

## Wilson hringrásin og myndun risameginlanda í jarðsögunni

Gísli Örn Bragason



Gísli Örn Bragason. 2006 (nóvember) Wilson hringrásin og myndun risameginlanda í jarðsögunni. Ritgerð í jarðsögu 1 við Háskóla Íslands á haustönn 2006

J. Tuzu Wilson, höfundur Wilson-hringrásarinnar gerði sér grein fyrir mikilvægi þess að líta á hreyfingu meginlandanna í heilsteyptri mynd. Wilson hringrásin fjallar um myndun og eyðingu jarðskorpunnar. Hún skýrir út hvernig meginland skiptist í tvennt og nýtt úhaf verður til með myndun úthafsskorpu. Á einhverjum tímapunkti snýst hringrásin við og úthafsskorpa byrjar að eyðast á milli meginlandanna. Að lokum eyðist öll úthafsskorpan og meginlandið sameinast á ný.

Í gegnum tíðina hafa meginlandsskildirnir sameinast í risameginlandi þar sem nær allur landmassi jarðar er saman kominn. Talið er að risameginlönd hafi nokkrum sinnum myndast í jarðsögunni á um 800 milljón ára fresti (Nikishins og fl. 1992). Í jarðsögunni eru þekkt tvö risameginlönd og nefnist það fyrra Rodina sem þýðir föðurland og seinna Pangaea sem merkir öll lönd.

Markmið þessarar ritgerðar er að gera grein fyrir Wilson hringrásinni og fjalla um myndun risameginlanda í jarðsögunni.

Gísli Örn Bragason (gob2@hi.is), Logasalir 14, 201 Kópavogi, Ísland

### Landrekskenningin

Upphafsmáður landrekskenningarinnar er þjóðverjinn Alfred Wagner (1880-1930). Hann setti fram kenningar sínar í bók sem hann birti árið 1915. Meginmál bókarinnar færir rök fyrir hreyfingu meginlandanna um hnöttinn og hvernig landskipan hafi breyst með tímanum. Hann raðaði meginlöndunum saman og sýndi fram á tilvist risameginlandsins Pangaeu. Máli sínu til stuðnings benti hann á hvernig ýmsar jarðmyndanir, steingervingar og sambærileg jarðlög tengdust sitt hvorum megin við úthöfin.

Visindasamfélagið á þeim tíma, hafnaði kenningum hans alfarið. Helstu mótrök visindasamfélagsins voru að hann gæti ekki skýrt út hvernig meginlöndin hreyfðust um hnöttinn. Wagner hélt því fram að meginlöndin flytu á úthafsskorpunni og þau plægðu sig í gegnum hana.

Áhugi á kenningunni var endurvakinn samhliða rannsóknum á hafbotni á 6. áratugnum.

Henry Hess setti svo fram botnskriðskeninguna árið 1961 og olli það byltingu í jarðvísindum. Hægt og rólega sannfærðist vísindasamfélagið um landrekskenninguna, fjórum áratugum eftir að hún var sett fram.

Landrekskenningin er ein af grundvallar kenningum jarðfræðinnar og tengir saman öll svið jarðfræðinnar.

Nær öll jarðfræðileg virkni er þrenns konar:

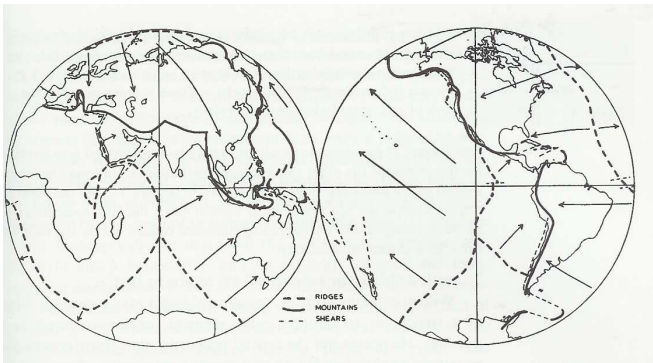
1. *Fráreksbelti* þar sem flekarnir hreyfast frá hvor öðrum og ný jarðskorpa myndast
2. *Samreksbelti* þar sem flekarnir rekast saman og jarðskorpan eyðist
3. *Hjáreksbelti* þar sem flekarnir hreyfast samsíða í gagnstæðar áttir og stærð jarðskorpunnar breytist ekkert.

