

EESTI INFOTEHNOLOOGIA KOLLEDŽ

Allan Vein

REAALAINETE ÕPET TOETAVA
ROBOOTIKAPLATVORMI LOOMINE

Diplomitöö

INFOTEHNOLOOGIA SÜSTEEMIDE ADMINISTREERIMISE ÕPPEKAVA

Juhendaja: M. Ernits

Tallinn 2010

AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev diplomitöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Eesti Infotehnoloogia Kolledžile lõpudiplomi taotlemiseks Infosüsteemide administreerimise erialal. Diplomitöö alusel ei ole varem eriala lõpudiplomit taotletud.

Autor A. Vein.....

(allkiri ja kuupäev)

Töö vastab kehtivatele nõuetele

Juhendaja M. Ernits.....

Sisukord

Lühendite ja mõistete selgitused.....	6
1 Sissejuhatus.....	9
2 Analüüs.....	13
2.1 Probleemi analüüs.....	13
2.2 Robootikaalane tegevus Eesti Infotehnoloogia Kolledžis.....	18
2.3 Robootikaklubi koolitusplatvormi edasised arengusuunad.....	20
2.4 Olemasolevate platvormide võrdlus.....	23
2.4.1 Koolirobot.....	23
2.4.2 Arduino.....	25
2.4.3 VexRobotics	27
2.4.4 Tribotix.....	28
2.4.5 Roboworks.....	29
2.4.6 Programm For Inspiration and Recognition of Science and Technology.....	29
2.4.7 Platvormide analüüsi kokkuvõte.....	31
2.5 Nõuete analüüs.....	31
2.5.1 Õppemetoodika analüüs.....	32
2.5.2 Nõuded platvormile.....	33
2.6 Tarkvara valik.....	36
2.7 Riistvara disain.....	36
2.8 Analüüsi kokkuvõte.....	37
3 Teostus.....	38
3.1 Platvormi tehniline disain.....	38
3.1.1 Mikrokontrolleri moodul.....	39
3.1.2 RS232 moodul.....	46
3.1.3 Lisamoodulid.....	48

3.2 Platvormi tarkvara disain.....	51
3.3 Ülesannete metoodika.....	51
3.3.1 Baasteadmiste omandamist soodustavad ülesanded.....	52
3.3.2 Iseseisvale mõtlemisele ja grupitööle viitavad ülesanded.....	54
3.4 Piloteeritud projektid.....	56
4 Edasised tegevussuunad.....	57
5 Kokkuvõte.....	58
6 Development of a robotics platform for studying science-related subjects.....	60
Kasutatud kirjandus.....	62
Lisad.....	66
Lisa 1: Programmeerimiskaabel.....	67
Lisa 2: STarkvaraplatvormi installeerimisjuhend.....	69
Lisa 3: Tarkvaraplatvormi käivitamine ja kasutamine.....	70
Lisa 4: Mikrokontrolleri mooduli väljaviigud.....	73
Lisa 5: Pinge mõõtmise ülesanne.....	75
Lisa 6: Ratta ülesanne.....	76
Lisa 7: Kooolituste tagasiside.....	77

Jooniste sisukord

Joonis 1: Science Fair'i õpilaste infostendid.....	15
Joonis 2: Näitlik pilt turbulentsist	16
Joonis 3: ITK Robootikaklubi Sumorobotikoolitusel kasutatav robot.....	19
Joonis 4: Õpilaste poolt ristitud robotid ITK Sumorobotikoolituselt.....	20
Joonis 5: Ülekeevad emotsioonid ITK Sumorobotikoolitusel.....	20
Joonis 6: Loodava platvormi struktuurskeem.....	22
Joonis 7: Arduino abil juhitava kaamera mehhaanika.....	23
Joonis 8: Arduino poolt juhitava kaamera elektroonika.....	23
Joonis 9: Ekraanitõmmis "Kooliroboti õpetaja metoodilisest materjalist"	24
Joonis 10: Robootika on oma olemuselt interdistsiplinaarne.....	32
Joonis 11: Platvormi ülesehitus.....	39
Joonis 12: Mikrokontrolleri mooduli elektriskeem.....	42
Joonis 13: Mikrokontrolleri mooduli komponentide paigutuse skeem ülaltvaates.....	45
Joonis 14: Mikrokontrolleri mooduli komponentide paigutuse skeem altvaates.....	46

Joonis 15: RS232 mooduli elektriskeem.....	46
Joonis 16: RS232 mooduli väljaviigud.....	48
Joonis 17: RS232 mooduli trükiplaadi komponentide asetuse skeem.....	48
Joonis 18: Kolme väljaviiguga arvutiventilaatori pikenduskaabel.....	49
Joonis 19: Toitepesa väljaviigud.....	50
Joonis 20: ATmega 168 mikrokontrolleri väljaviigud.....	53
Joonis 21: Testriga pinge mõõtmine mikrokontrolleri jalgadelt.....	53
Joonis 22: Ratta ülesande jaoks ette antud materjalid.....	55
Joonis 23: Programmeerimiskaabel.....	67
Joonis 24: Programmeerimiskaabli mikrokontrolleri mooduli poolne pesa.....	67
Joonis 25: Programmeerimiskaabli RS232 mooduli poolne pesa.....	67
Joonis 26: Programmeerimiskaabli ja RS232 mooduli pistik.....	68
Joonis 27: Mikrokontrolleri mooduli programmeerimiskaabli pistik.....	68
Joonis 28: Tarkvaraplatvormi seadistamine mikrokontrolleri moodulit kasutama.....	70
Joonis 29: Jadaühenduse pordi valik Arduino tarkvarakeskkonnas.....	71
Joonis 30: Arduino tarkvaraplatvormiga programmi kompileerimine.....	71
Joonis 31: Programmi laadimine mikrokontrolleri mooduli programmimällu.....	72
Joonis 32: Mikrokontrolleri mooduli väljaviigud ja lülitid.....	73
Joonis 33: Mikrokontrolleri mooduli väljaviigud.....	74

Lühendite ja mõistete selgitused

Tähis	Tähendus
API	Application Programming Interface; rakendusliides, rakendustarkvara liides; tarkvara rakendamise protokollide, reeglite ja vahendite kogum. Lihtsustab programmeerijate tööd, sest võimaldab sisestada arvutiprogrammidesse eelnevalt valmis tehtud tarkvara.
Atmega	Firma <i>Atmel</i> poolt toodetav mikrokontrollerite seeria.
Atmel	Üks maailma suurimatest mikrokiibitootjatest.
Autonoomne robot	Robot mis käitub vastavalt eelnevalt sisestatud programmile.
Avatud riistvara	Riistvara, mille lähteandmed ja skeemid on avalikult kättesaadavad.
bootloader	Lühike programm, mis laeb tegeliku laaduri ehk programmi, mis omakorda laeb operatsioonisüsteemi või rakenduse.
EKA	Eesti Kunstiakadeemia.
FIRST	For Inspiration and Recognition of Science and Technology, inseneri- ja tehnikateaduste populariseerimiseks loodud organisatsioon. Korraldab erinevatele vanusegruppidele mõeldud robootikaalaseid võistlusi.
FLL	First Lego League. Üheksa kuni 14 aastastele noortele mõeldud rahvusvaheline robootikavõistlus, mis baseerub <i>Lego</i> riist ja tarkvaral.
FRC	FIRST Robotics Competition, keskkooliealiste mõeldud rahvusvaheline robootika võistlus.
FTC	FIRST Tech Challenge (FTC), keskkooliealiste mõeldud

	rahvusvaheline robotika võistlus. Võistlusel osalemiseks ostetav robotikakomplekt on odavam kui FRC'l.
GND	Massi tingmärk.
GPL	General Public License; üldine avalik litsents; FSF (Free Software Foundation'i) tarkvara ja GNU projekti litsents, mis garanteerib kasutajatele vabaduse seda tarkvara levitada ja modifitseerida.
jr.FLL	Junior First Lego League, kuue kuni üheksa aastastele mõeldud robotikaalane liiga.
Labview	Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench on graafilise programmeerimise platvorm.
LCD	Liquid Crystal Display; kuvari tüüp, mis põhineb vedelkristallide asendi ning valgusomaduste muutmisel elektrivälja toimel.
Library	Jagatud tarkvarateek.
null-modemi kaabel	Kommunikatsioonimeetod mis kasutab RS232 standardit.
NXT Juhtaju	Lego Mindstorms NXT platvormi kontrolleri.
PIC mikrokontroller	Firma <i>Microchip Technology</i> poolt toodetav populaarne mikrokontrolleriseeria.
Pindjoodetav detail	Elektroonikakomponent, mis joodetakse otse trükkplaadi pinna külge.
Programmimälu	Mikrokontrolleri mälu osa kuhu salvestatakse programmi kood.
RS232	Jadaühenduse standard.
Rx	Jadaliidese vastuvõtiviigu tähis.
Sardsüsteem	Arvutisüsteem muu süsteemi (tööpink, auto, lennuk, rong, kosmoseaparaat, digitaalkaamera, mobiiltelefon, elektronmärkmik, pihuarvuti, robot, maksekaardisüsteem jne jne) lahutamatu funktsionaalse osana, mitte iseseisva arvutina.
Science Fair	Teaduseteemaline võistlus kooliealistele.
Servo	Tagasiside ja ülekandega täiturmootor.
Sumorobot	Robot mida kasutatakse ITK Robotikaklubi poolt läbiviidava Sumorobotikoolituse kursuse raames.
Sumorobotikoolitus	Eesti Infotehnoloogia Kolledži Robotikaklubi poolt läbi viidav lühikoolitus, mis seisneb robotika ning programmeerimise algõppes ja kulmineerub sumorobotite omavahelise võistlusega.

Trükkplaat	Elektroonikas kasutatav montaažiplaat, millele on võimalik paigaldada elektroonikakomponendid ja need elektriliselt ühendada.
Tx	Jadaliidese saatva viigu tähis.
USB	Universaalne järjestiksiin; Standard IEEE 1394. Universaalne jadaliides. Tagab andmevahetuse ja toite.
Vaba Tarkvara	Tarkvara, mida saab ilma piiranguteta kasutada, kopeerida, uurida, muuta ning levitada.
VCC	Positiivse pinge tingmärk.

1 Sissejuhatus

Värske keskhariduse omandanu seisab oma elus keerulise valiku ees: kuhu minna edasi õppima? Tihti mõjutab valikut keskkoolist hea mulje jätnud õppeaine ning sellele annab tähtsa osa aine õpetaja ja tema töömeetod. Suur osa andekaid noori eelistavad „pehmeid“ õppesuundi, kuna kõrgharidust tõendava dokumendi omandamise võimalikkus tundub kindlam võrreldes reaalinete rikaste tehnika- ja täppisteaduse aladega. Põhjuseks on matemaatika- ja füüsika alaste baasteadmiste puudumine või nende ainete kartmine, kuna õppuritele meenuvad negatiivsed kogemused seoses kuiva, keeruka ja elukauge materjali tuupimisega [1]. Kõik see peletab potentsiaalsed huvilised täppisteadustest eemale ja loob mulje, et need on päriselus täiesti kasutud. Värskest lõpetanud ei suuda tihti isegi meelde tuletada käsitletud valdkondade alampealkirju. Õppeasutustes omandatud teadmised unustatakse kiiresti.

Eesti haridusmaastikul on reaalinete õpetamisel kujunenud välja kahetsusväärne olukord, kus õppurid ei oska ainetundides omandatud teadmisi elus rakendada ning inseneriteadused on väheväärtustatud ühiskonna poolt. Rõhutatakse pigem pinnapealsetele ja kergemini omandatavatele õppeainetele ning levinud on tendents, kus õppevahendites asendatakse vajalikud valemid ilusate värviliste piltidega. Sellega on osaliselt kaasa läinud ka õppejõud, kes käsitlevad nn „raskemad osi“ õppematerjalidest pinnapealselt või jätavad nad lausa tutvustamata, pidades õppureid juba ette vähesuutlikeks omandama baasteadmisi. Kõik see omakorda põhjustab eksliku arusaama, et omandatud teooria on täiesti kasutu ning ülesannete lahendamiseks kasutatakse stampmeetodit– kasutatakse etteantud näidet ning isegi väikeste lähteandmete erinevuse korral ollakse juba ummikus. Kuna omandatud informatsioon tundub väheoluline ja elukauge, on levinud ka arusaam, et kontrolltööde lahendamisel on moraalselt õigustatud

keelatud abivahendite kasutamine. Ilma omandatud teooriat seostamata, ununeb kõik pähetuubitud kiiresti, ning pahatihti ei oska õppur vastatagi, mis teemat käsitles paar nädalat tagasi kuulatud loeng. Ka need õpilased, kes omandavad pakutud materjali lennult ei saa piisavat suunamist ja kuna koolikursus ei soodusta süvendatud õppimist ja kaotavad kiiresti edasise huvi. Sellises keskkonnas on reaalteadused jäetud vaeslapse rolli ning nende omandamist ei peeta tähtsaks: neid väheseid kes tunnevad reaalteadmistest naudingut peetakse veidrieks [2].

Paljud õpilased ja tudengid ei oska rakendada koolist saadud reaallainetel baseeruvaid teadmisi igapäevaelus kokkupuutuvate probleemide lahendamiseks– valemid ja teooria jäävad enamiku jaoks kuivaks vähetähtsaks informatsiooniks ning õppurid ei suuda luua seoseid õpitud teadmiste vahel. Praktiline tegevus kasutades varemomandatud teoreetilist teadmisaasi võimaldab kinnistada teadmisi ja siduda neid reaalse elu probleemidega[3].

Uuringud on näidanud, et üheks tähtsaimaks faktoriks teadmiste omandamisel on oskus luua sidemeid õpitava ning varemomandatu vahel [4]. Robootika selle jaoks sobiv, kuna tegemist on interdistsiplinaarse teadusega, mis ühendab matemaatikat, füüsikat ja programmeerimist. Sellelaadsete projektide raames on tähis see, et õppurid ehitaks midagi enda käega valmis. Uuringutes on välja toodud, et praktiline tegevus kinnistab antud tööga seotud teoreetilisi teadmisi ja suurendab huvi praktilise tööga kaetud ainevaldkonna vastu [5].

Reaallainetes käsitletavate probleemide lahendamiseks on robootikat kasutatud erinevates töötubades ja matemaatika riigieksamiks valmistumise kursusel Eesti Infotehnoloogia Kolledži robootikaklubis alates 2002 aastast. Projekt on näidanud ennast positiivselt, lihtsustades matemaatika ja programmeerimise omandamist ning näidates õppuritele, et koolis omandatud teadmisi on võimalik rakendada ka praktikas.

Kokkuvõtlikult probleemi olemus:

- paljud õppurid ei seosta koolitunnis õpitut reaalse eluga;
- õppuritele üldiselt ei meeldi lugeda ja kirjutada ning nad ei oska iseseisvalt materjalist informatsiooni leida;

- teooria õppimine pole piisavalt põnev;
- tihti on huvi tehnikahariduse vastu madal, kuna kardetakse reaallaineid. Kartus on põhjendatud, kuna nende ainete tõttu on vastavate alade tudengite väljalangevus suhteliselt suur;
- paljud õppurid ei vaevu aineid sügavuti omadama. Pigem püüeldakse kõrgema hinde, kui aine sisu mõistmise ja teadmiste omandamise poole. Seega keskendutakse ainult tulemusele, milleks on hinne, mitte teadmised koos oskustega.

Autori väide, mille ta püstitab on järgnev: on võimalik arendada sobiva keerukusega robotika platvorm, mille abil saaks sooritada ülesanded, mis aitaksid seostada ja näitlikustada erinevates reaalainetes (matemaatika, füüsika, programmeerimine jpt) omandatud teadmisi.

Käesoleva diplomitöö eesmärk on välja valida või luua robotikaplatvorm, mida saaks kasutada programmeerimise, füüsika ning matemaatika ülesannete ning probleemide näitlikustamisel praktilise tegevuse abil. Platvorm koosneb riistvarast, tarkvarast ja õppemetoodikast koos näiteülesannetega.

Platvorm peab võimaldama läbi viia näitlikku ja praktilist õpet järgnevate õppevaldkondade raames: robotika, matemaatika, füüsika ja programmeerimine. Kuna mujal maailmas (ning ka Eestis) on samalaadseid projekte varemgi esinenud, siis üheks tähtsaks osaks antud lõputöös on võrdlev analüüs erinevate juba olemasolevate projektide vahel koos nende kõrvutamise ja meie konkreetsete nõuetega.

Platvormil on omad eelnõuded, milleks tähtsaimaks oleks kasutuslihtsus ja töökindlus. On tähtis, et õpetaja rollis olevale isikule oleks robotikaplatvormi kasutamine tehtud võimalikult lihtsaks ning probleemivabaks.

Lõputöö analüüsi osas autor käsitleb probleemi olemust ja sellega kaasnevaid aspekte. Analüüsitakse mida ja kuidas on antud probleemi leevendamiseks ette võetud mujal maailmas ja Eestis. Autor kirjeldab olemas olevat olukorda Eesti Infotehnoloogia Kolledži's ja toob välja, mida on juba tehtud ja mis on selle puudused ning arengusuunad.

Ühtlasi seatakse nõuded probleemi ahendusele orienteeritud robotikaplatvormi loomiseks. Analüüsi käigus valitakse tarkvara ja riistvara koos vajalike moodulitega ning luuakse õppemetoodika lähtudes püstitatud nõuetest.

Teostuse osas kirjeldatakse ja dokumenteeritakse valitud/loodud lahendus nii, et seda on võimalik taastoota.

Kokkuvõtte osas antakse ülevaade ja hinnang tehtud tööle ja sooritustele, valitud vahenditele ja metoodikale, ning tuuakse välja olulisemad analüüsi ja disainiotsused.

2 Analüüs

Analüüsi peatükis Autor lahkab pikemalt probleemi, käsitledes probleemiga kaasnevaid aspekte. Analüüsitakse mida ja kuidas on antud probleemi leevendamiseks ette võetud mujal maailmas ja Eestis. Autor kirjeldab hetkeolukorda Eesti Infotehnoloogia Kolledži's ja toob välja, mida on juba tehtud ja mis on selle puudused ning arengusuunad. Ühtlasi seatakse nõuded probleemi lahendusele orienteeritud robotikaplatvormi loomiseks. Analüüsi käigus valitakse robotikaplatvormi moodulid ja metoodika lähtudes püstitatud nõuetest.

2.1 Probleemi analüüs

„Ühiskonnas tehakse ulatuslikku propagandat teaduse, täppisteaduse ja matemaatika vastu/.../”

– *Leo Mõtus*. [2]

Viimastel aastakümnetel on aina vähem ja vähem abiturente, kes valivad täppisteadustega seotud õppesuuna. Selline tendents pole iseloomulik ainult Eestile, vaid on ennast tunda andud ka mujal maailmas [6]. Kui tudengite endi käest uurida, miks antud erialalad pole enam nii populaarsed tuleb välja, et peamiseks põhjuseks on hirm reaalarvete- täpsemalt füüsika ja matemaatika ees [7]. Infotehnoloogia erialade näitel ei saa tudengid aru, miks peavad nad õppima aineid nagu matemaatika ja füüsika, kui nad tahavad saada programmeerijaks või süsteemiadministraatoriks. Matemaatika peamiseks rakenduseks peetakse lihtsat protsendiarvutust ning võimet poes oma ostudesumma kokku arvutada. Gümnaasiumi matemaatika riigieksami statistika andmetel oli aastal 2009 matemaatika riigieksamil kõige madalam keskmine tulemus [8]. **Kuna matemaatika on tihedalt**

seotud kõigi täppis- ja tehnikateadustega võib sellest järeldada, et huvi reaalsust ja tehnikateaduste vastu koos nende mõistmisega on muutumas aina nigelamaks.

