

Pangea – myndun, þróun og uppbot: með áherslu á kenningar sem fram komu á 20.öld

DAGNÝ ARNARSDÓTTIR



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Orðið Pangea þýðir “öll lönd” á Grísku. Það er réttnefni því Pangea var risameginland sem var eitt sinn á Jörðinni. Myndun Pangea hófst um mitt Kólatímabilið (um 330 m.ár) og uppbot hennar átti sér stað seint á Trías (200 m.ár).

Í fyrsta sinn í jarðsögunni varð land sem náði pólanna á milli, og auk þess fast land báðum megin. Panthalassa hafði (“öll höf”) þakti um helming yfirborðs jarðar.

Það eru aðeins nokkrir áratugir síðan viðurkennt var að meginlönd Jarðar gætu færst úr stað með landreki. Orðið landrek er almennt notað um tilfærslu meginlanda vegna botnskriðs og hreyfingar jarðskorpuflekanna. Við vitum nú að landrek hefur bein og óbein áhrif á alla jarðsöguna, svo sem myndun fellingafjalla, loftslag, jarðskjálfta, eldvirkni og útbreiðslu plantna og dýra.

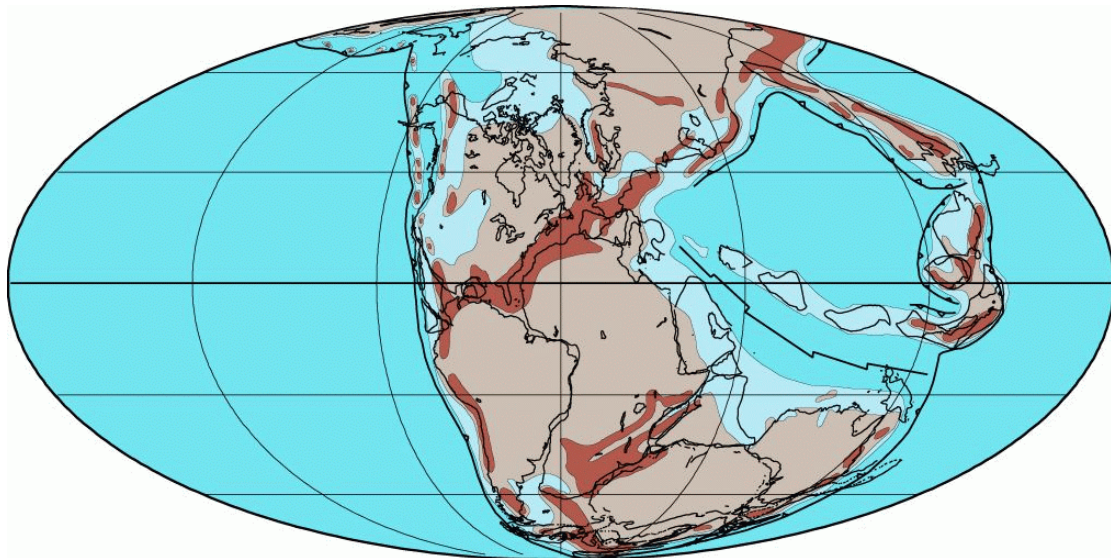
Jarðfræðingar eru enn í dag að rannsaka meginlandsplötur og plötuskil með það að markmiði að kanna hvernig þær kunna að hafa legið og færst til. Það er því langt frá því að öll kurl séu komin til grafar varðandi sögu landreks enda mun saga Jarðar alltaf verða að hluta til byggð á getgátum.

Forsagan

Í upphafi Fornlífsaldar (hófst fyrir 540 milljón árum) hafði myndast landmassi eða risameginland sem nefndist Gondwanaland. Um 100 milljón árum áður hafði risameginlandið Rodinia brotnað upp, en Rodinia myndaðist fyrir um 1100 milljón árum. Gondwanaland var staðsett á suðurhveli Jarðar, þar sem nú er Suður-Kyrrahaf. Annað meginland, Laurentía, var staðsett á miðbaugi hinum megin á hnettinum, en N-Ameríka er mynduð úr henni að hluta til. Austan við hana var Baltica, en hluti af Skandinavíuskaga og

Eystrasaltssvæðinu er myndaður úr henni. Á milli þeirra var Japetusarhafíð. Fjórdi landmassinn, sem lá austar en hinir tveir fyrrnefndu, nefndist Síbería.

