

TARTU ÜLIKOOL
Arvutiteaduse instituut
Informaatika õppekava

Joonas Meister

**Bee-Bot kui vahend algoritmilise mõtlemise õpetamiseks:
lähenedes ja praktikad Midrimaa lasteaia
eelkoolirühma laste näitel**

Bakalaureusetöö (9 EAP)

Juhendaja: Ljubov Jaanuska, PhD

Tartu 2025

Bee-Bot kui vahend algoritmilise mõtlemise õpetamiseks: lähenemised ja praktikad

Midrimaa lasteaia eelkoolirühma laste näitel

Lühikokkuvõte

Käesolev bakalaureusetöö käsitleb Bee-Bot põrandarobotit kui vahendit algoritmilise mõtlemise arendamiseks Luunja lasteaia Midrimaa eelkooliealiste laste näitel. Töö teoreetilises osas antakse ülevaade robotika rollist hariduses varases eas ning analüüsitakse Bee-Bot põrandarobotile loodud õppematerjale, tuues välja nende tugevused ja kitsaskohad. Praktilises osas viidi läbi uurimus, kus lapsed lahendasid individuaalselt erineva raskusastmega algoritmilisi ülesandeid Bee-Bot roboti abil. Uurimuse eesmärk oli välja selgitada, milliseid lahendamisstrateegiaid lapsed kasutavad ning millised raskused ja probleemid ülesannete täitmisel ilmnevad. Lisaks vaatlusele viidi lastega läbi poolstruktureeritud intervjuud, et mõista nende arusaamu Bee-Botist ja mõttekäike probleemide lahendamisel. Uurimistöö tulemusel koostati õpetajatele suunatud metoodiline voldik, mis koondab erinevaid praktilisi lähenemisviise Bee-Bot roboti kasutamiseks laste algoritmilise mõtlemise toetamisel.

Võtmesõnad: Bee-Bot, algoritmiline mõtlemine, alusharidus

CERCS: T125 Automatiseerimine, robotika, juhtimistehnika; S281 Arvuti õpiprogrammide kasutamise metoodika ja pedagoogika

Bee-Bot as a Tool for Teaching Algorithmic Thinking: Approaches and Practices from Midrimaa Kindergarten Preschool Group

Abstract

This bachelor's thesis explores the use of the Bee-Bot floor robot as a tool for developing algorithmic thinking of preschool children at Luunja Kindergarten Midrimaa. The theoretical part of the thesis provides an overview of the role of robotics in early childhood education and analyzes the learning materials developed for the Bee-Bot floor robot, highlighting their strengths and limitations. In the practical part, a study was conducted in which children individually solved algorithmic tasks of varying difficulty using the Bee-Bot robot. The aim of the study was to identify the problem-solving strategies used by the children, as well as the challenges and difficulties that arose during task completion. In addition to observation, semi-structured interviews were conducted to better understand children's perceptions of the Bee-Bot and thoughts when solving the problems. As a result of the research, a methodological brochure was created for teachers, compiling various practical strategies for using the Bee-Bot robot to support children's algorithmic thinking.

Keywords: Bee-Bot, algorithmic thinking, preschool education

CERCS: T125 Automation, robotics, control engineering; S281 Computer-assisted education

Sisukord

Sissejuhatus.....	5
1. Töö teoreetiline taust.....	7
1.1 Robootika alushariduses.....	7
1.2 Põrandarobot Bee-Bot.....	8
1.3 Bee-Boti metoodilised materjalid: lasteaiaõpetajate ootused ja võimalused.....	10
2. Metoodika.....	12
2.1 Valim.....	12
2.2 Uuringukeskkond ja kasutatud vahendid.....	12
2.3 Uuringu ülesehitus.....	13
2.4 Andmete kogumine ja analüüs.....	15
3. Tulemused.....	17
3.1 Uurimisküsimus 1: Milliseid vigu teevad lapsed programmeerimisülesande lahendamise käigus?.....	17
3.2 Uurimisküsimus 2: Milliseid strateegiaid kasutavad lapsed programmeerimisülesannete lahendamiseks?.....	18
3.3 Uurimisküsimus 3: Kuidas saab õpetaja toetada last ülesannete lahendamisel?.....	19
3.4 Rajakaartide ja visuaalsete abivahendite roll.....	20
3.5 Laste hinnangud ja abivahendite kasutamise eelistused.....	20
3.6 Edasine tegevus.....	21
Kokkuvõte.....	23
Viidatud kirjandus.....	24
Lisad.....	28
I. Vanemate nõusolekud uuringus osalemiseks.....	28
II. Intervjuu kava.....	29
III. Metoodiline Voldik.....	30
IV. Litsents.....	31

Sissejuhatus

Tänapäeva kiiresti arenevas digitehnoloogia maailmas muutub robotika üha olulisemaks ka alushariduses, kus see aitab lastel arendada loogilist mõtlemist, probleemilahendusoskust ja digipädevust [1]. Üha enam otsitakse viise, kuidas programmeerimisoskuse ja algoritmilise mõtlemise algtõdesid integreerida ka kõige nooremate laste õppetegevustesse viisil, mis oleks neile eakohane, mänguline ja arendav.

Üheks sobivaks laialdaselt kasutatavaks vahendiks nii Eestis kui mujal maailmas on Bee-Bot põrandarobot, mille abil saab mängulisel viisil tutvustada algoritmilise mõtlemise aluseid [2]. Otstarbekas Bee-Boti kasutamine võimaldab parandada lapse oskust mõelda loogiliselt, planeerida tegevuste jada ning lahendada etteantud ülesandeid süsteemselt ja järjestikuliselt [1, 3–6]. Selline tegevus toetab algoritmilise mõtlemise arenemist ning pakub lastele esmast arusaama, kuidas tehnoloogilised seadmed toimivad, samal ajal arendades ka programmeerimisoskust, ruumilist mõtlemist, probleemilahendusoskust ja järjekindlust.

Paraku kasutatakse Bee-Bot põrandaroboti potentsiaali sageli piiratult – näiteks programmeerib roboti õpetaja, samal ajal kui lapse ülesandeks jääb vaid nimetada või kirjeldada pilti, kuhu robot liigub. Sarnast tendentsi märkas ka Luunja lasteaia Midrimaa juhtkond, kes pöördus abipalvega metoodilise õppematerjali väljatöötamiseks.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on välja selgitada, kuidas eelkooliealised Luunja lasteaia Midrimaa lapsed lahendavad Bee-Botiga programmeerimisülesandeid, milliseid lahendusstrateegiaid lapsed kasutavad ning millist tuge vajavad protsessi käigus. Uurimistöö tulemusena vormistatakse õpetajatele infovoldik, et anda ülevaade metoodilistest võtetest, mida oleks võimalik rakendada laste algoritmilise mõtlemise toetamiseks läbi mängulise programmeerimise. Püstitatud eesmärkide saavutamiseks otsitakse vastuseid järgmistele uurimisküsimustele:

- Uurimisküsimus 1: Milliseid vigu teevad lapsed programmeerimisülesande lahendamise käigus?
- Uurimisküsimus 2: Milliseid strateegiaid kasutavad lapsed programmeerimisülesannete lahendamiseks?
- Uurimisküsimus 3: Kuidas saab õpetaja toetada last ülesannete lahendamisel?

Bakalaureusetöö koosneb kolmest sisulisest osast. Töö teoreetiline osa annab ülevaate robotikast alushariduses ning seejärel tutvustab Bee-Bot pörandaroboti kasutust alushariduses. Lisaks käsitletakse Bee-Bot pörandarobotile loodud õppematerjalide koostamise põhimõtteid. Töö praktilises osas viiakse Luunja lasteaias Midrimaa läbi vaatlusuuring, mille käigus jälgitakse laste probleemilahendusprotsessi Bee-Bot pörandarobotiga programmeerimisülesannete lahendamisel. Töö kolmandas osas analüüsitakse praktiliste ülesannete tulemusi ja vastatakse uurimisküsimustele. Analüüsitakse laste programmeerimisülesannete lahendamisel kasutatud strateegiaid, esinenud raskusi ning abivahendite mõju.

