



**VILNIAUS UNIVERSITETAS  
ŠIAULIŲ AKADEMIJA**

INFORMACINIŲ TECHNOLOGIJŲ VALDYMO MAGISTRO STUDIJŲ PROGRAMA

**STEPONAS BAMBALAS**

**Magistro studijų baigiamasis darbas**

**PROGRAMINĖS ĮRANGOS NAUDOJAMOS NAMŲ  
AUTOMATIZAVIMUI ANALIZĖ**

Darbo vadovas dr. Dainius Balbonas

Šiauliai, 2024

<b>Studijuojančiojo, teikiančio baigiamąjį darbą, GARANTIJA</b>		<b>WARRANTY of Final Thesis</b>
Vardas, pavardė <i>Name, Surname</i>	Steponas Bambalas	
Padalinys <i>Faculty</i>	Šiaulių akademija <i>Šiauliai Academy</i>	
Studijų programa <i>Study Programme</i>	Informacinių technologijų valdymo magistro studijų programa <i>Master's study program in information technology management</i>	
Darbo pavadinimas <i>Thesis topic</i>	Programinės įrangos naudojamos namų automatizavimui analizė <i>Analysis of the software used in home automation</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.

*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.*

Šiame darbe tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos yra pažymėtos literatūros nuorodose.

*Quotes from other sources directly or indirectly used in this thesis, are indicated in literature references.*

**Aš, Steponas Bambalas, pateikdamas (-a) šį darbą, patvirtinu (pažymėti)**

*I, Steponas Bambalas, by submitting this paper confirm (check)*



### **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

<b>SANTRAUKA</b> .....	4
<b>SUMMARY</b> .....	5
<b>LENTELIŲ SĄRAŠAS</b> .....	7
<b>PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS</b> .....	8
<b>ĮVADAS</b> .....	10
<b>I. NAMŲ AUTOMATIZAVIMO SISTEMOS</b> .....	14
<b>1.1. Namų automatizavimo sistemos</b> .....	14
<b>1.2. Daiktų interneto (IoT) samprata</b> .....	16
<b>1.3. Namų automatizavimas: inovatyvios IoT (daiktų interneto) technologijos</b> .....	18
<b>1.3.1. Laidinės ryšio technologijos</b> .....	18
<b>1.3.2. Dvireikšmės (laidinės ir belaidės) ryšio technologijos</b> .....	21
<b>1.3.3. Belaidžio ryšio technologijos</b> .....	22
<b>1.4. Namų automatizavimo platformos</b> .....	29
<b>II. VARTOTOJO ELGESENOS IR POREIKIŲ TYRIMAS NAMŲ AUTOMATIZAVIMO SISTEMŲ KONTEKSTE</b> .....	41
<b>2.1. Trumpas tyrimo aprašymas</b> .....	41
<b>2.2. Naudojamų namų automatizavimo sistemų tyrimo analizė</b> .....	42
<b>2.3. Naudojamų namų automatizavimo sistemų tyrimo išvados</b> .....	55
<b>III. INFORMATIKOS BENDROJI PROGRAMA NAMŲ AUTOMATIZAVIMO SISTEMŲ KONTEKSTE</b> .....	57
<b>3.1. Informatikos bendroji programa ir namų automatizavimo sistemos</b> .....	57
<b>3.2. Informatikos bendroji programa ir namų automatizavimo sistemos su Micro:bit</b> .....	58
<b>3.3. Informatikos bendroji programa ir namų automatizavimo sistemos su Arduino UNO R4 WiFi</b> .....	61
<b>IŠVADOS</b> .....	68
<b>REKOMENDACIJOS</b> .....	70
<b>LITERATŪRA</b> .....	71
<b>PRIEDAI</b> .....	84

Bambalas, Steponas. Programinės įrangos naudojamos namų automatizavimui analizė.

Magistro studijų baigiamasis darbas / vadovas dr. Dainius Balbonas; Vilniaus universitetas, Šiaulių akademija.

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

Reikšminiai žodžiai: namų automatizavimas.

Šiauliai, 2024. 87 p.

## **SANTRAUKA**

Namų automatizavimas yra inovatyvi technologija, leidžianti valdyti namų įrenginius nuotoliniu būdu, grindžiama IoT technologija. Sistemos naudojamos įvairiems tikslams, o kūrimo būdai gali būti centralizuoti arba decentralizuoti. Sistemos pritaikomos patogumo, saugumo, energijos taupymo ir efektyvumo tikslams. Pasirinkimas tarp laidinių ir belaidžių technologijų priklauso nuo vartotojų prioriteto – saugumo ar patogumo. Išmaniosios namų platformos, pvz., OpenHAB, suteikia vieningą valdymo erdvę, o renkantis sistemą, svarbu atsižvelgti į individualius poreikius. Namų automatizavimas sparčiai populiarėja Lietuvoje, ypač jaunų žmonių tarpe, įtraukiant įvairius sprendimus, tokius kaip saugos sistemos ir išmanieji įrenginiai. Informatikos bendroji programa ir mikrovaldikliai „Micro:bit“ bei „Arduino UNO R4 WiFi“ skatina mokinius mokytis ir kurti įvairius namų automatizavimo projektus, lavindami informatikos, inžinerijos ir kūrybiškumo įgūdžius. Išvados išryškina namų automatizavimo įvairovę bei svarbą pritaikant technologijas individualiems poreikiams. Visuomenės švietimas ir informacijos sklaida yra esminiai veiksniai sėkmingam namų automatizavimo sistemos įdiegimui.

Bambalas, Steponas. Analysis of the software used in home automation.

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

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

Keywords: home automation.

Šiauliai, 2024. 87 pages

## **SUMMARY**

Home automation is an innovative technology that enables the remote control of household devices based on IoT technology. Systems are used for various purposes and the methods of creation can be centralized or decentralized. These systems are adaptable for the purposes of convenience, security, energy savings and efficiency. The choice between wired and wireless technologies depends on the user's priority – either security or convenience. Smart home platforms such as OpenHAB provide a unified control space, and when choosing a system, it is crucial to consider individual needs. Home automation is rapidly gaining popularity in Lithuania, especially among young people, incorporating various solutions like security systems and smart devices. The general computer science curriculum and microcontrollers like Micro:bit and Arduino UNO R4 WiFi encourage students to learn and create various home automation projects, fostering skills in computer science, engineering and creativity. The conclusions emphasize the diversity of home automation and the importance of adapting technologies to individual needs. Public education and information dissemination are essential factors for the successful implementation of a home automation system.

## TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

**IoT** (*angl. Internet of Things*) – daiktų internetas.

**HA** (*angl. Home automation*) – namų automatika.

**ADM** (*angl. Amazon Device Messaging*) – „Amazon“ įrenginių pranešimų siuntimo paslauga.

**GCM** (*angl. Google Cloud Messaging*) – „Google“ debesų paslaugų pranešimų siuntimo paslauga.

**APNs** (*angl. Apple Push Notification service*) – „Apple“ debesų pranešimų paslauga.

**MIMO** (*angl. Multiple-Input Multiple-Output*) – daugiausia įvesties, daugiausia išvesties.

**LAN** (*local area network*) – vietinis tinklas.

**Bluetooth** – mažo nuotolio belaidė technologija, suteikianti galimybę be laidų perduoti duomenis iš vieno skaitmeninio įrenginio į kitą.

**Wi-Fi** – belaidžio ryšio technologija.

**Alexa** – virtualus balso asistentas arba balso valdymu paremta sistema.

**IFTTT** – programėlė, leidžianti tarpusavyje sujungti kitas programėles, kad šios galėtų komunikuoti ir pateikti naujų, naudingų paslaugų.

**Ethernet** – kompiuterių tinklų technologija lokaliems tinklams.

**Siri** – kalbos atpažinimo programa, sujungta su balso agento technologija, pritaikyta „iOS“ operacinei sistemai.

**IPv6** – interneto protokolas, kuris naudoja 128-ių bitų adresą ir gali apdoroti didesnę kiekį adresų nei IPv4.

**6LowPAN** – IPv6 per mažos galios belaidis asmeninės zonos tinklas. Tai vienintelė vietinė technologija, padedanti aplikacijai pereiti į daiktų internetą.

**BLE** (*Bluetooth Low Energy*) – mažos galios Bluetooth, tai asmeninio tinklo technologija, sukurta taip, kad išlaikytų tokį patį ryšį, tuo pačiu gerokai sumažinant energijos suvartojimą ir kainą.

**Micro:bit** – yra atvirojo kodo aparatinės įrangos ARM pagrindu sukurta įterptoji sistema, turinti Cortex-M4F mikrovaldiklį.

**Arduino UNO R4 WiFi** – 32 bitų mikrovaldiklis RA4M1, turintis ESP32 modulį Wi-Fi® ir Bluetooth® ryšiui.

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

- 1 lentelė.** Micro:bit valdiklio kodas valdantis ventiliatorių nuo temperatūros poveikio p.58
- 2 lentelė.** Arduino UNO R4 WiFi valdiklio kodas valdantis šviesos šaltinius naudojant vietinį žiniatinklio serverį p.63
- 3 lentelė.** Arduino UNO R4 WiFi valdiklio kodas kontroliuojantis įvairius jutiklius ir prietaisus pagal nustatytas sąlygas. p.65

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

<b>1.1. paveikslas.</b> Išmaniųjų namų sistemos	p.14
<b>1.2. paveikslas.</b> IoT sistemos pavyzdys (Gilis et al., 2017)	p.16
<b>1.3. paveikslas.</b> Esamų belaidžio tinklo technologijų iliustracija, atsižvelgiant į ryšio diapazoną.	p.23
<b>1.4. paveikslas.</b> Mioty telegramos skaidymas. (MIOTY®MIOTY®)	p.28
<b>1.5. paveikslas.</b> SmartThings architektūra [120]	p.30
<b>1.6. paveikslas.</b> Google Assistant architektūra [127]	p.33
<b>1.7. paveikslas.</b> „OpenHAB“ pagrindiniai komponentai [144]	p.35
<b>1.8. paveikslas.</b> „FIBARO“ sistemos sąsaja	p.39
<b>1.9. paveikslas.</b> „FIBARO“ temperatūros scenarijaus modelis	p.40
<b>2.1. paveikslas.</b> Respondentų amžiaus pasiskirstymas	p.42
<b>2.2. paveikslas.</b> Respondentų išsilavinimo pasiskirstymas	p.43
<b>2.3. paveikslas.</b> Respondentų pagrindinės veiklos	p.43
<b>2.4. paveikslas.</b> Respondentai turėję/išbandę bet kokios rūšies technologinę patirtį (IT, elektronika, programavimas, tinklų administravimas), kuri įtakoja namų automatizavimo sistemos	p.43
<b>2.5. paveikslas.</b> Respondentų, namų automatizavimo sistemų lygio nustatymas, technologinės patirties požiūriu	p.44
<b>2.6. paveikslas.</b> Respondentų gebėjimų įšivertinimas tvarkant technologijas, susijusias su namų automatizavimo sistemomis	p.45
<b>2.7. paveikslas.</b> Respondentų naudoję/ išbandę namų automatizavimo sistemas savo gyvenamojoje aplinkoje	p.45
<b>2.8. paveikslas.</b> Namų automatizavimo sprendimai kurie yra įdiegti respondentų namuose	p.48
<b>2.9. paveikslas.</b> Respondentų nuomonė apie ergonomišką (patogią naudoti) namų automatizavimo sistemą	p.48
<b>2.10. paveikslas.</b> Namų automatizavimo sistemų naudojimas	p.49
<b>2.11. paveikslas.</b> Respondentų saugumas, naudojantis namų automatizavimo sistemas	p.50
<b>2.12. paveikslas.</b> Energijos taupymas naudojantis namų automatizavimo sistemomis	p.51
<b>2.13. paveikslas.</b> Ar svarbu jums, kad namų automatizavimo sistemos būtų suderinamos su kitais technologiniais įrenginiais (pvz., telefonas, kompiuteris)?	p.51
<b>2.14. paveikslas.</b> Namų automatizavimo sistemų valdymo būdų svarbumas. (0 – nesvarbu, 3 – labai svarbu)	p.53



<b>2.15. paveikslas.</b> Ar turite planų plėsti arba keisti savo namų automatizavimo sistemą ateityje?	p.54
<b>2.16. paveikslas.</b> Ar esate susidūrę su kokiais nors iššūkiais ar problemomis naudodamiesi namų automatizavimo sistemomis?	p.54
<b>3.1. paveikslas.</b> Micro:bit	p.58
<b>3.2. paveikslas.</b> Išmaniųjų namų automatizavimo sistema naudoja Micro:bit mikrokompiuterį	p.60
<b>3.3. paveikslas.</b> Automatizavimo sistemos naudojant Micro:bit mikrokompiuterį	p.61
<b>3.4. paveikslas.</b> Arduino UNO R4 WiFi	p.61
<b>3.5. paveikslas.</b> Arduino UNO R4 WiFi prijungimas su šviesos šaltiniais ir rėlės moduliu	p.62
<b>3.6. paveikslas.</b> Tinklalapio rodomas vaizdas	p.64
<b>3.7. paveikslas.</b> Arduino UNO R4 WiFi namų automatizavimo projektas	p.65

## IVADAS

Namų automatizavimas yra technologijų ir programinės įrangos naudojimas, siekiant padaryti namų aplinką efektyvesnę, saugesnę, patogesnę ir energijos tausojančią. Tai apima įvairius prietaisus ir sistemas, kurios gali būti valdomos nuotoliniu būdu arba automatizuotai, siekiant užtikrinti efektyvesnį namų valdymą. Namų automatizavimas tampa vis labiau populiarus, o įvairi programinė įranga suteikia galimybę valdyti namų sistemas ir prietaisus patogiai ir efektyviai.

Namų automatizavimo sistemų aktualumą lemia šie veiksniai:

- Komfortas ir patogumas.

Namų automatizavimas gali padėti žmonėms valdyti įvairius namų prietaisus nuotoliniu būdu arba automatizuotai. Tai reiškia, kad galima patogiai valdyti šildymo sistemą, apšvietimą, garso sistemą, kameras, durų užraktus ir kitus prietaisus tiesiog naudojant mobilųjį įrenginį ar kompiuterį. Pavyzdžiui, išėję iš namų galite užrakinti duris, išjungti apšvietimą ir sumažinti šildymo sistemos temperatūrą. Grįžę namo, galite automatiškai įjungti apšvietimą, padidinti šildymo sistemos temperatūrą ir atrakinti duris.

- Energijos taupymas.

Namų automatizavimo sistema gali būti nustatyta taupyti energiją, pvz., valdyti šildymo ir aušinimo sistemą pagal poreikius, valdyti apšvietimą taupant energiją, ir kt. Tai ne tik padeda sumažinti energijos sąnaudas, bet taip pat prisideda prie aplinkos apsaugos. Pavyzdžiui, galite nustatyti, kad šildymo sistema įsijungtų tik tada, kai kas nors bus namuose, arba kad apšvietimas automatiškai išsijungtų po tam tikro laiko, jei niekas jo nenaudos.

- Saugumas.

Dauguma namų automatizavimo sistemų turi įtrauktą saugumo funkcijas, kurios leidžia stebėti namų saugumą per nuotolinį priėjimą, jutiklius, kameras ir signalizaciją. Tai gali padėti apsaugoti jūsų namus nuo vagysčių, gaisrų ir kitų pavojų. Pavyzdžiui, galite nustatyti, kad apsaugos sistema būtų įjungta, kai paliekate namus, arba kad gautumėte pranešimą, jei kas nors atidarytu duris ar langus.

- Suderinamumas.

Daugelis šiuolaikinių prietaisų yra sukurti su galimybe integruotis į namų automatizavimo sistemas, o daugelis programinės įrangos sprendimų yra sukuriami su galimybe valdyti įvairius prietaisus per vieną platformą. Tai reiškia, kad galite lengvai prijungti savo namų prietaisus prie automatizavimo sistemos ir valdyti juos vienu mygtuko paspaudimu.

- Kitos technologijos.

Auganti dirbtinio intelekto (DI) ir Internet of Things (IoT) technologijų naudojimas leidžia namų automatizavimo sistemoms tapti vis protingesnėmis ir efektyvesnėmis. DI technologijos gali būti naudojamos automatizavimo sistemoms priimti sprendimus, o IoT technologijos gali būti naudojamos prijungti prietaisus ir sistemas, kurios anksčiau nebuvo suderintos.

Šie veiksniai daro namų automatizavimą vis patrauklesniu pasirinkimu daugeliui žmonių. Namų automatizavimo sistemos gali padėti žmonėms gyventi patogiau, taupyti energiją, būti saugesniems ir naudotis naujausiomis technologijomis.

Namų automatizavimo sistemų problemos aktualumas:

- **Suderinamumo iššūkiai (problemos).** Dauguma namų automatizavimo sistemų naudoja skirtingus komunikacijos protokolus ir standartus. Sukelia problemų, kai vartotojai bando integruoti skirtingus prietaisus iš skirtingų gamintojų, nes jie gali būti nesuderinami arba reikalauti sudėtingų konfigūracijų. Senesni įrenginių modeliai gali būti nesuderinami su naujesniais automatizavimo sistemomis, o tai gali reikalauti papildomų investicijų į naujus prietaisus.

- **Privatumo ir saugumo rizikos.** Namų automatizavimas gali atverti duris privatumo pažeidimams ir saugumo rizikoms. Jutikliai, kameros ir prietaisai, prijungti prie interneto, gali tapti potencialiais taikiniais kenkėjams ir galimai leisti jiems patekti į namų tinklą. Neapsaugota programinė įranga arba nesaugios tinklo konfigūracijos gali lemti potencialų duomenų nutekėjimą ar net įsilaužimus.

- **Nepakankama standartizacija.** Trūksta vientisų standartų ir reglamentavimo šioje srityje, kas gali sukelti sudėtingumo vartotojams, bandantiems įgyvendinti namų automatizavimo sistemą.

- **Kompleksiškumas.** Kai kurie vartotojai gali jaustis nepasiruošę įgyvendinti namų automatizavimo sprendimą dėl per didelio sudėtingumo, susijusio su techniniu įrengimu, konfigūracija ir valdymu.

- **Priežiūros reikalavimai.** Namų automatizavimo sistemų priežiūra gali pareikalauti nuolatinės atnaujinimų, paramos ar techninio palaikymo, ypač kai sistema yra sudėtinga ar turtinga funkcijomis.

- **Energetikos efektyvumas.** Nepaisant pastangų taupyti energiją, kai kurie automatizavimo sprendimai gali būti energijos švaistymo šaltinis, ypač jei nėra tinkamai sukonfigūruoti ar nėra naudojami efektyviai.

Šios problemos yra labai aktualios ir skatina technologijų įmones, mokslininkus ir inžinierius ieškoti sprendimų, kaip pagerinti namų automatizavimo sistemų veikimą, saugumą ir patikimumą. Be to, šios problemos yra svarbios vartotojams, kurie siekia įvertinti rizikas ir naudą, susijusią su namų automatizavimo įdiegimu.

### **Mokslinis ištirtumas:**

Namų automatizavimas yra mokslinė tema, kurią nagrinėja inžinerija, informacinės technologijos, elektrotechnika ir kitos sritys. Moksliniai tyrimai šioje srityje apima:

**1. Komunikacijos protokolų tyrimus.** Tyrimai dėl protokolų, kuriais prietaisai komunikuoja tarpusavyje ir su automatizavimo sistemomis, siekiant užtikrinti suderinamumą ir efektyvumą.

**2. Dirbtinio intelekto taikymą.** Moksliniai tyrimai dėl dirbtinio intelekto algoritmų, kurie leidžia automatizuoti ir optimizuoti namų sistemų valdymą.

**3. Saugumo tyrimai.** Nagrinėjami saugumo aspektai namų automatizavimo sistemose, kad būtų užtikrinta privatumas ir apsauga nuo neleistino prieigos.

**4. Energetinio efektyvumo tyrimai.** Tyrimai, siekiant suprasti, kaip namų automatizavimas gali prisidėti prie energijos taupymo ir ekologinės tvarumo.

**5. Vartotojo elgsenos tyrimai.** Tyrejai analizuoja, kaip žmonės naudoja namų automatizavimo sistemas ir kaip tai daro poveikį jų kasdieniam gyvenimui.

Mokslinis tyrimas šioje srityje skatina plėtoti naujus ir efektyvesnius namų automatizavimo sprendimus, kurie atitiktų vis didėjančius vartotojų poreikius ir įgyvendintų šiuolaikines technologijas.

Namų automatizavimas šiuolaikiniame pasaulyje tampa vis labiau reikšmingas, atsižvelgiant į technologijų pažangą bei gyvenimo būdo pokyčius. Tai kelia įvairių sričių – nuo energijos taupymo iki gyvenimo patogumo – interesus ir skatina plėtoti naujas programines įrangos sistemas šiam tikslui pasiekti.

Mokslinis tyrimas namų automatizavimo srityje akcentuoja ne tik techninių inovacijų raidą ir jų įtaką kasdieniam gyvenimui, bet ir vartotojų elgsenos bei psichologijos aspektus. Tai leidžia įvertinti, kaip žmonės priima ir pritaiko naujas technologijas savo namuose bei kas svarbiausia - kaip tai įtakoja jų gyvenimo kokybę.

Naujausi moksliniai tyrimai nagrinėja programines įrangos sistemas namų automatizavimo kontekste, analizuodami jų poveikį vartotojų sprendimams ir elgsenai. Svarbus aspektas yra gebėjimas sukurti patrauklią ir lengvai naudojamą programinę įrangą, kuri atitiktų vartotojų poreikius ir pageidavimus bei tuo pačiu būtų patikima ir saugi naudoti.

Taip pat, tyrimai siekia įvertinti, kaip šios technologijos gali prisidėti prie energijos taupymo, ekologinio poveikio bei kasdienio komforto namuose. Mokslinis požiūris į šią sritį taip pat skatina plėtoti naujus būdus, kaip šias sistemas efektyviau ir saugiau įdiegti bei palaikyti.

### **Darbo tikslas**

Išanalizuoti namų automatizavimo technologijas, jų privalumus ir trūkumus bei plėtros perspektyvas Lietuvoje, pabrėžiant įvairių sistemos kūrimo būdų, laidinių ir belaidžių technologijų

skirtumus bei šiuolaikinių išmanių namų platformų įtaką. Taip pat, išryškinti populiariausius namų automatizavimo sprendimus Lietuvoje, ypač jaunų, technologiškai pažangių žmonių tarpe. Be to, apžvelgti informatikos bendrosios programos svarbą šioje srityje ir įvertinti mikrovaldiklių „Micro:bit“ ir „Arduino UNO R4 WiFi“ kaip įrankių naudojimą mokymui, siekiant skatinti mokinių informatikos, inžinerijos ir kūrybiškumo įgūdžių plėtrą.

### **Darbo uždaviniai**

1. Ištirti namų automatizavimo populiarumą Lietuvoje, vartotojų elgesį, poreikius, naudojimo priežastis, lūkesčius ir taikymo sritis.
2. Vertinti laidinių ir belaidžių namų automatizavimo technologijų privalumus ir trūkumus.
3. Analizuoti šiuolaikines išmanių namų platformas (OpenHAB, SmartThings, Amazon Alexa, Google Home, Apple HomeKit).
4. Įvertinti informatikos bendrosios programos įtaką ir mokymąsi naudojant mikrovaldiklius. Išnagrinėti, kaip informatikos bendroji programa prisideda prie mokinių mokymosi apie namų automatizaciją, ypač naudojant mikrovaldiklius „Micro:bit“ ir „Arduino UNO R4 WiFi“.
5. Pateikti rekomendacijas vartotojams ir mokiniams.

# I. NAMŲ AUTOMATIZAVIMO SISTEMOS

Šiame skyriuje apžvelgta namų automatizavimo sistemų ir daiktų interneto samprata, pateikiama informacija apie namų automatizavimo sistemas ir technologijas.

## 1.1. Namų automatizavimo sistemos

Šiais laikais namų automatizavimas tampa vis populiarnesnis, o išmaniosios sistemos praktiškai įdiegiamos kiekvienuose namuose. Namų automatizavimas, dažnai vadinamas „Išmaniųjų namų technologija“. Namų automatizavimas leidžia vartotojui valdyti beveik kiekvieną savo namo aspektą per daiktų internetą (IoT). Išmanaus namo sąvoka pastaraisiais metais įgijo populiarumą, nes technologija palengvino gyvenimą [1]. Beveik viskas tapo skaitmenizuota ir automatizuota [2]. IoT koncepcija apibrėžia idėją nuotoliniu būdu jungti ir stebėti realaus pasaulio objektus (daiktus) per internetą [3]. Vienas iš labiausiai giriamų namų automatizavimo privalumų yra ramybės suteikimas namų savininkams, leidžiant jiems nuotoliniu būdu stebėti ir valdyti savo namus, įveikiant pavojus, tokius kaip užmiršimas išjungti šildytuvą ar paliktos neužrakintos durų spynos ar įjungtos šviesos/ventiliatorius (žr. 1.1. pav.) rodo pagrindinę išmanaus namo sistemą.



1.1. pav. Išmaniųjų namų sistemos

Interneto daiktų (IoT) technologijų plėtra nuo 2013 metų iki šių dienų, skatinama šiuolaikinės technologijos pažangos, leido padaryti išmaniuosius įrenginius dar protingesnius. Automatizavimo sistemų įtaka plėtojasi įvairiose pramonės šakose, kadangi jos tampa esminiu daugelio veiklų, susijusių su procesais, dalyku. Šiuolaikiniame amžiuje visi gyvename automatizuotoje aplinkoje, kurioje struktūros pranašumas, įskaitant buitines, verslo ir kitų sektorių struktūras, dabar valdomas mašinų. Namų automatizavimo sistemos [4] juda link mechanizavimo procedūrų, kurios leidžia mašininėms įrangos priemonėms veikti daugybe skirtingų namų sistemų su mažiau žmogaus įsikišimo. Tai įgyvendina namų automatizavimo automatiką, naudojant komandas ir technologijas iš visiškai skirtingų sričių, naudojant nešiojamuosius, stacionarius, planšetinius kompiuterius ar mobiliuosius telefonus. Dvi kategorijos, į kurias suskirstytos automatizavimo sistemos, yra pramoninės ir buitines sistemos. Jos yra automatizuotos namų automatizavimo sistemos ir pramoninės automatizavimo sistemos. Trijų tipų namų automatizavimo sistemos yra namų automatizavimas pagal elektros linijų BUS kabelį, laidinį ir belaidį namų automatizavimą.

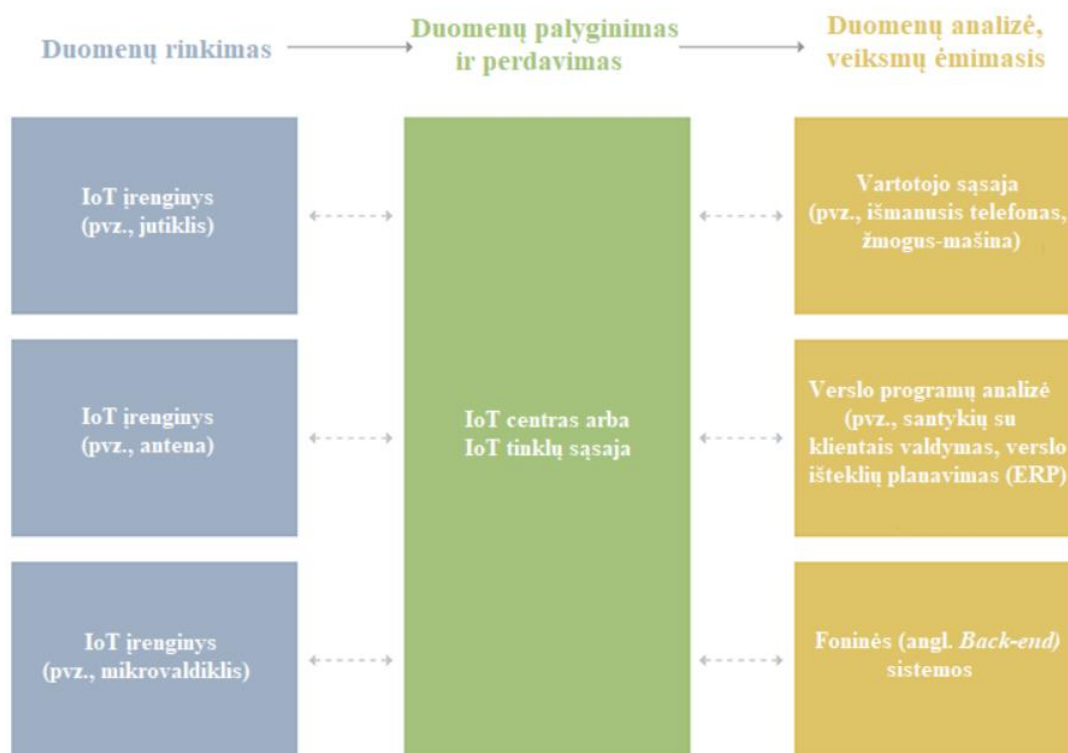
Energetiškai efektyvūs tinklai ir jutikliai, prijungti prie įrenginių, leidžia nuotoliniu būdu stebėti ir valdyti šiuos įrenginius. Tai yra neišvengiamas interneto daiktų (IoT) organizacijos komponentas šioje paradigmoje. Tai galima įsivaizduoti kaip nuotoliniu būdu sujungtų įrenginių visumą, kurioje bendrauja ir saveikauja pagal iš anksto nustatytus principus. Šiems įrenginiams turimi resursai yra riboti. Todėl optimalūs duomenų perdavimo protokolai bevieliu ryšiu yra lengvai naudojami, pavyzdžiui, MQTT, CoAP ir t. t. [5].

Šių dienų IoT skatina inovacijų progresą, susijusi su buitinais prietaisais, fiziniais įrenginiais ir kitais įdiegtais įrenginiais, leidžiančiais šiems objektams tarpusavyje bendrauti ir mainytis informacija organizacijoje be žmogaus ar administratoriaus būtinumo. Išsivysčiusi šioje srityje, susiformavo išraiška „Protingas namas“, kuris egzistuoja jau daugiau nei dešimt metų. Namų automatizavimas [6], dažnai vadinamas protingu namu, savo gyventojams suteikia patogumą, pasitikėjimą, saugumą ir energijos efektyvumą. Protingas namas apima belaidžias technologijas, įskaitant mobiliojo ryšio tinklus, Wi-Fi, RFID ir Bluetooth. Jos naudojamos įgyvendinti įvairius užsibrėžtus tikslus, kurie aptinka, valdo ir mainosi nuotolinę informaciją. Aprašant Bluetooth pagrindžiamą protingo namo ryšių sistemą, kuri veikia be interneto tinklo. Norint įveikti Bluetooth signalo naudojimo apribojimus (maksimalus nuotolis 100 m), ekspertai taip pat pristatė gerai žinomą išradimą, žinomą kaip Wi-Fi pagrindžiamas namų valdymo pagrindas [7]. Ši technologija leidžia realiems prietaisams, tokiais kaip davikliai ir jutikliai, būti susietais ir valdomais mobiliaisiais telefonais. Namų įranga gali būti valdoma ir valdoma naudojant namų automatizavimo komandas

## 1.2. Daiktų interneto (IoT) samprata

Daiktų internetas (IoT) yra technologinė paradigmą apibūdinanti sąvoka, kuri aprašo tarpusavyje susijusius skaitmeninius ir fizinius objektus, kurie gali būti identifikuoti, surinkti, tvarkyti ir mainyti informacija per tinklą, dažniausiai naudojant interneto protokolą (sutr. IP). Pagrindinė idėja yra tai, kad įvairūs objektai, kurie anksčiau buvo paprasti, negyvi daiktai, yra pridedami prie interneto, kurie gali bendrauti tarpusavyje ir su kitais įrenginiais, vykdydami tam tikras funkcijas arba teikdami informaciją.

