



Co-funded by
the European Union

Looduse puhastusmeeskond: kuidas mere mikroobid puhastavad meie ookeane



BIO4YOU
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."





Co-funded by
the European Union

SISUKORD

Üldine teave

Pedagoogiline kirjeldus

Tehniline kirjeldus



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."

Sissejuhatus

See harjutus tutvustab õpilastele meremikroorganismide varjatud maailma – need on Maa väikseimad, kuid samas kõige olulisemad keskkonnainsenerid. Ookeanides elab tohutul hulgal baktereid, vetikate ja teiste mikroobide kooslusi, millel on planeedi tasakaalu säilitamisel oluline roll saasteainete lagundamisel, toitainete ringlussevõtul ja mereökosüsteemide toetamisel. Need mikroskoopilised eluvormid toimivad looduse koristusmeeskonnana, muutes kahjulikud ained, nagu õli, plastjäägid ja orgaanilised jäätmek, kahjututeks või isegi kasulikeks ühenditeks.

Liitreaalsuse (AR) abil sukelduvad õpilased ookeani pinna alla, et uurida ookeani puhastavaid mikroobseid ökosüsteeme. Nad jälgivad, kuidas erinevat tüüpi mikroobid merekeskkonnas toimivad, visualiseerivad, kuidas need organismid saasteainetega suhtlevad, ning avastavad biolagundamise ja biopuhastamise taga olevaid biokeemilisi protsesse.

See interaktiivne õpikogemus ühendab bioloogia, keskkonnateaduse ja keemia STEAM-raamistikus, aidates õpilastel mõista, kuidas looduslikud protsessid saavad inspireerida tehnoloogilisi lahendusi jätkusuutliku keskkonnajuhtimise jaoks. Harjutuse lõpuks mõistavad õpilased mikroobse elu olulisust ookeanide tervises ja mõtisklevad selle üle, kuidas inimesed saavad nendest bioloogilistest süsteemidest õppida, et kujundada keskkonnasõbralikke puhastustehnoloogiaid ja biomimeetilisi lähenemisviise reostuse kontrollimiseks.

See dokument koosneb järgmistest punktidest:

- Teave AR-tehnoloogia kohta
- Kuidas malli abil AR-harjutust defineerida:
 - o Üldine teave
 - o Pedagoogilised spetsifikatsioonid
 - o Tehnilised andmed





Üldine teave

Harjutuse nimi:

Looduse koristusmeeskond: kuidas meremikroobid meie ookeani puhastavad

See harjutus sukeldab õpilased meremikroorganismide nähtamatusse, kuid võimsasse maailma, mis toimivad looduse koristusmeeskonnana. Liitreaalsuse (AR) abil uurivad õpilased, kuidas bakterid, vetikad ja muud mikroskoopilised organismid aitavad säilitada ookeani tervist, lagundades saasteaineid, taaskasutades orgaanilist ainet ja toetades veeökosüsteeme.

Kirjeldus harjutused:

3D AR-mudelitega suheldes saavad õpilased visualiseerida, kuidas mikroobid kinnituvad saasteainete külge, eritavad ensüüme ja lagundavad mürgiseid aineid, nagu õli, plastjäägid ja orgaanilised jäätmeküljed. Samuti uurivad nad biopuhastuse biokeemilisi protsesse, mõistavad mikroorganismide toiduvõrgustiku seoseid ja jälgivad, kuidas keskkonnategurid (temperatuur, hapnik, valgus) mõjutavad mikroobide aktiivsust.

Harjutus ühendab uurimist, analüüsi ja refleksiooni, et edendada süsteemse tasandi arusaamist mere ökosüsteemidest ja nende vastupanuvõimest. Tudengid arutavad ka seda, kuidas mikroobide protsessidest saadud teadmised võivad inspireerida bioloogilisel inspireeritud tehnoloogiaid veekogude puhastamiseks ja reostuse leevendamiseks.

