



Co-funded by
the European Union

"Laboris kasvatatud organid: Kas me saame printida uue südame?"



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."

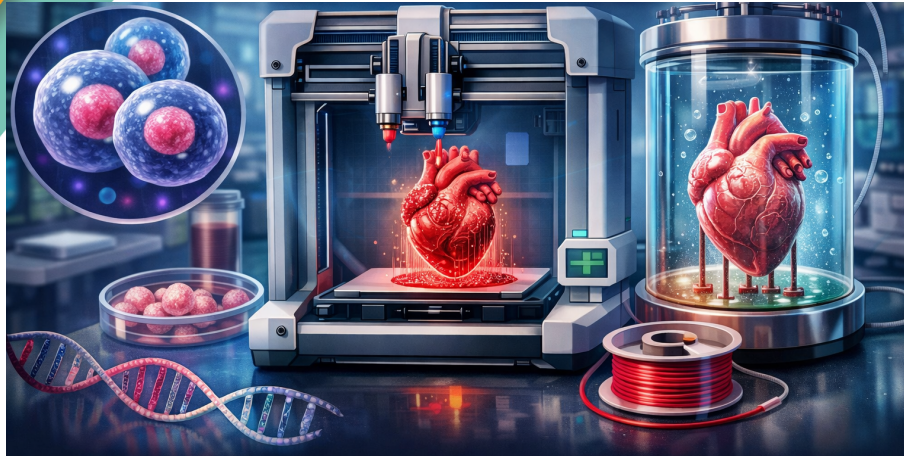




SISUKORD

Sissejuhatus	2
Avasta	3
1.1 Kuidas keha ennast parandab: taastumine looduses	3
1.2 Tüvirakud: regeneratiivse meditsiini ehituskivid	3
1.3 Rakkudest kudedeks: kuidas elusstruktuurid moodustuvad	3
1.4 Bioinspiratsioon ja 3D-bioprintimine	4
1.5 Kas me saame inimese südant printida?	4
1.6 Küsimused refleksiooniks	5
Käivita	5
2. Bioloogiliselt inspireeritud põhimõtete rakendamine laboris kasvatatud organitele	5
2.1 Bioinspiratsioon: õppimine looduslikust taastumisest	5
2.2 Kuidas liitreaalsus toetab õpieesmärke	6
2.3 Praktilised tegevused (ülevaade)	6
Täiustama	7
3. Regeneratiivse meditsiini mõistmise parandamine liitreaalsuse abil	7
3.1 Kuidas liitreaalsus tugevdab laboris kasvatatud elundite tundmaõppimist	7
3.2 Delightex Edu kui AR-täiustatud õppe tööriist	8
3.3 Kaasatuse suurendamine mängustamise ja interaktsiooni kaudu	8
3.4 AR-põhine refleksioon ja hindamine	8
Kokkuvõte	9
Viited	11





See pilt loodi tehisintellektil põhinevate pildi genereerimise tööriistade abil hariduslikel ja illustreerivatel eesmärkidel.

