

Sild, mis ühendab uurimistööd tänapäeva füüsikas
ja ettevõtlust nanotehnoloogias

Õpetajate juhend

2. versioon



Lifelong
Learning
Programme

Projekti Quantum Spin-Off rahastab Euroopa Liit LLP Comenius programmi kaudu (540059-LLP-1-2013-1-BE-COMENIUS-CMP).
Miriam Herrmann & Renaat Frans (2015)
Kontakt: miriam.herrmann@fhnw.ch
renaat.frans@khlime.be

See teave kajastab ainult teksti autori seisukohti ning Euroopa Komisjon ei ole vastutav selle informatsiooni kasutamise eest



Autorile viitamine-mitteäriline eesmärk-jagamine samadel tingimustel 4.0 rahvusvaheline (CC BY-NC-SA 4.0)

Kasutamine järgmistel tingimustel:

- **Autorile viitamine** — te peate **kohaselt viitama**, litsentsi lingi andma ning **näitama ära võimalikud tehtud muudatused**. Seda võib teha mõistlikul viisil, kuid mitte selliselt, mis võib tekitada väärarusaama, et litsentsiandja tõstab teid või teie poolt teose kasutamist esile.
- **Mitteäriline eesmärk** — materjali ei tohi kasutada **ärilistel eesmärkidel**.

Te võite:

- **Jagada** — materjali võib iga meediumi vahendusel ja igas formaadis kopeerida ja jagada
 - **Kohandada** — materjali segada, muuta ja täiendada
- Litsentsiandja ei saa teile seda keelata, senikaua kui järgite litsentsi tingimusi.

Te peate tööle viitama järgmiselt:

Herrmann M. & Frans R. (2015, revised version 2). Quantum SpinOff Teacher Guidelines. Center for Science and Technology Education, University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland (FHNW) & Centre for Subject Matter Teaching, KHLim Katholieke Hogeschool Limburg, Diepenbeek, Belgium

Sisukord

1	Sissejuhatus	4
1.1	Ülevaade projektist Quantum Spin-Off	4
1.2	Peatükkide struktuur	5
2	Nanomaailmaga tutvumine	6
2.1	Termini <i>nano</i> etümoloogia	6
2.2	Nanoskaala mõistmine	6
2.3	Nano igapäevaelus.....	7
3	Õppemoodulid: kvantfüüsika – uued ideed maailma mõistmiseks	8
4	Nanotehnoloogia õppemoodulid	9
5	Nanoteaduste valdkonna publikatsioonid	10
5.1	Publikatsioonide valik	10
5.2	Lugemismeetod	10
6	Nanotehnoloogia ettevõtted – ärimudeli lõuend	11
7	Õpilaste ning nanoteadlaste ja nanotehnoloogia ettevõtete vahel kontakti loomine	12
8	Brošüür ja esitlemine	14
9	Ülevaade	14
10	Kuidas kasutada õppemooduleid?	14
Lisad	17	
A	Kirjandus.....	17
B	Viited õpilaste jaoks vajalikele teadusartiklitele	17
C	Nanotehnoloogia ettevõtete ja nanolaborite kontaktandmed	20
D	Konkursi kriteeriumite loetelu	25
E	Riigipõhine informatsioon	27

1 Sissejuhatus

Käesolev õpetajate juhend töötati välja ELi Comeniuse programmi raames. Projektipartnerid on Belgiast, Eestist, Kreekast ja Šveitsist. Olenevalt huvist ja ajast võib peatükke kasutada ka valikuliselt.

Projekt Quantum Spin-Off käsitleb nanoteaduste ja -tehnoloogia valdkonda. Nanotehnoloogia valdkonda peetakse käesoleval sajandil tehnoloogia võtmevaldkonnaks.

Projekti Quantum Spin-Off vahendusel avaneb keskkooliõpilastele kaasaegse füüsika maailm. Näidatakse kvantfüüsika rakendatavust ja antakse õpilastele võimalus tegeleda ettevõtlusega kõrgtehnoloogia sektoris. Keskkooliõpilased saavad suhelda nanoteadustega seotud asutuste ning kõrgtehnoloogiliste ettevõtetega (vaata lisa, osa C). Kõigepealt omandavad õpilased baasarusaamad kvantfüüsikast ning selle rakendatavusest uurimuslike meetoditega. Järgmisena töötavad nad oma ideega edasi koostöös teadlastega, kes on selle projektiga seotud ettevõtetest või asutustest.

Projekti teises faasis hakkavad õpilased mõtlema tootele või teenusele ehk kuidas kõige enam uuritud teemat rakendada kaasaegse teaduse mõistes. Viimaks koostavad nad ettevõtjate kaasabil oma virtuaalse ettevõtte jaoks äriplaani.

1.1 Ülevaade projektist Quantum Spin-Off

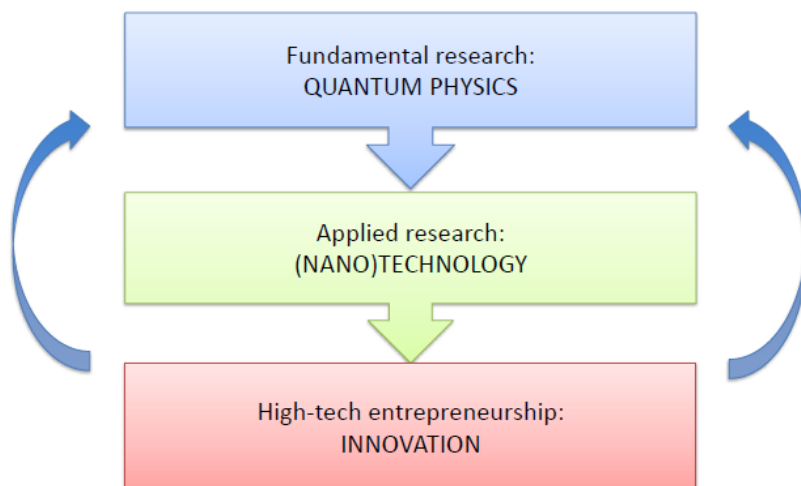
Kõigepealt esitleme projekti Quantum Spin-Off kulgu ja eesmärgi.

Projekti eesmärgid:

- kvantfüüsika uurimine,
- kooli sidumine kõrgtehnoloogilise teadusega ja
- ettevõtluse arendamine teadusklassis.

Kvantfüüsika uurimise põhifookus baseerub 12 uurimusliku ja avastusliku õppe õppemoodulil ja praktilisel tegevusel, mille keskmeks on kaasaegse füüsika mõisted ja nähtused, peamiselt kvantfüüsika ja nanoteaduste valdkonnas.

Projekti Quantum Spin-Off teine põhieesmärk on koolide, teadlaste ning ettevõtete vahel kontaktide loomine nanoteaduste ja nanotehnoloogia valdkonnas.



Joonis 1 Quantum Spin-Off'i filosoofia

Projektis osalevad õpilased kogevad lisaks, et *interdistsiplinaarsus* on nanoteadustele ja -tehnoloogiale omane. Nanoteadlased ja -tehnoloogid teevad tihedat koostööd, et kindlustada teaduse areng.

Kõigepealt esitleme projekti Quantum Spin-Off õpilaste vaatenurgast lähtuvalt.

Projekti eesmärk: koolide ja teadlaste ning nanoteaduste ja -tehnoloogia valdkonnas tegutsevate ettevõtete vahel kontakti loomine.

Klass: kümnes kuni kaheteistkümnes klass, kus õpetatakse süvendatult teadust/tehnoloogiat või teised huvitatud klassid, kus õpetatakse füüsikat või keemiat.

Koduleht: õpetajate juhendi saab alla laadida aadressilt www.quantumspinoff.eu.

Külaskäigud: klassid külastavad nano-uuringute laborit ja nano-ettevõtet. Nad saavutavad teadlaste ja ettevõtetega otsese kontakti.

Kvantfüüsika: õpilased töötavad kvantfüüsikaga seotud õppemoodulites.

Teaduskirjandus: Õpilased kasutavad nanoteaduste/nanotehnoloogia valdkonna teaduspublikatsioone, mis on ideaaljuhul seotud külastatud uurimislaborite/nanotehnoloogia ettevõtete uurimisvaldkonnaga. Nad esitavad teadlastele küsimusi meili teel või Skype'is.

Virtuaalne ettevõtte: Õpilased asutavad läbitöötatud publikatsiooni uurimistulemuste põhjal virtuaalse kõrvalettevõtte: selleks koostavad nad lihtsa äriplaani.

Brošüür ja esitus: Õpilased koostavad brošüüri, mis on esitluse aluseks. Esitus kestab 15 min ning seejärel on 5 min aega küsimusteks.

Me soovime kõikidele õpetajatele ja õpilastele töös selle materjaliga rõõmu ja edu!

