



VILNIAUS UNIVERSITETAS  
DUOMENŲ MOKSLO IR SKAITMENINIŲ TECHNOLOGIJŲ INSTITUTAS  
IŠMANIŲJŲ TECHNOLOGIJŲ TYRIMŲ GRUPĖ

Raimundas Savukynas

## DAIKTŲ INTERNETO OBJEKTŲ IDENTIFIKAVIMO IR AUTENTIFIKAVIMO METODO TYRIMAS IR TOBULINIMAS

Metinė ataskaitinė informatikos inžinerijos krypties doktorantų konferencija  
Doktorantūros laikotarpis 2016 – 2020 m.

Informatikos inžinerijos studijų programa  
Informatikos inžinerijos mokslo kryptis (07T)

**Darbo vadovas:** dr. Virginijus Marcinkevičius  
**Darbo konsultantas:** prof. dr. Albertas Čaplinskas

Vilnius, 2020

# Darbo rezultatų aprobavimas



## 2016 - 2020 m. atlikti darbai:

### ➤ 2018 - 2019 m. m. išlaikyti egzaminai:

1. Žiniomis grindžiami metodai ir sistemos belaidžių technologijų taikymuose. Komisijos sudėtis: prof. dr. Dalė Dzemydienė (pirmininkė), prof. dr. Albertas Čaplinskas, prof. dr. Saulius Gudas. Egzamino laikymo data 2017 m. birželio 5 d.  
***Įvertinimas 9 (labai gerai).***
2. Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika. Komisijos sudėtis: prof. dr. Albertas Čaplinskas (pirmininkas), prof. dr. Saulius Gudas, doc. dr. Audronė Lupeikienė. Egzamino laikymo data 2017 m. birželio 16 d.  
***Įvertinimas 8 (gerai).***
3. Kompiuterinės mokymo technologijos. Komisijos sudėtis: prof. dr. Valentina Dagienė (pirmininkė), dr. Tatjana Jevsikova, dr. Anita Juškevičienė. Egzamino laikymo data 2017 m. rugpjūčio 23 d.  
***Įvertinimas 10 (puikiai).***
4. Informatikos inžinerijos matematiniai metodai. Komisijos sudėtis: dr. Gintautas Tamulevičius (pirmininkas), dr. Jolita Bernatavičienė, dr. Gražina Korvel. Egzamino laikymo data 2018 m. rugsėjo 28 d.  
***Įvertinimas 8 (gerai).***

# Darbo rezultatų aprobavimas (2)



## 2016 - 2020 m. atlikti darbai:

- Straipsniai periodiniuose recenzuojamuose leidiniuose:
  1. Savukynas, R., Marcinkevičius, V. (2017). Daiktų interneto objektų identifikavimo metodų palyginimas, *Informacijos mokslai*, 78(4): 66-82. ISSN: 1392-0561. DOI: 10.15388/Im.2017.78.10835.
  2. Savukynas, R. (2020). Integration of Safety Means with Functions of Blockchain in Multi-layered Architecture of IoT for Safer Data Transmission Procedures, *Computer Science & Information Technology*, 10(10), 33-18. ISSN: 2231-5403. DOI: 10.5121/csit.2020.101004.

# Darbo rezultatų aprobavimas (3)



## 2016 - 2020 m. atlikti darbai:

### ➤ Straipsniai recenzuojamuose konferencijų leidiniuose:

1. Savukynas, R., Dzemydienė, V. (2018). Security Means in Multilayered Architecture of Internet of Things for Secure Communication and Data Transmission. In: *Proceedings of Baltic DB&IS 2018 Conference Forum and Doctoral Consortium co-located with the 13th International Baltic Conference on Databases and Information Systems (Baltic DB&IS 2018)*, Trakai, Lithuania, July 1-4, 127-134. ISSN: 1613-0073.
2. Matulevičius, R.; Savukynas, R. (2019). Application of the Reference Model for Security Risk Management in the Internet of Things Systems. In: *Lupeikienė, A., Vasilecas, O., Dzemyda, G. (Ed). Databases and Information Systems X*. IOS Press (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications), 65-78. ISBN: 978-1-61499-940-9. DOI: 10.3233/978-1-61499-941-6-65.
3. Savukynas, R. (2020). Internet of Things Information System Security for Smart Devices Identification and Authentication. In: *Proceedings of 8th International Conference on Cyber-Physical Systems and Internet-of-Things*, Budva, Montenegro, June 8–11, 2020, 127–134. ISSN: 2637-9511. DOI: 10.1109/MECO49872.2020.9134343.

# Darbo rezultatų apibavimas (4)

2016 - 2020 m. atlikti darbai:



## ➤ Santraukos konferencijų leidiniuose

1. Savukynas, R., Marcinkevičius, V., Čaplinskas, A. (2016). A Review of Infrastructures of Internet of Things. In: *Proceedings of 8th International Workshop on Data Analysis Methods for Software Systems*, Druskininkai, Lithuania, December 1–3, 2016, 19. ISBN: 978-9986-680-61-1. DOI: 10.15388/DAMSS.2016.
2. Savukynas, R. (2017). Daiktų interneto objektų identifikavimas. *Kompiuterininkų dienos – 2017: konferencijos pranešimų santrauka*, Vilnius, 2017 m. rugsėjo 22 d. Kaunas: Žara, 66–82. ISBN 978-9986-34-326-4.
3. Savukynas, R., Marcinkevičius, V., Dzemydienė, D. (2017). A Research on Safety Methods of Communication Protocols of Internet of Things. In: *Proceedings of 9th International Workshop on Data Analysis Methods for Software Systems*, Druskininkai, Lithuania, November 30–December 2, 2017, 42–43. ISBN: 978-9986-680-64-2. DOI: 10.15388/DAMSS.2017.
4. Savukynas, R., Marcinkevičius V. (2018). Blockchain Technology for Security and Privacy in Internet of Things. In: *Proceedings of 10th International Workshop on Data Analysis Methods for Software Systems*, Druskininkai, Lithuania, November 29–December 1, 2018, 74. ISBN: 978-609-07-0043-3, DOI:10.15388/DAMSS.2018.1.
5. Savukynas, R. (2019). Connected Vehicle Reference Model for Security Risk Management in Internet of Things, in *Proceedings of 11th International Workshop on Data Analysis Methods for Software Systems*, Druskininkai, Lithuania, November 28–30, 2019, 73. ISBN 978-609-07-0325-0. DOI: 10.15388/DAMSS.11.2019.

# Darbo rezultatų apibavimas (5)



## 2016 - 2020 m. m. atlikti darbai:

- Skaityti pranešimai tarptautinėse konferencijose:
  1. 8-oji tarptautinė konferencija „Cyber-Physical Systems and Internet-of-Things“. Budva, Juodkalnija. 2020 m. birželio 8–7 d.
  2. 1-oji tarptautinė konferencija „Blockchain and Internet of Things“. Londonas, Anglija, 2020 m. liepos 25–26 d.
- Skaityti pranešimai Lietuvos konferencijose:
  1. 8-oji mokslinė konferencija „Duomenų analizės metodai programų sistemoms“. Druskininkai, Lietuva. 2016 m. gruodžio 1–3 d.
  2. 18-oji mokslinė kompiuterininkų konferencija „Kompiuterininkų dienos – 2017“. Kaunas, Lietuva. 2017 m. rugsėjo 21–23 d.
  3. 9-oji mokslinė konferencija „Duomenų analizės metodai programų sistemoms“. Druskininkai, Lietuva. 2017 m. lapkričio 30–gruodžio 2 d.
  4. 13-oji mokslinė konferencija „Duomenų bazės ir informacinės sistemos“. Trakai, Lietuva. 2018 m. liepos 1–4 d.
  5. 10-oji mokslinė konferencija „Duomenų analizės metodai programų sistemoms“. Druskininkai, Lietuva. 2018 m. lapkričio 29–gruodžio 1 d.
  6. 11-oji mokslinė konferencija „Duomenų analizės metodai programų sistemoms“. Druskininkai, Lietuva. 2019 m. lapkričio 28–30 d.

# Darbo rezultatų apibavimas (6)



## 2016 - 2020 m. atlikti darbai:

- Dalyvauta vasaros mokyklose:
  1. Cyber Security Summer School Blockchain: „Applications and Security”, University of Tartu, Voore, Estonia, July 1–5, 2019.
  2. Summer School „Security in Things”, (SeThi), University of Rostock, Rostock, Germany, August 24–September 4, 2020.
- Vadovauta VU MIF bakalaurų baigiamiesiems darbams:
  1. Bagdanovas, B. (2019). Internetinių apklausų sistemos kūrimas. Įvertinimas – 5.
  2. Lamanauskaitė, E. (2020). Verslo analitikos priemonių taikymas duomenų analizei. Įvertinimas – 7.
  3. Kazlauskas, T. (2020). Papildytos realybės muziejaus aplikacijos kūrimas „Android“ operacinei sistemai. Įvertinimas – 8.

