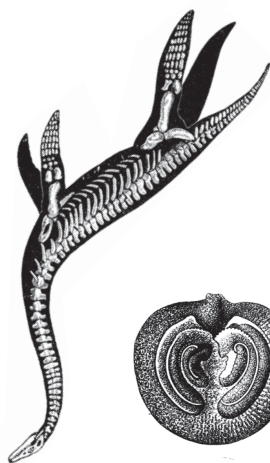


EN KORT
HISTORIK
ÖVER
LIVET PÅ
JORDEN

HENRY GEE



Översättning Michael Larsson

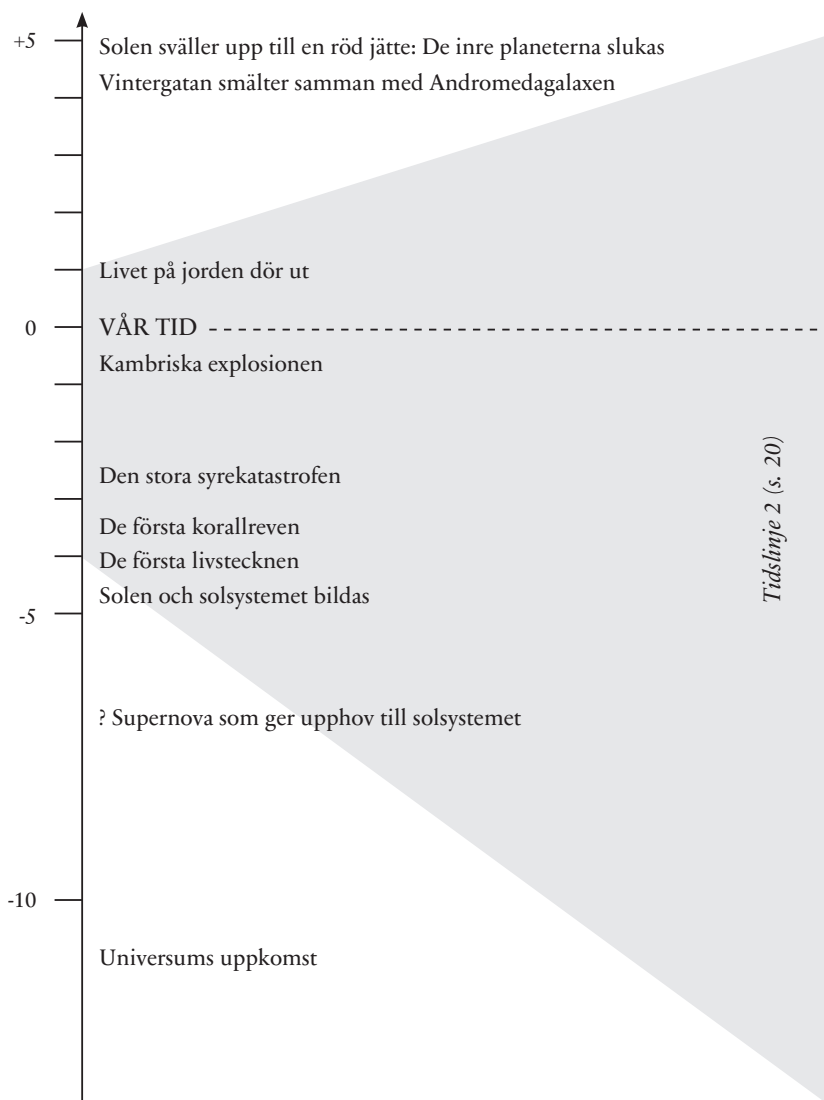
fri tanke

Innehåll

Sagan om eld och is	7
Djurens uppståndelse	21
De första ryggraderna	35
Gå på grund	49
Amnioternas epok	63
Triassic Park	83
Flygande dinosaurier	97
De enastående däggdjuren	119
Apornas planet	137
Världen över	149
Förhistoriens slut	171
Framtidens förflutna	187
 Epilog	 207
Noter	215

TIDSLINJE I

Jorden och universum



*Miljarder år före (minus)
eller efter (plus) vår tid*

Sagan om eld och is



EN GÅNG FÖR länge sedan kollapsade en jättestjärna. Stjärnan hade brunnit i miljontals år, men nu hade kärnfusionen, själva smältugnen i dess mitt, fått slut på bränsle. Energin som gett stjärnan dess lyskraft uppstod när väteatomer smälte samman och genererade helium. Men energin som alstrades vid fusionen gjorde mer än bara fick stjärnan att stråla; den var avgörande för att hålla gravitationstrycket i schack. När stjärnan fick slut på väte började den i stället binda helium med större och tyngre atomer såsom kol och syre. Men vid det laget var bränslet nästan slut.

En dag hade stjärnan uttömt det sista av sina reserver. Gravitationen vann dragkampen och stjärnan imploderade. Efter att ha brunnit i flera miljoner år kollapsade stjärnan på bara någon millisekund. Den kataklysmiska reaktionen var så våldsam att den lyste upp universum – en supernova. Om det fanns något liv i stjärnans planetsystem utrotades detta omgående. Men i spillrorna av stjärnans kollaps uppstod beståndsdelarna till nya ting. Ännu tyngre grundämnen som bildats i stjärnans dödsögonblick – silikon, nickel, svavel och järn – slungades åt alla håll och kanter.