Keeletoimetamise protsessi käigus on sõnastuse parendamisel kasutatud tehisintellekti ChatGPT (GPT-4) tasuta versiooni.

1. Töö teoreetiline taust

Käesolevas peatükis antakse ülevaade töö aluseks olevatest teoreetilistest käsitlustest, mis toetavad uurimuse eesmärki ja metoodikat. Fookuses on robotika alushariduses ning alusharidus õpetajate valmisolek robotikavahendite kasutamiseks. Põhjalikumalt vaadeldakse põrandarobotit Bee-Botti kui õppevahendit laste algoritmilise mõtlemise arendamiseks.

1.1 Robotika alushariduses

Tehnoloogia ja digivahendite roll laste igapäevaelus on viimastel aastatel märgatavalt kasvanud ning see on mõjutanud ka haridusvaldkonda. Üha enam pööratakse tähelepanu sellele, kuidas digivahendeid saab kasutada sihipäraselt ja mõtestatult juba alushariduse tasandil [7]. Üheks selliseks valdkonnaks on robotika, mis pakub lastele võimalust mängulisel viisil arendada erinevaid oskusi – alates loogilisest mõtlemisest ja probleemilahendusest kuni sotsiaalsete ja koostööoskusteni [6, 8, 9].

Eesti lasteaedades on soetatud tänu Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse (HITSA) poolt koordineeritud ning Euroopa Liidu struktuurifondide toel rahastatud ProgeTiigri programmile mitmeid kaasaegseid robotikaseadmeid, nagu Bee-Bot, Ozobot, Lego WeDo 2.0, Dash ja Dot jt [10]. Need seadmed ei ole ainult mänguasjad, vaid tõhusad õppevahendid, mille abil saab juba varases eas toetada mitmesuguste oluliste oskuste arengut [11]. Robotikavahendite eesmärgipärane kasutamine aitab arendada laste loogilist mõtlemist, ruumilist taju, koostööoskusi, tähelepanuvõimet ning algoritmilist mõtlemist [12–15]. Need oskused mängivad olulist rolli lapse üldises kognitiivses arengus ning loovad tugeva aluse õppimisvõimekusele ja koolivalmidusele.

Robotikavahendeid saab tõhusalt kasutada juba väga varases eas — näiteks väidavad Bers jt oma uuringus, et projektipõhise lähenemise ja vanusele sobiva robotikavahendi abil on võimalik õpetada programmeerimist juba 3-aastastele lastele [16]. Sarnaselt näitab Critten jt uuring, et alla 3-aastased lapsed vajavad algoritmiliste ja programmeerimisülesannete täitmisel valdavalt juhendaja individuaalset abi, samas kui juba 3,5-aastased lapsed suudavad neid ülesandeid märgatavalt iseseisvamalt lahendada [15]. Seega võib robotika õpetamisega alustada juba väga noores eas, pakkudes lastele väärtuslikke õpikogemusi. Keerukamate ülesannete lahendamiseks, mis nõuavad strateegilist planeerimist, on oluline, et lapsel oleksid omandatud teatud baasoskused. Enamasti jõuavad lapsed sellesse arengufaasi umbes

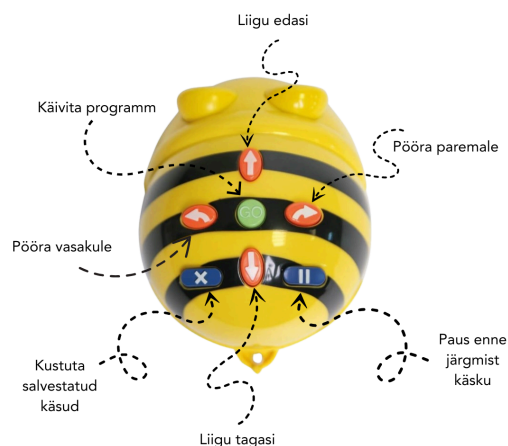
5-aastaselt, kuna siis hakkavad arenema analüüsi- ja planeerimisvõimed, mis on vajalikud keerukamate ülesannete lahendamiseks [17, 18].

Robootikaõpe alushariduses ei piirdu tänapäeval vaid tehnoloogiliste seadmete kasutamisega - see on tihedalt seotud ka niinimetatud ilma seadmeta programmeerimisega (ingl Computer Science Unplugged), mis võimaldab programmeerimise ja algoritmilise mõtlemise aluseid õpetada ka ilma digiseadmeteta [19]. Nii robootika kui ka ilma seadmeta programmeerimise tegevused keskenduvad loogilise mõtlemise, järjestamise, tingimuslike käskude ja probleemilahenduse arendamisele – olulisem on protsess ja mõttemuster, mitte vahend ise. Çakıroğlu jt [20] on rõhutanud, et ilma seadmeta programmeerimine täidab olulist rolli just alushariduses, kus laste arengutasemest lähtuvalt on tihti mõistlik alustada visuaalselt lihtsamatest ja füüsiliselt aktiivsematest tegevustest. Selline lähenemine aitab lastel mõista algoritmilise mõtlemise põhialuseid läbi liikumismängude, kaartide, puslede, joonistuste ja arutelude [21]. Samuti võimaldab see arendada keelelisi, sotsiaalseid ja koostööoskusi, pakkudes loomulikke ja eakohaseid õppimisvõimalusi mängulises keskkonnas. Kuigi ilma seadmeta programmeerimine kui mõiste ei pruugi olla paljude lasteaiaõpetajate igapäevases sõnavaras, kasutavad nad selle põhimõtteid sageli intuiitselt ja alateadlikult. Näiteks tegevused, kus lapsed järgivad samm-sammulisi juhiseid, seavad tegevusi kindlasse järjekorda või täidavad liikumiskäsked, kannavad endas algoritmilise mõtlemise algeid.

1.2 Põrandarobot Bee-Bot

Bee-Bot on Eesti alushariduses kõige enam kasutatav robootikavahend, mis sobib nii seadmeteta kui ka seadmega programmeerimisoskuste arendamiseks (Joonis 1). Tegemist on visuaalselt atraktiivse ja lihtsalt käsitletava põrandarobotiga, mida programmeeritakse roboti ülapaneeil asuvate nuppude abil [22]. Põrandarobot on vastupidav ja sobib seetõttu kasutamiseks alushariduses, võimaldades õppetöö sidumist mängulise õppimisega [23]. Bee-Bot suudab liikuda edasi ja tagasi 15 cm, pöörata vasakule või paremale ning salvestada erineva pikkusega programme sõltuvalt mudelist. Bee-Botiga saab salvestada programme, mille pikkus on 40 käsku ning uuendatud versiooniga Bee-Bot 2.0 kuni 200 käsku [24].

Bee-Boti kasutamisel on võimalik rakendada nii valmis temaatilisi matte (nt farm, liiklus, tähestik), mis toetavad konkreetseid õpieesmärke, kui ka läbipaistvaid matte, mille alla saab asetada individuaalselt loodud töölehti või pilte. Läbipaistvad matid sobivad eriti hästi projektõppeks, võimaldades õppetegevust kohandada vastavalt käsitletavale temale ja laste huvidele.