1.2 Peatükkide struktuur

Kõik peatükid on üldjoones struktureeritud järgmiselt:

1. Õpieesmärk
2. Järjekord
3. Sisu
4. Didaktilised kaalutlused
5. Tegevused õpilastele ja õpetajale
6. Harjutused õpetajatele (haridus ja koolitus)

Õpieesmärkide seadmine muudab protsessi õpilaste jaoks läbipaistvamaks ning toetab õpiedukust. *Õpieesmärke* võib sõnastada pädevustena (ainevaldkonnaga seotud tegevuse aspektid). *Järjekorra* osas soovitatakse, millal vastava teemaga igas õppeosas tegeleda. Teemat selgitatakse rubriigis *sisu*. *Didaktilistes kaalutlustes* käsitletakse õpitulemustega seonduvat. Teadmiste ja praktika ühendamiseks soovitatakse tegevusi õpilastele ja haridus- ja koolituslaseid harjutusi õpetajatele.

2 Nanomaailmaga tutvumine

2.1 Termini *nano* etümoloogia

Õpieesmärk: ... selgitada terminit „nano“.

Järjekord: sissejuhatus [1. osa]

Kirjandus: Kumar (2007) viis läbi eksperimentaalse uurimuse 109 Austraalia õpetajakandidaadi nanotehnoloogiaalastest teadmistest. Uurimus näitas muuhulgas, et termini „nano“ etümoloogia pole eriti teada.

Õpetaja tegevused:

Mis seos on sõnal *nano* kääbustega? Õpetava osa sissejuhatuses selgitab õpetaja sõna „nano“ etümoloogiat (päritolu). Kreeka sõna *nanos* tähendab kääbikut, eesliide *nano* tuleneb sõnast *nanos*.

2.2 Nanoskaala mõistmine

Õpieesmärk: ... nanoskaala tunnetuse tekitamine.

Järjekord: Sissejuhatus [1. osa]

Kirjandus: Kumar (2007) viis läbi eksperimentaalse uurimuse 109 Austraalia õpetajakandidaadi nanotehnoloogiaalastest teadmistest. Uurimus näitas muu hulgas, et nanoteaduse ja nanotehnoloogia füüsilise skaala mõistmine oli puudulik ... kui õpetajatel puuduvad alusteadmised nanomeetrite suuruse ja skaala kohta, siis pole selge, kas nad oskavad õpilastele õpetada, kuidas sellel väikesel skaalal materjalid teisiti käituvad ning tööriistad ja tehnikad erinevad.

Sisu:

Nanomaailm on abstraktne territoorium, sest nanoobjektid on väga väikesed ning nanovaldkonnas toimuvaid protsesse ei saa vahetult jälgida. Nanodimensiooni jaoks pole automaatset tunnetust. Õpilased saavad nanodimensiooni ideed mõista vaid spetsiaalse õppe käigus. Mikroskoobiga tegutsedes saadav käegakatsutav tagasiside oleks nanodimensiooni idee arendamiseks ideaalne. Teine võimalus nanodimensiooni näitlikustamiseks on tuua võrdlusi:

- Mitu korda on nanomeeter inimese juuksekarva läbimõõdust väiksem? Inimese juuksekarva läbimõõt on 0,1 mm. Nanomeeter on 10^5 (100 000) korda väiksem kui juuksekarva läbimõõt ($1\text{nm} = 10^{-9} \text{ m} = 0,000000001 \text{ m}$). Nanomeeter vastab umbkaudu kolme kulla-aatomi suurusele.

Filmi „**Powers of 10**“ (9 min, võib näidata ka ainult filmi teist poolt) saab samuti nanodimensiooni iseloomustamiseks näidata. Link filmile (inglise keeles): <http://www.powersof10.com/film>

Mikroskoobid (STMi kohta vaata õppemoodulist VIII, AFMi kohta õppemoodulist X) on aken nanomaailma. Mikroskoopide kasutamine võimaldab nanoskaala nähtuse (nanoteaduste) mõistmist ja selle kasutamist (nanotehnoloogia).

Õpilaste tegevused: mõelge välja oma idee nanodimensiooni illustreerimiseks. Idee peab olema nii lihtne, et seda saaks klassis 5 minutiga esitada.

Harjutused õpetajatele (haridus ja koolitus): milliseid keskseid küsimusi saaksite küsida või ülesandeid anda seoses filmiga „Powers of Ten“? Keskele küsimusele vastates peaksid õpilased jõudma järgmise õpieesmärgini: kujundada nanodimensiooni tunnetus.

2.3 Nano igapäevaelus

Õpieesmärk: ... uute teadmiste (oskuste) ühendamine igapäevaeluga (konstruktivistlik lähenemine õppimisele)

Järjekord:

Sissejuhatus [1. osa] või õpetajad õppimises ja koolituses (*Spin-up*-päev)

Kirjandus: *Õppides konstrueerime uued teadmised enda unikaalsete kogemuste pinnalt, mis teeb ka meie teadmised ainulaadseks. Võrdleme uut teavet sellega, mida oma kogemustest juba teame: seda, mida õpime, mõjutavad meie varasemad teadmised. Rakendame varasemaid teadmisi uuele olukorrale: kui uus teave ei sobi sellega, mida juba teame, siis peame ehk kohandama seda, kuidas algse info kohta mõtleme ning leidma üles, kus väärarvamus tekkis. Elworthy (2004)*

Didaktilised kaalutlused: üldjuhul puuduvad õpilastel veel nanomaailmaga kogemused. Õpetamise alguses võib nanotehnoloogiaid siduda õpilaste igapäevaeluga. Seos noorte igapäevaeluga paneb õpilasi nanoteaduse ja nanotehnoloogiatega vastu huvi tundma. Õppeprotsessi toetab veelgi see, kui nad saavad oma varasematele kogemustele toetuda ning uut infot olemasolevaga seostada ja võrrelda.

Õpilaste tegevused:

Klassis näidatakse nn nanotooteid. Õpilased peavad otsustama, millised nn nanoomadused igas tootes esinevad.

- Isepuhastuvad pinnad: nt suusaprillid, peeglitele mõeldud pihusti, lootoseleht (samuti kortislehe *alchemilla*, mungalille *tropaeolum*, vesisalati *pistia* ja kurekella *aquilegia* lehed).
- Nanohõbeda mikroobidevastane toime: nt rõivad, hõbemünt piimas (vanasti panid inimesed piima sisse hõbemünste, et piima säilivusaega pikendada – hõbedamünt piirab bakterite paljunemist).
- Materjalide täiustatud omadused tänu süsiniknanotorudele: nt tennisereket, rattaraam.
- pindade omadused: nt põrnika küütlevad tiivad, pärlikarp (nt meritigu), geko jalatallad.

Alljärgnevalt lingilt (inglise keeles) leiame mängu, kus tuleb ruumist otsida nanoesineid:

<http://www.swissnanocube.ch/nanorama/?L=3>

Mäng *Nanorama-Loft*: peate üles leidma 42 igapäevaelust pärinevat asja, mis sisaldavad nanomaterjali või mille tootmisel on kasutatud nanotehnoloogiat. Iga toote jaoks on valikvastustega ülesanded. Peate kolme variandi hulgast valima toote õige nanoomaduse.

Kodutöö õpilastele: õpilased võivad kaasa tuua kodust leitud nanoesineid. Alternatiivselt võib nanoesineid kaasa tuua õpetaja.

Sellelt lingilt leiame teavet nanotoodete kohta igapäevaelus (ainult saksa keeles):

<http://www.swissnanocube.ch/anwendungen-produkte/>

Harjutused õpetajatele (haridus ja koolitus): konstruktivistliku õppimisteooria kohaselt on igapäevaelus kasutatavad esemed õppetöö alustamiseks klassis sobivad. Õpilastel on võimalik nanotoodetega saadud kogemuste pinnalt aktiivselt uusi teadmisi konstrueerida.

Õpetajana saate välja mõelda ülesande või lühikese õppetsükli nanotoodete kohta, mida õpilased oma igapäevaelust teavad. Koolituse vältel testitakse õppetsükli. Teised osalejad annavad tagasisidet järgmiste kriteeriumite alusel:

- õpilaste kaasamine
- seos igapäevaeluga
- idee originaalsus

3 Õppemoodulid: kvantfüüsika – uued ideed maailma mõistmiseks

Materjal on jaotatud 12 õppemooduliks. Ülevaade:

- I–V Kvantfüüsika (vaata käesolevat peatükki 3)
- VI–XII Sild tehnoloogiasse (vaata peatükki 4)
- Praktilised tegevused (vaata käesolevat peatükki 3)
- Ärimudeli lõuend (ettevõtlus, vaata peatükki 6)
- Juhised õpetajale koos riigipõhiste lisaga (vaata seda dokumenti)

Õppemoodulid keskenduvad teema sügavamale mõistmisele, rõhutades isetegevust ja visualiseerimist. Praktilised tegevused nõuavad õpilastelt aktiivset õppimist.

