



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**INFORMATIKOS FAKULTETAS**

**Mantas Murauskas**

**TEKSTO SKAITYMO METODŲ TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

doc. dr. Tomas Blažauskas

**KAUNAS, 2020**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**INFORMATIKOS FAKULTETAS**

**TEKSTO SKAITMO METODŲ TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas  
Programų sistemų inžinerija (kodas 621E16001)

**Vadovas**

doc. dr. Tomas Blažauskas

---

*(data, parašas)*

**Recenzentas**

doc. dr. Šarūnas Packevičius

---

*(data, parašas)*

**Projektą atliko**

Mantas Murauskas

---

*(data, parašas)*

**KAUNAS, 2020**



# KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Informatikos fakultetas

---

(Fakultetas)

Mantas Murauskas

---

(Studento vardas, pavardė)

Programų sistemų inžinerija (kodas 621E16001)

---

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Teksto skaitymo metodų tyrimas“

## AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 20 m. gegužės 25 d.  
\_\_\_\_\_

Kaunas

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

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

---

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

---

(parašas)

Murauskas Mantas. *INVESTIGATION OF TEXT CONTENT READING METHODS*. Master's thesis in software engineering / supervisor doc. dr. Tomas Blažauskas. The Faculty of Informatics, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Technological sciences, software engineering.

Key words: computer-vision, reading methods, speed-reading, pleasant reading, effective reading, speech synthesis, content-stabilization, reading aid, importance of reading.

Kaunas, 2020. 48 p.

## **SUMMARY**

Finding time for reading is probably what everyone thinks, but only a few of us plan to devote a portion of our daily schedule to this activity. Furthermore, as we read, we discover new things, develop the mind and expand the imagination. So the question is - why don't we read? We will find many answers - some will say that they do not have the time, others that they don't have the money, that they lack experience or that it is just not a habit. For others, the multimedia experience, such as movies based on books, may be more close to the heart. Nevertheless, we can't discard cases where reading might just not be possible at all as people who have a reading disability, diseases such as developmental dyslexia (otherwise, dyslexia), Alzheimer's, involuntary tremors and so on, exists.

Thus, this document will present software that will allow users to organize, track, and read e-books that are hosted on the web while also giving the book reader the ability to read texts using a variety of reading methods. The document will also provide an analysis of several of these reading methods, in which the solutions analyzed could complement, implement or improve the project's reading methods. Furthermore, an overview of the software is also provided. Finally, with the help of the developed software, research was carried out and described in order to find out the most efficient reading methods and their impact on the device battery.

## TURINYS

<b>Paveikslėlių sąrašas .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Įvadas.....</b>	<b>9</b>
1.1. Dokumento paskirtis.....	9
1.2. Santrauka .....	9
<b>2. Analitinė dalis .....</b>	<b>10</b>
2.1. Tikslas.....	10
2.2. Skaitymo metodai .....	10
2.3. Egzistuojantys sprendimai.....	12
2.3.1. TTS sprendimai .....	12
2.3.1.1. „Amazon Polly“ .....	13
2.3.1.2. „Google Cloud TTS“ .....	13
2.3.2. RSVP sprendimai .....	14
2.3.2.1. „Spritz“ .....	14
2.3.2.2. „Spreeder CX“ .....	15
2.3.3. Teksto turinio stabilizavimo išmaniuosiuose įrenginiuose sprendimai .....	15
2.3.3.1. Straipsnis „NoShake: Content Stabilization for Shaking Screens of Mobile Devices“ .....	15
2.3.3.2. Straipsnis „Walking with your Smartphone: Stabilizing Screen Content” .....	15
2.4. Įgyvendinimo problemos.....	16
2.5. Analizės išvados .....	16
<b>3. Projektinė dalis .....</b>	<b>16</b>
3.1. Sistemos paskirtis .....	16
3.2. Panaudojimo atvejai .....	18
3.3. Funkcijų apžvalga.....	20
3.4. Nefunkciniai reikalavimai .....	21
3.5. Sistemos architektūros modelis .....	22
3.5.1. Sistemos statinis vaizdas .....	22
3.5.1.1. Išdėstymo vaizdas.....	22

3.5.1.2.	Sistemos paketų diagrama .....	22
3.5.1.3.	Serverinės programinės įrangos dalies paketų diagrama.....	24
3.5.1.4.	Sistemos navigavimo diagramos .....	25
3.5.2.	Sistemos dinaminis vaizdas .....	26
3.5.2.1.	Veiklos diagramos .....	26
3.5.3.	Duomenų vaizdas .....	32
<b>4.</b>	<b>Tyrimai ir eksperimentinė dalis .....</b>	<b>34</b>
4.1.	Eksperimentų metu naudota įranga .....	34
4.2.	Knygų skaitymo platformos ir naudojamų naršyklių poveikio baterijai eksperimentas .....	34
4.2.1.	Tikslas.....	34
4.2.2.	Metodika.....	34
4.2.3.	Rezultatai .....	35
4.3.	Skaitymo metodų baterijos efektyvumo eksperimentas .....	37
4.3.1.	Tikslas.....	37
4.3.2.	Metodika.....	37
4.3.3.	Rezultatai .....	38
4.4.	Skaitymo metodų darbo krūvio eksperimentas .....	39
4.4.1.	Tikslas.....	39
4.4.2.	Metodika.....	39
4.4.3.	Rezultatas.....	40
<b>5.</b>	<b>Išvados .....</b>	<b>46</b>
<b>6.</b>	<b>Literatūra .....</b>	<b>47</b>
<b>7.</b>	<b>Terminų ir santrumpų žodynas .....</b>	<b>48</b>

## PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

2.1 pav. Teksto fiksavimas skaitymo metu.....	10
2.2 pav. Vidutinis skaitymo greitis žodžiais per minutę ( <i>WPM</i> ) priklausomai nuo amžiaus.....	12
2.3 pav. „Amazon Polly“ TTS vartotojo sąsaja.....	13
2.4 pav. „Google Text-To-Speech“ TTS vartotojo sąsaja.....	14
2.5 pav. „Spritz“ RSVP sprendimas.....	15
2.6 pav. „Spreeder CX“ RSVP sprendimas.....	15
3.1 pav. Svetainė, kuri talpina elektroninę knygą.....	17
3.2 pav. Svetainė, kuri nėra pritaikyta maloniam skaitymui.....	18
3.3 pav. Knygų lentynos posistemio panaudojimo atvejai.....	18
3.4 pav. Knygų skaityklės posistemio panaudojimo atvejai.....	19
3.5 pav. Sistemos išdėstymo diagrama.....	22
3.6 pav. Sistemos paketų diagrama.....	23
3.7 pav. Detali serverio pusės paketų diagrama.....	24
3.8 pav. Abstrakti visos sistemos navigavimo diagrama.....	25
3.9 pav. „Valdyti skaitymo metodus“ veiklos diagrama.....	27
3.10 pav. Skaityti naudojant „via Paragraphs“ metodą.....	28
3.11 pav. Skaityti naudojant „via Mobile-To-Desktop“ metodą.....	29
3.12 pav. Skaityti naudojant „via Virtual Joystick“ metodą.....	30
3.13 pav. Skaityti naudojant „via WebCam Head-Tracking“ metodą.....	31
3.14 pav. Skaityti naudojant „via Speed Reading“ metodą.....	32
3.15 pav. Duomenų bazės diagrama.....	33
4.1 pav. Įrenginio iškrovimo greičio palyginimo diagrama – „Bromite“ atvejis.....	35
4.2 pav. Įrenginio iškrovimo greičio palyginimo diagrama – „Firefox“ atvejis.....	36
4.3 pav. Įrenginio iškrovimo greičio palyginimo diagrama – „Google Chrome“ atvejis.....	36
4.4 pav. Įrenginio iškrovimo greičių vidurkių palyginimo diagrama.....	37
4.5 pav. Įrenginio iškrovos greitis pritaikant skirtingus skaitymo metodus palyginimo diagrama...	38

4.6 pav. Apskaičiuotų iškrovos greičių vidurkių palyginimo diagrama.....	39
4.7 pav. Pildoma anketos forma .....	40
4.8 pav. Skaitymo metodų psichinių pastangų įvertinimo palyginimas .....	41
4.9 pav. Skaitymo metodų fizinių pastangų įvertinimo palyginimas .....	42
4.10 pav. Skaitymo metodų laiko pastangų įvertinimo palyginimas.....	42
4.11 pav. Skaitymo metodų našumo įvertinimo palyginimas .....	43
4.12 pav. Skaitymo metodų bendrų pastangų įvertinimo palyginimas.....	44
4.13 pav. Skaitymo metodų nusivylimo įvertinimo palyginimas.....	45
4.14 pav. Skaitymo metodų viso darbo krūvio palyginimas .....	45



## 1. ĮVADAS

### 1.1. Dokumento paskirtis

Šis dokumentas yra programų sistemų inžinerijos magistrantūros studijų baigiamojo darbo ataskaita. Jame pateikiama teksto skaitymo metodų analizė, kurioje pristatoma skaitymo sąvoka, egzistuojantys skaitymo metodai ir jų programinės realizacijos. Taip pat aprašomas sukurtas ir tyrimams naudotas projektas – „Knygų skaitymo platforma“. Projekto aprašyme pristatoma sistemos paskirtis, panaudojimo atvejai bei architektūriniai sprendimai. Plačiai aprašomi atlikti skaitymo metodų eksperimentiniai tyrimai ir jų rezultatai. Darbas pabaigiamas išvadomis.

### 1.2. Santrauka

Daugelis norėtų rasti laiko skaitymui, bet tik nedaugelis iš mūsų kasdien skiria dalelę savo dienos šiai veiklai. Skaitydami mes atrandame naujus dalykus, laviname protą ir plėčiame vaizduotę. Todėl kyla klausimas – kodėl neskaityme? Priežasčių surasime ne vieną. Daugelis turbūt išskirtų laiko trūkumą. Ne išimtis ir žmonės, kurie dėl tam tikrų susiklosčiusių gyvenimo aplinkybių turi negalią, kuri apsunkina knygų skaitymą (pavyzdžiui, raidos skaitymo sutrikimas, Alzheimeris, nevalingas rankų drebjimas ir kita). Taigi, reikalinga programinė įranga, kuri leistų taupyti laiką užimtiems žmonėms, bei palengvintų skaitymą žmonėms su negalia.

Šiame darbe pristatoma programinė įranga, kuri vartotojams leis organizuoti, sekti bei skaityti elektronines knygas, kurios yra patalpintos įvairiuose interneto puslapiuose. Sukurtos programos suteikia knygų skaitytojui galimybę skaityti tekstus naudojant įvairius skaitymo metodus. Dokumente pateikiama skaitymo metodų analizė, kurioje nagrinėjami sprendimai galėtų papildyti ar patobulinti kuriamos programinės įrangos skaitymo metodus. Dokumente taip pat pristatoma sukurtos sistemos projektinė dalis, kurioje specifiukuota sukurta programinė įranga. Paskutinis dokumento skyrius skirtas eksperimentiniams tyrimams, kurie buvo atlikti su sukurta programine įranga. Atlikti eksperimentiniai tyrimai plačiai aprašomi išskiriant efektyvius skaitymo metodus ir sukurtų sprendimų poveikį įrenginių resursams.

Šios darbo tikslas – įgyvendinti įvairius teksto skaitymo metodus ir ištirti jų efektyvumą bei panaudojamumą.

Darbo uždaviniai:

1. Išnagrinėti egzistuojančius skaitymo metodus bei jų realizacijas;
2. Apibrėžti kuriamos programinės įrangos reikalavimus;
3. Parinkti programinės architektūrinius sprendimus;
4. Sukurti programinę įrangą realizuojančią įvairius skaitymo metodus;
5. Eksperimentiniais tyrimais nustatyti realizuotų skaitymo metodų našumą;
6. Eksperimentiniais tyrimais nustatyti realizuotų skaitymo metodų panaudojamumą.

## 2. ANALITINĖ DALIS

Skaitymas – tai sudėtinga veikla, kurią galima susieti su dėmesiu, atmintimi, kalba ir motyvacija [1]. Skaitydami mes atrandame naujus dalykus ir pradėdami formuoti savo pasaulėžiūrą [2], laviname protą ir plėtojame vaizduotę. Todėl skaitymas yra gyvybiškai svarbus gebėjimas norint veikti šiandienos visuomenėje. Šiuo metu, kai gyvenimo tempas vis didėja labai svarbu suteikti žmonėms kuo didesnes galimybes skaityti.

Rasti laiko skaitymui yra labai svarbu. Tyrimai rodo, kad jeigu dažnai neįskaitome, mums tampa vis sunkiau prisiminti perskaitytus faktus [3]. Todėl kyla klausimas – kodėl neskaityme arba kodėl skaitome vis rečiau? Priežasčių surasime ne vieną. Daugelis turbūt išskirtų laiko trūkumą. Ne išimtis ir žmonės, kurie dėl tam tikrų susiklosčiusių gyvenimo aplinkybių turi negalią, kuri apsunkina knygų skaitymą (pavyzdžiui, raidos skaitymo sutrikimas, Alzheimeris, nevalingas rankų drebėjimas ir kita). Taigi, reikalinga programinė įranga, kuri leistų taupyti laiką užimtiems žmonėms, bei palengvintų skaitymą žmonėms su negalia.

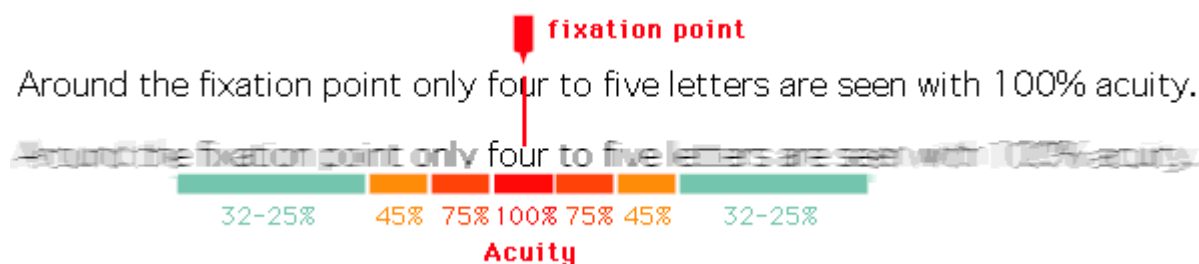
Šiame skyriuje pateikiami skaitymo metodai, kurie leidžia taupyti laiką, padeda pagerinti skaitymo lygį ir supratimą. Ši analizė leis iškelti reikalavimus kuriamai sistemai.

### 2.1. Tikslas

Išnagrinėti egzistuojančius skaitymo metodus bei jų realizacijas siekiant suprasti kuriamos sistemos reikalavimus. Tai bus atliekama tyrinėjant literatūros šaltinius bei išbandant egzistuojančias programas.

### 2.2. Skaitymo metodai

Skaitymas yra intensyvus procesas, kurio metu smegenys įsisavina tekstą tik pakankamai tiksliai pamačius simbolių grupes. Norint suprasti skaitymo procesą, būtina suprasti regėjimą ir akių judėjimą [4].



2.1 pav. Teksto fiksavimas skaitymo metu

Žvilgsnis juda iš kairės į dešinę. Esant neaiškumams arba aiškiai nesuvokus skaitomo dalyko, sugrįžtama atgal (vyksta regresija). Tai priklauso nuo skaitytojo įgūdžių, teksto sudėtingumo, susikoncentravimo, dėmesingumo.

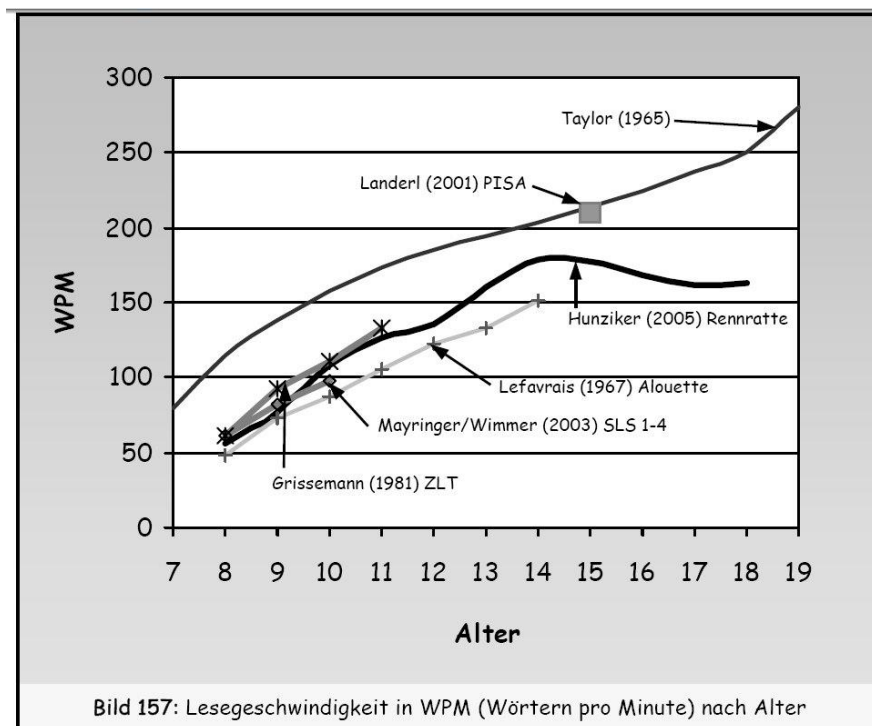
Skaitant nėra fiksuojamas kiekvienas žodis. Vidutiniškai įgudęs žmogus persoka 75% trumpų žodžių (iki 3 raidžių) ir 65% funkcinių žodžių. Itin svarbi yra toliau einančių žodžių prognozuojamumo savybė. Prognozavimas bus sėkmingesnis, jei tolesnio sakinio prasmė suvokiama iš gramatikos struktūros, konteksto, tematikos.

Skaitymo rūšis turi didelę įtaką skaitymo greičiui. Daugelis iš mūsų išmokome skaityti pažodžiui pradinėse mokyklose, tačiau turbūt niekada buvome mokomi ar informuojami apie kitus skaitymo metodus. Skaitant pažodžiui, mūsų akys dažnai grįžta į ankstesnį žodį ar eilutę. Taip pat galime užsibūti prie vieno žodžio, nors jį jau buvome perskaitę. Šios mechaninės problemos lėtina mūsų skaitymą ir suvokimą.

Galima išskirti įvairias skaitymo rūšis, kurių kiekviena turi savo tempą yra tam tikras ypatybes [5]:

- 1) Subvokalizuos skaitymas – tai procesas, kurio metu skaitomas tekstas fonetizuojamas mintyse. Tai yra lėčiausia skaitymo forma.
- 2) Sekvencinis skaitymas – tai procesas, kurio metu siekiama sekti mintį ir suvokti turinį skaitant nuo pradžios iki pabaigos.
- 3) Kursorinis skaitymas – tai procesas, kurio metu stengiamasi suvokti visą knygoje pateiktą informaciją įtraukiant pavadinimus, paveikslėlius, išnašas ir kitus elementus.
- 4) Skaitymas balsu – tai procesas, kai skaitomas tekstas tariamas balsu. Girdimosios atminties žmonėms šis veiksmas leidžia geriau įsisavinti informaciją. Skaityti balsu gali ir patys skaitytojai, tačiau šiuo metu yra labai populiarios audio knygos, kai tekstai yra perskaitomi profesionalių diktorių.
- 5) Vizualinis skaitymas – tai procesas, kai siekiama suprasti žodžio reikšmę, o ne jo skambesį ar girdėti. Tai greičiausia skaitymo forma.
- 6) Inkrementinis skaitymas – tai procesas, kai skaitymas vyksta „porcijomis“. Kiekvienoje skaitymo sesijoje svarbi informacija yra išskaidoma į sekcijas, kurios vėliau yra peržiūrimos. Šis skaitymo būdas yra skirtas išsaugoti informaciją ilgalaikėje atmintyje.
- 7) SPE (angl. *Structure-Proposition-Evaluation*) metodas – tai procesas, kai skaitymas vyksta 3 fazėmis: studijuojama struktūra; studijuojami loginiai ryšiai; vykdomas pagrįstumo vertinimas.
- 8) SQ3R (angl. *Survey-Question-Read-Recite-Review*) metodas – tai procesas, kai skaitoma siekiant išmokti pateikti skaitytą medžiagą kitiems nesinaudojant jokiais užrašais.
- 9) RSVP (angl. *Rapid Serial Visual Presentation*) metodas – tai procesas, kai skaitymas apima sakinio pateikimą po vieną žodį, tam tikru laiku ir toje pačioje ekrano vietoje. Šis metodas leidžia išvengti akių judėjimo bei apriboja skaitytojo gebėjimą valdyti skaitymo laiką [7].

Žmonės, kurie naudoja subvokalizuosą skaitymą, paprastai perskaito apie 250 žodžių per minutę. Skaitant balsu galima perskaityti apie 450 žodžių per minutę. Vizualinis skaitymas leidžia perskaityti apie 700 žodžių per minutę. Patyrę skaitytojai gali perskaityti tarp 280 – 310 žodžių per minutę, neįtakodami supratimo [6].



