



# TEHNOLOGIA KASUTAMINE

## KOOLIS

Juhendmaterjal

Autorid: David Segarra, Belén López, Laura Rubio, Rafael Marín (FCRi). With the collaboration of Antoni Chaquet López, Joan Fonollosa, Àlex Ortiz, Eduard Margelí, Víctor López, Marcel Costa, Víctor Grau, Silvia Zurita, Jordi Díaz-Marcos.



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## Sisukord

Sisukord .....	2
SISSEJUHATUS .....	3
Üldised juhised: kuidas kasutada STEAM projekte klassiruumis.....	4
Uurimuslik õpe .....	5
Programmeerimine .....	7
Robotika .....	10
Virtuaalsed ja kaugjuhitavad laborid.....	13
Hariduslikud videomängud.....	16
Eksperimenteerimine .....	19
3D printimine.....	21
Optika ja fotoonika .....	23
Nanotehnoloogia.....	26



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## SISSEJUHATUS

STEAM teadusharu pakub õpilastele ainulaadset võimalust osaleda teadusprotsesside laadsetes tegevustes: uurimused, eksperimenteerimine, modelleerimine, argumenteerimine... Osalemine kõikides neis uuringupraktikates aitab õpilastel mõista, kuidas teaduslikud teadmised arenevad. Seetõttu on oluline läheneda teaduslikele ja tehnoloogilistele teadmistele globaalselt.

Juhendis pakutakse välja kogumit rakenduslikke tehnoloogiaid sellise õppe kontekstis. Varasemad rakenduslikud kaalutlused analüüsitakse iga tehnoloogia osas eraldi läbi, toome välja juhised ja head näited, kuidas kasutada neid klassiruumis pakkumaks inspiratsiooni nende juurutamiseks.

Antud juhend on järg raportile 'Kõige moodsamad Stem tehnoloogiad'. Mõlemad materjalid koos loovad terviku ja neid tasub käsitleda ühiselt. Raportid on loodud sySTEAM projekti raames ning on rahastatud Euroopa Komisjoni Erasmus+ Programmi poolt.



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## Üldised juhised: kuidas kasutada STEAM projekte klassiruumis

Juhendis esitletakse mitmekülgseid tehnoloogiaid, mis on klassiruumis rakendatavad, ja tuuakse välja ka igaühe eripära. Kuid lisaks nende endi omapäradele jagavad nad ka ühisjooni. Sissejuhatuses püütakse tuua välja põhilised pedagoogilised soovitused, kuidas edukalt STEAM õppega oma klassiruumis toime tulla, sellised, mis on rakendatavad mistahes tehnoloogia puhul.

Pedagoogilised soovitused:

1. Kohanda oma klassiruumi. Loo sobilik ruum õpilastele eksperimentide kallal ja koostöiselt töötamiseks ning olla valmis ideede jagamiseks, üleskirjutamiseks ja käsitletaval teemal arutlemiseks. Olemas peaksid olema ka uurimuse kavale vastavad vajalikud materjalid. Paljudel juhtudel on need materjalid odavad või kooli laborist kättesaadavad, kuigi on olemas ka võimalus kasutada hoopis simulaatoreid või virtuaalseid laboreid selleks, et viia läbi keerukamaid eksperimente.
2. Sõnasta õiged küsimused. Õpetajad peaksid jälgima, et õpilastele või õpilaste poolt sõnastatud küsimused julgustavad neid süvendama oma arutluskäiku vältides samas selliseid, millele on võimalik vastata lihtsate mõistete abil. Veelgi enam, klassiruumis on oluline tekitada õhkkond, kus igaüks saab väljendada oma arvamust ja vastata küsimustele ilma eksimist kartmata.
3. Tunne õpilaste olemasolevaid ideid. Tihti on õpilastel varasemaid teadmisi teatud nähtuste kohta, mis võivad olla kas ekslikud või puudulikud. On õpetaja ülesanne teada, täiendada ja need siis uuesti üles ehitada, nii et need oleksid teaduslikult täpsemad. Sel otstarbel on hea alustada iga uut uurimust arutlusega selle kohta, mida õpilased arvavad sellest teemast, mida uurima hakatakse. Samuti soovitame paluda neil joonistada mudeleid või kirjutada selgitusi selle kohta, mida nad arvavad, kuidas mingi nähtus aset leiab.
4. Korralda grupiväitlusi. Sel moel saavad õpilased jagada oma ideid, näha erinevaid vaatenurki ja oma klassikaaslastelt õppida. Kuid neid debatte ei peaks läbi viima spontaanselt, vastupidi, on väga oluline väitluskultuuri eelnevalt tutvustada. Pidades kinni rääkimisaegadest, mõeldes mõne sekundi vältel enne rääkima hakkamist, arutleda, mida soovitakse edasi anda, ka võimekus teha debattidest järeldusi on sellised oskused, mida tuleb eelnevalt õpilastega harjutada. Õpetajate ülesandeks peaks olema debati alustaja ja juhendaja roll, kuid võimaldades õpilastel mõningat autonoomiat omavaheliseks arutlemiseks.
5. Lõpp-produkti viimistlemine. On oluline panna alus erinevatele materjalidele, mis võimaldavad õpilastel üles tähendada kogu oma uurimisprotsess ja mõista sel moel, mida nad on õppinud ja kuidas selleni jõuti. Nii saavad õpetajad neile materjalidele toetudes analüüsida, kas õpilaste õpe on olnud kohane ja vastavalt sellele ka neid paremini edasi suunata. Need produktid võivad olla laborite märkmikud, katseprotokollid, suulised esitlused, plakatid. Võiks tutvustada õpilastele erinevaid mudeleid, mida nad õpiksid ka tegema. Ka produktide ülevaatamise käigus peaksid õpetajad olema tähelepanelikud, et mitte keskenduda õigekirjavigadele või süntaksile, selle asemel juhendades õpilasi arutlema ja andes neile konstruktiivset tagasisidet.



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## Uurimuslik õpe

STEAM kontseptsioonide tutvustamiseks klassiruumis soovitatakse rakendada uurimuslikku õpet, mis on mooduseks, kuidas õpetada teadust selliselt, et õpilased tõepoolest mõistavad, mida nad õpivad. IBSE (*Inquiry-Based Science Education*, tõlkes uurimuslik teadusõpe) väldib kunstlikku õppimist, mis sisaldab endas informatsiooni ja kontseptsioonide pähe õppimist.

Uurimused teadusdidaktika kohta toovad välja, kuidas õpilased juba väikelapse eest on uudishimulikud kõige neid ümbritseva osas ning on võimelised töötama välja selgitusi nähtuste kohta, mida nad oma igapäevaelus märkavad. IBSE eesmärgiks on pakkuda sellele uudishimule järjepidevust ja aidata transformeerida õpilaste spontaanseid selgitusi teaduslikult täpsemateks sõnastusteks läbi struktureeritud tegevuste.

Lisaks võimaldab IBSE õpilastel töötada teadlastele sarnasel viisil selleks, et hoida ära teadustundide muutumist kohaks, kus need on vaid teadusproduktide tarbimiseks mõeldud ning pigem kasvatada arusaama sellest, kuidas teadust tehakse. Samamoodi nagu inimene õpib toitu valmistama läbi toiduvalmistamise või õpib sotsiaalseid oskusi kui ta inimestega suhtleb, õpitakse teadust läbi teaduse tegemise. Seega on idee selles, et õpilasi mitte piirata juba olemasolevate ja õpetajate poolt tehtud skeemide kordamisega, vaid võimaldada neil avastada, uurida, teha järeldusi ja lõpuks ka anda edasi, mida nad on õppinud.

Selleni jõudmiseks on oluline mõista õpilaste konteksti ja huvisid, et kavandada tegevusi ja kogemusi vastavalt nende teadmiste tasemele, mis võimaldab neil olla motiveeritud ja panna nad mõtlema ennast ümbritsevate nähtuste kohta.

Pidades meeles, et IBSE't on võimalik ette võtta erinevalt vastavalt sellele, millised on olemasolevad töövahendid, oskused ja õpetaja teadmised, pakume alljärgnevalt üldiseid juhiseid ja pedagoogilisi soovitusi, mida järgida.

