

## Kort om Islands geologi och lite om geodetiska referenssystem

Torsten Allvar

2017-11-22

På Internet finns mycket att läsa om Islands geologi och om vulkaner. Det är ett ämne som intresserar och som bl.a. tas upp i många reseberättelser. Det mesta som är känt enligt dagens kunskapsnivå finns på nätet, men tyvärr även en hel del felaktiga beskrivningar. Detta är ett försök att reda ut några begrepp efter egen bästa förmåga avsett för internt bruk inom föreningen. Jag har inte varit strikt med referenser som jag borde. Jag hoppas jag inte för in några nya feltolkningar. Underlag är hämtat från Erik Sturkell Islands geologi från Tertiär till recent <https://notendur.hi.is/oi/Iceland%20excursion/Islands%20geologi.pdf> och Plate boundaries, rifts and transforms in Iceland Páll Einarsson *Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Sturlugata 7, 101 Reykjavík, Iceland* [palli@hi.is](mailto:palli@hi.is).

En reflexion är att geologin är beroende av geodesin, och vice versa, och att detta även borde gälla i Sverige. En annan är hur en äldre förklaring till Tingvallasprickan nu har reviderats men att felaktiga uppgifter finns kvar på internet som i wikipedia, i resebrochyrer m.fl. För kartläggning och uppbyggnad av ett nationellt cadastersystem på Island är frågan hur man tänker sig att hantera koordinater.

Först tre begrepp:

### 1. Om mittatlantiska ryggen

Den mittatlantiska ryggen sträcker sig genom hela Atlanten, över Island, och utgör en gräns mellan de nordamerikanska och euroasiska kontinentplattorna. Den började öppna sig söderifrån för 55 miljoner år sedan. Eftersom dessa glider ifrån varandra vidgas Atlanten. Längs denna rygg förekommer en hel del vulkanism. Spridningen sker relativt långsamt jämfört med andra sådana sprickor, på Island har uppmätts 19 mm per år.

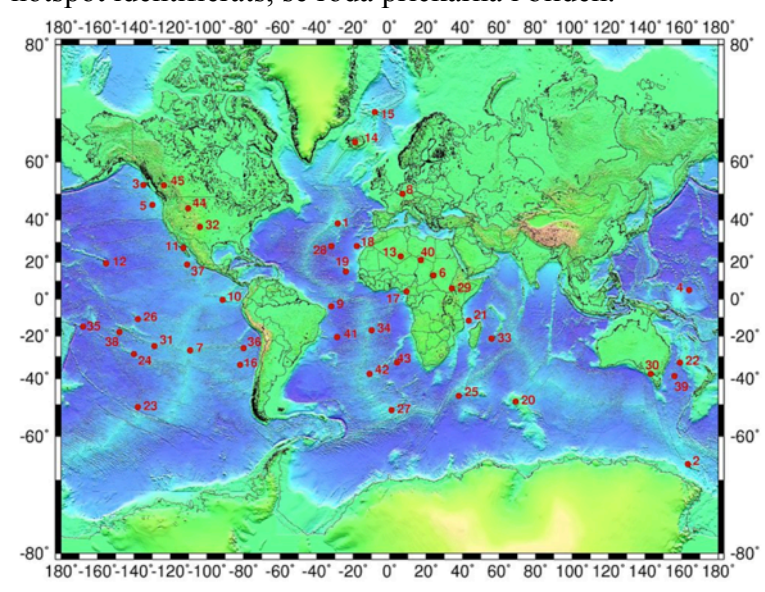
De två plattorna behöver divergera inte rätvinkligt ut från varandra och det finns även en rotation mellan dem. För att komplicera det ytterligare kan även finnas s.k. microplattor, dvs små segment av internt stabila block som ligger och rör sig och roterar mellan kontinentalblocken.



Vulkanismen gör att det i kontinentsprickan förs på mer material ovanpå markytan (havsbottnen) liksom åt sidorna in i horisontella lagerföljder i den ytliga berggrunden. Man får då en isostatisk effekt så att området vid mittryggen när det blir tyngre av vulkanismen även sjunker ner i magman. Lavalager som först avsatts horisontellt eller lutade ut från mittryggen kommer då att luta in mot ryggen. Spår av detta såg vi på bussresan. Noteras kan rent allmänt att en vulkan som växer uppåt till ett berg även växer neråt p.g.a. isostasieffekt.