Aga mis on sellise olukorra põhjustajaks? Üheks suurimaks probleemiks on see, et õppurid peavad teooriat kasutuks ning tüütuks tuupimiseks. Lihtsamaidki valemite ei osata seostada reaalse eluga. Õppurid peavad reaalsust kasutuks ballastiks, mis on nende haridusteele takistuseks asetatud. Tehnikateadused valinud tudengite arv aina väheneb [9].

Vähenenud on ka lugemus, õppurid ei suuda leida raamatutest vajalikku materjali ning pigem proovivad leida interneti otsingumootorite vahendusel näite, mille alusel ülesanne lahendada ainult numbrite vahetamise teel. 2009 aasta uuringu alusel on Eestis kooliealiste noorte seas 20,7% sellised, kes pole viimase kuu aja jooksul lugenud ühtegi raamatut [10].

Koos lugemuse vähenemisega kaasneb kirjatööde koostamise oskuse kahanemine: sõnavara on piiratud ja lausetes esineb aina rohkem internetist pärit parasiitvorme. Õppurid ei ole harjunud ega oska koostada iseseisvaid kirjatöid, levinud on plagiaat ja inglise keelest sõna-sõnaline tõlkimine [11].

Kuigi Eestis on IKT erialadel esialgu paremad lood kui Ameerika Ühendriikides [12] [13], on ka meil lood halvemuse poole suundumas. Pahatihti valitakse IKT eriala ainult potentsiaalset töökohta ja palka silmas pidades, tundmata eriala vastu vähimatki huvi ega entusiasmi. See omakorda põhjustab suure väljalangevuse, mille peamiseks põhjuseks on suutmatus läbida matemaatika ja füüsika kursust. Tallinna Tehnikaülikooli statistika andmetel oli üldine väljalangevus 2005 aastal 42% (3 aasta lõikes bakalaureuse õppes, 2 aasta lõikes magistriõppes) ning inseneriteaduskondades oli see isegi suurem- ületades 50%. [14]

Pahatihti teooria tundub seostamatu ja ebavajalikuna ning õpitakse ainult hinde saamiseks, mitte aine mõistmiseks. Selline õppemeetod on demoraliseeriv ja ebaefektiivne, kuna pähe tuubitud andmed ei muutu kunagi informatsiooniks. Paljud

õppurid ei ole harjunud oma peaga mõtlema ning seoseid tekitama, selle asemel kasutatakse näiteülesande baasil katse-eksituse meetodi rakendamist. Nii on aga võimalik lahendada ainult standardseid ülesandeid, vähimagi kõrvalekaldumise korral lähteandmete esitlusviisi juures ollakse juba jännis ning eelnevalt õpitud teooria tundub mõttetu ja kasutuskõlbmatuna. Teadmistest arusaamist kohtab suhteliselt vähe, selle üheks põhjuseks on see, et eksamil kontrollitakse pigem faktiteadmisi ja etteantud malli järgi lahendamist, mitte õppematerjali mõistmist. Kui nii põhikoolis kui ka keskkoolis on rõhutatud pigem ainete läbimisele, mitte teadmiste omandamisele, ei saa eeldada, et peale antud haridusetaapide läbimist on õpilased omandanud oskuse iseseisvalt seoseid tekitada ja neid mõtestada [15].

„Arusaamiseks mingist asjast A nimetame selliste teadmiste kogumit, mis hõlmab A määratlust, sellest määratluses sisalduvate ja tähendusi omavate asjade määratlusi ja muid asjakohaseid teadmisi ehk neid väljenduvaid määratlusi, mille korral saame kokkuleppeliselt hinnanguks „on arusaadav““

Peeter Lorents [16]

Maailmas on eelpoolmainitud tendentse märgatud ja proovitud nii mõndagi teha olukorra parandamiseks. Ameerika Ühendriikides on tavalised koolide poolt korraldatud „Science Fair“ tüüpi üritused, kus õpilased saavad omavahel võistelda reaalteaduslike projektidega. Tegemist on populaarteadusliku võistlusega, kus osalejad valivad ise endale projekti ja realiseerivad selle. Ainuke nõue on projekti seotus teaduse ja praktilise tegevusega. Samalaadsed üritused on kasulikud teaduse populariseerimiseks ning arvestades, et Ameerika



Joonis 1: Science Fair'i õpilaste infostendid

Pilt erakogust

Ühendriikides korraldatakse neid juba algklassides, mistõttu on tegemist palju kasu toonud projektiga. Antud ürituse juures võib eraldi välja tuua praktilise uuringu ja dokumenteerimise nõude (koostavad infostendi oma projekti kohta, Joonis 1) [17].

Suurbritannias on korraldatud eelneva näitega sarnaseid üritusi. *British Science Association* korraldab iga aasta septembris nädalase festivali nimega *British Science*

Festival. Üritus toimub iga aasta erinevas asukohas Suurbritannias ning on üks Euroopa suurimaid teadusfestivalide. Üritusel on palju kontakte ülikoolidega ning selle raames toimub hulgaliselt erineva taseme ja suunitlusega praktilisi harjutus- ja töötubasid. Lisaks toimuvad debatilised ja arutelud, kus on võimalik väidelda erinevate teaduse saavutuste teemadel [18]. Sama organisatsioon korraldab Suurbritannias 13-18 aastastele noortele võistluseid kõigis tehnikateadustes (matemaatika, füüsika, inseneriteadused jne) kus auhinnafondiks on üle 50 000 inglise naela [19].

Loomulikult on ka Eestis tegeletud antud probleemide leevendamisega, üheks väljundiks on matemaatika riigieksami gümnaasiumile kohustuslikuks muutmine (aastast 2014). Loodi võimalus lõpueksami asendamiseks mahult võrdväärse uurimuse või praktilise tööga [20]. Eeldatakse, et kohustusliku riigieksami puhul on gümnaasistid sunnitud ettevalmistuseks rohkem matemaatikaga tutvuma.

Üheks võimsaks abivahendiks on õppekavade muutmine. Tallinna Tehnikaülikoolis viidi *Massachusetts Institute of Technology* eeskujul rohkem erialaaineid esimesele õppeaastale. See andis positiivseid tulemusi tudengite väljalangevuse vähendamisel ja tekitas neis suuremat huvi oma õppekava vastu [14]. Tartu Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool ja Eesti Kunstiakadeemia on sõlminud kolmepoolse koostöölepingu, et pakkuda tudengitele paremaid õppekavasid ja tõsta üldist õppekvaliteeti [21].

Konkreetselt füüsika populariseerimiseks on Eestis loodud veebiportaal, kus avaldatakse uudiseid teadusmaailmast, artikleid, põnevaid pilte ja videoid erinevatest füüsikaga seotud katsetest ning fenomenidest [22]. Näiteks on joonisel 2 kujutatud turbulentsi. Pildile on lisatud ka lühiseletus. Nii saab põnevalt presenteerida füüsikalisi nähtusi koos selgitustega, tekitades küllastajates huvi teema vastu.



Joonis 2: Näitlik pilt turbulentsist

[23]

„Selline turbulents moodustub lennuki taga õhus. Sellised turbulentsid sisaldavad väga mitmeid komponente, kõige tähtsam neist on vast turbulentsid tiiva otsa läheduses. Sellised turbulentsid võivad püsida mitme minuti jooksul pärast lennuki möödalendu.“

www.fyysika.ee [23]

Eestis on käimas põnev projekt nimega „Suur Vanker“. Tegemist on teaduslaboriga, mille meeskond koosneb vabatahtlikest teaduritest ja üliõpilastest. Suures Vankris tehakse teadusteatri: pakutakse noortele võimalust kogeda reaalteadusi läbi kaasahaaravate eksperimentide, pikituna ladusa jutuga asjade olemusest. Tutvustatakse seda, milline näeb välja reaalteadlase, inseneri või ka lihtsalt reaalharidusega isiku igapäevaelu. Teadusbuss ühendab endasse neid, kes arvavad, et füüsika, keemia ja matemaatika on ühed vahvad ja vajalikud asjad [24].

Robotex on Tallinna Tehnikaülikooli, Tartu Ülikooli ja IT Kolledži poolt korraldatav avalik rahvusvaheline robotivõistlus, mis toimub alates aastast 2001 [25]. Tavaliselt on igal aastal erinev võistlusülesanne. Osavõtjad peavad omal käel koostama võistlustingimustele vastava autonoomse roboti. Aastal 2009 võitis Robotex Eesti teaduse populariseerimise auhinna peapreemia [26]. Robotex on hea võimalus tudengitele enda oskusi proovile panna võistluslikus keskkonnas. Võistlusrobotit ehitades õpib palju juurde elektroonikas, programmeerimises, meeskonnatöös ja tähtaegadest kinnipidamises. 2009 aasta Robotexil osales mitmeid noori (8-10 aastased) kes olid mehhaanika ja elektroonika lahendanud *Lego Mindstorm's* komplektiga [27].

Heureka on Helsingi Ülikoolist alguse saanud teaduspark, kus huvilised saavad kogeda erinevaid teadusprojekte ja näituseid. *Heureka's* toimuvad aastaringelt erinevad teaduslikud ja populaarteaduslikud näitused ning üritused [28].

Ameerika Ühendriikides pakub NASA noortele robootikahuvilistele 10 nädalast praktika võimalust. Noored paigutatakse parajasti käimas olevasse projekti (projekt on NASA enda, partnerülikooli või tööstusorganisastiooni oma), kus nad võtavad osa meeskonnatööst. Nii saavad noored tunda ennast osana teadustöös ja tutvuvad reaalse probleemide lahendamisega praktikas. Projekti eesmärgiks on innustada tulevasi robootika valdkonna eksperte, populariseerida ja süvendada huvi erinevate

tehnikateaduste vastu ning tekitada sidemeid erinevate teaduslike institutsioonide vahel [29].

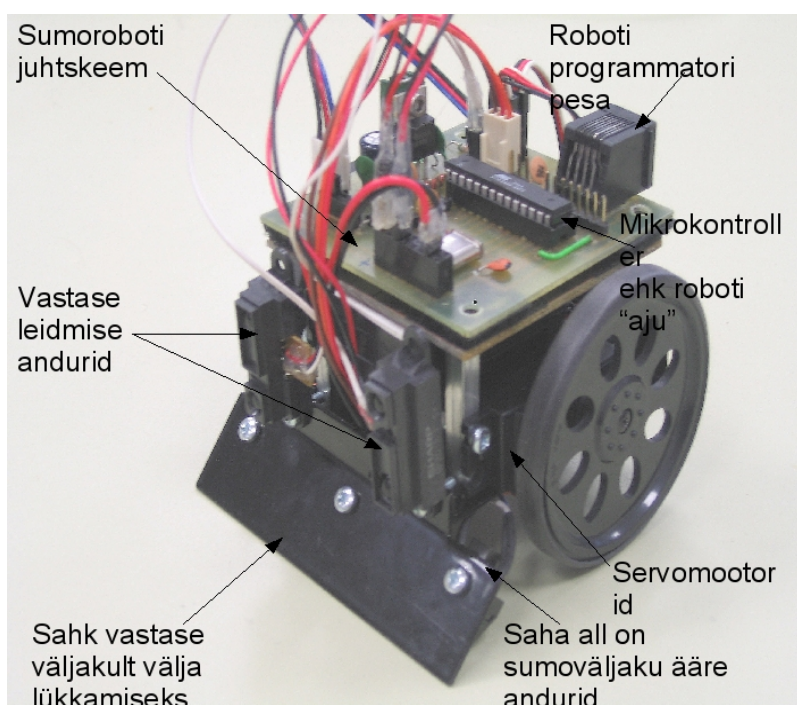
Nagu eelnevast näha, on antud probleeme juba üle maailma proovitud leevendada. Ühiseks jooneks enamikus lahendusviisides on teaduse populariseerimine ühe või teise meetodi abil võimalikult noorte õppurite seas. Kõik mainitud projektid on andnud positiivseid tulemusi: kuigi probleemi täielikult ei likvideeritud, on suudetud seda leevendada. Käesoleva diplomitöö autor otsustas seetõttu rakendada eelmainitud probleemide leevendamiseks teaduse populariseerimist, demonstreerides ja näitlikustades reaallainete teooriat huvitaval ja mängulisel viisil.

Eelnevalt tõime välja, et õpituid materjalide mõistmiseks tuleb teemad omavahel seostada. Üheks sobivaimaks meetodiks selle saavutamisel on robotika, mis on juba oma olemuselt interdistsiplinaarne teadus. Erinevate robotikateemaliste lühiprojektidega võime saavutada seda, et koolis talletatud teadmised seostuks ühtseks tervikuks. Sellisel viisil seostatud teadmised tunduvad olulisemad ja jäävad hõlpsamini meelde. Robotikaga kaasneb palju emotsioone, kuna valmislahendust saab käega katsuda ja sellele kaasa elada. On teaduslikult tõestatud, et emotsiooniga seotud mälestused kinnistuvad tugevamini [30].

2.2 Robotikaalane tegevus Eesti Infotehnoloogia Kolledžis

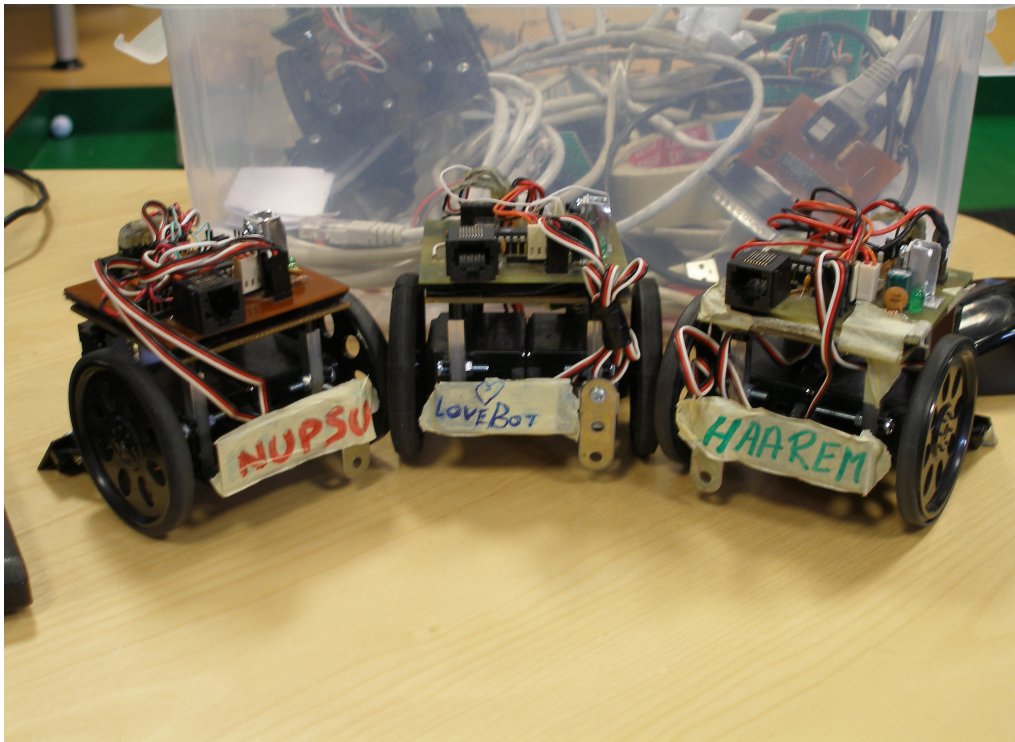
Eesti Infotehnoloogia Kolledžis on aktiivne robotikaklubi juba aastast 2002. Robotikaklubi on ITK üliõpilaste organisatsioon, mille eesmärgiks on loengukursuste käigus omandatud teadmiste praktiline rakendamine loova töö käigus, üliõpilaste õppealase motivatsiooni suurendamine, üliõpilaste eneseteostamise võimaluse loomine, grupi- ja projektitöö kogemuse andmine üliõpilasele ning ITK reklaamimine üliõpilaste valmistööde demonstreerimisel avalikel üritustel ja meedias. Üheks traditsiooniks on osalemine ROBOTEX võistlustel ja selle korraldamisel [31]. Lõputöö autori teemavaliku üheks oluliseks motivatsiooniks oli see, et olles klubi liige aastast 2008 (osalenud kaks korda Robotexil: III koht 2008 ja I koht 2009) [32] [27] ning selle käigus omandanud palju uusi põnevaid infotehnoloogiaga seotud teadmisi ja positiivseid emotsioone, soovib ta neid ka teistega jagada.

Hetkel on Eesti Infotehnoloogia Kolledži Robootikaklubis kasutusel sumorobotiplatvorm (Joonis 3) [33]. Platvormiga viiakse läbi sumoroboti lühikoolitusi. Õppurid jagatakse meeskondadeks (3 liikmelised on osutunud optimaalseks), kusjuures iga meeskond saab enda kasutusse sumoroboti. Mitmeliikmelise meeskonna idee pärineb agiilsest tarkvaraarendusest- õppurit, kes on arvuti taga vahetatakse välja regulaarselt, nii võimaldame kõikidel meeskonna liikmetel programmeerimisest osa võtta ning aru saada erinevatest rollidest meeskonnatöös. Koolituse sisu seisneb sissejuhatuses robootikasse koos sumoroboti programmeerimisega ning päädib võistlusega, kus selgitatakse välja parim meeskond.



Joonis 3: ITK Robootikaklubi Sumorobotikoolitusel kasutatav robot

Peale meeskondade moodustamist peavad nad oma robotile nime panema ja selle maalriteibi kaasabil oma robotile paigutama (Joonis 4). Antud ettevõtmise eesmärgiks on tekitada psühholoogiline side sumoroboti ja meeskonna vahel. Peale seda, kui meeskond on oma robotile nime andnud, on see robot juba osa nende kätetööst, mida omakorda hinnatakse rohkem.



Joonis 4: Õpilaste poolt ristitud robotid ITK Sumorobotikoolituselt

Nähes enda meeskonna sildiga robotit võitlemas tekitab osavõtjates võistlushasart, ning isegi passiivsemad meeskonnaliikmed hakkavad silmaga nähtavalt oma robotile kaasa elama (Joonis 5). Lõppvõistlusel pole haruldane kuulda kisa ja karjumist. Võistlus ise seisneb selles, et ümmargusele väljakule paigutatud kaks sumorobotit peavad teineteist märgitud piirdest välja tõukama, jäädes ise lubatud ala sisse.



