



Grzegorz Papaj, med illustrationer av Jacek Lilpop

Laboratory of Bioinformatics and Protein Engineering /
Szkoła Festiwalu Nauki

International Institute of Molecular and Cell Biology
ul. Księcia Trojdena 4, 02-109 Warszawa, Poland |

Spåra evolutionen

Instruktioner för spelet

Mål

Spelet går ut på att du ska utvecklas till en nu levande organism, med utgångspunkt från *Den Sista Gemensamma Ursprungsorganismen*, eller "*Last Universal Common Ancestor*" (LUCA). Om du vill vinna måste du utvecklas snabbare än de andra spelarna. Det betyder inget om du slutar som en känguru, enbärsbuske eller spindel – det viktiga är att du utvecklas snabbare än de övriga spelarna i "kampen för överlevnad".

Förutsättningar

Maximalt sex personer kan spela spelet samtidigt. Minsta antal deltagare är två. Varje spelare ska ha en egen spelpjäs, som visar var spelaren är i spelet. Minst en tärning behövs, men tre tärningar gör att spelet går lite snabbare. Ibland är det lättare om man kan göra en markering av en position direkt på spelplanen. Till detta kan man använda en extra spelpjäs, penna eller liknande.

Spelledare

Välj någon som kan vara "spelledare". Detta är inte helt nödvändigt, men spelet blir lättare att spela. Spelledaren kan också delta i spelet, men kommer att ha några extra uppgifter. Spelledaren är ansvarig för att reglerna följs och läser högt beskrivningar och regler.

Om spelet spelas utan spelledare måste alla läsa beskrivningarna på följande sidor – helst högt, så att alla vet, vilka beslut som ska fattas och deras evolutionära konsekvenser.

Spelregler

Innan spelet startar, ska alla spelare ha placerat sina spelpjäser på rutan LUCA. Spelarna kastar i tur och ordning tärningen och flyttar sina pjäser enligt följande:

Spelaren kastar en tärning. Antalet prickar anger hur många positioner pjäsen ska flyttas. Om en spelare passerar en svart, numrerad cirkel på spelplanen, så visar detta, att *en speciell evolutionär händelse* har ägt rum. Beskrivningar av dessa händelser ges på följande sidor

KORRESPONDENS TILL

Grzegorz Papaj

e-mail: grzesiek@genesilico.pl

och resultatet bestämmer riktningen av nästa steg; detta väljer man genom att slå ytterligare en gång med en eller flera tärningar. Tärningssymbolen (★) visar hur många tärningar man skall slå med vid varje numrerad position; pilarna (△, ▷ or ◁) visar riktningen av nästa steg.

När en spelare passerar eller hamnar på en numrerad svart cirkel, skall spelledaren tala om hur många tärningar som ska kastas. Beroende på hur många punkter som tärningen (tärningarna) visar anger spelledaren om spelaren skall gå åt höger eller vänster och läser dessutom upp beskrivningen av den evolutionära händelsen.

En spelare ska upprepa proceduren som beskrivits ovan, varje gång han/hon kommer till en numrerad svart cirkel, även om det är inom samma tärningskast.

Speciella evolutionära händelser

Du börjar spelet som *Den sista gemensamma ursprungsorganismen (LUCA)* av alla samtida organismer – en enkel (kemo) autotrof cell, som får energi genom att oxidera oorganiskt material. På vägen mot nutid, upplever du flera *Speciella evolutionära händelser*.

1 *Archaea* eller *Bacteria* ★

Om du får fyra eller mer när du slår tärningen

- ▷ Ansamling av mindre förändringar i rRNA och i några enzymer leder dig på evolutionsstigen mot ***Archaea***.

Om du får mindre än fyra

- ◁ Du följer **bakterielinjen** (*Escherichia coli*).

2 Fotosyntes ★

Om du slår sex

- ▷ Du förvärvar egenskapen att syntetisera klorofyll och därmed omvandla ljusenergi från solen till kemisk energi med hjälp av fotosyntesen. Du befinner dig nu på linjen mot **cyanobakterier**. (*Nostoc*)

Om du slår mindre än sex

- ◁ Följ linjen mot **Bacteria**.

