

# PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik **10** (1982/1983)

Številka 3

Strani 99-107

Roman Rojko:

## IGRA ŽIVLJENJA

Ključne besede: matematika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/10/617-Rojko.pdf>

© 1983 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.



## IGRA ŽIVLJENJA

V drugi številki Preseka iz leta 1977/78 sem prebral članek o ploskavcih. Tudi sam sem se z njimi ukvarjal in mislim, da je njihovo življenje tako zanimivo, da bi bilo o njem vredno povedati še kaj več. Ploskavce je izumil ameriški profesor *John Conway*. Zamislil si jih je kot KOLONIJE CELIC, ki se po določenem pravilu razvijajo iz roda v rod. Temu razvijanju je rekel IGRA ŽIVLJENJA. Tudi mi bomo namesto imena ploskavec raje uporabljali ime kolonija celic ali kar rod.

Ročno računanje rodov je v večjih primerih kar brezupno opravišlo, zato smo vanj vpregli računalnik. Za njegovo uspešno programiranje se moram zahvaliti sodelavcu *Štefanu Kirnu*. Preden predstavimo izsledke našega raziskovanja, pa moramo seveda obnoviti znanje o igri življenja.

Pred seboj imejmo kvadratno mrežo (nizki karo). V vsakem kvadratu te mreže lahko živi *celica*. Njene *sosede* so tiste celice, ki živijo v sosednjih (dotikajočih se) kvadratih. Vsaka celica ima tako največ 8 sosed. Rodove bomo večkrat hoteli šteti, začetni koloniji celic bomo rekli prvi rod. Pravilu, po katerem iz nekega rodu nastane naslednji rod, pa bomo rekli *rodovni zakon*. Opišemo ga takole:

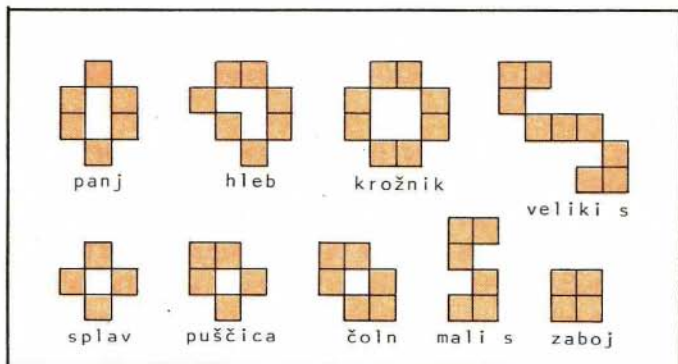
- Celice se rodijo v tistih praznih kvadratih, ki imajo natančno 3 sosede.
- Celice preživijo, če imajo 2 ali 3 sosede, drugače odmrejo.

Rodovni zakon potrebuje dodatno razlago. Celica preživi le tedaj, kadar ima ravno pravšnje število soséd. Če jih je preveč (4 ali več), imamo opravka s prenaseljenostjo, celica nima dovolj hrane in odmre. Kadar pa je soséd premalo (nič ali ena), pa lahko sklepamo, da so celice medsebojno odvisne in potrebuje vsaka za svoj obstoj pomoč vsaj dveh soséd, sicer zaradi prevelike osamljenosti odmre.

Kako pa je z rojstvom nove celice? Zanj so potrebne tri sosede. Tu si bomo dovolili šalo. Za rojstvo človeka sta potrebna dva odrasla človeka dveh različnih spolov. Za rojstvo celice potemtakem tri odrasle celice treh različnih spolov. Naj šalo nadaljujem. Kadar je število soséd preveliko (4 ali več), pa stopi v veljavo znan pregovor "Mnogo babic, kilavo dete" in se celica sploh ne rodi.

Sprehodimo se sedaj med nekaterimi primeri igre življenja. Za začetek pogledjmo nekatere posebne oblike kolonij celic.