Peamised IBSE põhimõtted:

1. Vahetu kogemus on oluline. Õpilastel peaks olema võimalus vahetult kogeda neid nähtusi, mida nad uurivad. Õppimise kohta tehtud uurimused näitavad, et õpilased väljaspool kooli õpivad ja loovad kontseptsioone ennast ümbritseva kohta vahetu kogemuse pinnalt. Sel põhjusel on oluline, et klassiruumis toimuks sama: õpilastel peab olema võimalus erinevate eksperimentide raames seada küsimärgi alla oma varasemaid arusaamu läbi uute küsimuste sõnastamise.
2. Küsimus kui lähtekoht. Õpilased peavad mõistma, et nende uurimustöö lähtepunktiks on üks küsimus. Andes neile võimaluse ise see küsimus tõstatada on viis, kuidas neid motiveerida ja panna nad kaasa lööma oma uurimustöös selleks, et see muutuks neile tähendusrikkaks.
3. Vajadus erinevate oskuste õppimise järele. Selleks, et õpilased oma uurimustööd läbi viiksid, peavad nad olema võimelised jälgima, küsimusi esitama, prognoosima, uurimust kavandama, informatsiooni analüüsima ja sõnastama tõenditel tuginevaid väiteid. Õpetaja ülesandeks on neid kogu protsessi vältel juhendada.

Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

4. Enam kui lihtne eksperimenteerimine. Teadustund ei peaks olema koht, kus võetakse ette vaid praktilisi tegevusi, vaid kus palutakse õpilastel mõtiskleda ja arutleda selle üle, mida parasjagu luuakse. Võib korraldada väitlusi eksperimendi üle, sel moel saavad ideed pinnale tõusta, need saab kirja panna ja siis täiustada.

5. Teiseste infoallikate kasutamine. IBSE seisukohalt on oluline kasutada teisi infoallikaid lisaks otsesele eksperimenteerimisele. Võiks kasutada raamatuid, internetti või isegi eksperte, et täiendada puudulikku infot oma eksperimendi raames.

6. Teadus on koostööine tegevus. Õpilased peaksid töötama väikestes gruppides, et jagada oma ideid, väidelda ja mõelda koos oma klassikaaslastega nii nagu seda teevad professionaalsed teadlased. Õpetajad peavad kokku panema tasakaalus ja koostöiseid gruppe, et tekiks õige tööühkkond, nii et igaüks saab panustada vastavalt oma võimetele.



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## Programmeerimine

***Programmeerimine ei saa olla tehnoloogia- või insenerivaldkondade eksklusiivne asi... On vajalik, et haridusasutused oleksid korraldatud selliselt, et kõik valdkonnad panustavad õpilaste programmeerimisvõimekusse.***

### Eesmärgid

Arvutipraktika on hiljuti teeninud välja koha akadeemilises õppekavas ja see sisaldub sellistes haridusstandardites nagu K12 Järgmise Põlvkonna Teadushariduse Standardid (*Next Generation Science Education Standards*). Seda seetõttu, et programmeerimist kui kindla arvutikeele õppimist on midagi enam kui eesmärk iseeneses, kuna seda peetakse õpilase võimaluseks osaleda teadustegevusele sarnases protsessis.

Programmeerimine klassiruumis näeb ette, et õpilased:

- on võimelised ehitama mudeleid ennast ümbritsevate nähtuste kohta läbi kontseptsioonide eraldamise;
- omandavad võimekuse lahendada probleeme, kuna programmeerimine võimaldab neil tuvastada sisuliselt vahetult seda, kas programmeerimise järjekord on õige või mitte;
- arendavad loovust ja kujutlusvõimet;
- teavad erinevaid programmeerimiskeeli, näiteks Schartch või Processing.

### Mõned nõuanded selle tehnoloogia kasutamise kohta klassiruumi kontekstis

Ekspertide poolsed nõuanded on samad olenemata sellest, kas programmeerimist kasutatakse klassiruumis kui vahendit või kui eesmärki. Tooksime esile alljärgneva:

- Hoidke digitaalne keel eraldi teadusest, mida õpitakse. Esiteks, programmeerimist tuleks õppida selleks, et teada, mida on sellega võimalik selgitada. Õpetajad võivad alustada sellest, et paluvad õpilastel programmeerida mängu (näiteks videomänge) või animatsioone, kus erinevad tegelased omavahel suhtlevad, midagi, mis motiveerib neid samal ajal kui nad õpivad tundma tarkvara funktsionaalsust.
- Liigu edasi samm-sammult. Ühest küljest, kui nähakse ette, et õpilased programmeerivad mistahes loodusnähtuse mudelit, siis tuleks alustada lihtsatest protsessidest, nagu näiteks veeklaasi soojendamise päikese käes. Edaspidi saab modelleerida juba keerukamaid protsesse, nagu näiteks võimujaotus Van der Graaf'i generaatorist. Teisest küljest, kui soovitakse juurutada õpilastele tegevusi õppimaks mingi programmeerimiskeele funktsioonide kohta, ka siis soovitatakse alustada lihtsamatest ülesannetest, mis ei näe ette liiga palju käsklusi, nii et õpilane õpib seda tundma samm-sammult.
- Valdkondadeülene tööriist. Programmeerimine ei saa olla tehnoloogia- või insenerivaldkondade eksklusiivne asi. See peab olema valdkondadeülene kõikide ainete jaoks. On vajalik, et haridusasutused oleksid korraldatud selliselt, et kõik valdkonnad panustavad õpilaste programmeerimisvõimekusse.



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

- Töökoha mitmekesisuse tööriist. Programmeerimine võimaldab igal õpilasel töötada autonoomsel viisil, mis tähendab seda, et igaüks saab õppida ja töötada enda rütmis. Sel põhjusel on oluline tegevusi planeerides panna paika selged eesmärgid ja pidada meeles, et õpilased peavad alati alustama paberil mudeli visandamisest ja kindlasti peab olema valmis skeem. Näiteks kui esmalt programmeerida mängu, on väga tähtis tunda selle reegleid, kui programmeerida animatsiooni, peab tegema visandi, ja kui selgitatakse loodusnähtust, on oluline teada, millised tegurid sellesse sekkuvad.

### **Mida kaaluda enne, kui asuda juurutama**

Esmalt, õpetajad peavad tundma ja oskama kasutada programmeerimistarkvara, mida soovitakse võtta kasutusele. On soovituslik proovida erinevaid tarkvarasid, et mõista võimalusi, mida ühel või teisel on pakkuda. Kõige lihtsamad, mida gümnaasiumiõpilased saavad kasutada on Scratch (ei ole vajalik tunda programmeerimiskeelt), Processing (süntaksil põhinev Java, kuid kasutatav ka kogenematute programmeerijate poolt) või erinevaid Scratch'e, mida kutsutakse Arduino'ks (robotite programmeerimiseks). Kõik on vabavaralised ja taskukohased igale koolile.

Teiseks, on vaja jälgida õpilaste frustratsiooni ja tuleb leida tasakaal, kuna tegevuste järgnevusahelas tuleb peale juhiseid autonoomne tegevusfaas. Õpetajatel tuleb leida õige hetk sekkumiseks. On soovituslik, et esmalt saavad kõik õpilased töötada sama tegevuse kallal ja hiljem, sõltuvalt oma eesmärgist, saavad nad liikuda erinevatel trajektooridel. Tuleks vältida seda, et programmeerimine muutub õpilaste jaoks takistuseks soovitud nähtuse mudeldamise käigus.

Ja lõpuks, tuleks arvestada ka sellega, et STEAM paradigma on kõitev vaid teatud õpilasprofiilile (meesterahvas, kindla tausta ja kindla teadushuviga), seega on õpetajale väljakutse, kuidas kaasata ka teise profiiliga õpilasi. Kõik see toob kaasa selle, et tuleb juurutada tegevusi, mis ühendavad programmeerimise erinevate valdkondade ja sotsiaalsete teemadega.