Joonis 5: Ülekeevad emotsioonid ITK Sumorobotikoolitusel

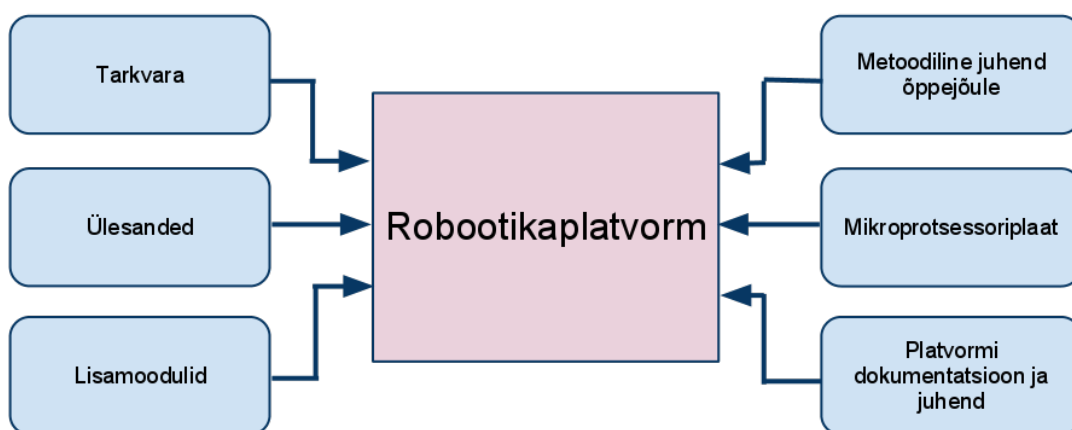
2.3 Robootikaklubi koolitusplatvormi edasised arengusuunad

Kuigi ITK Robootikaklubis kasutusel olev Sumoroboti platvorm on kohane algse huvi tekitamiseks õppurites (platvormi on lihtne programmeerida ning võistluslik-mänguline

moment lisab võistlushasarti), on ta kahjuks limiteeritud võimalustega. Tulenevalt antud platvormi füüsilisest ülesehitusest ei võimalda ta lahendada keerukamaid näiteülesandeid. Suureks probleemiks on hetkel kasutusel oleva platvormi loenguks ettevalmistamine: antud tegevus on suhteliselt keerukas ning praktiliselt dokumenteerimata.

Metoodiliselt sobib hetkel kasutusel olev platvorm ainult robotika/programmeerimise algõppe ning lihtsamate ülesannete demonstreerimiseks. Sumorobotikursust läbi viies on tekkinud hulk ideid, nagu näiteks robotika rakendamine reaalinete tavaõppe juures, mida hetkel eksisteeriv platvorm kahjuks ei võimalda. Eelmainitud puuduste leevendamise ongi eesmärgiks seadnud käesoleva diplomitöö autor. Et seda saavutada tuleb kas luua või välja valida platvorm, mis võimaldaks antud puudusi elimineerida või leevendada. **Analüüsides samalaadseid, juba eksiteerivaid õppemetoodikaid saadakse parem ettekujutus probleemi olemusest ning erinevatest lahendusvõimalustest: näiteks juba mõne olemasoleva platvormi kasutusele võtuks või ITK Robotikaklubi vajadustele kohandamiseks.**

Loodav platvorm koosneb nii riistvarast, tarkvarast kui õppemetoodikast. Diplomitöö raames luuakse esialgne näidisülesannete komplekt ja koostatakse platvormi prototüüp (vaata Joonis 6). Platvormi eesmärgiks on võimaldada õppeostarbelisi koolitusi, mis järgnevad sumorobotikoolitusele ja kaasata platvorm IT Kolledžis antavate reaalinete tavaõppesse. Platvormi abil saab näitlikustada teooriat ning välja tuua viise, kuidas leida vajalik informatsioon oma varasematest teadmistest: ehk siis tekitada seoseid teooria ja reaalinete nähtuste vahel, rakendades selleks lihtsaid näidisülesandeid. Platvorm peab olema praktiliselt rakendatav erinevates valdkondades ka peale kursuse läbimist: näiteks ITK Robotikaklubis tehtavate võistlusrobotite jaoks. Selline ühilduvus avaks head võimalused platvormi kohandamisele erinevate õpilasi huvitavate personaalprojektide jaoks



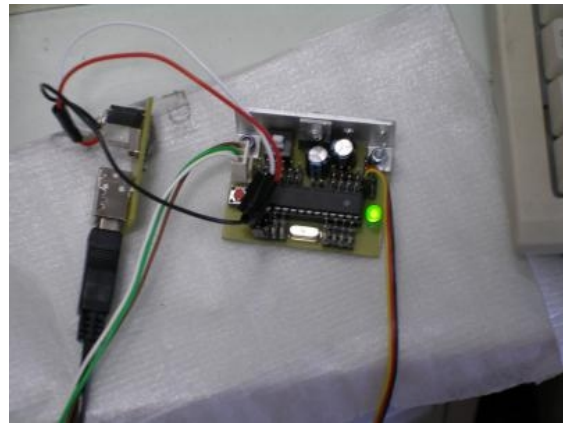
Joonis 6: Loodava platvormi struktuurskeem

Tulevikus koosneb ITK Robootikaklubi poolt antav koolitus kolmest komponendist:

1. Sumorobotikakoolitus, et tekitada õppurites esialgse huvi robootika vastu
2. Loodava platvormiga läbiviidav koolitus, kus õppuritele näidatakse, et läbi robootika on võimalik reaalselt kasutada eelneva koolitee käigus omandatud teadmisi. Õpetatakse looma lihtsamaid seoseid teadmiste vahel ning neid praktikas kasutama.
3. Kolmanda ja viimase koolituse käigus demonstreeritakse, et teise koolituse raames kasutatavat platvormi on võimalik kasutada erinevate ideede realiseerimiseks. Näiteks ehitada valmis robot, või mõni muu õppurile huvi pakkuv projekt. Kolmanda koolituse pilootprojekti tulemus on kujutatud joonistel 7 ja 8. Projektiks oli ITK Robootikaklubi veebikaamera juhtimine veebisirviija abil. Algselt oli tegemist statsionaarse kaameraga, mis modifitseeriti ühel teljel kaugjuhitavaks läbi avaliku veebilehe [34]). Projekt baseerub *Arduino*1 ja ehitati valmis ühe päeva jooksul tudengite poolt, kellel puudus eelnev *Arduino* programmeerimise kogemus. Lahendus koosneb servost, mis liigutab kaamerat ning mikrokontrolleri plaadist, mis on ühendatud tavalise personaalarvuti külge RS232 jadaliidese abil.



Joonis 7: Arduino abil juhitava kaamera mehhaanika



Joonis 8: Arduino poolt juhitava kaamera elektroonika

2.4 Olemasolevate platvormide võrdlus

Maailmas on tehnika- ja inseneriteaduseid proovitud populariseerida erinevatel viisidel. Järgnevates peatükkides vaatleme robotikaga seotud lahendusviise, nende eeliseid ja puuduseid, lähtudes antud diplomitöö eesmärkide kontekstist. Analüüsitavad platvormid valiti järgnevate kriteeriumide alusel: populaarsus ja Eesti tingimustele kohandatavus.

2.4.1 Koolirobot

Tegemist on eesti keelsete juhenditega robotika õppeplatvormiga, mis baseerub *Lego Mindstorms NXT* riistvaral. *Mindstorms NXT* on *Lego* poolt spetsiaalselt õppetööks välja töötatud platvorm, mis on ühilduv *Lego Technics* platvormiga. *Mindstorms NXT* on lihtne ja kiirelt omandatav. Maailmas on palju robotikaga seotud teaduse populariseerimisprojekte, mis baseeruvad antud platvormil [35]. Programmeerimiseks kasutatakse *RoboEducatorit*, mis on *Lego* poolt spetsiaalselt õpetamiseks loodud tarkvara. Sellise lähenemise puhul saab keskenduda rohkem ülesannete koostamisele, ning kasutada standardseid poest ostetavaid mehhaanika ja elektroonika komplekte. Tulenevalt *Lego* platvormi ülesehitusest on ühilduvust teiste platvormide ja komponentidega (näiteks *Parrallax*'i standard servoga [36]) raske saavutada. *Lego* platvorm on piiratud funktsionaalsusega, kuna NXT juhtaju suudab kontrollida ainult kolme mootorit korraga, mis on paraku keerukamate projektide jaoks ebapiisav. Küll on aga antud platvormiga antav koolitus kohane alg- ja põhikoolis õppivatele noortele. *Lego* riistvara on algaja

jaoks kerge kokku ja lahti võtta, seega saab platvormi füüsilise osa minimaalsete jõupingutustega muuta. *Mindstorms NXT* platvorm ning sellega kaasnev tarkvara on lihtne ja kiiresti omandatav kõigi jaoks, kel huvi jagub. Komplekt on suhteliselt kallis, Eestist ostes 5469.00 krooni [37]. Kokkuvõtlikult on antud platvorm alg- ja põhikoolinoortele robotikaga alustamiseks suurepärane, kuid neile, kes tahavad tulevikus sama platvormi kasutada mõne keerukama projekti baasiks pole see kõige sobivam lahendus. Kooliroboti projekti üheks peamiseks eeliseks on platvormile loodud eesti keelsed ülesanded ja õppemetoodika (Joonis 9). Projekti raames viiakse läbi ka robotitearit, mille käigus koolitajad korraldavad üritusi üle Eesti. Niiviisi saavad ka koolid, kellel pole raha *Mindstorm NXT* komplekti soetamiseks osa koolitusest. Kokkuvõtlikult on Koolirobot üks parimaid põhikoolilastele mõeldud robotikaga seotud teaduse populariseerimisprojekte Eestis [38].

SISSEJUHATUS

See tegevuste sari on koostatud selleks, et tutvustada õpilastele koos töötades põnevate ja naljakate probleemide lahendamist... kasutades robotikat. Meie nimetame seda "raskeks lõbuks", aga tegelikult on need eluks vajalikud oskused!

Nad saavad teada, et "miski ei tööta esimesel korral".

Nad õpivad olema kannatlikud, edasi üritama, selgelt suhtlema, teisi aitama ja jagama koosõppimise rõõmu.

Nad saavad teada, et loov mõtlemine ja koostöö lahendavad peaaegu iga probleemi. Nad leiavad, et igaüks saab hakkama, kui tõesti üritada.

Nad õpivad olema julged, seisma enda eest ja end kuuldavaks tegema, isegi kui nad on esialgu ärevil.

LAUAKORISTAJA

Eesmärk:

- Tutvustada keskmiseid programmeerimise kontseptsioone ning kõrgeid inseneri oskusi

Teadus:

- Elektrimootorite kasutamine
- Moment ja hõõrdumine
- Andurite kasutamine
- Valgusheleduse mõõtmine protsentides
- Ektirivisuse alustused

Matemaatika:

- Muutujate mõõtmine protsentides
- Järeltamine

Infotehnoloogia:

- Tsükliid
- Nõuetele vastava programmi kirjutamine
- Katsumisviisid
- shound

Sõnastik:

- Künnis
- Valguse andur
- Tsükliid

Teisi vajaminevaid materiale:

- Valge katteda laud. Kasutage musta isoleerpaala (elektir) või Kleepke musta paberibasi 2 cm laiuseks jooneks laua ääres. lühedalt. Joon peaks olema laua äärest 10 cm lauguse!
- VÄLIKÜLINE:** Laua pealt maha lükkamiseks plastmassist taldrikud või teistsuguseid esemeid

VIHJE!

Robot Educator

16 Detect Dark line

Joonis 9: Ekraanitõmmis "Kooliroboti õpetaja metoodilisest materjalist"

[38]

Plussid:

- Eesti keelne dokumentatsioon ja õppemetoodikad;
- hästi seostatud metoodika ja põnevad ülesanded;
- lihtne kasutusele võtta (õpetaja perspektiivist);
- kaasahaarav ja lühike koolitus.

Miinused:

- limiteeritud laienemisvõimalused (platvorm baseerub *Lego* riistvaral);
- olemas olevad õppemetoodikad ei toeta reaalinete teooria ülesannete sidumist praktiliste ülesannete läbi;
- Kallis: *Mindstorms NXT* komplekt maksab Eestis 5469.00 krooni.

Mida antud projektist võiks õppida:

- õppemetoodikate kirjeldusstiil;
- selge ülesannete kirjeldust;
- korraldajate poolt organiseeritud kohaletulemisega demonstratsioonid.

2.4.2 Arduino

Arduino on maailma üks populaarsematest robotikaplatvormidest (Google otsingumootori andmetel üle kahe miljoni viite seisuga 04.05.2010). Tegemist on laialdaste võimalustega platvormiga, mille põhirõhk on asetatud lihtsusele. *Arduino* baseerub Vabal Tarkvaral, kõik ta arendusvahendid (nii riistvara kui tarkvara) on avatud lähtekoodiga ning vajaduse korral modifitseeritavad. *Arduino* riistvara on üles ehitatud Atmeli mikrokiipidele, mille kasutamisel on ITK Robotikaklubil juba pikaajaline kogemus.

Arduino platvormi kasutavad prototüüpimiseks paljud infotehnoloogia ja tehnikateadustega mitteseotud isikud just tänu kasutajamugavusele ja -lihtsusele. Varasema programmeerimiskogemusega huvilistele on *Arduino*'ga prototüüpimine täiesti jõukohane. Platvormi kasutamise ja õppimise lihtsus on *Arduino* populaarsuse peamiseks põhjuseks IKT kaugete alade inimeste, näiteks kunsti- ja muusikatudengite seas. Eesti Kunstiakadeemias antakse *Arduino*'l baseeruvat kursust nimega „Füüsiline programmeerimine“. Kursus on EKA tudengite seas populaarne [39].

Muusikaürituse „Plektrum Festival“ raames viidi läbi *Arduino* töötuba, mille registreerimisnimekiri täitus paari tunni jooksul peale avaldamist [40]. *Arduino* võimaldab selle asemel, et oodata kellegi teise poolt loodava tehnilise lahenduse järele, kunstnikul kohe oma ideed prototüüpida. *Arduino* platvorm kasutab *bootloaderit*, mille abil saab laadida programmi mikrokontrolleri programmimällu jadaliidese *RS232* abil. *Bootloaderi* kasutamise peamiseks eeliseks on komplekti madalam hind, kuna jadaühendusporti kasutav *RS232* järjestikliides on odavam kui jada või *USB* liidest kasutav programmeerija (firma *ATMEL* puhul maksab Eestis ~650 krooni [41]).

Arvestades *Arduino* platvormi avatust ning võimalusi oleks suurepärane, kui autori poolt valitud/loodud platvormi peal oleks kasutatav *Arduino bootloader* ning *API*. See lisaks platvormile lisamõõtme, võimalusega kasutada *Arduino* tarbeks arendatud tarkvara valitaval platvormil. Nii oleks õppuri isiklikuks otstarbeks soetatud riistvaral ka palju laienemisvõimalusi ning omaks hulgaliselt erinevaid realiseerimisi. Kuna *Arduino* on populaarne, omab ta laialdast sotsiaälvõrgustike abil saadavat tuge: *Arduino* ametlikus foorumis ja Internet Relay Chat (IRC) kanalis saab kiiresti vastuse *Arduino*'ga seotud küsimustele ja probleemidele [42].

Plussid:

- lihtne alustada ka IKT kaugele inimesele;
- lihtne programmeerida;
- võimalik kohandada erinevate projektide vajadustele;
- kiire sotsiaälvõrgustikel baseeruv kasutajatugi;
- rahvusvaheliselt levinud;
- võib kasutada nii *Windows* kui *Linux* keskkonnas;
- koodi mikrokontrolleri programmimällu laadimiseks võib kasutada *bootloaderit*;
- riistvara ja tarkvara on avatud lähtekoodi ja disainiga;
- riistvara võib oma käega kokku joota otest poest ainult vajalikud baaskomponendid.

Miinused:

- ametlikud õppemetoodikad puuduvad, kuigi on koostatud palju erinevaid näiteid ja programmeerimisõpetusi;
- platvormi riistvara väljaviikude paigutus pole robotikale sobivaim (näiteks ei saa servo standardpistikut otse plaadile ühendada).

Mida antud projektist võiks õppida:

- loodava platvormi riistvara võiks olla ühilduv *Arduino* tarkvaraga (*bootloader* ja *API*);
- avatud lähtekood ja avatud riistvara disaini.

2.4.3 VexRobotics

VexRobotics'i poolt arendatavad platvormid on spetsialiseerunud robotika meeskonnavõistlustele. Väikestele, kahe kuni nelja liikmelistele meeskondadele antakse konstruktor ja pakutakse neile võimalust omavahel võistelda. Võistlusi korraldatakse regulaarselt ning olemas on ka rahvusvaheline võistlusliiga. Platvormi jaoks on loodud mitmeid erinevaid võistlusmänge, näiteks robotitevaheline ameerika jalgpall. Mehhaanika on kvaliteetne, komponendid läbi mõeldud ja neid on suurtes variatsioonides (erinevad rattad, LCD'd, mitut tüüpi andurid), kuid nad on suhteliselt kallid [43]. *VexRobotics* poolt korraldatud võistlustel peavad kõik osalejad kasutama ainult nende standardkomponente. *VexRobotics*'i platvorme on lihtne kasutusele võtta ja nad omavad laialdasemaid võimalusi kui *Lego*'l baseeruvad komplektid. Nimelt mehhaanika on kvaliteetsem ja universaalsem kui LEGO platvormidel, lisaks kasutatakse robotikas levinud pistikuid ja ühendusi. Robotika platvormi juhtskeem kasutab *PIC18F8520* mikroskeemi [44]. Komplekti baasil ehitatud roboteid on võimalik juhtida ka raadioside abil (raadioside mooduli peab ostma eraldi). Välja on töötatud kursused platvormi kaasamiseks robotika õppesse, kuid kahjuks on nad tasulised (algkoolile 199 dollarit. Sellele lisandub omakorda stardikomplekti maksumus, kuna ilma seda omamata ei saa kursust läbi viia). Kursuse sisust ja metoodikast kahjuks täpsemat informatsiooni ei olnud võimalik saada, kuna ilma maksmata pakutakse ainult minimaalset informatsiooni [45]. Komplektid on suhteliselt kallid, näiteks mikrokontrolleriga alguskomplekt maksab ~320 dollarit [43].

Plussid:

- kvaliteetne mehhaanika

- kursused koolidele;
- riistvara on modulaarse ülesehitusega;
- kasutab standardseid servo pistikuid/pesasid;
- mikrokontroller on PIC seeriast.

Miinusud:

- kallis- ainuüksi alguskomplekt, mis on limiteeritud võimalustega maksab 320 dollarit;
- protsessoriplaati ei saa omal käel valmis ehitada;
- õppekavad ei tule komplektiga kaasa ja on tasulised.

Mida antud projektist võiks õppida:

- võimalus robotit juhtida raadioside abil;
- riistvara modulaarsus;
- kasutusel on servo standardpistikud.

