



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Sinchroninio kompensatoriaus ekonominio efektyvumo tyrimas

Baigiamasis magistro krypties studijų projektas

Mantas Danila

Projekto autorius

Lekt. dr. Birutė Linkevičiūtė

Vadovė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Sinchroninio kompensatoriaus ekonominio efektyvumo tyrimas

Baigiamasis magistro krypties studijų projektas

Energijos technologijos ir ekonomika (6211EX073)

Mantas Danila

Projekto autorius

Lekt. dr. Birutė Linkevičiūtė

Vadovė

Doc. dr. Mindaugas Ažubalis

Recenzentas

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Mantas Danila

Sinchroninio kompensatoriaus ekonominio efektyvumo tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Manto Danilos, baigiamasis projektas tema „Sinchroninio kompensatoriaus ekonominio efektyvumo tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir 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.

Mantas Danila. Sinchroninio kompensatoriaus ekonominio efektyvumo tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė lekt. Birutė Linkevičiūtė; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): energijos inžinerija, inžinerijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: investicinis projektas, projektų valdymas, sinchroninis kompensatorius, turbogeneratorius, reaktyvioji galia, įtampos valdymas, kaštų–naudos analizė, sisteminės paslaugos.

Kaunas, 2019. 66 p.

Santrauka

Magistro baigiamajame projekte pagrindinis tikslas ištirti demontuojamų energetinių blokų ir jų įrenginių panaudojimo galimybes reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikimui, atlikti įrenginio ekonominio efektyvumo tyrimą.

Baigiamąjį projektą sudaro trys pagrindinės dalys: mokslinės literatūros ir tyrimo metodikos apžvalga bei analizė, demontuojamų blokų įrenginių panaudojimo reaktyviosios galios ir įtampos valdymui, galimybių tyrimas, tyrimo rezultatai ir išvados.

Atliktoje literatūros analizėje pateiktos senų šiluminių elektrinių blokų įrenginių panaudojimo reaktyviosios galios ir įtampos valdymo galimybių apžvalga, pateikti pagrindiniai investicinių projektų vertinimo ir valdymo principai, išanalizuotas kaštų–naudos analizės metodas investicinio projekto efektyvumui nustatyti. Teoriniai aspektai atskleidė reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos svarbą elektros energetikos sistemai.

Tiriamąjoje dalyje pateikiama detali esamos situacijos techninė analizė, kuri parodė demontuojamų energetinių blokų įrenginių technines pritaikymo galimybes dirbti sinchroninio kompensatoriaus režimu. Pritaikius kaštų–naudos analizės metodą, nustatytas sinchroninio kompensatoriaus ekonominis efektyvumas.

Remiantis gautais tyrimo rezultatais, pateikiamos išvados dėl demontuojamų energetinių blokų ir jų įrenginių panaudojimo galimybių reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikimui bei jų ekonominio naudingumo.

Danila Mantas. Economic Efficiency Research of a Synchronous Compensator. Master's Final Degree Project / supervisor lect. dr. Birute Linkeviciutė; Electrical and Electronics Engineering faculty, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): energy engineering, engineering science.

Keywords: investment project, project management, synchronous compensator, turbo generator, reactive power, voltage control, cost–benefit analysis, ancillary services.

Kaunas, 2019. 66 pages.

Summary

The main goal of the master's final project is to investigate possibilities to use the dismantled energy units and their equipment for the provision of reactive power and voltage management services, and to carry out a study of the economic efficiency in the installation.

The final project consists of three main parts: review and analysis of scientific literature and research methodology, feasibility study for the use of dismantled units of reactive power and voltage management, research results and conclusions.

Performed literature analysis provides an overview for the usage of the old thermal power units for the reactive power and voltage management possibilities. Also, presented main principles of the investment project management and evaluation, as well as the cost-benefit analysis method applied for determining the efficiency of the investment project. Theoretical aspects revealed the importance of reactive power and voltage management for the power system.

The exploratory part presents a detailed technical analysis of the current situation, which showed the technical possibilities of the application to work in the synchronous compensator mode. Using the cost-benefit analysis method, the economic efficiency of the synchronous compensator was determined.

Based the research findings conclusions are presented on possibilities using the disassembled energy units and their equipment to provide reactive power and voltage management service and the economic efficiency of the use.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Investicinių projektų valdymas ir vertinimas	13
1.1. Investicinių projektų teoriniai aspektai	13
1.2. Kaštų–naudos analizė	16
1.2.1. Finansinė analizė	16
1.2.2. Ekonominė analizė	18
1.2.3. Rizikos jautrumo analizė	19
2. Uždaromų elektrinių įrenginių panaudojimas kitose šalyse	21
2.1. JAV, Kalifornija	21
2.2. Estija	22
2.3. Vokietija, Biblis.....	23
3. Reaktyviosios galios ir įtampos valdymas sinchroniniu kompensatoriumi	25
3.1. Sisteminės paslaugos elektros energetikos sistemoje.....	25
3.2. Reaktyvios galios valdymo paslaugos svarba	26
3.3. Reaktyviosios galios ir įtampos valdymo technologijos	27
3.4. Demontuojamų įrenginių techninių pritaikymo galimybių vertinimas	29
3.4.1. Esamos situacijos vertinimas.....	29
3.4.2. Techninių sąlygų identifikavimas.....	32
4. Ekonominio efektyvumo tyrimas	34
4.1. Alternatyvų vertinimas	34
4.1.1. Alternatyvų nustatymas	34
4.1.2. Vertinamų alternatyvų scenarijai.....	35
4.2. Alternatyvų finansinė analizė	36
4.2.1. Alternatyvų finansinės analizės prielaidos	37
4.2.2. Alternatyvų sąnaudų vertinimas	38
4.2.3. Alternatyvų pinigų srautų nustatymas	42
4.2.4. Finansinių rodiklių apskaičiavimas	42
4.2.5. Alternatyvų palyginimas	44
4.3. Rizikų analizė	45
4.3.1. Rizikos ir jų valdymo priemonės.....	46
4.3.2. Jautrumo analizė.....	48
4.4. Ekonominė analizė	50
4.4.1. Rinkos kainų perskaičiavimas į ekonomines.....	51
4.4.2. Išorinio poveikio vertinimas.....	51
4.4.3. Ekonominių pinigų srautai ir rodikliai	53
Išvados	54
Literatūros sąrašas	55
Priedai.....	58
1 priedas. Alternatyvų grynieji pinigų srautai.....	58
2 priedas. Reguliavimo pokyčių jautrumo analizės rezultatai	60
3 priedas. Kainos ir kiekio pokyčių jautrumo analizės rezultatai	62

4 priedas. Ekonominiai pinigų srautai.....	65
--	----

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Galios ir įtampos valdymui naudojamų įrenginių charakteristikos.....	28
3 lentelė. Alternatyvų scenarijų charakteristika.....	36
4 lentelė. Alternatyvų duomenys ir prielaidos	37
5 lentelė. 2019 m. reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos kaina.....	38
6 lentelė. KHAE agregato paleidimo sąnaudos	39
7 lentelė. KHAE agregato sąnaudų suvestinė	39
8 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ investicinės lėšos	40
9 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ sąnaudų scenarijai.....	40
10 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ pastoviosios sąnaudos	41
11 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ kintamosios sąnaudos	42
12 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ vidutinės sąnaudos (savikaina).....	42
13 lentelė. Alternatyvų FGDV rezultatai	43
14 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ FVGN rezultatai	43
15 lentelė. Alternatyvų FVGN rezultatai	44
16 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ AL rezultatai.....	44
17 lentelė. Alternatyvų finansinės analizės rezultatų palyginimas	44
18 lentelė. Rizikos ir pasekmės.....	46
19 lentelė. Rizikų valdymo priemonės	47
20 lentelė. Reguliavimo pokyčių jautrumo analizės rezultatai	48
21 lentelė. Finansinių sąnaudų perskaičiavimo rezultatai.....	51
23 lentelė. Ekonominių rodiklių suvestinė.....	53

Paveikslų sąrašas

1 pav. Investicijų analizavimo kryptys	14
2 pav. Projektų valdymo etapai	14
3 pav. Kaštų–naudos analizės etapai	16
4 pav. Ekonominės analizės etapai.....	19
5 pav. LEG teikiamos sisteminės paslaugos PSO	26
6 pav. KHAE agregato darbo SK režimu dinamika.....	30
7 pav. Turbogeneratorius nr. 6	30
8 pav. Turbogeneratoriaus aktyviosios ir reaktyviosios galių priklausomybių diagrama.....	31
9 pav. Sisteminių paslaugų teikimo principinė verslo schema	24
10 pav. Guolis su atrama ir veleno prailgintojas	32
11 pav. Nauji mechaniniai komponentai generatoriuje.....	32
12 pav. Grynosios dabartinės vertės ir paslaugos kiekio priklausomybė.....	49
13 pav. Grynosios dabartinės vertės ir paslaugos kainos priklausomybė	50

Santrumpų sąrašas

AL – atsipirkimo laikas

EGDV – ekonominė grynoji dabartinė vertė

EVGN – ekonominė vidinė gražos norma

FGDV – finansinė grynoji dabartinė vertė

FVGN – finansinė vidinė gražos norma

KHAE – Kruonio hidroakumuliacinė elektrinė

LEG – AB „Lietuvos energijos gamyba“

PSO – perdavimo sistemos operatorius (AB „Litgrid“)

RĮB – rizikos įvertinimo balas

SK – sinchroninis kompensatorius

TP – transformatorinė pastotė

VKEKK – Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija

Įvadas

Darbo aktualumas. Prieš kelis dešimtmečius pasaulyje prasidėjusios energetikos ūkio restruktūrizavimo reformos vyko bei tebevyksta ir elektros energetikos sektoriuje. Visai neseniai, remiantis Europos sąjungos direktyvoje nurodytais reikalavimais, Lietuvoje buvo atskirtos elektros energijos gamybos, perdavimo, skirstymo ir tiekimo veiklos. Su šiais pokyčiais atsirado sisteminės paslaugos, kurios būtinos elektros sistemos funkcionavimui ir gyvybingumui užtikrinti.

Restruktūrizavus elektros energetikos sistemą, už reaktyviosios galios planavimą ir valdymą tapo atsakingas perdavimo sistemos operatorius. Pagrindiniai tokių papildomų paslaugų teikėjai – elektros gamintojai, kurie veikia atskirai ir nepriklauso perdavimo sistemos operatoriui. Kad būtų užtikrintas pakankamas saugumo ir patikimumo lygis bei sudarytos sąlygos tinkamai ir efektyviai valdyti sistemos darbo režimus, perdavimo sistemos operatorius privalo tinkamai nustatyti trumpalaikius bei ilgalaikius tikslus ir numatyti jų įgyvendinimo priemones.

Reaktyviosios galios planavimo uždavinio trumpalaikis tikslas yra reaktyviosios galios valdymas realiame laike. Reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslauga turi tenkinti kasdienę sistemos ir vartotojų reaktyviosios galios paklausą, užtikrinti sistemos operatoriaus nustatytą įtampos lygį sistemoje, reaguoti į reaktyviosios galios apkrovos pokyčius normaliais režimais bei sisteminių avarių metu ir neleisti sumažinti energetinio saugumo lygio. Vienas iš techninių būdų reaktyviosios galios valdymui – sinchroninis kompensatorius. Šis įrenginys užtikrina greitą ir tolygų įtampos valdymą. Reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos svarbą bei jos teikimui naudojamų įrenginių savybes aprašė skirtingų šalių autoriai – A. Deecke, R. Kawecki, M.T.L. (2015), Gayatri, A.M. Parimi, A.V. Pavan Kumar (2018), X.R. Li, C.W. Yu, W.H. Chen (2012), A. Kargarian, M. Raoofat, M. Mohammadi (2011), W. Hofmann, J. Shlabach, W. Just (2012), S.I. Rychkov (2013) ir kt.

Siekiant veiklos efektyvumo, AB „Lietuvos energijos gamyba“ 2016–2020 metų veiklos strategijoje numatė ir 2017 m. pradėjo neefektyvių rezervinės elektrinės 5–6 energetinių blokų demontavimą, o ilgalaikėje perspektyvoje vertinant galimus darbo režimus, planuojama, kad rezervinėje elektrinėje gali nebūti vykdoma elektros energijos gamyba.

Lietuvos elektros energetikos sistemos reaktyviosios galios ir įtampų valdymas atliekamas siekiant užtikrinti nustatytus įtampos kokybės reikalavimus ir mažinti aktyviosios galios nuostolius. Šiuo metu įtampos kokybę apriboja reaktyviosios galios vartojimas 330/110/10 kV rezervinėje elektrinėje, kuomet yra vykdoma aktyvinės galios gamyba. Perdavimo tinklo įtampų reguliavimui, nevykdant aktyvinės galios generacijos būtų galima panaudoti esamą, išvestą iš eksploatacijos rezervinės elektrinės infrastruktūrą, gaunant papildomas pajamas už teikiamas sisteminės reaktyviosios galios valdymo paslaugas. Šiam tikslui įgyvendinti turi būti išnagrinėti tiek techniniai, tiek ekonominiai aspektai.

Šiuolaikinės pasaulinės ekonomikos sąlygomis, siekiant išsilaikyti rinkoje, įmonėms svarbu plėtoti savo verslą, nuolatos ieškoti būdų kaip efektyvinti veiklą ir mažinti veiklos sąnaudas, taip didinant pelną. Investicijos yra vienas iš svarbiausių veiksnių, turinčių įtakos įmonių finansinei būklei, veiklos plėtrai, tęstinumui ir konkurencingumo užtikrinimui. Investicijos tikslingumui ir pagrįstumui įmonės dažnai rengia investicijų projektus, kad visapusiškai įsitikintų projekto teikiama nauda jį įgyvendinus. Kitose šalyse investicinių projektų teorinius ir praktinius aspektus analizavo K. M. Boyer–Wright, K. E Papke–Shields (2016), E. V. Tarasova, T. YU. Nikolenko, G.L. Gorbunov, L.V. Semina (2018) ir

kiti, taip pat šią sritį detalai nagrinėja Projektų valdymo institutas (angl. *Project Management Institute*). Lietuvoje šią sritį analizavo J. Mackevičius (2019), V. Stankevičius, B. Neverauskas, A. Venckus (2012), L. Gasparėnienė, J. Kartašova (2015) ir kiti. Gerai parengtas investicinis projektas, kuriame atlikta techninė – ekonominė analizė, įvertintos visos galimos alternatyvos, teisingai paskaičiuoti laukiami pinigų srautai, išsamiai įvertinti galimi rizikos veiksniai, užtikrina pastovų įmonės vertės augimą. Dažniausiai įmonės atsargiai vertina investicinių projektų įgyvendinimo galimybes, juo labiau, jei tie projektai yra inovatyvūs. Siekiant nustatyti ar investicinis projektas teiks naudą gali būti naudojamas kaštų–naudos analizės metodas. Kaštų–naudos analizės pagrindinius principus analizavo Ren Ling- Ling-zhi, Zhao xin-gang, Yu Xin-xuan, Zhang Yu-zhuo (2018), L. Gasparėnienė, J. Kartašova (2015) ir kt. Kaštų–naudos analizės taikymo principus taip pat detalai aprašo Europos komisijos paruošti leidiniai bei jais remiantis parengtos VŠĮ Centrinės projektų valdymo agentūros investicinių projektų vertinimo metodikos.

Darbo tikslas: ištirti demontuojamų energetinių blokų ir jų įrenginių panaudojimo galimybes reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikimui, atlikti įrenginio ekonominio efektyvumo tyrimą.

Darbo uždaviniai:

1. Išsiaiškinti pagrindinius investicinių projektų valdymo ir vertinimo principus bei kitų šalių patirtį įgyvendinant neefektyvių šiluminių energetinių blokų įrenginių pritaikymo sisteminių paslaugų teikimui projektus;
2. Pateikti reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos svarbą elektros energetikos sistemai ir atlikti rezervinėje elektrinėje demontuojamų energetinių blokų įrenginių pritaikymo dirbti sinchroninio kompensatoriaus režimu galimybių tyrimą;
3. Atlikti sinchroninio kompensatoriaus ekonominio efektyvumo tyrimą.

Tyrimo objektas: AB „Lietuvos energijos gamyba“ valdomos rezervinės elektrinės demontuojamų energetinių blokų įrenginiai (turbogeneratoriai nr. 5 ir 6).

1. Investicinių projektų valdymas ir vertinimas

Kiekvieno investicinio projekto įgyvendinimas siejamas su finansiniais rezultatais, tad turi būti parinktas toks projektas, kuris užtikrintų akcininkams didžiausią naudą. Finansiniai padariniai ir yra tas kriterijus, pagal kurį priimami ar atmetami investiciniai projektai. Plačiai taikomas investicinių projektų vertinimo metodas yra kaštų–naudos analizė. Pirmiausiai svarbu atskleisti investicijų ir projektų teorinius aspektus.

1.1. Investicinių projektų teoriniai aspektai

Investicijos apibrėžiamos panašiai ir Lietuvos Respublikos teisės aktuose, ir įvairiuose kituose šaltiniuose, – tai pinigai ar turtas, kuris investuojamas siekiant iš investavimo objekto gauti pelno, užtikrinti valstybės funkcijų įgyvendinimą arba gauti socialinį rezultatą. [1] Svarbu pažymėti, kad investicijų tikslas yra ne tik gauti ekonominę naudą, tačiau ir pasiekti tam tikrą neekonominį efektą. Investicijos turi labai didelę reikšmę visuomenės gerovei užtikrinti bei kiekvienos šalies ekonomikos plėtrai. Mikrolygmeniu jų reikšmė ne mažiau svarbi. Investicijos yra vienas stipriausių veiksnių, turinčių įtakos įmonių veiklos tęstinumui, finansinei būklei, veiklos plėtrai bei konkurencingumui.

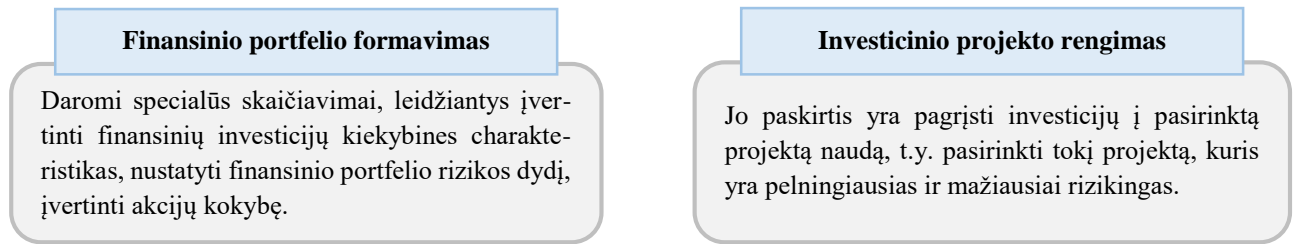
Investicijos daromos į įvairias socialines ir verslo sritis, kurios tarpusavyje skiriasi pagal turinį, tikslus ir apimtį. Investicijos yra klasifikuojamos pagal įvairius požymius, siekiant palengvinti jų planavimą, kontrolę, analizę ir vertinimą. Įmonių veikloje ilgalaikės investicijos dažniausiai skirstomos pagal investavimo objekto požymį:

1. Finansinės investicijos;
2. Materialiosios investicijos;
3. Nematerialiosios investicijos.

Įmonių veiklos praktikoje investicijos gali būti klasifikuojamos ir pagal kitus požymius: pagal investuojamų lėšų priklausomybę, dalyvavimą investavimo procese, investavimo laikotarpį, teritorinį požymį, rizikingumo lygį, organizacines formas. [1]

Laikas ir rizika yra du pagrindiniai veiksniai, turintys didžiausią įtaką visų rūšių investicijoms. Laiko veiksnys susijęs su tuo, kad investavimo metu ko nors atsisakoma, investuojant tikimasi naudoti ateityje ir investicijoms išleistų pinigų vertė neturėtų būti didesnė už ateities pinigų vertę. Su pinigų laiko verte labai susijęs ir investicijų naudingumas, t.y. pinigų vertės kitimu per tam tikrą laiką. Pinigų vertė priklauso nuo to, kada juos gauname: vertė bus didesnė, tada, kai pinigus gausime greičiau. [1]

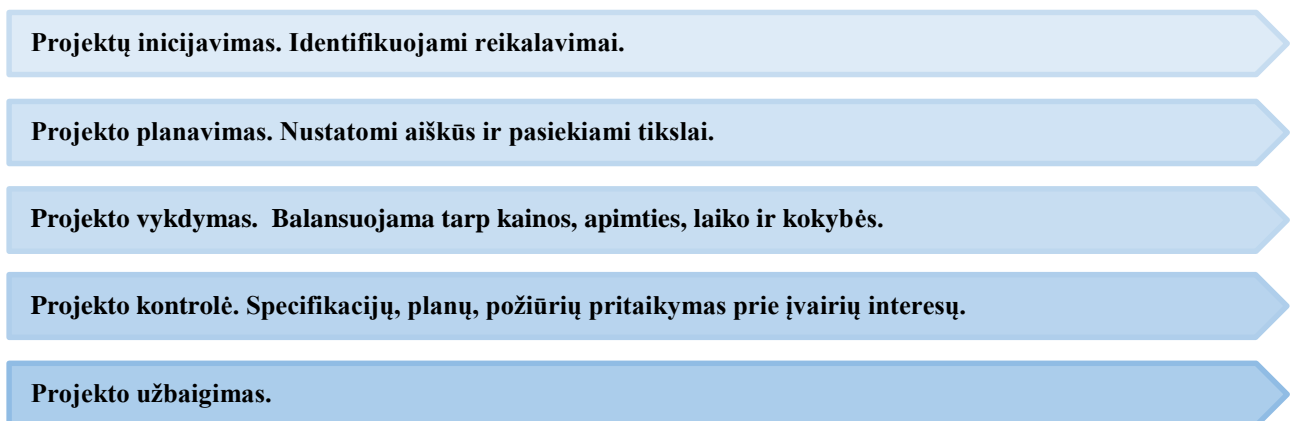
Vertinant investicijas taip pat labai svarbus rizikos veiksnys, nes investuojant visada rizikuojama. Būtina suprasti ir įvertinti pinigų vertės, siejamos su tam tikru laiko momentu, pasikeitimo bei pelno dydžio ir jo gavimo tikimybės sąveiką. Jog rizika yra viena iš svarbiausių investicijų charakteristikų, pabrėžia visi autoriai nagrinėję, vienokį ar kitokį investicijų aspektą. Praktika patvirtino, kad rizika yra susijusi su visomis be išimties investicijų rūšimis, o investicijų rizikos lygis priklauso nuo numatomos naudos dydžio. Kuo didesnė numatoma nauda, tuo didesnė rizika bei, atvirkščiai. [1] Įmonėje investicijos paprastai analizuojamos dviem kryptimis (1 paveikslas).



1 pav. Investicijų analizavimo kryptys

Projektą Lietuvos mokslininkai apibūdina kaip vienkartinį ir unikalų darbą, kuris turi aiškų tikslą, aplinką, kurioje kuriamas ar realizuojamas projektas bei organizacinę struktūrą. Projekto tikslas išreikštas kokybės, trukmės, kaštų bei projekto srities reikalavimais, o organizacinė struktūra yra laikina, kuri likviduojama projektui pasibaigus. [2] Kitaip tariant, projektas yra vienkartinės, kompleksinės, koordinuojamos pastangos, kurios yra apribotos biudžeto, išteklių, laiko ir kryptingų atlikimo specifikacijų bei skirtos patenkinti vartotojo poreikius. [3]

Projektų valdymo standarte (angl. *Project Management Body of Knowledge, PMBOK*) [4] pabrėžiama, kad projektas yra laikina veikla, kuri siekia sukurti unikalų produktą, paslaugą ar rezultatą konkrečiam užsakovui, naudojantis ribotais išteklių. Projektų valdymas – sudėtingas procesas, kuris apima gabumų, žinių, metodų ir technikų taikymą veikloms siekiant numatytų rezultatų. Projekto procesai skirstomi į grupes (2 paveikslas). [3]



2 pav. Projektų valdymo etapai

Multifunkcinėms organizacijoms, gamybos ar kitoms panašaus tipo įmonėms, dažniausiai reikalingi skirtingų tipų investiciniai projektai. Projektai, kurie kuria didžiausią vertę per mažiausią laiką, o jiems įgyvendinti reikalingi mažiausi investiciniai kaštai arba yra sukuriamas inovatyvus produktas – yra labiausiai patrauklūs. Projektai, kurie turi atitikti tam tikrus pačios organizacijos nustatytus ekonominius, gamybos ar socialinius kriterijus, nors ir būdami taip pat inicijuoti yra mažiau reikšmingi. [5] Nuo teisingo investicinių projektų planavimo priklauso sėkminga tokių multifunkcinių įmonių veikla, todėl labai svarbu pirmiausiai pasirinkti projektus pagal įmonės strateginius tikslus.