IoT ekosistema, turinti integruotus išmaniuosius įrenginius, kurie naudoja internetą, yra sudaryta iš skirtingų komponentų. Šie išmanieji įrenginiai apima procesorius, jutiklius ir ryšio įrangą, leidžiančią jiems rinkti, siųsti ir veikti duomenis, gaunamus iš jų aplinkos. Jutikliai, kurie yra dalis šių įrenginių, užfiksuoja įvairią informaciją ir dalijasi šiais duomenimis, prisijungdami prie IoT tinklų sąsajos arba kitų įrenginių, kur duomenys analizei siunčiami į debesį arba analizuojami vietoje (žr. 1.2. pav.).



1.2. pav. IoT sistemos pavyzdys (Gilis et al., 2017)

Šis sąveikavimas leidžia jiems atlikti veiksmus be tiesioginio žmonių įsikišimo. Šie išmanieji įrenginiai gali bendradarbiauti tarpusavyje pagal gautą informaciją. Pvz., vienas įrenginys gali reaguoti į kitų įvykius, priklausomai nuo surinktų duomenų. Tai sukuria efektyvesnę ir automatizuotą sistemą, galinčią atlikti užduotis be nuolatinio žmonių įsikišimo.



Prisijungimo, tinklų kūrimo ir komunikacijos protokolai, kurie yra naudojami su šiais išmaniaisiais įrenginiais, priklauso nuo konkrečios įdiegtos internete programinės įrangos. Daiktų internetas taip pat naudoja dirbtinį intelektą ir automatinį mokymąsi, siekiant palengvinti duomenų rinkimo procesus ir padaryti juos dinamiškesnius, kaip pabrėžia Gillis, Rosencrance, Shea & Wigmore (2017) [8]. Šios technologijos turi platų pritaikymo spektrą, nuo namų automatizavimo iki pramoninių sprendimų, kurie pagerina verslo veiklą ir klientų aptarnavimą.

Pagrindiniai IoT privalumai (Gillis et al., 2017):

- galimybė bet kuriuo metu bet kuriame įrenginyje pasiekti informaciją iš bet kurios vietos;
- patobulinta komunikacija tarp prijungtų elektroninių prietaisų;
- duomenų paketų perkėlimas per prijungtą tinklą, taupant laiką ir pinigus;
- galimybė automatizuoti užduotis, padedančias pagerinti verslo paslaugų kokybę ir sumažinti žmonių įsikišimo poreikį.

Pagrindiniai IoT trūkumai (Gillis et al., 2017):

- Didėjant prijungtų įrenginių skaičiui ir dalijantis daugiau informacijos tarp įrenginių, didėja ir galimybė, kad įsilaužėliai gali pavogti konfidencialią informaciją;
- Įmonėms gali būti sudėtinga susidoroti su dideliu internetinių įrenginių skaičiumi, kurie surenka ir apdoroja duomenis;
- Jei sistemoje yra klaida, tikėtina, kad kiekvienas prijungtas įrenginys bus iškraipytas;
- Nėra tarptautinio interneto suderinamumo standarto, todėl susieti skirtingų gamintojų įrenginius yra sudėtinga.

Pagrindiniai daiktų interneto komponentai:

- Prietaisai/įrenginiai: įvairūs objektai ar prietaisai, kuriuose įdiegta technologija ir geba gauti ar siųsti duomenis per interneto tinklą. Pavyzdžiui, išmanieji telefonai, jutikliai, buitinės technikos prietaisai, transporto priemonės su įmontuotais jutikliais ir kt;
- Unikalus Identifikatorius (UID): kiekvienam įrenginiui priskiriamas unikalus identifikatorius, kuris leidžia jį identifikuoti ir atskirti nuo kitų įrenginių tinklo;
- Jutikliai: mažos galios įrenginiai, kurie gauna informaciją apie aplinkos būklę, tokią kaip temperatūra, drėgmė, šviesa arba kitos fizinės arba cheminės savybės;
- Ryšio įranga: technologija, leidžianti prietaisams bendrauti tarpusavyje ir su kitais įrenginiais per interneto tinklą. Tai gali apimti belaidžius ryšio standartus, tokius kaip Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, arba kitus komunikacijos protokolus;
- Duomenų centrai: vieta, kurioje renkami, saugomi ir tvarkomi prietaisų generuojami duomenys. Dažnai šie duomenys gali būti apdorojami ir analizuojami, siekiant gauti naudingą informaciją. Surinkti duomenys gali būti saugomi debesyje arba kitose saugyklose, kur juos galima lengvai pasiekti ir analizuoti;

- Programinė įranga: skaitmeninės programos ir algoritmai, skirti prietaisams valdyti, informacijai tvarkyti bei paversti ją naudinga žiniomis.

Pagrindinės IoT veikimo principas ir galimybių sritis:

- Automatizacija: prietaisai gali būti suprogramuoti vykdyti tam tikras užduotis arba priimti sprendimus, pagrįstus gautais duomenimis, be tiesioginio žmonių įsikišimo;

- Monitoringas: jutikliai gali stebėti ir nustatyti aplinkos būklę, o gauti duomenys gali būti naudojami analizei, prognozavimui arba tiesioginiam žmonių informavimui;

- Ryšio gerinimas: įrenginiai gali efektyviai bendrauti tarpusavyje ir su kitais įrenginiais, siųsdami ir gaudami duomenis per internetą;

- Efektyvumo poveikis: IoT taikymas įvairiose srityse, tokiose kaip gamyba, miesto planavimas, energetika ir kt., gali pagerinti efektyvumą ir optimizuoti procesus;

- Naujų paslaugų kūrimas: IoT suteikia galimybę kurti naujas paslaugas ir verslo modelius, kurie grindžiami daiktų tarpusavio sąveika ir duomenų naudojimu.

Svarbu atkreipti dėmesį, kad, nors IoT turi didelį inovacinį potencialą, jis taip pat kelia iššūkius, susijusius su privatumo klausimais, saugumu, standartizacija ir kitais aspektais, kurie turi būti vertinami ir sprendžiami.

Daiktų internetas (IoT) yra moderni technologija, kurioje fizinius įrenginius, objektus, ar net žmones sujungia internetu, leisdama jiems dalintis duomenimis ir sąveikauti tarpusavyje be tiesioginio žmogaus įsikišimo. Pagrindinė idėja yra tai, kad įvairūs įrenginiai gali turėti įmontuotus jutiklius, procesorius, ryšio įrangą ir kitus komponentus, kurie leidžia jiems gauti, siųsti, ir apdoroti informaciją.

Pagrindinė daiktų interneto idėja yra suteikti daiktams gebėjimą tapti „Išmaniais“, t.y., leisti jiems gauti, siųsti ir analizuoti duomenis, prisitaikyti prie kintančių sąlygų ir kartu efektyviai sąveikauti su kitais įrenginiais arba sistemos dalyviais. Ši technologija turi plačias taikymo sritis, įskaitant namų automatizavimą, sveikatos priežiūrą, pramonės automatizavimą, transporto valdymą ir daug kitų sričių.

### **1.3. Namų automatizavimas: inovatyvios IoT (daiktų interneto) technologijos**

IoT pagrindu veikiančios technologijos namų automatizavimui yra jau prieinamos kiekvienam namui. Yra tokių, kurios gali būti taikomos naudojant esamą laidinę infrastruktūrą (elektros laidus arba Ethernet), jungiant jutiklius, valdiklius ir kitus įrenginius, tuo tarpu kitos naudoja belaidžias technologijas. Yra išskiriamos trys pagrindinės tokių technologijų kategorijos: laidinės, belaidės ir dvireikšmės (tai yra, tiek laidinės, tiek belaidės).

### 1.3.1. Laidinės ryšio technologijos

Laidinės technologijos yra seniausios, nes pirmosios protingos namų automatizavimo sistemos buvo paremtos esama namų infrastruktūra (elektros laidais). Jos suteikia saugesnį ryšį su ribotu trukdžių kiekiu.

#### ***BACnet***

Ši technologija gerai žinoma ir naudojama JAV. Kaip pateikta straipsnyje „Protingas namas: IoT eroje“ [9], tai yra specifikacija, grindžiama trimis pagrindiniais bruožais. Ji gali užtikrinti ryšį, naudodama įvairias laidines ryšio technologijas, bendradarbiaujant su EnOcean technologija [10–15].

#### ***Dupline***

Dupline yra laidinė technologija namų automatizavimui, daugiausia žinoma ES. Ji naudoja elektros laidus arba susuktas poras informacijos mainams. Šiame sistemoje gali būti prijungta iki 128 įrenginių, o jos paketo dydis yra labai mažas (14 baitų), pasiekiant duomenų perdavimo greičius iki 9,6 Kbps [9,16,17,18].

#### ***Ethernet (LAN)***

Ethernetas yra viena geriausiai žinomų technologijų, pristatyta Bobo Metcalfe ir jo komandos [19], kurie prisijungė. Ši technologija žinoma dėl tinklo įrenginių, tokių kaip kompiuteriai ir PLC, jungimo per jo RS586 prievadą. Tai yra patentuota technologija, standartizuota su atvirkštine suderinamumu. Ji naudoja susuktas poras arba optines skaidulas kaip duomenų mainų priemonę, tuo pačiu pasiekdama labai didelius duomenų perdavimo greičius [9,20–26].

#### ***KNX (TP-1)***

KNX [27] yra pastato automatizavimo ir valdymo standartas, kuris naudoja kabelius duomenų perdavimui pagal KNX TP-1 (Twisted Pair) standartą. Tai leidžia integruoti įvairius pastato valdymo sprendimus, įskaitant šildymą, vėdinimą, apšvietimą ir kitus.

#### ***Modbus (RS-485)***

Modbus [28] yra populiari komunikacijos technologija, naudojama pastatų automatizavimo sistemose. Daugelis prietaisų, tokie kaip jutikliai, ventiliatoriai, šildymo/šaldymo sistemos, gali komunikuoti naudodami Modbus protokolą per RS-485 laidus.

#### ***DALI (Digital Addressable Lighting Interface)***

DALI [29] yra standartas, skirtas apšvietimo sistemų valdymui. Jis naudoja laidus, kad įvairios apšvietimo sistemos komponentai galėtų sąveikauti tarpusavyje ir būti valdomi centralizuotai.

### **RS-232**

RS-232 [30] dažnai naudojamas kaip sąsaja tarp kompiuterio ir kai kurių pastato automatizavimo įrenginių, tokių kaip specializuoti valdikliai ar monitoriai.

### **Profibus**

Profibus [31] yra pramoninis komunikacijos protokolas, naudojamas pramoninėse automatizavimo sistemose. Jis taip pat gali būti taikomas tam tikriems pastatų automatizavimo sprendimams, ypač tiems, kurie turi sudėtingesnę įrangą ir prietaisus.

### **CAN Bus (Controller Area Network)**

CAN Bus [32] yra plačiai naudojama automobilių pramonėje, bet taip pat yra taikoma pastato automatizavimo sistemose. Tai suteikia patikimą ir efektyvų būdą perduoti duomenis tarp įvairių įrenginių.

### **USB (Universal Serial Bus)**

USB [33] yra dažna sąsaja, naudojama prijungti įvairius įrenginius prie kompiuterių ar kitiems valdymo sistemos komponentams.

### **FireWire (IEEE 1394)**

FireWire [34] yra aukštos greičio sąsaja, kuri gali būti naudojama duomenų perdavimui tarp skirtingų įrenginių. Nors ši technologija dažniau susijusi su multimedinėmis sistemomis, ji gali rasti taikymą ir pastatų automatizavimo srityje.

### **Coaxial Cable (koaksialinis kabelis)**

Koaksialiniai kabeliai [35] dažnai naudojami televizijos ir interneto ryšio perdavimui pastatų automatizavimo sistemose, ypač kai reikia didelio duomenų perdavimo greičio.

### **Fiber Optic Cable [36] (optinis pluoštas)**

Optiniai pluoštai naudojami dėl didelio perdavimo greičio, mažo signalo deformacijos ir ilgo atstumo tarp įrenginių. Tai gali būti naudinga, kai reikia perduoti duomenis per didelius pastatus arba skirtingus pastato plotus.

### **Power Line Communication (PLC)**

PLC [37] naudoja elektros laidus duomenų perdavimui. Šiuo metu tiriama galimybė naudoti elektros linijas kaip universalią terpę ne tik elektros ar valdymo signalams perduoti, bet ir didelės spartos duomenims bei daugialypės terpės perdavimui. Tai gali būti naudinga pastatuose, kur yra jau sukurtas elektros laidinė infrastruktūra.

### **UPB**

UPB [38] – universali elektros linijų magistralė, kitaip tariant, laidinis namų automatizavimo protokolas. Šis protokolas yra pagrįstas „X10“ standartu ir naudoja namuose esančias elektros linijas ryšių signalams siųsti tarp įrenginių. UPB įrenginiai prisijungia naudodami centrinį namų valdiklį bei sąsajas, kurios yra rankiniu būdu nustatytos kiekvienam tinklo įrenginiui.

### *xPL*

xPL [39] – atviras, laidinis protokolas, skirtas greitam duomenų perdavimui, jo greitis gali siekti daugiau nei 10 mln. bitų per sekundę. Šis protokolas gali veikti įvairiomis perdavimo terpėmis, įskaitant Ethernet [19], RS232 [30] ir RS485 [28].

### **1.3.2 Dvireikšmės (laidinės ir belaidės) ryšio technologijos**

Šios technologijos pasinaudoja tiek laidinėmis, tiek belaidėmis technologijomis namų automatizacijoje, užtikrindamos ryšio rezervą ir suteikdamos didelį prieinamumą.

#### ***KNX***

KNX (dar žinomas kaip KONNEX) yra labai populiaris visame pasaulyje atvira standartinė technologija. Ji palaiko elektros laidus ir Ethernet kabeliavimui laidiniam ryšiui bei suteikia belaidį ryšį. Be to, ji gali bendradarbiauti su kitomis žinomomis belaidžių technologijų, tokiomis kaip EnOcean, WiFi ir Zigbee. Pagal naudojamą medžiagą ji gali teikti duomenų perdavimo greičius nuo 9,6 Kbps iki 100 Gbps su 16 baitų paketo dydžiu [40,9,20,41–44].

#### ***LonWorks***

Ši technologija buvo pristatyta įmonės Echelon Corporation 1991 metais. Iš pradžių ji buvo BACnet konkurentė, todėl tarp jų yra suderinamumas. LonWorks yra trumpinys nuo „Local Operating NetWORK“. Jo inovacija yra ta, kad kiekvienas įrenginys turi įmontuotą Neuron Chip, kartu su transiveriais ir elektronika aplikacijai. Išsamiai paaiškinta, ji turi SoC (System on a chip) įgyvendinimą, kuriame yra daug mikroprocesorių, ROM (Read Only Memory), RAM (Read Access Memory) modulių ir I/O (Input/Output) sąsajos prievadų. Be to, teikiama elektroninė modulio sąsaja su kitais įrenginiais.

Tai yra daugiamedžio tipo technologija, nes ji gali užtikrinti ryšį per:

- Susuktas poras;
- Ethernetą;
- Optines skaidulas;
- RF (Radio Frequency);
- BACnet.

Pranešimo dydis yra 228 baitai, o teikiama duomenų perdavimo greičiai gali siekti iki 1,25 Mbps. Dėl aprėpties ji gali pasiekti atstumus iki 2700 m laidinėse jungtyse. Įrenginiai ar sistemų galima suskaidyti į mažesnes išmaniuosius elementų grupes, vadinamas mazgais, kuriant išmanų tinklą [45–47].

## ***X10***

Tai viena iš seniausių namų automatizavimo sistemų, įvedė 1975 metais. Ši technologija yra atviro kodo ir naudojama nuotoliniam valdymui naudojant X-10 atitikties siųstuvus ir imtuvus. Ji turi dvi ryšio režimus:

- Laidinį: elektros laidai jau įdiegti kiekvienoje namų aplinkoje;
- Belaidį: RF.

Trumpi pranešimai (komandos) yra naudojami ir transiverių siunčiami į imtuvo vienetą bei apdorojami unikaliu ID. Imtuvai nuskaito šią informaciją ir palygina ją su gautu ID, nustatydami, ar ji atitinka jų pačių ID. Jei sąlyga yra patenkinta, tada visa žinutė yra atsisiunčiama ir apdorojama.

Dėl šios technologijos pobūdžio teikiami duomenų perdavimo greičiai yra 60 bps, aprėpiantys atstumus iki 30 m. Todėl ją daugiausia naudojama automatizacijos tinkluose, tokiuose kaip apšvietimas, buitinės prietaisų ir saugumo jutikliai [10,48,49].

## ***Insteon***

Ši technologija yra X10 sekėjas; ji suteikia atvirkštinę suderinamumą su visais esamais šios technologijos palaikančiais įrenginiais (veikiančiais 132 KHz), nepaisant to, kad komandos nėra panašios. Jos tinklas susideda iš tiek laidinių, tiek belaidžių ryšių, suteikiant MESH ryšį tarp jų ir užtikrinant ryšio rezervą [50,10,11,45,47].

Insteon [51] – protokolas, kuris yra bevielių ir laidinių technologijų hibridas, todėl jis yra unikalus papildymas namų automatikos žaidėjų srityje. „Insteon“ namų automatizavimas veikia patentuotame dvigubo tinklelio tinkle, kuris naudoja ir belaidį, ir laidinį ryšį, kad įveiktų bendras problemas, su kuriomis susiduria kiekvienas tinklo tipas. „Insteon“ šakotuvas susijungia su „Insteon“ suderinamais prietaisais, todėl galima valdyti namus per išmanųjį telefoną, planšetinį kompiuterį ar kompiuterį.

### **1.3.3 Belaidžio ryšio technologijos**

Šios technologijos yra pristatomos siekiant išspręsti poreikį jungtis su esama namų infrastruktūra ir teikti mažo kainos, aukštos efektyvumo sprendimą įrenginių komunikacijai. Jos gali būti suskirstytos į dvi pagrindines kategorijas, pagal aprėptį.

Belaidžios technologijos gali būti klasifikuojamos pagal nuotolį, kurį jos padengia (žr. 1.3 pav.).

Šios klasifikacijos yra:

- Kontaktinė, taip pat aprašoma kaip artumo, naudojama ryšiams, kurių atstumas iki 10 m.
- Trumpo nuotolio, taip pat žinoma kaip WPAN (Wireless Personal Area Networks), apima plotus nuo 10 m iki 100 m.

- Trumpo/vidutinio nuotolio tinklai yra apibūdinami kaip WLAN (Wireless Local Area Networks) ir naudojami plotams nuo 100 m iki 1000 m.
- Vidutinio nuotolio (1–10 km), taip pat aprašoma kaip WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks), apima plotus nuo 1 km iki 10 km.
- Ilgo nuotolio (10–100 km), taip pat žinoma kaip WWAN (Wireless Wide Area Networks), naudojama didesniems nuotoliams nuo 10 km iki 100 km.



1.3. pav. Esamų belaidžio tinklo technologijų iliustracija, atsižvelgiant į ryšio diapazoną.

### ***Trumpo Nuotolio***

Trumpo nuotolio technologijos gali būti naudojamos daugiausia mažuose pastatuose ir namuose, teikdamos greitą ir patikimą ryšį tarp įrenginių.

#### ***6LowPAN***

IPv6 per mažo galios belaidžius asmeninius tinklus naudojamas namų automatizavimo sistemoms ir pasižymi savo paprastumu ir mažais kaštais. Ji suteikia belaidį ryšį ten, kur reikalingos rimtos elektros energijos apribojimai. Ji naudoja IEEE 802.15.4 standartą žemiausiuose OSI-7 lygmenyse [20] ir IPv6 (IP šešių versija) protokolą komunikacijai.

Ši technologija yra apibrėžiama kaip WPAN (Belaidis asmeninis tinklas), keičianti 100 bitų duomenų paketus, tuo pačiu pasiekdama duomenų perdavimo greičius iki 250 Kbps ir aprėpia atstumus iki 200 m. Ji taip pat suteikia tinklo galimybes, bet įrenginys, kuris daro daugelį belaidžių vienu metu su keliais kaimyniniais įrenginiais. Jei prarandama pagrindinė ryšio galimybė, ryšys vis tiek gali būti nustatytas per kitą ryšį tame pačiame tinkle.

6LowPAN turi suderinamumą su įrenginiais, naudojančiais tą patį standartą (802.15.4), ir gali bendrauti su kompiuteriniu tinklu per Wi-Fi naudodama tinklo įėjimo įrenginį [52–58].

### ***Bluetooth***

Bluetooth yra labai populiarus trumpo nuotolio tinklo technologija, daugiausia naudojama kompiuteriuose, išmaniuosiuose telefonuose ir periferinėse priemonėse. 2015 metais buvo įvestas Bluetooth 4.0 standartas [59]. Apibūdinamas kaip BLE (Bluetooth Low Energy), jis atvėrė savo galimybes užtikrinti tinkamą ryšį su tinkluose esančiais įrenginiais tuo pačiu gerinant baterijos veikimo laiką ir duomenų perdavimo greičius [54,59–70].

### ***EnOcean***

Ši technologija yra labai paplitusi, nes ji suteikia energijos surinkimo galimybes bevieliniu IoT ir namų automatizavime. Kiekvienas šio WPAN (Belaidžio asmeninio tinklo) įrenginys nereikalauja jokios išorinės energijos šaltinio ar baterijos [9].

Šios technologijos ypatybės yra:

- Gali aprėpti atstumus iki 300 m (lauke);
- Tinklo greitis iki 125 Kbps;
- Signalui perdavimui reikalingi 50  $\mu$ W;
- Mažos juostos radijas, kuris veikia 868 MHz ir 315 MHz radijo juostose;
- Tarp įrenginių keičiami trumpi telegramos (4 baitų žinutės);
- Gali turėti įvairiapusį ryšį su kitomis technologijomis, tokiais kaip:
  - Ethernet tinklo jėjimas;
  - Wi-Fi tinklo jėjimas;
  - BACnet;
  - LonWorks;
  - BLE (Bluetooth Low Energy);
  - Zigbee.

Be to, palaikomas mazgas, teikiantis kokybės mechanizmus QoS (8-bitų CRC) ir šifravimą naudojant VAES (Kintamos AES) [11,13,41,63,64,71–76].

### ***Thread***

Thread yra technologija, kuri taip pat grindžiama 802.15.4 standartu, kilo iš septynių įmonių (ARM (Softbank), Big Ass Fans, Freescale (NXP), Nest Labs (Google), Samsung, Silicon Labs, Yale Locks), kurios 2015 metais įkūrė Thread Group Inc. [9,77].

Thread [102] – belaidis protokolas, kuris yra paremtas IPv6 bei 6LowPAN standartais. Jis sukurtas taip, kad leistų įrenginiams su šiuo protokolu bendrauti net tada, kai dingsta „WiFi“ tinklas.

Tai yra atvira standartinė technologija, kurioje įtraukti daug žinomų standartų. Dėl to ji suderinama su kitomis technologijomis, tokios kaip Nest termostatas ir kelios Zigbee įrangos [61,64,73,77–85].



### ***Wi-Fi***

Ši tinklo technologija yra labai populiari, žinoma dėl įvairių kasdieninių įrenginių tarpusavio ryšio. Standartas 802.11ac (išleistas 2013 m.) veikia dažnio juostose 2,4 GHz ir 5 GHz, pasiekdamas duomenų perdavimo greičius nuo 600 Mbps iki 6,93 Gbps. Su 802.11ax pristatymu 2016 m. (Wi-Fi 6) ir M.I.M.O. (Multiple Input, Multiple Output) technikos naudojimu, technologija gali valdyti kelis prijungtus įrenginius, teikdama duomenų perdavimo greičius nuo 866,6 Mbps iki 9,6 Gbps. Protokolų rinkinys, naudojamas ryšiams, yra TCP/IP (v.4 ir v.6), teikiantis QoS (Quality of Service) mechanizmus su 32-bitų CRC ir saugumą su AES128 šifravimu.

Kaip gerai žinoma ir naudojama technologija galutiniams vartotojams skirtiems įrenginiams, tiekėjai suteikia ryšius su beveik visomis žinomomis namų automatizavimo technologijomis.

2014 metais „Wi-Fi“ standartas 802.11af pagerino savo galimybes, gerindamas energijos valdymą ir efektyvumą. Naudojant esamą WLAN topologiją, TV White Space dažnius (54 MHz–97 MHz juosta) ir keturias kanalas ryšiams, padengtas plotas išlieka 100 m, o duomenų perdavimo greičiai gali siekti arba viršyti 400 Mbps.

802.11ah (WiFi HaLow) standartas, naujai pristatytas IEEE ir išleistas 2017 m., yra 802.11af evoliucija ir skirtas „IoT“ įrenginiams. Jis teikia daugiausia energijos apribojimų turinčių stotelių, iki 100 m ploto padengimo, naudodamas 900 MHz dažnius ir tinklo greičius iki 4 Mbps. Ši technologija taip pat palaiko 1 MHz/2 MHz kanalus naudojimui „IoT“, kurie gali būti padidinti iki 16 MHz, siekiant didesnių duomenų perdavimo greičių [23,61,86–89].

### ***Z-Wave***

Z-Wave yra daugelio tiekėjų naudojama patentuota technologija namų automatizavimui ir IoT. Ji būdinga mažomis sąnaudomis, teikiančia mažo energijos sunaudojimo perdavimus. Kaip aprašyta Paetz (2013) [90], ši technologija turi statinį maršrutizavimą ir yra įgyvendinta su centralizuota maršrutizavimo lentelė. Maršrutizavimo skaičiavimai įterpti į žinutes, todėl jų peradresavimo elgsena gali būti nurodyta (Fuller) [91].

OpenZwave yra Z-Wave varijantas, kuris yra atvirojo kodo [92]. Jis naudojamas kompiuteriuose kaip USB perdavimo prietaisas, tačiau jo maršrutizavimo logika vis dar neprieinama. Ji yra užšifruota įrenginio įrangos programinėje įrangoje [11,61,64,67,73,84,91, 93–96].

### ***Zigbee***

Ši technologija yra gana populiari belaidžio namų automatizavimo sistemose ir yra viena iš pagrindinių Z-Wave konkurentų. Dėl vėlavimo apibrėžiant „Bluetooth“ standartą kelios įmonės pradėjo naujos WPAN technologijos „ZigBee“ vystymą, pristatytą 2004 metais [11,42,61,63–66,73,75,82,87,95,97–101].

### ***Ilgo Nuotolio***

Ilgo nuotolio ryšiai daugiausia naudojami ryšiams didesniuose pastatuose ar architektūroje, teikiant prieinamumą be pasikartojančių.

#### ***DASH7***

Industriniu standartu pripažintas DASH7 Alliance Protocol (D7AP) yra standartas, pagrįstas ISO/IEC 18000-7 ir taikomas bevieliams jutikliams ir veikikliams. Pagrindinė jo funkcija yra paremta BLAST (Bursty, Light Data, Asynchronous Transitive) sąvoka [66]. Jis veikia licencijuotuose žemų dažnių beveliuose dažniuose 433 MHz, 868 MHz (ES) ir 916 MHz (JAV), todėl ši technologija gali pasiekti iki 10 km atstumus. Jo žinutės ilgis yra 256 baitai, o duomenų perdavimo greitis siekia iki 200 Kbps, pasiekiant žemą delsa, kai yra prijungtas prie judančių tinklo pajėgumų objektų [66]. Komunikacija vyksta nedelsiant (burstanti), neturint sunkių duomenų, tokie kaip garso ar vaizdo [103], todėl jis tinkamas lengviems duomenų krūviams, naudojamiems įprastose programose.

Dėl jo komandos-atsako ryšio metodo DASH7 suteikia asinchroninę komunikaciją. Tai pasiekama, nes reikalingas periodinis „ranka paspausti“ jo tinklui ir jo įkėlimo centrinė prigimtis papildomai kitoms technologijoms, kurios seka išsamiau [53,66,88,103–106].

#### ***LoRa (Long Range)***

LoRa (ilgo nuotolio), kaip parodyta jo akronimu, buvo pirmą kartą pristatytas 2015 m. Cycleo [107] ir vartotojams pristatytas Semtech [108]. Tai yra atvira standartinė technologija, daugiausia naudojama belaidžiams sistemoms, kurios yra nutolusios dideliais atstumais, naudojant neleistinus radijo dažnius.

Jis aprašomas kaip LPWAN (mažos galios plataus veikimo zonas) arba WWAN (belaidžio ploto zona) ir naudojamas ilgų nuotolių duomenų perdavimui, daugiau nei 10 km (iki 20 km), tuo pačiu labai mažai energijos sunaudojant. Tai pasiekama dėl naudojamų žemų dažnių, jo žinučių protokolo (LoRaWAN) su 255 baitais ir palaikomų žemų duomenų perdavimo greičių (0,3–50 Kbps). Kaip matyti, jis tinka taikymams, mainantiems nedidelį duomenų rinkinį ilgais atstumais, nereikia keisti baterijų daugelį metų (daugiau nei 10 metų) [109].

Pagrindinėje vietoje jis naudojamas žemės ūkyje, tačiau yra taikymų, sukurtų ir namų automatizacijai. Ši technologija suteikia ryšį su esamais kompiuterinių tinklų, tokiais kaip „Ethernet“ ir „Wi-Fi“, per savo įėjimą, teikiantį administravimo mechanizmą. Nepaisant jo mažo duomenų pobūdžio, LoRa siūlo duomenų šifravimą (AES), bet ne QoS mechanizmo [55,67,87,88,98,104,107,110].

#### ***LTE (5G/NB-IoT)***

LTE (Long Term Evolution) yra labai populiarus tinklo technologija, gerai žinoma mobiliojo telefono ryšiams visame pasaulyje. Ji buvo pristatyta 3GPP 2008 m. ir grindžiama jau

egzistuojančiais tinklais GSM/EDGE ir UMTS/HSPA, turinti pagrindinį tikslą – greitesnius duomenų perdavimo greičius mobiliems tinklo įrenginiams. Tam pasiekti buvo įdiegtos naujos skaitmeninio signalo apdorojimo technikos.

