

TARTU ÜLIKOOL

Arvutiteaduse instituut

Infotehnoloogia mitteinformaatikutele õppekava

Kristina Ausen

**Didaktilise õppematerjali koostamine kursuse
“Koolirobootika I” põhikooli robootika osas**

Magistritöö (15 EAP)

Juhendaja:

Tauno Palts, MA

Tartu 2018

Didaktilise õppematerjali koostamine kursuse “Koolirobootika I” põhikooli robootika osas

Lühikokkuvõte:

Kursuse "Koolirobootika I" eesmärk Tartu Ülikoolis on anda informaatika ja õpetajakoolituse tudengitele ettekujutus sellest, mis toimub robootika alal koolis. Kursus on olnud Tartu Ülikooli arvutiteaduse instituudi kursuste hulgas alates 2011. aastast. Tegu on keskkonda Moodle ja arvutiteaduse instituudi vikisse loodud e-kursusega, mis algselt põhines ühel robootika vahendil - LEGO Mindstorms NXT. Praeguseks komplekti LEGO Mindstorms NXT enam ei toodeta, kuigi koolides leiab see veel üsna laialdast kasutamist. Kasutusse on jõudnud uus versioon, LEGO Mindstorms EV3, samuti ka mitmeid teisi uusi robootika alaseid õppevahendeid. Seetõttu vajas kaasajastamist nimetatud e-kursus nii käsitletavate vahendite kui ka kogu ülesehituse osas tervikuna.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli uuendada "Koolirobootika I" kursuse seda osa, mis puudutab põhikooli õpilaste robootikat I ja II kooliastmes. See hõlmab üldjoontes poole kogu e-kursuse mahust. Magistritöö tegemise käigus kaardistati olemasolevad vaba kättesaadavusega koolirobootika materjalid ning koostati uued õppematerjalid robootika vahenditele Bee-Bot, LEGO WeDo 2.0 ja LEGO Mindstorms EV3. Kursus ei ole enam ainult e-kursus, nagu eelnevalt, vaid kombineeritud õppe kursus, kus on võrdselt tähtsad nii sessioonidel osalemine kui ka koduste ülesannete lahendamine. Magistritöö ei hõlma kursuse "Koolirobootika I" põhikooli III ja gümnaasiumi kooliastme materjale, mis on kursuse vastutavate õppejõudude poolt ettevalmistamisel.

E-kursuse "Koolirobootika I" läbinu tutvub koolirobootika vahenditega ja saab ettevalmistuse koolis robootikatundide läbiviimiseks, huviringi juhendamiseks. Tulevikus võiks kursuse kättesaadavus olla laiem, mitte ainult tudengitele, vaid ka täiendõppena praegustele või tulevastele õpetajatele, ringijuhitidele, haridustehnoloogidele, kes tahaksid oma teadmisi antud vallas laiendada või soovivad lõimida oma õppeainesse uusi tehnoloogilisi vahendeid.

Võtmesõnad: Robootika, koolirobootika, Bee-Bot, LEGO WeDo, LEGO Mindstorms EV3, e-õpe, kombineeritud õpe, STE(A)M

CERCS: S270 Pedagoogika ja didaktika, S272 Õpetajakoolitus, S281 Arvuti õpiprogrammide kasutamise meetodika ja pedagoogika

Design of didactic material for the course "School Robotics I" concerning basic school robotics

Abstract:

The main goal of the e-course "School Robotics I" is to have IT students and educational teachers who study in University of Tartu knowledge of the robotics subject at schools. The course has been taught at IT faculty since 2011. It is a Moodle e-course which was based up to now on Lego Mindstorms NXT base set. There is no further production of this set, but it is still widely used at schools. In 2013 LEGO started new version LEGO Mindstorms EV3. There are also several other robotics sets used at schools. Therefore, the mentioned e-course needed updating.

The main purpose of the present thesis is to re-new and update the "School Robotics I" course especially for basic school program in the 1st and 2nd stages. This concerns about half of the e-course materials. In the preliminary stage of the work we gathered and systematized available robotics materials and then designed updated study materials for robotics sets Bee-Bot, LEGO WeDo 2,0 and LEGO Mindstorms EV3. The course is not only an e-course anymore but combined course where the students have to participate in sessions and to perform tasks on individual assignments. The Master's thesis does not deal with the robotics programs for basic school 3rd stage and secondary education.

The students who attend the course "School Robotics I" will be prepared to teach robotics classes at schools and lead the relevant interest groups. In the future the course should also be opened for robotics teachers, educational IT specialist interested in expanding their knowledge etc, as well as for other teaching personnel wanting to use robots in their curriculum.

Keywords: Robotics, school robotics, Bee-Bot, LEGO WeDo, LEGO Mindstorms EV3, e-learning, blended learning, STE(A)M

CERCS: S270 Pedagogy and didactics, S272 Teacher education, S281 Computer-assisted education

Sisukord

1	Sissejuhatus	6
2	Koolirobootika maailmas	8
3	Robootika õpetamisest	10
3.1	Koolirobootika õppemeetodid	10
3.1.1	Robootika õpetamine huviringides.....	11
3.1.2	STE(A)M.....	12
3.1.3	Lõimumine	13
3.1.4	Võistlused.....	14
3.1.5	Võgotski lähima arengu tsooni teooria robootika õpetamises.....	15
3.2	Koolirobootika vahendid, õppematerjalid ja õpetajad Eesti koolides	16
3.2.1	Koolirobootika õppematerjalid.....	17
3.2.2	Koolirobootika vahendid.....	17
3.2.3	Robootika õpetajate olukord	22
3.3	Kursusest “Koolirobootika I”	23
3.4	E-õpe ja kombineeritud õpe.....	23
3.4.1	Kursuste viki.....	24
3.4.2	Moodle õpikeskkond	24
3.4.3	E-õpe	24
3.4.4	Kombineeritud õpe	25
3.4.5	E-kursuse kvaliteedi hindamise juhendmaterjal.....	25
4	Kursuse “Koolirobootika I” uuendamise metoodika.....	27
4.1	Õppematerjalide kogumine ja süstematiseerimine	27
4.2	Kvaliteetse e-kursuse loomise põhimõtete järgimine	28
4.2.1	Teoreetilised kaalutlused kursuse loomisel.....	28
4.2.2	Kursuse põhjade tegemine õpikeskkonda Moodle ja kursuste vikisse.....	28
5	Tulemused	29
5.1	Õppematerjalide analüüs	29
5.2	Uuendatud kursuse loomine	30
5.2.1	Kursuse uuendamise vajadus ja uue kursuse struktuuri loomine	30
5.2.2	Materjalide koostamine	31
5.2.3	Koolirobootika kursuse materjalid vikis	32
5.2.4	Keskkonna Moodle kasutamine kursusel	33

5.2.5	Vastavus e-kursuse põhimõtetele	34
5.3	Arutelu	37
6	Kokkuvõte	38
7	Viidatud kirjanduse loetelu	40
8	Lisad	47
I	Kogutud õppematerjali tabel.....	47
II	Kursuse planeerimise tabel	61
III	LEGO EV3 ploki õppematerjali planeerimine.....	62
IV	Peatüki “Ultraheliandur” jaoks ettevalmistatud õppematerjal	65
V	Kursuse materjalid vikis:.....	67
	Lihtlitsents	68

1 Sissejuhatus

Tehnoloogia kiire areng toob kasutusele pidevalt uusi ja võimsamaid robotika vahendeid. Koolirobootika õpetamine peab käima ajaga kaasas ja andma tänastele õppijatele võimalikult ajakohase pildi. Kuna TÜ arvutiteaduse instituudi e-kursus "Koolirobootika I" vajab kaasajastamist, siis pakuti see välja magistritöö teemana 2017/2018 õppeaastal.

Magistritöö teema valik on seotud aina populaarsemaks muutuvate robotikaringide läbiviimisega ja pädevate juhendajate koolitusega. Seda enam, et Eesti koolidel on olnud viimastel aastatel võimalus HITSA (Haridus ja Infotehnoloogia SA) ProgeTiigri programmide kaudu hankida palju uusi IKT (Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia) vahendeid (HITSA, 2018). Aastail 2017–2018 rahastatakse samuti omavalitsuste kaudu väga jõuliselt LTT (loodus- ja täppisteadused) valdkonna huvikoolide õppekavade käivitamist ja läbiviimist (Leikop, 2018).

Koolirobootikaspetsialisti Heilo Altini (MTÜ Robotika) sõnul on meie koolid robotikavahenditega teiste riikidega võrreldes hästi varustatud, puudus on aga pädevatest juhendajatest (Vetik, 2017). Enamik koolide robotikaõpetajatest on sama kooli mingi teise eriala õpetajad ja neil puudub koolirobootika alane väljaõpe (Viilukas, 2016). Sama autor märgib oma töös veel, et suur osa õpetajatest sooviks osa võtta robotika ja programmeerimise alasest täiendõppest. Iseõppimine on keerukas ja mitte alati edukas. Seda võib öelda näiteks ülemaailmsete MOOC kursuste statistika põhjal, kus ainult 10% alustanutest lõpetavad edukalt (Reponen, 2017).

Nagu eespool mainitud, sisaldab magistritöö kursuse "Koolirobootika I" uuendamist. Seda eelkõige järgmistel põhjustel:

1. Senine kursus põhines ainult robotikakomplektil LEGO Mindstorm NXT, mille tootmine lõpetati juba 2013. a. Täna on aktiivselt kasutusele võetud juba uuem ning võimsam versioon LEGO Mindstorms EV3 (edaspidi LEGO EV3).
2. Koolidesse on jõudnud palju erinevaid robotika vahendeid, mida saab kasutada juba I kooliastmest alates nii robotika õpetamisel kui ka abivahenditena erialatundides.
3. Uuendatud kursus peaks asendama senise ainult e-kursuse kombineeritud õppega, mis sisaldaks ka praktikume, mis oleks ülesehituselt sobiv nii õpetajaks õppijatele kui ka juba töötavatele õpetajatele.

Kursus "Koolirobootika I" on eelkõige mõeldud informaatika ja erinevate õpetajakoolituse õppekavade üliõpilastele. Uuendatud kursuse läbinu omandab teadmisi Eestis enimkasutatavatest koolirobootika vahenditest ning saab ettevalmistuse nendega robotikatundide läbiviimiseks või huviringi juhendamiseks. Tulevikus võiks kursus olla kättesaadav ka täiendõppena praegustele või tulevastele õpetajatele, ringijuhtidele, haridustehnoloogidele, kes tahaksid oma teadmisi antud vallas laiendada või soovivad lõimida oma õppeainesse uusi tehnoloogilisi vahendeid.

Magistritöö raames uuendati "Koolirobootika I" kursuse põhikooli robootika I ja II koolisatme osa, mis hõlmab poolt kogu kursuse mahust. Teise poole, põhikooli III ja gümnaasiumi kooliastme materjalide, uuendamine ei kuulunud käesoleva magistritöö ülesannete hulka.

Magistritöö koosneb kuuest peatükist (sh sissejuhatus), kirjanduse loetelust ning 5 lisast. Peatükkides 2 ja 3 käsitletakse koolirobootika olulisust, antakse ülevaade eesti koolide koolirobootika vahenditest ning robootika õpetajate ettevalmistusest, e-õppest ja kombineeritud õppest. Neljandas peatükis kirjeldatakse kursuse "Koolirobootika I" uuendamise planeerimisprotsessi, materjalide kogumise ja süstematiseerimise meetodikat ning e-kursuse põhjade loomist arvutiteaduste instituudi õpikeskkonda. Viiendas peatükis antakse ülevaade kursuse uuendamise tulemustest, süstematiseeritud õppematerjalidest, uuendatud e-kursuse struktuurist ning hinnatakse uuendatud kursuse vastavust kvaliteedinõuetele. Uuendatud õppematerjal sisestati arvutiteaduse instituudi vikisse, kuhu koostati peaaegu 80 lk õppematerjale. Seda, milline on kogu loodud õppematerjal, näeme aadressilt <https://courses.cs.ut.ee/2018/koolirobootika/>.

Viimane, kuues peatükk, võtab töö ülevaatlikult kokku. Magistritöö lisades on toodud tabel olemasolevate robootika õppematerjalide kohta, tabel kursuse sessioonide planeerimisest, kaks näidet õppematerjalide koostamisest ja viide kursuse materjalidele vikis.

2 Koolirobootika maailmas

Antud peatükis saab ülevaate robootika arengust, õpetamise vajalikkusest ja suundadest maailmas.

Digitaalne revolutsioon on jõudnud erinevatesse elusfääridesse. Muutub see, kuidas inimesed omavahel suhtlevad, kuidas töötavad ja veedavad vaba aega; kuidas meie lapsed mängivad, õpivad, jne. Tehnoloogia areng, automatiseerimine ja robootika on ülemaailmselt tähelepanu keskpunktis. IFR'i (International Federation of Robotics) hinnangul kasvab ainuüksi tööstusrobotite arv keskmiselt 12% aastas, ületades 2019. a. koguarvult 2,5 miljonit (The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs, 2017). Samuti on prognoositav üha suurenev kasutus robotitele ka pea kõigis teistes inimtegevuse valdkondades: sõjanduses, meditsiinis, teeninduses, transpordis, jne. Näiteks prognoositakse robotite arvu iga-aastaseks kasvuks teenindussfääris 25% (Strategic Research Agenda for Robotics in Europe 2014–2020, 2015).

Riikide valitsused on silmitsi uute väljakutsetega. Milline on tootlikkuse ja konkurentsi suurenemise mõju tööhõivele ja palkadele? Automatiseerimine toob kaasa paljude traditsiooniliste töökohtade kadumise. Milliseid oskusi vajatakse järgnevatel aastakümnetel, ja kuidas neid oskusi kujundada? Milline saab olema õpetava personali osa õppeprotsessis, ja kuidas selleks ette valmistuda? Milline on parim viis kasutada koolis uusi tehnoloogilisi lahendusi? Võib-olla ülehindame erinevate testide (näiteks PISA) tulemusi ning keskenduda tuleks hoopis jätkuvalle arengule nii koolis kui ka õpetajate koolituses, et ühiskonnas toimuvate muutustega kaasas käia (Innovative Schools: Teaching & Learning in the Digital Era, 2015). Vaja on innovatiivset lähenemist õpetamisele, uusi meetodikaid, ajakohaseid õppematerjale ning aktiivset kogemuste vahetamist uuenduslike ideede tutvustamiseks/populariseerimiseks (Licht *et al.*, 2017).

Efektiiwsed õpitehnikad eeldavad õppuri aktiivset käed-küljes osalemist, milleks robootika õpetamine pakub laialdasi võimalusi. Robootikaga tegelemisel omandatakse tulevikuks vajalikke oskusi ja teadmisi tööks robotitega. Teisalt, robootika annab õppurile võimaluse arenemiseks ka väga erinevates teistes suundades, kuna ühendab endas tehnoloogia, automaatika, mehhaanika, füüsika, matemaatika, arvutiteaduse, elektroonika jne alaseid teadmisi. Uuringud näitavad, et robootikaga tegelemine parandab oluliselt probleemide lahendamise oskust, arendab algoritmilist mõtlemist, annab algteadmisi programmeerimisest ja juhtimisteooriast, aitab kaasa õppurite sotsiaalsete oskuste väljakujunemisele (rühmatöö, omavaheline suhtlus, teiste arvamusega arvestamine). Samuti stimuleerib loovust ja äratab huvi inseneriteaduse vastu. Reeglina paraneb üleüldine suhtumine õppetöösse. Vaata näiteks (Afari *et al.*, 2017), (Khanlari, 2013), (McDonald, 2016), (Scaradozzi *et al.*, 2015).

Siinkohal väärib esiletoomist, et eakohase robootikaõppega tuleks alustada juba koolieelsetes lasteasutustes (Bers *et al.*, 2014), (Dagan *et al.*, 2012), (Sullivan *et al.*, 2016).

Noorte inimeste vähesest huvist reaalinete vastu annab aimu 2005. aastal Ameerika Ühendriikides läbi viidud uuring, mille alusel 84% küsitletud 11–13 aastastest lastest koristas meelsamini oma tuba, läheks hambaarsti juurde või viiks prügi välja kui, et pühendaks oma aega matemaatika õppimisele (Leong, 2005). Kasutades roboteid näitlike

abivahenditena igapäevases õppetöös, saame propageerida reaali- ja tehnikaaineid ning luua seoseid nende ainete vahel lastele huvitaval moel. Saame muuta kaasahaaravamaks, mängulisemaks matemaatika, füüsika ja STEM hariduse (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) koolitunde. Robotika integreerimiseks traditsioonilistesse õppekavadesse (ka robotikaga otseselt mitteseotud ainetes, nagu loodusõpetus, muusika, kunst), on tarvilik vastavate oskuste ja vilumustega õpetajate, ringijuhendajate olemasolu ning neid selles toetav koolitussüsteem (Chalmers, 2017), (Felicia *et al.*, 2014), (Karim *et al.*, 2015), (Kynigos *et al.*, 2018). Seejuures ei saa väita, et robotite kasutamine erialatundides mõjutaks otseselt aines näidatavaid tulemusi. Vastavasisulisi uuringuid ei ole veel piisavalt avaldatud. Positiivne mõju aine omandamisele võib tuleneda robotite kasutamisega kaasnevast üldisest huvi suurenemisest õppetöö vastu (Altin *et al.*, 2013), (Holmquist, 2014), (Mosley *et al.*, 2016).

Juba aastaid on korraldatud koolilastele erinevaid robotikavõistlusi, konkursse, festivale. Nendest on kujunenud robotika õpetamise lahutamatu osa, pakkudes õpilastele erinevaid võimalusi ühistegevuseks kogupereürituste, konkursside, võistluste näol (Chung *et al.*, 2014), (Eguchi *et al.*, 2013), (Riedo *et al.*, 2013).

Huvilised leiavad põhjaliku ülevaate koolirobootika alasest teaduskirjandusest näiteks artiklitest (Jung *et al.*, 2018), (Kubilinskiene *et al.*, 2017), (Toh *et al.*, 2016).

3 Robotika õpetamisest

Selles peatükis antakse ülevaade robotika õpetamisest, kasutatavatest õppemeetoditest, õpetava personali ettevalmistusest ning tehniliste vahendite olemasolust.

Eesti koolides on robotikaga süstemaatiliselt tegeletud alates 2007. aastast, mil Tiigrihüppe projekti raames käivitus koolides robotika alane pilootprojekt. Projekti läbi sooviti pakkuda lastele juba varases koolieas robotika näol harivat tegevust ja sellega kasvatada huvi loodusteaduste, matemaatika ja tehnika vastu. Projekti käigus hangiti pilootkoolidesse Lego Mindstorms NXT komplekte ning koostati metoodilisi juhendeid õpetajatele (Tiigrihüppe Sihtasutuse aastaraamat, 2007).

Järgnevatel aastatel on Tiigrihüppe Sihtasutus projekti laiendanud, eraldades vahendeid arendustegevuseks, õpetajate koolituseks, koolirobootika vahendite kompenseerimiseks koolidele.

2013. aastal Innovatsioonikeskuse poolt läbi viidud uurimuses arvas valdav osa õpetajatest, et IKT kasutamine on üldiselt tõstnud õpilaste õpimotivatsiooni. Vaid 7% vastanutest arvas, et tehnoloogia ei tõsta õpilaste huvitatust õppeainest. Infotehnoloogiliste vahendite mõju küsimusele oli õpilaste hinnang, et tänu sellele on õppimine huvitavam (nii vastas 70% õpilastest), kuid ka meeldivam (58%) ja arusaadavam (47%) (Prei, 2013).

Eesti koolide õpetajate ning juhendajate hinnanguid koolirobootikaga seonduvale ning robotikateemaliste ülesannete ja juhendite andmebaasiga seotud ootusi uuris ka Marit Saviir oma bakalaureusetöös (Saviir, 2014). Tööst selgus, et koolides kasutatakse roboteid pigem huviringi ning tehnoloogia tundides. Tavaainete tundidesse, nagu matemaatika või füüsika, robotid pole veel piisavalt levinud. Selgus ka, et õpetajad ja juhendajad eelistavad materjale hankida veebi vahendusel.

Gümnaasiumiastme õpilastele pakutav teemadering digioskuste omandamisel on oodatult mitmekülgsem, kui on see nooremates kooliastmetes. Sisuloome, joonestamise ja programmeerimise kõrvale mahub rohkem robotikat (21%), aga ka 3D-modelleerimist, geoinformaatikat, programmeerimise aluseid, rakenduste loomist ja palju muud.

Robotika ja programmeerimise õppimine juba varases koolieas annab meie lastele rohkem valikuid hilisemas eas ning ülikoolidele rohkem IT valdkonna tudengeid (Pedaste *et al.*, 2015).

3.1 Koolirobootika õppemeetodid

Robotikat saab õpetada mitmel erineval moel. Peamiselt toimub Eestis robotika õpetamine huviringides, vähesel määral ka koolirobootika tundides, osalt lõimitult teiste ainetega. Väga tõhus õppimise meetod on võistlusteks ettevalmistumine.

Robotika on kindlasti üks valdkond, kus saab rakendada STE(A)M õpet, nii mänguliselt kui ka narratiivide kaudu.