Osalejad:

Selle harjutuse saab sooritada **üksikud õpilased** või **väikesed koostöögrupid (3–5 õpilast)**. Rühmatööd julgustatakse ergutama arutelu ökoloogiliste süsteemide, jätkusuutlikkuse ja bioinspireeritud disainilahenduste üle.





Osalejate
vanusevahe
mik:

STEM-aine ja
konkreetne
teema:

Vähemalt 14-aastane

Õpilastel peaksid olema üldteaduse või bioloogia tundidest omandatud põhiteadmised mikroorganismidest, ökosüsteemides reostusest.

STEM-aine: Bioloogia, keskkonnateadus, keemia

Konkreetne teema: Meremikroobide roll ookeani ökosüsteemides puhastamisel ja säilitamisel (biopuhastus, biolagundamine, toitainetevahetusringlus).

Teema peamine väljakutse (stressirohke aspekt):

Selle teema kõige keerulisem aspekt on see, et mikroobid on paigutatud silmaga nähtamatud ja nende biokeemilisi protsesse on raske visualiseerida. Õpilastel on sageli raskusi ette kujutada, kuidas mikroskoopilised organismid võivad avaldada ulatuslikku mõju ookeanide tervisele ja reostuse vähendamisele. Lisaks nõuab mikroobide liikide, saasteainete ja keskkonnategurite keerukate vastastikmõjude mõistmine abstraktset arutluskäiku molekulaarsel tasemel protsesside üle.

Kuidas AR aitab kontseptsiooni lihtsustada:

- **3D AR-visualiseerimine**muudab nähtamatud mikroorganismid nähtavaks, aidates õpilastel jälgida mikroobide vorme, elupaiku ja vastastikmõju saasteainetega.
- **AR-animatsioonid**Näidake samm-sammult, kuidas mikroobid mõjutavad ökosüsteemi, näiteks kinnituvad, ensüüme eritavad ja saasteaineid lagundavad.
- **Kihilised AR-stseenid**illustreerige seost mikroobide aktiivsuse ja ookeanikihtide ja ökosüsteemi tervise vahel.
- **Interaktiivsed ülekatted**Selgitage lihtsustatud ja kaasahaaraval viisil peamisi biokeemilisi protsesse (nt oksüdatsioon, ensümaatiline lagundamine).
- **Mängustatud avastamine**julgustab õpilasi puhastama virtuaalset ookeani, valides erinevatele saasteainetele sobivaid mikroobe, kinnistades seeläbi rakenduslikku õppimist.

Pedagoogiline eesmärk (õpiväljundid):

Selle harjutuse lõpuks peaksid õpilased oskama:

1. Selgitage meremikroorganismide rolli ookeani ökosüsteemides ja reostuse puhastamisel.





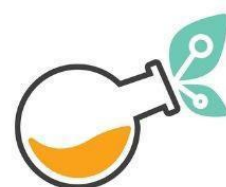
Mängustamise protsess:

2. Kirjeldage biopuhastust ja seda, kuidas mikroobid muudavad kahjulikud ained kahjututeks.
 3. Tuvastage mikroobide efektiivsust mõjutavad tegurid, näiteks temperatuur, soolsus ja hapnikusisaldus.
 4. Mõista mikroobsete protsesside ja globaalse keskkonnatervise vahelist seost.
 5. Mõelge, kuidas loodusest inspireeritud mikroobistrateegia saab rakendada inimeste loodud puhastustehnoloogiates.
- **Väljakutsetel põhinev õpe:** Õpilased täidavad liitreaalsuse simulatsioonides ülesandeid, et tuvastada erinevat tüüpi saasteainete jaoks õiged mikroobid.
 - **Punktid ja märgid:** Auhinnatakse virtuaalsete ookeanialade eduka „puhastamise“ või mikroobsete protsesside tuvastamise eest.
 - **Stsenaariumi areng:** Õpilased läbivad etappe, mis esindavad erinevaid merekeskkondi (nt rannik, süvamere, saastunud ala).
 - **Lõplik mõtisklus:** Õpilased võtavad kokku, kuidas mikroobide aktiivsus aitab kaasa ökosüsteemi tasakaalule, ja pakuvad välja ühe bioloogiliselt inspireeritud koristusidee.