Õpitee üldteema	Biotehnoloogia ja regeneratiivne meditsiin
Õpiüksuse täpne nimetus	Laboris kasvatatud organid: Kas me saame printida uue südame?
Sihtgrupi vanus	14.–18.aastat
Õppija eeldused	• Põhiteadmised inimese bioloogiast (rakud, koed, elundid). • Digipädevuse alused ning oskus kasutada arvutit, tahvelarvutit või nutitelefoni. • Internetiühendusega seade. • Eelteadmisi bioinseneeriast, tüvirakkudest või liitreaalsusest ei nõuta.
Õpiüksuse kirjeldus	See õpiüksus tutvustab õpilastele arenevat regeneratiivse meditsiini valdkonda, keskendudes laboris kasvatatud organitele ja 3D-bioprintimise tehnoloogiatele. Bioinspireeritud STEM-lähenemise ja liitreaalsuse kasutamise kaudu uurivad õpilased, kuidas elusrakke saab kasutada kahjustatud kudede ja organite parandamiseks või asendamiseks. Õpiüksus ühendab teaduslikud alused interaktiivsete AR-põhiste õpitegevustega platvormil Delightex Edu, aidates õppijatel mõista nii bioloogilisi põhimõtteid kui ka organite loomise tehnoloogilisi väljakutseid.
Õppeained	Bioloogia, biotehnoloogia, tehnoloogia, inseneeria, digipädevus, STEM-haridus
Märksõnad	Regeneratiivne meditsiin, tüvirakud, laboris kasvatatud organid, 3D-bioprintimine, koetehnoloogia, bioinspiratsioon, liitreaalsus (AR), Delightex Edu
Omandatavad teadmised ja oskused	• Regeneratiivse meditsiini ja tüvirakkude bioloogia põhipõhimõtete mõistmine.





	• Teadlikkus sellest, kuidas bioinspireeritud tehnoloogiaid kasutatakse kudede ja organite kasvatamiseks. • Kriitiline mõtlemine eetiliste, meditsiiniliste ja tehnoloogiliste väljakutsete üle. • Digitaalne ja teaduslik kirjaoskus AR-põhise uurimise kaudu. • Võime seostada bioloogiat reaalse meditsiinilise innovatsiooniga.
Kasutatavad vahendid	• AR-võimekusega mobiilseadmed või tahvelarvutid. • Internetiühendusega arvutid. • Delightex Edu AR/VR-platvorm. • Rakkude, kudede ja organite 3D-mudelid. • Õpetaja koostatud toetavad materjalid (tekstid, pildid, videod).
Hindamine	• Osalemine aruteludes ja AR-põhistes tegevustes. • Interaktiivsete ülesannete täitmine. • Võime selgitada laboris kasvatatud organite ja bioinseneeria põhimõisteid. • Reflekteeriv arutelu ja kujundav tagasiside.

Sissejuhatus

See õpiüksus uurib, kuidas teadlased kasutavad bioinspireeritud tehnoloogiaid, nagu tüvirakud ja 3D-bioprintimine, et kasvatada organeid laboris. Bioloogia, tehnoloogia ja liitreaalsuse ühendamise kaudu saavad õpilased ülevaate sellest, kuidas laboris kasvatatud organid võivad muuta kaasaegset meditsiini ja aidata lahendada reaalseid terviseprobleeme.





UURI - Loodusliku regeneratsiooni ja bioinspireeritud organikasvu mõistmine

Selles osas tutvuvad õpilased regeneratiivse meditsiini ja laboris kasvatatud organite teaduslike alustega. Nad uurivad, kuidas loodus end parandab, kuidas teadlased kasutavad tüvirakke kudede taastamiseks ning kuidas bioinspireeritud tehnoloogiad, nagu 3D-bioprintimine, püüavad taastoota keerukaid inimese elundeid.

Uurimisfaas annab vajaliku taustateadmise, et mõista nii organite printimise võimalusi kui ka piiranguid.

1.1 Kuidas keha end parandab: regenereerimine looduses

Elusorganismidel on loomulik võime kahjustatud kudesid parandada ja taastada. Inimese nahk paraneb pärast vigastust, luud kasvavad pärast murdu kokku ning mõned loomad, näiteks salamandrid, suudavad taastada terveid jäsemeid.

See on võimalik, sest:

- rakud jagunevad ja asendavad kahjustatud rakke;
- spetsialiseerunud rakud teevad koostööd koe taastamiseks;
- bioloogilised süsteemid järgivad organiseeritud kasvumustreid.

Regeneratiivne meditsiin on inspireeritud looduse enda parandamismehhanismidest.

1.2 Tüvirakud: regeneratiivse meditsiini ehituskivid

9909Tüvirakud on erilised rakud, millel on kaks unikaalset võimet:

- nad suudavad end uuendada (luua uusi tüvirakke);
- nad võivad diferentseeruda erinevateks rakutüüpideks (lihask-, närvi-, vererakud).