## 2. Om hotspot

Island berörs av en s.k. hotspot. Detta är ett relativt litet koncentrerat område där temperaturen är förhöjd i jordskorpan genom uppströmning av het magma. På jordklotet har 40-50 sådana hotspot identifierats, se röda prickarna i bilden.



Hotspots kopplas till vulkanisk aktivitet. De ligger stilla, medan kontinentplattorna rör sig ovanpå. Detta syns för oss ovan jord som att de sakta flyttar sig över kontinenterna.

## 3. Om vulkaner

En typ av vulkaner är de som har en central kanal i mitten varur lava och gaser strömmar ut. En annan typ är där vulkanismen sker i en längre tektonisk spricka. Även centralvulkaner har ett spricksystem i riktning kopplat till spänningar i berggrunden och där det sker förkastningar och magmatransporter.

Under vulkanen finns en magmakammare eller ett nät av öppna gångar i vilken smält magma rör sig och hämtas upp från djupare lager. Den varma magman kan även smälta äldre berg i vulkanens övre delar. Sker detta så ändras även magmans kemiska sammansättning.

För att se ifall ett utbrott är förestående kan man mäta nivåförändringar i markytan- dvs. om magmakammaren fylls på, jordbävningar, temperatur i och kring vulkanmynningen och den kemiska sammansättningen i vattendrag som rinner ner för vulkansidorna.

Ett vanligt förlopp är att vulkanutbrottet inleds med en mer våldsamt fas då vulkanen luftar ut sig gaser ur en övre magmakammare tillsammans med tuff etc. En rökplym kan då nå 10 km höjd och innehålla fibrer av vulkaniskt glas som är farligt för jetmotorer. Större stenar ramlar ner i kratern igen medan mindre partiklar rullar ner längs vulkansidorna eller sprids med vinden. Sådant material är mer surt (innehåller högre halt av  $\text{SiO}_2$ ). Tuffstenar innehåller gaser när de sprutas ut, avger gaserna när de svalnar och blir som resultat porösa stenar, jfr

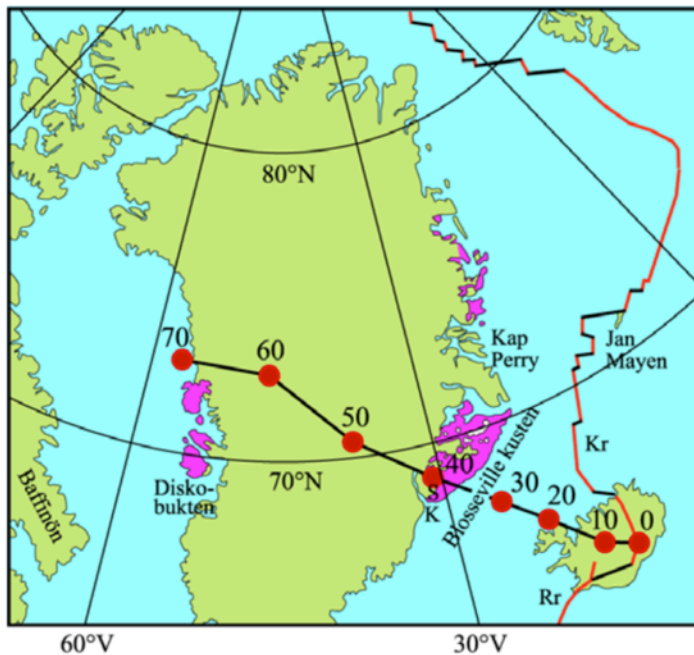
pimpsten, med många småhål i. Lava som rinner ut i detta skede är mer surt och rinner dåligt, ger en blocklik terräng i sluttningar från vulkanen. Materialet har namnet tefra.

I ett senare skede, då de översta magmakamrarna tömts och utbrottet fortsätter kan detta ske genom att mer basisk lava (lägre halt av  $\text{SiO}_2$ ) tränger ut i gångar i berggrunden runt vulkanen (diabasgångar). En del kan tränga ut som sidokrattar till vulkanen och ge utflöden på marken av basisk lava som rinner snabbt och kan sprida sig fort över stora ytor.