Selles peatükis keskendume õppemoodulitele, mis on seotud kvantfüüsika (I–V) ja praktiliste tegevustega.

Õpieesmärk: õpilased omandavad põhjaliku ülevaate kvantfüüsika ja sellega seotud tehnoloogiate nähtustest ning mõistetest.

Järjekord: 5 kvantfüüsikaga seotud õppemoodulit [osad 2 kuni 8]. Sõltuvalt ajalistest võimalustest võib õppemoodulitest teha valiku (nt õppemoodul I koos nr 1&2, õppemoodul II, õppemoodul III ilma elektromagnetväljadeta, õppemoodul IV koos nr 1&2).

Sisu:

Nanomaailma mõistmiseks on vaja uut tüüpi füüsikat. Klassis seostatakse nanoteadusi olemasolevate teadusideedega. Tähelepanu pööratakse materjali eripärasele käitumisele nanomaailmas.

Õpilaste tegevused:

Õpilased teevad 5 õppemoodulis tööd – 1. osa. Siia võib lisada praktilisi tegevusi 3. osast.

1. OSA: MIKS KVANTFÜÜSIKA?

I õppemoodul: Seletamatu nähtus

II õppemoodul: Mis on valgus?

III õppemoodul: Mis võngub valgusega?

IV õppemoodul: Osakese-laine dualism

V õppemoodul: Vesiniku kiirusjoonte ennustamine kvantmudeliga

Teadusega seotud arutelu: oluline on jälgida, et iga õppemoodul algab nähtusega, mida traditsiooniline füüsika ei suuda seletada, nt:

- kahe pilu katse, mida ei saa seletada osakese klassikalise trajektoori mudeliga;
- elementide diskreetsed spektrijooned, mida ei saa seletada Rutherfordi klassikalise aatomimudeliga. Seetõttu sai hädavajalikuks uutmoodi arusaam loodusnähtustest.

V õppemoodulis (Belgia) saavad õpilased Prantsuse füüsiku Louis De Broglie kvantmudeli abil välja arvutada vesiniku aatomispektri lainepikkuste sageduse (rohkem kui 3 komakoha täpsusega!). De Broglie'd inspireerisid muusika harmooniad ning seda ideed kasutati V õppemoodulis didaktilise analoogina. Mõne õpilase jaoks võib viimane ehk V õppemoodul olla mõnevõrra raske. Kui nad selle aga omandavad, kogevad nad ise, kuidas on võimalik maailma teadusliku teooria abil (osaliselt) seletada.

Kui aega on piisavalt, saavad õpilased töötada 3. osas nelja õppemooduliga, kus nad praktiliste tegevuste abil kogevad mõningaid kvantnähtusi ning valguse omadusi.

3. OSA: PRAKTILISED TEGEVUSED

1. Keemiliste elementide diskreetne aatomispekter
2. Plancki konstandi mõõtmine LED-lambi abil
3. Valguse difraktsioon juuksekarva näitel
4. Elektronide difraktsioon süsiniku kristalli näitel

Töö kooli laboris: lisast leiate ülesanded (koos lahendustega) laboritöö jaoks.

Harjutused õpetajatele (haridus ja koolitus): Milles seisnevad metoodilis-didaktilise kontseptsiooni eelised (teema õpetamine õppemoodulite abil)? Milline on õpetaja roll sel ajal, kui õpilased tunnis õppemoodulitega töötavad?

4 Nanotehnoloogia õppemoodulid

Õpieesmärk: ... kvantmehaanika ideede praktiline rakendamine tehnoloogiates.

Järjekord: [osad 9-10]

Õppemoodulid, mis seonduvad tehnoloogiaga ja põhinevad kvantmehaanika omadustel. Kui aeg on piiratud, võib järgnevatest õppemoodulitest teha valiku.

Sisu:

Nanotehnoloogia: Tehnoloogia on vahend, mille abil inimesed kujundavad oma vajadustele vastava keskkonna. *Nanotehnoloogiat* rakendatakse sellistes valdkondades nagu biomeditsiin (nt diagnostika, ravimite manustamine), nanoelektronika (nt väikesed transistorid) ja uued materjalid (nt tugevad ja kerged nano-omadustega materjalid või superhüdrofoobsed pinnad).

Nanouuringud: Loodusteaduste edu põhineb faktil, et teaduslike teooriate abil, mida saab loodusnähtuste peal katsetada, on võimalik luua ennustuste tegemist võimaldavaid terviklikke selgitusi. Füüsikaseadused kirjeldavad vaadeldavate nähtuste vahelisi formaalseid seoseid. *Nanoteadused (nanouuringud)* on interdistsiplinaarne teadusvaldkond (füüsika, keemia, bioloogia ja materjaliteadus), mis tegeleb nanodimensiooni objektidega.

Interdistsiplinaarsus: see on nanoteadustele ja nanotehnoloogiale sügavalt omane. Nanoteadlased ja nanotehnoloogid teevad teadusedu saavutamiseks tihedat koostööd.

Projekt Quantum Spin-Off on interdistsiplinaarse ülesehitusega:

- nanoteadus (interdistsiplinaarset tööd kajastavad teadustööd & patendid)
- nanotehnoloogia (teadustöö tulemuste rakendamine tehnoloogias)
- virtuaalse nanotehnoloogiaettevõtte loomise majanduslikud aspektid (ärimudeli lõuend)

Õpilaste tegevused: õpilased töötavad 2. osa valitud õppemoodulitega: kvantomadused ja kvanttehnoloogia

2. OSA: KVANTOMADUSED & KVANTTEHNOLOOGIA

Õppemoodul VI: Fotoefektist digitaalse pildini

Õppemoodul VII: Pooljuhid

Õppemoodul VIII: Tunneliefekt

Õppemoodul IX: Spinn ja selle rakendused

Õppemoodul X: Aatomjõumikroskoopia

Õppemoodul XI: Kvantmehaanikast nanofüüsikani

Õppemoodul XII: Mikrobioloogiline kütuselement

Teise osa õppemoodulites selgitatakse, kuidas esimese osa viies õppemoodulis käsitletud kvantide ideid looduses – mis esmapilgul tunduvad ehk üsna filosoofilised – praktiliselt igapäevaelu tehnoloogiates rakendatakse. Ilma kvantfüüsikas tehtud uute avastusteta poleks meil elektroonikat, päikesepaneele, magnetresonantstomograafe ega nanomaterjale. Seega on uus vaatenurk loodusele pea kogu (moodsa) tehnoloogia keskmes. Ka elu ise (nt fotosüntees) põhineb kvanttasandil toimuvatel valguse ja aine vastastikmõjudel. Seega võib öelda, et „väikeste asjade füüsikana“ (*physics of small things*) alguse saanu on tegelikult kõigi asjade keskmes.

Õppemoodulid VI–XII (puudutavad kvanttehnoloogiat) koostasid neli projektipartnerit eraldi ning need kohandati osalenud institutsioonide uurimisvaldkondade järgi.

5 Nanoteaduste valdkonna publikatsioonid

5.1 Publikatsioonide valik

Eesmärk: teaduskirjandust tuleks valida viisil, mis vähendaks soolisi stereotüüpe.

Järjekord: töö kirjandusega [osad 11–14]

Kirjandus: teaduskirjandus on valitud riikidest lähtuvalt.

Sisu:

Tüdrukud ja naised on uutest tehnoloogiatest huvitatud, kui nad märkavad neis kasu ühiskonnale.

Tüdrukud on eriti huvitatud interdistsiplinaarsetest teemadest:

- elektroonika tervishoiusektoris,
- biomeditsiini valdkonna rakendused, nt ravimite manustamine ja diagnostika ja
- energiasäästlikud tehnoloogiad, nt päikesepaneelid.

Idealis võiks õpilastel olla ingliskeelne originaalpublikatsioon ning emakeelne populaarteaduslik väljaanne, kus käsitletakse sama teemat. Nii on keelebarjäär väiksem ning teaduslikku sisu antakse õpilastele edasi nende taseme kohaselt.

5.2 Lugemismeetod

Õpieesmärk: ... SQ3R-lugemismeetodi rakendamine.

Järjekord: teaduspublikatsiooni lugemine

Õpilaste tegevus SQ3R-meetodi rakendamisel

Uurimus: saa kogu tekstist ülevaade, loe vastavaid pealkirju ning uuri jooniseid ja tabeleid ning nende seletusi.

Küsimus: formuleeri pealkirjad küsimustena

Loe: teksti lugemise ajal:

- märgi värvilise markeriga ära tähtsad võtmesõnad ja laused (vajadusel tööta mitme värviga)

D tõlgi segaseks jäävad ingliskeelsed sõnad sõnaraamatu abiga

E selgita tehnilisi termineid õpetaja/interneti/teadlaste abiga

F küsi oma õpetajalt või teadlastelt teksti sisuga seotud küsimusi

Võta kokku: tee järeldusi (nt märkmete, mõttekaartide või mõistekaartide abil)

Analüüsi:

- mõtle uurimistöö tulemuste rakendusvõimalustele
- **ajurünnak:** kuidas võiks uurimistöö tulemusi kasutada virtuaalses nanotehnoloogia ettevõttes?