Regeneratiivses meditsiinis kasutatakse tüvirakke selleks, et:

- kasvatada uusi kudesid;
- parandada kahjustatud elundeid;
- uurida haigusi laboritingimustes.

Erinevalt tavalistest rakkudest toimivad tüvirakud bioloogiliste „lähtepunktidenä“, mis teeb nad hädavajalikuks laboris loodud kudede ja organite kasvatamisel.

1.3 Rakkudest kudedeni: kuidas elusstruktuurid moodustuvad

Elundid ei koosne üksikutest rakkudest, vaid organiseeritud kudetest. Rakud suhtlevad omavahel, joondavad end ja loovad ühendusi, et moodustada struktuure, mis suudavad täita kindlaid funktsioone.





Näiteks:

- südamelihaskud peavad kokku tõmbuma üheaegselt;
- veresooned peavad varustama kudesid hapniku ja toitainetega;
- koed peavad elavas keskkonnas ellu jääma ja kohanema.

See protsess näitab, et bioloogias on struktuur ja funktsioon tihedalt seotud — see on üks peamisi väljakutseid organite taasloomisel laboris.

1.4 Bioinspiratsioon ja 3D-bioprintimine

Teadlased kasutavad bioinspiratsiooni, et kavandada tehnoloogiaid, mis jäljendavad looduslikke protsesse. Üks selline tehnoloogia on 3D-bioprintimine, mille käigus paigutatakse elusrakkude kihid kindlatesse mustritesse, et moodustada koelaadseid struktuure.

Erinevalt plastiku 3D-printimisest:

- elusrakud peavad püsima elus;
- koed vajavad toitaineid ja hapnikku;
- struktuurid peavad aja jooksul kasvama ja kohanema.

Bioinspiratsioon aitab inseneridel mõista, kuidas loodus ehitab keerukaid süsteeme, suunates sealäbi laboris kasvatatud organite arendamist.

Soovituslik videoressurss:

Et paremini mõista, kuidas bioinspireeritud tehnoloogiaid ja 3D-bioprintimist regeneratiivses meditsiinis kasutatakse, soovitakse õpilastel vaadata järgmisi lühikesi videoid, mis illustreerivad reaalseid uuringuid ja praeguseid väljakutseid laboris kasvatatud organitega:

- <https://www.youtube.com/watch?v=ABgehFQu8eU>
- <https://www.youtube.com/watch?v=yh8lQPjD4Og>

Et paremini mõista, kuidas bioinspireeritud tehnoloogiaid laboris kudede ja organitaoliste struktuuride kasvatamiseks kasutatakse, soovitakse õpilastel vaadata järgmist lühikest videot. See illustreerib koetehnoloogia ja bioprintimise põhetappe, aidates ühendada bioloogilisi põhimõtteid tehnoloogiliste protsessidega.

- <https://www.youtube.com/watch?v=2NFsvn9q9hA>

1.5 Kas me saame inimese südant printida?





Inimese süda on üks keha keerulisemaid organeid. See peab:

- pidevalt pumpada,
- sisaldavad mitut tüüpi kudesid,
- hõlmavad tihedat veresoonte võrgustikku,
- töötavad täiuslikus koordinatsioonis.

Kuigi teadlased on edukalt kasvatanud lihtsaid kudesid ja väikeseid elundimudeleid, on täielikult funktsionaalse inimese südame printimine endiselt suur teaduslik väljakutse.

See, et miski on teoreetiliselt võimalik, ei tähenda, et see tänapäeval täielikult saavutatav on.

Soovituslikud 3D-visualiseerimise ressursid:

Inimese südame dünaamilise struktuuri ja funktsiooni paremaks mõistmiseks julgustatakse õpilasi uurima järgmisi animeeritud 3D-südamemudeleid. Need visualiseeringud aitavad illustreerida, miks täielikult funktsioneeriva südame taastamine on regeneratiivse meditsiini üks suurimaid väljakutseid.

