

TARTU ÜLIKOOL  
LOODUS- JA TÄPPISTEADUSTE VALDKOND  
MATEMAATIKA JA STATISTIKA INSTITUUT  
MATEMAATIKA- JA INFORMAATIKAÕPETAJA ÕPPEKAVA

Vahur Lell

**Gümnaasiumi praktilise valikkursuse „IoT lahendused“  
väljatöötamine ja läbiviimine Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi näitel**

Magistritöö (15 EAP)

Juhendaja: MSc Alo Peets

Tartu 2021

# **Gümnaasiumi praktilise valikkursuse „IoT lahendused“ väljatöötamine ja läbiviimine Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi näitel**

## **Resüme**

Magistritöö eesmärgiks oli välja töötada ja läbi viia praktiline valikkursus “IoT lahendused” gümnaasiumiastmele. Praktilise kursuse üheks eesmärgiks oli tutvustada õpilastele üht võimalust, kuidas tehnoloogia abil probleeme lahendada ja selle kaudu saada praktilisi kogemusi infotehnoloogia alal.

Kursusel kasutati riistvaralise lahendusena ESP32 kiibil baseeruvat mikrokontrollerit ning digitaal- ja analoogandureid. IoT lahenduste loomiseks kasutati programmeerimiskeelt MicroPython.

Materjali loomisel lähtuti ADDIE mudeli printsiipidest. Magistritöö autor piloteeris kursust Tartu Jaan Poska Gümnaasiumis 10.–11. klasside õpilastega. Õpilaste tagasiside küsimustiku põhjal võib kursuse riistvara ja teemade valikuga rahule jääda. Kursuse läbiviimist jätkatakse Tartu Jaan Poska Gümnaasiumis järgnevatel õppeaastatel.

**Võtmesõnad:** MicroPython, IoT, gümnaasium, valikkursus, didaktika

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

# **The development and conduct of the practical elective course IoT Solutions for upper secondary schools at Tartu Jaan Poska Gymnasium**

## **Abstract**

The aim of the master's thesis was to develop and conduct a practical elective course IoT Solutions on the upper secondary school level. One of the aims of the practical elective course was to introduce a way of solving problems with the help of technology to the students so that they can gain practical experience in the field of information technology.

As hardware solutions, a microcontroller based on an ESP32 chip and digital and analog sensors were used in the course. MicroPython programming language was used to create IoT solutions.

The course material was created following the principles of the ADDIE model. The author of the master's thesis piloted the course at Tartu Jaan Poska Gymnasium with students in grades 10–11. On the basis of the students' feedback questionnaire, the author can be satisfied with the selected hardware and topics of the course. The course will remain in the list of electives in the following school years at Tartu Jaan Poska Gymnasium.

**Keywords:** MicroPython, IoT, gymnasium, elective course, didactics

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

# Sisukord

Resümee.....	2
Abstract.....	3
Sissejuhatus.....	5
1. Töö teoreetilised lähtekohad.....	7
1.1. Valikkursused gümnaasiumis .....	7
1.2. Digipädevus ja pädevused riiklikus õppekavas.....	8
1.3. Informaatika alased valikkursused gümnaasiumis.....	9
1.4. ADDIE mudel .....	12
1.5. IoT ehk Internet of Things .....	13
2. Valikkursuse loomise protsess .....	16
2.1. Analüüsimise etapp.....	16
2.2. Kavandamise etapp .....	23
2.3. Arendamise etapp.....	24
2.4. Kasutamise ja hinnangu andmise etapid .....	27
2.5. Järeldused.....	29
Kokkuvõte.....	30
Kasutatud kirjandus .....	31
Lisad.....	33
Lisa 1. Näidistunni materjalid.....	33
Lisa 2. Riistvarakomponentide nimekiri.....	37
Lisa 3. Küsimustik .....	38
Lisa 4. Kursuse materjalid .....	39

## Sissejuhatus

Igapäevaselt suureneb nõudlus STEM (science, technology, engineering, mathematics ehk loodus- ja täppisteadused) teadmistega inimeste vastu. Selle valdkonna alla kuuluvad ka IT-alased (infotehnoloogia alased) oskused. Uuringud näitavad, et mitmetes riikides on just IT-alaste oskustega inimestest puudus (Gareis *et al.*, 2014).

Wise (varem Transferwise) tellitud uuringust “IT oskuste arendamine Eesti koolides” tuuakse välja, et kuigi esmapilgul tundub õpilaste huvi IT õppimise vastu olevat suur, sest igal aastal on kõrgkoolides IT õppekavadel konkurss. Märkimisväärne osa (29,8%) IT üliõpilastest siiski katkestab õpingud vale eriala valiku tõttu. Samas uuringus tuuakse ühe soovitusena välja ka lisaks arvutile muude tehnoloogiliste vahendite kasutamine õppetöös (nt 3D-printer, ClassVR, robotid). (Kori jt, 2019)

Üldhariduskoolides ja lasteaedades HITSA (Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus, praegu HARNO ehk Haridus- ja Noorteamet) tellimusel läbi viidud uuringus digioskuste õpetamisest leiti, et digioskuste õpetamine üldhariduskoolides on ebaühtlane ning digioskuste roll ja osakaal ainekavades on väga erinev. Õpetajate ja õpilaste hoiakud digivahendite kasutamise suhtes on küll positiivsed, kuid digivahendeid ei rakendata õppetöös piisavalt. Peamiseks takistuseks digioskuste õpetamisel peeti digivahendite (seadmed, keskkonnad, tarkvara) ja kvaliteetsete digitaalsete õppematerjalide kättesaadavust. (Leppik jt, 2017)

2020. aasta alguses kogu maailma tabanud COVID-19 viiruse puhang ja sellele järgnenud *lockdown* tõi suure muutuse ka kogu koolide õppes – rohkem võeti kasutusele olude sunnil distantsõppe eri vorme. Enamasti piirdusid need arvutiekraanilt Zoomi ning mõne muu e-õppe kasutamisega läbiviidud tundidega. Õpiti kasutama oma ekraani jagamist ja erinevaid koostöö keskkondade kasutamist. Õpetajad kui ka õpilased pidid ise õppides kohanema uute oludega. Enamiku käeliste tööde läbiviimine lükkus aega, kus kontaktõpe oli taas võimalik.

2020./2021. õppeaasta prognoos ei olnud ka eriti optimistlik, sest vaktsiini viiruse vastu õppeaasta alguse seisuga ei olnud veel olemas. Lokaalsed viirusepuhangud Tartus suve lõpus sundisid arvestama võimalusega, et õppeaasta jooksul võib osutuda praktiliste valikkursuste pakkumine kontaktõppes võimalikuks. Sellest tulenevalt asuti uute valikkursuste väljatöötamisele, mis võimaldaks õpilastele pakkuda praktilisema suunitlusega õpet nii, et see oleks läbiviidav nii kontaktõppe kui ka distantsõppe vormis.

Töö autor koostas valikkursuse “IoT lahendused” ja piloteeris seda 2021. aasta kevaded Tartu Jaan Poska Gümnaasiumis valikkursusena 10.–12. klasside õpilastele. Oma kursuse loomisel kasutas autor ADDIE mudeli põhimõtteid. Kursuse üheks eesmärgiks oli tutvustada õpilastele võimalust, kuidas tehnoloogia abil probleeme lahendada ja selle kaudu tutvustada ning saada praktilisi kogemusi infotehnoloogia alal. Eesmärgiks oli samuti ka laiendada Tartu Jaan Poska gümnaasiumi IT-alaste praktiliste valikkursuste hulka.

Magistritöös antakse ülevaade kursuse koostamisel järgitud põhimõtetest ja probleemidest, mis mõjutasid valikkursuse koostamist ja läbiviimist. Magistritöö koosneb kahest peamisest osast. Esimeses osas antakse ülevaade töö teoreetilistest lähtekohtadest ja informaatika valdkonna valikkursuste osast pädevuste kujundamisel. Töö teises osas kirjeldatakse valikkursuse loomise protsessi ja selle piloteerimise tulemusi.

# 1. Töö teoreetilised lähtekohad

Käesolevas peatükis antakse lühiülevaade gümnaasiumi õpilaste valikkursuste valimise võimalustest, informaatika alastest valikkursustest ning nende õpetamisest alatest aastast 1996. Lisaks tuuakse välja tänapäeva ühiskonna arengus ja tulevikku arvestades õpilaste oskuste arendamisel olulisel kohal olev digipädevuse oskus. Lühidalt tutvustatakse ka kursuse loomisel kasutatud ADDIE meetodit.

## 1.1. Valikkursused gümnaasiumis

RÕK-i (Gümnaasiumi riiklik õppekava) § 11 sätestab 2021. aasta seisuga minimaalseks õppekoormuseks gümnaasiumi jooksul 96 kursust, millest kohustuslikult tuleb laia matemaatika valiku korral sooritada 69 kursust. Õpilase minimaalse õppekoormuse hulka arvestatakse lisaks kohustuslikele kursustele nii valikkursusi kui ka õpilasuurimust või praktilist tööd. Viimaste hulka võivad kuuluda nii RÕK-is äranimetatud ainevaldkondade kui ka kooli enda omapära ja piirkondlikku eripära arvestavad valikkursused. RÕK-is on seatud lisaks tingimus, et kõikide valikkursuste õpe tuleb korraldada vähemalt 12 soovija olemasolul. Koolidel on vaba valik kursuste loomisel ehk siis kool ei pea kõiki kursusi, mis RÕK-is on kirja pannud, koolis rakendama, kuid samas peab kool neid pakkuma (nt usundiõpetus, filosoofia). (Gümnaasiumi riiklik ..., 2011)

Gümnaasiumi riiklikus õppekavas on ainekavad koostatud kursustena, kusjuures kursus tähendab eelkõige 35 tunnist (á 45 minutit) õppeüksust (Keskhariidus, 2021). Kursused jaotatakse kolme õppeaasta peale, mis on nominaalne aeg gümnaasiumi läbimiseks ning arvestada tuleb ka sellega, et õppetundide arv ühes päevas on piiratud. Seega tuleb 27 valikkursust ära jagada kolme aasta peale. Kui nüüd arvestada, et enamasti on õppeaasta gümnaasiumis jagatud viieks perioodiks (riigigümnaasiumid kasutavad sageli kolme perioodilist mudelit) ja õppeaasta esimesel perioodil valikkursusi ei pakuta, siis jagades 26 (vähemalt 1 kursus jääb uurimistööks) arvuga 12 (perioodide arv kolme aasta jooksul, kus toimuvad valikkursused) jääb perioodi jooksul läbitavaks valikkursuste arvuks 2,16. (Tartu Jaan ..., 2019)

## 1.2. Digipädevus ja pädevused riiklikus õppekavas

RÕK-i § 4 järgi on pädevus teadmiste, oskuste ja hoiakute kogum, mis tagab suutlikkuse teatud tegevusalal või -valdkonnas loovalt, ettevõtlikult, paindlikult ja tulemuslikult toimida ning on oluline inimeseks ja kodanikuks kujunemisel. Pädevused jagunevad üld- ja valdkonnapädevusteks. (Gümnaasiumi riiklik ..., 2011)

Ühena pädevustest on välja toodud digipädevus – “suutlikkus kasutada uuenevat digitehnoloogiat toimetulekuks kiiresti muutuvast ühiskonnas nii õppimisel, kodanikuna tegutsedes kui kogukondades suheldes; leida ja säilitada digivahendite abil infot ning hinnata selle asjakohasust ja usaldusväärsust; osaleda digitaalses sisuloomes, sh tekstide, piltide, multimeediumite loomisel ja kasutamisel; kasutada probleemilahenduseks sobivaid digivahendeid ja võtteid, suhelda ja teha koostööd erinevates digikeskkondades; olla teadlik digikeskkonna ohtudest ning osata kaitsta oma privaatsust, isikuandmeid ja digitaalset identiteeti; järgida digikeskkonnas samu moraali- ja väärtuspõhimõtteid nagu igapäevaelus” (Gümnaasiumi riiklik ..., 2011).

Euroopa Komisjon on koostöös Euroopa riikide ekspertidega välja andnud rahvusvahelise digipädevuse raamistiku DigComp<sup>1</sup>. Neile tugineb ka Eesti õppijate digipädevusmodel, mis on välja toodud HARNO poolt loodud veebilehel Digipädevus. (Õppija digipädevusmodeli ..., 2021)

Digipädevuse veebilehel on ära toodud digipädevusmodeli rakendamise lihtsustamiseks loodud abimaterjal õpetajale, kus on kirjeldatud pädevuste hindamiskriteeriumid alusharidusele ja koolidele kooliastmete kaupa<sup>2</sup>. (Õppija digipädevusmodeli ..., 2021)

Hindamiskriteeriumite lõigust 3.4 selgub, et III ja IV kooliastme programmeerimine ei ole kohustuslik, kuid soovi korral on võimalik kasutada ProgeTiigri programmi informaatika valikkursuste õppematerjale (Õppija digipädevusmodeli ..., 2021). Üsna oluliseks peetakse gümnaasiumi lõpetajale, et tal on kooli lõpetamisel järgmised teadmised ja oskused seoses digipädevustega.