Pirmiausia 2G buvo teikiama 90% pasaulio gyventojų, bet jos pagrindinis tikslas ir paskirtis buvo daugiausiai skirta balso perdavimui [111]. Todėl buvo pristatyta 3G, teikianti daugiau paslaugų nei balsas dideliems duomenų kiekiams. Pasirodžiusioms naujoms technologijoms, tokioms kaip išmanieji telefonai ir planšetiniai kompiuteriai, padidėjo poreikis didesniems duomenų perdavimo greičiams, ir tai privertė ją evoliucionuoti 2012 m. (4G).

Toliau, 5G buvo pastatyta ant jos pirmtakų pagrindų, teikiant dar didesnius duomenų perdavimo greičius – iki 10 Gbps, patikimumą (32-bitų CRC) ir šifravimą (AES256). „IoT“ ir išmaniojo namo įgyvendinimui yra naudojami šios technologijos specialūs režimai – LTE CAT-0, LTE CAT-M ir NB-IoT. Šie yra optimizuoti „IoT“ ir išmaniesiems pastatams, mažinantys kompleksškumą, tuo pačiu užtikrinantys to paties infrastruktūros diapazono padengimą.

Su pristatytu 3GPP release 12, palaikoma nauja kategorija vartotojo įrenginiui (UE – User Equipment). Ši evoliucija į Cat 0 (Category 0) įrenginius rezultavo reikšmingu jų baterijos gyvavimo padidėjimu. Labiausiai pastebimos pokyčiai yra:

- Duomenų perdavimo į viršų ir žemyn greitis sumažintas iki 1 Mbps;
- Antenų skaičius dabar sumažintas nuo 2 iki 1;
- UE imtuvo juostinis plotis sumažintas iki 1,4 MHz, kas leidžia sumažinti esminės kompleksškumo dalies;
- UE vis dar gali veikti esamuose LTE sistemos juostose iki 20 MHz;
- Mažesnės galios klasės UE leidžia integruoti galingą stiprintuvą sistemoje, teikiančioje viename luste.

3GPP releasai 13 ir 14 yra plačiai žinomi kaip NB-IoT, ir jie daugiausia naudojami „IoT“ įgyvendinimams [112]. „Huawei Technologies Co. Ltd.“ buvo viena iš pagrindinių įmonių, susitelkusių į šią technologiją, teikianti tobulintą, ilgo nuotolio padengimą su dideliu mažų pralaidumo įrenginių skaičiumi [113]. Šio tinklo įrenginiai būdingi tobulintai tinklo architektūrai, žemam atsako laikui, mažam delsimo jautrumui, labai mažai kainų ir mažam energijos sunaudojimui. Šios technologijos pagrindinė pranašumas yra galimybė, kai ji yra diegiama įgaliotose dažnių juostose, vėl naudoti jos pagrindinį tinklą.

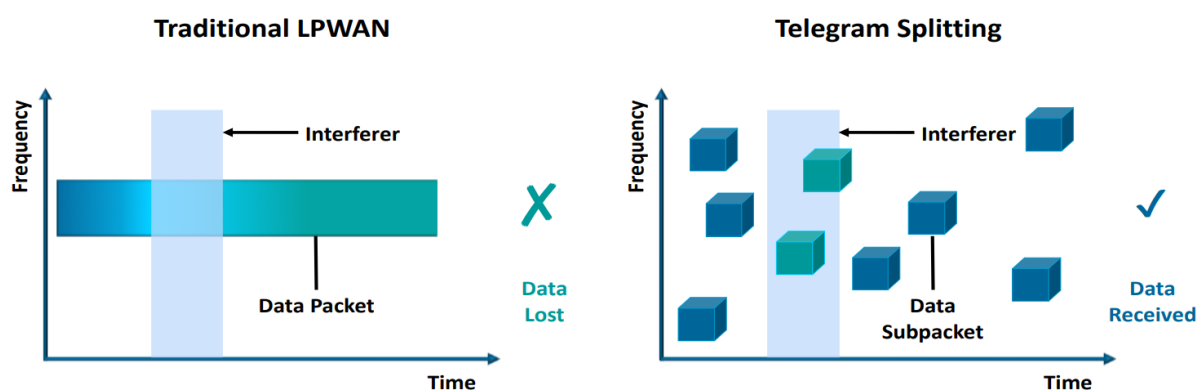
Kadangi „IoT“ įrenginiams nereikia didelių duomenų perdavimo greičių, žinutės dydis kinta priklausomai nuo tinklo diegimo, o perdavimo greitis gali būti iki 204,8 Kbps į viršų ir 234,7 Kbps žemyn. Žinutės yra šifruojamos pagal AES256 standartą (Advanced Encryption), suteikiant papildomą informacijos apie mainus. Be to, ši technologija teikia puikų duomenų vientisumą, nes ji taiko SNOW 3G [114] arba ATR-128 CMAC (Cipher-based Message Authentication Code) su

4 baitų MIC (Message Integrity Code) QoS mechanizmą. Dėl jos kilmės, LTE, ją palaiko daugybė kūrėjų, kuriantiems programinę įrangą nuotoliniam sistemų valdymui, tokiam kaip eismo valdymas ir namų automatizacija [67,88,112,113,115].

### ***Mioty***

Tai visiškai nauja, atvira technologija, sukurta ir plėtojama Fraunhofer instituto 2016 m., atitinkant Europos telekomunikacijų standartizacijos instituto (ETSI) telegrafų skaidymo itin siauro dažnio (TS-UNB) techninės specifikacijos mažo pralaidumo tinklams (TS 103 357) reikalavimus ir pateikta visuomenei per Kanados įmonę BehrTech. Tai yra ilgo nuotolio platforma (WWAN), padengianti atstumus iki 15 km (be kliūčių), su duomenų perdavimo greičiais 512 bps. Ji teikia mažą energijos sąnaudų ir ilgą baterijos tarnavimo laiką, todėl yra įvardijama kaip LPWAN (Low Power Wide Area Network). Inovacija „Mioty“ yra būdas, kaip siunčiamos žinutės. Jos formatuojamos kaip trumpi telegrafai arba paketai, kurių dydis svyruoja nuo 10 iki 192 baitų, bet jos nesiunčiamos vienu metu. Naudojant TSMA (Telegram Spread Multiple Access), naudojamas atsitiktinis MAC, skaidant žinutės perdavimą į kelias trumpesnes paketas (fragmentus). Tada šie fragmentai atsitiktinai sklaidomi skirtingais kanalais ir laiko juostomis. Ši technika, pasak jos kūrėjų, gali toleruoti iki 50% paketų praradimo. (žr. 1.4. pav.) pavaizduota „Mioty“ telegrafų skaidymo technika.

Kadangi „Mioty“ yra nauja technologija, nėra taip daug informacijos ir atviro kodo kūrimo dėl stotelės ir belaidžių mazgų, todėl sunku išsamiai analizuoti technologijos veikimą palyginus su kitomis LPWAN technologijomis [104,116,117].



1.4. pav. Mioty telegramos skaidymas. (MIOTY®MIOTY®)

### ***Sigfox***

Tai ilgo nuotolio ryšių technologija, sukurta ir plėtojama 2010 m. Tulūzoje, Prancūzijoje [118]. Ją apibrėžia ETSI ERM TG28 standartas ir įvardijama kaip LTN (Low-Throughput Network – mažo pralaidumo tinklas).

Sigfox naudoja nemokamas, nelicencijuotas juostas:

868 MHz (Europa);  
902 MHz (JAV);  
430 MHz visame pasaulyje;  
2,4 GHz visame pasaulyje.

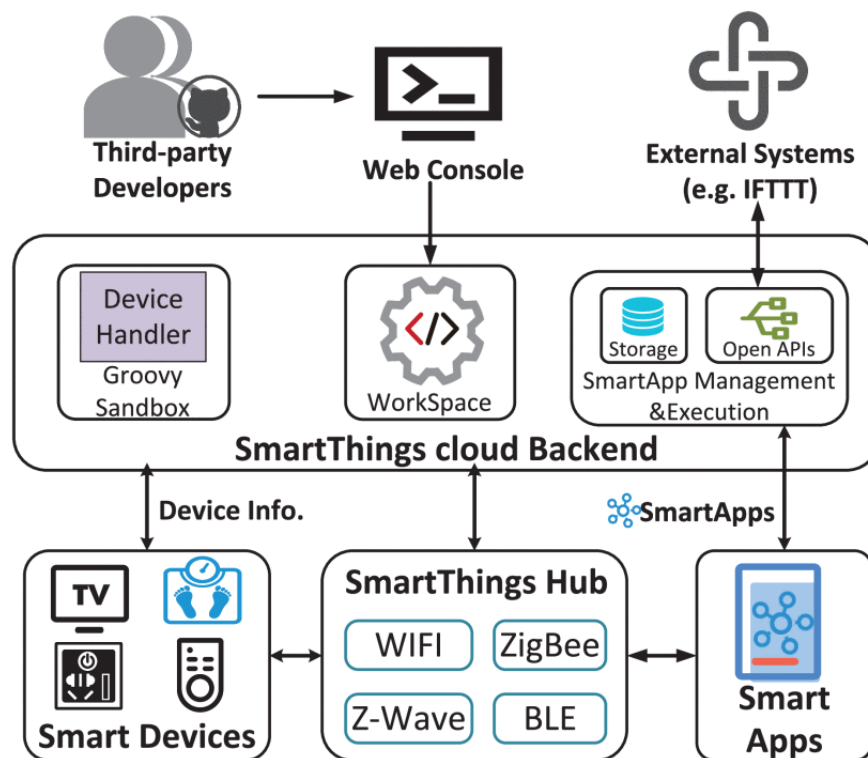
Nusklandžiojimo atstumai yra didesni nei 10 km, pasiekiantys duomenų perdavimo greičius iki 100 bps įkėlimui ir 600 bps atsiuntimui. Jos žinučių ilgis svyruoja nuo 8 iki 12 baitų ir suteikia heterogeniškumą, nes yra modulių, jungiančių jos stotelę prie BLE ir Wi-Fi, kūrimas. Deja, dėl lėto duomenų perdavimo greičio, nesuteikiama QoS, tačiau siunčiamų paketų šifravimas yra įgalintas.

Viena savybė, kurią galima paminėti, yra vadinama erdvinio daugialypumo funkcija. Kadangi jos galutinis įrenginys nėra pririštas prie vienos bazinės stoties, kaip daugelis mobiliųjų celularinių sistemų, tinkamai diegiant, žinutę siunčiantis galutinis įrenginys gali būti priimtas kelių bazinių stotelių [55,67,88,118,119].

#### **1.4. Namų automatizavimo platformos**

Namų automatizavimo (NA) platformos leidžia įrenginiams ir įvairių įmonių automatizavimo programoms sąveikauti tarpusavyje. Šiuo metu yra daugybė veikiančių NA platformų visame pasaulyje. Jos visos turi skirtingas funkcijas ir privalumus. Nagrinėjamos populiariausios atviro kodo ir komercinės namų automatizavimo platformos.

*Samsung SmartThings* yra santykinai brandi namų automatizavimo platforma, kurios tikslas yra teikti viso namo koordinavimo paslaugą. Ji susideda iš keturių bendrų elementų, įskaitant SmartThings debesų pagrindą, išmaniuosius įrenginius, SmartThings centrą ir SmartApps, kaip parodyta (žr. 1.5. pav.). Iš jų debesų pagrindas yra SmartThings centras yra atsakingas už visų šalių koordinavimą, kad būtų įgyvendintas NA ir palaikomas įrenginio būklė. Jis apjungia įvairius jutiklių duomenis ir įrenginio veiksmus į struktūrizuotus įvykius ir komandas, priimdamas atitinkamus vykdymo sprendimus. Skirtingų gamintojų išmanieji įrenginiai prisijungia prie platformos per debesų pagrindo pateiktą įrenginio SDK. SmartThings centras palaiko įvairius radijo protokolus ir atsakingas už įrenginio įvykių pranešimų teikimą debesų pagrindui. SmartApps įprastai įdiegiamos per debesų pagrindo aplikacijų rinkas. Jos prumeruoja įrenginio valdytojus arba iš anksto nustatytus įvykius, kad aktyvuotų vartotojo adaptuotas taisykles, įgyvendinant trigerio-veiksno automatikos logiką ir įgyvendinant nuotolinį valdymą.



1.5. pav. SmartThings architektūra [120]

Samsung SmartThings. Sistema susideda iš tvarkingos baltojo dėžės centro, ji suderinama su keliais šimtais įrenginių ir turi bateriją, leidžiančią jai dirbti iki 10 valandų. Centras leidžia kurti saugumo kameras, termostato, išmaniųjų kištukų ir kitų įrenginių elgesį.

SmartThings palaiko įrenginius namų LAN tinkluose, prisijungiant prie maršrutizatoriaus per Wi-Fi arba kabelinį ryšį, taip pat ZigBee ir Z-Wave belaidžius standartus [147]. Taigi, centras veikia su daugybe rinkoje esančių įrenginių, bet vis dar yra daugybė tokių, kuriuos jis nepalaiko.

SmartThings suteikia išsamią įrenginių klasifikaciją ir pateikia informaciją apie prieinamus įrenginius. Pavyzdžiui, „Type“ (Tipas) nurodo, koks tipo valdyklės (Device Type Handler) įrenginys naudoja duomenims skaityti ar rašyti, o „Execution Location“ (Vykdymo Vieta) nurodo, ar įrenginys veikia debesyse arba vietiniame įrenginyje. Skirtingai nei kitos platformos, „SmartThings Hub“ [121] prideda palaikymą neaktyviems protokolams, todėl aplikacijų logika gali būti įgyvendinta ne tik debesyse, bet ir vietiniame centrinės stotyje. Todėl net ir be tinklo, pagrindu veikiantys įrenginiai vis tiek gali mainyti informaciją vietiniu lygiu arba vykdyti iš anksto nustatytus automatinės veiklos veiksmus per centrinės stotis. Tačiau yra kai kurių šiuolaikinių centro be interneto operacijų apribojimų, nes vartotojo tapatybė turi būti patvirtinta automatikos programose, ir įrenginys negali būti nuotoliniu būdu valdomas iš programų be tinklo palaikymo. Verta pažymėti, kad „SmartApps“ yra paremtos „Groovy“ [122] programomis. Jos dažnai saugomos debesyse ir gali būti pasiekiamos išorinių sistemų per atviras programas. Kiekviena „SmartApp“ ar „Device Handler“ yra „SmartThings“ apibrėžtos abstrakčios vykdymo klasės atvejis. Trečiųjų šalių kūrėjai gali naudoti „Groovy“ kūrimo įrankius, kad importuotų arba

parašytų savo automatikos taisykles ir prietaisų valdyklas, kurios oficialiai nėra palaikomos. Be to, debesų pagrindas vykdo prietaisų valdyklę apsaugotoje aplinkoje ir palaiko trečiųjų šalių paslaugas, tokias kaip „IFTTT“, per internetinę sąsają, suteikdama „SmartThings“ prietaisams dar didesnes galimybes.

Naudotojai gali valdyti „Samsung SmartThings“ per specialią programėlę savo išmaniajame įrenginyje. Programėlė suteikia galimybę kurti automatizuotus scenarijus, nustatyti taisykles ir stebėti prietaisų būseną. Be to, platforma palaiko integraciją su kitų gamintojų įrenginiais ir programinės įrangos sąsajais, suteikiant naudotojams platų panaudojimą. Galimybė integruoti ir su išmaniaisiais asmeniniais asistentais, tokiais kaip „Samsung Bixby“, „Google Assistant“ ar „Amazon Alexa“, leidžia valdyti namų įrenginius balso komandų pagalba.

„Samsung SmartThings“ yra populiarus pasirinkimas namų automatizavimui dėl savo universalumo, galimybių kurti išmanias ir prisitaikančias namų automatizavimo sistemas, kurios atitinka individualius poreikius ir gyvenimo būdą.

*Amazon Web Services (AWS)* IoT yra debesyje pagrįsta platforma, kuri jungia IoT įrenginius su AWS debesų paslaugomis. Keturi pagrindiniai komponentai AWS IoT yra „Device Gateway“, „Rules Engine“, „Registry“ ir „Device Shadows“ [123]. „Device Gateway“ ir „Rules Engine“ veikia panašiai kaip „SmartThings Hub“ ir „Smart Apps“. Be to, „Registry“ yra naudojama suteikti unikalų identifikatorių kiekvienam įrenginiui, o „Device Shadow“ užfiksuoja įrenginio būklę ir ją siunčia programoms ir kitoms paslaugoms.

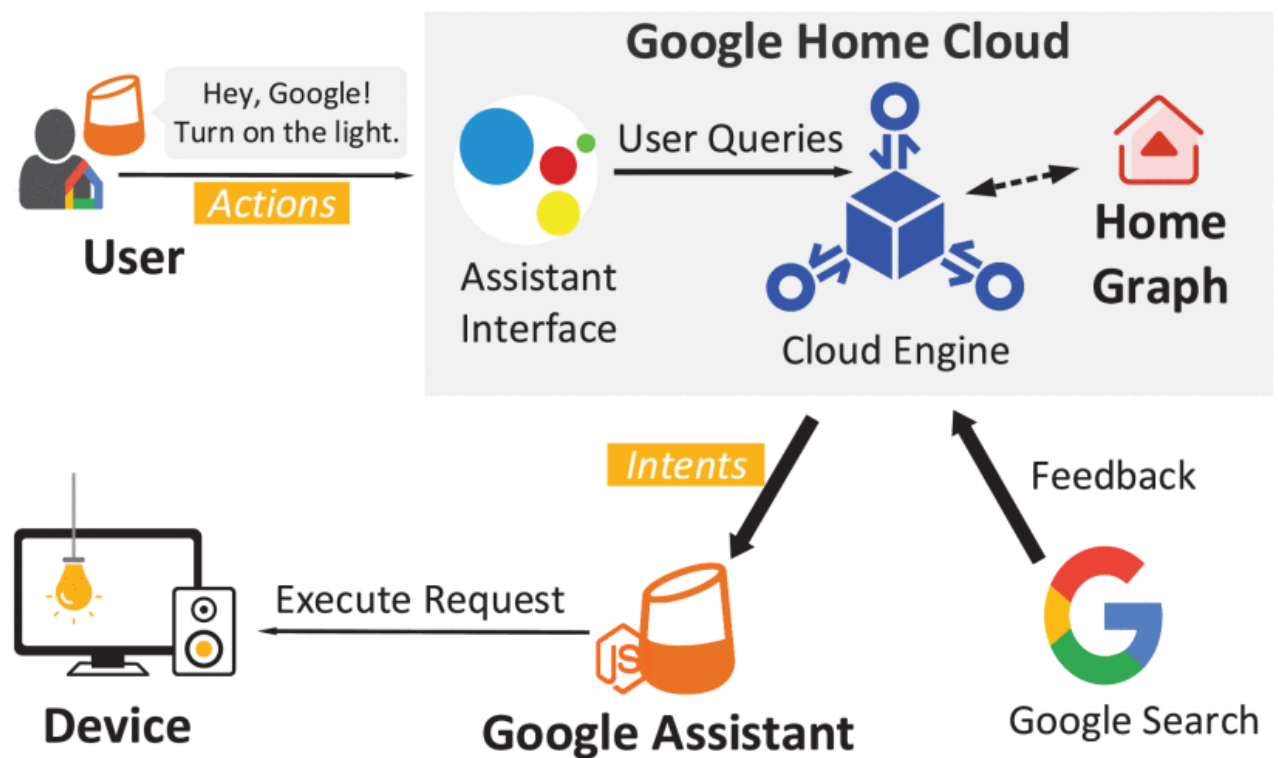
AWS IoT pagrindinėje dalyje veikia kaip žinučių mainų asistentas ir palaiko įprastinius ryšio protokolus, įskaitant MQTT, HTTPS ir LoRaWAN. Kiekvienas įrenginys (fizinis arba virtualus) gali registruotis platformoje per SDK ir prisijungti prie kitų debesų paslaugų galų (pvz., „Amazon DynamoDB“ [124], „Amazon S3“ [125], „Amazon Machine Learning“ [126] ir kt.) per AWS IoT Core. Tuo pačiu metu AWS IoT taisyklės apibrėžiamos, naudojant SQL tipo sintaksę. Duomenys saugomi pusiau struktūrizuotais formatais (pvz., JSON, CSV) ir gali būti naudojami mašininio mokymo tikslais (pvz., stebėti ir optimizuoti sąveiką tarp IoT įrenginių). „Device Shadow“ yra speciali paslauga AWS IoT, kuri suteikia patikimą duomenų saugojimą įrenginiams, programoms ir kitoms debesų paslaugoms, todėl leidžia jiems prisijungti ir atsijungti, neprarandant įrenginio būsenos. AWS IoT objektai gali turėti kelis pavadinimus, todėl yra daugiau galimybių prijungti įrenginius prie kitų programų ir paslaugų. Be to, AWS IoT leidžia vartotojams naudoti balso komandas, kad galėtų pasiekti išorines interneto paslaugas arba valdyti savo įrenginius. „Alexa Voice Services“ (AVS), nauja AWS IoT Core siūloma funkcija, integruoja sujungtus produktus (internetines paslaugas ir fizinius įrenginius) su balso asistentu „Alexa“, leidžiant gamintojams sukurti bet kurį sujungtą įrenginį kaip „Alexa“ įmontuotą įrenginį.

AWS paslaugos yra prieinamos įmonėms ir individualiems vartotojams, leidžiant jiems efektyviai naudoti debesų kompiuterijos resursus pagal savo poreikius. Tai taip pat leidžia vartotojams išvengti didelių pradinės infrastruktūros investicijų ir lanksčiai prisitaikyti prie besikeičiančių verslo poreikių.

„**Google Home**“ yra atstovaujanti paslaugų teikėja, naudojanti išmaniuosius balso asistentus (tokius kaip Ali „Tmall Genie“, „Amazon Alexa“ ir „Apple Siri“) kaip namų valdiklius. „Google Home“ leidžia vartotojams valdyti savo išmaniuosius įrenginius naudojant „Google Assistant“ ir „Google Home“ programėlę. Konkrečiai „Google Assistant“ veikia panašiai kaip „SmartThings Hub“ ir suteikia vartotojams naudingų metaduomenų (pvz., tam tikrų įrenginių būsenos) informaciją. „Google Home“ programėlė gali būti naudojama atsisiųsti arba pritaikyti automatikos taisyklės (pavadintas rutinomis). „Cloud Engine“ yra pagrindinė „Google Home“ dalis ir veikia panašiai kaip „SmartThings Cloud Backend“.

Skirtingai nuo kitų namų automatizavimo platformų, „Google Home“ automatikos taisyklės ir išorinės trečiųjų šalių paslaugos yra kolektyviai žinomos kaip „Actions“ (Veiksmai). Dauguma paskelbtų „Actions“ gali būti aktyvuojami tiesiogiai naudojant „Google Assistant“, kai jie yra sertifikuoti Google. „Google Home intents“, kurie yra žinomi kaip įvykiai, yra paprasti žinučių objektai, aprašantys veiksmus, kuriuos turėtų atlikti išmanusis namas, pvz., įjungti šviesą ar groti garso įrašą. „Google Home Cloud Engine“ gali ne tik gauti įrenginio duomenis ir internetines paslaugas, bet ir palaikyti duomenų bazę, kurioje saugomi namų kontekstiniai duomenys (žinomi kaip „Home Graph“). „Home Graph“ turi informaciją apie struktūras (pvz., namą ar biurą), kambarius (pvz., miegamąjį ar svetainę) ir įrenginius (pvz., garsiakalbį ar lempą). Jis veikia kaip vartotojo namų loginis žemėlapis ir yra pasiekiamas „Google Assistant“, vykdamas vartotojo užklausas pagal tinkamą kontekstą. Kaip parodyta (žr. 1.6. pav.), „Google Home Cloud“ siūlo asistento sąsają priimti vartotojo užklausas ir išfiltruoti netinkamus segmentus (pvz., foninį triukšmą, ne raktinį žodį) vartotojo balso komandose. Kiekviena įrenginio būsenos ir interneto informacijos (pvz., „Google Search“) pasikeitimas bus atnaujintas į „Home Graph“, kuris toliau bus naudojamas „Google Assistant“ paleisti atitinkamus „Actions“ (dauguma parašyta „Java“ arba „Kotlin“). Kai vartotojas sako komandą „Google Assistant“, jis gaus automatikos taisyklės pritaikytame „Action“ ir siųs vykdymo užklausas į konkrečią įrenginį. Svarbu pažymėti, kad „Google Home“ skiria daugiau dėmesio namų automatizavimą verslui ir dažniau atnaujina įrenginius ir programinę įrangą, kartą per pusę mėnesio.





1.6. pav. Google Assistant architektūra [127]

„*Apple HomeKit*“ yra kūrimo įrankių rinkinys, skirtas valdyti ir kontroliuoti suderinamus išmaniuosius įrenginius [128]. Tai leidžia vartotojams centralizuoti namų automatizavimo įrenginių valdymą per iOS įrenginius. Norėdami geriau panaudoti „HomeKit“, „Apple“ išleidžia „Home“, centralinę programą su funkcinių modulių priedais, scenomis, kambariais ir automatizavimu. Priedai apgaubia fizinio įrenginio būseną ir atstovauja vieno įrenginio buvimą namuose. Scenarijus sujungia kelis įrenginius ir kitas paslaugas į vieną būseną, pvz., žiūrėdami televizorių svetainėje, kurią sudaro uždarytos užuolaidos ir sutamsintos šviesos. Kambariai yra įrenginių grupė tame pačiame fizinėje erdvėje. Automatizavimas yra sąlygų rinkinys, sukeliantis automatinį vykdymą. Vartotojai gali suaktyvinti automatikos taisykles naudodami virtualųjį asistentą „Siri“ ar „Home“ programėlę [129].

„HomeKit“ automatikos taisyklės gali būti kūrimos naudojant „Swift“ ar „Objective C“ kalbą [130]. Trečiųjų šalių produktai prisijungia prie „Home App“ prieigos prie „HomeKit Accessory Protocol“. „HomeKit“ objektai saugomi vartotojo iOS įrenginyje ir gali būti sinchronizuojami su kitais iOS įrenginiais per „iCloud“. Vietinė centrinė stotis veikia kaip „HomeKit“ branduolys, ir visos automatikos taisyklės vykdomos centrinėje stotyje. Kai vartotojas yra namuose su iOS telefonu, telefonas laikinai gali tapti centrinė stotis. Tačiau telefono didelis mobilumas yra nepriimtinas arba nepakankamas kaip laikina centrinė dalis. Deja, „Apple“ dar nesukūrė stilingos centro dalies ir pasirinko kitus gamintojus kaip alternatyvą. Be to, „HomeKit“ leidžia vartotojams kurti vieną ar daugiau „Home“ maketų. Kiekvienas „Home“ maketas (HMHome) atstovauja namui su keliais kambariais ir sujungtais įrenginiais, kurie turi kelis

priedus. „Home“ programėlė naudoja „HMHomeManager“ gauti „HMHomes“ ir kitus su „HomeKit“ duomenų baze susijusius elementus. Reikšminga, kad „HomeKit“ neseniai taip pat žengė didelį žingsnį atviro kodo link [131].

„Apple HomeKit“ siekia sukurti patogią ir saugią aplinką, kuri leidžia vartotojams efektyviai valdyti savo namų automatizacijos sistemą naudojant „Apple“ įrenginius ir ekosistemą. Tai suteikia vartotojams daugiau galimybių kurti asmeninius ir prisitaikančius namų automatizacijos sprendimus.

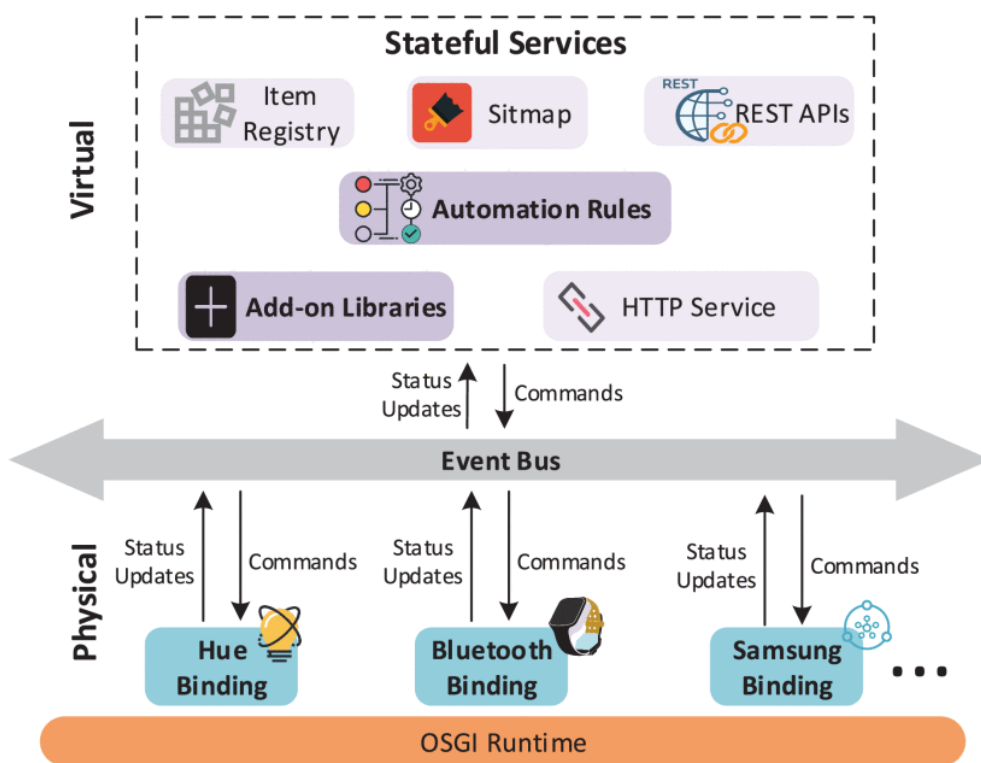
*IFTTT*, t.y. „If This Then That“, tai inovatyvi interneto paslauga, skirta padėti žmonėms jungti skirtingų kūrėjų programėles ir įrenginius per įvairių išorinių internetinių svetainių (tokių kaip „Facebook“ ir „Twitter“) atvirus API. Skirtingai nei kitos namų automatizavimo platformos, IFTTT neturi pagrindinių komponentų, tokių kaip centrinė stotis ir įrenginiai, bet teikia debesų platformą valdyti namų automatizavimo įrenginius ir programas.