2.4.4 Tribotix

Tribotix on robotiplatvorm mis on välja töötatud pidades silmas haridusasutusi. Kõik robotiga seotud materjalid (lähetkood, riistvara andmed koos skeemidega) on kättesaadavad, kuid kahjuks ainult komplekti juba ostnud ja seejärel ennast veebis registreerinud isikutele. Registreerimisprotsess ei ole keeruline ning kui komplekti soetanud haridusasutus on ostnud *Tribotix'i* komplekti ja sellega läbi viinud kursuse, võivad kõik kursusest osa võtnud ennast andmetele ligipääsuks registreerida. Platvormil on palju erinevaid lisamoduleid ning juhtmoodulis on kasutusel Atmega mikrokiip. Platvormiga on hõlbus kasutada teiste tootjate servosi ja andureid, kuna kasutusel on standardpistikud [46].

Plussid:

- komponentidena kasutatakse kvaliteetseid materjale ja standardühendusi;
- komplektiga on kerge kasutada erinevate tootjate mehhaanikat ja andureid.

Miinusud:

- lähteandmetele ligi pääsemiseks peab komplekti ostma ja ennast firma kodulehel registreerima.

Mida antud projektist võiks õppida:

- standardpistikud ja ühendused võimaldavad kergemini kaasata teiste tootjate mehhaanikat ja andureid andes platvormile lisamõõtmel.

2.4.5 Roboworks

Roboworks internetileheküljele on koondatud laialdane valik erinevaid õppekursuseid (programmeerimine, elektroonika, mehhaanika) peamiselt üheksanda klassi õpilastele. Enamike kursuste kestus on mitu nädalat (tavaliselt 6). Kursused on jagatud nädalateks, mis omakorda on jagatud päevadeks. Iga päeva juures on kirjas soovituslikud tegevused. Õppejõu jaoks on ära märgitud teemad, millest rääkida ning millele tähelepanu pöörata. Üldistavalt võib öelda, et tegemist on kvaliteetsete õppematerjalidega, kuid neid kasutusele võttes peab õpilastega regulaarselt nädalaid tegutsema. Oodatav panus koolitajalt on märgatav. Koolitus-õppematerjalid on kergesti kohandatavad paar nädalat kestva intensiivse koolituse jaoks [47]. Üheks väljundiks oleks Eestis läbi viia antud kursus suvelaagri formaadis.

Plussid:

- hästi dokumenteeritud metoodika ja juhendid;
- pikad kursused, millel on erinevaid suunitlusi;
- koolituse läbiviija ei vaja pikka eelõpet.

Miinused:

- ei baseeru mitte ühelgi füüsilisel platvormil;
- pikk kursus (keskmiselt kuus nädalat).

Mida antud projektist võiks õppida:

- korraldada pikemaajalisi koolitusi, näiteks suvelaagri raames.

2.4.6 Programm *For Inspiration and Recognition of Science and Technology*

For Inspiration and Recognition of Science and Technology (FIRST) on USA tuntud leiutaja Dean Kameni poolt asutatud robotika programm [48]. Sihtgrupiks on peamiselt keskkooliealised ja nooremad. FIRST korraldab nelja erinevat robotikavõistlust:

- *FIRST Robotics Competition* (FRC) keskkooliõpilastele;
- *FIRST Tech Challenge* (FTC) keskkooliõpilastele;

- *FIRST LEGO League* (FLL) 9 kuni 14 aastastele;
- *Junior FIRST LEGO League* (Jr. FLL) kuue kuni üheksa aastastele.

FIRST Robotics Competition projekt kestab kuus nädalat, mille jooksul osavõtvad meeskonnad ja juhendajad peavad valmis ehitama võistlustingimustele vastava roboti, kusjuures iga aasta on erinev ülesanne. Projekti alguses tutvustatakse osavõtjatele võistlusülesannet ning antakse üle esialgne robootikakomplekt, mis koosneb nii raud- kui tarkvarast. Antud komplekti eesmärgiks on anda kõigile võistkondadele alguspunkt, kust ühes või teises suunas edasi arendada. Projekt on kaasahaarav ning lõppeb rahvusvahelise võistlusega. Algne robootikakomplekt maksab aastal 2010 esimest korda osavõtvale meeskonnale 5000 dollarit. Robotid peavad olema ehitatud robootikakomplektis leiduvatest abivahenditest ning peavad olema suutelised tegutsema nii autonoomselt kui ka puldiga juhitavalt. Robotit võib programmeerida nii *LabViews* kui *C++* is.

FIRST Tech Challenge (FTC) on mõeldud vahelüliks *FLL* ja *FRC*le. Võrreldes *FRC*'ga maksavad algusekomplektid märgatavalt vähem (749 dollarit *Lego MindStorm* komponentidega ja 549 dollarit ilma). Võistluskorraldus sarnaneb *FRC* omale, mis on eespool kirjeldatud, kuid ülesanne on tehniliselt lihtsam. Samuti on võimalik kasutada eelmise aasta alguskomplekti uue aasta ülesande lahendamisel (kuigi on vaja juurde osta käesoleva aasta ülesande juurde käiv tarkvarauuendus, mis maksab 69 dollarit).

FIRST LEGO League (FLL) on koostööprojekt *Lego* ja *FIRST*i vahel. Riistvaraliselt baseerub ta täielikult LEGO platvormil. Igal aastal on erinev võistlusülesanne, mis on seotud olemasoleva täppisteaduse probleemi või nähtusega. Meeskonnad peavad lahendama etteantud probleemid *Lego Mindstorm*il baseeruva stardikomplektiga. Komplekt ise maksab 700 dollarit [49].

Junior FIRST LEGO League (Jr. FLL) on *FIRST*i poolt korraldavatest robootikaprojektidest kõige noorematele mõeldud programm. Nagu ka *FLL* baseerub ta *Lego* riist ja tarkvaral. Ülesanded on tehniliselt veelgi lihtsamateks tehtud. Peamiseks eesmärgiks on tekitada esialgset huvi reaalteaduste vastu läbi mängulise momendi. Võistlustulemuste hindamist ei toimu, peamine on osavõtt ja emotsioonid mis sellest saadakse. Eraldi stardipaketti ostma ei pea, aga võimalus selleks on.

Plussid:

- kaetud on väga lai vanusegrupp;
- võistlusmoment läbi turniiri;
- rahvusvaheline ja väga populaarne võistlus.

Miinused:

- komplektid on kallid (500 dollarist kuni üle 5000 dollari).

Mida antud projektist võiks õppida:

- võistlusmomendi osatähtsus robotika populariseerimise juures.

2.4.7 Platvormide analüüsi kokkuvõte

Eelnevates peatükkides vaatles autor mitmeid platvorme ja käesolevas peatükis võetakse ülevaatliselt kokku nende eelised ja puudused. Enamik vaadeldavatest platvormidest on võrdlemisi kallid ning baseeruvad *Lego*¹, mis seab platvormile kitsad piirangud. Kuid see ei tähenda, et neist pole midagi õppida, näiteks Koolirobotile on tehtud kõrgekvaliteedilised juhendid ning läbi robotiteatri jõuavad nad ka kaugemate koolide juurde. *Tribotix* ja *VexRobotix* pakuvad hea modulaarsuse ja kõrge kvaliteediga riistvara. *Arduino* omab hea ja avatud lähtekoodiga tarkvaraplatvormi. *Roboworks* on sobiv pikemaajalise õppe jaoks, aga lühikoolituste jaoks on teda raske rakendada. *FIRST* näitab, kui suur osatähtsus on võistlusmomendil robotika populariseerimise juures. Vaadeldes erinevaid platvorme sai autor parema ülevaate erinevate platvormide tugevatest ja nõrkadest külgedest.

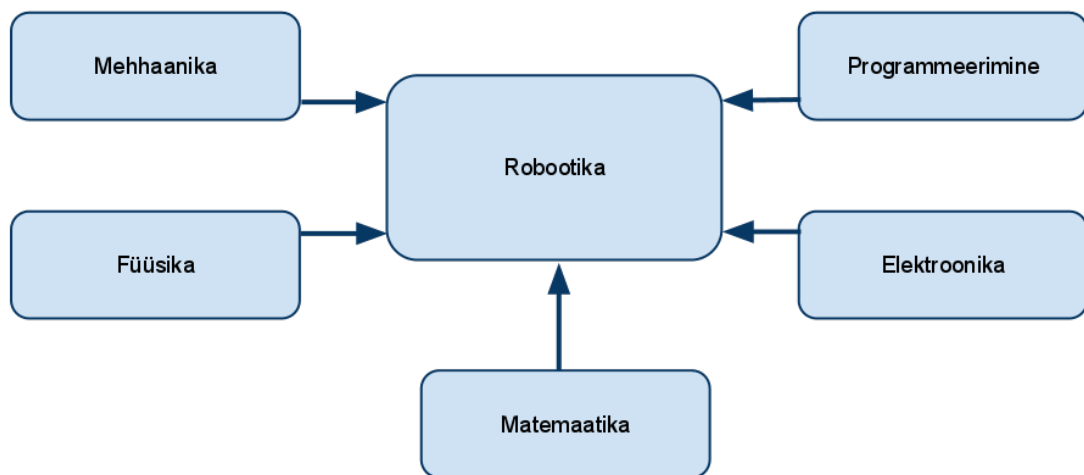
Vaadeldud platvormidest kõige laialdasemate rakendusvõimaluste poolest paistis silma *Arduino*. Samuti oli ta üks odavamatest. Järgnevates analüüsi peatükkides töötatakse välja nõuded ja otsustatakse, kas mõni eelpool mainitud platvorm vastab neile või on selleks modifitseeritav.

2.5 Nõuete analüüs

Alampeatükis „Õppemetoodika analüüs“ määratletakse õppemetoodikale seatavaid nõudeid. Õppemetoodikast tulenevad konkreetsemad nõuded platvormile, mis võetakse täpsemalt kokku peatükis „Nõuded platvormile“.

2.5.1 Õppemetoodika analüüs

Kuna robotika on interdistsiplinaarne teadusharu, siis on keeruline valdkonna ülesannetes käsitleda ainult ühe reaalse raames õpetatavat (Joonis 10). See annab meile soodsa võimaluse rakendada läbivat robotika projekti erinevate reaalse õppe abivahendina. Heaks näiteks oleks projekt, mis vajab teoreetilisi-praktilisi lahendusi nii matemaatikast, füüsikast kui programmeerimisest.



Joonis 10: Robotika on oma olemuselt interdistsiplinaarne

Antud lõputöö raames kujundatakse välja õppemetoodika, mis oleks aluseks edasisele arendustööle juba konkreetsemate ainevaldkondade katmiseks. Üheks peamiseks tingimuseks on luua ülesanded, mis võimaldaks õppuritel iseseisvalt seoseid tekitada, ehk saavutada selle, et õppurid ei näeks praktilist tegevust kui lihtsalt järjestikulise tegevuste nimistut, vaid mõtleks lahendusele kaasa oma peaga ning oleks tulevikus suutelised analoogseid probleeme lahendama iseseisva analüüsi abil. Et seda saavutada ei pea ülesanded ilmtingimata kulmineeruma mõõdetava tulemusega vaid tekitama õppurites nn „vau efekti“. Vau-efekti parimaks kirjelduseks on kohane järgnev tsitaat:

„Kui üliõpilane tõstab õppejõudu kuulates kõrvad kikki ja ütleb ”Vau!”, siis on see märk sellest, et üliõpilast võib kergesti motiveerida häid tulemusi saavutama.“

Margus Ernits [50]

Loodava platvormi vanuselist sihtgruppi rangelt ei piiritleta- mida nooremate lastega tegutseda, seda parem, kuna siis on aju vastuvõtlikum uutele hoiakutele. Esialgne õppemetoodika on läbivaks teljeks erinevate reaali- ja inseneriteaduste vahel, omamata konkreetset sihtgruppi. Rõhk paikneb meeskonnatööl, kus juhendatavad täidavad teineteise teadmistes leiduvaid lünki ning õpivad ühtse meeskonnana tegutsema. Õppemetoodika peab võimaldama rakendada erineva eesmärgiga ülesandeid nii algklasside õppuritele kui ka esimese kursuse tudengitele. Ülesanded antakse ette probleemist lähtuvalt, mitte matemaatiliselt, et õppur suudaks ise leida seoseid probleemi ja teooria vahel. Ülesanded ei tohi olla keerukad- õppur peab olema suuteline lahendama probleemi, kui ta suudab selle endale arusaadavalt sõnastada. **Peamine ei ole mitte faktiteadmiste täiendamine, vaid analüütilise probleemilahenduse õpetamine ning reaalteadustesse positiivse hoiaku kujundamine**

Eelnevat kokku võttes peab loodav metoodika vastama järgnevatele nõudmistele:

- ülesanded peavad olema püstitatud probleemist lähtuvalt;
- lihtsad näitlikud ülesanded, mis on mõistetavad erinevatele vanusegruppidele;
- Olema suutelised ülesannetele lahenduse leidma minimaalse suunamisega;
- probleem peab olema näitlik või tekitama õpilastes imestust ja huvi (vau-efekt);
- ülesanded peavad võimaldama meeskonnatööd.

2.5.2 Nõuded platvormile

Kuna platvormi tuleb kasutada mitmete erinevate õppeainete ülesannete näitlikustamisel, siis peab platvorm omama modulaarset konstruktsiooni. Sellise lahenduse korral saaks vähesel vaevaga lisada uusi võimalusi/moduleid. Platvormile seatavad nõuded määratleti uurides erinevaid, maailmas juba eksiteerivaid platvorme. Üheks oluliseks sisendiks nõuete kirjeldamisel oli autori ja teiste ITK robotikaklubi liikmete poolt korraldatud Sumoroboti kursused keskkoolide õpilastele ja õpetajatele. Vähetähtsaks ei saa pidada koolituse parandamiseks ning edasiarendamiseks läbi viiduid ajurünnakuid erineva tehnikalise kogemuse ja vanuselise taustaga isikute seas.

Tähtsaks tingimuseks on võimalus platvorm juhiste järgi ise kokku panna (söövitada trükkplaat ja joota sellele komponendid). Kogemus on näidanud, et kui kursusest osavõtja midagi enda käega teeb siis hindab ta tulemust palju rohkem. Samuti on tõestatud, et kui õppuril on endal olemas platvorm, mille kallal ta võib tegeleda ka väljaspool ametlikke aegu, saavutab ta palju paremaid tulemusi ja on projektist rohkem huvitatud [51].

Avatud lähtekood on üks nõuetest, kuna ta võimaldab õppuritel näha, mis toimub platvormi allsüsteemides ning seda vajadusel modifitseerida. Avatud lähtekoodi ja disaini kasutamine võimaldab andekamatel õppuritel platvormi riistvara ja programmiarvestust muuta ja parandada leitud vigu. See on tähtis nii tarkvara kui riistvara korral. Avatud andmetega riistvara saavad õppurid kergemini oma personaalprojektide heaks modifitseerida. Antud nõue tuleneb ka õppemetoodikast, kust üheks tingimuseks oli võimalus ise riistvara koostada. Siit tuleneb ka nõue, et platvormi suudaks ka algajad omal käel juhiste järgi kokku joota ja söövitada. Et see kehtiks, peab platvorm olema keskmise keerukusega (väike komponentide arv, ei ole kasutatud keerukamaid pindjoodetavaid komponente)

Oluliseks tingimuseks on platvormi hind. Platvormi põhimoodulite hind peab jääma alla 1000 krooni. Sellisel juhul on huvilistel lihtsam otsustada platvormi kodukasutusse soetamise heaks.

Arduino'ga ühilduvuse nõue tuleneb platvormi arenguvõimaluste lisamisest. Eksiteerivate platvormide analüüsi käigus tuli välja, et *Arduino* on üks suurimaid ja populaarseimaid vabavaralisi platforme mis on aktiivses kasutuses ja arenduses. Lisades sellele fakti, et ta on ka üks lihtsamaid ja paremini sõnastatud riistvaralise dokumentatsiooniga platforme, formuleerus sellest nõue, et loodav platvorm peab olema ühilduv *Arduino* poolt loodud arendusvahenditega (kaasa arvatud *bootloader* ja *API*).

Robootikas kasutavad servod ja mitmed andurid standard pistikuid [36]. Selleks, et loodava platvormi juures oleks minimaalselt vaja üleminekuid on loodud nõue standartsete kolmeviiguliste pistikutega ühilduvuseks.

Üldjuhul ei ole teada, millise operatsioonisüsteemiga arvutites antud koolitus läbi viia kavatsetakse, seega peab loodav platvorm toetama vähemalt kahte populaarseimat operatsioonisüsteemi: *Microsoft Windows'i* ja *Linux'it* [52]. Koolituse juures on tähtis, et õppejõud saaks pühenduda koolituse läbiviimisele, mitte selleks ette valmistumisele, siit tuleneb ka nõue platvormi tarkvara komplikatsioonidevabaks ja lihtsaks installeerimiseks. Nõude teevad oluliseks väljaspool ITK läbiviidavad koolitused, kus ei ole ette teada millised tehnilised tingimused ees ootavad.

Oluliseks faktoriks on platvormile pakutav tehnoloogiline tugi. Kui õppur teab, kust ostida ja saada kiiret abi erinevate platvormiga seotud probleemide lahendamiseks, on ta ka varmam seda kodus kasutama ning sellega eksperimenteerima.

Ülaltoodud analüüsi tulemusena luuakse robotika platvorm lähtuvalt järgnevatest nõuetest:

- ülesanded peavad olema püstitatud probleemist lähtuvalt;
- lihtsad näitlikud ülesanded, mis on mõistetavad erinevatele vanusegruppidele;
- õppurid peavad olema suutelised lahenduse leidma ülesannetele minimaalse suunamisega;
- probleem peab olema näitlik või tekitama õpilastes imestust ja huvi (vau-efekt);
- ülesanded peavad võimaldama meeskonnatööd;
- modulaarse ülesehitusega, et võimaldada erinevaid ülesandeid;
- baseeruks vabal tarkvaral ja avatud dokumentatsiooniga riistvaral;
- piisavalt lihtne lihtne kokku panna (füüsiliselt: jootmine, trükkplaat);
- peab olema *Arduinoga* ühilduv:
 - peab baseeruma Atmega328, Atmega168 või Atmega1280 mikrokiibil;
 - peab toetama *Arduino bootloaderit*.
- kasutama standardpistikuid ja väljaviike;
- tarkvara peab toetama nii *Windows* kui *Linux* operatsioonisüsteeme;
- tarkvara peab olema lihtsalt installeeritav;

- platvorm peaks lubama läbi viia erineva tasemega koolitusi ning olema integreeritav tavaõppetundidesse;
- tarkvarale peab olema tugi (näiteks tootjapoolne või sotsiaaltvõrgustikel põhinev);
- peab võimaldama tutvustada erinevaid ülesandeklasse (lisamoodulite vahendusel);

Vajadustele vastav õppemetoodika ja ülesanded töötatakse välja ja kirjeldatakse Teostuse peatükis.

2.6 Tarkvara valik

Tarkvara valik baseerub järgnevatel kriteeriumitel, mis tulenevad eelpool välja toodud platvormi nõuetest:

- peab toetama nii *Windows* kui *Linux* operatsioonisüsteeme;
- peab baseeruma vabal tarkvaral;
- tarkvara peab olema lihtsalt installeeritav;
- tarkvara peab omama sotsiaaltvõrgustike poolset tuge.