<https://sketchfab.com/3d-models/3d-animated-realistic-human-heart-v20-168b474fba564f688048212e99b4159d>

<https://sketchfab.com/3d-models/human-heart-3d-animated-911272d9f7c146bea5403d1e4d2dfb31>

1.6 Küsimused refleksiooniks

- Kuidas loodus kudesid ja organeid taastab?
- Miks on tüvirakud regeneratiivses meditsiinis olulised?
- Mis teeb inimese südame laboris taasloomise keeruliseks?
- Kuidas bioinspiratsioon juhib meditsiinilist innovatsiooni?

Käivita

2. Bioloogiliselt inspireeritud põhimõtete rakendamine laboris kasvatatud organitele

Täitmise osas rakendavad õpilased oma regeneratiivse meditsiini teadmisi, uurides, kuidas looduslikud bioloogilised protsessid inspireerivad lahendusi kudede ja organite kasvatamiseks laboris.

Delightex Edu abil praktiliste, liitreaalsust toetavate tegevuste kaudu uurivad õppijad, kuidas rakud moodustavad kudesid, miks elundid on keerulised süsteemid ja milliste väljakutsetega seisavad teadlased silmitsi funktsionaalse inimsüdame printimisel.





2.1 Bioinspiratsioon: õppimine looduslikust taastumisest

Loodus pakub võimsaid näiteid regenereerimisest ja enese paranemisest, mis inspireerivad tänapäevaseid biomeditsiinitehnoloogiasid:

- **Rakkude uuenemine ja diferentseerumine** võimaldab kahjustatud kudede taastumist.
- **Iseorganiseerumine** võimaldab rakkudel paikneda funktsionaalseteks kudedeks.
- **Võrgustiku moodustamine**, näiteks veresooned, toetavad ellujäämist ja kasvu.

Tudengid uurivad, kuidas need loomupärased võimed juhivad koetehnoloogia ja laboris kasvatatud elundite arengut, tugevdades ideed, et meditsiiniline innovatsioon algab sageli looduse vaatlemisest.

2.2 Kuidas liitreaalsus toetab õpieesmärke

Liitreaalsusel on võtmeroll õpilaste abistamisel protsesside mõistmisel, mida reaalses elus otse jälgida ei saa.

Kasutades **Delightex Edu**, AR-tegevused võimaldavad õpilastel:

- visualiseerimat **tüvirakud, koed ja elundid** 3D-struktuurid,
- uurimakihi **elundimudelid**, näiteks inimese süda,
- jälgi, kuidas **rakud, koed ja veresooned** suhtlevad süsteemina,
- võrdle **bioloogiline taastumine** 3D-bioprintimise tehnoloogiatega.

AR muudab abstraktsed biomeditsiinilised kontseptsioonid kättesaadavamaks ja toetab uurimuslikku õpet ilma täiustatud laborivarustusega.

2.3 Praktilised tegevused (ülevaade)

• Tegevus 1: Tüvirakkudest koeni

Õpilased uurivad tüvirakkude ja rakkude jagunemise liitreaalsuse mudeleid. Nad jälgivad, kuidas rakud paljunevad ja spetsialiseeruvad, ning arutavad, miks tüvirakud on uute kudede kasvatamiseks hädavajalikud.

Bioloogiliselt inspireeritud kontseptsioon: Rakkude loomulik diferentseerumine ja taastumine.

• Tegevus 2: Miks on südant raske printida

Inimese südame kihilise AR-mudeli abil uurivad õpilased:

- lihaskude,
- kambrid ja ventiilid,
- veresoonte võrgustikud.

Nad analüüsivad, miks kõik need komponendid peavad koos töötama ja miks selle keerukuse taasloomine on keeruline.

