

Tartu Ülikool  
Arvutiteaduse instituut  
Informaatika õppekava

**Johanna Angela Bremen**  
**Digiõpiku II kooliastme robotika peatüki uuendamine**  
**Bakalaureusetöö (9 EAP)**

Juhendajad: Alo Peets  
Tauno Palts

Tartu 2021

## **Digiõpiku II kooliastme robotika peatüki uuendamine**

### **Lühikokkuvõte:**

Bakalaureusetöös kirjeldatakse II kooliastme informaatika digiõpiku programmeerimise õppeteema robotika peatüki uuendamise protsessi. Peatükis olev õppematerjal on koostatud 2017. aastal ning on praeguseks iganenud. Näiteks on materjalis kasutataval tarkvaral välja tulnud uuem versioon, mis erineb palju materjalis kasutusel olevast.

Digiõpiku robotika peatükk annab õpilastele esialgsed teadmised robotitega programmeerimisest. Uuendatud materjalid tutvustavad nelja erinevat robotit – mBot, Codey Rocky, LEGO SPIKE Prime ja LEGO Mindstorms EV3. Peatüki jooksul saavad õpilased tuttavaks oma roboti erinevate osadega, näiteks põhilised andurid, ning plokipõhise programmeerimiskeelega Scratch.

Töö eesmärgiks on luua uuendatud näidismaterjal, milles on rohkem võimalusi erinevate robotite kasutamiseks. Edaspidi testitakse loodud materjali robotikaõpetajatega. Testitud ja selle põhjal parandatud materjali saab aluseks võtta digiõpiku lõpliku uuendatud versiooni tegemisel. Töö teoreetilises osas antakse ülevaade informaatika ja robotika õpetamise olukorrast, olemasoleva materjali puudustest ning materjali uuendamisel lähtunud põhimõtetest.

**Võtmesõnad:** robotika, koolirobotika, Codey Rocky, mBot, LEGO SPIKE Prime, LEGO Mindstorms EV3

**CERCS:** P175 Informaatika, süsteemiteooria; S270 Pedagoogika ja didaktika

## **Updating the robotics chapter of a second school level digital textbook**

### **Abstract:**

This bachelor's thesis describes the process of updating the robotics chapter of the programming subject in the second school level digiõpik. The Study material in the chapter was composed in 2017 and has by now become outdated. For example, a new version of the software used in the chapter has been released, which differs greatly from the one used in the materials.

The robotics chapter gives students the preliminary knowledge about programming with robots. The updated material introduces four different robots – mBot, Codey Rocky, LEGO SPIKE Prime and LEGO Mindstorms EV3. During the chapter, the students are introduced to the different parts of their robots, for example the main sensors, and a block-based programming language Scratch.

The purpose of this thesis is to create an updated example of study material, which contains more possibilities to use different robots. In the future the composed material will be further tested with the help of robotics teachers. The tested and amended material can be used as a basis for the updating of the digiõpik. The theoretical part of the thesis gives an overview of the situation of teaching computer science and robotics in schools, the shortcomings of existing study materials and the principles followed while updating the robotics chapter.

**Keywords:** robotics, school robotics, Codey Rocky, mBot, LEGO SPIKE Prime, LEGO Mindstorms EV3

**CERCS :** P175 Informatics, systems theory; S270 Pedagogy and didactics

## Sisukord

Sissejuhatus	5
1. Informaatika ja koolirobootika õpetamine Eestis	6
1.1 Informaatika õpetamine	6
1.2 Koolirobootika õpetamine	7
1.3 Varasemad õppematerjalid	8
2. Informaatika digiõpik	11
2.1 Digiõpiku robootika peatükk	11
2.2 Digiõpiku puudused	12
3. Kasutatavad robotid ja tarkvara	14
3.1 MBot	14
3.2 Codey Rocky	15
3.3 LEGO SPIKE Prime	17
3.4 LEGO Mindstorms EV3	18
4. Õppematerjalide uuendamine	20
4.1 Õppematerjalide uuendamise ajakava	20
4.2 Õppematerjalide uuendamise põhimõtted	20
5. Tulemused	22
5.1 Uuendatud õppematerjali struktuur Codey Rockyga läbitud liikumise tunni näitel	22
5.3 Õppematerjalide testimine ja tehtud muudatused	26
6. Arutelu	31
7. Kokkuvõte	32
8. Viidatud kirjandus	33
Lisad	36
I litsents	36

## Sissejuhatus

Robotika on kiirelt arenev ja uuenev tehnoloogia haru. Selleks, et ajaga kaasas käia on vaja tihti täiustada olemasolevat või luua uut robotikaga seotud õppematerjali. Üks selline olemasolev õppematerjal, mis töö kirjutamise ajaks samuti kaasajastamist vajab, on informaatika digiõpik.

Informaatika digiõpik on I ja II kooliastmele mõeldud õppeteemade kogumik [1]. Selle on koostanud mitmed informaatika õpetamisega seotud inimesed ning selle eesmärgiks on õpilastele informaatikaga seotud teemade tutvustamine. Olemasolevad materjalid on kättesaadavad aadressil <https://courses.cs.ut.ee/t/digiopik/>.

Bakalaureusetöö eesmärgiks on luua näidismaterjal digiõpiku programmeerimise õppeteema robotika peatüki uuendamiseks ning seda materjali testida. Materjal luuakse olemasoleva digiõpiku materjali põhjal. Lisaks täiendatakse materjali nii, et seda oleks võimalik kasutada erineva riistvaraga ja platvormide üleselt. Samal ajal on oluline, et erinevate vahenditega on võimalik saavutada samasugused õpiväljundid. Selle jaoks lisatakse olemasolevasse õppematerjali veel kolme sarnase roboti kohta käivad juhised.

Bakalaureusetöö koosneb seitsmest peatükist. Esimene peatükk annab ülevaate informaatika ja koolirobootika õpetamisest ning olukorrast Eestis ja tutvustab varasemaid õppematerjale. Teine peatükk käsitleb täpsemalt informaatika digiõpikut ning kirjeldab olemasoleva robotika peatüki struktuuri. Lisaks on peatükis antud ülevaade robotika peatüki materjali puudujääkidest ning on lühidalt kirjeldatud materjali täiendamise põhjuseid. Kolmandas peatükis tutvustatakse uuendatud õppematerjalis olevat nelja robotit ning nende jaoks vajaminevat tarkvara. Neljandas peatükis on lahti seletatud õppematerjalide uuendamise ajakava ning uuendamisel järgitud põhimõtted. Viiendas peatükis on ühe tunni põhjal tehtud uuendatud materjali struktuuri tutvustus. Tutvustuses on põhjendatud ka materjali vormistamisel tehtud valikuid eelmises peatükis kirjeldatud põhimõtetele tuginedes. Lisaks on selles peatükis selgitatud materjalide testimisel läbitud protsessi ning testimise tulemuste põhjal tehtud muudatusi. Uuendatud materjalid on kättesaadavad aadressil <https://courses.cs.ut.ee/t/robotikaabc/>. Kuuendas peatükis on välja toodud võimalused, mida materjalidega edaspidi teha saab. Seitsmendas peatükis on antud kokkuvõtlik ülevaade tööst ning sellele järgneb viidatud kirjanduse loetelu.

# 1. Informaatika ja koolirobootika õpetamine Eestis

Põhikooli riikliku õppekava [2] kohaselt on informaatika valikõppeaine. See tähendab, et informaatika ja selle osana ka robootika õpetamine ei ole kohustuslik. Sellest hoolimata pakuvad palju koolid võimalust võtta informaatika valikkursuseid ning osaleda robootika huviringides.

## 1.1 Informaatika õpetamine

Põhikooli riikliku õppekava [2] järgi on informaatika õpetamise eesmärk põhikooli tasemel anda aine läbinud õpilasele pädevus kasutada info- ja kommunikatsioonivahendeid igapäevastes olukordades ning selle õpetamisel ei pea lähtuma arvutiteadusest, mis on kaudselt kooliinformaatika aluseks. Informaatika õpetamisel põhikoolis on üheksa põhimõtet:

- ülesanded ja näited peaksid olema elulähedased;
- ülesanded peaksid olema üles ehitatud nii, et õpilased saavad olla loovad ja aktiivsed osalejad;
- eelistada tuleb uuenduslikke tehnoloogiaid;
- õppimisel tuleb eelistada koos töötamise varianti;
- õppida tuleks koos uusi asju luues, mitte vananenud infot pähe õppides;
- võimalusel tuleks kasutada vaba tarkvara;
- kool peab tagama turvalise veebikeskkonna;
- ainet tuleks teiste õppeainetega lõimida;
- õppes peaks tutvustama erinevaid tarkvaratootjaid ja platvorme.

Põhikooli II astme õpitulemused on samuti seotud igapäevaselt vaja minevate IKT pädevustega. Riiklikus õppekavas on välja toodud muuhulgas sellised oskused: aine läbinud õpilane oskab vormindada erinevaid tekste ja esitlusi, kasutada internetti algmaterjali leidmiseks, viidata korrektselt oma töös algmaterjalile ning kaitsta ennast nii oma identiteedi väärkasutuse eest kui ka arvuti ebakorrektselt kasutamisest tulenevate terviseohtude eest.

2015. aasta seisuga õpetatakse informaatikat või arvutiõpetust mingil määral vähemalt 85% Eesti koolides [3]. Samas töötas 2019. aastal koolides Eesti hariduse infosüsteemi andmete kohaselt ainult umbes 50 kvalifitseeritud informaatikaõpetajat [4]. See tähendab, et väga suur osa inimestest, kes koolides informaatikat õpetavad, ei oma selleks vajalikku väljaõpet. Kuna

informaatika õpetamine ei ole koolides kohustuslik ja vähem kui pooled koolide poolt koostatud kursused vastavad tegelikult õppekava soovitudele [3] ning kvalifitseeritud õpetajatest on puudu, siis erineb informaatika õpetamise tase koolides suurel määral.

## **1.2 Koolirobootika õpetamine**

Robootika abil on koolis võimalik õppida palju teisi õppeaineid. Tartu ülikooli robootika spetsialisti ja MTÜ Robootika tegevjuhi Heilo Altini [5] sõnul pole koolides robotite kasutamise eesmärk robootika õppimine vaid nende rakendamine teiste ainete õppimisel. Ta leiab, et roboteid peaks hariduses kasutama palju laialdasemalt, kui seda praegu tehakse, ning et sellel on mitmeid positiivseid tagajärgi. Näiteks on Altin välja toonud, et robotite ehitamise abil saab arendada õpilaste käelisi oskusi ning meeskonnatöö arendamiseks.

