

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS

Rasa Barkauskaitė

INTEGRUOTŲ Į PASTATUS SAULĖS ELEKTRINIŲ
EKONOMINIS TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Tomas Deveikis

KAUNAS, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS
ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMŲ KATEDRA

INTEGRUOTŲ Į PASTATUS SAULĖS ELEKTRINIŲ
EKONOMINIS TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Elektros energetikos sistemos (621H63005)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Tomas Deveikis
(data) 2015 06 03

Recenzentas

(parašas) Dr. Artūras Baronas
(data)

Projektą atliko

(parašas) Rasa Barkauskaitė
(data) 2015 06 03

KAUNAS, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Elektros ir Elektronikos Fakultetas

Rasa Barkauskaitė

Elektros Energetikos Sistemos (621H63005)

Baigiamojo projekto „Integruotų į pastatus saulės elektrinės ekonominis tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2015m. birželio 3d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Rasos Barkauskaitės** baigiamasis projektas tema „Integruotų į pastatus saulės elektrinių ekonominis tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardas, pavardė)

(parašas)

Barkauskaitė R. Integruotų į pastatus saulės elektrinių ekonominis tyrimas. Magistro baigiamasis projektas. Vadovas dr. Tomas Deveikis; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas, Elektros energetikos sistemų katedra.

Kaunas 2015. Psl. 52

SANTRAUKA

Baigiamojo magistro darbo užduotis parodo saulės energijos panaudojimą bendrosioms namo reikmėms tenkinti ir karštam vandeniui šildyti, atsižvelgiant į atsiperkamumo rodiklį. Įvade yra pateikiama informacija apie temos aktualumą, pateikiamas darbo tikslas tai pat darbo uždaviniai.

Teorinėje dalyje yra aptarta atsinaujinančių energetikos šaltinių savybės, saulės spinduliuotė, saulės elektrinių poveikis aplinkai, saulės elektrinių privalumai, trūkumai, efektyvumas, įrengimo etapai.

Tiriamajoje dalyje skaičiuojama namo energijos poreikis bendrosioms reikmėms, taip pat skaičiuojamas prognozuojamas saulės elektrinės gamybos kiekis. Parenkami saulės elektrinės fotomoduliai, keitiklis. Parodomas saulės elektrinės ekonominis vertinimas ir atsiperkamumas. Antrojoje tiriamajoje dalyje skaičiuojamas namo energijos poreikis bendrosioms reikmėms ir karšto vandens šildymui aprūpinti, pateikiamas ekonominis vertinimas, atsiperkamumas. Ekonominiuose skaičiavimuose parenkami du scenarijai, skaičiuojami ekonominiai vertinimai, pagal įvairius ekonominius metodus. Atliekama pirmojo scenarijo jautrumo analizė.

Darbo pabaigoje yra pateikiamos darbo išvados, palyginami darbo rezultatai, pagal atsiperkamumo rodiklius parenkamas naudingesnis projektas.

Reikšminiai žodžiai:

Saulės elektrinės, fotomoduliai, atsiperkamumas, keitiklis, ekonominis vertinimas.

Barkauskaitė R. Final Project of Economic research on solar power plants integrated into buildings. Master of Electrical Power. Supervisor dr. Tomas Deveikis;

Kaunas University of Technology , Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Department of Electrical Power Systems.

Kaunas 2015. Psl. 52

SUMMARY

The present study investigates the usage of solar energy for the household needs and for hot water heating depending on the rate of return. The introduction contains information about the relevance of the topic, goals and objectives of the present investigation.

The theoretical part of the research includes information about the properties of renewable energy sources, solar radiation, the effect of solar energy plants on the environment, as well as the advantages and disadvantages, efficiency and installation stages of these plants.

In the present analysis the need of home energy for general purposes and predictable quantity of solar energy production have been calculated. Moreover, the solar modules and inverter have been selected. The present analysis also demonstrates the economic evaluation and payback time. In the second research section, the need of energy for general purposes and hot water heating has been calculated. The economic assessment and payback time are also shown. Economic calculations selected two scenarios are calculated economic assessments by various economic methods. It carried out the first scenario sensitivity analysis.

Finally, the present study includes the conclusions and results of the investigation and a more useful project, according to the rates of return, is chosen.

Keywords:

Solar power plants, solar module, payback, inverter and economic assessment.

Turinys

1. Teorinė dalis	10
1.1 Atsinaujinančių energijos išteklių savybės	10
1.2 Saulės elektrinių privalumai ir trūkumai	10
1.3 Saulės spinduliuotė	11
1.4 Saulės elektrinių poveikis aplinkai	12
1.5 Objekto priežiūra, remontas, gyvavimo trukmė	13
1.6 Saulės elektrinių įrengimo etapai	15
1.7 Saulės elektrinių įvairių tipų efektyvumas	15
1.8 Saulės elektrinės ekonominio vertinimo aspektai	16
1.9 Atsinaujinančių energetikos išteklių technologijų kaštai	17
1.10 Supirkimo tarifo lygio nustatymo metodika	20
2. Tiriamasis projektas	22
2.1 Suvartojamos elektros energijos skaičiavimas	22
2.2 Projektuojamas objektas	24
2.3 Pirmasis projekto variantas	24
2.3.1 Fotovoltinių modulių parinkimas	25
2.3.2 Prognozuojama 6 kW saulės elektrinės gamyba	27
2.4 Antrasis projektuojamos saulės elektrinės variantas	29
2.4.1 Modulių parinkimas	30
2.4.2 Prognozuojama 10 kW saulės elektrinės gamyba	32
2.5 Ekonominis projekto vertinimas	34
2.5.1 Techniniai ir ekonominiai projektuojamo objekto rodikliai	34
2.6 Jautrumo analizė	42
3. Išvados	44
4. Naudota literatūra	45
Priedai	47
Priedas Nr. 1 Keitiklio NT8000 specifikacijos lentelė	48
Priedas Nr. 2 Keitiklio NT10000 specifikacijos lentelė	49
Priedas Nr. 3 Elektrinio šildytuvo specifikacijos lentelė	51
Priedas Nr. 4 Fotoelemento specifikacijos lentelė	52

Lentelių sąrašas

- 1.lentelė. Kauno miesto saulės spinduliuotė
- 2.lentelė. Elektros energijos gamybos technologijų apmokymo santykinės ribos
- 3.lentelė. Tarifų lentelė
- 4.lentelė. Suvartojamas elektros energijos kiekis su karšto vandens ruošimu
- 5.lentelė. Mėnesinis suvartojamas elektros energijos kiekis
- 6.lentelė. Keitiklio NT 8000 techniniai duomenys
- 7.lentelė. Fotovoltinių modulių parametrai
- 8.lentelė. Prognozuojama saulės elektrinės gamyba
- 9.lentelė. Keitiklio NT10000 techniniai duomenys
- 10.lentelė. Prognozuojama 10 kW saulės elektrinės gamyba
- 11.lentelė. Elektros tinklų rodikliai
- 12.lentelė. Skaičiuojamoji pirmojo varianto statybos kaina
- 13.lentelė. Skaičiuojamoji antrojo varianto statybos kaina
- 14.lentelė. Ekonominiai objektų rodikliai
- 15.lentelė. Perskaičiuotų rodiklių lentelė

Paveikslų sąrašas

- 1pav. Skirtumas tarp gamybos išlaidų ir kainos
- 2pav. Saulės elektrinių apmokymo kreivės
- 3pav. Vidutiniai elektros energijos gamybos kaštai
- 4pav. Suvartojamas namo elektros energijos kiekis (be karšto vandens ruošimo)
- 5pav. Bendras suvartojamos elektros energijos kiekis su karšto vandens ruošimu
- 6pav. Projektuojamos 6 kW saulės elektrinė ant namo stogo
- 7pav. Projektuojamos saulės elektrinės modulių išdėstymas
- 8pav. Projektuojamos 6 kW saulės elektrinės prijungimas prie elektros tinklo
- 9pav. Prognozuojama saulės elektrinės gamyba
- 10pav. 6 kW prognozuojama saulės elektrinės gamyba ir elektros energijos poreikio palyginimas
- 11pav. Projektuojamos 10 kW saulės elektrinė ant namo stogo
- 12pav. Projektuojamos 10 kW elektrinės modulių išdėstymas
- 13pav. 10 kW saulės elektrinės prijungimas prie elektros tinklo
- 14pav. 10 kW prognozuojama saulės elektrinės gamyba

15pav. 10 kW prognozuojama saulės elektrinės gamyba ir elektros energijos poreikio palyginimas

16pav. Investicinių projektų įvertinimas

17pav. Diskontuota pirmojo variant grynoji dabartinė vertė

18pav. Antrojo scenarijaus diskontuota grynoji dabartinė vertė

19pav. Investicijų struktūra

20pav. Perskaičiuoto pirmojo scenarijaus diskontuota grynoji dabartinė vertė

Santrumpos

AEŠ – atsinaujinantys energijos šaltiniai;

SE – saulės elektrinė

AEI – atsinaujinantys energijos ištekliai;

EREC - Europos atsinaujinančios energijos taryba;

IAS - komercinių apskaitų spinta;

AEEAS - automatizuota elektros energijos duomenų nuskaitymo sistema.

Įvadas

Šiuo metu, kai elektros poreikis vis didėja labai svarbūs tampa alternatyvieji atsinaujinantys energijos ištekliai, tokie kaip saulės, vandens ir vėjo energija. Šių atsinaujinančių išteklių energetika pasaulyje plėtojasi sparčiausiai iš visų energetikos sričių. Atsinaujinančios energijos technologijos gali padėti šalims pasiekti savo politinius tikslus, sustabdyti globalinį atšilimą.

Šiai problemai spręsti ir visuomenės vystymuisi užtikrinti nėra kitos alternatyvos kaip mažinti energijos vartojimą didinant jos vartojimo efektyvumą, taip pat vis didesnę dalį iškasamo organinio kuro pakeisti alternatyviaisiais energijos šaltiniais. Dėl šių priežasčių įrengiama vis daugiau saulės ir vėjo elektrinių parkų. Saulės energija yra saugi, patikima ir įperkama technologija skatinanti energijos vystymąsi.

Šiuo metu kai energijos kainos vis auga, o saulės elektrinių kainos krenta saulės elektrinės tampa vis patrauklesnės visuomenei, todėl vis didėja saulės elektrinių integruotų į pastatus įrengimas. Kokybiškai įmontuotų saulės elektrinių gyvavimo trukmė yra maždaug 25 metai, todėl priklausomai nuo geografinės padėties, išlaidų saulės elektrinėms įrengti, vyraujančių supirkimo kainų, saulės elektrinių atsiperkamumas darosi vis greitesnis.

Saulės elektrinių pagaminama energija yra naudojama pastatų reikmėms tenkinti, karštam vandeniui ruošti, pastatų šildymui taip pat saulės elektrinių pagaminama elektros energija gali būti atiduodama į nacionalinius elektros tinklus. Lietuvoje trečdalis energijos kiekio yra suvartojama namų sektoriuje, todėl diegiant saulės elektrines namų sektoriuje atsiveria didelis taupymo potencialas.

Projektinis darbas yra aktualus norint didinti saulės elektrinių vartojimo efektyvumą, labai svarbu tai, jog saulės elektrinių įrengimo kaštai nuolat mažėja keičiantis technologijų įvairovėms.

Darbo tikslas: įvertinti 6kW saulės elektrinės pagaminamos energijos panaudojimo bendrosioms namo reikmėms ekonominius rodiklius ir 10kW saulės elektrinės bendrosioms namo reikmėms su karšto vandens paruošimu ekonominius rodiklius.

Darbo uždaviniai:

1. Įvertinti namo suvartojamos elektros energijos kiekį
2. Įvertinti 6kW ir 10kW saulės elektrinių techninius aspektus
3. Taikant ekonominius metodus atlikti pirmojo scenarijaus atsipirkimo laiko skaičiavimus
4. Taikant ekonominius metodus atlikti antrojo scenarijaus atsipirkimo laiko skaičiavimus
5. Atlikti projekto jautrumo analizę

1. Teorinė dalis

1.1 Atsinaujinančių energijos išteklių savybės

Būdingiausia atsinaujinančiųjų energijos išteklių (AEI) savybė yra jų nepastovumas ir dideli energijos pokyčiai priklausomai nuo laiko ir nuo vietovės geografinių padėčių. Iš visų atsinaujinančių energetikos šaltinių nepastoviausi yra vėjo ir saulės energiniai parametrai. Nors nepastovumas ir sudaro kliūtis naudoti šiuos AEI, šiuolaikinėms energetikos technologijoms tai nėra neįveikiama. Šiuo metu vystosi nauja AEI technologijų rūšis, kai pagaminama energija yra netiekama į elektros tinklą (sunaudojama vietoje patenkinant saviems poreikiams), arba į elektros tinklą tiekiami tik likusioji, perteklinė, energijos dalis. Su elektros tinklais yra daromi elektros energijos mainai, nepanaudota elektros energijos dalis yra laikoma elektros tinkluose iki tol kol saulės elektrinės generuojamo kiekio nepakanka poreikiams tenkinti.

Bendras būdingas AE bruožas yra tas, kad ji yra išsklaidyta (nekoncentruota). Galiai koncentruoti gali būti naudojami koncentratoriai. Hidroelektrinėse tai yra užtvanka, o saulės energijos sistemose- įvairių tipų saulės spinduliuotės koncentratoriai. Teigiamas tokių pagrindinių AEI, kaip saulė ir vėjas, bruožas yra jų visuotinis pasiekiamumas. Kadangi daugelis valstybių neturi savo akmens anglių, naftos ar gamtinių dujų išteklių, o saulės ir vėjo energija pasiekia kiekvieną, net ir tolimiausią planetos kampelį. Be to, lyginant su kitomis elektros ir šiluminės energijos gamybos technologijomis, AEI technologijos turi kur kas mažesnę neigiamą poveikį aplinkai.[1]

Saulės ir vėjo energijos ištekliai turi didžiausias naudojimo galimybes, todėl jų parametrus ir savybes verta panagrinėti plačiau.

1.2 Saulės elektrinių privalumai ir trūkumai

Kiekvieną dieną saulė pagamina didžiulius kiekius energijos. Mokslininkų teigimu, tai pats galingiausias energijos šaltinis Žemėje. Mokslininkų apskaičiavimais, jog teorinis metinis pasaulio saulės energijos potencialas sudaro 900 000 000 TWh. Jis yra apie 60 kartų didesnis už teorinį metinį pasaulio vėjo energijos potencialą, apie 2 200 kartų — už teorinį metinį geoterminės energijos potencialą, 36 000 kartų — už hidroenergijos teorinius metinius potencialus. Lietuvoje saulėtą dieną saulės spinduliavimo energija siekia 1000 W/m², saulės elemento elektrinis vardinis galingumas pateikiamas esant šiam apšviestumo srautui. Toks galingumas pasiekiamas tik saulėtą dieną, atsižvelgiant į debesuotumą ir saulės vietos danguje kitimą vidutinis energijos kiekis gaunamas iš saulės per metus yra apie 1000kWh/m². Gaila, bet didelė dalis saulės energijos potencialo taip ir lieka nepaliesta.

Potencialo nepanaudojimą sukelia kelios priežastys: saulės energija yra plačiai išsisklaidžiusi, jos parametrai kinta plačiose ribose priklausomai nuo paros ir metų laiko. Anksčiau nebuvo sudarytos galimybės saulės energiją naudoti efektyviai. Tačiau laikui bėgant, nuolat tobulėja technologijos. Į rinką ateinant pažangiausioms technologijoms, panaudoti saulės energijos išteklius tampa kur kas lengviau. Kituose pasaulio šalyse energija, jau seniai išspinduliuota saulės energija yra panaudojama pastatų šildymui, karšto vandens ruošimui, taip pat elektros energijos gamybai. Pavyzdžiui, JAV yra numačiusi, kad iki 2050

ši šalis 69% elektros energijos gaus iš saulės. JAV vežasi Indija, Kinija, kitos šalys. Lietuvoje taip pat vis labiau vysto saulės energijos panaudojimą, yra vykdomi ES projektai saulės elektros energijos panaudojimui.

Lietuvoje žemės paviršių pasiekia net apie 1 000 kWh/m² saulės energijos per metus. Saulės energijos panaudojimas nedidelės galios įrenginiuose, tokiose kaip, laikrodžiuose, skaičiuoklėse ar žibintuvėliuose jau seniai yra įprastas reiškinys, o nuolat didėjant šilumos kainoms ir senkant naftos, dujų ar kietojo kuro ištekliams ir didėjant aplinkos užterštumui reikia skirti kuo didesnę dėmesį alternatyviems energijos šaltiniams panaudoti mūsų šalyje. Europos atsinaujinančios energijos taryba (EREC) numato, kad 2040 m. pasaulyje didžiausią dalį – 27,4 proc. visos elektros energijos pagamins saulės elektrinės. Jie prognozuoja, kad po 30 metų net 82 proc. visos elektros energijos bus gaminama iš įvairių atsinaujinančių šaltinių, daugiausia iš saulės ir vėjo. [2]

Fotovoltiniai moduliai, palyginus su kitais energijos šaltiniais turi nemažai privalumų: jų konstrukcijoje nėra naudojamos judančios dalys, todėl tarnavimo laikas yra ilgesnis, taip pat saulės elektrinėms nereikia nuolatinės priežiūros. Fotovoltiniai moduliai turi daug pranašumų, todėl jie yra vieni svarbiausių atsinaujinančių energijos šaltinių:

saulės elementai neturi neigiamo poveikio aplinkai ;

elektrinių konstrukcijoje nėra judančių dalių, kurios galėtų sulūžti, todėl jų priežiūra atliekama retai ;

- tarnavimo laikas 20–30 metų, o palaikymo sąnaudos labai mažos;
- palyginus su vėjo jėgainėmis ar hidroelektrinėmis nereikia didelių instaliacijų, montavimo darbai atliekami greitai ir ganėtinai lengvai;
- nesukelia triukšmo, veikia saugiai;
- padidinus plotą galima lengva padidinti generuojamos energijos kiekį;
- saulės elektrinės montuojamos ant namo stogo yra ganėtinai mažos todėl negadina gamtovaizdžio.