3.1.1 Robootika õpetamine huviringides

Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse (HITSA) tellitud ja Praxise läbi viidud uuringust IKT haridusest Eesti üldhariduskoolides ja lasteaedades analüüsiti üldhariduskooli õppe- ja ainekavasid, küsitleti koole ja lasteaedu ning viidi läbi esinduslik veebiküsitlus õpetajate ja õpilaste seas, kus osales 1549 õpetajat ja 11 224 õpilast üle Eesti (Leppik *et al.*, 2017). Uuringust selgub, et IKT huviringe pakub oma õpilastele 68% üldhariduskoolidest. Seega, ligi kolmandikus koolidest see lisavõimalus digioskuste omandamiseks õpilastel puudub. Uuringust leiab kinnitust ka see, et mida suurem kool ja rohkem lapsi, seda rohkem on lastel võimalusi IKT huviringides osalemiseks. Suurem osa IKT huviringe kuulub robootika ja mehhatroonika valdkonda (55% IKT huviringidest), millele järgnevad programmeerimise (38%) ja arvutiteaduse (31%) valdkond.

Alates 2012. aastast on robootika ja infotehnoloogia huviringide käivitamisele suurt toetust ja hoogu andnud sihtasutuse Vaata Maailma Nutilabori projekt (Nutilabor, i.a.). Juba samal aastal sai Nutilabori abil võimaluse infotehnoloogia ja robootika huviringides osaleda rohkem kui 600 noort huvilist. 2018. aastaks oli Nutilabori huviringides osalejate arv kasvanud 5 tuhandele (Saviir, 2014), (Nutilabor, i.a.).

Huviringide korraldamisega tegelevad valdavas enamuses koolid ise (91%), 14% huviringi tegevusi sünnib kooli ja välise pakkuja koostöös ning vaid 6% huviringide tegevusest on ainult välise teenuse pakkuja poolt organiseeritud (Leppik *et al.*, 2017).

Praxis uuris ka seda, millise kooliastme lapsi osaleb kõige rohkem IKT huviringides. Selgus, et kõige rohkem oli osalejaid IKT huviringides II kooliastmes ja kõige vähem gümnaasiumi kooliastmes. Robootika huviringid olid teistest huviringidest suurema osalusega I ja II kooliastmes.

IKT huviringide loomiseks on Eestis korraldatud päris mitmeid koolitusi. Üheks peamiseks koolitajaks on olnud sihtasutuse Vaata Maailma Nutilabor. Lisandunud on aga teisigi, kes annavad edasi oma kogemusi huviringide töö korraldamisel. Nutilabori soovitusel (Hendrikson, i.a.) on optimaalseks huviringi suuruseks 10 kuni 12 last. Veebikeskkonna Huviring (Huviring, i.a.) andmetel, mis koondab hetkel tegutsevate huviringide infot, on praegu tegutsevate robootikaringide keskmiseks suuruseks 12 last. Sellise hulga õpilastega leiab juhendaja veel piisavalt aega, et vajadusel iga lapsega individuaalselt tegeleda.

Juhendis “Huviringi juhendamise põhimõtted ja läbiviimise metoodika” (Hendrikson, i.a.) on autor seisukohal, et paaristötamine robootikas on laste arengule väga kasulik. Kuna lisaks roboti ehitamisele on roboteid vaja ka programmeerida, siis kahe õpilase puhul saab töökoormust jagada. Samuti saavad õpilased teineteist toetada ja teineteiselt õppida, mis aitab vältida olukorda, kus üksik õpilane ei saa mingi asjaga hakkama ja lööb käega. Sellist koostööd toetavad ka suurem osa kasutatavatest robootikaringi vahenditest, mis kajastuvad Lisas 1. Näiteks LEGO robootika komplektide originaaljuhendites ja õppematerjalides on suunised töötamiseks paaris või väiksemates gruppides, eesmärgiga arendada sotsiaalset koostööd (LEGO veebileht, i.a.).

Suuremate projektide korral on igati mõistlik grupitöö kasutamine, kus kogu ülesande saab jagada väiksemateks osadeks nii, et kõigil on jõukohast tegevust. Selline töötamise viis on ideaalne suuremateks võistlusteks ettevalmistumisel.

Huviringi ühe õppetunni kestvus sõltub laste vanusest ja võib olla 45 minutist 90 minutini (Hendrikson, i.a., Huviring.ee, i.a.).

Robootika huviringi tegevus peaks võimalusel olema üles ehitatud probleemipõhiselt - uurimusliku õppena. Oluline on probleem, mille lahendamise käigus õpitakse uusi oskusi. Konkreetse oskuse õppimine ei tohiks olla tunni keskne idee, vaid midagi sellist, mis omandatakse tunni tegevuste käigus (Hendrikson, i.a.).

Robootikatundides saab kasutada ka selliseid õppimismeetodeid, nagu narratiivõpe ja mängulise tegevuse (ingl *gamification*) elementide ja põhimõtete rakendamist õppetöös. Läbi lugude jutustamise, luues fantaasias elavaid pilte, on lastel sageli lihtsam asjade olemusest aru saada. Lugude põhipunktide leidmine ja reastamine aitab õppida ka programmeerimise algteadmisi. See meetod on eriti sobiv nooremas kooliastmes. Põnevust, elevust saab robootika tundi tuua ka läbi mängulise tegevuse. Mängida meeldib reeglina nii lastele kui ka täiskasvanud inimestele. Läbi mängu on lihtne õppida nii, et ei märgatagi, kui algul raskena tunduv ülesanne saab lahenduse. Samas võime robootika tundides kasutada erinevaid mängulisi elemente lihtsalt õpilaste õpimotivatsiooni tõstmiseks (Hendrikson, i.a.).

Kui rääkida sellest, millest tunnevad robootika huviringide läbiviijad puudust, siis esikohal on nii uued kui ka olemasolevaid täiendavad seadmed (65%), eriti LEGO EV3 ja LEGO WeDo komplektid. Mitte väga vähem olulisena (52%) tuuakse välja koolitused ning samuti õppe- ja juhendmaterjalide kättesaadavus (Leppik *et al.*, 2017).

3.1.2 STE(A)M

STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) ehk teadus, tehnoloogia, inseneria, matemaatika. STEM haridus põhineb ideel õpetada mainitud nelja erinevat distsipliini ühtse õppeainena. Selle asemel, et õpetada igat nendest distsipliinidest eraldiseisvana, käsitleme neid integreerituna ühtsesse rakenduslikku tervikusse. STEM'i puhul seotakse faktiteadmised rohkem loova ja probleemide lahendamisoskust arendavate õpitegevustega, näiteks probleemõppega. Viimastel aastatel on hakatud STEM'i lühendile loodus- ja täppisteaduste ainete juurde lisama üha enam tähte A (Art e. kunst), et rõhutada loovuse ja meeskonnatöö oskuste vajalikkust. Eesmärk on arendada rohkem loovoskusi, disaini, samuti probleemilahendamist ja kriitilist mõtlemist, mis on 21. sajandi oskuste puhul järjest olulisemad. Nii saab STEM'ist STE(A)M. STE(A)M haridus panustab stabiilsesse arengusse, õhutades loovust, innovatsiooni, produktiivsust ja konkurentsi (Koolielu haridusportaal, i.a). Enamikku praegu lapseas olevatest inimestest ootab tööalane karjäär, mis nõuab põhjalikke ja praktilisi teadmisi STE(A)M valdkonnast, eeldab võimet teha koostööd teistega probleemide lahendamisel, olla uuenduslik ja otsustusvõimeline. STE(A)M õppes seotakse eri teadusharudest pärit teadmised, ideed ja kogemused. Nagu eelnevalt (peatükk 2) juba rõhutasime, pakub koolirobootika suurepärase võimaluse STE(A)M valdkonna teadmiste omandamiseks ja rakendamiseks. Väärrib veel

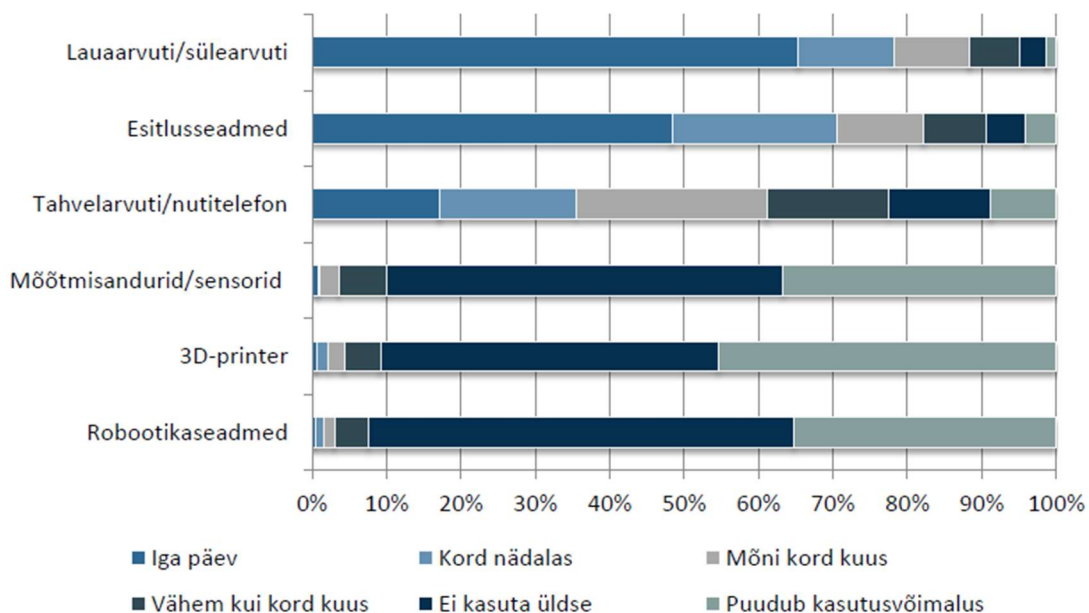
märkimist, et näiteks NASA, Ameerika Ühendriikide Riiklik Aeronautika ja Kosmoseagentuur, toetab enam kui 20 robotikavõistlust. Pärast roboti või mõne muu prototüübi valmis saamist peaks lapsed ka teadma, miks ja kuidas see just nii töötab (Krajcika, 2017). Seega on robotikavaldkond, sealhulgas võistlused, väga sobiv vahend õpilaste STE(A)M teadmiste arendamisel.

3.1.3 Lõimumine

Robotika lõimimine teiste ainetega annab võimaluse omandada matemaatika, füüsika, programmeerimise, mehhatroonika põhitõdesid teiste ainete tundides.

Eestis ei ole hetkel õppekava, mis toetaks tehnoloogia vahendite lõimimist teiste ainetega. Kuna need teemad on värsked ja vähe uuritud, siis on ka arusaadav, miks ei ole seda veel tehtud (Leppik *et al.*, 2017).

Kõige sagedamini kohtab Eesti üldhariduskoolides IKT tegevusi lõimituna teiste ainetega infohaldusega seotult, st info otsimisel ja otsingu tulemuste kriitilisel hindamisel. Info otsimine ja sisuloomega seotud tööd ongi erinevate ainetega kõige rohkem lõimitud IKT tegevused.

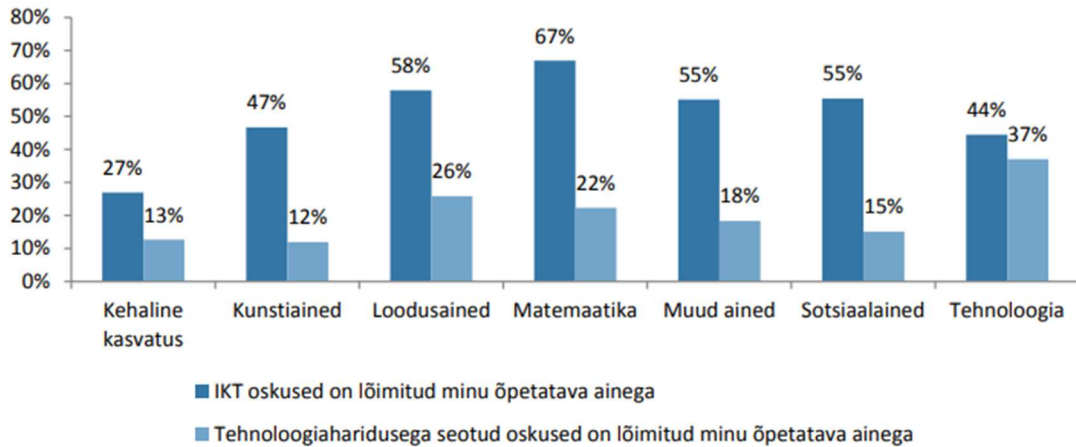


Joonis 1. Digi- ja tehnoloogiavahendite kasutamine ainetundides õpetajate poolt (Leppik *et al.*, 2017).

Aineõppes kasutatakse roboteid enamasti matemaatikas ja tehnoloogiaõppes. Teiste ainete õpetamisel robotikaseadmeid väga tihti ei kasutata. Praxise uuringu alusel on mängu või rakenduse loomist kasutanud 24%, veebilehe loomist 21%, robotite ehitamist ja nendega

mängimist 13% ning 3D-printeriga printimist 10% õpetajatest (joonis 1). Sarnasele olukorrale viitavad ka M. Saviir bakalaureusetöös (Saviir, 2014) ja H. Altin Õpetajate Lehe artiklis “Milleks meile robotika” (Altin, 2015).

Õpetajate hinnangud sellele, kuidas on digioskuste õpetamine lõimitud nende enda õpetatava ainega, olid suhteliselt positiivsed. Seda on näha jooniselt 2.



Joonis 2. Õpetajate osakaal, kelle hinnangul on digioskuste õpetamine lõimitud nende enda õpetatava ainega, ainevaldkondade lõikes (Leppik *et al.*, 2017).

Praxise uuringust näeme, et õpetajate arvates võiksid tehnoloogiaharidusega seotud oskused olla madalamas kooliastmes õpetatavad pigem eraldiseiseva ainenähtena, mille kaudu omandatakse baasteadmised ning edaspidi juba olla lõimitud teistesse ainetesse. Õpetajad sooviksid, et õppekavade välja töötamisel oleks määratletud ka see milliseid oskusi, millises astmes, milliste ainetega lõimitult õpetada.

Üheks probleemiks, mis takistab õpetajatel tehnoloogiaseadmeid kasutada, on seni olnud vastava õppematerjali puudumine. Siin on toimunud aga muutused paremusele. Heilo Altin on välja töötanud hulga reaalinete tunnikavasid LEGO EV3'le, mis on kättesaadavad Robotika.ee veebilehelt (Robotika, i.a.) ning Janika Leoste on oma doktoritöö raames välja töötamas matemaatika tunnikavasid 3. ja 6. klassile.

Kokkuvõtteks võib öelda, et praeguse seisuga kasutatakse digiseadmeid ainetundides peamiselt info otsinguks ja sisuloomeks ning robotikavahendid leiavad väljaspool robotikatunde suhteliselt vähest kasutust.

3.1.4 Võistlused

Läbi aastate on Eestis toimunud mitmeid robotikavõistlusi, milledest tuntuim on Robotex. Robotex alustas 2001. a. kahe ülikooli vahelise jõukatsumisena, kuid on praeguseks kujunenud Euroopa suurimaks robotikavõistluseks, kus võistlusalad pakuvad midagi igale vanuseastmele. Lisaks Robotexile on Eestis korraldatud ka nooremale vanuseastmele mõeldud võistlusi, näiteks RoboMiku võistlusi.

Nii nagu kogu maailmas, korraldatakse ka Eestis FIRST LEGO League (FLL) robotikaturniire. Aasta aastalt muutuvad need võistlused üha populaarsemaks ja osalejate arv nii Eestis kui mujal maailmas kasvab kiiresti. Kui 2012. a., kui FLL esimest korda Eestis toimus, oli võistkondade arv 21, siis 2017/2018 aastal juba 120. Väga suur osalus on ka noorema vanuseastme sarjas FLLjr (Junior), mis on mõeldud 6–9 aastastele lastele. Üle maailma kokku osales 2016. aastal 29 000 võistkonda (Viilukas, 2016), (Nutilabor, i.a.).

Eespool mainisime, et üheks väga edukaks viisiks omandada STE(A)M valdkonna teadmisi ja oskusi on osalemine robotikavõistlustel. Võistlusteks valmistumine on pikk protsess, mille jooksul tuleb meeskonnatöona disainida ja ehitada robot lahendamaks püstitatud ülesandeid. Lisaks STE(A)M oskustele arendab selline tegevus ka sotsiaalseid oskusi, kannatlikkust, aja planeerimist, suhtlemist ja palju muudki eluks vajalikku (Vetik, 2016). Võistlustel tuleb oma robotit esitleda, kaitsta oma seisukohti. Kokkuvõtvalt, võistlusteks ettevalmistumine ja neil osalemine kujutab endast väga efektiivset õppimisprotsessi.

3.1.5 Vögotski lähima arengu tsooni teooria robotika õpetamises

Arengupsühholoogi Lev Vögotski “lähima arengu tsoon” on tegeliku individuaalse probleemide lahendamise taseme ja koos täiskasvanu või suuremate teadmiste ja oskustega kaaslasega võimalikuks saava probleemide lahendamise oskuse taseme kaugus üksteisest (Pata, i.a.). See tähendab, et keskkonnas, kus laps on koos teistega, kellel on suuremad teadmised, on ta võimeline arenema kõrgemale tasemele. Lähima arengu tsooni alumine piir on oskuse tase, mida laps suudab iseseisvalt töötades saavutada, seda nimetatakse lapse tegelikuks arengutasemeks. Ülemine piir on potentsiaalne oskus, mida laps suudab omandada võimekama juhendaja (st lapsevanem, vanem õde/vend jne) abiga. Vögotski teooria põhjal on võimekama kaaslasega abiga laps võimeline õppima oskusi, mis ulatuvad kaugemale lapse tegelikust arengu- või küpsuseastmest; areng järgneb alati lapse võimekusele õppida (Vögotski, i.a.).

Siinjuures peaks tähelepanu pöörama ka M. Muldma (2011) poolt välja toodud kolmele Vögotski teooria punktile:

- **Hostiline** ehk terviku analüüs – see tähendab, et kõik õpetuse elemendid lähtuksid lapse huvidest.
- **Vahendamine** - täiskasvanu ja lapse vaheline sotsiaalne suhtlemine, mille kaudu laps areneb, teadmised kanduvad lapsele.
- **Muutumine** - jälgitakse ja analüüsitakse lapse arengu muutumist ja selle põhjal muudetakse ka õpikeskkonda.

Sellist lähenemist saab rakendada nii individuaalses õppes kui ka õpetamisel rühmades. Ent rühmades tuleks jälgida, et see õppetöö ei muutuks lihtsalt klassikaliseks ainetunniks, kus lapsed istuvad koos ja täidavad korraldusi, vaid tõeliseks koostööks on vajalik lapse aregut arvestavat juhendamist, kõne kujundamist ja väliste abivahendite kasutamist (Karlep, 2005).

Lev Vögotski lähima arengu tsooni teooria peamised teesid rühmas toimuva kohta (Pata, i.a.):

- Lähima arengu tsoonid kujunevad kõigi rühmas osalejate vahel, kellel on osaliselt erinevad teadmised ja oskused
- Vastastikused lähima arengu tsoonid rühmas on dünaamilises muutumises
- Lähima arengu tsoon on kahe-suunaline nii õpetaja-õppija vahel, kui ka kahe erineval tasemel oleva õppija vahel
- Rühma lähima arengu tsoon on defineeritav kui iga rühmaliikme individuaalse suutlikkuse ja nende rühmas tegutsemise suutlikkuse erinevus.

Vögotski teooria teesid rühmas toimuva kohta haakuvad otseselt protsessidega, mis toimuvad robotika tunnis rühmatöö käigus. Alati liigutakse edasi sellest punktist, millises konkreetselt keegi on. Õppida saab protsessi käigus, kas kaaslaselt või õpetajalt, need rollid võivad rühmas dünaamiliselt muutuda. Robotikatunni paaristöö käigus näeme pidevalt üksteise täiendamist, kuna probleemide lahendamine viib kokku väga erinevate tegevustega: roboti disainimine, ehitamine, programmeerimine, esitlemine. Seejuures võib ka õpetaja/juhendaja lastelt mõndagi õppida, mitte ainult ei toimu vastupidine protsess.

Parima lahenduseni jõudmine on õppimine läbi erinevate variantide proovimise ja katsetamise. Toetama ei pea mitte otse õigele lahenduse jõudmist, vaid seda, et õpilane saaks aru, mida ta peab tegema, et lahenduseni jõuda (Pata, i.a.). Kui me paneme lihtsalt juhendi järgi roboteid kokku, saamata sinna juurde vajalikke selgitusi, tegemata koostööd ja mõtlemata kaasa, mida ja milleks me teeme, siis õppimine pole efektiivne, õppeprotsess ei täida oma eesmärki.

Lev Vögotski lähima arengu tsooni teooria põhineb konstruktivistlikule lähenemisele, mille keskseks ideeks on see, et õpilane omandab uued teadmised eelnevalt omandatud teadmiste baasil, konstrueerides uue saadud info põhjal omaenda uue teadmise (Probleemõppe lähtekohad, i.a.). Robotika õppimiseks/õpetamiseks sobib antud lähenemine väga hästi, kuna selles pole ainult ühte õiget lahendust, vaid igaüks saab käituda täpselt oma võimetest ja oskustest lähtudes. Samuti on sobiv see, et õpilane õpib kõige paremini teistega koos grupis, kus toimub suhtlemine nii õpetaja-õpilase kui õpilane-õpilase vahel. Õpetamine ei pea olema ainult teadmiste edasiandmine, vaid juhendamine, toetamine ja mentoriks olemine.