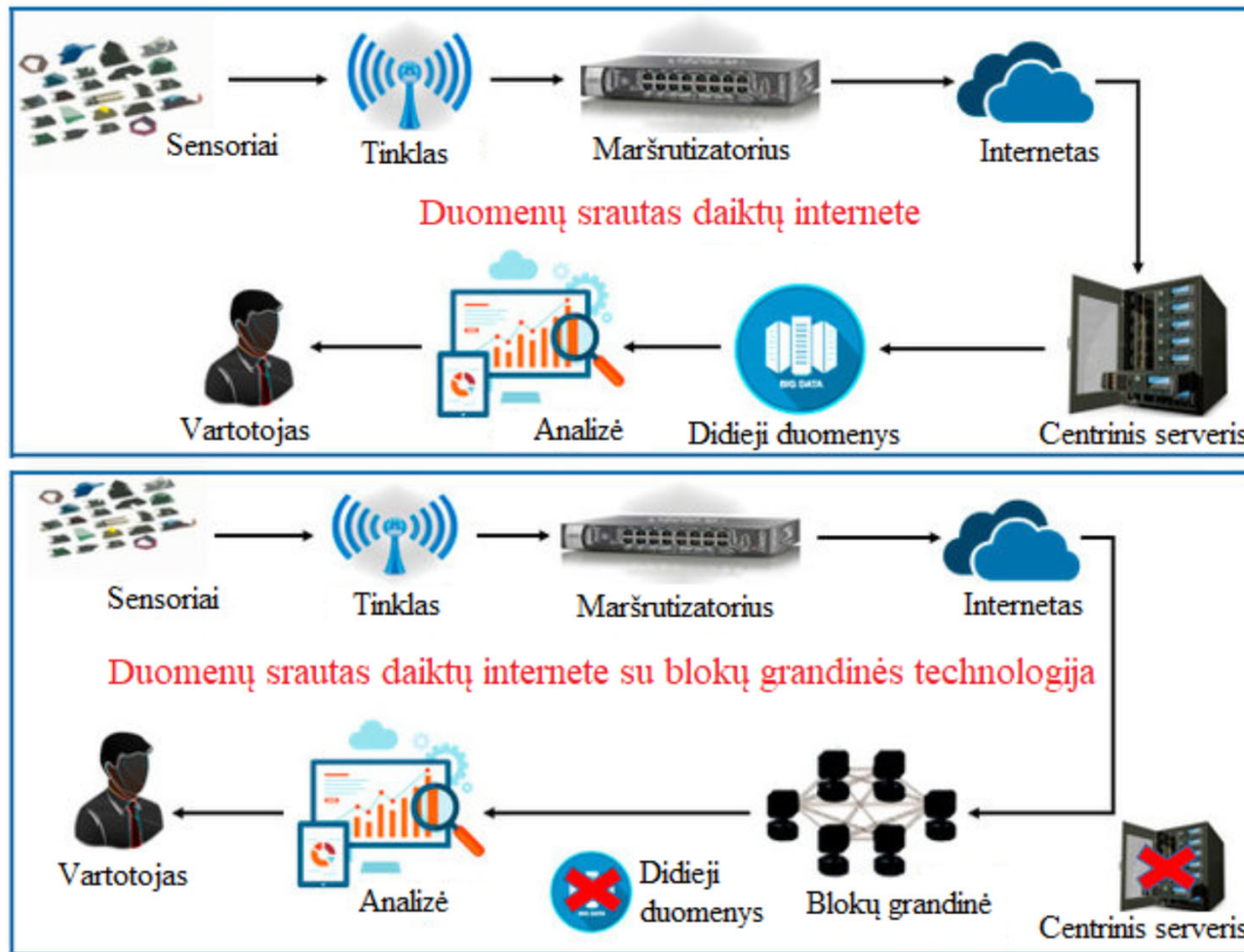
# Tyrimų kontekstas



- ***Daiktų internetas*** – tarpusavyje sujungtų heterogeninių įterptinių skaičiavimo įrengimų tinklas tarp objektų (mazgų), kai objektai tarpusavyje gali rinkti ir keisti duomenimis. Daiktų internetas apima fizinius įrenginius, kuriuose įterpti jutikliai, valdikliai ir komunikacinės sąsajos.
- ***Daiktų interneto objektai*** – fiziniai įrenginiai, kurie sąveikauja tarpusavyje, naudodami interneto ryšio protokolus.
- ***Identifikavimas*** – procesas, kurio metu objektui yra priskiriami unikalūs duomenys, pagal kuriuos jis gali būti vienareikšmiškai atskirtas nuo kitų objektų.
- ***Autentifikavimas*** – procesas, kurio metu objektui priskirti unikalūs duomenys yra palyginami su duomenų bazėje esančia informacija apie šį objektą.



# Tiriamoji problema



# Tyrimų objektas, tikslas ir uždaviniai



**Tyrimų objektai:** rūko kompiuterijos architektūra, blokų grandinės technologija, daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo metodai.

**Tyrimų tikslas:** sukurti daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos prototipą, integruojant blokų grandinės technologiją rūko kompiuterijos architektūroje.

## **Tyrimų uždaviniai:**

1. Išanalizuoti daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo metodus bei duomenų perdavimo protokolus, naudojančius mažas energijos sąnaudas.
2. Sudaryti daiktų interneto sistemos saugumo lygio kiekybinio įvertinimo metodiką pagal daiktų interneto architektūros sluoksnių pažeidžiamumus ir atakų rūšis.
3. Pasiūlyti blokų grandinės technologija grindžiamą daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo metodą rūko kompiuterijos architektūroje.
4. Sukurti daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos prototipą rūko kompiuterijos architektūroje grindžiamą blokų grandinėmis.
5. Eksperimentiškai įvertinti sukurtos daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos prototipo kokybinius ir kiekybinius rodiklius.

# Tyrimų metodika



- Tyrimo objektas ir problema yra konkretizuojami, analizuojant naujausią mokslinę literatūrą iš elektroninių mokslo duomenų bazių, tokiu būdu įvertinant šiame darbe keliamų uždavinių išsprendimo lygį.
- Analizuojant mokslinius ir eksperimentinius rezultatus daiktų interneto saugumo srityje, naudoti įvairūs informacijos paieškos, sisteminimo, analizės, lyginamosios analizės ir apibendrinimo metodai.
- Remiantis išanalizuotais eksperimentiniais tyrimo metodais yra atlikta statistinė duomenų ir tyrimų rezultatų analizė, o jos rezultatams tikslingai įvertinti naudoti palyginimo ir apibendrinimo metodai.
- Siekiant pasiūlyti naujausią daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo metodą yra naudojamas tyrimo konstravimo metodas, apimantis adaptyvaus valdymo metodų nagrinėjimą bei pritaikymą.
- Remiantis eksperimentinio tyrimo metodu yra atlikta statistinė gautų tyrimų rezultatų analizė, kuriems įvertinti buvo panaudotas apibendrinimo metodas.

# Darbo mokslinis naujumas



1. Pasiūlyta daiktų interneto sistemos atakų klasifikacija ir atliktas objektų lengvasvorių protokolų, skirtų duomenų perdavimui saugos įvertinimas.
2. Daiktų interneto sistemos saugumo lygį vertinant vidutinio laiko iki pažeidimo matu, įvertintas atakų architektūros lygiuose pasiskirstymas.
3. Daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos našumui, teikiamų paslaugų kokybei ir produktyvumui tirti, sudarytas metodas rūko kompiuterijos architektūroje paremtas blokų grandinėmis.
4. Eksperimentiškai ištirtas daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos našumas, kokybiniai ir kiekybiniai rodikliai.

# Darbo rezultatų praktinė reikšmė



- Pasiūlyta daiktų interneto sistemos atakų klasifikacija ir objektų protokolų saugos įvertinimas gali būti taikomas pažeidimų tyrimui ir analizei.
- Patobulinta daiktų interneto sistemos saugumo lygio vertinimo vidutinio laiko iki pažeidimo matu metodika, leidžia įvertinti atakų pasiskirstymą architektūros lygiuose, lyginant įvairių daiktų interneto sistemų saugumą.
- Sudarytas daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos tyrimo metodas, leidžia tirti realių daiktų internetų sistemų našumą ir pasiekiamumą, o taip pat dar papildomai nustatyti, ar tolimesnis saugumo mechanizmų kokybės padidinimas suteiks daug geresnių laukiamų rezultatų.
- Sukurtas naujas daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos prototipas, leidžiantis įvertinti kompiuterinės sistemos kokybinių ir kiekybinių parametrų įtaką duomenų tinklo pralaidumui bei patikimumui.