### Höfundur Wilson hringrásarinnar

J. Tuzu Wilson var jarðeðlisfræðingur frá Kanada. Upphaflega hafnaði hann landrekskenningunni sem Alfred Wagner setti fram en

snérist hugur þegar botnskriðskeningin kom fram árið 1961. Þá sannfærðist hann um að kenningin væri rétt og eftir það vann hann ötullega, að því að finna fleiri sannanir fyrir hreyfingu meginlandanna. Hann er þekkastur fyrir að hafa sýnt fram á að rekhryggir á hafsbotni skiptast í búta sem hnikað er til um misgengi sem hann nefndi þvergengissprungur. Hann var einnig höfundur kenninga um heita reiti og myndun eldfjallaeyjakeðja, eins og Hawai.

Uppgötanir hans áttu mikinn þátt í því að flekakenningin hlaut almenna viðurkenningu. Hann kynnti kenningar sínar í grein sem hann gaf út árið 1965 og í þeirri grein birti hann landrekskenninguna í heilsteyptri mynd. Þar fékk heimurinn í fyrsta skipti að líta á hreyfingu flekanna um jarðarkringluna



Mynd 1. Uppkast að korti Wilsons frá 1965 af hreyfingu flekanna um jarðarkringluna. Copyright Macmillan Magazines Ltd

(mynd.1). Það var svo árið 1966 sem Wilson gaf út grein um hringrás úthafsskorpunnar og í daglegu tali nefnist hún Wilson hringrásin.

Í köflunum hér á eftir er Wilson hringrásinni lýst og mynd fjögur sýnir ferlið myndrænt.

### Stöðugt meginland

Upphaf hringrásarinnar er jarðfærðilega stöðugur meginlandsskjöldur umkringdur úthafsskorpu. Meginlandið hefur veðrast og rofist á milljónum ára. Yfirborðið er hulið þroskuðum kvars sandsteini og allur leir hefur fokið eða þvegist af meginlandinu í sjóinn. Það

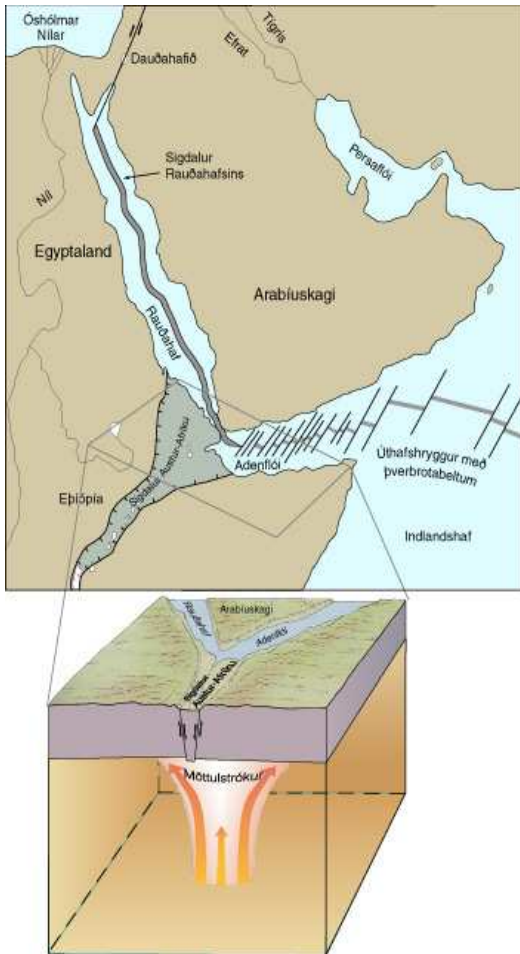
ríkir fullkomið jafnvægi og ekkert gerist, engir jarðskjálftar og engin eldvirkni. Meginlandið liggur nokkur metrum fyrir ofan sjávarmál en sekkur ekki vegna þess að það er eðlisléttara en úthafsskorpan.

### Virkt meginland

Upp úr heitum möttlinum er strókur af fljótandi möttulefnum sem rísa upp undir yfirborðið og myndar þar heitan reit. Heitu möttulefni hita upp meginlandsskorpuna sem þenst út. Basískt gosberg brýst upp á yfirborðið og hraunlög hlaðast upp og mynda hásléttu. Við togið gliðnar jarðskorpun í sundur, hún fellur niður um siggengis sprungur og myndar myndar sigdal. Landrekið byrjar oft sem þriggja arma sigdalur sem nefnast þrískil. Slík skil eru vel þekkt í Rauðahafinu. Í þriggja arma sigdölum eru aðeins tveir armar sem halda áfram að toga í sundur jarðskorpuna á meðan þriðji armurinn hættir allri virkni. Óvirki armurinn hefur þá myndað sigdal (mynd 2.). Sigdalurinn fyllist fljótt af molabergsseti sem myndast við hrun niður óstöðugar hlíðar sigdalsins. Basísk eldfjöll hlaðast upp í dalnum og togið veldur því að basísk kvika frá möttlinum þrýstist upp um siggengi og myndar ganga, sillur og þunnfljótandi hraun. Stundum geta myndast stöðuvötn í sigdölum og Þingvallavatn er dæmi um stöðuvatn í sigdal.

