



Co-funded by
the European Union

Viiruste mõistmine 3D-modelleerimise ja liitreaalsuse (AR) visualiseerimise kaudu



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."

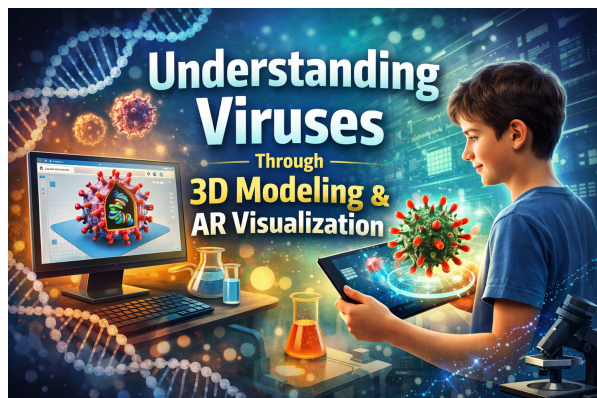




SISUKORD

Sissejuhatus	2
AVASTA	3
1. Viiruste alused: ehitus, osad ja tüübid	3
1.1 Mis on viirus?	3
1.2 Viirus vs. rakk: peamised erinevused	4
1.3 Viiruse peamised osad (ehitus)	4
1.4 Kuidas viirused nakatavad rakke (viiruse elutsükkel – põhitõed)	5
1.5 Viiruste tüübid: kuidas viiruseid klassifitseeritakse?	6
1.6 Miks on viirused olulised biotehnoloogias ja ühiskonnas?	6
1.7 Arutelüküsimused / Refleksiooniküsimused	7
Tee / Rakenda	8
2. Bio-Inspireeritud viirusmodelite loomine 3D-disaini abil	8
2.1 Bioinspiratsioon: õppimine viiruse struktuurist ja funktsioonist	8
2.2 Kuidas liitreaalsus toetab õpieesmärke	8
2.3 Praktilised tegevused ja rahvusvahelised õpinäited	9
Täienda / Süvenda	9
3. Mõistmise süvendamine liitreaalsuse abil	9
3.1 Kuidas liitreaalsus parandab viiruste mõistmist	9
3.2 Kaasatuse ja aktiivse õppimise suurendamine	10
3.3 Kasulikud liitreaalsuse (AR) tööriistad ja rakendused	10
3.4 Praktilised soovitused liitreaalsuse lõimimiseks õppesse	10
Kokkuvõte	11
Viited	13





(Pildi allikas: loodud tehisintellekti tööriistade abil)

Õpiraja üldteema	Biotehnoloogia: Inimgenoomi projekt ja genoomimeditiin
Õpiüksuse konkreetne nimetus	Viiruste mõistmine 3D-modelleerimise ja liitreaalsuse (AR) visualiseerimise kaudu
Sihtgrupi vanus	14-18 aastat vana
Õppija eeltingimused	Põhiteadmised rakubioloogiast. Oskus kasutada nutitelefoni, tahvelarvutit või arvutit. Digipädevuse põhioskused
Õpiüksuse kirjeldus	See õpiüksus tutvustab õpilastele viiruseid biotehnoloogia ja genoomimeditiini kontekstis. Õppijad uurivad viiruste ehitust, geneetilist materjali ja klassifikatsiooni ning analüüsivad, kuidas viirused suhtlevad peremeesrakkudega. Uurimusliku õppe kaudu kavandavad õpilased viiruse mudeleid 3D-digitaaltööriistade abil ning visualiseerivad neid liitreaalsuse (AR) keskkonnas. Õpiüksus seob bioloogilised teadmised bioinspireeritud disaini, digitaalse modelleerimise ja STEM-oskustega. See aitab mõista viiruseid nii bioloogiliste teguritena kui ka oluliste tööriistadena biotehnoloogias ja genoomimeditiinis.
Õppeaine(d) / kaasatud osapooled	Bioloogia, biotehnoloogia, informaatika, terviseteadused, genoomimeditiin, STEM-haridus
Võtmesõnad	Viirused, viiruse genoom, biotehnoloogia, genoomimeditiin, bioinspiratsioon, 3D-modelleerimine, liitreaalsus, STEM-õpe





