



**VILNIAUS UNIVERSITETAS
ŠIAULIŲ AKADEMIJA**

INFORMACINIŲ TECHNOLOGIJŲ VALDYMO MAGISTRO STUDIJŲ PROGRAMA

JŪRATĖ JUREVIČIŪTĖ

Magistro studijų baigiamasis darbas

**MOKINIŲ SOCIALINIŲ–PILIETINIŲ VALANDŲ APSKAITA BLOKŲ
GRANDINĖJE**

Darbo vadovas (-ė): dr. Mindaugas Stoncelis

Šiauliai, 2024

**Studijuojančiojo, teikiančio baigiamąjį darbą,
GARANTIJA**

WARRANTY of Final Thesis

Vardas, pavardė <i>Name, Surname</i>	Jūratė Jurevičiūtė
Padalinys <i>Faculty</i>	Šiaulių akademija <i>Šiauliai Academy</i>
Studijų programa <i>Study Programme</i>	Informacinių technologijų valdymas <i>Information technology management</i>
Darbo pavadinimas <i>Thesis topic</i>	Mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaita blokų grandinėje <i>Accounting of students social-civil hours in the blockchain</i>
Darbo tipas <i>Thesis type</i>	Baigiamasis darbas <i>Final Thesis</i>

Garantuojau, kad mano baigiamasis darbas yra parengtas sąžiningai ir savarankiškai, kitų asmenų indėlio į parengtą darbą nėra. Jokių neteisėtų mokėjimų už šį darbą niekam nesu mokėjęs. Šiame darbe tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos yra pažymėtos literatūros nuorodose.

I guarantee that my thesis is prepared in good faith and independently, there is no contribution to this work from other individuals. I have not made any illegal payments related to this work. Quotes from other sources directly or indirectly used in this thesis, are indicated in literature references.

Aš, Jūratė Jurevičiūtė, pateikdamas (-a) šį darbą, patvirtinu



Embargo laikotarpis
Embargo Period

Prašau nustatyti šiam baigiamajam darbui toliau nurodytos trukmės embargo laikotarpį:
I am requesting an embargo of this thesis for the period indicated below:

- _____ mėnesių / *months*
(embargo laikotarpis negali viršyti 60 mėn. / *an embargo period shall not exceed 60 months*).
- Embargo laikotarpis nereikalingas / *no embargo requested*.

Embargo laikotarpio nustatymo priežastis / *Reason for embargo period:*

TURINYS

SANTRAUKA	5
SUMMARY	7
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	9
LENTELIŲ SĄRAŠAS	10
TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS	11
ĮVADAS	12
1. BLOKŲ GRANDINĖS TECHNOLOGIJŲ TEORINIAI ASPEKTAI IR TAIKYMAS ŠVIETIMO SEKTORIUJE	14
1.1. Blokų grandinės technologijos teorinių ir dokumentinių šaltinių analizė.....	14
1.1.1. Blokų grandinės technologijos samprata.....	14
1.1.1.1. Blokų grandinės technologijos veikimo principai	14
1.1.2. Blokų grandinės technologijos istorinė raida.....	16
1.1.2.1. Pirmųjų blokų grandinių kūrimas ir bitkoino atsiradimas	16
1.1.2.2. Blokų grandinės technologijos evoliucija ir naujų platformų atsiradimas	16
1.1.3. Pagrindiniai blokų grandinės technologijos komponentai.....	17
1.1.3.1. Blokai ir grandinės struktūra	17
1.1.3.2. Konsensuso mechanizmai	18
1.1.3.3. Kriptografiniai algoritmai ir jų vaidmuo užtikrinant duomenų saugumą.....	18
1.1.4. Blokų grandinės tipai ir jų savybės	19
1.1.4.1. Viešosios ir privačios blokų grandinės	19
1.1.4.2. Konsorciumo ir hibridinių blokų grandinių privalumai	20
1.1.5. Blokų grandinės technologijos taikymo sritys.....	21
1.1.5.1. Finansų sektorius ir kriptovaliutos	21
1.1.5.2. Blokų grandinės technologijos taikymo galimybės ir praktika švietimo įstaigose	22
1.1.6. Blokų grandinės technologijos vystymasis Lietuvoje	23
1.1.6.1. Blokų grandinės technologijos taikymo galimybės ir praktika Lietuvos švietimo įstaigose	23
1.2. Mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitos blokų grandinėje.....	24
1.2.1. Socialinės-pilietinės veiklos ugdymas Lietuvoje	25
1.2.2. Darbo tyrimo dalyvių atrankos strategija	27
1.2.2.1. Kokybinio tyrimo duomenų rinkimo metodai	27
1.2.2.1.1. Mokinių savanorystė taikant interviu metodą.....	27
1.2.2.1.2. Blokų grandinės technologijos integravimo į švietimo sektorių galimybės naudojant apklausos metodą	29

1.3.	Porterio penkių konkurencinių jėgų analizės modelio taikymas mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitai blokų grandinėje	30
1.3.1.	Pakaitalų grėsmė.....	31
1.3.2.	Pirkėjų / naudotojų derybinė galia.....	33
1.3.3.	Tiekėjų derybinė galia ir iššūkiai įgyvendinant inovatyvias technologijas švietimo sektoriuje	33
1.3.4.	Potencialių konkurentų grėsmė - naujos technologijos mokinių socialinių-pilietinių veiklų valandų apskaitoje	34
1.3.5.	KES plėtra	35
1.3.6.	Strateginė inovacijų integracija švietime pritaikius Porterio penkių jėgų modelį.....	36
1.4.	Ethereum blokų grandinė ir išmaniosios sutartys	37
1.5.	Inovacijos mokinių socialinėje-pilietinėje veikloje	39
2.	BLOKŲ GRANDINĖS TECHNOLOGIJOS TAIKYMAS MOKINIŲ SOCIALINIŲ-PILIETINIŲ VALANDŲ APSKAITAI.....	40
2.1.	Kuriamos blokų grandinės reikalavimų analizė	40
2.1.1.	Vartotojų valdymas	40
2.1.2.	Veiklų administravimas	41
2.1.3.	Privatumo ir saugumo užtikrinimas.....	42
2.1.4.	Socialinių-pilietinių valandų apskaita	43
2.1.5.	Interaktyvumas ir informacijos teikimas	43
2.2.	Išmanios sutarties architektūra socialinių-pilietinių valandų apskaitos sistemoje.....	44
2.2.1.	Bendrosios nuostatos	45
3.	MOKINIŲ SOCIALINIŲ-PILIETINIŲ VALANDŲ APSKAITOS PROTOTIPO (MSPP) ORGANIZACINĖ STRUKTŪRA	47
3.1.	MSPP išmaniosios sutarties kūrimas ir vykdymas blokų grandinėje	47
3.2.	MSPP informacinė struktūra	50
3.3.	Duomenų teikimas ir naudojimas	53
3.4.	Duomenų sauga.....	54
3.5.	Pagrindiniai iššūkiai taikant blokų grandinės technologiją švietimo sistemoje.....	55
3.6.	Tobulinimo perspektyvos mokinių SP valandų apskaitoje	56
	Išvados	57
	Rekomendacijos	58
	LITERATŪRA	59
	PRIEDAI.....	68

Jūrevičiūtė, Jūratė. Mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaita blokų grandinėje.

Magistro studijų baigiamasis darbas / vadovas dr. Mindaugas Stoncelis; Vilniaus universitetas, Šiaulių akademija.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Informacinių technologijų valdymas (6211BX001), Informatika.

Reikšminiai žodžiai: blokų grandinė, išmanioji sutartis, socialinės-pilietinės valandos.

Šiauliai, 2024. 86 p.

SANTRAUKA

Šiame darbe analizuojamas blokų grandinės technologijos taikymas švietimo sektoriuje, akcentuojant mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitos procesą. Nors technologija, esanti ankstyvojoje vystymosi fazėje, turi platų pritaikymo spektrą, tačiau šiuo metu ji gana lėtai įdiegiama viešajame sektoriuje ir švietimo srityje. Atsižvelgiant į šią problematiką, darbe taikomi analitinio ir empirinio kokybinio tyrimo metodai, įskaitant analizę bei demonstracinio prototipo kūrimą. Informacijos pagrindas renkamas analizuojant mokslinę literatūrą bei dokumentinius šaltinius, stebėjimu, pusiau standartizuotu interviu ir diagnostine apklausa, siekiant gauti išsamų informacijos pagrindą iš respondentų.

Taikomas Porterio penkių konkurencinių jėgų analizės modelis, leidžia detaliau įvertinti švietimo struktūrą ir konkurencinę aplinką, kas daro įtaką strateginiam švietimo sektoriaus planavimui. Mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitos prototipo kūrimas ir jo patalpinimas bandomojoje Ethereum Sepolia blokų grandinėje, demonstruoja naują technologiją, kuri bus naudinga būsimoms tyrimų ar technologijos įgyvendinimo fazėms. Tai svarbi technologinės inovacijos proceso dalis, suteikianti įvertinimą, kaip technologija gali veikti realiomis sąlygomis.

Sukurta mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitos sistema naudojama struktūriniam hipotetiniam modeliui / prototipui, kuris atskleidžia blokų grandinės technologijos pritaikymo galimybes, iššūkius ir efektyvumą. Rezultatai rodo, jog technologija turi reikšmingą potencialą revoliuciniams pokyčiams, tačiau jos plačiam taikymui reikalingos didelės investicijos ir ilgas adaptacijos laikotarpis. Darbu rekomenduojama plėsti Lietuvoje jau veikiančią Kultūrinės edukacijos sistemą, kuri veikia naudojant blokų grandinių ir centralizuotų duomenų bazių technologijas, siekiant integruoti abi sistemas ir maksimaliai išnaudoti jų potencialą.

Darbas atskleidžia blokų grandinės technologijos pritaikymo švietimo sektoriuje galimybes, analizuoja veiksnius, turinčius įtakos jos įgyvendinimui, ir nustato, kaip ši technologija gali pertvarkyti švietimo sektorių, skatindama mokinių savanoriavimą. Tyrimo tikslas – įvertinti blokų

grandinės technologijos pritaikymo galimybes ir efektyvumą mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitos procese, identifikuojant pagrindines naudas, iššūkius ir praktinius pritaikymo aspektus.

Jūrevičiūtė, Jūrate. Accounting of students' social-civic hours in the blockchain.

Master's Final Degree Project / supervisor Dr. Mindaugas Stoncelis; Vilnius University, Šiauliai Academy.

Study field of area (study field group): Information Technology Management (6211BX001), Informatics.

Keywords: blockchain, smart contract, social-civic hours.

Šiauliai, 2024. 86 p.

SUMMARY

This paper analyzes the application of blockchain technology in the education sector, emphasizing the process of accounting of students' social-civic hours. Although the technology is in an early phase of development and has a wide range of applications, it is currently being introduced in the public sector and education relatively slowly. Considering this problem, analytical and empirical qualitative research methods are applied in the work, including the analysis and creation of a demonstration prototype. The information is collected by analyzing scientific literature and legal documents, conducting observation, a semi-standardized interview and a diagnostic survey in order to obtain detailed information from the respondents.

The applied Porter's Five Forces Analysis Model allows for a more detailed assessment of the structure of education and the competitive environment, which influences the strategic planning of the education sector. Prototyping the accounting system of students' social-civic hours and placing it on the Ethereum Sepolia pilot blockchain demonstrates a new technology that will benefit future phases of research or technology implementation. It is an important part of the technological innovation process, which provides the assessment of how the technology can perform in real-world conditions.

The developed accounting system of students' socio-civic hours is used for a structural hypothetical model/prototype that reveals the possibilities, challenges and effectiveness of the application of blockchain technology. The results show that this technology has a significant potential for revolutionary changes, but its widespread application requires large investment and a long period of adaptation. The work recommends expanding the Cultural Education system already operating in Lithuania, which uses blockchain and centralized database technologies in order to integrate both systems and maximize their potential.

The work reveals the possibilities of the application of blockchain technology in the education sector, analyzes the factors influencing its implementation and determines how this technology can transform the education sector by encouraging student volunteering. The purpose of the study is to assess the possibilities and effectiveness of applying blockchain technology in the process of

accounting of students' social-civic hours, identifying the main benefits, challenges and practical aspects of application.

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Blokų grandinės schematinis vaizdas [74]	17
4 pav. Skaitmeninio parašo procesas [113]	18
5 pav. Fiksuoto dydžio duomenų blokų procesas [50]	19
6 pav. Respondentų požiūris į visuotinę mokinių SP valandų skaitmeninę apskaitos sistemą	30
7 pav. Porterio penkių jėgų modelis taikytas mokinių SP valandų apskaitai blokų grandinėje	31
8 pav. Mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinėje panaudos atvejo analizė	41
9 pav. MSPP vykdymo procesas	47
10 pav. Išmaniosios sutarties kodo dalies peržiūra Remix IDE platformoje	48
11 pav. Išmaniosios sutarties kompiliavimo ir paleidimo diagrama [77]	48
12 pav. Išmaniosios sutarties baitinis kodas	49
13 pav. MetaMask piniginė	49
14 pav. Ethereum Sepolia Testnet sandorio informacija	50
15 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo OpenZeppelin bibliotekos	51
16 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo struktūros	51
17 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo konstantos	52
18 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo funkcijos	52
19 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo įvykiai	52
20 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo dalis	53
21 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo funkcija suteikianti galimybę mokiniui registruotis į veiklą	53
22 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo funkcijos	54
23 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo	54

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Mokinių SP veiklų valandų skaičius 2023-2025 mokslo metams, nustatytas LR švietimo, mokslo ir sporto ministerijos	26
2 lentelė. Interviu dalyvių skaičius pagal respondentų grupes	28
3 lentelė. Respondentų pasiskirstymas pagal grupes atliktos apklausos metu	29

TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

Blokų grandinė (angl. Blockchain) – decentralizuotos duomenų sistemos technologija, naudojama informacijai saugoti ir perduoti;

Maišos funkcija – vienas kriptografinė algoritmo forma, skirta duomenų saugumui ir vientisumui užtikrinti;

SP – socialinė-pilietinė – mokinių privaloma savanoriškos, socialinės-pilietinės veiklos dalis, skaičiuojama valandomis ir atliekama laisvu nuo pamokų metu. Pasirenkama remiantis principais: prasmingumo, asmeninio tobulėjimo, socialinio teisingumo ir dalyvavimo;

MSPP - Mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitos prototipas, naudojantis blokų grandinės technologiją, siekiant užtikrinti duomenų saugumą ir skaidrumą;

KES - Kultūrinės edukacijos sistema – Lietuvos nacionalinės Martyno Mažvydo bibliotekos administruojama kultūrinės edukacijos platforma.

EVM (angl. Ethereum Virtual Machine) – virtuali kompiuterinė sistema, veikianti Ethereum blokų grandinėje. Ji leidžia vykdyti išmaniąsias sutartis ir decentralizuotas programas. EVM yra atsakinga už išmaniųjų sutarčių kodą ir duomenų apdorojimą, kuris atliekamas kiekviename Ethereum tinklo mazge, kas padeda užtikrinti, jog visi mazgai sutartų dėl bendros tinklo būsenos, išmaniosios sutartys būtų vykdomos patikimai ir saugiai.

ĮVADAS

„Mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaita blokų grandinėje“ yra baigiamasis magistro darbas, priklausantis „Informacinių technologijų valdymo“ studijų programai. Šiame darbe nagrinėjamos švietimo sistemos skaitmeninimo perspektyvos, taikant blokų grandinės technologijas. Aptariami šios inovatyvios technologijos darbo mechanizmai, stipriosios bei silpnosios pusės, analizuojamas jos taikymas mokinių socialinių bei pilietinių valandų apskaitoje.

Darbo aktualumas. Globalizacija, technologijos evoliucija, tvarumo ir socialinės atsakomybės klausimai, visuomenės požiūrio pokyčiai transformuoja švietimo sektoriaus paradigmas, suteikiant mokykloms bei švietimo institucijoms galimybę veikti globaliame kontekste. Ši transformacija indikuoja imperatyvą švietimo institucijoms ne tik prisitaikyti prie dinamiškai kintančių aplinkybių, bet ir intensyvina konkurenciją tarp jų. Dėl šios priežasties, švietimo įstaigoms būtina identifikuoti strategijas, kurios leistų joms diferencijuotis ir pateikti pridėtinės vertės savo edukacinėms suinteresuotosioms šalims.

Atsižvelgiant į šias aplinkybes, akivaizdu, jog švietimo įstaigos ir organizacijos teikiančios joms paslaugas ar bendradarbiaujančios, turi būti orientuotos į nuolatinę savo veiklos optimizaciją. Sisteminės inovacijos švietimo sektoriuje akcentuoja galimybę naudoti administracinę funkciją ne tik bazinių reikalavimų vykdymui, bet ir strateginių sprendimų priėmimui.

Šiuo metu globaliame diskurse ypač akcentuojama blokų grandinės technologija, kuri turi potencialą radikaliai transformuoti įvairias gyvenimo sritis, įskaitant švietimo sektorių. Nors blokų grandinė yra reliatyviai nauja ir kol kas nepakankamai iširta technologija, yra argumentuojama, jog ji gali atverti naujas galimybes švietimo įstaigų administraciniams procesams. Ši sistema neapsiribotų duomenų saugumo, mokinių/studentų akademinų rezultatų ir pažangos, mokytojų atlyginimų administravimo bei kitų sričių optimizavimu, bet galėtų praplėsti panaudojimo galimybes, nuo asmeninių pasiekimų patvirtinimo iki mokymo turinio licencijavimo ir intelektinės nuosavybės apsaugos. Ji leistų užtikrinti finansų paskirstymo skaidrumą, automatizuoti administravimo užduotis naudojant išmaniąsias sutartis, bei supaprastinti sertifikavimo procesus. Blokų grandinės integracija į švietimo sektoriaus veiklą skatintų efektyvų tarpdisciplininį bendradarbiavimą ir duomenų mainus, o tai yra būtina sąlyga kuriant patikimas pažangias ir įtraukias vertinimo sistemas. Šis procesas transformuotų švietimo paradigmas, integruojant technologijas, kurios užtikrina didesnę skaidrumą ir teisingumą vertinimo procesuose.

Nepaisant to, jog blokų grandinės integracija į švietimo sektorių šiuo metu nėra plačiai paplitusi, nagrinėjama magistrinio darbo tema siūlo vertingą diskusiją apie mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitą naudojant blokų grandinę, tai gali atskleisti šios technologijos pritaikymo

švietime potencialą ir paskatinti tolesnį mokslinį tyrinėjimą, praktikų ir kūrėjų siekį išnaudoti šios technologijos teikiamas galimybes švietimo inovacijoms ir tobulinimui.

Darbo problema: kaip mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaita, įgyvendinama naudojant blokų grandinės technologiją, gali spręsti esamus duomenų skaidrumo, saugumo ir patikimumo iššūkius Lietuvos švietimo sistemoje.

Darbo objektas: mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaita blokų grandinėje.

Darbo tikslas: įvertinti blokų grandinės technologijos pritaikymo galimybes ir efektyvumą mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitos procese, identifikuojant pagrindines naudas, iššūkius ir praktinius pritaikymo aspektus.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti mokslinės literatūros ir dokumentinių šaltinių analizę, susijusią su blokų grandinės technologija ir jos taikymo galimybėmis švietimo sektoriuje.
2. Identifikuoti ir išanalizuoti esamas mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitos sistemas bei jų trūkumus.
3. Sukurti blokų grandinės prototipą, kuris demonstruotų, kaip ši technologija gali būti pritaikyta mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitai.
4. Įvertinti prototipo efektyvumą ir pateikti rekomendacijas dėl blokų grandinės technologijos tolimesnio integravimo į švietimo sektorių, remiantis gautais tyrimo rezultatais.

Darbo metodai:

1. Mokslinės literatūros ir dokumentinių šaltinių analizė;
2. Stebėjimas;
3. Pusiau struktūruotas interviu;
4. Anketinė anoniminė apklausa;
5. Porterio penkių konkurencinių jėgų analizė;
6. Empirinis tyrimas;
7. Išvadų ir rekomendacijų formulavimas.

Darbo apimtis ir struktūra. Darbą sudaro trys dalys. Pirmoje dalyje aptariamos blokų grandinių technologijos ir jų taikymas švietimo sektoriuje. Antroje dalyje analizuojamas blokų grandinės pritaikymas mokinių SP valandų apskaitai ir išmaniosios sutarties kūrimas, o trečioje - mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitos prototipo organizacinė struktūra ir jos vykdymo procesas blokų grandinėje. Darbo apimtis 86 puslapiai, juose pateikiamos 3 lentelės ir 21 paveikslai, 115 literatūros šaltiniai ir 2 priedai.

1. BLOKŲ GRANDINĖS TECHNOLOGIJŲ TEORINIAI ASPEKTAI IR TAIKYMAS ŠVIETIMO SEKTORIUJE

1.1. Blokų grandinės technologijos teorinių ir dokumentinių šaltinių analizė

Pastaruoju metu blokų grandinės technologija sulaukia didelio dėmesio dėl savo transformacinio potencialo įvairiose srityse. Šios technologijos tyrimai apima taikymo sritis, kūrimo ir paskirstymo modelius, teisinius ir reguliavimo klausimus, taip pat praktinius iššūkius, bei galimybes. Teoriniai ir dokumentiniai šaltiniai padeda geriau suprasti blokų grandinės potencialą bei ribas ir prisideda prie blokų grandinės technologijos tobulinimo ir plėtros.

1.1.1. Blokų grandinės technologijos samprata

Blokų grandinės technologija paremta paskirstytos knygos koncepcija (ang. *Distributed Ledger Technology, DLT*). Tai turtą sauganti duomenų bazė, kuri yra bendrai naudojama ir išlaikoma decentralizuotuose, nepriklausomų vartotojų tinklo mazguose [14; 37; 53; 55]. Ši decentralizuota sistema, leidžia daugumai dalyvių vienu metu bendrai atnaujinti ir prižiūrėti duomenų bazę, panaikinant centrinės institucijos būtinybę [40]. Toks metodas užtikrina didesnę skaidrumą ir duomenų nekintamumą. Blokų grandinės technologija išsiskiria populiarumu, ji plačiai tyrinėjama tiek praktinių pritaikymų, tiek akademinų tyrimų srityse [21; 29].

1.1.1.1. Blokų grandinės technologijos veikimo principai

Blokų grandinės technologija veikdama kaip decentralizuota ir skaidri knyga užtikrina saugų operacijų įrašymą ir patikrinimą sujungtų kompiuterių tinkle. Toks tinklas veikia remiantis tam tikrais **principais** [10; 13; 35]:

Decentralizacijos principu paremta viena iš pagrindinių blokų grandinės technologijos savybių. Duomenys nėra saugomi centrinėje duomenų bazėje ar serveryje, bet yra paskirstyti tarp visų tinklo dalyvių. Kiekvienas tinklo narys arba dar kitaip vadinamas mazgas turi identišką duomenų kopiją, todėl nėra vieno kontrolės taško, kuris galėtų būti pažeidžiamas ar kaip kitaip paveiktas [39].

Nekintamumo principas blokų grandinėje reiškia, kad įrašas, kai jau yra pridėtas į grandinę, negali būti modifikuojamas ar ištrinamas. Toks principas užtikrina naudojimąsi kriptografinės maišos (angl. hash) funkcija, kuri sukuria unikalią maišos vertę kiekvienam grandinės blokui. Maišos reikšmė priklauso nuo šio bloko turinio, todėl bet koks turinio pakeitimas paraleliai pakeistų ir pačią maišos reikšmę, o tai būtų akivaizdu visiems tinklo mazgams. Nekintamumas suteikia blokų grandinės technologijai patikimumo ir skaidrumo, nes visi tinklo mazgai gali būti tikri, jog duomenys nebuvo pakeisti. Todėl blokų grandinė yra atspari duomenų klastojimui ir sukčiavimui, kadangi bet

koks bandymas pakeisti informaciją bloke reikalaus neįmanomai didelio skaičiavimo resursų kiekio [86].

Skaidrumo principas blokų grandinės technologijoje reiškia, jog visi tinklo dalyviai turi galimybę peržiūrėti visus įrašus ir sandorius, kurie yra įrašyti į blokų grandinę. Tai leidžia užtikrinti didesnę pasitikėjimą ir skaidrumą tarp šalių, kurios nereikalauja tarpininkų patvirtinti sandorių autentiškumo. Šis principas prisideda prie didesnio efektyvumo ir mažesnių sukčiavimo atvejų, kadangi visi tinklo dalyviai gali stebėti ir patikrinti operacijų teisingumą (atsižvelgiant į blokų grandinės konfigūraciją: vieša, privati, aljanso ar hibridinė) [115]. Svarbu paminėti, jog skaidrumo principas blokų grandinės technologijoje kelia duomenų privatumo iššūkius, ypač viešose blokų grandinėse, kur visi duomenys yra viešai prieinami ir anonimiškumo išsaugojimas tampa kritiškai svarbus [12; 93].

Konsensuso mechanizmų principai yra esminiai užtikrinant decentralizuotų sistemų duomenų vientisumą ir vienybę. Jie suteikia galimybę tinklo mazgams, nepaisant tarpusavio nepasitikėjimo, pasiekti sutarimą, taip atlikdami pagrindinį vaidmenį „Bizantijos generolų problemoje“, garantuodami susitarimą tarp tinklo mazgų net susiduriant su kenkėjiškais veiksmais tinklo viduje [115]. Konsensuso mechanizmų projektavime esminiai iššūkiai susiję su efektyvumu, energijos suvartojimo ir sistemos mastelio didinimo balansavimu, siekiant užtikrinti optimalų transakcijų apdorojimo greitį, atsparumą centralizuotai kontrolės rizikai ir energijos naudojimo efektyvumui. Skirtingi konsensuso mechanizmai, demonstruoja įvairias strategijas šiems iššūkiams spręsti [104; 115].

Kriptografinio saugumo principas remiasi kriptografijos metodais, jog būtų užtikrintas duomenų vientisumas ir autentiškumas blokų grandinėje. Šis principas apima duomenų šifravimą, kriptografinius maišos algoritmus ir skaitmeninius parašus, kurie užtikrina, jog sandoriai ir blokai būtų nepakeičiami ir jų nebūtų įmanoma suklastoti. Tai taip pat prisideda prie vartotojų anonimiškumo išlaikymo ir saugumo, kadangi leidžia identifikuoti dalyvius be jų asmeninės informacijos atskleidimo. Kriptografinės technologijos sudaro pagrindą blokų grandinės patikimumui ir saugumui, užtikrindamos duomenų nekintamumą ir saugią informacijos perdavimo aplinką.

Pagrindiniai blokų grandinės tinklo veikimo principai ne tik sudaro technologinį pagrindą, bet leidžia formuoti naujus ekonominius, socialinius, švietimo, teisės, politikos bendradarbiavimo modelius. Tai skatina inovacijas, skaidrumą, visuomenės pasitikėjimą ir dalyvavimą demokratijos stiprinime bei teisingumo užtikrinimą skaitmeninėje erdvėje.

1.1.2. Blokų grandinės technologijos istorinė raida

Per pastarąjį dešimtmetį blokų grandinės technologija tapo viena reikšmingiausių skaitmeninių inovacijų. Šios technologijos evoliucija glaudžiai susijusi su siekiu sukurti sistemą, kuri užtikrintų decentralizuotą, skaidrų ir saugų būdą duomenų saugojimui bei perdavimui.

1.1.2.1. Pirmųjų blokų grandinių kūrimas ir bitkoino atsiradimas

Pirmosios sukurtos blokų grandinės atvėrė istorinę perspektyvą į vieną iš svarbiausių momentų skaitmeninės technologijos srityje, pakeitusių finansų ir daugelio kitų sektorių veikimą.

Nuo 1991 m., kai Stuart Haber ir W.Scott Stornetta pirmą kartą pateikė blokų grandinės koncepciją [97] ir aprašė laiko ženklavimo metodą, iki 2008 m., Satoshi Nakamoto aprašyto virtualios valiutos koncepto ir 2009 m. revoliucingai jo pristatyto bitkoino (angl. *Bitcoin, BTC*) [79; 80], ši technologija demonstruoja nepaprastą evoliuciją nuo teorinės idėjos iki praktinio pritaikymo, kuris šiandien veikia kaip pagrindas decentralizuotiems finansams ir užtikrina naujas galimybes skaitmeninėje ekonomikoje ir kitose srityse. Ši technologinė pradžia skatina gilintis į pirmąsias blokų grandinių sukūrimo aplinkybes, technologinę struktūrą ir poveikį, bei bitkoino – pirmosios ir labiausiai paplitusios kriptovaliutos atsiradimo kontekstą, kuris neabejotinai yra vienas iš svarbiausių momentų šiuolaikinėje technologijų istorijoje, atveriantis naują puslapį skaitmeninių sandorių ir duomenų saugumo srityje [6; 23; 90; 101].

1.1.2.2. Blokų grandinės technologijos evoliucija ir naujų platformų atsiradimas

Blokų grandinės technologijos raida atspindi jos transformaciją iš pradinių konceptualizacinių iki komplektinių sistemų, kurios šiandien keičia įvairias ekonomikos ir visuomenės sritis. bitkoino sėkmė paskatino tolesnę technologijos tyrinėjimą ir adaptaciją. Ši, pirmosios kartos blokų grandinė (angl. *First-Generation Blockchain / Blockchain 1.0.*), orientuota į bitkoino kriptovaliutą. Vėliau, 2015 metais, buvo pristatyta Ethereum platforma, antrosios kartos blokų grandinė (angl. *Second-Generation Blockchain / Blockchain 2.0.*), kuri atvėrė naujas galimybes išmaniųjų sutarčių (angl. *Smart contract*) įgyvendinimui, leidžiančiam automatizuoti ir diversifikuoti blokų grandinės aplikacijų spektrą [17; 71; 112].