### Myndun hafs

Heitir reitir geta haldið áfram að vera virkir um tíma en deyja svo út. Stundum geta raðir heitra reita sameinast og myndað fráreksbelti. Eftir því sem rekið ágerist, víkkar sigdalurinn og botninn sígur niður. Þetta leiðir til þess að sjór byrjar að flæða inn. Í fyrstu er sjávarstreymi lítið og myndar grunnsævi. Uppgufunin getur verið meiri en nemur innstreymi. Þá myndast uppgufunar set eins og halít og gifs ofan á molaberssetinu. Við frekara rek klofnar meginlandið í sundur og þröngt innhaf myndast á milli tveggja nýrra meginlanda. Nýju meginlöndin færast frá hvort öðru og milli þeirra er fráreksbelti þar sem þau



Mynd 2. Á efri myndinni sést þriggja arma sigdalur sem myndast hefur við gliðnun jarðskorpunnar. Virku armarnir eru Rauðahafið og Adenflói þar sem nýtt úthaf er að myndast. Þriðji armurinn er Afríski sigdalurinn sem gæti verið að mynda nýtt úthaf eða orðið óvirki sigdagur. Neðri myndin sýnir möttulstrók undir þrískilunum.

gliðnuðu í sundur. Í fráreksbeltinu streymir upp basísk eða útbasísk kvika og vegna þess hve há eðslisþyngd nýju jarðskorpunnar er “flýtur” hún um 5 km fyrir neðan sjávarmáli.

Upprunalegu meginlöndin færast frá hvort öðru og í kjölfar nýrrar kviku sem kemur stöðugt upp frá möttlinum. Á innan við milljón árum geta meginlöndin færst þúsundir kílómetra frá hvort öðru. Þau skipta sér í tvennt og framvegis verður fjallað um eystra og vestra meginlandið. Köld jarðskorpa er þyngri en heit skorpa og eftir því sem hún færist fjær fráreksbeltinu, kólnar hún og sekkur. Í fyrstu mjög hratt en hægist á með tímanum. Það tekur um 5 – 10 milljónir ára fyrir jarðskorpu sem var þrjá til fimm kílómetra yfir sjávarmáli að

sökkva undir grunnan sjó. Áætlað er það taki um 110 milljónir ára fyrir skorpu að kólna fullkomlega og er hún þá um 14 km undir sjávarmáli.

