



Teadushuvihariduse näidisõppekava

LOODUSTEADUSLIKUD EKSPERIMENDID II KOOLIASTMELE (4.–6. KLASS)

- **Alustamistingimused:** huvi teaduse vastu ning loogilist mõtlemist. Siiski on hea teada, et kõiki neid oskusi arendatakse huviringi tegevuste käigus.
- **Kestus:** 3 õppeaastat, 2 akadeemilist tundi nädalas, kokku $60 + 60 + 60 = 180$ tundi.

SISUKORD

Üldosa	3
1. Näidisõppekava lühitutvustus	3
2. Alusväärtused	3
3. Õppe korraldus	3
4. Õppekasvatuslikud eesmärgid	4
5. Õppeteemad (olulisemad üldteemad)	4
6. Tagasiside	5
7. Ringijuhendaja profiili kirjeldus	5
8. Vajalikud töö-, õppe- ja katsevahendid	6
9. Õpiväljundid	6
Õppe sisu kolmel õppeaastal	6
I õppeaasta	6
1. Füüsika (12 tundi)	6
2. Astronoomia (12 tundi)	10
3. Keemia ja materjaliteadus (12 tundi)	12
4. Geograafia ja geoloogia (12 tundi)	16
5. Bioloogia (12 tundi)	18
II õppeaasta	21
1. Füüsika (12 tundi)	21
2. Astronoomia (11–13 tundi)	23
3. Keemia ja materjaliteadus (12 tundi)	25



4. Geograafia ja geoloogia (12 tundi)	28
5. Bioloogia (12 tundi või rohkem)	30
III õppeaasta	33
1. Füüsika (14 tundi)	33
2. Astronoomia (12 tundi)	36
3. Keemia ja materjaliteadus (12 tundi)	38
4. Geograafia ja geoloogia (12 tundi)	41
5. Bioloogia (12 tundi)	43

Loodusteaduslike eksperimentide näidisõppekava on koostatud Euroopa Regionaalarengu Fondi TeaMe+ toetuse andmise tingimuste raames. Õppekavale kohaldatakse järgmist Creative Commons'i Eesti litsentsi (versioon 3.0): autorile viitamine, jagamine samadel tingimustel.

Näidisõppekava on koostanud Kerttu Maria Peensoo, redigeeris [Tarvo Metspalu](#). Küsimusi võib saata meiliaadressile tarvo@makerlab.ee.

Üldosa

1. Näidisõppekava lühitutvustus

Näidisõppekava „Loodusteaduslikud eksperimendid“ on dokument, mille alusel toimub õppetöö huvikoolis või üldhariduskooli huviringis. Õppekava on mõeldud huviringide tegevuse rikastamiseks ja oma teadushuviringi õppekava koostamiseks või kohandamiseks vastavalt enda vajadustele ning huviringi õpilaste ja kooli soovidele. Loodusteaduste huviringi näidisõppekava sisaldab õppeprotsessi kirjeldust ja metoodilisi juhiseid selle kohta, kuidas korraldada loodusteaduslike eksperimentide teematist huviringi 4.–6. klassile.

Näidisõppekava „Loodusteaduslikud eksperimendid“ on soovitatav 4.–6. klassi õpilastele, kellel on huvi loodusteaduste vastu. Õpilastelt oodatakse head loogilist mõtlemist. Õppekava teisest ja kolmandast kursusest saab osa võtta ka siis, kui varasemad kursused on läbimata. Kuna näidisõppekava praktilised tegevused on suunatud koostöö- ja meeskonnaoskuste arendamisele, toimub huviringis pidev vastastikune õpetamine, juhendamine ja toetamine.

Näidisõppekava rakendamisel saab arvestada õpilaste individuaalsete huvide ja eripäradega, valides kirjeldatud õppegevuste hulgast õpilastele kõige sobivamad. Vajaduse korral saab neid lihtsustada, kohandada või asendada.

Näidisõppekava koostamisel on lähtutud probleemipõhisest õppest ja on lõimitud on erinevad teadussuunad (füüsika, materjaliteadus, insenerindus, matemaatika, informaatika, psühholoogia, bioloogia ja keskkonnateadused). Lisaks pööratakse tähelepanu eksperimentide planeerimise ja elluviimise ohutusele.

2. Alusväärtused

- Hoida ja arendada õpilase õpi- ja tegevushuvi teaduse ja avaliku esinemise ainevaldades.
- Pakkuda mitmekesiseid õpikogemusi ja kaasatagemise võimalusi teadmiste, tunnetuse ja tegevuse tasandil.
- Pakkuda õpilaste arengut ja sellega kaasnevat turvatunnet soodustavat keskkonda.
- Arvestada õpilaste ealiste, sooliste ja individuaalsete iseärasuste ning vajadustega.

3. Õppe korraldus

Soovitused õppe korralduse ja õppeteemade kohta põhinevad õppekava koostajate varasematel kogemustel noorte huvitegevuse läbiviimises.

Huvitunnis võivad osaleda 4.–6. klassi õpilased tasemeharidusest vabal ajal. Kolme aasta õppe maht on 180 akadeemilist tundi. Õpe toimub kord nädalas, korraga kaks akadeemilist tundi. Huviringi õppetundides on teooria ja praktika lõimitud, kasutatakse erinevaid õppetöö vorme ja meetodeid. Õppegrupi suurus on 10–15 õpilast.



Õppekava on jagatud viieks peamiseks teemaks: füüsika, astronoomia, keemia ja materjaliteadus, bioloogia ning geograafia ja geoloogia. Nendest viiest teemast on läbipõimunud teaduse algtõed ehk teadusliku meetodi rakendamine ning ohutus, mida käsitletakse iga katse juures vastavalt vajadusele.

Iga kursuse lõpus tehakse projekt, mille käigus viivad õpilased ise kodus läbi katse, mida pärast huvitunnis teistele esitleda. Õpilane peab vanusele vastaval tasemel aru saama katse teoreetilisest sisust ning suutma seda teistele arusaadavalt seletada.

Õppekava tähtsaks osaks on katsete päevik, mis on igal õpilasel huvitunnis kaasas. Katsete päevikusse märgitakse iga katse olulisus, hüpotees katse tulemuse kohta, vajaminevad töövahendid, eksperimendi käigus kogutud andmed, tulemus ja tulemuste analüüs. Katsete päeviku sissekande järgi peab olema võimalik eksperimenti korrata.

4. Õppekasvatuslikud eesmärgid

Näidisõppekava koos õppeprotsessi kirjeldusega on abimaterjaliks huvihariduse pakkujatele ja juhendajatele. Need mitmekesistavad ja toetavad teadushuviringide eesmärkide elluviimist, sh:

- loodusteaduste vastu huvi äratamine praktilise õppe kaudu,
- interdistsiplinaarsete teadmiste kujundamine,
- teadusliku mõtteviisi arendamine,
- otsustamisvõime, iseseisvuse ja meeskonnatöö arendamine,
- uurimusliku õppe toetamine,
- laste ja noorte teadushuvi suurendamine ja säilitamine,
- ettevõtlikkuse ja loovuse arendamine, eneseteostuse võimaldamine ning karjäärivalikute toetamine,
- sotsiaalsete ja koostööskuste arendamine ning tegevuste sidumine igapäevaste tegevustega,
- laste ja noorte silmaringi avardamine ja mitmekülgse maailmapildi arendamine läbi ühistegevuste,
- teaduse ja tehnoloogia mõju mõistmine meie igapäevaelus,
- teaduse valdkonna tutvustamine praktilise õppe ja avaliku esinemise kaudu,
- huvi tekitamine ja eelduste loomine, et õppida edasi ja omandada teadusega seotud elukutse,
- õpilaste uudishimu soodustamine ja rõõmu tundmine omandatud uutest teadmistest ja oskustest,
- kõrgemate mõtlemisoskuste (analüüs, süntees, hindamine) ja käeliste tegevuste arendamine,
- iseseisvuse arendamine ja meeskonnatöö õppimine.

5. Õppeteemad (olulisemad üldteemad)

Õppekava teemad igal kursusel on:

- füüsika
- astronoomia
- keemia ja materjaliteadus



- bioloogia
- geoloogia ja geograafia
- teaduse algtõed
- ohutus
- praktika/projekt

Teaduse algtõed, ohutus ja praktika või projekt sisalduvad õppeteemade detailides. Õppeteemade täpsemad eesmärgid ja alateemad on toodud õppeteemade lühikirjelduses. Alateemad on kursuste vahel jaotatud keerukuse alusel ja olenevad osalejate oskustest.

6. Tagasiside

Tagasisidet tuleb anda jooksvalt praktiliste rühmatööde käigus, iga projekti järel ja teemat kokkuvõtvas tunnisosas. Arutletakse, mis õnnestus või ei õnnestunud ja miks, ja mis oli praktilise töö või teema puhul raskemini mõistetav. Õpilastel palutakse analüüsida oma panust meeskonnatöösse ja meeskonna üldisi koostööoskusi. Pärast praktilisi tegevusi antakse tagasisidet nii töövõtetele ja meeskonnatöö tõhususele kui ka arutatakse neid asju üheskoos ja antakse tagasisidet valminud töödele. Õpilased saavad tehtud töid ja huvitavamaid katseid tutvustada kooli õpilaskonverentsil, teadusnädalal jne.

Õppeaasta lõpus võib korraldada valminud projektitöödest näituse, kuhu saab kutsuda ka lapsevanemad. Õpilastele võib jagada tunnistused, kus on märgitud huviringis omandatud teadmised ning praktilised ja kognitiivsed oskused.

Õppematerjale ja näidiseid tagasiside andmiseks:

- Õpimeetodid 1 (eesti keeles): <http://mitteformaalne.ee/opimeetodid/otsi-opimeetodit/?cat=206>.
- Õpimeetodid 2 (eesti keeles): <http://mitteformaalne.ee/opimeetodid/otsi-opimeetodit/?cat=207>.
- Noortepassi avastades (eesti keeles): https://noored.ee/wp-content/uploads/2014/03/noortepassi_avastades.pdf.

7. Ringijuhendaja profiili kirjeldus

Huviringi juhendajaks sobib inimene, kel on valmisolek õpilastega tegelda ja oskus äratada huvi loodusteaduste vastu. Juhendajal on (omandamisel) kõrgharidus füüsikas, astronoomias, bioloogias, keemias, materjaliteaduses, geograafias või geoloogias. Õppekava teemade laia amplituuda tõttu tuleb juhendajal võtta aega, et teemadega põhjalikumalt tutvuda. Peale õppekavas toodud lisamaterjalidega tutvumise võiks teha tihedat koostööd kooli loodusteaduste aineõpetajatega, et neilt abimaterjali saada.

Kasuks tuleb noorsootöö-, pedagoogika- või meeskonnatööalane täiendkoolitus, et märgata õpilaste eripärasid ning arendada nende sotsiaalseid ja tehnikaalaseid pädevusi.



8. Vajalikud töö-, õppe- ja katsevahendid

Vajalike töö- ja õppevahendite nimekiri on lisatud iga eksperimendi juurde. Täpsem info töövahendite kohta on toodud õppematerjalides olevates juhendites. Vaikimisi eeldatakse, et õpilased võtavad iga kord kaasa katsete päeviku, kirjutusvahendi ja lauakatte. Samuti valib iga juhendaja teooria seletamiseks vahendid ise (tahvel, projektor jms).

9. Õpiväljundid

Õppekava „Loodusteaduslikud eksperimendid“ lõpetanud õpilane:

- tunneb huvi looduse vastu, huvitub looduse uurimisest ja uute teadmiste omandamisest,
- oskab sihipäraselt vaadelda loodusobjekte, teha praktilisi töid ja esitleda nende tulemusi,
- rakendab loodusteaduslikke probleeme lahendades teaduslikku meetodit,
- oskab planeerida ohutut eksperimenti,
- oskab teha meeskonnatööd ja võtta vastutust,
- oskab tehtud tööd teistele esitleda,
- mõistab lihtsalt loetavat loodusteaduslikku teksti,
- rakendab õpitud oskusi ja teadmisi igapäevaelus.

Õppe sisu kolmel õppeaastal

I õppeaasta

1. Füüsika (12 tundi)

Füüsika I kursusel näidatakse õpilastele, milleks on suuteline nende nutitelefoni. Nad tegutsevad peamiselt Google'i rakendusega Science Journal ning õpivad tundma oma telefoni sensoreid. Iga sensori juures tutvustatakse ka selle sensoriga seotud füüsikat.

Selle ja järgnevate füüsikakursuste jaoks on heaks õppematerjaliks eestikeelsete füüsikaõpikute kogumik <https://opik.fysika.ee/>.

Rohkem katseid, milles kasutatakse Science Journali nutirakendust, leiab leheküljelt <https://sciencejournal.withgoogle.com/experiments/>.



PRAKTILISED TÖÖD

1. **Rakenduse Science Journal kasutama õppimine (4 tundi):** selle jaoks on vaja, et õpilastel oleks nutitelefonid, kuhu on paigaldatud Google'i rakendus Science Journal. Õpitakse tundma oma nutitelefonide andureid. Kõigil telefonidel ei pruugi olla samad andurid. Esmalt räägitakse natuke sellest, mis on graafik. Õpilased peavad aru saama, et kui graafiku x-teljel on aeg, siis pole võimalik, et joon graafikul liigub tagasi. Andurite töö jälgimisel võiks ette võtta järgmisi tegevusi:

- **X-, Y-, Z-telje kiirendusandurid.** Õpilastele seletatakse, et kiirendus on kiiruse muutumise kiirus ning et Maal mõjub igale kehale raskuskiirendus. Telefoni abil leitakse, milline on Maa raskuskiirendus, ning kontrollitakse saadud tulemust tegeliku väärtusega. Proovitakse leida suurim kiirendus, mida telefon suudab mõõta (eri telefonid suudavad mõõta kiirendust, mis jääb vahemikku 20–80 m/s²). Räägitakse, et kiirendusandur võimaldab raskuskiirenduse tõttu määrata telefoni asetust. Tänu sellele pöördub näiteks pilt, kui telefoni hoitakse püstiselt või pikali (asendis *landscape*). Samuti saab seda kasutada mängudes, kus tuleb telefoni kallutada.
- **Magnetomeeter.** Õpilastele räägitakse, et igal magnetil on oma magnetväli ning et magneti ümber selle tugevus erineb. Otsitakse külmpäimagneti abil üles, kus telefonil magnetandur paikneb, ning uuritakse, kuidas magnetvälja tugevus metallist objektide läheduses muutub. Seejärel minnakse magnetilistest objektidest eemale, et leida, mis on Maa magnetvälja tugevus, ning kontrollitakse seda reaalse tulemusega. Räägitakse, milleks läheb nutitelemagnetomeetrit vaja: näiteks ilmakaarte määramiseks või telefoniekraani pimendamiseks, kui telefoniümbrise kaas sügub.
- **Helisageduse mõõtja.** Räägitakse, mida tähendab helisagedus ning millisel sagedusel heli inimesed on võimelised kuulma. Õpilastele tehakse helisageduse katse, mille käigus lastakse kõlaritest järjest kõrgema sagedusega heli. Uuritakse, kui täpselt kellegi telefon sagedust määrab, ja leitakse suurim viga, mida telefonid helisageduse määramisel koos teevad. Õpilased saavad aru, et helisagedust mõõdetakse mikrofoniga, ja teavad, kus mikrofon telefonil asub.
- **Helivaljuse mõõtja.** Jälgitakse, kuidas graafik vastavalt heli valjusele muutub. Räägitakse, miks on valju heli inimestele kahjulik ning miks ei ole hea kuulata muusikat kõrvklappidest. Mõõdetakse, milline on klassiruumi müratase ehk helivaljus, mida telefon mõõdab, kui keegi ei räägi ega tee häält. Õpilased saavad aru, et helivaljust mõõdetakse mikrofoniga.
- **Valgustustiheduse mõõtja.** Seletatakse, et valgustustihedus näitab seda, kui intensiivne valgus telefoni valgussensorile langeb. Õpilased leiavad oma telefonil valgussensori üles ja uurivad, kas nemad suudavad muutust valguse intensiivsuses oma silmaga sama hästi näha kui telefoni sensor. Vaadatakse, kuidas valgustustiheduse väärtus muutub, kui lampidele läheneda ja neist kaugeneda. Õpilased pakuvad, milleks võiks valgussensorit vaja minna. Ehk näiteks selleks, et telefoni ekraani heledust kohandada?

