18/2024.03.01/12:00/3.08/3>
- [16] R. Kuhi-Thalfeldt, „II loengu materjal, Haja-ja taastuenergeetika AEK0300“, Tallinn, 2023. Vaadatud: 2. märts 2024. [Online]. Available at:  
[https://moodle.taltech.ee/pluginfile.php/582169/mod\\_resource/content/1/II%20loengu%20-%20Päikesepaneelide%20modelleerimine.pdf](https://moodle.taltech.ee/pluginfile.php/582169/mod_resource/content/1/II%20loengu%20-%20Päikesepaneelide%20modelleerimine.pdf)
- [17] K.-E. Laasma, „Maapaigaldusega päikeseelektrijaama rajamise juhend“, Taltech, Tallinn, 2021. Vaadatud: 2. märts 2024. [Online]. Available at:  
<https://digikogu.taltech.ee/et/item/81a3a853-ec42-4244-b2ed-acf5c01d002e>
- [18] Solaredge, „Solaredge Designer joonestamise veebilehekülg“, SolarEdge Systems. Vaadatud: 17. märts 2024. [Online]. Available at:  
<https://designer.solaredge.com/sites>
- [19] Maa-amet, „Maa-amet 3D“, Vaadatud: 1. mai 2024. [Online]. Available at:  
<https://3d.maaamet.ee/kaart/>
- [20] Andri Jagomägi, „PV-süsteemi toodangu arvutamise mudel Excel“. Taltech, Tallinn.
- [21] E. Bellini, „Exploring the depths of Europe’s oldest grid-connected PV system“, *Pv magazine*, juuli 2021.

- [22] SKE, „SKE Showcase Video: HUAWEI LUNA 200kWh Smart String Energy Storage System“. Vaadatud: 2. märts 2024. [Online]. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=9SDW3O6VhtA>
- [23] L. Huawei Technologies Co., „LUNA2000-2.0MWH Series Smart String ESS“. Vaadatud: 2. märts 2024. [Online]. Available at: <https://solar.huawei.com/download?p=%2F-%20%2Fmedia%2FSolar%2Fdatasheet%2FLUNA2000-20MWH-1H01H12H1.pdf>
- [24] International Electrotechnical Commission, „IP ratings“. Vaadatud: 17. märts 2024. [Online]. Available at: <https://www.iec.ch/ip-ratings>
- [25] L. Huawei Technologies Co., „C&I Smart String Energy Storage Warranty Service Terms (versioon 2.0, 20.08.2023)“. Vaadatud: 15. märts 2024. [Online]. Available at: [https://cdn.starwebserver.se/shops/solelgrossisten-se/files/garanti-huawei-c-i-smart-string-energy-storage-2023-08-20.pdf?\\_=1697446818](https://cdn.starwebserver.se/shops/solelgrossisten-se/files/garanti-huawei-c-i-smart-string-energy-storage-2023-08-20.pdf?_=1697446818)
- [26] L. Ningbo Deye Technology Co., „Deye MS-G230/MS-G215 salvesti infoleht“. Vaadatud: 17. märts 2024. [Online]. Available at: <https://deye.com/product/ms-g230/>
- [27] R. Liive, „Elektrilevi võrgus olevaist päikeseparkidest 51% kasutab Huawei invertereid. Välisluureamet: Hiina tehnoloogia on julgeolekuoht“, *Rohegeenius*, 20. veebruar 2024. Vaadatud: 25. märts 2024. [Online]. Available at: <https://rohe.geenius.ee/rubriik/uudis/elektrilevi-vorgus-olevaist-paikeseparkidest-51-kasutab-huawei-invertereid-valisluureamet-hiina-tehnoloogia-on-julgeolekuoht/>
- [28] ERR, „Välisluureamet: Hiina tehnoloogia kujutab ühe suuremat ohtu“, *ERR*, 2024, Vaadatud: 25. märts 2024. [Online]. Available at: <https://www.err.ee/1609250946/valisluureamet-hiina-tehnoloogia-kujutab-uha-suuremat-ohtu>
- [29] energyPRO, „The MILP Solver optimization method in energyPRO“, EMD International A/S. Vaadatud: 16. märts 2024. [Online]. Available at: [https://www.emd-international.com/files/energypro/HowToGuides/HowToGuide\\_MILP%20solver.pdf](https://www.emd-international.com/files/energypro/HowToGuides/HowToGuide_MILP%20solver.pdf)
- [30] H. Hesse *et al.*, „Ageing and Efficiency Aware Battery Dispatch for Arbitrage Markets Using Mixed Integer Linear Programming“, *Energies (Basel)*, kd 12, nr 6, lk 999, märts 2019, doi: 10.3390/en12060999.



- [31] Eurostat, „Eurostat Euroala inflatsioonimäärad 2012-2023“, Eurostat. Vaadatud: 16. märts 2024. [Online]. Available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tec00118/default/table?lang=en&category=t\\_prc.t\\_prc\\_hicp](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tec00118/default/table?lang=en&category=t_prc.t_prc_hicp)
- [32] European Central Bank, „Monetary policy decisions 7th March 2024“, ECB. Vaadatud: 16. märts 2024. [Online]. Available at: <https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2024/html/ecb.mp240307~a5fa52b82b.en.html>
- [33] Kadri Rootalu, „Statistilise andmeanalüüsi meetodid“, Tartu Ülikool Sotsiaalse analüüsi meetodite ja metodoloogia õpibaas. Vaadatud: 25. veebruar 2024. [Online]. Available at: <https://samm.ut.ee/kirjeldav-statistika>
- [34] Rando Simson, „Päikeseelektrijaama tasuvuskalkulatsioon Excel“. Tallinn, 2024.
- [35] Solar4you OÜ, „Solar4you andmed Tõrvakivi 65 kWp elektrijaama kohta“.
- [36] EAS, „EAS varustuskindluse toetus“, KredEx ja Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus. Vaadatud: 25. märts 2024. [Online]. Available at: <https://eas.ee/toetused/varustuskindlus/>
- [37] Markedroid OÜ, „Markedroid salvestuse juhtimise tarkvara“, Markedroid. Vaadatud: 25. märts 2024. [Online]. Available at: <https://www.markedroid.com>
- [38] Fusebox OÜ, „Fusebox salvestuse juhtimise tarkvara arendaja“. Vaadatud: 26. märts 2024. [Online]. Available at: <https://fusebox.energy>

# LISAD

## Lisa 1 - Pühajärve tehnilised tingimused

TEHNILISED TINGIMUSED 434662



### TAOTLUSE ESITAJA

Nimi / ärinimi AS Pühajärve Puhkekodu		Isiku- või registrikood 10149335	
Kontaktaadress	Tänav / maja / korter Pühajärve, Sõjatamme	Sihtnumber 67414	Maakond Valga maakond
Kontaktisik	Nimi Rando Simson, Solar4you OÜ		
	Telefon 5624 1235	e-post info@solar4you.ee	

### VÕRGUÜHENDUSE ASUKOHT

Võrguühenduse kasutamise asukoht / aadress Sõjatamme /1 Pühajärve küla Otepää vald Valga maakond			
Tarbimiskoht Puhkekodu		Katastriüksuse number 63601:001:0096	
Minimaalne 1-faasiline lühisvool 7246		Maksimaalne 3-faasiline lühisvool 9803	
Piirkonna alajaam OTEPÄÄ 110/10	Toitefiider TEHASE:OTE	Jaotusalajaam Puhkekodu:(Otepää)	Jaotusfiider F4:Puhkekodu:(Otepää)

### TOOTEVALIK

Elektritootja (16 kuni 499 kW) tingimuste muutmine
--

### OLEMASOLEVA VÕRGUÜHENDUSE JA MÕÕTESÜSTEEMI ANDMED

Faaside arv 3	Amprite arv 400 A
------------------	----------------------

### ELEKTRILEVI TEGEVUSED

<p>Käesolevad tehnilised tingimused on väljastatud 15 kW elektrijaama Huawei Technologies Co., Ltd. SUN2000-100KTL-M1, 15kW, 2tk ühendamiseks Elektrilevi OÜ jaotusvõrguga. Selleks Elektrilevi OÜ ehitab mõõtesüsteemi ümber alljärgnevalt: Puhkekodu aj. paigaldada kahepoolsele toite võimalusele viitavad hoiatussildid.</p> <p>Tehnilised lähteandmed elektrijaama liitumispunkti kohta: Liitumispunkti kaitsme nimivool 3x400 A, liitumispunkti nimipinge 0,4 kV, elektrisüsteemi summaarne takistus liitumispunktis pärast liitumispunkti valmimist 0.015 + j 0.028 oomi, minimaalne ühefaasiline lühisvool liitumispunktis enne elektrijaama ühendamist ca 6,774 kA, perspektiivne kolmefaasiline maksimaalne lühisvool liitumispunktis liituja seadmete lühisvoolutaluvuse valikuks on ca 9,400 kA. Võrguettevõtjal on õigus nõuete rikkumisel ja liitumisvõimsuse ületamisel eraldada elektrijaam süsteemist, katkestades elektripaigaldise ja jaotusvõrgu vahelise ühenduse liitumispunktis.</p>
---

## Lisa 2 - Simulatsioon 0 elektriostu tegevuskulude aruanne

Aasta	Tulud kokku €	Tulu - Elektri müük võrku €	Tegevuskuld kokku €	Tegevuskulu - Müügimarginal €	Tegevuskulu - Süsteemi hoolduskulu €	Tegevuskulu - Elektri ost €	Tegevuskulu - Elektrifraktsiis €	Tegevuskulu - Ostumarginal €	Tegevuskulu - Tasulivõetaksu €	Tegevuskulu - Võlgataksu €	Rahandus €
2025	€ -	€ -	€ 149 632,42	€ -	€ -	€ 109 523,80	€ 1 161,81	€ 1 045,63	€ 12 199,02	€ 28 702,16	€ 149 632,42
2026	€ -	€ -	€ 153 670,52	€ -	€ -	€ 112 156,29	€ 1 160,35	€ 1 090,56	€ 12 610,06	€ 28 562,96	€ 153 670,52
2027	€ -	€ -	€ 160 437,06	€ -	€ -	€ 117 549,49	€ 1 162,04	€ 1 120,32	€ 13 070,41	€ 27 534,80	€ 160 437,06
2028	€ -	€ -	€ 164 252,55	€ -	€ -	€ 120 254,81	€ 1 165,32	€ 1 151,58	€ 13 435,08	€ 28 245,77	€ 164 252,55
2029	€ -	€ -	€ 168 317,97	€ -	€ -	€ 123 326,09	€ 1 161,28	€ 1 176,78	€ 13 729,14	€ 28 924,17	€ 168 317,97
2030	€ -	€ -	€ 172 548,04	€ -	€ -	€ 126 461,89	€ 1 161,70	€ 1 206,12	€ 14 071,39	€ 29 646,93	€ 172 548,04
2031	€ -	€ -	€ 176 701,58	€ -	€ -	€ 129 492,65	€ 1 161,71	€ 1 236,28	€ 14 423,25	€ 30 367,70	€ 176 701,58
2032	€ -	€ -	€ 180 287,92	€ -	€ -	€ 131 828,81	€ 1 164,06	€ 1 269,74	€ 14 813,69	€ 31 211,62	€ 180 287,92
2033	€ -	€ -	€ 185 476,72	€ -	€ -	€ 135 970,44	€ 1 161,90	€ 1 299,08	€ 15 155,89	€ 31 889,42	€ 185 476,72
2034	€ -	€ -	€ 189 975,11	€ -	€ -	€ 139 266,55	€ 1 161,75	€ 1 331,38	€ 15 532,80	€ 32 683,63	€ 189 975,11
2035	€ -	€ -	€ 195 011,71	€ -	€ -	€ 143 020,45	€ 1 161,28	€ 1 364,71	€ 15 921,60	€ 33 543,17	€ 195 011,71
2036	€ -	€ -	€ 200 820,11	€ -	€ -	€ 147 183,44	€ 1 165,30	€ 1 403,05	€ 16 368,95	€ 34 439,38	€ 200 820,11
2037	€ -	€ -	€ 203 086,68	€ -	€ -	€ 148 594,47	€ 1 160,35	€ 1 432,02	€ 16 706,91	€ 35 192,93	€ 203 086,68
2038	€ -	€ -	€ 210 144,67	€ -	€ -	€ 154 235,12	€ 1 162,04	€ 1 469,96	€ 17 149,51	€ 36 128,05	€ 210 144,67
2039	€ -	€ -	€ 214 832,69	€ -	€ -	€ 157 414,49	€ 1 161,69	€ 1 506,26	€ 17 573,05	€ 36 977,19	€ 214 832,69
2040	€ -	€ -	€ 221 015,24	€ -	€ -	€ 162 194,00	€ 1 165,42	€ 1 548,87	€ 18 070,13	€ 38 036,82	€ 221 015,24
2041	€ -	€ -	€ 226 035,43	€ -	€ -	€ 165 828,97	€ 1 161,70	€ 1 582,53	€ 18 462,88	€ 38 899,35	€ 226 035,43
2042	€ -	€ -	€ 231 485,24	€ -	€ -	€ 169 905,57	€ 1 161,71	€ 1 622,10	€ 18 924,55	€ 39 871,29	€ 231 485,24
2043	€ -	€ -	€ 235 332,99	€ -	€ -	€ 172 324,03	€ 1 160,35	€ 1 660,71	€ 19 374,90	€ 40 813,01	€ 235 332,99
2044	€ -	€ -	€ 243 928,23	€ -	€ -	€ 179 112,70	€ 1 165,61	€ 1 709,94	€ 19 949,33	€ 41 990,65	€ 243 928,23
2045	€ -	€ -	€ 248 901,24	€ -	€ -	€ 182 728,48	€ 1 161,75	€ 1 746,89	€ 20 380,37	€ 42 883,75	€ 248 901,24
2046	€ -	€ -	€ 255 509,69	€ -	€ -	€ 187 855,23	€ 1 161,28	€ 1 790,62	€ 20 890,52	€ 44 011,55	€ 255 509,69
2047	€ -	€ -	€ 261 946,28	€ -	€ -	€ 192 426,73	€ 1 161,70	€ 1 835,25	€ 21 411,28	€ 45 111,31	€ 261 946,28
2048	€ -	€ -	€ 267 049,15	€ -	€ -	€ 195 676,79	€ 1 163,94	€ 1 884,75	€ 21 988,77	€ 46 334,90	€ 267 049,15
2049	€ -	€ -	€ 275 365,36	€ -	€ -	€ 202 389,84	€ 1 162,04	€ 1 928,71	€ 22 501,64	€ 47 403,13	€ 275 365,36

