



Co-funded by
the European Union

Inimese evolutsioon: varajastest hominiinidest tänapäeva inimesteni



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."



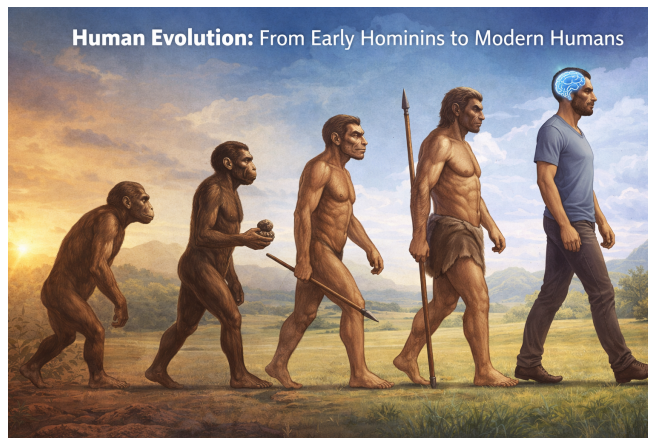


TABEL

SISUKORD

Sissejuhatus	3
Avasta	3
1.1 Mis on inimese evolutsioon?	3
1.2 Varased hominiinid: esimesed sammud	3
1.3 Perekond Homo: tööriistad, tuli ja ränne	4
1.4 Neandertallased ja tänapäeva inimesed	4
1.5 Fossiilid evolutsiooni tõenditena	4
1.6 Miks on inimese evolutsiooni raske ette kujutada	5
Käivita	5
2.1 Teooriast praktikasse: loodusest õppimine	5
2.2 Kuidas liitreaalsus toetab õpieesmärki	6
2.3 Praktiline liitreaalsuse harjutus: evolutsiooni uurimine bioinspiratsiooni kaudu	6
2.4 Bioloogiliselt inspireeritud õpiülesanded, mida kasutatakse kogu maailmas	7
2.5 Koostööl ja uurimuslikul õppimisel põhinev õpe	7
Täiustama	8
3.1 Miks liitreaalsus parandab inimese evolutsiooni tundmaõppimist	8
3.2 Nähtamatute protsesside nähtavaks tegemine	9
3.3 Kognitiivse ja uurimusliku õppe täiustamine	9
3.4 Liitreaalsus kui võrdlemise ja kriitilise mõtlemise tööriist	9
3.5 Kaasatuse ja motivatsiooni suurendamine	9
3.6 Kaasava ja multimodaalse õppe toetamine	10
3.7 Praktilised soovitused klassiruumi integreerimiseks	10
Kokkuvõte	10





Õppetee üldine teema	Evolutsiooniline bioloogia ja bioinspireeritud kohanemine
Õppeüksuse täpne nimetus	Inimese evolutsioon: varajastest hominiinidest tänapäeva inimesteni
Sihtrühma vanus	14–18 aastat
Õppijale esitatavad nõuded	Bioloogia põhiteadmised, sh sellised mõisted nagu kohanemine, ökosüsteemid ja evolutsioon. Soovitav on nutitelefonide või tahvelarvutite kasutamise kogemus hariduslikel eesmärkidel. Eelnev kogemus liitreaalsusega ei ole vajalik.
Õppeüksuse kirjeldus	See õppeüksus uurib inimese evolutsiooni kui bioinspireeritud protsessi, mida kujundavad keskkonnasurved ja looduslik valik. Õpilased uurivad, kuidas varased hominiidid kohanesid muutuvate keskkondadega ja kuidas need kohandused viisid tänapäeva inimeste tekkeni. Liitreaalsuse abil suhtlevad õppijad 3D-mudelite, evolutsiooniliste ajajoonete ja skeletivõrdlustega, muutes abstraktsed evolutsioonilised kontseptsioonid käegakatsutavateks ja kaasahaaravateks õpikogemusteks.
Teema: Asjaosalised	Bioloogia (evolutsiooniline bioloogia ja inimese päritolu), STEM-põhine õpe ja liitreaalsusel põhinev haridus
Märksõnad	Inimese evolutsioon, hominiinid, bioinspiratsioon, kohanemine, fossiilid, looduslik valik, liitreaalsus, 3D-mudelid, evolutsiooniline ajajoon
Peamised omandatavad kvalifikatsioonid, oskused ja teadmised	Inimese evolutsiooniprotsesside ja peamiste evolutsioonietappide mõistmine Võime analüüsida anatoomilisi kohandusi seoses keskkonnaprobleemidega Kriitilise mõtlemise ja võrdleva analüüsi oskuste arendamine Ruumilise ja visuaalse mõtlemise täiustamine 3D-uuringute kaudu Kogemus AR-põhise teadusliku uurimistöö ja uurimusliku õppega
Kasutatud ressursid ja didaktilised abivahendid	Liitreaalsuse rakendused ja platvormid (nt Delightex); 3D-evolutsioonimudelid (sh Sketchfabi inimese evolutsioonimudelid); visuaalsed ajajooned ja fossiilide rekonstruktsioonid; liitreaalsuse (AR) võimalustega mobiilseadmed või tahvelarvutid; õpetaja juhendatud arutelu- ja refleksioonitegevused