### Eyðing hafs – myndun eyjaboga

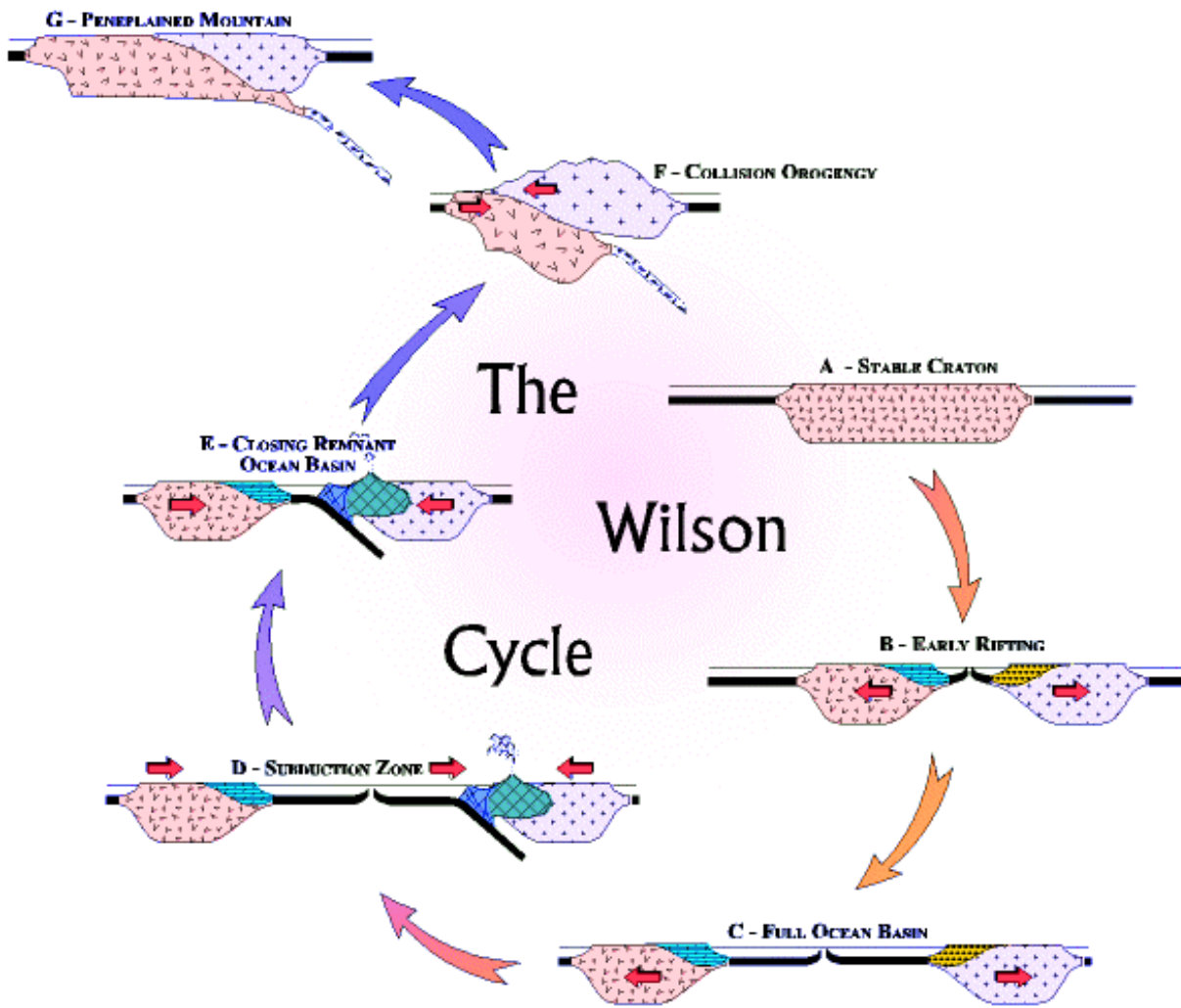
Myndun nýrrar úthafsbotnsskorpu getur tekið um 10 til 100 milljón ár. Á einhverjum tímapunkti, hættir rekið og meginlöndin byrja að færast nær hvort öðru. Þar sem tveir flekar rekast saman nefnist samreksbelti. Eldri og þyngri úthafsskorpan sekkur inn undir yngri úthafsskorpu.

Djúpáll markar skil á milli, þar sem úthafsskorpanar mætast. Setlög sem liggja ofan á úthafsskorpunni skrapast af henni um leið og hún smýgur skáhallt undir úthafsskorpu sem hún ýtir á. Setið safnast saman við djúpálana þar sem það getur ummyndast og myndbreyst. Eitthvað af setlögnum nær að sökkva með úthafsskorpu niður í möttulinn. Þar sem setlögin og skorpan innihalda vatn bráðna þau ofarlega í möttlinum og mynda kviku. Við bráðnunina myndast ísúr og súr kvika sem er eðlisléttari en basaltið sem myndaðist í fráreksbeltinu. Bergkvikan brýst upp í gegnum úthafsskorpu fyrir ofan hana og myndar röð eldfjallaeyja sem nefnast eyjabogar (sjá mynd 3). Við eyðingu úthafsskorunnar inn undir eyjabogann, kemur að því að eyjaboginn rekst á vestra meginlandið. Samreksbeltið virkar eins og rampur og eyjaboginn gengur upp jaðar vestra meginlandsins og myndar fellingafjöll.

Virgni samreksbeltisins hættir og fellingafjöllin rofna niður.