Toetav videoressurss:

Enne südame kihilise AR-mudeli analüüsimist vaatavad õpilased lühikest videot, mis demonstreerib, kuidas inimese süda reaalajas toimib. See ressurss toetab funktsionaalse organi jaoks vajaliku pideva liikumise ja koordineerimise mõistmist.





<https://www.youtube.com/watch?v=mMeOjwH4NVU>

Bioloogiliselt inspireeritud kontseptsioon: Struktuuri ja funktsiooni seos elavates süsteemides.

- **Tegevus 3: Eluskoe printimine vs. kasvatamine**

Õpilased võrdlevad:

- lihtne 3D-prinditud objekt,
- rakkudest loodud eluskoe mudel.

Nad tuvastavad peamised erinevused eluta materjalide printimise ja elusorganite kasvatamise vahel.

Bioloogiliselt inspireeritud kontseptsioon: Mehaanilise konstruktsiooni ja bioloogilise kasvu erinevus.

- **Tegevus 4: Otsustusülesanne – Kas me saame tänapäeval südant printida?**

Õpilased läbivad AR-põhise otsustusülesande, kus nad:

- hinnata praeguseid teaduslikke võimalusi,
- tuvastada tehnoloogilisi ja bioloogilisi piiranguid,
- eristada tänapäeva meditsiini ja tulevikupotentsiaali.

Bioloogiliselt inspireeritud kontseptsioon: Bioloogilistel piirangutel põhinev teaduslik arutluskäik.

- **Tegevus 5: Funktsionaalse organi kujundamine – miks on struktuur oluline**

Delightex Edu interaktiivse AR-elundimudeli abil uurivad õpilased, kuidas erinevad struktuurikomponendid elundi funktsioonile kaasa aitavad. Kihtide ja elementide aktiveerimise ja deaktiveerimise abil analüüsivad õppijad, kuidas elundid toimivad integreeritud süsteemidena, mitte lihtsate kujunditena. See tegevus toob esile, miks laboris kasvatatud elundid peavad kopeerima bioloogilist organisatsiooni, mitte ainult välist vormi.

Bioloogiliselt inspireeritud kontseptsioon: Struktuuri ja funktsiooni seosed ning süsteemne mõtlemine elusorganismides.

*Bioloogiliselt inspireeritud ja liitreaalsusest toetatud tegevuste kaudu liiguvad õpilased kontseptsioonide mõistmiselt edasi **bioloogilise mõtlemise rakendamise** Nad kogevad, kuidas regeneratiivne meditsiin ühendab bioloogiat, tehnoloogiat ja inseneriteadust ning miks inimsüdame kasvatamine pole mitte ainult tehniline, vaid ka bioloogiline väljakutse.*





Täiustama

3. Regeneratiivse meditsiini mõistmise parandamine liitreaalsuse abil

Täiustusosa selgitab, kuidas liitreaalsus (AR) süvendab õpilaste arusaamist regeneratiivsest meditsiinist, muutes keerulised bioloogilised protsessid nähtavaks, interaktiivseks ja tähendusrikkaks. Selles moodulis kasutatakse AR-i laboris kasvatatud organite tundmaõppimise toetamiseks, võimaldades õpilastel uurida bioloogilisi struktuure ja bioloogiliselt inspireeritud tehnoloogiaid, millele traditsioonilises klassiruumis ligi ei pääse.

3.1 Kuidas liitreaalsus tugevdab laboris kasvatatud elundite tundmaõppimist

Sellised teemad nagu tüvirakud, kudede regenereerimine ja elundite keerukus on sageli abstraktsed ja raskesti ette kujutatavad. Liitreaalsus aitab neist väljakutsetest üle saada, muutes teaduslikud kontseptsioonid käegakatsutavateks visuaalseteks kogemusteks.

