



Co-funded by
the European Union

Kuidas biomimikri Inspireerib Uued uuendused



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	3
1- Avasta:	5
2- Käivita:	6
3- Täiustada:	6
Järeldus:	7





Õppetee üldine teema	Mõistmine, kuidas looduslikud strateegiad inspireerivad inimtehnoloogiaid.
Õppeüksuse täpne nimetus	Kuidas biomimikri inspireerib uusi innovatsiooni
Sihtrühma vanus	14–18 aastat
Õppijale esitatavad nõuded	• Bioloogia põhiteadmised (taimed, loomad, ökosüsteemid). • Huvi teaduse, tehnoloogia ja jätkusuutlikkuse vastu. • Uudishimu looduse ja inimese loodud disaini vaheliste seoste uurimise vastu. • Avatus meeskonnatööle, loovus ja probleemide lahendamine.
Õppeüksuse kirjeldus	See õppeüksus tutvustab õpilastele biomimikriat ehk looduslike struktuuride, protsesside ja süsteemide uurimise praktikat, et inspireerida inimlikku innovatsiooni. Läbi juhtumiuuringute, näiteks lootoselehe (isepuhastuvad pinnad), hainaha (antibakteriaalsed tekstuurid) ja termiidimägede (jätkusuutlik arhitektuur), näevad õpilased, kuidas evolutsioon on juba lahendanud palju disainiprobleeme.
Teema: Asjaosalised	Bioloogia, keskkonnateadus, STEM, disain ja tehnoloogia, eetika. Asjaosalised: õpilased, õpetajad (koolitajad), valikulised külalisesinejad, näiteks bioloogid, biomimikriga tegelevad arhitektid.
Märksõnad	Biomimikri, jätkusuutlikkus, innovatsioon, loodusest inspireeritud disain, lootoseefekt, hainahk, termiidiarhitektuur, bioinspiratsioon, liitreaalsuse õpe





Peamised omandatavad kvalifikatsioonid, oskused ja teadmised	Teadmised: Biomimikri põhimõtted (vorm, protsess, süsteem). Loodusest inspireeritud innovatsioonide juhtumiuuringud (takjapael, Shinkansen'i rong, termiidest inspireeritud hooned). Bioloogia, inseneriteaduse ja jätkusuutlikkuse seosed. Oskused: Looduslike strateegiate analüüsimine ja nende tõlkimine disainiideedeks. Liitreaalsuse tööriistade kasutamine mikroskoopiliste ja süsteemsete looduslike protsesside visualiseerimiseks. Meeskonnatöö, loovus ja probleemide lahendamine disainiväljakutsetes. Biomimikri eetiliste ja keskkonnaalaste mõjude üle mõtisklemine. Pädevused: Bioloogiliste põhimõtete rakendamine reaalsete probleemide lahendamisel. Tehnoloogia jätkusuutlikkuse ja tõhususe hindamine. Vastutustundlike ja uuenduslike lähenemisviiside väljatöötamine keskkonnaprobleemidele.
Kasutatud ressursid ja didaktilised abivahendid	Videod ja meedia: Biomimikri tegevuses Janine Benyus TED-kõne Mis on biomimikri? Biomimikri Instituut. Veebilehed: Asknature.org – Biomimikri juhtumiuuringute andmebaas. Biomimikri Instituudi ressursid.
Hindamiskriteeriumid ja hindamine	Hindamine on kujundav (pidev tagasiside tegevuste ajal) ja summatiivne (lõplikud grupiesitlused, AR-põhised hinnangud ja refleksioonid).