Koolirobootikat õpetatakse Eestis 2015. aasta seisuga umbes 220 haridusasutuses, sealhulgas nii tava-, erakoolides kui ka noortekeskustes, ning seda peamiselt huviringide näol [5]. Tegemist on mitme aasta vanuste andmetega, kuid uuemat infot on selle kohta raske leida. Informaatikaga võrreldes võib see number tunduda väike, kuid Tallinna Tehnikaülikooli robootika õppekava programmijuhi, Raivo Selli sõnul on koolirobootika tase Eestis kõrge ning väliskülalised on tihti üllatunud, kui laialdaselt on koolirobootika õpetamine Eestis levinud [6].

Eestis toimub ka mitmeid (kooli)robootikat populariseerivaid võistlusi ja üritusi. Üks neist, Robotex, on ürituse veebilehe [7] kohaselt Eestist alguse saanud ning nüüdseks maailma suurimaks robootikavõistluseks kasvanud üritus. Robotexil toimub palju erinevaid võistlusi ning nende hulgas ka mitu koolirobootikaga kokku sobivat võistlust. Näiteks leiab Robotexi veebilehelt infot LEGO robotite sumovõistluse, joonejälgimise võistluse ning kõige noorematele võistlejatele mõeldud Roboliiga kohta. Teine, noorematele robootikahuvilistele mõeldud, FIRST LEGO League ehk FLL on rahvusvaheline robootika programm, mis on suunatud 9-16-aastastele õpilastele [8]. Programm algab igal aastal koos kooliga septembris ning igal õppeaastal on sellel erinev teema. Programmi käigus lahendavad õpilased võistkondadena erinevaid aktuaalseid probleeme maailmas ning õppeaasta lõpus võtavad osa võistlusest, kus nad saavad proovile panna nii oma robootika kui ka avaliku esinemise oskused. Toimuvad nii eelvoorud kui ka finaalvõistlus ning Eesti parimal tiimil on võimalus osa võtta rahvusvahelisest FLLi võistlusest. 2020/2021 õppeaasta hooaja nimeks on RePlay ning teemaks on selliste mänguliste lahenduste leiutamine, mis aitaksid inimestel aktiivsemad olla. FLLi veebilehe andmetel on Eesti FLList osa võtnud alates 2011. aastast.

Robootika komplektid on suhteliselt kallid, nende hinnad võivad komplektist olenevalt ulatuda mitmesaja euron, näiteks LEGO SPIKE Prime'i komplekti hind on klotsipoes peaaegu 400 eurot [9]. Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus on loonud ProgeTiigri programmi, mis HITSA veebilehe [10] andmetel muu hulgas toetab ka haridusasutustesse robootika vahendite hankimist. ProgeTiigri abil on igal aastal hangitud koolidesse mitmeid kümneid robootika komplekte ning toetuste kogusumma on seitsme aastaga (2014-2020) peaaegu kahekordistunud. Programmist on selle aja jooksul toetust saanud 98% üldhariduskoolidest ning 99% lasteaedadest [11]. ProgeTiigri programmi eesmärgiks on tõsta õpilaste tehnoloogilise kirjaoskuse ja digipädevuste taset. ProgeTiigri veebilehe andmetel koostavad ja uuendavad nad lisaks ka õppematerjale, viivad läbi õpetajate ja juhendajate koolitusi ning korraldavad oma eesmärgist teavitavaid ja seda populariseerivaid üritusi ja konkursse.

### **1.3 Varasemad õppematerjalid**

Varasemaid eestikeelseid informaatika ja koolirobootika õppematerjale on mitmeid, kuid ei ole palju selliseid, mis on mõeldud kasutamiseks II kooliastme õpilastele ning mille kasutamine on veel võimalik. ProgeTiigri õppematerjalide veebilehel<sup>1</sup> [12] on kogumik viited mõnede materjalidele. Veebilehel olevatest viidetest esimene on selle töö teemaks olev informaatika digiõpik, mida kirjeldatakse lähemalt peatükis 2. Õppematerjalide lehel olev teine viide viib ProgeTiigri gümnaasiumi informaatika ainekava lehele [13]. Ainekava lehel tutvustatakse ainekava erinevaid osasid ning lehel on viited viie informaatika valikkursuse (programmeerimine, tarkvaraarendus, kasutajakeskne disain ja prototüüpimine, tarkvara analüüs ja testimine ning digiteenused) ja ühe digilahenduse arendusprojekti materjalidele. Igal valikkursusel on oma veebileht, mis on üles ehitatud nagu õpik. Näiteks on programmeerimise valikkursusel [14] kuus sisulist teemat (tingimuslause, tsükkel, sõned, graafid, järjend, funktsioon ning andmevahetus. lihtne kasutajaliides), lisaks sissejuhatus, kokkuvõte, sõnastik ning õpetaja abimaterjalid. Igal teemal on alapeatükid, mis sisaldavad teoreetilist osa, enesekontrolli küsimusi, ülesandeid ning ülesannete jaoks näidislahendusi. Kuna tegemist on gümnaasiumile mõeldud õppematerjalidega, siis II kooliastmele on need muutmata kujul kasutamiseks liiga keerulised.

MTÜ Robootika veebilehele [15] on kogutud mitmeid MTÜ liikmete ja ka teiste poolt koostatud õppematerjale, tunni- ning tööplaan. Osa neist ei ole enam kasutatavad, sest neid viiteid enam ei eksisteeri, näiteks LEGO WeDo 2.0 ja EV3 robotite jaoks mõeldud ühised

---

<sup>1</sup> <https://projektid.edu.ee/pages/viewpage.action?pageId=81365089>



õppematerjalid, või on tegemist nii vanade vahenditega, et nende kasutamine ei ole enam väga levinud, näiteks LEGO Mindstorms NXT roboti jaoks mõeldud õppematerjalid. Ülejäänud lehel olevad materjalid on pigem mõeldud õpetaja või ringijuhendaja abistamiseks tunni läbiviimisel, mitte õpilasele kasutamiseks. Ka need materjalid on osaliselt aegunud. Mindstorms EV3 õpetaja materjalides on näiteks kasutusel EV3 Lab, mis on praeguseks iganenud tarkvara [16]. Sellest hoolimata on ka materjale, mis on veel kasutatavad. Näiteks leiab lehelt MTÜ Robootika liikme Sven Hendriksoni [17] poolt koostatud põhjaliku juhendi ringitöö planeerimiseks ja läbiviimiseks, milles on kirjeldatud tunni soovitusliku ülesehitust ning seletatud robootika õppimise põhimõtteid.

Digivihiku programmi veebilehel on matemaatika peatükk, kus erinevaid matemaatilisi mõisted tutvustatakse õpilastele robootika abil [18]. Matemaatika teemad ulatuvad esimesest kuni üheksanda klassini. Alates 2020. aasta jaanuari lõpust ei ole nende materjalide kasutamine aga enam võimalik. Digivihiku õppematerjalid on üles laetud e-koolikotti ning üleslaetud materjalidele on nende autor, Rasmus Kits, lisanud selgituse, et 2020. aasta jaanuaris muudeti selle keskkonna kasutajatingimusi nii, et neid materjale ei tohi seal enam avaldada [19]. Kuna Digivihikusse pole materjalid ei ole enam kergesti leitavad, siis on nende kasutamine keeruline. Veel on olemas 2013 aastal koostatud õpetajaraamat robootika õpetamiseks [20], mis ei ole samuti II kooliastmel sobiv materjal mitmel põhjusel. Esiteks on tegemist gümnaasiumile suunatud ning õpetajale kasutamiseks mõeldud materjaliga. Teiseks, kuna tegemist on nii vana materjaliga, siis mõnda selles viidatud veebilehte enam ei eksisteeri. Kolmandaks on selle materjali aluseks samuti LEGO Mindstorms NXT robot, mis ei ole enam laialt kasutatav robootikavahend. Õpetajaraamatud oleks võimalik kasutada alusena muude robootikavahenditega tunni läbiviimisel, kuid see tähendaks lisatööd mitte eksisteerivate materjalide asendamise ning muu materjali kasutatava roboti jaoks ümber tegemise näol.

Lisaks on LEGO ning Makeblock avaldanud hulgaliselt nende poolt koostatud õppematerjale. LEGO õppematerjalid on kättesaadavad mitmes keeles, kuid mitte eesti keeles [21] ning Makeblocki materjalid on ainult ingliskeelsed [22]. Sarnaselt on mõlema tootja veebilehtedel olevad materjalid mõeldud õpetajatele tunni läbiviimiseks ja need on jagatud gruppidesse selle põhjal, millise roboti jaoks materjalid mõeldud on ning mis teemat materjalid käsitlevad. Näiteks on Makeblocki lehel olemas neli kursust, mis on mõeldud läbimiseks Codey Rockyga, nendest üks põhjalikum on kursus nimega *Codey Rocky Discovery*. See kursus koosneb 24 tunnist ning selle jooksul tutvuvad õpilased peaaegu kõigi Codey Rocky programmeerimise võimalustega. LEGO veebilehel on materjalid jagatud 16 teemasse, mis igaüks koosnevad

kahest kuni üheksast tunnist. Lehel olevad õpetajamaterjalid on mõeldud täiendama seda materjali, mida õpilased oma robotiga kasutatavas rakenduses näevad. Lisaks on iga tunni juures õpilaste tööleht, mille abil saavad õpilased järele pidada, kui kaugele nad on tunni ülesannetega jõudnud.

Suur osa kaasaegsest informaatika ja koolirobootikaga seotud materjalidest on mõeldud kasutamiseks gümnaasiumi tasemel. Materjalid, mida saab kasutada II kooliastmes on tihti aegunud või pole need enam üldse kasutatavad. Peamiselt on need ka mõeldud ühe kindla roboti jaoks ning on rohkem abimaterjaliks õpetajale kui õpilasele.

## **2. Informaatika digiõpik**

Informaatika digiõpik koosneb mitmete inimeste koostööna valminud kahest õpikust - üks esimesele kooliastmele ja teine teisele kooliastmele [1]. Mõlemas õpikus on kolm õppeteemat. Esimese kooliastme õppeteemad on digikunsts, kood ja digitaalne ohutus. Teise kooliastme õppeteemad on digimeedia, programmeerimine ja digihügieen. Digiõpiku eesmärk on tutvustada I ja II kooliastme õpilastele digimaailma ja sellega seotud võimalusi ning vajalikke oskusi. Digiõpiku veebilehe kohaselt on selle projektijuhid Tauno Palts ja Piret Luik.

