

TARTU ÜLIKOOL  
Arvutiteaduse instituut  
Infotehnoloogia mitteinformaatikutele õppekava

Aly Valvas  
**Robotika suunakursuse loomine gümnaasiumiastmele**  
**Magistritöö (15 EAP)**

Juhendaja: Tauno Palts, PhD

Tartu 2022

## **Robotika suunakursuse loomine gümnaasiumiastmele**

### **Lühikokkuvõte:**

Robotika õpetamiseks ja õppimiseks on koostatud palju materjale ja juhiseid. Leida võib õppematerjale erinevate haridusrobotite kohta, kuid mitmeid erinevaid koolirobootikavahendeid kasutada võimaldavat valikkursust loodud ei ole. On olemas e-kursus Robotikast puust ja punaseks, mis käsitleb ainult Makeblock mBot roboti kasutamist. Samuti on loodud Arduino näitel põhinev riistvara programmeerimise valikkursus gümnaasiumiastmele, mis on mõeldud algajatele ja keskendub pigem elektroonikale. Ka Metshein.com veebilehel on erinevaid elektroonikakursusi. Olemas on 2013. aastal koostatud Robotika gümnaasiumile Mehhatroonika ja robotikaõpik, koos praktiliste ülesannete koguga, kuid selles kasutatavaid õppevahendeid paljudel koolidel pole. Loodud kursus on suunatud gümnaasiumiastmele või põhikooli kolmandale astmele. Praktilisteks õppevahenditeks on valitud haridusrobotid Makeblock mBot, Lego Mindstorms EV3 ja selle lisavahendid. Magistritöö koostamisel lähtuti olemasolevatest õppematerjalidest, koostati praktiliste ülesannete töölehed ja juhendid eelnimetatud haridusrobotite kasutamiseks ning loodi ka projektõppe moodul. Praktilise valikkursuse eesmärgiks on anda ülevaade robotikast, tekitada õppijais huvi nüüdisaegsete tehnoloogiate eesmärgipärase kasutamise vastu, kasutada koolirobootikavahendeid tootearendusprotsessi läbiviimisel ja seeläbi anda praktilisi kogemusi tehnoloogia kasutamises tootearenduse alal. Materjali loomisel lähtuti ADDIE ja Merrilli mudeli printsiipidest. Magistritöö autor piloteeris loodud digitaalset õppevara 10. ja 12. klassi õpilastega. Õpilaste tagasisidest lähtuvalt võib õppematerjalidega üldjoontes rahule jääda. Käesoleva töö käigus loodud robotika suunakursus on pidevas muutumises vastavalt tehnoloogia arengule ja õppijate oskustele, aga ka vastavalt õppevahendite lisandumisele.

### **Võtmesõnad:**

Robotika, koolirobootika, valikkursus, tehnoloogia, õppematerjal, hajaõpe, gümnaasium  
**CERCS:** S270 Pedagoogika ja didaktika, P175 Informaatika, süsteemiteooria

## **Creating a robotics course for the gymnasium level**

### **Abstract:**

Many materials and instructions have been compiled to teach and learn robotics. Learning materials for different educational robots can be found, but an elective course that allows the use of several different school robotics tools has not been established. There is an e-course Robotics from Wood to Red, which only addresses the use of a Makeblock mBot

robot. An elective course for hardware programming based on Arduino's example has also been created for the high school, which is designed for beginners and focuses rather on electronics. There are also various electronic courses available on the Metshein.com website. There is a textbook for Robotics for Gymnasium Mechatronics and Robotics compiled in 2013, along with a collection of practical assignments, but many schools do not have the teaching tools used in it. The course has been created for gymnasium or third level of basic school. Educational robots Makeblock mBot, Lego Mindstorms EV3 and its extensions have been selected as practical learning tools. The master's thesis was compiled on the basis of existing teaching materials, practical assignment worksheets and instructions for using the above-mentioned educational robots were compiled and also was created the project learning module. The aim of the practical course is to give an overview of robotics, to attract learners to the purposeful use of state-of-the-art technologies, to use educational robotics tools to conduct the product development process and thereby to provide practical experience in the use of technology. The material was created in accordance with the principles of the ADDIE and Merrill models. The author of the master's thesis piloted the created digital teaching materials with students in grades 10 and 12. Based on the feedback of the students, the teaching materials can generally be satisfied. The robotics course created of this work is constantly changing according to technological developments and the skills of learners, but also according to the addition of teaching resources.

**Keywords:**

Robotics, educational robotics, elective course, technology, teaching materials, flexible learning, gymnasium

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

## Sisukord

Sissejuhatus .....	6
1. Õppematerjali koostamisel kasutatud mudelid .....	8
1.1 ADDIE mudel.....	8
1.2 Merrilli mudel.....	9
2. Digitaalne õppematerjal .....	11
2.1 Kursuse õppematerjali välja töötamine ja kvaliteedi hindamine.....	11
2.1.1 Analüüsi etapp.....	12
2.1.2 Kavandamise etapp .....	12
2.1.3 Väljatöötamise etapp.....	13
2.1.4 Kasutamise etapp .....	14
2.1.5 Hinnangu andmise etapp .....	15
2.2 Digitaalsete õppematerjalide tüübid .....	15
3. Kursuse läbiviimisel kasutatavad õppemeetodid ja viisid .....	17
3.1 Loeng.....	17
3.2 Rühmatöö .....	18
3.3 Kokkuvõtte kirjutamine loetu kohta.....	19
3.4 Ajurünnak .....	19
3.5 Õppe korraldamise viisid - Digiõpe, kontaktõpe ja hajaõpe .....	19
3.6 Ümberpööratud klassiruum .....	19
4. Kursusel rakendatav hindamine .....	20
4.1 Abimaterjalidega kirjalik töö.....	20
4.2 Aruanne .....	20
4.3 Esitlus .....	21
4.4 Probleemi lahendamine .....	21
4.5 Projekt.....	21
4.6 Referaat.....	21
4.7 Struktureeritud kirjalik töö .....	21
5. Õppematerjali koostamise protsess .....	22
5.1 Riistvara.....	24
5.1.1 Lego Mindstorms EV3 .....	25
5.1.2 Makeblock mBot.....	25
5.1.3 Arduino Starter Kit.....	26
5.1.4 EVShield laiendusplaat Arduinole.....	27
5.2 Tarkvara.....	27

5.2.1	Lego Mindstorms Education EV3.....	27
5.2.2	mBlock 5 .....	27
5.2.3	Visual Studio Code .....	28
5.2.4	Arduino IDE.....	28
5.2.5	Microsoft MakeCode .....	28
5.2.6	Open Roberta Lab .....	28
5.3	Õpikeskkond Moodle .....	28
6.	Tulemused ja analüüs .....	30
6.1	Kursuse õppematerjal .....	30
6.1.1	Kursuse struktuur .....	30
6.1.2	Kursuse sisuline kujunemine.....	31
6.1.3	Õppevahendi valik .....	32
6.2	Õppetöö läbiviimine ja hindamine .....	33
6.3	Tagasiside .....	34
6.4	Analüüs.....	38
7.	Kokkuvõte .....	41
	Viidatud kirjandus.....	42
	Lisad.....	44
	Lisa 1 .....	44
	Lisa 2 .....	45
	Lisa 3 .....	47
	Lisa 4.....	48
	Lisa 5.....	49
I.	Litsents .....	53

## Sissejuhatus

Tänapäeva ühiskonnas on järjest kasvav nõudlus infotehnoloogiaalaste teadmistega töötajate järele (Arenguseire Keskus, 2018). Arvestades tööturu nõudlust, peaks põhjalikum informaatika õpe saama alguse võimalikult vara – juba põhikooli III- või hiljemalt gümnaasiumiastmes.

K. Parve toob välja oma magistritöös, Informaatikat õpetavate õpetajate koolitusvajadus, juhendmaterjalide puudumise nii õpetajatele kui õppijatele ja samuti ühtsete õppematerjalide puudumise sh eestikeelsete juhendite puudumise eri keskkondade tundmaõppimiseks. Uuringus osalenud õpetajad leiavad, et puudub ühtne korralik informaatika õppematerjal ja soovivad neid (Parve, 2021).

K. Ausen annab oma töös ülevaate robootika õppematerjalidest ja tõdeb, et lasteaia õpetajad on kõige usinamad õppematerjalide loojad. Kõige rohkem õppematerjale oli 2018. aastaks loodud Bee-Bot haridusrobotile, aga põhikooli III- ja gümnaasiumi kooliastmele oli vähe. Töö käigus leitud materjalide hulgast praktiliselt puudusid tunnikavad Arduino ja Raspberry Pi ning mBot haridusrobotitele (Ausen, 2018).

Käesoleva magistritöö eesmärk on luua (kooli)robootika tutvustamiseks mõeldud 20-tunnine suunakursus gümnaasiumiastmele, mis aitab tekitada õppijas huvi nüüdisaegsete tehnoloogiate eesmärgipärase kasutamise vastu. Suunakursuse õppematerjal koostatakse digitaalse õppematerjalina Harno Moodle õpikeskkonnas ja loodavat kursust on võimalik läbida lisaks lähiõppele ka põimõppes. Õppematerjalid koostatakse mõeldes nii algajale kui edasijõudnud õppijale.

Töö esimeses peatükis kirjeldab töö autor mudeleid, mis võeti aluseks loodava kursuse õppematerjali loomisel.

Töö teises peatükis antakse ülevaade digitaalse õppematerjali välja töötamise etappidest ja hindamise põhimõtetest.

Töö kolmandas peatükis kirjeldab töö autor antud kursusel kasutatavaid õppemeetodeid ja viise.

Töö neljandas peatükis vaatlleb töö autor võimalikke hindamisviise kursusel ja tagasiside andmise võimalusi.

Viiendas peatükis antakse ülevaade õppematerjali koostamise protsessist. Samuti saab ülevaate kursusel kasutatavast riist- ja tarkvarast.

Kuuendas peatükis saab ülevaate valminud õppematerjalist ja selle piloteerimisest Tartu Tamme Gümnaasiumi 10. ning 12. klassi õppijatega.

Seitsmendas peatükis tehakse kokkuvõtte ning seatakse paika edasine tegevuskava loodud kursuse õppematerjalidega.

Lisadest leiab töö tulemusena valminud suunakursuse õppematerjali näidise, ülevaate loodud töölehtedest/juhistest, tagasiside küsitluse küsimused ning viited kursusematerjalidele.

# 1. Õppematerjali koostamisel kasutatud mudelid

Õppematerjali koostamisel soovis töö autor lähtuda õppedisaini mudelitest, et luua kvaliteetne õppematerjal ja seepärast tutvuti ADDIE ja Merrilli „Kivike tiigis“ mudelitega. Kursusematerjalide koostamisel lähtuti põhimõttest, et õppija saaks kursust läbida nii lähiõppes<sup>1</sup>, kaugõppes<sup>2</sup>, põimõppes<sup>3</sup>, hajaõppes<sup>4</sup> ja pikemas perspektiivis ka ainult veebiõppes<sup>5</sup>. Viimase kahe ja poole aasta olukord on tinginud erinevate õppevormide kombineerimise vajaduse. Õppemeetodi valikul lähtuti aktiivõppe meetoditest ja ümberpööratud klassiruumi meetodist, mis toetavad kaug- ja põimõppe õppevormi. Lisaks soovib töö autor arendada kursust edasi selliselt, et õppijal oleks võimalus läbida kursuse erinevaid mooduleid ka ainult veebiõppevormis. Sellest printsiibist lähtuvalt järgiti olemasolevaid e-kursuse koostamise juhiseid ja kvaliteedinõudeid.

## 1.1 ADDIE mudel

Õpisüsteemide arendamiseks ja läbiviimiseks on mitmeid erinevaid protsessimudeleid, üks enim kasutatuid on ADDIE mudel (Põldoja, 2016).

ADDIE mudel jagab õpisüsteemide arenduse viieks etapiks:

1. analüüsi etapp – toimub vajaduste, sihtrühma (õppijate) ja konteksti analüüs;
2. kavandamise etapp – sõnastatakse õpieesmärgid, valitakse kasutatava meedia tüübid, koostatakse kursuse ja selle sisu struktuur ning õppeprotsessi kava;
3. väljatöötamise etapp – tulemiks on valmis e-kursus, sh täielik valmiskomplekt õppematerjale koos õpijuhiseiga;
4. läbiviimise etapp – rakendatakse kõike seni tehtut reaalses elus reaalsete õppijatega;
5. hindamise etapp – on pidev protsess, kus antakse hinnang loodud kursusele ja kvaliteedile. (Eskla, kuupäev puudub)

---

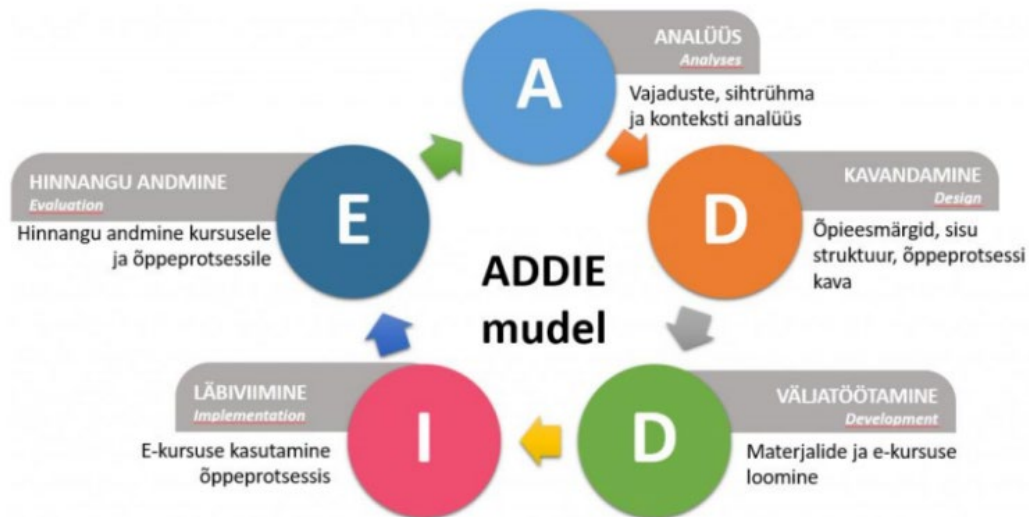
<sup>1</sup> õppevorm, kus õpe toimub ühises füüsilises ruumis (nt üldhariduskoolis enamasti klassis ja kõrgharidusasutuses üldjuhul auditooriumis) <https://digipadevus.ee/sonastik/lahiope/>

<sup>2</sup> õppevorm, kus õppijad ja õpetajad on füüsiliselt üksteisest eraldatud <https://digipadevus.ee/sonastik/kaugope-distantsope/>

<sup>3</sup> õppevorm, kus osa õppest toimub lähi- ja osa kaugõppena <https://digipadevus.ee/sonastik/poimope/>

<sup>4</sup> kontaktõppe korraldamise üks viise, kus korraga (st samal ajal) on osa õppijaid füüsilises ja osa virtuaalses ruumis <https://digipadevus.ee/sonastik/hajaope-paindope/>

<sup>5</sup> kaugõppe alaliik, kus õppetöö toimub täielikult veebis <https://digipadevus.ee/sonastik/veebiope/>



Joonis 1 ADDIE mudel (Rogalevitš, et al., 2012)

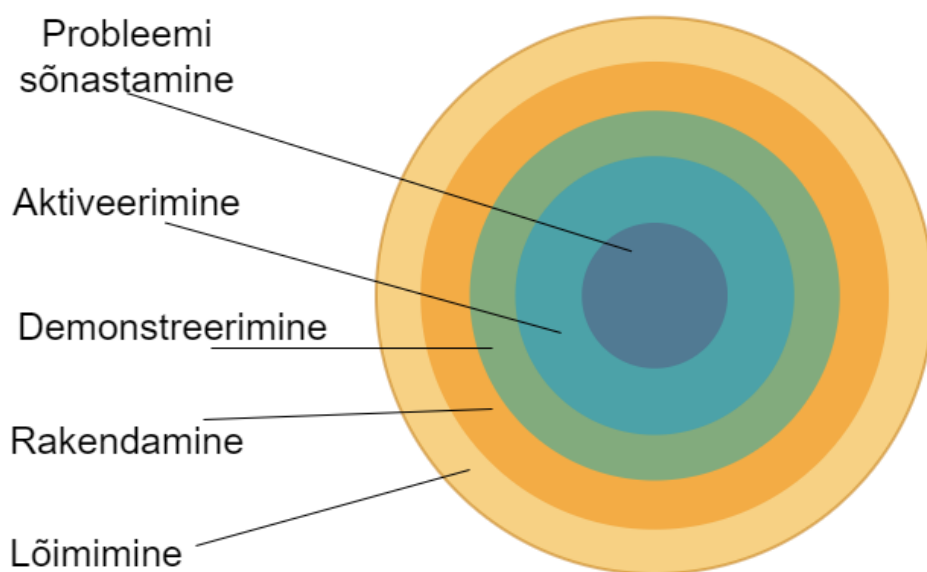
H. Põldoja väitel sobib ADDIE mudel hästi tüüpilise õppematerjali arendusprotsessi tegevuste lahti kirjutamiseks (Põldoja, 2016). K. Eskla soovitude kohaselt sobib ADDIE mudel kasutada e-kursuse planeerimisel ja ülesehitamisel (Eskla, kuupäev puudub).