### Om vulkaner, plattor och hotspots på Island

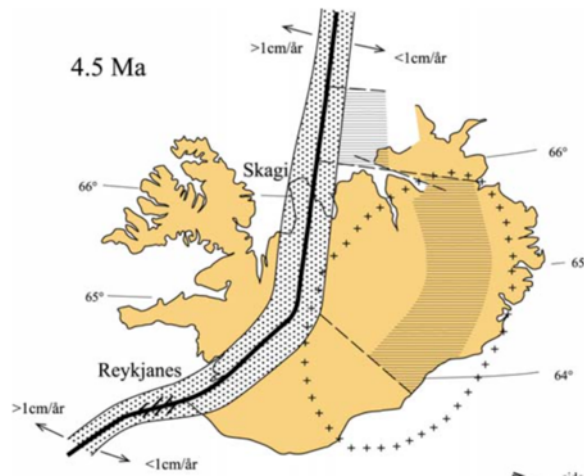
Med detta som underlag kan vi titta på hur vulkanismen och plattrörelser fungerar på Island. Den mittatlantiska ryggen började bli aktiv för ca 55 milj. år sedan. Att det blev en ö – Island – antar några bero av att det även fanns en hotspot i närheten av ön. Mätningar visar på förflyttningen mellan plattorna på mellan 1,8 till 2,2 cm per år, beroende av var man mäter. Dessutom sker en viss rotation mellan de två kontinentplattorna.

Man ser spår av Islands hotspot för 70 milj år sedan då den låg väster om Grönland norr om en bukt kallad Diskobukten. Där skedde då intensiv vulkanism. Detta var 15 milj. år innan mittatlantiska ryggen. Kontinentaldriften gjorde att hotspotten flyttades österut in under Grönlands is. Den dök upp igen vid Grönlands ostkust för 40 milj. år sen och spoten fortsatte förflytta sig (skenbart) närmare Island och kom fram till den västra delen av Island för 20 milj. år sedan.



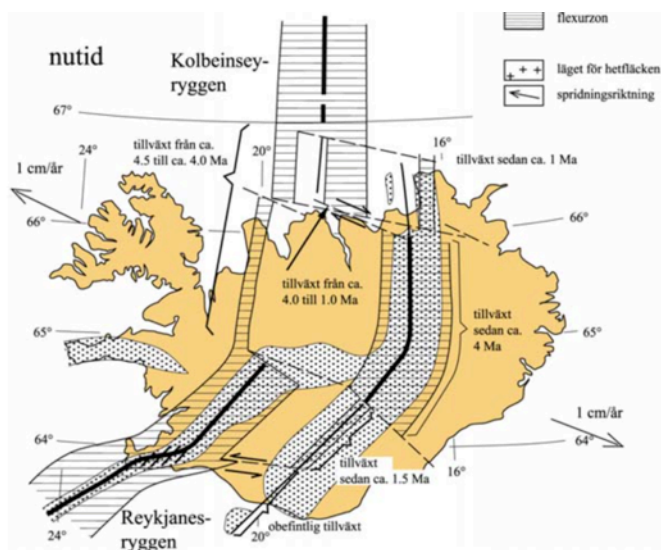
Samtidigt som mittatlantiska ryggen sträckte sig från Reykjanes och vidare norrut mot Jan Mayen fanns alltså en hotspot på dess västra sida. Detta ledde till vulkaner med centralkrater väster om mittatlantiska ryggen. Snöfellsjökull är en sådan i väster, den som Julius Verne lät sin expedition nyttja i boken En resa till jordens medelpunkt. Hotspoten fortsatte sin väg över Island i stort sett i rak östlig riktning med vulkaner som Prestahnúkur m.fl. Över mitten av Island från väst till öst syns spår av vulkanism i ett band av centralvulkaner. Söder om detta område ligger Tingvalla med den turistiska sprickan i väst-östlig riktning. Förklaringen till sprickan i Tingvalla verkar mycket mer komplex än att det är där som gränsen går mellan de

två kontinentalsocklarna såsom det står i många guideböcker. När hotspoten och mittatlantiska ryggen sammanföll kan man förmoda att förutsättningarna för vulkanism var extra stora. En sådan plats är Hengill, där sedan Game of Thrones spelades in.



Bilden ovan från Erik Sturkell visar hur plattgränsen kan ha sett ut när hotspoten fortfarande låg under Grönlands is.