Digiõpiku programmeerimise õppeteema, mille alla kuulub ka robotika, on mõeldud teise kooliastme õpilastele ning õpetajatele [23]. Selle eesmärk on tutvustada nii õpilastele kui õpetajatele programmeerimist ja robotikat ning sellega neile uusi teadmisi anda. Esimene peatükk on sissejuhatus programmeerimisse, mis keskendub koodi kirjutamiseks vajalike mõistete ja põhioskuste seletamisele. Teine peatükk tutvustab erinevaid võimalusi, kuidas rakendada programmeerimist teistes koolitundides. Digiõpiku kolmas peatükk ja selle töö teema tutvustab mBot robotit (vt ptk 4.1), mille abil saavad õpilased harjutada erinevaid robotikaga seotud põhioskuseid, sealhulgas roboti arvutiga ühendamine, lihtsamate programmide loomine ja erinevate andurite kasutamine.

### **2.1 Digiõpiku robotika peatükk**

Digiõpiku robotika peatükk koosneb kümnest tunnist [23]. Need on jagatud kolmeks topelttunniks ning üheks lõpuprojektiks, mis kestab kaks topelttundi. Iga tund koosneb 2\*45 minutist, mille jooksul läbivad õpilased ühe teemaga seotud materjalid ja ülesanded. Robotika peatüki esimene teema on liikumine, milles õpilased tutvuvad erinevate robotite liikumise võimalustega ning seejärel koostavad ise esimesed programmide oma roboti erineval viisil liikuma panemiseks. Teine teema on joonejälgimine. Selle topelttunni jooksul täiendavad õpilased oma teadmisi robotite programmeerimisest andurite kasutamisega. Tunnis kasutatakse kahte andurit - valgusandur, mille abil robot joont jälgib ning kaugusandur, mille abil robot takistusi väldib. Tunni ülesanne on koostada robotile programm, mille abil suudab see sõita mööda valgel taustal olevat musta joont. Kolmas ja viimane teema on tuled ja heli. Selles tunnis saavad õpilased tutvaks oma robotil olevate tuled ja heli kasutamise võimalustega. Selle tunni ülesanne on koostada programm, mis muudab roboti päästeautoks. Esmalt on vaja panna roboti tuled vilkuma nagu vilkurid ning robot sireeni häält tegema. Seejärel tuleb koostatud programm kokku panna eelmises tunnis tehtud joonejälgimisprogrammiga. Peatüki lõpetab projekt, millega saavad õpilased näidata kõiki peatüki jooksul omandatud oskusi. Projekti

raames peavad õpilased välja mõtlema ühe loo, mida on võimalik robotitega läbi mängida ning kasutades seejuures võimalikult palju eelnevatest tundidest saadud teadmisi. Seejärel on neil vaja oma robotitele sobivad programmid koostada ja lugu üles filmida. Lõpuks tuleb õpilastel oma lugu ka teistele esitada.

Robootika peatükis olevad õppematerjalid ja tunnid on piisavad selleks, et anda õpilasele esmane ülevaade robootikamaailmast. Kolme koolitunni jooksul tutvub õpilane põhiliste oskustega, mida on vaja robootikaga tegelemiseks ning omandab peamised programmeerimisega seotud teadmised. Peatüki lõpus oleva projektiga on võimalik kõiki õpitud oskusi veel kord kinnistada.

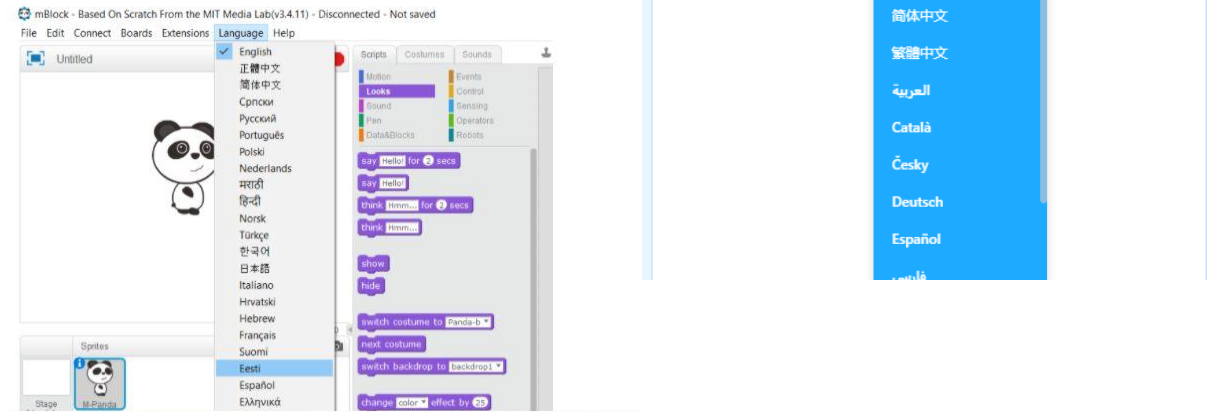
## **2.2 Digiõpiku puudused**

Kuna tehnoloogia on pidevas arengus, siis on samuti vaja pidevalt uuendada sellega seotud juhendeid, et kõik oleks kooskõlas. Sarnaselt on digiõpik selle töö koostamise ajaks iganenud. Näiteks on õpikus kasutatava mBoti tarkvarana kasutusel mBlocki versioon v3.4.11, kuid 2021. aasta mai seisuga on uusim mBlocki versioon v5.3.0, mis tuli välja 2020. aasta novembris [24]. See erineb õpikus kasutusel olevast nii sisu kui kujunduse poolest. Näiteks oli mBlocki vanemas versioonis programmeerimiskeelena kasutusel Scratch (vt ptk 3.1) 2.0, kuid uuemas versioonis on kasutusel Scratch 3.0 [25].

Juhendis kasutusel olev iganenud tarkvara võib selle mõistmise õpilase jaoks keeruliseks muuta. Näiteks palutakse õpilasel esimeses sissejuhatavas tunnis seadete menüüst leida keelesätteid, et tarkvara eesti keelele ümber seadistada. Selleks on õpikus olemas abistav ekraanipilt vanemast versioonist, millel on näidatud, kus vajalik menüü asub. Tarkvara kõige värskem versioonis on menüü välimust muudetud, mida on näha joonisel 1, ning keelesätteid asuvad hoopis maakera kujutava ikooni all. Uuemas versioonis ei ole samuti veel eesti keele kasutamise võimalust, mistõttu on see juhendi samm täiesti ebavajalik ning see tuleb eemaldada, et see õpilasi asjatult segadusse ei ajaks.

### 3. samm. mBlocki programmi eestikeelseks muutmine

mBlocki eestikeelseks muutmiseks klõpsa menüüst **Language -> Eesti**:



Joonis 1. Vanema mBlocki versiooni v3.4.11 (digiõpikus) (vasakul) ja uuema versiooni v5.3.0 (paremal) menüü võrdlus.

Lisaks on õpiku olemasolevas versioonis olev juhend mõeldud ainult mBotiga kasutamiseks ning koostatud ainult mBoti silmas pidades, kuigi vanusegrupile sobivaid roboteid on olemas ka teisi. Kuna selle töö üks eesmärkidest on teada saada, kas on võimalik koostada selline õppematerjal, mida kasutades on erinevate robotitega saavutada samad õpiväljundid, siis lisab autor materjali veel kolme roboti kohta milleks on Codey Rocky, LEGO Mindstorms EV3 ja LEGO SPIKE Prime. Neid on täpsemalt kirjeldatud järgmises peatükis. Kuna materjali lisatakse veel kolme roboti juhendid, siis on peale kaasajastamise vaja õppematerjale ka üldistada, et tunde oleks võimalik läbida iga robotiga, ning lisada konkreetseid juhised iga roboti jaoks seal, kus üldistamine muudaks juhendi liiga keeruliseks. Kuna tarkvara on ingliskeelne, siis tuleb lisaks eelmainitule arvestada ka õpilaste keeleoskuse tasemega. Selle jaoks on vaja õppematerjalidesse lisada tõlked ja seletused enam kasutatavate tarkvara võimaluste jaoks. Nii on kõigil õpilastel olenemata inglise keele oskusest võimalik lahendada vähemalt algelisemaid ülesandeid ilma keelebarjäärita. Vähem kasutatavate võimaluste puhul jääks tõlkimise ülesanne kas õpilasele endale või õpetajale.

### 3. Kasutatavad robotid ja tarkvara

Digiõpiku kaasajastatud versioonis on tunnid nelja robotiga - mBot, Codey Rocky, LEGO Mindstorms EV3 ning LEGO SPIKE Prime. Esimene neist, mBot, on digiõpikus juba olemas. Selle töö üks eesmärk on ülejäänud kolme roboti jaoks õppematerjali lisamine. Robotite valikute lisamine digiõpikusse annab õpetajatele rohkem valikuvõimalusi tundide läbiviimiseks ja teeb õppematerjalide kasutamise võimalikuks ka neile, kellel mBoti olemas ei ole, aga on mõni lisatavatest robotitest. Kolmest lisatavat robotit on kaks, Codey Rocky ja Mindstorms EV3, ProgeTiigri 2014-2020. aastatel toimunud seadmete taotlusvoorude andmete põhjal vanusegrupile sobivate robotite seas Eesti koolides ühed kõige populaarsemad [26]. SPIKE Prime tuli välja alles 2020. aastal ning pole seetõttu statistikas veel esindatud [27]

#### 3.1 MBot

Õpikus juba olemasolev robot, mBot, on sobiv algajale robotikast huvitatud õpilasele [28]. Tegemist on Makeblocki poolt toodetud robotiga, mis tuleb enne roboti esmakordset kasutamist õpilasel ise valmis ehitada, kuid see on tehtud võimalikult lihtsaks. Ehitamiseks on vaja lisaks robotikomplektile omada ainult kruvikeerajat ning kõik moodulid on värvi järgi eristatavad ja ühenduvad roboti külge, sama värvi pesasse. Valmis ehitatud mBot on joonisel 2. Nende omaduste eesmärgiks on teha roboti iseseisev ehitamine õpilastele jõukohaseks ning ehitamise käigus arendada ka nende ruumilise mõtlemise oskust. Valmis roboti juhtimiseks on mitu võimalust, olenevalt õpilase programmeerimisoskuse tasemest. Robotit on võimalik panna käsklusi täitma nii puldiga, mis ei nõua eelnevaid teadmisi koodi kirjutamisest, kui ka mBlocki rakenduses programmi valmis tehes ja selle seejärel robotisse laadides, kasutades kas *Bluetooth*'i või USB juhtmega ühendamise võimalust. Makeblocki veebilehe kohaselt saab rakenduses programmi luua kasutades programmeerimiskeelt Scratch. Välja on tulnud ka mBoti uus versioon, mBot2 [29]. Kuna seda mBoti versiooni ei olnud võimalik materjalide testimisel kasutada, siis pole see ka valikusse lisatud.



