

HUVIHARIDUSE NÄIDISÕPPEKAVA

INSENEERIA NOORTELE I

4.–6. klassile

Õppekava koostaja: Tarvo Metspalu, Tartu loodusmaja, Spark Makerlab

Sisukord

1. Õppekava lühitutvustus.....	2
2. Õppe eesmärgid	2
3. Õpiväljundid	3
4. Õppekavale sisenemiseks vajalikud eelteadmised.....	4
5. Õppe korraldus ja õppekava tundide jaotus	4
6. Tagasisidestamine	4
7. Ringijuhendaja profiili kirjeldus	4
8. Vajalikud töö- ja õppevahendid	5
9. Õppe sisu, metoodilised juhised ja teemade ajaline järgnevus	6
I kursus	6
II kursus	17
III kursus	29

Näidisõppekava on koostanud Euroopa Regionaalarengu Fondi TeaMe+ toetuse andmise tingimuste raames Tartu loodusmaja huvikool.

Õppekavale kohaldatakse järgmist Creative Commonsi Eesti litsentsi (versioon 3.0): autorile viitamine, jagamine samadel tingimustel.

1. Õppekava lühitutvustus

Käesolev inseneeria huviringi juhendajatele mõeldud näidisõppekava „Inseneeria noortele I“ sisaldab õppeprotsessi kirjeldust koos praktiliste ning metoodiliste juhistega inseneeria huviringi läbiviimiseks. Näidisõppekava on mõeldud olemasoleva inseneeria huviringi tegevuste rikastamiseks ja/või uue huviringi õppekava koostamiseks või kohandamiseks vastavalt huviringi õpilaste ja kooli soovidele ning vajadustele.

Õppekava koostamisel on lähtutud väljundipõhisest õppest. Näidisõppekavas on lõimitud erinevad teadussuunad (füüsika, materjaliteadus, inseneeria, matemaatika, informaatika, bioloogia ja keskkonnateadused). Rõhutatakse ka õpilaste tööriistade kasutamise ohutust ja praktilisi toimetulekuoskusi.

Õppekava teemad

- Kaasaegne tehnoloogia (CNC, 3D-printimine, värvvõrk jne)
- Elektroonika: lihtsad elektriskeemid (lambid, lülitid, patareid, harjarobotid)
- Loodusseadused inseneerias
- Joonestamine, modelleerimine ja simulatsioonid
- Toode ja globaalne majandus, toote elutsükkel
- Testimine ja arendamine
- Praktiline prototüüpimine
- Tootmismeetodid ja -vahendid, tööriistad ja tööstusmasinad
- Sõidukid – kombineerib mitu õppeteemat korraga

Valitud teemade järjestus ei ole range, vaid pigem soovituslik.

Õpilastel valmib õppekava raames mitu praktilist projekti, mille iga detail mõjutab projekti efektiivsust. Nii saavad nad ühe parameetri muutmisel uurida, kuidas muutub vastava toote efektiivsus (nt pudeliraketi puhul raketikoonusesse asetatava massi muutmine). Samuti puututakse õppekava jooksul kokku erinevate toodetega, mille puhul uuritakse, milliseid tootmismeetodeid on toote valmistamiseks kasutatud. Õpilastel tekivad küsimused, kuidas üks või teine toode reaalselt tema koju on jõudnud.

Õppekava on tihedalt seotud loodusõpetuse, füüsika, matemaatika, töö- ja tehnoloogiaõpetuse, kunsti ja majanduse õppeainetega. Antud inseneeriahariduslik õpe on mõeldud 4.–6. klassi õpilastele, kes on huvitatud, kuidas tööstused toimivad ning leidurid ja insenerid igapäevaselt töötavad.

2. Õppe-eesmärgid

Õppekava „Inseneeria noortele I“ õppe-eesmärgid:

- inseneeria valdkonna tutvustamine praktilise õppe kaudu;

- huvi tekitamine inseneeriaga seotud elukutsete vastu ja eelduste loomine edasiõppimiseks inseneeria valdkonnas;
- võimaldada õpilastel olla uudishimulik ja lasta tunda rõõmu uutest omandatud teadmistest ja oskustest;
- kõrgemate mõtlemisoskuste (analüüs, süntees, hindamine) ja käeliste tegevuste arendamine;
- iseseisvuse arendamine ja meeskonnatöö õppimine.

3. Õpiväljundid

I õppeaasta

Õpilane:

- tunneb ja oskab oma sõnadega selgitada inseneeria olulisemaid mõisteid;
- teab ohutustehnika põhimõtteid;
- mõistab vee- ja elektrienergia põhimõtteid;
- oskab teha koostööd, mõistab oma tegevuse tähtsust meeskonnatöös;
- mõistab toodete elütsükli ja oskab käituda keskkonnasäästlikult;
- oskab käsitseda lihtsamaid tööriistu, katsevahendeid.

II õppeaasta

Õpilane:

- on tutvunud erinevate inseneeria mõistete ja elukutsetega;
- tunneb veepuhasti põhimõtteid;
- teab ohutustehnika põhimõtteid;
- oskab püstitada hüpoteesi, viia läbi lihtsama katse, teha järeldusi;
- tunneb erinevaid energiatüüpe;
- on tutvunud elektoonika algteadmistega;
- teab mõisteid toode, tootmine, globaalne majandus;
- on tutvunud 3D-printimise põhimõtetega;
- mõistab meeskonnatöö olulisust, oskab võtta vastutust.

III õppeaasta

Õpilane:

- oskab loovalt läheneda erinevate materjalide kasutamisele;
- tunneb lihtsamate mehhanismide töötamise põhimõtteid;
- tunneb olulisemaid materjale ja nendega töötamiseks vajalikke tööriistu, oskab olulisi tööriistu käsitseda ning teab ohutusnõudeid;
- teab meeskonnatöö reegleid ja mõistab iga mängija rolli ja vastutust meeskonnas;
- mõistab simulatsioonimängude ja simulatsioonide tähtsust inseneerias;
- mõistab näiliselt keerukate elektroonikaseadeldiste tööpõhimõtteid;

- teab oluliste looduseaduste (heli, lained) kasutusvaldkondi inseneerias;
- on tutvunud Eesti palkade, maksude ja toote omahinna kujunemise süsteemidega;
- on tutvunud kaasaegsete tehnoloogiatega inseneerias.

4. Õppekavale sisenemiseks vajalikud eelteadmised

Õppekava „Inseneeria noortele I“ järgi saavad õppima asuda 4.–6. klassi õpilased, kellel on huvi inseneeria, leiutamise, tehnikamaailma vastu. 4. klassi õpilastelt oodatakse häid matemaatilisi oskusi ja loogilist mõtlemist. Õpilastel, kes alustavad huviringis 5. või 6. klassist, piisab huvist ringi temaatika vastu ja kooli matemaatika ning loodusõpetuse tundides omandatust. Õppekava teisele ja kolmandale kursusele saab lisanduda ka siis, kui eelmised kursused on läbimata, samas on kõigile kursusel alustanutele kohustuslik tööohutuse mooduli läbimine. Kuna õppekava praktilised tegevused on suunatud koostöö- ja meeskonnaoskuste arendamisele, toimub huviringis pidev vastastikune õpetamine, juhendamine, toetamine.

Õppekava rakendamisel saab arvestada õpilaste individuaalsete huvide ja eripäradega, valides kirjeldatud õppetegevuste hulgast õpilastele kõige sobivamad, vajadusel neid lihtsustades, kohandades või asendades.

5. Õppe korraldus ja õppekava tundide jaotus

Õppe maht on kolme õppeaasta vältel kokku 210 tundi, igal õppeaastal 70 akadeemilist tundi. Õpe toimub kord nädalas, kokku 2 akadeemilist tundi. Huviringi õppetundides on teooria ja praktika lõimitud, kasutatakse erinevaid õppetöö vorme ja meetodeid. Õppegrupi suurus on 10–20 õpilast.

6. Tagasisidestamine

Tagasisidestamine toimub jooksvalt praktiliste rühmatööde käigus, iga projekti järel ning teemat kokkuvõtvas tunniosas. Arutletakse, mis õnnestus või ei õnnestunud ja miks, mis oli antud praktilise töö või teema puhul raskemini arusaadav. Õpilastel palutakse analüüsida oma panust meeskonnatöösse, meeskonna üldisi koostööoskusi. Praktiliste tegevuste järel antakse tagasisidet nii töövõtetele, meeskonnatöö efektiivsusele kui arutletakse üheskoos ja antakse tagasiside valminud töödele. Õpilased saavad tehtud töid ja huvitavamaid katseid tutvustada kooli õpilaskonverentsil, teadusnädalal, loodusteatris vm.

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

7. Ringijuhendaja profiili kirjeldus

Huviringi juhendajaks sobib inimene, kel on valmisolek õpilastega tegelda ja oskus äratada huvi inseneeriamailma vastu. Juhendajalt, kellel on matemaatika-, füüsika-, robotika-, informaatika- või mõni muu tehnikaalane baasharidus, oodatakse pidevat huvi ja soovi end uuemate teadus- ja inseneeriamailma saavutustega kursis hoida.

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

Kui huviringi juhendajaks on kooli loodusainete-reaalteaduste (matemaatika-informaatika) õpetaja või loodusteadusliku taustaga noorsootöötaja, siis ei vaja antud teemade õpetamine eraldi väljaõpet. Eelneva tausta puudumisel on eeldatud, et huviringi juhendaja on valmis täiendõppeks (eeskätt uute erialaste teemade osas) ning võimalusel on soovitatav lisaks käesolevas õppekavas toodud lisamaterjalidega tutvumisele teha tihedat koostööd ning saada abistavat infot ka kohaliku kooli reaalteaduste aineõpetajatelt.

8. Vajalikud töö- ja õppevahendid

Näidisõppekava pakub õpilastele mitmeid käelisi tegevusi (katsed, vaatlused, meisterdamised jms), mis eeldavad teatavate töövahendite olemasolu. Vajalike töö- ja õppevahendite konkreetne loetelu ja soovitusel on lisatud iga teema metoodilise juhendi osana. Tegevuste juures on püütud lähtuda printsibist, et need oleksid läbiviidavad käepäraste lihtsate vahenditega või on võimalusel toodud alternatiivseid tegevusi, millest juhendaja valib sobivaima.

Levinuimad tööriistad: kuumaliimipüstolid ja hüdrogeel, käärid, kipsinoad, teip, paber, pliats, joogikõrred, grillvardad, elektroonika kaasamise puhul jootmisvahendid (viimaste puudumisel: <http://www.instructables.com/id/Build-a-Simple-Circuit-from-a-Pizza-Box-No-Solder/>).

9. Õppe sisu, metoodilised juhised ja teemade ajaline järgnevus

I kursus

1. Praktiline prototüüpimine (8 tundi)

Õppe alguses õpetatakse, mida tähendavad märksõnad inseneeria, inseneeria/inseneri meetoodika (analoog teaduslikule meetodile/metoodikale), leiutis, disain, prototüüp ja prototüüpimine. Tutvutakse inseneride erinevate liigitustega, võrreldakse neid leiduritega ning kummutatakse arusaam, et inseneeria on seotud vaid mehhatroonika ja seadmetega (IT-insener, keemiainsener, geeniinsener jne). Tuuakse näiteid probleemidest, mida on insenerid-leidurid lahendanud ning seletatakse proovimise ja läbikukkumise vajalikkust. Lisaks õpetatakse läbi praktika põhilisi tööriistu ja materjale kasutama, et oma ideid järgnevates tundides ellu viia. Tehakse läbi ohutuskoostitus, st räägitakse töökoha sisekorra eeskirjadest ja ohtustehnikast; kuidas tööriistu ohutult kasutada; milline on ohutu riietus (mitte rippuvad riietusesemed!); mida teha tulekahju ja teiste hädaolukordade puhul jne.

Praktilised tööd

- Sillainseneeria ehk esmane tööriistade käsitlemine: kasutades lihtsaid tööriistu nagu kuumaliimipüstol, käärid, kipsinuga, teip ja käepäraseid materjale (näiteks spagetid ja/või makulatuur), meisterdavad erinevad võistkonnad sillamudeleid ning võrdlevad erinevate disainide nõrkusi ja tugevusi. Võistlust saab pidada pikima ennast kandva silla peale ja ettemääratud pikkuse puhul kõige rohkem raskust kannatava silla peale. Kui õpilased tõmbavad esimest tüüpi väljakutse puhul näiteks teibi ühe laua servast teiseni ning tõestavad, et sild hoiab iseennast, võib seda käsitleda tõelise inseneri mõtteviisina, kuigi sild pole võimeline suuri raskusi kandma.
- Õpilased mõtleavad koduse tööna ühe probleemi, millele pakuvad ka lahenduse ning esitlevad seda teiste ees. Alternatiivina võivad õpilased otsida mõne leiutise ning esitleda teistele, miks ja kuidas antud leiutis kasutusse jõudis.

Töövahendid

Kuumaliimipüstolid, kipsinoad, teip, liim, spagetid, paberid ja lõikealused, külm vesi või hüdrogeel.

Õppematerjalid

- Ohutusjuhend poiste töö- ja tehnoloogiaõpetuse õpetajale (EST): http://www.syg.edu.ee/dokumendid/ohutusjuhendid/syg_ohutusjuhend_poiste_toopetus.pdf
- Ka insenerid ehitavad spagettidest sildasid (EST): <https://youtu.be/Z9OzphdpKDw>
- “Kuidas ehitada spagettidest silda?” – „Rakett69“ (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/saade/207683679>
- “Kuidas ehitada piiratud vahenditest vastupidavat silda?” – „Rakett69“ (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/vi-hooaeg/saade/162030999>

- Sillainseneeria (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=xN0poIrm0q8>
- Rippildade eelised (ENG): <https://www.scientificamerican.com/article/bring-science-home-suspension-bridge/>
- Sillaehitamismäng 1 (ENG): <https://www.coolmath-games.com/0-cargo-bridge>
- Sillaehitamismäng 2 (ENG): http://www.physicsgames.net/game/Bridge_Builder.html
- Sillainseneeria õppekava (ENG): https://www.teachengineering.org/curricularunits/view/cub_brid_curricularunit
- M. Maidla, J. Kübarsepp, A. Hamburg “Insener kui loovisik”: <http://www.sirp.ee/s1-artiklid/c21-teadus/insener-kui-loovisik/>
- Kes on insener? (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=owHF9iLyxic>
- Inseneeria meetodika (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=fxJWin195kU>

2. Loodusseadused inseneerias – vesi (8 tundi)

Seletatakse, milliseid loodusnähtusi ja -seadusi on ajalooliselt inseneerias kasutatud inimeste hüvanguks läbi tehnoloogia lühitutvustuste, videode, katsete ning võistluste, milles saavad õpilased ise kaasa lüüa. Praktiline kokkupuude igapäevaste nähtuste ja objektidega võimaldab luua aluse, mis paneb õpilasi küsitama, miks nende ümber olevad asjad toimivad nii nagu nad toimivad. Esimesel aastal keskendutakse selles teemas veele kui elu kõige tähtsamale ainele ning kuidas insenerid seda laialdaselt levinud ainet on ära kasutanud. Õpitakse, kuidas loodi maailma esimesed niisutussüsteemid, mida sai teha vesiratastega (pumbad, veskid, elektrigeneraatorid), kuidas vett tänapäeval ühest kohast teise liigutatakse (pumbad, kanalid, sifoonid) ning milliseid vee füüsikalisi omadusi saame enda igapäevaelus kasutada (jahuti, soojusmahuti, mikrolaineahi jne).