AR-toega õppe kaudu saavad õpilased:

- jälgida rakkude ja kudede moodustumist kolmes dimensioonis,
- uurida kihilisi organistruktuure, näiteks inimese südant,
- mõista veresoonte võrgustike rolli eluskoe säilitamisel,
- Tunnetada erinevust eluskoe kasvatamise ja eluta objektide printimise vahel.

See visuaalne ja interaktiivne lähenemine toetab sügavamalt kontseptuaalset mõistmist ja vähendab kognitiivset ülekoormust.

3.2 Delightex Edu kui AR-täiustatud õppe tööriist

Delightex Edu sobib selle üksuse jaoks hästi, kuna see võimaldab nii uurimist kui ka loomist turvalises hariduskeskkonnas.

Delightex Edu abil saavad õpilased ja õpetajad:

- suhelda rakkude, kudede ja organite valmis 3D-bioloogiliste mudelitega,
- uurige AR-stseene markeriteta AR- või QR-koodide abil,
- järgida juhendatud õpperadasid ilma edasijõudnute tehniliste oskusteta,
- töötada AR-põhiste ülesannete kallal individuaalselt või koostöös.

Platvorm võimaldab õppijatel sisuga aktiivselt tegeleda, tugevdades motivatsiooni ja õppimise eest vastutuse võtmist.

Selles moodulis kasutatakse Delightex Edu ka süsteemipõhise õppe toetamiseks interaktiivsete elundimudelite kaudu, mis võimaldavad õpilastel uurida, kuidas struktuurikomponendid omavahel suhtlevad, et võimaldada või piirata elundi funktsionaalsust.





Soovituslik multimeediaressurss:

Selleks, et illustreerida, kuidas liitreaalsust saab kasutada inimese anatoomia uurimiseks kolmemõõtmeliselt, saavad õpilased vaadata järgmist lühikest videot, mis demonstreerib Delightex Edu inimorganite visualiseeringuid. See ressurss toetab organite struktuuri ja ruumiliste suhete mõistmist, mis on laboris kasvatatud organite arutamisel olulised.

<https://www.facebook.com/delightexedu/videos/human-anatomy/715913087136373/>

3.3 Kaasatuse suurendamine mängustamise ja interaktsiooni kaudu

Selle üksuse AR-põhised tegevused sisaldavad kergeid mängustamise elemente, mis suurendavad kaasatust, hoides samal ajal fookuse õppimisel:

- Punktid ja märgid uurimisülesannete ja otsustustegevuste täitmise eest,
- Regeneratiivse meditsiiniga seotud stsenaariumipõhised väljakutsed,
- Koostööülesanded, kus õpilased võrdlevad otsuseid ja tulemusi.

Mängustamine soodustab osalemist, refleksiooni ja meeskonnatööd, ilma et see häiriks teaduslikku sisu.

3.4 AR-põhine refleksioon ja hindamine

Liitreaalsus toetab ka kujundavat hindamist ja refleksiooni. Ainult kirjalikele testidele toetumise asemel näitavad õpilased oma arusaamist suhtluse ja arutelu kaudu.

Õpetajad saavad õppimist hinnata, jälgides:

- kuidas õpilased uurivad liitreaalsuse mudeleid,
- kuidas nad selgitavad bioloogilisi protsesse ja väljakutseid,
- kuidas nad õigustavad otsuseid eetilistes ja teaduslikes stsenaariumides.

See lähenemisviis väärtustab mõistmist, arutluskäiku ja rakendamist päheõppimisest kõrgemale.

Liitreaalsuse integreerimine Delightex Edu kaudu muudab selle õppemooduli regeneratiivse meditsiini kättesaadavaks, kaasahaaravaks ja asjakohaseks. Liitreaalsus toetab sügavamat arusaamist bioinspireeritud elundite kasvust, tugevdab seost bioloogia ja reaalse maailma meditsiiniliste väljakutsete vahel ning julgustab õpilasi kriitiliselt mõtlema laboris kasvatatud elundite tuleviku üle.