3 Mitokondrier ★★

Om du slår tre eller mer

- ▷ Du äts upp av en encellig organism, men lyckligtvis undviker du att bli sönderdelad genom matsmältning. Du inleder ett samarbete med din nya värd och som endosymbiont (en mitokondrie) hjälper du till med att utnytt-

ja energi. Från och med nu och framåt är ditt öde destinerat och du utvecklas tillsammans med *Eukaryota* (organismer med cellkärna). Följ pilen som visar överflyttningen till ***Eukaryota***.

Om du slår två eller ett

△ Du blir kvar på linjen mot **cyanobakterier**.

4 Kloroplaster ★

Om du slår två eller mer

▷ Du äts upp av en encellig eukaryot organism, men lyckligtvis undviker du att bli sönderdelad genom matsmältning. Du inleder ett samarbete med din nya värd, och kan utnyttja energin från solljuset (som en kloroplast). Från och med nu utvecklas du tillsammans med de eukaryota växterna. Följ pilen som visar överflyttningen till ***Eukaryota***.

Om du slår ett

△ Du blir kvar på linjen mot **cyanobakterier**.

5 Cellkärna och tubulin ★★

Om du slår tre eller mer

▷ Du organiserar ditt genetiska material på ett helt nytt sätt: linjära kromosomerna finns nu inom en membranbunden cellkärna. Utvecklingen av tubulin gör det möjligt att bilda en spindelapparat, som kan användas vid celledelningen (mitos). Du får också förmågan till amöboid rörelse och fagocytos. Du befinner dig nu på linjen ***Eukaryota***.

Om du slår två

◁ Du blir kvar på ***Archaea***-linjen.

6 Ciliater eller övriga eukaryoter ★★

Om du slår tre eller mer

▷ Följ linjen som leder mot flertalet av de **eukaryota grupperna**

Om du slår två

◁ Du organiserar ditt genetiska material på ett nytt sätt genom att splittra upp det i två delar, den ena används endast under förökning (micronucleus), medan den andra används vid den dagliga proteinproduktionen (macronucleus). Med tiden bildar du korta flageller (ciliater), som arbetar synkront över hela cellytan. Du befinner dig nu på linjen **Ciliater**, (toffeldjur, *Paramecium*).

7 Flageller ★★

Om du slår tre eller mer

- ▷ Följ linjen som leder mot flertalet av de **Eukaryota grupperna**.

Om du slår två

- ◁ Du förlorar förmågan att absorbera material genom fagocytos. Du bildar två framdrivande flageller i cellens främre ända. Du befinner dig på linjen **Flagellater** (*Euglena viridis*).

8 Cellvägg och flagell ★

Om du slår tio eller mer

- ▷ Du bildar en cellvägg bestående av cellulosa fibrer. Du befinner dig nu på linjen **Alger/Växter**.

Om du slår mindre än tio

- ◁ Du bildar en enda framdrivande flagell. Du befinner dig nu på linjen **Svampar/Djur**.

9 Djur eller Svampar ★★★

Om du slår sju eller mer

- ▷ Du får förmågan att bilda kollagen, som skapar komplexa nät av proteiner, som stärker cellmembranen. Tillsammans med liknande organismer som du själv, bildar du med tiden grupper av celler, som börjar specialisera sig. Du befinner dig nu på linjen **Djur**.

Om du slår mindre än sju

- ◁ Du börjar bilda cellväggar av kitin och trådformiga, flercelliga strukturer. Så småningom förvärvar du förmågan att leva på land. Du befinner dig nu på linjen **Svampar**.

10 Förökning med sporer ★

Om du slår fyra eller mer

- ▷ Du börjar bilda komplexa strukturer från kompakta hyfer (trådar), som utgör stöd för så kallade basidier, vilka bär på yttre sporer för könlig fortplantning. Du befinner dig nu på linjen **Basidiesvampar** (Flugsvamp, *Amanita muscaria*).

Om du slår mindre än fyra

- ◁ Du får förmågan att bilda mycket motståndskraftiga vilsporer. Du befinner dig nu på linjen **zygomyceter** (*Saprolegnia*).

11 Svampdjur eller övriga djurgrupper ★★★

Om du slår sex eller mer

- ▷ Bildande av basalmembraner gör att dina celler kan organiseras i två vävnadslager. Du befinner dig nu på linjen **Eumetazoa** (alla djurgrupper utom svampdjur).

