

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Loodusteadusliku hariduse keskus

Hans Hubert Sams
Robotika kursuse koostamine ja õpilaste suhtumise analüüsimine
seoses robotikaga ja programmeerimisega
Magistritöö
Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja

Juhendajad:
Rauno Neito, MSc
Kaido Reivelt, PhD

TARTU
2024

Robootika kursuse koostamine ja õpilaste suhtumise analüüsimine seoses robootikaga ja programmeerimisega

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja töötada gümnaasiumi tasemele sobiv robootika kursus ning analüüsida õpilaste suhtumist robootikasse ja programmeerimisse. Töö raames loodud robootika kursus põhineb haridusrobotil mBot ja arendusplaadil Arduino Uno, pakkudes praktilist ja interaktiivset lähenemist programmeerimise õppimisele. Uuringus osalesid ühe 10. klassi õpilased ja ühe 12. klassi õpilased. Saadud tulemused näitavad, et õpilaste suhtumine robootikasse ja programmeerimisse on üldiselt positiivne. Märkimisväärne on see, et 10. klassi õpilaste huvi robootika vastu suurenes kursuse jooksul oluliselt. Lisaks ilmnes, et õpilased peavad robootika praktilisi ülesandeid heaks meetodiks programmeerimise õppimiseks. Töö tulemusena valmis gümnaasiumi õppekavasse sobiv robootika kursus. Käesoleva uuringu tulemused kinnitavad, et loodud kursusel oli positiivne mõju õpilaste suhtumisele robootikasse ja programmeerimisse.

Märksõnad: hoiakud, huvi, relevantsus, haridusrobootika.

CERCS: S272 Õpetajakoolitus

The creation of a robotics course and the analysis of students' attitudes towards robotics and programming.

The aim of this master's thesis was to develop a robotics course suitable for high school level and to analyze students' attitudes towards robotics and programming. The robotics course created as part of the research is based on the educational robot mBot and the Arduino Uno development board, offering a practical and interactive approach to learning programming. The study involved students from one 10th grade class and one 12th grade class. The results show that students' attitudes towards robotics and programming are generally positive. Notably, the interest in robotics among 10th grade students significantly increased during the course. In addition, it was found that students consider practical tasks in robotics an effective method for learning programming. As a result of the work, a robotics course that can be integrated into the high school curriculum was created. The results of this study confirm that the created course has a positive impact on students' attitudes towards robotics and programming.

Keywords: attitudes, interest, relevancy, educational robotics.

CERCS: S272 Teachers Education

Sisukord

Sisukord.....	2
Sissejuhatus.....	3
1. Kirjanduse ülevaade.....	5
1.1 Huvi.....	5
1.2 Relevantsus.....	6
1.3 Haridusrobotika.....	7
2. Metoodika.....	9
2.1 Uuringu disain.....	9
2.2 Valminud robotika kursus.....	10
2.3 Valim.....	11
2.4 Instrument ja andmete kogumine.....	11
2.5 Andmeanalüüs.....	14
3. Tulemused.....	15
4. Arutelu.....	21
4.1 Piirangud ja soovitused.....	22
Kokkuvõte.....	24
Kasutatud kirjandus.....	25
Summary.....	29

Sissejuhatus

Viimaste aastakümnetega on robotite kasutamine hariduses märkimisväärselt kasvanud ja seda kõikidel õppeastmetel (Wang, 2023). Eestisse jõudis haridusrobotika 2007 aastal (Tiigihüppe aastaraamat, 2007). 2011. aastal lisati „Robotika ja mehhatroonika” valikainena Gümnaasiumi riiklikusse õppekavasse (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011) ning 2013. aastal valmis valikkursusele põhjalik õppekomplekt koos õpiku, metoodilise materjali ja Moodle kursusega (TeaMe 2010-2017, n.d.). Sellest ajast alates on haridusrobotika edendamine riiklikul tasandil jäänud pigem unarusse. Kunagi standardiks võetud haridusrobotika platvormid on tänaseks päevaks kaotanud tootjapoolse toe ehk nende kasutamine ei ole enam jätkusuutlik. Koolides leidub kümneid erinevaid haridusroboteid (Leppik et al., 2017) ning kuna robotika kursus sõltub tugevalt kasutatavast platvormist, tuleb iga platvormi jaoks luua uus õppematerjal.

Robotite kasutamine loob aktiivse, mängulise, kaasahaarava ning „käed küljes” õpikeskkonna (Afari & Khinest, 2017). Õpilased saavad kogeda teoreetilisi kontseptsioone päriselulistest situatsioonides, mis toetab nendest arusaamist (Benitti, 2012). Eelkõige kasutatakse haridusroboteid robotika ja sellega seonduva õppimiseks, kuid haridusrobotikat on ka edukalt rakendatud näiteks matemaatika (Caudana et al., 2020), füüsika (Ferrarelli & Iocchi, 2021; Church et al., 2010) ja isegi evolutsiooni (Whittier & Robison, 2007) õpetamisel.

Õppimise juures mängib äärmiselt olulist rolli õpilaste suhtumine õpitavasse. Positiivne suhtumine suurendab sisemist motivatsiooni, mis tähendab, et õpilased tunnevad rahulolu õppimise protsessist endast, mitte ainult tulemusest (Ajzen & Fishbein, 2005). Uuringud kinnitavad, et sisemine motivatsioon on tugevalt seotud paremate akadeemiliste tulemustega (Kraft & Blazar, 2017; Cahill et al., 2018). Õpimotivatsiooni mõjutavad tugevalt ka õpitava relevantsus ning huvi õpitava vastu (Urhahne & Winjia, 2023; Renninger, Bachrach & Hidi, 2019; Schunk, Pintrich & Meece, 2008). Seega suhtumise, huvi ja relevantsuse uurimine on oluline, et mõista õpilaste õpimotivatsiooni.

Käesoleval magistritööl oli kaks põhilist eesmärki. Esimeseks eesmärgiks oli koostada gümnaasiumi õpilastele sobiv robotika suunakursus. Robotika kursuse loomise vajadus tulenes ühe Tartu gümnaasiumi õppekavast, kus robotika on kohustuslik suunakursus kahele õppesuunale. Uus kursus tuli luua sellepärast, et vana kursus põhines juba aegunud

haridusroboti platvormil ning selle kasutamine ei olnud enam jätkusuutlik. Õppesuundade erisuste tõttu peab loodud kursus olema kohandatav algajatele (puudub varasem programmeerimise kogemus) ja edasijõudnutel (on juba programmeerimist õppinud). Loodava robotika kursuse üheks fookuseks on programmeerimise õppimine robotika kaudu.

Töö teiseks eesmärgiks oli robotika kursuse õpetamine ning selle käigus õpilaste suhtumise, huvi ja tajutava relevantsuse analüüsimine. Täpsemalt uuriti õpilaste huvi robotika ja programmeerimise vastu, robotika ja programmeerimise relevantsust õpilaste jaoks ning õpilaste suhtumist programmeerimise õppimisse robotika kaudu.

Töö uurimusliku osa ehk õpilaste suhtumise analüüsimiseks sõnastati järgmised uurimisküsimused:

- Milline on 10. ja 12. klassi õpilaste suhtumine robotikasse ja programmeerimisse ning kuidas see uuringu jooksul muutub?
- Kuidas on seotud õpilaste situatsioonihuvi ja õpilaste isiklik huvi robotika vastu?
- Kuidas mõjutavad kavandatud tunnitegevused 10. ja 12. klassi õpilaste suhtumist robotikasse ja programmeerimisse?

Töö tulemusena valmis haridusrobotil mBot ja arendusplaadil Arduino Uno põhinev robotika kursus, mida on võimalik rakendada gümnaasiumi õppes.

1. Kirjanduse ülevaade

Kirjanduse ülevaate peatükis antakse käesolevale magistritööle teoreetiline alus ning taustainfo. Peatükis defineeritakse huvi ja relevantsuse mõiste ning antakse põgus ülevaade nende esinemisest hariduspsühholoogia kontekstis. Lisaks kirjutatakse lahti haridusrobotika mõiste ehk mis see on ja miks kasutatakse roboteid hariduses.

1.1 Huvi

Huvi saab üldiselt defineerida kui tähelepanu või mõtete keskendumist mingisugusele objektile. Hariduspsühholoogia kontekstis defineerib Krapp (2002) huvi kui inimese erilist suhet mingisuguse objektiga. Objektideks on inimest ümbritseva keskkonna osad, mida ta suudab subjektiivselt eristada teistest osadest, näiteks teised inimesed, asjad, tegevused, sündmused, ideed jne. Huvi on alati seotud mingi kindla objektiga.

Huvi tähendus võib ulatuda ühest situatsioonipõhisest isik-objekti suhtest (nt kaasahaarava raamatu lugemine) kuni püsivate väärtushinnangute kujunemiseni konkreetsete valdkondade suhtes (nt huvi kirjanduse vastu). Seetõttu eristatakse kahte tüüpi huvi: situatsioonihuvi ja isiklik huvi (Krapp, Hidi, & Renninger, 1992). Situatsioonihuvi on lühiajaline reaktsioon keskkonna stiimulile, mida kirjeldavad näiteks suurenenud kognitiivne võimekus, keskendumine, tähelepanu, uudishimu ja nauding. Seda võib kutsuda esile tähelepanu haarav objekt, mis põhjustab inimeses afektiivse reaktsiooni, näiteks ajakirja artikkel või huvitav katse füüsika tunnis. Situatsioonihuvi on tugevalt mõjutatud välistest teguritest. Isiklik huvi on pikaajaline ja harjumuslik suhe inimese ja objekti vahel. See areneb aja jooksul ja on tihedalt seotud inimese isiklike eelistuste, väärtuste ja varasemate kogemustega. Isiklik huvi on näiteks huvi õppeaine vastu. (Schiefele, 1991)

Hidi ja Renninger (2006) on huvi arengu esitanud nelja faasina:

1. Esile kutsutud situatsioonihuvi: See on huvi esmane faas, kus huvi tekib spontaanselt, sageli seoses uue või ootamatu objektiga.
2. Säilitatud situatsioonihuvi: Selles faasis hakkab huvi süvenema, kui inimene jätkab objektiga interakteerumist ja saab sellest rohkem teada.
3. Kujunev isiklik huvi: Selles faasis hakkab huvi muutuma püsivamaks, kus inimesel tekib tahe objektiga iseseisvalt uuesti interakteeruda.

