



Co-funded by
the European Union

Kontrollitud adhesioon: õppimine gekodelt ja mardikatelt



BIO54YOU
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

Selle dokumendi eesmärk on luua juhised projekti töötajate abistamiseks, kestegelevadkooskoolilapsed, 14–19-aastased, et luua ja kohandada harjutusi liitreaalsuse tehnoloogia abil.

Sel eesmärgil on loodud rida malle, mis määratlevad harjutusi metodoloogilisest, pedagoogilisest ja tehnoloogilisest vaatenurgast.

Hea kirjalik kirjeldus koos harjutuse piltide, videote või visanditega on ekspertidele idee mõistmiseks väga oluline. See on osa mallist „Üldine teave“.

Teisest küljest on oluline määratleda, millise STEM-teema/aine jaoks iga harjutus on mõeldud ja kuidas liitreaalsuse tehnoloogia saab õpilasi, töötajaid või sellest huvitatud inimesi nende harjutuste kasutamisel aidata. Lisaks saavad harjutusest huvitatud inimesed aru laiendatud teabe kasulikkusest ja on vaja selgitada selle eeliseid.

Iga harjutuse pakutava lisateabe määratlemise käigus saavad õpetajatega töötavad töötajad välja töötada uuenduslikke ideid, mis lihtsustavad õpetamiskontseptsioonide õppimist.

Kõik õpilased saavad vaadata professionaalide selgitatud sisu reaalses maailmas teksti, 3D-mudeli, pildi, video, heli kujul... See aitab neil keskenduda harjutusele ja omastada sellega seotud kontseptsioone kergemini.

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:

Kontrollitud adhesioon: õppimine gekodelt ja mardikatelt

See harjutus tutvustab õpilastele biomimikriat, uurides, kuidas organismid, näiteks gekod ja mardikad, saavutavad adhesiooni ning kuidas see teadmine saab inspireerida tehnoloogilisi uuendusi.

Kirjeldus harjutused:

Selle harjutuse eesmärk on õpetada õpilastele, kuidas organismid saavutavad adhesiooni bioloogiliste mehhanismide, näiteks van der Waalsi jõudude (gekod) ja kapillaarsete interaktsioonide (mardikad) abil. Liitreaalsuse (AR) abil suhtlevad õpilased looduses esinevate mikroskoopiliste struktuuride 3D-mudelitega ja võrdlevad neid tehnilike liimitehnoloogiatega.

Harjutus jaguneb järgmiselt:

- **Uurimine:** Liitreaalsuse kasutamine adhesioonimehhanismide mikroskoopiliste detailide jälgimiseks.
- **Analüüs:** Bioloogiliste adhesioonistrateegiate võrdlus olemasolevate insenerlahendustega.
- **Kujundusülesanne:** Ajourünnak selle üle, kuidas bioloogilist päritolu adhesiooni saaks reaalsetes rakendustes kasutada (nt ronimisrobotid, meditsiinilised liimid või kosmoseuuringud).

Osalejad:

Harjutus on mõeldud üksikud õpilased või väikesed grupid (3–5 liiget) et ergutada koostööl põhinevat õppimist ja arutelu.

Uuenduslike rakenduste ajurünnakuks on eelistatud rühmatöö



Osalejate
vanusevahemi
k:

STEM-aine ja
konkreetne
teema:

Vähemalt 15-aastane

Põhiteadmised **füüsika, keemia ja bioloogia** on vajalik
adhesioonimehhanismide mõistmiseks.

STEM-ained: füüsika ja bioloogia

Spetsiifiline teema: Pinna adhesioon looduses ja selle
biomimeetilised rakendused

Teema peamine väljakutse (stressirohke aspekt):

Adhesiooni mõistmine mikroskoopilisel tasandil on keeruline, sest:

- Jõud nagu van der Waalsi jõud ja kapillaarne adhesioon toimivad nano-/mikroskaalas, mis on palja silmaga nähtamatu.
- Paljudel õpilastel on raskusi abstraktsete molekulaarjõudude seostamisega reaalsete rakendustega.
- Adhesioonimehhanismide keerukust (nt miks gekod saavad seintele kleepuda, aga mitte inimestele) on ilma täiustatud tööriistadeta raske visualiseerida.

Kuidas AR aitab kontseptsiooni lihtsustada:

- Interaktiivsed 3D-mudelid võimaldavad õpilastel uurida gekode varbapatjade ja mardikate liimsüsteemide peenstruktuuri liitreaalsuses.
- Suumimis- ja pöörlemismudelid aitavad õpilastel visualiseerida adhesiooni eest vastutavaid nano-/mikrostruktuure.
- AR-animatsioonid demonstreerivad adhesiooni toimimist, näidates molekulaarjõudude toimet.
- Bioloogiliste ja kunstlike liimide võrdlemine aitab õpilastel mõista biomimikri rakendusi.

