



TEASER

Teacher as Avatar

Scenarij poučevanja in učenja
Biomateriali in 3D biotiskanje v
celični kulturi



Vsebina

| | |
|-------------------------------------|---|
| I. Glavni podatki in kontekst | 3 |
| II. Izobraževalno oblikovanje | 4 |
| III. Tehnološka implementacija..... | 5 |
| IV. Podroben učni načrt..... | 6 |
| 1. Uvod in uvod | 6 |
| 2. Izvedba naloge | 6 |
| 3. Ocena / Pregled | 7 |
| 4. Zaključek seje | 7 |
| V. Viri in zavarovanje | 8 |
| 1. Videi | 8 |
| 2. Interaktivne komponente | 9 |
| 3. Medijski portfelj..... | 9 |

I. Glavni podatki in kontekst

- **Naslov scenarija in povzetek:** Scenarij nosi naslov "**Biomateriali in 3D biotiskanje v celični kulturi**". Deluje kot napredna učna enota, ki gradi na temeljih klasične 2D celične kulture in gradi most do sodobnih **3D aplikacij in inovativnih raziskovalnih pristopov**. Osnovna vsebina vključuje teoretični uvod in praktično uporabo inženirstva **tkiv**. Udeleženci se bodo naučili, kako se hidrogeli spreminjajo za optimalno podporo celicam in kako se celične kulture pripravljajo za proces **3D biotiska** za ustvarjanje prvih tridimenzionalnih celičnih konstruktov (npr. alginatnih struktur). Kot običajno v scenarijih TEASER je prenos znanja hibriden prek **učnih videov, podprtih z umetno inteligenco**, ki so dostopni neposredno na laboratorijskih postajah preko QR kod.
- **Poklicno področje in ciljna skupina:** Ta scenarij se nahaja na področju **biologije, kemije in bioprocenega inženirstva**.
 - **Ciljna skupina:** Scenarij je predvsem namenjen **vajencem (vajencem za usposabljanje in usposabljanje) od drugega letnika vajeništva**.
 - **Poklicni profili:** Posebej so izpostavljeni **bodoči laboratorijski asistenti iz biologije in kemijski laboratorijski pomočniki**, ki že imajo osnovno znanje o aseptičnem delu in bodo zdaj pridobili specializirane veščine iz regenerativne medicine in aditivne proizvodnje.
- **Učni cilji:** Razvoj kompetenc je razdeljen v tri kategorije:
 - **Znanje:** Udeleženci razumejo fizikalno-kemijske osnove **modifikacije hidrogela** ter tehnične principe **3D biotiskanja**. Pridobili boste znanje o razmerju med lastnostmi materiala (npr. viskoznost, biokompatibilnost), celično združljivostjo in strukturno zasnovo tkivnih konstrukcij. Prav tako poznajo posebne predpise o zdravju in varnosti za delovanje biotiskalnikov v laboratoriju.
 - **Spretnosti:** Učenci lahko hidrogel spreminjajo po natančnih specifikacijah in varno vgradijo celice vanje. Vešči boste **pri nastavitvi in upravljanju 3D biotiskalnika** ter pri nadzoru tiskalnih parametrov. Poleg tega se naučijo veščin za mikroskopsko ocenjevanje natisnjenih 3D konstrukcij in njihovo dokumentiranje glede zdravja celic, strukturne celovitosti in neobčutljivosti na kontaminacijo.
 - **Kompetence:** Udeleženci razvijajo sposobnost kritične ocene praktične relevantnosti metod 3D biotiska za raziskave in klinično uporabo. Samostojno lahko razvijajo ideje za prenos za prihodnje projekte in sistematično primerjajo rezultate s ciljnimi vrednostmi, da bi prepoznali potencial za optimizacijo v tiskarskem procesu.