Praktilised tööd

- Sifooni võistlus: võistkondade eesmärgiks on saada võimalikult kiirelt laua peal olevast veeanumast vesi põrandal olevasse anumasse, ilma et nad laua peal olevat anumat liigutaksid. Kasutada on kõrred ja teip.
- Kartuli kuumutamise võistlus mikrolaineahjus: iga võistkond saab endale ühe kartuli, mis tuleb lõikuda sobilikeks tükkideks ning paigutada mikrolaineahju. Eesmärgiks on etteantud “küpsetus”aja jooksul saada kartul võimalikult kuumaks. Tuleb aru saada vee soojusmahtuvusest: selleks pannakse eelnevalt mikrolaineahju erineva veekogusega täidetud topsid ning võrreldakse nende temperatuuri sama “küpsetus”aja jooksul. Samuti võrreldakse, kas mikrolaineahi kuumutab vett igas mikrolaineahju piirkonnas sarnaselt ning kas mikrolaineahi kuumutab erinevaid aineid sarnaselt (kägardatud kuiv paber vs. kägardatud märg paber).
- Vesiratas: meisterdatakse ajalooliselt üks tähtsamaid seadeldisi, mida testitakse kraani all, aga võimalusel ka kohalikus voolavas veekogus. Teljeks saab kasutada grillvarrast ning rattaks ja labadeks olemasolevaid vahendeid. Kui kogu rühma peale ehitatakse

üks vesiratas, võiks selleks üles otsida vana jalgratta. Demonstreeritakse lineaarse liikumise muutmist rotatsiooniliseks liikumiseks.

- Paberpanni/veeõhupalli kuumutamine avatud leegi peal: pannakse tähele, kuidas vee soojusmahtuvus aitab paberil mitte põlema minna ning õhupallil mitte lõhkeda.
- Leidenfrosti efekti uurimine (valikuline): vett tilgutatakse kuumale pliidiplaadile ning jälgitakse, mis juhtub. Seletatakse, miks veetilgad üle pliidi liuglevad.
- Põlevad mullid märgade käte peal (teha vaid mõistlike ja julgete osalejatega, eelnevalt ise demonstreerides): eelnevalt elutute objektide peal katsetatud teooriat katsetatakse enda peal, mis kinnitab usku vee soojusmahtuvuslikesse omadustesse. Enne eksperimenti teeb katseisik käed pea küünarnukkideni märjaks. Seejärel tekitatakse seebivees butaangaasiga põlemisohtlikud gaasimullid, millest katseisik mõningad peopesadele võtab. Mullid süüdatakse ning katseisik viib koheselt käed kiire liigutusega laiali, saamata põletada.

Töövahendid

Tangid, butaangaas (igas ehitus- ja matkapoes), nõudepesuvahend, veeanumad, kõrred, plastiliin, teip, mikrolaineahi, topsid, termomeeter, kartulid, noad, pudelid, grillvardad, (pliidiraud).

Õppematerjalid

- Vee omadused: tihedus, soojusmahtuvus jne. (EST): <https://et.wikipedia.org/wiki/Vesi>
- Vee omadused: „Rakett69“ teadusteater – Arnold Rein Tatunts (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/v-hooaeg/saade/124033833>
- Vee transportimine (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/vi-hooaeg/saade/151116934>
- Sifooni põhimõtet kirjeldav video (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=CZmP0vsRBZ8>
- Vesirattaga pump (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=VmDyTAwDcSc>
- Puidust ise tehtud vesiratas (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=cX80N0KhfN8>
- Plastpudelist ja korgist ise tehtud vesiratas (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=yYq1n81spxM>
- Butaanimullide katse kirjeldus (otsingsõna “Butaanimullid”) (EST): <https://e-koolikott.ee/rest/uploadedFile/64/ETTFIII%2Bkogumik.pdf>
- Butaanimullid (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=FTLuO2b2DBg>

3. (Vee)sõidukid (12–14 tundi)

Uuritakse, kuidas veesõidukid vee peal või all püsivad läbi tehnoloogia lühitutvustuste, videode, katsete ning võistluste, milles saavad õpilased ise kaasa lüüa. Tutvustatakse tiheduse ja rõhu suurt olulisust veesõidukite loomisel. Demoeksperimendina võib valada läbipaistvasse anumasse erineva tihedusega vedelikke ning jälgida kihistumist. Arutletakse, miks sõidukid on just sellise kujuga nagu nad on, st mis on voolujoonelisus ning kuidas on see seotud elusloodusega (kalad). Teemas puututakse kokku erinevat tüüpi veesõidukite ehitamisega, mis liiguvad edasi erinevate “mootorite” abil. Teema kokkuvõttes võrreldakse iga “mootori” eeliseid ja puudusi.

Praktilised tööd

- Tiheduse leidmine (huvilisematele 4. klassi õpilastele): õpilastele selgitatakse, mida tähendab tihedus ning kuidas seda praktilisel moel leida. Kaalutakse erinevaid objekte ning mõõdetakse nende ruumala veega täidetud mõõteanumasse uputades. Jagamistehtega leitakse erinevate objektide tihedus ning võrreldakse seda vee omaga. Seega viiakse läbi teadusliku meetodi rakendus: hüpotees, eksperiment ning järeldus. Õpitakse, kuidas saab terase suurest tihedusest hoolimata just sellest materjalist hiiglaslikke laevu ehitada.
- Paadimudeli võistlus: meisterdatakse võistkonniti paadimudelid, kasutades eelnevaid teadmisi ning erinevaid käepäraseid võistkondade vahel võrdselt jagatud materjale (nt paber, teip, grillvardad, plastpudelikud). Võistluse lihtsaimaks eesmärgiks võib olla ettemääratud raskuste (nt pliiatsite) kandmine. Kelle alus kõige rohkem raskuseid kannab, on võitnud.
- Cartesiuse tuuker (vt õppematerjalid): liigutakse vee pealt vee alla, tutvustades õpilastele rõhu olemasolu ning kasutust allveelaevades ja sukeldumisvahendites läbi lihtsa katseseadeldise, mida saavad õpilased ise meisterdada. Heaks demovahendiks on lisaks veega ja paari õhumulliga täidetud (nõelata!) süstlad. Hoides sõrmega süstla otsast kinni ning tõmmates kolbi, tekitatakse süstla sisse alarõhk ning me näeme mullide suurenemist. Selle abil saab ka seletada liialt kiiresti sukeldudes veepinnale tõusmist. Kui Cartesiuse tuukrile lisada konks ning panna ka pudeli põhja “aare” ülespoole konksuga, saab katsevahendist teaduslik mänguasi.
- Pindpinevuse katsed: õpilased jagatakse gruppideks ning jagatakse igapähele veega kaetud taldrik, mille peale pannakse ühtlaselt näputäis pipart (ei segata!). Asetades nõudepesuvahendiga kaetud näpu taldriku peale, eemaldub pipar suure kiirusega. Värvikama katse jaoks võib kasutada piima ja toiduvärve. Tutvustatakse pindpinevuse olemasolu ning nõudepesuvahendi mõju selle lõhkumisele. Pärast seda pannakse veenumasse kirjaklambreid ulpima ning lõhutakse taaskord tasakaal pesuvahendi lisamisega. Tuuakse paralleele loodusega (liugurid) ja igapäevaga (seebimullid). Õpilased võivad tilgutada veetilkasid (ja seebiveetilkasid) erinevatele pindadele (paber, laud, teflonpann) ning jälgida märgumise erinevusi, ent nähtusest arusaamine nõuab rohkemaid eelteadmisi.

- Mootorita, katlata, purjedeta ja aerudeta paat ehk seebipaad: pindpinevuse teema jätkuks ehitatakse veinikorkidest või tugevamast paberist lihtsad ajutised veealused, mida saab liigutada nõudepesuvahendiga kaetud näpuga.
- Kummimootoriga paat (vt õppematerjalide videot): kasutades mahlapakki või plastpudelit, paari pulka, rahakummi ning lapikut juppi, meisterdatakse kummimootoriga paat. Täiustatakse paadi kuju ning jälgitakse, milline paat liigub kiiremini edasi.
- Veemootoriga paat (vt õppematerjalide videot): penoplastist alusele tehakse topsi jaoks süvend. Topsis sisse tehakse väike pilu kõrre jaoks, mille teine ots väljub paadi ahtrist otse vette. Täites topsi veega, hakkab vesi raskusjõu toimel ümbritsevasse veekogusse väljuma, lükates Newtoni III seaduse alusel paati edasi. Siinkohal võib õpilastele vastavat seadust ka eksperimentide kaudu lähemalt tutvustada (nt kaks õpilast ratastega toolidel lükkavad ennast teineteisest eemale).

Töövahendid

Kaal, mõõteanum, veeanum, kirjaklambrid, plastpudelid, kõrred, plastiliin, pipar (või piim ja toiduvärvid), nõudepesuvahend, teflonpann, tugevam paber/papp, (jäätise)pulgad ja (veini)korgid, (raha)kummid, topsid, penoplast (jäädid), noad.

Õppematerjalid

- Veesõidukite jõuallikad ja nõuandeid veesõidukite ehitamiseks (EST):
<http://tehnoloogia.real.edu.ee/wp-content/uploads/2011/12/Tehnoloogiap%C3%A4evad-25.-26.oktoober-2011.pdf>
- Tiheduse leidmine uputamise teel (ENG):
<http://www.middleschoolchemistry.com/lessonplans/chapter3/lesson2>
- Cartesiuse tuukri mäng plastpipeti, plastiliini ja traadiga (EST):
<http://opik.fyysika.ee/index.php/exp/display/570/8045>
- Cartesiuse tuuker kõrte ja plastiliiniga (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=5Su1JcqhV9s>
- Vee pindpinevus, pipar veeltaldrikul ja seebipaad (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=qz9hkWhZfRM>
- Vee jõul töötav paat (ENG): <https://youtu.be/qncATegYpeM?t=301>
- Kummimootoriga paat (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=C9IRZ4QYXg8>
(lusikate asemel võib kasutada suvalist tugevamat materjalist riskülikut)
- Kummimootoriga paat 2 (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=nPg7Ivcm32g>

4. Toodete elutsükkel (idee-tootmine-jaotus-müük-jäätmed) (10 tundi)

Selleks, et aru saada, kust poes leitavad tooted tulevad ning mis neist pärast tarbimist saab, tutvustatakse õpilastele toodete elutsükli (idee-plaan-disain-prototüübid-testtoode-materjalide hankimine-tootmine-transport ja jaotamine-müük-kasutamine-jäätmekäitlus) ning vastutustundliku tootmiseetika aluseid (*cradle-to-grave* e hällist hauani, ideaalis *cradle-to-cradle* e hällist hällini tootetsükli planeerimise lähenemisi). Hällist hauani lähenemine käsitleb toote elutsükli ideest kuni jäätmeteni, hällist hällini lähenemine jäätmete (osalist) taaskasutamist järgmise toote loomisel. Kokkuvõtlikult kategoriseeritakse loodussäästlikku tootmiselähenemist ringmajandusena.

Teema teeb väikese pausi peaausjalikult käelisele tegevusele keskenduvasse õppekavasse, selgitades etteplaneerimise tähtsust kogu tootmisprotsessis: mida varasemas tootmisprotsessis vead välja praagitakse, seda vähem kahju tekitatakse ning seda suuremat kasumit teenitakse. Õpilastele tutvustatakse paari toote varal nende tootetsükleid, mida seejärel omavahel võrreldakse (leitakse ühiselt puudujäägid ja eelised). Seejärel külastatakse mõnda kohalikku tootmisettevõtet, kus otsitakse vastuseid tootmiselähenemisele puudutavatele küsimustele.

Praktilised tööd

- Paari näidistootetsükli võrdlus: arutletakse grupiviisiliselt iga etapi positiivseid ja negatiivseid külgesid ning pakutakse, mida saaks paremini teha. Näiteks tuuakse nii toidutööstust, seadmetööstust kui ka IT-ettevõtet.
- Kohaliku tootmisettevõtte/-ettevõtete külastus, millele eelneb ettevalmistatud küsimuste kirjanek ning järgneb lühikese kokkuvõtte kirjutamine.
- Tootmisettevõttes/-ettevõtetes nähtud, kuulnud, ülespildistatud ja kirjapandud märkmete arutelu ning võrdlus varasemalt uuritud näidistootetsüklitega.

Töövahendid

Internet, paber ja pastakas/pliiats.

Õppematerjalid

- Toote elutsükkel (EST): <http://www.maailmakool.ee/toote-elutsukkel/>
- *Cradle-to-cradle* (ENG): https://www.youtube.com/watch?v=QMsF1P-_vWc ja <https://www.youtube.com/watch?v=fP8PRA-OajU> ja <https://www.youtube.com/watch?v=IoRjz8iTVoo>
- "Rohelise turunduse võimalused" (EST): <https://www.bioneer.ee/roheline-turunduse-v%C3%B5imalused>
- Ettevõtete ressursitõhusus (EST): https://www.envir.ee/sites/default/files/1_ivo_krustok_sissejuhatus_0.pdf
- Ringmajandus (EST): <https://et.wikipedia.org/wiki/Ringmajandus>

5. Tootmismeetodid ja -vahendid (6 tundi)

Õpetatakse igapäevaselt kasutatavaid tootmisvahendeid praktiliste toodete kaudu (vt õppematerjale). Räägitakse tootevalmimisprotsessidest enne (käsitöö, orjandus, hobused, vesirattad jne) ja pärast tööstusrevolutsiooni (aurumootorid, masstootmine, tekstiilitööstus, Fordi konveier, automaatsed robotid jne). Tuuakse paralleelse hiljuti külastatud tootmisettevõttega.

Praktilised tööd

- Piparkoogivorm: tutvustatakse, mida tähendab stants ja stantsimine ning kus seda kasutatakse. Stants on seade (leht)materjali vormimiseks, mis töötab löögiga ja võib sisaldada järgmisi operatsioone: kontuuri väljalõikamine, augulöömine, kraadilöömine, mahalõikamine, painutamine. Tootmisvahendi näitlikustamiseks meisterdatakse oma isiklik piparkoogistants/-vorm.
- Koduse toote analüüs: iga õpilane võtab kodus ette ühe toote ning uurib vanemate abiga, kus ja kuidas vastav toode valmistatud on. Toode võetakse ringi kaasa ning kirjapandud uurimus/märkmed kantakse teistele ette.

Töövahendid

Alumiiniumteip, käärid, teip.

Õppematerjalid

- Otsingsõnad “stants” ja “stantsimine” annavad näiteid erinevatest ettevõtetest, kes seda tehnoloogiat kasutavad ning iseloomustab samuti nende kasutatavate materjalide ampluaa ulatust.
- Kuidas seda valmistatakse? (ENG): https://www.youtube.com/channel/UCSDPBdFC_g3UHFwB0JAKIMA/videos
- Ford T tootmisliin (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=S4KrIMZpwCY>
- Isetehtud piparkoogivorm (ENG): <http://www.wikihow.com/Make-Cookie-Cutters-from-Regular-Aluminum-Foil>

6. Elektroonika (8 tundi)

Tänapäeva maailm ei suuda elektrita toime tulla. Teemas tutvustatakse, mis on elekter ning kuidas see meie kodudesse, seadmetesse ja akudesse jõuab. Kuna algkoolis pole õpilastel veel füüsikaga kokkupuudet olnud, jääb elektri seletus peaaesjalikult praktilisele tasemele ning abstraktne arusaam (sh. voldi, ampri, oomi ja vati mõisted) tekib hilisemates klassides. Vooluringi, voolu suuna, vahelduv- ja alalisvoolu, staatilise elektri ning jada- ja rööpühenduste seletuseks kasutatakse nii eksperimente (õhupalli ja kammi ning paberijuppidega, mikromootor-generaatoriga ja LED-tulukestega ning elektrofoori ja Leideni purgiga - vabatahtlikud särtsusaajad jadamisi ja rööbiti jne), videosid kui ka esimesi lihtsaid projekte, mille käigus õpivad õpilased ka jootma. Läbitakse vastav ohutuskoolitus.

