



ROBOTICS
FOR SCHOOLS

ROBOOTIKA RAKENDAMINE KOOLIDES

Autorid: Raivo Sell, Heilo Altin

Erasmus+

Sisukord

[Sissejuhatus](#)

[Metoodika robotika õpetamiseks](#)

[Avastusõpe](#)

[Robotika õpetamise ja õppimise kontseptsioon - RTL](#)

[Kombineeritud õppe didaktiline kontseptsioon](#)

[Online eksperimenteerimine tehnoloogia õppekavas](#)

[Kauglabori veebiportaal](#)

[Õpituatsioonid Kauglaborikeskuses](#)

[Robotika komplektid](#)

[LEGO Mindstorms](#)

[Robotika Kodulabori komplekt](#)

[Arduino komplekt](#)

[Raspberry Pi](#)

[Ühiskond ja robotika](#)

[Eesti mudel](#)

[Õppekava Eestis gümnaasiumiastme robotikale](#)

[I aste – Sissejuhatus robotikasse](#)

[II aste - Robotika ja mehhatroonika](#)

[Õpetajakoolitused ja koostöö](#)

[Eestis koolirobootikat toetavate projektide roll](#)

[Rahastamine](#)

[Olukorra ülevaade ja head praktikad partnerriikides](#)

[Robotika õpe](#)

[Koolirobootika ülevaade partnerriikides](#)

[Soome](#)

[Rootsi](#)

[Suurbritannia](#)

[Kokkuvõte partnerriikide hetkeolukorrast](#)

[Kokkuvõte](#)

[Multimeedia](#)

[Viited videotele & animatsioonidele](#)

[Viited ja lingid](#)

Sissejuhatus

Robootika on hirmutav ja samas inimestes huvi tekitav valdkond. Inimesed ei märka, kui palju nende elus igapäevaselt robotitest sõltub. Robotid on kõikjal meie ümber, aga mitte humanoidide kujul. Tekib küsimus – mis siis robot täpselt on?

Roboti defineerimiseks on erinevaid seletusi, antud dokumendis peame roboti all silmas andur-kontroller-täitursüsteemi. Seda võib võrrelda inimolendiga. Ka meil on meeled – haistame, tunneme, näeme, kuuleme ja maitseme. Roboti meeli nimetatakse anduriteks. Robotite ja inimeste puhul on andurid ja meeled ainus viis keskkonda tajuda. Robotitel on kontrollerid, inimestel aju. Aju on meie juhtimiskeskus – informatsioon anduritelt/meeltelt suundub kontrollerisse/ajju, mis teeb omakorda info põhjal otsuseid. Otsuse tulemus võib olla näiteks liigutus, milleks kasutame lihaseid. Roboti lihasteks on täitured nagu näiteks mootorid, mis on osaks andur-kontroller-täitursüsteemist.

Robootika leiab kasutust tööstus-, meditsiini- ja transpordi valdkonnas. Lisaks saab seda kasutada ka haridusvaldkonnas, kuna pakub õpilastele huvi ning arendab kriitilise mõtlemise, probleemilahendus-, programmeerimis-, projekteerimis- ja teisi vajalikke oskusi. Sobiva metoodikata on siiski raske panna lapsi kasutama matemaatikat ja füüsikat ning õppimist nautima. Õpilased kasutavad arvuteid ja teisi nutiseadmeid igapäevaselt, aga see ei tee neist programmeerijaid ega IT-tehnolooge, sest nad kasutavad seadmeid vaid info vahetamiseks. Nad ei loo midagi uut, kuigi arvutites peitub palju potentsiaali, need on võimsad tööriistad. Robootika puhul ei saa õpilased roboteid niisama kasutada, nad peavad robotid ise looma ja neid testima. See on oluline erinevus robootika ja arvutite kasutamise vahel. Antud dokumendis on kirjeldatud mõningaid maailmas levinud meetodeid robootika õpetamiseks, eriti Eestis, Soomes, Rootsis ja Ühendkuningriigis. Ühtlasi saate ülevaate, kuidas on robootika haridusse ja koolide töösse lõimitud. Loodetavasti saate uusi ideid, kuidas haridust robootika abil rikastada.



Joonis 1. Lapsed robotivõistlusel

Antud dokument tutvustab erinevaid metoodikaid, andes sealhulgas juhiseid, kuidas erinevate tegevuste abil robootikat koolides rakendada. Eesti näidismudelit kirjeldatakse detailsetl ning

jagatakse ka praktilisi juhiseid. Peamine sihtrühm on algkool-gümnaasium, kuid aeg-ajalt on meeles peetud ka kutseharidust.

Metoodika robotika õpetamiseks

Maailmas on olemas palju robotikaplatvorme, õpetamismeetodeid aga vähe.

Tundides kasutavad õpetajad meetodeid läbisegi või muudavad need endale käepärasemaks.

Erinevaid suundasid saab jagada kuude kategooriasse.

Lühidalt tutvustatakse järgmisi käsitlusi:

- avastusõpe;
- koos õppimine;
- probleemõpe;
- projektõpe;
- võistluspõhine õpe;
- kohustuslik õpe;
- uurimuslik õpe

Avastusõpe

See meetod on eelpool nimetatuid kõige ajamahukam. Õpe toimub avatult ja otsese suunamiseta, mis muudab meetodi stressirohkemaks, kuna õpilased peavad vastusteni iseseisvalt jõudma. Küsimustele tuleb vastata Sokratese meetodil, mis tähendab, et juhendajad otseseid vastuseid ei anna, õpilasi suunatakse ise vastuseid leidma. Meetod võtab rohkem aega ja ühtlasi on raske täheldada õpilastes oskuste arengut. Iseseisvalt vastuste leidmisel on aga suur mõju uute teadmiste töötlemise ja talletamise oskusele.

Koos õppimine

Seda meetodit võib kasutada ükskõik millise teise robotika õppemeetodiga koos. Meetodi olemus ja tähtsus seisneb õpilaste või õpilasgruppide vahelises suhtluses ja et õpilased või grupid töötavad sama eesmärgi nimel. Enamustel juhtudel on grupis kaks õpilast, kellest üks vastutab tarkvara ja teine riistvara eest. Koostöö tähendab teadmiste, oskuste ja strateegiate jagamist gruppide vahel. Ühtlasi lähendab see õpilasi õpetajaga, kuna viimane osaleb aktiivselt õpilastevahelises suhtluses. Kui õpetaja ei tea vastust, on ta õpilastega samal teadmiste tasemel ja nad õpivad koos.

Probleemõpe

Probleemide lahendamine on robotitega töötamise puhul vältimatu. Uue süsteemi ehitamine näitab tehnikule algetapis kätte olulised vead ning see arendab veel üht väärtuslikku oskust – planeerimist. Mida enam aega kulutatakse planeerimisele, seda vähem probleeme hiljem tekib. Õpilastele tuleb ette anda õiged/sobivad probleemid. Võtame näiteks programmeerimise. Kui algaja programmeerija hakkab uues programmeerimiskeeles töötama, vajab ta keele ja süntaksi kohta eelteadmisi. Mida rohkem programmeerimisega tegeletakse, seda lihtsamalt ja kiiremini omandatakse uus programmeerimiskeel. Õpilasel/programmeerijal kujuneb algoritmilise

mõtlemise oskus. Uue keele omandamiseks on vaja tunda vaid süntaksit. Kui noored õpilased programmeerimisega alustavad ja jäävad süntaksiga jänni, kaob neil kehvade tulemuste tõttu motivatsioon. Süntaksi vigade asemel peaksid õpilased pöörama tähelepanu pigem sellele, kuidas nad mõtlevad. Programmid peaksid olema lihtsas seoses kasutaja soovidega. Robot, mis viib täide kasutaja programmi, peegeldab kasutaja mõtteid. Füüsiliste esemetega õppimine täiustab õppija mõtlemisvõimet. Probleemilahendus füüsiliste esemetega ei tohiks olla väga detailidesse laskuv (näiteks programmeerimiskeele süntaksi keskne).

Projektõpe

Projektõppe puhul saavad ülesande õpilasgrupid. Ülesandeks võib olla kas info uurimine või otsimine. Meetod on tihedalt seotud koostööga. Projektõpe on tõhus õpimeetod, aga sel on üks kriitiline etapp – ülesannete jaotus. Kui õpilased ei suuda ülesandeid ega rolle omavahel ära jaotada, kahaneb meetodi kasutegur. Meeskonnatöö mängib selle meetodi puhul tähtsat rolli. Projektõpe koosneb kolmest etapist – avastamine, eksperimenteerimine ja loomine. Gruppidele antakse täita projekt, mis eeldab mahukamat tööd kui ühe või kahe õpilase panus.

Võistluspõhine õpe

Antud meetod leiab robotikas kõige enam kasutust. Õpilased võtavad robotivõistlustest osa oma ehitatud robotitega. Võistluseks valmistumise käigus ehitavad ja testivad õpilased riistvara ja programme. Võistlusfaktori tõttu lahendavad nad ka esile kerkivaid probleeme motiveeritumalt. Eesmärgini jõudmiseks kasutavad õpilased ka matemaatikat, füüsikat ja teisi õppeaineid. Sellisel moel omandatud teadmistel on suurem mõju kui faktipõhisel õppel. Võistluspõhist õpet võib lisaks koolidevahelisele võistlusele kasutada ka õppetunnis. Arvestama peab aga sellega, et igaühele ei sobi võistlemine, pidev pingutamine ja teistega konkureerimine. Lahenduseks võib olla võistlemine standardite mitte klassikaaslastega.

Kohustuslik õpe

See meetod pole eriti levinud. On üksikuid näiteid sellest, kuidas robotika on osa õppekavast. Antud meetod sobib õpilastele, kes avastavad oma oskusi roboteid kasutades. Samas aga võetakse sel moel õpilastelt valikuvõimalus, vaba tahe, mis on hariduses oluline faktor. Robotikat võib kasutada kohustusliku ainena vaid teatud astmeni, millest edasi saavad õpilased ise valida, kas sellega jätkata või mitte