**Hindamiskriteeriumid
hindamine**

ja

Õpilaste õppimist hinnatakse liitreaalsusel põhinevates tegevustes osalemise, interaktiivsete uurimisülesannete täitmise ning aruteludes ja rühmatöös osalemise kaudu. Hindamine keskendub õpilaste võimele tuvastada evolutsioonilisi kohandusi, selgitada keskkonna ja anatoomia vahelisi seoseid ning rakendada bioloogilist mõtlemist. Liitreaalsusel põhinevad hindamised toetavad kujundavat hindamist, samas kui refleksiivsed ülesanded annavad ülevaate kontseptuaalsest mõistmisest.





Sissejuhatus

Inimese evolutsioon on pikk ja keeruline teekond, mis kestab miljoneid aastaid. Mõistmine, kuidas varased hominiinid järk-järgult tänapäeva inimesteks arenesid, aitab selgitada, kes me täna oleme, kuidas me kohanesime muutuvate keskkondadega ja miks meie kehad, ajud ja käitumine on elavate liikide seas ainulaadsed.

See osa tutvustab inimkonna evolutsiooni põhietappe, keskendudes füüsilisele kohanemisele, keskkonnasurvele ja tehnoloogilisele arengule, mis on meie liiki kujundanud.

Avasta - Inimese evolutsiooni mõistmine bioinspireeritud protsessina

1.1 Mis on inimese evolutsioon?

Inimese evolutsioon viitab järkjärgulistele bioloogilistele ja kultuurilistele muutustele, mis viisid varajastest hominiididest esivanematest Homo sapiensini. Need muutused ei toimunud äkki, vaid pikkade ajavahemike jooksul kogunenud väikeste kohanduste kaudu. Fossiilsed tõendid, võrdlev anatoomia ja geneetilised uuringud võimaldavad teadlastel seda evolutsioonilist rada rekonstrueerida ja mõista erinevate hominiidiliikide vahelisi suhteid.



Inimese evolutsioon ([Pildi allikas](#))

1.2 Varased hominiinid: esimesed sammud





Varaseimad hominiidid elasid Aafrikas ja neil ilmneseid esimesed selged märgid **kahejalgsus**—püsti kahel jalal kõndimine. See kohandus vabastas käed esemete kandmiseks ja lihtsate tööriistade kasutamiseks, võimaldades samal ajal ka tõhusamat liikumist avatud maastikel.

Varaste hominiinide peamised omadused on järgmised:

- Püstine asend ja kahel jalal kõndimine
- Väiksem aju suurus võrreldes tänapäeva inimestega
- Tugevad lõualuud ja suured hambad, mis on kohanenud mitmekesise toitumisega
- Ellujäämine on tihedalt seotud keskkonnatingimustega

1.3 Perekond *Homo* Tööriistad, tuli ja ränne

Perekonna tekkimisega *Homo*, inimese evolutsioon astus uude faasi. Liigid nagu *Osav mees* ja *Mees seisab püsti* arendasid välja täiustatud kivitööriistad, suurendasid aju suurust ja parandasid kognitiivseid võimeid. Need uuendused võimaldasid varajastel inimestel tõhusamalt jahti pidada, tuld kontrollida ja Aafrikast väljapoole uutesse ja keerulistesse keskkondadesse rännata.