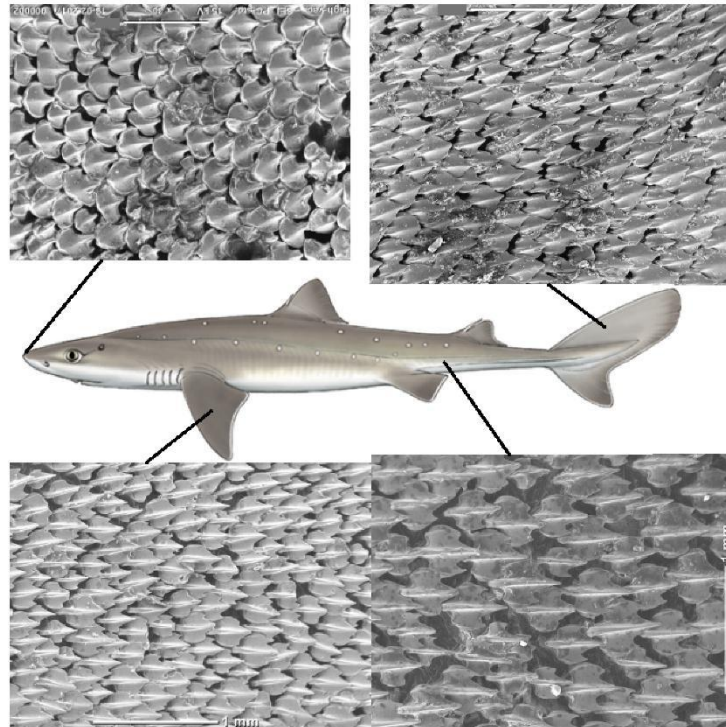
Sissejuhatus

Kuhu iganes me ka ei vaataks, pakub loodus intelligentseid lahendusi probleemidele, millega ka inimesed silmitsi seisavad. Linnud, putukad, taimed ja isegi mikroorganismid on ellujäämiseks, kohanemiseks ja õitsenguks arenemiseks ning viiside väljatöötamiseks võtnud miljardeid aastaid. Tänapäeval uurivad teadlased ja insenerid neid lahendusi üksikasjalikult valdkonna kaudu, mida nimetatakse biomimikriaks, mis sõna-sõnalt tähendab "elu jäljendamist". Biomimikri ei seisne looduse disaini pimesi kopeerimises, vaid selle põhimõtetest õppimises, et luua meie maailmale jätkusuutlikke, tõhusaid ja uuenduslikke tehnoloogiaid.





See õppeüksus juhatab õpilasi läbi biomimikri põneva maailma. Kasutades kolme E meetodika – uuri, täida, täiusta, avastavad õppijad kõigepealt loodusest inspireeritud disainide taga peituvat teadust, seejärel osalevad praktilistes ja liitreaalsuse toega tegevustes ning lõpuks mõtisklevad, kuidas biomimikri saaks lahendada reaalseid probleeme.



Mis on biomimikri struktuuri taga looduses?

Looduse kujundused pole kunagi juhuslikud. Need on miljonite aastate pikkuse katse-eksituse meetodi tulemus evolutsiooni käigus, kus jäävad ellu vaid kõige tõhusamad ja vastupidavamad lahendused. Iga leht, sulg, karp või ökosüsteem, millega me kokku puutume, kannab endas plaani, mida on lugematute põlvkondade jooksul testitud ja täiustatud. Biomimikri on teadus ja kunst pöörata tähelepanu neile looduslikele plaanidele, õppida neilt ja rakendada nende õppetunde inimlike väljakutsete lahendamisel.

Kui teadlased ja insenerid uurivad biomimikriat, vaatlevad nad loodust sageli kolmel omavahel seotud tasandil. Esimene on organismi kuju või füüsiline struktuur. Lihtne, kuid võimas näide on lootoseleht: kaetud mikroskoopiliste vahajaste muhkudega, selle pind tõrjub vett ja mustust – nähtus, mis on inspireerinud isepuhastuvate värvide ja klaasi loomist.





Teine tase käsitleb seda, kuidas miski looduses töötab või toimib. Näiteks jäälinn sukeldub vette peaaegu ilma pritsmeteta tänu oma noka ideaalsetele proportsioonidele. Seda disaini jälgendades kujundasid Jaapani insenerid Shinkanseni kiirrongi ninaosa ümber, muutes selle kiiremaks, vaiksemaks ja energiasäästlikumaks.

Kolmas tasand on süsteem, kuidas looduse eri osad harmoonias omavahel suhtlevad. Näiteks mets toimib suletud ahelaga süsteemina, kus iga ressurss taaskasutatakse ja midagi ei lähe raisku. Väiksemas mastaabis paljastavad termiidimäed looduslikud ventilatsioonisüsteemid, mis hoiavad nende sisemuse äärmuslikus Aafrika kuumuses jahedana. Sellest inspireerituna lõid Zimbabwe arhitektid säästvaid hooneid, mis reguleerivad temperatuuri ilma kliimaseadme vajaduseta.

