

TARTU ÜLIKOOL
Arvutiteaduse instituut
Informaatika õppekava

Raiko Kittus

**ProgeTiigri taotlusvooru andmete töötlemine
ja visualiseerimine interaktiivsel kaardil**

Bakalaureusetöö (9 EAP)

Juhendaja: Alo Peets

Tartu 2023

ProgeTiigri taotlusvooru andmete töötlemine ja visualiseerimine interaktiivsel kaardil

Lühikokkuvõte:

ProgeTiiger on Eesti haridusprogramm, mis toetab tehnoloogiaõppe edendamist koolides ja lasteaedades, korraldades iga-aastast taotlusvooru, mille tulemusel jagatakse välja koolide vahel toetusi. Bakalaureusetöö eesmärk on luua veebirakendus, mis visualiseerib ProgeTiigri seadmete taotlusvooru andmeid interaktiivsel Eesti kaardil, et anda kasutajatele parem ülevaade toetuste jaotusest ning mõjust koolidele ja lasteaedadele. Töö hõlmab ProgeTiigri seadmete taotlusvooru andmete analüüsi, märkimisväärse tähtsusega informatsiooni tuvastamist ja korrastamist, sobivate tekstitöötluste ja tehniliste lahenduste uurimist ning visualiseerimise protsessi ja valminud veebirakenduse kirjeldust.

Võtmesõnad:

Veebirakendus, ProgeTiiger, visualiseerimine, andmetöötlus, interaktiivne kaart

CERCS: P175 Informaatika

Abstract:

ProgeTiiger is an Estonian educational program that supports the advancement of technology education in schools and kindergartens by organizing an annual application round, during which funding is distributed among schools. The goal of this bachelor's thesis is to create a web application that visualizes ProgeTiiger equipment applications data on an interactive map of Estonia, providing users with a better understanding of the allocation of funds and their impact on schools and kindergartens. The completed work encompasses the analysis of ProgeTiiger equipment application round data, the identification and organization of information of significant importance, the research of suitable text processing and technical solutions, and a description of the visualization process and the completed web application.

Keywords:

Web application, ProgeTiiger, visualization, data processing, interactive map

CERCS: P175 Informatics

Sisukord

| | |
|--|----|
| Sissejuhatus | 5 |
| Mõisted ja terminid | 6 |
| 1. Taustinfo..... | 7 |
| 1.1 ProgeTiiger | 7 |
| 1.2 ProgeTiigri seadmete taotlus | 7 |
| 2. Tausta tutvustamine..... | 8 |
| 2.1 Andmete analüüs | 8 |
| 2.2 Keeletöötlus | 8 |
| 2.3 Visualiseerimismeetodid | 9 |
| 2.4 Olemasolevate interaktiivsete kaartide võrdlus | 10 |
| 2.4.1 Terviseameti koroonaviiruse andmestik | 10 |
| 2.4.2 Koroonakaart | 10 |
| 2.4.3 Eesti Hariduse Infosüsteemi koolikaart | 11 |
| 2.4.4 Eesti Statistikaameti kaardirakendus..... | 11 |
| 2.4.5 Interaktiivsete kaartide võrdlus | 12 |
| 2.5 Nõuete analüüs | 13 |
| 3. Kasutatud tehnoloogiad..... | 14 |
| 3.1 Kaardiallikad | 14 |
| 3.2 Rakendusserver..... | 15 |
| 3.3 Veebiliides | 16 |
| 3.4 Docker | 17 |
| 3.5 Andmebaas | 18 |
| 4. Töötulemus..... | 19 |
| 4.1 Veebirakenduse üldvaade | 19 |

| | | |
|-----|-------------------------------|----|
| 4.2 | Toetus õpilase kohta | 21 |
| 4.3 | Koolide vaade | 22 |
| 4.4 | Võimalikud arengusuunad | 24 |
| | Kokkuvõte | 26 |
| | Kasutatud kirjandus | 27 |
| | Lisad | 31 |
| I. | Tabel | 31 |
| II. | Litsents | 32 |

Sissejuhatus

ProgeTiiger on Haridus- ja Noorteameti programm, mille peamiseks eesmärgiks on IT valdkonna edendamine noorte seas. Igal aastal toimub ProgeTiigril seadmete taotlusvoor, kust valitud haridusasutused saavad programmi raames rahastust, et hankida õppetöök vajalikke seadmeid. Taotlusvooru sisenejat hinnatakse vastavalt hindamiskriteeriumile, kus mõõdetakse muuhulgas toetusega saavutatavat mõju ja taotluse põhjendatust. Taotluse rahuldamisel kantakse toetust saanud asutused alates 2014. aastast Exceli arvutustabelisse [1].

Tabelist on mugav jälgida konkreetse kooli toetuste summasid aastate lõikes, kuid üldisema pildi saamiseks oleks vaja muud tehnilist lahendust. Töö eesmärk on visualiseerida ProgeTiigri seadmete taotlusvooru andmeid interaktiivsel Eesti kaardil. Inimene suudab visuaalset informatsiooni omandada kergemini kui tekstilist. Lisaks sellele oskab inimene näha uusi seaduspärasusi selgemalt visuaalsetest andmetest. Hõlbustades olemasoleva informatsiooni kättesaadavust, loodetakse luua ülevaadet läbi aastate jagatud toetuste kohta regiooniti, mis omakorda abistab mõõta toetusega saavutatavat mõju ning luua läbipaistvust projekti läbiviimisesse.

Bakalaurusetöö on jagatud neljaks põhiliseks peatükiks. Esimeses peatükis tuuakse ülevaade ProgeTiigri programmi ajaloost, eesmärkidest ning taotlusvoorust. Teises peatükis kirjeldatakse ProgeTiigri programmi seadmete taotlusvooru Exceli arvutustabeli andmete analüüsi ja töötlust, erinevate visualiseerimismeetodite olulisust, sarnaste visualiseerimisnäidete võrdlust ning funktsionaalsuste analüüsi. Kolmandas peatükis antakse ülevaade veebirakenduse arendusest ning kasutatud tehnoloogiast. Viimases peatükis esitatakse ülevaade valminud veebirakendusest ja võimalikest arengusuundadest.

Mõisted ja terminid

Veebirakendus (ingl *web application*) – hajus rakendusprogramm, mille kliendiks on veebibrauser ja serveriks veebiserver ehk rakendusserver [2].

Identifikaator (ingl *identifier*) – üheselt tähistav ja esindav atribuut, näiteks kasutajanimi, isikukood, inventarinumbr [2].

Teek (ingl *library*) – valmiskirjutatud koodi, klasside, funktsioonide kogum, mida kasutatakse tarkvara kirjutamisel [3].

Regulaaravaldis (ingl *regular expression*) – määratletud tähistuse ja ehitusega avaldis otsitava teksti malli ja käsitusviisi spetsifitseerimiseks [2].

Rakendusliides (ingl *application programming interface*) – reeglid ja vahendid rakendusprogrammi suhtluseks väliste süsteemidega [2].

JSON – andmevormingu standard, mis võimaldab tekstipõhiste andmete esitamist struktureeritud viisil. Kasutatakse laialdaselt veebiserverite ja -rakenduste vahelise andmevahetuse jaoks [4].

Relatsiooniline andmebaas (ingl *relational database*) – andmebaas, mis andmete salvestamiseks ja korraldamiseks salvestab need tabelitesse, mis koosnevad ridadest ja veergudest ja mille andmete vahelisi seoseid saab luua primaar- ja võõrvõtmete abil [5].

1. Taustinfo

Käesolevas peatükis tutvustatakse lähemalt ProgeTiigri programmi ja programmi taotlusvoorus osalemist. Täiendavalt käsitletakse, mis tingimustel koolidele toetusi jagatakse ja kuidas tekkis bakalaaurusetöö idee.

1.1 ProgeTiiger

ProgeTiigri programm loodi aastal 2012 Tiigrihüppe Sihtasutuse projektina, mille eesmärk oli pakkuda haridusasutusele programmeerimisõpet alates esimesest klassist. Selle raames pakutakse vabatahtlikult ühinenud koolidele programmi poolt valmistatud kursusematerjale. [6]. Alates 2020. aastast on ProgeTiigri programm osaks Haridus- ja Noorteametist ning kursusematerjalide pakkumise kõrvalt toetatakse haridusasutusi seadmete soetamisel, õpetajaid ja juhendajaid koolituste läbiviimisega ning tehakse teavitustööd programmi olemasolust [1].

1.2 ProgeTiigri seadmete taotlus

Järgnev lõik tugineb ProgeTiigri taotlusvooru hindamiskriteeriumite põhjal [7]. Igal aastal avatakse ProgeTiigri programmi raames seadmete taotlusvoor, kus erinevad alus-, üld- ja kutseharidusasutused saavad esitada oma taotlused Haridus- ja Noorteametile hindamiseks. Hindamine toimub vastavalt hindamiskriteeriumitele, mis lisaks muule mõeldavad toetusega saavutatavat mõju, seadmete vajaduse põhjendatust, taotleja tegevusplaani, koostööd teiste haridusasutustega ning õppe jätkusuutlikkust. Kõikidele kriteeriumitele määratakse punktiline summa skaalal nullist kahekümneni v.a taotleja tegevusplaan, mida hinnatakse skaalal nullist neljakümneni. Maksimaalselt on võimalik saada 120 punkti. Seejärel teeb hindamiskomisjon soovitus Haridus- ja Noorteameti õppekava ja õppevara osakonna juhatajale, kes teeb taotluse osas viimase otsuse. Taotluse rahuldamisel toetatakse haridusasutusi kuni 75% ulatuses seadme koguhinnast, omaosalus on 25%. Taotluse miinimumsumma on 1000 eurot, maksimumsumma on 5000 eurot.