När sedan hotspoten fortsatte österut så kan man se det som att mittryggen ville följa med hotspoten österut. Detta har nu skett så att den mittatlantiska ryggen när den kommit in på Island vid Reykjaneshalvön gör en förflyttning i sidled åt öster. Nu är denna sidförflyttning ca 10 mil. Sen fortsätter ryggen i detta läge norrut, för att i norra delen av Island återigen förflyttas tillbaka västerut. Om förskjutningen mellan den amerikanska och euroasiska plattan är 1,9 cm per år så sker detta nu i huvudsak i området vid hotspoten och under Vatnajökull. Här har vi nu den mest aktiva vulkanismen.

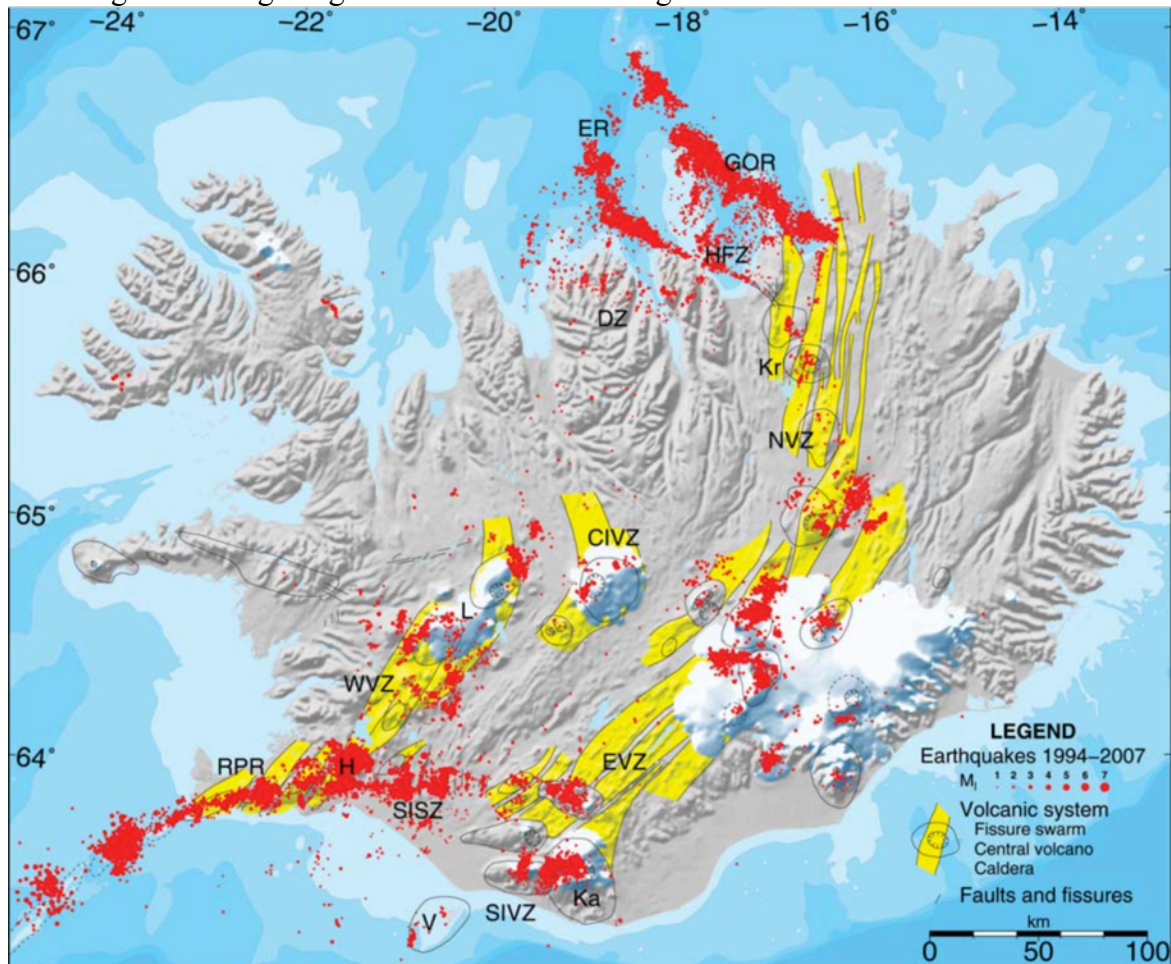


Den mittatlantiska sprickan i berggrunden vid Reykjanes flyttar sig alltså genom en förskjutning i 90 graders riktning 10 mil österut. Detta ger naturligtvis stora spänningar vilket leder till att Reykjaneshalvön är Islands mest seismiskt aktiva område. Detta borde kunna ses som att det orsakat spänningar när mittatlantiska ryggen ”följde med” hotspoten österut. Samtidigt får vi komma ihåg att det har skett snabb nererodering av de vulkaner som har byggts upp t.ex. på Reykjanes. Det finns bedömningar av att ca 1 km är nereroderat. På

Reykjanes finns flera varma källor. Man kan anta att dessa är i roten av gamla neroderade vulkaner.