Á Ordovisíum renna Lauretia og Baltica saman í eitt og Laurasia verður til. Sem afleiðing af þessum árekstri urðu til Appalachia- og Úral fellingafjöllin. Gondwanaland tók á sama tíma að færast yfir Suðrúpólinn og norður eftir Atlantshafi. Pangea myndaðist síðan við árekstur Laurasiu og Gondwanalands.



Mynd 1.

Austan við Pangea var Tethyshaf. Greina má flest meginlönd dagsins í dag í Pangea. Aðeins Asía var í mörgum hlutum Jarðmöttullinn þeim stað sem Pangea var á er einnþá heitur og leitir upp á við. Því situr Afríka nokkrum tugum metra ofar en hinar heimsálfurnar.

Landrekskenningin kemur fram

Upphafsmáður landrekskenningarinnar (Continental Drift) var Þjóðverjinn Alfred Wegener (1880-1930). Hann útskrifaðist í stjórnufræði frá Berlín árið 1904, og var því einskonar utangarðsmaður í heimi jarðfræðinnar. Árið 1915 sendi hann frá sér bókina *Myndun meginlanda og úthafa* (bókin var síðar endurbætt árin 1920, 1922 og 1929). Meginmál bókar Wegeners frá 1915 eru rök fyrir því að landaskipan hafi breyst með tímanum, en auk þess reynir Wegener að finna skýringu á því hvers vegna löndin séu á hreyfingu um hnöttinn. Hann taldi að stórir meginlandshlutar hefðu legið saman seint á Fornlífsöld og myndað það sem hann kallaði *Pangaea*. Hann færði rök fyrir því að Pangaea hefði liðast í sundur og hlutar hennar dreifst um Jörðina. Hann benti þessu til sönnunar á Rift Valley í Afríku og taldi hann vera dæmi um uppbot meginlands sem væri að endurtaka sig. Sú kenning er nú ríkjandi.

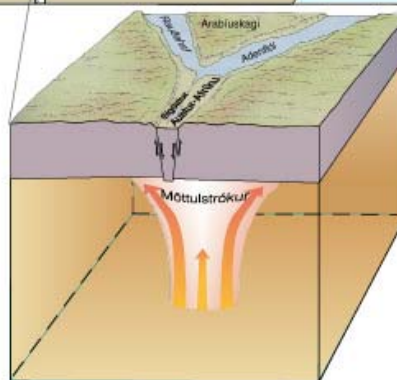
Í raun má skipta rökfærslu Wegeners í fjóra liði:

1. *Jarðfræði austurhluta Suður-Ameríku og vestur Afríku er mjög sambærileg.* Hann benti á hve vel austurhluti Suður-Ameríku og Vestur-Afríku falla saman, en eftir því höfðu menn reyndar tekið allar götur síðan Suður-Ameríka var kortlögð. Hann benti í þessu sambandi á steingervingafundi sem vitnuðu um dýr sem lifðu á einu og sama meginlandinu, þ.e. Pangaeu og síðar Gondwana.

2. *Ýmsar jarðmyndanir frá mismunandi tímum falla saman, eða halda áfram, sitt hvoru megin við höfin.* Dæmi um þetta eru fornar ísaldarmenjar í Suður-Afríku og á Suðurskautslandinu og sama 450 milljón ára jarðmyndun í Noregi, Skotlandi, Nýfundnalandi og austurströnd Bandaríkjanna.

3. *Útbreiðsla ýmissa dýrategunda, sem nú eru aðskildar af breiðum höfum, er aðeins hægt að útskýra með því að löndin hefðu eitt sinn legið saman.* Hann hafnaði kenningum um landbrýr sem áttu að skýra þetta.

4. *Útbreiðsla ýmissa loftslagsbundinna jarðmyndana í jarðsögunni.* Kenninguna vann hann í samstarfi við tengdaföður sinn, veðurfarsfræðinginn Köppeln. Dæmi um þetta eru kolamyndanir, eyðimerkur og saltlög. Þeir drógu ályktanir um breidd (nordur-suður) landanna á ýmsum tímum út frá þessum niðurstöðum.