Pedagoogiline eesmärk (õpiväljundid):

Selle harjutuse lõpuks peaksid õpilased oskama:

1. Selgitage erinevust järgmiste vahel: **märghaarduvus** (mardikatel esinevad kapillaarjõud) ja **kuivnakkuvus** (van der Waalsi jõud gekodes).
2. Mõista, kuidas adhesioon toimib **nano-/mikroskaala** ja miks see erineb makroskoopilisest adhesioonist.
3. Rakenda biomimeetilisi põhimõtteid reaalsete uuenduste (nt meditsiinilised liimid, ronimisrobotid) pakkumiseks.





Mängustamise
protsess:

Kasutamine **AR-tööriistade** uurida, analüüsida ja võrrelda adhesioonistrateegiaid looduses ja tehnoloogias.

Väljakutsetel põhinev õpe Õpilastele antakse reaalseid väljakutseid (nt konstrueerida ronimisroboti jalg, kasutades bioloogiliselt inspireeritud adhesiooni).

Punktid ja märgid Punkte saab osade (uurimine, analüüs, disain) läbimise eest.

Rollimäng Tudengid tegutsevad bioinseneridena, lahendades adhesiooniga seotud probleeme.

Laiendatud
teabe kirjalik
või graafiline
kirjeldus:

3D AR-mudelid geocode ja mardikate adhesioonistruktuuridest, mis võimaldab õpilastel suumi sisse, pööra ja suhtlemikroskoopiliste detailidega.

Interaktiivsed animatsioonid näitab adhesiooni toimimist mikroskoopilisel skaalal koos **samm-sammult jaotused** kuidas erinevad jõud toimivad.

Kattekihi teave ilmub kui **hüplikakna selgitused** kui õpilased puudutavad võtmekohti (nt geko harjased, mardika kapillaarpadjad).

Praktiline AR-katse, kus õpilased **testida erinevaid adhesioonitehnikaid virtuaalses keskkonnas** biomimeetiliste põhimõtete rakendamisega konstrueeritud pindadele.

Põhipiirkondade esiletõstmine, näiteks **nano-/mikroskaala struktuurid** vastutab kleepumise eest, aidates õpilastel keskenduda olulistele detailidele.

Visuaalne edenemise jälgimine, juhendades õpilasi läbi erinevate etappide (loomuliku adhesiooni mõistmine, biomimeetiliste disainide võrdlemine, rakenduste ajurünnak).

AR-ühilduvad seadmed (nutitelefonid, tahvelarvutid või AR-prillid). **Prinditavad töölehed** õpilastele oma leidude dokumenteerimiseks ja biomimeetiliste ideede visandamiseks.

Liimmaterjalid (kleeplindid, iminapad jne) reaalseks võrdluseks.

QR-koodid või trükitud AR-märgised, kui see on AR-mudelite aktiveerimiseks vajalik.

Erineva tekstuuriga pinnad (klaas, plastik, paber, kangas) õpilastele enne AR-režiimis uurimist haarduvuse testimiseks.

Vajalikud on
välised (või
lisa) tööriistad

Lingid (videod,
pildid, tekst
veebis jne).

Video: *Kuidas gekod seinte külge kleepuvad?* (Tõde)
Link: <https://www.youtube.com/watch?v=YeSuQm7KfaE>



Pedagoogiline spetsifikatsioon

Siia kogume teavet selle kohta, kuidas harjutust kasutada õppimisesessioon ning selle kasutamise tulemused ja eelised pedagoogilisest vaatenurgast.

[Kuidas saab seda täiendatud teavet kasutada STEAM-i probleemi lahendamiseks? teema õpilastele huvitaval viisil?](#)

Interaktiivsed 3D-mudelid

Eesmärk: Aidata õpilastel visualiseerida ja uurida detailseid 3D-mudeleid gekode adhesioonistruktuuridest ning mardikate kapillaarse adhesiooni mehhanismidest mikroskoopilisel tasandil.