### **Allikad**

[http://www.computingschool.org.uk/ Computing at School](http://www.computingschool.org.uk/Computing%20at%20School) [] (Veebileht, mis edendab klassiruumis läbiviidavat programmeerimist koos virtuaalse kogukonnaga, mis jagab ressursse ja juhendeid läbi foorumi).

Processing [<https://processing.org/>] (Tarkvara Processing veebileht koos kasutusjuhendite, -juhiste ja -näidetega)

Scratch õpetajatele [<https://scratch.mit.edu/educators/>] (Veebilehel on õpetajatele mõeldud osas õpetused, juhised ja ka võrgupõhine õpilastega töötamise ala)

BRENNAN, K., RESNICK, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association (pp. 1–25). Vancouver.

WAGH, A., COOK-WHITT, K., WILENSKY, U. (2017), "Bridging Inquiry-Based Science and Constructionism: Exploring the Alignment Between Students Tinkering with Code of Computational Models and Goals of Inquiry", Journal of Research in Science Teaching, 54, 615–641.



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).



### **Praktilised näited**

Scratch õpetused [<https://scratch.mit.edu/help/videos/>] (Videoõpetused koos erinevate näidetega sellest, kuidas teha mängu ja animatsioone)

BBC Schools Computing [<https://www.bbc.com/education/subjects/zvc9q6f>] (BBC veebileht, kus jagatakse gümnaasiumiõpilastele selgitusi teatud programmeerimiskontseptsioonide kohta).



**Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union**

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## Robootika

*Eksperdid soovivad... juurutada piire ületavaid tegevusi, mis on kasulikud selleks, et õpilased mõistaksid, et inseneriteadus tänasel päeval areneb valdkondadeüleste tiimide osalusel eesmärgiga pakkuda lahendusi sotsiaalsetele probleemidele ja vajadustele.*

### Eesmärgid

Robootika, tänu oma vajadusele arendada ja materialiseerida ideed, on valdkondadeülene distsipliin, kus erinevad alad ristuvad: inseneriteadus, matemaatika, füüsika, elektroonika, programmeerimine ja kujundus, isegi tarkvara SketchUp 3D printimise vallast. Seetõttu on robootika väga hea valik, et töötada erinevate hariduslike aspektidega:

1. et muuta abstraktsed kontseptsioonid reaalsuseks ja teha need õpilastele arusaadavamaks;
2. et soosida õpilaste isiklikku autonoomiat ja nende probleemi lahendamise võimekust, kuna nad on ise oma ideede elluvijad;
3. et äratada õpilastes teaduse ja tehnoloogia kutsumus;
4. et võimaldada õpilastel töötada gruppides ja parandada klassiruumi sidusust.

Pealegi on globaalsest vaatepunktist peaaegu hädavajalik töötada robootikaga, kus tegevuse eesmärgiks on tutvustada seadet, mis rahuldab teatud vajaduse või parandab olemasolevat. Sel moel saavad õpilased tunda ühendust ennast ümbritsevaga palju teadlikumal tasandil.

### Mõned nõuanded programmeerimise klassiruumis kasutamise kohta

Alustades sellest, et on vajadus globaalse ja uurimuspõhise töö nagu ka robootika rakendamise järele klassiruumis, tuleks võtta arvesse järgmisi aspekte:

1. Progressiivsete tegevuste läbiviimine. Olgugi, et robootika eesmärgiks on ehitada objekt, mida kõik õpilased peavad kavandama, et lahendada mõni vajadus ümbritsevast keskkonnast, tuleb arvestada, et vajalikud on ka eelnevad oskused, eriti programmeerimist puudutavad oskused. Sel põhjusel soovivad eksperdid läbi viia eelnevaid väiksemaid praktikaid koos väga lihtsate juhistega, nii et õpilased saavad teadlikuks seosest programmeerimise ja robootika vahel, ning omandavad vajalikud teadmised, mida hiljem seadme ehitamise juures rakendada.
2. Korraldus töögruppides. Robootika projektide edus ja tööprotsessis mängib suurt rolli õpetajate võimekus korraldamaks õpilased tasakaalustatud gruppidesse, kus on koos erinevad võimekused ja oskused. Kui võimalik, siis kergem oleks kui igaüks saaks enda peale võtta ühe konkreetse ülesande: rühma koordineerimine, klassikaaslastele projekti selgitamine, head matemaatilised oskused või ruumitaju. See võib olla ka abiks õpilaste mitmekesisuse lõimimisel. Maksimaalne soovituslik õpilaste arv grupis on 4.
3. Lõpp-produktid. Lisaks produktile endale kui projekti põhjal teostatu tulemusele, oleks hea kui oleks esitatud ka projekti ajalugu, kus on kirjeldatud kogu tehnoloogiline protsess, suuline ettekanne muu grupi ees (nagu tehakse ka teadusmessidel või kui on vaja maha müüa oma prototüüp) ja video, mis näitab nende robootilise seadme toimimist (see oleks suurepärane siis kui ettekande ajal midagi juhtub ja seade korralikult ei tööta).



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

4. Projekti hindamine. Tuleks läbi mõelda, mida robotika projekti raames hinnatakse, kuna lisaks lõplikule tulemusele (töötavana või mitte) peaks võtma arvesse ka grupi koordineerimist ja igaühe osalust. Niisamuti peaks andma õpilastele võimaluse hinnata teisi projekte, isegi selgitada hääletamise teel välja parim projekt.

5. Piire ületavad tegevused. Eksperdid soovivad täiendava teemana juurutada tegevusi, mis ületavad antud valdkonna piire ehk selliseid, mis on õpilastele kasulikud näitamaks, et inseneriteadus tänasel päeval areneb valdkondadeüleste tiimide osalusel eesmärgiga pakkuda lahendusi sotsiaalsetele probleemidele ja vajadustele. Näiteks külastused teaduskondadesse ja insenerikoolidesse, ettevõtetesse või startupidesse, korraldada on võimalik ka külastusi kongressidele ja tehnoloogilistele messidele.

### **Mida kaaluda enne kui asuda juurutama**

Isegi kui robotika praktikad võivad esmapilgul tunduda keerukad, siis eksperdid on ühisel arvamusel, et õpetajad võiksid lasta lahti oma algsest usaldamatusest ja leida endas tahet nende praktikate juurutamiseks. Heaks alguseks oleks see, kui õpetajad võtavad omaks elukestvat õpetamist. Niisamuti tuleb võtta arvesse, et õpilastel on mentaalsed strateegiad, mis teevad sel moel töötamise lihtsamaks: see on väga proaktiivne, atraktiivne ja aitab kaasa õpetaja-õpilase ühisele õppimisele.

Robotika tegevuste juurutamiseks pole vaja suuri tehnilisi nõudmisi ja see hõlbustab nende kasutust klassiruumis. Vältimatud vajadused on arvutid (sülearvutid on paremad, et võimaldada paindlikku liikumist ruumis), robotika plaate, mis on nendega ühendatud ja materjale, mida õpilased kasutavad oma projekti arendamiseks. Õpilased võivad võtta materjali otsimise enda peale või annab kool neile materjalid ja korraldab selle ümberpaigutamise.

Õpilastel on vaja seotud tarkvaraga minimaalseid programmeerimise oskuseid. Nende oskuste kallal võidakse töötada algkursuste raames või paralleelselt teiste õppekavas olevate ainetega. Näiteks on väga kasulik kui õpilased on eelnevalt töötnud Arduino'ga, kuna selle lihtsus teeb robotikaga alustada soovides sellest õpilastele ühe kõige enam soovitatava tööriista.

### **Allikad**

Arduino [<https://www.arduino.cc/en/Main/Education>] (Arduino veebileht, kus on leitavad selle tarkvara hariduslikud rakendused)

Lego League [<http://www.firstlegoleague.org>] Robotite võistlus, mis motiveerib õpilasi leidma lahendusi praegustele maailmas leiduvale väljakutsetele nagu ümbertöötlemine, toiduohutus või energiaallikad.