Joonis 1. Bee-Bot põrandarobot

Mitmed teadlased, nagu Beraza jt [3], Critten jt [15], Vieira jt [1] ning Angeli ja Valanides [14], kasutasid Bee-Bot põrandarobotit eelkooliealiste laste kognitiivsete võimete analüüsimiseks. Nooremas vanuserühmas (3–4-aastased) on Bee-Boti kasutamine suunatud eelkõige laste tähelepanu suunamisele, keelelise väljendusoskuse arendamisele ning ruumilise mõtlemise toetamisele. Selle vanuserühma tegevusi juhib valdavalt õpetaja, kes tutvustab roboti tööpõhimõtteid ning programmeerib selle koos lapsega. Lapsed saavad osaleda näiteks sobivate nuppude vajutamises ning roboti liikumise jälgimises, mis võimaldab neil saada otsest tagasisidet ruumiliste suhete ja suunamõistete (nt „paremale“, „vasakule“, „otse“, „tagasi“) kohta. Uurimused näitavad, et visuaalsel käsupõhisel programmeerimisel põhinevad tegevused, sealhulgas Bee-Boti kasutamine, toetavad kognitiivsete oskuste arengut (ruumiline tajus, järjestamine, planeerimine ja probleemilahendusvõime) [14, 15]. Roboti liikumiste planeerimine õpetab lapsi jagama tegevusi loogilisteks sammudeks, mis on oluline alus algoritmilise mõtlemise kujunemisel [9, 14, 15].

Vanemas vanuserühmas (5 – 7 aastat) kasutatakse Bee-Boti juba iseseisva programmeerimisoskuse arendamiseks. Kulderknup [18] toob välja, et selles eas areneb lastel järjest keerukam mõtlemis- ja probleemilahendusoskus, mis avaldub näiteks võimes keskenduda eesmärgipärasele tegevusele, luua loogilisi seoseid, kasutada keelelisi vahendeid ja kordamist, mõista sümboleid ning valida tegutsemisstrateegiaid, vajadusel õpetaja juhendamisel. Lisaks ilmneb huvi õppimise, avastamise ja küsimuste esitamise vastu, mis

viitab positiivsele hoiakule teadmiste omandamise suhtes [18]. Bee-Boti kasutamist laste kognitiivsete oskuste arendamisel on uuritud ka empiirilisel. Di Lieto jt [5] 20-nädalane sekkumisuuring näitas, et Bee-Botil põhinevas õppeprogrammis osalenud laste töömälu ja pidurdusprotsessid paranesid märkimisväärselt võrreldes kontrollrühmaga. Uuringu tulemused rõhutavad robotikavahendite sihipärase ja järjepideva kasutamise potentsiaali laste koolivalmiduse toetamisel.

1.3 Bee-Boti metoodilised materjalid: lasteaiaõpetajate ootused ja võimalused

Eelmises peatükis käsitleti Bee-Boti kui õppevahendit lapse kognitiivsete oskuste ja algoritmilise mõtlemise arendamiseks alushariduses. Samas tõstatub Luunja lasteaia Midrimaa (juhendaja arvamusel ka teised lasteaia) praktikas küsimus, kuidas saaks lasteaiaõpetajaid paremini toetada Bee-Boti teadlikut ja eesmärgipärast kasutamist õppeprotsessis.

Allikate [25, 26] järgi sõltub õpetajate valmisolek robotikavahendite kasutamiseks alushariduses nii tehnoloogiliste vahendite olemasolust kui ka õpetajate teadlikkusest ja enesekindlusest nende integreerimisel õppetöösse. Paraku näitab Leppiku jt (2017) [25] uuring, et õpetajad toovad peamisteks takistusteks välja seadmete ja õppematerjalide puuduse ning vastavate pädevuste vähesuse. ProgeTiigri programmi rakendamisel on neid kitsaskohti püütud leevendada koolituste ja materjalide loomise kaudu. Programmi lõppraporti (2023) andmetel kasutab robotikavahendeid sageli 64% alushariduse õpetajatest [10]. Samas rõhutatakse jätkuvalt vajadust täiendkoolituste ja praktiliste juhendmaterjalide järele, et robotika saaks olla sisuliselt lõimitud erinevatesse õppevaldkondadesse [10].

Bee-Boti põrandaroboti kohta leidub veebis mitmeid õppematerjale, kuid valdav osa neist on ingliskeelsed ja pärinevad erinevatelt rahvusvahelistelt veebiplatvormidelt [27, 28]. Eestis on eestikeelseid materjale loodud eelkõige eelmainitud ProgeTiigri programmi raames [10]. Siiski viitavad mitmed uuringud, et olemasolevad materjalid ei kata alati õpetajate tegelikke vajadusi. Tuulingi bakalaureusetöös [29] ilmnes, et õpetajad hindavad õppematerjalide puhul kõrgelt selget ülesehitust, sihtrühmale vastavat raskusastet, konkreetseid õpieesmärke, kasutusjuhiseid ning temaatilisi ülesandeid. Samas ilmnes uuringust, et kuigi Bee-Boti tegevuskonspektid on õpetajatele kättesaadavad, kasutatakse neid praktikas suhteliselt harva [29]. Selle põhjuseks võib olla kas materjalide vähene paindlikkus või nende raskesti kohandatavus erineva tasemega laste vajadustele [29].

Bee-Boti informatiivse õppemetoodilise materjali koostamiseks on vaja esialgu uurida

- Milliseid vigu teevad lapsed programmeerimisülesande lahendamise käigus?
- Milliseid strateegiaid kasutavad lapsed programmeerimisülesannete lahendamiseks?
- Kuidas saab õpetaja toetada last ülesannete lahendamisel?

Uurimuse tulemusena vormistatakse õpetajatele infovoldik, et anda ülevaade metoodilistest võtetest, mida oleks võimalik rakendada laste algoritmilise mõtlemise toetamiseks läbi mängulise programmeerimise.

2. Metoodika

Käesolevas peatükis kirjeldatakse uuringu läbiviimise metoodikat, sealhulgas vaatluse valimit, kasutatud vahendeid, ülesannete ülesehitust ning andmete kogumise ja analüüsi protsessi.

2.1 Valim

Luunja lasteaias Midrimaa [30] on 10 rühma. Õppejuht Lia Raat sõnul on lasteaias projektõppe toetamiseks mitmekesine digivahendite valik ning lasteaed on avatud teadustööde ja pedagoogiliste uuringute läbiviimisele [31]. Just nende põhimõtete tõttu pöördui lasteaija juhtkonna poole uuringu läbiviimise ettepanekuga, millele saadi nõusolek.

Lasteaia direktori Uuve Jakimaineni sõnul on rühmade dünaamika rühmiti erinev ning sõltub nii rühma õpetajatest kui ka laste eripäradest. Õpetaja rolli väikelaste toetamisel ja kaasamisel on uurinud ka Singer jt [32], kes on samuti leidnud, et õpetajate tegutsemine rühmaruumis mõjutab laste keskendumisvõimet. Uurimuse läbiviimiseks kasutati sihipärast valimit. Sihipärase valimi koostamisel lähtuti sihtgrupist, milleks olid ühe rühma 20 kuue- ja seitsmeaastast last. Valiku eesmärk oli tagada, et uuritavate laste arengukeskkond lasteaias oleks õpetajate mõjude tõttu võimalikult sarnane.

2.2 Uuringukeskkond ja kasutatud vahendid

Uuring toimus Luunja lasteaed Midrimaa digitoas, kus saab läbi viia õppetegevusi digivahenditega. Digituba oli lastele varasemast tuttav, mis toetas nende keskendumist ja vähendas vajadust kohaneda uue keskkonnaga. Uuringut juhendas töö autor koostöös lasteaija haridustehnoloogiga.

