2.2 Bioloģija: Vibe Coding simulācijas klasē

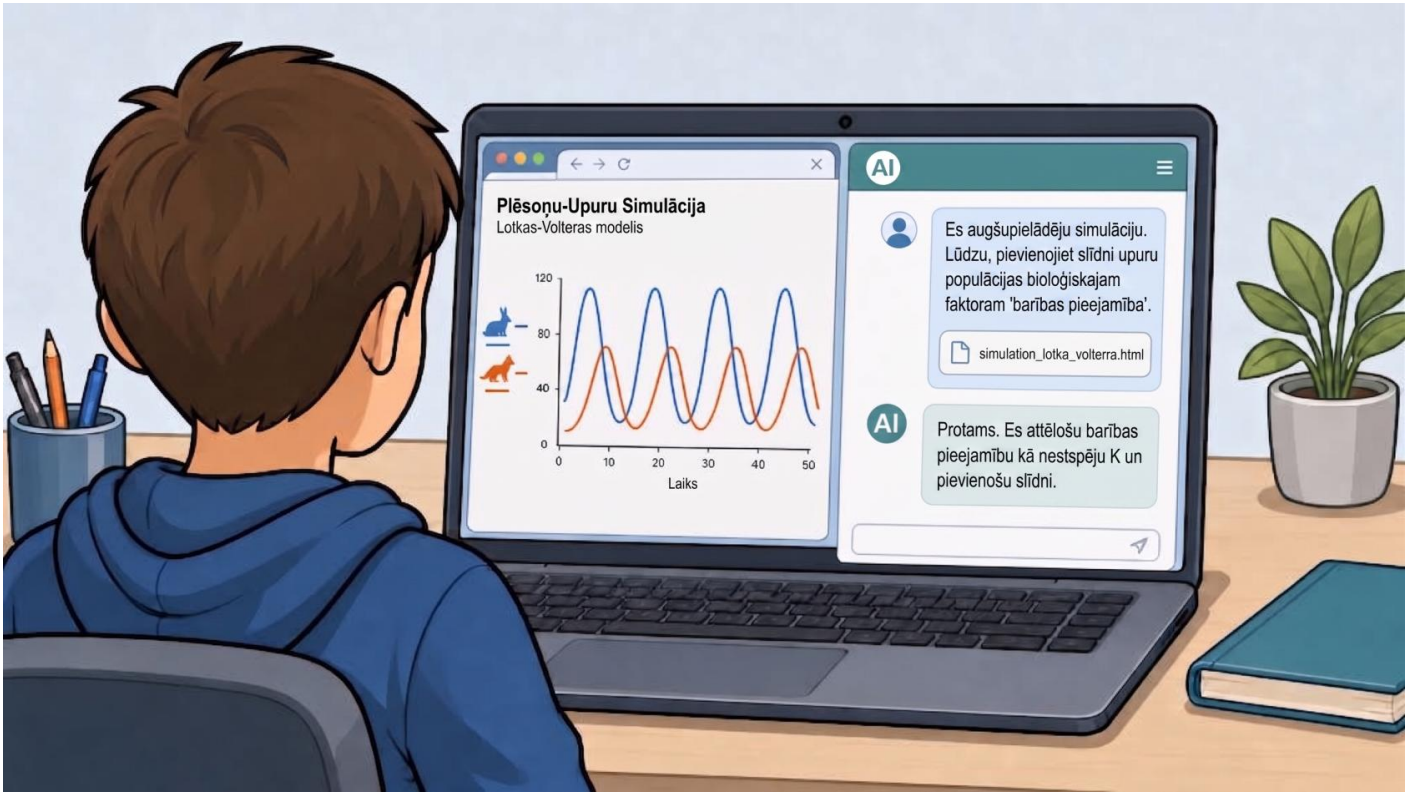
Plēsēju un laupījuma dinamika (Lotkas–Volterras modelis)

Priekšmets: Bioloģija · **Klase:** 9. (14–15 gadi) · **Ilgums:** 1 dubultstunda (90 min) · **MI:** Mācīšanās **AR** MI