Mynd 3. Úthafsskorpa gengur inn undir úthafsskorpu og eyjabogi myndast



<http://geollab.jmu.edu/Fichter/Wilson/wilsonciocl.html>

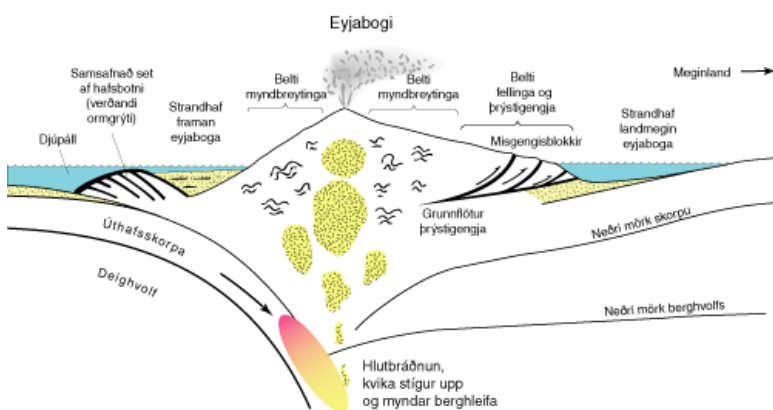
Mynd 4. Wilson hringrásin í 7 stigum frá A – G. **A)** Hringrásin hefst á stöðugu meginlandi. Heit möttulefni þrýstast upp undir meginlandsskjöldinn, hitar hann og þrýstir skorpunni upp. Skorpan þynnist og gliðnar í sundur og að lokum skiptist meginlandið í tvennt. Fráreksbelti hefur myndast með myndun úthafsskorpu. **B)** Eitt meginland hefur skipst í tvennt, eystra og vestra. Haf hefur myndast á milli þeirra. Þetta stig er sambærilegt við Rauða hafið í dag. **C)** Hafið breiðkar allt að mörg hundruð kílómetra og þetta stig er sambærilegt Atlandshafinu í dag. Eins lengi og rekið heldur áfram breiðkar úthafið. **D)** Lokunarferlið hefst með myndun samreksbeltis. Samreksbeltið getur myndast hvar sem er á úthafsskorpunni og í hvaða átt sem er. Á þessari mynd sem einfaldasta útgáfan og samreksbeltið er sýnt við jaðar eysta meginlandsins. Myndun eyjaboga er sleppt á þessari mynd sem myndast þegar tvær úthafsskorpur mætast. Úthafsskorpan sekkur niður í möttulinn og eyðist. Niðri í möttlinum myndast kvika vegna bráðnunar úthafsskorunnar. Þetta veldur landrasi við brún meginlandsskorunnar og myndun eldvirkra fjallgarða eins og Andesfjalla í Suður-Ameríku. **E)** Mest öll úthafsskorpan hefur eyðst og meginlöndin eru við það að rekast á hvort annað. Miðjarðarhafið er sambærilegt þessu stigi. **F)** Meginlöndin rekast saman og mynda eitt meginland á ný. Öll úthafsskorpan hefur sokkið niður í möttul. Samreksbelti virkar eins og rampur og annað meginlandið rennur upp hitt meginlandið. Mikil fellingafjöll myndast á þessu stigi. Þetta stig er sambærilegt við Himalajafjöll í dag. **G)** Hringrásinni lýkur í stigi F þar sem öll úthafsskorpan er eydd. Til að meginlandið geti gliðnar aftur í sundur þurfa fellingfjöllin að rofna niður að sjávarmáli. Þá er meginlandsskorpan nægilega þunn til að gliðna í sundur.



## Eyðing hafs við meginland

Þar sem meginlandsskorpa er eðlisléttari en úthafsskorpan sekkur hún ekki niður í möttulinn. Þess vegna byrjar úthafsskorpan að sökkva niður í möttul og gengur þá skáhallt inn undir eystra meginlandið. Við það myndast annars konar samreksbelti þar sem úthafsskorpa sekkur inn undir meginlandsskorpu. Úthafsskorpan sekkur niður í möttulinn. Þegar úthafsskorpan hitnar afvatnast hún og vökvinn sem losnar veldur bráðnum á möttulefnum. Kvikan sem myndast er eðlisléttari en möttulefnin og rís upp á yfirborðið. Kvikan brýst upp á yfirborði í formi eldgosa og myndar röð af eldfjöllum sem lyfta meginlandsskorpunni. Við það myndast fjallgarður. Sú kvika sem ekki nær upp á yfirborði kólnar í skorpunni og myndar berghleifa.

Við upphleðslu fjallagarðanna þrýstist landið niður eins og skip sem þrýstist niður í hafið þegar það er hlaðið. Áhrif þess gætir á skorpuna í kringum fellingafjöllin sem lendir undir sjávarmáli. Sjór flæðir inn á meginlandið og myndar strandhaf landmegin eftir endilöngum fjallgarðinum. Hafið grynnskar því næst eftir því sem setmyndun eykst og vegna landlyftingar við rofnun fellingafjallanna. Að lokum þornar það upp. (sjá mynd 5.)



**Mynd 5.** Myndin sýnir myndun fellingafjalla þar sem úthafsfleki skriður undir meginlandsskorpu. Hlutbráðnun veldur því að ísúr og súr kvika stígur upp og myndar berghleifa og veldur jafnvel eldgosum. Strandhaf myndast landmegin vegna þunga fellingafjallanna.