Kuna hindamiskriteeriumite eesmärgiks on toetusega saavutada laiapõhjaline mõju ning maksimeerida tegevusest kasu saavate õpilaste osakaal, siis sellest tekkis autori juhendajal Alo Peetsil idee kuvada toetust saanud koolide andmed kaardil, kust oleks võimalik hõlpsamalt näha vähem toetust saanud piirkonnad ning lisanduvate andmetega tuletada uusi järeldusi, mida varem arvutustabelist välja lugeda ei saanud.

2. Tausta tutvustamine

Veebirakenduses loodava kaardi aluseks oli igal aastal avaldatud ProgeTiigri programmi seadmete taotlusvooru Exceli arvutustabel [8]. Käesolevas peatükis kirjeldatakse taotlusvooru arvutustabeli andmete analüüsi ja töötlust, visualiseerimismeetodite olulisust, erinevate visualiseerimisvõimaluste olemasolu ja võrdlust ning veebirakenduse funktsionaalsuste analüüsi.

2.1 Andmete analüüs

Arvutustabelis on iga kooli kohta järgmised väljad: kooli identifikaator, kooli nimi, maakond, asutuse tüüp, seadmete nimekiri, toetuste summad aastatel 2014–2021. Kokku on tabelis 692 kirjet. Toetuste summade põhjal aastast aastasse oli võimalik analüüsida konkreetses vahemikus ProgeTiigri poolt toetuste kogusummat haridusasutuse kohta, haridusasutuse maakond võimaldas kaardistada ja võrrelda erinevate maakondade toetuse summasid. Asutuse tüüp võimaldas jagada koolid erinevatesse astmetesse ning kaardil neid valikuliselt kuvada.

2.2 Keeletöötlus

Keeletöötlus ehk loomuliku keele töötlus (ingl *natural language processing*) on tehisintellekti (ingl *artificial intelligence*) ja arvutiteaduse alamvaldkond, mis keskendub arvutite ja inimkeele vahelise suhtluse arendamisele. Loomuliku keele töötlus ühendab lingvistika, arvutiteaduse ja tehisintellekti põhimõtteid, et luua süsteeme, mis võimaldavad arvutitel mõista, tõlkida, tõlgendada ja reageerida inimkeelele [10].

Algandmetes olev seadmete nimekiri on eraldatud nii komade, punktide, semikoolonite kui plussidega. Siiski kõik punktid, semikoolonid ja muud sümbolid ei eraldanud ilmingimata seadmeid, vaid vahel ka erinevaid seadme konfiguratsioone või versioone. Osadele kirjetele oli juurde lisatud seadmete hulk, paljud olid aga ilma selleta. Üksikute seadmete ja nende hulga eraldamiseks andmetest oli seega vaja süntaksilist keeletöötlust.

Töötlus otsustati teha veebirakendusest eraldiseisvalt, et kindlaks teha andmete rakendatavus enne veebirakenduse tehnilise lahenduse juurde asumist. Töötluseks valiti programmeerimiskeel Python¹. Keel valiti sellepärast, et sellele on internetis leida palju

¹ <https://www.python.org/doc/essays/blurb/>

tuge erinevate foorumite näol ning sellele leidub teek *pandas*, mis võimaldab mugavalt arvutustabeleid käsitseda. Lisaks võeti kasutusele veebirakendus nimega Jupyter Notebook², mis võimaldas Pythonis koodi jooksutada segmentidena, mis tuli kasuks juhendajaga andmestiku üle arutades.

Krunal Lathiya artikli „*How To Split String With Multiple Delimiters In Python*“ [11] põhjal valis autor seadmete nimekirja lahutamiseks regulaaravaldise põhjal mustrite otsimise meetodi. Pythoni teek *re* võimaldab regulaaravaldise süntaksil vastavat sõnet otsida teisest sõnest [12]. Andmete peal pidi otsingut rakendama kaks korda – esmalt seadmete lahutamisel üksteisest kirjavahemärkide järgi ja teisalt lahutatud seadme koguse teada saamiseks. Pärast seadmete lahutamist üksteisest oli kirjeid kokku 1476. Igal kirjel oli lisaks eelnimetatud arvutustabeli väljadele konkreetne seade ning seadmete hulk. Töö lisades on väljavõte antud töö tulemusest.

2.3 Visualiseerimismeetodid

Andmete visuaalne esitus on oluline tööriist keeruka teabe mõistmiseks ning andmete efektiivseks edastamiseks huvirühmadele. Suurte andmestikega arvutustabelid võivad olla raskesti mõistetavad ja neid on keeruline lennult töödelda. Inimese ajul on lihtsam pilte ja mustreid mõista, mistõttu annavad visualiseeringud infot kiiresti ja tõhusalt edasi. Uuringud on näidanud, et visuaalsed abivahendid parandavad andmete mõistmist ja meeldejätmist [13].

Lisaks aitavad visualiseeringud anda põhjalikuma ülevaate andmetest ning võimaldavad teha teadlikke otsuseid. Näiteks võivad nad paljastada teadmisi, mida arvutustabelitest ei pruugi kohe näha olla ning sellega aidata otsustajatel välja töötada andmepõhiseid strateegiaid [14]. Tõhus andmete visualiseerimine võib muuta keerulised andmed põnevateks kogemusteks, mis võivad mõjutada inimeste käitumist [15].

Järgnev lõik tugineb Orana Velarde artiklil „*32 Data Visualization Types: Choose the One You Need*“ [16]. Erinevate andmete visualiseerimismeetodite hulka kuuluvad näiteks joon-, tulp-, ring-, punkt-, pinddiagrammid, geograafilised kaardid jne. Igal meetodil on oma plussid ja miinused ning kõige sobivam meetod sõltub andmete tüübist ja eesmärgist. Joondiagramm on lihtne ja selge viis näidata ajaloolist trendi või võrrelda erinevaid kategooriaid. Tulpdiaagramm on samuti kasulik erinevate kategooriate võrdlemiseks ja

² <https://jupyter.org/>

kõrguste võrdlemiseks, kuid seda saab kasutada ka ajaloolise trendi kuvamiseks. Ringdiagramm on hea valik protsentuaalsete osakaalude esitamiseks. Punktdiagramm on kasulik seoste ja mustri kuvamiseks erinevate muutujate vahel. Pinddiagramm on kasulik geometriliste kujundite võrdlemiseks, näiteks territooriumi kaardi kasutamisel.

2.4 Olemasolevate interaktiivsete kaartide võrdlus

Antud peatüki järgmises neljas alapeatükis tutvustatakse sarnaseid interaktiivseid kaarte ning viimases alapeatükis võrreldakse kaarte.

2.4.1 Terviseameti koroonaviiruse andmestik

Bakalaureusetöö inspiratsiooniks oli Terviseameti koroonaviiruse andmestik [17], millest tekkiski mõte kuvada ProgeTiigri taotlusvooru andmeid sarnasel interaktiivsel kaardil. Andmed on jaotatud seitsmele vahelehele, mis keskenduvad haiguse ning haigestumise erinevatele külgedele. Visuaalselt andmete edastamiseks kasutatakse geograafilisi kaarte, joondiagramme, mis tihti näitavad ajalist kulgemist, tulpdiagramme, hajuvusdiagrammi ja tabelit. Interaktiivsed kaardid asuvad vahelehtedel „nakatumine“ ja „vaktsineerimine maakonnas“ ning võimaldavad suumimist ning kaardil liikumist. Mõlemat kaarti on võimalik manipuleerida ka kaardi kõrvalt sisendandmete täpsustamisega ja kindla statistika päeva valimisega. Maakonna vaktsineerimise kaardil on võimalik ka maakonnale vajutades näha valla andmeid. Erinevate vahelehtede vahel liikudes kuvatakse tihti veateateid. Kaardiallikas on täpsustamata.

Terve andmestiku visualiseerimiseks on kasutatud Tableau³ toodet, mille kuumaksumus on 70€ [18]. Kuna tegemist on suletud lähtekoodiga tarkvaraga, ei ole võimalik täpsustada, millist tehnoloogiat kaardi loomiseks kasutati.

2.4.2 Koroonakaart

Koroonakaart on Chris Thompsoni hallatud ja nelja arendaja vahel häkatoni raames loodud veebirakendus, mis kuvab Tervise ja Heaolu Infosüsteemide Keskuse e-teenuste koroonaviiruse teemalisi andmeid [19, 20]. Lisaks interaktiivsele kaardile on andmeid kuvatud tulp-, joon- ja ringdiagrammides. Tulp- ja joondiagrammidel on võimalik ajalist vahemikku muuta, kaardil vaid kindlat päeva valida. Kaardil on võimalik muuta sisendandmes- tikke, kuid muid filtreerimise võimalused puuduvad. Kaardi allikas on Maa-amet [20].