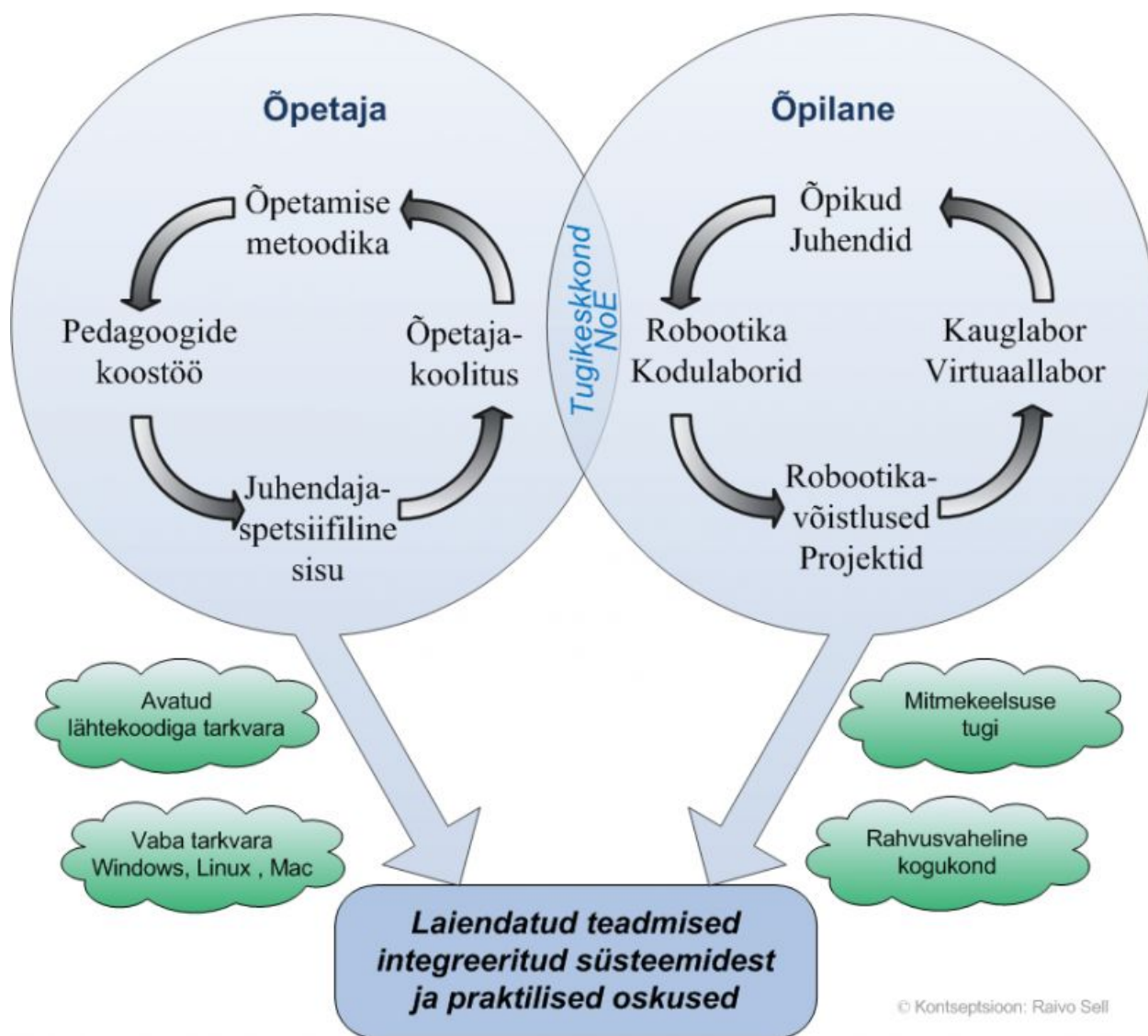
Uurimuslik õpe

Antud suund on paljutöötav meetod, mis aitaks kasvatada robotika mõju haridusele. Uurimusõpe on konstruktivistlik lähenemine õppimisele, mille käigus toimub avastamine läbi eksperimentide ja vaatluse. Püstitatakse hüpotees, kavandatakse katse, kogutakse andmeid, analüüsitakse tulemusi ja tehakse järeldused. Robotikal on suur roll eksperimenteerimise ja vaatluse läbiviimisel. Meetodi kasutamiseks on vajalikud spetsiaalsed töölehed ning tundide ette planeerimine.

Robootika õpetamise ja õppimise kontseptsioon - RTALC

Kombineeritud õppe didaktiline kontseptsioon

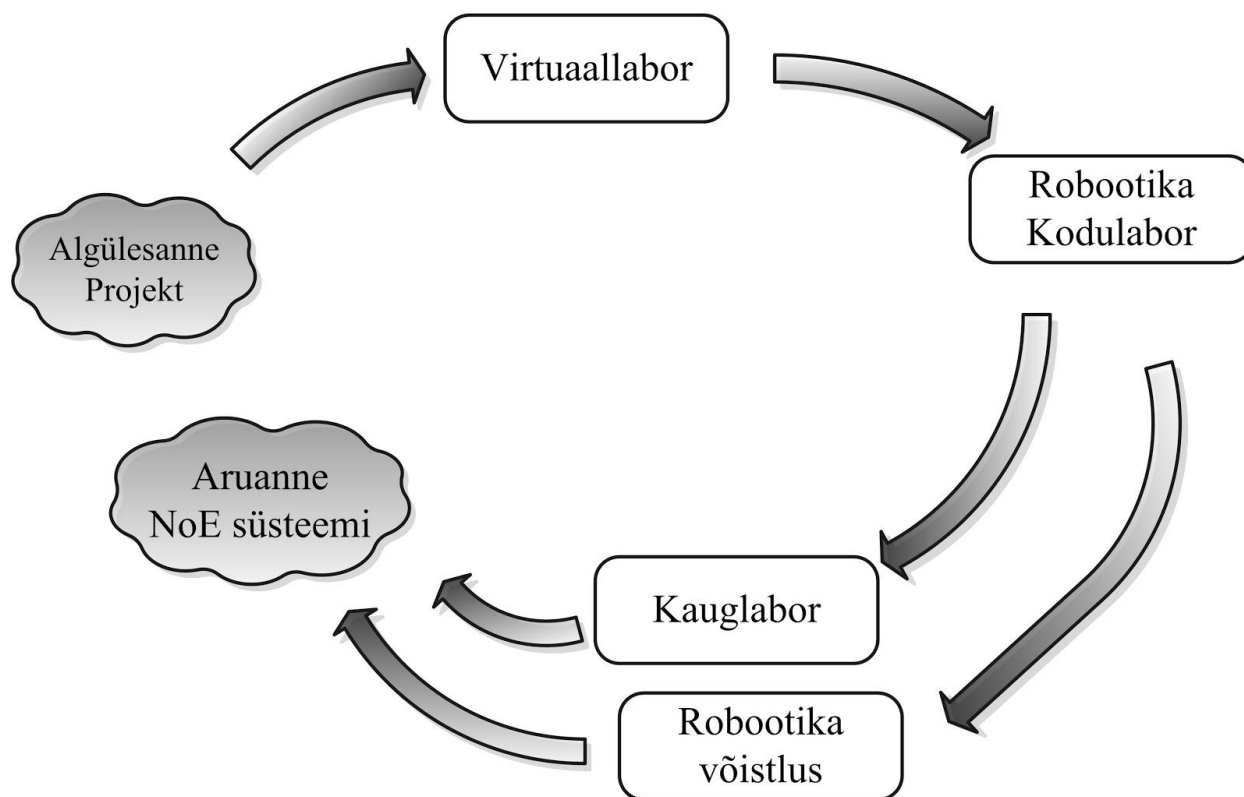
Didaktiline osa kontseptsioonist kätkeb endas nii strateegiat rakendamaks kombineeritud õpet igapäevases õppimises kui õppematerjale. Joonistelt 2. ja 3. võib näha, kuidas on seotud tehniline pool ja selle rakendamine pedagoogilises kontekstis. Joonis 2. põhineb kahel rollil – „õpetaja/juhendaja“ ja „õpilane/õppija“, kelle ühenduslülis on Network of Excellence (NoE). Õpetajatele pakutakse metoodikat, võimalus teha läbi rahvusvahelise platvormi teiste õpetajatega koostööd ning juhendajaspetsiifilist sisu - ülesannete lahendused, koolitusmaterjalid jms, mis on saadaval nii NoE-s kui koolitustel (näiteks „õpeta õpetajat“ seminarid) ning täiendavad õpetajate teadmisi vahendite/tööriistade olemasolu ja sisu kohta.



Joonis 2. Didaktiline ülevaade RTALC-st

Õppijale pakuvad tuge õpikud, juhised laboritööks ja teised e-õppe materjalid, millele on vaba juurdepääs läbi NoE. Lisaks on võimalik nii Robotika Kodulabori, Kauglabori kui Virtuaallabori materjale kasutades osaleda robotikavõistlustel või praktilistes projektides. Kontseptsiooni rakendamise peamine eesmärk on saavutada õpilase laiendada teadmised integreeritud süsteemidest ning arendada õppijate praktilisi oskusi selles vallas.

RTLC kontseptsioon tagab selle, et tehniline ja didaktiline osa täiendavad üksteist. Idee kohaselt loovad õpilased tarkvara, kasutades tavalist programmeerimisvahendit (näiteks AVR Studio või Code::Blocks) ning rakendavad tarkvara virtuaalsel riistvaral. Kuna programmikood on loodud standardse tööriistaga, töötab see samaväärselt nii reaalsel kui virtuaalsel riistvaral. Seeläbi omandavad õpilased praktilise programmeerimiskogemuse, mida saab rakendada ka päriselu probleemide korral. Vahendite kasutamise järjestust illustreerib Joonis 3. Õpilased saavad juhendajalt ülesande, mis on seotud kõigi süsteemi oluliste osadega. Kõigepealt lahendatakse ülesannet Virtuaallabori keskkonnas, mis on kättesaadav läbi virtuaalserveri. Ainsaks piiranguks võib olla õpilase arvuti võimsus ja Virtuaallabori serveri ühenduse kiirus.



Joonis 3. Seos erinevate kontseptsiooni etappide vahel

Kui õpilased on riistvaraga tuttavad, saavad nad oma lahendust testida ja praktiseerida Robotika Kodulabori komplekti abil. Eelviimane samm erineb sõltuvalt õppija haridustasemest. Mehhatroonikat valdavad õpilased jätkavad robotivõistlustega, ehitades Kodulabori komplekti abil erinevaid robotika rakendussüsteeme. Kasutajad saavad jätkavad harjutamist, ka ilma Robotika Kodulabori komplektita kasutades roboteid või komplekte Kauglabori süsteemi kaudu.

Online eksperimenteerimine tehnoloogia õppekavas

Kaugjuurdepääsetavad laborid, kus õpilased saavad läbi interneti juhtida ja jälgida robotika seadmeid, pakuvad alternatiivi individuaalsetele laborikomplektidele.

Kauglaboritel on järgnevad eelised [2]:

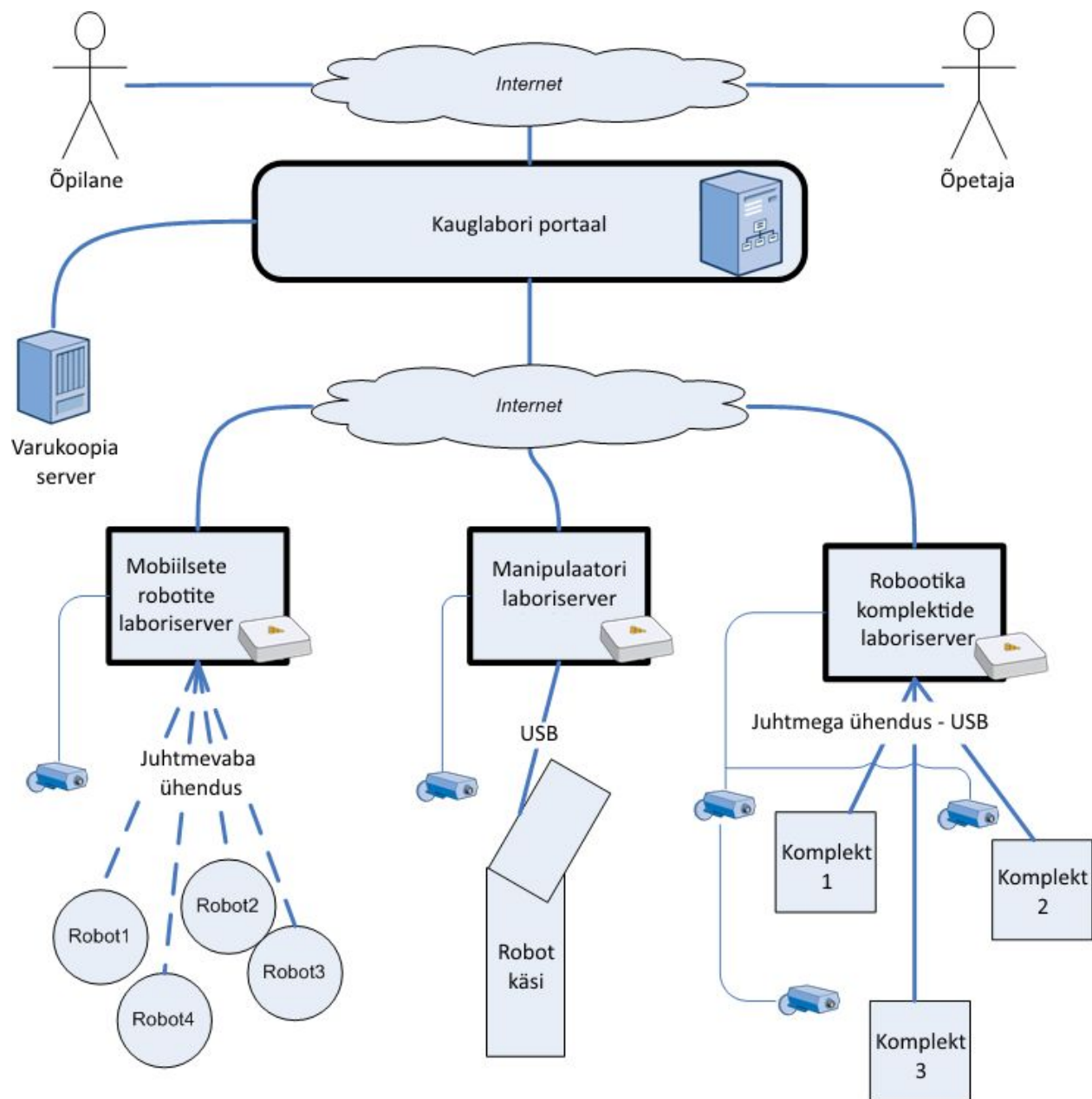
- õpilased saavad süsteemi siseneda ja katseid läbi viia ükskõik millisest maailmapunktist;
- kauglaborid võimaldavad ligipääsu kallitele täpisseadmetele, millel muidu on piiratud ligipääs;
- erinevalt simulatsioonist pakuvad kauglaborid tõelist laborikogemust, mis on tehnika õpetamisel väga oluline;
- kauglaborid võimaldavad töötada projektidega distantsilt.