Pagrindiniai fotovoltinio modulio trūkumai yra šie:

- energijos šaltinis išsklaidytas (saulės šviesa santikiniai neintensyviai energijos šaltinis);
- didelė įrangos kaina;
- nors saulės elektrinės moduliai nuolat tobulėja daugelio jų efektyvumas yra mažas;
- didelės galios saulės elektrinės reikalauja didelio ploto.

1.3 Saulės spinduliuotė

Saulės spinduliuote ar saulės spindėjimu yra vadinamas reiškinys kai saulėje vykstančios termobranduolinės reakcijos sukeltas optinis-energinis reiškinys, kitaip dar vadinamas saulės sklaidžiama elektromagnetine spinduliuote.

Šiuo metu yra skiriami trys saulės spinduliuotės tipai: tiesioginė, sklaidžioji ir visuminė. Tiesioginę spinduliuotę sudaro tiesioginiai saulės spinduliai. Sklaidžiąją spinduliuotę sukelia nuo atmosferos debesų, dulkių, aerozolių, molekulių, pastatų, žemės paviršiaus ir kitų objektų atsispindėję spinduliai. Todėl Žemėje, kur yra nuo ko saulės spinduliams atsispindėti, gana šviesu ir tose vietose, kurių nepasiekia tiesioginiai saulės spinduliai. Visuminę spinduliuotę sudaro tiesioginės ir sklaidžiosios spinduliuočių suma.

Kosmose, kur nėra nuo ko saulės spinduliams atsispindėti, sklaidžiojo spindėjimo praktiškai nėra ir visumimė spinduliuotė čia yra lygi tiesioginiai spinduliuotei.

Saulės spindėjimas yra įvertinamas keliais parametrais. Vienas iš jų apšviestumas, matuojamas liuksais [Lx]. Tai yra daugiau optikoje naudojamas parametras, kuris apibūdina regėjimo sąlygas.

Saulės energetikoje naudojamas parametras, kuris vadinamas apšvita. Apšvita įvertina šviesos spindulių akimirkinę galią, tenkančią plokštumos, į kurią ji krinta, ploto vienetui. Kitaip saulės apšvitą galima būtų pavadinti saulės spinduliuotės galios tankiu. Saulės apšvita dažniausiai matuojama vatais kvadratiniam metrui [W/m^2]. Vasarą giedrą dieną plokštumoje, statmenoje saulės spinduliui, apšvita gali viršyti $1000 W/m^2$. $1000 W/m^2$ švitos dydį yra sutarta laikyti atskiru apšvitos vienetu ir vadinti „1 Saule“. Kaip buvo minėta, saulės apšvita viršutiniame atmosferos sluoksnyje sudaro $1360 W/m^2$.

Kadangi yra tiesioginė, sklaidžioji ir visuminė saulės spinduliuotė (saulės spindėjimas), tai yra ir tiesioginė, sklaidžioji ir visuminė saulės apšvita. Kai kada iš sklaidžiosios apšvitos atskirai išskiriama atspindžių apšvita. Dažniausiai tai daroma tuomet, kad atspindžio apšvita sudaro reikšmingą visuminės apšvitos dalį ir kai ją nesunku išskirti ir įvertinti atskirai (pavyzdžiui, atsispindėjusią nuo vandens ar kito gerai šviesą atspindinčio veidrodinio paviršiaus).

Apytiksliai vertinant, apšvita yra proporcinga apšviestumui (kuo didesnė apšvita, tuo didesnis ir apšviestumas). [4]

1.lentelėje yra pateikiama Kauno miesto visuminė saulės ekspozicija, kurios duomenys bus naudojami skaičiavimuose.

1.lentelė. Kauno miesto saulės spinduliuotė [4]

Mėnuo	Saulės spinduliuotė, kWh/m ²
Sausis	16
Vasaris	33
Kovas	70
Balandis	99
Gegužė	146
Birželis	155
Liepa	150
Rugpjūtis	138
Rugsėjis	90
Spalis	52
Lapkritis	16
Gruodis	9
Metinė spinduliuotė	976

1.4Saulės elektrinių poveikis aplinkai

Saulės elektrinės statyba, objektų įrengimas gali daryti neigiamą poveikį aplinkai, tačiau saulės elektrinės eksploatacijos metu nėra išskiriamų jokių teršiančių medžiagų į aplinką, todėl saulės energijos panaudojimas elektros energijos gamybai yra draugiškas aplinkai reiškinys. Poveikį aplinkai nulemia saulės elektrinės planuojamas galingumas ir su

tuo susijęs įrenginiais užstatomas plotas, įrengimo ar statybos tipas (ant žemės ar pastatų konstrukcijų), poreikis įrengti naują generuojamai energijai perduoti reikalingą infrastruktūrą, planuojamos ūkinės veiklos teritorijos ir gretimų teritorijų gamtosauginė svarba (poveikis saugomų rūšių radvietėms ir pan.), esamas žemės naudojimo būdas ir pobūdis, galima vizualinė tarša vertingo kraštovaizdžio teritorijose (ar taps ryškia dominante estetiškai vertinguose, taip pat kultūriniuose, etnografinę vertę turinčiuose kraštovaizdžiuose), galimas neigiamas poveikis saugomų teritorijų gamtos ir kultūros vertybėms, nurodytoms atitinkamų saugomų teritorijų apsaugos tiksluose, šių vertybių prieinamumui ir apžvalgai, rekreaciniams ištekliams, turizmo infrastruktūrai . Pavyzdžiui, Saulės elektrinių atskiri fotoelektriniai moduliai yra didelių plotų (vienos plokštės paviršiaus skaidrios dangos plotas yra vidutiniškai 1,64 – 2,45 m²).

Siekiant pasiekti Saulės elektrinės 30 kW įrengtąją galią, vien tik ją sudarančių plokščių paviršių plotas užimtų iki 200 kv. m. Tokie objektai turi vizualinį poveikį kraštovaizdžiui. Taip pat, naudojantis atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymo suteikiamomis lengvatomis ir daugeliu atvejų nerengiant teritorijų planavimo dokumentų, gali kilti problemų dėl tose pačiose vietose ar greta jau paklotų arba teritorijų planavimo dokumentuose numatytų statyti požeminių tinklų ar kitų komunikacijų objektų (tokių komunikacijų rekonstrukcijos, remonto dėl avarijos ar suplanuoto tiesimo atveju Saulės elektrines tektų atjungti nuo tinklų, demontuoti ir pan.). [3]

1.5 Objekto priežiūra, remonto darbai, gyvavimo trukmė

Projektuojame objekte, kaip ir visuose statiniuose, ilgainiui gali atsirasti pokyčių, bloginančių eksploatacines objekto savybes. Fiziniai objekto nusidėvėjimui gali turėti įtakos tokie reiškiniai kaip vėjas, sniegas, lietus, dulkės, statybos klaidos, montavimo metu, mechaninis poveikis, natūralus medžiagos senėjimas ir kt. Galimos ir moralinės statinio konstrukcijos blogėjimo priežastys tokios kaip techninės naujovės ar visuomenės poreikių augimas.

Saulės elektrinėje, kaip ir visuose statiniuose, visą jos eksploatacijos laiką, reikia palaikyti normalią techninę būklę, rūpintis gedimų šalinimu, kitais remonto darbais. Visų statinių naudojimo procesas susideda iš statinio priežiūros, remonto ir rekonstrukcijos. Statinio priežiūra- kompleksas priežiūros ir kitokių prevencinių priemonių, kuriomis siekiama, kad projektuojamas objektas ir jo dalys per ekonomiškai ar kitaip numatytą naudojimo laikotarpį atitiktų reglamentuojamą paskirtį ir būklę. Projektuojamam objektui, pagal specifiką, priežiūros tikslas yra garantuoti statinio ir jo elementų naudojimą pagal paskirtį, jo konstrukcijų mechaninį atsparumą ir stabilumą.

Taip pat prižiūrint statinį, nuolat yra atliekamas pastatų ir teritorijos priežiūra, statinio ir jo konstrukcinių elementų stebėjimas bei tyrimas, nustatyta laiką naudotų elementų, įrenginių keitimas, remontas, inžinerinių sistemų profilaktiką ir kiti darbai.

Statinio remontas- tai tokia statybos rūšis, kai pagal statybos norminių dokumentų reikalavimus iš dalies arba visiškai atkuriami statinio ar jo dalies techninė būklė arba pagerinamos statinio eksploatacinės savybės. Projektuojamam objektui, pagal jo specifiką, gali būti atliekami tokie statinių remonto darbai:

- Atliekami remonto darbai esamoms konstrukcijoms, keičiami ar taisomi jų elementai;

- Modernizuojama sklypo įranga, pakeičiami, modernizuojami inžinerinių sistemų elementai.
- Remonto darbus reikia atlikti kas tam tikrą nustatytą laikotarpį, atsižvelgiant į objekto konstrukcijų, konstrukcinių elementų naudojimo laiką ir kitus įtakojančius veiksnius. Pagal objekto, t.y. saulės elektrinės, specifiką reikia garantuoti minimalią elektros energijos gamybos sustabdymo trukmę, norint sumažinti nuostolius dėl elektros gamybos sumažėjimo.

Statinio rekonstrukcija- tai tokia statybos rūšis, kai statinys pertvarkomas visiškai naujai. Statinys yra rekonstruojamas norint jį pertvarkyti pagal galiojančių statybos norminių dokumentų reikalavimus ir pritaikyti naujai paskirčiai. Rekonstruojant projektuojamą objektą gali būti atliekami tokie darbai:

- Keičiamos, šalinamos ar stiprinamos laikančios konstrukcijos, pamatai;
- Keičiamos inžinerinės sistemos;
- Keičiamos statinio sklypo teritorijos planas, įranga, dangos ir kt.;

Periodinis elektros įrenginių patikrinimas rekomenduotinas atlikti bent pora kartų per metus. Patikrinimo metu projektuojamam objektui atliekama:

- Kontaktų apžiūra ir suvaržymas;
- Elektros kontaktų skyde patikra;
- Keitiklių kontaktų patikra;
- Keitiklių valymas nuo dulkių;
- Vizualinė kabelių patikra;
- Vizualinė fotomodulių patikra;
- Vizualinė ir mechaninė fotomodulių jungčių patikra;
- Fotomodulių laikančiųjų konstrukcijų apžiūra, dėl atsilaisvinusių konstrukcijų.

Vieną kartą per metus yra rekomenduojama atlikti fotomodulių plovimo darbus nuo dulkių, yra rekomenduojama darbus atlikti po pavasarinių augalų žydėjimo metu. Dažniau priklausomai nuo modulių apdulkėjimo ir galimybių. Daug diskutuotinių problemų sukelia ir fotomodulių valymas žiemos metu, kada fotomoduliai gali būti apsnigti. Fotomoduliai nuo saulės spinduliuotės šiek tiek įšyla ir ledas, bei sniegas nutirpsta. Tačiau, esant dideliame sniego sluoksniui ant fotomodulių šviesos skvarba ypatingai sumažėja ir fotomoduliai šyla ženkliai lėčiau. Todėl kai moduliai yra apsnigti, rekomenduojama juos nuvalyti, nes dėl sniego galima prarasti galios. Valyti rekomenduojama tik sniegą, kad nesugadinti, nesubraižyti fotomodulių stiklinės dangos. [5]

Saulės elektrinių gyvavimo trukmė paprastai yra laikoma gamintojo suteikiamas garantinis laikas, t.y. 20–25 metai, nors tyrimai parodė, kad saulės fotovoltinių plokščių gyvavimo trukmė yra kur kas ilgesnė nei 25 metai, netgi ir senesnės kartos fotovoltinių plokščių. Yra laikoma, jog saulės elektrinių gyvavimo trukmė yra ilgesnė nei 30 metų, tai patvirtina kai kurių mokslininkų tyrimų rezultatai, todėl yra siekiama padidinti saulės modulių garantinį periodą. Bendrai yra priimta, jog sistemos gyvavimo trukmė yra laikomas laikas, per kurį sistema gali atlikti visas savo funkcijas. Nors su amžiumi auga išlaidos eksploatavimui ir priežiūrai, įrenginiai turi būti atnaujinti ar pakeisti laiku (rekomenduojama keisti keitikius kas 10 metų) taip pat atlikti valymo darbus. Tad reikia pabrėžti, kad

elektrinės yra linkusios būti atnaujintos, taigi daugumos saulės elektrinių gyvavimo laikas yra kur kas ilgesnis negu vertinama.

Saulės elektrinės laipsniškai senėja, atsiranda gedimų dėl įvairių cheminių medžiagų poveikio, oksidacijos, korozijos. Yra sukaupta nemažai žinių apie saulės elektrinių gedimus, todėl tai padeda didinti saulės elektrinių gyvavimo trukmę. [12]

1.6 Saulės elektrinių įrengimo etapai

- Pirmas etapas – reiktų kreiptis į LESTO dėl išankstinių saulės elektrinės prisijungimo sąlygų.
- Antras etapas – Energetikos ministerijos Leidimas plėtrai. Gavus Leidimą plėtrai – fiksuojamas supirkimo kainos tarifas.
- Trečias etapas – yra gaunamos prisijungimo sąlygos iš elektros tinklų prižiūrinčios įmonės.
- Ketvirtas etapas – objekto projektas. Pagal LESTO prisijungimo sąlygas ruošiamas ir derinamas elektrinės projektas. Suderinus projektą su LESTO pasirašoma sutartis dėl elektrinės prijungimo prie LESTO tinklo. Tuomet LESTO inicijuoja prijungimo darbus. Tai suteikia leidimą statyti elektrinę.
- Penktas etapas – saulės elektrinės įrengimas
- Šeštasis etapas yra leidimas gamybai. Gavus VEI pažymą – kreipiamasi į Energetikos ministeriją dėl Leidimo gaminti elektros energiją išdavimo. Gavus šį leidimą su LESTO pasirašoma sutartis dėl elektros energijos pirkimo-pardavimo. [6]

1.7 Saulės elektrinių įvairių tipų efektyvumas

Ketinant statyti saulės elektrinę, būtina pasidomėti, pagal esamas galimybes, vietovės tinkamumą, technines sąlygas koks jėgainės tipas yra priimtiniausias, nes tai turės įtakos jėgainėje išgaunamos elektros kiekiui.

Jeigu saulės elektrinė yra projektuojama ant žemės tai orientacinis teritorijos plotas ~30 kW jėgainei – apie 10 arų. Iškilus poreikiui apdrausti saulės elektrinę būtinos prevencinės priemonės: tvora, videokameros, radijo ryšys bei sutartis su saugos tarnyba, tačiau reiktų atkreipti dėmesį į papildomas išlaidas. Renkantis vietą reikia atkreipti dėmesį kad arti nebūtų medžių, aukštų pastatų ir kitų objektų, kurie gali mesti šešėlį ant elektrinės. Objektas gali mesti 5 kartus už save ilgesnį šešėlį, o šešėlis mažina saulės modulių efektyvumą. Optimalus ant žemės statomos saulės modulių pasvirimo kampas yra 35°, optimali orientacija – pietūs, laikančios konstrukcijos aukštis – 2,5 m, plotis – 2 m.

Norint įrenginėjant saulės jėgainę ant stogo, būtina atkreipti dėmesį į stogo konstrukciją. Betoninis plokščias stogas paprastai būna pajėgus atlaikyti jėgainės svorį. Kitokio tipo stogams reikia atlikti konstrukcinius skaičiavimus, ir, esant reikalui, stiprinti stogo konstrukciją. Orientacinis plokščio stogo plotas – 600 m² pietų pusėje. Taip pat rekomenduojama nestatyti šalia kaminų, galinčių mesti šešėlį.

Jėgainei projektuojamai ant šlaitinio stogo rekomenduojamas 35° pasvirimas, orientacinis plotas pietų pusėje – 200 m². Ta stogo dalis rekomenduojama be kaminų, stoglangių ir pan.

Integruoto tipo jėgainė montuojama tiesiai į pastato konstrukciją ir naudojama kaip dalinis pastato paviršius. Saulės moduliai visiškai pakeičia stogo ar sienos plotą, užtikrina pastato apsaugą nuo atmosferos poveikio. Tačiau reikia nepamiršti, kad pašalinus juos nuo pastato, iš esmės būtų pažeista pastato apsauga. Integruoto tipo jėgainės įrengimo kaštai yra didesni, tačiau tokio tipo jėgainėje pagamintos elektros supirkimo tarifas taip pat yra didesnis.

Saulės elektrinių verslui netaikomi žemės paskirties atitikties reikalavimai bei poveikio aplinkai vertinimo procedūra, nereikalingas poveikio visuomenės sveikatai vertinimas. Ant pastatų statomos ar į pastatus integruojamos saulės elektrinės įrengiamos be statybą leidžiančio dokumento. Statant saulės elektrines nerengiami detalieji planai bei taikomos skatinimo priemonės – fiksuoti supirkimo tarifai. [6]

Prognozuojama, kad investicijos į atsinaujinančių energetikos išteklių technologijas artimoje ateityje sparčiai mažės.