2.2 pav. Vidutinis skaitymo greitis žodžiais per minutę (WPM) priklausomai nuo amžiaus

Atsižvelgiant į šio darbo tikslą, šiame tiriamajame darbe bus realizuojama ir daugiau dėmesio skiriama dviem skaitymo metodams:

- 1) Text-To-Speech (angl. *TTS*) – tai skaitymo balsu metodas, kuris remiasi skaitomo teksto automatiniu sintezavimu. Jis skirtingas nuo audio knygos naudojamo būdo, kai tekstai įgarsinami profesionalių diktorių. Kita vertus – naudojant tokias technologijas suteikiamos galimybės skaityti balsu bet kurią knygą, net ir tą, kuri neturi profesionalaus įgarsinimo.
- 2) RSVP – tai vizualinio skaitymo metodas, kuris bus naudojamas suteikti vartotojams greitojo sakymo galimybę. Šiuo metodu bus siekiama taupyti laiką.

Taip pat didelis dėmesys bus skiriamas teksto stabilizavimo funkcijai, kai skaitoma naudojant išmaniuosius įrenginius. Taip bus palengvinamas skaitymas tiems skaitytojams, kurie turi nevalingo rankų drebėjimo problemą.

## 2.3. Egzistuojantys sprendimai

### 2.3.1. TTS sprendimai

TTS (angl. *Text-To-Speech*) reiškia technologinius sprendimus, kurie suteikia galimybę balsu skaityti tekstą. TTS variklis konvertuoja rašytinį tekstą į foneminį vaizdą, o po to foneminį vaizdą paverčia garsu. Šiuo metu pasaulyje yra įvairių TTS programų, kurio teikia galimybę skaityti tekstu balsu skirtingomis kalbomis ir dialektais.

### 2.3.1.1. „Amazon Polly“

„Amazon Polly“ yra programinė įranga teikiama kaip paslauga (SaaS – angl. *Software as Service*), kuri naudoja neuroninius tinklus tam, kad paversti tekstą į žmogaus balsu skambančią kalbą [11]. Ši programinė įranga naudoja 47 vyrų ir moterų balsus ir palaiko 25 kalbas. Teikiama paslauga yra lengva naudotis. Tam yra skirta Amazon Polly programavimo sąsaja. Nusiunčiamas tekstas, o paslauga grąžina garso failą. Šį failą galima groti arba išsaugoti standartiniais audio formatais, tokiais kaip MP3. „Amazon Polly“ leidžia koreguoti kalbos greitį, toną ir garsumą. Ši paslauga yra teikiama serveriuose, todėl visi skaičiavimai vyksta ne tame pačiame prietaise, kuriame atkuriamas garsas. Taip taupomi procesoriaus ir atminties resursai.

Text-to-Speech

Listen, customize, and download speech. Integrate when you're ready.

Type or paste your text in the window, choose your language and region, choose a voice, choose Listen to speech, and then integrate it into your applications and services.

Plain text SSML ⓘ

Hi! My name is Jeff. I will read any text you type here.

944 characters remaining (1000 maximum) Show default text Clear text

Language and Region  
English, US

Voice

- Joanna, Female
- Salli, Female
- Kimberly, Female
- Kendra, Female
- Ivy, Female
- Justin, Male
- Joey, Male

▶ Listen to speech

Save speech as MP3

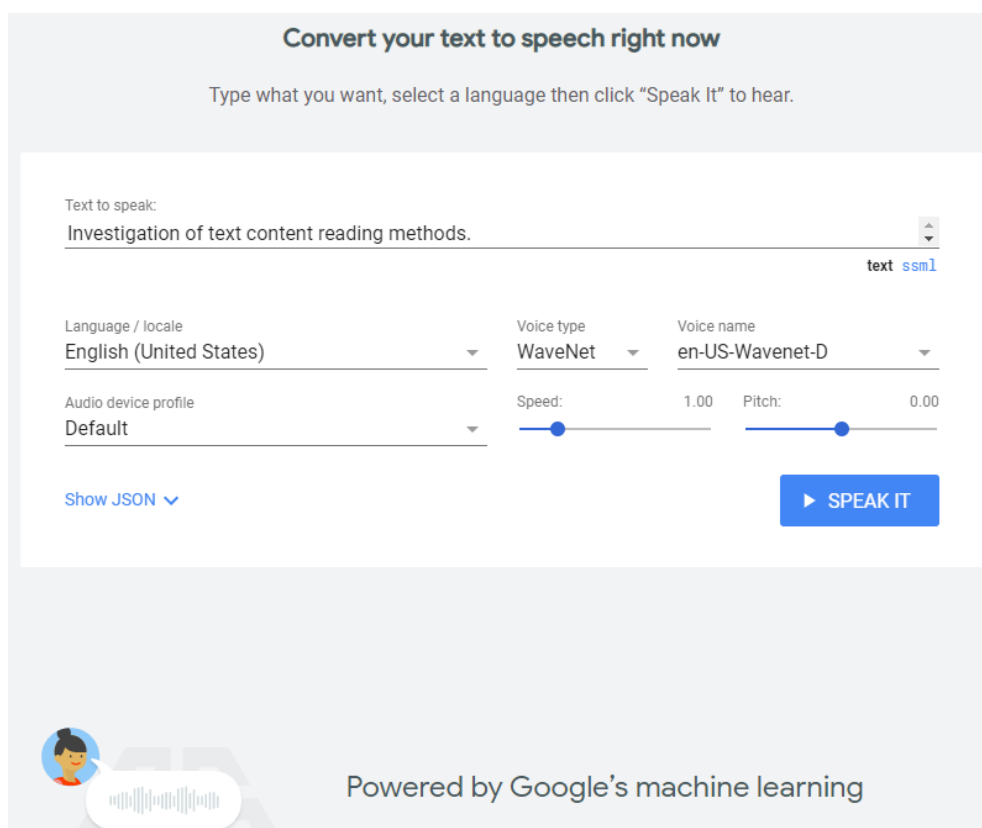
Change file format

2.3 pav. „Amazon Polly“ TTS vartotojo sąsaja

Trečiųjų šalių programoms leidžiama atlikti 100 užklausų per sekundę. Tekstas gali būti iki 3000 simbolių, o garsinis failas ribojamas iki 10 minčių. Ši paslauga yra mokama.

### 2.3.1.2. „Google Cloud TTS“

„Google Cloud TTS“ sistema taip pat yra teikiama kaip debesų kompiuterijos paslauga. Ši paslauga suteikia galimybę naudoti 30 balsų, kelias kalbas ir jų variantus. Sistema naudoja neuroninius tinklus pavadinimu „Google DeepMind“. Trečiųjų šalių programinė įranga apribota 300 užklausų per minutę. Taip pat negalima viršyti 5000 simbolių skirtų vienai užklausiai ir per minutę negalima viršyti 150,000 simbolių. Naudojami balsai yra skiriami į standartinius ir mokamus. Paslauga yra mokama, tačiau jei naudojami standartiniai balsai ir neviršijama 4 milijonai simbolių, tuomet už paslaugą mokėti nereikia.

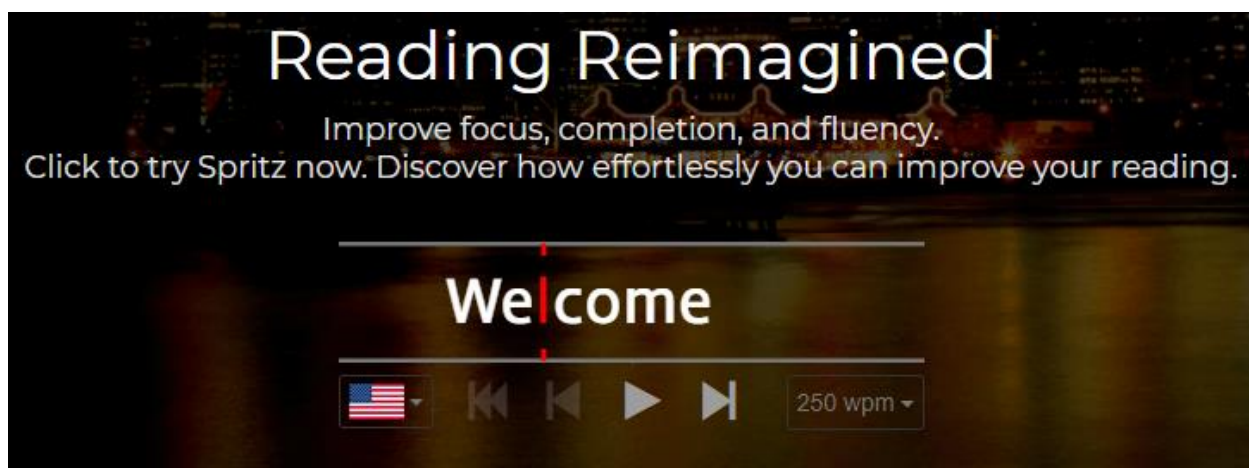


2.4 pav. „Google Text-To-Speech“ TTS vartotojo sąsaja

## 2.3.2. RSVP sprendimai

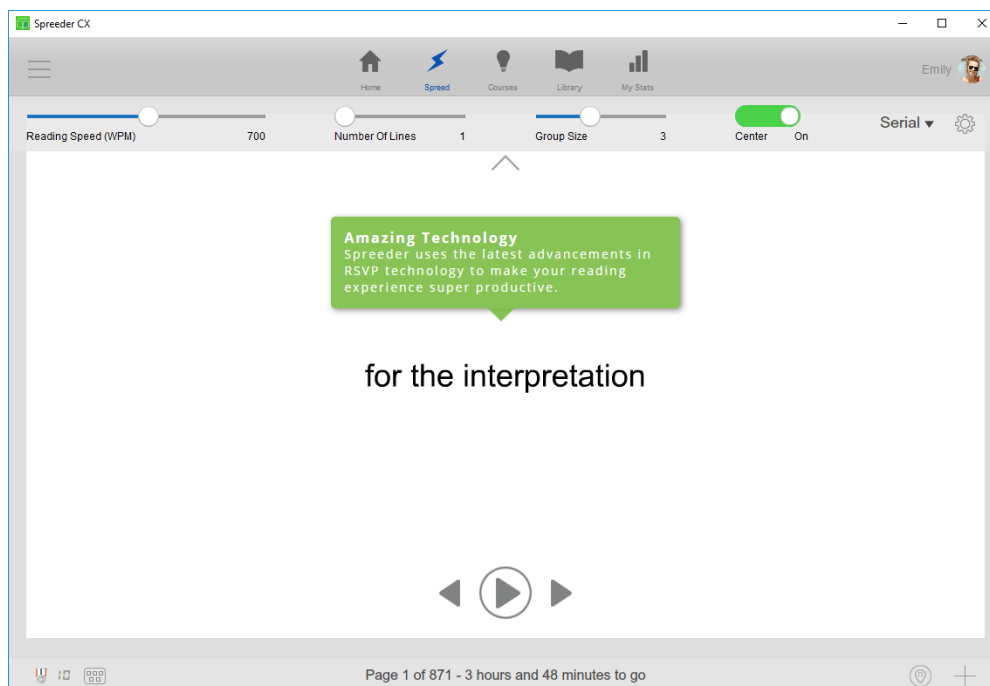
### 2.3.2.1. „Spritz“

„Spritz“ naujovė slypi RSVP metodo realizacijoje. Realizacijoje naudojamas optimalus atpažinimo taškas (ORP – angl. *Optimal Recognition Point*). Juo laikoma raidė, kuri yra svarbiausia žodžio prasmei suprasti. Ši raidė priklauso nuo žodžio ilgio: kuo ilgesnis žodis, tuo toliau nuo centro akys aprėpti tekstą. Sprendime kiekviena tokia raidė yra paryškinta raudonai ir rodoma toje pačioje vietoje. Tuo būdu skaitytojo akys visada būtų sutelktos į tą pačią vietą. Kitos „Spritz“ naujovės susijusios su laiko intervalais tarp žodžių ir pauzės trukme tarp sakinių. Programos veikimo metu ilgesni žodžiai rodomi ilgiau, o ilgesni sakiniai turi ilgesnes pauzes sakinio pabaigoje [9].



### 2.3.2.2. „Spreeder CX“

„Spreeder CX“ programinė įranga paremta paprasta RSVP skaitymo metodo realizacija. Programa leidžia pasirinkti, kiek žodžių matome kiekvienu momentu, taip pat leidžia keisti žodžių pateikimo greitį. Sistema nelygiuoja žodžių taip, kaip tai daro „Spritz“ programinė įranga, todėl akių judesys išlieka, nors ir mažas [10]. Kita vertus, „Spreeder“ programos kūrėjai teigia, kad jie specialiai tai daro siekdami pilno knygų ar tekstų skaitymo. Kūrėjai taip pat akcentuoja visų prietaisų palaikymą ir į malonią vartotojo patirtį. Sistema teikia įvairią statistiką, trumpas pamokėles bei programinės įrangos konfigūravimo galimybę.



2.6 pav. „Spreeder CX” RSVP sprendimas

### 2.3.3. Teksto turinio stabilizavimo išmaniuosiuose įrenginiuose sprendimai

#### 2.3.3.1. Straipsnis „NoShake: Content Stabilization for Shaking Screens of Mobile Devices“

Tai autorių Ahmad Rahmati, Clayton Shepard ir Lin Zhong atliktas tyrimas apie teksto turinio stabilizavimo sistemą pavadinimu „NoShake“. „NoShake“ – tai programinė įranga, kuri naudoja vieną akcelerometrą, kuris šiais laikais laisvai prieinamas kiekviename išmaniajame įrenginyje [12]. Pristatytos programos pagrindą sudaro fizinis modelis, kuris dinamiškai kompensuoja prietaiso drebėjimą paslenkant teksto turinį į priešingą purtymo kryptį. Darbe aprašytas modelis laikomas efektyviu. Aprašyta programinė įranga buvo testuojama naudojant „Apple iPhone“ išmanųjį įrenginį. Programos naudojamumui testuoti buvo vykdoma jos naudotojų apklausa. Deja, autoriai neteikia nei programos išėties tekstų nei sukompiliuotos programos versijos.

#### 2.3.3.2. Straipsnis „Walking with your Smartphone: Stabilizing Screen Content“

Tai autoriaus Kevin Jeisy atliktas bei aprašytas tyrimas atliktas su jo sukurta teksto stabilizavimo sistema. Autorius stengėsi sukurti programinę įrangą, kuri stabilizuoti teksto turinį mobiliojo

įrenginio ekrane, kai šis yra laikomas vaikštančio žmogaus. Autoriaus atliktame tyrime yra aprašyti keturi skirtingi stabilizavimo metodai [13]:

- 1) Tiesioginis grįžtamasis ryšys (angl. *Direct Feedback*);
- 2) Pozicijos įvertinimas (angl. *Position Estimation*);
- 3) Patobulintas pozicijos įvertinimas su PID valdikliu (angl. *PID Controller*);
- 4) Paslėptieji Markovo modeliai (angl. *Hidden Markov Models*).

Tyrimas yra užbaigiamas su teiginiu, kad naudojantis paslėptaisiais Markovo modeliais buvo pasiektas geras teksto turinio stabilizavimas. Deja, autorius neteikia nei programos išeities tekstų nei sukompiliuotos programos versijos.

## **2.4. Įgyvendinimo problemos**

Bandant įgyvendinti teksto stabilizavimo funkciją tenka susidurti su keliomis projektavimo ir įgyvendinimo problemomis. Ši funkcija bus realizuojama kaip saityno taikomosios programos papildinys (t.y. trečiųjų šalių komponentas), todėl prieiga prie akcelerometro duomenų priklausys nuo interneto naršyklių. Taip pat, manoma, kad naudojamo prietaiso našumas gali turėti įtakos galutiniam rezultatui. Akcelerometro naudojimas įtakos aukštą prietaiso baterijos išnaudojimo lygį [8], todėl realizuojama funkcija gali būti mažai naudojama.

## **2.5. Analizės išvados**

Atlikus egzistuojančių metodų, programų ir literatūros analizę pastebėta, kad egzistuoja įvairių skaitymo metodų, kurie leidžia padidinti skaitymo greitį arba siekti kitų tikslų (geriau suprasti tekstą, geriau įsiminti ir kt.). Į šias savybes nutarta atkreipti dėmesį realizuojant kuriamą sistemą. Be minėtų dalykų bus siekiama įgyvendinti teksto stabilizavimo funkciją.

# **3. PROJEKTINĖ DALIS**

## **3.1. Sistemos paskirtis**

„Knygų skaitymo platforma“ – tai taikomoji saityno programa elektroninių knygų skaitytojams. Jos paskirtis – organizuoti, sekti bei skaityti elektronines knygas, kurios yra patalpintos įvairiuose interneto puslapiuose, suteikiant knygų skaitytojui galimybę skaityti tekstus naudojant įvairius skaitymo metodus. Sistema leis lengviau skaityti knygas vyresnio amžiaus žmonėms ir Parkinsono liga sergantiems pacientams, kurie negali stabiliai laikyti skaitymo įrenginį. Tai pasiekama pritaikant teksto turinio stabilizavimo funkciją. Taip pat suteikiama galimybė paralyžuotiems žmonėms valdyti knygas galvos judesių pagalba. Sistema siūlo ir kitas skaitymo galimybes.

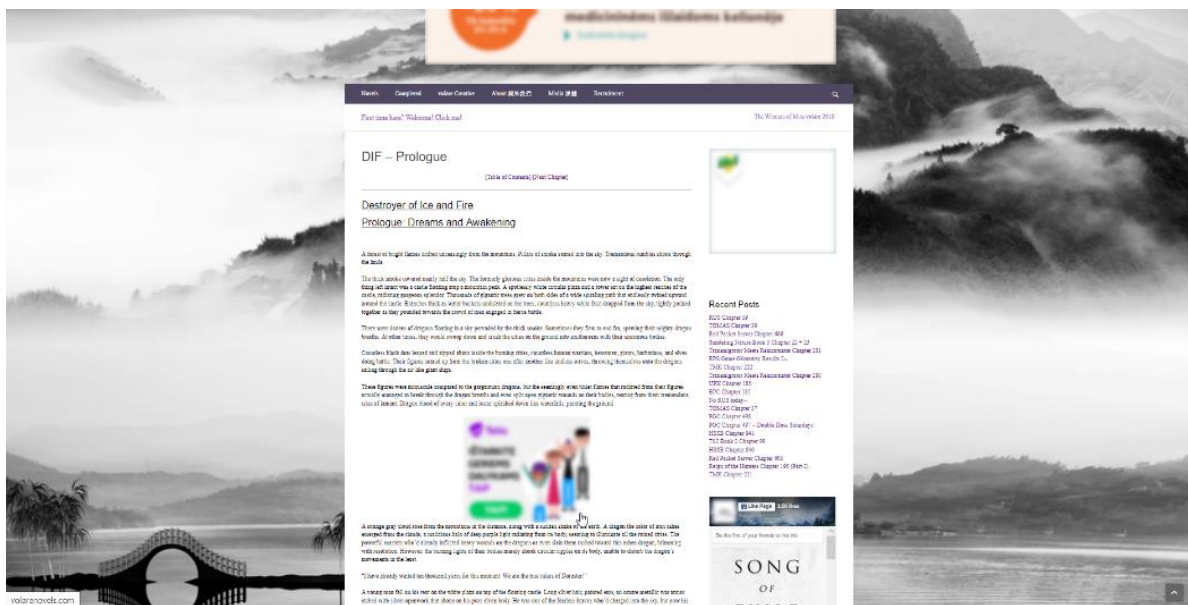
Programų sistema yra sudaryta iš dviejų posistemų:

1. Knygų lentynos posistemis, kuriame automatiškai talpinamos bei organizuojamos naudotojų skaitomos knygos. Šiame posistemyje naudotojas gali lengvai ir greitai rasti anksčiau pradėtas skaityti knygas, jas pervadinti, šalinti iš lentynos, skaityti naudojant „Google“ talpyklą bei gauti nuorodą į originalų knygos šaltinį.



2. Knygų skaityklės posistemis, kuris suteikia knygų skaitytojams galimybę lengvai ir greitai sukonfigūruoti skaityklę pagal savo skaitymo įpročius ir užtikrinti malonų knygų skaitymą. Šis posistemis taip pat atsakingas už knygų skaitymo progreso sekimą.

Naudotojas, kuris itin dažnai skaito elektronines knygas, dažnai turi tai daryti knygų leidėjų arba vertėjų internetinėse svetainėse. Pastarosios dažnai nėra pritaikytos maloniam skaitymui – pasitaiko problemų dėl fono naudojimo, nereguliuojamų šriftų, suderintų spalvų. Be to, tokiose svetainėse nevengiama reklamų ir kitų dėmesį blaškančių elementų.