Kauglabori veebiportaal

Tänapäeva tehnoloogiahariduses on vajalik eksperimenteerimise võimalus läbi interneti. Antud peatükis kirjeldatakse süsteemi Kauglabor ning seoseid õppimise ja õpetamisvahendite vahel. E-keskkond Kauglabori portaal (<http://distance.roboticlab.eu>) on osa eelpool kirjeldatud robotika õpetamise ja õppimise kontseptsioonist (RTLC) ja selle kohta saab rohkem informatsiooni siit [3], [4]. Kontseptsioonis on suur valik vahendeid ja meetodeid õpetamiseks interaktiivselt sidussüsteeme ja robotikat ning kasutamaks uusimaid veebitehnoloogiaid.

Kogu keskkond koosneb mitmest loogilistest serverites, mis võivad olla füüsiliselt kõik ühes serveris või jaotatuna mitme füüsilise serveri ja asukoha vahel. Praegune süsteem koosneb ühest füüsilisest portaalserverist ja igas laboris olevast programmeerimisserverist. Lisaks on võimalik lisada kõigile laboritele ja seadmetele eraldi reaalaaja infot edastav audio-video kaamerasüsteem.

Kauglabori süsteemi ülesehitusest annab ülevaate Joonis 4.



Joonis 4. Kauglabori e-keskkonna füüsiline ülesehitus

Labor koosneb mitmest sarnasest juhtmega või lühimaa juhtmeta sidemoodulist. Laborisse paigaldatakse reaalajas pilti edastav kaamera ja robotitega ühenduses olev programmeerimisserver. Programmeerimisserveri saab iga laboris asuva robotiga ühendusse astuda ja vajadusel neid programmeerida. Programmeerimisserver on ühendatud portaalserveriga, andes edasi ja valideerides suhtlust roboti ja kasutaja vahel.

Kauglabori portaali abil on võimalik täielikult laborit juhtida ning roboteid programmeerida, nii kaug- kui virtuaallaborites. Kauglabori põhifunktsionaalsus on:

- kasutajate ja gruppide haldamine;
- asukoha, labori ja seadmete haldamine;
- algkoodi valideerimine ja versiooni haldamine;
- juhtmeta ühendus seadmetega;
- laboriseadmete broneerimine ja õiguste omistamine.

Üldjoontes saab süsteemi jagada kolmeks:

- asukoht – organisatsiooniline tase, kus erinevad seadmed ja laborid füüsiliselt asuvad
- labor – virtuaalruum, kus erinevad seadmed kas füüsiliselt või virtuaalselt asuvad
- seade – samatüübilised seadmed ühes kohas/laboris.

Seadmed on omakorda jaotatud tüübist lähtuvalt alagruppidesse, näiteks mobiilsed robotid, manipulaatorid, tark maja jne. Videotagasiside süsteemi saab ühendada terve laboriga (tavaliselt kaks kaamerat) või iga seadmega eraldi. Kaamerate arv ja fookus sõltub labori tüübist. Liikuvate objektide puhul (nagu näiteks mobiilsed robotid) on laboris üldkaamera, mis on suunatud robotite liikumisalale. Paigalseisvate seadmete puhul nagu näiteks Robootika Kodulabori testkomplekt või manipulaator, on igal seadmel oma kaamera, mis näitab kogu seadme tööd. Kauglaboreid haldav veebilehekülg <http://distance.roboticlab.eu> on kasutajaliides, mille kaudu on olemas juurdepääs erinevatele kauglaboritele [5].

Kauglaborikeskus on spetsiaalne labor, millele on ligipääs läbi interneti. See keskendub spetsiifilisele varustusele või katsete seeriale, andes online juurdepääsu ning võimaldades protsesse jälgida ja juhtida. Kauglaborikeskused asuvad erinevate organisatsioonide juures nagu näiteks ülikoolid, kutsekoolid ja erinevad ettevõtted. Keskused pakuvad materjale ja ligipääsu erinevatele laboritele nagu mobiilne robotilabor, mikrokontrolleri testplatvorm ja targa kasvuhuone labor. Põhimõtteliselt võib kauglabori keskus olla varustatud reaalse riistvaraga ja toimida Kauglaborina või pakkuda virtuaalset riistvara simulaatorit - Virtuaallaborit. Kauglaborikeskuste prototüübid on toimivad Eestis, Saksamaal, Soomes, Leedus ja Portugalis.

Õpisisituatsioonid Kauglaborikeskuses

Õpisisituatsioon on uudne käsitusviis, mille eesmärk on iseseisva õppimise toetamine ja terviklik lähenemine probleemile. Teadmisi ja oskusi pakutakse praktilise tegevuse ja tulemusi taotleva õppimise kaudu, mitte üksnes deklaratiivse esitlusena.

Et õpisisituatsiooni konkreetses koolis kasutusele võtta, tuleb esmalt üle vaadata kooli õppekava ja õppesuunad. Kui leitakse sobiv õpisisituatsioon, määratletakse selle olulisus ka õppekavas ning ühildatakse kavaga kursuse osana või iseseisva kursusena. Õpisisituatsiooni tegelik maht (õpilaste tööaeg ja ainepunktide hulk) sõltub õpilaste ettevalmistusest ning aine osakaalust õppekavas. Näiteks kutsekoolis kulub mehhatroonika kursusele 100 tundi, kuid põhikooli baasil kutseõppuritel kulub elektroonika eriala omandamiseks umbes 280 tundi. Kui õpisisituatsioon paika pandud, määratakse õpitulemused ning kavandatakse õpiprotsess ja hindamiskriteeriumid. Õppetulemusi kirjeldatakse omandatud pädevuste ja oskuste põhjal.

Näiteks: õpisiituatsiooni lahendamise käigus omandab õpilane oskuse jagada keerulised tehnilised ülesanded alaülesanneteks, alaülesanded lahendada ja lahendused kirja panna.

Olulised pädevused:

- oskus jagada keerulised ülesanded alaülesanneteks
- oskus kirjeldada normipõhiselt allsüsteeme
- oskus tõlgendada praktiliste skeemide abil allsüsteemide funktsioone
- oskus kasutada sobivat metoodikat kirjeldamiseks seoseid mehhatroonikasüsteemides
- oskus kasutada mehhatroonikasüsteemide analüüsimeetodeid
- oskus tõlgendada, kalkuleerida ja mõõta elektrilisi parameetreid
- oskus kokku panna, programmeerida ning kasutada mikrokontrollereid ja mikrokontrollersüsteeme

Õpiprotsessi kavandamise käigus määratakse õppetöö viisid:

- individuaalne töö, paaristöö, grupitöö
- iseseisev töö tehnilise dokumentatsiooni ja andmelehtedega
- õppetöö klassis, laboris või e-keskkonnas (kauglaboris)

Väga oluline on, et õpilased saaksid vajalikud viited ja ligipääsu õppematerjalidele, e-keskkonnale, kauglaboritele ning vajadusel ka tarkvara või lingid, laadimaks alla ja paigaldamiseks vajaminevad programmid.

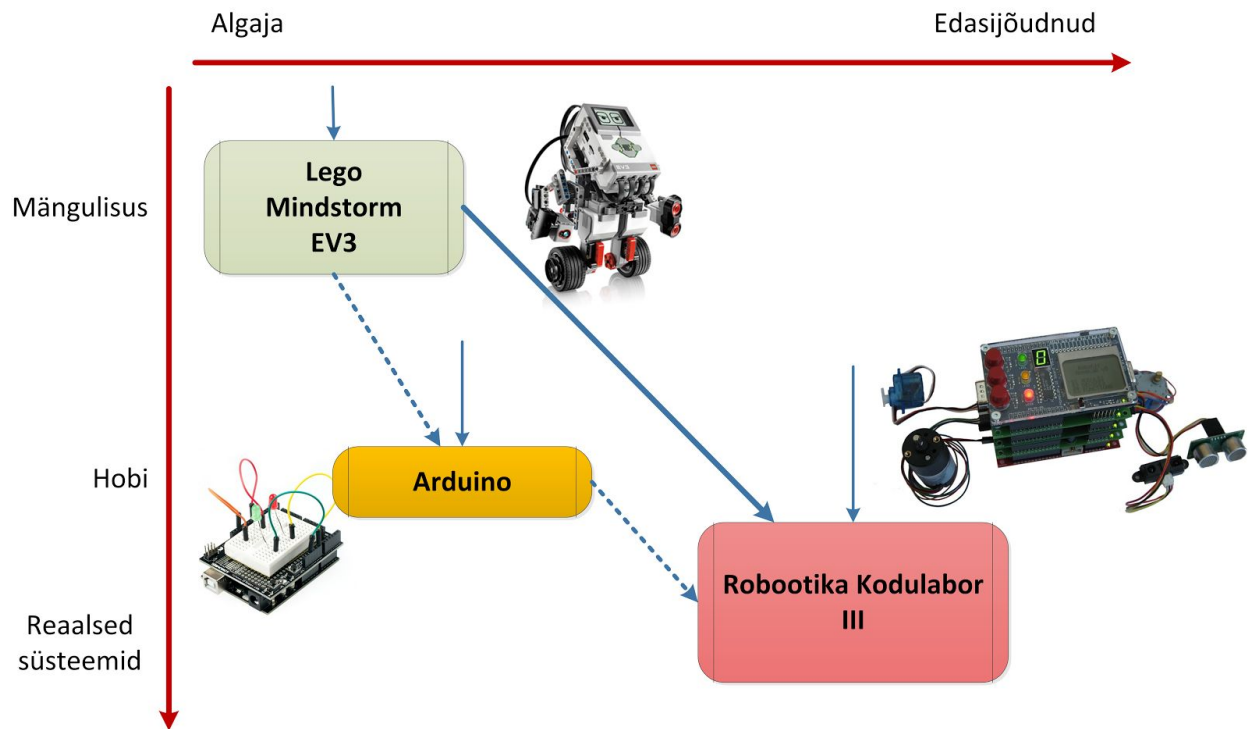
Sardsüsteemid on ühed olulisemad osad robotikas ja mehhatroonikasüsteemides. Tänapäeva nutitoodetel ja tööstuslikel süsteemidel on peaaegu alati juhtiv allsüsteem, mis töötab eelprogrammeeritud kontrolliga. Tarkvara tähtsus ja nõudlus selle ala spetsialistide järele üha kasvab. Kirjandusest [6] võib leida nimekirja õpisiituatsioonidest:

- survevalu automaatika
- joonejälgijarobot
- navigatsioonirobot
- manipulaator-tüüpi punktkeevitusrobot
- pneumaatiline mootor

Kõik õpisiituatsioonid on erinevatest valdkondadest, kuid kasutavad samasuguseid robotikasüsteeme. Robotika Kodulabori komplektid koosnevad tarkvara arenduspaketist ja erinevates keeltes kasutusjuhenditest ning näidisülesannetest. Kui kool on otnud Kodulabori komplektid, võib neid kasutada otseselt õppeprotsessis või kohendada õppekava vajadustega. Kirjeldatud õpisiituatsioonidel on alaülesanded projekteerimise, automaatse regulatsiooni, mikrokontrolleri juhtimise, C keeles programmeerimise ja tehnilise dokumenteerimise osas. Selline lähenemine võimaldab kasutada vabalt valitud materjale õppevahendina, näiteks LEGO Mindstorm komplekte noorematele ja vähese kogemusega õpilastele või Arduino mikrokontrolleri platvormi [6].