Olulisemad evolutsioonilised arengud hõlmavad järgmist:

- Aju mahu ja probleemide lahendamise oskuste kasv
- Süstemaatiline tööriistade tootmine
- Tule kasutamine soojuse, kaitse ja toiduvalmistamise jaoks
- Laienemine Euroopasse ja Aiasiasse

1.4 Neandertallased ja tänapäeva inimesed

Neandertallased (*Homo neanderthalensis*) ja varane nüüdisaegne inimene (*Homo sapiens*) jagasid palju sarnasusi, aga ka olulisi erinevusi. Neandertallased olid külma kliimaga hästi kohanenud, neil oli tugev keha ja võimsad lihased, samas kui tänapäeva inimestel arenes kergem skelett, keerukamad sotsiaalsed struktuurid, sümboolne mõtlemine ja arenenud suhtlemisoskus.

Võrdlevad uuringud näitavad:

- Kolju kuju ja aju korralduse erinevused
- Erinevad tööriistakultuurid ja ellujäämisstrateegiad
- Tõendid liikidevahelise koostoime ja ristumise kohta





1.5 fossiili evolutsiooni tõestuseks

Fossiilid on üks olulisemaid teabeallikaid inimese evolutsiooni kohta. Fossiilsete luude – eriti koljude ja jäsemete – võrdlemise abil saavad teadlased tuvastada evolutsioonilisi suundumusi, nagu muutused kehahoiakus, aju suuruses ja näo struktuuris. Fossiilide tõendid võimaldavad teadlastel paigutada liike ajajoonele ja mõista, kuidas anatoomilised tunnused samm-sammult arenesid.

1.6 Miks on inimese evolutsiooni raske ette kujutada

Inimese evolutsiooni on sageli raske mõista, sest see hõlmab:

- Äärmiselt pikad ajaskaalad
- Liigid, keda enam ei eksisteeri
- Järkjärgulised muutused, mida on raske visualiseerida

Sel põhjusel **visuaalsed tööriistad, näiteks ajajooned, 3D-mudelid ja skeletivõrdlused** on olulised evolutsiooniprotsesside selge ja sisuka mõistmise loomiseks.

Järgmises osas uurivad õppijad inimese evolutsiooni interaktiivsete 3D-mudelite ja visuaalse ajajoonega abil. Liitreaalsus võimaldab õpilastel jälgida, võrrelda ja analüüsida erinevate hominiiniliikide skeletistruktuure, muutes evolutsiooniteooria praktiliseks uurimiskogemuseks.

Execute – bioloogiliselt inspireeritud mõtlemise rakendamine AR-põhise uurimise kaudu

2.1 Teooriast praktikasse: loodusest õppimine





Inimese päritolu: 3D-mudelid ([Allikas](#))

Inimese evolutsioon on võimas näide **bioinspiratsiooni tegevuses** Miljonite aastate jooksul kujundas looduslik valik inimese keha, aju ja käitumist vastusena keskkonnaprobleemidele. Selles osas liiguvad õpilased teoreetilisest arusaamast edasi... **praktiline uurimine**, analüüsides, kuidas loodus „kavandas“ ellujäämise ja kohanemise lahendusi.

Evolutsiooni õppimise asemel nime ja kuupäevade jadana uurivad õppijad **kuidas looduslikud piirangud (kliima, toidu kättesaadavus, liikumine)** mõjutatud füüsilised struktuurid ja käitumine – mõtteviis, mis peegeldab seda, kuidas bioinspireeritud lahendusi rakendatakse tänapäeva inseneriteaduses, arhitektuuris ja disainis.

2.2 Kuidas liitreaalsus toetab õpieesmärki

Selle üksuse peamine eesmärk on aidata õpilastel **mõista evolutsiooni kui dünaamilist, adaptiivset protsessi**, mitte staatiline ajalooline nimekiri. Liitreaalsus (AR) toetab seda eesmärki, muutes abstraktsed evolutsioonilised muutused **jälgitavaks, võrreldavaks ja interaktiivseks elemendiks**.

AR-rakendust kasutades õpilased:

- Avasta **a 3D-evolutsiooniline ajajoon** varajastest hominiinidest kuni *Homo sapiens*
- Jälgige ja manipuleerige **3D skeleti ja kolju mudelid**
- Võrrelge liikide anatoomilisi kohandusi reaalses maailmas
- Seosta keskkonnakoormus bioloogiliste muutustega

Soovitavad AR-funktsioonid on järgmised:

- Interaktiivsed 3D-mudelid (koljud, skeletid, kehaproportsioonid)





- Ajajoonel põhinev navigeerimine (evolutsiooniliste etappide vahel kerimine)
- Peamised kohandused paljastavad levialad (aju suurus, lõualuu kuju, rüht)
- Erinevate hominiiniliikide kõrvuti võrdlusrežiim

Need omadused võimaldavad õpilastel aktiivselt arusaamist konstrueerida, mitte passiivselt infot vastu võtta.