Praktilised tööd

- Jootmise ABC (nõue: korralik ventilatsioon): õpilastele antakse 2–4 peale vananenud või utiliseeritud elektroonikaplaadid (raadiotest, arvutitest jm. elektroonikaseadmetest), jootmisvahendid ning kaitsevahendid. Juhendaja juhatusel proovivad nad plaatide pealt elektroonikat lahti joota ning tagasi joota. Tutvutakse erinevate elektroonikakomponentidega ning nende vajalikkusega elektroonikas.
- Esimesed vooluringid: omavahel ühendatakse jadamisi patarei ja LED-lamp ning hiljem lisatakse lüliti. Jootmisvahendite puudumisel võib ühendusi teha ka alumiiniumteibiga. Õpitakse lugema lihtsaid elektroonikaskeeme, mis sisaldavad patareisid, lampe ja lüliteid, aru saama voolu poolustest ja suunatusest ning selle tähtsusest komponentide ühendamisel. Katsetatakse keerukamaid skeeme (rohkem LED-lampe, rohkem lüliteid), tehakse kirjalikke eeldusi ja järeldusi (kas lamp läheb põlema, milliseid lüliteid on vaja vajutada, et lamp/lambid põleksid, kas üks lamp põleb eredamalt või tuhmimalt kui teine või võrdselt).

Töövahendid

Elektroonikaplaadid, tinasukad, alumiiniumteip, elektriiku teip, (3 V või 2 x 1,5 V (2 x AA või 2 x AAA)) patareid (ja patareikarbid), juhtmed, LED-tulukesed, lülitid (või kirjaklambrid), jootekolvid, jootetina, jootevedelik/kampol (männivaik), jootekolbi puhastusnuustikud, kaitseprillid ja kaitsekindad, jootmisalused (võimalusel n-õ [kolmandad käed/käpad](#)), hüdrogeel või külm vesi.

Õppematerjalid

- Jootmine – üldiselt (EST): <https://et.wikipedia.org/wiki/Jootmine>
- Jootmine – slaidiesitlus (EST): <http://heidisild.weebly.com/uploads/6/0/9/2/6092105/jootmine.pdf>
- Jootmisvahendite puudumisel (ENG): <http://www.instructables.com/id/Build-a-Simple-Circuit-from-a-Pizza-Box-No-Solder/>
- Elektroonika alused (EST): <http://tehnolooming.ee/kursused/vaata/elektroonika-alused>
- Elektrooniku tööriistad (EST): <http://tehnolooming.ee/kursused/vaata/elektrooniku-tooriistad>
- Jada- ja rööpühendus (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=js7Q-r7G9ug>
- Elektroonika ABC + komponentide liigitus (ENG): <http://www.instructables.com/id/Basic-Electronics/>
- Katseid staatilise elektriga: <https://www.youtube.com/watch?v=ViZNgU-Yt-Y>

7. Testimine ja arendamine (10 tundi)

Ükski korralik toode ei jõua turule ilma põhjalike testideta nii simulatsioonide kui ka praktiliste korduvkatsetusteta. Tuletatakse meelde eelnevalt meisterdatud ja igapäevaseid esemeid, millele pakutakse mooduseid, kuidas neid testida saaks. Tehakse lihtsaid katseid, nt rahakummide venitamise (võimalusel leitakse ka keskmine pikkus, mille juures kumm katkeb), erinevast materjalist karpide/torude (või muude identsete kujude/esemete) kaalumise ja vastupidavuse testimisega. Õpitakse joonistama ja lugema graafikuid. Seletatakse materjalide ja toote kuju valiku tähtsust: peaasjalikult kaal vs. tugevus. Võistkonniti luuakse toode või struktuur, mis vajab eelnevat ettenägelikkust, testimist, läbikukkumist, arendamist ja uuesti testimist.

Praktilised tööd

- Testimismeetodite leidmine: grupiviisiliselt võetakse ette erinevad igapäevased esemed ning mõeldakse, kuidas neid testida saaks. Seejärel esitletakse mõtteid ka teistele.
- Rahakummide katkemise test: grupp jaotatakse 2- kuni 4-liikmelisteks uurimisrühmadeks ning neile jaotatakse grupiti erinevat tüüpi venivaid (raha)kumme, käärid, joonlaud, mõõdulint, tops, raskused (nt seibid/poldid/mündid) ja vajalikud vahendid kummi otste kinnitamiseks. Valmistatakse ette 3 kuni 5 ühepikkust kummijuppi. Kummi üks ots kinnitatakse laua serva külge ja teise otsa kinnitatakse tops (nt sõlm ümber konksu, mille otsas ripub tops). Topsi raskusi lisades venitatakse kummi ning märgitakse üles kummi pikkus iga raskuse lisamise puhul. Ohutuse tagamiseks võib ka kasutada kaitseprille. Katsetuste lõpus joonistatakse välja graafik raskus vs. venimispikkus ja leitakse võimalusel ka kummide keskmine katkemispikkus ning tehakse võrdlusi erinevate kummitüüpide põhjal. Alternatiivina (mõistlike laste puhul) võib valmistada ragulka ning võrrelda, kuidas rahakummide lisamine koostöös tõmbekaugusega mõjutab teele saadetud raskuse lennuteed (vajab ka suuremat ruumi).
- Paber kui struktuurielement: kasutades paberit, luuakse tugeva (papp)aluse alla tugistruktuur, mis hoiaks nt ühte seljakotti üleval. Paberit saab voltida prismadeks, silindriteks, risttahukateks või sik-sakilisteks struktuurideks. Õpilased võib jaotada kujundite järgi rühmadeks ning iga grupp üritab leida minimaalse arvu paberilehti, mis kulub seljakoti kandmiseks paberist tehtud struktuuri peal.
- Torniinseneria: tuletatakse meelde sildade ehitust ning kombineeritakse eelneva praktilise töö teadmised, et ehitada võistkonniti piiratud materjalidest (spagetid, kõrred, grillvardad ja/või paberid (makulatuur)) võimalikult kõrge ja tugev torn. Ehitamiseks antakse 2 tundi ning kõrgeima koha saab esialgu ka kõrgeim torn. Järgmisel korral segatakse omavahel võistkonnad ja tornid ning testitakse tornide vastupidavust jõududele kõikides suundades. Iga võistkond võib ühe tugiposti (spageti/paberisilindri vms) haaval konkurendi torni katki lõigata. Kelle torn viimasena püsti jääb, on ehitanud kõige tugevama torni.

Töövahendid

Erinevat tüüpi venivaid (raha)kummid, käärid, joonlaud, mõõdulint, paber, teip, tugev (papp)alus, raskused (nt seljakott), makulatuur, kõrred, grillvardad, redel, lõiketangid.

Õppematerjalid

- Testimise käigus müügil eemaldatud toodete näited (EST):
<https://www.bioneer.ee/kingad-nukk-ja-k%C3%B5rvar%C3%B5ngad-ohutuse-testist-1%C3%A4bi-ei-saanud>
- Aktiivselt uuendatav Euroopa nimekiri ohtlikest toodetest (ENG):
https://ec.europa.eu/consumers/consumers_safety/safety_products/rapex/alerts/?event=main.listNotifications
- Katsed rahakummidega (ENG): <https://www.essentiallearningproducts.com/rubber-band-science-john-cowens>
- Maavärinakindel torn (ENG): <https://www.scientificamerican.com/article/bring-science-home-earthquake-proof-engineering/>
- “Kuidas ehitada lainepapist torni, mis kannaks inimest?” – „Rakett69“ (EST):
<http://rakett69.ee/internetisaated/v-hooaeg/saade/124596959>
- “Kui palju raskust kannatab kontoripaber?” – „Rakett69“ (EST):
<http://rakett69.ee/internetisaated/iii-hooaeg/saade/61244625>

8. Kaasaegne tehnoloogia – 3D-printimine (4 tundi)

3D-printimine on palju kõmu kogunud kaasaegne tehnoloogia, mille juured ulatuvad tegelikult 1980-ndatesse. Tutvustatakse erinevaid 3D-printeri tüüpe ja võimalikke printitavaid materjale (plast, metall, betoon, šokolaad, rakud) ning meetodit, kuidas 3D-mudelist saab printerile arusaadav fail, st mille alusel 3D-printer objekti loob. Tutvustakse seadmete ajalugu, võimalusi ning piiranguid toodete valmistamisel. Tuuakse võrdlusi CNC freesi, tavaliste printerite, plasma- ja laserlõikuriga. Lisaks teoreetilisele poolele ja näidisvideodele imiteeritakse tüüpilise n-ö “nuudli” printeri tööd, st luuakse kiht-kihi haaval 3D-objekt. 3D-printeri olemasolul on õpilastel võimalik ka päriselt 3D-objekti valmistamisprotsessi praktiliselt jälgida ning erinevaid mudeleid printimiseks välja pakkuda.

Praktilised tööd

- 3D-printimise imiteerimine: õpilastele jagatakse lihtsad objektid, mille jäljendi nad peavad kuumaliimpüstoliga või paberist/(laine)papist välja lõigatud kihtidega kiht-kihi haaval kasvatama. Objektideks võivad olla kuubikud, kerad, prismad või keerukamad kujundid. 3D-pliiaatsite olemasolul võib ka neid kasutada.

Töövahendid

Kuumaliimpüstolid (või 3D-pliiaatsid), (paksem) paber, (laine)papp, käärid, noad, lõikealused, liim.

Õppematerjalid

- 3D-printimine ja erinevad printimismeetodid (EST): https://et.wikipedia.org/wiki/Kolmem%C3%B5%C3%B5tmeline_printer
- 3D-printimise algtõed (EST): <https://www.youtube.com/watch?v=KEIkcS8rzFY>
- 3D-printimise teooria ABC (ENG): <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide#05-materials>
- 3D-printimise erinevad tehnoloogiad ja ABC (ENG): <http://www.instructables.com/id/3D-Printing-Basics/>
- 3D-prinditud Pokemonide video: <https://www.youtube.com/watch?v=z-5IVfEEBhY>
- 3D-printimise ABC koolidele: <http://www.makerlab.ee/tootoad/noortele/#3D>
- 3D-pliiatsid: <https://www.3dpartner.eu/3d-pliiats>

9. Joonestamine, modelleerimine ja simulatsioonid (2–4 tundi)

Mehhaanika- ja elektriinseneri igapäevatöö üks suurimaid osasid on joonestamine, (3D-) modelleerimine ja virtuaalsete simulatsioonide läbiviimine. Ajalooliselt joonestati seadmete joonised ikka pliiatsi, paberi ja joonlaua abil ning aegade jooksul on insenerid omavahel kokku leppinud jooniste reeglites. Õpilastele tutvustatakse, mida tähendab kolmvaade, mis on joonise ja joonistuse vahe, kuidas joonistele mõõtmeid kanda ning teisi jooniseid lugeda.

Praktilised tööd

- Kolmvaate joonistamine – õpilastele jagatakse lihtsad ruumilised kujundid, millest tuleb teha eestvaade, külgvaade (vastavalt koolkonnale kas vasak- või parem külj) ning pealtvaade. Eelnevalt on kujundi küljed juhendajaga kokku lepitud või juba kujundile märgitud. Kujunditeks võivad olla (trapetspõhjade või -külgedega) risttahukad, silindrid, prismad, majamudelid jne. Õpitakse vastavaid vaateid joonisele paigutama ning mõõtmeid peale kandma, teisisõnu tehnilist joonist vormindama. Õppes kasutatakse vaid lineaarmõõtmeid, jättes välja tolerantside, raadiuste, istude ja muude edasijõudnutele mõeldud mõõtude märkimised.

Töövahendid

Pliiats, paber, joonlaud.

Õppematerjalid

- Joonestamine tudengitele ehk põhjalik joonestamise juhend edasijõudnutele (EST): poolma.ee/joonestamine/imgs/Joonestamine.pdf

II kursus

1. Praktiline prototüüpimine (8 tundi)

Kui esimesel aastal keskendutakse peaaesjalikult tootmisele suunatud inseneeriale, siis teist aastat alustatakse üldisema inseneeriaga: veevärgi ja reoveepuhastusega. Õpilastele antakse sellega seoses probleemülesanne, millele nad peavad nii teoreetiliselt kui ka praktiliselt lahendusi leidma.

Selleks esitletakse igapäevast saastevett, millesse lisatakse ühiselt komponenthaaval köögikeemiat, äravisatud (rasvaseid) toidujääke, WC-paberit jm. saasteinet ning arutletakse, mida iga komponent veele võib põhjustada. Seletatakse, mis protsesse kasutatakse veepuhastusjaamades kraanivee puhastamiseks. Tuuakse paralleelse suuremahuliste veesaastustega, prügi kogunemisega veekogude ääres ning õlileketega veekogudel. Näidatakse erinevaid insenertehnilisi lahendusi, millega probleemi lahendada proovitakse.

Väljakuks võetakse ette tagasihoidlikumal ja ohutumal kujul saastunud vesi, mis sisaldab kohvi- või kakaopuru, äädikat, mulda või liiva, WC-paberi jääke, puuviljajääke, toiduõli, pipart, soola või suhkurt, karvasid või sulgesid, putru ja võid (segu saab teha vastavalt olemasolevatele vahenditele).

Praktilised tööd

- Vee saastamine: grupiviisiliselt lisatakse vette saasteaineid ja prahti, mis võivad sinna ühel või teisel moel sattuda. Arutletakse saaste mõju üle loodusele ning pakutakse võimalusi, kuidas saastet ja prahti vähendada.
- Saastunud vee puhastamine: grupiti (3–5 liiget) otsitakse juhendi abil lahendusi, kuidas saastevett puhastada ning kuidas luua käepärastest vahenditest parim võimalik filter. Filtri efektiivsust hindab pärast juhendaja maitsetesti kaudu. Filtrid võib ka ühendada jadamisi, mille alusel töötavad erinevad grupid parima võimaliku filtri loomisel ühiselt. Lisaülesandena võib pakkuda sulgede võimalikult efektiivset puhastamist, imiteerides õlireostuse ohvriks langenud linnu päästmist (NB! Pesuvahendi lisamine saastatud vette saastab vett veelgi enam.)
- Filtridisain: leitakse kodus ökonoomseid viise, kuidas praktikas prototüübitud filtrit võimalikult kompaktselt ehitada (taaskasutus, materjalide valik, suurus) ja loodussõbralikult levitada ning esitletakse ideid ka teistele. Pärast võib tuua näiteid arengumaade puhta vee probleemidest ning erinevatest kaasagsetest filtreerimissüsteemidest, mida sealmail levitatakse ja kasutatakse.

Töövahendid

Saastunud veega anum (köögikeemia, kohvi- või kakaopuru, äädikas, muld või liiv, vetsupaber, puuviljad, toiduõli, pipar, sool/suhkur, karvad või suled, puder ja või), topsid ja lusikad, plastpudelid, kätepaber, sammal, kohvifiltrid, vatt ja/või käsna, aktiivsüsi

(söetabletid), nõudepesuvahend, sõelad või marli, liiv ja/või kruus, võimalusel pH lakmuspaberid, veekeedukann, käärid, teip.

Õppematerjalid

- Saastame ühiselt vett! (ENG):
https://www3.epa.gov/safewater/kids/activity_grades_4-8_nonpoint_pollution.htm
- Kuidas töötab Ülemiste veepuhastusjaam? (u. 8 min video) (EST):
<https://www.youtube.com/watch?v=p0pqDEBMvKI>
- Veepuhastusteamalised ülesanded (EST):
http://www.teaduskool.ut.ee/sites/default/files/teaduskool/ainevoistlused/opi_2013_14_ylesanded_vastused_roheline.pdf
- Õlisaastuse puhastamise väljakutse (ENG):
<http://stemactivitiesforkids.com/2016/04/22/earth-day-stem-challenge/>
- Saastunud vee puhastamise väljakutse (ENG):
<https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/water-filtration-challenge/>

2. Loodusseadused inseneerias – energia (12 tundi)

Kineetiline ja potentsiaalne energia on pidevalt kõikjal meie ümber ning on insenerile asendamatuks “töövahenditeks”. Õpilastele tutvustatakse kineetilise, potentsiaalse, soojus- ja elektrienergia mõisteid, nende seotust ning ühest energialiigist teise muundumist, tuuakse vastavaid näiteid. Räägitakse näiteks kiikumisest, rattaga künklikul maal sõitmisest, (hüdro)elektrijaamadest, tuulegeneraatoritest, liiva- ja veekelladest ning vedrude-kummide abil töötavatest seadmetest (kellad, hiirelõksud, analoognäidikud, lennukimudelid jne).