# Ginamieji teiginiai



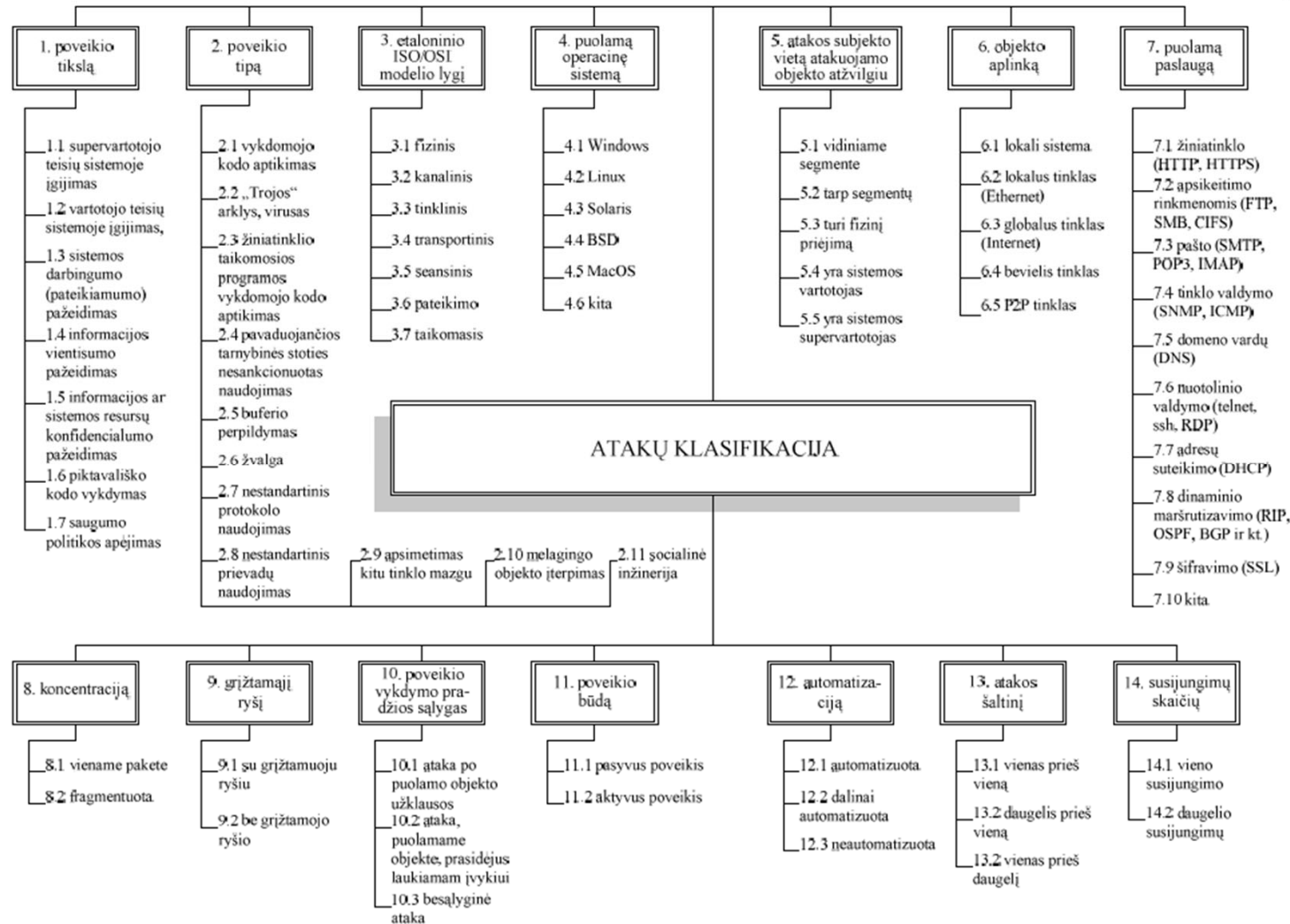
1. Pasiūlyta daiktų interneto sistemos atakų klasifikacija ir protokolų saugos įvertinimas, kuris pažeidimus suskirsto į penkis sunkumo lygius.
2. Daiktų interneto sistemos saugumo lygį siūloma vertinti vidutinio laiko iki pažeidimo matu ir naudoti tikimybinį atakų pasiskirstymo intervalą.
3. Daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo procesams tirti, duomenų perdavimo protokolų efektyvumui įvertinti ir informacijos konfidencialumui, vientisumui, prieinamumui užtikrinti yra tikslinga naudoti paskirstytąsias sistemas su blokų grandinės technologija.
4. Remiantis daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos kokybiniais ir kiekybiniais rezultatais, galima parinkti tinkamą aparatinę įrangą ir tinkamai sukonfigūruoti jos parametrus daiktų interneto sistemos diegimui.

# Daiktų interneto duomenų perdavimo protokolų palyginimas



Protokolas	Transporto sluoksnis	Siuntimo principas	Bendravimas	Saugumas
AMQP	TCP	užklausa-atsakymas, prenumeravimo-skelbimo	objektas-objektas, objektas-serveris, serveris-serveris	TLS
CoAP	UDP	užklausa-atsakymas	objektas-objektas	DTLS
DDS	TCP/UDP	prenumeravimo-skelbimo	objektas-objektas, objektas-serveris, serveris-serveris	DTLS
HTTP	TCP	užklausa-atsakymas	objektas-serveris, serveris-serveris	TLS
MQTT	TCP	prenumeravimo-skelbimo	objektas-serveris	TLS
XMPP	TCP	užklausa-atsakymas, prenumeravimo-skelbimo	objektas-serveris, serveris-serveris	TLS