3.2 Koolirobootika vahendid, õppematerjalid ja õpetajad Eesti koolides

Selles peatükis antakse ülevaade Eesti koolides kasutatavatest koolirobootika õppematerjalidest ja vahenditest ning peatutakse lühidalt robotika õpetajate ettevalmistusega seotud probleemidel.

3.2.1 Koolirobootika õppematerjalid

Eesti Vabariik asutas 2000. a. Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse e. HITSA, mis on Eesti haridusmaastikul haridusuuenduse ja tehnoloogia kasutamise eestkõneleja ning uute suundade propageerija. HITSA eesmärgiks on toetada IKT alase hariduse edendamist kõikidel haridustasemetel nii, et aastaks 2020 peaks IKT õpe olema kättesaadav kõikides Eesti haridusasutustes (HITSA, i.a.), (Leppik *et al.*, 2017). Et oma ülesandeid süsteemselt ja efektiivselt täita, on HITSA juurde loodud ProgeTiigri programm, mille eesmärgiks on õppijate digipädevuse tõstmine. ProgeTiigri programmi kaudu toetatakse digivahendite hankimist, õpetajate koolitamist, õppevahendite loomist. Toetavaks veebikeskkonnaks õpetajale on veel Koolielu.ee portal (Koolielu Haridusportaal, i.a.), kust leiab infot nii erinevate digivahendite ja õppematerjalide kui ka toimuvate ürituste kohta.

Nagu öeldud, ProgeTiigri programm tegeleb muuhulgas ka õppematerjalide loomise, kohandamise, tõlkimisega. Materjalide kättesaadavuse hõlbustamiseks on välja arendatud peamiselt õpetajatele mõeldud veebipõhine ProgeTiigri kogumik, milles on asjakohaseid materjale programmeerimise, robootika, 3D disaini, nutiäpinduse ja multimeedia kohta. Kogumikus on 55 vahendite kirjeldust ja see täieneb iga-aastaselt (ProgeTiiger, i.a.).

ProgeTiigri kogumik on hetkel vaieldamatult kõige mahukam kvaliteetseid materjale sisaldav kogumik, millele on õpetajatel võimalik tunde ette valmistades või uute seadmetega tööd alustades toetuda.

Üldiselt, robootika alast õppematerjali on ülemaailmselt liikvel vägagi palju. Lihtsaim viis on otsida materjale kasutatava robootikavahendi kodulehelt. Mõnede vahendite, nagu näiteks Bee-Bot'i, õppematerjalid on tasuta, samas jällegi LEGO toodete juhendid ja õppematerjalid on tasuta. Kusjuures LEGO kodulehelt on võimalik leida ka palju erinevat ettevalmistatud tunnimaterjali (LEGO veebilehet, i.a.). Siinkohal märgiks veel ära Jaapani robootikainseneri Yoshihito Isogava, kes on välja töötanud üsnagi palju omapäraseid mudeleid ja materjale just nimelt LEGO robootikakomplektidele ning on oma kogemustest ja juhendmaterjalidest avaldanud mitmeid raamatuid (Isogava Studio, i.a.). Need on huvitavad ja kvaliteetsed materjalid, ent paraku enamuses tasuta.

Koolirobootika eestvedajad Eestis on loonud ka veebikeskkonna Robootika.ee, kus on eraldi koolitusmaterjalide alajaotus (Robootika, i.a.). Lisaks, kindlasti on paljudel õpetajatel välja töötatud oma materjale, mille alusel õppetunde läbi viiakse. Robootika ja programmeerimise õppematerjalide koondamist ühtsesse infosüsteemi uuris sihtasutuse Vaata Maailma Nutilabori projekti tellimusel oma bakalaureusetöös Jaanus Sellin (Sellin, 2015). Mainitud töös kirjeldatakse selgepiirilisel tellija nõudeid ja vajadusi ning kavandatava infosüsteemi arhitektuurilist ülesehitust. Reaalselt toimivat infosüsteemi ennast veel loodud ei ole.

3.2.2 Koolirobootika vahendid

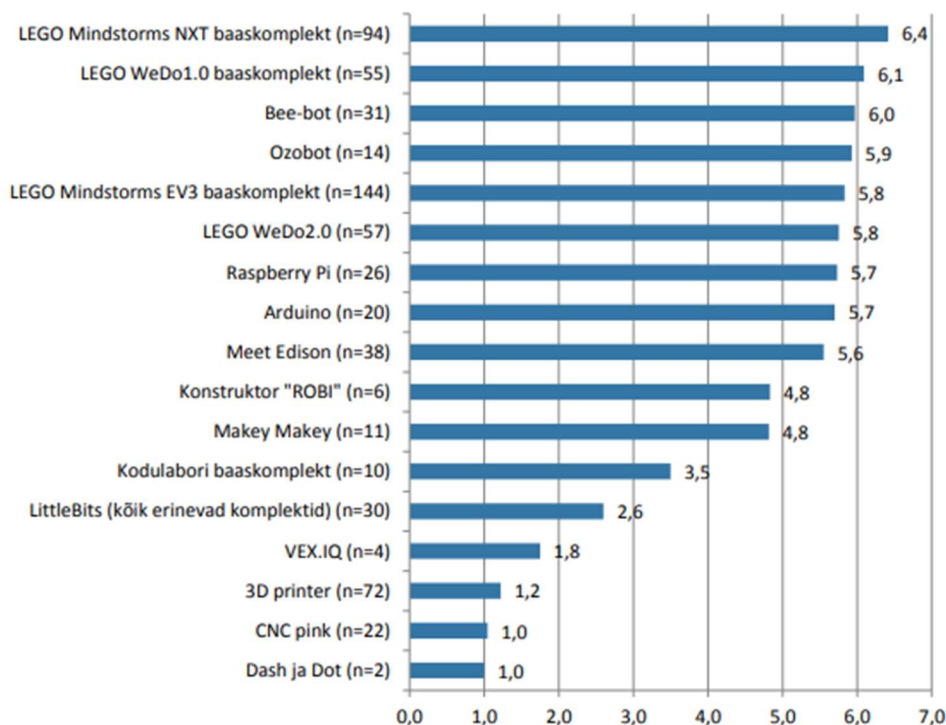
ProgeTiigri programm toetab muuhulgas ka õppetegevuste elluviimiseks vajalike seadmete hankimist lasteaedadele, üldharidus- ja kutseõppeasutustele. Hangitavate vahendite hulka kuuluvad robootikakomplektid ja nende lisaandurid, mikrokontrollerid, miniarvutid, 3D-

printerid jms (ProgeTiiger, i.a.). Programmi raames on aastatel 2014-2017 saanud tehnoloogiavahendite hankimiseks toetust 446 Eesti haridusasutust. Nende seas on nii koolieelsed lasteasutused, põhikoolid, kutseõppeasutused kui ka gümnaasiumid. Kokku on seadmete hankimist toetatud 829 816,33 euro eest (ProgeTiigri programmi raames toetuse saanud haridusasutused ja soetatud seadmed 2014-2017 a., 2018).

ProgeTiigri programmi andmetele toetudes, võib välja tuua, et viimase 4 aasta populaarsemad ehk enim hangitud robotikavahendid on:

- LEGO Mindstorms erinevad komplektid (nime on tabelis mainitud 558 korda),
- LEGO WeDo erinevad komplektid (407),
- Bee-Bot, Blue-Bot (251),
- Raspberry Pi komplektid (84),
- Edison (74),
- Arduino (73),
- Ozobot (68),
- mBot (15).

Praxise uuringu (Leppik *et al.*, 2017) käigus uuriti ka seda, milliseid robotikavahendeid ja kui palju koolid omavad. Uuringu tulemused on kooskõlas (vt. joonis 3) ProgeTiigri andmetega hangitud vahendite kohta, mille järgi olid vaieldamatud liidrid LEGO Mindstorms, LEGO WeDo ja Bee-Bot.



Joonis 3. Praxise uuringus uuriti, milliseid robootikavahendeid on Eesti koolides kõige rohkem

Vaatame nüüd lähemalt neid robootikakomplekte, mida koolides kooliastmeti hetkel enim kasutatakse. Vastavalt Eesti Vabariigi haridusseadusele (EV haridusseadus, 2001) kehtestatakse põhihariduse ja üldkeskhariduse standardid põhikooli ja gümnaasiumi riikliku õppekavaga kooliastmeti. Kooliastmed on:

- 1) I kooliaste – 1.–3. klass;
- 2) II kooliaste – 4.–6. klass;
- 3) III kooliaste – 7.–9. klass;
- 4) gümnaasium – 10.–12. klass.

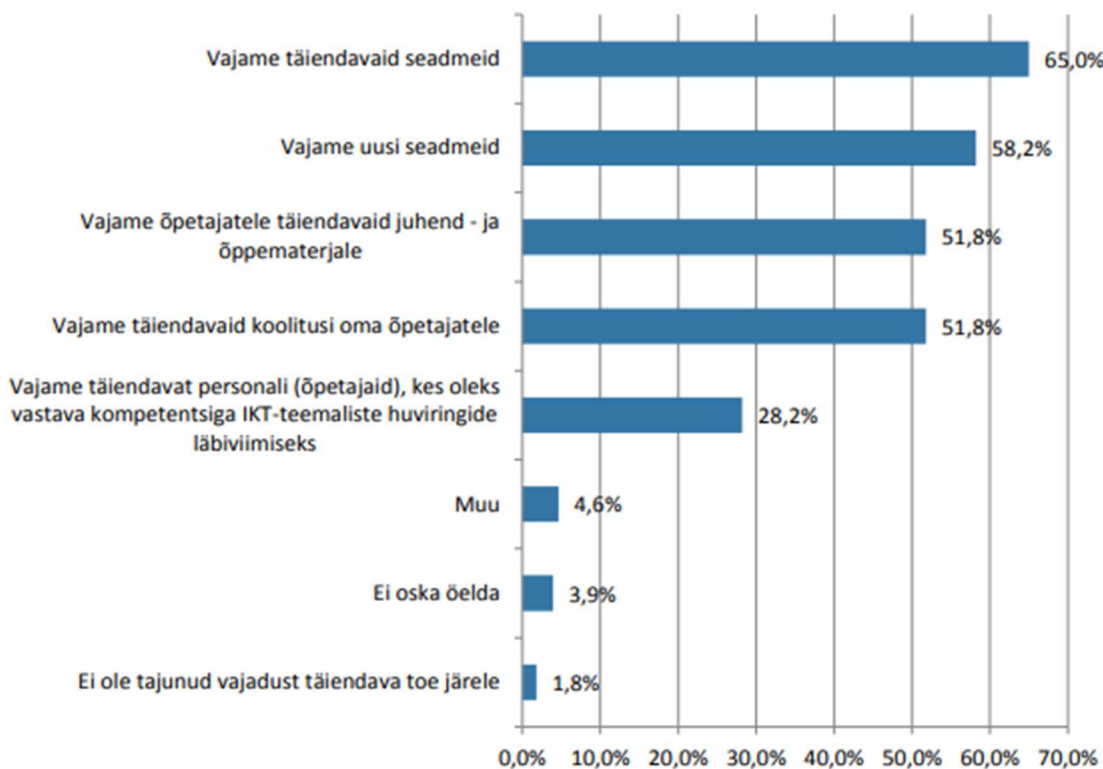
Lisame siia juurde veel eelkoolide õpilased, sest osad vahendid on mõeldud ka koolieelikutele, näiteks Bee-Bot on sobiv kasutamiseks juba alates 3. eluaastast.

Alljärgnevad robootikavahendite lühitutvustused pärinevad suuresti ProgeTiigri kogumikust (ProgeTiiger, i.a.). Seejuures, loetelus toodud vahenditest 6 leiab põhjalikumat käsitlemist uuendatud e-kursuses.

1. **LEGO EV3.** I–III kooliaste. Tegemist on Lego kolmanda põlvkonna (2013) tarkade robotitega. Kasutusel võistlustel First Lego League ja World Robot Olympiad. Robot töötab ARM9 protsessori ja sellele kohandatud operatsioonisüsteemi Linux versiooniga. Lego kodulehte uurides võib leida 12 erinevat tunnikava robotite kasutamiseks õppetundides. Tüüpkomplektis on programmeeritav põhiosa, 2 suurt mootorit, 1 keskmine mootor, 2 puuteandurit, 1 värviandur, 1 güroskoop, 1 heliandur, 1 laetav patarei, kaablid, USB-kaabel ja muud tehnilised komponendid. Soovituslik on Lego Hariduslik lisakomplekt, et roboti võimalusi mitmekesistada.
2. **LEGO WeDo.** Eelkool ja I kooliaste. Lego on Eesti koolides üks armastatumaid nutividinaid, millest WeDo ja Wedo 2.0 saab kasutusele võtta juba päris väikeste lastega. Kasutada on erinevad teaduse, jutustamise, matemaatika harjutamise klotsid, üleminekud, andurid, tegelased. Asju saab kasutada nii tehnoloogiaga kui tehnoloogiata. Kui lisame juurde arvuti võimalused, siis saab mitmeid asju ka programmeerida, näiteks kasutades WeDo graafilist programmeerimiskeelt.
3. **Bee-Bot, Blue-Bot.** Eelkool ja I kooliaste. Bee-Bot ja Blue-Bot on väikestele lastele mõeldud robotid, mida saab liikuma panna mööda ristkülikukujulist marsruuti. Robotid saavad liikuda edasi-tagasi, pöörata vasakule ja paremale. Sisestada saab kuni 40 käsku, mida robot jadalisel täitma asub. Seadmete juurde kuuluvad erinevad alusmatid, millega õppida tähti, kujundeid, matemaatika mõisteid, uusi sõnu, jutustada lugu jne. Blue-Bot'il on lisaks veel sinihamba toetus, seega saab teda programmeerida nutiseadmega (Apple, Android).
4. **Raspberry Pi.** III kooliaste ja gümnaasiumiaste. Raspberry Pi on miniarvuti (protsessori taktsagedus kuni 1.4 GHz), millega saab harjutada programmeerimist, katsetada robootikalahendusi jne. Seadme ametlikuks operatsioonisüsteemiks on Linuxil põhinev Raspbian, millega tulevad kaasa näiteks helide loomise programmeerimiskeskond Sonic Pi, koolilaste seas populaarne arvutimäng Minecraft, graafiline programmeerimiskeel Scratch, vahendid programmeerimiseks keeles Python ja võimalus kasutada paketti Mathematica. Seadmele endale saab lisaks osta tarvikuid nagu kaameramoodul, erinevad sensorid ja üldotstarbeline elektroonika nagu valgusdiodid ja lülitid.
5. **Edison.** I ja II kooliaste. Robootikakomplekt Meet Edison on pärit Austraaliast. Komplekt sisaldab robotit, mida saab hakata kohe programmeerima. Kasutajale pakutakse erinevaid tegevusi: roboti liikuma hakkamine helile reageerides, joonejälgimine, takistuste vältimine, sumovõitlus jne. Loomulikult saab kasutamiseks leida muidki põnevaid võimalusi, näiteks kombineerituna LEGO robootikavahenditega.
6. **Arduino.** III kooliaste ja gümnaasiumiaste. Arduino on avatud lähtekoodiga ühe plaadi mikrokontroller, mida on võimalik kasutajal programmeerida oma projektide realiseerimiseks. Arduino tarkvara koosneb standardsest programmeerimiskeele kompilaatorist ja mikrokontrolleris olevast algladimise haldurist. Eestis võib leida mitmeid põnevaid koolitusi ja robootikakomplekte, kus Arduinot kasutatakse.

7. **Ozobot.** I–III kooliaste. Ozobot on siinloetletud robotitest väikseim. Eesti koolide kasutusse jõudis 2016. aastal. Mõneruutsentimeetrisel robotil on kaks mootorit ja viis sensorit ning värvilised tuled. Robotit saab õpetada vastavalt maha joonistatud või printitud värvijoontele muutma kiirust, suunda ja liikumisviisi. Tahvelarvutis saab kasutada rakendust OzoBlockly. Lisaks meeldib lastele see, et robotit saab enne liikuma panemist erinevate kiivritega disainida. Programmeerimiseks läheb vaja värvilisi vildikaid (sinist, musta, rohelist ja punast).
8. **mBot.** II–III kooliaste, gümnaasiumiaste. mBot on kõik-ühes robotikaplatvorm Makeblock'ilt, millega on hea omandada esmane praktiline kogemus programmeerimises, elektroonikas, robotikas. mBot sobib hästi nii robotikas alustavale huvilisele, aga võib pakkuda tõsisid STE(A)M õppevõimalusi ka kogunud tegijatele vanemates kooliastmetes.

Näib, et koolid on vahenditega suhteliselt hästi varustatud. Praxisse 2017. aasta uuringust selgub siiski, et paljude õpetajate arvates see nii ei ole (vt joonis 4).



Joonis 4. Täheldatud arendusvajadus või tugi üldhariduskoolides, kus korraldatakse ise IKT huviringe (Leppik *et al.*, 2017).

Üldhariduskoolid, kus töötavad IKT huviringid, toovad peamise arenguvajadusena esile täiendavate (65%) ja/või uute seadmete (58%) hankimise, 52% koolidest on viidanud ka juhend- ja õppematerjalide puudusele. Sarnane on olukord ka neis koolides ja lasteaedades, kus IKT huviringide tööd läbi ei viida. Ka need haridusasutused toovad peamise takistusena esile seadmete ning õppe- ja juhendmaterjalide puuduse (Leppik *et al.*, 2017).

Võib arvata, et tänaseks on olukord võrreldes uuringutulemustega veidi paremaks muutunud. Vahepeelsel ajal on toimunud mitmeid HITSA ja sihtasutuse Innove haridusasutustele suunatud hankeid, mis on kindlasti paljudes koolides, lasteaedades robotikavahendite puudust leevendanud. Lisaks vajavad muidugi lahendamist õppematerjalide puudusest ja mittekättesaadavusest ning õpetajate koolitussüsteemi vajakajäämistest tingitud probleemid.

Tehnoloogiaharidusega seotud digivahendeid, mille soetamist ProgeTiigri programmi raames toetatakse, on oma õppetöö läbiviimisel kasutanud vaid vähene osa küsitatud õpetajatest: 10% on kasutanud mõõtmisandureid/sensoreid, 8% roboteid ja mehhatroonikaseadmeid. Seejuures tõi märkimisväärne osa õpetajatest (35%) esile, et neil puudub võimalus robotikavahendeid õppetöös kasutada, kuigi vastav huvi ja vajadus on olemas (Leppik *et al.*, 2017).

Praxise uuringust selgub samuti, et õpilaste kogemus ei erine paljus õpetajate omast. Ka nemad on vähe kokku puutunud tehnoloogiaharidusega seotud digiseadmetega: koolitundides oli õppetöös 3D-printereid kasutanud 12%, mõõtmisandureid/sensoreid 13% ja robotikaseadmeid 17% küsitluses osalenud õpilastest.

Suures plaanis ei ole vahet, millist robotikakomplekti koolis kasutada, tähtis on, et õpetaja tunneks end sellega kindlalt, et tal oleks võimalik kasutada sobivaid õppematerjale, osaleda koolitustel ning vahetada kogemusi, teadmisi (Vetik, 2017).

3.2.3 Robotika õpetajate olukord

Ka raamatus “Robotika?... See on imelihtne!” (Sepp, 2013) on esitatud tihti tsiteeritav Toomas Hendrik Ilvese mõte, et mida rohkem on meil loovaid noori, seda edukam on Eesti riik tulevikus. Sellele mõttele tuleks lisada, et mida rohkem on meil loovaid robotikaõpetajaid või ringijuhte, seda rohkem on ka neid loovaid noori, keda Eesti vajab.

K. Viilukas (Viilukas, 2016) uuris oma bakalaureusetöös kahe maakonna IKT valdkonna õpetajate ja ringijuhendajate erialast ettevalmistust. Vaid üheksal õpetajal 22'st oli infotehnoloogiaga varasem kokkupuude, töökogemus. Ringijuhtide osas selgus, et suur osa neist õpetavad koolis mõnd teist ainet või töötavad klassiõpetajana.

H. Altin rõhutas oma intervjuus Madli Leikopile, et praegu on robotikaõppe suurim probleem juhendajate leidmine (Leikop, 2018). Ka Praxise uuringu aruandes on ühe peamise põhjustena, miks IKT huviringide tööd koolis läbi ei viida, esile toodud just vastava pädevusega õpetajate puudus. Samal põhjusel ei paku ligi 60% lasteaedadest IKT huviringe.

HITSA korraldab 2–3 robotikateemalist kursust aastas. Ringitegevuse alustamise koolitusi veab SA Vaata Maaailma Nutilabor, korraldades koolitusi reeglina 2-4 aastas üle Eesti.

Viimasel ajal on ka robotikavahendite müüja Insplay korraldanud oma veebiseminare erinevate robotikavahendite tutvustamiseks. Oma olemuselt on need huvilistele väga mugavad, sest ei nõua kuskile kohale sõitmist ning koolitusvideod on ka tagantjärele kättesaadavad. Muidugi ei piirdu mainituga kõik Eestis sellel alal toimuv, näiteks toimuvad Sven Hendriksoni koolitused jms.