Trečiosios kartos blokų grandinės (angl. *Third-Generation Blockchain / Blockchain 3.0.*), platformos, tokios kaip Polkadot, Cardano ir Solana, siekia įveikti ankstesnėse sistemose aptiktus iššūkius, įskaitant sandorių greitį ir mastelio didinimą, taikydamos inovatyvius technologinius sprendimus, tokius kaip segmentavimą (angl. *sharding*) ir tarpusavio blokų grandinių operabilumą (angl. *interoperability*) [41; 42; 109; 112]. Šios pastangos yra sutelktos į efektyvumo ir tvarumo

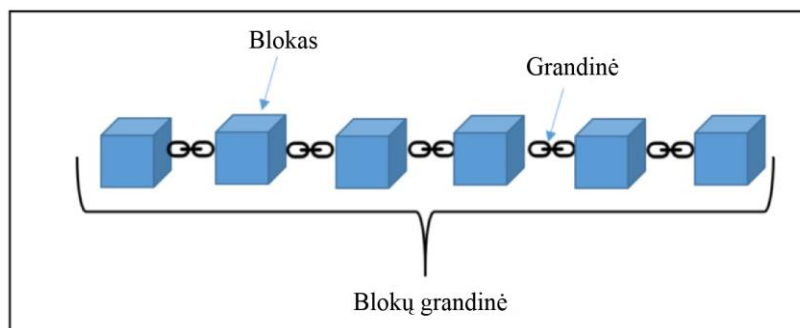
didinimą, siekiant užtikrinti blokų grandinės technologijos dar platesnę ir efektyvesnę pritaikymą skaitmeninėje erdvėje.

Decentralizuotos finansų (angl. Decentralized Finance, DeFi) ir nekeičiamų žetonų (angl. non-fungible token, NFT) ekosistemų augimas atskleidžia blokų grandinės potencialą pertvarkyti tradicinio finansų sektoriaus ir skaitmeninio turinio valdymo modelius. DeFi projektai demonstruoja, kaip decentralizuotos bankininkystės paslaugos gali suteikti vartotojams didesnę kontrolę ir skaidrumą, o NFT pabrėžia unikalios skaitmeninio turinio identifikacijos ir valdymo galimybes [78; 105].

Sparčiai besiplečianti ir evoliucionuojanti blokų grandinės technologija rodo gebėjimą adaptuotis ir spręsti esamus iššūkius, atveriant naujas galimybes įvairiems pramonės ir visuomenės sektoriams. Šis mokslinis darbas leis geriau suprasti ir sumodeliuoti optimizuotą blokų grandinės taikymą, prisidedant prie skaitmeninės švietimo sistemos, bei visuomenės raidos.

1.1.3. Pagrindiniai blokų grandinės technologijos komponentai

Blokų grandinės technologija remiasi trimis pagrindiniais komponentais: blokais, grandine ir konsensuso algoritmais. Šie komponentai būdami kartu sudaro tvirtą pagrindą skaitmeniniams įrašams saugoti, bei perduoti juos be centralizuotos priežiūros (1 pav.).



1 pav. Blokų grandinės schematinis vaizdas [74]

1.1.3.1. Blokai ir grandinės struktūra

Blokų grandinės technologija yra sukonstruota iš blokų, jie pagrindiniai grandinės struktūros elementai, sudaryti iš sandorio (angl. transaction) duomenų ir unikalios ankstesnio bloko identifikatoriaus, laiko žymos užtikrinančios sistemos duomenų vientisumą. Šie duomenys blokų grandinėje apima esminę informaciją apie kiekvieną atliktą sandorio operaciją. Jie fiksuoja siuntėjo ir gavėjo adresus, kurie nurodo sandorio šaltinį ir paskirtį, t.p. įrašytą kitą vertingą informaciją (pvz. perduodamos sumos dydį, balsavimo rezultatus, asmens identifikacijos duomenis, nekilnojamo turto įrašą ar pan.). Tai suteikia galimybę tinklo dalyviams patikrinti ir patvirtinti kiekvieno sandorio teisingumą, užtikrinant skaidrumą ir saugumą. Taip pat, sandorio duomenys leidžia sekti ir analizuoti

tokios informacijos judėjimą tinkle, prisidedant prie decentralizuotos ir atvirai prieinamos apskaitos sistemos kūrimo [114].

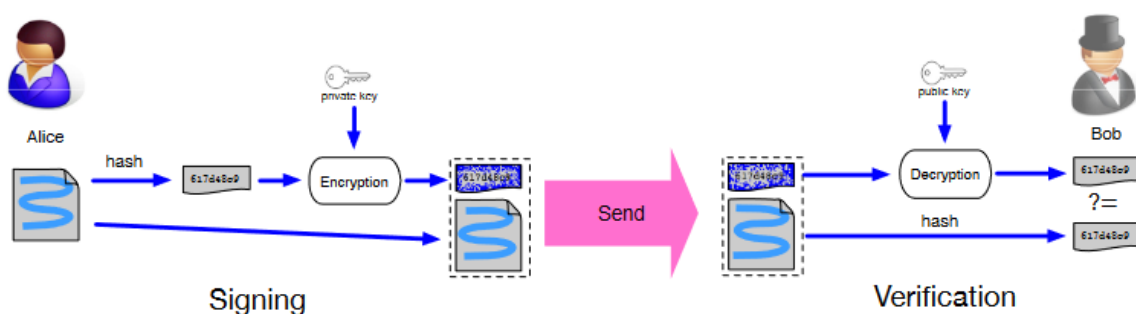
Visi blokų grandinės technologijos blokai sujungti grandinės pavidalu. Grandinės struktūra sudaryta iš nuosekliai sujungtų blokų, kur kiekvienas jų saugo ankstesnio bloko maišos reikšmę. Ši nuoseklumo savybė leidžia užtikrinti, kad bet koks bandymas pakeisti duomenis bet kuriame grandinės bloke reikalautų visų tolesnių blokų pakeitimo, kas yra praktiškai neįmanoma dėl didelio skaičiavimo išteklių poreikio.

1.1.3.2. Konsensuso mechanizmai

Siekiant užtikrinti, kad visi tinklo dalyviai sutartų dėl duomenų būsenos ir naujų blokų pridėjimo į blokų grandinę yra būtini konsensuso mechanizmai. Jie užtikrina, kad blokų grandinės sistema veiktų patikimai, saugiai ir nepriklausomai. Šių mechanizmų veikimas blokų grandinėje varijuoja priklausomai nuo taikomos sistemos, įtraukiant algoritmus tokius kaip „Proof of Work“, kur reikalaujama sudėtingų matematinių problemų sprendimo, ar „Proof of Stake“, kur svarbus vartotojų turimos kriptovaliutos kiekis. Šie ir panašūs mechanizmų procesai užtikrina, kad tinklo valdymas būtų decentralizuotas, neleidžiant kažkam vienam dominuoti. Tokia struktūra skatina pasitikėjimą ir bendradarbiavimą tarp tinklo dalyvių, eliminuodama poreikį turėti centrinę kontroliuojančią grandį.

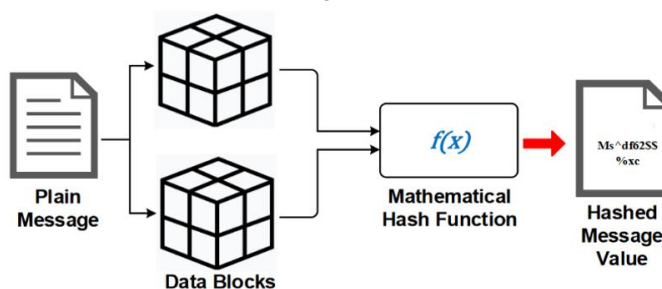
1.1.3.3. Kriptografiniai algoritmai ir jų vaidmuo užtikrinant duomenų saugumą

Blokų grandinės technologijoje kriptografiniai algoritmai yra būtini norint užtikrinti duomenų saugumą ir patikimumą. Šie algoritmai remiasi kompleksinėmis matematinėmis procedūromis [15]. Asimetrinė kriptografija, kai procesui pasitelkiama viešojo ir privataus rakto pora, yra vienas svarbiausių metodų. Kiekvienas tinklo naudotojas turi slaptą / privatą raktą sandorių pasirašymui ir viešą raktą, leidžiantį kitiems patikrinti sandorio autentiškumą [113]. Šis metodas garantuoja, kad sandorį gali pasirašyti tik jo iniciatorius, o sukurtas skaitmeninis parašas patvirtina sandorio originalumą ir apsaugo jį nuo nepageidaujamų pakeitimų (2 pav).



2 pav. Skaitmeninio parašo procesas [113]

Maišos funkcijos, esminiai kriptografiniai elementai, tai matematiniai algoritmai, kurie verčia įvesties duomenis į fiksuoto ilgio simbolių seką, žinomą kaip maišos reikšmė (3 pav.). Ši procedūra yra vienpusė, atkurti pradinės informacijos neįmanoma. Maišos funkcijos yra esminės užtikrinant blokų grandinės saugumą, jos garantuoja duomenų vientisumą. Bet koks, net mažiausias įvesties duomenų pakeitimas sukuria visiškai naują maišos reikšmę. Dėl šios savybės galima efektyviai patikrinti, ar duomenys nebuvo pakeisti nuo tada, kai buvo įrašyti į bloką. Maišos funkcijos yra skirstomos pagal jų paskirtį ir saugumo lygį. Kiekviena iš jų turi unikalias savybes ir yra pritaikytos tam tikriems saugumo reikalavimams [50].



3 pav. Fiksuoto dydžio duomenų blokų procesas [50]

Merkle medžiai (angl. Merkle Root) yra taip pat susiję su kriptografiniais algoritmais, kadangi naudoja maišos funkcijas, kurios yra kriptografinio šifravimo dalis kuriant saugų ir nekintamą sandorių įrašų rinkinį. Merkle medžiai gali būti pritaikyti sandorių logikos ar būsenos keitimų patikrinimui ar patvirtinimui, nesudarant poreikio saugoti ir perduoti visą sandorių istoriją, kas leidžia sumažinti informacijos saugojimo vietą ir pagerinti veiklos efektyvumą, išlaikant aukštą saugumo ir patikimumo lygį [88].

Asimetrinė kriptografija, maišos funkcijos, bei Merkle medžiai užtikrina, jog blokų grandinės technologijos būtų saugios, patikimos ir nekeičiamos.

1.1.4. Blokų grandinės tipai ir jų savybės

Blokų grandinės technologija, nors ir vieninga savo pagrindine koncepcija – sukurti decentralizuotą ir saugų duomenų saugojimo ir valdymo būdą, iš tiesų apima įvairias formas, kurios skiriasi pagal savo struktūrą, valdymo mechanizmus ir naudojimo atvejus. Šios skirtingos formos leidžia blokų grandinėms būti pritaikytoms prie įvairių visuomenės sektorių ir poreikių, nuo visiškai decentralizuotų kriptovaliutų iki konkrečių įmonių ar konsorciūmų, kurie reikalauja daugiau kontrolės ir privatumo, vykdant tarpusavio operacijas.

1.1.4.1. Viešosios ir privačios blokų grandinės

Pagal prieigos lygmenį, blokų grandinės skirstomos į dvi pagrindines kategorijas: viešąsias (angl. *public* arba *permissionless*) ir privačiąsias (angl. *private* arba *permissioned*) [44; 73].

Viešosios blokų grandinės yra atviros bet kuriam asmeniui ar subjektui, norinčiam prisijungti ir dalyvauti tinklo veikloje, pavyzdžiui, vykdyti sandorius, išmaniąsias sutartis ar skaičiuoti maišos funkcijas. Tokio tipo blokų grandinės pasižymi aukštu decentralizacijos lygiu, kadangi tinkle palaikymas ir patikimumas priklauso nuo plačios ir įvairios dalyvių grupės. Viešųjų blokų grandinių taikymu paremtos pagrindinės bitcoin ir Ethereum technologijos [17; 52; 53; 85; 111]. Šių blokų grandinių priežiūra remiasi paskirstytu mazgų tinklu, kur kiekvienas gali dalyvauti kaip mazgas, kasant naujus blokus ir patvirtinant sandorius [25].

Minėtos blokų grandinės aktyviai tiriamos ir efektyviai naudojamos finansų sektoriuje, suteikia aukštą patikimumą ir sąžiningumą, tikrinant dalyvių darbą. Nepaisant šių stiprybių, atvira struktūra blokų grandinėse kelia ir iššūkių, mastelio didinimo ir privatumo apsaugos srityse.

Mastelio didinimas yra vienas iš didžiausių iššūkių viešosiose blokų grandinėse. Kiekvienas tinklo dalyvis turi apdoroti ir patvirtinti visus tinkle vykdomus sandorius, kas gali sukelti uždelstumą ir didesnius operacijų mokesčius, ypač tokiam tinkle kaip Ethereum, kur patiriamas didelis naudotojų lygis. Tai nulemia sandorių apdorojimo lygį, bei galimybes, kurios ne visada gali atitikti kylančius vartotojų poreikius vykdant sudėtingas operacijas ir išmaniąsias sutartis.

Privačios blokų grandinės, kitaip dar vadinamos leidimų blokų grandinėmis, yra priešingybė viešosioms grandinėms. Prieiga prie šių tinklų yra ribojama. Teisę dalyvauti tinklo veikloje suteikia centralizuotos autoriteto institucijos, kurios nustato prieigos teises konkrečiai vartotojų grupei [113]. Dažniausiai šios grandinės naudojamos organizacijų viduje, užtikrinant didesnę aplinkos kontrolę, leisdamos prieigą tik autorizuotiems asmenims.

1.1.4.2. Konsorciumo ir hibridinių blokų grandinių privalumai

Dėl nuolat augančių organizacijų poreikių užtikrinant duomenų saugumą ir skaidrumą buvo sukurtas hibridinės blokų grandinės modelis, jungiantis privačios ir viešos blokų grandinių ypatybes [1]. Tai leidžia organizacijoms efektyviai valdyti jautrią informaciją, užtikrinant aukštą saugumo lygį ir padidinant bendro tinklo patikimumą. Hibridinės grandinės, naudojančios pažangias sutartis ir protokolus, suteikia galimybę lanksčiai kontroliuoti duomenų viešinimą ir privatumą, taip užtikrinant aukštą sandorių efektyvumą ir saugumą. Tuo tarpu konsorciumo blokų grandinės, valdomos kelių susijusių šalių. Jos išsiskiria savo pritaikymu reguliuojamose pramonės šakose. Taipogi suteikia galimybę veikti pagal bendrai sutartas taisykles, užtikrinant sandorių patikimumą ir nekintamumą, kas yra būtina siekiant atitikti rinkos reguliavimo reikalavimus [111; 113]. Konsorciumo grandinės leidžia efektyviai ir saugiai vykdyti operacijas, suteikdamos aukštą operacijų skaidrumą ir duomenų apsaugą.

Abi šios blokų grandinės suteikia reikšmingų pranašumų įvairiuose srityse, skatinant technologinių sprendimų įvairovę ir pritaikomumą. Jų unikalus saugumo ir skaidrumo derinys padeda organizacijoms išnaudoti decentralizacijos, automatizuotų sutarčių ir duomenų nekintamumo teikiamas galimybes, prisitaikant prie dinamiškai kintančių rinkos sąlygų ir naujovių. Tokio tipo blokų grandinės atveria galimybes optimizuoti ir efektyvinti operacijas, užtikrinant aukštą skaidrumą.

1.1.5. Blokų grandinės technologijos taikymo sritys

Šiandieninė blokų grandinės technologijos integracija įvairiuose segmentuose demonstruoja technologijos adaptabilumą ir transformacinį potencialą. Blokų grandinė aktyviai taikoma finansų sektoriuje, kur ji naudojama ne tik kaip pagrindas kriptovaliutų operacijoms, bet ir kaip efektyvi priemonė sandorių skaidrumui bei saugumui užtikrinti [53]. Ši technologija teikia galimybę sumažinti operacinius kaštus ir paspartinti mokėjimų procesus, tokiu būdu keičiant tradicines bankininkystės [91], rinkos veikimo [11] ar buhalterinės apskaitos paradigmas [4]. Ryškėja blokų grandinės technologijos svarba ir sveikatos sektoriuje, dėka kurios užtikrinamas pacientų duomenų konfidencialumas, prieinamumas, suteikiant galimybę saugoti ir saugiai dalintis medicininės informacijos įrašais nekintančioje duomenų bazėje [1; 107].

Logistikos ir tiekimo grandinių valdymo srityse, blokų grandinės technologija yra identifikuojama kaip kritinis elementas. naujoviška priemonė kuri gerina šių grandžių tvarumą, veiksmingumą ir skaidrumą [75; 110]. Ši technologija leidžia stebėti ir autentifikuoti kiekvieną produkto kelionės etapą nuo gamybos iki galutinio vartotojo, veiksmingai identifikuojant suklastotus produktus tiekimo grandinėse. Taipogi užtikrinant galimybę vartotojams patikrinti produkto kokybę ir tvarumą, įskaitant anglies pėdsaką, bei išmetamų teršalų kiekius, suteikiant galimybę įsitikinti produkto autentiškumu ir tvariu jo vartojimu aplinkos atžvilgiu [19; 106].

Energetikos sektoriuje, skatinama decentralizuotos energijos gamybos ir vartojimo modeliai. Vartotojams galima tiesiogiai prekiauti pertekline saulės energija. Tai skatina atsinaujinančios energijos naudojimą, bei teikia galimybę efektyvesnei energijos gamybos ir vartojimo valdymo sistemai [3; 7; 48]. Blokų grandinės technologija teikia plataus masto naudą įvairioms pramonės šakoms, leisdama įvertinti tradicinius operacinius iššūkius ir skatindama naujų, inovatyvių sprendimų paiešką, bei kūrimą. Tai skatina transformaciją ir naujų verslo modelių atsiradimą.

1.1.5.1. Finansų sektorius ir kriptovaliutos

Sritis, kuri per pastaruosius dešimtmečius smarkiai išaugo ir pasikeitė, ypač dėl technologijų pažangos ir naujų rinkos poreikių yra finansų sektorius, kuris tradiciškai apėmė bankus, draudimo bendroves, investicijų fondus ir kitas institucijas, kurios teikia finansines paslaugas. Technologijų

vystymasis, ypač skaitmeninimas, sukūrė prielaidas ne tik naujų produktų ir paslaugų atsiradimui, bet ir visiškai naujų veiklos modelių evoliucijai. Finansinių technologijų (angl. financial technology (FinTech)) startuoliai, naudodamiesi naujausiomis technologijomis, siūlo greitesnes, patogesnes ir kartais pigesnes paslaugas vartotojams, dėl ko tradicinėms finansų institucijoms tenka prisitaikyti ir keistis [24; 38; 43; 51].

Tradicinę valiutą keičiant kriptovaliutomis, kurios siūlo naujas galimybes, tokias kaip decentralizuotas finansavimas, kuris leidžia vartotojams atlikti finansines operacijas be tradicinių tarpininkų, kelia riziką dėl jų itin didelio kainų svyravimo. Toks nestabilumas kelia grėsmę investuotojų saugumui ir finansų sistemos stabilumui [2; 71; 92].

Reguliavimas yra vienas iš didžiausių iššūkių, su kuriais susiduria tiek tradicinis finansų sektorius, tiek dinamiškai besivystanti kriptovaliutų rinka. Valstybinės institucijos skirtingose pasaulio šalyse ieško efektyvių metodų, kaip sukurti tokias reguliavimo sistemas, kurios užtikrintų tiek rinkos stabilumą, tiek vartotojų apsaugą, tuo pačiu nevaržant technologinių inovacijų ir sektoriaus augimo. Ypatingas dėmesys skiriamas kibernetinio saugumo aspektams, kadangi tiek tradicinės finansinės paslaugos, tiek kriptovaliutos yra labai jautrios įvairiems kibernetiniams išpuoliams [47; 83]. Ši grėsmė verčia tiek finansų institucijas [46], tiek kriptovaliutų platformas imtis griežtų saugumo priemonių, siekiant apsaugoti klientų lėšas ir informaciją [18; 108].

Blokų grandinės technologija, atveria naujas perspektyvas finansų sektoriuje, tai yra ne tik kriptovaliutų veikimo pagrindas, bet siūlo ir plačias pritaikymo galimybes, pradedant nuo sutarčių automatizavimo iki sukčiavimo prevencijos. Šios technologijos privalumai yra akivaizdūs – didesnis skaidrumas, operacijų greitis ir mažesnės sąnaudos, kurios gali teigiamai paveikti tiek finansines paslaugas teikiančias įmones, tiek jų klientus [51; 76; 91].

Dabartinis finansų sektorius ir kriptovaliutos turi tiek bendrų iššūkių, kiek ir unikalių galimybių, kurios gali būti išnaudotos visuomenės dar produktyviau. Pabrėžiant finansinio sektoriaus ir kriptovaliutų sąveikos svarbą, atskleidžiant, jog subalansuotas požiūris į reguliavimą, technologines inovacijas ir saugumo užtikrinimą gali padėti sukurti naują, naudingesnę, pelningesnę finansinių paslaugų ekosistemą [24; 51; 72]. Efektyvus bendradarbiavimas tarp reguliavimo institucijų, finansų sektoriaus ir kriptovaliutų rinkos dalyvių yra būtinas siekiant užtikrinti, kad tiek tradicinės finansinės paslaugos, tiek naujosios kriptovaliutų galybės taptų skaidresnės, saugesnės ir prieinamesnės plačiai visuomenei [70].

1.1.5.2. Blokų grandinės technologijos taikymo galybės ir praktika švietimo įstaigose

Blokų grandinės technologiją galima pritaikyti mokymosi pasaulyje individualiu, instituciniu, grupiniu, nacionaliniu ir tarptautiniu lygiu. Ši technologija jau taikoma įvairių rūšių atskaitos

sistemose: mokyklose, kolegijose, universitetuose, įvairiose besimokančiųjų sąjungose ir žinių bazėse vietoje senų hierarchinių struktūrų, keičiant jas technologijomis kurios paremtos pasitikėjimu [10; 13; 16; 26].

Šiuolaikinės švietimo įstaigos vis dažniau taiko bloką grandinės technologiją įvairiems procesams, įskaitant akademinio laipsnio valdymą, mokymosi rezultatų vertinimą [5; 96], skaitmeninį sertifikavimą bei naujų metodų, kurie pagerina duomenų ir asmeninių studentų įrašų dalijimosi, pateikimo ir saugojimo būdus [36; 87]. Tai atspindi naujausias švietimo tendencijų galimybes. Bloką grandinės technologija leidžia įrašyti visą studijų istoriją: formaliojo mokymosi kontekste tai apima mokymosi turinį bei rezultatus, besimokančiųjų pasiekimus ir akademinis pažymėjimus, o neformaliojo mokymosi kontekste – informaciją apie tyrimų eigą, įgytus įgūdžius, kompetencijas, internetinio mokymosi patirtį bei asmeninius interesus. Šie duomenys gali būti saugomi ir prieinami saugioje bloką grandinės tinklo duomenų bazėje [5; 10].

1.1.6. Bloką grandinės technologijos vystymasis Lietuvoje

Pasaulinės finansų inovacijos kontekste decentralizuoti finansai, kriptovaliutos, bitkoinai, nekeičiamieji žetonai (NFT) atspindi naujus terminus, kurie nors ir tebėra neaiškūs daugeliui Lietuvos gyventojų, kartais siejami su neteisėta veikla, tačiau jie reiškia platesnį poslinkį į bloką grandinės technologijų integravimą į svarbiausias Lietuvos ekonomines ir socialines sistemas.

Pažengusios valstybės, įskaitant Jungtines Amerikos Valstijas, Japoniją ir įvairias Europos šalis, vis dažniau įtraukia šiuos bloką grandinės technologijos sprendimus į savo šalies ekonomiką, palengvindamos finansines operacijas, verslo sutartis, medicininių bei teisinių dokumentų saugojimą, bei tikrinimą. Atsižvelgdama į šių inovacijų potencialą, Lietuvos vyriausybė įtraukė bloką grandinės projektus į Europos Sąjungos finansavimo programas, siekdama remti šios technologijos iniciatyvų plėtrą šalyje. Tai dalis 2022-2030 metų ekonomikos transformacijos ir konkurencingumo plėtros programos, skirtos skatinti įmonių skaitmenizaciją [56].

1.1.6.1. Bloką grandinės technologijos taikymo galimybės ir praktika Lietuvos švietimo įstaigose

„Technologijos taikymo galimybės švietimo sektoriuje iš esmės neribotos – nuo vaikų registracijos į darželius iki mokymosi pasiekimų, kursų bei universiteto diplomų saugojimo bloką grandinėje. Šios technologijos taikymas įvairiose švietimo sektoriaus srityse padeda efektyvinti egzistuojančius procesus, pavyzdžiui, universiteto diplomų tikrinimo procesas naudojant bloką grandinės technologiją gali būti atliekamas gerokai efektyviau – vietoje kelių dienų per kelias sekundes. Kitas pavyzdys – šios technologijos taikymas bibliotekos veikloje įgalintų saugų žmogaus

žmogui (angl. peer-to-peer) knygų dalijimąsi taip efektyvinant bibliotekos veiklą“ [65] – komentuoja Andrius Adamonis (TIETO Lietuva, UAB atstovas).

Lietuvos nacionalinė Martyno Mažvydo biblioteka, glaudžiai bendradarbiaudama su Lietuvos Kultūros ministerija bei Švietimo, mokslo ir sporto ministerija, įgyvendino projektą skirtą atnaujinti Kultūrinės edukacijos sistemą (toliau KES). Tai buvo atlikta naudojantis blokų grandinės technologija. Šią inovacinę technologiją Lietuva pradėjo plėtoti 2018 metais, aktyviai dalyvaudama Europos Komisijos iniciatyvose ir pasirašydama bendradarbiavimo deklaraciją trijose pagrindinėse sferose, įskaitant Blokų grandinės technologiją [31].

Eurokomisarė Mariya Gabriel, atsakinga už inovacijas, mokslinius tyrimus, kultūrą, švietimą ir jaunimą, pabrėžė, kad įdiegiant Blokų grandinės technologijas, Europos Sąjungos valstybės narės turės unikalią galimybę peržiūrėti ir optimizuoti savo informacines struktūras. Akcentuojama ir integracija, skatinanti didesnę sistemos naudotojų pasitikėjimą ir asmeninių duomenų saugumą, atverianti naujas galimybes ir skatinanti lyderystę, teikiant naudą šalies piliečiams, viešajam sektoriui ir verslui: „Manau, kad „blockchain“ yra keičiantis žaidimas. Noriu, kad Europa būtų jos vystymosi priešakyje. Turime sukurti tinkamą įgalinančią aplinką – skaitmeninę bendrą „blockchain“ rinką, kad visi piliečiai galėtų gauti naudos, o tai nebūtų tik iniciatyvų kratinys. ES Blockchain Observatorija ir Forumas yra svarbus žingsnis ta kryptimi [30]“, – teigė Mariya Gabriel.

ES iniciatyvos skatinti skaitmeninę transformaciją švietimo srityje, įskaitant blokų grandinės technologijos integraciją, suteikia puikią galimybę ne tik modernizuoti ugdymo procesus, bet ir užtikrinti didesnę švietimo ir ugdymo skaidrumą ir teisingumą. Viena iš šių iniciatyvų galėtų būti mokinių SP valandų apskaita blokų grandinėje. Ji leistų efektyviai registruoti, sekti ir vertinti mokinių dalyvavimą socialinėse ir pilietinėse, savanorystės veiklose.

Naudojant blokų grandinės technologiją, sistema galėtų užtikrinti ne tik duomenų nepakeičiamumą ir saugumą, bet ir skaidrią bei patikimą mokinių savanoriavimo įvairiose veiklose dokumentaciją. Tai suteiktų LR švietimo sistemai, ugdymo įstaigoms, mokytojams, mokiniams, bei jų tėvams aiškią ir neabejotiną informaciją apie įvykdytų SP valandų skaičių, skatinant mokinių aktyvumą, įtraukiant į visuomenės gyvenimą. Šiame magistro darbe bus nagrinėjamas naudojimo atvejis, kaip blokų grandinės technologija galėtų būti pritaikyta švietimo sektoriuje, siekiant užtikrinti skaidrumą, saugumą, efektyvumą apskaitant mokinių SP valandas.

1.2. Mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitos blokų grandinėje analizė

Dabartinėje epochoje, kurią apibrėžia skaitmeninės transformacijos procesai, veikiantys visus visuomenės gyvenimo aspektus, švietimo sistema bei pilietinio ugdymo metodai stovi prieš

fundamentalų pertvarkymo slenkstį, kuris yra neišvengiamas dėl skaitmeninės transformacijos procesų visuomenėje.

1.2.1. Socialinės-pilietinės veiklos ugdymas Lietuvoje

SP veikla Lietuvoje ugdoma nuo mažumės šeimos aplinkoje, vėliau perauga į platesnę švietimo sritį, kuri paremta Švietimo, mokslo ir sporto ministerijos nustatyta tvarka. Ši veikla yra neatskiriama bendrojo ugdymo programų dalis, kuri yra aiškiai reglamentuota moksleivių ugdymo procese [64; 99]. SP veiklos „įgyvendinimo poreikį sąlygoja Pradinio, pagrindinio ir vidurinio ugdymo bendrosios programos, patvirtintos Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministro 2022 m. rugpjūčio 24 d. įsakymu Nr. V-1269 „Dėl Priešmokyklinio, pradinio, pagrindinio ir vidurinio ugdymo bendrųjų programų patvirtinimo“ (toliau – bendrosios programos), įtvirtinančios kompetencijų ugdymą mokantis pagal pagrindinio ir vidurinio ugdymo programas” [64]. Ši moksleivių ugdymo proceso dalis skirta skatinti mokinių socialinį solidarumą ir pilietinį, tautinį aktyvumą, ugdyti jų pilietiškumo kompetenciją, būtiną aktyviam ir atsakingam dalyvavimui nuolat besikeičiančios visuomenės gyvenime ir geopolitiniame kontekste. Pagal Švietimo, mokslo ir sporto ministerijos nustatytą tvarką, kiekvienas mokinys, kuris mokosi pagal neatnaujintą pagrindinio ugdymo programą 2023-2024 m., privalo skirti ne mažiau kaip 10 valandų (pamokų) per mokslo metus šiai veiklai, o mokinys kuris mokosi pagal atnaujintą pagrindinio ugdymo programą, privalo skirti ne mažiau kaip 20 valandų/pamokų per mokslo metus SP veiklai. Nuo 2024-2025 m. visi mokiniai mokysis pagal atnaujintą pagrindinio ugdymo programą ir visi privalės skirti ne mažiau kaip 20 valandų/pamokų per mokslo metus SP veiklai atlikti. Mokykla, atsižvelgdama į mokinių amžių, gali priimti sprendimą šiai veiklai skirti ir daugiau valandų/pamokų per mokslo metus. „2023-2024 mokslo metais III gimnazijos klasėje, 2024-2025 mokslo metais III ir IV gimnazijos klasėse, skirtas įgyvendinti grupinio mokymosi forma kasdieniniu ir nuotoliniu mokymosi proceso organizavimo būdu: [44]“ SP veiklos valandų/pamokų skaičius ne mažesnis kaip 70 val. (1 lentelė).