RiE 2017 [<http://rie2017.info/>] (8. Rahvusvahelise Kongressi koduleht, kus räägitakse robotikast hariduses)

Sterling, L. (2015) "Five reasons to teach robotics in schools", Jutuajamine, võrgupõhine artikkel [<http://theconversation.com/five-reasons-to-teach-robotics-in-schools-49357>], viimati kasutatud mais 2018



**Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union**

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

### **Praktilised näited**

Hackster [<https://www.hackster.io/arduino/projects>] (kogukond, mis on pühendunud Arduino tarkvara õppimisele, mis koondab kasutuselaseid näiteid)

RoboESL [<http://roboesl.eu/>] (Euroopa projekt, mis kasutab robotikat selleks, et tõkestada hariduslikke ebaõnnestumisi)

Blog S4A [<http://blog.s4a.cat/>] (praktilised näited erinevatest robotikaprojektide tasemetest kasutades Arduino jaoks Scratch'i)

Botball [<http://www.botball.org/>] (projekt, mille eesmärgiks on julgustada robotika rakendamist klassiruumis läbi robotite võistlusel osalemise).



**Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union**

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## Virtuaalsed ja kaugjuhitavad laborid

*... nime all "virtuaalsed ja kaugjuhitavad laborid" leidub palju erinevaid võimalusi, väikestest simulatsioonidest kuni reaalse andmete omandamiseni sellistest uurimuskeskustest nagu CERN.*

### Eesmärgid

Virtuaalsete laborite, simulaatorite ja kaugjuhitavate laborite kasutamine klassiruumis teenib erinevaid eesmärgi:

- Võimaldamaks tööriistu, millega eksperimenteerida ja praktiseerida, mida muidu ei saaks haridusasutuste laborites läbi viia, kuna puudub vajalik varustus;
- Viimaks läbi riskivabu eksperimente ja aidates sel moel õpilastel vähendada vastumeelsust eksimise osas;
- Illustreerimaks nähtuseid või struktuure, mida on keeruline esitada tavapäraste meetoditega (näiteks tahvil).

Igal juhul on soovituslik mitte asendada võrguväliseid laboreid võrgupõhiste vastu, kuna need on siiski täiendavad tööriistad. Lisaks võib õpilastel tekkida pahameel elektrooniliste seadmete (PC, sülearvutid, tahvelarvutid) ülekasutamise suhtes.

Virtuaalseid ja kaugjuhitavaid laboreid on võimalik rakendada erinevates teaduslikes ja tehnilistes distsipliinides: füüsika, keemia, bioloogia, tehnoloogia (inseneriteadus) ja matemaatika, rohkem võimalusi töötamiseks on füüsika vallas ja vähem matemaatikas. Neid on võimalik tutvustada ka didaktilise järjestuse mistahes hetkel.

Seega sobitub seda tüüpi tehnoloogia täiuslikult STEAM metodoloogiaga, kuna see teeb võimalikuks õpilaste osalemise erinevates teaduslikes protsessides, julgustab neid, kuna teaduse tunnid muutuvad nauditavamateks ja lõbusamateks, lisaks võimaldab see tekitada tänapäeva klassiruumis suuremat mitmekesisust.

### Mõned nõuanded selle tehnoloogia kasutamise kohta klassiruumi kontekstis

On vajalik märkida, et nime all "virtuaalsed ja kaugjuhitavad laborid" leidub palju erinevaid võimalusi, väikestest simulatsioonidest kuni reaalse andmete omandamiseni sellistest uurimuskeskustest nagu CERN. Tegemist on seega kogumikuga heterogeensetest tööriistadest ja iga võimalus võib vajada oma spetsiifilist lähenemist. Mõned meiepoolsed nõuanded:

1. Lihtsad tegevused ja selged eesmärgid. Esiteks, on väga oluline, et õpetaja kavandab lihtsad tegevused selgete eesmärkidega selleks, et õpilased saaksid maksimaalse kasu nende tehnoloogiate kasutuselevõtmisest. See tähendab, et vaatamata sellele, et õpilased saavad töötada autonoomsel viisil, peavad etteantud tegevuste juhised olema selged ja mõistetavad, nii et õpilased saavad suunata oma uudishimu ja mõista süstemaatilise uurimustöö vajalikkust.
2. Õpetajatepoolne monitoorimine. Õpetajatel on tegevuste käigus juhendav roll, kuigi ekspertide soovitusel on, et mitte kõik protsessid ei pea olema kontrollitud. On soovituslik, et õpetajad peatavad aeg-ajalt tegevuse arengu selleks, et jagada ettetulnud teemasid ja arutleda selle üle,



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

kus õpilased oma protsessis parasjagu on. Juhul kui seda ei tehta, võib olla oht, et õpilased lihtsalt mängivad simulatsioonidega ilma neid õigesti kasutamata.

3. Tulemuste saavutamine. On oluline jõuda lõpliku tooteni, milleks võib olla praktika aruanne või töö all olnud teadusliku protsessi osa kohta küsimustele vastamine. Näiteks see, et õpilased leiavad mõned algsed küsimused või loovad hüpoteesi või kirjutavad eksperimendi kohta kokkuvõtte.

4. Õige kasutus. Virtuaalseid ja kaugjuhitavaid laboreid tuleks kasutada siis, kui need on tõesti vajalikud, näiteks teatud eksperimendi simulatsioon, mida ei saa läbi viia koolis vahendite puudumise tõttu. Simulatsioonid peaksid olema täienduseks päris eksperimentaalsetele tegevustele, mitte selle asendus.

### **Mida kaaluda enne kui asuda juurutama**

Hea internetiühendus on hädavajalik ning õpilastele on vajalikud arvutid või tahvelarvutid, vähemalt üks kahe peale. See hõlbustab selle tehnoloogia kasutamist kooli mistahes klassis.

Õpetajatel peab olema piisavalt aega, et tegevusi õigesti planeerida ja kavandada hoides sel moel ära improvisatsiooni. Pealegi, kui kasutatakse GoLab'i virtuaalseid laboreid, on vajalik eelnev lühike koolitus, et õppida tundma tööriista nimega Graasp.

GoLab laborites on suurepäraselt toimiv pedagoogiline keskkond, kus on juba programmeeritud ja kergesti rakendatavaid didaktilisi alateemasid, kuigi mõnikord on soovitatav kohandada neid vastavalt õpilaste iseloomule ja nende hariduslikule kontekstile.

### **Allikad**

University of Colorado simulaatorid [<https://phet.colorado.edu/>]

Go-Lab Project [<https://www.golabz.eu/>](hästi töötav pedagoogiline õhkkond, kus on laboreid üle maailma koos heterogeense toimimisega. See võimaldab õpetajate poolt kavandatud tegevuste jagamist ja kohendamist).

Teadushariduse kogukond Euroopas (Scientix) [<http://blog.scientix.eu/2015/08/virtual-laboratories-in-teaching-and-learning-science/>] (virtuaalsete ja kaugjuhitavate laborite allikad ja näited)

ChemCollective [<http://chemcollective.org/home>] (keemia õpetamiseks loodud virtuaalsed laborid)

Vozniuk, A.: Enhancing Social Media Platforms for Educational and Humanitarian Knowledge Sharing: Analytics, Privacy, Discovery, and Delivery Aspects. Väljaande kirjastaja: École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Switzerland, 2017. Võrgupõhine dokument [[http://www.go-lab-project.eu/sites/default/files/files/publications/file/EPFL\\_TH7495.pdf](http://www.go-lab-project.eu/sites/default/files/files/publications/file/EPFL_TH7495.pdf)] Viimati kasutatud: mais 2018.

### **Praktilised näited**



**Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union**

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

Faulkes Telescope Project [<http://www.faulkes-telescope.com/>] (robootiliste teleskoopide võrgustik, mis võimaldab reaalseste astronoomiliste kujutiste hankimist, mida klassiruumis kasutada. Seal leidub ka näiteid nende poolt läbi viidud tegevuste kohta).

Galaxy Crash [<https://www.golabz.eu/lab/galaxy-crash>] (Galaktikate kokkupõrke simulaator, mis võimaldab võrrelda õpilaste poolt tehtud ennustusi).