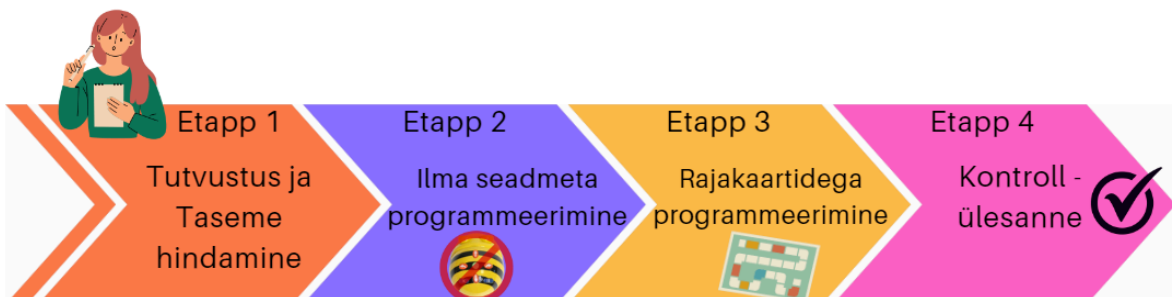
Autor kasutas uuringus robotit Bee-Bot ning TTS-i poolt Bee-Botile loodud farmimatti (Joonis 2). Kaart oli seotud parasjagu rühmas käiva projektiga ning aitas lastel mänguliselt mõista määratud ülesande konteksti ja raja ülesehitust.



Joonis 2. Farmimatt [33]

2.3 Uuringu ülesehitus

Uuringus kasutatud ülesannete struktuur põhineb Vieira jt [1] uuringul. Ülesanded on kohandatud nelja etappi (Joonis 3), tuginedes teadusuuringute tulemustele, et tagada vaatluste sisukus ja analüütiline väärtus.



Joonis 3. Uuringu etappide jaotus

Etapp 1. Bee-Boti funktsioonide tutvustamine ja esmased ülesanded

Angeli ja Georgiou [34] uuringud näitasid, et struktureeritud juhendamine ja järkjärguline ülesehitus mängib olulist rolli lapse enesekindluse ja huvi edendamisel Bee-Boti kasutamise õpetamisel. Sellest lähtuvalt tutvustas autor alguses lastele põrandaroboti põhifunktsioone, nagu liikumisjuhiste programmeerimine - edasi, tagasi, vasakule, paremale, paus, salvestatud käskude kustutamine ja roboti käivitus.

Ülesanne 1a: Sissejuhatav ülesanne

Eesmärk oli võimaldada lastel vabalt uurida Bee-Boti funktsioone, et tekitada huvi, uudishimu ja enesekindlust põrandaroboti kasutamisel. Loomuliku uurimisprotsessi soodustamiseks said lapsed katsetada erinevaid järjestikuste käskude kombinatsioone, jälgides seejärel enda poolt programmeeritud Bee-Boti liikumist. Ülesanne oli suunatud mängulise ja uurimusliku õppe edendamisele ning eelkooliealiste laste kognitiivsete oskuste kujunemise toetamisele [7].

Ülesanne 1b: Etteantud raja läbimine Bee-botiga

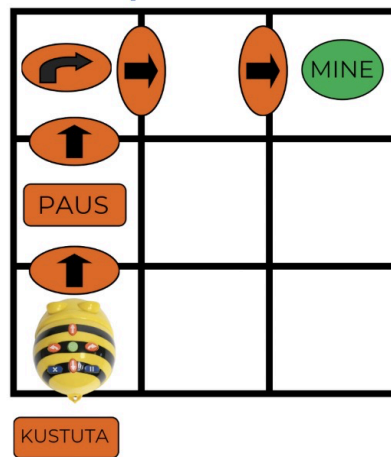
Lastele pakuti võimalus läbida Bee-Botiga kindla algus ja lõpp-punktiga rada. Ülesande eesmärgiks oli laste programmeerimistaseme mõistmine ja nende poolt kasutatavate lahendamiskäikude märkamine.

Etapp 2. Ilma seadmeta programmeerimine

Teise etapi eesmärk oli toetada laste algoritmilise mõtlemise arengut ilma digiseadmeteta. Lähtudes esimeses etapis täheldatud laste probleemilahendusoskuste tasemest, dekomponeeriti programmeerimisülesanne visuaalseteks sammudeks. Kasutati rajakaarte, mille abil said lapsed füüsiliselt ja visuaalselt kujutada samme, mida Bee-Bot peaks rajal liikudes täitma. See etapp võimaldas lastel keskenduda tegevuse loogilisele ülesehitusele ning tugevdas arusaama tegevuste järjestamisest, plaanimisest ja kontrollimisest, ilma et tähelepanu hajuks seadme kasutamise tehnilisele aspektile.

Ülesanne 2: Raja kavandamine rajakaartidega ja selle kontrollimine

Lapsed kavandasid Bee-Boti rajakaarte kasutades 7-sammulise raja, lähtudes etteantud algus- ja lõpp-punktist (Joonis 4). Seejärel kontrollisid lapsed oma loodud rada, tõstes käsitsi farmimatil Bee-Botti vastavalt iga rajakaardi juhisele üritades jõuda lõpp-punkti.



Joonis 4. Rajakaartidega rada

Etapp 3. Programmeerimisülesanne

Selles etapis pidid lapsed sisestama eelnevalt rajakaartidega loodud raja Bee-Boti programmi, mis nõudis abstraktse plaani tõlgendamist konkreetseteks käskudeks ja järjekorra järgimise oskust.

Ülesanne 3: Raja läbimine programmeerides

Ülesande raames sisestasid lapsed varasemalt asetatud rajakaardidel olevad käsud Bee-Botti, et läbida eelnevas ülesandes märgistatud 7-sammuline rada.

Etapp 4. Kontrollülesanne

Viimane etapp keskendus laste iseseisvatele probleemilahendusoskustele, suurendades samas ka ülesande keerukust ning kontrollides laste arusaamist Bee-Boti programmeerimise põhialustest.

Ülesanne 4: Varasemates ülesannetes õpitud oskuste kontrollimine

Iga laps lahendas ülesande, mille raskusaste vastas kas eelnevale tasemele (7-sammuline rada) või oli sellest sammu võrra keerulisem (8-sammuline rada), sõltuvalt lapse poolt valitud rajast. Laps sai ise valida, kas kasutada lahendamiseks abistavaid rajakaarte või mitte.

2.4 Andmete kogumine ja analüüs

Enne uuringu alustamist saadi lasteaedade infosüsteemi Eliis [35] kaudu kõigi uuringus osalenud laste vanematelt digitaalne nõusolek laste filmimiseks ning videomaterjali kasutamiseks hariduslikes kogemusgruppides jagamiseks (Lisa I). Video salvestamine võimaldas saada täpse ja detailse ülevaate laste tegevustest, nende otsustusprotsessidest ning

programmeerimis- ja probleemilahendusoskuste rakendamises. Ülesannete läbiviimise ajal salvestati laste tegevused lasteaia poolt antud nutitelefoni abil.

Lisaks kasutati andmete kogumiseks poolstruktureeritud intervjuud, mille puhul sai vajadusel küsimuste järjekorda muuta ning esitada täpsustavaid küsimusi. Esmalt koostati uuringu ja intervjuu läbiviimise kava (Lisa II) ning veebruari lõpus viidi läbi pilootuuring ühe lapsega, et kontrollida küsimuste ja ülesannete asjakohasust ning vastavust töö eesmärgile. Pilootuuringu käigus muutis autor intervjuu küsimusi, et saada rohkem töö eesmärgile vastavaid küsimused. Ülesannete läbiviimise korda muudeti, eristades esimese etapi ülesanne kaheks alamülesandeks, pakkudes sellega lastele rohkem aega Bee-Boti ja keskkonnaga tutvumiseks.

Nädal hiljem alustati tegevusuuringuga, mis kestis kaks nädalat. Lapsed osalesid tegevustes individuaalselt ning tegevus kestis hommikupoolisel ajal keskmiselt kakskümmend minutit. Kõik kogutud andmed töödeldi ja analüüsiti anonüümselt. Laste privaatsuse ja konfidentsiaalsuse tagamiseks asendati laste nimed koodidega (L0–L16). Uuringu lõpus tagastati nutitelefoni lasteaiale. Kogutud andmed anti üle ka lasteaia õppejuhile nendepoolse analüüsi tarbeks.