# Atakų klasifikacija



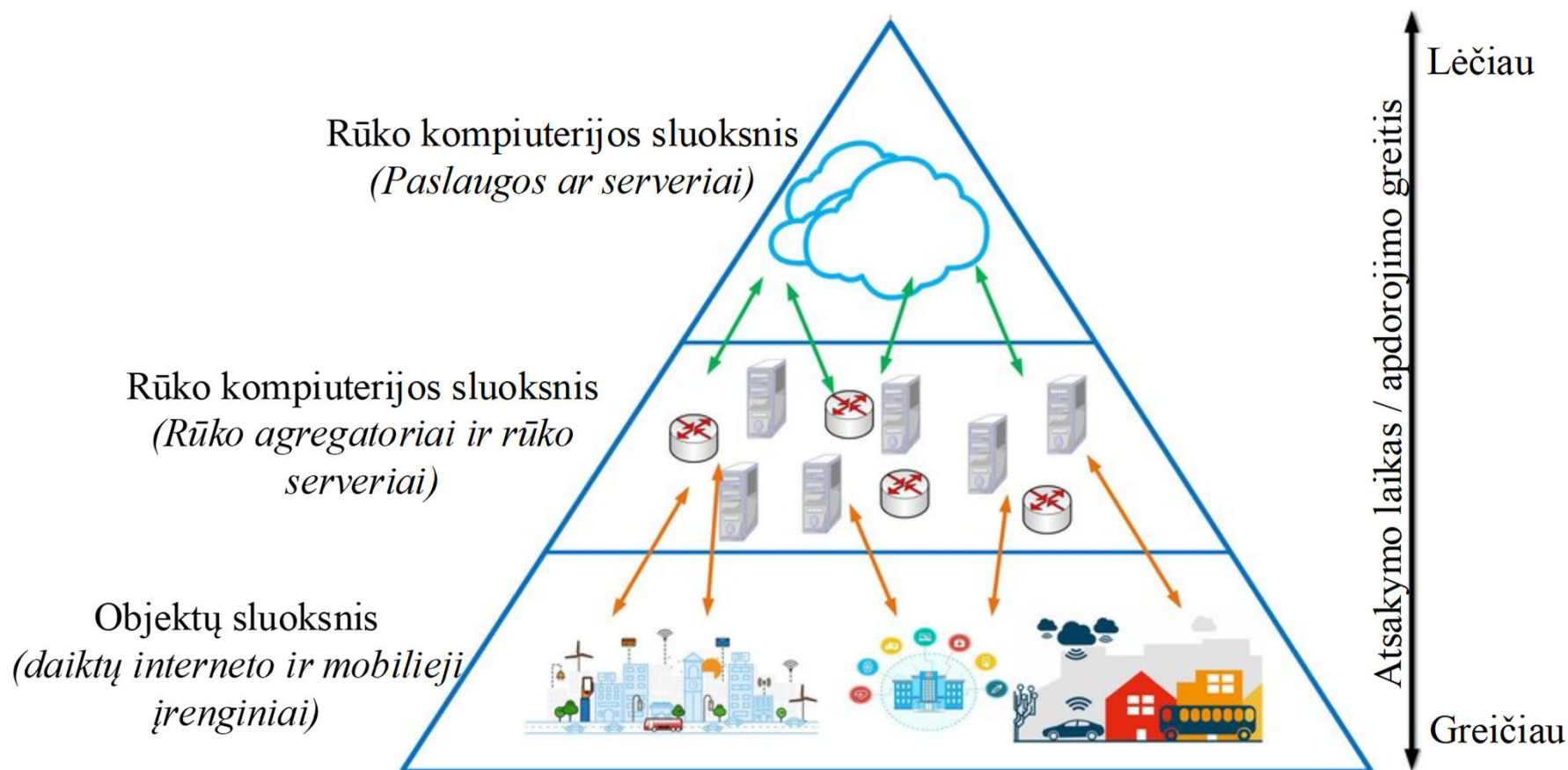


# Daiktų interneto sistemos atakų sunkumo skaitinis įvertinimas



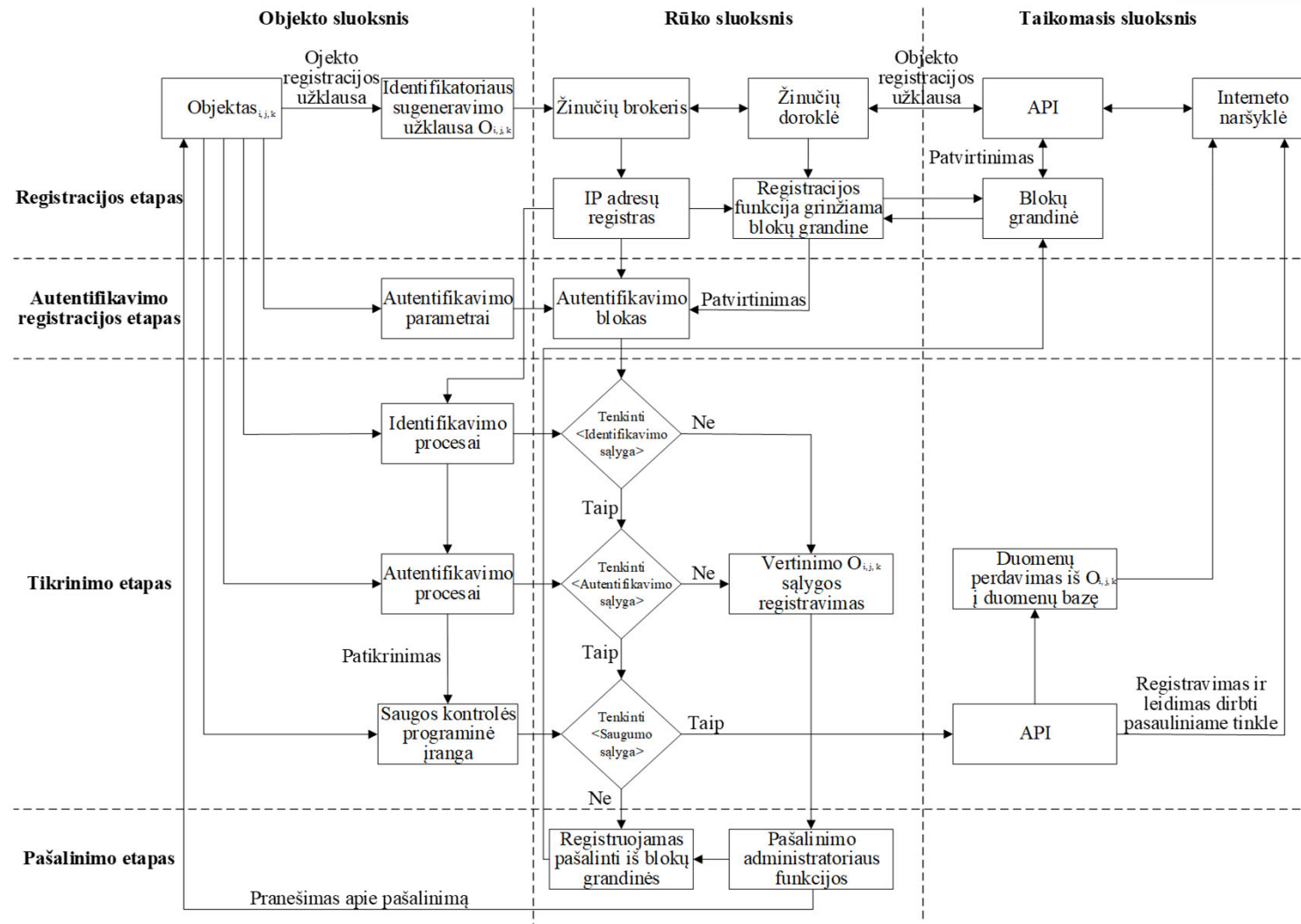
Atakos sunkumo lygis	Atakos numeris klasifikacijoje	Atakos klasės pavadinimas
1	1.1	Supervartotojo teisių sistemoje įgijimas
2	1.2	Vartotojų teisių sistemoje įgijimas
3	1.3	Sistemos darbingumo pažeidimas
4	1.4	Informacijos vientisumo pažeidimas
	1.5	Konfidencialumo pažeidimas
5	1.6	Piktavališko kodo vykdymas
	1.7	Saugumo politikos apėjimas