## 1.2 Merrilli mudel

Probleemipõhise õppedisaini mudeli „Kivike-tiigis“ (*Pebble-in-the-Pond*) loojaks on USA professor M David Merrill, kes uuris erinevaid õppedisaini meetodeid ja sõnastas viis põhimõtet, mida saaks rakendada kursuse või praktika kavandamisel ja läbiviimisel (Merrill, 2002).

1. ülesandekeskus – õppimine toimub läbi eluliste ülesannete lahendamise
2. aktiveerimine – õppijad peavad kasutama varasemaid teadmisi ja seostama neid uute teadmistega
3. demonstreerimine – õppijatele demonstreeritakse omandatavaid oskusi, see muudab õppimise arusaadavaks
4. rakendamine – läbi erinevate tegevuste rakendavad ja kinnistavad õppijad saadud teadmisi ning oskusi
5. lõimimine – õpitu seostatakse igapäevase reaalse eluga (Saaremägi, 2021)

Õppedisaini mudeli „Kivike-tiigis“ keskmeks on elulise probleemi sõnastamine, mis jagatakse väiksemateks osadeks, sõnastatakse õpitegevused ja -ülesanded, mis muutuvad järkjärgult keerulisemaks. Seejärel analüüsitakse, millist infot on vaja järgnevalt õppijatele jagada, et nad saaksid seostada õpitavat ja leida lahendusi järkjärgult raskemaks muutvate ülesannete lahendamiseks. Iga järgneva ülesandega väheneb õpetaja antava abi osakaal. Tagasisidestamine toimub jooksvalt ning õppeülesannetes saab teha parandusi-täiendusi õpetegevuse käigus. Vastavalt õppijate teadmistele valitakse sobivad õpetamise võtted ja motiveerimismeetodid. (Merrill, 2002)



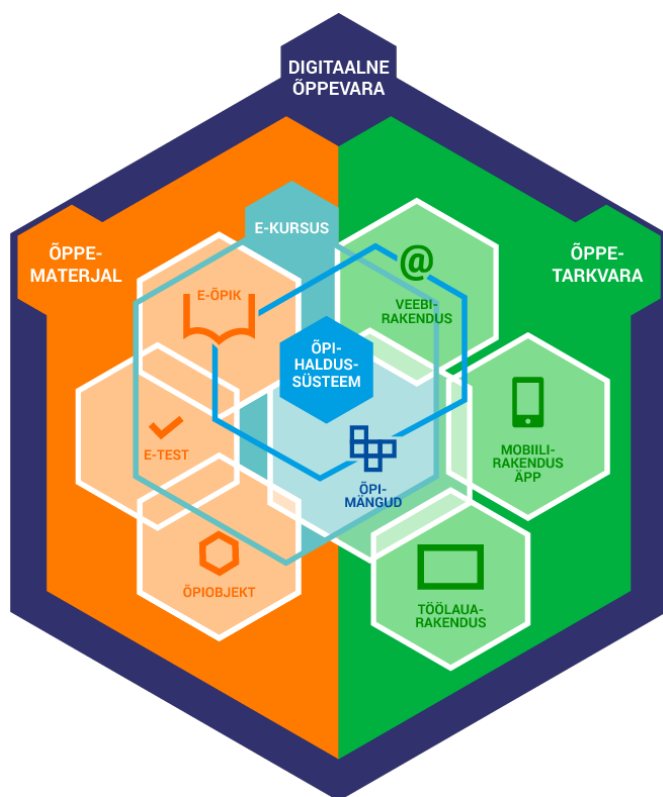
Joonis 2 Merrilli õpetamispõhimõtted. (Merrill, 2002)

## 2. Digitaalne õppematerjal

Robootikakursuse õppematerjali koostamisel lähtuti õppevara kvaliteedi juhenditest ja Eesti haridusvaldkonna arengukavas 2021-2035 sätestatud eesmärkidest. Magistritöös lähtuti eelkõige õppevara loomist ja õppe tulemuslikkust puudutavatest eesmärkidest. Strateegilise eesmärgi: „Õpe on õppijakeskne ja tulevikku vaatav ning õpetajate järelkasv on tagatud“ tegevussunna üks eesmärkidest on nüüdisaegse õpikäsituse põhimõtete rakendamine ning nutika õppevara arendamine õppija pideva arengu toetamiseks (Haridus- ja teadusministeerium, 2021). Arengukavas rõhutatakse probleem- ja projektiõppe vajalikkust ning selle rakendamiseks digilahenduste ja haridusuuenduslike tööriistade kasutamist õppetöös (Haridus- ja teadusministeerium, 2021). Soovitakse mitmekesistada õppemeetodite- ja viiside arendamist ning rakendamist (Haridus- ja teadusministeerium, 2021). Lähtuvalt eeltoodust on kursusematerjalid koondatud Harno Moodle õpikeskkonda, võimalusega materjale tehnoloogiaarengust tulenevalt pidevalt muuta ning täiendada.

### 2.1 Kursuse õppematerjali välja töötamine ja kvaliteedi hindamine

Digitaalne õppematerjal on digitaalse õppevara osa, millest annab ülevaate Joonis 4, millel on kujutatud digitaalse õppevaraga seotud mõistete seosed.



Joonis 3 Digitaalne õppevara (Villems, et al., 2014-2015)

Juhendist lähtuvalt on digitaalne õppematerjal digitaalsel kujul leitav õppeotstarbeline materjal, mis sisaldab teksti graafilisi ja multimeediumi elemente ning võib olla suuremal või vähemal määral interaktiivne (Villems, et al., 2014-2015).

K. Eskla soovitudest lähtuvalt peavad õppematerjalid olema õppijasõbralikud ja arvestama kvaliteedinõudeid. Kõik kvaliteedinõuded peavad lähtuma õppija huvidest ja vajadustest ning materjalide eesmärgiks peab olema tõsta õppetöö kvaliteeti (Eskla, kuupäev puudub). E-kursuse õppematerjalid on sageli fundamentaalsed ja kontekstipõhised ning on arusaadavad vaid koos õpijuhiste ja teiste e-kursuse õppematerjalidega ning auditoorsete loengutega (Eskla, kuupäev puudub). Seetõttu peab õppematerjal sisaldama põhjalikke juhiseid, kuidas kursuse materjale kasutada.

### **2.1.1 Analüüsi etapp**

Analüüsi etapis mõeldakse läbi suunakursuse sihtrühm, kursuse sisu ning õppijate ja õpetaja tehnilised võimalused. Seatakse raamid, mida tegema hakatakse. Sõnastatakse õpieesmärgid ja mõeldakse läbi õpiväljundid ning koostatakse projektplaan. (Eskla, kuupäev puudub) (Põldoja, 2016) Kvaliteedinõuded on sõnastatud analüüsi etapis järgnevalt (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021):

1. Kursus vastab sihtrühma vajadustele ja võimalustele.
2. Kursusel on sõnastatud eesmärgid ja õppijakesksed õpiväljundid.
3. Kursuse sisu vastab kursuse õpiväljunditele.

### **2.1.2 Kavandamise etapp**

Kavandamise etapis planeeritakse kursuse maht, kasutatavate meediate tüübid ja koostatakse kursuse üldine struktuur ja läbiviimise kava (Eskla, kuupäev puudub). Samuti tuleb tähelepanu pöörata sellele, kuidas õppetööd korraldada ja koordineerida ning kuidas õpiülesandeid ja -tegevusi koostada, järjestada, juhendada ning ära ei tohi unustada ka õpiväljundite saavutamise hindamist (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021). E-kursuse kavandamise juures on vaja eraldi tähele panna õppijate aja planeerimise võimalust ja seetõttu on oluline toetada iseseisva õppimise ning aktiivse lahenduste otsija oskust (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021).

Kvaliteedinõuded e-kursusele õppeprotsessi kavandamise etapis (Eskla, kuupäev puudub):

1. Kursuse ainekava/aineprogramm toetub õppeasutuse nõuetele;
2. Esitatud on õppijatele vajalikud eelteadmised ja oskused kursusel osalemiseks;

3. Kursuse õppetegevused ja hindamise põhimõtted vastavad kursuse õpiväljunditele;
4. Õppijatele on esitatud hindamise ja tagasisidestamise põhimõtted;
5. Kursuse õppematerjalid ja õpitegevused vastavad kursuse mahule;
6. Tehnoloogilised vahendid toetavad kursuse õpiväljundite saavutamist;
7. Kursus on tehniliselt töökorras (lingid töötavad, vajalikud vahendid avanevad jms);
8. E-kursuse kontseptsioon on läbi mõeldud.

### 2.1.3 Väljatöötamise etapp

Väljatöötamise etapis luuakse õppematerjali sisu, tehniline teostus ja loodud materjal testitakse (Villems, et al., 2014-2015). E-kursuse õppematerjale välja töötades peab jälgima, et need sobiksid õppijatele iseseisvaks õppimiseks (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021). Hea ülevaate saamiseks kursusest, tuleb korrastada ja esitada materjalid sarnastel põhimõtetel (Eskla, kuupäev puudub). Materjalid peavad olema terviklikud, kindlate eesmärkide ja mõõdetavate tulemustega, et õppijad saaksid ise hinnata oma edusamme õpitulemuste saavutamisel (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021). Õppematerjali soovitakse välja töötada SÕKAL (*SCATE*) mudelit järgides ja pöörata tähelepanu viiele osale (Villems, et al., 2014-2015) :

1. Sissejuhatus (*Scope*) — sissejuhatus, eesmärgid, õpiväljundid, vajalikud eelteadmised, tehnilised nõuded õppematerjali kasutamiseks;
2. Õppematerjalid (*Content*) — tekst, illustratsioonid ja meediasisu;
3. Kinnistamine (*Activity*) — tegevused õpitava kinnistamiseks, nt ülesanded ja enesekontrollitendid;
4. Arutlemine (*Thinking*) — teksti integreeritud küsimused ja mõtlemisülesanded;
5. Lisamaterjalid (*Extra*) — viited lisamaterjalidele.

Kvaliteedinõuded e-kursusele väljatöötamise etapis (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021):

1. Kursus on hästi struktureeritud ja lihtne kasutada.
2. Õppematerjalide esitamisel kasutatakse sobivaid meedie (nt tekst, pildid, animatsioonid, audio, video jm).
3. Õppematerjalid vastavad digitaalsete õppematerjalide loomise headele tavadele.
4. Õppematerjalide koostamisel on järgitud teiste autorite teoste kasutustingimusi.

5. Viidatud on teiste autorite teostele, mida on kursuse illustreerimisel ja õppematerjalide koostamisel kasutatud.
6. Kursuse materjalide edastamisviis vastab õppijate tehnilistele võimalustele.
7. Kursus sisaldab õpijuhiseid kogu õppeprotsessi kohta, sisaldades põimõppe puhul ka ülevaadet auditoorsest õppetööst.
8. Õpikeskkonna kasutamine ei nõua eraldi tasulise lisatarkvara soetamist.
9. Kursust testitakse enne reaalses õppeprotsessis kasutamist.
10. Kursus on kasutatav enamlevinud nutiseadmetega.
11. Kursus on tehniliselt töökorras (lingid avanevad, vajalikud vahendid töötavad, kursusel viidatud veebipõhine kirjandus on kättesaadav).

#### **2.1.4 Kasutamise etapp**

Loodud kursus viiakse läbi planeeritud ajakava järgides (Eskla, kuupäev puudub). Täieliku e-õppe puhul on oluline anda õppijale kursuse looja ja läbiviija poolt igakülgset toetust (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021). Tuleb lahendada õpikeskkonna tehnilisi probleeme ja tagada kursuse funktsioneerimine õppimise aja jooksul. Samuti on oluline ühtse õhustiku loomine kursusel osalejate vahel, tuleb jälgida osalejate aktiivsust ja tegeleda nn mahajääjatega. Kursuse läbiviija peab toetama õppijaid ülesannete sooritamisel, juhtima õppijate tähelepanu olulisele ja andma tagasisidet tehtud tööle (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021). Tähelepanuta ei saa jätta ka kursuse taaskasutamise võimalust ja sellele tuleb juba õppematerjali loomise ajal mõelda (Villems, et al., 2014-2015).

Kvaliteedinõuded e-kursusele läbiviimise etapis (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021):

1. Kursuse läbiviija täidab erinevaid rolle (tehniline, organisatoorne, sotsiaalne ja pedagoogiline) või kasutab selleks täiendavat abi;
2. Kursuse läbiviimisel jälgitakse (planeeritud) ajakava;
3. Toetatakse õppija aktiivset osalemist õppeprotsessis (omavahelist suhtlemist, õpikogukondade teket jne);
4. Toetatakse õpioskuste kujunemist (õppijaid suunatakse õpitu reflekteerimisele, aja planeerimisoskuste kujundamisele jne);
5. Õppijatele antakse kursuse jooksul tagasisidet tema tugevate ja nõrkade külgede kohta kursusel ning üldisest edenemisest.

