

# DIZAJN KOZMO EKOSISTEMA 2016

## Projekt pri predmetu Interaktivnost in oblikovanje informacij

Tjaša Čeh  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta  
tjasa.ceh1@gmail.com

Andrej Pavel Kozak  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta  
andrejkozak@gmail.com

Miha Pleško  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko  
mp8538@student.uni-lj.si

### Povzetek

Če želimo ljudje ustvariti življenje na praznem planetu, moramo začeti na začetku. Najprej moramo omogočiti preživetje majhnim bakterijam, ki bodo nekoč omogočile življenje nam. S tem namenom smo oblikovali kolonijo, tj. nabor šestih vrst bakterij, ki živijo v sožitju ena z drugo. Računalniška simulacija nam omogoča, da pošljemo to kolonijo na enega od šestih izmišljenih planetov in opazujemo, kako težko je preživeti v ostrih razmerah, kjer si moraš vso hrano šele pridelati. Doprinos naloge je uporabniku pokazati, da je preživetje na pustem planetu že za majhne bakterije velik problem.

### Uvod

Želeli smo ustvariti čim bolj realen ekosistem, ki bi omogočal čim daljše preživetje na tujem planetu. Ker je ta naloga očitno zelo zahtevna, smo se osredotočili na dva glavna elementa, ki tvorita žive organizme, to sta ogljik in dušik. Naredili smo nekakšen krog snovi, ki so na planetih prisotne. Uporabili smo snovi iz ogljika (ogljikov dioksid –  $CO_2$  in metan –  $CH_4$ ), dušika (dušik –  $N_2$ , amonijak –  $NH_3$  in nitrit –  $NO_2$ ), poleg tega pa še nekaj snovi drugih elementov (vodik –  $H_2$ , kisik –  $O_2$ ) ter organske spojine, ki so sestavljene tako iz ogljika kot dušika. Naši organizmi pretvarjajo te snovi med sabo, pri tem rastejo in se množijo, snovi pa krožijo (da jih lahko uporabijo tudi drugi).