Många miljoner år senare passerade supernovans gravitationella tryckvåg ett moln av gas, stoft och is. Gravitationsvågens krökning fick molnet att rasa samman, och i takt med att molnet kontraherade började det rotera. Dragningskraften i molnets mitt blev så stark att atomerna smälte samman. Väteatomer pressades ihop och bildade helium, som skänkte ljus och värme. Stjärnans livscykel var fullbordad. Ur askan av en urtida stjärna uppstod en helt ny och färsk stjärna – vår alldeles egna sol.



Detta gas-, stoft- och ismoln utökades med nya grundämnen som långt tidigare bildats i supernovan. Vissa av de ämnen som virvlade i omloppsbana runt den nya solen koagulerade och bildade planeter, däribland vår egen. Som ung himlakropp var jorden en helt annan plats än den planet där vi lever i dag. Atmosfären var en hälsovådlig dimma av metan, koldioxid, vattenånga och väte. Markytan var ett veritabelt hav av flytande lava, anstormat av både asteroider och kometer, men även planeter. En av dessa planeter hette Theia och var ungefär lika stor som Mars är i dag¹ när den kolliderade med jorden och smulades sönder. Till följd av kollisionen slungades en betydande del av jordskorpan ut i rymden. I flera miljoner år efteråt omgärdades jorden av ringar, precis som dagens Saturnus. Ringarna växte så småningom ihop och bildade en ny himlakropp – månen.² Allt detta inträffade för ungefär 4,6 miljarder år sedan.

Efter ytterligare några miljoner år hade jorden blivit tillräckligt sval för att vattenångan i atmosfären skulle kondensera och falla ner i form av regn. Det regnade i flera miljoner år, tillräckligt länge för att bilda de första haven. Hav var också det enda som fanns – några landmassor var det ännu inte tal om. Jorden, som en gång varit ett enda eldklot, förvandlades till en vattenvärld. Men saker och ting blev inte lugnare för det. Vid den här tiden roterade jorden snabbare runt sin egen axel än vad den gör i dag. Den nybildade månen tornade upp sig på den svarta horisonten, och varje tidvattenvåg var en tsunami.



En planet är inte bara ett gytter av stenar. Alla planeter som är mer än några hundra kilometer i diameter skiftar sig över tid i olika lager. Ämnen med lägre densitet såsom aluminium,

silikon och syre går samman i ett slags stenscum nära ytan, medan kompakta ämnen såsom nickel och järn sjunker ner till kärnan. I dag är jordens kärna ett roterande klot av flytande metall. Kärnan bibehåller sin höga temperatur tack vare gravitation och sönderfall av tunga radioaktiva ämnen, som det uranium som bildades i den gamla supernovans dödsögonblick. Eftersom jorden roterar genererar den ett magnetfält runt sin kärna. Magnetfältet förgrenar sig rakt igenom jorden och sträcker sig ända ut i rymden. Magnetfältet skyddar oss från solvindar, ett oavbrutet flöde av laddade partiklar som skickas ut från solen. Dessa partiklar är elektriska och avlänkas när de kommer i kontakt med jordens magnetfält. De studsar då iväg eller strömmar runt jordklotet innan de skickas ut i rymden.

Hetta från den yttre, flytande kärnan strömmar ut ur jorden och gör att planeten håller en jämn värme, ungefär som en kast-rull med vatten som sjuder på spisen. När värmen stiger mot ytan mjuknar de övre lagren, vilket gör att jordskorpan, som är mindre kompakt men mer solid, spricker. Bitarna tvingas isär och däremellan bildas hav. De här bitarna, som vi kallar tektoniska plattor, är ständigt i rörelse och stöter emot, glider förbi eller pressas in under varandra. Kontinentaldriften hugger ut djupa oceangravar på havsbotten och pressar upp höga berg, orsakar jordbävningar och vulkanutbrott och lägger grunden till nya landmassor.

Medan berg pressades uppåt sögs enorma mängder av jordskorpan in i planetens inre via plattektioniska sänkor, eller djuphavsgravar. Sedimenterad och vätskefylld materia kom sedan upp till ytan i förändrad form. Slammet från havsbotten, som var det som återstod av de försvunna kontinenterna, kunde efter miljontals år åter dyka upp i vulkanutbrott³ eller omvandlas till diamanter.



Och samtidigt som allt detta kaos och tumult pågick uppstod liv. Ja, det var själva kaoset och tumultet som gav näring åt livet och fick det att växa och frodas. De första livsformerna utvecklades längst ner i de allra djupaste haven, där tektoniska plattor skavde och pressade sig mot jordskorpan, och där skållhett och mineralrikt vatten forsade ut ur sprickor i havsbotten med ett väldigt tryck.