3.1 pav. Svetainė, kuri talpina elektroninę knygą

Staugus paieškų sistemų naudojimo išmaniuosiuose įrenginiuose augimas parodo, kaip keičiasi naudojimo įpročiai – vis dažniau žmonės naršo internetą išmaniuosiuose įrenginiuose. Kita vertus, knygų skaitymo svetainės retai atitinka visus vartotojų lūkesčius ir ne visada teikia tinklapio versiją išmaniajam telefonui.

and luster splashed down like waterfalls, painting the ground.



A strange gray cloud rose from the mountains in the distance, along with a sudden shake of the earth. A dragon the color of iron ashes emerged from the clouds, a malicious halo of deep purple light radiating from its body, seeming to illuminate all the ruined cities. The powerful masters who'd already inflicted heavy wounds on the dragons or even slain them rushed toward this ashen dragon, brimming with resolution. However, the burning lights of their bodies merely shook circular ripples on its body, unable to disturb the dragon's movements in the least.

"I have already waited ten thousand years for this moment. We are the true rulers of Doraster!"

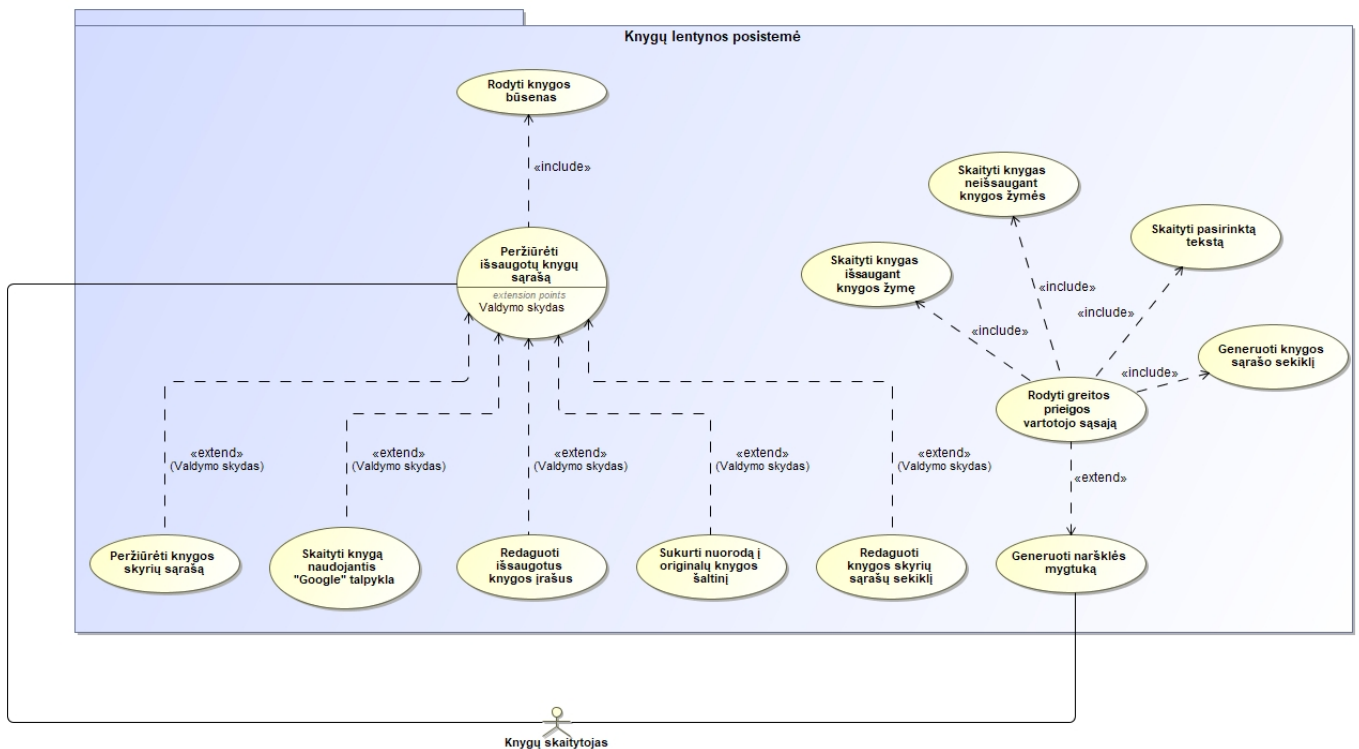
A young man fell on his rear on the white plaza on top of the floating castle. Long silver hair, pointed ears, an

3.2 pav. Svetainė, kuri nėra pritaikyta maloniam skaitymui

Siekiant užtikrinti malonesnę bei patogesnę knygų skaitymą sukurta saityno programa. Ji turėtų spręsti daugelį paminėtų problemų.

### 3.2. Panaudojimo atvejai

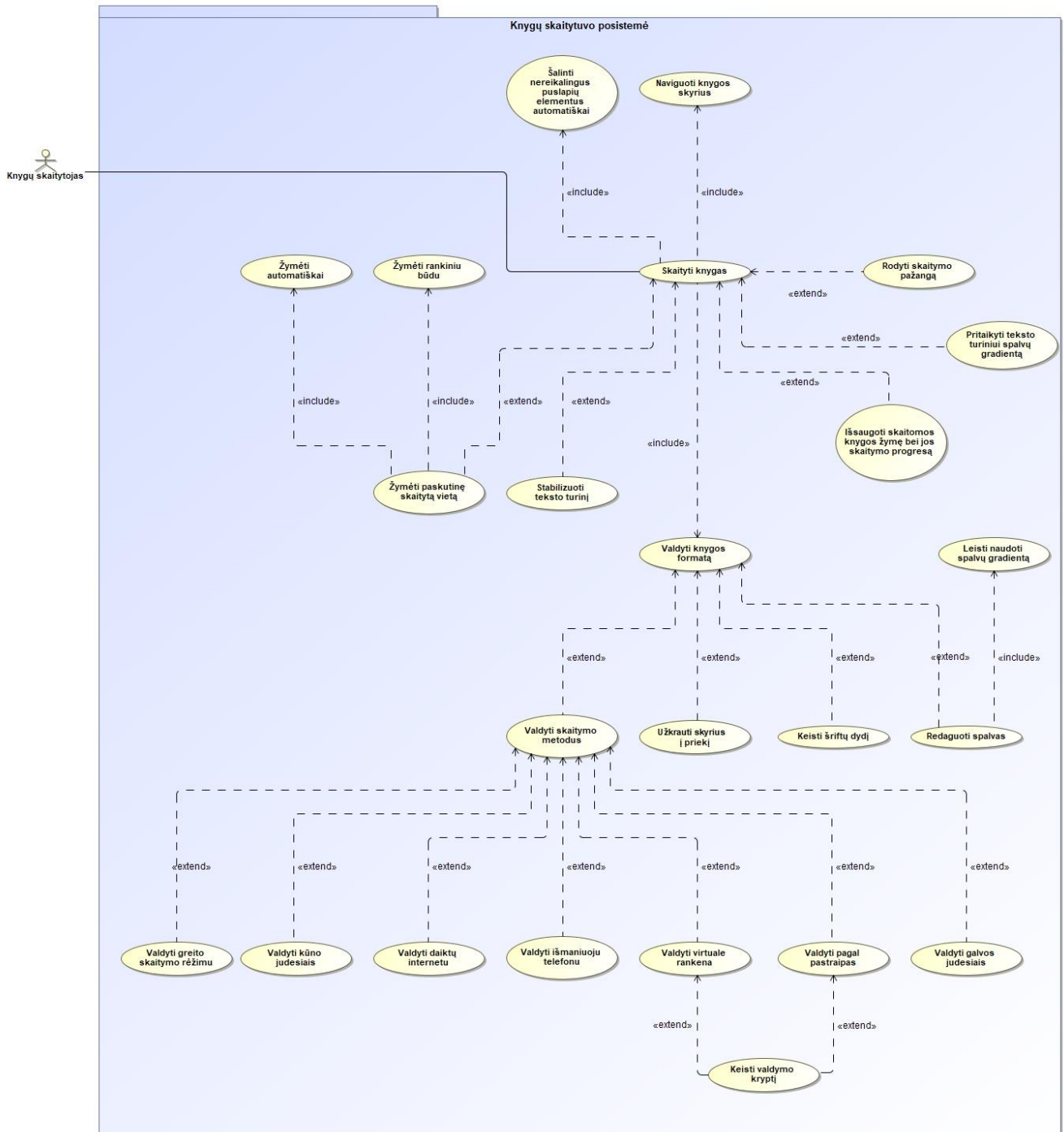
Toliau pateikiami knygų lentynos posistemio ir knygų skaityklos posistemio panaudojimo atvejai. Toliau pateikiami knygų lentynos posistemio (3.3 pav.) panaudojimo atvejai.



3.3 pav. Knygų lentynos posistemio panaudojimo atvejai

Knygų lentynos posistemyje automatiškai yra talpinamos bei apdorojamos naudotojų skaitomos knygos. Čia naudotojas galės lengvai ir greitai rasti anksčiau pradėtas skaityti knygas, jas pervadinti, šalinti, skaityti naudojant „Google“ talpyklą bei gauti nuorodą į originalų knygos šaltinį.

Toliau pateikiami knygų skaityklės posistemio (3.4 pav.) panaudojimo atvejai.



3.4 pav. Knygų skaityklės posistemio panaudojimo atvejai

Knygų skaityklės posistemis turi daugiausiai funkcijų. Vartotojas didžiąją laiko dalį naudos knygų skaityklės posistemį. Knygų skaityklės posistemio tikslas yra suteikti knygų skaitytojams galimybę

lengvai bei greitai suderinti skaityklę pagal savo skaitymo įpročius ir užtikrinti malonų knygų skaitymą. Šis posistemis yra atsakingas ir už knygų skaitymo progreso sekimą.

### 3.3. Funkcijų apžvalga

**Naudodamas knygų lentynos posistemį vartotojas gali:**

- rasti visus savo skaitomų knygų įrašus vienoje vietoje;
- keisti knygų lentynos rodymo tvarką;
- tęsti skaityti pasirinktas knygas;
- naudotis „Google“ svetainių talpykla;
- pakeisti knygų įrašo pavadinimą;
- šalinti knygas iš knygų lentynos;
- stebėti skaitomų knygų būseną;
- peržiūrėti visų skaitomų knygų skyrių sąrašą.

**Naudodamas knygų skaityklės sistemos posistemį vartotojas gali:**

- prieiti prie knygų lentynos;
- pritaikyti tekstui spalvų gradientą;
- naudoti teksto turinio stabilizavimo funkciją;
- pritaikyti 8 skirtingus skaitymo režimus;
- derinti skaitymo režimus;
- peržiūrėti knygos skyrius;
- išsaugoti skaitomos knygos progresą;
- naudoti „Google“ svetainių talpykla;
- keisti knygos skaitymo formatą pasinaudojus iš išankstinais šablonais;
- šalinti, kurti ir išsaugoti naujus knygų formatus;
- įkelti pasirinktą knygų skyrių skaičių iš anksto;
- pakeisti knygos šriftų dydį, skaitymo plotį, aukštį tarp eilučių, teksto spalvas ir lygiavimą.

Toliau išvardinti teikiami knygos skaitymo režimai:

1. „*via Paragraphs*“ – leidžia slinkti tekstą skaityklėje atsižvelgiant į pastraipas;
2. „*via Mobile-To-Desktop*“ – leidžia valdyti skaitomą knygą kompiuteryje nuotoliniu būdu naudojant išmanųjį telefoną;
3. „*via Virtual Joystick*“ – sukuria virtualią rankeną, kurios pagalba galima patogiai slinkti tekstą;
4. „*via WebCam Head-Tracking*“ – leidžia valdyti skaitomą knygą galvos judesiais (pasinaudojus interneto kamera);
5. „*via WebCam Motions*“ – leidžia valdyti skaitomą knygą kūno judesiais (pavyzdžiui, rankos mostais, kuriuos registruoja kamera);
6. „*via Speed Reading*“ – leidžia skaityti knygas dideliu tempu;
7. „*via Noise to Scroll*“ – leidžia valdyti skaitomą knygą atsižvelgiant į triukšmo lygį;
8. „*via Mi Band 3*“ – leidžia prijungti ir naudoti išmaniają apyrankę kaip knygų skaitymo valdiklį.

Visos aprašytos galimybės (išskyrus teksto turinio stabilizavimo funkciją) veikia įrenginiuose, kurie turi naršyklę.

### 3.4. Nefunkciniai reikalavimai

Sistemos kūrimo bei priežiūros reikalavimai:

- Klientinė sistemos dalis turi būti kuriama naudojant *Angular 5* karkasą.
- Turi būti naudojama *Node.JS* programos vykdymo terpė, kuri vykdys *JavaScript* kalbos kodą serverio pusėje.
- Turi būti naudojamos *NPM* ir *Yarn* paketų tvarkyklės, kuriomis bus valdomi mums reikalingi darbai įskiepai.
- Vartotojo sąsaja turi būti realizuota *HTML*, *CSS*, *TypeScript* ir *JavaScript* programavimo ir žymėjimo kalbomis.
- Serverio pusės sistema turi būti realizuota naudojant *Kotlin* programavimo kalbą bei *Spring Boot* programų kūrimo karkasą.

Reikalavimai panaudojamumui:

- Knygų lentynos vartotojo sąsaja turi atrodyti neapkrauta ir suprantama.
- Svetainės vartotojo sąsaja turi būti anglų kalba.
- Knygų lentynoje turi būti paruošta instrukcija kaip asmeniniame kompiuteryje pasinaudoti sugeneruota naršyklės žyme.

Įgyvendinimo apribojimai:

- Teksto turinio stabilizavimo funkcijai reikalingas išmanusis telefonas su galimybe naudoti „akcelerometrą“.
- Skaitymo režimams „*via WebCam Head-Tracking*“ ir „*via WebCam Motions*“ reikalinga vaizdo kamera.
- „*via Noise to Scroll*“ skaitymo metodui reikalingas mikrafonas.
- „*via Mi Band 3*“ skaitymo metodui reikalinga „*Mi Band 3*“ išmanioji apyrankė.

Diegimo reikalavimai:

- Diegimo aplinkai reikalingas saityno serveris gebantis vykdyti *Java SE Runtime Environment 8+* programos versiją ir turintis interneto prieigą.
- Palaikomos visos modernios naršyklės, tokios kaip *Firefox*, *Chrome*, *Bromite*, *Internet Explorer (nuo 8 versijos)*.

Greitaveikos reikalavimai:

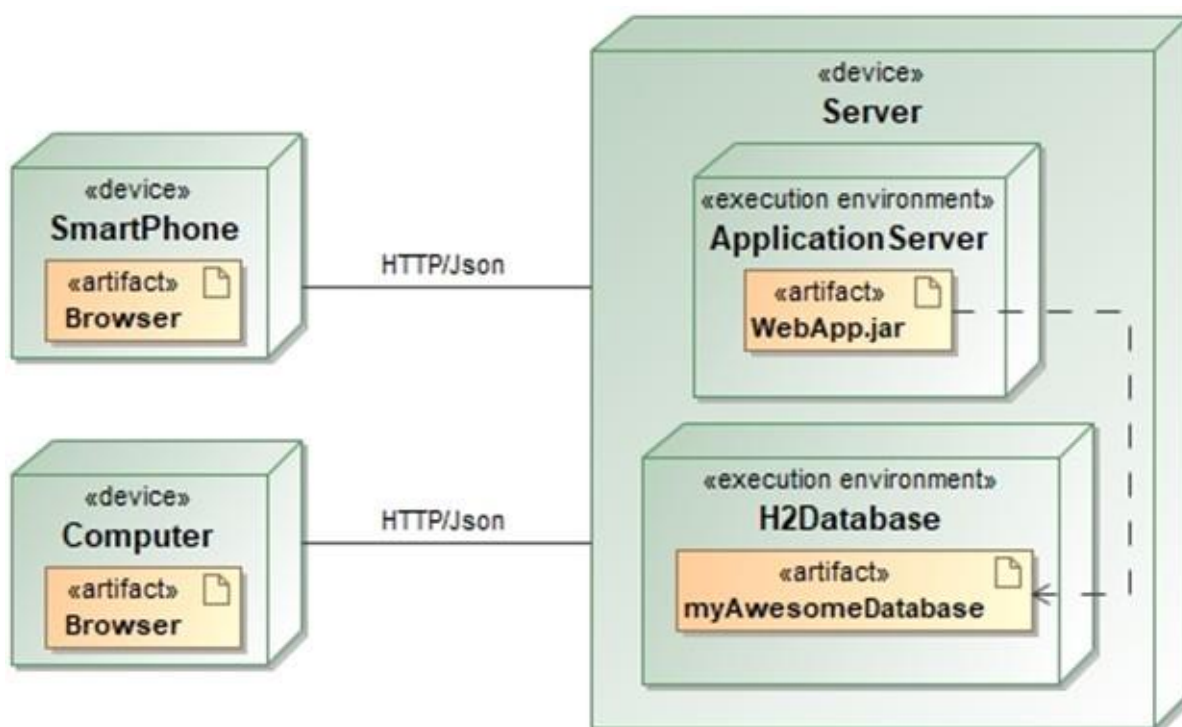
- Puslapių įkėlimo greitis neturėtų viršyti 3 sekundžių.
- Knygų lentyna turėtų pateikti pirmus 30 išsaugotų knygos įrašų kortelių, o kitos turi būti įkeliamos dinamiškai.
- Knygų skaityklė turėtų vengti peradresavimų, kurie teigiamai įtakotų puslapio įkėlimo greitį.

### 3.5. Sistemos architektūros modelis

#### 3.5.1. Sistemos statinis vaizdas

##### 3.5.1.1. Išdėstymo vaizdas

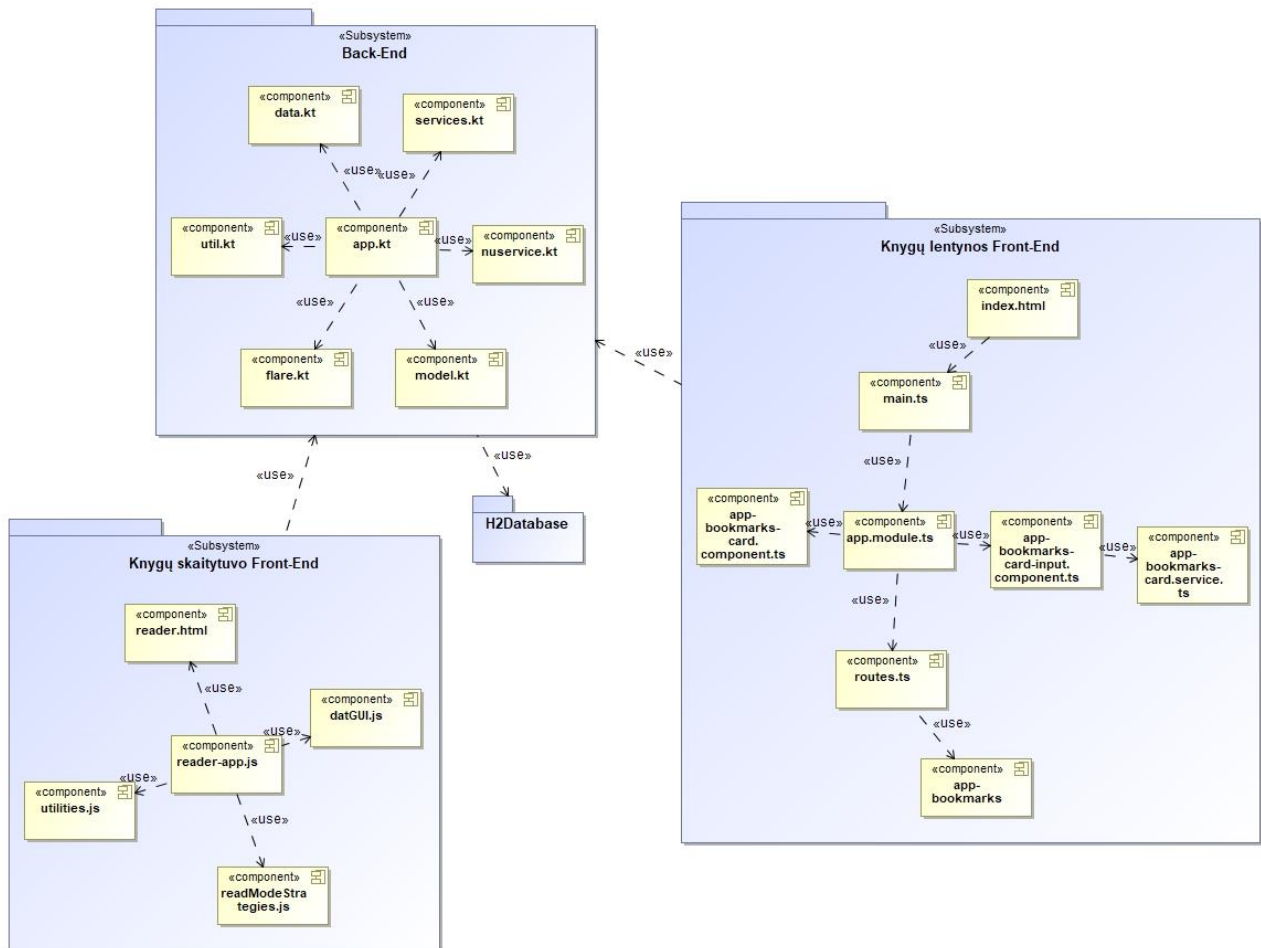
Ši sistema nenaudoja jokių išorinių paslaugų (žr. 3.5 pav.). Beveik visa sistema yra patalpinta Java archyve „WebApp.jar“, todėl diegimo modelis yra ganėtinai paprastas. Pasirinktų technologijų (*Spring Boot* ir *Angular*) dėka sistemos naudotojai galės diegti šią programinę įrangą asmeniniame kompiuteryje arba serveryje. Sistema turi palaikyti *Java SE Runtime Environment 8+* programos versiją. Įdiegtą programinę įrangą bus galima pasiekti visuose prietaisuose, kurie yra vietiniame tinkle arba išoriniame serveryje.