Antud tingimustele vastab *Arduino* platvormi tarkvara, mistõttu autor otsustaski selle kasuks.

2.7 Riistvara disain

Platvormi tarkvara nõutest tingitult on tähtsaks kriteeriumiks ühilduvus *Arduino* tarkvaraga, mis omakorda piirab meie valiku Atmeli kiipidega Atmega328, Atmega168 või Atmega1280. Seega kehtima peavad järgnevad nõuded:

- peab baseeruma Atmeli kiipidel Atmega328, Atmega168 või Atmega1280;
- peab toetama robotikas levinud standardväljaviike ja pistikuid;
- peab toetama *bootloaderit* ja jadaliidese abil programmi laadimist;
- *bootloaderi* ühenduspistiku väljaviigud peavad olema selgelt märgistatud;
- algaja peab olema võimeline mikrokontrolleri trükiplaadi söövitama ja sinna komponendid jootma (ei tohi liiga keerukad komponendid olla);
- taskukohane.

Kuna ükski olemasolevatest vaadeldud platvormidest ei vasta autori poolt esitatavatele nõuetele lõi autor platvormile uue riistvara koostöös ITK Robootikaklubi elektroonika ekspertidega.

2.8 Analüüsi kokkuvõte

Antud peatükis toome kokkuvõtlikult välja platvormile seatud nõuded:

- modulaarse ülesehitusega, et võimaldada erinevaid ülesandeid;
- baseerub Vabal Tarkvaral ja avatud dokumentatsiooniga riistvaral;
- lihtne kokku panna (füüsiliselt: jootmine, trükkplaat);
- *Arduino* tarkvaraga ühilduv;
- kasutab *servo* standardpistikuid ja väljaviike;
- tarkvaraplatvorm on lihtsalt installeeritav;
- platvorm lubab läbi viia erineva tasemega koolitusi ning on integreeritav tavaõppetundidesse;
- platvormi tarkvarale on olemas olemas kasutajatugi (näiteks tootja või sotsiaälvõrgustike poolne);
- võimaldab tutvustada erinevaid ülesandeklasse moodulite abil;
- baseerub Atmeli kiipidel Atmega328, Atmega168 või Atmega1280;
- toetab robootikas levinud standardväljaviike ja pistikuid;
- toetab *bootloaderit* RS232 jadaliidese abil;
- *bootloaderi* ühenduspistiku väljaviigud peavad olema selgelt märgistatud.

Kõike seda arvestades jõudis autor järgnevate otsusteni:

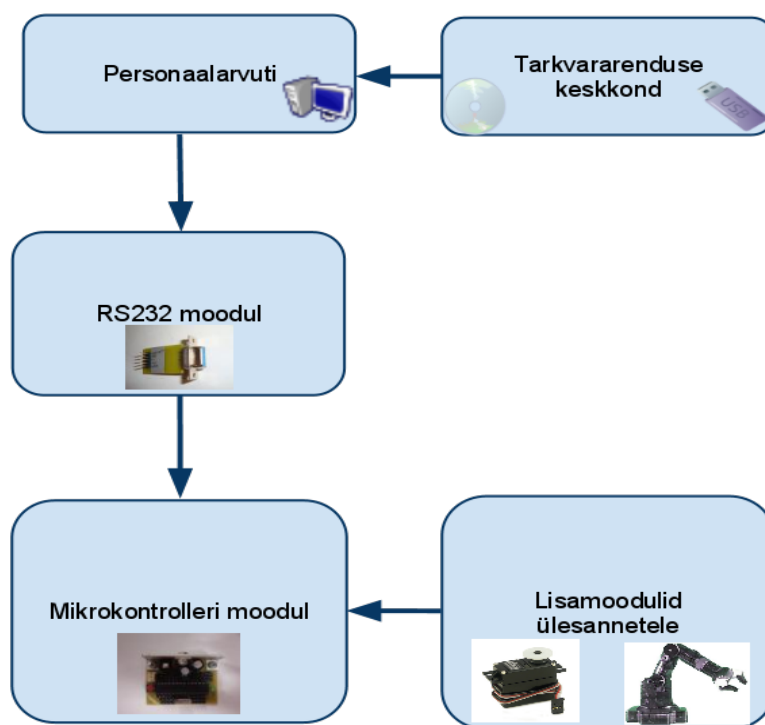
- tarkvaraplatvorm baseerub *Arduino* tarkvaral;
- riistvara peab olema Arduinoga ühilduv ja töötatakse välja ITK Robootikaklubi poolt;
- kood laetakse programmeerimismällu jadaliidese abil;
- lisamoodulid töötatakse välja vastavalt loodavatele ülesannetele.

3 Teostus

Antud peatükis kirjeldatakse analüüsi tulemusel valminud lahendust: riistvara, õppemetoodikat, tarkvara ja ülesandeid. Peatüki sisus antava informatsiooni abil on võimalik taasluua töö käigus valminud platvormi.

3.1 Platvormi tehniline disain

Antud peatükis kirjeldatakse platvormi füüsilisi komponente. Eelneva analüüsi tagajärjel otsustas autor järgneva lahenduse kasuks. Platvorm sisaldab mikrokontrolleri moodulit, personaalarvutit jadaliidesega (kas Linux või Windows operatsioonisüsteemiga), tarkvaraarenduse keskkonda ja RS232 moodulit (Joonis 11). Mikrokontrolleri moodul on platvormi kontrollsüsteem- seal paikneb mikrokontroller ja ta tööks vajalik elektroonika koos väljaviikudega. RS232 moodul kujutab endast liidest personaalarvuti ja mikrokontrolleri mooduli vahel. Tarkvaraarenduse keskkond on platvormi funktsioneerimiseks vajaliku tarkvara kogum (nii kompilaator kui *bootloaderiga* suhtlev programm). Lisamoodulite all mõeldakse üldjuhul konkreetse ülesande läbiviimiseks vajalikku täiendavat riistvara.



Joonis 11: Platvormi ülesehitus

Mikrokontrolleri mooduli küljes ei ole kuvarit ega klaviatuuri. Programmeerimine toimub personaalarvutis ning kompileeritud kood laetakse mikontrolleri mooduli programmimällu RS232 jadaliidese vahendusel.

Kokkuvõtlikult läheb koolituse läbiviimiseks vaja järgnevat:

- tarkvaraarenduse keskkonda;
- jadaliideseega personaalarvutit;
- RS232 moodulit;
- mikrokontrolleri moodulit;
- lisamoduleid ülesannetele.

3.1.1 Mikrokontrolleri moodul

Mikrokontrolleri moodul on loodava platvormi keskne osa- siia on paigutatud mikroprotsessor. Moodul on kujundatud minimalistlikult- eesmärgiga saavutada minimaalsed mõõtmed koos piisava funktsionaalsusega. Selle peamiseks põhjuseks on

püües saavutada võimalikult suur modulaarsus ning seeläbi hoida platvormi üldmaksumuses kokku.

Moodul ühendatakse programmeerimiskaabli (vaata Lisa 1) abil koodi programmimällu laadimise ajaks RS232 mooduli külge. Peale seda protseduuri võib RS232 mooduli lahti ühendada. RS232 moodulit läheb tarvis ainult koodi mikrokontrolleri mooduli programmimällu laadimisel või kui laetav kood peaks jadaühenduse kaudu mõne teise mooduli või arvutiga suhtlema (ülesandespetsiifiline).

Mikrokontrolleri moodul kasutab standardsete *servo* pistikutega ühilduvaid kolme kontaktiga väljaviike, seega saab sinna vajaduse korral *servo* otse ühendada. Samuti on sinna lihtne ühendada erinevaid andureid (näiteks infrapuna andur). Mooduli väljaviikude lühikirjeldus on lisas 4.

Mikrokontrolleri moodul valmis ITK Robootikaklubis erinevate osapoolte koostöö tulemusena. Moodul vastab analüüsis formuleeritud nõuetele. Plaadil on mikrokontroller, toitepinge stabiliseerimise moodul, väljaviigud, kellatakti moodul, reset-nupp ja toitelüliti (Joonis 12). Detailide nimekiri ja otstarve on välja toodud Tabelis 1. Antud tabeli veerud on valitud järgnevatel põhjustel:

- tähis– viib komponendi vastavusse mooduli elektriskeemiga;
- komponendi väärtus– võimaldab näha komponendi parameetreid, näiteks takisti korral takistust ja kondensaatori korral mahtuvust. Parameetrite järgi saame komponente erinevatest poodidest välja valida;
- kogus– võimaldab saada paremat ülevaadet vajalikust komponentide arvust. Siin on välja toodud mitu antud väärtuse ja eesmärgiga komponenti elektriskeemis eksisteerib;
- ühiku hind– võimaldab meil näha antud komponendi hinda ELFA elektroonika näitel, vajalik platvormi orienteeruva maksumuse väljatoomiseks;
- hind- et teha tabeli järgimine lihtsamaks, tuuakse siin komponendigrupi koguhind eraldi välja;
- ELFA kood– võimaldab huvilisel kiiresti ja lihtsalt antud komponent ELFA elektroonika tootenimistust üles leida. Põhjus, miks valiti ELFA elektroonika

seisneb selles, et ELFA elektroonika on Eesti kõige laiema tootevalikuga elektroonikapood [53];

- eesmärk– siin seletatakse lahti, mis on konkreetse komponendi või komponentide grupi roll mooduli elektriskeemis.

Mikrokontrolleri moodul on ühilduv *Arduino* alglaaduriga, mis võimaldab programmeerimiskeskonnana kasutada *Arduino* arendusvahendeid. Mikrokontrollerile laetakse *Arduino bootloader* programmaatoriga- antud tegevus on ühekordne ja tulevikus kasutatakse mikrokontrolleri mooduli programmeerimismällu programmi salvestamiseks *bootloader*'it ja RS232 moodulit. Programmaatoriga alglaadimine sooritatakse ITK Robootikaklubi (või mõne muu sõbraliku klubi või isiku poolt kes omab AVR programmaatorit) poolt ning seda tegevust antud lõputöö raames ei käsitleta.

Mikrokontrolleriplaadi mooduli elektriskeemil (Joonis 12) on väljaviigud järgimise lihtsustamiseks grupeeritud 3x2 väljaviikudega piikribadena (SV1-SV10).

Tabel 1

Mikrokontrolleri mooduli komponentide nimekirj

Ting märk	Väärtus	Kogus	Ühikuhind	Hind	ELFA kood	Eesmärk
-	75X100 1MM 35UES	1	56,20	56,20	49-575-51	Trükkplaat kuhu kõik komponendid kinnitatakse
C1- C2	22pF	2	2,20	4,4	65-798-25	Kvartsresonaatori stabiliseerimiseks
C3- C7	100nF	5	3,80	19	65-766-31	Keraamiline kondensaator kõrgsagedusliku müra vähendamiseks
C8	820µF 6.3v	1	4,50	4,5	67-232-41	Elektrolüütikondensaator or madalsagedusliku müra vähendamiseks.
C9	220µF 25v	1	4,30	4,3	67-163-44	Elektrolüütikondensaator or madalsagedusliku müra vähendamiseks.
D1	15MQ040NT RPBF	1	5,20	5,2	70-306-04	Diod kaitsmaks vale polaarsusega pinget eest.
D2	10BQ015TRP BF	1	4,50	4,50	70-217-02	Kaitseb skeemi vale polaarsusega pinget eest
IC1	ATmega168	1	87,60	87,6	73-647-10	Mikrokontroller atmega168
IC2	LM2940T	1	27,70	27,7	73-083-23	Madala pingelanguga toitepinge stabilisaator

Tabel 1 jätkub

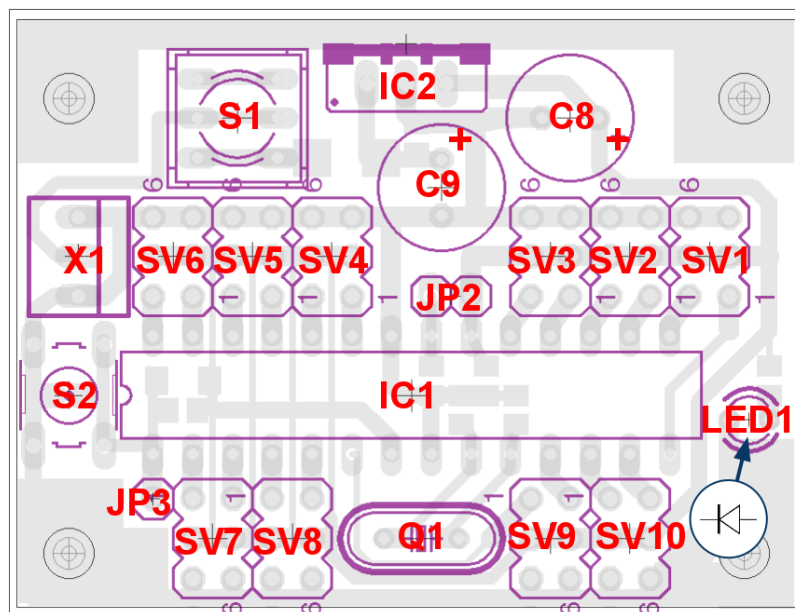
Tabel 1 järg

Mikrokontrolleri mooduli komponentide nimekiri

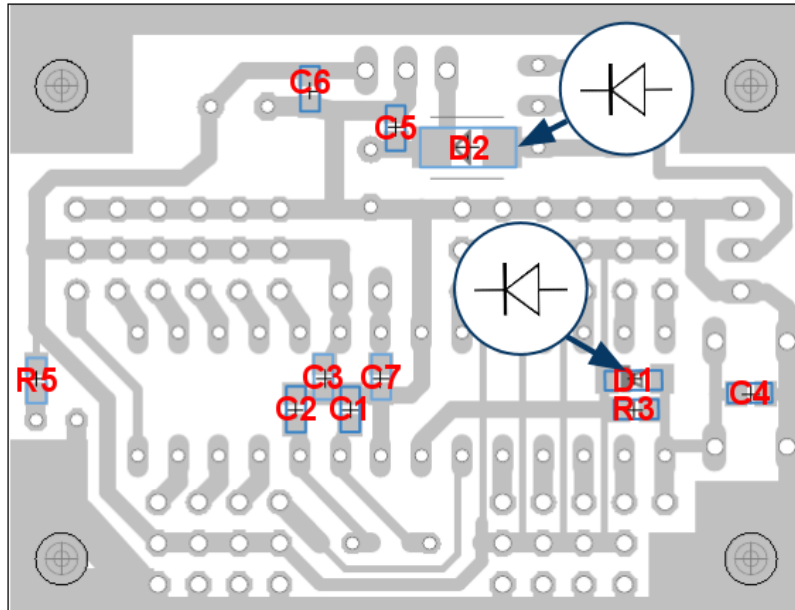
Ting märk	Väärtus	Kogus	Ühikuhind	Hind	ELFA kood	Eesmärk
JP2	Kaheviiguline piikriba	1	19,30	19,30	43-791-03	Pistiklüliti digitaal- analoogmuundurile võrdluspinge andmiseks. Kui lüliti on sees, siis on võrdluspinge 5V. Pistik võimaldab kasutada välist võrdluspinget.
JP3	1x40 piikriba	1	19,30	19,3	43-791-03	Reset väljaviik
LED 1	LED	1	3,3	3,3	75-025-78	Valgusdiod- toitepinge indikaator
Q1	16MHz	1	12,60	12,6	74-517-01	Välise taktsageduse kvartsresonaator
R2	220Ω	1	1,50	1,5	60-173-39	Valgusdiodi voolu piiramiseks
R3	10 kΩ	1	1,50	1,5	60-177-35	Reset viigule loogilise ühe andmiseks.
S1	lüliti	1	24,30	24,30	22-23-203	Toitelüliti
S2	lüliti	1	23,90	23,90	35-663-38	Reset lüliti
SV1- SV10	2x40 piikriba	1	39,10	39,1	43-791-11	Väljaviikude piikriba
X1	toitepesa	1	4,70	4,70	43-808-04	Toitepistik
Hind kokku:			362,9 EEK			

Antud mooduli koostamiseks läheb tarvis elektroonikaoskuse algtaset või elektroonikalase kogemusega juhendajat. Esimesena sammuna läheb vaja ühepoolset trükkplaati mõõtmetega 5x4 sentimeetrit. Porditavas dokumendiformaadis olevas failist

proseplaat.pdf [54] saadud trükkplaadi tõmmise maski järgi tuleb trükkplaadile söövitada rajad. Peale radade söövitamist ja aukude puurimist tuleb plaadile paigutada ja kinni joota komponendid. Soovitav on alustada plaadi ülemiselt poolelt. Joonisel 13 on kujutatud mikrokontrolleri mooduli komponentide paigutus ülaltvaates ja joonisel 14 on kujutatud komponentide paigutus altvaates. Pistiku SV7 oleks soovitatav valida erinevat värvi piikribast, kuna tegemist on väljaviikudega kuhu ühendatakse programmeerimiskaabel. Kondensaatorite C8 ja C9, diodide D1, D2 ja LED1 korral tuleb järgida polaarsust, mis on ka paigutuskeemidel välja toodud. Samuti tuleb mikrokiip õiget pidi trükkplaadi külge joota. Väljaviikude JP2 külge tuleb paigutada *jumper* või antud väljaviigud kokku joota kaablitüki abil. Antud pistik võimaldab kasutada välist võrdluspinget.



Joonis 13: Mikrokontrolleri mooduli komponentide paigutuse skeem ülaltvaates

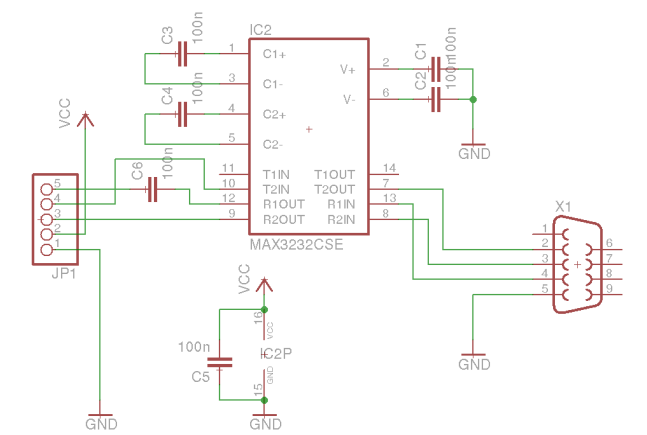


Joonis 14: Mikrokontrolleri mooduli komponentide paigutuse skeem altvaates

3.1.2 RS232 moodul

RS232 mooduli eesmärgiks on võimaldada mikrokontrolleriplaadi ja personaalarvuti vahelist suhtlust jadaliidese kaudu. Moodul teeb pingemuundamist, mis teisendab RS232 pinge nivood 0...5V nivooks, mida kasutatakse *Atmel* mikrokontrolleri jadaliidese realiseerimisel.

Joonisel 15 on kujutatud RS232 mooduli elektriskeemi. Skeem baseerub MAX3232CSE integraalskeemil. tabelis 2 on ära toodud komponentide nimekiri, veerud on valitud Tabel 1 näitel.