Om du slår mindre än sex

- ◁ Din livsstil blir fastsittande; du bildar ett inre skelett av styva stavar som är gjorda av kalciumkarbonat eller kisel (spikler). Dessa används både strukturellt och som skydd. Du befinner dig nu på linjen **Svampdjur** (*Spongia officinalis*).

12 Bilateria eller Nässeldjur ***

Om du slår sex eller mer

- ▷ Du uppnår bilateralsymmetri och cellerna bildar tre lager. Du befinner dig nu på linjen **Bilateria** (alla djurgrupper utom svampdjur och nässeldjur).

Om du slår mindre än sex

- ◁ Några av dina celler (cnidocyter eller nematocyster) blir giftiga och används för jakt och försvar. Din livscykel blir mer komplex: på grund av generationsväxlingar mellan fastsittande och rörlig livsföring. Du befinner dig nu på linjen **Nässeldjur** (Rödkorall, *Corallium rubrum*).

13 Skyddande epidermis? ***

Om du slår tio eller mer

- ▷ Du befinner dig nu på linjen **Plattmaskar** och **Deuterostomer** (t ex tagghudingar och ryggsträngsdjur). (*Dendrocoelum lacteum*).

Om du slår mindre än tio

- ◁ Ditt epidermis börjar producera en skyddande kutikula. Du befinner dig nu på linjen **Säckmaskar** (*Aschelminthes* (=icke segmenterade maskar))/**Leddjur**/**Ringmaskar**/**Blötdjur**).

14 Skalömsning *

Om du slår fem eller mer

- ▷ Du stannar kvar på linjen med ryggradslösa djur, den linje av djur (**Ringmaskar** och **Blötdjur**) som har ett sådant levnadssätt att de kryper på havs- eller sjöbotten.

Om du slår mindre än fem

- ◁ Allteftersom din kutikula blir hårdare, så behöver du ömsa skal för att kunna växa. Du befinner dig nu på linjen **Leddjur** och **Säckmaskar** (*Aschelminthes*).

15 Leddjur eller Säckmaskar (*Aschelminthes* eller Icke segmenterade maskar) *

Om du slår två eller mer

- ▷ Du bildar ett hårt yttre skelett av kitin och många ben bestående av flera segment. Du befinner dig nu på linjen

Leddjur.

Om du slår ett

◁ Du bildar ett yttre ett skal som inte är av kitin.

16 Ringmaskar eller Blötdjur *

Om du slår tre eller mer

Du får en mantel, som skyddar dina inre organ och bildar ett skal. Du bildar också en tandförsedd

kitinös platta, med vilken du kan skära och tugga mat (en radula) Du befinner dig nu på linjen **Blötdjur** (blodigel, *Hirudo medicinalis*).

Om du slår ett eller två

Din kropp blir segmenterad. Så småningom får de enskilda segmenten specialiserade funktioner. Du befinner dig nu på linjen **Ringmaskar**.

17 Plattmaskar eller Deuterostomier **

Om du slår fyra eller mer

▷ Du bildar en helt ny mun, medan den gamla munnen (blastoporen) blir anus. Du befinner dig nu på linjen **Deuterostomier**.

Om du slår mindre än fyra

◁ Du stannar kvar på linjen ryggradslösa djur, med djur som inte har förmågan att bilda kitin. Du befinner dig nu på linjen **Plattmaskar** (*Dendrocoelum lacteum*, en sorts virvelmask).

18 Spindeldjur eller Kräftdjur och Insekter **

Om du slår sex eller mer

▷ Du befinner dig nu på linjen **Kräftdjur** och Tusenfotingar.

Om du slår mindre än sex

◁ Du koloniserar land och reducerar antalet ben till fyra par. Ditt huvud och dina kroppssegment sammansmälter och bildar en cephalothorax, och du får silkeproducerande körtlar Du befinner dig nu på linjen **Spindeldjur** (Lockhårig tarantula, *Brachypelma albopilosum*).

19 Kräftdjur eller Insekter *

Om du slår tre eller mer

Du koloniserar land och antalet ben reduceras till tre par. Du börjar andas med trakéer och bildar två par utväxter från det yttre skelettet (vingar), vilket gör det möjligt för dig att flyga. Du befinner dig nu på linjen **Insekter**.