Andmete analüüsimisel kasutati kvalitatiivset induktiivset sisuanalüüsi meetodit, mis võimaldas teha kogutud andmete põhjal üldistusi [36]. Analüüsi eesmärk oli tuvastada korduvad lähenemisviisid, mida lapsed ülesannete lahendamisel rakendasid. Videomaterjalid võimaldasid hinnata laste tegevusi detailsemalt, pakkudes võimalust jälgida laste otsustusprotsesse ning probleemide lahendamise samme. Laste käitumine ja kasutatud strateegiad kodeeriti poolstruktureeritud vaatluspõhise raamistikuna, mis tugines eelnevalt määratletud kategooriatele, nagu näiteks Bee-Boti programmeerimise lähenemisviisid (katse-eksitusmeetod, ühe sammu kaupa, osade kaupa või terviklahendus korraga), rajakaartide paigutamine, probleemide avastamine ja probleemide lahendamine. Iga lapse tegevust hinnati eraldi, võttes arvesse rakendatud lähenemisviise. Lisaks pöörati tähelepanu sellele, kuidas lapsed oma tegevust mõtestasid ning millal ilmnes vajadus juhendaja abi järele.

3. Tulemused

Antud peatükis esitatakse uuringu käigus kogutud vaatluse tulemused ning saadakse vastused püstitatud uurimisküsimustele. Tulemused on struktureeritud vastavalt uurimisküsimustele, et tuua esile mustrid ja tähelepanekud laste käitumises Bee-Bot ülesannete täitmisel.

3.1 Uurimisküsimus 1: Milliseid vigu teevad lapsed programmeerimis-ülesande lahendamise käigus?

Kõik 16 uuringus osalenud last olid varasemalt Bee-Botiga kokku puutunud ning seetõttu olid nad robotiga üldjoontes tuttavad. Enamikul lastest oli varasem positiivne Bee-Botiga mängimise kogemus juba enne ülesannete lahendamist. Kõik lapsed tundsid Bee-Boti liikumisnuppe, kuid pausinupp osutus enamusele uueks ja tekitas seetõttu ka enim raskusi.

Programmeerimise käigus ilmnes mitmeid tüüpilisi eksimusi, mis langevad suuresti kokku Vieira jt [1] uuringus kirjeldatud raskustega, mis on seotud laste arusaamade ja kognitiivsete oskustega Bee-Boti programmeerimisel:

- Planeerimata alustamine (ingl *not planning*): laps alustas roboti programmeerimist ilma eelnevalt samme läbi mõtlemata ning trajektoori planeerimata.
- Valesti loendamine (ingl *miscounting*): kuigi liikumissuund ja sammude arv olid üldjoontes paigas, esines vigu käsu sisestamisel või sammude täpsel loendamisel.
- Keeramine ei tähenda liikumist (ingl *turning not moving*): pöörde- ja liikumiskäskude aeti segamini, eeldades, et pööramine tähendab automaatselt ka edasi liikumist.
- Mõtteline pööramine (ingl *mental rotation*): kui Bee-Bot ei olnud lapsega samas suunas, ei suutnud laps otsustada, kas robot peaks pöörama paremale või vasakule.
- Hirm eksida: laps kartis roboti käskude katsetada, kuna pelgas vigu teha või oli programmeerimises ebakindel.
- Pausinupu unustamine: sarnaselt pööramiskäskuga unustati mõnikord kasutada pausinuppu või jäeti pärast pausi järgmine liikumiskäsk andmata, mistõttu robot ei liikunud soovitud suunas edasi.
- Kustutatamata käsuseeria: enne uute käskude sisestamist unustati eelmine programm kustutada, mille tulemusel robot ei käitunud ootuspäraselt.

- Registreerimata käsk: lapsed ei vajutanud nuppe piisavalt tugevalt ning osa käskudest ei registreerunud.

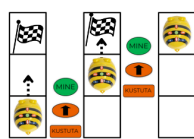
Ülesandes kus asetati rajakaarte liikumise märgistamiseks esines vigu enamasti samadel kohtadel nagu ilma kaartideta programmeerimisel – eelkõige pärast pöördeid ja pausidega seotud liikumisi. Samas kui rada oli juba rajakaartidega õigesti ette märgitud, tekkis Bee-Boti programmeerimisel vigu minimaalselt. Siiski esines kahel lapsel korduvaid raskusi kogu käsustiku korruga sisestamisel, mistõttu osutus tõhusaks samm-sammuline strateegia. Sellisel juhul kasutas laps ühte rajakaarti korruga, sisestas selle käsu Bee-Botile ja jätkas nii järjest, kuni kogu tee oli sisestatud. See lähenemine aitas vähendada vigade arvu märgatavalt ning peamiseks probleemiks jäi vaid liialt nõrk nupule vajutus.

3.2 Uurimisküsimus 2: Milliseid strateegiaid kasutavad lapsed programmeerimisülesannete lahendamiseks?

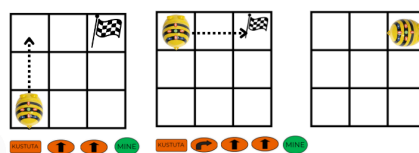
Lapsed rakendasid programmeerimisülesannete lahendamisel mitmesuguseid strateegiaid, mis viitasid nende individuaalsetele probleemilahendusoskustele. Üldjoontes ilmnisid laste seas kolm peamist probleemilahenduse lähenemisviisi (Joonis 5):

- sammhaaval;
- osade kaupa;
- kogutee korruga sisestamine.

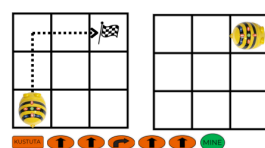
Sammhaaval



Osade kaupa



Kogutee korruga



Joonis 5. Programmeerimisstrateegiaid

Sammhaaval lähenemisel eristusid kaks peamist strateegiat. Esimesel juhul kustutas laps pärast iga käigu sooritamist eelneva käsustiku ning sisestas käsitsi järgmise liikumise. Teisel juhul lisati iga uus käsk eelmistele järjestikku juurde, asetades roboti alati algpositsioonile, mille tulemusel liikus robot iga korraga ühe sammu kaugemale, kuni kogu rada oli läbitud.

Osade kaupa strateegia puhul oli jaotuse keskseks elemendiks sageli pöördekoht. Siingi eristus kaks lähenemist:

- esimene, kus pööre arvestati eelneva liikumisosa lõppu;
- teine, kus pöörete sisestamine tähistas uue liikumisosa algust, sageli pärast eelneva käsustiku tühistamist.

Kogutee korraga strateegia puhul programmeeris laps Bee-Boti kogu liikumistee algusest lõpuni korraga, ilma et oleks hiljem käske juurde lisanud. Sageli kombineeriti erinevaid lähenemisviise, sõltuvalt ülesande keerukusest ja lapse enesekindlusest. Strateegiate mitmekesisus näitas, et lapsed püüdsid ülesandele läheneda neile sobival viisil ning sageli kombineeriti erinevaid lähenemisviise. Visuaalse toena kasutati tihti Bee-Boti keeramist vastavasse liikumissuunas, et paremini aru saada pöörete suunast ja planeerida järgmist sammu.

3.3 Uurimisküsimus 3: Kuidas saab õpetaja toetada last ülesannete lahendamisel?

Uuringu tulemused kinnitavad, et kuigi Bee-Bot on eakohane ja arendav töövahend, nõuab selle edukas kasutamine õpetaja juhendamist ning lapse kognitiivsete ja arenguliste iseärasuste tundmist. Eriti oluline on toetada last planeerimisoskuse, ruumilise tunnetuse ning programmeerimiskäsu struktuuri mõistmisel.