Mažėjant investicijoms yra naudinga saulės energijos panaudojimą plėsti ne vien bendriems namų poreikiams, bet ir patalpų šildymui ar karšto vandens ruošimui, kadangi karšto vandens kaina su karšto vandens tiekėju yra brangi, nors Lietuva naudoja buitines reikmėms vien tik požeminį vandenį, kurio vidutinė metinė temperatūra yra +8°C, karštas vanduo į gyvenamąsias patalpas turi būti patiektas 50°C temperatūros, o vienam kubinio metro vandens pašildymui nuo +8°C iki 50°C reikia sunaudoti 51kWh šilumos.

Pagal šiuo metu Lietuvoje galiojančią tvarką gyventojai už karštą vandenį moka: Karšto vandens vidutinė kaina su karšto vandens tiekėju (ŠTVT nurodytas 1-asis apsirūpinimo karštu vandeniu būdas): geriamojo vandens ir šilumos (šalto geriamojo vandens pašildymui) kaina didinama iki 10% ($4,71 \times 1,10 + 11,73 \times 1,10 = 18,08$ Lt/m³) + karšto vandens tiekėjo 5-6% pelno marža ($18,08 \times 0,055 = 1,00$ Lt/m³) = 19,08 Lt/m³; [11]

1.8 Saulės elektrinės ekonominio vertinimo aspektai

Saulės elektrinės kaina susideda iš sistemos projektavimo, diegimo, administracinių išlaidų. Tačiau labai dažnai nėra atsižvelgiama į energijos gamybos svyravimus, aplinkos ir sveikatos veiksnius. Sistemos kaina nepaisant gamybos ir pajėgumų svyravimų yra priklausoma nuo saulės modulių, vietos ir pastato tipo. Pavyzdžiui plonasluoksnių modulių sistema yra pigesnė negu kristalinio silicio sistema. Keitiklių kainos yra labai skirtingos, priklausomos nuo gyvavimo trukmės, montavimo tipo, patalpos, kurioje jie bus montuojami paskirties. Nepaisant to, yra pateikiama vidutinė saulės elektrinių kaina, neatsižvelgiant į technologinį tipą ir kitas sistemos išlaidas. Yra daromos prielaidos, kad 50% projekto išlaidų sudaro fotomoduliai, tačiau sparčiai vystosi strategijos siekiančios sumažinti projekto kainą. Keitiklio gyvavimo trukmė ir garantijos yra pratęstos iki 10 metų. Įrengimo kainos mažėja įgaunant technologinę patirtį. Reikia pabrėžti, kad vidutinės įrengimo kainos yra skirtingos, pavyzdžiui Vokietijoje ir Japonijoje jos yra mažesnės negu Didžiojoje Britanijoje (priklausomai nuo šalies mokesčių sistemos, naudojamų finansavimo sistemų ir t.t.). [12]

Saulės elektrinių vaidmenį rinkoje lemiančių veiksnių yra kaštai. Nors kai kurios atsinaujinančios energetikos technologijos jau yra ekonomiškai efektingos (biomasė ar mažoji hidroenergija) moksliniai tyrimai, žinių kaupimas daro sparčią pažangą, todėl prognozuojama, kad ateityje lyginamosios investicijos į saulės energiją mažės, neatsižvelgiant į esamus sunkumus. Todėl yra tikimasi ne vien investicijų mažėjimo, bet ir gamybos kaštų. Prognozuojama, kad 2050m. dabartinių tradicinių elektros energijos gamybos kaštai susilygins su atsinaujinančios energetikos gamybos kaštais (4-5 €/kWh, jeigu bus apmokestinama CO₂ emisija, gamybos kaštai gali padidėti net iki 8-9 €/kWh). [19]

Svarbu nepamiršti įvertinti vieno iš saulės elementų ekonominio vertinimo kriterijų- saulės modulių energijos grąžos laiko, kuris apibūdina laiką, kurį privalo dirbti modulis, norint pagaminti energijos, kiek sunaudota gaminant modulį ir jo pagaminimui sunaudotas medžiagas. O kiekis vadinamas specifine energija W_{sp} . Šį rodiklį lemia saulės elektrinių modulio gamybos technologijos ir saulės elektrinės eksploatavimo sąlygų parametrai. Rodiklis kinta nuo daugelio veiksnių tokių kaip eksploatavimo sąlygų, gamybos technologijos tobulumo, panaudotų medžiagų, saulės elektrinės efektyvumo. Nuo kelių mėnesių iki dešimties metų gali kisti ir specifinės grąžos laikas. Yra laikoma, kad modulių gyvavimo trukmė yra 20-30 metų. [16]

Kai kurios valstybės teikia paskatas, pasiėmus paskolą projekto įgyvendinimui, valstybė finansuoja palūkanas, o tai suteikia galimybę paskolą grąžinti per ilgesnį laikotarpį. Taip pat gautos pajamos gali būti pripažintos kaip verslo veiklai ir mokesčiai gali būti grąžinami, kaip pašalpa turto nusidevėjimui padengti. [12]

Lietuvoje taip pat yra naudojamas paskatos, didinti saulės energijos naudojimą. Yra skiriami Europos sąjungos fondai, teikiamos mokesčių lengvatos atsinaujinantiems energijos ištekliams, palaiptisniui yra didinamas mokestis iškastiniam kurui, taip pat labai svarbi paskata yra, kad pagamintos elektros supirkimo kaina, naudojant atsinaujinančius šaltinius yra aukštesnė už rinkos kainą- fiksuotas tarifas. Taip pat yra taikoma nuolaida naujos elektrinės prijungimo prie esamų elektros tinklų mokesčiui.

Šiuo metu moksliniai tyrimai siekiantys sumažinti kaštus ir padidinti saulės elektrinių konkurencingumą yra nukreipti:

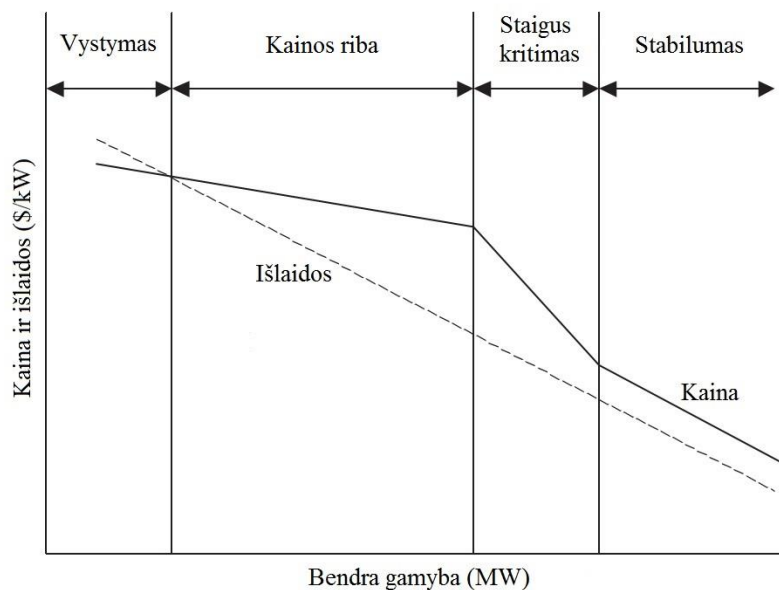
- Mažinti saulės elektrinių įrenginių kainas;
- Tobulinti išmaniąsias valdymo sistemas, mažinti jų kainą;
- Tirti akumuliavimo įrenginius;

1.9 Atsinaujinančių energijos išteklių technologijų kaštai

Saulės elektrinių generavimo vaidmenį rinkoje lemia energijos išteklių kaštai. Būtina pažymėti, jog per 20 metų atsinaujinančių išteklių energijos kaina nuolat mažėja. Prognozuojama, jog netolimoje ateityje investicijos į saulės elektrines sparčiai mažės, todėl yra tikimasi ir gamybos kaštų mažėjimo, naudojant saulės elektrines. [17]

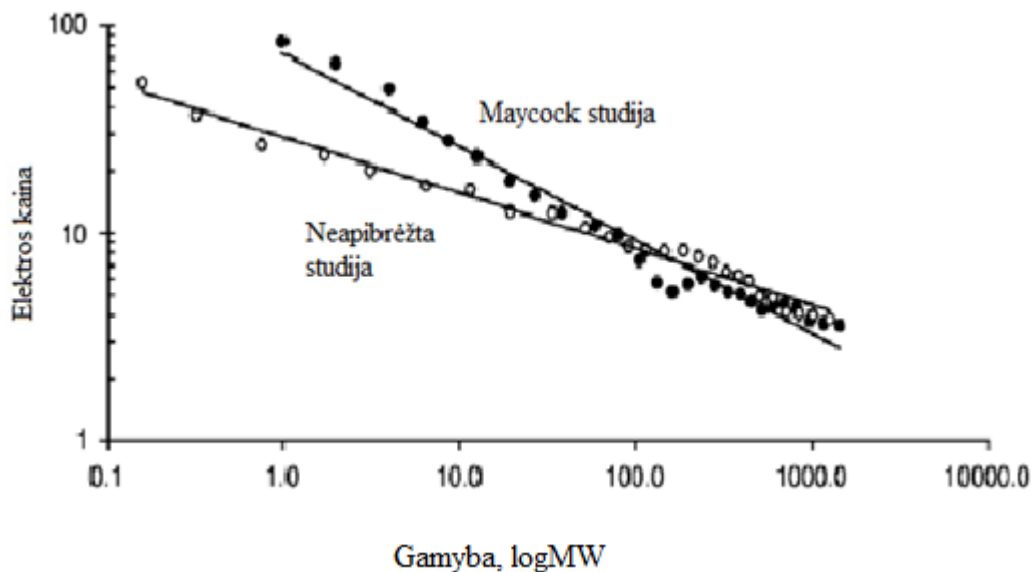
Daugelyje pramonės šakų yra pastebėta, jog didėjant gamybos apimčiai, išlaidos mažėja tam tikru procentu, tai apibūdina kai „apsimokymo tempas“. Apsimokymo tempą apibūdina apsimokymo kreivės. Kreivės tai santykis tarp vis didėjančios gamybos tempo ir visų išlaidų, kurios yra susijusios su technologija.

Teoriškas naujovių tobulėjimas dėl technologinių atradimų per tam tikrą laiką vyksta visada sklandžiai. Sistema, kuri naudojama apibūdinti gamybos sąnaudas ir rinkos kainas per naudojimo laiką yra vadinama „sąnaudų kreive“, kuri pavaizduoja 1 paveiksle.



1pav. Skirtumas tarp gamybos išlaidų ir kainos

Iš paveikslo galima pastebėti, jog kreivės parodo skirtumą tarp technologijos išlaidų ir rinkos kainų nuolat tobulėjančioje pramonėje. Sudarius sąnaudų kreives yra atliekama apsimokymų kreivių analizė, kuri parodo ryšį tarp gamybos ir technologijos vieneto kaštų. Vieneto kaina paprastai rodoma €/kW. Kreivė rodo „pažangos santykį“, nes augant gamybai reikia mažinti kaštus, todėl gamintojai mokosi, kaip galima racionalizuoti gamybos procesą. Procentinį kaštų mažėjimą per tą patį laiką kaip ir gamybos didėjimas, rodo „pažangos santykis“.



2pav. Saulės elektrinių apsimokymo kreivės [18]

Iš 2 paveikslo matyti, kad fotoelektros gamybos kiekiam didėjant kaina mažėja.

Kreivės modelis yra apibendrinamas tokiomis lygtimis:

$$C_t = C_o \left(\frac{q_t}{q_o} \right)^{-b} \quad (1)$$

$$PR=2^{-b}$$

$$LR=(1-PR)$$

Čia:

C_t - (€/ kW) technologijos vieneto kaina,

q - bendra instaliuota galia,

b – regresijos lygties polinkio koeficientas,

PR - pažangos santykis

LR - apsimokymo santykis

b - centrinis parametras

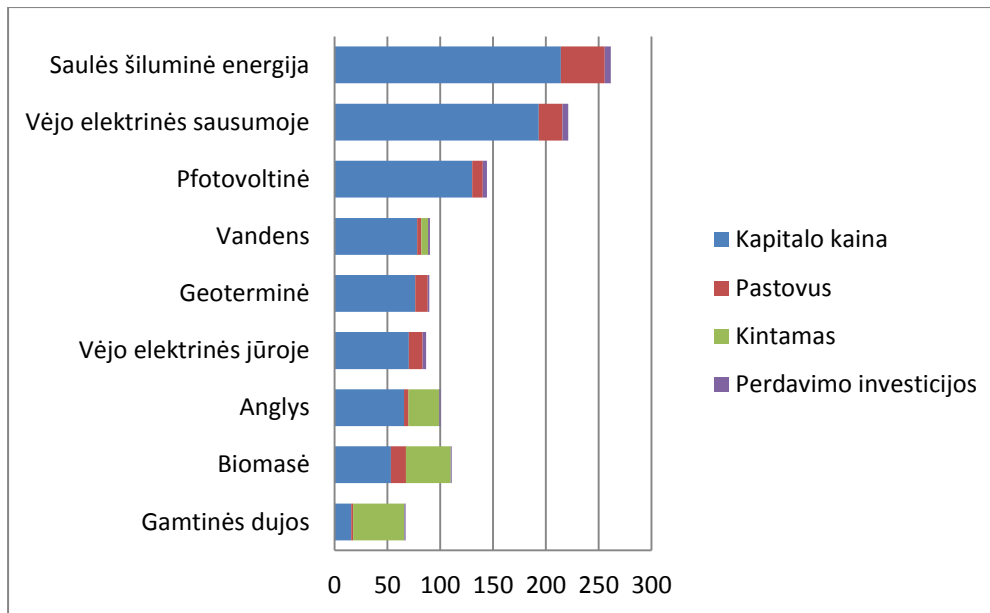
Antroje lentelėje yra pateikiama apsimokymo santykių ribos skirtingose studijose.

2 lentelė. Elektros energijos gamybos technologijų apsimokymo santykių ribos

Technologija	Patirties kreivės	Ekonominė perspektyva	Energijos technologijų perspektyvos	Klimato pokytis 2025m.
Saulės energija	35% (1980m.-1995m.)	17%	18%	68%

Saulės energijos išteklių technologijų kainų sumažėjimas yra svarbus rodiklis norint nustatyti paramos schemų, naudojamų elektros energijos gamybai iš saulės energijos šaltinių, efektyvumą.

Norint įvertinti saulės elektrinių ekonomiškumą ir gyvybingumą, sudaroma atsinaujinančių energijos šaltinių gamybos kaštų diagrama.



3 pav. Vidutiniai elektros energijos gamybos kaštai, €/MWh

Prognozuojama, kad investicijos į atsinaujinančių energetikos išteklių technologijas artimoje ateityje sparčiai mažės.

1.10 Supirkimo tarifo lygio nustatymo metodika

Nuo saulės elektrinės technologijos ir nuo kitų veiksnių priklauso elektros energijos gamybos kaštai, todėl norint nustatyti tarifo lygį reikia atsižvelgti į:

- Investicijų dydį;
- Su projekto įrengimu susijusias išlaidas (licenzijos gavimo, prijungimo ir kitas išlaidas);
- Eksploatacines projekto išlaidas;
- Kuro kainą;
- Diskonto normą.

Pagal prognozuojamą elektros energijos kiekio gamybą ir saulės elektrinės gyvavimo trukmę gali būti nustatytas supirkimo tarifo lygis. Taikant elektros gamybos kaštų metodiką yra nustatomas supirkimo tarifo lygis beveik visuose Europos sąjungos šalyse.

Lietuvoje tarifų nustatymas yra pagrįstas elektros gamybos kaštais, atsižvelgiant į Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos priimtą elektros energijos naudojant atsinaujinančius energetikos išteklius metodiką. [8]

Lietuvoje supirkimo tarifas nustatomas:

$$F = f \cdot k_g ; \quad (2)$$

čia:

f - supirkimo tarifas, užtikrinantis būsimų pinigų srautų grynąją dabartinę vertę, €/kWh;

k_g - technologinio pajėgumo koeficientas.

Norint užtikrinti būsimų pinigų srautų grynąją vertę dabar skaičiuojamas supirkimo tarifas [14]:

$$f = \frac{\frac{t}{T} \cdot K + \sum_{i=1}^t \frac{S_i + z_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^t \frac{Q_i}{(1+r)^i}} ; \quad (3)$$

$$K = k_{bc} \cdot K_i + k_p \cdot \frac{K_{NB}}{N_{NB}} ; \quad (4)$$

čia:

t - elektrinės skatinimo laikotarpis, metai;

T - elektrinės naudingo eksploatavimo laikotarpis pagal saulės elektrinės tipą, metai;

K - investuotino kapitalo apimtis elektrinės įrengimui, €;

K_i - investuotino kapitalo apimtis elektrinės gamybos įrenginiams, €;

k_{bc} - koeficientas, įvertinantis elektrinės galios elektros energijai gaminti ir bendros įrengtosios galios santykį;

K_{NB} - praėjusiais kalendoriniais metais elektros energetikos įrenginių, kurių įrengtoji galia yra didesnė nei 5 MW, prijungimo prie operatoriaus tinklo lėšų suma, €;

N_{NB} - praėjusiais kalendoriniais metais prijungtų prie operatoriaus tinklo visų elektros energetikos įrenginių, kurių įrengtoji galia yra didesnė nei 5 MW, skaičius;

k_p - prijungimo koeficientas, parodantis kokią prijungimo prie tinklo lėšų dalį dengia gamintojas;

i – skatinamojo laikotarpio t metai, $i = (1, \dots, 12)$;

S_i - tikėtinų elektrinės eksploatacinių išlaidų suma skatinimo laikotarpio i -taisiais metais, €;

z_i - tikėtinų elektrinės kuro įsigijimo išlaidų suma skatinimo laikotarpio i -taisiais metais, €;

r - diskonto norma, %

Q_i – elektrinėje pagamintas ir patiektas elektros energijos kiekis, kWh.