Laiendatud teabe kirjalik või graafiline kirjeldus:

AR-kogemus hõlmab järgmist:

- **Interaktiivsed 3D-mudelid** meremikroobide (bakterid, vetikad, algloomad) uurimine erinevates mastaapides ja elupaikades.
- **AR-animatsioonid** mikroobide poolt saasteainete (nt õlitilgade, plastmikrokiudude) lagundamise visualiseerimine.
- **Hüpi-tekst** Mikroobide funktsioonide, biokeemiliste reaktsioonide ja ökoloogilise tähtsuse kirjeldamine.
- **Dünaamilised ookeanikeskkonna stsenaariumid** mis muutuvad vastavalt saastetasemele ja mikroobide aktiivsusele.
- **Simulatsiooni juhtlemendid** mis võimaldavad õpilastel reguleerida tingimusi, näiteks temperatuuri või hapniku hõlmamist, ja näha, kuidas mikroobide efektiivsus muutub.





Vajalikud on
välised (või
lisa)tööriistad

Lingid (videod,
pildid, tekst
veebis jne).

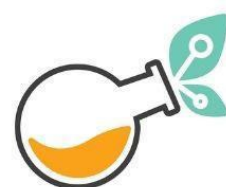
- **AR-ühilduvad seadmed**(nutitelefonid, tahvelarvutid).
- **Delightexi platvorm**AR-sisu majutamiseks ja vaatamiseks
- **internetiühendus**interaktiivsete materjalide ja keskkonnanägemiste loomiseks.
- Valikuline:
- Töölehed märkmete tegemiseks ja refleksiooniks.

Välised videoressursid, näiteks „Ookeani mikroobide käe varjatud puhastajad ”

Video: Ookeani mikroobide käe varjatud puhastajad

Link:

https://youtube.com/shorts/AyNvAII_EU?si=lkaU9hivH0onAx11



Pedagoogilised spetsifikatsioonid

Kuidas saab seda täiendatud teavet kasutada STEAM-i probleemi lahendamiseks? teema õpilastele huvitavamal viisil?

Interaktiivsed 3D-mudelid

Eesmärk:

Aidata õpilastel visualiseerida ja uurida detailseid 3D-mudeleid mere mikroobidest ning nende koostoimest saasteainetega, et mõista, kuidas need mikroskoopilised organismid puhastavad ookeani ja toetavad mereökosüsteeme.

Kasutus:

Õpilased saavad suumida, pöörata ja uurida 3D AR-mudeleid erinevatest mere mikroorganismidest, sealhulgas bakteritest, vetikatest ja algloomadest, et näha nende kuju, elupaiku ja funktsioone. Puudutades konkreetseid mikroobe (nt naftat lagundavad bakterid või hapniku tootmises osalevad vetikad), käivituvad animatsioonid, mis näitavad, kuidas mikroobid kinnituvad saasteainetele, eritavad ensüüme ning lagundavad saasteid, nagu naftatilgad või mikroplast.

Interaktiivsed kihid pakuvad lihtsustatud selgitusi biokeemiliste protsesside kohta (oksüdatsioon, lagunemine ja toitainete ringlus) ning toovad esile, kuidas mikroobide koostöö toetab keskkonna tasakaalu. Selline käed-külge visualiseerimine muudab nähtamatud bioloogilised protsessid arusaadavaks ja kaasahaaravaks.

Interaktiivsed nupud

Eesmärk:

Võimaldada õpilastel aktiivselt suhelda AR-mudelitega, et paremini mõista bioremediatsiooni ökoloogilisi ja keemilisi mehhanisme merekeskkonnas.