Joonis 2. Valmis ehitatud mBot (Makeblock. mBot).

Scratchi veebilehe [30] kohaselt on Scratch lastele ja noortele suunatud programmeerimiskeel. See on eelkõige mõeldud 8-16-aastastele, kes alles alustavad programmeerimise õppimist. Programmeerimine on tehtud võimalikult lihtsaks sellega, et õpilased ei pea tundma ühegi programmeerimiskeele süntaksit. Selle asemel koosneb Scratch erinevatest “plokkidest”, mis on otstarbe järgi kategooriatesse jaotatud ning iga klotsi kuju näitab selgelt ära, kuidas ta teiste klotsidega kokku sobib. Õpilase ülesanne on need plokkid õiges järjekorras kokku panna. Scratchi veebilehel on kirjas, et selline programmide loomine aitab õpilastel arendada loovust, koostööoskust ning loogilist mõtlemist.

### 3.2 Codey Rocky

Esimene autori poolt materjalidesse lisatud robot on Codey Rocky (joonis 3), mis on samuti Makeblocki robot ja kasutab programmide loomiseks mBlocki rakendust [31]. Robot on mõeldud õpilastele vanuse 6+, mis tähendab, et sellega töötamiseks vajalike oskuste selgeks saamine on üldiselt lihtsam, kui mBoti puhul. Lisaks on Codey Rockyl võimalus kirjutada koodi Pythonis või muuta oma klotsidest koosnev programm Pythoni koodiks. Nii saavad

õpilased lisaks robotikale ja plokipõhisele programmeerimisele tundma õppida ka üht tekstipõhist programmeerimiskeelt. Codey Rocky erineb mBotist veel selle poolest, et seda ei ole vaja ise valmis ehitada, mis muudab roboti kasutamise õpilastele veel lihtsamaks. Robot koosneb kahest osast, Codey ja Rocky, kus Codey on nii-öelda roboti aju ning Rocky on roboti keha. Codeyt on võimalik kasutada ka iseseisvalt ning roboti osade omavahel ühendamine on intuitiivne.



Joonis 3. Codey Rocky (Makeblock. Codey Rocky).

Makeblocki veebilehe kohaselt on Codey Rockyl lisaks sisseehitatud tehisintellekti kasutamise võimalused ja värgvõrgu (inglise keeles *internet of things*), mille abil on õpilastel võimalik näiteks kasutada interneti ilmavaatluse läbiviimiseks ning sellega õppida rohkem nii robotika, programmeerimise kui ka neid ümbritseva maailma kohta.



### 3.3 LEGO SPIKE Prime

Teine robot, mis digiõpikusse lisatakse on SPIKE Prime (joonis 4). Tegemist on robotiga, mis kuulub LEGO *education* robotite sarja [27]. See sari keskendub peamiselt õppimisele läbi mängu. LEGO *Foundation*'i uuringu kohaselt aitab mängupõhine õppimine tavalistest õpetamismeetoditest paremini arendada laste kognitiivseid ehk tunnetusega seotud, emotsionaalseid, füüsilisi, sotsiaalseid ning loomingulisi oskuseid [32]. LEGO veebilehe andmetel erineb SPIKE Prime teistest LEGO robotika komplektidest selle poolest, et sisaldab uusi legoklotse ja elemente, mis on mõeldud spetsiaalselt robotika ja STEAM (*science, technology, engineering, the arts, mathematics*) erialadega seotud oskuste arendamiseks.



Joonis 4. SPIKE Prime'i ehituskomplekt (LEGO. SPIKE Prime).

SPIKE Prime kasutab programmeerimiseks samuti Scratchil põhinevat LEGO Education SPIKE rakendust. LEGO rakendus on ülesehituselt sarnane Makeblocki rakendusega. Nende erinevuseks on see, et LEGO rakendus sisaldab ka lühikesi õpetusi SPIKE Prime'iga alustamiseks ning abimaterjale viie robotikatunni läbiviimiseks [33].

### 3.4 LEGO Mindstorms EV3

Kolmas lisatav robot on LEGO Mindstorms EV3 (joonis 5), mis kuulub samuti LEGO *education* sarja [34]. Sarnaselt SPIKE Prime'ile on Mindstorms EV3 loodud mängupõhise õppe jaoks. Mindstorms EV3 veebilehe kohaselt on robootikakomplekti eesmärgiks luua õpilastes rohkem enesekindlust õppimiseks ja kohanemiseks, mis on LEGO jaoks olulised oskused. Mindstorms EV3 programmeerimiseks on mõeldud LEGO MINDSTORMS Education EV3 Classroom rakendus. Rakendus on peaaegu identne SPIKE Prime'i jaoks mõeldud rakendusega, kuid ei sisalda kohe tunnimaterjale, vaid neid on võimalik ainult eraldi alla laadida, mille jaoks on rakenduses olemas LEGO veebilehele suunavad viited [35].



Joonis 5. Mindstorms EV3 ehituskomplekt (LEGO. Mindstorms EV3).

2021. aasta veebruaris teatas LEGO, et lõpetab Mindstorms EV3 komplektide müügi sama aasta juunis [36]. Sellest hoolimata on robot digiõpikusse lisatud, sest see komplekt on Eesti koolides laialt levinud ning LEGO on lubanud Mindstorms EV3 ja selle tarkvara toetada veel kaks aastat peale müügi lõppu. Allika andmetel on pärast seda komplektiga seotud vahendid samuti veel leitavad, aga ainult LEGO veebilehel aegunud toodete kategoorias.

Erinevaid roboteid on maailma veelgi, kuid neid kõiki pole võimalik digiõpikusse lisada. Eelpool kirjeldatud robotid osutusid valituks, sest on Eesti koolides laialt levinud ning on sobivad digiõpiku vanusegrupile.

## **4. Õppematerjalide uuendamine**

Õppematerjalide uuendamine on pikk protsess, mis vajab kooskõlastamist mitmete osapoolte vahel. Selle tõttu ei ole uuendatud õppematerjalid veel digiõpikusse lisatud, vaid asuvad eraldi veebilehel. Uue materjali lisamine kooliaasta jooksul on keeruline samuti selle pärast, et õpik võib olla kasutuses ning selle tõttu on materjalides muudatusi parem teha suvel, kui õppetööd ei toimu.

### **4.1 Õppematerjalide uuendamise ajakava**

Õppematerjalide uuendamine algas 2020. aasta sügisel. Esmalt tutvus töö autor kõigi nelja roboti ning nende võimaluste ja erinevustega. Robotitega ning nendega kasutatava tarkvaraga tutvumiseks katsetas autor neid ka ise. Seejärel toimus materjalide kogumine töö teoreetilise poole toetamiseks. Töö autor tutvus varasemate koolirobootika õppematerjalidega ja püüdis leida nende positiivseid külgi ning puuduseid ja uuris, millistele tingimustele vastab hea õppematerjal.

Õppematerjalidega tutvumisele järgnes materjali uuendamise ja täiendamise protsess. Selle jooksul tegi autor vajalikud muudatused selleks, et materjalid kasutavad tarkvara ekraanipildid ning näidisprogrammid kasutaksid tarkvara kõige värskemal versioonil. Seejärel lisas autor juhendite sammudesse täiendavat teksti seal, kus erinevate robotite juhised üksteisest erinesid.

2021. aasta aprillis toimus uuendatud materjalide esmane testimine ning kuna Covid-19 pandeemia tõttu ei olnud võimalik testimist läbi viia koolides, siis oli ainus testija autori tädi poeg. Tagasisidet vajalike muudatuste kohta sai autor testijalt ning juhendajatelt.

### **4.2 Õppematerjalide uuendamise põhimõtted**

Õppematerjalide uuendamisel peeti siinses töös oluliseks lähtuda riiklikus õppekavas antud soovist ning aluseks on võetud informaatika digiõpikus olemasolevad robootika õppeteema materjalid. Autori eesmärk ei ole digiõpikus olevat materjali täielikult ümber teha, vaid olemasolevat uuendada nii, et seda oleks võimalik kasutada töö koostamise ajal kaasaegse tarkvaraga ning materjali saaks kasutada rohkem kui ühte tüüpi robotiga. Lisaks muudab ja täiendab autor olemasoleva teksti sisu vastavalt vajadusele arvestades II kooliastme vanuses õpilastele õppematerjali loomise soovitusi, mida on kirjeldanud Villems *et al* [37].

Õppematerjalide uuendamisel jälgis autor eelpool mainitud 2011. aasta põhikooli riikliku õppekava soovitusi [2]. Materjalid on koostatud selliselt, et õpilased saaksid võimalikult palju

iseseisvalt mõelda ning olla loovad. Sellepärast on juhendites näidislahendused ette antud vaid iga teema esimese ülesande kohta. Nii peavad õpilased järgmistele ülesannetele ise lahendused välja mõtlema või täiendama olemasolevat programmi vastavalt vajadusele, mis samuti arendab nende iseseisvat mõtlemist ning loovust. Uuendatud materjalides on tutvustatud kahe erineva tootja roboteid ning kõik materjalides kasutatud rakendused on vabad tarkvarad. Üldiselt on eeldatud, et õpilased töötavad robotitega paarides, mis on samuti üks riiklikus õppekavas välja toodud soovitustest.

Uuendatud õppematerjalid on eelkõige mõeldud II kooliastme õpilastele ning seetõttu on materjalide sisu vormistatud vanuseastmele sobival tasemel. Villems *et al* [37] on kirjeldanud, kuidas koostada digitaalset õppematerjali. Oluline on jälgida, millised on sihtrühma eelteadmised ning oskused ja koostada materjal sellele vastavalt. Samuti peab materjali maht olema sihtrühmale sobiv. Rõhutatud on, et õppimiseks vajalikke tegevusi tuleb jaotada ühtlaselt ehk järjest loetava teksti hulk või vaadatava video pikkus ei tohi olla liiga suur. Lisaks peab materjali kujundus olema võimalikult ühtlane ja loogiliselt liigendatud. Soovitatud on kasutada kogu materjali ulatuses sama paigutust, värvilahendust ning teksti suuruse valikut. Villems toob välja, et hästi liigendatud ja vormistatud materjal aitab õpilastel sisu paremini jälgida ning lihtsustab selle omandamist.

