

Moodul 5

Raalmõtlemine tulevastele loodus-, täppis- ja tehnoloogiaainete (LTT) õpetajatele

Erialased aspektid, erinevad
lähenemised ja praktilised
lahendused

Version 3, märts 2021










Autorid: Radboudi ülikool, Holland
Maria Kallia,
Sjaak Smetsers,
Erik Barendsen,
Christos Chytas

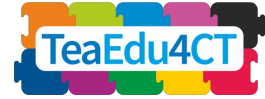
Retsensendid:

KTH Kuninglik Tehnoloogiainstituut (Rootsi) Vilniuse Ülikool (Leedu)

Moodul 5 põhineb projekti „Tuleviku õpetajakoolitus: raalmõtlemine ja MATIK” (TeaEdu4CT) raames tehtud töö. Koordineerimine: Prof. Valentina Dagienė, Vilniuse Ülikool, Leedu. Partnerid: Viini Tehnikaülikool (Austria), CARDET (Küpros), Tallinna Ülikool (Eesti), Turu Ülikool (Soome), Paderborni Ülikool (Saksamaa), CESIE (Itaalia), Radboudi Ülikool (Holland), KTH Kuninglik Tehnoloogiainstituut (Rootsi), Ankara Ülikool (Türgi). Projekt on saanud Erasmus+ programmi KA2 kaasrahastuse.



	Mooduli eesmärgid ja ülevaade.....	3
	Mooduli sihtrühm ja eeldused	3
	Õpiväljundid ja hindamine	4
	Mooduli kava ja didaktiline lähenemine.....	4
	Õppetükid ja ülesanded	4
	1. ÕPPETÜKK: Raalmõtlemine LTT õppeainetes.....	5
	2. ÕPPETÜKK: Raalmõtlemise õpetamine ja õppimine LTT kontekstis	19
	3. ÕPPETÜKK: raalmõtlemist käsitlevate tundide kavandamine.....	21
	Mooduli 5 õppematerjalide ülevaade.....	24



Mooduli eesmärgid ja ülevaade

Selle mooduli eesmärgiks on kujundada tulevaste LTT aineõpetajate arusaamist raalmõtlemisest ning teadmisi selle õpetamise ja hindamise kohta. Mooduli edukal läbimisel suudavad osalejad lõimida raalmõtlemist oma õppeaine konteksti ja seeläbi kavandada, kirjeldada ja rakendada didaktilisi põhimõtteid raalmõtlemise õpetamiseks oma ainetundides.

Mooduli ülesehitus

Moodul koosneb kolmest õppetükist: 1) esimene tutvustab tulevastele õpetajatele raalmõtlemise olemust läbi konkreetsete näidete ja modelleerimis-simulatsiooniülesannete erinevate tarkvaralahenduste abil (NetLogo, Excel); 2) teine õppetükk keskendub raalmõtlemise õpetamise ja õppimise didaktilistele põhimõtetele, refleksioonile ja hindamisele LTT õppeainete kontekstis; 3) kolmas õppetükk kaasab üliõpilased praktilistesse harjutustesse raalmõtlemise õppetegevuste kavandamisel oma õppeaine kontekstis.



Mooduli sihtrühm ja eeldused

Selle mooduli sihtrühmaks on LTT eriala õpetajakoolituse esmaõppes osalevad üliõpilased, aga see sobib kasutamiseks ka raalmõtlemisest huvitatud LTT-aineõpetajate täienduskoolituses. Moodul on loodud eelkõige auditoorse õppetöö kontekstis kasutamiseks, aga seda saab kohandada ka täielikult või osaliselt veebipõhises koolituses.

Eeldame, et osalejad on eelnevalt läbinud TeaEdu4CT sissejuhatava mooduli nr 2 „Sissejuhatus raalmõtlemisse“.



Õpiväljundid ja hindamine

Mooduli edukalt läbinud õppija suudab:

1. kirjeldada ja ära tunda raalmõtlemise rakendusviise LTT õppeainetes;
2. rakendada raalmõtlemist etteantud juhtudel;
3. kirjeldada ja ära tunda raalmõtlemise õpetamise ja hindamise eripära LTT õppeainete kontekstis;
4. kavandada õppetegevusi ja -materjale raalmõtlemise õpetamiseks oma õppeaine kontekstis. Täpsemad õpieesmärgid leiata õppetükkide jaotistest.

Hindamisviisid

Et hinnata õpiväljundite saavutamist kasutatakse ülesannete soorituse analüüsiks kolmandas õppetükis esitletud hindamismudelit. Selle õppetüki ülesanded sisaldavad raalmõtlemist käsitlevate õppetegevuste kavandamist, teostamist ja analüüsimist erinevate LTT õppeainete kontekstis. Kolmanda õppetüki ülesannete sooritamisel läheb õppijal tarvis ka kahes esimeses õppetükis käsitletud teadmisi (nt didaktilisi põhimõtteid) ja oskusi (nt andmeanalüüs Exceli ja modelleerimine Netlogo abil). Moodulit õpetava õppejõu otsustada jääb sooritatud ülesannete osakaal koondhindes ja õppija sooritusaseme määramine seoses iga õppetüki õpiväljunditega.



Mooduli kava ja didaktiline lähenemine

Moodul koosneb kolmest auditoorsest sessioonist. Iga sessioon sisaldab mitmeid praktilisi ja mahukaid ülesandeid, mis algavad tavaliselt sissejuhatavate tegevustega ja lõppevad refleksiooniga. Õppijad kasutavad erinevaid õppimisviise, sh paaritööd, kirjanduse analüüsi, rühmaarutelusid, juhendatud probleemülesandeid ja refleksiooni. Kolmandas õppetükis peavad õppijad rakendama õpitut oma õppeaine kontekstis konkreetse ainetunni kavandamisel, läbiviimisel ja analüüsimisel.



Õppetükid ja ülesanded

1. õppetükk: Raalmõtlemine LTT õppeainetes

Ülesanne 1.1. Andmeanalüüs tabelarvutuse abil (*10 tundi)



Kokku tunde: 16 tundi

2. õppetükk: Raalmõtlemise õpetamine ja õppimine LTT kontekstis

Ülesanne 2.1. Raalmõtlemise õpetamine LTT õppeainetes (1 tund)

Ülesanne 2.2. Raalmõtlemise hindamine (1 tund)

Ülesanne 2.3. Tõendus põhine hindamine (2 tundi)

Kokku tunde: 4 tundi

3. õppetükk: Raalmõtlemist käsitlevate tundide kavandamine

Ülesanne 3.1. Raalmõtlemist käsitleva õppetegevuse kavandamine oma aines (3–4 tundi)

Ülesanne 3.2. Kavandatud õppetegevuse teostamine ja hindamine (3–4 tundi)

Kokku tunde: 6–8 tundi

*Iga ülesande ligikaudse kestuse leiate kirjeldatud ülesannete vastavatest jaotistest. Ülesande minimaalseks kestuseks on 15 minutit, kuid mõnel juhul võib see kesta ka oluliselt vähem.