Omandatavad põhikompetentsid, oskused ja teadmised	Teadmised • Arusaam viiruse ehitusest • Teadmised viiruste geneetilise materjalist (DNA/RNA) • Põhiteadmised nakatumismehhanismidest • Arusaam viiruste rollist biotehnoloogias ja genoomimediitsinis Kognitiivsed oskused • Oskus seostada viiruse ehitust selle funktsiooniga • Süsteemne ja bioinspireeritud mõtlemine • Bioloogiliste protsesside kriitiline analüüs Digitaalsed ja STEM-oskused • 3D-modelleerimise ja visualiseerimise oskused • Ruumilise mõtlemise oskus • Teaduslik eneseväljendus • Koostöö- ja meeskonnatööoskused
Kasutatavad ressursid ja didaktilised vahendid	Õppetekstid ja skeemid viiruste bioloogiast, õppevideod (nt Khan Academy), 3D-modelleerimise tööriistad (Tinkercad Codeblocks; soovi korral ka edasijõudnutele mõeldud tööriistad nagu Blender), liitreaalsuse (AR) platvormid (Delightex või muud alternatiivsed AR-tööriistad vastavalt kooli tehnilisele infrastruktuurile), nutitelefonid, tahvelarvutid või internetiühendusega arvutid.
Hindamiskriteeriumid ja hindamine	Kujundav hindamine põhineb õpilaste osalusel, uurimuslikul lähenemisel, koostööl ja edenemisel modelleerimistevõime käigus. Kokkuvõttev hindamine põhineb 3D-viiruse mudeli täpsusel, arusaamal viiruse ehitusest ja funktsioonist, AR-põhise selgituse selgusel, esitluse kvaliteedil ning reflektiivsel arutelul, mis seob viiruste bioloogia biotehnoloogia ja genoomimediitsiniga.

Sissejuhatus

Viirused on ühed väikseimad bioloogilised üksused, kuid neil on märkimisväärne mõju inimeste tervisele, ökosüsteemidele ja kogu maailma ühiskonnale. Kuna viirused on palja silmaga nähtamatud ja toimivad mikroskoopilisel tasandil, on neid sageli keeruline traditsiooniliste õpetamismeetodite abil täielikult mõista.

See õpiüksus tutvustab viiruseid 3D-modelleerimise ja liitreaalsuse (AR) kaudu, võimaldades õppijatel uurida viiruste ehitust ja tüüpe interaktiivsel ning visuaalsel viisil. Bioloogiliste teadmiste ühendamine digitaalse disaini ja AR-visualiseerimisega aitab õpilastel paremini





mõista, kuidas viiruse struktuur on seotud selle funktsiooniga, arendades samal ajal olulisi STEM- ja digipädevusi.

AVASTA

1. Viiruste alused: ehitus, osad ja tüübid

Selles osas loovad õpilased teadusliku aluse, mis on vajalik mõistmaks, mis on viirused ja miks need on ainulaadsed bioloogilised üksused. Nad uurivad, kuidas viiruse ehitus on seotud selle funktsiooniga, kuidas viirused paljunevad peremeesrakkude abil ning kuidas viiruseid saab liigitada erinevatesse tüüpidesse.

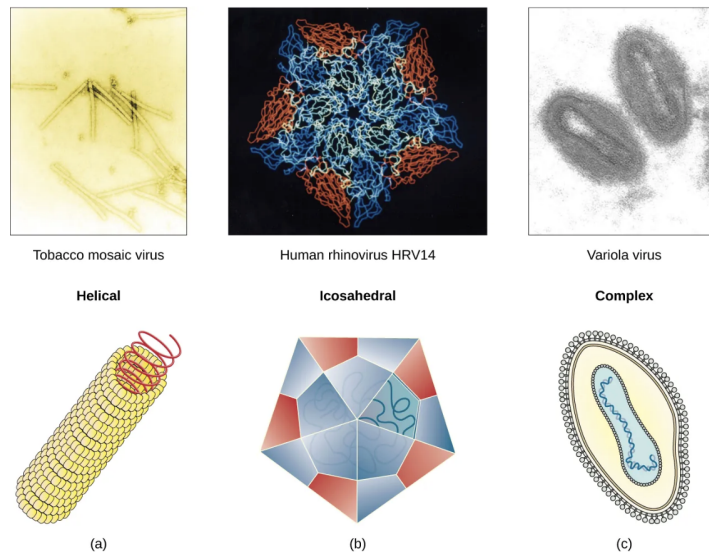
See **Avasta** etapp valmistab õppijaid ette õpiüksuse järgmiseks osaks, kus nad modelleerivad viiruseid 3D-tööriistade abil ja visualiseerivad neid liitreaalsuses (AR), muutes nähtamatu bioloogia interaktiivseteks õpiobjektideks.

1.1 Mis on viirus?

Viirus on mikroskoopiline nakkustekitaja, mis ei suuda iseseisvalt paljuneda. Erinevalt elusrakkudest puudub viirustel täielik „masinavärk“, mis on vajalik energia tootmiseks, kasvamiseks või jagunemiseks. Selle asemel peavad nad sisenema peremeesrakku ja kasutama selle sisemisi süsteeme uute viiruseosakeste tootmiseks.