4. Hästi arenenud isiklik huvi: See on huvi kõige sügavam faas, kus inimesel on tekkinud palju teadmisi objekti kohta ja ta on omistanud sellele suure väärtuse.

Huvi roll hariduses on peamiselt motiveeriv. Motivaatorina on huvi eriline selle poolest, et see loob õppija ja õpitava objekti vahel suhte, suurendades seeläbi kaasatust õppematerjaliga. Huvi muudab tegevused iseenesest motiveerivaks ehk puudub vajadus väliste motivaatorite jaoks. Huvi hõlmab endas nii afektiivseid (emotsionaalseid) kui ka kognitiivseid (mõtted, uskumused) komponente, mis kombineerituna mõjuvad äärmiselt tugeva motivaatorina. (Urhahne & Winjia, 2023; Renninger, Bachrach & Hidi, 2019)

1.2 Relevantsus

Relevantsus on hariduspsühholoogia valdkonnas määratletud kui õppesisu ja -tegevuste olulisus ning nende seos õppijate eesmärkide, huvide ja igapäevaeluga (Brophy, 2008). Relevantsusel on hariduses kolm peamist dimensiooni: isiklik, ühiskondlik ja karjääriline. Isiklik relevantsus viitab sellele, kuidas õppesisu haakub õppija individuaalsete huvide ja elukogemustega. Ühiskondlik relevantsus rõhutab õppesisu laiemas ühiskondlikus kontekstis, aidates õppijatel mõista, kuidas nende teadmised ja oskused saavad aidata kaasa ühiskonna arengule ja heolule. Karjääriline relevantsus keskendub õppesisu seotusele õppijate tulevaste tööalaste eesmärkidega, näidates, kuidas omandatud teadmised ja oskused on olulised nende karjääriplaanide realiseerimisel. (Stuckey et al., 2013)

Relevantsus loob seose õppija olemasolevate teadmiste ja uue informatsiooni vahel, mis muudab õppimise tähenduslikumaks ja meeldejäavamaks. Kui õppijad tajuvad, et õppematerjal on neile isiklikult oluline, on nad rohkem motiveeritud ja valmis pingutama (Wentzel, 2014). Relevantsuse tähtsus hariduses tuleneb ka konstruktivistlikust lähenemisest, mis väidab, et õppimine on aktiivne protsess, kus õppijad konstrueerivad uusi teadmisi varasemate kogemuste ja teadmiste põhjal (Bransford, Brown & Cocking, 2000). Kui õppematerjal on relevantne, on õppijatel lihtsam siduda uusi teadmisi olemasolevatega, mis soodustab sügavamat mõistmist ja õppimist.

Relevantsust saab hariduses saavutada mitmel viisil. Üks tõhusamaid meetodeid on kontekstipõhine õpe, kus õppesisu seotakse eluliste probleemidega (Herrington & Oliver, 2000). See võimaldab õppijatel näha, kuidas teoreetilised teadmised rakenduvad praktilistes olukordades, suurendades seeläbi nende motivatsiooni ja huvi. Samuti on oluline, et õpetajad

selgitaksid õppesisu eesmärke ja olulisust, aidates õppijatel mõista, kuidas see seostub nende isiklike eesmärkide ja huvidega (Pintrich, 2003). Õpetajad võivad kasutada elulisi näiteid, juhtumiuuringuid ja projektipõhist õpet, et muuta õppematerjal õppijate jaoks olulisemaks ja tähenduslikumaks.

1.3 Haridusrobotika

Robotika on interdistsiplinaarne valdkond, mis tegeleb robotite disainimise, ehitamise ja kasutamisega. Üldiselt defineeritakse robotit kui programmeeritavat masinat, mis suudab sooritada keerulisi ülesandeid ning on kas täielikult või mingil määral autonoomne. Robot koosneb kolmest võtmekomponendist: sensorid, mille abil saab robot väliskeskkonnast informatsiooni; täiturid, mida robot kasutab ülesannete sooritamiseks (nt mootorid, et liikuda) ja kontrollid, mis juhivad kogu roboti tööd. (Siciliano & Khatib, 2016)

Robotite kasutamine hariduses on viimaste aastakümnetega hüppeliselt kasvanud (Wang, 2023). Roboteid kasutatakse igal õppeastmel, alustades lasteaiast ja lõpetades ülikooliga. Robotite kasutamisega hariduses tegeleb haridusrobotika. Angel-Fernandez & Vincze (2018) defineerivad haridusrobotikat kui uurimisvaldkonda, mille eesmärk on parendada õpilaste õppimiskogemust, rakendades tegevusi ja tehnoloogiaid, kus robotid on kesksel kohal. Praktikast saab haridusrobotika jagada kolme kategooriasse:

1. Robot kui õpiobjekt ehk spetsiifiliselt robotika valdkonna õppimine (Alimisis & Kynigos, 2008). Näiteks masinnägemine, sensorite tööpõhimõtted, automaatika jne.
2. Robot kui õppevahend ehk roboti kasutamine teiste õppeainete või valdkondade õpetamisel, näiteks matemaatika (Caudana et al., 2020) või füüsika (Church et al., 2010).
3. Robot kui õpiassistent ehk robot aitab õpilasel õppida. Näiteks sotsiaalsed robotid keeleõppeks (Belpaeme, 2017).

Hariduses kasutatavaid roboteid või robotiplatvorme on tänapäeval kümneid kui mitte sadu erinevaid ning neid saab põhimõtteliselt jagada kolme kategooriasse kompleksuse ja kasutusala järgi (Kynigos, 2008). Esimeseks kategooriaks on sellised haridusrobotid, mis on n-õ valmislahendused ehk robot on kasutaja eest valmis ehitatud ja selle muutmine on piiratud või lausa keelatud. Näitena võib tuua Dash and Dot (Wonder workshop, n.d.) Teiseks kategooriaks on selliseid haridusrobotid, mis võimaldavad kasutajal roboti etteantud

moodulitest ise konstrueerida, näiteks Lego Mindstroms EV3 (LEGO, n.d.). Kolmandaks kategooriaks on sellised platvormid, mis ei olegi otseselt haridusrobotid, vaid nende platvormide abil on võimalik robot luua, näiteks Arduino platvorm (Arduino, n.d.)

Robotite kasutamine loob aktiivse, mängulise kaasahaarava ja „käed küljes” õpikeskkonna (Afari & Khinest, 2017). On leitud, et robotite kasutamine programmeerimise õppimiseks suurendab õpilaste õppeedukust, motivatsiooni ja probleemide lahendamise oskust (Cam & Kiyici, 2022; Yolcu & Demirer, 2023; Coşkunserçe, 2023). Lisaks tekitab roboti programmeerimine õpilastes rohkem positiivset emotsiooni, kui traditsiooniline arvutis programmeerimine (Merkouris & Chorianopoulos, 2015). Ühe põhjusena on välja toodud näiteks see, et robotiga on õpilastel lihtsam suhestuda kui arvutiprogrammiga, sest õpilased saavad füüsiliselt kogeda, kuidas nende kirjutatud programm reaalses elus käitub.

2. Metoodika

Metoodika peatükis kirjeldatakse magistritöö käigus valminud robotika kursust ja kursuse raames läbi viidud uuringut.

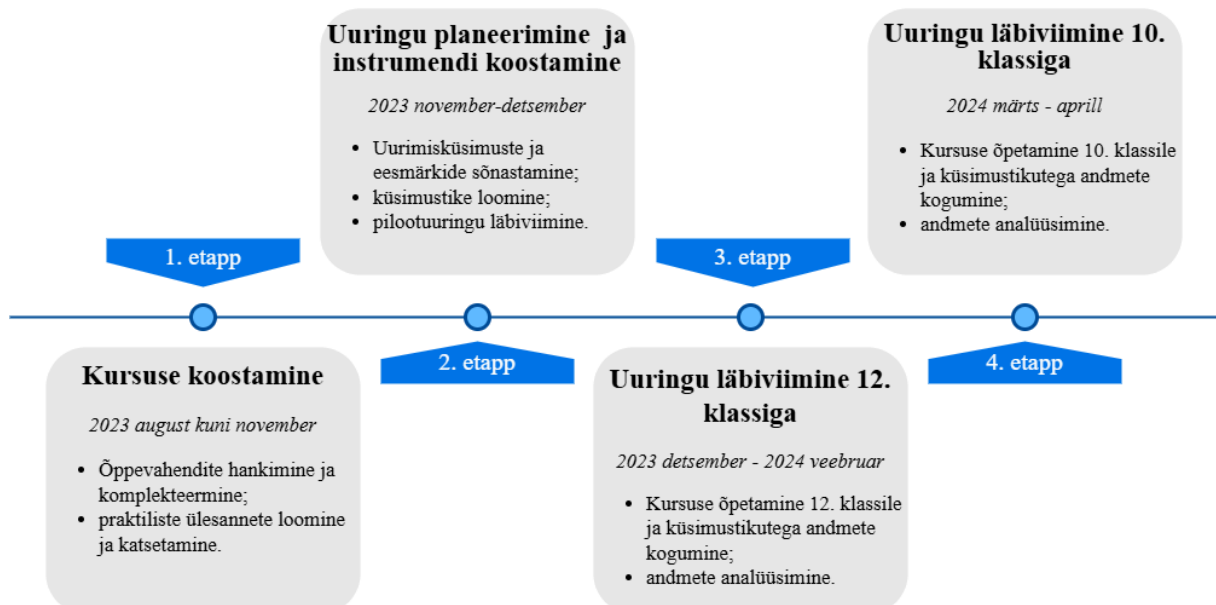
2.1 Uuringu disain

Uuringu ülesehituse võib jagada neljaks etapiks (joonis 1). Esimeses etapis loodi robotika kursus. Sügisel läbisid robotika kursust kaks klassi, keda uuringusse ei kaasatud ehk kursuse loomise protsess käis paralleelselt selle õpetamisega. Nende klasside peal sai kursuse sisu ja tehnilist lahendust katsetada ning kursuse andmist harjutada. See tähendas, et uuringu ajaks oli töö autoril kursuse õpetamisega juba kogemus olemas.