Det vi nu kan föra in som underlag för beskrivningen är dels geologernas förklaringsmodeller, dels den faktiska geodetiska mätningen som nu har utförts av Islands land survey.

Underlaget för den geologiska tektoniska förklaringen finns i denna karta från Erik Sturkell.

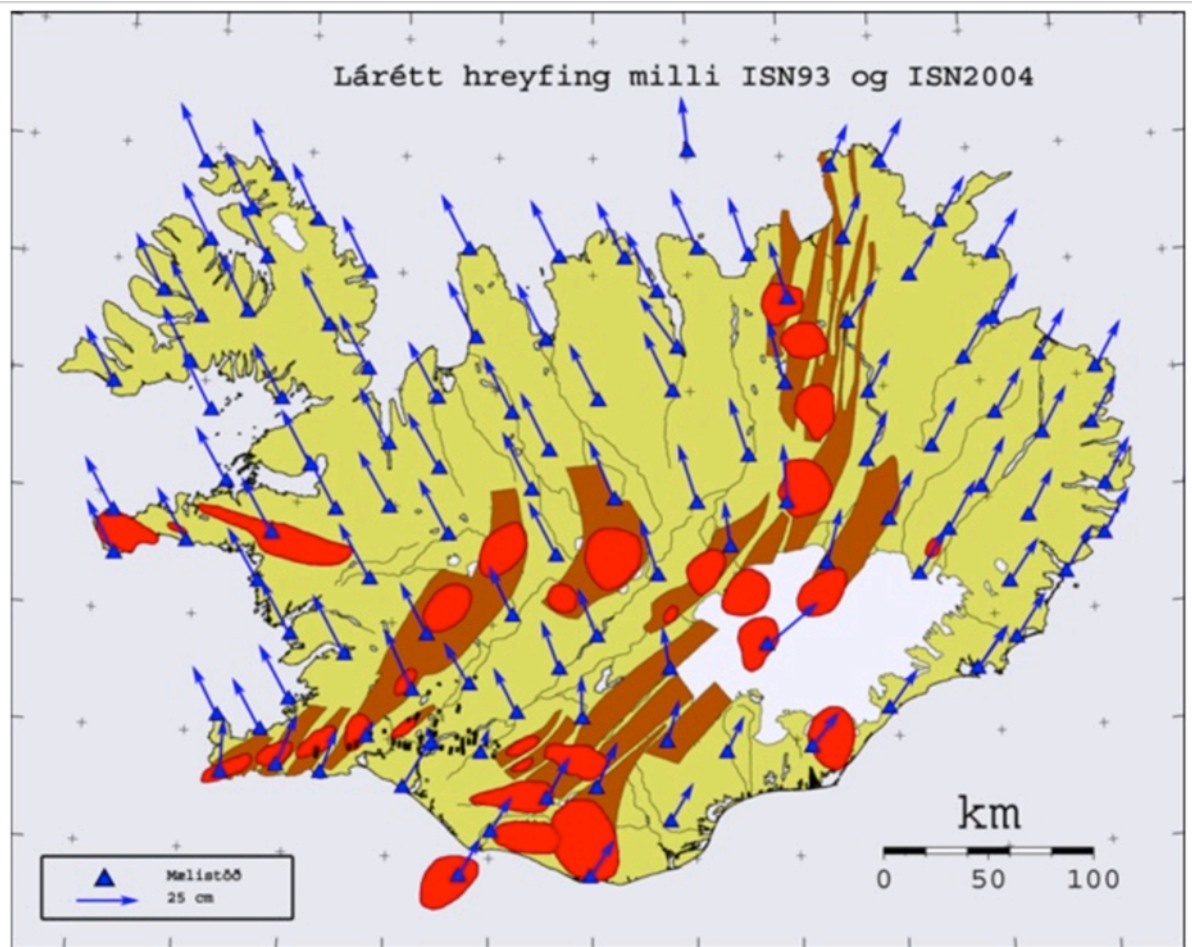


De röda områdena är där jordbävningar har skett 1994-2007.