Robotika komplektid

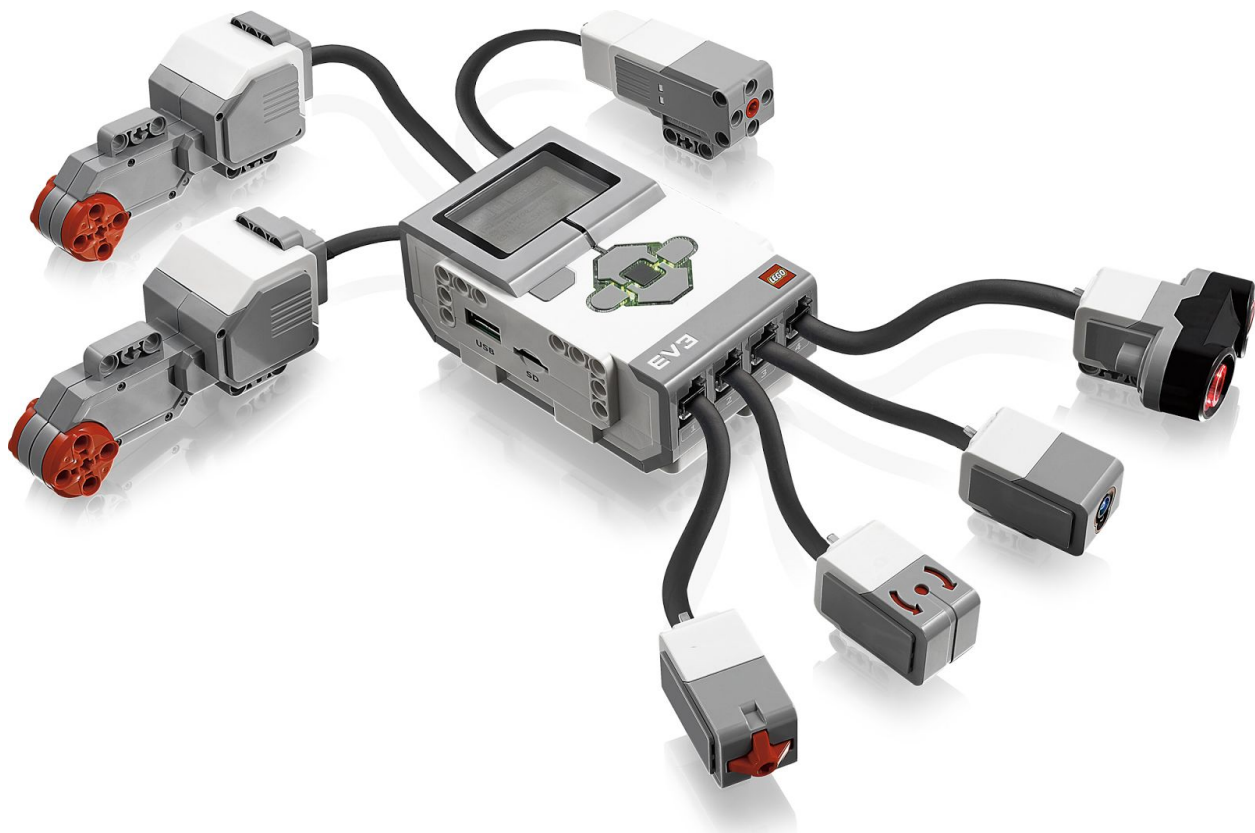
Ülevaade erinevatest komplektidest – klassifikatsioon ja asetus tasemeti.



Joonis 5. Robotika komplektide jaotus lähtuvalt õppija tasemest

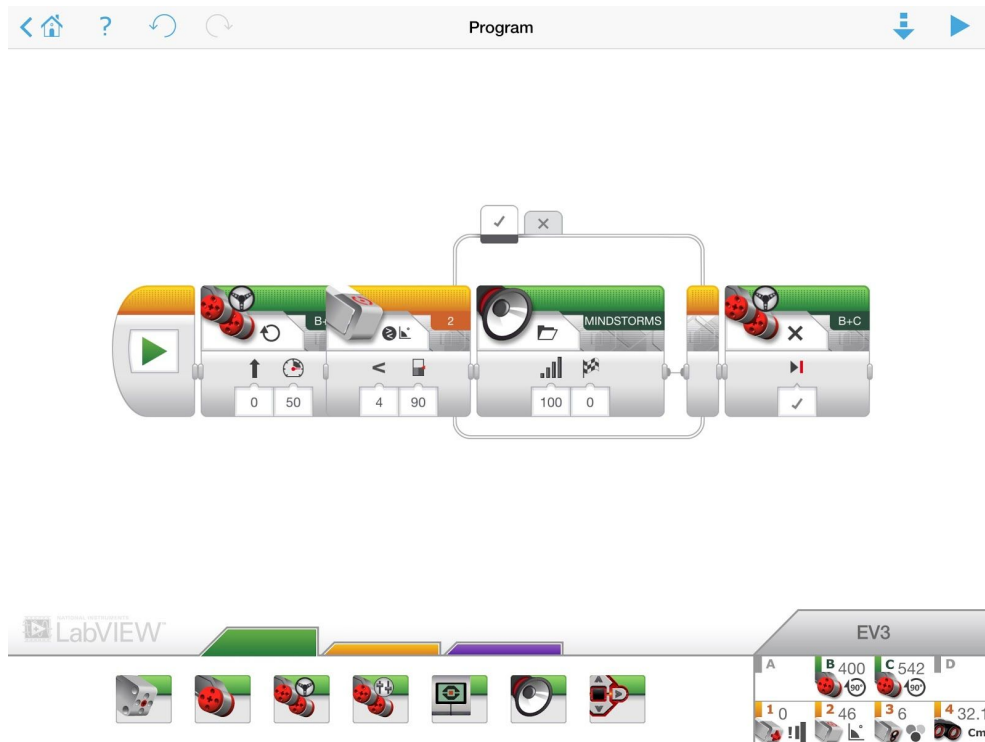
LEGO Mindstorms

LEGO Mindstorms on ilmselt üks enim kasutatud robotika komplekte koolides. Sel on lihtne kontrolleri, mis ühendub mootorite ja anduritega.



Joonis 6. Mindstorms EV3 robotika komplekt

Juhtplokil on neli väljund^{porti} mootoritele ja neli sisend^{porti} sensoritele, mis töötavad isehäälestusprintsibil (vt Joonis 6). Kõik ehitusosad on LEGO elemendid ja neid saab üksteisega ühendada vastavalt LEGO Technic põhimõtetele. LEGO Mindstorms komplekti suureks eeliseks on programmeerimiskeel kogemusteta õppijatele. Uued õppijad saavad vaid minutitega graafikakeele põhimõtte selgeks ning roboti liikuma (vt Joonis 7). Graafilisel programmeerimiskeelel on ka üks puudus – keerulised programmid eeldavad kõrgel tasemel programmeerimisoskusi. Tihtipeale ei kasuta õpilased pikkade algoritmide puhul koodi uuesti. Selle peamiseks põhjuseks on puudulikud teadmised ja vähene programmeerimisoskus. EV3 juhtplokk on programmeeritav ka teistes keeltes nagu C, Java või Python, mistõttu on võimalik platvormi õppevahendina ka kõrgkoolides kasutada. LEGO Mindstorms on ajasõbralik. Robotite kokkupanek ei võta palju aega ja kavandamisfaasis on vead lubatud. Tugeva metallist roboti ehitamine eeldab aga hoolikaid kavandeid ning hilisemad muudatused võivad osutuda kulukaks.



Joonis 7. Mindstorms EV3 graafilise programmeerimise keskkond LabVIEWs

Robootika Kodulabori komplekt

Robootika Kodulabor on AVR mikrokontrolleril põhinev omavahel seotud moodulite komplekt, mis on komplekteeritud kaasaskantavasse kohvrisse. Robootika Kodulaboriga saab teha erinevaid mehhatroonika- ja robootikaalaseid eksperimente, ehitada roboteid ning teostada harjutusi alates lihtsast LED indikaatori vilgutamisest kuni keeruka seadme ehitamiseni. Robootika Kodulabor on mõeldud eelkõige koolidele, sisaldades endas lisaks riistvarale ka metoodilist materjali ja harjutusülesandeid koos näidete ja lahendustega. Robootika Kodulabor on integreeritud oma veebikeskkonnaga, mis on suunatud õpilasele ja õpetajale ning võimaldab kasutajate omavahelist suhtlust. Lühidalt öeldes on Robootika Kodulabor mobiilne töövahendite komplekt, mida kasutatakse õppe ja harjutamise eesmärgil kodus, koolis või töökohal.

Robootika Kodulabori komplekti arendasid välja Tallinna Tehnikaülikool ja Eesti ettevõtte ITT Group koostöös Euroopa partnerülikoolidega Leonardo da Vinci programmi toel. Robootika Kodulabor on jagatud kaheks komplektiks. Komplekti, mis sisaldab kolme põhimoodulit: Kontrollerimoodul, Kasutajaliidese moodul, Kombomoodul ning lisavahendid, nimetatakse Kodulabori baaskomplektiks. Lisakomplekt sisaldab mitmeid andureid, mootoreid ja mooduleid erinevateks eksperimentideks ja kommunikatsiooni harjutamiseks, mida saab ühendada baaskomplekti Kombomooduli külge. Robootika Kodulabori baaskomplekti ja lisakomplekti mooduleid saab edukalt kasutada baasplatvormina roboti ehitamiseks või automaatikasüsteemide juhtmooduline. Virtuaallabor ja Kauglabor annavad Robootika Kodulaborile lisaväärtuse, võimaldades kasutada seda üle interneti.



Joonis 8. Robotika Kodulabori komplektid ja robot koos Kodulabori moodulitega

Arduino komplekt

Arduino komplekt (*Arduino Starter kit*) annab lihtsad juhised, kuidas komplekti kasutada ning pakub teostamiseks mitmeid loovaid projekte. Komplekt koosneb levinumatest elektroonika komponentidest koos 15 projekti sisaldava raamatuga. Alustades elektroonika põhitõdedega ja liikudes edasi keerukamate projektidega, aitab komplekt ehitada lihtsaid süsteeme erinevate andurite ja täituritega.



Joonis 10. Raspberry Pi baasil loodud robot

Ühiskond ja robotika

Robotika valdkond on viimastel kümnenditel huvi pakkunud mitmetele haridus-, teadus ja tööstusorganisatsioonidele. Robotika uskumatu areng ja levik sai alguse 1960ndatel USA-s, eelkõige tänu vaieldamatule panusele teadusesse, tehnoloogiasse ja ühiskonda ning mõjutab jätkuvalt igakülgsest inimeste elu. Robotikaalase teadustöö ja tehnoloogia rakendusvõimalusi on tootmis-, tervishoiu ja ükskõik millises valdkonnas. Igaühel neist on olulised eelised, mida järgnevalt kokkuvõtvalt kirjeldatakse.