Commented [MOU1]: Ülal on sensorid, siin andurid. ÕSi järgi on neil vahe, aga ei tea, kumb on siin õige. Pakuks, et pigem sensor?



- **Baromeeter.** Räägitakse õhurõhust ja sellest, et õhurõhk on kõrgemal väiksem. Mõõdetakse õhurõhku eri korrustel.
 - **TÖÖVAHENDID:** nutitelefon, külmpapimagnetid, kõlarid.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Miks on telefonidel kiirendusandurid? (Inglise keeles): <https://www.quora.com/Why-do-cell-phones-have-accelerometers>.
 - Kõik sensorid nutitelefonis ja kuidas need töötavad (inglise keeles): <https://fieldguide.gizmodo.com/all-the-sensors-in-your-smartphone-and-how-they-work-1797121002>.
 - Millal muutub valju heli kahjulikuks (inglise keeles): <https://www.sciencenewsforstudents.org/article/explainer-when-loud-becomes-dangerous>.
 - Miks on kõrvaklappidega muusika kuulamine kahjulik (inglise keeles): <https://youtu.be/jvDAorIQk-k>.
 - Baromeetri ajalugu ja kuidas baromeeter töötab (inglise keeles): <https://youtu.be/EkDhZAlwl>.
 - Kui raske on õhk (inglise keeles): <https://youtu.be/VDf00z8sMFw>.
 - **OTSINGUSÕNAD eesti keeles:** Science Journal, kiirendus, raskuskiirendus, magnetomeeter, helisagedus, helivaljus, valgustustihedus, baromeeter | **inglise keeles:** *Science Journal, acceleration, gravity of Earth, magnetic sensor, frequency of sound, sound intensity, illuminance, barometer*
 - **KATSETA:** joonista õpilastele graafik, kus on kujutatud näiteks kolmnurka, kasti või parabooli, ning anna neile ülesandeks saada mingisuguse anduriga mängides samasugune graafik.
2. **Poksikoti löömine (2 tundi):** ehitada poksikotile tasku, kuhu sisse on mugav panna telefon. Tuleks valida selline telefon, mille kiirendusandur suudab registreerida kõige suuremat kiirenduse väärtust. Science Journali rakendusega Z-telje suunalist kiirendust mõõtes saab teada, kui kõvasti keegi jõuab poksikotti lüüa. Õpilased saavad katsetada erinevaid käe- ja jalalööke, pärast tulemused kirja panna ja neid analüüsida. Tähtis on aru saada, et kui kiirendust mõõdetakse ainult ühes teljes, siis peab poksikotti lööma võimalikult keskele, et see hakkaks liikuma otse. Samamoodi on võistlussportlaste jaoks oluline, et nad suudaksid lüüa ettenähtud kohta võimalikult täpselt, et löögi mõju oleks võimalikult suur. Pärast arutatakse, kes suutis poksikotti kõige kõvemini lüüa ja millist lööki ta selle jaoks kasutas.
- **TÖÖVAHENDID:** nutitelefon, poksikott, paber, teip, nõör poksikoti riputamiseks.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Jõud, kiirendus, mass (inglise keeles): <http://zonalandeducation.com/mstm/physics/mechanics/forces/newton/mightyFEqMA/mightyFEqMA.html>.



- **OTSISÕNAD:** jõud, kiirendus, raskuskiirendus Maal/Kuul | *force, acceleration, gravitational acceleration on Earth/Moon*
 - **KATSETA:** kui õpilased on õppinud korrutamist, saab neile ette anda valemi $F=m \cdot a$, kus F on jõud, m on poksikoti mass ning a on kiirendus, millega poksikotti löödi. Sellest järgmine tase oleks arvutada, kui suurt raskust nad saaksid selle jõuga, millega nad poksikotti löid, Maa peal tõsta. Selle arvutamiseks kohandub valem järgmiselt: $m=F/a$, kus F on jõud, millega poksikotti löödi, ning $a=g$ on raskuskiirendus, mille väärtuse saab näiteks registreerida Science Journali rakendusega. Võrdluseks võib arvutada, kui suurt raskust jõuaks sama jõuga Kuul tõsta. Kuigi valem ise on õpilastele natuke keeruline, siis vastuseks saadud raskused kilogrammides on hästi hoomatavad.
3. **Õhupalliauto ehitamine (2 tundi):** õpilased ehitavad olemasolevatest vahenditest õhupalliauto ning mõistavad, miks auto edasi liigub. Nad proovivad autot täiustada, nii et see sõidaks võimalikult otse. Viimaks korraldatakse võistlus, kus vaadatakse, kelle auto sõidab kõige kaugemale.
- **TÖÖVAHENDID:** CD-plaadid, papp, käärid, sirkel, teip, joogikõrred, pikad puutikud, õhupallid, liim, joonlaud.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Õhupalliauto (inglise keeles): https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Phys_p099/physics/balloon-powered-car-challenge.
 - **OTSISÕNAD:** õhupalliauto, kiirus | *balloon car, speed, velocity*.
 - **KATSETA:** õpilased proovivad Science Journali rakenduse abil mõõta, kui kiiresti nende auto sõidab. Selleks kasutatakse valgustustiheduse andurit. Auto varjab anduri üle telefoni sõites ning tulemus saadakse auto pikkusest (d) ja selle aja kestusest (t), mil auto valgusanduri blokeeris ($v=d/t$). Täpsemalt vaata õppematerjalidest.
4. **Traadi-/nööri telefon (2 tundi):** õpetatakse, kuidas heli levib ning kuidas töötab selline seade nagu traadi- või nööritelefon. Õpilased proovivad ehitada oma telefoni. Nad katsetavad eri nööride, traatide ja tpsidega ja kui nad on leidnud parima kombinatsiooni, katsetavad erinevaid nööri/traadi pikkuseid.
- **TÖÖVAHENDID:** erineva paksusega traate ja nööre, eri suuruses topse, naaskel, kirjaklambreid, käärid, teip.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Nööri telefon (inglise keeles): <https://makercamp.com/projects/string-phone>.
 - Teadus nööritelefonist (inglise keeles): <https://youtu.be/3yqB2KFwJCo>.
 - **OTSISÕNAD:** heli levimine | *how does sound travel, string phone*.
 - **KATSETA:** kasuta Science Journali rakendust, et katsete päevikusse üles märkida, kui valjult kostub sama tugevusega signaal erinevate nööripikkuste korral.



5. **Kokkupõrke pehmemdamine (2 tundi):** räägitakse sellest, miks autoga sõites on oluline kasutada turvatähtsust ja miks õrnade esemete ümber pannakse mullikile. Õpilased ehitavad konstruktsiooni, mis pehmemdaks telefoni või muu eseme kukkumist. Science Journali rakendust kasutatakse selleks, et mõõta maksimaalset kiirendust (lineaarne kiirendus), mis tekib kokkupõrkel konstruktsiooniga. Leitakse kõige parem viis, kuidas kokkupõrget pehmemdada.

- **TÖÖVAHENDID:** papp, paber, papptopsid, plekkpurgid, õhupallid, plastpudelid (taara), teip, mullikile, vana nutitelefon.
- **ÕPPEMATERJALID:**
 - Kuidas pehmemdada kokkupõrget? (eesti keeles):
<http://rakett69.ee/internetisaated/saade/251441070>.
 - Auto põrketest (eesti keeles):
<https://oopik.fysika.ee/index.php/book/section/7220#/section/7220>.
- **OTSISÕNAD:** kokkupõrge | *collision*.

2. Astronoomia (12 tundi)

I kursusel õpivad õpilased tundma meie päikesesüsteemis asuvaid planeete ja tuntumaid taevakehasid. Nad teavad, mis põhjustel on Maal inimese eluks kõige sobivamad tingimused, ning arutlevad kaasa teemal, kus võiks inimesed peale Maa veel elada. Nad teavad seda, kui kaugele Maast on jõudnud inimeste tehtud objektid, ning seda, et meie päikesesüsteem ei ole universumis ainuke. Samuti teavad õpilased, mis omadused peavad olema planeedil, ning oskavad midagi öelda iga päikesesüsteemis asuva planeedi kohta.

PRAKTILISED TÖÖD

1. **Kuu ja Maa mudeli ehitamine (2 tundi):** õpilased pakuvad, kui suured võiksid olla Maa ja Kuu üksteisega võrreldes ning kui kaugel võiksid need pakutud suuruste korral üksteisest asuda. Õpilased võiksid välja pakkuda eri variante ja nende poolt hääletada. Kui kõik on oma hääled andnud, valitakse viis vabatahtlikku, kes koos juhendaja abiga valmistavad Kuu ja Maa mudeli. Peale seda vaadatakse, millised õpilased pakkusid kõige täpsemad Kuu ja Maa suuruse ning nende omavahelise kauguse. Arutatakse, kui kiiresti liigub Maalt Kuule valgus ja kosmoserakett ning kui kiiresti liiguksid Maalt Kuule auto, lennuk, jooksev inimene, kõndiv inimene jt.
- **TÖÖVAHENDID:** plastiliin, nööri/mõõdulint, eri suuruses pallid.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Plastiliinist mudeli ehitamine (inglise keeles) –
<https://planetarium.wvu.edu/files/d/0b709d07-e976-418c-95a1-9f3b30135e53/sizingupthemoon.pdf>
 - Korvpallist ja tennisepallist mudel (inglise keeles) –
<https://tomroelandts.com/articles/earth-moon-system-scale-model>
 - Mis juhtuks, kui Kuud ei oleks? (inglise keeles) – <https://youtu.be/XMlrdUNb1is>.



- **OTSISÖNAD:** Maa ja Kuu mudel | *Earth-Moon Scale Model*.
 - **KATSETA:** kui on ilus ilm ja ruumi on palju, võib sama ülesannet teha õues, kasutades palle ja staadioni või joonistades mudeli kriitidega asfaldile.
2. **Päikese tundma õppimine (4 tundi):** arutatakse, mida õpilased juba Päikesest teavad ja miks seda inimestele vaja on. Räägitakse Päikesega seotud ohutusest. Õpilased saavad aru, kuidas tekib vari ja mis tekitab päeva ja öö. Õpilased teevad ise läbi Maa liikumise ümber Päikese ja Kuu liikumise ümber Maa. Räägitakse, millal esineb päikesevarjutus ja millal kuuvarjutus ning sellest, miks meil on aastaajad.
- **TÖÖVAHENDID:** pliatsid, kriidid, taskulamp, paber, gloobus, nõör, teip, lauatenisepall.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Päikese tundma õppimise tundide juhendid (inglise keeles) – <http://www.eyeonthesky.org/ourstarsun.html>.
 - Mis põhjustab aastaaegu? (inglise keeles) – <https://spaceplace.nasa.gov/seasons/en/>.
 - **OTSISÖNAD:** Päike, vari, Maa tiirlemine ja pöörlemine, Kuu tiirlemine, päikesevarjutus, kuuvarjutus, miks tekivad aastaajad | *Sun, what makes a shadow, what makes day and night, Earth's rotation around the Sun, Moon's rotation around the Earth, solar eclipse, lunar eclipse, what causes the seasons*.
3. **Kuu kraatrid ja meteoriidid (2 tundi):** räägitakse sellest, mis vahe on meteoriidil, meteoroidil ja meteoril, ning sellest, mis on komeet ja asteroid. Uuritakse pilte Kuust ning tehakse katse, et teada saada, kuidas tekivad kraatrid ja kuidas sõltub nende suurus kraatri tekitanud meteoriidist.
- **TÖÖVAHENDID:** erinevad pallid ja ümarad puuviljad, joonlaud, kast, jahu, kakao.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Kuu kraatrid ja meteoriidid (inglise keeles) – https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Astro_p010/astronomy/craters-and-meteorites#summary.
 - Mis vahe on asteroidil ja meteoril? (inglise keeles) – <https://spaceplace.nasa.gov/asteroid-or-meteor/en/>.
 - **OTSISÖNAD:** meteoriit, meteor, meteoroid, asteroid, komeet | *meteor, meteoriite*.
4. **Taskusse mahtuv päikesesüsteem (2 tundi):** õpilased pakuvad, kui kaugel võiksid planeedid üksteisest asuda. Koos joonistatakse selline mudel tahvlile. Peale seda saavad õpilased endale meetri jagu teipi ja juhendaja jälgimisel teeb iga õpilane endale õige päikesesüsteemi. Hiljem võrdlevad õpilased õiget skaalat tunni alguses tahvlile joonistatud skaalaga. Arutatakse, kui kaugele on erinevad inimeste valmistatud objektid meie päikesesüsteemis jõudnud ning kui kaua võtaks igapäeva elust tuntud objektide jõudmine erinevatele planeetidele.
- **TÖÖVAHENDID:** teip, harilik pliats, tapeet/jõupaber ja värvilised pliatsid/viltpliatsid.
 - **ÕPPEMATERJALID:**



- Taskusse mahtuv päikesesüsteem (inglise keeles) – https://www.calacademy.org/sites/default/files/assets/docs/pdf/059_pocket_solar_system_redesign.pdf.
 - Taskusse mahtuv päikesesüsteem (inglise keeles) – <https://astrosociety.org/wp-content/uploads/2012/09/PocketSolarSystem.pdf>.
 - Päikesesüsteem WC-paberist (inglise keeles) – <https://www.astrosociety.org/edu/family/materials/toiletpaper.pdf>.
 - **OTSISÕNAD:** päikesesüsteem | *Pocket Solar System*.
 - **KATSETA:** lase õpilastel teibist tehtud päikesesüsteemi alusel teha skaala tapeedile või jõupaberile. Sellele skaalale mahuvad ka planeetide nimetused ja kaugused. Seejärel saab õpilane skaala ära kaunistada ja kodus seinale panna. Kasuta taskusse mahtuva päikesesüsteemi ehitamise ülesannet selleks, et õpetada õpilastele murde. Kui teibi ühes otsas on Päike ja teises otsas on Pluuto, siis näiteks Uraan asub $\frac{1}{2}$ ja Saturn $\frac{1}{4}$ peal.
5. **Päikesesüsteemi mudeli ehitamine (2 tundi):** õpilased pakuvad, kui suured võiksid olla päikesesüsteemis asuvad planeedid, ning juhendaja joonistab pakkumised tahvlile. Seejärel valmistab iga õpilane plastiliinist õigete ruumalasuhetega päikesesüsteemi planeedid. Kui planeedid on valmis, võrreldakse õigeid suuruseid pakutud suurustega ning kasutatakse eelmises ülesandes tehtud skaalat selleks, et asetada planeetide mudelid õigetele kohtadele. Peale seda arutatakse, miks mõned planeedid on suuremad kui teised ja kuidas planeete liigitada.
- **TÖÖVAHENDID:** plastiliin, taskusse mahtuv päikesesüsteem.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Plastiliinist Päikesesüsteemi mudel (inglise keeles) – <http://astronomy.sdsu.edu/projectastro/resources/WorldsInComparison.pdf>.
 - Kui Kuu oleks vaid ühe piksli suurune (inglise keeles) – http://joshworth.com/dev/pixelspace/pixelspace_solarsystem.html.
 - Kõrbesse ehitatud päikesesüsteemi mudel (inglise keeles) – <http://scaleofuniverse.com/scale-model-of-the-solar-system/>.
 - **OTSISÕNAD:** päikesesüsteemi mudel | *Scale Model of the Solar System*.
 - **KATSETA:** näita õpilastele Josh Worthi tehtud päikesesüsteemi.