Mokykla, atsižvelgdama į mokinių amžių, gali priimti sprendimą skirti daugiau valandų (pamokų) SP veiklai per mokslo metus, nei numatyta LR švietimo, mokslo ir sporto ministro įsakyme.

Formuojant mokinių SP veiklos įpročius mokykloje būtinas nuoseklus ir sisteminis požiūris, adaptuojant savanorystės galimybes atsižvelgiant į kiekvienos amžiaus grupės poreikius, žinias ir gebėjimus suvokti bei įsisavinti savanorystės svarbą [99]. Šios veiklos apskaitymo metodai nėra griežtai reglamentuoti LR švietimo, mokslo ir sporto ministerijos. Švietimo įstaigos gali taikyti įvairius SP valandų apskaitos būdus, atsižvelgiant į konkrečios įstaigos politiką, galiojančius teisės aktus bei technologines galimybes ar kt.

1 lentelė. Mokinių SP veiklų valandų skaičius 2023-2025 mokslo metams, nustatytas LR švietimo, mokslo ir sporto ministerijos

Mokslo metai	Ugdymo programa (klasė)	Bendrojo ugdymo programa	Privalomas SP veiklos valandų / pamokų skaičius per mokslo metus
2023-2024	Pagrindinis ugdymas (6 kl., 8 kl., 10 kl. / II gimnazinė kl.)	Neatnaujinta	10 valandų
2023-2024	Pagrindinis ugdymas (5 kl., 7 kl., 9 kl. / I gimnazinė kl.)	Atnaujinta	20 valandų
2024-2025	Pagrindinio ugdymo visos klasės (5 kl., 6 kl., 7 kl., 8 kl., 9 kl. / I gimnazinė kl., 10 kl. / II gimnazinė kl.)	Atnaujinta	20 valandų
2023-2024	Vidurinis ugdymas (III gimnazijos kl.)	Neatnaujinta / atnaujinta	70 valandų per 2 mokslo metus
2024-2025	Vidurinis ugdymas (III ir IV gimnazijos kl.)	Atnaujinta	70 valandų per 2 mokslo metus

Dažniausiai švietimo įstaigose taikomi mokinių SP apskaitos metodai yra šie:

Elektroninė ugdymo valdymo sistema, dažniausiai identifikuojamas kaip elektroninis dienynas, kuris yra plačiai naudojamas įvairiose švietimo įstaigose. Tokioje el. sistemoje mokytojai, auklėtojai ar kuratoriai fiksuoja mokinių dalyvavimą SP veikloje. Teoriškai tokia veiklos registracijos forma turėtų palengvinti švietimo proceso valdymą, praktikoje ji kelia tam tikrų iššūkių. Šios elektroninės sistemos naudojimas gali apsunkinti pedagogų darbą dėl jos nepatikimumo (sistema nėra decentralizuota, tad informacija apie SP veiklą renkama įvairiais, dažniausiai nepatikimais būdais: rašteliais, žinutėmis, žodiniais pasakymais ir pan.). Sistema nepakankamai įprasmina bei motyvuoja mokinius. Norint išsiaiškinti šios sistemos efektyvumo ir naudingumo klausimus reikėtų atskiro mokslinio tyrimo bei optimizavimo, siekiant užtikrinti, kad elektroninės ugdymo valdymo sistemos ne tik palengvintų administracinę naštą, bet ir prisidėtų prie mokinių SP veiklos prasmės gilinimo bei motyvacijos stiprinimo.

SP veiklos portfelis ar kt. asmeninės veiklos ataskaitos. Švietimo įstaigos gali skatinti mokinius vesti asmeninius veiklos portfelius (angl. portfolio), kuriuose registruojama dalyvavimo veiklose informacija. Tokio tipo dokumentai įvairia forma gali būti pateikiami mokytojams ar atsakingiems asmenims aptarimui, bei patvirtinimui.

Popierinės ataskaitos ar žurnalai. Nors šis metodas mažiau paplitęs dėl nepatikimumo, didesnio darbo ir klaidų tikimybės, kai kurios švietimo įstaigos vis dar naudoja popierines ataskaitas ar žurnalus mokinių veikloms registruoti.

Įtraukimas į metinius vertinimus. Švietimo įstaigos mokinių dalyvavimą SP veikloje yra įtraukusios į mokinių metinius vertinimus kaip būtiną ugdymo proceso dalį, skatinančią visapusišką asmenybės vystymąsi.

Nepaisant to, jog mokinių SP veiklos valandų apskaitos metodai gali varijuoti atsižvelgiant į konkrečios švietimo įstaigos infrastruktūrą, ugdymo strategiją ar teisinius reikalavimus, svarbu pabrėžti, jog visi šie metodai yra skirti efektyviam LR švietimo, mokslo ir sporto ministerijos nustatytų reikalavimų įgyvendinimui, kurie yra išdėstyti bendrojo ugdymo programose. Išvardinti metodai turi skatinti ir vertinti mokinių įsitraukimą į SP veiklą, bei užtikrinti, jog šis įsitraukimas atitiktų nacionaliniu lygiu apibrėžtus ugdymo tikslus [44; 99], kas be vieningos ir efektyviai veikiančios sistemos yra sunkiai įgyvendinama.

1.2.2. Darbo tyrimo dalyvių atrankos strategija

Darbo tyrimo dalyvių atrankai buvo taikomas kokybinio tyrimo netikimybinės imties patogios atrankos metodas. Dalyviai atrinkti pagal jų prieinamumą ir pasirengimą bendradarbiauti tyrimo metu. Per pusantrų metų šis metodas leido surinkti vertingą informaciją iš specifinių grupių: įvairaus amžiaus mokinių, besimokančių pagal pagrindinio ir vidurinio ugdymo bendrąsias programas dvejose Kauno apskrities mokyklose, taip pat mokytojų ir administracijos darbuotojų, savanorystę siūlančių organizaciją ir kultūros darbuotojų. Pasirinkta respondentų atrankos strategija gali apriboti tyrimo rezultatų generalizuojamumą, kadangi atrinkta imtis negali atspindėti visos populiacijos.

1.2.2.1. Kokybinio tyrimo duomenų rinkimo metodai

Kokybinis duomenų rinkimo metodas yra neatsiejamas nuo vykdomo mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinėje tyrimo. Jis buvo atliekamas renkant informaciją trimis metodais: vykdant stebėjimą, t.p. respondentų pusiau struktūruotą interviu ir pateikiant anketinę anoniminę apklausą socialinių tinklų pagalba. Pasirinkti pagrindiniai metodai siekiant gilinti supratimą apie socialines ir psichologines reikšmių dimensijas, užtikrinant tyrimo lankstumą ir reaguojant į respondentų atsakymus realiu laiku. Leidžiant detaliai analizuoti subjektyvias patirtis ir individualius požiūrius, identifikuoti problemas bei siūlyti praktinius sprendimus. Taip pat, pasirinkti tyrimo kokybiniai metodai naudingi naujų idėjų kūrimui ir gali padėti geriau suprasti įvairius su tyrimu susijusius kontekstus, kurie veikia dalyvių elgesį ir nuostatas. Leidžia kompleksiskai ir giliai analizuoti švietimo sektoriaus skaitmeninimo procesus ir jų poveikį įvairioms suinteresuotoms šalims.

1.2.2.1.1. Mokinių savanorystė taikant interviu metodą

Per pusantrų metų trukmės laikotarpį buvo vykdomas respondentų stebėjimas, pusiau struktūruotas interviu, kurių metu nebuvo laikomasi griežtai struktūruoto klausimyno. Interviu buvo orientuoti į diskusijas apie esamą SP valandų apskaitos būklę, metodus, motyvaciją ir savanoriavimo galimybes. Buvo išklausoma mokinių bei mokytojų nuomonė apie dabartines apskaitos problemas ir ieškoma nauja apskaitos strategija. Tyrimo metu buvo analizuojama arba siūlomi sprendimai, kurie

galėtų padidinti mokinių motyvaciją dažniau savanoriauti, tiriama ar tai turėtų įtakos SP valandų dokumentavimo procesui ir apskaitai. Šie interviu leido gauti giluminį supratimą ir pasisemti įžvalgų apie egzistuojančią SP valandų apskaitos sistemą, bei jos veiksmingumą, atskleidžiant praktines ir teorines perspektyvas, kurios yra būtinos siekiant tobulinti esamas procedūras.

Nuo 2023 m., lapkričio mėnesio, vykdant mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinėje tyrimo pusiau struktūruotą interviu, buvo apklaustos įvairios respondentų grupės (2 lentelė). Iš 142 mokinių, tik 14 lengvai, neveluodami surenka minimalų mokyklose reglamentuotą SP valandų skaičių, bei aktyviai ir savo noru dalyvauja savanorystės veiklose. Dar 9 mokiniai vykdo ilgalaikę savanorystę, bet jiems tai nesukelia noro savanoriauti. Savanorystę jie traktuoja kaip būtinybę gauti papildomus balus stojant į aukštąsias mokyklas. Likę mokiniai atlieka savanorystę tik dėl mokyklos reikalavimo, per metus jie surenka minimalų būtiną valandų skaičių, kurį paprastai perduoda mokytojams / auklėtojams žodžiu arba raštu. Visi apklausti mokiniai patvirtino, jog jų SP valandos yra administruojamos arba tikrinamos mokytojų / auklėtojų / mokyklos administracijos.

2 lentelė. Interviu dalyvių skaičius pagal respondentų grupes

Respondentų grupės	Respondentų skaičius
Mokiniai besimokantys pagal pagrindinio ugdymo bendrąsias programas (t.y. 5-10 kl. arba 5-8 ir I-II g. kl.)	136
Mokiniai besimokantys pagal vidurinio ugdymo bendrąsias programas (III-IV g. kl.)	6
Viso interviu dalyvavusių mokinių	142
· mokiniai lengvai surenkantys SP valandas	14
· mokiniai dalyvaujantys ilgalaikėje savanorystėje	9
· mokiniai savanoriaujantys dėl privalomumo	119
· mokiniai, teigiantys, jog nėra lengva rasti norimą savanoriavimo organizaciją, ar vietą	98
Mokytojai	24
Mokyklos administracijos atstovai	3

Iš visų interviu dalyvavusių mokinių 98 respondentai teigė, jog jiems sunku atrasti norimą savanoriavimo organizaciją ar vietą, tam jog SP valandos būtų renkamos prasmingai ir noriai.

Interviu dalyvavę 24 mokytojai, jų tarpe auklėtojai ir kuratoriai ir 3 administracijos darbuotojai pabrėžė savanoriavimo ir SP valandų atlikimo svarbą. Jie kruopščiai tikrina mokinių pateikiamus žodinius ar raštiškus savanoriavimo įrodymus, skatina mokinius kurti savanorystės tikslus bei uždavinius, bei aiškina mokiniams savanoriavimo svarbą (tai dažniausiai daro klasės valandėlių metu) kaip esminę ugdymo proceso dalį. Esant reikalui, šie mokytojai ar administracijos darbuotojai kreipiasi į savanoriavimą organizuojančias institucijas mokinių veiklų atlikimo patikrinimui. Tik 2 mokytojai nesupranta SP veiklos prasmės ir nenori jos administruoti ar prižiūrėti, tačiau, kadangi tai

yra privaloma jų kaip auklėtojų pareiga, jie atlieka šį darbą, tačiau nesigilina, kur mokiniai susirenka SP valandas.

1.2.2.1.2. Blokų grandinės technologijos integravimo į švietimo sektorių galimybes naudojant apklausos metodą

Remiantis išsamiau mokslinės literatūros nagrinėjimu, stebėjimais ir kokybiniu pusiau struktūruoto interviu metodu taikymu, tyrimo duomenų įvairovė buvo padidinta atliekant diagnostinę apklausą. Apklausa sukurta naudojantis „Qualtrics“ platforma ir platinama per socialinį tinklą „Facebook“, bei elektroniniu paštu. Joje dalyvavo 80 respondentų, kurie pateikė savo vertinimus ir nuomones. Tyrimo dalyviai apėmė šias grupes: mokinius, mokytojus dalykininkus, neturinčius auklėjamosios klasės, auklėtojus / kuratorius, švietimo sektoriaus atstovus, kultūros organizacijos atstovus, savanoriavimo organizacijos atstovus, kitus respondentus, nepriklausančius minėtoms grupėms (3 lentelė).

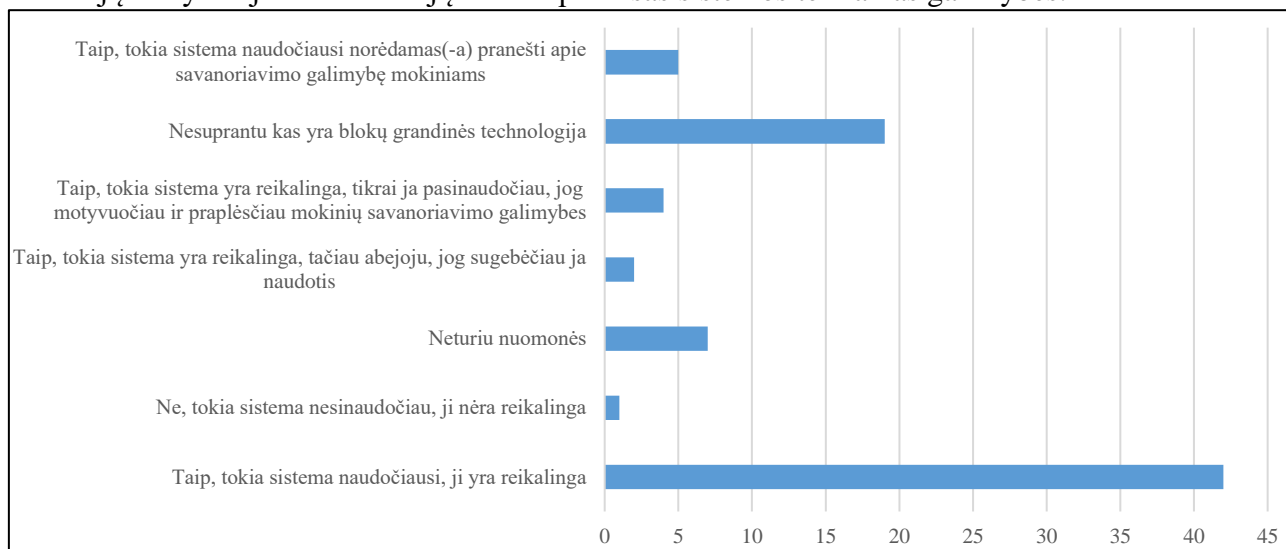
3 lentelė. Respondentų pasiskirstymas pagal grupes atliktos apklausos metu

Respondentų grupė	Respondentų skaičius
Mokinys(-ė)	39
Mokytojas(-a) dalykininkas(-ė), neturintis(-i) auklėtinių	13
Švietimo sektoriaus atstovas(-ė)	8
Kultūros organizacijos atstovas(-ė)	2
Auklėtojas(-a) / kuratorius(-ė)	13
Savanoriavimo organizacijai priklausantis atstovas(-ė)	2
Atstovas(-ė) nepriklausantis jokiai išvardintai grupei	3

Remiantis apklausos duomenimis, kurie buvo užfiksuoti stulpelinėje diagramoje (2 priedas), įvairių grupių respondentai pateikė savo nuomonę apie blokų grandinės technologijos taikymą mokinių SP (savanoriavimo) valandoms apskaičiuoti. Duomenys rodo, jog 42 respondentai teigiamai įvertino šią technologiją, pabrėždami jos būtinumą. Tuo tarpu 19 respondentų nesuprato, kas yra blokų grandinės technologija, kas atspindi informacijos apie šią naują trūkumą. 2 respondentai pripažino sistemos reikalingumą, bet abejoja savo gebėjimais ja efektyviai naudotis, atskleidžiant potencialius mokymosi ir adaptacijos iššūkius. Tik 1 respondentas teigė, kad nesinaudotų sistema, nes laiko ją nereikalinga, o 7 apklaustieji neturėjo jokios nuomonės šiuo klausimu. Optimistiška yra tai, kad 4 respondentai pasirengę išbandyti šią technologiją, siekiant motyvuoti mokinius ir plėsti jų savanoriavimo galimybes, o dar 5 naudotųsi visuotine SP valandų apskaitos sistema, kad informuotų mokinius apie savanoriavimo galimybes.

Apklausa taip pat siekė išsiaiškinti, kokią patirtį respondentai yra sukaukę naudodamiesi KES. Pirmoji Lietuvoje tokio masto švietimo ir kultūros reikmėms pritaikyta blokų grandinės technologijos

pagrindu sukurta sistema buvo vertinama siekiant nustatyti, ar ji yra įsitvirtinusi švietimo ir kultūros sektoriuose. Tyrimas siekė įvertinti sistemos trūkumus ir privalumus vartotojų požiūriu, jos poveikį vartotojų motyvacijai bei vartotojų žinias apie visas sistemos teikiamas galimybes.



4 pav. Respondentų požiūris į visuotinę mokinių SP valandų skaitmeninę apskaitos sistemą

Duomenys rodo, kad tiek mokiniai, tiek mokytojai naudojami KES. Nors ši sistema skatina domėjimąsi kultūra, paaiškėjo, kad nei vienas iš apklaustųjų, sulaukęs 16 metų, nebuvo informuotas apie galimybę užsisakyti kultūrinės, edukacinės veiklas asmeniškai, bei gauti skaitmeninį ženklelį.

1.3. Porterio penkių konkurencinių jėgų analizės modelio taikymas mokinių socialinių-pilietinių valandų apskaitai blokų grandinėje

Siekiant atlikti kruopštų ir kokybišką mokinių SP valandų apskaitos sistemos kūrimo blokų grandinėje analizę, buvo pasirinktas Porterio penkių konkurencinių jėgų modelis. Šis sprendimas yra pagrįstas minėto modelio gebėjimu suteikti universalią perspektyvą ir potencialą gilintis į analitinį vertinimą. Tai leidžia atlikti išsamų švietimo sektoriaus struktūros ir konkurencinės aplinkos vertinimą, identifikuojant pagrindines jėgas, kurios formuoja švietimo paslaugų aplinką [9; 28]. Tokia analizė yra būtina siekiant suprasti, kaip technologinės inovacijos, šiuo atveju blokų grandinė, gali paveikti švietimo įstaigų veiklą ir strategiją.

Porterio modelis padės įvertinti konkurencijos intensyvumą švietimo sektoriuje, kuris tiesiogiai veikia įstaigų gebėjimą integruoti naują blokų grandinės technologiją. Šis modelis taip pat padės atskleisti naujų konkurentų įėjimo grėsmę ir naudotojų bei švietimo sektoriaus galios dinamiką, leidžiančią suprasti, kaip švietimo įstaigos gali išnaudoti blokų grandinės technologiją diferenciacijai ir efektyvumui didinti. Analizė padės nustatyti alternatyvius būdus mokinių veiklos užfiksavimui ir įvertinimui, kartu pabrėžiant blokų grandinės pridėtinę vertę.

1.3.1. Pakaitalų grėsmė

Pakaitalų analizė yra viena iš pagrindinių Porterio penkių konkurencinių jėgų modelio sudedamoji, leidžianti atskleisti naujos mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinėje sistemos sėkmingo įgyvendinimo prielaidas. Pakaitalai šioje srityje apima įvairias esamas apskaitos sistemas ir praktikas, įsigalėjusias švietimo sektoriuje.



5 pav. Porterio penkių jėgų modelis taikytas mokinių SP valandų apskaitai blokų grandinėje

Elektroninė ugdymo valdymo sistema, pvz. elektroninis dienynas TAMO yra plataus naudojimo įrankis mokyklose / gimnazijose, leidžianti dokumentuoti mokinių pasiekimus ir veiklas. Jos patogumas, lengvas prieinamumas ir integracija į kasdieninius mokytojų / auklėtojų / kuratorių / kitų švietimo atstovų darbus suteikia stiprią konkurencinę poziciją. Naujai kuriamai blokų grandinės apskaitos sistemai elektroninė ugdymo valdymo sistema, t.y. elektroniniai dienynai, kelia iššūkį dėl įsitvirtinimo vartotojų bazėje ir išvystyto funkcionalumo prie kurio visi švietimo sektoriaus naudotojai jau yra įpratę.

SP veiklos portfelis ar asmeninės veiklos ataskaitos pasitelkiant daugialypius formatus, siūlo mokiniams individualizuotą metodą įsitraukiant ir dokumentuojant veiklos rezultatus. Tokio tipo įrankiai SP valandoms apskaityti leidžia mokiniams detalizuotai išdėstyti savo veiklų spektrą ir gylį, pristatyti veiklos tikslus, uždavinius, bei atlikti refleksiją, teikiant ataskaitą mokytojui / auklėtojui / kuratoriui / ar kitam švietimo atstovui. Šis metodas reikalauja didesnės mokinių atsakomybės ir savarankiškumo, suteikiant galimybę atspindėti savo iniciatyvas ir įsipareigojimus, tad turi pranašumo prieš SP valandų apskaitą blokų grandinėje, jei mokiniai sąmoningi ir atsakingi.

Popierinės ataskaitos ir žurnalai, nepaisant skaitmeninės transformacijos, tebėra naudojami švietimo įstaigose. Šių metodų paprastumas ir tradiciškumas yra vertinami dėl nepriklausomumo nuo technologinių išgūdžių ar infrastruktūros, tačiau jiems trūksta skaidrumo, patikimumo ir efektyvumo, kurių siūlo modernesnės ar netgi inovatyvios technologijos.

Įgyvendinant SP veiklas ir jas įtraukiant į moksleivių metinius vertinimus, formuojasi dvilypis poveikis švietimo procese. Iš vienos pusės, šis metodas motyvuoja mokinius aktyviai dalyvauti SP veikloje, suteikdamas jiems galimybę ne tik įgyvendinti, bet ir demonstruoti savo SP įsitraukimą. Iš kitos pusės, jo integravimas į formalųjį vertinimą patvirtina veiklos svarbą ir jos įnašą į visapusišką asmenybės raidą. Tačiau iškyla svarbus klausimas dėl šios veiklos privalomumo ir jos suvokimo mokinių tarpe. Pastebėta, jog mokinių dalyvavimas veikloje gali tapti mechaniniu ir neatitinkančiu tikrųjų ugdymo tikslų, kadangi atliekamas dėl naudos – įvertinimo, o ne asmeninio motyvavimo ar tikrojo noro prisidėti prie bendruomenės gerovės. Tai iškelia rimtą diskusiją apie tai, kaip užtikrinti, kad SP veikla išliktų autentiška ir turininga, nepaisant jos įtraukimo į formaliąją vertinimo sistemą.

Privalomumo ir atlygio / įvertinimo santykis kuria paradokšą švietimo sistemoje, kai mokiniams savanoriška veikla brukama per prievartą. Toks suvokimas gali neigiamai paveikti veiklos kokybę ir mokinių požiūrį į pilietiškumą bei socialinį atsakingumą. Tai skatina ieškojimą naujų apskaitos sistemų, kurios leistų mokiniams suprasti SP veiklos prasmę ir reikšmę, paskatinant juos veikti ne dėl išorės paskatos, bet iš vidinės motyvacijos. Šie patobulinimai turėtų būti integruojami į švietimo politiką ir praktiką, siekiant, kad mokinių SP ugdymas būtų ne tik įvertinamas, bet ir tikrai vertingas asmeniniam tobulėjimui ir visuomenės stiprinimui.

Mokinių SP valandų apskaitos integravimas į blokų grandinės infrastruktūrą atveria novatorišką požiūrį į ugdymo proceso administravimą. Decentralizuotas apskaitos modelis suteikia patikimumą ir nekintamumą, užtikrindamas, jog fiksuojama veikla būtų autentiškai atstovaujama ir nenuginčijamai saugoma. Šios sistemos evoliucija leidžia sukurti platformą, kuria naudotųsi ne tik mokyklos, bet ir aukštesniųjų mokslo įstaigų bei darbo rinkos atstovai, suteikiant jiems galimybę peržiūrėti patikrintus duomenis apie mokinių dalyvavimą SP veikloje. Šis metodas potencialiai praplečia tradicinį vertinimą, siūlant objektyvų ir patikimą mokinių pasiekimų įrodymą, kuris tampa svarbus tiek stojant į aukštąsias mokyklas, tiek ieškant karjeros galimybių, taip pat reikšmingas dalyvaujant įvairiose mokinius reprezentuojančiose veiklose. Įvertinant tai, galima teigti, jog blokų grandinės technologija galėtų transformuoti mokinių įsitraukimo į SP veiklas įvertinimą, paverčiant jį skaidresniu, patikimesniu ir visuotinai pripažįstamu.

1.3.2. Pirkėjų / naudotojų derybinė galia

Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija, Nacionalinė švietimo agentūra (NŠA), mokytojai, mokiniai, savanorystės galimybes teikiančios organizacijos, ir kitos suinteresuotos grupės yra esminiai veikėjai, formuojantys blokų grandinės technologijos, taikomos mokinių SP veiklų apskaitai, įgyvendinimo derybinei galiai. Jų lūkesčiai ir reikalavimai yra lemiami technologijos efektyviam pritaikymui, pabrėžiant būtinybę teikti sistemą, kuri būtų lengvai integruojama, intuityvi, efektyvi ir aiški naudotojams.

Blokų grandinės technologijos integravimas į švietimo sistemą ne tik supaprastintų administracines procedūras, bet ir inicijuotų ugdymo proceso pertvarkymą, atveriant plačias inovacijų galimybes ir keičiant švietimo paradigmas. Šis pertvarkymas, pasak D. Stasiulo, remiantis individualiu mokymosi efektyvumu, dirbtinio intelekto galimybėmis mokytojo funkcijose, bei blokų grandinės technologijos taikymu švietime [49], skatintų kurti sistemas, kurios auklėtų socialiai atsakingus piliečius, garantuodamos jų dalyvavimo veiklose skaidrumą ir patikimumą.

Mokytojai ir auklėtojai, kaip vieni iš pagrindinių sistemos naudotojų, yra atsakingi už mokinių veiklų registravimą ir vertinimą. Jų derybinė galia pasireiškia reikalavimu, kad sistema būtų patogi, intuityvi ir efektyvi. Mokiniai, siekdami teisingumo, skaidrumo ir saugumo, stiprinant pasitikėjimą švietimo procesu, reikalauja galimybės registruotis į veiklas ir vėliau patikrinti savo įrašus.

Savanorystę siūlančios organizacijos, naudodamos šią inovaciją, galėtų efektyviau sekti ir vertinti savanorių indėlį, skatinant jų motyvaciją dalyvauti veiklose. Tai stiprintų organizacijų viešąjį įvaizdį ir konkurencinį pranašumą švietimo sektoriuje, kuris yra svarbus jų veiklos plėtotei ir visuomenės naudai.

Švietimo sistemos reguliavimo ir finansavimo institucijos, užtikrinančios, kad naujosios technologijos būtų suderintos su edukacine infrastruktūra [69], intuityvios naudojimui ir efektyvios veikloje, yra lemiamos naujovių integracijai ir plėtrai švietime. Blokų grandinėje vykdomos mokinių SP valandų apskaitos integracija į švietimą simbolizuoja esminį paradigmos pokytį, kuriame skaitmeninės inovacijos, kaip blokų grandinės technologija, ne tik optimizuotų administracines funkcijas, bet ir pakeistų tradicinį mokymosi bei ugdymo požiūrį, skatindamos mokinius tapti aktyviais, atsakingais ir informuotais visuomenės nariais [95; 102].

1.3.3. Tiekėjų derybinė galia ir iššūkiai įgyvendinant inovatyvias technologijas švietimo sektoriuje

Tiekėjų, įskaitant technologijų kūrėjų ir palaikymo paslaugų informacinių technologijų (IT) specialistų derybinė galia yra svarbus veiksnys, lemiantis mokinių SP valandų apskaitos sistemos blokų grandinėje kokybę, veiksmingumą, išlaidas ir pritaikymo galimybę. Šiuo metu, kai rinkoje

veikiančių tiekėjų skaičius yra ribotas, kadangi blokų grandinėje specializuojančių tiekėjų yra labai mažai ir jų dėmesys dažniausiai nukreiptas į pelningesnę, privatų sektorių, o ne į viešąjį, jų derybinė galia švietimo sektoriuje gali pasirodyti esanti santykinai maža.

Tokia tendencija kyla dėl įvairių priežasčių, viena iš kurių yra pelno siekis. Privatus sektorius dažnai siūlo didesnes finansines galimybes ir greitesnę grąžos laikotarpį, palyginti su viešuoju sektoriumi, kur projektai gali būti ilgalaikiai ir finansavimas labiau ribotas. Be visa to, viešasis sektorius, įskaitant švietimą, gali kelti papildomus reikalavimus dėl saugumo, prieinamumo ir atitikties reglamentavimui, kas gali sudaryti papildomas kūrimo ir priežiūros išlaidas. Tai apima ne tik sunkumus susirandant tinkamus tiekėjus, bet galimas didesnes sistemos įdiegimo bei eksploataavimo išlaidas. Dėl šios priežasties švietimo įstaigos ir atsakingos valstybinės institucijos gali susidurti su didesnėmis derybinėmis kliūtimis, bandydamos įtraukti blokų grandinės technologijų tiekėjus į švietimo projektus.