Vcise: Drosophila Melanogaster Genetics Experiment [<https://www.golabz.eu/lab/vcise-drosophila-melanogaster-genetics-experiment>] (virtuaalne labor, mis võimaldab geneetiliste printsiipide rakendamist äädikakärbeste peal ja täheldada muundatud pärilikke tulemusi).



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## Hariduslikud videomängud

*... enam kui vaid selleks, et motiveerida ja kaasata õpilasi tundide arendamisse, tuleks videomänge kasutada selleks, et õpilased saaksid imiteerida konteksti, milles teadlased ja insenerid töötavad.*

### Eesmärgid

On suur hulk näiteid videomängudest, mida saab kasutada teaduse, tehnoloogia ja matemaatika tundides nagu Arcade, liivakasti, viktoriini, strateegia, simulatsiooni, märklaua tüüpi mängud... Nende olulisus peitub neil asetsevas didaktilises suunitluses. Sellest lähtuvalt eristavad eksperdid kahte eri tüüpi videomänge: neid, mille eesmärgiks on parandada klassiruumi ennast ja teisi, mille eesmärgiks on parema teaduse tegemine.

See viitab sellele, et STEAM sfääris tuleb videomängude kasutusele võtmisel arvesse võtta seda, et õpilased õpiksid, kuidas teha teadust ehk kasutada videomänge selleks, et tegeleda teadusliku praktika kolme aspektiga: modelleerimine, uuringud ja argumentatsioon. Seega, enam kui vaid selleks, et motiveerida ja kaasata õpilasi tundide arendamisse, tuleks videomänge kasutada selleks, et õpilased saaksid imiteerida konteksti, milles teadlased ja insenerid töötavad.

Alahindamata mistahes teist tüüpi videomänge, on teaduse didaktika uute suundumuste mõistes kõige paremini kohandatud mängud koondatud hariduslikesse standarditesse nagu näiteks K12 Järgmise Põlvkonna Teadusstandardid (*Next Generation Science Standards*, NRC, 2012), kus on sellised mängud, mis pakuvad õpilastele intellektuaalseid väljakutseid, mida lahendatakse läbi mudeli või selgituse loomise; õpilased võivad lahendada väljakutse omandades uusi tegutsemisviise, milliseid neil alustades ei olnud; pakuvad tasusüsteemi, mis võimaldab simuleerida teadusliku praktika sotsiaalset konteksti.

### Mõned nõuanded selle tehnoloogia kasutamise kohta klassiruumi kontekstis

1. Mõttele järele, millisel didaktilise järjestuse ajahetkel tuleks videomängu tutvustada. Olemasolevate videomängude suur mitmekesisus võimaldab kasutada neid erinevates teaduslike kontekstide aspektides. Seetõttu on õpetaja ülesandeks õige videomängude kasutamise järjestamine andmaks sellele õppeprotsessis kohane tähendus: kasutades seda uurimuse, struktureerimise või teadmiste rakendamise faasis.
2. Lihtne algus. Tuleb arvesse võtta, et kõik õpilased peaksid olema võimelised jõudma videomängus miinimumtasemel lõpuni ja edaspidise keerukuse edenemisele tuleks kaasa aidata. Olemas on videomänge, mis võimaldavad liikuda läbi erinevate tasemeteni, et mängurid omandavad keerukamate mudelite lahendamise oskuseid või leides täpsemaid vastuseid või selgitusi.
3. Kombineeri omavahel võrgupõhiseid ja võrguväliseid tegevusi. Didaktikauuringud tõestavad, et vaid võrgutehnoloogiate või digitaalsete tööriistade kasutamisel õpitakse vähem kui siis, kui kombineeritakse omavahel võrgupõhiseid ja võrguväliseid tegevusi, näiteks nn tegevused paberi ja pliatsiga või praktilised eksperimenteerimised.



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).



## Mida kaaluda enne kui asuda juurutama

Aspektid, mida tuleb arvesse võtta on seotud videomängude iseloomuga ja sellega, mida soovitakse nende kasutamisega saavutada. Eksperdid toovad välja:

- Preemiate kasutamine. Vaatamata sellele, et videomäng ise on võistluslik, siis preemiate kasutamist ei saa üle tuua traditsioonilisse õpetamise kontseptsiooni. Tuleks otsida strateegiaid, mis taasloovad tingimused, kus õpilased teevad uurimustööd. Näiteks, mängu edenedes võib punkte vahetada materjalide vastu, mida kasutada mõnes kooli laboripraktikas.
- Põhjalik lahendus. Videomängu ei tohiks saada lahendada lihtsa internetiotsingu teel, vaid luues keerukaid vastuseid, mis arenevad uuteks küsimusteks.
- Mittekeskendumine purismile. Õpilastel peaks olema võimalus edeneda videomängus ilma vajaduseta kasutada kindlat keelt või kindlaid teadmisi. See tähendab, et ei ole kõige olulisem, et õpilased tunneksid teatud sõnavara, vaid võimaldatakse kontseptsioone struktureerida ja seostada.
- Õpilaste varasema tausta olulisus. Esineb sagedasti seda, et õpilastel on mängides juba olemas erinevad lahendused, mis on tihti valed või mitmetähenduslikud ning mida peaks videomäng siis aitama reformuleerida.
- Olemas on palju digitaalseid platvorme, mis koondavad erinevaid videomänge ning millest paljusid on võimalik mängida üle võrgu sel moel hõlbustades selle kasutamist mistahes kooliruumis ilma spetsiifiliste tehniliste nõuete vajaduseta, vaja on vaid elektroonilist seadet ja internetiühendust.

## Allikad

Brain Pop [<https://www.brainpop.com/>] (veebileht, mis on pühendunud erinevatel allikatel põhinevate hariduslike digitaalsete tööriistade koondamisele nagu videomängud ja simulatsioonid, mis on sorteeritud teemade järgi, igaühe puhul pakutakse välja ka didaktilisi ettepanekuid nagu ka täiendavaid materjale)

Physic Games [<http://www.physicsgames.net/>] (kogumik mängu, mis põhinevad füüsikal ja on loodud erinevatel keerukuse astmetel)

Dragon Box [<https://dragonbox.com/>] (portaal erinevate võrgupõhiste mängude rakendustega, mida saab tasuta eest ka mobiiltelefonidele alla laadida)

Funbrain [<https://www.funbrain.com/>] (veebileht, mis koondab sadu hariduslikke videomänge, lisaks raamatuid, koomikseid ja videosid muuhulgas töötamiseks matemaatikaga ja lahendamaks probleeme).

## Praktilised näited

[http://www.physicsgames.net/game/Bridge\\_Builder.html](http://www.physicsgames.net/game/Bridge_Builder.html) (videomäng, kus mängijad tegutsevad kui insenerid, et kavandada ja ehitada sild selleks, et veoauto jõuaks sihtpunktini)



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

Guts and Bolts [<https://www.brainpop.com/games/gutsandbolts/>] (videomäng, kus läbi paljude ekraanide peavad mängud looma anatoomilise mudeli ringlus-, hingamis- ja seedimissüsteemidele)

Geniverse lab [<https://learn.concord.org/geniverse>] (mäng, mis võimaldab õpilastel sukelduda geneetika ja pärilikkuse õpingutesse toites ja õppides virtuaalseid draakoneid).



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## Eksperimenteerimine

***Kuluefektiivseid) eksperimente saab rakendada iga teema perspektiivist ja igal didaktilise järjestuse ajahetkel.***

### Eesmärgid

Sedasorti tehnoloogia kasutamine teenib klassiruumis kahte peamist eesmärki: esiteks, et teha teadust (eksperimenteerimine ja uurimused) koos selle lisandväärtusega, et need eksperimendid on lihtsasti teostatavad, võtavad vähe ruumi, on odavad ja neid saab läbi viia ka kodus. Teiseks, et kaasata ja julgustada õpilasi tegelema teaduslike praktikatega.

Ometi on igal eksperimendil oma konkreetsed eesmärgid, millest sõltuvad tuletatud tegevused. Sellel kaval põhinev kuluefektiivne eksperimenteerimine on seotud kõrgemal või madalamal tasandil erinevate teaduslike või tehniliste valdkondadega.