Lõpuks:

- võta publikatsioon kolme keskse väite abil kokku
- võimalusel esitle neid keskseid väiteid rühmakaaslastele

6 Nanotehnoloogia ettevõtted – ärimudeli lõuend

Õpieesmärk: ... virtuaalse nanotehnoloogia ettevõtte asutamine.

Publikatsioonis kajastatud uurimistöö tulemusi kasutatakse virtuaalses nanotehnoloogia ettevõttes.

Järjekord: ärimudeli lõuend [osad 15–16]

Sisu:

Sissejuhatus: asutamise ajalugu, nt Nanosurf AG Liestalis (Šveitsis). Lugu räägib kolmest füüsikaõpilasest, kes asutasid rahvusvahelise ettevõtte, mis tugineb nende uurimistööle nanoteadustes.

Ärimudeli lõuendi õppematerjalide leidmiseks külastage veebilehte:

<http://qs-project.ea.gr/en/content/business-model>

Kahel järgmisel lingil on animatsioonidega kaheminutilise seletus ärimudeli lõuendist (*Business Model Canvas*).

<http://www.businessmodelgeneration.com/canvas>

<http://www.youtube.com/watch?v=VfqEhQRMG1s>

Ärimudel koosneb järgmistest osadest:

- tootjad (põhipartnerid, põhitegevused, põhiresursid)
- toode

- kliendid (kliendisuhted, kliendisegmendid, müügikanalid)
- kulud ja tulud

Õpilaste tegevused: ajurünnak *ärimudeli lõuendile*

- Kuidas saaks publikatsioonis avaldatud uurimistulemusi rakendada tehnoloogias?
- Kuidas saaks ettevõtte uut tehnoloogiat turundada? Kasutage vastamisel ärimudeli (*ärimudeli lõuendi*) abi.

Ärimudeli lõuendi malli saab suurendada A3-formaadis paberile. Õpilased kirjutavad oma ideed paberile otse ärimudeli erinevate osade alla (käsitsi, kleebitavate piltide või märkmepaberitega).

Harjutused õpetajatele (haridus ja koolitus):

Milliste meetodite abil võiks *ärimudeli lõuendit* puudutavale ajurünnakule kaasa aidata? Andke konkreetseid soovitusi.

7 Õpilaste ning nanoteadlaste ja nanotehnoloogia ettevõtete vahel kontakti loomine

Õpieesmärk: ... luua kontakt nanoteadlaste ja nanotehnoloogia ettevõtetega.

Järjekord: külastage nanolaborit ja nano-ettevõtet (*spin-up*-päev, *spin-off*-päev ja/või külastamine eri kuupäevadel)

Kirjandus: *Falloon (2013) leiab, et teoorias väidetud ühise partnerluse saavutamine teadlaste ja õpetajate maailmade ristumise piiril on problemaatiline, ning just teadlased on need, kes peavad sellise suhtluse valimisel olema valmis minema sügavuti klassiruumis valitsevasse maailma.*

Uuringud viitavad sellele, et epistemoloogilised erinevused koolisüsteemide, õppekavade, probleemide, õpetajate tõhususe ja teaduslaste teadmiste vahel mõjutavad partnerluse formeerumise protsessi tugevalt.

Et väljaspool kooli olevates õppepaikades (nt nanolaborites, nano-ettevõtetes) õppimine oleks tulemuslik, peab ekskursioon olema eelnevalt klassis ette valmistatud ja läbi vaadatud. Kuidas saaks nanolabori või nanotehnoloogia ettevõtte külastamist projektiga Quantum Spin-Off siduda?

- Töötage õppemooduliga osas 2 (kvantmehaanika ideede praktiline rakendamine tehnoloogiates),
- õpilased mõtleavad välja nanoteadlastelt küsitavaid küsimusi ning
- pärast külaskäiku hoiavad õpilased teadlaste ja ettevõtetega e-posti teel ühendust (õpilased küsivad küsimusi seoses teaduslike publikatsioonidega ning saadud tulemuste rakendamisega virtuaalses ettevõttes).

Õpilaste tegevused:

Küsimused, mis on mõeldud teadlase tutvustamiseks klassile:

- Kas saaksite rääkida meile midagi oma karjääri ning töö kohta siin nanolaboris?
- Mis teid nanoteaduste puhul paelub?
- Miks võtate osa projektist Quantum Spin-Off?
- Külastuse lõpus: mis mulje teile õpilaste külaskäik jättis?

Küsimused õpilaste vaatenurgast:

- Mis on teie ootused nanolabori külaskäigu alguses?

- Mis küsimusi tahaksite nanoteadlastelt küsida?
- Külaskäigu lõpus: mida uut olete nanoteadlaste tööst täna teada saanud?

Harjutused õpetajatele (haridus ja koolitus): seoses väljaspool kooli asuvate õppepaikade, nt nanolaborite ja nano-ettevõtete küllastamisega

Kuidas saavad õpetajad õpilaste vaatenurga ja teadlaste vaatenurga vahel laveerida?

Kirjandus: *Esmatähtis on järjepidevus, kokkulepe ja partnerluse aluseks oleva pedagoogilise mudeli mõistmine. Aru tuleb saada ka sellest, et need mudelid peaksid vastama kaasaegsetele õppeteooriatele, mis rõhutavad õpilaste osalust ja kaastööd. Teiseks peaks teadlane olema ette valmistatud töötama õpetajate ja koolide piire ja piiranguid arvestades. Kolmandaks tuleb aktsepteerida, et partnerlusest ei tõuse ilmselt teadlase tööle märkimisväärset kasu ning et suhtlus meenutab pigem õppimisalgatust (Falloon 2013).*

Juhised nanoteadlaste ja nano-ettevõtetega kontakti loomiseks:

Otsige nanoteaduste laboreid või nanotehnoloogia ettevõtteid, võimalusel kooli piirkonnas (vaata Quantum Spin-Offi projektis osalevate eri riikide kohta tehtud eraldi kontaktinimekirju).

Esmakontakti loob õpetaja: teadlased ja ettevõtjad tuleb kurssi viia õpilaste õppetingimuste ja neile esitatavate nõuetega. See hõlmab õpilaste varasemaid tehnilisi teadmisi ja võimalusi, kuidas külaskäigu ajal luua seoseid õpilaste igapäevaeluga. Füüsik räägib oma CV-st ning oma kirest nanoteaduste valdkonna suhtes. Ettevõtja jagab oma firma asutamise lugu. Lisaks võiks ta välja tuua eduka firma eeldused.

Külaskäigu ettevalmistamine: programm, eesmärk (sissevaade nanolaborisse ja nanotehnoloogia võttesse), õpilased võiksid mõelda välja küsimusi, mida teadlastele või ettevõtjatele esitada.

Külaskäik: ideaalis osalevad õpilased esimesel külaskäigul aktiivselt:

- küsivad küsimusi ja vastavad neile, nt seoses teaduslaboris avastatud esemetega;
- viivad läbi enda katse või dokumenteerivad näidiskatset;
- teevad märkmeid või lühiesitluse;
- jäädvustavad külaskäigu oma fotode (kui fotode tegemine on lubatud) ja kommentaaridega.

Teadlaste ja ettevõtjate vaatenurgast on koolidega kontaktist kasu eelkõige noorte teadlaste kasvatamisel.

Külastusjärgne kontakt teadlastega: kuidas kontrollida õpilaste saadetavate e-kirjade arvu ja stiili, et suhtlus oleks kohane? Kuidas saaks õpetaja õpilaste ja teadlaste vahelist suhtlust suunata nii, et õpilased ei saadaks liiga palju või liiga vähe e-kirju?

- Määrake saadetavate e-kirjade kohane vahemik (kogemus näitab, et õpilased kirjutavad teadlastele üsna vähe e-kirju).
- Arutage õpilastega läbi saadetavate e-kirjade pöördumised, tervitused ja tänulaused.
- Dokumenteerige teadlastega läbiviidud suhtlus koostatava brošüüri lisana (nt küsimuste ja vastuste nimekirjana).

Lisaks e-postile võivad teadlased ja õpilased suhelda ka Skype'i teel. Samuti võib kokku leppida, et teadlane teeb koolikülastuse.

Ärimudeli lõuend pärast nano-ettevõtte külastust: ärimudeli lõuendi näite võib täita ära nano-ettevõtte külastuse vältel ettevõtja abiga (vt peatükki 6: nano-ettevõtted – ärimudeli lõuend)

8 Brošüür ja esitlemine

Õpieesmärk: koostada *spin-off*-päeva jaoks brošüür ja esitus [osad 17–18 ja kodutööna].