Viirused võivad nakatada paljusid organisme, sealhulgas loomi, taimi, seeni ja baktereid. Kuigi nende ehitus on lihtne, suudavad viirused tõhusalt levida ja kiiresti evolutsioneeruda, mistõttu on neil oluline roll bioloogias, biotehnoloogias ja rahvatervises.





Joonis 1. Viiruste näide. Allikas:

<https://openstax.org/books/biology-2e/pages/21-1-viral-evolution-morphology-and-classification>

Näide: Gripiviirus ei suuda iseseisvalt valke toota. Alles pärast inimese raku sisse tungimist saab ta kasutada raku „masinavärki“ uute viiruseosakeste tootmiseks. See sõltuvus selgitab, miks viirused on väljaspool peremeesorganismi inaktiivsed.

1.2 Viirus vs. rakk: peamised erinevused

Viiruste mõistmiseks on kasulik võrrelda neid rakkudega:

Rakud on elusad süsteemid. Neil on rakumembraan, tsütoplasma ja sisemised struktuurid (eukarüootsetel rakkudel organellid). Rakud suudavad toota energiat ja paljuneda iseseisvalt.

Viirused ei ole täielikud elusüsteemid. Neil puudub tsütoplasma, organellid ja ainevahetus. Väljaspool peremeesraku on viirus inaktiivne.

See erinevus selgitab, miks viirusi kirjeldatakse sageli kui piiril olevaid elusa ja eluta vahel: nad käituvad elusolenditena ainult peremeesraku sees.

Näide: Bakter võib paljudes keskkondades iseseisvalt elada, samas kui seda nakatav viirus (bakteriofaag) jääb inaktiivseks, kuni leiab sobiva peremehe.

1.3 Viiruse peamised osad (ehitus)

Kuigi viirused on väga erinevad, on paljudel neist ühised põhistruktuurid:





- **Geneetiline materjal (genoom):** Viiruse „juhiskood“, mis võib olla DNA või RNA.
Näide: Gripiviirus – ssRNA (+):
<https://microbenotes.com/classification-of-virus/>
- **Kapsiid:** Kaitsev valgukest, mis ümbritseb ja kaitseb genoomi. Kapsiidid on sageli geomeetrilise kujuga, mis tagab stabiilsuse ja tõhusa pakendamise.
Näide: Adenoviirus – ikosaeedriline kapsiid:
[https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/General_Biology_2e_\(OpenStax\)/05:_Unit_V-_Biological_Diversity/5.01:_Viruses/5.1.02:_Viral_Evolution_Morphology_and_Classification](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/General_Biology_2e_(OpenStax)/05:_Unit_V-_Biological_Diversity/5.01:_Viruses/5.1.02:_Viral_Evolution_Morphology_and_Classification)
- **Ümbris (mõnel viirusel):** Lipiidne välimine kiht, mis on pärit peremeesraku membraanist.
Näide: HIV – ümbrisega viirus gp120 ogavalkudega:
https://en.wikipedia.org/wiki/Viral_envelope
- **Ogad / pinnavalgud (paljudel viirustel):** Need aitavad viirusel ära tunda ja kinnituda peremeesrakule.
Näide: SARS-CoV-2 ogavalk:
<https://morgridge.org/community/teaching-learning/virology-immunology/factsheets/virus-structure/>

Oluline mõte õpilastele:

Viiruse ehitus ei ole juhuslik — iga osa täidab kindlat funktsiooni (kaitse, kinnitumine, sisenemine, paljunemine).

Viiruse ehituse visuaalse ja kontseptuaalse mõistmise toetamiseks soovitatakse õpilastel vaadata lühikest õppevideot, mis selgitab viiruste bioloogia põhitõdesid. Video tutvustab selgelt viiruse peamisi osi, sealhulgas geneetilist materjali, kapsiidi, ümbrist ja pinnavalke, ning selgitab, kuidas need komponendid nakkuse ajal koos toimivad.

See materjal aitab õppijatel seostada kirjalikke kirjeldusi dünaamiliste visuaalsete selgitustega, muutes keerukad mikroskoopilised struktuurid paremini arusaadavaks enne 3D-modelleerimise ja liitreaalsuse (AR) tegevuste juurde liikumist.

Soovitav videoallikas:

Khan Academy – Viirused

<https://www.khanacademy.org/science/biology/biology-of-viruses/virus-biology/v/viruses>

1.4 Kuidas viirused nakatavad rakke (viiruse elutsükkel – põhitõed)

Viiruse lihtsustatud elutsükkel koosneb järgmistest etappidest:

1. **Kinnitumine (attachment):** Viirus seondub peremeesraku pinnal olevate spetsiifiliste retseptoritega, kasutades ogasid või pinnavalke.