Nepaisant šių iššūkių, svarbu pabrėžti, jog švietimo sektoriaus specifika ir socialinė misija gali tapti stipriais argumentais derybose su tiekėjais, siekiant skatinti juos orientotis ne tik į pelną, bet ir į socialinę naudą. Tam gali būti taikomos įvairios strategijos, pavyzdžiui ES investicijos [8] ar integracija [32], paremta viešojo ir privataus sektoriaus bendradarbiavimu, skatinančiu inovacijų, tokių kaip blokų grandinės technologijos taikymas apskaitant SP veiklą diegimu švietime. Tokios iniciatyvos gali padidinti tiekėjų domėjimąsi viešuoju sektoriumi ir padidinti jų derybinę galią švietimo technologijų rinkoje.

1.3.4. Potencialių konkurentų grėsmė - naujos technologijos mokinių socialinių-pilietinių veiklų valandų apskaitoje

Naujos platformos ar startuoliai įgyvendinantys savo idėjas švietimo sektoriuje gali atsirasti kaip pagrindiniai inovacijų varikliai, teikiantys unikalius technologinius sprendimus, kurie radikaliai keistų įprastą veikimo praktiką. Tokie subjektai galėtų įgyvendinti išmaniąsias duomenų analizės platformas [22; 89], kurios galėtų būti specialiai pritaikytos efektyviai mokinių SP valandų apskaitai. Tokių platformų privalumai galėtų pasireikšti per aukštą duomenų skaidrumą ir saugumą, kas yra ypač svarbu švietimo sektoriuje, kur duomenų konfidencialumas ir tikslumas yra būtinas. Tačiau vienas iš pagrindinių sunkumų, su kuriuo susiduria ar susidurtų subjektai, yra mažai konkurencingi finansiniai pasiūlymai ir orientacija į nepelno siekimą, kas neatitinka startuolių siekio greitai generuoti pelną. Taip pat, švietimo sistemos struktūra ir biurokratiniai procesai dažnai yra nepakankamai lankstūs, kad galėtų greitai integruoti naujas technologijas, o tai dar labiau apsunkina inovacijų diegimą.

Nesikoncentruojant į neigiamas perspektyvas, išmaniosios platformos Lietuvos švietimo sistemoje galėtų integruoti pažangias analitikos funkcijas, kurios leistų realaus laiko duomenų atnaujinimą ir analizę, suteikiant galimybę mokytojams, auklėtojams, kuratoriams ar kitiems švietimo atstovams greitai reaguoti į mokinių veiklų pokyčius ir poreikius. Interaktyvios naudotojų sąsajos palengvintų mokinių veiklų stebėjimą ir administravimą, suteikdamos intuityvią ir naudotojui pritaikytą grandį, kuri minimalizuotų klaidų tikimybę ir operacinę naštą [34; 103].

Šių inovatyvių technologijų taikymas švietimo įstaigose leistų ne tik pagerinti esamų procesų efektyvumą, bet suteiktų ugdymo įstaigoms galimybę tapti inovacijų lyderiais savo regione. Startuoliai, prisitaikydami prie švietimo įstaigų ir jų mokinių poreikių, ne tik stiprintų savo pozicijas IT rinkoje, bet skatintų visą švietimo sistemą siekti didesnio efektyvumo ir skaidrumo. Tačiau tai reikštų, kad net ir sukurtos sistemos, skirtos švietimui, greičiausiai būtų pritaikytos atskiroms ugdymo įstaigoms, bet nebūtų taikomos visuotinai. Tokio tipo, fragmentiška, inovacijų integracija švietimo sistemoje galėtų suteikti naujų iššūkių, pvz., didinti nelygybę tarp geriau finansuojamų ir mažiau finansuojamų (privačių, tarptautinių ir valstybinių) mokyklų, kas galėtų sukelti ir didesnius skirtumus mokinių pasiekimuose ir galimybėse.

Šiuolaikinės švietimo technologijos, įtraukiant išmaniąsias duomenų analizės platformas, neabejotinai keistų tradicinį mokymosi bei ugdymo požiūrį, įgalinant mokyklas naudoti duomenis kaip strateginį išteklių mokinių ugdymo kokybei gerinti ir švietimo procesų inovacijoms skatinti. Nežiūrint į tai mokyklos, susiduriančios su ribotais biudžetais ir griežtomis viešųjų pirkimų procedūromis, gali būti linkusios likti prie tradicinių, jau žinomų technologijų ar metodų skaičiuojant SP valandas. Kas stabdytų švietimo sektoriaus dinamiką ir inovacijų įdiegimą, kuris būtinas reaguojant į sparčiai kintančias švietimo aplinkybes ir visuomenės lūkesčius [81].

1.3.5. KES plėtra

Potrterio penkių konkurencinių jėgų modelis leidžia analizuoti rinkos dinamiką ir konkurencinio intensyvumo aspektus. Ši analizė atskleidžia, jog KES integracija su mokinių SP valandų apskaita gali sustiprinti konkurencinius pranašumus ir prisidėti prie visapusiško kultūros švietimo sistemos tobulinimo.

KES sukurta naudojant blokų grandinių ir centralizuotų duomenų bazių technologijas [57], ši sistema galėtų būti dar labiau išplėsta, integruojant mokinių SP valandų apskaitą. Tokia integracija suteiktų galimybę užtikrinti didesnę duomenų skaidrumą ir saugumą, kas yra itin svarbu, administruojant mokinių įsitraukimą į įvairias kultūrinės veiklas. Tai ne tik padėtų sukurti patikimą ir nepakeičiamą įrašų bazę, bet ir skatintų mokinius aktyviau dalyvauti kultūriniuose projektuose ir savanorystėje, žinant, jog jų indėlis bus objektyviai įvertintas ir įskaitomas.

Praplėsta KES galėtų padidinti konkurencijos stiprumą tarp Kultūrinės edukacijos platformos ir atskiros mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinėje sistemos. Tad jų apjungimas, suteiktų institucijoms, naudosiančioms blokų grandinės technologiją patrauklumo tiek prieš mokinius, jų tėvus, švietimo darbuotojus ir organizacijas kurios galėtų pasinaudoti teikiamu sistemos pranašumu. Tai leistų KES išsiskirti švietimo sektoriuje, bei pritraukti daugiau dėmesio bei finansavimo, kuris būtų skirtas tolesnei technologinės infrastruktūros plėtrai. Integruojant šią blokų grandinės technologiją, KES galėtų efektyviau bendradarbiauti su kitomis švietimo, kultūros ir savanorystę teikiančiomis organizacijomis, formuojant tarpusavio sinergijas, kurios leistų plėsti kultūrinio švietimo pasiūlą ir įvairinti mokymo metodus. Tokia strategija ne tik stiprintų konkurenciją tarp inovatyvių technologijų švietime, bet ir toliau skatintų naujovių diegimą, padedant švietimo sektoriui augti ir prisitaikyti prie besikeičiančių visuomenės lūkesčių.

1.3.6. Strateginė inovacijų integracija švietime pritaikius Porterio penkių jėgų modelį

Taikant Porterio penkių konkurencinių jėgų modelį mokinių SP valandų apskaitai blokų grandinėje, atsiveria gilus švietimo sektoriaus konkurencinės aplinkos ir technologinių inovacijų poveikio supratimas. Modelio taikymas padeda atskleisti, kaip naujų technologijų integracija gali pakeisti esamas praktikas ir pritaikymą, bei kaip tai įtakoja įvairias suinteresuotas grupes, tokias kaip mokytojai, mokiniai, švietimo institucijos, bei savanorystę siūlančios organizacijos.

Analizė parodo, jog naujovės, tokios kaip blokų grandinė, galėtų radikaliai pagerinti veiklų apskaitos skaidrumą ir patikimumą, suteikdamos švietimo procesams didesnę vertę ir efektyvumą. Vienas iš ryškiausių aspektų yra gebėjimas užtikrinti duomenų nekintamumą ir saugumą, kas yra itin svarbu mokinių SP veiklų registravime. Tačiau šis modelis taip pat atskleidžia ir iššūkius: naujų technologijų adaptaciją gali stabdyti esamų sistemų pakeitimo sunkumai, vartotojų įpročių ir lūkesčių įvairovė, bei rinkos naujokų konkurencijos grėsmė.

Porterio modelis leidžia įvertinti ne tik technologinių naujovių teikiamas galimybes, bet ir būtinas strategijas jų integravimui. Pvz., pakaitalų analizė parodo, kad naujosios blokų grandinės sistemos turi konkuruoti su tradicinėmis elektroninėmis ar netgi popieriniais SP valandų apskaitos metodais, kurie dėl savo paprastumo ir mažesnių išlaidų vis dar gali būti pageidaujamos švietimo sektoriuje. Tiekėjų derybinė galia, kuriai įtakos turi technologijų tiekėjų pasiūlos apribojimai ir sektoriaus specifikacijos, rodo, jog švietimo sektoriaus inovacijų priėmimas yra sudėtingas procesas, reikalaujantis ne tik technologijų, bet ir strateginių sprendimų.

Porterio modelio taikymas švietimo sektoriuje su blokų grandinės technologija atskleidžia, kaip svarbu atsižvelgti į visus konkurencinės aplinkos aspektus ir dinamiką, kad būtų galima efektyviai diegti inovacijas ir pasiekti tikslus. Šis modelis skatina mąstyti apie visapusiškas strategijas, kurios

leistų švietimo sektoriui ne tik integruoti naujas technologijas, bet ir reaguoti į besikeičiančias švietimo paradigmas, skatinant mokymo ir mokymosi procesų tobulėjimą. Tai rodo, kad sėkminga naujovių integracija švietime priklauso ne tik nuo technologijų, bet ir nuo gebėjimo suprasti ir valdyti šias penkias jėgas, formuojant mokinių SP įgūdžius. Per strateginę švietimo sektoriaus aplinkos išmanymą ir tarpdisciplininę prieigą prie kiekvienos iš šių jėgų. Mokinių SP valandų apskaitos integracija į blokų grandinės infrastruktūrą gali būti puikus pavyzdys, kaip technologijos keičia švietimo paradigmas, suteikiant mokykloms, universitetams ir kitoms edukacinėms institucijoms galimybę efektyviai ir skaidriai administruoti mokinių indėlių, užtikrinant, kad jų veikla ir pasiekimai būtų objektyviai vertinami ir tinkamai pripažinti.

1.4. Ethereum blokų grandinė ir išmaniosios sutartys

Ethereum blokų grandinė yra atvirojo kodo platforma, skirta paskirstytoms programoms kurti ir diegti. Joje galima kurti ir vykdyti išmaniąsias sutartis, t.y. autonomines programas, kurios užtikrina transakcijų ir duomenų nekintamumą, skaidrumą bei saugumą. Ethereum blokų grandinę sudaro mazgai priklausantys dalyviams „kasėjams“ ir kai kurie mazgai, kurie „nekasa“, bet padeda vykdyti išmaniąsias sutartis ir operacijas. Išmaniosios sutartys yra realizuojamos per Ethereum virtualią mašiną (toliau EVM), kuri palaiko steko paremtą baitinį kodą (angl. stack-based bytecode language), leidžiantį vykdyti Turingo išbaigtumą (angl. Turing-complete) [88], kuriant sudėtingas decentralizuotas sistemas, kas aktualu švietimo sektoriui, siekiant užtikrinti mokinių SP valandų apskaitos patikimumą ir objektyvumą.

Mokinių SP valandų apskaitos sistemos kūrimo procesui naudojama patikima bandomoji tinklo versija, kuri užtikrins, jog galutinis mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinėje prototipas (toliau MSPP) bus veikiantis ir suderinamas su pagrindiniu Ethereum tinklu. Šiam tikslui naudojama viena iš bandomųjų aplinkų – Ethereum Sepolia bandomoji versija (angl. Ethereum Sepolia testnet).

Ethereum Sepolia bandomoji versija - specialiai sukurta imituoti pagrindinio Ethereum tinklo sąlygas be realių lėšų naudojimo. Ši aplinka suteikia galimybę eksperimentuoti su išmaniosiomis sutartimis, vertinti jų veikimą, identifikuoti ir ištaisyti klaidas bei atlikti reikiamus patobulinimus prieš perkeliant jas į pagrindinį tinklą. Sepolia bandomoji versija palaiko visas pagrindinio tinklo savybes ir veikia pagal tuos pačius protokolus, įskaitant EVM, dujų modelį ir blokų kūrimo mechanizmus.

Šios versijos pasirinkimas MSPP kūrimui susijęs su jos saugumu ir patikimumu. Aplinka nenaudoja realių lėšų, joje galima eksperimentuoti ir tobulinti MSPP be finansinės rizikos. Sepolia tinklo sandoriai yra nemokami ir greiti, kadangi tinklas nėra perkrautas, kaip pagrindinis Ethereum

tinklas, kas leidžia efektyviai testuoti didelį kiekį funkcijų, optimizuoti išmaniosios sutarties veikimą ir užtikrinti jos patikimumą.

Kad būtų sukurta efektyvi ir patikima išmanioji sutartis mokinių SP valandas apskaityti, bus taikoma specializuota programavimo kalba. Solidity – objektinio programavimo kalba, skirta išmaniosioms sutartims kurti, įgalina modulinio ir aiškiai struktūruoto kodo rašymą, kas svarbu sudėtingų duomenų valdymo sistemų projektavime. Kalbos sintaksė ir semantika yra panašios į plačiai paplitusias programavimo kalbas, tokias kaip Java Script ir Python [45; 74; 98], todėl Solidity yra lengvai prieinama ir suprantama programuotojams su įvairia patirtimi. Ši kalba leis sukurti aiškia, saugią ir efektyvią išmaniają sutartį, kuri būtina decentralizuotai mokinių SP valandų apskaitos sistemai įgyvendinti.

Vykdamas išmaniąsias sutartis Ethereum Sepolia bandomosios versijos tinkle, sandoris yra siunčiamas iš vieno adreso į kitą. Tai gali būti paprastas kriptovaliutos, tokios kaip eteris (ETH) siuntimas, arba sudėtingesnis sandoris, toks kaip mokinių SP valandų apskaita, kuriame yra duomenų, iškviečiančių išmaniosios sutarties funkciją. Kiekvienas sandoris Ethereum tinkle yra sudarytas iš kelių komponentų: siuntėjo ir gavėjo adresų, siunčiamo ETH kiekio, dujų ribos ir kainos, bei papildomų duomenų, kurie gali būti naudojami išmaniajai sutarčiai aktyvuoti:

Gas Price – (liet. Dujų kaina) nurodo, kiek eterio (wei vienetais) siuntėjas yra pasirengęs mokėti už kiekvieną operacijos vykdymo vienetą. Tai leidžia siuntėjui nustatyti, kiek jis yra pasirengęs mokėti už sandorio įvykdymą ir tai lyg motyvacija dalyviams įtraukti sandorį į kuriamą bloką.

To – adresas, kuriam siunčiamas sandoris. Tai gali būti arba Ethereum blokų grandinės sąskaitos adresas, arba išmaniosios sutarties adresas.

Value – eterio kiekis (nurodomas wei vienetais), kuris siunčiamas nuo siuntėjo prie gavėjo. Jei sandoris skirtas išmaniajai sutarčiai, tai gali būti suma, kuri yra perduodama kaip mokėjimas už sutarties funkcijų vykdymą.

Data – baitų eilutė, kuri nurodo kviečiamą išmaniosios sutarties funkciją ir jos parametrus. Šis laukas gali būti tuščias, jei sandoris skirtas tiesioginiam Eterio siuntimui.

Sandorio komponentai apibrėžia operacijų kainą, gavėją, siunčiamus duomenis, užtikrinant sandorio saugumą ir efektyvumą. Atsižvelgiant į būsimas „dujų“ sąnaudas, kurios gali tapti itin didelės, ypač esant daugybei mažų operacijų, būdingų mokinių SP valandų apskaitos sistemai, tad būtina įvertinti galimas kaštų didėjimo rizikas siekiant sumažinti finansinę naštą ir patikrinti sistemos veikimą. Tai leis atlikti būtina prototipo įdiegimą į blokų grandinę be realių finansinių išlaidų,

užtikrinant, kad sistema būtų išsamiai išbandyta ir paruošta efektyviai veiklai, prieš įdiegiant ją realioje aplinkoje.

Atlikus išsamų Ethereum Sepolia testnet ir Solidity technologinių įrankių pritaikymo analizę mokinių SP valandų apskaitos sistemai kurti, galima teigti, jog šie įrankiai užtikrina patikimą, saugią ir efektyvią informacijos tvarkymo bei duomenų saugojimo infrastruktūrą. Yra tinkami švietimo sektoriaus poreikiams, leidžiantys skaitmenizuoti ir skaidriai valdyti mokinių dalyvavimą įvairiose savanoriavimo veiklose. Garantuoja aukštą duomenų apsaugos lygį ir operacinių efektyvumą.

Nepaisant šių privalumų, svarbu atkreipti dėmesį į sistemos priežiūros ir operacinių sąnaudų optimizavimą. Tai būtina siekiant maksimaliai išnaudoti šių technologijų potencialą ir užtikrinti, kad ilgalaikėje perspektyvoje sistema būtų ekonomiškai naudinga ir lengvai palaikoma. Toks požiūris leis ne tik efektyviai įgyvendinti technologines naujoves, bet ir sumažinti galimas eksploataavimo išlaidas.

1.5. Inovacijos mokinių socialinėje-pilietinėje veikloje

Į šio magistro darbo tyrimą buvo žvelgiama kaip į galimybę išplėsti supratimą apie blokų grandinės technologijos panaudojimą švietimo sektoriuje, konkrečiai mokinių SP valandų apskaitos kontekste. Blokų grandinė, kaip inovatyvi ir saugi duomenų valdymo technologija, siūlo svarbius privalumus, tokius kaip duomenų nekintamumas, skaidrumas ir decentralizacija, kurie yra labai vertingi švietimo procesų efektyvinimui.

Atlikus išsamų mokslinės literatūros, dokumentinių šaltinių bei respondentų kokybinį tyrimą ir apžvelgus demonstracinio modelio kūrimui parinktus įrankius, atsivėrė naujos perspektyvos, kaip blokų grandinės technologija galėtų būti integruojama į švietimo praktikas. Tačiau kartu su naujovėmis atėjo ir iššūkiai, susiję su technologijų adaptacija, pradinėmis investicijomis ir švietimo bendruomenės įsitraukimu.

Pateikiamos išvados, kurios remiasi atlikto tyrimo rezultatais. Siūlomas tolesnis tyrimo žingsnis, kuris padėtų geriau išnaudoti blokų grandinės teikiamas galimybes švietimo sektoriuje:

1. Sukurti išsamią reikalavimų analizę blokų grandinės technologijai, orientuojantis į konkrečias švietimo sistemos funkcijas ir procesus.
2. Nustatyti mokinių SP valandų apskaitos pagrindines funkcijas: vartotojų valdymą, veiklų administravimą, privatumo ir saugumo užtikrinimą, interaktyvumo ir informacijos teikimo galimybes.
3. Remiantis identifikuotais reikalavimais, sukurti mokinių SP valandų apskaitos išmaniosios sutarties architektūrą ir jos demonstracinį prototipą.

2. BLOKŲ GRANDINĖS TECHNOLOGIJOS TAIKYMAS MOKINIŲ SOCIALINIŲ- PILIETINIŲ VALANDŲ APSKAITAI

Blokų grandinės technologijos pritaikymas mokinių SP valandoms apskaityti modernizuoja savanoriavimo veiklų registraciją, suteikiant jai skaitmeninę, saugią ir patikimą aplinką, kas leidžia mokiniams, mokytojams ir savanoriavimo organizacijoms lengviau stebėti ir patvirtinti atliktas valandas, taip skatinant socialinį ir pilietinį įsitraukimą, užtikrinant veiklų skaidrumą.

Nagrinėjamu atveju, blokų grandinės kūrimo procesas apima keletą pagrindinių etapų ir naudoja išmanios sutarties technologiją, kuri leidžia užtikrinti aukščiausius saugumo ir privatumo standartus. Norint tai įgyvendinti, pradiniam etape atliekama sistemos reikalavimų analizė ir naudotojų sąsajų projektavimas, identifikuojant būtinas duomenų rūšis ir pritaikant sąsajas įvairiems vartotojams. Tolesnis etapas apima išmanios sutarties kūrimą ir jos talpinimą į Ethereum testinę blokų grandinę.

2.1. Kuriamos blokų grandinės reikalavimų analizė

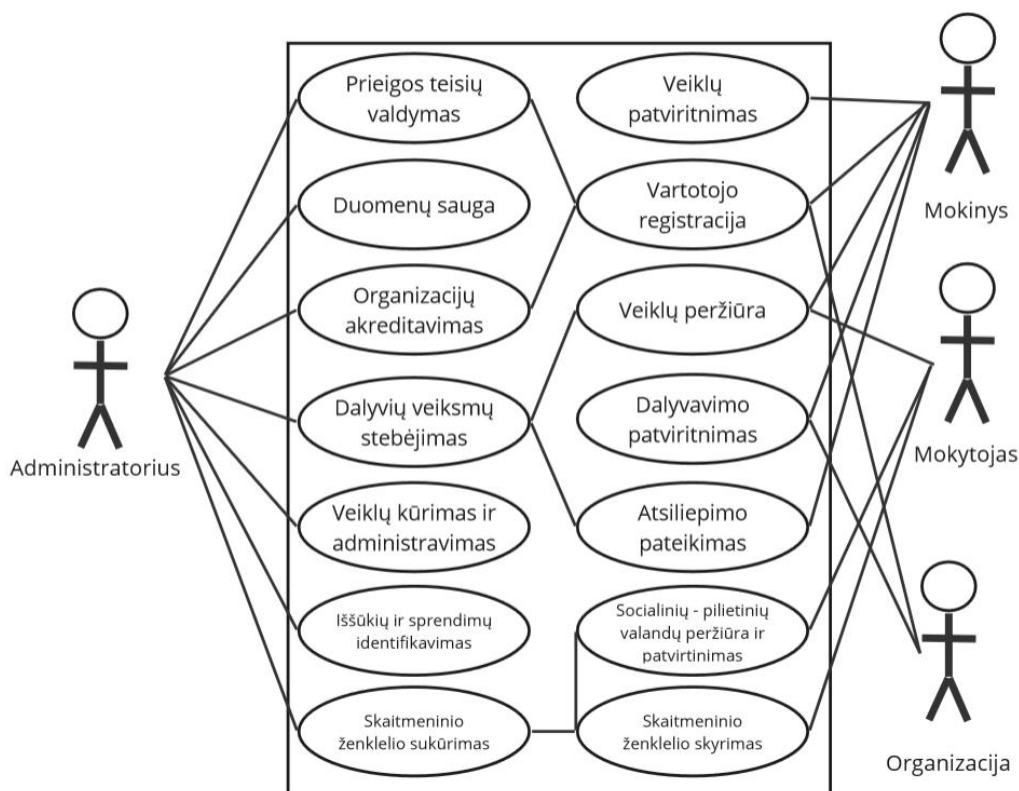
Siekiant atlikti blokų grandinės reikalavimų analizę, būtina pradėti nuo išsamaus sistemos funkcijų apibrėžimo. Tai yra būtinas žingsnis kuriant blokų grandinės sistemas, kadangi nuo šio žingsnio priklausys visi tolesni projektavimo, įgyvendinimo, testavimo ir eksploatavimo etapai. Sistemos funkcijų apibrėžimas suteikia aiškų supratimą apie tai, ką sistema turės atlikti, kokius duomenis ji turės apdoroti ir kaip bus organizuota naudotojų sąveika.

2.1.1. Vartotojų valdymas

Vartotojų valdymas blokų grandinės sistemoje yra esminis aspektas, užtikrinantis efektyvų, saugų ir tinkamai reglamentuojamą naudotojų sąveiką su sistema, įdiegiant skirtingas teises įvairių vartotojų tipams: mokytojams, mokiniams, organizacijoms. Jomis galima pasiekti aukštą duomenų apsaugos lygį ir užtikrinti, kad kiekvienas vartotojas turėtų prieigą tik prie jam reikalingų funkcijų ir informacijos. Tai svarbu ne tik saugumo, bet ir privatumo, taip pat vieksmingumo aspektais, nes aiškiai apibrėžtos naudotojų teisės padeda išvengti klaidų, bei neautorizuotos prieigos. Palengvina sistemos priežiūrą ir reguliavimą.

Panaudos atvejo analizė parodo (pav.), kad vartotojų valdymas yra svarbus tiek administracinės priežiūros, tiek duomenų saugumo požiūriu. Administratorius yra pagrindinis veikėjas, turintis ryšį su visiais sistemos veiksmų rinkiniais, įskaitant prieigos teisių valdymą, duomenų saugumą, organizacijų akreditavimą, dalyvių veiksmų stebėjimą ir kt. Jis atsakingas už įvairių funkcijų ir teisių suteikimą ar keitimą mokytojams, mokiniams ir organizacijoms, kurie savo ruožtu atlieka specifines veiklas: veiklų patvirtinimą, vartotojo registraciją, veiklų peržiūrą, dalyvavimo patvirtinimą ir kt.

Nepaisant šių privalumų, susikuriant skirtingas teises pagal vartotojų roles, iškyla tam tikri iššūkiai ir problemos, tokios kaip padidėjęs kodo sudėtingumas ir aukšti priežiūros reikalavimai. Tad sistemoje būtina numatyti galimybę keisti arba pridėti roles ir jų teises, atsižvelgiant į organizacinio augimo ar keičiamų teisinių reikalavimų poreikius. Būtina atlikti išsamų reikalavimų analizavimą ir reguliariai tikrinti, ar teisės tiekiamos tiksliai ir ar jos atitinka organizacijos poreikius.



6 pav. Mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinėje panaudos atvejo analizė

Konstruojant blokų grandinės pagrindu veikiančią informacinę sistemą, reikia ne tik atsižvelgti į teorinius aspektus, bet ir praktiškai įgyvendinti griežtą naudotojų valdymo modelį. Tai apima teisių auditą, naudotojų veiksmų stebėjimą ir protokolavimą, siekiant užtikrinti, kad sistema veiktų sklandžiai ir atitiktų visus saugumo bei reguliavimo standartus [82].

2.1.2. Veiklų administravimas

Bet kurioje blokų grandinės infrastruktūroje vienas iš svarbiausių elementų yra veiklų valdymas. Jis garantuoja efektyvią veiklų aprašymų, kategorijų ir jų reikalavimų organizavimo sistemą. Toks administravimas leidžia ne tik užtikrinti sistemos lankstumą, bet ir reagavimą į besikeičiančias vartotojų bei rinkos sąlygas. Veiklų patvirtinimas, aktyvavimas ir deaktyvavimas suteikia galimybę kontroliuoti kokios veiklos yra siūlomos naudotojams, leidžia greitai reaguoti į bet kokius naujus reikalavimus ar išskylančias problemas.

Veiksmingas veiklų valdymas padeda išlaikyti sistemos patikimumą ir skaidrumą, svarbiausius aspektus ypač reguliuojamose aplinkose. SP valandų priskyrimas prie konkretaus mokinio ir jų patvirtinimas yra kritinis funkcionalumas, užtikrinantis, kad mokinių indėlis būtų teisingai įvertintas ir dokumentuotas, kas yra būtina skatinant pilietinį ir socialinį aktyvumą mokiniuose.

Organizacijų akreditavimas, taip pat yra svarbus valdymo elementas, užtikrinantis, kad tik patikimos ir įgaliotos organizacijos galėtų dalyvauti ir teikti veiklas sukurtoje blokų grandinės sistemoje. Tuo remiantis galima išlaikyti aukštus kokybės standartus, bei mažinti sukčiavimo, netinkamo SP valandų skyrimo riziką.

Kuriant šias funkcijas, būtina atkreipti dėmesį į sistemų saugumą ir duomenų apsaugą. Kodas turi būti rašomas aiškiai ir suprantamai, su griežtais apribojimais ir duomenų validacija, siekiant išvengti klaidų ar apgaulių. Iššūkiai, susiję su veiklų administravimu, apima kompleksinio kodų ir naudotojų teisių valdymo integravimą, taip pat sistemos pritaikymą prie besikeičiančių teisinių reikalavimų ir naudotojų lūkesčių.

Siekiant konstruktyviai ir veiksmingai valdyti veiklas, būtų pravartu, esant galimybei, įdiegti išplėtotas audito ir atsekamumo priemones, kurios leistų ne tik stebėti mokinių savanoriavimo veiklų būsenas, bet ir užtikrintų, kad visos operacijos atliekamos laikantis nustatytų procedūrų ir standartų.

2.1.3. Privatumo ir saugumo užtikrinimas

Įdiegiant prieigos kontrolės mechanizmus, privatumo ir saugumo užtikrinimas blokų grandinės sistemose padeda užtikrinti, jog tam tikrų veiksmų atlikimas būtų leidžiamas tik turintiems atitinkamas roles, todėl svarbu aiškiai apibrėžti ir saugiai įgyvendinti prieigos teises. Prieigos kontrole pagrįstas funkcijų vykdymas padeda išlaikyti duomenų konfidencialumą.

Tokia sistema reikalauja kruopštaus kodavimo, siekiant išvengti programavimo klaidų, kurios gali leisti aplenkti prieigos kontrolės mechanizmus. Programuojant blokų grandinę būtina atsižvelgti į potencialias saugumo spragas ir stengtis užkirsti kelią bet kokiam neautorizuotam prisijungimui. Dažniausiai panašaus tipo iššūkiai kyla dėl naujų saugumo pažeidžiamumų atsiradimo ir būtinybės atnaujinti saugumo protokolus. Tad kuriant blokų grandinę, kuri remiasi prieigos kontrole, būtina skirtingoms naudotojų grupėms aiškiai apibrėžti jų roles ir prieigos lygius. Tai padėtų užtikrinti, kad naudotojai negalėtų atlikti jokių operacijų, kurios prieštarautų jų paskirtims ar teisėms. Tinkamas prieigos kontrolės įgyvendinimas yra būtinas norint pasiekti aukščiausią privatumo ir saugumo lygį, kas yra esminė kiekvienos blokų grandinės sistemos dalis.