## Árekstur meginlanda

Það kemur að því að öll úthafsskorpan eyðist og meginlöndin rekast þá saman. Meginlandsskorpan er of eðlislétt til að sökkva niður í möttul og þess vegna krumpast setlög meginlandanna saman. Krafturinn við áreksturinn veldur því að jarðskorpan þykkar vegna aflögunar þeirra. Á milli meginlandanna klessist saman djúpsjávarrennan og síðustu landgrunnsbútarnir. Setlögin leggjast í fellingar, jarðskorpan þykkar og myndbreyting á sér stað í rótum fellingafjalla vegna þrýstings frá jarðlögum. Við árekstur meginlandanna myndast nýr fjallgarður framan við þann eldri sem myndaðist við árekstur eyjabogans og vestra meginlandsins. Eldri fjallgarðurinn myndar hásléttu að baki nýja fjallgarðsins.

Sú staðreynd að úthafsskorpa eyðist, þýðir það að hún getur ekki lifað lengi í jarðsögunni. Elsta úthafsskorpan á jörðinni í dag er um 200 milljón ára gömul í samanburði við að jörðin er 4.6 milljarða ára gömul. Hins vegar eyðist meginlandsskorpan nær ekkert vegna þess að hún er eðlisléttari og sekkur þess vegna ekki niður í möttulinn. Margir hlutar meginlandsskorpunnar eru þriggja til fjöggra milljarða ára gamlir. Á móti kemur að veðrun og rof mylja hana niður. Meginlöndin stækka örlítið við hverja hringrás vegna myndunar eðlisléttari kviku á samreksbeltum.

Nú er Wilson hringrásinni lokið og í seinni hluta riðgerðarinnar verður fjallað um myndun risameginlanda. Jarðvísindamenn þekkja myndun tveggja stórra risameginlanda og talið er að fleiri risameginlönd hafi myndast í jarðsögunni. Á mynd sjö sést yfirlit yfir tímabil jarðsögunnar.

## Fyrsta risameginlandið

Fyrsta stóra risameginlandið sem vitað er um er Rodina. Þessi risaheimsálfa er talin hafa myndast á Forkambríum tímabili fyrir 1100 milljón árum síðan þegar Atlanica og Neno rákust saman. Risaheimsálfan byrjaði að

## Myndun Pangaeu



Mynd 6 Risameginlandið Rodina byrjaði að brotna upp fyrir 800 milljón árum síðan. Lituðu svæðin tákna hvar Rodina brotnaði upp í kringum Laurentíu.

brotna upp fyrir 800 – 700 milljón árum síðan og þá hófst ný Wilson hringrás (mynd 6). Á milli meginlandanna myndast ný úthöf sem stækka þangað til að samreksbelti myndast og meginlöndin færst saman á ný.

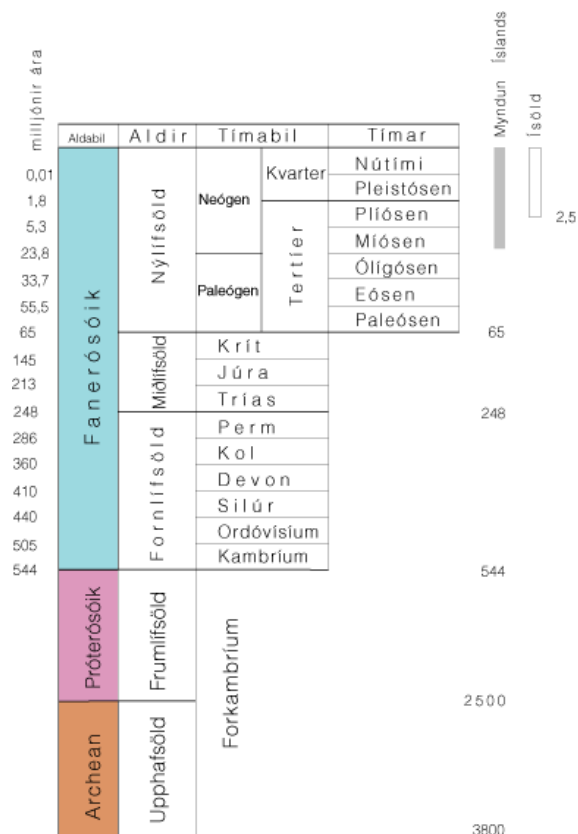
## Staða meginlandanna fyrir myndun Pangaeu

Seint á Forkamríum tímabili myndaðist stórt meginland sem nefnist Gondvana. Meginlandið náði frá miðbaug að suðurskautinu og lá þar sem Suður-Kyrrahaf er nú.