Veel on Villems *et al* [37] andnud muuhulgas järgmised nõuanded kergesti loetava tekstilise materjali koostamiseks ja kujundamiseks:

- pealkirja eesmärk on tekitada huvi;
- parem on kasutada loetelusid;
- parem on kasutada lühikesi lõike;
- tekst on olevikuvormis ja kindlas kõneviisis;
- rõhutatakse rasvase ja/või kaldkirjaga ning pigem üksikuid sõnu;
- teksti joonitakse alla ainult siis, kui tegemist on veebiviitega;
- vältima peaks läbiva suurtähega tekstiplokke;
- ekraanilt on kergem lugeda *sans-serif*-kirjalaadi;
- parem on lugeda vasak- või rööpjoondusega teksti;
- sarnased elemendid on läbivalt ühtemoodi kujundatud;
- tugevad kontrastid teksti- ja taustavärvides on eelistatud ning vältima peaks taustapilte.

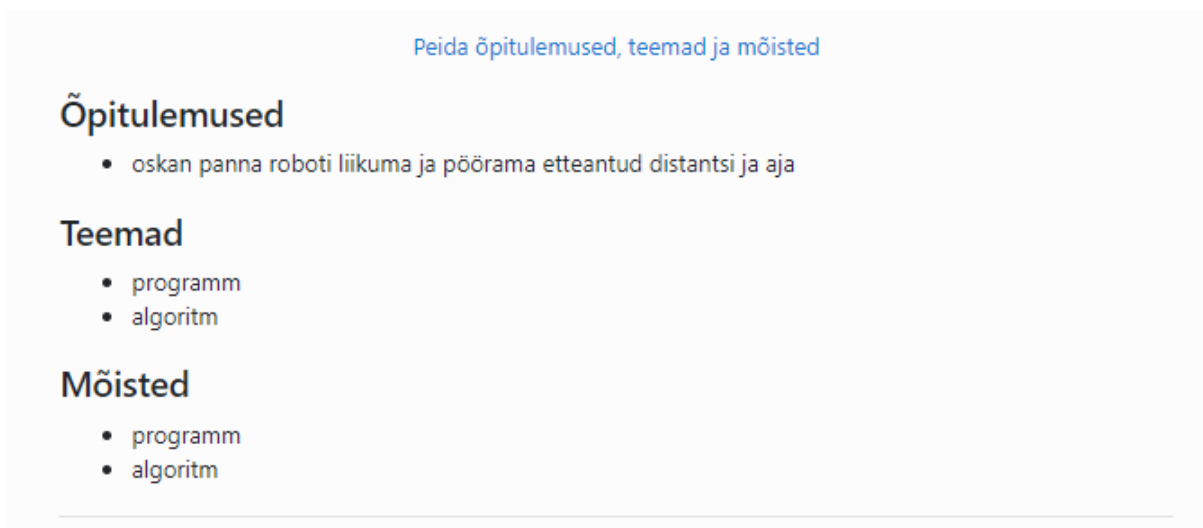
## 5. Tulemused

Töö tulemusena valmis digiõpiku robotika peatüki põhjal uuendatud ning täiendatud näidismaterjal. Uuendatud materjali saab edaspidi kasutada alusena digiõpiku enda uuendamisel.

### 5.1 Uuendatud õppematerjali struktuur Codey Rockyga läbitud liikumise tunni näitel

Digiõpiku robotika peatüki uuendatud näidismaterjal koosneb kolmest toplettunnist ning peatükki lõpetavast projektist. Lisaks on peatükil olemas infoleht, kus on kirjas mis eesmärkidel materjali uuendati, kasutatavate robotite lühitutvustused ning tundide lühitutvustused.

Iga tunni alguses on välja toodud selle tunni õpitulemused, teemad ning mõisted. Joonisel 6 on näha esimese tunni, Liikumine, info. Info on alguses peidetud ning õpilastel on võimalik seda avada ning uuesti sulgeda. Õpitulemused on sõnastatud kindlas kõneviisis vastavalt eelmise peatükis kirjeldatud soovitudele ning kasutatud on II kooliastmele eakohast sõnavara.



Joonis 6. Ekraanipilt liikumise tunni infost.

Kuna tegemist on peatüki esimese tunniga, siis on tunni esimene ülesanne sissejuhatava video vaatamine ning etteantud küsimuste abil selle üle arutlemine. Küsimused on mõeldud suunama õpilasi mõtlema sellest, millised erinevad võimalused on robotitel liikumiseks ning millised on iga võimaluse omapärad, näiteks tasakaalu hoidmise viisid ning liikumise kiiruse piirangud.

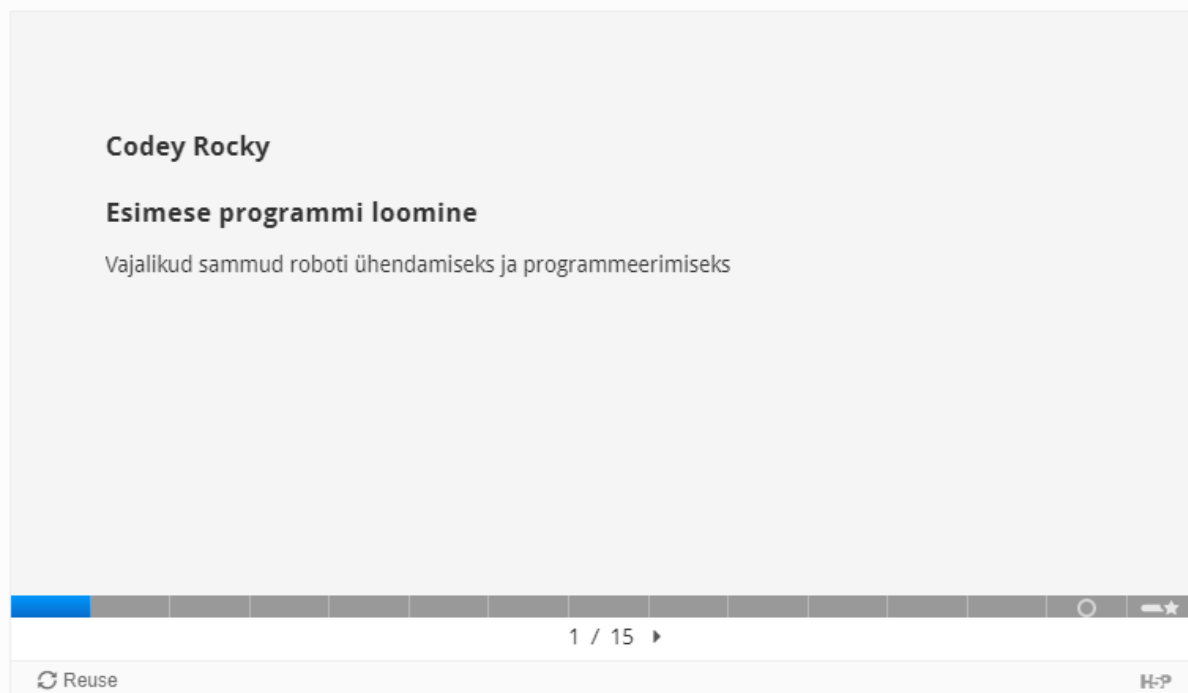
Seejärel suunab viimane küsimus õpilasi lähemalt uurima oma robotit, et teada saada kuidas see konkreetne robot liigub.

Tunni põhiosa koosneb neljast slaidiesitlusest, iga roboti kohta üks, mis on koostatud H5P keskkonnas ning seejärel lisatud robootika peatüki lehele. Iga slaidiesitluse esimesel slaidil on kirjas millise roboti jaoks see mõeldud on ning esimese tunni lehel on ka märkus, mis õpilaste tähelepanu sellele juhib (joonis 7). Lisaks on roboti nimi lisatud ka iga slaidi ülemisse paremasse nurka. Nii on õpilastel ja ka õpetajal lihtne kiiresti kontrollida, et õpilased kasutavad õigeid juhendeid ilma, et peaks selleks slaidiesitlus algusesse tagasi minema.

Slaididel on samuti järgitud eelmises peatükis kirjeldatud soovitusi. Kasutatud on suure kontrastiga teksti- ja taustavärvi ning kujundus on ühtlane. Pealkirjade ja muu teksti suurus on ühesugune ning pealkirjad on suuremas kirjas kui ülejäänud tekst. Tekst on kirjutatud kindlas kõneviisis ning olevikuvormis kasutades võimalikult lühikesi ja selgeid lauseid. Kõik slaidiesitlused järgivad sama struktuuri ning koosnevad sarnastest slaididest, mis on esitlustes ühesuguses järjekorras.