Ebapiisav koolituste arv ei tundu olema suurimaks probleemiks. Pigem tundub, et õpetamisest huvitatuid ei ole piisavalt. Huvilistel õpetajatel ei ole tööülesannete tõttu aega koolitustel osaleda. Kokkuvõttes võib arvata, et kui huviliste arv oleks suurem, toimuks ka rohkem vastavasisulisi koolitusi.

3.3 Kursusest “Koolirobootika I”

Esimene koolirobootika e-kursus Tartu Ülikooli matemaatika - informaatikateaduskonnas loodi 2009. aastal bakalaureusetudengi Anne Tiiriku abiga, kelle bakalaureusetöö (Tiirik, 2009) raames valmis osa kursuse baasmooduli materjalidest, baasmooduli test ning ka e-kursuse põhi õpikeskkonda Blackboard. 2010. a. täiendasid kursuse materjale õppejõud Taavi Duvin ja Anne VILLEMS, lisades mitu õpimoodulit ning sama aasta sügisel avati kursus “LEGO MINDSTORMS NXT algkursus” üliõpilastele. Kursuse eesmärgiks oli suurendada üliõpilaste robotika alast huvi ja teadlikkust. Kursuse materjalid pärinesid peamiselt tudengite endi loodud lõputöödest.

2011. a. analüüsis Rudolf Elbrecht (Elbrecht, 2011) oma magistr töö käigus mainitud kursust põhjalikult ja tõi välja vajaduse mitmete tehniliste (moodulite ülesehituse ning kasutatavusega seotud) ning sisuliste muudatuste sisseviimiseks. Nii näiteks, kursuse korraldusliku poole pealt viidati kursuse tagasisides liigselt vabale ajagraafikule, mis pani tudengid materjali omandamisega viivitama ja seetõttu jäi paljudel kursus läbimata. Näiteks registreerus 2010. a. sügisel kursusele 9 tudengit, kellest ainult 4 lõpetasid kursuse edukalt. Elbrecht'i magistr töö tulemusena valmis õpikeskkonda Moodle LEGO MINDSTORMS NXT kursus, mis oli korraga kasutatav erinevate sihtrühmade poolt. Samuti oli kursuse loomisel täielikult järgitud e-õppe kvaliteedinõudeid ning see oli õppekavas 2017/2018 õppeaastani.

Kursuse uuendamise vajadus tekkis eelkõige uue robotikavahendi LEGO Mindstorms EV3 turule jõudmisega 2013. a. Praeguseks komplekti LEGO Mindstorms NXT enam ei toodeta, kuigi koolides leiab see veel üsna laialdast kasutamist. Kasutatakse ka mitmeid teisi uusi robotika alaseid õppevahendeid. Seetõttu vajas nimetatud e-kursus kaasajastamist nii käsitletavate vahendite kui ka kogu ülesehituse osas tervikuna.

3.4 E-õpe ja kombineeritud õpe

Selles peatükis vaatleme nii e-õppe kui ka kombineeritud õppe olemust ja põhimõtteid. Käsitleme e-kursuste keskkondi, mida Tartu Ülikooli arvutiteaduse instituudis kasutatakse ja kvaliteetse e-kursuse hindamise põhipunkte.

3.4.1 Kursuste viki

Arvutiteaduse instituudis kasutatakse keskkonda Courses (vt <http://courses.cs.ut.ee>) kursuste veebilehtede loomiseks ja haldamiseks. Tegemist on on viki põhise veebilehe raamistikuga, mis võimaldab selle külastajatel sisu lisada, kustutada ja muuta. Peaaegu kõikidel ainetel on oma avalik vikilehekül, kus sisaldub nii aine õppematerjal kui ka ainet puudutav info. Õppejõudude sõnul on vikit eriti mugav kasutada, kui õppematerjale sisestatakse mitme õppejõu poolt või kui kursuse haldamisse kaasatakse õppijaid. Viki keskkonda saab uue kursuse väga kiiresti üles ehitada. Vikis kasutatakse viki süntaksit (Tartu Ülikool, i.a.).

3.4.2 Moodle õpikeskkond

Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) on üks levinumaid vabal tarkvaral põhinevaid õpikeskkondi, millel on ligi 70 miljonit registreeritud kasutajat üle maailma. Moodle on sobilik ja mugav eriti nendele, kes teevad e-õppe maailmas esimesi samme – sinna on sisse ehitatud hulk erinevaid e-õppe vahendeid ja tegevusi, mida õpetaja saab oma e-kursuse läbiviimisel kasutada (õppematerjalide esitamise võimalused, testid, ülesanded, foorumid jpm) (HITSA, i.a.).

3.4.3 E-õpe

E-õpe on õppetöö, mis toimub osaliselt või täielikult digitehnoloogiliste vahendite abil. (Tartu Ülikool, i.a.).

E-õpe võib-olla:

- täielikult veebipõhine – kogu kursuse õppeprotsess (sisu edastamine, info levitamine, suhtlemine, õppijate hindamine, tagasisidestamine) toimub veebipõhiselt, auditoorseid kohtumisi ei ole;
- osaliselt veebipõhine – osa õppest toimub veebipõhiselt, kuid kursuse jooksul toimub ka auditoorseid loenguid, seminare või praktikume; kursuse veebipõhist õpikeskkonda kasutatakse näiteks õppe- ja juhendmaterjalide kättesaadavaks tegemiseks, kodutööde esitamiseks vm.

E-õpe võib tugineda ühele või mitmele veebipõhisele õpikeskkonnale, mis peaksid võimaldama info vahetamist e-õppesüsteemide ja üldlevinud tarkvarapakettide vahel.

Veebipõhise õpikeskkonna keskmeks on vahendid, millega edastatakse õppijatele õppematerjalid. Õpikeskkonna omadused mõjutavad otseselt õppejõudude ja õppijate tööd. Sellepärast peavadki veebipõhised õpikeskkonnad vastama rahvusvahelistele standarditele. Veebipõhiseid õpikeskkondi kasutatakse eelkõige õppematerjalide edastamiseks, aga ka kursusel osalejate omavaheliseks suhtlemiseks, õppimise hõlbustamiseks, õpilaste hindamiseks, tööde esitamiseks, tagasiside andmiseks ning kursuse administreerimiseks. (Villems *et al*, 2013).

E-kursused on õppeained või täienduskoolitusprogrammid, mis toimuvad täielikult veebipõhiselt või millel on veebipõhine tugi e-õppe keskkonnas. Tartu Ülikool kasutab veebipõhise õpikeskkonnana Moodle'it (<https://moodle.ut.ee/>) ja, nagu eespool öeldud, kasutab arvutiteaduse instituut kursuste jaoks lisaks ka vikit.

E-kursuste arv on Tartu Ülikoolis igal aastal pidevalt suurenenud Kui näiteks 2000. aastal oli e-kursuseid 28, siis 2017. aastal oli neid Moodle'is juba 5010 (Tartu Ülikool, i.a.).

3.4.4 Kombineeritud õpe

Kombineeritud õpe (ingl *blended learning*) – õpe, mille puhul kasutatakse kombineeritult e-õpet ja auditoorset õpet (HITSA, i.a.). Eesti keeles kasutatakse ka mõistet “põimõpe” (Haridussõnastik, i.a.).

Kombineeritud õppe mõistet kasutati esmakordselt Ameerika Ühendriikides ning see sisaldab endas nii traditsioonilise õppe ehk auditoorse õppe kui kaasaegsel tehnoloogial põhinevate pedagoogiliste meetodite kombineerimist (Kivisoo, 2018). Praktilise kombineerimise osas eksisteerib aga mitmeid erinevaid lähenemisi (Peenra, 2010). Eelkõige tuleneb see sellest, et võimalusi kombineerimiseks on erinevaid ja palju. Kombineerida saab nii õppemeetodeid kui ka õppevahendeid ja õpikeskkondi.

Kui e-õpe on sobiv pigem suurema võimekusega ja iseseisvamatele õppijatele, kellel on hästi arenenud enese juhtimise oskused, siis kombineeritud õppes on just madalamate saavutustega üliõpilastel võimalus edukamalt toime tulla (Boelens *et al.*, 2017).

Ka käesoleva töö eesmärgiks oleva kursuse uuendamise juures on kaalutud nii e-õppe kui kombineeritud õppe plusse ja miinuseid. Kuna tegemist on suuresti praktiliste oskuste omandamisega ja tähtsad on rühmatöö oskused, siis on õppijaile tagasiside ja vahetu suhtlemine eriti olulised, mistõttu eelistasime kombineeritud õppe varianti. Ning teiseks oluliseks põhjuseks, miks eelistati kombineeritud kursust, on soov toetada üliõpilaste kursuse läbimist ja ajagraafikus püsimist.

3.4.5 E-kursuse kvaliteedi hindamise juhendmaterjal

Selleks, et e-kursused oleksid kvaliteetsed ja usaldusväärsed on välja töötatud vastav juhendmaterjal. Kvaliteetse e-kursuse juhend (Villems *et al.*, 2013) on kokku pandud HITSA poolset toetusel ja selle koostajateks on olnud parimad õppejõud ning praktikud Eesti kõrgkoolidest. Juhend on vabalt kõigile kättesaadav veebiaadressilt http://www.e-ope.ee/images/site_0/FINAL_trykk.pdf).

Juhendis tuuakse välja 5 erinevat etappi, mida e-kursuse tegemisel järgida. Alates analüüsist, õppeprotsesside kavandamisest ja kursuse väljatöötamisest, kuni kursuse läbiviimiseni ning kursusele hinnangu andmiseni.

Punktid, mille alusel igat etappi hinnatakse on järgmised.

1. Analüüs:
 - a. Kursus vastab sihtrühma vajadustele

- b. Kursusel on sõnastatud eesmärgid ja õppijakesksed õpiväljundid
 - c. Kursuse sisu vastab kursuse õpiväljunditele
2. Õppeprotsessi kavandamine:
- a. Kursuse ainekava/programm toetub õppeasutuse nõuetele
 - b. Esitatud on õppijale vajalikud eelteadmised, oskused ja eeldusained
 - c. Kursuse õppetegevused ja hindamise põhimõtted vastavad kursuse õpiväljunditele
 - d. Õppijatele on esitatud hindamise ja tagasisidestamise põhimõtted
 - e. Kursuse materjalid ja õppetegevused vastavad kursuse mahule
 - f. Toetatakse õpioskuste kujunemist
 - g. Tehnoloogilised vahendid toetavad õppeprotsessi läbiviimist
 - h. Kursuse kavandamisel on arvestatud eelnevalt läbimõeldud kontseptsioonile, et veebipõhises õpikeskkonnas kajastub õppeprotsess ühtse tervikuna
3. Kursuse väljatöötamine
- a. Kursus on hästi struktureeritud ja lihtne kasutada
 - b. Õppematerjalide esitamiseks kasutatakse sobivaid meediume
 - c. Õppematerjalid vastavad digitaalsete õppematerjalide loomise headele tavadele
 - d. Õppematerjalide koostamisel on järgitud autoriõigusi
 - e. Kursuse materjalide edastamisviis vastab õppijate tehnilistele võimalustele
 - f. Õpijuhise on põhjalik ja terviklik, sisaldades osalise e-kursuse puhul ka ülevaadet auditoorsest õppetööst
 - g. Õpikeskkonna kasutamine ei nõua eraldi tasulise lisatarkvara soetamist
 - h. Kursust testitakse enne reaalses õppeprotsessis kasutamist
 - i. Kursus on tehniliselt töökorras
4. Kursuse läbiviimine
- a. Kursuse läbiviija täidab erinevaid rolle või kasutab selleks abi
 - b. Kursuse läbiviimisel järgitakse planeeritud ajakava
 - c. Toetatakse õppija aktiivset osalemist õppeprotsessis (omavahel suhtlemine, õpikogukondade teket jne)
 - d. Õppijale antakse kursuse jooksul süstemaatiliselt tagasisidet tema üldise edenemise ning tugevate ja nõrkade külgede kohta sellel kursusel
 - e. Õppijaid on teavitatud õpitulemustest (hinded, punktid)
5. Kursusele hinnangu andmine
- a. Kursuse käigus tehakse märkmeid kursuse edasise parandamise eesmärgil
 - b. Toimib kursuse tagasiside süsteem (kursuse üldine hindamine või tagasiside saamine)

Rõhutame veel eraldi tagasiside tähtsust e-kursuste läbiviimisel. Barkley (2010) on toonud välja, et nii tagasiside kui õppejõu hooliv suhtumine toetab üliõpilaste õppimist ning kaasatust. Kaasatus omakorda aitab läbida õppeprotsessi ja parandab üliõpilaste püsimist ülikoolis (Runnel, 2016).

Selles töös on samuti kasutatud e-õppe osa kvaliteedi tagamiseks eelmainitud kvaliteetse e-kursuse juhendit.

4 Kursuse “Koolirobootika I” uuendamise metoodika

Selles peatükis antakse ülevaade kursuse “Koolirobootika I” jaoks õppematerjali kogumisest ja süstematiseerimisest ning kvaliteetse e-kursuse põhimõtete järgimisest uue kursuse planeerimisel.

4.1 Õppematerjalide kogumine ja süstematiseerimine

Magistritöö eesmärgiks oli uuendada "Koolirobootika I" kursust. Kuna koolidesse on tänaseks jõudnud juba väga palju erinevaid robootika alaseid vahendeid, siis kursuse planeerimisel koos kursust läbiviivate õppejõududega, jõudsime arusaamisele, et uuendatud kursus võiks sisalda erinevate vahendite tutvustamist alates eelkoolist kuni gümnaasiumini. Seadmete valiku puhul lähtusime HITSA ProgeTiigri programmi poolt toetatud hangete nimekirjast ja Praxise uuringus (Leppik *et al.*, 2017) välja toodud enim kasutatud vahendite nimekirjast.

Eelnevalt oli teada, et erinevates veebikeskkondades on saadaval mitmesugust robootika alast õppematerjali. Ent täpsemalt mida, kui palju ja millistele kooliastmetele, selle kohta ülevaade puudus. Esimeseks sammuks saigi õppematerjali kokku kogumine ja süstematiseerimine. Et tagada õppematerjali kvaliteet ja vaba kasutusõigus, siis koguti seda peamiselt ProgeTiigri kogumikust veebiaadressilt <http://progetiiger.ee/?q=n> ja Robootika.ee veebilehelt https://www.robootika.ee/wp/?page_id=257. Lisaks muidugi leidsid kasutust robootikavahendite tootjate kodulehed.

ProgeTiigri kogumik on loodud ProgeTiigri programmi raames ja selle sünni põhjuseks oli teadmine, et Eestis on olemas sobivaid õppematerjale, kuid nende kasutamine on raskendatud laialipillatuse tõttu erinevatesse saitidesse: Koolielu, e-koolikott, õpilood, eTwinning, HT-inimeste blogid (Lorenz *et al.*, 2016). Robootika.ee veebileht koondab endas MTÜ Robootika tegemisi, õppematerjale parimatelt praktikutelt, uudiseid jne.

Kogutud materjale süstematiseeriti järgmiste tunnuste alusel:

- robootika vahendi nimi,
- õppematerjali nimi,
- vanuseaste,
- tundide arv/kestuvus,
- ainetund/ lõiming/sisu,
- materjali asukoha link.

4.2 Kvaliteetse e-kursuse loomise põhimõtete järgimine

Hea ja kvaliteetse e-kursuse loomine nõuab väga suurt töömahtu ja ei seisne ainult materjalide veebipõhiselt kättesaadavaks tegemises. Tuleb teha põhjalik vajaduste analüüs, hoolikalt planeerida, järgida kvaliteedinõudeid ja õpidisaini reegleid.

4.2.1 Teoreetilised kaalutlused kursuse loomisel

Alajaotuses 3.1 käsitleti robotika õpetamise erinevaid meetodeid. Õpilane õpib kõige paremini teistega koos grupis, kus toimub suhtlemine nii õpetaja-õpilase kui õpilane-õpilase vahel. Õpetamine ei pea olema ainult teadmiste edasiandmine, vaid juhendamine, toetamine ja mentoriks olemine. Seetõttu on uuendatud kursus planeeritud kombineeritud õppena, et tudengid saaksid suhelda, üksteiselt õppida, anda/saada tagasisidet ning leida koostööst motivatsiooni kursuse edukaks läbimiseks.

Kvaliteetse e-kursuse loomise juhend (Villems *et al.*, 2013) on võetud aluseks ka selle töö raames uuendatud e-kursuse loomisel. Magistritöö alajaotuses 3.4.5 välja toodud etapid olid lähtealuseks kogu kursuse uuendamise protsessi vältel. Kursuse “Koolirobootika I” tegemisel hinnati esimest kolme etappi: analüüs, õppeprotsessi kavandamine ja kursuse väljatöötamine. Kahte viimast etappi, kursuse läbiviimist ja kursusele hinnangu andmist, käesoleva magistritöö raames ei analüüsita. Seda saab teha juba siis, kui uuendatud kursust on reaalselt läbi viidud.

4.2.2 Kursuse põhjade tegemine õpikeskkonda Moodle ja kursuste vikisse

Kursuse läbiviimiseks otsustati kasutada õpikeskkonda Moodle ja kursuste vikit. Mõlemad keskkonnad on üliõpilastele vabalt kättesaadavad ja ei nõua selleks spetsiaalset tarkvara.

1. Moodle on Eestis laialt kasutatav õpikeskkond, mille funktsioon uuendatud “Koolirobootika I” kursusel on organisatoorne: üliõpilaste haldamine, tagasisidestamine, hindamine, suhtlemine ja muu kursuse korraldusliku poolega seotu. Uuendatud kursus on planeeritud 4 kohtumise sessioonina, vastavalt neljale kooliastmele, see tähendab, et igal kohtumisel käsitletakse ühele kooliastmele sobivaid robotikavahendeid. Kuna sessioonide vahepealsel perioodil tuleb lahendada ülesandeid, siis Moodle keskkonnas on väga mugav korraldada kodutööde tegemist ja ülesannete üleslaadimist.
2. Kursuste vikis saab materjale hästi struktureerida ja hiljem ka peatükkide kaupa välja printida. Võimalus on õpimaterjali esitada slaididena, vaheldumisi erinevate enesetestimise ülesannetega. Samuti võimaldab viki suhteliselt lihtsalt kaasata materjalide koostamise ja sisestamise protsessi ka tudengeid. Kursuse struktuurne jaotus tehti populaarsemate ja enamkasutatavate robotikavahendite põhjal, milleks on Bee-Bot, WeDo, LEGO Mindstorms EV3, Arduino, mBot, Raspberry Pi, (Edison ja Ozobot). Viimatised 2 selles loetelus lisanduvad loodetavalt jooksvalt üliõpilaste abiga kursuse käigus.

5 Tulemused

Käesolevas peatükis antakse ülevaade kursuse “Koolirobootika I” uuendamise tulemustest. Räägitakse süstematiseeritud õppematerjalidest, uuendatud e-kursuse struktuurist, kursuse loomisest veebikeskkonda ning analüüsitakse uuendatud kursuse kvaliteedile vastavust.

5.1 Õppematerjalide analüüs

Olemasolevate õppematerjalide kogumine ja struktureerimine andis kinnitust sellele, et kõige populaarsematele koolirobootika vahenditele Eestis leiab ka kõige rohkem materjale. Kuna kursus on üles ehitatud kooliastmete põhiselt, siis materjalide struktureerimisel toodi välja ka info, millises kooliastmes antud koolirobootika vahend on kasutatav. Andmete kogumise ja analüüsi käigus selgus, et väga paljusid kättesaadavaid materjale ei ole võimalik otseselt kooliastmega seostada. Viiteid kooliastmetele leidis peamiselt tunnikavade juures, vahel oli ka mõne muu materjali juures viide, et materjal on mõeldud kasutamiseks gümnaasiumis.

Kõige rikkalikumalt (arvuliselt) on materjale koostatud ja kogutud Bee-Bot’ile ning Ozobot’ile. Üsnagi ühepalju leidub tunnikavasid ja muid õppematerjale WeDo ja LEGO EV3 robotitele. Mõned neist materjalidest olid väga mahukad, sisaldades 12 nädala programmi, nagu näiteks mehhatroonika ja robootika valikkursuse I aste (Lisa I). Nii Lego WeDo kui ka LEGO EV3 omavad tootjapoolselt ettevalmistatud ja kasutajale vabalt kättesaadavaid põhjalikke õppematerjale.

Tunnikavasid oli enim vahendile Bee-Bot (Tabel 2). Seejuures on küllaltki aktiivsed tunnikavade koostajad just lasteaedade õpetajad (Lisa I). Vahenditele, mis on mõeldud kasutamiseks pigem III ja gümnaasiumi kooliastmetes, nagu Arduino ja Raspberry Pi ning mBot, tunnikavad praktiliselt puuduvad. Arduino kohta polnud leitud materjalide hulgas ühtegi tunnikava (Lisa I).

Tabel 2. Koolirobootika õppematerjalide hulk ja kasutatavus kooliastmeti (sulgudes on tunnikavade arv)

nr	Vahendi nimetus	Eeekool	Kooliastmed			
			I kooliaste	II kooliaste	III kooliaste	gümnaasium
1	BeeBot/BlueBot	27 (16)				
2	WeDo 1.0 , 2.0	14 (10)				
3	Ozobot		21 (12)			
4	Edison			9 (2)		
5	LEGO Mindstorms EV3			15 (10)		
6	mBot			13 (3)		
7	Arduino					9
8	Raspberry Pi			8 (1)		

Tabeli 2 andmed põhinevad ainult nendel materjalidel, mida koguti kahest veebikeskkonnast: www.Robootika.ee ja ProgeTiigri kogumik www.progetiiger.ee.

