



Strandlínubreytingar frá Vík og austur fyrir Hjörleifshöfða 1904 - 2011

Hildur Ágústsdóttir



**Jarðvísindadeild
Háskóli Íslands
2012**

Strandlínubreytingar frá Vík og austur fyrir Hjörleifshöfða 1904 - 2011

Hildur Ágústsdóttir

10 eininga ritgerð sem er hluti af
Baccalaureus Scientiarum gráðu í jarðfræði

Leiðbeinendur
Ingibjörg Jónsdóttir
Jón Olafsson

Jarðvísindadeild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Reykjavík, júní 2012

Strandlínubreytingar frá Vík og austur fyrir Hjörleifshöfða 1904 - 2011

10 eininga ritgerð sem er hluti af *Baccalaureus Scientiarum* gráðu í jarðfræði

Höfundarréttur © 2012 Hildur Ágústsdóttir
Öll réttindi áskilin

Jarðvísindadeild
Verkfræði- og náttúrvísindasvið
Askja, Sturlugötu 7

107 Reykjavík

Sími: 525 4000

Skráningarupplýsingar:
Hildur Ágústsdóttir, 2012, *Strandlínubreytingar frá Vík og austur fyrir Hjörleifshöfða 1904 - 2011*, BS ritgerð, jarðvísindsdeild, Háskóli Íslands, 36 bls.

Prentun: Litlaprent
Reykjavík, júní 2012

Yfirlýsing höfundar

Hér með lýsi ég því yfir að ritgerð þessi er samin af mér og að hún hefur hvorki að hluta né heild verið lögð fram áður til hærri prófgráðu

Hildur Ágústsdóttir
Kt. 181088-2309
Júní 2012

Ágrip

Ströndin frá Vík í Mýrdal og austur fyrir Hjörleifshöfða breytist hratt, enda bætist þar við mikið magn sets á nokkurra áratuga á fresti, þegar að Katla gýs. Eftir það taka hafrænu öflin við og færa efnið úr stað, en árlega færast milljónir rúmmetra af efni meðfram ströndinni. Til kanna hvernig strandlínan breyttist í kjölfar Kötlugossins 1918 og hvernig þróun hennar varð eftir það, til ársins 2011, var notast við gömul kort og loftmyndir frá því fyrir gosið 1918 og nokkrum sinnum eftir það. Eftir þeim var strandlína svæðisins kortlögð. Þá kom í ljós að eftir gosið færði hluti framburðarefnanna ströndina fram sunnan við Hjörleifshöfða og myndaði í fyrstu afmarkaðann útskagandi tanga. Fljóttlega eftir gosið tók hafið að vinna á tanganum og minnka hann. Efnið úr honum fluttist að mestu til vesturs þar sem það bættist smátt og smátt við ströndina sunnan við Vík og hún færðist út. Eftir nokkurn tíma haegði á útfærslu strandlínunnar og hún stöðvaðist að lokum. Þá tók við landeyðing sem enn á sér stað og í dag er strandlínan við Vík komin á svipaðan stað og hún var fyrir gosið 1918.

Abstract

The coastline from Vík í Mýrdal and east to Hjörleifshöfði changes very rapidly, as there are added large amount of sediment every few decades when the central volcano Katla erupts. Ocean waves and currents than carry and move millions of cubic meters of material along the coast annually. To evaluate how the coastline changed after the eruption in Katla in 1918 and how the coastline evolves thereafter, until 2011, old maps and aerial photographs were used from before the eruption in 1918 and several times thereafter. Based on these old maps and aerial photographs, the shoreline was mapped. It turned out that in the eruption, part of the material carried out by the jökulhlaups brought the coast south of Hjörleifshöfði forward and formed geographically specific spit that protruded outward into the ocean. Soon after the eruption the ocean began eroding this spit and it decreased quickly for few years. The material from the spit moved mostly to the west where it was added along the coast nearby Vík, so the coast moved out. After some time the implementation of the coast line slowed significantly and eventually stopped. Erosion began and is still ongoing and nowadays the coastline in Vík is back nearly at the same place as before the 1918 eruption in Katla.

Efnisyfirlit

Myndir	ix
Töflur	x
Þakkir.....	xi
1 Inngangur.....	1
2 Katla.....	3
2.1 Gossaga Kötlu.....	3
2.2 Hlaupin	4
2.3 Mýrdalssandur.....	7
2.4 Kötlugosið og hlaupið 1918	8
3 Strandrof og setflutningar	11
3.1 Botnlögun og Bruun reglan.....	11
3.2 Veðurfar og öldur.....	13
3.3 Strandstraumurinn.....	16
4 Gögn og aðferðir.....	17
4.1 Gögn	17
4.2 Aðferðir.....	17
5 Niðurstöður.....	23
5.1 Strandlínubreytingar	23
5.2 Veðurfarsbreytingar	25
5.3 Breytingar á botnhalla.....	27
6 Skekkjur	28
6.1 Skekkjur við vinnslu mynda	28
6.2 Skekkjur vegna sjávarfalla	30
7 Umræður og túlkun	31
Heimildaskrá	35