IFTTT „Web“ paslaugos vadinamos „Channels“ [132]. „This“ reiškia „Trigger Channel“, o „That“ reiškia „Action Channel“. Kai „Trigger Channel“ atitinka trigerio sąlygas, tada vyks veiksmas, nurodytas „Action Channel“. Tokia If-This-Then-That automatika vadinama „Recipes“ (dabar taip pat žinomais kaip „Applets“ [133]). „Applets“ galima dalintis „IFTTT“ bendruomenėje. „IFTTT“ kūrė kelių parametru „Applet“, įskaitant pavadinimą, „applet“ aprašymą, trigerio/veiksmo apibrėžimus, filtrus ir kt. Kai vartotojas sukūrė „Applet“, „IFTTT“ pradeda stebėti trigerio paslaugos nurodytas paskirties vietas. Vartotojai taip pat gali kurti tam tikrą JavaScript kodą „Applet“, kad automatiškai filtruotų veiksmus. Pavyzdžiui, jei vartotojas atvyksta po 18 val., tam tikrame namų vietoje įjungsis tam tikras šviesos šaltinis, o ne visos šviesos. Kiekvienas „Applet“ veikia savo atskirame procese ir naudoja lengvą komunikacijos mechanizmą (dažniausiai parentą „HTTP“ pagrindu, RESTful API) informacijos mainams. Paprastai IFTTT naudoja „Kafka“ [134] žurnalo analizės sistemą, kad galėtų tvarkyti didžiulį pranešimų paslaugų kiekį, naudojamą „applet“ sąveikoms, ir yra giliai integruotas su „AWS“ (t.y. „AWS Redshift“ [135], „AWS Data Pipeline“ [136], „Amazon RDS“ [137], ir kt.) siekiant padėti stebėti bendradarbiaujančių API elgesį.

„*Home Assistant*“ yra atvirojo kodo platforma namų automatikai. Tai nėra tipiška namų automatikos platforma, nes veikia daugiau kaip centrinė stotis, skirta valdyti ir kontroliuoti įrenginius. „Home Assistant“ išsiskiria vietine kontrolės ir privatumo [138,139] funkcijomis. Konkrečiai ji leidžia vietinį valdymą be debesies, todėl namų automatizavimo sistema nereikalinga nuotoliniam serveriui ar interneto ryšiui, tai reiškia, kad visi vartotojo duomenys nebus siunčiami į debesį. Net kai reikia atkurti duomenis iš paskutinio paleidimo po atsijungimo, „Home Assistant“ neturi parsisiųsti duomenų iš tinklo. Ji tiesiogiai ištraukia ir įkelia atitinkamus konfigūracijos failus iš vietinių failų [140].

„*Hassbian*“, paremtas oficialia „Raspberry Pi“ sistema, dažnai įdiegiamas ant vietinio serverio arba „Raspberry Pi“. „Hassbian“ veikia kaip vietinė centrinė stotis, paleisdama iš anksto nustatytas automatikos programas. Ji prisijungia prie vietinio maršrutizatoriaus, kad atrastų visus išmaniuosius įrenginius „Wi-Fi“ dažnio juostoje ir suteikia aiškią konsolę, leidžiančią įrenginiams bendradarbiauti pagal tai, kaip ir kada vartotojas nori, kad būtų vykdomos visos komandos. Tuo pat metu ji palaiko įrenginius ir paslaugas iš skirtingų gamintojų ir platformų, tiesiogiai ar netiesiogiai jungiant juos prie „Home Assistant“, kas palengvina tarpplatforminę sąveiką. Tačiau „Home Assistant“ versija labai dažnai keičiasi, t. y. keletą kartų per mėnesį, kas padaro tyrimų ir plėtros procesą sunkų, nes programuotojai turi nuolat prisitaikyti savo kodą prie naujų specifikacijų. Verta paminėti, kad „Home Assistant“ buvo tokia pelninga atvirojo kodo srityje ir buvo įtraukta į „GitHub“ „State of the Octoverse“ 2020 ataskaitą, kurioje ji užėmė antrą vietą šių metų „Top-10“ sąraše tarp „Python“ paketų su aktyviausiais bendradarbiaujančiais asmenimis [141].

„*OpenHAB*“ yra atvirojo kodo automatikos platforma su įmontuotu „eclipse IDE“ (Integruota kūrimo aplinka), kuri visiškai paremta „Open Services Gateway Initiative“ (OSGi) [142] ir naudoja „Jetty“ [143] kaip tinklapio serverį. „OpenHAB“ segmentuoja ir sudalija būsenos paslaugas ir fizinės ryšius, o svarbiausi „OpenHAB“ komponentai yra „Bindings“, papildomų bibliotekų ir automatikos taisyklės, kaip parodyta (žr. 1.7. pav.). „Bindings“ teikia sąsajas įrenginiams, papildomos bibliotekos veikia kaip skirtingos paslaugos, o automatikos taisyklės atlieka panašų vaidmenį kaip „SmartApps“ „SmartThings“.



1.7. pav. „OpenHAB“ pagrindiniai komponentai [144]

„OpenHAB“ gali prijungti įvairius namų automatizavimo įrenginius ir teikti nepriklausomą nuo tiekėjo techninę pagalbą [144]. „OpenHAB“ programuotojai gali projektuoti unikalias operatorių sąsajas (žinomas kaip „Sitemap“), kad sukurtų asmeniškai pritaikytas NA scenarijus. Skirtingi aparatūros įrenginiai ir sąsajos protokolai yra sujungti per „Bindings“. Šie „bindings“ gali siųsti/gauti komandas ir atnaujinti būseną per įvykių magistralėmis, kuris naudojamas komponentų tarpusavio ryšiams. Todėl įvairūs įvykiai (pvz., „ItemCommandEvent“, „ItemStateEvent“, „ItemAddedEvent“, „ThingStatusInfoEvent“ ir kt.), išgauti iš elementų, yra pagrindinės bendravimo „OpenHAB“ turinio dalys. Be to, papildymai yra įdiegiami patobulinimai, leidžiantys vartotojams pridėti ar modifikuoti programėlės funkcionalumą arba dekoruoti išvaizdą temomis. Per „OpenHAB REST“ API [145], kitiems įrenginiams lengvai galima pasiekti daugumą objektų „OpenHAB“, tokių kaip duomenys, susiję su elementais, ir gebėjimai kviesti automatikos taisykles. Tą patį kaip ir „Home Assistant“, „Openhabian“ veikia kaip vietinė centrinė stotis. Be to, „OpenHAB“ turi oficialias programas ir trečiųjų šalių programas, kurios yra programuojamos „Xtend“ kalbos pagrindu (Įdiegus SDK, „Xtend“ programa realiuoju laiku bus sukompiliuota į „Java“ kodą „Eclipse“). Tačiau „OpenHAB“ programos atnaujinimas yra santykinai lėtas, paprastai vyksta kartą per kelis mėnesius.

SmartThings ir HomeKit įsipareigoję kurti daugiausia scenarijų apimančią viso namo NA, kuris glaudžiai integruoja įrenginius ir debesų paslaugas, siekiant teikti nuoseklesnes paslaugas.

Google Home ir AWS abu naudoja savo kompanijų galingus produktus (Google Search ir AWS Cloud), siekdamos pagerinti savo duomenų apdorojimo gebėjimus ir įsipareigoja plėtoti balso asistentus. „Google“ susitelkia bendradarbiaudama su kitomis aparatūros įmonėmis, tuo tarpu „Amazon“ mėgsta leisti daugiau produktų su „Amazon“ logotipu.

Skirtingai nei kiti, IFTTT koncentruojasi į „sujungimą“ tarpvietinių interneto paslaugų (pvz., „Twitter“, „Facebook“ ir kt.) ir sprendžia vartotojų dilemą nuolat keliaujant tarp paslaugų. Atviras strategijas padeda pagerinti vartotojo patirtį ir išplėsti paties paslaugos funkcionalumą. Tačiau tai iš dalies ribojama kitų programų atviro kodo, nes kitos įmonės nuolat reguliuoja savo API atviro kodo strategiją [146]. Tuo pačiu metu IFTTT automatinės paslaugos (pvz., el. paštas, kontaktų prieiga ir modifikavimas, nuotraukų/vaizdo įrašų prieiga ir kt.) reikalauja prieigos prie trečiųjų šalių platformų, jautrus veiksmas, neabejotinai padidinantį vartotojų saugumo riziką.

Home Assistant ir openHAB siekia teikti daugiau atvirų paslaugų, skatinančių plačią bendradarbiavimą tarp daugelio platformų NA bendruomenėje. „OpenHAB“ yra brandesnė ir stabilėja, tuo tarpu „Home Assistant“ yra inovatyvesnė ir lanksčiau valdoma platforma išmaniausių įrenginių valdymui. Naudojant „Home Assistant“, vartotojai turės platesnes teises nuspręsti, ar jutiklių ir akuatorių sukurti duomenys bus įkelti į debesį, ir gali kurti pasirinktines paslaugas. Tačiau didesnės teisės taip pat reiškia didesnes saugumo rizikas.

„**Prestigio**“. Tai Android programėlė, leidžianti kontroliuoti šviesos lemputės šviesumą ir šviesos spalvą iš to paties gamintojo [148]. Prestigio turi keletą išmaniųjų lempų linijų: kai kurios gali keisti šviesumo ir spalvos intensyvumą, o kitos – tik šviesumą.

**Archos** yra pigi sistema, kuri yra paremta Android planšetiniu kompiuteriu su papildomais įrenginiais: mini-kamera, judesių jutiklis, temperatūros ir drėgmės jutiklis bei išmaniosios lizdai [149]. Sistema yra bevielė, kas labai palengvina diegimą, bet jos padengimo plotas yra nedidelis. Jei reikia padengti didelį dviejų aukštų namą, kils sunkumų. Yra įdiegti veikimo scenarijai, taip pat paprastas ir lengvai valdomas programavimo redaktorius. Scenarijai yra paprasti, pavyzdžiui, gauti el. laišką ir nuotrauką iš stebėjimo kameros, kai kas nors artėja prie priekinių durų.

**LogicMachine**, tai tikras derinys ššmaniajam namui. Skirtingos kontrolerio versijos skiriasi sąsajų rinkiniu. Paskutinė turi plačiausias galimybes visoje LogicMachine šeimoje [150].

LogicMachine neturi įdiegtų fiksuotų algoritmų, bet gali būti programuojamas pagal jūsų projekto specifinę logiką [151]. Todėl neįmanoma apsieiti be programavimo žinių. Iš esmės, naudojant LogicMachine, galite sukurti bet kokį Išmanojo Namų scenarijų, parašydami savo scenarijų LUA kalba.

**Iris**. Namų automatizavimo sistema, kuri palaiko daug įvairių įrenginių: CCTV kameras, dūmų jutiklius, nutekėjimo jutiklius, spynos ir daugiau. „Iris“ apima centrinius mazgus, keletą atskirų jutiklių ir modulių, taip pat daugybę automatizavimo ir saugumo rinkinių [152].

**MajorDoMo** yra nemokama atvirojo kodo programinės įrangos platforma integruotam namų automatizavimui valdyti. Centras yra asmeninis kompiuteris (Windows arba Linux), prie kurio reikia prijungti išmaniuosius jutiklius: gamykloje pagamintus ar savo darbo. Bet net ir be įrango prisijungimo, sistema gali veikti kaip asmeninės informacijos aplinkos organizatorius [153].

**Wink**. Paprasčiausias sprendimas, jei išmanusis namas yra per sudėtingas, brangus ar beprasmiškas. Šio įrenginio šūkis: „Valdome visus įrenginius, kuriuos galima valdyti“ [154]. Šis centrinis mazgas suderinamas su šimtais įrenginių iš dešimčių skirtingų gamintojų ir palaiko Bluetooth, Wi-Fi, Z-Wave, ZigBee [82], Lutron [155] ir Kidde [156]. Deja, ne visi išmanojo namų sprendimai yra geri. „Wink“ vartotojai gavo daug neigiamų atsiliepimų.

Šiuolaikinės namų automatizavimo sistemos ir Išmanių Namų platformos, tokios kaip OpenHAB, „SmartThings“, „Amazon Alexa“, „Google Home“, „Apple HomeKit“, yra pavyzdžiai platformų, kurios siekia sukurti vieningą ekosistemą, kurioje galima valdyti skirtingus išmaniuosius įrenginius. Jų tikslas - suteikti vartotojams patogumą valdyti visus savo įrenginius vienoje vietoje.

Šios sistemos naudoja standartizuotus protokolus ir API, leidžiančius įvairioms įrenginių kategorijoms bendradarbiauti tarpusavyje. Tai apima ne tik įvairius namų automatizavimo įrenginius, bet ir išmaniuosius televizorius, šaldytuvus, šviesos lemputes ir daug kitų įrenginių.

Kuriant tokias vieningas sistemas, svarbu užtikrinti ne tik techninę suderinamumą, bet ir vartotojui patrauklų vartotojo sąsają, kad būtų lengva valdyti įvairius įrenginius. Be to, atsižvelgiant į vartotojų privatumą ir saugumą, šių sistemų kūrėjai turėtų skirti dėmesį duomenų apsaugos priemonėms ir patikimai autentifikacijai.

**FIBARO sistema.** Fibaro Home Center valdiklis [157]. Tai yra tarpinis sprendimas tarp DIY (dar pats) geek sprendimų ir paruoštų sistemų paprastiems vartotojams. Jame yra tiek įdiegtų automatinės scenarijų, kuriuos galima aktyvuoti keliais paspaudimais, tiek ir redaktorius, leidžiantis rašyti savo scenarijus LUA kalba.

FIBARO sistema yra suprojektuota, sukurta ir pagaminta išskirtinai Lenkijoje. Visi įrenginiai yra sukuriami čia, o FIBARO komanda rūpinasi visu procesu iki smulčiausių detalių. FIBARO pagerina žmonių gyvenimus visame pasaulyje, kuriant patogų, draugišką ir saugų gyvenamojoje erdvėje aplinką. Per darbuotojų ambicijas ir kūrybiškumą siūlomos pažangios ir papildomos sprendimų alternatyvos, džiuginamos klientus [158].

FIBARO siekia tapti vienu iš pagrindinių pastatų automatizavimo sistemų tiekėjų pasaulyje. Mes dirbame, kad FIBARO išmanusis namas būtų geriausias pasirinkimas kiekvienu aspektu [158].

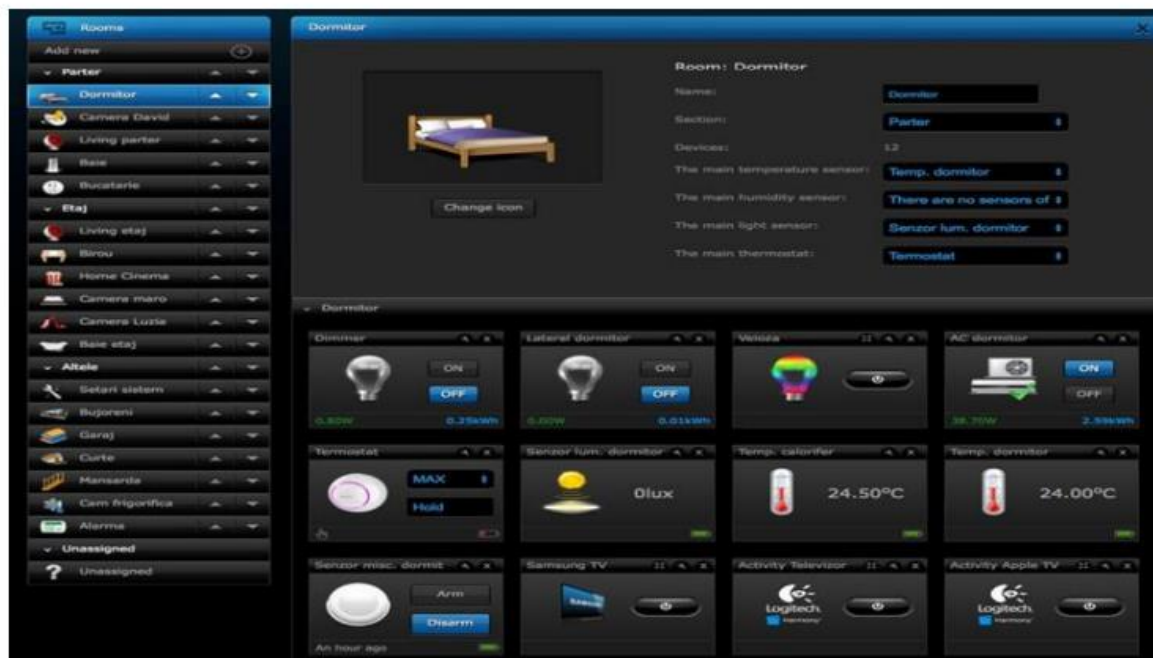
Šiuo metu FIBARO sistema yra geriausias rinkoje esantis automatizavimo sprendimas. Ji siūlo neinvazinį montavimo procesą, kuris pašalina poreikį naudoti metrus kabelių. Mūsų miniatiūriniai moduliai gali būti įdiegti bet kurioje sienos dėžutėje, už sienos, už kiekvieno jungiklio, ir jie yra suderinami su bet kokio tipo elektros sistema [159].

Z-Wave yra MESH tinklo technologija, kurioje kiekvienas tinklo įrenginys gali siųsti ar gauti komandas. Z-Wave veikia naudodamas mažos galios radijo bangas (800-900 MHz), bendraujant iš vieno įrenginio į kitą, siūlydamas alternatyvą su mažiau energijos nei Wi-Fi, bet su didesniu dangos plotu nei Bluetooth. Įrenginiai taip pat gali valdyti ir stebėti tam tikrų modulių veikimą, nuolat informuodami centrinį procesorių apie savo būseną. FIBARO įrenginiai yra pagrįsti Z-Wave technologija, dėka kurios jie gali veikti individualiai arba grupėse, bendraujant tarpusavyje ir suteikiant jums neribotas namų automatizavimo valdymo galimybes. Kiekvienas modulis perėjo tam tikrus testus, po kurių gavo suderinamumo sertifikatą [160].

Home Center 2 yra FIBARO sistemos centras arba bet kurios automatizuotos Z-Wave sistemos centras. Home Center 2 buvo sukurtas mūsų inžinieriams įdiegiant daugybę funkcijų, kurias galima rasti kituose įrenginiuose. Home Center 2 iš naujo apibrėžia Z-Wave automatizavimą gyvenamajame name ir pristato tikrai išmanias namų sprendimus [161].

Home Center 2 FIBARO tai ne tik elektroninis įrenginys. Tai kruopščiai suprojektuotas, inovatyvus ir lengvai naudojamas, su daugybe naujų funkcijų.

Sistemos, pagal kuriuos fibaro sistema veikia, scenarijai gali būti nesuskaičiuojami, juos galima ištrinti ar pridėti, ir visa tai atliekama naudojant grafinį interfeisą parodyta (žr. 1.8. pav.) scenarijų nustatymas yra labai paprastas – tai pagrindinės tipo programavimas, kuriame yra veiksmas ir įvykis. Veiksmas gali būti keli, ir galima jungti kelis įvykius.



1.8. pav. „FIBARO“ sistemos sąsaja.

Pavyzdys: jei kambaryje yra nepakankamai šviesos ir šviesos jutiklis aptinka žmogaus buvimą, galima suprogramuoti, kad įsijungtų tam tikros aplinkos šviesos, pavyzdžiui, įsijungtų tam tikros aplinkos šviesos.

FIBARO sprendimas gali būti integruotas su beveik visais balso asistentų įrenginiais, paprasčiausiai su Alexa ir Google Home, tačiau jie gali dirbti su bet kuriuo šios kategorijos įrenginiu.

Kompiuterio internetinėje sąsajoje scenarijai atrodo taip:

- „Atostogų“ scenarijus: langai uždaryti, taip pat langai, judesio jutikliai įjungti, šildymas perjungiamas į ekonomijos režimą, šviesos išsijungia, kontaktai sustabdomi ten, kur naudojami laikini vartotojai (pvz., lygintuvus, plaukų tiesintuvus, džiovintuvus), pagrindinė duris užsidaro, įjungiama namo signalizacija.
- „Namų vėdinimas“ scenarijus: langai uždaryti, ir jų šešėliai, kad būtų išvengta saulės spindulių, įjungiamas oro kondicionavimo sistema.
- „Geros nakties“ scenarijus: priekinė duris užsidaro, langų šešėliai užsidaro, judesio jutikliai įjungiami, šviesos išsijungia, šildymas sumažinamas vienu laipsniu.

FIBARO mygtukas leidžia vartotojui paleisti 6 iš anksto suprogramuotus scenarijus. Skirtingi scenarijai gali būti aktyvuojami vienu iki penkių paspaudimų arba mygtuką laikant

paspaustą. Scenarijus gali būti keičiamas tik naudojant kompiuterio internetinę sąsają, o telefono sąsajoje šios galimybės nėra.

Šie scenarijai lengvai keičiami išimant termostatinę galvutę iš esamo šildytuvo ir ją pakeičiant FIBARO įrenginiu. Termostatai praneša temperatūrą, gali būti integruoti į scenarijus, taip pat turi RGB žiedą kaip kiti įrenginiai, kurį nustatę temperatūrą galime nudažyti tam tikra spalva. Remiantis gautais duomenimis, galime kurti grafikus ar ataskaitas, pavyzdys matomas (žr. 1.9. pav.).

Scenarijus gali būti sukuriamas valandų lygiu, t.y. nuo 08-16 val. gali būti tam tikra temperatūra, nuo 16 iki 22.30 val. gali būti šiek tiek didesnė, o naktį gali būti šiek tiek mažesnė. Kaip ir bet kurį kitą įrenginį, jį galima valdyti naudojant balso skambučius.



1.9. pav. „FIBARO“ temperatūros scenarijaus modelis.

FIBARO sistema yra suprojektuota taip, kad būtų galima ją įdiegti bet kurioje bute, namuose ar biure, nekišant į pastato infrastruktūrą, be kabelių ir be dulkių. Paprasta diegimas – sistema nereikalauja kabelių ir nėra nuolat prijungta prie namų infrastruktūros. Saugumas – prieiga prie namų ir vartotojo duomenų yra apsaugota naudojant saugiausius slaptažodžių ir ryšio šifravimo sistemas. Suderinamumas – FIBARO leidžia integruoti įvairius išorinius įrenginius. Dizainas – FIBARO įrenginiai yra sukuriami atkreipiant ypatingą dėmesį į detalę, kaip tai patvirtina daugybė laimėtų apdovanojimų. Modularumas – FIBARO sistema gali būti lengvai išplėstas bet kuriuo metu, pridėdam naujus elementus ir apibrėžiant naujas funkcionalumus. Nuotolinis suderinamumas – Mobiliosios aplikacijos iOS ir Android leidžia konfigūruoti sistemą ir valdyti įrenginius iš bet kurios pasaulio vietos. Taupymas energijos – šiluma ir elektra [162, 163].

Išmanusis namas yra praktinė IoT (Dalykų interneto) sistemos įgyvendinimas. Ši sistema yra koncepcija, kuri apima interneto panaudojimą siekiant sujungti skirtingus įrenginius, paslaugas



ir automatizuotas sistemas, taip formuojant objektų tinklą. Kūryba IoT įtraukia įrenginius, kuriems reikia būti prijungtiems prie tinklo, ir elektroniką. Išmanaus namo projektas gali apimti valdymą namuose: šildymo ir vėdinimo sistemos, apšvietimo sistema ir lizdai, saugumo sistemos, prieigos, vartai, stebėjimo kameros, garso ir vaizdo sistema, sodo laistymo sistemos, langų uždarymas ir atidarymas, priklausomai nuo oro sąlygų, žaliuzių ir užuolaidų reguliavimas, prietaisai (siurblys dulkių, šaldytuvas, kavos aparatas, skalbyklė, ir pan.), dūmų ir potvynio pavojų stebėjimas [164]. Be to, galite kurti tam tikrus scenarijus, kurie aktyvuojami paspaudus mygtuką, įjungus jutiklį, nustatant tam tikrą laiką, pasiekus tam tikrą temperatūrą ir pan. Jie gali būti konfigūruojami atsižvelgiant į kiekvieno pageidavimus ir poreikius.

## **II. VARTOTOJO ELGSENOS IR POREIKIŲ TYRIMAS NAMŲ AUTOMATIZAVIMO SISTEMŲ KONTEKSTE**

Vartotojo elgsenos tyrimai ir vartotojų poreikių nustatymas yra svarbios srities tyrimai, kurie gali atskleisti naudingus faktus apie tai, kaip žmonės naudoja namų automatizavimo sistemas ir kokius poreikius turi šioje srityje. Šiame skyriuje pateikiami tyrimo rezultatai, kuriuose analizuojami vartotojų elgesys ir poreikiai namų automatizavimo sistemų kontekste.

### **2.1. Trumpas tyrimo aprašymas**

Siekiant išsiaiškinti respondentu nuomone apie namų automatizavimo sistemas buvo atliktas tyrimas. Atliktas tyrimas siekiant išsiaiškinti, kokie konkretūs vartotojų poreikiai ir lūkesčiai yra, kai kalbama apie namų automatizavimą ir programinę įrangą, kurią jie naudoja.

Šiame tyrime siekiama išsiaiškinti vartotojų elgesį ir poreikius namų automatizavimo sistemų kontekste. Tyrimo struktūra apima pagrindines sritis:

Vartotojų poreikių nustatymas. Atliksime tyrimą, siekdami sužinoti konkretų vartotojų poreikius ir lūkesčius, susijusius su namų automatizacija ir naudojamą programinę įrangą. Klausime vartotojų apie jų pageidavimus, galimus iššūkius ir tai, ką jie laiko svarbiausiu namų automatizacijos kontekste.

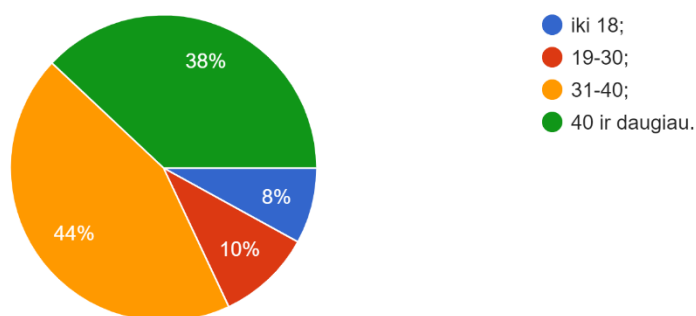
Suderinamumo ir integracijos analizė. Įvertinsime programinės įrangos gebėjimą integruotis su kitomis sistemomis ir prietaisais. Išnagrinėsime, kaip skirtingos programos tarpusavyje sąveikauja ir integruojamos su įvairiais prietaisais, jutikliais, protokolais ir kitomis sistemomis, kiek tai svarbu respondentams.

Poveikio analizė. Atliksime tyrimą, kurio metu vertinsime programinės įrangos poveikį vartotojų kasdieniam gyvenimui ir namų aplinkai. Tai įtrauks efektyvumo analizę, energijos taupymo galimybes ir naudojimo patogumą.

Tyrimo metodas apims anketinę apklausą ir gautų duomenų analizę. Šis tyrimas yra svarbus siekiant giliau suprasti vartotojų poreikius ir įvertinti programinės įrangos įtaką namų automatizavimo sistemoje.

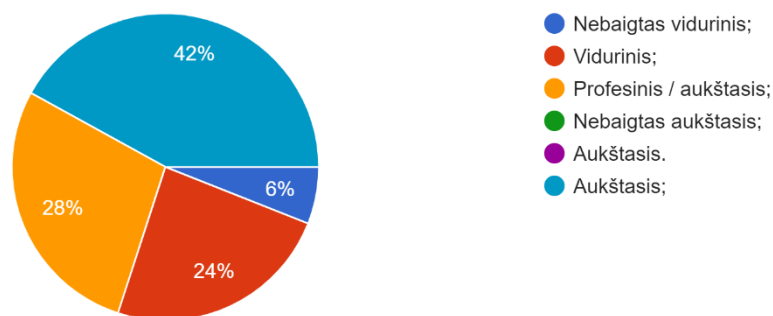
## 2.2. Naudojamų namų automatizavimo sistemų tyrimo analizė

Vartotojai atsakė į klausimus apie turimas namų automatizavimo sistemas, jų funkcionalumą ir valdymą. Visi respondentai naudoja vieną arba keletą funkcijų apjungtų į vieną bendrą sistemą. Tyrime dalyvavo 50 dalyvių: 9 vyrai ir 41 moteris, ivairaus amžiaus žmonės gyvenantys Lietuvos teritorijoje. Respondentų amžius buvo suskirstytas į kelias grupes. Daugiausiai atsakiusiųjų priklausė 31-40 amžiaus grupei. (žr. 2.1. pav.).

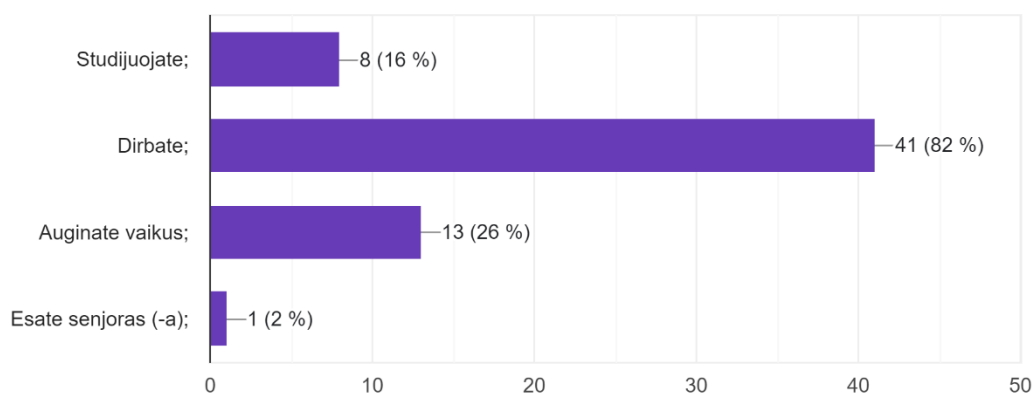


2.1. pav. Respondentų amžiaus pasiskirstymas

Respondentų, atsakiusiųjų į anketos klausimus, išsiskirstymą pagal išsilavinimą, pagrindinę veiklą bei skirtingą technologinę patirtį, kuri įtakoja namų automatizavimo sistemos pasirinkimą, galima pamatyti atitinkamuose (žr. 2.2. pav. ir 2.3. pav.). Pagal pateiktą informaciją daugiausiai respondentų pasirinko aukštąjį išsilavinimą: 21 asmuo. Aukštojo išsilavinimo asmenys dažnai gali labiau suprasti ir įsisavinti pažangias technologijas, kurios susijusios su namų automatizacija, kurios gali apimti tokias sritis kaip namo sauga, energijos efektyvumas, komfortas ir kitos susijusios sritys.