Ar MI saistītās kompetences (DUAL.AI.TEACHer ietvars) – skolotāja līmenis	**Priekšmetam specifiski mācīšanās mērķi – skolēna/apguvēja līmenis**
AF-TL-2b *(MI pamati un pielietojumi × Mācīšana un mācīšanās, 2. līmenis – Refleksīva ieviešana)*: "Skolotāji var organizēt nodarbības elementus, kas ietver MI izmantošanu ar skaidrām pedagoģiskām lomām un stratēģijām rezultāta elementu pārbaudei." **AF-FC-2b** *(MI pamati un pielietojumi × Apguvēju (MI) digitālās kompetences veicināšana, 2. līmenis – Refleksīva ieviešana)*: "Skolotāji var īstenot norādes, kas palīdz apguvējiem attīstīt praktiskas MI izmantošanas prasmes, pielāgojot uzdevumus apguvēju iepriekšējām zināšanām un pieejamajiem MI rīkiem."	Stundas beigās skolēni spēj: • aprakstīt Lotkas–Volterras modeļa galvenos mainīgos (laupījuma populācija, plēsēju populācija) un parametrus (pieauguma temps, predācijas ātrums, konversijas efektivitāte, mirstības rādītājs); • izvirzīt un pārbaudīt hipotēzes par populāciju dinamiku, izmantojot interaktīvu simulāciju; • paplašināt esošo simulāciju ar papildu ekoloģiskās sarežģītības līmeņiem (piemēram, vides ietilpību, otru sugu, sezonālu faktoru), rakstot strukturētas uzvednes MI valodas modelim; • kritiski izvērtēt modeļa pieņēmumus un ierobežojumus (zinātnes būtība), tostarp to, kāpēc nejaušības vai papildu faktora ieviešana var to destabilizēt.

> **Galvenā atziņa:** Skolēniem nav jāraksta kods no nulles. Esošas simulācijas lasīšana un pārbaude, pēc tam izmantojot LLM, lai reizē pievienotu vienu ekoloģiskā reālisma līmeni, ir pietiekami, lai izveidotu patiesu izpratni par

> dinamisku bioloģisko modeli — un, lai paši atklātu (agrāk vai vēlāk), kur tieši šis modelis sasniedz savas robežas.



1. att.: "Plēsēju un laupījuma dinamika (Lotkas–Volterras modelis)" (MI ģenerēts attēls, Google Gemini)

Saturs

Matemātiskie modeļi un datorsimulācijas ir īpaši vērtīgi rīki ekoloģijā, jo tie ļauj izteikt ļoti sarežģītas sistēmas ar matemātisku vienādojumu palīdzību. Tas ļauj veikt eksperimentus *in silico* un pārbaudīt hipotēzes modelī tādās situācijās, kurās reāls eksperiments būtu pārāk dārgs, pārāk lēns, ētiski sarežģīts vai tiešā veidā bīstams. Piemēram, reālas plēsēju populācijas manipulēšana reti ir iespējama. Vienlaikus katrs modelis noteikti ir realitātes vienkāršojums, un tieši tajā slēpjas tā vājās puses: reālas ekosistēmas ir daudz sarežģītākas, nekā jebkurš modelis spēj tās pilnībā atspoguļot.

Lotkas–Volterras modelis ir klasisks šāda vienkāršojuma piemērs, kas pielietots plēsēju un laupījuma dinamikas izpētei. Tas attēlo sistēmu, izmantojot divus stāvokļa mainīgos (laupījuma un plēsēju populācijas lielumu) un četrus parametrus (laupījuma iekšējo pieauguma tempu, predācijas ātruma koeficientu, plēsēju vairošanās tempu uz katru apēsto laupījuma vienību un plēsēju mirstības rādītāju). Saskaņā ar tā idealizētajiem pieņēmumiem modelis paredz noturīgas, periodiskas svārstības, kurās izmaiņas plēsēju populācijā seko ar nobīdi pēc izmaiņām laupījuma populācijā. Šī likumsakarība rodas no atgriezeniskās saites cikla: pieaugot laupījuma populācijai, plēsējiem kļūst pieejams vairāk barības, kas ļauj pieaugt plēsēju populācijai. Pieaugusī predācija pēc tam izraisa laupījuma populācijas samazināšanos, kas mazina plēsēju barības apjomu un

izraisa plēsēju populācijas samazināšanos. Kad plēsēju kļūst mazāk, laupījuma populācija var atjaunoties, un cikls sākas no jauna.