Verslo organizacijos dažnai susiduria su problema, kai reikia nuspręsti ar dabartinių turimų išteklių panaudojimas yra vertas sukurtos naudos ateityje. Priimti sprendimą yra lengviau jeigu investicijos bei naudos gali būti aiškiai pamatuojamos pinigine verte, o patyrus investicinius kaštus, nauda bus

jaučiama pakankamai greitai, nei kuomet tikimaši naudos per daugelį metų ir naudos dydis yra tiksliai neapibrėžtas. [6]

Efektivumo kriterijus yra dažniausiai naudojamas projektams vertinti, tačiau vertinami ir būsimi pinigų srautai. Projekto pelnas, t.y., aritmetinis uždirbtų pajamų ir patirtų sąnaudų skirtumas ir apibūdina projekto veiklos efektyvumą. Pinigų srautų rodikliai turi lemiamą reikšmę darant sprendimus dėl ilgalaikių investicijų, nes būtent jie realiau negu projekto pelnas apibūdina ekonominę projekto vertę. Kadangi perkant ilgalaikį turtą mokami pinigai, todėl ir pinigų rodikliais turi būti įvertinama nauda iš to projekto.

Investicinio projekto riziką taip pat labai svarbu įvertinti, nes tokio projekto įgyvendinimo galimybės dažnai siejamos su tam tikrais trukdžiais ir nesklandumais. Rizikos nustatymo procedūras numato dauguma investicinių sprendimų priėmimo metodikų. Šios procedūros gali būti labai įvairios – nuo tikimybinės analizės iki intuityvaus vertinimo.

Projekto pasirinkimo sprendimas įprastai priimamas naudojant tam tikrus investicinių projektų įvertinimo metodus. Šių metodų tikslas yra palyginti tikėtiną naudą su reikalingomis investicijomis. Metodai, kurie naudojami investicijų efektyvumui įvertinti, paprastai klasifikuojami į dvi grupes: statiniai (paprastieji) ir dinaminiai (diskontiniai) metodai. Statiniai metodai yra nesudėtingi ir jiems nereikia detalios informacijos, tad dažniausiai jie naudojami paprastiems trumpesnio įgyvendinimo laikotarpio investiciniams projektams.

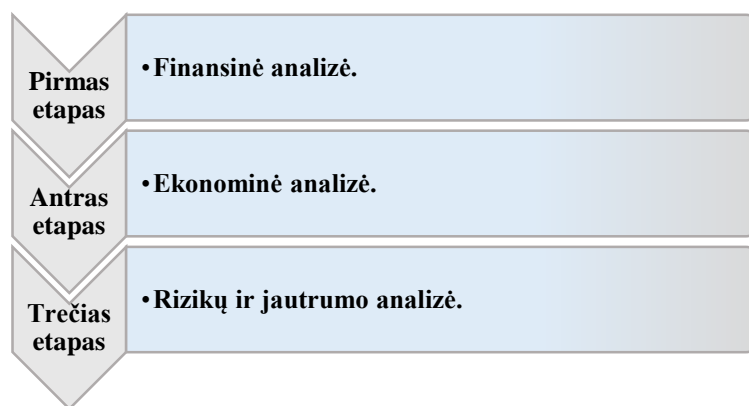
Taikant dinامينius metodus naudojami sudėtingesni finansiniai ir matematiniai skaičiavimai, jiems reikia surinkti papildomą informaciją, taip pat jie yra pagrįsti pinigų laiko vertės koncepcija. Gauti rezultatai yra patikimesni ir naudingesni priimant sprendimus, susijusius su stambesniais investiciniais projektais ir programomis. Dinaminiai metodai yra pažangesni negu statiniai, nes jie atspindi kapitalo rinkos taisykles ir leidžia įvertinti prarastą naudą, renkantis konkrečius išteklių naudojimo būdus. [1] Šių metodų populiarumas ir praktinio taikymo dažnumas iš dalies patvirtina, kad įmonėms tikslinga pirmenybę teikti grynosios dabartinės vertės ir vidinės pelno normos metodams arba jų modifikuotoms išraiškoms, nes būtent jie atitinka daugumos investicinių projektų metodologinius principus.

Investicinių projektų vertinimui dažniausiai taikomaas kaštų–naudos analizės metodas, kuris apima visus pagrindinius dinامينius investicinių projektų finansinio efektyvumo nustatymo metodus. Europos Sąjungos reglamentai įpareigoja, kad visi viešieji projektai, kurie pretenduoja gauti finansavimą iš ES struktūrinių fondų ar Sanglaudos fondo, būtų įvertinti kaštų–naudos analizės metodu. Šis analizės metodas dar labiau tinkamas verslo projektams, nes tokiuose projektuose socialinės naudos dažniausiai matuoti nereikia, ką sunku išreikšti pinigine išraiška viešuosiuose projektuose.

Kaštų–naudos analizė yra pasaulinėje praktikoje plačiai taikomas ir visiškai patikimas investicinių projektų vertinimo metodas. Kadangi ši metodika yra universali, ji plačiai naudojama tiek valstybės lėšomis finansuojamiems investiciniams projektams, tiek verslo projektams vertinti. Šis metodas smulkiai išnagrinėtas Lietuvos mokslininkų ir užsienio literatūros šaltiniuose, Europos Sąjungos bei Lietuvos metodiniuose dokumentuose, kurie skirti viešųjų projektų rengėjams, vertintojams bei vykdytojams.

1.2. Kaštų-naudos analizė

Investicijų efektyvumo vertinimo metodas, kaštų-naudos analizė, kurios esmė – pageidaujama projektui įgyvendinti reikalingų sąnaudų palyginimas su investicijų sukuriama ekonomine, o gana dažnai ir socialine nauda. [7] Vienas iš šio investicijų efektyvumo vertinimo metodo uždavinių yra įvertinti ir projekto įgyvendinimo rizikas. Kaštų-naudos analizė susideda iš trijų pagrindinių etapų pateiktų 3 paveiksle.



3 pav. Kaštų-naudos analizės etapai

Finansinių duomenų vertinimą apima finansinė analizė, kai dažniausiai pasitelkiamas diskontuotų pinigų srautų modelis, kuris leidžia įvertinti nagrinėjimo objekto pajamas ir išlaidas ilguoju periodu. Finansinės analizės skaičiavimus pratęsia ekonominė analizė, papildydama juos nefinansine nauda ar išlaidomis. Norint sujungti finansinius ir ekonominius rezultatus, jie turi būti išreikšti pinigine išraiška. Finansinė ir ekonominė analizė laikomos svarbiausiomis ir pagrindinėmis kaštų-naudos analizės dalimis. Visgi, galimas investicinio projekto alternatyvas būtina įvertinti prieš atliekant šias analizes. Rizikos ir jautrumo analizė apima esminių veiksnių, analizę, galinčių turėti didelę įtaką projekto ar priemonės rezultatams. Veiksniai, kurių nežymus pasikeitimas gali turėti didelę įtaką galutiniam rezultatui, išskiriami jautrumo analizės metu. Tokius veiksnius identifikavus, rizikos analizės metu vertinama jų pasireiškimo tikimybė.

Pagrindiniai kaštų-naudos analizės metodo principai:

1. Turi būti lyginamos mažiausiai dvi alternatyvos: „be projekto“ ir „su projektu“.
2. „Be projekto“ alternatyva yra projekto vertinimo atskaitos taškas.
3. Finansiniai ir ekonominiai rodikliai parodo skirtumą tarp alternatyvos „be projekto“ ir vertinamo investicinio projekto.
4. Pagrindinis kaštų-naudos analizės naudos rodiklis yra ekonominė nauda, tad pasirenkamas didžiausią ekonominę naudą duodantis projekto įgyvendinimo variantas. [3]

1.2.1. Finansinė analizė

Finansinės analizės pagrindinis tikslas yra įvertinti projekto finansinę vidinę gražos normą investicijoms ir nuosavam kapitalui bei nustatyti atitinkamą projekto finansinę grynąją dabartinę vertę. Ši analizė sudaryta iš tam tikrų etapų, kuriuose apskaičiuojami investicijų finansiniai srautai, veiklos pajamos ir išlaidos, investicijų šaltiniai bei atliekama pinigų srautų analizė. Finansinė analizė baigiama tada, kai įvertinamos investicijų gražos ir projekto vidinės gražos nuosavam kapitalui. [8]

Atliekant finansinę analizę yra naudojamas pinigų srautų metodas. Šio metodo principu, apskaičiuojant finansinius rodiklius, projekto išlaidos laikomos kaip neigiami pinigų srautai, o projekto įplaukos – kaip teigiami pinigų srautai.

Kai siekiama nustatyti projekto investicijas atskaitiniam laikorpiui, reiktų atsižvelgti į projekto metu sukuriama ilgalaikio turto naudojimo laiką, kurio metu galima efektyviai naudotis infrastruktūra. Pirmasis projekto investicijų išlaidų patyrimo momentas laikomas projekto ataskaitinio laikotarpio pradžia. Visi investicinio projekto finansiniai rodikliai turi būti skaičiuojami diskontuojant grynuosius pinigų srautus su ta pačia diskonto norma [7].

Vertinant projekto veiklos pajamas ir sąnaudas turi būti analizuojami sukurtos paslaugos vartotojų skaičius, poreikio naudotis paslauga dažnumas, paslaugos teikimo kaina ir ją lemiantys veiksniai. Labai svarbi ir numatoma paslaugos teikimo trukmė, per nagrinėjamą laikotarpį planuojami paslaugos teikimo pokyčiai bei kiti objektyvūs veiksniai, kurie gali turėti įtakos paslaugos teikimo apimčiai. [3]

Visos projekto veiklų įgyvendinimo išlaidas, kurias numatoma patirti, siekiant užsibrėžtų projekto rezultatų vadinamos projektų investavimo išlaidomis. Labai svarbu kiek įmanoma tiksliau įvertinti investicijų dydį ir suplanuoti jų patyrimo eigą. Investicijų išlaidų dydį dažnai lemia skirtingi veiksniai, kurių poveikis ne visuomet pasireiškia tam tikram projektui. Jie didina investicijų dydį, todėl jų įtaka visada yra neigiama. [3]

Viso ataskaitinio laikotarpio grynujų pinigų srautai diskontuojami apskaičiuojant finansinius rodiklius. Diskontavimas, tai dabartinės būsimųjų pinigų srautų vertės apskaičiavimo būdas. [7] Naudojant diskonto veiksnį nustatoma laiko įtaką pinigų srautų vertei, kuris apskaičiuojamas pagal (1) formulę.

$$\text{Diskonto veiksnys} = \frac{1}{(1+i)^t}; \quad (1)$$

čia i – diskonto norma;

t – metai.

Investicijų ir kapitalo finansinė grynoji dabartinė vertė ir vidinė grąžos norma yra pagrindiniai finansinės analizės rezultatų rodikliai. Jas rekomenduojama skaičiuoti ir vertinti kartu, o pagrindinės išvados daromos lyginant nustatytą vidinės grąžos normą su reikalaujama. [7]

Finansinė grynoji dabartinė vertė skaičiuojama pagal (2) formulę. Ji parodo projekto naudą, kuri išreikšta dabartine pinigų verte. [7] Šis rodiklis apskaičiuojamas sudėjus diskontuotą grynąjį pinigų srautą per projekto ataskaitinį laikotarpį.

$$FGDV = \frac{PS_0}{(1+i)^0} + \frac{PS_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{PS_t}{(1+i)^t}; \quad (2)$$

čia $PS_{0,1,\dots,t}$ – atitinkamų metų grynujų pinigų srautas;

i – diskonto norma;

t – atitinkami metai.

Investicijos atsiperks ir projekto finansinė nauda padengs investuotų lėšų sumą, jei projekto grynoji dabartinė vertė didesnė nei 0. Įgyvendinti projektą verta, nes jis atsiperka esant diskonto normai i . Jei

apskaičiuavus projekto grynoji dabartinė vertė gaunama mažesnė nei 0 – projektą reikia atmesti, nes įmonė patirs nuostolių investuodama į jį. Projektas nebus nei pelningas, nei nuostolingas jei grynoji dabartinė vertė lygi 0. [7] Jei visų nagrinėjamų investicinių projektų įgyvendinimo alternatyvų FGDV yra neigiama, priimtinausia alternatyva yra ta, kurios neigiamas rezultatas yra arčiau nulio.

Finansinę vidinę grąžos normą galima tapatinti su diskonto norma. Jai esant investicijų vertė susilygina su grynujų pinigų srautų verte, tai yra parodo tą diskonto normą, su kuria grynoji dabartinė investicijų vertė pasidaro lygi nuliui [3]. Labai žemas ar net neigiamas apskaičiuotas FVGN rezultatas nebūtinai reiškia, jog projektas neefektyvus. Finansinė vidinė grąžos norma apskaičiuojama pagal (3) formulę.

$$FGDV = \frac{PS_0}{(1+FVGN)^0} + \frac{PS_1}{(1+FVGN)^1} + \dots + \frac{PS_t}{(1+FVGN)^t}; \quad (3)$$

čia $PS_{0,1,\dots,t}$ – atitinkamų metų grynujų pinigų srautas;
 t – atitinkami metai.

Investicijų atsipirkimo laikas yra vienas paprasčiausių investicijų projektų vertinimo rodiklių, kuris parodo, per kiek laiko grįžta investuoti pinigai. Projektas atsiperka tada, kai iš projekto gautos įplaukos padengia projekto investicijas, t. y. suminis pinigų srautas yra lygus nuliui. Projektas tuo efektyvesnis, kuo jis greičiau atsiperka [9]. Investicijų atsipirkimo laikas apskaičiuojamas pagal (4) formulę.

$$AL = M + \frac{S}{CF_k}; \quad (4)$$

čia AL – atsipirkimo laikas metais;
 M – metų skaičius prieš visišką investicijų padengimą;
 S – nepadengtų investicijų suma atsipirkimo metų pradžioje;
 CF_k – visiško padengimo metų grynojo pinigų srauto suma.

Kaip visuma šie finansiniai rodikliai, parodo apibendrintą investicijų naudą, tačiau atskirai kiekvienas jų gali tiesiogiai ir netiesiogiai parodyti kuriamą naudą iš vieno tam tikro aspekto. Grynojo pelno marža parodo metinį veiklos pelningumą, grynoji dabartinė vertė naudojama įvertinti ekonominį pagrįstumą, atsipirkimo laikotarpis parodo investavimo riziką, vidinė grąžos norma – projekto pelningumą. [10] Vis gi atlikus finansinę analizę, išvados dažniausiai daromos vertinant rodiklių visumą

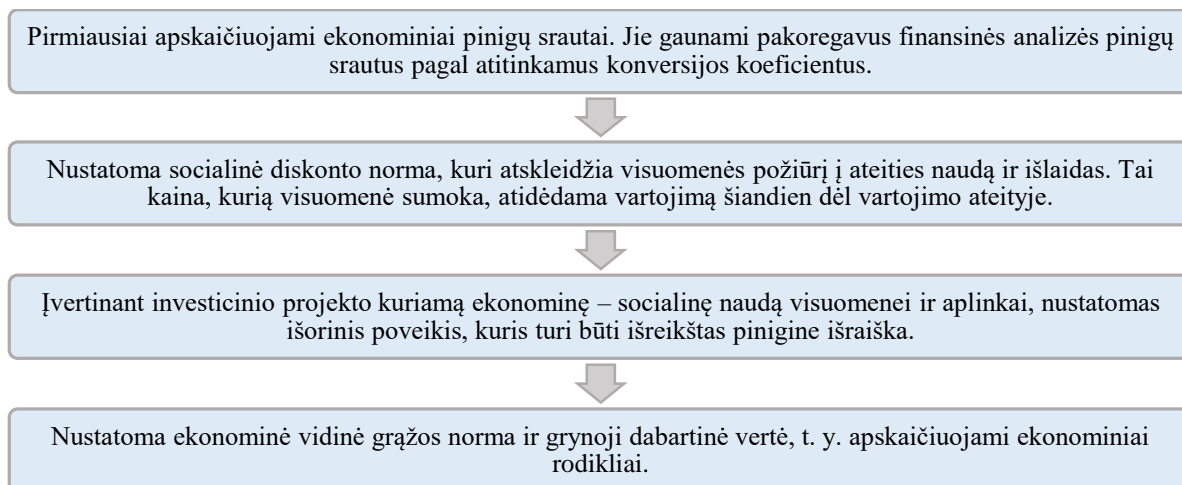
Tinkamai atliktas investicijų suplanavimas leidžia apsisaugoti nuo finansinių nuostolių projekto vykdymo metu bei leidžia investuotojui įvertinti būsimus projekto pinigų srautus, nustatyti kaštų ir naudos santykį ir priimti tinkamiausią sprendimą. Todėl finansinė analizė yra labai svarbus investicinio projekto vertinimo etapas.

1.2.2. Ekonominė analizė

Finansinės analizės metu nagrinėjami pinigų srautų pokyčiai projekto vykdytojo įmonėje, o ekonominis analizė ir jos vertinimas parodo projekto įtaką regionui ar šaliai. Jeigu aiškiai matoma, kad nėra nei vienos pranašesnės alternatyvos po jų palyginimo pagal finansinius rodiklius, tuomet turėtų būti atliekamas visų alternatyvų socialinio ir ekonominio poveikio vertinimas. Kai finansinės

analizės metu yra nustatoma tik viena verta įgyvendinimo alternatyva, tai atliekamas tik jos vienos ekonominis ir socialinis vertinimas. [7]

Finansinėje analizėje įvertinti pinigų srautai neatspindi tikrosios pinigų vertės, nes ją paprastai dar veikia netobula konkurencinė, mokestinė aplinka ir kiti veiksniai. Todėl ekonominėje analizėje naudojami ekonominiai pinigų srautai, o ne finansiniai. Ekonominė analizė atliekama etapais, t.y. tam tikru eiliškumu (4 paveikslas).



4 pav. Ekonominės analizės etapai

Kadangi ekonominę – socialinę projektų naudą sunku išreikšti pinigine verte, dažnai yra sudėtinga ją tiksliai apskaičiuoti. [8]

1.2.3. Rizikos jautrumo analizė

Projekto planavimas atliekamas remiantis pagrindinių projektus apibūdinančių parametru prognozėmis, todėl gali atsirasti prognozavimo netikslumų. Tokių netikslumų priežastis yra istorinių duomenų trūkumas ir nesuplanuoti bei objektyviai nenustatyti veiksniai. Rizikos jautrumo analizė atliekama apskaičiavus projekto kaštų naudą, kurios metu nustatoma kaip tam tikrų veiksnių pokyčiai lemia projekto pokyčius.

Rizika vadinama tikimybe, kad tam tikri įvykiai neigiamai paveiks investicijų projekto įgyvendinimą. Rizika dar gali būti apibrėžiama kaip bet kuris veiksnys, poveikis ar įvykis, kuris turi neigiamos įtakos sėkmingam projekto įgyvendinimui nustatytu laiku, patiriant iš anksto apibrėžtą išlaidų sumą ir užtikrinant reikalingą kokybę. [4] Žinant riziką sukeliančius veiksnius ir pakankamai tiksliai numatant jų įtaką rezultatams, galima valdyti ir sumažinti neigiamą poveikį, tačiau ššvengti visų rizikų labai sudėtinga.

Rizikos veiksniai darantys įtaką projektui turi būti išanalizuoti, taip pat parengtas jų valdymo planas, kuriame būtų numatyti ištekliai jiems valdyti. Priklausomai nuo projekto tipo, kiekviena rizika dažniausiai pasireiškia nevienodai skirtinguose projektuose. Atliekant rizikų analizę reikia atsižvelgti į planuojamo projekto pobūdį ir nustatyti rizikas konkrečiai tam projektui, tiksliai įvertinti jų galimą poveikį. Reikia įvertinti ir tokią tikimybę, kad nustatyta rizika pasireikš projekto vykdymo metu.

Tiksliai įvertintos rizikos yra ypač svarbi kaštų–naudos analizės dalis. Ji padeda geriau suprasti, jei kai kurie pagrindiniai projekto kintamieji taptų kitokiais nei planuojama, kaip tuo metu keistųsi

projekto eiga ir rezultatai. Rizikos analizė leidžia priimti geriausią sprendimą pasirenkant alternatyvą, atsižvelgiant į galimus planuojamo projekto nepageidaujamus nuokrypius bei praradimus, todėl išsami rizikos analizė yra patikimo rizikos valdymo strategijos pagrindas.

Atliekama jautrumo analizė leidžia identifikuoti pagrindinius kritinius veiksnius veikiančius projekto rezultatus. Šia analize nustatoma, kaip projekto ekonominių ir finansinių rezultatų kintamumą veikia projekto prielaidų pasikeitimai ir tam tikri rizikos veiksniai. Ši analizė padeda išskirti kritinius kintamuosius, turinčius didžiausią įtaką projekto rezultatams. [7]

Jautrumo analizės metu galima nustatyti tam tikrų sąnaudų elementų nuokrypių poveikį analizuojamo investicijų projekto rezultatams. Jeigu net nežymūs nagrinėjamų sąnaudų pokyčiai gali stipriai paveikti projekto rezultatus, yra laikoma, kad investicija yra rizikinga. Investicijų projekto jautrumo analizė atliekama stebint, kaip kinta analizuojamo investicijų projekto grynoji dabartinė vertė ir vidinė gražos norma kai keičiamas vienas iš kritinių veiksnių. Pagrindinių rizikos kintamųjų nustatymo visoms rizikoms įtakos turintys veiksniai skirstomi į statybų, tinkamumo, makroekonominių, paklausos, projektų tęstinumo rizikų grupės. [7]

Atskiri specifiniai kintamieji gali būti to paties tiesioginio kintamojo sudedamoji dalis. Tai gali sąlygoti jautrumo analizės rezultatų iškraipymą. Dėl šios priežasties, reikėtų eliminuoti tarpusavyje susijusius rizikos kintamuosius ir naudoti tuos, kurie yra nepriklausomi tarpusavyje.

Kaip kiekvieno atskiro kintamojo pasikeitimas įtakoja projekto rezultatus galima spręsti iš elastingumo analizės., kritiniais laikomi kintamieji, kurių Jei, įvertinus elastingumo analizės rezultatus, kintamųjų reikšmei padidėjus ar sumažėjus 1 proc., bent vieno finansinio ar ekonominio rodiklio reikšmė pakinta daugiau nei 1 proc., tokie kintamieji laikomi kritiniais. [7]

2. Uždromų elektrinių įrenginių panaudojimas kitose šalyse

Nuolatiniai pokyčiai elektros energetikos sektoriuje visame pasaulyje skatina valstybes tausoti aplinką atsisakant neefektyvių, iškastinį kurą naudojančių elektrinių, didinant atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimą. Šie pokyčiai priverčia ieškoti būdų uždromų elektrinių infrastruktūrą panaudoti kitoms paslaugoms teikti. Šioje darbo dalyje yra apžvelgiama ir nagrinėjama galimybė neefektyvius elektrinių energetinius blokus, juos modernizavus, panaudoti sisteminių paslaugų teikimui.

2.1. JAV, Kalifornija

Uždarius San Onofre branduolinę elektrinę JAV, Kalifornijoje, buvo susidurta su kritiniu įtampos palaikymo trūkumu, todėl Kalifornijos valstijos nepriklausomos sistemos operatorius (angl. *California Independent System Operator*) paragino energijos tiekimo paslaugas teikiančią kompaniją „AES“ rekonstruoti du neefektyvius „Huntington Beach“ elektrinės įrenginius į sinchroninius kompensatorius.

Vasaros sezonas Pietų Kalifornijoje, kuomet oro temperatūra pasiekia aukštumas, yra pikinis todėl tuo metu, siekiant išlaikyti stabilumą, papildoma įtampa tinkle yra būtina. Uždarius 2200 MW branduolinę elektrinę, atsirado didžiulis generacijos trūkumas tinkle. Buvo įvertinta, kad gretimų elektrinių generacija būtų nepakankama patenkinti elektros energijos poreikiui, o importuojamas toks energijos kiekis sudarytų per dideles apkrovas regiono tinklui. Užpildyti energijos trūkumui, buvo vėl paleisti jau prieš kurį laiką sustabdyti 3 ir 4 „Huntington Beach“ elektrinės energetiniai blokai, tačiau dėl tam tikrų susitarimų ir įrangos nusidėvėjimo, negalėjo veikti neribotą laiką. [11]

Kuomet buvo aišku, kad vietoje branduolinės elektrinės generacijos, būtina rasti alternatyvas įtampos valdymui, „Huntington Beach“ rekonstrukcijos projekto komanda turėjo įvertinti esamą situaciją ir iš daugybės galimų pasiūlymų rasti geriausią sprendimą, kuris tenkintų visas suinteresuotas šalis, bei būtų ekonomiškai ir techniškai optimaliausias bei greičiausiai įgyvendinamas, nes laikas buvo labai ribotas.