3.5 pav. Sistemos išdėstymo diagrama

##### 3.5.1.2. Sistemos paketų diagrama

Toliau (3.6 pav.) pateikiama visos sistemos paketų diagrama.



3.6 pav. Sistemos paketų diagrama

Serverio pusės dalis yra atsakinga už duomenų saugojimą (*model.kt*, *data.kt*), „Cloudflare“ įmonės paslaugų naudojimą (*flare.kt*) bei informacijos išgavimą iš nurodytos svetainės (*services.kt*, *nuservice.kt*). Išgauta informacija vėliau pateikiama naudojant *RESTful* formato paslaugą. Klientinės pusės komponentai skirti įgyvendinti vartotojo sąsajai bei susijusioms funkcijoms. Duomenų bazės realizacijai panaudota *H2Database* duomenų bazių valdymo sistema.

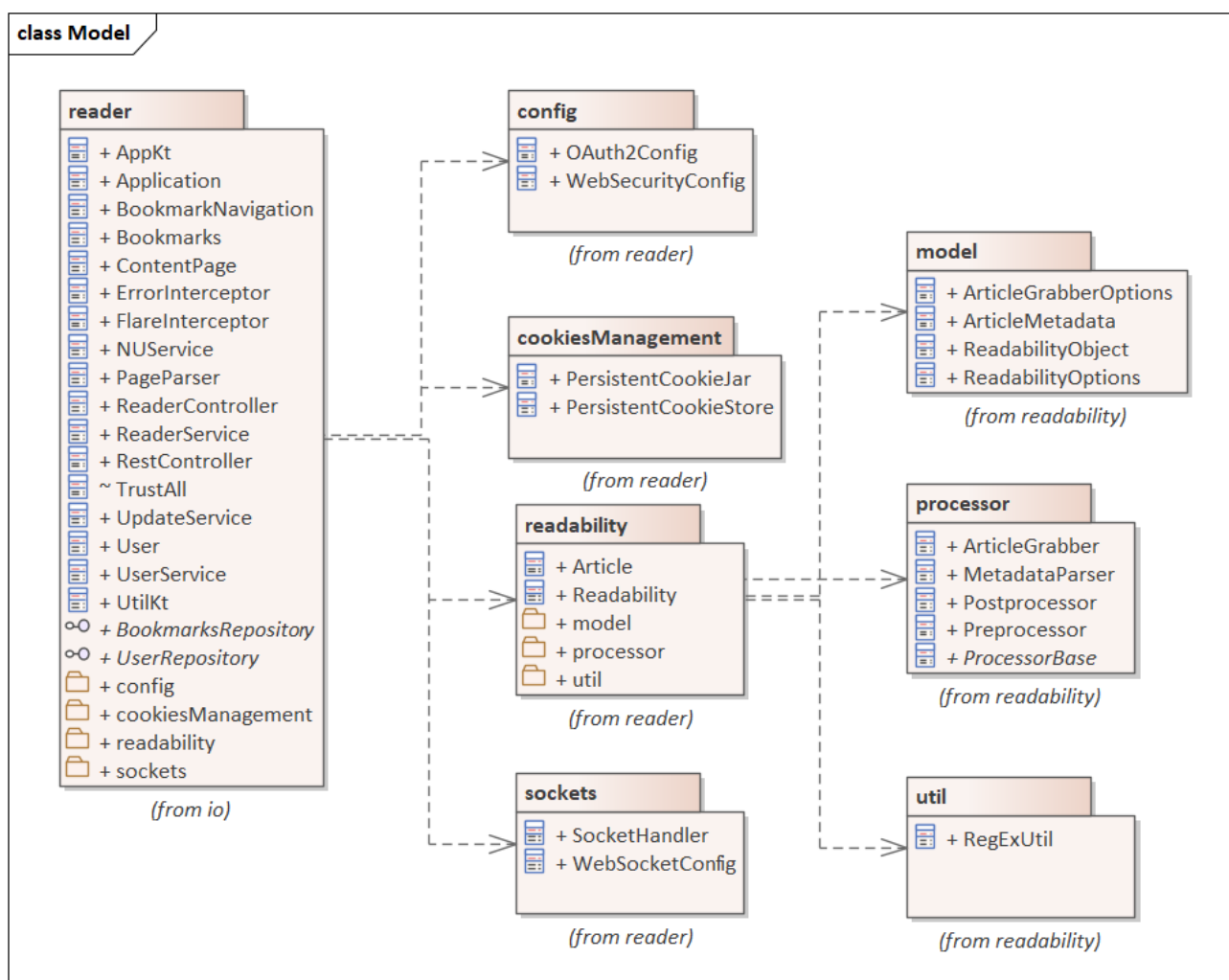
Toliau pateikiamas klientinės pusės komponentų aprašymas:

- *index.html* – pagrindinis knygų lentynos vartotojo sąsajos puslapis, kuriame įskiepijamas *main.ts* programos kodas;
- *reader.html* – knygų skaityklės vartotojo sąsajos šablonas;
- *main.ts* – programinis kodas atsakingas už *Angular* karkaso funkcijų sujungimą;
- *app.module.ts* – *Angular* karkaso vartotojo sąsajos komponentai;
- *app-bookmarks-card.component.ts* – knygų įrašo kortelės elementai skirti vartotojo sąsajos realizacijai;
- *app-bookmarks.card-input.component.ts* – knygų įrašo skydelio elementas skirtas vartotojo sąsajos realizacijai;
- *app-bookmarks-card.service.ts* – programinis kodas atsakingas už serverio pusės *RESTful API* metodų įgyvendinimą;

- *routes.ts* – programinis kodas atsakingas už maršrutų paskirstymą;
- *app-bookmarks.ts* – programinis kodas atsakingas už knygų įrašų pateikimą ekrane;
- *reader-app.js* – knygų skaityklės funkcionalumą realizuojantis komponentas;
- *datGUI.js* – programinis kodas atsakingas už knygų skaityklės konfigūravimą;
- *readModeStrategies.js* – įgyvendintos skaitymo metodų realizacijos;
- *utilities.js* – pagalbinis programinis kodas, kuriame talpinami dažnai naudojami globalus metodai;

### 3.5.1.3. Serverinės programinės įrangos dalies paketų diagrama

Toliau (3.7 pav.) pavaizduota serverinės programinės įrangos paketų diagrama.



3.7 pav. Detali serverio pusės paketų diagrama

*Reader* pakete yra pradinis sistemos taškas *AppKt*, kuriame paleidžiama „*Spring Boot*“ vykdymo aplinka. Ši aplinka automatiškai sujungia ir sukonfigūruoja komponentus bei jų priklausomybes pagal numatytus parametrus.

Toliau pateikiamas klasių aprašymas:

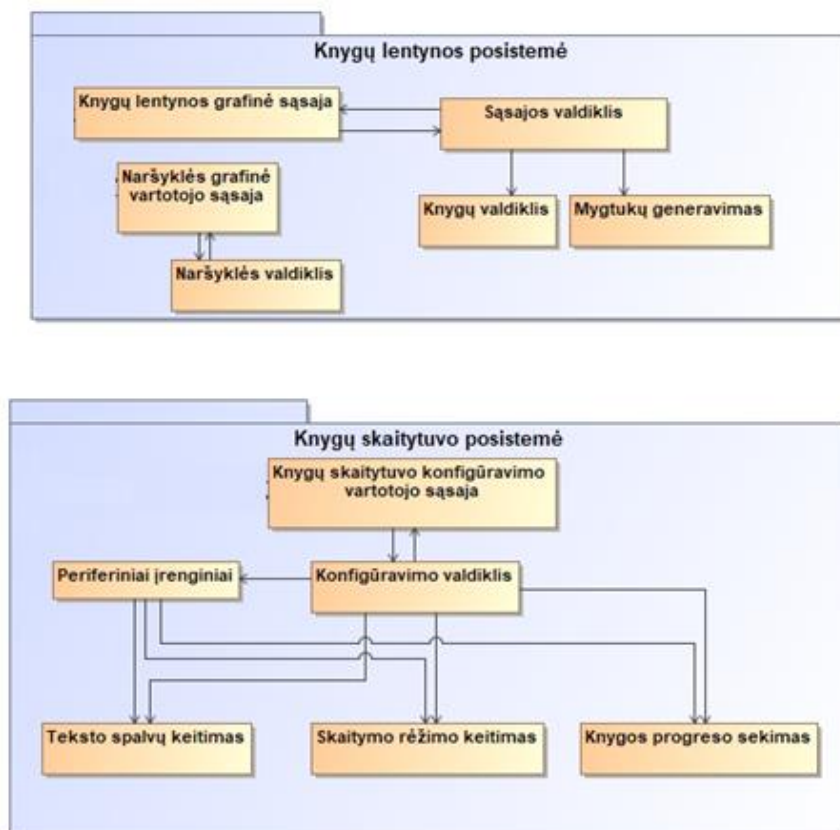


- *Bookmarks*, *BookmarkNavigation*, *ContentPage* ir *User* klasės yra sistemoje naudojamų duomenų klasės;
- *ErrorInterceptor* ir *FlareInterceptor* klasės yra duomenų perėmėjai. *ErrorInterceptor* klasė registruoja HTTP kliento klaidų duomenis, o *FlareInterceptor* klasė yra atsakinga už „Cloudflare“ įmonės teikiamų paslaugų naudojimą;
- *NUserService*, *ReaderService*, *UserService* yra aptarnavimo klasės. *NUserService* klasė yra atsakinga už „NovelUpdates“ teikiamų paslaugų apdorojimą. *ReaderService* klasė yra atsakinga už duomenų išgavimą iš internetinio puslapio. *UserService* yra atsakinga už vartotojų prisijungimą;
- *RestController* ir *ReaderController* yra *RESTful* valdymo klasės, kurios atsakingos už duomenų saugojimą duomenų bazėje bei duomenų pateikimą vartotojo knygų skaityklėje;
- *OAuth2Config* ir *WebSecurityConfig* klasės yra atsakingos už „Spring Boot“ priklausomybių parametrus;
- *PersistentCookieJar* ir *PersistentCookieStore* klasės yra atsakingos už HTTP kliento slapukų valdymą;
- *SocketHandler* ir *WebSocketConfig* klasės yra atsakingos už nuotolinių prietaisų valdymą. Šios klasės reikalingos „via Mobile-To-Desktop“ skaitymo metodo realizacijai.

Paketai *Readability*, *Model*, *Processor* ir *Util* yra atsakingi už duomenų išrinkimą.

#### 3.5.1.4. Sistemos navigavimo diagramos

Toliau 3.8 pav. yra pateikiama abstrakti visos sistemos navigavimo diagrama.



3.8 pav. Abstrakti visos sistemos navigavimo diagrama

Knygos lentynos posistemis teiks vartotojui grafinę sąsają, kurioje pateikiami visi išsaugotų knygų įrašai. Sąsajos valdiklių dėka bus galima atlikti su šių įrašų šalinimo bei redagavimo veiksmus. Sąsajos valdiklis leis sugeneruoti mygtuką, kuris suteiks galimybę pasiekti knygos lentynos posistemį greitai būdu. Naršyklės valdiklis suteikia priegą prie adresyno juostos, kurioje saugomas sugeneruotas mygtukas.

Knygos skaityklės posistemis suteiks vartotojui priegą prie skaityklės konfigūravimo sąsajos. Konfigūravimo valdiklis jungia knygų skaitymo progreso sekimą, režimų keitimą ir teksto formato redagavimą. Taip pat, šis posistemis valdo periferinius įrenginius, tai yra – reugliuoja akcelerometro ir internetinės kameros įjungimą.

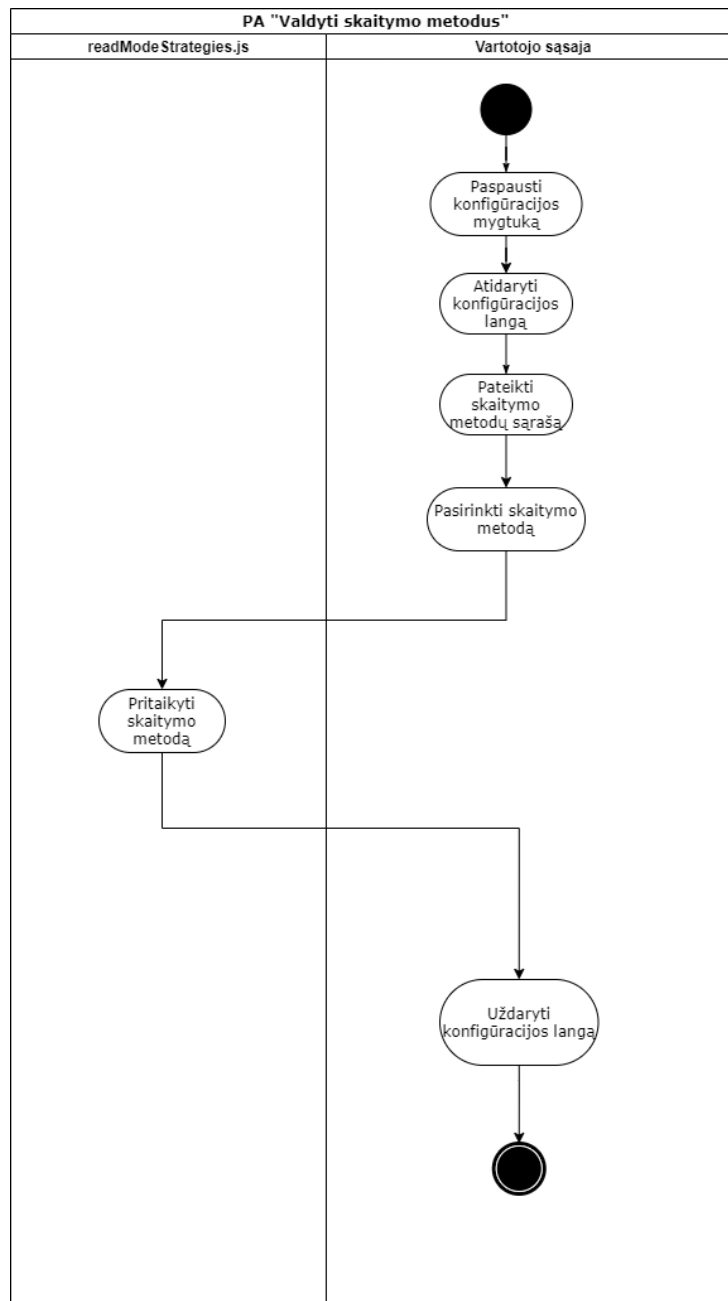
### **3.5.2. Sistemos dinaminis vaizdas**

Toliau pateikiamos esminės veiklų diagramos, kurios iliustruoja skaitymo metodų veikimą:

- Valdyti skaitymo metodus;
- Skaityti naudojant „via Paragraphs“ metodą;
- Skaityti naudojant „via Mobile-To-Desktop“ metodą;
- Skaityti naudojant „via Virtual Joystick“ metodą;
- Skaityti naudojant „via WebCam Head-Tracking“ metodą;
- Skaityti naudojant „via Speed-Reading“ metodą.

#### **3.5.2.1. Veiklos diagramos**

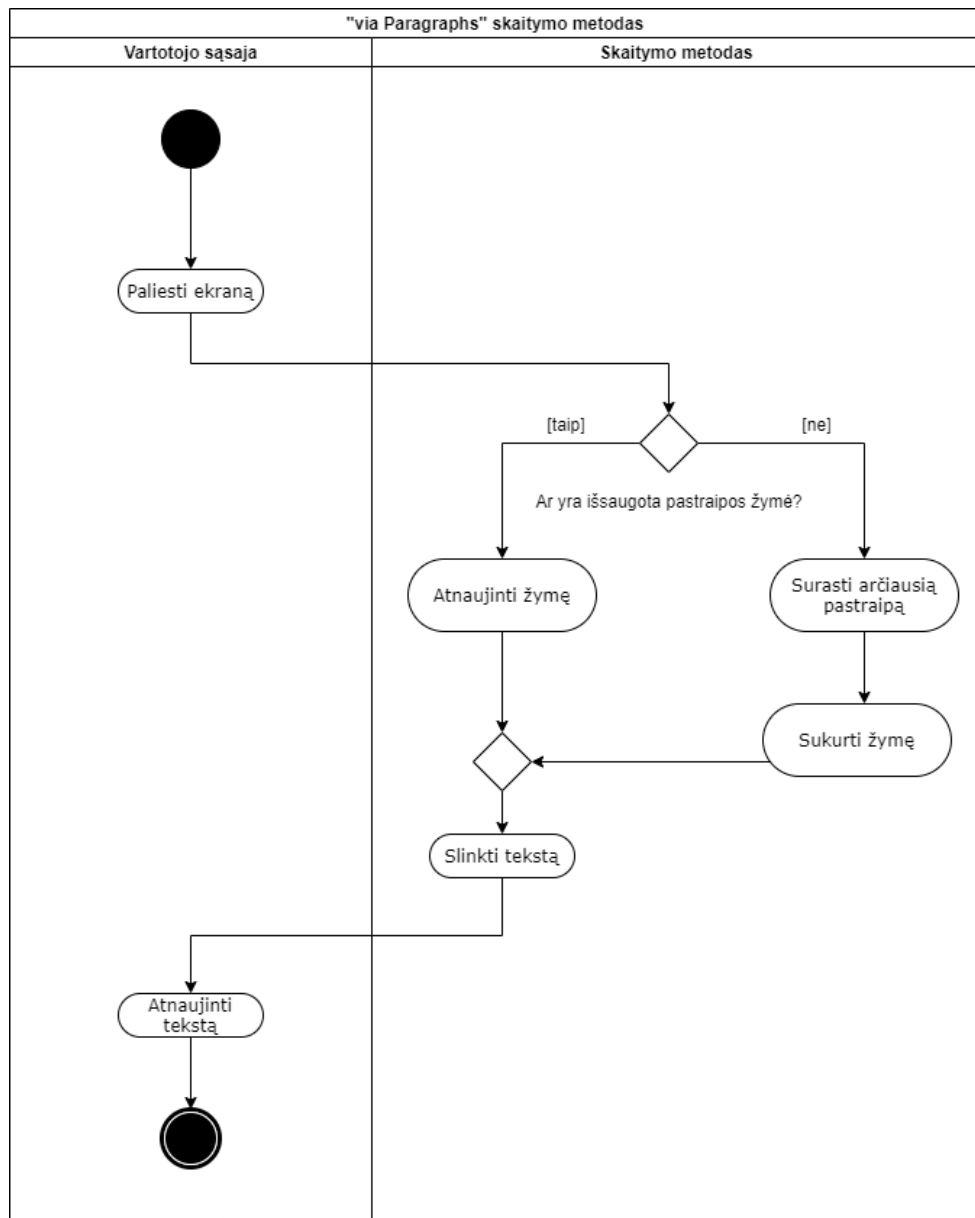
Toliau esančiame paveikslėlyje (3.9 pav.) parodoma kaip yra pasirenkamas skaitymo metodas.