Määratlus selle kohta, millises kooliastmes vahendit kasutatakse, on võetud ainult tunnikavade juures olevast infost. Kindlasti saab üht või teist vahendit kasutada ka mõnes teises kooliastmes.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et on hea, et palju materjali on koondatud robootikaga tegelejale tuntud keskkondadesse. Iga robootikavahendi kohta oli olemas kasutamise juhendeid ja enamusele leidsime ka mõne tunnikava. Tunnikavasid siiski väga palju ei ole, mõnel juhul ainult üks, nagu näiteks Raspberry Pi puhul. Arduinol sellised klassikalised tunnikavad puudusid üldse.

5.2 Uuendatud kursuse loomine

Selles alalõigus peatutakse peamiselt kursuse loomise protsessil, algusest kuni õpikeskkondadesse kandmiseni.

5.2.1 Kursuse uuendamise vajadus ja uue kursuse struktuuri loomine

Kursuse uuendamise vajadus oli selge juba sügisel 2017, mil ühe magistritöö teemana see ka kirjas oli. Mis tingis vajaduse uuendamise järele, sellest tegime juba juttu alajaotuses 3.3.

Kuna käesoleva magistritöö juhendajad vahepeal muutusid, siis kevadeks 2018. a. muutus ka uuendamise plaan. Põhjuse ja vajaduse uue struktuuri ja sisu loomiseks oli andnud teadmine, et koolides on juba kasutusel väga erinevaid vahendeid ja on puudus õpetajatest, kes oskaksid neid kasutada. Eesmärgiks sai uuendada kursust nii, et üliõpilased saaksid ülevaate koolirobootikast selliselt, et neil oleks edaspidi võimalus juhtida robootika huviringi tööd või siis töötada koolis robootikaõpetajana. See tingib ka uue kursuse ülesehituse, mille lähtepunktideks said kooliastmed (eelkool, I, II, III, gümnaasium) ja haridusasutustes kasutatavad vahendid.

Nagu Lisas II toodud tabelist nähtub, planeeriti kursusele 4 sessiooni ning iga sessiooni ajal käsitletakse vahendeid, mis selles kooliastmes on enim kasutatavad.

Et robootikat on hea õppida grupis, kus saab ka üksteist täiendada ning efektiivne õppimismeetod on nn käed-küljes, st ise ehitamine ja avastamine, siis otsustati, et parim viis kursust korralda on kombineeritud e-õppena, kus õppematerjalid asuvad õpikeskkonnas ja iga 4 nädala tagant on kokkusaamise sessioon. Kokkusaamiste ajal saab lisaks uue vahendi tutvustamisele, anda üliõpilastele tagasisidet koduülesannete kohta, esitleda huvitavamaid lahendusi jpm. Sellist kohustuslike kokkusaamistega kombineeritud e-õppe kursust on lihtsam läbida ka neil, kes tavaliselt e-kursuste puhul väga tugevat enesedistsipliini üles ei näita. Samas annab kokkusaamise sessioonide vahepealne perioodi tudengile piisavalt vabadust oma aega ja koolitöid vastavalt vajadusele planeerida.

Esialgne kursuse kava sai kokku pandud nii nagu joonisel 5 on näha (vaata ka Lisa II).

Kooliaste	Nädal	Kohtumine		Teema	Vahendid	Kontakt	Kas koju kaasa?	Viib läbi
lasteaeed + I kooliaste	1	1 (4 x 45)	Lasteroobotika	Lasteroobotika (22.09)	(6 tk) Beebot, LEGO Wedo, Progetiiger.ee https://courses.cs.ut.ee/t/digiopik/	Kristi R		Piret Tauno
lasteaeed + I kooliaste	2							
lasteaeed + I kooliaste	3							
lasteaeed + I kooliaste	4							
II ja III kooliaste	5	2 (4 x 45)	LEGO robootika	EV3 Sissejuhatus (20.10) roboti kokku panemine tutvumine, programmeerimine, ülesanded	(10tk Heilo + 20tk HITSA) LEGO EV3 Koolirobootika aine, LEGO EV3 Heilo STEM materjalid	Heilo Ramon	jah	Ramon Heilo Tauno
II ja III kooliaste	6							
II ja III kooliaste	7							
II ja III kooliaste	8							
II ja III kooliaste	9	3 (4 x 45)	mBot ja Arduino	Sissejuhatus (17.11)	(10 tk) mBot (mBlock) Digiõpik lingid.ee/digiopik Arduino, Robootika MOOC	Tauno		Alo +
II ja III kooliaste	10							
IV kooliaste	11							
IV kooliaste	12							
IV kooliaste	13	4 (4 x 45)	IoT projekt	IoT Projekt (15.12)	Kingituseks: Arduino Digispark Arduino Arduino IoT Raspberry Pi	Alo	jah	Alo +
IV kooliaste	14							
IV kooliaste	15							
IV kooliaste	16							

Joonis 5. Kursuse planeerimise etapi tabel, kus kirjas sessioonid, vahendid, kooliastmed (vaata ka Lisa II).

Kursuse planeerimise etapis jagati ära ka materjalide kokkupanijad:

1. ja 2. sessiooni materjalid valmistas ette Kristina Ausen (käesoleva magistritöö autor),
3. ja 4. sessiooni materjalid valmistasid ette Tauno Palts ja Alo Peets.

5.2.2 Materjalide koostamine

Kuna käesoleva magistritöö autor oli vastutav 1. ja 2. sessiooni materjalide eest, siis antud alalõik keskendubki ainult nendele sessioonidele vastavate materjalide koostamisele.

Kursuse õppematerjali koostamisel olid abiks juba olemasolevad õppematerjalid, teemakohased TÜ magistri- ja bakalaureusetööd, kogutud juhendid, videomaterjalid, erinevate robootikakomplektide tootjapoolsed materjalid jms.

Esimese sessiooni õppematerjalid on mõeldud kasutamiseks eelkoolis ja I kooliastmes ning pole seejuures eriti mahukad. Need annavad ülevaate kasutatavatest vahenditest, nende võimalustest, lõimimise võimalustest teiste ainetega. Lisatud on ka vastavad viited, asjakohast videomaterjali ning ülesandeid. Sessioon kajastab eelkoolis ja I kooliastmes enimkasutatavaid vahendeid – Bee-Bot'i ja LEGO WeDo komplekti. Analüüsides kogutud infot vahendite leviku kohta haridusasutustes, selgus, et suurt populaarsust on võitmas lisaks eespool toodutele ka Ozobot ning Edison. Loodetavasti paneb nende kohta tutvustava materjali kokku mõni üliõpilane kursuse läbimise raames. Kursuse käigus tudengite poolt tehtud töödega (tunnikavad, mängud jms) saab täiendada edaspidi õppematerjale.

Teise sessiooni õppematerjali koostamine, mis keskendus ainult LEGO EV3 robotikakomplektile, oli kordades eelmisest töömahukam. Eelkõige sai pandud paika peamine struktuur (vaata näiteks Lisa III), see kuidas materjale järjestada, mida esitleda jne. Kuna iga peatüki kohta tuli materjali üpris palju, siis otsustasime õpikeskkonnas kasutada peatüki põhistruktuuri, millest on mugav peatükkide kaupa leida otsitavaid materjale ning neid ka vajadusel välja printida (vaata näiteks Lisa IV, Lisa V).

5.2.3 Koolirobootika kursuse materjalid vikis

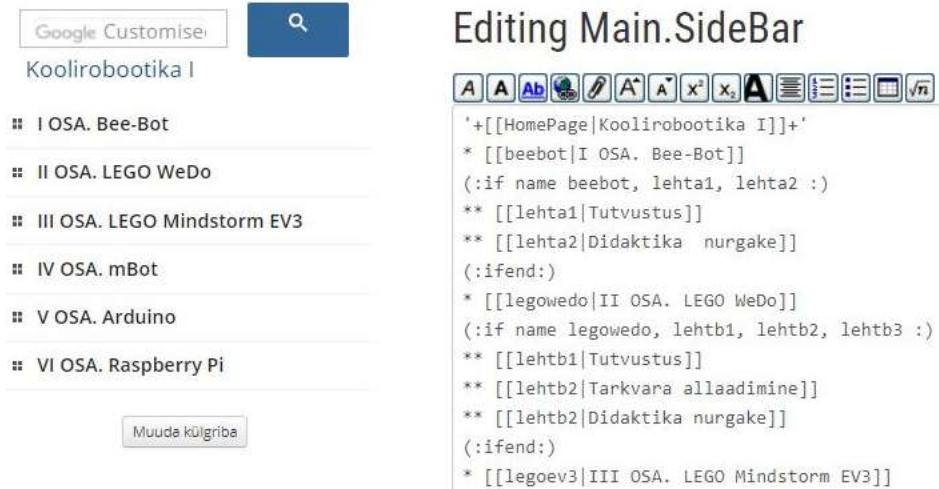
Koolirobootika uuendatud kursuse õppematerjalid on struktureeritud robotikavahendite alusel, nagu on näha jooniselt 6.



Joonis 6. Koolirobootika kursuse struktuur vikis

Õppematerjalide sisestamiseks kursuste vikis kasutatakse spetsiaalset viki süntaksit (vt joonis 7).

Koolirobootika I



```
'[[HomePage|Koolirobootika I]]+'
* [[beebot|I OSA. Bee-Bot]]
(:if name beebot, lehta1, lehta2 :)
** [[lehta1|Tutvustus]]
** [[lehta2|Didaktika nurgake]]
(:ifend:)
* [[legowedo|II OSA. LEGO WeDo]]
(:if name legowedo, lehtb1, lehtb2, lehtb3 :)
** [[lehtb1|Tutvustus]]
** [[lehtb2|Tarkvara allaadimine]]
** [[lehtb2|Didaktika nurgake]]
(:ifend:)
* [[legoev3|III OSA. LEGO Mindstorm EV3]]
```

Joonis 7. Näide andmete sisestamisest vikisse.

5.2.4 Keskkonna Moodle kasutamine kursusel

Kursuse “Koolirobootika I” haldamise ja hindamise pool toimub õpikeskkonnas Moodle. Moodle on kõigile üliõpilastele kättesaadav ja harjumuspärane keskkond. Moodle’isse on sessioonide kaupa sisestatud ülesanded (vt. joonis 8) ja nende täitmise tähtajad. Iga sessiooni juures on ka sessiooni töökorraldust sisaldav infoplokk, kus on kirjas, kõik antud sessiooni puudutavad teemad ja ülesanded. Ülesandeid on erinevaid, näiteks uue materjaliga tutvumine enne sessiooni, tunnikava koostamine, õppe-eesmärgilise mängu tegemine, robotikaringi posterite tegemine, roboti programmeerimine jne.

+ Koolirobootika ülesanded (2018) ↗

+ Info kursuse korralduse kohta ↗	⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ Sissejuhatus 1. sessiooni ↗	⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ ÜI 0.1 Küsimustele vastamine tähtaeg (20.09.2018) ↗	👤 ⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ ÜI 0.2 Reklaamposti tegemine (tähtaeg 20.09.2018) ↗	👤 ⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ I sessioon	⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ Sissejuhatus 2. sessiooni ↗	⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ ÜI 1.1. Mängu koostamine. (Tähtaeg: 07.10.2018) ↗	👤 ⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ ÜI 1.2. Tunnikava koostamine (Tähtaeg: 07.10.2018) ↗	👤 ⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ EV3 Tarkvara I ↗	⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ II sessioon	⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ Sissejuhatus 3. sessiooni ↗	⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ ÜI 2.1. Purkide korjamine. (Tähtaeg: 04.11.2018) ↗	👤 ⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ ÜI 2.2 Aedniku abiline (Tähtaeg 04.11.2018) ↗	👤 ⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ ÜI 2.3 Lõimitud ulesanne (Tähtaeg 04.11.2018) ↗	👤 ⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ III sessioon	⚙️ → 👁️ 📄 ✖️
+ IV sessioon	⚙️ → 👁️ 📄 ✖️

Joonis 8. Kursuse “Koolirobootika I” sessioonid ja ülesanded Moodle õpikeskkonnas

5.2.5 Vastavus e-kursuse põhimõtetele

Käesoleva magistritöö raames uuendatud e-kursuse vastavust e-kursuse kvaliteedinõuetele hinnati vastavalt peatükis 3.4.5 välja toodud punktidele.

Analüüs:

- Kursus vastab sihtrühma vajadustele.** Kursuse planeerimise ja analüüsi faasis läbi töötatud materjalide põhjal võib väita, et antud koolirobootika kursusele on päris mitu sihtrühma. Kuid esmalt keskendutakse üliõpilastele, kes tahavad ennast koolirobootikas täiendada. Kursust läbima on oodatud kõik huvilised bakalaureuseõppe tudengid. Aine kuulub järgmiste õppekavade juurde: Haridusteadus (reaalained) (2402), Informaatika (2476), Matemaatika- ja informaatikaõpetaja (2501), Põhikooli mitme aine õpetaja (2498).
- Kursusel on sõnastatud eesmärgid ja õppijakesksed õpiväljundid.** Moodle õpikeskkonnas on sõnastatud nii aine eesmärgid kui ka õpiväljundid. Kursuse “Koolirobootika I” eesmärgiks on anda üliõpilastele ettevalmistus eelkoolis, I-III kooliastmetes ja gümnaasiumiastmes kasutatavate robootikavahendite õpetamiseks robootikatunnis. Kursuse jooksul omandatavad õpiväljundid: oskab kirjeldada koolirobootika ajalugu ja levikut Eestis (näiteks enne sessiooni on iseseisva tööna vaja läbi lugeda robootika ajaloo ja leviku teemade materjalid ning koostada mõned küsimused loetu kohta); paneb kokku algsadest vähemalt ühe koolirobootika baasroboti (näiteks II sessioonil pannakse kokku LEGO EV3 baasrobot); kasutab roboti põhiandurite lugemeid roboti juhtimiseks praktiliste ülesannete lahendamisel (näiteks robot mõõdab vahemaad ja

arvutab saadud tulemuse põhjal ringi ümbermõõdu); programmeerib roboteid kasutades graafilist ja tekstilist programmeerimiskeskonda (graafilised programmeerimiskeskonnad on LEGO komplektidel, Arduinol, Raspberry Pi programmeerimisel tekstilised keskkonnad).

- c. **Kursuse sisu vastab kursuse õpiväljunditele.** Näiteid kursuse sisu kohta tõime eelmises punktis käsitletuna koos õpiväljunditega.

Õppeprotsessi kavandamine:

- d. **Kursuse ainekava/programm toetub õppeasutuse nõuetele.** Kursus on loodud 4 sessioonina (üks sessioon 4 x 45 minutit), iga sessiooni vahele jääb neli nädalat. Kursus on 3 EAP aine, ajaliselt 78 tundi. Sessioonidel on praktilist tööd ette nähtud 16 tundi, kokkusaamiste vahepealsele ajale on planeeritud 62 tundi iseseisvat tööd, sealhulgas 22 tundi lõpuprojekti tegemiseks. Aine on arvestuslik.
- e. **Esitatud on õppijale vajalikud eelteadmised, oskused ja eeldused.** Eeldusi ei ole, spetsiifilisi eelteadmisi pole vaja. Oodatud on kõik huvilised üliõpilased.
- f. **Kursuse õppetegevused ja hindamise põhimõtted vastavad kursuse õpiväljunditele.** Kursuse edukaks läbimiseks peab osalema kõigil neljal sessioonil ning peavad olema vastavalt nõuetele sooritatud kõik kodutööd. Eksamit ei ole, on lõpuprojekt, milles saab üliõpilane kasutada kursusel omandatud teadmisi.
- g. **Õppijatele on esitatud hindamise ja tagasisidestamise põhimõtted.** Ülesannete hindamine on arvestuslik, tagasisidet antakse Moodle keskkonnas iga ülesande juures. See on kirjas kursuse kirjelduses Moodle keskkonnas. Tagasisidet saab ka iga sessiooni algul.
- h. **Kursuse materjalid ja õppetegevused vastavad kursuse mahule.** Osa kursuse materjalist on iseseisvaks lugemiseks/uurimiseks, osa tööks kokkusaamise sessioonidel. Materjalide koostamisel on arvestatud kursuse mahuga.
- i. **Toetatakse õpioskuste kujunemist.** Kokkusaamise sessioonidel saab kogemusi rühmatööst. Palju on praktilisi ülesandeid, mis on muuhulgas abiks ka ise õpetajana tegutsedes. Kombineeritud õpe ongi valitud eesmärgiga, et õppijal oleks võimalik koostöös teistega probleeme lahendada, saada tagasisidet, püsida ajagraafikus ja kursus edukalt lõpetada.
- j. **Tehnoloogilised vahendid toetavad õppeprotsessi läbiviimist.** Tehnoloogilistest vahenditest võib tuua välja õpikeskkonna Moodle ja viki, mis on töövahenditeks kogu Tartu Ülikooli arvutiteaduse instituudile, samuti on need kõrge töökindlusega keskkonnad tuttavad ka tudengitele. Õppematerjalid on kättesaadavad vikist, Moodle seevastu on kursuse

admistreerimiseks, hindamiseks, tagasisidestamiseks. Kuna tegu on robootika ainega, siis igal sessioonil on kasutusel erinevad robootikavahendid (Bee-Bot, LEGO WeDo, LEGO EV3 jt).

- k. **Kursuse kavandamisel on arvestatud eelnevalt läbimõeldud kontseptsioonile, et veebipõhises õpikeskkonnas kajastub õppeprotsess ühtse tervikuna.** Õppetöö haldamine ja õppematerjalid on küll erinevates keskkondades (vastavalt Moodle ja viki), kuid on omavahel seotud ühtseks kursuseks.

Kursuse väljatöötamine

- l. **Kursus on hästi struktureeritud ja lihtne kasutada.** Kursuse struktuur on lihtne: õppematerjalide pool vikis on struktureeritud vahendite alusel, Moodle keskkonnas on välja toodud sessioonid, millal kohtutakse ning millised koduülesanded, mis tähtjaks on vaja vastavalt igaks sessiooniks teha.
- m. **Õppematerjalide esitamiseks kasutatakse sobivaid meediume.** Õppematerjal on digitaalne, sisaldades nii tekste, seotud piltidega tekste, videosid.
- n. **Õppematerjalid vastavad digitaalsete õppematerjalide loomise headele tavadele.** Kursuse koostamisel on kasutatud vaba kasutusõigusega õppematerjali repositooriume ning robootikavahendite endi juhend- ja abimaterjale.
- o. **Õppematerjalide koostamisel on järgitud autoriõigusi.** Õppematerjalides on viidatud originaalautoritele.
- p. **Kursuse materjalide edastamisviis vastab õppijate tehnilistele võimalustele.** Vastavad õpikeskkonnad on kõigile kättesaadavad tasuta. Vajadusel saab üliõpilane õppeks kasutada ka ülikoolipoolset arvutit.
- q. **Õpijuhised on põhjalik ja terviklik, sisaldades osalise e-kursuse puhul ka ülevaadet auditoorsest õppetööst.** Õpijuhises on kursuse korraldust põhjalikult kirjeldatud. Lisaks on sessioonide juures ära toodud igat sessiooni puudutav info: teemad, ülesanded, tähtajad.
- r. **Õpikeskkonna kasutamine ei nõua eraldi tasulise lisatarkvara soetamist.** Nii Moodle kui viki on üliõpilastele kasutamiseks tasuta ja ei nõua eraldi tarkvara soetamist.

Juhendi (Villems *et al.*, 2013) punktidest oli kursuse koostamisel suur abil, nii said tehtud kõik vajalikud õpijuhised, kirjeldatud eesmärgid, õpiväljundid jne. Kuna kursust veel reaalselt toimunud ei ole, siis kaht viimast etappi kursuse hindamiseks me selle töö raames läbida ei saanud.

5.3 Arutelu

Koolirobootika on uus ja põnev, kiiresti arenev valdkond ning põhjanevaid õpiteooriaid, meetodikaid veel välja pakutud ei ole, ent ühes on kõik veendunud - õppeprotsessi saab koolirobootika vahendite abil teha huvitavamaks, kaasahaaravamaks.

Robootikavahendid muutuvad väga kiiresti ja ajaga kaasas käimine nõuab selleks spetsiaalse aja leidmist ja pühendumist ühtviisi nii õpetajalt koolis kui ka õppejõult ülikoolis. Kursuse planeerimine ja materjalide kokkupanemine oli väga mahukas töö. Nii nagu ülikoolis saab kaasata kursuse materjalide loomise protsessi tudengeid, saaks ka õpetajad koolis kasutada III ja gümnaasiumi kooliastme õpilasi uute robootikavahendite jaoks õppematerjalide koostamisel. See oleks huvitav ja õpetlik kogemus õpilasele ja aitaks õpetajat tema töös.

LEGO Mindstorms NXT algkursuse uuendamise protsess on olnud küllaltki pikk. Nagu mainitud, esmalt oli plaanis olemasolevad LEGO NXT põhised materjalid asendada uuema versiooni, LEGO EV3, materjalidega. Kursuse struktuur oleks seejuures jäänud enamjaolt samaks, lisandunud oleks üks moodul LEGO WeDo kohta. Põhjalikumal asjaolude kaalumisel kursuse ülesehituse kontseptsioon muutus.