1. ÕPPETÜKK: Raalmõtlemine LTT õppeainetes

Selles õppetükis uuritakse raalmõtlemise rakendamist LTT õppeainetes. Täpsemalt, saate siin praktilisi kogemusi statistika ja füüsika õpitegevustest, mille eesmärk on arendada raalmõtlemise oskusi kahe digitaalse tööriista (MS Excel ja NetLogo) abil.



Panus õpiväljundite saavutamisse

Õpiväljundid

1. Andmete organiseerimine ja analüüsimine tabelarvutuse abil, eelkõige:
 - a. probleemi suhtes asjakohase info valimine
 - b. andmete uurimine, analüüsimine ja visualiseerimine
 - c. suundumuste väljaselgitamiseks mustrituvastuse ja analüüsimise kasutamine, et vastata (uurimis)küsimusele
 - d. visualiseerimistehnikate valimine ja kasutamine, et andmeid graafiliselt esitada
2. agendipõhiste arvutusmudelite kavandamine, programmeerimine ja kasutamine, eelkõige:
 - a. NetLogo mudelite struktuuri selgitamine liidese, teabe ja koodi komponentide osas
 - b. NetLogo programmeerimisprimitiivide äratundmine ja selgitamine
 - c. etteantud kontseptuaalse mudeli rakendamine, kasutades NetLogo peamisi programmeerimisvõtteid
 - d. eksperimenteerimine NetLogo mudeliga füüsikalise nähtuse uurimiseks



Ülesanne 1.1. Andmeanalüüs tabelarvutuse abil

Excel on tabelarvutuse tööriist andmete korrastamiseks, arvutuste tegemiseks ning andmete analüüsimiseks ja esitamiseks diagrammi või graafikuna.

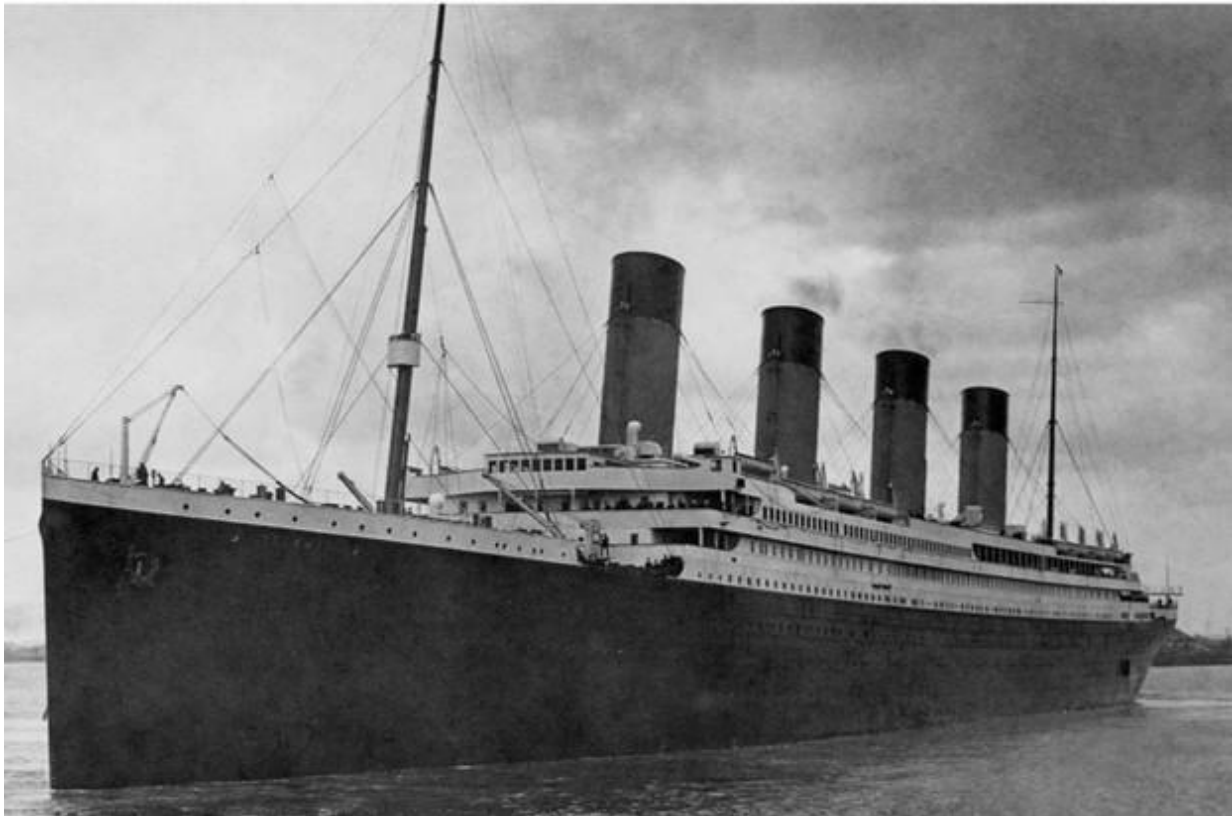
Selles ülesandes teete te läbi näidistunni, mille käigus kasutatakse tabelarvutust elementaarsete (kirjeldavate) statistikatoimingute tegemiseks eesmärgiga vastata ühele üldisele küsimusele. Ülesanne põhineb olemasolevatel matemaatikatundide jaoks välja töötatud materjalidel.

Selle käigus näete, kuidas tabelarvutust kasutatakse nii andmete esitamiseks kui ka analüüsimiseks. Te proovite tuvastada suundumusi/trende graafiliste esituste abil. Selle näite teema on Titanicu katastroof 1912. aastal.



Sissejuhatus

Titanic oli luksuslaev, mis moodustas suure osa üle Atlandi ookeani toimunud reisijateveost. 14.–15. aprilli öösel 1912. aastal põrkas Titanic oma esimesel reisil veidi enne südaööd kokku jäämäega. Tüürpoordi tekkisid mitmes kohas augud ja kolme tunni jooksul laev uppus.



Titanic

Alljärgnevas ülesandes saate Titanicu reisijate (osalise) nimekirja ja te peate uurima, kuidas neid andmeid kasutada juhtunu kohta küsimustele vastamiseks. Reisijate nimekiri on esitatud arvutustabelina (Titanic.xlsx).