Myndir

Mynd 1. Yfirlitskort af svæðinu.....	2
Mynd 2. Vatnasvið Kötluöskju.....	4
Mynd 3. Rennsli Kötluhlaupa frá 17. öld.....	7
Mynd 4. Rennsli í Kötluhlaupinu 1918.....	9
Mynd 5. Bruun reglan.....	12
Mynd 6. Breyttur botnhalli.....	13
Mynd 7. Hlutfallsleg tíðni vindátta í Vík 1926-2012.....	13
Mynd 8. Vindarós og graf.....	14
Mynd 9. Strandstraumurinn við Ísland.....	16
Mynd 10. Kort frá 1904.....	18
Mynd 11. Sjókort frá 1926.....	19
Mynd 12. Loftmynd frá 1946.....	20
Mynd 13. Loftmynd frá 1986.....	20
Mynd 14. Loftmynd frá 2007 unnin úr loftmyndagagnagrunnинum.....	21
Mynd 15. Tvær hliðstæðar loftmyndir frá 1986.....	22
Mynd 16. Strandlínubreytingar 1904-2011 frá Vík og austur fyrir Hjörleifshöfða.....	23
Mynd 17. Strandlínubreytingar 1904-2011, vesturhluti.	24
Mynd 18. Strandlínubreytingar 1904-2011, austurhluti.	25
Mynd 19. Hlutfallsleg tíðni vindátta í Vík frá 1926-1946.....	26
Mynd 20. Hlutfallsleg tíðni vindátta 1937-2012.....	26
Mynd 21. Mismunandi botnhalli.....	27
Mynd 22. Skekkjur við Reynisfjall.....	29

Töflur

Tafla 1 Yfirlit yfir Kötlugos á sögulegum tíma.....	6
Tafla 2 Sjávarstaða þegar loftmyndirnar voru teknar.....	30

Pakkir

Ég vil byrja á því að þakka leiðbeinendum mínum, Ingibjörgu Jónsdóttur og Jóni Ólafssyni, fyrir góða leiðsögn og ráð við gerð þessa verkefnis.

Guðrúnu Larsen vil ég þakka fyrir gögn og góð ráð.

Trausta Jónssyni og Guðrúnu Þ. Gísladóttur hjá Veðurstofu Íslands, Hilmari Helgasyni hjá Sjómælingum Íslands og Gísla Viggósyni hjá Siglingastofnun vil ég þakka fyrir öflun nauðsynlegra gagna.

Heimi Ingimarssyni fyrir stuðning, mikla aðstoð og endalausa þolinmæði.

Söndru Rut Þorsteinsdóttur fyrir góða aðstoð.

Síðast en ekki síst vil ég þakka öllu því frábæra fólk sem ég hef kynnst í gegn um námið og hefur gert það ómetanlegt.

1 Inngangur

Mikið landbrot á sér stað við sandstrendur, enda eru þær á stöðugri hreyfingu. Nánast öll suðurströnd Íslands er sandströnd og er efnisframboð þar mikið, þar sem margar af stærstu jökulám landsins falla til sjávar sunnanlands. Lögun strandarinnar er að miklu leyti háð setflutningi sem knúinn er áfram af öldugangi, vindum og sjávarstraumum (Siglingastofnun, 2011; Fannar Gíslason, 2011). Strandbreytingar af þessu tagi hafa áhrif á byggð og mikið hefur verið rætt um þær breytingar sem orðið hafa á ströndinni við Vík í Mýrdal sem óðum fer minnkandi og veldur það íbúum kaupstaðarins miklum áhyggjum (Fjarhitun, 1994). Það eru tveir megin þættir sem hafa áhrif á strandbreytingu á svæðinu frá Vík og austur fyrir Hjörleifshöfða. Annars vegar eru það gosin í Kötlu og hlaupin sem þeim fylgja en þau flytja með sér mikið efni sem bætist við ströndina og færa hana fram. Hins vegar eru það hafrænu öflin sem síðan færa efnið úr stað (Gísli Viggóson, forstöðumaður Siglingastofnunar, munnleg heimild, 07.05.2012).

Tilgangurinn með þessu verkefni er að skoða strandlínubreytingar á Suðurströnd Íslands, nánar tiltekið frá ströndinni sunnan við Vík í Mýrdal og austur fyrir Hjörleifshöfða, á árunum 1904-2011 og kanna hvort Kötlugosið 1918 hafi haft áhrif á stöðu strandlínuna á þessu svæði. Þá eru stöður strandlínunnar frá því fyrir gosið 1918 og á nokkrum tímapunktum eftir það til ársins 2011 bornar saman. Þær breytingar sem eiga sér stað eru skoðaðar, hvers eðlis þær eru og á hvað löngum tíma. Þá verður fjallað sérstaklega um þau atriði sem skipta máli fyrir strandbreytingu á svæðinu, Kötlugos, Kötluhlaup og mismunandi rofvalda svo að dæmi séu tekin.