Iš daugelio galimų įtampos valdymo techninių priemonių buvo nuspręsti analizuoti dvi alternatyvas – statinis kintamas kompensatorius ir sinchroninis kompensatorius. Nors statinis kintamas kompensatorius yra populiarus metodas reaktyviosios galios kompensavimui ir tinklo balansavimui, jis turi ribotus absorbcijos lygius. [11]

Sinchroniniai kompensatoriai tai kitas būdas kompensuoti reaktyviąją galią, tačiau priešingai nei statiniai kintami kompensatoriai, jie yra vienakomponentiniai sukamieji įrenginiai, kurių dizainas leidžia veikti greičiau, patikimiau ir sklandžiau paleidimo bei stabdymo metu ir neigiamai neveikia sistemos apkrovos. Šie įrenginiai taip pat turi didesnius pajėgumus, kurie leidžia greitai susitvarkyti su trikties srovėmis (angl. *fault currents*).

Norėdami rekonstruoti „Huntington Beach“ elektrinės generatorius į sinchroninius kompensatorius, projekto komanda susidūrė su šiais iššūkiais [11]:

- **Skirtingi esamos įrangos gamintojai.** Elektrinėje esantys įrenginiai (taip pat ir reikalingi generatoriai) yra dviejų gamintojų, todėl siekiant, kad abu generatoriai veiktų vienodai gerai, įprastai rekonstrukcijos metu reikėtų įrengti visus naujus komponentus, tačiau tai neigiamai įtakotų projekto biudžetą ir terminą;

- **Dydis.** Nors rekonstruojami generatoriai nėra per dideli palyginti su elektrinės galia, tačiau jų fizinis dydis pakankamai didelis. Rekonstrukcijos metu tai reikalautų didžiulių elektronės dalies pokyčių padedančių kontroliuoti įrenginio greitį, atlikti sistemos reguliavimo ir analizės darbus.
- **Amžius.** Esamos turbinos yra beveik 50 metų senumo, todėl seni komponentai galėtų būti keičiami naujais arba reikalinga atlikti kapitalinį remontą. Dauguma modernių generatorių yra sukurti dirbti kaip varikliai ir įsukti jį iki reikalingo greičio, tačiau esami generatoriai elektrinėje tokio funkcionalumo neturėjo.

Bendradarbiaujant su kompanija „Siemens Energy“ ir atlikus išsamų, beveik mėnesį užtrukusį, įrangos vertinimą, paaiškėjo, kad vis gi galima be naujų komponentų įsigyjimo ir didžiulių pakeitimų, išlaikyti didžiąją dalį esamos infrastruktūros. Vertinimo metu buvo nustatyta, kad investicijos reikalingos įsigyti mažesnius variklius, naują guolių sistemą, kintamo dažnio keitiklį ir naują valdymo sistemą. [11]

Projektas buvo pradėtas 2012 m. pabaigoje ir turėjo būti užbaigtas iki vasaros sezono, ne vėliau kaip iki 2013 m. birželio 28 d. Visus reikalingus įrangos montavimo darbus atliko kompanija „Siemens“. Nepaisant iššūkių su kuriais teko susidurti visai projekto komandai, darbai sėkmingai buvo baigti būtent 2013 m. birželio 28 d.

Nauja sistema gali veikti labai lanksčiai, iš karto kuomet jos tik reikia – pakanka mažiau nei valandos jai paleisti. [11] Suinteresuotosios šalys taip pat džiaugėsi, kad sena įranga buvo rekonstruota į energijos negeneruojantį įrenginį, kuris ne tik užtikrina įtampos valdymą bet ir neišmeta į aplinką jokių teršalų.

Atsisakius 2200 MW generacijos šaltinio, tačiau įvykdžius sąlyginai didelių investicijų nereikalaujantį projektą, buvo užtikrinta, kad Pietų Kalifornijos gyventojai, vasaros sezono metu, visu pajėgumu galėtų naudotis vėsinančiais įrenginiais, o įtampa būtų suvaldyta ir energijos tiekimo sistema veiktų normaliai.

2.2. Estija

Dar 1993 metais Estijoje, „Estijos energija“ valdomoje elektrinėje buvo priimtas sprendimas rekonstruoti 100 MW generatorių sinchroniniam kompensavimui, jį atjungus nuo turbinos. Kompensatoriaus pagrindinis uždavinys buvo kompensuoti reaktyvinę galią nakties valandomis, apsisaugant nuo įtampos padidėjimo tinkle. Dienos metu kompensatoriaus naudojimo poreikio nebuvo, kadangi aktyvės galios vartotojai naudoja ir reaktyvinę galią. Kadangi generatoriaus darbui sunaudojama 1200 kW aktyvinio galingumo energijos, jo atjungimas dienos metu buvo ekonomiškai pagrįstas.

Tačiau projekto įgendinimo metu reikėjo įvertinti generatoriaus paleidimą jį sustabdžius. Atsižvelgiant į generatoriaus konstrukcinius ypatumus, gamintojas draudžia jo asinchroninį leidimą ir pajungimą į tinklą per transformatorių. Todėl buvo nuspręsta naudoti dažninį (impulsais) paleidimą, kuris pradžioje ir buvo naudojamas. Paleidimui naudojamas kitas turbogeneratorius, dvejų blokų generatorių – transformatorių grandines sujungiant viena 220 kV šina. Turbina pradeda sukuti ir generatorius sukamas tol kol pasiekiamos nominalios apskos 3000 aps/min. Tai trunka apie valandą, kadangi turbinos šilimas vyksta lėtai. Tokia sistema nėra efektyvi, lėta, netinkama kasdieniam leidimui.

Pasitarus su gamintojo specialistais buvo priimtas sprendimas pagaminti paleidimo įrenginį panaudojus šiuolaikinius puslaidininkius. Įrenginys buvo pagamintas „Estel“ gamykloje ir pradėti jo įrengimo darbai, po kurių atlikti bandymai. Apsukos buvo didinamos nuo 0 iki 3000 aps/min ir tai užtrukdavimo nuo 10 iki 11 min. įvertinus sinchronizavimą.

1994 m. projektas buvo įgyvendintas ir sinchroninis kompensatorius įjungtas. Paleidimai buvo atliekami vidurnaktį, o stabdymai ryte, vidutinis paros darbo laikas truko 6–7 valandas, apkrovimas siekdavo 42 MVAr.

2.3. Vokietija, Biblis

2011 m. nutraukus Biblis branduolinės elektrinės abiejų energetinių blokų veikimą, reaktyviosios galios tiekimas buvo per žemas, ypatingai rudens ir žiemos sezonų metu. Neužtikrinus papildomos reaktyviosios galios, galėjo būti neigiamai paveiktas energijos tiekimas Frankfurto regione, o tai būtų palietę didžiausių ir svarbiausių Vokietijos kompanijų (telekomunikacijos, paštas, geležinkelis, dujos ir kt.) darbą.

Branduolinės elektrinės atjungimo nuo tinklo rezultatas yra generacijos trūkumas, kurio negali kompensuoti didžiulės vėjo jėgainės, nes jos beveik negeneruoja reaktyviosios energijos ir jų veikimas nėra stabilus.

Vienas iš galimų šios problemos sprendimų būdų yra esamų elektrinės generatorių modifikacija.

2011 m. atlikus pirminį sistemos vertinimą, buvo priimtas sprendimas rekonstruoti esamą Biblis branduolinės elektrinės energetinio bloko A generatorių į sinchroninį kompensatorių. Visiems darbams atlikti buvo pasitelkta kompanija „Siemens“. [12]

Branduolinė Biblis elektrinė yra vienas iš didžiausių elektros energijos generacijos šaltinių Vokietijoje. Du 1200 MW ir 1300 MW galios energetiniai blokai buvo pastatyti 1976 m. ir veikė daugiau nei 400 000 valandų tiekiant energiją Vokietijoje. [12]

Esami generatoriai yra didelio našumo ir ypatingi dėl statoriaus ir rotoriaus aušinimo vandeniu sistemos, kurią anksčiau įdiegė kompanija „Siemens“. Generatoriaus rotorius buvo sukurtas kaip keturių polių rotorius, kurio svoris yra 228 t, ilgis 20,5 m, sukimosi greitis 1500 aps/min. [12]

Išsamios generatoriaus techninės analizės metu buvo identifikuoti nauji sistemos komponentai bei tie, kurie liks rekonstruotoje sistemoje, taip pat dėl modifikuotos paleidimos procedūros ir naujo veikimo režimo reikėjo atlikti tam tikrus elektrinius sistemos skaičiavimus. Jų metu nustatyta, kad paleidimo metu nesusidarys kritinės sąlygos, kurios neigiamai paveiktų naująją sistemą.

Sekantis etapas apėmė kompleksiškus mechaninius darbus. Atjungus generatorių nuo turbinos, neliko guolių sistemos todėl turėjo būti rastas naujas sprendimas, užtikrinantis rotoriaus stabilumą. Naujos guolių sistemos integravimas į esamą generatorių pareikalavo prailginto veleno, kuris turėjo būti suprojektuotas ir pastatytas. Taip pat buvo integruota nauja greičio valdymo sistema ir hidraulinis variklis.

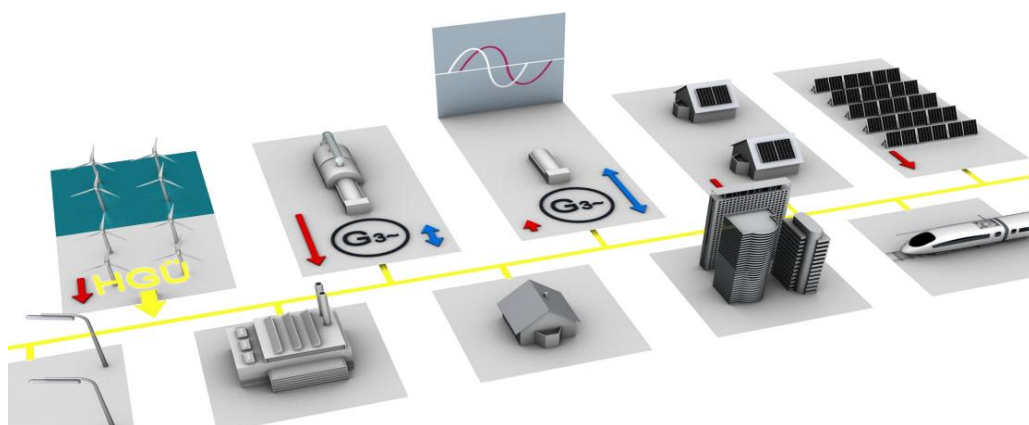
14 MW vidutinės įtampos paleidimo keitiklis buvo suderintas generatoriaus paleidimui. Jis buvo sujungtas su nauju 18 MVA transformatoriumi, kuris vėliau transformuoja išėjimo įtampą iki 27 kV generatoriaus galinės įtampos per kitą 17 MVA transformatorių. 30 kV vidutinės įtampos skirstytuvu,

nauja sistema buvo prijungta prie generatoriaus per generatoriaus šiną. Dėl to buvo galima prijungti A bloko generatorių prie tinklo kaip sinchroninį kompensatorių. [12]

Naujas įrenginys gali reguliuoti reaktyvinę galią nuo – 400 iki + 900 MVAR ir yra reikalingas sistemos perdavimo operatoriui, kuomet yra per žema ar per aukšta įtampa tinkle bei užtikrina subalansuotą ryšį tarp aktyvinės ir reaktyvinės galios. [12]

Tokio dydžio generatorius į sinchroninį kompensatorių buvo rekonstruotas pirmą kartą. Nors projekto metu buvo keliami papildomi reikalavimai, visi darbai buvo baigti per penkis mėnesius.

Dar 1994 m. Estijoje generatorius buvo rekonstruotas į sinchroninį kompensatorių, tačiau šis sprendimas vis dar sėkmingai naudojamas visame pasaulyje ir darosi populiariesnis. Tai lemia sparčiai uždarnos branduolinės ir iškastinių kurą naudojančios elektrinės, atsinaujinančių energijos šaltinių ir tarptautinių elektros jungčių skaičiaus didėjimas. Visos šios priežastys sukelia nestabilumą tinkle, todėl aprašytas sprendimas yra puikus uždaromoms elektrinėms – negeneruojant aktyvinės galios yra galimybė ir toliau gauti stabilias pajamas iš sisteminių paslaugų pardavimų. Vieni iš didžiausių tokio sprendimo naudų yra sąlyginai nedidelės investicijos ir greitas įgyvendinimo terminas, todėl tokiu verslo modeliu (5 paveikslas) pastaraisiais metais pasinaudojo JAV, Vokietijos, Danijos elektrinių valdytojai.



5 pav. Sisteminių paslaugų teikimo principinė verslo schema [13]

Toks projektas gali būti vykdomas tiek dujines, tiek garo turbinas turinčiose elektrinėse, nes visais atvejais turbina yra atjungiamą nuo generatoriaus. Tokių projektų įgyvendinimo lyderė yra kompanija „Siemens“, tačiau kitos tarptautiniu mastu veikiančios inžinerinės kompanijos taip pat siūlo panašius sprendimus.

Svarbu paminėti, kad tarptautinė kompanija „ABB“ 2018 m. paskelbė, kad su partneriais kuria pirmąjį hibridinį sinchroninį kompensatorių, kuris apjungia dvi žinomas technologijas – sinchroninį kondensatorių ir statinį sinchroninį kompensatorių. [14] Tokia pažangi technologija ateityje padės užtikrinti dar didesnę tinklo stabilumą ir skatins atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimą

Šiame skyriuje pateikta techninė informacija bei kitų šalių ir įrangos gamintojų praktinė patirtis rodo, kad reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikimas, modernizavus uždaromų elektrinių įrenginius, yra įmanomas bei suteikia maksimalų reikiamą reguliavimo lankstumą ir užtikrina perdavimo tinklo patikimumą bei stabilumą.

3. Reaktyviosios galios ir įtampos valdymas sinchroniniu kompensatoriumi

Prieš kelis dešimtmečius pasaulyje prasidėjusios energetikos ūkio restruktūrizavimo reformos tebevyksta ir elektros energetikos sektoriuje. Visai neseniai, remiantis Europos sąjungos direktyvoje 2009/72/EB nurodytais reikalavimais, Lietuvoje buvo atskirtos elektros energijos gamybos, perdavimo, skirstymo ir tiekimo veiklos. Su šiais pokyčiais atsirado sisteminės paslaugos, kurios būtinos sistemos funkcionavimui ir gyvybingumui užtikrinti. [15]

3.1. Sisteminės paslaugos elektros energetikos sistemoje

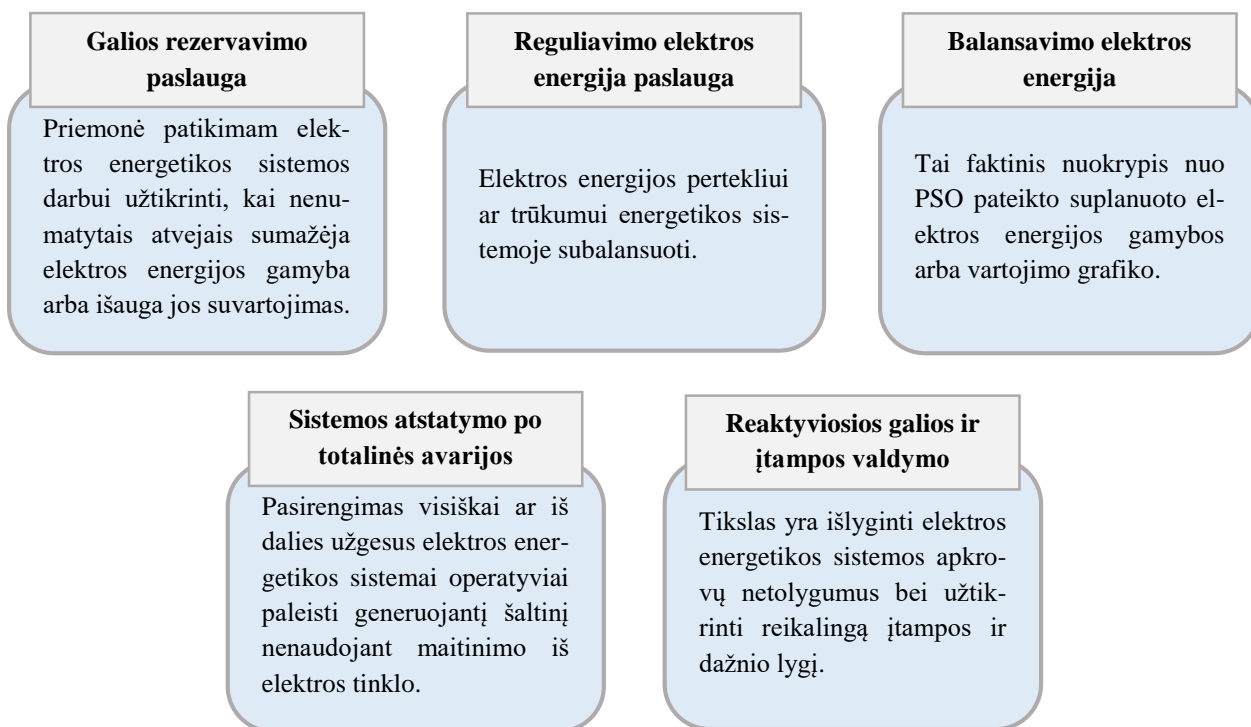
Direktyva 2009/72/EB dėl elektros energijos vidaus rinkos bendrųjų taisyklių apibrėžia sisteminės paslaugas kaip būtinas perdavimo ar skirstymo sistemos veikimui. Sisteminės paslaugos užsienio literatūroje ir teisės aktuose taip pat vadinamos ir papildomomis paslaugomis (angl. *Ancillary services*). [15] Lietuvos Respublikos elektros energetikos įstatyme sisteminės paslaugos apibūdintos kaip perdavimo veiklos dalis, kuri užtikrina elektros energetikos sistemos darbo stabilumą ir patikimumą, sisteminių avarijų prevenciją ir likvidavimą, reikiamą galios rezervą ir pralaidumą perdavimo tinklais, laikantis nustatytų elektros energijos tiekimo kokybės ir patikimumo reikalavimų. [16]

Sisteminės paslaugas sudaro sąnaudos tokioms paslaugoms pirkti, kurios reikalingos palaikyti nustatytų ribų įtampą ir dažnį, turėti reikiamą galios ir energetikos išteklių rezervą nustatytam elektros energijos tiekimo kokybės ir patikimumo laipsniui užtikrinti. Į sisteminių paslaugų kainas įtraukiamos aktyviosios galios pirminio, antrinio avarinio, tretinio rezervo užtikrinimo paslaugų įsigijimo sąnaudos, reaktyviosios galios ir įtampos valdymo bei avarijų, sutrikimų prevencijos ir jų likvidavimo paslaugų teikimo sąnaudos. [17] Europos perdavimo sistemose papildomos paslaugos gali būti skirstomos pagal įvairius kriterijus, tačiau dažniausiai išskiriamos kelios pagrindinės grupės:

1. Dažnio valdymas.
2. Įtampos valdymas.
3. Stabilumo valdymas.
4. Perdavimo tinklų apkrovos valdymas.
5. Sistemos atstatymas po totalinės avarijos.

Kai kuriuose šalyse identifikuojamos papildomos paslaugos, kurios reikalingos teikti perdavimo paslaugas: reaktyvioji galia ir energija, tinklo nuostolių kompensavimas, galios koeficiento ir įtampos valdymas, galios perdavimo apribojimų valdymas bei tarpsteminė linijų perkrovimo problemų valdymas.

Daugiausiai sisteminių paslaugų Lietuvoje teikia pagrindinė elektros energijos gamintoja AB „Lietuvos energijos gamyba“, kuri vienija valstybės valdomus elektros gamybos pajėgumus – rezervinę elektrinę bei kombinuoto ciklo bloką Elektrėnų komplekse, Kruonio hidroakumuliacinę elektrinę bei Kauno Algirdo Brazausko hidroelektrinę. LEG teikia sisteminės paslaugas Lietuvos perdavimo sistemos operatoriui AB „Litgrid“ (6 paveikslas).



6 pav. LEG teikiamos sisteminės paslaugos PSO

Reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslauga - tai viena iš svarbiausių sisteminių paslaugų, kurią teikia KHAE agregatai dirbdami sinchroniniu režimu.

3.2. Reaktyviosios galios valdymo paslaugos svarba

Elektros energetika – tai nuolatos kintanti ir greitai progresuojanti sistema. Tradiciniai senstantys energijos šaltiniai sukelia vis didesnius neigiamus atmosferos pokyčius ir tai skatina atsinaujinančių energijos šaltinių vystymąsi. Tokie pokyčiai ne tik teigiamai veikia aplinką, tačiau nuolatos keičia ir pagrindinius elektros sistemos veikimo principus, sukelia neigiamus pokyčius elektros tinkle. Siekiant prisitaikyti prie besikeičiančių sąlygų, energetikos sistemos dalyviai yra priversti kurti naujas energetikos strategijas ir ieškoti technologinių sprendimų, ypatingai didelį dėmesį skiriant elektros sistemos planavimui ir valdymui. [18]

Skirstymo ir perdavimo sistemų plėtros projektai bei naujų generacijos šaltinių vystymasis įtakoja išaugusį sisteminių paslaugų poreikį. Viena iš svarbiausių sisteminių paslaugų ir elektros energetikos sistemos elementų yra reaktyvioji galia. Be jos neapsieinama perduodant aktyviają galią, valdant įtampą bei režimus. Netinkamai suvaldyta reaktyvioji galia tapo viena iš pagrindinių priežasčių lėmusių visuotines tinklo avarijas (angl. *Blackout*) pasaulyje [19]. Įtampa yra kitas svarbus sistemos elementas, kuris turėtų būti susietas su reaktyviosios galios planavimu. [20] Dėl šių priežasčių reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslauga elektros energetikos sistemoje užima svarbų vaidmenį ir turi atitikti tokius sistemos reikalavimus:

1. Užtikrinti vartotojų ir sistemos reaktyviosios galios paklausą, o mažų apkrovų metu ir reaktyviosios galios vartojimą. Vartotojų reaktyviosios galios paklausa kinta pagal aktyviosios apkrovos pobūdį, o sistemos reaktyviosios galios apkrova priklauso nuo elektros linijų, transformatorių ir kitų perdavimo įrenginių darbo režimų.

2. Užtikrinti reikiamą įtampos lygį sistemoje. Sistemos mazguose valdyti ir išlaikyti sistemos operatoriaus nustatytą įtampos lygį leidžia tik pakankamas reaktyviosios galios kiekis. Kitu atveju, gali pablogėti elektros kokybės parametrai ir iškilti įtampos stabilumo problemų.
3. Užtikrinti reaktyviosios galios rezervą ir rezervo panaudojimo greitį, keičiantis reaktyviosios galios apkrovai ir avarijų metu. Sistemoje bet kuriuo metu yra reikalingas tiek induktyviosios, tiek talpinės reaktyviosios galios rezervas nenumatytų įvykių atveju, nes sistemos gyvybingumui užtikrinti turi būti išlaikytas balansas tarp reaktyviosios galios vartojimo ir generavimo. Reaktyviosios galios balansas pasikeičia atsijungus generatoriui, reaktyviosios galios valdymo įrenginiui ar perdavimo linijai. Todėl svarbu, kad reaktyviosios galios rezervas sugebėtų efektyviai išlaikyti sistemos gyvybingumą ir būtų išdėstytas strategiškai svarbiose tinklo vietose. Reaktyviosios galios rezervo paleidimo trukmė priklauso nuo kiekvieno nenumatyto įvykio. Rezervas turi būti įjungiamas per sekundės dalis norint užtikrinti dinaminį elektrinės generatorių stabilumą, kai tuo tarpu technologinių sąnaudų optimizavimui dėl pasikeitusios tinklo konfigūracijos, reaktyviosios galios šaltiniai gali būti paleidžiami ir po ilgesnio laiko.
4. Optimizuoti sistemos technologines sąnaudas. Aktyviosios galios technologines sąnaudas sistemoje leidžia sumažinti tinkamas reaktyviosios galios valdymas. Sumažinant reaktyviosios galios srautus sistemoje bei tinkamai išdėstant reaktyviosios galios šaltinius ir valdant jų darbą, mažinamos aktyviosios galios sąnaudos.