### **2.1.5 Hinnangu andmise etapp**

Hinnangu andmise kaudu tagatakse kursuse edasiarendamise võimalus (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021). Antud etapis oodatakse tagasisidet nii õppijatelt, aga ka õppematerjali loojal võib tekkida ideid õppematerjali parendamiseks, siis on tegemist sisehindamisega (Eskla, kuupäev puudub) (Rogalevitš, et al., 2012) (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021). Samuti on võimalik kasutada välise hindamise meetodit, kus kursust hindavad välised hindajad ja tavaliselt küsitakse tagasisidet ekspertidelt kvaliteedimärgi saamiseks. Antud etappi on mõistlik planeerida ka kursuse uuendamise kava. Üldine soovitus on iga 3 aasta järel e-kursus täismahus üle vaadata ja teha vajalikud täiendused. Soovitatakse ka dokumenteerida e-kursuse elutsüklil alates planeerimisest kuni järelhindamiseni. See võimaldab analüüsida kursust, planeerida ressursse, viia kursust läbi ka kolleegidel ning annab ülevaadet kursuse tugevatest ning nõrkadest külgedest. Samuti kajastub dokumentatsioonis, millal mingit moodulit või kursuse osa muudeti. (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021)

Kvaliteedinõuded e-kursusele hinnangu andmise etapis (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021):

1. Kursuse käigus tehakse märkmeid kursuse edasise parandamise eesmärgil;
2. Toimub kursuse hindamine õppijate ja kursuse läbivijate poolt;
3. Õppijate antud tagasisidet arvestatakse kui toimub kursuse edasine arendamine.

## **2.2 Digitaalsete õppematerjalide tüübid**

Digitaalne õppematerjal võib olla loodud iseseisvana ühe kindla tegevuse toetamiseks (nt ülesanne, esitus) või osana tervikmaterjalist. Iseseisev õppematerjal ei eelda teise materjaliga koos kasutamist (nt õpiobjekt). Erinevat tüüpi materjalide kasutamine võimaldab arvestada õppijate vajadustega ning saavutada eesmärgiks seatud õpitulemusi. (Villems, et al., 2014-2015) Õpiobjekt on terviklik, erinevates õppekontekstides taaskasutatav, õppimist toetav digitaalne ressurss ehk elektroonne õppematerjal (Eskla, kuupäev puudub). Õpiobjekti luues on eesmärgiks korduvkasutuse võimalus, võimalikult vähene eelteadmiste vajadus, et oleks võimalik uutest loodavates kursustes taaskasutada (Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur, 2021).

Digitaalsete õppematerjalide tüübid (Villems, et al., 2014-2015), mida kursuse loomisel kasutati:

1. Esitlus – kasutatakse esinemise illustreerimiseks, uue materjali tutvustamiseks, samuti uurimistöö või praktilise töö tulemite esitlemiseks. Esitlus võib sisaldada erinevaid multimeediumi elemente (nt heli, video, animatsioon).
2. Juhendmaterjal – tavaliselt luuakse iseseisvaks õppimiseks, võib samuti sisaldada nii heli kui videomaterjali.
3. Simulatsioon – on reaalelulise nähtuse lihtsustatud peegeldus, mida õppija saab suunata protsessi parameetreid muutes. Simulatsiooniprotsessist saadud kogemust on võimalik rakendada reaalses elus.
4. Test – saab sooritada eelnevalt määratud arv kordi ja selle tulemusi hinnatakse, mis aitab kindlaks määrata õppija teadmiste ja oskuste taset. Testis kasutatakse mitmesuguseid küsimuste tüüpe, nt valikvastustega küsimus, arvulise või tekstilise vastusega küsimus, lünkade täitmine, tõene/väär küsimus.
5. Tööleht – sisaldab informatsiooni, tööprotsessi kirjeldust ja lahendusvormi, mis esitatakse teksti, joonise, tabeli, pildimaterjali, video jms abil. Töölehe kasutamine toetab uue teadmise loomist, õpitu kinnistamist.
6. Videomaterjal – videosalvestusvahenditega loodud materjal, mida võib esitada mitmel kujul: loengusalvestis, videoloeng, õppevideo, animatsioon jne.
7. Ülesanne/harjutus – kasutatakse vastavalt eesmärgile individuaalselt või koostöös lahendamiseks. Ülesannete ja harjutuste eesmärk on suunata õppijat teadmisi omandama, kinnistama ja rakendama. Harjutuslikku ülesannet saab kasutada õpitud teadmiste kinnistamiseks, kordamiseks või kontrollimiseks.
8. Enesekontrollitest – võimaldab õpitud iseseisvalt kinnistada ja saada kohest tagasisidet.

Õppematerjal peab olema lihtsalt mõistetav, õppeprotsessi toetav, korrektselt disainitud, autoriõigusi arvestav (Eskla, kuupäev puudub).

### **3. Kursuse läbiviimisel kasutatavad õppemeetodid ja viisid**

Õppemeetodeid on võimalik rühmitada erinevatest teguritest lähtuvalt (Karm, 2013). Käesolevas töös on meetodid valitud õpiväljunditest ja -eesmärkidest lähtuvalt ning seetõttu peamiselt loovust, koostööd ning praktiliste ülesannete lahendamisel teadmiste rakendamist toetavad (Karm, 2013). Erinevate õppemeetodite kasutamine kursusel võimaldab pöörata tähelepanu üldpädevuste arendamisele. M. Karm soovib kasutada rühmatööd meeskonnatöö- ja suhtlemisoskuste õppimiseks, loovuse arendamiseks rollimängusid ja iseseisva õppimise oskuse toetamiseks erinevaid lugemisvõtteid, suulise väljendusoskuse toetamiseks arutluste ja väitluste kasutamist. Tema hinnangul peaksid õppemeetodid moodustama kooskõla ainekursusega terviklikult (Karm, 2013).

Lisaks on tulnud kohaneda ka Covid-19 pandeemiast tingitud olukorraga ja seetõttu arvestatakse kursusel ka erinevate õpivormidega. Hajaõppe võimaluste loomise algne mõte oli ajendatud soovist pakkuda võimalust omandada teadmisi geograafiliselt kaugel asuvatel õppijatel, kuid Covid-19 pandeemia lainetena kulgemine on tekitanud samasuguse vajaduse ka isolatsioonis olevatele või kergelt haigestunud õppijatele ning seetõttu on hakatud hajaõppe terminit kasutama ka kontaktõppe puhul, kus samaaegselt osad õppijad õpivad auditoriumis ning osad distantsilt (Uiboleht & Kütt, 2021).

M. Karmi väitel on võimalus õppijaid toetada ja suunata siis, kui kasutatakse erinevaid vahendeid, õppemeetodeid, võtteid ja ideid õpikeskkonna kujundamiseks (Karm, 2013). Mitmekesise õppeprotsessi saavutamiseks tuleb kasutada erinevaid meetodeid ja seetõttu kombineeriti loodaval kursusel erinevaid aktiivõppe- ja ümberpööratud klassiruumi meetodeid, mis toetavad kaug-, põim- ja hajaõppe õppevorme.

#### **3.1 Loeng**

Loeng on enim kasutatud meetod uue õppematerjali ja info edastamiseks (Karm, 2013). Kahjuks on klassikalises loengus õppijad üsna passiivsed, sest info edastamine on sageli ühesuunaline ja seetõttu leiab M. Karm, et tegevused peaksid vahetuma iga 15-20 minuti tagant. Kuuldu meelde jätmiseks peaks igale uuele informatsioonile järgnema tegevus, kus õpilane saab üle korrata ja meelde jätta olulise. (Karm, 2013) M. Karmi juhivad tähelepanu järgnevatele aspektidele loengu materjalide ettevalmistamisel (Karm, 2013):

1. Oluline on kontakti loomine ja hoidmine kuulajatega, selleks võib tuua asjakohaseid näiteid ja lahendada näidisülesandeid, kuid need ei tohiks olla väga mahukad ja peavad olema teemaga otseselt seotud.

2. Hea on õppijatele anda ülevaade, milliseid teemasid loengus käsitletakse ja kogu loengu kestel välja tuua oluline.
3. Rääkida tuleb lühemate lausetega, sest kuulaja võtab suulist teksti vastu teisiti kui kirjalikku.
4. Võib kasutada rühmatöid interaktiivsete ülesannete lahendamiseks, kuid kindlasti peab õppijale andma rühmatöö järgselt ka õige vastuse või kommenteerima teemat.

### 3.2 Rühmatöö

Rühmatöös saab kasutada mitmeid erinevaid meetodeid ja töövõtteid, mille abil läbi viia õppimist (Karm, 2013). Loodud kursusel kasutati rühmatööd pikema perioodi jooksul projekti läbiviimise moodulis. M. Karm soovib rühmatöö planeerimisel läbi mõelda eesmärk või lahendatav probleem ja koostada konkreetsed ning detailsed juhised (Karm, 2013). Rühmatöös on oluline nii lõpptulemus, kui ka õppimise protsess, kus rühma liikmed omandavad individuaalselt uusi oskusi (Karm, 2013). Rühmatööl võib olla mitmeid eesmärke (Karm, 2013):

1. Uue info omandamine (mosaiik, vastastikune õpetamine);
2. Analüüsioskuste arendamine (väitlused, juhtumianalüüs, simulatsioonid);
3. Sotsiaalsete oskuste arendamine, koostöö edendamine, demokraatlike harjumuste kujundamine (rühmaarutelud, lumepalli veeretamine, diskussioonid, akvaarium);
4. Erinevate kogemuste, arusaamade, seisukohtade ja hoiakute väljatoomine ning tunnustamine (akadeemiline vaidlus, rollimängud, intervjuu, maailmakohvik);
5. Uute ideede ja lahenduste genereerimine ning elluviimine (ajurünnak, juhtumianalüüs, projektid);
6. Võimaluste loomine õppijatele iseennast tundma õppida (raportid ja eneseanalüüsid rühmatöö käigus);
7. Tulevase eriala parem mõistmine (rollimängud, juhtumianalüüs, simulatsioonid, projektid).

Rühmatöökä antav ülesanne peab olema keerukam, lahendusvariante võib olla mitmeid ja ülesanne peab võimaldama rakendada õppijate erinevaid oskusi (Karm, 2013). Reeglid ja tulemuste esitlemine lepitakse kokku töö alguses, samuti lepitakse kokku tagasiside saamine rühmatöö läbimisel (Karm, 2013). Hindamine toimub eelnevalt kokkulepitud kriteeriumide põhjal ja hindamisse võib kaasata ka õppijad, arvestades kas grupi

sees olevate rühmakaaslaste poolt antud tagasisidet ja/või ka võivad õppijad hinnata teiste rühmade tehtud projekte (Karm, 2013).

### **3.3 Kokkuvõtte kirjutamine loetu kohta**

Kokkuvõtte on lühike ülevaade loetud tekstist, mis kirjutakse oma sõnadega (Karm, 2013). Õppijale on hea ette anda struktuur ja nõuded, mida õppija peab tähele panema kirjutamisel (Karm, 2013).

### **3.4 Ajurünnak**

Ajurünnaku eesmärgiks on ideede genereerimine. Seda peetakse kõige levinumaks loovmõtlemise tehnikaks (Kallas, 2015). Oluline on ideede väljapakkumine ilma kritiseerimata ja hinnangute andmine, parimat ideed selle meetodi kasutamisel kohe välja ei valita (Karm, 2013).

### **3.5 Õppe korraldamise viisid - Digiõpe, kontaktõpe ja hajaõpe**

Uuenenud olukord on viimastel aastatel loonud võimaluse korraldada koolidel õppetööd paindlikumalt. Selle korraldamisel lähtutakse Põhikooli ja gümnaasiumiseadusest ja see sätestab, et kvaliteetne üldharidus peab olema kättesaadav kõigile isikutele, lähtuma ühiskonna ootustest, õpilase vajadustest ja huvidest (Riigikogu, 2021). Erinevate õppe korraldamise viiside kasutamine on koolide poolt isegi oodatud.

### **3.6 Ümberpööratud klassiruum**

Ümberpööratud klassiruum on õppeprotsessi meetod, kus õppija omandab uue informatsiooni esmalt iseseisvalt ja kontaktõppe ajal kinnistatakse saadud teadmisi õppija-õppija ja õppija-õpetaja suhtluse kaudu (Vaikjärv & Pilli, kuupäev puudub). Selle meetodi kasutamisel on tähis osa õppija iseseisval tööl (Vaikjärv & Pilli, kuupäev puudub). Iga suurem õpitud tervik peab lõppema mõne reaalelulise praktilise tegevusega, mis võimaldab õpitud rakendada ning motiveerib õppijat pingutama (Vaikjärv & Pilli, kuupäev puudub).

## **4. Kursusel rakendatav hindamine**

Hindamismeetodite kasutamisel tuleb lähtuda omandatud teadmistest ja oskustest vastavalt sõnastatud õpiväljunditele, mille saavutamist hinnatakse (Pilli, 2009). Hindamismeetodi kasutamisel määratletakse hindamiskriteeriumid (Pilli, 2009). A. Aaviku läbiviidud küsitlusest, HITSA hindamismudelite koolitusel 2018 a., selgus, et pedagoogid teavad hindamismudelite kasutamise üldisi eesmärke ja positiivseid külgi, kuid praktilises õppetöös kasutavad nad neid harva ning põhjustena tuuakse välja mudeli loomise ajamahukust, mudelite loomise keskkondade halba kujundust ja võimaluste vähesust ning et keskkonnad on valdavalt inglisekeelsed (Aavik, 2019). Käesoleva töö autor on kursuse loomise käigus kasutanud erinevaid hindamismeetodeid ja nõustub eespool välja toodud probleemidega. Hea ja õppimist toetava hindamismudeli loomine on ajamahukas. Heade hindamiskriteeriumite sõnastamine, vormistamine ja automatiseerimine on oluline ja peab andma õppijale tagasisidet omandatud oskuste kohta. Harno Moodle õpikeskkond võimaldab kasutada erinevaid hindamismeetodeid, mis annab tulevikus ajalise kokkuhoiu korduva hindamistegevuse läbiviimisel. Seetõttu on töö autor koostanud esialgsed mallid maatrikshindamise kohta, mida edaspidi saab täiendada ja täpsemaks muuta. Õpetamise läbiviimisel, eriti alustava õpetajana, tundis töö autor kõige rohkem puudust just headest näidismudelitest, õpilaste tööde hindamisel, sest soov oli õppijatele anda motiveerivat tagasisidet, kuid samas mitte ära unustades õpetaja piiratud tööaega. Allpool on ära toodud hindamismeetodid, mida töö autor oma kursusel rakendas või plaanib edaspidi rakendada.

### **4.1 Abimaterjalidega kirjalik töö**

Abimaterjalide kasutamisega kirjalikus töös saab omandatud teadmisi demonstreerida, kuid baasteadmised ei pruugi kinnistuda, samas aga arendatakse analüüsi ja materjalide leidmise oskus ning sellist tööd on võimalik õppijatel teha nii tunnitööna kui ka kodus. (Pilli, 2009).

### **4.2 Aruanne**

Loodaval kursusel soovitakse kasutada ühe hindamismeetodina aruannet ehk raportit, mis on kirjalik analüütiline projektitööst ülevaade (Pilli, 2009). Õpilased saavad analüüsida omandatud ja hinnata loodud lahendusi, aga gruppitööde puhul ei ole võimalik määrata iga õppija tehtut (Pilli, 2009). Aruannet saab kasutada kursusel õpitud temade kokkuvõtmisel, kus õppija annab hinnangu enda arengule.