Brošüür: õpetaja saab brošüüri pikkust kohandada olemasoleva ajaga.

Projekti Quantum Spin-Off brošüüri sisukorra näidis

1. Sissejuhatus (projekti eesmärk)
2. Tänapäeva teadusest tehnoloogiani (artiklite uurimistulemused, uurimistulemuste tehnoloogiline rakendamine)
3. Rakendamisest ettevõtteni (virtuaalse ettevõtte loomine)
4. Seisukoht, mis seostub uurimistöö tulemuste viimisega virtuaalsesse ettevõttesse (nt mõju ühiskonnale, “pilk tulevikku”, kasu ja riskide kalkulatsioon)
5. Lisa: teadlastele esitatud küsimused ja nende vastused

Brošüüri hindamiskriteeriumid: loovus, täpsus, arusaadavus, terviklikkus, disain/küljendus

Esitus: nt PowerPointi programmiga

Aeg ühe rühma kohta: nt 20 min ja 5 min küsimuste jaoks

Sisu: vaata ‘brošüür’

Ettekande hindamiskriteeriumid: tehniline täpsus, esinemine, meediakasutus, küsimustele vastamine (võimalik on hindamiskriteeriume muuta)

9 Ülevaade

Õpieesmärk: ülevaade

Järjekord: kokkuvõte [18. osa]

Küsimus:

Mida oled projektis Quantum Spin-Off osaledes õppinud?

Küsimustele võib vastata suuliselt (välkküsimusena) või kirjalikult

10 Kuidas kasutada õppemooduleid?

Projekti eesmärk on näidata õpilastele seoseid nanoteaduste ja ettevõtluse vahel. Seetõttu näitame ühte võimalikku viisi, kuidas õppemooduleid saab klassis kasutada. Kõiki õppemooduleid ei pea kasutama: õpetaja saab õppemoodulite vahel valida. Samuti võib alustada õppemooduliga osast 2 “tehnoloogia”. Mõned õppemoodulid on soovituslikud, et põhjalikult aru saada alusfüüsikast. Õpetaja ei tohiks õpilasi õppemoodulite juures täiesti omapäi jätta. Et õpilased saaksid ülesandest aru, peab õpetaja pakkuma toetavat suunamist (*scaffolding*). Soovituslik on muuta didaktilisi meetodeid. Allolev tabel näitab hinnangulist aega iga ülesande sooritamiseks.

Legend: s = soovituslik, v = vabatahtlik

1. OSA: MILLEKS KVANTFÜÜSIKA?	Hinnanguline aeg: min	s/v
Õppemoodul I: Seletamatu nähtus	45	s
Õppemoodul II: Mis on valgus?	45	s
Õppemoodul III: Mis võngub valgusega?	45	s
Õppemoodul IV: Osakese-laine dualism	45	s
Õppemoodul V: Vesiniku kiirgusjoonte ennustamine kvantmudeliga	45	s*
2. OSA: KVANTOMADUSED JA TEHNOLOOGIA	--	--
Õppemoodul VI: Fotoefektist digitaalse pildini	30	v
Õppemoodul VII: Pooljuhid	45	s
Õppemoodul VIII: Tunneliefekt	30	v
Õppemoodul IX: Spinn ja selle rakendused	30	v
Õppemoodul X: Aatomjõumikroskoopia	30	v
Õppemoodul XIa: Kvantmehaanikast nanofüüsikani	30	v
Õppemoodul XIb: Mikrobioloogiline kütuselement	30	v
3. OSA: PRAKTILISED TEGEVUSED	--	--
Keemiliste elementide diskreetne aatomispekter	30	s
Plancki konstandi mõõtmine LED-lambi abil	30	s
Valguse difraktsioon juuksekarva näitel	30	s
Elektronide difraktsioon süsiniku kristalli näitel	30	s

Õppemoodul V: soovituslik kuni 4. ja 5. osani. Moodul V „Vesiniku kiirgusjoonte ennustamine kvantmudeliga“ on vabatahtlik.

Õpiteekonna loomine

Enne projekti alustamist loovad õpetajad õpiteekonna, mis vastab nende klassi tingimustele. Õpetajad võivad tunni ette valmistamiseks kasutada järgmisi küsimusi:

1. Projekti tutvustamine õpilastele: kuidas võiks alustada, millised on seosed igapäevaeluga?
2. Milline klass? Mitu tundi nädalas? Mis tunnid? Soovituslik on, et Te valiksite klassi, kus on füüsika lisatunnid.
3. Kuidas Te kasutaksite õppemoduleid?
4. Millised õppemoodulid? Kas Te muudaksite neid kuidagi? Kas Te lisaksite juurde praktilisi ülesandeid?

5. Kas Te soovite organiseerida võistluse? (klassi/kooli või riiklikul tasandil; õpetajate leidmiseks võite kontakteeruda riikliku projekti koordinaatoriga)
6. Teadusartikkel: kuidas neid otsida? Mis tüüpi? Kas Teie valite selle välja või valivad õpilased?
7. Kas Te annate ainult ühe teema tervele klassile ning lasete õpilastel olla vastutav erinevate ülesannete eest? Või jagate klassi erinevate teemade kaupa väiksemateks rühmadeks?
8. Kas Te plaanite külastada mõnda ettevõtet? Millist ettevõtet ning kuidas valida kõige sobivam?
9. Kas Te soovite töötada koos teadlasega?
10. Kas Te teeksite koostööd mõne teise õpetajaga, näiteks majandus ja inglise keel (nt kasutaksite õppemooduleid inglise keeles).
11. Kuidas Te kasutaksite veebilehte?
12. Mis tüüpi ja kui mahukat lõputööd Te õpilastelt nõuaksite? Ettekanne, brošüür, referaat, näitus ... ?

Lisad

A Kirjandus

Elworthy, A. (2004). Constructivist theory of learning. *Interaction*, 18(2), 28.

Fallon, G. (2013). Forging school-scientist partnerships: A case of easier said than done? *Journal of Science Education and Technology* 22(2), 858-876.

Jones, M.G. et al. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490-1512.

Kumar, D.D. (2007). Nanoscale science and technology in teaching. *Australian journal of Education in Chemistry*, 68, 20-22.

Soovituslik kirjandus:

Jones, M.G. et al. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490-1512.

B Viited õpilaste jaoks vajalikele teadusartiklitele

Belgia

Kõrvauuringute optilised tehnikad

- Muyschondt, P., De Greef, D., Soons, J., and Dirckx, J. (2014). Optical techniques as validation tools for finite element modeling of biomechanical structures, demonstrated in bird ear research. *AIP Conf. Proc.*, 1600, 330.

Tomograafia ja röntgenograafia

- Martin, J.W., et al. (2013). Iterative reconstruction techniques for computed tomography Part 1: Technical principles. *Eur Radiol*, 23, 1623-1631.

Grafeen

- Novoselov, K.S., et al. (2012). A roadmap for graphene. *Nature*, 490, 192-200.

Kokkupandavad AMOLED-kuvarid

- Genoe, J., et al. (2014). Digital PWM-Driven AMOLED Display on Flex Reducing Static Power Consumption. *IEEE International Solid-State Circuits Conference Proc., Session 30, 30.2*, 488-490.

Prinditavad orgaanilised polümeeridest päikeseelemendid

- Krebs, F.C. (2009). Fabrication and processing of polymer solar cells: A review of printing and coating techniques. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 93, 394-412.
- Søndergaard, R.R., Hösel, M., Krebs, F.C. (2013). Roll-to-Roll Fabrication of Large Area Functional Organic Materials. *Journal of polymer science Part B: Polymer physics*, 51, 16-34.

Valged orgaanilised valgust kiirgavad diodid (WOLED)

Kamtekar, K.T., Monkman, A.P., Bryce, M.R. (2010). Recent Advances in White Organic Light-Emitting Materials and Devices (WOLEDs). *Advanced Materials*, 22, 572-582.

- Gather, M.C., Köhnen, A., Meerholz, K. (2011). White Organic Light-Emitting Diodes. *Advanced Materials*, 23, 233-248.

Eesti

Regeneratiivses meditsiinis kasutatavad materjalid

- Järvekülg, Martin, et al. 2014. Effect of glucose content on thermally cross-linked fibrous gelatin scaffolds for tissue engineering. *Materials Science and Engineering*.
- Kim, E.-S., Ahn, E.H., Dvir, T., Kim, D.-H. (2014). Emerging nanotechnology approaches in tissue engineering and regenerative medicine. *International Journal of Nanomedicine*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4024971>
- Langer, R; Tirrell, D. A., (2004) Designing materials for biology and medicine. *Nature* 428 (6982), 487-492.
- Yang, C. et al. (2004). The application of recombinant human collagen in tissue engineering. *BioDrugs* 18, 103–119.