Om du slår mindre än tre

- ◁ Du blir kvar i vatten och ditt huvud och dina främre kroppssegment smälter samman till en cephalothorax. Gradvis får du möjlighet att leva på land, men du stannar alltid i närheten av vatten. Du befinner dig nu på linjen **Kräftdjur** (regnbågskrabba, *Carbisoma armatum*).

20 Skalbaggar eller Bin och Myror ★

Om du slår fyra eller mer mindre än fyra

- ▷ Du bildar hårdare skal på det första paret vingar. Du befinner dig nu på linjen **Skalbaggar** (*Lucanus cervus*, ek-oxe).

◁ Om du slår mindre än fyra

Du börjar leva i samhällen. Du befinner dig nu på linjen **Hymenopterer**: getingar, bin och myror (*Lacius niger*, svart trädgårdsmyra).

21 Musslor eller Snäckor ★

Om du slår fyra eller mer

- ▷ Gradvis slutar du att använda radulan för att komma åt föda och blir i stället en filtrerare. Dessutom bildar du två skal som hänger ihop. Du befinner dig nu på linjen **Musslor** (mördarmussla *Tridacna gigas*).

Om du slår mindre än fyra

- ◁ Gradvis vrids ditt skal asymmetriskt och du börjar efterhand kolonisera land. Du befinner dig nu på linjen **Snäckor** (Vinbärssnäck, *Helix pomatia*).

22 Tagghudingar eller Rygggradsdjur ★★★

Om du slår sex eller mer

- ▷ Du får sju gälöppningar, en ryggsträng (notochord) och en böjlig stav, som dina sidoplacerade muskler kan fästa vid. Du utvecklar ett komplext inre skelett, som stärker din kropp och gör det möjligt för fenor, käkar och fjäll att utvecklas. Du befinner dig nu på linjen **Rygggradsdjur**.

Om du slår mindre än sex

- ◁ Din kropp utvecklar en femtalig radialsymmetri. Du befinner dig nu på linjen **Tagghudingar**. (Pencil Sea Urchin, *Paracentrotus lividus*)

23 Broskfiskar eller övriga ryggradsdjur ★★★

Om du slår sex eller mer

- ▷ Du bildar ett benskelett. Du befinner dig nu på linjen **Benfiskar**.

Om du slår mindre än sex

◁ Du befinner dig nu på linjen **Broskfiskar** (Valhaj, *Rhinocodon typus*).

24 Benfiskar eller övriga ryggradsdjur ***

Om du slår sex eller mer

▷ Du börjar krypa på land, du bildar lungor och ombildar fenor till ben. Du befinner dig nu på linjen **Groddjur**.

Om du slår mindre än sex

◁ Du skaffar dig en simblåsa, som gör att du kan bestämma till vilket djup du kan dyka och ett gällock — en hård benplatta som täcker och skyddar gälarna. Du befinner dig nu på linjen **Benfiskar** (karp, *Cyprinus carpio*).

25 Groddjur eller övriga ryggradsdjur ***

Om du slår sex eller mer

▷ Du utvecklar en vattentät hud, som är täckt med fjäll. Du är på väg att utveckla ett hjärta med fyra rum. Du gör dig oberoende av att vara i vatten genom att bilda ägg som är täckta av läderaktigt eller kalkrikt skal, som minskar vattenförlusten. Du befinner dig nu på linjen **Kräldjur**.

Om du slår mindre än sex

◁ Du befinner dig nu på linjen **Groddjur** (Vanlig groda, *Rana temporaria*).

26 Kräldjur och Fåglar eller Däggdjur *

Om du slår tre eller mer

▷ Du befinner dig nu på linjen **Kräldjur**.

Om du slår mindre än tre

◁ Dina ben placeras på var sin sida av kroppen. Dina tänder differentieras beroende på funktionen och du utvecklar päls, som gör att du kan ha en stabil kroppstemperatur. Du börjar ge dina ungar mjölk från mjölkkörtlar. Du befinner dig nu på linjen **Däggdjur**.

27 Däggdjur med placenta eller Pungdjur *

Om du slår tre eller mer

▷ Du förlänger havandeskapstiden och för att förbättra ditt fosters utveckling, bildar du ett speciellt organ som ger näring och gasutbyte mellan moder och barn (placenta). Du befinner dig nu på linjen **Däggdjur**.

Om du slår mindre än tre

◁ Du utvecklar en pung där din unge har sin tidiga utveckling. Du befinner dig nu på linjen **Pungdjur**. (Röd känguru, *Macropus rufus*).