Lai producētu šo tīro ciklu, modelis izvirza vairākus stingrus pieņēmumus. Tas ir **deterministisks** (vienādas sākuma vērtības vienmēr rada tieši tādu pašu līkni); tā ir **slēgta divu sugu sistēma**, kas izslēdz visus abiotiskos faktorus (temperatūru, nokrišņus, sezonu) un visus citus biotiskos faktorus (laupījuma barības augus, trešo sugu, slimības); un tā padara katras populācijas pieaugumu atkarīgu vienīgi no otras populācijas lieluma.

Reālas populācijas šiem pieņēmumiem atbilst reti. Dzimšana, nāve un sastapšanās notiek nejauši, un stohastiskā (nejaušinātā) šī paša modeļa versija mēdz novirzīties no tīrā cikla un pat sabrukt (piemēram, plēsēju populācijai izmirstot) gadījumos, kad deterministiskā versija paredz stabilas svārstības. Tāpat, pievienojot tikai vienu trūkstošu faktoru (piemēram, no temperatūras atkarīgu pieauguma tempu vai laupījuma barības apjoma ierobežojumu), bieži pietiek, lai izjauktu tīro divu mainīgo ciklu. Tas nav trūkums, kas jāslēpj no skolēniem — tā ir aktivitātes centrālā zinātnes būtības (Nature of Science) mācība. Modelis var būt patiesi noderīgs, vienlaikus paliekot šaurs realitātes tuvinājums, un tā pareizas izmantošanas priekšnosacījums ir precīzi zināt, kurus faktorus tas neietver. Šīs stundas galvenajā aktivitātē skolēni to atklāj paši, mēģinot pievienot tieši šāda veida faktorus.

Stundas plāns

Fāze	Laiks	Darbība
Ievads	8 min	Skolotājs parāda nemarķētu reālas plēsēju–laupījuma datu rindas grafiku (piemēram, lūsis/zaķis); skolēni apraksta modeli un izvirza sākotnējās hipotēzes.
Ievade	12 min	Skolotājs iepazīstina ar modeļa mainīgajiem un parametriem, izmantojot vienkāršu shēmu (diferenciālvienādojumi nav nepieciešami).
Izpēte	15 min	Skolēni pāros pārbauda savas hipotēzes, izmantojot gatavu HTML simulāciju, un pieraksta savus novērojumus.
Pielāgošana	35 min	Pāros skolēni izstrādā 2–3 kārtas pēc principa *prognozēt → veidot uzvedni → pārbaudīt → diagnosticēt* (vadošie jautājumi tālāk), katru reizi lūdzot LLM simulācijai pievienot vēl vienu ekoloģiskā reālisma līmeni (laupījuma barības apjoma ierobežojumu, otru sugu, sezonālu/abiotisku faktoru), līdz tīrais divu mainīgo cikls redzami sabrūk.
Refleksija	20 min	Diskusija ar visu klasi, kuru virza tādi jautājumi kā: kurā kārtā simulācija pārstāja radīt tīru, atkārtotu ciklu? Ko oriģinālais modelis apzināti neietver un kāpēc? Kas padara to par noderīgu vienkāršojumu, nevis vienkārši par kļūdainu modeli?

Vadošie jautājumi: sarežģītības slāņošana

Pāri 35 minūšu laikā izstrādā tik daudz no turpmāk minētajām kārtām, cik atļauj laiks (lielākā daļa paspēj divas; trešā ir papildu uzdevums tiem, kas pabeidz ātrāk). Katra kārta seko vienam un tam pašam četru soļu ciklam:

1. **1. kārta — laupījuma barības apjoma ierobežošana (vides ietilpība):**
   - *Prognozēt:* Pirms sākat veidot uzvedni, pajautājiet sev: ko jūs sagaidāt - kas notiks ar ciklu, ja laupījuma pieaugums palēninās, tiklīdz populācija kļūst liela, nevis turpina neierobežoti augt? Uzzīmējiet gaidāmo līkni.
   - *Uzvedne:* Lūdziet MI simulācijai pievienot maksimālo ilgtspējīgo laupījuma populāciju un saviem vārdiem paskaidrot, kā tas šim nolūkam mainīja pieauguma vienādojumu.
   - *Pārbaudīt un salīdzināt:* Pārskatiet jauno simulāciju ar tādām pašām sākuma vērtībām kā iepriekš. Salīdziniet iepriekšējo simulāciju ar jauno: kā mainījās mainīgie? Kāpēc tā notika?
   - *Diagnosticēt:* Kuru oriģinālā modeļa pieņēmumu (neierobežotu barību laupījumam) jūs tikko noņēmāt? Vai šis faktors ir biotisks vai abiotisks?
2. **2. kārta — vēl viena (biotiska vai abiotiska) faktora pievienošana:**
   - *Prognozēt:* Ja trešā suga tagad konkurē ar laupījumu par barību, vai arī to medī, vai ja laupījuma pieaugums tagad ir atkarīgs no temperatūras — ko jūs sagaidāt, ka tas darīs ar sākotnējo divu sugu ciklu?
   - *Uzvedne:* Izvēlieties citu faktoru un uzrakstiet uzvedni, lūdzot MI pievienot to kā jaunu mainīgo, kas saistīts ar esošajiem — precīzi norādiet, kā tam jāmijiedarbojas ar laupījuma vai plēsēju populāciju.
   - *Pārbaudīt un salīdzināt:* Novērojiet simulāciju vairāku ciklu garumā. Vai sākotnējais divu sugu ritms saglabājas, tiek mainīts vai izzūd?
   - *Diagnosticēt:* Oriģinālais modelis pieņēma, ka katra populācija ir atkarīga vienīgi no otras. Vai tas joprojām ir spēkā pēc šīs kārtas? Kādas reālas ekoloģiskas attiecības pārstāv jūsu jaunais faktors?
3. **Papildu 3. kārta — nejaušības ieviešana:**
   - *Prognozēt:* Ja viens parametrs (piemēram, predācijas ātrums) vairs nav fiksēts, bet katrā laika posmā tiek izvēlēts nejauši noteiktā diapazonā, ko jūs sagaidāt attiecībā uz populāciju ilgtermiņa stabilitāti?
   - *Uzvedne:* Lūdziet MI aizstāt vienu konstantu parametru ar nejaušinātu vērtību un sekot līdzi tam, vai kāda no populācijām sasniedz nulli.
   - *Pārbaudīt un salīdzināt:* Izmantojiet simulāciju vairākas reizes ar tiem pašiem iestatījumiem. Vai katru reizi iegūstat vienu un to pašu rezultātu? Vai kāda no populācijām jebkad "sabrūk"?
   - *Diagnosticēt:* Kāpēc tās pašas "vidējās" parametru vērtības dažkārt var novest pie izmiršanas, lai gan deterministiskais modelis to nekad nebija paredzējis?

Noslēguma jautājums (refleksijas fāzei): Kurā kārtā simulācija pārstāja radīt tīru, atkārtotu ciklu — un ko tas liecina par to, cik daudz reālās pasaules faktoru oriģinālajam Lotkas–Volterras modelim nav jāņem vērā, lai tas paliktu atrisināms un viegli interpretējams?

Materiāli

- Viens klēpjdators katram skolēnu pārim ar pārlūkprogrammu

- Piekļuve LLM tērzēšanas saskarnei internetā vai lokāli instalētam modelim, ja piekļuve internetam skolā ir ierobežota
- Gatava HTML plēsēju–laupījuma simulācija (viens fails, slīdņi izvēlētajiem parametriem)
- Īsa uzvedņu veidošanas / darblapas veidne "sarežģītības slāņošanas" kārtām (prognozēt → veidot uzvedni → pārbaudīt → diagnosticēt)
- Vadošie jautājumi izpētes fāzei un zinātnes būtības (Nature of Science) refleksijai (modeļa mērķis pretstatā modeļa ierobežojumiem)

Revision #11
Created 2026-09-01 09:14:31 UTC by Alexander
Updated 2026-10-29 14:16:16 UTC by Jannik