Kuluefektiivseid eksperimenteerimistegevusi saab rakendada iga teema perspektiivist ja igal didaktilise järjestuse ajahetkel. Esialgu võib uurida järele, mida õpilased arvavad mingi kindla nähtuse kohta või kas neile meeldib algne stiimul; teinekord võib seda kasutada mingi järjestuse keskel, et uurida, mis toimub või ennustada, mis võib toimuma hakata; seda tehnoloogiat võib kasutada ka pärast seda kui selgitatakse kindlat õppekava osa paludes õpilastel tõlgendada kuluefektiivset eksperimenteerimist koos omandatud teadmistega.

Lisaks tuleb arvesse võtta, et viies läbi kuluefektiivset eksperimenteerimist klassiruumis, siis see iseenesest ei aita kaasa sellele, et õpilased hakkaksid käituma kui teadlased. On õpetaja ülesanne, et see võimalus käiakse välja valmistades korralikult ette kõik tegevused, mis on seotud selle eksperimendiga. Ei peaks pakkuma juba olemasolevat kinnist protokoll, mida pelgalt taastoodetakse, vaid pigem tuleks õpilasi julgustada ise uurima ja esitama küsimusi kuidas ja miks.

### Mida kaaluda enne kui asuda juurutama

Seda tüüpi eksperimenteerimine ei allu kindlale kursile, vaid on rakendatav mistahes keskhariduse tasemel, pidades meeles, et iga eksperimendi tõlgendamise tasand on erinev ning vastab iga tasandi jaoks välja töötatud sisu keerukusele.

1. Eelnev õpetajapoolne testimine. Eksperdid soovivad testida eksperimenti enne kui asuda seda klassiruumis koos õpilastega läbi viima.
2. Kasuta neid sagedasti. Seda tüüpi eksperimente tuleks teha regulaarselt, et õpilased omandaksid vajalikud harjumused ning normid, mis võimaldavad neil pikemas perspektiivis töötada autonoomsemal viisil. On samuti soovituslik töötada väikestes gruppides, mis koosnevad 2-4 õpilasest.
3. Kavanda sobiv tegevuste järgnevus. Kuluefektiivseid eksperimenteerimisi ei tuleks teha teatud protokollide tiražeerimise eesmärgil, millele on õpetajad eelnevalt kaasa aidanud. Selle asemel tuleks ärgitada arutelusid, kus õpilased mõtleavad välja, kuidas teatud demonstratsiooni läbi viia, et õppimine oleks tähenduslik.



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

4. Tulemuste saavutamine. On oluline luua register, kas digitaalne või paberil, mille abil õpilased saavad mõelda eksperimendi üle ning vältimaks seda, et eksperimenteerimist mõistetakse pelgalt kui lihtsa mänguna. Väga palju lõpp-produkte võidakse küsida: kinniste küsimustega tööst kuni labori märkmikuni, kuhu kõik eksperimendiga seotud sammud on kirja pandud.

5. Lõplik hindamine. Sel peab olema kahepoolne tähendus. Ühest küljest hinnates õpilase tõlgendust ja akadeemilisi edusamme, teisest küljest hinnates eksperimendi funktsioneerimist. Selleks soovitavad eksperdid küsida õpilastelt hinnangut eksperimentide kohta, mida akadeemilise kursuse jooksul on läbi viidud. Sel moel saavad õpetajad väga väärtuslikku tagasisidet, mille abil kaaluda, kas teatud oma lähenemise aspekte eksperimendi läbiviimisel on vajalik korrigeerida.

### **Mõned nõuanded selle tehnoloogia kasutamise kohta klassiruumi kontekstis**

Esiteks peavad õpetajad olema motiveeritud, kuna nende eksperimentide läbiviimiseks on vajalik valmidus ning vabanemine hirmust võimalike tõrgete ees. Teiseks, teatud eelnev koolitus on soovituslik, et proovida ja õppida uusi eksperimente ning olla seega juurutamise osas motiveeritud. Teatud võrgupõhised ressursid kuluefektiivse eksperimenteerimise kohta on siinkohal abiks.

Niisamuti peab olema eksperimentide kasutamine mõistlikult normeeritud, kuna mõnikord kipuvad õpilased neid pidevalt teha tahtma.

Selleks, et õpilased õpiksid tundma teaduse tegemise mooduseid ja selle meetodeid, on oluline kavandada tegevusi väga selgelt, nii et töötatakse erinevate kontseptsioonidega nagu hüpotees, järeldused, tõendamine, etc.

Lõpetuseks tuleb ära märkida, et klassiruumis selliste eksperimentide läbiviimiseks ei ole suuri tehnilisi nõudmisi. On soovituslik siiski, et klassiruumis oleks paindlikkust ja piisavalt ruumi (lauad ja toolid ei ole põranda külge kinnitatud). Mõndasid eksperimente saab teha isegi õues.

### **Allikad**

Poppe, N., Markic, S, Eilks, I. "Low cost experimental techniques for science education" (2010), TEMPUS, European Commission. Võrgupõhine dokument [[http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/salis\\_zusatz/material\\_pdf/lab\\_guide\\_low\\_cost\\_experiments\\_englisch.pdf](http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/salis_zusatz/material_pdf/lab_guide_low_cost_experiments_englisch.pdf)]. Viimati kasutatud: mais 2018.

### **Praktilised näited**

Microecol [<https://www.microchem.de/>] (kogumik kuluefektiivse keemia informatsiooni ja näidete kohta)

Science Kids from New Zealand [<http://www.sciencekids.co.nz/videos/experiments.html>] (videod koos noortele mõeldud teaduse ja tehnoloogia eksperimentidega).



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## 3D printimine

***Eksperdid soovivad käsitleda 3D printerit klassiruumis kui kooliprojekti, mille raames erinevad osakonnad saavad koostöiselt töötada koos valdkondadevahelise nägemusega tegevuste ja projektide osas.***

### Eesmärgid

3D printimise kui tööriista võimalused STEAM'i raames on väga suured, kuna tegemist on tehnoloogiaga, mis võimaldab ühendada erinevaid valdkondi, inseneriteadust, tehnoloogiat, matemaatikat, kunstilist väljendust, bioloogiat või keemiat, kuid õpetajatel peab olema selge, et peamiseks eesmärgiks on siiski see, et õpilased kavandavad ise oma objekti, mida soovitakse printida.

Sel viisil õpilased:

- annavad omapoolse vastuse teatud vajadusele: õpetaja võib soovitada luua ruumi tarbeks dekoratiivne objekt, viia läbi kooliga seotud objektide kujundamise võistlusi, valmistada osasid, mis on vajalikud roboti või mõne muu elektroonilise seadme ehitamiseks;
- saavad teada oma kavandi elujõulisuse, kuna tihti kipuvad õpilased kujundama selliseid objekte, mida 3D printerid printida ei suuda. Sel moel saavad nad teadlikuks, et tehnilised piirangud on olulised selleks, et viia lõpuni insenertehniline või uurimusprojekt;
- omandavad oskuse teha mudeleid, kuna neil on vajadus väljendada oma ideid ja teha joonistusi sobiva tarkvara toel.

Kõikidel ülalnimetatud põhjustel on eksperdid ühel nõul, et 3D printeri kasutamine klassiruumi kontekstis on õpilaste jaoks heaks vahendiks teha teadust ja õppida tehnoloogiat.

### Mõned nõuanded selle tehnoloogia kasutamise kohta klassiruumi kontekstis

1. Tutvu kujundamiseks vajamineva tarkvaraga. Õpilased peaksid alustama keskhariduse varajases staadiumis printimiseks mõeldud asjade kujundamiseks vajaliku tarkvara, nagu Scratch'i, tundmaõppimisega. Tuleks juurutada õppekavalaadne järjepidevus nii, et mida edasi õpilased liiguvad oma kursuste raames, sedamööda arenevad ka nende vajadused, mida lahendatakse objektide printimisega.