28 Primater eller Fladdermöss *

Om du slår fyra eller mer

- ▷ Du utvecklar en motstående tumme, som gör det lättare för dig att gripa grenar. Dina ögon flyttas till framsidan av huvudet, så att du får stereoskopiskt djupseende. Din hjärna utvecklas gradvis. Vidare lär du dig gå på två ben, så att armarna lämnas fria och kan användas för att bära och sköta andra ting. Utvecklingen av struphuvudet gör att du kan få fram ljud bättre och i förlängningen ett språk. Med tiden börjar du att tillverka verktyg och tänka abstrakt. Du befinner dig nu på linjen **Primater** (människa, *Homo sapiens*).

Om du slår mindre än fyra

- ◁ Du utvecklar hud mellan benen, som gör det möjligt att glidflyga i begränsad omfattning, något som i sin tur gör det lättare att jaga insekter. Slutligen får du förmåga att flyga och utvecklar en utomordentligt god hörsel, som du kan använda för exakt orientering i rymden. Du befinner dig nu på linjen **Fladdermöss** (Större musöra, *Myotis myotis*).

29 Ödlor, Ormar, Fåglar och Krokodiler eller Sköldpaddor *

Om du slår två eller mer

- ▷ Du befinner dig nu på linjen **Kräldjur**.

Om du slår ett

- ◁ Du bildar ett ben- eller broskskal från revben, ryggrad och nyckelben. Du befinner dig nu på linjen **Sköldpaddor** (Horsefields sköldpadda, *Testudo horsfieldii*).

30 Krokodiler och Fåglar eller Ödlor och Ormar *

Om du slår tre eller mer

- ▷ Du utvecklar ett hjärta med fyra rum. Du befinner dig nu på linjen **Krokodiler**.

Om du slår ett eller två

- ◁ Du utvecklar ett nytt sätt att röra dig - med slingrande rörelser, som förbättrar hastighet och rörlighet. Du befinner dig nu på linjen **Ödlor och ormar**.

31 Ormar eller Ödlor *

Om du slår fyra eller mer

- ▷ Din kropp förlängs betydligt. Benen tillbakabildas för att du ska kunna slingra dig fram bättre. Käkarna utvecklas så att du lätt kan svälja även mycket stora byten. Du befinner dig nu på linjen **Ormar** (Vanlig snok, *Natrix natrix*).

Om du slår mindre än fyra

- ◁ Du befinner dig nu på linjen **Ödlor** (grön leguan, *Iguana iguana*).

32 Krokodiler eller Fåglar ★

Om du slår fem eller mer

- ▷ Du återgår till ett amfibiskt levnadssätt, när du får en massiv svans som sörjer för framdrivningen genom vatten. Du befinner dig nu på linjen **Krokodiler** (nilkrokodil, *Crocodylus niloticus*).

Om du slår mindre än fem

- ◁ Dina framben omvandlas till vingar och dina fjäll till fjädrar; dina blygdben pekar bakåt, som gör bäckenet öppet vilket innebär att du kan lägga stora ägg. Du befinner dig nu på linjen **Fåglar**.

33 Ugglor eller Pingviner ★

Om du slår fyra eller mer

- ▷ Du förbättrar din flygförmåga. Samtidigt ändrar ögonen läge så att de riktas framåt, vilket ger djupseende. Dessutom förbättras din hörsel avsevärt. Du befinner dig nu på linjen **Ugglor** (Tornuggla, *Tyto alba*).

Om du slår mindre än fyra

- ◁ Du ger upp flygförmågan och utvecklar i stället en förmåga att simma och dyka. Dina ombildade vingar fungerar som utmärkta "åror" under vatten. Du befinner dig nu på linjen **Pingviner** (kejsarpingvin, *Aptenodynes forsteri*).

34 Grönalger eller andra Växter ★

Om du slår sex

- ⊗ Du befinner dig nu på linjen **Grönalger**.

Om du slår mindre än sex

- ◁ Gradvis utvecklar du flercelliga former. Din haploida fas blir en markliggande cellplatta (thallus) med rotlika strukturer (rhizoider) på undersidan och flercelliga fortplantningsorgan på ovansidan, varifrån din diploida fas växer ut. Du befinner dig nu på linjen **Växter**.