Kasutus:

Õpilased saavad puudutada AR-stseenis olevaid interaktiivseid nuppe, et avada hüpikaknaid selgitustega või vahetada erinevate merekeskkondade vahel, nagu puhas ookean, saastunud ala ja taastunud elupaik. Iga nupp võib esindada tingimust (nt temperatuuri tõus, naftareostus, hapnikupuudus), võimaldades õpilastel jälgida, kuidas mikroobide tõhusus muutub keskkonnastressi korral.

Lisanuppude abil saavad õpilased valida konkreetseid mikroobitüüpe või visualiseerida mikroobse puhastuse mõju enne ja pärast. Edusammude jälgimine tagab, et õpilased liiguvad õppimise etappides süsteemselt – alates mikroobide vormide uurimisest kuni nende biokeemiliste funktsioonide mõistmiseni ning lõpuks nende teadmiste rakendamiseni STEAM-põhises keskkonnaprobleemide lahendamises.





Milliseid pedagoogilisi eesmärke selle stsenaariumi kaudu käsitletakse?

Aktiivne kaasatus

Õpilased osalevad aktiivselt 3D AR-mudelitega, mis kujutavad mere mikroobe ja ookeanikeskkondi, võimaldades neil suumida, pöörata ja uurida, kuidas mikroskoopilised organismid suhtlevad saastainetega. See käed-külge kogemus soodustab uudishimu ja avastamist, aidates õpilastel visualiseerida, kuidas mikroobid kinnituvad naftaosakestele, eritavad ensüüme ja lagundavad saastaineid.

Animatsioonide ja hüplikselgitustega suheldes seovad õpilased otseselt bioloogia ja keemia teoreetilised teadmised reaajas visuaalsete simulatsioonidega, mis näitavad, kuidas mikroobne elu toetab ookeani tervist. Selline otsene kaasatus muudab abstraktsed mikrobioloogilised ja keskkonnaprotsessid arusaadavaks ja põnevaks ning julgustab õpilasi aktiivselt osalema bioremediatsiooni looduslike mehhanismide mõistmisel.

Kriitiline mõtlemine

Ülesanne arendab kriitilist mõtlemist, julgustades õpilasi analüüsima, kuidas erinevad keskkonnategurid (temperatuur, soolsus, hapnikutase või saaste tüüp) mõjutavad mikroobide toimimist. AR-kogemuse kaudu saavad õpilased virtuaalselt katsetada erinevaid tingimusi ja võrrelda mikroobide efektiivsust erinevates stsenaariumides. See soodustab põhjus-tagajärg seoste mõistmist, ökoloogilise tasakaalu tunnetamist ning bioloogiliste ja keemiliste protsesside vastastikuse seotuse tajumist. Õpilased peavad kriitiliselt mõtlema, miks mõned mikroobid saastunud keskkonnas edukalt toimivad, samas kui teised hävivad, ning kuidas sellised looduslikud süsteimid võivad inspireerida keskkonnasõbralikke tehnoloogilisi lahendusi.

Teadmiste rakendamine

AR-simulatsioonidega suheldes rakendavad õpilased oma teadmisi bioloogilisest lagunemisest, keemilistest reaktsioonidest ja ökosüsteemide dünaamikast praktilises ja visuaalses kontekstis. Tegevus kutsub neid integreerima STEM- ja keskkonnateadmisi, sidudes molekulaarsel tasandil toimuvad mikroobsed protsessid suuremahuliste ökosüsteemide tulemustega (nt puhtamad ookeanid ja tervem mereelu). Õpilased seovad ka looduslikke põhimõtteid tehnoloogilise innovatsiooniga, arutledes, kuidas biomimikri — õppimine mikroobsetest süsteemidest — võib viia keskkonnasõbralike vee puhastamise ja jäätmekäituse lahendusteni. See rakenduslik õppimine tugevdab arusaamist ja süvendab teadlikkust päriselu jätkusuutlikkuse probleemidest.