Gamintojams, kurie naudoja saulės elektrines yra skaičiuojami ir paskui patvirtinami komisijos fiksuoti tarifai, atsižvelgiant į gamybos iš skirtingų atsinaujinančių šaltinių energijos išteklių plėtrą, pagal faktinį 2012 metų pagaminamą elektros energijos kiekį ir pagal įrengtų elektrinių galių sumą taip pat statomų elektrinių numatytų galių sumą.

Pateikiama supirkimų tarifų lentelė, naudojantiems saulės elektrinių išteklius.

3 lentelė. Tarifų lentelė

Jėgainės tipas pagal technologiją	Tarifas, €/kWh (be PVM)							
	2012	2013	2014 1ketv.	2014 2ketv.	2014 3ketv.	2014 4ketv.	2015 1ketv.	2015 2ketv.
Saulės jėgainės	0,42	0,36	0,21	0,21	0,2	0,2	0,2	0,2

Pagal 3 lentelėje pateiktus duomenis, galima pastebėti, kad supirkimo tarifas pirmaisiais metais buvo labai aukštas, nuo 2014 metų išliko ganėtinai stabilus, nors ir matyti stiprus tarifo kainos kritimas.

2. Tiriamasis projektas

2.1 Suvartojamos elektros energijos skaičiavimas

Atliekame namo elektros energijos suvartojimo skaičiavimus, kurie bus reikalingi saulės elektrinės galios parinkimui, ekonominiams skaičiavimams. 4 lentelėje yra pateikiami namo suvartojimas elektros energijos kiekis bendrosioms reikmėms ir elektros energijos poreikis karštam vandeniui šildyti, pagal patalpos tipą.

4.lentelė. Suvartojamas elektros energijos kiekis

Buto (patalpos) paskirtis	Buto nr.	Buto (patalpos) plotas	Vidutinis metinis suvartojamos energijos kiekis, kWh	Vidutinis metinis elektros energijos kiekis, karštam vandeniui šildyti, kWh
Palėpė	1	24	-	-
Ofisas (su rūsiu)	2	26	900	171
Ofisas (su rūsiu)	3	42	2080	329
Gyvenamasis butas (su rūsiu)	4	27	1200	1406
Gyvenamasis butas (su rūsiu)	5	44	1649	3106
Bendras suvartojamas kiekis			5829	5012

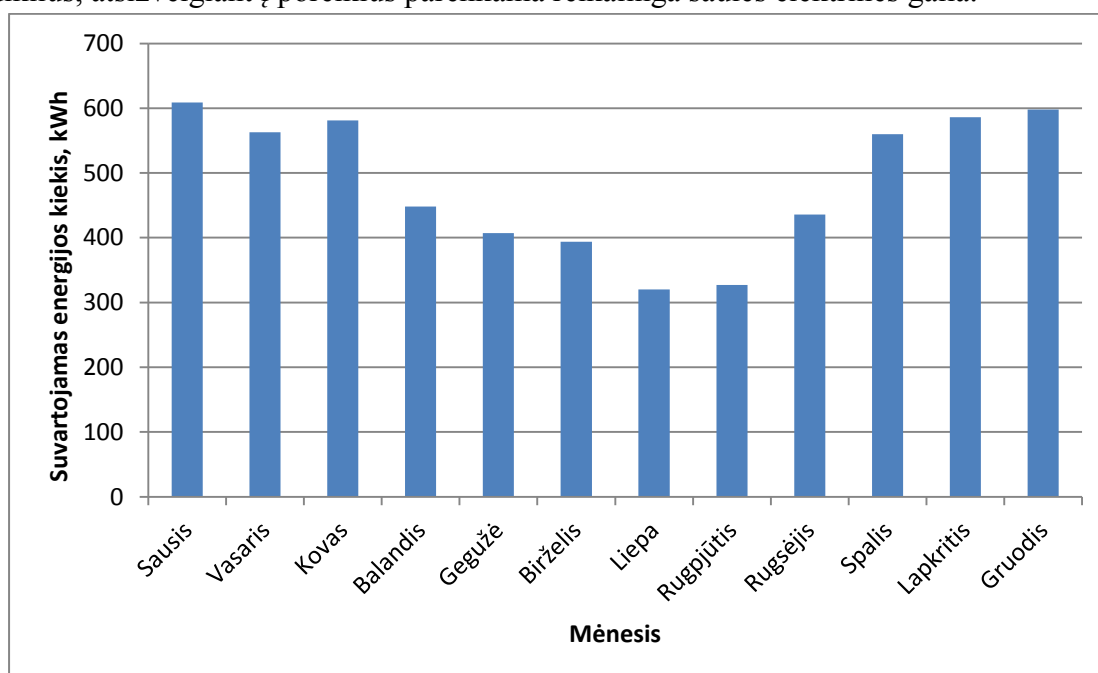
4.lentelėje pateikiami patalpų sąrašas pastate, kadangi patalpų paskirtis skirtinga, tad ir suvartojamas energijos kiekis skiriasi. Name yra neįrengta palėpė, tad neskaičiuojame suvartojamos energijos kiekio palėpeje.

5 lentelėje pateikiama suvartojamos energijos kiekis visais mėnesiais, kuris yra pavaizduotas pirmame paveiksle.

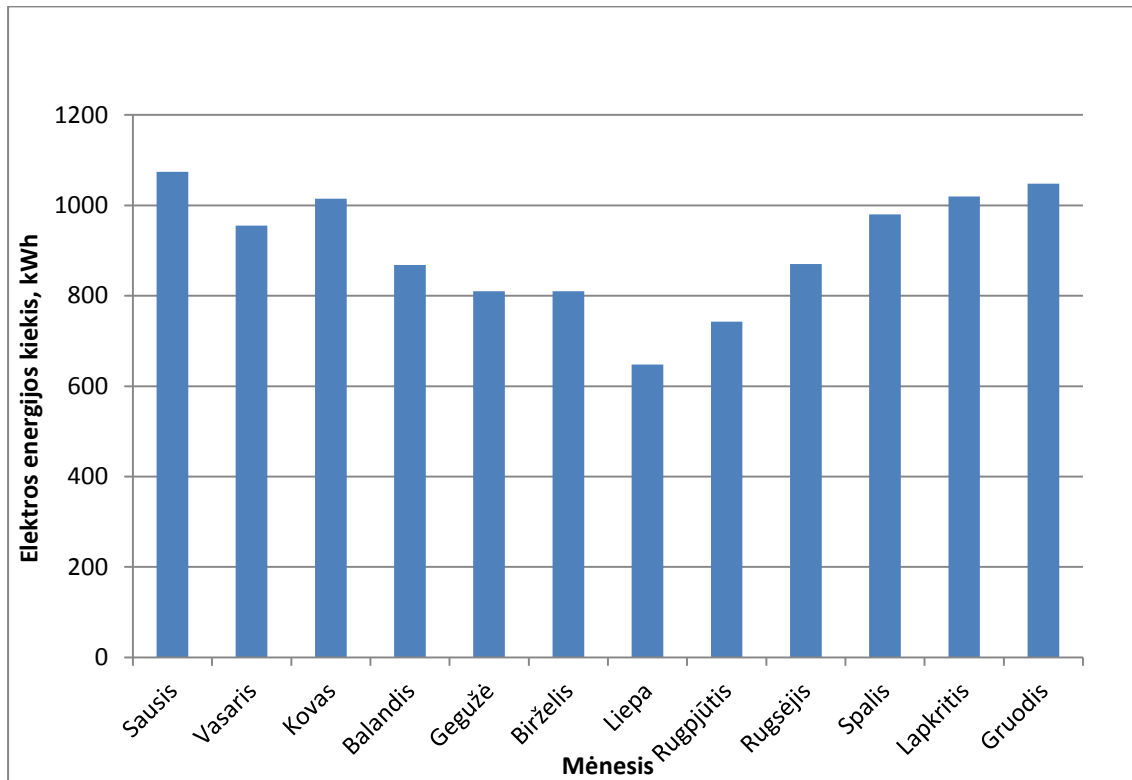
5.lentelė. Mėnesinis suvartojamas elektros energijos kiekis.

Mėnesis	Suvartojamas energijos kiekis, kWh	Suvartojamas elektros energijos kiekis, karštam vandeniui šildyti, kWh
Sausis	609	465
Vasaris	563	392
Kovas	581	434
Balandis	448	420
Gegužė	407	403
Birželis	394	416
Liepa	320	328
Rugpjūtis	327	416
Rugsėjis	436	434
Spalis	560	420
Lapkritis	586	434
Gruodis	598	450
Metinė	5829	5012

5 lentelėje pateikiama suvartojamos energijos kiekis visais mėnesiais, kuris bus reikalingas norint palyginti, elektros energijos poreikių ir prognozuojamos gamybos rodiklius, atsižvelgiant į poreikius parenkama reikalinga saulės elektrinės galia.



4.pav. Suvartojamas namo elektros energijos kiekis (be karšto vandens ruošimo)



5.pav. Bendras sunaudojamas elektros energijos kiekis su karšto vandens ruošimu

5 paveiksle matyti, jog daugiausia energijos yra sunaudojama šaltaisiais metų mėnesiais.

2.2 Projektuojamas objektas

Projekte yra numatomi du variantai. Pirmajame variante yra parenkama 6kW saulės elektrinė, kuri turi patenkinti namo elektros energijos poreikį (neįskaitant elektros energijos naudojamos karštam vandeniui ruošti). Antrajame projekte, yra didinama saulės elektrinės galia, išnaudojamas visas laisvas namo stogo plotas, 10kw saulės elektrinė turi patenkinti visus namo elektros energijos poreikius.

2.3 Pirmasis projekto variantas

Pirmojo varianto projekte numatome, 6kW leistinos galios mažoji fotovoltinė elektrinė, montuojama ant daugiabučio (kurio plotas 235kv.m) namo stogo Kaune. Prijungimas prie AB LESTO 0,4kV elektros tinklų suprojektuotas esamoje komercinių apskaitų spintoje ĮAS, nuo esamo gnybto, sumontuojant elektros skaitiklį ir autonominį jungiklį.

Skaitiklio automatizuotam duomenų nuskaitymui ir perdavimui, GSM/GPRS ryšio tinklo pagalba, į AB LESTO Kauno skyriaus automatizuotą elektros energijos duomenų nuskaitymo sistemą (AEEAS).

Fotovoltinių modulių nuolatinės srovės keitimui į reikiamų parametru kintamą srovę, projekte parinktas vienas trifazis NT8000 keitiklis. Priede Nr.1 pateiktas parinkto keitiklio techniniai duomenys.[13] Pagal techninius duomenis parinktas keitiklis turi savyje tokias reikiamas funkcijas kaip:

- Dalinimo automatiką sistemų sutrikimų metu atjungiančią elektros jėgainę nuo AB LESTO elektros tinklo;
- Įrangą užtikrinančią reikiamą įtampos reguliavimą;
- Automatinę sinchronizavimo įrangą.

6lentelė. Keitiklio NT8000 techniniai duomenys [7]

Parametro pavadinimas	Gamyklinis nustatymas
Nominali AC galia, VA	8000
Nominali AC įtampa, V	400
Maksimali AC srovė, A	15
Maksimali atsijungimo AC srovė	20
Nominalus dažnis, Hz	50
Cosφ	1
THD,%	<3
Min. tinklo atsijungimo įtampa, V	320
Maksimali atsijungimo įtampa, V	460
Minimalus atsijungimo dažnis, Hz	47,5
Maksimalus atsijungimo dažnis, Hz	50,2
Atsijungimo laikas, s	<0,1
Trumpojo jungimo srovė, kA	0,05

6 lentelėje yra pateikiami keitiklio techniniai duomenys. Priede Nr.1 yra pateikiama keitiklio techninė specifikacija.

2.3.1 Fotovoltinių modulių parinkimas

Saulės modulių skaičius, reikalingas 6 kW galios saulės elektrinei, apskaičiuojamas:

$$M = \frac{P_{SEvisa}}{P_{SEvnt.}} \quad (\text{vnt.}); \quad (5)$$

$$M = \frac{6000}{245} = 24,49 \quad (\text{vnt.}); \quad (6)$$

Čia:

M- saulės modulių skaičius;

P_{SEvisa} – Saulės elektrinės galia, Wp;

$P_{SEvnt.}$ – Saulės modulio pikinė galia, Wp.

Plotas, reikalingas integruotos saulės elektrinės moduliams apskaičiuojamas pagal:

$$A = M \times A_{\text{modulio}} \text{ (m}^2\text{);} \quad (7)$$

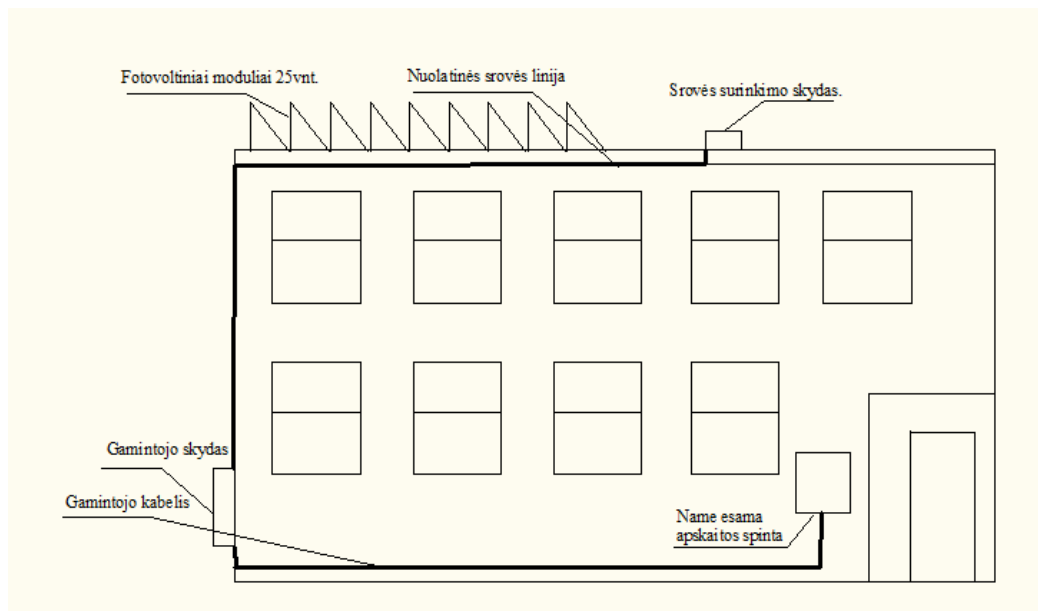
A_{modulio} – Saulės modulio plotas, m²

Prenkame polikristalinius Solet P60.6-WF-240 tipo fotovoltinius modulius. Kurių techniniai duomenys pateikiami 5 lentelėje. [10]

7.lentelė. Fotovolinių modulių parametrai.

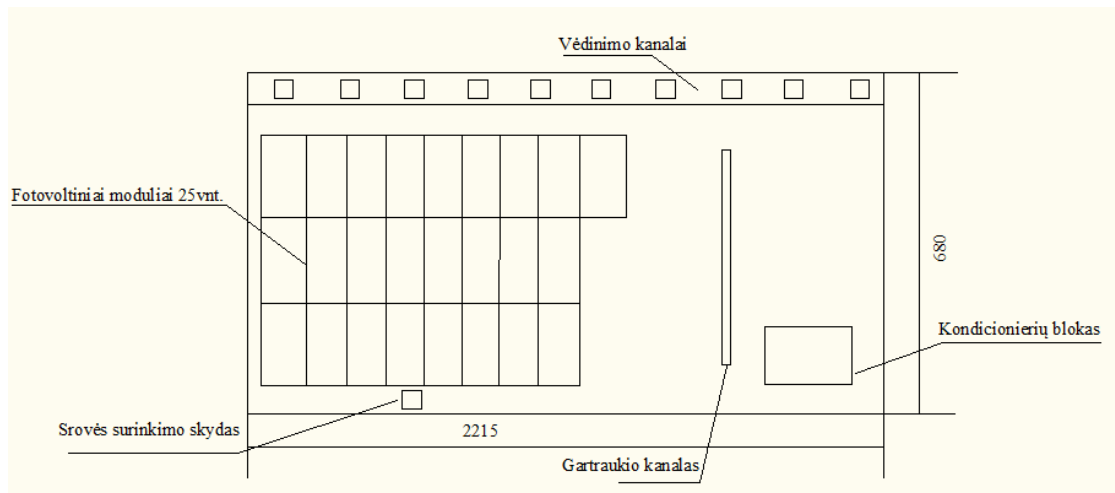
Maksimali galia, Wp	240-245
Maksimali įtampa, V	30,6
Maksimali srovė, A	8
Atviros grandinės įtampa, V	37,9
Užtrumpintos grandinės srovė, A	8,6
Galios matavimo tolerancija, %	0+3

Fotovoltiniai moduliai montuojama ant namo stogo parodyti 6 paveiksle.



6pav. Projektuojama 6kW saulės elektrinė ant namo stogo

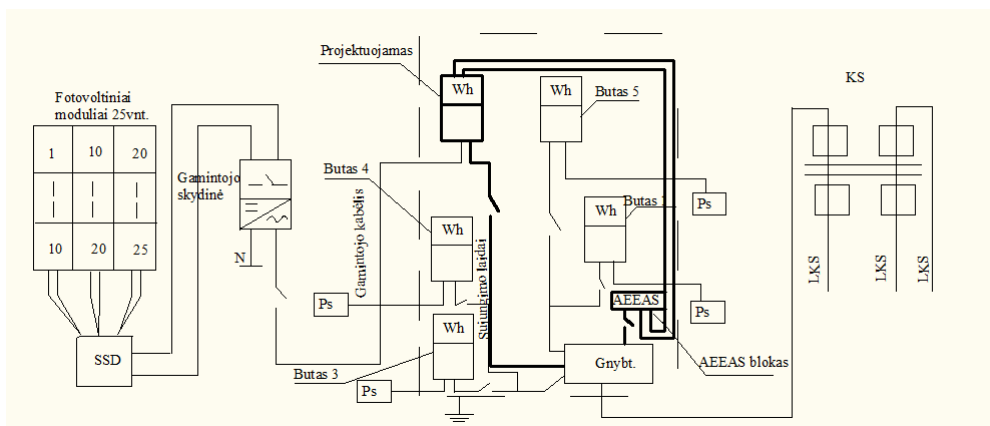
6 paveiksle matyti projektuojama saulės elektrinė ant daugiabučio namo stogo. Pagal projektą daugiabutyje yra du butai, dvi administracinės paskirties patalpos ir neįrengta palėpė. Ant namo stogo įrengiamas 25 fotovoltiniai moduliai.