Uuringu planeerimisel otsustati keskenduda kursust läbivate õpilaste suhtumisele ja selle muutustele kursuse jooksul. Täpsemalt otsustati uurida õpilaste huvi programmeerimise ja robotika vastu, programmeerimise ja robotika relevantsust ning robotika mõju programmeerimisoskuste arengule. Uuringu instrumentidena kasutati küsimustikke.

Joonis 1

Uuringu etappide skeem.



Uuring kestis pool kursust ehk kuus õppenädalat. Ühe uuringusse mitte kaasatud klassi peal viidi läbi pilootuuring, mille käigus katsetati koostatud instrumente. Tagasiside põhjal sai hinnata küsimuste kvaliteeti ja viimistleda nende sõnastust. 12. klassiga viidi uuring läbi vahemikus 19.12.23 kuni 23.02.24 ja 10. klassiga viidi uuring läbi vahemikus 12.03.24 kuni 16.04.24. 12. klassiga oli uuringuperiood pikem, sest sinna sisse jäi koolivaheaeg ning õpetajate streik, aga küsitlusi tehti ikkagi sama palju. Peale uuringu perioodi lõppu sooritati andmete analüüs.

2.2 Valminud robotika kursus

Robotika kursuse koostamisel lähtuti eelkõige kooli tehnilisest võimekusest. Koolil olid olemas Arduino Uno arendusplaadi komplektid, haridusrobotid mBot ja haridusrobotid LEGO Mindstorms EV3. Varasemalt kasutati koolis robotika kursuse läbiviimiseks LEGO Mindstorms EV3 platvormi, mille programmeerimiseks kasutati visuaalset programmeerimiskeelt Scratch. Uue kursuse platvormiks valiti Arduino Uno ja mBot ning seda kolmel põhjusel. Esiteks olid mõlemad platvormid kursuse loomise ajal veel tootmises, mis tagas kursuse jätkusuutlikkuse. Teiseks põhinesid mõlemad platvormid samal mikrokontrolleril, mis võimaldas mõlemaid programmeerida Arduino programmeerimise keskkonnaga (IDE - *Integrated Development Environment*) programmeerimiskeeles C++. See võimaldas liikuda visuaalselt programmeerimiskeelt tekstipõhisele, mis sobib paremini gümnaasiumi tasemele. Kolmandaks pakkusid need platvormid paindlikumat lähenemist, võimaldades kasutada nii modulaarset robotit kui ka täiesti ise loodud lahendusi.

Kursuse vormi loomisel võeti inspiratsiooni Tartu Ülikooli Robotika I (LOTI.05.010) õppeaine ülesehitusest. Kursus koosnes neljast elemendist: uudise esitlus, praktilised ülesanded, kontrolltöö ja suuline arvestus. Uudise esitlusi tegid õpilased ise vabalt valitud robotika-alase uudise kohta. Need olid mõeldud robotika valdkonna tutvustamiseks ja silmaringi avardamiseks. Praktiliste ülesannete lahendamine toimus paaris ja need olid mõeldud sisu omandamiseks. Praktiliste ülesannete lahendamine oli kursusel kõige suurema kaaluga. Kontrolltööga kontrolliti kursusel omandatud teoreetilisi teadmisi ning õpilastel tuli lahendada ka lühikesi programmeerimisega seotud ülesandeid. Suulisel arvestusel tuli õpilastel selgitada ühte praktilise ülesande lahenduse koodi. Sellega kontrolliti koodi lugemise ning koodist arusaamise oskust. Tundide ülesehitused olid üldjoontes sellised, et tund algas uudise esitlusega (kuni 5 minutit), sellele järgnes lühike teooria osa (kuni 20 minutit) ning

seejärel algas paarilisega iseseisev praktiliste ülesannete lahendamine. Kokku oli aega 2x70 minutit.

Kursuse sisu oli jaotatud kaheks osaks: esimene pool keskendus mBotile ja teine pool Arduino Unole. mBoti osas keskenduti programmeerimiskeele C++ õppimisele ja autonoomsele sõitmisele ning Arduino Uno osas keskenduti voluringide koostamisele ja komponentide ning seadmete tööpõhimõtete õppimisele. Iga tunni juurde kuulus tööleht, mis sisaldas vajalikku teoreetilist tausta, ülesannete tekste ja näidislahendusi. Töölehed olid koostatud selliselt, et õpilased suudaksid ülesandeid iseseisvalt lahendada. Õpetaja roll oli ülesannete lahendamise ajal pigem toetav. Uuringu perioodi sisse jäi kursuse mBoti osa, mille tundide lühikirjeldused on leitavad lisast 1. Kogu kursuse materjalid on leitavad lisast 2.

2.3 Valim

Uuringus kasutati mugavusvalimit ehk uuringusse kaasati need õpilased, kes pidid sel õppeaastal robotika kursust läbima. Nendeks oli 25 12. klassi õpilast ja 18 10. klassi õpilast. Klasside profiilid olid üpriski erinevad. 12. klassi puhul oli tegu õpilastega, kes õppisid infotehnoloogia õppesuunal ehk kursuse alguseks olid õpilased läbinud neli kursust programmeerimist programmeerimiskeeles Python. 10. klassi õpilased õppisid tehnoloogia õppesuunal ning kursuse alguses tehtud suulise küsitluse põhjal, ei toonud ükski õpilane välja, et tal oleks varasemat kokkupuudet programmeerimisega. Kursuste õpetamisel arvestati klasside erineva ettevalmistusega ehk kuigi kursuse jooksul õppisid 10. ja 12. klassi õpilased samu teemasid, siis raskusastme poolest olid 12. klassi õpilaste ülesanded keerulisemad ja/või mahukamad kui 10. klassi õpilaste ülesanded.

2.4 Instrument ja andmete kogumine

Andmete kogumiseks kasutati kümnest väitest koosnevat pikka küsimustiku ja neljast väitest koosnevat lühikest küsimustikku. Mõlema küsimustiku puhul olid vastused 5-palli Likerti skaalal, kus vastusevariantideks olid: “nõustun”, “pigem nõustun”, “nii ja naa”, “pigem ei nõustu” ja “ei nõustu”. Küsimustikud koostati ja küsitlus viidi läbi Limesurvey keskkonnas (Limesurvey, n.d.). Küsimustike koostamisel võeti inspiratsiooni PISA 2015 õpilaste küsimustiku plokkidest ST094 ja ST095 (OECD, 2017) ning Tapia (2004) matemaatika hoiakute instrumendist. Nendest küsimustikest sai võtta sobivaid küsimuste tüüpe ning muuta kontekst robotika ja programmeerimise põhiseks. Pika küsimustiku väited käsitlevad kolme

teemat: robotika ja programmeerimise relevantsus, huvi robotika ja programmeerimise vastu ning robotika mõju programmeerimise oskuste arengule (vt tabel 1). Seda küsimustiku kasutati uuringus eel- ja järelküsimustikuna uuringu perioodi alguses ja lõpus. Lisaks küsiti uuringu lõpus õpilastelt avatud küsimustega tagasisidet.

Tabel 1

Pika küsimustiku väited.

Küsimuse kood	Küsimuse tekst
P_K1	Näen ennast tulevikus töötamas valdkonnas, kus on vaja programmeerimise oskust.
P_K2	Arvan, et programmeerimise oskus tuleb mulle elus kasuks.
P_K3	Usun, et robotikas omandatud oskused on mulle eluks kasulikud.
P_K4	Robotika on minu jaoks huvitav.
P_K5	Mind huvitab, kuidas robotikas kasutavad seadmed (sensorid, mootorid, mikrokontroller, näidikud jne) töötavad.
P_K6	Robotika on minu jaoks igav ja isiklikult ebaoluline.
P_K7	Programmeerimine on minu jaoks huvitav.
P_K8	Minu arvates oluline osata programmeerida.
P_K9	Arvan, et robotika projektide tegemine aitab mul paremini mõista programmeerimise põhimõtteid/võtteid.
P_K10	Usun, et robotika projektide tegemine on hea viis programmeerimise õppimiseks.

Lühikest küsimustiku kasutati iga tunni lõpus ja see sisaldas väiteid nii konkreetse tunni kohta kui ka üldisemaid väiteid robotika ja programmeerimise seose kohta (vt tabel 2). Mõlemasse küsimustikku lisati ka üks negatiivne väide, mille otstarve oli suvaliste vastuste elimineerimine, kuid mida andmete analüüsimisel ei kasutatud.

Tabel 2

Lühikese küsimustiku väited.