Mitmemodaalne õppimine (visuaalne, praktiline, uurimuslik õppimine)

Stsenaarium ühendab visuaalsed animatsioonid, praktilise AR-uurimise ja uurimusliku õppimise, et toetada erinevaid õpistiile. Õpilased õpivad vaatlemise, katsetamise ja refleksiooni kaudu, muutes abstraktsed mikrobioloogilised ja keemilised mõisted konkreetseteks ja jälgitavateks kogemusteks. Visuaalse jutustamise (animatsioonide kaudu) ja interaktiivse otsustamise (AR-ülesannete kaudu) kombinatsioon aitab õppijatel mõista keerulisi STEAM-teemasid, nagu bioremediatsioon, mikroobne ökoloogia ja reostuse haldamine, tähenduslikul ja meeldejääval viisil. See mitmemodaalne lähenemine aitab õpilastel mõista mitte ainult seda, kuidas mere mikroobid toimivad, vaid ka seda, miks nende roll on eluks Maal hädavajalik.





Sügavam arusaam mere mikroobsetest protsessidest ja ookeani tervisest

Õpilased arendavad sügavat arusaamist sellest, kuidas mere mikroorganismid aitavad säilitada keskkonna tasakaalu ja puhastada saastunud vett. Interaktiivsete 3D AR-visualiseeringute kaudu jälgivad nad üksikasjalikult, kuidas bakterid ja vetikad lagundavad saasteaineid, taaskasutavad toitaineid ja toetavad mereökosüsteeme. See kaasahaarav visuaalne kogemus aitab siduda mikroskoopilisi bioloogilisi protsesse (nt ensümaatiline lagunemine ja oksüdatsioon) makrotasandi keskkonnatulemustega, tugevdades teoreetilisi teadmisi vaatlemise ja aktiivse osaluse kaudu. Tegevuse lõpuks mõistavad õpilased, kuidas nähtamatu mikroobne tegevus toetab nähtavat ökoloogilist tasakaalu ning miks nende organismide kaitsmine on globaalse ookeani tervise seisukohalt oluline.

Suurenenud kaasatus ja huvi keskkonnateaduse ja STEAM-valdkondade vastu

AR-kogemuse interaktiivne ja avastuslik iseloom on loodud selleks, et äratada õpilaste uudishimu ja motivatsiooni bioloogia, keemia ja keskkonnatehnoloogia vastu. Muutes abstraktse mõiste — mikroobse bioremediatsiooni — visuaalselt kõitvaks ja osaluslikuks õpikogemuseks, kujuneb õpilastel tõenäolisemalt positiivne hoiak teadusliku uurimise ja jätkusuutlikkuse teemade suhtes. Samuti kasvab teadlikkus sellest, kuidas interdistsiplinaarne STEAM-õpe (teadus, tehnoloogia, inseneeria ja kunst) võib inspireerida uuenduslikke lahendusi kliimakindluse ja reostuse vähendamise jaoks. See suurenenud huvi toetab pikaajalist huvi merebioloogia, biotehnoloogia ja ökoloogilise disaini vastu.

Paranenud põhimõistete meeldejätmine ja taastamine

Animatsioonide, interaktiivse uurimise ja mänguliste väljakutsete kombinatsioon aitab parandada oluliste mõistete, nagu biolagunemine, toitainete ringlus ja mikroobsed ökosüsteemid, meeldejätmist ja taastamist. Mitmemeeleline õppimine, mis ühendab visuaalse, praktilise ja kognitiivse kaasatuse, toetab pikaajalist arusaamist, sidudes teooria vaatluse ja praktikaga. Kui õpilased näevad, kuidas erinevad mikroobid reageerivad keskkonnastressile või saastele, kujuneb neil selgem vaimne mudel keerukatest biokeemilistest protsessidest. Selline praktiline kogemus tagab, et teaduslikud põhimõtted ei jää ainult meelde, vaid neid ka mõistetakse.