2.1.4. Socialinių-pilietinių valandų apskaita

SP valandų apskaitos procesas apima mokinių dalyvavimo įvairiose savanoriavimo veiklose registravimą, jų atliktų veiklų valandų skaičiavimą ir patvirtinimą. Atsižvelgiant į tam tikrus nustatytus kriterijus, mokiniams gali būti suteikiamas skaitmeninis ženklelis, simbolizuojantis jų indėlį į atliktą veiklą ir įsipareigojimus. „skaitmeniniai ženkliai naudingi norint vertinti vadinamuosius minkštuosius įgūdžius. „Minkštųjų“ įgūdžių vertinimas naudingas besimokančiojo asmeniniam augimui, nes gali paskatinti tobulinti ar įgyti trūkstamų gebėjimų, tokių kaip savireguliacija, kritinis mąstymas, tikslų siekimas, problemų sprendimas, empatija ar kūrybingumas. Taip pat tai gali prisidėti prie socialinių įgūdžių ir kompetencijų tobulinimo, įskaitant bendradarbiavimo ir bendravimo, lyderystės, gebėjimo dirbti komandoje, veikimo tinkle gebėjimus“ - teigė autorės, aprašiusios atvirojo nuotolinio mokymosi vertinimo ir pripažinimo gaires [100].

Tokio tipo mechanizmas reikalingas siekiant skatinti mokinių SP aktyvumą, teikiant jiems aiškia ir motyvuojančią sistemą savo indėlio visuomenei ar bendruomenei matavimui ir pripažinimui. Užtikrinant skaidrų valandų skaičiavimą ir jų patvirtinimą, galima išvengti neteisingos valandų apskaitos ir neteisėto ženklelio suteikimo, kurie galėtų diskredituoti visą sistemą.

2.1.5. Interaktyvumas ir informacijos teikimas

Interaktyvumas ir informacijos teikimas veikia naudotojų patirtį ir įsitraukimą. Diegiant funkcijas, leidžiančias pridėti atsiliepimus prie konkrečių veiklų, naudotojai gauna galimybę išreikšti savo nuomonę ir įvertinimus, kas gali padėti kitiems naudotojams priimti sprendimus dėl dalyvavimo veiklose. Sistema taip pat turėtų suteikti galimybę mokiniams, mokytojams ir organizacijoms lengvai peržiūrėti informaciją apie veiklas, jų dalyvius ir surinktas valandas, taip gerinant skairumą ir efektyvumą.

Kuriant tokias funkcijas, būtina atsižvelgti į duomenų apsaugos ir privatumo reikalavimus, užtikrinant, kad informacija būtų teikiama tik įgaliotiems asmenims. Tad reikėtų vengti per didelio informacijos pateikimo, kuris gali sukelti naudotojų perkrovą ar net duomenų saugumo pažeidimus.

Vienas iš iššūkių yra tinkamas naudotojų sąveikos su sistema dizainas, kuris turėtų būti intuityvus ir patogus visiems naudotojams. Taip pat svarbu užtikrinti, kad sistema būtų pakankamai lanksti, kad galėtų prisitaikyti prie įvairių naudotojų poreikių ir reikalavimų, bei pakankamai stabili, kad išvengtų techninių trikdžių, kurie gali trukdyti informacijos pateikimui ir interaktyvumui. Siekiant šių tikslų, reikia nuolat tobulinti ir atnaujinti sistemą, atsižvelgiant į naudotojų atsiliepimus ir technologines pažangas.

2.2. Išmanios sutarties architektūra socialinių-pilietinių valandų apskaitos sistemoje

Kuriant išmaniają sutartį blokų grandinėje, skirtą mokinių SP valandų apskaitai švietimo įstaigose, būtina remtis aiškiai apibrėžtais principais ir nuostatomis, kurios apima tiek teorines, tiek praktines žinias apie blokų grandinės technologijas. Efektyvumo, saugumo ir patikimumo užtikrinimas reikalauja gilios teorinės bazės – išmaniosios sutartys apibrėžiamos kaip savarankiškai vykdomi programiniai protokolai, kurie užtikrina sandorių įvykdymą blokų grandinėje be tarpininkų [20]. Tai visapusiškai palengvintų mokytojų darbą ir suteiktų mokiniams savarankiškumo, bei atsakomybės.

Kokybinio tyrimo metu taip pat buvo taikyti kokybiniai duomenų rinkimo metodai: apklausa ir interviu su mokytojais, mokiniais bei švietimo įstaigų administracija, siekiant išsiaiškinti esamus SP apskaitos iššūkius, mokinių lūkesčius ir savanorystės skatinimo būdus. Gauta duomenų analizė išryškino svarbius aspektus, kurie yra būtini tobulinant apskaitos procesą. Šie aspektai turi būti įgyvendinti kuriant išmaniają sutartį mokinių SP valandų apskaitai blokų grandinėje. Vadovaujantis šia analize, išmaniosios sutarties kūrimas turėtų remtis šiais principais:

1. Skaidrumo: Visi SP veiklos įrašai saugomi blokų grandinėje, užtikrinant skaidrų ir nepakeičiamą duomenų sekimą. Tai reiškia, kad mokinių indėlis į savanorystę būtų aiškiai matomas ir patikimas.
2. Patikimumo: Blokų grandinės užtikrina, jog įrašyta informacija apie mokinių dalyvavimą ir pasiekimus yra patikima ir negali būti nepagrįstai pakeista ar ištrinta.
3. Decentralizacijos: informacijos laikymas blokų grandinėje yra paskirstytas tarp daugelio skirtingų mazgų, mažinant švietimo organizacijų hierarchinę kontrolę.
4. Skatinimo: Įgyvendinant tokias sistemas, galima automatiškai paskatinti mokinius už jų dalyvavimą SP veikloje, skiriant skaitmeninius ženkliukus, sugeneruojant sertifikatus, kurie yra patvirtinami ir saugomi naudojant blokų grandinę. Tam tikrais atvejais, vykdant ilgalaikę savanorystę, tai gali transformuotis į 0,25 papildomo balo stojant į aukštąsias mokyklas [54; 67].
5. Interaktyvumo ir integracijos: Blokų grandinės technologija leidžia integruoti įvairias ugdymo platformas ir įrankius, suteikiant mokiniams daugiau galimybių dalyvauti įvairiose veiklose bei projektuose, kurie prisideda prie jų ugdymo, socialinės ir pilietinės raidos.
6. Prieigos universalumo: Galintis suteikti mokiniams lygias galimybes dalyvauti veikloje nepriklausomai nuo jų geografinės vietos ar kitų išorinių veiksnių.
7. Privatumas ir duomenų apsauga: Nors blokų grandinės technologija yra skaidri, ji taip pat pritaikyta užtikrinti mokinių privatumo apsaugą, tinkamai valdant prieigą prie jautrios informacijos.

Sukurta išmanioji sutartis, vadovaujantis šiais principais, švietimo įstaigose gali kurti efektyvias, saugias ir teisingas sistemas SP veiklos skatinimui, apskaitai ir valdymui. Sutartis įrašoma ir vykdoma naudojant paskirstytos knygos technologiją, užtikrinant skaidrumą ir duomenų nekintamumą.

2.2.1. Bendrosios nuostatos

Mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinėje nuostatai reglamentuoja MSPP prototipo rengimo pagrindą, tikslus, uždavinius ir pagrindines funkcijas, organizacinę, informacinę ir funkcinę struktūrą, duomenų teikimą ir naudojimą, bendrusius reikalavimus duomenų saugai ir asmens duomenų tvarkymui.

MSPP sutarties rengimo teisinis pagrindas – LR švietimo įstatymas [94] ir LR švietimo, mokslo ir sporto ministerijos įsakymai [59; 62; 68].

MSPP naudotojai - Lietuvos mokiniai, besimokantys pagal bendrojo ugdymo (išskyrus pradinio ir suaugusiųjų bendrojo ugdymo) programas, bei Europos mokyklų mokiniai, besimokantys pagal lietuvių kalbos programas, kurie mokosi švietimo įstaigoje, vykdančioje pagrindinio, vidurinio ugdymo mokymo programas, (toliau – mokiniai) ir pedagogai, kiti švietimo įstaigos darbuotojai (toliau - mokytojai), MSPP sutarties kūrėjai (toliau – administratoriai), bei paslaugų, savanorystės veiklų teikėjai, organizatoriai (toliau – organizacijos).

MSPP funkcijos, siekiant padėti įgyvendinti nustatytus valstybės informacinės sistemos uždavinius:

1. Fiksuoti ir sertifikuoti mokinių SP veiklą;
2. Užtikrinti duomenų skaidrumą;
3. Automatizuoti mokinių SP valandų apskaitos procesą;
4. Mokinių asmeninių duomenų saugojimas, laikymas, tvarkymas, bei neteisėtos prieigos užkardymas.

MSPP tikslas – užtikrinti skaidrią ir saugią SP valandų apskaitos dokumentavimo sistemą.

Mokinių SP valandų apskaitos naudotojų asmens duomenų tvarkymo tikslas yra užtikrinti informacinės sistemos valdymą, vertinimą (įskaitant statistiką ir būsimus statistikos tyrimus) bei administravimą, siekiant identifikuoti mokinius, mokytojus ir SP veiklų organizatorius.

MSPP uždaviniai apima:

1. Užtikrinti kokybišką mokinių SP veiklos organizavimo, administravimo ir apskaitos vedimo tvarką;
2. Užtikrinti organizacijų paraiškų akreditavimo sklandų veikimą ir veiklos kokybišką atranką;

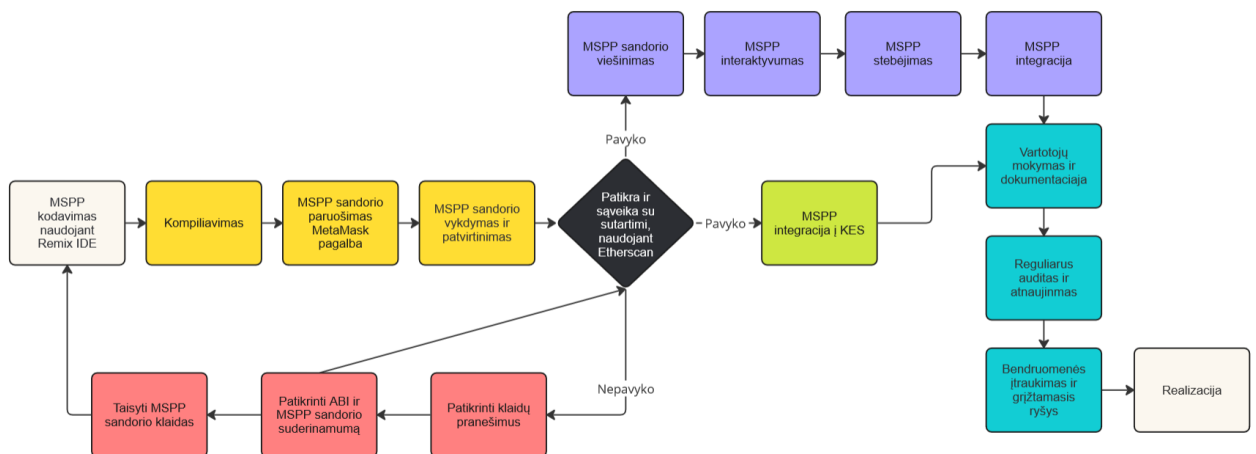
3. Užtikrinti mokykloms ir mokiniams bei jų atstovams kokybiškų SP veiklų pasirinkimą ir jų vertinimą;
4. Užtikrinti saugią ir intuityvią mokinių SP valandų apskaitą;
5. Skatinti mokinius dalyvauti SP veiklose;
6. Centralizuotai pateikti informaciją apie SP veiklą Lietuvoje;
7. Kaupti ir pateikti realiu laiku duomenis apie SP veiklų pasiūlą.

3. MOKINIŲ SOCIALINIŲ-PILIEŲ VALANDŲ APSKAITOS PROTOTIPO (MSPP) ORGANIZACINĖ STRUKTŪRA

Kuriamas MSPP vykdymo procesas apima nuoseklią veiksmų seką, užtikrinančią sėkmingą sistemos įdiegimą. MSPP kodas yra rašomas naudojant Remix IDE platformą (1 priedas), kuri suteikia galimybę testuoti išmaniąsias sutartis Solidity kalba. Platforma leidžia išbandyti kodą prieš jį perkeltiant į viešąją blokų grandinę.

Po kodo sukūrimo seka kompiliavimo procesas. Jo metu atliekamas sintaksės ir logikos patikrinimas, tam, jog neliktų klaidų, galinčių sutrikdyti sutarties vykdymą.

Paruoštam išmaniosios sutarties MSPP kodui sukuriama sandoris naudojant MetaMask. Tai leidžia vartotojams valdyti Ethereum piniginę, taip pat sąveikauti su blokų grandine. Sėkmingai įvykdytas sandoris įkelia išmaniąją sutartį į blokų grandinę.



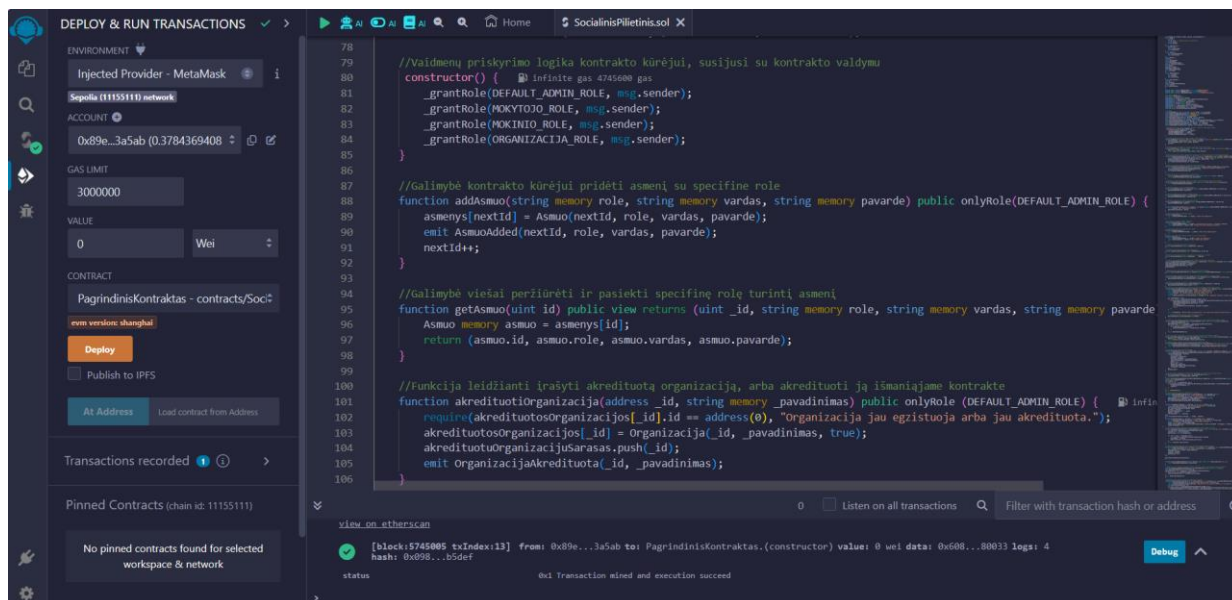
7 pav. MSPP vykdymo procesas

Tolimesni etapai, tokie kaip MSPP patikra ir sąveika su sutartimi naudojant Etherscan, kuri leidžia patikrinti sutarties vykdymą ir užtikrina, jog visos funkcijos veikia taip, kaip numatyta. T.p. MSPP sandorio viešinimas, interaktyvumas, stebėjimas ir integracija, priklausys nuo atlikto šio tyrimo išvadų. Nežiūrint į tai, visas procesas turėtų būti vykdomas nuosekliai, kaip parodyta 7 paveiksle, siekiant užtikrinti sklandų ir veiksmingą MSPP sistemos įgyvendinimą.

3.1. MSPP išmaniosios sutarties kūrimas ir vykdymas blokų grandinėje

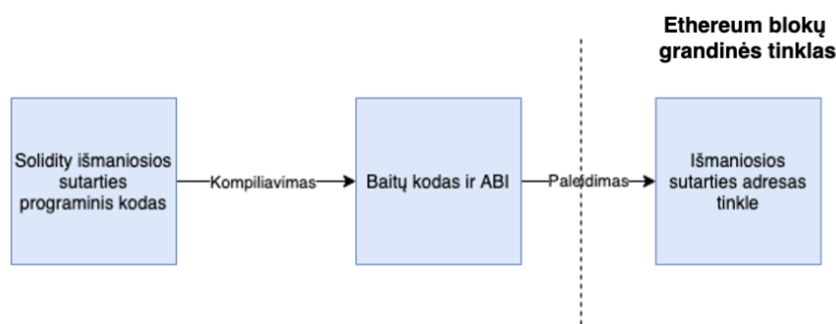
MSPP išmanioji sutartis blokų grandinėje sukurta decentralizuotos programinės įrangos pagrindu, siekiant efektyviai valdyti mokinių dalyvavimą savanoriavimo veiklose bei registruoti ir vykdyti SP valandų apskaitą. Sutarties kodo rašymas vykdomas naudojant Remix-Ethereum integruotoje kūrimo aplinkoje (angl. Integrated Development Environment, IDE), kuri yra skirta Solidity kalba parašytų išmaniųjų sutarčių kūrimui ir bandymui (8 pav.).

Sukūrus kodą, seka kompiliavimo procesas, kurio metu kodas paverčiamas į EVM vykdomą išmaniąją sutartį (9 pav.). „Išmaniųjų sutarčių kompiliavimo ir paleidimo procesas yra vienas svarbiausių, kuriuo metu turi būti užtikrinta, kad išmaniosios sutarties programinis kodas yra tinkamas naudojimui ir yra saugus“ [77].



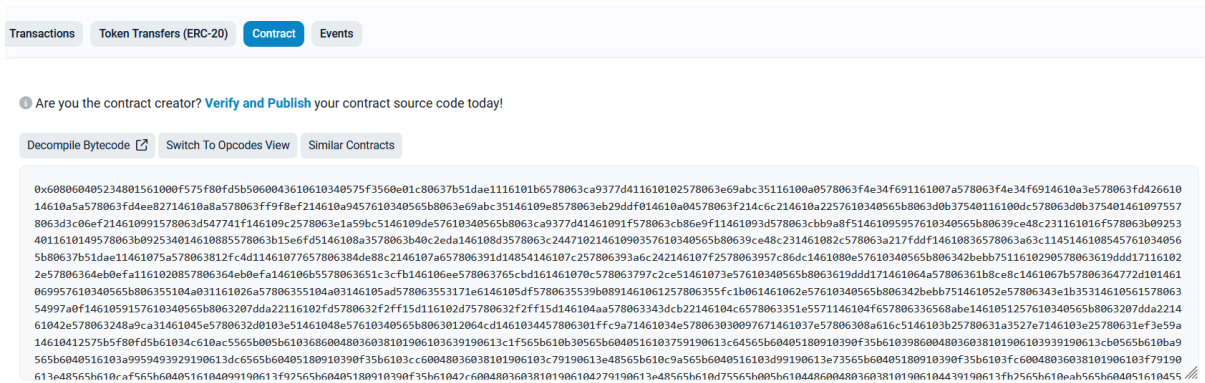
8 pav. Išmaniosios sutarties kodo dalies peržiūra Remix IDE platformoje

Kodas paruošiamas talpinimui į blokų grandinę naudojant MetaMask – naršyklės plėtinį, veikiantį kaip Ethereum piniginė ir turinčią sąsają su Ethereum blokų grandine. MetaMask leidžia siųsti ir gauti eterį, taip pat sąveikauti su išmaniosiomis sutartimis. Kodas kompiliuojamas Remix IDE platformoje. Naudojant MetaMask sukuriamas ir apmokamas sandoris, kuris talpina išmaniąją MSPP sutartį į Ethereum blokų grandinę, šiuo atveju – į Sepolia bandomąjį tinklą.



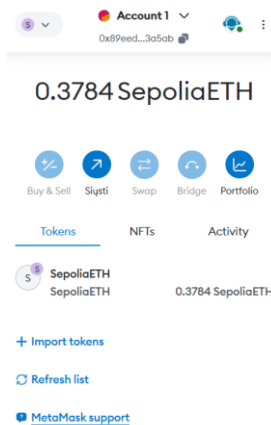
9 pav. Išmaniosios sutarties kompiliavimo ir paleidimo diagrama [77]

Kompiliuotas MSPP išmaniosios sutarties kodas transformuojamas į vykdomąją baitų seką (10 pav.) ir dvejetainę sąsają (angl. Application Binary Interface, ABI), kuri yra būtina, jog kodą būtų galima vykdyti EVM. Toks kodas yra binarinių instrukcijų rinkinys, kuris vykdomas EVM, užtikrinant, jog išmanioji sutartis veiktų tiksliai taip, kaip buvo sukurta [27; 77; 84].



10 pav. Išmaniosios sutarties baitinis kodas

Prisijungus prie Sepolia, kuri yra Ethereum bandomoji aplinka skirta išmaniųjų sutarčių ir kitų decentralizuotų programų bandymui be finansinių pasekmių, naudojama MetaMask piniginė. Įsitikinus, jog piniginėje yra pakankamai Sepolia eterio (11 pav.), sandoris išsiunčiamas į Sepolia tinklą. Čia jis yra patvirtinamas Ethereum mazgų, suteikiant unikalų sandorio maišos kodą (angl. Transaction Hash) (12 pav.).



11 pav. MetaMask piniginė

Virtuali piniginė naudojama sandorio kūrimui, kuris apima išmaniosios sutarties kodo įkėlimą į bloko grandinę, pateikiant sandorį su sutarties duomenimis. Jame nurodoma „dujų kaina“ apibrėžia, kiek eterio naudotojas pasirengęs mokėti už sandorio vykdymą. Sepolia bandomojo tinklo atveju naudojamas bandomasis eteris, todėl nėra realių išlaidų. Pateikus sandorį per MetaMask, jis siunčiamas prie blokų grandinės.

Sėkmingai įvykdžius sandorį, jis patvirtinamas blokų grandinėje. Remiantis tuo, išmanioji sutartis įkeliama į bandomąją blokų grandinę ir tampa viešai prieinama visiems, kurie turi prieigą prie Ethereum blokų grandinės. Nuo to momento ji gali būti naudojama pagal numatytas funkcijas ir teikiama tolesnėms paslaugoms.

[This is a Sepolia Testnet transaction only]

Transaction Hash:	0x496264c928773aa4183f811759b1d7ec4970928db0d622b22da7030fedf58fb8
Status:	Success
Block:	5592565 152596 Block Confirmations
Timestamp:	21 days ago (Mar-30-2024 03:06:48 PM +UTC)
Transaction Action:	Call 0x60806040 Method by 0x89eedc42...559C3a5ab
From:	0x89eedc420f6262D07a7932D1F9Ba08B559C3a5ab
To:	[0x266df1f63fc7edc87a03a206dceb41ead88317d0 Created]
Value:	0 ETH (\$0.00)
Transaction Fee:	0.008243188181420364 ETH \$0.00
Gas Price:	1.583315121 Gwei (0.000000001583315121 ETH)

12 pav. [Ethereum Sepolia Testnet sandorio informacija](#)

Išmaniajai sutarčiai pradėjus oficialiai funkcionuoti, administratorius įgauna visas valdymo teises ir atsakomybę už MSPP veikimą. Toks procesas yra svarbus žingsnis siekiant įgyvendinti išmaniosios sutarties tikslus ir paskirtį. Jis suteikia vartotojams galimybę naudotis išmaniosios sutarties funkcijomis ir paslaugomis, kurios yra sukurtos tam, kad palengvintų mokytojų biurokratinę naštą, padidintų mokinių motyvaciją renkant SP valandas savanoriavimo veiklose ir skatintų bendruomeninį aktyvumą. Šis procesas suteikia sutarčiai vientisumo ir skaidrumo, demonstruodamas, jog jis yra patikimas ir saugus naudojimui blokų grandinėje.

3.2. MSPP informacinė struktūra

Sukurta MSPP Solidity išmanioji sutartis valdo mokinių dalyvavimą SP veiklose ir atlieka apskaitos funkcijas remiantis Ethereum blokų grandine ir centralizuotų duomenų bazių technologija. Centralizuotoje duomenų bazėje kaupiami duomenys: suteiktas Mokinių ir Mokytojų registro identifikavimo kodas (toliau - asmens ID), rolė, mokinio ir mokytojo vardas ir pavardė, besimokančiojo amžius, SP veiklas organizuojančios organizacijos pavadinimas, adresas, veiklos tipas, kategorija.

Išmanioji sutartis yra esminis komponentas, kuriame aprašomos pagrindinės struktūros ir funkcijos, susijusios su SP veiklų valdymu. Ši sutartis paveldi svarbų funkcionalumą iš *OpenZeppelin* bibliotekos, įskaitant prieigos kontrolę ir apsaugą nuo programavimo klaidų, kurios gali kilti blokų grandinės aplinkoje (13 pav.).

```

pragma solidity ^0.8.0;

import "@openzeppelin/contracts/access/AccessControl.sol";
import "@openzeppelin/contracts/security/ReentrancyGuard.sol";

//Pagrindinė sutartis su prieigos kontrole
contract PagrindineSutartis is AccessControl, ReentrancyGuard {
    enum Kategorija { Mokslas, Menas, Sportas, SocialineVeikla }
    struct Asmuo {
        uint id;
        string role; // suvedama mokytojo arba mokinio
        string vardas;
        string pavarde;
    }
}

```

13 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo *OpenZeppelin* bibliotekos

Įvairios struktūros, tokios kaip *Asmuo*, *Organizacija*, *Mokinys*, *Mokytojas*, *Veikla*, *MokinioVeikla* ar *Atsiliepimai* yra naudojamos saugoti ir valdyti duomenis (14 pav.). Tai leidžia efektyviai tvarkyti informaciją apie SP veiklas ir jos dalyvius.

```

struct Mokinys {
    uint surinktosValandos;
    bool patvirtintas;
}
struct Veikla {
    uint id;
    string pavadinimas;
    string aprasymas;
    uint reikalingosValandos;
    address organizacijosAdresas;
    bool aktyvi;
    bool patvirtinta;
    Kategorija kategorija;
    uint vidutinisReitingas;
    uint reitinguSk;
}
struct MokinioVeikla {
    uint veiklaId;
    uint valandos;
    bool patvirtinta;
}
struct Atsiliepimas {
    uint id;
    uint veiklaId;
    address palikusioAsmensAdresas;
    string tekstas;
    uint sukurimoLaikas;
}

```

14 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo struktūros

Sutarties konstantos, tokios kaip *DEFAULT_ADMIN_ROLE*, *MOKINIO_ROLE*, *MOKYTOJO_ROLE* ar *ORGANIZACIJA_ROLE*, nustato vaidmenų priskyrimo prieigos kontrolėje standartus. Kas suteikia aiškia struktūrą priskirtiems vaidmenims ir užtikrina tikslus vaidmenis tinkamiems subjektams. Pvz. *DEFAULT_ADMIN_ROLE* – administratoriaus vaidmuo, labai svarbus dėl didžiausios valdymo teisės sutarties kontekste (15 pav.). Tik administratorius gali keisti parametrus, priskirti vaidmenis, atlikti svarbius išmaniosios sutarties veiksmus. Jis yra atsakingas už išmaniosios sutarties veikimą, palaikymo funkcijas, saugumą ir administravimo ciklo valdymą.

```

//Vaidmenų priskyrimo logika sutarties kūrėjui, susijusi su sutarties valdymu
constructor() {
    _grantRole(DEFAULT_ADMIN_ROLE, msg.sender);
    _grantRole(MOKYTOJO_ROLE, msg.sender);
    _grantRole(MOKINIO_ROLE, msg.sender);
    _grantRole(ORGANIZACIJA_ROLE, msg.sender);
}

```

15 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo konstantos

Taip pat išmaniojoje sutartyje taikomi metodai, tokie kaip *addAsmuo*, *akredituotiOrganizacija* ir *deakredituotiOrganizacija*, jie leidžia pridėti naujus asmenis ir organizacijas, taip pat tvarkyti jų akreditacijas (16 pav.). Tai svarbu, siekiant, jog tik patikrintos ir patvirtintos organizacijos galėtų teikti mokiniams savanoriavimo veiklas.

```

//Funkcija leidžianti įrašyti akredituotą organizaciją, arba akredituoti ją išmaniąjame kontrakte
function akredituotiOrganizacija(address _id, string memory _pavadinimas) public onlyRole (DEFAULT_ADMIN_ROLE) {
    require(akredituotosOrganizacijos[_id].id == address(0), "Organizacija jau egzistuoja arba jau akredituota.");
    akredituotosOrganizacijos[_id] = Organizacija(_id, _pavadinimas, true);
    akredituotuOrganizacijuSarasas.push(_id);
    emit OrganizacijaAkredituota(_id, _pavadinimas);
}

//Funkcija leidžianti panaikinti organizacijos akreditaciją
function deakredituotiOrganizacija(address _id) public onlyRole (DEFAULT_ADMIN_ROLE){
    require(akredituotosOrganizacijos[_id].akredituota, "Organizacija nebuvo akredituota.");
    akredituotosOrganizacijos[_id].akredituota = false;
    emit OrganizacijaDeakredituota(_id);
}

//Galima patikrinti ar organizacija yra akredituota
function arOrganizacijaAkredituota(address _id) public view returns (bool) {
    return akredituotosOrganizacijos[_id].akredituota;
}

//Leidžiama visiems naudotojams viešai peržiūrėti visų akredituotų organizacijų sąrašą
function gautiAkredituotasOrganizacijas() public view returns (address[] memory) {
    return akredituotuOrganizacijuSarasas;
}