2. **Sisenemine (entry):** Viirus (või selle genoom) siseneb peremeesrakku. Ümbrisega viirused sulanduvad sageli rakumembraaniga; teised võivad siseneda endotsütoosi teel.
3. **Replikatsioon ja valkude tootmine:** Peremeesrakk toodab viiruse geneetilise materjali koopiald ja viirusvalke.
4. **Kokkupanek (assembly):** Uued viiruseosakesed pannakse kokku äsja toodetud komponentidest.
5. **Vabanemine (release):** Uued viirused lahkuvad rakust kas raku lõhkemise (lüüs) teel või pungumise (budding) kaudu, mis on tavaline ümbrisega viiruste puhul.

See elutsüklil selgitab, miks viirused sõltuvad peremeesrakkudest ja miks nad võivad kahjustusi põhjustada: viiruse paljunemine võib häirida raku normaalset talitlust.

1.5 Viiruste tüübid: kuidas viiruseid klassifitseeritakse?

Viiruseid saab rühmitada erinevatel viisidel. Selles õpiüksuses keskenduvad õpilased klassifikatsioonidele, mis on selgelt seotud modelleerimise ja liitreaalsuse (AR) visualiseerimisega:

- Genoomi tüübi järgi: DNA-viirused (nt herpesviirus) vs RNA-viirused (nt gripiviirus).
Lisainfo: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7150055/>
- Ümbrise olemasolu järgi: Ümbrisega viirused (nt HIV, gripiviirus) vs ümbriseta viirused (nt polioviirus, noroviirus).
Lisainfo: <https://virologyresearchservices.com/2022/05/22/enveloped-vs-non-enveloped-viruses/>
- Kuju järgi: Helikaalsed (nt tubaka mosaiikviirus – taimede puhul), ikosaeedrilised (nt adenoviirus), keeruka ehitusega (nt bakteriofaag).
Lisainfo: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/General_Biology_2e_\(OpenStax\)/05:_Unit_V-_Biological_Diversity/5.01:_Viruses/5.1.02:_Viral_Evolution_Morphology_and_Classification](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/General_Biology_2e_(OpenStax)/05:_Unit_V-_Biological_Diversity/5.01:_Viruses/5.1.02:_Viral_Evolution_Morphology_and_Classification)
<https://microbenotes.com/classification-of-virus/>
- Peremeesorganismi järgi: Loomaviirused (nt HIV), taimeviirused (nt TMV), bakteriofaagid (nt T4 faag).
Lisainfo: <https://microbenotes.com/classification-of-virus/>

Need kategooriad on kasulikud, sest need seostuvad otseselt sellega, mida õpilased 3D-s looma hakkavad: erinevad kujud, erinevad väliskihid ja erinevad „pinnastruktuurid“.

1.6 Miks on viirused olulised biotehnoloogias ja ühiskonnas?

Viiruseid seostatakse sageli haigustega, kuid nende tähtsus ulatub palju kaugemale nakkuste põhjustamisest. Kaasaegses teaduses ja biotehnoloogias kasutatakse viiruseid tööriistadena bioloogia uurimiseks, meditsiiniliste lahenduste arendamiseks ja looduslike süsteemide mõistmiseks.





Üks oluline viiruste rakendusvaldkond on vaktsiinid ja immunoloogia. Teadlased uurivad viiruste pinnavalke, et mõista, kuidas immuunsüsteem viirust ära tunneb. Näiteks on gripiviiruste uurimine näidanud, et väikesed muutused viiruse pinnavalkudes võivad mõjutada seda, kui tõhus vaktsiin igal aastal on. Samuti on viirusvalkude struktuuri mõistmine aidanud teadlastel välja töötada vaktsiine, mis õpetavad immuunsüsteemi nakkusele tõhusamalt reageerima. Need näited näitavad, miks viiruse ehituse tundmine on inimeste kaitsmisel hädavajalik.

Seos 3D-modelleerimisega: Kui õpilased kujundavad oma viiruse modelleerimisele oga, või pinnavalke, modelleerivad nad samu struktuure, mida teadlased uurivad vaktsiinide arendamisel. Oga suurus, asukoht ja arv 3D-mudelil aitavad selgitada, kuidas viirus peremeesrakku ära tunneb ja sellega kinnitub.