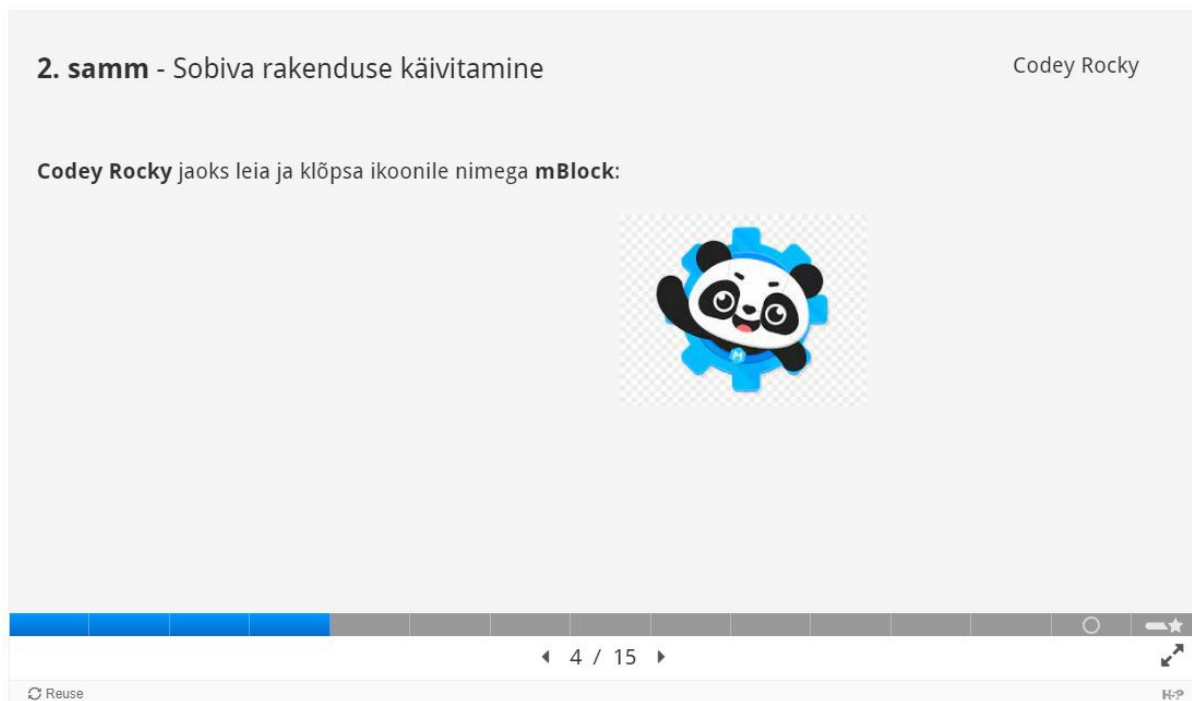
## Hakkame liikuma!

PS! Erinevatel robotitel on natuke erinevad juhised. Pane kindlasti tähele, milline juhend sinu robotile mõeldud on!



Joonis 7. Ekraanipilt ühest slaidiesitlusest koos märkusega.

Esimese tunni slaidid algavad iga roboti puhul sissejuhatava slaidiga, mis tutvustab lühidalt robotit, mida õpilane kasutab. Slaidil on roboti pilt (LEGO robotite puhul ühe võimaliku roboti pilt) ning kokkuvõtte sellest, mis osadest robot koosneb ning millised võimalused sellel on (andurid, tuled, heli). Sellele järgneb samm-sammuline juhend roboti arvutiga ühendamiseks ning esimese programmi loomiseks. Iga sammu on kirjeldatud võimalikult täpselt ning illustreeritud vajalike piltidega. Joonisel 8 on näha ühte Codey Rocky arvutiga ühendamise slaidi. Slaidil on näha, et tekstis on tähtsamad kohad märgitud rasvaselt. Peale arvutiga ühendamist on juhendis sammud programmi koostamiseks ja robotisse laadimiseks. Arvutiga ühendamise ja programmi robotisse laadimise sammud on olemas ainult esimese tunni juhendis, sest materjal on koostatud eeldusel, et tunnid läbitakse õiges järjekorras. Seega on järgmises tunnis õpilasel juba need oskused olemas või ta teab, et probleemi korral leiab ta selle jaoks juhendi esimese tunni slaididelt. Programmi koostamise juhiste hulgas on alati ka näidisprogramm, mille abil saavad õpilased lahendada iga tunni esimese ülesande. Joonisel 9 on näha Codey Rocky esimese tunni näidisprogramm koos programmi sisu selgitava tekstiga. Tekstis on selgitatud iga ploki ülesannet programmis ning seda, milliselt vaheleheltele võib õpilane selle ploki leida, et seda oma programmis kasutada.



Joonis 8. Ekraanipilt juhendi slaidist.

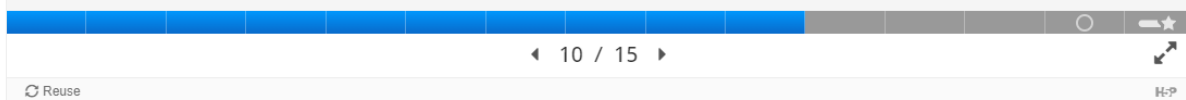
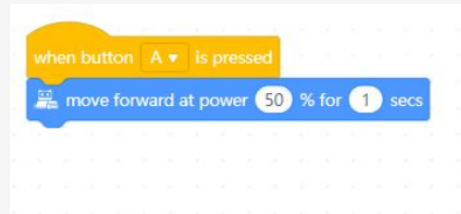


#### 4. samm - Esimese programmi koostamine

Codey Rocky

Tee programm, et robot liiguks edasi.

See programm paneb **Codey Rocky** edasi liikuma, kui tema peal vajutada A nuppu. Peale vajutamist liigub robot 50% võimsusega ühe sekundi jagu edasi. Ülemine kühmuga plokk on vajalik, et robot teaks, millal programm käima peab minema. Sellised plokkid leiad **Events** vahelehelts ning liikumisplokkid **Action** vahelehelts



Joonis 9. Ekraanipilt näidisprogrammi slaidist.

Slaidiesitluse lõpus on teemaga seotud enesekontrolli ülesanne. Joonisel 10 on näha Codey Rocky liikumise teema enesekontrolli ülesanne. Ülesandes on vaja õpilastel kokku viia erinevate liikumisplokkide pildid ja nende eestikeelsed seletused.


Enesekontroll - lohista iga kirjelduse juurde õige ploki pilt

Robot keerab 30 kraadi vasakule      Robot jääb seisma      Robot liigub edasi 2 sekundit

Robot keerab 30% võimsusega vasakule      Robot tagurdab 2 sekundit



Check



Joonis 10. Enesekontrolli ülesanne.

Slaididele järgnevad tunni ülesanded, mis on antud loeteluna. Ülesanded on sõnastatud võimalikult konkreetsetelt ning ühemõtteliselt. Tunni materjalide lõpus on uuesti kirjas mõisted, kuid seekord koos seletustega. Need on samuti algselt peidetud ning õpilased saavad neid avada ja uuesti peita. Näide ülesannetest ja mõistetest koos seletustega on joonisel 11.

**Ülesanded:**

- Pane robot liikuma 1 sekund edasi ja siis peatuma.
- Pane robot liikuma edasi 1 meeter ja siis peatuma.
- Pane robot liikuma ümber tooli.
- Pane robot liikuma ümber kahe tooli slaalomit.

[Peida mõisted ja seletused](#)

**Mõisted ja seletused**

**programm**  
arvutile arusaadav käskude kogum

**algoritm**  
sammsammuline tegevusjuhisp, juhend või eeskiri mingi tegevuse sooritamiseks või eesmärgi saavutamiseks

Joonis 11. Ekraanipilt ülesannetest ja mõistetest.

### 5.3 Õppematerjalide testimine ja tehtud muudatused

Õppematerjalide esmaseks testimiseks kavatses autor võimalusel lasta osa tundidest läbi viia mõnel nõus oleval koolirobootika õpetajal või ringi juhendajal. Covid-19st tingitud olukorra tõttu ei olnud see aga võimalik. Selle asemel läbis tunnid ja andis tagasisidet autori tädipoeg, kes on sobivalt II kooliastme õpilane.

Testija on enda sõnul varem koolirobootikaga vähesel määral kokku puutunud, olles varem ühe kooliaasta osalenud robootikaringis. Selle aja jooksul tutvus ta ühega neljast robotist, millega digiõpiku materjale kasutada saab ning selle tõttu peab ennast algajaks robootika huviliseks. Selle põhjal otsustas autor, et ta sobib õppematerjale läbi katsetama, sest need on eelkõige mõeldud koolirobootika tutvustamiseks õpilastele, kes pole sellega varem palju tegelenud või pole sellega üldse kokku puutunud. Nii oskab testija märgata õppematerjalides selliseid probleeme ja puudujääke, mis oleks samamoodi probleemiks keskmisele digiõpikut kasutavale õpilasele.

Õppematerjale katsetati iga robotiga ja nii, et enne järgmise roboti juurde minemist läbiti ühe robotiga kõik tunnid digiõpikus antud järjekorras. Katsetamine toimus nelja päeva jooksul, see tähendab, et igal päeval testiti kolme õpikus olevat tundi ühe robotiga. Peatüki lõpus olevat projekti otsustas autor mitte katsetada kahel põhjusel. Esiteks on projekt vähem struktureeritud kui ülejäänud õppematerjal. Kuna projekt koosneb peaaegu täielikult õpilaste enda loomingust, siis ei ole digiõpikus selle teema kohta palju materjali, mida testida. Teiseks oleks iga robotiga projekti testimine ajakulu märkimisväärselt suurendanud. Kuna projekti jaoks on ette nähtud kaks 90-minutilist koolitundi, siis oleks nelja projekti valmis tegemine lisanud ajakulule vähemalt 720 minutit ehk 12 tundi.

Testimisel oli autor robootikaringi juhendaja rollis ning viis tunnid läbi nii, et rõhk oli pigem kogu materjali läbitöötamisel, kui õige aja jooksul lõpetamisel. Eesmärk oli teada saada, millised kohad õppematerjalis võivad õpilaste jaoks olla liiga keeruliselt sõnastatud ning mida peaks rohkem lahti seletama. Selle jaoks viis autor tädipojaga läbi suulise intervjuu peale iga tunni lõpetamist.

Robotite katsetamine toimus juhuslikus järjekorras ning esimene robot oli Codey Rocky. Kuna tegemist on suhteliselt lihtsalt kasutatava robotiga, siis selle robotiga tundide läbimisel ühtegi suurt probleemi ei tekkinud. Testija oskas minimaalse juhendamisega kõiki ülesandeid täita ning ka materjalist arusaamisega raskusi ei olnud. Ühe ettepanekuna leidis testija, et kuna digiõpiku robootika peatükis on iga teema alguses sõnastik uute mõistetega, siis võiks sinna lisada sõna andur, mis esineb peatüki teises teemas. Ta leidis, et kuna tegemist on mõistega, mida on peatükis korduvalt kasutatud, siis peaks selle definitsioon samuti peatükis olema. Kuna tegemist on robootikaga tegelemisel tihti kasutatava sõnaga, siis otsustas autor, et õpilaste jaoks on kasulik, kui sõna definitsioon on neile kohe kättesaadav. Veel leidis testija, et peatüki teises teemas võiks muuta ühe ülesande sõnastust. Tulede ja heli teema üks ülesanne on panna roboti tuled samal ajal erinevate värvidega põlema. See ülesanne on sellise sõnastusega lahendatav ainult eeldusel, et robotil on vähemalt kaks erinevat tuld. Codey Rockyl on ainult üks tuli ja seetõttu otsustas autor ülesande sõnastust muuta nii, et seda saaks lahendada ka ühe tule korral. Uues ülesandekirjelduses on täpsustatud, et ühe tule korral tuleb see panna erinevaid värve järjest vilkudes näitama.