³ <https://www.tableau.com/>

Veebirakendus põhineb JavaScripti programmeerimiskeelel ning selle Vue.js⁴ raamistikul. Andmestiku visualiseerimiseks, diagrammide ja kaartide loomiseks on kasutatud Highcharts⁵ teeki, mis pakub rohkelt võimalusi, kuid maksab 160€ aastas [21]. Lisaks on rakendusel õhuke Pythoni integratsioon, mis tegeleb teenusest andmete hankimisega, töötlemisega ja salvestamisega, et andmeid hiljem kasutajaliideses kasutada [20].

2.4.3 Eesti Hariduse Infosüsteemi koolikaart

Koolikaart on registri EHIS⁶ jaoks loodud interaktiivne kaart, mis võimaldab kahte erinevat andmestikku uurida Eesti kaardil [22]. Esimene andmestik on koolivõrgu kaart, mis näitab vastavalt valitud filtritele koolide asukohti Eestis. Iga kool on omaette märk kaardil ning nendele vajutades on võimalik rohkem informatsiooni teada saada. Filtreerida on võimalik kooli tüübi ja haridustaseme põhjal, maakonna, valla ning linna ja kooliomandi tüübi järgi. Teine kaart kirjeldab üldhariduskoolide tegutsemisraadiusi. Raadiust on võimalik muuta ja andmeid filtreerida vastavalt soovitud klassidele.

Veebirakendus põhineb PHP⁷ programmeerimiskeelel ning rakenduse kaardiallikaks on Google Mapsi kaart, mis võimaldab vaadata ka satelliitkaarti ning tänavavaadet. Veel olulisemalt võimaldab see lahendus paigaldada kaardile märke ning ringe, kirjeldamiseks koolide asukohti ja raadiuseid. Google on loonud mugava rakendusliidese [23], mis võimaldab nende kaardi lisamist enda rakendusele, ehkki sealne kujundus on piiratud. Maksumus sõltub kasutajate hulgast.

2.4.4 Eesti Statistikaameti kaardirakendus

Eesti Statistikaameti kaardirakendus on võimas interaktiivne kaart, mis võimaldab kasutajal täpsustada valida mitmete erinevate andmestike vahel, täpsustada kaardi kihti või välimust ja otsida aadresse [24]. Näiteks on võimalik valida andmestikuks elanike osatähtsust, kellel on hea ühistranspordi kättesaadavus või naisenime Maie sagedust protsentuaalselt maakonniti. Vastavalt teemakaardile on saadaval maakondade andmed või omavalitsuse andmed. Teemakaarte on võimalik salvestada kasutaja olemasolul. Kaardil kuvatud

⁴ <https://vuejs.org/>

⁵ <https://www.highcharts.com/>

⁶ <https://www.ehis.ee/>

⁷ <https://www.php.net/manual/en/intro-what-is.php>

väärtusvahemike värviskaalat on võimalik muuta vastavalt soovile ja algandmete andmebaasile on lingiga võimalik ligi saada.

Veebirakendus põhineb JavaScripti programmeerimiskeelel ning sellel põhineval jQuery⁸ raamistikul. Interaktiivse kaardi loomiseks kasutatakse OpenLayers⁹ teeki, mis võimaldab suumimist ja kaardil ringi liikumist, erinevate kujundite projekteerimist kaardile ning palju muud [25]. Kaardiallikaks on Maa-amet [24].

2.4.5 Interaktiivsete kaartide võrdlus

Tabelis 1 on toodud võrdlus eelnevalt kirjeldatud interaktiivsete kaartide lahendustega.

Tabel 1. Interaktiivsete kaartide võrdlus

| Kaardi veebirakendus | Tehnoloogia | Tehnoloogia tasu | Aluskaart | Väärtuspakkumine |
|--|--|-------------------------|------------------|--|
| Terviseameti kooronaviiruse andmestik | Teadmata, kasutatud Tableau toodet. | 70€ kuus | Teadmata | Toode võimaldab ka diagrammide hõlpsat loomist, omavalitsuste andmed |
| Koroonakaart | JavaScript, Vue.js, Highcharts, Python | 160€ aastas | Maa-amet | Tehnoloogia võimaldab ka diagrammide hõlpsat loomist, kaardi värviskaala, avatud lähtekood |
| Eesti Hariduse Infosüsteemi koolikaart | PHP, Google Maps rakendusliides | Vastavalt kasutusele | Google Maps | Detailne Eesti kaart kõikide kohanimedega |
| Eesti Statistikaameti kaardirakendus | JavaScript, jQuery, OpenLayers | Tasuta | Maa-amet | Hulganisti teemakaarte, teemakaarte on võimalik salvestada, omavalitsuste andmed |

⁸ <https://jquery.com/>

⁹ <https://openlayers.org/>

Kõikidel analüüsitud interaktiivsetel kaartidel on teatud erinevused. Kõikidel kaartidel peale koroonakaardi on võimalik suumida, kaardil ringi liikuda ning neil eksisteerib filtreerimine vastavalt tunnustele. Kõik kaartide tehnoloogia kasutamine tootmises on tasuline lehe haldajale, välja arvatud Eesti Statistikaameti kaardirakenduses kasutatud tehnoloogia. Ainult koroonakaardi lähtekood on avalikult saadaval.

Eeltoodud kaartide sarnasused seisnevad nende võimekuses töödelda erinevaid sisendandmeid ja neid ka kuvada.

2.5 Nõuete analüüs

Lähtudes ProgeTiigri programmi eesmärkidest [1], soovist pakkuda paremat lahendust arvutustabelist andmete mõistmiseks ning olemasolevate võimaluste analüüsist, oli oluline välja töötada veebirakendus, mis suudab töödelda, hallata ja visualiseerida seadmete, koolide, kulude ja maakondade andmeid. Käesolevas lõigus analüüsime tarkvara peamisi planeeritud nõudeid, mis jagunevad funktsionaalseteks (F) ja mittefunktsionaalseteks (MF).

- Andmete otsimine ja filtrid (F). Tarkvara peab võimaldama otsida ja filtreerida andmeid erinevate kriteeriumide alusel, nagu näiteks kooli tüüp, toetuse jagamise aeg ja summa ning maakond. See funktsionaalsus aitab kiiresti leida vajalikku informatsiooni ja võimaldab andmeid paremini analüüsida.
- Andmete visualiseerimine (F) . Tarkvara peaks pakkuma geograafilisel kaardil graafikuid ning andmepunkte, et esitada andmeid kergesti loetavas ja arusaadavas vormis. See võimaldab kasutajatel näha mustreid, suundumusi ja seoseid andmetes, mis võivad jääda tekstipõhises vormis märkamata.
- Andmete analüüs (F). Tarkvara peaks pakkuma andmeanalüüsi funktsioone. Interaktiivne kaart võiks näidata keskmisi väärtusi ning summasid.
- Kasutamise lihtsus (MF). Tarkvara peaks olema kerge ülesse seada ning kasutusse võtta. Kasutajaliides ei tohiks jätta kasutajat segadusse.
- Täiendavad infoallikad (F). Tarkvara peaks olema integreeritud teiste süsteemidega ja rakendusliidestega, nagu näiteks Google Maps või Statistikaamet

Järgmises peatükis uurime, kuidas valiti tehnoloogiad ja tehnilised lahendused, et antud nõudeid täita.

3. Kasutatud tehnoloogiad

Veebirakenduse arendamine on protsess, kus luuakse dünaamilisi veebilehti ja rakendusi, mis töötavad mitmesugustel platvormidel ja seadmetel. Selles peatükis kirjeldatakse selles protsessis kasutatud tehnoloogiaid ja tehnikaid, nende valimise põhjuseid ning nende koostõju veebirakenduse arendamisel.

3.1 Kaardiallikad

Bakalaureusetöös kasutati geograafilist kaarti koos koolidele jaotatud toetuste suurustega, kuna see annab selge visuaalse pildi toetuste jaotusest Eesti alal. Juurde lisati aja- jaotus aastast 2014 kuni 2021, kus oleks võimalik täpsustada ajalist vahemikku. Kaardil on jagatud koolid erinevatesse maakondadesse, mis lisab informatsiooni regiooniti jagatud toetuste kohta. Kaardilt on võimalik näha toetuste suuruste erinevust ning neid on võimalik filtreerida ka vastavalt kooliastmele.

Võrreldes traditsioonilise tabelipõhise andmeanalüüsiga on kaardi abil võimalik kergemini leida seoseid ja trende andmete vahel. Lisaks on kaardi abil võimalik vaadata üksikute koolide toetuste summasid. Kaardi värviskaala valiti "*The misuse of colour in science communication*" [26] töö põhjal, kus kõige paremate tulemustega värviskaalaks osutus batlow värviskaala. Antud värviskaala on loodud tajutavalt ühtlaseks ja arvestab värvipimedusega, vähendades seeläbi visuaalset moonutust ja vigu. See võimaldab paremini esitada ja mõista andmeid, muutes informatsiooni kättesaadavaks laiemale tarbijaskonnale [26]. Eelnevale lisaks muutuvad toetuste suurused füüsiliselt kaardil ning toetuste summade kirjalik olemasolu aitab samuti informatsiooni loetavusega.

Põhikaardiallikatena kasutati Buildig OÜ Githubi repositooriumi, kus on Eesti maa- ja omavalitsuse kaardid topoJSON ja geoJSON formaadil. Antud kaardiallikad pärinevad omakorda Maa-ametilt [27, 28]. Valiti topoJSON¹⁰, mis on geoJSONil põhinev andmevorming, ehkki mõlemat kasutatakse geograafilise info jagamisel veebis [29]. TopoJSON aga tihendab geomeetrilisi kujundeid, mis tagab andmete tõhusama esitamise ja omakorda võimaldab veebisaitidel kiiremini laadida võrreldes geoJSONi andmevorminguga.