Õpetaja saab lapse tegevust toetada tutvustades erinevaid strateegiaid ning kohandades juhendamistrateegiat vastavalt lapse individuaalsetele oskustele ja vajadustele. Näiteks võib soovitada liikumiskäskude sisestamist samm-sammult, kui kogu käsustiku korraga sisestamine põhjustab korduvaid vigu. Samas on oluline luua keskkond, kus lapsel on lubatud eksida, katsetada erinevaid lahendusi ning õppida kogemuse kaudu. Lisaks saab õpetaja suunata last kasutama visuaalseid abivahendeid, näiteks rajakaarte, mis toetavad liikumissuundade mõistmist ja aitavad ennetada vigu.

Rajakaartide kasutamine abivahendina annab õpetajale võimaluse jälgida jookvalt lapse loogikat, lasta tal põhjendada oma valikuid ja anda vajadusel selgitusi. Näiteks õpetaja saab lapsega koos arutleda, miks konkreetne liikumissuund ei viinud soovitud sihtkohta või miks oli oluline eelnev programm kustutada. Rajakaardipõhine programmeerimine, kus laps töötab ühe kaardi kaupa, võimaldab õpetajal lapse tegevust paremini suunata ja tõhustada tema arusaamist programmeerimise loogikast. Rajakaartide kasutamine abivahendina on üks ilma seadmeta programmeerimise võtte, mis võimaldab lapsel digivahendita arendada loogilist mõtlemist ning jõuda soovitud tulemuseni.

Eelpool kirjeldatud soovitused on koondatud õppemetoodilisse voldikusse (Lisa III), mis võiks aiadata õpetajal tutvuda erinevate programmeerimisstrateegiatega ning rakendada neid lapse toetamiseks, suunamiseks ja sobiva strateegia pakkumiseks vastavalt lapse oskustele.

3.4 Rajakaartide ja visuaalsete abivahendite roll

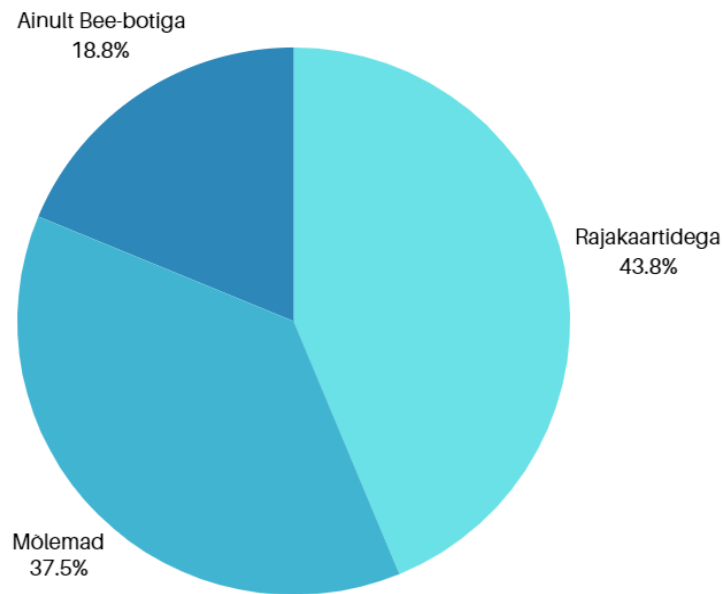
Rajakaartide kasutamine osutus laste jaoks väärtuslikuks abivahendiks, mis toetas tegevuse paremat planeerimist ning aitas mõista Bee-Boti liikumise loogikat. Kuigi neljandik lastest suutsid ülesande edukalt lahendada ka ilma visuaalsete abivahenditeta, vajasis teised lapsed tuge, et ülesandega edukalt toime tulla. Rajakaartide abil oli võimalik käsustikku kiiremini korrata või vajadusel parandada, mis omakorda vähendas vigade hulka ja suurendas kindlustunnet programmeerimisel. Otse liikumist tähistavad kaardid asetati matil joonele, kujutades roboti teekonda üle joone liikudes, samas kui muud kaardid (nt pööramine ja paus) tähistasid tegevusi, mis toimusid ühel kindlal ruudul. Selline visuaalne eristus aitas lastel paremini mõista millal Bee-Bot liigub ühelt ruudult teisele ning millal teeb tegevusi ühe ruudu peal.

3.5 Laste hinnangud ja abivahendite kasutamise eelistused

Laste hinnangud ülesande raskusastme kohta näitasid, et ülesandeid peeti valdavalt lihtsaks või mõõdukalt keeruliseks. Kõige rohkem raskusi põhjustas pausinupu mõistmine ja kasutamine, pöörde suuna tajumine ning edasi liikumine pärast pööret. Hoolimata neist raskustest säilis laste motivatsioon ning enamik lapsi väljendas soovi Bee-Botiga ka edaspidi mängida.

Abivahendite kasutamise eelistused olid erinevad (Joonis 6). Mõned lapsed eelistasid töötada ainult Bee-Botiga, sest nad tulid programmeerimisega hästi toime ka rajakaartideta ja pidasid

abivahendeid pigem segavaks. Teised lapsed kasutasid rajakaarte meelsasti, kuna nad tundsid end programmeerimises ebakindlamalt ja said visuaalsetest abivahenditest tuge. Oli ka neid lapsi, kelle jaoks sobisid mõlemad variandid võrdselt ning nad kasutasid rajakaarte ja Bee-Boti vaheldumisi, sõltuvalt ülesande iseloomust ja isiklikust eelistusest.



Joonis 6. Eelistuste jaotus

3.6 Edasine tegevus

Töös käsitletud teemasid on võimalik tulevikus edasi arendada mitmes eri suunas. Ühe võimaliku uurimissuunana võiks keskenduda õpetajatele suunatud hariduslike voldikute mõju ja kasutusmugavuse analüüsile. Edasistes töodes saaks koguda sihipärast tagasisidet voldikute arusaadavuse, praktilisuse ja rakendatavuse kohta, et hinnata nende toetavat rolli õpetajate töös. Selline uurimus aitaks vajadusel teha kohandusi vastavalt kasutajate ootustele ja tegelikele vajadustele. Samuti võiks kaaluda voldikute levitamist laiemalt ning tagasiside kogumist eri lasteaedadest, et selgitada nende kasutatavust erinevates kontekstides.

Teiseks oluliseks edasiseks suunaks on kasutatud metoodikate edasiarendamine ja nende tõhususe hindamine erinevas vanuses laste seas. Tulevikus oleks huvitav võrrelda mängulise programmeerimise lähenemisi ja uurida, millised meetodid toetavad kõige tõhusamalt laste probleemilahendusoskust ja loogilise mõtlemise arengut. See looks eeldused tõhusamate õpetamise meetodite kujundamiseks ja soodustaks robotikavahendite lõimimist lasteaia õppekavasse ja õppetegevustesse, näiteks projektõppesse.

Lisaks võiks sarnast uuringut laiendada ka teistele programmeerimis- ja robotikaseadmetele. Bee-Boti asemel võiks uurimuses kasutada näiteks Dash ja Dot roboteid, Qobot, Spherot või Ozoboti. Selline laiendus võimaldaks võrrelda erinevaid seadmeid ning uurida, milliseid seadmeid, õpetamis- ja programmeerimisstrateegiaid on sobilik rakendada erinevates õpikeskkondades.

Kokkuvõte

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli uurida, kuidas Bee-Bot põrandaroboti kasutamine aitab 6–7-aastastel lastel omandada algoritmilise mõtlemise ja programmeerimise algtõdesid mängulisel ja arendaval viisil. Uuring viidi läbi Luunja Lasteaias Midrimaa, kus vaatluse all oli ühe rühma laste osalemine struktureeritud robotikategevuses. Tähelepanu pöörati veel sellele, kuidas lapsed erinevate ülesannete lahendamisel tuge vajasisid või iseseisvat toimetulekut demonstreerisid.