2.3 Praktiline liitreaalsuse harjutus: evolutsiooni uurimine bioinspiratsiooni kaudu

Tegevuse näide: „Evolutsioon kui disainiprotsess”

Õpilased kasutavad AR-stseeni, mis sisaldab **3D inimese evolutsioonimudel** (näiteks kaasasoleva Sketchfabi mudeli) asetatuna klassiruumi lauale või põrandale. Mudel esitleb mitmeid hominiiniliike, mis on paigutatud ajajoonele.

Õpilastel palutakse:

1. Valige kaks erinevat hominiiniliiki ja võrrelge nende skeletistruktuure.
2. Tooge välja vähemalt kolm anatoomilist erinevust (nt kolju kuju, jäsemete pikkus, rüht)
3. Seo iga erinevus keskkonna- või ellujäämisprobleemiga
4. Arutage, kuidas need looduslikud kohanemised inspireerisid hilisemat inimkonna edu.

See harjutus kinnistab ideed, et **loodus testib ja täiustab pidevalt "disaini"**, bioinspireeritud probleemide lahendamise põhiprintsiip.

2.4 Bioloogiliselt inspireeritud õpiülesanded, mida kasutatakse kogu maailmas

Sarnaseid AR-põhiseid lähenemisviise kasutatakse juba ülemaailmselt loodusteaduste hariduses, eriti järgmistes valdkondades:

- **Virtuaalsed antropoloogialaborid**, kus õpilased uurivad fossiilide koopiaid ilma füüsiliste isendita (lisateabe saamiseks vaadake: <https://hominin.anthropology.wisc.edu/virtual-labs.html>)
- **Muuseumi AR-näitused**, mis võimaldab külastajatel võrrelda väljasurnud ja tänapäevaseid liike (Lisateabe saamiseks: <https://www.museumoftheearth.org/human-origins/3d-models>)
- **Bioloogia ja anatoomia kursused**, kasutades 3D-mudeleid struktuuri ja funktsiooni seoste mõistmiseks

Nendes kontekstides on AR osutunud tõhusaks järgmistel eesmärkidel:

- Suurte ajaskaalade visualiseerimine





- Järkjärgulise struktuurimuutuse mõistmine
- Uurimusliku ja võrdleva õppe toetamine

See üksus kohandab need tõestatud tavad koolisõbralikuks, klassiruumis toimuvaks liitreaalsuse kogemuseks.

2.5 Koostööl ja uurimuslikul õppimisel põhinev õpe

Tudengid saavad töötada:

- Individuaalselt (juhendatud avastusretk) või
- Väikestes gruppides (võrdlus- ja aruteluülesanded)

Grupitegevused võivad hõlmata järgmist:

- Arutelu selle üle, milline kohanemine oli inimkonna ellujäämise jaoks kõige olulisem
- Inimeste tulevaste keskkonnasurvete all arenemise ennustamine
- Mõtisklused selle üle, kuidas loomulik evolutsioon inspireerib tänapäevaseid tehnoloogilisi lahendusi