Mikilvægt er að átta sig á þeim langtíma áhrifum sem verða vegna stórhlaupa í kjölfar Kötlugosa og hve stóran þátt gosin, ásamt hafinu, eiga í landmótun á þessu svæði. Talið er að Víkursandur hafi myndast í Kötluhlaupum á 17. öld og er því einnig haldið fram að hann sé ekki varanleg jarðfræðileg myndun (Fjarhitun, 1994). Þess má geta að fram undir aldarmótin 1900 var engin byggð á Víkursandi heldur var byggðin töluvert ofar og smáam saman færðist hún neðar á sandinn samfara því að ströndin var að færast út við Vík. Það var svo ekki fyrr en 1990, þegar mikið landbrot var farið að verða að menn fóru að hafa áhyggjur af byggðarþróun í þorpinu (Fjarhitun, 1994). Mynd 1 sýnir yfirlitskort af svæðinu sem fjallað verður um í þessu verkefni.



Mynd 1. Yfirlitskort af svæðinu. Höfundur: Hildur Ágústsdóttir (*Landmælingar Íslands*).

2 Katla

Hér verður fjallað um þau atriði Kötlugosa sem skipta máli í sambandi við efnisflutning og strandbreytingu.

Gos undir jöklum eru hvergi algengari en á Íslandi. Það er vegna þess að talsverður hluti gosbeltanna sem liggja í gegnum landið, eru hulin jöklum. Eitt virkasta eldstöðvakerfi á Íslandi, Kötlukerfið, er hluti af eystra gosbeltinu og er að hluta hulið fjórða stærsta jöklum á Íslandi, Mýrdalsjökli (Guðrún Larsen, 2010). Heildarrúmmál íss í Mýrdalsjökli er um 130 km³ og flatarmál hans er um 580 km². Mesta ísþykkt jökulsins er 750 m og er meðalþykktin 225 m. Undir ísnum í miðju Kötlueldstöðvarinnar er svo sporóskjulaga askja, Köluaskjan sem er um 110 ferkílómetrar að stærð og allt að 700 m djúp. Í henni er víðast hvar 400-700 m þykkur ís. (Helgi Björnsson o.fl., 1994). Af þessum sökum verða afar stór jökulhlaup þegar kvikan bræðir sér leið í gegn um ísinn og er talað um að haupin séu meðal mestu náttúruhamfara sem verða hér á landi (Jón Jónsson, 1980). Hafa þessi hlaup sannarlega sett mark sitt á landslagið í kring um eldstöðina, meðal annars með myndun sandanna þriggja Mýrdals-, Sólheima og Skógarsands (Guðrún Larsen, 2010).

2.1 Gossaga Kötlu

Eldstöðin Katla er rétt tæplega 11.000 ára gömul og telst með virkstu eldfjöllum á Íslandi (Werner Schutzbach, 2005). Á sögulegum tíma hefur Katla gosið um 20 sinnum, þar af 18 sinnum á síðustu 1000 árum (Guðrún Larsen, 2000), ef miðað er við "gos sem brutust upp úr jöklum og skildu eftir sig gjóskulag í jarðvegi í nágrenni Mýrdalsjökuls" (Guðrún Larsen, 2000, 23).

Kötlugos frá 1625 hafa staðið í allt frá frá tveimur vikum upp í rúmlega fimm mánuði. Meðallengd goshléa frá 1500 eru 47 ár, lengsta goshlé er 95 ár og það styðsta 13 ár (Guðrún Larsen, 2010).

Gosefni Kötlu eru nær eingöngu gjóska. Það er vegna ísþekjunnar sem liggur ofan á eldstöðinni. Vegna hennar á vatn greiðan aðgang að gosopinu og þegar kvikan kemst í snertingu við bræðsluvatnið, snöggkólnar hún og verður að gjósku (Einar H. Einarsson, 1993). Ef Katla væri hinsvegar íslaus "yrðu gos hennar vafalítið flæðigos að mestu og hefði svo verið síðan að ísöld leið, væri hún væntanlega búin að hlaða upp myndalegri dyngju" (Sigurður Þórarinsson, 1975, 130).

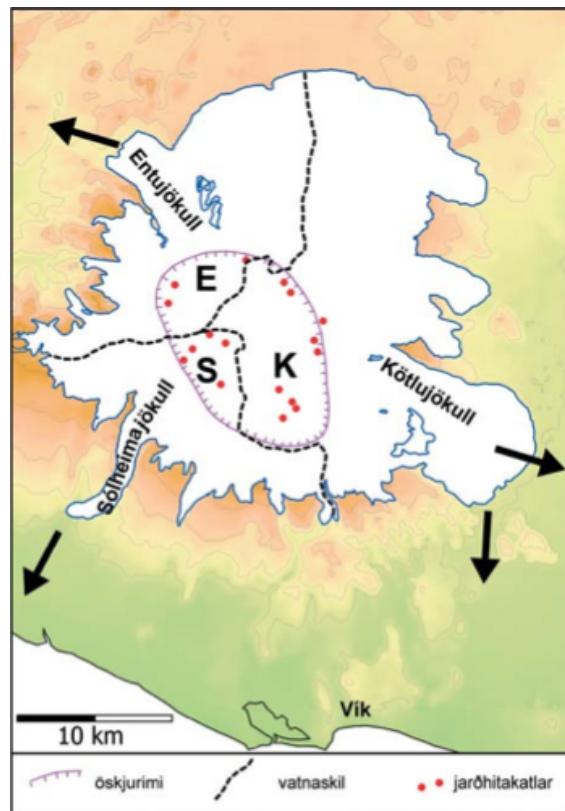
2.2 Hlaupin

Í gömlum heimildum eru Kötlugos oft nefnd Kötluhlaup. Það er líklega vegna þess að hlaupin ollu meira tjóni en öskufallið gerði. Eftir að gos hefst í Kötlu, tekur aðeins örfáa klukkutíma að bræða 400 m þykkan ísinn sem liggur ofan á eldstöðinni (Guðrún Larsen, 2010).