Küsimuse kood	Küsimuse tekst
L_K1	Tunnen, et robotika tunnis praktiliste ülesannete lahendamine toetab minu programmeerimise oskuste arengut.
L_K2	Tänane robotika tund oli minu jaoks huvitav ja kaasahaarav.
L_K3	Arvan, et tänases robotika tunnis omandatud teadmised / oskused on mulle kasulikud.
L_K4	Ma ei leia, et robotika tunnid oleksid üldse kasulikud ega harivad.

Kogutud andmete kvaliteeti saab hinnata usaldusvääruse (reliaablus) ning kehtivuse (valiidsus) kaudu. Usaldusväärus kirjeldab seda, kui järjepidevad on kogutud andmed ehk kui täpselt need andmed kirjeldavad uuritavat tunnust. Kehtivus kirjeldab seda, kui õiged on andmed sisu poolest ehk kui tõepärased kogutud andmed on. Usaldusvääruse tagamiseks tehti järgmisi tegevusi:

- Viidi läbi pilootuuring, mille põhjal sai küsimustikus kasutatavate väidete sõnastusi viimistleda, et need oleksid arusaadavamad.
- Pika küsimustiku täitmine toimus mõlemal korral kohe tunni alguses ja lühikese küsimustiku täitmine toimus vahetult peale praktiliste ülesannete lahendamise lõppu ehk ajalises mõttes säilitati järjepidevust.

Valiidsuse tagamiseks tehti teadlikult järgmisi tegevusi:

- Suvaliste vastuste elimineerimiseks lisati mõlemasse küsimustikku üks vastupidine väide. Lisaks eemaldati uuringust nende õpilaste vastused, kes vastasid lühikesele küsimustikule vähem kui kahel tunnil ehk nad osalesid vähem kui pooltes tundides.
- Küsimustiku koostamisel võeti aluseks kirjandusest leitud suhtumist mõõtvad küsimustikud.
- Pilootuuringul küsiti, kuidas saavad õpilased aru küsimuste sisust ehk kas küsimused on üheselt mõistetavad.

Mitme nädala jooksul kogutud andmete omavahel kokku sidumiseks oli vaja sama vastaja vastuseid identifitseerida. Täieliku anonüümsuse ja konfidentsiaalsuse tagamiseks paluti

uuringu alguses igal õpilasel luua oma le tunnuskood, mis võis olla suvaline tähtede ja numbrite kombinatsioon. Tingimus oli, et tunnuskood ei tohi sisaldada ei tema isikuga seotud informatsiooni (nimi, sünnikuupäev, vanus jne). Tunnuskoodi kirjutasi õpilased endale personaalselt üles või jätsid meelde ning nad kasutasid sama tunnuskoodi kõigil järgnevatel nädalatel. Sellest tulenevalt ei ole võimalik andmeid mitte ühegi isikuga siduda.

2.5 Andmeanalüüs

Andmete analüüsimiseks kasutati põhiliselt JupyterLab'i (Project Jupyter, n.d.), mis on veebipõhine interaktiivne programmeerimiskeskond, kus on võimalik programmeerimiskeeles Python andmeid analüüsida ja visualiseerida. Küsimustike abil kogutud andmete korrastamiseks, puhastamiseks ja andmetötluseks ettevalmistamiseks kasutati MS Excelit. Puhastamise käigus eemaldati nende õpilaste andmed, kes vastasid järjepidevalt kõigile küsimustele samamoodi (k.a vastupidistele küsimustele), õpilased, kes osalesid vähem kui kahes uuringuperioodi sissejäävas tunnis ning õpilased, kes vastasid ainult eel- või järelküsimustikule.

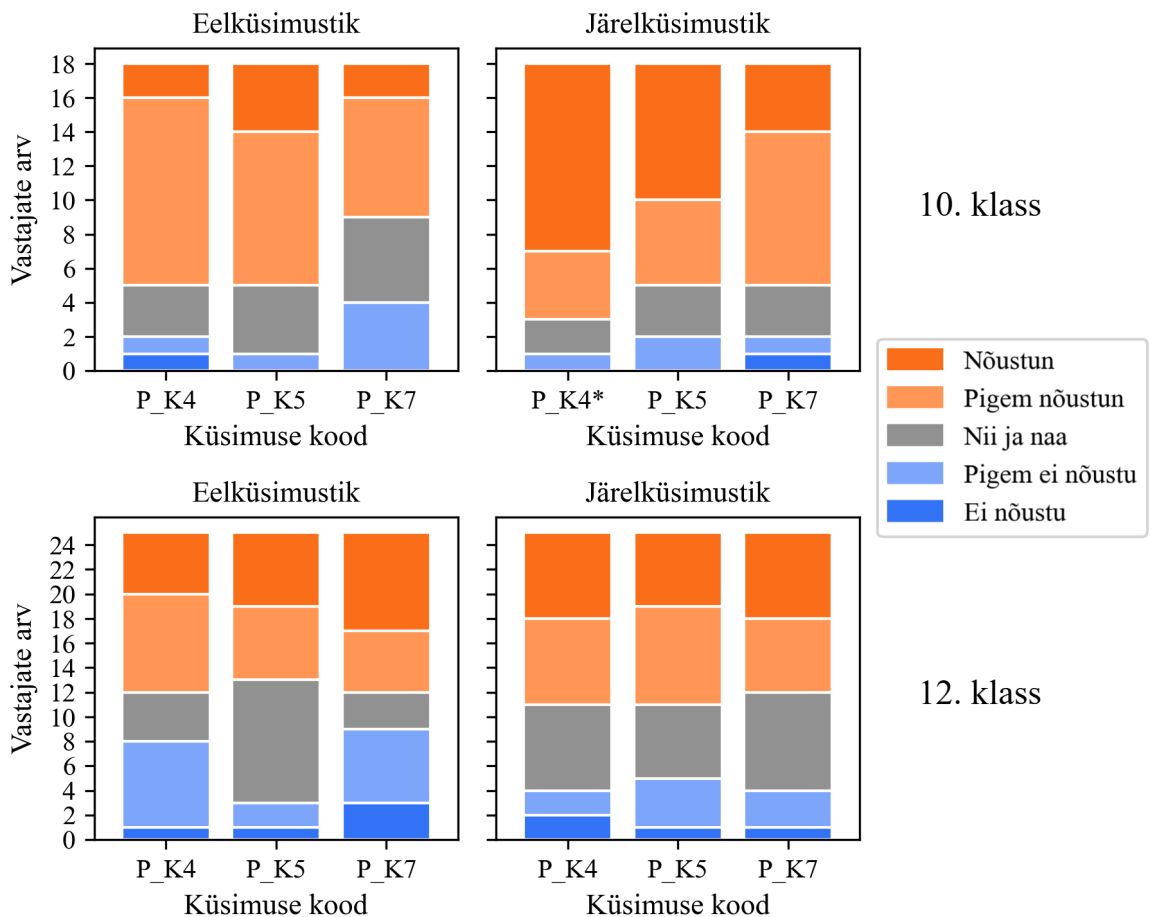
Kirjeldava statistika jaoks visualiseeriti õpilaste vastused virn-tulpdiagrammidena, mis andsid tulemustest täieliku ülevaate. Tulenevalt sellest, et tegu oli järjestustunnustega, mille skaalapunktide vahed ei ole võrdsete vahemikega, ei kasutatud andmete kirjeldamiseks aritmeetilist keskmist. Testide valikul lähtuti samuti andmete iseloomust. Statistilise analüüsi jaoks anti igale sõnalisele vastusevariandile numbriline vaste ühest viieni, kus üks vastab vastusevariandile "ei nõustu" ja viis vastab vastusevariandile "nõustun". Muutuste statistilise olulisuse hindamiseks kasutati Wilcoxon'i astakmargitesti (Kvam & Vidakovic, 2007). See on mitteparameetriline test kahe sõltuva populatsiooni võrdlemiseks ning sobib hästi Likerti skaalal kogutud andmete jaoks (Roberson et al., 1995). Tunnustevaheliste seoste analüüsimiseks leiti väidete vahelised Spearmani korrelatsioonikordajad. Olulisuse nivooks võeti mõlemal juhul 5%.

3. Tulemused

Esimesele uurimisküsimusele aitavad vastuse saada eel- ja järelküsimustikuga kogutud andmed. Joonisel 2 on välja toodud õpilaste vastused eel- ja järelküsimustikule, mis käsitlevad huvi. 10. klassi õpilaste vastustest selgus, et huvi robootika vastu (P_K4 ja P_K5) oli juba uuringu alguses õpilastel pigem suur ning uuringu lõpuks oli huvi veelgi suurenenud. Muutus oli statistiliselt oluline ($p = 0,002$). Huvi programmeerimise vastu (P_K7) oli uuringu alguses väiksem ehk pooled õpilased olid neutraalsel või negatiivsel arvamusel, kuid uuringu lõpuks oli enamik õpilastest programmeerimisest huvitatud.

Joonis 2

Huvi käsitlevate küsimuste vastused.