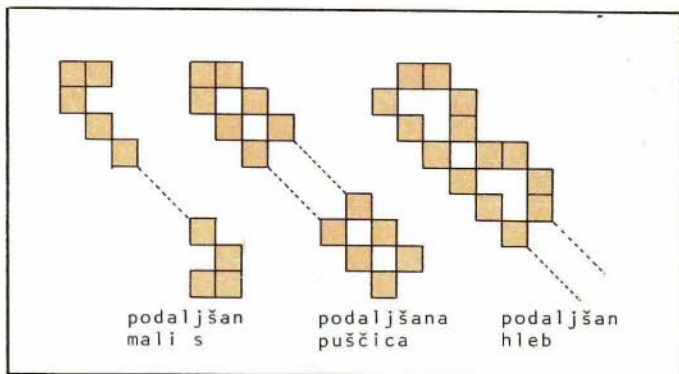
1) STALNICE so kolonije, ki se pri prehodu v naslednji rod ne spremenijo. Celice ne odmirajo niti se ne rojevajo. Slika 1 prikazuje nekatere značilne osnovne stalnice.



Slika 1. Osnovne stalnice.

Nekatere stalnice, na primer *splav*, *puščica*, *čoln* in *mali s*, imajo zanimivo lastnost, lahko jih namreč poljubno podaljšamo,

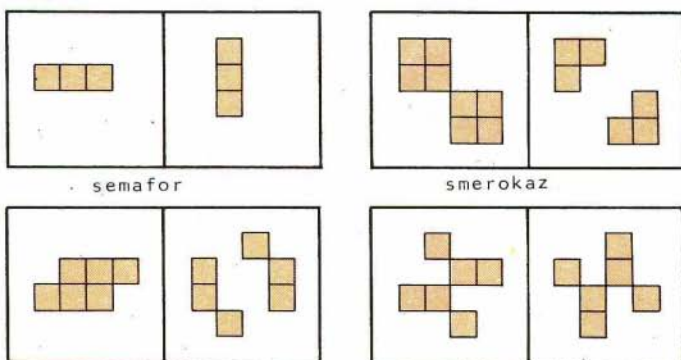
pa so še vedno stalnice. Slika 2 prikazuje tri podaljšane stalnice.



Slika 2. Nekatero podaljšane stalnice

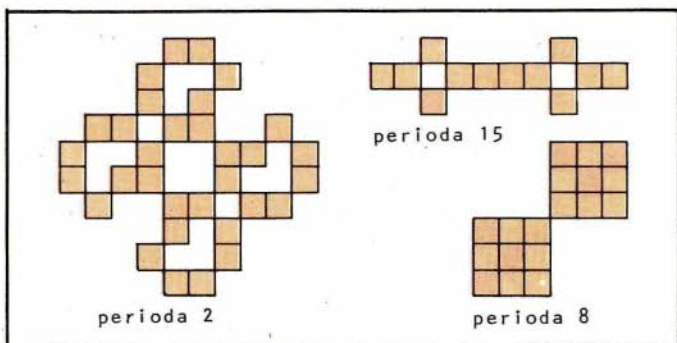
Nekatero stalnice pa lahko zlagamo drugo poleg druge in z njimi pokrijemo vso ravnino. Pravokotna skladovnica zabojev, ki so med seboj oddaljeni po en kvadrateg, je primer take stalnice. Pozneje jo bomo zopet srečali.

2) NIHALA so kolonije celic, ki se sicer spreminjajo, vendar imajo po  $p$  spremembah spet tako obliko, kakršno so imele na začetku. Število  $p$  je perioda nihala.



Slika 3. Nekaj nihal s periodo 2.

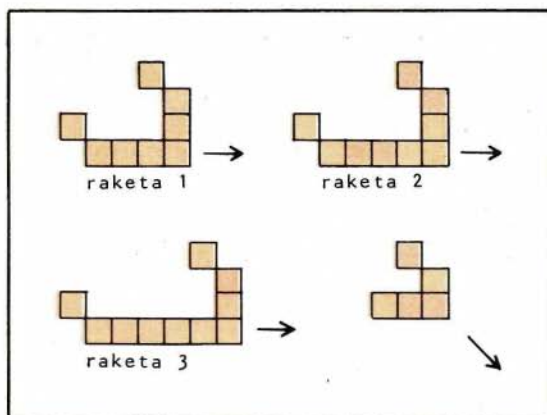
Slika 4 pa kaže samo začetne oblike treh nihala.