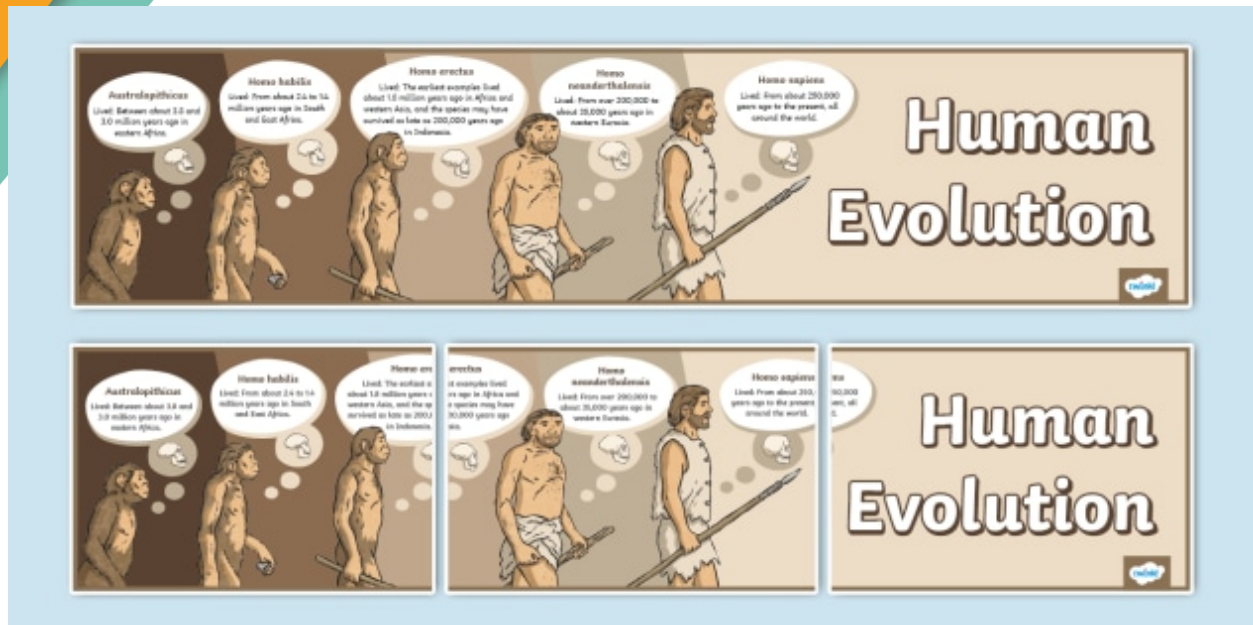
Need ülesanded julgustavad **kriitiline mõtlemine, koostöö ja süsteemne mõtlemine**, kõik Bios4You põhikompetentsid.

Täitmise etapi läbimisega saavad õpilased praktilisi kogemusi evolutsiooniliste tõendite ja bioloogiliselt inspireeritud arutluskäiguga. Järgmises osas **Täiustama** Liitreaalsust uuritakse pedagoogilise vahendina: kuidas see süvendab arusaamist, suurendab kaasatust ja toetab keerukate bioloogiliste protsesside pikaajalist õppimist.





Täiustamine – evolutsioonilise mõistmise süvendamine liitreaalsuse abil



Inimese evolutsiooni ajajoon

Allikas: <https://www.twinkl.de/resource/t2-s-757-new-human-evolution-timeline>

3.1 Miks liitreaalsus parandab inimese evolutsiooni tundmaõppimist?

Inimese evolutsioon hõlmab keerulisi kontseptsioone, mida on raske täielikult mõista ainult teksti või staatiliste piltide abil. Muutused anatoomias, kehahoiakus ja aju struktuuris toimuvad järk-järgult pika aja jooksul, mistõttu on need abstraktsed ja õppijate jaoks keerulised visualiseerida. Liitreaalsus (AR) täiustab õppeprotsessi, muutes need abstraktsed protsessid...**konkreetsed, jälgitavad kogemused**.

Interaktiivsete 3D-mudelite realsesse õpikeskkonda paigutamise abil võimaldab liitreaalsus õpilastel uurida evolutsioonilisi muutusi ruumiliselt ja dünaamiliselt, toetades sügavamat arusaamist ja pikaajalist meeldejätmist.

3.2 Nähtamatute protsesside nähtavaks tegemine

AR võimaldab õppijatel:

- Visualiseerida **anatoomilised muutused** mis toimus miljonite aastate jooksul
- Jälgige kolju kuju, kehahoiaku ja kehaproportsioonide erinevusi realses mastaabis





- Navigeerige evolutsioonilistel ajatelgedel mittelineaarsel ja uurimuslikul viisil

Need oskused aitavad õpilastel liikuda päheõppimisest edasikontseptuaalne mõistmine, kus nad saavad näha, kuidas struktuur ja funktsioon koos arenevad.

3.3 Kognitiivse ja uurimusliku õppe edendamine

Liitreaalsus toetab uurimuslikku õpet, julgustades õpilasi:

- Esitage küsimusi modellide uurimise ajal
- Moodustage hüpoteese kohanemise ja ellujäämise kohta
- Testi ideid võrdluse ja vaatluse abil

Selle asemel, et passiivselt infot vastu võtta, saavad õpilastest **aktiivsed uurijad**, kasutades liitreaalsuse tööriistu tõendite analüüsimiseks sarnaselt sellele, kuidas teadlased teevad seda päris evolutsiooniuringutes.