Mynd 2. Sigdalur myndast við gliðnun meginlandsskorpunnar (divergent plate margins). Yfirleitt kvíslast hann í þrennt, þriðja kvíslin verður oftast óvirk með tímanum. Heitir reitir (hot spots) hafa verið staðsettir í miðjunni á sigdalnum. Þegar sigdalur myndast getur hann orðið svo breiður að sjór kemst á milli. Í byrjun er þetta þó yfirleitt lítið magn af sjó sem getur gufað upp það hratt að hann stoppar ekki við.

Mótrök visindasamfélagsins

Þó að Alfred Wegener hafi verið á undan sinni samtíð í kenningasmíði sinni átti eftir leiðrétta nokkur atriði sem ekki stóðust. Eins var sumt í landrekskenningunni sem hann gat ekki skýrt. Það helsta lýtur að því hvernig hreyfing meginlandanna átti sér stað.

Kenning hans var sú að meginlöndin flytu í hafsbótsskorpunni. Hún væri stöðug, en meginlöndin plægðu sér leið í gegnum hana. Hann gat þó ekki bent á krafta sem væru nógu öflugir til að flytja meginlöndin í gegnum hafsskorpuna, en taldi líklegast að snúningur Jarðar væri skýringin. Þessu voru jarðfræðingar, samtíða honum, ósammála þar

1912-1915	<i>Landrekskenningin fyrst sett fram af Wegener</i>
1915-1950	<i>Vísindamenn þrátta um hana og Wegener einangrast vísindalega. Oft nefnt “the Great Debate.”</i>
1928	<i>Arthur Holmes kom fram með kenningu um iðustrauma í jarðmöttlinum.</i>
1950-1966	<i>Áhugi á kenningunni endurvakinn samhliða rannsóknum á segulfráviki á hafsbotni (1963) og rannsóknum á reki segulskautanna þ.e. fornsegulmælingum. Afstaða hvers staðar og jarðmyndunar til segulskauts jarðar á myndunartíma sínum var mæld, og út frá þeim voru ferðir meginlandanna um jarðkúluna kortlagðar.</i>
1960-1962	<i>Botnskriðskeningin kemur fram, sett fram af Bandaríkjamanninum Harry Hess (1906-1968).</i>
1967-1968	<i>Flekakenningin (plate tectonics) sett fram. Hún gerir ráð fyrir því að jarðskorpan skiptist í fleka sem vaxa á flekaskilum en eyðast á flekamótum. Einnig verða miklar framfarir í jarðskjálftarannsóknum.</i>
1969	<i>Merkur steingervingafundur á Suðurskautslandinu árið 1969. Hefði hann átt sér stað áratug áður hefði það líklega flýtt fyrir að landrekskenningin öðlaðist viðurkenningu.</i>
1968-1970	<i>Tilvist Pangaee að mestu leyti viðurkennd. Tímamótagrein í Time magazine, “Geopoetry becomes Geofact”</i>

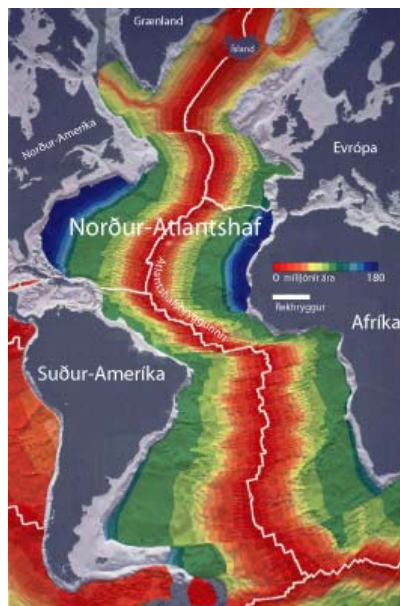
Umhverfið á Pangaee

Hinni mikli landmassi stuðlaði að útbreiðslu plantna og dýrategunda. T.d. gátu risaeðlur auðveldlega dreifst um Jörðina. Það þornaði seint á Perm sem stuðlaði að hnignun froskdýra. Skriðdýr tóku yfir í framhaldi af því. Risaeðlur voru ríkjandi landdýr á Trías tímabilinu þegar fyrstu spendýrin litu dagsins ljós. Þegar Pangaee brotnaði í tvo hluta og síðan í fleiri meginlönd varð þróun risaeðlanna og fjölgun og sérhæfing tegunda hröð. Landdýrin einangruðust á landssvæðum með hafi á milli.

Höf Jarðar, t.d. Tethyshaf, voru hlý og grunn og stuðluðu að mikilli þróun sjávarlífs.