Praktilised tööd

- Kaldteelt alla veerevad purgid (rattad/silindrid): õpilastele jaotatakse purgid, seibid/mutrid ning teip. Kaldteel, millelt purke alla hakatakse veeretama, on alati üks kindlaksmääratud stardijoon, millele asetatakse purgi külge. Esimese ülesandena mõõdetakse kaldtee pikkus ning asetatakse kaldtee stardi poole madalaim kõrgendus. Purk veeretatakse kaldteelt alla ning mõõdetakse aeg, mis kulub alla finišisse jõudmiseks. Kaldtee nurka suurendatakse ning protsess kordub. Saadud tulemused pannakse kirja ja koostatakse graafik. Küsides õpilastelt, kas tulemused oleksid samad, kui katsed korraldada põrandal või laua peal, peaks neile selgeks tegema, et potentsiaalse energia puhul loeb vaid kõrguste vahe. Sarnasel moel toimub jalgrattasõit künklikul maastikul, kus me ei ole teadlikud absoluutsest kõrgusest merepinnast, küll aga saame aru erineva tõusu-/langusnurgaga künkastest. Teise väljakutsena paigutatakse purgi kaanele, põhja või keskele (sisse) nt mutritest-seibidest raskusi. Õpilaste eesmärgiks on leida parim võimalik asetus, mille abil purgid mööda kaldteed kõige kiiremini alla veerevad. Väljakutse aitab õppida arusaama, et veeremisel mängib lisaks potentsiaalsele energiale rolli ka rataste kaalupaigutus. Lisaks õpivad õpilased väljakutsega eesmärgi suunas optimeerimist.

Tuukse paralleel jalgratta ratastega (mis siis, kui jalgrattal oleks raskus ebaühtlaselt jaotunud?). Võimalusel saab vastavat katset õues järgi proovida.

- Kuulirajad (vt õppematerjalid): käepärastest materjalidest ehitatakse rajad, millel pannakse kuulid allamäge veerema. Gruppide (2–4 liiget) eesmärgiks on ehitada ettemääratud pikkusega ja stardialusega rada, millele asetatud kuul kõige kiiremini tagasi veereks. Tulemust võrreldakse sirge rajaga, mille mõlemas otsas on väike kalle. Kuuliradasid lastakse ehitada 2 tundi ning täiustada järgmisel korral, mil neid testitakse. Tulemusi võrreldakse grupiviisiliselt, tehakse järeldusi.
- Matemaatiline pendel ja kell: alustatakse lakke kinnitatud raskuse potentsiaalse energia eksperimendiga (klassikaline “Kas sa usud füüsikasse?” katse – vt õppematerjalid), mida iga õpilane saab enda peal proovida. Seletatakse energiakadusid, võnkeperioodi ja -sageduse mõisteid ning kasutust kellades. Seejärel jagatakse gruppidele (2–3 liiget) nõõrid/niidid, erinevad raskused ning joonlaud/mõõdulint. Korraldatakse matemaatilise pendli võnkumissageduse leidmise katse. Üks rühmeliikmetest hoiab pendli ülemist otsa kinni, teine paneb võnkuma ning kolmas mõõdab, kui kaua kestab 10 täisvõnget. Muudetakse pendli pikkust (teatud pikkuste kaupa), otsas olevat raskust ning korratakse katset. Leitakse võnkeperioodi ja -sageduse sõltuvus pendli pikkusest. Räägitakse Foucault’ pendlist ja kummutatakse lameda maa teooria.
- Pallid ja potentsiaalne energia: alustatakse ühe palli põrgatamisega, demonstreeritakse otseselt potentsiaalse ja kineetilise energia vaheldumist ning energia kadumist. Seejärel saavad õpilased mitu palli teineteise peale panna (suurim all ja väiksem peal) ning need vastu maad põrgatada (vajab palju laeruumi!). Nähakse potentsiaalse energia edasikandumist kõige väiksemale pallile. Sama katset saab korrata maas (Newtoni hälli analoogia erineva massiga kuulidega). Saab täheldada kineetilise energia omadust, et mida väiksem on keha mass, seda suurem ka kiirus.
- Õhupallikahur: lõigates topsilt põhja maha ning pingutades sinna (lahtilõigatud) õhupalli, saavad õpilased meisterdada õhupallikahuri, kus õhupalli pingutamise pikkus suurendab potentsiaalset energiat. Tehakse järeldusi erinevat tüüpi kuulide kineetilise energia ning aerodünaamilisuse (ehk õhutakistuse mõju) kohta. Alternatiivina võib ehitada ka rahakummide ja grillvarrastest katapuldi või vibu.
- Kus näeme energiat?: õpilased otsivad kodutööna 10 erinevat nähtust, kus nad panevad tähele ühe energiatüübi teiseks muut(u)mist. Toimub aktiivne arutelu.

Töövahendid

Suured tugevad alused (ning kõrgenduseks midagi madalat, nt kasvõi raamatud), purgid, seibid/mutrid, kuumaliimipüstolid, papiribad, teip, (marmor/klaas/teras)kuulid, nõõr/niit, suvaline raskus, kaal, joonlauad/mõõdulindid, stopperid (telefonis), pliiatsid/pastakad ja paberid, papp, kummi-/korv-/jalg-/tennise- ja pingpongipallid, õhupallid, papptopsid.

Õppematerjalid

- Energia ja toidust saadava energia võrdlus (EST): <http://miksike.ee/docs/elehed/4klass/5energia/elutuba/energia/5energiat.htm>
- Potentsiaalse energia näidisküsimused (EST): <http://www.miksike.ee/docs/elehed/7klass/7kytused/7-7-12-2.htm>
- Energia seletus lastele (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=8qmSzMwTkpk>
- Potentsiaalse ja kineetilise energia katsed (ENG): <https://www.dcmp.org/guides/TID7457.pdf>
- Allaveerevad purgid ja raskuste jaotus (ENG): <https://www.exploratorium.edu/snacks/downhill-race>
- Allaveerevad kuulid sirgel ja kurvilisel rajal (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=QL6HkOukxLA>
- Kuulirada (ENG): <https://www.exploratorium.edu/snacks/over-the-hill>
- Erineva kujuga kuulirajad (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=GJujClGYJQ>
- Erineva kujuga kuulirajad 2 (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=DCMQRPQS9T4>
- “Kas sa usud füüsikasse?” (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=7FfKaIgArJ8>
- Matemaatiline pendel: <http://opik.fyysika.ee/index.php/book/section/1330>
- Foucault’ pendel (ENG): <https://www.wired.com/2014/05/wuwt-foucaults-pendulum/>
- Rahakummidest vibu (ENG): <http://www.instructables.com/id/No-Glue-Bow-and-Arrow/>
- Lihtne katapult (ENG): <http://www.instructables.com/id/Pyramid-Catapult/>
- Veel katapulte (ENG): <http://www.instructables.com/id/Mini-Siege-Engines/>
- Korgilennutaja (ENG): <http://www.instructables.com/id/Cork-Shooter/>

3. (Maa)sõidukid (8 tundi)

Potentsiaalse energia teooria põhjal liigutakse edasi inseneeriapraktikasse. Meisterdades erinevat tüüpi sõidukeid, tutvuvad õpilased võimalustega, kuidas muuta potentsiaalset energiat kineetiliseks energiaks. Täpsemad valmistamisõpetused õppematerjalides.

Praktilised tööd

- Gravitatsiooniauto: suurtest papitükkidest lõigatakse mitmekümne sentimeetrise läbimõõduga rattad (abiks niidi-pastakaga loodud sirkel), mis ühendatakse omavahel võimalikult väikese läbimõõduga teljega (nt rulli keeratud paber). Ümber telje keritakse niit, mille lõpus on väike, aga suure tihedusega raskus. Lastes raskusel rippuda, hakkab raskusjõud telje pealt niiti maha kerima, pannes kahe rattalise sõiduki

liikuma. Alternatiivina võib sarnase sõiduki teha ka neljarattalise, hoides pöörlemistelge endiselt mõnekümne sentimeetri kõrgusel maapinnast, ent viies niidirullide abil pöörlemise üle allpool asuvale teljele. Muutes raskuse suurst ning katsetades erinevate läbimõõtudega telgesid, võib täheldada kiirenduse, kiiruse ja maksimaalselt läbitava vahemaa muutusi.

- Niidirullirallija: läbi niidirulli pannakse üks rahakumm, mis kinnitatakse ajutiselt ühelt poolt hambaorgi/pliiatsi hõõrdejõu abil. Teisel pool pannakse pliiats läbi rahakummi aasa ning "keeratakse kummimootor üles". Asetades niidirullirallija maha ning lastes sõiduki lahti, hakkab rahakumm ennast lahti keerama ning liigub edasi. Võib proovida mitut rahakummi korraga, võimalusel erineva läbimõõduga niidirulle ning erinevaid pöörde arve, mille alusel võib täheldada kiirenduse, kiiruse ja maksimaalselt läbitava vahemaa muutusi.
- Hiirelõksuauto: õpetatakse, kuidas hiirelõksud toimivad ning kuidas neid vinnastatakse. Lihtsate vahendite abil kasutatakse ära hiirelõksu vedru potentsiaalset energiat ning muundatakse see sõiduki kujul kineetiliseks energiaks. Muutes rataste pidavust (nt ümbritsedes vedavad rattad kuuma liimiga), nõõri jõuõla pikkust ning rataste suurst, võib täheldada kiirenduse, kiiruse ja maksimaalselt läbitava vahemaa muutusi.
- Hõljuk: tutvutakse amfiibsõidukitega ning meisterdatakse lihtne hõljuki mudel CD-plaadi ja õhupalli abil. Viimase suudme võib otse CD-plaadi keskse ava ümber liimida. Samuti võib õhupalli suudme ja CD ava vahele panna pudelikorgi vm takistuse, millesse torgatakse paar ava, et õhupallist õhk liialt kiirelt ei väljuks. Muutes õhupalli suurst (täituvust), laiendades CD-plaadi ulatust (nt liimides eelnevalt CD-plaadi peale laia paberi/papi) ning õhupalli tühjenemise kiirust (vahejupi näol), võib täheldada pinna kohal hõljumise aja, kõrguse ning sõiduki liigutatavuse muutusi.
- Õhkauto: papi, kõrte, grillvarraste ning pudelikorkide abil ehitatakse lihtne automudel, mille peale teibitakse õhupall. Õhupall puhutakse täis ning lastakse lahti. Täiustades õhkauto mudelit, leitakse parim lahendus, kuidas auto sirgemalt sõitma saada.
- Purjega auto: eelnevalt valmistatud õhkautole pannakse peale grillvarraste ning paberi abil ehitatud puri. Suunates selle poole auto peale kinnitatud õhupallist tuleva õhuvoolu, ei liigu auto mitte kuhugi. Seletatakse üldkujul Newtoni III seadust ning näidatakse tahvlil, mis õhuvooluga juhtub. Muutes purje kuju, on võimalik sõiduk isegi liikuma saada. Eksperiment tõestab, et purjesse puhudes ei ole võimalik edasi liikuda.

Töövahendid

Kuumaliimipüstolid, papp, paber, niit/nõõr, raskus (ideaalis tina vm metall), niidirullid, rahakummid, pliiatsid, hiirelõksud, jäätisepulgad, grillvardad, CD-plaadid, noad, kaablisidemed, lõiketangid, seibid, teip, õhupallid, pudelikorgid, naasklid/knopkad, kõrred.

Õppematerjalid

- Potentsiaalse energia auto – „Rakett69“ (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/iii-hooaeg/saade/62485040>
- Gravitatsiooniauto lihtsaim variant (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=laTDJk79H00>
- Neljarattaline gravitatsiooniauto (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=voeP5TEp6ps>
- Niidirullirallija (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=k8yZwrEaXiw>
- Isetehtud hiirelõks (ENG): <http://www.instructables.com/id/Craft-Stick-Mouse-Trap/>
- Hiirelõksuauto 1 (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=mVNFxIEMWvw>
- Hiirelõksuauto 2: <http://www.makerlab.ee/tootoad/noortele/#auto>
- Hõljuk (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=UJlZr2YclD0> (kork aitab asetada õhupalli oma kohale ning paar väikest ava aitavad reguleerida õhu väljumiskiirust)
- Õhkautod (ehk õhupalliautod) (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=K8hu5Y-9AZ8>
- Purjeauto – „Rakett69“ (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/v-hooaeg/saade/119972789>
- Lihtne purjega auto (ENG): <http://www.instructables.com/id/Simple-Sail-Car/>
- Purjega õhkauto ehk enda purjesse puhumine (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=gKzWrumXS7E>

4. Tootmismeetodid ja -vahendid (8 tundi)

Tutvutakse lähemalt pneumaatika ja hüdraulikaga, mille abil toimivad nii suured kombainid, kaevurid, tõstukid, puurid, vasarad kui ka tööstusliinide tõstukid ja robotid. Tehakse eksperimente süstaldega kui pneumaatiliste-hüdrauliliste silindrite ja “pumpadega”.

Praktilised tööd

- Hüdraulika ja pneumaatika algtõed: õpilastele jagatakse erineva mahuga süstlaid ja sobilik voolik. Viimase abil ühendatakse omavahel kaks süstalt, mille ühe kolb on minimaalses ja teine maksimaalses asendis. Liigutades ühe süstla kolbi, jälgitakse näidikult, kui palju liigub teise süstla kolb. Tulemused pannakse kirja, tehakse võrdlused ja järeldused (millisel juhul kasutatakse peenemaid ja mis juhul suurema läbimõõduga silindreid). Samuti uuritakse, kui palju annab õhku süstlas kokku suruda. Õhk asendatakse veega ning pneumaatilisest seadmest saab hüdrauliline seadeldis. Pannakse tähele, et süstlad liiguvad samal määral nagu enne, ent reageerimisaeg on õhu puudumise tõttu kiirem. Proovitakse süstaldes olevat vett kokku suruda ning tehakse võrdlusi hüdraulika ja pneumaatika vahel.

- Hüdrauliline kraana/tõstuk: õpitud teadmised hüdraulika kohta pannakse hüdraulilise tõstuki või kraana mudeli ehitamisel proovile. Võib ehitada üksi või kahe peale.
- Külaskäik (võimalusel) tööstusesse või kaevanduskarjääri: külastuse eel valmistavad õpilased ette hüdraulika ja pneumaatika alaseid küsimusi. Ekskursiooni eesmärgiks on tähele panna pneumaatilisi ja hüdraulilisi seadmeid ning nende rakendusi, teha üleskirjutusi. Ekskursiooni lõpus toimub arutelu ja kokkuvõte.

Töövahendid

Kuumaliimpüstolid, erinevate suurustega süstlad, sobiliku läbimõõduga pneumaatika-/hüdraulika voolik (hädapärast joogikõrred), veeanumad, pliatsid/pastakad ja paberid, kõrred, teip, grillvardad, jäätisepulgad, traat, lõiketangid, naasklid.

Õppematerjalid

- Pneumaatika ja hüdraulika alused (EST):
http://www2.hariduskeskus.ee/opiobjektid/pneumaatika_ja_hudraulika_alused/?KURSE_TEEMAD:Sissejuhatus
- Pneumaatika sissejuhatus (EST): <http://www.tthk.ee/Kodu/Brindfeldt/index.html>
- Pneumaatika ja hüdraulika katsed süstaldega (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=BFYkCz1q-b0>
- Kuidas hüdraulika ja pneumaatika töötavad? Vol 2 (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=YlmRa-9zDF8>
- Kuidas hüdraulika ja pneumaatika töötavad? Vol 2 (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=-ZFR73WYqkk>
- Süstaldega meisterdatavad lihtsad hüdraulilised seadmed (ENG):
<http://www.instructables.com/id/Easy-Hydraulic-Machines/>
- Süstaldega meisterdatav lihtne hüdraulilise kraana mudel (ENG):
<http://www.instructables.com/id/Simple-Pneumatic-Machine/>
- Kuidas teha hüdr. tõstuki mudelit? (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=Eh0kyhEa8g8>
- Hüdraulilise tõstuki mudel süstaldega:
<https://www.youtube.com/watch?v=IQWNRxYHOIE>

5. Elektroonika (10 tundi)

Alguses tuletatakse meelde viimati elektri kohta õpitud mõisteid ja teadmisi. Kui need puuduvad või on mitterahuldavad, korratakse eelmise aasta teemasid. Jätkatakse staatilise elektri eksperimentidega, tutvustades esimest kondensaatorit (patarei analoogi) ning Benjamin Franklini staatilise elektri kella, mille abil ta ennustas äikesetormi. Teises osas tutvutakse elektrigeneraatorite ja mootorite omavahelise seosega.