Slika 4. Nihala

Tudi stalnice imamo lahko za nihala, ki se ne spreminjajo in imajo zato periodo 1 (naslednji rod, po enem prehodu, ima isto obliko).

3) POTNIKI so taka nihala, ki se pri nihanju še premikajo v določeno smer. Potnika z imenom *letalo* smo že spoznali v omenjenem prispevku o ploskavcih. Na sliki 5 so prikazani vsi znani potniki. Zanimivo je, da imajo vsi periodo 4, torej imajo po štirih spremembah prvotno obliko, le da se nahajajo premaknjeni za en kvadrataček v smeri, ki jo nakazuje puščica.

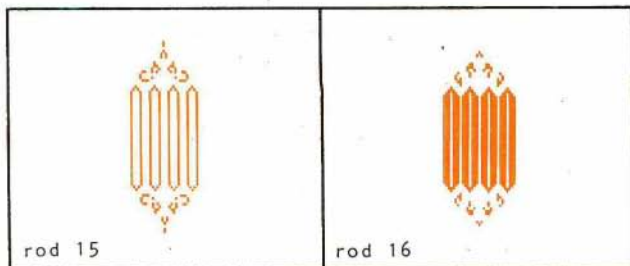


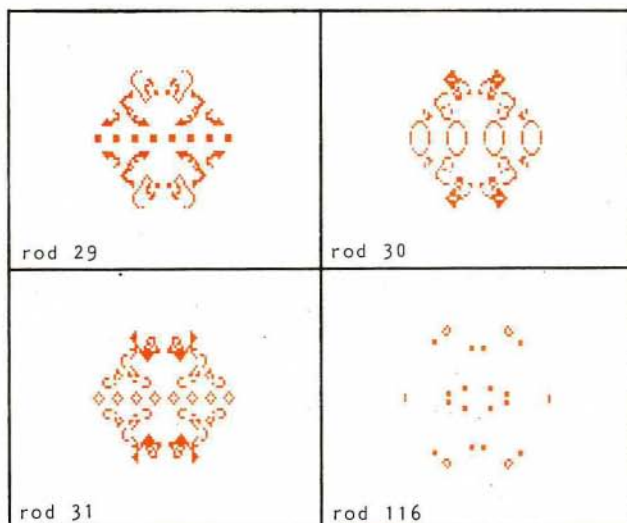
Slika 5. Potniki

Pri potnikih se pojavi zanimivo vprašanje: Kaj se zgodi, če kam trčijo? Z računalnikom smo si nekatere trke ogledali. Zaradi obširnosti te teme povejmo le na kratko, da lahko iz "karamboliranih" potnikov nastane marsikaj, celo novi potniki, lahko pa tudi po nekaj rodovih vse celice odmrejo in kolonija izgine. Za podrobnosti pa nimamo ne časa ne prostora.

Sedaj pa pridejo na vrsto kolonije celic, ki ne sodijo v nobeno od zgornjih treh vrst.

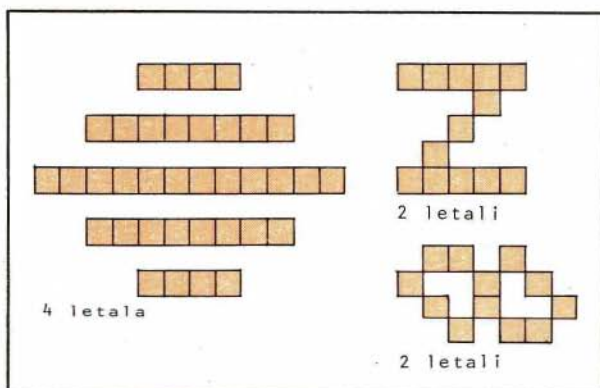
4) Oglejmo si najprej črto. Ta je lahko *ležeča* (ali *pokončna*, če papir tako obrnemo) ali *diagonalna*. Diagonalna črta ni zanimiva, saj kmalu izgine, kot se lahko sami prepričate. V vsakem rodu namreč izgubi po dve krajni celici in jo tako pobere po  $(n+1)/2$  rodovih. Tu je  $n$  število celic v črti (dolžina črte). Z ležečo črto pa je drugače. Na sliki 6 si lahko ogledate, kaj nastane iz pokončne črte z dolžino 60 celic. Prikazani so 15., 16., 29., 30., 31. in 116. rod. Zadnji rod je sestavljen iz 16 *zabojev*, 4 *panjev* in dveh *semaforjev*. Pri naših poskusih se je izkazalo, da se pri dovolj velikem številu rodov ležeča črta razvije v posamezne skupine, ki so stalnice, nihala (predvsem *semafor*) in potniki (zlasti *letala*). Dobili smo celo občutek, da se to pripeti kakršnikoli koloniji celic, če taka kolonija sploh ne izgine. Zelo verjetno ne obstaja kolonija celic, ki bi slej ko prej prerasla vso ravnino.