Þrír skriðjöklar hafa rofið skörð í öskjubarmana: Kötlujökull, Sólheimajökull og Entujökull eins og sjá má á mynd 2. Í gegnum þessi þrjú skörð hafa flest jökulhlaup fallið þegar gýs undir jöklignum (Helgi Björnsson o.fl., 1994). Því má segja að Kötluaskjan skiptist í þrjú vatnasvið þar sem ísbráð frá hverju vatnasviði rennur um skörð í útjöðrum öskjunnar. Austasta vatnasviðið, Kötlujökull, er stærst (60 km^2), það hefur afrennsli til austurs. Til suðurs rennur leysingavatn af vatnasviði Sólheimajökuls (19 km^2) og af þriðja vatnasviðinu, Entujökli (23 km^2) rennur leysingavatn í norðvestur (Helgi Björnsson o.fl., 2000). Langflest gos í Kötlu á sögulegum tíma voru á vatnasvæði Kötlujökuls með hlaupi fram á Mýrdalssand. Af 20 hlaupum frá landnámsöld hafa 18 fallið niður á Mýrdalssand og tvö niður á Sólheima- og Skógasand (Helgi Björnsson, 1994).

Frá og með 1625 hafa verið skráðar lýsingar á öllum Kötluhlaupum og er margt líkt með þeim. Yfirleitt líður ekki langur tími frá því að vart verður við gosmökkinn upp úr Kötlu og að hlaupið brjótist fram á Mýrdalssand undan Kötlujökli og renni 35-40 km leið til sjávar. Hlaupin ná hámarki fáeinum klukkustundum eftir að þau hefjast (Sigurður Þórarinsson 1975). Þau eru öflugust fyrsta daginn og flytja þá mest af jökulís og framburðarefnunum til sjávar og í þeim stærstu flæðir vatn yfir allt að 700 km^2 svæði. Þau eru frekar skammvinn og vara í um það bil sólarhring en geta tekið sig upp aftur, þá yfirleitt í smærri mynd (Guðrún Larsen, 2010).

Heildarvatnsmagn sem rennur fram í Kötluhlaupum hefur verið áætlað rúmlega 1 km^3 . Ekki er vitað hversu stór hluti þessa vatns verður til við bráðnun í sjálfu gosinu (Helgi Björnsson, 1993). Talið er að hámarksrennsli í hlaupunum komist upp í rúmlega $100.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ og fari upp í $200.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ og jafnvel meira (Sigurður Þórarinsson 1975). Til að taka dæmi um hversu stór hlaupin geta orðið telur Þorvaldur Thoroddsen (1920) að hlaupið 1625 hafi verið 28 m djúpt á miðjum Mýrdalssandi og hlaupið 1755 hafi verið 100-150 m djúpt norðan við Hafursey (mynd 3) (Jón Jónsson, 1980).



Mynd 2. Vatnasvið Kötluöskju. Fjólubláa línan sýnir útjaðra öskjunnar, svarta punktalínan vatnaskilin og örvarnar hvert hlaupið flæðir (Magnús Tumi Guðmundsson & Águst Gunnar Gylfason (ritstj.), 2005).

Það sem skilur Kötluhlaup frá öðrum jökulhlaupum er hve hratt vatnsmagnið eykst, hraði þeirra og stórt hlutfall íss og fastra efna sem eru í hlaupvatninu (Helgi Björnsson, 1993). Hlaupin eru blanda af bræðsluvatni, ís, leir, sandi, ösku og vikri og eru föstu gosefnin sem koma fram með Kötluhlaupum að mestu leyti nær ferskt eldgosagler úr eldstöðinni sjálfri (Jón Jónsson, 1980).

Skiptar skoðanir eru á gerð hlaupanna eftir eðliseiginleikum og hefur hlaupið sem fylgdi gosinu 1918 verið skilgreint a.m.k. á þrjá mismunandi vegu. Sem aurflóð með 50-80% af föstum efnunum (Jón Jónsson, 1982; Maizels, 1993), sem vatnsflóð með innan við 20% af föstum efnunum (Þorbjörn Karlsson, 1994; Haukur Tómasson 1996) og að það hefjist sem vatnsflóð með innan við 20% af föstum efnunum, breytist í aurflóð með 47% af föstum efnunum og verði svo aftur vatnsflóð (Helgi Björnsson, 1993). Gosefnin sem fara fram með hlaupunum skipta tug milljónum rúmmetra og bæði hækka sandinn og færa hann út (Sigurður Þórarinsson, 1975). Dæmi eru um að hlaupin hafi fyllt upp í sjóinn út á allt að 200 m dýpi jafnframt því að sandurinn hækkar (Jón Jónsson, 1980).