1. Tehniliste tõrgete lahendamine – õppija tuvastab digiseadme lihtsama tehnilise tõrke põhjuse ja likvideerib selle juhendi abil.

---

<sup>1</sup> <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC106281>

<sup>2</sup> <https://digipadevus.ee/oppija-digipadevusmodel/hindamiskriteeriumid/>



2. Digitehnoloogiatega valik – õppija valib konkreetse ülesande lahendamiseks sobiva riist- ja tarkvara. Õppija kohandab ja seadistab digiteenust või platvormi vastavalt vajadustele (sh erivajadused).
3. Uuendused digilahenduste abil – õppija disainib lahenduse mingi tegevuse tõhustamiseks või uuendamiseks digitehnoloogia abil. Õppija sõnastab koostöös teistega ettepanekud probleemse tarkvara või teenuse parendamiseks.
4. Digipädevuse hindamine ja arendamine – õppija analüüsib oma digipädevust ja kaardistab puudujäägid ning arendab ennast. Õppija toetab digitehnoloogia vähemkogenud kasutajaid. (Õppija digipädevusmudeli ..., 2021)

### 1.3. Informaatika alased valikkursused gümnaasiumis

Gümnaasiumi riikliku õppekava valikkursuste seas ei ole aga paraku ühtegi kohustuslikku informaatika alast kursust. Rõhud Eesti koolide informaatika õpetamises on ajaloo jooksul muutunud. Õpetajate lehe artiklis “Millal saab informaatikast kohustuslik õppeaine?” on Mart Laanpere toonud välja lühikese kokkuvõtte informaatika õpetamisest riikliku õppekava järgi Eestis (Juurak, 2018).

- 1996. aasta õppekavas oli kursus selgelt programmeerimisest eemale, rõhk oli arvuti kasutamise igapäevaoskustel. Pakuti valikkursusi, kuid õpikuid ei olnud.
- 2001. aasta õppekavas ei olnud informaatikat enam valikainena. Osa koole jätkas informaatika õpetamist, kuid paljud informaatikaõpetajaid jäid tööta. Kaotust püüti kompenseerida läbiva teemaga „IT ja meedia” ning 9. klassidele tehti IT-pädevuste tasemetöö.
- 2010. aasta õppekavas on informaatika põhikooli teises ja kolmandas astmes valikainena. Gümnaasiumi õppekavas olid informaatika nime all valikkursused, mis ei moodustanud ühtset tervikut.
- 2014. aasta õppekavas on üldpädevuste hulgas mainitud esmakordselt digipädevust kui arvutioskust. Informaatikapädevust kui programmeerimise oskust ei mainita. Koolid said siiski kohustuse informaatikaga mingil moel tegelda. HITSA valmistas informaatikaõpetajaid ette.
- 2018. aasta on loodi informaatika ainekava ning õpik I ja II kooliastmele. Kohustuslikuks õppeaineks informaatika ei muutunud, sest ei jätkunud õpetajaid.

Informaatika huviringid olid jätkuvalt populaarsed, sest neil on lihtne toetust saada ja seal ei pidanud õpetama kvalifitseeritud õpetaja.

Informaatika õpetamise süsteemsemaks lähenemiseks töötati HITSA eestvedamisel ekspertide poolt aastatel 2017–2019 välja uue gümnaasiumi informaatika ainekava kontseptsioon GINF, mille eesmärk oli anda igale gümnaasiumiõpilasele võimalus arendada huvidest lähtuvalt oma IT-oskusi ning rakendada neid praktikas. (Salum, 2019)

GINFi konspeptsiooni järgi koosneb ainekava viiest valikkursusest ja digilahenduse arendusprojektist.

1. Programmeerimine (põhimõisted, koodikirjutamise baasoskused);
2. tarkvaraarendus (andmestruktuurid, andmevahetus, kasutajaliides, tarkvaraarenduse projekt);
3. kasutajakeskne disain ja prototüüpimine (kasutajatelt andmete kogumine, prototüüpimine, disain);
4. tarkvara analüüs ja testimine (nõuete analüüs, nõuetele vastavuse hindamine, uurimismeetodid, testimine, dokumentatsioon);
5. digiteenused (baastadmised infosüsteemidest, infosüsteemi haldus, riskide ja intsidentide haldus). (Salum, 2019)

DigiTaru ehk digilahenduse arendusprojekt soovitatakse GINF kontseptsiooni kohaselt teha 3–5-liikmelistes rühmades, kaasates igale rühmal 2 mentorit (üks koolipoolne, teine tarkvara- või tootearenduse spetsialist). GINF-i töörühma ettepanekul võiks selline kollektiivse uurimistöona 11. klassis kaitstav tarkvara-arendusprojekt (koodnimega DigiTaru) saada informaatikaõppe põhifookuseks gümnaasiumiastmes, millest lähtuvalt õpilasi 10. klassis pakutavate valikkursuste abil selleks ette valmistatakse. Töörühma arvates ei peaks igast õpilasest koolitama programmeerijat, vaid nagu reaalses elus, võiks igas projektimeeskonnas olla lisaks programmeerijatele veel kasutajaliidese disainer, analüütik, testija, projektijuht. Sellest kontseptsioonist lähtuvalt peaks töörühma poolt väljatöötatud viiest 35-tunnistest informaatika valikkursusest 10. klassile iga õpilane valima üks või kaks. (Metoodiline juhend ..., 2019)

Lisaks ülalmainitud viiele uuele valikkursusele ja nendega seotud digilahenduse arendusprojektile soovitavad GINF-i loonud eksperdid gümnaasiumi informaatika ainekava osana endiselt pakkuda ka 2011. aastal õppekavasse ilmunud valikkursuseid (robotika ja

mehhatroonika, 3D-modelleerimine, geoinformaatika, arvuti kasutamine uurimistöös) ning hiljuti lisandunud küberkaitse valikkursust. (Metoodiline juhend ..., 2019)

Metoodilises juhendis tõdevad eksperdid, et nii laia valikut informaatika alaseid kursuseid suudavad oma õpilastele igal aastal pakkuda tõenäoliselt vaid suuremad gümnaasiumid ning seetõttu peavad HITSA ja ülikoolid plaani nende valikkursuste pakkumiseks veebipõhise massikursuse kujul üle Eesti. Valikkursuste jaoks on HITSA ja ülikoolide koostöös loonud ka põhjalikud veebipõhised digiõpikud, mis annab põhimõtteliselt asjast huvitatud õpilasel võimaluse need kursused läbida iseseisva õppe teel ilma õpetaja abita. (Metoodiline juhend ..., 2019)

Töö autori arvates on GINF kontseptsiooni rakendamise üheks piiranguks uurimistöö tegemise ja informaatikakursuste läbiviimise aeg. Nimelt uurimistöö läbiviimise aega gümnaasiumis pole piiratud, enamasti kaitstakse see 11. klassi lõpus, ja tööle enesele hakatakse mõtlema kõige varem 10. klassi lõpus. Kümnedas klassis valikkursuseid valitakse aga juba 10. klassi alguses. Kollektiivse töö jaoks vajaliku meeskonna loomine ja kursuste valimine ning jaotamine peaks seega toimuma 10. klassi alguses, reaalselt pole aga 10. klasside õpilased veel sellel ajal (see on septembris) omavahel tuttavadki ja ühiste huvidega õpilaste leidmine raskendatud.

Problemaatiline on ka kõikide kursuste toimumine ühel õppeaastal. Sageli ei ole koolil võimalik leida kõikide kursuste jaoks vajaliku kvalifikatsiooniga õpetajat ning kuna valikkursuste valimine toimub põhimõttel “kes ees, see mees”, siis ei pruugi iga õpilane vajalikku valikkursust valida saada. Samuti ei pruugita avata valikkursust juhul, kui sellele ei ole registreerinud piisaval hulgal õpilasi (näiteks Tartu Jaan Poska Gümnaasiumis vähem kui 16 õpilast), sest koolile ei ole see majanduslikult mõistlik otsus.

Eraldi võimaliku probleemina võib Eleriin Reini (2020) bakalaureusetööst “Eesti gümnaasiumides õpetatavad programmeerimise kursused” lähtuvalt välja tuua ka programmeerimiskursustest huvitatud olevate õpilaste vähesus, nii kooli tagasihoidliku suuruse, kui õpilaste motivatsiooni puudumise tõttu. Lisaks toodi nimetatud töös välja ka, et õpilased võivad kursuse alguses olla entusiastlikud, kuid nähes, et programmeerimise õppimine nõuab tööd, aega ja vaeva, jätavad paljud õpilased kursuse pooleli.

#### 1.4. ADDIE mudel

Õppematerjali loomisel võib aluseks võtta erinevaid mudeleid, populaarseimaks neist, mis aitab kvaliteetse õppematerjali loomisel, on ADDIE mudel, mis jaotab koostamisprotsessi viieks etapiks (Aldoobie, 2015).

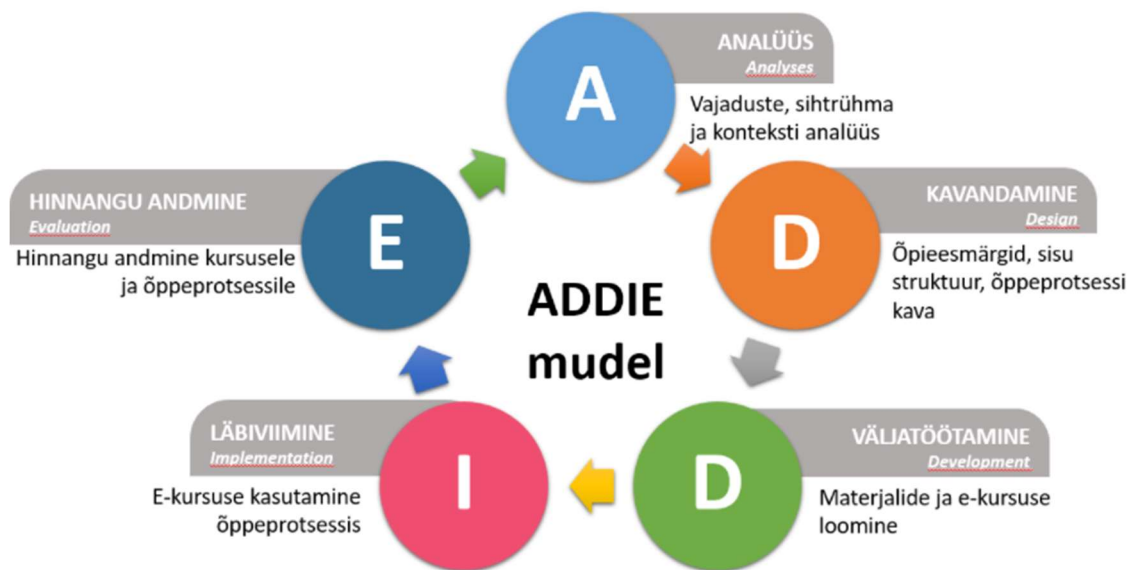
Nimetus ADDIE tuleb etappide ingliskeelsete nimede esimestest tähtedest.