¹⁰ <https://github.com/topojson/topojson>

Lisaks kasutati Google Geocoding rakendusliidest [30], mis aitas koolide nimed töödelda koolide koordinaatideks. Sisendiks tuli anda kooli nimi (ilma täpitähtedeta) ning väljundiks saadi kaks väärtust: kooli pikkus- ja laiuskraad.

Visuaalseks esitluseks kasutati Reacti teeki react-simple-maps, mis võttis sisendiks topoJSON formaadis kaardi ning võimaldas omalt poolt valida värviskeemi, paigaldada märke kaardile, muuta kaardi projektsiooni ning pakub suumimise lahendust. Algselt oli kaart vale projektsiooniga, mis jättis Eesti maakujust silmale väga harjumatu mulje. Lõpuks sobis kaardile projektsiooniks veebi-Mercatori projektsioon [31], mis sobis antud kontekstis paremini.

Lõputöö autor oli topoJSONi formaadiga väga rahul, sest see võimaldas kergemini kaarti tükeldada ning oli piisavalt detailne. Google Geocoding tegi koolide asukoha leidmise väga lihtsaks ilma vajaduseta kasutada suurt andmestikku ning koolide nimede sobitamist selle andmestikuga. React-simple-maps tõi kaasa mitmeid kohandamisvõimalusi, mis võimaldasid kaardi stiili muuta vastavalt autori soovidele.

3.2 Rakendusserver

Rakendusserveri loomiseks kasutas töö autor Node.js keskkonda. Node.js on asünkroonne, sündmuspõhise arhitektuuriga JavaScripti käitusaegne keskkond (ingl *runtime environment*) [32]. Kuigi valikus olid mitmed tuntud tehnoloogiad nagu Java, Python, .NET ja PHP, valiti Node.js järgmistel põhjustel:

- Jõudlus. Node.js on loodud töötama Google'i V8 JavaScripti mootoril, mis võimaldab koodi kiiret käivitamist ja tõhusat ressursside kasutamist [32]. Node.js kasutab ühe lõimega asünkroonset I/O mudelit, mis võimaldab suurepärase jõudluse ka suure koormusega rakenduste jaoks.
- Mastabeeritavus (ingl *scalability*) [2]. Node.js keskkonna asünkroonne ja mitteblokeeriv arhitektuur tagab suurepärase suutlikkuse teenindada järjest suuremaid koormuseid, eriti veebirakendustes, kus suur osa päringutest on I/O-põhised [33]. See muudab Node.js-i heaks valikuks rakenduses, kus võib esineda suur hulk kasutajaid ja andmebaasi päringuid.

- Tööd hõlbustav raamistik. Node.js keskkonnale eksisteerib minimalistlik raamistik Express.js, mis sisaldab vajalikke funktsionaalsusi, et luua kiiresti veebirakenduste rakendusliidese otspunkte (ingl *endpoints*), kuhu kasutajaliides hõlpsasti ühendades informatsiooni edastada saab [34].
- JavaScripti kasutamine nii kliendi- kui ka serveripoolses koodis. Node.js abil saame kasutada JavaScripti mõlemal pool, mis aitab ühtlustada koodibaasi ja vähendada tehnoloogilist keerukust [35]. See tähendab, et töö autor sai keskenduda ühele programmeerimiskeelele, mis vähendab õppimiskõverat ja aitab kiirendada arendusprotsessi.

Java, Python, .NET ja PHP on samuti suurepärase valikud veebirakenduste serverite loomiseks, kuid Node.js pakkusid käesoleva projekti jaoks parimat kombinatsiooni jõudlusest, skaleeritavusest ja lihtsusest.

Peatükis 2.1 ja 2.2 saadud analüüsi ning töötluse tulemused oli võimalik Node.js keskkonnaga liita, tekitades alamprotsessi, mis oskab programmeerimiskeele Python väljundit lugeda JSON kujul. Need andmed saadeti edasi andmebaasi, kust neid hiljem kiiresti lugeda oleks võimalik. Rakendusserver hoolitses ka väliste rakendusliidese päringute eest, nagu liidese Google Geocoding abil koolide nimede asukohtadeks teisendamine või Eesti Statistikaameti päringud. Veebirakendus kasutab kahte andmebaasi Statistikaametilt: HT18¹¹ ning HT043¹². Nende andmebaaside abil oli võimalik välja selgitada õpilaste arvud igas maakonnas, et hiljem võrrelda maakondadesse jagunenud toetuste arvu sealsete õpilaste arvuga.

3.3 Veebiliides

Veebiliidese arendamisel on oluline valida sobiv tehnoloogia, mis võimaldab kiiret, jõudlusele orienteeritud ja kergesti hooldatavat koodi. Veebiliidese loomiseks valiti reageeriv veebiraamistik React, mis on oluline veebirakenduse kasutajaliidese kiireks ja jõudlusele orienteeritud loomiseks.

¹¹ HT18: ÕPILASED ÜLDHARIDUSE STATIONAARSES ÕPPES MAAKONNA, KLASSI JA ÕPPEKEELE JÄRGI https://andmed.stat.ee/et/stat/sotsiaalelu__haridus__uldharidus/HT18

¹² HT043: KOOLIEELSETES LASTEASUTUSTES KÄIVAD LAPSED MAAKONNA, VANUSE JA SOO JÄRGI https://andmed.stat.ee/et/stat/sotsiaalelu__haridus__alusharidus/HT043

React on Facebooki (nüüd Meta Platforms, Inc.) poolt loodud ja esmakordselt 2013. aastal tutvustatud on avatud lähtekoodiga JavaScripti raamistik [36]. Peale seda on React muutunud kiiresti üheks populaarseimaks veebiraamistikuks, mida kasutavad paljud suured ettevõtted ja väiksemad projektid [37]. See on suureks eeliseks teiste raamistike ees, sest internetis leitav laialdane tugi teeb arenduse silumise kergemaks. Selle töö raames kasutati mitut Reacti teeki, nagu `axios`, `react-simple-maps`, `topojson-client` ja Material UI ehk `mui`. `Axios` on HTTP-klient, mis võimaldab hõlpsalt teha rakendusliidese päringuid. Material UI pakub valmiskomponente, mis võimaldavad luua esteetiliselt meeldiva ja kasutajasõbraliku kasutajaliidese.

3.4 Docker

Kasutamise lihtsus on oluline tegur mis tahes tarkvara puhul, eriti kui tegemist on haridusasutuste jaoks loodud lahendustega. Kerge ülesseadmine ja kasutajasõbralik kasutajaliides suurendavad kasutajate jaoks usaldust ja rahulolu tootesse [38]. Veel olulisemalt on rakendus kiiresti kasutusele võetav ning nõuab vähem aega ja ressursse juhendamise jaoks. Samuti vähendab see tõenäosust, et kasutajad teevad süsteemi kasutamisel vigu või ei saa rakendust käima.

Seega oli oluline leida lahendus, mis võimaldaks rakendust võimalikult lihtsalt paigaldada ja käivitada erinevates keskkondades. Selleks analüüsis autor erinevaid tehnoloogilisi lahendusi, nagu virtuaalsed masinad, käsitsi paigaldamine ja häälestamine ning konteinerite kasutamine.

Käsitsi paigaldamine ja häälestamine võib olla aeganõudev ja keeruline protsess, eriti kui tegemist on mitme erineva keskkonnaga. Iga keskkonna jaoks tuleb eraldi paigaldada ja häälestada kõik vajalikud sõltuvused ning tagada nende ühilduvus süsteemiga. See suurendab tõenäosust, et ilmnevad erinevad konfiguratsiooniprobleemid, mis võivad süsteemi kasutamist oluliselt raskendada.

Virtuaalsed masinad võimaldavad küll eraldada rakenduse ja selle sõltuvused operatsioonisüsteemist, kuid nende haldamine, paigaldamine ja häälestamine võib olla siiski keeruline ning aeganõudev [39]. Lisaks võivad virtuaalsed masinad nõuda rohkem ressursse kui konteinerid, mis muudab need vähem atraktiivseks valikuks haridusasutustes, kus ressursid on sageli piiratud.

Docker'i tehnoloogia pakub mitmeid eeliseid, mis aitavad muuta rakenduse kasutuselevõttu lihtsamaks ja kiiremaks. Docker'i konteinerid võimaldavad eraldada rakenduse ja selle sõltuvused operatsioonisüsteemist, mis muudab rakenduse paigaldamise ja käivitamise protsessi palju lihtsamaks [40]. Konteinerid on kergesti paigaldatavad erinevate platvormide vahel ning nende seadistamine on kiire ja ühtne protsess, mis sisaldab endast Docker Desktopi installeerimist seadmesse ning soovitud konteineri käivitamist [41]. Lisaks on konteinerite ressursikasutus optimeeritud, mis aitab säästa väärtuslikke ressursse haridusasutuste jaoks. See omakorda aitab tagada, et süsteemi saavad kasutada erinevad haridusasutused, sõltumata nende tehnilisest taustast ja ressursside kättesaadavusest. Docker'i tehnoloogia lihtsate ja kiirete omaduste tõttu valitigi see rakenduse käivitamiseks.