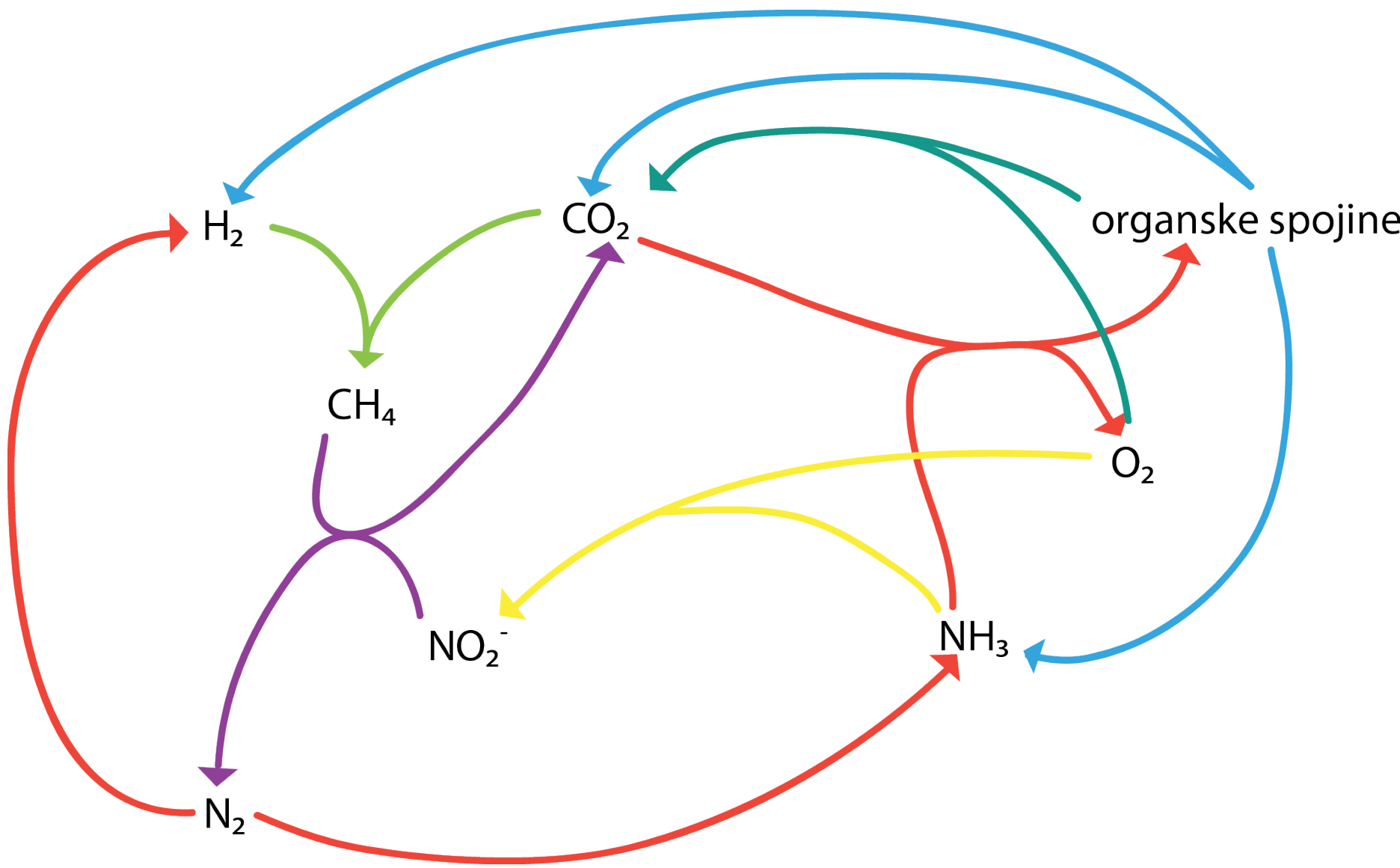
### Cilji projekta

Postavili smo osnovne cilje projekta:

1. Izbor članov bakterijske kolonije
2. Definicija modelov in pravil za računalniško simulacijo kolonije
3. Privlačen uporabniški vmesnik simulacije z možnostjo spreminjanja začetnih parametrov
4. Empirična določitev primerne ravnoteže začetnega števila članov na podlagi simulacije

### Člani bakterijske kolonije

Poisкали smo osnovni sklenjeni tok kemijskih reakcij ter bakterije, ki ga podpirajo (glej Sliko ??). Tekom projekta bomo morda odkrili, da potrebujemo še kakšne dodatne bakterije za okrepitev določenih delov kroga kemijskih reakcij, ali pa se bo morda izkazalo, da je nekatere bakterije smiselno zamenjati z drugimi.