Praktilised tööd

- Leydeni purk/pudel: õpilastele jaotatakse pudel, kork, polt, alumiiniumteip või foolium ja teip. Iga õpilane meisterdab endale kondensaatori, mida saab laadida õhupalliga juukseid või kampsunit sasides ning seejärel Leydeni purgi polti või külge puutudes (st antakse laengut edasi). Tuuakse paralleele akude, patareide ja kondensaatoritega ning võrreldakse erinevaid energiasalvestusmeetodeid. Patareide ja kondensaatorite vahet saab kirjeldada ämbrite ja veega (kiire vs. aeglane täitmise-tühjendamine).
- Franklini staatilise elektri kell: meenutatakse, kuidas tekib äike ning meisterdatakse seadeldis, mille abil võib äikesetorme ette ennustada. Kaks omavahel isoleeritud purki asetatakse lähestikku ning nende vahele pannakse niidi otsa rippuma kirjaklamber. Sarnasel moel Leydeni purgiga antakse ühele purgile laeng ning pannakse kirjaklamber kahe purgi vahel põrkuma. Kui üks purk saab laengu õues kogunevatest laengukandjatest ning teine maast, siis piisava potentsiaali korral hakkab kell sarnasel moel tööle.
- Elektrigeneraatorid: tuletatakse meelde, millisel moel saavad inimesed elektrienergiat (st kuidas seda genereeritakse/toodetakse). Praktilise töötoa eel korratakse ka jootmisoskusi (NB! Tähtis on hea ventilatsioon).
Meisterdatakse vändaga töötav elektrigeneraator (vt õppematerjalid), mille otsa pannakse elektri tuvastamiseks LED-tuluke. Võrdluseks võib mikromootori otsa monteerida ka vesiratta ning panna kraani all ratta keerlema. Töötoaga tekib otsene kokkupuude elektri tootmisega ning parem arusaam elektri jaamade tööst (ja vaevast generaator käima saada). Teoreetiliselt aitab LED-i külge kondensaatori jootmine ühtlustada lambi põlemisaega ja -eredust, ent see sobib vaid edasijõudnud õpilastele.
- Mootorid ja elektriskeemid: olles mikromootorit kasutanud esmalt generaatorina, kasutatakse nüüd patareidest tulevat energiat, et mootor tööle panna. Kui eelnevalt pidid õpilased omajagu väntama, et LED-tulukest tööle panna, tekib neil loodetavasti parem arusaam, kui palju energiat on tegelikult patareidesse pandud. Korratakse skeemide lugemise oskust. Grupiviisiliselt proovitakse järgi erinevaid elektriskeeme: rööbiti ja jadamisi mootorid ning LED-id vaheldumisi. Võrreldakse LED-tulukeste eredust ja mootorite pöörlemiskiirust (telje külge on pandud väike teibitükk, mis seda ilmestab).
Tutvustatakse takistuse mõistet ja vajalikkust. Skeemi lisatakse potentsiomeeter, mis võimaldab elektrimootori kiirust muuta (ja parimal juhul ka komponente läbi põletada).

Töövahendid

Pudelid ja korgid, alumiiniumteip või foolium ja teip, naasklid või puur, poldid, sool, õhupallid, alumiiniumpurgid, niit, kirjaklamber, elektrimootorid, potentsiomeetrid (muudetavad takistid), (3 V või 2 x 1,5 V (2 x AA või 2 x AAA)) patareid (ja patareikarbid), juhtmed, LED-tulukesed, lülitid, traat, rahakummid, tugev papp, jootekolvid, jootetina, jootevedelik/kampol (männivaik), jootekolbi puhastusnuustikud, kaitseprillid (ja

kaitsekindad), jootmisalused (võimalusel n-ö [kolmandad käed/käpad](#)), hüdrogeel või külm vesi.

Õppematerjalid

- Jootmisvahendite puudumisel (ENG): <http://www.instructables.com/id/Build-a-Simple-Circuit-from-a-Pizza-Box-No-Solder/>
- Leydeni purk (EST): https://et.wikipedia.org/wiki/Leydeni_purk
- Atmosfäärielektri uurimise algus (ENG): http://ael.physic.ut.ee/tammet/edu/atmos_elekter/vorm1.htm
- Katseid staatilise elektriga (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=ViZNgU-Yt-Y>
- Isetehtud Leydeni purk (ENG): <http://www.wikihow.com/Make-a-Leyden-Jar>
- Staatilise elektrit kell (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=mG10SG40XnA>
- Kuidas staatilise elektrit kell töötab? (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=fEqudsyIWzk>
- Isetehtud elektrigeneraator (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=osZ49tzKmks> (markerite katkilõikamise asemel võib kasutada tihedalt rulli keeratud paberit ning CD-de asemel tugevast papist kettaid)

6. Toode ja globaalne majandus (6 tundi)

Kuidas kujuneb toote hind? Kellele läheb raha, kui toote toorained saadakse kohalikult turult? Globaalne. Mida üldse nimetatakse turuks? Mis on aus kaubandus? Miks on ökokaubad üldiselt kallimad? Mis on sihtgrupp ning miks on see toote müügil tähtis? Kuidas leitakse tootele sobilikud kliendid? Kuidas korraldada tootealast küsitlust? Mis on statistika ning milleks seda vaja on? Nendele küsimustele otsitakse ühiselt näidete abil vastuseid. Lisaks tuletatakse meelde ringmajanduse alustalasid ning arutletakse toodete vajalikkuse ja keskkonnamõju üle.

Praktilised tööd

- Tootmiskomitee: õpilastele esitletakse leiutiste ideesid, mida soovitakse tootmisse panna. Õpilased leiavad ühiselt konkreetsete toodete valmistamise positiivseid ja negatiivseid külgi.
- Tooteküsitlus: õpilased koostavad koos juhendajaga küsitluse ühe etteantud igapäevaeseme kohta ning usutlevad kodutööna vähemalt kümnet inimest. Pärast pannakse saadud andmed kokku ning tehakse järeldused ja kokkuvõte. Küsimustikud sisaldavad inimeste igapäevaharjumusi kaardistavad küsimusi (nt kui tihti kasutad nõudepesukäsna, kui tihti neid välja vahetad, mida sa neid poes ostes kõige enam jälgid) kui ka abstraktsemaid küsimusi (nt kui palju oleksid nõus maksma nõude mittepeseamise eest, kas maksaksid rohkem nõudepesumasina eest, mis sorteeriks nõud ise ära).

Töövahendid

Pliiats/pastakas ja paber, internet.

Õppematerjalid

- Ringmajandus (EST): <https://et.wikipedia.org/wiki/Ringmajandus>
- Mis on FairTrade ehk aus/õiglane tootmine? (EST): <http://www.fairtrade.ee/ulevaade>
- Hinnakujundus (EST): <https://rahafoorum.ee/hinnastamise-strateegiad-e-tootoa-naitel/>
- Hinna kujunemine (EST):
http://www.miksike.ee/documents/main/referaadid/hinna_kujunemine.htm
- Turu segmenteerimine ja turunduskanalid (EST): <https://www.looveesti.ee/arenda-ettevotet/turundus/>

7. Testimine ja arendamine (8 tundi)

Räägitakse toodete arenemist ja arendamisest auto näitel, keskendudes turvavarustusele. Praktilise väljakutsena lastakse õpilastel luua turvaline auto ning kuukulgur, mis jätaks pärast kokkupõrget reisija (muna) ellu. Võistluste tingimustes saab olla palju variatsioone (sh kaalu- ja suuruseliimit, enne testimist andmete alusel arvutamine ja hüpoteesi püstitamine jne). Tuuakse võrdlusi, kuidas ühe valdkonna või avastuse teadmisi viiakse teise toote arendusse edasi. Kodutööna uurivad õpilased ühe toote arengu ajalugu, et aduda toodete pideva arengu protsesse.

Praktilised tööd

- Auto turvavarustus: õpilased saavad 3- kuni 4-liikmelise grupi peale automudeli, mille peale peavad mahutama reisija (muna). Õpilased saavad korduvalt oma autot testida (ilma munata). Lõpliku testi puhul lastakse auto mööda kaldteed alla otse vastu seinu. Muna peab jääma terveks. Võrreldakse teiste gruppide disaini ja tehakse järeldusi. Näidatakse päriselt läbiviidavaid autode kokkupõrgete teste.
- Muna kaitsekapsel ehk kuukulgur: õpilased saavad sama ülesande, mis enne, ent nüüd peab muna võimalikult kõrgelt (trepikoja kõrgeimast astmelt, katuselt või redeli otsast) alla kukkudes terveks jääma. See näitab õpilastele, et sama ülesande, aga teiste algtingimuste korral, tuleb teisiti mõelda. Tuuakse paralleel kuukulgurite maandumisega ning autode kraana otsast kukutamise ja kokkupõrgete testide tegemiseks.
- Tooteajalugu: õpilastele antakse kodutööks välja uurida ühe toote arenguajalugu. Tehakse lühike kirjalik kokkuvõte, mida esitletakse ka teistele.

Töövahendid

Ettevalmistatud automudelid, kaldtee, käärid, paber, teip, munad ja munakarbid, kilekotid, niit ja nõör, topsid, makulatuur, kõrred, grillvardad (redel).

Õppematerjalid

- “Kuidas ohutult rõdult pokaali alla kukutada?” – „Rakett69“ (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/saade/209717548>
- Munaauto võistlus (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=xYI5Y8bMbCY>
- Munaauto tööleht (ENG): <http://home.d47.org/jdrozt/files/2012/08/EggCrashProject.pdf>
- Munakulguri kukutamise võistlus (ENG): <http://buggyandbuddy.com/stem-kids-egg-drop-project/>
- Munakulguri kukutamise võistlus (ENG): <http://buggyandbuddy.com/egg-drop-challenge-and-free-planning-printable-science-invitation-saturday/>
- Munakulguri võiduidee (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=nsnyl8llfH4>
- 10 erinevat munakulguri ideed (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=fv7LW0MjII>

8. Joonestamine, modelleerimine ja simulatsioonid (6–8 tundi)

Tänapäeva digimaailm on täidetud 3D-objektide, -filmide ja -mängudega. Selleks, et hakata selles maailmas orienteeruma, tutvustatakse õpilastele mitme osana 3D modelleerimise aluseid ning antakse neile eesmärgiks luua 3D-objekt. Meeldetuletusena võidakse teha loodud 3D-objektist mõõtmetega tehniline joonis. Teema käigus seletatakse 3D- (ja reaalsete) mudelite vajalikkust enne tootmisprotsessi alustamist.

Praktilised tööd

- 3D-maailmaga tutvumine: ühiselt õpitakse tegema kuupi, risttahukat, kera, prisma, püramiidi, avasid, kurvilisi kujundeid jne. Õpitakse kasutama Tinkercadi tööriistasid, kaameranurkade ja värvide muutmist jne.
- Võtmehoidja/koogivorm: õpilased loovad kodutööna ühe võtmehoidja(tegelase) või koogivormi, esitlevad seda teistele ning räägivad, kuidas nad 3D-mudeli valmis tegid.

Töövahendid

Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>) ja arvutiklass.

Õppematerjalid

- Tinkercadi ABC (EST): <http://www.metshein.com/unit/3d-printimine-esimene-disain-tinkercad-ulesanded-1-4/>
- Tinkercadi ABC (ENG): <https://www.tinkercad.com/learn/>.

9. Kaasaegne tehnoloogia - 3D-printimine (2–4 tundi)

Meenutatakse ja võetakse kokku seniseid teadmisi 3D-printimise kohta. Kasutades olemasolevat tasuta tarkvara, viiakse eelnevalt valminud mudel juhendaja abiga 3D-printerile sobivale kujule. 3D-printeri puudumisel võib ühendust võtta mõne Eesti 2.0 projekti järel 3D-printerit omava kooliga (<http://www.eesti2.ee/projektid/3dprinterid/koolid-kes-said-printerid>) või SPARK Makerlabiga Tartus (www.makerlab.ee). Alternatiivselt, kui Tinkercadiga loodi koogivorm, võib selle kujundi pealtvaate tavalise printeriga välja lasta ning käepäraste (ja juba tuntud) vahenditega imiteerida. 3D-objekti korral võib proovida objekti imiteerida saviga.

Praktilised tööd

- 3D-mudeli ettevalmistamine 3D-printimiseks.

Töövahendid

Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>) ja arvutiklass, võimalusel 3D-printer või foolium ja teip või savi ja plastilin (ning voolimisvahendid).

Õppematerjalid

Tinkercadiga piparkoogivormi loomine (EST):

<https://www.youtube.com/watch?v=OJkXpz44fQw&feature=youtu.be>

III kursus

III õppeaasta (6. klass)

Praktiline prototüüpimine (14 tundi)

Õppekava kolmandal aastal hakatakse järk-järgult keskenduma õpilaste iseseisvale loogilisele mõtlemisele ja loovusele. Võimalusel vähendatakse juhendaja otseseid juhiseid, tema roll on pigem olla teadmiste pagas, suunaja ja vihjete andja.

Praktilise prototüüpimise käigus tutvustatakse, kust on võimalik leida erinevaid materjale oma projektide tarvis ning kuidas materjale mõistlikult kasutada. Lihtsate loovusülesannetega utsitatakse noori iseseisvamalt mõtlema, mis on heaks sissejuhatuseks lihtsate mehhanismide tutvustusse.

Praktilised tööd

- Materjalijaht ja loovus – igale õpilastegrupile (u 1-3 õpilast) jagatakse mõni igapäevane objekt (nt pudel, mahlapak, pastakas, pinal, märkmik, kampsun, käärid, arvutihiir, suss, koolikott, tool, raadio, projektoripult, jalgratas) ja palutakse välja mõelda erinevaid rakendusi peale objekti põhifunktsiooni või kus/kuidas seda veel ära kasutada annaks. Samuti võib mõelda, kuidas antud objekti täiendada. Näiteks saab kääridest teha ka prillid või kui aasade vahele panna kummid, saame poolautomaatsed käärid. Mahlapakist saab teha pliitsihoidja või paadimudeli. Pliitsiga saab teha paberisse auke või selle abil raskemaid asju liigutada (rull-laager). Raadiost saab teha üle õla kantava kott-karbi või ehetelaeka. Antud ülesande puhul võib eeldada, et paljudel tekib raskusi muude rakenduste leidmisega, mistõttu laiendatakse objektide valikut ja püstitatakse uus ülesanne. Ühe laua peale on kogutud objektid, mis on ette nähtud äraviskamiseks või on saadud taaskasutuskeskusest (valikut võib mõistagi laiendada). Iga grupp saab ülesandeks luua mudel (nt auto, jalgratas, maja, tuletorn, sülearvuti vms) kasutades ainult laual olevaid objekte ja käepäraseid tööriistasid. Igal mudelil peavad olema esindatud tähtsad funktsioonid (nt autol peavad olema keerlevad rattad ja avanevad ukсед, kapotikaas; sülearvutil peab olema läbipaistev ekraan ning vetruv tühik; jalgrattal peab olema keerutatav esikahvel, pöörlevad rattad ja pedaalid). Niimoodi omab mudel ka poolfunktsionaalset eesmärki ja seab õpilastele suurema väljakutse. Iga grupp tutvustab teistele oma mudelit. Mudeli loomiseks kasutatud materjalid võiks ka loomise käigus eraldi paberilehele kirja panna, et pärast grupiviisiliselt võrrelda, mida kasutati. Pärast mudelite loomist korraldatakse esialgset ülesannet uute objektidega ning vaadatakse, kas õpilased leiavad igapäevastele objektidele loovamaid rakendusi. Antud ülesande võib jätta ka koduseks tööks.
- Lihtsad mehhanismid ja Archimedese kruvi – tutvutakse kuue lihtsaima mehhanismiga/"masinaga", mida inimkond on kasutanud lausa aastatuhandeid: (jõu)õlad, ratas ja telg, tali, kaldpind, kiil ja kruvi. Defineeritakse lihtsaima

mehhanismi mõiste ning iga mehhanismi puhul räägitakse selle ajaloost ja kuidas need vähendavad inimese poolt rakendatavat vaeva. Õpilased pakuvad iga mehhanismi jaoks välja võimalikult palju erinevaid rakendusi. Lisategevusi võib leida õppematerjalidest.