Töö teoreetilises osas anti ülevaade robotika kasutamise võimalustest alushariduses, Bee-Bot põrandaroboti kasutusest, Bee-Bot robotile loodud õppematerjalide kasutamise praktikast ja kitsaskohtadest. Eelnevatele uuringutele toetudes kujundati metoodiline raamistik, mis hõlmas nelja etappi ning oli omakorda jaotatud ülesanneteks.

Töö praktilises osas viidi läbi kvalitatiivne uuring, mis koosnes kahest osast: ülesannete lahendamine ja poolstruktureeritud intervjuu. Uuringu tulemused näitasid, et lapsed kasutasid mitmesuguseid strateegiaid, sealhulgas käsustiku sisestamist samm-sammult, osade kaupa või korraga. Suurimad raskused seonduvad pausinupu kasutamise ja pöördejärgse liikumise tajumisega. Rajakaardid osutusid kasulikuks visuaalseks toeks ja ilma seadmeta programmeerimise võtteks. Hoolimata esinenud raskustest säilis laste kõrge motivatsioon ja soov Bee-Botiga edaspidi mängida.

Oluliseks töö tulemuseks oli õpetajatele mõeldud metoodilise voldiku loomine, mis sisaldab järkjärgulisi ja struktureeritud ülesannete lahendamise metoodikaid, mida saab kohandada vastavalt laste arengutasemele. Sellised juhendmaterjalid võivad toetada õpetaja enesekindlust robotikavahendite kasutamisel ning toetada nende teadlikumat lõimimist igapäevastesse õppetegevustesse, et arendada laste algoritmilist mõtlemist ja probleemilahendusoskusi.

Viidatud kirjandus

- [1] Vieira C., Chiu J., Velasquez B. Towards a learning progression of sequencing and algorithm design for five- and six-years-old children engaging with an educational robot. *Computer Science Education*. 2024;34:596–616.
<https://doi.org/10.1080/08993408.2023.2255058>.
- [2] Kütt J. Robotikavahendite kasutamine koolieelse lasteasutuse õppe-kasvatustöös: õpetajate kogemused ja hoiakud. Tartu Ülikool Haridusteaduste instituut bakalaureusetöö. 2021.
- [3] Beraza I., Pina A., Demo B. Soft & Hard ideas to improve interaction with robots for Kids & Teachers. 2010. <https://www.researchgate.net/publication/229019858>.
- [4] Nam K., Kwon U., Han S. A Study on the Effectiveness of a Robotics curriculum based on “Bee-Bot”. *International Journal of Advanced Culture Technology*. 2019;7:79–85.
<https://doi.org/10.17703/IJACT.2019.7.3.79>.
- [5] Di Lieto M.C., Pecini C., Castro E., Inguaggiato E., Cecchi F., Dario P., Cioni G. Sgandurra G. Empowering Executive Functions in 5- and 6-Year-Old Typically Developing Children Through Educational Robotics: An RCT Study. *Frontiers in Psychology*. 2020;10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03084>.
- [6] Chalidi D, Mantzanidou G. Educational robotics and STEAM in early childhood education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*. 2021;1:72–81.
<https://doi.org/10.25082/AMLER.2021.02.003>.
- [7] Vainaru J. Digitehnoloogia kasutamise profiilid lasteaiasõpetajatel. Tartu Ülikool Haridusteaduste instituut magisträtöö. 2018.
- [8] Misirli A., Komis V. Robotics and Programming Concepts in Early Childhood Education: A Conceptual Framework for Designing Educational Scenarios. 2014, p. 99–118. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6501-0_8.
- [9] Kewalramani S., Palaiologou I., Dardanou M., Allen K.-A., Phillipson S.. Using robotic toys in early childhood education to support children’s social and emotional competencies. *Australasian Journal of Early Childhood*. 2021;46:355–69.
<https://doi.org/10.1177/18369391211056668>.

- [10] ProgeTiigri programm | Haridus- ja Noorteamet <https://harno.ee/progetiigri-programm> (09.04.2025).
- [11] Soonvald K. Robootikavahendid ja nende kasutamise eesmärgid 2-3-aastaste laste rühmas nelja Tartumaa lasteaia näitel. Tartu Ülikool Haridusteaduste instituut bakalaureusetöö. 2021.
- [12] Fujiwara Y., Ebarle A. Early Childhood Robotics: Igniting Innovation and Computational Thinking. *Technology and Engineering Education*. 2024;1:14–9. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=ff8c0539-8e01-3d77-bbd5-cf3eb9669d3b>. (08.04.2025)
- [13] Yang W., Ng D.T.K., Gao H. Robot programming versus block play in early childhood education: Effects on computational thinking, sequencing ability, and self-regulation. *British Journal of Educational Technology*. 2022;53:1817–41. <https://doi.org/10.1111/bjet.13215>.
- [14] Angeli C., Valanides N. Developing young children’s computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*. 2020;105:105954. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.018>.
- [15] Critten V., Hagon H., Messer D.. Can Pre-school Children Learn Programming and Coding Through Guided Play Activities? A Case Study in Computational Thinking. *Early Childhood Education Journal*. 2022;50:969–81. <https://doi.org/10.1007/s10643-021-01236-8>.
- [16] Bers M.U., González-González C., Armas–Torres M.B. Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*. 2019;138:130–45. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>.
- [17] Nugin K., Õun T. Õppe- ja kasvatustegevus lasteaias. *Kirjastus Atlex* 2017.
- [18] Kulderknup E. Üldoskuste areng koolieelses eas. *Kirjastus Studium* 2009.
- [19] Bell T., Vahrenhold J. CS Unplugged—How Is It Used, and Does It Work?. *Springer International Publishing*. 2018, p. 497–521. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98355-4_29.

- [20] Cakiroglu U., Mumcu S., Atabay M., Aydin M. Understanding problem-solving processes of preschool children in CS unplugged activities. *International Journal of Computer Science Education in Schools*. 2022;5.
<https://doi.org/10.21585/ijcses.v5i3.133>.
- [21] Bell T., Witten I.H., Fellows M. Computer Science Unplugged . . . off-line activities and games for all ages. 1998.
- [22] TTS Bee-Bot programmeeritav põrandarobot 2.0. *Insplay Haridus*
<https://haridus.insplay.ee/products/tts-bee-bot-programmeeritav-porandarobot-2-0>
(09.05.2025).
- [23] González Y.A.C., Muñoz-Repiso A.G.-V.. A robotics-based approach to foster programming skills and computational thinking: Pilot experience in the classroom of early childhood education. *ACM*. 2018, p. 41–5.
<https://doi.org/10.1145/3284179.3284188>.
- [24] Robomiku veebipood
<https://www.robomiku.ee/toode/bee-bot-programmeeritav-ja-taaslaetav-mesimumm-porandarobot/> (26.02.2025).
- [25] Leppik C., Haaristo H.-S., Mägi E. IKT-haridus: digioskuste õpetamine, hoiakud ja võimalused üldhariduskoolis ja lasteaias. *Poliitikauuringute Keskus Praxis*. 2017.
- [26] Khanlari A. Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*. 2016;41:320–30. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056106>.
- [27] Resource Detail Master Page. Barefoot
<https://www.barefootcomputing.org/primary-computing-resources/resource-detail-master-page> (15.04.2025).
- [28] Bee-Bot Resources | KS1 Computing | Twinkl. Twinkl
<https://www.twinkl.com/resources/home-key-stage-1-subjects/ict/ict-bee-bot-jackets>
(15.04.2025).
- [29] Tuuling G. Lasteaiaõpetajate ootused 5-7 aastaste lastega Bee-Bot roboti rakendamiseks loodavale õppematerjalile. Tartu Ülikool Haridusteaduste instituut bakalaureusetöö,