7pav. Projektuojamos saulės elektrinės modulių išdėstymas

7 paveiksle pateikiamas projektuojamos saulės elektrinės vaizdas iš viršaus, parinkta 25 fotovoltiniai moduliai, užstatyta 75 kv.m. , pagal nenaudojama vietą ant daugiabučio namo stogo.

Elektrinė yra prijungiama prie elektros tinklo, prijungimas pateikiamas 8 paveiksle. Pagaminamos perteklinės energijos kiekis yra kaupiamas elektros tinkluose. Taikydama Lietuvos respublikos atsinaujinančių energetikos išteklių įstatymo 21 straipsnio priimu, kad elektrinių, kurių įrengtoji galia yra ne didesnė kaip 30 kW prijungimas prie elektros tinklų yra nemokamas.[8]



8pav. Projektuojamos 6kW saulės elektrinės prijungimas prie elektros tinklo .

8 paveiksle pateiktas saulės elektrinės prijungimas prie AB LESTO per komercinių apskaitų spintą.

2.3.2 Prognozuojama 6kW saulės elektrinės gamyba

Apskaičiuojame saulės elektrinės vidutinę generuojama galią, kuri parodo, kiek yra pagaminama elektros energijos per metus.

$$W = A_{\text{mod}} \cdot S \cdot \eta ; \quad (8)$$

čia A_{mod} - saulės modulių paviršiaus plotas;

S - saulės spinduliuotė;

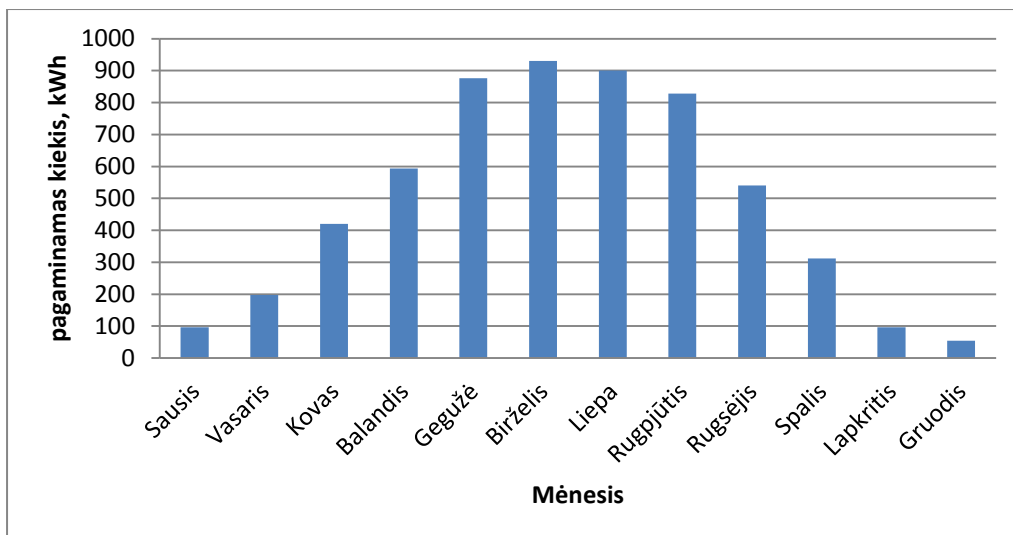
η - saulės modulių naudingumo koeficientas.

7 lentelėje yra pateikta mėnesinė ir metinė prognozuojamos elektros energijos lentelė.

8.lentelė. Prognozuojama saulės elektrinės gamyba

Mėnesis	Prognozuojama gamyba, kWh
Sausis	96
Vasaris	198
Kovas	420
Balandis	594
Gegužė	876
Birželis	930
Liepa	900
Rugpjūtis	828
Rugsėjis	540
Spalis	312
Lapkritis	96
Gruodis	54
Metinė	5844

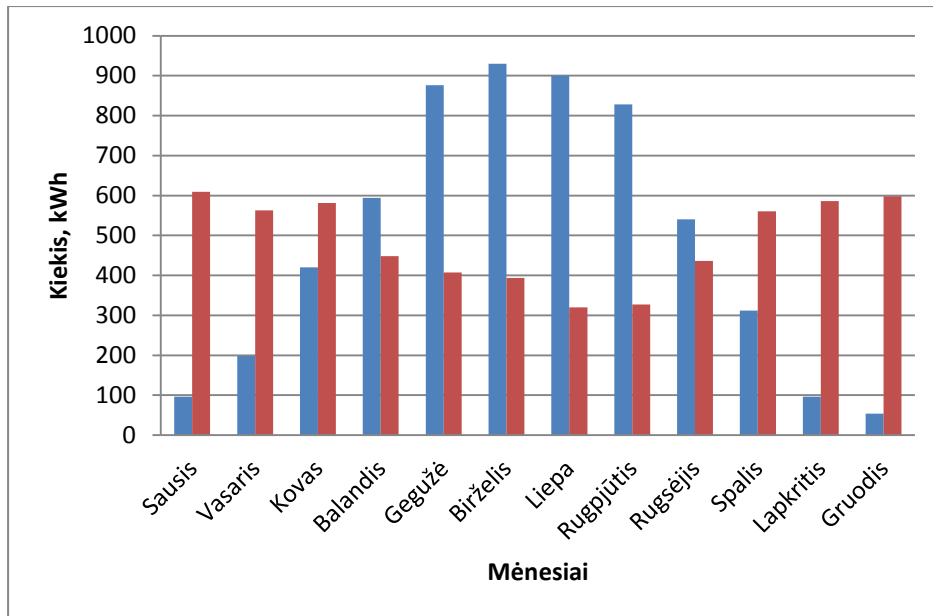
8 lentelėje yra pateikta prognozuojama saulės elektrinės gamyba, 9 paveiksle parodoma saulės elektrinės mėnesinė gamyba.



9pav. Prognozuojama saulės elektrinės gamyba.

Iš 9 paveikslo matyti, jog daugiausiai saulės elektrinė elektros energijos gamins vasaros mėnesiais, tačiau saulės elektrinės pagaminamas kiekis yra tik apytikslis, nes saulės energija yra nepastovus energijos šaltinis.

Sudarome sunaudojamos ir pagaminamos energijos grafiką, kuris yra pavaizduotas 10 paveiksle.



10.pav. 6kW prognozuojama saulės elektrinės gamyba ir elektros energijos poreikio palyginimas

Iš 10 paveikslo matyti, kad pagaminamas elektros kiekis patenkina namo poreikius. Šiltaisiais metų mėnesiais, kai saulės elektrinė pagamina daugiau elektros nei suvartojama, perteklinis kiekis bus kaupiamas elektros tinkluose, o šaltaisiais metų mėnesiais kai pagaminamo kiekio neužtenka, elektra bus imama iš elektros tinklų, todėl elektros energijos nebereikės pirkti iš elektros tinklų.

2.4 Antrasis projektuojamas saulės elektrinės variantas

Elektros energijos perteklių galima ne tik laikyti elektros tinkluose, tačiau ir panaudoti vandens šildymui. Name yra du gyvenamosios paskirties butai, palėpė, ir dvi komercinės paskirties patalpos, skaičiuojame karšto vandens šildymą, vidutiniškai per mėnesį sunaudojama aštuoni kūbiniai metrai vandens. Tokiam kiekiui vandens pašildyti užtenka 150 l tūrio vandens šildytuvo.

Antrajame projektuojamo objekto variante numatome, 10kW leistinos galios mažoji fotovoltinė elektrinė, montuojama ant daugiabučio (kurio plotas 235kv.m) namo stogo Kaune, naudojant visą stogo nenaudojamą plotą. Prijungimas prie AB LESTO 0,4kV elektros tinklų taip pat suprojektuotas esamoje komercinių apskaitų spintoje ĮAS, nuo esamo gnybto, sumontuojant elektros skaitiklį ir autonominį jungiklį.

Automatizuotam duomenų nuskaitymui ir perdavimui, GSM/GPRS ryšio tinklo pagalba, į AB LESTO Kauno skyriaus automatizuotą elektros energijos duomenų nuskaitymo sistemą (AEEAS).

Fotovoltinių modulių nuolatinės srovės keitimui į reikiamų parametrų kintamą srovę, projekte parinktas vienas trifazis NT10000 keitiklis 10kW. Priede pateiktas parinkto keitiklio techniniai duomenys, specifikacijos lentelė pateikiama 2 priede.

9. Keitiklio NT10000 techniniai duomenys [7]

Parametro pavadinimas	Gamyklinis nustatymas
Nominali AC galia, VA	10000
Nominali AC įtampa, V	400
Maksimali AC srovė, A	16
Maksimali atsijungimo AC srovė	20
Nominalus dažnis, Hz	50
Cosφ	1
THD,%	<1
Min. tinklo atsijungimo įtampa, V	320
Maksimali atsijungimo įtampa, V	460
Minimalus atsijungimo dažnis, Hz	47,5
Maksimalus atsijungimo dažnis, Hz	51,5
Atsijungimo laikas, s	<0,1
Trumpojo jungimo srovė, kA	0,05

9.lentelėje yra pateikiami keitiklio techniniai duomenys. Priede Nr.1 yra pateikiama keitiklio techninė specifikacija.

2.4.1 Modulių parinkimas

Saulės modulių skaičius, reikalingas 10 kW galios saulės elektrinei, apskaičiuojamas:

$$M = \frac{P_{SEvisa}}{P_{SEvnt.}} \quad (\text{vnt.}); \quad (9)$$

$$M = \frac{10000}{245} = 40,82 \quad (\text{vnt.}); \quad (10)$$

Čia:

M- saulės modulių skaičius;

P_{SEvisa} – Saulės elektrinės galia, Wp;

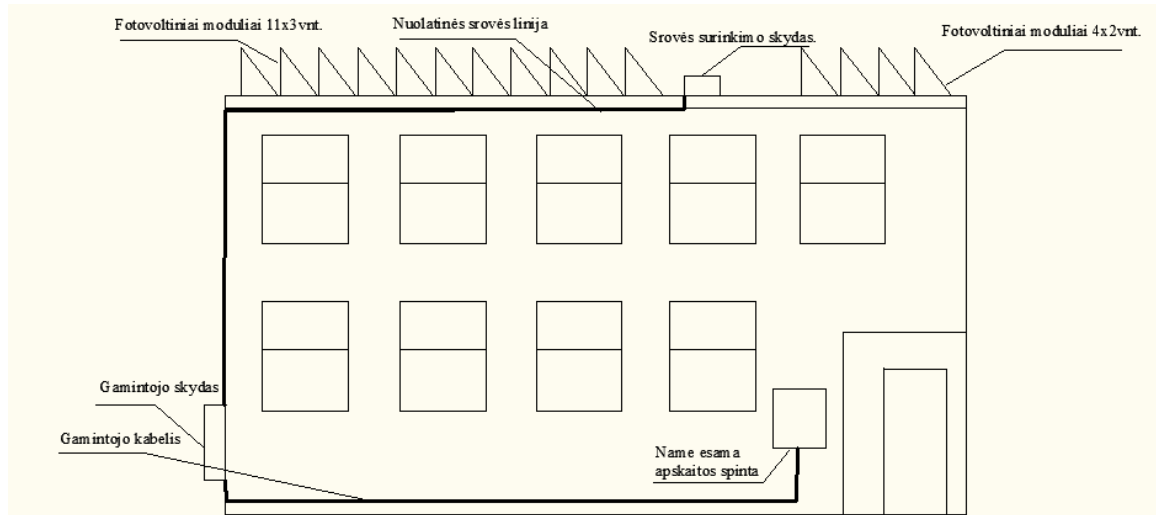
$P_{SEvnt.}$ – Saulės modulio pikinė galia, Wp.

Plotas, reikalingas integruotos saulės elektrinės moduliams apskaičiuojamas pagal:

$$A = M \times A_{\text{modulio}} \quad (\text{m}^2); \quad (11)$$

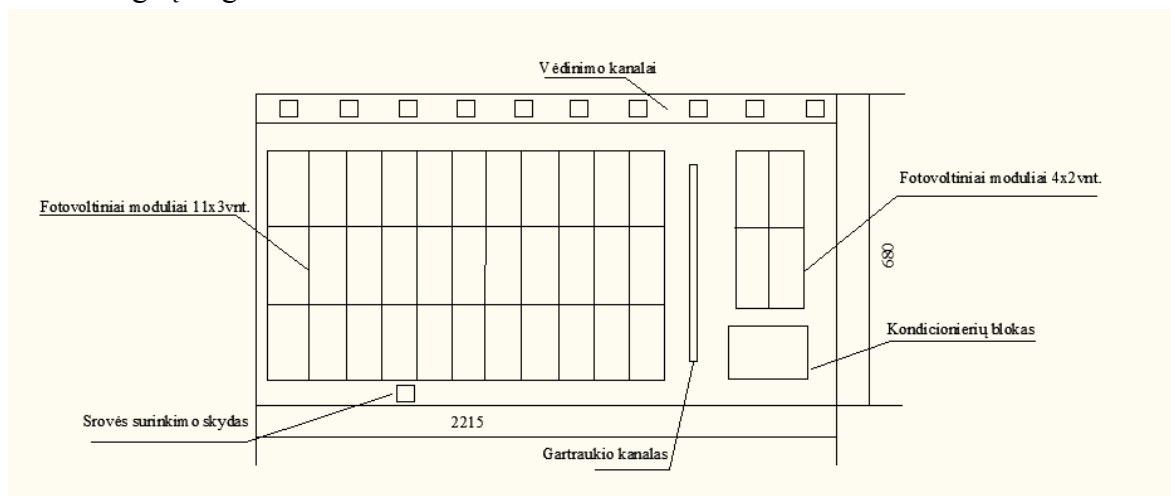
A_{modulio} – Saulės modulio plotas, m^2

Parenkame tuos pačius kaip ir pirmajame variante polikristalinius Solet P60.6-WF-240 tipo fotovoltinius modulius. Techninė specifikacija pateikiama 4 priede. Modulių montavimas ant namo stogo yra pavaizduotas 11 paveiksle.



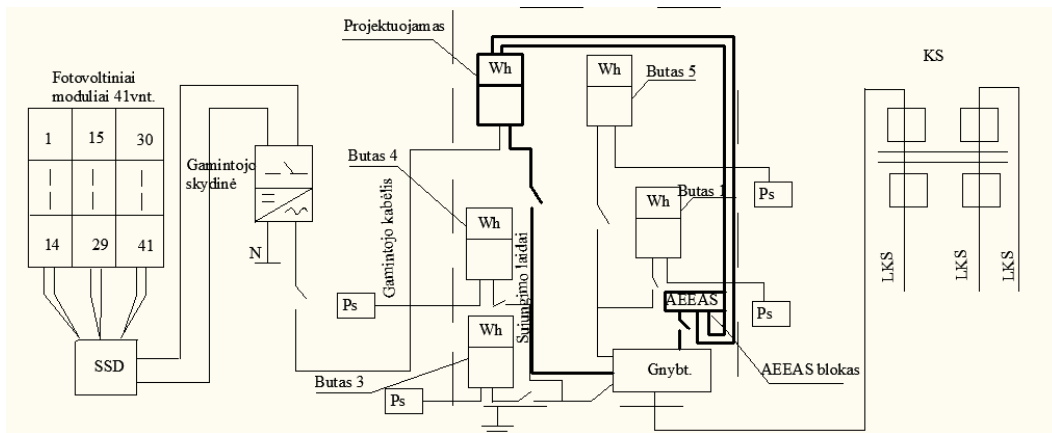
11pav. Projektuojama 10kW saulės elektrinė ant namo stogo

11 paveiksle matyti projektuojama saulės elektrinė ant daugiabučio namo stogo. Ant namo stogo įrengiamas 41 fotovoltiniai moduliai.



12pav. Projektuojamos 10kW saulės elektrinės modulių išdėstymas

12 paveiksle pateikiamas projektuojamos saulės elektrinės vaizdas iš viršaus, parinkta 41 fotovoltiniai moduliai, užstatyta 124 kv.m. , pagal nenaudojama vietą ant daugiabučio namo stogo.



13pav. 10kW saulės elektrinės prijungimas prie elektros tinklo .

13 paveiksle pateiktas saulės elektrinės prijungimas prie AB LESTO per komercinių apskaitų spintą. Prijungimas mažos galios elektrinėms yra nemokamas. Prijungimas naudojamas vykdant mainus su elektros tinklais.

Karšto vandens ruošimui parenkamas Tatramat EOY 151 (150 l) vertikalus, taupus, valdomas elektrinis vandens šildytuvas su vizualine vandens temperatūros kontrole. [10] Kurio specifikacija yra pateikiama 3 priede.