Teisena läbiti tunnid robotiga SPIKE Prime. Selle robotiga oli peamiseks takistuseks see, et õpilased peavad oskama ülesande lahendamiseks sobiva roboti ehitada. Ainult kirjalike seletuste abil osutus see ülesanne liiga ajakulukaks ja selle pärast otsustas autor materjalide hulka lisada viite veebilehele, kuhu on kokku kogutud LEGO poolt koostatud SPIKE Prime

robotite ehitamise juhendid [38]. Tegemist on samm-sammulise juhendiga, mille järgi roboti valmis ehitamine on II kooliastme õpilastele jõukohane ning autor leidis, et uue juhendi koostamine ei ole vajalik.

Kolmandana läbis testija tunnid mBotiga. Selle robotiga tundide läbimisel ühtegi probleemi ei tekkinud, sest võimalikud probleemid said varem teiste robotitega tunde läbides lahendatud.

Viimase robotina läbis testija tunnid Mindstorms EV3ga. Kuna tegemist on samuti roboriga, mis on vaja enne kasutamist legodest valmis ehitada, siis lisas autor ennetavalt õppematerjali viite ehitusjuhiste veebilehele [39]. Rohkem probleeme tundide läbimisel ei tekkinud ning õppematerjalides muudatusi ei tehtud.

Teist korda toimus muudatuste tegemine peale juhendajatelt tagasiside saamist. Varasemalt oli töö autor otsustanud, et robotite juhendid on piisavalt sarnased ning on piisav, kui digiõpikus on iga teema all üks slaidiesitus, milles on kõikide robotite juhendid ühte koondatud. Tagasisidest selgus, et erinevate robotite töökäigus esineb nii palju väikseid kuid olulisi erinevusi, et mõistlikum on koostada iga roboti jaoks eraldi juhised. Näiteks on esimese tunni SPIKE Prime'i ja Mindstorms EV3 juhenditesse lisatud laid, mida ülejäänud juhendites ei ole. Lisatud slaidil on selgitus selle kohta, millise roboti õpilased tunni läbimiseks ehitama peaksid ning kust leida vastav juhend, kui nad seda teha ei oska (joonis 12).

**Roboti ehitamine** SPIKE Prime

Kuna SPIKE Prime on Lego klotsidest koosnev robot, siis on see vaja enne kasutamist valmis ehitada. Proovi ehitada selline robot, mis saab ringi liikuda.

Pane tähele, et robotil on vaja vähemalt kahte ratast, mis on ühendatud erinevate mootorite külge. Vastasel juhul ei oska su robot keerata.

SPIKE Prime'i jaoks leiad palju erinevaid ehitusjuhiseid [LEGO veebilehelt](#). Selle tunni ülesande jaoks sobib neist kõige paremini juhend nimega **Driving Base**. Juhendi leidmiseks pead lehel natuke allapoole kerima.

◀ 3 / 11 ▶

Reuse H:P

Joonis 12. Ekraanipilt SPIKE Prime'i ehitamist kirjeldavast slaidist.

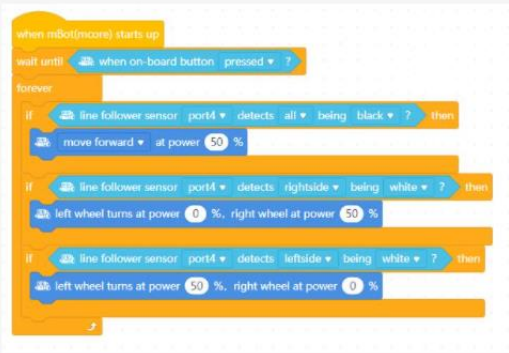
Lisaks on kõigi robotite programmid veidi erinevad, sest erinevate rakenduste plokkide kujundus on erinev ning robotitel on erinevad võimalused. Näiteks peatüki teises teemas, joonejälginine, suudab mBot (joonis 13) kindlaks teha, kummal pool joont see asub, kuid SPIKE Prime (joonis 14) seda ei suuda. Selle tõttu erinevad ka nende robotite programmid ülesehituse poolest.

**Teeme isesõitva auto** mBot

Siin on üks lihtne nädisprogramm, millega saab mBoti muuta isesõitvaks autoks.

Proovi sellest aru saada ning katseta seejärel programmi muutmisega. Kui sul see enne ei õnnestunud, siis proovi uuesti vastata eelmisel slaidil olevatele küsimustele.

Siin programmis on valgussensor ühendatud mBoti neljandasse pessa.



The code for the mBot program starts with 'when mBot(micro) starts up', followed by 'wait until when on-board button pressed'. A 'forever' loop contains three 'if' blocks: 1) 'if line follower sensor port4 detects all being black?' then 'move forward at power 50%'; 2) 'if line follower sensor port4 detects rightside being white?' then 'left wheel turns at power 0%, right wheel at power 50%'; 3) 'if line follower sensor port4 detects leftside being white?' then 'left wheel turns at power 50%, right wheel at power 0%'.

◀ 5 / 7 ▶

Reuse H-P

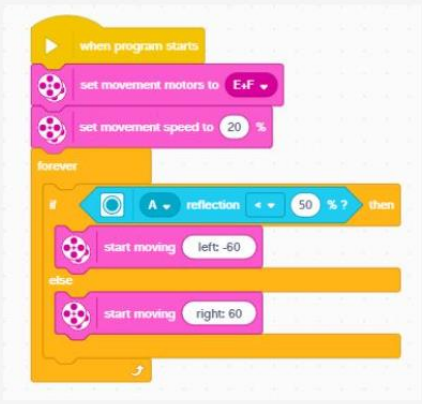
Joonis 13. Ekraanipilt mBoti joonejälginise nädisprogrammi slaidist.

**Teeme isesõitva auto** SPIKE Prime

Siin on üks lihtne nädisprogramm, millega saab mBoti muuta isesõitvaks autoks.

Proovi sellest aru saada ning katseta seejärel programmi muutmisega. Kui sul see enne ei õnnestunud, siis proovi uuesti vastata eelmisel slaidil olevatele küsimustele.

Selles programmis on kasutatud ühte valgusandurit. Nii oskab SPIKE Prime ainult öelda, kas see on musta joone peal või mitte. See ei saa aru, kummale poole joont see kaldunud on. Milliseid probleeme see joonejälginisel tekitada võib?



The code for the SPIKE Prime program starts with 'when program starts', followed by 'set movement motors to E:F', 'set movement speed to 20%', and a 'forever' loop. Inside the loop is an 'if' block: 'if A reflection < 50%?' then 'start moving left: -60' and 'start moving right: 60'.

◀ 6 / 8 ▶

Reuse H-P

Joonis 14. Ekraanipilt SPIKE Prime'i joonejälginise nädisprogrammi slaidist.

Veel lisas autor peatüki teise teemasse täiendavat materjali. Teine teema puudutab joonejälgimist ja valgusandurit. Digiõpikus on sealjuures mainitud ka kaugusandrit ning selle kasutamise võimalusi. Uuendatud materjalides on autor kaugusanduri kasutamist rohkem rõhutanud ning välja toonud konkreetse vajaduse selle kasutamiseks. Lisaks on uuendatud materjalides selgitused selle kohta, kuidas õpilased peaksid tegutsema, kui nende roboti tarkvara vajab uuendamist, mida digiõpikus varem ei olnud.

Üks H5P kasutamise eelis slaidiesitluste koostamiseks on ka see, et nii on võimalik slaididele rohkem interaktiivset materjali. Selle tõttu on uuendatud materjails ühe uuendusena lisatud ka iga esitluse lõppu enesekontrolli ülesanded. Nende abil saavad õpilased tunnis õpitud olulisemaid asju üle korrata ning paremini kinnistada.

## 6. Arutelu

Koolirobootika, nagu ülejäänud tehnoloogiaga seotud valdkonnad, on pidevas arengus. Tihti tulevad kasutusse uued robotid ning olemasolevad robotid muutuvad selle tagajärjel vananenuks. Selle tõttu on sama tihti vaja üle vaadata ja täiendada või koostada täiesti uued materjalid nende robotite kasutamiseks.

Digiõpiku robootika peatüki materjali uuendamisele seadis piirangud peamiselt materjali ettenähtud maht. Kuna kümne tunni sisse mahub ainult robootikasse sissejuhatav materjal, nagu digiõpiku praeguses versioonis ka on, siis oli vaja valida, milliseid robotite võimalusi õpilastele tutvustada. Uuendatud materjalis on teavet nelja erineva roboti kohta, millel on kõigil erinevad võimalused ning kogu info lisamisel oleks materjali maht paratamatult liiga suureks läinud. Kõikide robotite puhul on tutvustatud võimalikult sarnaseid võimalusi, välja arvatud olukorras, kus mõnel robotil mingi võimalus puudub. Sellisel juhul on vastava roboti juhendis, miks selle robotiga ülesannet täita ei saa.

Materjali testimisel olid samuti raskendatud ja seda Covid-19 pandeemia tõttu. Kuna ei olnud võimalik uuendatud õppematerjali laiemalt testida, siis oli vaja parandusi ja täiendusi teha ainult ühe testija ning töö juhendajate tagasiside põhjal. Laiemalt testimine jääb seega edasiseks tegevuseks.

Kuna uuendatud materjal on vaid aluseks digiõpiku hilisemale uuendamisele, siis saab seda veel kindlasti täiustada. Samuti on vaja materjal veel täiendavalt testida, sest tulenevalt maailmas valitsevast olukorrast ei olnud see töö tegemise ajal võimalik. Täiendava testimise tulemuste põhjal saab uuendatud materjali paremaks muuta ning lõpliku uuendatud õppematerjali digiõpiku robootika peatükki üles laadida.

## 7. Kokkuvõte

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli luua alusmaterjal, mille põhjal oleks hiljem võimalik alustada informaatika digiõpiku robootika peatüki uuendamist. Lisaks oli eesmärgiks teada saada, kas on võimalik luua selline õppematerjal, mida saab kasutada platvormi üleselt ning olenemata kasutatud tarkvarast saavutada samad õpiväljundid.