	A	B	C	D	E
1	pclass	survived	name	sex	age
2	3	0	Abbing, Mr. Anthony	male	42
3	3	0	Abbott, Master. Eugene Joseph	male	13
4	3	0	Abbott, Mr. Rossmore Edward	male	16
5	3	1	Abbott, Mrs. Stanton (Rosa Hunt)	female	35
6	3	1	Abelseth, Miss. Karen Marie	female	16
7	3	1	Abelseth, Mr. Olaus Jorgensen	male	25
8	2	0	Abelson, Mr. Samuel	male	30
9	2	1	Abelson, Mrs. Samuel (Hannah Wizosky)	female	28
10	3	1	Abrahamsson, Mr. Abraham August Johannes	male	20
11	3	1	Abraham, Mrs. Joseph (Sophie Halaut Easu)	female	18
12	3	0	Adahl, Mr. Mauritz Nils Martin	male	30
13	3	0	Ahlin, Mrs. Johan (Johanna Persdotter Larsson)	female	40
14	3	1	Aks, Master. Philip Frank	male	1
15	3	1	Aks, Mrs. Sam (Leah Rosen)	female	18
16	3	1	Albimona, Mr. Nassef Cassem	male	26
17	2	0	Aldworth, Mr. Charles Augustus	male	30
18	3	0	Alexander, Mr. William	male	26
19	3	0	Alhomaki, Mr. Ilmari Rudolf	male	20

Titanicu andmetega arvutustabeli näidis



Arutelu

Uurige andmestikku. Nagu näete, sisaldab andmestik reisijate nimesid (veerg *name*), reisijateklassi, kus nad olid (veerg *pclass*), vanust (veerg *age*), sugu (veerg *sex*) ja andmeid selle kohta, kas nad jäid ellu või mitte (veerg *survived*). Lisaks märkate, et kõigil neil muutujatel on diskreetsed väärtused. Näiteks reisijateklass (*pclass*) on tähistatud numbritega 1, 2 ja 3, mis tähistavad vastavalt esimese klassi reisijat, teise klassi reisijat ja kolmanda klassi reisijat.

Arutlege:

1. Millist muud teavet Titanicu reisijate kohta antakse?
2. Kuidas seda teavet esitatakse? Olge väga täpne, nt tehke vahet tekstil ja numbritel.



Arutelu

Arutage paarides:

1. Millal on teie arvates asjakohane esitada muutuja väärtusi binaarsete täisarvu väärtustega?
2. Mis on teie arvates binaarsete täisarvude kasutamise eelised ja puudused tekstiväärtustega võrreldes?



1. etapp: probleempüstitus

„Kõigepealt naised ja lapsed” on laevanduses kehtiv reegel, mis ütleb, et hädaolukorras tuleb esmalt päästa naised ja lapsed, ning see pärineb umbes 1860. aastast. Küsimus, mida me selles ülesandes uurime, on järgmine:

Mil määral seda põhimõtet Titanicu katastroofi puhul järgiti ja millised muud tegurid võisid ellujäämisvõimalusi mõjutada?



2. etapp: andmete uurimine

Küsimusele vastamiseks peame esmalt uurima oma andmestikku ja selles sisalduvat infot.



Aruteluülesanne

Vaadake oma andmestik uuesti läbi: milliseid andmeid vajate küsimusele vastamiseks? Kirjutage üles, milliseid omadusi (veerud) te kasutate ja visandage lühidalt oma plaan küsimusele vastamiseks.



Paaristöö ülesanne

Nagu olete märganud, puudub meil otsene info selle kohta, kas reisija on täiskasvanu või laps (selle harjutuse puhul eeldame, et kuni 14-aastaseks saamiseni loetakse isikut lapseks ja üle selle täiskasvanuks). Kuigi vaadates antud vanust me saame aru, kas reisija on täiskasvanu või laps, loome ikkagi lisaveeru, mis näitab, kas reisija on täiskasvanu või mitte.

Te loote Exceli arvutuslehe veerus F uue atribuudi, mis näitab, kas reisija on täiskasvanu või laps.

1. Klõpsake lahtril F1 ja sisestage veeru päisesse „täiskasvanuiga“.
2. Klõpsake lahtril F2 ja kasutage järgmist valemit, et arvutada, kas reisija on täiskasvanu või laps: $=IF(E2<=14, "child", "adult")$, kus E2 on lahter, kus on nimekirja esimese reisija vanus. Valem $=IF(E2<=14, "child", "adult")$ uurib, kas väärtus lahtris E2 on väiksem kui 14 või sellega võrdne. Kui see on õige, muutub lahtri F2 väärtus lapse väärtuseks ja kui see on vale, on see täiskasvanu väärtus.
3. Rakendage valemit kõigi reisijate jaoks. Nõuanne: vaadake oma arvutustabeli abilehtedelt, kuidas valemit teistesse lahtritesse kopeerida (nt [kopeerige valem Google'i arvutustabelites](#) või [kopeerige valem Excelis](#)).



Andmestikku vaadates märkate, et seal on puuduvate andmetega kirjeid. Näiteks puudub osade reisijate vanus ja mõne reisija nimi. Nendest kahest muutujast, vanusest ja nimest, annab vanuse muutuja meie küsimusele vastamiseks olulist infot, võrreldes nime muutujaga, mis antud näites ei paku olulist infot.

Seetõttu oleks parem eemaldada vanuse muutuja puuduvate andmetega kirjed, kuna neid ei saa edasi töödelda (tulemuste esitamisel oleks hea teada anda, kui palju kirjeid jäi teie arvutustest välja).

Andmete tõhusaks „puhastamiseks“ on mugav *sortida* andmeid kaasatud muutuja, näiteks vanuse järgi. Valige kõik atribuutidele (A–F) vastavad veerud ja klõpsake nuppu Andmed > Sorteerimise vahemik. Seejärel saate märkida, milline atribuut (antud juhul vanus) kirjete sorteerimiseks kaasatakse. Titanicu arvutustabelis on veerupäised, st et te peate märkima ära vastava kasti.



Paaristöö ülesanne

Kustutage kõik puuduvate andmetega kirjed, mis on probleemi lahendamiseks oluline.



3. etapp: Andmete arvutused

Kui meil on olemas kogu info, mida oma küsimusele vastamiseks vajame, hakkame arvutama ellujäänute arvu soo ja täiskasvanuea kohta.



Paaristöö ülesanne

Arvutage, kui palju meessoost täiskasvanuid, naissoost täiskasvanuid ja lapsi jäi ellu ja kui palju ei jäänud ellu (töölehe ülesanne 1).

1. Enne ülaltoodud arvutustega jätkamist sorteerige andmed esmalt nii, et kõik ellujäänud reisijad oleksid loetletud esimesena.

Te märkate, et ellujäänud reisijate infoplokk algab real 2 ja lõpeb real 428.