Gula områden är där vulkaniska system finns. Områdena har namnsatts RPR, WYZ osv.

Utifrån geologiska observationer och vissa mer sporadiska mätningar har modeller tagits fram över hur rörelserna mellan de två kontinentplattorna sker och har skett.

Våra lantmätarkollegor på National Land Survey har nu tagit fram ett geodetiskt referenssystem för Island som är bestämt i två mätkampanjer av ett referensnät ISNET93 kallade ISN93 och ISN2004. Följande karta visar avvikelserna som felvektorer mellan dessa två mätningar. Kartan är hämtad från National land surveys hemsida <http://www.lmi.is/en/isn-2004/>. Kartan visar tydligt att huvuddelen av rörelsen mellan de två kontinentplattorna genereras i den östra delen av riften.



Láréttar færslur mælistöðva í grunnstöðvaneti frá 1993 til 2004 í kerfi IGB00.

Geologerna har infört begreppet microplatta om ca 10x10 mil för ett område mellan SISZ, WVZ, CIVZ, och EVZ. Dvs. mellan den västra och östra grenen av kontinentsprickan. Denna microplatta kallas the Hreppar Microplate. Denna roterar och bidrar till jordbävningarna längst sin södra kant, sprickmönster och förkastningar längs ytterkanten. Den kan även ändras i höjdlid.

Geologer tror att Tingvallas spricka har bildats genom magma- och sprickrörelser i ett spricksystem kopplat till vulkanism i Hengill mer än till rörelser i kontinentplattorna. Det finns även uppgifter om att denna microplatta i historisk tid har sjunkit ett par meter i förhållande till omgivningen. Det är alltså inte rätt att säga att Tingvalla visar var gränsen idag går mellan de två kontinentplattorna.

Följande tabell hämtad från Páll Einarsson *Institute of Earth Sciences*, visar mätta rörelser mellan de geologiska zoner som visar i ”geologkartan”.

Table 1. Characteristics of plate boundary segments. – *Einkenni einstakra belta flekaskilanna.*

Plate Boundary Segment	Plates	Trend A (° Azim.)	Trend B (° Azim.)	Velocity (mm/a)
Reykjanes Peninsula Rift, RPR	NA-EU	70	35	19
Western Volcanic Zone, WVZ	NA-HR	30	30	1-5
South Iceland Seismic Zone, SISZ	HR-EU	90	0	14
Eastern Volcanic Zone, EVZ	HR-EU	43	43	14-18
Central Iceland Volcanic Zone, CIVZ	NA-HR	90	varied	1
Northern Volcanic Zone, NVZ	NA-EU	0	8	18
Grímsøy Oblique Rift, GOR	(TJ)-EU	310	350	(13)
Húsavík-Flatey Zone, HFZ	NA-(TJ)	300	305	(5)
Eyjafjarðaráll Rift, ER	NA-(TJ)	10	10	(5)

Plates: NA North America, EU Eurasia, HR Hreppar Microplate, (TJ) Tjörnes Microplate. Trend A: Overall trend of the zone. Trend B: Trend of principal structures

Första kolumnen visar de olika geologiska zonerna, nästa anger plattgränsen (NA=nordamerika, EU=euroasiska HR= Hreppar Microplate) de två efterföljande kolumnerna visar rotation, den sista visar mätt rörelse i mm per år.

Den aktiva kontinentalförskjutningen är alltså i den östra grenen av den mittatlantiska ryggen, det har skattats att ca 85% av de årliga 19 mm uppstår här. Förflyttningen mellan microplattan och amerikanska plattan (NA-HR) är 1 mm per år dvs 0,003 mm per dygn. Förflyttningen mellan kontinenterna sker genom att spänningar byggs upp, tills de utlöser jordskalv med åtföljande förflyttningen., alternativt tas rörelsen upp som töjningar i plattan. Genom sådana rörelser skapas förutsättningar för sprickvulkaner som Eldga och Lakigigar.

En fråga man kan ställa sig är vad som händer i en framtid när hotspoten fortsätter österut (relativt sett). Hur länge följer mittatlantiska ryggen med i hotspotens förflyttning. Om den inte gör det längre vad händer då? Kommer kontinentalförskjutningen att återgå till den gamla västra sträckningen norr om Reykjanes? Kommer det gamla vulkaniska området i västra Island att åter aktiveras?