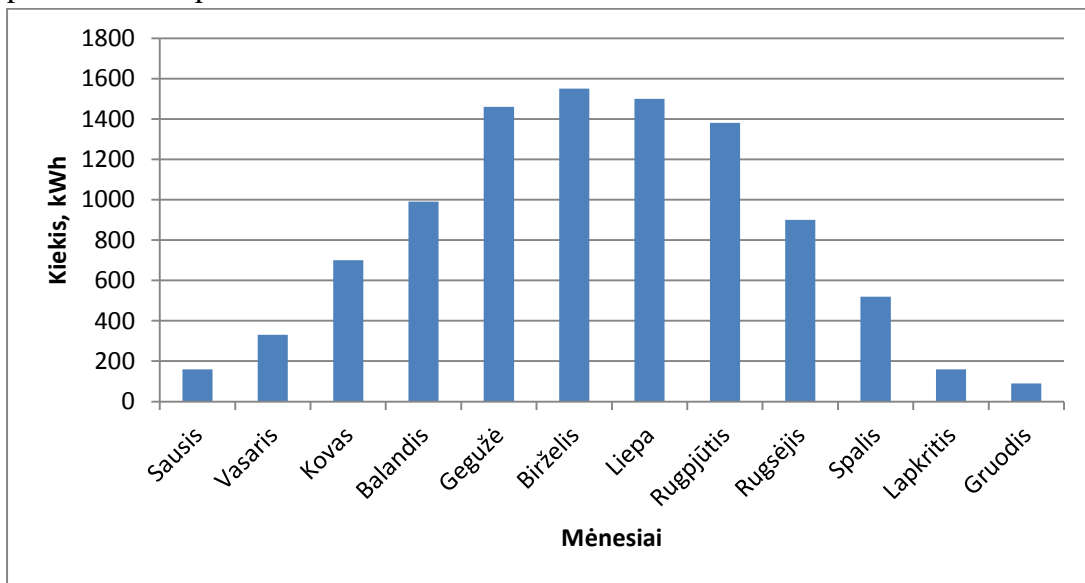
2.4.2. Prognozuojama 10kW saulės elektrinės gamyba

Apskaičiuojame saulės elektrinės vidutinę generuojama galią, kuri parodo, kiek yra pagaminama elektros energijos per metus. 10 lentelėje yra pateikta mėnesinė ir metinė prognozuojamos elektros energijos lentelė.

10.lentelė. Prognozuojama 10kW saulės elektrinės gamyba

Mėnesis	Prognozuojama gamyba, kWh
Sausis	160
Vasaris	330
Kovas	700
Balandis	990
Gegužė	1460
Birželis	1550
Liepa	1500
Rugpjūtis	1380
Rugsėjis	900
Spalis	520
Lapkritis	160
Gruodis	90
Metinė	9740

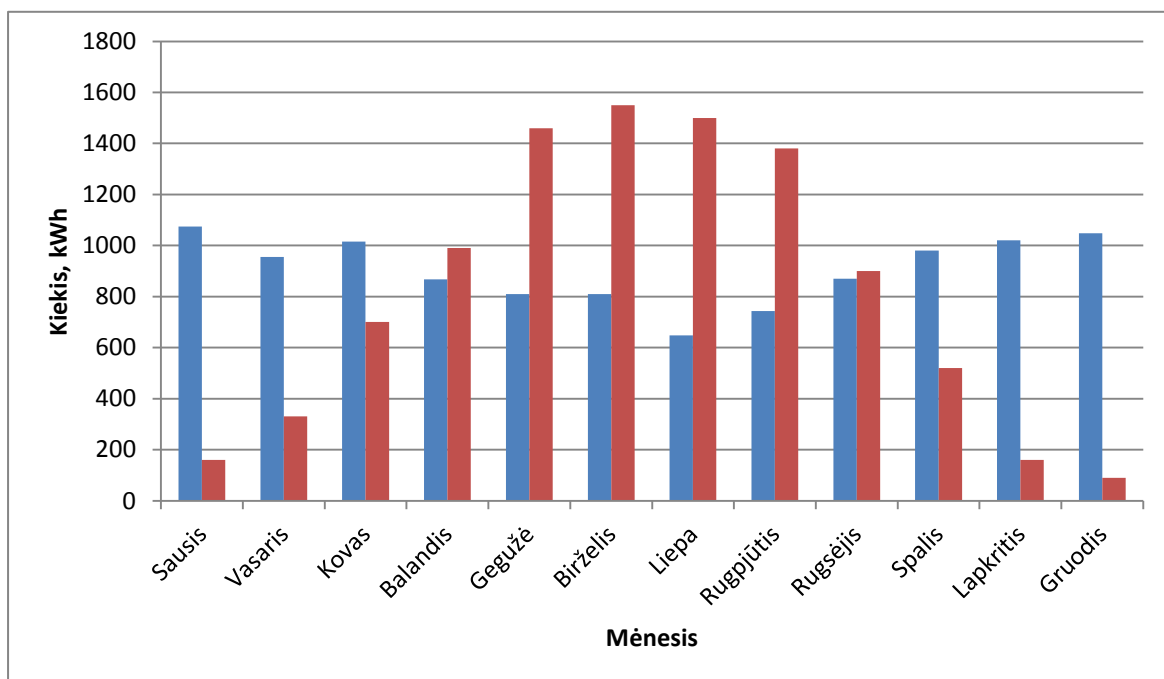
10 lentelėje pateikiamas saulės elektrinės prognozuojama gamyba, kurios diagrama yra pateikiama 14 paveiksle.



14.pav. 10kW prognozuojama saulės elektrinės gamyba

Iš 14 paveikslo matyti, jog daugiausiai saulės elektrinė elektros energijos gamins vasaros mėnesiais, tačiau saulės elektrinės pagaminamas kiekis yra tik apytikslis, nes saulės energija yra nepastovus energijos šaltinis.

Sudaroma sunaudojamos ir pagaminamos energijos grafiką, kuris yra pavaizduotas 15 paveiksle.



15pav. 10kW prognozuojama saulės elektrinės gamyba ir elektros energijos poreikio palyginimas

Iš 15 grafiko matyti, kad prognozuojamos gamybos kiekio neužteks patenkinti viso namo poreikio, todėl trūkstama elektros energijos kiekio dalį, kuri yra 1101kWh per metus, reikės pirkti iš elektros tinklų. Šiuo metu elektros energijos vienos laiko zonos tarifas yra 0,13€.

2.5 Ekonominis projekto įvertinimas

Vienas pagrindinių projekto tikslų yra atsiperkamumas. Kuo greičiau projektas atsipirks, tuo tikslingiau jį įgyvendinti. Tam yra atliekami projektuojamo objekto ekonominiai skaičiavimai, įvertinantus pagaminamą elektros kiekį ir darant prielaidą, kad elektros ir karšto vandens ruošimo kaina nekinta per 25 metų laikotarpį. Skaičiavimai atliekami taikant įvairius ekonominius modulius. Atliekami skaičiavimai dviem scenarijams. Pirmasis scenarijus, kai pagaminama elektros energija yra vartojama savosioms reikmėms aprūpinti, perteklinė energija yra saugoma elektros tinkluose (vykdomi elektros energijos mainai), atliekamas dviem variantams (6kW ir 10kW saulės elektrinėms). Antrasis scenarijus, kai pagaminama saulės elektrinių elektros energija yra parduodama elektros tinklams, atliekamas dviem variantams (6kW ir 10kW saulės elektrinėms). Skaičiavimai atliekami pasirinkus tris diskonto normas 6%, 8% (bazinė), 10%.

2.5.1 Techniniai ir ekonominiai projektuojamo objekto rodikliai

11.lentelė. Elektros tinklų rodikliai

Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis
Bendras skirstomųjų tinklų (ilgis):		
0.4kV linija izoliuotais laidais	Km	0,001
Elektros tinklų ilgis:		
antžeminės dalies 0.4kV linija izoliuotais laidais	Km	0,004

12.lentelė. Skaičiuojamoji pirmojo varianto statybos kaina

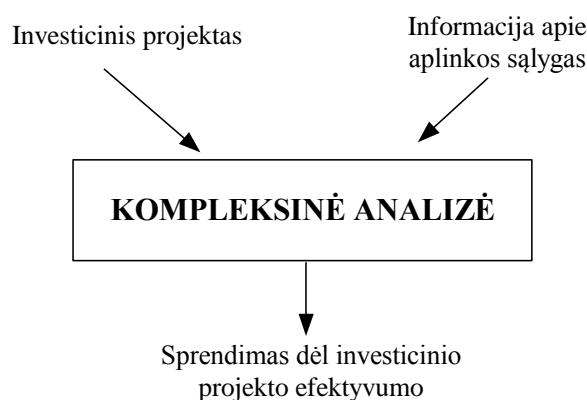
Pavadinimas	Kiekis	Kaina, €	Viso, €
Keitiklis	1 vnt.	1512,50	1512,50
Forovoltiniai moduliai	25 vnt.	168,90	4222,5
Automatizuotas elektros energijos apskaitos sistemos valdiklio įrengimas esamoje KAS	1 vnt.	231,70	231,70
Elektros linijos	5m.	14,77	73,85
Statybos ir montavimo darbai			376,51
		Bendra suma:	6040,55€ €

13.lentelė. Skaičiuojamoji antrojo varianto statybos kaina

Pavadinimas	Kiekis	Kaina, €	Viso, €
Inverteris	1 vnt.	1512,50	1512,50
Forovoltiniai moduliai	41 vnt.	168,90	6924,9
Automatizuotas elektros energijos apskaitos sistemos valdiklio įrengimas esamoje KAS	1 vnt.	231,70	231,70
Elektros linijos	5m.	14,77	73,85
Elektrinis šildytuvas	1vnt.	282	282
Papildoma įranga prie vandens šildytuvo			40
Statybos ir montavimo darbai			489,31
Bendra suma:			9554,26

Ekonominė analizė reikalinga energetikos objektų alternatyviems projektams palyginti, energijos gamybos, perdavimo, skirstymo ir vartojimo sąnaudoms nustatyti, energetikos objekto pinigų balansui ir vidinei pelno normai bei atsipirkimo laikui nustatyti ir kitiems ekonominiams įvertinimams.

Investiciniams projektams, kurių įgyvendinime dalyvauja valstybė taikoma kompleksinė analizė, kuri leidžia rengiant investicinius projektus ar svarstant paraiškas dėl valstybės subsidijų, užsienio kreditų ar kitos valstybės pagalbos suteikimo šiems projektams įgyvendinti, išrinkti iš pateiktų alternatyvų variantą, efektyviausią įmonei, ūkio šakai, visai ekonomikai ar problemoms, kurioms spręsti skirti investiciniai projektai.



16 pav. Investicinių projektų vertinimas

Atliekant šią analizę, naudojami įvairūs metodai, galima išskirti du pagrindinius: finansinę ir ekonominę analizę. Finansinė ir ekonominė analizė taip pat gali būti papildoma ir ekspertinio vertinimo metodu, kuris leidžia vertinti veiksnius, kurie negali būti ištirti pagal finansinės ar ekonominės analizės metodus (veiksniai neturintys arba

negalimi vertinant pagal kiekybinę išraišką). Šis modelis gali būti naudojamas tik tuomet kai kiti modeliai yra santykinai per brangūs.

Kapitalinės investicijos tai lėšos, skirtos ilgalaikiam materialiam turtui (įrenginiams, pastatams, ir pan.) sukurti ar įsigyti (arba esamam turtui atnaujinti). [8] Bendros kapitalinės investicijos yra skaičiuojamos:

$$K = k_{ireng} + k_{mok}; \quad (12)$$

k_{ireng} – įrengimo kaina;

k_{mok} – mokestis numatytas elektrinės prijungimui prie elektros tinklų.

Kadangi elektrinėms iki 30kW prijungimui prie elektros tinklų mokestis nėra taikomas, tai bendros kapitalinės investicijos bus lygios elektrinės įrengimo kainai K.

Metinės techninės priežiūros sąnaudos C_{tp} gali būti apskaičiuojamos taikant tiesinį metodą:

$$C_{tp} = k_a \cdot K \cdot \frac{d_{tp}}{d_a}; \text{ €/m}; \quad (13)$$

k_a -metinė nusidėvėjimo ir amortizacijos norma, kuri yra lygi 0,036;

K -projekto kapitalinės investicijos;

d_{tp} -techninės priežiūros dalis savikainoje procentais, priimame 0,20%;

d_a -nusidėvėjimo ir amortizacijos dalis savikainoje procentais, priimame 0,80%.

Nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos priklauso nuo investicijų dydžio:

$$C_a = k_a \cdot K; \text{ €/m}; \quad (14)$$

k_a - metinė nusidėvėjimo ir amortizacijos norma;

K -projekto kapitalinės investicijos.

Metinės elektrinės eksploatavimo sąnaudos yra:

$$C = C_a + C_{tp} + C_t; \text{ €/m}; \quad (15)$$

$$C_t = k_t \cdot K; \text{ €/m}; \quad (16)$$

C_a - nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos;

C_{tp} - techninės priežiūros sąnaudos;

C_t -turto mokestis, priimame, kad k_t 0,01.

Per metus pagamintas elektros energijos kiekis:

$$W_E = \sum_i P_i \cdot T_i; \quad (17)$$

$$W_{pag} = P_{Z_{max}} \cdot T_{Z_{max}} + P_{Z_{min}} \cdot T_{Z_{min}} + P_{V_{max}} \cdot T_{V_{max}} + P_{V_{min}} \cdot T_{V_{min}}; kWh/m. \quad (18)$$

Elektros energijos savikaina randama:

$$s = \frac{C+K}{W_{pag}} ; \text{€}/kWh; \quad (19)$$

Metinės pajamos už pagamintą elektrą:

$$P = p_{pasig.} + p_{pard.}, \text{€}/m; \quad (20)$$

čia $p_{pasig.}$ - metinės pajamos vartojant pasigamintą elektros energiją €/m

$p_{pard.}$ - metinės pajamos už parduotą elektros energiją, €/m

Kadangi, pasikeitus įstatymui, perteklinis pagamintos energijos kiekis nebeparduodamas, o yra kaupiamas elektros tinkluose ir naudojama pavyzdžiui šaltaisiais metų mėnesiais kai elektros pagaminamas kiekis yra mažesnis už reikalingą. Todėl metinės pajamos už parduotą elektros energija yra lygios nuliui, taigi pirmajame scenarijuje priimame, kad metinės pajamos bus lygios metinėm pajamom vartojant, taip pat antruoju variantu, kai saulės pagamina elektros energija yra naudojama ir karštam vandeniui ruošti, mes atsisakome karšto vandens šildymo per tarpininkus. Šiuo metu už $1m^3$ vandens pašildymą Kauno miesto gyventojai "Kauno energijai" moka 5,53€. Antrame scenarijuje priimame, kad visa pagaminta elektros energija yra parduodama elektros tinklams.

Metinis pinigų srautas naudojant esamosios vertės metodą:

$$CF = P - C \text{€}/m; \quad (21)$$

Vertinant investicinius projektus būtina atsižvelgti ne tik į projektuojamų pinigų srautų dydžius, bet ir įvertinti esamų bei būsimų finansų santykinę vertę, t.y. atsižvelgti į pinigų laiko vertės sąvoką. Vertinant investicinių projektų efektyvumą, naudotina metodika, kuri yra paremta diskontavimu. Investiciniai projektai gali būti vertinami naudojant keletą finansinės analizės metodų.

Investicinio projekto ekonominiam įvertinimui naudosime atsipirkimo trukmės metodą. Šis metodas parodo laiką, per kurį iš saulės elektrinės gaunamos įplaukos padengia investicijai skirtas išlaidas. Kuo trumpesnis yra atsipirkimo laikas, tuo projektas yra naudingesnis. Kai pradinės investicijos susilygina su gautais pinigų srautais projektas atsiperka:

$$K = \sum_{t=0}^{T_a} CF_t; \quad (22)$$

Čia K- pradinės investicijos;

CF_t – pinigų srautas laiko momentu t;

T_a – atsipirkimo trukmė.

Norėdami įvertinti projekto pinigų vertės kitimą bėgant laikui, kurį parodo diskonto norma k, pinigų srautai yra diskontuojami ir tada yra ieškomas balansas:

$$K = \sum_{t=0}^{T_a} \frac{CF_t}{(1+k)^t}; \quad (23)$$

Atsipirkimo trukmė, diskontuojant pinigų srautus:

$$T_a = \frac{-\ln\left(1 - \frac{k \cdot K}{CF}\right)}{\ln(1 + k)}; \quad (24)$$

Čia k -diskonto norma;
 K -pradinės investicijos;
 CF -metinis pinigų srautas.

[21]

Atsipirkimo laikas, įvertinantis esamąją vertę, t.y. diskontuojant visus numatomus pinigų srautus, turi tenkinti sąlygą:

$$K - \sum_{t=0}^T CF_t (1+k)^{T-t} \geq 0, \quad (25)$$

$$CF_t = P_t - C_t;$$

čia

GP_t - grynosios metinės pajamos, €/m.;

P_t - bendrosios pajamos, €/m.;

C_t - eksploatacijos išlaidos, €/m.

Investicijų likvidumą, kuris yra atvirkščiai proporcingas rodiklių vertėms, apibūdina atsipirkimo laiko rodikliai. Kuo laiko rodiklio reikšmė mažesne, tuo didesnis likvidumas ir projektas yra priimtinesnis.

Dėl savo paprastumo atsipirkimo laikas yra dažnai taikomas, vertinant privačias investicijas, nors atsipirkimo laikas nėra labai tikslus projekto vertės nustatymui.

Pagal diskonto normą, investiciniams projektams vertinti naudojami trys tarpusavyje susiję metodai projekto vertei nustatyti: NPV (dabartinė grynoji vertė), B/C (pelno ir išlaidų santykis), IRR (vidinė pelno norma).