Üheks eesmärgiks kursuse uuendamisel oli anda läbilõige koolirobootikast, alates eelkoolis kasutatavatest robootikavahenditest kuni gümnaasiumi astmeni välja. Mitte piirduda 1-2 vahendiga, vaid käsitleda koolis enim kasutust leidvaid vahendeid laiemalt.

Kuna uude kursusesse ei mahtunud LEGO EV3 materjal enam sellises ulatuses nagu hõlmas eelnevast kursusest NXT, siis paratamatult tuli teha EV3'ga seoses mõningaid kärpimisi. Huvi korral saab muidugi lisamaterjali uurida juba iseseisvalt. Võiks mõelda ka kursuse edasiarendusele, näiteks edasijõudnutele mõeldud "Koolirobootika II".

Kursuse sihtgruppi võiks edaspidi laiendada kasutades seda õpetajate, haridustehnoloogide, huviringi juhtide täiendõppes. Robootika õpetajaks olemine nõuab pidevat õppimist, uute arengutega kaasaskäimist, mis nõuab muuhulgas ka ajaliselt mahukat ettevalmistustööd tundideks. Üldjuhul põhikohaga aineõpetajal põhitöö kõrvalt selleks ressursse ei ole. Vaja on robootikaõpetajaid, kes teevad seda põhitööna, vaja on vastava ettevalmistusega noori.

Uuendatud e-kursuse „Koolirobootika I“ esimesteks testijateks saavad sellele 2018. a. sügisel registreerunud. Siis saavad kursuse koostajad tudengitelt ja õppejõududelt tarvilikku tagasisidet hindamaks seda, mida oleks vaja edaspidi kohendada, muuta.

6 Kokkuvõte

Magistritöö eesmärgiks oli uuendada Tartu Ülikooli arvutiteaduse instituudi kursust “Koolirobootika I” pooles kursuse mahus - eelkoolis ning I ja II kooliastmes enimkasutatavate robootikavahendite osas. Nendeks robootikavahenditeks on Bee-Bot, LEGO WeDo ja LEGO EV3. Neid vahendeid on koolidesse erinevate programmide ja hangete kaudu jõudnud päris palju. See selgus nii HITSA kui ka Praxise uuringu sellekohastest andmetest.

Uuendatud kursuse eesmärk on anda laiemat ülevaadet koolirobootikast, kasutatavatest vahenditest, erinevatest didaktilistest materjalidest, mida robootikaõpetaja saaks kasutada. Nagu ka töö jooksul uuritud artiklitest ilmneb, on robotite kasutamine abivahenditena igapäevases õppetöös vajalik, tulevikus vast isegi möödapääsmatu. Läbi robotite kasutamise, saame propageerida reaali- ja tehnikaaineid ning luua seoseid nende ainete vahel lastele huvitaval moel. Saame muuta kaasahaaravamaks, mängulisemaks matemaatika, füüsika ja STE(A)M hariduse koolitunde.

Kursuse uuendamiseks koguti esmalt kokku ja süstematiseeriti olemasolevad õppematerjalid käsitletavate koolirobotite kohta, et saada ülevaade robootika õppematerjalidest, mida saaks kasutada uue kursuse koostamisel.

Uuriti ka erinevaid õppemeetodeid. Leidis kinnitust, et robootika õppimisel/õpetamisel on võimalik kasutada erinevat lähenemist, erinevaid meetodeid - näiteks narratiivõpet, kus läbi lugude jutustamispunktide järjestamise saab õppida programmeerimise põhimõtteid, samuti mängulist õpet, probleemide lahendamist, õppimist rühmatöö käigus jne.

Teooria toetab praktikute arvamust, et parim viis robootikat õppida on paaris või väikestes gruppides. Sellest kõigest lähtuvalt planeeriti uus kursus mitte ainult e-õppele põhinevaks, nagu see eelnevalt oli, vaid kombineeritud õppena. Kombineeritud õppe eelisteks peeti seda, et üliõpilased on otsesemalt kaasatud, saavad rohkem vahetut tagasisidet ning rühmana koos õppides ja tegutsedes on protsess tulemuslikum, mis omakorda suurendab kursuse eduka läbimise tõenäosust.

Kursuse uuendamise käigus loodiniel praktilist sessiooni, kus üks sessioon on iga 4 nädala tagant. Sessioonide vahepealsele ajale on planeeritud kodutöö, mis seisneb erinevate ülesannete täitmises, näiteks teooria osa lugemine ja selle põhjal küsimustele vastamine, tunnikava koostamine, reklaamposteri koostamine, robootikaülesannete lahendamine ja nende koostamine jne.

Õppematerjalid koostati peamiselt juba olemasolevate materjalide põhjal, mis oli nende aegumise tõttu päris mahukas töö. Kokku koostati peaaegu 80 lehekülge õppematerjale.

Kursuse planeerimise käigus otsustati, et kursuse õppematerjalide jaoks on vikipõhine Courses keskkond parim nii materjalide haldamise, kui ka esitlusviiside variantide poolest. Kursuse struktuur selles keskkonnas on peatükkide põhine. Iga peatükk käsitleb ühte robootika vahendit. Alapeatükkide osas ei ole ülesehitus täpselt ühesugune, kuna erinevate õppematerjalide hulk ja maht on robotitel erinev. Vikis on e-kursuse materjale ka lihtne

muuta, asendada, täiendada. Loodud kursuse struktuur, sisu ja õppematerjal on lieta aadressilt <https://courses.cs.ut.ee/2018/koolirobootika/>.

Kursuse üldise info haldamiseks kasutatakse vana kursuse põhja Moodle'i keskkonnas, mis muudeti vastavalt uue kursuse struktuurile nelja sessiooni põhiseks. Selles keskkonnas on esitatud ülesanded, kodused tööd ja nende täitmise tähtjad. Kodutöid on selles keskkonnas mugav esitada, hallata ja hinnata.

Magistritöö eesmärgiks olnud kursuse materjalide koostamine "Koolirobootika I" kursuse uuendamiseks on valminud kvaliteetse e-õppe kursuse juhendit silmas pidades. Kuna kursust ei olnud võimalik veel selle järgi kõigis etappides hinnata, tehti seda esimese kolme etapi ulatuses.

Kursuse peamiseks sihtgrupiks on bakalaureuse taseme üliõpilased, kuid kursus sai koostatud nii, et seda oleks võimalik kasutada tulevikus ka õpetajate ja haridustehnoloogide täiendkoolituses.

Teoreetilise materjali uurimisel jäid töö kirjutajale silma artiklid, milles käsitleti koolirobootikat seoses hariduslike erivajadustega (HEV) laste õpetamisega. See oleks kindlasti huvitav teemaarendus edaspidiseks.

Magistritöös on korduvalt mainitud probleeme, mis on seotud õpetava personali koolitamise ja õppematerjalide kättesaadavusega. Hästi ette valmistatud, õpetajatele kättesaadavad materjalid kergendaks oluliselt koolirobootika õpetajate tööd. Ettevalmistatud tunnikavadele ja õppematerjalidel toetudes hoiab õpetaja kokku oma niigi kasinat aega. Nagu tööst selgub, on neid probleeme Eestis koolirobootikaga tegelejate seas selgelt ka teadvustatud. Ka töö kirjutaja arvates peitub tänasel päeval just siin võimalus koolirobootikat Eestis jõuliselt edasi viia.

Loodetavasti hakkab uus "Koolirobootika I" kursus peagi ka vilja kandma ja nii mõnestki üliõpilasest, kes seda ainet läbib, saab entusiastlik robotikaõpetaja, huviringi juhendaja. Eesti lapsed ootavad neid pikisilmi!

7 Viidatud kirjanduse loetelu

Afari, E., Khine, M. S. (2017). Robotics as an Educational Tool: Impact of Lego Mindstorms. *International Journal of Information and Education Technology*, vol. 7(6), 437-442.

Altin, H. (2015). Milleks meile robotika? *Õpetajate Leht*. <http://opleht.ee/2015/02/milleks-meile-robotika/> (viimati vaadatud 28.07.2018).

Altin, H., Pedaste, M. (2013). Learning Approaches to Applying Robotics in Science Education. *Journal of Baltic Science Education*, vol. 12(3), 365-377.

Barkley, E. (2010). *Student Engagement Techniques: A Handbook for College Faculty*, 1st Edition. San Francisco Jossey-Bass.

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, vol. 72, 145–157.

Boelens, R., De Wever, B., Voet, M. (2017). Four key challenges to the design of blended learning: a systematic literature review. *Educational Research Review*, 22, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.06.001> (20.07.2018).

Chalmers, C. (2017). Preparing Teachers to Teach STEM through Robotics. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, vol. 25(4), 17–31.

Chung, C.J., Cartwright, C., Cole, M. (2014). Assessing the Impact of an Autonomous Robotics Competition for STEM Education. *Journal of STEM Education*, vol. 15(2), 24-34.

Dagan, O., Kuperman, A., Mioduser, D. (2012). Technological thinking in the kindergarten – training the teaching-team. PATT 26 Conference; *Technology Education in the 21st Century*, 35-143.

Eguchi, A., Almeida, L. (2013). RoboCupJunior: Promoting STEM Education with Robotics Competition. *Proceedings of the 4th International Conference on Robotics in Education Lodz*, 19-20.

Elbrecht, R. (2011). Kvaliteetse mitmetasemelise e-kursuse loomine robotika näitel. Magistritöö, TÜ arvutiteaduse instituut.

EV haridusseadus. (2001). Riigi Teataja. <https://www.riigiteataja.ee/akt/73147> (22.07.2018).

Felicia, A., Sharif, S. (2014). A Review on Educational Robotics as Assistive Tools For Learning Mathematics and Science. International Journal of Computer Science Trends and Technol-ogy, vol. 2(2), 62-84.

Haridussõnastik. (i.a.). <https://www.eki.ee/dict/haridus/> (22.07.2018).

HITSA veebileht. (i.a.). <https://www.hitsa.ee/sihtasutusest/pohikiri> (22.07.2018).

Hendrikson, S. (i.a.). Huviringi juhendamise põhimõtted ja läbiviimise metoodika. Robotika.ee veebileht.

<https://drive.google.com/drive/folders/0B794LYINGFziMWFDWkswUI9TQ3c> (28.07.2018).

Holmquist, S. K. (2014). A Multi-Case Study of Student Interactions with Educational Robots and Impact on Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Learning and Attitudes. Doctoral dissertation, University of South Florida.

Huviring.ee veebileht. (i.a.). <https://huviring.ee/> (22.07.2018).

Innovative Schools: Teaching & Learning in the Digital Era. (2015). European parliament, Directorate-General for Internal Policies, 2015.

Isogava Studio. (i.a.). <http://www.isogawastudio.co.jp/legostudio/toranomaki/en/> (22.07.2018).

Jung, S. E., Won, E. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. Sustainability, vol. 10, doi:10.3390/su10040905.

Karim, M. E., Lemaignan, S., Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education? 2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO), 1-6.

Karlep, K. (2005). Lev Võgotski ideede aktuaalsus tänapäeval. *Õpetajate leht* (08.2005). <http://haridus.opleht.ee/Arhiiv/082005/30-35mustv.pdf> (20.07.2018).

Khanlari, A. (2013). Effects of Robotics on 21st Century Skills. *European Scientific Journal*, 9(27), 26-36.

Kivisoo, K. (2018). Pythoni programmeerimise algõppe e-kursuse „Programmeerimise alused” läbiviimine kombineeritud õppena koolis. Magistritöö. Tartu Ülikool, arvutiteaduse instituut.

https://comserv.cs.ut.ee/home/files/Kivisoo_Infotehnoloogia_mitteinformaatikutele_2018.pdf?study=ATILoputoo&reference=89AB6AC297A40993A8B285E13CD23D851B09FFCC (29.07.2018).

Koolielu Haridusportaal, veebileht. (i.a.). <https://koolielu.ee/> (28.07.2018).

Krajcika, J., Delenba, I. (2017). Õpilaste kaasamine STEM-haridusse. *Michigani Ülikool Uşaki Ülikool. Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, nr 5(1), 10–34 <https://doi.org/10.12697/eha.2017.5.1.02a> (28.07.2018).

Kubilinskiene, S., Zilinskiene, I., Dagiene, V., Sinkevicius, V. (2017). Applying Robotics in School Education: a Systematic Review. *Baltic J. Modern Computing*, vol. 5(1), 50-69.

Kynigos, C., Grizioti, M., Gkreka, C. (2018). Studying real-world societal problems in a STEM context through robotics. arXiv preprint arXiv:1806.03245.

LEGO veebileht. (i.a.). <https://education.lego.com/en-us/lessons?pagesize=12> (25.07.2018).

Leikop, M. (2018). Riigi toetus huviharidusele ja -tegevusele näitas kohalikele omavalitsustele kätte probleemid noorsootöös. Koolielu Haridusportaal.

<https://koolielu.ee/info/readnews/552337/riigi-toetus-huviharidusele-ja-tegevusele-naitas-kohalikele-omavalitsustele-katte-probleemid-noorsootoos> (10.07.2018).

Leong, V. (2005). Focusing on young people to help them focus on math. Raytheon Technology Today, vol. 4, p. 31.

Leppik, C., Haaristo, H-S., Mägi, E. (2017). IKT-haridus: digioskuste õpetamine, hoiakud ja võimalused üldhariduskoolis ja lasteaias. Tallinn: Poliitikauuringute Keskus Praxis. http://www.praxis.ee/wp-content/uploads/2016/08/IKT-hariduse-uuring_aruanne_mai2017.pdf (19.07.2018).

Licht, A. H., Tasiopoulou, E., Wastiau, P. (2017). Open Book of Educational Innovation. European Schoolnet.

Lorenz, B., Peets, M (2016). ProgeTiigri Digitaalne Kogumik. https://expo.ekool.eu/archive/2016/slides/Tehnoloogiaharidus2_Birgy_Lorenz.pdf (28.07.2018).

McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. Science Education International, vol. 27(4), 530-569.

Mosley, P., Ardito, G., Scollins, L. (2016). Robotic Cooperative Learning Promotes Student STEM Interest. American Journal of Engineering Education, vol. 7(2), 117-128.

Muldma, M. (2011). Muusikaline mõtlemine. Põhikooli valdkonnaraamat. Kunstid, www.oppekava.ee (20.07.2018).

Nutilabor, veebileht. (i.a.). <http://www.nutilabor.ee/projektist> (28.07.2018).

Pata, K. (i.a). Toetussüsteemid haridustehnoloogilistes õpidisainides, 8. loeng, Kai Pata, TLÜ. <https://www.tlu.ee/~kpata/haridustehnoloogiaTLU/loeng8.pdf> (27.07.2018).

Pedaste, M., Kori, K., Tõnisson, E., Palts, T., Altin, H., Rantsus, R. (2016). What Happens to IT Education? The Case in Estonia with Some Recommendations for International Discussion. 2015. https://sisu.ut.ee/sites/default/files/ict/files/pedaste_et_al_2016.pdf (26.07.2018).

Peenra, K. (2010). Veebipõhise ja auditoorse õppe kombineerimine õhusõiduki juhtimise erialaõppes. Magistritöö. Tartu Ülikool, sotsiaal - ja haridusteaduskond.

https://www.google.com/url?q=http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/29016/peerna_kaie.pdf&sa=D&ust=1532793034684000&usg=AFQjCNG63jvTSTPj84RSa49NhKu_b9s-N (20.07.2018).

Prei, E. (2013). IKT vahendite kasutusaktiivsus Eesti üldhariduskoolides. HITSA Innovatsioonikeskus.
http://www.innovatsioonikeskus.ee/sites/default/files/tekstifailid/Sihtgrupi_kysitus_2012_2.pdf (01.08.2018).

Probleemõppe lähtekohad. (i.a.).

https://www.htk.tlu.ee/pbl/konstruktivism_pbl_lahtekohad.html (06.07.2018).

ProgeTiigri programmi raames toetuse saanud haridusasutused ja soetatud seadmed (2014-2017 a). (2018). HITSA. <https://media.voog.com/0000/0034/3577/files/2014-2017%20PT%20toetust%20saanud%20haridusasutused-1.pdf> (06.07.2018).

ProgeTiiger, veebileht. (i.a.). <https://www.hitsa.ee/ikt-haridus/progetiiger> (22.07.2018).

Reponen, H. (2017). Foorumite kasutamine vaba juurdepääsuga e-kursustel kursuse „Pro-grammeerimisest Maalähedasel“ näitel. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool, haridusteaduste instituut.
http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/57363/reponen_hanna_liisa_ba.pdf (30.07.2018).

Riedo, F., Freire, M., Fink, J., Ruiz, G., Fassa, F., Mondada, F. (2013). Upgrade Your Robot Competition, Make a Festival! IEEE Robotics & Automation Magazine, vol. 20(3), 12-14.

Robootika veebileht. (i.a.). <https://www.robootika.ee> (20.07.2018).

Runnel, R. (2016). Kombineeritud õppe efektiivsus hambaarstiüliõpilaste õppetöös. Ennast juhtiv õppija 20.10.2016. *Tartu KVÜÕA: KVÜÕA, 25–27*. <https://www.ksk.edu.ee/wp-content/uploads/2017/08/Kombineeritud-%C3%B5ppe-efektiivsus-hambaarsti-%C3%BCli-%C3%B5pilaste-%C3%B5ppet-%C3%B6%C3%B6s.pdf> (20.07.2018).

Saviir, M. (2014). Roboteid omavate Eesti koolide õpetajate ning juhendajate hinnangud koolirobootikaga seonduvale ning ootused robootikateemaliste ülesannete ja juhendite

andmebaasile. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool, haridusteaduste instituut.
http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/41969/saviir_marit.pdf (26.07.2018).

Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., Vergine, C. (2015). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 174, 3838 – 3846.

Sepp, L. (2013). Robotika?... See on imelihtne!. Kirjastaja MTÜ Robotika.COM.

Sellin, J. (2015). Robotika ja programmeerimise õppematerjalide infosüsteem. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool, arvutiteaduse instituut.

Strategic Research Agenda for Robotics in Europe 2014--2020. (2015). euRobotics.

Sullivan, A., Bers, M. U. (2016). Girls, Boys, and Bots: Gender Differences in Young Children's Performance on Robotics and Programming Tasks. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, vol. 15, 145-165.

Tartu Ülikool, veebileht. (i.a.). E-õpe. <https://www.ut.ee/et/oppimine/e-ope> (20.07.2018).

The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs. (2017). A positioning paper by the International Federation of Robotics.

Tiigrihüppe Sihtasutuse aastaraamat 2007. (2007). Tiigrihüppe Sihtasutus.
<https://www.digar.ee/arhiiv/nlib-digar:191858> (26.07.2018).

Tiirik, A. (2009). E-kursus "LEGO MINDSTORMS NXT algkursus". Bakalaureusetöö, TÜ arvutiteaduse instituut.

Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., Yeo, S. H. (2016). A Review on the Use of Robots in Education and Young Children. *Educational Technology & Society*, vol.19(2), 148–163.

Vetik, L. (2016). Eesti noored lahendavad maailma suurimal robotikavõistlusel prügiga seotud probleeme. Koolielu haridusportaal.

<https://koolielu.ee/info/readnews/495438/eesti-noored-lahendavad-maailma-suurimal-robotikavoiistlusel-prugiga-seotud-probleeme> (28.07.2018).

Vetik, L. (2017). Heilo Altin: Eesti koolisüsteemis võiksid asjad olla nagu ümberpööratud klassiruumis. Koolielu Haridusportaal.

<https://koolielu.ee/uudiskiri/readnews/531670/heilo-altin-eesti-koolisusteemis-voiksid-asjad-olla-nagu-umberpooratud-klassiruumis> (08.07.2018).

Viilukas, K. (2016). Arvutialaste ainete õpe Eesti põhikoolides kahe maakonna näitel. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool, arvutiteaduse instituut. https://comserv.cs.ut.ee/ati_thesis/datasheet.php?id=53601&year=0 (30.07.2018).

Villems, A., Koitla, E., Kusnets, K., Pilt, L., Kusmin, M., Dremljuga-Telk, M., Varendi, M., Plank, T. jt. (2013). Juhend kvaliteetse e-kursuse loomiseks. Eesti Infotehnoloogia Sihtasutus. http://www.e-ope.ee/images/site_0/FINAL_trykk.pdf (01.08.2018).

Võgotski, veebileht. (i.a.). https://et.wikipedia.org/wiki/Lev_Võgotski (27.07.2018).