### **4.3 Esitlus**

Esitluse käigus jälgitakse nii esinemisoskust kui ka sisu (Pilli, 2009). Antud öö autor kasutab loodavate lahenduste esitamiseks üht esitluse erivormidest infoposter-ettekannet. Esitluse abil on hea hinnata õpilaste väljendus- ja esitlusoskust, näidete toomise oskust ning samuti saab kaasõppijatelt õppida. Kui kasutada ka vastastikhindamist, siis areneb teiste kuulamise, analüüsi-, hindamise- ja selgitamisoskus (Pilli, 2009). Infoposter-ettekanne on teatud formaadis esitlus, mis annab edasi kõige olulisema informatsiooni esitletava töö kohta ning kujundus täiendab kirja pandut (Pilli, 2009). Postri koostamine arendab õpilase loomingulisust, tehtud tööst saab ülevaate, aga hinnata saab tulemus, mitte protsessi (Pilli, 2009).

### **4.4 Probleemi lahendamine**

Probleemi lahendamise oskuse hindamisel saab jälgida teoreetiliste teadmiste kasutamist praktiliste ülesannete lahendamiseks, see meetod sobib väga hästi rühmatöö hindamiseks, kus hinnatakse protsessi läbiviimise-, ainealaseid- ja üldpädevusi (Pilli, 2009).

### **4.5 Projekt**

Projekt võimaldab hinnata väga palju erinevaid pädevusi. Kuna projekte tehakse pikema aja jooksul ja tavaliselt rühmatööna, siis saab hinnata protsessi ajal nii aja planeerimise kui ka tähtaegadest kinnipidamise oskust, samuti meeskonnatöö- ja argumenteerimisoskust. Kui projekte esitletakse teistele rühmadele, siis saab arendada ka hindamisoskust. Küll aga gruppiliikmete panus olla erinev ja kõik ei omanda samasuguseid pädevusi (Pilli, 2009).

### **4.6 Referaat**

Referaati kasutatakse kokkuvõtliku ülevaate saamiseks teatud teemast ja selle kaudu saab hinnata info otsimise, erinevate mõistete ja seisukohtade analüüsi oskust ning iseseisvalt töötamise oskust kirjaliku materjaliga. (Pilli, 2009).

### **4.7 Struktureeritud kirjalik töö**

Struktureeritud kirjalikku töö jaoks määratakse tavaliselt piiratud aeg ja kontrollitav keskkond. Seda meetodit on lihtne kasutada, sest testi koostamisel on võimalik küsimusi kombineerida ja hindamine on lihtne, sest hinnatakse vaid vastuste õigsust. Kasutada saab nii valikvastustega küsimusi, ühe vastusega küsimusi, sobitamise, järjestamise või ümberpaigutamise küsimusi jne (Pilli, 2009).

## 5. Õppematerjali koostamise protsess

Õppematerjali koostamisel järgiti ADDIE ja Merrill'i mudelit, mida kirjeldavad selle töö peatükid 2.1 ja 2.2. Esmalt kavandati esimese osa moodul ADDIE mudeli järgi. Projektõppe mooduli ja praktiliste ülesannete loomisel arvestati lisaks ka õppijate eelneva kogemuse, oskuste ning tagasisidega ja lähtuti Merrill'i mudelist.

Esimeses, analüüsi etapis kaardistati sihtrühm, kelleks on tehnoloogia õppimisest huvitatud gümnaasiumiõpilased. Õppematerjali algajatele mõeldud ülesanded on sobilikud ka põhi- kooli II ja III astme õpilastele. Sõnastati ka kursuse üldised eesmärgid ja nendeks on:

1. Tekitada õpilastes huvi nüüdisaegsete tehnoloogiate eesmärgipärase kasutamise vastu.
2. Anda ülevaade koolirobootikast, erinevatest anduritest ja mootoritest ning nende tööpõhimõtetest Lego Mindstorms EV3, Makeblock mBot ja Arduino UNO/EVShield robotite ehitamise, programmeerimise ja tööprotsessi dokumenteerimise näidete varal.
3. Arendada õppijate meeskonnatöö-, loovmõtlemise- ja planeerimisoskust ning teadmiste rakendamist probleemülesannete lahendamisel.

Järgmises, kavandamise etapis sõnastati kursuse õpiväljundid lähtuvalt gümnaasiumi riiklikus õppekavas sätestatust (Vabariigi Valitsus, 2021):

1. Õpilane tunneb robootika terminoloogiat, põhimõisteid ning alusprintsiipe, oskab analüüsida robootikaalaseid materjale ning anda ülevaadet leitust;
2. Õpilane tunneb erinevate andurite ja täiturite ehitust ning füüsikalisi toimeprintsiipe (tehnoloogiaalane pädevus);
3. Õpilane oskab projekteerida, valida komponente ja valmistada dokumentatsiooni järgi lihtsa roboti;
4. Õpilane oskab programmeerida robotit vähemalt ühes programmeerimiskeeles erinevate ülesannete lahendamiseks.
5. Õpilane oskab oma loodud toodet dokumenteerida;
6. Õpilane oskab teha koostööd, oma loodud toodet esitleda ja tutvustada (sotsiaalne- ja kodanikupädevus);
7. Õpilane oskab kasutada IKT vahendeid igapäevaelus, õpingutes ja töös (digipädevus);
8. Õpilane on motiveeritud ennast täiendama ning tehnikateaduste valdkonnas edasi õppima.

Eelnimetatud õpiväljundid aitavad õpilastel arendada ka gümnaasiumi riiklikus õppekavas loetletud üldpädevusi nagu sotsiaalne- ja kodanikupädevus, õpipädevus, suhtluspädevus, tehnoloogiaalane pädevus, digipädevus, ettevõtlikkuspädevus, ja enesemääratluspädevus. Samas etapis mõeldi välja ka kursuse esialgne kava, moodulite läbimise põhimõtted ning tundide jaotus. Kursuse kestus on 20 tundi ja ühe tunni pikkuseks on 70 min. Kursuse esimesed kümme tundi (I moodul) keskenduvad robotika s.h erinevate haridusrobotite tutvustamisele ja teooriat toetavate praktiliste näidisülesannete lahendamisele. Esimeses tunnis tutvustatakse robotikasüsteeme, nende projekteerimist, ehitamist ja programmeerimist. Edasi antakse ülevaade kontrollerite arhitektuurist, ehitusest ja käsustikust (kontrolleril teksti ja piltide kuvamine, nuppude ja taustavalgustuse kasutamine). Järgnevas kahes tunnis saavad õppijad ülevaate näidikutest ja ekraanidest. Järgmises kahes-kolmes tunnis tutvutakse mootorite kasutamise ja liikumisega, samuti saadakse ülevaade programmeerimise põhimõtetest. Edasi tutvutakse kahes tunnis analoog- ja digitaalanduritega ja nende kasutusala-dega (ultraheli-, värvi-, puuteanduri ja güroskoopanduri kasutamine lihtsamatel juhtudel; kõlari kasutamine ning helide esitamine). Järgnevas tunnis käsitletakse andmeside teema-tikat. Iga tunni praktilises osas tegeletakse kontrolleri programmeerimise, koostatud programmi silumise ja kompileerimisega. Saadakse teada omistuslause, tingimuslause ja tsükli kasutusala-d. Kursuse järgnevad kümme tundi (II moodul) on planeeritud robotikap-rojekti loomiseks ja esitlemiseks ning töövahendite korrastamiseks. Projekti üheks eesmär-giks on rakendada ülesannete lahendamise käigus omandatud komplekselt kasutama prob-leemide lahendamiseks. Samuti on eesmärgiks õppijate loova mõtlemise, grupitöö ning pla-neerimisoskuste arendamine. Projekti käigus läbitakse erinevad arendustöö etapid: sõnasta-takse probleem, koostatakse lihtne spetsifikatsioon, kus kirjeldatakse funktsionaalsed nõu-ded tootele, koostatakse kasutajalugu ning kasutusjuht, luuakse prototüüp, programmeeri-takse prototüübi töö, esitletakse loodud prototüüpi, analüüsitakse kaasõpilaste tehtud töid ning korrastatakse õppevahendid. Lisaks projekti väljatöötamisele areneb õppijatel antud töö käigus grupitöö tegemise- ja aja planeerimisoskus.

Kavandamise etapis valiti ka õppevahendid, praktiliste tööde läbiviimiseks.

Väljatöötamise etapis koostati õppematerjalid eelmainitud teemadele. Õppematerjali loomi-sel lähtuti peatükis 3.1 välja toodud digitaalse õppematerjali koostamise nõuetest. Töö käi-gus loodi suunakursus Harno Moodle õpikeskkonnas. Iga teema kohta koostati esitlusma-terjal, lisati lugemismaterjal, teemat tutvustavad videoklipid ja lisaks huvitavat materjali an-tud teema kohta. Enesekontrolli küsimustikud ja testid koostati robotika terminoloogia,

põhimõistete ja alusprintsipiide kohta. Praktiliste osa jaoks koostati haridusroboteid tutvustavad materjalid, kasutatava tarkvara juhendmaterjalid ja ülesannete lahendamiseks vajalikud juhised ning töölehed. Projektitöö jaoks lisati ka näidismaterjali projektitöö läbiviimise kohta, sh viiteid projektitöös kasutatavatele veebirakendustele.

Läbiviimise etapis testiti loodud kursuse materjali õppijatega ja saadud tagasisidest lähtuvalt tehti muudatusi. Mitmekesistati õppevahendite valikut vastavalt õppijate oskustele ja tasemele, esimestes kursuse versioonides edasijõudnutele sobivaid materjale ei olnud.

Hindamise etapis vaadeldi loodud õppematerjali vastavust käesoleva töö peatükis 3.1 kirjeldatud kvaliteedinõuetele. Samuti küsiti õppematerjalide ja õppe korraldamise kohta tagasisidet õpilastelt ning saadud tagasiside põhjal viidi õppematerjalidesse ja -korraldamisse sisse parandusi. Iga läbiviidud kursuse järgselt koostati kasutusele võetud vahenditele uusi juhendeid ja töölehti, parandati olemasolevate töölehtede ülesehitust ja täiendati sisu. Samuti parendati kursuse ülesehitust ja muudeti teemade järjekorda vastavalt õppijate ettepanekutele.

Robotika suunakursuse loomisel lähtuti ADDIE mudelist, mille fookus on suunatud planeerimisele ja kursuse ülesehitamisele. Lisaks lähtuti Merrill'i mudelist, mille etappidele tuginedes loodi praktilised ja projektitöö ülesanded. Iga kursuse alguses õppijate teadmised kaardistati ning kavandati tegevused, mis vastasid just nende õppijate oskustele. Merrill'i mudeli põhjal loodud praktiliste ülesannete ja projektõppe õppematerjal on paindlik, keskendub probleemidele lahenduste leidmisele ja iga järgnev ülesanne sisaldab juba õpitud oskuste uuesti rakendamist ning uute keerukamate küsimuste lahendamist. Õppijad suunatakse iseseisvalt katsetama ja probleemidele vastuseid leidma. Sellega toetatakse ennastjuhtiva õppija kujunemist. Individuaalset õppimist toetab õppevahendite valikuvõimalus. Igal õppijal on võimalus valida endale teadmistele vastav õppevahend ja läbida sobiva raskusastmega praktilised ülesanded.

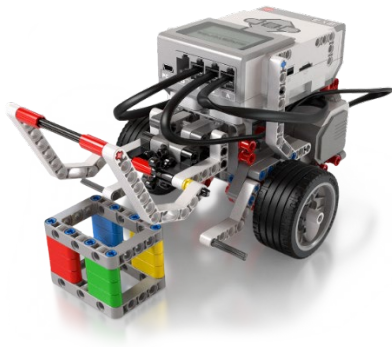
## **5.1 Riistvara**

Praktiliste ülesannete lahendamiseks kasutatakse kursusel erinevaid haridusroboteid, rakendusi ja lisavahendeid. Õppijatel on kasutada Lego Mindstorms EV3 baas- ja lisakomplekt. Antud haridusrobotite baaskomplektid on vastupidavad ja jätkuvalt kasutusel paljudes koolides, samuti on võimalik Lego Mindstorms EV3 ja ka NXT andureid ning mootoreid kasutada lisavahenditega (nt EVShield laiendusplaat, ArduinoUNO, Raspberry Pi), mistõttu on

loodud kursuse materjal kasutatav veel mõnda aega. Lisaks on õppevahendina võimalik kasutada Makeblock mBot haridusrobotit. Koolirobotite valik kursusel sõltub õppijate eelnevast kogemusest ja teadmistest.

### 5.1.1 Lego Mindstorms EV3

Lego Mindstorms EV3 (edaspidi EV3) on kolmanda põlvkonna haridusrobot, mis tuli turule aastal 2013. aastal ja mille tootmine lõpetati 2021. aasta juunis (Wikipedia, 2021).



Joonis 4 Lego Mindstorms EV3 baasrobot (LEGO, 2022)

EV3 baaskomplekt sisaldab programmeeritavat juhtplokki, kaks suurt ja ühte keskmist servomootorit, värviaandurit, güroskoopandurit, ultraheliandurit ning kahte puuteandurit. Controller töötab ARM9 protsessoril ja sellele kohandatud operatsioonisüsteemil Linux (Peets, 2021). Enne EV3 oli loodud ka Lego Mindstorms NXT 1.0. ja 2.0., mille mootoreid ja andureid on võimalik kasutada ka EV3 controlleriga (Peets, 2021).

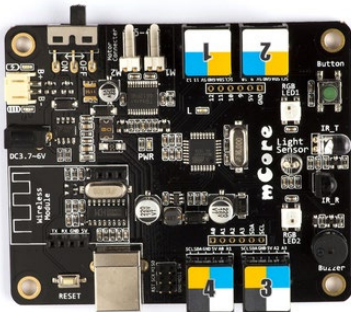
### 5.1.2 Makeblock mBot

Makeblock mBot (edaspidi mBot) on programmeeritav hariduslik robot, mis sisaldab ultrahelisensorit, joonejälgimisandurit, valgussensorit, IR-vastuvõtjat ja Bluetooth-moodulit (Makeblock, 2021). Kõik moodulid kasutavad RJ25 liideseid (Makeblock, 2021).



Joonis 5 mBot V1.1 STEM robot, allikas: <https://www.photopoint.ee/kaeline-tegevus/805765-mbot-v11-stem-robot-roosa-24g>

Makeblock mBoti juhtplokiks on Arduino UNO-ga ühilduv mikrokontroller mCore (Makeblock, 2021).



Joonis 6 mCore kontrolleri, allikas: <http://learn.makeblock.com/en/mcore/>

### 5.1.3 Arduino Starter Kit

Arduino Starter Kit on elektroonika- ja robootika komplekt, mis sisaldab Arduino UNO arendusplaat R3, alusplaat, kaablid, mitmesugused andurid ja mootrid, samuti LED-id, transistorid, kondensaatorid diodid ja takistid (Oomipood, kuupäev puudub).



Joonis 7 Arduino Starter Kit, allikas: [https://www.oomipood.ee/product/k000007\\_arduino\\_starter\\_kit?q=arduino%20starter%20kit](https://www.oomipood.ee/product/k000007_arduino_starter_kit?q=arduino%20starter%20kit)

### 5.1.4 EVShield laiendusplaat Arduinole

EVShield on laiendusplaat, mis on mõeldud NXT ja EV3 mootorite ning andurite juhtimiseks kasutades Arduino kontrolleri (mindsensors.com). EVShield töötab koos Arduino Duemilanove, Arduino Uno (või Uno R3) või sarnaste Arduino kloonidega. (mindsensors.com)



Joonis 8 EVShield laiendusplaat, allikas: <http://www.mindsensors.com/arduino/16-evshield-for-arduino-duemilanove-or-uno>

EVShield laiendusplaat võimaldab ühendada ja juhtida kuni 4 EV3 või NXT mootorit ja 4 NXT või EV3 andurit (mindsensors.com).