Materjali uuendamiseks uuriti esmalt olemasolevaid õppematerjale, et teada saada, kas selline materjal juba leidub ning millised tugevused ning nõrkused materjalidel on. Lisaks uuriti hea õppematerjali koostamise soovitusi ning põhimõtteid. Selleks võeti aluseks põhikooli riiklikus õppekavas välja toodud üheksa põhimõtet ning Anne Villemssi ja teiste poolt koostatud digitaalse õppematerjali loomise juhendi. Seejärel katsetati erinevaid roboteid, mille kohta siis uuendatud materjali juhised lisas. Juhised lisati materjali hulka täiendavate slaidiesitluste kujul. Olemasolev materjal oli mõeldud mBoti roboti jaoks ning materjali lisati Codey Rocky, LEGO SPIKE Prime'I ja LEGO Mindstorms EV3e jaoks. Materjalid on leitavad veebilehel <https://courses.cs.ut.ee/t/robootikaabc/>.

Varasema materjaliga tutvumisel leiti, et robootikaga seotud õppematerjali on olemas küllaltki palju. Kahjuks märkimisväärne osa sellest ei ole erinevatel põhjustel enam kasutatav, on mõeldud abimaterjaliks õpetajale mitte õpilastele või on II kooliastme õpilaste jaoks liiga keeruline. Lisaks oli peaaegu kogu leitud materjal mõeldud kasutamiseks vaid ühe kindla robotiga, mis selle töö eesmärgiga ei sobinud.

Platvormi ülese materjali loomine oli üldiselt edukas. Esmasel testimisel selgus, et uuendatud õppematerjali on võimalik läbida kõigi materjalis esindatud robotitega ning sealjuures ei ole õpetajal vaja ülemääraselt sekkuda. Esimeste robotite testimisel said parandatud suuremad materjalis esinevad probleemid ning viimaste robotitega testimisel ei esinenud enam märkimisväärseid takistusi. Hilisema juhendajate poolse tagasiside põhjal oli võimalik õppematerjali veelgi täiustada ning iga roboti jaoks sai koostatud eraldiseisev juhend.

Töö tulemusena loodi digiõpiku vanema versiooni põhjal uuendatud materjal, mis on näidiseks digiõpiku hilisemale uuendamisele. Informaatika digiõpiku uuendamise protsess on kinnitatud ning see algab tõenäoliselt 2022. aastal. Peale täiendavat testimist ja selle põhjal paranduste tegemist on uuendatud materjal loodetavasti valmis digiõpikus avaldamiseks.



## 8. Viidatud kirjandus

- [1] Palts, T., Luik, P., *et al.* 2017. Digiõpik.  
<https://courses.cs.ut.ee/t/digiopik/Main/Digiopikust> (06.05.2021)
- [2] Põhikooli riiklik õppekava, Lisa 10, 2011. Valikõppeaine „Informaatika“.  
<https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1290/8201/4018/141m%20lisa10.pdf#> (15.04.2021)
- [3] Tõnisson, E. Informaatikaõpe koolis – kas ja kuidas õpetada? *Õpetajate leht*, 2015.  
<https://opleht.ee/2015/06/informaatikaope-koolis-kas-ja-kuidas-opetada/> (15.04.2021)
- [4] Koppel, K. 2019. Eesti koolides on puudu umbes 300 informaatikaõpetajat.  
<https://www.err.ee/951771/eesti-koolides-on-puudu-umbes-300-informaatikaopetajat>  
(15.04.2015)
- [5] Altin, H. Milleks meile robotika? *Õpetajate leht*, 2015.  
<https://opleht.ee/2015/02/milleks-meile-robotika/> (04.05.2021)
- [6] Pau, A. TTÜ vanemteadur: robotite otsuseid jääb kaudselt kontrollima ikkagi inimene.  
*Postimees*, 2017. <https://majandus24.postimees.ee/4050387/ttu-vanemteadur-robotite-otsuseid-jaab-kaudselt-kontrollima-ikkagi-inimene> (15.04.2021)
- [7] Robotex. <https://robotex.ee/> (15.02.2021)
- [8] FIRST LEGO League. <https://www.firstlegoleague.ee/challenge/> (15.04.2021)
- [9] Klotsipood. 45678 LEGO® Education SPIKE™ Prime baaskomplekt.  
<https://www.klotsipood.ee/lego-education-spike-prime-baaskomplekt/t/4027.html>  
(02.05.2021)
- [10] HITSA. <https://www.hitsa.ee/ikt-haridus/progetiiger> (15.04.2021)
- [11] ProgeTiiger. <https://projektid.edu.ee/display/progetiiger/ProgeTiiger> (15.04.2021)
- [12] Rand, A., *et al.* 2021. ProgeTiiger. Õppematerjalid.  
<https://projektid.edu.ee/pages/viewpage.action?pageId=81365089> (02.05.2021)
- [13] Kasari, K. 2021. ProgeTiiger. Gümnaasiumi informaatika ainekava.  
<https://projektid.edu.ee/pages/viewpage.action?pageId=81365502> (02.05.2021)
- [14] Tõnisson, E., Palts, T., Säde, M., Tõnisson, K. *et al.* Programmeerimine. Informaatika valikkursus gümnaasiumile. <https://web.htk.tlu.ee/digitalu/programmeerimine/> (02.05.2021)

- [15] Robotika. Õppematerjalid <https://www.robotika.ee/wp/kasulikku/materjalid/> (02.05.2021)
- [16] LEGO. Find Your Product. <https://education.lego.com/en-us/product-resources/library> (06.05.2021)
- [17] Hendrikson, S. Tehnoloogiaalase huviringi juhendamine. <https://drive.google.com/file/d/0B9wbCGaN-Xe2dzFjRWxBMnRfT2M/view> (02.05.2021)
- [18] Digivihik. Matemaatika. <http://digivihik.ee/matemaatika> (06.05.2021)
- [19] Kits, R. 2019. Parem, vasak, edasi, tagasi. <https://e-koolikott.ee/kogumik/24128-Parem-vasak-edasi-tagasi> (02.05.2021)
- [20] Altin, H., Duvin, T., Hendrikson, S., Jõe, I., Pikner, H., Rantsus, R., Sarapuu, R., Sell, R., Villems, A., Väljaots, E. 2013. Robotika gümnaasiumile. Õpetajaraamat robotika õpikule. [https://www.robotika.ee/wp/wp-content/uploads/2015/04/robotika\\_opik\\_opraamat.pdf](https://www.robotika.ee/wp/wp-content/uploads/2015/04/robotika_opik_opraamat.pdf) (02.05.2021)
- [21] LEGO. Get ready with Lessons. Unit Plans. <https://education.lego.com/en-us/lessons> (04.05.2021)
- [22] Makeblock. Resource. <https://education.makeblock.com/resource/> (04.05.2021)
- [23] Palts, T., Duvin, T. 2017. Digiõpik. Programmeerimine. <https://courses.cs.ut.ee/t/digiopik/Programmeerimine/Programmeerimine> (06.05.2021).
- [24] Makeblock. mBlock [rakendus]. <https://mblock.makeblock.com/en-us/download/> (22.03.2021).
- [25] MBlock. Release Logs. <https://www.mblock.cc/releaselogs-mblock5/> (06.05.2021)
- [26] ProgeTiiger. ProgeTiigri programmi seadmete taotlusvoor haridusasutustele 2014-2020. <https://projektid.edu.ee/display/progetiiger/ProgeTiigri+seadmete+taotlusvoor+2021?preview=/81365069/81368490/PT%20seadmete%20taotlusvoor%202014-2020.pdf> (13.04.2021)
- [27] LEGO. SPIKE Prime. <https://education.lego.com/en-us/meetspikeprime#unique-features> (22.03.2021).
- [28] Makeblock. mBot. <https://www.makeblock.com/mbot> (22.03.2021).
- [29] Makeblock. mBot2. <https://education.makeblock.com/mbot2/> (06.05.2021)
- [30] Scratch. <https://scratch.mit.edu/> (15.02.2021)

- [31] Makeblock. Codey Rocky. <https://www.makeblock.com/steam-kits/codey-rocky> (22.03.2021).
- [32] LEGO. The unrealized potential of learning through play at school. [https://education.lego.com/v3/assets/blt293eea581807678a/bltce0456048e14b469/5f50d9b135453c33adce919d/le\\_learning\\_through\\_play\\_whitepaper\\_digital\\_pdf.pdf](https://education.lego.com/v3/assets/blt293eea581807678a/bltce0456048e14b469/5f50d9b135453c33adce919d/le_learning_through_play_whitepaper_digital_pdf.pdf) (10.12.2020).
- [33] LEGO. LEGO Education SPIKE [rakendus]. <https://education.lego.com/en-us/downloads/spike-prime/software> (15.04.2021)
- [34] LEGO. Mindstorms EV3. <https://education.lego.com/en-us/products/lego-mindstorms-education-ev3-core-set/5003400#confidence> (22.03.2021).
- [35] LEGO. EV3 Classroom [rakendus]. <https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software> (15.04.2021)
- [36] LEGO. MINDSTORMS Education EV3 Retirement FAQs. [https://community.legoeducation.com/blogs/21/95?utm\\_source=community.legoeducation.com&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=website#:~:text=The%20LEGO%20MINDSTORMS%20Education%20EV3%20retirement%20is%20global.,worldwide%20on%20June%2030th%2C%202021.](https://community.legoeducation.com/blogs/21/95?utm_source=community.legoeducation.com&utm_medium=email&utm_campaign=website#:~:text=The%20LEGO%20MINDSTORMS%20Education%20EV3%20retirement%20is%20global.,worldwide%20on%20June%2030th%2C%202021.) (13.04.2021)
- [37] Villemis, A., Aluoja, L., Pilt, L., Naulainen, M., Kusmin, M., Rogalevičs, V., Tokko, U. 2016. Digitaalse õppematerjali loomise soovitused. Juhend digitaalse õppematerjali autorile. <https://oppevara.edu.ee/kvaliteet/> (04.05.2021)
- [38] LEGO. LEGO® Education SPIKE™ Prime Resources. <https://education.lego.com/en-us/product-resources/spike-prime/downloads/building-instructions> (02.05.2021)
- [39] LEGO. LEGO® MINDSTORMS® Education EV3. <https://education.lego.com/en-us/product-resources/mindstorms-ev3/downloads/building-instructions> (06.05.2021)

## **Lisad**

### **I Litsents**

#### **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, **Johanna Angela Bremen**,

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

#### **Digiõpiku II kooliastme robotika osa uuendamine,**

mille juhendajad on Alo Peets ja Tauno Palts,

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.

*Johanna Angela Bremen*

**07.05.2021**