- Analüüs (ingl.k *analyze*) – vajaduste, sihtrühma ja konteksti analüüsimine.
- Disain e kavandamine (ingl.k *design*) – õpieesmärkide sõnastamine, kursuse ja selle sisu struktuuri ning õppeprotsessi kava koostamine.
- Koostamine (ingl.k *development*) – materjalide jms loomine.
- Rakendamine (ingl.k *implementation*) – kursuse läbiviimine reaalses õppeprotsessis reaalsete õppijatega.
- Hindamine (ingl.k *evaluation*) – tulemuste ja kursuse läbiviimise hindamine, et nende põhjal saaks kursust paremaks muuta. (Sameer, 2018)

ADDIE mudeli etapid (Joonis 1) on kasutaja suhtes paindlikud ja võimaldavad kohandamist vastavalt kasutaja vajadustele (Sameer, 2018). Analüüsi etapi jooksul kaardistatakse materjali vajadused, eesmärgid ning õpiväljundid ning viiakse läbi ka sihtrühma analüüs: õpilaste huvid, eelteadmised, oskused jms. Lisaks viiakse selles etapis läbi ka sisu analüüs, mille käigus koostatakse esialgne kursuse sisu kava. Disaini ehk kavandamise etapis sõnastatakse õpieesmärgid ning õpitulemused ning valitakse sobivad õpetamismeetodid, luuakse materjali üldine struktuur. (Pilt jt., 2021)

Väljatöötamise (ingl.k *development*) etapi eesmärgiks on luua õppematerjali sisu ning õpijuhise. Väljatöötamise etapile järgneb läbiviimise ehk kasutamise (ingl.k *implementation*) etapp, mille käigus läbivad õpilased loodud õppematerjale kas siis iseseisvalt või juhendatult. (Pilt jt., 2021)

Viimasena tuleb ADDIE mudeli kohaselt läbida hinnangu andmise (ingl.k *evaluation*) etapp, mille eesmärgiks on koguda ideid õppematerjali täiustamise jaoks. Hinnangu andmise etappi läbitakse tavaliselt paralleelselt läbiviimise etapiga. (Pilt jt., 2021)



**Joonis 1.** ADDIE mudel (allikas <https://oppevara.edu.ee/ekursus/#sissejuhatus>)

## 1.5. IoT ehk Internet of Things

Internet of Things ehk lühendina IoT definitsiooni autoriks loetakse Kevin Ashonit, kes 1999. aastal defineeris seda kui füüsilise maailma ühendust Internetiga läbi sensorite (Introduction to..., 2021). IoT kui kontseptsiooni kasutamine muutus aktuaalsemaks 2010. aastal, kui lekkis info, et Google Street View ei tee ainult 360-kraadiseid pilte, vaid kogub ka andmeid inimeste WiFi võrkude kohta (Lueth, 2014).

Oracle defineerib IoT-d kui füüsiliste objektide (asjade) võrku, mis on omavahel ühendatud sensorite, tarkvara ja muude tehnoloogiatega eesmärgiga vahetada andmeid teiste seadmete ja süsteemidega. Objektideks võivad olla nii tavalised kodumajapidamises esinevad asjad (kohvimasin, toa ukسلukk) kui ka keerulised tööstusseadmed (robotid tehases, elektrijaamad jne). (What is..., 2021)

Eesti keeles kasutatakse IoT tähenduses ka sõnu „nutistu“ ja “värkvõrk”, mis pärinevad Euroopa Komisjoni Eesti esinduse, Eesti Keele Instituudi ja ajalehe Postimees 2015. aastal korraldatud sõnavõistluselt, kus otsiti eestikeelseid vasteid populaarsetele võõrsõnadele (Kaukvere, 2015). Kasutatakse ka otsetõlget “asjade internet” (Asjade internet, 2021).

HARNO poolt loodud “Hariduse tehnoloogiakompassis” on alajaotuses Asjade internet öeldud, et kui vaadelda värkvõrgu võimalikku mõju konkreetsetl õppimisele ja õpetamisele,

võib eristada sellega seonduvaid haridustehnoloogilisi vahendeid ja teenuseid ning värgvõrgu teema lisamist tehnoloogiahariduse õppekavadesse. Tuuakse välja ka miks on vajalik Asjade interneti kaasamine õppetöösse.

- Tegemist on lihtsalt põneva (ühest küljest futuristliku, teisalt aga elulähedase) uue tehnoloogiaga, mis võib aidata õpilastes tekitada huvi STEM e loodus- ja tehnikaainete ning insenerikarjääri vastu.
- Värgvõrk hoogustab innovatsiooni paljudes valdkondades ning põhjalikum tutvumine selle tehnoloogiaga juba õpingute käigus loob tänastele õppuritele konkurentsieelise tööturul ja ka tulevases digimajanduses ettevõtlusega tegelemiseks, seda nii äri-, logistika- ja meditsiinivaldkonnas kui ka paljudel muudel elualadel. (Hariduse tehnoloogiakompass, 2018)

Samas raportis on toodud 2018. aasta seire käigus tehtud küsitluse tulemuste kokkuvõte, millest selgub, et ligi veerand vastanuist kinnitas, et nende koolis on Asjade interneti teemasid juba õppetöös katsetatud. Vastanutest kaheksa kooli plaanis värgvõrgu teemasid õpetama hakata lähima aasta jooksul, veel kuusteist kooli 2–3 aasta pärast. Uutest tehnoloogiatest plaanitakse koolis kasutusele võtta robotid, droonid, konverentsilahendus. (Hariduse tehnoloogiakompass, 2018)

Koolide kodulehti uurides jäi töö autorile silma Euroopa Liidu struktuurivahenditest rahastatud projekt "Innovatoorium – Tark Koolimaja värgvõrgu abil", mille raames prooviti aastatel 2017–2020 erinevaid valmis lahendusi kasutades leida erinevate õppeainete lõimingul ja värgvõrgu võimaluste abil praktilisi lahendusi elulistele probleemidele. (Innovatoorium–..., 2020). Tallinna Tehnikagümnaasiumi valikkursuste nimekirjast leiab “Asjade interneti” kursuse, mida pakutakse koostöös Taltechiga. Kursus viiakse läbi Taltech'i ruumides ja see baseerub Taltech'i spin-off ettevõtte ITT Group kodulabori seadmetel. (Asjade internet, 2019)

Tasuta ja lihtsalt kättesaadav kasutajatele on Haapsalu kutsehariduskeskuse IT õpetaja Mario Metsheina poolt loodud koolitusportaalil metshein.com pakutav kursus “Asjade internet”. Kursus tutvustab ühte võimalikku lahendust WeMos D1 Mini Pro (ESP8266) kontrolleri baasil sisevõrgus. Tutvustatakse ka ligipääsu väljaspool sisevõrku Blynk rakenduse abil<sup>3</sup>. Samas portaalil on ka eraldi kursus “IoT: ESP8266”<sup>4</sup>, mis hetkel on veel poolik. Kursuse

<sup>3</sup> <https://www.metshein.com/asjade-internet/>

<sup>4</sup> <https://www.metshein.com/course/iot-esp8266/curriculum>

kirjeldab lihtsamaid seadmeid, mida saab kasutada IoT rakenduste loomisel ja mõningaid ülesannete lahendusi nende baasil. Veebiplatvormide kasutamise osa on veel seal lõpetamata.

Tartu Ülikoolis on 2020. aastal Paul Elbergi magistritööna kaitstud „Arduino näitel põhinev riistvara programmeerimise valikkursus gümnaasiumiastmele“<sup>5</sup>. Mainitud kursus kasutab peamise platvormina Arduino Uno arendusplaati ja Arduino IDE-t koos C-programmeerimiskeelega. Kahjuks Arduino Unol pole Wi-Fi tuge ning õpetajate ja õpilaste vähene C-keele oskus takistab kursuse läbiviimist gümnaasiumites.

Koolitusportaalil udemy.com leidis töö autor inglise keelse veebipõhise tasulise kursuse „MicroPython Mega Course: Build IoT with Sensors and ESP8266“<sup>6</sup>, mille autoriks on Rahul Shrivastava. Kursus baseerub ESP8266 kontrollerial, kuid kahjuks on kursusele ligipääs tasuline ning ning läbiviija inglise keel on tugeva aktsendiga, mis raskendab õpilastel sellest arusaamist.

---

<sup>5</sup> [https://comserv.cs.ut.ee/ati\\_thesis/datasheet.php?id=70481&year=2020](https://comserv.cs.ut.ee/ati_thesis/datasheet.php?id=70481&year=2020)

<sup>6</sup> <https://www.udemy.com/course/micropython-mega-course-build-iot-with-sensors-and-esp8266/>

## 2. Valikkursuse loomise protsess

Valikkursuse loomisprotsessi peatükis antakse ülevaade IoT valikkursuse koostamise protsessist. Valikkursuse koostamisel võeti aluseks levinud õpidisaini koostamise mudel – ADDIE mudel.

### 2.1. Analüüsimise etapp

Lähtuvalt ADDIE mudelist (ptk.1.4.) toimus analüüsimise etapis materjali loomise vajaduse väljaselgitamine, sihtrühma analüüs. Tartu Jaan Poska gümnaasiumit iseloomustab suur valikkursuste arv (üle 100). Iga õpilane saab ise omale läbi valikkursuste valiku kujundada sobiva suuna. Valikkursusi saab valida kolme õppeaasta jooksul, seetõttu on võimalik, et ühel kursusel osalevad õpilased on klassidest 10.–12. Selline võimalus loob aga olukorra, kus õpilaste infotehnoloogiline taust ja motivatsioon on erinev. Vanemad õpilased valivad kursused ilmselt lähtuvalt oma tulevastest edasiõppimise kavatsustest, nooremad õppurid teevad valiku võib-olla lähtuvalt pigem sõprade soovituselt. Iga õpilane ei pruugi valides saada ka soovitud kursusi, seetõttu võib tekkida olukord, et õpilane on läbinud programmeerimise alased kursused 10. klassis ja valib nüüd 12. klassis IoT lahenduste kursuse, kuid viimati tegeles programmeerimisega 10. klassis. Igal kursusel osalejate miinimumarv on 16 võrreldes ptk 1.1. tooduga RÕK-i nõudega ja maksimaalne osalejate arv sõltub õpetatava aineõpetaja valmisolekust ja ruumist (sh tehnilisest võimalusest) Tartu Jaan Poska gümnaasiumis.

Lähtuvalt RÕK poolt pakutavatest valikkursustest (ptk 1.3.) pakutakse Tartu Jaan Poska gümnaasiumis infotehnoloogiaga seotud kursuseid: “Geoinformaatika”, “Elu keemia”, “Loodusteadused, tehnoloogia ja ühiskond”, “3D-modelleerimine”, “Joonestamine”. Lisaks eeltoodutele programmeerimise kursuseid keeltes Python ja Java. 2011. kuni 2016. pakuti RÕK valikkursusena ka “Rakenduse loomise aluste kursust”, mille sisuks oli programmeerimine keeltes Scratch ja LOGO. Samuti gümnaasiumi lõpetamiseks vajalikku kursust uurimistöö või praktilise töö vormistamise jaoks “Arvuti kasutamine uurimistöös”, mis nüüdseks on asendunud lihtsalt uurimistööde aluste kursusega. Õpilastele pakutakse võimaluse korral koostööpartneritega koostöös “Arvutivõrkude aluseid”, “CAD



joonestamist”, “Praktilist andmeanalüüsi”, “Veebidisaini”, “Multimeedia kursust Adobe Creative Cloud programmidega”<sup>7</sup>.

Enamus Eestis pakutavatest IoT kursustest kasutab tehnilise platvormina programmeerimises Arduino IDE-d, mis baseerub C-keelel. Kui Arduino platvormi kasutada gümnaasiumis, siis tuleb õpilastele õpetada täiesti uut programmeerimiskeelt (enamasti õpetatakse gümnaasiumiastmes Pythonit) ja rakenduste programmeerimiseks ei jätkuks sellisel juhul kursusel ajalisi ressursse. Kursuse läbiviimiseks planeeritud riistvara võimaldab lisaks Arduino Ide platvormile kasutada MicroPythonit. MicroPython on väikesemahuline avatud lähtekoodiga Pythoni programmeerimiskeele kohandatud variant töötamaks mikrokontrolleritel. Haapsalu Kutsehariduskeskuse IT-erialade kutseõpetaja Mario Metshein on oma eestikeelses koolitusportaalis metshein.com mikrokontrolleri defineerinud kui elektroonikas kasutatavat kivi/kiipi, mille sees on pisike arvuti (*Computer on a Chip*). See koosneb reeglina protsessorist, mälust, sisenditest ja väljunditest, mis kõik on integreeritud ühe kiibi sisse. Selle sisendite külge saab lisada erinevaid andureid, mille andmeid saab programmi abil juhtida ning saata näiteks väljundis olevale ekraanile. (Metshein, 2021)

MicroPythoni looja on Damien George, kes tol hetkel (aastal 2013) oli bakalaureuse tudeng. Oma eesmärgiks seadis ta mikrokontrollerite lihtsa ja kiire programmeerimise. MicroPythoniga eelinstalleeritud arendusplaatide tootmise käivitamiseks viis ta läbi Kickstarter keskkonnas õnnestunud rahastuskampaania, mis kogus 15 000 naela asemel üle 100 000 naela. (Moth, 2020)

Valides MicroPythoni programmeerimiskeelena saab kursusel osaleja kinnistada oma varem omandatud programmeerimise alaseid kogemusi. Juurde peab õppima ainult kontrollerispetsiifilisi teeke. MicroPythonis saab programmeerida erinevates arenduskeskkondades. MicroPythonit toetab ka Tartu Ülikooli Arvutiteaduste instituudi poolt arendatud Thonny keskkond<sup>8</sup>. Thonny sobib algajatele programmeerijatele, seetõttu kasutatakse Thonnyt ka koolis Pythoni algkursuste läbiviimisel ning keskkond on paljudele õpilastele tuttav. Eelnevat arvestades valiti käesoleva kursuse elluviimiseks programmeerimise keelena MicroPython.