Hinum megin á hnettinum sat lítið meginland, Laurentía, sem stækkaði og varð að Norður Ameríku. Austan við Laurentíu nálægt miðbaug var annað lítið meginland, Baltíka, sem nú er meginhlutinn af N-Evrópu. Eyjabogi lá á samreksbelti sem lá norðan Laurentíu og sunnan við Baltíku og Gondvana.

Talið er að síðasta risameginlandið hafi myndast fyrir 250 milljón árum síðan og er það Pangaea. Myndun Pangaeu náði yfir langt tímabil eða frá því að líf byrjaði að þróast og þar til að risaeðlurnar komu til sögunnar. Fyrsti hlutinn í myndun Pangaeu hófst fyrir um 500 milljón árum síðan á Ordóvísíum tímabilinum. Þá varð árekstur þegar eyjabogi klesstist upp á Laurentíu. Við það mynduðust Taconi fellingafjöllin og voru þau fyrsti hlutinn í myndun Appalachian fellingafjallakeðjunni. Í lok Ordóvísíum lauk myndun fellingafjallanna og þau byrjuðu að rofna niður.

Næsti árekstur átti sér stað á mið Silúr, þá myndaðist Acadian og Kaledónsku fellingarnar. Lítið meginlandsfleki, Avalonia hafði brotnað af Gondvana á Ordóvísíum og var nú hluti af Baltíku. Meginlöndin Baltíka



Mynd 7. Jarðsögunni er skipt í aldir, tímabil og tíma. Myndun Pangaeu hefst á Forkambríum og lýkur á Perm tímabilinu

og Laurentía felldust inn í hvort annað og eyddu Japutus hafinu (forvera Atlandshafsin) sem var á milli þeirra. Við áreksturinn myndaðist Acadian fellingin sem í dag er á norðausturströnd Norður – Ameríku og á Grænlandi. Felling heldur áfram í Evrópu og nefnist hún Kaledóníska fellingin. Hún er í Noregi, Skotlandi og Norðvestur – Írlandi.

Á meðan færðist Gondwana yfir suður pólinn og norður upp þar sem nú er Suður-Atlandshafið. Súpermeginlandið Gondwana var gríðarlega stórt meginland og náði yfir helming alls landmassa á þeim tíma. Meginlandið innihélt þá alla Afríku, Suður Ameríku, Indland, Suðurheimsskautið, Ástralíu og Nýja Sjáland, að viðbættum nokkrum hlutum sem eru í dag fastir við önnur meginlönd. Meðfram norður ströndinni var sökkbelti, fyrir framan það var eyjabogi þar sem nokkrar stórar eyjar mynduðust. Í dag mynda þessar eyjar Mið-Evrópu, Ítalíu, Balkanskaga, Tyrkland og líklega Miðausturlönd og Íran.

Gondvana meginlandið færðist norður í átt að Laurasiu. Á Kolatímabilinu rákust flekarnir

saman og mynduðu Hers fellinguna. Við það lokaðist vestanvert Tetys haf en austurhlutinn varð að stórum flóa sem víkkaði frá Íberíuskaga til austurs. Fellingin sem myndaðist þegar setlög meginlandanna kýttust saman mynduðu mikinn fjallgarð. Hann náði frá Appalachianfjöllum Norður-Ameríku og Atalfjöllum í Afríku norður eftir Íberíuskaga, Bretanskaga og um Belgíu til Herz í Þýskalandi (mynd 8.).



Mynd 9. Risameginlandið Pangaea. Hægt var að ganga þurrum fótum frá suðupóli til hárra norðlægra breiddar gráða



Mynd 8. Herz fellingin myndaðist við árekstur Gondwana og Laurasiu

## Lokahnykkurinn

Þegar Rodina liðaðist í sundur mynduðust ný höf og þar á meðal Úralhaf sem var á milli Baltíku og Síberu. Fyrstu merki um lokun Úralhafs eru Devon en þá myndaðist sökkbelti og úthafsskorpan fór að eyðast. Á Kolatímabilinu rennur meginlandið Baltíka niður í samreksbelti og Síberuskjöldurinn ýtir eyjabogum, sjávarbotni og meginlandsbrotum upp á Baltíska meginlandið. Áreksturinn gengur yfir á síðari hluta Kolatímabilsins og lýkur á byrjun Perm tímabilsins. Úralfellingin verður til við þennan árekstur.