3.4 AR kui võrdlus- ja kriitilise mõtlemise tööriist

Üks AR-i peamisi tugevusi selles üksuses on selle võime toetada **kõrvuti võrdlused**. Õpilased saavad otseselt võrrelda erinevaid hominiiniliike, tuues esile:

- Aju suuruse ja näo struktuuri evolutsioonilised trendid
- Anatoomia ja keskkonna vaheline seos
- Mitmed evolutsioonilised lahendused sarnastele ellujäämisprobleemidele

See võrdlev lähenemine tugevdab kriitilist mõtlemist ja süsteemset mõtlemist, mis on STEM-hariduses olulised oskused.

3.5 Kaasatuse ja motivatsiooni suurendamine

AR toob sisse tugeva motiveeriva komponendi, muutes õppimise interaktiivseks ja kaasahaaravaks. Funktsioonid nagu:

- 3D-manipulatsioon (pööramine, suumimine, skaleerimine)
- Interaktiivsed levialad selgitava sisuga
- Mängustatud elemendid, näiteks avastusülesanded

aidata säilitada õpilaste tähelepanu ja uudishimu, eriti keeruliste teadusteemade, näiteks evolutsiooni käsitlemisel.

3.6 Kaasava ja multimodaalse õppe toetamine





AR toetab mitmekesiseid õppimisstiile, kombineerides:

- Visuaalne õppimine (3D-mudelid, ajajooned)
- Kinesteetiline interaktsioon (objektide manipuleerimine)
- Verbaalne ja kontseptuaalne selgitus

See multimodaalne lähenemine muudab evolutsioonilise bioloogia kättesaadavamaks laiemale õppijate ringile ja toetab kaasavat haridust.

3.7Praktilised soovitused klassiruumi integreerimiseks

Õpitulemuste parandamiseks saab liitreaalsuse tööriistu klassiruumi integreerida järgmiselt:

- Tabelipõhise AR-uuringu kasutamine väikestes gruppides
- Õpilaste vabaks mudelite uurimise võimaldamine enne juhendatud arutelu
- AR-uuringute kombineerimine refleksiivsete küsimuste või lühikeste debattidega
- AR-vaatluste sidumine reaalse maailma bioinspireeritud lahendustega

Need strateegiad tagavad, et liitreaalsust kasutatakse **õppimise kiirendi**, mitte ainult visuaalne lisand.

Liitreaalsuse kaudu muutub inimese evolutsioon käegakatsutavaks ja tähendusrikkaks õpikogemuseks. Visualiseerimise, interaktsiooni ja uurimistöö täiustamise kaudu süvendab liitreaalsus õpilaste arusaamist evolutsiooniprotsessidest ja tugevdab nende võimet siduda bioloogilist kohanemist reaalse maailma bioloogiliselt inspireeritud mõtlemisega.

Kokkuvõte

Avastamise etapis omandasid õpilased inimkonna evolutsiooni põhiteadmised, uurides peamisi evolutsioonietappe, fossiilide tõendeid ja keskkonnasurve poolt kujundatud bioinspireeritud kohanemisi. Teostamise etapis rakendasid õppijad neid teadmisi interaktiivsete tegevuste ja liitreaalsuse toel tehtud uurimise kaudu, võrreldes hominiiniliike ja analüüsid, kuidas looduslik valik mõjutas anatoomilisi ja käitumuslikke muutusi. Lõpuks, täiustamise etapis süvendas liitreaalsus arusaamist, muutes pikaajalised evolutsiooniprotsessid nähtavaks ja interaktiivseks. Koos muutsid need etapid abstraktsed evolutsioonilised kontseptsioonid sisukateks õpikogemusteks ja rõhutasid bioinspiratsiooni olulisust nii inimkonna arengu kui ka reaalse maailma väljakutsete mõistmisel.