Ühendades kontrolleri näiteks läbi USB kaabli tavaarvutiga, on võimalik kontrollerile salvestada programmikood. Laaditud kood võimaldab kontrolleril toitega varustades

---

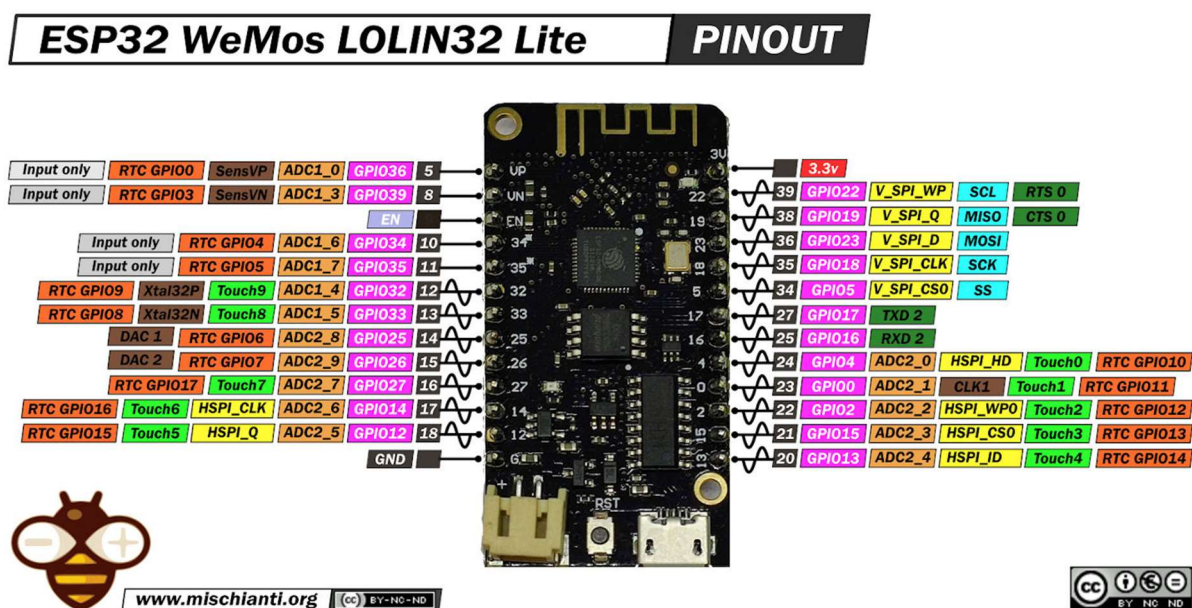
<sup>7</sup> <https://sites.google.com/view/2020-2021-valikursused>

<sup>8</sup> <https://thonny.org/>

automaatselt eelprogrammeeritud käsklusi realiseerida. Peale koodi kontrollerrisse salvestamist arvutiühendust kontrolleri tööks vaja ei lähe.

Eesmärgiga piirata kulutusi riistvarale, valis töö autor kontrolleriaks Hiina tootja Espressif ESP32 kiibil baseeruva WEMOS Lite V1.0.0 kloni. See on 32-bitine kahetuumaline mikrokontroller, mille taktsagedus on 240 MHz. Kontrollerial on 4 MB muutmälu ja seda saab programmeerida mitmetes programmeerimiskeeltes (lisaks MicroPythonile ka LUA, Arduino IDE).

Kontroller on joodetud spetsiaalsele trükkplaadile ja kontrolleri viigud<sup>9</sup> on eraldi välja toodud. Sellist lahendust nimetatakse arendusplaadiks. Kokku on arendusplaadil 32 viiku, mida saab erinevalt programmeerida kas andmete sisendiks (näiteks analoogandur, digitaalandur) või väljundiks (erinevad täiturid: led, relee). Täpne viikude programmeerimise võimaluste valik on toodud lisatud joonisel 2. Seda konkreetset arendusplaatit saab toita nii läbi microUSB ühenduspesa, kui ka kuni 500 mA laadimispingega laetava liitium-polümeer akuga, milleks on eraldi ühenduspesa. Täiendava toiteallika kasutusvõimalus võimaldab õpilastel luua ka mobiilsemaid projekte. (WEMOS LOLIN32 ..., 2021)

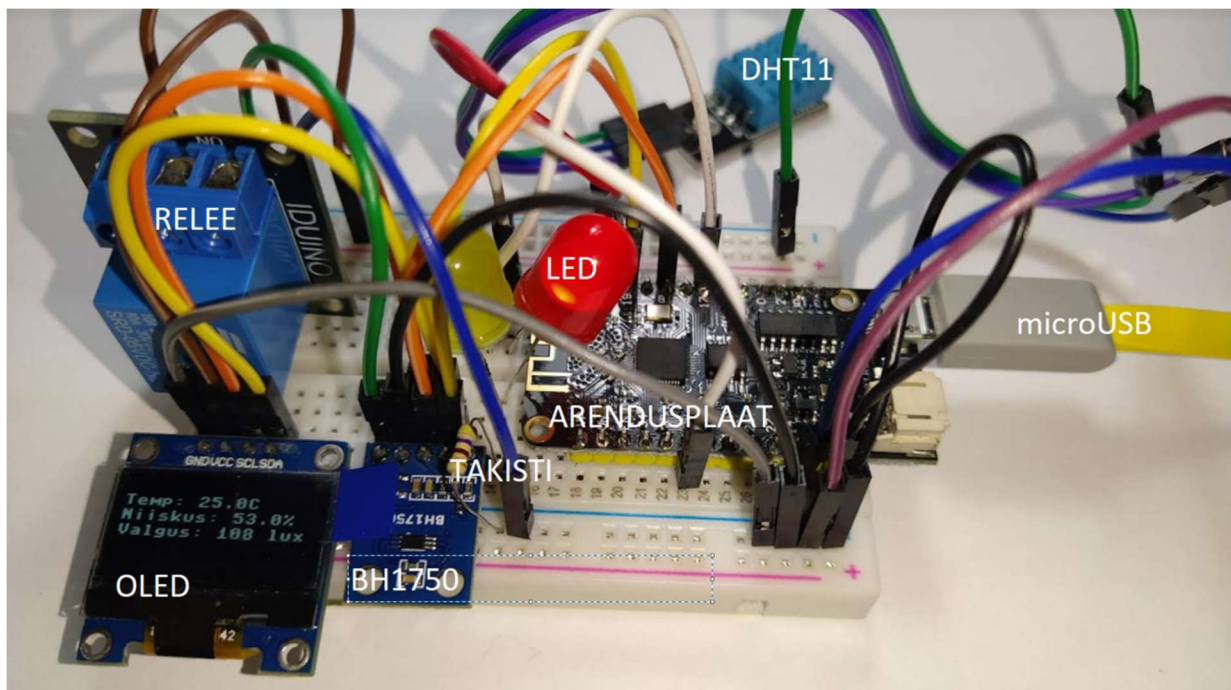


**Joonis 2.** Wemos Lolin32 Lite ja viikude programmeerimise võimalused. (Allikas: <https://www.mischianti.org/wp-content/uploads/2021/07/ESP32-WeMos-LOLIN32-Lite-pinout-mischianti-low.jpg>)

<sup>9</sup> inglise keeles PIN, väljaviik, viik Viikudeks nimetatakse kiibikorpusest välja ulatuvaid metallkontakte, mis on ette nähtud kiibi elektriliseks ühendamiseks trükkiskeemiga või kiibipesaga (vallaste.ee)

Nagu teistelgi ESP32 kiipidel on sellel kontrollerial sisseehitatud 2.4 GHz sagedusega Wi-Fi moodul. Originaaltootja on selle arendusplaadi tootmisest loobunud, kuid AliExpress.com-ist võib kloone soetada maksumusega alates 2.80 tükk. See arendusplaat asetub ilusti 400 augulisele maketeerimislauale<sup>10</sup> ning sellele jääb piisavalt ruumi, et lisada mõned andurid ja OLED ekraan (vaata Joonis 3).

MicroPythoni jaoks on olemas küll suuremate võimalustega PyBoard mikrokontrollerid, kuid nende hinnad algavad 50 eurost<sup>11</sup>. Valikutes oli lisaks ESP32 kiibiga kontrollerial veel ESP8266 kiibiga kontrollerial, 2021. aasta alguses Raspberry Pi Foundatoni poolt turule toodud Raspberry Pi Pico, ning sama tootja Raspberry Pi 3 ja Raspberry Pi 4. Raspberry Pi Pico eeliseks on küll odav hind (4\$ + km), kuid sellel puudub WIFI tugi, mistõttu IoT projektide jaoks peaks lisama täiendava kiibi<sup>12</sup>. Kursuse loomise hetkel oli ka nende kiipide tarneraskused. Raspberry Pi 3 ja Raspberry Pi 4 on mikroarvutid ja need välistati nende kalli hinna tõttu (alates 67.50 EUR koos km-ga tükist).



**Joonis 3.** Näide maketeerimislauale ühendatud arendusplaadist koos andurite ja täituritega (ekraan, rele)

Tabelis 1 on äratoodud ESP32 ja ESP8266 kiipide võrdlus. ESP8266 kiibi hind on küll soodsam (AliExpressis 2.47 EUR koos km-ga), kuid nii mitmedki omadused kallutavad

<sup>10</sup> <https://robo-labor.ee/et/komponendid/250-maketeerimislaud-400.html>

<sup>11</sup> <https://shop.mchobby.be/en/56-micropython>

<sup>12</sup> <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-pico/>

kaalukausi ESP32 kasuks: kaks tuuma ESP8266 ühetuuma vastu, madal voolutarve, madal energiatarve, krüpteeringu kasutamise võimalus, jne.

**Tabel 1.** ESP32 ja ESP8266 kiipide võrdlus (allikas <https://www.electronicshub.org/esp32-vs-esp8266/>)

Omadus	ESP32	ESP8266
Taktsagedus	160 or 240mhz	80 mhz
Bluetooth	BLE	Ei
Hall andur	Jah	Ei
Temperatuuri andur	Jah	Ei
Puute andur	10	Ei
Turvalisus	Security Boot flash encryption. OTP 1024-bit	Ei
Energia tarbimine säästurežiimis	10uA deep sensor	20uA
Co-Processor	ULP	Ei
GPIO viike	39	17
Crypto	RSA, RNG, ECC, SHA-2, AES	No
SPI	4	2
Protsessor	Ühe või kahetuumaline 32-bit LX6 Xtensa	ühetuumaline 32-bit L106 Xtensa
ROM	448 KB	Ei
ADC võimalus	18 kanalit	1 kanal
Orienteeruv hind	2.80 EUR	2.47 EUR

ESP32 kiibi eeliseks on ka suurem sisseehitatud ADC<sup>13</sup> kanalite arv – 18. See võimaldab teoreetiliselt ühendada 18 erinevat analoogseadet (ESP32 Series, 2021). Üheks arvu piirajaks saab konkreetne ESP32 kivil baseeruv arendusplaat, sest erinevad tootjad on viikudena välja toonud erineva arvu GPIO viike. ESP8266 on ainult üks ADC kanal (ESP8266EX, 2021). Ka on ESP32 ADC 12-bitine versus ESP8266 10bitine ADC, see tähendab, et ESP8266 saab olla 1024 erinevat väärtust analoogsisendil ja ESP32 4096 erinevat väärtust. Mõlemale kiibile on

<sup>13</sup> ADC- analoog-digitaalmuundur Analoog-digitaalmuunduri sisendile antakse analoogsignaal ja väljundil saadakse digitaalsignaal. (Allikas: [vallaste.ee](http://vallaste.ee))

olemas ka eraldi kiirjuhendid, mis on saadaval MicroPythoni kodulehel <https://micropython.org/>.

Digitaalandurite valikus lähtuti sellest, et nad oleks ühendatavad I2C-siiniga<sup>14</sup>. I2C protokolliga kasutamine andurite ühendamiseks vähendab oluliselt vajaminevate juhtmete hulka, sest I2C-siin võimaldab ühendada andureid nelja juhtmega (kaks toitejuhet ja kaks juhet andmevahetuse jaoks). I2C protokolliga puhul kasutatakse andurites aadresse, mistõttu võib rööpselt samale andmevahetuse kanalile ühendada mitmeid andureid. See võimaldab samasuguse funktsionaalsusega süsteemidel kasutada erinevaid disaine.