```

16 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo funkcijos

Išmaniosios sutarties įvykiai, tokie kaip *AsmuoAdded*, *OrganizacijaAkredituota*, *VeiklaPradeta*, suteikia galimybę stebėti svarbius veiksmus sutarties viduje (17 pav.). Duomenų pasikeitimą ir veiksmų atlikimą, kurie susiję su asmenų, organizacijų ir veiklų valdymu, bei apskaita.

```

// Įvykiai
event AsmuoAdded(uint id, string role, string vardas, string pavarde);
event OrganizacijaAkredituota(address indexed id, string pavadinimas);
event OrganizacijaDeakredituota(address indexed id);
event VeiklaPrideta(uint id, string pavadinimas);
event MokinyusUzsiregistravo(uint veiklaId, address mokinyus);
event VeiklaPatvirtinta(uint id, address patvirtino);
event AtsiliepimasPridetas(uint veiklaId, address palikusioAsmensAdresas, string tekstas);
event MokinioValandosPridetos(address mokinyus, uint veiklaId, uint valandos);
event MokinioValandosPatvirtintos(address mokinyus, uint valandos);
event SavanorioZenklelisSuteiktas(address mokinyus, uint veiklaId);
event ValandosPatvirtintos(address mokinyus, uint veiklaId, uint valandos);

```

17 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo įvykiai

Mokinių SP valandų apskaitos *PagrindinisSutartis* – pagrindinis paslaugų teikėjas SP veiklų srityje, suteikiantis patikimas funkcijas duomenų valdymui, vaidmenų priskyrimui ir įvykių

stebėjimui (18 pa.). Tai pagrindinis pasirengimas veiksmingam ir patikimam mokinių SP veiklų valdymui ir gautų valandų apskaitai Ethereum blokų grandinėje.

```
// Mokytojai gali peržiūrėti mokinių veiklą ir patvirtintas valandas
function perziuretiMokinioVeikla(address mokinys) public view onlyRole(MOKYTOJO_ROLE) returns (string memory) {
}

//Galimybė pridėti nurodytą valandų skaičių prie konkretaus mokinio surinktų valandų
function pridetiValandas(address mokinioAdresas, uint valandos) public tikMokytojas {
    mokiniai[mokinioAdresas].surinktosValandos += valandos;
}

//Pažymima, jog mokinio surinktos valandos patvirtintos
function patvirtintiValandas(address mokinioAdresas) public tikMokytojas {
    mokiniai[mokinioAdresas].patvirtintas = true;
}

// Funkcija, skirta skaičiuoti ir patvirtinti mokinių atliktas savanoriavimo veiklas
function patvirtintiMokinioVeikla(address mokinys, uint veiklaId, uint valandos) public onlyRole(MOKYTOJO_ROLE) {
    require(mokiniai[mokinys].patvirtintas, "Mokinys dar nepatvirtintas.");
    require(veiklos[veiklaId].patvirtinta, "Veikla dar nepatvirtinta.");
    require(valandos > 0, "Valandų skaičius turi būti didesnis nei 0.");
    // Patikriname, ar mokinys surinko minimalų valandų skaičiaus
    require((mokiniai[mokinys].surinktosValandos + valandos) >= 20, "Nepakanka minimalaus valandų skaičiaus.");

    bool veiklaRasta = false;
    for (uint i = 0; i < mokinioVeiklos[mokinys].length; i++) {
        if (mokinioVeiklos[mokinys][i].veiklaId == veiklaId && !mokinioVeiklos[mokinys][i].patvirtinta) {
            mokinioVeiklos[mokinys][i].valandos += valandos;
            mokinioVeiklos[mokinys][i].patvirtinta = true;
            veiklaRasta = true;
        }
    }
}
```

18 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo dalis

3.3. Duomenų teikimas ir naudojimas

Mokinių SP valandų duomenys teikiami ir naudojami mokinio SP veiklos registravimui ir apskaitos vykdymui.

```
// Suteikia galimybę mokiniui registruotis į veiklą
function registruotiMokiniuiVeikla(address mokinioAdresas, uint veiklaId) public {
    require(veiklos[veiklaId].id != 0, "Veikla neegzistuoja.");
    require(veiklos[veiklaId].patvirtinta, "Veikla neaktyvi.");
    MokinioVeikla memory naujaVeikla = MokinioVeikla(veiklaId, 0, false);
    mokinioVeiklos[mokinioAdresas].push(naujaVeikla);
    emit MokinysUzsiregistravo(veiklaId, mokinioAdresas);
}
```

19 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo funkcija suteikianti galimybę mokiniui registruotis į veiklą

Mokinys, turintis atitinkamas teises, gali registruotis į savanoriavimo veiklas (19 pav.), kurių metu bus skiriamos SP valandos, tai būtų atliekama naudojant išmaniosios sutarties funkciją *registruotiMokiniuiVeikla* (address mokinio Adresas, uint veiklaId). Tokia funkcija leistų mokiniams įsitraukti į įvairias veiklas, kurios jiems patinka yra priimtinos ir jose nori dalyvauti. Mokytojams norint peržiūrėti mokinių kaupiamus duomenis, naudojama funkcija *peržiūrėtiMokinioVeiklas* (address mokinys). Tai leistų grąžinti funkcijos masyvą su visomis mokinio registruotomis veiklų ID. Tokiu būdu stebimas mokinio aktyvumas ir veiklų, kuriose jis dalyvauja sąrašas. Norint peržiūrėti surinktų SP valandų skaičių, vykdoma funkcija *gautiMokinioSocialinesPilietinesValandas* (address mokinio Adresas), kuri grąžina mokinio surinktų valandų skaičių ir jų patvirtinimo statusą (20 pav.).

```

//Leidžiama viešai susipažinti su mokinio surinktų savanoriavimo valandų skaičiumi
function gautiMokinioValandas(address mokinioAdresas) public view returns (uint surinktosValandos, bool patvirtintas) {
    Mokinys memory mokinys = mokiniai[mokinioAdresas];
    return (mokinys.surinktosValandos, mokinys.patvirtintas);
}
// Pridėta funkcija mokinio socialinių-pilietinių valandų peržiūrai
function gautiMokinioSocialinesPilielinesValandas(address mokinioAdresas) public view returns (uint surinktosValandos, bool patvirtintas) {
    require(mokiniai[mokinioAdresas].surinktosValandos > 0, "Mokinys neturi surinkes valandu.");
    return (mokiniai[mokinioAdresas].surinktosValandos, mokiniai[mokinioAdresas].patvirtintas);
}

```

20 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo funkcijos

Be šių funkcijų mokytojai taip pat turėtų galimybę pridėti ir patvirtinti SP valandas, kai mokiniai dalyvauja su mokytojo žinia ar mokyklos / gimnazijos erdvėse vykdomose SP veiklose. Tai įmanoma padaryti naudojant funkcijas *pridėtiValandas* (address mokinioAdresas, uint valandos) ir *patvirtintiValandas* (address mokinioAdresas) (21 pav.).

```

//Galimybė pridėti nurodytą valandų skaičių prie konkretaus mokinio surinktų valandų
function pridetiValandas(address mokinioAdresas, uint valandos) public tikMokytojas {
    mokiniai[mokinioAdresas].surinktosValandos += valandos;
}

//Pažymima, jog mokinio surinktos valandos patvirtintos
function patvirtintiValandas(address mokinioAdresas) public tikMokytojas {
    mokiniai[mokinioAdresas].patvirtintas = true;
}

```

21 pav. Solidity išmaniosios sutarties kodo

Sutartyje numatytos funkcijos sudaro vientisą procesą, kuris leidžia mokiniams ne tik registruotis bei dalyvauti savanoriavimo veiklose, bet ir stebėti jiems, bei mokytojams jų eigą, registruoti ir patvirtinti SP valandas. Toks struktūrizuotas procesas suteikia aiškų pagrindą, bei motyvaciją mokinių dalyvavimui savanoriavimo veiklose.

3.4. Duomenų sauga

Ethereum blokų grandinėje vykdoma mokinių savanoriškųjų projektų valandų apskaitos išmanioji sutartis, kaip ir bet kuri kita sritis, privalo atitikti duomenų saugos teisės aktų reikalavimus. Tai esminis aspektas, kuris svarbus tvarkant asmeninius duomenis ar kitą jautrią informaciją. Visas sutartyje apibrėžtas duomenų procesas, įskaitant jų saugojimą ir perdavimą, vyksta neatlygintinai. Procesas atliekamas laikantis Asmens duomenų teisinės apsaugos įstatymo [62] ir Bendrojo duomenų apsaugos reglamento (ES)2016/679 reikalavimų [33]. Taip pat vadovujamasi Kibernetinio saugumo įstatymu [61], Bendrųjų elektroninės informacijos saugos reikalavimų aprašu [60], bei Organizacinių ir technologinių kibernetinio saugumo reikalavimų [63].

Duomenys, taip pat ir asmens duomenys saugomi 12 metų (arba Mokinių registro nuostatuose aprašyta tvarka) [66]. Pasibaigus MSPP saugojimo laikui, duomenys yra sunaikinami Lietuvos Respublikos dokumentų ir archyvų įstatymo nustatyta tvarka [58].

Svarbu nuolatos laikytis duomenų ir asmens apsaugos teisinių reikalavimų, kodo administratoriai turi būti nuolatos apmokomi duomenų saugos mokymuose, įvairiais būdais jiems turi būti primenama apie saugos problematiką (pvz., priminimai elektroniniu būdu, teminių seminarų rengimas ir pan.). T.p. mokinių SP valandų apskaitos išmanioji sutartis turi būti reguliariai peržiūrima ir testuojama dėl pažeidžiamumų ir klaidų, kurios gali kelti grėsmę duomenų saugojimui.

3.5. Pagrindiniai iššūkiai taikant bloką grandinės technologiją švietimo sistemoje

Mokinių SP valandų apskaitos bloką grandinę veikiantys algoritmai ir išmanioji sutartis yra pagrindiniai mechanizmai, leidžiantys automatizuoti ir užtikrinti duomenų patikimumą bei operacijų vykdymą. Tačiau tokio tipo sutarčių kūrimas ir palaikymas reikalauja aukštos kvalifikacijos programuotojų, kurie suprastų tiek bloką grandinės technologijas, tiek švietimo sektoriaus specifiką. Kiekvienos švietimo įstaigos reikalavimai ir veiklos ypatumai gali labai skirtis, todėl būtina kurti pritaikytus sprendimus, kurie galėtų efektyviai veikti visuotinėje Lietuvos švietimo sistemoje.

Nepaisant to, jog bloką grandinės technologija garsėja savo aukštu saugumo lygiu ir atsparumu duomenų keitimui, naujos sistemos įdiegimas visada kelia riziką susidurti su naujais saugumo iššūkiais. Tai apima duomenų apsaugą nuo neteisėtos prieigos, programinės įrangos pažeidžiamumų mažinimo ir tinkamo kriptografinio saugumo palaikymo, švietimo sistemai tvarkant jautrius duomenis susijusius su mokinių asmens informacija. Diegiant sistemą svarbu užtikrinti jos sklandų veikimą įvairiose švietimo įstaigose, kurios gali turėti skirtingus techninius išteklius ir IT infrastruktūrą. Reikalingas nuolatinis techninis palaikymas, reguliarus atnaujinimas ir tobulinimas, jog mokinių SP valandų apskaita būtų patikima ir atitiktų visus švietimo sistemos poreikius.

Sėkmingas mokinių SP valandų apskaitos bloką grandinėje įdiegimas priklauso nuo vartotojų – mokytojų, mokinių, kitų švietimo darbuotojų, savanoriavimą siūlančių organizacijų gebėjimo greitai ir veiksmingai prisitaikyti prie naujovių. Deja technologijų integracija neabejotinai susiduria su iššūkiais, kadangi keičiasi tradiciniai darbo įpročiai ir naudojamos jau esamos technologijos. Vartotojų pasipriešinimas keitimams dažnai kyla dėl nepasitikėjimo naujovėmis, baimės dėl padidėjusio darbo krūvio ar abejonių dėl asmeninio efektyvumo. Norint šias kliūtis įveikti, būtina užtikrinti, kad visi suinteresuoti sistemos dalyviai būtų tinkamai informuoti apie naujosios technologijos naudą. Būtų organizuojami mokymai, kaip sistema naudotis ar pritaikyti. Pageidautina, jog vartotojai galėtų įsitraukti į sistemos tobulinimo procesą.

Siekiant maksimaliai išnaudoti mokinių SP valandų apskaitos bloką grandinėje potencialą švietimo sektoriuje, būtina ne tik atsižvelgti į individualias švietimo sistemos dalyvių sąlygas, bet ir aktyviai įtraukti platų savanorių siūlančių organizacijų sąrašą. Toks švietimo sektoriaus ir organizacijų bendradarbiavimas leistų sukurti plataus spektro savanoriavimo galimybių bazę,

atitinkančią įvairių mokinių interesus ir poreikius. Platus veiklų pasirinkimas yra ypač svarbus nes įvairių pomėgių ir interesų mokiniai galėtų atrasti būtent tai, kas jiems labiausiai patinka ir įdomu, o tai savo ruožtu padidintų jų įsitraukimą ir pasitenkinimą vykdomomis veiklomis. Įtraukiant skirtingas organizacijas ir jų siūlomas galimybes, blokų grandinės sistema tampa ne tik įrankiu formaliam savanorystės valandų skaičiavimui, bet ir platforma, skatinančia aktyvų mokinių dalyvavimą, įvairiose socialinėse ir kultūrinėse veiklose, skatinanti asmeninį ir profesinį tobulėjimą.

Nemaži iššūkiai gali kilti dėl sistemos finansavimo, teisinių reikalavimų ir sistemų suderinamumo. Pradinių investicijų poreikis į mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinėje sistemą yra didelis, kadangi naujos technologijos reikalauja ne tik modernios techninės įrangos, bet ir kvalifikuotų specialistų, atsakingų už sistemos veikimo priežiūrą ir nuolatinį jos tobulinimą. Blokų grandinės integracija į esamas švietimo sistemas kelia būtinybę peržiūrėti ar net sukurti naujas teisesines direktyvas, siekiant užtikrinti, kad mokinių SP veiklų apskaita būtų teisingai ir skaidriai administruojama. Svarbu užtikrinti, kad naujasis technologinis sprendimas būtų suderinamas su kitomis jau naudojamomis ugdymo įstaigose platformomis, išvengiant informacijos nesutapimų ir užtikrinant efektyvų duomenų perdavimą, bei saugojimą. Visi šie veiksniai reikalauja ne tik finansinių ir žmogiškų išteklių, bet ir atidumo planuojant, įgyvendinant bei eksploatuojant šią inovacinę technologiją.

Iššūkiai rodo, jog mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinėje integravimas į švietimo sistemą yra ne tik technologinis, bet ir organizacinis projektas, kuris reikalauja išsamaus planavimo, aukštos kvalifikacijos IT specialistų komandos ir finansinių resursų.

3.6. Tobulinimo perspektyvos mokinių SP valandų apskaitoje

Šiame magistro moksliniame darbe pristatoma mokinių SP valandų apskaitos sistema, pagrįsta blokų grandinės technologija, vis dar yra tobulinimo stadijoje. Nagrinėti moksliniai tyrimai literatūroje, kokybinis respondentų tyrimas, praktinė patirtis ir atlikta Porterio penkių konkurencinių jėgų analizė parodė, jog nepaisant blokų grandinės technologijos privalumų: decentralizacijos, duomenų nekintamumo ir saugumo, sistemos apskaitos diegimas švietimo sektoriuje susiduria su iššūkiais, tokiais kaip aukštos pradinės įdiegimo sąnaudos ir reikalingas specializuotas IT palaikymas. Remiantis tuo, mokinių SP valandų apskaitos blokų grandinė yra tik testinėje stadijoje. Plėtojant šią sistemą, svarbu atsižvelgti į išmaniosios sutarties kodo kūrimo plėtrą ir tobulinimą, bei finansavimą. Atnaujinimų poveikį technologiniam stabilumui, t.p. teisinius iššūkius susijusius su duomenų apsauga ir privatumu, sistemos suderinamumu su esamomis švietimo administravimo platformomis. Norint ateityje integruoti šią sistemą į Lietuvos švietimą, reikėtų jos nuolatinio vertinimo ir ilgalaiškės adaptacijos, atsižvelgiant į technologines naujoves ir vartotojų poreikius.

Išvados

Magistro darbo tikslas buvo ištirti ir išanalizuoti blokų grandinės technologijos taikymo galimybes ir efektyvumą mokinių SP valandų apskaitoje. Tyrimo metu buvo analizuojama, kaip ši technologija gali pagerinti duomenų saugumą, skaidrumą ir valdymo procesų efektyvumą švietimo sektoriuje.

Naudojant mokslinės literatūros šaltinių ir dokumentinių šaltinių analizę, kokybinį tyrimą bei technologinį prototipo kūrimą, buvo suteikta tvirta argumentų bazė, kaip blokų grandinė gali transformuoti tradicinius švietimo procesus, atsižvelgiant į mokinių dalyvavimo SP veikloje dokumentavimą.

1. Blokų grandinės technologija efektyviai užtikrina duomenų skaidrumą ir patikimumą, mažindama klaidų ir sukčiavimo galimybes. Tai suteikia švietimo įstaigoms galimybę patikimai ir skaidriai fiksuoti mokinių dalyvavimą įvairiose SP veiklose.
2. Blokų grandinės technologija automatizuoja duomenų tvarkymo procesus, sumažindama laiko ir išteklių sąnaudas, susijusias su mokinių SP veiklų administravimu ir apskaita.
3. Skaidrus mokinių dalyvavimo SP veiklose fiksavimas ir vertinimas realiu laiku padidina jų motyvaciją įsitraukti į savanorystę. Tai skatina didesnę aktyvumą ir įsitraukimą į veiklas.
4. Blokų grandinė padeda formuoti ir įvertinti mokinių būtinus gyvenimo įgūdžius ir kompetencijas, suteikiant platformą jų pripažinimui ir viešam skelbimui.
5. Nors blokų grandinės integracija į švietimo sektorių siūlo reikšmingas naudas, ji taip pat kelia specifinius iššūkius. Tai apima didelius pradinį investicijų poreikius technologijos įdiegimui, būtinybę nuolat organizuoti mokymus ir seminarus švietimo sektoriaus personalui ir savanoriavimą siūlančių organizacijų, kurios naudos naująją mokinių SP valandų apskaitos sistemą, bei institucinį pasipriešinimą technologinėms permainoms. Diegimui būtinas kruopštus duomenų saugumo ir privatumo standartų laikymasis, reikalaujantis nuolatinių saugumo atnaujinimų ir patikros procedūrų, siekiant užtikrinti visapusišką asmens duomenų apsaugą ir sistemos technologinį patikimumą. Tokie iššūkiai reikalauja integruoto požiūrio, derinant technologinę inovaciją ir esamas operacines švietimo struktūras.

Išvadose pateikiami pagrindiniai magistro darbo atradimai, atsakoma į iškeltus mokslinius darbo klausimus, akcentuojamas blokų grandinės technologijos pritaikymo potencialas, susijęs su mokinių asmeninio ir pilietinio tobulėjimo skatinimu aptariamais kylančiais technologinio diegimo iššūkiais.

Rekomendacijos

Atsižvelgiant į magistrinio darbo atliktus tyrimus, blokų grandinės technologijos taikymas mokinių SP valandų apskaitoje atveria naujas galimybes švietimo sektoriuje. Siekiant išnaudoti šias galimybes, teikiamos rekomendacijos, remiantis tyrimo išvadomis ir šiuolaikiniais sistemos iššūkiais:

1. Prieš pradėdant technologijos diegimą, rekomenduojama vykdyti pilotinius projektus konkrečiose švietimo įstaigose. Tai leistų įvertinti technologijos veiksmingumą realiomis sąlygomis ir identifikuoti galimus tobulinimo aspektus.
2. Organizuoti mokymo programas mokiniams, mokytojams, kt. švietimo atstovams, bei savanoriavimą siūlančioms organizacijoms, siekiant vartotojus supažindinti su blokų grandinės technologija, jos pritaikymu ir galimomis naudomis. Tai padėtų sumažinti technologinio atsparumo ir nežinios kliūtis.
3. Skatinti bendradarbiavimą tarp informatikos specialistų, švietimo ekspertų ir švietimo politikos atstovų, užtikrinant, kad technologiniai sprendimai atitiktų švietimo sektoriaus poreikius ir strateginius tikslus.
4. Atidžiai sekti teisinius atnaujinimus ir užtikrinti, kad blokų grandinės integracija atitiktų nacionalinius ir tarptautinius duomenų apsaugos standartus.
5. Nuolat sekti technologines naujoves ir atnaujinti sistemą, kad ji atitiktų augančius švietimo sektoriaus reikalavimus ir iššūkius.
6. Integruoti įvairias savanoriavimo veiklas, padidinant mokinių pasirinkimo laisvę ir skatinant jų įsitraukimą į bendruomenės veiklas.
7. Plėsti Lietuvoje jau veikiančią Kultūrinės edukacijos sistemą (KES), įtraukiant mokinių SP valandų apskaitos funkcijas. Tai ne tik sumažintų technologijos įdiegimo ir eksploatavimo kaštus, bet ir padėtų efektyviai sinchronizuoti mokinių SP veiklas su kultūriniais įsitraukimais, mažinant duomenų dubliavimą ir klaidas.

Pagal atliktą magistrinio darbo analizę, įdiegus blokų grandinės technologiją švietimo sektoriuje, mokinių SP valandų apskaitos srityje, ši inovacija ne tik modernizuotų procesus, bet ir prisidėtų prie mokinių asmeninio ir pilietinio tobulėjimo, kas reikalauja nuolatinio tobulinimo, institucinės paramos ir sektorių bendradarbiavimo. Svarbu toliau vystyti šią technologiją Lietuvoje, atsižvelgiant į naujoves ir švietimo sistemos poreikius, siekiant maksimaliai išnaudoti jos teikiamas galimybes mokiniams ir švietimo įstaigoms. Šis magistrinis darbas laiduoja, kad efektyviai įgyvendinus blokų grandinės technologiją, galima pasiekti reikšmingą ir teigiamą poveikį švietimo kokybei ir mokinių aktyvumui visuomenėje.

LITERATŪRA

1. AbuHalimeh, A., & Ali, O. (2023). Comprehensive review for healthcare data quality challenges in blockchain technology. *Frontiers in big Data*, 6, 1173620.
2. Adrian, T., & Mancini-Griffoli, T. (2021). The rise of digital money. *Annual Review of Financial Economics*, 13, 57-77.
3. Ahl, A., Yarime, M., Goto, M., Chopra, S. S., Kumar, N. M., Tanaka, K., & Sagawa, D. (2020). Exploring blockchain for the energy transition: Opportunities and challenges based on a case study in Japan. *Renewable and sustainable energy reviews*, 117, 109488.
4. Akter, M., Kummer, T. F., & Yigitbasioglu, O. (2024). Looking beyond the hype: The challenges of blockchain adoption in accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 53, 100681.
5. Albeanu, G. (2017, October). Blockchain technology and education. In *The 12th International Conference on Virtual Learning ICVL* (pp. 271-275).
6. Andolfatto, D., & Martin, F. M. (2022). The Blockchain Revolution: Decoding Digital Currencies. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*.
7. Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., ... & Peacock, A. (2019). Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and sustainable energy reviews*, 100, 143-174.
8. Andrušaitienė, J. (2023). Finansinės paskatos startuoliams ir atžalinėms įmonėms kurti dirbtinio intelekto (DI), blokų grandinės technologijų, robotikos procesų automatizavimo produktus ir sprendimus. Kultūros projektų skyrius, Struktūrinių ir investicijų fondų programos. Prieiga internete: <https://esinvesticijos.lt/tinklalaides/kvietimo-finansines-paskatos-startuoliams-ir-atzalinems-imonems-kurti-di-bloku-grandines-technologiju-robotikos-procesu-automatizavimo-produktus-ir-sprendimus-pristatymas>
9. Arnas, Y., Arti, E. S., & Kalbuana, N. (2024). Analisis Five Forces Porter dalam Evaluasi Produktivitas Penelitian Dosen di Perguruan Tinggi Kedinasan. *Journal of Education Research*, 5(1), 158-169.
10. Balaji, V., Grech, A., & Miao, F. (2022). *Education and blockchain*. UNESCO Publishing.
11. Bauer-Hänsel, I., Liu, Q., Tessone, C. J., & Schwabe, G. (2024). Designing a Blockchain-Based Data Market and Pricing Data to Optimize Data Trading and Welfare. *International Journal of Electronic Commerce*, 1-28.
12. Belonick, P. (2020). Transparency Is the New Privacy: Blockchain's Challenge for the Fourth Amendment. *Stan. Tech. L. Rev.*, 23, 114.
13. Bidry, M., Ouaguid, A., & Hanine, M. (2023). Enhancing e-learning with blockchain: Characteristics, projects, and emerging trends. *Future Internet*, 15(9), 293.

14. Bjelobaba, G., Savić, A., Tošić, T., Stefanović, I., & Kocić, B. (2023). Collaborative Learning Supported by Blockchain Technology as a Model for Improving the Educational Process. *Sustainability*, 15(6), 4780.
15. Bolting, A. (2020). *Cryptographic Primitives in Blockchain Technology: A Mathematical Introduction*. Oxford University Press, USA.
16. Brunner, C., Knirsch, F., & Engel, D. (2019). SPROOF: A Platform for Issuing and Verifying Documents in a Public Blockchain. In *ICISSP* (pp. 15-25).
17. Buterin, V. (2014). A next-generation smart contract and decentralized application platform. *white paper*, 3(37), 2-1.
18. Caporale, G. M., Kang, W. Y., Spagnolo, F., & Spagnolo, N. (2021). Cyber-attacks, spillovers and contagion in the cryptocurrency markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 74, 101298.
19. Chandan, A., John, M., & Potdar, V. (2023). Achieving UN SDGs in food supply chain using blockchain technology. *Sustainability*, 15(3), 2109.
20. Chaniago, N., Sukarno, P., & Wardana, A. A. (2021). Electronic document authenticity verification of diploma and transcript using smart contract on Ethereum blockchain. *Register*, 7(2), 149-163.
21. Chen, G., Xu, B., Lu, M., & Chen, N. S. (2018). Exploring blockchain technology and its potential applications for education. *Smart Learning Environments*, 5(1), 1-10.
22. Chen, N. S., Yin, C., Isaias, P., & Psotka, J. (2020). Educational big data: extracting meaning from data for smart education. *Interactive Learning Environments*, 28(2), 142-147.
23. Cheng, H. K., Hu, D., Puschmann, T., & Zhao, J. L. (2021). The landscape of Blockchain research: impacts and opportunities. *Information Systems and e-Business Management*, 19(3), 749-755.
24. Choo, K. K. R., Ozcan, S., Dehghantanha, A., & Parizi, R. M. (2020). Blockchain ecosystem—technological and management opportunities and challenges. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(4), 982-987.
25. Cooper, R. (2022). Bitcoin Economy: Cryptocurrency Ecosystem Analysis and Long-Term Projections. *International Journal of Science and Society*, 4(4), 617-626.
26. Čeke, D., & Kunosić, S. (2020, September). Smart Contracts as a diploma anti-forgery system in higher education—a pilot project. In *2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)* (pp. 1662-1667). IEEE.
27. Devasani, L. P. K. (2023). *Solidity Compiler Version Identification on Smart Contract Bytecode* (Master's thesis, Wright State University).

28. Dias, S., Espadinha-Cruz, P., & Matos, F. (2023). A Porter's Five Forces Model Proposal for Additive Manufacturing Technology: A Case Study in Portuguese industry. *Procedia Computer Science*, 217, 165-176.
29. Düdder, B., Fomin, V., Gürpınar, T., Henke, M., Iqbal, M., Janavičienė, V., ... & Wu, H. (2021). Interdisciplinary blockchain education: Utilizing blockchain technology from various perspectives. *Frontiers in Blockchain*, 3, 578022.
30. Europos Komisija. (2018). Europos Komisija pradeda ES bloką grandinės stebėsenos ir forumo veiklą. Prieiga internete: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_18_521
31. Europos Komisija. (2018). Europos šalys jungiasi prie blokų grandinės partnerystės. Europos Komisijos Skaitmeninė Strategija. Prieiga internete: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/european-countries-join-blockchain-partnership>
32. Europos Komisija. (2020). Europos skaitmeninio švietimo veiksmų planas (2021–2027): Už atsparų, įtraukų ir tvarų skaitmeninį švietimą [Skaitmeninis dokumentas]. Prieiga internete: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0624>
33. Europos Sąjungos Taryba. (2016). Reglamentas (ES) 2016/679 Europos Parlamento ir Tarybos dėl asmenų apsaugos tvarkant asmens duomenis ir dėl laisvo tokių duomenų judėjimo ir panaikinant Direktyvą 95/46/EB (Bendrasis duomenų apsaugos reglamentas). EUR-Lex. Prieiga internete: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679>
34. Gameil, A. A., & Al-Abdullatif, A. M. (2023). Using Digital Learning Platforms to Enhance the Instructional Design Competencies and Learning Engagement of Preservice Teachers. *Education Sciences*, 13(4), 334.
35. Guo, H., & Yu, X. (2022). A survey on blockchain technology and its security. *Blockchain: research and applications*, 3(2), 100067.
36. Guustaaf, E., Rahardja, U., Aini, Q., Maharani, H. W., & Santoso, N. A. (2021). Blockchain-based education project. *Aptisi Transactions on Management (ATM)*, 5(1), 46-61.
37. Hameed, B., Khan, M. M., Noman, A., Ahmad, M. J., Talib, M. R., Ashfaq, F., & Yousaf, M. (2019). A review of Blockchain based educational projects. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(10).
38. Harsono, I., & Suprapti, I. A. P. (2024). The Role of Fintech in Transforming Traditional Financial Services. *Accounting Studies and Tax Journal (COUNT)*, 1(1), 81-91.
39. Hoffman, M. R. (2023). *Towards decentralised open science with blockchains* (Doctoral dissertation, University of Southampton).
40. Hoffman, M. R., Ibáñez, L. D., & Simperl, E. (2020). Toward a formal scholarly understanding of blockchain-mediated decentralization: A systematic review and a framework. *Frontiers in Blockchain*, 3, 35.