2. Õpetajate roll. Nad vastutavad tegevuste välja pakkumise eest, et julgustada õpilasi samal ajal soodustades ka nende autonoomsust. Samaaegselt on vajadus nende kahe kombineerimiseks selleks, et analüüsida, kas loodud kujundused sobituvad seatud eesmärkidega ja kas need on elujõulised. Sellegipoolest, teatud eksimuse marginaal annab võimaluse õpilastel jõuda uute arusaamiseni juba kord prinditud kujundi abil.

3. Tegevuste tüpologia. Eksperdid soovivad panna praktikasse erinevat tüüpi tegevusi, mis on seotud seatud eesmärgiga. Põhimõtteliselt võib olla selliseid tegevusi nagu võistlused, kus õpilased selle asemel, et pürgida olla esimesed soovivad kujundada objekti, mis kiidetakse



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

klassikaaslaste poolt heaks ja saab lõpuks välja prinditud ja kingitusena koolile üle antud. Teine võimalus on selline, kus printimine on osa suuremast robotika projektist. On vajalik üle kontrollida 3D printimise kasulikkus töötades koostöös teiste valdkondadega nagu näiteks koos matemaatikaga kui visualiseeritakse või kalkuleeritakse geomeetrilisi kujundeid.

4. Individuaalne või kollektiivne töö. On soovituslik, et õpilased töötavad tarkvara tundma õppimise esimestes etappides üksi. Hiljem, kui on vajadus leida lahendusi ja ülesanded muutuvad protsessi edenedes keerukamateks, siis võib töötada paarides, suuremate projektide puhul on soovituslik kasutada ka 4-5 inimesest koosnevaid gruppe selleks, et jagada ideid ja võimekusi.

### **Mida kaaluda enne kui asuda juurutama**

3D printer on õrn ja kallis seade: selle ülalpidamine ei peaks olema õpilaste kohustuseks, isegi kui see toimub õpetajate järelevalve all. 3D printerite tegevuste eesmärgiks on, et õpilased oleksid teadlikud suuremast protsessist, mis on vajalik läbi teha enne kui printerit saab kasutama hakata, ja mitte nii palju selleks, et selgitada õpilastele printeri mehaanikat ja toimimist. Kuigi õpetajad võivad siiski paluda ka õpilaste osalust faili printerisse toimetamisel, nii et nad saaksid olla osa terviklikust protsessist.

Isegi kui tundub, et printeri kasutus võiks olla lähemal inseneriteadusele ja tehnoloogiale, siis sellest saavad oma tegevustes kasu ka teised ained.

Lõpetuseks, pöörates tähelepanu tehnilistele aspektidele, siis on oluline järgida mitmeid ohutusnõudeid, näiteks tuleb kasutada vastavalt printeritüübile sellele sobivat plastikut, ja vältida tuleks printeri muljumist või sellega kiirete liigutuste tegemist, mis tekitavad printimisel ebatasakaalu.

### **Allikad**

Create Education [<https://www.createeducation.com/resources-landing/>] (Ühendkuningriikide veebileht, mis pakub materjale 3D printimise juurutamiseks klassiruumis, seda nii algkoolis kui keskkoolis)

3D printerid koolis: selle kasutus õppekavas [<https://www.gov.uk/government/publications/3d-printers-in-schools-uses-in-the-curriculum>] (Briti valitsuse raport 21 koolis 3D printerite tutvustamise uuringu kohta)

### **Praktilised näited**

Molekuli loomise projekt bioloogia tunnis [<https://ultimaker.com/en/resources/50531-ap-biology-capstone-project>]

Malemängu tootmine 3D's [<https://ultimaker.com/en/resources/50520-checkmake-3d-printed-chess-set>]

Margi ja keraamilise kasti loomine 3D's [<https://ultimaker.com/en/resources/50534-3d-printed-pattern-stamp-ceramic-box>]

3D siluettide loomine Photoshop'iga [<https://ultimaker.com/en/resources/50530-creating-a-3d-silhouette-using-photoshop>].



**Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union**

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## Optika ja fotoonika

***Valgusnähtuse ümber olev komplekssus muudab veelgi olulisemaks selle, et õpilased saaksid vahetult eksperimenteerida valguse omadustega ja ka võimaluse ise mudelid ehitada.***

### Eesmärgid

Olgugi et valgus on energia manifestatsioon, mis võimaldab informatsiooni omandamise ennast ümbritseva kohta, on enamus rahvast selle olemuse teadvustamisel eksiarvamusel. See pole ka üllatav, kuna valgus on kompleksne nähtus ja seda on keeruline mõista, kuna selle füüsilised parameetrid ületavad inimese arusaamad. Eksperdid väidavad, et seda on isegi koolides valesi õpetatud.

Sel põhjusel on optika ja fotoonika eksperimentide läbiviimise peamiseks eesmärgiks täiendada arusaamist selle kohta, mis on valgus ja millised on selle omadused. See tähendab, et õpilased peaksid valguse mudelit mõistma lainelise ja osakekestest koosneva nähtusena selleks, et oleks võimalik selgitada selle vastasmõju mateeriaga nii mikro- kui makroskoopilisel tasandil. Seetõttu peaks esimeseks ülesandeks olema õpilaste seniste kontseptsioonide väljaselgitamine nagu näiteks peegeldumine, murdumine, neeldumine, hajumine, difraktsioon või footon.

Eesmärgiks on see, et õpilased oskaksid selgitada seda igapäevast nähtust ja teha kindlaks, millist valgusmudelit nad peavad rakendama (geomeetiline, laineline, kvantiline) vastavalt sellele sündmusele, mida analüüsitakse. Sel moel on võimalik korrigeerida paljusid õpilaste intuiitseid – ja võimalik, et valesid – ideid.

Valgusnähtuse ümber olev komplekssus muudab veelgi olulisemaks selle, et õpilased saaksid vahetult eksperimenteerida valguse omadustega ja ka võimaluse ise mudelid ehitada.

### Mõned nõuanded selle tehnoloogia kasutamise kohta klassiruumi kontekstis

Optika sisu, mida iga haridusaste võiks sisaldada, sõltub iga vanuse kognitiivsest tasemest. Näiteks, varajases gümnaasiumiastmes võib töötada selliste kontseptsioonide kallal nagu valgus kui energiaallikas (emissioon, peegeldus, murdumine, neeldumine, ja märkamine) ja värv, samas kui gümnaasiumiastme viimastes etappides võiks tutvustada kontseptsiooni, mis kujutab valgust kui lainelist nähtust, ning ka geomeetrilist ja kvantilist optikat.

Eksperdid soovitavad:

1. Vii läbi väikesi uuringuid selle nähtuse kohta, mida õppima asutakse. Vastavalt haridusastmele võivad need olla lihtsakoelised, nagu näiteks, millised on erinevused õpilaste prillide vahel või millise kujuga on autode küljepeeglid ja miks. Teised kogemused võivad põhineda virtuaalsetel laboritel või simulaatoritel (töötamiseks näiteks valgusallika tüüpidega, kiirediagrammidega, murdumise ja peegeldumise reeglitega, nägemismehhanismide või polariseeritud valgusega). Sellised kogemused rajavad aluse õpilaste igapäevaste nähtuste tajumisele. Sel viisil mõistavad õpilased neid kontseptsioone paremini.

Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).





2. Ole väga ettevaatlik oma keelekasutusega. Kuna väga sageli erinevad õpilaste varasemast olemasolevad ideed sellest, milline on teaduslik nägemus, siis nende selgitustes võivad olla sees ka keelelised vead, mis aeglustavad õppimist. Seetõttu soovivad eksperdid mitte võtta teatud kontseptsioone iseenesestmõistetavatena, mis võivad küll olla igapäevased, aga õpilastele siiski võõrad, nagu näiteks see, et valgus liigub sirgjooneliselt.

3. Tee diagramme ja joonistusi. See on hea viis, kuidas aidata õpilastel mudeldada valguse omadusi, eriti geomeetrilist optikat. Optikat esitatakse sageli joonte abil, näidates näiteks kiirte trajektoori, peegleid või optikaseaduste nurki. Sel moel jääb materjal paremini meelde ja kontseptsioonid on mõistetavad. Diagrammid ja joonistused võivad olla kasulikud ka õpetajatele, et mõista õpilaste varasemast olemasolevaid ideid.