II. Izobraževalno oblikovanje

- **"Izobraževalno vprašanje":** Osrednji pedagoški izziv tega scenarija je kompleksnost prehoda iz klasične 2D celične kulture v **sodobne 3D aplikacije, kot je tkivno inženirstvo**. Udeleženci morajo ne le obvladati zelo občutljive biološke tehnike, temveč tudi razumeti fizikalno-kemijske parametre novih orodij, kot **so 3D biotiskalniki**. Specifično »izobraževalno vprašanje« je: **»Kako lahko avatarji, ki jih poganja umetna inteligenca, in prilagodljivi mediji uporabimo za bolj dosledno, nalogo povezano in individualno poučevanje kompleksnih, tehnološko naprednih procesnih tokov (kot je modifikacija hidrogela)«?** Uporaba medijev z umetno inteligenco rešuje problem **kognitivne preobremenitve** pri sočasnem ravnanju z biološkim materialom in digitalno strojno tehnologijo, saj zagotavlja asinhrono podporo neposredno na mestu delovanja.
- **Didaktično okolje:** Scenarij je teoretično vgrajen v **model SAMR** in doseže raven **"spremembe" (prenove)**, saj uporaba navodil za avatarje na osnovi QR kode in nalog, ki jih generira umetna inteligenca, funkcionalno spremeni učni proces in omogoča individualizacijo, ki brez te tehnike ne bi bila izvedljiva. Poleg tega se evropski okvir kompetenc **DigComp 2.2** (ali DigCompEdu) uporablja za spodbujanje **digitalne suverenosti** učencev pri delu z AI sistemi in nadzorom procesov. Učenje na postaji se uporablja kot učna metoda : učenci se premikajo samostojno ali v majhnih skupinah med različnimi delovnimi postajami (npr. sterilna delovna miza za pripravo celic in postaja 3D biotiskalnika), pri čemer povezujejo teorijo in prakso preko interakcije z avatarjem in digitalnimi navodili za delo.
- **Vloga trenerja/učitelja:** V tem primeru učitelj preide iz čistega prenašalca znanja v **moderatorja, mentorja in pedagoškega svetovalca**. Medtem ko avatar prevzame standardizirana, ponavljajoča se navodila (npr. o varnosti naprav ali proizvodnji hidrogela), se inštruktor osredotoča na naslednje naloge:
 - **Spremljanje varnosti:** Spremljanje skladnosti s pravili o zdravju in varnosti (H&S) med delovanjem biotiskalnika.
 - **Tehnična strokovnost:** Odgovarjanje na poglobljena znanstvena vprašanja o združljivosti celic in lastnostih materialov, ki presegajo standardna navodila.
 - **Zagotavljanje kakovosti in povratne informacije:** Izvajanje preverjanj verjetnosti rezultatov umetne inteligence in individualna podpora pri analizi mikroskopskih slik 3D konstruktov.
 - **Podpora refleksiji:** Moderacija zaključne razprave o etičnih vidikih in prihodnosti biotiskanja v raziskavah in klinični uporabi.

III. Tehnološka implementacija

- **Rešitev za umetno inteligenco in avatarje:** V tem scenariju se linearni 2D avatarji, generirani z umetno inteligenco, večinoma uporabljajo kot digitalni učitelji in demonstratorji. V procesu učenja avatar prevzame vlogo specializiranega laboratorijskega spremljevalca, ki uvaja zapletene teoretične temelje inženirstva tkiv in učence vodi korak za korakom skozi faze modifikacije hidrogela. Osrednja funkcija je njegova uporaba kot demonstrator za varnost strojev, kjer avatar vizualno pojasni pravilno nastavitvev in delovanje 3D biotiskalnika ter na koncu video sekvenc postavlja specifična vprašanja za razumevanje, na katera je treba odgovoriti v sistemu. Čeprav projekt eksperimentira tudi s 3D okoljem in avatarji, vizualna utelešenje tukaj namerno ostaja nizkopragovno, da bi zagotovili enostavno praktičnost v vsakdanjem laboratorijskem življenju.
- **Tehnična orodja:** Tehnološka infrastruktura za ta scenarij združuje pravo laboratorijsko strojno opremo s specializirano AI programsko opremo:
 - **Programska oprema umetne inteligence: ChatGPT (GPT-4)** se uporablja za didaktično optimizacijo skript in za avtomatizirano ustvarjanje kvizov znanja iz video prepisov.
 - **Avatar in generiranje govora: HeyGen** se uporablja za vizualno animacijo avatarjev, medtem ko naravni govorni izhod generira Eleven Labs (11 Labs).
 - **Interaktivni mediji: H5P** in Hedra se uporabljata za ustvarjanje dopolnjujočih se 360-stopinjskih učnih okolij, kjer lahko udeleženci interagirajo z laboratorijskimi predmeti.
 - **Strojni sprožilci:** Fizične QR kode so neposredno pritrjene na laboratorijske postaje (npr. na bioprinterju) in omogočajo mobilni dostop do video posnetkov z navodili preko tablic ali pametnih telefonov.
 - **Strojna oprema, specifična za določeno področje:** Praktična izvedba poteka na 3D biotiskalniku (npr. za ustvarjanje alginatnih struktur) in uporabi reverzibilnega mikroskopa za nadzor kakovosti.
- **Pristop skakanja med programsko opremo:** Vsebina se ustvarja preko tehnične verige, vzpostavljene v projektu TEASER (skakanje po programski opremi), ki učiteljem omogoča ustvarjanje profesionalnih medijev brez znanja programiranja:
 1. **Zajem vsebine:** Učitelj najprej ustvari tehnično vodnik ali surov scenarij na podlagi resničnih laboratorijskih postopkov.
 2. **Optimizacija besedila:** Ta prepis je jezikovno izpopolnjen s strani ChatGPT in pretvorjen v didaktično strukturiran avatar pisavo.
 3. **Medijska sinteza:** Optimizirano besedilo se posname v Eleven Labs in nato uvozi v HeyGen za sinhronizacijo ustnic avatarja.
 4. **Distribucija:** Končni video se naloži na YouTube in poveže s QR kodo. Ta postopek zagotavlja visoko stopnjo doslednosti navodil, hkrati pa zmanjšuje trud pri ustvarjanju.