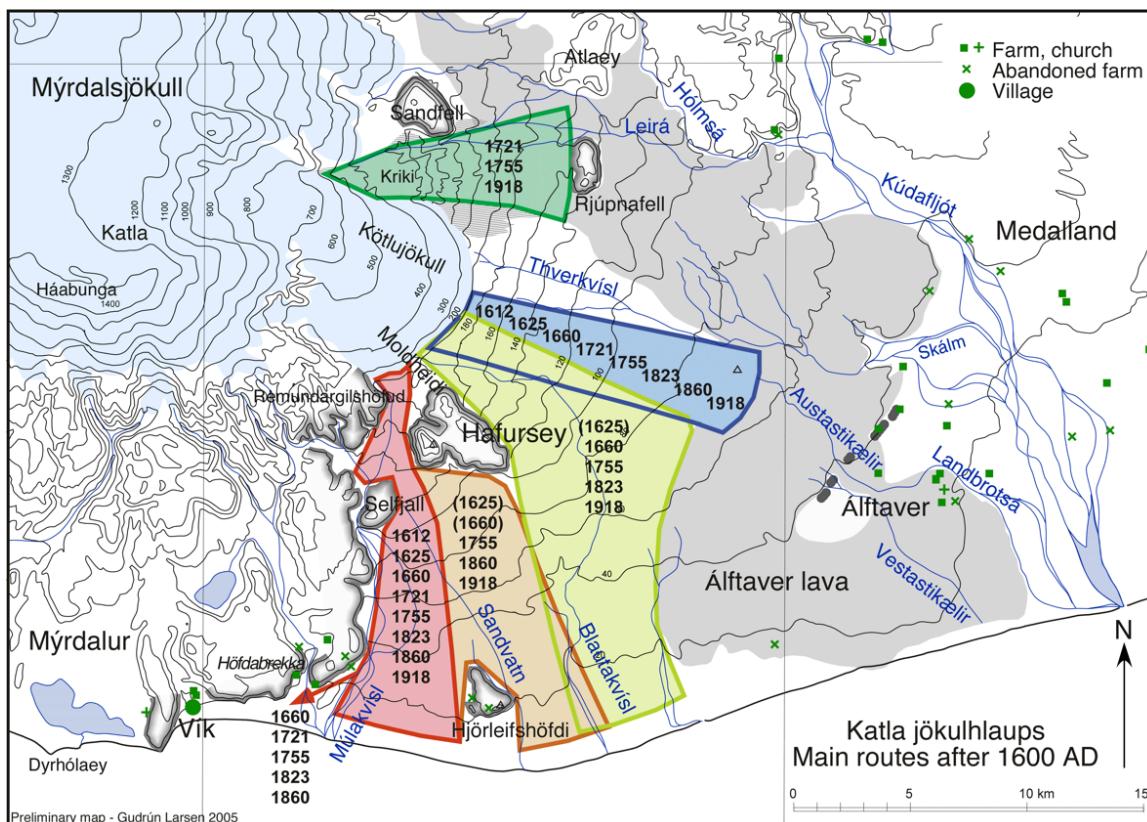
Tafla 1 sýnir yfirlit yfir Kötlugos frá landnámi með upplýsingum um hvaða dag gosið hófst, lengd gossins, lengd goshlés (Guðrún Larsen 2010), umfangi hlaups og upplýsingum um hvert hlaupið fór (Magnús Tumi Guðmundsson & Ágúst Gunnar Gylfason (ritstj.), 2005). Mat á líklegu umfangi hlaups er ekki nákvæmt og er eingöngu farið eftir rituðum heimildum frá því gosin urðu.

Tafla 1. Yfirlit yfir Kötlugos á sögulegum tíma

Gos ár/öld	Gosbyrjun	Goslengd	Goshlé	Umfang hlaups	Hvert fór hlaupið
894 (9. öld)	-	-	-	-	Mýrdalssand
920	-	-	-	-	Mýrdalssand
934	-	-	-	Stórt	Mýrdalssand, Sólheima- og Skógasand
12. öld					Mýrdalssand
1179	-	-	-	-	Mýrdalssand
1245	-	-	-	-	Mýrdalssand
1262	-	-	-	-	Mýrdalssand
1357	-	-	-	-	Mýrdalssand
1416	-	-	-	-	Mýrdalssand
1440	-	-	-	-	Mýrdalssand
15.öld	-	-	-	-	Mýrdalssand
1500	-	-		Miðl./stórt	Mýrdalssand
1580	11. ágúst	-	80 ár	Lítið/miðl	Mýrdalssand
1612	12. okt.	-	32 ár	Lítið	Mýrdalssand
1625	2. sept.	13 dagar	13 ár	Miðlungs	Mýrdalssand
1660	3. nóv.	>60 dagar	35 ár	Miðl./stórt	Mýrdalssand
1721	11. maí	>100 dagar	61 ár	Stórt	Mýrdalssand
1755	17. okt	120 dagar	34 ár	Stórt	Mýrdalssand
1823	26. júní	28 dagar	68 ár	Miðlungs	Mýrdalssand
1860	8. maí	20 dagar	37 ár	Lítið	Mýrdalssand, Sólheima- og Skógasand
1918	12. okt.	24 dagar	58 ár	Stórt	Mýrdalssand
1955	25. júní		37 ár	Smágos undir jökli	