Kruvi, kui näiliselt lihtsaimatest mehhanismidest kõige uuem “leiutis”, ulatub rohkem kui 2000 aasta tagusesse aega. Õpilased taasloovad ajalooliselt ühe kasutatavaima rakenduse: Archimedese kruvi (kuigi ta pole selle otsene leiutaja), millega transporditi vett. Loodud mudeliga saab näidata nt hommikuhelveste transportimist madalast kausist üles ning tuua paralleelsele nii hakklihamasinaga kui ka tööstuse kruvikonveieritega.

- Ülekanded ja hammasrattad – liigutakse lihtsate mehhanismide juurest n-ö kaasaegsemate mehhanismide juurde, tutvustades erinevaid ülekandeliike, nende eeliseid, puuduseid ja kasutuskohti. Eriline rõhk pannakse ühe liikumissuuna, -kiiruse ja viisi muutmisele, sh. näidatakse, kuidas saada ringliikumisest sirgjooneline edasi-tagasi liikumine (ehk kolvid, aurumootorid, sisepõlemismootorid) jne. Õpitakse, mida tähendab ülekandearv (vedava hammasratta hammaste arv jagatud veetava hammasratta hammaste arvuga) ning kuidas see rakendub igapäevaelulise näite – jalgratta – peal. Loetakse üle hammasrataste hammaste arvud ning leitakse ülekandearv erinevate kombinatsioonide korral. Näidisülesandena saab küsida “Kuidas erinevad omavahel ülekandearvud, kui sõidame üles esimese käiguga (ees ja taga “1.” hammasratas) ning viimase käiguga (nt ees “3.” ja taga “7.” hammasratas)? Kumma käiguga on parem mäest üles sõita ning miks?” Antud ülesanne ühendab omavahel õpilaste igapäevase kogemuse ning laialt kasutatava insenertehnilise parameetri.
- Plokkide süsteem ja vintsid – lisaks hammasratastele õpitakse kasutama praktilist seadeldist, millega tutvuti juba lihtsaimate mehhanismide juures: polüspast ehk liitplokk ehk tali (vajab tugevat lage või treppi, kuhu süsteem riputada). Varieerides plokkide arvu on õpilastel võimalik teineteist üles tõsta ning jälgida rakendatava jõu ja köie poolt läbitava teepikkuse muutusi (vt videot õppematerjalides). Arutletakse tali kasutusvaldkondade ning piirangute üle. Samuti tutvutakse vintsiga ning selle erinevusega talist.
- Teeme ise pantograafi ehk vanima koopiamasina! – jõu ülekandetegurite juurest liigutakse pantograafi meisterdamise najal edasi suurendusteguri juurde (PS. pantograafiks nimetatakse ka nt elektrirongide ja trammide katustel asetsevat vedrustatud mehhanismi). Tuuakse võrdlus hammasrataste ja taliga: kui võidetakse jõus, siis kaotatakse teepikkuses. Täpselt sama põhimõte toimib ka pantograafi puhul, mis on omavahel kavalalt kokku asetatud jõuõlgade süsteem. Sõltuvalt kopeeriva otsa ja markeri/pastaka asukohast saadakse kopeeritavast kujutisest kas suurendatud või vähendatud koopia.
- Kombinatsioonilukud – ülekanded ei pea olema alati liikumist abistavad. Tutvutakse võrdlemisi lihtsa, ent väga efektiivse lukusüsteemiga: kombinatsioonilukuga. Sõltuvalt

õpilaste käelisest osavusest valmistab kas igaüks endale kombinatsioonilukuga toru või grupi peale kombinatsioonilukuga seifi. Kui keegi jõuab väga kiiresti valmis, võib ta veel meisterdada “plahvatusliku mündikarbi”, mis kujutab endast mehaanilise ülekandega lõksu või Archimedese rööpad (vt õppematerjalide viimased videod).

- Valikuline: teemaploki puhul on võimalik õpilastele jätta mitmeid erinevaid koduseid ülesandeid. Näiteks leida kodust mõni ese, mis kasutab mõnda mehaanilist ülekannet ja seda tutvustada või leida mõnele esemele veel uusi/alternatiivseid rakendusi jne.

Töövahendid

Kuumaliimipüstolid, paber, käärid, noad, joonlauad, pliiatsid-pastakad-vildikad, teibid, puhtad jäätmed (plastpudelid, vetsupaberitorud, karbid, topsid, muud pakendid (sh. korgid, kommikarpide alused), vana elektroonika, rattad, kõrred, tokid jne), helbed, plokid (võimalik soetada ehituspoest, ca 2–10 €/tükk, aga leidub ka uhkemaid ja kallimaid) ja tugev köis, soovi korral kiigelaud, nupuga knopkad või naelad, puidust joonlauad või muud analoogse suurusega papp-/puulipid pantograafi jaoks, vetsu-/majapidamispaperi või pakkekile (tugevamast papist) rullid, kumm (nt kummipael või jalgratta siserehv).

Õppematerjalid

- Brightoni prügimaja (EST): <https://ragnsells.ee/kuukiri/ponevat-lugemist-inglise-ulikool-ehitas-prugist-moderne-maja/>
- “Lahedad nipid ja vinged ideed: miks ja kuidas taaskasutada rõivaid?” (EST): <http://noortehaal.delfi.ee/news/ilujamood/lahedad-nipid-ja-vinged-ideed-miks-ja-kuidas-taaskasutada-roivaid?id=76027865>
- Kuus lihtsaimat mehhanismi (ENG): https://en.wikipedia.org/wiki/Simple_machine, http://gated.jason.org/digital_library/15772.aspx ja <https://www.youtube.com/watch?v=UtfVZtuyuHU>
- Lihtsaimate mehhanismide tegevusi (v.a. palvetamine) (ENG):
 - <https://hubpages.com/education/lever-and-screw-simple-machines-lesson-plan>
 - <https://hubpages.com/education/Inventions-and-Simple-machines-Inclined-Planes-Wedges-and-Physics>
 - <https://hubpages.com/education/wheels-and-axles-lesson-plan-in-simple-machines-unit>
 - <https://hubpages.com/education/gears-and-pulleys-simple-machines-lesson-plan>
- Archimedese kruvi ehk tigukonveier (EST): https://et.wikipedia.org/wiki/Archimedese_kruvi

- Archimedese kruvi meisterdamise õpetus (pudeli eelis on tema läbipaistvus) (ENG): http://ymiclassroom.com/wp-content/uploads/2013/09/7wondersbabylon_act3.pdf
- Archimedese kruvi trivia ja ülesanne (ENG): http://www.primaryscience.ie/media/pdfs/col/engineers_ireland_design_and_make_a_water_pump.pdf
- Põhilised ülekanded (al lk 29) (EST): <http://etselts.ee/wp-content/uploads/2016/08/Tehnika%C3%B5petus-I.pdf>
- Masinad ja mehhanismid (animeeritult) ning põnevad näited (EST & ENG): <https://sisu.ut.ee/mehaanika/h%C3%B5%C3%B5rdumine-ja-h%C3%B5%C3%B5rdej%C3%B5ud>
- Hammasrataste dokumentaal (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=N6kIICBG24o>
- Jalgrattakäikude seletus koos ülekandearvudega (ENG): <https://www.yellowjersey.co.uk/bike-gears-explained/>
- Lihtsamate tõstemehhanismide tööprintsipi seletus (EST): http://e-ope.khk.ee/ek/2010/ehitusfyysika/staatika_alused/lihtmehhanismid.html
- Plokkide/tali tööpõhimõtte seletus (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=ebwdfQB-5Fg>
- „Rakett69“: “Kui peenikese nõõri abil saab autot vintsida?” (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/saade/215264325>
- Pantograaf (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=UpK7hkth-n0>
- 3D-skulpturisti pantograaf (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=oE9AzV-972c>
- Kombinatsioonilukk (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=yhypBW2TQ7o>
- Kuidas teha papist seifi?: <https://www.youtube.com/watch?v=ciyHDFWbz0Q>
- Archimedese rööpad (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=iM-r8bhTT8k>
- “Plahvatav” mündikarp: <https://www.youtube.com/watch?v=nUOtljCAiuo>

Tootmismeetodid ja -vahendid (8 tundi)

Olles eelmises teemaplokis tutvunud võimalike prototüüpide ehitusmaterjalidega võrdlemisi pinnapealselt (pigem taaskasutuse võtmes), viiakse õpilased kurssi, kust täpsemalt on võimalik nii materjale kui ka tööriistasid leida ning mille jaoks mida täpsemalt kasutatakse.

Ideaaljuhul minnakse õpilastega koos suurde ehitus-/tööriistapoodi, kus jalutatakse mööda vahekäike, tutvutakse erinevate tööriistade, ehitusmaterjalide, kinnitusvahendite, liimide, värvide ja liivapaberitega ning nende kasutusvaldkondadega. Kuna informatsiooni saab olema külastusega palju, tuleks kõige enam keskenduda ühele valdkonnale, nt tööriistadele.

Võimalusel aitab tööriistasid ja tehnomaterjale tutvustada kohalik töötaja. Külastusvõimaluse raskuste puhul kasutatakse tutvustamiseks suvalist ehitus-/tööriistapoe kodulehte ning käiakse

läbi vastavad seksioonid. Õpilastel palutakse teha märkmeid töövahendite ja -materjalide üldnimetuste ja peamiste kasutusvaldkondade kohta, mis peaks neil pidevalt edaspidi kaasas olema. Samuti on võimalik jooksvalt küsimusi esitada.

Praktilised tööd

- Tööriistad – koduse tööna saab iga õpilane vahetult pärast külaskäiku/tööriistadega tutvumist kirja panna kodus leiduvad tööriistad ning mida milleks kasutatakse (sh kahvlid, lusikad, noad). See tekitab hea ülevaate kodustest võimalustest nii õpilasele kui ka juhendajatele.
- Ehitusmaterjalid – pärast koduste tööriistadega tutvumist läbitakse teoreetiline materjalirühmade iseloomustus (vt õppematerjalid). Vaadatakse enda ümber ning tuvastatakse toodetes ära kasutatud materjalide mitmekesisust. Sama ülesande võib jätta lisaks kodutööks.
- Kinnitusvahendid ehk klambrid, naelad, kruvid ja tüüblid, poldid, seibid ja mutrid - õpitakse lugema sildi (ja graveeringu) järgi kruvide ja poltide läbimõõte, pikkusi ja peakujusid. Võrreldakse iga kinnitusvahendi tüübi eeliseid ja puuduseid teiste ees.
- Liimid ja värvid – läbitakse järjest kinnitusvahendite temaga kiire teoreetiline ülevaade.
- Liivapaberid ja nende tähistus – läbitakse kiire teoreetiline ülevaade.
- Teoreetiline prototüüp – õpetaja esitleb suvalist toodet ning koos mõeldakse välja, milliste tööriistade, materjalide ning kinnitusvahendite abil seda toodet jäljendada. Sama ülesande võib jätta ka koduseks tööks mõne teise toote näitel.
- Määrdeained, kuullaagrid ja *fidget spinner*'id – kui liivapaberi puhul on tähtis tema karedus, siis paljude mehhanismide puhul on vajalik, et need liiguksid võimalikult sujuvalt ja väheste kadudega. Tutvutakse üldlevinud määrdeainetega (WD-40, mootorniiduki õli jne.) ning õlitamise vajalikkusega. Teoreetilise osa lõpuks meisterdab iga õpilane kuullaagrite ja mutrite abil oma *fidget spinner*'i. Saab uurida, kas õlitamine aitab vurril kauem keerelda ning kuidas mõjutab mutrite paigutamine süsteemi tasakaalu.

Töövahendid

Kohalikud tööriistad ja tehnomaterjalid (tootmiseks sobilikud materjalid ja jupid), kuumaliimipüstolid, kuullaagrid, mutrid

- Tööriistapoe nimekiri (EST): näiteks <http://www.tooriistamarket.ee/et/tooted/tehnomasinad-ja-seadmed>

Õppematerjalid

- Materjalirühmade iseloomustus (EST):
http://www.vet.agri.ee/static/body/files/1139.Materjaliryhmade_iseloomustus_-_k6ik_koos.pdf
- Kuidas kuullaagreid valmistatakse? (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=ONz6S48QgEk>
- Kõik kuullaagrist (EST & ENG):
<http://www2.hariduskeskus.ee/opiobjektid/autoosad/kuullaager.html>
- Kuidas valida õiged kruvid? (EST):
<http://ehitusruudus.delfi.ee/ehitusjaremont/igaks-otstarbeks-leidub-oiige-kinnitusvahend-mis-juhtub-kui-valid-tooks-vale-kruvi?id=78771716>
- Naelad, kruvid või poldid? (ENG):
<https://www.howtogeek.com/304665/the-differences-between-screws-bolts-and-nails-and-when-you-should-use-each/>
- Kruvide ABC (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=N3jG5xtSQAo>
- Tüüblite ABC (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=c3by-3a8RFc>
- Poltide kiire ABC (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=1uJfGIyrdbs>
- Kuidas saada aru poltide suurustest? (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=66HUDL40EHk>
- Poltide ja masinakruvide võrdlus (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=R3w2XWOWYS8>
- Poltide klassid ja materjalid (ENG): https://www.youtube.com/watch?v=j_6IIT_ls2Y
- Mutrite võrdlus (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=pF2I0S7D6s0>
- Liimid (EST): <https://et.wikipedia.org/wiki/Liim>
- Liimide ABC (ENG):
<https://home.howstuffworks.com/home-improvement/repair/home-repair-materials-basics-ga2.htm>
- Liimimisnupid (EST):
<http://www.antiigiveeb.ee/antiigiveeb/ope/moobel/liimimine-puiduparandused/>
- Liivapaber ja selle liigitus P-skaalal (ENG): <https://en.wikipedia.org/wiki/Sandpaper>
- Määrdeained (EST):
http://www.eava.ee/opiobjektid/mto/aerokytus/5_mrdeained_ja_tehnilised_vedelikud.html
- Mutritega *fidget spinner*: <https://goo.gl/kQGjB4>

Testimine ja arendamine: tasakaal (8–10 tundi)

Eelmise teemaploki lõpu jätkuks võetakse detailsemalt ette tasakaalu katsetuste teema läbi rühmaviisiliste mängude (kogemus on näidanud, et iga noor ei pruugi oma lapsepõlve jooksul rohkem osalejaid nõudvate mängudega kokku puutuda, mistõttu on ringitegevus selleks hea võimalus). Harjutatakse meeskonnatööd, õpitakse lihtsamate objektide massikeset praktilisel teel leidma, tasakaalu tunnetama ning loogiliselt ette mõtlema.