# Lisa 3 - Simulatsioon 1 elektriostu tegevuskulude aruanne

Aasta	Tulud kokku	Tulu - Elektri müük võrku	Tegevuskulud kokku	Tegevuskulu - Müügi marginaal	Tegevuskulu - Süsteemi hoolduskulu	Tegevuskulu - Elektri oost	Tegevuskulu - Elektriaktsiis	Tegevuskulu - Osumarginaal	Tegevuskulu - Taastuvenegatsioon	Tegevuskulu - Võrgustas	Rahavood kokku	Rahaline säst
2025	€ 172,57	€ 172,57	€ 124,451,73	€ 2,52	€ 91,135,54	€ 1,635,30	€ 931,00	€ 837,90	€ 9,775,53	€ 201,333,94	€ 124,279,16	€ 25,383,29
2026	€ 178,46	€ 178,46	€ 126,262,62	€ 2,61	€ 92,222,56	€ 1,635,50	€ 929,81	€ 857,75	€ 10,007,12	€ 20,609,26	€ 126,024,16	€ 27,486,37
2027	€ 219,63	€ 219,63	€ 130,873,58	€ 2,77	€ 95,968,23	€ 1,633,56	€ 931,60	€ 880,88	€ 10,276,98	€ 21,179,55	€ 130,653,95	€ 29,783,11
2028	€ 188,40	€ 188,40	€ 134,388,76	€ 2,72	€ 98,599,20	€ 1,633,74	€ 934,74	€ 905,95	€ 10,569,41	€ 21,743,00	€ 134,200,35	€ 30,052,20
2029	€ 204,17	€ 204,17	€ 137,557,89	€ 2,88	€ 100,983,30	€ 1,634,75	€ 931,15	€ 925,03	€ 10,792,01	€ 22,288,29	€ 137,353,72	€ 30,964,25
2030	€ 200,98	€ 200,98	€ 140,903,69	€ 2,93	€ 103,482,96	€ 1,636,09	€ 930,66	€ 947,86	€ 11,059,38	€ 22,834,81	€ 140,702,71	€ 31,845,38
2031	€ 200,13	€ 200,13	€ 143,898,72	€ 2,93	€ 105,677,71	€ 1,635,30	€ 930,90	€ 971,60	€ 11,335,38	€ 23,345,90	€ 143,899,59	€ 33,007,99
2032	€ 213,76	€ 213,76	€ 146,525,18	€ 3,05	€ 107,315,48	€ 1,637,16	€ 933,02	€ 998,16	€ 11,645,25	€ 23,993,05	€ 146,911,41	€ 33,976,50
2033	€ 237,78	€ 237,78	€ 151,410,88	€ 3,26	€ 111,347,14	€ 1,637,35	€ 931,68	€ 1,021,64	€ 11,919,16	€ 24,555,65	€ 151,173,10	€ 34,300,62
2034	€ 220,88	€ 220,88	€ 155,122,48	€ 3,20	€ 114,153,56	€ 1,631,29	€ 931,55	€ 1,047,04	€ 12,215,52	€ 25,140,31	€ 154,901,60	€ 35,073,51
2035	€ 236,77	€ 236,77	€ 159,115,22	€ 3,34	€ 117,109,66	€ 1,634,75	€ 931,15	€ 1,072,75	€ 12,515,42	€ 25,848,16	€ 158,878,45	€ 36,133,27
2036	€ 224,85	€ 224,85	€ 163,203,96	€ 3,29	€ 120,193,88	€ 1,637,98	€ 924,08	€ 1,103,04	€ 12,868,75	€ 26,523,16	€ 162,979,11	€ 37,641,00
2037	€ 234,36	€ 234,36	€ 164,867,71	€ 3,45	€ 121,003,99	€ 1,633,67	€ 929,81	€ 1,125,45	€ 13,130,21	€ 27,041,14	€ 164,633,35	€ 38,483,34
2038	€ 288,23	€ 288,23	€ 170,918,98	€ 3,64	€ 125,918,63	€ 1,633,61	€ 931,60	€ 1,154,80	€ 13,484,29	€ 27,789,41	€ 170,628,75	€ 39,515,92
2039	€ 275,88	€ 275,88	€ 174,909,08	€ 3,80	€ 128,864,97	€ 1,637,46	€ 931,47	€ 1,184,53	€ 13,819,50	€ 28,472,36	€ 174,633,20	€ 39,989,49
2040	€ 263,60	€ 263,60	€ 180,140,73	€ 3,78	€ 132,827,26	€ 1,637,57	€ 934,38	€ 1,217,93	€ 14,209,19	€ 29,310,85	€ 174,877,15	€ 41,138,08
2041	€ 263,98	€ 263,98	€ 184,077,01	€ 3,89	€ 135,791,73	€ 1,636,31	€ 930,86	€ 1,243,68	€ 14,509,55	€ 29,960,99	€ 181,813,03	€ 42,222,40
2042	€ 262,89	€ 262,89	€ 188,008,31	€ 3,89	€ 138,658,32	€ 1,635,53	€ 930,80	€ 1,274,83	€ 14,873,00	€ 30,631,84	€ 181,745,42	€ 43,799,82
2043	€ 272,24	€ 272,24	€ 190,287,05	€ 4,07	€ 140,327,53	€ 1,634,02	€ 929,81	€ 1,305,17	€ 15,227,01	€ 31,359,43	€ 190,514,81	€ 44,818,18
2044	€ 313,76	€ 313,76	€ 198,814,11	€ 4,33	€ 146,830,60	€ 1,635,18	€ 935,02	€ 1,345,29	€ 15,695,08	€ 32,388,55	€ 198,500,35	€ 45,427,88
2045	€ 290,55	€ 290,55	€ 202,734,94	€ 4,31	€ 149,779,36	€ 1,631,82	€ 931,55	€ 1,373,81	€ 16,027,82	€ 32,986,27	€ 202,444,39	€ 46,456,85
2046	€ 311,17	€ 311,17	€ 207,972,62	€ 4,45	€ 153,658,03	€ 1,635,11	€ 931,15	€ 1,407,54	€ 16,421,32	€ 33,915,03	€ 207,756,14	€ 47,848,25
2047	€ 306,14	€ 306,14	€ 213,062,94	€ 4,51	€ 157,476,78	€ 1,638,31	€ 930,66	€ 1,442,28	€ 16,828,63	€ 34,745,66	€ 212,756,80	€ 49,189,48
2048	€ 302,14	€ 302,14	€ 216,278,99	€ 4,54	€ 159,333,21	€ 1,638,68	€ 932,88	€ 1,481,72	€ 17,286,70	€ 35,603,16	€ 215,976,85	€ 51,072,30
2049	€ 378,20	€ 378,20	€ 223,457,34	€ 4,78	€ 165,216,16	€ 1,632,62	€ 931,50	€ 1,516,50	€ 17,692,56	€ 36,462,11	€ 223,079,14	€ 52,286,22

Aasta	Toodetud elektrenergia [MWh]	Elektritarbimine [MWh]	Eksportitud elektrenergia [MWh]	Importitud elektrenergia [MWh]	Elektrienergia omatarve [MWh]	Omatarbe osakaal toodangust %	Rahavood kokku €	Rahaline sääst €	Rahaline sääst salvesti pealt €	PEJ eritootlus kWh/kWp
2025	233,61	1161,81	2,81	931,00	230,81	98,8%	-€ 124279	€ 25353	€ -	957
2026	233,36	1160,35	2,83	929,81	230,53	98,8%	-€ 126084	€ 27486	€ -	956
2027	233,37	1162,04	2,93	931,60	230,44	98,7%	-€ 130654	€ 29783	€ -	956
2028	233,39	1165,32	2,81	934,74	230,59	98,8%	-€ 134200	€ 30052	€ -	957
2029	233,54	1161,79	2,90	931,15	230,64	98,8%	-€ 137354	€ 30964	€ -	957
2030	233,73	1161,70	2,88	930,86	230,85	98,8%	-€ 140703	€ 31845	€ -	958
2031	233,61	1161,71	2,81	930,90	230,81	98,8%	-€ 143700	€ 33002	€ -	957
2032	233,88	1164,06	2,85	933,02	231,03	98,8%	-€ 146311	€ 33977	€ -	959
2033	233,19	1161,90	2,97	931,68	230,22	98,7%	-€ 151173	€ 34304	€ -	956
2034	233,04	1161,75	2,85	931,55	230,20	98,8%	-€ 154902	€ 35074	€ -	955
2035	233,54	1161,79	2,90	931,15	230,64	98,8%	-€ 158878	€ 36133	€ -	957
2036	234,00	1165,30	2,78	934,08	231,21	98,8%	-€ 162979	€ 37641	€ -	959
2037	233,38	1160,35	2,85	929,81	230,53	98,8%	-€ 164633	€ 38453	€ -	956
2038	233,37	1162,04	2,94	931,60	230,44	98,7%	-€ 170629	€ 39516	€ -	956
2039	233,21	1161,69	2,99	931,47	230,22	98,7%	-€ 174633	€ 39999	€ -	956
2040	233,94	1165,42	2,90	934,38	231,04	98,8%	-€ 179877	€ 41138	€ -	959
2041	233,76	1161,70	2,91	930,86	230,85	98,8%	-€ 183813	€ 42222	€ -	958
2042	233,65	1161,71	2,84	930,90	230,81	98,8%	-€ 187745	€ 43740	€ -	958
2043	233,43	1160,35	2,90	929,81	230,53	98,8%	-€ 190515	€ 44818	€ -	957
2044	233,60	1165,61	3,01	935,02	230,59	98,7%	-€ 198500	€ 45428	€ -	957
2045	233,12	1161,75	2,92	931,55	230,20	98,7%	-€ 202444	€ 46457	€ -	955
2046	233,59	1161,70	2,95	931,15	230,64	98,7%	-€ 207661	€ 47848	€ -	957
2047	233,76	1161,79	2,91	930,86	230,85	98,8%	-€ 212757	€ 49189	€ -	958
2048	233,81	1163,94	2,86	932,98	230,95	98,8%	-€ 216977	€ 51072	€ -	958
2049	233,37	1162,04	2,94	931,60	230,44	98,7%	-€ 223079	€ 52286	€ -	956

# Lisa 4 - Simulatsioon 2 elektriostu tegevuskulude aruanne

Aasta	Tulud kokku	Tulu - Elektrimüük	Tegevuskulud kokku	Tegevuskulu - Müüginälginaal	Tegevuskulu - Susteemi hoolduskulu	Tegevuskulu - Elektri ost	Tegevuskulu - Elektriaktsiis	Tegevuskulu - Ostumälginaal	Tegevuskulu - Tasulvennigratas	Tegevuskulu - Võrgutasa	Rahanood kokku	Rahaline sääst
2025	€ 778,64	€ 778,64	€ 115,527,71	€ 9,04	€ 2,226,01	€ 84,404,89	€ 853,85	€ 768,47	€ 8,965,48	€ 18,239,98	€ 114,749,07	€ 34,883,38
2026	€ 780,35	€ 780,35	€ 117,066,12	€ 9,19	€ 2,222,43	€ 85,292,70	€ 852,81	€ 806,72	€ 9,178,41	€ 18,238,86	€ 116,285,77	€ 37,284,75
2027	€ 856,26	€ 856,26	€ 121,715,32	€ 9,57	€ 89,124,68	€ 855,17	€ 808,61	€ 9,433,81	€ 9,433,81	€ 19,264,58	€ 120,857,06	€ 39,580,00
2028	€ 789,37	€ 789,37	€ 124,908,54	€ 9,60	€ 2,219,30	€ 91,503,12	€ 858,19	€ 831,76	€ 9,703,83	€ 19,780,74	€ 124,117,17	€ 40,135,38
2029	€ 836,56	€ 836,56	€ 127,828,72	€ 10,06	€ 2,219,23	€ 93,692,42	€ 854,88	€ 849,26	€ 9,908,05	€ 20,294,81	€ 126,992,16	€ 41,325,82
2030	€ 856,26	€ 856,26	€ 130,904,98	€ 10,22	€ 2,225,02	€ 98,027,51	€ 853,79	€ 869,39	€ 10,142,89	€ 20,775,53	€ 130,046,70	€ 42,501,34
2031	€ 905,12	€ 905,12	€ 133,468,70	€ 10,50	€ 2,226,11	€ 97,872,23	€ 855,75	€ 891,08	€ 10,395,97	€ 21,719,05	€ 132,565,58	€ 44,136,00
2032	€ 954,31	€ 954,31	€ 135,837,37	€ 10,81	€ 2,227,05	€ 99,333,15	€ 856,01	€ 915,78	€ 10,684,08	€ 21,810,49	€ 134,883,08	€ 45,404,86
2033	€ 934,88	€ 934,88	€ 140,679,32	€ 11,25	€ 2,219,22	€ 103,382,80	€ 855,12	€ 937,70	€ 10,939,79	€ 22,333,43	€ 139,744,43	€ 46,732,29
2034	€ 915,65	€ 915,65	€ 144,043,03	€ 11,12	€ 2,215,24	€ 105,922,16	€ 855,11	€ 961,12	€ 11,213,11	€ 22,864,67	€ 143,127,38	€ 48,847,73
2035	€ 970,15	€ 970,15	€ 147,517,20	€ 11,66	€ 2,219,23	€ 108,654,48	€ 854,88	€ 984,88	€ 11,490,30	€ 23,595,76	€ 146,781,05	€ 48,230,66
2036	€ 1,023,32	€ 1,023,32	€ 151,286,06	€ 11,89	€ 2,230,44	€ 111,259,76	€ 856,73	€ 1,011,69	€ 11,803,04	€ 24,112,51	€ 150,282,73	€ 50,357,38
2037	€ 1,024,16	€ 1,024,16	€ 152,641,40	€ 12,09	€ 2,222,64	€ 111,911,41	€ 855,81	€ 1,032,25	€ 12,042,87	€ 24,567,33	€ 151,617,25	€ 51,469,44
2038	€ 1,126,64	€ 1,126,64	€ 158,742,17	€ 12,63	€ 2,219,34	€ 116,939,30	€ 855,17	€ 1,060,97	€ 12,377,97	€ 25,276,79	€ 152,615,53	€ 52,529,14
2039	€ 1,084,31	€ 1,084,31	€ 162,382,65	€ 13,06	€ 2,219,34	€ 119,629,16	€ 854,92	€ 1,087,18	€ 12,683,74	€ 25,895,26	€ 161,298,34	€ 53,334,35
2040	€ 1,100,41	€ 1,100,41	€ 167,999,91	€ 13,28	€ 2,223,02	€ 123,232,63	€ 857,94	€ 1,118,30	€ 13,046,88	€ 26,697,23	€ 166,099,50	€ 54,915,73
2041	€ 1,126,76	€ 1,126,76	€ 170,988,23	€ 13,51	€ 2,226,15	€ 125,996,42	€ 853,79	€ 1,140,72	€ 13,308,35	€ 27,259,29	€ 169,671,47	€ 56,308,93
2042	€ 1,185,55	€ 1,185,55	€ 174,161,86	€ 13,87	€ 2,226,57	€ 129,416,85	€ 853,75	€ 1,169,18	€ 13,640,41	€ 27,841,23	€ 172,976,31	€ 58,508,93
2043	€ 1,188,60	€ 1,188,60	€ 176,528,95	€ 14,16	€ 2,223,34	€ 129,822,93	€ 852,81	€ 1,197,09	€ 13,966,04	€ 28,490,57	€ 175,338,44	€ 59,994,65
2044	€ 1,231,40	€ 1,231,40	€ 184,601,87	€ 14,53	€ 2,223,11	€ 136,405,76	€ 858,40	€ 1,235,05	€ 14,408,92	€ 29,455,71	€ 183,370,48	€ 60,557,78
2045	€ 1,202,34	€ 1,202,34	€ 188,039,39	€ 14,74	€ 2,216,42	€ 138,979,08	€ 855,11	€ 1,261,08	€ 14,712,57	€ 30,000,43	€ 186,837,05	€ 62,084,19
2046	€ 1,273,81	€ 1,273,81	€ 192,903,76	€ 15,44	€ 2,219,66	€ 142,564,10	€ 854,88	€ 1,292,25	€ 15,076,27	€ 30,880,96	€ 191,629,95	€ 63,879,74
2047	€ 1,306,93	€ 1,306,93	€ 197,581,96	€ 15,71	€ 2,226,33	€ 146,117,22	€ 853,79	€ 1,322,88	€ 15,433,61	€ 31,612,42	€ 196,275,03	€ 65,671,25
2048	€ 1,352,95	€ 1,352,95	€ 200,001,53	€ 16,10	€ 2,228,28	€ 147,343,88	€ 855,75	€ 1,359,06	€ 15,855,69	€ 32,342,77	€ 198,648,59	€ 66,400,56
2049	€ 1,479,06	€ 1,479,06	€ 207,324,71	€ 16,71	€ 2,219,95	€ 153,434,49	€ 855,17	€ 1,392,08	€ 16,240,97	€ 33,165,34	€ 205,845,66	€ 69,519,77

Aasta	Toodetud elektrienergia [MWh]	Elektritarbimine [MWh]	Eksportitud elektrienergia [MWh]	Importitud elektrienergia [MWh]	Elektrienergia omatarve [MWh]	Omatarbe osakaal toodangust %	Rahavood kokku €	Rahaline sääst €	Rahaline sääst salvesti pealt €	PEJ eritootlus kWh/kWp
2025	318,00	1161,81	10,04	853,85	307,96	96,8%	-€ 114 749	€ 34 883	€ -	869
2026	317,49	1160,35	9,96	852,81	307,53	96,9%	-€ 116 286	€ 37 285	€ -	867
2027	316,99	1162,04	10,12	855,17	306,87	96,8%	-€ 120 857	€ 39 580	€ -	866
2028	317,04	1165,32	9,91	858,19	307,14	96,9%	-€ 124 117	€ 40 135	€ -	866
2029	317,03	1161,79	10,13	854,88	306,91	96,8%	-€ 126 992	€ 41 326	€ -	866
2030	317,95	1161,70	10,04	853,79	307,91	96,8%	-€ 130 047	€ 42 501	€ -	869
2031	318,02	1161,71	10,06	853,75	307,96	96,8%	-€ 132 566	€ 44 136	€ -	869
2032	318,15	1164,06	10,11	856,01	308,04	96,8%	-€ 134 883	€ 45 405	€ -	869
2033	317,03	1161,90	10,26	855,12	306,77	96,8%	-€ 139 744	€ 45 732	€ -	866
2034	316,54	1161,75	9,90	855,11	306,64	96,9%	-€ 143 127	€ 46 848	€ -	865
2035	317,03	1161,79	10,13	854,88	306,91	96,8%	-€ 146 781	€ 48 231	€ -	866
2036	318,63	1165,30	10,07	856,73	308,57	96,8%	-€ 150 263	€ 50 357	€ -	871
2037	317,52	1160,35	9,99	852,81	307,53	96,9%	-€ 151 617	€ 51 469	€ -	868
2038	317,05	1162,04	10,18	855,17	306,87	96,8%	-€ 157 616	€ 52 529	€ -	866
2039	317,05	1161,69	10,27	854,92	306,77	96,8%	-€ 161 298	€ 53 334	€ -	866
2040	317,66	1165,42	10,19	857,95	307,47	96,8%	-€ 166 100	€ 54 916	€ -	868
2041	318,02	1161,70	10,11	853,79	307,91	96,8%	-€ 169 671	€ 56 364	€ -	869
2042	318,08	1161,71	10,12	853,75	307,96	96,8%	-€ 172 976	€ 58 509	€ -	869
2043	317,62	1160,35	10,09	852,81	307,53	96,8%	-€ 175 338	€ 59 995	€ -	868
2044	317,59	1165,61	10,38	858,40	307,21	96,7%	-€ 183 370	€ 60 558	€ -	868
2045	316,63	1161,75	9,99	855,11	306,64	96,8%	-€ 186 837	€ 62 064	€ -	865
2046	317,12	1161,70	10,22	854,88	306,91	96,8%	-€ 191 630	€ 63 880	€ -	866
2047	318,05	1161,70	10,14	853,79	307,91	96,8%	-€ 196 275	€ 65 671	€ -	869
2048	318,33	1163,94	10,14	855,75	308,19	96,8%	-€ 198 649	€ 68 401	€ -	870
2049	317,14	1162,04	10,27	855,17	306,87	96,8%	-€ 205 846	€ 69 520	€ -	866