3.9 pav. „Valdyti skaitymo metodus“ veiklos diagrama

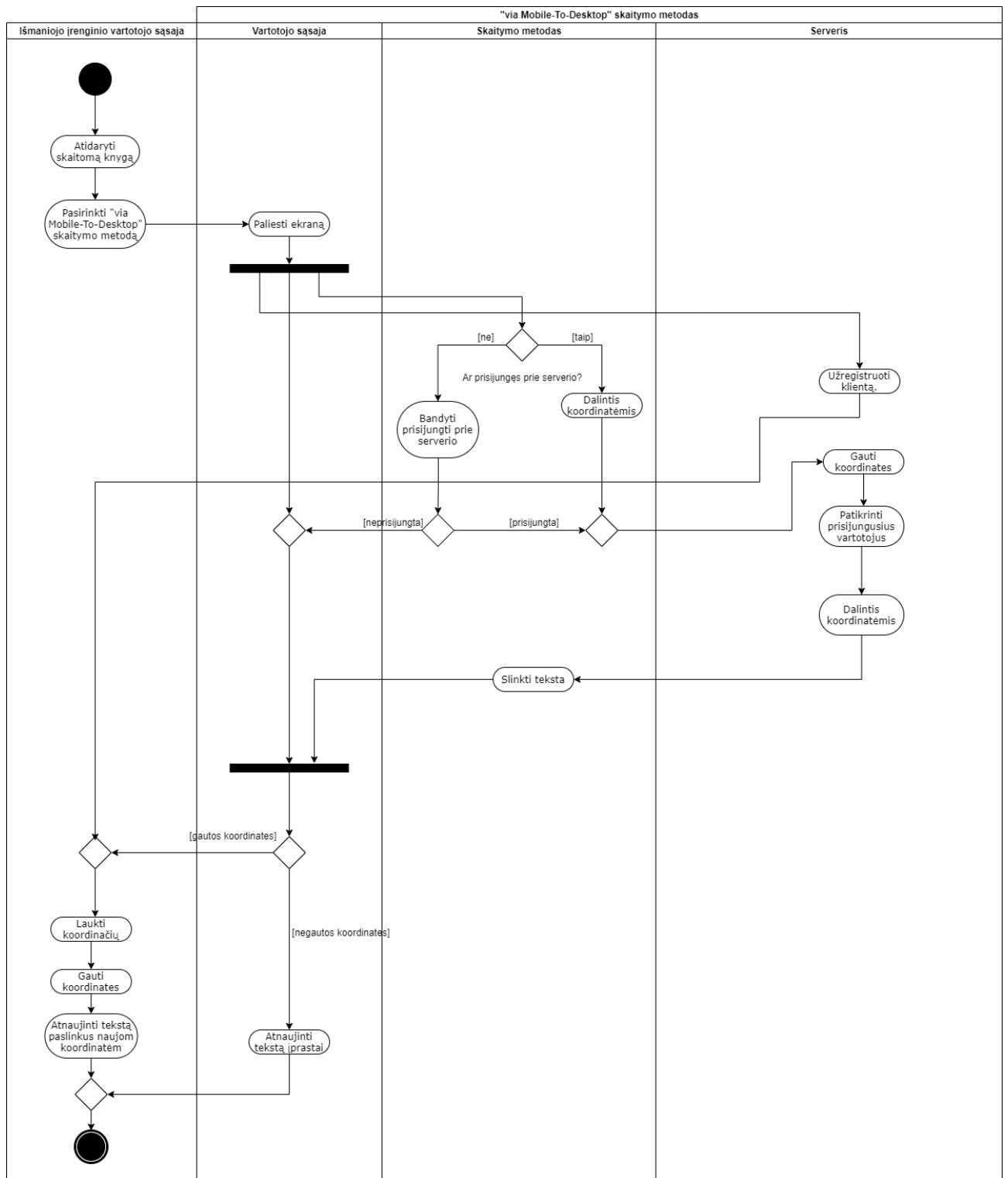
Vartotojas atidaręs knygų skaityklės konfigūracijos meniu gali pamatyti realizuotų skaitymo metodų sąrašą. Pasirinkus vieną iš jų, vykdomas tam skirtas pritaikymo algoritmas, o konfigūracijos langas yra uždaromas.

Pasirinkus „via Paragraphs“ skaitymo metodą (3.10 pav.), vartotojas gali juo naudotis paspausdamas įrenginio ekraną. Jeigu yra išsaugota ankstesnės skaitomos pastraipos žymė, ji yra atnaujinama, kitu atveju – ieškoma skaitoma pastraipa. Pastraipa surandama jeigu ji nėra už ekrano ribų. Po to yra sukuriamas žymė, kuria pasinaudojus vėliau nereikės iš naujo ieškoti skaitomos pastraipos. Tekstas yra slenkamas atitinkama kryptimi – žemyn arba aukštyn, o įrenginio tekstas atnaujinamas ir pateikiamas vartotojui.



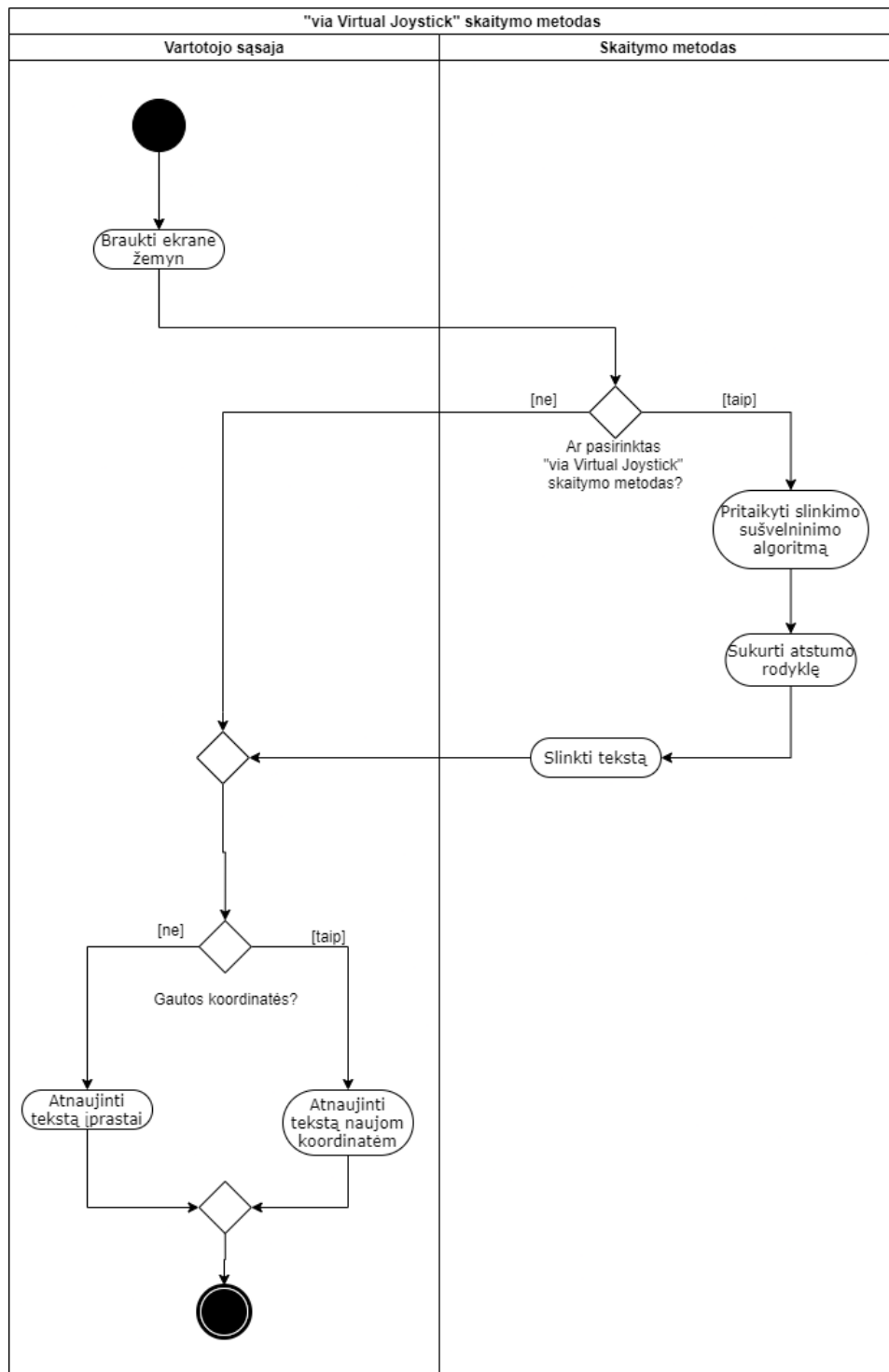
**3.10 pav.** Skaityti naudojant „via Paragraphs“ metodą

Norėdamas valdyti knygų skaitymą nuotoliniu būdu vartotojas turės pasirinkti „via Mobile-To-Desktop“ skaitymo režimą visuose naudojamuose įrenginiuose (3.11 pav.). Įjungti įrenginiai su pritaikytu skaitymo metodu yra registruojami serveryje ir laukia naujų ekrano koordinacių. Bet kuriame įrenginyje įvykdžius teksto paslinkimą, šio įrenginio ekrano koordinatės yra dalinamos visiems įrenginiams naudojant serverį. Sėkmingai gavus šias koordinates, prietaisai atnaujina savo ekranus, priešingu atveju – atnaujinamas neįvyksta arba slenkamas tekstas tik tame įrenginyje, kuriame įvyko teksto paslinkimas.



3.11 pav. Skaityti naudojant „via Mobile-To-Desktop“ metodą

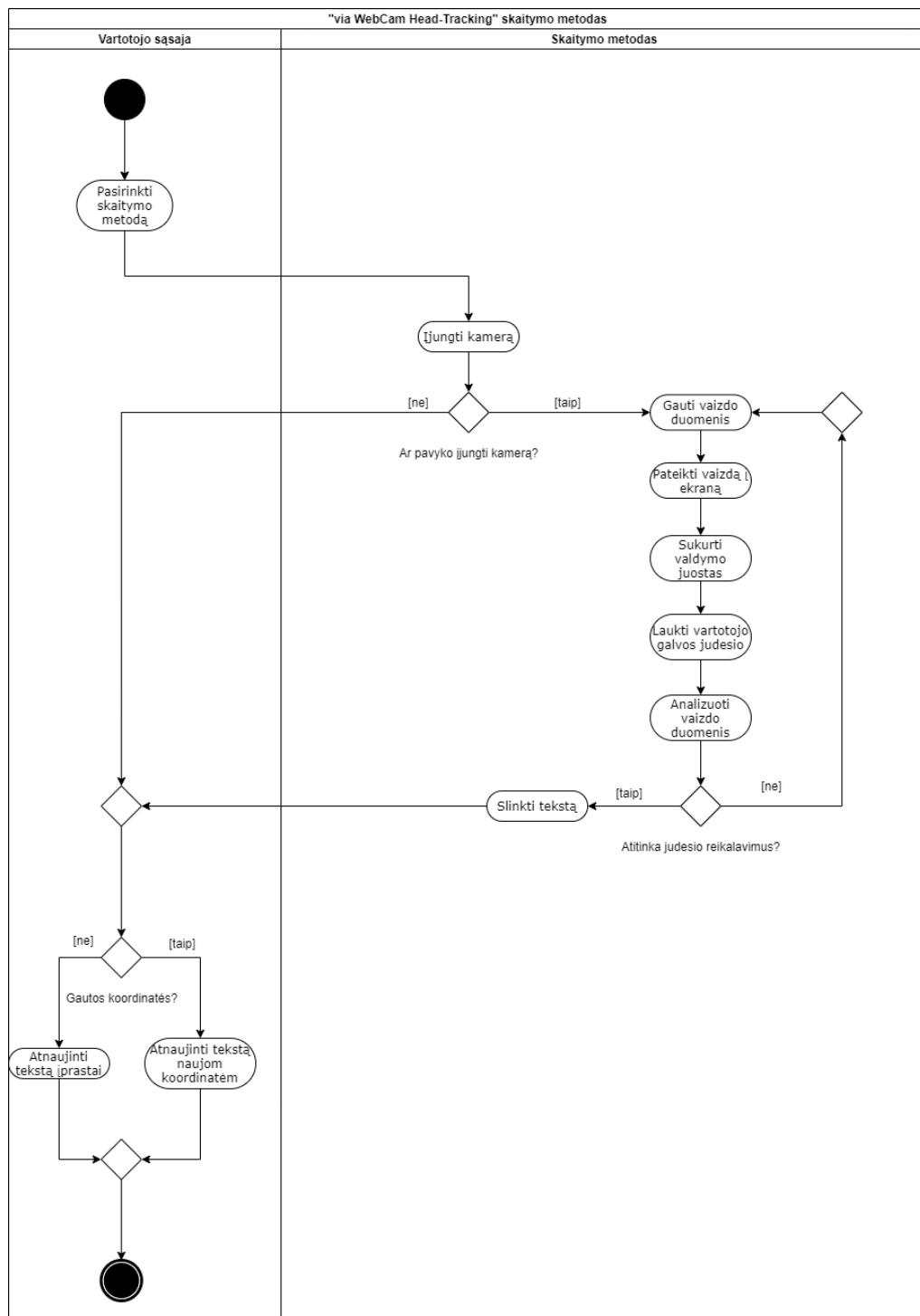
Skaitymo metodo „via Virtual Joystick“ veikimas (3.12 pav.) yra paremtas kompiuterio pelės, viduriniojo mygtuko naudojimu naršyklėse. Paspaudus liečiamo įrenginio ekraną ir atlikus braukimo gestą, šis skaitymo metodas pritaiko teksto slinkimui sušvelninimo veiksmus (angl. *smooth scrolling*). Teksto slinkimo tempas priklauso nuo braukimo atstumo. Slinkimas sustabdomas, kai vartotojas nustoja liesti įrenginio ekraną.



3.12 pav. Skaityti naudojant „via Virtual Joystick“ metodą

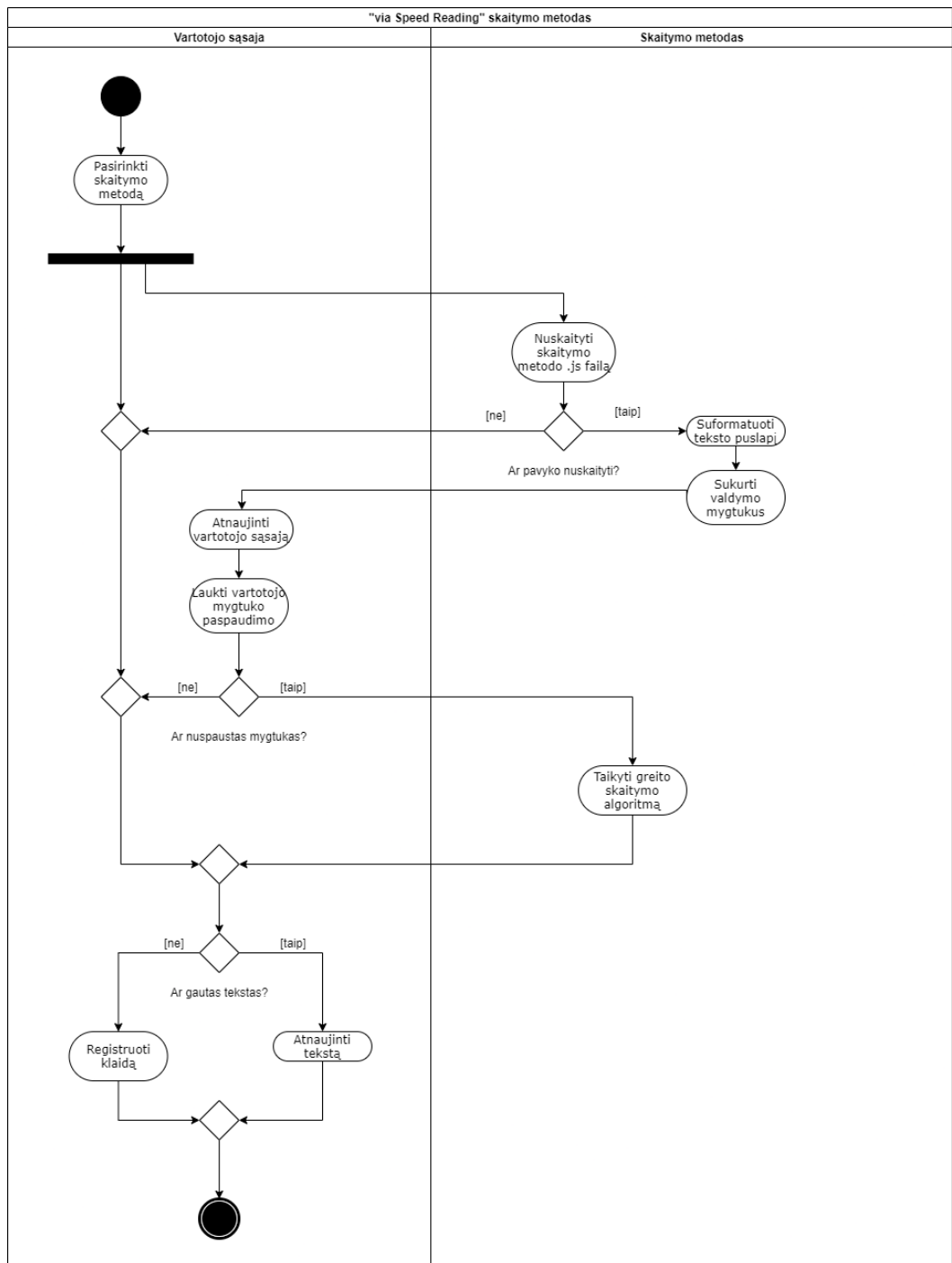
Teksto valdymą galvos judesiais realizuoja „via WebCam Head-Tracking“ metodas (3.13 pav.). Pritaikius šį režimą pirmą kartą vartotojas turės suteikti naršyklei prieigą prie įrenginio kameros. Jei tai jau padaryta – ji bus tiesiog įjungiamą. Gavus prieigą, algoritmas naudos kameros teikiamus vaizdo duomenis galvos pozicijai bei valdymo juostoms nustatyti. Vėliau atlikti vartotojo galvos judesiai yra analizuojami ir tikrinama ar gauti rezultatai atitinka judesio aptikimo ribas. Tai yra, judesys užfiksuojamas, jei galvos pozicija yra aukščiau ar žemiau nustatytų valdymo juostų. Jei

judesys užfiksuojamas, tuomet yra slenkamas tekstas atitinkama kryptimi. Priešingu atveju teksto slinkimo veiksmai paliekami naršyklei.



3.13 pav. Skaityti naudojant „via WebCam Head-Tracking“ metodą

Pasirinkus greito skaitymo režimą „via Speed Reading“ (3.14 pav.), sistema taip suformatuos puslapį, kad vartotojui būtų galima sutelkti visą dėmesį į vieną tašką. Tuo pačiu sukuriama valdymo, mygtukai. Vartotojui nuspaudus vykdymo mygtuką yra startuojamas greito skaitymo algoritmas, kuris pateikia tris knygos žodžius atsižvelgdamas į laisvai konfigūruojamą skaitymo tempą. Pateiktas tekstas yra pateikiamas vartotojo ekrane. Jei tekstas nepateikiamas – tai registruojama kaip klaida.

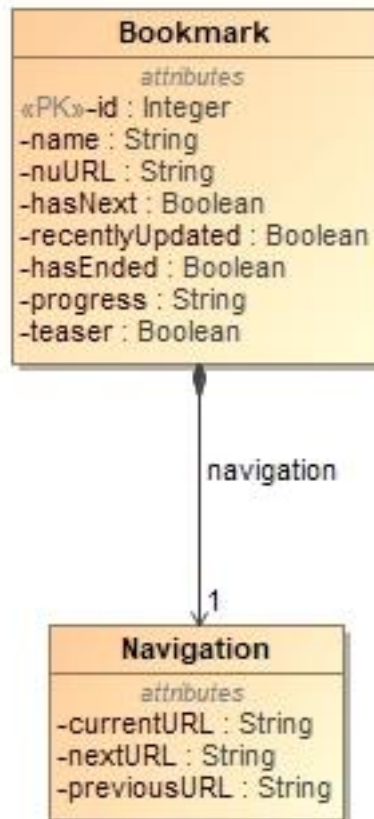


**3.14 pav.** Skaityti naudojant „via Speed Reading“ metodą

### 3.5.3. Duomenų vaizdas

Sistema yra suprojektuota taip, kad svarbiausi duomenys būtų išgaunami iš skaitomos knygos šaltinio, todėl saugomų duomenų kiekis bus nedidelis. Knygų lentynos pateikimui užteks viešai prieinamos informacijos. Ši informacija būtina knygų būsenos nustatymui, skyrių valdymui, knygos skyrių sąrašo peržiūrai ir skaitymo pažangos pateikimui.





3.15 pav. Duomenų bazės diagrama

Klasė *Bookmark* aprašo knygos įrašą, kuriame saugojama informacija:

- *name* - knygos įrašo pavadinimas;
- *nuURL* - „NovelUpdates.com“ svetainės nuoroda, jeigu ji egzistuoja;
- *hasNext* - įrašo būseną, kai yra sekantis skaitomas skyrius;
- *recentlyUpdated* - įrašo būseną, kai šis knygos įrašas buvo neseniai atnaujintas;
- *hasEnded* - įrašo būseną, kai knyga laikoma perskaityta;
- *progress* – vėliausiai perskaitytos pastraipos indeksas;
- *teaser* – įrašo būseną, kai knygos įrašas yra ne knygos skyrius, bet anonsas.

Toliau kiekvienas knygos įrašas turi turėti knygos skyriaus šaltinio nuorodas:

- *currentURL* – dabartinio skyriaus šaltinio nuoroda;
- *nextURL* – sekančio knygos skyriaus šaltinio nuoroda, jei ji egzistuoja;
- *previousURL* – ankstesnio knygos skyriaus šaltinio nuoroda, jei ji egzistuoja.