Dabartinė grynoji vertė (NPV) - tai bendro viršpelnio, gauto per visą projekto gyvavimo laiką, dabartinės vertės matas:

$$NPV = PVB - PVC; \quad (26)$$

Čia,

PVB-pajamų srauto dabartinė vertė;

PVC- išlaidų srauto dabartinė vertė.

Projekto dabartinė grynoji vertė yra visų diskontuotų grynujų pinigų suma:

$$NPV = \sum_{t=0}^k \frac{P_t - C_t}{(1+i)^t}; \quad (27)$$

čia

P_t - t -ųjų metų pajamos;

C_t - t -ųjų metų išlaidos.

Priklausomai nuo naudojamos diskonto normos projekto dabartinė vertė kinta. Prie aukštesnės diskonto normos, mažesnė projekto dabartinė grynoji vertė. Laikome, kad projektas priimtinas kai dabartinė grynoji vertė yra teigiama, jei neigiama variantas yra atmestinas, ribiniu variantu laikome, kai dabartinė grynoji vertė yra lygi nuliui.

Įplaukų ir išlaidų santykis (B/C), kitaip vadinamas investicijų rentabilumo indeksas, naudojamas nustatyti įplaukų dabartinės vertės ir išlaidų dabartinės vertės santykį:

$$B/C = \frac{PVB}{PVC}; \quad (28)$$

Kad projektas būtų priimtinas, reikia, jog santykis būtų $B/C \geq 1$. Santykis $B/C = 1$, rodo, kad gryno pelno dabartinė vertė yra nulinė prie tam tikros diskonto normos.

Kadangi B/C yra santykinis rodiklis jis yra efektyviai panaudojamas kai atliekama palyginamoji analizė, o NPV absoliučios vertės matas. Laikoma jog:

$B/C > 1$, tai NPV yra teigiamas ir projektas priimtinas;

$B/C < 1$, tai NPV yra neigiamas ir projektas atmestinas;

$B/C = 1$, tai $NPV = 0$ ir t.y. ribinis variantas – projektas nepelningas ir nenuostolingas.

Vidinė pelno norma (IRR) sulygina išlaidų ir pajamų srautų dabartines vertes. Vidinė pelno norma laikoma diskonto koeficiento reikšmė (r), prie kurios projektų pinigų srautų dabartinė grynoji vertė yra lygi 0, t.y.:

$$IRR = r, \text{ kai } NPV = f(r) = 0 \quad (29)$$

Kai gaunamas NPV yra lygus nuliui, naudojamas analitinis metodas, leidžiantis nustatyti, kad esant tam tikrai diskonto normai projektas atsipirks.

Interpoliacijos metodu nustatoma vidinė pelno norma, naudojant dvi diskonto normas: vieną - teigiamai NPV reikšmei gauti, o kitą - neigiamai NPV reikšmei:

$$IRR = r_1 + \left[(r_2 - r_1) \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) \right]; \quad (30)$$

Čia

r_1 - žemesnė diskonto norma;

r_2 - aukštesnė diskonto norma;

NPV_1 - grynoji dabartinė vertė prie žemesnės diskonto normos;

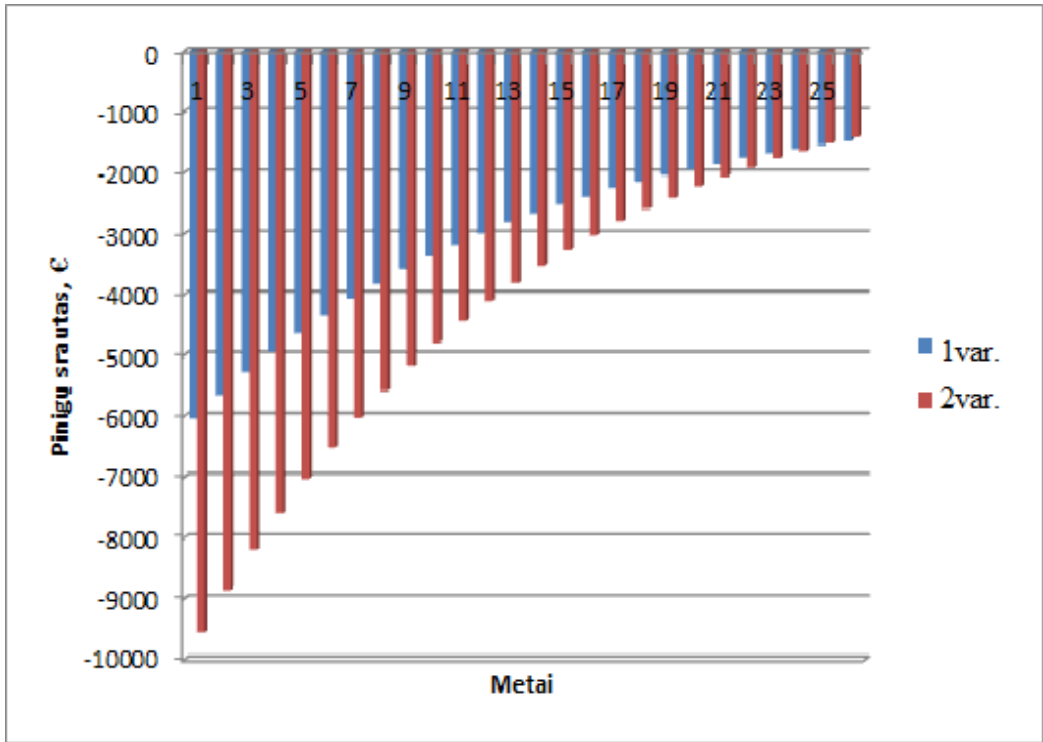
NPV_2 - grynoji dabartinė vertė prie aukštesnės diskonto normos.

Pateikta 14 lentelė parodo pirmojo ir antrojo projekto skaičiuojamus rodiklius.

14lentelė. Ekonominiai objektų rodikliai

Rodikliai	1 scenarijus		2 scenarijus	
	1var.	2var.	1var.	2var.
$K, €$	6040.55	9554.26	6040.55	9554.26
$C_{ip}, €/m$	54.36	85.99	54.36	85.99
$C_a, €/m$	217.46	343.95	217.46	343.95
$C_t, €/m$	60.41	95.54	60.41	95.54
$C, €/m$	332.23	525.48	332.23	525.48
$W_{pag}, kWh/m$	5844	9740	5844	9740
$S, €$	1.09	1.04	1.09	1.04
$P, €/m$	759.72	1288.65	1168.8	1948
CF/m	427.49	763.17	836.57	1422.52
T_a (nediskon.)	14	13	7	6
T_a	27	36	11	10
NPV	-1477.19	-1407.59	2881.11	5630.82
NPV (6%)	99.61	1.01	-	-
NPV (10%)	-	-	1545.77	3358.01
B/C	0.85	0.91	1.3	1.37
IRR	6.13	6	-	-

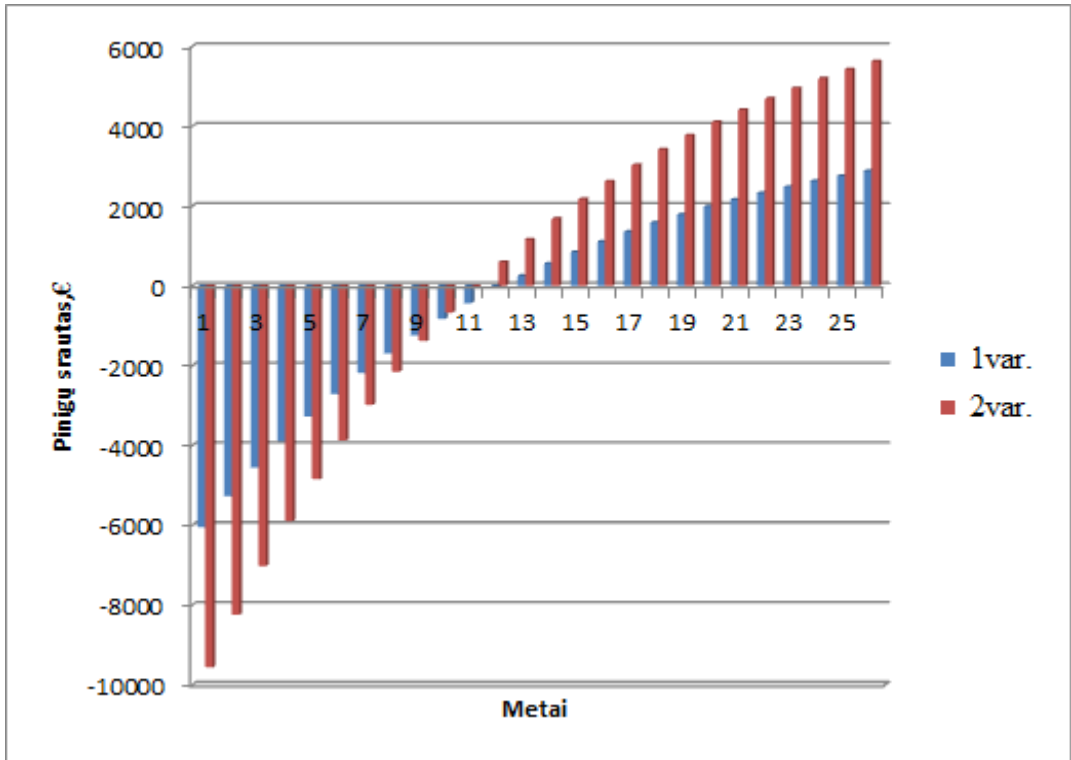
Pagal 14 lentelėje pateiktus rezultatus matyti, jog atsipirkimo laikas yra trumpesnis nei projekto gyvavimo trukmė, tik antrame scenarijuje. Pagal dabartinę grynąją vertę nustatyta, jog pirmojo scenarijaus variantai yra primitini, tik prie 6% diskonto vertės, antrojo scenarijaus variantai yra priimtini net ir prie 10% diskonto vertės. Pritaikius išlaidų ir įplaukų santykį, gauti rezultatai parodė, jog $B/C \geq 1$ tik antrojo scenarijaus variantuose. Apskaičiavus vidinę pelno normą, rezultatai parodė, jog pirmojo scenarijaus pirmasis variantas pasidaro rentabilus kai vidinė pelno norma yra didesnė nei 6.13, o antrojo varianto pelno norma didesnė nei 6. 17 paveiksle yra pirmojo scenarijaus variantų grynoji dabartinė vertė, kai diskonto norma yra 8%.



17pav. Diskontuota pirmojo scenarijaus grynoji dabartinė vertė

Iš 17 grafiko matyti, jog per objekto gyvavimo trukmę (25m.) diskontuota dabartinė vertė nepasiekia teigiamos reikšmės- projektą vykdyti netikslinga.

18 paveiksle pateikti antrojo scenarijaus tyrimo rezultatai.



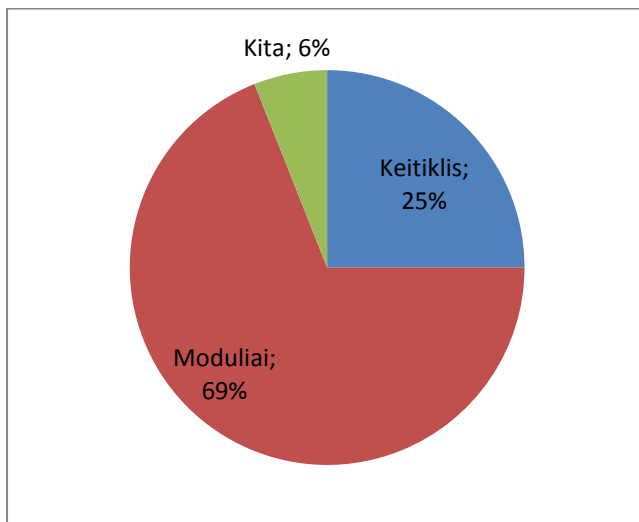
18pav. Antrojo scenarijaus diskontuota grynoji dabartinė vertė

Iš rezultatų pateiktų 18 paveiksle matyti, kad antrąjį projekto scenarijų vykdyti yra tikslinga, nes pirmasis variantas atsiperka po venuolikos, antrasis po dešimties metų.

2.6 Jautrumo analizė

Norint nustatyti, kokį poveikį projektui turės kokio nors vieno iš rodiklių nenumatyti pokyčiai atliekama jautrumo analizė. Dabartinės grynosios vertės metodo pritaikymas gali nustatyti tokio kintamojo poveikį, kuriam įvykus dabartinė grynoji vertė taptų lygi nuliui. [22]

Taikant jautrumo analizę galime nustatyti ar remiantis atskirų projektų rodiklių prognoze verta vykdyti projektą. Todėl darbe tirsime kokį poveikį turės vieno iš projekto rodiklio pokytis, o kitus duomenis paliksime tokius pat. Tirsime kokį poveikį turės rodiklio kitimas dabartinei grynajai vertei ir vidiniai pelno normai. Jautrumo analizė gali būti taikoma keliems rodiklių tipams: diskonto normai ir visų verčių mažinimui arba didinimui (ypatingai taikoma kainų mažinimui arba didinimui, daromos prielaidos apie kainų pokyčius ateityje).



19pav. Investicijų struktūra

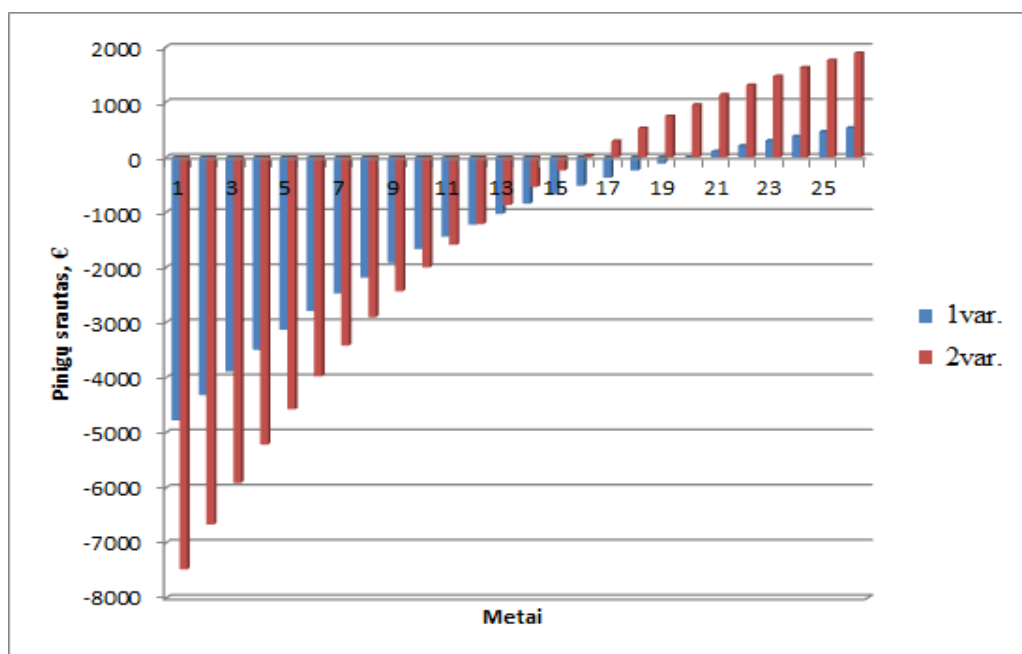
Saulės elektrinių modulių kainos sparčiai mažėja, o 69% investicijų sudaro modulių kaina pateikta paveiksle, todėl tikslinga atlikti jautrumo analizę įvertinant 30% mažėjančią modulių kainą.

Sumažinus investicijų kainą atliekama jautrumo analizė, kurios rezultatai pateikiami 15 lentelėje.

15lentelė. Perskaičiuotų rodiklių lentelė.

Rodikliai	Perskaičiuotas pirmasis scenarijus	
	1 variantas	2 variantas
$K, €$	4773.8	7476.79
$C_{tp}, €/m$	42.96	67.29
$C_a, €/m$	171.86	269.16
$C_t, €/m$	47.74	74.77
$C, €/m$	262.56	411.22
$W_{pag}, kWh/m$	5844	9740
$S, €$	0.86	0.81
$P, €/m$	759.72	1288.65
CF/m	497.16	877.43
T_a (nediskon.)	10	8
T_a	19	15
NPV	533.28	1889.58
NPV (10%)	-261.05	487.67
IRR	9.34	-

Pagal gautus rezultatus matyti, jog pasikeitus modulių kainoms matyti, jog pasikeitus modulių kainoms 30% pirmojo scenarijaus atsipirkimo laikas tampa trumpesnis už projekto gyvavimo trukmę. Toks pokytis pirmajame variante NPV padidina 36%, projekto NPV būtų lygus nuliui jeigu kainas padidintume 27%. Antrajame variante toks pokytis NPV padidina 33%, o projekto NPV būtų lygus nuliui jeigu kainas padidintume 29% . Dabartinė grynoji vertė pateikta 20paveiksle.



20pav. Perskaičiuoto pirmojo scenarijaus diskontuota grynoji dabartinė vertė

Grynoji dabartinė vertė skaičiuota kai diskonto norma 8%, keičiasi tik modulių kaina, kiti parametrai išlieka tokie patys, gaunama, kad sumažėjus modulio kainai, projektas tampa priimtinas, jo atsipirkimo laikas tampa trumpesnis už gyvavimo trukmę.