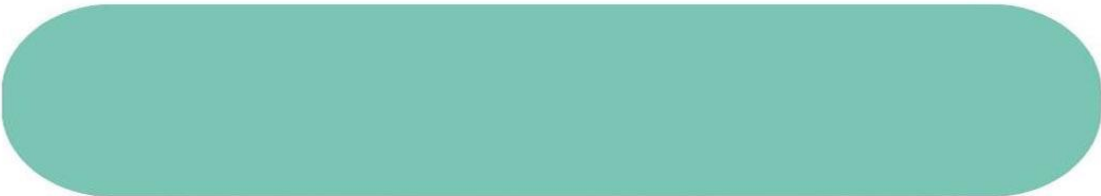
Kasutus: Õpilased saavad suumida, pöörata ja uurida gekode varbapatjade ning mardikate kleepuvate struktuuride mudeleid. Konkreetsetele osadele (nt geko setad, mardika kapillaarpadjad) vajutamine käivitab animatsioonid, mis näitavad adhesiooni toimimist. Interaktiivsed kihid selgitavad lihtsal ja kaasahaaraval viisil põhimõisteid, nagu van der Waalsi jõud ja kapillaarne adhesioon.

Interaktiivsed nupud

Eesmärk: Võimaldada õpilastel aktiivselt suhelda AR-mudelitega, et paremini mõista adhesiooni mehhanisme nanoskaalal.

Kasutus: Õpilased saavad puudutada AR-mudelite konkreetseid osi, et avada selgitusi või animatsioone, mis näitavad, kuidas adhesioon looduses toimib. Nupud võimaldavad võrrelda looduslikku adhesiooni (geko/mardikas) biomimeetiliste rakendustega (sünteeetilised liimid, ronimisrobotid jne). Edenemise jälgimine aitab õpilastel liikuda struktureeritult läbi erinevate õpietappide.





Milliseid pedagoogilisi eesmärke see stsenaarium käsitleb?

Aktiivne kaasatus

Õpilased suhtlevad aktiivselt gekode ja mardikate adhesioonistruktuuride 3D AR-mudelitega, saades neid suumida, pöörata ja uurida mikroskoopilisi mehhanisme. See praktiline lähenemine soodustab uudishimu ja avastamist, aidates mõista, kuidas bioloogiline adhesioon toimib nano- ja mikrotasandil. Animatsioonide ja hüpikselgituste abil saavad õpilased siduda teooria päriseluliste biomimeetiliste rakendustega.

Kriitiline mõtlemine

Ülesanne arendab kriitilist mõtlemist, kuna õpilased analüüsivad ja võrdlevad erinevaid adhesioonimehhanisme (märg adhesioon mardikatel vs kuiv adhesioon gekodel). Animatsioonide ja selgituste abil mõtlevad õpilased, miks erinevad liigid on välja arendanud erinevad strateegiad ning kuidas neid põhimõtteid saab rakendada tehnoloogias ja inseneerias. See süvendab arusaamist, sidudes molekulaarsed protsessid makrotasandi toimimisega.

Teadmiste rakendamine

Interaktiivsete AR-simulatsioonide kaudu rakendavad õpilased teoreetilisi teadmisi adhesioonijõududest (van der Waalsi, kapillaar- ja hõõrdejõud) praktilises ja visuaalses kontekstis. Võimalus katsetada erinevaid pindu, analüüsida adhesiooni tõhusust ja mõelda välja biomimeetilisi lahendusi aitab siduda STEM-teadmisi päriseluliste rakendustega ning toetab



Milliseid tulemusi on selle kasutamisel oodata?

Võimalik tunniplaan

Sissejuhatus (5–7 min)

Eesmärk: Tutvustada õpilastele adhesiooni looduses ja biomimeetika mõistet.

- Alustada küsimusega: „Miks saavad gekod mööda seinu ronida, aga inimesed mitte?”
- Näidata lühikest sissejuhatavat videot (nt Veritasiumi video gekode adhesioonist).
- Arutada igapäevaseid adhesiooninäiteid (nt teip, liim) ja võrrelda neid looduslike mehhanismidega.

Põhitegevus – AR-harjutus (30–35 min)

Gekode ja mardikate adhesiooni uurimine AR abil

AR-mudelitega töötamine (10–15 min):

- Õpilased skaneerivad QR-koodi või avavad AR-rakenduse, et näha interaktiivseid 3D-mudeleid.

Praktiline uurimine:

- Pööravad ja suumivad mikroskoopilisi struktuure.
- Puudutavad objekte, et näha selgitusi (nt van der Waalsi jõud gekodel).
- Võrdlevad märga ja kuiva adhesiooni mehhanismi.

Juhendatud ülesanded (10–15 min):

- Samm-sammuline animatsioon, mis näitab, kuidas gekod liiguvad.
- Virtuaalne katse: erinevate pindade mõju adhesioonile.
- Mänguline ülesanne: kujundada biomimeetiline lahendus (nt ronimisrobot).