Aasta	Toodetud elektrienergia [MWh]	Elektritarbimine [MWh]	Eksporitud elektrienergia [MWh]	Imporditud elektrienergia [MWh]	Elektrienergia omatarve [MWh]	Omatarbe osakaal toodangust %	Rahavood kokku €	Rahaline sääst €	Rahaline sääst salvesti pealt €	PEI eritootus kWh/RWP	Salvesti eritootus c/kWh	Salvesti tsükliid tk
2025	336,74	1161,81	9,64	848,02	313,79	93,2%	104,406 €	45,226 €	10,343 €	920	51,71	648,9
2026	337,08	1160,35	9,51	846,29	314,05	93,2%	105,718 €	47,853 €	10,568 €	921	52,84	653,6
2027	336,39	1162,04	9,75	848,84	313,19	93,1%	109,853 €	50,584 €	11,004 €	919	55,02	658,2
2028	336,56	1165,32	9,58	851,60	313,72	93,2%	112,910 €	51,342 €	11,207 €	920	56,04	648,5
2029	336,63	1161,79	9,55	848,04	313,75	93,2%	115,519 €	52,799 €	11,473 €	920	57,37	647
2030	336,16	1161,70	9,77	848,58	313,12	93,1%	118,421 €	54,127 €	11,626 €	918	58,13	648,7
2031	337,25	1161,71	9,82	847,65	314,06	93,1%	120,518 €	56,184 €	12,048 €	921	60,24	648,7
2032	337,57	1164,06	9,31	849,35	314,70	93,2%	122,647 €	57,641 €	12,236 €	922	61,18	665
2033	335,73	1161,90	9,56	849,05	312,85	93,2%	127,073 €	58,404 €	12,672 €	917	63,36	649,9
2034	335,22	1161,75	9,69	849,44	312,31	93,2%	130,160 €	59,815 €	12,967 €	916	64,83	664,2
2035	336,65	1161,79	9,61	848,09	313,70	93,2%	133,456 €	61,586 €	13,325 €	920	66,63	661,2
2036	337,18	1165,30	9,62	851,01	314,28	93,2%	136,692 €	63,928 €	13,571 €	921	67,85	648,9
2037	337,11	1160,35	9,57	846,33	314,01	93,1%	137,710 €	65,377 €	13,907 €	921	69,54	653,7
2038	337,02	1162,04	9,75	848,28	313,76	93,1%	143,022 €	67,123 €	14,593 €	921	72,97	657,9
2039	335,81	1161,69	9,60	848,73	312,96	93,2%	146,615 €	68,018 €	14,683 €	918	73,42	648,9
2040	337,21	1165,42	9,60	851,08	314,34	93,2%	151,000 €	70,015 €	15,099 €	921	75,50	653
2041	336,26	1161,70	9,83	848,56	313,15	93,1%	154,377 €	71,659 €	15,295 €	919	76,47	648,6
2042	337,32	1161,71	9,89	847,64	314,07	93,1%	157,128 €	74,358 €	15,849 €	922	79,24	648,8
2043	337,17	1160,35	9,63	846,33	314,01	93,1%	159,189 €	76,144 €	16,149 €	921	80,74	653,7
2044	336,13	1165,61	9,52	852,54	313,07	93,1%	166,753 €	77,175 €	16,618 €	918	83,09	661,2
2045	336,50	1161,75	9,54	848,11	313,64	93,2%	169,594 €	79,307 €	17,243 €	919	86,21	649,9
2046	337,51	1161,79	9,96	847,62	314,17	93,1%	174,025 €	81,485 €	17,605 €	922	88,03	651,1
2047	336,77	1161,70	9,99	848,24	313,46	93,1%	178,454 €	83,483 €	17,821 €	920	89,11	648,9
2048	337,92	1163,94	9,62	849,16	314,77	93,2%	180,998 €	86,752 €	18,351 €	923	91,75	659,7
2049	337,09	1162,04	9,84	848,30	313,73	93,1%	186,656 €	88,709 €	19,189 €	921	95,95	658,4

# Lisa 6 - Simulatsioon 4 elektriostu tegevuskulude aruanne

Astia	Tuudkoht	Tuuelektriit mtk	Tegevuskulud koht	Tegevuskulud MWh kohta	Tegevuskulud - Sisetulu koostis	Tegevuskulud - Sisetulu koostis	Tegevuskulud - Elektri	Tegevuskulud - Elektri	Tegevuskulud - Ostmiskulud	Tegevuskulud - Tasevõrgumaksud	Tegevuskulud - Võrgumaksud	Rahandus	Rahaline salaj	Rahaline salaj	Sales at entrance	Sales at														
	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€														
2005	€	1 370,75	€	1 370,75	€	8 205,30	€	10,08	€	68 030,61	€	2 444,99	€	846,20	€	761,59	€	8 856,16	€	17 226,61	€	96 834,66	€	62 292,87	€	17 914,51	€	44,29	€	151
2006	€	1 481,92	€	1 481,92	€	8 627,44	€	10,60	€	68 592,29	€	2 453,58	€	846,28	€	760,69	€	9 100,52	€	17 646,61	€	92 850,92	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2007	€	1 488,83	€	1 488,83	€	102 160,53	€	10,53	€	71 810,39	€	2 453,58	€	846,28	€	824,08	€	9 241,22	€	18 468,69	€	101 650,14	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2008	€	1 474,81	€	1 474,81	€	108 092,72	€	10,98	€	73 884,59	€	2 453,58	€	846,28	€	824,08	€	9 241,22	€	18 468,69	€	104 617,78	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2009	€	1 504,63	€	1 504,63	€	108 607,03	€	11,29	€	73 916,28	€	2 445,99	€	846,51	€	840,99	€	9 211,09	€	18 456,39	€	109 024,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2010	€	1 547,89	€	1 547,89	€	113 383,32	€	11,23	€	78 820,98	€	2 445,99	€	846,51	€	861,72	€	10 053,92	€	19 089,50	€	109 803,58	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2011	€	1 598,04	€	1 598,04	€	118 315,53	€	11,71	€	80 872,24	€	2 445,99	€	846,28	€	883,28	€	10 904,86	€	19 854,70	€	111 222,32	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2012	€	1 661,61	€	1 661,61	€	118 383,32	€	12,26	€	80 872,24	€	2 445,99	€	846,28	€	892,42	€	10 967,09	€	20 050,69	€	111 709,99	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2013	€	1 725,92	€	1 725,92	€	119 239,93	€	12,49	€	83 156,23	€	2 445,99	€	846,28	€	929,20	€	11 765,64	€	21 062,99	€	112 765,04	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2014	€	1 772,87	€	1 772,87	€	122 239,62	€	12,49	€	83 156,23	€	2 445,99	€	846,28	€	929,18	€	11 806,78	€	21 062,99	€	113 826,33	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2015	€	1 749,59	€	1 749,59	€	122 423,60	€	13,12	€	83 381,26	€	2 445,99	€	846,28	€	975,29	€	11 788,38	€	22 189,22	€	117 868,39	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2016	€	1 814,54	€	1 814,54	€	128 423,90	€	13,34	€	89 050,30	€	2 445,99	€	846,28	€	1 002,82	€	11 901,20	€	23 004,68	€	126 801,99	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2017	€	1 891,64	€	1 891,64	€	129 443,17	€	14,02	€	90 014,23	€	2 445,99	€	846,28	€	1 023,58	€	11 941,71	€	23 820,21	€	132 746,53	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2018	€	1 924,23	€	1 924,23	€	134 271,13	€	14,90	€	93 042,71	€	2 445,99	€	846,28	€	1 050,64	€	12 597,42	€	24 814,59	€	142 868,00	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2019	€	1 973,81	€	1 973,81	€	137 972,43	€	14,78	€	99 821,46	€	2 445,99	€	846,28	€	1 077,28	€	12 868,00	€	24 111,69	€	153 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2020	€	1 974,82	€	1 974,82	€	141 972,43	€	14,78	€	99 821,46	€	2 445,99	€	846,28	€	1 151,00	€	13 156,04	€	29 055,66	€	164 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2021	€	2 042,43	€	2 042,43	€	144 972,43	€	14,99	€	103 850,52	€	2 445,99	€	846,28	€	1 151,00	€	13 891,54	€	29 055,66	€	172 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2022	€	2 092,49	€	2 092,49	€	147 972,43	€	14,99	€	103 850,52	€	2 445,99	€	846,28	€	1 151,00	€	13 891,54	€	29 055,66	€	180 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2023	€	2 201,83	€	2 201,83	€	149 972,43	€	16,23	€	103 850,52	€	2 445,99	€	846,28	€	1 151,00	€	13 891,54	€	29 055,66	€	188 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2024	€	2 233,63	€	2 233,63	€	156 490,48	€	16,23	€	103 850,52	€	2 445,99	€	846,28	€	1 151,00	€	13 891,54	€	29 055,66	€	196 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2025	€	2 292,67	€	2 292,67	€	159 992,24	€	16,52	€	111 845,68	€	2 453,50	€	846,57	€	1 246,52	€	14 829,92	€	29 292,62	€	204 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2026	€	2 292,67	€	2 292,67	€	163 591,53	€	17,34	€	114 845,68	€	2 453,50	€	846,57	€	1 279,20	€	14 829,92	€	29 292,62	€	212 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2027	€	2 385,63	€	2 385,63	€	169 322,63	€	17,89	€	117 294,14	€	2 445,99	€	846,59	€	1 311,62	€	15 902,21	€	29 810,49	€	220 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2028	€	2 484,02	€	2 484,02	€	169 462,60	€	18,32	€	118 594,13	€	2 445,99	€	846,59	€	1 346,69	€	15 927,77	€	30 513,24	€	228 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163
2029	€	2 538,59	€	2 538,59	€	179 160,21	€	18,38	€	123 137,92	€	2 445,23	€	846,30	€	1 378,64	€	16 054,08	€	31 246,37	€	236 800,44	€	62 867,07	€	18 258,25	€	46,74	€	163

Aasta	Toodetud elektrenergia [MWh]	Elektritarbimine [MWh]	Eksporitud elektrenergia [MWh]	Imporditud elektrenergia [MWh]	Elektrenergia omatarne [MWh]	Omatarbe osakaal toodangust %	Rahavood kokku €	Rahaline sääst €	Rahaline sääst salvesti pealt €	PEI eritootus kWh/kWp	Salvesti eritootus €/kWh	Salvesti tsüklid tk
2025	349,27	1161,81	11,18	846,20	315,61	90,4%	96 835 €	52 798 €	17 915 €	95,4	44,79	551
2026	349,08	1160,35	11,49	845,58	314,77	90,2%	97 991 €	55 580 €	18 295 €	95,4	45,74	563
2027	349,29	1162,04	11,14	846,78	315,26	90,3%	101 650 €	58 787 €	19 207 €	95,4	48,02	561
2028	348,94	1165,32	11,23	850,25	315,07	90,3%	104 618 €	59 635 €	19 499 €	95,3	48,75	559
2029	349,43	1161,79	11,36	846,51	315,28	90,2%	107 102 €	61 216 €	19 890 €	95,5	49,72	559
2030	349,22	1161,70	11,42	846,31	315,39	90,3%	109 780 €	62 768 €	20 266 €	95,4	50,67	562,4
2031	349,27	1161,71	11,22	846,28	315,43	90,3%	111 722 €	64 979 €	20 843 €	95,4	52,11	554
2032	349,87	1164,06	11,46	848,24	315,81	90,3%	113 706 €	66 582 €	21 177 €	95,6	52,94	553,3
2033	348,83	1161,90	11,61	847,37	314,52	90,2%	117 583 €	67 894 €	22 161 €	95,3	55,40	554,7
2034	348,43	1161,75	11,26	847,15	314,60	90,3%	120 526 €	69 449 €	22 602 €	95,2	56,50	556,7
2035	349,43	1161,79	11,39	846,55	315,24	90,2%	123 680 €	71 331 €	23 101 €	95,5	57,75	559,1
2036	349,89	1165,30	11,30	849,26	316,03	90,3%	126 611 €	74 010 €	23 652 €	95,6	59,13	552,4
2037	349,11	1160,35	11,59	845,65	314,70	90,1%	127 546 €	75 541 €	24 072 €	95,4	60,18	563,1
2038	349,29	1162,04	11,20	846,84	315,20	90,2%	132 347 €	77 798 €	25 269 €	95,4	63,17	561,1
2039	348,85	1161,69	11,62	847,12	314,58	90,2%	135 600 €	79 032 €	25 698 €	95,3	64,24	553,5
2040	350,15	1165,42	11,37	849,28	316,14	90,3%	139 897 €	81 118 €	26 202 €	95,7	65,51	551,5
2041	349,40	1161,70	11,51	846,52	315,18	90,2%	142 870 €	83 165 €	26 801 €	95,5	67,00	562,5
2042	349,33	1161,71	11,31	846,31	315,40	90,3%	145 562 €	85 923 €	27 414 €	95,4	68,54	554,2
2043	349,15	1160,35	11,64	845,66	314,69	90,1%	147 388 €	87 945 €	27 950 €	95,4	69,87	563,1
2044	349,46	1165,61	11,70	850,55	315,06	90,2%	154 215 €	89 713 €	29 156 €	95,5	72,89	565,4
2045	348,50	1161,75	11,35	847,17	314,58	90,3%	157 115 €	91 787 €	29 722 €	95,2	74,31	556,7
2046	349,49	1161,79	11,47	846,57	315,21	90,2%	161 252 €	94 258 €	30 378 €	95,5	75,95	559,1
2047	349,41	1161,70	11,52	846,52	315,18	90,2%	165 160 €	96 286 €	31 115 €	95,5	77,79	562,5
2048	349,71	1163,94	11,66	848,85	315,09	90,1%	166 969 €	100 081 €	31 680 €	95,6	79,20	563,1
2049	349,32	1162,04	11,28	846,90	315,13	90,2%	172 623 €	102 742 €	33 222 €	95,4	83,06	561,5