4. Töötage gruppides. On soovituslik organiseerida väikesi töögrupe, et õpilased saaksid jagada ideid, väidelda ja üksteist aidata kui nad oma uurimust läbi viivad.

### **Mida kaaluda enne kui asuda juurutama**

Kuna optika ja fotoonika võimaldavad leida füüsikal ühisesi teiste distsipliinidega nagu matemaatika (STEAM) ja pakkuda õpilastele teadlaste tööle sarnaseid tegevusi, siis nõustuvad eksperdid, et õpetajatel peab olema tugev tahe selleks, et juurutada neid valdkondi juba olemasolevasse algkooli kavas.

On soovituslik alustada väga elementaarsetest praktikatest, näiteks, et õpilased ise järeldavad peegeldumisseadusi mängides peeglitega ja juhtides valguskiirt, et kinnistada neid võtmekontseptsioone, mis ei pruugi muidu olla hästi mõistetavad. Üldiselt ei vaja sellised praktikad suuri tehnilisi investeeringuid ja mõningaid saab teha ka virtuaalsete simulaatoritega.

Niisamuti tuleks pidada meeles, et eksperimendid ise ei võimalda õpilastel teadust mõista: neile tuleks anda võimalus soovitada uurimusi ja minna sügavamale õpetajate poolt antud protokollide lihtsast kordamisest või pelgalt tegevuste nimekirja teostamisest.

### **Allikad**

Costa MFM (2008), "Hands-on Science", Valitud tööd praktilise teaduse vallast (ISBN 978-989-95336-2-2); Costa MF, Dorrio BV, Michaelides P and Divjak S (Eds.); Associação Hands-on Science Network, Portugal; pp. 1-13

Tekos, G., Solomonidou, C. (2009), "Constructivist learning and teaching of optics concepts using ICT tools in Greek primary school: A pilot study." *Journal of Science Education and Technology* 8.5: 415-428.

National Science Teachers Association [<http://www.nsta.org/elementaryschool/>] (NSTA veebileht, kust leiab materjale erinevate ainete kohta, mis on klassifitseeritud tasemete ja teemade kaupa)

Atmospheric Optics [<http://www.atoptics.co.uk/>] (veebileht, kust leiab selgitusi ja diagramme atmosfäärioptika kohta).

### **Praktilised näited**

 Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).



Praktiline füüsika [<http://practicalphysics.org/>] (Füüsika Instituudi veebileht, kus leiab erinevaid kogemusi füüsikast, sh optika ja valguse kohta)

Optics 4 kids [<https://www.optics4kids.org/classroom-activities>] (Valik erinevaid optika kogemusi, mida saab koolis läbi viia ning mis on klassifitseeritud vanuste järgi)

Optics: Light, Color, and their uses Educator Guide / Optika: Valgus, Värv, ja nende kasutus  
Õpetaja Juhend

[<https://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Optics.Guide.html>]  
(avaldatud NASA poolt, tegemist on juhendiga, milles on erinevaid kogemusi optika ja valguse kohta, ja mis on kategoriseeritud vastavalt õpilaste vanusele)



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

## Nanotehnoloogia

*[Nanotehnoloogia] aitab kaasa teaduspraktikate riskide ja eetiliste aspektide üle debattide pidamise, samal ajal stimuleerides õpilaste kriitikameelt.*

### Eesmärgid

Olemasolevad tõestused nanotehnoloogia rakendamisest klassiruumi kontekstis kinnitavad, et:

- STEAM mudeli rakendamine on hea, kuna see soodustab barjääride lõhkumist erinevate teadmiste vahel ja sunnib töörühmi töötama multidistsiplinaarsel viisil, mis tähendab, et uurijad peavad arenema ja õppima teiste valdkondade baasil;
- See võimaldab õpilastel olla kursis viimase aja teaduslike ja tehniliste avastustega ning mõista, kuidas need on seotud nende igapäevaeluga;
- See aitab kaasa teaduspraktikate riskide ja eetiliste aspektide üle debattide pidamise, samal ajal stimuleerides õpilaste kriitikameelt;
- Õpilased on autentsemal moel kontaktis sellega, kuidas teadust tehakse ja seda kommunikeeritakse.

### Mõned nõuanded selle tehnoloogia kasutamise kohta klassiruumi kontekstis

Meid nõustanud eksperdid olid ühisel nõul, et nanotehnoloogia juurutamisel tuleks kaaluda järgmisi teemasid:

1. Kaasa maksimaalselt praktilisi tegevusi. Tänapäeval on mõningates õpetajatele mõeldud ressursikeskustes koolidele mõeldud materjalikomplekte, mis võimaldavad läbi viia ka kuluefektiivseid eksperimente (täringutega, kihisevate tablettidega).
2. Kasuta nanotehnoloogiat selleks, et selgitada igapäevateadust. Näiteks, magnetismiga töötades on soovituslik kasutada ära ferromagnetiliku omadusi, töötades optika omadustega kasutage ilma ootuspärase värvita kulda, või kui räägite bioloogiast või keemiast, siis siduge see ära hõbeda biotsiidivõimekusega.
3. Alustage igapäevastest probleemidest või olukordadest. Uurige, milline on mingi konkreetse juhtumi arengus nüüdistase ja leidke, kuidas nanotehnoloogia saab sellele kaasa aidata, sel moel muutub õpilase jaoks oma keskkonnaga suhestumine kergemaks. Näiteks, teatud tüüpi vähivähi.
4. Kasutage ära internetiallikaid, olgu need siis didaktilised või liitreaalsuse kohta käivad videod, mis aitavad kaasa sellele, et õpilased mõistaksid ja oskaksid visualiseerida nanotehnoloogia maailma.
5. Täiendage klassiruumi tegevusi külastustega uurimuskeskustesse ja laboratooriumitesse.

**Mida kaaluda enne kui asuda juurutama**

Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).

Nanotehnoloogia kui ressursi kasutamisega klassiruumis kaasneb antud vallas õpetajate koolitamine. See koolitus peaks olema nii praktiline kui tehniline, kus õpetajad omandavad need teadmised, mis neil on puudu arvestades, et tegemist on võrdlemisi uue uurimusvaldkonnaga. Samal ajal omandavad õpetajad praktilisi näiteid, mida nad saavad klassiruumis kasutada.

On ka soovituslik tugevdada õpilaste töötamist väikestes 4-6 inimesest koosnevates gruppides ning paluda neilt lõpp-produkti video või teadusplakati näol, mille valmistamiseks tuleb neil panna praktikasse oma digitaalsete tööriistade kasutamise oskused, kommunikatsiooni ja sünteesi.

Viimaks, tehnilisel tasandil ei ole nanotehnoloogilistel tegevustel suuri nõudmisi, hakkama saab kooli labori ja arvutiseadmetega.

### **Allikad**

Statnano: Nano Science, Industry and Technology Information [<http://statnano.com/>] (indikatsioonid ja statistika nanotehnoloogia arengu kohta globaalsel tasandil)

National Nanotechnology Initiative [<http://nano.gov/>] (hariduslikud materjalid ja teised algatused, mis on seotud USA valitsuse poolse nanotehnoloogilise arenguga)

Nanopinion [<http://nanopinion.archiv.zsi.at/en/education.html>] (veebileht koos nanotehnoloogiliste tegevuste ja videote näidetega või õpetajate koolituse kohta)

### **Praktilised näited**

Nanozone [<http://www.nanozone.org/teachers.htm>] (Nanotehnoloogiliste tegevuste näited)

Nanoyou [<https://nanoyou.eu/en/virtual-lab.html>] (nanotehnoloogiliste eksperimentidega erinevad näited)

Nanokomik [<http://www.nanokomik.com/index.php/en/>] (multidistsiplinaarne ja rahvusvaheline koostööprojekt koomiksita kaudu nanotehnoloogia kohta teabe levitamiseks)



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The content of this publication does not reflect the official opinion of the Education Exchange Support Foundation, the European Union or its institutions. Responsibility for the information and views expressed in the publication lies entirely with the author(s).