2. Olles sorteerinud andmed nii, et ellujäänud on loetletud esimesena, klõpsake lahtril I4 ja sisestage ellujäänud meeste arvu loendamiseks järgmine valem: COUNTIFS (D2: D428, "male", F2:F428, "adult"). Selle valemiga loendame, kui palju täiskasvanud meessoost reisijaid jäi ellu (2 kuni 428 lahtrid hõlmavad kõiki ellujäänuid). Vastavalt sellele klõpsake järgmisel lahtril, et arvutada, mitu meest ellu ei jäänud. Kasutage järgmist valemit: COUNTIFS (D429: D1047, "male", F429:F1047, "adult").
3. Jätkake samade valemitega, et loendada naiste ja laste arv, kes jäid ellu ja nende arv, kes ei jäänud ellu.



Paaristöö ülesanne

Nüüd olete valmis tegema esimese sammu, et teha kindlaks, mil määral järgiti reeglit „kõigepealt naised ja lapsed”. Arvutage ellujäänud meeste, naiste ja laste protsent (ülesanne 1 punktis 1A – Titanic.xlsx).



Aruteluülesanne

Ülaltoodud ülesandes leidsite, et umbes 75% ellujäänutest olid naised ja lapsed. Kas arvate, et see info on meie küsimusele vastamiseks piisav? Avaldage oma arvamust ja arutlege.



Funktsiooni COUNTIFS abil saate ellujäänuid loendada, ilma et peaksite andmeid esmalt sorteerima. Näiteks võite ellujäänud meeste arvu arvutamiseks kasutada järgmist valemit: $=\text{COUNTIFS}(B2:B1047,1,D2:D1047,"male",F2:F1047,"adult")$. Samamoodi saate arvutada ellujäänud naiste ja laste arvu.



Paaristöö ülesanne

Teine viis sellele küsimusele lähenemiseks on arvutada iga kaasatud rühma ellujäämise tõenäosus.

1. Arvutage välja järgmine info (ülesanne 1 teie töölehel):
 - meeste ellujäämise tõenäosus (st ellujäänute arvu ja meessoost reisijate koguarvu suhe),
 - naiste ellujäämise tõenäosus,
 - laste ellujäämise tõenäosus,
 - naiste ja laste rühmade ellujäämise tõenäosus koos.
2. Võrrelge ülaltoodud koefitsientide (koefitsientide suhe): meeste ellujäämine vs naiste ellujäämine jne.

Kui tegite arvutused õigesti, avastasite, et naise või lapse puhul oli suurem tõenäosus ellu jääda kui mehe puhul (ja see kehtib isegi naiste ja laste rühmade kohta eraldi). Seega näib, et suures osas püüti esmalt päästa naisi ja lapsi.



4. etapp: Teiste teguritega arvestamine

Eelmises etapis uurisite, mil määral järgiti reeglit „kõigepealt naised ja lapsed”. Selles etapis uurite, millised muud tegurid võisid mõjutada Titanicu reisijate ellujäämisvõimalusi. Tegurid, mida me kaalume, on reisijate vanus ja reisijateklass.



Aruteluülesanne

Arutage rühmades, millised on võimalikud viisid (matemaatiliselt/statistiliselt), et uurida, kas vanus oli ellujäämise tõenäosust mõjutav tegur.



Allpool tutvustame teile mitmeid võimalusi vanuse mõju uurimiseks.



Paaristöö ülesanne

Esimene samm andmete jaotusest aimu saamiseks on leida kirjeldav statistika ellujäänute ja mitteellujäänute vanusemuutujate kohta.

Astmikdiagrammi loomine on suurepärase viisi näidata, kuidas meie andmed vastavas vahemikus jaotuvad. Looge *astmikdiagramm*, et kajastada vanuse jaotumist Titanicu reisijate kogupopulatsioonis.

Nõuanne: Valige vanuse veerg ja sisestage > chart > histogram. Tehke sama vastavalt ellujäänute ja mitteellujäänute kohta.

Arvutage ellujäänute ja mitteellujäänute vanusemuutuja keskmine, mediaan, mood ja standardhälve (ülesanne 2 punktis 1A – Titanic.xlsx).

Nõuanne: Võite kasutada järgmisi valemeid:

- MEDIAN(LAHTRITE VAHEMIK), nt MEDIAN (E2:E428)
- AVERAGE(LAHTRITE VAHEMIK)
- STDEV(LAHTRITE VAHEMIK)



Paaristöö ülesanne

Kuigi need kirjeldavad statistilised väärtused võivad aidata kaasatud muutujatest ettekujutust saada, ei piisa neist alati jaotust puudutavatele küsimustele vastamiseks.

Olete näiteks avastanud, et ellujäänute ja mitteellujäänute keskmine vanus ei erine palju. Arutage, miks me ei saa sellest järeldada, et ellujäämise võimalus ei sõltu reisija vanusest.



Paaristöö ülesanne

Teine lähenemisviis uurida vanusest sõltuvust on jagada vanused võrdsete vahemikega kategooriateks ja määrata vanusekategooria, kus ellujäänute protsent on kõrgeim ja kus kõige madalam (ülesanne 3 teie töölehel: 1A – Titanic.xlsx) ja võrrelda kategooriate kaupa ellujäämise tõenäosust.

Teie töölehe ülesandes 3 oleme loonud kaheksa vanusekategooriat. Näiteks [10,20) tähistab vanuseid, mis on suuremad või võrdsed 10-ga, kuid rangelt väiksemad kui 20.

1. Arvutage ellujäämise tõenäosus vanusekategooria kohta.
2. Millises vanuserühmas on ellujäämise tõenäosus väikseim ja millises suurim?
3. Sõnastage järeldus vanuse ja ellujäämise seoste kohta vanusekategooriate lõikes.



Paaristöö ülesanne

Mõelgem nüüd veel ühele tegurile, mis võis ellujäämisele kaasa aidata: reisijateklass.

1. Arvutage ellujäämise tõenäosus reisijateklassi kohta (ülesanne 4 punktis 1A – Titanic.xlsx).
2. Võrrelge leitud koefitsiente ja arutlege tehtud tähelepanekute üle.



Paaristöö ülesanne

Andmete visualiseerimine on tõhus vahend, mis aitab meil andmeid mõista.

1. Visualiseerige ellujäämiskoeffitsiendid reisijateklasside kohta diagrammi abil. Proovige kahte võimalikku graafikut. Nõuanne: Valige Excelis andmed, mida tahate graafikus esitada > sisestage > chart
2. Arutage rühmades, milline graafikutest sobib selle teabe visualiseerimiseks kõige paremini ja miks.
3. Arutage rühmades, mis on info graafikutena esitamise eelised ja puudused võrreldes tabelites esitamisega.