# Rūko kompiuterijos architektūra

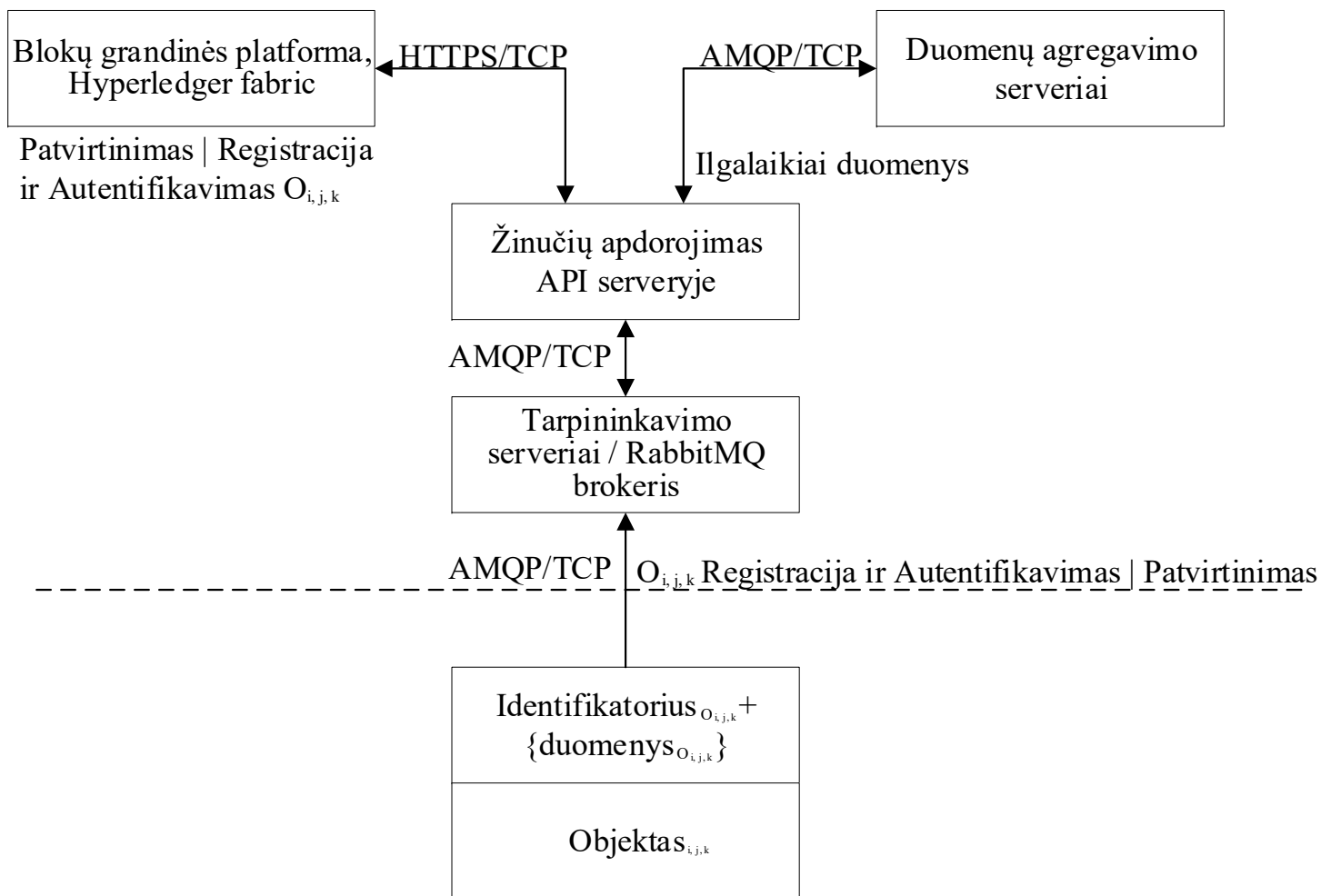




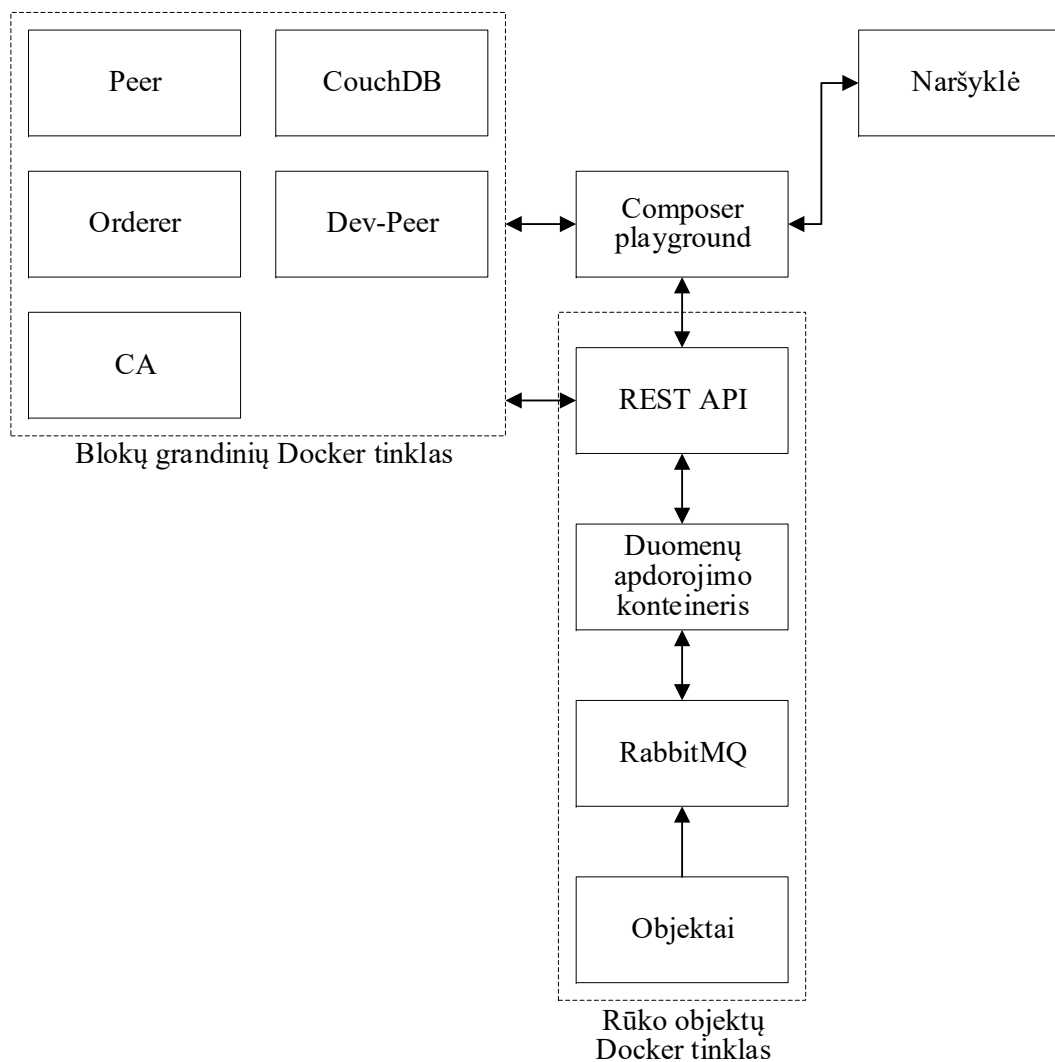
# Siūlomas daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo metodas



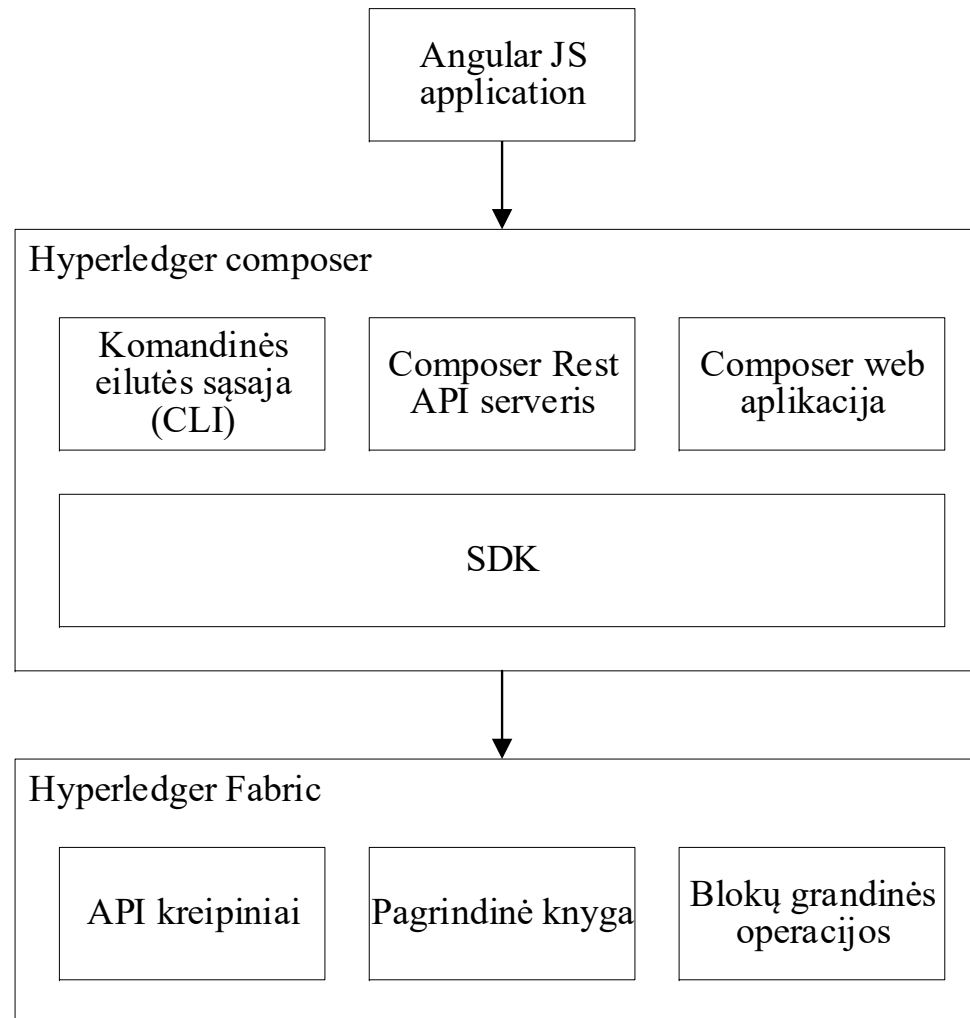
# Daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos veikimo modelis



# Docker tinklų ir konteinerių architektūra



# Hyperledger Composer platformos komponentų schema



# Daiktų interneto objekto informacijos duomenų struktūra



Daiktų interneto objekto informacija pateikiama JSON formatu

```
"$class": "org.iot.network.Device", // pateikiama verslo tinklo klasė  
"deviceID": "string", // Objekto ID (objekto pagrindinis kompiuterio vardas)  
"identifier": "string", // Objekto identifikatorius  
"metadata": "string", // Papildomi objekto siunčiami duomenys  
"revoked": boolean // Reikšmė nurodanti objekto narystės galiojimą sistemoje
```

API kreipinys objekto registracijai

```
curl -X POST --header 'Content-Type: application/json' --header 'Accept:  
application/json' -d '{ "$class":  
"org.iot.network.Device", "deviceID": "test_api", "identifier":  
"46548ec760ecf7795dd5bfbaf425280f9538149e676e9385f7c367abc20cd6",  
"metadata": „device", "revoked": false }' 'http://localhost:3000/api/Device'
```

# Daiktų interneto objekto paieška naudojant identifikatorių



Hyperledger Composer REST server

### Parameters

Parameter	Value	Description	Parameter Type	Data Type
<b>identifier</b>	<b>47840838495970742c692904ad96ded0913a8fd87a</b>		query	string

Try it out! [Hide Response](#)

### Curl

```
curl -X GET --header 'Accept: application/json' 'http://localhost:3000/api/queries/selectDevicesByIdentifier?identifier=47840838495970742c692904ad96ded0913a8fd87a7bcee42669ad81077dc3e0'
```

### Request URL

```
localhost:3000/api/queries/selectDevicesByIdentifier?identifier=47840838495970742c692904ad96ded0913a8fd87a7bcee42669ad81077dc3e0
```