Viiruseid kasutatakse ka geeniteraapias ja bioloogilistes uuringutes. Laborites kasutatakse muundatud viiruseid sageli vektoritena geneetilise materjali rakkudesse viimiseks. Näiteks kasutatakse kahjutuid viiruseversioone uute geenide sisestamiseks rakkudesse, et uurida nende funktsiooni. Mõnedes meditsiinilistes rakendustes kasutatakse viirusvektoreid terapeutiliste geenide viimiseks kindlatesse rakkudesse, näidates, kuidas viiruseid saab ümber kujundada kasulikele eesmärkidele.

Seos 3D-modelleerimisega: Luues 3D-mudelid kapsiidi viiruse genoomi ümber, visualiseerivad õpilased, kuidas geneetiline materjal on pakendatud ja kaitstud. Kapsiidi modelleerimine geomeetrilise struktuurina aitab mõista, miks kuju ja sümmeetria on stabiilsuse ja funktsiooni seisukohalt olulised.

Lisaks meditsiinile mängivad viirused olulist rolli evolutsioonis ja ökosüsteemides. Merelistes ökosüsteemides nakatavad viirused mikroorganisme, näiteks baktereid ja vetikaid, reguleerides nende populatsiooni suurust. See protsess aitab tasakaalustada toitainete ringlust ookeanides, mis on oluline globaalse kliimatasakaalu jaoks. Viirused võivad ka kanda geneetilist materjali organismide vahel, aidates kaasa geneetilisele mitmekesisusele ja pikaajalisele evolutsioonile.

Seos 3D-modelleerimisega: Kui õpilased võrdlevad erinevaid viirusetüüpe — näiteks ümbrisega ja ümbriseta viiruseid — saavad nad modelleerida, kuidas struktuursed erinevused mõjutavad viiruste ellujäämist erinevates keskkondades. Näiteks ümbrise lisamine või eemaldamine 3D-mudelil aitab selgitada, miks mõned viirused on keskkonnatingimuste suhtes vastupidavamad kui teised.

Selles õpiüksuses kasutatakse viiruseid selge näitena sellest, kuidas teaduslikud teadmised saab muuta lihtsustatud digitaalseteks mudeliteks. Kujundades viiruste struktuure lihtsate geomeetriliste kujundite abil ja visualiseerides neid lihtsustatult, kogevad õpilased, kuidas teadlased ja insenerid kasutavad mudeleid keerukate süsteemide uurimiseks. See lähenemine ühendab bioloogia disaini, tehnoloogia ja STEM-oskustega, aidates õppijatel mõista, kuidas bioloogilised struktuurid inspireerivad innovatsiooni päriselus.

1.7 Arutelüküsimused / Refleksiooniküsimused





1. Miks peetakse viiruseid elusrakkudest erinevateks?
2. Kuidas kaitseb kapsiid viiruse genoomi ja miks võib selle kuju olla oluline?
3. Mis vahe on ümbrisega ja ümbriseta viirustel ning kuidas võib see mõjutada nende levikut või stabiilsust?
4. Kuidas aitab põhimõtte „struktuur → funktsioon“ selgitada, miks viirused nakatavad kindlaid peremeesrakke?
5. Millist viiruse omadust oleks sinu arvates kõige lihtsam 3D-mudelil kujutada ja millist kõige keerulisem? Miks?

Tee / Rakenda

2. Bio-Inspireeritud viirusmudelite loomine 3D-disaini abil

Tee-etapis uurivad õpilased, kuidas looduse praktilised lahendused — eriti viiruste struktuurid — võivad inspireerida tõhusaid lahendusi ja disaini. Viirused näitavad, kuidas minimaalsed struktuurid suudavad täita väga tõhusaid funktsioone, nagu kaitse, kinnitumine ja paljunemine. Neid looduslikke strateegiaid analüüsitakse ning muudetakse praktiliste tegevuste kaudu digitaalseteks mudeliteks.

2.1 Bioinspiratsioon: õppimine viiruse struktuurist ja funktsioonist

Viirused on näited väga hästi optimeeritud looduslikest süsteemidest. Vaid mõne komponendi abil suudavad nad kaitsta geneetilist materjali, ära tunda peremeesrakke ja tõhusalt paljuneda. Need omadused inspireerivad õpilasi mõtlema, kuidas struktuur, sümmeetria ja pinnadisain toetavad funktsiooni.

Õpilased valivad ühe viiruse tüübi ja analüüsivad, millised looduslikud omadused on selle toimimise seisukohalt olulised. Seejärel rakendavad nad bioinspireeritud mõtlemist, taastades need omadused Tinkercad Codeblocks'is lihtsustatud geomeetriliste kujundite abil. See peegeldab teaduslikku modelleerimist, kus keerukad looduslikud süsteemid taandatakse olulistele funktsionaalsetele elementidele.