Þegar Pangea, sem merkir öll lönd var full mótuð, var nær allur landmassi jarðar samankominn í einu risameginlandi (mynd 9.). Hafið umhverfis risameginlandið var risahafið

Panthalassa sem merkir öll höf. Þar voru þó ekki öll höf jarðar saman komin því meginlöndin umluku stórt innhaf, Tetyshaf. Þar var vagga lífs á tímum risaæðla og á þeim tíma þróuðust fyrstu spendýrin.

## Hringrás er stöðugt ferli.

Landrekið heldur stöðugt áfram, Norður-Ameríka fjarlægist Evrópu á meðan Ástralía nálgast Asíu. Í framtíðinni munu meginlöndin sameinst á ný í risameginlandi. Ný fellingafjöll verða til við árekstur og ný höf myndast við uppbot risameginlandanna. Landrek er hægfara ferli og erfitt er mæla rekhræða þar sem engan viðmiðunarpunktur er til staðar. Tilraunir voru gerðar á Íslandi á 4. áratugnum af Þjóðverjum og reistu þeir flókið net súlna til að mæla rekhræðann. Í síðari heimsstyrjöldinni taldi Breski herinn súlurnar vera í hernaðalegum tilgangi og eyðilagði þær (Ólafur Ingólfsson. 2006). Ein súla stendur þó eftir á Arnarnesi í Garðabæ. Það var ekki fyrr en gervihnattar staðsetningarkerfið GPS kom til sögunnar að unnt var að mæla raunverulegan rekhræða. Á Íslandi rekur Norður-Ameríkuflekin 2 cm á ári frá Evrasíu flekanum. Það telst vera lítill rekhræði en mesti rekhræði sem mælst hefur er í Kyrrhafinu um 17 cm á ári. Það er krafturinn í iðrum jarðar sem knýr áfram landrekið og meðan sá kraftur er til staðar mun landrekið halda áfram um ókomna tíð.

## Heimildaskrá

<http://www.hi.is/~oi/Nemendaritgerdir/Kristbjorg%20-%20Rodina%20risaheimsalfa.pdf> (skoðuð 18. nóv 2006)

<http://www.hi.is/~oi/Nemendaritgerdir/Caledoniska%20fellingafjallamyndunin.pdf> (skoðuð 18. nóv 2006)

<http://www.hi.is/~oi/Nemendaritgerdir/Ingi%20Thor%20-%20Myndun%20Uralfjalla.pdf> (skoðuð 18. nóv 2006)

<http://www.hi.is/~oi/Nemendaritgerdir/Pangea%20-%20myndun,throun%20og%20uppbot.pdf> (skoðuð 18. nóv 2006)

<http://www.calstatela.edu/faculty/acolvil/plates.html> (skoðuð 18. nóv 2006)

<http://www.ismennt.is/not/gk/jfr/ordskyr/index.html> (skoðuð 18. nóv 2006)

Davies, Geoffrey F, *Dynamic Earth – plate, plumes and mantle convection*. United Kingdom, Cambridge university press. bls 38

Donald L. Blanchard  
<http://webspinners.com/dlblanc/tectonic/pangea.php>  
(Skoðuð 20. nóv 2006)

Lynn S. Fichter,  
<http://csmres.jmu.edu/geollab/fichter/Wilson/Wilson.html> (skoðuð 18. nóv 2006)

Ólafur Ingólfsson. Munnleg heimild í jarðsögotíma í september 2006.

Stanley, *Earth System History*, kafla 12, 13, 14, 15, 16

James F. Luhr, *Jörðin*, Reykjavík 2005, Jpv útgáfa, bls 108 – 110, 140 – 144.

Nikishin A. M., Hain V. E. and Lobkovsky L. I. (1992) Scheme of global evolution of the Earth. *Dokladi Rossiyskoi Akademii Nauk, Fizika Zemli* 323, 519-522 (in Russian).

Myndi 1  
Davies, Geoffrey F, *Dynamic Earth – plate, plumes and mantle convection*. United Kingdom, Cambridge university press. bls 38

Mynd 2, 3, 6, 7.  
<http://www.ismennt.is/not/gk/jfr/ordskyr/index.html> (skoðuð 18. nóv 2006)

Mynd 4  
<http://csmres.jmu.edu/geollab/fichter/Wilson/wilsoncirc1.html> (skoðuð 28. nóv 2006)

Mynd 3  
<http://www.hi.is/~oi/Nemendaritgerdir/Kristbjorg%20-%20Rodina%20risaheimsalfa.pdf> (skoðuð 18. nóv 2006)

Mynd 5  
<http://www.scotese.com> (skoðuð 18. nóv 2006)