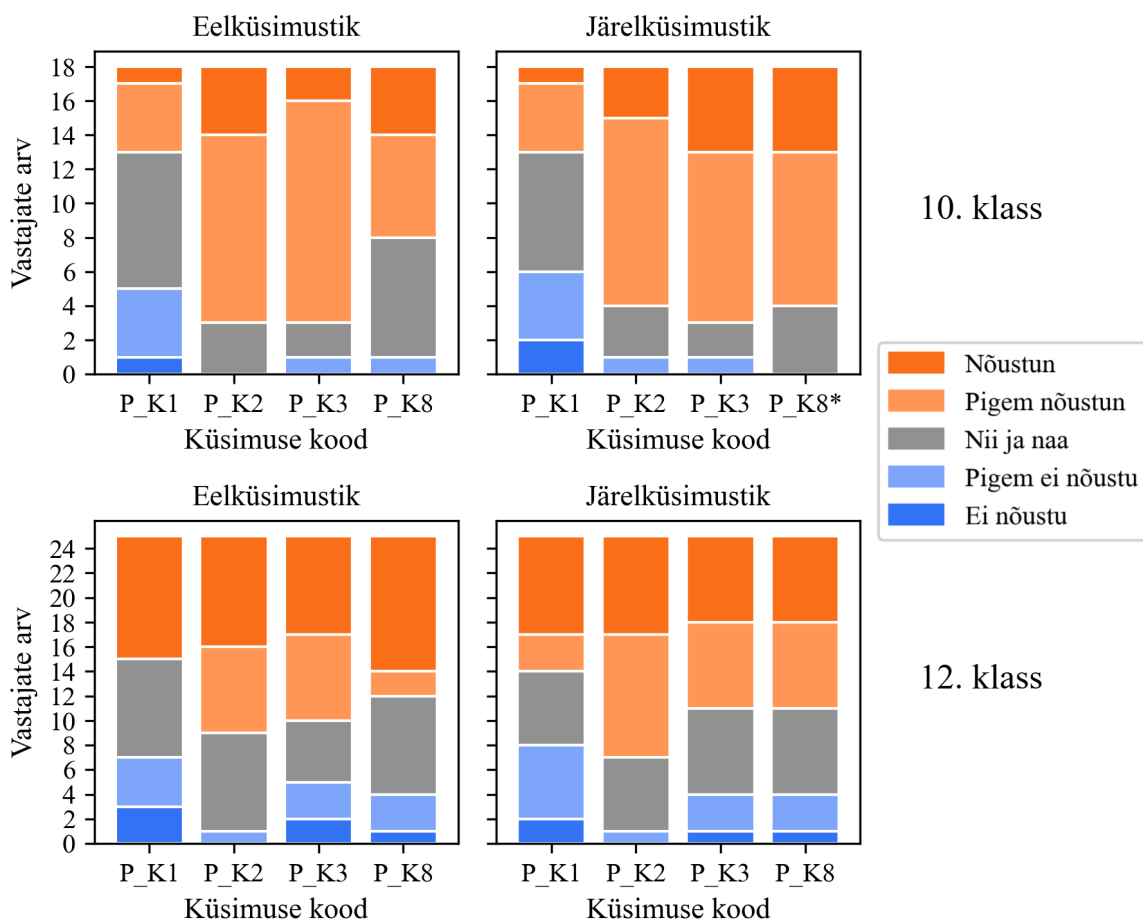
Märkus. * - statistiliselt oluline muutus võrreldes eelküsitlusega ($p < 0,05$).

12. klassi puhul tundsid veidi üle pooled õpilased huvi robotika ja programmeerimise vastu. Tulemustest on märgata seda, et huvi puhul suurenes neutraalsete vastuste osakaal negatiivsete vastuste arvelt (P_K4 ja P_K7). Üldiselt aga võib öelda, et 12. klassi puhul püsis huvi stabiilsena.

Joonisel 3 on toodud õpilaste vastused eel- ja järelküsimumustikule, mis käsitlevad relevanttsust. 10. klassi õpilaste vastustest selgus, et kuigi ainult veerand õpilastest näevad end tulevikus töötamas valdkonnas, kus on vaja programmeerimise oskust (P_K1), arvas kolmveerand õpilastest, et programmeerimise oskust tuleb neile siiski elus kasuks (P_K2). See arvamus kursuse jooksul ei muutunud.

Joonis 3

Relevanttsust käsitlevate küsimuste vastused.



Märkus. * - statistiliselt oluline muutus võrreldes eelküsimumustiku vastustega ($p < 0,05$).

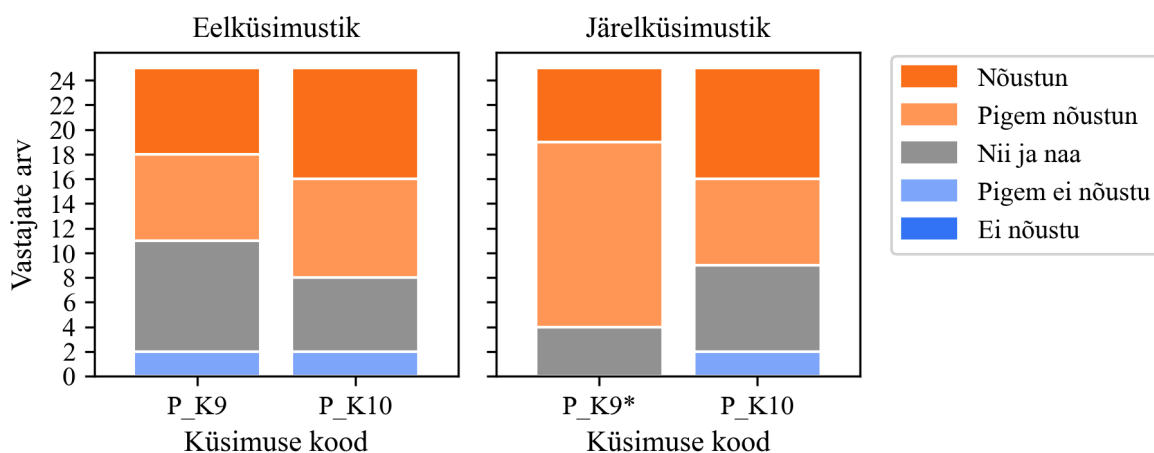
Vaadates õpilaste suhtumist programmeerimise oskuse olulisusesse üldiselt ehk väljaspool nende isiklikku elu (P_K8), selgus, et kui enne uuringu perioodi olid ligi pooled õpilased neutraalsel või negatiivsel seisukohal, siis uuringu lõpus oli kolmveerand õpilastest arvamusel, et programmeerimise oskus on oluline – muutus oli ka statistiliselt oluline ($p = 0,034$). Seoses robotikaga oli näha, et valdava enamiku õpilaste arvates on robotikaga tegelemine neile isiklikult kasulik (P_K3) ning see arvamus püsis samuti kursuse jooksul muutumatuna.

12. klassi õpilaste vastused olid üpriski sarnased 10. klassi õpilaste vastustele. Erinevusena võib välja tuua selle, et 12. klassi õpilased suhtusid kriitilisemalt robotika kasulikkusesse ning programmeerimise oskuse olulisusesse ehk ligi pooled õpilased olid selles kohas neutraalsel või negatiivsel arvamuse. 12. klassi puhul ei olnud tajutava relevantsuse juures märgata olulisi muutusi.

Joonisel 4 on toodud õpilaste vastused eel- ja järelküsimustikule, mis käsitlevad õpilaste suhtumist programmeerimise õppimisse robotika kaudu. Välja on toodud ainult 12. klassi õpilaste vastused, kuna kõik 10. klassi õpilased (v.a 1 neutraalne seisukoht) olid selles kategoorias “nõustun” või “pigem nõustun” seisukohal.

Joonis 4

12. klassi õpilaste programmeerimise ja robotika seose vastused.



Märkus. * - statistiliselt oluline muutus võrreldes eelküsimustikuga ($p < 0,05$).

Vastustest selgus, et õpilased suhtuvad programmeerimise õppimisse robotika abil pigem positiivselt. Üle poole õpilastest leidis, et robotikas praktiliste ülesannete lahendamine on

hea viis programmeerimise õppimiseks (P_K10). Isiklikust vaatepunktist olid uuringu alguses samuti üle pooled õpilased arvamusel, et robotika toetab nende isiklike programmeerimise oskuste arengut (P_K9) ning uuringu perioodi lõpuks suurenes see osakaal üle kolmveerandi. Muutus on statistiliselt oluline ($p = 0,033$).

Mõistmaks, kuidas on seotud tajutav relevantsus ja huvi õpilaste arvamusega programmeerimise õppimise robotika kaudu, on tabelis 3 esitatud tunnustevahelised korrelatsioonid. Tulemused näitavad, et õpilased, kelle jaoks oli robotika huvitav (P_K4), kaldusid ka arvama, et robotika kaudu on hea programmeerimist õppida (P_K10). 12. klassi puhul oli ka õpilaste tajutav relevantsus robotika suhtes (P_K5) sellega positiivselt seotud. Lisaks on 12. klassi puhul näha ka seda, et õpilased, kelle jaoks olid programmeerimise oskus (P_K1 ja P_K2) ja robotika relevantsed, kaldusid arvama, et robotika aitab neil paremini programmeerimist mõista (P_K9).

Tabel 3

Järeloküsimustiku vastuste korrelatsioonid.