Lietuvos elektros energetikos sistemos reaktyviosios galios ir įtampų valdymas atliekamas siekiant užtikrinti nustatytus įtampos kokybės reikalavimus ir mažinti aktyviosios galios nuostolius. Perdavimo tinkle už reaktyviosios galios ir įtampos valdymą atsako perdavimo sistemos operatorius, kuris reaktyviausias galias ir įtampas optimaliai valdo vadovaudamasis įtampų stabilumo reikalavimais. Šie reikalavimai nustatyti sinchroninį darbą su kaimyninėmis energetikos sistemomis reglamentuojančiuose dokumentuose. Reaktyviosios galios ir įtampos valdymas taip pat turi užtikrinti reikiamą reaktyviosios galios rezervą. [21]

Daugelyje pasaulio valstybių reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikėjai įprastai yra rinkos dalyviai, kurie yra prijungti prie perdavimo tinklo. Perdavimo ir skirstymo tinklo operatoriais laikomi reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos pirkėjai. Paslaugos teikėjai ir pirkėjai gauna įvairias naudas: padidėja sistemos patikimumas, linijų pralaidumas ir maksimalus perduodamas aktyviosios galios srautas, sumažėja aktyviosios galios sąnaudos bei kompensuojamos jų patirtos išlaidos ir surenkamas mokestis už reaktyviosios galios gamybą bei rezervą. Šis mokestis investuojamas reaktyviosios galios valdymo šaltiniams įrengti. [22]

Palyginimui, JAV reaktyviosios galios valdymo paslaugą teikia ne vienas rinkos dalyvis, tačiau kaip ir Lietuvoje, PSO rinkos dalyviui kompensuoja išlaidas susijusias su jos teikimu, tačiau pasak Šiaurės Amerikos elektros patikimumo tarybos (angl. *NERC (North American Electric Reliability Council)*), tik reaktyviosios galios gamyba panaudojant sinchroninį kompensatorių, gali būti pripažįstama kaip sisteminė (papildoma) paslauga ir tik tokios gamybos išlaidos gali būti finansiškai kompensuojamos. [18]

3.3. Reaktyviosios galios ir įtampos valdymo technologijos

Reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikimas gali būti užtikrintas šiomis technologinėmis priemonėmis:

1. Reaktyviosios galios kompensavimo priemonės (šuntiniai reaktoriai ir (ar) kondensatorių baterijos, statiniai reaktyviosios galios kompensatoriai ir kt.).
2. Reaktyviosios galios kompensavimas elektros energijos gamybos šaltiniuose ir sinchroniniuose kompensatoriuose.
3. Autotransformatorių ir transformatorių, reguliuojamų esant apkrovai, apvijų atšakų perjungimas.
4. Linijų įjungimas ir (ar) išjungimas.
5. Apkrovos išjungimas ir (ar) įjungimas. [21]

Reaktyviosios galios ir įtampos valdymui naudojamų įrenginių charakteristikų palyginimas pateikiamas 1 lentelėje.

1 lentelė. Galios ir įtampos valdymui naudojamų įrenginių charakteristikos [23]

Įrenginys	Greitis	Galimybė palaikyti įtampą	Kapitalinės išlaidos	Veikimo išlaidos
Sinchroninis generatorius	Greitas	Puiki, papildomas trumpalaikis pajėgumas	Sunku iširti	Didelės
Sinchroninis kompensatorius	Greitas	Puiki, papildomas trumpalaikis pajėgumas	Didelės	Didelės
Kondensatorius/reaktorius	Lėtas, žingsninis	Silpna, kritimai pro-porcingi įtampos kva-dratui	Mažos	Labai mažos
Perdavimo ir skirstymo linijos	–	–	Neaiškios	Nulinės arba mažos
Transformatoriaus atšakų perjungėjai	Lėtas	Įtampos kitimas vie-noje transformatoriaus pusėje priešingai vie-kia įtampą kitoje trans-formatoriaus pusėje	Labai mažos	Nulinės arba mažos

Sinchroninių generatorių vienas iš pagrindinių jų privalumų, kad jie gali ir generuoti ir vartoti reaktyviają galią. Šie įrenginiai gali būti valdomi tolygiai, taip pat yra greiti, todėl dažnai naudojami kaip reaktyviosios galios rezervavimo įrenginiai. Reaktyviosios galios ir energijos generacija priklauso nuo darbo režimų, generatoriaus tipo ir kitų parametrų. Įprasta, kad generatorius gamina aktyviają galią, visuomet siekiama, kad pelnas būtų didžiausias ir būtų tinkamai panaudoti gamybos išteklių. Tačiau, tam tikromis sąlygomis, generatorius gali gaminti reaktyviają galią, mažindamas aktyviosios galios gamybą. Generatoriai yra laikomi brangiais reaktyviosios galios šaltiniais, todėl jie skirti ne reaktyviosios, o aktyviosios galios gamybai. [24]

Sinchroniniai kompensatoriai yra lengvesnės konstrukcijos sinchroniniai varikliai, kurie dirba be apkrovos. Atsižvelgiant į žadinimo srovę, sinchroniniai kompensatoriai gali generuoti reaktyviają galią (peržadinti), o kai jų žadinimo srovė sumažinta – būti reaktyviosios galios imtuvais. Sinchroniniai kompensatoriai gali sklandžiai automatiškai reguliuoti generuojamą reaktyviają galią, padidindami sistemos darbo režimų stabilumą. Jų apvijos mechaniškai ir termiškai atsparios trumpojo jungimo srovėms. Sinchroniniai kompensatoriai taip pat užtikrina tinklui reikalingą inercijos masę, tai ypač svarbu kuomet sistemoje daugėja atsinaujinančių energijos šaltinių, kaip vėjo ir saulės. [25]

Sinchroninių kompensatorių kaina yra pakankamai didelė, o eksploatacija sudėtinga, nes tai yra besisukančios mašinos, kurios reikalauja papildomų sistemų ir įrenginių. Sinchroninių kompensatorių

režimu gali dirbti hidroagregatai ir kai kurie šiluminių elektrinių agregatai. Šių įrenginių panaudojimas bei kuriama nauda neatsiejami nuo dabartinių elektros energetikos sistemų, nepaisant to, kad technologija jau daugelį metų yra nepakitusi. [25]

Šuntiniai reaktoriai ir kondensatorių baterijos vartoja ir generuoja reaktyviąją galią, tad yra priskiriami statinių reaktyviosios galios šaltinių grupei. Vis gi sinchroninių generatorių ir kompensatorių reaktyviosios galios valdymo galimybėms šie įrenginiai neprilygsta. Šuntinių reaktorių ir kondensatorių reaktyvioji galia priklauso nuo mazgo įtampos kvadrato, todėl jų atsakas į mazgo įtampos pokyčius gali sukelti neigiamą efektą. Šių įrenginių veikimo išlaidos yra mažos, nes aktyviosios energijos technologinės sąnaudos yra nedidelės.

Įtampos lygio valdymui gali būti naudojamas tinkamas **transformatorių atšakų perjungimo** metodas. Padidinus įtampą vienoje transformatoriaus pusėje, ji mažėja kitoje, tačiau reaktyvioji galia nei vartojama, nei generuojama. Mažų apkrovų metu **atjungiant perdavimo linijas**, galima valdyti reaktyviosios galios generavimą linijose. Mažos išlaidos yra vienintelis šio būdo privalumas, nes nereikia investicijų reaktyviosios galios valdymo įrenginiams įrengti. Tačiau praktikoje jos nereikėtų naudoti, nes tokia priemonė ženkliai mažina sistemos patikimumą ir gali būti viena iš įtampos griūties priežasčių.

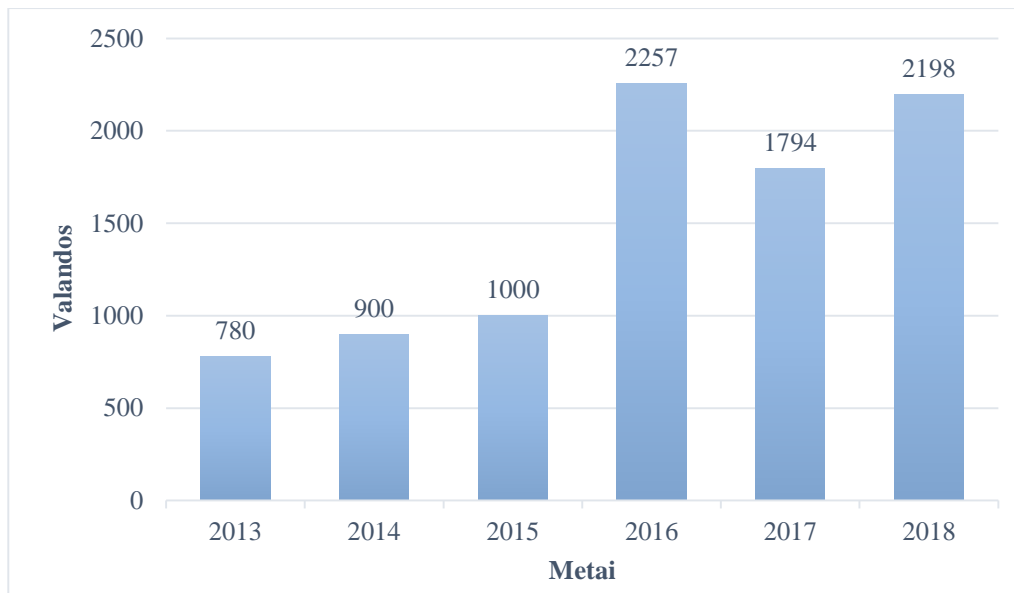
3.4. Demontuojamų įrenginių techninių pritaikymo galimybių vertinimas

LEG valdomoje rezervinėje elektrinėje 2013–2014 metais demontuoti 3–4 energetiniai blokai. 2015 metais pradėti ir 2017 metais baigti demontuoti 1–2 energetiniai blokai. 2015 metais, dėl prastos techninės būklės, mažo išnaudojimo potencialo ateityje ir didelių palaikymo kaštų, buvo priimtas sprendimas atsisakyti rezervinės elektrinės 5–6 energetinių blokų veiklos. [26]

Siekiant nustatyti šių demontuojamų energetinių blokų įrenginių panaudojimo, sisteminių paslaugų teikimui, galimybes, bus atliekama jų techninių charakteristikų ir būklės analizė, vertinama kitų šalių praktika įgyvendinant panašius projektus, remiantis įvairiais turimais šaltiniais sudaromas preliminarus reikalingų atlikti techninių darbų sąrašas.

3.4.1. Esamos situacijos vertinimas

Šiuo metu reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos perdavimo sistemos operatoriui teikiamos, paleidžiant vieną iš KHAE agregatų dirbti sinchroninio kompensatoriaus režimu. Atsinaujinančių energijos šaltinių skaičiaus augimas, uždaromi neefektyvūs iškastinį kurą naudojančios energijos šaltiniai bei tarptautinės elektros sistemos jungtys sukelia vis didėjančią reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugų poreikį. Per paskutinius šešis metus (2013–2018 m.) faktinis tokių paslaugų kiekis valandomis išaugo beveik 3 kartus. KHAE agregato darbo SK režimu dinamika pateikiama 7 paveiksle.



7 pav. KHAE agregato darbo SK režimu dinamika

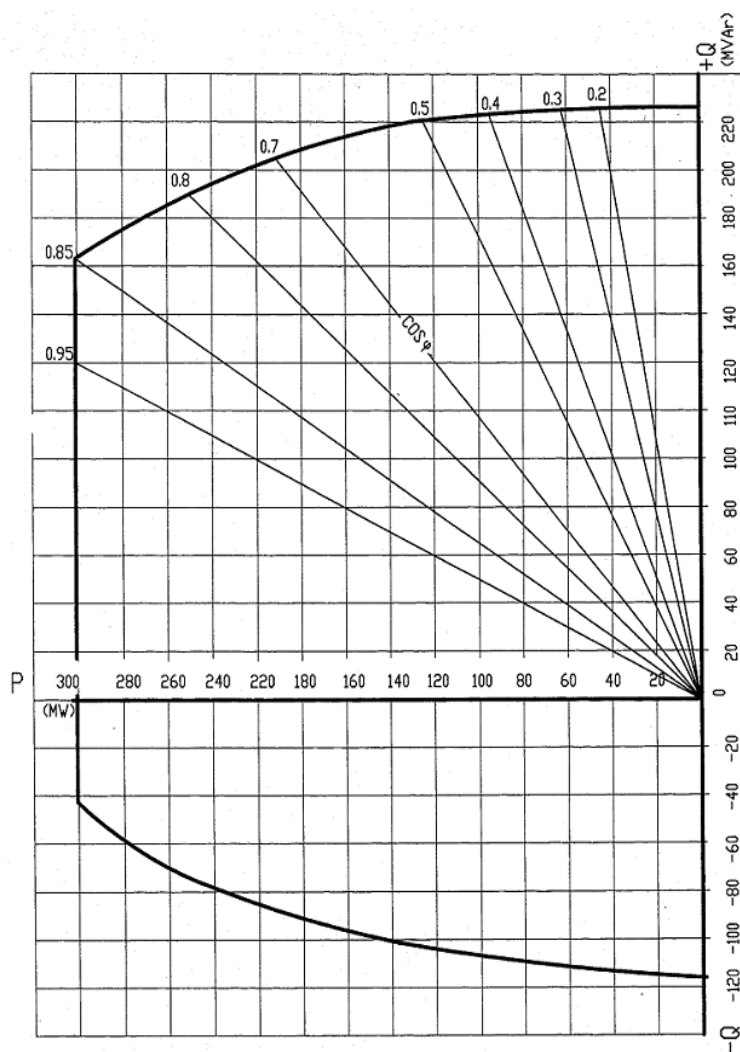
Teikiant aukščiau minėtas sistemines paslaugas KHAE agregatas, dirbdamas SK režimu, negeneruoja aktyvinės galios ir neatlieka pagrindinės savo funkcijos. Skaičiuojama, kad dirbant tokiu režimu, paleidimo bei sustabdymo metu agregato resursai išauga kelis kartus, dėl to patiriamos ženkliai didesnės suvartojamos energijos, įrenginio priežiūros, bei kapitalinio remonto sąnaudos.

Esamas rezervinės elektrinės turbogeneratorius nr. 6 (8 paveikslas) tam tikrų technologinių procesų metu dirba ir kaip variklis (turbinos stabdymo metu), todėl manoma, kad šiam įrenginiui gali būti leistinas ir ilgalaikis darbas variklio režimu. [24] Įrenginiui dirbant tokiu režimu būtų galima reguliuoti generuojamą arba vartojamą reaktyviąją galią.



8 pav. Turbogeneratorius nr. 6

Turbogeneratoriaus nr. 6 gamintojo techniniuose dokumentuose pateiktoje diagramoje (9 paveikslas) matoma aktyviosios ir reaktyviosios galių priklausomybė. Įvertinus šią diagramą galima pastebėti, kad negeneruojant aktyvinės galios, būtų kompensuojama iki 120 MVar reaktyvinės galios.



9 pav. Turbogeneratoriaus aktyviosios ir reaktyviosios galių priklausomybių diagrama

2 lentelėje pateikti turbogeneratoriaus nr. 6 ir, palyginimui, vieno iš KHAE agregato (visi agregatai techniškai vienodi), dalyvaujančio reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikime, techniniai duomenys.

2 lentelė. Turbogeneratoriaus nr. 6 ir KHAE agregato techniniai duomenys

Parametrai	Turbogeneratorius nr. 6	KHAE agregatas
Galia, kW	300000	225000
Galia, kVA	353000	248600
Įtampa, V	20000	15750
Statoriaus srovė, A	10200	9100
Galios koeficientas ($\cos\varphi$)	0,85	0,85
Sukimosi greitis, aps/min.	3000	150
Žadinimo srovė, A	2900	1760

Atlikus demontuojamų energetinių blokų turbogeneratorių techninių dokumentų vertinimą, pastebėta, kad turbogeneratorius nr. 6 yra naujesnis už nr. 5. Taip pat paaiškėjo, kad 2005 m. turbogeneratoriuje nr. 5 buvo įrengta automatinė žadinimo sistema, leidžianti lanksčiai ir tiksliai nustatyti žadinimo srovę, todėl modernizavimo metu, ji galėtų būti perkelta į turbogeneratorių nr. 6.

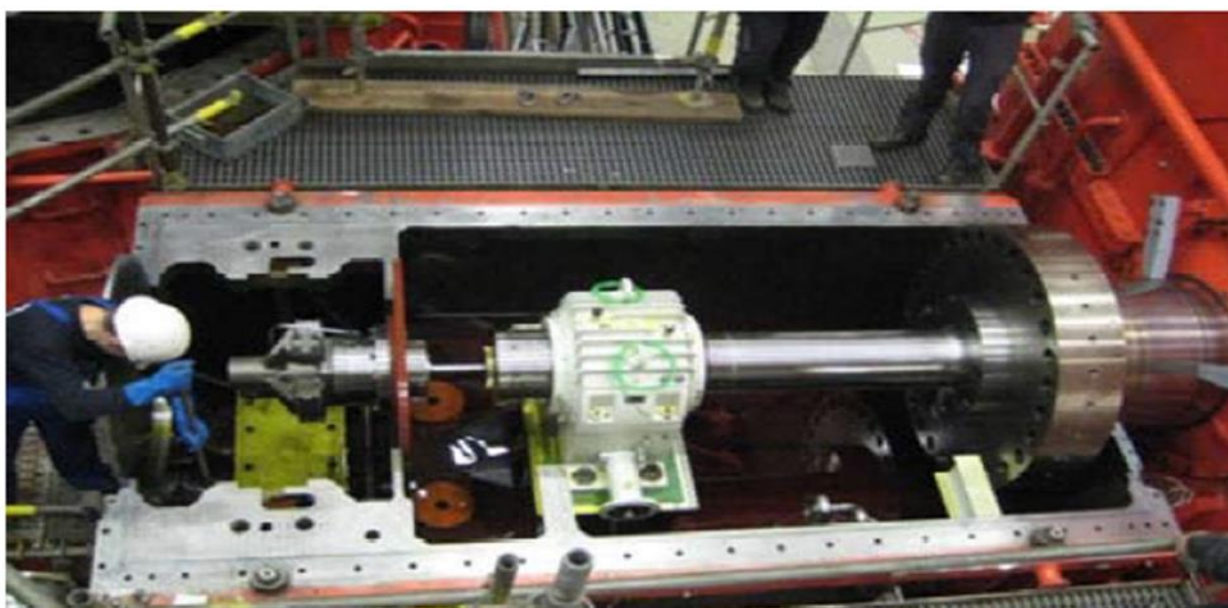
3.4.2. Techninių sąlygų identifikavimas

Siekiant rekonstruoti įprastą gamybinę įrangą bei gauti papildomas pajamas iš sisteminių paslaugų teikimo, reikalinga įgyvendinti tris etapus, kad turima infrastruktūra būtų pritaikyta dirbti sinchroninio kompensavimo režimu:

1. **Paruoštas techninis projektas.** Šio etapo metu reikalinga įvertinti ar demontuotos įrangos komponentai gali būti naudojami, juos būtina rekonstruoti ar net pakeisti naujais. Generatorius negali veikti kritiniu režimu, o visi reikalingi parametrai turi būti pakartotinai patikrinti.
2. **Atlikti mechaniniai generatorius nr. 6 modernizavimo darbai:**
 - generatorius atjungtas nuo turbinos;
 - atjungus generatorių nuo turbinos reikalinga užtikrinti jo stabilumą – vietoje buvusios jungties turi būti įrengtas naujas ašinis fiksuojantysis guolis su atrama ir guolių tepimo sistema, prailgintas velenas (10 ir 11 paveikslai);



10 pav. Guolis su atrama ir veleno prailgintojas [13]



11 pav. Nauji mechaniniai komponentai generatoriuje [13]

3. Atlikti generatoriaus nr. 6 ir pagalbinių sistemų elektros darbai:

- perkeltas žadinimo įrenginys iš generatoriaus nr. 5 į generatorių nr. 6;
- pakeistos ir perkeltos generatoriaus generatorinės įtampos ir valdymo elektrinių schemos;
- perkeltos technologinės automatikos, valdymo ir signalizacijos sistemos į kitą valdymo pultą;
- sumontuotas naujas 6 kV dažnio keitiklio narvelis;
- įsigytas dažnio keitiklis, jungtuvai bei jų sumontavimo darbai;
- įdiegta sinchroninio kompensatoriaus valdymo sistema turimose 7 ir 8 blokų valdymo sistemose;
- atlikti rekonstruotos sistemos derinimo darbai;
- atlikti kiti reikalingi darbai, kurie bus įvertinti parengus techninį projektą. [12]

Sinchroninio kompensatoriaus paleidimas ir veikimas. Kaip „Siemens“ kompanija nurodo, paleidimo dažnio keitiklis naudojamas paleisti generatorių panašiai kaip tai veikia įrenginiuose su dujų turbinomis. Skirtumas tik tas, kad generatoriui veikiant be turbinos paleidimo metu dažnio keitiklio pagalba generatorius pasiekia reikalingą greitį (apie 10 proc. didesnę už vardinį greitį). Dažnio keitiklis maitinamas tiesiai iš tinklo ir turi srovės ribotuvą. Kuomet generatorius tolygiai įsukamas iki sinchroninio dažnio, dažnio keitiklis išsijungia ir generatorius sinchronizuojasi su tinklu. [12]

Paleidimo proceso metu tam tikros generatoriaus apsaugos ir žadinimo funkcijos (pvz. žemo dažnio apsauga) yra išjungtos ir veikia skirtingais parametrais. Kuomet generatorius susijungė su tinklu, pradamas normalus sinchroninio kompensatoriaus darbas. [12]

Reaktyvioji galia valdoma tinkamai nustatant transformatorių ir reguliuojant žadinimo sistemą. Sinchroninis kompensatorius automatiškai reaguoja į tinklo įtampos pokyčius pvz. jeigu įtampa tinkle padidėja, įrenginys sumažina reaktyviąją galią tinkle.

Atlikus techninę įrenginių analizę, nustatyta, kad modernizavus rezervinėje elektrinėje demontuojamų 5 ir 6 blokų turbogeneratorius, juos galima panaudoti Lietuvos elektros energetikos sistemos reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugų teikimui, tačiau svarbu įvertinti ar tai yra ekonomiškai efektyvu.

4. Ekonominio efektyvumo tyrimas

Tyrimas atliekamas kaštų-naudos analizės metodu, kuris apima keturis etapus – alternatyvų vertinimą, finansinę analizę, ekonominę analizę, rizikų analizę. Tyrimo tikslas – nustatyti optimalią alternatyvą ir įvertinti ar 5, 6 energetinių blokų įrenginių modernizavimas į sinchroninių kompensatorių yra ekonomiškai efektyvus.

4.1. Alternatyvų vertinimas

Kaštų-naudos analizės metodikoje, alternatyvų vertinimas išskirtas kaip atskiras etapas, kurio metu turi būti identifikuotos mažiausiai dvi galimos alternatyvos. Šiame etape labai svarbu pasirinkti tinkamas alternatyvas, priešingu atveju kyla rizika, kad kaštų-naudos rezultatai nebus tikslūs ir bus priimti neteisingi sprendimai dėl investicinio projekto įgyvendinimo.

4.1.1. Alternatyvų nustatymas

Atsižvelgiant į LEG strategiją bei ilgalaikėje perspektyvoje vertinant galimus darbo režimus, planuojama rezervinėje elektrinėje nebevykdyti elektros energijos gamybos esamais blokais (dėl 7, 8 blokų dar nėra priimtas sprendimas). 2019–2030 metų strategijoje taip pat iškeltas vienas iš tikslų – tapti lyderiais sisteminių paslaugų teikime, dėl ko numatyta atlikti sinchroninių kompensatorių įrengimo analizę, remiantis rezultatais priimti sprendimus ir įgyvendinti susijusius projektus. [27]

Atitinkamai darbe yra tyrinėjama 5–6 blokų tolesnė veikla t.y jų įrenginių modernizavimas įrengiant sinchroninį kompensatorių. Tokiu būdu ateityje būtų galima teikti sisteminės reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugas. Darbe atliekamas tyrimas, nagrinėjant KHAE agregatų panaudojimą ir įvertinant demontuojamų rezervinės elektrinės blokų įrenginių modernizavimo alternatyvą.

Analizės metu bus nagrinėjamos dvi alternatyvos:

- **1 alternatyva („be projekto“)** – reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikimas toliau užtikrinamas KHAE agregatu. Ši alternatyva „be projekto“ yra 2 alternatyvos vertinimo atskaitos taškas. Alternatyvos vertinimo metu, bus nustatyta kokie kaštai patiriami ir kokie pinigų srautai generuojami teikiant reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugas, veikiant KHAE agregatui sinchroninio kompensavimo režimu. Šios alternatyvos analizės rezultatai bus lyginami su antrosios alternatyvos rezultatais.
- **2 alternatyva („su projektu“)** – reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugoms teikti, rezervinėje elektrinėje įrengiamas sinchroninis kompensatorius, panaudojant demontuojamų 5–6 energetinių blokų įrenginius. Alternatyvos vertinimo metu bus nustatytas reikalingas investicijų dydis, kokie kaštai patiriami ir kokie pinigų srautai būtų generuojami, įgyvendinus investicinį sinchroninio kompensatoriaus įrengimo projektą.

Laukiamos alternatyvos „su projektu“ (lyginant su KHAE agregatu dirbant SK režimu) naudos:

- Elektros energijos tiekimo sistemos patikimumo didinimas;
- Papildomų pajamų už teikiamas sisteminės paslaugas gavimas;
- Išaugęs KHAE agregatų veiklos resursas dėl poreikio dirbti SK režimu sumažėjimo;
- Sukuriamos papildomos naudos sisteminių paslaugų pirkėjams – reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos galėtų būti pigesnės nei tam panaudojant KHAE blokus;
- Efektyvus išvestų iš eksploatacijos ir demontuojamų įrenginių panaudojimas.