41. Hoskinson, C. (2017). Why Cardano. *White paper*. URL: <https://whitepaper.io/document/581/cardano-whitepaper>. Prieiga internete: <https://why.cardano.org/>
42. Yakovenko, A. (2018). Solana: A new architecture for a high performance blockchain v0. 8.13. *Whitepaper*.
43. Yamaoka, H. (2022). Digital currencies and the future of money. In *The future of financial systems in the digital age: Perspectives from Europe and Japan* (pp. 49-73). Singapore: Springer Singapore.
44. Yang, R., Wakefield, R., Lyu, S., Jayasuriya, S., Han, F., Yi, X., ... & Chen, S. (2020). Public and private blockchain in construction business process and information integration. *Automation in construction*, 118, 103276.
45. Ibba, G., Aufiero, S., Bartolucci, S., Neykova, R., Ortu, M., Tonelli, R., & Destefanis, G. (2024). Mindthedapp: a toolchain for complex network-driven structural analysis of ethereum-based decentralised applications. *IEEE Access*.
46. Jasur, A. (2023). Cybersecurity and risk management in the financial sector. *International Bulletin of Young Scientist*, 1(1).
47. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Khan, S. (2022). A review of Blockchain Technology applications for financial services. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, 2(3), 100073.
48. Jiang, T., Luo, H., Yang, K., Sun, G., Yu, H., & Huang, Q. (2024). Blockchain for Energy Market: A Comprehensive Survey. *arXiv preprint arXiv:2403.20045*.
49. Jurčys, P., Strikaitė-Latušinskaja, G., & Kozuka, S. (2024, Kovo 15). *Gyvenimas su dirbtinio intelekto asistentais: Konferencijos apžvalga*. Vilniaus universiteto Teisės fakultetas. Prieiga internete: <https://www.teise.pro/index.php/2024/03/25/gyvenimas-su-dirbtinio-intelekto-asistentais-konferencijos-apzvalga/>
50. Khan, B. U. I., Olanrewaju, R. F., Morshidi, M. A., Mir, R. N., Kiah, M. L. B. M., & Khan, A. M. (2022). Evolution and analysis of secured hash algorithm (SHA) family. *Malaysian Journal of Computer Science*, 35(3), 179-200.
51. Khatwani, R., Mishra, M., Bedarkar, M., Nair, K., & Mistry, J. (2023). Impact of blockchain on financial technology innovation in the banking, financial services and insurance (BFSI) sector. *Journal of Statistics Applications and Probability*, 12(1), 181-189.
52. Kim, J. W. (2020). Blockchain technology and its applications: Case studies. *Journal of System and Management Sciences*, 10(1), 83-93.
53. Kimani, D., Adams, K., Attah-Boakye, R., Ullah, S., Frecknall-Hughes, J., & Kim, J. (2020). Blockchain, business and the fourth industrial revolution: Whence, whither, wherefore and how?. *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120254.

54. LAMA BPO. (n.d.). Pirmosios pakopos ir vientisosios studijos: Priėmimo galimybės. Prieiga internete: <https://lamabpo.lt/pirmosios-pakopos-ir-vientisosios-studijos/priemimo-galimybes/>
55. Leible, S., Schlager, S., Schubotz, M., & Gipp, B. (2019). A review on blockchain technology and blockchain projects fostering open science. *Frontiers in Blockchain*, 16.
56. Lietuvos Respublikos ekonomikos ir inovacijų ministerija. (2022). Dėl 2022–2030 metų plėtros programos valdytojos Lietuvos Respublikos ekonomikos ir inovacijų ministerijos ekonomikos transformacijos ir konkurencingumo plėtros programos pažangos priemonės Nr. 05-001-01-05-05 „Skatinti įmones skaitmenizuotis“ aprašo patvirtinimo pakeitimo. Įsakymas Nr. 4-877. Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/b81bbac0615a11eea182def3ac5c11d6?jfwid=niwnallkl>
57. Lietuvos Respublikos kultūros ministras. (2022). Dėl Kultūrinės edukacijos informacinės sistemos nuostatų ir Kultūrinės edukacijos informacinės sistemos duomenų saugos nuostatų patvirtinimo (Nr. IV-481). Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/ff3d39f2db9711ecb1b39d276e924a5d?jfwid=>
58. Lietuvos Respublikos Seimas. (1995). Lietuvos Respublikos dokumentų ir archyvų įstatymas (Įstatymo Nr. I-1115). Valstybės žinios, 1995-12-30, Nr. 107-2389. Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.23066/IHikoDpVHW>
59. Lietuvos Respublikos Seimas. (2003). Lietuvos Respublikos jaunimo politikos pagrindų įstatymas (Įstatymo Nr. IX-1871). Valstybės žinios, 2003-12-18, Nr. 119-5406. Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.223790/asr>
60. Lietuvos Respublikos Seimas. (2013). Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas dėl bendrųjų elektroninės informacijos saugos reikalavimų aprašo, saugos dokumentų turinio gairių aprašo ir valstybės informacinių sistemų, registrų ir kitų informacinių sistemų klasifikavimo ir elektroninės informacijos svarbos nustatymo gairių aprašo patvirtinimo. Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.454399>
61. Lietuvos Respublikos Seimas. (2014). Lietuvos Respublikos kibernetinio saugumo įstatymas. e-Seimas. Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/f6958c2085dd11e495dc9901227533ee>
62. Lietuvos Respublikos Seimas. (2018). Lietuvos Respublikos įstatymas dėl Lietuvos Respublikos asmens duomenų teisinės apsaugos įstatymo Nr.I-1374 pakeitimo įstatymas. e-Seimas. Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/bc0837f27f9511e89188e16a6495e98c>
63. Lietuvos Respublikos Seimas. (2018). Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas dėl nacionalinės kibernetinio saugumo strategijos patvirtinimo. Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/94365031a53411e8aa33fe8f0fea665f?jfwid=dg8d31595>

64. Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija. (2023 m. balandžio 24 d.). Įsakymas dėl 2023–2024 ir 2024–2025 mokslo metų pradinio, pagrindinio ir vidurinio ugdymo programų bendrųjų ugdymo planų patvirtinimo. TAR. Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/ca29f721e2d611eda305cb3bdf2af4d8/asr>
65. Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija. (2021). Bloku grandinės technologija – naujos galimybės edukacijai. Prieiga internete: <https://smsm.lrv.lt/lt/naujienos-1/pranesimai-ziniasklaidai-1/bloku-grandines-technologijanaujos-galimybes-edukacijai/>
66. Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija. (2021). Įsakymas dėl mokinių registro reorganizavimo ir mokinių registro nuostatų patvirtinimo (Įsakymo Nr. V-1959). Vilnius. Prieiga internete: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/925d9440356811ec992fe4cdfceb5666>
67. Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministro 2023 m. lapkričio 29 d. įsakymas Nr. V-1513 "Dėl stojančiųjų į trumpąsias pirmojo pakopoje ir vientisųjų studijų valstybės finansuojamas studijų vietas ir pretenduojančiųjų į studijų stipendijas pirmosios ir antrosios konkursinių eilių sudarymo 2024 metais tvarkos aprašo patvirtinimo", Vilnius. Prieiga internete: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/f7c935108e8411eea5a28c81c82193a8>
68. Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministro įsakymas dėl mokinių, kurie mokosi pagal bendrojo ugdymo programas, mokymosi pasiekimų vertinimo ir vertinimo rezultatų panaudojimo tvarkos aprašo patvirtinimo. (2023). *Lietuvos Respublikos Seimas*. Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/c497e6e0483511ee8185e4f3ad07094a>
69. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2022). *Lietuva 2050: Valstybės ateities scenarijai*. Prieiga internete: https://dlp.lt/images/2050/2050_scenarijai.pdf
70. Lindgren Alves, M. V., Burcharth, A., Milagres, R., & Wegner, D. (2023). How Do Disruptive Technologies Impact Collaborative Governance? A Blockchain Study. *A Blockchain Study*.
71. Maleki, N., Nikoubin, A., Rabbani, M., & Zeinali, Y. (2023). Bitcoin price prediction based on other cryptocurrencies using machine learning and time series analysis. *Scientia Iranica*, 30(1), 285-301.
72. Mhlanga, D. (2023). Block chain technology for digital financial inclusion in the industry 4.0, towards sustainable development?. *Frontiers in Blockchain*, 6, 1035405.
73. Miller, A. (2019). Permissioned and permissionless blockchains. *Blockchain for distributed systems security*, 193-204.
74. Modi, R. (2018). *Solidity Programming Essentials: A beginner's guide to build smart contracts for Ethereum and blockchain*. Packt Publishing Ltd.
75. Mohamed, S. K., Haddad, S., Barakat, M., & Rosi, B. (2023). Blockchain technology adoption for improved environmental supply chain performance: The mediation effect of supply chain

- resilience, customer integration, and green customer information sharing. *Sustainability*, 15(10), 7909.
- 76.** Moon, S. M., Siddiki, A., & Islam, M. How Block Chain Technology Works in Financial Services.
- 77.** Morkūnas, M. (2021). *Elektroninio balsavimo protokolo blokų grandinės technologijos pagrindų sukūrimas* (Doctoral dissertation, Vilniaus Gedimino technikos universitetas).
- 78.** Mougayar, W. (2016). *The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology*. John Wiley & Sons.
- 79.** Nakamoto, S. (2008). Bitcoin whitepaper. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (: 17.07. 2019).
- 80.** Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized business review*.
- 81.** National Education Policy Center. (2023). The downside of technology in education. Prieiga internete: <https://nepc.colorado.edu/blog/dtechnology>
- 82.** Ocheja, P., Agbo, F. J., Oyelere, S. S., Flanagan, B., & Ogata, H. (2022). Blockchain in education: A systematic review and practical case studies. *IEEE Access*, 10, 99525-99540.
- 83.** Omarova, S. T. (2020). Technology v technocracy: Fintech as a regulatory challenge. *Journal of Financial Regulation*, 6(1), 75-124.
- 84.** Park, D., Zhang, Y., & Rosu, G. (2020). End-to-end formal verification of ethereum 2.0 deposit smart contract. In *Computer Aided Verification: 32nd International Conference, CAV 2020, Los Angeles, CA, USA, July 21–24, 2020, Proceedings, Part I* 32 (pp. 151-164). Springer International Publishing.
- 85.** Paul, P., Aithal, P. S., Saavedra, R., & Ghosh, S. (2021). Blockchain Technology and its Types—A Short Review. *International Journal of Applied Science and Engineering (IJASE)*, 9(2), 189-200.
- 86.** Politou, E., Casino, F., Alepis, E., & Patsakis, C. (2019). Blockchain mutability: Challenges and proposed solutions. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 9(4), 1972-1986.
- 87.** Raimundo, R., & Rosário, A. (2021). Blockchain system in the higher education. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 11(1), 276-293.
- 88.** Raudonius, J. (2019). *Vartotojų autentifikavimas tinklo paslaugose naudojant blokų grandines* (Doctoral dissertation, Kauno technologijos universitetas).
- 89.** Ravikumar, R., Kitana, A., Taamneh, A., Aburayya, A., Shwedeh, F., Salloum, S., & Shaalan, K. (2023). The Impact of Big Data Quality Analytics on Knowledge Management in Healthcare Institutions: Lessons Learned from Big Data's Application within The Healthcare Sector. *South Eastern European Journal of Public Health*.

- 90.** Riedl, R., Gschwentner, L., & Krueger, F. (2024). Determinants of Trust in Bitcoin: Literature Review and Results of a Survey Study. *Telematics and Informatics Reports*, 100132.
- 91.** Rjoub, H., Adebayo, T. S., & Kirikkaleli, D. (2023). Blockchain technology-based FinTech banking sector involvement using adaptive neuro-fuzzy-based K-nearest neighbors algorithm. *Financial Innovation*, 9(1), 65.
- 92.** Schär, F. (2021). Decentralized finance: On blockchain-and smart contract-based financial markets. *FRB of St. Louis Review*.
- 93.** Sedlmeir, J., Lautenschlager, J., Fridgen, G., & Urbach, N. (2022). The transparency challenge of blockchain in organizations. *Electronic Markets*, 32(3), 1779-1794.
- 94.** Seimo kanceliarija. (1991). Lietuvos Respublikos švietimo įstatymas. Lietuvos Respublikos Seimas. Prieiga internete: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.1480/asr>
- 95.** Sharma, R. C., Yildirim, H., & Kurubacak, G. (Eds.). (2019). *Blockchain technology applications in education*. IGI Global.
- 96.** Sharples, M., & Domingue, J. (2016). The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward. In *Adaptive and Adaptable Learning: 11th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2016, Lyon, France, September 13-16, 2016, Proceedings II* (pp. 490-496). Springer International Publishing.
- 97.** Singh, S. (2022). Consensus algorithms in blockchain technology: A comparative study. *Asian Journal of Multidimensional Research*, 11(10), 43-48.
- 98.** Solidity. (2021). Solidity v0.8.25 documentation. Prieiga internete: <https://docs.soliditylang.org/en/v0.8.25/>
- 99.** Tekutienė, A. (Red.). (2020). *Socialinis-pilietinis ugdymas per praktinę veiklą: mokyklų atstovų ir mokinių patirtys*. Nacionalinės švietimo agentūros Infrastruktūros plėtros departamento IT, leidybos ir logistikos skyrius. Prieiga internete: <https://www.nsa.smm.lt/wp-content/uploads/2020/12/Socialine-pilietine-veikla.pdf>
- 100.** Trepulė, E., Volungevičienė, A., Teresevičienė, M., Daukšienė, E., Greenspon, R., Tamoliūnė, G., ... & Vaitonytė, G. (2021). Atvirojo nuotolinio mokymosi vertinimo ir pripažinimo gairės: ieškant dermės su Nacionaline ir Europos kvalifikacijų sąrangomis Mikrokredencialų sprendimai siekiant.
- 101.** Tripathi, G., Ahad, M. A., & Casalino, G. (2023). A comprehensive review of blockchain technology: underlying principles and historical background with future challenges. *Decision Analytics Journal*, 100344.
- 102.** Turcu, C., Turcu, C., & Chiuchisan, I. (2019). Blockchain and its Potential in Education. *arXiv preprint arXiv:1903.09300*.

- 103.** UNESCO. Smart education platform in China: Laureate of the UNESCO Prize for ICT in education. Prieiga internete: <https://www.unesco.org/en/articles/smart-education-platform-china-laureate-unesco-prize-ict-education>
- 104.** Venkatesan, K., & Rahayu, S. B. (2024). Blockchain security enhancement: an approach towards hybrid consensus algorithms and machine learning techniques. *Scientific Reports*, *14*(1), 1149.
- 105.** Wang, Q., Li, R., Wang, Q., & Chen, S. (2021). Non-fungible token (NFT): Overview, evaluation, opportunities and challenges. *arXiv preprint arXiv:2105.07447*.
- 106.** Wei, G. (2023). The impact of blockchain technology on integrated green supply chain management in China: a conceptual study. *Journal of Digitainability, Realism & Mastery (DREAM)*, *2*(02), 58-65.
- 107.** Wenhua, Z., Qamar, F., Abdali, T. A. N., Hassan, R., Jafri, S. T. A., & Nguyen, Q. N. (2023). Blockchain technology: security issues, healthcare applications, challenges and future trends. *Electronics*, *12*(3), 546.
- 108.** Wylde, V., Rawindaran, N., Lawrence, J., Balasubramanian, R., Prakash, E., Jayal, A., ... & Platts, J. (2022). Cybersecurity, data privacy and blockchain: A review. *SN computer science*, *3*(2), 127.
- 109.** Wood, G. (2016). Polkadot: Vision for a heterogeneous multi-chain framework. *White paper*, *21*(2327), 4662.
- 110.** Xia, J., Li, H., & He, Z. (2023). The effect of blockchain technology on supply chain collaboration: A case study of lenovo. *Systems*, *11*(6), 299.
- 111.** Zeba, S., Suman, P., & Tyagi, K. (2023). Types of blockchain. In *Distributed Computing to Blockchain* (pp. 55-68). Academic Press.
- 112.** Zhao, J. L., Fan, S., & Yan, J. (2016). Overview of business innovations and research opportunities in blockchain and introduction to the special issue. *Financial innovation*, *2*, 1-7.
- 113.** Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H. (2017). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, *14*(4).
- 114.** Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017, June). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. In *2017 IEEE international congress on big data (BigData congress)* (pp. 557-564). Ieee.
- 115.** Zhong, W., Yang, C., Liang, W., Cai, J., Chen, L., Liao, J., & Xiong, N. (2023). Byzantine Fault-tolerant consensus algorithms: a survey. *Electronics*, *12*(18), 3801.

PRIEDAI

1. Išmaniosios sutarties programinis kodas.

```
2. // SPDX-License-Identifier: GPL-3.0
3. pragma solidity ^0.8.0;
4.
5.     import "@openzeppelin/contracts/access/AccessControl.sol";
6.     import "@openzeppelin/contracts/security/ReentrancyGuard.sol";
7.
8. //Pagrindinė sutartis su prieigos kontrole
9. contract PagrindinieSutartis is AccessControl, ReentrancyGuard {
10.     enum Kategorija { Mokslas, Menas, Sportas, SocialineVeikla }
11.     struct Asmuo {
12.         uint id;
13.         string role; // suvedama mokytojo arba mokinio
14.         string vardas;
15.         string pavarde;
16.     }
17.     //Vaidmenų priskyrimo logika sutarties kūrėjui, susijusi su sutarties
    valdymu
18.     constructor() {
19.         _grantRole(DEFAULT_ADMIN_ROLE, msg.sender);
20.         _grantRole(MOKYTOJO_ROLE, msg.sender);
21.         _grantRole(MOKINIO_ROLE, msg.sender);
22.         _grantRole(ORGANIZACIJA_ROLE, msg.sender);
23.     }
24.     struct Organizacija {
25.         address id;
26.         string pavadinimas;
27.         bool akredituota;
28.     }
29.     struct Mokinys {
30.         uint surinktosValandos;
31.         bool patvirtintas;
32.     }
33.     struct Veikla {
34.         uint id;
35.         string pavadinimas;
36.         string aprasymas;
37.         uint reikalingosValandos;
38.         address organizacijosAdresas;
39.         bool aktyvi;
40.         bool patvirtinta;
41.         Kategorija kategorija;
42.         uint vidutinisReitingas;
43.         uint reitinguSk;
44.     }
45.     struct MokinioVeikla {
46.         uint veiklaId;
47.         uint valandos;
48.         bool patvirtinta;
```

```

49.     }
50.     struct Atsiliepimas {
51.         uint id;
52.         uint veiklaId;
53.         address palikusioAsmensAdresas;
54.         string tekstas;
55.         uint sukurimoLaikas;
56.     }
57.
58.     bytes32 public constant MOKYTOJO_ROLE = keccak256("MOKYTOJO_ROLE");
59.     bytes32 public constant MOKINIO_ROLE = keccak256("MOKINIO_ROLE");
60.     bytes32 public constant ORGANIZACIJA_ROLE =
61.     keccak256("ORGANIZACIJA_ROLE");
62.
63.     uint public nextId = 1;
64.     uint public kitaVeiklaId = 1;
65.     mapping(uint => Asmuo) public asmenys;
66.     mapping(address => Organizacija) public akredituotosOrganizacijos;
67.     mapping(address => Mokinys) public mokiniai;
68.     mapping(address => uint) public mokinioAmzius;
69.     mapping(uint => Veikla) public veiklos;
70.     mapping(address => bool) public savanorioZenklelis;
71.     mapping(address => MokinioVeikla[]) public mokinioVeiklos;
72.     mapping(uint => Atsiliepimas[]) public veiklosAtsiliepimai;
73.     address[] public akredituotuOrganizacijuSarasas;
74.
75.     // Įvykiai
76.     event AsmuoAdded(uint id, string role, string vardas, string pavarde);
77.     event OrganizacijaAkredituota(address indexed id, string pavadinimas);
78.     event OrganizacijaDeakredituota(address indexed id);
79.     event VeiklaPrideta(uint id, string pavadinimas);
80.     event MokinysUzsiregistravo(uint veiklaId, address mokinys);
81.     event VeiklaPatvirtinta(uint id, address patvirtino);
82.     event AtsiliepimasPridetas(uint veiklaId, address palikusioAsmensAdresas,
83.     string tekstas);
84.     event MokinioValandosPridetos(address mokinys, uint veiklaId, uint
85.     valandos);
86.     event MokinioValandosPatvirtintos(address mokinys, uint valandos);
87.     event SavanorioZenklelisSuteiktas(address mokinys, uint veiklaId);
88.     event ValandosPatvirtintos(address mokinys, uint veiklaId, uint
89.     valandos);
90.
91.     //Galimybė kontrakto kūrėjui pridėti asmenį su specifine role
92.     function addAsmuo(string memory role, string memory vardas, string memory
93.     pavarde) public onlyRole(DEFAULT_ADMIN_ROLE) {
94.         asmenys[nextId] = Asmuo(nextId, role, vardas, pavarde);
95.         emit AsmuoAdded(nextId, role, vardas, pavarde);
96.         nextId++;
97.     }
98.
99.     //Galimybė viešai peržiūrėti ir pasiekti specifinę rolę turintį asmenį

```

```

95.     function getAsmuo(uint id) public view returns (uint _id, string memory
role, string memory vardas, string memory pavarde) {
96.         Asmuo memory asmuo = asmenys[id];
97.         return (asmuo.id, asmuo.role, asmuo.vardas, asmuo.pavarde);
98.     }
99.
100.    //Funkcija leidžianti įrašyti akredituotą organizaciją, arba akredituoti
ją išmaniąjame kontrakte
101.    function akredituotiOrganizacija(address _id, string memory _pavadinimas)
public onlyRole (DEFAULT_ADMIN_ROLE) {
102.        require(akredituotosOrganizacijos[_id].id == address(0),
"Organizacija jau egzistuoja arba jau akredituota.");
103.        akredituotosOrganizacijos[_id] = Organizacija(_id, _pavadinimas,
true);
104.        akredituotuOrganizacijuSarasas.push(_id);
105.        emit OrganizacijaAkredituota(_id, _pavadinimas);
106.    }
107.
108.    //Funkcija leidžianti panaikinti organizacijos akreditaciją
109.    function deakredituotiOrganizacija(address _id) public onlyRole
(DEFAULT_ADMIN_ROLE){
110.        require(akredituotosOrganizacijos[_id].akredituota, "Organizacija
nebuvo akredituota.");
111.        akredituotosOrganizacijos[_id].akredituota = false;
112.        emit OrganizacijaDeakredituota(_id);
113.    }
114.
115.    //Galima patikrinti ar organizacija yra akredituota
116.    function arOrganizacijaAkredituota(address _id) public view returns
(bool) {
117.        return akredituotosOrganizacijos[_id].akredituota;
118.    }
119.
120.    //Leidžiama visiems naudotojams viešai peržiūrėti visų akredituotų
organizacijų sąrašą
121.    function gautiAkredituotasOrganizacijas() public view returns (address[]
memory) {
122.        return akredituotuOrganizacijuSarasas;
123.    }
124.
125.    // Suteikia mokytojo teises nurodytam adresui
126.    function pridetiMokytoja(address mokytojas) public
onlyRole(DEFAULT_ADMIN_ROLE) {
127.        grantRole(MOKYTOJO_ROLE, mokytojas);
128.    }
129.
130.    // Suteikia organizacijos teises nurodytam adresui
131.    function pridetiOrganizacija(address organizacija) public
onlyRole(DEFAULT_ADMIN_ROLE) {
132.        grantRole(ORGANIZACIJA_ROLE, organizacija);
133.    }

```

```

134.
135.     // Suteikia organizacijos teises nurodytam adresui
136.     function pridetiMokini(address mokinys) public
onlyRole(DEFAULT_ADMIN_ROLE) {
137.         grantRole(MOKINIO_ROLE, mokinys);
138.     }
139.
140.     function nustatytimokinioAmziu(address mokinys, uint amzius) public
onlyRole(DEFAULT_ADMIN_ROLE) {
141.         require((amzius > 0), "Netinkamas amzius");
142.         mokinioAmzius[mokinys] = amzius;
143.     }
144.
145.     // Tikrina, ar asmuo turi mokytojo teises
146.     modifier tikMokytojas() {
147.         require(hasRole(MOKYTOJO_ROLE, msg.sender), "Asmuo nera mokytojas");
148.         _;
149.     }
150.
151.     //Leidžiama tik tinkamo amžiaus mokiniams
152.     function mokinioVeikla() public view {
153.         require(hasRole(MOKINIO_ROLE, msg.sender), "Tik mokinys gali atlikti
si veiksmą");
154.         require(mokinioAmzius[msg.sender] >=16, "mokinys turi buti maziausiai
16 metu");
155.     }
156.
157.     // Tikrina, ar asmuo turi organizacijos teises
158.     modifier tikOrganizacija() {
159.         require(hasRole(ORGANIZACIJA_ROLE, msg.sender), "Asmuo nera
organizacija");
160.         _;
161.     }
162.     //Tikrina, ar asmuo turi mokinio teises ir ar jis ne per jaunas
163.     modifier tikMokinys() {
164.         require(hasRole(MOKINIO_ROLE, msg.sender), "Asmuo nera mokinys");
165.         require(mokinioAmzius[msg.sender] >= 16, "Mokinys per jaunas");
166.         _;
167.     }
168.
169.     // Funkcija, kurią gali iškviešti tik mokytojas
170.     function mokytojoVeiksmi() public tikMokytojas {
171.     }
172.
173.     // Funkcija, kurią gali iškviešti tik organizacija
174.     function organizacijosVeiksmi() public tikOrganizacija {
175.     }
176.
177.     //Funkcija, kurią gali iškviešti tik mokinys ne jaunesnis nei 16 metų
178.     function mokinioVeiksmi() public tikMokinys{
179.     }

```

```

180.
181.     // Leidžia tik akredituotoms organizacijoms pridėti savanoriavimo
    galimybes
182.     function pridetiSavanoriavimoGalimybe(string memory pavadinimas, string
    memory aprasymas) public onlyRole(ORGANIZACIJA_ROLE) {
183.         veiklos[kitaVeiklaId].pavadinimas = pavadinimas;
184.         veiklos[kitaVeiklaId].aprasymas = aprasymas;
185.         veiklos[kitaVeiklaId].patvirtinta = true;
186.         kitaVeiklaId++;
187.     }
188.
189.     // Mokytojai gali peržiūrėti mokinių veiklą ir patvirtintas valandas
190.     function perziuretiMokinioVeikla(address mokinys) public view
    onlyRole(MOKYTOJO_ROLE) returns (string memory) {
191.     }
192.
193.     //Galimybė pridėti nurodytą valandų skaičių prie konkretaus mokinio
    surinktų valandų
194.     function pridetiValandas(address mokinioAdresas, uint valandos) public
    tikMokytojas {
195.         mokiniai[mokinioAdresas].surinktosValandos += valandos;
196.     }
197.
198.     //Pažymima, jog mokinio surinktos valandos patvirtintos
199.     function patvirtintiValandas(address mokinioAdresas) public tikMokytojas
    {
200.         mokiniai[mokinioAdresas].patvirtintas = true;
201.     }
202.     // Funkcija, skirta skaičiuoti ir patvirtinti mokinių atliktas
    savanoriavimo veiklas
203.     function patvirtintiMokinioVeikla(address mokinys, uint veiklaId, uint
    valandos) public onlyRole(MOKYTOJO_ROLE) {
204.         require(mokiniai[mokinys].patvirtintas, "Mokinys dar
    nepatvirtintas.");
205.         require(veiklos[veiklaId].patvirtinta, "Veikla dar nepatvirtinta.");
206.         require(valandos > 0, "Valandu skaicius turi buti didesnis nei 0.");
207.         // Patikriname, ar mokinys surinko minimalų valandų skaičiaus
208.         require((mokiniai[mokinys].surinktosValandos + valandos) >= 20,
    "Nepakanka minimalaus valandu skaiciaus.");
209.
210.         bool veiklaRasta = false;
211.         for (uint i = 0; i < mokinioVeiklos[mokinys].length; i++) {
212.             if (mokinioVeiklos[mokinys][i].veiklaId == veiklaId &&
    !mokinioVeiklos[mokinys][i].patvirtinta) {
213.                 mokinioVeiklos[mokinys][i].valandos += valandos;
214.                 mokinioVeiklos[mokinys][i].patvirtinta = true;
215.                 veiklaRasta = true;
216.                 emit ValandosPatvirtintos(mokinys, veiklaId, valandos);
217.                 break;
218.             }
219.         }

```



```

220.
221.     require(veiklaRasta, "Mokinys nebuvo uzsiregistraves i sia veikla
    arba veikla jau patvirtinta.");
222.
223.     // Atnaujiname bendrą mokinio surinktų valandų skaičių
224.     mokiniai[mokinys].surinktosValandos += valandos;
225. }
226.
227.     // Funkcija, kuri skaičiuoja bendrą konkretaus mokinio atliktų
    savanoriavimo valandų skaičių
228.     function lygintiMokinioValandas(address mokinioAdresas) public view
    returns (uint) {
229.         uint bendrasValanduSkaicius = 0;
230.         MokinioVeikla[] memory visoVeiklos = mokinioVeiklos[mokinioAdresas];
231.         for (uint i = 0; i < visoVeiklos.length; i++) {
232.             if (visoVeiklos[i].patvirtinta) {
233.                 bendrasValanduSkaicius += visoVeiklos[i].valandos;
234.             }
235.         }
236.         return bendrasValanduSkaicius;
237.     }
238.
239.     //Leidžiama viešai susipažinti su mokinio surinktų savanoriavimo valandų
    skaičiumi
240.     function gautiMokinioValandas(address mokinioAdresas) public view returns
    (uint surinktosValandos, bool patvirtintas) {
241.         Mokinys memory mokinys = mokiniai[mokinioAdresas];
242.         return (mokinys.surinktosValandos, mokinys.patvirtintas);
243.     }
244.     // Pridėta funkcija mokinio socialinių-pilietinių valandų peržiūrai
245.     function gautiMokinioSocialinesPilietinesValandas(address mokinioAdresas)
    public view returns (uint surinktosValandos, bool patvirtintas) {
246.         require(mokiniai[mokinioAdresas].surinktosValandos > 0, "Mokinys
    neturi surinkes valandu.");
247.         return (mokiniai[mokinioAdresas].surinktosValandos,
    mokiniai[mokinioAdresas].patvirtintas);
248.     }
249.
250.     //Įtraukiama nauja savanoriavimo galimybė
251.     function pridetiVeikla(string memory pavadinimas, string memory
    aprasymas, Kategorija kategorija, uint vidutinisReitingas, uint reitinguSk,
    uint reikalingosValandos, address organizacijosAdresas) public {
252.         require(akredituotosOrganizacijos[organizacijosAdresas].akredituota,
    "Organizacija neakredituota.");
253.         veiklos[kitaVeiklaId] = Veikla({
254.             id: kitaVeiklaId,
255.             pavadinimas: pavadinimas,
256.             aprasymas: aprasymas,
257.             reikalingosValandos: reikalingosValandos,
258.             organizacijosAdresas: organizacijosAdresas,
259.             aktyvi: true,