### Response Body

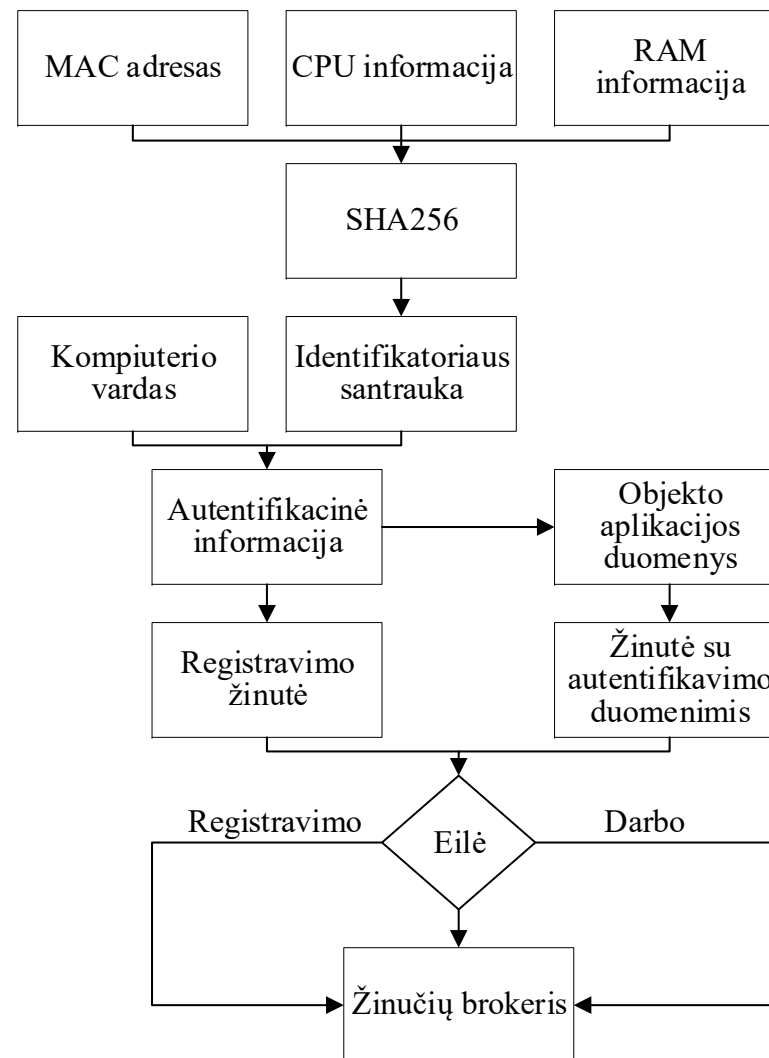
```
[
  {
    "$class": "org.network.Device",
    "deviceID": "Api_test",
    "identifier": "47840838495970742c692904ad96ded0913a8fd87a7bcee42669ad81077dc3e0",
    "metadata": "IP_kamera",
    "revoked": false
  }
]
```

### Response Code

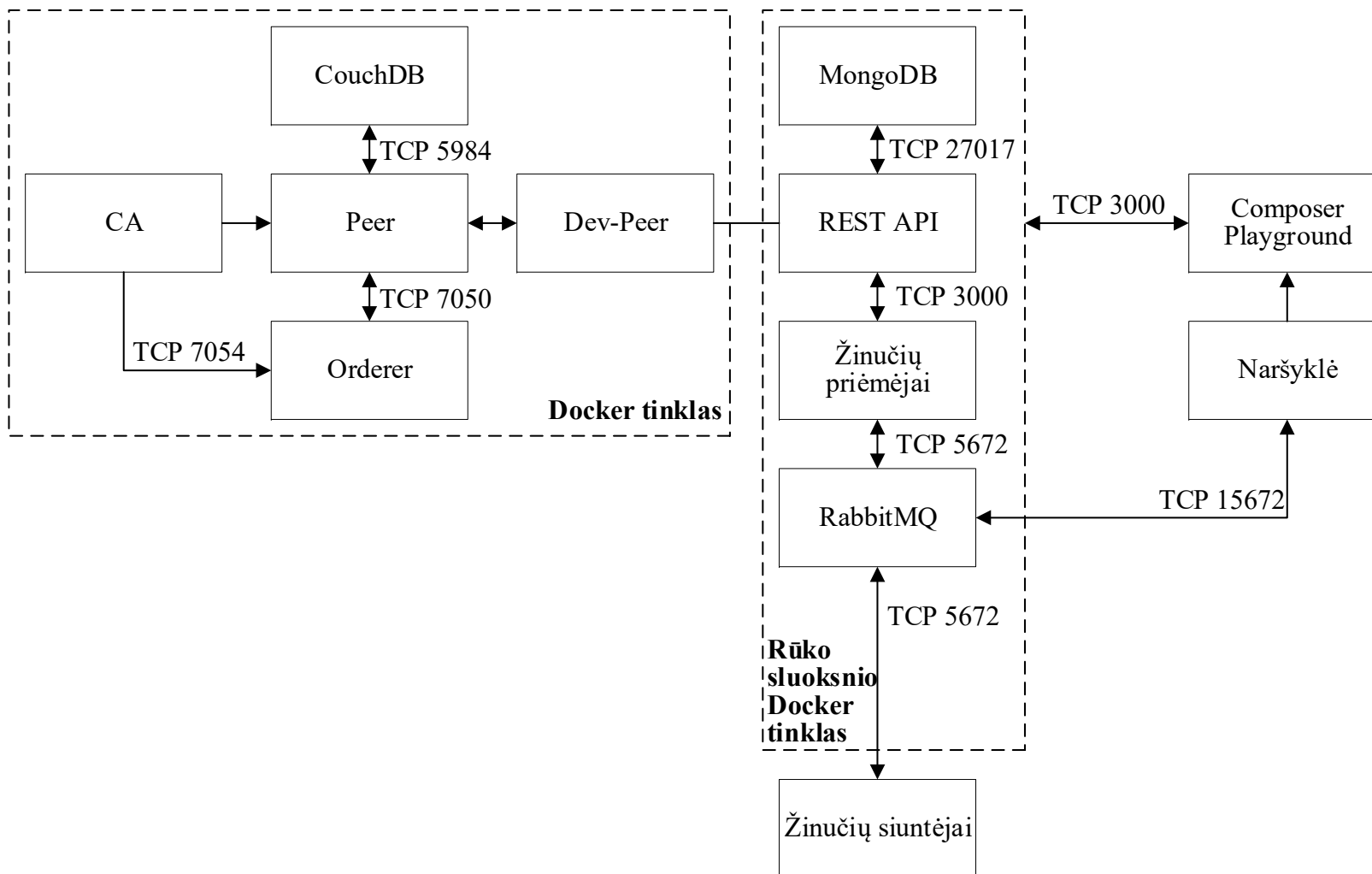
```
200
```



# Žinučių siuntimo ir objekto identifikatoriaus generavimo schema



# Žinučių aptarnavimo procesų schema



# Eksperimentinis tyrimas



Tyrimo tikslas nustatyti sukurto daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos prototipo kokybinius ir kiekybinius rodiklius.

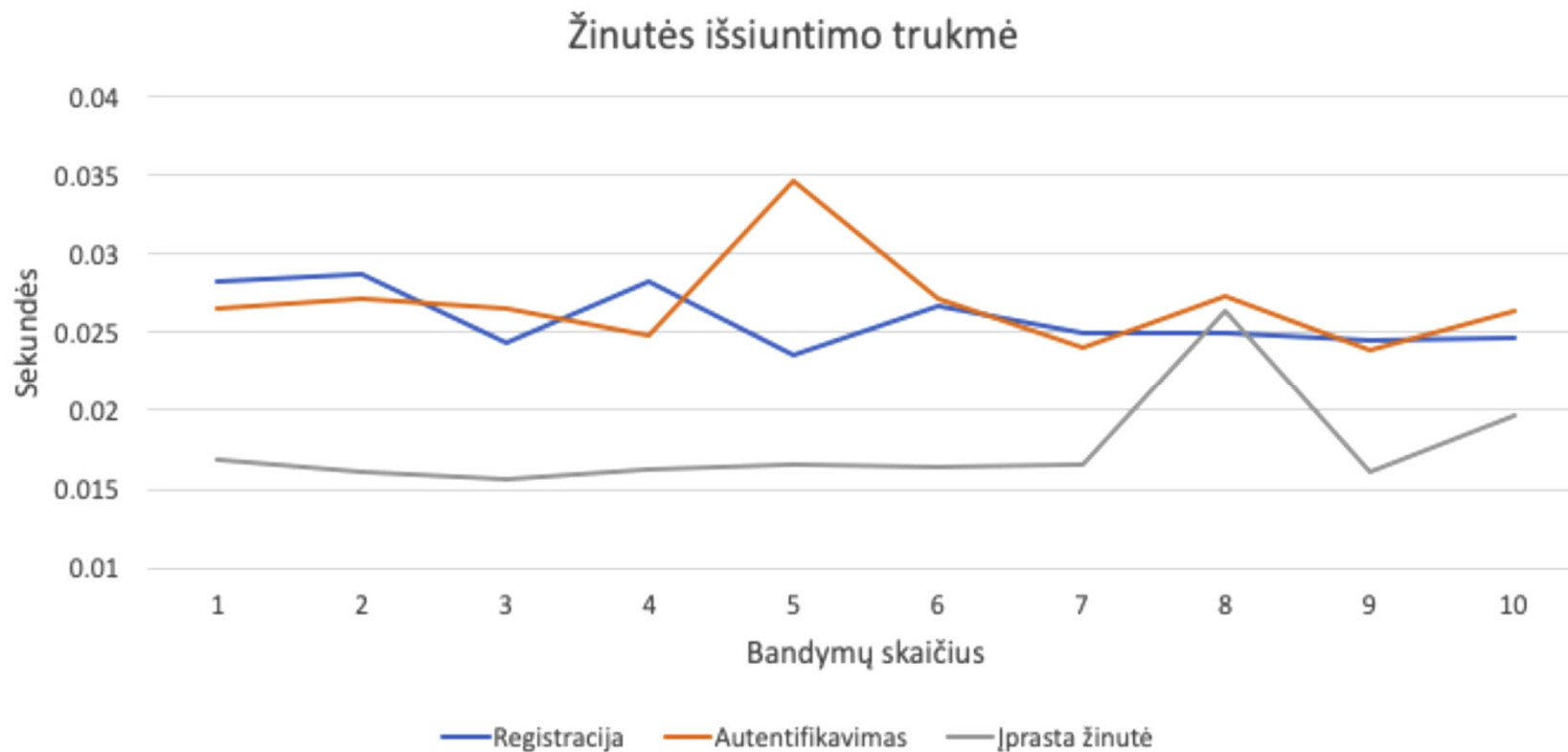
➤ Kokybiniai rodikliai:

- duomenų patikimumas;
- duomenų integralumas;
- duomenų auditas.