Robotsüsteemid on, vaatamata inimele võrreldavale ja operaatoritele, väga täpsed ja suudavad operatsioone samamoodi korrata. Teisisõnu, inimesed ei suuda kunagi olla nii täpsed kui robotid, kuna neil pole piisavalt odomeetrilisi võimeid ning pädevust eristada detaile. Samuti on inimestel kalduvus teha vigu, tingituna väsimusest, ärevusest või vihast.

Pealegi on robotid kiiremad, kui neid optimaalselt disainida ja juhtida. Kuigi algselt tuleb teha mahukat uurimistööd ja põhjalikult parameetritega manipuleerida, viib oodatud kombinatsioonini jõudmine sihtidele – robotid töötavad reeglina usaldusväärselt, isegi inimestele liiga karmides tingimustes, vajades vaid teatud hulgal regulaarset kontrolli ja hooldust. Näiteks nii jada- kui paralleelühenduse mehhaanilistest manipulaatoritest said klassikalised robotsüsteemid, mis pani õitsema tootmistööstuse. Sajad teadlased pühendasid oma karjääri robotite disaini ja kontrolli optimeerimisele, võttes sihiks kõrgeima osavuse ja juhitavuse. Lisaks võivad robotid töötada lakkamatult, mis tähendab, et (erinevalt inimele võrreldavast) ei vaja nad pause ega puhkust, välja arvatud rikke korral.

Robotid päästavad ka inimesi, töötades ohtlikes töötingimustes inimeste asemel. Lihtsamalt seletatuna on robotid vastupidavamad füüsilisele ja vaimsele pingele või äkilistele muutustele. Lisaks suudavad robotid ülesandeid täide viia miniatuursel kui suurel skaalal. Esimesega on silmas peetud mikro- ja nanotasandil elektromehhaanilisi süsteeme, millel on erinevaid rakendusi, näiteks meditsiiniliste protseduuride kirurgia valdkonnas. Teisel juhul suudavad robotid tõsta hiiglaslikke objekte või omada suuremat jõudu kui inimesed kunagi võimalised on. Mis puudutab tõhusust ja kasu, edestavad robotid alati inimesi, kuna töötavad miinimumkahjudega.

Kokkuvõtteks, robotsüsteemid leiavad üha rohkem kasutust nii eksperimentaal- kui praktilistes rakendustes ning mõjutavad otseselt ja kaudselt praktiliselt kõiki teaduse ja tehnoloogiaharusid. Võib ka öelda, et robotika on fenomen, mis mõjutab mitmel moel kõikide inimeste elu. Seetõttu tuleb ühel hetkel igal inimesel paratamatult robotitega harjuda ja kohandada nad oma elutingimustega. Just haritud inimesed vajavad antud valdkonna kohta rohkem teadmisi, mida on vaja nende uurimisvaldkondades. Vajalik on kaasata õpilasi robotikaga seotud tegevustesse võimalikult vara, alustades näiteks gümnaasiumis.

Eesti mudel

Eestis tegeletakse robotikaga üldiselt õppetööväliselt, kuid on ka kohti, kus kasutatakse roboteid õppetundides. Üks näiteid on robotika ja mehhatroonika valikkursus, mis toimub tsükliõppena. Viite kokkuvõtva kirjelduse alla laadimiseks leiate dokumendi lõpust [10].

Robotikateater

Kui koolid tahavad hakata robotikaga tegelema, kutsuvad nad esmalt kooli külla Robotiteatri [8]. 45-minutilise interaktiivse robotiteteemalise loengu käigus tutvustatakse õpilastele robotika olemust, seadusi ning lõpus toimub etendus. Tavaliselt järgneb teatrile töötuba, kus kuni 24-liikmelised grupid saavad koostada oma esimese programmi ning juhtida roboti läbi takistusraja. Teatri ja töötoa mõte pole mitte meelt lahutada, vaid näidata õpilastele, õpetajatele ja kooli juhtkonnale, et programmeerimine ja robotite kasutamine pole keeruline. Eesmärk on kasvatada teadlikkust ja tekitada huvi IKT vahendite suhtes. Robotiteater külastab alati ka koole, kus on robotid olemas, et koole julgustada, näha nende arengut ja probleemidega aidata.

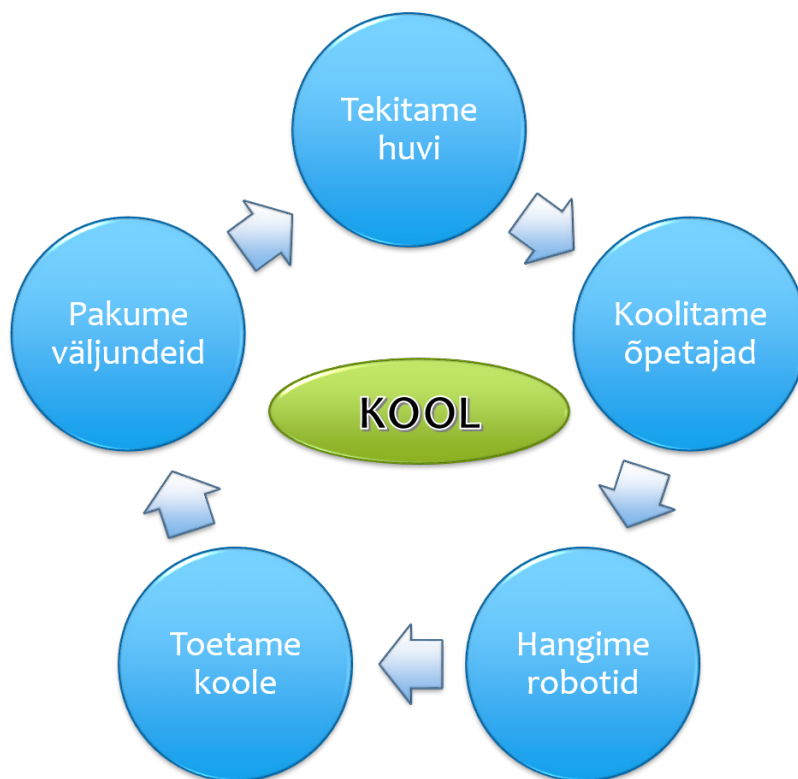
Koolitused

Pärast teatrit pakutakse õpetajatele 2-päevast tasuta koolitust, mille eesmärk on panna osalejad robotitega koos mõtlema, mitte robotikast kõike teadma. Pärast I astme koolitust võivad õpetajad järgneval aastal osaleda II astme koolitusel. Õpetajatele näidatakse uusi võimalusi, kuidas ühendada robotika matemaatika, füüsika, bioloogia, keemia ja informaatika õppimisega.

Robotid

Koolidel peaks olemas olema oma varustus, mis võib kujuneda takistuskiviks, kuna robotid on kallid. Eestis on koolid saanud rahalist toetust riiklikelt või kolmanda osapoole asutustelt.

Toetuse protsent on olnud 50-80%. Eeltingimused toetuse saamiseks on väljaõppega õpetaja ja võistlustest osavõtt.



Joonis 11. Robootika kontseptsioon Eesti koolides

Tugi

Õpilastele pakuvad tuge materjalid ja õpetajatele metoodika. Lisaks saavad õpetajad ühendust võtta spetsialistidega, kui tunnis peaks tekkima probleeme robotite kasutamisega. Samuti on olemas temaatiline **e-maili list**, kust saab erinevate teemade osas abi küsida või jagada häid kogemusi.

Õpitule väljundi leidmine

Õpetajad, lapsed ega koolid ei jäeta robotite ja materjalidega üksi töötama. Neid julgustatakse osa võtma võistlustest ja programmidest. See on oluline, sest järgib **võistluspõhise õppe** meetodeid. Tavaliselt sisustataksegi robootika kursus terve aasta jooksul mõneks võistluseks valmistumisega.

Õppekava Eestis gümnaasiumiastme robootikale

Riiklik õppekava Lisa 4

Täpsema informatsiooni ja lingid leiate siit [11, 12]

4.2. Ainevaldkondade ülene valikkursus “Mehhatroonika ja robotika”

Kursuse lühikirjeldus

Kursusel käsitletakse mehhatroonika- ja robotikasüsteemi põhimõisteid ning süstemaatikat, nende süsteemide kasutusvaldkondi ning eripära, seadmete projekteerimise üldisi aluseid; mehaanika, elektroonika ja tarkvara loomise üldpõhimõtteid; sissejuhatust anduritehnikasse ja ülevaadet sellest, andurite kasutamise üldpõhimõtteid; sissejuhatust mikrokontrolleritesse ja nende programmeerimisse; sissejuhatust täitursüsteemidesse ja nende tööprintsipidesse ning mehhatroonikasüsteemi ideeprojekti koostamist.

Kursus on moodulstruktuuriga, võimaldades korraldada praktilisi projekte konkurssidena, koolidevahelise võistluse või eriprojektidena. Õpet toetab sisuliselt ja metoodiliselt mehhatroonikavaldkonna õpetajate võrgustik ning tugikeskkond internetis. Õppeaine koosneb omavahel integreeritud neljast teemast, mida toetavad läbivalt praktilised harjutused ja praktiline meeskonnaprojekt.

Gümnaasiumi õppe- ja kasvatuseesmärgid

Kursusega taotletakse, et õpilane:

- 1) omandab ülevaate mehhatroonikast ja robotikast Eestis ja maailmas;
- 2) tunneb huvi tehnikavaldkonna vastu;
- 3) teab robotikasüsteemide ehitust ja komponente;
- 4) oskab mehhatroonika ja robotika toel lahendada lihtsamaid tehnikavaldkonna probleeme;
- 5) omandab ülevaate erinevatest anduritest ja mootoritest ning teab nende töö põhimõtteid;
- 6) oskab kasutada ja programmeerida mikrokontrollereid;
- 7) oskab oma tööd dokumenteerida ja esitleda;
- 8) omandab „tee-ise“ mõtteviisi.

Õppetulemused

Kursuse lõpus õpilane:

- 1) tunneb mehhatroonika ja robotika terminoloogiat, üldmõisteid ja alusprintsippe;
- 2) teab erinevate andurite ja täitrite ehitust ja töö põhimõtteid;
- 3) oskab valida nõuetest lähtuvalt sobiva mehhatroonikakomponendi;
- 4) oskab vähemalt üht programmeerimiskeelt kasutades programmeerida mikrokontrollerit;
- 5) oskab disainida ja ehitada lihtsama mehhatroonikasüsteemi;
- 6) oskab enda loodud seadet dokumenteerida;
- 7) oskab tutvustada ja esitleda enda loodud seadet laiemale publikule;
- 8) on motiveeritud end täiendama ja jätkama õpinguid tehnikateaduste valdkonnas.

Õppesisu

Mehhatroonika- ja robotikasüsteemi projekteerimine: integreeritud süsteemide disaini omapära; töö kavandamine ja ohutus; abivahendid ja tarkvarad; robotika komponendid, sh

elektroonika komponendid; sobivate komponentide leidmine ja andmelehtede lugemine; töö dokumenteerimine ja esitus.

Mikrokontrollerid: erinevad mikrokontrollerid ja nende arhitektuur; mikrokontrolleri struktuur ja käsusustik; mikrokontrolleri programmeerimine, programmi silumine ja kompileerimine.

Andurid: ülevaade anduritest ja nende rakendusalaadest; digitaal- ja analoogandurid; analoog-digitaalmuundur.

Täiturmehhanismid: elektrimootorid, alalisvoolumootori juhtimine (H-sild, kiiruse juhtimine); servomootori juhtimine (pulsilaiuse modulatsioon); samm-mootorid; ülevaade alternatiivtäituritest (lineaarmootor, solenoid, tehislühis).

Praktiline projekt: roboti või praktilise mehhatroonikasüsteemi ehitamine.