2.3 Mýrdalssandur

Mýrdalssandur þekur nú um 600 ferkílómetra svæði sunnan við Kötlu sem eitt sinn var blómlegt hérað en vegna ágangs Kötluhlaupa í aldanna rás hefur það breyst í svartan sand (Einar H. Einarsson, 1993). Talið er að þessi þróun hafi hafist með Eldgjárgosinu á 10. öld. Þá runnu hraun niður í Álfavíði, sem hækkuðu landið austan jöklusins, þannig að vesturjaðar hraunsins varð mun hærri en sandurinn. Þetta varð til þess að hlaupin sem áður dreifðust líklega fremur yfir sandinn, lögðust nú af mun meiri þunga yfir svæðið vestan hraunsins, þar sem hraunjaðarinn lokaði fyrir afrennsli vatns til austurs. Jafnframt því hækkaði sandurinn sem nú er orðinn jafn hár hrauninu sumstaðar og hefur kaffært því á stórum svæðum. Með tímanum fóru flóðin svo að leita austur yfir hraunið en talið er að það hafi gerst á 15. öld (Guðrún Larsen, 1993).



Mynd 3. Yfirlit yfir rennsli Kötluhlaupa frá 17. öld. Kortið sýnir rennslisleiðir Kötluhlaupa frá 1612. Einnig má sjá hvar Álfavershraun rann á 10. öld (merkt Álfavíði á kortinu) (Guðrún Larsen, 2010).

Jökluhlaup niður á Mýrdalssand eru fyrst nefnd í rituðum heimildum seint á tólfu öld (Guðrún Larsen 2010) og eru heimildir um rennslisleiðir hlaupanna af skornum skammti þar til í gosinu 1580, en í öllum gosum frá og með því gosi hafa öll hlaup ýmist brotist út úr Kötlujökli eða komið undan brún hans (Guðrún Larsen, 1993). Mynd 3 sýnir rennslisleiðir hlaupa frá 1612 byggð á samtíma heimildum, þar sem stærri hlaupin koma frá jöklinum á nokkrum stöðum en þau minni á aðeins einum stað (Guðrún Larsen, 2010).

Fleiri breytingar hafa orðið á landslagi á svæðinu, því að í Landnámu er sagt frá firði sem var við Hjörleifshöfða á landnámsöld en var horfinn á ritunartíma Landnámu í kringum

árið 1200 og í staðinn kominn svokallaður Höfðársandur (Guðrún Larsen, 1993). Fjörðurinn nefndist Kerlingarfjörður og hefur að öllum líkindum verið frekar líttill og grunnur á landnámsöld og hefur fyllst að lokum af framburði úr Kötluhlaupum, enda hefur efnisframboð á svæðinu við Hjörleifshöfða frá landnámsöld verið mun meira en niðurbrotsölin hafa eytt. Ströndin hefur því almennt gengið fram og sandurinn hækkað (Páll Imsland ofl., 1993). Í öllum Kötlugosum frá 1660 er tiltekið hvernig ströndin færðist fram í hlaupunum, nema árið 1823, en þá er sagt frá því hvernig sandurinn hækkaði þar sem hlaupið fór um (Guðrún Larsen, 1993), enda nemur landauki á vestursandinum eftir að land byggðist rúmlega 40 km² (Sigurður Þórarinsson, 1975).