3. Keemia ja materjaliteadus (12 tundi)

Keemia ja materjaliteaduse I kursusele on valitud lühemad katsed, milles kasutatavad töövahendid on enamasti õpilastele igapäevaelust tuttavad. Lahustumist uuritakse värvide mängu katsetes ja kihisevate tablettide lahustumise katsetes. Materjalide omadusi uuritakse polümeerist pörkepalli ja söödava klaasi valmistamise katsetes ning soojusmahtuvuse katsetes. Keemia ja materjaliteaduse kursuse alguses räägitakse laboriohutusest. Õpilased on kursis, et nende katsete juures ei sööda/jooda, ning teavad, millist kaitseriietust laboris kanda tuleb.



PRAKTILISED TÖÖD

- Värvide mäng (2 tundi):** räägitakse, mis on molekul, aga ka sellest, et molekulidel on negatiivselt ja positiivselt laetud alad ning et omavahel tõmbuvad eri molekulide erinimeliselt laetud alad. Sellele tuginedes seletatakse lahti kaks katset: kommide värvi lahustumine ja värvidemäng piimas.
 - **TÖÖVAHENDID:** taldrikud, piim, toiduvärvid, nõudepesuvahend, vatitik, M&M'si kommid, õli, alkohol, plasttops.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Värvid piimas (inglise keeles) – <https://youtu.be/y1TNrdyqhcY>, <https://youtu.be/6T3C-0-Dias>, <https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/adventures-in-chemistry/experiments/colors-move.html>.
 - M&M'si kommide värvi lahustumine (inglise keeles) – <https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/adventures-in-chemistry/experiments/dissolving-m-ms.html>, <https://youtu.be/umJmRaG6v80>, <https://www.stevespanglerscience.com/lab/experiments/candy-kitchen-science/>.
 - Skittlesi kommide värvi lahustumine (inglise keeles) – <https://www.coffeecupsandcrayons.com/skittles-candy-science-experiment/>.
 - Maitsemeele katse (inglise keeles) – <https://www.exploratorium.edu/snacks/your-sense-of-taste>.
 - **OTSISÖNAD:** *dissolving M&M's, milk and food coloring experiment.*
 - **KATSETA:** proovige sama Skittlesitega ja uurige, kas ja kuidas erineb tulemus M&M'si kommidega tehtud katsest. Peale Skittlesitega katse läbi viimist tehke lõpetuseks maitsemeele katse (viimane õppematerjal).
- Muuda piim plastiks (2 tundi):** räägitakse piimast plasti tegemise ajaloos. Seletatakse, mis on plast ja miks saab selle tegemiseks kasutada piima. Seejärel tehakse katse, kus uuritakse, millise äädikakoguse juures saab kõige rohkem plasti.
 - **TÖÖVAHENDID:** kuumakindlad nõud, paberteip, marker, valge äädikas, lusikad, piim, mikrolaineahi, mikrolaineahjus kasutatav kauss, köögitermomeeter, puuvillane riie, kummid, klaasid või plasttops, köögikaal, vahapaber (*wax paper*), majapidamispaper.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Eksperiment: muuda piim plastiks (inglise keeles) – https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p101/chemistry/turn-milk-into-plastic.
 - Piimast plast (eesti keeles) – https://youtu.be/u_c0Z2Vr5ps, https://www.dropbox.com/sh/d1vv01m8891nnwk/AAC1Faj_0DL9zv7XzVzV7stNa/TeadusBoost%20ja%20punaseks%20tegevuste%20juhendid/Piimast%20plastik.pdf.
 - **OTSISÖNAD:** piimast plast | *turn milk into plastic.*



3. **Kihisevate tablettide lahustumine (2 tundi):** räägitakse, mis paneb tableti kihisema, ja küsitakse, milliseid kihisevaid tablette õpilased teavad. Katses uuritakse kihisevate tablettide lahustumise intensiivsust ja kiirust olenevalt temperatuurist. Kasutatakse kaht tüüpi toidupoest saadavaid joogitablette ning apteegist ostetavaid Alka-Seltzeri valuvaigisteid. Lahustumise intensiivsuse hindamiseks kasutatakse füüsikaosast tuttavat rakendust Science Journal. Lahustumise kiirust mõõdetakse stopperiga. Peale tervete tablettidega katse tegemist pange kirja hüpotees, mis vastab küsimusele „Kuidas erinevad katsetulemused siis, kui terve tableti asemel kasutatakse poolikut tabletti või veerandit tabletti?“ Uurige, kas hüpotees vastab tõele.
- **TÖÖVAHENDID:** kaht tüüpi joogitabletid (nt Sanotact), Alka-Seltzeri kihisevad tabletid, termomeetrid (0–60 °C), ühesuurused klaasid, mõõtesilindrid (100 ml), jää, stopper, nutitelefon, soonkinnisega kotid (1 liiter).
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Kihisevate tablettide lahustumise katse (inglise keeles) – https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p027/chemistry/alka-seltzer-effect-of-temperature-on-reaction-time.
 - Filmikanistrirakett (inglise keeles) – <https://www.alkaseltzer.com/science-experiments/rockets/>, <http://www.bbc.co.uk/bang/handson/fizzbang.shtml>, http://downloads.bbc.co.uk/bang/handson/fizz_bang.pdf.
 - Filmikanistrirakett (eesti keeles) – <https://www.dropbox.com/sh/d1vv01m8891nnwk/AACHm1k108GDqwFmis45i7rNa/TeadusBoost%20ja%20punaseks%20tegevuste%20juhendid/Plahvatav%20tops.pdf>.
 - Kihisevate tablettide keemia (inglise keeles) – <http://www.chemistryvislife.com/the-chemistry-of-airborne>.
 - **OTSISÕNAD:** *effervescent tablet, film canister rocket.*
 - **KATSETA:** lõpetuseks arutle õpilastega, millise vee ja tableti kombinatsiooniga saab kõige kõrgemale lendava filmikanistriraketi. Mõõtke, kui kõrgele eri kombinatsioonidega raketid lendavad.
4. **Polümeerist pörkepall (2 tundi):** räägitakse, mis on polümeerid ja kus neid leidub. Valmistatakse ette polümeerist pörkepalli katse ja räägitakse booraksi ohutusest. Analüüsitakse valminud palli füüsikalisi omadusi ning pannakse kirja, millisele keemilisele koostisele need vastavad. Katsetatakse erinevate PVA-liimi ja booraksi kogustega.
- **TÖÖVAHENDID:** soonkinnisega kotid, PVA-liim, booraks, mõõduklaasid, lusikad, purgid, veekindlad markerid, kummikindad, toiduvärv, segamispulgad.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Polümeerist pörkepall (inglise keeles) – https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p012/chemistry/make-silly-putty.

- Polümeerist pörkeball (eesti keeles) – <https://www.dropbox.com/s/8up9b60v4cc3ot2/TEADLASTE%20%C3%96%C3%96%20FESTIVALI%20HARIDUSPROGRAMM%20TEADUSBOOST%20JA%20PUNASEKS.pdf>.
 - Polümeerist pörkeball või lima? (eesti keeles) – https://media.voog.com/0000/0037/0396/files/Opperaamat_Polümeerist_porkeball_02-1.pdf.
 - **OTSISÕNAD:** polümeer, polümeerist pörkeball, booraks | *polymer, bouncy polymer ball, borax.*
5. **Söödav klaas (2 tundi):** räägitakse, mis on suhkur. Õpilased arutlevad, milliseid suhkruid nemad teavad. Õpilased teavad, millistest keemilistest elementidest suhkur koosneb ja kus neid elemente veel leidub. Õpilased arutlevad, kus võiks suhkruklaas tavaliselt kasutatust leida. Koos hakatakse valmistama suhkruklaasi. Klaasi valmistamisel uuritakse selle läbipaistvust ja raskust ning proovitakse seda murda. Õpilased panevad kirja oma tähelepanekud.
- **TÖÖVAHENDID:** pott, pliit, suhkur, küpsetusplaat, hele maisisiirup, foolium või küpsetuspaber, lihatermomeeter (kuni 200 °C), lusikad, pajakindad.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Söödav klaas (eesti keeles) – <https://www.dropbox.com/s/8up9b60v4cc3ot2/TEADLASTE%20%C3%96%C3%96%20FESTIVALI%20HARIDUSPROGRAMM%20TEADUSBOOST%20JA%20PUNASEKS.pdf>.
 - Suhkruklaas (inglise keeles) – <https://youtu.be/OpWijmfkVlc>, <https://youtu.be/bpPIV-AOGuA>.
 - Söödav paber (eesti keeles) – <https://www.dropbox.com/sh/d1vv01m8891nnwk/AADpwwnZjhWxfhgyu-F3a8aOa/TeadusBoost%20ja%20punaseks%20tegevuste%20juhendid/S%C3%B6%C3%B6dav%20Paber.pdf>.
 - **OTSISÕNAD:** suhkur | *sugar glass.*
 - **KATSETA:** räägi õpilastele paberi ajaloo ja proovige teha söödavat paberit.
6. **Materjalide soojusmahtuvus (2 tundi):** räägitakse, miks sama temperatuuriga materjalidest mõned võivad tunduda külmad ja mõned soojad. Uuritakse erisuguseid materjale (kasutatakse katse jaoks kaasa võetud materjale ja klassiruumis olevaid esemeid) ja reastatakse need selle alusel, kui soojad need tunduvad (soojemast jahedamani). Seejärel vaadatakse järele nende materjalide erisoojus ja arutletakse, kas järjekorras peab midagi muutma.
- **TÖÖVAHENDID:** erinevad materjalid (puu, klaas, plast, vahtplast, metall, papp jne), infrapunatermomeeter.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Vee soojusmahtuvus (inglise keeles) – <https://youtu.be/aUfrhTUAGow>.
 - Katse: erinevate materjalide soojusmahtuvus (inglise keeles) – <https://www.exploratorium.edu/snacks/cold-metal>.



- Ettevalmistus füüsikaolümpiaadiks: soojus (eesti keeles) – https://www.teaduskool.ut.ee/sites/default/files/teaduskool/oppetoo/fys_soojus.pdf.
- Eksiarvamused soojusest (inglise keeles) – <https://youtu.be/hNGJ0WHXMyE>.
- **OTSISÖNAD:** soojusmahtuvus, erisoojus, temperatuur | *heat capacity, specific heat capacity, temperature*.
- **KATSETA:** lase õpilastel viimases õppematerjalis olevat katsed pere/sõprade/koolikaaslaste peal korrata. Õpilased peaksid üles märkima inimese vanuse, soo ja haridustaseme, et pärast saaks kõikide õpilaste kogutud andmete põhjal teha andmeanalüüsi.

4. Geograafia ja geoloogia (12 tundi)

Geograafia ja geoloogia I kursusel määratakse erinevatel viisidel kivimeid ning uuritakse, kuidas on võimalik puhastada vett. Tutvutakse selliste nähtustega nagu kurd, murrang ja vulkanism. Ehitatakse mudelid nende nähtuste mõistmiseks.

Geoloogia õppematerjale leiab lisaks lehel: <http://www.natmuseum.ut.ee/et/content/geoloogia-%C3%B5ppematerjalid>.

Geoloogiakatseid leiab lisaks lehel:

<https://www.geolsoc.org.uk/ks3/gsl/education/resources/rockcycle/page3652.html>.

Lisamaterjali leiab ka Geoloogiaringi näidisõppekavast:

<https://www.etag.ee/tegevused/teadpop/teamepluss/teadushuviharidus/#oppekava>.

PRAKTILISED TÖÖD

1. **Kivimite määramine (4 tundi):** koos räägitakse, milliseid kivimeid Eestis leidub ja kuidas neid kasutatakse. Seejärel arutatakse, kuidas saab kivimeid määrata, eristades neid kõvaduse, tiheduse ja välimuse alusel. Õpetatakse kivimeid liigitama Mohsi astmiku ja happetesti alusel.
 - **TÖÖVAHENDID:** soolhappelahus (3%), kivimeid (graniit, sinisavi, põlevkivi, lubjakivi, liivakivi jt).
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Eesti geoloogiline ehitus, kivimid ja maavarad (eesti keeles) – https://www.ttu.ee/public/g/Geoloogia_instituut/Oppematerjal/kollektsiooni_lisamaterjal.pdf.
 - Kuidas määrata mineraale ja kivimeid (Mohsi astmiku ja happetesti alusel)? (eesti keeles) – <http://rakett69.ee/internetisaated/saade/254634368>.
 - Kivimid Eestis (eesti keeles) – <http://www.paberimuuseum.ee/kivitest/kivim/kivimid-7.html>.
 - Kõvaduse ja happetest mineraalide ja kivimite jaoks (inglise keeles) – <http://www.sepmstrata.org/CMS/Images/Contributed/AppGeoStruct/tests.pdf>.
 - Kivimite klassifitseerimine: värvitest, happetest, magnetismitest (inglise keeles) – http://www.clcni.com/file_download/inline/31788b45-bea4-4891-aa5e-32cd872e7a7c.



- Kuidas kivimeid klassifitseerida? (inglise keeles) – <http://www.empr.gov.bc.ca/Mining/Geoscience/PublicationsCatalogue/InformationCirculars/IC1987-05/Pages/classified.aspx>.
 - **OTSISÖNAD:** kivimid Eestis, kivimite määramine, Mohsi astmik, happetest | *Rock Classification, Mohs Scale, Acid Test*.
 - **KATSETA:** palu igal lapsel tundi kaasa tuua kivi ning proovige see kohapeal määrata. Tehke lisaks värvi- ja magnetismitesti (vt „Kuidas kivimeid määrata?“ (inglise keeles)).
2. **Vee puhastamine (4 tundi):** õpilased teavad, kust tuleb nende kodudesse joogivesi. Nad teavad, et looduses vett juures tuleb järgida ohutusnõudeid, ning teavad, kuidas matkal olles joogivett puhastada. Nad tunnevad ära reostunud vee ja teavad, kuidas reoveepuhastusjaamades reovett puhastatakse. Tehke reostunud vee puhastamise katse („Rakett69“ video), kasutades vee puhastamiseks filtreerimist, keetmist ja aurutamist. Seejärel arutage nende meetodite efektiivsuse üle.
- **TÖÖVAHENDID:** tärklis, muld, liiv, (alkohol), sõel, pliit, kummikindad, aktiivsüsi, majapidamispaber.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Kuidas filtreerida reostunud vett? (eesti keeles) – <http://rakett69.ee/internetisaated/ii-hooaeg/saade/37170966>.
 - Matkanõuanne: kuidas puhastada joogivett väljaspool kodu? (eesti keeles) – <http://reisijuht.delfi.ee/news/reisijutud/matkanouanne-kuidas-puhastada-joogivett-valjaspool-kodu?id=69784557>.
 - Veepuhastusprotsess (eesti keeles) – <https://tallinnavesi.ee/ettevote/tegevused/veepuhastus/veepuhastusprotsess/>.
 - Joogivee kvaliteet aastatel 2006–2016 (eesti keeles) – <http://www.terviseamet.ee/keskkonnatervis/vesi/jarelevalve-tulemused.html>.
 - Reoveepuhastus (eesti keeles) – <https://tallinnavesi.ee/ettevote/tegevused/reoveepuhastus/>.
 - **OTSISÖNAD:** joogivesi, vee puhastamine, reovesi, reovee puhastamine | *Water Purification*.
 - **KATSETA:** minge õpilastega ekskursioonile reoveepuhastusjaama.
3. **Kurd ja murrang (2 tundi):** räägitakse, mida tähendavad mõisted kurd ja murrang ning mis neid geoloogilisi protsesse põhjustavad. Tehakse gruppides mudel nende protsesside uurimiseks ja märgitakse üles tekkinud muutused.
- **TÖÖVAHENDID:** kuiv liiv, sõel, jahu, läbipaistev kast ja plaat, mis mahub kasti ühte äärde, lauakate.
 - **ÕPPEMATERJALID:**



- Kurdude ja murrangute teke (inglise keeles) – <https://www.geolosc.org.uk/ks3/webdav/site/GSL/shared/pdfs/education%20and%20careers/RockCycle/Sand%20Box%20experiment.pdf>.
 - Kurrud ja murrangud (inglise keeles) – <https://youtu.be/rin2ZJwpqQA>, <https://youtu.be/H-eZrMpNb0U>.
 - Kõikuvad, kurrutus- ja murranguliikumised (eesti keeles) – https://www.ut.ee/BGGM/ylidine_geoloogia/koikuvad.html.
 - Keerulisema kurdude ja murrangute mudeli ehitamine (inglise keeles) – <https://www.exploratorium.edu/snacks/squeeze-box>.
 - **OTSISÕNAD:** kurd, murrang | *fold, fault*.
 - **KATSETA:** kui on aega ja vahendeid, proovi õpilastega ehitada keerulisemat kurdude ja murrangute mudelit, mille tööjuhend on viimases õppematerjalis.
4. **Vulkaani mudeli ehitamine (2 tundi):** räägitakse, mis on vulkaanid, millistest osadest need koosnevad, kuidas need tekivad ja millistes piirkondades võib vulkaane leida. Seejärel ehitatakse vulkaani mudel.
- **TÖÖVAHENDID:** 1,5 l plastpudeleid, paberid/papp (A2), teip, ajalehed, PVA-liim, käärid, pintslid, guaššvärvid, nõudepesuvahend, punane toiduvärv, valge äädikas, söögisooda.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Vulkaani mudeli ehitamine (inglise keeles) – <https://youtu.be/qalAKtLbjX8>, https://youtu.be/9b_gltKtERY.
 - Vulkaanipurske katse (inglise keeles) – <http://www.sciencefun.org/kidszone/experiments/how-to-make-a-volcano/>.
 - **OTSISÕNAD:** vulkaan, vulkanism, vulkaanipurse | *volcano, volcanism, volcano eruption, build your own volcano model*.
 - **KATSETA:** lase õpilastel ehitada vulkaani mudel, millel on näha ka vulkaani läbilõiget.