Õppetegevus

Iga teema sisaldab sissejuhatavat teoreetilist osa, millele järgnevad praktilised harjutused (välja arvatud esimeses moodulis). Pärast viimast teemat jätkub kursus praktilise töö – meeskonnaprojektiga, milleks võib olla robot või muu praktiline probleem, mille saab lahendada mehhatroonika- või robotikasüsteemiga. Meeskonnatöö tulemusi esitletakse perioodiliselt teistele meeskondadele ja juhendajale. Projekti esitlustel antakse ülevaade projekti arengust, tehnilistest lahendustest ja ette tulnud probleemidest. Kursus lõpeb praktilise töö tulemuse esitlusega (näiteks robotite võistlus, probleemi lahenduse demonstratsioon jms).

Tegevused:

- 1) praktilised harjutused mikrokontrolleriga;
- 2) praktilised harjutused andurite ja mootoritega;
- 3) rühmatöö (2-3 liiget): lihtsa mehhatroonikasüsteemi ettevalmistus ja ehitus;
- 4) internetist ja juhenditest informatsiooni kogumine (temaatilised foorumid, näidisprojektid ja videomaterjal);
- 5) loovustegevused: tehnilisele probleemile oma lahenduse leidmine;
- 6) meeskonnatööoskuste arendamine: aja ja töömahu jaotamine, probleemilahenduse meetodid, eelarve koostamine;
- 7) töö esitus (võimalusel avalikult publikule);
- 8) uuenduslike projektide kavandamine.

Füüsiline õpikeskkond

Praktiliseks õppeks on vaja arvutit ja mehhatroonika-/robotika õppekomplekti, mis sisaldab programmeeritavat mikrokontrollerit, andureid ja täitursüsteeme. Sõltuvalt projektist võib lahenduse leidmiseks vaja minna lisavahendeid ning tööriistu.

Soovituslik tarkvara:

- 1) Mikrokontrolleri programmeerimise IDE;
- 2) elektroonikaskeemide koostamise tarkvara;

- 3) CAD-süsteem;
- 4) esitlus- ja dokumenteerimistarkvara.

Kursuse teemade jaotus: [9].

Robootikategevused ja toetus Eesti koolidele on jagatud kahte astmesse. Mõlemal astmel on ühine teoreetiline materjal, kuid erinev praktiline lähenemine ja robootikaplatvormid. Tuge ja õpetajate koolitusi pakuvad TTÜ ja ITT group OÜ ning TÜ ja MTÜ Robootika, kes teevad omavahel tihedat koostööd.

I aste - Sissejuhatus robootikasse

Kirjeldused: I astme koolitused on õpilastele, kel puudub varasem kokkupuude tehnoloogia valdkonna ja robootikaga. Peatükid on lihtsasti mõistetavad ja seletavad põhiprintsiipe abstraktsel tasemel. See tase on sobiv III kooliastmele ja gümnaasiumile. Praktilises osas saavad õpilased valida oma oskustele vastava ülesande. Igas osas on 2-5 praktilist erineva raskusastmega ülesannet. Õpilased lahendavad ülesandeid LEGO robotitega, et poleks vaja tegeleda seadmete ühildamisega ning saaks keskenduda programmeerimisele ja disainile.

II aste - Robootika ja mehhatroonika

Kirjeldused: Teine aste on mõeldud gümnaasiumi- ja kutsekooli õpilastele, pakkumaks võimalust õppida robootikat professionaalsemal tasemel. Kui õpilased on LEGO baasil platvormide abil robootikaga tutvunud ning kõik on olnud mänguline, siis nüüd liigutakse robootika keerulisemale tasemele – õpilased tutvuvad mikrokontrolleriga platvormide, tööstuslike andurite tehnoloogia ning programmeerimiskeeletega. Õpilased saavad ehitada paindliku väikse robotsüsteemi reaalsete elektroonikakomponentidega ja luua süsteeme, mis on olemuselt sarnased müügil olevate toodetega. Enamus praktilisest tööst viiakse siiski läbi mänguliselt ja lõbusalt, ehitades erinevaid roboteid võistluste tarbeks või väiksemõõdulisi tööstuslike süsteemide koopiaid.

Antud taseme tarvis on vajalik Robootika Kodulabori riistvara, aga kasutada võib ka Arduino, Raspberry Pi-d või muud riistvaraplatvormi, kui õpetajatel on läbitud vastav koolitus ning olemas on õppematerjalid ja muu vajalik.

Eeltingimus: Läbitud I aste, tehnoloogia-huviline klass või tõsine huvi robootika vastu.

Platvorm: Robootika Kodulabori komplekt, Arduino, Raspberry Pi või mõni muu kontrolleriplatvorm

Online materjalid on saadaval: <http://home.roboticlab.eu>

Avaldatud raamatud eesti keeles:

1. Raivo Sell, Mikk Leini, Peeter Salong „Mikrokontrollerid ja praktiline robootika“, 2010
2. Raivo Sell „Mehhatroonika ja robootika õpituatsioonid“, 2013
3. Raivo Sell, Mikk Leini, Rain Ellermaa „AVR mikrokontrollerid ja praktiline robootika“, 2015

Arendus ja tugi:

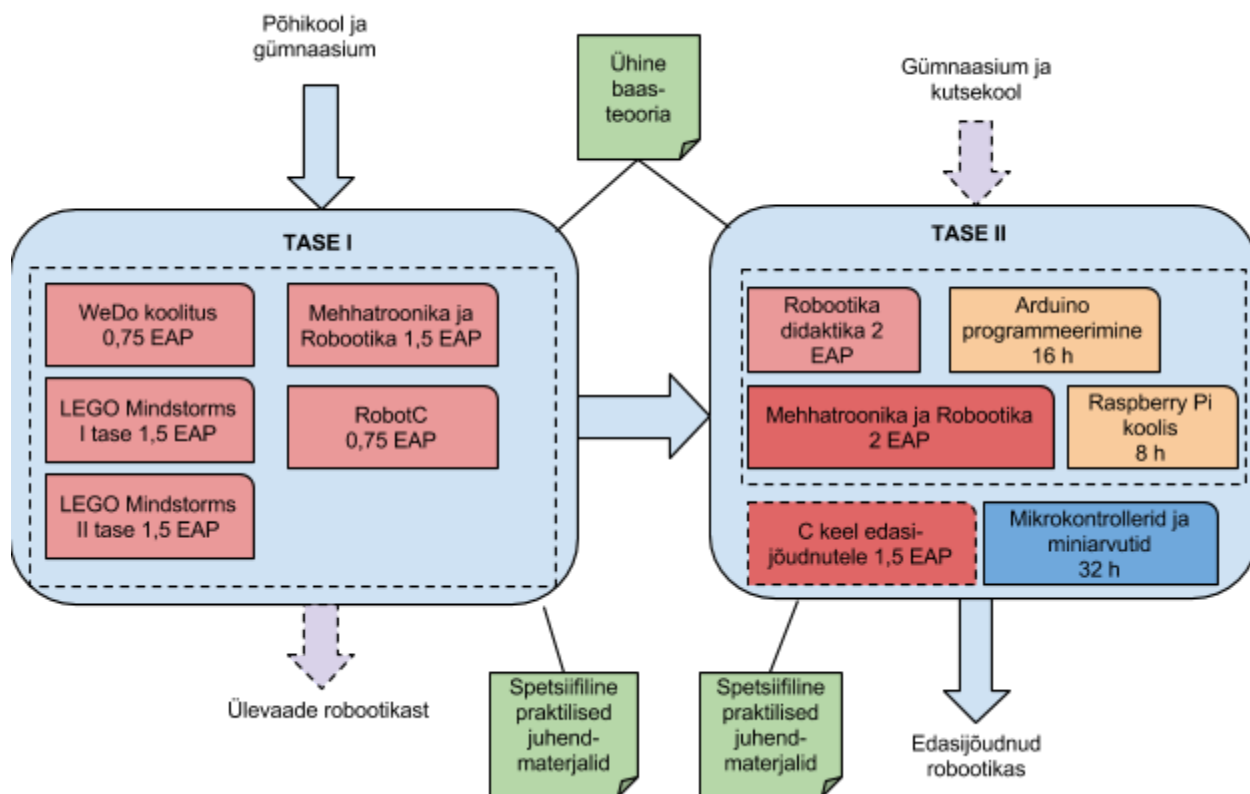
- Tallinna Tehnikaülikool, Eesti Inseneripedagoogika keskus
- ITT Grupp OÜ, Robolabor.ee

Õpetajakoolitused ja koostöö

Õpetajakoolitused on Eestis jagatud kahte astmesse lähtuvalt riistvara platvormist ja sihtgrupi kogemusest. Mõlemal astmel on sisemine struktuur, kus mõned materjalid on ühised ja mõned erinevad.

Lisaks põhikoolitustele korraldatakse igal aastal HITSA rahastusel ka suvekoole. Tavaliselt toimuvad need augustis, kui õpetajad on puhkusest naasnud, aga pole koolitööga veel väga hõivatud. Suvekoolid on vägagi soovituslikud, kuna annavad võimaluse suhelda avatud keskkonnas. Koolitus kestab kuni kaks päeva ja on suunatud õpetajatele, kel koolirobootika alal kogemus puudub või see on vähene, kuid on ka erandeid. Kogemuste ja teadmiste jagamine tulevad õpetajatele ju alati kasuks.

Järgnev skeem annab ülevaate Eestis pakutavatest koolitustest. Kõik kursused on rahastatud HITSA poolt, seega tasuta ja mõningatel juhtudel üldharidus- ja kutsekoolide robootika õpetajatele lausa kohustuslikud.



Joonis 12. Robootika õpetajakoolituste jaotus Eestis

I aste

WeDo: see ühepäevane koolitus on suunatud lasteaia- ja algkooliõpetajatele, näitamaks erinevaid võimalusi, kuidas antud robootikakomplekti abil õpetada matemaatikat, loogikat ja arendada järjestamisoskusi. Kuna WeDo on väga lihtne tarkvara (üks mootor, kaks andurit), ei kulu programmeerimise õppimisele kaua aega. Riistvara tundma õppimisest tähtsam on metoodika, mida õpetajad õpivad.

I astme Mindstorms: see 2-päevane koolitus on uutele õpetajatele, kel puudub robootikas varasem kogemus, kuid kel on olemas arvutikasutusoskus. Pärast koolitust oskavad õpetajad kasutada LEGO Mindstorms programmeerimiskeskonda ning mõistavad plokkprogrammeerimise põhiloogikat. Õpetajatele tutvustatakse ka meetodeid komplekti kasutamiseks tunnivälistes tegevustes. Õpetajad töötavad paaris, nii nagu see on soovitatav ka õppetunnis.

II astme Mindstorms: 2-päevase koolituse sihtgrupp on õpetajad, kel on vähemalt ühe-aastane kogemus robotite ja õpetamisega. II astme koolitusel tutvustatakse programmeerimise lisavõimalusi (andmete sisestamist, analüüsi) ja andureid kolmandatelt osapooltelt. Ajalugu on näidanud, et kõik õpetajad ei tunne vajadust II astme koolituse järele ja mõned käivad uuesti I astme koolitusel.

Mehhatroonika ja robootika kursus: 4-päevane koolitus on suunatud kogenud õpetajatele ning jaguneb tööks LEGO Mindstormi ja Kodulabori komplektidega. Kursuse eesmärk on tutvustada õppematerjale ning saada praktilisi kogemusi õpetajate endi võimekuse tasemel, mis tähendab, et igas tunnis on ülesandeid erineva raskusastmega. Õpetajad peavad täitma ühe ülesande, kuid saavad valida võimetekohase taseme. Seeläbi on kindel, et koolitajad saavad osalejaid aidata ning nad siiski õpivad midagi.

FIRST LEGO League (FLL) juhendajate koolitus: 1-päevane kursus on õpetajatele, kel on huvi osa võtta FLL programmist (www.firstlegoleague.org). Kursus annab ülevaate programmi põhiväärtustest, laste juhendamise metoodikast, robotmängudest ning selle käigus tehakse ka projekti uurimistöö.