# Lisa 7 - Simulatsioon 5 elektriostu tegevuskulude aruanne

Aasta	Tuudkõik	Tuu - Elektri muuk võrku	Tegevuskulude kokku	Müüginarvimaht	Tegevuskulu - Systemi hooajastu	Tegevuskulu - Elektri ost	Tegevuskulu - Elektriteenus	Tegevuskulu - Ootumärkimata	Tegevuskulu - Tasevõnetegijastu	Tegevuskulu - Võrgustasu	Rahmood kokku	Rahaline sisset	Rahaline sisset siseti pealt	Sisseti entroonus €/MWh	Sisseti													
2025	€	1 741,56	€	93 333,61	€	11,28	€	63417,24	€	2 481,10	€	848,48	€	784,54	€	8 915,63	€	16 890,34	€	92 672,19	€	59 040,37	€	2 315,02	€	38,60	€	489,6
2026	€	1 786,80	€	1 786,80	€	11,46	€	63 919,94	€	2 478,91	€	848,48	€	789,72	€	9 131,76	€	17 290,72	€	92 672,19	€	60 893,33	€	2 368,99	€	39,35	€	489,6
2027	€	1 836,04	€	1 836,04	€	11,69	€	68 739,74	€	2 478,41	€	850,24	€	803,95	€	9 379,43	€	18 271,12	€	98 217,90	€	64 219,16	€	2 468,99	€	41,07	€	489,4
2028	€	1 894,58	€	1 894,58	€	11,77	€	70 459,66	€	2 476,92	€	852,20	€	824,92	€	9 647,44	€	19 750,18	€	101 300,77	€	65 243,16	€	2 510,78	€	41,85	€	489,4
2029	€	1 964,58	€	1 964,58	€	12,68	€	72 336,62	€	2 480,98	€	848,70	€	844,12	€	10 091,81	€	19 189,63	€	103 872,26	€	68 675,28	€	2 617,94	€	42,82	€	475,6
2030	€	1 951,25	€	1 951,25	€	12,80	€	72 336,62	€	2 474,44	€	848,48	€	868,01	€	10 091,81	€	19 586,63	€	105 719,28	€	70 981,60	€	2 684,80	€	44,74	€	478,1
2031	€	2 019,65	€	2 019,65	€	13,07	€	73 882,10	€	2 481,10	€	848,23	€	888,37	€	10 540,93	€	20 113,74	€	107 480,16	€	72 787,25	€	2 739,90	€	46,55	€	481,1
2032	€	2 057,54	€	2 057,54	€	13,20	€	74 592,50	€	2 484,93	€	845,03	€	910,44	€	10 871,83	€	20 639,02	€	111 208,00	€	74 268,22	€	2 856,43	€	47,58	€	479,8
2033	€	2 103,94	€	2 103,94	€	13,50	€	77 536,03	€	2 478,43	€	848,98	€	932,05	€	10 872,96	€	21 106,54	€	112 068,00	€	76 024,06	€	2 917,83	€	48,73	€	479,8
2034	€	2 124,42	€	2 124,42	€	13,69	€	79 530,10	€	2 472,74	€	848,74	€	978,96	€	11 421,24	€	21 745,36	€	116 945,95	€	78 065,76	€	2 993,58	€	49,63	€	484,4
2035	€	2 258,96	€	2 258,96	€	14,24	€	81 713,90	€	2 480,98	€	848,74	€	1 008,80	€	11 421,24	€	22 264,52	€	119 829,28	€	80 782,53	€	3 048,96	€	51,78	€	486,6
2036	€	2 315,08	€	2 315,08	€	14,57	€	83 372,92	€	2 484,02	€	845,58	€	1 027,10	€	11 989,28	€	22 689,96	€	120 562,08	€	82 524,60	€	3 105,17	€	52,72	€	486,6
2037	€	2 353,89	€	2 353,89	€	15,11	€	83 372,92	€	2 478,51	€	848,68	€	1 064,97	€	12 306,00	€	23 244,65	€	122 027,41	€	84 837,26	€	3 240,98	€	54,01	€	486,6
2038	€	2 424,28	€	2 424,28	€	15,83	€	87 339,47	€	2 478,41	€	849,33	€	1 080,52	€	12 606,30	€	23 917,87	€	124 221,96	€	86 410,21	€	3 310,98	€	54,13	€	479,8
2039	€	2 438,18	€	2 438,18	€	16,63	€	89 213,95	€	2 478,43	€	848,62	€	1 111,54	€	12 967,84	€	24 651,94	€	124 221,96	€	88 822,12	€	3 440,02	€	57,27	€	479,8
2040	€	2 548,00	€	2 548,00	€	17,69	€	92 459,56	€	2 484,72	€	848,28	€	1 135,18	€	13 242,54	€	25 183,07	€	132 351,42	€	90 822,12	€	3 510,98	€	58,57	€	479,8
2041	€	2 581,81	€	2 581,81	€	17,76	€	94 926,10	€	2 478,72	€	848,62	€	1 163,18	€	13 521,82	€	25 709,93	€	134 251,42	€	92 822,12	€	3 579,98	€	59,84	€	479,8
2042	€	2 670,18	€	2 670,18	€	17,76	€	98 559,95	€	2 481,61	€	848,28	€	1 191,18	€	13 808,62	€	26 312,93	€	137 874,15	€	93 822,12	€	3 648,98	€	60,78	€	479,8
2043	€	2 727,92	€	2 727,92	€	17,76	€	97 271,72	€	2 478,72	€	848,62	€	1 221,28	€	14 095,92	€	26 829,93	€	140 906,92	€	94 822,12	€	3 717,98	€	61,94	€	479,8
2044	€	2 753,74	€	2 753,74	€	17,68	€	102 539,28	€	2 480,98	€	848,62	€	1 251,28	€	14 381,92	€	27 346,93	€	144 539,92	€	95 822,12	€	3 786,98	€	63,04	€	479,8
2045	€	2 794,48	€	2 794,48	€	18,05	€	104 359,46	€	2 474,93	€	848,28	€	1 281,28	€	14 667,92	€	27 861,93	€	148 167,92	€	96 822,12	€	3 855,98	€	64,14	€	479,8
2046	€	2 828,92	€	2 828,92	€	18,25	€	107 229,22	€	2 481,93	€	848,28	€	1 311,28	€	14 953,92	€	28 376,93	€	151 297,92	€	97 822,12	€	3 924,98	€	65,38	€	479,8
2047	€	2 898,41	€	2 898,41	€	19,81	€	110 298,98	€	2 478,93	€	848,28	€	1 341,28	€	15 239,92	€	28 891,93	€	154 427,92	€	98 822,12	€	4 003,98	€	66,58	€	479,8
2048	€	3 092,28	€	3 092,28	€	19,89	€	110 378,98	€	2 481,93	€	848,28	€	1 371,28	€	15 525,92	€	29 406,93	€	157 557,92	€	99 822,12	€	4 072,98	€	67,78	€	479,8
2049	€	3 193,00	€	3 193,00	€	20,25	€	114 918,09	€	2 478,93	€	848,28	€	1 384,32	€	16 191,93	€	30 652,72	€	162 280,16	€	112 153,20	€	4 269,98	€	71,01	€	489,8

Aasta	Toodetud elektrienergia [MWh]	Elektritarbimine [MWh]	Eksporitud elektrienergia [MWh]	Imporditud elektrienergia [MWh]	Elektrienergia omatarve [MWh]	Omatahte osakaal tootangust %	Rahavoold kokku €	Rahaline sääst €	Rahaline sääst salvesti pealt €	PEI ertootus kWh/kWh	Salvesti ertootus €/kWh	Sävesti tsiklid tk
2025	354,44	1161,81	12,53	849,49	312,32	88,1%	91 592 €	58 040 €	23 157 €	968	38,60	480,6
2026	354,13	1160,35	12,42	848,48	311,87	88,1%	92 677 €	60 593 €	23 609 €	968	39,35	484,6
2027	354,06	1162,04	12,68	850,24	311,80	88,1%	96 218 €	64 219 €	24 639 €	967	41,07	480,4
2028	353,85	1165,32	12,15	853,20	312,12	88,2%	99 009 €	65 243 €	25 108 €	967	41,85	480,3
2029	354,43	1161,79	12,76	849,70	312,09	88,1%	101 301 €	67 017 €	25 691 €	968	42,82	480,4
2030	354,06	1161,70	12,57	849,49	312,21	88,2%	103 873 €	68 675 €	26 174 €	967	43,62	475,6
2031	354,44	1161,71	12,53	849,23	312,48	88,2%	105 720 €	70 982 €	26 846 €	968	44,74	478,1
2032	355,00	1164,06	12,34	851,03	313,03	88,2%	107 490 €	72 798 €	27 393 €	970	45,65	481,1
2033	353,78	1161,90	12,31	849,98	311,92	88,2%	111 208 €	74 269 €	28 536 €	967	47,56	479,8
2034	353,53	1161,75	12,18	849,93	311,82	88,2%	113 951 €	76 024 €	29 176 €	966	48,63	479,7
2035	354,43	1161,79	12,80	849,74	312,05	88,0%	116 946 €	78 066 €	29 835 €	968	49,73	480,4
2036	354,86	1165,30	12,68	852,59	312,71	88,1%	119 830 €	80 790 €	30 433 €	970	50,72	478,7
2037	354,13	1160,35	12,49	848,56	311,79	88,0%	120 562 €	82 525 €	31 055 €	968	51,76	484,9
2038	354,06	1162,04	12,76	850,33	311,70	88,0%	125 207 €	84 937 €	32 408 €	967	54,01	480,6
2039	353,78	1161,69	12,29	849,68	312,01	88,2%	128 222 €	86 411 €	33 076 €	967	55,13	478,6
2040	354,97	1165,42	12,76	852,75	312,66	88,1%	132 193 €	88 822 €	33 906 €	970	56,51	479,8
2041	354,10	1161,70	12,74	849,64	312,07	88,1%	135 251 €	90 784 €	34 420 €	967	57,37	475,8
2042	354,49	1161,71	12,68	849,36	312,35	88,1%	137 674 €	93 811 €	35 302 €	969	58,84	478,4
2043	354,14	1160,35	12,52	848,57	311,77	88,0%	139 284 €	96 049 €	36 055 €	968	60,09	484,9
2044	354,29	1165,61	12,28	853,00	312,60	88,2%	145 908 €	98 020 €	37 462 €	968	62,44	477,7
2045	353,57	1161,75	12,24	849,96	311,79	88,2%	148 476 €	100 425 €	38 361 €	966	63,94	479,7
2046	354,47	1161,79	12,92	849,82	311,96	88,0%	152 404 €	103 106 €	39 226 €	968	65,38	480,5
2047	354,11	1161,70	12,78	849,68	312,03	88,1%	156 318 €	105 628 €	39 957 €	968	66,59	475,9
2048	354,51	1163,94	12,52	851,73	312,21	88,1%	157 870 €	109 179 €	40 779 €	969	67,96	483,6
2049	354,06	1162,04	12,81	850,40	311,64	88,0%	163 240 €	112 125 €	42 605 €	967	71,01	480,8

# Lisa 8 - Simulatsioon 6 elektristu tegevuskulude aruanne

Aasta	Tulud kokku €	Tulu-Elektri müük võrku €	Tegevuskulud kokku €	Tegevuskulu - Müügin arvinaal €	Süsteemi hoolduskulu €	Tegevuskulu - Tegevuskulu - ost €	Tegevuskulu - Elektrifaktsis €	Tegevuskulu - Ostunna gilaal €	Tegevuskulu - Taaetuvenergiatase €	Tegevuskulu - Võrgutase €	Rahavood kokku €	Rahaline saast €
2025	1171,97	1171,97	111 021,63	12,98	80 950,51	2 521,33	816,05	734,44	8 568,50	17 417,82	109 849,66	39 782,76
2026	1183,45	1183,45	112 371,45	13,23	81 694,44	2 515,59	814,89	751,73	8 770,23	17 808,34	111 188,00	42 382,52
2027	1217,49	1217,49	117 021,22	13,50	85 552,45	2 512,81	817,34	775,84	9 016,50	18 335,78	115 803,73	44 633,32
2028	1190,71	1190,71	119 987,10	13,82	87 377,70	2 514,10	820,42	795,15	9 276,80	18 829,11	118 796,39	45 556,16
2029	1237,79	1237,79	122 803,81	14,26	89 856,68	2 512,91	817,16	811,79	9 470,87	19 320,14	121 566,06	46 751,96
2030	1290,34	1290,34	125 812,58	14,66	92 155,03	2 520,27	816,06	830,97	9 694,64	19 780,95	124 522,24	48 025,80
2031	1399,36	1399,36	128 202,00	15,08	93 866,20	2 521,51	815,95	851,62	9 935,60	20 256,03	126 842,64	49 556,94
2032	1427,63	1427,63	130 474,66	15,54	95 275,38	2 523,42	818,08	875,21	10 210,74	20 756,28	129 047,03	51 240,89
2033	1460,27	1460,27	135 136,61	15,82	99 177,14	2 513,93	817,34	896,26	10 456,40	21 260,72	133 776,34	51 700,38
2034	1385,08	1385,08	138 310,70	16,03	101 565,75	2 510,07	817,43	918,77	10 719,00	21 765,65	136 925,62	53 049,49
2035	1435,46	1435,46	141 892,98	16,54	104 206,20	2 512,91	817,16	941,43	10 983,30	22 405,44	140 447,52	54 564,20
2036	1542,01	1542,01	145 266,66	17,08	106 703,52	2 525,59	818,82	966,92	11 290,76	22 952,97	143 724,65	56 595,46
2037	1553,17	1553,17	146 401,10	17,41	107 190,19	2 518,89	814,89	986,34	11 507,30	23 365,09	144 847,93	58 238,76
2038	1598,25	1598,25	152 503,43	17,82	112 252,23	2 514,44	817,34	1 014,04	11 830,43	24 058,14	150 905,19	59 238,48
2039	1578,01	1578,01	155 914,58	18,43	114 752,15	2 513,35	817,13	1 038,13	12 123,15	24 651,24	154 336,57	60 296,12
2040	1629,72	1629,72	160 512,85	18,80	118 211,92	2 516,29	820,08	1 068,95	12 471,10	25 403,70	158 883,13	62 132,11
2041	1699,73	1699,73	164 036,45	19,34	120 915,38	2 520,83	816,06	1 090,30	12 720,21	25 954,33	162 342,72	63 692,71
2042	1784,27	1784,27	167 171,19	19,89	123 160,59	2 523,03	814,89	1 117,40	13 036,37	26 496,95	167 446,75	66 098,32
2043	1802,21	1802,21	169 248,97	20,35	124 307,75	2 519,69	814,89	1 143,85	13 344,94	27 097,50	172 099,50	68 448,05
2044	1784,83	1784,83	177 365,01	21,00	130 901,55	2 517,22	820,60	1 180,67	13 774,49	28 043,47	175 480,19	70 281,58
2045	1818,72	1818,72	180 438,39	21,26	133 263,07	2 511,09	817,43	1 206,31	14 064,25	28 535,79	178 619,66	72 669,81
2046	1884,56	1884,56	185 124,45	21,87	136 727,56	2 513,70	817,16	1 236,23	14 411,04	29 397,88	183 239,89	74 211,39
2047	1964,47	1964,47	189 699,36	22,48	140 224,77	2 521,04	816,06	1 266,42	14 751,54	30 099,06	187 794,89	75 989,81
2048	2057,95	2057,95	191 227,37	23,18	141 144,78	2 525,01	817,82	1 298,82	15 152,92	30 764,83	189 669,42	77 979,73
2049	2098,22	2098,22	199 059,30	23,58	147 254,65	2 514,30	817,34	1 330,50	15 522,55	31 568,36	196 981,08	78 404,28

Aasta	Toodetud elektrienergia [MWh]	Elektritarbimine [MWh]	Eksportitud elektrienergia [MWh]	Importitud elektrienergia [MWh]	Elektrienergia omatarve [MWh]	Omatarbe osakaal toodangust %	Rahavood kokku €	Rahaline sääst €	Rahaline sääst salvesti pealt €	PEJ eritootlus kWh/kWp
2025	360,19	1161,81	14,43	816,05	345,76	96,0%	-€ 109 850	€ 39 783	€ -	795
2026	359,80	1160,35	14,34	814,89	345,46	96,0%	-€ 111 188	€ 42 383	€ -	794
2027	358,97	1162,04	14,27	817,34	344,70	96,0%	-€ 115 804	€ 44 633	€ -	792
2028	359,16	1165,32	14,26	820,42	344,90	96,0%	-€ 118 796	€ 45 456	€ -	793
2029	358,99	1161,79	14,36	817,16	344,63	96,0%	-€ 121 566	€ 46 752	€ -	792
2030	360,04	1161,70	14,40	816,06	345,64	96,0%	-€ 124 522	€ 48 026	€ -	795
2031	360,22	1161,71	14,45	815,95	345,76	96,0%	-€ 126 843	€ 49 859	€ -	795
2032	360,49	1164,06	14,52	818,09	345,97	96,0%	-€ 129 047	€ 51 241	€ -	796
2033	358,99	1161,90	14,43	817,34	344,56	96,0%	-€ 133 776	€ 51 700	€ -	792
2034	358,58	1161,75	14,26	817,43	344,32	96,0%	-€ 136 926	€ 53 049	€ -	792
2035	358,99	1161,79	14,36	817,16	344,63	96,0%	-€ 140 448	€ 54 564	€ -	792
2036	360,94	1165,30	14,46	818,82	346,48	96,0%	-€ 143 725	€ 56 895	€ -	797
2037	359,84	1160,35	14,38	814,89	345,46	96,0%	-€ 144 848	€ 58 239	€ -	794
2038	359,06	1162,04	14,36	817,34	344,70	96,0%	-€ 150 905	€ 59 239	€ -	793
2039	359,05	1161,69	14,49	817,13	344,56	96,0%	-€ 154 337	€ 60 296	€ -	793
2040	359,76	1165,42	14,42	820,08	345,33	96,0%	-€ 158 883	€ 62 132	€ -	794
2041	360,12	1161,70	14,48	816,06	345,64	96,0%	-€ 162 343	€ 63 693	€ -	795
2042	360,29	1161,71	14,53	815,95	345,76	96,0%	-€ 165 387	€ 66 098	€ -	795
2043	359,96	1160,35	14,50	814,89	345,46	96,0%	-€ 167 447	€ 67 886	€ -	795
2044	359,60	1165,61	14,60	820,60	345,01	95,9%	-€ 175 480	€ 68 448	€ -	794
2045	358,73	1161,75	14,41	817,43	344,32	96,0%	-€ 178 620	€ 70 282	€ -	792
2046	359,10	1161,79	14,47	817,16	344,63	96,0%	-€ 183 240	€ 72 270	€ -	793
2047	360,15	1161,70	14,51	816,06	345,64	96,0%	-€ 187 735	€ 74 211	€ -	795
2048	360,72	1163,94	14,60	817,82	346,12	96,0%	-€ 189 669	€ 77 380	€ -	796
2049	359,19	1162,04	14,49	817,34	344,70	96,0%	-€ 196 961	€ 78 404	€ -	793