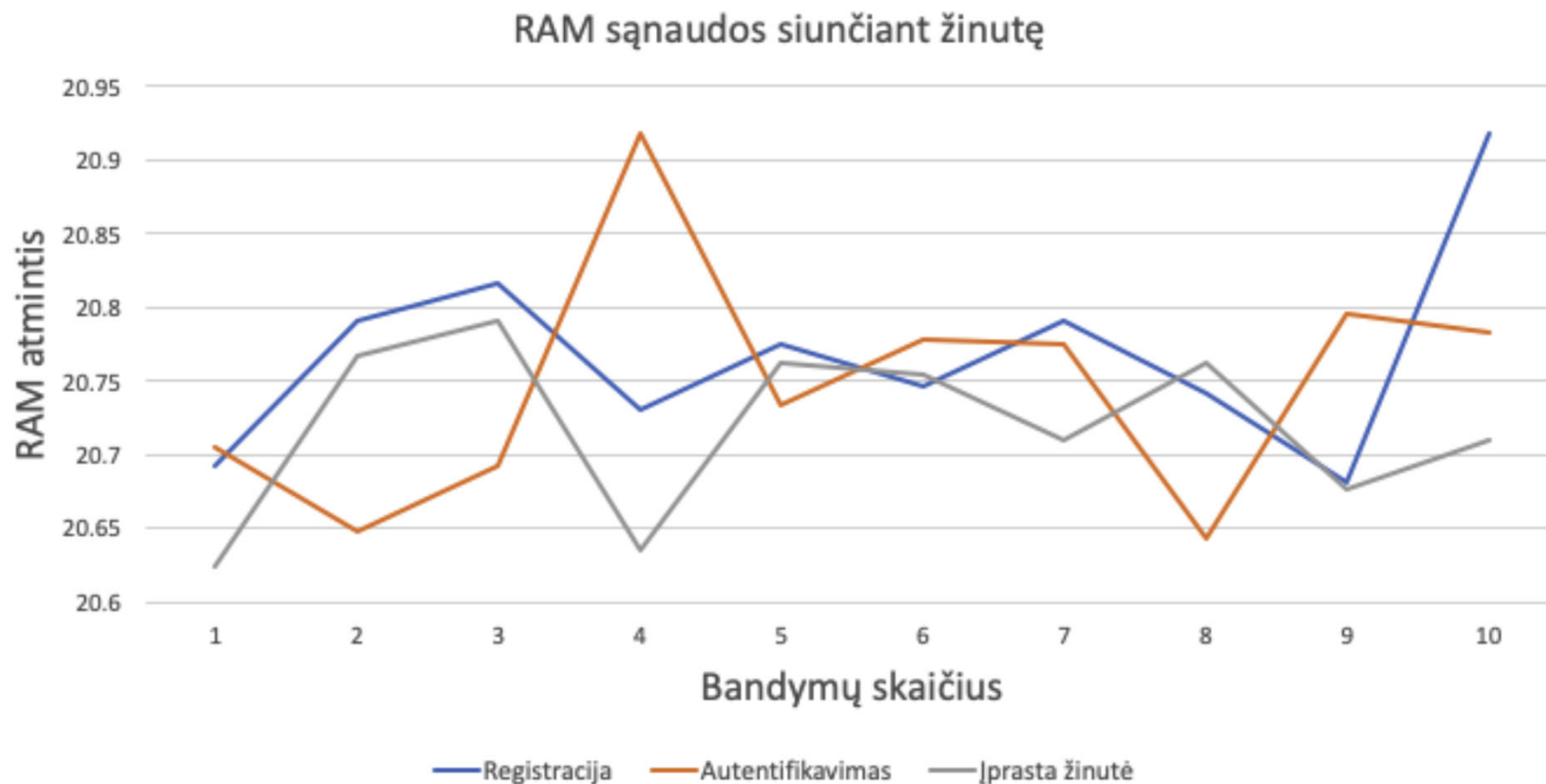
➤ Kiekybiniai rodikliai:

- objekto greitaveika;
- infrastruktūra;
- tinklo pralaidumas.