Joonis 15: RS232 mooduli elektriskeem

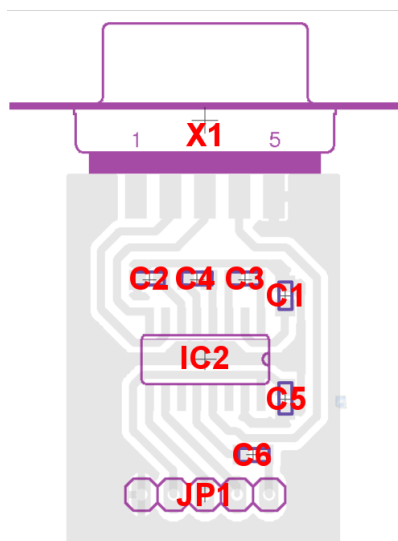
Tabel 2

RS232 mooduli detailide nimekiri

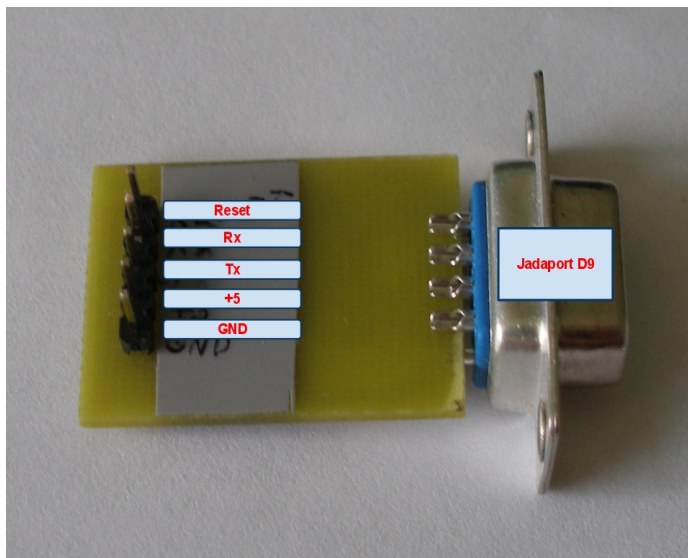
Tingmärk	Väärtus	Ko gus	Ühikuhin d	Hind	ELFA kood	Eesmärk
C1-4	100nF	4	3,80	15,2	65-766-31	Pingekorruptiskondesaator
C5	100nF	1	3,80	3,8	65-766-31	Keraamiline konsensaator kõrgsageduslike mürade vähendamiseks
C6	100nF	1	3,80	3,8	65-766-31	Keraamiline kondensaator väljundi lahtisidestamiseks
IC2	MAX3232CS E	1	79,70	79,7	73-323-31	Pingeteisendus mikroskeem
JP1	piikriba	1	19,3	19,3	43-791-03	Pistik ühendamiseks Atmega168 kontrolleri
X1	pistikupesa	1	12,40	12,4	44-055-02	Pistik ühendamiseks arvuti jadaliidesega või RS232-USB muunduriga
-	75X100 1MM 35UES	1	56,20	56,20	49-575-51	Trükkplaat kuhu kõik komponendid kinnitatakse (3x2,3)
Summa				190,4 EEK		

Antud mooduli koostamiseks läheb tarvis elektroonikaoskuse algtaset või elektroonikalase kogemusega juhendajat. Esimesena sammuna läheb vaja ühepoolset trükkplaati, mõõtmetega 3x2,3 sentimeetrit. Porditavas dokumendiformaadis olevas failist [RS232.pdf](#) [55] saadud trükkplaadi tõmmise maski järgi tuleb trükkplaadile söövitada rajad. Peale radade söövitamist ja aukude puurimist tuleb plaadile paigutada ja kinni joota

komponendid. Detailide asetus on ära toodud Joonisel 17. C1-C6 ja IC2 on pindjoodetavad komponendid. Pistik X1 joodetakse otse plaadi külge. Ühtegi polaarsusega detaili pole, kuid järgima peab, et mikroskeem ja pistikupesa X1 oleks õiget pidi külge joodetud. Piikriba JP1 väljaviigud peavad jääma mikrokiibi IC2 suhtes teisele poole plaati (Joonis 16). Juhendi, kuidas programmeerimiskaablit ühendada RS232 ja mikrokontrolleri mooduliga on lisa 1.



Joonis 17: RS232 mooduli trükiplaadi komponentide asetuse skeem



Joonis 16: RS232 mooduli väljaviigud

3.1.3 Lisamoodulid

Siin peatükis dokumenteeritakse lisamoodulid, sealhulgas ka toitemoodul ning esialgse ülesandekomplekti jaoks vajalikud lisamoodulid. Kuna platvorm on pidevas arengus, siis moodulite arv kasvab regulaarselt.

3.1.3.1 Toitemoodul

Toitemoodul on mõeldud mikrokontrolleri mooduli elektrivooluga varustamiseks. Toitemoodul töötab nelja AA patarei peal, kuid praktiks võib kasutada toiteadapterit mille väljundpinge jääb vahemikku 7 kuni 12 volti. Tabelis 3 on ära toodud antud mooduli jaoks vajalike komponentide nimekiri. Tabeli veerud on valitud järgmisel põhjusel:

- detail- komponendi nimi, et võimaldada seda poest leida;
- kogus- Anna parema ülevaate mitut sama detaili moodulis kasutusel on;
- ühikuhind- detaili ühikuhind ELFA elektroonikas, annab ülevaate detaili hinnast;
- hind- detaili või detailigrupi hind, et võimaldada paremat ülevaadet hinnast;
- ELFA kood- lihtsustab detaili leidmist ELFA elektroonikast. ELFA elektroonika on valitud laia kaubavaliku pärast;
- eesmärk- annab parema ülevaate detaili funktsioonist moodulis.

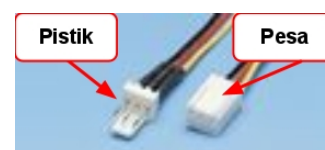
Tabel 3

Toitemooduli jaoks vajalike komponentide nimekiri

Detail	Kogus	Ühikuhind	Hind	ELFA kood	Eesmärk
9 V patarei ühenduskaabel	1	5,90	5,90	50-568-36	Patarei poolne pistik
9V patarei	1	53.50	53,50	50-568-36	9V patarei
kolme väljaviiguga arvuti ventilaatori pikenduskaabel	1	27,50	27,50	25-890-67	mikrokontrolleri poolne pesa
Summa			86,9 EEK		

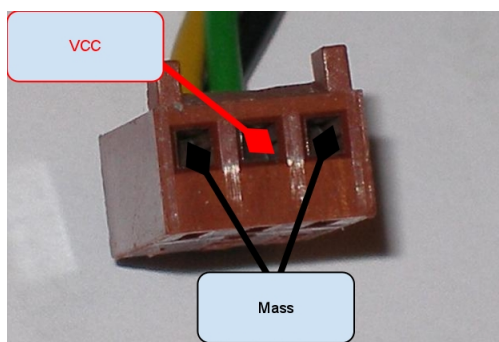
Lõigake kolmeväljaviiguga arvutiventilaatori kaablil pistiku poolne ots maha, kaabli pistik ja pesa on graafiliselt nähtav joonisel 18. Seejärel jootke sama kaabli pesa poolsed kaablid 9V patarei ühenduskaabli otsa järgneval viisil:

- 9V patarei ühenduskaabli punane juhe kolme väljaviiguga arvutiventilaatori pikenduskaabli punase juhtmega;
- 9V patarei ühenduskaabli kollane ja must juhe kolme väljaviiguga arvutiventilaatori pikenduskaabli must juhtmega.



Joonis 18: Kolme väljaviiguga arvutiventilaatori pikenduskaabel

Keskmine väljaviik on positiivne toitepinge ja äärmised on mass (Joonis 19)



Joonis 19: Toitepesa väljaviigud

3.1.3.1 Testri moodul

Antud moodul on mõeldud tagama tuge erinevatele mõõtmisülesannetele. Vajalikud detailid on ära toodud tabelis 4. Tabel 4 veerud on valitud Tabel 3 järgi.

Tabel 4

Toitemooduli jaoks vajalike komponentide nimekiri

Detail	Kogus	Ühikuhind	Hind	ELFA kood	Eesmärk
Digitaalne tester DVM830	1	180	180	24-560-10	Võimaldada mõõta toitepinget mikrokontrolleri plaadil
Hind			180 EEK		

Antud moodul koosneb ühest detailist, milleks on tester.

3.1.3.2 Servo moodul

Antud moodul koosneb 360 kraadi pöörlevast servost, sinna ühilduvast rattast ja joonlauast. Moodulis kasutatavad detailid on ära toodud tabelis 5. Tabel 5 on vormistatud tabel 3 näitel.

Tabel 5

Servo mooduli jaoks vajalike komponentide nimekiri

Detail	Kogus	Ühikuhind	Hind	ELFA kood	Eesmärk
Servoga ühilduv ratas	1	90,2	90,2	73-203-28	Servo külge ühenduv ratas
130mm metallist joonlaud	1	1	43,8	80-206-02	Et võimaldada mõõta ratta diameetrit
pico servo	1	180	321	73-194-42	Mikrokontrolleri mooduliga ühilduv servo-
Hind			455 EEK		

Ratta saab kruvi abil ühendada servoga.

3.2 Platvormi tarkvara disain

Analüüsi tagajärel valiti tarkvaraplatvormiks *Arudino* tarkvara. *Arduino* tarkvara koos näiteülesannete jaoks vajaliku koodiga paigaldatakse USB mälupulga peale. Tarkvaraplatvormi saab alla [laadida platvormi veebilehelt](#) [56]. Seal on nii *Windows* kui *Linux* operatsioonisüsteemidele sobivad tarkvarakeskkonnad. Tarkvaraplatvormi täpsema installeerimisjuhendi leiab lisast 2.

Kuna sisuliselt on tegemist *Arduino* arendusvahenditega, võib soovi korral võib nad alla laadida ka *Arduino* ametlikult kodulehelt [57].

3.3 Ülesannete metoodika

Ülesanded peavad koosnema järgnevatest komponentidest:

- Metoodiline juhend koolitajale, kus seletatakse lahti konkreetse ülesandega seotud tagamaad- millele rõhuda ja mida antud ülesandega proovitakse saavutada. Ülesannete juures on faktiteadmised teisejärgulised, põhirõhk on meeskonnatööl

ja seoste tekitamisel. Soovitatavalt peaks ülesanne sisaldama demonstratiivset või mängulist momenti, et tekitada edasist huvi;

- Ülesandekirjeldus õppurile, kus on ära nimetatud ülesande jaoks ette antud materjalid ja eesmärk. Vältima peab matemaatiliselt formuleeritud ülesandeid, pigem püstitatakse probleem, millele tuleb leida matemaatiliselt püstitatud probleemi kirjeldus ning lahendus kasutades varemomandatud teamisi ja ülesandega kaasa tulevat informatsiooni;
- Ülesande jaoks vajalike lisamoodulite (juhul kui neid vaja on) kirjeldus. Lisamoodulid peavad olema kirjelduse järgi taastoodetavad.

Platvormile ei anta lõplikku ülesannetekogumit, eelmainitud reeglite järgi on võimalik taastoota uusi ülesandekomplete. Platvormile uute ülesannete loomine on ITK Robootikaklubis pidevas arengus olev protsess.

3.3.1 Baasteadmiste omandamist soodustavad ülesanded

Eesmärgiks on tutvustada õppuritele lihtsamaid algteadmisi. Baasteadmiste all peetakse siin silmas algseid teadmisi elektroonikast, nagu näiteks milline näeb välja takisti, kondensaator, mikrokiip ja kuidas kasutada testrit. Põhirõhk on antud juhul lihtsalt näitamisel ja läbitegemisel. Ainult meeskonnatööna lahendatavaid ülesandeid pole, pigem iseseisev uurimine ning platvormi füüsiliste eripärade ning elektroonika baasteadmiste õpe. Tähtis on, et iga õpilane võtaks asja oma kätte ning ei pelgaks riistvara ja mehhaanikat lähemalt uurida – nii väheneb õppurites hirm, et nad midagi katki teevad. Samuti saavad nad praktilise kogemuse sellest, kuidas dokumentatsiooni kasutada (õpetada dokumentatsioonist ja õppematerjalidest vajalikku informatsiooni leidma).

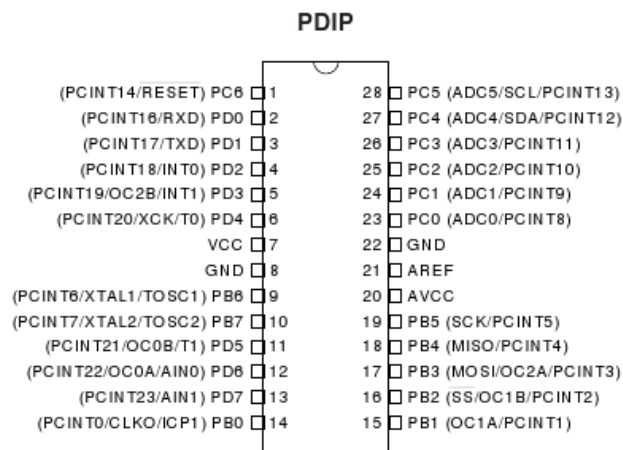
3.3.1.1 Pinge mõõtmine

Õppejõu metoodiline juhend

Õpilastele antakse ette mikrokiibi tootjainfo, kust nad peavad leidma toite jalad (teada on tingimärgid *VCC* ja *GND*) ning testri kaasabil neilt pinget mõõtma.

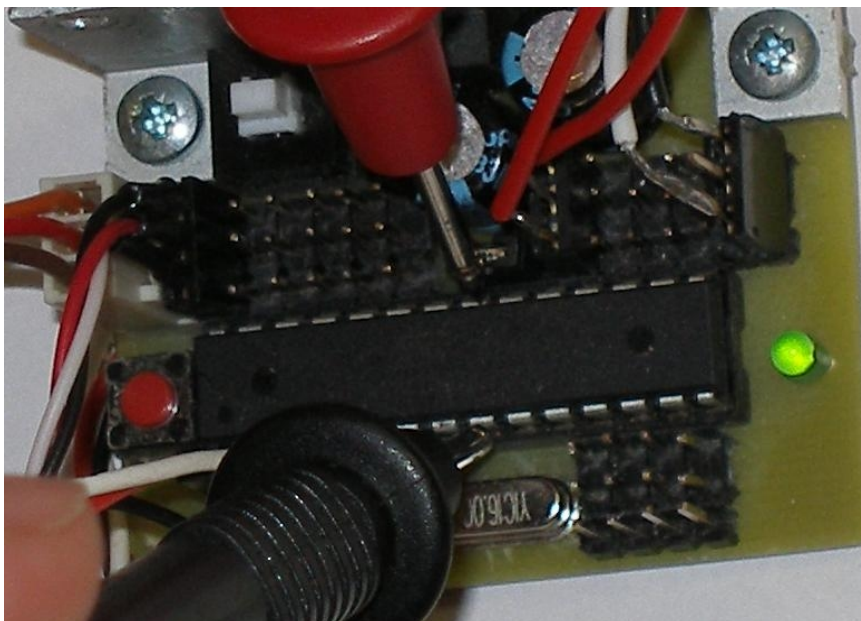
Eesmärk: Näidata, et tootjainfos peituv informatsioon on otseselt seotud meie platvormiga ning õpetada neid iseseisvalt informatsiooni otsima. Oluliseks komponendiks on õppida selgeks testri kasutamine. Kui tegemist on vanusegrupiga 18+ aastat, kes juba oskavad inglise keeles lugeda, antakse lähteandmeteks mikrokontrolleri [tootjainfo](#)

[kokkuvõte](#) [58]. Juhul, kui on tegemist nooremate osalejatega, siis ülesande lihtsutamiseks võib algandmeteks anda väljalõike *Atmega* 168 tootjainfost (Joonis 20). Õppurid võivad sooritada antud ülesande kas iseseisvalt või grupitööna. Tulemuseks peavad nad kirja panema toitepinge, mis on kuskil 5 voldi juures väikeste kõikumistega ja reaalselt mõõdavad pinget toitejalgadel (Joonis 21). Õppuritele antav ülesanne on ära toodud lisas 5.



Joonis 20: ATmega 168 mikrokontrolleri väljaviigud

[58]



Joonis 21: Testriga pinge mõõtmine mikrokontrolleri jalgadelt

- mikroskeemi tootjainfo;
- mikroprotsessori moodul;
- toite moodul;
- lisamoodul tester;
- VCC ja GND tingmärgi seletus

Läbimisviis: Segu iseseisvast ja grupitööst.

3.3.2 Iseseisvale mõtlemisele ja grupitööle viitavad ülesanded.

Lahendusmeetodit ette ei anta, eelduseks on see, et õppurid leiavad läbi meeskonnatöö metoodika, mille abil antud ülesanne tuleks lahendada. Antud ülesannete juures oleks põhirõhk sellel, et õppurid suudaks iseseisvalt leida seoseid varemõpitud teooria ning antud ülesande vahel. Kuna tegemist on iseenesest väga lihtsa ülesandega sobib ta harjutuseks suurepäraselt.

3.3.2.1 Ratta ülesanne

Eesmärk:

Õpetada inimesi seostama teooriat praktilise ülesandega lihtsa harjutuse abil. Selleks peavad nad ise suutma leida ülesande lahendamiseks vajalikud lähteandmed (mitu pööret mootor teeb minutis ja mõõtma ratta diameetri) ning suutma neid seostada. Ei tasu eeldada, et õppurid suudavad antud ülesandele lahenduse leida kümnekonna minutiga. Kuna ülesande lähtetingimused on ette antud ebastandardiselt (mittematemaatiliselt) võib probleemi olemuse leidmine võtta oluliselt kauem aega. Aga peale vastuse leidmist on nad ise üllatanud, miks nad varem selle peale ei tulnud. Sellise ülesande võlu ei peitu mitte keerukuses vaid oskuses seostada teooriat etteantud probleemiga. Ühtegi valemit ette ei anta, õppurid peavad olema suutelised karbi pealt leidma vajaliku informatsiooni ning rakendama õiget valemit.

Leida, mis oleks antud mootori ja rattaga roboti kiirus (Joonis 22)



Joonis 22: Ratta ülesande jaoks ette antud materjalid

Ette antud materjalid/andmed:

- joonlaud;
- karp servo andmetega;
- ratas;
- servo.

Läbiviimisviis:

- grupitöö;

Õppuritele antav ülesanne on ära toodud lisas 6

3.4 Piloteeritud projektid

Autori poolt on läbi viidud mitmeid Sumoroboti koolitusi, kus ta sai ideid ja tagasisidet antud lõputöö jaoks. Avaldamisel on artikkel Eesti e-õppe Kuukirjas. Samuti osales antud lõputöö autor ettekande „Robootika kasutamisest info- ja kommunikatsioonitehnoloogia õpetamisel“ kaasautorina e-Õppe Arenduskeskuse kevadkonverentsil "Kool- õpetamisasutusest õpiruumiks". Autor sai tagasisidet oma metoodika ja ülesannete keerukuse, õppekõlblikuse ja rakendatavuse kohta pilootkoolituste abil. Pilootkoolitustest saadud tagasiside kokkuvõte on antud lisas 7.

