

2.2 Biologija: simulacije Vibe Coding pri pouku

Dinamika plenilec–plen (model Lotka–Volterra)

Predmet: biologija · Razred: 9. razred (14–15 let) · Trajanje: ena dvojna ura (90 min) · UI: učenje Z UI

Kompetence, povezane z UI (okvir DUAL.AI.TEACHer) - raven učitelja	Predmetno specifični učni cilji - raven učenca
AF-TL-2b (Temelji UI in njihova uporaba × Poučevanje in učenje, raven 2 – reflektirano izvajanje): »Učitelji lahko organizirajo elemente učne ure, ki vključujejo uporabo UI z jasnimi pedagoškimi vlogami in strategijami za preverjanje elementov izhoda.« AF-FC-2b (Temelji UI in njihova uporaba × Spodbujanje digitalne kompetence učencev na področju UI, raven 2 – reflektirano izvajanje): »Učitelji lahko izvajajo usmeritve, ki učenec pomagajo razvijati praktične veščine UI, pri čemer naloge prilagajajo predznanju učencev in razpoložljivim orodjem UI.«	Ob koncu ure učenci znajo: • opisati ključne spremenljivke (populacija plena, populacija plenilcev) in parametre (stopnja rasti, stopnja plenjenja, učinkovitost pretvorbe, stopnja umrljivosti) modela Lotka–Volterra; • oblikovati in preizkusiti hipoteze o dinamiki populacij z interaktivno simulacijo; • razširiti obstoječo simulacijo z dodatnimi plastmi ekološke kompleksnosti (npr. kapaciteta okolja, druga vrsta, sezonski dejavnik) tako, da za jezikovni model UI napišejo strukturirane pozive (prompte); • kritično ovrednotiti predpostavke in omejitve modela (narava znanosti), vključno s tem, zakaj lahko uvedba naključnosti ali dodatnega dejavnika model destabilizira.

“ Sporočilo za s seboj: Učenci ne potrebujejo kodiranja od začetka. Branje in preizkušanje obstoječe simulacije, nato pa uporaba jezikovnega modela (LLM) za dodajanje ene plasti ekološke realnosti naenkrat, zadostuje za pristno razumevanje dinamičnega biološkega modela – in prej ali slej za to, da učenci sami odkrijejo, kje natanko ta model doseže svoje meje.



Slika 1. Slika, ustvarjena z ChatGPT (GPT Image 2), 27. avgust 2026.

Vsebina

Matematični modeli in računalniške simulacije so še posebej dragoceno orodje v ekologiji, saj lahko zelo kompleksne sisteme izrazijo z matematičnimi enačbami. To omogoča izvajanje poskusov in silico ter preizkušanje hipotez na modelu v primerih, ko bi bil resničen poskus predrag, prepočasen, etično sporen ali naravnost nevaren. Manipuliranje z resnično populacijo plenilcev je na primer le redko mogoče. Hkrati pa je vsak model nujno poenostavitev resničnosti in prav v tem so njegove šibkosti: resnični ekosistemi so veliko bolj kompleksni, kot jih lahko kateri koli model v celoti zajame.

Model Lotka-Volterra je klasičen primer takšne poenostavitve, uporabljene za dinamiko plenilec-plen. Sistem predstavi z dvema stanjskima spremenljivkama (velikost populacije plena in plenilcev) ter štirimi parametri (naravna stopnja rasti plena, koeficient stopnje plenjenja, stopnja razmnoževanja plenilcev na zaužiti plen in stopnja umrljivosti plenilcev). Ob svojih idealiziranih predpostavkah model napove trajne, periodične oscilacije, pri katerih spremembe v populaciji plenilcev zaostajajo za spremembami v populaciji plena. To vedenje izhaja iz povratne zanke: ko se populacija plena poveča, imajo plenilci na voljo več hrane, kar omogoči rast populacije plenilcev. Povečano plenjenje nato povzroči upad populacije plena, kar zmanjša vir hrane za plenilce in vodi v upad njihove populacije. Ko je plenilcev manj, si populacija plena lahko opomore, cikel pa se ponovno začne.

Da bi dosegel ta čisti cikel, model temelji na več močnih predpostavkah. Je determinističen (enake začetne vrednosti vedno ustvarijo popolnoma enako krivuljo); je zaprt dvovrstni sistem, ki izključuje vsak abiotski dejavnik (temperatura, padavine, letni čas) in vsak drug biotski dejavnik (rastline, ki so hrana plenu, tretja vrsta, bolezen); poleg tega je rast vsake populacije odvisna izključno od

velikosti druge populacije.

Resnične populacije le redko izpolnjujejo te predpostavke. Rojstva, smrti in srečanja so odvisni od naključja, stohastična (naključna) različica istega modela pa se pogosto oddalji od čistega cikla in lahko celo propade (npr. populacija plenilcev izumre) v primerih, ko deterministična različica napove stabilno nihanje. Podobno pogosto zadostuje že dodatek enega samega manjkajočega dejavnika (npr. rast, odvisna od temperature, ali omejitev lastnega vira hrane za plen), da se čisti dvospremenljivkovni cikel poruši. To ni pomanjkljivost, ki bi jo bilo treba skrivati pred učenci – gre za osrednjo lekcijo o naravi znanosti v tej dejavnosti. Model je lahko resnično uporaben, hkrati pa je namerno ozka približna predstavitev resničnosti, njegova dobra uporaba pa pomeni natančno poznavanje dejavnikov, ki jih izpušča. V glavni dejavnosti te učne ure učenci to odkrijejo sami, ko poskušajo dodati prav takšne dejavnike.