10. klass								
Tunnus	P_K1	P_K2	P_K3	P_K4	P_K5	P_K7	P_K8	P_K9
P_K9	0,34	-0,08	0,15	0,42	0,43	0,43	0,52*	
P_K10	0,21	-0,07	0,13	0,51*	0,39	0,45	0,57*	0,88*

12. klass								
Tunnus	P_K1	P_K2	P_K3	P_K4	P_K5	P_K7	P_K8	P_K9
P_K9	0,41*	0,40*	0,64*	0,59*	0,45*	0,25	0,28	
P_K10	-0,05	0,11	0,44*	0,49*	0,21	0,00	0,19	0,44*

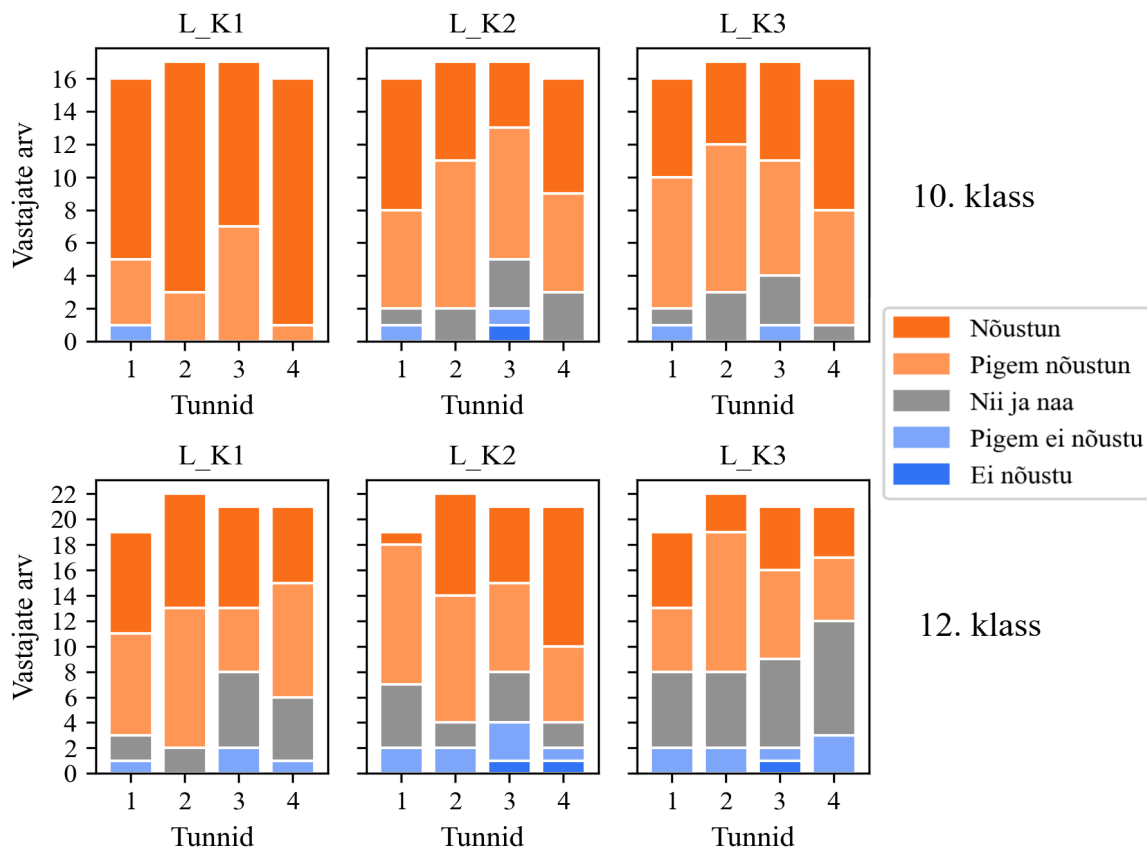
Märkus. * - statistiliselt oluline korrelatsioon ($p < 0,05$).

Seoses teise uurimisküsimusega, tuvastati eel- ja järeloküsimustiku põhjal, et 10. klassi õpilaste huvi robotika vastu (P_K4) suurenes statistiliselt oluliselt. Seda võib käsitleda kui isikliku huvi muutust. Lühikese küsimustikuga mõõdetud iga individuaalse tunni kohta käiva huvi tulemused on esitatud joonisel 5, millelt on näha, et enamiku õpilaste jaoks oli iga tund huvitav (L_K3). Lühikese küsimustikuga mõõdetud huvi saab käsitleda kui situatsioonihuvi.

Situatsioonihuvi ja isikliku huvi seose analüüsimiseks tuleb vaadata õpilaste tulemusi individuaalselt. Kui võtta iga õpilase iga tunni situatsioonihuvi mediaan ning leida korrelatsioon selle ja iga õpilase isikliku huvi muutuse vahel, siis L_K3 ja P_K4 muutuse vahel on $r = 0,47$ ($p = 0,0489$). Tunnis kogetud situatsioonihuvi ja isikliku huvi muutuse vaheline seos on mõõdukas-tugev ning tulemus on napilt statistiliselt oluline. Samas kui kasutada mediaani asemel aritmeetilist keskmist, mis arvestab rohkem erinditega, on L_K3 ja P_K4 muutuse vahel $r = 0,41$ ($p = 0,089$) ehk seos ei ole statistiliselt oluline. Seega turvalisem on väita, et nullhüpotees jääb kehtima ehk andmete põhjal ei ole võimalik väita, et tundides kogetud situatsioonihuvi ei ole seotud isikliku huvi muutumisega. Seda toetavad ka 12. klassi huvi mõõtmistulemused, sest enamiku õpilaste jaoks olid robotika tunnid huvitavad, kuid isikliku huvi puhul ei olnud märgata mingit muutust.

Joonis 5

Lühikese küsimustiku vastused.



Kolmandale uurimisküsimusele aitavad vastuse saada lühikese küsimustikuga kogutud andmed. Vaadates õpilaste hinnanguid individuaalsetele tundidele, arvasid peaaegu kõik 10. klassi õpilased, et iga tund toetas nende programmeerimisoskuste arengut (L_K1), oli huvitav (L_K2) ja kasulik (L_K3). Vähesel määral erinesid kolmas ja neljas tund ning tagasiside küsitluses mainiti ka nendes tundides läbitud teemasid kõige rohkem. Näiteks töid mitmed õpilased välja, et neljandas tunnis tehtud labürindi lahendamine oli põnev ning selle ülesande lahenduse programmeerimine oli meeldiv. Kolmanda tunni kohta toodi välja, et joone peal sõitmine ja takistuse tuvastamine tekitas õpilastes frustratsiooni, sest lahenduse kood oli mahukas ning ülesande lahendamine võttis kaua aega.

12. klassi õpilased suhtusid samuti tundidesse pigem positiivselt, kuid nende arvamused varieerusid rohkem. Tulemustest on näha, et ajapikku muutusid robotika tunnid õpilaste jaoks huvitavamaks (L_K2), samas kui robotika tundide kasulikkus ajas pigem vähenes (L_K3) ning viimases tunnis arvasid vähem kui pooled õpilased, et sellest tunnist oli neile kasu. Tulemuste põhjal võib öelda, et kõige huvitavamad tunnid olid teine ja neljas tund, kus tegeleti vastavalt joone peal sõitmisega ja labürindi lahendamisega. Samas labürindi lahendamist hinnati kõige vähem kasulikumaks tunniks.

4. Arutelu

Seoses esimese uurimisküsimusega võib öelda, et uuringus osalenud õpilaste suhtumine robotikasse ja programmeerimisse on üldiselt positiivne. Tulemused näitasid, et 10. klassi õpilased on tunduvalt rohkem robotikast ja programmeerimisest huvitatud kui 12. klassi õpilased ning nende huvi ka suurenes kursuse jooksul. Arvestades Hidi ja Renninger'i (2006) huvi arengu mudelit, võib põhjus seisneda selles, et 10. klassi õpilaste jaoks on robotika ja programmeerimine niivõrd uudsed alad, et see äratav nendes suuremat huvi. 12. klassi õpilased on juba pikemalt programmeerimisega kokku puutunud ehk nende puhul võib olla isiklik huvi või selle puudumine rohkem juurdunud ning seetõttu ei ole ka nii lühikese perioodi jooksul näha suuremat muutust.

Tajutava relevantsuse puhul on huvitav täheldada, et uuringus osalenud õpilased hindavad programmeerimisoskuse vajalikkust ka väljaspool professionaalset elu. Eriti ilmneb see 10. klassi õpilaste puhul, mis on üllatav, sest võiks eeldada, et 12. klassi õpilased, kes on rohkem programmeerimisega kokku puutunud, väärtustavad rohkem selle oskuse vajalikkust. Seda võib selgitada asjaolu, et vanemad õpilased mõtlevad rohkem tuleviku karjääri võimaluste ning hindavad seetõttu kõrgemalt oskusi, mis on otseselt seotud nende karjääriliste väljavaadetega.

Enamik uuringus osalenud õpilasi hindavad robotika kasutamist programmeerimise õppimisel positiivselt ning tunnetavad oma programmeerimisoskuste arengut kursuse jooksul. See positiivne hinnang on kooskõlas varasemate uuringutega, mis on leidnud, et robotika kasutamine programmeerimise õpetamisel võib parandada õpilaste suhtumist programmeerimisse ning toetab programmeerimisega tihedalt seotud oskuste, nagu näiteks raalmõtlemise arengut (Yıldız & Seferoğlu, 2021; Erol, 2020). Tulemustest selgus, et see hinnang on üsna tugevalt korrelatsioonis õpilaste tajutava relevantsusega ning huviga robotika vastu. See viitab sellele, et positiivne suhtumine robotikasse on oluliseks eelduseks robotika abil programmeerimise õppimisele. 10. klassi õpilaste puhul on positiivne hinnang robotika kaudu programmeerimise õppimisele ootuspärane, sest robotika kursus on nende esimene kokkupuude programmeerimisega. 12. klassi õpilased tulid kursusele juba märkimisväärse programmeerimise kogemusega ehk nende hinnang põhineb ka varasemale kogemusele. 12. klassi õpilaste tagasisides toodi välja, et õpilastele meeldis õppida uut

programmeerimiskeelt, kuid osad tõid seejuures välja, et nad oleksid soovinud esmalt saada süstemaatilise programmeerimiskeele C++ õppe ning seejärel rakendada seda robotika ülesannete lahendamisel. Kuigi konkreetseid põhjuseid välja ei toodud, jäi kursuse õpetamise käigus mulje, et suurimaks väljakutseks oli C++ süntaksi ja semantika omandamine. Nimelt on programmeerimiskeeled Python ja C++ oma kirja pildi poolest üksteisest erinevad, mis tähendas, et õpilased pidid uue keelega kohanema. 10. klassi õpilaste puhul mainiti tagasisides korduvalt, et kõige raskem osa oli koodi kirjutamise tehniline pool, eriti süntaksi korrektsus.