Á fyrri hluta þess tíma sem Pangaee var til voru eltingar og jafnar ríkjandi plöntutegundir, en sígrænar plöntur eins og barrtré ryðja sér til rúms á Perm og verða mjög áberandi.

Þróun loftslags var sú að í lok Ordovisium var eitt mesta kuldaskið Jarðar og var t.d. Gondwana að stórum hluta þakið jökli. Á síð-Devon, fyrir 370 milljón árum, varð einnig mikil jökulun og hnattræn kólnun vegna samruna meginlandskjarna. Við það minnkaði grunnsævi en það olli miklu raski í lífríki sjávar. Samruni meginlandskjarnanna orsakaði einnig breytt kerfi hafstrauma. Á Kolatímabilinu kólnaði á suðurhveli Jarðar. Á þessum tíma voru gróðuarhúsaáhrif mjög mikil. Hlutfall súrefnis í andrúmsloftinu á



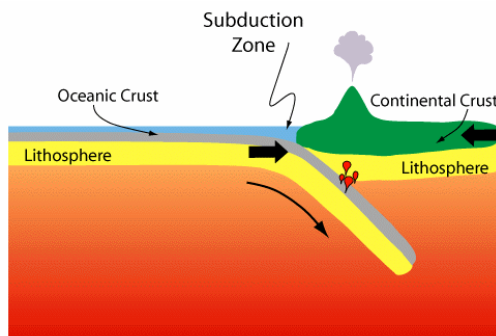
Mynd Mynd 4. Botnskriðskeningin (Seafloor spreading) gerir ráð fyrir því að undir miðhafshryggjunum stígi upp möttulefni sem þengi sér upp í sprungur þegar þær myndast á jarðskorpunni um leið og hún gliðnar á hryggjunum. Kraftarnir sem hreyfa meginlöndin eru því iðustreymi í jarðmöttlinum. Botnskriðskeningin skýrði meðal annars niðurstöður óvæntra segulmælinga yfir hafsbotnunum. Harry Hess lagði fram þá kenningu að hafsbotinn væri 260 milljón ára gamall, en sú tala hefur styst og í dag er hafsbotinn talinn vera um 200 milljón ára gamall. Þykkt setlaga og fjölda nýlegra neðansjávareldstöðva nefndi hann til sögunnar.

Kolatímabilinu talið hafa verið um 35% (er 21% í dag) og þ.a.l. áttu skordýr auðvelt með að þróast.

Jökulhettan á Gondwana hvarf þegar leið á Perm, en líklega hefur þó enn verið jökulhetta á norðurpólnum. Þegar Pangea hafði myndast á Perm þóktu regnskógar hitabeltissvæðin við miðbaug Jarðar. Sitthvoru megin við þau voru víðáttumiklar eyðimerkur, en stærð meginlandsins olli því að mjög þurr var inn til landsins og almennt öfgar í veðurfari af þeim sökum. Þróunin varð sú að regnskógar hörfuðu og eyðimerkur urðu áberandi þegar leið á. Meðalhitastig Jarðar á Perm fór úr 12°C í 22°C. Á Trias hafði verið hlýtt það lengi að ekki er talið að jöklar hafi verið á pólnum þá.

Á lok Perm varð mesti aldaði jarðsögunnar. Myndun Pangea af sumum visindamönnum álitin skýring á honum. Það sem mælir á móti þessari kenningu er að Pangea var búin að vera til í 30-50 milljón ár, eða frá byrjun eða á miðju Perm, en útdauðinn átti sér ekki stað fyrr en seint á Perm. Flestir aðhyllast þó kenninguna um jöklun (oft nefnt carbo-Perm), en þó eru ekki allir sammála. Jöklar binda vatn og sjávarborð fellur við það. Mörg vistumhverfi eru bundin við grunnsævi og fenjasvæði. Vitað er að sjávarborð féll verulega.

Mynd 5. Niðurstreymisbelti (subduction zone): Pangea var nánast umkringd niðurstreymisbeltum. Stærð Jarðar hefur ekki breyst á ráði síðan hún myndaðist fyrir 4.6 milljarði ára. Sú staðreynd rennir stóðum undir það að jarðskorpan eyðist jafnhvatt og hún myndast. Þessi eyðing á sér stað á hallandi misgengisflötum ef annar barmur misgengis gengur upp og yfir hinn.



Uppbot Pangea: hvað gerðist?