4.1.2. Vertinamų alternatyvų scenarijai

Pajamos gaunamos iš reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikimo tiesiogiai priklauso nuo jos kiekio, todėl šis reikšmė yra viena svarbiausių atliekant finansinę analizę. Remiantis ankstesnių metų faktiniais duomenimis (7 paveikslas), suteiktos paslaugos kiekis tam tikrais metais skiriasi net kelis kartus, todėl svarbu suprasti kokie veiksniai gali nulemti tokį pokytį.

Elektros jungtys. 2016 metais reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos poreikis išaugo dvigubai lyginant su 2015 metais. Tokį staigų išaugimą tuo metu galėjo įtakoti „LitPol Link“ ir „NordBalt“ jungčių su kitomis šalimis paleidimo darbai ir eksploatavimo pradžia. [28, 29]

2017 metais paslaugos poreikis lyginant su 2016 metais sumažėjo apie 20 proc. Tai galėjo lemti normaliu režimu pradėjusi veikti „Litpol Link“ jungtis. Tuo laikotarpiu reikšmingesnių energetikos projektų nevyko, todėl galima daryti prielaidą, kad pradėjus veikti „NordBalt“ ir „LitPol Link“ jungtims atsirado ir papildomų reaktyviosios galios ir įtampos valdymo priemonių, kurios daro didelį poveikį paslaugos teikimo apimtims.

Šiuo metu vykdomas Baltijos šalių sinchronizacijos su kontinentinės Europos tinklais projektas, kurio apimtyje yra numatytas antrosios elektros jungties „Harmony Link“ su Lenkija statyba [30] ir kiti sprendimai, kurie gali paveikti reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikimo apimtį, ypač nuo 2025 metų, kuomet numatyta sinchronizacijos projekto pabaiga.

Reguliavimo pokyčiai. 2019 m. vasario 7 d. VKEKK pateikė elektros energijos rezervinės galios paslaugų rinkų tyrimo ataskaitą, kurioje nurodyta, kad VKEKK atliekamo rinkos tyrimo tikslas – siekti, kad būtų sudarytos sąlygos veiksmingai konkurencijai elektros energetikos sektoriuje ir jos plėtrai bei sąlygos, užkertančios kelią asmenims piktnaudžiauti savo įtaka rinkoje.

Reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslauga patenka į rezervinės galios užtikrinimo paslaugų sąrašą, todėl šios paslaugos kaina nustatoma remiantis VKEKK nustatyta elektros energijos kainos ir rezervinės galios užtikrinimo paslaugų kainų nustatymo metodika, kuri reglamentuoja parduodamos rezervinės galios užtikrinimo paslaugų kainų nustatymą elektros energijos gamintojams ir nepriklausomiems tiekėjams, turintiems didelę įtaką rezervinės galios paslaugų rinkoje, kurie dėl veiksmingos konkurencijos trūkumo gali taikyti pernelyg dideles kainas arba naudoti kainų spaudimą, tuo darydami žalą rinkos dalyviams.

LEG yra pripažinta kaip didelę įtaką rezervinės galios paslaugų rinkoje turinti dalyvė, todėl kiekvienais metais ji privalo vykdyti apskaitos atskyrimą ir sąnaudų paskirstymą, rengti ir teikti rezervinės galios užtikrinimo paslaugų kainų viršutinių ribų nustatymo projektus VKEKK. Vadovaudamasi metodika ir atsižvelgdama į LEG pateiktus atitinkamus kainų nustatymo projektus, VKEKK nustato rezervinės galios užtikrinimo paslaugų kainų viršutines ribas. [31]

2018 m. atliekant elektros energijos rezervinės galios rinkos tyrimą buvo tiriama reaktyviosios galios ir įtampos valdymas ir avarių, sutrikimų prevencija ir jų likvidavimo paslauga. VKEKK apklausė PSO, kuris savo anketoje nurodė, kad reaktyviosios galios ir įtampos valdymas bei avarių, sutrikimų prevencija ir jų likvidavimo paslauga yra sisteminės paslaugos, kurios nėra tiesiogiai susijusios su rezervine galia ir dėl to rinkos tyrimo pavadinimas turėtų būti pakeistas į sisteminių paslaugų rinkos tyrimą arba turėtų būti išbrauktas iš tyrimo apimtį. LEG nurodė, kad iš šiuo metu galiojančio

teisinio reglamentavimo matyti, kad ši paslauga nėra priskirtina rezervinės galios paslaugoms ir neturėtų būti vertinamos rezervinės galios rinkos tyrimo apimtyje.

Atsižvelgusi į LEG ir PSO nuomonę, VKEKK pripažino, kad minimos paslaugos yra sisteminės, nurodė, kad remiantis Elektros energetikos įstatymo 67 straipsnio 1 dalimi, VKEKK suteikta teisė atlikti elektros energijos gamybos ir rezervinės galios rinkos tyrimus ir todėl prėmė išvadą, kad reaktyviosios galios ir įtampos valdymo bei avarių, sutrikimų prevencijos bei jų likvidavimo paslaugos nėra rezervinės galios paslaugos, todėl nebus vertinamos rezervinės galios rinkos tyrimo apimtyje. [32] Atsižvelgiant į visą tai kas išdėstyta, VKEKK sprendimas reiškia, kad nuo 2020 m. sausio 1 d. reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslauga taps nebereguoliuojama ir todėl jai nebebus nustatoma kainos viršutinė riba. Tai leis PSO nustatyti paslaugos teikimo įsigijimo būdą ir su rinkos dalyviais derėtis dėl kainos, o rinkos dalyviams nustatyti konkurencingą kainą.

Tokio pobūdžio reguliaciniai pokyčiai gali teigiamai ir neigiamai paveikti pajamas, gaunamas iš paslaugos teikimo. LEG nuo 2020 m. galėtų nustatyti didesnę už šiuo metu galiojančią 5 proc. pelno maržą, tačiau yra rizika, kad dėl pasikeitusių sąlygų atsiras naujų dalyvių, kurie sieks pasidalinti rinką.

Alternatyvų finansinio vertinimo metu bus vadovaujamosi skirtingais scenarijais, kurie paremti paskutinių trijų metų LEG suteiktos paslaugos faktiniais kiekiais ir veiksniais kurie galimai darys įtaką jiems:

- **1 scenarijus (pesimistinis)** – reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugų kiekis valandomis, neigiamai veikiamas rinkos veiksmų, 30 proc. mažesnis už 2016–2018 metų vidurkį.
- **2 scenarijus (labiausiai tikėtinas)** – reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugų kiekis valandomis, veikiamas rinkos veiksmų, yra panašūs į 2016–2018 metų vidurkį.
- **3 scenarijus (optimistinis)** – reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugų kiekis valandomis, veikiamas rinkos veiksmų, 30 proc. didesnis už 2016–2018 metų vidurkį.

Scenarijų charakteristika pateikiama 4.1.2.1 lentelėje.

3 lentelė. Alternatyvų scenarijų charakteristika

Alternatyvų scenarijai	1	2	3
Reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugų kiekis, valandomis	1458	2083	2708
Paleidimų skaičius, kartais	375	536	697

3 lentelėje pateiktas paleidimų skaičius pritaikytas kiekvienam scenarijui, remiantis LEG 2016–2018 m. faktiniais paleidimų duomenimis, ir nurodo reaktyviosios galios ir įtampos valdymo užsakymų kiekį, kartais.

4.2. Alternatyvų finansinė analizė

Finansinės analizės uždaviniai:

- sąnaudų, patiriamų teikiant reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugas, nustatymas;
- paslaugos teikimo savikainos apskaičiavimas;
- pajamų, gaunamų teikiant paslaugas, nustatymas;
- reikalingų investicijų įvertinimas;

- grynujų pinigų srautų pateikimas;
- diskontuotų grynujų pinigų srautų pateikimas;
- finansinių rodiklių apskaičiavimas (FGDV, EBITDA, FVGN, AL).

4.2.1. Alternatyvų finansinės analizės prielaidos

Būtina pažymėti kad finansinė analizė atliekama remiantis nuo 2020 metų pasikeitusiu reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos reglamentavimu.

Bendri duomenys ir prielaidos, reikalingi abiejų alternatyvų analizei pateikiami 4 lentelėje.

4 lentelė. Alternatyvų duomenys ir prielaidos

Prognozuojama paslaugos kaina, eur/val.	1024
Ataskaitinis laikotarpis (nusidėvėjimo laikotarpis), metais	10
Sinchroninio kompensatoriaus įrengimo terminas, metais	1,5
Investicinė grąžos ir diskontavimo norma, proc.	5
Valandų skaičius metuose, val.	8760

Kainos nustatymas. Paslaugos viršutinė kaina iki šiol nustatoma pagal prognozuojamas sąnaudas, prie jų pridėdant minimalią 5 proc. investicijų grąžą, kuri priklauso nuo paslaugos teikime dalyvaujančio įrenginio vertės. Iki šiol kiekvienais metais paslauga teikiama tais pačiais KHAE agregatais, todėl pastaruosius metus paslaugos viršutinės kainos buvo labai panašios ir beveik nekito. Tačiau nuo 2020 metų, kuomet reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslauga taps nereguliuojama, kiekvienas tiekėjas kainą nustatys individualiai. Taip pat tikėtina, kad dėl pasikeitusio paslaugos reglamentavimo, gali atsirasti naujų rinkos dalyvių, padidėtų konkurencija ir tai galėtų įtakoti pasikeitusias paslaugos kainas. Vis dėl to finansinei analizei atlikti, bus naudojamas paskutinių 3 metų kainų vidurkis kuris yra 1024 eur/val. Pasirenkamas trijų metų laikotarpis, nes tik nuo 2017 m. į kainos apskaičiavimą buvo pradėtos įtraukti įrenginio paleidimo sąnaudos.

Antrosios alternatyvos („su projektu“) atveju vertinama galimybė įrengti naują įrenginį, todėl **ataskaitinis laikotarpis** nustatomas, atsižvelgiant į įrenginio naudingo tarnavimo laiką. Būsimą įrenginį sudarytų tiek esami, tiek nauji komponentai todėl laikoma, kad įrenginio naudingas tarnavimo laikas yra 10 metų. Šis terminas laikomas ataskaitiniu laikotarpiu ir bus naudojamas atliekant abiejų alternatyvų analizę.

Remiantis 3 skyriuje pateiktais kituose šalyse įgyvendintų analogiškų projektų **įgyvendinimo terminais**, antrosios alternatyvos („su projektu“) realus įgyvendinimo terminas - 1,5 metų. Naujo įrenginio – sinchroninio kompensatoriaus veikimo pradžia būtų 2021 m. pradžia.

Remiantis VKEKK pažyma dėl LEG elektros energijos rezervinės galios užtikrinimo paslaugų kainų viršutinių ribų 2019 metams nustatymo, **investicijų grąžos norma arba pinigų srautų diskontavimo norma** nustatoma 5 proc., kuri šiuo metu taikoma KHAE agregatui. [33]

Remiantis VKEKK elektros energijos kainos ir rezervinės galios užtikrinimo paslaugų kainų nustatymo metodika, reaktyviosios galios ir įtampos valdymo kainai apskaičiuoti naudojamas paslaugos kiekis – valandų skaičius per metus t.y. 8760 val. [31]

4.2.2. Alternatyvų sąnaudų vertinimas

Elektros energijos kainos ir rezervinės galios užtikrinimo paslaugų kainų nustatymo metodikoje kintamomis sąnaudomis vadinamos sąnaudos, kurių apimtis per ataskaitinį laikotarpį priklauso nuo pagamintos elektros energijos kiekio per tą laikotarpį, o sąnaudos, kurių apimtis per ataskaitinį laikotarpį nepriklauso nuo pagaminto ar nupirkto elektros energijos kiekio per tą laikotarpį, laikomos pastoviomis sąnaudomis. [31]

Alternatyvos „be projekto“ sąnaudų vertinimas. 5 lentelėje pateikti LEG ir VKEKK skaičiavimais pagrįsti rodikliai bei siūloma nustatyti reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos viršutinė riba 2019 metams.

5 lentelė. 2019 m. reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos kaina [33]

Rodikliai	2015	2016	2017	2018	2019	
					Bendrovės teikimas	Skyriaus teikimas
KHAE pastoviosios sąnaudos, priskirtos reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugai	114	222,4	228	241	319	245
Kintamosios sąnaudos	478	452	398	376	572	572
Paleidimo sąnaudos	-	-	404	255	251	242
Paslaugos teikime naudojamo turto investicinė grąža	135	119,2	127	122	154	120
Ankstesnių laikotarpių koregavimai	-	-	-29	-5	-225	-225
Paslaugos 1 val. kaina	727	793,6	1128	989	1071	954

Tiek naujausioje, tiek ankstesnių metų VKEKK pažymose dėl LEG nustatomų viršutinių paslaugų kainų, galima pastebėti, kad LEG planuodama būsimas sąnaudas, dažnai jas nustato didesnes nei VKEKK, todėl galima daryti prielaidą, kad VKEKK skaičiavimais paremtos sąnaudos yra tikslesnės ir artimesnės faktinėms patiriamoms metinėms sąnaudoms paslaugai teikti. Dėl šios priežasties pinigų srautų ir kitų finansinių rodiklių skaičiavimams bus naudojami 4.3 lentelėje pateikti duomenys, kuriais remiantis buvo nustatyta viršutinė paslaugos kaina.

Remiantis 4.2.2.1 lentelėje pateiktais duomenimis, prognozuojamos pastoviosios sąnaudos sieks 245 eur, kintamosios – 572 eur, paleidimo – 242 eur 1 paslaugos teikimo valandai.

2018 m. paslaugai teikti faktinės sąnaudos buvo mažesnės nei planuota, todėl eilutėje ankstesnių laikotarpių koregavimai, esanti 225 eur/val. suma, reiškia, kad paslaugos kaina 2018 m. buvo nustatyta per didelė, LEG gavo per daug pajamų ir 2019 m. turi grąžinti šį skirtumą, sumažinant paslaugos kainą.

Remiantis 4.2.2.1 lentelės duomenimis, pastoviosios sąnaudos per paskutinius 5 metus pakito labai nežymiai, todėl tikėtina, kad ir toliau jos išliks panašios. Sąnaudoms įvertinti naudojamas 5 metų pastoviųjų sąnaudų vidurkis (234 eur/val.).

Didžiausią dalį sąnaudų sudaro kintamosios sąnaudos, kurios priklauso nuo balansavimo energijos kainos paslaugos teikimo metu ir suvartojamo balansavimo energijos kiekio paleidžiant ir eksploatuojant KHAE agregatą SK režimu.

Vidutinė balansavimo energijos kaina tiesiogiai priklauso nuo biržos vidutinės kainos paslaugos teikimo metu bei PSO reguliavimo, todėl kiekvienais metais ji pakankamai ženkliai skiriasi. Siekiant tiksliau įvertinti sąnaudas, balansavimo kainai nustatomi 3 scenarijai:

- 35 eur/MWh, remiantis žemiausiomis pastarųjų penkių metų kainomis;
- 45 eur/MWh, remiantis apskaičiuotu penkių metų kainų vidurkiu;
- 60 eur/MWh, remiantis aukščiausiomis pastarųjų penkių metų kainomis. [34]

Būtina pažymėti, kad viena iš didžiausių problemų, teikiant reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugą, yra KHAE agregato dėvėjimasis ir dėl to išaugusios sąnaudos jį paleidžiant. LEG specialistai nustatė, kad KHAE agregato nusidėvėjimas SK režimo paleidimo metu yra net 7 kartus didesnis, lyginant su nusidėvėjimu per vieną išdirbtą valandą generacijos režimu. 6 lentelėje pateiktos agregato paleidimo sąnaudos.

6 lentelė. KHAE agregato paleidimo sąnaudos

Rodiklis	Suma
Vidutinės remontų sąnaudos agregatui, eur/val.	19,6
Vidutinės remontų sąnaudos 1 agregato paleidimui, eur/val.	137,2
Remonto sąnaudų išaugimas leidžiant lyginant su darbu generacijos režimu 1 paleidimui, eur/val.	117,6
Kapitalinio remonto sąnaudos 1 paleidimui, eur/val.	477
Vidutinės kintamosios paleidimo sąnaudos, eur/paleidimui	373
Vidutinės agregato paleidimo sąnaudos, eur/paleidimui	968
Vidutinės agregato paleidimo sąnaudos 1 SK darbo valandai, eur/val.	249

Remiantis LEG pateiktais duomenimis, remonto sąnaudos leidžiant, lyginant su darbu generacijos režimu, išauga net 117,6 eurų per 1 paleidimą. Bendros vidutinės agregato paleidimo sąnaudos, įskaitant kintamąsias sąnaudas ir agregato kapitalinio remonto (jungtuvų, kompresorių, dažnio keitiklių, paleidimo jungiklių kapitalinio remonto sąnaudos/įsigijimas) sąnaudas, yra 968 eur 1 paleidimui.

7 lentelėje pateikiama KHAE agregato sąnaudų suvestinė, kuri parodo paslaugos savikainą arba kiek kainuoja 1 paslaugos teikimo valanda.

7 lentelė. KHAE agregato sąnaudų suvestinė

Sąnaudos	Suma
Pastoviosios sąnaudos, eur/val.	234
Kintamosios sąnaudos, eur/val.	467
Paleidimo sąnaudos, eur/val.	249
Iš viso, eur/val.	950

Alternatyvos „su projektu“ sąnaudų vertinimas. Priešingai nei pirmosios alternatyvos „be projekto“ atveju, sinchroninio kompensatoriaus įrengimui rezervinėje elektrinėje reikalingos investicijos. Remiantis tokiais sprendimais įgyvendinančios kompanijos pateiktu komerciniu pasiūlymu, visos reikalingos įrangos kaina, įskaitant sumontavimo ir testavimo darbus, kainuotų apie 2,5 mln. eurų. 8 lentelėje pateikiama investicijų detalizacija. Lentelėje nurodytos darbų ir įrangos

kainos preliminarios, nustatytos remiantis tiekėjo pateikta informacija ir LEG specialistų ekspertiniu vertinimu. Tikslias investicijas įmanoma paskaičiuoti tik parengus techninį darbo projektą.

8 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ investicinės lėšos

Projekto įgyvendinimo išlaidos (eur)	Iš viso	2019	2020
Galimybių studijų ir techninių sąlygų projektavimui parengimas	30 000	30 000	0
Turbogeneratoriaus nr. 6 modernizavimui techninio darbo projekto parengimas	50 000	50 000	0
Naujo, rotorių fiksuojančio, guolio sumontavimas	70 000	0	70 000
Žadinimo įrenginio perkėlimas iš 5 į 6 turbogeneratorių	50 000	20 000	30 000
Turbogeneratoriaus generatorinės įtampos ir valdymo elektrinių schemų pakeitimas ir perkėlimas į kitą valdymo pultą	40 000	20 000	20 000
Rekonstruojamos technologinės sistemos	50 000	30 000	20 000
Technologinių sistemų automatikos, valdymo ir signalizacijos perkėlimas	50 000	0	50 000
Sumontuotas naujas 6 kV dažnio keitiklio narvelis	90 000	0	90 000
Reikiamo dažnio keitiklio, jungtuvų įsigijimas (montavimo, derinimo darbai)	2 000 000	0	2 000 000
SK valdymo sistemos įdiegimas 7–8 blokų valdymo sistemose	60 000	0	60 000
Papildomos paslaugos, medžiagos, darbai	60 000	30 000	30 000
Iš viso projekto biudžetas	2 550 000	180 000	2 370 000

Identiškas įrenginys šiuo metu Lietuvoje neeksploatuojamas, šalies ekonominiai rodikliai nuolat kinta, o reguliuojančios institucijos priimami sprendimai daro didelį poveikį energetinių paslaugų teikimo veiklai. Dėl šių išvardintų priežasčių atlikti tikslią sąnaudų analizę visam ataskaitiniam 10 metų laikotarpiui labai sudėtinga. Siekiant kuo tikslesnių rezultatų numatomi 3 sąnaudų scenarijai (optimistinis, labiausiai tikėtinas, pesimistinis), kurie leis prognozuoti kokią įtaką reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikimui turėtų įvairių rodiklių pokyčiai. Sąnaudų scenarijai pateikiami 9 lentelėje.

9 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ sąnaudų scenarijai

Charakteristikos	Scenarijai		
	Optimistinis	Labiausiai tikėtinas	Pesimistinis
Įrengimas, eur	2 550 000	2 550 000	2 550 000
El. en. suvartojimas per 1 paslaugos teikimo valandą, MWh	2,5	3	3,5
El. en. suvartojimas paleidimui, MWh/1 kartui	0,34	0,40	0,46
Investicijos nusidėvėjimo terminas, metais	10	10	10
Darbuotojų skaičius, žmonėmis	2	3	5

Darbo užmokestis, eur/val.	8,0	10,0	12,0
Darbo užmokesčio augimas per ateinančius 10 m., proc.	2	4	6
Infliacija per ateinančius 10 metų, proc.	1	2	3
Remontų sąnaudos, eur/metus	40 000	50 000	60 000
Balansavimo el. en. kaina, eur/MWh	35	45	60

Tikėtina, kad parengus techninį darbo projektą, investicijų suma nuo preliminarus vertinimo gali šiek tiek skirtis, tačiau analizei naudojama 2,55 mln. eurų suma neturėtų būti viršyta.

Elektros energijos suvartojimas per 1 paslaugos teikimo valandą yra 3 MWh nustatytas pagal faktinį elektros energijos kiekio suvartojimą veikiant rezervinės elektrinės šeštajam blokui sinchroninio kompensavimo režimu. Įvertinus tai, kad dalis įrangos komponentų bus nauji, dalis seni, elektros energijos suvartojimas gali svyruoti nuo 2,5 iki 3,5 MWh.

Norint įvertinti pastoviąsias sąnaudas, reikalinga nustatyti kiek darbuotojų aptarnaus įrenginį, tačiau šis skaičius gali priklausyti nuo darbo organizavimo principų, darbuotojų efektyvumo ir kitų veiksnių, todėl daroma prielaida, kad realiausias darbuotojų skaičius yra 3, tačiau jis gali kisti ir svyruoti nuo 2 iki 5 darbuotojų.

Darbuotojų, kurie aptarnautų įrenginį kompetencija panaši, tačiau jų darbo užmokestis priklauso nuo individualių pasiekimų ir turimos patirties, todėl gali svyruoti nuo 8 iki 12 eur/val. neatskaičius mokesčių. [35]

Remiantis Finansų ministerijos pateiktu Lietuvos ekonominės raidos scenarijumi 2018–2021 metams, bei Europos komisijos pateiktais duomenimis apie prognozuojamą darbo užmokesčio augimą ES, daroma prielaida, kad darbo užmokesčio augimas, lyginant su pastaraisiais metais, Lietuvos sulėtės ir sieks nuo 2 iki 6 proc. per metus. [36, 37]

Skaičiuojant investicines išlaidas būtina įvertinti įrenginio remontui patiriamas sąnaudas, tačiau jos gali priklausyti nuo įvairių veiksnių – veikimo laiko, paleidimų bei išjungimo kiekio, prižiūrinčių darbuotojų kompetencijos, todėl remiantis LEG pateiktais duomenimis, tokio įrenginio realios remonto sąnaudos gali būti apie 50 tūkst. eurų per metus, tačiau dėl minėtų veiksnių jos gali svyruoti nuo 40 iki 60 tūkst. eurų.

Kaip ir pirmosios alternatyvos („be projekto“) atveju, remiantis viešai skelbiamais statistiniais duomenimis, balansavimo energijos kaina gali svyruoti nuo 35 iki 60 eur/MWh.

Remiantis Lietuvos banko ir Europos komisijos pateiktomis infliacijos prognozėmis Lietuvai, artimiausiemis metams prognozuojama apie 2 proc. dydžio infliacija, tačiau dėl įvairių veiksnių gali kisti ir būti apie 1–3 proc. artimiausius 10 metų. [38, 39] Gautos vidutinės pastoviosios sąnaudos pateikiamos 10 lentelėje.

10 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ pastoviosios sąnaudos

Sąnaudų tipas	Sąnaudų scenarijai		
	Optimistinis	Labiausiai tikėtinas	Pesimistinis
Nusidėvėjimo sąnaudos per metus, eur	255 000	255 000	255 000
Darbo užmokesčio sąnaudos, eur	35 362	74 110	166 781
Remontų sąnaudos, eur	42 092	55 475	70 317
Pastoviosios sąnaudos iš viso, eur	332 454	384 585	492 099

Metinės nusidėvėjimo sąnaudos nustatomos atsižvelgiant į nusidėvėjimo laikotarpį ir likutinę vertę. Sąnaudos darbo užmokesčiui apskaičiuojamas įvertinus jo augimą per ateinančius 10 metų, atsižvelgiant į darbuotojo vidutinį darbo valandos atlygį ir darbuotojų skaičių.