Faas	Kirjeldus
Avasta	- Uurimistöö ja avastamine: Õpilased uurivad inimese evolutsiooni kontseptsiooni teaduslike allikate, visuaalsete materjalide ja juhendatud arutelude kaudu. Nad uurivad, kuidas varased hominiidid oma keskkonnaga kohanesid ja kuidas looduslik valik mõjutas anatoomilisi ja





	käitumuslikke muutusi miljonite aastate jooksul. Fossiile, ajajooni ja võrdlevat anatoomiat tutvustatakse teadlaste peamiste uurimisvahenditena. - Sisu arendamine: Hariduslik sisu on loodud inimkonna evolutsiooni peamiste etappide ümber, keskendudes bioinspireeritud kohanemisprotsessidele, nagu kahel jalal kõndimine, aju areng, tööriistade kasutamine ja ränne. Sisu rõhutab evolutsiooni kui järkjärgulist, dünaamilist protsessi, mida kujundavad keskkonnasurved, mitte lineaarset progressiooni. - Vajaduste analüüs: see etapp käsitleb õpilaste raskusi pikkade ajaskaalade, abstraktsete evolutsiooniprotsesside ja väljasurnud liikide mõistmisel. Selgitatakse välja visuaalsete ja interaktiivsete õppevahendite vajadus, mis toetaksid arusaamist, võrdlemist ja kriitilist mõtlemist, eriti õppijate puhul, kellel on raskusi tekstipõhiste selgitustega.
Käivita	- Õppekava rakendamine: Moodulit rakendatakse uurimuslike ja arutelupõhiste klassitegevuste kaudu. Õpilased järgivad struktureeritud õppeteed, mis on kooskõlas bioloogia ja STEM-i õppekavadega, kasutades inimese evolutsiooni kui reaalse maailma näidet bioinspiratsioonist ja loomulikust probleemide lahendamisest. - Interaktiivsed harjutused: õpilased osalevad praktilistes tegevustes, kasutades 3D-mudeleid ja liitreaalsuse toega visualiseeringuid. Nad võrdlevad hominiiniliike, analüüsivad skeleti erinevusi ja seostavad anatoomilisi kohandusi keskkonnaprobleemidega. Tegevuste hulka kuuluvad grupiarutelud, vaatlusülesanded ja evolutsiooniliste ajajooni juhendatud uurimine. - Tagasiside kogumine: Tagasisidet kogutakse klassiruumis arutelude, lühikeste refleksiooniülesannete ja õpetaja vaatluste kaudu. Õpilased jagavad oma teadmisi selle kohta, mis aitas neil evolutsiooni paremini mõista ja kuidas visuaalsed ja interaktiivsed vahendid toetasid nende õppeprotsessi.
Täiustama	- AR-integratsioon: Liitreaalsus on integreeritud, et visualiseerida inimese evolutsiooni interaktiivsete 3D-mudelite ja ajajooni kaudu. AR võimaldab õpilastel uurida fossiile, koljusid ja kehastruktuure realses mastaabis, muutes abstraktsed evolutsioonilised muutused klassiruumis nähtavaks ja käegakatsutavaks. - Interaktiivne õpe: õpilased suhtlevad liitreaalsuse sisuga otse, pöörates, suumides ja võrreldes hominiinimudeleid. See interaktiivne lähenemisviis edendab uurimuslikku õpet, ergutab uurimist ja toetab evolutsiooni struktuuri ja funktsiooni seoste sügavamat mõistmist. Mängustatud sisu: – Punktid ja märgid: Õpilased teenivad punkte liitreaalsuse uurimisülesannete täitmise, evolutsiooniliste kohanemiste õige tuvastamise ja liikide täpse võrdlemise eest. Märke antakse saavutuste eest, näiteks „Evolutsiooniuurija“ või „Kohanemusekspert“. – Edetabelid: Klassiruumi edetabelit saab kasutada sõbraliku võistluse ergutamiseks, tuues esile õpilasi või meeskondi, kes on liitreaalsuse tegevuste ajal edukalt lahendanud väljakutseid või näidanud üles tugevat analüütilist mõtlemist. – Ülesanded ja tasemed: Õppetegevused on üles ehitatud evolutsiooniliste „ülesannetena“, kus õpilased liiguvad läbi tasemete, mis esindavad erinevaid evolutsioonilisi etappe (varased hominiidid, perekonnad <i>Homo</i>, tänapäeva inimesed). Iga tase toob kaasa üha suurenevat keerukust ja uusi väljakutseid.





– Auhinnad uurimise eest:

Varjatud AR-i levialad või boonussisu premeerivad õpilasi, kes uurivad mudeleid üksikasjalikumalt. Need preemiad pakuvad lisateavet või lisapunkte, soodustades uudishimu ja sügavamat kaasatust.

– Koostöös tehtavad mängustatud ülesanded:

Õpilased töötavad väikestes meeskondades, et lahendada väljakutseid, näiteks ellujäämiseks kõige olulisema kohanemise tuvastamine või evolutsioonilise järjestuse rekonstrueerimine liitreaalsuse mudelite abil. Koostöö toetab suhtlemist ja kollektiivset probleemide lahendamist.