# Lisa 9 - Simulatsioon 7 elektriostu tegevuskulude aruanne

Aasta	Tallid kokku	Tulu- Elektriimik värtus	Tegevuskulud kokku	Tegevusliku - Müüginarvimaal	Tegevusliku - Sisetooli hoolitsuskulu	Tegevusliku - Elektri osat	Tegevusliku - Elektriüksik	Tegevusliku - Ostmumääramal	Tegevusliku - Tähtsusemääramal	Tegevusliku - Võrgusau	Rahanduslik kokku	Rahaline sääst	Rahaline sääst sätestatult pealt	Silvestri entroonus €/MWh
2025	€ 1 795,69	€ 1 795,69	€ 92 708,78	€ 14,53	€ 64 034,90	€ 2 886,58	€ 790,68	€ 711,61	€ 8 302,13	€ 15 988,54	€ 90 313,09	€ 58 719,23	€ 18 598,57	€ 47,24
2026	€ 1 777,29	€ 1 777,29	€ 89 728,18	€ 14,52	€ 64 352,88	€ 2 882,82	€ 789,52	€ 725,13	€ 8 495,09	€ 16 840,57	€ 91 975,87	€ 61 975,87	€ 19 599,18	€ 46,02
2027	€ 1 884,50	€ 1 884,50	€ 97 468,03	€ 14,76	€ 67 425,02	€ 2 860,95	€ 791,38	€ 748,30	€ 8 730,17	€ 16 839,47	€ 96 608,75	€ 64 628,51	€ 20 194,98	€ 50,49
2028	€ 1 900,15	€ 1 900,15	€ 100 178,53	€ 15,55	€ 69 486,11	€ 2 864,92	€ 794,31	€ 769,94	€ 8 961,52	€ 17 732,28	€ 98 278,38	€ 65 978,17	€ 20 522,07	€ 51,31
2029	€ 1 912,94	€ 1 912,94	€ 102 567,03	€ 15,98	€ 71 208,81	€ 2 865,99	€ 790,75	€ 785,98	€ 9 164,83	€ 17 754,22	€ 100 674,10	€ 67 643,87	€ 20 891,92	€ 52,28
2030	€ 1 928,66	€ 1 928,66	€ 105 030,89	€ 15,98	€ 72 988,19	€ 2 867,46	€ 790,06	€ 801,49	€ 9 385,72	€ 18 183,69	€ 103 102,23	€ 69 445,81	€ 21 420,01	€ 53,95
2031	€ 2 088,59	€ 2 088,59	€ 106 894,75	€ 16,91	€ 74 208,30	€ 2 866,46	€ 790,74	€ 825,32	€ 9 698,71	€ 18 548,31	€ 104 996,36	€ 71 907,23	€ 22 046,28	€ 55,12
2032	€ 2 088,60	€ 2 088,60	€ 108 728,65	€ 17,01	€ 75 254,51	€ 2 870,40	€ 792,39	€ 847,72	€ 9 890,03	€ 19 056,58	€ 106 640,05	€ 74 647,87	€ 22 406,98	€ 56,02
2033	€ 2 140,83	€ 2 140,83	€ 112 621,39	€ 17,68	€ 78 426,73	€ 2 870,62	€ 791,62	€ 866,06	€ 10 127,40	€ 19 529,29	€ 110 480,56	€ 76 996,16	€ 23 295,78	€ 58,24
2034	€ 2 199,07	€ 2 199,07	€ 115 298,29	€ 17,95	€ 80 377,59	€ 2 869,26	€ 791,47	€ 889,60	€ 10 379,61	€ 19 983,81	€ 113 099,22	€ 78 874,98	€ 24 820,40	€ 60,70
2035	€ 2 219,47	€ 2 219,47	€ 118 398,61	€ 18,44	€ 82 581,94	€ 2 865,99	€ 790,77	€ 911,03	€ 10 629,63	€ 20 589,83	€ 116 167,13	€ 81 982,12	€ 25 398,66	€ 62,59
2036	€ 2 375,89	€ 2 375,89	€ 121 069,88	€ 19,18	€ 84 433,01	€ 2 872,97	€ 793,47	€ 938,98	€ 10 931,52	€ 21 077,35	€ 118 887,98	€ 83 542,20	€ 25 903,44	€ 63,26
2037	€ 2 343,22	€ 2 343,22	€ 121 887,70	€ 19,19	€ 84 671,29	€ 2 862,91	€ 789,39	€ 955,46	€ 11 147,27	€ 21 442,16	€ 119 544,48	€ 85 542,20	€ 26 598,11	€ 65,50
2038	€ 2 442,46	€ 2 442,46	€ 126 748,54	€ 19,51	€ 88 545,69	€ 2 861,48	€ 791,43	€ 981,89	€ 11 465,41	€ 22 096,12	€ 124 307,08	€ 88 837,59	€ 26 988,11	€ 67,59
2039	€ 2 483,88	€ 2 483,88	€ 129 782,46	€ 20,86	€ 90 721,71	€ 2 860,83	€ 791,38	€ 1 006,38	€ 11 741,05	€ 22 640,56	€ 127 298,78	€ 87 333,90	€ 27 037,79	€ 67,89
2040	€ 2 590,04	€ 2 590,04	€ 133 831,05	€ 20,95	€ 93 691,63	€ 2 872,11	€ 793,59	€ 1 034,41	€ 12 068,15	€ 23 350,20	€ 131 811,01	€ 89 704,23	€ 27 927,12	€ 68,83
2041	€ 2 539,49	€ 2 539,49	€ 136 678,98	€ 21,14	€ 95 786,99	€ 2 868,27	€ 790,11	€ 1 055,63	€ 12 315,69	€ 23 860,15	€ 134 137,49	€ 91 689,74	€ 28 026,23	€ 70,51
2042	€ 2 745,00	€ 2 745,00	€ 139 108,52	€ 22,31	€ 97 370,35	€ 2 866,89	€ 790,78	€ 1 083,94	€ 12 624,29	€ 24 337,96	€ 136 860,51	€ 92 124,72	€ 29 026,47	€ 72,57
2043	€ 2 719,63	€ 2 719,63	€ 140 771,31	€ 22,40	€ 98 198,27	€ 2 863,50	€ 789,41	€ 1 105,09	€ 12 927,25	€ 24 868,89	€ 138 051,68	€ 93 147,20	€ 29 959,07	€ 73,49
2044	€ 2 829,75	€ 2 829,75	€ 147 615,29	€ 23,58	€ 103 672,63	€ 2 862,05	€ 794,74	€ 1 143,28	€ 13 340,25	€ 25 688,49	€ 144 785,54	€ 101 644,75	€ 30 864,17	€ 76,74
2045	€ 2 891,53	€ 2 891,53	€ 150 148,68	€ 24,41	€ 105 468,58	€ 2 860,10	€ 791,51	€ 1 167,29	€ 13 618,26	€ 26 222,07	€ 147 296,50	€ 104 229,70	€ 31 959,89	€ 79,20
2046	€ 2 918,53	€ 2 918,53	€ 154 198,53	€ 24,51	€ 108 357,15	€ 2 858,48	€ 790,82	€ 1 185,42	€ 13 846,60	€ 27 017,46	€ 151 229,88	€ 104 229,70	€ 32 480,76	€ 81,90
2047	€ 3 046,72	€ 3 046,72	€ 157 929,82	€ 24,59	€ 111 059,55	€ 2 856,28	€ 790,12	€ 1 224,23	€ 14 292,69	€ 27 671,19	€ 154 274,13	€ 105 972,18	€ 32 740,65	€ 83,59
2048	€ 3 082,28	€ 3 082,28	€ 159 277,04	€ 25,57	€ 111 424,13	€ 2 870,11	€ 792,22	€ 1 258,18	€ 14 632,89	€ 28 229,58	€ 156 941,77	€ 110 854,28	€ 32 740,65	€ 83,59
2049	€ 3 209,81	€ 3 209,81	€ 169 058,69	€ 25,76	€ 116 085,90	€ 2 862,11	€ 791,60	€ 1 288,62	€ 15 033,93	€ 28 997,80	€ 161 570,88	€ 113 468,48	€ 33 094,20	€ 87,71



Aasta	Toodetud elektrienergia [MWh]	Elektritarbimine [MWh]	Esportsitud elektrienergia [MWh]	Imporditud elektrienergia [MWh]	Elektrienergia omatarve [MWh]	Omatarbe osakaal toodangust %	Rahavood kokku €	Rahaline sääst €	Rahaline sääst salvesti pealt €	PEJ eritootlus kWh/kWh	Salvesti eritootlus €/kWh	Salvesti siikuid tk
2025	409,48	1161,81	16,15	790,68	371,13	90,6%	90 913 €	58 719 €	18 937 €	90,4	47,34	540,9
2026	408,95	1160,35	15,74	789,32	371,02	90,7%	91 979 €	61 592 €	19 209 €	90,3	48,02	540,2
2027	408,71	1162,04	15,61	791,38	370,65	90,7%	95 609 €	64 828 €	20 195 €	90,2	50,49	546,8
2028	409,27	1165,32	16,04	794,31	371,01	90,7%	98 274 €	65 978 €	20 522 €	90,3	51,31	541,1
2029	409,43	1161,79	15,99	790,75	371,03	90,6%	100 674 €	67 644 €	20 892 €	90,4	52,23	545,7
2030	409,68	1161,70	15,70	790,06	371,65	90,7%	103 102 €	69 446 €	21 420 €	90,4	53,55	544,1
2031	409,49	1161,71	16,20	790,74	370,97	90,6%	104 796 €	71 905 €	22 046 €	90,4	55,12	543,9
2032	410,06	1164,06	15,90	792,39	371,66	90,6%	106 640 €	73 648 €	22 407 €	90,5	56,02	548
2033	408,66	1161,90	16,12	791,62	370,28	90,6%	110 481 €	74 996 €	23 296 €	90,2	58,24	542,3
2034	408,47	1161,75	15,97	791,47	370,28	90,7%	113 099 €	76 876 €	23 826 €	90,2	59,57	541,3
2035	409,43	1161,79	16,00	790,77	371,02	90,6%	116 167 €	78 845 €	24 280 €	90,4	60,70	545,8
2036	410,34	1165,30	16,24	793,47	371,83	90,5%	118 688 €	81 932 €	25 037 €	90,6	62,59	542,5
2037	408,99	1160,35	15,86	789,39	370,95	90,7%	119 544 €	83 542 €	25 303 €	90,3	63,26	540,3
2038	408,78	1162,04	15,73	791,43	370,61	90,7%	124 307 €	85 838 €	26 598 €	90,2	65,50	546,8
2039	408,69	1161,69	16,17	791,38	370,31	90,6%	127 299 €	87 334 €	27 038 €	90,2	67,59	541
2040	410,30	1165,42	16,08	793,59	371,83	90,5%	131 311 €	89 704 €	27 572 €	90,6	68,93	545,5
2041	409,75	1161,70	15,82	790,11	371,59	90,7%	134 137 €	91 898 €	28 205 €	90,5	70,51	544,1
2042	409,55	1161,71	16,29	790,78	370,93	90,6%	136 361 €	95 125 €	29 026 €	90,4	72,57	544
2043	409,07	1160,35	15,96	789,41	370,93	90,7%	138 052 €	97 281 €	29 395 €	90,3	73,49	540,3
2044	409,58	1165,61	16,39	794,74	370,87	90,5%	144 786 €	99 143 €	30 695 €	90,4	76,74	543,6
2045	408,59	1161,75	16,12	791,51	370,24	90,6%	147 256 €	101 645 €	31 363 €	90,4	78,41	541,4
2046	409,52	1161,79	16,15	790,82	370,96	90,6%	151 280 €	104 330 €	31 960 €	90,4	79,90	545,8
2047	409,78	1161,70	15,87	790,12	371,58	90,7%	154 974 €	106 972 €	32 761 €	90,5	81,90	544,1
2048	410,02	1163,94	15,97	792,22	371,72	90,7%	156 195 €	110 854 €	33 475 €	90,5	83,69	543,6
2049	408,87	1162,04	15,82	791,60	370,43	90,6%	161 877 €	113 488 €	35 084 €	90,3	87,71	551

# Lisa 10 - Simulatsioon 8 elektriostu tegevuskulude aruanne

Aasta	Tuulid kokku	Tulu- Elektriimik võttu	Tegevuskulud kokku	Tegevuskulu - Müüginarvina	Tegevuskulu - Sisetomi hoiduskulu	Tegevuskulu - ost	Tegevuskulu - Elektri Elektriaktsis	Tegevuskulu - Ostmumüüna	Tegevuskulu - Tassuvennudegras	Tegevuskulu - Vahgras	Rahandri kokku	Rahandri sisset	Rahandri sisset sissetiipid	Sissetiipid	Sissetiipid €/AWh
2025	€ 2 182 271	€ 2 182 271	€ 87 328,59	€ 18,26	€ 59 132,11	€ 2 986,59	€ 785,46	€ 708,91	€ 8 227,22	€ 15 483,94	€ 58 150,88	€ 64 481,54	€ 24 698,78	€ 41,18	
2026	€ 2 185 118	€ 2 186 118	€ 89 348,23	€ 15,97	€ 69 618,29	€ 2 982,58	€ 783,60	€ 729,87	€ 8 433,94	€ 19 812,44	€ 68 177,12	€ 67 385,40	€ 25 010,98	€ 41,88	
2027	€ 2 283 686	€ 2 283 686	€ 91 788,22	€ 16,81	€ 62 289,30	€ 2 984,08	€ 783,98	€ 742,80	€ 8 685,96	€ 16 903,91	€ 69 474,97	€ 70 962,49	€ 26 528,17	€ 43,88	
2028	€ 2 389 245	€ 2 389 245	€ 94 330,59	€ 17,43	€ 64 178,79	€ 2 983,95	€ 789,08	€ 768,77	€ 8 922,57	€ 16 727,20	€ 92 051,18	€ 72 201,41	€ 26 748,28	€ 44,58	
2029	€ 2 478 922	€ 2 478 922	€ 96 688,69	€ 17,85	€ 65 888,47	€ 2 983,95	€ 789,08	€ 778,94	€ 9 098,25	€ 17 785,92	€ 94 310,78	€ 74 001,22	€ 27 585,27	€ 45,43	
2030	€ 2 383 245	€ 2 383 245	€ 98 970,59	€ 18,87	€ 67 488,45	€ 2 983,94	€ 784,33	€ 798,66	€ 9 317,69	€ 17 898,18	€ 96 587,14	€ 75 980,89	€ 27 935,10	€ 46,56	
2031	€ 2 587 555	€ 2 587 555	€ 100 718,82	€ 18,81	€ 68 611,18	€ 2 986,67	€ 785,22	€ 819,55	€ 9 517,42	€ 17 955,92	€ 98 181,27	€ 78 520,82	€ 28 651,97	€ 47,77	
2032	€ 2 589 000	€ 2 589 000	€ 106 019,47	€ 19,72	€ 72 420,99	€ 2 970,96	€ 786,76	€ 841,69	€ 9 819,76	€ 18 453,51	€ 99 832,47	€ 80 485,44	€ 29 214,66	€ 50,67	
2033	€ 2 688 830	€ 2 688 830	€ 106 019,97	€ 19,72	€ 72 420,99	€ 2 980,88	€ 786,03	€ 861,93	€ 10 055,68	€ 18 908,53	€ 103 375,66	€ 82 101,06	€ 30 400,68	€ 51,66	
2034	€ 2 681 119	€ 2 681 119	€ 108 488,28	€ 20,16	€ 74 198,86	€ 2 988,00	€ 786,34	€ 883,83	€ 10 311,59	€ 19 328,69	€ 105 807,08	€ 84 169,02	€ 31 674,89	€ 52,79	
2035	€ 2 761 029	€ 2 761 029	€ 111 538,72	€ 20,49	€ 76 386,68	€ 2 985,35	€ 785,11	€ 904,50	€ 10 582,52	€ 19 919,08	€ 108 772,63	€ 86 239,08	€ 31 674,89	€ 54,20	
2036	€ 2 885 633	€ 2 885 633	€ 114 098,56	€ 21,48	€ 78 117,34	€ 2 972,33	€ 783,69	€ 930,69	€ 10 859,01	€ 20 411,60	€ 111 203,94	€ 88 416,17	€ 32 920,72	€ 54,91	
2037	€ 2 884 588	€ 2 884 588	€ 114 757,11	€ 21,09	€ 78 224,22	€ 2 982,85	€ 783,69	€ 948,58	€ 11 066,23	€ 20 748,95	€ 111 902,59	€ 91 184,16	€ 32 920,72	€ 57,80	
2038	€ 3 018 533	€ 3 018 533	€ 119 248,67	€ 21,92	€ 81 734,69	€ 2 984,40	€ 785,62	€ 974,69	€ 11 371,37	€ 21 393,98	€ 116 228,14	€ 93 916,53	€ 34 877,05	€ 58,78	
2039	€ 3 085 277	€ 3 085 277	€ 122 128,50	€ 22,87	€ 83 729,03	€ 2 981,09	€ 785,73	€ 999,20	€ 11 657,28	€ 21 921,31	€ 119 070,78	€ 95 561,95	€ 35 265,84	€ 58,78	
2040	€ 3 142 211	€ 3 142 211	€ 125 968,27	€ 23,25	€ 86 581,50	€ 2 971,58	€ 788,13	€ 1 027,30	€ 11 985,18	€ 22 588,24	€ 122 823,06	€ 98 192,18	€ 36 060,07	€ 60,10	
2041	€ 3 145 530	€ 3 145 530	€ 129 709,67	€ 23,55	€ 88 588,59	€ 2 989,26	€ 784,43	€ 1 048,04	€ 12 227,14	€ 23 092,97	€ 125 857,38	€ 100 478,05	€ 36 785,34	€ 61,31	
2042	€ 3 241 233	€ 3 241 233	€ 130 988,42	€ 24,53	€ 90 038,77	€ 2 987,09	€ 783,71	€ 1 009,08	€ 12 586,25	€ 23 562,14	€ 127 651,19	€ 106 158,68	€ 37 235,73	€ 62,89	
2043	€ 3 311 811	€ 3 311 811	€ 132 486,12	€ 24,58	€ 90 704,74	€ 2 986,33	€ 788,97	€ 1 008,16	€ 12 884,29	€ 24 063,99	€ 129 174,31	€ 108 486,07	€ 38 272,44	€ 63,79	
2044	€ 3 422 164	€ 3 422 164	€ 138 832,32	€ 26,05	€ 95 819,93	€ 2 987,32	€ 788,97	€ 1 138,16	€ 13 248,22	€ 24 851,38	€ 135 460,16	€ 110 848,67	€ 40 020,42	€ 68,70	
2045	€ 3 529 844	€ 3 529 844	€ 141 183,00	€ 26,83	€ 97 880,50	€ 2 988,23	€ 786,38	€ 1 158,69	€ 13 559,22	€ 25 861,37	€ 137 659,38	€ 111 241,68	€ 40 690,30	€ 68,27	
2046	€ 3 635 272	€ 3 635 272	€ 145 184,24	€ 27,13	€ 100 233,42	€ 2 988,02	€ 785,18	€ 1 185,80	€ 13 827,11	€ 26 138,49	€ 141 848,52	€ 113 961,17	€ 41 691,27	€ 69,49	
2047	€ 3 683 231	€ 3 683 231	€ 148 861,84	€ 27,82	€ 102 702,55	€ 2 983,97	€ 784,46	€ 1 215,44	€ 14 180,13	€ 26 381,68	€ 145 008,53	€ 116 037,15	€ 42 728,38	€ 71,21	
2048	€ 3 782 031	€ 3 782 031	€ 149 918,00	€ 27,82	€ 102 988,28	€ 2 989,57	€ 788,66	€ 1 248,34	€ 14 578,60	€ 27 232,58	€ 148 132,88	€ 120 916,17	€ 43 588,43	€ 72,58	
2049	€ 3 973 538	€ 3 973 538	€ 159 300,43	€ 28,99	€ 107 248,38	€ 2 984,92	€ 783,70	€ 1 279,01	€ 14 921,78	€ 28 073,46	€ 151 327,07	€ 124 038,29	€ 45 634,01	€ 76,08	

