

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 16 (1988/1989)

Številka 3

Strani 154-158

Matija Lokar:

ŽELVA GRE NA SPREHOD

Ključne besede: matematika, računalništvo, spirolaterali, logo, risanje ravninskih likov.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/16/930-Lokar.pdf>

© 1988 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.

ŽELVA GRE NA SPREHOD

Bilo je sončno nedeljsko popoldne. Želva, ki jo bralci Preseka že dobro poznamo iz člankov o programskem jeziku logo in grafiki, se je odločila, da gre na potep. Vendar se nikakor ni mogla odločiti, kam naj gre.

"Grem pa kar malo pohajkovat," se je odločila.

Rečeno, storjeno. A naša želva, redoljubna kot je, mora tudi v pohajkovanje vnesti nekoliko reda. Zato se je odločila, da bo pohajkovala po pravilu: deset korakov naprej, nato se bo obrnila v desno, napravila dvajset korakov, se spet obrnila v desno, napravila trideset korakov naprej, šla desno, štirideset korakov naprej, obrat v desno in petdeset korakov naprej. Potem pa znova od začetka: deset korakov, desno, dvajset korakov, desno, ... A poglej, čez nekaj časa se ji je zazdelo, da hodi ponovno po poti, ki jo je že prehodila. Hodila je še nekaj časa in bila je to vedno bolj prepričana.

"Pa poglejmo, kaj se dogaja," si je mislila.

Nabrala si je nekaj kamenja in na vsakem koraku izpustila kamen. In res! Čez nekaj časa je naletela na položeno kamenje.

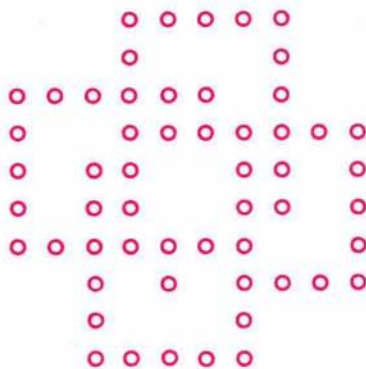
"Ha! Izgubiti se torej ne morem!"

To jo je tako razveselilo, da se je še nekaj časa sprehajala po izbranem pravilu. Nato pa se je počasi odpravila proti domu. Ko se je zazrla nazaj, je opazila, da kamni, položeni na pot, tvorijo zanimiv vzorec.

"Zanimivo, zanimivo," je zamrmrala in pohitela domov. Tam je takoj sedla za računalnik.

"Poskusimo pot narediti še tu. Kako sem že hodila? Deset korakov naprej, to bo FD 10. Desno, to je RT 90. Pa spet FD 20, RT 90, FD 20. Ops! Napak, 30 korakov sem napravila. Torej še 10 naprej, FD 10. In spet RT 90, FD 40, RT 90."

"Tako še FD 50 in RT 90. Pa



Slika 1



Slika 2

poglejmo" in na zaslonu je zagledala sliko 2.

"Očitno moram to ponoviti večkrat! **FD 10, RT 90, FD 20, RT 90, FD 30, RT 90, ...**"

In končno je bil pred želvo vzorec, kot ga je naredila na sprehodu.

Vzorec ji je bil tako všeč, da ga je risala vedno znova. A kmalu jo je motilo, da mora natipkati toliko ukazov, preden ga nariše. Razmišljala je in razmišljala in – končno!

"Osnovni vzorec moram vendar ponoviti štirikrat, da dobim celo sliko. Ponavljanje ukazov mi omogoča ukaz **REPEAT**. Ampak, kako ga že napišem prav? Aha! Tule v Preseku bo pisalo. Torej **REPEAT**, presledek, število ponovitev, zame 4, nato pa seznam ukazov, ki naj se ponove. Kje je že oglati predklepaj, da označim začetek seznama? Sedaj pa **FD 10, RT 90, FD 20, RT 90**. Dobro, da hodim na tečaj angleščine. Sicer si nikoli ne bi zapomnila, da je **RT** zasuk v desno. Tako se le spomnim na right. Kje sem že ostala? **FD 30, RT 90, ...** Še oglati zaklepaj za konec seznama ukazov in končano."