Vidutinės remonto sąnaudos gaunamos įvertinus prognozuojamą infliacijos dydį per ateinančius 10 metų.

Kintamosios sąnaudos, patiriamos eksplotuojant sinchroninį kompensatorių rezervinėje elektrinėje, pateikiamos 11 lentelėje.

11 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ kintamosios sąnaudos

Sąnaudų tipas	Sąnaudų scenarijai		
	Optimistinis	Labiausiai tikėtinas	Pesimistinis
Sąnaudos paleidimui, eur/val.	3,1	4,6	7,1
Sąnaudos per 1 val. paslaugos teikimo, eur/val.	87,5	112,5	150
Kintamosios sąnaudos iš viso, EUR	90,6	117,1	157,1

Priešingai nei alternatyvos „be projekto“ atveju, kur pastoviosios sąnaudos aiškios ir pakankamai tiksliai apskaičiuotos VKEKK, šiai alternatyvai buvo reikalinga detalesnė sąnaudų ir savikainos nustatymo analizė. Gauti rezultatai, pateikiami 12 lentelėje, parodo kokia yra tikėtina vidutinė reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos savikaina, atsižvelgiant į kiekvieną sąnaudų ir alternatyvų scenarijų.

12 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ vidutinės sąnaudos (savikaina)

Sąnaudų scenarijai	Alternatyvų scenarijai		
	Pesimistinis	Labiausiai tikėtinas	Optimistinis
Optimistinis, eur/val.	318,58	250,17	213,33
Labiausiai tikėtinas, eur/val.	403,41	324,26	281,65
Pesimistinis, eur/val.	554,61	453,35	398,82
Vidutinė savikaina, eur/val.	425,53	342,59	297,94

Sąnaudų analizės rezultatai, toliau naudojami gryniesiems pinigų srautams ir finansiniams rodikliams apskaičiuoti.

4.2.3. Alternatyvų pinigų srautų nustatymas

Vertinamų alternatyvų gryniesiems pinigų srautai nagrinėjami 1 priede. Alternatyvos „be projekto“ diskontuoti pinigų srautai visais metais yra teigiami. Tai reiškia, kad net ir pasikeitus reaktyviosios galios ir įtampos valdymo reglamentavimui, tačiau išliekant panašiai kainai, paslauga būtų teikiama pelningai ir alternatyva yra gyvybinga.

Alternatyvos „su projektu“ diskontuoti gryniesiems pinigų srautai taip pat visais metais ir visais scenarijais yra neneigiami, todėl alternatyva yra gyvybinga. Net gi esant „pesimistiniam“ scenarijui, kiekvienais metais būtų gaunamas 0,5–0,8 mln. eurų pelnas.

4.2.4. Finansinių rodiklių apskaičiavimas

Projekto finansinei naudai įvertinti apskaičiuojami efektyvumo rodikliai:

- Finansinė grynoji dabartinė vertė (FGDV, angl. *NPV*);
- Pelną prieš palūkanas, mokesčius, nusidėvėjimą ir amortizaciją (angl. *EBITDA*);
- Finansinė vidinė gražos norma (FVGN, angl. *IRR*);
- atsipirkimo laikas (AL, angl. *PP*).

Visiems trims alternatyvų scenarijams skaičiavimai atlikti remiantis pirmame skyriuje pateikta kaštų–naudos analizės metodika.

Grynoji dabartinė vertė. Rodikliai apskaičiuoti sudėjus neigiamas investicines išlaidas ir teigiamus diskontuotus grynojų pinigų srautus, kurie pateikiami 1 priede. Taip pat grynosios dabartinės vertės apskaičiavimui taikoma 5 proc. diskonto arba investicijų gražos norma – tokio pat dydžio kaip ir iki šiol VKEKK buvo nustatyta reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugai, teikiant ją KHAE agregatu.

Alternatyvų finansinės grynosios dabartinės vertės pateikiamos 13 lentelėje.

13 lentelė. Alternatyvų FGDV rezultatai

Rodiklis	Scenarijai	Alternatyva „be projekto“	Alternatyva „su projektu“
FGDV	Pesimistinis	1 007 885	4 044 415
	Labiausiai tikėtinas	1 439 934	8 093 373
	Optimistinis	1 871 984	12 142 425

Abiejų alternatyvų grynosios dabartinės vertės yra teigiamos. Tai reiškia, kad alternatyva „su projektu“ galėtų būti įgyvendinta. Alternatyvos „be projekto“ vertė ženkliai mažesnė, tačiau pelninga, nes nepatiriamos investicinės išlaidos.

Vidinė gražos norma. Alternatyvai „be projekto“ rodiklio apskaičiavimas būtų neteisingas ir netikslingas, nes jos įgyvendinimui nėra reikalingos investicinės išlaidos. Alternatyvos „su projektu“ vidinė gražos norma kiekvienam scenarijui pateikiama 14 lentelėje.

14 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ FVGN rezultatai

Rodiklis	Scenarijai	Alternatyva „su projektu“
FVGN, proc.	Pesimistinis	32
	Labiausiai tikėtinas	55
	Optimistinis	77

Lentelėje pateikti duomenys rodo, jog alternatyvos „su projektu“ vidinė gražos norma net pesimistiniu scenarijumi, lygi 32 proc.. Labiausiai tikėtino ir optimistinio scenarijų atvejais ji dar didesnė, atitinkamai 55 proc. ir 77 proc., todėl galima teigti, kad esant šioms FVGN reikšmėms, visais scenarijais investicinis projektas yra priimtinas.

EBITDA. Nors ir EBITDA rodiklio apskaičiavimas nėra aprašytas kaštų–naudos analizės metodikose, verta paminėti, kad EBITDA yra populiarus ir patikimas pajamų (pelno) rodiklis, tačiau dėl įtraukiamų nusidėvėjimo išlaidų jis neparodo pajamų (pelno) kokybės. Vis dėl to analizėje vertinamam ilgalaikiam turtui kapitalinio remonto reikia retai, kas 10 metų, todėl tokiu atveju EBITDA skaičiavimas yra tinkamas. Alternatyvų EBITDA pateikiami 15 lentelėje.

15 lentelė. Alternatyvų FVGN rezultatai

Rodiklis	Scenarijai	Alternatyva „be projekto“	Alternatyva „su projektu“
EBITDA, eur	Pesimistinis	1 137 552	1 136 361
	Labiausiai tikėtinas	1 196 302	1 686 938
	Optimistinis	1 255 052	1 982 528

Alternatyvos „su projektu“ gryniesi pinigų srautai yra net kelis kartus didesni nei alternatyvos „be projekto“, tačiau EBITDA skaičiavimai rodo, kad abiejų alternatyvų vertės yra panašios ir tokio ženklaus skirtumo, lyginant su anksčiau apskaičiuotais finansiniais rodikliais, nebesimato. Tai reiškia, kad ilgalaikio turto vertė ir nuo jos priklausančios nusidėvėjimo išlaidos gali iškreipti gautus finansinius rezultatus, todėl tik vienu rodikliu negalima vadovautis vertinant investicinio projekto efektyvumą.

Atsipirkimo laikas. Dėl patiriamų investicinių išlaidų, atsipirkimo laikas apskaičiuojamas tik alternatyvai „su projektu“. Alternatyvos „su projektu“ atsipirkimo laiko skaičiavimo rezultatai pateikiami 16 lentelėje.

16 lentelė. Alternatyvos „su projektu“ AL rezultatai

Rodiklis	Scenarijai	Alternatyva „su projektu“
AL, metais	Pesimistinis	1,7
	Labiausiai tikėtinas	1,2
	Optimistinis	0,9

Gauti rezultatai parodo, kad net ir pesimistinio scenarijaus atveju, alternatyvos „su projektu“ investicinės išlaidos atsipirktų greičiau nei per 2 metus, labiausiai tikėtino scenarijaus atveju – 1,2 metus.

4.2.5. Alternatyvų palyginimas

Aukščiau pateikti skaičiavimai parodo, kad nagrinėjamos alternatyvos finansine prasme yra labai skirtingos, o gauti rezultatai kai kuriais atvejais skiriasi net kelis kartus. Alternatyvų palyginimui naudojami „labiausiai tikėtino“ scenarijaus rezultatai, kurie pateikiami 17 lentelėje.

17 lentelė. Alternatyvų finansinės analizės rezultatų palyginimas

Rodikliai	Alternatyva „be projekto“	Alternatyva „su projektu“
Sąnaudos		
Pastoviosios sąnaudos, eur/val.	234	194
Kintamosios sąnaudos, eur/val.	450	144
Paleidimo sąnaudos, eur/val.	246	5
Finansiniai rodikliai		
FGDV, eur	1 439 934	8 093 373
EBITDA, eur	1 196 302	1 686 938

FVGN, proc.	-	53
AL, metai	-	1,2

Iš lentelės matyti, jog visų apskaičiuotų finansinių rodiklių atžvilgiu finansine prasme žymiai efektyvesnė yra alternatyva „su projektu“.

Sąnaudų analizė labai aiškiai parodo, kad įgyvendinus projektą, reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos savikaina būtų ženkliai mažesnė dėl kintamųjų ir paleidimo sąnaudų skirtumo. Įrengto sinchroninio kompensatoriaus energijos suvartojimas tiek paleidimo, tiek paslaugos teikimo metu yra net keliais kartais mažesnis nei KHAE agregato, veikiančio SK režimu. Toks žymus energijos resursų ir sąnaudų skirtumas atsiranda dėl kelių priežasčių:

- kaip ir minėta anksčiau, KHAE agregatą paleidžiant veikti SK režimu, remonto sąnaudos, lyginant su generacijos režimu, išauga net 7 kartus. Paslaugos teikimas įtakoja greitesnį įrenginio nusidėvėjimą, dėl ko patiriamos žymiai didesnės kapitalinio remonto sąnaudos. Tuo tarpu sinchroninis kompensatorius rezervinėje elektrinėje nuolatos veiktų SK režimu, dėl to įrenginio dėvėjimasis būtų natūralus, o remonto sąnaudos priskiriamos pastoviosioms sąnaudoms;
- nors abiejų įrenginių galia panaši, tačiau jų konstrukcijos skiriasi. Dėl susidėvėjusių apatinių įvorių bei nesandaraus šliuzo mažėja KHAE agregatų našumas ir dėl to agregato elektros energijos suvartojimas per 1 reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos teikimo valandą siekia 10 MWh, sinchroninio kompensatoriaus 3 MWh, o paleidimo metu atitinkamai 8 MWh ir 0,4 MWh.

Esant šiems technologiniams skirtumams paaiškėja kuris įrenginys yra efektyvesnis ir pranašesnis galutinės paslaugos savikainos atžvilgiu.

Skirtingų literatūros šaltinių autoriai teigia, kad grynosios dabartinės vertės ir vidinės gražos normos rodikliai yra patikimiausi investicijų efektyvumo vertinimo rodikliai, todėl atlikus šių rodiklių skaičiavimus galima daryti išvadą, kad būtų naudingiausia investuoti į sinchroninio kompensatoriaus įrengimo investicinį projektą.

Būtina pažymėti, kad finansinė analizė atlikta darant prielaidą, kad nuo 2020 m. pasikeitęs reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos reguliavimas išliks visą ataskaitinį laikotarpį, todėl būtina įvardinti rizikas, atlikti jautrumo analizę ir įvertinti galimą poveikį projektui.

4.3. Rizikų analizė

Rizikos investiciniuose projektuose neišvengiamos. Atliekant alternatyvų finansinę analizę buvo daroma prielaida, kad piniginių srautų reikšmės yra pakankamai tiksliai žinomos. Tačiau atsižvelgiant į tai, kad projektas yra unikali veikla, o finansinės prognozės daromos 10 metų laikotarpiui, tikėtina, kad dėl ateities neapibrėžtumo, įvyks nukrypimai, kurie gali įtakoti tiek patį projekto įgyvendinimą, tiek projekto rezultatus po įgyvendinimo. Dėl šios priežasties būtina įvertinti galimus pokyčius ateityje, siekiant pasiruošti neigiamui projekto eigos poveikiui ir jo suvaldymui. Tai reiškia, kad išlaikyti projekto kontrolę, reikalinga įvertinti rizikas, nustatyti galimą jų poveikį bei įvardinti priemones joms suvaldyti.

4.3.1. Rizikos ir jų valdymo priemonės

Rizikos gali būti reitinguojamos pagal jų svarbą projekte. Konkrečią rizikų vertinimo metodiką, remiantis tam tikromis rizikų vertinimo taisyklėmis, gali pasirinkti įmonė, kurioje įgyvendinami projektai arba būti taikoma kiekvienam projektui individualiai. [4]

Sinchroninio kompensatoriaus įrengimo projekte rizikų reitingas, skaitine išraiška, nustatomas kiekvienai rizikai pagal jos pasireiškimo tikimybę ir poveikį. Tikimybė (T) ir poveikis (P) gali būti vertinami, žemais (1), vidutiniais (2) ir aukštais (3) balais. Apskaičiuojamas bendras rizikos įvertinimo balas (RĮB), nuo 1 iki 9, kuris parodo rizikos svarbą projekte. Rizikos, kurių RĮB nuo 6 iki 9 yra svarbiausios ir jų suvaldymui būtina numatyti priemones. Rizikos ir pasekmės pateikiami 18 lentelėje.

18 lentelė. Rizikos ir pasekmės

Nr.	Rizika	Pasekmės	T	P	RĮB
Finansinės					
1	Techninio darbo projekto rengimo metu projektuotojų parinkti technologiniai sprendiniai gali nesutapti su pirminiais finansiniais lūkesčiais ir prognozėmis, kas sąlygotų pirminio biudžeto viršijimą.	Biudžeto padidėjimas	2	2	4
2	Kadangi projekte yra taikomi viešieji pirkimai ir nėra galimybės iš anksto nustatyti tikslios kainos, atsiranda rizika, kad bus viršytas numatytas preliminarus projekto suminis biudžetas.	Biudžeto padidėjimas	2	2	4
Makroekonominės					
3	Pasikeitus paslaugos reguliavimui, atsiranda rizika, kad gali būti neigiamai įtakotas projekto finansinis efektyvumas.	Pelningumo sumažėjimas, atsipirkimo laiko pailgėjimas.	2	3	6
4	Pasikeitęs paslaugos reguliavimas (nuo 2020 m.) gali įtakoti konkurencijos ir pasiūlos padidėjimą	Pelningumo sumažėjimas, atsipirkimo laiko pailgėjimas.	2	3	6
Techninės					
5	Techninio projekto sprendinių galimos klaidos ar trūkumai.	Grafiko vėlavimas, biudžeto padidėjimas	1	3	3
6	Lygiagrečiai vykdomų projektų techniniai ir kiti sprendimai įtakos atliekamo projekto atlikimo terminus.	Grafiko vėlavimas	2	2	4
7	Projekto suderinamumo su kitais vykdomais projektais rizika, nenutrūkstamos veiklos užtikrinimo poreikio nesuderinamumo su projekto darbų vykdymu rizika.	Grafiko vėlavimas, pelningumo mažėjimas	2	3	6
8	Projekto tinkamo darbų atlikimo ir rezultatų patikimumo rizika (dėl rangovo kvalifikacijos trūkumų, darbo defektų)	Kokybės mažėjimas, grafiko vėlavimas	1	3	3
10	Įgyvendinant projektą gali paaiškėti nauji poreikiai arba bus pasiūlyti/priimti sprendimai, dėl kurių teks koreguoti parinktus technologinius sprendinius projekte vykdant rangos darbus.	Grafiko vėlavimas, biudžeto padidėjimas	2	3	6
11	Potencialių rizikų, technologinių trukdžių, kitų ribojančių faktorių neįvertinimo rizika, dėl kurių gali nusikelti projekto terminai, būti viršytas biudžetas ar sumažėti projekto kokybė.	Grafiko vėlavimas	2	3	6

Nr.	Rizika	Pasekmės	T	P	RĮB
12	Dėl vėlavimo (įskaitant dėl užtrukusių pirkimo procedūrų, projektavimo, derinimo, klaidų, netinkamo sutartinių įsipareigojimų vykdymo, įrangos broko, ilgesnių nei planuota įrangos gamybos ir tiekimo terminų) projekto faktiniai realizavimo darbai gali vėluoti.	Grafiko vėlavimas	2	3	6
13	Projekto pradinio planavimo trūkumai ir/ar klaidos	Biudžeto, terminų, kokybės vėlavimai	1	3	3
14	Dėl pirkimų dalyvių nebuvimo arba mažo dalyvių skaičiaus, (kas gali sąlygoti per didelę pirkimo kainą ar pirkimo skelbimo iš naujo poreikį), atsiranda rizika, jog neįvyks viešųjų pirkimų procedūros arba pasiūlyta kaina neatitiks finansinių lūkesčių.	Grafiko vėlavimas, biudžeto padidėjimas	1	3	3

Remiantis projektų projektų valdymo metodikoje (angl. *PMBOK*) [4] pateiktomis rekomendacijomis, rizikoms, kurių RĮB ≥ 6 , reikalingas valdymo planas, kuris pateikiamas 19 lentelėje.

19 lentelė. Rizikų valdymo priemonės

Nr.	Rizika	Priemonės rizikos valdymui
1	Pasikeitus paslaugos reguliavimui, atsiranda rizika, kad gali būti neigiamai įtakotas projekto finansinis efektyvumas.	Išankstinis projekto suderinimas su VKEKK ir PSO.
2	Pasikeitęs paslaugos reguliavimas (nuo 2020 m.) gali įtakoti konkurencijos ir pasiūlos padidėjimą.	Konkurencingos kainos užtikrinimas ir sąnaudų mažinimas optimizuojant veiklą.
3	Projekto suderinamumo su kitais vykdomais projektais rizika, nenutrūkstamos veiklos užtikrinimo poreikio nesuderinamumo su projekto darbų vykdymu rizika.	Derinant investiciją su VKEKK, pasiekiamas susitarimas su PSO dėl tokios investicijos poreikio rinkoje, neatmetant galimybės kad bus įgyvendintas KHAE 5 agregato įgyvendinimo projektas. Projekto veiklų planavimas ir derinimas su atsakingais LEG darbuotojais
4	Įgyvendinant projektą gali paaiškėti nauji poreikiai arba bus pasiūlyti/priimti sprendimai, nepriklausantys nuo projekto komandos, dėl kurių teks koreguoti parinktus technologinius sprendinius projekte vykdant rangos darbus	Išankstinis projekto apimties suderinimas su suinteresuotomis šalimis ir pasitvirtinimas. Parinktų sprendinių įgyvendinimas pagal projekto planą.
5	Potencialių rizikų, technologinių trukdžių, kitų ribojančių faktorių neįvertinimo rizika, dėl kurių gali nusikelti projekto terminai, būti viršytas biudžetas ar sumažėti projekto kokybė	Nuoseklus projekto planavimo etapo užtikrinimas, į jį įtraukiant projekto komandą ir reikiamus specialistus. Projektavimo apimties išankstinis suderinimas su suinteresuotomis šalimis.
6	Dėl vėlavimo (įskaitant dėl užtrukusių pirkimo procedūrų, projektavimo, derinimo, klaidų, netinkamo sutartinių įsipareigojimų vykdymo, įrangos broko, ilgesnių nei planuota įrangos gamybos ir tiekimo terminų) projekto faktiniai realizavimo darbai gali vėluoti.	Nuoseklus ir savalaikis rizikų valdymas, projekto eigos planavimas ir priežiūra, užtikrinant terminų laikymąsi

Apibendrinant finansinių, techninių ir makroekonominių rizikų įvertinimo rezultatus, galima daryti išvadą, jog esminės projekto įgyvendinimo rizikos daro didžiausią poveikį projekto grafikui, pelningumui ir atsipirkimo laikui. Nukrypimai nuo įgyvendinimo grafiko yra svarbus veiksnys, įtakojantis projekto pabaigą ir rezultatus, tačiau rizikos, kurių pasireiškimas gali nulemti projekto pelningumą arba efektyvumą jį įgyvendinus, yra kritinės. Labai svarbu tokias rizikas suvaldyti dar projekto planavimo etape.

4.3.2. Jautrumo analizė

Jautrumo analizė atskleidžia, kaip kiekvieno atskiro kintamojo pasikeitimas lemia analizuojamo investicinio projekto rezultatus. Prieš atliekant analizę svarbu identifikuoti ir kokie veiksniai lemia kintamųjų pasikeitimus.

Nagrinėjamo projekto finansinį efektyvumą labiausiai lemiantys kintamieji – reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos kaina ir jos kiekis valandomis. Atliekant finansinę analizę buvo remtasi skirtingais scenarijais, kurių pagrindinis kintamasis buvo paslaugos kiekis, nustatytas įvertinant galimą išorės veiksnių poveikį paslaugos teikimui.

Kaip ir buvo minėta anksčiau, nuo 2020 metų, kuometpaslauga taps nebereguliuojama, paslaugos teikėjai galės nustatyti kainą savarankiškai. Dėl šios priežasties atliekant finansinius skaičiavimus buvo daroma prielaida, kad paslaugos kaina visu ataskaitiniu laikotarpiu nesikeis ir išliks panaši į šiuo metu galiojančią.

Paslaugos reguliavimo pokyčiai. Rizikų vertinimo metu paaiškėjo, kad viena svarbiausių rizikų yra besikeičiantis paslaugos reguliavimas, kurio pasekmė yra pasikeitę kainos nustatymo principai. Tai reiškia, kad jeigu ateityje VKEKK priimtų sprendimą, kad reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslauga vis gi turi būti reguliuojama ir vėl būtų taikoma šiuo metu galiojanti viršutinės kainos nustatymo metodika, gauti finansiniai ir ekonominiai rezultatai pasikeistų iš esmės.

Siekiant nustatyti šios rizikos poveikį projekto efektyvumui ateityje, reikalinga atlikti skaičiavimus dar projekto planavimo etape. 2 priede pateikti finansinės analizės rezultatai, paslaugos viršutinę kainą nustatant VKEKK pagal dabar galiojančią elektros energijos kainos ir rezervinės galios užtikrinimo paslaugų kainų nustatymo metodiką.

Remiantis šia metodika, paslaugos teikėjui (šiuo metu LEG), turi būti padengiamos paslaugos teikimo metu patiriamos sąnaudos, taip pat nustatoma paslaugos teikime naudojamo turto investicinė grąža, kuri apskaičiuojama nuo įrenginio vertės, taikant investicinę grąžos normą (šiuo metu KHAE agregatui taikoma 5 proc.). Tai reiškia, kad paslaugos teikėjo grynas pelnas siekia tik 5 proc. ir priklauso nuo paslaugos teikime naudojamo įrenginio vertės. Kiekvienais metais įrenginio vertė mažėja jam dėvintis, atitinkamai mažėja ir grynieji pinigų srautai.

Darant prielaidą, kad įgyvendinus projektą, naujai įrangai būtų taikoma 5 proc. investicijų grąžos norma, buvo gauti rezultatai kurie pateikti 20 lentelėje.