8 Lisad

I Kogutud õppematerjali tabel

Tabel 1. Kogutud ja süstematiseeritud robotika õppematerjali koondav tabel

Jrk nr	Robotika-vahend	Õppematerjali nimi	Kooliaste (ka)	Tunde/kestvus	Ainetund/lõiming/muu	Materjali asukoht - link
1	Bee-Bot	Mesilind	eelkool	1/45 min	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, muusika.	https://gerlilehe.wordpress.com/2017/08/24/tunnikava/
		Bee-Bot ja tähed	eelkool	20-45	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, kunst, tehnoloogia.	http://iktoppematerjalid.weebly.com/uploads/6/8/4/6/68464403/hitsa_tunnikava_2017-2.pdf
		Kui pikk oli sinu uni	eelkool	20-45	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, kunst, tehnoloogia	http://pihlapuu.ee/wp-content/uploads/2018/02/KUI-PIKK-ON-SINU-UNI_-2.pdf
		Millise emotsiooniga ärkasid	eelkool	20-45	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, kunst, tehnoloogia	http://pihlapuu.ee/wp-content/uploads/2018/02/KUI-PIKK-ON-SINU-UNI_-2.pdf
		Äpp Bee-Bot Äpi Bee-Bot kasutamine nutiseadme	eelkool /I ka	45 min	Juhend	http://progetunnid.weebly.com/uploads/2/3/2/2/2322110/%C3%84pp_bee-bot_tunnikava_.pdf
		Muinasjutu kodu	eelkool	35 min	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, kunst, tehnoloogia	http://progetiiger.ee/file/616/Bee%20Bot%20tegevuse%20konspekt.pdf
		Muinasjutt Kolm karu	eelkool	20 min	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, kunst, tehnoloogia	http://progetiiger.ee/file/616/Bee%20Bot%20tegevuse%20konspekt.pdf

		Karupoeg Puhh 100 aakri metsas	I ka	45 +45 min	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, kunst, muusika, liikumine	https://koidulaharidustehn.wixsite.com/tund/geomeetrilised-kujundid-taimed-ja-v
		R ja poemäng Kunsti loomine Bee-Bot roboti kaasabil	eelkool/ I ka	60 min	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, kunst, muusika, liikumine	http://mkarengumapp.weebly.com/r-ja-poemaumlng.html
		R ja poemäng Hea müüja ja käitumisnormid poes	eelkool/ I ka	60 min	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, kunst, muusika, liikumine	http://mkarengumapp.weebly.com/r-ja-poemaumlng.html
		R ja seenelkäik	eelkool/ I ka	60 min	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, kunst, muusika, liikumine tutvuda Eesti metsades kasvavate seeneliikidega; 2) eristada söödavaid ja mitesöödavaid seeneliike.	http://mkarengumapp.weebly.com/r-ja-seenelkaumlk.html
		Noodi lükkamine	II ka	45 min	Absoluutsüsteemi tähtnimed, programmeerimine-Noodid ja noodijoonestik	https://kivisilla.wordpress.com/noodilykkamine/
		Afroameerika muusikastiilid	III ka	45 min	Muusika, kunstained Popmuusika ajalugu, Džässmuusika algus, Afroameerika muusikastiilid	https://kivisilla.files.wordpress.com/2017/12/afro.pdf
		Muusikatehnika arengujoon	III ka (8. klass).	45 min	Muusika, kunstained -Kinnistada teadmisi ajaloolistest sündmustest, mis on tihedalt seotud muusika tehnika arenguga. Teada õiget leiutiste kronoloogiat, loogiliste seoste loomine	https://kivisilla.wordpress.com/muusikatehnika-areng/

		Ulmemaja	II ka	45 min	Kunstiained, kunst - loob seosed kunsti, arhitektuuri ja tehnoloogia vahel	http://jyrikunst.weebly.com/
		Fantaasia hoone plaan	II ka	45 min	Kunstiained, kunst - loob seosed kunsti, arhitektuuri ja tehnoloogia vahel	http://jyrikunst.weebly.com/tunnikava-2.html
		Janika tutvustav video	Õpetajale /huvilisele		Videotutvustus	https://www.youtube.com/watch?v=ULfB3g_jpnw&feature=youtu.be
		Rekato kasutusjuhend Bee-Botile	Õpetajale /huvilisele		Kasutusjuhend	https://www.insplay.eu/sites/default/files/manuals/EL00396B-1.pdf
		Insplay õpilugude raamat	Õpetajale /huvilisele		Õpilugude raamat	https://www.insplay.eu/et/bee-bot_raamat
		Insplay BlueBoti juhend	Õpetajale /huvilisele		Juhend	https://www.insplay.eu/sites/default/files/manuals/EL00485B.pdf
		Bee-Boti ohutusjuhend	Õpetajale /huvilisele		Ohutusjuhend	https://raikkylakool.wordpress.com/2017/01/31/beeboti-ohutusjuhend/
		Näiteid Bee-Boti kasutamisest -Raikküla	Õpetajale /huvilisele		Kasutusnäiteid	https://raikkylakool.wordpress.com/2017/01/31/naiteid-meie-beeboti-kasutusest/
		Näiteid tegevustest -Kröll lasteaed	Õpetajale /huvilisele		Kasutusnäiteid	http://proetiiger.ee/file/604/N%C3%A4ited%20%20%C3%B5ppetevustest.pdf
		Bee-Bot kasutus video	Õpetajale /huvilisele		Kasutusnäiteid	https://www.youtube.com/watch?v=IXxKHHdNEA4
		Bee-Bot kasutusjuhend vene keeles	Õpetajale /huvilisele		Kasutusjuhend	https://www.insplay.eu/sites/default/files/manuals/EL00396B-2.pdf

		ProBoti kasutusjuhend	Õpetajale /huvilisele		Kasutusjuhend	https://www.insplay.eu/sites/default/files/manuals/EL00535B.pdf
		Bee-Bot hoki mäng - soomekeelne	Õpetajale /huvilisele		Kasutusnäiteid	https://drive.google.com/file/d/0B-hr-Swac-IQV09sMzRXbkwxLUU/view
		Äpp Blue-Bot	eelkool	3x45 min	Tunnikavad	http://progetunnid.weebly.com/uploads/2/3/2/2/2322110/%C3%84pp_blue-bot_tunnikava_.pdf
2	Ozobot	Ozobot ja värvid	eelkool	20-45	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika, kunst, tehnoloogia.	http://iktoppematerjalid.weebly.com/uploads/6/8/4/6/68464403/hitsa_tunnikava_2017-2.pdf
		Tunne Eestimaa kunsti	III ka	45 min	Kunstiained, kunst - pakub seoseid kunsti, ajaloo ja geograafia vahel	http://jyrikunst.weebly.com/tunnikava-3.html
		Avasta Euroopa kunsti	III ka	45 min	Kunstiained, kunst pakub seoseid kunsti, ajaloo ja geograafia vahel	http://jyrikunst.weebly.com/tunnikava-4.html
		Ozobot robotiga kirjatähti uurima	I ka	2x 45 min	Eesti keel ja kirjutamine	https://minunimiblog.files.wordpress.com/2017/12/tegevuse-konspekt1.pdf
		Tutvustavad tunnimaterjalid - ülevaade, äpp, bloky, monogramm, koodid, mängud	I ka	6x20 min	Kasutamise võimalused ja tutvustus	https://gagrobootikablog.wordpress.com/about/
		Sirge, murdjoon, pikkusühikud	I ka	3x45 min	Matemaatika – geomeetria sirglõik - Paralleelsed, ristuvad ja lõikuvad sirged pikkusühikud ja teisendamine	https://gagrobootikablog.wordpress.com/about/opetajate-tunnikavad/sirge-murdjoon-pikkusuhikud-3-klass/

		Sirglõik, kaart ja plaan	II ka	3x45 min	Matemaatika - geomeetria: sirglõik ja loodusõpetus kaart ja plaan - Kaardi lugemine, teekonna joonestamine ja lühima/pikima vahemaa leidmine	https://gagrobootikablog.wordpress.com/about/opetajate-tunnikavad/sirgloik-kaart-plaan-3-klass/
		Ilmakaared, kaart	I ka	3x45 min	Matemaatika - geomeetria: sirglõik ja loodusõpetus kaart - Kaardi lugemine, teekonna joonestamine, ilmakaared ja vari	https://gagrobootikablog.wordpress.com/about/opetajate-tunnikavad/ilmakaared-kaart-3-klass/
		Kujudid osa tervikust	I ka	100 min	Matemaatika- geomeetria: kujundid, osa leidmine tervikust -Hulknurgad, übermõõt, ringjoon, osa leidmine tervikust	https://gagrobootikablog.wordpress.com/about/opetajate-tunnikavad/kujundid-osa-tervikust-3-klass/
		Kiirus, tee pikkus, aeg	I ka	100 min	Matemaatika -pikkus ja ajaühikud, loodusõpetus -kiirus -Pikkus - ja ajaühikud, kiirus, kaart ja orienteerumine	https://gagrobootikablog.wordpress.com/about/opetajate-tunnikavad/kiirus-teepikkus-aeg-3-klass/
		Lineaarfunktsioon	III ka- 7 klass	2 x 45 min	Matemaatika- lineaarfunktsioon ja selle graafik -Kahe punkti meetodiga sirge võrrandi koostamine	http://lainetunnikavad.weebly.com/lineaarfunktsioon.html
		Ozobot'i tutvustav materjal	Õpetajale /huvilisele		Juhendmaterjal	https://koolielu.ee/info/readnews/527496/eestis-joudis-muugile-populaarse-ozoboti-roboti-uae-polvkonna-intelligentne-mudel-evo
		Ozobot Bit 2.0 stardikomplekt - kasutaja manuaal	Õpetajale /huvilisele		Juhendmaterjal	https://www.insplay.eu/sites/default/files/manuals/OZO-040201-03.pdf

		Ozobot Evo stardikomplekt -kasutaja manuaal	Õpetajale /huvilisele		Juhendmaterjal	https://www.insplay.eu/sites/default/files/manuals/OZO-070601-01.pdf
		Õppetegevuse näited lasteaia -lasteaed Kröll Tartus	Õpetajale /huvilisele		Näidismaterjal	http://progetiiger.ee/file/604/N%C3%A4ited%20%20%C3%B5ppetegevustest.pdf
		10 piires arvutamine -Tartu Kannikese lasteaia näide	eelkool		Matemaatika - Arvutamine 10 piires	http://progetiiger.ee/file/620/ozobot%20ja%20matemaatika.pdf
		Ozobot for beginners - inglise keelne veebikoolitus algajatele	Õpetajale /huvilisele		juhendmaterjal	https://www.udemy.com/ozobot-for-beginners/
		How to use Ozobot - inglise keelne video	Õpetajale /huvilisele		video	https://www.youtube.com/watch?v=m5d4iXGbIGs
		Ozobot Bit ja Evo - tutvustav video inglisekeelne	Õpetajale /huvilisele		Tutvustav video	https://www.youtube.com/watch?v=-4KVHoPr6M
		Ozobot lesson library - inglise keelsed tunnimaterjalid	Õpetajale /huvilisele		Ingliskeelsed tunnimaterjalid	https://portal.ozobot.com/lessons
		Ozobot'i tutvustav ingliskeelne video	Õpetajale /huvilisele		Tutvustav video	https://www.youtube.com/watch?v=Aw_qJp6jm8I
	WeDo 1.0 ja 3 WeDo 2.0	Rõõmsad robotid reisivad rühma	eelkool	120 min	Mina ja keskkond, keel ja kõne, matemaatika - Robotitega tutvumine, R täht, jms	https://kustiportfoolio.weebly.com/uploads/1/1/2/2/112222595/progetiiger_kustasoo_roomsadrobotid2.pdf

		WeDo 1.0 Juhendmaterjal	Õpetajale /huvilisele		Juhendmaterjal	https://koolielu.ee/waramu/view/1-2b0f834f-c542-435e-a7ae-63e7ec580fdc
		We Do 1.0 tutvustav video	Õpetajale /huvilisele		Tutvustav video	https://www.youtube.com/watch?v=4rbuwG5vCeQ
		Õpilugu „Loogilise mõtlemise arendamine loogika-matemaatikatunnis “	I ka		Loogika-matemaatika - Õpilugu sellest kuidas roboteid kasutada matemaatika tunnis	http://oppevara.hitsa.ee/opilood/lego-wedo-1-0-ja-2-0-2-ja-3-klass-loogika-ja-matemaatika/
		Harivad klotsid -tutvustav materjal, sh ka We do 2.0	Õpetajale /huvilisele		Tutvustav materjal	https://koolielu.ee/waramu/view/1-0c16f349-6358-4eb4-8b77-6638b6505633
		Näidend 3kl lastele "Ei või olla"	I ka		Robotikaga tutvumine	http://koopadigijuhtimine.blogspot.com/p/3-klass.html
		Robot ainetunnis: TEEMA: GEOMEETRILISED KUJUNDID JA ROBOT SNOWFLOW	I ka		Matemaatika, eesti keele, ja robotika lõimingu - ehtasid juhendi järgi roboteid. Õpilased õppisid koostama ja kasutama lihtsamaid programme	https://kivilinn.tartu.ee/sites/default/files/u2/matemaatika_ja_robotika.pdf
		Robot ainetunnis: TEEMA: ARVUD JA ROBOT „RECYCLING TRUCK “	I ka		Matemaatika, eesti keele, ja robotika lõimingu - ehtasid juhendi järgi roboteid. Õpilased õppisid koostama ja kasutama lihtsamaid programme	https://kivilinn.tartu.ee/sites/default/files/u2/matemaatika_ja_robotika.pdf
		Robot ainetunnis: MATEMAATI LINE JUTUKE JA ROBOT „ROVER“	I ka		Matemaatika, eesti keele, ja robotika lõimingu - ehtasid juhendi järgi roboteid. Õpilased õppisid koostama ja kasutama lihtsamaid programme	https://kivilinn.tartu.ee/sites/default/files/u2/matemaatika_ja_robotika.pdf

		Robot ainetunnis: EESTI KEEL JA ROBOOTIKA	I ka		Eesti keele ja robootika lõimingu - ehitasid juhendi järgi roboteid. Õpilased õppisid koostama ja kasutama lihtsamaid programme	https://kivilinn.tartu.ee/sites/default/files/u2/eesti_keel_ja_robootika.pdf
		Robot ainetunnis: TEEMA: LUGEMINE ROBOTI „RACE CAR” ABIL.	I ka		Eesti keele ja robootika lõimingu	https://kivilinn.tartu.ee/sites/default/files/u2/eesti_keel_ja_robootika.pdf
		Robot ainetunnis: TEEMA: MUINASJUTTUDE TUNDMINE ROBOTI „FROG” ABIL.	I ka		Eesti keele ja robootika lõimingu	https://kivilinn.tartu.ee/sites/default/files/u2/eesti_keel_ja_robootika.pdf
		Lego kodulehel tunnimaterjalid (inglise keeles)	I ka		Lõimitud loodusteadustega	https://education.lego.com/en-us/middle-school/lesson%20plans?pagesize=36&Products=LEGO%20Education%20WeDo%202.0%20Core%20Set
		WeDo 2.0 tutvustav video	Õpetajale /huvilisele		Tutvustav video	https://www.youtube.com/watch?v=uY OiElbR2Q8
4	LEGO EV3	Esimene tutvus EV3-ga	III ka	45 min	Matemaatika - Tutvumine roboti ja programmeerimise keskkonnaga	https://materobot.weebly.com/tutvumine-ev3-ga.html
		Güroandur ja pööramine	III ka	2x45 min	Matemaatika - Seosed matemaatikaga: nurgakraad, korrapärane hulknurk, välisnurk, ringi ümbermõõt, korrapärase hulknurga ümbermõõt, diameeter, kordsed seosed	https://materobot.weebly.com/guumlroandur-ja-poumloumlramine.html
		Võrdeline seos	III ka	45 min	Matemaatika - Kiirus, teepikkus ja aeg. Graafik, andmete kogumine, analüüs. Mõõteviga	https://materobot.weebly.com/votilderde-line-seos.html

		Ringi ümbermõõt	III ka	45 min	Matemaatika - Näha ringjoone pikkuse valemi seost tegeliku eluga.	https://materobot.weebly.com/ringi-uumlbermotildeotildet.html
		Pöördvõrdeline sõltuvus	III ka - 7 klass	3 x 45 min	Matemaatika- pöördvõrdeline sõltuvus	http://lainetunnikavad.weebly.com/poumloumlrdvotilderdeline-sotildeltuvus.html
		Kujundite tunnetuslik määramine	III ka - 7 klass	45 min	Matemaatika - tehnoloogia, innovatsioon, robotika	https://drive.google.com/drive/folders/0B92R-6HlwrdaRWdNUjhKSUVLbkE
		Vektorite õppimine robotite abil - video	III ka		Matemaatika, füüsika, informaatika	https://www.youtube.com/watch?v=OK1S1UzSWOk
		Õpilugu Ev3 ja ringi pindala arvutamine	III ka - 7 klass	2x 45 min	Lõiming oli tehnoloogiaõpetuse, tööõpetuse, füüsikaga.	http://oppevara.hitsa.ee/opilood/lego-mindstorms-ev3_7-klass_matemaatika/
		Oskus määrata horisontaalpinnal nurga suurust	II ka - 5 klass	45 min	Matemaatika - Tehnoloogia, innovatsioon, robotika	https://drive.google.com/drive/folders/0B92R-6HlwrdaRk5VaUU4c0FnMUK
		Lego EV3 programmeerimine Pyton keskkonnas	III ka - 7-9 klass	45 - 75 min	Tehnoloogiaõpetus, Tehnoloogia igapäevaelus -Python programmeerimine praktikas	https://courses.cs.ut.ee/t/kids/Main/Ev3python
		Mehhatroonika ja robotika valikkursuse I aste (LEGO Mindstorms EV3)	Õpetajale /huvilisele	12 nädalat	Õppematerjal on loodud HITSA õpetajakoolituse läbiviimiseks	https://koolielu.ee/waramu/view/1-bd232f5b-21b8-4f84-a02c-62fece969ecb
		LEGO Mindstorms EV3 edasijõudnutele	Õpetajale /huvilisele		Õppematerjal on loodud HITSA õpetajakoolituse läbiviimiseks	https://koolielu.ee/waramu/view/1-85eb682a-4a6d-477b-8c55-cdfd73bed74a

		LEGO Mindstorms EV3 roboti ühendamine Raspberry Pi ja Arduino arendusplatvormidega	Õpetajale /huvilisele		Õppematerjal on loodud HITSA õpetajakoolituse läbiviimiseks. Õppematerjalid on loodud neile, kes soovivad kasutada LEGO Mindstorms EV3 täiendavaid võimalusi ja kes soovivad siseneda "päris" robotikasse koos selle valude ja võludega.	https://koolielu.ee/waramu/view/1-27c1a44a-e788-4eb4-a2fa-b688f11763e9
		LEGO Mindstorms EV3 robotikakomplekti kasutamine füüsika, matemaatika ja teadusõppe ainekavas. Roboti erinevad liikumisvõimalused	Õpetajale /huvilisele		Koolitus on suunatud klassiõpetajatele, matemaatika-, füüsika-, tehnoloogia- ja informaatikaõpetajatele, kes soovivad kasutada LEGO EV3 komplekti õppevahendina praktiliste ja probleemülesannete lahendamisel.	https://koolielu.ee/waramu/view/1-24d856f2-3a0d-4297-abb8-418fdbdfac8b
		Lego EV3 programmeerimise videotutvustus - Janika Leoste	Õpetajale /huvilisele		Videotutvustus	https://www.youtube.com/watch?v=27FoMU60_vg
		LEGO EV3 alustamine - juhendmaterjal	Õpetajale /huvilisele	4x 60 min	Juhendmaterjal	https://www.robotika.ee/wp/?page_id=30
		LEGO EV3 programm alustamine - 10 tunni materjal	Õpetajale /huvilisele	10 x75 -90 min	10 tunni materjal	https://drive.google.com/drive/folders/0B92R-6HlwrdaeU1JYm5zYU9ybzg
		ROBOTC õppematerjal-programmeerimine C keeles LEGO EV3	III ka / gümnaasium		Programmeerimine C keeles	https://www.robotika.ee/wp/wp-content/uploads/2015/10/ROBOTC-%C3%B5ppematerjal-keskkoolile.pdf

5	Edison	Teepikkuse valem	II ka -5 klass	2x45 min	Matemaatika - teepikkuse mõõtmine, seoste loomine kiiruse ja teepikkuse vahel	http://kairitunnikavad.weebly.com/5kl-teepikkuse-valem.html
		Arvu aste, ruut ja kuup	II ka -7 klass	2x45	Matemaatika- arvu aste , täisarvude ruut ja kuup -Oskab luua 10 ülesandega programmi arvude ruut ja kuup arvutamiseks	http://kairitunnikavad.weebly.com/7-kl-arvu-aste.html
		Sissejuhatus Edisoni programmeerimiseks Edware äpiga	Õpetajale /huvilisele		Üldine õppematerjal	https://koolielu.ee/waramu/view/1-fbe409e4-ec7b-40ef-a881-79df939d0487
		Sinu seiklus robotikas - 10 tunnikava	Õpetajale /huvilisele		Üldine õppematerjal	https://meet Edison.com/content/Lesson-plans/Robotics-WPS-10-lesson-plans-Estonian.pdf
		Suur seiklus- sina oled juht!	Õpetajale /huvilisele		Üldine õppematerjal	https://meet Edison.com/content/EdBooks/Estonian/EdBook1-Sinu-seiklus-robotikas-Sina-oled-juht.pdf
		Suur seiklus- sina oled programmeerija!	Õpetajale /huvilisele		Üldine õppematerjal	https://meet Edison.com/content/EdBooks/Estonian/EdBook2-Estonian.pdf
		Suur seiklus - sina oled ehitaja!	Õpetajale /huvilisele		Üldine õppematerjal	https://meet Edison.com/content/EdBooks/Estonian/EdBook3-Estonian.pdf
		Edisoni tutvustav video - Janika Leoste	Õpetajale /huvilisele		Üldine õppematerjal	https://www.youtube.com/watch?v=Gp06dAdXtQE&feature=youtu.be
		Edison algajale -Udemy kursus - Janika Leoste	Õpetajale /huvilisele		Kursus	https://www.udemy.com/edison-for-beginners/