4 Edasised tegevussuunad

Käesolev projekt on ainult osa pidevas arengus olevast suuremast protsessist. Hetkel on käimas koostöö Arte Gümnaasiumi ja Tallinna 21. Kooliga, mille õpilastele viiakse lähemal ajal läbi koolitus loodud platvormiga. Üheks plaanitud väljundiks on koolitada erinevate keskkoolide õpetajaid ja huvijuhte, kes omakorda viiksid läbi koolitusi ja juhendaks huvilisi oma asukohakoolides ja klubides. Lõputöö raames toimunud infokogumisel ja ajurünnakutel pandi kirja palju erinevaid ülesannete ideid ja mustandeid. Need on kavas praktikas testida ning antud lõputöös testide tulemusi veel käsitletud ei ole, kuna ülesanded vajavad lisamoduleid mille peaks tellima välismaalt (näiteks robotkäsi) või on algajatele koostamiseks liigse keerukusega. Neist ülesannetest kasvab välja uus, spetsiifilistematele eesmärkidele vastav koolitus.

Välja töötatud platvorm vajab jadaliidest programmi laadimiseks mikrokontrolleri mooduli programmimällu. Kahjuks enamik tänapäeval toodetavaid sülearvuteid jadaliidest ei oma. Vajaduse korral saab osta ülemineku *USB* jadaliidesesse, kuid see tõstab platvormi hinda ning keerukust.

Edasised tegevusplaanid:

- koostöö arendamine Tallinna keskkoolidega;
- aktiivsete noorte kaasamine platvormi arendusse;
- suvelaagri jaoks sponsori otsimine;
- korraldada regulaarseid koolitusi koos sumorobotivõistlustega;
- võtta kasutusele antud lõputöö raames välja töötatud mikrokontrolleri- ja RS232 moodul ITK Robootikaklubi sumorobotitel;
- tellida robotkäsi ja kaasata vastavad ülesanded platvormi koolitusse.

5 Kokkuvõte

Diplomitöö tulemusena loodi robotikaplatvorm, mida saab kasutada reaallainete teooria demonstreerimisel ja näitlikustamisel huvitaval ja mängulisel viisil. Lõputöö teostamise motivatsiooniks olid järgnevad probleemid: õppurid ei ole harjunud seostama koolitunnis õpitut reaalse eluga ja teooria õppimine ei tundunud neile põnev. Huvi tehnikahariduse vastu on madal, kuna kardetakse reaallaineid.

ITK Robotikaklubi korraldab antud probleemide leevendamiseks Sumorobotikoolitusi, mis on näidanud häid tulemusi tehnikateaduste populariseerimisel. Kahjuks on sumorobotiplatvorm limiteeritud võimalustega ning sobib peamiselt robotika/programmeerimise algõppe ning lihtsamate ülesannete demonstreerimiseks. Autor arendas antud kitsaskohtade elimineerimiseks uue robotikaplatvormi, mille abil saab sooritada ülesandeid, mis aitavad seostada ja näitlikustada erinevates reaallainetes (matemaatika, füüsika, programmeerimine jpt) omandatud teadmisi.

Lõputöö käigus autor analüüsis probleemi, üldistades ja seostades seda analoogiliste probleemidega maailmas ning võttes aluseks võrdleva analüüsi ja koolitustest saadud kogemuse, töötas välja robotikaplatvormi mis koosneb riistvarast, tarkvarakeskkonnast, õppemetoodikast ja näidisülesannetest. Platvormi kasutatakse Eesti Infotehnoloogia Kolledžis antavate reaallainete ning ITK Robotikaklubi poolt korraldatavate tehnikateaduste populariseerimise töötubade raames.

Lõputöö raames koostas autor õppemetoodika, ülesannete juhendid, tarkvaraplatvormi kasutamise ja installeerimisjuhendi ning dokumenteeris ja ehitas

valmis platvormi prototüübi. Õppemetoodikat ja ülesandeid testiti ITK matemaatika tasanduskursuse ja Sumorobotikoolituse raames.

Diplomitöös realiseeritud eesmärgid on järgnevad:

- loodud robotika platvorm, mis võimaldab reaalainete teooria kinnistamist läbi praktiliste ülesannete või näitlike demonstratsioonide;
- loodud platvorm robotikalaste lühikoolituste läbiviimiseks;
- loodud platvorm, mis võimaldab õppuritel kasutada seda robotika-alaste personaalprojektide tarbeks.

Platvorm on valitud ja testitud, metoodika on praktikas järele proovitud ning lõputöös seatud eesmärgid täidetud. Platvormi arendamine jätkub ka peale käesoleva lõputöö valmimist. Tegemist on ITK Robotikaklubi jaoks pidevas täiustamisfaasis oleva protsessiga.

6 Development of a robotics platform for studying science-related subjects

The result of this thesis is a Robotics Platform which can be used for demonstration and illustration of science theory in The Estonian Information Technology College(ITC) science related courses and courses given by ITC Robotics Club.

The Author's hypothesis is as follows: It is possible to develop a Robotics Platform with a suitable complexity, which could be used to serve as a link between various science related subjects including mathematics, physics, computer programming and some others.

The platform aims to popularize previously learned science related subjects by linking theory with practical tasks. The platform allows different levels of study complexity- it is appropriate for both beginners and advanced students. Since it is economically inefficient to create several different platforms,the current platform is engineered to be universal as it allows to realize a variety of teaching and personal robotics based projects. The platform comprises of hardware, software, educational techniques and assignments.

To prove the Hypothesis the author analyzed the problem and broadened it by analyzing similar problems all around the world. Using comparative analysis and experience gained through conducting Sumo robotics courses the author concluded the following:

- Arduino is used as software environment;
- The Microprocessor module is based on ATmega168 chip. Compiled code is transferred into programming memory through RS232 module. Both of these

modules were developed in ITC Robotics Club as a part of the research for the thesis;

- Assignment specific support modules have been developed and described by the author:

The author created a framework of learning methodology, student assignments, manuals for software platform and built a prototype of the platform. The teaching methodology was tested during ITC Robotics Club Study Course and Mathematics Pre-Sessional Course.

The result of the research is a Robotics Platform that:

- allows the consolidation of scientific theory through demonstration or practical tasks has been developed;
- is usable during ITC Robotics Clubs workshops has been created;
- allows students to use it as a basis of their personal projects.

The platform has been selected and tested in practice, the methodology has been tested and all targets set by thesis are met. The development of the platform continues after the completion of this research as the improvement of the platform is important process in ITC Robotics Club.

Kasutatud kirjandus

1. Lucky, R.W. (2008). U.S. Engineers and the Flat Earth. IEEE Spectrum. Nr. 3, lk 16
2. Kello, K. (2009). Akadeemikust õppejõud ja tema multiagentsüsteemid. Õpetajate Leht. Nr. 36, lk 7
3. Smaill, C.R. (2010). The Implementation and Evaluation of a University-Based Outreach Laboratory Program in Electrical Engineering. IEEE Transactions on Education. Nr. 53, lk 12-17
4. McGinnis, R., Roth-McDuffie, A., Parker, K. (12.02.2010). An Action Research Perspective Of Making Connections Between Science And Mathematics In A Science Methods Course. [<http://www.towson.edu/csme/mctp/Research/AETS99Paper.htm>]
5. Leach, J., Paulsen, A (1999). Practical work in science education: recent research studies. Denmark:Roskilde. Roskilde University Press
6. Hazas, M., Marsden, R. (2007). Pervasive Computing and Tomorrow's Computer Scientists. IEEE Pervasive Computing. Nr. 6, lk 90-93
7. Smith, N., Monk, M. (2007). Attracting tomorrow's engineers: An evaluation of a scheme to enhance recruitment into engineering. European Journal of Engineering Education. Nr. 30, lk 233-243
8. Riiklik Eksami ja Kvalifikatsioonikeskus. (04.05.2010). Riigieksamite statistika 2009. [<http://www.ekk.edu.ee/kiirelt-leitav/statistika/riigieksamite-statistika-2009>]
9. Ibrus, K. (11.03.2010). Reaalteadused värskeid tudengeid ei paelu. [<http://www.epl.ee/artikkel/441911>]
10. Metsoja, A. (02.03.2010). Õpilaste kirjaoskuse suundumused. Eesti Statistika Selts [<http://www.stat.ee/files/yritud/2007-01-26/metsoja.ppt>]
11. Ilisson, A. (02.03.2010). Ülikooli lõputöö eest 25 000 krooni või kast head veini. Eesti Päevaleht [<http://www.epl.ee/artikkel/261142>]

12. Yilmas, M., Jianhong, R., Custer, S., Coleman, J. (2010). Hands-On Summer Camp to Attract K–12 Students to Engineering Fields. IEEE Transactions on Education. Nr. 51, lk 263-272
13. National Science Board. (03.05.2010). Science and engineering indicators 2004. [<http://www.nsf.gov/statistics/seind04/>]
14. Kübarsepp, J., Teichmann, M. (28.02.2008). Kuidas jääda ellu väheneva üliõpilaskonna arvu tingimustes?. [mms://media.ttu.ee/avalikud/Seminar_kvaliteedineljap_28_02_2008.wmv]
15. Ernits, M., Vein, A. (29.05.2010). Robootika kasutamisest reaaintete õpetamisel. [http://conference2010.e-uni.ee/ve_data/File/2010%20konverents/15.aprill/Ernits_robotika.pdf]
16. Lorents, P. (2003). Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence. International Conference on Artificial Intelligence. Nr. 1, lk 703-707
17. Science Buddies. (01.03.2010). Science Buddies. [<http://www.sciencebuddies.org/>]
18. British Science Association. (01.05.2010). British Science Festival. [<http://www.britishscienceassociation.org/web/BritishScienceFestival/index.htm>]
19. National Science Competition. (01.05.2010). National Science&Engineering Competition. [<http://www.nationalsciencecompetition.org/default.asp>]
20. Maasalu, S., Raun, A. (01.05.2010). Uus süsteem: jääb vaid eesti keele, matemaatika ja võõrkeele riigieksam. Postimees [<http://www.postimees.ee/?id=199182>]
21. Tartu Ülikool. (12.06.2009). Tartu Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool ja Eesti Kunstiakadeemia sõlmivad kolmepoolse koostöölepingu. [<http://www.ut.ee/452481>]
22. Fyysika.ee. (07.02.2010). Fyysika.ee Avaleht. [<http://www.fyysika.ee/fyysika/avaleht>]
23. FYYSIKA.EE. (02.05.2010). Noppeid tehnoloogiate pildialbumist. [<http://www.fyysika.ee/tehnoloogia/avaleht?details=1&index=42>]
24. Teadusbuss. (02.05.2010). Teadusbuss. [<http://www.teadusbuss.ee/teadusbuss/avaleht>]
25. Robotex. (02.05.2010). Robotex. [<http://www.robotex.ee>]
26. SA Archimedes. (02.05.2010). PRESSITEADE: Selgusid parimad teaduse tutvustajad. SA Archimedes [<http://www.archimedes.ee/teadpop/index.php?id=45>]
27. Robotex. (14.03.2010). Robotex 2009. [<http://www.robotex.ee/et/content/robotex-2009>]

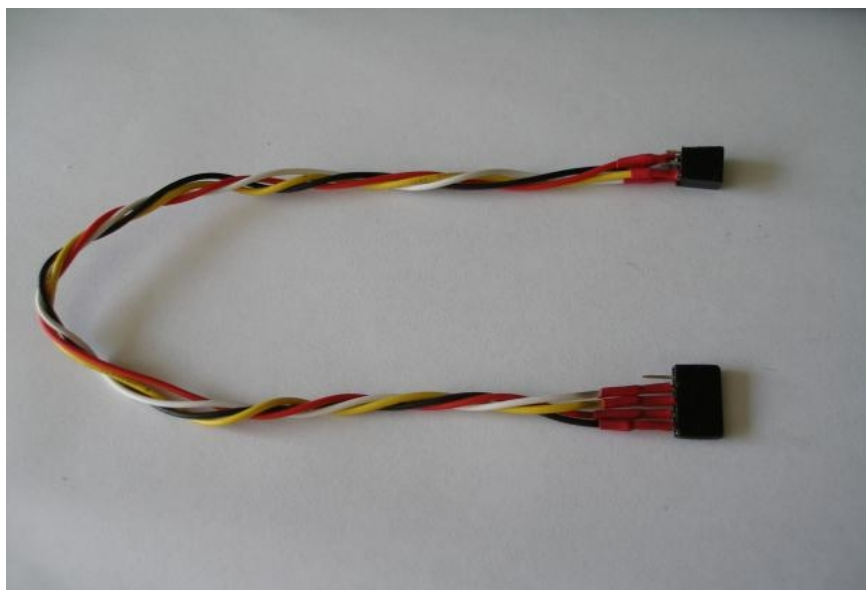
28. Heureka. (03.05.2010). Heureka. [www.heureka.fi]
29. NASA Education. (02.05.2010). NASA Academy.
[http://mynasa1.nasa.gov/offices/education/programs/descriptions/Robotics_Academy.html]
30. British Association for the Advancement of Science. (01.04.2010). The Beatles Show Link Between Positive Experiences And How Memories Are Shaped.
[http://www.sciencedaily.com /releases/2008/09/080908073843.htm]
31. ITK Robootikaklubi. (15.02.2010). ITK Robootikaklubi Eesmärgid.
[http://robot.itcollege.ee/?q=node/1]
32. Robotex. (12.04.2010). Robotex 2008. [http://www.robotex.ee/et/ajalugu/2008]
33. Ernits, M. (29.05.2010). Sumorobotikoolitus. [http://robot.itcollege.ee/?q=node/83]
34. ITK Robootikaklubi. (02.05.2010). Kaamera. [http://robot.itcollege.ee/camera.php]
35. Karp, T., Gale, R., Lowe, L.A., Medina, V., Beutlich, E. (2010). Generation NXT: Building Young Engineers With LEGOs. IEEE Transactions on Education. Nr. 53, lk 80-87
36. Parallax. (06.05.2010). Standard Servo (#900-00005).
[http://www.parallax.com/dl/docs/prod/motors/stdservo.pdf]
37. Rekato. (05.05.2010). LEGO MINDSTORMS® Education Base Set.
[http://www.rekato.ee/index.php?page=78&group_id=29&product_id=2279&action=show_product_details]
38. Kooliroboti Projekt. (02.05.2010). Kooliroboti Projekt.
[http://www.roboutika.ee/lego/joomla/]
39. Eesti Kunstiakadeemia. (02.05.2010). Õppeaine kirjeldus.
[http://ois.artun.ee/oppeaine.asp?id=6128]
40. Plektrum Festival. (09.12.2009). Töötoad.
[http://www.plektrumfestival.ee/festival/tootoad/]
41. ELFA Elektroonika. (02.05.2010). AVR ISP in-system programmer.
[http://www.elfaelektroonika.ee/cgi-bin/web_store.cgi]
42. Arduino. (03.05.2010). Arduino. [http://www.arduino.cc/]
43. VexRobotics. (03.02.2010). Robot Starter Bundles.
[http://www.vexrobotics.com/products/vex-robot-starter-bundles]
44. Vex Robotics. (04.04.2010). Vex Microcontroller.
[http://www.vexrobotics.com/products/accessories/logic/276-2170.html]

45. VexRobotics. (02.05.2010). VexRobotics. [<http://www.vexrobotics.com/>]
46. Tribotix. (03.04.2010). Tribotix: Articles and Tutorials.
[<http://www.tribotix.info/Articles&Tutorials/ArticlesTutorials.htm>]
47. RoboWorks. (01.03.2010). RoboEducators Robotics Curriculum. [<http://www.robo-works.net/roboeducators.html>]
48. For Inspiration and Recongniticon of Science and Technology. (03.04.2010). For Inspiration and Recongniticon of Science and Technology. [<http://www.usfirst.org/>]
49. FIRST LEGO League. (11.05.2010). FIRST LEGO League.
[<http://www.firstlegoleague.org/community/>]
50. Ernits, M. (12.03.2010). Vau faktor. [<http://deepzone0.ttu.ee/aa/modules.php?name=News&file=article&sid=258>]
51. Balch, T., Summet, J., Blank, J., Kumar, D., Guzdial, M., O'Hara, K., Walker, D., Sweat, M., Gupta, G., Tansley, S., Jackson, J., Gupta, M., Muhhamad, M., Prashad, S., Eilbert, N., Gavin, A. (2008). Designing Personal Robots for Education: Software, and Curriculum. IEEE Pervasive Computing. Nr. 7, lk 5-9
52. NetMarketshare. (05.05.2010). Operating System Market Share.
[<http://marketshare.hitslink.com/operating-system-market-share.aspx?qprid=10>]
53. ELFA Elektroonika. (07.04.2010). ELFA Elektroonika.
[<http://www.elfaelektroonika.ee/>]
54. ITK Robootikaklubi. (01.05.2010). Mikrokontrolleri plaadi trükkplaadi tõmmise mask. [<http://robot.itcollege.ee/platvorm/proseplaat.pdf>]
55. ITK Robootikaklubi. (01.04.2010). RS232 mooduli trükkplaadi tõmmise mask.
[<http://robot.itcollege.ee/platvorm/RS232.pdf>]
56. Allan Vein. (04.05.2010). Platvormi koduleht. [<http://robot.itcollege.ee/platvorm/>]
57. Arduino. (01.04.2010). Arduino Downloads. [<http://arduino.cc/en/Main/Software>]
58. Atmel. (11.05.2010). ATmega48/88/168.
[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/2545S.pdf]
59. Sub-Micro Servo. (02.04.2010). Servo datasheet.
[<http://www.gwsus.com/english/product/servo/001.htm>]

Lisad

Lisa 1: Programmeerimiskaabel

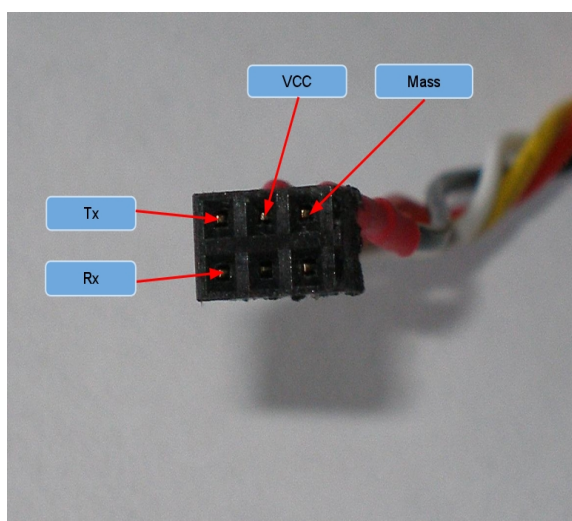
Programmeerimiskaabel (Joonis 23) on juhe, mis ühendab mikrokontrolleri mooduli RS232 mooduliga.