Aasta	Toodetud elektrenergia [MWh]	Elektritarbimine [MWh]	Eksporditud elektrenergia [MWh]	Imporditud elektrenergia [MWh]	Elektrenergia omatarve [MWh]	Omatarbe osakaal toodangust %	Rahavood kokku €	Rahaline säät €	Rahaline säät salvesti pealt €	PEJ eritootus kWh/kWp	Salvesti eritootus €/kWh	Salvesti tsükliid €k
2025	423,80	1161,81	18,07	785,46	376,35	88,9%	85 151 €	64 482 €	24 699 €	936	41,16	477,1
2026	423,22	1160,35	17,32	783,60	376,74	89,0%	86 177 €	67 393 €	25 011 €	934	41,68	473,6
2027	423,44	1162,04	17,56	785,56	376,47	88,9%	89 475 €	70 962 €	26 329 €	935	43,88	477,5
2028	423,42	1165,32	17,98	789,08	376,25	88,9%	92 051 €	72 201 €	26 745 €	935	44,58	474,1
2029	423,62	1161,79	17,77	785,09	376,69	88,9%	94 311 €	74 007 €	27 255 €	935	45,43	473,6
2030	424,19	1161,70	17,63	784,33	377,37	89,0%	96 587 €	75 961 €	27 935 €	936	46,56	474,1
2031	423,81	1161,71	18,08	785,22	376,49	88,8%	98 181 €	78 520 €	28 661 €	936	47,77	474,8
2032	424,34	1164,06	17,67	786,76	377,29	88,9%	99 832 €	80 455 €	29 215 €	937	48,69	477
2033	422,98	1161,90	17,98	786,03	375,87	88,9%	103 376 €	82 101 €	30 401 €	934	50,67	473,1
2034	422,57	1161,75	17,94	786,35	375,40	88,8%	105 807 €	84 168 €	31 119 €	933	51,86	474,7
2035	423,62	1161,79	17,78	785,11	376,68	88,9%	108 773 €	86 239 €	31 675 €	935	52,79	473,5
2036	424,62	1165,30	18,19	788,13	377,16	88,8%	111 204 €	89 416 €	32 521 €	937	54,20	475,2
2037	423,26	1160,35	17,42	783,69	376,66	89,0%	111 903 €	91 184 €	32 945 €	934	54,91	473,9
2038	423,49	1162,04	17,67	785,62	376,41	88,9%	116 228 €	93 917 €	34 677 €	935	57,80	477,5
2039	423,01	1161,69	17,98	785,73	375,96	88,9%	119 071 €	95 562 €	35 266 €	934	58,78	472,1
2040	424,51	1165,42	17,91	788,13	377,29	88,9%	122 823 €	98 192 €	36 060 €	937	60,10	476
2041	424,25	1161,70	17,78	784,43	377,27	88,9%	125 557 €	100 478 €	36 785 €	937	61,31	474,2
2042	423,87	1161,71	18,20	785,30	376,41	88,8%	127 651 €	103 834 €	37 736 €	936	62,89	475,1
2043	423,33	1160,35	17,51	783,71	376,64	89,0%	129 174 €	106 159 €	38 272 €	935	63,79	473,9
2044	423,90	1165,61	18,10	788,97	376,64	88,8%	135 460 €	108 468 €	40 020 €	936	66,70	473,6
2045	422,68	1161,75	18,06	786,36	375,39	88,8%	137 659 €	111 242 €	40 660 €	933	68,27	474,7
2046	423,72	1161,79	17,95	785,18	376,61	88,9%	141 549 €	113 961 €	41 691 €	935	69,49	473,6
2047	424,28	1161,70	17,83	784,45	377,25	88,9%	145 009 €	116 938 €	42 726 €	937	71,21	474,2
2048	424,22	1163,94	17,61	786,66	377,28	88,9%	146 133 €	120 916 €	43 536 €	936	72,56	476,4
2049	423,56	1162,04	17,81	785,70	376,33	88,8%	151 327 €	124 038 €	45 634 €	935	76,06	477,8



# Lisa 13 – Detailed tasuvusarvutused

Palkespaneelide süsteemi investeeringu tasuvus



Investeeringu tasuvuse hindamine on indikaator, mis näitab, kas investitsioon on kasumlik ja pole sidur dokument.

## STSENAARIUM 1

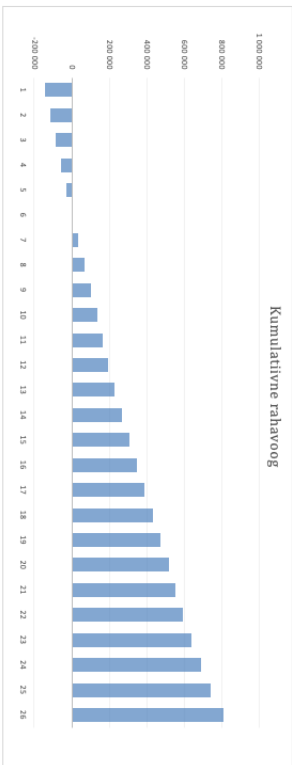
Investeering		
Palkespaneelide paigaldamine	578,93	244 KWh
Kogumiseering (kalkuleeritud)		141,259 eur
Keskm. toetus		0 eur
Lühen		70% 98,881 eur
Projekt onni finantseeringu määr		30% 42,378 eur

Projektisumma	100%
Projektisumma (kalkuleeritud): toetus/summa (väärtus)	100%

Projektirahvus (25 aastat)	25 aastat	967,783 eur
Investeering		-176,259 eur
Lühen		141,259 eur
Rahvus		805,550 eur

Finantseerimise standard	
Sooviava omalaadul tootus	100%
Lühen intressimäär	5,5%
Lühen periood aastates	10
Lühenlühike koos intressiga aastas	-13,118
Kalkuleeritud WACC	7%

Projektisumma	237,434 eur
Muldinvesteering (NPV)	21,796
Projektirahvus (IRR)	4,67
Tasuvuse arvutus	



Vahe rahvus (CFPI)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Investeering	0	25,353	27,486	29,783	30,052	30,964	31,845	33,002	33,977	34,504	35,074	35,133	37,641	38,453	39,516	39,999	41,138	42,222	43,740	44,818	45,428	46,457	47,848	49,189	51,072	52,285
Investeering	-141,259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,500	-7,500	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,000	0	0	0	0	14,126
Vahe rahvus kokku:	-141,259	25,353	27,486	29,783	30,052	30,964	31,845	33,002	33,977	34,504	27,574	28,633	37,641	38,453	39,516	39,999	41,138	42,222	43,740	44,818	35,428	36,457	47,848	49,189	51,072	66,412
Kumulatiivne rahvus	0	-115,906	-88,419	-58,636	-28,584	2,380	34,226	67,228	101,204	135,508	163,081	191,714	229,355	267,809	307,325	347,324	388,462	430,685	474,424	519,243	564,671	591,127	638,976	688,165	739,237	805,550
Projektirahvus	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tulud	0	25,353	27,486	29,783	30,052	30,964	31,845	33,002	33,977	34,504	35,074	35,133	37,641	38,453	39,516	39,999	41,138	42,222	43,740	44,818	45,428	46,457	47,848	49,189	51,072	52,285
Investeeringud	-141,259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,500	-7,500	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,000	0	0	0	0	14,126
Omniahmetseering	42,378																									
Standard lühen	98,881																									
Vahe rahvus kokku:	0	12,235	14,368	16,665	16,934	17,946	18,727	19,884	20,858	21,185	14,455	28,633	37,641	38,453	39,516	39,999	41,138	42,222	43,740	44,818	35,428	36,457	47,848	49,189	51,072	66,412
Lühenlühike (põhiosa intress)	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-13,118	-10,000	-10,000	0	0	0	0
Projektirahvus kokku:	0	12,235	14,368	16,665	16,934	17,946	18,727	19,884	20,858	21,185	14,455	28,633	37,641	38,453	39,516	39,999	41,138	42,222	43,740	44,818	35,428	36,457	47,848	49,189	51,072	66,412
Projektirahvus kokku:	0	12,235	26,603	43,268	60,201	78,047	96,774	116,658	137,516	158,701	173,157	201,790	239,431	277,884	317,400	357,400	398,538	440,760	484,500	529,318	564,746	601,203	649,051	698,240	749,313	812,725

**Palkisegaaneldid süsteemi investeeritud tasuvus**  
**Investeeringu tasuvuse kalkulatsioon on mediantine ja pole siduv dokument.**

**SISSEVIHTUMINE 2**

Investeering	366,2 kWp
Projektivõimalduste parim koostamine	205,402 eur
Kompositsioonering (alibienergia)	0 eur
Koodi tüüp	550,94 eur/kWh
Laan	70%
Projektivõimalduste investeringu määr	30%
	61,621 eur

**Projektisisedandmed**

Operatiivrahvoo (lühiajaperioodide tasuvus/raamide väärus) 10,0%

**Projektirahvoo (25 aastat)**

Sisest kokku	25 aastat	1 239 629 eur
Investeeringud		-250 902 eur
Lühiajaperioodide tasuvus		20 540 eur
<b>Rahvoo kokku:</b>		<b>1 009 267</b>

**Finantseerimisstandardid**

Suhtekorraldajate toetus	10,0%
Laanu perioodi aastarings	5,5%
Laanu perioodi aastarings	1,0%
Laanu perioodi aastarings	1,0%
Keskmine kapitalihind (WACC)	7%

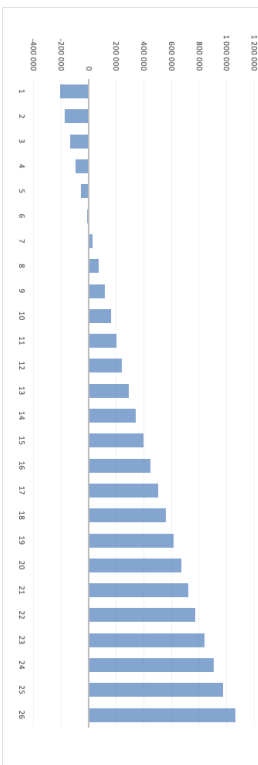
**Projektitasuvusanalüüs**

Nüüdise tasuvuse määr (NPV)	318 757 eur
Projektiriski tasuvus (IRR)	19,9%
Tasuvuse riskid	5,02

**Vaba rahvoo (ICF)**

Periood (aastat)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Elektrenergia müüki	34 883	37 285	39 580	40 135	41 316	42 501	44 136	45 405	46 312	46 888	48 231	50 357	51 469	52 229	53 334	54 916	56 364	58 509	59 295	60 558	62 664	63 880	65 671	68 401	69 520	
Operatiivrahvoo	-205 402	34 883	37 285	39 580	40 135	41 316	42 501	44 136	45 405	46 312	46 888	48 231	50 357	51 469	52 229	53 334	54 916	56 364	58 509	59 295	60 558	62 664	63 880	65 671	68 401	69 520
<b>Vaba rahvoo kokku:</b>	<b>-205 402</b>	<b>34 883</b>	<b>37 285</b>	<b>39 580</b>	<b>40 135</b>	<b>41 316</b>	<b>42 501</b>	<b>44 136</b>	<b>45 405</b>	<b>46 312</b>	<b>46 888</b>	<b>48 231</b>	<b>50 357</b>	<b>51 469</b>	<b>52 229</b>	<b>53 334</b>	<b>54 916</b>	<b>56 364</b>	<b>58 509</b>	<b>59 295</b>	<b>60 558</b>	<b>62 664</b>	<b>63 880</b>	<b>65 671</b>	<b>68 401</b>	<b>69 520</b>
Kumulatiivne rahvoo:	-205 402	-170 519	-133 234	-93 654	-53 519	-12 193	30 369	74 445	119 850	161 082	200 430	241 160	291 518	342 587	395 516	448 850	503 766	560 130	618 639	672 634	723 192	775 256	833 135	904 807	979 207	1 069 267
Projektirahvoo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tulud	0	34 883	37 285	39 580	40 135	41 316	42 501	44 136	45 405	46 312	46 888	48 231	50 357	51 469	52 229	53 334	54 916	56 364	58 509	59 295	60 558	62 664	63 880	65 671	68 401	69 520
Investeeringud	-205 402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operatiivrahvoo	61 621	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saadud laen	143 781	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laanumaksud (põhisahtress)	0	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075	-19 075
<b>Vaba rahvoo kokku:</b>	<b>0</b>	<b>15 808</b>	<b>18 210</b>	<b>20 505</b>	<b>21 060</b>	<b>22 251</b>	<b>23 426</b>	<b>25 061</b>	<b>26 330</b>	<b>27 137</b>	<b>20 273</b>	<b>40 731</b>	<b>50 357</b>	<b>51 469</b>	<b>52 229</b>	<b>53 334</b>	<b>54 916</b>	<b>56 364</b>	<b>58 509</b>	<b>59 295</b>	<b>60 558</b>	<b>62 664</b>	<b>63 880</b>	<b>65 671</b>	<b>68 401</b>	<b>69 520</b>
Projektirahvoo	0	15 808	34 018	54 523	75 383	97 634	121 260	146 321	172 650	198 807	215 080	253 811	306 168	357 637	410 167	463 501	518 417	574 781	633 290	687 284	737 642	789 306	853 786	919 457	987 638	1 077 918

Kumulatiivne rahvoo



**Päikesepaneelide süsteemi investeeringu tasuvus**  
 \*Investeeringu tasuvuse kalkulatsioon on indikatiivne ja pole siduv dokument.



**STEFANILIUM 3**

Investeering		
Päikesepaneelide parigi koguvõimsus	890,24	eur/NW kohta
Koguvõimsustegur (kalkuleeritud)	296,377	eur
Koodex koefitsient	0	eur
Laan	70%	207 464 eur
Projektide omahinnastatistika määr	30%	88 913 eur

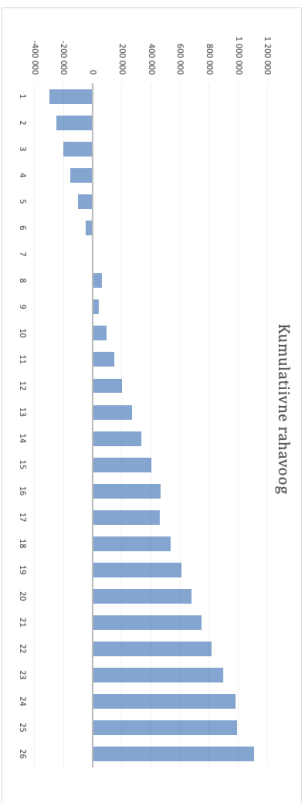
<b>Projektide standardid</b>	
Üleperet rahavoog (lühendtasuvus; tavaliselt/vahtu)	10,0%

<b>Projektide rahavoog (25 aastat)</b>		
Sisast kokku	25 aastat	1 649 072 eur
Investeeringud		-491 877 eur
Lühendtasuvus		29 638 eur
<b>Rahavoog kokku:</b>		<b>1 186 832</b>

<b>Finantseerimise tingimused</b>	
Soovitav omalaenukoefitsient	10,0%
Laanu intressimäär	5,5%
Laanu periood aastates	10
Laanumakse koostindisiga aastast	-27 524
Keskmine kapitalihind (WACC)	7%

<b>Projektide tasuvusnäitajad</b>	
Nüüdise tasuvus (NPV)	299 765 eur
Projektide rentabilis (IRR)	16,2%
Tasuvusest aastates	6,17

Periood (aastat)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Ehkiteeritud müüki/kaasat	0	45 326	47 853	50 384	51 342	52 799	54 127	56 184	57 641	58 444	59 815	61 536	63 928	65 377	67 123	68 018	70 015	71 659	74 358	76 144	77 175	79 307	81 485	83 493	86 752	88 709
Investeeringud	-296 377	0	0	0	0	0	0	-75 000	-4 800	-7 500	0	0	0	0	0	-75 000	0	0	0	-6 000	-10 000	0	0	-75 000	28 638	
<b>Vaba rahavoog kokku:</b>	<b>-296 377</b>	<b>45 326</b>	<b>47 853</b>	<b>50 384</b>	<b>51 342</b>	<b>52 799</b>	<b>54 127</b>	<b>56 184</b>	<b>57 841</b>	<b>59 944</b>	<b>61 536</b>	<b>63 928</b>	<b>65 377</b>	<b>67 123</b>	<b>68 018</b>	<b>70 015</b>	<b>71 659</b>	<b>74 358</b>	<b>76 144</b>	<b>77 175</b>	<b>79 307</b>	<b>81 485</b>	<b>83 493</b>	<b>86 752</b>	<b>118 547</b>	
Kumulatiivne rahavoog	-296 377	-251 051	-203 298	-152 914	-101 571	-49 572	3 534	61 738	14 580	98 284	150 958	204 034	268 582	333 599	401 062	469 059	537 773	607 130	680 274	747 449	818 756	898 241	981 784	999 489	1 111 632	
<b>Projektide rahavoog</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>
Tulud	0	45 326	47 853	50 384	51 342	52 799	54 127	56 184	57 641	58 444	59 815	61 536	63 928	65 377	67 123	68 018	70 015	71 659	74 358	76 144	77 175	79 307	81 485	83 493	86 752	88 709
Investeeringud	-296 377	0	0	0	0	0	0	-75 000	-4 800	-7 500	0	0	0	0	0	-75 000	0	0	0	-6 000	-10 000	0	0	-75 000	28 638	
Operatiivneering	88 913	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Standard laenu	207 464	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524	-27 524
<b>Vaba rahavoog kokku:</b>	<b>0</b>	<b>17 702</b>	<b>20 319</b>	<b>23 060</b>	<b>23 819</b>	<b>25 275</b>	<b>26 603</b>	<b>28 660</b>	<b>44 883</b>	<b>26 380</b>	<b>24 791</b>	<b>54 056</b>	<b>63 928</b>	<b>65 377</b>	<b>67 123</b>	<b>68 018</b>	<b>4 985</b>	<b>71 659</b>	<b>74 358</b>	<b>70 144</b>	<b>67 175</b>	<b>69 307</b>	<b>81 485</b>	<b>83 493</b>	<b>86 752</b>	<b>118 547</b>
Projektide kumulatiivne rahavoog	0	17 702	38 021	61 082	84 911	110 186	136 789	165 449	120 566	146 947	171 758	225 794	289 722	355 098	427 221	490 239	485 253	556 912	631 270	701 513	768 589	837 895	919 381	1 002 873	1 089 625	1 207 972



**Palkseparanellide sisetemi investeeringu tasuvus**  
 "Investeeringu tasuvuse kalkulatsioon on indikatiivne ja pole sidur dokument".