3.5 Andmebaas

Bakalaureusetöö käigus loodi PostgreSQL andmebaas, mis võimaldab hallata erinevaid andmeid seadmete, koolide, maakondade ja nendevaheliste seoste kohta. Valiti relatsiooniline andmebaas, kuna see kergendab tabelite liitmist ning andmete summeerimist. VKasutades JavaScripti ja PostgreSQL tehnoloogiaid, ehitati lõputöös välja andmebaasi struktuur, andmete lisamise, päringute ja andmete töötlemise funktsionaalsused. Andmebaasi struktuur koosneb järgmistest tabelitest:

1. Seadmed
2. Koolid
3. Seadmed_koolid
4. Kulutused
5. Maakonnad
6. Koolid_maakonnad
7. Marksonad (sildid)
8. Seadmed_marksonad

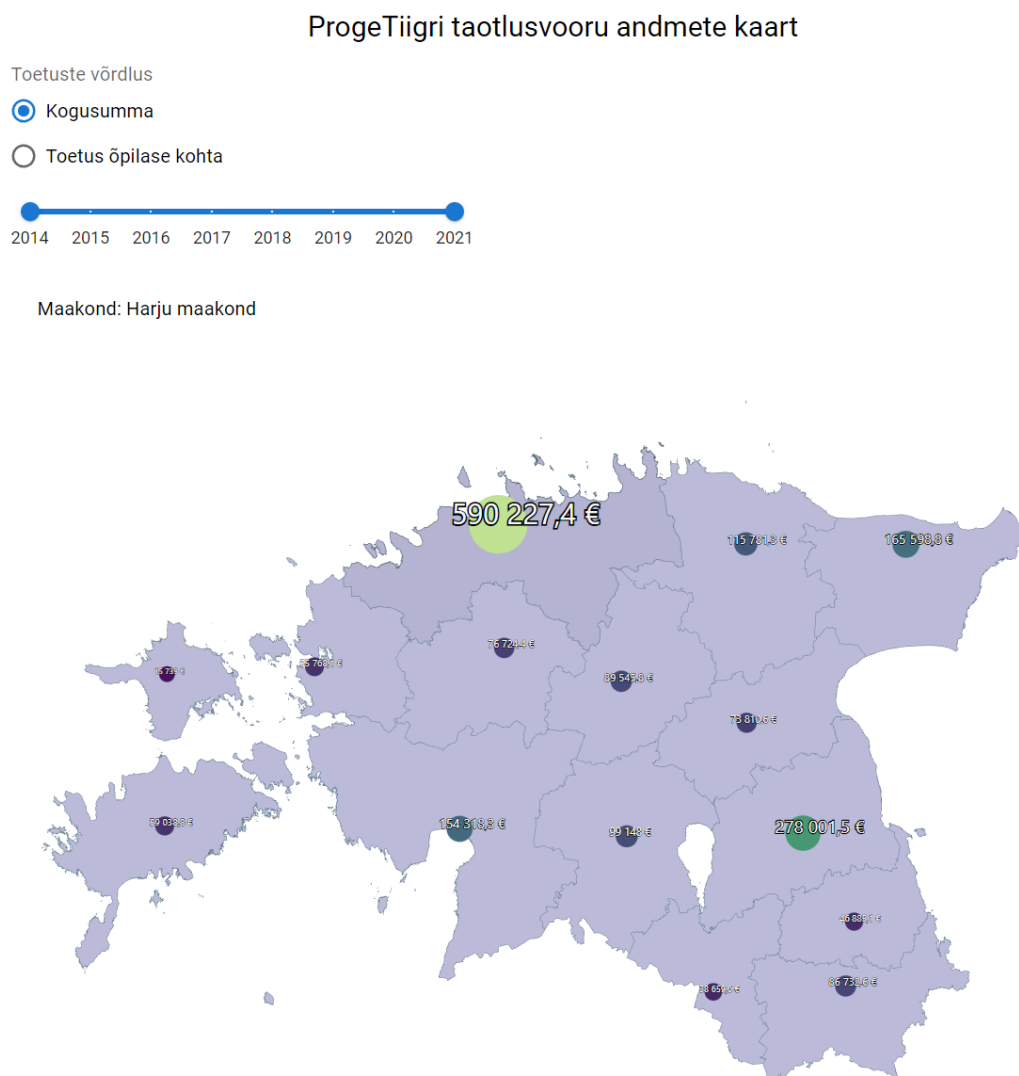
Iga tabeli loomine toimub serverirakenduses igal konteineri uuel käivitamisel. Tabelid luuakse JavaScripti sünkroonsete funktsioonidega, mis tagavad tabelite loomise järjepidevuse ja aitavad vältida võimalikke järjestuse probleeme, mis võivad tekkida tabelite paralleelsel loomisel. Andmebaasi andmete lisamiseks loodi funktsioonid, mis võimaldavad lisada seadmeid, koole, seadmete ja koolide seoseid, kulutusi, maakondi, koolide ja maakondade seoseid, silte ja seadmete ja siltide seoseid.

4. Töötulemus

Käesolevas peatükis kirjeldatakse valminud veebirakendust, mille lähtekood ja valmisihitatud Dockeri konteiner on leitav lingilt: <https://github.com/raikok/ProgeTiiger>.

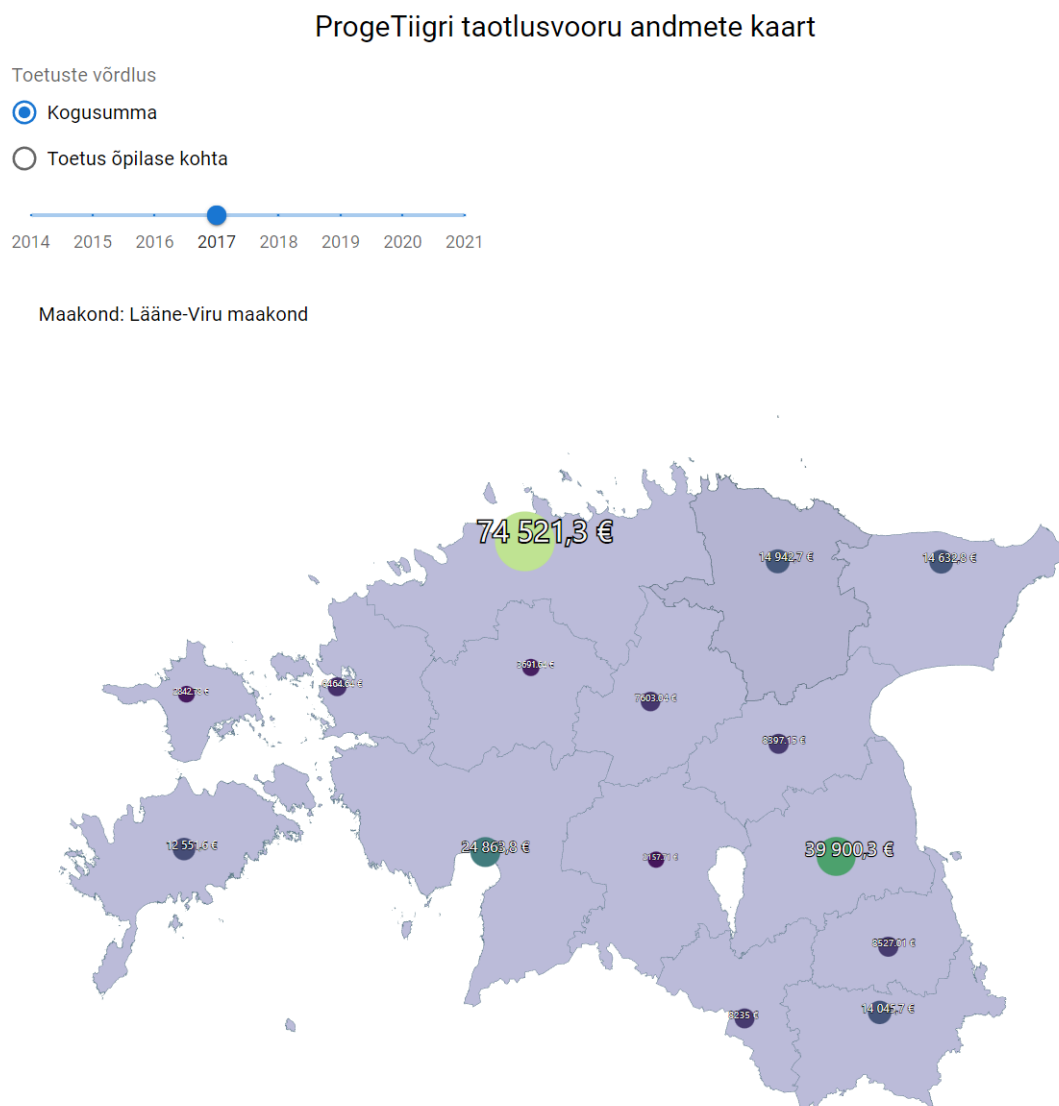
4.1 Veebirakenduse üldvaade

Veebirakendusele saabudes on näha päises tiitel (vt joonis 1). ProgeTiigri taotlusvooru andmete kaart ning esmased filtreerimisvõimalused, milleks on toetuste kuvamine kogusumma põhjal või toetuse kuvamine õpilase kohta. Lisaks on ajajoonelt võimalik täpsustada, millise ajavahemiku kohta kasutaja toetuseid näha soovib. Kui ajavahemik mõlemalt



Joonis 1. Veebirakenduse üldvaade.

poolt kokku tõmmata, siis on võimalik näha toetust ka ühes aastas (vt joonis 2).