35 Kärlväxter eller Mossor ★

Om du slår två eller mer

- ▷ I din livscykel dominerar den diploida sporbildande (sporofyten) fasen. Utvecklingen av lignin gör att långa, styva rör kan bildas, som bildar kärlvävnad. Detta in sin tur gör det möjligt för dig att bli ännu större. Gradvis utvecklar du rötter och skott. Du befinner dig nu på linjen

Kärlväxter.

Om du slår ett

- ◁ I din livscykel kommer den haploida gametbildande (gametofyten) fasen att dominera. Du försöker att etablera dig på land och bildar stam, blad och rotlika strukturer (rhizoider). Du befinner dig nu på linjen **Mossor** (Common hair moss, *Polytrichum commune*).

36 Fräkenväxter eller övriga kärlväxter ★

Om du slår två eller mer

- ▷ Genom sammanslagning av skott bildar du blad, på vilka sporbildande organ (sporangier) utvecklas. Så småningom utvecklar du ett komplext fortplantningssystem, som består av mikro- och megasporangier. Du befinner dig nu på linjen **Ormbunkar**.

Om du slår ett

- ◁ Dina sporbildande organ (sporangier) bildar konliknande strukturer och små blad växer i kransar runt ihåliga och nodförsedda stammar. Du befinner dig nu på linjen **Fräkenväxter** (Kärrfräken, *Equisetum palustre*).

37 Ormbunkar eller Fröbildande Växter ★

Om du slår två eller mer

- ▷ Du minskar hangametofysen dramatiskt— dess viktreduktion, tillsammans med bildande av luftsäckar, gör det möjligt för den att föras iväg med vinden (pollen). Detta gör att befruktningen inte blir beroende av vatten. Du bildar ett fröhölje, under vilket den haploida vävnaden av hongametofyten (ägg) kan omvandlas till ett förråd av näringsämnen för det utvecklande embryot. Du befinner dig nu på linjen **Fröbildande växter**.

Om du slår ett

- ◁ Du befinner dig nu på linjen **Ormbunkar** (Hart's tongue fern, *Asplenium scolopendrium*).

38 Ginkgo eller övriga fröbildande Växter ★★

Om du slår sex eller mer

- ▷ Du stannar kvar på huvudlinjen för **Fröväxterna**.

Om du slår mindre än sex

- ◁ Du bildar blad som är solfjäderliknande och har två lobber. Du befinner dig nu på linjen **Gingoträd** (*Ginkgo biloba*).

39 Blomväxter – Nakenfröiga eller Gömfröiga ★

Om du slår tre eller mer

- ▷ Du bildar tvåkönade blommor och insekter börjar fungera som pollinerare. Du befinner dig nu på linjen **Blomväxter – Gömfröiga växter**.

Om du slår ett eller två

- ◁ Du befinner dig nu på linjen **Blomväxter – Nakenfröiga växter** (en, *Juniperus communis*).

40 Blomväxter som är gömfröiga - enhjärtbladiga eller tvåhjärtbladiga växter *

Om du slår fyra eller mer

- ▷ Du reducerar antalet hjärtblad till ett. Du befinner dig nu på linjen **Enhjärtbladiga växter** (kokosnöt, *Cocos nucifera*).

Om du slår mindre än fyra

- ◁ Du befinner dig nu på linjen **Tvåhjärtbladiga växter** (hallon, *Rubus idaeus*).

41 Grönalger eller Brunalger **

Om du slår elva eller tolv

- ▷ Förutom klorofyll A börjar du dessutom använda klorofyll B. Stärkelse blir ditt främsta näringsförråd. Du befinner dig nu på linjen grönalger.

Om du slår tio eller mindre

- Förutom klorofyll A börjar du dessutom använda klorofyll C. Laminarin blir ditt främsta näringsförråd av polysackarider. Du befinner dig nu på linjen brunalger (Blåstång, *Fucus vesiculosus*).

42 Kloroplaster **

Om du slår tre eller mer

- △ Du fortsätter att följa linjen **Grönalger**.

Om du slår två

- ◁ Du äts upp av en encellig eukaryot organism med flageller, men lyckligtvis undgår du att bli sönderdelad i matsmältningen. Du börjar samarbeta med din nya värd och gör det möjligt för den att ta upp energi från solljuset genom fotosyntes. Du följer linjen mot **Andra Gröna Växter**.