Suurem enesekindlus bioinspireeritud ja keskkonnavalaste rakenduste selgitamisel

Animatsioonide, interaktiivse uurimise ja mänguliste ülesannete kombinatsioon aitab õpilastel kindlamalt selgitada bioinspireeritud lahendusi ja keskkonnarakendusi. Mitmemeeleline õppimine toetab sügavat arusaamist, sidudes teooria praktilise kogemusega. Visualiseerides, kuidas mikroobid toimivad ja reageerivad erinevates tingimustes, suudavad õpilased paremini selgitada, kuidas looduslikud protsessid inspireerivad keskkonnasõbralikke tehnoloogiaid. See suurendab nende enesekindlust teaduslike ideede esitamisel ja aruteludes osalemisel.

[Milliseid tulemusi on oodata selle kasutamisel?](#)

Technical specifications

AR-INFORMATSIOON

Tehnoloogia

Markerita AR (trükitud markerit pole vaja).





Co-funded by
the European Union



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."





Kui on vaja
markerit, siis
markeri
kirjeldus

Vajalik riist-
ja tarkvara:

Laiendatud
andmete tüüp

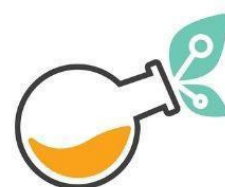
AR-andmete
kirjalik
kirjeldus



Riistvara:Arvuti, nutitelefon, tahvelarvuti (AR-sisu kasutamiseks), kaamera (AR-funktsionaalsuse jaoks), güroskoop (AR-jälgimiseks mobiilseadmetes).

Tarkvara:See **Delightex**AR veebipõhine vaatur või mobiilirakendus mis ühildub mõlemaga **iOS** ja **Android**.

- **3D-mudelid** meremikroobide (nt bakterid, tsüanobakterid, vetikad) ja saasteainete (õlipiisad, mikroplastik) levik.
- **Animeeritud visualiseeringud** mikroobse biolagundamise protsesside (ensüümide vabanemine, süsivesinike lagunemine, toitainete ringlussevõtt) näidates.
- **Hüpikteksti katted** Mikroobiliikide, keemiliste reaktsioonide ja ökoloogiliste rollide selgitamine.
- **Dünaamilised taustastseenid** mis esindavad erinevaid merekeskkondi (avameri, rannikuvöönd, saastunud ala).
- **Interaktiivsed liugurid** muutuvate keskkonnatingimuste (temperatuur, hapnik, soolsus, saasteaine tüüp) korral.
- Pärast AR-kogemuse käivitamist näevad õpilased **3D veealune keskkond** animeeritud piltidega **mikroobid ja saasteained**. Pealkiri, „*Looduse koristusmeeskond: kuidas meremikroobid meie ookeane puhastavad*“ ilmub, kutsudes õpilasi simulatsiooni alustama.
- Õpilased suhtlevad sisuga järgmiselt:





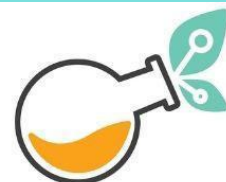
Stseen

Neli stseeni:

1. stseen: Mikroobide varjatud maailm

Õpilased uurivad 3D-ookeanimaastikku, kus orgaaniliste osakeste seas hõljuvad erinevad mikroobitüübid. Hüpikaknad tutvustavad baktereid, vetikaid ja algloomi ning selgitavad nende ökoloogilist rolli. Navigeerimisnool → 2. stseen.