Kokkuvõte

See õppeüksus juhendas õpilasi läbi uurimise-teostuse-täiustamise etappide, et mõista, kuidas laboris kasvatatud elundeid loodusest inspireeritud põhimõtete abil arendatakse. Õpilased uurisid looduslikku taastumist ja tüvirakkude bioloogiat, rakendasid neid teadmisi liitreaalsuse toel loodud tegevuste kaudu ning süvendasid oma arusaama funktsionaalse inimsüdame kasvatamise keerukusest. Liitreaalsuse tööriistade, eriti Delightex Edu kasutamine muutis abstraktsed bioloogilised ja tehnoloogilised kontseptsioonid kättesaadavamaks ja kaasahaaravamaks. Ühendades regeneratiivse meditsiini reaalse maailma meditsiiniliste väljakutsetega, julgustab üksus õpilasi mõtisklema nii elundite printimise võimaluste kui ka piirangute üle ning jätkama biomeditsiiniteaduse tulevaste uuenduste uurimist.

Faas	Kirjeldus
Avasta	- Uurimistöö ja avastamine: Õpilased uurivad, kuidas elusorganismid kudesid loomulikult taastavad ja kuidas need bioloogilised protsessid inspireerivad regeneratiivset meditsiini. Nad uurivad tüvirakkude rolli, kudede moodustumist ja inimorganite keerukust, keskendudes sellele, miks südame taastamine on eriti keeruline.
	- Sisu arendamine: Tutvustatakse põhimõisteid, sh loomulikku taastumist, tüvirakkude diferentseerumist, kudede organisatsiooni, bioinspiratsiooni ja 3D-bioprintimise põhimõtteid. Teaduslikke selgitusi toetavad näited loodusest ja praegustest biomeditsiiniliste uuringutest.
	- Vajaduste analüüs: Juhendavate küsimuste ja arutelude abil selgitatakse välja õpilaste eelnevad teadmised bioloogia põhitõdedest (rakud, koed, organid) ning üldised teadmised tervisest ja meditsiinist. See tagab 14–18-aastastele õppijatele sobiva tugistruktuuri.
Käivita	- Õppekava rakendamine: Õpilased rakendavad teoreetilisi teadmisi bioloogilistest ainetest inspireeritud praktiliste tegevuste kaudu, mis demonstreerivad, kuidas rakud moodustavad kudesid ja miks elundid toimivad keerukate süsteemidena. Keskendutakse protsesside mõistmisele, mitte tehnilistele laboriprotseduuridele.
	- Interaktiivsed harjutused: Delightex Edu abil saavad õpilased suhelda tüvirakkude, südame anatoomia, veresoonte võrgustike ja kihiliste organsüsteemide liitreaalsusmudelitega, uurides, kuidas bioloogilised struktuurid toimivad integreeritud süsteemidena.
	Nad uurivad kihilisi elundistruktuure, võrdlevad bioloogilist kasvu 3D-printimisega ja lahendavad otsustuspõhiseid stsenaariume, mis on seotud laboris kasvatatud elunditega.
	- Tagasiside kogumine: AR-interaktsioonide kaudu antakse kohest visuaalset tagasisidet. Õppimist kinnistatakse grupiarutelude, õpetaja juhendatud refleksiooni ja eakaaslaste tagasiside kaudu tegevuste ajal ja pärast neid.
Täiustama	- Liitreaalsuse integreerimine: liitreaalsust kasutatakse bioloogiliste struktuuride ja protsesside visualiseerimiseks, mida klassiruumis otseselt jälgida ei saa. Delightex Edu võimaldab rakkude, kudede ja organite markerita liitreaalsuse uurimist, toetades kaasavat ja kogemuslikku õppimist.