5. etapp: Täiendav ülesanne (valikuline)

Eelmises etapis uurisime vanust ja reisijateklassi kui võimalikke tegureid, mis võisid kaasa aidata Titanicu reisijate ellujäämisvõimalustele. Selles ülesandes me ühendame vanuse ja reisijateklassi, et uurida tegurite kombinatsiooni, mis võisid mõjutada ellujäämise võimalusi.



Paaristöö ülesanne

1. Uurige, kas vanus oli reisijateklassi arvestades ellujäämist mõjutav tegur.
2. Arutage, millised muud võimalikud tegurite kombinatsioonid võisid ellujäämise võimalust mõjutada.



6. etapp: Koostage ettekanne



Paaristöö ülesanne

Olles vastanud kõigile selle uuringu küsimustele, koostage oma järelduste demonstreerimiseks ettekanne. Mõelge sellele, kuidas kavatsete oma järeldusi esitada, milliseid graafikuid kasutate ja missugune statistiline teave on vajalik teie järelduste toetamiseks.



Ülesanne 1.2. Mudelite loomine NetLogo abil

Arvutusmudelid ja simulatsioonid võivad muuta teaduslikud kontseptsioonid kättesaadavamaks, parandada õpilaste arusaamist nähtustest ja olla tõhusad õppevahendid. Modelleerimine ja simulatsioon on tulemuslikud lähenemisviisid raalmõtlemise lõimimiseks LTT õppeainete tundides. Neid saab lõimida loodusteaduste tundides, et toetada loodusteaduste põhialuste õppimist ja suurendada kokkupuudet raalmõtlemisega, valmistades samal ajal õpilasi ette professionaalseteks LTT õppeainete tegevusteks.

NetLogo on mitmeagendiline programmeeritav modelleerimiskeskond loodus- ja sotsiaalsete nähtuste simuleerimiseks ning nende arenemise näitamiseks aja jooksul. Selle tööriista abil saate luua maailma, mis koosneb riskülikutest või lappidest, ning määrata parameetrid agentidele (või kilpkonnadele), mis liiguvad ja suhtlevad üksteise ja oma keskkonnaga.

Selles õppetükis koostate NetLogo mudeli ja kasutate seda füüsilise nähtuse uurimiseks. See õppetükk põhineb mooduli nr 2 ülesandel 2.2. „Modelleerimine ja simulatsioon NetLogo abil“ ning me eeldame, et olete selle ülesande või midagi samaväärset läbinud.

Esmalt tutvute lähemalt NetLogo keskkonna ja NetLogo programmeerimisega. Seda saab teha järgmiste ülesannete abil.



Iseseisva harjutamise ülesanne

Vaadake läbi järgmised praktilised juhised [NetLogo kasutusjuhendist](#) ja vaadake videot (enne praktilise juhise nr 3 läbimist):

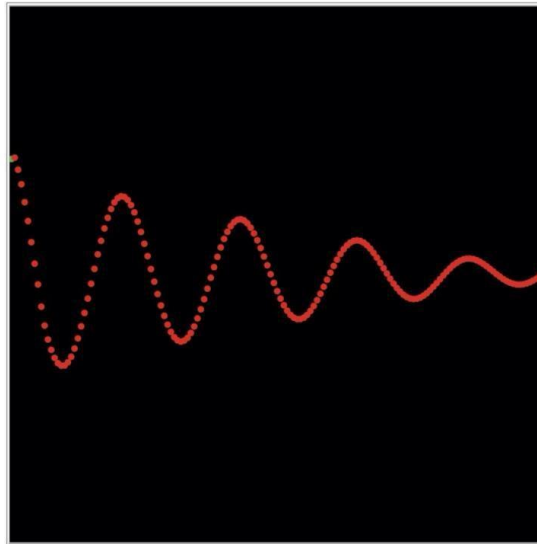
1. [Praktiline juhised nr 1: Mudelid](#), kus saate teada NetLogo mudelite komponentide ja funktsioonide kohta.
2. [Praktiline juhised nr 2: Käsud](#), milles hakkate nägema mudelite sisemist toimimist ja saate muuta nende välimust.
3. [Video: Meie esimene NetLogo mudel](#), milles näidatakse lihtsa mudeli ehitamist.
4. [Praktiline juhised nr 3: Protseduurid](#), mis juhendab teid etapiviisiliselt ülesehitatud tervikliku mudeli loomise protsessis, iga samm on lahti seletatud.

Nüüdseks on teil NetLogo kohta piisavad taustateadmised, et saaksite ülejäänud ülesandeid lahendada ilma probleemideta. Selle õppetüki ülejäänud osas rakendate ise NetLogo füüsilise nähtuse täielikku mudelit. Me ei palu teil ise esitada füüsilise omadusi, kuid eeldame, et saate esitatud reeglid teisendada kasutatavasse NetLogo koodi.



Paaristöö ülesanne

Ülesande eesmärk on simuleerida mööda nõõri või köit liikuvat lainet. Nõõri parem ots on fikseeritud, vasak ots aga liigub üles ja alla, mille tulemusel see käivitab ja säilitab nõõri liikumise.



Laine modelleerimine helmeste ketina

Nõõr on modelleeritud helmeste ketina, kusjuures iga helmes on ühendatud vasaku- ja parempoolse helmega. Vaadake ülaltoodud joonist. Iga helme horisontaalne asend on fikseeritud: helmes saab liikuda ainult vertikaalselt. Kinnitamisel järgib iga helmes oma naaberhilmeste liikumist. Täpsemalt, iga helmes püüab võtta oma vasaku ja parema naaberhelme keskmist asendit.

NetLogos tähistab iga helmest *kilpkonn* (nende kohta lugesite praktilises juhises nr 2). Lisaks kilpkonna eelmääratletud atribuutidele anname igale kilpkonnale kaks lisaomadust (muutujat): vertikaalasend ja vertikaalne kiirus. Neid kahte omadust kombineerides saab uue asukoha ja uue kiiruse igal ajal välja arvutada. Lõpuks lisame mudelile ka summutuse, et muuta simulatsioon veelgi realistlikumaks.



Mudeliga eksperimenteerimiseks oleks hea, kui saame mudeli erinevaid parameetreid hõlpsalt määrata ja muuta. Selleks tuleb kasutada liugureid ja/või lüliteid. Mudelit mõjutavad parameetrid on järgmised:

1. käitaja sagedus (F) ja amplituud (A).
2. summutuse aste (D) (võimalus summutus välja ja sisse lülitada).
3. helmeste mass ja helmestevahelise ühenduse elastsus. Saame need kaks ühendada üheks parameetriks, mida nimetame mugavuse huvides veojõuteguriks (VT).