5. Bioloogia (12 tundi)

Bioloogia I kursusel õpitakse tundma Eestis kasvavaid puid, põõsaid ja õistaimi. Selleks käiakse maa- ja linnapiirkondades puude ja põõsaste liike ning puude vanust määramas. Korjatakse ja määratakse õistaimi ning koostatakse nendest herbaarium. Õpitakse, mis on hallitus, ning kasvatatakse saia peal hallitust. Samuti uuritakse põnevaid loodusobjekte, aga ka inimese valmistatud esemeid mikroskoobi all. Töö mikroskoobiga on kindlasti aktuaalne igal kursusel, kuid õppekavas on see esile tõstetud vaid esimese kursuse puhul.

PRAKTILISED TÖÖD

1. **Puude ja põõsaste määramine (2 tundi):** esmalt tutvutakse Eesti levinuimate puude ja põõsastega. Selleks võib koostada näiteks mängu, kus näidatakse pilti puu või põõsa õitest, lehtedest ja tüvest, ning õpilane, kes oskab esimesena taimele õige nimetuse anda, saab punkti.



Hiljem käiakse erinevates kohtades (linnakeskkond, loodus) puid ja põõsaid määramas. Pannakse kirja, millise tunnuse (lehed, õis, vili, taime kõrgus jne) järgi taime ära tundi.

■ **TÖÖVAHENDID:**

■ **ÕPPEMATERJALID:**

- Puude ja põõsaste liigimääraja (eesti keeles) – <http://puud.loodus.ee/>.

■ **OTSISÕNAD:** puude ja põõsaste määramine.

■ **KATSETA:** kasutage seda tegevust, et üles leida kohad puuringide lugemiseks.

2. **Puuringide lugemine (2 tundi):** õpilastele räägitakse, mis on puuringid ja mida tähendab dendrokronoloogia. Õpilased teavad, kuidas erinevad puuringid, mis iseloomustavad sooja ja külma perioodi. Minnakse koos välja ja loetakse puude ringe. Märgitakse üles puuliik, asukoht, tüve läbimõõt, umbkaudne kõrgus ja ringide arv.

■ **TÖÖVAHENDID:** mõõdulint, nöör.

■ **ÕPPEMATERJALID:**

- Ülevaade dendrokronoloogiast ja puidu uuringutest (eesti keeles) – https://nigulistemuuseum.ekm.ee/wp-content/uploads/sites/6/2015/05/Dendrokronoloogia_Joel_Leis_BMR3.pdf.
- Dendrokronoloogia (eesti keeles) – <https://www.botany.ut.ee/lectures/dendro.html>.
- Millest vestavad aastarõngad? (eesti keeles) – <http://www.miksike.ee/docs/lisa/6klass/1eesti/aastarongad.htm>.
- Kuidas lugeda puu vanust? (eesti keeles) – http://www.miksike.ee/docs/lisa/funktslug/test2_9.htm.
- Puuringid (inglise keeles) – <https://www.theforestacademy.com/tree-knowledge/annual-growth-rings/>.
- Mida ütlevad puud meile kliimamuutuse kohta? (inglise keeles) – <https://climatekids.nasa.gov/tree-rings/>.

■ **OTSISÕNAD:** aastaringid | *growth rings*.

3. **Herbaariumi koostamine (2 tundi):** taimede määramise tunnis kogutud taimedest koostatakse herbaarium. Räägitakse, miks ja millistel erialadel kasutatakse tänapäevani ladina keelt.

■ **TÖÖVAHENDID:** vanad ajalehed, raskuseks raamatuid, kirjutusvahendid, A4-pabereid, kitsas läbipaistev teip.

■ **ÕPPEMATERJALID:**

- Herbaariumi koostamine (eesti keeles) – https://lookool.ee/faiid/oppematerjalid/bioloogia/herbaariumi_koostamine.pdf.
- Eesti taimed (eesti keeles) – <http://bio.edu.ee/taimed/>.
- Virtuaalne herbaarium (eesti keeles) – <http://www.cybernature.ee/herb/>.



- Tartu Ülikooli herbaariumist (eesti keeles) – https://www.botany.ut.ee/herbaarium_aed_2007.pdf.
 - **OTSISÖNAD:** herbaarium, herbaariumi koostamine | *herbarium, make your own herbarium*.
4. **Hallituse kasvatamine (2 tundi):** arutatakse, mis on hallitus. Õpilased pakuvad, kui kaua säilivad erinevad toiduained. Räägitakse, mis säilitusaineid kasutatakse tänapäeval ja mida kasutati vanasti, ning alustatakse hallituse kasvatamise katset, mida kodus jätkatakse. Uuel tunnil analüüsitakse nädala jooksul tehtud mõõtmisi ja koostatakse graafik.
- **TÖÖVAHENDID:** sai, vatitikud, soonkinnisega kotid, nuga, lõikelaud, märkmepaber, kummikindad, kirjutusvahend.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Hallituse kasvatamine saial (inglise keeles) – <https://explorable.com/mold-bread-experiment>.
 - Hallituse kasvatamine erinevatel toiduainetel (eesti keeles) – <http://www.miksike.ee/documents/main/elehed/8klass/1mikroskoopinemaailm/8-2-18-1.htm>.
 - Kas säilitusained on inimesele kahjulikud? Kuidas vanasti toitu säilitati? (inglise keeles) – <https://youtu.be/ZJU34yTJL4M>.
 - Arbuusi rikkemise video (inglise keeles) – <https://youtu.be/S12zZhdOckc>.
 - Hamburgeri rikkemise video (inglise keeles) – <https://youtu.be/-f4tFzboDfi>.
 - Toidu lisaained ja toidulisandid (eesti keeles) – https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/TOIDUOHUTUS/Toidu_lisaained.pdf.
 - Kuidas säilitusained toitu värskena hoiavad? (inglise keeles) – <https://www.sciencedaily.com/releases/2002/11/021113070827.htm>.
 - **OTSISÖNAD:** hallitus, hallituse kasvatamine, säilitusained | *mold, growing mold experiment, preservatives*.
 - **KATSETA:** proovige hallitust kasvatada ka leival ning võrrelge seda saial kasvanud hallitusega.
5. **Töö mikroskoobiga (2–8 tundi):** räägitakse sellest, mis on mikroskoop ja kuidas seda ohutult kasutada. Tegevus mikroskoobiga võib aega võtta mitu tundi, olenevalt sellest, kas õpilased valmistavad ise uuritavaid objekte ette või käiakse koos näiteks jõest vett võtmas. Iga vaadeldava objekti kohta räägitakse õpilastele mingi eellugu. Ämblikuvõrgu vaatamise puhul räägitakse õpilastele, milline roll on ämblikutel ökosüsteemis, ja mis on ämblikuvõrk.
- **TÖÖVAHENDID:** mikroskoop, ämblikuvõrk, läbipaistev küünelakk, mikroskoobi alusklaasid, sibul, pintsetid, pipett, nuga, veeproovid tiigist/järvest/merest, erinevad lõngad/nöörid/niidid, käärid, sool, suhkur, paberraha.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Kaheksa eksperimenti mikroskoobiga (inglise keeles) – <https://www.microscope-detective.com/microscope-experiments-for-kids.html>.
 - Mikroskoobi kasutamine (inglise keeles) – <https://www.microscope-detective.com/microscope-use.html>.



- Lisaks: katsed mikroskoobiga (inglise keeles) –
<https://www.microscopemaster.com/beginner-microscope-experiments.html>,
<http://www.greatscopes.com/activity.htm>.
- **OTSISÖNAD:** katsed mikroskoobiga | *experiments with microscope*.
- **KATSETA:** lase õpilastel üles joonistada, mida nad mikroskoobi all nägid.

II õppeaasta

1. Füüsika (12 tundi)

II kursusel õpitakse tundma mõisteid elekter, magnetism ja elektromagnetism. Räägitakse, kuidas ehitada lihtsat elektriringi. Õpilased oskavad nimetada elektrijuhte, mittejuhte ja pooljuhte. Õpetatakse, mis on magnet, ning räägitakse Maa magnetvälja lõuna- ja põhjapoolusest. Saadakse teada, et ka vooluga juhe tekitab magnetvälja, ja selle tulemusel hakkab juhe magnetitega tõukuma ja tõmbuma.

PRAKTILISED TÖÖD

1. **Elektrit juhtivad esemed (2 tundi):** õpilased panevad kokku lihtsa vooluringi patareist ja lambist ning märgivad üles, millised esemed juhivad elektrit ja millised mitte. Hiljem otsitakse juhtivate ja mittejuhtivate esemete vahel seoseid. Lõpus räägib juhendaja, mis on juhid, pooljuhid ja mittejuhid.
 - **TÖÖVAHENDID:** juhtmed, lamp, patareid, teip, metallist esemed (nt võti, foolium, sendid), plastist esemed (nt nõõp, kamm), klaas, puupulk, paberitükk, multimeeter.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Elektrit juhtivad ja mittejuhtivad ained (eesti keeles) –
<https://opik.fyysika.ee/index.php/book/section/1415#/section/1415>.
 - Mis on juhid, mittejuhid, pooljuhid? (inglise keeles) – <https://youtu.be/gUmDVe6C-BU>.
 - Katse: lihtne vooluring lastele (inglise keeles) – <https://youtu.be/f-oDjQ58en8>.
 - Millised puu-, juur-, kõõgilviljad juhivad kõige paremini elektrit? (inglise keeles) –
<https://youtu.be/0Mux8HScrTA>.
 - Kuidas vees elektrijuhtivust tekitada? (eesti keeles) –
<http://rakett69.ee/internetisaated/saade/249501611>.
 - **OTSISÖNAD:** juhid, mittejuhid, pooljuhid, elektriabel | *conductors, insulators, semi-conductors, simple electric circuit*.
 - **KATSETA:** proovige, kui hästi juhivad elektrit erinevad puu-, juur- ja kõõgilviljad.
2. **Magneti tuvastamine (2 tundi):** selle katse juures saab ära seletada magneti ja jõujoonte mõisted. Õpilased teavad, et magnetite samanimelised poolused tõukuvad ja erinimelised poolused tõmbuvad. Selgitatakse, mis on Maa geograafilised poolused ja mis on magnetilised poolused. Räägitakse ka kompassi tööpõhimõttest. Samuti oskavad õpilased hinnata, kui tugev on Maa magnetväli.



- **TÖÖVAHENDID:** raudpulk ja magnet; õmblusnõel, neodüümmagnetid, rauatükid.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Kuidas kindlaks teha, kas tegemist on magnetiga? (eesti keeles) – <http://rakett69.ee/internetisaated/new-video-page/saade/212202670>.
 - Kuidas ehitada kompassi? (eesti keeles) – <http://rakett69.ee/internetisaated/saade/254634929>.
 - Magnetism (inglise keeles) – <https://youtu.be/s94suB5uLWw>.
 - **OTSISÕNAD:** Maa magnetväli, kompass | *Earth's magnetic field, which bar is the magnet, how to build a compass.*
 - **KATSETA:** kasutage Science Journali rakendust, et määrata, kus piirkonnas on magneti magnetväli tugevam ja kus nõrgem.
3. **Mootori ehitamine (2 tundi):** õpilased oskavad vasaku käe reegli abil määrata jõudu, mis mõjub vooluga juhtmele, mis asub magnetväljas. Ehitatakse erineva kujuga homopolaarseid mootoreid. Õpilased teavad ohutusnõudeid ja saavad aru, miks ei tohi jätta traati patareiga ühendatult järelevalveta.
- **TÖÖVAHENDID:** patareid, vasktraat, kruvid, neodüümmagnetid.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Lorentzi jõud ja vasaku käe reegel (eesti keeles) – <http://opik.fysika.ee/index.php/book/section/1447>.
 - Tee ise homopolaarne mootor (eesti keeles) – <http://opik.fysika.ee/index.php/exp/display/775>.
 - Kuidas ehitada homopolaarset mootorit (inglise keeles) – <https://youtu.be/LcyqJWvZioM>.
 - **OTSISÕNAD:** Lorentzi jõud, homopolaarne motor | *Lorentz force, homopolar motor.*
4. **Kõlari ehitamine (4 tundi):** õpilased saavad aru, mis on heli ja helilaine ning kuidas inimese kõrv heli vastu võtab. Nad saavad aru, et vooluga juhe tekitab magnetvälja ja et kõlari tööpõhimõte seisneb kahe magneti tõukumises ja tõmbumises.
- **TÖÖVAHENDID:** vasktraat, neodüümmagnet, kõrvaklappide juhtme ots, paber, papptopsid/papptaldrikud, teip, jootekolb, tina.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Vooluga juhtme magnetväli (inglise keeles) – <https://youtu.be/bg6lhpfucE?t=2m24s>.
 - Kuidas ehitada elektromagnetit? (eesti keeles) – <http://rakett69.ee/internetisaated/vi-hooaeg/saade/152671928>.
 - Kuidas ehitada kõlarit? (eesti keeles) – <http://rakett69.ee/internetisaated/saade/260206832>.
 - **OTSISÕNAD:** elektromagnetism, kõlari tööpõhimõte, kuidas ehitada kõlarit | *electromagnetism, how do speakers work, how to build a speaker.*



- **KATSETA:** kasutage Science Journali rakendust, et tuvastada, kelle kõlar mängib kõige valjemini.
5. **Elektrirong (2 tundi):** korratakse varasemate katsete käigus omandatud teadmisi. Õpilased teavad, et magnetite samanimelised poolused tõmbuvad ja erinimelised poolused tõukuvad. Nad saavad aru, et patarei, mille mõlemas otsas on kindlat pidi asetatud magnet, ja rulli keeratud traat moodustavad vooluga juhtme, mis tekitab magnetvälja. Patarei küljes olevad magnetid on magnetvälja tekkimiseks olulised seepärast, et need juhivad elektrit. Tänu sellele saab vool liikuda patareist rulli keeratud vasktraati. Vasktraadi ja patarei tekitatud magnetvälja ning kahe magneti magnetväljade koosmõjul hakkab patarei rulli keeratud traadi sees liikuma. Juhendaja jaoks on heaks õppematerjaliks kasutaja Physics Girl teine video.
- **TÖÖVAHENDID:** kaks neodüümmagnetit, patarei, rulli keeratud vasktraat.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Vooluga juhtme magnetväli (inglise keeles) – <https://youtu.be/bq6lhpfucE?t=2m24s>.
 - Elektrirongi tööõhimõtte (inglise keeles) – <https://youtu.be/9k7zywli4Vg>.
 - Kõige lihtsam elektrirong (inglise keeles) – <https://youtu.be/J9b0J29OzAU>, <https://youtu.be/wx9n30qiYpw>, https://youtu.be/TEFJ_gP7WnU.
 - **OTSISÕNAD:** elektromagnetism | *electromagnetism, simple electric train*.
 - **KATSETA:** kasutage erisuguseid patareisid ja traadirulle. Leidke, millise kombinatsiooni puhul liigub patarei kõige kiiremini.