- **Suumimine ja pööramine** mikroobide morfoloogia ja elupaikade uurimiseks.
- **Koputamisesaasteainetel** (nt õlililgad või plastosakesed), et jälgida mikroobide kinnitumist ja lagunemise alustamist.
- **Hüpikakende selgituste käivitamine** kirjeldades, mis toimub puhastusprotsessi igas etapis, nt:
 - o "Bakterid vabastavad ensüüme, mis lagundavad süsivesinikke."
 - o "Vetikad muudavad jäätmed hapnikuks ja toitaineid"
- **Tingimuste reguleerimine** (temperatuur, hapnikutase) mikroobide reaktsiooni jälgimiseks.
- **Enne ja pärast ookeanipiltide võrdlus** biopuhastuse edukuse hindamiseks.
- Simulatsiooni edenedes vaatavad õpilased liitreaalsuse animatsioone, mis näitavad reostustaseme vähenemist ja vabastuse suurenemist, sümboliseerides ookeani taastumist. Lõpus ilmub peegelduspaneel, mis ajendab õpilasi kirjeldada kuidas mikroobsed süsteemid inspireerivad biomimeetilisi lahendusi reostuse haldamiseks.
- **Lisafunktsioonid:**
- **Animeeritud järjestussamm-sammult** demonstreerib, kuidas meremikroobid saasteaineid tuvastavad, nendega kinnituvad ja neid lagundavad näiteks õli- või plastosakesed, visualiseerides ookeanivee järkjärgulist puhastumist.
- **Bioinspireeritud tehnoloogiaosakond**, kus õpilased saavad uurida, kuidas mikroobsed protsessid inspireerivad inimeste uuendusi säästva reoveepuhastuse, naftareostuse koristamise ja keskkonnatehnika valdkonnas.
- **Nupp „Tagasi algusesse”** mis võimaldab kasutajatel simulatsiooni lähtestada ja harjutuse varasemaid etappe uuesti külastada, võimaldades mikroobide interaktsioonide korduvat uurimist erinevates keskkonnatingimustes.





Kui pilt

Kui tekst

Kui video

2. stseen: Ookeanireostus

Õpilased puutuvad kokku visualiseeritud saasteainetega (naftatilg, mikroplastik). Interaktiivsed levialad võimaldavad puudutada animatsioone, mis näitavad, kuidas saasteained mõjutavad vee kvaliteeti ja mereelustikku. Navigeerimisnool → 3. stseen.

3. stseen: Mikroobne biopuhastus tegevuses

Õpilased aktiveerivad liitreaalsuse animatsioone, mis näitavad mikroobide kinnitumist saasteainete külge ja nende lagundamist. Hüplikaknad kirjeldavad ensümaatilise lagunemise ja keemilise muundumise protsesse. Navigeerimisnool → 4. stseen.

4. stseen: Ookeani taastumine ja peegeldus

Õpilased vaatavad „puhastatud“ ookeanivaadet. Animeeritud mikroobid ringlustavad toitaineid, samal ajal kui kalad ja korallid naasevad. Ilmub küsimus, millele peaks mõtlema: „*Kuidas mikroobid ookeani tasakaalu säilitavad ja mida me saame neilt õppida?*“ Nupp „Tagasi algusesse“ lähtestab AR-jada.

-

Mis on meremikroobid?

Meremikroobid on ookeanides elavad mikroskoopilised organismid, millel on oluline roll toitude ringluses ja reostuse puhastamisel.

Kuidas nad ookeani puhastavad?

Teatud bakterid ja vetikad suudavad biokeemiliste reaktsioonide kaudu lagundada saasteaineid, nagu õli ja plast, muutes mürgised ühendid kahjututeks materjalideks.

Miks need on olulised?

Ilma nende mikroobsete protsessideta koguneksid saasteained, mis häiriks mereelustikku ja hapniku tootmist. Mikroobid toimivad looduslike taaskasutajatena, säilitades ökoloogilise tasakaalu ja toetades bioloogilist mitmekesisust.

Mida saavad inimesed neilt õppida?

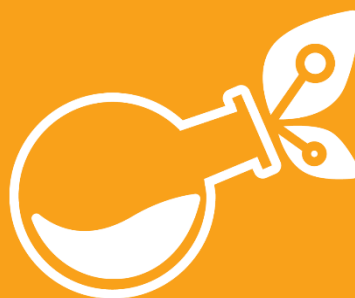
Mikroobsete protsesside mõistmine inspireerib bioloogilisi tehnoloogiaid säästvaks jäätmekäitluseks ja vee puhastamiseks, mis viib puhtama keskkonnani.

-





Co-funded by
the European Union



BIO54YOU

AR 2.0

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