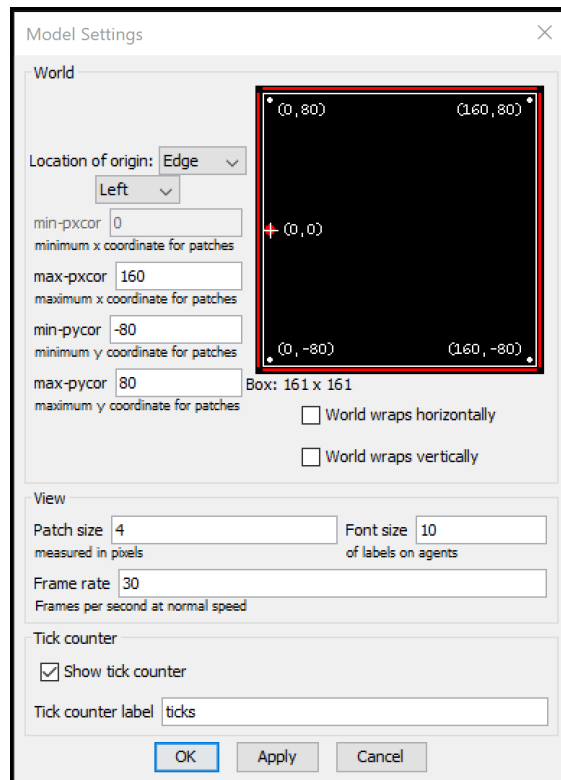
Nüüd saate luua NetLogo „liidese“.



Paaristöö ülesanne

Uue mudeli käivitamiseks valige File menüüst „New“. Seejärel alustage seadistuse ja käitamisenuppude loomisega.

- Lisage liidesele kaks nuppu, nagu tegite praktilist juhust nr 3. läbides. Te ei pea vastavaid protseduure veel koodiosale lisama; teete seda hiljem.
- Laiendage liidest veelgi 4 liuguriga mudeli parameetrite määramiseks ja lülitiga summutuse sisse- või väljalülitamiseks. Kasutage F, A ja D maksimumväärtustena vastavalt väärtusi 32, 60, 50 ja 20. Parameetri VT puhul võtke ühikuks 0,1 ning minimaalseks ja maksimaalseks väärtuseks vastavalt 0,1 ja 2,0.
- Reguleerige vaadet nii, et alguspunkt oleks akna vasakpoolses servas keskel. Laius ja kõrgus on mõlemad 160, x-koordinaadid vahemikus 0 kuni +160 ja y-koordinaadid vahemikus -80 kuni +80.



Liides pärast vaate reguleerimist

Nüüd loote NetLogo koodi. Iga helme puhul jälgime selle asukohta ja kiirust. Kuna helmeste x-koordinaat jääb muutumatuks, tuleb jälgimist teostada ainult y-suunas.



Paaristöö ülesanne

Avage oma projekti koodi vahekaart ja lisage need muutujad (vertikaalne asend ja vertikaalne kiirus), kasutades kilpkonna enda deklaratsiooni.

Põhjus, miks lisaks juba olemasoleva muutuja ycor-le jälgitakse ka ypos-e, on see, et helmes võib simulatsiooni käigus vaatest kaduda (ja seega ületada piirväärtusi). ycor ei sisalda siis enam selle helme tegelikku asukohta, mis põhjustaks mudeli ebajärjepideva oleku.



Rühmatöö ülesanne

Esitage oma visualiseeringud ja tulemused. Arutage: kuidas saab simulatsioone kasutada teie õpetatava LTT aine paremaks mõistmiseks? Mida te selles õppetükis juurde õppisite?



Paaristöö ülesanne

Määrake seadistusprotseduur, mille käigus te loote helmeid ja asetage need õigesse kohta. (Nõuanne: kasutage kilpkonn-muutujat [who](#)). Värvige esimene helmes roheliseks, viimane helmes siniseks ja kõik teised punaseks.

Koodi kõige keerulisem osa on loomulikult käivitamisprotseduur, mille puhul peab iga helme liikumine täpselt määratud. Teeme vahet ühel ja ainsal rohelisel ja punastel helmestel (sinise helme asukoht jääb muutumatuks).

- Roheline helmes liigub sinusoidselt. Asukoht määratakse aja (tikkide), sageduse ja amplituudi järgi. Valemis: $y\text{-pos} = A * \sin(F * \text{ticks})$
- Punane helmes liigub oma kahe kõrvalhelme vahel. Kiirendus (kiiruse muutus ajaühiku kohta) on võrdeline selle keskmise ja helme praeguse asukoha erinevusega. Väljendatakse valemiga: $y\text{-acc} = T * ((y\text{-pos-left} + y\text{-pos-right})/2 - y\text{-pos})$



Paaristöö ülesanne

Määrake käivitamisprotseduur. Mõned nõuanded:

- Enne asukohtade värskendamist reguleerige kõigi punaste helmeste kiirust.
- Niipea kui avastate, et helmes on silmist kadunud, peaksite selle selgelt nähtamatuks muutma (hide-turtle). Ärge unustage seda uuesti nähtavaks teha (show-turtle), kui helme koordinaadid on jälle määratud piirides.
- Saate muuta arvutused lihtsamini mõistetavaks ja kontrollitavaks, kui salvestate vahetulemused kohalikesse muutujatesse. [Let](#) selgitab, kuidas sellist muutujat sisse viia.

Mudel on nüüd valmis ja te saate seda katsetamiseks kasutada.



Paaristöö ülesanne

Muutke liuguritel olevaid väärtusi ja jälgige, mis juhtub nööriil olevate lainetega.

- Pange tähele, et nööri vasakpoolse otsa üles-alla liikumise sageduse ja tekkivate tippude arvu vahel on seos.
- Püüdke tekitada „seisvat lainet“, milles nööri mõned punktid üldse ei liigu.



Õppematerjalid

1. õppetükk – Titanic.xlsx



2. ÕPPETÜKK: Raalmõtlemise õpetamine ja õppimine LTT kontekstis

Selles õppetükis uurite raalmõtlemise hindamis- ja õpetamisviise.



Panus õpiväljundite saavutamisse

Õpiväljundid

- Õppija suudab kirjeldada ja ära tunda raalmõtlemise õpetusviise LTT õppeainetes
- Õppija suudab kirjeldada ja ära tunda raalmõtlemise hindamisviise LTT õppeainetes
- Konkreetset raalmõtlemise elementi ja sisu arvesse võttes tehke õpetamis- ja hindamisviiside osas põhjendatud valik.



Ülesanne 2.1. Raalmõtlemise õpetamine LTT õppeainetes

Raalmõtlemise lõimimine LTT õppeainete tundidesse võib edendada LTT ainete õpetamist, asetades õpilased noorte teadlaste rolli ja kaasates nad autentsetesse LTT ainete praktikatesse.