Tehislihas-käekell

- Carter, S. Haines et al (2014). Artificial Muscles from Fishing Line and Sewing Thread. *Science* 343, 868.

Nanoosakesed ja ioonsed vedelikud õlilisandina

- Minami, I. (2009). Ionic Liquids in Tribology. *Molecules* 14, 2286-2305.

Reoveest kütuseelement

- Mink, J. E., Qaisi, R. M., Logan, B. E., Hussain M. M., (2014). Energy harvesting from organic liquids in micro-sized microbial fuel cells. *NPG Asia Materials* 6, e89

Toorium tuumkütusena

- Topf, A., (2014). Thorium: Energy Savior or Red Herring?
<http://oilprice.com/Energy/General/Thorium-Energy-Savior-or-Red-Herring.html>

Nanoelektrigeneraator

- Vlassov, S., Polyakov, B., Dorogin, L. M., et al. (2014). Shape Restoration Effect in Ag–SiO₂ Core–Shell Nanowires. *Nano Letters* 14 (9), pp 5201–5205.

Kreeka

- Stefi A.L., Sarantopoulou E., Kollia Z., Spyropoylos-Antonakakis N., Bourkoula A., Petrou P.S. et al. (2015). Nanothermodynamics mediates drug delivery. *Adv Exp Med Biol.*, 822, 213–30.

- Spyropoulos-Antonakakis et al. (2015). Selective aggregation of PAMAM dendrimer nanocarriers and PAMAM/ZnPc nanodrugs on human atheromatous carotid tissues: a photodynamic therapy for atherosclerosis. *Nanoscale Research Letters* 10, 210, DOI 10.1186/s11671-015-0904-5.
- Sarantopoulou E., Gomoiu I., Kollia Z., Cefalas A.C. (2011). Interplanetary survival probability of *Aspergillus terreus* spores under simulated solar vacuum ultraviolet irradiation. *Planet Space Sci*, 59, 63–78.
- Kollia Z., Sarantopoulou E., Cefalas A.C., Kobe S., and Samardzija Z. (2004). Nanometric size control and treatment of historic paper manuscript and prints with laser light at 157 nm. *Appl. Phys., A, Mater. Sci. Process*, 79, 379– 382.

Šveits

Rinnavähi diagnostika AFM-iga

- Loparic, M., Plodinec, M., Lim, R. & Sum, R. (2013). Potentielle medizinische Anwendungen des Atomic Force Microscope. *Schweizerisches Medizin-Forum*, 13(41), 830-832.
- Plodinec M. et al. (2012). The nanomechanical signature of breast cancer. *Nature Nanotechnology*, 7, 757-765.

Magnetiline racetrack-mälu

- Parkin S.S.P. (2012). Bits auf der Überholspur. *Spektrum Spezial Physik – Mathematik – Technik*, 1, 36-41.
- Parkin, S.S.P., Hayashi, M. & Thomas L. (2008). Magnetic Domain-Wall Racetrack Memory. *Science*, 320, 190-194.

Süsiniknanotorude võrgustikud elektroonikas

- Gruner G. (2012). Kohlenstoffnanonetze für die Elektronik. *Spektrum Spezial Physik – Mathematik – Technik*, 1, 43-50.
- Baughman, R.H., Zakhidov, A.A. & de Heer, W.A. (2002). Carbon Nanotubes - the Route Toward Application. *Science*, 297, 787-792.

Päikeseenergia muundamine elektrienergiaks

- Samulat G. (2012). Liegt die Zukunft unserer Energieversorgung in einer Verschmelzung von Photonik und Nanotechnologie? *Spektrum Spezial Physik – Mathematik – Technik*, 1, 30-32.
- Grätzel M. (2004). Conversion of sunlight to electric power by nanocrystalline dye-sensitized solar cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 164, 3-14.

C Nanotehnoloogia ettevõtete ja nanolaborite kontaktandmed

Kontaktide loomise võimalused klasside ning nanoteaduste ja -tehnoloogiaga seotud ettevõtete vahel.

Šveits

Vastavalt piloteerimiselt saadud kogemustele ei ole ettevõtete või teadlastega telefoni või e-posti teel raske ühendust saada. Üldiselt on ettevõtjad ja teadlased huvitatud koostööst õpilastega ning valmis toetama ettevõtjate ja uurijate tulevikupõlvkonda.

Ülikoolid (Šveits)

Institutsioon	Kontakt
<u>Universität Basel</u>	+41 61 267 14 72 info(at)unibas.ch
<u>Universität Freiburg</u>	+41 26 300 70 34 uni-info(at)unifr.ch
<u>Universität Bern</u>	+41 31 631 31 75 info(at)unibe.ch
<u>Universität Lausanne</u>	+41 21 692 20 66 info(at)unil.ch

Tabeli viide: Swiss Nano-Cube Plattform: <http://www.swissnanocube.ch/en/science-research/forschungsinstitutionen-ch/universitaeten/>

Rakendusteaduste ülikoolid (Šveits)

Institutsioon	Kontakt
<u>Nanoplattform - Swiss Universities of Applied Sciences</u>	+41 32 321 63 81 peter.walther(at)bfh.ch
<u>Fachhochschule Ostschweiz</u>	+41 81 755 33 62 info(at)fho.ch
<u>HSR Hochschule für Technik Rapperswil</u>	+41 55 222 44 02 forschung(at)hsr.ch
<u>Fachhochschule Nordwestschweiz</u>	+41 56 432 43 80 info.technik(at)fhnw.ch
<u>Fachhochschule Nordwestschweiz</u>	+41 61 467 42 42 info.lifesciences(at)fhnw.ch
<u>Fachhochschule Zentralschweiz</u>	+41 41 288 40 34 info(at)hslu.ch

<u>Fachhochschule Westschweiz</u>	+41 24 557 28 00 info(at)hes-so.ch
<u>Berner Fachhochschule</u>	+41 32 321 62 33 office(at)bfh.ch
<u>Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften</u>	+41 58 934 75 26 info(at)zhaw.ch

Tabeli viide: Swiss Nano-Cube Plattform:

<http://www.swissnanocube.ch/en/science-research/forschungsinstitutionen-ch/universitaeten/>

Ettevõtted (Šveits)

Ettevõtte/ asukoht	Kontakt
BASF Basel	+41 61 636 48 88 berufsausbildung(at)basf.com
CSEM Neuchâtel, Zürich, Muttenz, Alpnach, Landquart	+41 61 690 60 11 info(at)csem.ch
EMPA Dübendorf	+41 58 765 45 98 remigius.nideroest(at)empa.ch
EMPA St. Gallen	+41 58 765 74 74 info(at)empa.ch
IBM Research Rüschlikon	+41 44 724 81 11 info(at)zurich.ibm.com
Nanosurf AG Liestal, Baselland	+41 61 927 47 47 info(at)nanosurf.com
Roche Basel Roche Rotkreuz	Basel: +41 61 688 11 11 basel.visits(at)roche.com Rotkreuz: www.roche.ch – Rotkreuz - Kontaktformular
Rolic Allschwil	+41 61 487 22 22 info(at)rolic.ch
Sensirion Stäfa ZH	+41 44 306 40 00 info(at)sensirion.com
Straumann Entwicklung: Basel Produktion: Villeret (JU)	+ 41 61 965 11 11 info(at)straumann.com

Belgia

Ülikoolid (Belgia)

Institutsioon	Kontakt
Universiteit Hasselt, IMO-IMOMEC	http://www.uhasselt.be/IMO
The Nanoscience en Nanotechnology Centre of KU Leuven	https://fys.kuleuven.be/vsm/nano/aboutus.php
Universiteit Antwerpen, Visielab	http://www.ua.ac.be/main.aspx?c=.BIMEF
KU Leuven, campus Diepenbeek, Embedded Systems & Security	

Ettevõtted (Belgia)

Ettevõtte/ asukoht	Kontakt
Cochlear Benelux nv Mechelen, Belgium	+32 015 79 55 11 http://www.cochlear.com
Agfa Healthcare Mortsel, Belgium	+32 03/444 21 11 http://www.agfahealthcare.com/
Imec Belgium Heverlee, Belgium	+32 016 28 12 11 info@imec.be
Soltech nv Tienen, Belgium	+32 016 80 89 00 www.soltech.be
NXP Semiconductors Belgium nv Leuven, Belgium	+32 016 39 06 20 http://www.nxp.com/
Phenom-World nv Eindhoven, Nederland	+31 40 259 7360 info@phenom-world.com
Xenics - infrared solutions nv Heverlee, Belgium	+32 016 38 99 00 http://www.xenics.com/en/contact
TP Vision Gent, Belgium	http://www.tpvision.com/
OMC Turnhout, Belgium	http://openmanufacturingcampus.com/
Triphase Heverlee, Belgium	www.triphase.be
DSP Valley	http://www.dspvalley.com/