Isegi pealtnäha kare hainaha tekstuur varjab tähelepanuväärset saladust: pisikesi ribilisi soomuseid, mida nimetatakse nahahambakesteks. Need soomused vähendavad veetakistust ja takistavad mikroorganismide kinnitumist. See avastus on viinud kiiremate ujumistrikoode ja antibakteriaalsete pindade väljatöötamiseni haiglates, kus nakkusohu vähendamine on kriitilise tähtsusega.

Need näited paljastavad võimsa tõe: loodus pole mitte ainult ilu, vaid ka geniaalsete insenerilahenduste allikas. Uurides selle disainilahendusi olgu siis vormi, protsessi või süsteemi tasandil, saame luua tehnoloogiaid, mis on mitte ainult uuenduslikud, vaid ka jätkusuutlikud, aidates meil luua tulevikku, mis toimib planeediga harmoonias, mitte selle vastu.





Joonis 1 – Teriidimägi Eastgate'i hoone kõrval.

1- Avasta:

Selles etapis tutvustatakse õpilastele ideed, et loodus on juba lahendanud paljud inimeste ees seisvad väljakutsed. Miljardeid aastaid on taimed, loomad ja mikroorganismid evolutsiooni teel kavandanud, testinud ja täiustanud ellujäämisstrateegiaid. Iga sulg, leht või karp on lugematute efektiivsuse ja kohanemise „katsete“ tulemus.

See on biomimikri tuum, kontseptsioon, mida Janine Benyus kirjeldas kuulsalt kui „loodusest inspireeritud innovatsiooni“. Õpilased uurivad, kuidas biomimikri saab toimuda kolmel tasandil: vorm (füüsiline kuju, näiteks lootoselehe eendused, mis tõrjuvad vett), protsess (funktsionaalsed strateegiad, näiteks jäälinnu pritsmevaba sukeldumine) ja süsteem (ökosüsteemi tasemel disain, näiteks metsad, mis taaskasutavad kõike jäätmeid tootmata).

Nende kontseptsioonide elluviimiseks tutvustatakse õpilastele kuulsaid juhtumianalüüse. Nad näevad, kuidas koera karva külge kinnitatud okkad inspireerisid takjapaela leiutamist, kuidas teriidimäed viisid säästvate hoonete projekteerimiseni Zimbabwes ja kuidas gekode jalgade kleepumisvõime avas uusi uksi robotikas ja materjaliteaduses.

Klassiruumist saab uudishimu ruum: õpilased saavad vaadata Janine Benyuse TED-kõnet, võrrelda lootoselehe pilte isepuhastuva klaaspaneeli kõrval või uurida hainaha diagrammi sportlase kalipso kõrval. Õpetajad suunavad neid esitama küsimusi, näiteks: „Kui loodus on nii geniaalne





disainer, miks me siis alati selle lahendusi ei kasuta?“ Need arutelud aitavad õpilastel mõista, et mõnikord seavad looduse kujundused meie mõtteviisi proovile ning et nende omaksvõtmine nõuab kujutlusvõimet, loovust ja avatust.

Selle osa lõpuks mõistavad õpilased, et biomimikri on enamat kui lihtsalt jäljendamine: see on viis õppida looduselt kui ülimalt uuendajalt ja rakendada neid õppetunde inimlike väljakutsete lahendamisel.

2- Käivita:

Pärast teadmistebaasi loomist on õpilased valmis edasi liikuma praktikaga. Selles etapis hakkavad nad nägema ja suhtlema looduse kujundustega viisil, mis traditsioonilises klassiruumis oleks võimatu. Liitreaalsuse (AR) abil saavad õpilased suumida mikroskoopilistele maailmadele, uurides lootoselehe keerukaid eendeid, hainaha takistust vähendavaid servi või termiidimägede sees olevaid nutikaid õhuvoolusüsteeme.

AR-keskkonnast saab nende labor.

- Ühes missioonis uurivad õpilased virtuaalselt lootoselehe mikrostruktuuri ja neil on väljakutse kujundada toode – näiteks isepuhastuv veepudel või plekikindel kangas –, mis on inspireeritud selle vetthülgavatest omadustest.
- Teises uurivad nad haina naha hambakesi 3D-s ja nende ülesandeks on luua materjal, mis vähendab veetakistust.
- Rühmaülesandes valivad õpilased loodusime, näiteks ämbliku siidi või geko jalad, ja mõtisklevad, kuidas selle struktuuri või protsessi inimlike leiutiste puhul rakendada.