AR-põhised hinnangud:Õpilasi hinnatakse liitreaalsusel põhinevate ülesannete abil, mis nõuavad neilt arusaamise demonstreerimist 3D-mudelitega suhtlemise kaudu. Hindamistegevused hõlmavad hominiinide liikide tuvastamist, täheldatud anatoomiliste erinevuste selgitamist ja kohanemiste seostamist keskkonnasurvetega. Need hindamised hindavad nii kontseptuaalset arusaamist kui ka analüütilisi oskusi kaasahaaravamal ja autentsemal viisil kui traditsioonilised testid.





Viited

- Smithsoniani loodusloomuuseum.*Inimese evolutsioon*Smithsoniani Instituut.
<https://humanorigins.si.edu>
- California Ülikooli Paleontoloogi muuseum.*Evolutsiooni mõistmine*UC Berkeley.<https://evolution.berkeley.edu>
- Musée des Confluences ja MUVHN.*Inimese evolutsiooni 3D-mudelite kollektsioon*Sketchfab.<https://sketchfab.com/MUVHN/collections>
- Wisconsin riiklik primaatide uurimiskeskus. (ilma kuupäevata).*Virtuaalne hominiinide labor*Wisconsin Ülikool Madisonis.
<https://hominin.anthropology.wisc.edu/virtual-labs.html>
- Maa muuseum.*Inimese päritolu 3D-mudelid*.<https://www.museumoftheearth.org/human-origins/3d-models>
- Khani Akadeemia.*Inimese evolutsioon ja looduslik valik*.
<https://www.khanacademy.org/science/biology/her>
- Twinkl.*Inimese evolutsiooni ajajoon*.
<https://www.twinkl.de/resource/t2-s-757-new-human-evolution-timeline>
- Delightex.*Liitreaalsus hariduses*.<https://edu.delightex.com>
- CrashCourse.*Sissejuhatus kladogrammidesse ja fülogeneetilistesse puudesse*[Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=clQobFHFwcM>
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. ja Orr, R. B. (2021).*Campbelli bioloogia*(12. trükk). Pearsoni haridus.
- Wisconsin Ülikool Madisonis, Hominiinide evolutsiooni õppematerjalid. (ilma kuupäevata).*Virtuaalsed laborid: Inimese evolutsioon ja hominiinide fossiilid*.<https://hominin.anthropology.wisc.edu/virtual-labs.html>
- Benyus, J. M. (2002).*Biomimikri: loodusest inspireeritud innovatsioon*HarperCollins.
- Riiklik Teadusnõukogu. (2000).*Kuidas inimesed õpivad: aju, meel, kogemus ja kool*Riiklike Akadeemiate Kirjastus.
- OECD. (2017).*OECD uuenduslike õpikeskkondade käsiraamat*OECD kirjastus.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y. ja Liang, J.-C. (2013). Liitreaalsuse praegune olukord, võimalused ja väljakutsed hariduses.*Arvutid ja haridus*, 62, 41–49.<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Wang, Y. ja Li, G. (2020). Liitreaalsuse rakendused loodusteaduste hariduses: süstemaatiline ülevaade.*Haridustehnoloogia ja ühiskond*, 23(3), 108–122.

Selle õppeüksuse väljatöötamisel kasutati sisu koostamise, uurimistöö sünteesi ja allikmaterjalide korraldamise toetamiseks tehisintellektil põhinevaid tööriistu (ChatGPT, Perplexity AI ja NotebookLM):



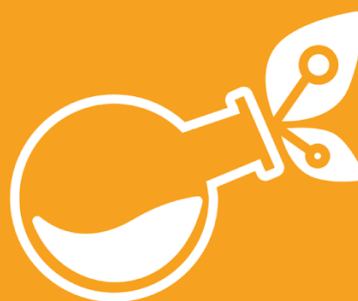


- Avatud tehisintellekt. *VestlusGPT* (suur keelemudel). <https://chat.openai.com>
- *Hämmingus tehisintellekt* [Tehisintellektil põhinev otsingu- ja uurimisassistent]. <https://www.perplexity.ai>
- *GoogleMärkmikLM* [Tehisintellektil põhinev uurimis- ja märkmete tegemise tööriist]. <https://notebooklm.google.com>





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.