Spenna sem orsakaðist af niðurstreymisbeltum, auk iðustrauma í jarðmöttlinum, gerðu það líklega að verkum að Pangea tók að klofna í sundur á Trias tímabilinu. Sprungur mynduðust

á milli meginlandanna, t.d. Miðatlantshafshryggurinn sem liggur eftir endilöngu Atlandshafinu. Þeim fylgdi stutt en heiftarleg eldgosahrina sem gæti hafa orsakað miklar breytingar á veðurfari vegna gosryks og lofttegunda úr kvikunni. Mjög mikil eldvirkni átti sér stað þegar Pangea brotnaði upp.

Eftir Pangea

Á Júra- og Kritt þrengdi hafið sér á milli Suður- og Norður Ameríku og Afríku og Evrasíu. Tvö stór meginlönd, Laurasía og Gondwana, mynduðust þegar Norður-Ameríka klofnaði frá Gondwana. Á Kritt klofnaði Gondwana og úr varð Suður-Ameríka og Afríka. Indland og Ástralía-Suðurskautslandið aðskildust frá Suður-Ameríku-Afríku. Laurasia þróaðist yfir í Norður-Ameríku, Grænland, Evrópu og Asíu (fyrir utan Indland). Á síðari hluta Krittartímabilisins var heimsmyndin orðin mun líkari því sem hún er í dag.

Landrekið heldur áfram

Nýr sjávarbotn varð til samfara því því að Atlantshafið myndaðist. Í lok Kritt urðu nýjir úthafshryggir eldvirkir, en það orsakaðist af landreki. Dæmi um þetta er Atlantshafshryggurinn. Landið breikkar samtímis því að ný skorpa myndast, bæði ofan sjávar og neðan.

Botn úthafanna er gerður úr basaltplötum. Úthafshryggirnir liggja á plötumótum þar sem plötur rekur í sundur. Þar kemur basaltið upp í neðansjávargosum. Síðan rekur hafsbotninn út frá hryggjunum. Hafsbotninn er mun yngi en þurrlendið þar sem hann er allur myndaður með eldvirkni. Þar af leiðandi fyrirfinnst varla hafsbotn eldri en 100 milljón ára. Til er hinsvegar berg á meginlandi sem er eldra en 3000 milljón ára

Í dag heldur landrekið áfram, fjarlægðin á milli Grænlands og Evrópu eykst að jafnaði um 2 cm á ári. Eins og áður sagði knýr kraftur mötturstrókanna landrekið áfram og veldur því að plötur reka saman og í sundur á nokkurhundruð milljón ára fresti. Þróunin mun verða sú að Atlantshaf breikkar og Kyrrahaf minnkar. Eftir 200 milljón ár er álitnið að ný Pangea muni myndast þegar meginlöndin sameinast aftur.

Heimildir:

Steven M. Stanley: Earth System History, W.H. Freeman and Company, New York 1999
(Kennslubók og fylgidiskur)

Geological structures and moving plates, R.G. Park, Chapman and Hall, New York 1988

Ari Trausti Guðmundsson (1996): "Risaeðlurnar: Goðsögn og veruleiki." Risaeðlur, leit að horfnum heimi, bls. 6-9

Dr. Sveinn Jakobsson (1996): "Heimur í sífelldri mótun." Risaeðlur, leit að horfnum heimi, bls. 12-13

Eggert Lárusson: Veður og haffræði, Mál og Menning 1989, bls. 100-101

Vefsíður, efni þeirra eins og það var 15. nóvember 2003

<http://www.scotese.com/earth.htm>

http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072402466/student_view0/

<http://www.ismennt.is/not/gk/jfr/ordskyr/index.html>

<http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Pangaea>

<http://www.encyclopedia.com/html/c1/contin-dr.asp>

http://www.platetectonics.com/book/page_7.asp

<http://library.thinkquest.org/17701/high/pangaea/>

<http://webspinners.com/dlblanc/tectonic/pangea.shtml>

Vísindavefur Háskóla Íslands (visindavefur.hi.is):

Hverjar eru helstu kenningar í sambandi við fjöldadauða í lok Trías-tímabilsins? Leifur A. Simonarsson, prófessor í steingervingafræði við HÍ

Hvað er átt við með landrekskenningunni og hver eru rökin fyrir henni? Sigurður Steinþórsson prófessor í jarðfræði við HÍ