2. Astronoomia (11–13 tundi)

II kursusel tutvutakse tähtkujudega ning sellega, milliseid tähtkujusid on Maa erinevates asukohtades näha. Räägitakse tähe elutsüklist ja sellest, millises staadiumis on Päike. Õpilane teab, mida tähendab tähe heledus, ning oskab tähtkujusid taevaalaotuselt üles leida. Räägitakse, millistes tingimustes on kõige parem tähevaatlusi teha. Õpilane teab, mis on valgusreostus ning miks ja kellele see ohtlik on.

Lisamaterjali leiab „Uurime Universumit“ ja „Astronautika akadeemia“ näidisõppekavadest:

<https://www.etag.ee/tegevused/teadpop/teamepluss/teadushuviharidus/#oppekava>.

PRAKTIKALISED TÖÖD

1. **Tähtkujude tundma õppimine vabavaralise programmi Stellarium abil (2 tundi):** tutvutakse planeetide ja tähtkujude asukohaga eri aastaegadel. Teemaga seoses saab rääkida lugusid tähtkujudest ja tutvustada teisigi tähistaeva objekte.
 - **TÖÖVAHENDID:** projektor, arvuti.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - <http://stellarium.org/>.
 - **OTSISÕNAD:** Stellarium.
 - **KATSETA:** korraldage võistlus: kes tunneb ära rohkem tähtkujusid?



2. **Tähe elutsükli kaardi meisterdamine (1 tund):** räägitakse, millistest etappidest koosneb tähe elutsükkel. Igast etapist räägitakse eraldi. Iga õpilane meisterdab endale oma tähetsükli kaardi.
 - **TÖÖVAHENDID:** värviline paber, valge paber, viltpliiatsid/pliiatsid, liim, käärid.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Tähe elutsükli skeem (eesti keeles) – https://www.muuseum.ut.ee/vveraamat/pages/1_15.html.
 - Tähe elutsükkel (inglise keeles) – <https://www.schoolobservatory.org/learn/astro/stars/cycle>.
 - Tähtede suuruste võrdlus (inglise keeles) – <http://scaleofuniverse.com/comparison-of-star-sizes/>.
 - **OTSISÕNAD:** tähe elutsükkel | *Life Cycle of a Star*.
3. **Valgusreostuse hindamine (4–6 tundi):** valitakse uurimiseks üks taevapiirkond ning märgitakse üles kõik tähed, mida selles piirkonnas nähakse. Hiljem märgitakse katsete päevikusse üles piirtäht ehk väikseima heledusega täht, mida selles taevapiirkonnas nähti. Kirja pannakse ka mõõtmiskoha läheduses paiknevad valgusallikad ja taevaolud (pilved, vine). Katse viiakse läbi nii linna- kui ka maapiirkonnas erinevatel päevadel. Analüüsitakse, millised valgusallikad mõjutavad piirtähe suurust (Kuu, tänavavalgustid jm).
 - **TÖÖVAHENDID:** paber, kirjutusvahend, taevakaart, punane valgusti.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Valgusreostuse hindamine tähtede järgi, juhend (eesti keeles) – <http://parsek.yf.ttu.ee/~mars/oppetegevus1.htm>.
 - Valgusreostuse hindamine tähtede järgi, näidisaruanne (eesti keeles) – https://drive.google.com/file/d/1Y9d55ypFdoys3-7H_dxwNuRqSfpKhNi/view?usp=sharing.
 - Maailma valgusreostuse kaart (inglise keeles) – <https://www.lightpollutionmap.info/>.
 - Maailm öösel (inglise keeles) – <https://www.globeatnight.org/>.
 - **OTSISÕNAD:** valgusreostus | *light pollution*.
 - **KATSETA:** osalege mõõtmistulemustega kampaanias Globe at Night, mille eesmärk on kaardistada valgusreostust üle maakera. Korrake seda praktilist tööd eri taevapiirkondade puhul.
4. **Valgusreostuse allikate otsimine (4 tundi):** pimedal ajal pildistatakse valgusreostuse allikaid ning märgitakse üles põhjus, miks see allikas põhjustab valgusreostust. Hiljem arutatakse, millised valgusallikad põhjustavad valgusreostust kõige rohkem ja mida saaks teha, et valgusreostust vähendada.
 - **TÖÖVAHENDID:** paber, kirjutusvahend, kaamera.
 - **ÕPPEMATERJALID:**

- Valgusreostuse allikate otsimine, juhend (eesti keeles) – <http://parsek.yf.ttu.ee/~mars/oppetegevus1.htm>.
 - Valgusreostuse pikaajaliste muutuste uurimine Tallinnas ja valgusreostuse hetkeseisu määramine Eestis (eesti keeles) – <https://www.kik.ee/sites/default/files/144.pdf>.
 - Tallinna linnaruumi valgusreostus (eesti keeles) – <http://www.sirp.ee/s1-artiklid/arhitektuur/tallinna-linnaruumi-valgusreostus/>.
- **OTSISÕNAD:** valgusreostuse allikad | *light pollution sources*.

3. Keemia ja materjaliteadus (12 tundi)

Keemia ja materjaliteaduse II kursuse katsed on põhjalikumad: katsetest tehakse eri variatsioone ja analüüsitakse tulemusi. Valmistatakse ise patareid, mis täiendab füüsikas õpitud elektriteadmisi. Proovitakse ehitada varjendit soojuskaamera eest, mis paneb proovile õpilaste käelised oskused. Uuritakse endo- ja eksotermilisi reaktsioone ning viskoossust. Tehakse kapillaarsuse ja kromatograafia katseid, mille juures saab teist aastat huvitunnis käijatele meelde tuletada I kursuse värvidemängu kommide lahustumise katset.

Keemia ja materjaliteaduse kursuse alguses räägitakse laboriohutusest. Õpilased on kursis, et nende katsete juures ei sööda/jooda, ning teavad, millist kaitseriietust laboris kanda tuleb.

PRAKTILISED TÖÖD

1. **Patarei ehitamine (3 tundi):** seda katset oleks parem teha peale füüsikaosa, et tuletada meelde seal õpitud teadmisi elektrist. Seletatakse uuesti lahti, mis on aatom ning millised ained on elektrijuhid ja millised mittejuhid. Räägitakse, mis on patarei ja kus meil patareid vaja läheb. Seejärel valmistatakse ise sidruni-, kartuli- ja äädikapatarei. Uuritakse, kuidas mõjutab tulemust sidrunite, kartulite ja äädikaga täidetud jääkuubikuvormi aukude arv. Võrreldakse erinevaid patareisid.
 - **TÖÖVAHENDID:** naelad, äädikas, jääkuubikuvorm, LED-lambid, vasktraat, käärid, sidrunid, sendid, nuga, juhtmed (*alligator clips*), multimeeter.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Sidrunipatarei (inglise keeles) – <https://youtu.be/XtHt00AN0pU>, http://hilaroad.com/camp/projects/lemon/lemon_battery.html, https://en.wikipedia.org/wiki/Lemon_battery, <https://vimeo.com/37890428>.
 - Äädikapatarei (inglise keeles) – <https://youtu.be/piMv1dlclzA>, <https://youtu.be/MMmtiqvF8Lc>, <https://www.stevespanglerscience.com/lab/experiments/ice-tray-battery/>.
 - Aktiivsõepatarei (inglise keeles) – <https://www.exploratorium.edu/snacks/aluminum-air-battery>.
 - Kartulipatarei (inglise keeles) – <https://www.wikihow.com/Create-a-Potato-Battery>.
 - Kartulipatarei (eesti keeles) – <https://www.dropbox.com/sh/d1vv01m8891nnwk/AAADdNz2d909erAZ6iAflHSoa/TeadusBoost%20ja%20punaseks%20tegevuste%20juhendid/Kartulipatarei.pdf>.
 - Inimesepatarei (inglise keeles) – <https://www.exploratorium.edu/snacks/hand-battery>.



- Kuidas ehitada lihtsatest vahenditest patareid? (eesti keeles) – <http://rakett69.ee/internetisaated/new-video-page/saade/214075403>.
 - **OTSISÖNAD:** patarei, sidrunipatarei | *battery, lemon battery, vinegar battery.*
 - **KATSETA:** proovige teha ka aktiivsöe- ja inimesepatareid.
2. **Soojuskaamera eest varjumine (2 tundi):** räägitakse, mis on soojuskaamera ja mis on infrapunakiirgus, ning milleks soojuskaamerat tavaelus kasutatakse. Peale sissejuhatust ja soojuskaamera töö teooria seletamist hakkavad õpilased ehitama rühmatööna konstruktsiooni, mis neid võimalikult hästi soojuskaamera eest varjaks. Hiljem vaadatakse, kelle ehitatud konstruktsioon kõige paremini toimis, ning analüüsitakse, miks see nõnda on.
- **TÖÖVAHENDID:** soojuskaamerad, papp, paber, riie, foolium, mõõdulint, kirjutusvahendid, erinevaid materjale/esemeid (klaas, puulehed, kapsalehed jms), pikemad puuksad, nõör.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Kuidas soojuskaamera töötab? (inglise keeles) – <https://electronics.howstuffworks.com/thermal-imaging.htm>.
 - Kuidas näeb tavaelu välja läbi soojuskaamera? (inglise keeles) – <https://youtu.be/48bwQVa0AQc>.
 - 60 soojuskaamera kasutusala (inglise keeles) – <https://reductionrevolution.com.au/blogs/news-reviews/69333381-over-60-unexpected-uses-of-infrared-thermal-imaging-camera-images>.
 - **OTSISÖNAD:** soojuskaamera, infrapunakaamera | *thermal camera, infrared camera, what are thermal cameras used for, how does thermal imaging work.*
 - **KATSETA:** lase õpilastel uurida ümbritsevat maailma soojuskaamera abil. Näiteks kuuma ja külma joogi segunemine, käte ja näo temperatuur, millised on taimed läbi soojuskaamera jms. Ideede saamiseks vaata lisaks videot „Kuidas näeb tavaelu välja läbi soojuskaamera?“. Tähelepanekud märgitakse üles katsete päevikusse.
3. **Kapillaarsus ja paberchromatograafia (4 tundi):** räägitakse, mis on kapillaarsus, ning uuritakse seda nähtust katses. Seejärel arutletakse, kuidas saaks kapillaarsust teaduse tegemisel ära kasutada. Seletatakse, mis on kromatograafia, ning viiakse läbi kolm erinevat kromatograafikatset: viltpliiatsi ja markeri kromatograafia, kommi kromatograafia ning taimepigmenti kromatograafia.
- **TÖÖVAHENDID:** majapidamispaber, toiduvärv, mustad markerid (ka veekindlad) ja viltpliiatsid, filterpaber, klaasid, pikad puutikud, harilikud pliiatsid, kommid (M&M's või Skittles), taldrik, keeduklaasid (150 ml), sendid, joonlaud, käärid, isopropüülalkohol, spinatilehed, punaste lehtedega taime lehed (nt *coleus*).
 - **ÕPPEMATERJALID:**

- Kapillaarsuse katsed majapidamispaperi ja veega (inglise keeles) – <https://youtu.be/mdkeZbm0cCl>, <https://youtu.be/lGbPbsixorQ>, <https://www.coffeecupsandcrayons.com/walking-water-science-experiment-kids/>.
 - Taime värvi vahetamise katse (inglise keeles) – <https://youtu.be/Klug9Fou3s>.
 - Paberchromatograafia: musta markeri värvid (eesti keeles) – <https://youtu.be/pQHSWggixmU>.
 - Paberchromatograafia viltpliiatsitega (inglise keeles) – <https://youtu.be/uOhefwQBAbI>.
 - Kommide kromatograafia (inglise keeles) – <https://youtu.be/xRktrkp5mqL>.
 - Taimepigmenti kromatograafia (inglise keeles) – https://www.wlww.k12.or.us/cms/lib/OR01001812/Centricity/Domain/1338/LAB%20-%20Plant%20Pigment%20Chromatography_NM_NEW.pdf, <https://www.amybrownsience.com/2012/01/paper-chromatography.html>, <https://youtu.be/6sZBtANYuZ8>, <https://youtu.be/ej2zXOwASVI>, <https://www.education.com/science-fair/article/find-color-pigments-hidden-green/>.
 - **OTSISÕNAD:** kapillaarsus, paberchromatograafia, taimepigmenti kromatograafia | *capillary action, paper chromatography, candy/plant pigment/leaf chromatography*.
 - **KATSETA:** lisaks majapidamispaperiga tehtavale kapillaarsuse katsetele tehke ka taime värvi vahetamise katse, mida saab analüüsida järgmises huvitunnis.
4. **Endo- ja eksotermilised reaktsioonid (1 tund):** räägitakse, mis on endotermilised ja mis on eksotermilised reaktsioonid. Vaadeldakse eri reaktsioone ja mõõdetakse tekkinud lahuse temperatuuri. Uuritakse, kas ja kuidas muutub temperatuur siis, kui muuta reageerivate ainete kogust.
- **TÖÖVAHENDID:** klaasid, valge äädikas, söögisooda, mõrusool, vesinikperoksiid, terasvill, kuiv pärm, termomeetrid, taldrikud.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Endo- ja eksotermiliste reaktsioonide eksperiment (inglise keeles) – <https://www.education.com/science-fair/article/chemical-reactions-absorb-release-energy/>.
 - **OTSISÕNAD:** endotermiline reaktsioon, eksotermiline reaktsioon | *endothermic reaction, exothermic reaction*.
5. **Klaaskuulikeste võidusõit (2 tundi):** räägitakse, mis on viskoossus, ning tehakse katseid vedelike viskoossuse uurimiseks.
- **TÖÖVAHENDID:** kitsad klaasid, anumad vedelike hoidmiseks, vees lahustuvad markerid, joonlaud, klaaskuulid, maisisiirup, mesi, glütseriin, suhkruisiirup, vedelseep, käterätik, mõõtesilinder.
 - **ÕPPEMATERJALID:**



- Klaaskuulikeste võidusõit (inglise keeles) – https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p055/chemistry/race-your-marbles-to-discover-liquids-viscosity.
- Vedelike viskoossus (inglise keeles) – <https://youtu.be/f6spBkVeQ4w>.
- Mittenjuutonlikud vedelikud (inglise keeles) – https://youtu.be/KB43fM_ozKQ.
- **OTSISÕNAD:** viskoossus | *viscosity, non-Newtonian liquids*.
- **KATSETA:** räägi õpilastele ka mittenjuutonlikest vedelikest.

4. Geograafia ja geoloogia (12 tundi)

Geograafia ja geoloogia II kursusel õpitakse ehitama mõõteriistu: termomeetrit, hügromeetrit ja areomeetrit. Need on ka selle kursuse keerukamaid tegevused. Lisaks tehakse katseid õlireostuse ja erosiooni mõistmiseks.