**SISEMAAKSA 4**

Investeeringud			
Palkseparanellide paari koguvõimsus	1 019,49	eur/kW kohta	366,2 kWP
Koguinvesteering (kalkulatsioon)			373 377 eur
Krediiditootus			0 eur
Laan		70%	261 364 eur
Projekt omajähtinvesteeringu määr		30%	112 013 eur

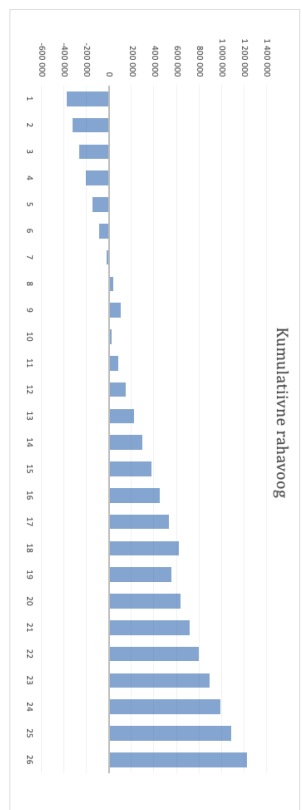
<b>Projektisisedandmed</b>		
Udapeet rahnove (liikviidemisvõimsus, tantsu/ramide võimsus)		100%

<b>Projekt rahnove (25 aastat)</b>		
Sisest kokku	25 aastat	1 910 917 eur
Investeeringud		-718 877 eur
Liikviidemisvõimsus		37 338 eur
<b>Rahnove kokku:</b>		<b>1 229 377</b>

<b>Finantseerimis shemid</b>		
Suuretoot omajähtne tootus		10,0%
Laenu intressi arvestus		5,2%
Lammutuse koost intresside arvestus		3,1%
Kedamine kapitalilini (WACC)		7%

<b>Projekt tasuvustabelid</b>		
Nuudispuhanekasid (NPV)		295 577 eur
Projekt rentuabilus (IRR)		14,3%
Tasuvusajag aastakes		6,97

Period (aastat)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Elektriteereng mW/kiikast	0	52 798	55 580	58 787	59 635	61 216	62 768	64 979	66 582	67 894	69 449	71 331	74 010	75 541	77 798	79 032	81 118	83 165	85 923	87 945	89 713	91 787	94 258	96 786	100 081	102 742
Investeeringud	-373 377	0	0	0	0	0	0	0	-154 500	-7 500	-7 500	-7 500	0	0	0	0	0	-150 000	-6 000	-10 000	-10 000	0	0	0	0	37 288
<b>Vaba rahnove kokku:</b>	<b>-373 377</b>	<b>52 798</b>	<b>55 580</b>	<b>58 787</b>	<b>59 635</b>	<b>61 216</b>	<b>62 768</b>	<b>64 979</b>	<b>66 582</b>	<b>-86 606</b>	<b>61 949</b>	<b>63 831</b>	<b>74 010</b>	<b>75 541</b>	<b>77 798</b>	<b>79 032</b>	<b>81 118</b>	<b>83 165</b>	<b>-84 077</b>	<b>81 945</b>	<b>79 713</b>	<b>81 787</b>	<b>94 258</b>	<b>96 786</b>	<b>100 081</b>	<b>102 080</b>
Kumulatiivne rahnove	-373 377	-320 579	-264 999	-206 213	-146 578	-85 362	-22 595	42 385	108 968	22 380	84 510	148 141	222 151	299 692	375 490	454 522	535 640	618 805	534 728	638 672	716 386	798 172	892 430	989 217	1 089 297	1 229 977
<b>Peelbit rahnove</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>
Tuulet	0	52 798	55 580	58 787	59 635	61 216	62 768	64 979	66 582	67 894	69 449	71 331	74 010	75 541	77 798	79 032	81 118	83 165	85 923	87 945	89 713	91 787	94 258	96 786	100 081	102 742
Investeeringud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Omajähtinvesteering	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laenu intress	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Vaba rahnove kokku:</b>	<b>0</b>	<b>52 798</b>	<b>55 580</b>	<b>58 787</b>	<b>59 635</b>	<b>61 216</b>	<b>62 768</b>	<b>64 979</b>	<b>66 582</b>	<b>-86 606</b>	<b>61 949</b>	<b>63 831</b>	<b>74 010</b>	<b>75 541</b>	<b>77 798</b>	<b>79 032</b>	<b>81 118</b>	<b>83 165</b>	<b>-84 077</b>	<b>81 945</b>	<b>79 713</b>	<b>81 787</b>	<b>94 258</b>	<b>96 786</b>	<b>100 081</b>	<b>102 080</b>
Projekt kumulatiivne rahnove	0	18 123	20 905	24 112	24 960	26 541	28 093	30 305	31 907	-121 281	27 275	34 831	42 410	50 541	59 322	68 852	79 118	83 165	-84 077	81 945	79 713	81 787	94 258	96 786	100 081	102 080







**Päikesepaneelide süsteemi investeeringu tasuvus**  
 \*Investeeringu tasuvuse kalkulatsioon on indikaalne ja pole siduv dokument.



Päikesepaneelide pargi koguvõimsus	576,48	eur/kW kohta
Koguvõimsuse (kubemaksus)	261 144	eur
Kodeks toetus	0	eur
Lähen	182 801	eur
Projekt omafinantseeringumäär	30%	78 343 eur

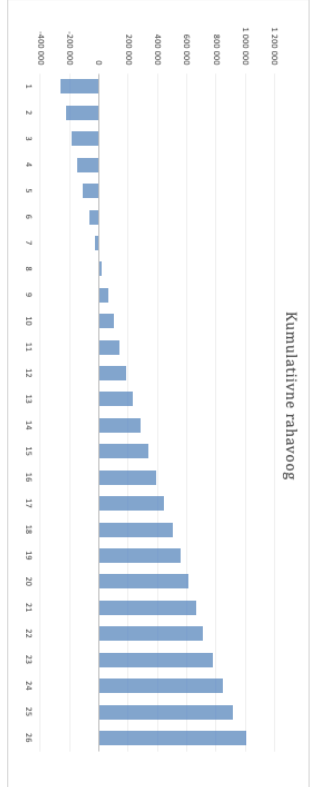
Projektide andmed	10,0%
Lõpetav rahavoo (lühivõllevõlatus, võrku/aamide väärtus)	10,0%

Projektid rahavoo (25 aastat)	25 aastat
Stabiilne kogu	1 293 629 eur
Investeeringud	-313 644 eur
Lühivõllevõlatus	26 114 eur
Rahavoo kokku:	1 006 099

<b>Finantseerimise stendid</b>	
Soodustav omakapital toetus	10,0%
Lähen intressimäär	5,5%
Lähen periood aastates	10
Lähenmaks koos hõiveajaga aastast	-24 122
Keskmine kapitalikulu (WACC)	7%

<b>Projektid tasuvusehinnajad</b>	
Nuuduspärisväärtus (NPV)	247 894 eur
Projekt rentuubus (IRR)	15,9%
Tasuvusaeg aastates	6,40

Projektid rahavoo (ICF)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Periood (aastal)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Eeldatav rahavoo muud/salast	0	34 883	37 285	39 580	40 135	41 136	42 501	44 136	45 405	45 732	46 848	48 231	50 337	51 469	52 529	53 334	54 916	56 364	58 509	59 995	60 538	62 064	63 880	65 671	68 401	69 730
Investeeringud	-261 144	0	0	0	0	0	0	0	0	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000
<b>Vaba rahavoo kokkuv</b>	<b>-261 144</b>	<b>34 883</b>	<b>37 285</b>	<b>39 580</b>	<b>40 135</b>	<b>41 136</b>	<b>42 501</b>	<b>44 136</b>	<b>45 405</b>	<b>38 232</b>	<b>37 348</b>	<b>40 731</b>	<b>50 337</b>	<b>51 469</b>	<b>52 529</b>	<b>53 334</b>	<b>54 916</b>	<b>56 364</b>	<b>58 509</b>	<b>49 995</b>	<b>50 538</b>	<b>51 064</b>	<b>53 880</b>	<b>55 671</b>	<b>58 401</b>	<b>59 564</b>
Kumulatiivne rahavoo	-261 144	-226 261	-188 976	-149 396	-109 261	-67 593	-23 493	18 703	64 108	102 540	141 588	182 418	222 719	281 453	328 714	390 188	449 024	501 388	559 897	609 823	660 350	712 514	775 393	842 003	910 429	970 099
Projektid rahavoo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tuudid	0	34 883	37 285	39 580	40 135	41 136	42 501	44 136	45 405	45 732	46 848	48 231	50 337	51 469	52 529	53 334	54 916	56 364	58 509	59 995	60 538	62 064	63 880	65 671	68 401	69 730
Investeeringud	-261 144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	
Omafinantseering	182 801	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lähenmaks (lühivõllevõlatus)	0	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122	-24 122
<b>Vaba rahavoo kokkuv</b>	<b>0</b>	<b>10 632</b>	<b>13 033</b>	<b>15 328</b>	<b>15 884</b>	<b>17 074</b>	<b>18 250</b>	<b>19 884</b>	<b>21 153</b>	<b>13 981</b>	<b>15 096</b>	<b>40 731</b>	<b>50 337</b>	<b>51 469</b>	<b>52 529</b>	<b>53 334</b>	<b>54 916</b>	<b>56 364</b>	<b>58 509</b>	<b>49 995</b>	<b>50 538</b>	<b>51 064</b>	<b>53 880</b>	<b>55 671</b>	<b>58 401</b>	<b>59 564</b>
Projektid kumulatiivne rahavoo	0	10 632	23 665	38 993	54 876	71 950	90 200	110 084	131 237	145 218	160 314	201 044	251 402	302 871	355 400	408 735	463 650	520 014	578 523	628 518	679 076	731 140	785 020	840 691	892 992	1 004 726



**Pihkspaneelide süsteemi investeeringu tasuvus**  
 \*Investeeringu tasuvuse kumulatsioon on indikaator, mis näitab, kui palju raha on tagasi saadud.



Pihkspaneelide aari koguvõimsus	453 kWp
Koguvõimsus (kvaliteetne)	429 119 eur
Krediiditasu	0 eur
Laan	70% / 300 383 eur
Projekt omafinantseeringu määra	30% / 128 736 eur

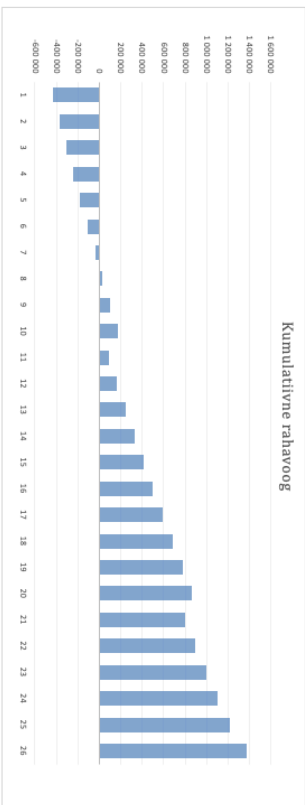
Projektisumma	10,0%
Ülepeetav rahavoog (liikidesummas: vahetu/raamide väärtus)	10,0%

Projektisumma (25 aastat)	25 aastat	2 113 463 eur
Investeeringud		-781 619 eur
Liikidesummas		42 212 eur
Rahavoog kokku		1 374 756 eur

Projektisumma	10,0%
Soovitatav maksimaalne koostis	5,8%
Laan	10
Laanemaksu koos investeeringu arvestusega	-39 851
Keskmine kapitalilend (WACC)	7%

Projektisumma (Neto)	306 204 eur
Projektisumma (Brutto)	14,1%
Touususe arvestus	7,10

Vaba rahavoog (FCF)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Eeldatav annuuaal	0	58 719	61 592	64 828	65 978	67 644	69 416	71 905	73 648	74 996	76 876	78 845	81 932	83 542	85 898	87 334	89 704	91 898	95 125	97 281	99 143	101 645	104 330	106 972	110 654	113 468
Investeeringud	-429 119	0	0	0	0	0	0	0	-7 500	-157 500	-7 500	0	0	0	0	0	0	0	-10 000	-150 000	-10 000	0	0	0	0	42 912
<b>Vaba rahavoog kokku</b>	<b>-429 119</b>	<b>58 719</b>	<b>61 592</b>	<b>64 828</b>	<b>65 978</b>	<b>67 644</b>	<b>69 416</b>	<b>71 905</b>	<b>73 648</b>	<b>74 996</b>	<b>76 876</b>	<b>78 845</b>	<b>81 932</b>	<b>83 542</b>	<b>85 898</b>	<b>87 334</b>	<b>89 704</b>	<b>91 898</b>	<b>95 125</b>	<b>97 281</b>	<b>99 143</b>	<b>101 645</b>	<b>104 330</b>	<b>106 972</b>	<b>110 654</b>	<b>113 468</b>
Kumulatiivne rahavoog	-429 119	-370 400	-308 808	-243 980	-178 002	-110 358	-40 912	30 993	104 641	172 137	244 790	328 332	414 170	501 504	591 208	683 106	778 231	885 512	804 655	896 299	1 000 529	1 107 501	1 218 536	1 374 756		



**Pilksepaneelede süsteemi investeeringut tasuvus**  
 \*Investeeringu tasuvuse kalkulatsioon on indikaator ja pole sõltav dokument.