Praktilised tööd

- Jenga – õpet alustakse grupiviisiliselt (2–4 õpilast grupis) tuntud mänguga, kus tuleb tornist ükshaaval klotse eemaldades ning neid torni peale asetades torn võimalikult kõrgeks kasvatada. Grupisisese võistlemise asemel mängitakse mängu gruppide vahel võisteldes, st iga grupp üritab saada võimalikult kõrge torni. Grupp ise otsustab strateegia ning hetke, mil nad ei soovi enam järgmist puupulka ümber asetada. Pärast kahte kuni viit raundi arutatakse, milline oli gruppide esialgne strateegia ning kuidas see raundide jooksul muutus.
- Raskuskeskme leidmine ja kaal – tutvutakse raskuskeskme definitsiooniga ning õpitakse, kuidas leida piklike objektide raskuskese. Objekti (nt joonlaua) kummastki otsast libistatakse sõrmi kokkupoole. Näppude kokkusaamiskoha keskel asubki pikliku objekti raskuskese. Teemat võib laiendada (plastiliinist) raskuste sissetoomise abil, kus joonlaua erinevatele kaugustele paigutatud raskus(ed) muudavad joonlaua süsteemi raskuskeset. Pannes kirja lisatud masside raskuse, nende ja raskuskeskme asukoha joonlaual, saab juhendaja abil teha järeldusi, et tegu on lihtsa kaalu süsteemiga. Tuuakse võrdlus õppeaasta alguses näiteks toodud ühe lihtsaima mehhanismiga: jõuõlaga.
- Raskusjõudu eiravad objektid: proovitakse läbi raskusjõudu eiravaid katseid: alumiiniumpurgi tasakaalustamist, gravitatsiooni eriavat karpi ja haamriga pika tala tasakaalustamist laual. Lõpetuseks meisterdatakse oma tasakaalumänguasi (vt õppematerjalid).
- Jõuõlgade tasakaalumäng – olles eelnevalt tutvunud raskuskeskme definitsiooniga ning harjutanud meeskonnatööd, võetakse grupiviisiliselt ette uus tasakaaluväljakutse: jõuõlgade tasakaalumäng. Selle eesmärgiks on võimalikult palju kiikesid eelmiste kiikude peale asetada, et tasakaal säiliks (vt õppematerjalid). Võistlusmomendi suurendamiseks võib igale grupile anda võrdse arvu raskusi, mille nad peavad ära tasakaalustama, kasutades maksimaalselt kahte raskust ühel kiigul. Kes esimesena raskustest lahti saab ning kelle süsteem endiselt tasakaalus on, võidab.
- Da Vinci sild – juhendaja abiga ehitatakse ühiselt kinnitusvahenditeta sild, da Vinci sild. Seda tegevust võib läbi viia välistes tingimustes suurte vahenditega või sees grupiviisiliselt, kasutades puuplankude asemel pliiatseid. Viimasel juhul ei saa sillast ise üle kõndida.

- Valikuline: lihtsakoeline ahelreaktsioon – meisterdatakse ühiselt võimalikult pikk kukkumise peale üles ehitatud ahelreaktsioon, kus ühe elemendi tasakaalu häirimine viib järgmiste elementide tasakaalu häirimiseni jne. Saab tuua paralleele lainete ja elektriga. Elementideks võib kasutada doominokivisid, raamatuid, karpe vms.

Töövahendid

Jenga mäng või samasuguse suurusega puupulgad, puuplangud (suured ja väikesed) või identsed joonlauad, plastiliin, kaal, puuklotsid või erineva pikkusega pliitsid, erinevad raskused, plekkpurgid, karbid, raamatud, soovi korral doominokivid.

Õppematerjalid

- Tasakaalumäng (ENG): <https://phet.colorado.edu/en/simulation/balancing-act>
- Masskese ja tasakaal (EST): <https://sisu.ut.ee/mehaanika/masskese-ja-tasakaal>
- Alumiiniumpurgi tasakaalustamine (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=LSWs33aaRkK>
- „Rakett69“: “Kuidas panna plekkpurk serva peale seisma?” (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/iv-hooaeg/saade/90061563>
- Gravitatsiooni eirav karp (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=dAm3IozJXHs>
- „Rakett69“: “Timothy ja tasakaal” (sh. haamriga pika lati tasakaalustamine) (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/ii-hooaeg/saade/38261681>
- Isetehtud tasakaalumänguasjad (ENG): <http://www.easydiytoys.com/2014/05/balancing-science-toy-cardboard-clown.html> ja <https://allfortheboys.com/home/2013/07/23/balancing-act.html>
- Jõuõlgade tasakaalumäng (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=JlJSQ7cSmsM>
- Jõuõlgadega liikuv skulptuur + seletus (ENG): https://www.youtube.com/watch?v=GFa_hfOOUfY
- „Rakett69“: “Kuidas ehitada silda kinnitusvahendeid kasutamata?” (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/v-hooaeg/saade/117945910>
- Da Vinci sild (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=BqfsyrOCKQQ>

Joonestamine, modelleerimine ja simulatsioonid (6–8 tundi)

Simulatsioonimängude teema tutvustab laialt levinud mängude kõrval sügava õpetliku sisuga mängu. Teemaploki eesmärgiks on tutvustada õpilastele simulatsioone kui tänapäeva inseneria hädavajalikke töövahendeid/-meetodeid, mis aitavad kokku hoida aega, materjali ja ekstreemsemal juhul ka elusid. Pärast üldist tutvustust tuuakse eelneva tasakaaluteema najal õpilastele näiteks kaalusimulatsioonide mängud. Teemaploki arenedes võetakse ette ahelreaktsioonimängud, kus teatud objektide paigutamise tuleb teised objektid liikuma panna ning lõpetatakse n-ö “liivakasti”mängudega, kus mängija saab kogu maailma ise üles ehitada ning selles katseid läbi viia.

Praktilised tööd

- Simulatsioonid ja simulatsioonimängud – juhendaja tutvustab õpilastele simulatsioonide olemust ning nende vajalikkust. Samuti tehakse vahet tehnilistel simulatsioonidel ning simulatsioonimängudel, millega edaspidi kokku puututakse. Juhendaja modereerib oma äranägemise ja oskuste põhjal ühiselt ette võetavaid mänge, grupiviisiliselt proovitakse erinevaid olukordasid ning läbitakse üha keerukamaid tasemeid. Koduseks tööks võib jääda mõne harivama mängu iseseisev läbimängimine (eeldades, et see võimalus on olemas). Simulatsioonimängudeks sobib ka Minecrafti keskkond (vt õppematerjalid), ent see nõuab kindlasti õpetaja/juhendaja põhjalikku ettevalmistust, kuna tõenäoliselt on õpilased selles mängus suuremadki eksperdid.
- Edasijõudnud: Algodoo alused – kui õpilased tunduvad olevat piisavalt edasijõudnud, võiks ideaalis neile tutvustada Algodoo mängu, kus on võimalik vabas vormis luua vägagi mitmekesiseid (ahel)reaktsioone. Kodutööks võib individuaalsel või gupitasemel jätta lihtsa ahelreaktsioonistseeni loomise ja teistele presenteerimise.

Töövahendid

Arvutiklass (arvutid)

- Kaalu simulatsioonimäng (ENG): <http://www.physicsgames.net/game/Balance.html>
- Ahelreaktsioonimäng Wallace & Gromiti põhjal (ENG): http://www.physicsgames.net/game/Wallaces_Workshop.html
- Füüsika liivakast (ENG): <https://dan-ball.jp/en/javagame/dust/> ja Androidi rakendusena: <https://play.google.com/store/apps/details?id=smellymoo.sand>
- Tasuta füüsika simulatsioonimäng Angodoo (ENG): <http://www.algodoo.com/what-is-it/>
- Crazy Machines (http://store.steampowered.com/app/18420/Crazy_Machines/ või uusim: http://store.steampowered.com/app/351920/Crazy_Machines_3/)
- Muud füüsika- ja inseneeriasuunitlusega mängud (ENG): <http://www.physicsgames.net/> ja <https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>

Õppematerjalid

- Algodoo ABC (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=KdtYVq5f70Q> (muude õppevideode jaoks otsida märksõnadega “Algodoo tutorial” või “Algodoo beginner”)
- Algodoo kommuuni poolt loodud stseenid: <http://www.algodoo.com/algobox/>
- Minecraft õppetööriistana (ENG): <https://education.minecraft.net/class-resources/starter-kit/> ja <https://www.youtube.com/watch?v=5Zg8HeCkiD8>

Elektroonika: elektromagnetism (12 tundi)

Elektroonika teemaploki alguses korratakse üle kogu teave, mida mäletatakse eelmistest õppeaastatest või kogemustest elektri kohta. Kui teadmised puuduvad või on mitterahuldavad, korratakse eelmise aasta teemasid.

Kuna õpilased pole endiselt kokku puutunud füüsika õppeainega ning sellest johtuvalt ka Ohmi seadusega ning elektroonikakomponentidega, jäädakse seletustes pigem abstraktsele tasemele ning lastakse õpilastel praktilisel teel katsetada. Nii õpitakse, kuidas luua käepärastest vahenditest näiliselt keerukas elektroonikaseadeldis eriotstarbelisi elektroonika komponente kasutamata.

Praktilised tööd

- Lammutustöökoda – alustatakse elektroonikas kasutatavate komponentide üldtutvustusega. Seejärel lammutatakse vanu/katkiseid elektroonikaseadmeid ning samuti joodetakse elektroonikaplaatidelt lahti erinevaid komponente (NB! Vajalik hea äratõmme). Sellega tuletatakse meelde või õpitakse jootmisoskusi ning viiakse omavahel vastavusse abstraktsed elektroonikaskeemide osade mõisted ning reaalsed komponendid.
- Elektromagnet – õpitakse elektri ja magnetismi omavahelisi seoseid: elektrivälja muutus tekitab magnetvälja ning magnetvälja muutus tekitab elektrivälja. Tutvutakse magnetite ja nende kasutusalaadega. Ümber kruvikeerajate või poltide keeratakse juhe või mähisetraat (võimalikult paljude keermete ja piisava pikkusega). Seejärel ühendatakse juhtme otsad patareiga (NB! Tegu on tehniliselt patarei lühistamisega, seega ei tasu liiga kaua ühendust hoida, soovi korral võib lisada juhtmeotsa ja patarei vahele momentaarlüliti). Tuuakse näiteid solenoidlukkudest ja metallilammutuskodadest, õpitakse induksiooni mõistet.
- Elektrikitarr – jätkates sama põhimõttega, asendatakse kruvikeeraja või poldi südamik (neodüüm)magnetiga. Ühendades mähisetraadi juhtmed AUX juhtme kahe otsaga (maandus ja signaal; tavaline kõrvaklappide/väikekõlarite juhe) ning pistes otsa heli-/kitarrivõimendisse/kõlarisse, on võimalik kuulda võnkuma metallist kitarrikeele (või trossi) häält hulga valjemalt (vt õppematerjalide õppevideot).
- Kõlar/mikrofon – kasutades endiselt sama põhimõtet, ent pannes seekord neodüümmagnetist südamiku traatpooli sees võnkuma, on võimalik võimendada kõikvõimalikke helisid mikrofonina või kuulata muusikat kõlarina (kindlasti aitab heli valjususele kaasa eelvõimendi kasutamine, kuna tüüpiliselt on valminud kõlarid kõrvaklappide valjususega). Õpilastele tehakse selgeks kõlari ja mikrofoni tööpõhimõtte samasus ja disaini erinevus. Meisterdades kaks kõlarit ning asetades need vastastikuliselt, on võimalik teha paberist-papist kõrvaklapid (vt õppematerjalide õppevideoid).
- Homopolaarne mootor – kasutades veel kord magneteid ja traati ning samuti pulkpatareisid (AA, AAA või D), luuakse lihtsaimat tüüpi mootor: homopolaarne

mootor. Disainide võimalusi on väga palju, sama tööpõhimõtte alusel on võimalik luua ka homopolaarne rong (vt õppematerjale). Seletatakse (ja tuletatakse meelde), kuidas töötavad elektrimootorid.

- Van de Graaffi generaator – tuletatakse meelde staatilise elektri mõistet, omadusi ja olukordi, kus seda võib täheldada. Näidiskatsetena võib anda staatilise laengu rippuvatele fooliumitükikestele, kallutada voolavat kraanivett ja/või panna õhuke kilekott staatilise elektri abil õhku hõljuma. Seejärel meisterdatakse käepärastest vahenditest staatilise elektri generaator ja akumulööri ehk van de Graaffi generaator, mille eesmärgiks on pideva hõõrdumise läbi koguda alumiiniumpurgile laengukandjaid. Vastavalt võimalustele võib generaatorit kasutada elektrimootoriga või meisterdada mootori asemel (papist-paberist) väntsüsteemi.
- Õpilaste poolt valitud teema: vastavalt õpilaste soovidele minnakse mõne eelneva teemaga süvitsi või võetakse ette mõni elektroonikaalane teema, mis neile palju küsimusi tekitab. Sellest teemast võivad õpilased juhendajat teavitada näiteks elektroonikateema alguses. Teemadeks võivad olla: “Kuidas ikkagi elekter meile kodudesse jõuab?”, “Kuidas töötab elektriauto?”, “Kuidas töötavad elektritööriistad?”, “Kuidas töötab nutitelefon?”, “Kuidas robotit ehitada?”, “Kuidas droonid töötavad?”, “Kuidas elektroonikaga pihta hakata?”, “Koostame keerukamaid elektroonikaskeeme”, “Kuidas Arduinod programmeerida?”, “Kuidas teha ise lampi?” jne.
Kui eraldi teemat üles ei kerki, ei tee paha jootmise algtõdede kordamine, lihtsate elektriskeemide koostamine, maketeerimisplaadiga tutvumine, sissejuhatus (Arduino) programmeerimisse või elektroonika ajaloo tutvustamine läbi erinevate avastuste ning leiutiste.

Töövahendid

Lammutamiskõlbulik elektroonika, kruvikeerajad, haamid, kaitseprillid, jootmisvahendid (kolvid või jootejaamad, rübusti, jootetina), juhtmed, patareid, kirjaklambrid, mikrofoni, kõlar, kõrvaklapid, neodüümagnetid, mähisetraat, puuplaadid, tross, klaaspudelid, kruvid, löiketangid, paber, papp, käärid, joonlauad, pliiatsid, kuumaliimipüstolid, paberliim, PVC toru, piklikud õhupallid, naelad, isoleerteip, nailonist rullik, alumiiniumpurgid, elektrimootorid, foolium ning muud materjalid vastavalt valikulisele teemale.

Õppematerjalid

- Elektroonika kursus algajatele (EST): <http://tehnolooming.ee/>
- Sissejuhatus elektroonika komponentidesse (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=6Maq5IyHSuc>
- Elektromagnet (EST): <https://et.wikipedia.org/wiki/Elektromagnet>
- Isetehtud elektromagnet (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=PwVuLK0Q-po>

- Teeme ise elektrikitarr (EST): <https://www.youtube.com/watch?v=-RO7iuId-1E>
- Teeme ise kõlari (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=Awef78YtWmc>
- Homopolaarne mootor (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=LcyqJWvZioM>
- Teeme ise Van de Graaffi generaatori! (EST):
<http://opik.fyysika.ee/index.php/exp/display/1110>
- „Rakett69“: “Kuidas teha ise hõõglampi?” (EST):
<http://rakett69.ee/internetisaated/iii-hooaeg/saade/59551440>

Loodusseadused inseneerias – heli ja lained (8 tundi)

Õpilastele tutvustatakse laine, sageduse ja lainepikkuse mõisteid läbi heli ja muusika. Tehakse vahet rist-, piki- ja seisulainetel. Omavahel võrreldakse elektri-, valguse-, raadio-, heli- ja muid laineid.