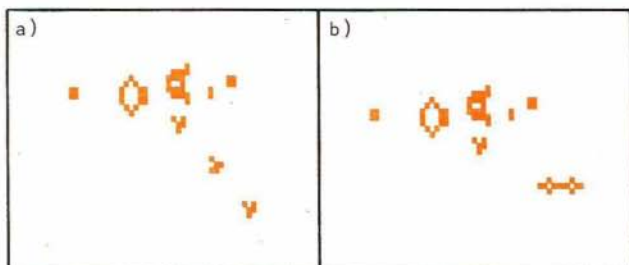
Slika 6. Razvoj pokončne črte dolžine 60

5) Posebno zanimive kolonije celic so PUŠKE. Te po določenem številu rodov "izstrelijo" enega ali več potnikov. Na sliki 7 so tri puške. Dve "izstrelita" po dve letali, iz ene pa nastanejo celo štiri letala.



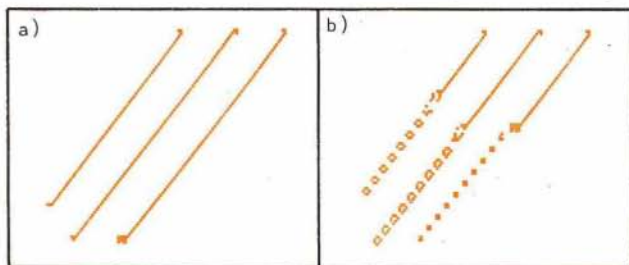
Slika 7. Puške

6) Še bolj zanimivi pa so MITRALJEZI. To so namreč nihala, ki so hkrati tudi puške. Na žalost poznamo samo en mitraljez, ki izstreljuje *letala*. Tega prikazuje slika 8. Tu bomo omenili še eno kolonijo celic z imenom *požiralnik*. Če ga postavimo na pravo mesto k mitraljezu, po "požrl" vsa *letala*, ki iz mitraljeza prihajajo. Ta požiralnik je tudi nihalo (glej sliko 4), prikazan pa je na sliki 8/b.



Slika 8. Mitraljez, mitraljez s požiralnikom

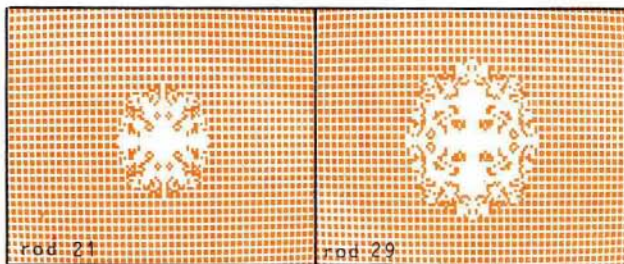
7) Na sliki 2 smo videli, kako lahko podaljšamo *malí s*. Če se sedaj zamenjamo spodnji konec s čim drugim (kot na sliki 9/a), dobimo kolonijo celic, ki ni več stalnica, ima pa zelo zabaven razvoj. V naslednjih rodovih se namreč novi spodnji konec v obliki *motnje* pomika proti zgornjemu in pri tem podira bivši *malí s*. Nekatere motnje puščajo za seboj stalnice. Kolonije s tako motnjo se imenujejo *kosilnice*. Tri si lahko ogledate na sliki 9.