Selleks, et arendada õpilaste insenertehnilisi teadmisi ja programmeerimisoskusi, valiti kursuse jaoks temperatuuri ja rõhuandur BMP280 (hind AliExpressis alates 0.75 EUR koos km-ga), digitaalne valgusandur BH1750 (hind AliExpressist alates 0.75 EUR koos km-ga), sest need andurid olid I2C ühendus siiniga. Mitme sama siini kasutava anduri kasutamine projektis annab võimaluse erinevate lahenduste kasutamiseks, mis soodustab õpilastel disainmõtlemise arengut ja digipädevust – maketeerimislaua abil on võimalik juhtmed andurite ja arendusplaadi vahel ühendada mitmel erineval moel. Mõlemale andurile ei ole MicroPythonis vaikimisi sisse ehitatud driverite teeki, kuid need ja palju teisi kasutajate poolt loodud teeki võib leida veebilehelt <https://awesome-micropython.com/>.

Andmete kuvamiseks kasutatakse erinevatel seadmetel erinevaid ekraane. LCD1602 ekraani välistas töö autor, sest see vajab toitepingena +5 V, kuid kasutataval arendusplaadil +5 V väljundit ei ole. Selle asemel valis töö autor SSD1306 kontrolleri 0.96 tollise OLED ekraani. Ekraani resolutsioon on 128 korda 64 punkti. Selline resolutsioon võimaldab lisaks tekstile väljastada vajadusel ekraanile ka lihtsamat graafikat. Ekraane toodetakse ka mitmevärvilisena, kuid kursusel kasutati ühevärvilist ekraani. Seadme hinnad algavad AliExpress keskkonnas alates 1.78 EUR koos km-ga.

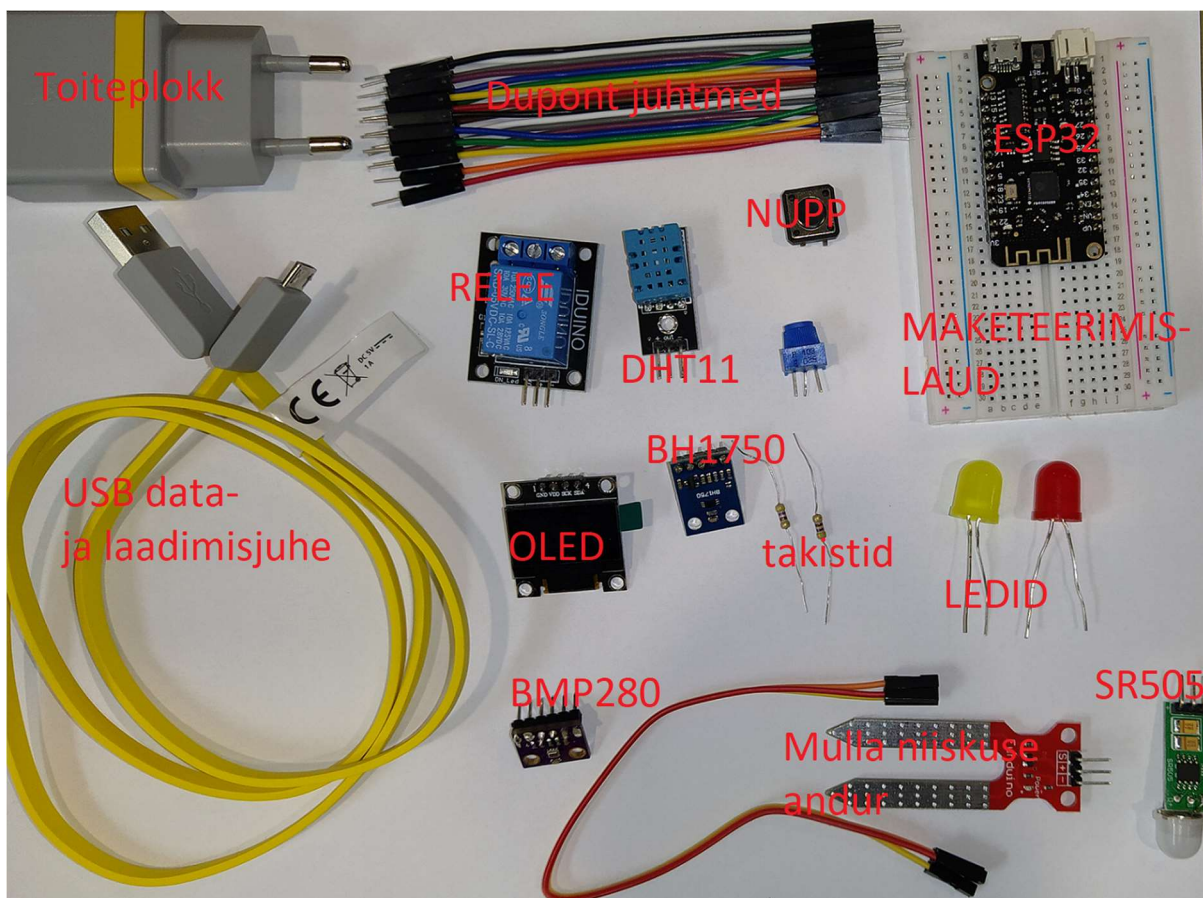
Erinevate täiturite (pumbad, ventilaatorid jne) käivitamiseks vajalikku toitepinget arendusplaat ei väljasta. Täiturite sisse ja väljalülitamiseks tuleb kasutada releesid. Arendusplaat töötab 3.3 V väljundpingega, seetõttu tuleks releede valimisel ka seda arvestada. Siiski õnnestus töö autoril arendusplaadiga kasutada ka ühe kanaliga releed, mis töötas 5 V toitepingega. Relee valimisel tuleks arvestada sellega, et 220 V pingega seadmete

---

<sup>14</sup> I2C (Inter-IC) bus - kahesuunaline kahesooneline järjestiksiin, mida kasutatakse integraalskeemidevahelise ühenduslülina. Philips töötas selle välja 20 aastat tagasi masstoodete tarvis (televisiorid, videomagnetofonid ja audioseadmed). (Allikas: [vallaste.ee](http://vallaste.ee))

installaerimiseks/modifitseerimiseks peab olema elektrikäidu luba ja seda kodustes tingimustes õpilane ise teha ei tohiks. Seetõttu tuleks relee valida selline, kus on täiendav LED tuluke relee staatuse näitamiseks. See võimaldab simuleerida seadme sisselülitamist. Alternatiivse lahendusena võib täituri asemele lisada autonoomse vooluringi LEDiga, mida releega sisse-välja lülitatakse. Joonisel 4 on kursusel kasutatud komponendid. Komponentide loetelu (sulgudes inglise keelne nimetus) ja nende ligikaudsed hinnad (ilma transpordi maksumuseta) on toodud lisas 2.

Andmete kogumiseks ja salvestamiseks valiti kursuse loomiseks Thingspeak.com keskkond (<https://thingspeak.com/>), mis reklaamib ennast kui IoT platvormina ning võimaldab koguda, visualiseerida ja analüüsida andmevooge pilves. Keskkond võimaldab tasuta paketiga (*Free*) lihtsalt luua kuni kaheksa sisendiga kanali andmete kogumiseks. Kanali andmed võivad olla nii privaatsed kui ka avalikud. Andmeid saab hiljem lihtsalt alla laadida ja Excelisse importida. Olemas on tasulised ja suuremate võimalustega paketid, kuid enamasti piisab *Free* paketi võimalustest. *Free* paketi piiranguks on andmete saatmise sagedus – mitte sagedamini kui kord 15 sekundi jooksul, kuid see on õppimiseks piisav.



**Joonis 4.** Kasutatud komponendid

Kursuse õpieesmärgid sõnastas töö autor alljärgnevalt:

- Tekitada õpilastes huvi nüüdisaegsete tehnoloogiate eesmärgipärase kasutamise vastu.
- Anda ülevaade erinevatest anduritest (analoog ja digitaal) ja täituritest (relee, led) ning nende tööpõhimõtetest IoT lahenduse ehitamise ja programmeerimise näitel koos töö dokumenteerimisega.

## 2.2. Kavandamise etapp

Teise ADDIE mudeli etapi ehk kavandamise käigus toimus kursuse kavandamine, teemade järjestamine, materjalide läbimise ajaline planeerimine.

Kursus planeeriti läbi viia õppeaasta viimasele, viiendale perioodile, sest selleks ajaks on sellel õppeaastal toimunud programmeerimise alased kursused toimunud. Lähtuvalt hetkeolukorrast arvestati võimalusega, et kursus viiakse läbi distantsõppes ning iga õpilane saab endale kursuse jooksul kasutamiseks personaalse karbi koos kursuse läbimiseks vajaliku riistvara, andurite ja juhtmetega. Õpilased said kursuse enda valikkursusena valida õppeaasta alguses. Kahekümnest kursuse valinud osalejast õppis 10. klassis 15 ja viis osalejad olid 11. klassist. Seitse osalejat polnud varem Pythoni programmeerimiskeele kursust võtnud.

Kursuse kavandamisel arvestati, et koolis on kasutusel mudel, kus perioodi seitsmest nädalast toimub kontaktõpe kuuel nädalal ja seitsmendale nädalale planeeritakse enamasti ainult arvestus. Lähtuvalt ptk 1.2.-st võttis kursuse autor endale eesmärgiks, et õpilased peaksid tema kursuse kaudu omandama järgmised õpiväljundid, mis toetaksid pädevuste arendamist, eelkõige õpipädevust, suhtluspädevust, matemaatika-, loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast pädevust ning digipädevust.

1. Õpilane tunneb IoT terminoloogiat, põhimõisteid ning alusprintsiipe, oskab analüüsida selle alaseid materjale ning anda ülevaadet leitust;
2. Õpilane tunneb erinevate andurite ja täiturite ehitust ning füüsikalisi toimeprintsiipe;
3. Õpilane oskab elulise ülesande lahendamiseks kavandada töötavat süsteemi, valida selleks komponente, andmete edastamise platvormi ning oskab muuta ja luua vajaliku koodi ja koostada süsteemi dokumentatsiooni;
4. Õpilane oskab programmeerida süsteemi MicroPython programmeerimiskeeles, kasutades selleks muutujaid, tsükleid, tingimuslauseid ja eelnevalt defineeritud teeke ja funktsioone.

5. Õpilane oskab oma loodud koodi dokumenteerida;
6. Õpilane oskab teha koostööd, oma loodud koodi ja süsteemi esitleda ja tutvustada;
7. Õpilane oskab kasutada IKT vahendeid igapäevaelus, õpingutes ja töös.

Tulenevalt eelnevatest väljunditest kavandas töö autor teemade kaupa järgmised suuremad peatükid:

1. Sissejuhatus ja tarkvara seadistamine, kontrolleri ettevalmistamine.
2. Töö anduritega
3. Tööanduritega 2 (I2C siin)
4. Andmete saatmine ja veebikeskkonna seadistamine
5. Täiendavad teemad
6. Töö projektiga ja selle esitus

Iga peatükk jaguneb omakorda tundideks, mida saab vajadusel muuta.