PRAKTILISED TÖÖD

1. **Termomeetri ja hügromeetri ehitamine (4 tundi):** räägitakse, mis on temperatuur ja mis on niiskus, ja kuidas neid mõõdetakse. Räägitakse, milline on temperatuur ja niiskus erinevates kliimavööndites. Õpilased arutlevad, mis on kliimamuutus, mis seda põhjustab ja miks see ohtlik on. Õpilased ehitavad endale hügromeetri ja termomeetri. Mõõdetakse niiskust ja temperatuuri erinevates tingimustes ja märgitakse üles tulemused.
 - **TÖÖVAHENDID:** klaaspudel, läbipaistev kõrs, toiduvärv, plastiliin, karp kuuma veega, naaskel, plekktops, hambatik, foolium, marker, käärid, kleefliint.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Veetermomeetri ehitamine (inglise keeles) – <https://youtu.be/lflLvYln3U>, <https://youtu.be/P8v4nlNnXJw>.
 - Hügromeetri ehitamine (inglise keeles) – <https://youtu.be/Gs8QtVcu2QE>, <http://www.metlink.org/wp-content/uploads/2013/10/hygrometer.pdf>.
 - Kuidas me määrame temperatuuri? (inglise keeles) – <https://youtu.be/ibmubP26R9M>.
 - Miks on niiskes kohas palavam tunne? (inglise keeles) – <https://youtu.be/SGHRz8wpj3E>.
 - Kliimamuutus (inglise keeles) – <https://climate.nasa.gov/>, <https://youtu.be/M2Jxs7IR8ZJ>, <https://youtu.be/ztWHqUFJRTs>.
 - Kliimamuutus (eesti keeles) – <http://www.kliimamuutused.ee/kliimamuutuste-kkk>.
 - Kasvuhooneefekt (inglise keeles) – <https://climatekids.nasa.gov/greenhouse-effect/>.
 - Kuidas globaalne soojenemine Maad muudab? (inglise keeles) – <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page6.php>.
 - **OTSISÕNAD:** termomeeter, hügromeeter/niiskumõõtur, kliimavööndid, kliimamuutus, globaalne soojenemine, kasvuhooneefekt | *thermometer, hygrometer, build your own thermometer/hygrometer, climate zones, climate change, global warming, greenhouse effect*.



2. **Erosioonikatsed (2 tundi):** räägitakse, mis on erosioon, mis erosiooni kiirendab ja mida erosioon võib põhjustada. Viiakse läbi kaks katsed. Esimese käigus uuritakse, millised kivimid peavad erosioonile paremini ja millised halvemini vastu. Teises katses saadakse teada, kuidas erosioon maastikku kujundab.
- **TÖÖVAHENDID:** kivimid (graniit, basalt, paekivi, liivakivi), suure kaelaga plastpudelid, kaal, plastkarp, papptops, käärid.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Millised kivimid peavad erosioonile kõige paremini vastu ja millised kõige halvemini? (inglise keeles) – <https://www.geolsoc.org.uk/ks3/webdav/site/GSL/shared/pdfs/education%20and%20careers/RockCycle/Erosion%20Experiment.pdf>.
 - Kuidas erosioon maastikku kujundab? (inglise keeles) – <https://youtu.be/YETdZyZl6es>.
 - Erosioon (inglise keeles) – <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/erosion/>, <https://www.geolsoc.org.uk/ks3/gsl/education/resources/rockcycle/page3462.html>, <https://youtu.be/R-lak3Wvh9c>.
 - Erosioon ja muld (inglise keeles) – <https://youtu.be/im4HVXMG168>.
 - Veel erosioonikatsed (inglise keeles) – <http://www.rsc.org/education/teachers/resources/jesei/weather/teachers.pdf>.
 - **OTSISÕNAD:** erosioon | *erosion*.
 - **KATSETA:** proovige ka teisi erosioonikatsed (vt viimane õppematerjal).
3. **Õlireostus vees (4 tundi):** räägitakse, kuidas õli merre satub ning kuidas õlireostust avastada ja likvideerida. Proovitakse ise erinevate vahenditega õlireostust likvideerida ning uuritakse, kuidas õli mõjub linnusulgedele.
- **TÖÖVAHENDID:** klaaspurgid, sinine tint, sool, tassid, toiduõli, kakaopulber, vatt, nõudepesukäsna, ajalehed, lusikad, riidetükid, karbid, kohvifiltrid, lehter, nõudepesuvahend, mikroskoop, linnu kontuursuled ja udusuled, föön, mõõteanum, prügikott, vedelikke imavad materjalid (puuvill, puhastuslapid, vill jt), käärid, kausid, õli, stopper, korduvkasutatavad kohvifiltrid.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - „Praktilisi töid Läänemere teemadel“, Annelie Ehvest, Külli Kalamees-Pani. „Õlireostus vees“ ja „Õlireostuse mõju mereorganismidele“ (eesti keeles) – <https://www.digar.ee/arhiiv/nlib-digar:121989>.
 - Õlireostuse eemaldamine (inglise keeles) – https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/EnvEng_p025/environmental-engineering/cleaning-up-oil-spills.
 - „Merereostustõrje käsiraamat“, Agni Kaldma (eesti keeles) – https://media.voog.com/0000/0037/1265/files/Merereostustorje_kasiraamat_2009.pdf.
 - **OTSISÕNAD:** Läänemeri, õlireostus | *the Baltic Sea, oil spill*.



4. **Mere-, jõe- ja ookeanivee soolsuse määramine (2 tundi):** räägitakse, et mere-, jõe- ja ookeanivesi on erineva soolsusega. Õpilastega arutatakse, et kus leidub soolasemat ja kus vähem soolasemat vett. Millise elustiku ja millised füüsikalised omadused see endaga kaasa toob? Õpilased saavad aru, et soolsus on seotud tihedusega ja seepärast on võimalik areomeetriga hinnata vedeliku soolsust. Juhendaja valmistab enne tundi ette mere-, jõe- ja ookeanivee soolsusele vastavad lahused, mille soolsust õpilased hakkavad määrama peale areomeetri ehitamist ja kalibreerimisgraafiku joonestamist (ühel teljel soolsus, teisel areomeetri näit). Kalibreerimisgraafiku tegemiseks on vaja võtta oma areomeetri näidud mitme erineva soolsuse juures. Joonestades sirge, mis on kõikidele andmepunktidele võimalikult lähedal, saadaksegi kalibreerimisgraafik, millelt on võimalik areomeetri näidu alusel välja lugeda tundmatu veeproovi soolsus.

■ **TÖÖVAHENDID:** sool, klaasid, kaalud, laiad joogikõrred ja plastiliin või Pasteuri pipetid, raskus areomeetri põhja (näiteks teraskuulid), vahendid skaala tegemiseks (kleeplint, millimeeterpaber, marker), A3-millimeeterpaber (kalibreerimisgraafiku tegemiseks), joonlauad.

■ **ÕPPEMATERJALID:**

- Soolsuse arvutamine (inglise keeles) – <https://en.wikipedia.org/wiki/Salinity>.
- Kuidas ehitada areomeetrit? (inglise keeles) – <https://www.wikihow.com/Build-a-Hydrometer>.
- Veekogude järjestus soolsuse järgi (inglise keeles) – https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_bodies_of_water_by_salinity.

■ **OTSISÕNAD:** areomeeter, merevee soolsus, magevesi | *hydrometer, seawater salinity, fresh water*.

■ **KATSETA:** käige õpilastega koos kohalikust veekogust (või ka näiteks lombist) veeproovi võtmas, et selle soolsust määrata.

5. Bioloogia (12 tundi või rohkem)

Bioloogia II kursusel õpitakse tundma inimese närvisüsteemi laialdaselt tuntud katse kaudu ning määratakse seeni ja linde. Viimaseks võetakse ette väljasõidud või jalutuskäigud maa- ja linnapiirkondadesse. Selle kursuse keerukaimaks katseks on valkude eraldamine: sellest katsest arusaamine eeldab nii juhendajalt kui ka õpilastelt põhjalikumaid taustateadmisi.

PRAKTILISED TÖÖD

1. **Inimese närvisüsteem (2 tundi):** räägitakse üldiselt, millest koosneb inimese närvisüsteem ja kuidas inimesed saavad närviimpulssi. Tehakse esimeses õppematerjalis antud närvikatset ja teises õppematerjalis antud närviimpulsi kiiruse katset. Viimase puhul korraldatakse katset mitu korda ning vahetatakse ka õpilaste järjekorda, et uurida, kas tulemus sellest muutub.

■ **TÖÖVAHENDID:** joonlaud, kirjaklamber.

- **ÕPPEMATERJALID:**
 - Närvikats (inglise keeles) – <https://askbiologist.asu.edu/experiments/nerves>, https://askbiologist.asu.edu/sites/default/files/resources/experiments/nervous_exp/nerve_experiment_packet_0714.pdf, <https://www.questacon.edu.au/outreach/programs/science-circus/activities/test-of-nerves>.
 - Närviimpulsi kiirus (inglise keeles) – <https://study.com/academy/popular/nervous-system-experiments-for-kids.html>.
 - **OTSISÕNAD:** närvirakk | *neuron*.
2. **Seente määramine (4 tundi):** esmalt tutvutakse Eestis levinuimate seentega. Selleks võib koostada näiteks mängu: juhendaja näitab seene pilti ja õpilane, kes oskab esimesena seene nimetada, saab punkti. Hiljem käiakse metsas seeni määramas. Pannakse kirja, millise tunnuse (kuju, värvus) järgi seen ära tunti.
- **TÖÖVAHENDID:** –
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Seente liigimäärara – <http://seened.loodus.ee/>.
 - **OTSISÕNAD:** seente määramine.
 - **KATSETA:** iga õpilasterühm saab mingi ala seente määramiseks. Kui esimesel alal on seened määratud, vahetatakse alasid. Hiljem võrreldakse, kas sama ala uurinud rühmad said sama tulemuse. Samuti saavad õpilased koostada kaardi, kuhu on ära märgitud seene kasvukoht ja nimetus.
3. **Lindude määramine (4–10 tundi):** selle tegevuse puhul on parimaks õppematerjaliks Tartu Ülikooli lindude õppekogumik (teine õppematerjal). Õppekogumikus on nii taustainfot, mida õpilastele rääkida, kui ka juhendid ja töölehed, mida õpilased saavad täita. Lindude määramise kestus oleneb sellest, kui mitmes kohas käiakse linde vaatlemas ja kui palju räägitakse taustainfot, aga ka sellest, kas õpilased täidavad õppekogumiku töölehti (soovitav).
- **TÖÖVAHENDID:** väljaprintitud ülesanded/juhend, binokkel, lindude välimäärara.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Linnumäärara (eesti keeles) – <http://linnud.loodus.ee/>.
 - Lindude elupaikade õppekogumik: linnuvaatluse juhend, taustainfo (eesti keeles) – <http://www.natmuseum.ut.ee/sites/loodusmuuseum/files/pildid/Lindude%20elupaigad.pdf>.
 - Linnuhääled (eesti keeles) – <http://www.loodusheli.ee/ET/loomaliigid/linnud/>.
 - Linnuvaatleja (eesti keeles) – <http://www.linnuvaatleja.ee/>.
 - Musta-toonekure, kalakotka ja suure-konnakotka kaamerad (eesti keeles) – <http://www.looduskalender.ee/n/>.
 - Linnud ja linnulaul (inglise keeles) – <https://askbiologist.asu.edu/explore/birds-and-their-songs>.
 - **OTSISÕNAD:** lindude määramine.



4. **Valgu lõhkumine (2 tundi):** räägitakse sellest, et mis on valgud, kus neid leidub ja mis on nende ülesanne. Seletatakse, et denaturatsioon on valkude muutumine välistingimuste (näiteks temperatuuri) mõjul ning renaturatsioon on valgu algse oleku taastumine. Tuuakse näiteid olukordadest, kus renaturatsioon toimub, ja olukordadest, kus see toimuda ei saa. Näiteks juuste sirgendamisel lõhutakse valgu struktuur ära, kuid mõne aja pärast see taastub. Praetud munal pole algse valgustruktuuri taastamine enam võimalik.
- **TÖÖVAHENDID:** pliit või mikrolaineahi, kauss, kahvel, käärid, muna, neli klaasi, isopropüülalkohol.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Valgu lõhkumine (inglise keeles) – https://askabiologist.asu.edu/sites/default/files/resources/activities/breaking_proteins/breaking-proteins-activity-pdf-3.pdf, <https://youtu.be/8k6D8ajTRlc>, <https://askabiologist.asu.edu/activities/breaking-proteins>.
 - Mis on valgud? (inglise keeles) – <https://askabiologist.asu.edu/venom/what-are-proteins>.
 - Valkude muutumine toiduainete töötlemisel (eesti keeles) – http://e-ope.khk.ee/ek/2012/toiduvalmistamine_suurkoogis/toiduvalmistamine_suurkoogis/valkude_muutumine_toiduainete_ttlemlisel.html.
 - Kuidas teha keedetud muna jälle tooreks? (inglise keeles) – <https://youtu.be/CHMY4G9gTPA>.
 - **OTSISÕNAD:** valgud, valkude denaturatsioon, valkude renaturatsioon | *proteins, protein denaturation, protein renaturation*.

III õppeaasta

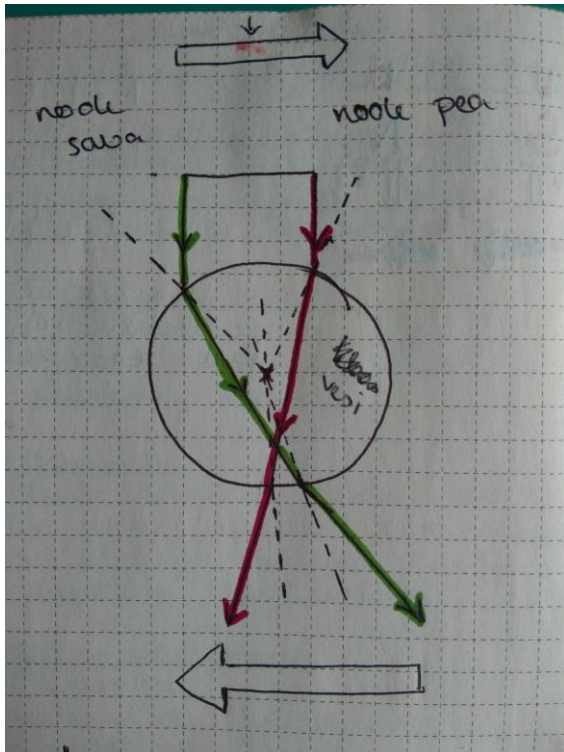
1. Füüsika (14 tundi)

III kursusel keskendutakse elektromagnetkiirgusele. Õpilased teavad, et valgus on laine, ja tunnevad elektromagnetlainete skaalat. Nad teavad, et valgus levib sirgjooneliselt, ja oskavad joonistada valguskiirt selle üleminekul teise keskkonda. Nad teavad, et valgus on elektromagnetkiirgus, ja et igasugune elektromagnetkiirgus levib valguse kiirusel. Nad tunnevad mõisteid difraktsioon ja interferents.