2.2 Kuidas liitreaalsus toetab õpieesmärke

Liitreaalsuse (AR) rakendused, näiteks Delightex, toetavad õpiüksuse põhieesmärki, muutes nähtamatud bioloogilised struktuurid nähtavaks ja interaktiivseks. AR võimaldab õpilastel:

- vaadata viiruse mudeleid erinevates mõõtkavades;
- pöörata ja uurida struktuure kõikidest nurkadest;
- lisada mudeli osadele otse sildid ja selgitused.





Need AR-funktsioonid aitavad õpilastel mõista ruumilisi seoseid ja funktsionaalset disaini viisil, mida staatilised pildid või õpikud ei võimalda.

2.3 Praktilised tegevused ja rahvusvahelised õpinäited

Selles etapis osalevad õpilased praktilistes, käed-külge-tegevustes, mis põhinevad bioinspiratsiooni lähenemisel, mida kasutatakse STEM-hariduses üle maailma. Sarnaseid 3D-modelleerimise ja AR-põhiseid ülesandeid rakendatakse sageli bioloogia ja biotehnoloogia õpetamisel, et aidata õppijatel mõista mikroskoopilisi süsteeme ning esitada teaduslikke ideid visuaalselt.

Näidistegevused hõlmavad:

- viiruse mudeli kujundamist, mis näitab, kuidas struktuur võimaldab kinnitumist ja kaitset;
- pinnastruktuuride muutmist, et uurida, kuidas muutused mõjutavad koostoimet peremeesrakkudega;
- viiruse mudeli esitlemist liitreaalsuses (AR) kui õpiobjekti, selgitades selle funktsiooni kaasõpilastele.

Need tegevused peegeldavad päriselulisi teaduspraktikaid, kus digitaalseid mudeleid ja AR-visualiseerimist kasutatakse teadustöös, hariduses ja teaduskommunikatsioonis

Täienda / Süvenda

3. Mõistmise süvendamine liitreaalsuse abil

Täienda-etapis kasutatakse liitreaalsuse (AR) tööriistu arusaamise süvendamiseks, õppijate kaasatuse suurendamiseks ja tõhusama teadmiste kujundamise toetamiseks. AR on eriti väärtuslik viiruste õppimisel, kuna need bioloogilised üksused on mikroskoopilised ja neid ei saa otseselt vaadelda. Viiruse struktuuride visualiseerimine liitreaalsuses võimaldab õpilastel uurida keerukaid bioloogilisi mõisteid konkreetsel ja interaktiivsel viisil.

3.1 Kuidas liitreaalsus parandab viiruste mõistmist

AR-tehnoloogia võimaldab abstraktsetel ja nähtamatutel struktuuridel muutuda nähtavaks ja manipuleeritavaks. Kui õpilased vaatlevad viiruse mudeleid liitreaalsuses, saavad nad neid pöörata, suurendada ja uurida üksikuid komponente, nagu kapsiid, genoom, ümbris ja pinnavalgud. Selline ruumiline koostoime aitab õppijatel mõista, kuidas viiruse struktuur on seotud selle funktsiooniga, kinnistades varasemates osades käsitletud bioloogilisi põhimõtteid.

Esitades viiruse mudeleid inimesele tajutavas mõõtkavas, vähendab AR kognitiivset koormust ning toetab õppijaid, kellel võib olla raskusi üksnes sümbolsete või õpikupõhiste selgitustega.





Keerukad mõisted, nagu viiruse kinnitumine peremeesrakule või erinevused viirusetüüpide vahel, muutuvad otsese visuaalse koostoime kaudu kergemini mõistetavaks.

3.2 Kaasatuse ja aktiivse õppimise suurendamine

Liitreaalsus (AR) soodustab aktiivset osalemist passiivse vaatlemise asemel. Selle asemel, et ainult lugeda või selgitusi vaadata, suhtlevad õpilased viiruse mudelitega, mille nad on ise loonud. See omanikutunne suurendab motivatsiooni ja kaasatust, kuna õppijad näevad, kuidas nende enda töö muutub kaasahaaravaks AR-kogemuseks.

Interaktiivsed AR-keskkonnad toetavad ka koostööpõhist õppimist. Õpilased saavad arutada oma mudeleid, võrrelda erinevaid viirusetüüpe ning selgitada oma disainivalikuid kaaslastele. Selline sotsiaalne koostoime tugevdab arusaamist ning arendab suhtlemis- ja teadusliku selgitamise oskusi.