**SISSEVIKUM**



Pilksepaneelede pargi koguvõimsus	1 117,26	eur/kW kohta	453 kWp
Koguvõimsusting (kalkuleeritud)			506 119 eur
Lühen			0 eur
Projekt omlfinantseeringumäär			70% 354 283 eur
			30% 151 836 eur

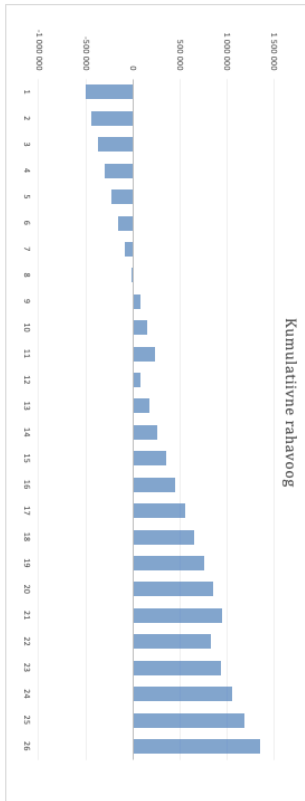
Projektideendamine			10,0%
Lüpetev rahavoog (kui veerimväärtus: tms/v/raamide väärtus)			

Projektideendamine (25 aastat)			25 aastat
Starti võtt			1 210 796 eur
Investeeringud			-1 006 612 eur
Koguvõimsustasutus			-1 006 612 eur
Rahavoog kokku			1 822 789

Finantseerimise detiilid			
Soodu omlastatav toetus			10,0%
Lühen intressimäär			5,5%
Lühen periood aastates			10
Lühenmaks koost intressiga aastast			-47 002
Keskmine korporeaalne (WACC)			7%

Projektitasevõimalikud			268 201 eur
Nuudustasuvaväärtus (NPV)			12,6%
Projektimäärat (IRR)			7,9%
Tasuvuseeg aastates			

Vaba rahavoog (FCF)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Periood (aastal)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Eeldetavergu määra/aastat	0	64 482	67 393	70 962	72 201	74 007	75 961	78 520	80 455	82 101	84 168	86 239	89 416	91 184	93 917	95 562	98 192	100 478	103 834	106 159	108 468	111 242	113 961	116 938	120 916	124 038
Investeeringud	-506 119	0	0	0	0	0	0	0	0	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000
Vaba rahavoog kokku	0	64 482	67 393	70 962	72 201	74 007	75 961	78 520	80 455	74 601	76 668	78 916	80 416	81 184	83 917	85 562	88 192	100 478	103 834	96 159	98 468	123 758	113 961	116 938	120 916	124 038
Kumulatiivne rahavoog	-506 119	-441 637	-374 244	-303 282	-231 080	-157 073	-81 112	-2 592	77 864	152 465	229 133	82 872	263 472	357 389	452 291	551 143	651 621	755 455	851 614	950 082	826 524	940 285	1 057 223	1 178 139	1 352 789	
Projektideendamine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tulud	0	64 482	67 393	70 962	72 201	74 007	75 961	78 520	80 455	82 101	84 168	86 239	89 416	91 184	93 917	95 562	98 192	100 478	103 834	106 159	108 468	111 242	113 961	116 938	120 916	124 038
Investeeringud	-506 119	0	0	0	0	0	0	0	0	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	
Omlantseeringud	151 836	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Standard	354 283																									
Lanenudkeel (põhiosa intress)	0	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	-47 002	
Vaba rahavoog kokku	0	17 480	20 391	23 961	25 199	27 005	28 959	31 518	33 453	27 599	29 666	31 561	33 416	35 184	36 917	38 562	40 192	42 078	43 834	46 159	48 468	51 242	53 961	56 938	60 916	64 038
Projektikumulatiivne rahavoog	0	17 480	37 871	61 832	87 031	114 036	142 995	174 513	207 967	235 566	265 232	118 971	208 387	299 571	393 488	489 050	587 242	687 720	791 554	887 713	986 181	862 423	976 384	1 093 322	1 214 238	1 388 888



**Päikesepaneelide süsteemi investeeringu tasuvus**  
 Investeeringu tasuvuse kalkulatsioon on indikaatorite ja pole sidur dokument.

**200 kWh salvestus koos 50% tõrjusiga**

Investeering		
Päikesepaneelide paard koguvaluutus	100% / 0	0,0 kWp
Koguinvesteering (kalkuleeritud)	30%	90 975 eur
Laan	70%	27 293 eur
Projekt omajäseniteeringu määr	30%	63 683 eur
		27 293 eur

Projektis taastamine		
Ligepääv rahavoog (liiklennivastavus: tantsu//raamide väärtus)		10,0%

Projektis rahavoog (25 aastat)		
Saast kokku	25 aastat	355 443 eur
Investeeringud		-138 683 eur
Liiklennivastavus		9 098 eur
<b>Rahavoog kokku:</b>		<b>225 858</b>

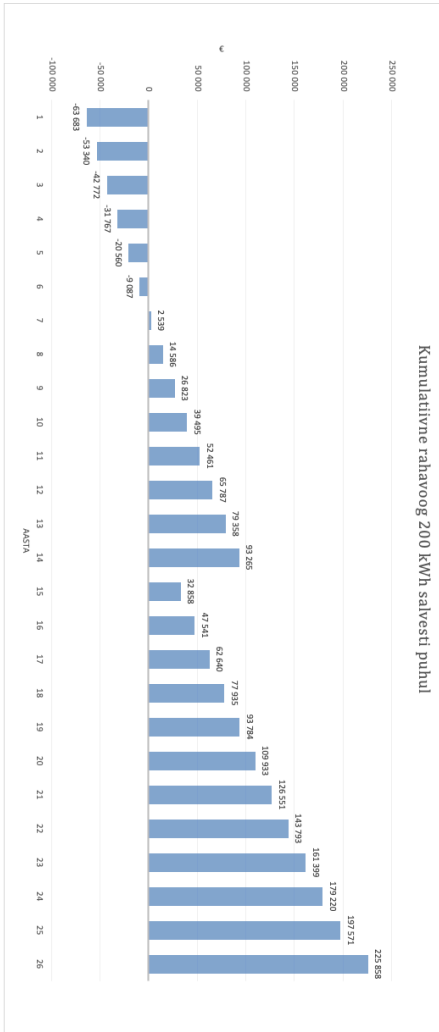
<b>Finantseerimise skemaad</b>	
Soovitav omajäseni hoiatus	10,0%
Laanu investeering	5,5%
Laanu perioodi aastast	10
Laanumise kogu investeeringu aastast	-5 914
Kalkuleeritud kapitalilinn (MACC)	6,55%

<b>Projektis tasuvustead</b>	
Muudpruudavus (NPV)	53 680 eur
Projektis rentabilus (IRR)	16,0%
Tasuvusajast	6,27

<b>Väga rahavoog (CFR)</b>																										
Perioodi (aastat)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Elektrivõrgi müüki/kaas	0	10 343	10 368	11 004	11 207	11 473	11 626	12 048	12 236	12 672	12 967	13 325	13 571	13 907	14 539	14 683	15 099	15 295	15 849	16 149	16 618	17 243	17 605	17 821	18 351	19 189
Investeeringud	-63 683	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23 500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Väga rahavoog kokku:</b>	<b>-63 683</b>	<b>10 343</b>	<b>10 368</b>	<b>11 004</b>	<b>11 207</b>	<b>11 473</b>	<b>11 626</b>	<b>12 048</b>	<b>12 236</b>	<b>12 672</b>	<b>12 967</b>	<b>13 325</b>	<b>13 571</b>	<b>13 907</b>	<b>-14 607</b>	<b>14 683</b>	<b>15 099</b>	<b>15 295</b>	<b>15 849</b>	<b>16 149</b>	<b>16 618</b>	<b>17 243</b>	<b>17 605</b>	<b>17 821</b>	<b>18 351</b>	<b>19 189</b>
Kumulatiivne rahavoog	-63 683	-53 340	-42 972	-31 967	-20 500	-9 032	2 326	14 586	26 823	39 495	52 461	65 787	79 358	93 265	107 502	122 075	136 870	151 885	167 110	182 545	198 190	214 035	230 080	246 325	262 770	279 415



Kumulatiivne rahavoog 200 kWh salvesti puhul



**Pilkesepannide süsteemi investeringu tasuvus**  
**\*Investeringu tasuvuse hindamiseks on indikaatorid ja pole sidu dokument.**



**400 kWh SÄRVESTUS KOOS 30% TOETUSEGA**

Investering	€/kWp	€/MW kohta
Paigaldamine ja parajad	100%	0,0 MWp
Kogulainvesteering (alubemaksa)	30%	157 975 eur
Keskne toetus	70%	157 975 eur
Neto investering	30%	50 392 eur
Projekt omandustingimustel		50 392 eur

**Projektisumma**

Upepuru rahavoog (liiklemismäärade, taristu/raamide väärtus)	-10,0%
--	--------

**Projektirahvood (25 aastat)**

Sisast kokku	25 aastat	617 288 eur
Investeeringud		-267 583 eur
Liiklemismäärade		16 798 eur
<b>Rahvood kokku:</b>		<b>366 503</b>

**Finantsmaht**

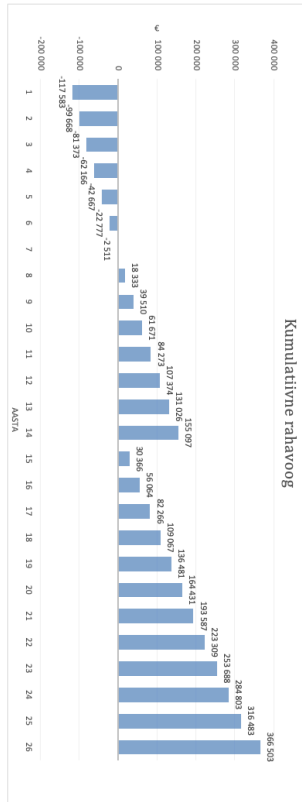
Sooeenergia tootlus	10,0%
Laenu intressimäär	5,5%
Laenu perioodi aastate arv	10
Kasumise koefitsiendi arv	-10,920
Kasumise ajaldimüü (KAKC)	7%

**Projektisumma**

Neuudusinvesteering (NVI)	79 453 eur
Projekt omandustingimustel	14,4%
Tasuvuse aastaste	6,5%

**Vaba rahavoog (CFP)**

Periood (aasta)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Eeldatavate müüki/sissetulek	0	17 915	18 295	19 207	19 499	20 266	20 843	21 177	22 161	22 602	23 101	23 652	24 072	25 269	26 502	28 801	27 414	27 950	29 156	29 722	30 378	31 115	31 680	32 222	33 222
Investeeringud	-117 583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-150 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16 798
<b>Vaba rahavoog kokku:</b>	<b>-117 583</b>	<b>17 915</b>	<b>18 295</b>	<b>19 207</b>	<b>19 499</b>	<b>20 266</b>	<b>20 843</b>	<b>21 177</b>	<b>22 161</b>	<b>22 602</b>	<b>23 101</b>	<b>23 652</b>	<b>24 072</b>	<b>-124 731</b>	<b>25 698</b>	<b>26 502</b>	<b>28 801</b>	<b>27 414</b>	<b>27 950</b>	<b>29 156</b>	<b>29 722</b>	<b>30 378</b>	<b>31 115</b>	<b>31 680</b>	<b>50 020</b>
Kumulatiivne rahavoog	-117 583	-99 668	-81 373	-62 166	-42 667	-22 777	-2 511	18 333	39 510	61 671	84 273	107 374	131 026	155 097	179 604	204 405	229 606	255 010	280 716	306 838	333 460	360 582	388 203	416 323	444 943
<b>Projektirahvoog</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
Tulu	0	17 915	18 295	19 207	19 499	20 266	20 843	21 177	22 161	22 602	23 101	23 652	24 072	25 269	26 502	28 801	27 414	27 950	29 156	29 722	30 378	31 115	31 680	32 222	33 222
Investeeringud	-117 583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16 798
Omandustingimused	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staadid teen	0	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920	-10 920
<b>Vaba rahavoog kokku:</b>	<b>0</b>	<b>6 995</b>	<b>7 376</b>	<b>8 287</b>	<b>8 580</b>	<b>9 347</b>	<b>9 924</b>	<b>10 557</b>	<b>11 242</b>	<b>11 682</b>	<b>23 101</b>	<b>23 652</b>	<b>24 072</b>	<b>-124 731</b>	<b>25 698</b>	<b>26 502</b>	<b>28 801</b>	<b>27 414</b>	<b>27 950</b>	<b>29 156</b>	<b>29 722</b>	<b>30 378</b>	<b>31 115</b>	<b>31 680</b>	<b>50 020</b>
Projekt kumulatiivne rahavoog	0	6 995	14 371	22 658	31 237	40 208	49 554	59 478	69 735	80 977	92 659	115 790	139 412	163 484	187 991	212 993	238 494	264 408	290 724	317 446	344 578	372 119	400 070	428 390	457 070



**Pilkepaneelede süsteemi investeeringu tasuvus**  
 "Investeeringu tasuvuse kalkulatsioon on indikaator, mis näitab, kas investitsioon on kasumlik ja pole sõltav dokument."

**600 kWh SAUVUSTIS KOOS 30% DEKUSISKA**



Investeering		0,0 kWp
Päikesepaneelide paigalduskulud	Kuiv/01	244 975 eur
Kapitaalinvesteering (kõikmüüa)		73 493 eur
Krediiditootus		70% 171 483 eur
Laan		30% 73 493 eur
Projekt omalinvesteeringu määra		30%

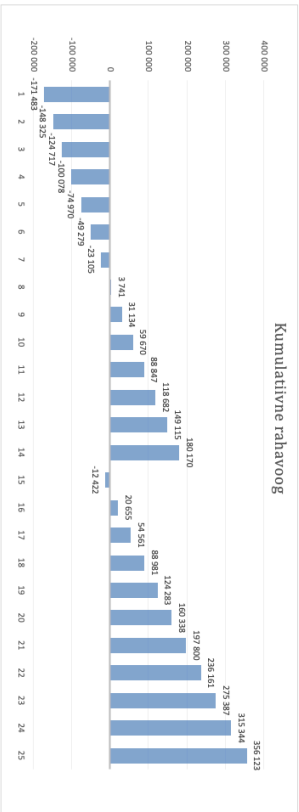
<b>Projektis sisendained</b>		10,0%
Ülepeetav rühm (kõikmüüa/eritulu/raamide väärus)		

<b>Projektirahavoog (25 aastat)</b>	25 aastat	795 211 eur
Sissetulek		-396 483 eur
Investeeringud		24 498 eur
Liiklõuendamisvõime		429 226
<b>Rahavoog kokku:</b>		

<b>Finantseerimisolek</b>		10,0%
Suurepõlv omakapitali toetus		5,5%
Laanu intressimäär		1,0
Laanu periood aastates		-15 925
Laanumakse koos intressiga aastas		7%
Kaebamine kaebuslühid (MAKCC)		

<b>Projektitulu</b>		72 033 eur
Nüüdise rahaväärtus (NPV)		11,8%
Projektirahavõu (IRR)		8,4%
Tasuvusajast		

Vaba rahavoog (ICF2F)	Period (aastat)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Eelkõrge müüki/ostet	0	23 157	23 609	24 639	25 108	25 691	26 174	26 846	27 393	28 536	29 176	29 835	30 433	31 055	32 408	33 076	33 906	34 420	35 302	36 055	37 462	38 361	39 226	39 957	40 779	42 605	
<b>Vaba rahavoog kokku:</b>	<b>-171 483</b>	<b>23 157</b>	<b>23 609</b>	<b>24 639</b>	<b>25 108</b>	<b>25 691</b>	<b>26 174</b>	<b>26 846</b>	<b>27 393</b>	<b>28 536</b>	<b>29 176</b>	<b>29 835</b>	<b>30 433</b>	<b>31 055</b>	<b>-32 408</b>	<b>33 076</b>	<b>33 906</b>	<b>34 420</b>	<b>35 302</b>	<b>36 055</b>	<b>37 462</b>	<b>38 361</b>	<b>39 226</b>	<b>39 957</b>	<b>40 779</b>	<b>42 605</b>	
Kumulatiivne rahavoog	-171 483	-148 325	-124 717	-100 078	-74 970	-49 279	-23 105	7 341	31 134	59 670	88 807	118 682	149 115	180 570	-14 422	20 059	54 501	88 901	124 639	160 238	197 800	236 501	275 307	315 344	356 123	429 226	
<b>Projektirahavoog</b>	<b>0</b>	<b>23 157</b>	<b>23 609</b>	<b>24 639</b>	<b>25 108</b>	<b>25 691</b>	<b>26 174</b>	<b>26 846</b>	<b>27 393</b>	<b>28 536</b>	<b>29 176</b>	<b>29 835</b>	<b>30 433</b>	<b>31 055</b>	<b>32 408</b>	<b>33 076</b>	<b>33 906</b>	<b>34 420</b>	<b>35 302</b>	<b>36 055</b>	<b>37 462</b>	<b>38 361</b>	<b>39 226</b>	<b>39 957</b>	<b>40 779</b>	<b>42 605</b>	
Tulud	0	23 157	23 609	24 639	25 108	25 691	26 174	26 846	27 393	28 536	29 176	29 835	30 433	31 055	32 408	33 076	33 906	34 420	35 302	36 055	37 462	38 361	39 226	39 957	40 779	42 605	
Investeeringud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Omavalitsuseering	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Standardid	171 483	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925	-15 925
Laanumakse (põhisummas)	0	7 232	7 683	8 714	9 183	9 766	10 249	10 449	10 921	11 468	12 611	13 251	29 835	30 433	31 055	-192 592	33 076	33 906	34 420	35 302	36 055	37 462	38 361	39 226	39 957	40 779	42 605
<b>Vaba rahavoog kokku:</b>	<b>0</b>	<b>7 232</b>	<b>7 683</b>	<b>8 714</b>	<b>9 183</b>	<b>9 766</b>	<b>10 249</b>	<b>10 449</b>	<b>10 921</b>	<b>11 468</b>	<b>12 611</b>	<b>13 251</b>	<b>29 835</b>	<b>30 433</b>	<b>31 055</b>	<b>-192 592</b>	<b>33 076</b>	<b>33 906</b>	<b>34 420</b>	<b>35 302</b>	<b>36 055</b>	<b>37 462</b>	<b>38 361</b>	<b>39 226</b>	<b>39 957</b>	<b>40 779</b>	<b>42 605</b>
Projekt kumulatiivne rahavoog	0	7 232	14 915	23 629	32 812	42 578	52 827	63 748	75 215	87 827	101 078	130 913	161 346	192 401	-191	32 886	66 792	101 212	136 514	172 569	210 031	248 392	287 618	327 575	368 354	435 457	



## Lisa 14 – Päikesekiirguse graafik Pühajärvel