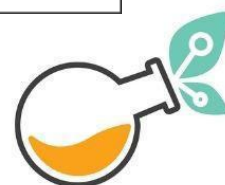
Kokkuvõte ja arutelu (10–15 min)

Eesmärk: Kinnistada õpitut arutelu ja refleksiooni kaudu.

- Näidata AR-kogemust ekraanil ja arutada koos.
- Küsimused õpilastele:
 - Mis oli kõige üllatavam?
 - Kuidas erineb nano- ja makrotasandi adhesioon?

Refleksioon:

- Kirjutada lühivastus: „Kuidas saab biomimeetilist adhesiooni kasutada päriselus?”
- Vastata küsimustele ja arutada edasisi rakendusi.





Milliseid tulemusi on selle kasutamisel oodata?

Parem arusaam bioinspireeritud adhesioonimehhanismidest

Õpilased arendavad sügavamat arusaamist looduslikest adhesioonimehhanismidest, mida leidub näiteks gekodel ja mardikatel. Interaktiivsete 3D AR-mudelite abil mõistavad nad, kuidas van der Waalsi jõud ja kapillaarne adhesioon toimivad mikroskoopilisel tasandil ning kuidas need bioloogilised strateegiad erinevad inseneerias kasutatavatest tehisiilimistest. Selline kaasahaarav õpikogemus toetab teoreetiliste teadmiste kinnistumist läbi visualiseerimise ja praktilise tegevuse.

Suurenenud huvi ja kaasatus biomimeetika ja STEM-valdkondade vastu

Ülesande interaktiivne ja uurimuslik iseloom suurendab õpilaste huvi ja motivatsiooni biomimeetika, füüsika ja bioloogia vastu. Muutes keerulise STEM-teema kaasahaaravaks õpikogemuseks, aitab see kujundada positiivset suhtumist bioinspireeritud innovatsiooni ning mõista selle praktilisi rakendusi.

Paranenud teadmiste meeldejätmine ja taastamine

Animatsioonide, interaktiivsete mudelite ja mänguliste elementide kombinatsioon aitab parandada oluliste mõistete meeldejätmist ja taastamist. Mitmekanaliline õppimine (visuaalne, interaktiivne, praktiline) aitab siduda teooriat ja praktikat, muutes lihtsamaks adhesiooni toimimise selgitamise ning selle olulisuse mõistmise tehnoloogilises arengus.

Suurenenud enesekindlus bioinspireeritud lahenduste selgitamisel

AR-ülesannete ja juhendatud tegevuste kaudu kasvab õpilaste enesekindlus selgitada, kuidas biomimeetika saab inspireerida materjaliteadust ja inseneeriat. Interaktiivne lähenemine aitab õpilastel oma teadmisi selgelt väljendada ning luua seoseid looduslike adhesioonimehhanismide ja tulevikutehnoloogiate vahel, nagu ronimisrobotid, meditsiinilised liimid ja kosmosetehnoloogia materjalid.





Tehniline kirjeldus

AR-INFORMATSIOON

Tehnoloogia

Kui on vaja
markerit, siis
markeri kirjeldus

Vajalik riist- ja
tarkvara:

Markerita AR (trükitud markerit pole vaja).



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

Tarkvara: Veebipõhine AR-vaatur (näiteks WebXR) või mobiilne AR: Delightex





Laiendatud andmete tüüp

AR-andmete kirjalik kirjeldus

Stseen

Geko jalapadja ja mardika kleeppatjade 3D-mudelid.
Tekstikihid, mis selgitavad adhesioonimehhanisme.
Animatsioonid, mis näitavad adhesiooni toimimist.
Interaktiivsed elemendid mudelite suumimiseks, pööramiseks ja reaalsetes oludes paigutamiseks.

Pärast AR-kogemuse käivitamist oma seadmes näevad õpilased geko jalapadja 3D-mudelit mikroskoopilise adhesiooniga. reaalsele pinnale asetatud struktuurid. Pealkiri "Biomimikri: kontrollitud adhesioon" ilmub, juhendades õpilasi interaktiivse õpikogemuse kaudu.

Õpilased saavad 3D-mudeliga suhelda järgmiselt:

- Suumimine ja pööramine mikroskoopiliste adhesioonidetallide uurimiseks.
- Konkreetsete piirkondade puudutamine, mis käivitab märkused ja selgitused, näiteks:

Mis on van der Waalsi jõud?

"Kuidas geko ronimise ajal jala küljest lahti tuleb?"