### 2.3. Arendamise etapp

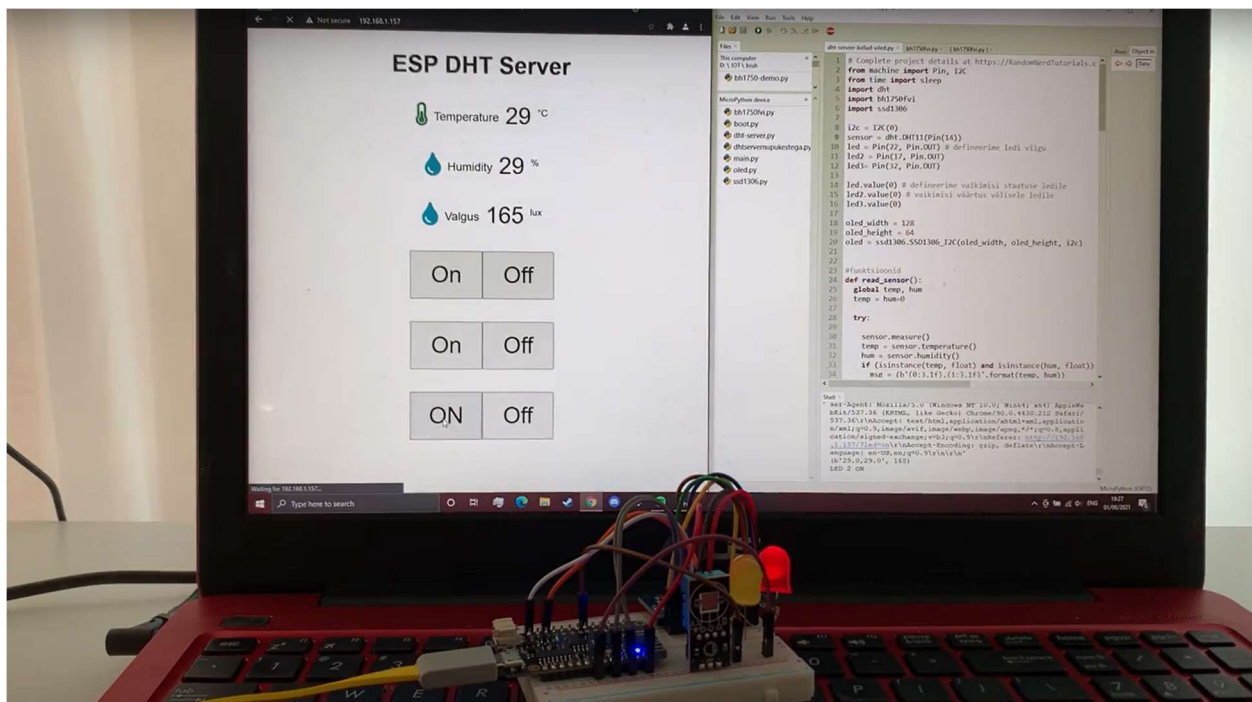
ADDIE mudeli kolmas etapp on arendamine (ingl.k *development*), selle käigus toimus kursuse sisu väljatöötamine. Sisu loomisel lähtuti põhimõttest, et kursuse lõpuks on õpilased võimelised paaristööna iseseisvalt välja töötama lihtsama IoT lahenduse, mis kogub anduritelt andmeid ja salvestab neid veebikeskkonda. Selleks jaotati teemad tundide kaupa. Tüüpiliselt algab tund eelnevas tunnis õpitu meeldetuletamisega, seejärel tutvutakse uue tunni materjaliga ja seejärel praktilises osas katsutakse õpitud rakendada. Igal õpilasel oli kursuse algul jagatud komplekt koos vajalike andurite, arendusplaadi, juhtmete ja toiteploki (sobib mobiiltelefoni laadija microUSB juhtmega). Tunni lõpuks tuleb vormistada kirjalik aruanne tunnitööst. Kursuse tunnijaotus plaan on toodud Tabelis 2.

Tulenevalt COVID-19 piirangutest otsustati 2021. aasta kevadel läbi viidud kursusel lõpuprojektid teha iseseisvalt. Järgnevatel kursustel on siiski plaanis lõpuprojekt läbi viia paaristööna, sest tagasisidena tuli välja, et mõned õpilased tegid seda koos (üks õpilane juhendas teist). Projekti esitlusel kasutati seekord ainult video formaati, kus õpilased pidid videona näitama ära oma tehtud töö (kuvatõmmis video esitlusest on toodud joonisel 5). Järgnevatel kursustel tuleb siiski lisaks videole esitada ka kirjalik aruanne projektist, sest see aitab harjutada dokumenteerimist ja paaristööna võib rakendada tööjaotust paaristöö puhul.



**Tabel 2.** Kursuse tunnijaotusplaan

Nädal	Tund	Peatükid	Teema
1. nädal	1 Tund	Sissejuhatus ja tarkvara seadistamine, kontrolleri ettevalmistamine	Sissejuhatus. Mis on IoT? Mis on MicroPython? Erinevused võrreldes Pythoniga
	2 Tund		Arendusplaat ESP32, selle ühendamine arvutiga. Thonny keskkond. Firmware laadimine ESP32. Programmi käivitamine. Käsurida, programmi salvestamine ja käivitamine
	3 tund		Töö viikudega, sisend- ja väljundviigud. Muutujad.
2. nädal	4 tund	Töö anduritega	PWM, ledid väljunditena. For tsükli kasutamine ledi heleduse programmeerimisel.
	5 tund		Nupp sisendina. Nupust juhtimine. Capacitive touch. IF valik
	6 tund		DHT anduri ühendamine, andmete lugemine. While tsüklid
3. nädal	7 tund	Töö anduritega II (I2C siin)	I2C siin, tarkvaraline ja riistvaraline. SPI siin (sd kaardile salvestamine), BMP280
	8 tund		Mitme anduri ühendamine I2C siiniga (BMP280, BH1750)
	9 tund		OLED ekraani ühendamine. Andmete ekraanile kuvamine
4. nädal	10 tund	Andmete saatmine ja veebikeskkonna seadistamine	Ülevaade arvutivõrgust. ESP32 ühendamine võrguga, erinevad ühenduse tüübid (tööjaam, server). Ühendamine välisvõrguga.
	11 tund		Funktsioonide defineerimine ja väljakutsumine. Ühendamine Thingspeak keskkonnaga. Andmete saatmine ThingSpeaki keskkonda.
	12 tund		Päring-vastus süsteem. IP aadress. Veebiserver, mis näitab ledi staatust, nuppudega läbi veebi siselülitalamine
5. nädal	13 tund	Täiendavad teemad	ADC, potentsiomeetri näidu kuvamine, niiskuse näidu tuvastamine
	14 tund		OneWire teek, releede juhtimine.
	15 tund		Probleemülesanne: erinevate andurite näitute kuvamine veebiserveris ja üleslaadimine Thingspeak keskkonda. Andmete saatmine mailile.
6. nädal	16-18 tund	Töö projektiga ja selle esitus	Paaristööna projektide ideede leidmine, töö IoT projektidega. (Näit: kodune ilmajaam, tark maja, nutikasvuhooone)
7. nädal	19-21 tund		Projektide esitlused/ konsultatsioonid



**Joonis 5.** Kuvatõmmis õpilase video esitlusest

Tundide sisu loomisel arvestati, et koduseid töid ei jäeta (RÕK eeldab, et ajakulu materjali omandamisele kokku on 35 korda 45 minutit), seega kuulub iga tunni sisse praktiline katsetamine. Tunni teemade väljatöötamisel lähtus töö autor põhimõttest, et igas tunnis üks osa on seotud kas riistvaralise või võrgu teemaga, teine osa tuleb meelde läbi MicroPythoni programmeerimisega seonduvat. Lisaks on lisatud teemad, mis autori arvates olid vajalikud üldisele lõppeesmärgile.

Tunni näidisenä on lisatud tunnikirjeldus lisa 1. Tundi alustatakse eelmisel tunnil õpitu meeldetuletamisega. Seejärel kontrollitakse töövahendite olemasolu ja töökorda: peale tarkvara uuendusi võib tekkida probleeme riistvara töötamisega. Järgmises etapis selgitatakse tunni tegevuse tausta: miks me mõõdame suhtelist õhuniiskust? See võimaldab tekitada seoseid varasemate teadmiste ja nende rakendamisega.

Edasi järgneb n-ö riistvaraline osa, kus selgitatakse DHT anduri ühendamisvõimalust ja erinevaid variante. Programmeerimise osas kirjeldatakse, kuidas importida vajalikke teke ja kuidas neid kasutada. Edasi tuuakse kordava teemana sisse while tsükli teema, selleks kasutatakse GINF-i programmeerimise kursuse materjale (ptk 1.3). Materjalile baseerudes tuleb õpilasel ise vajalik kood kombineerida nii, et andmeid mõõdetakse lõpmatu tsükliga. Ühest küljest on see vajalik tunni eesmärgist lähtuvalt: andmete mõõtmine teatud aja järele, teisalt on lõpmatu tsükkel vajalik ka kontrolleri hilisema töö jätkamiseks (kontrolleril

käivitamisel käivitatakse automaatselt *boot.py* nimeline programm, millest loetakse ühekordselt sisse kontrolleri seadistused ja seejärel käivitatakse programm nimega *main.py*, kus kasutatakse lõpmatut tsüklit kontrolleri töös).

Selleks, et kinnistada ja kontrollida õpilase edenemist kursusel, tuleb iga nädala lõpuks vormistada videoprotokoll oma tehtud tööst, mille käigus tuleb demonstreerida oma tööd ja lisaks peab õpilane mõne lausega edastama ka selle, mida ta õppis antud tunnis.

## 2.4. Kasutamise ja hinnangu andmise etapid

Sameeri järgi on ADDIE mudeli etapid kasutaja suhtes paindlikud ja neid on võimalik kohendada vastavalt kasutaja vajadustele (Sameer, 2018). Hinnangu andmine järgneb tavapäraselt kasutamise etapile või toimub sellega käsikäes. Etapi eesmärgiks on saada ideid materjali parendamiseks. Sellepärast otsustas ka magistritöö autor neid kahte punkti koos käsitleda.

Kasutamise etapiks oli küll lubatud osaline kontaktõpe, kuid eesmärgiga vähendada nakatumist enne lõpueksameid toimus õppetöö 2021. aasta kevadel distantsõppe vormis kasutades Zoomi keskkonda. Igal õpilasel oli kasutada personaalne komplekt arendusplaadi ja anduritega. Kursusel osales 20 õpilast, kahjuks mitte alati pildiga. See raskendas õpetajal saada visuaalset tagasisidet, kas materjal jõudis õpilasteni või mitte. Projekti esitlemisel selguski, et mõned õpilased ei olnud kursuse jooksul kõiki tunde kaasa teinud. Osade õpilaste küsimustele (näiteks, miks kodus ei ühendu kontrolleri lokaalvõrku) oli õpetajal raske läbi Zoomi vastust leida, ning seetõttu palus õpetaja neil eraldi kooli koos oma komplektiga tulla, et veenduda sooritatud toimingute õigsuses. Kursuse eripärast ja tööde vormist lähtuvalt kolmel korral ei leidunud muud lahendust, kui kontrolleri *firmware* ülekirjutamine. Arvestades seda probleemi ilmselt ei teki kooli ruumides, kus kõigil on samad võrguparameetrid. Võimalusel tuleks autori arvates loodud kursus kontaktõppes läbi viia.

Kursusel kasutatavad materjalid tehti õpilastele kättesaadavaks kooli õppeinfosüsteemis Studium enne iga tunni algust. See võimaldas kursuse käigus vajadusel materjale kohendada.

RÕK § 18 järgi võib kool valikkursuste hindamisel kasutada hinnanguid „arvestatud” ja „mittearvestatud”. Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi hindamisjuhendi järgi esimestel tundidel

selgitab õpetaja, mida kuidas tema hindaks kursuse jooksul tehtavat tööd ehk mis moodustab lõpphinde ja kui õpilastel on ettepanekuid ning õpetaja on nõus, siis saab lõppversiooni alati kohendada. Loodava valikkursuse eesmärgiks oli tutvustada, kuidas tehnoloogia abil probleeme lahendada ja selle kaudu näidata ning saada praktilisi kogemusi infotehnoloogia alal, seetõttu tegi kursuse läbiviija õpilastele ettepaneku hindamisel kasutada “arvestatud” ja “mittearvestatud” mudelit. Seega lepidi kokku, et arvestuse saamiseks tuleks osaleda vähemalt 80% tundidest ja kokku panna ning esitada lõpuprojekti videoettekanne.

Kursuse lõpus soovis kursuse läbiviija saada ka anonüümset tagasisidet Google Forms keskkonnas. Õpilased said anda omapoolse hinnangu materjali kvaliteedist ja pakkusid ideid, kuidas seda veel paremaks muuta. Autor koostas tagasiside küsitluse ning analüüsis tulemusi. Küsimustik on toodud lisa 4. Küsimustikule vastas 20 õpilasest 15. Seitsmest küsimusest 2 olid valikvastustega skaalal 1 kuni 5, ülejäänud vabateksti vastustega.

Küsimusele ”Saavutasin kursusega seotud eesmärgid” anti hinnangud 3 (26%), 4 (20%) ja 5 (53,3%). Seatud eesmärkidest toodi välja, et *“Sain hea ülevaade IoT maailmast”, “Õppisin natukene HTML koodi. Sain rohkem teada arendusplaatidest. Oskan kasutada arendusplaati ja õppisin vooluringe koostama, mõistan paremini Pythoni programmeerimiskeelt, saan koodi kirjutamisest aru – need olid tüüpilised vastused.*

Küsimusele “Missuguseid veel ei õnnestunud saavutada?” vastustes võib välja tuua, et vooluringi ehk juhtmete ühendamine vajaks kursusel rohkem selgitusi. Küsimusele Mis meeldis?” vastustest võib välja tuua, et õpilastele meeldis iseseisvalt ülesannet lahendada (*“Mulle meeldis, et vahel me pidime pusima iseseisvalt, aga samas seda polnud ka väga palju”, “Kursus lubas õpilasel oma loomingut ja oma lahendusi kasutada”, “Meeldis see, et saime ise nokitseda. See oli raske, kuid õppisin palju.”*).