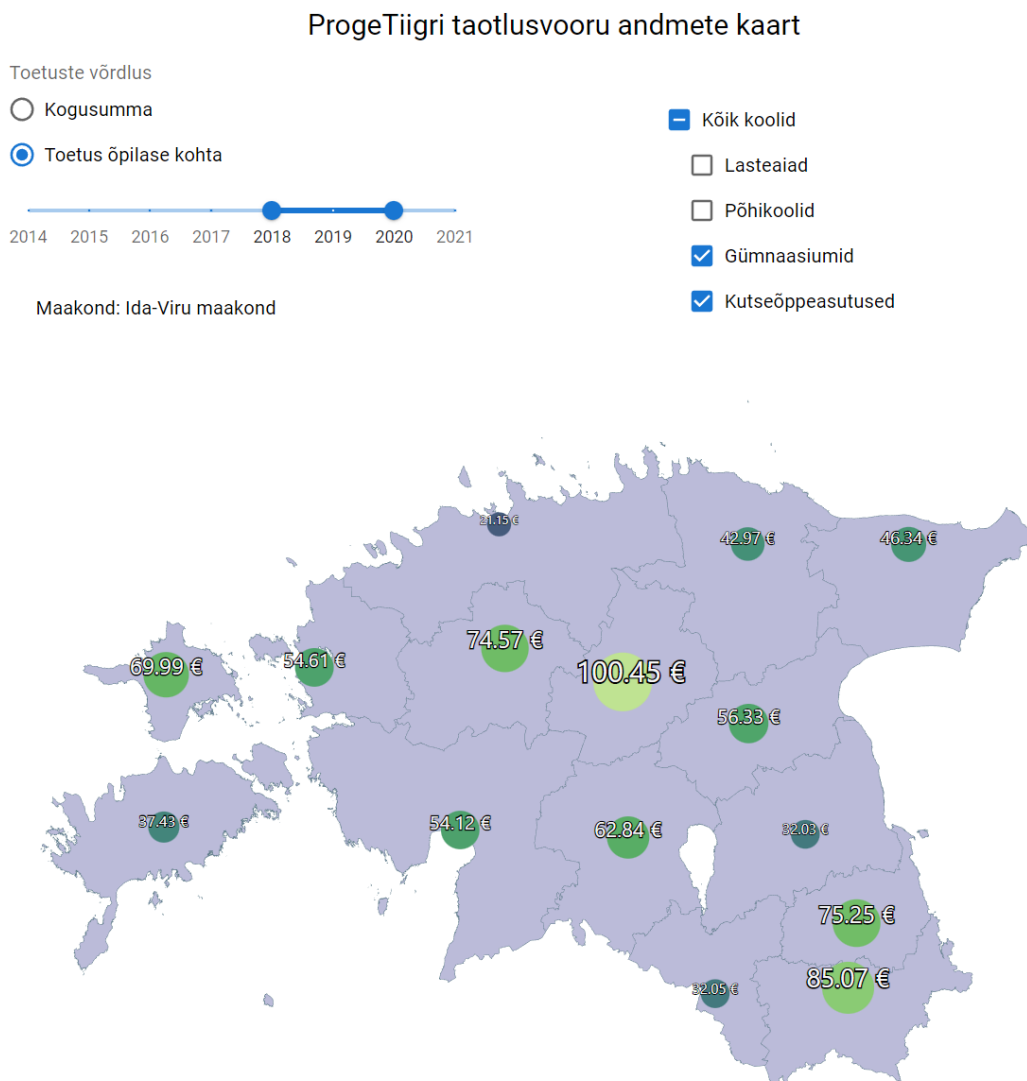


Joonis 2. Toetused aastal 2017.

Hiirega üle kaardi liikudes tulevad esile erinevad maakonnad ning nende nimed on kirjas ajajoone all. Kaardil olevad toetuste summad ning ringid suurenevad vastavalt summa suurusele ning ringi värv muutub batlow värviskaalat järgides järjest heledamaks, mida kõrgemad toetused maakonnal on.

4.2 Toetus õpilase kohta

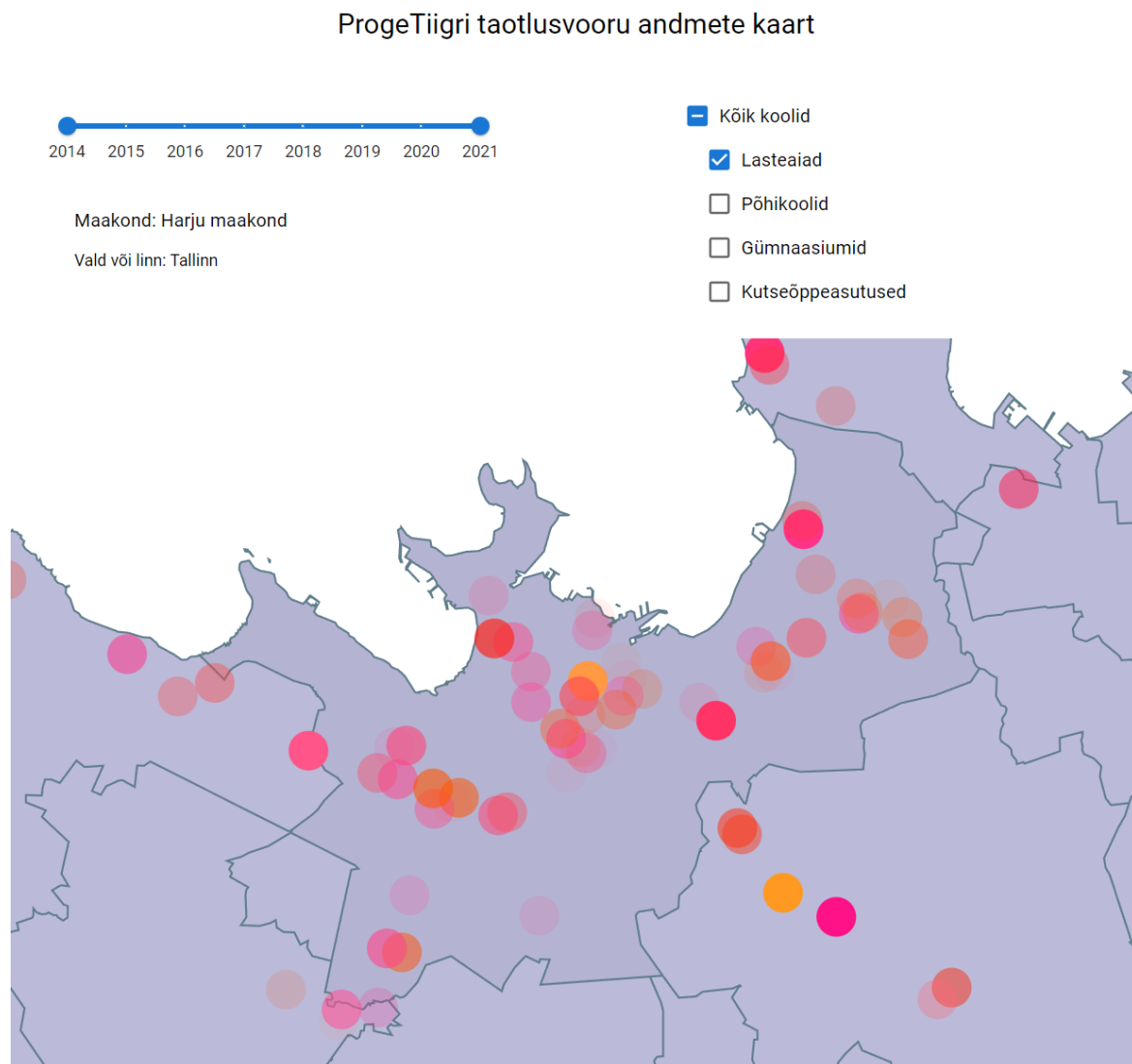
Valides toetuse kuvamise õpilase kohta (vt joonis 3), ilmub paremale võimalus täpsustada, millise kooliastme põhjal võrdlust teha soovitakse. Jällegi on võimalik valida ajavahemik, mis lisaks erinevate toetuste kogusele arvestab antud aastas maakonnas elanud õpilaste põhjal hinnanguliselt ühele õpilasele jagunenud toetuse. Kuna kõik Eesti koolid ei ole ProgeTiigri programmiga ühinenud ning nende jaotus üle Eesti on erinev, siis on antud arv hinnanguline.



Joonis 3. Toetus gümnaasiumi ja kutseõppeasutuse õpilase kohta aastatel 2018 kuni 2020.