Seoses teise uurimisküsimusega, millega sooviti teada, kuidas on omavahel seotud situatsioonihuvi ja isiklik huvi robotika vastu, oli mõlema klassi puhul selgelt näha, et enamiku õpilaste arvates oli iga tund huvitav, kuid olulist seost situatsioonihuvi ja isikliku huvi muutuse vahel ei tuvastatud. 10. klassi tulemusi võib mõjutada asjaolu, et väike valim ei võimaldanud piisavat statistilist võimsust, et seose olulisus tuvastada. 12. klassi tulemusi võib mõjutada asjaolu, et kuue nädala pikkune periood on liiga lühike, et isiklik huvi jõuaks selle aja jooksul oluliselt muutuda.

Seoses kolmanda uurimisküsimusega, millega sooviti teada, kuidas mõjutavad konkreetsed tunnitegevused õpilaste suhtumist, oli labürindi lahendamise tund õpilaste jaoks kõige huvitavam. Selles tunnis rakendati probleemipõhist lähenemist, kus õpilastele anti ette ülesanne programmeerida robot selliselt, et see suudaks autonoomselt läbida labürindi. Õpilased tõid välja, et ülesande lahendamine oli põnev ning lahenduse programmeerimine oli meeldiv. Siiski tuleb tõdeda, et kuigi labürindi lahendamine oli õpilaste jaoks kõige huvitavam tegevus, leidsid vähem kui pooled 12. klassi õpilased, et sellest tunnist oli neile isiklikult kasu. Arvestades, et labürindi lahendamine oli kursuse mBoti osa viimane tegevus ning selle eesmärk oli pakkuda õpilastele lõbus kokkuvõte, ei olnud selles tunnis ettenähtud uute teadmiste või oskuste omandamist. Rohkem pidid õpilased rakendama oma olemasolevaid teadmisi ja oskusi, et probleemiga toime tulla.

4.1 Piirangud ja soovitused

Läbiviidud uuringu üheks piiranguks on kindlasti väike valim ehk töös saadud tulemusi ei ole võimalik kuidagi üldistada. Tulemused kehtivad ainult nende konkreetsete valimite raames.

Lisaks on piiranguks ka uuringu perioodi pikkus. Uuring toimus vaid 6 nädala ehk poole kursuse jooksul ning see periood ei pruugi olla piisav, et õpilastes tekiks olulised muutused.

Käesolev uurimus keskendus peamiselt robotika ja programmeerimise seosele, kus kursuse põhirõhk oli programmeerimise õppimisel. Kursuse sisu on tihedalt seotud ka füüsikaga. Kursuse käigus käsitleti mitmeid gümnaasiumi füüsika valdkondi, sealhulgas elektrit ja vooluringe, mehaanikat, elektromagnetismi jne. Tulevikus võib proovida kohandada robotika kursust ümber selliselt, et see keskenduks näiteks hoopis füüsika õppimisele. Osasid kursuse elemente saaks rakendada ka otse füüsika tunnis.

Arvestades seda, et õpilastel oli raske toime tulla programmeerimiskeele C++'i süntaksiga võib soovitada, et kui haridusroboti platvorm seda võimaldab, võiks valida sellise programmeerimiskeele, mille süntaks on võimalikult lihtne. Näiteks võiks Arduino Uno asemel kasutada Raspberry Pi'd ja haridusrobotit GoPiGo, mida on võimalik programmeerida Pythoni programmeerimiskeeles.

Uuringuga mõõdeti õpilaste õpimotivatsiooniga seotud tegureid ehk huvi, relevantsust ja hoiakuid. Edasistes uuringutes võiks laiendada uurimisvaldkonda akadeemilise saavutuse ning oskuste peale. Näiteks oleks huvitav uurida, kuidas robotika mõjutab õpilaste probleemilahendamise oskust ning kui efektiivne on robotika raalmõtlemise (*computational thinking*) kujundamisel.

Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö teemaks oli robotika kursuse loomine ning õpilaste huvi, tajutava relevantsuse ja suhtumise analüüsimine. Töö esimeseks eesmärgiks oli koostada gümnaasiumi tasemele sobiv robotika kursus, mida saaks kasutada gümnaasiumis robotika õppeaine õpetamiseks. Kursus loodi kahel raskusastmel ehk algajatele ja edasijõudnutele. Robotika kursus rajati haridusrobotile mBot ja arendusplaadile Arduino Uno. Kursuse fookus oli pakkuda õpilastele interaktiivne ja kaasahaarav viis programmeerimise õppimiseks robotika kaudu.

Magistritöö teiseks eesmärgiks oli uurida õpilaste suhtumist robotikasse ja programmeerimisse. Täpsemalt sooviti teada, kui relevantne on robotika ja programmeerimine õpilaste jaoks, milline on õpilaste huvi robotika ja programmeerimise vastu ning kuidas hindavad õpilased programmeerimise õppimist robotika kaudu. Eesmärgi täitmiseks viidi läbi kuue nädala pikkune uuring, kuhu kaasati ühe Tartu gümnaasiumi 10. ja 12. klassi õpilased, kes läbisid sel õppeaastal robotika kursust. Andmete kogumiseks viidi läbi eel- ja järelküsitlus ning lisaks küsitleti õpilasi iga tunni lõpus.

Uuringu tulemused näitasid, et õpilaste üldine suhtumine robotikasse ja programmeerimisse on positiivne. Relevantsuse puhul oli huvitavaks leiuks see, et kuigi mõlemas klassis on vähem kui pool õpilastest seisukohal, et nende tulevane professionaalne elu nõuab programmeerimisoskust, leidsid enamik õpilasi, et programmeerimisoskus on oluline ning neile isiklikult kasulik. Huviga seoses on 10. klassi õpilased tunduvalt rohkem robotikast ja programmeerimisest huvitatud kui 12. klassi õpilased. Lisaks täheldati 10. klassi õpilastel huvi kasvu robotika vastu. Tulemused näitavad ka, et õpilased hindavad robotika kasutamist programmeerimise õppimisel positiivselt ning tunnetavad oma programmeerimisoskuste arengut kursuse jooksul.

Lõpetuseks võib öelda, et loodud robotika kursus mõjus positiivselt õpilaste suhtumise parendamisele ning õpilaste arvamuse põhjal täitis see oma eesmärgi, toetada õpilaste programmeerimisoskuste arengut.

Kasutatud kirjandus

Ajzen, I., & Fishbein, M. (2005). The influence of attitudes on behavior. In D. Albarracín, B. T. Johnson, & M. P. Zanna (Eds.), *The handbook of attitudes* (pp. 173–221). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6, 63-71.

Arduino. (n.d.). What is Arduino?. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

Belpaeme, T., Vogt, P., van den Berghe, R., et al. (2018). Guidelines for designing social robots as second language tutors. *International Journal of Social Robotics*, 10, 325–341. <https://doi.org/10.1007/s12369-018-0467-6>

Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>

Blazar, D., & Kraft, M. A. (2017). Teacher and teaching effects on students' attitudes and behaviors. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 39(1), 146–170. <https://doi.org/10.3102/0162373716670260>

Brophy, J. (2008). Developing students' appreciation for what is taught in school. *Educational Psychologist*, 43(3), 132–141. <https://doi.org/10.1080/00461520701756511>

Cahill, M. J., McDaniel, M. A., Frey, R. F., Hynes, K. M., Repice, M., Zhao, J., & Trousil, R. (2018). Understanding the relationship between student attitudes and student learning. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010107>

Cam, E., & Kiyici, M. (2022). The impact of robotics assisted programming education on academic success, problem solving skills and motivation. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 5(1), 47-65. <https://doi.org/10.31681/jetol.1028825>

Church, W., Ford, T., Perova, N., & Rogers, C. (2010). Physics with robotics - Using LEGO MINDSTORMS in high school education. *Proceedings of the ASEE Annual Conference & Exposition*.

Coşkunserçe, O. (2023). Comparing the use of block-based and robot programming in introductory programming education: Effects on perceptions of programming self-efficacy.

Computers & Applications in Engineering Education, 31, 1234-1255.
<https://doi.org/10.1002/cae.22637>

Erol, O. (2020). How do Students' Attitudes Towards Programming and Self-Efficacy in Programming Change in the Robotic Programming Process? *International Journal of Progressive Education*, 16(4), 13-26. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2020.268.2>

Gümnaasiumi riiklik õppekava. (2011). Riigi Teataja I, 14.01.2011, 2.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014021>

Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 48, 23–48.
<https://doi.org/10.1007/BF02319856>

Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4

Kynigos, C. (2008). Black-and-white-box perspectives to distributed control and constructionism in learning with robotics. *Workshop Proceedings of SIMPAR 2008 Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS* (pp. 1-9).

Krapp, A. (2002). An educational-psychological theory of interest and its relation to SDT. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of Self-determination Research*. University of Rochester Press.

Krapp, A., Hidi, S., & Renninger, K. A. (1992). Interest, learning, and development. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 3–25). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

LEGO Education. (n.d.). *Mindstorms EV3 classroom materials*.
<https://education.lego.com/en-us/product-resources/mindstorms-ev3/teacher-resources/classroom-materials/>

LimeSurvey. (n.d.). *Welcome to LimeSurvey*. <https://www.limesurvey.org/>

Merkouris, A., & Chorianopoulos, K. (2015, November). Introducing computer programming to children through robotic and wearable devices. *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video*.
<https://doi.org/10.1145/2818314.2818342>

Angel-Fernandez, J. M., Vincze, M. (2018). Towards a formal definition of educational robotics. *Austrian Robotics Workshop 2018*. <https://doi.org/10.15203/3187-22-1-08>
OECD. (2017). PISA 2015 background questionnaires. *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics, financial literacy and collaborative problem solving* (pp. 219-226). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-9-en>

Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667–686. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>

Leppik, M., Veske, L., Kallaste, E., & Pihu, M. (2017). *IKT-haridus: digioskuste õpetamine, hoiakud ja võimalused üldhariduskoolis ja lasteaias*. https://www.praxis.ee/wp-content/uploads/2016/08/IKT-hariduse-uuring_aruanne_mai2017.pdf

Project Jupyter. (n.d.). *JupyterLab documentation*. <https://jupyterlab.readthedocs.io/en/latest/>

Renninger, K. A., Bachrach, J. E., & Hidi, S. E. (2019). Triggering and maintaining interest in early phases of interest development. *Learning, Culture and Social Interaction*, 23, 100260. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2018.11.007>

Roberson, P. K., Shema, S. J., Mundfrom, D. J., & Holmes, T. M. (1995). Analysis of paired Likert data: How to evaluate change and preference questions. *Family Medicine*, 27(10), 671–675.

Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 299–323.

Schunk, D. H., Meece, J. L., & Pintrich, P. R. (2014). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Pearson.

Siciliano, B., & Khatib, O. (Eds.). (2008). *Springer handbook of robotics*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-30301-5>

Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of ‘relevance’ in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1–34. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.802463>

Tapia, M. & Marsh, G. E. (2004). An Instrument to Measure Mathematics Attitudes. *Academic Exchange Quarterly*, 8(2), 16-21.

Eesti Teadusagentuur. (n.d.). *TeaMe 2010-2017*.

<https://etag.ee/rahastamine/programmid/loppenud-programmid/teame-programm/>

Tiigrihüppe Sihtasutus. (2007). *Tiigrihüppe Sihtasutuse aastaraamat 2007*.

<https://www.digar.ee/arhiiv/et/raamatud/46790>

Urhahne, D., & Wijnia, L. (2023). Theories of Motivation in Education: *An Integrative Framework*. *Educational Psychology Review*, 35, 45.

<https://doi.org/10.1007/s10648-023-09767-9>

Wang K, Sang G-Y, Huang L-Z, Li S-H, Guo J-W. The Effectiveness of Educational Robots in Improving Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Sustainability*. 2023; 15(5):4637.

<https://doi.org/10.3390/su15054637>

Wentzel, K. R. (2013). *Motivating students to learn* (4th ed.). Routledge.

<https://doi.org/10.4324/9780203108017>

Wonder Workshop. (n.d.). *Dash robot*. <https://www.makewonder.com/en/dash/>

Yıldız, T., & Seferoğlu, S. S. (2021). The Effect of Robotic Programming on Coding Attitude and Computational Thinking Skills toward Self-Efficacy Perception. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 6(2), 101-116.

Yolcu, V., & Demirer, V. (2023). The effects of educational robotics in programming education on students' programming success, computational thinking, and transfer of learning. *Computers & Applications in Engineering Education*, 31, 1633-1647.

<https://doi.org/10.1002/cae.22664>

Summary

This master's thesis was centered around the development of a robotics course for high school students, and an analysis of students' attitudes, interests, and perceptions of relevance towards robotics and programming. The course was designed for both beginners and more advanced students with regards to programming experience, utilizing the mBot educational robot and Arduino Uno development board as the primary tools. The main objective of the course was to provide an engaging and interactive platform for students to learn programming through the practical application of robotics.

The secondary objective of the thesis was to delve into the attitudes of students towards robotics and programming. To achieve this, a 6 week study was conducted involving 18 students from the 10th grade and 25 students from the 12th grade. The study employed a combination of pre- and post-course surveys and end-of-lesson surveys to gather data. The aim was to understand how students perceive the relevancy of robotics and programming, explore their interest in these fields, and evaluate their experiences and attitudes towards learning programming through the practical application of robotics.

The results of the study were largely positive, indicating that students generally have a favorable attitude towards robotics and programming. An interesting finding was that even though less than half of the students in both classes believed that they would need programming skills for their future careers, a majority of students found that programming skills are important and beneficial in their personal lives. This highlights the difference between career-oriented relevance and personal relevance, suggesting that students see the value of programming beyond just a professional setting (Stuckey et al., 2013).

In terms of interest, it was observed that 10th grade students showed a significantly higher interest in robotics and programming than 12th grade students. Furthermore, there was an increase in interest in robotics among 10th grade students during the course. The results also showed that students rated the use of robotics in learning programming positively and felt that their programming skills had improved during the course. This positive feedback aligns with previous studies (Yıldız & Seferoğlu, 2021; Erol, 2020), suggesting that the use of robotics in teaching programming can enhance students' attitudes towards programming.

As a result of the thesis, a high school-level robotics course was successfully created, using the mBot educational robot and Arduino Uno development board as the primary tools. The course is designed to be flexible and can be adjusted to cater to both beginners and advanced students, depending on their previous programming experience. In addition to the course, worksheets for use in class were also created.

Lisa 1. Uuringu perioodil läbitud robotika tundide lühikirjeldused.

Tund	10. klass	12. klass
mBot 1	mBotiga tutvumine, for-tsükli õppimine, RGB-LED'ide kasutamine ja ette programmeeritud sõitmine.	mBotiga tutvumine, RGB-LED'ide kasutamine ja ette programmeeritud sõitmine.
mBot 2	Tingimuslause õppimine, puldiga juhtiva mBoti programmeerimine ja takistuste tuvastamine.	Autonoomselt joone peal sõitmine, takistuste tuvastamine ja modulaarse koodi kirjutamine.
mBot 3	Autonoomselt joone peal sõitmine koos takistuse tuvastamisega.	Automaatika ja erinevate juhtimisteooriate rakendamine.
mBot 4	Automaatika ja erinevate juhtimisteooriate rakendamine. Autonoomselt labürindi läbimine.	Autonoomselt labürindi läbimine.

Lisa 2. Robootika kursuse materjalid

Robootika kursuse materjalid on koondatud kokku Google Drive'i:
https://drive.google.com/drive/folders/1_XbpBRs7a7LHJp1B3DaXFnpbt98w19m-?usp=sharing

Lisa 3. 10. klassi õpilaste pika küsimustiku vastuste muutused.

Õpilased	Õ1	4 → 2	4 → 3	3 → 4	4 → 4	2 → 2	3 → 4	4 → 4	5 → 5	4 → 5
	Õ2	4 → 4	4 → 5	4 → 5	5 → 5	1 → 1	4 → 4	4 → 5	4 → 5	5 → 5
	Õ3	5 → 4	4 → 3	4 → 5	3 → 2	2 → 1	4 → 4	5 → 4	5 → 5	5 → 5
	Õ4	3 → 4	4 → 4	4 → 5	3 → 5	2 → 1	2 → 4	3 → 3	4 → 4	3 → 4
	Õ5	3 → 3	2 → 2	1 → 2	4 → 4	4 → 5	2 → 1	4 → 4	5 → 5	5 → 5
	Õ6	5 → 5	5 → 5	5 → 5	4 → 3	1 → 1	5 → 5	5 → 5	5 → 5	5 → 5
	Õ7	5 → 4	5 → 4	4 → 5	5 → 5	1 → 2	3 → 4	3 → 4	4 → 5	5 → 5
	Õ8	4 → 4	4 → 4	2 → 3	2 → 2	4 → 3	2 → 4	2 → 3	4 → 4	4 → 4
	Õ9	4 → 5	4 → 5	4 → 5	5 → 5	1 → 1	3 → 4	4 → 5	5 → 5	5 → 5
	Õ10	3 → 3	3 → 4	3 → 5	3 → 5	2 → 1	3 → 4	3 → 3	5 → 5	5 → 5
	Õ11	4 → 5	4 → 5	3 → 4	4 → 5	3 → 2	2 → 3	5 → 5	4 → 5	4 → 5
	Õ12	5 → 4	4 → 4	4 → 4	4 → 3	2 → 2	3 → 2	3 → 4	5 → 4	5 → 4
	Õ13	4 → 4	4 → 4	4 → 5	4 → 4	2 → 2	4 → 5	3 → 4	5 → 5	5 → 5
	Õ14	4 → 4	3 → 4	4 → 4	4 → 4	2 → 2	4 → 3	3 → 3	4 → 4	4 → 4
	Õ15	4 → 4	4 → 4	4 → 3	3 → 3	2 → 2	4 → 3	4 → 4	4 → 3	4 → 4
	Õ16	4 → 4	4 → 4	4 → 5	4 → 4	1 → 1	5 → 4	3 → 4	4 → 4	4 → 5
	Õ17	4 → 4	4 → 5	4 → 5	4 → 5	1 → 1	4 → 5	5 → 5	4 → 5	4 → 5
	Õ18	4 → 3	4 → 4	5 → 5	5 → 5	2 → 1	4 → 5	4 → 4	4 → 5	4 → 5
		P_K2_muutus	P_K3_muutus	P_K4_muutus	P_K5_muutus	P_K6_muutus	P_K7_muutus	P_K8_muutus	P_K9_muutus	P_K10_muutus
		Küsimused								

Märkus. Igas lahtris on toodud välja õpilase enne (vasakul) ja pärast (paremal) vastus. Näiteks “4 → 2” tähendab, et enne vastas õpilane “pigem nõustun” ja pärast vastas õpilane “pigem ei nõustu”. Värvid on selleks, et tõsta esile olulisemaid muutusi. Muutused positiivses suunas on märgitud oranži ja punasega ning muutused negatiivses suunas on märgitud helesinisega ja tumesinisega.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Hans Hubert Sams,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose, „Robotika kursuse koostamine ja õpilaste suhtumise analüüsimine seoses robotikaga ja programmeerimisega”, mille juhendajad on PhD Kaido Reivelt ja MSc Rauno Neito, 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.

Hans Hubert Sams 29.05.2024