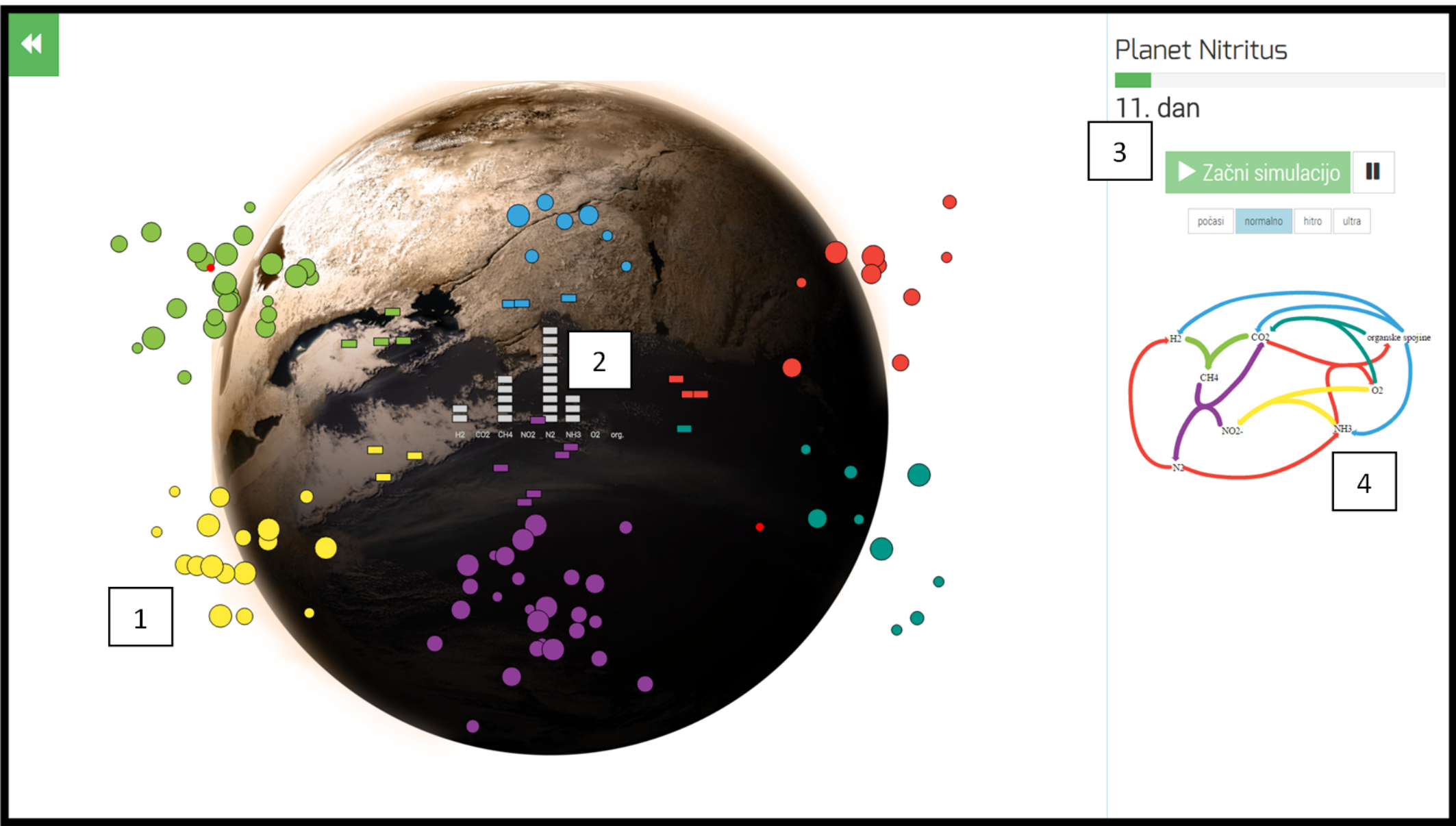


Slika 1: Sklenjen tok elementov, ki ga podpirajo člani kolonije (bakterije). Proizvod ene bakterije je hrana drugi bakteriji, zato je pravilna izbira bakterij življenjskega pomena za celotno kolonijo. Vozlišča na sliki prikazujejo elemente, povezave pa bakterije, ki pretvarjajo elemente v smeri puščice. Vsaka izmed šestih vrst bakterij je obarvana s svojo barvo.

### Zaključek

Pri projektu nam je uspelo nastaviti ekosistem, ki je neodvisen od zunanjih snovi. Bakterije nam je uspelo obdržati pri življenju več kot 30 dni, kar pa se lahko po naših predvidevanjih še zelo izboljša. Če želimo življenje na drugem planetu obdržati neskončno dolgo, pa bo treba vložiti še veliko dela. Naš projekt je lahko temelj za naslednje, obsežnejše projekte, ki bodo morali upoštevati še veliko

drugih parametrov (druga hranila, sončno sevanje, mobilnost elementov, aerobnost, ...), kot smo jih mi (reakcija, razmnoževanje, afiniteta).