Eesti

Ülikoolid (Eesti)

Institutsioon	Kontakt
Tartu Ülikool	Pille Villems pille.villems@ut.ee (+372) 50 39 780
Tartu Ülikool	Rünno Lõhmus runno.l6hmus(at)ut.ee +372 737 4723

Ettevõtted (Eesti)

Ettevõtte/asukoht	Kontakt
Eesti Nanotehnoloogia Arenduskeskus	Rünno Lõhmus runno.l6hmus(at)ut.ee +372 737 4723
Estiko Plastar LLT Tehase 16 Tartu, Estonia	Anne Ladva anne(at)estiko.ee +372 7 308 376
Andrese Klaasi LLT Betooni 9 Tallinn, Estonia	Gerd Veelma gerd.veelma(at)andres.ee +372 50 99 680 and +372 60 61 320
Flydog Solutions LLC Energia 6a Tallinn, Estonia	Andri Laidre andri(at)flydogmarine.com +372 565 5008
Saint-Gobain Ehitustooted LLT Peterburi tee 75 Tallinn, Estonia	Ain Inno ain.inno(at)e-weber.ee +372 620 9529 and +372 50 333 04
Tarmetec LLC Ringtee 6 Tartu, Estonia	Britta Peetso britta.peetso(at)metec.ee +372 7385 071
Baltoil LLT Männi 1, Roiu, Haaslava vald Tartumaa, Estonia	Pekka Mononen pekka(at)baltoil.ee +372 50 40 610

Kreeka

Ülikoolid (Kreeka)

Institutsioon	Kontakt
National Hellenic Research foundation	ccefalas(at)eie.gr Tel. 2107273840
Foundation for Research and Technology Institute of Electronic Structure and Laser	liap(at)iesl.forth.gr Tel. 2810391300

Ettevõtted (Kreeka)

Ettevõtte/ asukoht	Kontakt
NanoPhos SA	info(at)nanophos.com Tel: 22920 69312
Tropical-Nano	info(at)tropical.gr Tel: 210 5151099
Glonatech	info(at)glonatech.com Tel: 2106083465
Nanothinx	info(at)nanothinx.com Tel: 2610-965208
Nanotypos	info(at)nanotypos.com Tel: 2310 365183

D Konkursi kriteeriumite loetelu

Järgnevalt on esitatud kriteeriumid, mida kasutati nii rahvusvahelisel kui üle-euroopalisel Quantum Spin-Off projekti konkursil. Need kriteeriumid on inspiratsiooniks õpetajatele, kes soovivad ise konkursi organiseerida.

Õpilaste esitluse eesmärgiks on tutvustada žüriile ja kohalviibijaile konkursi jooksul läbitud õpiteekonda.

Eri riikide žüriide jaoks mõeldud kriteeriumid on ühesugused, et nelja riigi vahel oleks tagatud võrdlev hindamine.

Osalenud võistkondadele antud punkte ei avalikustata ei õpetajatele, õpilastele ega koolijuhtidele. Avalikustatakse vaid lõplik järjestus.

Iga ettekande pikkus on 10 minutit, lisaks 5 minutit žüriile lisaküsimuste esitamiseks.

Ideaaljuhul moodustatakse žürii vähemalt kolmest liikmest: nanoteaduste ekspert, ettevõtja, haridusvaldkonna inimene. Iga liige täidab esitluse lõpus ära võistkondade hindamise vormi ning kui kõik esitlused on peetud liidab žürii oma punktid kokku, et saada iga võistkonna jaoks lõplik punktisumma. Lõpptulemuse arvutamiseks liidetakse kõigi kuue hindamiskriteeriumi punktid. Kõik kriteeriumid on võrdse kaaluga.

Õpilaste esitluse aluseks on voldik/brošüür, mis tuleb koostada igal meeskonnal ning esitatakse riigi žürii haridusvaldkonna liikmele.

Auhinnad jagatakse vastavalt žürii antud punktidele. Näiteks Üle-euroopalisel konkursil anti osalenud koolidele neli auhinda vastavalt punktide põhjal saadud järjestusele. Riiklikul konkursil oli korraldus sama, kuid auhindade arv võis olla riigiti erinev. Iga osalenud kool saab diplomi, võidukoolid saavad raamitud diplomi ja auhinna. Teised auhinnad otsustavad kohalikud organiseerijad.

Kriteeriumid

Konkursi kriteeriumid žüriile on järgmised:

1. Tänapäeva teadusest tehnoloogiani
2. Tehnoloogiast rakendamiseni
3. Rakendamisest ettevõtteni
4. Esitlus
5. Loovus

Spin-off-päeva jooksul esitab žürii õpilastele küsimusi, et õpilased saaksid demonstreerida oma teadmisi kaasaegsetest teaduse/kvantfüüsika mõistetest, teaduskirjandusest, tehnoloogiast ja äriideest. Küsimusi võib esitada ka publik.

Kriteeriumite loetelu on printimiseks lisatud käesoleva dokumendi lõppu. Järgnevalt kirjeldatakse 5 kriteeriumit:

Tänapäeva teadusest tehnoloogiani

Õpilased peaksid näitama piisavat arusaamist tänapäeva teaduse/ kvantfüüsika mõistetest. Tuginedes õppemoodulitest ja tunnis tehtud tööst saadud kogemustele, esitlevad õpilased teadusmõisteid, millel põhineb nende virtuaalne toode ja ettevõtte. Sellele on pühendatud brošüüri üks osa.

Lisaks näitavad õpilased, kuidas nad tegid koostööd teadlastega ning kasutasid vastavat kirjandust. Teadusartikkel, mis oli ettevõtte loomise aluseks, peaks olema lühidalt kirjeldatud ja õpilased selgitavad selle mõju virtuaalsele tootele ja ettevõttele.

Tehnoloogiast rakendamiseni

Õpilased kirjeldavad oma suhtlust nanolabori ja teadlastega: mida nad õppisid dialoogidest/ küsimustest teadlastega ja kuidas vastastikused suhted olid nende loominguks protsessi aluseks.

Seejärel esitlevad õpilased oma virtuaalset toodet ja kirjeldavad loominguks protsessi.

Toode peaks olema järgmine:

- ühiskonnale oluline ning muudab elu oluliselt paremaks
- realistlik (võib olla virtuaalne, kui peab olema näidatud, kuidas toodet saab päriselt teha)
- vastavuses vastutustundliku teaduse ja innovatsiooni põhimõtetega (vastutustundliku teaduse ja innovatsiooni definitsiooni leiate veebilehelt <http://www.rri-tools.eu/about-rri>)

Rakendamisest oma ettevõtte

Õpilased on põhjalikult läbi mõelnud 9 elementi ärimudeli lõuendil ning sellele tuginedes loonud oma virtuaalse ettevõtte. Ärimudeli lõuendi 9 elementi on:

- 1 Põhipartnerid
- 2 Põhitegevused
- 3 Põhiressursid
- 4 Väärtuspakkumised
- 5 Kliendisuhetud
- 6 Kanalid
- 7 Kliendisegmendid
- 8 Kulustruktuur
- 9 Tuluallikad

Esitlus

Esitluse kriteeriumid on järgmised:

- Esitlustehnika:
 - Enthusiasm ja energia (sõltub järgmisest: diktsioon, hääletugevus, peast või ühe väikese kaardi abil rääkimine, enesekindlus, silmside publikuga, põnevate elementide kasutamine, sobiv riietus)
 - kõigi võistkonnaliikmete ühine panus
 - visuaalsete abivahendite kasutamine – multimeedia vm tüüpi vahendite oskuslik kasutamine
- Esitluse ülesehitus
 - Selgete ja kompaktsete selgituste andmine
 - Efektive ajakasutus (esitluse struktuur, ajakavast kinni pidamine)

Loovus

Konkursi üheks oluliseks osaks on arendada õpilaste loomevõimet ning anda neile võimalus leida ja

lahendada probleeme, luua seoseid, genereerida ideid, esitada küsimusi endale ja teistele ning kogeda ja simuleerida ettevõtjatele omast loomeprotsessi. Hindamisel võetakse arvesse õpilase töö uuenduslikkust.

Küsimused, mida õpilased peaksid arvestama:

- Kas minevikus on sarnase ideega juba välja tulnud? Kui jah, siis kuidas on õpilased seda ideed muutnud/täiustanud?
- Kas toode pakub loominguilisi lahendusi valdkonnas eksisteerivate probleemide lahendamiseks?
- Mil määral muudab äriidee antud sektorit/kliendikäitumist?