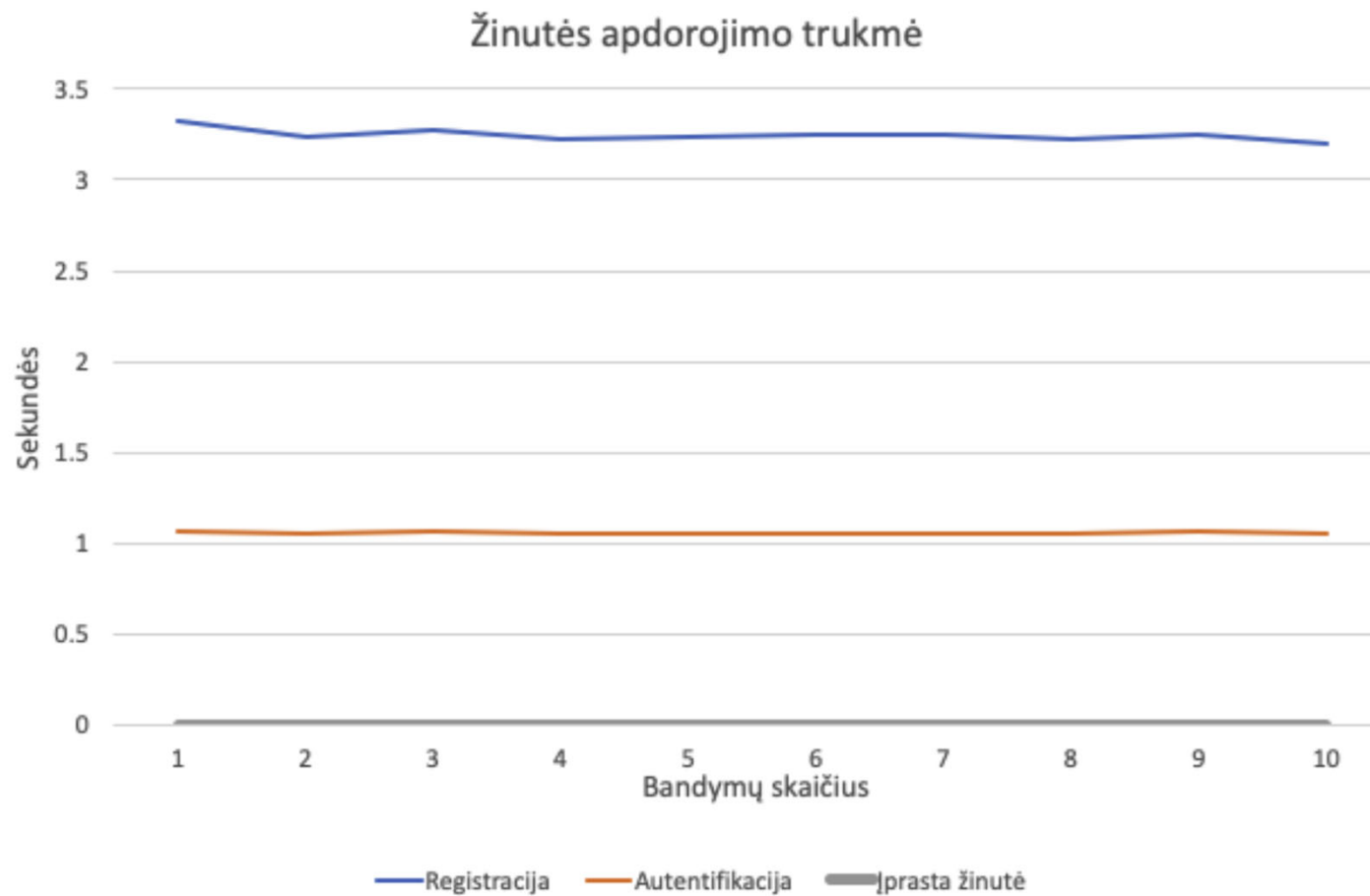
# Eksperimentinio tyrimo rezultatai



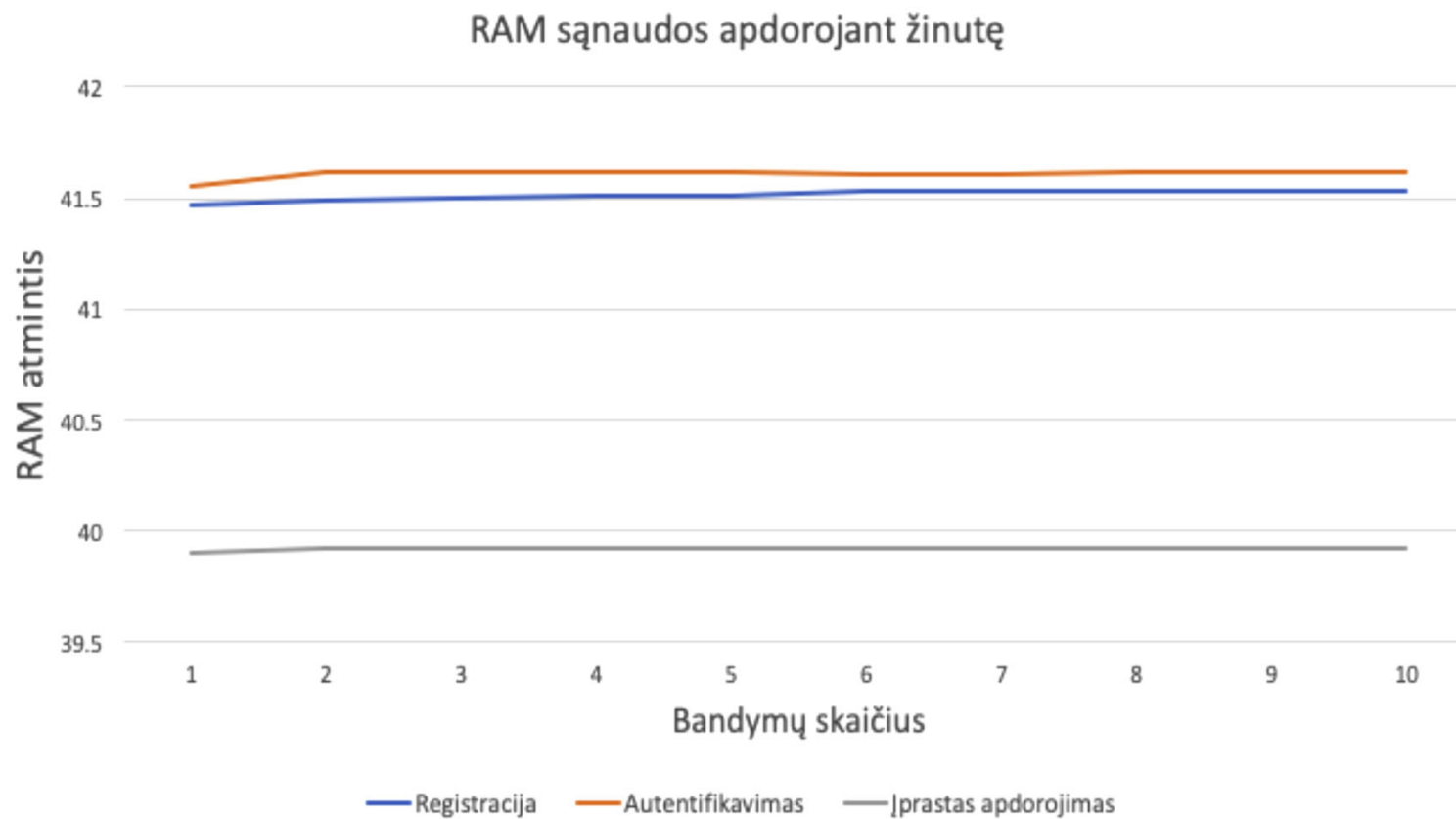
# Eksperimentinio tyrimo rezultatai (2)



# Eksperimentinio tyrimo rezultatai (3)



# Eksperimentinio tyrimo rezultatai (4)



# Palyginimo rezultatai



	<b>Naudojama kriptovaliuta</b>	<b>Consensuso nustatymo galimybė</b>	<b>Kasimo poreikis</b>	<b>Objektų mazgai</b>	<b>Prieigos politika</b>
<i><u>Bahga, et al., 2016</u></i>	Taip	Visiems objektams	Taip	Taip	Be leidimo
<i><u>Ouaddah, et al., 2016</u></i>	Taip	Visiems objektams	Taip	Taip	Be leidimo
<i><u>Lin, et al., 2017</u></i>	Taip	Visiems objektams	Taip	Taip	Be leidimo
<i><u>Huh, et al., 2017</u></i>	Taip	Visiems objektams	Taip	Taip	Be leidimo
<i><u>Shafagh, et al., 2017</u></i>	Taip	Visiems objektams	Taip	Taip	Be leidimo
<i><u>Özyılma, et al., 2017</u></i>	Taip	Visiems objektams	Taip	Taip	Be leidimo
<i><u>Hu et al., 2018</u></i>	Taip	Visiems objektams	Taip	Taip	Be leidimo
<i><u>Yu, et al., 2018</u></i>	Taip	Visiems objektams	Taip	Taip	Be leidimo
<i><u>Cha et al., 2018</u></i>	Taip	Visiems objektams	Taip	Taip	Be leidimo
<b>Siūlomas metodas</b>	<b>Ne</b>	<b>Patikrintiems objektams</b>	<b>Ne</b>	<b>Ne</b>	<b>Su leidimu</b>



# Bendrosios išvados



1. Išanalizavus daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo metodus bei komunikacijos protokolų mokslinių tyrimų medžiagą, pastebėta, kad šiuos sprendimus galima suskirstyti į centralizuotas identifikacijos ir autentifikacijos technologijas, naudojančias centrinę duomenų bazę identifikuojamų ir autentifikuojamų objektų metaduomenims saugoti ir paskirstytąsias sistemas, kuriose informacija apie daiktų interneto objektų teikiamas paslaugas ir resursus yra paskirstyta daiktų interneto mazguose.
2. Sudaryta atakų klasifikacija ir pasiūlytas atakų sunkumo lygio skaitinis įvertinimas, kuris parodyto, kad tikslinga skirstyti atakas į penkis sunkumo lygius, kurie tiesiogiai priklauso nuo atakos tikslo. Pagrindinis pasiūlytos atakų klasifikacijos privalumas yra universalumas, nes ją galima plėsti ir papildyti naujomis atakomis priskiriant jas tam tikram sunkumo lygiui.
3. Ištyrus blokų grandinės technologijos taikymo daiktų interneto objektų identifikavimui ir autentifikavimui rūko kompiuterijos architektūroje, nustatyta, kad paskirstyta sistema rūko sluoksnyje leidžia įgyvendinti saugų ir patikimą būdą identifikuoti ir autentifikuoti daiktų interneto objektus, o blokų grandinės technologijos integravimas užtikrina identifikavimo ir autentifikavimo informacijos kaupimo saugumą, decentralizuotumą ir audito galimybes.
4. Sukurtas daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos metodo rūko kompiuterijos architektūroje, grindžiamas blokų grandinės technologija su papildomais objektų registracijos, autentifikavimo, patikrinimo ir ištrynimo iš sistemos etapais prieš prijungiant prie realiu laiku veikiančios daiktų interneto aplinkos, taip siekiant užtikrinti efektyvesnę daiktų interneto sistemos teikiamų paslaugų vartotojams našumą ir produktyvumą.

## Bendrosios išvados (2)



4. Eksperimentiniai tyrimų rezultatai parodė, kad sukurtas daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos prototipas, kuris yra grindžiamas blokų grandinių technologija, atitinka objektų duomenų perdavimo rūko kompiuterijoje standartus ir nenaudoja procesoriaus didelės spartos, nes identifikatoriaus generavimo funkcijos nesukelia ženklių operatyviosios atminties ir žinutės siuntimo trukmės sąnaudų.
5. Remiantis gautais daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos prototipo kokybinių rodiklių rezultatais, galima teigti, kad sistema atitinka pagrindinius saugumo standartus ir atsižvelgia į esamus patikimumo, integralumo ir audito reikalavimus, siekiant užtikrinti duomenų decentralizuotumą kriptografiniais būdais.
6. Ištyrus daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistemos prototipo kiekybinius rodiklius yra pastebėta, kad sistemos greitaveika atitinka objektų duomenų perdavimo spartos standartus, naudojant specializuotus lengvasvorius daiktų interneto protokolus, kurie suteikia galimybę valdyti arba keisti tarpusavyje informacija.
7. Sukurta daiktų interneto objektų identifikavimo ir autentifikavimo sistema yra modulinė ir suderinama su plačiu skirtingų objektų spektru, kurių identifikavimo ir autentifikavimo uždaviniams spręsti naudojama blokų grandinių technologija, siekiant optimizuoti tinklo infrastruktūros pralaidumą ir nesudaryti papildomos apkrovos jau veikiantiems objektams.



# Ačiū už dėmesį

## Padėka

*Nuoširdžiai dėkoju moksliniam vadovui dr. Virginijui Marcinkevičiui už vertingas mokslines konsultacijas, nuoseklų vadovavimą, pagalbą ir nuolatinį skatinimą tobulėti.*

*Už pagalbą rašant pirmuosius doktorantūros studijų straipsnius dėkoju antrųjų doktorantūros metų mokslinei vadovei prof. dr. (HP) Dalei Dzemydienei.*