3.3 Kasulikud liitreaalsuse (AR) tööriistad ja rakendused

Üks tõhus AR-tööriist selles õpiüksuses on **Delightex**, mis võimaldab õpilastel importida 3D-mudeleid, paigutada need reaalsesse keskkonda ning lisada sildid või selgitavad tekstid. Markerivaba AR-funktsionaalsus võimaldab paindlikku kasutamist nii klassiruumis kui ka kodus, kasutades nutitelefone, tahvelarvuteid või arvuteid.

Teised ülemaailmselt kasutatavad AR-põhised hariduslikud lähenemised hõlmavad:

- molekulaarsete ja bioloogiliste struktuuride AR-visualiseerimist;
- 3D-teadusmodelite interaktiivset märgistamist;
- AR-toega esitlusi ja digitaalseid näitusi.

Neid tööriistu kasutatakse laialdaselt STEM-hariduses, et aidata õppijatel uurida süsteeme, mis on oma mõõtmete või keerukuse tõttu muidu raskesti ligipääsetavad.

3.4 Praktilised soovitused liitreaalsuse lõimimiseks õppesse

Õpilaste seose tugevdamiseks teemaga ja tõhusa teadmiste kujundamise toetamiseks saab liitreaalsust (AR) lõimida õppesse mitmel viisil:

- kasutada AR-i refleksioonivahendina, kus õpilased selgitavad viiruse ehitust oma AR-mudeli abil;
- siduda AR kujundava hindamisega, paludes õppijatel tuvastada viiruse osi või selgitada nende funktsioone;
- julgustada õpilasi võrdlema erinevaid viiruse mudeleid AR-keskkonnas, et esile tuua struktureid erinevusi;
- kasutada AR-esitlusi lõppprojekti tutvustamiseks, kinnistades õpitulemusi.





Nende strateegiate kaudu muutub AR enamaks kui lihtsalt visuaalne abivahend — sellest saab tööriist arutlemiseks, suhtlemiseks ja sügavama mõistmise saavutamiseks.

Kokkuvõte

See õpiüksus käsitles viirusi kui bioloogilisi süsteeme, ühendades teaduslikud teadmised 3D-modelleerimise ja liitreaalsusega. Avasta, Tee ja Täienda etappide kaudu arendasid õpilased arusaamist viiruste ehitusest, funktsioonist ja klassifikatsioonist ning rakendasid neid teadmisi aktiivselt praktilistes digitegevustes.

AR-tööriistade kasutamine toetas mikroskoopiliste struktuuride visualiseerimist, suurendas õppijate kaasatust ning aitas siduda bioinspireeritud põhimõtteid päriseluliste teadus- ja tehnoloogiliste väljakutsetega. See lähenemine julgustab õpilasi jätkama bioloogia uurimist STEM- ja digitaalse innovatsiooni kaudu.

Etapp	Description
Avasta	- Õpilased uurivad, mis on viirused, kuidas need erinevad elusrakkudest ja miks nende ehitus on funktsiooni seisukohalt oluline. Nad analüüsivad viiruse osi (genoom, kapsiid, ümbris, pinnavalgud) ning õpivad, kuidas viirused nakatavad peremeesrakke.
	- Õppijad loovad baasteadmised tekstide, skeemide ja visuaalsete näidete abil, arendades arusaamist viiruste tüüpidest ja klassifikatsioonist.
	- Õpilased tuvastavad raskusi mikroskoopiliste ja abstraktsete bioloogiliste struktuuride mõistmisel ning mõistavad visuaalsete ja interaktiivsete õpivahendite vajadust.
Tee	- Õpilased rakendavad bioloogilisi teadmisi, kujundades viiruse mudeleid Tinkercad Codeblocks'is ning tõlkides viiruse struktuuri lihtsustatud 3D-esitusteks.
	- Interaktiivsed harjutused: Õppijad loovad, muudavad ja võrdlevad viiruse mudeleid, keskendudes bioinspireeritud põhimõtetele, nagu struktuuri ja funktsiooni seos, sümmeetria ja tõhusus. Nad valmistavad modelid ette AR-visualiseerimiseks.
	- Tagasiside kogumine: Õpilased saavad kaasõpilaste ja õpetaja tagasisidet arutelude, mudelite esitluste ning disainivalikute ja bioloogilise täpsuse refleksiooni kaudu.
	- AR-i lõimimine: Õpilased impordivad oma 3D-viiruse modelid Delightxi ja visualiseerivad neid liitreaalsuses. AR muudab mikroskoopilised viirusestruktuurid inimesele tajutavasse mõõtkavasse.
	- Interaktiivne õppimine: Õppijad suhtlevad AR-mudelitega neid pöörates, suurendades, märgistades ja selgitades viiruse osi, tugevdades ruumilist mõistmist ja kontseptuaalset selgust.