On soovitatud, et õpilased, kes õpivad arendama raalmõtlemise lahendusi ning kasutama arvutustööriistu, ressursse ja meetodeid, süvendavad oma arusaamist ainevaldkonna sisust samal ajal, kui nad tegelevad arvutustehnika kaasaegsete kasutusviisidega LTT ainevaldkonnas.

Selles ülesandes uurite erinevaid lähenemisviise raalmõtlemise õpetamisele LTT õppeainetes.



Paaristöö ülesanne

- Lugege kokkuvõtet raalmõtlemise õpetamise kohta LTT õppeainetes (vt õppematerjale: A. TeachingCT.pdf).
- Analüüsige selles moodulis teie poolt läbitud raalmõtlemise ülesandeid. Arutage rühmades, milliseid ülevaadetokumendis kirjeldatud meetodeid/lähenemisviise te tunnete? Kuidas neid ülesannetesse liideti?

- Mõelge oma õpetamispraktikale, arutades, milline ülevaadetokumendis kirjeldatud lähenemisviisidest on teie ainevaldkonnas raalmõtlemise õpetamisel kõige asjakohasem. Milline neist ei ole kohaldatav (kui selliseid on) ja mis on selle peamised põhjused?



Ülesanne 2.2. Raalmõtlemise hindamine

Hindamine mängib hariduses olulist rolli; aineteadmiste ja aine mõistmise demonstreerimine on õpilaste õppeprotsessi põhiosa ning oluline, et õpetajad saaksid jälgida õpilaste edusamme ning teha kindlaks, kas õpieesmärgid on täidetud. Raalmõtlemise rakendamine õppeaines nõuab õpetajatelt uute õpieesmärkide seadmist oskuste ja teadmiste osas, mida õpilased peaksid demonstreerima ja mis on seotud raalmõtlemise pädevustega.

Raalmõtlemise hindamine on aga keeruline. Esiteks tuleb selgelt määratleda hindamise ja juhendamise suhe ning seega ka hinnatav sisu. Teiseks on teadlased välja toonud, et selleks, et meie õpilased saavutaksid raalmõtlemise tervikliku ja igakülgse mõistmise, tuleb süsteemselt kombineerida erinevaid täiendavaid hindamisvahendeid.



Paaristöö ülesanne

- Lugege raalmõtlemise hindamise kokkuvõtet (vt õppematerjali: B. AssessmentCT.pdf). Selles tuuakse esile erinevad lähenemisviisid õpilaste raalmõtlemise oskuste hindamiseks (nt vastusetestid, portfoolio, küsitlused jne).
- Arutage, milline kokkuvõttes kirjeldatud lähenemisviisidest sobiks teie 1. õppetükis sooritatud ülesannete puhul. Milliseid puudusi te näete neis lähenemisviisides seoses teie ainega?



Ülesanne 2.3. Tõenduspõhine hindamine

Raalmõtlemise hindamist käsitleva ülevaadetokumendi lõpus kirjeldatakse tõenduspõhist hindamist (Evidence-Centred Design –ECD) kui lähenemisviisi hindamisülesannete kavandamiseks. Selles ülesandes harjutate tõenduspõhise hindamise lähenemisviisi.



Paaristöö ülesanne

- Uurige ülevaadetokumendi 4. leheküljel olevat tabelit, mis kirjeldab tõenduspõhise lähenemisviisi viit kihti (vt dokumenti B. AssessmentCT.pdf).
- 1. õppetüki esimeses ülesandes lahendasite Titanicu õnnetusega seotud probleemi. Üks selle õppetüki eesmärgi oli panna õpilasi kasutama andmeanalüüsi ja andmete esitusviise.

Töötage rühmades, et sõnastada hindamisargumendid (ainevalle modelleerimine) kirjalikult (lühikirjeldused), mis kajastavad ülaltoodud üldist eesmärki. Selles protsessis keskenduge teavitamisele järgnevalt:

- hinnatavad *teadmised, oskused ja muud omadused* (nt võime hinnata andmete piisavust probleemi lahendamiseks)
- *sooritused*, mis võivad esile kutsuda õpilaste teadmisi ja oskusi (nt kasutada erinevaid andmete esitusi)
- iga hindamisargumendi puhul arutage ja kirjutage üles *ülesanded, testid või mõni muu lähenemisviis*, mida kasutaksite õpilaste hindamisel. Looge ühe või mitme ülalloeletud hindamisargumendi jaoks ülesande vorm ja määrake rubriigi mõõtmise mudel.



Rühmaarutelu

Võrrelge oma tulemusi klassis. Millised aspektid tundusid teile lihtsad, millised rasked? Mida te õppisite?



Õppematerjalid

2. õppetükk – A. raalmõtlemise õpetamine

2. õppetükk – B. raalmõtlemise hindamine



3. ÕPPETÜKK: raalmõtlemist käsitlevate tundide kavandamine

Selles õppetükis kavandate, teostate ja hindate õppetunni ülesannet, mis sisaldab raalmõtlemist teie ainevaldkonnas. Teie ülesanne võib hõlmata mitut õppetundi, kuid õpetamis- ja õppimistegevusi üksikasjalikult kavandades keskendute ühele õppetunnile.

Tundi kavandades kasutate oma raalmõtlemise kogemusi, samuti mooduli nr 2 kaudu omandatud teoreetilist tausta raalmõtlemise õpetamiseks ning tabelarvutustööriistade, nagu MS Excel ja NetLogo, kasutamise oskusi, mida praktiseerisite selle mooduli 1. ja 2. õppetükis. Teie ülesanne viiakse läbi teie kaasüliõpilastega, kes moodustavad „klassi“. Sõltuvalt kasutada olevast ajast valite oma kavast kõige huvitava osa, mitte ei õpeta kogu tundi. Kolm vormi juhendavad teid kavandamis- ja hindamisprotsessis.



Panus õpiväljundite saavutamisse

Õpiväljundid

- Õppija suudab kavandada õppetegevusi ja -materjale raalmõtlemise õpetamiseks oma õppeaine kontekstis, pöörates erilist tähelepanu raalmõtlemise ja õppeaine ühendamisele õpiesmärkides ning valides sobiva juhendamise- ja kujundava hindamisviisi;
- Õppija viib enda kavandatud ülesande läbi;
- Õppija hindab ülesande sooritamist.



Ülesanne 3.1. Raalmõtlemist käsitleva õppetegevuse kavandamine oma aines

Valige oma ainevaldkonnas teema, mis teie arvates sobib hästi raalmõtlemisega.