U?ni na?rt

Faza	Čas	Dejavnost
Uvod	8 min	Učitelj pokaže neoznačen graf resničnih podatkov o razmerju plenilec-plen (npr. ris/zajec); učenci opišejo vzorec in oblikujejo prve hipoteze.
Vhodne informacije	12 min	Učitelj s preprostim diagramom predstavi spremenljivke in parametre modela (diferencialne enačbe niso potrebne).
Raziskovanje	15 min	Učenci v parih preizkusijo svoje hipoteze na vnaprej pripravljeni HTML-simulaciji in zapišejo svoja opažanja.
Prilagajanje	35 min	V parih učenci izvedejo 2–3 kroge napoved → poziv → preizkus → diagnoza (vodilna vprašanja spodaj), pri čemer vsakič od LLM zahtevajo, da simulaciji doda še eno plast ekološke realnosti (omejitev vira hrane za plen, drugo vrsto, sezonski/abiotiski dejavnik), dokler se čisti dvospremenljivkovni cikel vidno ne poruši.
Refleksija	20 min	Razprava s celotnim razredom, voditi jo je mogoče z vprašanji, kot so: V katerem krogu je simulacija prenehala ustvarjati čist, ponavljajoč se cikel? Kaj izvirni model namerno izpušča in zakaj? Zaradi česa je koristna poenostavitev in ne zgolj napačna predstavitev?

Vodilna vprašanja: dodajanje plasti kompleksnosti

Pari v 35 minutah izvedejo toliko krogov, kot dopušča čas (večina jih obvlada dva; tretji je dodatna naloga za tiste, ki končajo prej). Vsak krog sledi istemu štiristopenjskemu ciklu:

1. **Krog 1 - omejitev vira hrane za plen (kapaciteta okolja):**

- *Napoved:* Preden začnete oblikovati poziv, se vprašajte: kaj pričakujete, da se bo zgodilo s ciklom, če se bo rast plena upočasnila, ko bo populacija velika, namesto da bi rasla neomejeno? Skicirajte pričakovano krivuljo.
- *Poziv:* UI naročite, naj v simulacijo doda največjo trajnostno populacijo plena in s svojimi besedami razloži, kako je zaradi tega spremenila enačbo rasti.
- *Preizkus in primerjava:* Zaženite novo simulacijo z enakimi začetnimi vrednostmi kot prej. Primerjajte prejšnjo simulacijo z novo: kako so se spremenile spremenljivke? Zakaj je tako?
- *Diagnoza:* Katero predpostavko izvirnega modela (neomejena hrana za plen) ste pravkar odstranili? Je ta dejavnik biotski ali abiotski?

2. **Krog 2 - dodajanje novega (biotskega ali abiotskega) dejavnika:**

- *Napoved:* Če zdaj s plenom za hrano tekmuje tretja vrsta, ga tudi lovi, ali pa je rast plena odvisna od temperature – kaj pričakujete, da se bo zgodilo z izvirnim dvovrstnim ciklom?
- *Poziv:* Izberite drug dejavnik in napišite poziv, s katerim UI prosite, naj ga doda kot novo spremenljivko, povezano z obstoječimi – natančno določite, kako naj vpliva na populacijo plena ali plenilcev.
- *Preizkus in primerjava:* Opazujte simulacijo skozi več ciklov. Ali izvirni dvovrstni ritem preživi, se popači ali izgine?
- *Diagnoza:* Izvirni model je predpostavljal, da je vsaka populacija odvisna zgolj od druge. Ali to še vedno drži po tem krogu? Kateremu resničnemu ekološkemu razmerju ustreza vaš novi dejavnik?

3. **Dodatni krog 3 - uvedba naključnosti:**

- *Napoved:* Če en parameter (npr. stopnja plenjenja) ni več fiksni, temveč se ob vsakem časovnem koraku naključno izbere znotraj razpona, kaj pričakujete za dolgoročno stabilnost populacij?
- *Poziv:* UI naročite, naj eno konstantno vrednost parametra nadomesti z naključno vrednostjo in naj beleži, ali katera od populacij doseže vrednost nič.
- *Preizkus in primerjava:* Simulacijo zaženite večkrat z enakimi nastavitvami. Ali vsakič dobite enak rezultat? Ali katera od populacij kdaj izumre?
- *Diagnoza:* Zakaj lahko enake »povprečne« vrednosti parametrov tu včasih pripeljejo do izumrtja, medtem ko deterministični model tega nikoli ni napovedal?

Zaključno vprašanje (za fazo refleksije): V katerem krogu je simulacija prenehala ustvarjati čist, ponavljajoč se cikel – in kaj vam to pove o tem, koliko resničnih dejavnikov mora izvirni model Lotka-Volterra izpustiti, da ostane rešljiv in enostaven za razlago?

Gradiva

- En prenosnik na par učencev, z brskalnikom
- Dostop do klepetalnega vmesnika LLM prek interneta ali lokalno nameščenega modela, če je dostop do interneta v šoli omejen

- Vnaprej pripravljena HTML-simulacija plenilec-plen (ena sama datoteka, drsniki za izbrane parametre)
 - Kratka predloga za oblikovanje pozivov / delovni list za kroge »dodajanja plasti kompleksnosti« (napoved → poziv → preizkus → diagnoza)
 - Vodilna vprašanja za fazo raziskovanja in refleksijo o naravi znanosti (namen modela v primerjavi z njegovimi omejitvami)
-

Revision #2

Created 2026-09-02 10:48:02 UTC by Alexander

Updated 2026-09-03 15:11:35 UTC by Alexander