- Interaktiivne õpe: õpilased uurivad, manipuleerivad ja analüüsivad aktiivselt 3D-mudeleid, soodustades uurimuslikku õpet ja süsteemset mõtlemist. Liitreaalsus toetab katsetamist, võrdlemist ja reaalsete biomeditsiiniliste väljakutsete üle mõtisklemist.

Mängustatud sisu:

- **Punktid ja märgid**Õpilased teenivad uurimisülesannete täitmise eest punkte ja õpieesmärkide saavutamise eest saavad märke, näiteks koeinseneri või tulevase arsti.
- **Edetabelid**Valikulised grupipõhised edetabelid näitavad kollektiivset edu, soodustades motivatsiooni ja rõhutades pigem koostööd kui võistlust.
- **Ülesanded ja tasemed**Õppetegevused on üles ehitatud järkjärguliste ülesannetena, liikudes üha keerukamate rakkude uurimiselt organite tasandi mõistmisele.
- **Auhinnad uurimise eest**AR-tegevuste raames pakutakse põhjaliku uurimise ja läbimõeldud otsuste tegemise eest visuaalseid preemiaid ja positiivset tagasisidet.
- **Koostöös mängustatud ülesanded**Õpilased töötavad väikestes rühmades, et analüüsida stsenaariume, arutada väljakutseid ja leppida kokku otsustes, mis on seotud laboris kasvatatud organite ja eetiliste kaalutlustega.

AR-põhised hinnangud:Õpilased näitavad arusaamist liitreaalsuse mudelitega suhtlemise, ülesannete täitmise ning bioloogiliste ja tehnoloogiliste kontseptsioonide selgitamise kaudu. Hindamine keskendub pigem arutluskäigule, teadmiste rakendamisele ja refleksioonile kui meeldejätmisele.





Viited

- Akçayır, M. ja Akçayır, G. (2017). Liitreaalsusega seotud eelised ja väljakutsed hariduses: kirjanduse süstemaatiline ülevaade. *Haridusuuringute ülevaade*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Atala, A. (2018). *Regeneratiivne meditsiin: laborist kliinikusse* Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-3701-6>
- Dunleavy, M. ja Dede, C. (2014). Liitreaalsuse õpetamine ja õppimine. Teoses J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen ja M. J. Bishop (toim.). *Hariduskommunikatsiooni ja -tehnoloogia uuringute käsiraamat* (lk 735–745). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_59
- Euroopa Ravimiamet. *Täiustatud ravi ravimid (ATMP-d)*. <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/overview/advanced-therapy-medical-products-overview>
- Ibáñez, M. B. ja Delgado-Kloos, C. (2018). Liitreaalsus STEM-õppes: süstemaatiline ülevaade. *Arvutid ja haridus*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Murphy, S. V. ja Atala, A. (2014). Kudede ja organite 3D-bioprintimine. *Looduse biotehnoloogia*, 32(8), 773–785. <https://doi.org/10.1038/nbt.2958>
- Riiklikud tervishoiuinstituudid. *Tüvirakud: põhitõed*. <https://stemcells.nih.gov/info/basics>
- Yen, J., Weissburg, M. J., Helms, M. ja Goel, A. K. (2014). *Bioloogiliselt inspireeritud disain haridusele* Cambridge'i Ülikooli Kirjastus.
- Delightex Edu. *AR/VR platvorm STEM-hariduseks*. <https://www.delightex.com/edu>

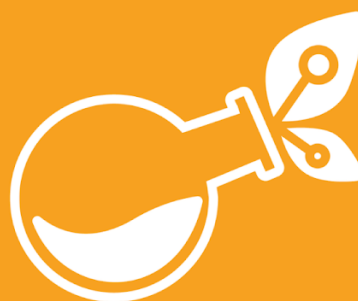
Selle õppeüksuse väljatöötamisel kasutati sisu koostamise, uurimistöö sünteesi ja allikmaterjalide korraldamise toetamiseks tehisintellektil põhinevaid tööriistu (ChatGPT, Perplexity AI ja NotebookLM):

- *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.