6	Arduino	Arduino Roboti ehitamine	Õpetajale /huvilisele	1,5 AP	Informaatika (programmeerimine), matemaatika (arvutused), füüsika (elektroonika, mehaanika)	https://koolielu.ee/waramu/view/1-da72e24e-2011-4e5f-a1c3-426a1ca90c0a
		Arduino kasutamine LEGO Mindstorms EV3 robotiga	Õpetajale /huvilisele		Informaatika (programmeerimine), matemaatika (arvutused), füüsika (elektroonika, mehaanika)	https://koolielu.ee/waramu/view/1-27c1a44a-e788-4eb4-a2fa-b688f11763e9
		LEGO Mindstorms EV3 roboti ühendamine Raspberry Pi ja Arduino arendusplatvormidega	Õpetajale /huvilisele		Juhendmaterjal	https://koolielu.ee/waramu/view/1-27c1a44a-e788-4eb4-a2fa-b688f11763e9
		Miniarvutite ja mikrokontrollerite arendusplatvormid koolidele	Õpetajale /huvilisele	52 audit. tundi	Anda ülevaade miniarvuti ja mikrokontrollerite funktsionaalsusest ja rakendusvõimalustest koolis.	https://koolielu.ee/waramu/view/1-e9cc3b65-d0dc-4586-a407-ac811f188fb1
		Arduino konstruktor "ROBI " kokkupanek	Õpetajale /huvilisele		Õppevideo konstruktori kokku panemisest	https://www.youtube.com/watch?v=OPz41vDi1wQ
		Arduino videotutvustus (ingliskeelne)	Õpetajale /huvilisele		Õppevideo konstruktori kokku panemisest	https://www.youtube.com/watch?v=fCxzA9_kg6s
		Arduino videotutvustus (inglise keelne)	Õpetajale /huvilisele		Õppevideo Arduino kasutamisest	https://www.youtube.com/watch?v=5F054MNB1QI
		Arduino 10 projekti	Õpetajale /huvilisele		Põnevad projektid - joonistamismasin, tasakaaluliikur jne	https://www.youtube.com/watch?v=eJg3yuAAawA
		149 Arduino roboti projekti	Õpetajale /huvilisele		Üleslaaditud projektide valik	https://create.arduino.cc/projecthub/projects/tags/robot

7	mBot	mBot sõidab taksistuseni - tunnikava	II ka	45 min	Tehnoloogiaõpe - programmeerimise sissejuhatus	https://drive.google.com/drive/folders/0B24ZGDsEsOBpYVZ5RzE3WHZ6ZFE
		mBot'i kokkupanemine - tunnikava	III ka	45 min	Tehnoloogiaõpetus juhendi järgi kokku panemine	https://drive.google.com/drive/folders/0B24ZGDsEsOBpRWhGa2JGbDVJZmc
		mBot Robot sõidab ringjoonel - tunnikava	III ka / 9. kl	45 mn	Matemaatika- ringjoone arvutused	https://drive.google.com/drive/folders/0B24ZGDsEsOBpNWJLZmFvcGMwWDA
		mBot kasutusjuhend - õpetus	Õpetajale /huvilisele		Kasutusjuhend	https://www.insplay.eu/sites/default/files/manuals/90053.pdf
		mBot korralvur kolmühes robotikakomplekt	Õpetajale /huvilisele		Kasutusjuhend	https://www.insplay.eu/sites/default/files/manuals/90092.pdf
		Airblock modulaarne programmeeritav droon	Õpetajale /huvilisele		Kasutusjuhend	https://www.insplay.eu/sites/default/files/manuals/99808.pdf
		Ülim kümme-ühes robotikakomplekt V2	Õpetajale /huvilisele		Kasutusjuhend	https://www.insplay.eu/sites/default/files/manuals/90040.pdf
		mBot veebikursus -Udemy keskkonnas- TASULINE!	Õpetajale /huvilisele		Kursus	https://www.udemy.com/mbot- algajatele/
		mBot veebikursus edasijõudnutele MOOC	Õpetajale /huvilisele		Kursus	https://sisu.ut.ee/robot
		mBot tutvustus- inglise keelne	Õpetajale /huvilisele		Tutvustus	http://learn.makeblock.com/mbot/
		mBot tutvustus- inglise keelne	Õpetajale /huvilisele		Tutvustus	https://store.makeblock.com/product/mbot-robot-kit
		mBot videotutvustus	Õpetajale /huvilisele		Videotutvustus	https://www.youtube.com/watch?v=chkpweFx6G4

		mBoti kokku panemise pilt juhend	Õpetajale /huvilisele		Kokkupanemise juhend	http://progetiiger.ee/tool/61/makeblock-mbot-ranger-airblock-kumme-uhes-ja-neuron-komplekt
8	Raspberry Pi	Raspberry Pi koolitus algajatele	Õpetajale /huvilisele		Koolitusmaterjal	https://koolielu.ee/waramu/view/1-bfb8088f-b7f0-4cc4-892e-180f6abea021
		LEGO Mindstorms EV3 roboti ühendamine Raspberry Pi arendusplatvormiga	Õpetajale /huvilisele		Juhendmaterjalid ja näidisprogrammid	https://koolielu.ee/waramu/view/1-27c1a44a-e788-4eb4-a2fa-b688f11763e9
		NUTIROBOT - Nutitelefonist kaugjuhitava roboti ehitamine Raspberry Pi näitel	Õpetajale /huvilisele		Roboti ehitamise õpetus	https://courses.cs.ut.ee/t/kids/Main/Nutirobot
		Raspberry Pi tutvustus ja näited	Õpetajale /huvilisele		Tutvustus ja koodi näited jm	https://kuutorvaja.eenet.ee/wiki/Raspberry_Pi
		Raspberry Pi 5 projekti inglise keeles	Õpetajale /huvilisele		Põnevaid projekte	https://www.youtube.com/watch?v=zO6N5QzgNt0
		Raspberry Pi kosmosesse lennutamise projekt inglise keeles	Õpetajale /huvilisele		Põnevaid projekte	https://www.youtube.com/watch?v=IM_DLgJEa0k
		Raspberry Pi tutvustavad videod inglise keeles	Õpetajale /huvilisele		Tutvustavad videod	https://www.youtube.com/watch?v=NFFQmdUc5Vg
		Mis on Raspberry Pi - Wikipedia	Õpetajale /huvilisele		Raspberry Pi ülevaade	https://et.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

* Värvid märgivad sama seadet, mis tabelis 1.

II Kursuse planeerimise tabel

Kursuse planeerimise etapi tabel, kus kirjas sessioonid, vahendid, kooliastmed jm (magistritöös joonis 5).

Kooliaste	Nädal	Kohtumine		Teema	Vahendid	Kontakt	Kas koju kaasa?	Viib läbi	
lasteaed + I kooliaste	1	1 (4 x 45)	Laste-robotika	Lasterobotika (22.09)	(6 tk) Bee-Bot, LEGO Wedo, Progetiiger.ee https://courses.cs.ut.ee/t/digiopik/	Kristi R		Piret Tauno	
lasteaed + I kooliaste	2								
lasteaed + I kooliaste	3								
lasteaed + I kooliaste	4								Kodus
II ja III kooliaste	5	2 (4 x 45)	LEGO robotika	EV3 Sissejuhatus (20.10) roboti kokku panemine tutvumine, programmeerimine, ülesanded	(10tk Heilo + 20tk HITSA) LEGO EV3 Koolirobotika aine, LEGO EV3 Heilo STEM materjalid	Heilo Ramon		Ramon Heilo Tauno	
II ja III kooliaste	6								
II ja III kooliaste	7								Edasijõudnud, valikülesanne
II ja III kooliaste	8								Kodus
II ja III kooliaste	9	3 (4 x 45)	mBot ja Arduino	Sissejuhatus (17.11)	(10 tk) mBot (mBlock) Digiöpik lingid.ee/digiopik Arduino, Robotika MOOC Kingituseks: Arduino Digispark	Tauno		Alo +	
II ja III kooliaste	10								
IV kooliaste	11								
IV kooliaste	12								Kodus
IV kooliaste	13	4 (4 x 45)	IoT projekt	IoT Projekt (15.12)	Arduino Arduino IoT Raspberry Pi Nutirobot nutirobot.ut.ee	Alo	jah	Alo +	
IV kooliaste	14								
IV kooliaste	15								
IV kooliaste	16								Kodus

III LEGO EV3 ploki õppematerjali planeerimine

LEGO EV3 ploki õppematerjali planeerimine

1. Sissejuhatav osa - komplekti tutvustus jms
 - a. [LEGO EV3 tutvustus](#)
 - b. Programmi allalaadimine <https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software>
 - c. Programmi allalaadimise juhend <https://docs.google.com/document/d/1KmCfp7vz7si1zPkBHGh9094vQliI98cVNpxcDistF8/edit#heading=h.8xjmja8qkcm7>
 - d. Lisamaterjal: Lego EV3 Mindstorms Home versiooni eesti keelne kasutusjuhend, [Lego EV3 Mindstorms kasutusjuhend](#)
2. Roboti ehitamine baasrobotiks
 - a. Juhendi järgi [baasroboti juhend](#), koos anduritega (3 tk)
 - b. [Juhendite leidmine tarkvarast](#)
3. Juhtimiskeskus – aju, kontrolleri tutvustus, [juhtploki menüü tutvustus](#)
 - a. EV3 kontrolleri videotutvustus: <https://youtu.be/foRCuMur5wA>
4. Vaatame üle programmeerimiskeskonna:
 - a. Kiire tutvustus - kuidas avada, millised plokid, ühendused jm <https://docs.google.com/document/d/1aiuF9dEEQhW9TZnv3jWHkOoP868ZD2PKaAOoRNNC7DI/edit#>
 - b. Lisamaterjal, videod:
 - i. Palettide tutvustus: <https://youtu.be/R4KCSfDxdAU>
 - ii. Tools menüü: <https://youtu.be/BN-ewUhYxo4>
 - iii. All paremal asuv kastike: <https://youtu.be/atM0mgiZYCw>
 - iv. Programmi aken: <https://youtu.be/CSp7lxEQZyM>
 - v. Lobby: <https://youtu.be/p-5tHL6jiSA>
5. Mootorid programmeerimises
 - a. Ülevaade mootoriplokkidest - mootorid, plokid, kasutamine <https://docs.google.com/document/d/1segRAZREr23p1HNe9WaP630F0S2RQouJOgn-JwaKahI/edit#>
 - b. Ülesanne

6. Andurid - valgusandur, puuteandur ja ultraheliandur
 - a. Puuteandur:
<https://docs.google.com/document/d/1r3fguCmgPmI3ZNismeLUNQPG3COeQg9qcBbFQKNCUvY/edit#>
 - b. Valgusandur:
<https://docs.google.com/document/d/17r4wrvvzscLzNQ7IXFwom1cbAzMqUnGPjaW7gHXmA2w/edit#>
 - c. Ultraheliandur
https://docs.google.com/document/d/1VqUZB_KgTLLbLMV5yDm6AV91m9tmJfhla2ZKCBmH9QM/edit#heading=h.tin62ugb5dat
 - d. Ülesanne
 - e. Lisamaterjalid <https://koolielu.ee/waramu/view/1-c1e70443-ca60-4440-b5d1-b1f2fd74d30c>

Ülesannete valik:

7. Ülesanne: aita Tiinal joonistada poolemeetrise küljepikkusega ruut nii, et robot hakkaks tööle puuteanduri nupust vajutades. Kui robot oma töö lõpetab, näitab mõnd naerul nägu ja mängib heli.
8. Koolirobootikas on palju võistlusi, kus üheks alaks on joonejärgimine. Paneme nüüd oma robotid joont järgima. Kui joonel on takistus, pöörab robot ümber ja jätkab joonejärgimist teises suunas.
 - a. Ühe valgusanduriga joonejärgimise programm
 - b. Swich - kasutamine joonejärgimiseks
 - c. Ultraheliandur takistuse tuvastamiseks, Wait blokk
 - d. Proovime
9. Arvutada ringi pindala, kui on antud diameeter
<https://www.youtube.com/watch?v=r3L4GmH78P4>
 - a. Vahemaa mõõtmine ultrahelianduriga
 - b. Arvutamine - tulemus kuvatakse ekraanil
10. Kodused ülesanded:
 - a. Lihtsam: üliõpilasel Matil käisid sõbrad külas limonaadi joomas ning asetaskid kõik tühjad purgid vaibale. Aita Matil vaibalt kõik tühjad purgid minema lükata. **Selgitus** - eesmärgiks on põrandal asuvalt pinnalt eemaldada esemed. Lahendamiseks on võimalik panna suuremamõduline paberileht põrandale ning sellele asetada joogipurgid. Robot peab üles leidma purgid

ning need paberilt minema lükkama. Lahendades ülesannet saab õpilane teadmisi ultraheli- ning valgusanduri kasutamise kohta.

- b. Keerulisem: lõimumise ülesanne.
- c. Omatehtud ülesanne

11. Lisaülesanded

- a. Teha mõne anduri kohta tutvustav materjal ja näidisülesanne, mida siin materjalides käsitletud ei ole.

IV Peatüki “Ultraheliandur” jaoks ettevalmistatud õppematerjal

Ultraheliandur

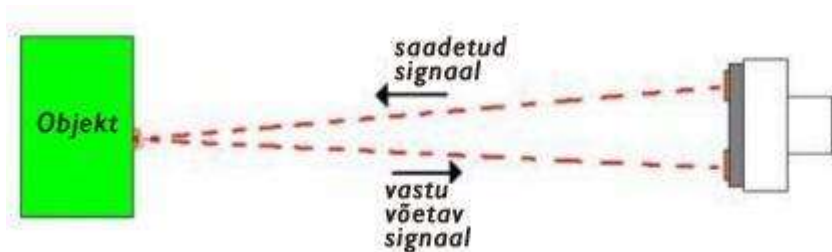


Joonis 1. Ultraheliandur

Ultraheliandur oskab mõõta, kui kaugel asub tema ees olev objekt.

Ultrahelianduri maksimaalne mõõtmisulatus on 250 cm ja lähim mõõdetav kaugus objektist on 3 cm. Kaugusanduri mõõtmistäpsus on +/- 1 cm. Kaugusanduril on 2 režiimi: mõõtmine (*Measure*) ja teise kaugusanduri lähedalolemise kindlakstegemine (*Presence*).

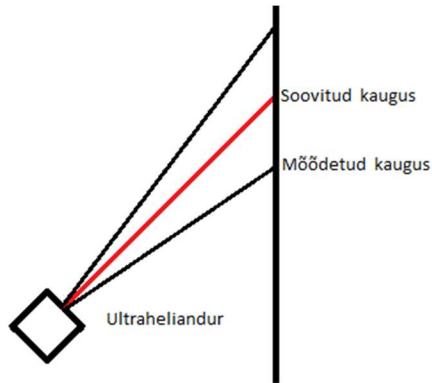
Anduri tööpõhimõte on järgmine: saadetakse välja lühikesi 40 kHz-seid signaale (ultrahelilaineid) ja oodatakse, millal signaal tagasi tuleb. Joonis 2.



Joonis 2. Ultrahelianduri tööpõhimõte

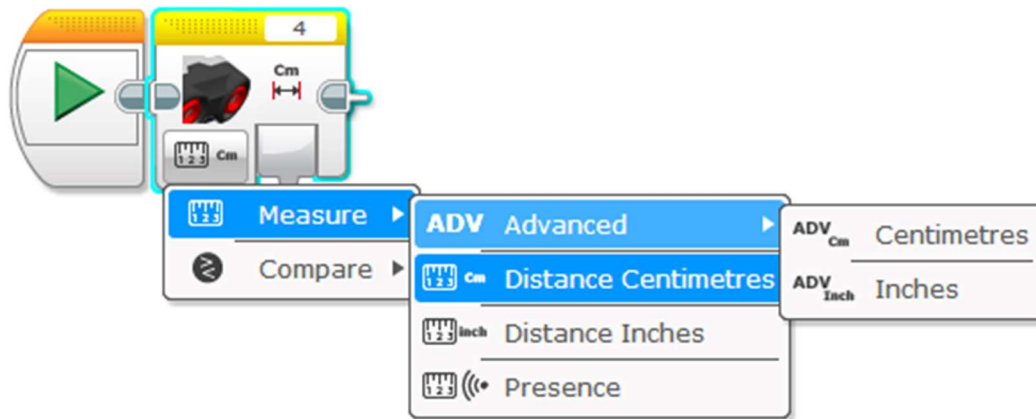
Ultraheliandur tuvastab paremini neid objekte, mis on tugevast materjalist, mitte pehmed ja riidest, kus heli võib hajuda. Keerulisem on anduril leida ka ümaraid - ja nurgelisi objekte. Ultrahelianduriga ei saa tuvastada objekte, mis on liiga lähedal - lähemal kui 3 cm.

Tuleb arvestada sellega, et kui tuvastatav objekt asub ultrahelianduri suhtes nurga all, ehk ei asu anduriga risti, siis tegelik tulemus ja mõõtmistulemus on erinevad. Lisaks väheneb ka ultrahelianduri vaateväli. Vaata joonist 3. See probleem pole segav, kui tegemist on robotiga, mis peab suutma vältida takistust, sest kaugust mõõdetakse takistuse lähimast punktist, mis ongi vajalik selleks, et robot suudaks takistust vältida. Probleem tekib siis, kui soovitakse mõõta mõne kindla punkti kaugust andurist.



Joonis 3. Soovitud kauguse ja mõõdetud kauguse erinevus

Ultrahelianduri programmeerimise plokk



Joonis 4. Ultrahelianduri programmeerimise plokk tarkvaras

- Mõõtmisrežiimis mõõdab või võrdleb kaugusandur kaugust sentimeetrites või tollides. Vaata joonis 4.
- Kohalolekurežiimis kontrollib andur, kas teine ultraheliandur on läheduses. Anduri ikooni kõrval olevast lülitist saab juhtmega tuua kaugusväärtuse ekraanile või arvutusplokki või mujale.

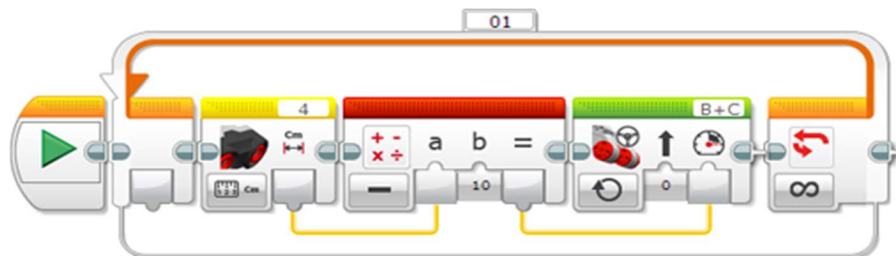
Ultraheliandurit kasutatakse väga tihti *Wait*, *Switch* ja *Loop* plokkides.

Näited:

1. Robot liigub seni, kuni tuvastab mõne objekti lähemal kui 35 cm. Kasutame selleks ootamise (*Wait*) plokki, kus robot mõõdab kaugust ja kui mõõdetkaugus on väiksem kui 35 cm, siis peatub.

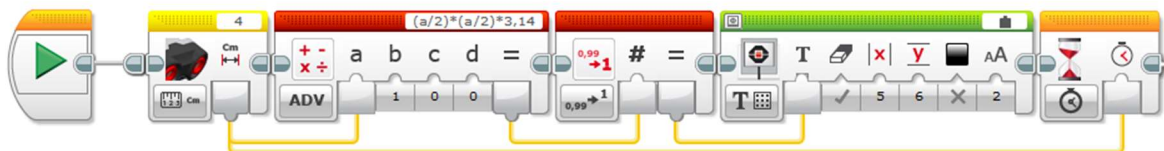


2. Robot liigub ning mõõdab vahemaad takistuseni, tulemus läheb arvutusplokki, seal lahutatakse 10 ja see uus väärtus suunatakse mootoriplokki kiiruse väärtuseks. Mis edasi saab?



Ülesanne 1: Mõõda robotiga ruudu külje pikkus, arvuta ruudu pindala ning kuva see ekraanil.

Ülesanne 2: Arvuta ringi pindala, kui oled robotiga mõõtnud diameetri.



Kasutatud materjal:

1. LEGO Mindstorms EV3 algõpe
<https://koolielu.ee/waramu/view/1-c1e70443-ca60-4440-b5d1-b1f2fd74d30c>
2. LEGO EV3 MINDSTORMS (Home) kasutusjuhend:
<https://www.lego.com/r/www/r/mindstorms/-/media/franchises/mindstorms%202014/downloads/user%20guides/user%20guide%20lego%20mindstorms%20ev3%2010%20all%20et.pdf?l.r2=1708462403>
3. Koolirobootika I. Moodle kursus.
<https://moodle.ut.ee/mod/book/view.php?id=162759&chapterid=21073>
4. LEGO MINDSTORMS EV3 Help.

V Kursuse materjalid vikis:

Kuna kursuse „Koolirobootika I“ materjalidele on TÜ arvutiteaduse instituudi vikis vaba juurdepääs, siis kogu käesoleva töö raames tehtud õppematerjalidega (ca 80 lk) on võimalik tutvuda sellel aadressil: <https://courses.cs.ut.ee/2018/koolirobootika/>

Lihlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Kristina Ausen**

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihlitsentsi) enda loodud teose

Didaktilise õppematerjali koostamine kursuse “Koolirobootika I” põhikooli robootika osas,

mille juhendaja on **Tauno Palts,**

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 08.08.2018