## 5.2 Tarkvara

Aja jooksul on suurenenud kursusel kasutatavate erinevate rakenduste hulk. Vastavalt haridusrobotile on õppijal võimalik valida rakendus, millega ülesanded lahendada. Programmeerimistarkvara valik sõltub õppija eelnevast kogemusest ja teadmistest.

### 5.2.1 Lego Mindstorms Education EV3

Lego Mindstorms Education EV3 (versioonid HOME ja EDUCATION) on LEGO Grupi enda poolt loodud plokipõhine programmeerimistarkvara EV3 haridusroboti kontrolleri programmeerimiseks (LEGO, 2022).

### 5.2.2 mBlock 5

mBlock 5 on mBot haridusroboti mCore kontrolleri programmeerimiseks kasutatav Scratch 3.0 baasil välja töötatud programmeerimisplatvorm, mis toetab nii plokkpõhiseid kui ka tekstilisi programmeerimiskeeli (Makeblock, 2021). Sellega saab programmeerida nii visuaalses programmeerimiskeeles Scratch kui ka C++ programmeerimiskeeles ja seetõttu on plokkpõhiselt programmeerimiselt C++-le üleminek väga lihtne (Makeblock, 2021).

### 5.2.3 Visual Studio Code

Visual Studio Code on avatud lähtekoodiga vabavaraline programmeerimisplatvorm ja sellega saab programmeerida EV3 haridusroboti kontrollerit Python programmeerimiskeeles. Rakendus toetab erinevaid programmeerimiskeeli, nt Python, C/C++ jt (Visual Studio Code, kuupäev puudub).

### 5.2.4 Arduino IDE

Avatud lähtekoodiga Arduino tarkvaraga (IDE) võimalik programmeerida erinevaid Arduino arendusplaate (Arduino, 2021). Programmeerida saab ka Arduino UNO-le mõeldud EV3 laiendusplaati C++ keeles (mindsensors.com).

### 5.2.5 Microsoft MakeCode

Microsoft MakeCode on avatud lähtekoodiga platvorm, kus on võimalik programmeerida erinevaid (kooli)robotikavahendeid. (Microsoft, kuupäev puudub). Tegemist on interaktiivse simulaatoriga, mille abil on võimalik kontrollida koostatud programmi tööd vahetult peale koodi kirjutamist (Microsoft, kuupäev puudub). Veebirakendusel on nii visuaalne programmeerimisredaktor, mis võimaldab koostada koodi, kasutades visuaalset programmeerimiskeelt (Scratch) kui ka JavaScripti redaktor, kus saab kirjutada ja näha koodi (Microsoft, kuupäev puudub). Algajatel on võimalik vaadata, kuidas plokkidega koostatud kood näeb välja JavaScriptis (Microsoft, kuupäev puudub).

### 5.2.6 Open Roberta Lab

Open Roberta Lab on loodud Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems IAIS initsiatiivil projekti “Roberta® – Learning with Robots” raames. Open Roberta Lab on robotite veebipõhine programmeerimiskeskond, mis kasutab visuaalset programmeerimiskeelt NEPO®. NEPO on plokipõhine programmeerimiskeel, mis on inspireeritud programmeerimiskeelest Scratch (Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems IAIS, kuupäev puudub).

## 5.3 Õpikeskkond Moodle

Magistritöö raames koostatud õppematerjal koondati Harno Moodle õpikeskkonda. Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) on veebipõhine õpikeskkond, kuhu on võimalik lisada õppematerjale (harjutusi, töölehti, koostada teste, pidada rühmatöö

päevikut) ja ka hallata õppeprotsesse (kodutööd, tagasiside ja hindamisega seotud tegevused) (HARNO, 2021).

## 6. Tulemused ja analüüs

Robootika suunakursuse läbiviimist alustati 2019. aasta sügisel, samal ajal alustati ka kursuse kava (Lisa 5) koostamise ja õppematerjali loomisega vastavalt ADDIE mudeli etappidele. Analüüsi etapis sõnastati eesmärgid ja valiti teemad vastavalt tehnoloogia ja IT suuna õpilastele. Kursuse kavandamise käigus selgitati välja õppematerjalide ja -vahendite kasutamise võimalused ning koostati esialgne tundide läbiviimise kava. Väljatöötamise etapis loodi ning edaspidi täiendati juhendmaterjale ja töölehti, mida testiti õppijatega vastavalt planeeritud kursuse kavale. Kursuse lõpus koguti tagasisidet õppijatel, aga ka tundide läbiviimise ajal kirjutati üles tekkinud mõtteid, kuidas kursust muuta või täiendada. Samuti jälgiti õppematerjalide läbimiseks kuluvat aega. Käesoleva õppeaasta lõpuks oli suunakursuse läbinud umbes 200 õppijat, kursus on toimunud 6 korda. Kursuse läbiviimise kava, vastavus sihtrühma vajadustele, eesmärgid ja õpiväljundid on jäänud suures plaanis samasuguseks nagu esimese kursuse analüüsi etapis planeeriti. Pärast igat kasutamise etappi on järgnenud õppematerjali ja õppevormide täiustamine.

### 6.1 Kursuse õppematerjal

Kursuse ainepass on koostatud vastavalt õppeasutuse nõuetele ja see on kättesaadav kursuse sissejuhatavas osas. Selles on kirjeldatud õpiväljundid, hindamise ja tagasisidestamise üldised põhimõtted. Magistritöö raames valminud suunakursuse õppematerjal on leitav Harno Moodle õpikeskkonnast (Lisa 4) ning loodud õppematerjalide näidised on käesoleva töö lisas (Lisa 1).

#### 6.1.1 Kursuse struktuur

Õppematerjal on jaotatud kaheks mooduliks. Moodulid jagunevad omakorda teemadeks, mis koosnevad teoreetilistest ning praktilistest osadest. Esimese mooduli teoreetilises osas saadakse põhiteadmised robootikast. Teoreetilise õppematerjali koostamisel on olnud suuremalt jaolt aluseks informaatika valikkursus Robootika gümnaasiumile Mehhatroonika ja robootika õpik. Teise mooduli teoreetilises osas saadakse põhiteadmised (tarkvara)projekti arendusprotsessi erinevatest etappidest. Alusmaterjalina on kasutatud nii Digitaru informaatika valikkursust gümnaasiumile Tarkvaraanarendus kui ka töö autori poolt õpingute käigus koostatud projektitööde materjale. I ja II mooduli praktilise osa läbimiseks on õppijatel võimalik valida vastavalt raskusastmele sobivad õppevahendid.

##### 1. I mooduli teemad

###### 1.1. Sissejuhatus robootikasse

- 1.2. Mikrokontroller
- 1.3. Näidikud ja ekraanid
- 1.4. Mootorid ja liikurmehhanismid
- 1.5. Andurid. analoog- ja digitaalandurid ja nende kasutusala.
- 1.6. Andmeside
- 2. Iga tunni praktilises osas tegeletakse programmeerimise, koostatud programmi silumise ja testimisega. I mooduli praktilise osa läbimiseks on loodud/loomisel õppe- materjalid erineva tasemega õppijatele.
  - 3.1. Algajad - ülesanded Lego Mindstorms EV3-le plokipõhises programmeerimis- keeles (Education, MakeCode)
  - 3.2. Edasijõudnud - ülesanded Lego Mindstorms EV3-le tekstipõhises program- meerimiskeeles Python (Visual Studio Code)
  - 3.3. Edasijõudnud - ülesanded Lego Mindstorms EVShield+Arduinole tekstipõhi- ses programmeerimiskeeles C++ (Arduino IDE)
  - 3.4. Algajad - ülesanded Makeblock mBot-le plokipõhises programmeerimiskeeles Scratch (mBlock)
  - 3.5. Edasijõudnud - ülesanded Makeblock mBot-le tekstipõhises programmeerimis- keeles C++ (mBlock või Arduino IDE)

Loodud ja loomisel olevate praktiliste ülesannete töölehtede kohta on koostatud tabel (vt Lisa 2)

- 3. II mooduli teemad
  - 3.1. Sissejuhatus projekti loomisesse
  - 3.2. Projekti planeerimine (vähima elujõulise toote kirjeldamine)
  - 3.3. Projekti läbiviimine (kasutajalugu, sh nõuded, kasutusjuht, prototüüpimine ja programmeerimine)
  - 3.4. Projekti lõpetamine (koostatud poster ja prototüübi esitlus)

### **6.1.2 Kursuse sisuline kujunemine**

Esimesel paaril korral oli kursuse põhiline fookus suunatud praktiliste ülesannete lahenda- misele ja teoreetilist osa käsitleti väga vähe. Peamiselt õpiti EV3 erinevate andurite tööpõ- himõtteid ja mootorite liikumisvõimalusi. Teise kursuse algusajaga langes kokku ka CO- VID-19 pandeemia esimene puhang ning seetõttu alustas töö autor kursuse materjalide loo- misega taaskord algusest, samal ajal otsides võimalusi veebi teel kursuse läbiviimiseks. Siis

loodi lihtne koduleht õppematerjalide jagamiseks GoogleSite vahenditega. Õppetöös kasutati Open Roberta Lab veebirakendust, mis võimaldas Lego Mindstorms EV3 programmeerida nii plokk- kui tekstilises programmeerimisekeeles. Kahjuks ei õnnestunud loodud programme hiljem Lego Mindstorms EV3 kontrollerrisse laadida ja sel kursusel piirdusime vaid simulatsioonivahendiga.

Järgmisel korral võttis töö autor kasutusele õppevahendina MakeCode veebiplatvormi selleks, et võimaliku uue pandeemiapuhangu ajal saaksid õppijad tuttavas keskkonnas jätkata ja simulatsioonivahendiga tehtud tööd testida. MakeCodes on võimalus ka programmeerimiseks JavaScriptis, kuid seda võimalust ei kasutatud. Kolmanda kursuse versiooni lõpuks oli töö autoril tekkinud teatud vilumus erinevate rakendustega toimetamiseks. Enne järgmise kursuse algust koondati loodud õppematerjalid Harno Moodle õpikeskkonda Robootika suunakursuse alla, siis koostati detailne tundide läbiviimise kava, seati paika ajaraam, lähtuvalt eelnevatel kursustel läbitud materjali mahust, lisati teooriamoodul Robootika gümnaasiumile Mehhatroonika ja robootika õpiku teemasid järgides. Loodi uusi töölehti ja näidisülesannete lahendusi. Võeti osaliselt kasutusele Moodle õppeprotsessi haldamise vahendid (nt lisati kursuse edenemise skaala õpitulemuste jälgimiseks). Kaardistati ülesanded, mida hinnatakse edaspidi arvestuslikult ja ülesanded, mida hinnatakse punktiskaala või koolihindamiskaala järgi. Järgmises versioonis loodi enamuse töölehti MakeCode rakendusele, mõned mBlock 5 ja mõned töölehed ka Visual Studio Code-le Pythonis. Sellel õppeaastal loodi mõned töölehed Arduino UNO-le ja EVShield laiendusplaadile. Arduino UNO kontroller koos EVShield laiendusplaadiga võeti kursusel kasutusele seetõttu, et LEGO Mindstorms EV3-e tootmine lõpetati 2021. aasta suvel ja laiendusplaat võimaldab kasutada edasi töökorras mootoreid ning andureid ja sellega laieneb ka kasutatavate õppevahendite hulk, mille puudumist õppijad oma tagasisides korduvalt on välja toonud. Samuti võimaldab laiendusplaat õppida kasutama Arduino UNO kontrollerit, mis on levinud vahend elektroonikaprojektide loomisel.

### **6.1.3 Õppevahendi valik**

Pikemas perspektiivis on töö autori eesmärgiks luua universaalne Moodle kursus erinevate haridusrobotitega õppetöö läbiviimiseks, lähtudes põhimõttest, et õpetajal on võimalus samaaegselt läbi viia kursust nii algajatele kui ka edasijõudnutele.

Kui õppija ei ole eelnevalt läbinud ühtegi programmeerimiskursust, siis kasutatakse valdavalt plokipõhist programmeerimiskeelt ja robotiks valitakse Lego Mindstorms EV3. Ploki põhine keel on valitud seepärast, et õpilastel oleks näha andurite/mootorite parameetrite määramise/muutmise tulemused simulatsioonivahendiga. Kui õppijal on varasem kokkupuude olnud programmeerimisega, siis jätkatakse programmeerimiskeelega (Python või C++). Kui õppijal on olnud eelnevalt kokkupuude koolirobootikaga, siis õppijad valivad üldjuhul roboti, millega neil on olnud varasem kokkupuude, aga programmeerimiskeskonnaks valitakse pigem kas Visual Studio Code või Arduino IDE. Samuti eelistatakse valida robot, millega varasem kokkupuude puudub (nt põhikoolis on osaletud robootika huviringis ja kasutatud Lego Mindstorms EV3 ning antud kursusel soovitakse kasutada õppevahendina hoopis mBot-i).

## **6.2 Õppetöö läbiviimine ja hindamine**

Praktilise kursuse läbiviimisel kasutab töö autor nii aktiivõppe kui ka ümberpööratud klassiruumi meetodeid. Kursuse läbiviimisel on kasutatud nii kaug-, põim- kui ka hajaõppe õppevorme.

Kursus on jagatud kaheks mooduliks. Kursuse alguses valitakse paaristöö jaoks sobiv haridusrobot ja lahendatakse vastavat robotit puudutavad ülesanded (nt valitakse kursuse praktilise osa läbimiseks mBot ja ülesanded lahendatakse vastavalt mBot töölehtedele).

Üldjuhul on 10. klassi õppijatele tutvustatud uut materjali loengu vormis ja seejärel on antud suuniseid, mida täiendavalt lugeda/vaadata. 12. klassi õpilased on omandanud teoreetilise osa iseseisvalt ja iga teema käsitlemise järgselt otsivad nad vastuseid kontrollküsimustele, kasutades vastuste leidmiseks abimaterjale. Lisaks on teoreetilise teema omandamise üheks iseseisvaks tööks valdkonna kohta käiva materjali põhjalikum uurimine ja selle kohta kokkuvõtte kirjutamine. Selle ülesande raames saab 10. klassi õpilastele tutvustada ka uurimis- ja praktilise töö vormistamise reegleid. 12. klassi õppijad saavad huvi korral kasutada uurimistöös leitud infot eesti keele riigieksami kirjandi kirjutamisel.

Praktiliste ülesannete lahendamine toimub üldjuhul paarides või 3-liikmelistes gruppides ja selline lähenemine sobib väga hästi uute lahenduste genereerimiseks, sest grupis töötades on ideede ja uute lahenduskäikude välja mõtlemine edukam kui üksikisikul. Samuti aitab grupis töötamine ülesandeid osadeks jagada.

Kursuse esimeses moodulis lahendatakse ülesandeid ja õpitakse haridusrobotit programmeerima ning testima. Praktiliste ülesannete lahendamisel teevad õpilased paaristööd ja esitavad lahendused koos. Hinnatakse nii koodi koostamisoskust, töövõtteid kui ka koostööoskust. Esimese mooduli teoreetilist osa puudutavad ülesanded lahendab iga õppija iseseisvalt ja hinnatakse omandatud põhiteadmisi üldjuhul läbi kirjalikult küsimustele vastamise.

Nii teoreetiliste kui ka praktiliste ülesannete vastused esitatakse vastava peatüki all olevatesse ülesannete kaustadesse.