Praktilised tööd

- Lained – seisulainete abil uuritakse lainesagedust, -pikkust ja -kiirust. Pannakse tähele lainepaisusid ja sõlmi ning isegi kaja nähtust. Lihtsa lainemudeliga (vt õppematerjalid) tehakse lainetused veelgi nähtavamaks. Õpilased võivad väikeste gruppidega meisterdada oma lainemudeli ning seejärel nendega ise katsetada. Tehakse vahet lainetuste tüüpidel ning jätkatakse helilaine kui pikilainega (heaks demovahendiks *slinky*). Tutvustatakse ja demonstreeritakse heli valjususust, detsibellide skaalat, stereokuulmise vajalikkust (ruumiline tajus), erinevate sagedusvahemike erinevat kuulmisaistingut, Doppleri efekti ja muid põnevaid heliga seotud fakte.
- Helikiiruse leidmine kaja meetodiga (õuetegevus) – grupiviisiliselt lüüakse (kooli)majast vähemalt 100 meetri kauguselt puuklotse omavahel tugevalt kokku ning mõõdetakse, kui kiirelt kaja maja seinalt tagasi tuleb. Täpse helikiiruse saamiseks on vaja teada vahemaad heli tekitaja ja heli tagasi peegeldava pinna vahel ning aega heli tekitamise ning kaja kuulmise vahel. Täpsem mõõtmismetoodika ja arvutuskäik on kirjeldatud õppematerjalides.
- Helmholtzi resonator – õpitakse, mis seob pudeliga vile tekitamist ning vedru otsas kõikuvat raskust. Seletatakse resonantsi ja resonants- ehk omavõnkesageduse mõisteid. Väikeste gruppidega võetakse ette 8 pudelit ning proovitakse need klaveri (häälestaja) järgi ühe oktaavi ulatuses häälede panna. Vajadusel korratakse muusikaõpetusest selgeks saadud noote ning häälestusprotsessi. Eduka häälestuse puhul mängitakse ette “Rong see sõitis” või mõni muu C-duuris lugu. Sarnasel moel on võimalik häälestada ka veinipokaale. Korraliku kõlariga võimendatakse tühja pudeli resonantsagedust ning üritatakse seeläbi pudel keerlema panna (vt õppematerjalide videot). Tuuakse paralleele (puhk)pillide tööpõhimõttega, klaasi purustamisega heli abil, sildade omavõnkesagedusega jne.

- Heli visualiseerijad – selleks, et helilaineid oleks võimalik paremini nähtavaks teha, saab kasutada mikrofoni ja sagedust analüüsivat programmi. Konkreetse teema puhul on hea külla minna muusikaõpetuse klassi.

Mängides/lauldes ühte ja sedasama nooti erinevate instrumentidega (sh. inimhäälega) registreeritakse erinev sageduspilt, mis viitab instrumentide erinevatele tämbritele. Tutvustatakse põhitooni ja ülemhelide mõisteid ning nende rolli tämbri muutmisel. Selleks, et muuta heli visualiseerimine aga lisaks andmetele veelgi elulisemaks, meisterdatakse lihtsad heli visualiseerijad ehk pingule tõmmatud elastsed pinnad. Nende peale kõlariga heli suunates (või valjult ühte nooti tekitades) ning terasid peale asetades on võimalik täheldada madalate sageduste puhul harvema mustriga ning kõrgemate sageduste puhul tihedama mustriga teradest tekkivaid pilte. Tekib ruumiline seisulaine, kus terad kogunevad sõlmpunktidesse ning paisudes terad puuduvad. Kolmemõõtmelise seisulaine näitena võib tuua kaasaegse teadussaavutuse: akustilise levitatsiooni (vt õppematerjalid).

Teise võimalusena saab pingule tõmmatud elastsele pinnale või lihtsalt õhupallile kleepida väikese peeglitüki ning suunata selle peale laserkiire. Korrates eelnevat katset, hoides laserkiirt peeglitüki peal, saame analoog-heli-visualiseerija. On võimalik katsetada erinevaid noote, erinevaid instrumente, valjususi jne. ning jälgida valgusmustrit muutumist. Täpsemad katsekorralduse detailid võib leida õppematerjalidest.

- Teeme ise muusikainstrumente! Õpilased saavad teemaploki viimases osas valmistada lihtsatest vahenditest eriskummalisi pille. Kui konkreetset instrumenti ei osata valida, vahendeid napib või soovitakse olla võimalikult ökoloogilised, võib proovida teha porgandist vilepilli. Saab meenutada seisulaine ja Helmholtzi resonaatori mõistet ning kuidas see võiks olla seotud vastava pilli mängimisviisiga.

Töövahendid

Nöör/kõis, pudelid, grillvardad, teip, telefon koos häälestusrakendusega või kitarrihäälestaja, kaamera, puuklotsid, väga pikk mõõdulint või täpselt paika pandud pikem vahemaa (u 100-300 meetrit), stopper, korraliku võimendusega kõlar, potid/ämbrid, prügikotid, riis vm. terad, peeglitükike, laserpointer, õhupallid (piklikud ja ümmargused), (kahepoolne) teip, PVC torud või joogikõrred, porgandid, noad ja muud instrumentide ehitamiseks vajalikud vahendid

- Mehaanilise laine simulaator (ENG): https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html

Õppematerjalid

- Rist- ja pikilained, lainepikkused, sagedused, keskkonnad ja kiirused (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=TfYCnOvNnFU>
- Lihtne lainemudel (ENG): https://www.youtube.com/watch?v=VE520z_ugcU ja <https://www.youtube.com/watch?v=sB8w2FvPsBA>

- Detsibellid ja Doppleri efekt (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=qV4lR9EWGIY>
- Heli kiiruse leidmine kajaga (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=J97YSCnU4KM>
- Seisulaine (EST): <https://et.wikipedia.org/wiki/Seisulaine>
- Õhurõhuga joonlaua lõhkumine (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=kRR0CluqaX4>
- Resonants (EST): <https://et.wikipedia.org/wiki/Resonants>
- Kuidas pudelitega nooti mängida? Mis on Helmholtzi resonants ja resonaator? Kuidas pudeleid heliga keerlema panna? (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=PZVeJ2rh6ts>
- Keerlevad pudelid detailis (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=L5fVFA2sWt4>
- Veega täidetud pudelid ja Helmholtzi resonaator (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=PoEyIJx3uM0>
- Tämbel ja ülemhelid (EST): <https://et.wikipedia.org/wiki/T%C3%A4mbel>
- Heli visualiseerijad (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=eskZ3OORfYM>
- Chladni plaatide seletus (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=wYoxOJDrZzw>
- Akustiline levitatsioon (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=0K8zs-KSItc> ja <http://science.howstuffworks.com/acoustic-levitation1.htm>
- Isetehtud muusikainstrumendid (ENG): https://www.youtube.com/watch?v=D9-U8X_ZF4c
- Õhupallibass (ENG ja EST): <https://www.youtube.com/watch?v=rkgkp1PCQuE> ja <http://rakett69.ee/internetisaated/iv-hooaeg/saade/85824900>
- „Rakett69“: „Kuidas teha porganist puhkpilli?“ (EST): <http://rakett69.ee/internetisaated/iv-hooaeg/saade/85824899>

Toode ja globaalne majandus (6 tundi)

Teemaplokis võetakse ette 6. klassi matemaatikatundidest selgeks saadud protsentarvutuse õppetunnid, tuues praktilisi näiteid otse elust. Matemaatikatundidest kaasa saadud teadmised sõltuvad õpilaste taustast, mistõttu üritatakse kõigepealt tasemed ühtlustada. Lisaks matemaatikale puututakse kokku ka ühiskonnaõpetuse ning majandusega.

Majandusteema raames tehakse selgeks, kuidas makstakse Eesti Vabariigis palkasid ja makse ning miks ja kuidas üldse makse kogutakse. Õpitakse arvestama oma igapäevase elu püsi- ja muutuvkulusid, sääste ning tutvutakse laenude vajalikkusega. Teemaploki lõpus võetakse kõik kuluartiklid arvesse näidistoote omahinna arvutamisel.

Praktilised tööd

Palgad ja maksud – õpitakse netopalgat, brutopalgat, palgafondi, sotsiaalmaksu, töötuskindlustuse ja tulumaksu mõisteid. Tehakse selgeks, kuhu ja mis määral maksud

lähuvad ning mille jaoks neid kasutatakse. Arvestades alates 2018. aasta algusest kehtima hakkavat astmelist tulumaksu, võetakse ette erinevad olukorrad ning arvutatakse maksudele kuluv osa ja inimese poolt kätte saadav osa (st nii protsentuaalselt kui ka rahaliselt). Selleks, et õpilased teema vastu rohkem huvi tunneks, võib neid julgustada kodus vanematega palkade maksmise üle arutlema.

- Püsi- ja muutuvkulud ning säästmine – arutletakse, millised on õpilaste igakuised püsi- ja muutuvkulud ning mis on nende vahe. Uuritakse, kuidas rohkem taskuraha kõrvale panna ning kui kaua peaks säästma, et midagi kulukamat soetada. Koduse tööna võiksid õpilased koos vanematega sama ülesande lahendada, ent kuna tuleb aru saada, et osad vanemad ei soovi oma kulutusi lapsele avalikustada, ei saa antud kodutöö tegemist õpilastelt nõuda. Pigem on tegu laste kaudu vanemate säästmispädevuse kasvatamisega.
- Laenud ja intressid – tutvutakse matemaatikatundidest tuttavate laenude ja intresside teemaga lähemalt. Miks ikkagi laenu võetakse ning kas tõesti teisiti ei saa? Kui õpilastel on rohkem huvi, saab säästmisteemat jätkates rääkida ka n-ö “toredamast intressist” ehk intressist, mida ei pea maksma laenupakkujale, vaid mida saab oma säästude pealt ise teenida.
- Omahinna arvutamine – analoogselt õppematerjalides toodud ühetoalise korteri remondi näidisülesandele luuakse hinnaprognosis juhendaja poolt ette nähtud näidistootele. Selleks, et õpilased saaksid ülesandest ja selle vajalikkusest täpsemalt aru, peaks kogu arvutuskäiku juhendaja samm sammu haaval läbi viima, ent kuluartiklite tagasisidet ja eeldavaid maksumusi oodatakse ikkagi õpilastelt. Piisava aja olemasolu korral võib omahinna arvutamisprotsessi läbida ka mitme näidistoote korral (lihtsamatest raskemate toodeteni välja).

Töövahendid

Paber, pastakad, kalkulaatorid

- Palgakalkulaator (EST): <https://www.kalkulaator.ee/et/palgakalkulaator>
- Käsitöötoote omahinna arvestamine (EST): <http://web.ametikool.ee/~kaie.keskula/kasitoo/>

Õppematerjalid

- Mis on omahind? Püsikulud? Muutuvad kulud? (EST): <https://majandus24.postimees.ee/763646/mis-asi-see-on-mida-me-nimetame-omahinnaks>
- Laen, intress, intressimäär (EST): <https://www.taskutark.ee/m/laen-ja-intressid/>
- Laenu ja intressi näidisülesanded (EST): <http://www.kool.ee/mat6klass/Protsent9.doc>

- Laen kolmeks aastaks näidisülesanne (EST):
<http://koolitaja.eenet.ee:57219/Waramu3Web/downloader?resourceId=1-34d8b450-2c7d-47c7-8064-fa2567161d9a&attachmentId=6476>.
- Ühetoalise korteri remondi hinna arvestamise näidisülesanne (EST):
<http://www.lapsevanem.ee/mateksam/yhetoaline%20korter.doc>

(Kosmose)sõidukid (6 tundi)

Sõidukite taevasse lennutava teemaploki raames ehitatakse mitu funktsionaalset lennumasinat, mida on pea sama lihtne ehitada kui tüüpilist volditavat paberlennukit, ent mis on oma kujult või lennuviisilt väga eriskummalised.

Praktilised tööd

- Paberlennukid – teemaploki alguses võisteldakse individuaalsel tasemel klassikaliste volditavate paberlennukite kaugusesse lennutamise peale. Võrreldakse iga õpilase lennuki disaini ning täheldatakse, mis disainielemendid võimaldasid kaugema lennu ning millised andsid trajektoorile huvitava kuju.
- Rõngasheljuja ja rõngaslennuk – tiibadega lennuki asemel luuakse lennuvahendid, mis on rõngakujulised (vt õppematerjalid). Nende lennukiirust ja -kaugust võrreldakse eelnevalt volditud paberlennukitega.
- Lendavad topsid ja Magnuse efekt – teipides omavahel kaks joogitopsi kokku, on võimalik luua veel üks eriskummaline õhus lendlev objekt (vt õppematerjalid)
- Piiritusrakett – kahe puu vahele kinnitatakse nõör, millel asetseb lühike plasttoru jupp, mis kleebitakse ajutiselt plastpudeli külge. Õpilaste eesmärk on kaheosaline: disainida pudeli põhja otsa ideaalne koonus ning pakkuda välja, kuidas raketti “tankida” tuleks. Korduvkatsetustes võib kindel olla. Eriti tähtis on tagada õpilaste ohutus, mistõttu süütab raketi vaid kaitsevahenditega varustatud juhendaja. Alternatiivina võib luua ka keerukama piiritusraketi stardialuse ühise rühmaprojektina. (vt õppematerjalid).
- Veepudelirakett – õpilased meisterdavad individuaalselt plastpudelitest veepudeliraketid, mida seejärel suurel platsil kaugusesse lennutavad. Suunamise abivahendina võib raketile kleepida suure kõrre või lühikese plasttoru, millest asetatakse läbi tugev varras, mis maasse kinnitatakse. Õpilased valivad ise laskenurga ning pärast võrreldakse erinevate disainide ja kauguste seoseid. Täpsem veepudeliraketi valmistamisnäide ning laskmisviis on kirjeldatud õppematerjalides.

Töövahendid

Paber, papp, käärid, noad, rahakummid, joogikõrred, teip, paberliim, topsid, nõör, pudelid, veinikorgid, pallinõelad, jalgratta- või autopump, nõör, piiritus, vesi, PVC torud, kaitsevahendid, pikad tikud või pika otsaga süütemasin

Õppematerjalid

- Paberlennuki disainide andmebaas (ENG): <http://www.foldnfly.com/>
- Rõngasheljuja (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=x5Nc27UaxbU>
- Rõngaslennuk (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=1KR0giZM2ZI>
- Lendavad topsid (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=05zF0sBwHe8>
- Magnuse efekt (ENG): https://en.wikipedia.org/wiki/Magnus_effect
- Magnuse efekti tõttu õhus heljuv korvpall (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=2OSrvzNW9FE>
- Koonuste-teemaline tegevus (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=l88tNnB4UZ0>
- Piiritusraketi demo (ENG): <https://www.youtube.com/watch?v=zTzw6FGobCA>
- Piiritusraketi stardialus (ENG): https://www.youtube.com/watch?v=wuz0curb_hg
- Näide, kuidas teha veepudeliraketti (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=ii6D1R6IXVA>

Kaasaegne tehnoloogia (2–6 tundi)

Kaasaegse tehnoloogia üks populaarsemaid ja kodusemaid teemasid viimaste aastate jooksul on targa kodu lahendused ning värgvõrk ehk asjade internet ehk *Internet of Things* (IoT). Noored on enamasti need, kes on kaasaegse tehnoloogiaga kõige enam kursis, seega on nemad ka kaasaegse tehnoloogia teerajajad.

Praktilised tööd

- Mis on IoT ja kus sa seda kasutaksid? – tutvutakse värgvõrgu tööpõhimõttega ning mõne peamise rakendusega. Õpilastega arutletakse, kus nemad seda kasutaksid.
- Minu kaasaegne leiutis – õpilastel lastakse individuaalselt kodus välja mõelda üks leiutis ning seda seejärel teistele esitleda. Tähtis on vastata küsimustele “Kellele see on?”, “Mida see teeb?”, “Millest see tehtud on?” ning “Palju see maksma läheks?” võimalikult täpselt. Leiutise ideega on võimalik osaleda ka üle-eestilisel õpilasleiutajate konkursil. Antud teemaploki võib seega ajaliselt nihutada täpselt sobivasse kohta.

Töövahendid

Internet, pastakas ja paber ning muidugi loovus ja kujutlusvõime.

Õppematerjalid

- Mis on värgvõrk? (EST): <https://et.wikipedia.org/wiki/V%C3%A4rkv%C3%B5rk>
- Kuidas teha oma nutitelefoni IoT seadeldis? (ENG):
<https://www.youtube.com/watch?v=Q4GlqAf2m4>