Need harjutused on otseselt seotud reaalsete uuendustega. Õpilased õpivad, kuidas Zimbabwes arhitektuuritundides uuriti termiidimägesid, et luua kontorihooneid, mis püsivad jahedad ilma konditsioneerita, või kuidas Euroopa insenerid konstrueerisid putukatest inspireeritud droone, mis lendavad tõhusamalt.

3- Täiustada:





Süvaõppe etapis liigub klass faktide õppimiselt tuleviku kriitilise ja loomingulise mõtlemise poole. Liitreaalsuse tehnoloogiast saab nüüd õppevahend, mis võimaldab õpilastel simuleerida keerulisi süsteeme ja ette kujutada, kuidas biomimikri saaks lahendada maailma probleeme.

Näiteks võiksid nad liitreaalsust kasutada erinevat tüüpi disainide võrdlemiseks arhitektuurilises konstruktsioonide projekteerimises. Või võiksid nad simuleeritud veevoolus hainahast inspireeritud materjalidesse „süveneda“, et mõista aerodünaamilise takistuse vähendamist. Nad võiksid isegi modelleerida metsaökosüsteemi, visualiseerides, kuidas see energiat ja toitaineid jäätmeid tootmata taaskasutab, ning seejärel endalt küsida: „Kuidas saavad inimlinnad sellisel viisil toimida?“

Õppimise kaasahaaravamaks muutmiseks on protsess mängustatud: õpilased teenivad AR-i biomimikri missioonide täitmise eest punkte ja märke. Edetabelid julgustavad meeskonnatööd ja sõbralikku võistlemist. Missioonid ja tasemed juhendavad neid lihtsatest ülesannetest, näiteks okastest takjapaela kujundamisest, keerukate väljakutseteni, näiteks tervete linnade ümberkujundamisest ökosüsteemidest inspireeritud ringsüsteemideks. Koostöömissioonidel võidakse gruppidel paluda kujundada täielikult looduse põhimõtetele tuginev „jätkusuutlik tulevikulinn“. Selles etapis mõistavad õpilased, et biomimikri ei seisne ainult geniaalsetes leiutistes, vaid ka meie eluviisi ümbermõtestamises. Sellised tööriistad nagu Asknature.org pakuvad neile kaasahaaravaid näiteid ja looduslike mudelite andmebaasi.

Loovuse, tehnoloogia ja koostöö kombinatsiooni kaudu hakkavad õpilased nägema biomimikrit kui teed jätkusuutlikkuse, mitte ainult innovatsiooni poole.

Järeldus:

Selle õppeteekonna lõpuks näevad õpilased, et loodus ei ole lihtsalt meie ümber olev maastik, vaid see on meie suurim uuendaja.

Sisse**Avasta**etapis avastasid nad, kuidas miljardite aastate pikkune evolutsioon on täiustanud struktuure, protsesse ja süsteeme elegantseteks ellujäämisstrateegiateks. Nad said teada, et lootoselehe muhud võivad





õpetada meile, kuidas luua isepuhastuvaid pindu, et hainaha servad võivad inspireerida antibakteriaalsete materjalide loomist ja et jäälinnu nokk võib muuta kiirrongide disaini.

Sissekäivitaetapis said teadmised ellu läbi harjutamise. Liitreaalsuse abil astusid õpilased lehtede, sulgede ja küngaste varjatud maailmadesse, suheldes looduse kujundustega viisil, mida ükski õpik pakkuda ei suutnud. Nad katsetasid, ehtasid ja mõtisklesid, nähes ise, kuidas loodusmaailmast pärit lihtsaid ideid saab muuta võimsateks inimlikeks lahendusteks.

Lõpuks, aastalTäiustamaetapis liikusid õpilased näidetest kaugemale ja asusid võimaluste poole. Liitreaalsuse ja mängulise õppe abil kujutasid nad ette uusi viise, kuidas biomimikri saaks lahendada meie aja suurimaid väljakutseid: energiatarbimise vähendamine, säästvate linnade loomine ja materjalide kujundamine, mis töötavad planeediga kooskõlas.

AR-tehnoloogia kasutamine muutis nähtamatu nähtavaks, muutes mikroskoopilised struktuurid ja keerulised süsteemid käegakatsutavateks ja interaktiivseteks tundideks. Mängustamine lisas uudishimu ja koostööd, muutes klassiruumi loovuse ja jagatud avastamise ruumiks.