Vastustes küsimusele ”Mis ei meeldinud kursusel?” võib välja tuua, et õpilased oleks seda kursust eelistanud teha kontaktõppes koolis. Näiteks toodi välja vastustena *“Kuna viiruse tõttu tund toimus kodus, siis ei saanud alati aru mis ja kuhu peaks oma plaadil panema. Zoomi kaudu on sellest raskem aru saada”, “Kodust teha ei meeldinud”*. Kursuse läbi viinud õpetajana tuleb töö autoril tõdeda, et mõnel juhul oli raske kaamerapildist aru saada (õpilaste veebikaamerad olid erineva pildikvaliteediga), millest tehniline tõrge võis olla põhjustatud, kontaktõppe vormis oleks vigade leidmine olnud lihtsam.

Õpilaste arvates oleks neile kursusel abiks olnud tundide videosalvestused. Õpetajana toetan nende arvamust, kuid tehnoloogia valdkonnas tuleb arvestada, et hetkel töötav lahendus ei pruugi peale tarkvara versiooni uuendamist enam töötada.

## 2.5. Järeldused

Tehnilise kursuse loomine ja läbiviimine on keeruline protsess. Õpetajana pidi töö autor ise asetuma õpilase rolli ja ise kõik planeeritu selgeks tegema. Kindlasti parendas kursuse loomine autori tehnilise inglise keele oskusi, materjalile tuleb tulevikus juurde lisada ingliskeelsed märksõnad, millega saab probleemile guugeldades lahendust otsida. Kursuse autor tõdes, et kui on tegu elektroonikaga, siis ei pruugi täna töötav lahendus homse tunni ajal toimida. Õpilaste arvates tuleks kasuks, kui tunnid videona salvestataks. Eelnevast tulenevalt planeerib kursuse autor materjalidele järgneval korral juurde lisada videojuhised.

Alustava õpetajana jättis kursuse autor kursuse passis eeldusainena mainimata programmeerimiskeele Pythoni kursuse, seetõttu oli kursuse käigus väljakutseks nende õpilastega töötamine, kes polnud Pythonit kui programmeerimiskeelt õppinud. Kursuse alguses selgus, et Pythonit polnud õppinud 7 õpilast 20-st. See olukord oli kindlasti heaks kogemuseks, kuid võimaldas pedagoogilisi oskusi täiendada.

Õpilased said kursuse läbimisega üldiselt hakkama, kuid kahe õpilasega tuli läbi viia täiendavad konsultatsioonid, sest selgus, et osades tundides ei olnud nad kaasa töötanud. Video esitamine lõputööna toimus (kuvatõmmis joonisel 5) ja seega kavatses autor kasutada video formaadis õpilaste kokkuvõtteid tulevikus iga kursuse nädala lõpus. See annab võimaluse kiiremini kitsaskohad avastada.

Kursuse lõpetasid edukalt kõik 20 osalejat, valdav enamik õpiväljundeid omandati ja kursust plaanitakse töös kirjeldatud parendustega läbi viia ka järgnevatel aastatel. 2021./2022. õppeaastal tõstetakse kursuse läbiviimise aega autori palvel viiendalt perioodilt neljandasse. Autori arvates võib kursuse varasemasse perioodi tõstmine anda kümnendate klasside õpilastele impulsi tehnoloogiaalaste uurimistööde teemade valimiseks. Selle aasta osalenutest kolm poissi on võtnud ühendus töö autoriga ja soovivad uurimistöö sooritada IT valdkonnas. Riistvara valik osutus sobivaks ja kuigi esines mõningaid tehnilisi probleeme, siis konsulteerides spetsialistidega selgus, et paremaid hinna ja kvaliteedi suhtega lahendusi hetkel ei osata pakkuda.

## Kokkuvõte

Arvestades tänapäeva ühiskonna arengut ja infotehnoloogiat tundvate inimeste suurt nõudlust on oluline gümnaasiumi hariduse omandamisel pakkuda õpilastele võimalust teadmisi, oskusi ja hoiakuid arendada läbi erinevate valikkursuste. Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja töötada ja läbi viia praktiline valikkursus “IoT lahendused” gümnaasiumiastmele.

Kursuse üheks eesmärgiks oli tutvustada õpilastele võimalust, kuidas tehnoloogia abil probleeme lahendada ja selle kaudu näidata ning saada praktilisi kogemusi erinevatest infotehnoloogia valdkondadest. Kursusel kasutati riistvaralise lahendusena ESP32 mikrokontrollerit IoT lahenduste loomiseks ning programmeerimiskeelt MicroPython. Käesolev valikkursus arendab õppija digipädevusmudeli (5.) probleemilahenduse valdkonna oskusi ja infotehnoloogilisi teadmisi. Kursuse väljatöötamisel lähtuti pedagoogiliselt/didaktiliselt ADDIE mudeli põhimõtetest.

Kursust piloteeriti Tartu Jaan Poska gümnaasiumis 2021. aasta kevadel distantsõppe vormis. Õpilastelt saadud tagasiside järgi tuleks edaspidi eelistada kontaktõppe vormi, sest see tagaks kiirema probleemilahenduse pakkumise kaasõpilastelt või õpetajalt. Kursusel osalemise eelduseks tuleb tulevikus kindlasti määrata Pythoni kursuse eelnev läbimine.

Õpilaste tagasisidest selgus, et kursust tuleb täiendada selgitavate õppevideotega. Videosid tuleb tulevikus kasutada ka õpilaste poolt iganädalase tagasiside saamiseks, mis võimaldab operatiivselt kohendada kursuse sisu.

Töö autor koostas ja viis edukalt läbi gümnaasiumi astmele mõeldud praktilise valikkursuse “IoT lahendused” kahekümnele Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi õpilasele. Kursuse läbiviimisel selgus, et noored on huvitatud IoT lahenduste ehitamisest ja saavad õpetaja juhendamisel harjutuste ning lõpuprojekti sooritamiseга kenasti hakkama.

## Kasutatud kirjandus

- Aldoobie, N. (2015). ADDIE Model. *American International Journal of Contemporary Research*, 5(6), 68–72. URL: [http://www.ajcernet.com/journals/Vol\\_5\\_No\\_6\\_December\\_2015/10.pdf](http://www.ajcernet.com/journals/Vol_5_No_6_December_2015/10.pdf) (16.04.2021)
- Asjade internet (2019). URL: <https://www.ttg.edu.ee/wp-content/uploads/2019/09/ASJADE-INTERNET.pdf> (vaadatud 06.08.2021)
- Asjade internet (2021). URL: <https://www.telia.ee/ari/mobiil/m2m-ja-iot-teenused/asjade-internet/> (vaadatud 06.08.2021)
- Gümnaasiumi riiklik õppekava (2011). - RT I, 14.01, 2. URL: <https://www.riigiteataja.ee/akt/123042021011?leiaKehtiv> (vaadatud 06.08.2021)
- ESP32 Series (2021). URL: <https://www.espressif.com/en/support/download/documents> (vaadatud 10.08.2021)
- ESP8266EX (2021). URL: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf) (vaadatud 10.08.2021)
- Gareis, K., Hüsing, T., Birov, S., Bludova, I., Schulz, C., ja Korte, W. B. (2014). *Eskills for Jobs in Europe: Measuring Progress and Moving Ahead, Final Report*. URL: [https://www.researchgate.net/publication/265972686\\_e-Skills\\_for\\_Jobs\\_in\\_Europe\\_Measuring\\_Progress\\_and\\_Moving\\_Ahead](https://www.researchgate.net/publication/265972686_e-Skills_for_Jobs_in_Europe_Measuring_Progress_and_Moving_Ahead) (vaadatud 06.08.2021)
- Hariduse tehnoloogiakompass (2018). Harno URL: <https://kompass.harno.ee/> (vaadatud 06.08.2021)
- Innovatoorium – Tark Koolimaja värvõrgu abil (2020). URL: [https://sites.google.com/u/0/d/1eut2LFUXnV7DWqDjX8m6zbnRagkN75ia/p/18QeLZpdXoUFNTdasTgo8g43iItu\\_GiKP/preview?authuser=0](https://sites.google.com/u/0/d/1eut2LFUXnV7DWqDjX8m6zbnRagkN75ia/p/18QeLZpdXoUFNTdasTgo8g43iItu_GiKP/preview?authuser=0) (vaadatud 06.08.2021)
- Introduction to IoT (2021). URL: <https://github.com/microsoft/IoT-For-Beginners/blob/main/1-getting-started/lessons/1-introduction-to-iot/README.md> (vaadatud 06.08.2021)
- Kori jt= Kori, K., Beldman, P., Tõnisson, E., Luik, P., Suviste, R., Siiman, L., ja Pedaste, M. (2019). *IT oskuste arendamine Eesti koolides*. URL: <https://wise.com/documents/IT%20oskuste%20arendamine%20Eesti%20koolides.pdf> (vaadatud 06.08.2021)
- Juurak, R. (2018). “Millal saab informaatikast kohustuslik õppeaine?” *Õpetajate leht* URL: <https://opleht.ee/2018/03/millal-saab-informaatikast-kohustuslik-oppeaine/> (vaadatud 06.08.2021)
- Kaukvere, T., Alla, H. (2015). *Sõnavõistluse võitja on «nuhvel»*, Postimees URL: <https://kultuur.postimees.ee/3060763/sonavoistluse-voitja-on-nuhvel> (vaadatud 06.08.2021)
- Keskharidus (2021). URL: <https://www.hm.ee/et/tegevused/alus-pohi-ja-keskharidus/keskharidus> (vaadatud 06.08.2021)
- Leppik jt = Leppik, C., Haaristo, H.-S., Mägi, E. (2017). *IKT haridus: digioskuste õpetamine, hoiakud ja võimalused üldhariduskoolis ja lasteaias*. Tallinn: Poliitikauringute Keskus

- Praxis. URL: <https://www.digar.ee/viewer/et/nlib-digar:321802/279777/> (vaadatud 06.08.2021)
- Lueth, K. (2014). *Why the Internet of Things is called Internet of Things: Definition, history, disambiguation* URL: <https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition/> (vaadatud 06.08.2021)
- Metshein, M (2021). Arduino – Miniarvutid ja mikrokontrollerid. URL: <https://www.metshein.com/unit/arduino-miniavutid-ja-mikrokontrollerid/> (vaadatud 10.08.2021)
- Metoodiline juhend õpetajale gümnaasiumi informaatika uute valikkursuste õpetamiseks (2019)  
<https://media.voog.com/0000/0034/3577/files/Metoodiline%20juhend%20%C3%B5petajale%20g%C3%BCmnaasiumi%20informaatika%20uute%20valikkursuste%20%C3%B5petamiseks.docx.pdf> (vaadatud 06.08.2021)
- Moth, J (2020). An Introduction to MicroPython and Microcontrollers URL: <https://www.electronicdesign.com/technologies/embedded-revolution/article/21131360/an-introduction-to-micropython-and-microcontrollers>
- Pilt, L jt,= Pilt, L., Kusmin, M., Plank, T., Villems, A., Varendi, M., Rogalevitš, V., Rosenberg, A., Kirikal, M., Požogina, ja K., Dremljuga-Telk, M., (2019). Juhend kvaliteetse e-kursuse loomiseks. HITSA. URL: <https://oppevara.edu.ee/ekursus/> (vaadatud 10.08.2021)
- Rein, E. (2020). Eesti gümnaasiumides õpetatavad programmeerimise kursused URL: [https://comserv.cs.ut.ee/ati\\_thesis/datasheet.php?id=69746&year=2020](https://comserv.cs.ut.ee/ati_thesis/datasheet.php?id=69746&year=2020) (vaadatud 06.08.2021)
- Sameer, M.A (2018). The Effectiveness of Designing and Using a Practical Interactive Lesson based on ADDIE Model to Enhance Students' Learning Performances in University of Tabuk. *Journal of Education and Learning*; Vol. 7, No. 6; 2018 URL: [https://www.researchgate.net/publication/328771450\\_The\\_Effectiveness\\_of\\_Designing\\_and\\_Using\\_a\\_Practical\\_Interactive\\_Lesson\\_based\\_on\\_ADDIE\\_Model\\_to\\_Enhance\\_Students'\\_Learning\\_Performances\\_in\\_University\\_of\\_Tabuk](https://www.researchgate.net/publication/328771450_The_Effectiveness_of_Designing_and_Using_a_Practical_Interactive_Lesson_based_on_ADDIE_Model_to_Enhance_Students'_Learning_Performances_in_University_of_Tabuk)
- Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi õppekava (2019). URL: <https://sisu.jpg.tartu.ee/files/oppekava.2019.pdf> (vaadatud 10.08.2021)
- Salum, K. (2019). Valmimas on uued gümnaasiumi informaatika valikkursused URL: <https://www.hitsa.ee/uudised-1/valmimas-on-uued-gumnaasiumi-informaatika-valikkursused> (vaadatud 06.08.2021)
- Õppija digipädevusmudeli seletuskiri (2021). URL: <https://digipadevus.ee/oppija-digipadevusmudel/seletuskiri/> (vaadatud 10.08.2021)
- WEMOS LOLIN32 Lite (2021). URL: <https://smalldevices.com.au/products/wemos-lolin32-lite> (vaadatud 10.08.2021)
- What is IoT? (2021). URL: <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/#close> (vaadatud 06.08.2021)



## Lisad

### Lisa 1. Näidistunni materjalid

**Tunni teema:** DHT anduri ühendamine, andmete lugemine. While tsükkel.

**Tunni eesmärgid:** Tunni eesmärgiks on oskus ühendada I2C siin kasutades DHT tüüpi andurit ja selle abil mõõta temperatuuri ning suhtelist õhuniiskust teatud perioodi järel.