Kursuse teine moodul läbitakse projektiõppena ja „mängitakse läbi“ toote/tarkvaraarendusprotsess. Õppijad moodustavad 2-3-liikmelised rühmad, kirjeldavad/analüüsivad elulist probleemi, mida on võimalik koolirobotiga lahendada, koostavad projektiarenduse dokumentatsiooni, ehitavad ja programmeerivad probleemi lahendava prototüübi ning esitlevad loodud lahendust. Projekti mooduli läbimise ajal antakse igale rühmale jooksvalt tagasisidet, hinnatakse tööprotsessi, õppijate tootearenduse dokumentatsiooni koostamise ja probleemilahendamise oskust, samuti esitlusoskust ning loodud prototüübi funktsionaalsust. Lisaks õpetaja hinnangule saavad õppijad ka teistelt gruppidele tagasisidet ning projekti lõppedes saavad õppijad hinnata meeskonnatööd ka oma grupi sees.

Kursusel kasutatakse osaliselt automaatset hindamist teooriateemadest arusaamise hindamisel. Praktiliste tööde hindamisel järgitakse nii maatrikshindamist, kui ka suulist/kirjalikku tagasisidet projekti dokumentatsioonile. Samuti on oluline õppijate hindamisoskuste kujundamine ja seetõttu moodustab projektitöö hindest ühe osa ka kaasõpilaste tagasiside esitlusele kui ka prototüübi tööle.

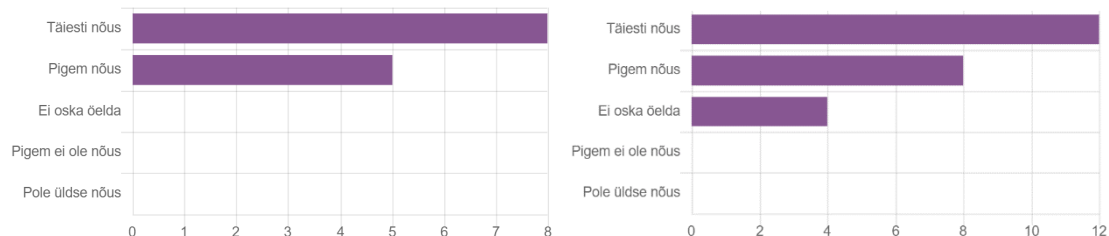
### **6.3 Tagasiside**

Esimesest kursusest alates on kursuse lõppedes läbi viidud tagasiside küsitlusi ja sellest lähtuvalt täiendatud õppematerjale. Viimasel kahel kursusel küsimustiku küsimusi ei muudetud ja seetõttu on võimalik võrrelda antud vastuseid. 2021. õppeaasta sügisel osales suunakursusel 36 10. klassi õppijat ja 2022. aastal kevadel osales 32 12. klassi õppijat. Küsitlus viidi läbi Harno Moodle õpikeskkonnas anonüümselt ja vastajaid oli vastavalt 13 ja 24 õpilast.

Tagasiside küsimused koostati nii kursuse ülesehituse, ülesannete jõukohasuse kohta kui ka hindamise ja tagasiside saamise ning ajaplaneerimise kohta (Lisa 3). Kasutati valikvastusega- ja esseevastusega küsimusi. Ülesannete jõukohasust hindas õpilane vastavalt valitud

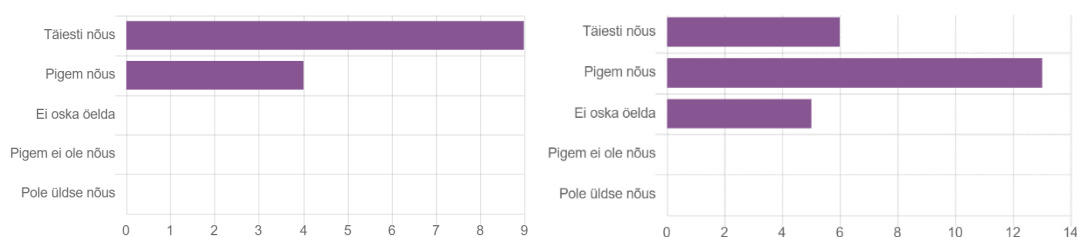
õppevahendi kasutamisoskuse arenemise järgi (vt õppevahendi valiku kohta alapeatükk 6.1.3).

Väitega „Kursuse jooksul sain koolirobootikast uusi teadmisi“ olid nii 10. kui ka 12. klassi õpilased täiesti nõus või pigem nõus vastavalt 100% ja 83% vastajatest.



Joonis 9 10. ja 12. klassi vastused väitele „Kursuse jooksul sain koolirobootikast uusi teadmisi“

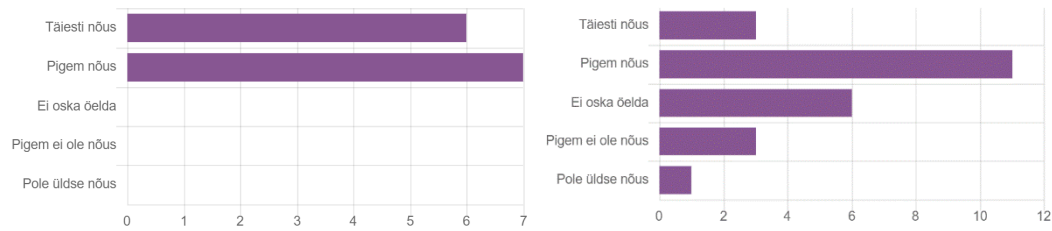
„Kursusel käsitlevad teemad olid huvitavad“ väitega oli täiesti nõus 69% ja pigem nõus 31% 10. klassi õpilastest. 12. klassi õpilastest oli täiesti nõus 25% ning pigem nõus 54% vastanutest, 21% ei osanud öelda.



Joonis 10 10. ja 12. klassi õpilaste vastused väitele „Kursusel käsitlevad teemad olid huvitavad“

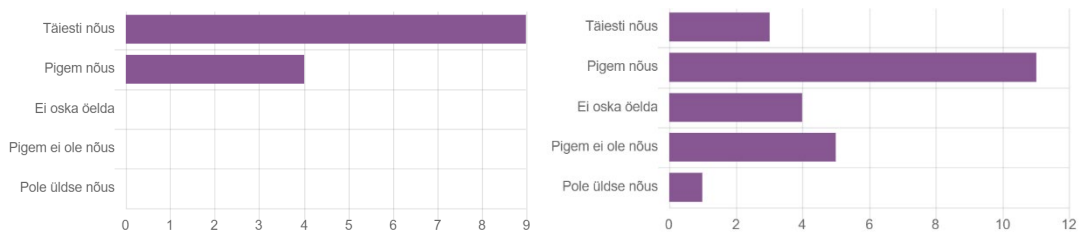
10. klassi vastajad soovisid rohkem teada saada erinevate andurite kohta. 12. klassi vastanute seas soovisid vastajad veel informatsiooni saada kosmoserobootikast, tootmistehnoloogiast, humanoidrobotitest ning sooviti kasutada teisi roboteid (mitte LEGO roboteid). Tagasisidest võib järeldada, et antud kursust võiks õpetada pigem gümnaasiumiastmes kas 10. või hiljemalt 11. klassis. 12. klassi õppijad soovivad pigem rohkem teooriat ja paljudel puudub motivatsioon „lego robotitega“ mängida.

Väite „Kursuse materjalid olid arusaadavalt koostatud“ oli täiesti nõus 46% ja pigem nõus 54% 10. klassi vastanutest. 12. klassi vastajate seas oli tagasiside kriitilisem, täiesti nõus või pigem nõus oli vastavalt 12,5% ja 46%, 12,5% pigem ei olnud nõus ja üldse ei olnud nõus 4% vastanutest, hinnangut ei osanud anda 25% vastanutest.



Joonis 11 10. ja 12. klassi õpilaste vastused väitele „Kursuse materjalid olid arusaadavalt koostatud“

„Kursuse ülesehitus oli lihtne ja arusaadav“ väitega oli täiesti nõus või pigem nõus vastavalt 69% ja 31% 10. klassi vastajatest. 12. klassi vastanutest oli täiesti nõus või pigem nõus vastavalt 12% ja 46%, pigem ei ole nõus või pole üldse nõus vastas 21% ja 4% ning 17% ei osanud vastata.

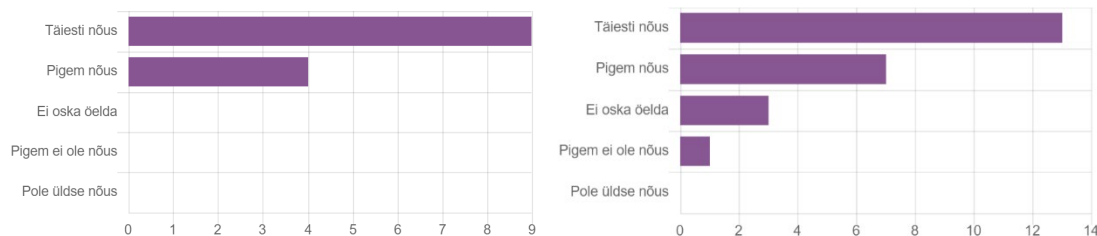


Joonis 12 10. ja 12. klassi õpilaste vastused väitele „Kursuse ülesehitus oli lihtne ja arusaadav“

12. klassi vastajad soovisid Moodles vähem teksti ja erinevaid linke näha ning näidist projektitöö kirjaliku osa kohta. Lisaks sooviti, et iseseisvat õppimist vajavad teemad dubleeritakse ka Stuudiumi kodutöö plokis. Tagasiside kinnitab töö autori tähelepanekuid, et kursuse ülesehituse ja struktuuriga tuleb veel tööd teha ja projektimooduli õppematerjale muuta ning täiendada.

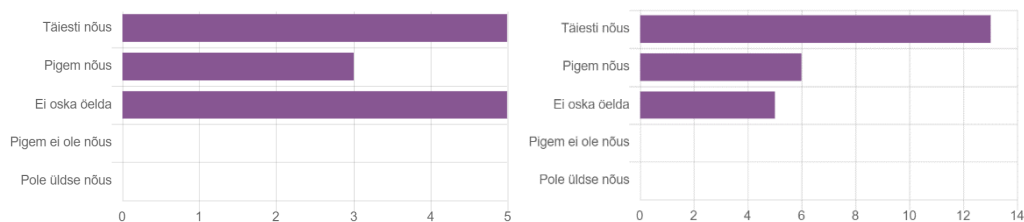
Lisaks konsulteeriti kursuse struktuuri ja ülesehituse osas ka Tartu Ülikooli elukestva õppe keskuse haridustehnoloogia peaspetsialistiga. Tema antud tagasisidest lähtuvalt lisati kursuse ülevaade ja ajakava kursuse üldossa selliselt, et need oleksid enne sektsioonide avamist nähtavad. Esimeses moodulis lisati õpijuhised enne ülesannet ning kirjutati ülesande täpne pealkiri. Teises moodulis on vajalik veel õpijuhiseid korrastada. Sektsiooni päisesse soovitati lisada juhiseid ning vahesiltidena lisada väiksemaid juhendeid tegevuste kohta, millele järgneb vastava tegevuse vahend. Projekti moodulis on vaja veel teemade jaotust tundide kaupa korrastada ja vastavad muudatused õpijuhistesse sisse viia.

Väitega „Kursuse hindamine oli mulle arusaadav“ oli nõus 10. klassi vastajatest 69% ja pigem nõus 31%. 12. klassi vastajatest oli täiesti nõus 54% ja pigem nõus 29% vastajatest. Pigem ei olnud nõus 4% ja vastata ei osanud 13% vastanutest.



Joonis 13 10. ja 12. klassi õpilaste vastused väitele „Kursuse hindamine oli mulle arusaadav“

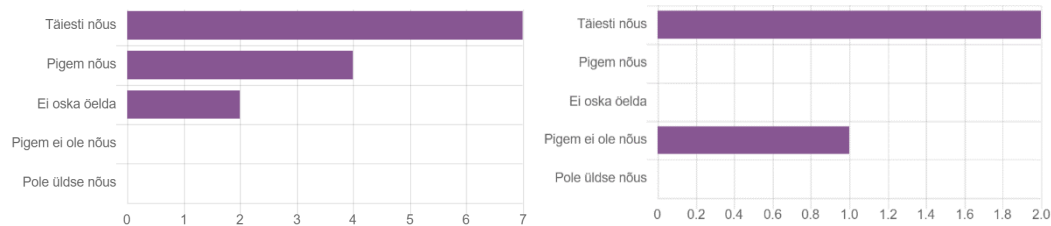
Samuti küsiti õpilastelt tehtud tööde kohta saadud tagasiside kohta ja väitega „Sain piisavalt tagasisidet tehtud tööde kohta“ oli 10. klassi õpilastest täiesti nõus 38,4% ja pigem nõus 23%, 38,4% ei osanud vastata. 12. klassi vastajate seas oli täiesti nõus või pigem nõus vastavalt 54% ja 25% ning vastata ei osanud 21%.



Joonis 14 10. ja 12. klassi õpilaste vastused väitele „Sain piisavalt tagasisidet tehtud tööde kohta“

Toodi välja, et ei teata, kus tagasisidet saab (Moodle vs Studium), samuti toodi murekohana välja, et puudus selge info tööde tähtaegade kohta. Moodle hindamissüsteemi ja hindamismatrikseid toodi välja positiivse näitena, aga sooviti rohkem ka kommentaare tehtud tööde kohta, seda oli mainitud mitme 10. klassi vastaja poolt. 12. klassi vastajad olid rahul saadud tagasisidega.

Lühikest aega toimus õppetöö ka kaugõppel ja seetõttu küsiti tagasisidet sellel ajal õppimise kohta. Väitega „Kaugõppele üleminek ei valmistanud antud õppeaines raskusi“ oli 10. klassi vastanutest täiesti nõus 54%, pigem nõus 31% ja vastata ei osanud 15%. 12. klassist vastas küsimusele 3 õpilast ja täiesti nõus oli 2 (8%) ning pigem ei ole nõus 1 (4%) vastaja, ülejäänud õpilased (88%) kasutasid võimalust mitte vastata.



Joonis 15 10. ja 12. klassi õpilaste vastused väitele „Kaugõppele üleminek ei valmistanud antud õppeaines raskusi“

Tagasiside näitab, et eelnevate kordade kaugõppekogemustest tehtud parendused õppematerjalidesse on olnud vajalikud ja võimaldavad operatiivselt õppevormi muuta, kaotamata õppekvaliteedis. Samuti on lisatud kursusele simulatsioonivahendite kasutamise võimalus, millega kaug- või hajaõppes saab toimetada.

## 6.4 Analüüs

Iga kursuse lõppedes on muudetud ja parandatud õppematerjali vastavalt saadud tagasisidele või töö autori märkmetele, mis tehtud kursuse jooksul. Kui esimestel kordadel pöörati tähelepanu kirjaliku õppematerjali loomisele, siis viimasel korral on tähelepanu all olnud pigem kursuse struktuur ja ülesehitus. Üldist kursusel navigeerimist toetab kuruse päises olev õpjuhüis, kus on esitatud kursuse läbimise põhimõtted ning tegevusjuhendid.

Analüüsi etapis pööras töö autor suuremat tähelepanu erinevate tasemetega õppijatele õppematerjali loomisele.