Täienda





Mängustatud sisu:

- **Punktid ja märgid:** Antakse korrektselt modelleeritud viirusestruktuuride ja selgete selgituste eest.
- **Edetabelid:** Soovi korral klassisisene pingerea süsteem motivatsiooni suurendamiseks.
- **Missioonid ja tasemed:** Õpilased liiguvad lihtsamatelt viirusestruktuuridelt keerukamate viirusetüüpideni.
- **Avastamisboonused:** Lisapunktid täiendavate viiruseomaduste või võrdluste avastamise eest.
- **Koostööpõhised mängustatud ülesanded:** Rühmatööd erinevate viirusetüüpide kujundamiseks ja selgitamiseks.

AR-põhine hindamine: Õpilased demonstreerivad oma arusaamist, selgitades viiruse ehitust ja funktsiooni AR-mudeli abil, tuvastades osi ning analüüsides, kuidas struktuur toetab nakkavust ja ellujäämist.





Viited

- Louten J. Virus Structure and Classification. *Essential Human Virology*. 2016:19–29. doi: 10.1016/B978-0-12-800947-5.00002-8. Epub 2016 May 6. PMID: PMC7150055.
- **OpenStax**. *Biology 2e – Viruses*. <https://openstax.org/details/books/biology-2e>
- **Khan Academy**. *Viruses – Biology of Viruses*. Educational video and explanatory material used to support understanding of virus structure and function. <https://www.khanacademy.org/science/biology/biology-of-viruses/virus-biology/v/viruses>
- **World Health Organization (WHO)**. *Health Topics: Viruses and Infectious Diseases*. <https://www.who.int>
- **National Institutes of Health (NIH)**. *Genetics and Genomics Resources*. <https://www.nih.gov>
- **Delightex (CoSpaces Edu)**. *Augmented Reality for Education*. <https://edu.delightex.com>
- **Tinkercad**. *Codeblocks – 3D Modeling for Education*. <https://www.tinkercad.com>
- **Sketchfab**. *3D Models and AR Visualization in Education*. <https://sketchfab.com>
- **European Commission**. *STEM Education and Digital Learning Strategies*. <https://education.ec.europa.eu>
- Bios4You. (2025). *How Delightex AR is transforming STEM education: Classroom practices and teaching tips*. <https://bios4you.infoproject.eu/how-delightex-ar-is-transforming-stem-education-classroom-practices-and-teaching-tips/>
- Delightex. *Lesson plans to use in the classroom*: <https://www.delightex.com/edu/lesson-plans>
- Delightex. *3D creation toolbox for education*. Delightex GmbH. <https://www.delightex.com/edu/3d-creation>
- Khan Academy. (n.d.). *Intro to viruses*.
• <https://www.khanacademy.org/science/biology/biology-of-viruses/virus-biology/a/intro-to-viruses>
- Louten, J. (2016). Virus structure and classification. In *Essential human virology* (pp. 19–29). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800947-5.00002-8>
- Microbe Notes. (2023, rugsėjo 29). *Classification of virus*.
• <https://microbenotes.com/classification-of-virus/>
- National Center for Biotechnology Information. (2016). Virus structure and classification. In *Medical microbiology* (4th ed.).
• <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8174/>
- OpenStax. (2022). *Biology* 2e. OpenStax. <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/21-1-viral-evolution-morphology-and-classification>





- University of Delaware. (2024). *Ready, set, VirusGo: Augmented reality virus education*. <https://www.udel.edu/udaily/2024/june/virusgo-virus-education-augmented-reality-hadden-perilla-genova/>
- VirusGo. (2024). *The ARVi learning app makes viruses visible*. Jurnal STEM Learning. <https://ejournal.upi.edu/index.php/jslearning/article/view/220>
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. (2021). *Campbell biology* (12th ed.). Pearson Education. (Ch. 19: Viruses).
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>

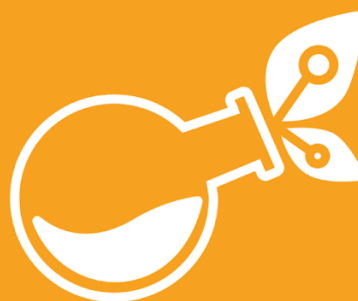
AI-based tools (ChatGPT, Perplexity AI, and NotebookLM) were used to support content drafting, research synthesis, and organization of source materials during the development of this learning unit:

- OpenAI. *ChatGPT* (large language model). <https://chat.openai.com>
- *Perplexity AI* [AI-powered search and research assistant]. <https://www.perplexity.ai>
- Google *NotebookLM* [AI-powered research and note-taking tool]. <https://notebooklm.google.com>





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.