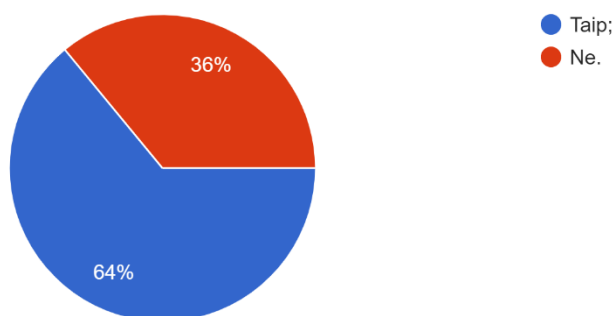


2.2. pav. Respondentų išsilavinimo pasiskirstymas



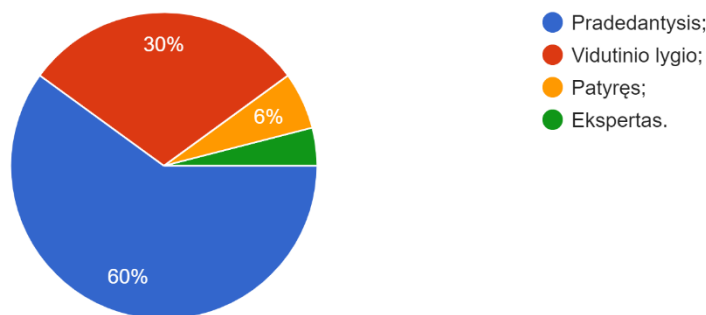
2.3. pav. Respondentų pagrindinės veiklos

Tai įdomi informacija, kuri rodo (žr. 2.4. pav.), kad dauguma respondentų, turintys arba išbandę technologinę patirtį, linkę rinktis namų automatizavimo sistemas. Šis rezultatas atspindi technologinės patirties svarbą ir jos įtaką asmeninio gyvenimo sričių, tokios kaip būsto valdymas, plėtrai. Galima manyti, kad respondentai su technologine patirtimi supranta namų automatizavimo sistemų privalumus, galimybes ir technines ypatybes. Jie gali išvelgti galimybes kurti ir pritaikyti sprendimus pagal savo poreikius, taip pat efektyviau tvarkyti ir palaikyti šias sistemas. Toks rezultatas taip pat gali rodyti didesnę susidomėjimą technologijomis bei gebėjimą panaudoti savo žinias ir įgūdžius siekiant efektyviau valdyti savo gyvenamojoje erdvėje. Tai atspindi augantį technologinį supratimą ir integraciją į kasdienį gyvenimą.



2.4. pav. respondantai turėję/išbandę bet kokios rūšies technologinę patirtį (IT, elektronika, programavimas, tinklų administravimas), kuri įtakoja namų automatizavimo sistemas

Remiantis duomenimis (žr. 2.5. pav.), atrodo, kad didžioji dalis respondentų laikosi pradedančiųjų lygio, jei kalbama apie namų automatizavimo sistemas. Tai rodo, kad dauguma žmonių, kurie dalyvavo tyrime, galbūt yra susipažinę su šia technologija, tačiau jie dar tik pradeda ją naudoti arba gali nežinoti plačios informacijos apie šią sritį. Vidutinio lygio ir patyrusių respondentų skaičius yra mažesnis, tačiau tai gali reikšti, kad yra tam tikra dalis žmonių, kurie jau turi tam tikrą patirtį su namų automatizavimo sistemomis ir yra pasiruošę gilintis į šią sritį. Tai gali būti susiję su jų specifiniais poreikiais arba didesniu susidomėjimu technologija. Ekspertų skaičius yra labai mažas, tačiau tai gali rodyti, kad ši sritis dar nėra plačiai paplitusi tarp profesionalų, kurie yra laikomi ekspertais tam tikrose technologinėse srityse, tokiomis kaip IT, elektronika ar programavimas. Tai gali pasikeisti su laiku, kaip namų automatizavimo sistemos tampa plačiai prieinamos ir įgyvendinamos.

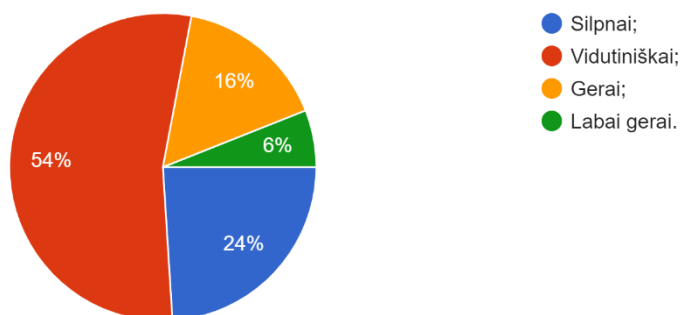


2.5. pav. respondentų, namų automatizavimo sistemų lygio nustatymas, technologinės patirties požiūriu

Pagal pateiktą informaciją (žr. 2.6. pav.), dauguma respondentų (54%) įvertina savo gebėjimus tvarkyti technologijas, susijusias su namų automatizavimo sistemomis, kaip vidutiniškus. Dauguma žmonių, įvertinusių save vidutiniškai, rodo, kad jie turi tam tikrą supratimą apie namų automatizavimo sistemas ir gali jas valdyti pagrindinėse funkcijose. Tačiau ši vertinimo kategorija taip pat gali rodyti, kad dar yra vietos tobulėjimui arba kad jie galėtų įgyti daugiau patirties šioje srityje. Tai gali būti siejama su technologinės patirties trūkumu tam tikrose nišose arba su poreikiu gilintis į pažangesnes funkcijas ir galimybes, kurias siūlo namų automatizavimo sistemos. Toks vidutinis įvertinimas gali taip pat atspindėti pokyčius šioje srityje, kurioje naujos technologijos ir funkcijos gali atnešti iššūkius ir reikalauti nuolatinio mokymosi ir prisitaikymo. Tai rodo, kad didelė dalis žmonių jaučiasi patogiai ir sugeba tvarkyti pagrindines funkcijas, bet galbūt ne visiškai pasitiki savo įgūdžiais arba dar nesijaučia pilnai sugebantys išnaudoti visas galimybes.

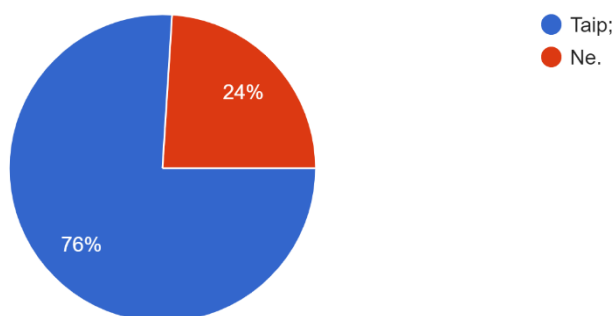
Mažesnis procentas žmonių (16%) nurodo, kad jie laiko savo gebėjimus gerus. Tai gali būti ženklas, kad šie žmonės jau turi patirties ir gero supratimo apie namų automatizavimo sistemas. Kita vertus, 24% respondentų nurodo, kad jie jaučiasi silpni šioje srityje, kas gali rodyti, kad jiems

trūksta patirties arba pasitikėjimo šios technologijos valdymu. Šie rezultatai gali būti naudingi norint suprasti žmonių požiūrį į savo technologinius gebėjimus namų automatizavimo kontekste ir galėtų lemti įvairius švietimo ar mokymo poreikius šioje srityje.



2.6. pav. respondentu gebėjimų įsivertinimas tvarkant technologijas, susijusias su namų automatizavimo sistemomis.

Dauguma respondentų (76%) teigė (žr. 2.7. pav.), kad yra naudoję ar išbandę namų automatizavimo sistemas savo gyvenamojoje aplinkoje. Tai rodo didelį susidomėjimą ir paruošimą įdiegti šias technologijas savo kasdieniniame gyvenime. Tuo tarpu 24% atsakiusiųjų teigė, kad nėra naudoję arba išbandę namų automatizavimo sistemų. Priežastys gali būti įvairios, pavyzdžiui, trūksta susidomėjimo šia technologija, finansinės galimybės arba tiesiog technologinio pasitikėjimo stoka. Tai taip pat gali būti siejama su tuo, kad ši sritis dar nėra plačiai paplitusi arba ne visi dar jaučiasi pasiruošę naudoti šias sistemas savo namuose. Vis dėlto, didelė dauguma naudojusiujų rodo, kad namų automatizavimo sistemos jau yra dalis daugelio žmonių gyvenimo, o tai gali rodyti šios technologijos populiarumą ir plačias galimybes.



2.7. pav. respondentų naudoję/ išbandę namų automatizavimo sistemas savo gyvenamojoje aplinkoje.

Įvertinus namų automatizavimo sprendimus, kuriuos turi savo namuose korespondentai (žr. 2.8. pav.), galima pastebėti kelių kategorijų dominavimą:

Saugos sistemos (55,3%): Tai yra labai populiarus kategorija, kurioje įeina dūmų detektoriai, vandens nutekėjimo jutikliai ir išmaniosios apsaugos sistemos. Saugos sistemos yra prioritetas namuose, todėl šie sprendimai yra itin paklausūs.

Išmanieji namų valymo ir prižiūrėjimo robotai (44,7%): Įdiegus išmaniuosius robotus valymui ir namų prižiūrai, galima sutaupyti laiko ir pastangų. Šie robotai tampa populiariais dėl savo funkcionalumo ir galimybės pagerinti kasdienį gyvenimą.

Virtuvės įrenginiai su integruota automatika: Daugiau nei pusė (53,2%) pasirinko išmaniuosius virtuvės įrenginius, kas gali būti susiję su dideliu dėmesiu patogumui ir efektyvumui virtuvėje.

Automatiniai šildymo valdymo sprendimai (42,6%): Efektyvus šildymas yra svarbus komforto ir energijos taupymo aspektas. Automatiniai šildymo valdymo sprendimai padeda optimaliai reguliuoti šildymą, o tai yra itin svarbu namuose.

Vartotojo sąsajos, valdomos per mobilųjį telefoną (38,3%): Mobilioji valdymo sąsaja suteikia vartotojams lankstumą ir patogumą. Daugelis žmonių renkasi šį sprendimą dėl galimybės nuotoliniu būdu valdyti savo namų sistemą.

Judesio jutikliai – davikliai (40,4%): Šie jutikliai prisideda prie energijos efektyvumo ir taip pat gali būti naudojami saugos sistemose. Jutikliai leidžia automatizuoti tam tikrus veiksmus, priklausomai nuo žmonių buvimo namuose.

Išmanieji kištukai, rozetės ir valdymo lizdai (34%): Tai yra paprastas, tačiau labai efektyvus būdas įtraukti įvairius prietaisus į namų automatizavimo sistemą. Jie leidžia valdyti energijos naudojimą ir kitus namų prietaisus.

Šie populiarūs sprendimai rodo, kad vartotojai vertina saugą, patogumą, energijos efektyvumą ir nuotolinį valdymą, o šie elementai tampa pagrindiniais renkantis namų automatizavimo sistemas.

Tai yra išpūdingas sąrašas namų automatizavimo sprendimų, kuriuos respondentai naudoja savo namuose. Įvairios sritys yra padengtos, nuo saugos ir aplinkos kontrolės iki pramogų ir energijos valdymo. Šie skaičiai taip pat atspindi įvairias technologijas ir funkcijas, kurios gali būti naudingos kasdieniame gyvenime, parodo didelį susidomėjimą ir investicijas į technologijas, siekiant patogumo, saugumo ir efektyvaus namų valdymo sistemose.

Iš pateikto paveikslėlio galime pastebėti, kad yra keletas kategorijų, kurios pasižymi mažesniais procentiniais rodikliais ir gali būti laikomos mažiau populiariais namų automatizavimo sprendimais. Šios kategorijos gali būti nedaug naudojamos arba galbūt yra specializuotos ir tinkamos tik tam tikrų žmonių poreikiams. Štai keletas kategorijų su mažesniais procentiniais rodikliais:

Automatiniai langų ir durų valdymo sprendimai (2,1%): Ši kategorija pasižymi mažesniu susidomėjimu, galbūt todėl, kad automatiniai langų ir durų valdymo sprendimai gali būti laikomi mažiau esminiais arba ne visiems tinkamais, galbūt papildoma funkcija, kuri nėra būtina daugumai namų savininkų.

Individualizuojamos scenarijų ir tvarkaraščių kūrimo galimybės per valdymo centrą (4,3%): Šis sprendimas gali būti mažiau populiarus dėl to, kad gali reikalauti išsamesnių techninių žinių ir laiko, kad būtų sukuriami individualūs automatizuoti scenarijai. Galbūt naudotojai daugiau pasirenka jau paruoštus scenarijus arba nenori prisiimti kūrimo atsakomybės.

Augalų priežiūros sistemos (8,5%): Ši kategorija gali būti mažiau populiari, nes ne kiekvienas namų savininkas turi augalus, o augalų priežiūra gali būti suvokiama kaip mažiau skubi užduotis palyginti su kitomis namų automatizavimo funkcijomis.

Vandens ir nuotekų valdymo sistemos (12,8%): Ši kategorija rodo mažesnį skaičių, galbūt dėl to, kad ne kiekvienas naudotojas laiko šias sistemas būtinomis arba esminėmis savo namų automatizavimo sprendimams.

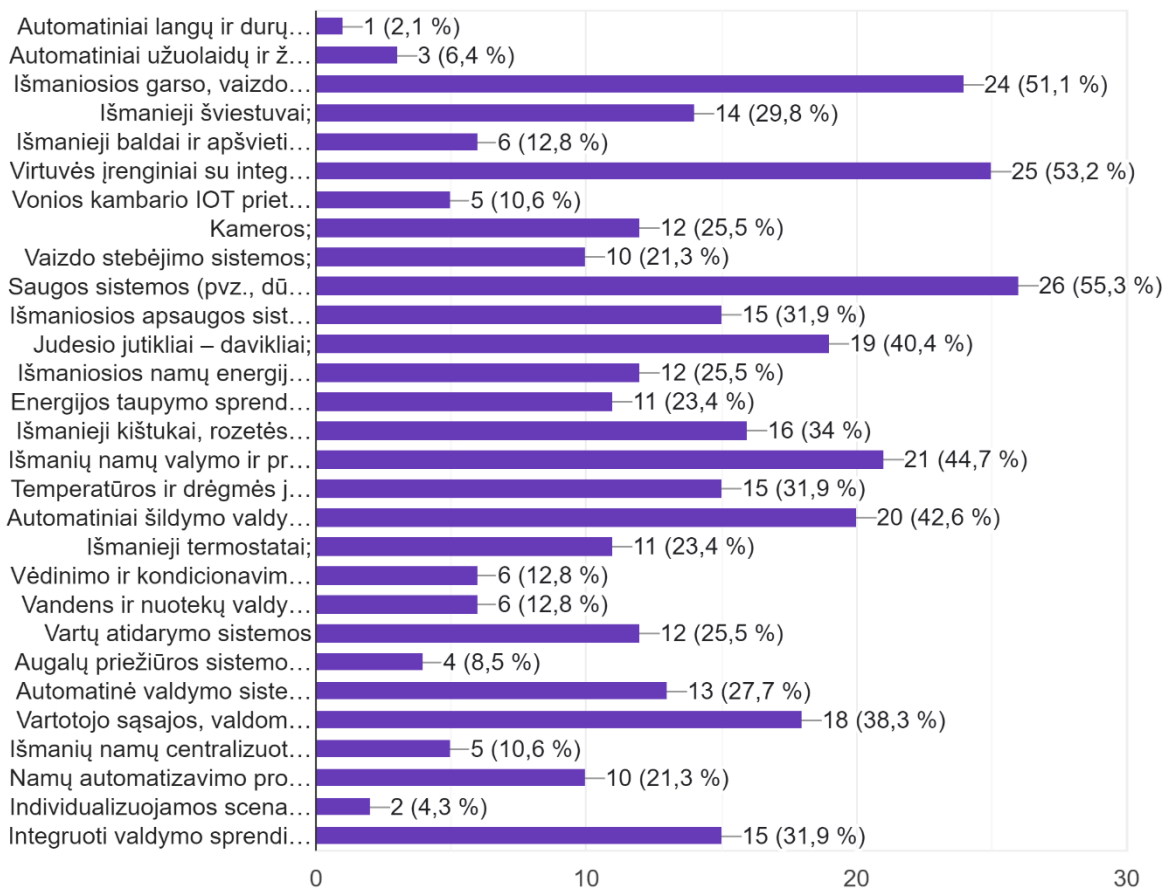
Išmanieji baldai ir apšvietimo sprendimai (12,8%): Ši kategorija, kaip ir ankstesnė, gali būti laikoma mažiau populiaria dėl to, kad ne kiekvienas naudotojas ieško išmaniųjų sprendimų baldams.

Automatinė valdymo sistema lauko erdvėms (pvz., automatiniai laistymo ir apšvietimo sprendimai) (27,7%): Nors ši kategorija turi aukštesnį procentinį rodiklį, ji gali būti laikoma mažiau populiaria dėl specializuotos paskirties ir riboto naudojimo lauko erdvėse.

Integruoti valdymo sprendimai, naudojant įvairius protokolus (31,9%): Galbūt šis sprendimas nėra tokia išsiskirianti kategorija, kurią vartotojai tiesiogiai pastebi arba supranta. Tai gali būti specialistams skirta funkcija, kuri nėra plačiai naudojama vartotojų.

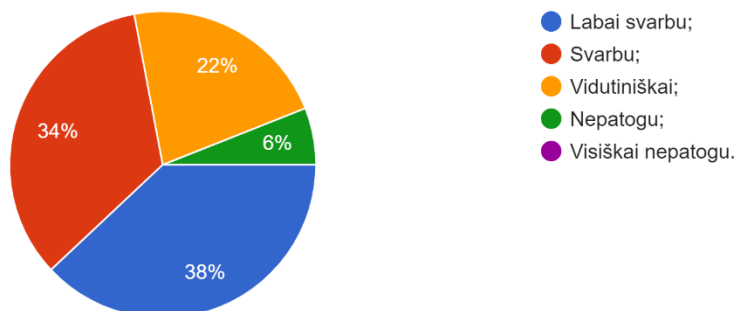
Vis dėlto svarbu pažymėti, kad mažas procentas šių kategorijų gali reikšti tik mažą dalį bendro naudotojų. Jų tinkamumas gali priklausyti nuo individualių poreikių ir gyvenimo būdo.

Šie sprendimai gali būti naudingi specifinėms situacijoms ar asmeninėms poreikiams, tačiau jie gali būti mažiau išskiriantys plačiąją vartotojų grupę. Tai priklauso nuo individualių namų savininkų pageidavimų ir prioritetų.



2.8. pav. namų automatizavimo sprendimai kurie yra įdiegti respondentų namuose.

Iš (žr. 2.9. pav.) matome, kad daugumai respondentų (72%) yra svarbu arba labai svarbu, kad namų automatizavimo sistemos būtų ergonomiškos ir patogios naudoti. Ši tendencija rodo, kad vartotojams yra svarbu, jog technologijos būtų ne tik funkcionalios, bet ir lengvai valdomos bei suprantamos. 22% respondentų mano, kad vidutiniškai svarbu, kas gali reikšti, jog jiems tai yra svarbu, tačiau galbūt ne pagrindinis prioritetas. Tik 6% nurodė, kad jiems nepatogu, o visiškai nepatogu atsakė nė vienas respondentas. Iš šių rezultatų galime daryti prielaidą, kad vartotojams yra svarbu turėti ergonomiškas ir patogias naudoti namų automatizavimo sistemas, ir tai gali būti vienas iš lemiamų veiksnių, įtakančių jų pasirinkimus šioje srityje.



2.9. pav. respondentų nuomonė apie ergonomišką (patogią naudoti) namų automatizavimo sistemą.



Remiantis pateiktame (žr. 2.10. pav.) informacija, galime daryti keletą išvalgų apie tai, kokiais atvejais dažniausiai naudojamos namų automatizavimo sistemos:

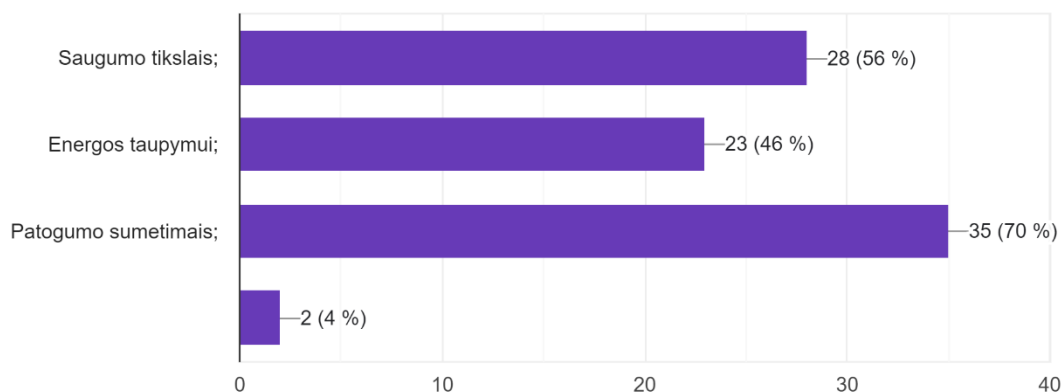
**Patogumo sumetimais (70%):** Dauguma dalyvavusių žmonių (70%) naudoja namų automatizavimo sistemas siekdami patogumo ir paprastumo savo kasdieniniame gyvenime. Šis aspektas yra itin svarbus, ir didelis skaičius parodo, kad vartotojams patogumas yra pagrindinis motyvas naudojantis šiomis technologijomis. Tai gali apimti išmaniuosius valdymo būdus, nuotolinį valdymą per mobilųjį telefoną arba balsu valdomas funkcijas, padedančias optimizuoti namų aplinką pagal asmeninius poreikius.

**Saugumo tikslais (56%):** Daugiau nei pusė dalyvavusių žmonių naudoja namų automatizavimo sistemas saugumo tikslais. Tai gali apimti įvairius sprendimus, tokius kaip saugos kameros, išmaniosios apsaugos sistemos, dūmų detektoriai ir kt. Šis aspektas rodo didelį susirūpinimą namų saugumu ir norą jį stiprinti naudojant automatizavimo technologijas.

**Energijos taupymui (46%):** Beveik pusė apklaustųjų naudoja namų automatizavimo sistemas su energijos taupymo tikslu. Tokios sistemos gali apimti automatinius šviesos išjungimus, termostatus, valdymą per mobiliuosius įrenginius ir kitus sprendimus, kurie padeda taupyti energiją. Tai rodo, kad žmonės yra linkę naudoti technologijas siekdami sumažinti energijos sąnaudas.

**Kita (4%):** Maža dalis žmonių naudoja namų automatizavimo sistemas kitais tikslais, kurie gali būti labiau individualūs arba susiję su specifiniais poreikiais. Tai gali būti, pavyzdžiui, automatizuota augalų priežiūra, vandens valdymas arba kitos specializuotos funkcijos.

Šios išvalgos parodo, kad didelė dauguma žmonių naudoja namų automatizavimo sistemas siekdami patogumo ir saugumo, o taip pat norėdami efektyviau valdyti energijos naudojimą savo namuose. Tai atspindi pastebimą poreikį integruoti technologijas į kasdieninį gyvenimą, kad jis būtų ne tik patogus, bet ir saugus bei efektyvus. Tai svarbūs veiksniai, kurie gali dar labiau paskatinti plėtoti šias technologijas ateityje.



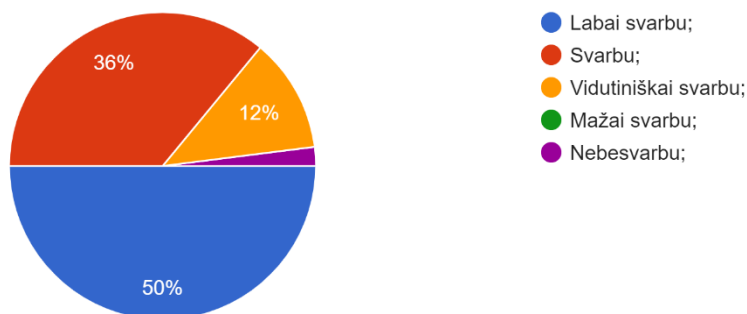
2.10. pav. namų automatizavimo sistemų naudojimas

Pagal pateiktus duomenis (žr. 2.11. pav.), daugumai korespondentų (86% – „Labai svarbu“ ir „Svarbu“ kartu sudėjus) yra svarbu saugumas naudojantis namų automatizavimo sistemomis. Tai rodo, kad vartotojai labai vertina saugumo aspektą, kai naudojami šiomis technologijomis. Šis prioritetas gali būti susijęs su poreikiu užtikrinti, kad asmeninė informacija ir namai būtų saugūs nuo potencialių pavojų.

Vidutiniškai svarbu laiko tik 12% korespondentų, o tai gali reikšti, kad šiems respondentams saugumas nėra pirmasis prioritetas, tačiau jis vis tiek laikomas svarbiu.

Nereikšmingai mažai (2%) žmonių teigia, kad saugumas jiems nebėra svarbus. Tai gali būti dėl to, kad šie respondentai mano, jog esamos saugumo priemonės jau pakankamai efektyvios arba kad jie nenaudoja tam tikrų funkcijų, kurioms reikalingas didesnis saugumas.

Galime teigti, kad didžioji dauguma dalyvavusių žmonių laiko saugumą naudojantis namų automatizavimo sistemomis svarbiu aspektu, atsižvelgiant į jų pasirinkimus ir lūkesčius šioje srityje. Tai rodo bendrą vartotojų susirūpinimą dėl duomenų apsaugos ir privatumo namų automatizavimo kontekste. Gamintojai ir plėtojantys šias sistemas turėtų skatinti ir tobulinti saugumo funkcijas, siekdami atitikti vartotojų poreikius ir lūkesčius šioje srityje.



2.11. pav. respondentų saugumas, naudojantis namų automatizavimo sistemas.

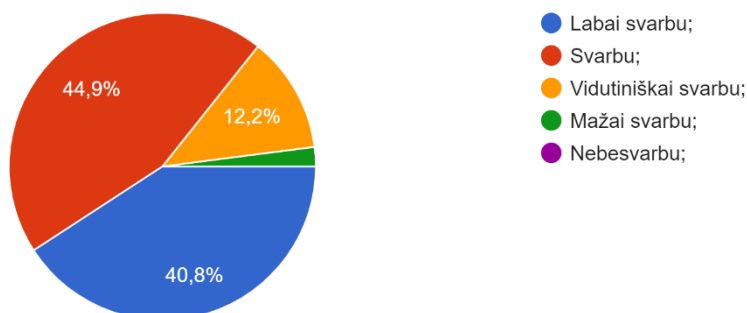
Labai svarbu (40,8%) ir svarbu (44,9%) kartu sudaro didelę daugumą (85,7%): tai rodo (žr. 2.12. pav.), kad daugumai vartotojų yra svarbu, kad namų automatizavimo sistemos prisidėtų prie energijos efektyvumo ir taupymo. Tai gali apimti funkcijas, kurios leidžia valdyti šviestuvus, šildymą, vėdinimą ir kitus energijos naudojimo aspektus.

Vidutiniškai svarbu (12,2%): ši grupė nurodo, kad kai kuriems vartotojams energijos taupymas yra vidutiniškai svarbus. Šie vartotojai gali būti linkę įgyvendinti tam tikrus taupymo metodus, tačiau tai gali nebūti pagrindinis jų rinkimosi kriterijus.

Mažai svarbu (2,1%) ir nebesvarbu (0%): ši grupė yra mažuma ir rodo, kad tik labai nedidelei daliai respondentų laiko energijos taupymą mažai svarbiu arba nebeaktuali aspektu.

Galima teigti, nemaža dalis vartotojų teikia didelę svarbą energijos taupymui naudojantis namų automatizavimo sistemomis. Tai gali būti siejama su noru prisidėti prie aplinkos apsaugos,

mažinti sąskaitas už energiją ir naudoti išteklius efektyviau. Paslaugų teikėjai ir gamintojai gali pasinaudoti šiuo suinteresuotumu kurti ir reklamuoti sprendimus, kurie ne tik patogūs ir funkcionalūs, bet taip pat prisideda prie tvarios energijos vartojimo praktikos.

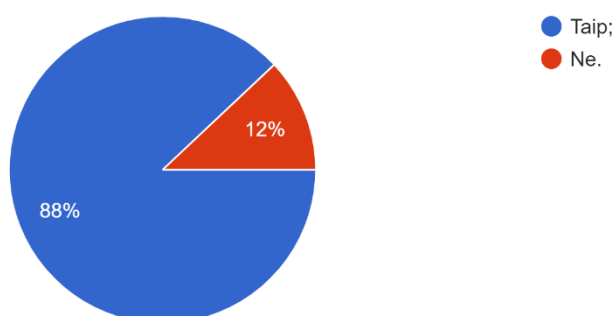


2.12 pav. energijos taupymas naudojantis namų automatizavimo sistemomis.

Pagal pateiktus duomenis (žr. 2.13. pav.) galime daryti išvadą, kad daugumai korespondentų (88%) yra svarbu, kad namų automatizavimo sistemos būtų suderinamos su kitais technologiniais įrenginiais, tokiais kaip telefonas ar kompiuteris. Tai rodo, kad vartotojams yra svarbu turėti vientisą ir suderintą technologinę patirtį, kurios galima pasiekti per įvairius įrenginius.

Nepaisant to, 12% korespondentų nurodė, kad jiems tai nėra svarbu. Šie žmonės gali būti suinteresuoti namų automatizavimo sistemomis, kurios veikia autonomiškai arba nereikalauja daugybės sąsajų su kitais įrenginiais.

Galime daryti prielaidą, dauguma vartotojų vertina suderinamumą su kitais technologiniais įrenginiais, tai leidžia jiems patogiau ir efektyviau valdyti namų automatizavimo sistemas. Todėl įmonės, kurios kurią ar plėtoja šias sistemas, turi atkreipti dėmesį į sąveiką su populiariais įrenginiais ir teikti lengvai valdomas ir integruojamas technologijas.



2.13. pav. Ar svarbu jums, kad namų automatizavimo sistemos būtų suderinamos su kitais technologiniais įrenginiais (pvz., telefonas, kompiuteris)?

Pagal pateiktus rezultatus (žr. 2.14. pav.) galime sudėlioti namų automatizavimo sistemų valdymo būdus pagal svarbą:

Valdymas per internetą (bet kokių įrenginių): šis valdymo būdas yra laikomas labiausiai vertinamu ir svarbiu, nes daugiau nei pusė respondentų įvertino jį kaip „labai svarbų“ (52 %). Šio

valdymo būdo pasirinkimas gali rodyti aukštą lankstumą ir patogumą, kai vartotojai gali valdyti namų sistemas iš bet kurios pasaulio vietos.

Valdymas mobiliomis aplikacijomis: beveik pusė respondentų (48 %) įvertino šį būdą kaip labai svarbų. Mobiliosios aplikacijos suteikia lankstumą ir patogumą valdant namų sistemas naudojant įprastinius mobiliojo ryšio įrenginius. Mobiliosios aplikacijos suteikia vartotojams galimybę valdyti namų sistemas iš bet kurios vietos, kurioje yra prieiga prie mobiliojo ryšio ar interneto. Dar vienas privalumas – greita prieiga prie svarbių funkcijų ir nustatymų, vartotojai gali greitai reaguoti į pokyčius arba prisitaikyti prie savo poreikių, naudodamiesi mobiliaisiais įrenginiais. Galime daryti prielaidą, mobiliosios aplikacijos dažnai būna suprojektuotos taip, kad jų vartotojų sąsajos būtų aiškios, patogios ir lengvai naudojamos. Tai suteikia vartotojams malonų valdymo patirtį.