1. Loodi varasema programmeerimise ja mehhatroonika kogemusega õppijatele praktiliste ülesannete lahendamiseks töölehed.
2. Töölehtede alguses sõnastati õpiväljundid, mida ülesannete lahendamine toetab ja lisati ka bonusülesanded kiirematele õppijatele.
3. Edasijõudnute tasemel õppijatele on praktiliste ülesannete materjalid osaliselt loodud ja osad töölehed vajavad veel koostamist/täiendamist. Loomisel on edasijõudnutele töölehed Lego Mindstorms EV3, ArduinoUNO ja EVShield laiendusplaadile ning mBot-ile.
4. Projekti moodulisse on lisatud dokumentatsiooni koostamise juhised ja väljavõtteid projektidokumentidest. Antud juhised ja näidised vajavad täiendamist. Esmalt tuleb läbi mõelda antud kuruse kontekstis optimaalne dokumentatsiooni sisu ja koostada näidisdokument, mis võimaldaks paika saada tasakaalu töö dokumenteerimisele kulutatud aja ja dokumendi mahu osas.

Väljatöötamise etapis tegi töö autor muudatusi kursuse esialgses struktuuris. Selleks, et kursus oleks hästi struktureeritud ja lihtne kasutada tehti järgnevat:

1. Muudeti kursuse päiseosa, lisati tutvustus, viidi kursuse koostamiseks kasutatud allikate viited 'Üldine kursuse ülevaade' lehele ja lisati lühidalt selgitus, kuidas peatükid avanevad.
2. Täiendati kursuse ajakava õpiväljundite ja tegevustega ning lisati eraldi leht kursuse tutvustusse. Tegevuste kirjeldused toodi välja märksõnadena, mida iga teema juures tunnis tehakse. Siinkohal võiks olla veel detailsem ülevaade õppijale. Õpetajale on koostatud/täiendamisel iga teema juurde tunni läbiviimise kava (üldjuhul lühike märksõnaline kava, märkused ja tähelepanekud, mida tunde läbiviies on töö autoril tekkinud ja millele edaspidi peab tähelepanu pöörama. Praktiliste ülesannete lahendamiseks on lisatud vähemalt üks võimalik lahendusvariant.).
3. Iga teema juurde on lisanud õpjuhiseid - mida tunni raames õpilane tegema peab. Õpetaja vaates on kõik vajalikud materjalid kas failide või viidetena olemas, aga õpjuhisesse, mis on õpilase vaates, on lisatud ülevaatlik tekst, millised ülesanded igas tunnis/järgmiseks tunniks peab läbima.
4. Esimese mooduli iga peatüki tunnikava sisaldab üldjuhul tunni alguses esitlust, praktilise ülesande töölehte ja viiteid täiendavale materjalile.
5. Lisatud on kursuse edenemise ülevaate skaala, mida on võimalus õppijal kasutada, et ta omaks kursuse edenemisest ülevaadet.
6. Kursuse materjali loomisel on lähtutud lähiõppe printsiibist, Moodle toega, kuid kursus võimaldab kiirelt üle minna hajaõppele või ka põimõppele. Simulatsioonivahendid on veebis vabavaliselt olemas. Teises moodulis on lähiõppes osalemine oluline hiljemalt siis, kui hakatakse looma prototüüpi.
7. Õppevahendite tehnilised juhendid vajavad veel korrastamist ja lisandunud õppevahenditele on vaja luua uued tehnilised juhendid. Üle tuleb vaadata kursuse slaididel kasutatud piltide ja tekstide viited algmaterjalile.

Õppeprotsessi kavandamise etapis pööras töö autor tähelepanu hindamisele ja tagasisides-tamisele. Ülesannete hindamine on muudetud võrreldes esimeste kursustega lihtsamaks ja arusaadavamaks õpilasele. Võimalikult palju tagasisidet antakse ülesannete lahendamise ajal tunnis. Ülesannete hindamiseks on koostatud maatriksid, mille põhimõtted on vaja üle

vaadata ja vajadusel muuta lihtsamaks ning peale ülesannete hindamist on võimalik ka kursuse koondhindamise reeglid seadistada.

Kursuse läbiviimise etapis keskenduti kursuse ülesannete paindlikuks muutmisele vastavalt õppijate edasijõudmisele. Tulenevalt sellest tehakse muudatusi õppijatele ülesannete valikul ka kursuse jooksul. Edaspidi soovib töö autor koostada juhendmaterjali õpetajale lähtuvalt sellest, mida tähele panna ja milliseid ülesandeid erinevatel juhtudel valida.

Kursuse hindamise etapis pöörab töö autor tähelepanu tagasiside saamisele. Iga kursuse lõpus kogutakse õppijatelt tagasisidet selleks otstarbeks koostatud vormide kaudu. Samuti tehakse märkeid tundide järgselt.

## 7. Kokkuvõte

Magistritöö eesmärgiks oli luua 20-tunnine robotika suunakursuse õppematerjal (algajatele ja edasijõudnutele), mis annab ülevaate robotikast ja üldisest toote/tarkvaraarenduse protsessist alates ideest kuni prototüübi loomiseni.

Töös anti ülevaade õppematerjali loomise ADDIE ja Merrilli mudelitest sh digitaalse õppevara loomise printsiipidest ja nõuetest. Samuti anti ülevaade kursuse, sh e-kursuse loomise etappidest ja kvaliteedinõuetest. Kirjeldati õppematerjali loomiseks tehtud töid ja õppematerjali koostamise protsessi. Tutvustati õppematerjalis kasutatavaid õppevahendeid ja valiku põhjuseid.

Töö tulemusena loodi Harno Moodle õpikeskkonda robotikat tutvustav 20-tunnine (1 tunni kestvus 70 min) digitaalne suunakursuse õppematerjal, milles esimene moodul annab õppijale algteadmised robotika põhimõtetest, kontrolleri, mootorite ja andurite tööst koos praktiliste näidisülesannete lahendamise ja teine moodul annab ülevaate tootearenduse protsessist koos praktilise arendusprotsessi läbimisega, mille tulemusena valmib probleemilahendaja prototüüp.

Edasiarendusena tuleb töö autoril jätkata kursuse materjalide täiendamist ja uute koostamist nii EVShield laiendusplaadi kasutamiseks kui ka VSC programmeerimisrakenduse kasutamiseks, samuti vajavad täiendamist mBlock juhendid. Õppematerjale võiks täiendada selliselt, et kursust saab läbida ka ainult e-kursusena (veebiõppes).

## Viidatud kirjandus

- Aavik, A. (2019). Hindamismudelite tehniline ja didaktiline lahendus. Tallinn: Tallinna Ülikool. Kasutamise kuupäev: 31. 07 2021. a.
- Arduino. (2021). Kasutamise kuupäev: 31. 07 2021. a., allikas <https://www.arduino.cc/>
- Arenguseire Keskus. (2018). Tööturg 2035. Tööturu tulevikusuunad ja -stsenaariumid. Tallinn. Kasutamise kuupäev: 3. 05 2022. a., allikas [https://www.riigikogu.ee/wpcms/wp-content/uploads/2018/08/tooturg\\_2035\\_tooturu\\_tulevikusuunad\\_ja\\_stsenaariumid\\_A4\\_veeb.pdf](https://www.riigikogu.ee/wpcms/wp-content/uploads/2018/08/tooturg_2035_tooturu_tulevikusuunad_ja_stsenaariumid_A4_veeb.pdf)
- Ausen, K. (2018). Didaktilise õppematerjali koostamine kursuse “Koolirobootika I” põhikooli robootika osas. Tartu. Kasutamise kuupäev: 30. 07 2021. a., allikas <https://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/66194/thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Eesti Kõrg- ja Kutsehariduse Kvaliteediagentuur. (2021). *Juhend kvaliteetse e-kursuse loomiseks*. Kasutamise kuupäev: 23. 07 2021. a., allikas <https://oppevara.edu.ee/ekursus/#ekursus>
- Eskla, K. (kuupäev puudub). *Kvaliteetse e-kursuse loomise A ja O*. Kasutamise kuupäev: 23. 03 2021. a., allikas Tallinna Ülikool: [https://www.tlu.ee/opmat/eope/e\\_kursuse\\_a\\_ja\\_o\\_moodle/index.html](https://www.tlu.ee/opmat/eope/e_kursuse_a_ja_o_moodle/index.html)
- Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems IAIS. (kuupäev puudub). *Roberta® awakens enthusiasm for technology and natural sciences*. Kasutamise kuupäev: 30. 04 2022. a., allikas Roberta Initiative: <https://www.roberta-home.de/en/>
- Haridus- ja teadusministeerium. (2021). *Eesti haridusvaldkonna arengukava 2021 – 2035*. Kasutamise kuupäev: 23. 07 2021. a., allikas <https://www.hm.ee/et/kaasamine-osalemise/strateegiline-planeerimine-aastateks-2021-2035/eesti-haridusvaldkonna-arengukava>
- HARNO. (31. 12 2021. a.). *Moodle teenuskaart*, 26. (HARNO) Kasutamise kuupäev: 26. 04 2022. a., allikas <https://projektid.edu.ee/display/HTKT/MOODLE+TEENUSKAART>
- Kallas, E. (2015). *Loovustehnikad 99 viisi ideede leidmiseks* (2 tr.). (L. Uba, Toim.) Tartu: Ecoprint AS. Kasutamise kuupäev: 31. 07 2021. a.
- Karm, M. (2013). *Õppemeetodid kõrgkoolis*. Tartu: Sihtasutus Archimedes Programmi Primus büroo.
- LEGO. (2022). *Download the EV3 Classroom App v. 1.5.3*. Kasutamise kuupäev: 2. 05 2022. a., allikas <https://education.lego.com/en-us/>
- Makeblock. (2021). *makeblock/mBlock*. Kasutamise kuupäev: 31. 07 2021. a., allikas <https://mblock.makeblock.com/en-us/>
- Merrill, M. (2002). *A Pebble-in-the-Pond Model For Instructional Design*. Kasutamise kuupäev: 20. 07 2021. a., allikas <https://t1.daumcdn.net/cfile/tistory/1636C01C4A40A11C15?download>
- Microsoft. (kuupäev puudub). *Make&Code*. Kasutamise kuupäev: 26. 04 2022. a., allikas <https://www.microsoft.com/en-us/makecode>
- mindsensors.com. (kuupäev puudub). *EVShield with Arduino Uno board bundle*. Kasutamise kuupäev: 31. 07 2021. a., allikas mindsensors.com: <http://www.mindsensors.com/pdfs/EVShield-User-Guide.pdf>
- Oomipood. (kuupäev puudub). (OÜ Dormikor ) Kasutamise kuupäev: 31. 07 2021. a., allikas [https://www.oomipood.ee/product/k000007\\_arduino\\_starter\\_kit](https://www.oomipood.ee/product/k000007_arduino_starter_kit)

- Parve, K. (2021). Informaatikat õpetavate õpetajate koolitusvajadus. Tartu: Tartu Ülikool.  
Kasutamise kuupäev: 21. 10 2021. a., allikas  
<http://dspace.ut.ee/handle/10062/73126>
- Peets, A. (2021). *LEGO EDUCATION SPIKE Prime edasijõudnuile (Python programmeerimine)*. Tartu: Robotimeister OÜ & TÜ arvutiteaduse instituut.  
Kasutamise kuupäev: 12. 03 2022. a.
- Pilli, E. (2009). *Väljundipõhine hindamine kõrgkoolis*. Tartu: Sihtasutus Archimedes.  
Kasutamise kuupäev: 07. 03 2021. a., allikas  
<http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/16496/hindamisraamat.pdf>
- Põldoja, H. (19. 04 2016. a.). *Õppematerjalide koostamise protsess ja kvaliteet*. Allikas: Digitaalne õppevara:  
<https://digioppevara.wordpress.com/lugemismaterjalid/oppematerjalide-koostamise-protsess-ja-kvaliteet/>
- Riigikogu. (17. 04 2021. a.). Põhikooli- ja gümnaasiumiseadus. Tallinn: Riigi Teataja.  
Kasutamise kuupäev: 30. 07 2021. a., allikas  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/13332410?leiaKehtiv>
- Rogalevitš, V., Villems, A., Kusmin, M., Peets, M.-L., Puusaar, M., Plank, T., . . . Marandi, T. (2012). *Juhend kvaliteetse õpiobjekti loomiseks*. Tallinn?: Eesti Infotehnoloogia Sihtasutus.
- Saaremägi, K. (30. 7 2021. a.). *Kahe õppedisaini mudeli võrdlus*. Allikas: MA ÕPINGUTE AJAVEEB: <https://kristeliris.wordpress.com/2020/11/11/kahe-oppedisaini-mudeli-vordlus/>
- Uiboleht, K., & Kütt, K. (2021). Hajaõpe on tulnud selleks, et jääda? *Tartu Ülikooli e-õppe ajakiri*.
- Vabariigi Valitsus. (26. 04 2021. a.). Gümnaasiumi riiklik õppekava. Kasutamise kuupäev: 21. 07 2021. a., allikas <https://www.riigiteataja.ee/akt/123042021011?leiaKehtiv>
- Vaikjärv, T., & Pilli, E. (kuupäev puudub). *Ümberpööratud klassiruum*. (Tartu Ülikool)  
Kasutamise kuupäev: 30. 04 2022. a., allikas <https://sisu.ut.ee/auditoorium>
- Wikipedia. (26. 04 2021. a.). *Lego Mindstorms EV3 - Wikipedia*. (Wikipedia) Kasutamise kuupäev: 30. 07 2021. a., allikas Wikipedia:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Lego\\_Mindstorms\\_EV3](https://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms_EV3)
- Villems, A., Aluoja, L., Pilt, L., Naulainen, M.-M., Kusmin, M., Rogalevitš, V., & Tokko, U. (2014-2015). *Digitaaalse õppematerjali loomise soovitused. Juhend digitaalse õppematerjali autorile*. (Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus) Kasutamise kuupäev: 12. 03 2021. a., allikas  
[https://oppevara.edu.ee/kvaliteet/?\\_ga=2.122206019.935608832.1627326363-1157840710.1626682939#eessona](https://oppevara.edu.ee/kvaliteet/?_ga=2.122206019.935608832.1627326363-1157840710.1626682939#eessona)
- Visual Studio Code*. (kuupäev puudub). Kasutamise kuupäev: 31. 07 2021. a., allikas  
<https://code.visualstudio.com/>

## Lisad

### Lisa 1

## Tööleht EV3 – mootorid 2

Lahenda ülesanded kasutades rakendust MakeCode <https://makecode.mindstorms.com/>

Õpiväljundid:

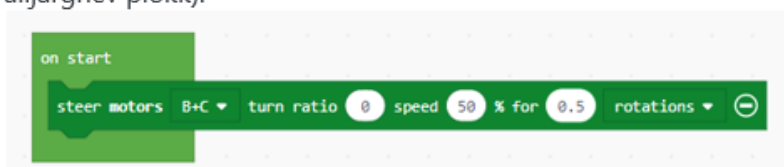
1. Kasutab puuteanduri ja mootorite töö programmeerimiseks erinevaid võimalusi
2. Teab ja kasutab erinevaid programmi alustamise viise
3. Oskab luua ja kasutada muutujat
4. Teab while tööpõhimõtet

### Ülesanne 3. Lego Mindstorms EV3 mootorid ja liikumine

**yl\_3\_1 Robot alustab sõitu baasist (peenikese musta joone tagant, värviandur näeb musta värvi), sõidab esimese (u 2 cm paksune) musta jooneni ja sõidab baasi tagasi. Tsükel kordub kontrollerial oleva keskmise nupu vajutamiseni.**

Ülesannet võib lahendada mitmeti, aga antud näites paneme roboti sõitma alguses umbes 9 cm ehk pool rattapööret edasi (mõttele, kuidas saaks veel teisiti sõita robotiga üle esimese musta joone ja tuvastada alles teine must joon ning siis teha järgnevad nõutud tegevused).