2.4 Kötlugosið og hlaupið 1918

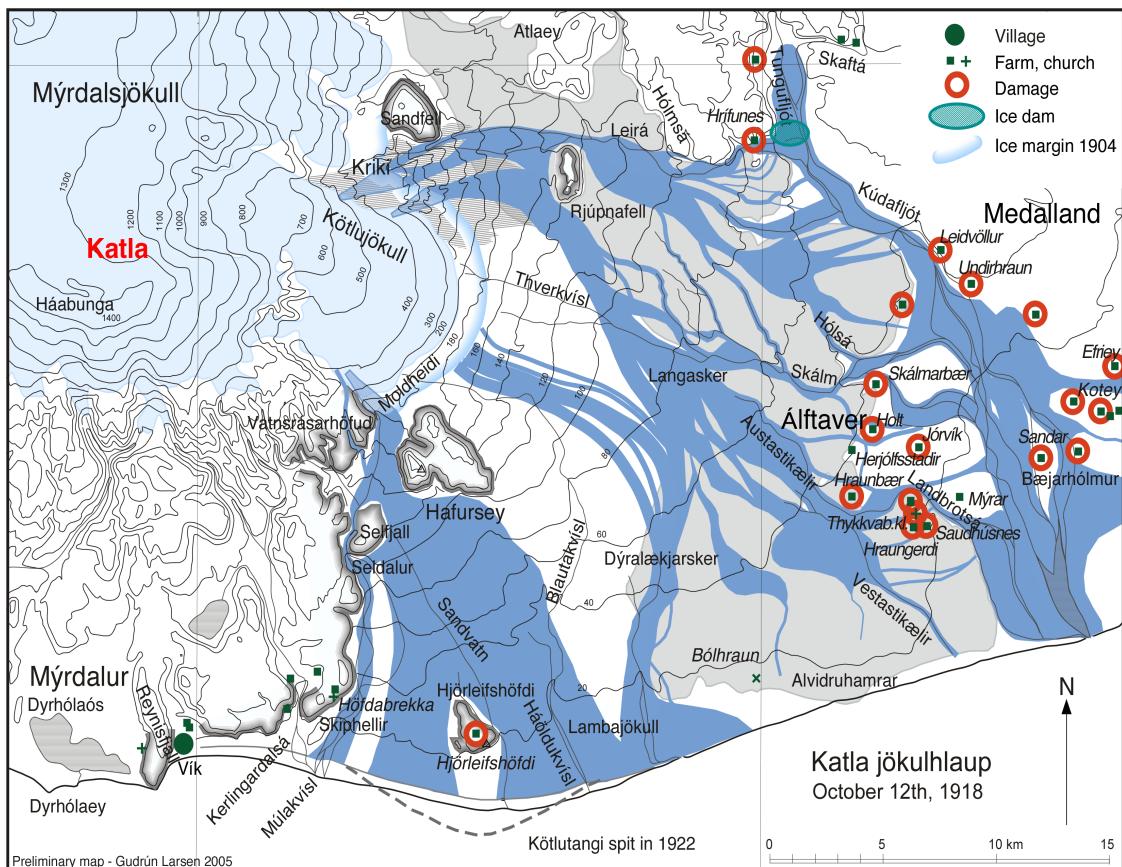
Hér verður fjallað sérstaklega um gosið sem varð í Kötu 1918 og hlaupið sem því fylgdi. Það var síðasta Kötlugos, fyrir utan hugsanlegt smágos árið 1955 og er heppilegt að fjalla sérstaklega um þetta gos bæði af því að gosið var stórt sem og hlaupið í kjölfarið, einnig eru til mikið af góðum heimildum um það og síðast en ekki síst af því að kortin og loftmyndirnar sem notaðar voru við þessa rannsókn eru bæði frá því fyrir þetta gos og eftir það.

Þann 12. október 1918, rétt eftir hádegi, hófst eldgos í Kötu sem stóð í u.þ.b. þrjár vikur (Einar H. Einarsson, 1993). Heildarmagn kviku sem kom upp úr eldstöðinni í gosinu var 0,5 km³, hún fluttist frá eldstöðinni ýmist í formi fínnar ösku í lofti, í formi gjósku með hlaupvatni og jafnvel varð eitthvað af gosefninu að bólstrabergi við eldstöðina (Haukur Tómasson, 1996).

Allt gerðist hratt í aðdraganda og á upphafsstundum gossins, jarðskjálfta varð vart í Vík á milli 13:00 og 13:30. Niður í rennandi vatni heyrðist í Álftaveri um kl 13:30 og kl 15:30 var jökulhlaupið komið á móts við Hjörleifshöfða (Haukur Tómasson, 1994).

Hlaupið kom undan Kötlujökli á þremur stöðum eins og sést á mynd 4, en venjan er að tala um vestur- og austurhlaup. Vesturhlaupið kom undan jökli norðan við Hafursey þar sem það klofnaði í two ála við Selfjall. Annar állinn fór í Múlarkvíslarfarveg sem stíflaðist af ísjökum þegar hlaupið nálgæðist hámark (Haukur Tómasson 1994) en hinn sem var aðal rennslisleið hlaupsins fór gamla farveg Sandvatnsins vestan Hafurseyjar og klofnaði um Hjörleifshöfða (Sigurður Þórarinsson, 1975). Austurhlaupið kom annars vegar úr jökulsporðinum austan við Hafursey og sameinaðist að hluta austasta álnum og rann svo til sjávar, hins vegar kom það fram úr Krika og rann austur í Álftaver og í Kúðafljót (Haukur Tómasson, 1994).

Þess má geta að þetta var í fyrsta sinn síðan árið 1660 sem hlaupið rann ekki vestur með Höfðabrekkufljóllum (Guðrún Larsen, 1993) og slapp þess vegna Víkurkaupstaður við hlaupið eins og sjá má á mynd 3 um rennslisleiðir hlaupa. Var það að mestu leyti Höfðabrekkujökli að þakka (Einar H. Einarsson, 1993), 12-17 metra hárri malardyngju sem er framburður Kötluhlaupanna 1721 og 1755. Hlaut hann þetta nafn vegna þess að jökuljakar lágu ofan á þessari malardyngju í mörg ár á eftir hlaupunum, þegar ísinn loks hvarf urðu malaröldurnar eftir en héldu nafninu (Jón Jónsson, 1980). Jökullinn hélt, þó svo að hlaupið hafi rýrt hann mikið (Einar H. Einarsson, 1993).



Mynd 4. Rennsli í Kötluhlaupinu 1918. Hér sést hvernig vatnið dreyfðist um sandinn í hlaupinu árið 1918 (Guðrún Larsen, 2010).

Samkvæmt Kjartani Leifi Markússyni, sem á þessum tíma bjó í Hjörleifshöfða sýndist sandurinn einn beljandi flaumur og var hlaupvatnið dökkmóraut, mjög mettað leðju (Einar H. Einarsson, 1993). Enda var eðlisþyngdin fremur há eða $1,18 \text{ g/cm}^3$ (Haukur Tómasson, 1994).