**Ohutusnõuded:** Juhtmete ja andurite maketeerimislauale ühendamise ajaks eemalda toide arendusplaadilt!

### Õpiväajundid:

- Õpilane rakendab eelnevalt omandatud teadmised oskuste arendamisele, st lahendab etteantud probleemülesande toetudes eelnevatele teadmistele.
- Õpilane kasutab iseseisvalt elektroonilisi teabeallikaid ning hindab kriitiliselt neis sisalduvat infot.
- Õpilane seostab ja kasutab varem omandatud teiste ainete teadmisi ülesande lahendamiseks.
- Õpilane saab teadmised ja oskused reaaleluliste ülesande lahendamiseks.
- Õpilane rakendab programmeerimise oskusi probleemülesande lahendamisel.

### Tunni käik:

1. Tuletame meelde, et I2C oli siis selline andmesüün, kus anduri saab ühendada kasutades nelja juhet (sh kaks oli toiteks, kaks andmevahetuseks). Mis on sellise ühenduse eeliseks ehk mis see annab? Miks kasutatakse I2C siini puhul aadresse?
2. Kontrollime töövahendite olemasolu ja nende töökorras olekut:
  - ESP32 Wemos arendusplaat
  - MicroUSB ühenduskaabel
  - Arvuti Thonny keskkonnaga
  - DHT11 või DHT22 andur
  - Maketeerimislaud
  - Juhtmed
  - Tester (vigade otsimiseks)
3. Tuletame meelde varasemad teadmised ja rakendamine need probleemülesande lahendamisel, nt mis on temperatuur, kuid mis vahe on absoluutsel ja suhtelisel niiskusel? Näiteks kasutame teabeallikana Toomas Reimanni "Absoluutne ja suhteline niiskus. Kastepunkt." väljaannet aadressil <https://vara.e-koolikott.ee/node/1509>.

Väljavõte järgmisest allikast:

*Õhu absoluutseks niiskuseks nimetatakse suurust, mis arvuliselt võrdub ühes kuupmeetris õhus sisalduva veeauru hulga grammides. Kuna massi ja ruumala jagatis annab tiheduse, siis absoluutne niiskus on käsitletav õhus leiduva veeauru tihedusena. Absoluutse niiskuse tähis on  $p_a$ , ühik  $1 \text{ g/m}^3$ . Näiteks on õhus, mille temperatuur on  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , normaalõhu korral igas kuupmeetris ligikaudu  $10 \text{ g}$  veeauru. Õhu suhteline ehk relatiivne niiskus näitab, kui*

kaugel on õhus leiduv veeaur küllastusest. Suhteliseks niiskuseks nimetatakse suurust, mis võrdub õhus tegelikult oleva ning antud temperatuuril ja rõhul õhus maksimaalselt võimaliku ehk küllastava veeauru tiheduse suhtega. Küllastunud veeauru tiheduse tähis on  $\rho_k$ . Olgu suhtelise niiskuse tähis  $r$ . Kui teame õhus leiduva veeauru tihedust ja antud temperatuuril küllastunud veeauru tihedust, on suhteline niiskus arvutatav valemiga

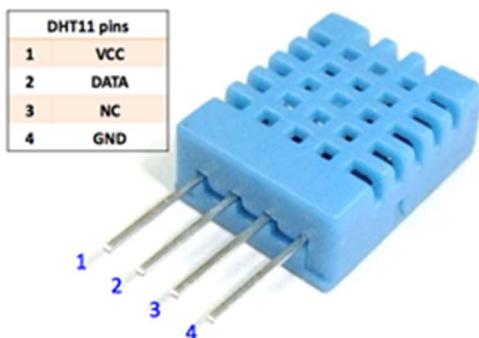
$$r = \frac{\rho_a}{\rho_k} \times 100\%$$

Suhtelist niiskust väljendatakse tavaliselt protsentides. Elusorganismid kaotavad vett veeaurumisega kopsudes ja naha pinnalt. Veekaotuse intensiivsus sõltub ümbritseva õhu suhtelisest niiskusest ning enamik organisme on kohandunud mingile niiskusrežiimile.

Inimestele ja paljudele loomadele on hästi talutav suhteline niiskus 50 - 70 %. Liiga madal või ka liiga kõrge suhteline niiskus võivad selleks mitte kohanenud organismile mõjuda kahjustavalt. Seega möödame suhtelise niiskuse!

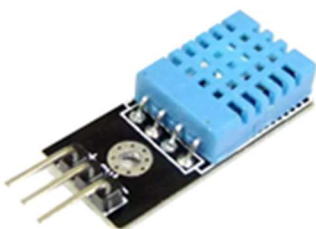
### Töö käik ülesande lahendamisel:

1) Meil on kasutada andur DHT11. Tegu on odava kiibiga, mis väljastab kalibreeritud digitaalse väljundina temperatuuri ja suhtelist õhuniiskuse andmeid. Anduri viigud loeme välja alljärgnevalt jooniselt:



Allikas: [https://www.researchgate.net/figure/Soil-Moisture-Sensor-DHT11-Humidity-and-Temperature-sensor-It-is-a-digital-compound\\_fig2\\_337504299](https://www.researchgate.net/figure/Soil-Moisture-Sensor-DHT11-Humidity-and-Temperature-sensor-It-is-a-digital-compound_fig2_337504299)

Anduril on vaikumisi neli viiku. VCC= +5V pinge sisend, DATA= digitaalne sisend/väljund andmesiin, NC= ei ole kasutusel (not connected), GND= - ehk maanduse sisend. Andurile peaks juurde lisama ka takisti. Meie andur on eelnevalt joodetud spetsiaalsele plaadile, kuhu on täiendav takisti ka ühendatud. Seega pääsime takisti ühendamisest ja viikude väljundid näevad välja nii:



NB! Alati tasub andurite viikude tähised üle vaadata, sest eri tootjad võivad neid tähistada erinevalt. Meie plaadi puhul on märgitud + (see on sama, mis VCC ehk +5), OUT (sama, mis DATA ehk digitaalne väljund), ja - (sama, mis GND ehk maandus).

2) Asetame anduri plaadi maketeerimislauale ja ühendame juhtmetega arendusplaadi ja anduri. NB! Toite ehk siis +5V ja GND ühendamisel võiks kasutada vastavalt punast ja musta juhet.

3) Tutvume infoga lingil

<https://docs.micropython.org/en/v1.15/esp8266/tutorial/dht.html>

Selle info kohaselt peame sisse lugema teegid dht ja machine ja valima õige anduri tüübi. Sinise ehk DHT11 anduri puhul tuleks koodi alustada nii (NB! Mäletate, et peale märke // tulev tekst on kommentaar).

```
import dht // impordime dht mooduli
import machine //impordime machne mooduli
d = dht.DHT11(machine.Pin(4)) //initsialiseerib DHT11 sensori viigule 4 andmeid
väljastama
```

Selleks, et andmeid mõõta, tuleb kasutada käsk:

- mõõtmiseks **d.measure()**
- temperatuuri mõõtmiseks **d.temperature ()**
- suhtelise õhuniiskuse mõõtmiseks **d.humidity()**

4) Kogu kood võiks välja näha järgmine:

```
import dht
from machine import Pin
d = dht.DHT11(Pin(4))

d.measure()
d.temperature()
d.humidity()
```

Hetkel ei trükita ekraanile midagi ja selle probleemi lahenduseks tuleb kasutada funktsiooni **print()**. Proovige iseseisvalt seda teha.

*(võimalik lahendus järgmisel lehel)*

Lahendus: Kood võiks välja näha selline:

```
import dht
from machine import Pin
d = dht.DHT11(Pin(4))
d.measure()
print(d.temperature())
print(d.humidity())
```

5) Andurite käivitamisel oleks mõistlik oodata mõni sekund ja alles siis mõõta tulemus. Kuidas seda teha? Selleks on Pythonis time moodul. Selle importimiseks tuleb sisestada rida

```
import time
```

ja selleks et programm ootaks näiteks kaks sekundit enne järgneva rea täitmist tuleb välja kutsuda **sleep()** funktsioon time moodulist koos vastava argumendiga

```
time.sleep(2)
```

Kood võiks välja näha seega nii:

```
import time
import dht
from machine import Pin
d = dht.DHT11(Pin(4))
time.sleep(2)
d.measure()
print(d.temperature())
print(d.humidity())
```

6) Eelnev kood aga käivitub ja mõõdab infot ühe korra ja jääb seisma. Mõõtmiste automatiseerimiseks tuleks koodi korduvalt teatud aja tagant tööle panna. Selleks oleks hea kasutada tsüklit. Kuid mitu korda peaks koodi käivitama? 100 korda, 1000? 1000 000? Meie soov oleks, et see kood võiks töötada pikemaajaliselt, ehk lõppu me ei oska määratleda.

Selleks oleks hea kasutada **while** tsüklit. While tsükli kohta saad meelde tuletada lingilt: <https://web.htk.tlu.ee/digitaru/programmeerimine/chapter/3-1-tsukkel/>

**Ülesanne.**

- a) Lisa koodile while tsüklile nii, et temperatuuri ja suhtelist õhuniiskust mõõdetakse kord minuti jooksul.
- b) Täiustage väljundit nii, et ekraanile trükitakse:

**Temperatuur 23 kraadi**  
**Suhteline õhuniiskus 75%**

- c) Lisage koodile kommentaarid, oma kommentaar, mida õppisite ja laadige see üles õppeinfosüsteemi Stuudium.

## Lisa 2. Riistvarakomponentide nimekiri

Nimetus	Hind*
ESP32 arendusplaat WEMOS Lite V1.0.0	2.80
LED + takistid (30 tk, 3 värvi)	0.92
digitaalne valgusandur BH1750	0.75
temperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse andur DHT11	1.06
BMP280 õhurõhu ja temperatuuri andur	0.75
Maketeerimislaud ( <i>breadboard</i> ) 400 auku	0.98
Dupont juhtmed ( <i>M-M</i> ), 40tk	1.85
SSD1306 0.96" OLED ekraan	1.78
Relee ( <i>relay</i> ) 3.3V	0.66
Potentsiomeeter ( <i>potentiometer</i> ) (5tk)	0.93
Mulla niiskuse andur ( <i>soil moisture sensor</i> )	0.85
Infrapuna liikumisandur SR505	0.76
Laadija ja microUSB	2.00
<b>Kokku</b>	<b>16.09</b>
* odavaim hind eurodeskoos käibemaksuga Aliexpress.com tellides, ei sisalda transpordi hinda	

### Lisa 3. Küsimustik

- 1) Saavutasin kursusega seotud eesmärgid ( skaalal 1 kuni 5, kus "1"- Ei saavutanud üldse, "5"-Saavutasin kõik)
- 2) Missugused eesmärgid saavutasid?
- 3) Missuguseid veel ei õnnestunud saavutada?
- 4) Kuidas Sa jäid kursuse sisuga (teemadega) rahule ( skaalal 1 kuni 5, kus "1"- Ei ole üldse rahul, "5"-Saavutasin kõik)
- 5) Mis meeldis kursusel?
- 6) Mis ei meeldinud kursusel?
- 7) Mida muudaksid kursusel?

#### Lisa 4. Kursuse materjalid

Kursuse materjalid on leitavad lingil <https://lingid.ee/Iotjpg>

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

Mina, Vahur Lell,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Gümnaasiumi praktilise valikkursuse „IoT lahendused“ väljatöötamine ja läbiviimine Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi näitel“, mille juhendaja on Alo Peets reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Vahur Lell

18.08.2021