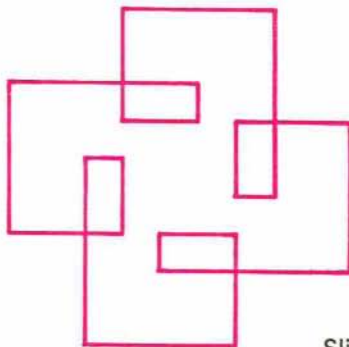
Na ekranu je bil naslednji program

```
REPEAT 4 [ FD 10 RT 90 FD 20 RT 90
           FD 30 RT 90 FD 40 RT 90 FD 50 RT 90 ]
```

Želvi pa žilica ni dala miru. Tipkanja ji je bilo že vedno preveč. Spomnila se je, da lahko več ukazov združi v enega in ga nato lahko uporablja kot vgrajene ukaze, npr. **FD, RT 90, REPEAT**. To v logu naredimo tako, da za ukazom **TO** navedemo ime novega ukaza in natipkamo ukaze, ki naj ta novi ukaz sestavljajo. Da smo z določitvijo novega ukaza končali, povemo tako, da uporabimo ukaz **END**. Ko je želva natipkala

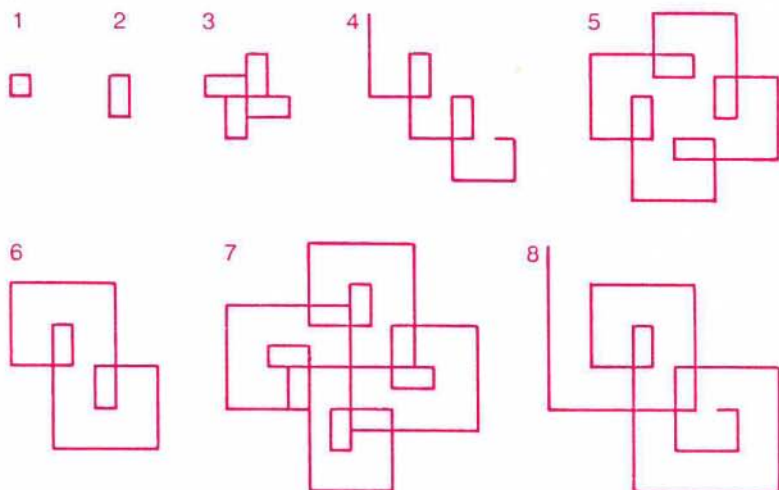
```
TO VZOREC
  REPEAT 4 [ FD 10 RT 90 FD 20 RT 90
            FD 30 RT 90 FD 40 RT 90 FD 50 RT 90 ]
END
```

je njen logo sedaj poznal poleg ostalih še ukaz **VZOREC**, ki je narisal sliko. Želva je morala sedaj natipkati le še **VZOREC** in slika se je prikazala na zaslonu.



Slika 3

Vzorec, ki ga je želva tako risala, je le eden iz skupine geometrijskih vzorcev, ki jih imenujemo *spirolaterali*, in sicer spirolateral petega reda. Vpeljal jih je angleški biokemik Frank Odds. Njihovo ime izvira iz dveh korenov: *lateral*, ki označuje ravno površino, in *spiro* za spirale, ki tvorijo osnovni vzorec. Spirolaterali so ravninski vzorci, ki jih dobimo s pomočjo enostavnih pravil. Najlažje jih opišemo s pomočjo želvine grafike. Želva se premakne za enoto naprej, se obrne za določeni kot, premakne za dve enoti, obrne, premakne za tri enote in tako naprej, dokler dolžina premika ne doseže določenega naravnega števila n , ko postopek ponovimo. Kot sukanja je vedno isti. Število n imenujemo red spirolaterala. Na sliki so spirolaterali reda 1 – 8.

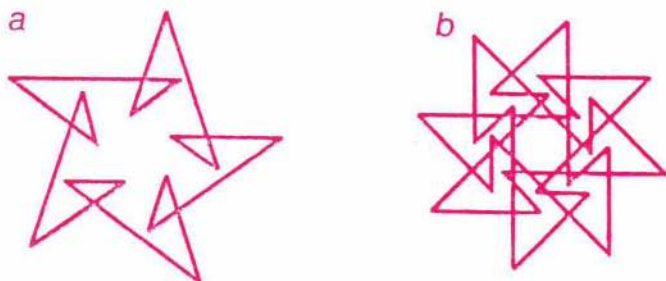


Slika 4

Kot vidimo, so nekateri spirolaterali zaključeni in drugi spet ne. Tako spirolateral reda 4 in 8 nista zaključena (se ne vrmeta v izhodišče). Ni težko pokazati, da ne dobimo zaprtih likov za rede 4, 8, 12, 16, ..., torej za večkratnike 4. Da se vrnemo v izhodišče pri redih 2, 6, 10, 14, ..., potrebujemo dve ponovitvi osnovnega vzorca, pri lihih redih pa potrebujemo po štiri ponovitve.

Nobenega razloga ni, da se vedno obrnemo za 90° . Prav tako zanimive like dobimo, če vzamemo npr. kote 36° , 45° (glej sliko 5).