Slika 9. Kosilnice



8) Vemo že, da je pravokotna skladovnica zabojev, ki so med seboj oddaljeni za en kvadrateg, stalnica. Med dva zaboja postavimo novo celico in izgubili smo stalnico. Nova celica, rečemo ji *virus*, povzroči motnjo (*okužbo*), ki se širi na vse strani in načeneja bivšo skladovnico. Za tako kolonijo se kar ponuja ime *virusna okužba*.

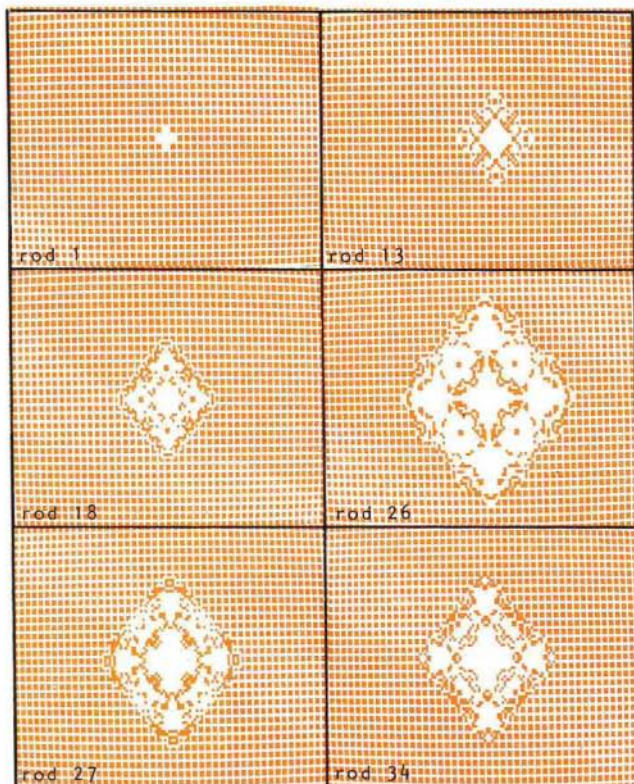


Slika 10. Virusna okužba

Seveda lahko na začetku vnesemo tudi več celic, ali pa kak zabojo odnesemo, v vsakem primeru dobimo virusno okužbo. Izjema je le ena. Skladovnica zabojev je namreč imuna za virus, ki ga postaviš na sredo med štiri sosednje zaboje, tako da se dotika njihovih oglišč. Sam ugotovi, zakaj. Na sliki 11 je prikazanih nekaj rodov življenja virusne okužbe, ki se je začela z odvzemom petih zabojev.

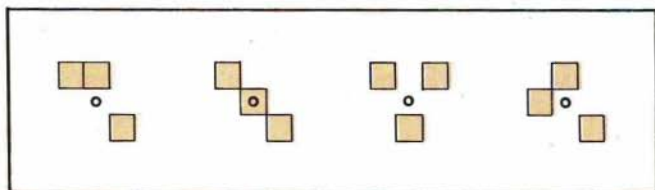
Poseben čar igre življenja je lepota vzorcev, ki jih sestavljajo celice. Včasih so presenetljivo podobni ornamentom z orientalskih preprog. Tu moramo omeniti še precej očitno lastnost: pri prehodu iz enega v naslednji rod se ohrani simetrija. Če so namreč v neki koloniji celic te razvrščene simetrično, velja isto tudi za celice naslednjega rodu.

Ko opazujemo življenje kake kolonije celic, nam pride nehote na misel, da bi bilo zanimivo obrniti življenje v nasprotno smer - nazaj. Žal tu naletimo na nepremagljivo oviro, pot nazaj ni enolična. Do določene kolonije celic lahko pridemo na več načinov.



Slika 11.

Slika 12 prikazuje štiri kolonjce celic, ki vsebujejo po tri celice, iz njih pa nastane v vsakem primeru ena celica (na sliki je označena s piko).



Slika 12.