## 4. TYRIMAI IR EKSPERIMENTINĖ DALIS

Atliekamais eksperimentiniais tyrimais yra siekiama palyginti kaip realizuota programinė įranga ir jos skaitymo metodai įtakoja išmaniųjų įrenginių resursus. Tai pat siekiama nustatyti skaitymo metodų panaudojamumą. Tam nustatyti bus atliekami šie eksperimentai:

- Knygų skaitymo platformos ir naudojamų naršyklių poveikio baterijai eksperimentas;
- Skaitymo metodų realizacijos poveikio baterijai eksperimentas;
- Skaitymo metodų darbo krūvio eksperimentas.

### 4.1. Eksperimentų metu naudota įranga

Eksperimentai buvo atliekami naudojant „Lenovo Tab M10” (modelis *TB-X505L*) planšetinį kompiuterį, kuriame įdiegta Android 9 (*Pie*) operacinė sistema (*Build ID: PKQ1.181218.001*). Planšetinis kompiuteris naudoja „Snapdragon 429” mobiliąją platformą, kurioje įdiegtas *4x ARM Cortex-A53 @ 2.02GHz* procesorius palaikantis 1280x800 (HD+) skiriamąją gebą. Šis įrenginys turi 4850 mAh ličio (*Li-on*) bateriją.

### 4.2. Knygų skaitymo platformos ir naudojamų naršyklių poveikio baterijai eksperimentas

#### 4.2.1. Tikslas

Šio eksperimento pagrindinis tikslas yra iširti kaip knygų skaitymo platforma įtakoja įrenginio baterijos naudojimą.

#### 4.2.2. Metodika

Norint stebėti įrenginio sunaudojamą energiją yra reikalingas prietaisas galintis matuoti elektros srovę. Toks prietaisas vadinamas ampermetru. Kita vertus, šiuolaikiniai išmanieji įrenginiai pajėgūs tai įvertinti be papildomų įrenginių. Galima pasinaudoti tam skirta mobiliąją programėle. „Android“ operacinei sistemai sukurta daugybė tokių programėlių ir kiekviena iš jų pasižymi įvairiomis funkcijomis. Šiam eksperimentui atlikti reikalingas būdas nustatyti įrenginio iškrovos greitį. Tokią funkciją suteikia programėlė „*Ampere*“.

Išbandant programėlę buvo patikrintas jos tikslumas. Tikslumui įvertinti buvo įkraunamas eksperimentams naudojamas „Lenovo Tab M10” įrenginys ir stebimi programėlės grąžinami iškrovos greičio duomenys. Prietaisas buvo sukonfiguruotas taip, kad būtų sumažinamas poveikis baterijai. Tai yra, išjungiamas įrenginio ekrano pašviesinimas, Wi-Fi ryšys, Bluetooth tryšys. Po to įrenginys buvo įkraunamas **2A** galios krovikliu. Rezultatas – programėlė „*Ampere*“ apskaičiavo **1920 mAh** įkrovimo galią. Taip pat buvo pastebėta, kad duomenys atsinaujina kas **3 sekundės**. Atsižvelgus į tai, kad rezultatai galėjo įtakoti įkroviklis, jam naudojami laidai bei įrenginio fone veikiantys procesai, kurių neįmanoma sustabdyti, buvo nuspręsta, kad tyrimams atlikti šios programėlės užteks.

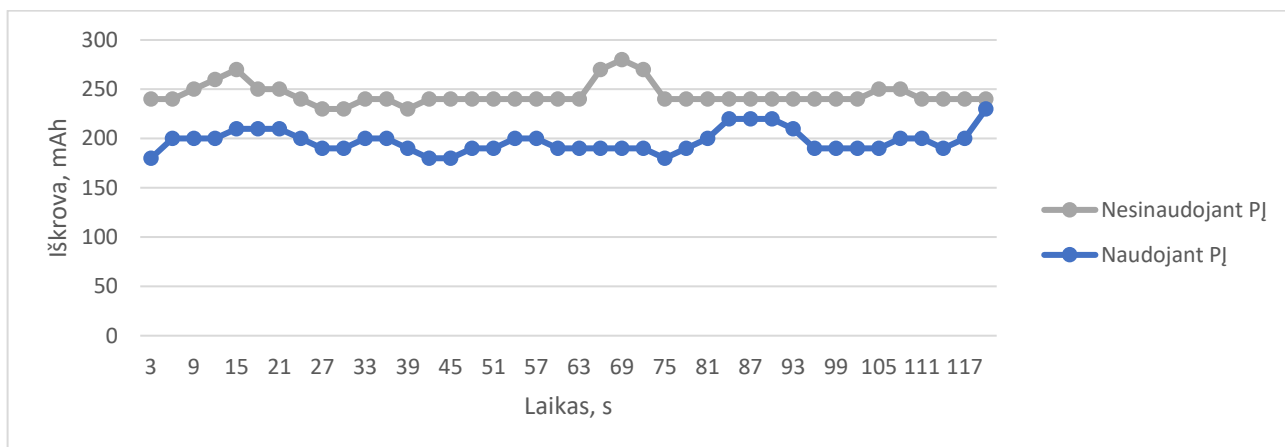
Eksperimentas vykdomas paprastai. Pirmiausia pasirenkama testavimo medžiaga (tekstas). Testavimo medžiagą sudaro apie 2000 žodžių apimties knygos skyrius esantis interneto svetainėje. Užkrautame knygos skyriuje, naudojant naršyklės adreso juostą, paleidžiamas *JavaScript* kodas, kuris kas 3 sekundės automatiškai paslenka tekstą žemyn. Tyrimas vykdomas 120 sekundžių. Ekrano šviesumo lygis nustatomas ant 30%. Wi-Fi ryšys bus išjungtas, kadangi testuojama medžiaga

talpinama internete. Tuo metu tikimasi įrenginio iškrovos šuolių. Vėliau įrenginio iškrovos greitis registruojamas „Samsung Galaxy S4“ išmanaus telefono kameros pagalba, o gauti duomenys suvedami į „Microsoft Excel“ skaičiuoklę. Šis procesas vykdomas 3 kartus naudojant skirtingas interneto naršyklės: *Bromite*, *Firefox* ir *Google Chrome*. Vienu atveju - naudojantis knygų skaitymo platforma, kitu - nesinaudojant.

### 4.2.3. Rezultatai

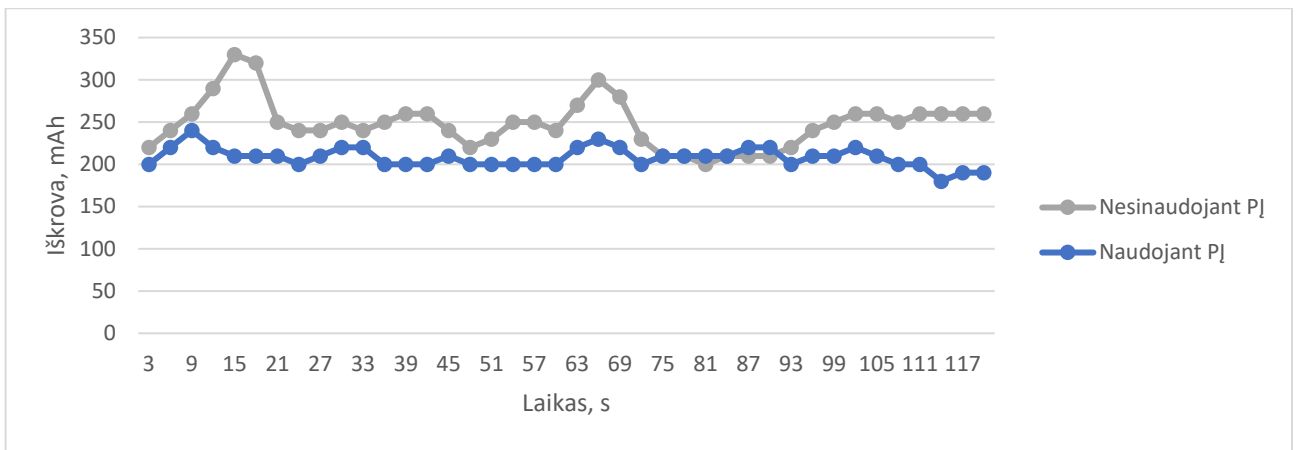
Atlikus eksperimentus ir pavaizdavus juos grafikais (4.1 pav., 4.2 pav., 4.3 pav.) iš karto galime pastebėti akivaizdų skirtumą.

„Bromite“ naršyklės atveju (4.1 pav.), baterijos taupymas pasireiškė visais atvejais. Nesinaudojant knygų skaitymo platforma, toliau PĮ, mes galime pastebėti didžiausią (280 mAh) iškrovą. Tuo pačiu metu naudojantis PĮ iškrova lygi 190 mAh. Stebint vaizdo įrašą buvo pastebėta, kad didelis iškrovos šuolis įvyko dėl to, kad tuo metu padidėjo Wi-Fi siunčiamų ar gaunamų duomenų kiekis, kurio mums pavyksta išvengti, jeigu naudojames PĮ. Pasirodo, kad testuojama svetainė tuo momentu gražina pranešimą.



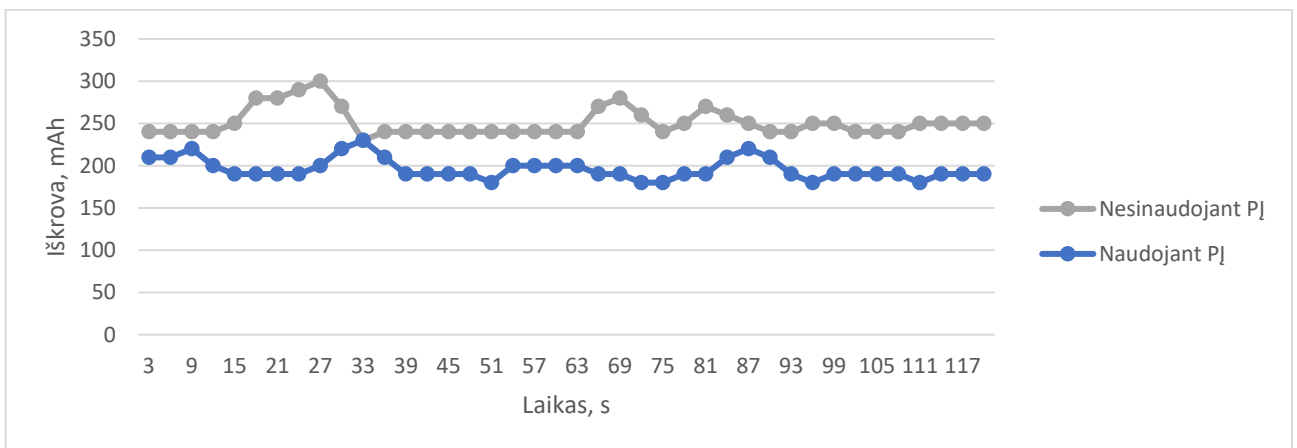
4.1 pav. Įrenginio iškrovimo greičio palyginimo diagrama – „Bromite“ atvejis

Tyrinėjant „Firefox“ naršyklės veikimą (4.2 pav.) pastebėta, kad baterijos taupymas taip pat pasireiškia, tačiau skirtumas mažesnis. Taip yra todėl, kad naršyklė numatyti nustatymai turi įjungtą „smooth scroll“ funkciją. Šia funkcija tikimasi palengvinti skaitymą esant ilgiems tekstams, tačiau tai turi neigiamą poveikį baterijai. Taip pat buvo pastebėta, kad naršyklė turi teksto pateikimo problemų. Tuo galime paaiškinti, kodėl 87 sekundę, naudojant PĮ, įrenginio iškrova buvo 220 mAh (lyginant su 210 mAh).



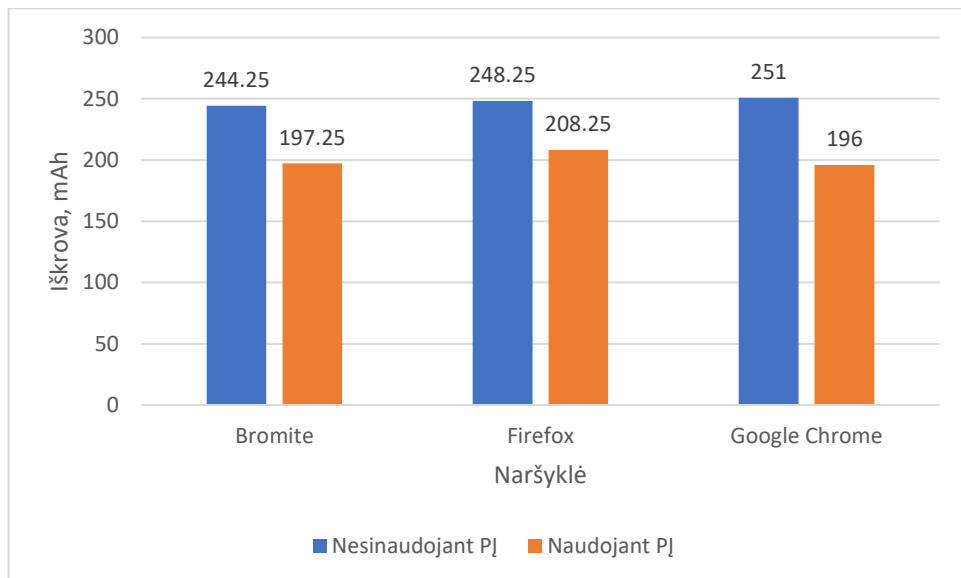
4.2 pav. Įrenginio iškrovimo greičio palyginimo diagrama – „Firefox“ atvejis

„Google Chrome“ (4.3 pav.) naršyklė, kaip ir „Bromite“, taupo įrenginio bateriją visais atvejais. Tai nenustebina, kadangi šios interneto naršyklės naudoja tą patį naršyklės variklį „Chrome V8“. Pagrindinis skirtumas tarp jų – „Bromite“ stengiasi suteikti „nesutrukdomą“ vartotojo naršymo patirtį. Tai reiškia, kad pagal numatytus parametrus ji yra pritaikyta naudoti mažiau įrenginio resursų. Tuo galime paaiškinti, kodėl šių naršyklių iškrovos panašios, bet „Google Chrome“ vis tik yra mažiau taupi.



4.3 pav. Įrenginio iškrovimo greičio palyginimo diagrama – „Google Chrome“ atvejis

4.4 paveikslėlyje pateikiama įrenginio iškrovimo greičių vidurkių palyginimo diagrama. Tyrimo metu buvo nustatyta knygų skaitymo platformos nauda įrenginio baterijai. Baterijos taupumo atžvilgiu taupiausia interneto naršykle yra „Bromite“. Šiek tiek atsilieka „Google Chrome“.



4.4 pav. Įrenginio iškrovimo greičių vidurkių palyginimo diagrama

### 4.3. Skaitymo metodų baterijos efektyvumo eksperimentas

#### 4.3.1. Tikslas

Šio eksperimento tikslas yra ištirti, kokį poveikį realizuoti skaitymo metodai turi įrenginio baterijai ir kuris iš jų yra efektyviausias.

#### 4.3.2. Metodika

Eksperimento metodika beveik identiška ankstesniame skyrelyje atlikto eksperimento metodikai. Skirtumas tas, kad matavimai atliekami tik vienoje naršyklėje - „Google Chrome“. Šioje naršyklėje atlikti su skaitymo metodais susiję eksperimentai.

Tiriami skaitymo metodai yra šie:

- Skaitymas naudojant „*via Paragraphs*“ režimą;
- Skaitymas naudojant „*via Virtual Joystick*“ režimą;
- Skaitymas naudojant „*via Speed Reading*“ režimą;
- Skaitymas naudojant „*via Noise to Scroll*“.

Parinkti šie skaitymo režimai turi šias savybes:

- „*via Paragraphs*“ režimas reikalauja periodinio vartotojo įsikišimo, tai yra tyrime naudojamo įrenginio ekrano paspaudimo;
- „*via Virtual Joystick*“ režimas reikalauja, kad vartotojas periodiškai nuspaustų ir laikytų įrenginio ekraną;
- „*via Speed Reading*“ režimas neturi sąveikos su vartotoju;
- „*via Noise to Scroll*“ režimas reikalauja periferinio įrenginio, tai yra - mikrofono prieigos.

### 4.3.3. Rezultatai

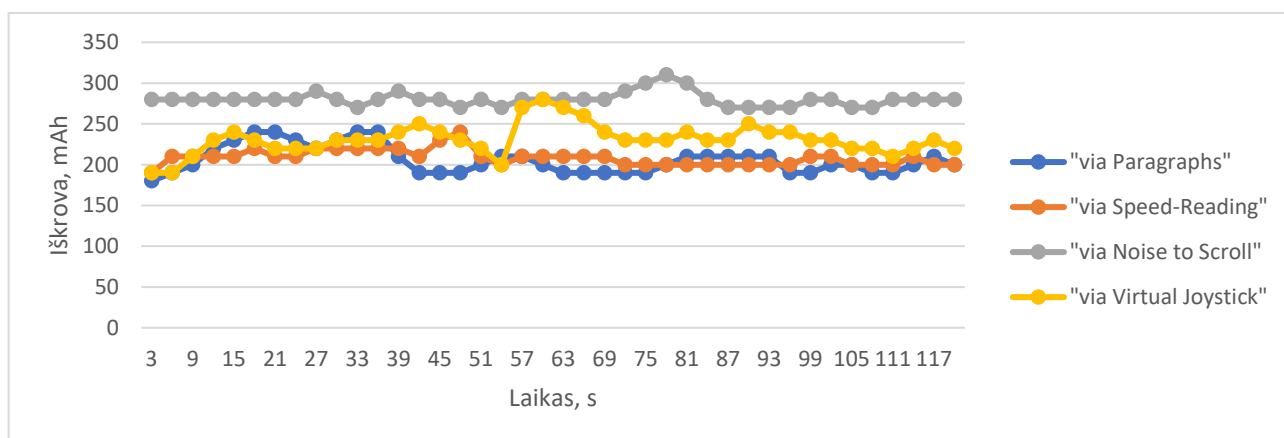
Toliau esančiame grafike (4.5 pav.) pateikiamas įrenginio iškvos greitis 2 minučių bėgyje. Naudojami visi 4 režimai. Grafike galime pastebėti, jog „via Paragraphs“ ir „via Speed-Reading“ režimų įrenginio iškvos yra labai panaši. Tai yra stebinantis rezultatas, kadangi „via Speed-Reading“ režimas perteikia skaitomą informaciją į ekraną žymiai dažniau negu „via Paragraphs“ metodas. Kita vertus, rezultatai turbūt išsilygina dėl liečiamo ekrano naudojimo.

Režimas „via Virtual Joystick“ labiau iškrauna bateriją, kadangi šis metodas atlieka pora dalykų įrenginio veikimo fone:

- vykdo naujų elementų sukūrimą tam, kad matytume virtualios rankenos poziciją;
- vykdo algoritmą, kuris sukuria „švelnaus“ teksto slinkimą.

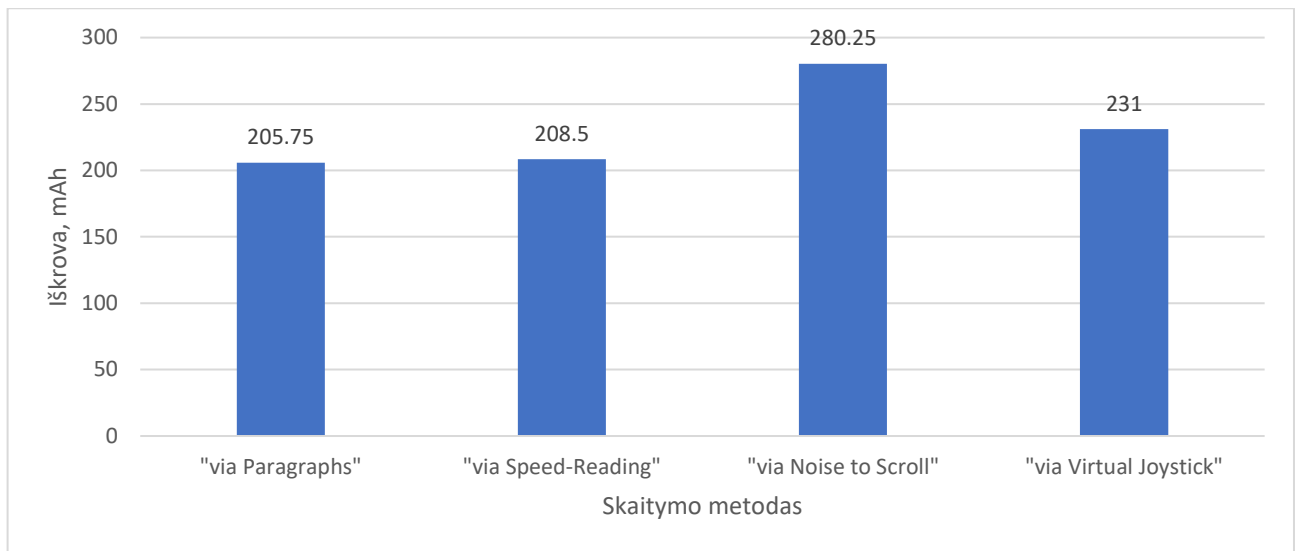
Dėl šio algoritmo veikimo padidėja ir įrenginio ekrano atnaujinimo dažnis, todėl iškvos greitis yra didesnis. Taip pat, nesunku paaiškinti, kodėl 60 sekundę „via Virtual Joystick“ režimas atliko iškvos šuolį (iki 280 mAh) ir pasivijo „via Noise to Scroll“ režimą - įvyko truputį ilgesnis piršto atleidimas nuo įrenginio ekrano.