Slika 2: Grafični vmesnik simulacije. 1 - posamezna vrsta bakterij. En krogec predstavlja eno bakterijo. Radij ustreza količini energije, ko jo bakterija še ima. (glej legendo spodaj), 2 - stanje elementov na planetu. En kvadratik predstavlja eno molekulo elementa, 3 - upravljanje s simulacijo, 4 - interaktivna shema reakcij (debelina puščic ustreza številu reakcij, ki so se izvedle ta dan).

- $O_2 + NH_3 \rightarrow NO_2$**   
nitrifikacija-Nitrosomonas in Nitrobacter  
Nitrifikatorji so aerobne bakterije, ki pretvarjajo amonij v nitrit. Živijo v slani in sladki vodi. Primeri rodov takih bakterij: *Nitrospira*, *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* ...
- $CH_4 + NO_2 \rightarrow CO_2 + N_2$**   
anaerobna oksidacija metana  
Dolgo je veljalo, da je metan mogoče oksidirati le v prisotnosti kisika (aerobno), pred kratkim pa so odkrili tudi anaerobno oksidacijo metana. To obliko metabolizma uporabljajo le redke bakterije, na primer *Candidatus Methylothermobacter oxyfera*. To bakterijo so našli v sladki vodi, pri temperaturah okoli 20°C.
- $O_2 + ORG \rightarrow CO_2$**   
aerobna respiracija  
Ta vrsta bakterij vrši aerobno respiracijo, ki jo tudi mi (ljudje) izvajamo ves čas. Gre za pretvorbo organskih snovi in kisika v  $CO_2$ , ki ga sproščamo v okolje. Primer rodov takih bakterij: *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* ... poleg tega pa vse živali in ljudje.
- $N_2 \rightarrow NH_3 + N_2$  |  $CO_2 + NH_3 \rightarrow O_2$  in ORG**  
fiksacija dušika | fiksacija  $CO_2$   
Fiksacija dušika in ogljikovega dioksida sta ena najpomembnejših procesov. Ta proces opravljajo cianobakterije. Pri tem se plina, ki ju je povsod dovolj (na Zemlji), pretvorita v oblike, ki so za življenje dostopni (organska snov). Pri tem nastane še kisik, za katerega vemo, da je za višje organizme (živali in ljudi) ključen. Cianobakterije za preživetje potrebujejo svetlobo, zato jih najdemo v zgornjih slojih voda, predvsem morij. Med cianobakterije spada *Prochlorococcus*, ki je na Zemlji glavni »krivec« za nastajanje kisika.
- $ORG \rightarrow CO_2 + H_2 + NH_3$**   
fermentacija  
Fermentacija je osnovni tip metabolizma, ki ga opravlja veliko število bakterij in kvasovk. Človek fermentacijske organizme uporablja za pridelavo kruha, piva, vina, jogurta, sira in številnih drugih proizvodov. Vedno je vir hrane organska snov, možnih pa je veliko različnih produktov. Mismo izbrali tak organizem, ki naredi  $CO_2$ ,  $H_2$  in  $NH_3$ . Primeri rodov takih bakterij: *Clostridium*, *Enterobacter*.
- $H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4$**   
metanogeneza  
Metanogenezo (tvorbo metana) opravljajo nekatere arheje. Arheje so posebna vrsta mikroorganizmov, ki se od bakterij zelo razlikujejo. Po nekaterih raziskavah so celo sorodnejše nam kot pa bakterijam. Pogosto živijo v ekstremnih razmerah (visoke temperature, velika slanost, visoki tlaki ...). Primeri rodov arhej, ki proizvajajo metan, so: *Methanococcus*, *Methanobacterium*, *Methanomicrobium* ...