PRAKTILISED TÖÖD

1. **Valguse levimine, murdumine ja peegeldumine (4 tundi):** õpilased teavad, et valgus levib ühes keskkonnas sirgjooneliselt. Nad teavad, et kahe keskkonna piirpinnal osa valgust peegeldub ja osa murdub. Räägitakse, et valgus levib eri keskkondades erineva kiirusega, ja seletatakse lahti murdumisnäitaja ja optilise tiheduse mõisted. Õpilased oskavad joonistada kiirte käiku, kui teine keskkond on ruudukujuline, ringikujuline ja prisma. Mõisteid seletatakse tahvlil, video abil ja praktiliste katsetega.
 - **TÖÖVAHENDID:** arvuti, projektor, CD-plaadid, pesulõksud, küünal (või lamp), veeklaas, pits ja/või klaaspulk, õli, paber, joonistusvahendid, laser.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Kas valgus on osake või laine? (inglise keeles) – <https://youtu.be/J1yIApZtLos>.
 - Valguse murdumine marssijate näitel (inglise keeles) – <https://youtu.be/DR-8ZRCHCXI>.
 - Valguse sirgjoonelise liikumise katse (inglise keeles) – <https://youtu.be/9gqWzKI-tXI>, <https://youtu.be/HAxoP67Vxuk>.
 - Kuidas peita asju, kasutades teadmist eri materjalide murdumisnäitajast (inglise keeles) – <https://youtu.be/9Tj2KMZhfoC>, <https://youtu.be/BS5BPB4I3Eo>.
 - Nool paberil muudab suunda (inglise keeles) – <https://youtu.be/G303o8pjzls>.
 - **OTSISÕNAD:** valguse levimine/peegeldumine/murdumine, murdumisnäitaja, optiline tihedus | *light travels in a straight line, reflection, refraction, refraction index, optical density, invisibility through refraction, arrow refraction water.*
 - **KATSETA:** suuna laser tahvlile ja lase õpilastel laserist kuni tahvlini laseri valgustäppi paberiga jälitada. Jälitamine näitab taas, et valgus liigub sirgjooneliselt. Lase tahvlini jõudnud õpilasel märkida lasertäpi asukoht tahvlile. Nüüd lase mõnel teisel õpilasel teha sama, kuid nii, et keegi hoiab laseri ja tahvli vahel veega täidetud klaasi. On näha, et kaks täppi ei kattu: see tõendab valguse murdumist. Enne katset, kus nool paberil muudab suunda, lase õpilastel sama teha paberil ehk joonistada kiirte käik. Ära ütle neile katse tulemust ette. Lase neil oma joonise põhjal pakkuda, mis juhtuda võiks. Hiljem juhi tähelepanu sellele, et tihti teevadki teadlased eeldusi teoreetiliste arvutuste ja simulatsioonide põhjal ning alles seejärel sooritavad

eksperimenti.



2. **CD-plaadi radade vahekauguse mõõtmine, telefonipikslite suuruse mõõtmine ja juuksekarva läbimõõdu mõõtmine (4 tundi):** õpilased oskavad seletada mõisteid difraktsioon ja interferents. Nad teavad CD- ja DVD-plaatide toimimise üldpõhimõtet. Nad teavad, et telefoniekraan koosneb pikslitest. Seejärel teevad nad kaks katset: üks CD- või DVD-plaadi radade vahekauguse mõõtmiseks, teine telefonipikslite suuruse mõõtmiseks ja kolmas iga õpilase juuksekarva paksuse mõõtmiseks. Õpilased saavad aru, et need kolm katset toimivad samal põhimõttel ja et erinevus on vaid elemendis, mis tekitab difraktsiooni.

■ **TÖÖVAHENDID:** CD- või DVD-plaat, telefon, laser, mõõdulint.

■ **ÕPPEMATERJALID:**

- Difraktsioon ja interferents (inglise keeles) – <https://youtu.be/oYFEWoxuB1l>.
- Difraktsioon pliiatsite ja küünlaga (inglise keeles) – <https://www.exploratorium.edu/snacks/diffraction>.
- Lainete interferents (eesti keeles) – <http://opik.fysika.ee/index.php/book/section/1339>.



- Elektromagnetlainete difraktsioon ja interferents (eesti keeles) – <http://opik.fyysika.ee/index.php/book/section/1488>.
 - Kuidas CD- ja DVD-plaadid töötavad? (inglise keeles) – <https://youtu.be/xCAuE7Gg-Bs>.
 - CD-plaadi difraktsioon (inglise keeles) – <https://www.thinkib.net/physics/page/3083/diffraction-from-a-cd>.
 - CD- või DVD-plaadi radade vahekauguse mõõtmine (inglise keeles) – <https://docplayer.net/24012153-Measure-the-distance-between-tracks-of-cd-and-dvd.html>.
 - Ekraanipikslid mikroskoobi all (inglise keeles) – <https://youtu.be/UdWCUr1FDqU>.
 - Mis on pikslid ja kuidas need töötavad? (inglise keeles) – <https://youtu.be/m8c1CAT2zEI>.
 - TeadusBoost ja punaste tegevuste juhendid. Pikslid ja telefonid (eesti keeles) – <http://goo.gl/Ts8f8k>.
 - Kontrolli oma telefoni resolutsiooni (inglise keeles) – <https://youtu.be/xMKeeX7qdYA>.
 - Juuksekarva paksuse mõõtmine (inglise keeles) – <https://www.sciencenewsforstudents.org/blog/eureka-lab/measure-width-your-hair-laser-pointer>.
- **OTSISÕNAD:** difraktsioon, interferents | *Diffraction, Interference, Measure the Distance Between Tracks of CD and DVD, Measure the Resolution of Your Smartphone with Diffraction, Measure the Width of Your Hair with Laser Pointer.*
- **KATSETA:** lase õpilastel mitu korda erinevatel kaugustel mõõtmisi teha ja oma tulemused katsete logiraamatusse kanda. Seejärel palu saadud tulemus keskmistada ja võrrelda seda reaalse väärtusega.
3. **Spektromeetri ehitamine (2 tundi):** õpilased teavad, et valgus on laine, ja seostavad eri värvi valgust erinevate lainepikkustega (pikk, lühike, keskmine). Räägitakse, mis on spektromeeter, ja seletatakse selle tööpõhimõtet. Uuritakse erinevaid valgusallikaid spektromeetritega. Arutatakse, milliseid erinevusi oli näha ning mis neid erinevusi põhjustas. Räägitakse, kuidas uurida spektromeetriga tähti.
- **TÖÖVAHENDID:** CD-plaat, müsli- või helbekarp (või papp), foolium, paberinuga, liim/teip.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Mis on valgus? (inglise keeles) – <https://youtu.be/jiy-eqWM38g>.
 - Spektri interferents (inglise keeles) – <https://youtu.be/-ob7foUzXaY>.
 - Tee ise spektromeeter (inglise keeles) – <https://youtu.be/ZowYVDQDDZ4>, https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p100/chemistry/make-a-cell-phone-spectrophotometer#procedure.
 - **OTSISÕNAD:** valguse spekter, spektromeeter | *light spectrum explained, DIY Spectrometer, Make Your Own Spectrometer.*
 - **KATSETA:** seosta spektromeetri katse telefonipikslid suuruse mõõtmise katsega – mõlemas kasutati difraktsioonivõre, kuid telefonipikslid suuruse katses oli kasutusel vaid üks lainepikkus.



4. **Kahe pilu eksperiment (2 tundi):** tuletatakse meelde, mida on õpitud interferentsi kohta. Tuuakse paralleelsele veelainete interferentsi ja helilainete interferentsiga. Ehitatakse kahe pilu katse seade.
- **TÖÖVAHENDID:** pappkast, paber, paberinuga.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Algne kahe pilu eksperiment ehk kahe pilu eksperiment päikesevalgusega (inglise keeles) – <https://youtu.be/luv6hY6zsd0>.
 - Helilainete konstruktiivne ja destruktiivne interferents (inglise keeles) – <https://youtu.be/g2AynYYMskA>, <https://youtu.be/DtUFA04iA4w>.
 - **OTSISÕNAD:** kahe pilu eksperiment | *double/two slit experiment*.
 - **KATSETA:** lase algul õpilastel pakkuda, mis võiks juhtuda. Hiljem arutage, millised vastused olid õiged ja miks tundusid valed vastused esmapilgul loogilised. Näita õpilastele sarnast lainete mudelit nagu oli kahe pilu eksperimendi videos.
5. **Valguse kiiruse mõõtmine (2 tundi):** õpilased tunnevad elektromagnetlainete skaalat ning teavad, et elektromagnetlained liiguvad valguse kiirusel. Mikrolaineahju abil hinnatakse, kui kiiresti elektromagnetkiirgus levib. Hiljem vaadatakse, kas saadud valguse kiirus ühtib reaalse väärtusega.
- **TÖÖVAHENDID:** mikrolaineahi, taldrik, šokolaad või väikesed vahukommid, joonlaud, kalkulaator.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Elektromagnetlainete skaala (eesti keeles) – <http://opik.fysika.ee/index.php/book/section/1474>.
 - Valguse kiiruse mõõtmine mikrolaineahju abil (inglise keeles) – https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Phys_p056/physics/measuring-the-speed-of-light-with-a-microwave-oven#procedure, <https://wonders.physics.wisc.edu/measure-the-speed-of-light/>.
 - **OTSISÕNAD:** elektromagnetlainete skaala | *Electromagnetic Spectrum, Measuring the Speed of Light with Microwave Oven*.
 - **KATSETA:** lase õpilastel hinnata tekkivat mõõteviga ja vaadake koos, kas reaalne valguse kiiruse väärtus jääb mõõtevea piiridesse. Kasutage valguse kiiruse määramiseks erinevaid toiduaineid: šokolaad, vahukommid, muna jm.

2. Astronoomia (12 tundi)

Astronoomia III kursusel korraldatakse eelmiste kursuste teemasid, aga nendega minnakse rohkem süvitsi. Uute teemadena lisanduvad rahvusvaheline kosmosejaam ja satelliidid. Tehakse ka vaatlusi, mille käigus leitakse üles nii õpitud objektid tähistaevas kui ka liikuv satelliit või kosmosejaam.

PRAKTILISED TÖÖD



- Päikese aktiivsuse määramine (4 tundi):** esmalt räägitakse Päikese aktiivsusest ja päikeselaikudest ehk päikeseplekkidest. Seejärel räägitakse ohutusest ja sellest, kuidas päikeselaike vaadata. Seejärel ehitavad õpilased üksi või kahe peale nõelaaugukaamera, millega päikeselaike vaadata. Hiljem arutatakse, kus päikeselaike nähti ja kas nende asukoht võib aja jooksul muutuda.
 - **TÖÖVAHENDID:** papp, käärid, joonlaud, foolium, naaskel, paber, kirjutusvahend, teip.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Nõelaaugukaamera ehitamine päikeselaikude vaatamiseks (inglise keeles) – <https://www.nationalgeographic.org/activity/build-a-sunspot-viewer/>.
 - Päikeselaikude loendamine, tööjuhend (inglise keeles) – <https://www.education.com/science-fair/article/counting-sunspots/>.
 - Päikeselaikude aktiivsus, tööjuhend (inglise keeles) – <http://lasp.colorado.edu/home/sorce/education/classroom-experiments/sunspot-activity/>.
 - Päikesetuul ja päikeseplekid (eesti keeles) – <https://opik.fysika.ee/index.php/book/section/5054>.
 - Päikese aktiivsuse andmed (eesti keeles) – <https://www.spaceweatherlive.com/et/paikese-aktiivsus>.
 - **OTSISÖNAD:** nõelaaugukaamera, Päikese aktiivsus | *Observe Sunspots with a Pinhole Camera, Sun Activity*.
 - **KATSETA:** korrake katset mitmel päeval järjest ja lase lastel katsete päevikusse üles joonistada päikeselaikude asukohad. Analüüsige, miks laikude asukohad aja jooksul muutuvad. Harjutage koos matemaatikat ja arvutage Päikese diameeter paberile projekteeritud Päikese kujutise põhjal. Minge õpilastega külla tähetorni ja vaadake päikeseteleskoobiga Päikest.
- Astronoomia uudistega tutvumine (4 tundi):** iga õpilane saab endale astronoomiateemalise uudise ja esitleb seda järgmises tunnis või tunni lõpus teistele. Oluline on, et õpilane esitleks uudist teistele arusaadavalt ja haaravalt ja oskaks lahti seletada uudises esinenud astronoomiateemalised mõisted.
 - **TÖÖVAHENDID:** väljaprintitud uudised.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Forte kosmoseuudised (eesti keeles) – <http://forte.delfi.ee/news/kosmos/>.
 - Novaatori kosmoseuudised (eesti keeles) – <http://novaator.ee/ET/kosmos/>.
 - **OTSISÖNAD:** astronoomia uudised, kosmoseuudised | *astronomy news, space news*.
- Elu ISSil (2 tundi):** õpilastega arutatakse elu rahvusvahelisel kosmosejaamal. Peale seda vaadatakse videoid, et teada saada, kuidas probleeme kosmoses päriselt lahendatakse. Seda ülesannet saab teha teemaplokkide kaupa, iga teema puhul esmalt arutelu ja siis videote vaatamine.
 - **TÖÖVAHENDID:** projektor, arvuti.

- **ÕPPEMATERJALID:**
 - Kuidas astronautid kosmoses joovad? (vene keeles) – <https://youtu.be/L9xdiDOeXvE>.
 - Söögi tegemine kosmoses (inglise keeles) – <https://youtu.be/4exaXdPKS3Y>.
 - Kus astronautid magavad? (inglise keeles) – <https://youtu.be/YIUzva6IRQQ>.
 - Kuidas astronautid Maale tagasi tulevad? (inglise keeles) – <https://youtu.be/C9GiZDoZvxE>.
 - Newtoni III seadus kosmoses (inglise keeles) – <https://youtu.be/cVSvatgXRBk>.
 - Pilk sellele, mis toimub ISSis (inglise keeles) – https://youtu.be/RtU_mdL2vBM.
 - **OTSISÕNAD:** kuidas astronautid kosmoses söövad, juukseid pesevad, magavad; eksperimendid rahvusvahelise kosmosejaama pardal | *How do astronauts eat/wash their hair/drink/sleep in space?, Experiments on ISS.*
4. **Rahvusvahelise kosmosejaama (ISS) ja erinevate satelliitide ülelendude vaatlused (2 tundi):** seda praktilist tööd on hea teha laagris, kus on võimalus vaatlusi korraldada erinevatel kellaaegadel. Esmalt räägitakse, milliseid inimese valmistatud objekte on võimalik tähistaevas näha. Seejärel korraldatakse vaatlus ning märgitakse üles nähtud satelliidid, nende asukoht taevas ja kellaaeg, millal satelliiti märgati. Püütakse hinnata satelliidi heledust võrreldes teiste tuntud objektidega tähistaevas.
- **TÖÖVAHENDID:** kirjutusvahend, paber.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Rahvusvaheline kosmosejaam (inglise keeles) – https://www.nasa.gov/mission_pages/station/main/index.html.
 - Märka ISSi (inglise keeles) – <https://spotthestation.nasa.gov/home.cfm>.
 - Satelliitide liigitus (inglise keeles) – <http://satellites.spacesim.org/english/function/index.html>.
 - Satelliitide ülelendude info (inglise keeles) – <https://www.heavens-above.com/main.aspx?lat=58.378&lng=26.729&loc=Tartu&alt=39&tz=EET>.
 - **OTSISÕNAD:** rahvusvaheline kosmosejaam, ISSi ülelend, satelliitide tüübid, satelliitide ülelennud | *International Space Station, Spot the Station, ISS overflight, Types of Satellites, Satellites in the Night Sky.*

3. Keemia ja materjaliteadus (12 tundi)

Keemia ja materjaliteaduse III kursusel on keerulisemad katsed, mis nõuavad rohkem aega: tehakse fotopaberit, erinevaid pH-skaala katseid, küpsetatakse muffineid ja lõpetuseks valmistatakse helendav ekraan, mis jääb meenena õpilastele alles.

Keemia ja materjaliteaduse kursuse alguses räägitakse laboriohutusest. Õpilased on kursis, et nende katsete juures ei sööda/jooda, ning teavad, millist kaitseriietust laboris kanda tuleb.