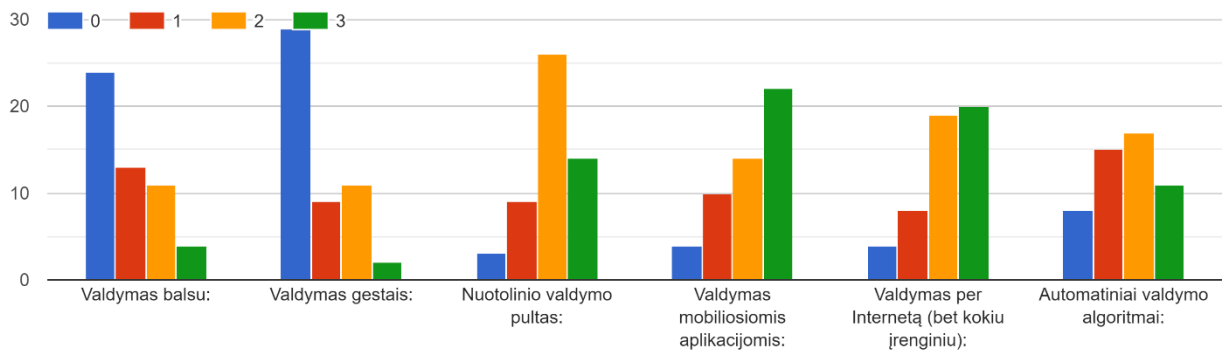
Automatiniai valdymo algoritmai: dauguma respondentai (45 %) vertina šį būdą kaip svarbų. Automatiniai algoritmai gali prisitaikyti prie vartotojų įpročių ir optimaliai valdyti namų sistemas pagal aplinkos sąlygas.

Nuotolinio valdymo pultas: daugiau nei trečdalis respondentų (31 %) laiko nuotolinį valdymo pultą labai svarbiu. Tai gali būti patogus valdymo būdas, ypač tiems, kurie nori fizinio prietaiso valdymui.

Valdymas balsu ir gestais: šie būdai yra mažiau populiarūs pagal respondentų nuomonę, nes juos įvertino mažiau nei 10% respondentų kaip „labai svarbus“. Šie būdai gali turėti potencialą, tačiau šiuo metu laikomi mažiau praktiškais arba mažiau efektyviais daugeliui žmonių.

Pagal šiuos duomenis galima teigti, kad dauguma respondentų labai vertina valdymo būdus, kurie suteikia lankstumą ir patogumą, tokie kaip valdymas per internetą ar mobiliomis aplikacijomis. Automatiniai valdymo algoritmai ir nuotolinis valdymo pultas taip pat laikomi svarbiais, nors mažesniu mastu. Valdymas balsu ir gestais yra mažiau populiarus arba laikomas mažiau svarbiu šių respondentų tarpe.

Galima daryti prielaidą, kad daugumai respondentų svarbūs valdymo būdai, kurie užtikrina nuotolinį prieinamumą, yra patogūs ir lengvai prieinami mobiliais įrenginiais. Automatiniai valdymo algoritmai ir nuotolinis valdymo pultas taip pat laikomi svarbiais. Svarbu atkreipti dėmesį į šiuos aspektus kuriant ir tobulinant namų automatizavimo sistemas.



2.14. pav. namų automatizavimo sistemų valdymo būdų svarbumas (0 – nesvarbu, 3 – labai svarbu).

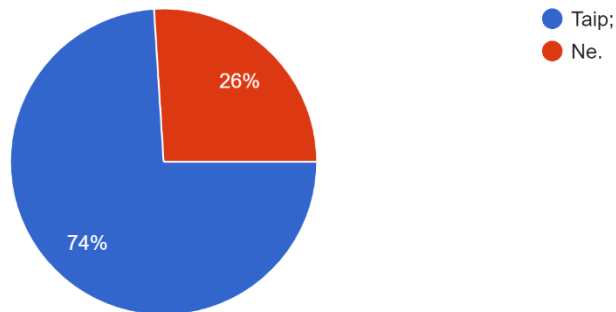
Atsižvelgiant (žr. 2.15. pav.), kad 74% respondentų turi planų plėsti arba keisti savo namų automatizavimo sistemą ateityje, galime išskirti kelis veiksnius, kurie gali paskatinti šį didelį skaičių:

- Technologijų tobulėjimas ir efektyvūs sprendimai;
- Pasitikėjimas technologijomis;
- Noras efektyviau valdyti namą, optimizuoti energijos naudojimą ir pasinaudoti moderniomis funkcijomis;
- Poreikis naujų funkcijų, papildomos galimybės;
- Kitų vartotojų patirtis. Vartotojai gali būti paskatinti kitų vartotojų sėkmingų patirčių su namų automatizavimo sistemomis, kurios juos paskatino investuoti arba planuoti investuoti į šią technologiją.

26 % respondentų, kurie atsakė „Ne“ į klausimą, ar turi planų plėsti arba keisti savo namų automatizavimo sistemą ateityje, taip pat suteikia vertingos informacijos. Šios grupės požiūris gali būti analizuojamas iš kelių perspektyvų:

- Jaučiasi patenkinti esama namų automatizavimo sistemos būseną ir nemanė, kad jiems reikia papildomų arba naujų funkcijų. Tai gali rodyti, kad šių respondentų sistema atitinka jų poreikius ir veikia efektyviai.
- Nepasitikėjimas naujomis technologijomis, techniniai sunkumai, nauji įrenginiai ar papildomos išlaidos.
- Finansiniai apribojimai, dėl kurių negali sau leisti plėsti ar keisti savo namų automatizavimo sistemos.
- Suderinamumo klausimai su esamomis sistemomis. Vartotojai gali susidurti su iššūkiais integruojant naujas technologijas su senesnėmis arba nesuderinamomis sistemomis.
- Saugumas ir privatumas. Kai kurie vartotojai gali iškelti klausimus dėl saugumo ir privatumo, ypač jei planuoja įdiegti pažangesnes sistemas, kurios gali būti potencialiai pažeidžiamos internetinėms atakoms.

Šios įžvalgas gali būti vertingos tiek sistemų kūrėjams, tiek vartotojams. Kūrėjai gali įvertinti vartotojų poreikius ir plėsti savo pasiūlą atsižvelgdami į šias tendencijas, o vartotojai gali gauti įžvalgų apie tai, kaip kitų patirtis ir planai gali paveikti jų pačių sprendimus dėl namų automatizavimo sistemų.

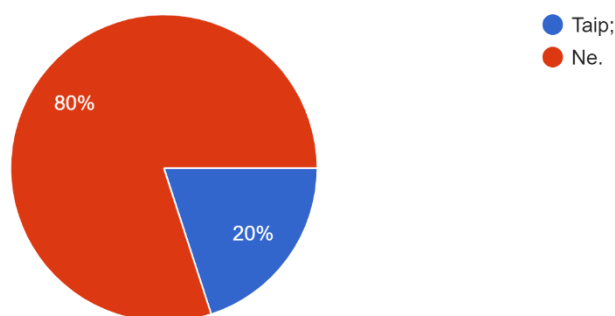


2.15. pav. Ar turite planų plėsti arba keisti savo namų automatizavimo sistemą ateityje?

Maža dalis respondentų susidūrė su iššūkiais (žr. 2.16. pav.). Tik 20 % respondentų pareiškė, kad susidūrė su iššūkiais ar problemomis naudodamiesi namų automatizavimo sistemomis. Tai rodo, kad dauguma naudotojų patiria teigiamą ir neproblematišką patirtį su savo sistemomis.

Respondentai, kurie susidūrė su iššūkiais, gali patirti įvairias problemas, tokiomis kaip techniniai gedimai, jungimosi problemos, nesuderinamumas su kitais įrenginiais (veikiantys skirtingais protokolais ar technologiniais standartais) arba vartotojų sąsajos nesklandumai. Kiekvienas iš šių iššūkių gali turėti skirtingus priežastis ir poveikį vartotojui.

Dauguma respondentų (80 %), kurie nesutiko, kad susidūrė su problemomis, gali rodyti, kad šiuo metu namų automatizavimo sistemos yra pakankamai patikimos ir lengvai naudojamos vartotojams be didelių sunkumų.



2.16. pav. Ar esate susidūrę su kokiais nors iššūkiais ar problemomis naudodamiesi namų automatizavimo sistemomis?

Apklausoje metu respondentai įvardijo pagrindinius iššūkius ir problemas, su kuriomis susidūrė namų automatizavimo sistemomis:

- Interneto tiekimo sutrikimai. Kilus interneto tiekimo problemoms, prarandami duomenys ir sumažėja namų automatizavimo sistemos efektyvumas.

- Valdymo sunkumai. Atsakymas rodo, kad gali kilti iššūkių su pačiu sistemos valdymu, tai gali būti susiję su naudojamais valdymo metodais arba vartotojų patirtimi.

- Šildymo sistemos pajungimo ir automatizavimo sunkumai: Respondentas susidūrė su iššūkiais, bandydamas pajungti šildymo sistemą. Tai gali atspindėti techninį sudėtingumą arba pritaikymo sunkumus.

Programinės įrangos ir Wi-Fi trūkumai. Praradus Wi-Fi ryšį, gali kilti problemų su programinės įrangos veikimu ir reikia papildomų veiksmų, kad sistema būtų grąžinta į normalią (pradinę) būseną.

Interneto ryšio trugdžiai. Šis atsakymas išryškina problemas, susijusias su patikimumu, kai namų automatizavimo sistemai reikalingas stabilus interneto ryšys.

Kompiuterio (valdiklio) gedimai, patirties stoka. Atsakyme pabrėžiama, kad kompiuteris (valdiklis) yra mašina ir gali ne visada veikti pagal žmogaus lūkesčius. Tai gali būti susiję su technologinėmis kliūtimis arba naudotojo patirties trūkumu.

Perpratimo ir „prisijaukinimo“ iššūkiai. Atsakyme paminėtas iššūkis perprasti ir „prisijaukinti“ naujas technologijas ar sistemą. Tai gali apimti įpratimo prie naujų valdymo metodų ar supratimo, kaip veikia tam tikros funkcijos.

Elektros energijos nutrūkimas. Praradus elektros energiją, gali kilti sunkumų, nes daugelis prietaisų reikalauja pastovios elektros energijos veikimo.

Šie iššūkiai yra įvairių pobūdžių – nuo techninių problemų iki naudotojų patirties ir supratimo klausimų. Analizuodami šiuos iššūkius, galima identifikuoti sritis, kurias reikia tobulinti, siekiant geriau atitikti vartotojų poreikius ir sumažinti galimus techninius iššūkius.

### **2.3.Naudojamų namų automatizavimo sistemų tyrimo išvados**

Tyrimo rezultatai rodo, kad namų automatizavimo sistemos yra populiarėjanti tendencija Lietuvoje. Dauguma respondentų, dalyvavusių tyrime, yra jauni (31-40 metų amžiaus), turi aukštąjį išsilavinimą ir turi technologinę patirtį. Šie rezultatai rodo, kad technologinė patirtis yra svarbus veiksnys, įtakojantis namų automatizavimo sistemų pasirinkimą.

Dauguma respondentų (76%) teigė, kad yra naudoję ar išbandę namų automatizavimo sistemas savo gyvenamojoje aplinkoje. Tai rodo didelį susidomėjimą ir paruošimą įdiegti šias technologijas savo kasdieniniame gyvenime.

Įvertinus namų automatizavimo sprendimus, kuriuos turi savo namuose respondentai, galima pastebėti kelių kategorijų dominavimą: saugos sistemos, išmanieji namų valymo ir prižiūrėjimo robotai, virtuvės įrenginiai su integruota automatika, automatiniai šildymo valdymo sprendimai, vartotojo sąsajos, valdomos per mobilųjį telefoną ir judesio jutikliai. Šie populiarūs

sprendimai rodo, kad vartotojai vertina saugumą, patogumą, energijos efektyvumą ir nuotolinį valdymą, o šie elementai tampa pagrindiniais renkantis namų automatizavimo sistemas.

Dauguma vartotojų naudoja namų automatizavimo sistemas siekdami patogumo, saugumo ir energijos taupymo. Patogumas yra pagrindinis motyvas, o saugumas ir energijos taupymas yra svarbūs aspektai, kurie taip pat skatina vartotojų susidomėjimą šiomis technologijomis.

Vartotojams yra svarbu, kad namų automatizavimo sistemos būtų ergonomiškos ir patogios naudoti. Tai gali būti vienas iš lemiamų veiksnių, įtakančių jų pasirinkimus šioje srityje.

Tačiau kai kurie vartotojai susiduria su iššūkiais ir problemomis naudodamiesi namų automatizavimo sistemomis. Šie iššūkiai gali būti susiję su techniniais gedimais, jungimosi problemomis, nesuderinamumu su kitais įrenginiais arba vartotojų sąsajos nesklandumais.

Vartotojams yra svarbios energijos taupymo galimybės ir patogūs, lankstūs valdymo būdai, susiję su mobiliais įrenginiais ir internetu.

Daugumai respondentų (88%) yra svarbu, kad namų automatizavimo sistemos būtų suderinamos su kitais technologiniais įrenginiais, tokiais kaip telefonas ar kompiuteris. Tai rodo, kad vartotojams yra svarbu turėti vientisą ir suderintą technologinę patirtį, kurios galima pasiekti per įvairius įrenginius.

Dauguma respondentų labai vertina valdymo būdus, kurie suteikia lankstumą ir patogumą, tokie kaip valdymas per internetą ar mobiliosiomis aplikacijomis. Automatiniai valdymo algoritmai ir nuotolinis valdymo pultas taip pat laikomi svarbiais, nors mažesniu mastu.

Nustatyta, kad yra didelis potencialas augti ir plėstis namų automatizavimo sistemų srityje, tačiau reikalingas nuolatinis švietimas ir informacijos sklaida, ypač tarp pradedančiųjų. Tai taip pat atkreipia dėmesį į galimą poreikį diferencijuoti paslaugas ir produktus, atsižvelgiant į naudotojų skirtingus technologinius gebėjimus ir poreikius.



### III. INFORMATIKOS BENDROJI PROGRAMA NAMŲ AUTOMATIZAVIMO SISTEMŲ KONTEKSTE

Šiame skyriuje nagrinėjama informatikos bendroji programa ir namų automatizavimas. Aptariama, kaip informatikos bendroji programa suteikia mokiniams pagrindus kurti programinę įrangą namų automatizavimo sistemoms. Pateikiami atlikti projektai su mikrovaldikliais: „Micro:bit“ ir „Arduino UNO R4 WiFi“.

#### 3.1. Informatikos bendroji programa ir namų automatizavimo sistemos

Namų automatizavimas yra viena iš sričių, kurioje informatikos žinios ir gebėjimai gali būti naudojami. Namų automatizacija yra procesų automatizavimas namuose, naudojant įvairias technologijas, pavyzdžiui, jutiklius, valdymo įrenginius ir internetą.

Lietuvos informatikos bendroji programa teikia mokiniams pagrindus, reikalingus kurti programinę įrangą, naudojamą namų automatizavimui. Programoje išskirtos šešios pasiekimų sritys: skaitmeninio turinio kūrimas, algoritmai ir programavimas, duomenų tyryba ir informacija, technologinių problemų sprendimas, virtualioji komunikacija ir bendradarbiavimas, saugus elgesys [165]. Šios sritys glaudžiai sąveikauja su namų automatizavimu, kurioje informatikos žinios ir gebėjimai gali būti naudojami.

Mokiniams suteikiamos galimybės praktiškai pritaikyti savo žinias apie namų automatizavimą, įtraukiant į programą konkrečias namų automatizavimo temas, pvz., apšvietimas, šildymas, saugumo sistemų automatizavimas.

Lietuvos informatikos bendrojoje programoje yra keletas pasiekimų, kurie yra susiję su namų automatizavimu. Pavyzdžiui, pasiekimas „Paaiškina skaitmeninių įrenginių veikimą, vartoja tiksliai sąvokas“ [165] apima mokinių mokymąsi apie įvairių skaitmeninių įrenginių, naudojamų namų automatizacijoje, veikimą. Pasiekimas „Parenka ir derina įvairias skaitmenines technologijas“ [165] apima mokinių mokymąsi, kaip pasirinkti ir suderinti įvairias technologijas, reikalingas namų automatizavimui. Pasiekimas „Įsivertina ir tobulina technologinius gebėjimus“ apima mokinių mokymąsi, kaip įvertinti savo technologinius gebėjimus ir juos tobulinti.

Šie pasiekimai suteikia mokiniams pagrindą mokytis apie namų automatizaciją ir taikyti savo žinias ir gebėjimus praktiškai. Mokiniai gali mokytis apie namų automatizaciją įvairiais būdais, pavyzdžiui, per skaitymo ir rašymo užduotis, eksperimentus ir projektinę veiklą.

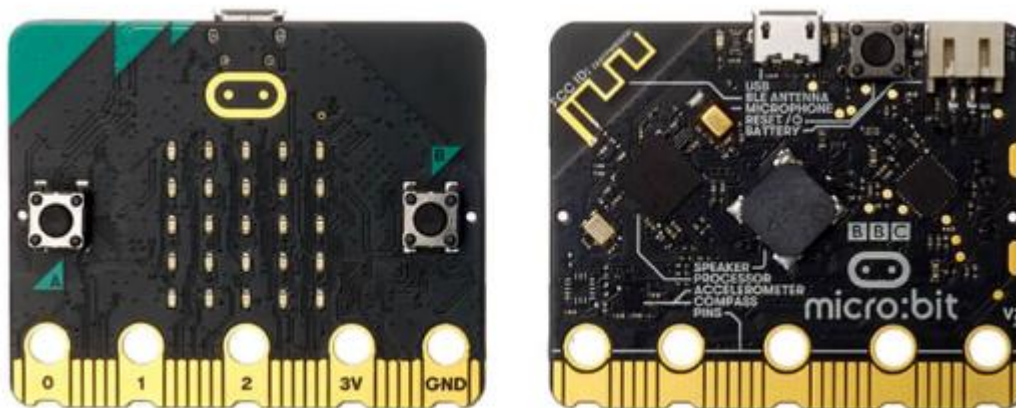
Štai keletas pavyzdžių, kaip informatikos žinios ir gebėjimai naudojami namų automatizacijai: naudodami jutiklius, mokiniai kuria sistemas, kurios automatiškai įjungia šviesą, kai žmogus įeina į kambarį, arba išjungia ventiliatorių, kai pasiekiamas reikama temperatūra. Naudodami valdymo įrenginius, mokiniai kuria sistemas, kurios leidžia jiems valdyti savo namus

iš bet kurios vietos. Naudodami internetą, mokiniai kuria sistemas, kurios leidžia jiems bendrauti su savo namais iš bet kurios vietos pasaulyje.

Namų automatizavimas yra sparčiai besivystanti sritis, kuri suteikia daug galimybių mokiniams mokytis ir kurti.

### 3.2. Informatikos bendroji programa ir namų automatizavimo sistemos su Micro:bit

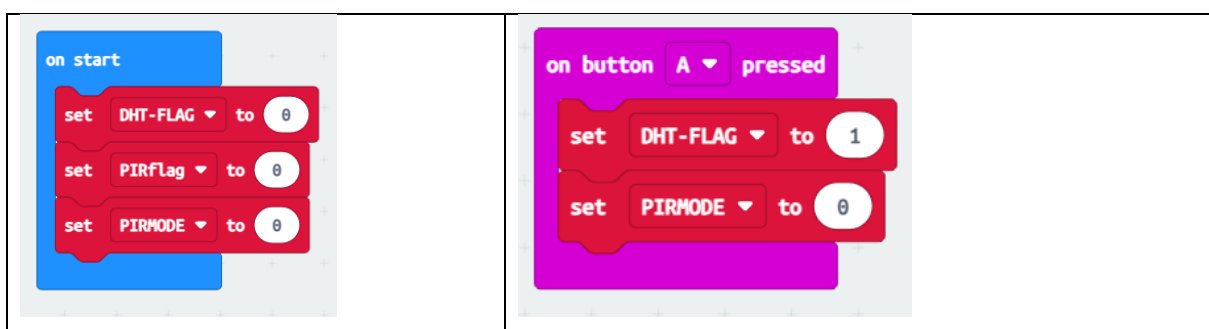
Micro:bit (žr. 3.1. pav.) yra mikrovaldiklis, kuris naudojamas kaip įrankis mokant programavimo ir elektronikos pradmenis. Integruojant Micro:bit į namų automatizavimo sistemą, kuriami įvairūs projektai, nuo paprastų, tokių kaip LED šviesos diodų valdymas, iki sudėtingesnių, tokių kaip temperatūros ar judesio jutiklių naudojimas. Tai puiki proga mokiniams susipažinti su programavimu, elektronika ir netgi daiktų interneto (IoT) principais.



3.1. pav. Micro:bit

Panaudojant mikrovaldiklį Micro:bit ir programavimo aplinką galima atlikti temperatūros matavimą, kontroliuoti ventiliatorių pagal temperatūrą, reaguojant į judesį – judesio jutiklio pagalba, rodyti atitinkamus LED modelius ir groti muziką. Programos kodas pateikiamas 1 lentelėje.

1 lentelė. Micro:bit valdiklio kodas valdantis ventiliatorių nuo temperatūros poveikio.



```

pir D13 on trigger
if PIRMODE = 0 then
  set PIRFlag to 1
else
  set PIRFlag to 2

on button B pressed
  set PIRMODE to 1
  set DHT-FLAG to 0

forever
  if DHT-FLAG = 1 then
    set temperature to dht11 D15 temperature Celsius
    show number temperature
    if temperature > 23 then
      fan A1 speed 30
    else
      fan A1 speed 8
    set DHT-FLAG to 0
    clear screen

  if PIRFlag = 1 or PIRMODE = 0 and pir D13 is triggered then
    show leds
    set PIRFlag to 0
  else
    clear screen

  if PIRFlag = 2 or PIRMODE = 1 and pir D13 is triggered then
    show leds
    play tone Middle C for 1 beat
    pause (ms) 50
    play tone Middle C for 1 beat
    pause (ms) 50
    set PIRFlag to 0
  else
    clear screen

  if PIRMODE = 0 and pir D13 is triggered then
    clear screen
    pause (ms) 100
  
```

Šis Micro:bit mikrokompiuterio programos kodas įgyvendina funkcionalumą, susijusį su temperatūros matavimu naudojant DHT jutiklį ir judesio jutiklį (PIR).

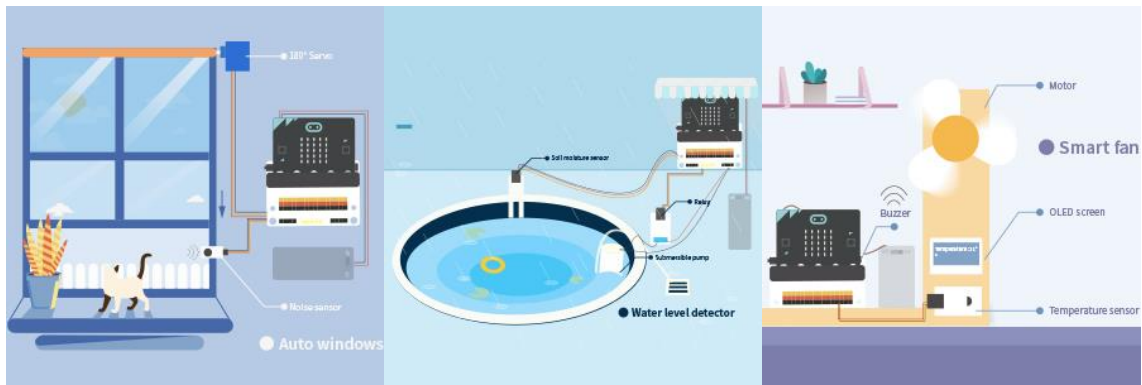
Panaudojant MakeCode blokus ar Python (JavaScript) kodus, belaidžio nuotolinio valdymo programėlę (Android / IOS), lengvai surenkama ir išmokstama Micro:bit kodavimo. RGB LED šviesos, temperatūros ir drėgmės matavimus, lietaus, signalizacijos, temperatūros valdomas ventiliatorius ir daugiau funkcijų. (žr. 3.2. pav.). Galima praplėsti surenkant saulės energijos modulį su saulės energija ir mikro USB prievadais. Saulės energija išlaikomas namas – užtikrina saugų ir efektyvų integruotą saulės energijos valdymą, puikiai tinka daiktų interneto projektams ir atsinaujinančios energijos projektams. (žr. 3.2. pav.).



3.2. pav. Išmaniųjų namų automatizavimo sistema naudoja Micro:bit mikrokompiuterį.

Pasinaudojus Micro:bit atvirojo kodo aparatine įranga, ši išmaniųjų namų automatizavimo sistema naudoja Micro:bit kaip valdymo plokštę, aprūpinta 1602 LCD, DHT11 temperatūros ir drėgmės jutikliu, dujų jutikliu (MQ\_2), PIR žmogaus kūno jutikliu, 6812 RGB moduliu, servo varikliu, vandens jutiklis, Micro :bit BT ir kitais jutikliais. Naudojant šius jutiklius galima nustatyti temperatūrą, drėgmę ir degiųjų dujų koncentraciją jūsų namuose, taip pat atidaryti ir uždaryti duris, langus. Visa surinkta (aptikta) informacija galima rodyti realiu laiku 1602 LCD monitoriuje, kurį galima peržiūrėti ir stebėti naudojant savo išmanųjį telefoną ar iPad. Išmaniųjų namų automatizavimo sistema palaiko saulės energiją arba USB maitinimą. (žr. 3.2. pav.).

Sukuriami projektai: automatinis lango užvėrimas, vandens lygio detektorius, protingas ventiliatorius. Automatinis lango užvėrimas – automatiškai aptikus triukšmo lygį, kuris viršija nustatytą ribą, langas automatiškai bus uždarytas. (žr. 3.3. pav.). Vandens lygio detektorius – vandens svirtis gali būti virš apsauginės linijos dėl stipraus lietaus arba potvynio ir gali pralaužti užtvanką, sistema įspėja apie vandens lygį. (žr. 3.3. pav.). Protingas ventiliatorius – automatiškai nustatoma temperatūra, ventiliatorius automatiškai įsijungia, kai temperatūra viršyje nustatytą lygį ir parodo esamą temperatūrą. (žr. 3.3. pav.).



3.3. pav. automatizavimo sistemos naudojant Micro:bit mikrokompiuterį.

### 3.3. Informatikos bendroji programa ir namų automatizavimo sistemos su Arduino UNO R4 WiFi

Informatikos bendroji programa apima platų temų spektrą, įskaitant algoritmavimą, programavimą, duomenų bazes, skaitmeninį mąstymą, kompiuterinius tinklus ir kt. Namų automatizavimo sistema su „Arduino UNO R4 WiFi“ (žr. 3.4. pav.) yra puiki galimybė integruoti informatikos mokymąsi su praktiniais elektronikos ir programavimo projektų įgūdžiais.



3.4. pav. Arduino UNO R4 WiFi

Arduino programavimas – mokiniai išmoksta programuoti „Arduino UNO R4 WiFi“ mikrovaldiklį naudojant C++ kalbą, kuri yra naudojama Arduino IDE, Arduino CLI ir žiniatinklio rengyklę. Plokštė taip pat siūlo daugybę mokymo programų ir vadovų, kurie padeda mokiniams efektyviai nustatyti ir naudoti funkcijas.

Jutikliai ir veiksmų valdymas – kūrimas projektų, kurie naudoja įvairius jutiklius, pavyzdžiui, judesio, šviesos ar temperatūros jutiklius, ir programavimas, kad sistema atliktų veiksmus pagal jų duomenis. Integruota LED matrica – išskirtinė 12x8 LED matrica leidžia mokiniams kurti vaizdų prototipus tiesiai ant mikrovaldiklio, taip skatinant kūrybiškumą kuriant projektus.

Duomenų perdavimas – mokiniai kuria projektus, kurie naudoja įvairius būdus perdavinėti duomenis, pavyzdžiui, per WiFi arba Bluetooth, tarp Arduino UNO R4 WiFi ir kitų įrenginių. Arduino UNO R4 WiFi yra ryšio modulis – plokštėje esantis ESP32-S3 modulis įgalina Wi-Fi ir Bluetooth ryšį. Šis modulis gali būti programuojamas atskirai per specialią eilutę.

Nuotolinis valdymas – kūrimas projektų, kuriuose namų automatizavimo sistemos valdomos per internetą arba nuotoliniu būdu.

Duomenų saugojimas – integruojami projektai, kurie naudoja duomenų saugojimo būdus, pavyzdžiui, įrašymą į SD kortelę arba naudojant cloud duomenų bazines.

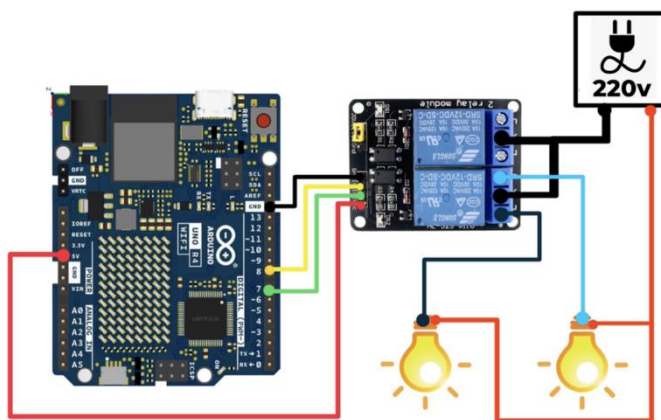
IoT Integracija – mokiniai iširia interneto daiktų (IoT) principus ir integruoja savo Arduino projektus į namų automatizavimo tinklus.

Kiekvienas projektas pritaikomas atsižvelgiant į mokinių lygį ir jų mokymosi tikslus. Svarbu palaipsniui didinti projekto sudėtingumą, pradedant nuo paprastesnių užduočių ir pereinant prie sudėtingesnių, kaip mokiniai įgauna daugiau įgūdžių.

„Arduino UNO R4 WiFi“ – mikrovaldiklis (MCU). Plokštėje yra didelio našumo RA4M1, Arm Cortex-M4 mikrovaldiklis, veikiantis 48 MHz taktiniu dažniu. Jame yra 32 kB SRAM ir 256 kB „flash“ atminties. Šis MCU palaiko HID per USB ir turi realaus laiko laikrodį (RTC), skaitmeninį į analoginį keitiklį (DAC) ir CAN magistralę.

Su mokiniais sukuriame labai naudingą ir labai paprastą namų automatizavimo projektą „Apšvietimas“, kuriam nereikia interneto ir IOT platformos, tokios kaip blynk, ESP-Rainmaker, Arduino IOT Cloud. Vietiniam serveriui sukurti mums reikia tik maršrutizatoriaus arba viešosios interneto prieigos taško, čia maršrutizatorius veiks kaip tiltas tarp tinklalapio ir Arduino UNO R4 WIFI plokštės.