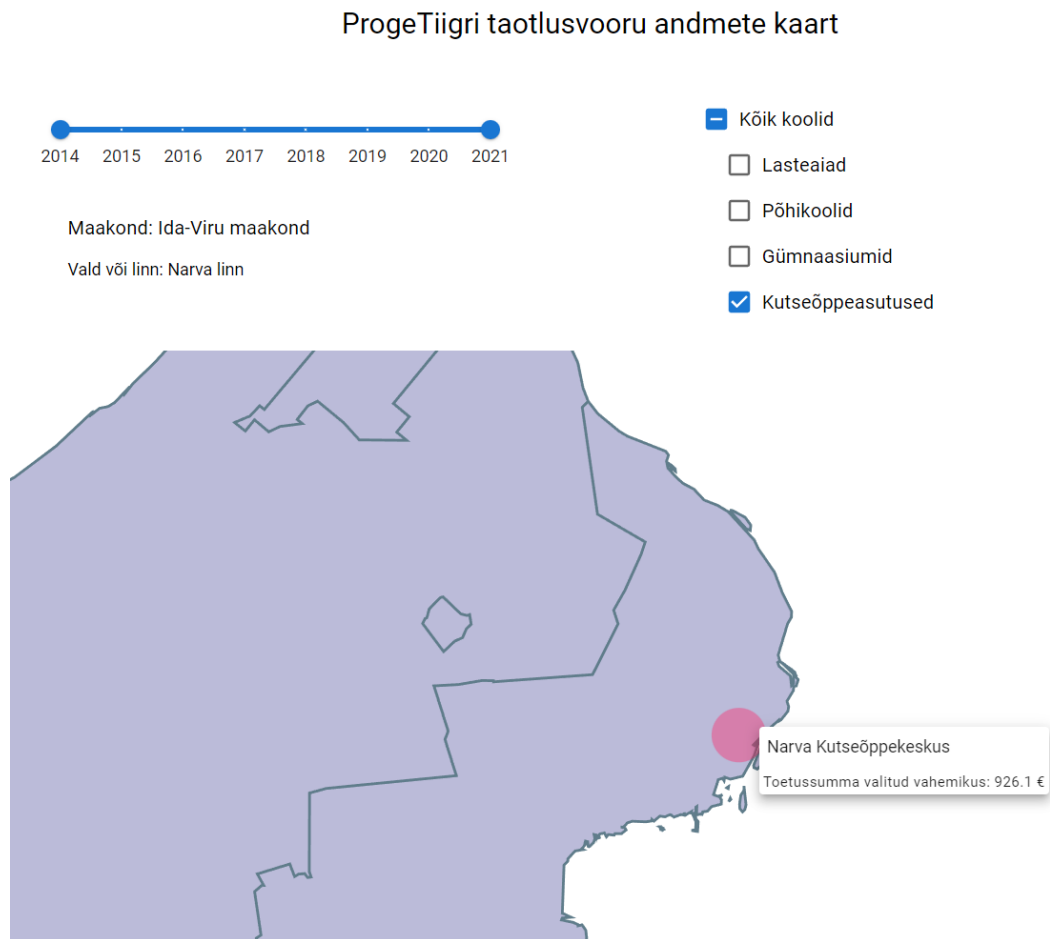
4.3 Koolide vaade

Kaardil sisse suumides on võimalik näha individuaalseid toetust saanud koole (vt joonis. 4). Hiirega üle kaardi liikudes täpsustatakse nüüd ka vald või linn, mille kohal liigutakse. Kooli tüübi põhjal filtreerimine võimaldab täpsustada valikut, sest ühes regioonis võib erinevaid õppeasutusi olla palju.



Joonis 4. Tallinnas toetust saanud lasteaiad.

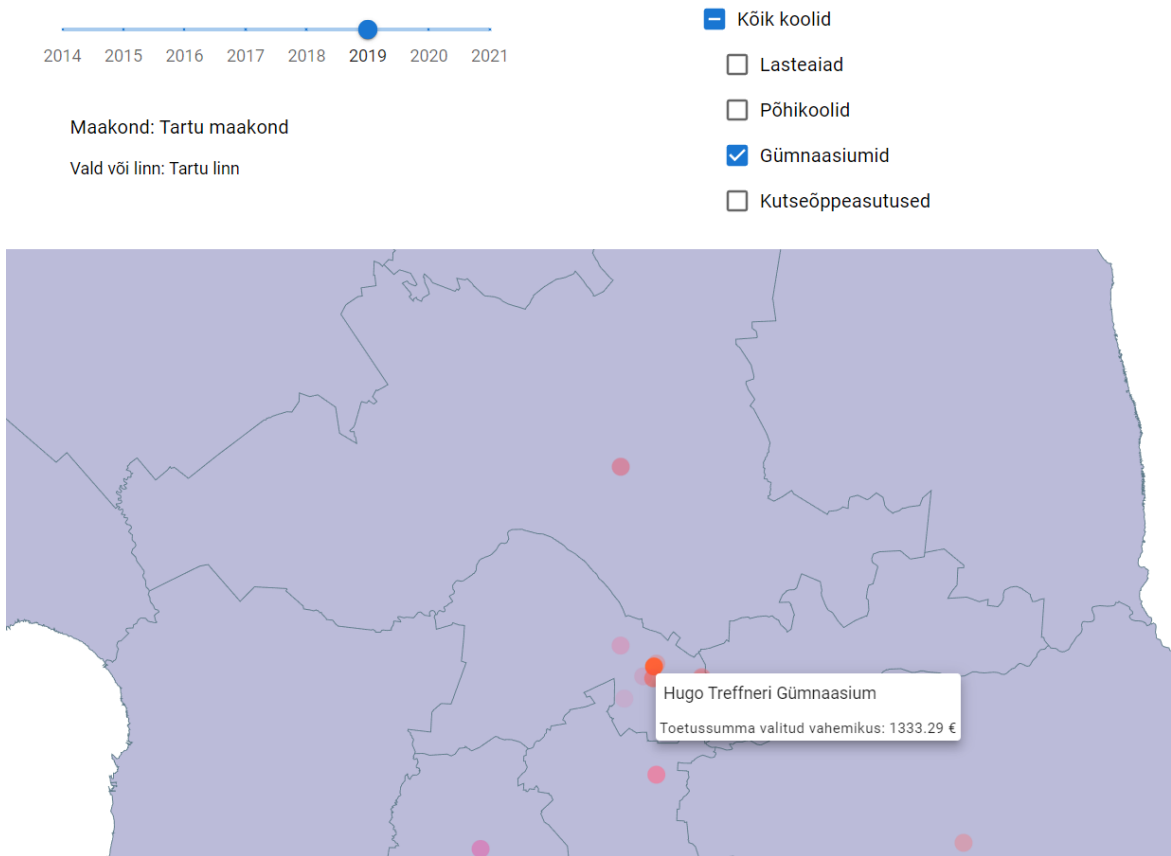
Hiirega mõne õppeasutuse kohal hõljudes ilmub selle õppeasutuse nimi ning vastavalt ajateljele kuvatakse sellele koolile perioodil jagatud toetussumma (vt joonis 5).



Joonis 5. Narva Kutseõppekeskusele jagatud toetused aastatel 2014 kuni 2021.

Jällegi on võimalik ajatelge kokku tõmmates näha konkreetse aastal jagatud toetusi konkreetsele koolile (vt joonis 6).

ProgeTiigri taotlusvooru andmete kaart



Joonis 6. Hugo Treffneri Gümnaasiumile jagatud toetussumma aastal 2019.

4.4 Võimalikud arengusuunad

Käesolevas peatükis on kirjeldatud võimalikud tulevased arengusuunad, mis suure mahu tõttu bakalaureusetöö skoobist välja jäid.

Praegune veebirakendus kasutab kindlat sisendfaili, kuid tulevastes versioonides saab lisada võimaluse, et kasutajad saaksid ise andmefaili sisestada. Kuigi hetkel on võimalik sisendfaili välja vahetada ja koole vastavalt vajadusele lisada, kui konteiner uuesti ehitada, siis oleks haldajale mugavam, kui see võimalus eksisteeriks otse kasutajaliidesest. See võimaldab rakenduse paindlikumat kasutamist erinevate andmekogumite ja kontekstide puhul. Selle mõtte laiendusena saaks koole ja välju lisada ning muuta otse kasutajaliidesest ning nendest muudatustest tulenevat andmestikku eksportida erinevates formaatides, nagu CSV, Excel või JSON. Rakenduse kasutamise turvalisemaks muutmiseks võiks lisada kasutajakonto loomise ja autentimise funktsionaalsuse. See võimaldaks ainult voli-

tatud kasutajatel rakendusele juurde pääseda ning võimaldaks neil hallata oma isiklikke seadistusi ja eelistusi.

Kaardile on võimalik lisada veel visualiseerimismeetodeid, näiteks ajatelg toetuste suuruste muutumisest läbi aja vastavalt valitud koolidele. Soojuskaardid võimaldaksid näidata koolipõhiselt toetuste kontsentratsiooni konkreetsetes piirkondades. Koolidele jagatud seadmed said selle töö raames eraldatud ja andmebaasi lisatud järgnevate töödega võiks kaaluda nende kuvamist kaardil. Veebist saab koguda teavet erinevate seadmete hindade ja tehniliste andmete kohta, et võimaldada kasutajatel paremini hinnata seadmete kvaliteeti ja hinna-kvaliteedi suhet. Võimalik oleks filtreerida konkreetsete seadmete põhjal ning näha, millised seadmed taotlusvoorude jooksul kõige populaarsemad olnud on.