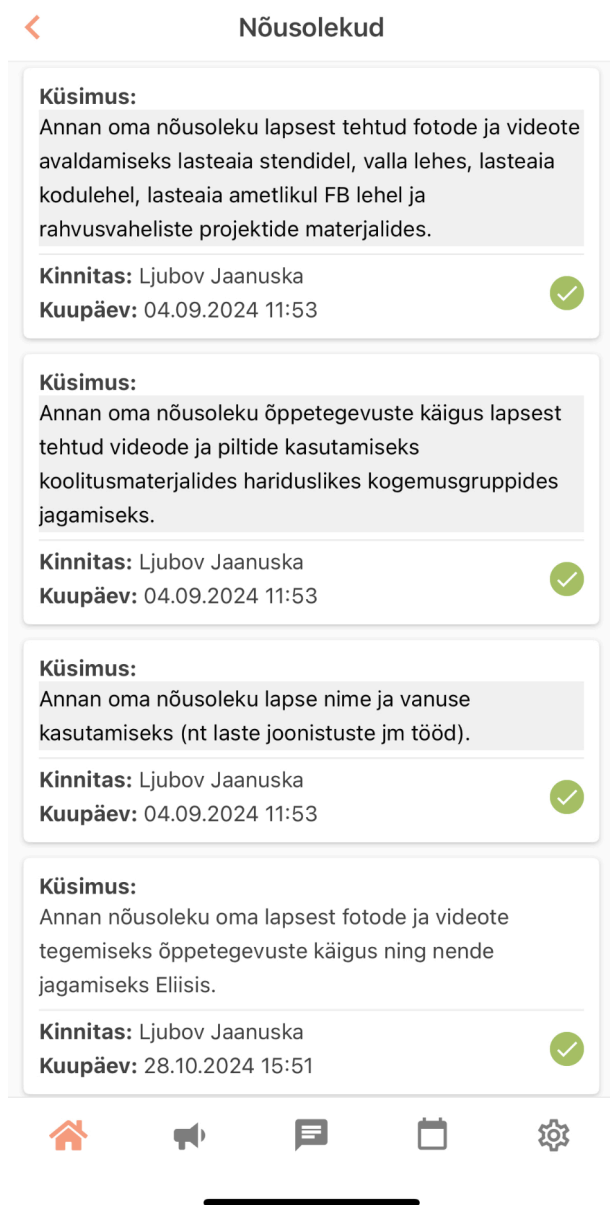
2019.

- [30] Luunja Lasteaed Midrimaa <https://midrimaa.luunja.ee/> (26.02.2025).
- [31] Koostööpartnerid | Luunja Lasteaed Midrimaa
<https://midrimaa.luunja.ee/koostoopartnerid/> (06.04.2025).
- [32] Singer E., Nederend M., Penninx L., Tajik M., Boom J. The teacher's role in supporting young children's level of play engagement. *Early Child Development and Care*. 2014;184:1233–49. <https://doi.org/10.1080/03004430.2013.862530>.
- [33] TTS Bee-Bot® Farmyard Mat. TTS
<https://www.tts-international.com/tts-bee-bot-farmyard-mat/1001350.html> (21.04 2025).
- [34] Angeli C., Georgiou K. Investigating the effects of gender and scaffolding in developing preschool children's computational thinking during problem-solving with Bee-Bots. *Frontiers in Education*. 2023;7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.757627>.
- [35] ELIIS - eLasteaed <https://eliis.eu/auth/login#page-8> (06.05.2025).
- [36] Õunapuu L. Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes. Tartu : Tartu Ülikooli kirjastus. 2014.

Lisad

I. Vanemate nõusolekud uuringus osalemiseks

Enne vaatluse läbiviimist kontrolliti, et rühma kõikidel lastel oli Eliisi kaudu antud vanemate nõusolek õppetegevuste käigus lapsest tehtud videode ja piltide kasutamine hariduslikes kogemusgruppides jagamiseks.



II. Intervjuu kava

Enese tutvustus ja lapsele turvalise keskkonna loomine

1. Kas oled varem Bee-Botiga kokku puutunud?
2. Kas sulle meeldib Bee-Botiga mängida?
3. Kas sa tead, mida teevad Bee-Boti põrandaroboti nupud? (Kui ei tea, siis seletan ja demonstreerin nuppude funktsiooni.)
 - a. Tutvustan farmimatti ning rajakaarte ja lasen katsetada Bee-Boti nuppe (Ülesanne 1a)
 - b. Raja läbimine ilma rajakaartideta (Ülesanne 1b). (Mõista lapse oskusi)
 - c. Etteantud raja märgistamine rajakaartidega ning Bee-Botiga selle käsitsi läbi tõstmine (Ülesanne 2).
 - d. Lapse poolt rajakaartidega märgistatud raja läbimine põrandarobotiga (Käskluste sisestamine vastavalt oskusele) (Ülesanne 3).
 - e. Uue raja näitamine ja lapse iseseisev raja läbimine (Ülesanne 4).
4. Kas ülesannete tegemine oli keeruline?
5. (Kui esines vigu) Millistes kohtades sul vead tekkisid? (Kas laps ise mõistab enda vigade tekkimise põhjust)
6. Kas sulle meeldisid need Bee-Botiga lahendatud ülesanded?
7. Kas sooviksid Bee-Botiga võimalusel homme uuesti mängida?

III. Metoodiline Voldik

Soovitused

• Julgusta last enne programmeerimist plaani tegema.

• Selgita, et pööramine ei tähenda liikumist.

• Harjuta liikumisi kaartide abil enne programmeerimist.

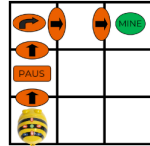
• Looge julgustav keskkond, kus eksimine on osa õppimisest.

• Enne uue programmi loomist vajuta alati "kustuta".

Rajakaartidega

- Sobib igale tasemele
- Annab juhendajale aega vea seletamiseks
- Annab võimaluse taaskasutada rada

Tekitab lapse enesekindlust



Nipid:

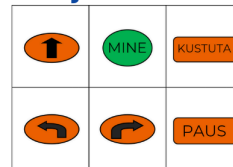
- Kasuta otse-liikumiskaarte matti joonel ja teisi kaarte kaardi keskel
- Enne kaartide sisestamist Bee-Boti käige rada samm haaval läbi



Bee-Bot nupud



Rajakaardid



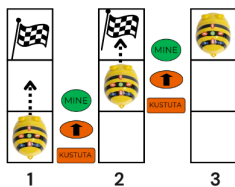
Rajakaartide faili saamiseks scanneerige QR-kood:



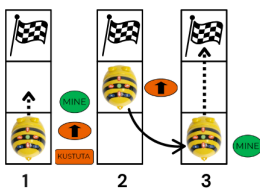
Bee-Boti programmeerimise lähenemised

Alustaja

Sammhaaval kustutamiseks

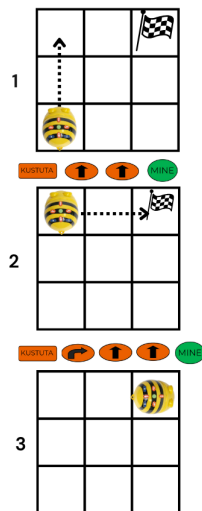


Sammukaupa algusesse tõstmisega



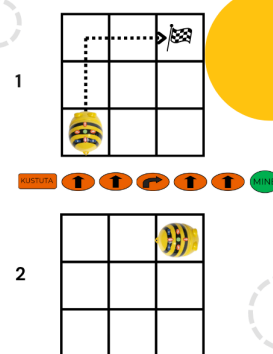
Edasijõudnud

Rada läbida osade kaupa



Kogenud

Terverada korraga



Õpetaja märkmed:

Julge proovida, eksida ja õppida!

IV. Litsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Joonas Meister,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “Bee-Bot kui vahend algoritmilise mõtlemise õpetamiseks: lähenemised ja praktikad Midrimaa lasteaia eelkoolirühma laste näitel”, mille juhendaja on Ljubov Jaanuska, 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 Commonsi 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.

Joonas Meister

15.05.2025