1. Alustuseks lisa plokk, kus saad määrata mootoritele sõida edasi pool rattapööret(nt alljärgnev plokk).



Joonis 16 Väljavõte töölehest

## Lisa 2

Tabel 1 Ülevaade loodud ja veel loodava õppematerjali kohta

Jrk nr	Teema	Loodud õppematerjal	Koostamisel õppematerjal
1	Sissejuhatus robotikasse	Programmeerimine ja robotid (esitlus) EV3 MakeCode näidisülesannete tööleht Alustamine MakeCode rakendusega Alustamine MicroPythoniga (VSC) Alustamine EVShield ArduinoIDEga	Alustamine mBotiga (mBlock) mBot näidisülesannete tööleht EVShield näidisülesannete tööleht
2	Mikrokontroller	Mikrokontroller (esitlus) Tööleht EV3 Ülesanne 1 nuppude taustavalgus Tööleht mBot Ülesanne 1 LED vilgutamine	Tööleht EVShield Ülesanne 1 LED vilgutamine
3	Näidikud ja ekraanid	Ülesanne 2 sõnastused	Näidikud ja ekraanid (esitlus) Tööleht EV3 Ülesanne 2 valgusanduri tööpõhimõte Tööleht EVShield Ülesanne 2 valgusanduri tööpõhimõte Tööleht mBot Ülesanne 2 värvide kuvamine ja valgusanduri tööpõhimõte
4	Mootorid ja liikurmehhanismid	Roboti liikurmehhanismid (esitlus) Ülevaade mootoritest (esitlus) Tunnikava Tööleht EV3 Ülesanne 3 mootorid 1 Tööleht EV3 Ülesanne 3 mootorid 2 Tööleht EVShield Ülesanne 3 mootorid 1	Tööleht mBot Ülesanne 3 mootorid
5	Omistuslause, tingimuslause, tsükkel	Omistuslause, tingimuslause, tsükkel (esitlus)	-
6	Andurid	Andurid (esitlus) Ülesanne 4 sõnastus	Vajadusel töölehed
7	Andmeside	Andmeside (esitlus) Ülesanne 5 sõnastus	Vajadusel töölehed
8	I osa kokkuvõte	Kiirematele lisaülesannete kirjeldused	Vajadusel töölehed
9	Robotikaprojekti sissejuhatus	Projekti sisu	-

10	Robotikaprojekti planeerimine	Projekti planeerimine Kasutajalugu vs kasutusjuht Nõuete dokumentatsiooni koostamise näidis	-
11	Robotikaprojekti läbiviimine	Infopostri koostamine	-
12	Robotikaprojekti lõpetamine	-	-
13	Kursuse kokkuvõtte, vahendite korrastamine	Kokkuvõttev esitlus	-

## Lisa 3

### Tagasiside küsimustik Robotika suunakursusele

Režiim: Anonüümne

- Kursuse jooksul sain koolirobootikast uusi teadmisi!  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Kursusel käsitletavaid teemasid olid huvitavad!  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Millistest teemadest oleksid tahtnud veel teada saada?
- Kursuse materjalid olid arusaadavalt koostatud!  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Kas ja kui siis mida oleks vaja muuta kursuse materjalide juures?
- Kursuse ülesehitus oli lihtne ja arusaadav!  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Kas ja kui siis mida oleks vaja muuta kursuse ülesehituse juures?
- Ülesannete raskustase oli paras!  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Kas ja kui siis mida tuleks muuta ülesannete juures?
- Kursuse hindamine oli mulle arusaadav!  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Sain piisavalt tagasisidet tehtud tööde kohta!  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Lisa kommentaar hindamise ja tagasiside andmise kohta
- Olin õppimisel aktiivne ja panustasin ülesannete lahendamisse!  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Vasta siis, kui oli kursuse jooksul vajadus jääda distantsõppele: Distantsõppele üleminek ei valmistanud antud õppeaines raskusi  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Vasta siis, kui oli kursuse jooksul vajadus jääda distantsõppele: Distantsõppe käigus õppisin aega planeerima  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Projektitöö käigus omandasin meeskonnatööks vajalikke oskusi  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Projektitöö käigus õppisin tervikut silmas pidades ülesandeid jaotama!  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Saime grupiga projekti õigeaegselt valmis!  Pole valitud  Täiesti nõus  Pigem nõus  Ei oska öelda  Pigem ei ole nõus  Pole üldse nõus
- Mis õnnestus ja mis mitte niiväga ning miks projektitöö tegemisel?

Vorm sisaldab kohustuslikke välju, mis on tähistatud märgiga ! .

### Joonis 17 Väljavõte tagasiside küsimustikust

## **Lisa 4**

Juurdepäas Robotika suunakursuse õppevahendile Harno Moodle õpikeskkonnas:

<https://moodle.edu.ee/course/view.php?id=40311>

Külalisjuurdepäas ja salasõna: Robotika\_22

## Lisa 5

Tabel 2 Robootika suunakursuse läbiviimise kava

tund	tunni teema	õpiväljundid; antud tunni lõpuks õpilane:	tegevused
1. tund	Kursuse tutvustus	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. omab ülevaadet RÕK-ist tulenevatest nõuetest ja pädevustest, mida kursuse lõpuks peab teadma.</li> <li>2. teab roboteerimise terminoloogiat, roboteerimise kolme põhiseadust, on tutvunud erinevate haridusrobotitega.</li> <li>3. omab ülevaadet kursuse sisust, õppe- materjalidest ja hindamismeetoditest</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Esitlus ja näidisülesannete lahendamine</li> </ol>
2. tund	Sissejuhatus roboteerimise kasse	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. oskab ehitada LEGO Mindstorms EV3 baasrobotit. Tunneb LEGO Mindstorms EV3 ja/või MakeBlock mBot roboteid ja teab erinevaid rakendusi, millega neid programmeerida.</li> <li>2. teab, mis on algoritm, graafiline ja tekstiline programmeerimine.</li> <li>3. omab ülevaadet LEGO Mindstorms EV3 education komplekti kuuluvatest ja/või Makeblock mBot robotist.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Esitlus</li> <li>2. LEGO Mindstorms EV3 baasroboti/EVShield laiendusplaadiga baasroboti ehitamine, mBoti vajalike teekide olemasolu kontrollimine ja installimine</li> </ol>
3. tund	Mikrokontroller	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. teab, mis on kontroller ja selle tööprintsiipi</li> <li>2. teab kuidas käivitada ja sulgeda LEGO Mindstorms EV3 või MakeBlock mBot robotit.</li> <li>3. on tutvunud LEGO Mindstorms EV3 roboti programmeerimiseks MakeCode või Visual Studio Code või Arduino IDE rakendustega või MakeBlock mBoti programmeerimiseks mBlock või Visual Studio Code rakendustega.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mikrokontrolleri tutvustamine-esitlus,</li> <li>2. vajadusel robotite ehitamise lõpetamine</li> <li>3. Ülesanne 1. kontrolleri taustavalguse ülesannete lahendamine ning testimine</li> </ol>
4. tund	Näidikud ja ekraanid	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. teab roboteerimises enamkasutatavaid näidikuid ja ekraane (LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) vedelkristallekraan ja 7-segmendiline LED numberindikaator, värviline graafiline LCD, monokromaatiline graafiline LCD).</li> <li>2. oskab kontrolleril vahetada nime, teab kuidas kontrollerisse laadida ja käivitada programmi ning manuaalselt katkestada programmi tööd.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ülesanne 1 (3 ülesannet). Kontrolleri nuppude taustavalguse ülesannete lahendamine</li> </ol>

		3. oskab programmeerida kontrolleri nuppudele tegevusi ja muuta värve.	
5. tund	Näidikud ja ekraanid	4. teab robotikas enamkasutatavaid näidikuid ja ekraane (LCD ( <i>Liquide Crystal Display</i> ) vedelkristallekraan ja 7-segmendiline LED numberindikaator, värviline graafiline LCD, monokromaatiline graafiline LCD). 5. oskab kontrollerial vahetada nime, teab kuidas kontrollerrisse laadida ja käivitada programmi ning manuaalselt katkestada programmi tööd. 6. oskab programmeerida kontrolleri nuppudele tegevusi ja muuta värve.	1. Ülesanne 2. EV3 või EVShield värvituvastamise ülesanne või mBot värvide näitamine ülesanne lahendamine
6. tund	Mootorid ja liikurmehhanismid	1. teab <i>while</i> käsu tööpõhimõtet 2. oskab programmeerida tingimuslause ( <i>if else</i> ) kontrolleri nuppudele tegevusi ja kasutada värviandurit. 3. teab robotite liikumise tüüpe ja oskab valida vastavalt roboti liigutamise vajadusele sobiva vahendi	1. Ülesanne 2. EV3 või EVShield värvituvastamise või mBot ülesande värvide näitamine arutelu. 2. Esitlus liikurmehhanismidest.
7. tund	Mootorid ja liikurmehhanismid	1. teab elektrimootorite tööpõhimõtet ja erinevusi 2. teab täiturite ehitust ja toimeprintsipi 3. oskab robotit pöörata ja liigutada edasi/tagasi 4. teab kuidas juhtida roboti mootoreid pöörete, kraadide või ajalimiidi määramise abil 5. kasutab puuteanduri ja mootorite töö programmeerimiseks erinevaid võimalusi 6. kasutab valguse- ja värviandurit õppetükkidele olevate värvide tuvastamiseks 7. oskab kasutada puuteandurit	1. Mootorite ülevaade. 2. Ülesanne 3 (3 ülesannet). EV3 või EVShield puuteandur ja roboti liikumine või mBot roboti liikumine. ülesannete lahendamine.
8. tund	Omistuslause, tingimuslause, tsükkel	1. oskab luua ja kasutada muutujat 2. teab mis on omistus-, tingimus-, korduslause 3. teab ja kasutab erinevaid programmi alustamise viise	1. Esitlus 2. Ülesanne 3 (3 ülesannet). EV3 või EVShield puuteandur ja roboti liikumine või mBot roboti liikumine. ülesannete lahendamine, arutelu.

9. tund	Andurid	1. teab valguse- ja värvi-, puute-, kauguse- ja güroanduri tööpõhimõtet	1. Esitlus 2. Ülesanne 4. Joonejär- gija (EV3 või EVShield või mBot) ülesande lah- endamise
10. tund	Andmeside	1. saab aru andmeedastusviisidest 2. oskab valida ülesande lahendamiseks valguse- või värvituvastamise režiimi	1. Esitlus 2. Ülesanne 5 (3 üle- sannet). Kiirendus ja ob- jekti nägemine (EV3 või EVShield või mBot) lah- endamise
11. tund	ülesannete lõpetamine		ülesannete lahendamine/esita- mine
12. tund	Projekti sis- sejuhatus	1. oskab luua meeskonnatöök sobilikud eelingimused. 2. oskab sõnastada probleemküsimusi ja koostada lahendamiseks vajalikku aja- kava. 3. oskab kasutada erinevaid ideekorjeteht- nikaid ning meeskonnatöövahendeid.	1. Esitlus 2. rühmade valik, 3. teemade valik, 4. ajakava kooskõlasta- mine, 5. päeviku pidamise alus- tamine
13. tund	Projekti pla- neerimine	1. teab, mis on disainmõtlemine ja mää- ratleb selle erineva etapid. 2. oskab analüüsida probleemküsimusi ja leida lahendusi sõnastatud problee- mile. 3. oskab koostada kasutajalugu ( <i>User story</i> ) ja kasutuslugu/kasutusjuhtu ( <i>User case</i> ) ning teab nende erinevusi.	1. Kasutajalugu vs kasu- tusjuht 2. funktsionaalsed nõu- ded/mittefunktsionaal- sed nõuded 3. kavandi koostamine, 4. protsessi kirjeldus
14. tund	Projekti pla- neerimine		1. Kasutajalugu vs kasu- tusjuht 2. funktsionaalsed nõu- ded/mittefunktsionaal- sed nõuded 3. kavandi koostamine, 4. protsessi kirjeldus
15. tund	Projekti lä- biviimine	1. oskab koostada dokumentatsiooni, 2. oskab visandada ja projekteerida pro- totüüpi, 3. oskab valida probleemi lahendamiseks sobivaid komponente.	1. prototüübi ehitus, 2. dokumenteerimine
16. tund	Projekti lä- biviimine	1. oskab koostada dokumentatsiooni, 2. oskab projekteerida	1. prototüübi ehitus, 2. dokumenteerimine

17. tund	Projekti läbiviimine	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. oskab valida sobivaid komponente prototüübi valmistamiseks</li> <li>2. oskab valmistada dokumentatsiooni järgi lihtsa roboti.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. prototüübi ehitus,</li> <li>2. dokumenteerimine</li> </ol>
18. tund	Projekti läbiviimine	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. oskab järgida koostatud projekti läbiviimiskava ja töö käigus teha vajadusel kavas põhjendatud muudatusi.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. prototüübi ehitus,</li> <li>2. dokumenteerimine</li> </ol>
19. tund	Projekti lõpetamine	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. teab ja oskab kasutada sobivaid IKT (info- ja kommunikatsioonitehnoloogia) vahendeid oma loodud toote tutvustamiseks.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. viimistlus,</li> <li>2. ettevalmistus esitluseks</li> </ol>
20. tund	Projektitöö ja projektidele esitus	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. oskab oma loodud toodet esitleda ja tutvustada,</li> <li>2. oskab analüüsida probleemilahendusi ning anda konstruktiivset tagasisidet kasutades selleks sobivaid IKT vahendeid.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Posterettekanded</li> </ol>
arvestuste nädal	Kursuse lõpetamine	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Õpilane tunneb robotika terminoloogiat, põhimõisteid ning alusprintsippe,</li> <li>2. oskab analüüsida robotikaalaseid materjale ning anda ülevaadet leitud;</li> <li>3. Õpilane tunneb erinevate andurite ja täiturite ehitust ning füüsikalisi toimepprintsippe;</li> <li>4. Õpilane oskab projekteerida, valida komponente ja valmistada dokumentatsiooni järgi lihtsa roboti;</li> <li>5. Õpilane oskab programmeerida robotit vähemalt ühes programmeerimiskeeles erinevate ülesannete lahendamiseks.</li> <li>6. Õpilane oskab oma loodud toodet dokumenteerida;</li> <li>7. Õpilane oskab teha koostööd, oma loodud toodet esitleda ja tutvustada;</li> <li>8. Õpilane oskab kasutada IKT vahendeid igapäevaelus, õpingutes ja töös;</li> <li>9. Õpilane on motiveeritud ennast täiendada ning tehnikateaduste valdkonnas edasi õppima.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. vahendite korrastamine,</li> <li>2. vajadusel järele vastamine,</li> <li>3. vajadusel testi läbimine</li> </ol>

## I. Litsents

### Lihlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Aly Valvas,

*(autori nimi)*

annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihlitsentsi) minu loodud teose Robotika suunakursuse loomine gümnaasiumiastmele,

*(lõputöö pealkiri)*

mille juhendaja on Tauno Palts,

*(juhendaja nimi)*

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

Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

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

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

*Aly Valvas*

*27.07.2022*