De tidigaste organismerna var skumliknande membran som levde i stenarnas mikroskopiska skrevor. De uppstod när stigande strömmar blev turbulenta och förgrenade sig i virvlar. När energin avtog stälpte de av mineralrik materia⁴ som la sig till rätta i stenarnas mindre håligheter och fickor. Membranen var oenhetliga organismer. De påminde om ett slags silar, och precis som silar lät de vissa ämnen rinna igenom medan andra förhindrades. Trots att membranen var porösa utvecklades deras invändiga miljö i en annan riktning, en som var lugnare och mer välordnad än de våldsamma kaskader som präglade världen utanför. En timmerstuga med tak kan ju fortfarande fungera som skydd från en snöstorm, även om det smäller i dörrarna och fönstren skallrar. Membranen drog nytta av sin porositet och använde öppningarna både för att suga åt sig energi och näringsämnen, och för att göra sig av med sådant som inte behövdes.⁵

I skydd från omvärldens kemiska kalabalik var dessa minimala polär ett under av organisation. Sakta men säkert förfinades förmågan att generera energi, som användes till att knoppa av små bubblor, var och en omsluten av modernmembranet. Processen var till en början slumpartad men blev mer förutsägbar i takt med att membranen utvecklade en kemisk blåkopia som kunde återskapas och föras vidare till nya generationer membranbubblor. Detta garanterade att de nya bubbelgenera-

tionerna blev mer eller mindre trogna kopior av sina föräldrar. Effektiva bubblor frodades på bekostnad av mer oordnade bubblor.

Dessa primitiva bubblor knackade så att säga på livets själva dörr, då de hade hittat ett sätt att bromsa upp – om än bara tillfälligt och med stor möda – världsalltets obönhörliga och tilltagande entropi, det kaos som var nettoresultatet av universums beskaffenhet. Så kan nämligen livet också definieras. Dessa löddriga skumbubblor kan ses som knutna pyttenävar höjda i trots mot världens avsaknad av liv.⁶



Kanske är det mest häpnadsväckande med livet – förutom att det finns – hur snabbt det blev till. Knappt hundra miljoner år efter att planeten formades, samtidigt som jorden bombarderades av himlakroppar av samma storlek som de som bildade månens synliga nedslagskratrar, puttrade livet fram i de vulkaniska djupen.⁷ För 3,7 miljarder år sedan hade levande organismer spridit sig från djuphaven upp till ytan dit solens strålar nådde.⁸ Trehundra miljoner år senare hade organismer klumpat ihop sig biljonvis i väldiga revstrukturer som gick att se ända från rymden.⁹ Nu fanns det liv även på jorden, och det med besked.

Vid den här tiden bestod inte rev av koraller – det skulle dröja ytterligare 3 miljarder år innan de gjorde entré – utan av en tunn grön soppa med trådiga och slemmiga filament från hopgyttringar av cyanobakterier, samma mikroorganism som bildar det blågröna skum vi ser än i dag i våra dammar och sjöar. Cyanobakterierna spred ut sig i skikt över stenar och havsbottnar och begravdes under sand när det blåste upp till storm. Denna cykel med utbredning och begravning upprepades gång på gång tills slam och sediment tornade upp sig

i enorma kuddliknande dynor. Dessa så kallade *stromatoliter* skulle komma att bli den mest framgångsrika och uthålliga livsform som jorden någonsin skådat. I över tre miljarder år var de planetens obestridda härskare.¹⁰



Livet uppstod i en varm värld.¹¹ Den var också tyst, om man bortser från ljudet av vinden och vågorna. Vinden blåste en luft som nästan helt saknade syre. Eftersom det inte fanns något skyddande ozonlager i den övre atmosfären steriliserades allt ovanför vattenytan och några centimeter därunder av solens ultraviolettera strålning. För att försvara sig utvecklade cyanobakterierna särskilda pigment som absorberade solens skadliga strålar. När energin absorberats kunde den utnyttjas för att driva fram kemiska reaktioner, såsom assimilation av kol-, väte- och syreatomer till socker och stärkelse. Denna process kallar vi *fotosyntes*. Skada blev till nytta.

I dagens växter kallas det energiabsorberande pigmentet för klorofyll. Solenergi används för att sönderdela vattnet i sina beståndsdelar, alltså väte och syre, vilket i sin tur frigör mer energi som kan användas till att driva på fler kemiska reaktioner. I jordens barndom kunde råmaterialen lika gärna vara järn- och svavelhaltiga mineraler, men då som nu var vatten att föredra eftersom det ju fanns i överflöd. Det fanns dock en hake. Vid fotosyntes av vatten utsöndras ett av universums allra farligaste ämnen som restprodukt, en färg- och doftlös gas som förbränner allt det kommer i kontakt med: Rent syre, eller O₂.

För de tidiga livsformerna som utvecklats i havet, och i en atmosfär som var mer eller mindre tom på syre, innebar detta en ekologisk katastrof. Samtidigt måste man betänka att när cyanobakterierna först började experimentera med oxidativ fotosyntes – för ungefär 3 miljarder år sedan – var syrehalterna