IV. Podroben učni načrt

Ta učni načrt je zasnovan tako, da združuje osnove klasične celične kulture z najsodobnejšo aditivno proizvodnjo in je hibridno podprt z AI mediji.

1. Uvod in uvod

- **Trajanje:** 30–45 minut.
- **Vsebina:** Udeleženci bodo prejeli uvod v **osnove modifikacije hidrogela** in tehnične principe **3D biotiskanja**. Poučuje se ključni odnos med lastnostmi materiala (npr. viskoznost), **celično združljivostjo** in strukturno zasnovi tkivnih konstrukcij. Poleg tega so pojasnjeni **posebni predpisi o zdravju in varnosti** pri delu z biotiskalniki v laboratoriju.
- **Dejavnosti:**
 - **Učenci:** Sledite **učnemu videu, podprtemu z umetno inteligenco, preko QR kode**, si delajte zapiske o zapletenih procesih in načrtujte praktične delovne korake za kasnejšo hidrogelno modifikacijo. Prav tako samostojno pripravijo svojo laboratorijsko postajo in potrebne materiale.
 - **Predavatelji:** moderirajte uvod, pojasnite tehnična vprašanja razumevanja in preverite skladnost z varnostnimi predpisi ter pravilno pripravo začetnih gradiv.
- **Mediji:** **video posnetki AI avatarjev** (v kombinaciji z AI zvočniki), digitalna delovna navodila, varnostni listi, hidrogelni materiali in celične kulture.

2. Izvedba naloge

- **Trajanje:** 90–120 minut.
- **Vsebina:** Praktična modifikacija hidrogelov, **priprava celic** (npr. L929) in njihova vgradnja v biomaterial ter **ustvarjanje prvih 3D celičnih konstrukcij**. Poudarek je na natančnem nadzoru tiskarskih parametrov in spremljanju integritete materiala.
- **Dejavnosti:**
 - **Vajenci:** Prilagodite hidrokele po natančnih specifikacijah, celice aseptično vgradite in nastavite **3D biotiskalnik**. Med tiskarskim postopkom nenehno preverjajo konstrukte glede strukture, zdravja celic in morebitne kontaminacije.
 - **Inštruktorji:** Spremljajo sterilno **delo** pod delovno mizo ter tehnične parametre tiskalnika; v primeru težav zagotavljajo takojšnje tehnične povratne informacije.
- **Mediji:** 3D biotiskalnik, sterilna delovna miza, reverzibilni mikroskop, pipete, posebni AI učni videi o uporabi tiskalnika in modifikaciji hidrogela.

3. Ocena / Pregled

- **Trajanje:** 30–45 minut.
- **Vsebina:** Sistematična **dokumentacija rezultatov tiska** in sprememb materiala ter ocena **morfologije** celic znotraj tiskanih struktur.
- **Dejavnosti:**
 - **Učenci:** Fotografirajte natisnjene celične konstrukte z mikroskopsko **okularno kamero**. Ustvarijo podroben protokol, ocenijo **natančnost tiska in konfluenco** ter kritično primerjajo rezultate z določenimi **nastavitvami**.
 - **Predavatelji:** Preverite dokumentacijo za popolnost, podprite zahtevno analizo slik 3D konstrukcij in podajte povratne informacije o doseženi kakovosti tiska.
- **Mediji:** Obrnjen mikroskop s kamero z okularjem, video avatarjev za upravljanje kamere, digitalne protokolne predloge.