PRAKTILISED TÖÖD

- Fotopaberi valmistamine (3 tundi):** räägitakse fotograafia leiutamisest, tuletatakse meelde astronoomiaosas ehitatud nõelaaugukaamera tööpõhimõtte, seletatakse, kuidas töötab fotoplaad, ning arutletakse, miks vanadel fotodel keegi kunagi ei naeratanud. Räägitakse katses vajaminevate kemikaalide ohutusest ning seejärel tehakse ettevalmistusi foto ilmutamiseks.
 - **TÖÖVAHENDID:** kaks keeduklaasi, magnetsegaja, pipett, pintsetid, destilleeritud vesi, 100 ml mõõduklaas, etanool, majapidamispaper, käärid, ammooniumkloriid, munavalge, hõbenitraat, naatriumtiosulfaat, plastaldrikud, kirjaklambrid, arvuti, laserprinter, kiled, fotoaparaat, punane valgus, UV-lamp, kitlid, kummikindad, kaitseprillid, foon.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Fotopaberi valmistamise katse (eesti keeles) – <https://opik.fysika.ee/index.php/book/section/38879#/section/38881>.
 - Hõbenitraadi ohutus (inglise keeles) – <http://www.silverperoxide.com/Documents/Danger%20of%20silver%20nitrate.pdf>.
 - Naatriumtiosulfaadi ohutus (inglise keeles) – <https://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/msds/exp19/Na2S2O3.pdf>.
 - Ammooniumkloriidi ohutus (inglise keeles) – https://beta-static.fishersci.com/content/dam/fishersci/en_US/documents/programs/education/regulatory-documents/sds/chemicals/chemicals-a/S25168C.pdf.
 - Laboris töötamise ohutusjuhend (eesti keeles) – https://www.chem.ut.ee/sites/default/files/chem/labori_tootamise_ohutustehnika_juhend_pr-2361.pdf.
 - **OTSISÕNAD:** fotograafia, nõelaaugukaamera, fotoplaad, miks inimesed vanadel pildidel ei naerata | *photography, camera obscura, photographic plate, why didn't people smile in old photographs?, making your own photographic paper and prints, ammonium chloride/silver nitrate/ethanol/sodium thiosulfate safety.*
 - **KATSETA:** korrake katset ja võrrelge kahel eri päeval ilmutatud pilte. Kas mõlemad tulid sama hästi välja? Kui ei siis, mis võiks olla erinevuse põhjuseks?
- pH-skaala eksperiment (4 tundi):** räägitakse, mis on happed, mis on alused, ning mis on pH-skaala ja indikaator. Tuuakse näiteid hapetest ja alustest. Räägitakse ohutusest ning sellest, mida peab tegema, kui hape või alus läheb näiteks lauale või paljale nahale. Õpilased proovivad, milliseid köögivilju/juurvilju saab indikaatoriks kasutada. Valmistatakse happelisuse määramise komplekt (eksperiment 1), proovitakse teha võimalikult suur pH-skaala ja erinevate lahuste rida ja vaadatakse, kuidas samas keeduklaasis olev lahus vahetab värvi, kui sinna kallata hapet või alust (eksperiment 2).
 - **TÖÖVAHENDID:** punane kapsas, juur- ja köögiviljad, pipett, keeduklaasid, äädikas, torupuhastusvahend/naatriumhüdroksiidi lahus (5%), destilleeritud vesi, süstlad, kittel, kaitseprillid, kummikindad, paber, marker, majapidamispaper, valge riie, söögisooda, sidrunimahla, Sprite, suhkur, kohvifilter, mineraalvesi, väävelhape, ammoniaagilahus.



- **ÕPPEMATERJALID:**
 - Aluste ja hapete reaktsioonid (inglise keeles) – <https://youtu.be/ANi709MYnWg>
 - <https://youtu.be/LS67vS1005Y>.
 - Eksperiment 1: kuidas ehitada koduste vahenditega happelisuse määramise komplekt? (eesti keeles) – <http://rakett69.ee/internetisaated/new-video-page/saade/204493964>.
 - Kuidas muuta silindri sisu happelisest aluseliseks? (eesti keeles) – <http://rakett69.ee/internetisaated/new-video-page/saade/198743789>.
 - Eksperiment 2: happelisuse määramine (inglise keeles) – <https://youtu.be/oG-pNRVHsc4>, https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p013/chemistry/make-cabbage-pH-indicator.
 - Laboris töötamise ohutusjuhend (eesti keeles) – https://www.chem.ut.ee/sites/default/files/chem/labori_tootamise_ohutustehnika_juhend_pr-2361.pdf.
 - Looduslikud indikaatorid (inglise keeles) – <https://www.toppr.com/guides/science/acids-bases-and-salts/natural-indicators-around-us/>.
 - Looduslikud pH-indikaatorid: peet ja punane kapsas (inglise keeles) – https://youtu.be/rar_78x-qfo.
 - **OTSISÕNAD:** alus/leelis, hape, keemialabori ohutus, pH-skaala, happesuse indikaator, looduslikud indikaatorid | *base, acid, chemistry laboratory safety rules, pH-scale, experiments with acids and bases, pH indicator, natural indicators.*
 - **KATSETA:** lisa köögi- ja juurviljade hulka, kust õpilased indikaatorit otsivad, peale punase kapsa teisigi looduslikke indikaatoreid.
3. **Söögisooda muffinites (4 tundi):** õpilased arutlevad, miks pannakse taina sisse söögisoodat. Räägitakse, milliseid muutusi söögisooda põhjustab. Seejärel viiakse läbi katse, kus küpsetatakse erinevate söögisooda kogustega muffineid. Peale katse läbiviimist analüüsitakse tulemusi ja koostatakse graafik, mille ühel teljel on muffini kõrgus ja teisel teljel söögisooda kogus.
- **TÖÖVAHENDID:** muffinipann/muffinivormid, kauss, mõõteklaasid, lusikad, jahu, maisijahu, suhkur, söögisooda, munad, piim, või, ahi, pajakindad, joonlaud, köögikaal.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Söögisooda muffinites (inglise keeles) – https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/FoodSci_p007/cooking-food-science/how-much-baking-powder-do-quick-breads-need?
 - Lisamaterjali leiab ka teadusliku kokanduse näidisõppekavast: <https://www.etag.ee/tegevused/teadpop/teamepluss/teadushuviharidus/#oppekava>.
 - **OTSISÕNAD:** söögisooda | *baking soda.*
4. **Helendava ekraani valmistamine (1 tund):** räägitakse, mis on luminescents ja mis on fosforescents. Õpilased arutlevad, kus nemad on luminescentsiga kokku puutunud. Räägitakse fosfori kasutamise ohutusest. Seejärel valmistatakse helendav ekraan.



Ühe inimese jagu helendava segu valmistamiseks valatakse plasttopsi põhja u 1 cm PVA-liimi ja nõöpnõelapea jagu fosforit, mis jaotatakse õpilastele kätte korgiga katseklaasides. Õpilased segavad segu jäätisepulgaga ja kannavad selle pildiraami sees olevale papile või paberile. Pildiraamilt on juhendaja klaasi eemaldanud ja õpilased on selle asendanud papi või paberiga. Selleks, et panna helendama kindlat kujundit, saab selle esmalt pliiatsiga ette joonistada ning seejärel kanda helendav segu vaid selle kujundi sisse. Ülejäänud paberi võib katta tavalise PVA-liimiga.

- **TÖÖVAHENDID:** fosfor, PVA-liim, käärid, väikeseid pildiraamid, korgiga katseklaasid, jäätisepulgad, plasttopsid (250 ml), paber/papp, kirjutusvahendid, kummikindad.
- **ÕPPEMATERJALID:**
 - Luminestsents (inglise keeles) – <https://www.explainthatstuff.com/luminescence.html>.
 - Luminestsents (eesti keeles) – <https://opik.fysika.ee/index.php/book/section/1502>.
 - Miks mõned esemed pimedas helendavad? (inglise keeles) – https://youtu.be/PkO9xFd_BqM.
 - Bioluminestsents (inglise keeles) – <http://www.bbc.co.uk/nature/21011428>.
 - Helendava ekraani valmistamine (eesti keeles) – <https://opik.fysika.ee/index.php/book/section/38878#/section/38952>.
- **OTSISÕNAD:** luminestsents, fosfor, fosforestsents | *luminescence, phosphor, phosphor safety, phosphorescence, luminescence explained.*

4. Geograafia ja geoloogia (12 tundi)

Geograafia ja geoloogia III kursusel ehitatakse anemomeeter ja modelleeritakse süsinikuringlust. Peamine osa III kursusest on pühendatud kaartide koostamisele. Proovitakse koostada kaarte siseruumidest, aga ka parkidest ja koolihoovist. Õpitakse, kuidas kaarti lugeda ja kuidas selle järgi orienteeruda.

PRAKTILISED TÖÖD

1. **Anemomeetri ehitamine (2 tundi):** räägitakse, mis on anemomeeter ja miks on vaja tuule kiirust mõõta. Ehitatakse kahe erineva juhendi järgi kaks anemomeetrit. Mõõdetakse tuule kiirust eri kohtades.
 - **TÖÖVAHENDID:** niit, lauatenisevallid, teip, papp, mall, plasttopsid, teritatud pliiatsid, joonlaud, joogikõrred, knopkad, puhur, klammerdaja.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Anemomeetri ehitamine (inglise keeles) – <http://www.metlink.org/wp-content/uploads/2013/10/anemometer.pdf>, <https://www.scientificamerican.com/article/bring-science-home-wind-speed/>.
 - Lihtne anemomeeter (inglise keeles) – http://www.metlink.org/wp-content/uploads/2013/06/wind-vane_new.pdf.
 - **OTSISÕNAD:** anemomeeter | *anemometer, build your own anemometer.*

- **KATSETA:** ehitage esmalt lihtne anemomeeter, mis sarnaneb tuulesokiga.
2. **Süsinikuringluse modelleerimine (2 tundi):** õpilased teavad, mis on süsinik ja kus seda leidub. Nad teavad, millises reservuaaris on süsinikku kõige rohkem ja millises kõige vähem. Räägitakse, kuidas kandub süsinik ühest reservuaarist teise.
- **TÖÖVAHENDID:** riis, topsid, kaal, marker, suured ja väikesed soonkinnisega kotid, karp (10 cm × 10 cm × 10 cm), väljaprintitud süsinikureservuaaride pildid, joonlaud.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Süsinikuringluse modelleerimine (inglise keeles) – <https://www.exploratorium.edu/snacks/follow-the-carbon>.
 - Süsinikuringluse pildid (inglise keeles) – <http://www.exploratorium.edu/sites/default/files/snacks/CarbonImages.pdf>.
 - Süsinikuringlus (eesti keeles) – <https://www.bioneer.ee/s%C3%BCsiniku-ringlus>.
 - Süsinikuringlus (inglise keeles) – <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle>.
 - Süsinikuringluse projekt (inglise keeles) – <https://west.madison.k12.wi.us/files/west/carboncycleproject.pdf>.
 - **OTSISÕNAD:** süsinikuringlus | *carbon cycle*.
 - **KATSETA:** peale süsinikuringluse modelleerimist lase õpilastel teha saadud teadmiste põhjal üks ülesanne viimasest õppematerjalist.
3. **Orienteerumine ja orienteerumiskaardi koostamine (8 tundi):** tehakse harjutusi viimasest õppematerjalist. Õpilased õpivad orienteeruma siseruumides ja väljas. Õpitakse orienteerumise leppemärke ja seda, kuidas koostada orienteerumiskaarti. Õpilased jagatakse rühmadesse ja nad joonistavad rühmaga orienteerumiskaardi. Hiljem kasutab seda kaarti mõni teine grupp orienteerumiseks. Antakse tagasisidet: kas kaart oli arusaadav, mida saaks paremini teha jne. Proovitakse koostada kaarte nii õpilastele tuttavate ruumide/maa-alade kohta, aga ka uute keskkondade kohta.
- **TÖÖVAHENDID:** paber, kirjutusvahend, värvilised pliiatsid/viltpliiatsid.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Kuidas koostada orienteerumiskaarti? (eesti keeles) – <https://www.estgis.ee/wp-content/uploads/2016/08/Marek-Karm-Orienteerumiskaardi-koostamine.pdf>.
 - Orienteerumiskaardi leppemärgid (eesti keeles) – https://www.orienteerumine.ee/orienteerumine/opime/O-kaardi_leppema%CC%88rgid_A4_20180518.pdf.
 - Legendileht (eesti keeles) – https://www.orienteerumine.ee/orienteerumine/opime/Legendileht_A4_2lk_20180518.pdf.
 - Orienteerumine: õpetajate ja treenerite koolitus (eesti keeles) – https://www.orienteerumine.ee/orienteerumine/opime/Orienteerumine_koolis.pdf.
 - **OTSISÕNAD:** orienteerumine, orienteerumiskaardi koostamine, orienteerumise leppemärgid | *orienteering, creating orienteering maps, orienteering map symbols*.



- **KATSETA:** koostage õpilastega orienteerumisvõistlus vanematele.

5. Bioloogia (12 tundi)

Bioloogia III kursusel määratakse õistaimi, valmistatakse minikasvuhoone ja eraldatakse banaani DNA. Kui mõni õpilane on käinud huviringis kõik kolm kursust, saab tema jaoks õistaimede katse siduda herbaariumi valmistamisega. Teise variandina saab juhendaja kasutada I kursusel valmistatud herbaariumi õppematerjalina. Minikasvuhoone on pikk katse, nagu II kursuse hallituse kasvataminegi, ja selle juurde saab mitme huvitundi jooksul tagasi tulla. III kursuse keerulisem katse on banaani DNA eraldamine. Selle mõistmine eeldab nii juhendajalt kui ka õpilastelt põhjalikumaid taustateadmisi.

PRAKTILISED TÖÖD

1. **Minikasvuhoone (4 tundi):** räägitakse sellest, et mis on seemned ja kuidas toimub taimede paljunemine. Õpilased ehitavad endale oma väikese kasvuhoone ja hakkavad selle tööd jälgima. Samal ajal võrreldakse tulemusi virtuaalse minikasvuhoone eksperimendi tulemustega.
 - **TÖÖVAHENDID:** (herne)seemned, 1 l soonkinnisega kotid, paberkäterätid, topsid, teip, käärid, joonlaud, papp, nõör.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Minikasvuhoone (inglise keeles) – <https://askabiologist.asu.edu/experiments/vpocketseeds>, https://askabiologist.asu.edu/sites/default/files/resources/activities/pocketseed_experiment/seed_packet_08.pdf, <https://youtu.be/n4Rdsnnl0Rg>.
 - **OTSISÕNAD:** *Pocket Seed Experiment.*
2. **Banaani DNA (4 tundi):** räägitakse, millest koosneb rakk ning mis ülesannet täidavad selles DNA ja RNA. Tehakse katse, mille käigus eraldatakse banaani DNA.
 - **TÖÖVAHENDID:** banaanid, kuum vesi, sool, nõudepesuvahend, soonkinnisega kotid, külm isopropüülalkohol, pikad puutikud, klaasid, kohvifiltrid.
 - **ÕPPEMATERJALID:**
 - Mis on DNA ja mida see teeb? (inglise keeles) – <https://youtu.be/zwibgNGe4aY>.
 - Banaani DNA (inglise keeles) – <https://askabiologist.asu.edu/activities/banana-dna>, https://askabiologist.asu.edu/sites/default/files/resources/activities/banana_dna/Extracting-DNA-from-Banana.pdf.
 - Maasika DNA (inglise keeles) – https://youtu.be/NCu7T_1_WLo.
 - **OTSISÕNAD:** rakk, DNA, RNA | *cell, DNA, RNA, banana DNA extraction.*
 - **KATSETA:** tehke sama katse maasikatega ning võrrelge protsessi ja tulemusi.
3. **Õistaimede määramine (4 tundi):** esmalt tutvutakse Eestis levinuimate õistaimedega. Selleks võib mängida mängu: juhendaja näitab õistaimest pilti ja õpilane, kes oskab esimesena taime



nimetada, saab punkti. Hiljem käiakse eri kohtades (linnakeskkond, loodus) õistaimi määramas. Pannakse kirja, millise tunnuse (lehed, õis, taime kõrgus jne) järgi taim ära tunti.

■ **TÖÖVAHENDID:**

■ **ÕPPEMATERJALID:**

- Taimede liigimääraja (eesti keeles) – <http://taimed.loodus.ee/>.

■ **OTSISÕNAD:** taimede määramine.

- **KATSETA:** korrake tegevust sama ala eri piirkondades. Võrrelge, kuidas erinevad taimeliigid näiteks metsaserval ja metsa sees. Arutlege, mis võis põhjustada erinevuse või selle puudumise.