3. Išvados

1. Darbe įvertintas suvartojamas namo elektros energijos kiekis naudojamas bendrosioms namo reikmėms yra lygus 5829 kWh per metus ir elektros energijos kiekis karštam vandeniui šildyti, kuris yra lygus 5012 kWh per metus. Pagal suvartojamus elektros energijos kiekius yra parenkama dviejų galingumų saulės elektrinių projektai. Projektuojamos saulės elektrinės didina vartojamos energijos efektyvumą, mažina priklausomybę nuo gamtinio kuro ir kitų įprastų energijos šaltinių.
2. Įvertintos 6kW ir 10kW saulės elektrinė ant namo stogo, parodė jog prognozuojama 6kW saulės elektrinės gamyba yra lygi 5844 kWh/m, kuri visiškai patenkina namo poreikius. Šiltaisiais metų mėnesiais, kai saulės elektrinės gamyba yra didesnė už namo poreikius, perteklinė elektros energija yra kaupiama elektros tinkluose, o šaltaisiais metų mėnesiais kai saulės elektrinė gamina mažiau elektros energijos yra vykdomi mainai su elektros tinklais ir perteklinė elektros energija yra imama iš elektros tinklo. Įvertinus 10kW saulės elektrinę gauta, kad prognozuojama saulės elektrinės gamyba yra lygi 9740 kWh/m. Prognozuojamos gamybos neužtenka patenkinti namo poreikiams ir elektros energijos kiekiui karštam vandeniui ruošti, todėl trūkstamas (1101 kWh/m) kiekis yra perkamas iš elektros tinklų.
3. Pirmojo scenarijaus skaičiavimai parodo, jog projektą vykdyti yra netikslina, nes atsipirkimo laikas yra ilgesnis už projekto gyvavimo trukmę, įvertinus išlaidų ir įplaukų santykį, taikant 8% diskonto normą, rentabilumo indeksas gautas mažesnis už vienetą, projektas atmestinas, taikant 6% diskonto normą rentabilumo indeksas tampa didesnis už vienetą, todėl galima teigti, jog projektas tampa priimtinas.
4. Antrojo scenarijaus tyrimas parodė, kad taikant įvairius ekonominius modulius, projektas yra priimtinas. Pirmojo varianto atsipirkimo laikas yra 11 metų, o antrojo varianto atsipirkimo laikas yra 10 metų. Įvertinus dabartinę grynąją vertę, kai diskonto norma yra 10%, gaunamas teigiamas rezultatas, kuris parodo, kad netgi prie aukščiausios diskonto normos, projektas yra priimtinas ir pelningas.
5. Atlikus projekto jautrumo analizę pirmajam scenarijui įvertinant tikėtiną projekto modulių kainos mažėjimą 30%, atsipirkimo laikas, kai taikoma 8% diskonto norma, yra trumpesnis už projekto gyvavimo trukmę, galima teigti, kad projektas yra naudingas. Toks pokytis pirmajame variante dabartinę grynąją vertę padidina 36%, antrajame variante padidina 33%. Vidinė pelno norma parodo, jog pirmajame variante projektas pasidaro rentabilus, kai yra viršijama 9,34%, antrajame variantas tampa priimtinas, kai diskonto norma yra didžiausia, mūsų atveju 10%.

4. Naudota literatūra

1. V.Adomavičius (2013). Mažosios atsinaujinančiųjų išteklių energijos sistemos.
2. Prieiga per internetą: <http://www.sauleselektrines.lt/>. Žiūrėta 2014 06 14
3. LR aplinkos ministerija. http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=12332 Žiūrėta 2014 09 12
4. G. Petrauskas, V.Adomavičius (2012). Saulės energijos naudojimas elektrai gaminti. Kaunas: Technologija.
5. E. Miltenis, V.Mačiulis, E.Štyps, K.Kilda “SAULĖS ENERGETINIŲ ĮRENGINIŲ MONTAVIMO, PRIEŽIŪROS IR REMONTO TECHNOLOGINIŲ KOMPETENCIJŲ TOBULINIMO PROGRAMA“. Prieiga per internetą <http://www.pmdtkc.upc.smm.lt/dokumentai/Medziaga/inzinerine/mm1/inzinerine-1medziaga.pdf>
6. Prieiga per internetą: <http://www.zaliojilietuva.lt/saules-elektriniu-verslas-nuo-leidimu-iki-jegainiu-prieziuros-183.html> Žiūrėta: 2014 06 14
7. Prieiga per internetą: http://www.sunways.eu/static/sites/default/downloads/en/products/solar-inverters/nt3/Sunways_SI_NT3phase900V_Manual_GB_10-08.pdf Žiūrėta: 2014 12 10
8. Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija. Prieiga per internetą: <http://www.regula.lt/Puslapiai/naujienos/2014-metiai/2014-11/2014-11-27/komisija-perskaiciavo-skatinamuosius-tarifus-energijos-is-atsinaujinanciu-istekliu-gamintojams.aspx#> Žiūrėta: 2015 01 15
9. R.P.Deksnyš, K.Danilevičius, V.Miškinis, R. Staniulis (2008) . Energetikos ekonomika. Kaunas: Technologija.
10. Prieiga per internetą: <http://www.bsp.lt/lt/polikristaliniai-sauls-moduliai/159-solet-p606-wf-240-240w.html> Žiūrėta: 2014 12 10
11. <http://heaters-water.ru/language/english/index1006.html>
12. <http://www.kaunoenergija.lt/Aktualijos/Šilumoskainos/Karštovandenskainosdedamosios/tabid/222/Default.aspx>
13. K. Branker, M.J.M. Pathak, J.M. Pearce „A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity“ (2011)
14. <http://www.technosun.com/eu/products/grid-tie-solar-inverter-SUNWAYS-NT-8000-850V.php>
15. Ernst & Young Baltic studija <http://www.ey.com/LT/en/Home/EY-Lithuania>
16. S.Kytra. Atsinaujinantys energijos šaltiniai. Kaunas: Technologija.
17. Jakutis, V.Petraškevičius, A. Stepanovas, L.Šečkutė, S.Zaicev. (2007) Ekonomikos teorija.
18. Gregory F. Nemet (2006) „Beyond the learning curve: factors influencing cost reductions in photovoltaics“.

19. Prieiga per internetą: <http://www.reuters.com/article/2015/01/27/us-global-renewables-solar-idUSKBN0L020720150127> Žiūrėta: 2014 12 12
20. Prieiga per internetą: <https://www.business-case-analysis.com/internal-rate-of-return.html> Žiūrėta: 2015 02 12
21. R.Norvaišienė, R.Krušinskas (2012) „Projektų ekonominis ir socialinis vertinimas“ Kaunas: Technologija.
22. R. Simanavičienė, L.Ustinovičius „Jautrumo analizės metodai ir jų naudojimas daugiakriteriniams sprendimams analizuoti“. Prieiga per internetą: http://www.google.lt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mla.vgtu.lt%2Findex.php%2Fmla%2Farticle%2Fdownload%2Fmla.2011.005%2Fpdf&ei=YrRuVequIsalsgHW7oLACg&usg=AFQjCNFp-XGSIbt3JJ5LpwqOtyws3wh43g&sig2=n7AN-U0W_CtV5Rk4e15ACw 2014 12 10

Priedai

Keitiklio NT8000 specifikacija

Keitiklio NT10000 specifikacija

Elektrinio šildytuvo specifikacijos lentelė

Fotoelemento specifikacijos lentelė

Priedas Nr. 1. Keitiklio NT8000 specifikacija

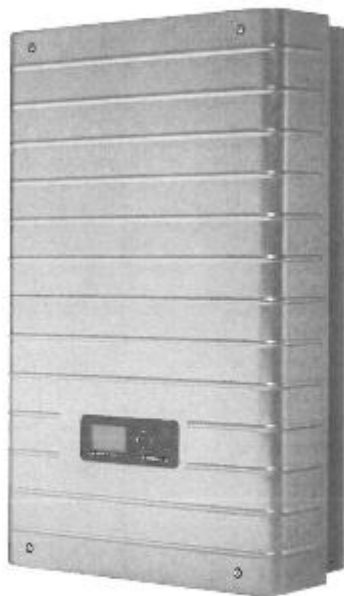
Technical Data Sunways Solar Inverter NT 8000 and NT 10000

	NT 8000	NT 10000
DC Input		
Rated DC power	8800 W	11000 W
Maximum DC current	8.0 A per MPP input	10.0 A per MPP input
MPP voltage range	350 V ... 750 V	
Maximum voltage DC	850 V	
Number of inputs per MPP tracker	1 x Tyco Solarlok	
Number of MPP trackers	3	
AC output		
Rated AC output power	8000 W	10000 W
Maximum AC power	8000 W	10000 W
Nominal AC current	11.6 A per phase	14.5 A per phase
Maximum AC current	15.0 A per phase	18.2 A per phase
Nominal frequency	50 Hz	
Frequency tolerance range	47.5 Hz ... 50.2 Hz (according to DIN VDE 0126-1-1)	
Grid voltage	400 V	
AC voltage range	-20% ... +15% (according to DIN VDE 0126-1-1)	
Distortion factor at Pn	< 3%	
Reactive power factor (cos phi)	ca. 1	
Grid voltage monitoring	according to DIN VDE 0126-1-1	
Earth fault protection	RCD (according to DIN VDE 0126-1-1)	
Insulation, frequency and DC current monitoring	integrated according to DIN VDE 0126-1-1	
Required phases, number of grid connections	3 (L1, L2, L3, N, PE)	
Number of feed-in phases (230 V single-phase)	3	
Performance		
Stand-by consumption	20.0 W	
Night-time consumption	< 0.3 W	
Maximum efficiency	96.8%	96.8%
European efficiency	96.3%	96.4%
MPP efficiency (static)	> 99%	
Switching concept	HERIC® topology, transformerless	
Other		
DC switch	external (type DCL 10)	
Grid-connection fuse layout	3 x 16 A	3 x 25 A
Data interfaces	external RS232, RS485, USB, voltageless alarm relay	
Sensor interfaces	irradiation, temperature	
Display	LCD, 2 x 16 characters, 100 x 25 mm window size	
Plant supervision	NT Monitor, Sunways Communicator, Sunways Portal	
IP degree of protection according to IEC 60529	IP 54	
Max. relative humidity	95%	
Cooling	fan via rear wall, 2-chamber system	
Ambient temperature	-25°C ... 40°C (at full load)	
Overload behaviour	working point adjustment	
Dimensions (height x width x depth)	81 x 50 x 18 cm	
Weight (without installation frame)	30 kg	
Type of installation	wall installation	
Standard warranty (option)	5 years (10 years)	
Certificates	CE, DIN VDE 0126-1-1	

Priedas Nr. 2. Keitiklio NT10000 specifikacija

Three-phase Sunways Solar Inverters NT 10000, NT 11000 and NT 12000

The successful NT 10000 inverter from Sunways has been completely re-engineered and will be complemented by two additional output classes, NT 11000 and NT 12000. The new three-phase NT series with HERIC® topology, three-phase feed technology and a maximum efficiency of 97.6% sets new standards.



Top technology

The device combines high-precision MPP multitracking with three separate DC inputs and the patented HERIC® circuitry. The fast and precise MPP control already integrated in the AT series is now also available in the Solar Inverters from the NT series. A key feature of the exclusive HERIC® circuitry is the maximum efficiency of up to 97.6%.

New features

- With an input voltage range between 340 and 900 V and three configurable inputs the new device series offers even more interconnection options.
- The new NT series can be used throughout Europe: the country of installation can be set directly on site at the touch of a button.
- Certified according to BDEW medium-voltage directive.

»All-in-Ones

The Sunways NT series offers the following features as standard:

- Integrated DC load break switch
- Illuminated graphic display and keypad
- Comprehensive internal 128 MB data logger
- Inverter networking via CAN bus
- Ethernet interface for integration in networks
- Active e-mail alert in case of system faults
- Potential-free alarm relay for connecting external alarm devices
- 50 pulse output for controlling the Sunways display
- Integrated Sunways Browser for evaluation and configuration via a web browser

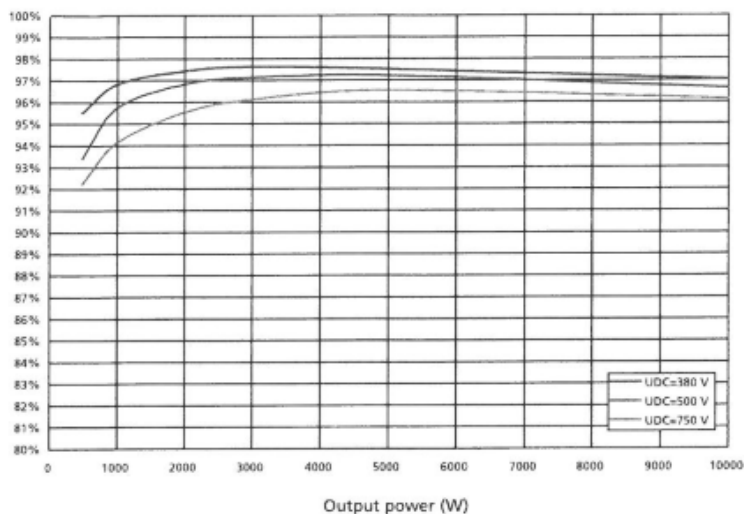
Information and Sales

Sunways AG - Photovoltaik-Technologie - Maccainstraße 3-5
D-78467 Konstanz - Telephone +49 (0)7531 996 77-0
Fax +49 (0)7531 996 77-444 - E-Mail info@sunways.de
www.sunways.de

SUNWAYS

Efficiency curve for Sunways Solar Inverters NT

Efficiency curve NT 10000



Output power (%)	5,0	10,0	20,0	30,0	50,0	100,0	Max	Euro	
Efficiency	380 V	95,5	96,8	97,4	97,6	97,5	97,0	97,6	97,3
	500 V	93,4	95,7	96,8	97,1	97,2	96,6	97,2	96,8
	750 V	92,2	94,1	95,5	96,1	96,5	96,1	96,5	96,0

Values based on 230 V mains voltage, cos phi = 1 and an ambient temperature of 25°C.

Technical Data Sunways Solar Inverters NT 10000, NT 11000 and NT 12000

	NT 10000	NT 11000	NT 12000
DC Input			
Rated DC power	10500 W	11550 W	12600 W
Maximum DC current	11.0 A per MPP input	11.5 A per MPP input	12.8 A per MPP input
MPP voltage range	340 V		
MPP voltage range	340 V...750 V		
Maximum voltage DC	900 V		
Number of inputs per MPP tracker	1 x Tyco Solarlok		
Number of MPP trackers	3		
AC output			
Rated AC output power	10000 W	11000 W	12000 W
Maximum AC power	10000 W	11000 W	12000 W
Nominal AC current	14.5 A per phase	16.0 A per phase	17.4 A per phase
Maximum AC current	16.0 A per phase	17.5 A per phase	19.0 A per phase
Nominal frequency	50 Hz		
Frequency range	47,5 Hz bis 51,5 Hz (according to DIN VDE-AR-N 4105:2011-08)		
Grid voltage	400 V		
AC voltage range	-20%...+15% (according to DIN VDE 0126-1-1)		
Distortion factor at Pn	< 1%		
Reactive power factor (cos phi)	1 or adjustable from -0.9 to +0.9		
Grid voltage monitoring	according to DIN VDE 0126-1-1		
Earth fault protection	RCD (according to DIN VDE 0126-1-1)		
Insulation, frequency and DC current monitoring	integrated (according to DIN VDE 0126-1-1)		
Required phases, number of grid connections	3 (L1, L2, L3, N, PE)		
Number of feed-in phases (230 V single-phase)	3		

Priedas Nr. 3. Elektrinio šildytuvo specifikacijos lentelė

Specifications heater	
Type of water heater	cumulative
Heating method	electric
Heating element	tubular
Fuel tank	150 l
A method of supplying water	pressure
Maximum temperature of heating water	+80 ° C.
Rated power	2 kW
Voltage network	220
Management	hydraulic
Functions	power indicator, thermometer
Protection	limit temperature heating mode to prevent freezing, magnesium anode, overheat protection, safety valve
Internal coating tank	enamel
Degree of protection against water	5
Installation	vertical, lower eyeliner, mounting method: wall
Weight	48 kg

Priedas Nr. 4. Fotoelemento specifikacijos lentelė

Solet 60.6 – 230/250 Solar Photovoltaic Module

Working Conditions

Maximum System Voltage	DC 1000V (TUV)
Operating temperature	-40°C + +85°C
Maximum reverse current	12 A
Max. wind load/max. snow load	2400Pa/5400Pa
Grounding conductivity	<0,1Ω
IP protection level	65
Safety class	II
NOCT	48,3°C

Mechanical Parameters

Cell (mm)	Poly 156 x 156
Glass, mm	Tempered 3,2
Weight (kg)	21
Dimensions (LxWxH)*	1640x992x45
Cable length (m)	0,8 – 1,0
Cable cross section size (mm ²)	4
Number of cells and connections	60 (10x6)
Number of diodes	3
Packing configuration	20 pcs./pallet

Guarantee

Module guarantee	12 years
Module performance guarantee	10 years at 90 % max output 25 years at 80 % max output

Temperature Coefficients

Voltage temperature coefficient (β)	-0,37 %/K
Current temperature coefficient (α)	+0,06 %/K
Power temperature coefficient (γ)	-0,47 %/K

Electrical Parameters

Type	Solet P60.6-230	Solet P60.6-235	Solet P60.6-240	Solet P60.6-245	Solet P60.6-250
Maximum Power** (P _{MPP})	230-235 Wp	235-240 Wp	240-245 Wp	245-250 Wp	250-255 Wp
Rated Voltage (V _{MPP})	29,3 V	29,5 V	30,6 V	30,8 V	30,9 V
Rated Current (I _{MPP})	7,90 A	7,97 A	8,00 A	8,04 A	8,06 A
Open Circuit Voltage (V _{OC})	36,8 V	36,9 V	37,9 V	38,2 V	38,4 V
Short Circuit Current (I _{SC})	8,5 A	8,6 A	8,6 A	8,6 A	8,6 A
Power tolerance	0+3%				

* Tolerance L/W=±0,3 mm

**Irradiance 1000 W/m², module temperature 25°C, spectrum at air-mass AM 1.5