4. Zaključek seje

- **Trajanje:** 20–30 minut.
- **Vsebina:** Razmišljanje o **praktični relevantnosti** metod v raziskavah in regenerativni medicini ter razprava o razširljivosti metod.
- **Dejavnosti:**
 - **Vajenci:** Sodelujejo v končni predstavitvi, opazujejo primere kliničnih aplikacij in razvijajo **lastne ideje za prenos** za prihodnje raziskovalne projekte.
 - **Predavatelji:** Predstavite dodatne primere uporabe iz prakse (npr. tkivno inženirstvo), moderirajte razpravo in ocenite predloge za prenos udeležencev.
- **Mediji:** Digitalne predstavitve ali plakati, zapisniki za končne refleksije.

V. Viri in zavarovanje

1. Videi

Tehnično posredovanje temelji na AI-optimiziranih **videoposnetkih HeyGen avatarjev**:

- **Video 1: Izdelava alginatnega črnila**
 - *Vsebina:* Navodila za natančno tehtanje **natrijevega alginata (0,2 g)** in **hialuronske kisline (0,02 g)**.
 - *Postopek:* Korak za korakom razlaga dodajanja deionizirane vode in homogenizacije s pomočjo mešalne palice ter kasnejšega shranjevanja v 15 ml Falcon cevi.
- **Video 2: Izdelava želatinske suspenzije**
 - *Vsebina:* Predstavitev potrebne laboratorijske opreme (centrifuga, grelna mešalna plošča, kuhinjski mešalnik) in kemikalij (**želatinov prah in raztopina kalcijevega klorida**).
 - *Postopek:* Osredotočite se na odstranjevanje pene z večkratnim centrifugiranjem, da dosežete skladnost za tisk.
- **Video 3: Priprava in 3D biotisk**
 - *Vsebina:* Tehnična nastavitev biotiskalnika, vključno z polnjenjem tlačne brizge (brez mehurčkov) in fiksacijo petrijevke s pomočjo vakuumске masti.
 - *Programska oprema:* Navodila za program Cura Lulzbot **za rezanje**, zlasti kako nastaviti **pretok iz 75 % na 100 %** za optimalno ekstrudiranje.
- **Video 4: Modifikacija in obnova hidrogela (L929)**
 - *Vsebina:* Primerjava različnih premazov (**poli-L-lizin proti kolagenu**) za povečanje oprijema celic na biokompatibilni površini.
 - *Rezultat:* Optična ocena stabilnosti gela in rezultatov rekultivacije po dodajanju medija.

2. Interaktivne komponente

Scenarij vključuje različna orodja za aktivno preverjanje znanja in podporo v primeru tehničnih težav:

- **Kviz znanja (vprašanja 37–52):** Obsežen katalog 16 vprašanj zajema vse podrobnosti, povezane s procesom.
 - *Primeri:* Zakaj je treba želatino mešati med alicitiranjem? (Zagotavljanje enake koncentracije). Kaj se zgodi z nepremazanim alginatom? (Hitro se raztopi).
 - *Povratne zanke:* Vsako vprašanje zagotavlja **takojšnjo pedagoško povratno** informacijo, ki ne le potrdi pravilen odgovor, ampak tudi znanstveno utemeljitev (npr. vpliv zračnih mehurčkov na tlak).
- **360-stopinjska okolja (H5P/Hedra):** Interaktivne vizualizacije omogočajo učencem virtualno interakcijo z laboratorijskimi predmeti in pridobivanje bolj poglobljenih informacij o lastnostih materialov.

3. Medijski portfelj

- **Avatar Suite:** Linearni 2D videi, ustvarjeni s **HeyGenom** in posneti v **11 laboratorijih**, ki delujejo kot strukturirana vizualna navodila.
- **YouTube arhiv:** Vsi izobraževalni videoposnetki so dostopni prek osrednjega **TEASER YouTube računa** in povezani prek **QR kod** neposredno na laboratorijskih postajah (bioprinter, sterilna delovna miza).
- **Vizualna dokumentacija:**
 - Posnetki zaslona pravih nastavitev v programu Slicer (ustvarjanje G-kode).
 - Grafične predstavitve morfologije celic v 3D konstrukcijah za podporo analizi slik z uporabo **mikroskopske kamere z okularjem**.
 - Predloge za preverjanje verjetnosti za odkrivanje napačnih informacij o umetni inteligenci (halucinacij).