Režimo „via Noise to Scroll“ vykdymui yra reikalingas mikrofonas. Įjungus šią įrenginio funkciją iškart buvo pastebėtas iškvos šuolis (iki 280 mAh), o besinaudojant toliau šokteli iki 310 mAh. Šis šuolis galėjo įvykti dėl žmogaus įsikišimo, kadangi tuo metu galėjo būti užfiksuoti kelti garsai dėl mikrofono jautrumo. Taip įvyko keli teksto paslinkimai, kuriuos įrenginys turi perpiešti. Taip padidinama prietaiso iškvos.



4.5 pav. Įrenginio iškvos greitis pritaikant skirtingus skaitymo metodus palyginimo diagrama

Toliau esančiame grafike pateikiami tiriamų skaitymo režimų iškvos greičių vidurkiai (4.6 pav.).



**4.6 pav.** Apskaičiuotų iškrovos greičių vidurkių palyginimo diagrama

Apibendrinant šio tyrimo rezultatus galime teigti, kad įrenginio iškrovos greitį gali įtakoti įvairūs veiksniai, tokie kaip įrenginio ekrano atnaujinimo dažnis, vykdomi algoritmai, periferiniai įrenginiai ir atliekami skaičiavimai. Išsiaiškinome, kad „*via Paragraphs*“ skaitymo režimas yra efektyviausias baterijos atžvilgiu, tačiau „*via Speed-Reading*“ režimas yra beveik tiek pat efektyvus. Kita vertus, tai nereiškia, kad „*via Noise to Scroll*“ ir „*via Virtual Joystick*“ skaitymo režimai turėtų būti pamiršti, kadangi jie pasižymi savo unikaliu funkcionalumu, kuris žmonėms gali būti priimtinesnis.

#### **4.4. Skaitymo metodų darbo krūvio eksperimentas**

##### **4.4.1. Tikslas**

Atliekamo eksperimento metu yra siekiama nustatyti realizuotų skaitymo metodų panaudojamumą ir darbo krūvį žmogui.

##### **4.4.2. Metodika**

Šiam eksperimentui įvykdyti buvo pasirinkta NASA-TLX (angl. *NASA Task Load Index*) anketa. Tai NASA Ames tyrimų centre sukurtas klausimynas, kuriuo siekiama subjektyviai įvertinti žmogaus apkrautumą naudojant įvairias sistemas, vykdant užduotis ar kitus darbus. Tai padaryti siekiama įvertinant šešis aspektus – psichines, fizines ir bendras pastangas, našumą, skubėjimą bei nusivylimą (žr. 4.7 pav.). Po to atliekamas jų svarbos uždaviniui palyginimas pasveriant, kuris aspektas buvo uždaviniui svarbesnis. Įvertinimas vyksta 15 kartų.

### NASA Task Load Index

Hart and Staveland's NASA Task Load Index (TLX) method assesses work load on five 7-point scales. Increments of high, medium and low estimates for each point result in 21 gradations on the scales.

Name	Task	Date
	Mental Demand	How mentally demanding was the task?
	Very Low	Very High
	Physical Demand	How physically demanding was the task?
	Very Low	Very High
	Temporal Demand	How hurried or rushed was the pace of the task?
	Very Low	Very High
	Performance	How successful were you in accomplishing what you were asked to do?
	Perfect	Failure
	Effort	How hard did you have to work to accomplish your level of performance?
	Very Low	Very High
	Frustration	How insecure, discouraged, irritated, stressed, and annoyed were you?
	Very Low	Very High

4.7 pav. Pildoma anketos forma

Tyrimas atlikas su penkiais knygos skaitytojais, kurie pildė anketą kiekvieną kartą pasinaudoję knygų skaitykle ir jos tiekiamais skaitymo režimais. Anketa užpildoma naudojant interaktyvią NASA-TLX anketą<sup>1</sup>. Knygų skaitytojams suteiktas 2 minučių ilgio tekstas. Jis perskaitomas visais tiriamais skaitymo režimais. Knygų skaitykle skaitoma naudojant savus išmaniuosius įrenginius.

#### 4.4.3. Rezultatas

Respondentams atsakius į anketos klausimus buvo surinkti duomenys. Toliau buvo suregistruoti visų tiriamų aspektų vidurkiai, kurių rezultatai pateikti toliau esančiose diagramose (4.8 pav., 4.9 pav., 4.10 pav., 4.11 pav., 4.12 pav. ir 4.13 pav.). Taip pat buvo įvertintas ir viso darbo krūvis, kurį knygų skaitytojai patyrė skaitydami naudojant skaitymo režimus (4.14 pav.).

Kiekvienas aspektas buvo vertinamas [0, 100] balų skalėje.

Psichinių pastangų įvertinimu buvo siekiama nustatyti ar naudojamas skaitymo metodas reikalauja didelio dėmesio sukaupimo. Eksperimento rezultatai (4.8 pav.) parodė, kad didžiausių psichinių pastangų reikalaujantis režimas yra „*via Speed Reading*“. Šis metodas leidžia knygas skaityti dideliu tempu, todėl nenuostabu, kad norint efektyviai juo naudotis žmogui teks sutelkti visą dėmesį į ekrane greitai slenkančius žodžius.

<sup>1</sup> <https://nasa-tlx.firebaseio.com/> - [laikinas-tyrimas@ximtyl.com](mailto:laikinas-tyrimas@ximtyl.com):tyrimas



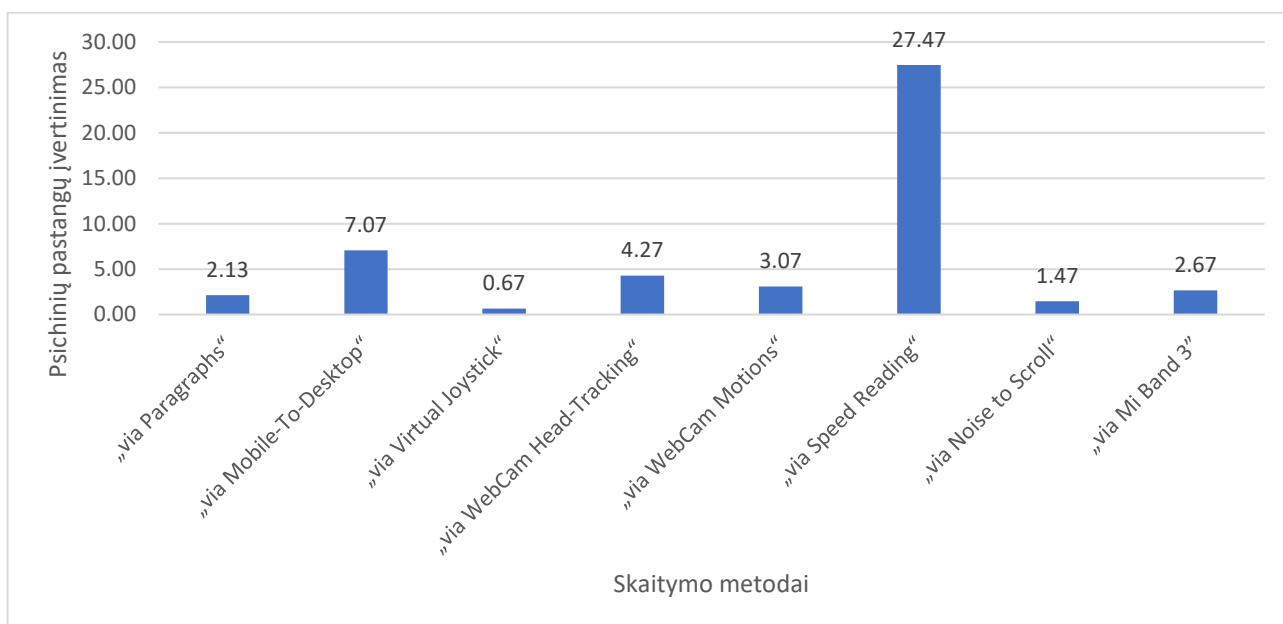
Nustebina, kad antroje vietoje yra „*via Mobile-To-Desktop*“ režimas, o ne „*via Mi Band 3*“. Šiuo metodu galima valdyti skaitomą knygą nuotoliniu būdu naudojant išmanųjį telefoną, kai „*via Mi Band 3*“ atveju - išmaniają apyrankę. Panašu, kad respondentai susidūrė su problemomis susijusiomis su išmaniosios apyrankės naudojimu. Vis dėlto, „*via Mobile-To-Desktop*“ reikalavo daugiau pastangų.

Pastebėtas panašumas tarp „*via WebCam Head-Tracking*“ ir „*via WebCam Motions*“ skaitymo režimų. Jų panaudojimui reikia internetinės kameros. Skaitymui naudojant pirmąjį režimą atliekamas valdymas galvos judesiais, o naudojant antrąjį - kūno judesiais (pavyzdžiui, rankos mostais, kuriuos registruoja kamera). „*via WebCam Head-Tracking*“ režimas didesnę įvertinimą gavo dėl to, kad jis reikalauja išlaikyti griežtesnę kūno poziciją.

Likusieji skaitymo režimai - „*via Paragraphs*“, „*via Virtual Joystick*“ ir „*via Noise to Scroll*“ parodė, kad jais panaudoti reikia mažiausiai psichinių pastangų. Jie visi trys panašiai konfigūruojami, tik skiriasi jų fizinis panaudojamumas:

- „*via Paragraphs*“ – reikėjo paliesti įrenginio ekraną;
- „*via Virtual Joystick*“ – reikėjo paliesti ir tempti įrenginio ekraną;
- „*via Noise to Scroll*“ – reikėjo sukelti garsą, tai yra paliesti įrenginio mikrofona.

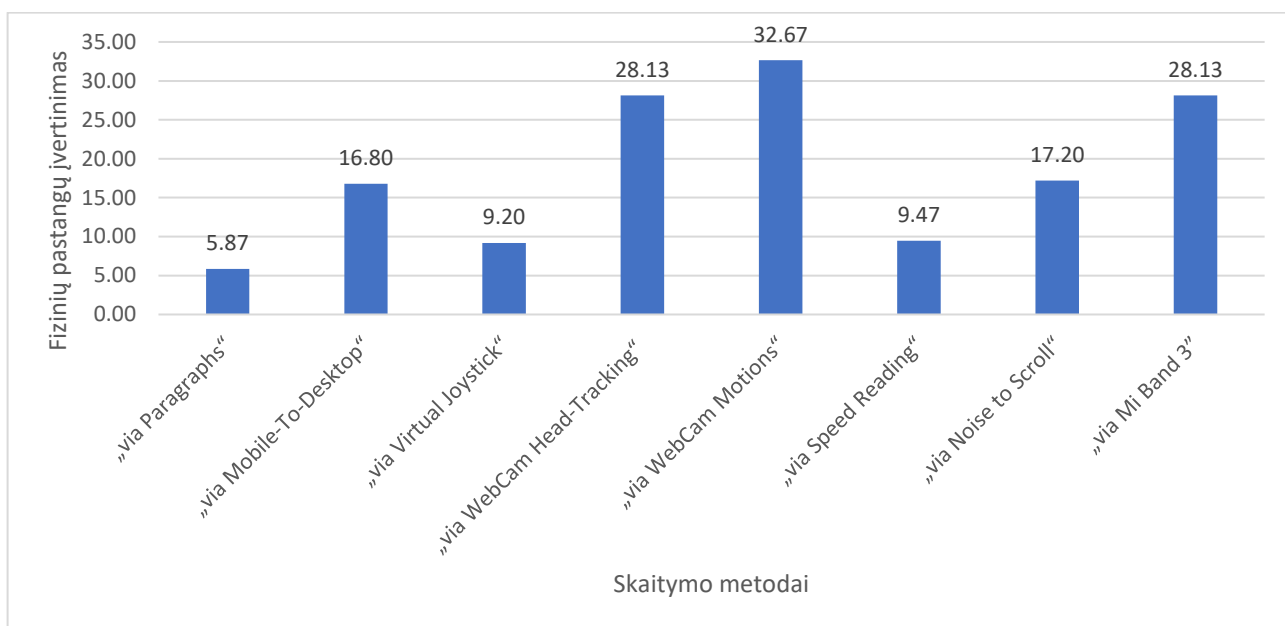
Mažiausiai pastangų reikalavo „*via Virtual Joystick*“ skaitymo režimas. Taip yra todėl, kad visi respondentai kasdien naudoja išmaniuosius telefonus, o šis skaitymo režimas yra identiškas įprastam jų knygų skaitymui.



**4.8 pav.** Skaitymo metodų psichinių pastangų įvertinimo palyginimas

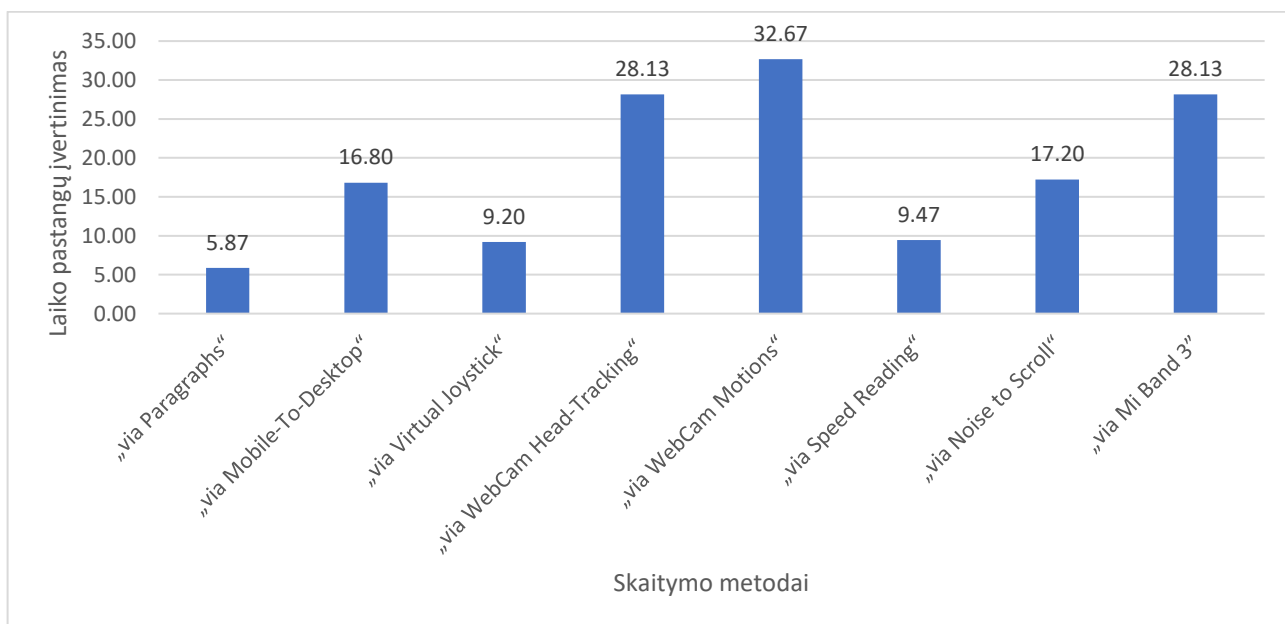
Išanalizavus skaitymo režimų fizines pastangas (4.9 pav.) paaiškėjo, kad skaitymo valdymas kūno judesiais, galvos judesiais ir išmaniają apyrankę (reikėjo sukurti riešą) reikalavo daugiausiai fizinių pastangų. Įdomus rezultatas pastebėtas tarp „*via Mobile-To-Desktop*“ ir „*via Noise to Scroll*“ skaitymo režimų. Buvo tikimasi, kad „*via Mobile-To-Desktop*“ režimo fizinis įvertinimas bus panašus į „*via Virtual Joystick*“. Vis dėlto, rezultatai galėjo įtakoti nuotolinio valdymo pasirošimo veiksmai, kurių atlikti „*via Noise to Scroll*“ režime nereikia. Mažiausiai fizinių pastangų reikalavo

„via Paragraphs“, „via Virtual Joystick“ ir „via Speed-Reading“ skaitymo režimai, nes juos pasinaudoti reikėjo atlikti minimaliai veiksmų.



**4.9 pav.** Skaitymo metodų fizinių pastangų įvertinimo palyginimas

Laiko (skubėjimo) aspektas (4.10 pav.) buvo vertinamas įtraukiant pasiruošimo veiksmus bei patį skaitymo procesą. Tyrimo rezultatai parodo, kad „via WebCam Motions“, „via WebCam Head-Tracking“ ir „via Mi Band 3“ režimai sulaukė blogiausio įverčio. Kiekvienam jų tenka atlikti trumpus pasiruošimo veiksmus, tokius kaip kameros pozicijos sutvarkymas ar prietaisų susiejimas „Bluetooth“ ryšiu. Dėl to yra nenuostabu, kad šių metodų rezultatai yra panašūs. „via Mobile-To-Desktop“ ir „via Noise to Scroll“ atvejais taip pat reikėjo atlikti prietaisų susiejimo bei garso triukšmo lygio konfigūravimo veiksmus. Mažiausiai pastangų reikalauja likusieji skaitymo režimai - „via Paragraphs“, „via Virtual Joystick“ ir „via Speed Reading“.



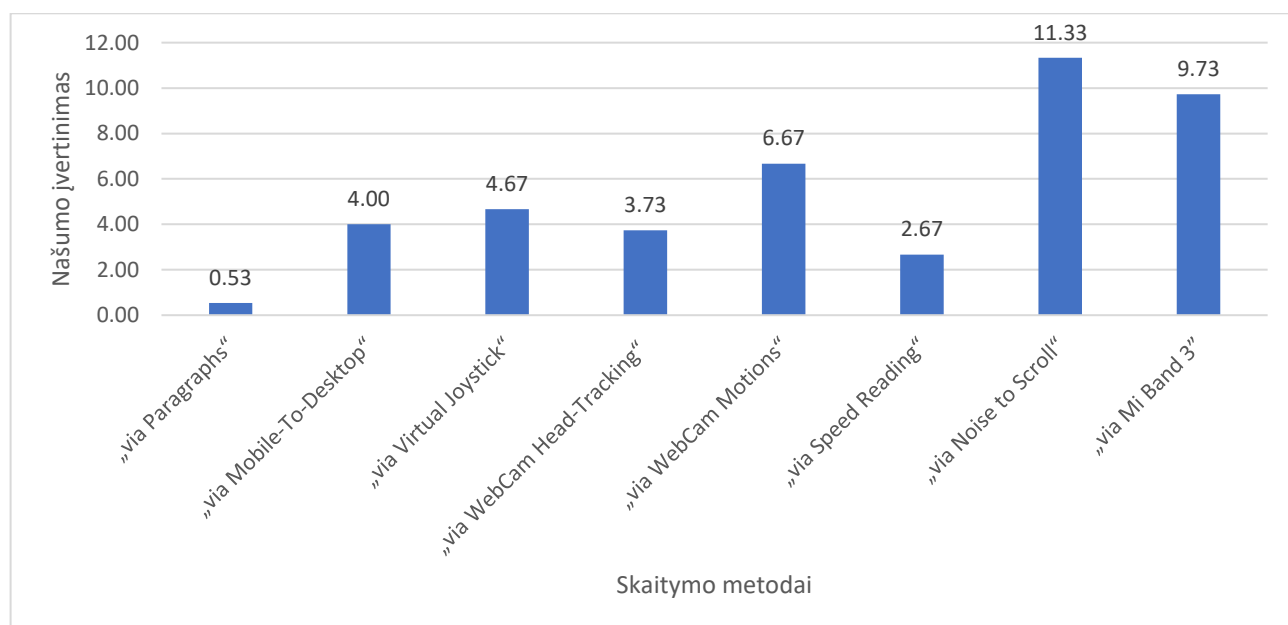
**4.10 pav.** Skaitymo metodų laiko pastangų įvertinimo palyginimas

Našumo aspekto įvertinimu (4.11 pav.) norima parodyti vartotojų pasitenkinimą naudojantis skaitymo metodais. Tyrimo rezultatai parodė, kad didžiausią nepasitenkinimą respondentai patyrė naudodami „*via Noise to Scroll*“ skaitymo režimą. Šį įvertinimą galėjo įtakoti tai, kad vartotojui reikėjo jį susikonfiguruoti pagal savo prietaisą. Taip pat neigiamą įtaką galėjo padaryti mikrafonų jautrumas, dėl kurio užfiksuoti netyčiniai garsai (pavyzdžiui, nusičiaudėjimo garsas) galėjo sutrikdyti skaitymą. Pastebima panaši situacija su „*via Mi Band 3*“ skaitymo režimu. Valdant šiuo būdu gali tekti smarkiai pasukti riešą viena kryptimi. Metodas iki šio tyrimo nebuvo optimizuotas malonesniam skaitomų knygų valdymui. Dėl šios priežasties režimui „*via Mi Band 3*“ teko antra pagal nepasitenkinimą vieta.