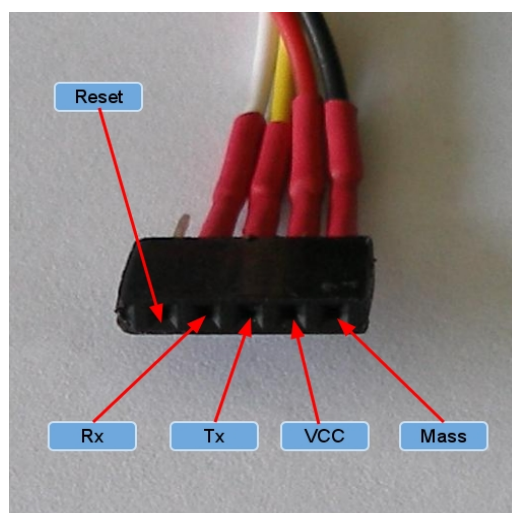
Joonis 23: Programmeerimiskaabel

Kaablil on kaks ühenduspesa:

- Programmeerimiskaabli mikrokontrolleri poolne pesa (Joonis 24);
- Programmeerimiskaabli RS232 mooduli poolne pesa (Joonis 25).

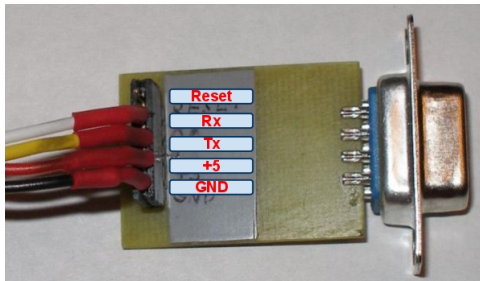


Joonis 24: Programmeerimiskaabli mikrokontrolleri mooduli poolne pesa

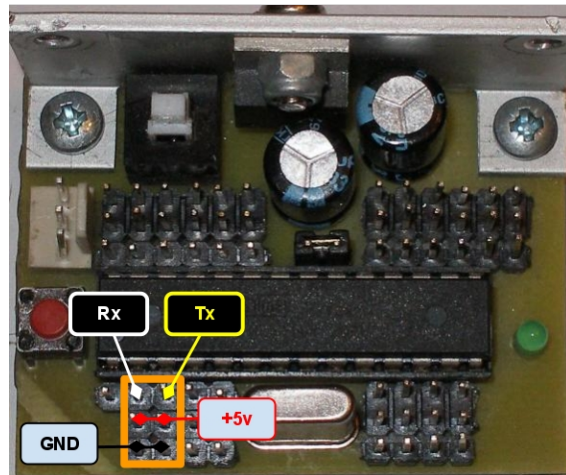


Joonis 25: Programmeerimiskaabli RS232 mooduli poolne pesa

Programmeerimiskaabli ühendamisel tuleb silmas pidada, et nad õiget pidi ühendatakse. Jooniselt 26 on näha väljaviikude tähistust RS232 moodulil ja Joonisel 27 on välja toodud programmeerimiskaabli pistiku mikrokontrolleri mooduli poolsete väljaviikude tähistus. Kõige lihtsam on neid ühendada massi asukoha järgi programmeerimiskaablil.



Joonis 26: Programmeerimiskaabli ja RS232 mooduli pistik



Joonis 27: Mikrokontrolleri mooduli programmeerimiskaabli pistik

Lisa 2: Tarkvaraplatvormi installeerimisjuhend

Nõuded:

- vähemalt 512 MB USB mälupulk;
- internetiühenduse olemas olu.

Esimeseks sammuks on [platvormi kodulehelt](#) [56] alla laadida kõige suurema väljalaske versiooniga tarkvaraplatvorm ning pakkida ta lahti mälupulga juurkataloogi. Veenduge, et mälupulgale on tekkinud kolm kataloogi. Number kataloogi nimes tähistab väljalaske versiooni, näiteks `arduino-00018-linux` tähendab, et tegemist on versiooniga 00018 mis on mõeldud *Linux* operatsioonisüsteemi jaoks. Linuxi puhul on lisaks vajalikud:

- `java-runtime`;
- `avr-gcc-c++`;
- `avr-gcc`;
- `avr-libc`.

Antud programmid saab installeerida järgneva käsuga:

```
sudo apt-get install sun-java6-jre avr-libc gcc-avr avrdude
```

Näide kataloogidest, mis mälupulgale tekkivad:

- `arduino-00018-linux`;
- `arduino-00018-windows`.

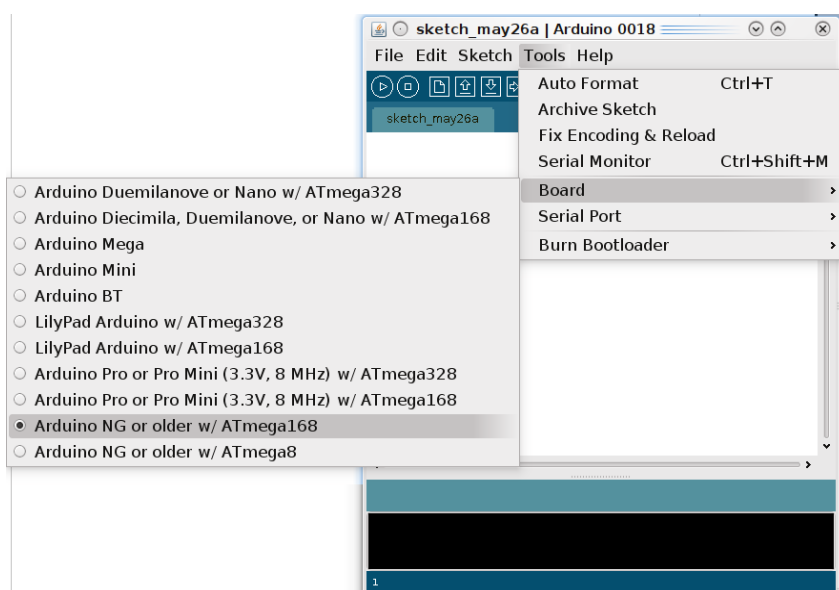
Lisa 3: Tarkvaraplatvormi käivitamine ja kasutamine

Avage oma lemmik failihaldusprogrammiga (*Windowsi* korral *Explorer*) lisa 2 olevate juhiste järgi koostatud mälupulga juurkataloog ning sisenege alamkataloogi, mis sisaldab Teie poolt kasutatava operatsioonisüsteemi nime (*Linux* distributsiooni korral näiteks *arduino-00018-linux*). Kui kasutate:

- *Linuxit*- topeltklikake failil nimega *arduino*
- *Windowsi*- topeltklikake failil nimega *arduino.exe*

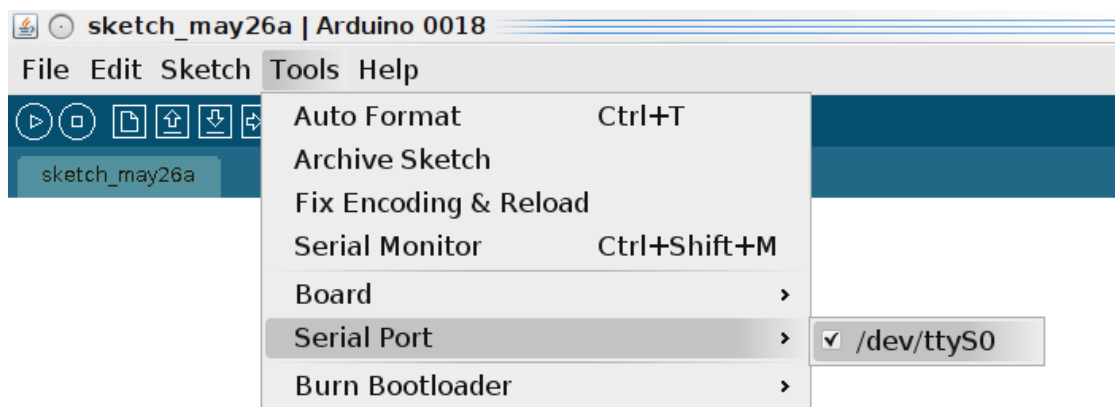
Selle peale avaneb *Arduino* tarkvarakendus. Valige menüüst *Tools->Board->“Arduino NG or older w/ATmega 168* (Joonis 28).

Ühendage RS232 moodul personaalarvuti taha ning programmeerimiskaabli abil mikrokontrolleri mooduliga (antud tegevus on kirjeldatud lisa 1). Seejärel ühendage mikrokontrolleri mooduli külge toitemoodul ja lülitage mikrokontrolleri moodul sisse (Lisa 4).



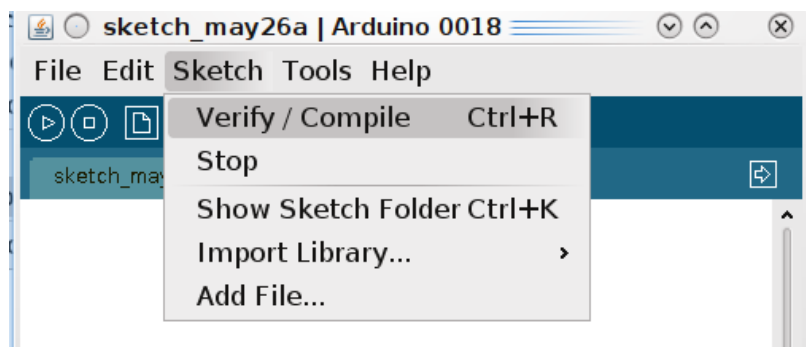
Joonis 28: Tarkvaraplatvormi seadistamine mikrokontrolleri moodulit kasutama

Seejärel valige menüüst *Tools-> Serial Port* ning valige järjestikliides mille külge on RS2323 moodul ühendatud (Joonis 29)



Joonis 29: Jadaühenduse pordi valik Arduino tarkvarakeskkonnas

Programmi kopileerimiseks tuleb valida *Sketch-Verify/Compile* (Joonis 30)



*Joonis 30: Arduino tarkvaraplatvormiga programmi
kompileerimine*

Programm laadmiseks mikrokontrolleri moodulisse, tuleb vajutada antud mooduli reset nuppu, oodata sekund ja siis vajutada *File-> Upload to I/O Board* väljal (Joonis 31). Programmi saab moodulisse laadida ainult paar sekundit peale mooduli alglaadimist. Kui programmi laadimine ebaõnnestus, tehke mikrokontrolleri moodulile jälle restart ja proovige uuesti.

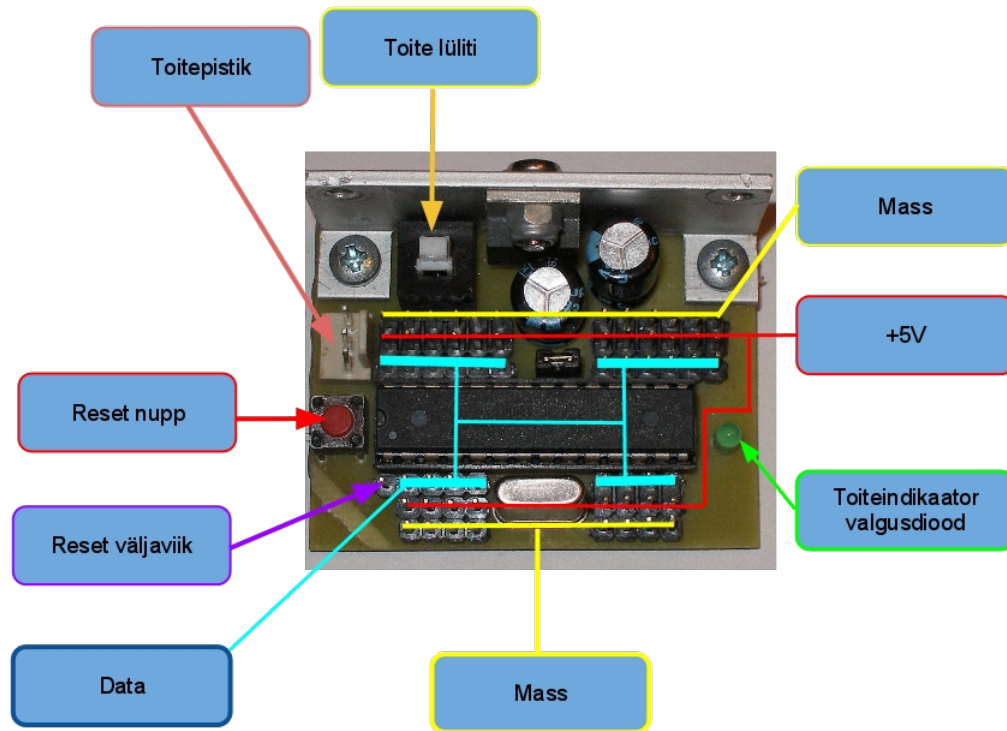
File	Edit	Sketch	Tools	Help
New			Ctrl+N	
Open...			Ctrl+O	
Sketchbook				>
Examples				>
Close			Ctrl+W	
Save			Ctrl+S	
Save As...			Ctrl+Shift+S	
Upload to I/O Board			Ctrl+U	
Page Setup			Ctrl+Shift+P	
Print			Ctrl+P	
Preferences			Ctrl+Comma	
Quit			Ctrl+Q	

*Joonis 31: Programmi laadimine
mikrokontrolleri mooduli
programmimällu*

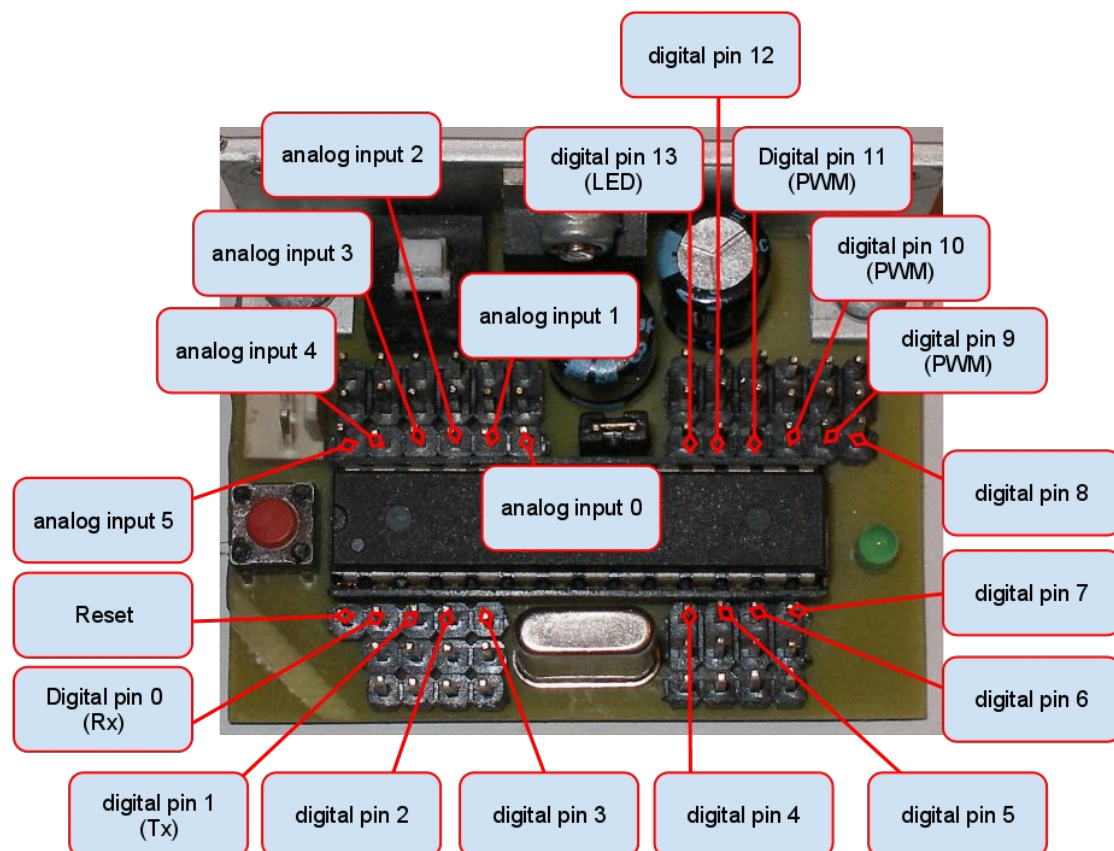
Lisa 4: Mikrokontrolleri mooduli väljaviigud

Joonisel 32 antakse üldine ülevaade mikrokontroller mooduli komponentidest.

Joonisel 33 on eraldi ära toodud väljaviigud nii, nagu nad on *Arduino* tarkvaraplatvormis tähistatud



Joonis 32: Mikrokontrolleri mooduli väljaviigud ja lülitid



Joonis 33: Mikrokontrolleri mooduli väljaviigud

Lisa 5: Pinge mõõtmise ülesanne

Töötada võib nii grupis kui iseseisvalt.

Ülesande jaoks vajalikud materjalid:

- mikrokontrolleri moodul;
- toitemoodul;
- lisamoodul tester;
- mikrokontrolleri tootjainfo [58];
- *VCC* tähendab positiivset toitepinget ja *GND* massi.

Ülesande: Leida ja mõõta mikrokontrolleri toitepinge, kasutades testrit ja [tootjainfot](#) [58]

Vihje: ühendage toite moodul mikrokontrolleri mooduliga ja lülitage mikrokontroller sisse.

Vastus: toitepinge on mõõtes mikroprotsessori jalgadelt volti

Lisa 6: Ratta ülesanne

Ülesanne on mõeldud grupitööna.

Ülesande jaoks vajalikud materjalid

- joonlaud;
- servo moodul;
- servo tootjainfo [59].

Ülesanne: Leida antud servo ja rattaga roboti maksimumkiirus.

Vihje: Proovi sõnastada antud ülesanne esialgu matemaatiliselt.

Vastus: antud roboti maksimumkiirus oleksmeetrit sekundis.

Lisa 7: Koolituste tagasiside

Antud lisa kirjeldatakse lühidalt koolitustelt saadud tagasisidet. Enamik koolitusi toimusid sumorobotiplatvormiga. Üldistavalt võib öelda, et tagasiside oli emotsionaalne ja positiivne. Õppurid elasid häälerikkalt oma robotitele kaasa, praktilise tegevusega ei jäänud keegi hätta (kuigi koolitusest noorim osavõtja oli 10 aastane). Positiivselt suhtuti etteantud ülesannetesse, isegi siis kui poldud kunagi varem robootika ega programmeerimisega kokku puutunud. Mitmel juhul võis näha, kuidas alguses passiivne klass elas töötoa lõpuveerandis emotsionaalselt oma robotile kaasa. Mitmed osavõtjad uurisid, millal toimub uus koolitus. Koolitusel osalenud keskkoolide õpetajad olid huvitatud võimalusest korralda töötuba ka nende kodukoolis.

Tagasidest võib välja tuua järgmised aspektid:

- emotsiooni esilekutsumine annab tõuke motivatsiooni tekkimiseks;
- piisava motivatsiooni korral süvenevad õppurid keerulistesse probleemidesse;
- robootika on sobiv huvi loomise vahend;
- mida noorem on grupp, seda aktiivsemad ja emotsionaalsemad on osalejad;
- huvi antud koolituste vastu on suur.