```

```

260.         patvirtinta: false,
261.         kategorija: kategorija,
262.         vidutinisReitingas: vidutinisReitingas,
263.         reitinguSk: reitinguSk
264.     });
265.     kitaVeiklaId++;
266. }
267.
268.     //Leidžiama keisti konkrečias savanoriavimo galimybes ir priskirti joms
naujas būsenas
269.     function keistiVeiklosStatusa(uint id, bool naujasStatusas) public {
270.         veiklos[id].aktyvi = naujasStatusas;
271.     }
272.     function gautiVeiklasPagalKategorijaIrReitinga(Kategorija kategorija,
uint minimalusReitingas) public view returns (uint[] memory) {
273.         uint[] memory tinkamosVeiklos;
274.         uint indexas = 0;
275.         for (uint i = 0; i < kitaVeiklaId; i++) {
276.             if (veiklos[i].kategorija == kategorija &&
veiklos[i].vidutinisReitingas >= minimalusReitingas) {
277.                 tinkamosVeiklos[indexas] = i;
278.                 indexas++;
279.             }
280.         }
281.         return tinkamosVeiklos;
282.     }
283.     // Suteikia galimybę mokiniui registruotis į veiklą
284.     function registruotiMokiniuiVeikla(address mokinioAdresas, uint veiklaId)
public {
285.         require(veiklos[veiklaId].id != 0, "Veikla neegzistuoja.");
286.         require(veiklos[veiklaId].patvirtinta, "Veikla neaktyvi.");
287.         MokinioVeikla memory naujaVeikla = MokinioVeikla(veiklaId, 0, false);
288.         mokinioVeiklos[mokinioAdresas].push(naujaVeikla);
289.         emit MokinysUzsiregistravo(veiklaId, mokinioAdresas);
290.     }
291.
292.     function pridetiAtsiliepima(uint _veiklaId, string memory _tekstas)
public {
293.         require(veiklos[_veiklaId].id != 0, "Veikla neegzistuoja.");
294.         veiklosAtsiliepimai[_veiklaId].push(Atsiliepimas({
295.             id: veiklosAtsiliepimai[_veiklaId].length,
296.             veiklaId: _veiklaId,
297.             palikusioAsmensAdresas: msg.sender,
298.             tekstas: _tekstas,
299.             sukurimoLaikas: block.timestamp
300.         })));
301.         emit AtsiliepimasPridetas(_veiklaId, msg.sender, _tekstas);
302.     }
303.     function pridetiReitinga(uint veiklaId, uint reitingas) public tikMokinys
{
304.         require(veiklos[veiklaId].patvirtinta, "Veikla nebuvo patvirtinta.");

```

```

305.     require(reitingas >= 1 && reitingas <= 5, "Netinkamas reitingas.");
306.     Veikla storage veikla = veiklos[veiklaId];
307.     veikla.vidutinisReitingas = (veikla.vidutinisReitingas *
veikla.reitinguSk + reitingas) / (veikla.reitinguSk + 1);
308.     veikla.reitinguSk += 1;
309. }
310.     // Leidžiama peržiūrėti konkretaus mokinio dalyvavimą savanoriavimo
veikloje
311.     function gautiMokinioVeiklos(address mokinioAdresas) public view returns
(uint[] memory veikluId, bool[] memory patvirtintos) {
312.         uint veikluSk = mokinioVeiklos[mokinioAdresas].length;
313.         veikluId = new uint[](veikluSk);
314.         patvirtintos = new bool[](veikluSk);
315.
316.         for (uint i = 0; i < veikluSk; i++) {
317.             uint veiklaId = mokinioVeiklos[mokinioAdresas][i].veiklaId;
318.             veikluId[i] = veiklaId;
319.             patvirtintos[i] = veiklos[veiklaId].patvirtinta;
320.         }
321.         return (veikluId, patvirtintos);
322.     }
323.
324.     // Suteikia galimybę mokytojui patvirtinti konkretų veiklų skaičių
mokiniui
325.     function uzregistruotiVeikla(address mokinsys, uint veiklaId, uint
valandos) public onlyRole(MOKYTOJO_ROLE) {
326.         require(veiklos[veiklaId].id != 0, "Veikla neegzistuoja.");
327.         MokinioVeikla memory veikla = MokinioVeikla({
328.             veiklaId: veiklaId,
329.             valandos: valandos,
330.             patvirtinta: false
331.         });
332.
333.         mokinioVeiklos[mokinsys].push(veikla);
334.     }
335.
336.     function perziuretiMokinioVeiklas(address mokinsys) public view
returns(MokinioVeikla[] memory) {
337.         return mokinioVeiklos[mokinsys];
338.     }
339.
340.     // Funkcija, kuri skaičiuoja bendrą konkretaus mokinio atliktų
savanoriavimo valandų skaičių
341.     function suskaiciuotiMokinioValandas(address mokinioAdresas) public view
returns (uint) {
342.         uint bendrasValanduSkaicius = 0;
343.         MokinioVeikla[] memory visoVeiklos = mokinioVeiklos[mokinioAdresas];
344.         for (uint i = 0; i < visoVeiklos.length; i++) {
345.             bendrasValanduSkaicius += visoVeiklos[i].valandos;
346.         }
347.         return bendrasValanduSkaicius;

```

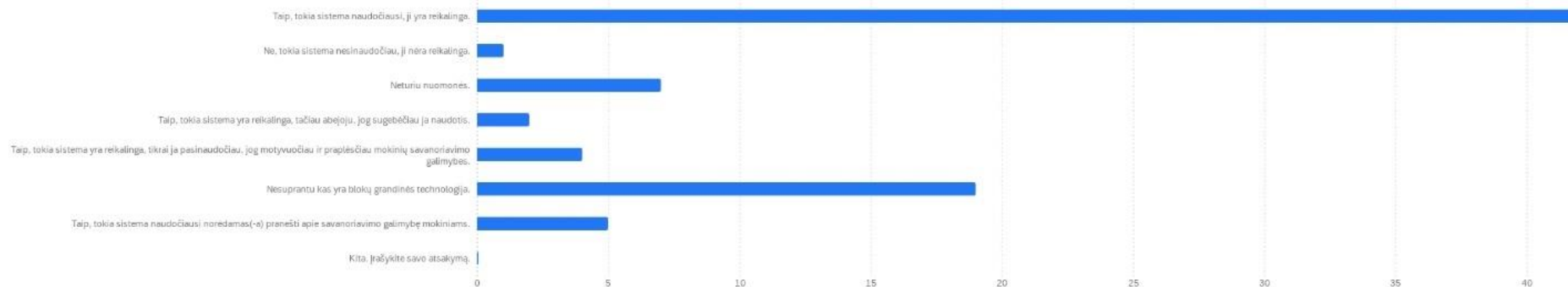
```

348.     }
349.
350.     //Galimybė skirti mokiniui savanorio el.ženklelį
351.     function suteiktiSavanorioZenkleli(address mokinioAdresas, uint veiklaId)
352.     public onlyRole(MOKYTOJO_ROLE) {
353.         require(veiklos[veiklaId].id != 0, "MokinioVeikla neegzistuoja");
354.         require(!savanorioZenklelis[mokinioAdresas], "Mokinys jau turi
355.         savanorio zenkleli uz sia veikla");
356.         uint bendrasValanduSkaicius = 0;
357.         for (uint i = 0; i < mokinioVeiklos[mokinioAdresas].length; i++) {
358.             if (mokinioVeiklos[mokinioAdresas][i].veiklaId == veiklaId &&
359.             mokinioVeiklos[mokinioAdresas][i].patvirtinta) {
360.                 bendrasValanduSkaicius += veiklos[veiklaId].reikalingosValandos;
361.             // Atnaujintas valandų skaičiavimas
362.             }
363.         }
364.         require(bendrasValanduSkaicius >= veiklos[veiklaId].reikalingosValandos,
365.         "Nepakankamas valandu skaicius");
366.
367.         savanorioZenklelis[mokinioAdresas] = true; // Suteikiamas savanoriavimo
368.         ženklelis
369.     }
370. }

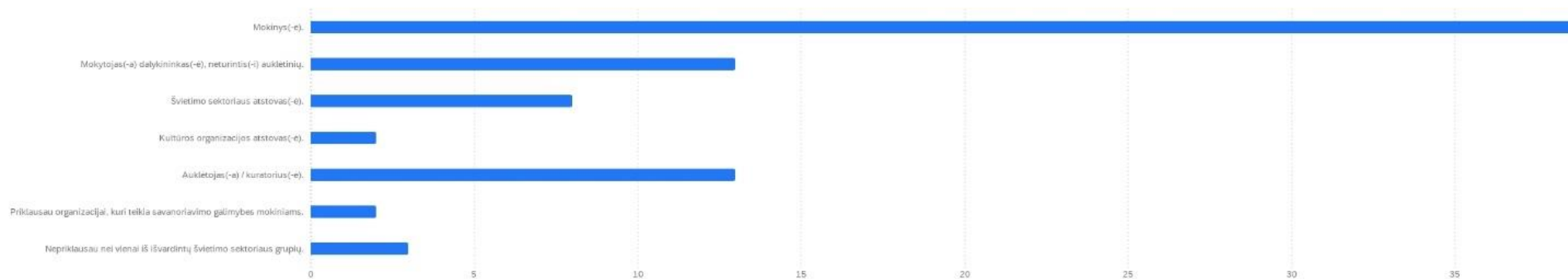
```

2. Vykdytos apklausos respondentų atsakymai, surinkti naudojant „Qualtrics“ platformą.

Ar naudotumėtės visuotine sistema, kuri apskaitytų mokinių socialines-pilietines (savanoriavimo) valandas naudojant blokų grandinės technologiją? 80



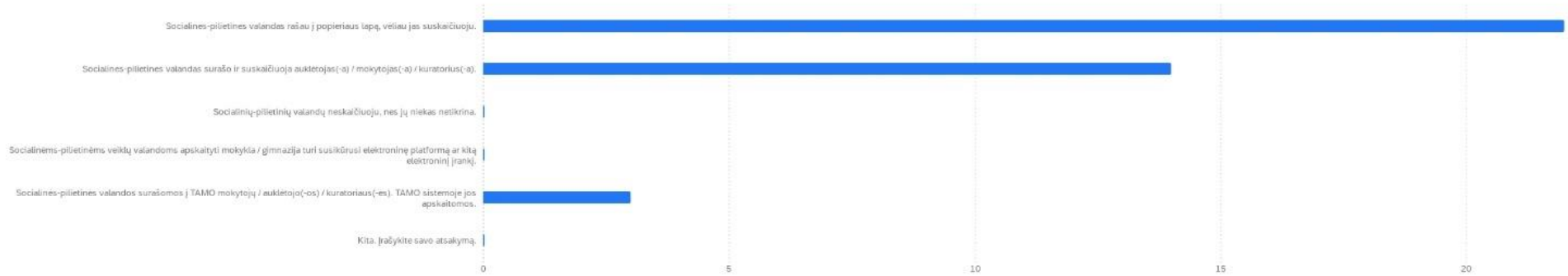
Kuri iš šių grupių geriausiai apibūdina Jūsų vaidmenį švietimo sektoriuje? Prašome pasirinkti vieną iš šių variantų: 80



Ar Jums reikia savanoriauti ir kiekvienais mokslo metais surinkti nustatytą skaičių socialinių-pilietinių valandų? 39



Kokiu būdu šiais mokslo metais vykdote savo socialinių-pilietinių valandų apskaitą? 39 ⓘ



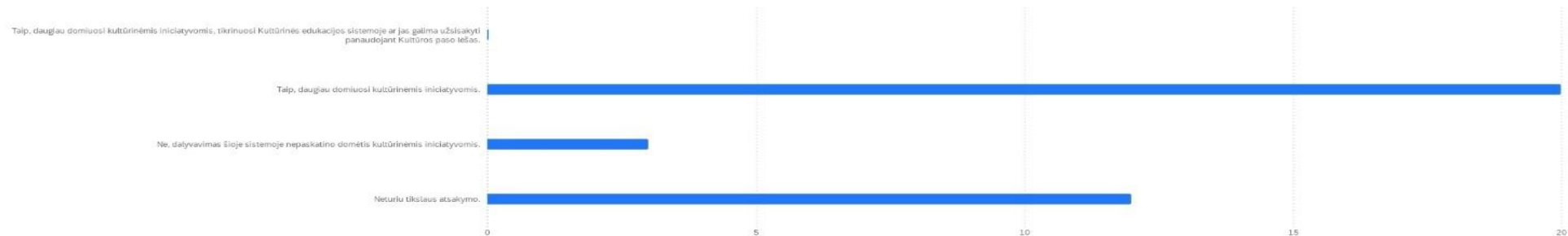
Kuriai mokinių grupei priklausote? Prašome pasirinkti vieną iš šių variantų: 39 ⓘ



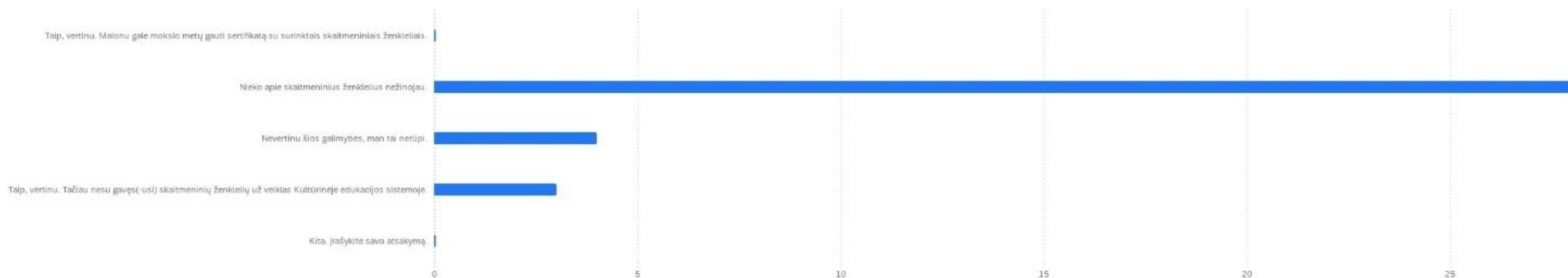
Ar žinai, jog kultūrinės edukacinės sistemos pagalba gali naudotis LR valstybės skirtomis lėšomis kultūros paso paslaugoms įsigyti? Šiemet maksimali vienos paslaugos kaina mokiniui metams siekia 11 eurų. 3 ⓘ



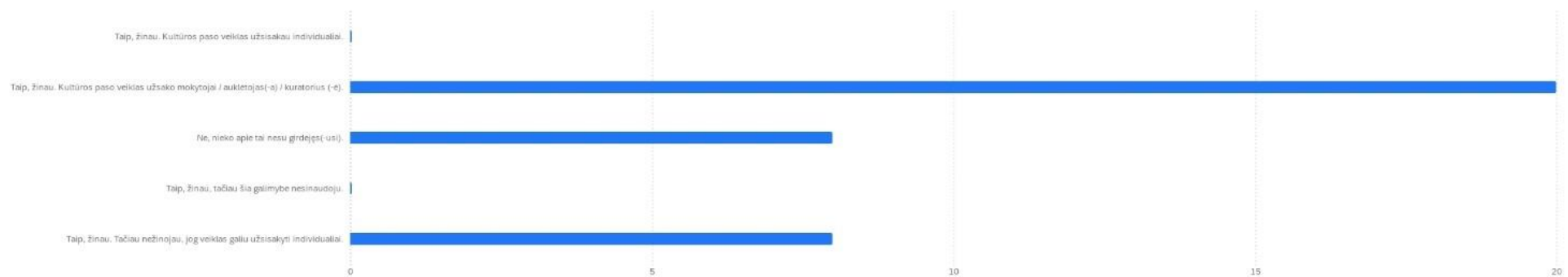
Ar manote, jog dalyvavimas Kultūrinės edukacijos sistemoje paskatino Jus daugiau domėtis kultūrinėmis iniciatyvomis? 35



Ar vertinate galimybę gauti skaitmeninį ženklėlį už dalyvavimą Kultūrinės edukacijos sistemos veiklose? 35



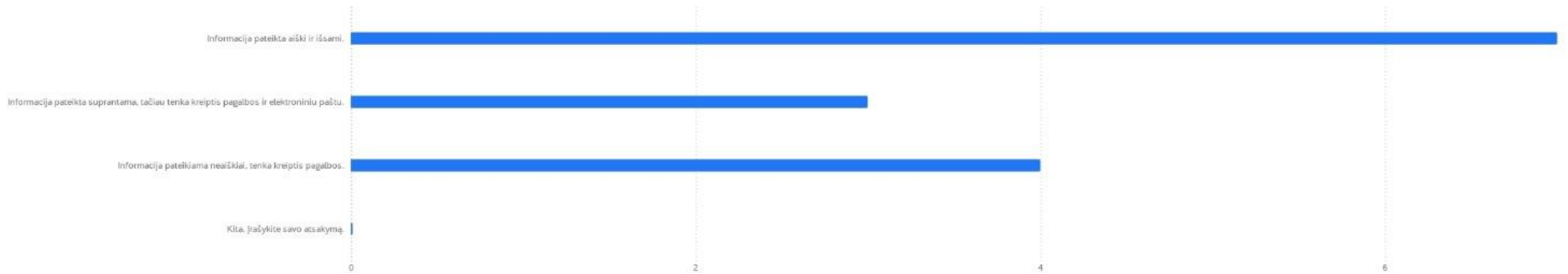
Ar žinai, jog kultūrinės edukacinės sistemos pagalba gali naudotis LR valstybės skiriamomis lėšomis kultūros paso paslaugoms įsigyti? Šiemet maksimali vienos paslaugos kaina mokiniui metams siekia 11 eurų. 36



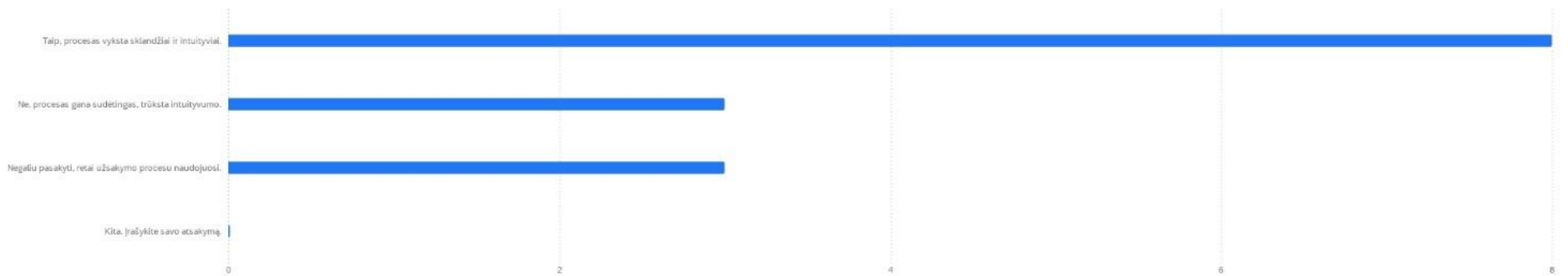
Jei Kultūros pasu veiklas užsisakai individualiai, įvertink Kultūrinės edukacinės sistemos naudojimosi galimybes. ①



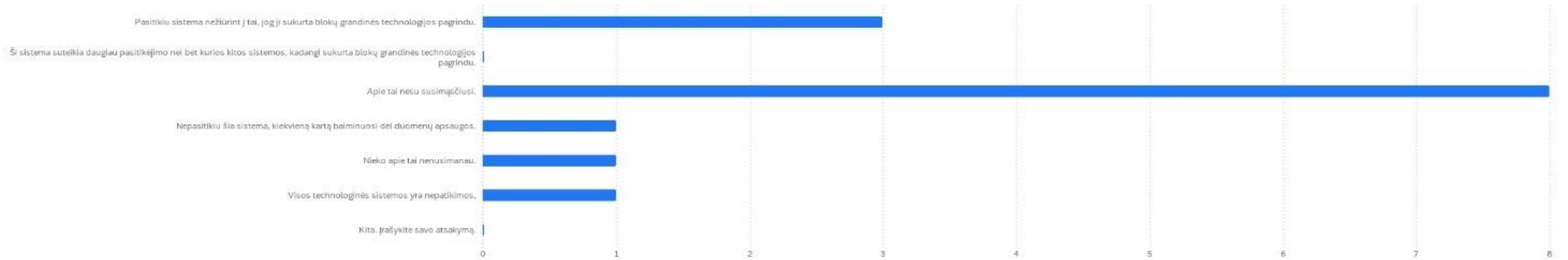
Kaip vertinate Kultūrinės edukacijos sistemos naudojimo instrukcijų aiškumą ir išsamumą? 14 ①



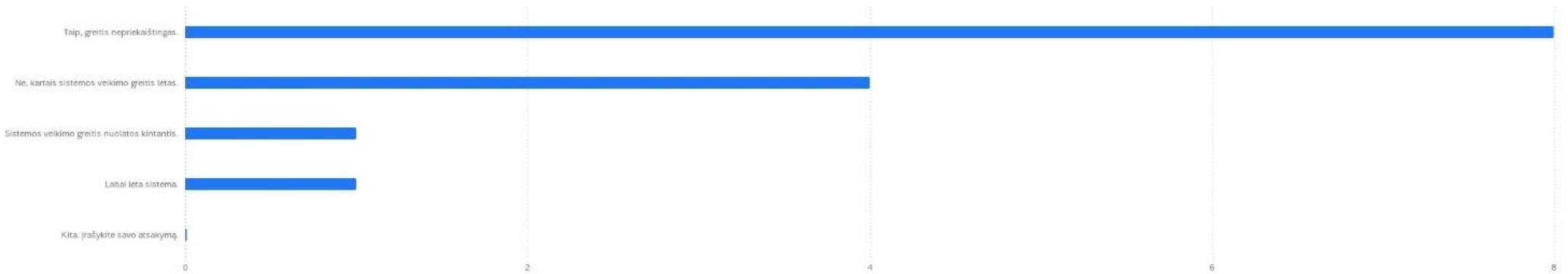
Ar veiklų užsakymo/pateikimo procesas Kultūrinės edukacijos sistemoje yra intuityvus? 14 ①



Kaip vertinate asmeninių duomenų apsaugą, naudojant Kultūrinės edukacijos sistemą, kuri sukurta remiantis blokų grandinės technologija? 14



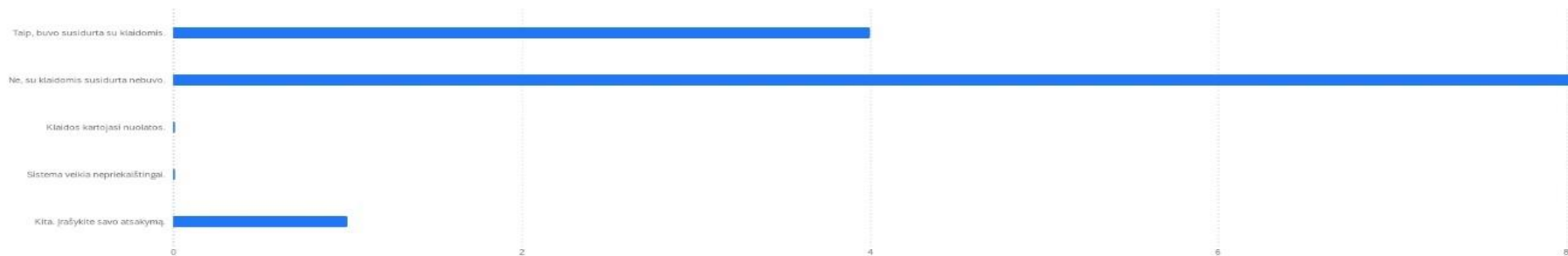
Ar esate patenkinti Kultūrinės edukacijos sistemos veikimo greičiu? 14



Ar teko kreiptis dėl techninės pagalbos naudojantis Kultūrinės edukacijos sistema? 14



Ar susidūrėte su Kultūrinės edukacijos sistemos klaidomis? 14



Ar sistema turi prieigos sutrikimų? 14



Ar susidūrėte su sunkumais naudodami Kultūrinės edukacijos sistemą? 14

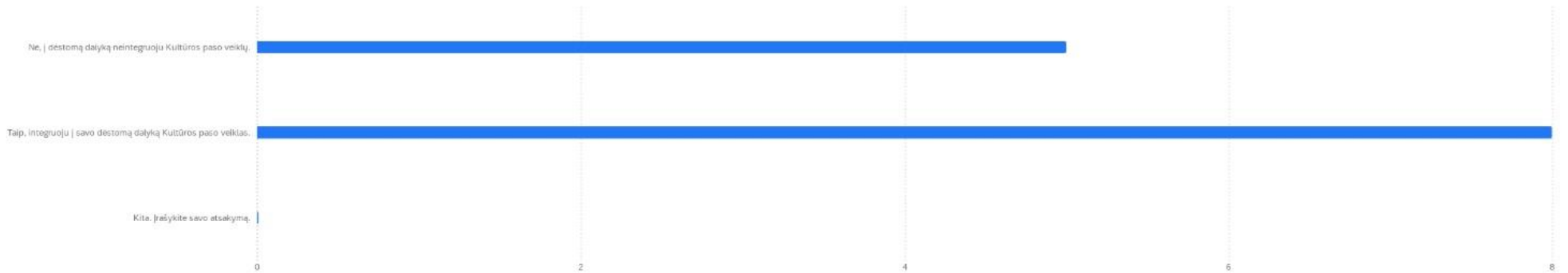


Jei Kultūrinės edukacijos sistema sudėtinga, kokios sistemos dalys Jums sukėlė daugiausiai problemų? 13 ⓘ

Skambinimasis ir derinimasis dėl edukacinės veiklos. Tai kas išrašyta sistemoje- neatitinka realybės (data, valanda ir kt)

Prišijungti

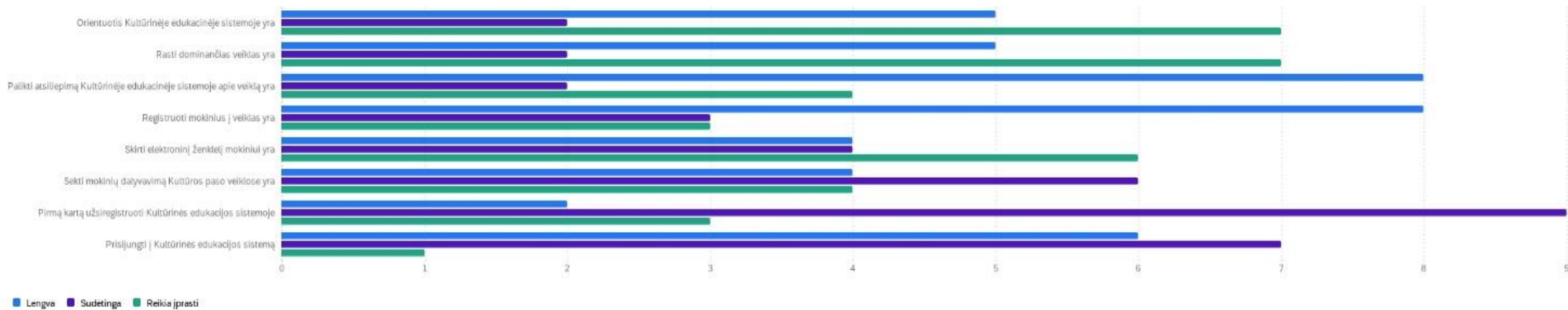
Ar integruojate į savo dėstomą dalyką Kultūros paso veiklas? 13 ⓘ



Jei į dėstomą dalyką integruojate Kultūros paso veiklas ar pats(-i) jas užsakote Kultūrinėje edukacijos sistemoje? 7 ⓘ



Jei Kultūros paso veiklas užsakote pats(-i), įvertinkite Kultūrinės edukacinės sistemos naudojimosi galimybes. 14 ⓘ



Kodėl neintegruojate į savo dėstomą dalyką Kultūros paso veiklą? 5 ⓘ



Kodėl neintegruojate į savo dėstomą dalyką Kultūros paso veiklą?: Kita, įrašykite savo atsakymą. ⓘ

Mano dėstomam dalykui Kultūros pasas beveik nesiūlo veiklų, o siūlomos nesiderina su dalyko programa

Ar užsakote mokiniams Kultūros paso veiklas? 13



Kodėl Kultūros paso veiklų mokiniams neužsakote? 3



Jei esate švietimo sektoriaus atstovas ar užsakinėjate mokiniams Kultūros paso veiklas? 8



Jei esate kultūros organizacijos atstovas(-ė), kuriai grupei priklausote? Prašome pasirinkti vieną iš šių variantų: [?](#) [?](#)

Esu kultūros paslaugų teikėjas(-a) ir dalyvauju Kultūrinėje edukacinėje sistemoje. Teikiu kultūros paslaugas.

Esu kultūros paslaugų teikėjas(-a), nedalyvauju Kultūrinėje edukacinėje sistemoje. Neteikiu kultūros paslaugų.

Kitas. Įrašykite savo atsakymą.

0

1

2

Jei esate iš organizacijos, teikiančios mokiniams savanorystės galimybes, kokius iššūkius dažniausiai patiriate bandydami pritraukti mokinius į šią veiklą? Įrašykite savo atsakymą. [?](#)

Kaip apskaičiuoti valandas. Dažniausiai žiūrima iš akies, skaičiuojama plus minus. Ypač, kai daug renginių ir mokinių. Nes organizacija neturi išteklių/priemonių valandų skaičiavimui

Ribų laikymasis, kad savanorysteje valandos būtų realios. Dažnai norima fiktyvių valandų.