20 lentelė. Reguliavimo pokyčių jautrumo analizės rezultatai

Rodiklis	Scenarijai	Alternatyva „be projekto“	Alternatyva „su projektu“
FGDV, eur	Pesimistinis	913 213	-2 345 054
	Labiausiai tikėtinas	1 304 680	-2 305 578
	Optimistinis	1 696 146	-2 266 102

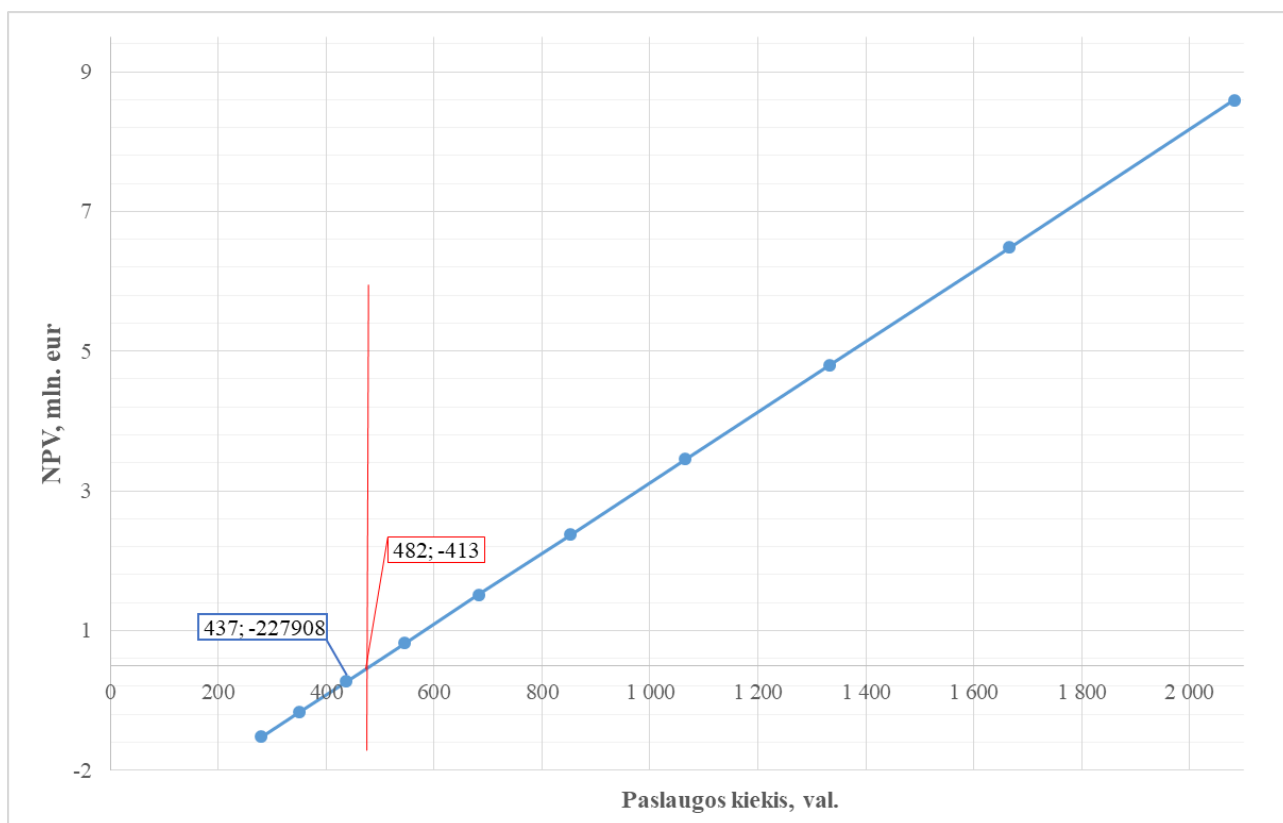
Atsižvelgiant į gautus rezultatus, galima daryti išvadą, kad ateityje pasireiškus paslaugos reguliavimo pasikeitimo rizikai ir grįžus prie šiuo metu galiojančios reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos kainos nustatymo metodikos, projekto efektyvumas būtų neigiamas, o paslaugos teikėjas galimai turėtų ieškoti kito paslaugos teikimo būdo.

Vis dėl to, projekto atsipirkimo laikas yra pakankamai trumpas, todėl tikėtina, kad paslaugos reguliavimas kelių metų laikotarpyje nepasikeis ir investicinės išlaidos iki pokyčių būtų atsipirkusios. Taip pat nagrinėjamą riziką galima suvaldyti projekto planavimo etape remiantis rizikų valdymo plane numatytais priemonėmis.

Paslaugos kiekio ir kainos pokyčiai. Atsižvelgiant į šiuo metu energetikos sektoriuje įgyvendinamų ir artimiausiu metu planuojamų įgyvendinti strateginių projektų reikšmę bei teisinio reguliavimo nestabilumą, aktualu atlikti paslaugos kainos ir kiekio jautrumo analizę, nustatant kaip šių kintamųjų kitimas neigiamai galėtų įtakoti projekto grynąją dabartinę vertę bei identifikuojant mažiausias kintamųjų reikšmes, kurioms esant projektas tampa finansiškai nenaudingas.

Skaičiavimai atlikti, remiantis 4.2 skyriuje nustatytais labiausiai tikėtino scenarijaus rodikliais, rezultatai pateikti 3 priede.

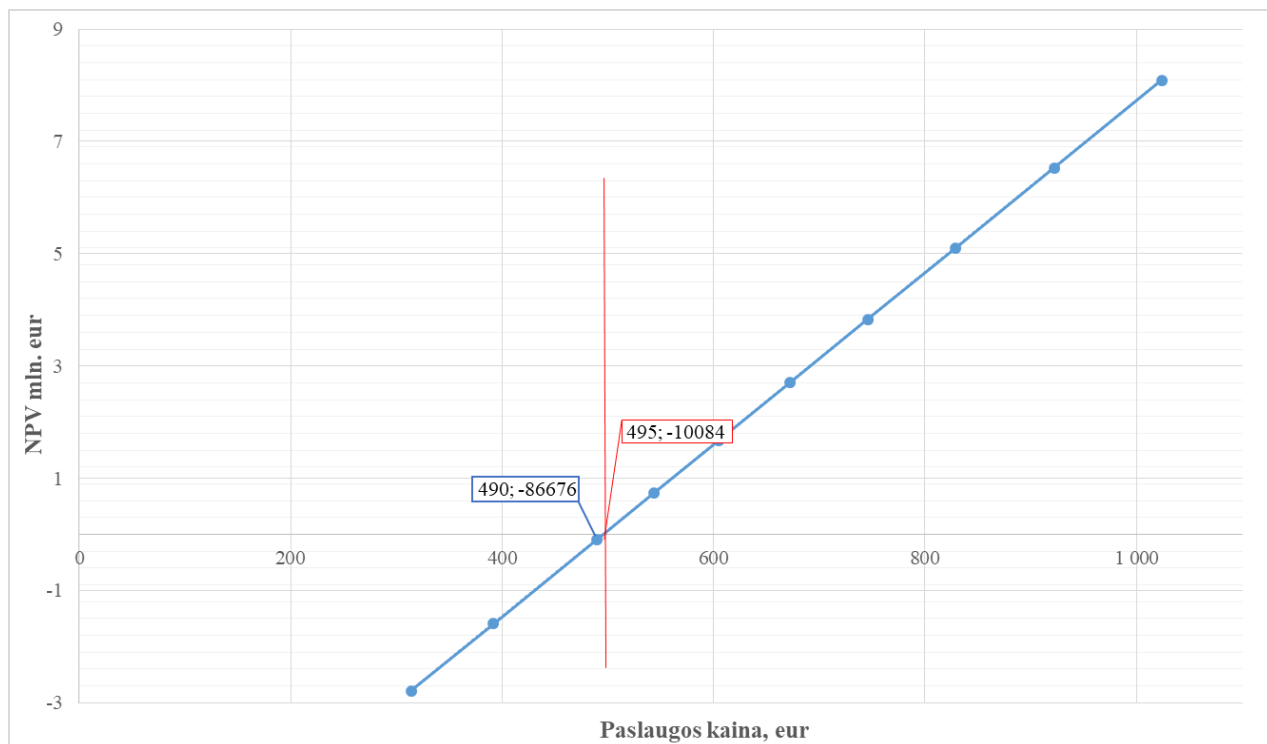
Grynosios dabartinės vertės ir paslaugos kiekio priklausomybė pateikta 12 paveiksle.



12 pav. Grynosios dabartinės vertės ir paslaugos kiekio priklausomybė

Iš paveikslo matyti, kad labiausiai tikėtino scenarijaus paslaugos kiekį sumažinus 20 proc., projekto grynoji dabartinė vertė sumažėja daugiau kaip 2 mln. eurų. Vis mažinant paslaugos kiekį po 20 proc., gaunama, kad sumažėjus kiekiui iki 482 valandų per metus, projekto grynoji dabartinė vertė pasiekia neigiamą reikšmę ir projektas tampa finansiškai neefektyvus. Tai reiškia, kad norint jog projektas būtų efektyvus pakanka teikti paslaugą 483 valandas per metus. Palyginti su pastarųjų metų vidutine reikšme (2083 val./metus), tai net 77 proc. mažiau, todėl net ir dideli pokyčiai sektoriuje, atsiradę dėl strateginių projektų ar kitų veiksnių, tikėtina, kad neįtakotų tokio ženklus poreikio sumažėjimo.

13 paveiksle pateikta paslaugos kainos ir grynosios dabartinės vertės priklausomybė parodo kaip keičiasi projekto grynoji dabartinė vertė, paslaugos kainą mažinant po 10 proc.



13 pav. Grynosios dabartinės vertės ir paslaugos kainos priklausomybė

Iš 12 paveikslo matyti, kad sumažėjus paslaugos kainai apie 100 eurų, grynoji dabartinė vertė sumažėja daugiau nei 1,5 mln. eurų. Kainai sumažėjus iki 495 eur/val., projekto grynoji dabartinė vertė tampa neigiama, projektas – finansiškai neefektyvus. Tai reiškia, kad projektas bus efektyvus tol kol paslaugos vertė nenukris žemiau 496 eur/val. Palyginti su pastarųjų metų vidutine kaina (1024 eur/val.), tai 52 proc. mažesnė reikšmė. Vadinas, net ir keičiantis paslaugos pasiūlai bei didėjant konkurencijai, paslaugos teikėjas galėtų teikti paslaugą už pakankamai konkurencingą kainą ir vis tiek išlaikytų pelningumą.

Apibendrinant rizikų analizės rezultatus, galima daryti išvadą, pasirinkta alternatyva pasižymi žemu rizikos laipsniu. Daugumos rizikų galima išvengti, remiantis rizikų valdymo plane numatytais priemonėmis. Jautrumo analizė parodė, kad reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugos kaina ir kiekis yra kritiniai kintamieji, nes jų reikšmei pasikeitus 1 proc., finansiniai rodikliai pasikeičia daugiau nei 1 proc.. Taip pat galima teigti, kad net ir įvykus esminiams pokyčiams energetikos sektoriuje, projektas galėtų išlikti finansiškai efektyvus.

4.4. Ekonominė analizė

Alternatyvos „su projektu“ socialinis – ekonominis vertinimas atliekamas, vykdant finansinio grynujų pinigų srauto, pagal kurį buvo apskaičiuotos finansinių rodiklių (grynosios dabartinės vertės ir vidinės pelnos normos) reikšmės, korekcijas:

- Rinkos kainų perskaičiavimas;
- Išorinio poveikio vertinimas;
- Sudaromi ekonominiai pinigų srautai ir apskaičiuojami ekonominiai – socialiniai rodikliai.

4.4.1. Rinkos kainų perskaičiavimas į ekonomines

Finansinėje analizėje apskaičiuotus pinigų srautus paprastai veikia netobula konkurencinė, mokestinė aplinka ir kiti veiksniai, dėl kurių pasireiškimo finansinėje analizėje įvertinti pinigų srautai neatspindi tikrosios pinigų vertės. Dėl šios priežasties ekonominėje analizėje naudojami ne finansiniai, o ekonominiai pinigų srautai, kurie gaunami pakoregavus finansinės analizės pinigų srautus pagal atitinkamus konversijos koeficientus. [7]

Konvertavimui taikomi koeficientai nustatomi, įvertinus įtaką finansinių srautų vertei darančius veiksnius – finansinių pinigų srautų dydžių iškraipymus atsirandančius dėl netobulos rinkos egzistavimo, darbo užmokesčio išlaidos, kurios tiesiogiai neišreiškia sukuriamos pridėtinės vertės. [7]

Remiantis Centrinės projektų valdymo agentūros metodika, atlikti alternatyvos „su projektu“ sąnaudų perskaičiavimai pritaikius sąnaudų elementų konversijos koeficientus. Finansinės analizės metu įvertintų sąnaudų perskaičiavimas pateiktas 21 lentelėje.

21 lentelė. Finansinių sąnaudų perskaičiavimo rezultatai

Sąnaudos	Sąnaudų scenarijai		
	Optimistinis	Labiausiai tikėtinas	Pesimistinis
Įrengimas, eur	2 547 390	2 547 390	2 547 390
Darbo užmokestis neatskaičius mokesčių, eur/val.	9,6	12,0	14,4
Balansavimo el. en. kaina, eur/MWh	34,5	44,3	59,1
Darbo užmokesčio sąnaudos, eur	42 434	88 932	200 137
Pastoviosios sąnaudos iš viso, eur	339 266	399 145	525 194
Kintamosios sąnaudos paleidimui, eur/val.	3,01	4,56	7,00
Vidutinė savikaina, eur/val.	435,75	349,07	302,40

Lyginant 4.7–4.9 ir 4.19 lentelėse pateiktus duomenis, matyti, kad perskaičiavus rinkos kainas į ekonomines, apie 2 proc. padidėjo pastoviosios ir panašiai kintamosios sąnaudos. Žinoma, tai įtakojo didesnę nei 2 proc. paslaugos savikainos padidėjimą.

4.4.2. Išorinio poveikio vertinimas

Šiame etape atskleidžiama projekto poveikio ekonominė nauda. Alternatyvos „su projektu“ ekonominė nauda pasireiškia dividendais valstybei ir elektros energijos tiekimo sistemos patikimumo didinimu.

Jeigu LEG įgyvendinusi projektą ir toliau teiktų reaktyviosios galios ir įtampos valdymo paslaugą, valstybei, kaip pagrindiniam akcininkui, kuris valdo 96,82 proc. LEG akcijų, atitinkamai padidėjusiam pelnui, būtų išmokami didesni dividendai. Už 2018 metus Bendrovė išmokėjo 23,795 mln. eurų dividendų akcininkams. Atsižvelgiant į valstybės valdomų akcijų dalį, dividendai sumokėti į biudžetą siekia 23,038 mln. eurų. Finansinės analizės metu alternatyvos „su projektu“ apskaičiuoti grynieji pinigų srautai kiekvienais metais vidutiniškai 1,254 mln. eurų didesni nei alternatyvos „be projekto“, todėl daroma prielaida, kad viso ataskaitinio laikotarpio metu atitinkamai bus mokami

didesni dividendai valstybei. Projekto ekonominės naudos (dividendų) vertinimas pateiktas 22 lentelėje. [40]

22 lentelė. Išorinio poveikio (dividendų) vertinimo rezultatai

Metai	Valstybės valdomų akcijų kiekis, proc.	Dividendai, mln. eur (iš paslaugos teikimo)
2021	96,82	1,254
2022		1,254
2023		1,254
2024		1,254
2025		1,254
2026		1,254
2027		1,254
2028		1,254
2029		1,254
2030		1,254
Iš viso dividendai už paslaugą, mln. eur		12,54
Dividendai į valstybės biudžetą, mln. eur		12,14

Iš 22 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad alternatyvos „su projektu“ sukuriama ekonominė nauda valstybei siektų apie 12 mln. eurų per visą ataskaitinį laikotarpį.

Kita vertinama elektros energijos tiekimo sistemos patikimumo didinimo išorinė nauda yra labiau teorinė, tačiau ją svarbu įvardinti ir nustatyti jos vertę. Darant prielaidą, kad šalyje neturint sinchroninio kompensatoriaus įrenginio (nesvarbu ar KHAE ar rezervinėje elektrinėje) ir kitų priemonių įtampai valdyti ir jų nesuvaldžius gali prasidėti kaskadinė tinklo griūtis. Padidėjusi įtampa virš leistinų lygių galėtų sugadinti aukštos įtampos pastočių įrangą, dėl ko reiktų atstatyti transformatorinių pastočių įrangą ir būtų patiriamos papildomos sąnaudos.

Atliekant socialinį – ekonominį vertinimą yra daroma prielaida, kad dėl įtampos padidėjimo yra paveikiama viena iš 330 kV TP – 330/110/10 kV Kauno TP. Ši pastotė skirsto elektrą Kauno miestui bei Kauno, Prienų, Kaišiadorių rajonams, jungia svarbiausias Lietuvoje Elektrėnų, Kruonio ir Kauno elektrines, tiekia elektrą Kauno laisvojoje ekonominėje zonoje veikiančioms įmonėms, Kauno oro uostui, Kauno klinikoms ir kitiems svarbiems vartotojams. Į šią TP sueina keturios 330 kilovoltų ir dvylika 110 kilovoltų elektros perdavimo linijų, veikia du autotransformatoriai ir uždara 10 kilovoltų skirstykla. Daroma prielaida, kad prasidėjus tinklo griūčiai, būtų sugadinti 330 kV įrenginiai, todėl tektų keisti 330 kV prijunginius ir du autotransformatorius, o jų pakeitimo kaštai gali sudaryti apie 10 mln. eurų.

Nors šiuo metu Lietuvos elektros energetikos sistemoje toks incidentas būtų sunkiai tikėtinas, nes įtampą yra valdoma bet kuriuo iš KHAE agregatų, todėl ir tinklo griūties rizika yra tik teorinė, tačiau svarbu suprasti, kad tokia rizika yra ir išlieka, o jos pasireiškimo atveju pasekmės paliestų visos šalies vartotojus, todėl papildomų įtampų valdymo įrenginių atsiradimas elektros energetikos sistemoje tik dar labiau prisidėtų prie elektros energijos tiekimo patikimumo užtikrinimo ir padidintų sistemos saugumą.

4.4.3. Ekonominių pinigų srautai ir rodikliai

Ekonominiai projekto pinigų srautai sudaromi remiantis atliktu rinkos kainų perskaičiavimu bei išorinio poveikio vertinimu. Įvertinus ekonominius pinigų srautus (4 priedas), matoma, kad ekonominiai pinigų srautai visais metais teigiami. Lyginant su finansiniais grynujų pinigų srautais, ekonominiai pinigų srautai yra beveik kelis kartus didesni. Žinoma, didžiausią įtaką tokiam pokyčiui turėjo išorinių ekonominių naudų įvertinimas.

Nors ir sudaryti ekonominiai pinigų srautai rodo, kad alternatyva “su projektu” yra ekonomiškai naudinga visuomenei, tačiau reikalinga apskaičiuoti ir ekonominės naudos rodiklius – ekonominę grynąją dabartinę vertę, ekonominę vidinę pelno normą, naudos ir kaštų santykį. Šiems rodikliams apskaičiuoti taikoma 5 proc. socialinė diskonto norma. [7]. Gauti (labiausiai tikėtino scenarijaus) rezultatai pateikiami 23 lentelėje.

23 lentelė. Ekonominių rodiklių suvestinė

EGDV, eur	24 480 340
EVGN, proc.	132
Naudos ir kaštų santykis	2,5

Apskaičiuota teigiama ekonominė grynoji dabartinė vertė, ekonominė vidinė gražos norma bei naudos ir kaštų santykis, kuris lygus 2,5, parodo, kad nagrinėjamas sinchroninio kompensatoriaus įrengimo projektas kuria ekonominę naudą visuomenei.

Teigiamiems ekonominės analizės rezultatams didžiausią įtaką padarė nustatytos išorinės ekonominės naudos, tačiau net ir nevertinant vienos iš jų – teorinės naudos, analizės rezultatai vis tiek būtų teigiami. Tai reiškia, kad projekto įgyvendinimas ne tik finansiškai, bet ir ekonomiškai efektyvus.

Išvados

1. Išanalizavus kitose šalyse įgyvendintus projektus, kuomet neefektyvių šiluminių energetinių blokų įrenginiai pritaikomi sisteminių paslaugų teikimui, nustatyta, kad atlikus techninius esamos įrangos pakeitimus bei įrengiant papildomą įrangą rezervinės elektrinės demontuojami 5 ir 6 blokų turbogeneratoriai galėtų būti panaudojami sisteminiams paslaugoms teikti. Išnagrinėjus investicinio projekto valdymo principus, nustatyta, kad projektų efektyvumui įvertinti plačiausiai taikomas kaštų–naudos analizės metodas.
Netinkamai suvaldyta reaktyvioji galia ir įtampa, gali nulemti elektros energetikos sistemos avarijas. Nustatyta, kad šios paslaugos valdymui tinkamiausi dinaminiai reaktyviosios galios įrenginiai – sinchroniniai kompensatoriai ir generatoriai.
2. Rezervinėje elektrinėje demontuojamų energetinių blokų įrenginių pritaikymo dirbti sinchroninio kompensatoriaus režimu galimybių tyrimo metu, nustatyta, kad turbogeneratorius nr. 6, negeneruojant aktyvinės galios, galėtų kompensuoti nuo -120 iki +220 MVar reaktyviosios galios, o turbogeneratoriuje nr. 5 įrengta automatinė žadinimo sistema, leidžianti lanksčiai ir tiksliai nustatyti žadinimo srovę, gali būti perkeliama į turbogeneratorių nr. 6.
3. Sinchroninio kompensatoriaus ekonominio efektyvumo tyrimo metu nustatyta:
 - alternatyvų „su projektu“ ir „be projekto“ finansinės analizės metu, nustatyta, kad nuo 2020 m. įsigaliojus naujam reaktyvios galios ir įtampos valdymo paslaugos reguliavimui, net ir esant skirtingiems alternatyvų scenarijams (pesimistinis, labiausiai tikėtinas, optimistinis), yra naudinga investuoti į alternatyvą „su projektu“ – sinchroninio kompensatoriaus įrengimo projektą. Šios alternatyvos grynoji dabartinė vertė (labiausiai tikėtino scenarijaus atveju) 8,09 mln. eur, vidinė grąžos norma 55 %, o atsipirkimo laikotarpis – 1,2 metų;
 - rizikų analizės metu nustatyta, kad didžiausios rizikos projekto įgyvendinimo metu yra projekto grafiko vėlavimas, biudžeto padidėjimas ir pelningumo sumažėjimas;
 - paslaugos kiekio ir kainos kitimo jautrumo analizės metu, nustatyta, kad projektas būtų finansiškai nenaudingas tik tuo atveju jeigu Paslaugos metinis kiekis sumažėtų iki 482 val./metus, o paslaugos kaina nukristų iki 495 eur/val. Papildomai įvertinus reguliavimo pokyčių įtaką projektui, nustatyta, kad ateityje pasikeitus paslaugos reguliavimui ir grįžus prie šiuo metu galiojančios paslaugos viršutinės kainos nustatymo metodikos, alternatyva „su projektu“ taptų finansiškai neefektyvi (grynoji dabartinė vertė -2,31 mln. eur.). Tačiau tikėtina, kad dėl pakankamai greito projekto atsipirkimo laikotarpio (1,2 metų), investicinės išlaidos jau bus atsipirkusios;
 - socialinės–ekonominės analizės metu, nustatyta, kad projekto ekonominiai rodikliai yra teigiami (ekonominė grynoji dabartinė vertė – 24,48 mln. eur, ekonominė vidinė grąžos norma – 132 %), tai reiškia, kad projektas ekonomiškai efektyvus ir visuomenė patirtų naudą jį įgyvendinus.

Literatūros sąrašas

1. MACKEVIČIUS, Jonas. *3A – Apskaita, Auditas, Analizė. Teorijos, metodikos, nuostatos*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2019. 389 p. ISBN 9786090700792.
2. NEVERAUSKAS, Bronius, Vytautas STANKEVIČIUS, Algimantas VENCKUS. *Projektų valdymas: mokomoji knyga*. Kaunas: Vitae Litera, 2012. 97 p. ISBN 9786090203347.
3. GASPARĖNIENĖ, Ligita ir Jakaterina KARTAŠOVA. *Finansinių investicijų ir investicinių projektų vertinimas: monografija*. Vilnius: Standartų spaustuvė, 2015. 384 p. ISBN 9789955301899.
4. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. 5-oji laida. USA: Project Management Institute, 2013. ISBN 9781935589679.
5. TARASOVA E. V., NIKOLENKO T. YU., GORBUNOV G. L., SEMINA L. V. Implementation of Investment Projects at Industrial Enterprises. *Russian engineering research* [interaktyvus]. Moscow: Allerton Press, 2018, vol. **38** [žiūrėta 2019-04-02]. ISSN 1068-798X. Prieiga per: Science Direct.
6. BOYER–WRIGHT, Kathleen M. and Karen E PAPKE-SHIELDS. Strategic Planning Characteristics Applied to Project Management. *International Journal of Project Management* [interaktyvus]. USA: Elsevier, 2016, vol. **35** (2), pp. 169–179 [žiūrėta 2019-04-13]. Prieiga per: Science Direct.
7. CENTRINĖ PROJEKTŲ VALDYMO AGENTŪRA. Investicijų projektų, kuriems siekiama gauti finansavimą iš Europos Sąjungos struktūrinės paramos ir/ar valstybės biudžeto lėšų, rengimo metodika [interaktyvus]. Vilnius: 2016, [žiūrėta 2019-03-12]. Prieiga per: <http://pplietuva.lt/lt/viesuju-investiciju-projektu-rengimas/metodikos-ir-leidiniai>.
8. EUROPEAN COMMISSION. *Guide to Cost–Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020* [interaktyvus]. 2014, [žiūrėta 2019-03-12]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf.
9. BUŠKEVIČIŪTĖ, Eugenija, Rasa KANAPICKIENĖ, Martynas PATAŠIUS. *Finansinių rezultatų analizė: vadovėlis*. Kaunas: Technologija, 2010. 379 p. ISBN 9789955258391.
10. LING-ZHI R., XIN-GANG Z., XIN-XUAN Y., YU-ZHUO Z. Cost–benefit Evolution for Concentrated Solar Power in China. *Journal of Cleaner Producton* [interaktyvus]. China: Elsevier, 2018, vol. **190**, pp. 471–482 [žiūrėta 2019-03-19]. ISSN 0959-6526. Prieiga per: Science Direct.
11. DAVIDSON, Chris and Weikko WIRTA. AES Uses Synchronous Condensers for Grid Balancing. *Power* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2019-03-27]. Prieiga per: <https://www.powermag.com/aes-uses-synchronous-condensers-for-grid-balancing/?pagenum=4>.
12. DEECKE, Alexander and Rafael KAWECKI. Usage of existing power plants as synchronous condenser. *Przegląd Elektrotechniczny Journal* [interaktyvus]. Poland: Przegląd Elektrotechniczny, 2015, vol. **91** (10) [žiūrėta 2019-04-15]. ISSN 0033-2097. Prieiga per: <http://pe.org.pl/articles/2015/10/12.pdf>.
13. DEECKE, Alexander. Usage of existing power plants as synchronous condenser. *Siemens AG* [interaktyvus]. Germany: Siemens Osakeyhtio, 2015 [žiūrėta 2019-03-27]. Prieiga per: <http://www.siemens.fi/pool/cc/events/160years-vip-seminar/deecke.pdf>.
14. ABB. (2018). *ABB technology will increase renewable usage and grid stability* [žiūrėta 2019-05-10]. Prieiga per internetą: <http://www.abb.com/cawp/seitp202/ec6647de5c12c6f0c1258271003a618a.aspx>.