Da ločimo med posameznimi spirolaterali, moramo te ustrezno označiti. Med različnimi predlogi se je uveljavila oznaka R_K , kjer R označuje red spirolaterala in K kot obračanja. Tako npr. 7_{45} označuje spirolateral sedmega reda s



Slika 5

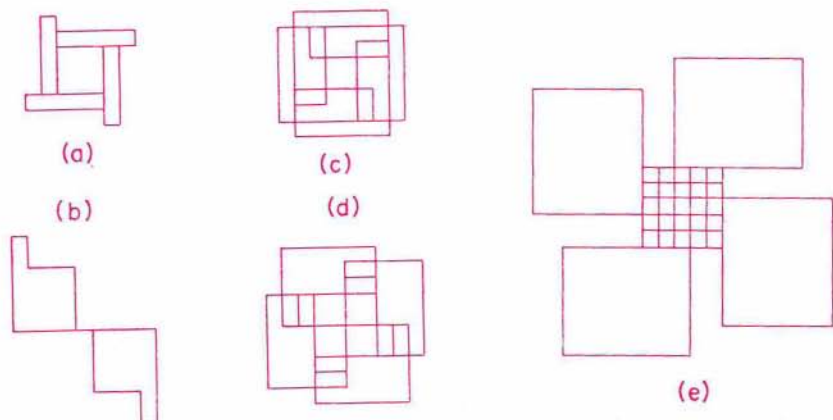
kotom obračanja 45 stopinj. Napišimo v LOGU program, ki bo narisal poljuben osnovni vzorec spirolateralala

```

TO SPIRO :RED :KOT :ENOTA
  MAKE "EN :ENOTA
  REPEAT :RED [ FD :EN
                RD :KOT
                MAKE "EN :EN + :ENOTA ]
END

```

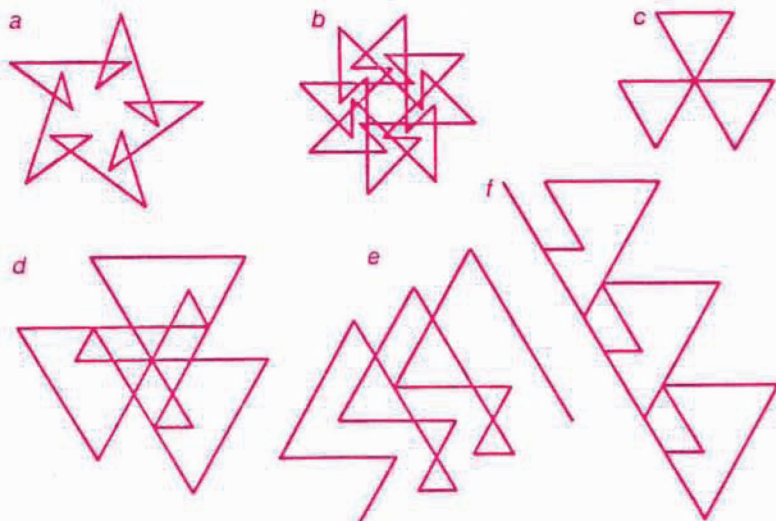
Še zanimivejše vzorce dobimo, če dovolimo enega ali več zasukov v nasprotno smer. Tako na sliki vidimo nekaj zanimivih vzorcev, ki so nastali na ta način.



Slika 6. (a) red 5, črta 3 gre v levo (b) red 6, črti 3 in 5 gresta v levo (c) red 7, črta 7 gre v levo (d) red 7, črte 1, 2 in 3 gredo v levo (f) red 9, le črta 6 gre v desno

Označevanje je sedaj nekoliko zapletenejše, saj moramo določiti še smeri. To storimo z zgornjimi indeksi. Če jih pišemo levo od reda, pomenijo, da gredo te črte v levo, ostale pa v desno. Tako oznaka $^{1,7}9_{90}$ označuje spirolaterale devetega reda z zasuki za 90° , pri katerem gresta črti 1 in 7 v levo, ostale pa v desno. Zgornje indekse pišemo vedno le na eni strani. Čeprav oznaki $^{1,2,4}4_{45}$ in 4_{45}^3 označujeta isti spirolaterale, uporabljamo zadnjo, ker zahteva manj pisanja.

Kako bi sedaj sestavili program za risanje spirolaterala? Pošljite nam svoje rešitve, prav tako pa slike spirolateralov, ki so vam najbolj všeč. Za konec pa še nekaj spirolateralov.



Slika 7. Spirolaterali (a) 3_{36} (b) $^13_{45}$ (c) 2_{60} (d) $^{1,2}5_{60}$ (e) $^35_{60}$ (f) $^25_{60}$

Matija Lokar