Sukuriame vietinį žiniatinklio serverį ir iš to vietinio serverio galėsime valdyti savo buitinę techniką, šiuo atveju du šviesos šaltinius (žr. 3.5. pav.).



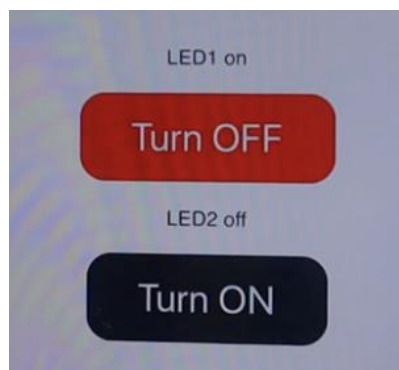
3.5. pav. Arduino UNO R4 WiFi prijungimas su šviesos šaltiniais ir rėlės moduliū.

**2 lentelė. Arduino UNO R4 WiFi valdiklio kodas valdantis šviesos šaltinius naudojant vietinį žiniatinklio serverį.**

Programos kodas	Kodo paaiškinimas
<pre>#include "Arduino_LED_Matrix.h" #include "WiFiS3.h"</pre>	<p>Įtraukiame dvi bibliotekas: vieną LED matricai valdyti, kitą – WiFi ryšiams valdyti</p>
<pre>#define LED1 7 #define LED2 8   ArduinoLEDMatrix matrix;  const uint32_t hi[] = {   0xcdcfcc,   0x4fc4fc,   0xc4fcdf,   66 };  char ssid[] = " "; //Enter your WIFI SSID char pass[] = " "; //Enter your WIFI password int keyIndex = 0; // your network key index number (needed only for WEP)  String output1 = "off"; String output2 = "off"; String header;  unsigned long currentTime = millis(); unsigned long previousTime = 0; const long timeoutTime = 2000;  int status = WL_IDLE_STATUS; WiFiServer server(80);</pre>	<p>Kintamųjų apibrėžimas: LED1 ir LED2 yra kaiščiai, prijungti prie šviesos diodų. matrica yra objektas, skirtas valdyti LED matricą. hi[] yra masyvas, kuriame saugomi duomenys, rodomi LED matricoje. ssid ir pass yra „WiFi“ tinklo kredencialai. output1 ir output2 saugo esamas šviesos diodų būsenas. header saugo HTTP užklauskos antraštę. currentTime ir previousTime padeda valdyti ciklo laiką. timeoutTime yra maksimalus laikas, per kurį reikia laukti, kol klientas prisijungs. būsena išsaugo esamą WiFi ryšio būseną. serveris yra objektas, skirtas sukurti „WiFi“ serverį.</p>
<pre>void setup() {   Serial.begin(9600);   matrix.begin();    // set the LED pins to OUTPUT   pinMode(LED1, OUTPUT);   pinMode(LED2, OUTPUT);    // Turn off LEDs initially   digitalWrite(LED1, LOW);   digitalWrite(LED2, LOW);    if (WiFi.status() == WL_NO_MODULE) {     Serial.println("Communication with WiFi module failed!");     while (true);   }    String fv = WiFi.firmwareVersion();   if (fv &lt; WIFI_FIRMWARE_LATEST_VERSION) {     Serial.println("Please upgrade the firmware");   }    while (status != WL_CONNECTED) {     Serial.print("Network named: ");     Serial.println(ssid);     status = WiFi.begin(ssid, pass);     delay(10000);   }   server.begin();   printWifiStatus(); }</pre>	<p>Sąrankos funkcijoje inicijuojame nuoseklų ryšį, paleidžiame LED matricą ir nustatome LED kaiščius kaip išėjimus. Taip pat inicijuojame WiFi ryšį ir paleidžiame serverį.</p>

<pre>void loop() {   webServer();   LEDMatrix(); }</pre>	<p>Ciklo sąranka:</p> <p>Ciklo funkcija nuolat vykdo dvi kitas funkcijas: webServer() ir LEDMatrix().</p>
<pre>void LEDMatrix() {   matrix.loadFrame(hi); }</pre>	<p>LED matricos funkcija:</p> <p>Funkcija LEDMatrix rodo kadra LED matricoje, naudodama duomenis, saugomus hi[] masyve.</p>
<pre>void webServer() {   // ... (rest of the web server code) }</pre>	<p>Tinklo serverio funkcija:</p> <p>WebServer funkcija tvarko gaunamus klientų ryšius. Jis nuskaity HTTP užklausas ir atitinkamai valdo šviesos diodus. Jis taip pat aptarnauja HTML puslapį, kuris leidžia vartotojams valdyti šviesos diodus per žiniatinklio sąsają.</p>
<pre>void printWifiStatus() {   Serial.print("SSID: ");   Serial.println(WiFi.SSID());    IPAddress ip = WiFi.localIP();   Serial.print("IP Address: ");   Serial.println(ip);    long rssi = WiFi.RSSI();   Serial.print("signal strength (RSSI):");   Serial.print(rssi);   Serial.println(" dBm");    Serial.print("Now open this URL on your browser --&gt; http://");   Serial.println(ip); }</pre>	<p>Atvaizduoja „WiFi“ būsenos funkcija:</p> <p>Funkcija printWifiStatus atspausdina esamą WiFi ryšio informaciją į nuoseklųjį monitorių, įskaitant SSID, IP adresą ir signalo stiprumą. Taip pat rodomas URL, kad galėtumėte pasiekti žiniatinklio sąsają.</p>

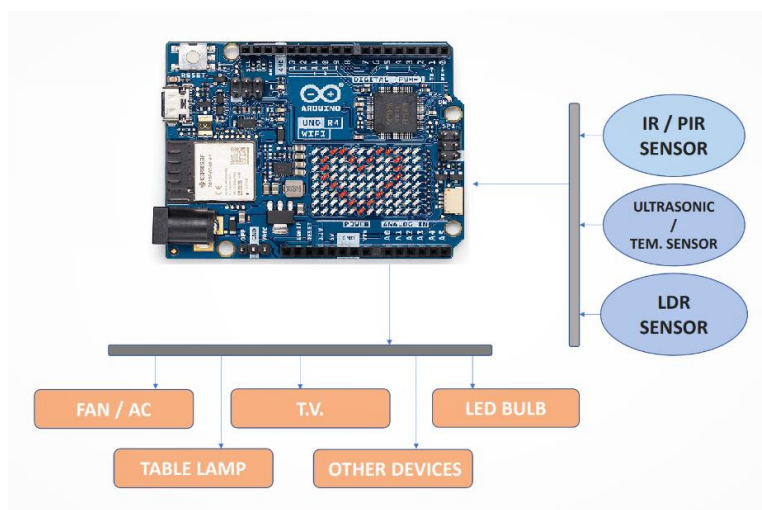
Atliktas projektas „Ašvietimas“ paruoštas (žr. 3.6. pav.), kurį galima įgyvendinti namuose ar biure. Šis projektas parodo didžiulį Arduino Uno R4 WiFi plokštės potencialą namų automatizavimo srityje. Sukūrė vietinį žiniatinklio serverį, vartotojai gali lengvai valdyti įrenginius nuotoliniu būdu.



3.6. pav. Tinklalo rodomas vaizdas



Dar vienas projektas su Arduino UNO R4 WiFi, valdant įrenginius ir nuskaitantis jutiklio duomenis (žr. 3.7. pav.). Paveikslėlyje pavaizduota kaip Arduino UNO R4 WiFi jungsis su įrenginiais ir jutikliais. Kambaryje yra keli valdomi įrenginiai: šviesa, ventiliatorius, kištukiniai lizdai ir kt., vienas pasyvus IR / PIR – skirtas aptikti žmonių buvimą kambaryje, vienas temperatūros jutiklis LM35 – skirtas kambario temperatūrai rinkti ir LDR – skirtas aptikti šviesos intensyvumą prie kambario lango.



3.7. pav. Arduino UNO R4 WiFi namų automatizavimo projektas.

Arduino programos kodas, pateiktas 3 lentelėje yra skirtas kontroliuoti įvairius jutiklius ir prietaisus pagal nustatytus sąlygas.

**3 lentelė. Arduino UNO R4 WiFi valdiklio kodas kontroliuojantis įvairius jutiklius ir prietaisus pagal nustatytas sąlygas.**

Programos kodas	Kodo paaiškinimas
<pre>void setup() {   Serial.begin(9600);   pinMode(2, INPUT); //IR GATE FIRST   pinMode(3, INPUT);   my.attach(11); //servo   pinMode(4, OUTPUT); //IR GATE FIRST   pinMode(7, OUTPUT); //TEM   pinMode(8, INPUT); //pir 1   pinMode(9, OUTPUT); //LED 1   pinMode(trigPin, OUTPUT); //12 PIN ULTRA   pinMode(echoPin, INPUT); //10 PIN ULTRA   pinMode(ledPin, OUTPUT); //13 PIN ULTRA   pinMode(3, OUTPUT); //bluetooth }</pre>	<p>Inicijavimas (setup funkcija):</p> <p>Nustatomas serijsio ryšys baud rate 9600.</p> <p>Konfigūruojamos įvesties ir išvesties PIN'ų funkcijos: nustatomos įvesties (INPUT) ir išvesties (OUTPUT) būsenos, priklausomai nuo to, kaip jie bus naudojami vėliau.</p> <p>Servo motoriumi priskiriamas PIN 11.</p> <p>Nustatomas PIN 3 kaip išvesties (OUTPUT) PIN'as skirtas bluetooth ryšiui.</p>

```

void loop() {
  x = analogRead(0); //TEMP
  y = ((x / 1024) * 5) * 100;
  Serial.println(y);
  delay(500);

  if (y > 44) {
    digitalWrite(7, 1);
  } else {
    digitalWrite(7, 0);
    delay(500);
  }

  if (digitalRead(8) == HIGH) { //pir
    digitalWrite(9, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(9, LOW);
  }

  digitalWrite(trigPin, HIGH); //ULTRA
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = (duration / 2) / 29.1;

  if (distance >= 10 || distance <= 0) {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  } else {
    Serial.println("object detected");
    Serial.print("distance= ");
    Serial.print(distance);
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  } //ULTRA

  if (digitalRead(2) == HIGH) { //gate first
    my.write(0); //servo
  } else {
    my.write(90); //servo
  }

  analogRead(5); //ldr
  float a = analogRead(5);
  Serial.println(a);

  if (a <= 200) {
    digitalWrite(4, 1);
    Serial.println("LDR is DARK, LED is ON");
  } else {
    digitalWrite(4, 0);
    Serial.println("-----");
  } //ldr

  if (Serial.available()) { //bluetooth
    val = Serial.read();
    Serial.println(val);

    if (val == 'TV') {
      digitalWrite(3, HIGH);
    } else if (val == 'tv') {
      digitalWrite(3, LOW);
    }
  } //bluetooth
}

```

Pagrindinė ciklo dalis (loop funkcija):

Nuskaitomas temperatūros jutiklio (TMP36) analoginis įvesties signalas ir paverčiamas į temperatūrą.

Jei temperatūra viršija 44 laipsnius, įjungiamas PIN 7 (LED).

Tikrinama PIR jutiklio būseną (PIN 8). Jei jutiklis aptinka judėjimą, įjungiamas PIN 9 (LED).

Ultragarsiniu jutikliu (PIN 12 trigPin ir PIN 10 echoPin) matuojama atstumas ir jei aptinkamas objektas arti, įjungiamas PIN 13 (LED).

Jei 2 PIN būna HIGH (tai galima interpretuoti kaip "gate first" arba kažkas panašaus), servo motoras juda į kampą 0 laipsnių. Kitu atveju, jis juda į kampą 90 laipsnių.

LDR (šviesos jutiklis) matuojamas ir, jei nuskaitoma reikšmė mažesnė nei 200, įjungiamas PIN 4 (LED).

Jei yra duomenys iš bluetooth, jie nuskaitomi ir priklausomai nuo gauto žodžio ("TV" arba "tv"), įjungiamas arba išjungiamas PIN 3

Informatikos bendroji programa suteikia mokiniams pagrindus, reikalingus kurti programinę įrangą, naudojamą namų automatizavimui. Mikrovaldikliai, tokie kaip Micro:bit ir Arduino UNO R4 WiFi, yra puikus įrankis mokiniams mokytis apie namų automatizaciją ir taikyti savo žinias ir gebėjimus praktiškai. Micro:bit yra puikus pasirinkimas pradedantiesiems, nes jis yra paprastas naudoti ir turi daugybę išteklių, skirtų mokymuisi. Arduino UNO R4 WiFi yra sudėtingesnis įrankis, kuris leidžia kurti sudėtingesnes sistemas. Šie mikrovaldikliai yra prieinami ir lengvai naudojami, todėl juos galima naudoti įvairiems namų automatizavimo projektams. Mokiniai gali mokytis apie jutiklius, valdymo įrenginius, internetą ir kitus svarbius namų automatizavimo principus.

Namų automatizavimo sistemos gali būti naudojamos įvairiems tikslams, pavyzdžiui, energijos taupymui, saugumui ir patogumui. Mokiniai kuria sistemas, kurios automatiškai įjungia šviesą, kai žmogus įeina į kambarį, išjungia šildymą, kai išvyksta iš namų, arba informuoja apie pavojus, pvz., dūmus ar gaisrą.

Namų automatizavimo projektai – puikus būdas mokiniams lavinti savo informatikos, inžinerijos ir kūrybiškumo įgūdžius. Jie taip pat padeda mokiniams sužinoti apie naujausias technologijas ir jų poveikį mūsų gyvenimui.

Namų automatizavimas yra sparčiai besivystanti sritis, kuri suteikia daug galimybių mokiniams mokytis ir kurti.

## IŠVADOS

1. Namų automatizavimas yra technologija, leidžianti valdyti namų įrenginius ir sistemas nuotoliniu būdu. Ji dažnai grindžiama IoT technologija, leidžiančia prietaisams bendrauti tarpusavyje per internetą. Namų automatizavimo sistemos gali būti naudojamos įvairiems tikslams, įskaitant patogumo, saugumo, energijos taupymo ir efektyvumo didinimą. Namų automatizavimo sistemos gali būti sukurtos įvairiais būdais. Paprastai sistemos sukuriamos naudojant centralizuotą valdymo centrą, kuris valdo visus sistemos įrenginius. Tačiau taip pat gali būti naudojamos decentralizuotos sistemos, kuriose kiekvienas įrenginys turi savo valdymo funkcijas.

2. Laidinės ir belaidės namų automatizavimo technologijos turi savo privalumų ir trūkumų. Laidinės technologijos yra patikimesnės ir saugesnės, tačiau jos yra sunkiau montuojamos ir brangesnės. Be to, jos yra sukurtos taip, kad būtų apsaugotas nuo neteisėtos prieigos arba įsilaužimo. Belaidės technologijos yra patogesnės ir lengviau montuojamos, tačiau jos yra mažiau saugios ir patikimesnės. Galutinis sprendimas dėl to, kuri technologija yra geriausia, priklauso nuo individualių poreikių ir pageidavimų. Jei svarbiausia yra patikimumas ir saugumas, laidinės technologijos yra geresnis pasirinkimas. Jei svarbiausia yra patogumas ir kaina, belaidės technologijos yra geresnis pasirinkimas.

3. Šiuolaikinės namų automatizavimo sistemos ir išmanių namų platformos, tokios kaip OpenHAB, „SmartThings“, „Amazon Alexa“, „Google Home“, „Apple HomeKit“, yra pavyzdžiai platformų, kurios siekia sukurti vieningą ekosistemą, kurioje galima valdyti skirtingus išmaniuosius įrenginius. Jų tikslas – suteikti vartotojams patogumą valdyti visus savo įrenginius vienoje vietoje. Šiuolaikinėje rinkoje yra daugybė įvairių namų automatizavimo sistemų ir platformų. Kiekviena iš jų turi savo privalumų ir trūkumų, todėl renkantis svarbu atsižvelgti į individualius poreikius ir lūkesčius. Atvirojo kodo sistemos, tokios kaip OpenHAB ir Home Assistant, yra puikus pasirinkimas vartotojams, norintiems turėti daugiau kontrolės ir pritaikymo galimybių. Šios sistemos yra nemokamai prieinamos ir gali būti pritaikytos pagal individualius poreikius. Tačiau jos gali būti sudėtingesnės įdiegti ir naudoti nei uždaro kodo sistemos. Uždaro kodo sistemos, tokios kaip „SmartThings“ ir „Amazon Alexa“, yra paprastesnės įdiegti ir naudoti nei atvirojo kodo sistemos. Šios sistemos dažniausiai turi daugiau išankstinių nustatymų ir scenarijų, kurie palengvina pradžia. Tačiau jos gali būti brangesnės nei atvirojo kodo sistemos ir gali turėti mažiau pritaikymo galimybių. Šiuolaikinės namų automatizavimo sistemos ir platformos gali pagerinti jūsų gyvenimo kokybę, suteikdamos patogumo, saugumo ir komforto. Renkantis sistemą, svarbu atsižvelgti į savo individualius poreikius ir lūkesčius.

4. Namų automatizavimo sistemos yra populiarėjanti tendencija Lietuvoje. Tai ypač aktualu jauniems, technologiškai patirties turintiems žmonėms. Dažniausi namų automatizavimo

sprendimai Lietuvoje yra: saugos sistemos, išmanieji namų valymo robotai, virtuvės įrenginiai su integruota automatika, automatiniai šildymo valdymo sprendimai, vartotojo sąsajos, valdomos per mobilųjį telefoną ir kompiuteriu internetu. Vartotojams yra svarbu, kad namų automatizavimo sistemos būtų ergonomiškos, energiją taupančios ir patogios naudoti, taip pat suderinamos su kitais technologiniais įrenginiais ir leistų valdyti patogiais, lanksčiais būdais. Nustatyta, kad yra didelis potencialas augti ir plėstis namų automatizavimo sistemų srityje, tačiau reikalingas nuolatinis švietimas ir informacijos sklaida, ypač tarp pradedančiųjų.

5. Informatikos bendroji programa suteikia mokiniams galimybę mokytis apie namų automatizaciją ir taikyti savo žinias ir gebėjimus praktiškai. Mokiniai mokosi apie įvairias technologijas, kurias galima naudoti namų automatizacijai, taip pat apie programavimo pagrindus, kurie reikalingi norint kurti programinę įrangą namų automatizacijai. Mikrovaldikliai „Micro:bit“ ir „Arduino UNO R4 WiFi“ yra puikūs įrankiai šiai sričiai, nes jie yra lengvai naudojami ir leidžia kurti įvairius projektus. Namų automatizavimo projektai yra puikus būdas mokiniams lavinti savo informatikos, inžinerijos ir kūrybiškumo įgūdžius. Jie taip pat padeda mokiniams sužinoti apie naujausias technologijas ir jų poveikį mūsų gyvenimui.

## REKOMENDACIJOS

1. Sukurti vadovą, kuriame būtų pateiktos rekomendacijos vartotojams, padėsiančios efektyviai pasirinkti ir naudoti namų automatizavimo sistemas bei mokiniams, siekiant skatinti jų įgūdžių plėtrą informatikos, inžinerijos ir kūrybiškumo srityse.

2. Prieš pasirenkant namų automatizavimo sistemą, kiekvienas vartotojas turėtų atidžiai įvertinti savo poreikius ir pageidavimus. Svarbu atsižvelgti į tai, kas yra prioritetas – patikimumas ir saugumas arba patogumas ir kaina.

3. Jei vartotojui svarbu turėti daugiau kontrolės ir pritaikymo galimybių, galima rinktis atvirojo kodo sistemas, pavyzdžiui, OpenHAB ar Home Assistant. Šios sistemos suteikia plačias galimybes prisitaikyti prie individualių poreikių, tačiau reikės daugiau pastangų jas įdiegti ir suprasti jų veikimo principus.

4. Didinant informuotumą apie namų automatizavimo galimybes, ypač tarp pradedančiųjų, svarbu organizuoti švietimo ir informacijos sklaidos programas. Tai gali apimti mokymo seminarus, internetines medžiagas ir kitus švietimo metodus.

5. Informatikos bendroji programa gali būti papildyta praktiniu mokymu, kurio metu mokiniai naudoja mikrovaldiklius „Micro:bit“ ir „Arduino UNO R4 WiFi“ savo namų automatizavimo projektuose. Tai skatins jų technologinių įgūdžių plėtrą ir kūrybiškumą.

6. Bendradarbiavimas su profesionalais. Kompleksiškesnių sistemų diegimui ir konfigūracijai gali prireikti techninės pagalbos. Vartotojai gali pasikonsultuoti su namų automatizavimo profesionalais, kurie padės pasirinkti ir įdiegti tinkamą sistemą.

7. Renkantis namų automatizavimo sistemą, verta įsitikinti, ar sistema gali būti lengvai integruojama su kitais technologiniais įrenginiais namuose. Suderinamumas su kitais įrenginiais užtikrins sklandų ir efektyvų jų naudojimą.

8. Norint tausoti energiją, vartotojai gali naudoti sistemos funkcijas, kurios leidžia stebėti ir valdyti energijos naudojimą namuose, pvz., šildymo ir aušinimo valdymas, šviesų reguliavimas ir kt.

9. Renkantis namų automatizavimo sistemą, verta atkreipti dėmesį į tai, kaip sistema yra palaikoma ir kaip reguliariai vykdomi atnaujinimai. Tai užtikrins ilgalaikį sistemos stabilumą ir saugumą.

10. Siekiant būti visada informuotam apie naujausias technologijas ir jų poveikį gyvenimui, vartotojai gali reguliariai sekti naujienas ir atsiliepimus apie namų automatizavimo sistemų rinkoje pasirodančius naujus sprendimus.

## LITERATŪRA

1. Majeed R, Abdullah NA, Ashraf I, Zikria YB, Mushtaq MF, Umer M (2020) An intelligent, secure, and smart home automation system. *Sci Program*. ID 4579291, 14 p. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1155/2020/4579291>
2. Stolojescu-Crisan C, Crisan C, Butunoi B-P (2021) An IoT-based smart home automation system. *Sensors* 21:3784. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.3390/s21113784>
3. Madhesh A, Kowsigan M, Khishore R, Balasubramanie P (2020) IoT based home automation and security system. *Int J Adv Sci Technol* 29(9s):2733–2739. Prieiga internetu: <http://sersec.org/journals/index.php/IJAST/article/view/15439>
4. Kodali RK, Jain V, Bose S, Boppana L (2016) IoT based smart security and home automation system. In: 2016 international conference on computing, communication and automation (ICCCA). IEEE, pp 1286–1289. Prieiga internetu: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7813916>
5. Minchev D, Dimitrov A (2018) Solution for automating the home using the ESP8266. In: International symposium on electrical equipment and technologies (SIELA). IEEE, pp 1–4. Prieiga internetu: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-99-3315-0\\_53](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-99-3315-0_53)
6. Singh U, Ansari MA (2019) Smart home automation system using Internet of Things. In: 2019 2nd international conference on power energy, environment and intelligent control (PEEIC). IEEE, pp 144–149. Prieiga internetu: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8976842/>
7. Gunge VS, Yalagi PS (2016) Smart home automation: a literature review. *Int J Comput Appl* 975(8887–8891).
8. Gillis, A., Rosencrance, L., Shea, S. & Wigmore, I. (2017). internet of things (IoT). TechTarget. [žiūrėta 2023-03-07]. Prieiga per internetą: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT;>
9. Orfanos, V.A.; Kaminaris, S.D.; Piromalis, D.; Papageorgas, P. Smart Home Automation in the IoT Era: A Communication Technologies Review. *AIP Conf. Proc.* 2020, 2307, 020054.
10. Singh, P.; Chotalia, K.; Pingale, S.; Kadam, S. A Review Paper on Smart GSM Based Home Automation System. *Int. Res. J. Eng. Technol.* 2016, 3, 1838–1843.
11. Withanage, C.; Ashok, R.; Yuen, C.; Otto, K. A Comparison of the Popular Home Automation Technologies. In *Proceedings of the 2014 IEEE Innovative Smart Grid Technologies—Asia (ISGT ASIA)*, Kuala Lumpur, Malaysia, 20–23 May 2014; pp. 600–605.

12. Michael Newmanm, H. BACnet Basics User's Guide. 2013. [žiūrēta 2023-11-07]. Prieiga per internetą: <https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/Bookstore/BACnet-explained-Pt1.pdf>.
13. Li, Y.C.; Hong, S.H. BACnet-EnOcean Smart Grid Gateway and Its Application to Demand Response in Buildings. *Energy Build.* 2014, 78, 183–191.
14. Fisher, D.; Isler, B.; Osborne, M. BACnet Secure Connect A Secure Infrastructure for Building Automation. [žiūrēta 2023-11-07]. Prieiga per internetą: [https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/bacnet-sc-whitepaper-v15\\_final\\_20190521.pdf](https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/bacnet-sc-whitepaper-v15_final_20190521.pdf).
15. Haakenstad, L.K. The Open Protocol Standard for Computerized Building Systems: BACnet. In *Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Control Applications (Cat. No.99CH36328)*, Kohala Coast, HI, USA, 22–27 August 1999; Volume 2, pp. 1585–1590.
16. Carlo Gavazzi, S.A. Carlo Gavazzi Automation Components. [žiūrēta 2023-11-07]. Prieiga per internetą: [http://gavazziautomation.com/nsc/ES/ES/company\\_profile](http://gavazziautomation.com/nsc/ES/ES/company_profile) (accessed on 5 February 2023).
17. Marinakis, V.; Doukas, H.; Karakosta, C.; Psarras, J. An Integrated System for Buildings' Energy-Efficient Automation: Application in the Tertiary Sector. *Appl. Energy* 2013, 101, 6–14.
18. Marinakis, V.; Doukas, H.; Psarras, J.; Adamopoulos, A. Interactive Software for Building Automation Systems towards Effective Energy and Eenvironmental Management. [žiūrēta 2023-11-07]. Prieiga per internetą: <http://www.carlogavazzi.gr/html/uk/news/documents/InteractiveSoftwareforBuildingAutomationSystems.pdf>.
19. Alliance, E. TEF 2013—0The Future of Ethernet0 Keynote Videos—Ethernet Alliance. [žiūrēta 2023-11-07]. Prieiga per internetą: <http://ethernetalliance.org/tef-2013-the-future-of-ethernet-keynote/>.
20. Orfanos, V.; Kaminaris, S.D.; Piromalis, D.; Papageorgas, P. Trends in Home Automation Systems and Protocols. *AIP Conf. Proc.* 2019, 2190, 020049.
21. P802.3ck—Standard for Ethernet Amendment: Physical Layer Specifications and Management Parameters for 100 Gb/s, 200Gb/s, and 400 Gb/s Electrical Interfaces Based on 100 Gb/s Signaling. [žiūrēta 2023-11-10]. Prieiga per internetą: [https://standards.ieee.org/project/802\\_3ck.html](https://standards.ieee.org/project/802_3ck.html).



22. P802.3cp—Standard for Ethernet Amendment: Bidirectional 10 Gb/s, 25 Gb/s, and 50 Gb/s Optical Access PHYs. [žiūrēta 2023-11-10]. Prieiga per internetą: [https://standards.ieee.org/project/802\\_3cp.html](https://standards.ieee.org/project/802_3cp.html).
23. Jain, P.C. Recent Trends in next Generation Terabit Ethernet and Gigabit Wireless Local Area Network. In Proceedings of the 2016 International Conference on Signal Processing and Communication (ICSC), Noida, India, 26–28 December 2016; Volume 201314, pp. 106–110.
24. Ethernet Alliance Ethernet Alliance|New 2018 Ethernet Roadmap Looks to Future Speeds of 1.6 Terabits/S. [žiūrēta 2023-10-10]. Prieiga per internetą: <https://ethernetalliance.org/library/article/new-2018-ethernet-roadmap-looks-to-future-speeds-of-1-6-terabitss/>.
25. Feldman, D.; Oliva, V. Overview of 802.3bt—Power over Ethernet Standard. 2018, 6. [žiūrēta 2023-11-10]. Prieiga per internetą: [https://ethernetalliance.org/wp-content/uploads/2018/04/WP\\_EA\\_Overview8023bt\\_FINAL.pdf](https://ethernetalliance.org/wp-content/uploads/2018/04/WP_EA_Overview8023bt_FINAL.pdf).
26. Ethernet Technologies: The Pursuit of Multi-Vendor Interoperability. [žiūrēta 2023-11-10]. Prieiga per internetą: [http://iwcssite.conferencespot.org/polopoly\\_fs/1.4234330.1538745377!/fileserver/file/905016/filename/1-2.pdf](http://iwcssite.conferencespot.org/polopoly_fs/1.4234330.1538745377!/fileserver/file/905016/filename/1-2.pdf).
27. KNX TP1. [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: Interface. <https://www.loytec.com/products/interfaces/1152-knx-tp1-interface>
28. RS485 vs Modbus: what are the main differences. [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: <https://www.eltima.com/article/modbus-vs-rs485/>
29. Digital Addressable Lighting Interface (DALI). DALI-2 and IEC 62386. [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: <https://www.dali-alliance.org/dali/>
30. What is RS-232? [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: <https://uk.rs-online.com/web/content/discovery/ideas-and-advice/rs232-guide>
31. PROFIBUS is the fieldbus-based automation standard of PROFIBUS & PROFINET International (PI). [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: <https://www.profibus.com/technology/profibus/overview>
32. Controller Area Network (CAN). [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: <https://www.ni.com/en/shop/seamlessly-connect-to-third-party-devices-and-supervisory-system/controller-area-network--can--overview.html>
33. Universal Serial Bus (USB) [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: [https://en.wikipedia.org/wiki/USB?wprov=srpw1\\_0](https://en.wikipedia.org/wiki/USB?wprov=srpw1_0)

34. FireWire (IEEE 1394). [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: [https://en.wikipedia.org/wiki/USB#FireWire\\_%28IEEE\\_1394%29](https://en.wikipedia.org/wiki/USB#FireWire_%28IEEE_1394%29)
35. Coaxial cable. [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: [https://en.wikipedia.org/wiki/Coaxial\\_cable](https://en.wikipedia.org/wiki/Coaxial_cable).
36. Fiber-optic cable. [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: [https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber-optic\\_cable](https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber-optic_cable)
37. Power-line communication. [žiūrēta 2023-12-07]. Prieiga per internetą: [https://en.wikipedia.org/wiki/Power-line\\_communication](https://en.wikipedia.org/wiki/Power-line_communication)
38. Universal powerline bus. [žiūrēta 2023-09-14]. Prieiga per internetą: <https://buildyoursmarthome.co/home-automation/protocols/universal-powerline-bus/>
39. Xpl protocol. [žiūrēta 2023-09-14]. Prieiga per internetą: <https://www.automatedhome.co.uk/software/xpl-protocol.html>.
40. KNX Association KNX Association Webpage. [žiūrēta 2023-10-07]. Prieiga per internetą: <http://www.knx.org/knx-en/index.php>.
41. Bovet, G.; Hennebert, J. Web-of-Things Gateways for KNX and EnOcean Networks. In Proceedings of the International Conference on Cleantech for Smart Cities & Buildings from Nano to Urban Scale (CISBAT 2013), hal-00872187. Lausanne, Switzerland, 4–6 September 2013.
42. Oudji, S.; Courrèges, S.; Paillard, J.N.; Magneron, P.; Meghdadi, V.; Brauers, C.; Kays, R. Radiofrequency Interconnection between Smart Grid and Smart Meters Using KNX-RF and 2.4 GHz Standard Protocols for Efficient Home Automation Applications. *J. Commun.* 2015, 10, 812–820.
43. Bevers, I. Intelligence at the Edge Part 1: The Edge Node (2018714). 2019, 1–6. [žiūrēta 2023-10-07]. Prieiga per internetą: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/tech-articles/Intelligence-at-the-Edge-Part-1-The-Edge-Node.pdf>.
44. Chen, Q.; Zhong, Q.; Sun, D.; Li, R.; Niu, L.; Ding, L. ETN-Ethernet Transport Network for 5G Mobile Transport, Metro, and DCI Network. In Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Communication Systems (ICCS), Chengdu, China, 19–21 December 2018; pp. 332–336.
45. Mendes, T.D.P.; Godina, R.; Rodrigues, E.M.G.; Matias, J.C.O.; Catalão, J.P.S. Smart Home Communication Technologies and Applications: Wireless Protocol Assessment for Home Area Network Resources. *Energies* 2015, 8, 7279–7311.
46. Toschi, G.M.; Campos, L.B.; Cugnasca, C.E. Home Automation Networks: A Survey. *Comput. Stand. Interfaces* 2017, 50, 42–54.