15. *Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva 2009/72/EB*. 2009 m. liepos 13 d., Nr. 2009/72/EB. (2009) [žiūrėta 2019-04-15]. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0072&from=LT>
16. 12. *Lietuvos Respublikos elektros energetikos įstatymas*, 2012 m. sausio 17 d. Nr. XI-1919. (2012) [žiūrėta 2019-04-15]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.417491>
17. 13 *Pažyma dėl elektros energijos sisteminių paslaugų 2018 metams nustatymo*, 2017 m. spalio 16 d. Nr. O5E-269. (2017) [žiūrėta 2019-04-15]. Prieiga per internetą: https://www.regula.lt/SiteAssets/posedziai/2017-10-17/1_sis_pazyma.pdf.
18. GAYATRI M.T.L, PARIMI A.M, PAVAN KUMAR A.V. A Review of Reactive Power Compensation Techniques in Microgrids. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [interaktyvus]. India: Elsevier, 2018, vol. **81**, 1030–1036 [žiūrėta 2019-03-17]. ISSN 1364-0321. Prieiga per: Science Direct.
19. LI X.R., YU C.W., CHEN W.H. A Novel Value Based Reactive Power Procurement Scheme in Electricity Markets. *Electrical Power and Energy Systems* [interaktyvus]. China: Elsevier, 2012, vol. **43**, 910–914 [žiūrėta 2019-03-19]. ISSN 0142-0615. Prieiga per: Science Direct.
20. KARGARIAN A., RAOOFAT M., MOHAMMADI, M. Reactive power market management considering voltage control area reserve and system security. *Applied energy* [interaktyvus]. Iran: Elsevier, 2011, vol. **88**, 3832–3840 [žiūrėta 2019-03-23]. ISSN 0306-2619. Prieiga per: Science Direct.
21. *Elektros tinklų naudojimo taisyklės*, 2012 m. birželio 18 d. Nr. 1-116. (2012) [žiūrėta 2019-04-11]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.428001>.
22. HOFMANN, Wolfgang, Jurgen SHLABBACH, Wolfgang JUST. *Reactive Power Compensation: a practical guide*. United Kingdom: Wiley, 2012. ISBN 9780470977187.
23. ŠABLINSKAS, Andrius ir Rimantas DEKSNYS. Reaktyviosios galios ir energijos įkainojimas. *Energetika* [interaktyvus]. Nr. **3** [žiūrėta 2019-03-23]. ISSN 0235-7208. Prieiga per: <http://www.elibrary.lt/resursai/LMA/Energetika/E-22.pdf>.
24. RYCHKOV, S.I. Reactive Power Control Services Based on a Generator Operating as a Synchronous Condenser. *Power Technology and Engineering* [interaktyvus]. USA: Elsevier, 2013, vol. **46** (5), pp. 30–35 [žiūrėta 2019-04-13]. ISSN 1570-1468. Prieiga per: Science Direct.
25. MARKEN P.E., DEPOIAN A.C., SKLIUTAS J., VERRIER M. Modern Synchronous Condenser Performance Considerations. Iš: IEEE Power and Energy Society General Meeting, July 24–29, 2011, San Diego, CA, USA [interaktyvus]. USA: IEEE, pp. 1-5 [žiūrėta 2019-03-29]. ISBN 9781457710025. Prieiga per: Science Direct.
26. Lietuvos energijos gamyba. (2015). „Lietuvos energijos gamyba“ *Elektrėnuose nebeeksploatuos 5 ir 6 blokų* [žiūrėta 2019-04-11]. Prieiga per internetą: <https://www.gamyba.le.lt/apie-mus/naujienos/lietuvos-energijos-gamyba-elektrenuose-nebeeksploatuos-5-ir-6-bloku/3466>.
27. Lietuvos energijos gamyba. (2018). „Lietuvos energijos gamybos“ *veiklos strategijos 2019–2030 metų santrauka* [žiūrėta 2019-04-11]. Prieiga per internetą: <https://www.gamyba.le.lt/apie-mus/veiklos-strategija/126>.
28. Litgrid. (2018). *NordBalt* [žiūrėta 2019-04-17]. Prieiga per internetą: http://www.litgrid.eu/index.php/tinklo-pletra/strateginiai-projektai/nordbalt/115#nordbalt_visual
29. Litgrid. (2018). *LitPol Link* [žiūrėta 2019-04-17]. Prieiga per internetą: <http://www.litgrid.eu/index.php/tinklo-pletra/strateginiai-projektai/litpol-link/116#>
30. Litgrid. (2018). *Lietuvos ir Lenkijos elektros perdavimo sistemos operatoriai susitarė dėl naujos jūrinės jungties projekto įgyvendinimo* [žiūrėta 2019-04-17]. Prieiga per internetą:

- <http://www.litgrid.eu/index.php/naujienos-ir-ivykiai/naujienos/lietuvos-ir-lenkijos-elektros-perdavimo-sistemas-operatoriai-susitare-del-naujos-jurines-jungties-projekto-igyvendinimo/10039>
31. *Elektros energijos kainos ir rezervinės galios užtikrinimo paslaugų kainų nustatymo metodika*, 2012 m. rugsėjo 14 d. Nr. O3-229. (2012) [žiūrėta 2019-04-14]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.432989?jfwid=-g0zrzeflm>
 32. *Elektros energijos rezervinės galios paslaugų rinkų tyrimo ataskaita*, 2019 m. vasario 7 d. Nr. O13-4. (2019) [žiūrėta 2019-04-14]. Prieiga per internetą: https://www.regula.lt/SiteAssets/posedziai/2019-02-08/4_rezervu_tyrimo_priedas.pdf
 33. Pažyma dėl AB „Lietuvos energijos gamyba“ elektros energijos rezervinės galios užtikrinimo paslaugų kainų viršutinių ribų 2019 metams nustatymo, 2018 m. lapkričio 30 d. Nr. O5E-341. (2018) [žiūrėta 2019-04-15]. Prieiga per internetą: https://www.regula.lt/SiteAssets/posedziai/2018-11-30/1_leg_pazyma.pdf
 34. Baltic COBA Dashboard. (2019) *Balancing energy prices: Lithuania* [žiūrėta 2019-04-11]. Prieiga per internetą: <https://dashboard-baltic.electricity-balancing.eu/en>.
 35. Lietuvos energijos gamyba. (2018). *Bendrovės darbuotojų skaičius ir vidutinis darbo užmokestis 2019 m. I ketv. (prieš mokesčius, eurais)* [žiūrėta 2019-04-11]. Prieiga per internetą: <https://www.gamyba.le.lt/apie-mus/darbo-uzmokestis/34>.
 36. Lietuvos Respublikos Finansų ministerija. (2018). *Lietuvos ekonominės raidos scenarijus 2018–2021 m.* [žiūrėta 2019-04-18]. Prieiga per internetą: <http://finmin.lrv.lt/uploads/finmin/documents/files/ERS%20aprasymas%202018-03-21.pdf>
 37. European Commission. (2019). *Winter 2019 Economic Forecast: growth moderates amid global uncertainties* [žiūrėta 2019-04-18]. Prieiga per internetą: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-19-850_en.htm.
 38. European Commission. (2019). *LITHUANIA Consumption and investment keep supporting growth* [žiūrėta 2019-04-18]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/economy-finance/ecfin_forecast_spring_070519_lt_en.pdf.
 39. Lietuvos bankas. (2019). *Naujausios ekonomikos prognozės* [žiūrėta 2019-04-18]. Prieiga per internetą: <https://www.lb.lt/lt/#ex-1-2>
 40. Lietuvos energijos gamyba. (2019). „Lietuvos energijos gamyba“, *AB metinis pranešimas už dvylikos mėnesių laikotarpį, pasibaigusį 2018 m. gruodžio 31 d.* [žiūrėta 2019-04-15]. Prieiga per internetą: https://www.nasdaqbaltic.com/market/upload/reports/lnr/2018_ar_lt_eur_con_ias.pdf

Priedai

1 priedas. Alternatyvų gryniesi pinigų srautai

Rodikliai	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Investicijų gražos norma, proc.	5,00											
Paslaugos teikimo kaina, eur/val.	1024											
Diskonto koef.	1,00	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,34	1,41	1,48	1,55	1,63	1,71
Paslaugos kiekis valandomis 1			1458	1 458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458
Paslaugos kiekis valandomis 2			2083	2 083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083
Paslaugos kiekis valandomis 3			2708	2 708	2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708
Investicijos, eur	-180000	-2370000										
Įplaukos (LEL) 1, eur			1492992	1 492992	1492992	1492992	1492992	1 492 992	1492992	1492992	1492992	1492992
Įplaukos (LEL) 2, eur			2132992	2 132992	2132992	2132992	2132992	2 132 992	2132992	2132992	2132992	2132992
Įplaukos (LEL) 3, eur			2772992	2 772992	2772992	2772992	2772992	2 772 992	2772992	2772992	2772992	2772992
Sąnaudos (LEL) 1, eur			611631	611631	611631	611631	611631	611 631	611631	611631	611631	611631
Sąnaudos (LEL) 2, eur			701054	701054	701054	701054	701054	701 054	701054	701054	701054	701054
Sąnaudos (LEL) 3, eur			790465	790465	790465	790465	790465	790 465	790465	790465	790465	790465
Pinigų srautas (LEL) 1, eur	-180000	-2370000	881361	881361	881361	881361	881361	881 361	881361	881361	881361	881361
Pinigų srautas (LEL) 2, eur	-180000	-2370000	1431938	1431938	1431938	1431938	1431938	1 431 938	1431938	1431938	1431938	1431938
Pinigų srautas (LEL) 3, eur	-180000	-2370000	1982527	1982527	1982527	1982527	1982527	1 982 527	1982527	1982527	1982527	1982527
Disk. pinigų srautas (LEL) 1, eur	-180000	-2257143	799420	761353	725098	690569	657685	626 367	596540	568133	541079	515314

Rodikliai	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Disk. pinigų srautas (LEL) 2, eur	-180000	-2257143	1298810	1236961	1178059	1121961	1068534	1 017 651	969192	923040	879085	837224
Disk. pinigų srautas (LEL) 3, eur	-180000	-2257143	1798210	1712581	1631030	1553362	1479392	1 408 945	1341852	1277954	1217099	1159142
Įplaukos (KHAE) 1, eur			1492992	1492992	1492992	1492992	1492992	1 492 992	1492992	1492992	1492992	1492992
Įplaukos (KHAE) 2, eur			2132992	2132992	2132992	2132992	2132992	2 132 992	2132992	2132992	2132992	2132992
Įplaukos (KHAE) 3, eur			2772992	2772992	2772992	2772992	2772992	2 772 992	2772992	2772992	2772992	2772992
Sąnaudos (KHAE) 1, eur			1355940	1355940	1355940	1355940	1355940	1 355 940	1355940	1355940	1355940	1355940
Sąnaudos (KHAE) 2, eur			1937190	1937190	1937190	1937190	1937190	1 937 190	1937190	1937190	1937190	1937190
Sąnaudos (KHAE) 3, eur			2518440	2518440	2518440	2518440	2518440	2 518 440	2518440	2518440	2518440	2518440
Pinigų srautas (KHAE) 1, eur			137052	137052	137052	137052	137052	137 052	137052	137052	137052	137052
Pinigų srautas (KHAE) 2, eur			195802	195802	195802	195802	195802	195 802	195802	195802	195802	195802
Pinigų srautas (KHAE) 3, eur			254552	254552	254552	254552	254552	254 552	254552	254552	254552	254552
Disk. pinigų srautas (KHAE) 1, eur			124310	118391	112753	107384	102270	97 400	92762	88345	84138	80131
Disk. pinigų srautas (KHAE) 2, eur			177598	169141	161087	153416	146110	139 153	132527	126216	120205	114481
Disk. pinigų srautas (KHAE) 3, eur			230886	219892	209421	199448	189951	180 905	172291	164086	156273	148831

PASTABA: LEL – alternatyva “su projektu”, KHAE – alternatyva “be projekto”, 1,2,3 – scenarijai.

2 priedas. Reguliavimo pokyčių jautrumo analizės rezultatai

Rodikliai	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Investicijų gražos norma, proc.	5,00											
Paslaugos teikimo kaina, eur/val.	1024											
Diskonto koef.	1,00	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,34	1,41	1,48	1,55	1,63	1,71
Paslaugos kiekis valandomis 1			1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458
Paslaugos kiekis valandomis 2			2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083
Paslaugos kiekis valandomis 3			2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708
Investicijos, eur	-180000	-2370000										
Turto bazė (LEL), eur			2550000	2295000	2040000	1785000	1530000	1275000	1020000	765000	510000	255000
Nusidėvėjimas (LEL), eur			255000	255000	255000	255000	255000	255000	255000	255000	255000	255000
Pinigų srautas (LEL), eur			127500	114750	102000	89250	76500	63750	51000	38250	25500	12750
Pinigų srautas (LEL) eur/1 val.			15	13	12	10	9	7	6	4	3	1
Pinigų srautas (LEL) 1, eur	-180000	-2370000	21221	19099	16977	14855	12733	10610	8488	6366	4244	2122
Pinigų srautas (LEL) 2, eur	-180000	-2370000	30318	27286	24254	21222	18191	15159	12127	9095	6064	3032
Pinigų srautas (LEL) 3, eur	-180000	-2370000	39414	35473	31532	27590	23649	19707	15766	11824	7883	3941
Disk. pinigų srautas (LEL) 1, eur	-180000	-2257143	19248	16 498	13967	11639	9501	7541	5745	4104	2606	1241
Disk. pinigų srautas (LEL) 2, eur	-180000	-2257143	27499	23571	19954	16628	13574	10773	8208	5863	3722	1773
Disk. pinigų srautas (LEL) 3, eur	-180000	-2257143	35750	30643	25941	21618	17647	14006	10671	7622	4839	2304

Rodikliai	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nusidėvėjimas (KHAE), eur	1000500	1000500	1000500	1000500	1000500	1000500	1000500	1000500	1000500	1000500	1 000500	1000500
Turto bazė (KHAE), eur	21024000	20023500	19023000	18022500	17022000	16021500	15021000	14020500	13020000	12019500	11019000	10018500
Pinigų srautas (KHAE), eur			951150	901125	851100	801075	751050	701025	651000	600975	550950	500925
Pinigų srautas (KHAE) eur/1 val.			109	103	97	91	86	80	74	69	63	57
Pinigų srautas (KHAE) 1, eur			158308	149982	141656	133330	125004	116677	108351	100025	91699	83373
Pinigų srautas (KHAE) 2, eur			226170	214274	202379	190484	178589	166694	154798	142903	131008	119113
Pinigų srautas (KHAE) 3, eur			294031	278567	263103	247638	232174	216710	201245	185781	170317	154852
Disk. pinigų srautas (KHAE) 1, eur			143590	129560	116540	104467	93280	82920	73336	64477	56295	48747
Disk. pinigų srautas (KHAE) 2, eur			205142	185098	166498	149249	133266	118466	104774	92117	80427	69643
Disk. pinigų srautas (KHAE) 3, eur			266695	240637	216455	194031	173252	154011	136211	119756	104560	90539
NPV LEL 1, eur	-2345054											
NPV LEL 2, eur	-2305578											
NPV LEL 3, eur	-2266102											
NPV KHAE 1, eur	913213											
NPV KHAE 2, eur	1304680											
NPV KHAE 3, eur	1696146											

PASTABA: LEL – alternatyva “su projektu”, KHAE – alternatyva “be projekto”, 1,2,3 – scenarijai.

3 priedas. Kainos ir kiekio pokyčių jautrumo analizės rezultatai

Kintamojo (paslaugos kaina) jautrumo analizei, eur	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024		
Kintamojo (paslaugos kiekis) jautrumo analizei, val.	2083	1666	1333	1066	853	682	546	437	483	482		
Įplaukos, eur	2132992	1705984	1364992	1091584	873472	698368	559104	447488	494592	493568		
Išlaidos, eur	701054	560709	448 634	358 773	287 086	229534	183762	147077	162558	162222		
Grynieji pinigų srautai, eur	1431938	1145275	916 358	732 811	586 386	468834	375342	300411	332034	331346		
Metai	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Diskontuoti pinigų srautai (2083), eur	-180000	-2257143	1 298810	1236961	1178059	1121961	1068534	1017651	969192	923040	879085	837224
Diskontuoti pinigų srautai (1666), eur	-180000	-2257143	1 038798	989332	942221	897353	854622	813926	775167	738255	703100	669619
Diskontuoti pinigų srautai (1333), eur	-180000	-2257143	831163	791584	753890	717990	683800	651238	620227	590692	562564	535775
Diskontuoti pinigų srautai (1066), eur	-180000	-2257143	664681	633030	602885	574177	546835	520795	495995	472377	449882	428459
Diskontuoti pinigų srautai (853), eur	-180000	-2257143	531870	506543	482421	459449	437571	416734	396889	377990	359990	342848
Diskontuoti pinigų srautai (682), eur	-180000	-2257143	425246	404997	385711	367344	349851	333192	317325	302215	287823	274118
Diskontuoti pinigų srautai (546), eur	-180000	-2257143	340446	324235	308795	294090	280086	266749	254046	241949	230428	219455
Diskontuoti pinigų srautai (437), eur	-180000	-2257143	272482	259507	247149	235380	224172	213497	203330	193648	184426	175644
Diskontuoti pinigų srautai (483), eur	-180000	-2257143	301164	286823	273165	260157	247769	235970	224733	214032	203840	194133
Diskontuoti pinigų srautai (482), eur	-180000	-2257143	300541	286229	272599	259618	247256	235481	224268	213589	203418	193731
NPV (2083), eur	8093373	2 083	8093373									
NPV (1666), eur	5985248	1 666	5985248									
NPV (1333), eur	4301781	1 333	4301781									
NPV (1066), eur	2951974	1 066	2951974									
NPV (853), eur	1875162	853	1875162									
NPV (682), eur	1010679	682	1010679									

NPV (546), eur	323136	546	323136
NPV (437), eur	-227908	437	-227908
NPV (483), eur	4643	350	-667733
NPV (482)	-413	280	-1021615

PASTABA: LEL – alternatyva “su projektu”, KHAE – alternatyva “be projekto”, 1,2,3 – scenarijai.

Kintamojo (paslaugos kaina) jautrumo analizei, eur	1024	922	829	746	672	605	544	490	496	495		
Kintamojo (Paslaugos kiekis) jautrumo analizei, val.	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083		
Įplaukos, eur	2132992	1920526	1726807	1553918	1399776	1260215	1133152	1020670	1033168	1031085		
Išlaidos, eur	701054	701054	701054	701054	701054	701054	701054	701054	701054	701054		
Grynieji pinigų srautai, eur	1431938	1219472	1025753	852864	698722	559161	432098	319616	332114	330031		
Metai	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Diskontuoti pinigų srautai (1024), eur	-180000	-2257143	1298810	1236962	1178059	1121961	1068534	1017652	969192	923040	879 086	837 224
Diskontuoti pinigų srautai (922), eur	-180000	-2257143	1106097	1053426	1003263	955488	909989	866656	825387	786083	748 650	713 000
Diskontuoti pinigų srautai (829), eur	-180000	-2257143	930388	886084	843890	803704	765433	728984	694270	661210	629 723	599 737
Diskontuoti pinigų srautai (746), eur	-180000	-2257143	773573	736736	701653	668241	636420	606115	577252	549764	523 585	498 652
Diskontuoti pinigų srautai (672), eur	-180000	-2257143	633761	603582	574840	547467	521397	496569	472923	450402	428 955	408 528
Diskontuoti pinigų srautai (605), eur	-180000	-2257143	507176	483024	460023	438117	417255	397385	378462	360440	343 276	326 930
Diskontuoti pinigų srautai (544), eur	-180000	-2257143	391926	373262	355488	338560	322438	307084	292461	278534	265 271	252 639
Diskontuoti pinigų srautai (490), eur	-180000	-2257143	289901	276096	262949	250427	238502	227145	216329	206027	196 216	186 873
Diskontuoti pinigų srautai (496), eur	-180000	-2257143	301237	286893	273231	260220	247829	236027	224788	214084	203 889	194 180
Diskontuoti pinigų srautai (495), eur	-180000	-2257143	299348	285093	271517	258588	246274	234547	223378	212741	202 610	192 962
NPV (1024), eur	8093377	1024	8093377									
NPV (922), eur	6530895	922	6530895									

NPV (829), eur	5106279	829	5106279
NPV (746), eur	3834847	746	3834847
NPV (672), eur	2701282	672	2701282
NPV (605), eur	1674946	605	1674946
NPV (544), eur	740520	544	740520
NPV (490), eur	-86676	490	-86676
NPV (496), eur	5235	392	-1587884
NPV (495), eur	-10084	314	-2782724

PASTABA: LEL – alternatyva “su projektu”, KHAE – alternatyva “be projekto”, 1,2,3 – scenarijai.

4 priedas. Ekonominiai pinigų srautai

Rodikliai	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ekonominė diskonto norma, proc.	5,00											
Paslaugos teikimo kaina, eur/val.	1024											
Diskonto koef.	1,00	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,34	1,41	1,48	1,55	1,63	1,71
Paslaugos kiekis valandomis 1			1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458
Paslaugos kiekis valandomis 2			2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083	2083
Paslaugos kiekis valandomis 3			2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708	2708
Investicijos, eur	-177390	-2370000										
Ekonominė išorinė nauda (dividendai), eur			1254000	1254000	1254000	1254000	1254000	1254000	1254000	1254000	1254000	1254000
Ekonominė išorinė nauda (sistemos patikimumas), eur			1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Ekonominė nauda (LEL) 1, eur			3746992	3746992	3746992	3746992	3746992	3746992	3746992	3746992	3746992	3746992
Ekonominė nauda (LEL) 2, eur			4386992	4386992	386992	4386992	4386992	4386992	4386992	4386992	4386992	4386992
Ekonominė nauda (LEL) 3, eur			5026992	5026992	5026992	5026992	5026992	5026992	5026992	5026992	5026992	5026992
Ekonominės sąnaudos (LEL) 1, eur			635324	635324	635324	635324	635324	635324	635324	635324	635324	635324
Ekonominės sąnaudos (LEL) 2, eur	-177390	-2257143	727113	727113	727113	727113	727113	727113	727113	727113	727113	727113
Ekonominės sąnaudos (LEL) 3, eur			818899	818899	818899	818899	818899	818899	818899	818899	818899	818899
Ekonominis pinigų srautas (LEL) 1, eur	-177390	-2370000	3111669	3111669	3111669	3111669	3111669	3111669	3111669	3111669	3111669	3111669
Ekonominis pinigų srautas (LEL) 2, eur	-177390	-2370000	3659879	3659879	3659879	3659879	3659879	3659879	3659879	3659879	3659879	3659879
Ekonominis pinigų srautas (LEL) 3, eur	-177390	-2370000	4208093	4208093	4208093	4208093	4208093	4208093	4208093	4208093	4208093	4208093
Diskontuoti ek. pinigų srautai (LEL) 1, eur	-177390	-2257143	2822375	2687976	2559977	2438074	2321975	2211405	2106100	2005809	1910295	1819328
Diskontuoti ek. pinigų srautai (LEL) 2, eur	-177390	-2257143	3319618	3161541	3010992	2867611	2731058	2601008	2477150	2359191	2246848	2139856

Rodikliai	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Diskontuoti ek. pinigų srautai (LEL) 3, eur	-177390	-2257143	3816864	3635109	3462008	3297151	3140144	2990613	2848203	2712574	2583404	2460385
NPV (LEL) 1, eur	20448781											
NPV (LEL) 2, eur	24480340											
NPV (LEL) 3, eur	28511922											
IRR (LEL) 1, proc.	113											
IRR (LEL) 2, proc.	132											
IRR (LEL) 3, proc.	150											
Naudos ir išlaidų santykis (LEL) 2	2,5											

PASTABA: LEL – alternatyva “su projektu”, KHAE – alternatyva “be projekto”, 1,2,3 – scenarijai.