C keeles programmeerimine: kursus on õpetajatele, kes tunnevad, et tahavad programmeerimisest rohkem teada

II aste

Robootika didaktika/Mikrokontrollerid ja praktiline robootika

4-päevane koolitus, mis põhineb Robootika kontseptsioonil (RTL) ja Robootika Kodulaboril

- robootika didaktika
- robootika õpetamise ja õppimise kontseptsioon (RTL)
- mikrokontrollerid ja robootika – ülevaade
- algoritmid ja C keeles programmeerimise kiirkursus
- Robootika Kodulabori riistvara platvorm

- analoog- ja digitaalsignaalid
- kasutajaliides – praktiline töö
- süsteemiarendus
- praktiline roboti ehitus ja võistlus

Arduino programmeerimine

2-päevane kursus õpetajatele, kes soovivad oma robotika tundides kasutada Arduino mikrokontrollerplatvormi.

- sissejuhatus robotikasse
- digitaalne sisend/väljund
- analoog- ja digitaalandurid
- mootorid
- Arduino riistvara – mikrokontrollerid ja laiendusplaadid
- Arduino programmeerimiskeel ja IDE
- praktiline töö
- juhtmega ja juhtmevaba side
- Arduino roboti ehitamine

Raspberry Pi õpetajatele

- ülevaade Raspberry Pi-st ja selle funktsioonidest
- töökohaarvuti
- meediakeskus
- server (LAMP ja video)
- Raspberry Pi ühendamine ja op.süsteemi paigaldamine
- Raspberry Pi üldised sisend/väljundviigud
- Python programmeerimiskeel
- praktiline rakendamine
- praktilise tööna lihtne turvasüsteemi rakendus

Mikrokontrollerid ja miniarvutid

- ülevaade miniarvutitest ja mikrokontrolleritest
- miniarvutite funktsionaalsus ja võrdlus
- miniarvutite rakendamisvõimalused koolis
- mikrokontrollerite funktsionaalsus ja võrdlus
- mikrokontrollerite rakendamisvõimalused koolis
- praktiline töö miniarvutitega
 - Mathematica pakett ja Wolfram keel
 - Sonic Pi
 - Scratch + GPIO
- praktiline töö mikrokontrolleritega
 - programmeerimiskeskonnad

- algoritmide ja C keeles programmeerimine
- robotika mikrokontrolleritega
 - Robotika Kodulabor
 - Arduino platvorm

Lisaks otseselt robotikaga seotud kursustele leidub veel mitmeid robotika õpetamist toetavaid koolitusi.

Eestis koolirobootikat toetavate projektide roll

Suurt osa koolirobootikast toetavad erinevad projektid. Positiivsest küljest annab see rohkem vabadust tegevuste valikul ja rahastamiseks on rohkem allikaid. Teisest küljest aga ei soodusta see jätkusuutlikkust – taotluste kirjutamine võtab väga palju aega. Samuti pole kerge leida rahastavat osapoolt.

Robotika on olnud üks viise, kuidas tutvustada lastele teadust ja tehnoloogiat ning julgustada neid õppima STEM valdkonna õppeaineid. See on riiklik prioriteet ning robotika annab võimaluse seda teha. Eestis toetavad koolirobootika rakendamist mitmed programmid, nagu näiteks Teeme ja Teame. Projektide käigus on:

- peetud võistlusi
- välja arendatud e-kursus II kooliastmele
- loodud õpilastele robotika keskkond www.robotika.ee
- koostatud õppekavaväliseid ja õppekavapõhiseid materjale
- toimumas õpetajakoolitusi

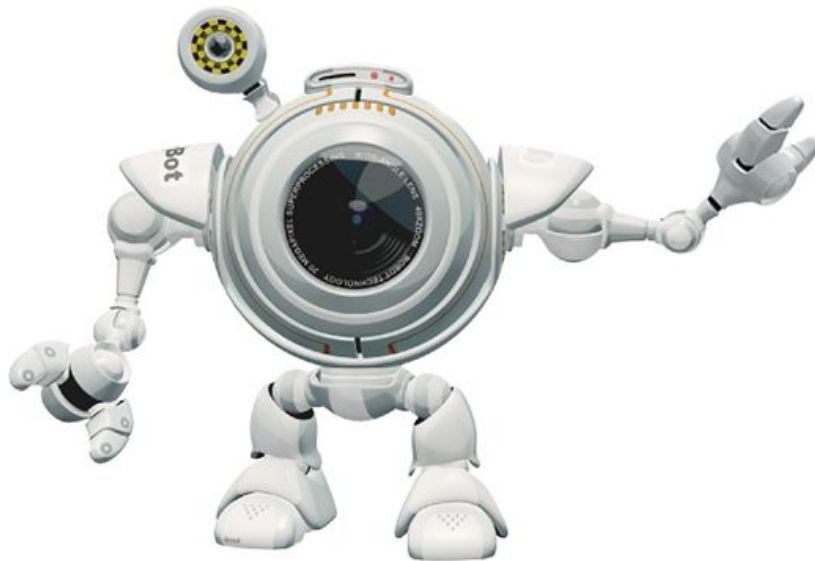
Rahastamine

Robotika on praktiline, käed-külge tüüpi kursus ja ilma riistvarata pole see võimalik. Enamasti on vahendid kallid ja vajavad erilist kohtlemist. Eestis on kaks eelistatud riistvaraplatvormi, kuigi koolid võivad platvormi ise valida ning taotleda toetusi kaasfinantseerimiseks. Taotlusi saab esitada sponsoritele, kohalikele võimudele, kooli katuseorganisatsioonidele või riiklikele organisatsioonidele. Viimane on Eestis kõige levinum – taotletakse raha läbi sihtasutuse, mis toetab IKT ja tehnoloogiavaldkondi.

Robotika tarkvara soetamist hakkas esimesena toetama Tiigrihüppe Sihtasutus 2008. aastal. Üldharidus- ja kutsekoolid said taotleda toetust 50% ulatuses. Majanduslanguse aastal tõsteti toetuse määra kuni 80%-ni. Pärast riiklike programmide ümberstruktureerimist tegeleb taotlustega HITSA (Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus) ning koolid saavad taotleda kord või kaks aastat 60%-list toetust robotika riistvara ostmiseks. Vastavate toetuste väljastamisega tegeleb hetkel HITSA allprogramm ProgeTiiger.

Kui taotlused on rahuldatud, saadavad koolid õpetajad HITSA poolt rahastatud koolitustele, kindlustamaks tarkvara efektiivse kasutamise ja robotika kursuse eduka läbiviimise.

Olukorra ülevaade ja head praktikad partnerriikides



Robootika õpe

Koolirobootika on uus ja kiiresti arenev suund Euroopas. Ülikoolides ja kutseõppeasutustes on robootika õpet läbi viidud juba pikemat aega, kuid siiani pole see laialdaselt levinud üldhariduskoolides. 2015-2016. aastal on aga mitmetes Euroopa riikides hakatud pöörama tähelepanu ka koolirobootikale üldhariduskoolides ja üha enam on tekkinud õppekavadesse

robotika alaseid õppeaineid. Eesti on Euroopas selles vallas üks edukamaid. Üldhariduskoolides tutvustati robotika alaseid õppeaineid õpilastele juba 2011. aastal. Olulisteks edu tagavateks teguriteks siinkohal on õpetajate motivatsioon ja robotika alane kompetents. Eestis on õpetajate kompetentsuse tõstmiseks välja töötatud koolitused ja täiendkursused, mis on edukalt toimunud juba aastaid ja õpilastele on hangitud kaasaegsed robotika vahendid. Sarnast innovaatilist mõtlemist ja tahet on üha enam näha ka teistes Euroopa riikide koolides, kus Eestile sarnane protsess on käivitunud. Antud peatükk tutvustab koolirobootika hetkeseisu partnerriikide koolides ja annab ülevaate praktilistest lahendustest.

Koolirobootika ülevaade partnerriikides

Soome

Robootika ja programmeerimine on Soome koolides tuttavad teemad. Juba 1990.aastal oli robotika (graafiline programmeerimine LEGO LOGO) osa tehnoloogiaalasest õppes Soome K12 koolides. Vaatamata pingutustele varasemates projektides ei saanud robotika ja programmeerimine üleriigiliselt rohkem tähelepanu. Hetkel kehtivas (kehtestatud 2004. aastal) üleriigilises õppekavas ei sisaldu robotika ja programmeerimisealaseid õppeaineid ja puuduvad ka viited varasematele selle alasel läbi viidud projektidele. Seetõttu on initsiatiivi võtnud aktiivsed tehnikahuvilised õpetajad, kes annavad robotikaalaseid huviringe. Nii on kujunenud olukord, kus koolide vahel on suured erinevused robotika ja programmeerimise õppe võimaluste poolest.

2016.aastal võetakse kasutusele uus üleriigiline õppekava, mis parandab olukorda. Õppekavas ei mainita otseselt robotikat, kuid seda saab järeltada juurde lisatud programmeerimise alase õppes. Programmeerimine on õppekavasse lisatud kui osa käsitöö ja matemaatika õppes. Eraldi on programmeerimine mainitud ka õppekavaülevaate tegevuste osas, mis on viidatud laiahaardelise teadmistepagasi nime all.

Üleriigilises õppekavasse programmeerimise lisamine oli esimene samm, kuid see ei kindlusta,

et iga kool võtab uue kava üheselt kasutusele. Soome koolide eeskiri annab vabad käed õppekava realiseerimise meetodite osas. Riiklik õppekava ei määra kindlat mudelit koolidele ja õpetajatele programmeerimise (ja robotika) õppe kasutusele võtmise osas vaid on alusraamistik kohaliku õppe- ning ainekavade koostamisel. Õpetajad võivad seega ise otsustada oma kogemuse ja praktika järgi parimad viisid riikliku õppekava täideviimiseks. Hetkel täiendavad õpetajad aktiivselt arvuti loogika alase mõtlemise ja programmeerimise alaseid teadmisi visuaalsete programmeerimiskeskondade (nt. Scratch ja Racket) abil. Kõige produktiivsem õpetajate koolitamise viise on hetkel tasuta MOOC (*Massive Open Online Course*), mis käsitleb üldlevinud õpet. Soome koole rahastab riik ja koolid saavad robotika õpet rahastada oma eelarve arvelt, millega on aga enamjaolt kitsas, kui peab soetama uut tehnikat. Lisaks on koolide robotika alased projektid väga erinevad ja keeruline on ühiselt rahastust koondada. Üks põhjuseid on projektide rahastuse jagamise kanalite rohkus. *Finnish National Board of Education, Centre of Economic Development, Transport and the Environment*, Euroopa Liit ja ülikoolid – kõik rahastavad robotika alaseid projekte (tihti kohalikult), kuid puudub üldine koordineerimine projektidele, mis hõlmaksid koole ja õpetajaid üle kogu Soome. Üldine Soome koolide arvutitega varustatus on heal tasemel, kuid esineb ka äärmusi. Tehnoloogiliselt kõige arenenumad koolid võivad omada näiteks 3D printereid, kuid samas esineb ka õppeasutusi, mis on hädas isegi baastasemel IT infrastruktuuri (arvutipark ja interneti levi) ülalpidamisega. Üks võtmeprobleeme robotika ja programmeerimise õpetamises on puuduv kogemus. Lisaks ei ole õpetajate koolitamisega jõutud kõigini ning seetõttu on puudulik ka kompetents uute tehnikaseadmete ostmisel. Seesugune probleem ei hoia kinni ainult kooli arengut vaid väljendub ka riiklikus tasemes. Probleemi illustreerib 2015.aastal Soome valitsuse lubadus eraldada 300 miljonit lisa finantseeringut koolide tehnika kaasajastamiseks, ilma et oleks välja toodud selge plaan rahastuse jaotamiseks. Kokkuvõttes võib Soome olukorda kirjeldada kui rohujuure tasandil lähenemist. Olemas on teadmistepagas ja materjalid robotikas ning programmeerimises, kuid poliitikud peavad rohkem ressursse suunama selle alase õppe

toetamiseks koolides.