Kokkuvõte

ProgeTiigri programm on Eestis loodud algatus, mille eesmärk on õpetada noortele programmeerimist ja digitaalseid oskusi. Käesolev töö põhineb andmekogumil, mis sisaldab endas ProgeTiigri programmi raames jagatud toetusi. Andmed puhastati ja töödeldi sobivasse vormingusse, mida saaks veebirakendusega kuvada.

Töö tulemusena valmis veebirakendus, mis visualiseerib ProgeTiigri seadmete taotlusvooru andmeid interaktiivsel Eesti kaardil. Veebirakendus võimaldab kasutajatel analüüsida taotlusvooru andmeid, sealhulgas koolide poolt saadud toetusi ja nende geograafilist jaotust. Rakenduse arendamiseks kasutati Pythoni programmeerimiskeelt, Node.js keskkonda, React raamistikku, väliseid andmeallikaid ning Dockeri konteinereid, mis hõlbustavad valminud rakenduse paigaldamist. Veebirakenduse peamine kasutajaliides on interaktiivne kaart, mis näitab toetuste summasid ja jaotust maakondade kaupa. Kaarti saab filtreerida toetuste kogusumma või toetuse suuruse põhjal õpilase kohta ning valida ajavahemik, mille kohta toetusi kuvatakse. Suumides kaardile lähemale, on võimalik näha individuaalseid toetust saanud koole ning nende konkreetseid toetuste summasid.

Autori arvates on antud veebirakendusel võimalik anda olulist panust haridussektorisse suunatud rahastamise analüüsimisse ja planeerimisse, aidates asutustel paremini mõista rahastamise jaotust, tõhustada ressursside kasutamist ning teha informeeritumaid otsuseid.

Kasutatud kirjandus

- [1] Haridus- ja Noorteamet. ProgeTiigri programm. <https://harno.ee/progetiigri-programm#taotlusvoorud-ja-han> (12.01.2022).
- [2] AKIT - Andmekaitse ja infoturbe leksikon. <https://akit.cyber.ee/>.
- [3] Software Library. <https://www.techopedia.com/definition/3828/software-library> (12.01.2022).
- [4] MDN contributors. Working with JSON. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/JavaScript/Objects/JSON> (05.05.2023).
- [5]
- [6] Jürisoo L. (2012). Ave Lauringson räägib, kuidas maailma tähelepanu pälvinud ProgeTiiger esimese klassi lapsi programmeerima õpetab. <https://forte.delfi.ee/artikkel/64950402/ave-lauringson-raagib-kuidas-maailma-tahelepanu-palvinud-progetiiger-esimese-klassi-lapsi-programmeerima-opetab> (12.01.2022).
- [7] Haridus- ja Noorteamet. Hindamiskriteeriumid. <https://projektid.edu.ee/display/progetiiger/Hindamiskriteeriumid> (12.01.2022).
- [8] Haridus- ja Noorteamet. ProgeTiigri programmi seadmete taotlusvoor haridusasutusele 2014-2021. <https://harno.ee/sites/default/files/documents/2021-09/Seadmete%20taotlusvoor%202014-2021.pdf>
- [9] Riigi tugiteenuste keskus. Meede: Mitmekesine ja kvaliteetne haridus digitaalse õppevaraga – IT õppevahendid. <https://www.rtk.ee/meede-mitmekesine-ja-kvaliteetne-haridus-digitaalse-oppevaraga-it-oppevahendid> (07.05.2023).
- [10] IBM. What is natural language processing (NLP)? <https://www.ibm.com/topics/natural-language-processing> (18.03.2023).
- [11] Python. Python 3.10.1 documentation. <https://docs.python.org/3/library/re.html> (12.01.2022).

- [12] Lathiya K. How to Split String with Multiple Delimiters in Python. 2021. <https://appdividend.com/2021/05/12/how-to-split-string-with-multiple-delimiters-in-python/> (12.01.2022).
- [13] Mayer R-E., Moreno R. Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational psychologist*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2003, 38(1), 43-52.
- [14] Eberhard K. The effects of visualization on judgment and decision-making: a systematic literature review, *Management Review Quarterly*, 2021, 167–214.
- [15] Heer J., Segel E. Narrative visualization: Telling stories with data. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. 2010, 16(6), 1139-1148.
- [16] Velarde O. 32 Data Visualization Types: Choose the One You Need. 2021. <https://visme.co/blog/data-visualization-types/> (29.04.2023).
- [17] Koroonaviiruse andmestik. <https://www.terviseamet.ee/et/koroonaviirus/koroonaviiruse-andmestik> (29.04.2023).
- [18] Tableau. Buy Tableau. <https://buy.tableau.com/en-de/> (29.04.2023).
- [19] Puura J., Sild H., McBride K., Thompson C. Koroonakaart. <https://koroonakaart.ee/et> (29.04.2023).
- [20] Github. Koroonakaart. <https://github.com/koroonakaart/koroonakaart> (29.04.2023)
- [21] Highcharts. <https://shop.highcharts.com/> (29.04.2023).
- [22] Eesti Hariduse Infosüsteem. Koolikaart. <https://koolikaart.hm.ee/index.php?id=map1> (29.04.2023).
- [23] Google. Maps JavaScript API. 2023. <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/> (29.04.2023).
- [24] Eesti Statistikaamet. Statistikaart. <https://estat.stat.ee/StatistikaKaart/VKR> (29.04.2023).
- [25] OpenLayers. OpenLayers API Docs. <https://openlayers.org/en/latest/apidoc/>
- [26] Crameri F., Heron P.-J., Shephard G.-E. The misuse of colour in science communication. *Nat Commun* 11 , 5444. 2020. (22.04.2023).
- [27] Github. EHAK. <https://github.com/buildig/EHAK> (12.09.2022).

- [28] Maa-amet. Haldus- ja asustusjaotus. 2023. <https://geoportaal.maaamet.ee/eng/Maps-and-Data/Administrative-and-Settlement-Division-p312.html> (08.05.2023).
- [29] Github. Topojson. <https://github.com/topojson/topojson> (08.05.2023).
- [30] Google. Geocoding API overview. 2023. <https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/overview> (14.09.2022).
- [31] National Geospatial-Intelligence Agency. Implementation Practice Web Mercator Map Projection. 2014. http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/web_mercator/%28U%29%20NGA_SIG_0011_1.0.0_WEBMERC.pdf
- [32] Node.js Foundation. About Node.js. 2016. <https://nodejs.org/en/about/> (01.05.2023).
- [33] Wilson E. Node.js Vs JAVA Vs Python - How to Choose the Best Backend Tech Stack? 2021. <https://medium.com/quick-code/node-js-vs-java-vs-python-how-to-choose-the-best-backend-tech-stack-82833df0bb4e> (01.05.2023).
- [34] Express.js. Express - Fast, unopinionated, minimalist web framework for Node.js. <https://expressjs.com/> (01.05.2023).
- [35] Capan T. Why the Hell Would I Use Node.js? A Case-by-case Tutorial. <https://www.toptal.com/nodejs/why-the-hell-would-i-use-node-js> (01.05.2023).
- [36] Meta. React - The library for web and native user interfaces. <https://reactjs.org/> (01.05.2023).
- [37] State of JS. Front-end Frameworks. The State of JS. 2022. <https://2022.stateofjs.com/en-US/libraries/front-end-frameworks/> (01.05.2023).
- [38] Ali M.-N.-S., Salleh M.-A.-M., Salman A., Hashim H. The Importance of usability features in enhancing online communication satisfaction. *Malaysian Journal of Communication*. 2016, 1-15. <https://ejournals.ukm.my/mjc/article/view/14688/7646>

- [39] Plesky E. Containers vs Virtual Machines – What Is The Difference? 2022. <https://www.plesk.com/blog/various/containers-and-virtual-machines-what-is-the-difference/> (02.05.2023).
- [40] Docker Inc. Use containers to Build, Share and Run your applications. <https://www.docker.com/resources/what-container/> (02.05.2023).
- [41] Docker Inc. Docker Desktop. <https://docs.docker.com/desktop/> (02.05.2023).

Lisad

I. Tabel

Tabel 2. 20 kõige populaarsemat seadet taotlusvooru andmetabelist.

| | |
|---|------|
| LEGO Mindstorms EV3 baaskomplekt | 1652 |
| LEGO Education WeDo 2.0 baaskomplekt | 1637 |
| Ozobot Bit 2.0 | 628 |
| Akulaadija 10V | 550 |
| Matatalab Pro Set | 409 |
| Ozobot Evo stardikomplekt | 403 |
| Edison Robot | 394 |
| Bee-Bot 6 Mesimummu ja laadimisalus | 383 |
| Qobo - programmeeritav robotigu | 378 |
| Maketeerimislaua ühendustraaside komplekt | 350 |
| Makey Makey | 335 |
| EV3 lisakomplekt | 307 |
| Dash ja Dot Wonder robotikakomplekt | 275 |
| WeDo 2.0 laetav aku | 260 |
| Transformer 10V DC | 221 |
| LEGO WeDo baaskomplektid | 207 |
| LEGO Education SPIKE Prime | 205 |
| Blue-Bot 6 Mesimummu ja laadimisalus | 199 |
| lisakomplektid | 194 |
| Arduino Starter kit | 186 |

II. Litsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Raiko Kittus**,

(autori nimi)

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

„ProgeTiigri taotlusvooru andmete töötlemine ja visualiseerimine interaktiivsel kaardil“,

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja on Alo Peets,

(juhendaja nimi)

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Raiko Kittus

09.05.2023