Skaitymo metodas „*via WebCam Motions*“ taip pat galėjo registruoti netyčinius kūno judesius, dėl kurių galėjo pablogėti vartotojų pasitenkinimas šiuo metodu. Dėl to galėjo pablogėti vartotojo patirtis skaitant knygą, tuo būdu padidinant nepasitenkinimą režimu. Kita vertus, nuostabu, kad vartotojai liko ganėtinai patenkinti knygų skaitymo valdymu galvos judesiais pritaikant „*via WebCam Head-Tracking*“ skaitymo režimą.

Toliau seka įdomūs „*via Mobile-To-Desktop*“, „*via Virtual Joystick*“ ir „*via Speed Reading*“ įvertinimai. „*via Virtual Joystick*“ režimo įvertinimą galėjo įtakoti teksto slinkimo tempas, dėl kurio galima buvo netyčia praslinkti skaitomą tekstą. „*via Mobile-To-Desktop*“ atveju, vartotojams greičiausiai patiko nuotolinio valdymo galimybė, todėl šis skaitymo metodas suteikė didesnę pasitenkinimą. Taip pat, gerą įvertinimą gavo „*via Speed Reading*“ režimas dėl savo išskirtinumo.

Geriausią įvertinimą gavo „*via Paragraphs*“ skaitymo režimas. Šis režimas pasižymi paprastumu, o žmonėms patinka paprastumas, todėl natūralu, kad šiuo skaitymo metodu vartotojai buvo labiausiai patenkinti.



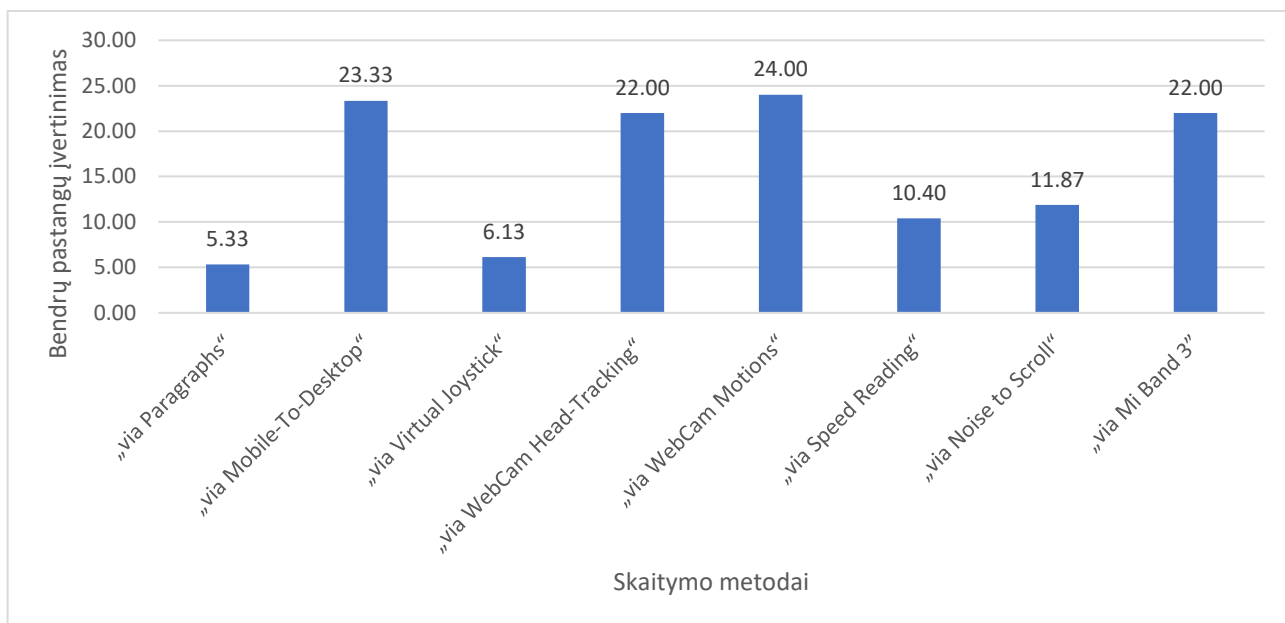
4.11 pav. Skaitymo metodų našumo įvertinimo palyginimas

Bendrų pastangų įvertinimu (4.12 pav.) buvo norima nustatyti kiek vartotojams reikėjo įdėti pastangų, kad jie sėkmingai pasinaudotų skaitymo režimais. Tyrimas parodė, kad „*via Mobile-To-Desktop*“, „*via WebCam Head-Tracking*“, „*via WebCam Motions*“ ir „*via Mi Band 3*“ skaitymo režimams

reikėjo įdėti panašiai pastangų. Tai yra tiesa, kadangi reikėjo atlikti trumpus pasiruošimo veiksmus prieš naudojant. „*via WebCam Motions*“ skaitymo metodą daugiausiai įtakėjo fizinės pastangos, todėl jam reikėjo daugiau bendrųjų pastangų.

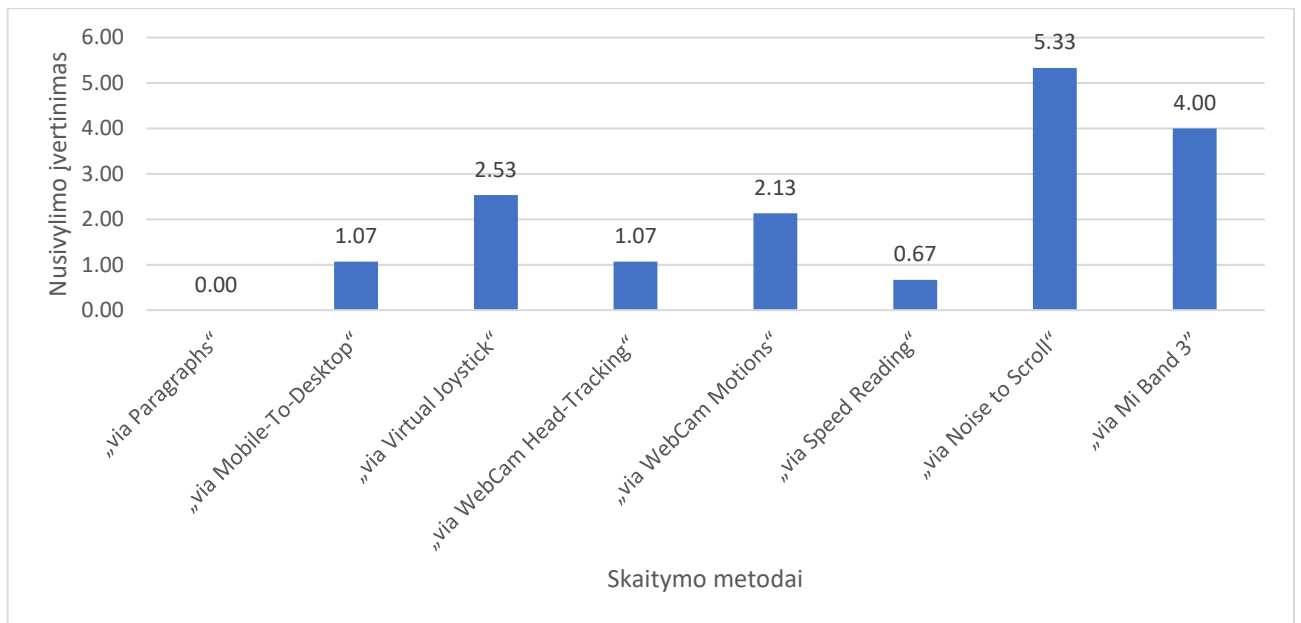
Įdomūs rezultatai susiję su „*via Speed Reading*“ ir „*via Noise to Scroll*“ skaitymo režimais. Pastebima, kad šių metodų įvertinimas yra labai panašus, tačiau ankstesniuose tyrimuose (žr. 4.8 ir 4.9 pav.) jie labai skyrėsi. „*via Speed Reading*“ režimas reikalavo žymiai didesnių psichinių pastangų, o „*via Noise to Scroll*“ režimas – fizinių pastangų. Kita vertus, jų bendras įvertinimas beveik išsilygina ir pasirodo, kad valdymas pagal triukšmo lygį reikalauja truputį daugiau pastangų.

Skaitymo režimai „*via Paragraphs*“ ir „*via Virtual Joystick*“ išlieka mažiausiai pastangų reikalaujančiais knygų skaitymo būdais, iš kurių valdymas atsižvelgiant į pastraipas gavo geresnį įvertinimą.



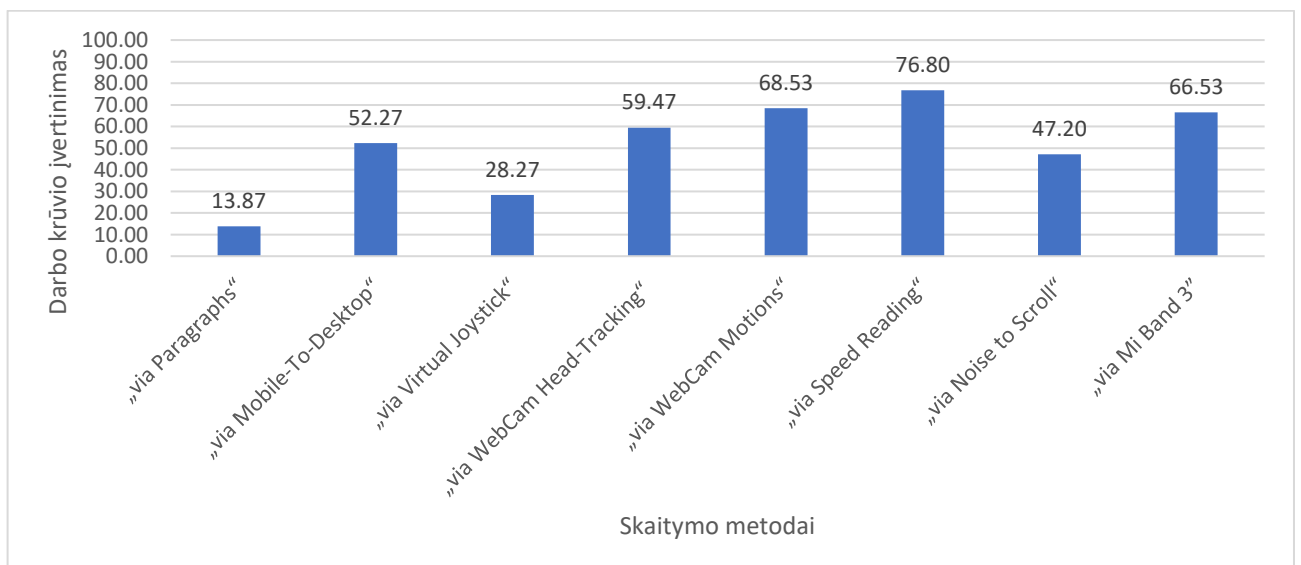
4.12 pav. Skaitymo metodų bendrų pastangų įvertinimo palyginimas

Toliau buvo tiriamas skaitymo metodų nusivylimo (angl. *frustration*) aspekto įvertinimas (4.13 pav.). Šiuo įvertinimu buvo siekiama nustatyti, kurie skaitymo metodai yra labiausiai panaudojami, nes nusivylimas yra svarbi panaudojamumo dalis. Tokie veiksmai kaip netyčinis knygos puslapio pakeitimas gali turėti neigiamą įtaką knygų skaitymui. Didžiausias nusivylimas pastebėtas „*via Noise to Scroll*“ skaitymo režime. Tai yra tiesa, kadangi naudojantis šiuo metodu bet koks pašalinis garsas galėjo paslinkti tekstą be vartotojo įsikišimo. „*via Mi Band 3*“ režimas galėjo vartotojams nepatikti, kadangi reikia įprasti – kiek jie turi pasukti riešą, kad pasislinktų skaitomos knygos puslapis. „*via Virtual Joystick*“ režimo įvertinimui galėjo būti per didelis slinkimo tempas, o „*via WebCam Motions*“ – užfiksuoti netyčiniai kūno judesiai. Beje, „*via WebCam Head-Tracking*“ režimo įvertinimą galėjo lemti griežtesnė kūno pozicija. „*via Speed Reading*“ režimas reikalavo daug įtampos ir vartotojai galėjo neužfiksuoti viso skaitomos knygos turinio. Labiausiai priimtintas vartotojams pasirodė „*via Paragraphs*“ skaitymo režimas.



**4.13 pav.** Skaitymo metodų nusivylimo įvertinimo palyginimas

Apibendrinimui pateikiamas visų skaitymo metodų darbo krūvio įvertinimo palyginimas (žr. 4.14 pav.). Atlikto tyrimo metu gauti duomenys parodo, kad „*via Paragraphs*“ skaitymo metodas yra pats patogiausias, todėl tikėtina, kad vartotojai knygas bus linkę skaityti naudojant būtent šį skaitymo metodą. Taip pat, nebloga alternatyva šiam metodui galime laikyti „*via Virtual Joystick*“ režimą. Tuo tarpu greičiausio skaitymo metodas, kuris turėtų taupyti skaitymo laiką, „*via Speed Reading*“, parodė prasčiausius rezultatus.



**4.14 pav.** Skaitymo metodų viso darbo krūvio palyginimas

## 5. IŠVADOS

1. Siekiant sukurti programinę įrangą, kuri galėtų prisiderinti prie vartotojo skaitymo poreikių buvo nagrinėti įvairūs skaitymo metodai. Nuspręsta įgyventi 8 skaitymo metodus siekiant iširti jų panaudojamumą ir pritaikomumą. Didelį dėmesį nuspręsta skirti sistemos greitaveikai ir resursų taupymui siekiant taupyti išmaniųjų įrenginių resursus.
2. Atsižvelgiant į analizės rezultatus iškelti reikalavimai sistemai orientuoti į sistemos panaudojamumą, greitaveiką ir pernešamumą. Šie reikalavimai apsprendė sistemos išvaizdą, architektūrą ir įrenginius, kurie pasirinkti eksperimentams.
3. Atsižvelgiant į sistemos pernešamumo reikalavimus ir į galimą sistemos plėtimą pasirinkta į paslaugas orientuota architektūra. Klientinę programos dalį nuspręsta realizuoti naudojant *Angular* karkasą, kuris užtikrina veikimą įvairiose naršyklėse ir tuo pačiu įvairiose platformose. Į paslaugas orientuotos architektūros API dalį nuspręsta realizuoti Kotlin programavimo kalba, o įvairių įrenginių, tokių kaip interneto kamera, mikrofonas akcelerometras komunikavimui su klientine programos dalimi nuspręsta naudoti HTML5 teikiamą programavimo sąsają.
4. Siekiant išsiaiškinti kaip įvairūs sukurtos sistemos skaitymo metodai išnaudoja išmaniųjų įrenginių resursus buvo atlikti eksperimentiniai tyrimai susiję su baterijos iškrovos matavimais. Tyrimų rezultatai, rodo, kad taupiausias metodas yra "via Paragraphs"; „via Speed-Reading“ metodas išnaudoja 1.34% daugiau energijos; „via Virtual Joystick“ metodas išnaudoja 12.27% daugiau energijos; „via Noise to Scroll“ metodas išnaudoja 36.21% daugiau energijos. Taip pat, nagrinėtu atveju (žr. 4.2 eksperimentas), nustatyta, kad naudojant realizuotą programinę įrangą baterija taupoma labiau nei skaitymą atliekant įprastiniu būdu.
5. Skaitymo metodų panaudojamumui iširti buvo panaudotas darbo apkrovos tyrimo metodas NASA-TLX. Gautos tokios tyrimų išvados:
  - Daugiausiai dėmesio susikaupimo reikalaujantis skaitymo metodas – „via Speed Reading“, mažiausias – „via Virtual Joystick“.
  - Mažiausiai fizinių pastangų reikalaujantis skaitymo metodas – „via Paragraphs“, didžiausias - „via WebCam Motions“.
  - Daugiausiai laiko nuo pasiruošimo iki perskaitymo praleidžiama naudojant „via WebCam Motions“ metodą, mažiausiai - „via Paragraphs“.
  - Didžiausias pasitenkinimas pastebėtas naudojant „via Paragraphs“ skaitymo metodą, mažiausias – „via Noise to Scroll“.
  - Nustatyta, kad norint pasinaudoti „via Mobile-To-Desktop“, „via WebCam Head-Tracking“, „via WebCam Motions“ ir „via Mi Band 3“ skaitymo metodais vartotojams prireiks daugiau pastangų negu pasinaudojant „via Paragraphs“ ar „via Virtual Joystick“ metodais.
  - Vartotojus labiausiai nuvylė „via Noise to Scroll“ ir „via Mi Band 3“ skaitymo metodai. Jokių nusiskundimų nebuvo pritaikius „via Paragraphs“ skaitymo būdą.
  - Įvertinus visų skaitymo metodų krūvį, nustatyta, kad „via Paragraphs“ skaitymo metodas yra pats patogiausias, todėl tikėtina, kad vartotojai knygas bus linkę skaityti naudojant būtent šį skaitymo metodą.

## 6. LITERATŪRA

- [1] National Research Council, „Preventing Reading Difficulties in Young Children,“ The National Academies Press, Washington, DC, 1998.
- [2] One World Literacy Foundation, „Why Reading is Important,“ [Tinkle]. Available: <https://www.oneworldliteracyfoundation.org/index.php/why-reading-is-important.html>. [Kreiptasi 15 10 2018].
- [3] M. J. Adler, HOW TO READ A BOOK, Simon & Schuster, 1940.
- [4] H.-W. Hunziker, „Im Auge des Lesers,“ *įtraukta foveale und periphere Wahrnehmung: vom Buchstabieren zur Lesefreude*, Stäubli Verlag AG, transmedia verlag, 2006, p. 117.
- [5] J. Wilcox, „Developing Professional Skills,“ UK Centre for Materials Education, [Tinkle]. Available: <http://www.materials.ac.uk/guides/developing.asp>. [Kreiptasi 16 10 2018].
- [6] The University of Chicago Student Health and Counseling Services, „Speed Reading,“ [Tinkle]. Available: <https://wellness.uchicago.edu/page/speed-reading>. [Kreiptasi 17 10 2018].
- [7] M. J. C. S. Legge GE, „Psychophysics of reading. XX. Linking letter recognition to reading speed in central and peripheral vision,“ *Vision Research*, 2001.
- [8] I. & K. S. & A. S. & A. J. Khan, „Sensors are Power Hungry: An Investigation of Smartphone Sensors Impact on Battery Power from Lifelogging Perspective,“ *Bahria University Journal of ICT*, t. 9, pp. 8-19, 2016.
- [9] S. & C. A. & P. M. & L. F. K. & Y. L. & B. T. Benedetto, „Rapid serial visual presentation in reading: The case of Spritz,“ *Computers in Human Behavior*, 2015.
- [10] M. Nushi, „Spreader: A Web App to Develop and Enhance Reading Speed. Reading in Foreign Language,“ 2017.
- [11] „Amazon Polly,“ Amazon, [Tinkle]. Available: <https://aws.amazon.com/polly/>. [Kreiptasi 19 10 2018].
- [12] C. S. a. L. Z. A. Rahmati, „NoShake: Content stabilization for shaking screens of mobile devices,“ *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications*, Galveston, 2009.
- [13] K. Jeisy, „Walking with your Smartphone: Stabilizing Screen Content,“ *Distributed Computing Group*, Zürich, 2014.

## 7. TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

TTS (angl. *Text-to-Speech*) – tai teksto į kalbą pavertimo sistema.

RSVP (angl. *Rapid Serial Visual Presentation*) – skaitymo metodas, kuris apima sakinio pateikimą po vieną žodį, tam tikru laiku ir toje pačioje ekrano vietoje, nurodant tam tikrą ekscentriškumą. Šis metodas panaikina akių judesį ir skaitytojo gebėjimą valdyti fiksavimo laiką.

API (angl. *Application Programming Interface*) – tai sąsaja, kurią suteikia kompiuterinė sistema, biblioteka ar programa tam, kad programuotojas per kitą programą galėtų pasiekti jos funkcionalumą ar apsikeistų su ja duomenimis.

ORP (angl. *Optimal Representation Point*) – optimalus atpažinimo taškas.

SaaS (angl. *Software as a Service*) – programinė įranga kaip paslauga.

PID Controller (angl. *Proportional-Integral-Derivative-Controller*) – valdiklis, naudojamas reguliuoti įvairioms sistemoms.

WPM (angl. *Words Per Minute*) – žodžiai per minutę.