Selle üksuse peamine õppetund on see, et biomimikri on enamat kui looduse kopeerimine, see on õppimine nägema maailma eeskujuna, mentorina ja mõõdupuuna. Looduse tarkust uurides ja austades saame kujundada uuendusi, mis on mitte ainult nutikad, vaid ka jätkusuutlikud, tagades, et meie tulevik õitseb koos meid ülal pidavate looduslike süsteemidega.

Faas	Kirjeldus
Avast	- Uuringud ja avastused: Õpilased õpivad, et loodus on evolutsiooni kaudu probleeme lahendanud miljardeid aastaid. Juhtumiuuringud, nagu lootoselehe isepuhastuv pind, hainaha õhutakistust vähendav tekstuur ja termiidimägede loomulik jahutussüsteem, näitavad, kuidas biomimikri päriselus toimib.
	- Sisu arendus:





	Õpetajad kasutavad biomimikri selgitamiseks videoid, pilte ja lihtsaid katseid kolmel tasandil: <i>vorm</i> (kuju), <i>protsess</i> (funktsioon) ja <i>süsteem</i> (ökosüsteemid). - Vajaduste analüüs: Kuna mikroskoopilisi ja keerulisi looduslikke kujundusi on raske visualiseerida, peavad õpilased AR-tööriistad ja -mudelidet muuta nähtamatu nähtavaks ja siduda ideid reaalsete rakendustega.
Käivitamine	- Õppekava rakendamine: Tudengid liiguvad teooriast praktikasse, kasutades liitreaalsuse rakendusi, et uurida looduslikke struktuure ja rakendada neid disainiväljakutsetes. - Interaktiivsed harjutused: 1. Lootoselehe 3D-uurimine isepuhastuva toote disainimiseks. 2. Hai naha uurimine antibakteriaalsete või takistust vähendavate materjalide kujundamiseks. 3. Grupiprojektid, mille käigus luuakse leiutisi, mis on inspireeritud gekodest, ämblikest või termiidest. - Tagasiside kogumine: liitreaalsuse rakendused pakuvad kohest tagasisidet, õpetajad hindavad meeskonnatööd ja loovust ning õpilased mõtisklevad digitaalsetes päevikutes selle üle, kuidas loodus nende lahendusi kujundas.
Täiustamine	- AR-integratsioon: AR aitab õpilastel simuleerida keerulisi biomimeetilisi süsteeme, näiteks võrrelda õhuvoolu traditsioonilistes ja termiidest inspireeritud hoonetes või modelleerida ressursse taaskasutavaid metsaökosüsteeme. - Interaktiivne õpe: õppijad arutavad, kuidas biomimikri saaks lahendada globaalseid probleeme – alates säästvatest linnadest kuni taastuenergia ja jäätmetekke vähendamiseni. Mängustatud sisu: • Punktid ja märgid premeerivad edukaid AR-väljakutseid. • Edetabelid motiveerivad koostööd ja sõbralikku võistlemist. • Ülesanded ja tasemed juhendavad õpilasi lihtsatest ülesannetest (takjapaelad puuridelt) kuni keerukate ökosüsteemist inspireeritud disainideni. • Auhinnad uurimise eest tunnustavad loomingulist ja tavapärasest erinevat mõtlemist. • Koostööülesanded suunavad rühmi kujundama loodusest inspireeritud jätkusuutlikke linnu. AR-põhised hinnangud: Õpilased esitlevad oma kavandeid ja mõtisklusi liitreaalsuse visuaalide abil, mida hinnatakse loovuse, teadusliku täpsuse ja biomimikri reaalsete lahendustega sidumise võime alusel.

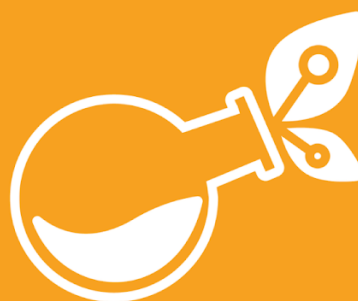
Viited

- WeForum (2024). Termiidimäed inspireerivad jätkusuutlikku arhitektuuri. <https://www.weforum.org/stories/2024/06/termite-mounds-sustainable-architecture/>
- Asknature.org – Biomimikri innovatsiooni andmebaas. <https://asknature.org/>





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.