Rootsi

Programmeerimine ja robotika ei ole veel jõudnud Rootsis õppekavadesse, kuid selle vajadust on täheldatud ja on alustatud muudatuste sisseviimist. Hetkel leidub Robotika alal ainult erikursusi 18+ aastastele õpilastele. Koolide õppekava sisaldab digitaalse lugemisvara kasutamise, informatsiooni otsimise ja allikate analüüsimise oskusi, mida on võimalik ära kasutada ka tehniliste õppeainete tutvustamiseks õpilastele. Samas Rootsi riikliku õppekava struktuuri tõttu sõltub see iga kooli või lausa õpetaja tahtest.

Üldiselt on Rootsi olnud aeglane robotika ja programmeerimise õppekavasse sissetoomisel traditsiooniliste kooli kanalite kaudu. Riik on investeerinud palju koolide digitaliseerimiseks kuid soovitud tulemuseni see pole veel viinud. Samas on erasektor aktiivselt robotika ja programmeerimise arengut toetanud. Seda küll peamiselt laste vaba aja sisustamiseks, kuid huvitav on näha tuleviku arengusuundi mõlemas sektoris.

Suurbritannia

Suurbritannia koosneb Inglismaast, Šotimaast, Walesist ja Põhja-Iirimaast. Kõigis neis on mõneti erinev koolide õppekava. Viimastel aastatel on olnud näha sammhaaval liikumist IKT-It arvutilähedasematele aladele, mis hõlmab digitaalset kirjaoskust ja arvutiteadusi.

Inglismaa - Inglismaa oli esimene, kes viis siis vastavad muudatused riiklikusse õppekavasse (september 2014). Esimese ja teise taseme (Primary) arvutikasutamise õpe sisaldab õppekavas viidet „Füüsiliste süsteemide juhtimine ja simuleerimine“. Uus riiklik õppekava arvutialaste teadmiste õppes on koostatud selliselt, et noortele antakse baasteadmised, oskused ja arusaam arvutitest tasemel, millest piisaks neile kogu eluks. Uue õppekava alusel omandatakse

teadmised arvutite ja arvutisüsteemide tööpõhimõtetest, koostatakse erineva keerukusega programme ja arendatakse mõtlemist kasutades uusi tehnoloogiaid.

Uus õppekava ei ole tohutult erinev varasemast õppekavast. Eelnevas õppekavas oli eraldi kontoritarkvara kasutamise õpe, mis on uuest õppekavast välja jäetud, sest sisaldas peamiselt baastasemel õpet. Selle asemel eeldatakse, et õpilased saavad need oskused selgeks teistes ainetes samade programmide kasutamisega.

Wales - 2015. aastal esitatud aruanne soovitas õppekavas teha muudatusi seoses arvutikasutamise oskustega. Spetsiifiliste arvutiteaduste alaste ainete asemel on õpetajatel kohustus neid teadmisi/oskusi põimida kõigisse ainetesse.

Šotimaa - Šotimaa õppesüsteem töötab erinevalt teistest Suurbritannia osadest. Üldtavade kohaselt on nõukogud, kes otsustavad õppekavas sisalduva üle. Šoti ametivõimud on hetkel sisse viimas "*Curriculum for excellence*"(CfE) ehk suurt haridusreformi, mis peaks võimaldama laiemat ja painduvamat ainete ning kursuste valikut. CfE on terviklik lähenemine, mis keskendub õpilaste võtmeoskuste arendamisele. Üks õppekava osa on "Tehnoloogiad", mis sisaldab arvutiteaduste õpet.

Põhja-Iirimaa - Põhja-Iirimaa õppekava sisaldab juba IKT-d. Õpilased peavad oskama IKT-d kasutada informatsiooni käsitlemiseks ja kommunikeerumiseks, probleemide lahendamiseks, küsimuste püstitamiseks ning riskide võtmiseks.

Ainult kontoritarkvara programmidele keskendumine Suurbritannia gümnaasiumiastmes viimase 20 aasta jooksul on tekitanud küsitavusi. Samal ajal on põhikoolis alati olnud elemente programmeerimisest, anduritest, ja nende algtasemel juhtimisest. Näiteks virtuaalse või füüsilise seadme programmeerimine täitmaks lihtsamaid liikumiskäskke nagu liigu otse, keera vasakule ja tagurda. Programmeerimise õppes on kasutatud tarkvaradest Crystal Rainforest ja Mission Control keskkondi ning „Turtle“ sarnaseid seadmeid Roamer ning Beebot.

Inglismaa koolides on hakatud õppekavasse lisama robotikat, programmeerimist ning loogilist

mõtlemist. Seda muutust on põhjustanud mitmed tegurid: tehniline innovatsioon, isetegijate kultuuri laienemine koolidesse ja aktiivsed õpetajad.

Hiljutised muutused robootika ja arvutiteaduste lisamisel õppekavasse on olnud positiivsed, kuid jätkuvalt on läbida pikk tee. 1980-ndatel aastatel koolitati õpetajaid programmipõhiselt ja arvuti töö põhimõtteid ei selgitatud. See on viinud olukorrani, kus enamikul õpetajatel puudub kompetents ja oskused programmeerimist ja arvutiteadusi õpetada. Lisaks pole koolidele ka eraldatud lisarahastust nende õpetajate välja koolitamiseks. Koolid tegelevad selliste probleemide lahendamisega erinevalt: kandideerivad erinevatele projektipõhistele rahadele, kasutavad teiste ainevaldkondade eelarvet või loovad vabatahtlike toel robootika klubisid.

Positiivset mõju on avaldanud koolidele Raspberry Pi sarnased odavad ning väikesed miniarvutid. Õpetajad on nõus kulutama isiklikku raha nende seadmete soetamisele, et õppida ära nende kasutamine. Järgmise sammuna on vaja välja töötada kava, kuidas miniarvutilaadseid seadmeid õppetegevuses rakendada. RoboQuest juhendid on heaks aluseks selliste rakenduskavade väljatöötamisel.

2016. aastal jagab Suurbritannia valitsus koostöös BBC-ga välja miniarvuteid nimega „Microbit“. Seadmed jagatakse välja kõikidele koolidele ja probleemide korral pakutakse ka tuge. Pingsalt loodetakse, et „Microbit“ mõjutab Suurbritannia koole sama palju kui BBC Mikroarvuti seda tegi 1980-ndatel.

Kokkuvõte partnerriikide hetkeolukorrast

Antud peatükis anti lühiülevaade robootika olukorrast partnerriikides. Selgelt on näha, et olukord on üle Euroopa erinev ja ka areng on erineva kiirusega. Samas on selgelt näha, et kõigis riikides on probleemid muutuste sisseviimisel sarnased. Esmalt on raskusi finantseerimise ja tugistruktuuridega, et osta ja hallata arvutiparki ning robotite komplekte. Teisalt on puudus

õpetajatest kellel on motivatsioon ja kompetents robotika alaste ainete õpetamiseks.

Vaatamata probleemidele on kõik partnerriigid näitamas paljulubavaid samme STEM ja robotika õppe suunas. Käsile on võetud õppekavade kaasajastamine ja alustatud on ka erinevaid projekte robotikale rahastuse saamiseks. Antud projekt on ka üks initsiatiividest robotika õppe toomiseks uuele tasemele. Projekt annab võimaluse läbida erinevate raskusastmetega roborännakuid nii õpetajatele kui ka õpilastele.

Kokkuvõte

Antud **e-väljaandes** kirjeldati Eesti kogemusi koolirobootikas ja selle olemust. Koolides kasutatakse kahte peamist robotikaplatvormi – LEGO Mindstorms ja Kodulabor. Mõlemad pakuvad toetust õpetajakoolituste ja materjalide näol alates 2008. aastast. Eesti kogemuse põhjal võib öelda, et pole erilist erinevust selles, millist platvormi koolid kasutavad, peaasi, et see oleks eakohane. Materjalid on samuti väga tähtsad ning areng peaks olema pidev protsess. Uute platvormide kasutamist tuleb hoolikalt kaaluda – sugugi mitte kõigi platvormidega ei käi kaasas kõrgetasemeline abi ja kasutusjuhendid. Õpetajad vajavad väga ideid tundide läbiviimiseks. **E-artikli** loomisega samaaegselt arendati välja universaalsed tunnimaterjalid. Materjalid on õpetajasõbralikud ning on üles ehitatud tõsieluliste probleemülesannetena, mida nimetatakse RoboRännakuteks.

Need on peagi on kõigile kättesaadavad inglise, eesti, rootsi ja soome keeles.

Multimeedia

Viited videotele & animatsioonidele

- Kauglabori portaali demonstratsioon: https://www.youtube.com/watch?v=sU5aBKzF_3g
- Robotika Kodulabori demonstratsioon: <https://www.youtube.com/watch?v=Ua3E-vQhSNU>
- II astme mehhatroonika õpetajakoolitus Eestis: <https://www.youtube.com/watch?v=1s9FNAZMHM0>
- FIRST LEGO League võistlus Eestis: <https://www.youtube.com/watch?v=sruRIJU0628>
- Võistlus **with multiple disciplines**: <https://www.youtube.com/watch?v=dpsRbc0L7Qk>
- LEGO MINDSTORMS EV3 õpetus: https://www.youtube.com/watch?v=2r-ZsRBcLSk&list=PL_1XYe297U5lwOnaDRg2wzJsnn0UHUWRW

Viited ja lingid

1. Why the Maker Movement is Here to Stay, By Ken Denmead, 2013, <http://makezine.com/2013/06/03/why-the-maker-movement-is-here-to-stay/>

2. Auer M. E. (2001). Virtual lab versus remote lab. 20th World Conference on Open Learning and Distance Education, Dusseldorf.
3. Sell R. (2013). Remote Laboratory Portal for Robotic and Embedded System Experiments, International Journal of Online Engineering (iJOE) 11/2013; 9 (Special Issue: Exp.at'13), pp. 23-26.
https://www.researchgate.net/publication/259533571_Remote_Laboratory_Portal_for_Robotic_and_Embedded_System_Experiments
4. Sell R., Rüttnann T, Seiler S. (2013). Inductive Principles in Engineering Pedagogy on the Example of Remote Labs, The 2nd Experiment@ International Conference, Coimbra, Portugal.
https://www.researchgate.net/publication/268630727_Inductive_Teaching_and_Learning_in_Engineering_Pedagogy_on_the_Example_of_Remote_Labs
5. Kauglabori portaal <http://distance.roboticlab.eu>
6. Sell R. (2013). Learning Situations in an Embedded System. Robolabor.ee Publisher (ITT Group), Tallinn.
7. Altin, H.; Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. Journal of Baltic Science Education, 12 (3), 365–377.
www.scientiasocialis.lt/jbse/?q=node/302
8. Altin, Heilo; Aabloo, Alvo; Pedaste, Margus (2010). Robotics in Education: Methods of Getting Schools Involved in Robotics Project in Estonia. In: *SIMPAR 2010 Workshop Proceeding: International Workshop "Teaching robotics, teaching with robotics" hosted by SIMPAR 2010 Conference, Darmstadt, Germany, Nov. 15, 2010*. Ed. Emanuele Menegatti.
https://www.etis.ee/File/DownloadPublic/b14faf85-55f1-4509-ade5-eaacd346f461?name=Fail_02F1Fd01.pdf&type=application%2Fpdf
9. Riiklik kursuse õppekava https://www.robootika.ee/?page_id=195
10. Esitlus koolirobootikast Eestis
https://www.robootika.ee/wp-content/uploads/2015/09/ICT_Heilo.pdf
11. Riiklik gümnaasiumi õppekava, <https://www.riigiteataja.ee/akt/114012011002>
12. Riiklik õppekava Lisa 4 https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1290/8201/4021/2m_lisa4.pdf