Grupi hindamisvorm

HINDAMISKRITEERIUMID		Ebapiisav	Piisav	Hea	Väga hea
1	Tänapäeva teadusest tehnoloogiani	1	2	3	4
2	Tehnoloogiast rakendamiseni	1	2	3	4
3	Rakendamisest ettevõtteni	1	2	3	4
4	Esitlus	1	2	3	4
5	Loovus	1	2	3	4
KOKKU					

E Riigipõhine informatsioon

Belgia

Suursaadikud klassis

Tegevus „Suursaadikud klassis“ organiseeriti Belgias Quantum Spin-Off konkursi raames. Klassid, kes osalesid, esitlesid oma tööd, õpiteekonda, toodet ning sellega seonduvat virtuaalset ettevõtet vähemalt ühele klassile nende koolis. Sellel tegevusel olid järgmised eesmärgid: jõuda teiste õpilaste ja õpetajateni, kes võisid omakorda saada inspiratsiooni Quantum Spin-Off pedagoogikast ning teisest küljest anda osalevatele õpilastele võimalus praktiseerida oma esitlust enne, kui nad esitavad seda *Spin-off*-päeval. Selline tegevus võib ka teistes õpetajates tekitada soovi sarnaseid asju proovida. Kuuenda klassi “Secundaire Onderwijs” õpilased võivad esitada oma ideid viienda klassi õpilastele (kes võivad saada inspiratsiooni, et sama teekonda järgmisel aastal jätkata).

DSP Valley roll

Enamus ettevõtete külastusi Belgias organiseeriti tänu katusorganisatsiooni DSP Valley toetusele, mis tegutseb peamiselt Belgias ja Hollandis. DSP Valley ühendab rohkem kui 80 kõrgtehnoloogilist ettevõtet ja uurimisgruppi, kes on aktiivsed mikro- ja nanoelektronikas. Asjakohast infot nanotehnoloogia ettevõtete maailma kohta Belgias leiab DSP Valley veebilehelt. Kontaktinfo on täpsemalt esitatud tabelis (vaata osa C: nanotehnoloogia ettevõtete ja nanolaborite kontaktandmed).

Belgia veebileht

Asjakohast infot ja toetust, eelkõige Belgia õpetajatele, võib leida Belgia projekti veebilehelt: <http://spinoff.vakdidactiek.be/>.

Eesti

Kuidas õpilased konkursiks valmistusid?

Õpilased uurisid erinevaid projektiga seotud teemasid artikleid lugedes ning osaledes oma kooli tundides, kus õpetaja tutvustas teemat teoreetiliselt ning viis läbi praktilisi katseid. Samuti osalesid nad kursusel “Regeneratiivses meditsiinis kasutatavad materjalid”. Haridustehnoloog Ly Sõõrd rääkis õpilastele, milliseid meetodeid peaks kasutama teadusartiklite läbi töötamisel, et leida soovitud informatsiooni kiiremini ja efektiivsemalt, eelkõige mõeldes toodetele, mida õpilaste grupp kavatses teha. Ta tutvustas otsingumeetodeid ja keskkondi. Sotsioloog Jüri Ginter rääkis, kuidas grupitöös osaleda. Ta andis ülevaate grupitöö põhimõtetest ning õpilased praktiseerisid ise grupitööd. Näiteks pidid õpilased väiksemates gruppides lahendama teatud probleemi või ülesande ning esitama lahenduse teistele gruppidele. Materjaliteaduse ekspert Martin Järvekülg tutvustas regeneratiivse meditsiini teooriat ja rakendatavust. Ta rääkis laboris kasvatatud kudetest ja organitest ning elektriliste seadmete kasutamisest nanomaterjalide tarbeks. Üks nanotehnoloogilistest rakendustest oli nanonahk – nanokiudude võrgustik, millel on palju inimese nahale sarnaseid omadusi. Uuringute assistent Viktoria Neborjakina Tartu Ülikooli teaduskoolist rääkis, kuidas olla loominguline ja mõelda rohkem nõ kastist väljapoole. Kogu projekti jooksul tegid õpilased palju iseseisvat tööd. Tulemusi jagati Google Drive’i kaudu. Õpilased külastasid ka palju teaduskeskusi ning vähemalt ühte ettevõtet või asutust.

Õpilaprojektid Eestis

Eestis tegid õpilased seitse projekti. Igas projektis oli õpilastel kaks ülesannet:

- arendada toode, mis on seotud nanotehnoloogiaga; ning
- välja pakkuda ärimudel, et toodet turustada.

Ärimudel pidi sisaldama põhipartnereid, tegevusi, ressursse ja väärtuspakkumisi. Õpilastel paluti samuti mõelda selle üle, kuidas üles ehitada suhteid klientidega, kuidas turustada oma toodet ning milliseid kanaleid selleks kasutada.

Projektiteemad:

- Regeneratiivses meditsiinis kasutatavad materjalid (materjal, mis võiks katta haavu ja aidata raviprotsessi juures)
- Tehislihas-käekell
- Nanoosakesed ja ioonsed vedelikud õlilisanditena
- Reoveest kütuseelemendid (saada igapäevaselt reoveest elektrienergiat)
- Regeneratiivses meditsiinis kasutatavad materjalid (näiteks kollageeniga kaetud implantaadid)
- Toorium tuumkütusena
- Nanoelektrigeneraator (nanovedrud, mis toodavad elektrit)

Kreeka

Nanotehnoloogia kui sotsiaalteaduslik küsimus

Õpilased ja õpetajad, kes osalesid Quantum Spin-Off konkursil, veetsid olulise osa oma tööst NHRF-i teadlastega (Dr. Cefalas, Dr. Sarantopoulou) ning õppisid nanotehnoloogia sotsiaalsete mõjude ja teadusharu vahetute mõjude kohta meie igapäevaelus. Teadlased pühendasid suure osa oma esitlustest ja diskussioonidest sellele, et nanotehnoloogia uuringud peavad tootma kõrgtehnoloogilisi materjale, mis võivad erinevate tootmissektorite kaudu oluliselt elustandardit parandada (nt meditsiinilised rakendused, energia säästmine). Toodi näiteid erinevatest uuringute käigus loodud igapäevatoodetest koos kirjeldusega tegelikust protsessist, et näitlikustada teadusuuringuid tööstuses.

Suur osa pühendati ka kõrgtehnoloogiliste toodete regulatsioonile, eelkõige mis puudutab tervisemuresid ning teatud nanotehnoloogiliste rakenduste mürgisust. Seoses teemaga tõstatati erinevaid küsimusi: kuidas ühiskond näeb ja kasutab teadusliku uuringu rakendusi kui tarbijale suunatud tooteid koos ohutuse küsimusega ning koos vajadusega pikaajaliste uuringute järele teatud toodete mõjude kohta inimese tervisele. Eelpoolnimetatud küsimused avasid diskussiooni kooli teadushariduse väärtusest ning vajadustest lisada teemad, nagu nanotehnoloogia, õppekavasse, et informeerida õpilasi nii teaduse olulisusest kui mõjudest meie igapäevaelule.

Viimane teema, mis on vastab Kreeka olukorrale praegu, on potentsiaalne kasu majandusele, eelkõige silmas pidades kõrgtehnoloogilisi teadusuuringuid. NHRFi teadlased toonitasid, et nanotehnoloogia (nii uurimine kui rakendus) kui riigi prioriteetse eesmärgina seatud valdkond võib kaasa tuua majanduskasvu ja avada võimalusi uuteks töökohtadeks nii teadlastele kui paljudele teistele inimestele. Siin oli oluline roll teadlase ja õpilase koostööl, kuna õpilased said vajalikku informatsiooni ning algatati diskussioon praeguse finantsituatsiooni üle riigis, eelkõige eesmärgiga, kuidas leida teid praegustest raksustest üle saamiseks nii isiklikul kui riiklikul tasandil.

Šveits

Ettepanekud tegevusteks klassiruumis nanoriskide mõistmiseks

Õpilased, kes osalevad Quantum Spin-Off projektis, uurivad nanoteaduste ja nanotehnoloogia vahelisi suhteid. Järgmiseks sammuks on nanoriskide hindamine.

Õpieesmärk: ... arendada uurimistulemuste põhjal ettekujutust nanomaterjalide riskidest.

Brošüüri, mille õpilased ette valmistavad kui osa Quantum Spin-Off projektist, võib lisada õpieesmärgi: visandada seisukoht uurimistulemuste üle kandmiseks virtuaalsesse ettevõttesse (kaaluge kasu ja riske, püüdke ette näha sotsiaalseid mõjusid ja olukorda tulevikus).

Saksakeelse õppemooduli „Ettepanekud tegevusteks klassiruumis nanoriskide mõistmiseks“ alla laadimiseks vaadake veebilehte: <http://ch.qs-project.ea.gr/en/content/lernstationen>

IKT-tööriistad

Järgmistelt veebilehtedelt leiate IKT-tööriistu, mis õpilasi õppeprotsessis abistavad:

www.swissnanocube.ch (hariduse ja nanotehnoloogia platvorm, ka inglise keeles)

www.youtube.com/watch?v=hAGP2sayis0 (katse: grafeen ja patareid, grafeenlehed ja kleeplint).