"Kuidas erineb mardika adhesioon geko adhesioonist?"

Navigeerimisnoolle klõpsates muutub AR-stseen, kuvades mardika kleepuva käpapadjandi struktuuri koos täiendavate märkustega kapillaaride adhesioonimehhanismide kohta.

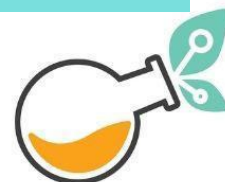
Õpilased saavad kahe mudeli (geko ja mardikas) vahel vahetada navigeerimisnoolte abil, mis võimaldab neil võrrelda bioloogilise adhesiooni strateegiaid.

Lisafunktsioonid:

- Animeeritud järjestus näitab, kuidas gekode jalad pindadega haakuvad ja neist lahti tulevad.
- Biomimeetilise rakenduse sektsioon, kus õpilased saavad uurida reaalseid uuendusi, mis on inspireeritud nendest looduslikest adhesioonitehnikatest.
- Nupp „Tagasi algusesse”, mis võimaldab õpilastel liitreaalsuse kogemust lähtestada ja varasemaid mudeleid uuesti vaadata.

Kolm stseeni:

1. stseen: Gekode adhesioon: Õpilased suhtlevad gekoga 3D geko jala mudel, uurides van der Waali adhesiooni ja harjaste struktuure. Hüplikad selgitavad adhesioonimehhanikat ja animatsioonid näitavad, kuidas gekod pindadelt haarduvad ja





Kui pilt

Kui tekst

eralduvad. Navigeerimisnool liigub 2. stseeni juurde.

2. stseen: Mardika adhesioon: A3D mardika jala mudelkuvatakse kapillaarset adhesiooni. Interaktiivsete elementide hulka kuuluvad vedeliku adhesiooniefektide kuvamiseks koputamine, jala eraldumise animatsioonid ja pindade võrdlused. Navigeerimisnool liigub 3. stseeni.

3. stseen: Biomimeetilised rakendused: Viimases stseenis tutvustatakse biomimeetilised uuendused, mis võimaldab õpilastel uuridabioloogiliselt inspireeritud liimitehnoloogiad Funktsioonide hulka kuuluvad animatsioonid, juhtumianalüüsid ja interaktiivne biomimikri väljakutse. Nupp „Tagasi algusesse” võimaldab õpilastel stseene uuesti alustada või eelmisi vaadata.

-

Siin on **hüpikteksti katted** mis kuvatakse AR-kogemuses:
Kuidas gekod saavutavad adhesiooni

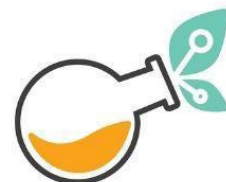
- Gekod kasutavad **van der Waalsi jõud** pindadele kleepuma.
- Nende jalgadel on **miljoneid pisikesi karvaseid struktuure (harjaseid)** mis jagunevad veelgi väiksemateks otsteks (spaatliteks).
- Need struktuurid võimaldavad gekodel **kleepuvad siledatele pindadele, näiteks klaasile** ilma liimi kasutamata.

Kuidas mardikad kapillaaride adhesiooni kasutavad

- Mardikad kasutavad **vedel sekretsioon** ajutise liimsideme loomiseks.
- Nende **jalapadjad eritavad õhukest vedelikukihti**, mis aitab neid **haardepinnad kapillaarjõudude abil**.
- See mehhanism võimaldab mardikal **klammerduvad lehtede külge ja ronivad vertikaalsetele pindadele**.

Adhesiooni biomimeetilised rakendused

- Teadlased on loonud **gekodest inspireeritud kuivliimid** kasutatud **ronimisrobotid ja meditsiiniseadmed**.
- Mardikatest inspireeritud adhesiooniuuringud on viinud selleni, **isepuhastuvad liimid** elektroonika ja tervishoiu jaoks.





Neid tekste saab integreerida AR hüpikaknadvõi kasutatud kaasasoleval töölehel.

Kui video

Kui heli

-

Kui 3D-mudel



Delightex

<https://edu.delightex.com/TWK-ZGS>





Co-funded by
the European Union



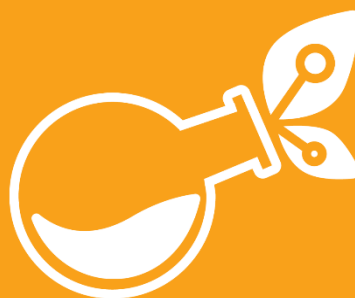
Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"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."





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