Inspiratsiooni saamiseks võite heita (uuesti) pilgu selle mooduli ja mooduli nr 2 ü, ülesannetele, näiteks:

- simulatsioonide kasutamine infektsiooni leviku analüüsimiseks (moodul 2)
- tabelarvutuse kasutamine kliimategurite uurimiseks (moodul 2)
- N-grammi analüüsi kasutamine (moodul 2)
- programmeerimine Scratchis (moodul 2)
- algoritmide arvutivaba uurimine (moodul 2)
- tabelarvutuse kasutamine statistilise analüüsi jaoks (käesolev moodul)
- agendipõhise mudeli loomine ja füüsikalise nähtuse simuleerimine (käesolev moodul)

Rohkem näiteid vt:

- [Google'i ressursid raalmõtlemise kohta](#), sealhulgas palju näiteid
- Loodusliku valiku ja bakterite resistentsuse modelleerimine bioloogias (arvutivaba):
 - Peel, A., Sadler, T. D., Friedrichsen, P. J. (2019). Learning natural selection through computational thinking: Unplugged design of algorithmic explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 56, 983-1007.
 - Peel, A., Zangori, L., Friedrichsen, P., Hayes, E. & Sadler, T. (2019). Students' model-based explanations about natural selection and antibiotic resistance through socio-scientific issues based learning. *International Journal of Science Education*, 41, 510-532.
- [CSTA raalmõtlemise materjalid õpetajatele](#)

Ülaltoodud näidetes on kolm võimalust õppeaine ja raalmõtlemise kombineerimiseks:

1. Raalmõtlemise ja tööriistade kasutamine olemasolevate toimingute ja õppetegevuste *automatiseerimiseks või kiirendamiseks* oma ainevaldkonnas (nt statistiliste toimingute arvutustabelid, katseandmete kogumine ja analüüsimine).
2. Raalmõtlemise ja tööriistade kasutamine olemasolevate operatsioonide ja õppetegevuste *rikastamiseks ja laiendamiseks* (st täiendamiseks) oma ainevaldkonnas (nt arvutusmodelite loomine, prognooside simulatsioonide kasutamine, N-grammi kasutamine).
3. Raalmõtlemise ja tööriistade rakendamine, et *süvendada või hinnata õpilaste arusaamist teie valdkonna mõistetest* (nt bioloogiliste mehhanismide modelleerimine algoritmide abil, füüsikaseaduse uurimine simulatsiooni abil).



Paaristöo ülesanne

Ajurünnak kandidaatainete teemade ja sobivate raalmõtlemise elementide teemal. Loetlege nende kombinatsioonide võimalikud õppetegevused, kasutades ülaltoodud inspiratsiooniallikaid. Valige idee, mida hakkate selles ülesandes edasi arendama.

Selles esimeses kavandamisetaapis analüüsite oma ülesande jaoks (1) õpieesmärke, (2) ootusi õpilaste arusaamade ja raskuste kohta, (3) sobivaid juhendamismeetodeid ja (4) õpilaste õppimise edenemise jälgimise viise. Võite kasutada pedagoogilise analüüsi vormi (vt õppematerjale: A. Pedagoogilise analüüsi vorm), milles käsitletakse ülaltoodud nelja elementi koos nende vastastikuse sõltuvusega.

Hea mõte on töötada iteratiivsel viisil, valmistades ette punktid (1) kuni (4) ja järk-järgult täpsustades neid, kontrollides samal ajal nende vastastikust järjepidevust.

Pidage meeles, et õpieesmärgid on ainepõhiste eesmärkide ja raalmõtlemise eesmärkide kombinatsioon. Mõnikord võivad need kaks valdkonda esineda ühes lõimitud õpieesmärgis. Kuna ülesande ajal on oluline jälgida oma õpilaste edusamme, on määrava tähtsusega pigem kujundavad kui kumulatiivsed hindamismeetodid.



Rühmatöö ülesanne

Jagage oma ettevalmistusi (täidetud pedagoogilise analüüsi vormid) kolmest paarist koosnevate rühmade vahel. Andke oma kolleegide plaanidele tagasisidet. Kohandage oma plaani tagasiside põhjal.



Paaristöo ülesanne

Tehke oma ülesande üldine kava. Seejärel koostage ühe õppetunni üksikasjalik kava, eristades õpilaste õppetegevused ja teie tegevuse õpetajana. Võite kasutada õppetegevuse planeerimise vormi (vt vastava faili õppematerjale).



Ülesanne 3.2. Kavandatud õppetegevuse teostamine ja hindamine



Rühmatöö ülesanne

Viige oma tegevus (tegevuste valik) läbi koos teiste oma rühma üliõpilastega, kes moodustavad „klassi“. Iga teie klassi „õpilane“ annab lühikese kirjaliku tagasiside mõne peamise elemendi kohta (õnnestunud aspektid) ja nõuandeid (parandusettepanekuid) teiste aspektide osas. Pärast iga õpetamisvooru toimub lühike suulise tagasiside voor.



Paaristöö ülesanne

Hinnake oma tegevust, kasutades oma kogemusi ja muljeid, samuti kaasüliõpilaste ja võib-olla ka oma juhendaja tagasisidet. Analüüsimisel saate abi õppetegevuse hindamise vormist (vt vastava faili õppematerjale).



Rühmatöö ülesanne

Arutage oma kogemusi klassis: mis oli edukas, mis oli teie jaoks keeruline? Mida te õppisite?



Õppematerjalid

Õppetükk 3 – A. Pedagoogilise analüüsi vorm
Õppetükk 3 – B. Õppetegevuse planeerimise vorm
Õppetükk 3 – C. Õppetegevuse hindamise vorm



Mooduli 5 õppematerjalide ülevaade

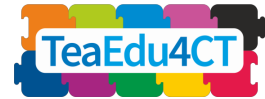
1. õppetükk

1. õppetükk – Titanic.xlsx

Lingid:

Raalmõtlemine tulevastele loodus-, täppis- ja tehnoloogiaainete (LTT) õpetajatele: Erialased aspektid, erinevad lähenemised ja praktilised

Moodul 5



- A. [NetLogo kasutusjuhend](#)
- B. [Praktiline juhis nr 1: Mudelid](#)
- C. [Praktiline juhis nr 2: Käsud](#)
- D. [Video: Our First NetLogo Model](#)
- E. [Praktiline juhis nr 3: Protseduuride](#) 2. õppetükk

2. õppetükk – A. raalmõtlemise õpetamine

2. õppetükk – B. raalmõtlemise hindamine 3. õppetükk

Õppetükk 3 – A. Pedagoogilise analüüsi vorm Õppetükk 3 – B. Õppetegevuse planeerimise vorm Õppetükk 3 – C. Õppetegevuse hindamise vorm