47. Echelon Corporation Introduction to the LonWorks® Platform Revision 2. Echelon Corp. 2009. [žiūrėta 2023-09-15]. Prieiga per internetą: [https://www.echelon.com/assets/blt893a8b319e8ec8c7/078-0183-01B\\_Intro\\_to\\_LonWorks\\_Rev\\_2.pdf](https://www.echelon.com/assets/blt893a8b319e8ec8c7/078-0183-01B_Intro_to_LonWorks_Rev_2.pdf) . J. Sens. Actuator Netw. 2023, 12, 30 29 of 31
48. X10 The Source for X10. X10 Pro Genuine Products. [žiūrėta 2023-09-15]. Prieiga per internetą: <https://www.x10.com/>.
49. X10. [žiūrėta 2023-09-15]. Prieiga per internetą: <https://buildyoursmarthome.co/home-automation/protocols/x10/>.
50. Insteon. [žiūrėta 2023-10-15]. Prieiga per internetą: <https://www.insteon.com/>.
51. Insteon. [žiūrėta 2023-10-15]. Prieiga per internetą: <https://buildyoursmarthome.co/home-automation/protocols/insteon/>
52. 6lowpan FrontPage—6lowpan Wiki. [žiūrėta 2023-10-16]. Prieiga per internetą: <http://6lowpan.tzi.org/>.
53. Al-sarawi, S.; Anbar, M.; Alieyan, K.; Alzubaidi, M. Internet of Things (IoT) Communication Protocols. In Proceedings of the 2017 8th International conference on information technology (ICIT), Amman, Jordan, 17–18 May 2017.
54. Raza, S.; Misra, P.; He, Z.; Voigt, T. Building the Internet of Things with Bluetooth Smart. *Ad. Hoc. Netw.* 2017, 57, 19–31.
55. Al-Kashoash, H.A.A.; Kemp, A.H. Comparison of 6LoWPAN and LPWAN for the Internet of Things. *Aust. J. Electr. Electron. Eng.* 2016, 13, 268–274.
56. Huang, Z.; Yuan, F. Implementation of 6LoWPAN and Its Application in Smart Lighting. *J. Comput. Commun.* 2015, 3, 80–85.
57. Ee, G.K.; Ng, C.K.; Noordin, N.K.; Ali, B.M. A Review of 6LoWPAN Routing Protocols. *Proc. Asia-Pacific Adv. Netw.* 2010, 30, 71.
58. Kamilaris, A. Enabling Smart Homes Using Web Technologies. Ph.D. Thesis, University of Cyprus, Nicosia, Cyprus. [žiūrėta 2023-10-16]. Prieiga per internetą: <http://gnosis.library.ucy.ac.cy/handle/7/39570>.
59. Bluetooth.com Archived Specifications|Bluetooth Technology Website. [žiūrėta 2023-08-15]. Prieiga per internetą: <https://www.bluetooth.com/specifications/archived-specifications>.
60. Bluetooth.com Medical|Bluetooth Technology Website. [žiūrėta 2023-08-15]. Prieiga per internetą: <https://www.bluetooth.com/>.
61. Lopez, N.A.T.; Pasaoa, J.R.B.; Parado, J.A.; Morales, J.O. A Comparative Study of Thread Against ZigBee, Z-Wave, Bluetooth, and Wi-Fi as a Home-Automation Networking Protocol. Research Proposal 2016.

62. Learn About Bluetooth Mesh Networking. [žiūrēta 2023-08-15]. Prieiga per internetą: <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/recentenhancements/mesh/>.
63. Sivasankari, A.; Sudarvizhi, S.; Sarala, L. A Comparative Study of Wireless Technologies Based on Home Automation Bluetooth Low Energy, Zigbee, Insteon and ENOCEAN. *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol. Res.* 2014, 2, 255–259.
64. Kambourakis, G.; Koliass, C.; Geneiatakis, D.; Karopoulos, G.; Makrakis, G.M.; Kounelis, I. A State-of-the-Art Review on the Security of Mainstream IoT Wireless PAN Protocol Stacks. *Symmetry* 2020, 12, 579.
65. Gunge, V.S.; Yalagi, P.S. Smart Home Automation: A Literature Review. *Int. J. Comput. Appl.* 2016, 6–10.
66. Piromalis, D.D.; Arvanitis, K.G.; Sigrimis, N. DASH7 Mode 2: A Promising Perspective for Wireless Agriculture; IFAC: New York, NY, USA, 2013; Volume 46, ISBN 9783902823441.
67. Oliveira, L.; Rodrigues, J.J.P.C.; Kozlov, S.A.; Rabêlo, R.A.L.; de Albuquerque, V.H.C. MAC Layer Protocols for Internet of Things: A Survey. *Future Internet* 2019, 11, 16.
68. Zachariah, T.; Klugman, N.; Campbell, B.; Adkins, J.; Jackson, N.; Dutta, P. The Internet of Things Has a Gateway Problem. In *Proceedings of the HotMobile 015: The 16th International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, Santa Fe, NM, USA, 12–13 February 2015; 20 February 2015; pp. 27–32.
69. Baert, M.; Rossey, J.; Shahid, A.; Hoebeke, J. The Bluetooth Mesh Standard: An Overview and Experimental Evaluation. *Sensors* 2018, 18, 2409.
70. Collotta, M.; Pau, G. Bluetooth for Internet of Things: A Fuzzy Approach to Improve Power Management in Smart Homes. *Comput. Electr. Eng.* 2015, 44, 137–152.
71. EnOcean Sustainable IoT. [žiūrēta 2023-07-11]. Prieiga per internetą: <https://www.enocean.com/en/>.
72. EnOcean Security of EnOcean Radio Networks V2.5. 2018, 1–37. Available online: [https://www.enocean-alliance.org/wpcontent/uploads/2019/04/Security-of-EnOcean-Radio-Networks-v2\\_5.pdf](https://www.enocean-alliance.org/wpcontent/uploads/2019/04/Security-of-EnOcean-Radio-Networks-v2_5.pdf) (accessed on 27 March 2023).
73. Marksteiner, S.; Jimenez, V.J.E.; Valiant, H.; Zeiner, H. An Overview of Wireless IoT Protocol Security in the Smart Home Domain. In *Proceedings of the 2017 Internet of Things Business Models, Users, and Networks*, Copenhagen, Denmark, 23–24 November 2017; pp. 1–8.
74. Rahmat, M.K.; Hor, K.C.W. Wireless Technology in Building Automation System. In *AIP Conference Proceedings*; AIP Publishing LLC: Melville, NY, USA, 2019; Volume 2129, p. 020135.

75. Sha, S.; Kaur, H. Simulation Study of Zigbee and EnOcean Home Automation Standards. *Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng.* 2014, 3, 11711–11719.
76. Torres, G.G.; Bayan Henriques, R.V.; Pereira, C.E.; Müller, I. An EnOcean Wearable Device with Fall Detection Algorithm Integrated with a Smart Home System. *IFAC-PapersOnLine* 2018, 51, 9–14.
77. Unwala, I.; Taqvi, Z.; Lu, J. Thread: An IoT Protocol. In *Proceedings of the 2018 IEEE Green Technologies Conference (GreenTech)*, Austin, TX, USA, 4–6 April 2018; pp. 161–167.
78. Threadgroup Home—Threadgroup. [žiūrēta 2023-07-14]. Prieiga per internetą: <https://www.threadgroup.org/>.
79. Lan, D.; Pang, Z.; Fischione, C.; Liu, Y.; Taherkordi, A.; Eliassen, F. Latency Analysis of Wireless Networks for Proximity Services in Smart Home and Building Automation: The Case of Thread. *IEEE Access* 2019, 7, 4856–4867.
80. Silicon Labs UG103.11: Thread Fundamentals, Rev.0.7. 2017, 1–25. [žiūrēta 2023-06-10]. Prieiga per internetą: <https://www.silabs.com/documents/public/user-guides/ug103-11-fundamentals-thread.pdf>.
81. Alm, A. Internet of Things Mesh Network Using the Thread Networking Protocol; URN: urn:nbn:se:kau:diva-70809; Karlstad University, Faculty of Health, Science and Technology (starting 2013), Department of Mathematics and Computer Science (from 2013): Karlstad, Sweden, 2019; p. 64.
82. Sandre, R. Thread and Zigbee for Home and Building Automation; Texas Instruments: Dallas, TX, USA, 2018.
83. Kim, H.S.; Kumar, S.; Culler, D.E. Thread/OpenThread: A Compromise in Low-Power Wireless Multihop Network Architecture for the Internet of Things. *IEEE Commun. Mag.* 2019, 57, 55–61. *J. Sens. Actuator Netw.* 2023, 12, 30–31.
84. Unwala, I.; Zafar, T.; Lu, J. IoT Security- ZWave and Thread. In *Proceedings of the 2018 IEEE Green Technologies Conference (GreenTech)*, Austin, TX, USA, 4–6 April 2018; pp. 176–182.
85. Lan, D. Experimental Study of Thread Mesh Network for Wireless Building Automation Systems; URN: urn:nbn:se:kth:diva-194440; KTH, School of Electrical Engineering (EES): Stockholm, Sweden, 2016.
86. Gratton. D A WiFi Alliance. [žiūrēta 2023-09-10]. Prieiga per internetą: <http://www.wi-fi.org/certification/programs>.

87. Mahmoud, M.S.; Mohamad, A.A.H. A Study of Efficient Power Consumption Wireless Communication Techniques/ Modules for Internet of Things (IoT) Applications. *Adv. Internet Things* 2016, 6, 19–29.
88. Ayoub, W.; Samhat, A.E.; Nouvel, F.; Mroue, M.; Prevotet, J. christophe Internet of Mobile Things: Overview of LoRaWAN, DASH7, and NB-IoT in LPWANs Standards and Supported Mobility. *IEEE Commun. Surv. Tutorials* 2018, 21, 1561–1581.
89. Kashyap, M.; Sharma, V.; Gupta, N. Taking MQTT and NodeMcu to IOT: Communication in Internet of Things. *Procedia Comput. Sci.* 2018, 132, 1611–1618.
90. Paetz, C. *Z-Wave Basics: Remote Control in Smart Homes*; CreateSpace Independent Publishing Platform: Scotts Valley, CA, USA, 2013; ISBN 1490537368.
91. Fuller, J.D.; Ramsey, B.W.; Rice, M.J.; Pecarina, J.M. Misuse-Based Detection of Z-Wave Network Attacks. *Comput. Secur.* 2017, 64, 44–58.
92. Open-ZWave OZW Utilities. [žiūrēta 2023-08-12]. Prieiga per internetą: <http://www.openzwave.com/>.
93. Z-Wave Safer, Smarter Homes Start with Z-Wave. [žiūrēta 2023-08-12]. Prieiga per internetą: <https://www.z-wave.com/>.
94. Badenhop, C.W.; Graham, S.R.; Ramsey, B.W.; Mullins, B.E.; Mailloux, L.O. The Z-Wave Routing Protocol and Its Security Implications. *Comput. Secur.* 2017, 68, 112–129.
95. Fouladi, B.; Ghanoun, S. Security Evaluation of the Z-Wave Wireless Protocol. *Black Hat* 2013, 24, 1–2.
96. Paetz, C. *Z-Wave Essentials*; CreateSpace Independent Publishing Platform: Scotts Valley, CA, USA, 2017; ISBN 9781545394540, 1545394547.
97. ZigBee Specification. ZigBee Alliance. [žiūrēta 2023-11-12]. Prieiga per internetą: <https://zigbeealliance.org/wp-content/uploads/2019/11/docs-05-3474-21-0csg-zigbee-specification.pdf>.
98. Del-Valle-Soto, C.; Valdivia, L.J.; Velázquez, R.; Rizo-Dominguez, L.; López-Pimentel, J.C. Smart Campus: An Experimental Performance Comparison of Collaborative and Cooperative Schemes for Wireless Sensor Network. *Energies* 2019, 12, 3135.
99. Rai, A.; Vineeta, N. A Review on Wireless Home Automation Systems Based on Zigbee Technology. *Int. J. Recent Innov. Trends Comput. Commun.* 2017, 5, 40–45.
100. Froiz-Míguez, I.; Fernández-Caramés, T.M.; Fraga-Lamas, P.; Castedo, L. Design, Implementation and Practical Evaluation of an Iot Home Automation System for Fog Computing Applications Based on MQTT and ZigBee-WiFi Sensor Nodes. *Sensors* 2018, 18, 2660.

101. Xiao, Y.; Sun, T.; Tung, L.-P.; Chen, L.-J.; Liang, N.-C.; Li, F.H.; Chen, H. The Impact of Node Heterogeneity on ZigBee Network Routing. In Handbook on Sensor Networks; World Scientific: Singapore, 2010; pp. 167–180.
102. Thread protocol. [žiūrēta 2023-12-08]. Prieiga per internetą: <https://www.threadgroup.org/What-is-Thread>.
103. Dash, A.; Pal, S.; Hegde, C. Ransomware Auto-Detection In IoT Devices Using Machine Learning; ICBAI, 2018, 8, 1–10. [žiūrēta 2023-12-01]. Prieiga per internetą: [https://www.researchgate.net/publication/329936193\\_Ransomware\\_Auto-Detection\\_In\\_IoT\\_Devices\\_Using\\_Machine\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/329936193_Ransomware_Auto-Detection_In_IoT_Devices_Using_Machine_Learning) (accessed on 28 March 2023).
104. Shahjalal, M.; Hasan, M.K.; Islam, M.M.; Alam, M.M.; Ahmed, M.F.; Jang, Y.M. An Overview of AI-Enabled Remote Smart- Home Monitoring System Using LoRa. In Proceedings of the 2020 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC), Fukuoka, Japan, 19–21 February 2020; pp. 510–513.
105. Campo, G.; Gomez, I.; Cañada, G.; Piovano, L.; Santamaria, A. Guidelines and Criteria for Selecting the Optimal Low-Power Wide-Area Network Technology; Academic Press. 2020, 281-305. Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2020; pp. 281–305.
106. Dash7 Dash7 Alliance. [žiūrēta 2023-10-01]. Prieiga per internetą: <https://www.dash7-alliance.org/>.
107. Adelantado, F.; Vilajosana, X.; Tuset-Peiro, P.; Martinez, B.; Melia-Segui, J.; Watteyne, T. Understanding the Limits of LoRaWAN. IEEE Commun. Mag. 2017, 55, 34–40.
108. Semtech. [žiūrēta 2023-10-01]. Prieiga per internetą: <https://www.semtech.com/>.
109. McClelland, C. LPWAN—The Benefits of LPWAN Technology vs. Other IoT Connectivity Options. [žiūrēta 2023-10-01]. Prieiga per internetą: <https://www.leverage.com/blogpost/lpwan-benefits-vs-iot-connectivity-options>. J. Sens. Actuator Netw. 2023, 12, 30 31 of 31
110. LoRaWAN About LoRaWANTM|LoRa AllianceTM. [žiūrēta 2023-10-01]. Prieiga per internetą: <https://lora-alliance.org/about-lorawan>.
111. Li, S.; Da Xu, L.; Zhao, S. 5G Internet of Things: A Survey. J. Ind. Inf. Integr. 2018, 10, 1–9.
112. Chen, M.; Miao, Y.; Hao, Y.; Hwang, K. Narrow Band Internet of Things. IEEE Access 2017, 5, 20557–20577.
113. Nair, K.K.; Abu-Mahfouz, A.M.; Lefophane, S. Analysis of the Narrow Band Internet of Things (NB-IoT) Technology. In Proceedings of the 2019 Conference on Information Communications Technology and Society (ICTAS), Durban, South Africa, 6–8 March 2019; pp. 1–6.

114. Orhanou, G. SNOW 3G Stream Cipher Operation and Complexity Study. *Contemp. Eng. Sci.* 2010, 3, 97–111.
115. Biradar, A.; Murthy, N.S.; Awasthi, P.; Srivastava, A.K.; Akram, P.S.; Lakshminarayana, M.; Abidin, S.; Vadi, V.R.; Sisay, A. Massive MIMO Wireless Solutions in Backhaul for the 5G Networks. *Wirel. Commun. Mob. Comput.* 2022, 2022, 3813610.
116. MIOTY®MIOTY®—Drahtlose LPWAN Technologie. [žiūrėta 2023-10-15]. Prieiga per internetą: <https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/lv/net/telemetrie>.
117. BehrTech Next-Gen LPWAN Solution for Industrial IoT|MIOTY™ by BehrTech. [žiūrėta 2023-10-01]. Prieiga per internetą: <https://behrtech.com/mioty/>.
118. Mekki, K.; Bajic, E.; Chaxel, F.; Meyer, F. Overview of Cellular LPWAN Technologies for IoT Deployment: Sigfox, LoRaWAN, and NB-IoT. In *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, Athens, Greece, 19–23 March 2018; pp. 197–202.
119. Sigfox Sigfox—The Global Communications Service Provider for the Internet of Things (IoT). [žiūrėta 2023-10-01]. Prieiga per internetą: <https://www.sigfox.com/en>.
120. SmartThings One simple home system. A world of possibilities. [žiūrėta 2023-11-01]. Prieiga per internetą: <https://www.smarthings.com/>.
121. B. Uel De La Cruz, SmartThing's hub V3. [žiūrėta 2023-11-01]. Prieiga per internetą: <https://homealarmreport.com/smart-home/smarthings/>.
122. A multi-faceted language for the java platform. [žiūrėta 2023-11-01]. Prieiga per internetą: <https://groovy-lang.org/>.
123. AWS AWS IoT device shadows. [žiūrėta 2023-11-01]. Prieiga per internetą: [https://docs.aws.amazon.com/zh\\_cn/iot/latest/developerguide/iot-device-shadows.html](https://docs.aws.amazon.com/zh_cn/iot/latest/developerguide/iot-device-shadows.html).
124. Amazon Amazon DynamoDB. [žiūrėta 2023-11-01]. Prieiga per internetą: <https://aws.amazon.com/dynamodb>.
125. AWS Amazon S3. [žiūrėta 2023-11-01]. Prieiga per internetą: <https://aws.amazon.com/s3>.
126. Amazon Amazon machine learning. [žiūrėta 2023-11-01]. Prieiga per internetą: <https://aws.amazon.com/machine-learning>.
127. Conversational Actions. [žiūrėta 2023-11-07]. Prieiga per internetą: <https://developers.google.com/assistant/conversational/actions>.
128. 41. M. Peroni, C. Stefani and D. Fogli, "Smart home control through unwitting trigger-action programming", *Proc. Int. Conf. Distrib. Multimedia Syst. (DMS)*, pp. 194-201, 2016.



129. iMore HomeKit in iOS 8: Explained. [žiūrēta 2023-09-07]. Prieiga per internetą: <https://forums.imore.com/imore-com-news-discussion-contests/297163-homekit-ios-8-explained.html>.
130. Apple HomeKitADK., Oct. [žiūrēta 2023-09-07]. Prieiga per internetą: <https://www.github.com/apple/HomeKitADK>.
131. What's new in HomeKit. [žiūrēta 2023-09-07]. Prieiga per internetą: <https://developer.apple.com/homekit/whats-new/>.
132. IFTTT channels. [žiūrēta 2023-10-17]. Prieiga per internetą: <https://ifttt.com/services>.
133. Creating applets. [žiūrēta 2023-10-17]. Prieiga per internetą: <https://platform.ifttt.com/docs/applets>.
134. Kafka APACHE KAFKA. [žiūrēta 2023-10-17]. Prieiga per internetą: <https://kafka.apache.org/>.
135. AWS AWS redshift. [žiūrēta 2023-10-17]. Prieiga per internetą: <https://aws.amazon.com/redshift/>.
136. Amazon AWS data pipeline. [žiūrēta 2023-10-17]. Prieiga per internetą: <https://aws.amazon.com/datapipeline/>.
137. AWS Amazon RDS. [žiūrēta 2023-10-17]. Prieiga per internetą: <https://aws.amazon.com/rds/>.
138. S. Lakshmanan, House automation using home assistant. [žiūrēta 2023-10-18]. Prieiga per internetą: <https://towardsdatascience.com/house-automation-using-home-assistant-191ee017027d>.
139. No privacy compromise home automation., [žiūrēta 2023-10-18]. Prieiga per internetą: <https://www.jupiterbroadcasting.com/115566/no-privacy-compromise-home-automation/>.
140. What is home assistant and what it can do? [žiūrēta 2023-10-18]. Prieiga per internetą: <https://futurehousestore.co.uk/what-is-home-assistant-and-what-it-can-do>.
141. Octoverse. [žiūrēta 2023-10-18]. Prieiga per internetą: <https://octoverse.github.com/>.
142. The dynamic module system for Java. [žiūrēta 2023-07-19]. Prieiga per internetą: <https://www.osgi.org/>.
143. The eclipse jetty project. [žiūrēta 2023-07-19]. Prieiga per internetą: <https://www.eclipse.org/jetty/>.
144. Empowering the smart home. [žiūrēta 2023-07-19]. Prieiga per internetą: <https://www.openhab.org/>.
145. OpenHAB REST API. [žiūrēta 2023-07-19]. Prieiga per internetą: <https://www.openhab.org/docs/configuration/restdocs.html>.

146. R. Whitwam, Most IFTTT Gmail features will stop working next week. [žiūrėta 2023-07-19]. Prieiga per internetą: <https://www.extremetech.com/internet/288305-most-ifttt-gmail-features-will-stop-working-next-week>.
147. SmartThings. One smart app for all smart devices. [žiūrėta 2023-07-19]. Prieiga per internetą: <https://www.samsung.com/ru/apps/smartthings>.
148. Prestigio. [žiūrėta 2023-08-22]. Prieiga per internetą: <https://prestigio.com>.
149. ARCHOS. [žiūrėta 2023-08-22]. Prieiga per internetą: <https://www.archos.com/us/products/objects/chome/ash/index.html>
150. LogicMachine. [žiūrėta 2023-08-22]. Prieiga per internetą: <https://openrb.com/>
151. Automation controllers EvikaLogicMachine. [žiūrėta 2023-08-22]. Prieiga per internetą: <https://www.ixbt.com/home/evika-logicmachine.shtml>
152. Iris. [žiūrėta 2023-08-22]. Prieiga per internetą: <https://www.ferra.ru/news/smarthome/SmartHome-Iris-07-08-2014.htm>
153. Smart Home System MajorDoMo. [žiūrėta 2023-08-22]. Prieiga per internetą: <https://habr.com/ru/post/538896/>
154. Wink. [žiūrėta 2023-08-22]. Prieiga per internetą: <http://wink.in.ua/help/faq>.
155. Lutron. [žiūrėta 2023-08-22]. Prieiga per internetą: [https://store.smart-maic.com/?gclid=CjwKCAjwryUBhBSEiwAGN5OCPw24PzQobTzlSMYY98yYL1yzzMAGdXyIdWagmFc\\_fwBwwwGW5fXwxoCJsEQAvD\\_BwE](https://store.smart-maic.com/?gclid=CjwKCAjwryUBhBSEiwAGN5OCPw24PzQobTzlSMYY98yYL1yzzMAGdXyIdWagmFc_fwBwwwGW5fXwxoCJsEQAvD_BwE)
156. Kidde. [žiūrėta 2023-08-22]. Prieiga per internetą: <https://www.kidde.com/home-safety/en/us/>
157. Fibaro Home Center. [žiūrėta 2023-08-22]. Prieiga per internetą: <https://www.fibaro.com/en/products/home-center-2>
158. Olteanu, R. C., Hîrleață, I. C., Casa inteligentă, folosind sistemul deautomatizare KNX, ZTSP, UPET, Petrosani 2022.
159. Pupaza, C., Handra, A. D., Rada, A. C., Utu, I., Industrialization 4 0 – the digital revolution which redefines production. Annals of Constantin Brâncuși University of Târgu-Jiu – Engineering Series, 2021.
160. Fibaro. [žiūrėta 2023-08-25]. Prieiga per internetą: <https://www.fibaro.com/ro/aboutus/>
161. Fibaro. [žiūrėta 2023-08-25]. Prieiga per internetą: <http://casadinviitor.ro/fibaro/>
162. Z-wave [žiūrėta 2023-08-25]. Prieiga per internetą: <http://www.urbantec.ro/tehnologia-z-wave>
163. Case smart [žiūrėta 2023-08-25]. Prieiga per internetą: <https://www.casazmart.ro/info/info-casesmart>

164. Fibaro. [žiūrėta 2023-08-25]. Prieiga per internetą:  
<https://www.elektryk.ro/produs/centralahome-center-2-fibaro/>
165. Informatikos bendroji programa. [žiūrėta 2023-12-23]. Prieiga per internetą:  
<https://emokykla.lt/bendrosios-programos/visos-bendrosios-programos/3>

# PRIEDAI

1 PRIEDAS

## „MakeCode for micro:bit“ aplinkoje naudojamus Python skriptus

```
def on_button_pressed_a():
    global DHTFLAG, PIRMODE
    DHTFLAG = 1
    PIRMODE = 0
input.on_button_pressed(Button.A, on_button_pressed_a)

def on_pir_d13():
    global PIRflag
    if PIRMODE == 0:
        PIRflag = 1
    else:
        PIRflag = 2
minode.on_pir_event(ConnName.D13, on_pir_d13)

def on_button_pressed_b():
    global PIRMODE, DHTFLAG
    PIRMODE = 1
    DHTFLAG = 0
input.on_button_pressed(Button.B, on_button_pressed_b)

temperature = 0
PIRMODE = 0
PIRflag = 0
DHTFLAG = 0
DHTFLAG = 0
PIRflag = 0
PIRMODE = 0

def on_forever():
    global temperature, DHTFLAG, PIRflag
    if DHTFLAG == 1:
        temperature = minode.dht_get_temperature(ConnName.D15,
DHTTemStyle.MINODE_DHT_CELSIUS)
        basic.show_number(temperature)
        if temperature > 23:
            minode.FanControl_1(AnalogConnName.ANALOG_A1, 30)
        else:
            minode.FanControl_1(AnalogConnName.ANALOG_A1, 0)
        DHTFLAG = 0
        basic.clear_screen()
    if PIRflag == 1 or PIRMODE == 0 and minode.pir_is_triggered(ConnName.D13):
        basic.show_leds("""
            .....
            .#.#.
            .....
            #...#
            .###.
        """)
```

```

        """)
    PIRflag = 0
else:
    basic.clear_screen()
if PIRflag == 2 or PIRMODE == 1 and minode.pir_is_triggered(ConnName.D13):
    basic.show_leds("""
        # . . #
        . # . # .
        . . # . .
        . # . # .
        # . . #
        """)
    music.play_tone(392, music.beat(BeatFraction.WHOLE))
    basic.pause(50)
    music.play_tone(262, music.beat(BeatFraction.WHOLE))
    basic.pause(50)
    PIRflag = 0
else:
    basic.clear_screen()
if PIRMODE == 0 and minode.pir_is_triggered(ConnName.D13):
    basic.clear_screen()
    basic.pause(100)
basic.forever(on_forever)

```

**Arduino UNO R4 WiFi namų automatizavimo projekto programos kodas**

```

float x, y;          //TEMP
#define trigPin 12  //ULTRA
#define echoPin 10
int ledPin = 13;
int duration, distance; //ULTRA

#include <Servo.h>    //servo
Servo my;            //servo

char val;            //bluetooth

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, INPUT); //IR GATE FIRST
  pinMode(3, INPUT);
  my.attach(11);     //servo
  pinMode(4, OUTPUT); //IR GATE FIRST
  pinMode(7, OUTPUT); //TEM
  pinMode(8, INPUT); //pir 1
  pinMode(9, OUTPUT); //LED 1
  pinMode(trigPin, OUTPUT); //12 PIN ULTRA
  pinMode(echoPin, INPUT); //10 PIN ULTRA
  pinMode(ledPin, OUTPUT); //13 PIN ULTRA
  pinMode(3, OUTPUT);    //bluetooth
}

void loop() {
  x = analogRead(0);          //TEMP
  y = ((x / 1024) * 5) * 100;
  Serial.println(y);
  delay(500);

  if (y > 44) {
    digitalWrite(7, 1);
  } else {
    digitalWrite(7, 0);
    delay(500);
  }

  if (digitalRead(8) == HIGH) { //pir
    digitalWrite(9, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(9, LOW);
  }

  digitalWrite(trigPin, HIGH); //ULTRA
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
}

```

```

duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
distance = (duration / 2) / 29.1;

if (distance >= 10 || distance <= 0) {
  digitalWrite(ledPin, LOW);
} else {
  Serial.println("object detected");
  Serial.print("distance= ");
  Serial.print(distance);
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
} //ULTRA

if (digitalRead(2) == HIGH) { //gate first
  my.write(0); //servo
} else {
  my.write(90); //servo
}

analogRead(5); //ldr
float a = analogRead(5);
Serial.println(a);

if (a <= 200) {
  digitalWrite(4, 1);
  Serial.println("LDR is DARK, LED is ON");
} else {
  digitalWrite(4, 0);
  Serial.println("-----");
} //ldr

if (Serial.available() { //bluetooth
  val = Serial.read();
  Serial.println(val);

  if(val == 'TV') {
    digitalWrite(3, HIGH);
  } else if(val == 'tv') {
    digitalWrite(3, LOW);
  }
} //bluetooth
}

```