43 Spirogyra eller Grönalger *

Om du slår fyra eller mer

- ▷ Du fortsätter att följa linjen mot **Grönalger** (*Chlorella*).

Om du slår mindre än fyra

- ◁ Du förenar dig med andra som är som du och bildar

trådliska kolonier. Du följer linjen mot *Spirogyra*.

Författarens anmärkning

När jag planerade detta spel, hoppades jag kunna förmedla några viktiga aspekter av evolutionen till elever (och kanske inte bara till elever), aspekter som är utelämnade eller otillräckligt undervisade om i skolor - åtminstone i Polen. Ett spel som detta har emellertid flera begränsningar. En del av dessa kan leda till missförstånd, något som jag kommer att diskutera här.

Först och främst, så är utvecklingsträdet som presenteras i spelet inte det enda gällande. Trots avancerade molekylära tekniker och en stor (men fortfarande otillräcklig) mängd av fossila bevis, finns olika åsikter om evolutionsträd, speciellt dess nedre grenar, som fortfarande genomgår ständig granskning och omarbetning. Därför kan det finnas många skillnader mellan den information som presenteras i detta spel och sådan som man kan hitta på andra ställen. Detta innebär inte att en av källorna har fel. I stället kan vi anta att vi närmar oss gränserna för det okända.

Trots de nya landvinningarna inom molekylär fylogenetik, har jag, när jag konstruerade spelet använt ett fossilbaserat träd som standard. En av de viktigaste anledningarna till detta är att sådana träd har starka samband med Jordens historia och lätt kan indelas i geologiska perioder.

Spelet omfattar inte alla grupper av levande organismer. Jag har fokuserat på de grupper som diskuteras i polska skolor och jag har uteslutit många grupper, som är viktiga och intressanta ur evolutionssynpunkt. Fullständig täckning av kunskapen om evolutionen på Jorden är inte möjlig att åskådliggöra i ett spel som detta.

Den relativa förekomsten av vissa taxonomiska grupper är inte på något sätt representativ. Sådan representation skulle göra att vissa grupper dominerade (som leddjur eller hos ryggradsdjuren, fiskar) medan andra inte alls skulle finnas med, sådana som är viktiga för att visa livsformernas stora mångfald. Dessutom skulle det påverka spelbarheten - 90% av spelarna skulle sluta som skalbaggar!

Spelet visar egenskaper hos olika livsformer, som har lett till nya grenar i evolutionsträdet. Dessa har förenklats en hel del. Inte alla egenskaper hos en speciell art eller taxa har getts i beskrivningarna - endast de viktigaste. Några av egenskaperna har utvecklats gradvis; ibland har det hänt under många miljoner år.

En art kan vara svårt att definiera och även bland moderna organismer är det omöjligt att göra en klar skillnad mellan olika arter. Mekanismen som presenteras i detta spel är en förenkling, vilken beror på spelets be-

gränsningar. Artbildning är inte modifieringen av en enda organism, utan beror i stället på evolution av en hel population av en art. Kommentarer i instruktionerna som är riktade till en individuell spelare, skall betraktas som information om en hel grupp av organismer.

Jag hoppas, att spelet trots sina felaktigheter, skall visa sig, att förutom en Intressant källa till Information, också skall erbjuda eleverna nöje.

Ytterligare information

Böcker

Tudge, C. (2002) *The variety of life: A survey and a celebration of all the creatures that have ever lived*. Oxford University Press, Oxford. ISBN: 0 198 60426 2.

Dawkins, R. (2004) *The ancestor's tale. A pilgrimage to the dawn of life*. Weidenfeld and Nicolson, London. ISBN: 0 297 82503 8.

Prothero, D. (2007) *Evolution: What the fossils say and why it matters*. Columbia University Press, New York. ISBN: 0 231 13962 4.

Webbsidor

The Tree of Life web project

<http://tolweb.org/tree>

Interactive Tree of Life

<http://itol.embl.de>

Tillkännagivanden

Spelet har illustrerats av Jacek Lilpop. Översättningen till svenska har gjorts av Elisabeth Strömberg and Britt-Marie Lidesten. Joanna Lilpop, Izabela Szczupakowska och Agnieszka Choluj har hjälpt till med utvecklingen av spelet.



Tack

Volvox-projektet finanseras av EU:s Sjätte Ramprogram.