Mikill jakaburður fylgdi hlaupinu eins og sést á eftirfarandi lýsingu Kjartans: "Fyrir hlaupinu fór breið jakahrönn og sást ekki vatn koma út undan henni nema ein og ein gusa. Hraði hlaupsins var svo mikill að jakarnir plægðu sandinn og hnykluð sandgusa fór fyrir hrönninni" (Einar H. Einarsson, 1993, 130). Seinna var heildarmagn íss í hlaupinu metið um það bil $0,5 \text{ km}^3$ sem samsvarar 10-15% af hlaupinu (Haukur Tómasson, 1996). Einnig hefur hraði aðal hlaupsins þegar það fór niður gamla farveg Sandvatnsins verið metinn frá 6 m/sek (Guðrún Larsen, 2010) til 10 m/sek (Haukur Tómasson, 1996).

Hlaupið varði í 5-6 klukkustundir áður en það fór að minnka að einhverju ráði (Haukur Tómasson, 1996), það sjatnaði svo alveg um nóttna eftir fyrsta gosdaginn, aðfaranott 13. október og skildi það eftir sig geysimiklar jakahrannir þar sem það hafði farið yfir. Hlaupið hófst svo á nýjan leik um klukkan 21:00 þann 13. október og stóð nær óslitið í u.p.b tvær vikur (Werner Schutzback, 2005). Það var mun minna í sniðum heldur en fyrri daginn, enda er talið að 60% af heildar vatnsmagni þess hafi farið fram á aðeins átta klukkustundum á upphafsstigum gossins, en heildar vatnsmagn hlaupsins var um 8 km^3 (Haukur Tómasson, 1996).

Hámarksrennsli hlaupsins hefur verið reiknað út og verða hér birtar niðurstöður nokkurra sem það hafa gert. Tölurnar eru mjög mismunandi eða allt frá $\geq 100.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ og upp í $3-400.000 \text{ m}^3/\text{sek}$. Sigurður Þórarinsson (1957) taldi að hámarksrennsli hlaupsins hafi ekki verið undir $100.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ að ísnum frádregnum, Þorbjörn Karlsson reiknaðist svo til að hámarksrennslið hafi verið um $134.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ fyrir íslaust rennsli og $123.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ ef reiknað er með ís í rennslinu, Jón Jónsson taldi hámarksrennslið hafa verið $200.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ (Þorbjörn Karlsson, 1994). Haukur Tómasson sagði í grein sinni sem birtist í Kötlustefnu 1994, að hámarksrennsli hlaupsins hafi sennilega verið $150-200.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ (Haukur Tómasson, 1994). Árið 1996 birtist svo önnur grein eftir Hauk þar sem hann reiknar hámarksrennsli hlaupsins og er niðurstaða hans þá $300.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ (Haukur Tómasson, 1996). Pálmi Hannesson (1950) hélt því fram að hámarksrennslið væri $300-400.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ (Þorbjörn Karlsson, 1994).

Austurhlaupið bar mun minna af gosefnum en aðalhlaupið, ísburður austurhlaupsins var hinsvegar mjög mikill og truflaði hann rennslið (Haukur Tómasson 1994). Heildarmagn gosefna sem fór með hlaupinu hefur verið metið eftir landslagsbreytingum á Mýrdalssandi og stöðu strandlínunnar frá $0,7 \text{ km}^3$ - $1,6 \text{ km}^3$ (Guðrún Larsen, 2010) og um það bil $2,5 \text{ km}^3$ (Haukur Tómasson, 1996). Hluti framburðarefnanna barst út í sjó, bætti við ströndina og myndaði Kötlutanga, sunnan við Hjörleifshöfða (Haukur Tómasson, 1996). Fyrst eftir hlaupið voru tangarnir þó tveir, sá stærri var fyrnefndur Kötlutangi, en sá minni var vestan við hann, beint í framhaldi af Múlakvísl. Brimið tók þann tanga mjög fljótlega. Guðgeir Jóhannsson sem á þessum tíma var kennari í Vík, fór í leiðangur til að skoða Kötlutanga og áætlaði að lengd hans væri mest um 4 km (Guðgeir Jóhannsson, 1919). Samkvæmt sjókorti frá 1922 var landaukinn við ströndina 14 km^2 (Guðrún Larsen 1993) og hefur rúmmál landaukans verið reiknað um það bil $0,6 \text{ km}^3$ (Guðrún Larsen & Sigurður Ásbjörnsson, 1995).

Rúmmálsaukningin á Mýrdalssandi frá 1904-1975 var ályktuð um það bil $390*10^6 \text{ m}^3$. Miðað við að svæðið sem hlaupið fer yfir sé 150 km^2 má áætla að þykkt setsins úr hlaupinu sé nálægt $2,5 \text{ m}$ (Guðrún Larsen & Sigurður Ásbjörnsson, 1995).

3 Strandof og setflutningur

Strandof er flutningur efnis sem verður við stendur vegna útrænna afla. Það veldur breytingum á lögum strandlínunnar og verða sandstrendur fyrir mestum áhrifum af slíku rofi (Marshak, 2008).

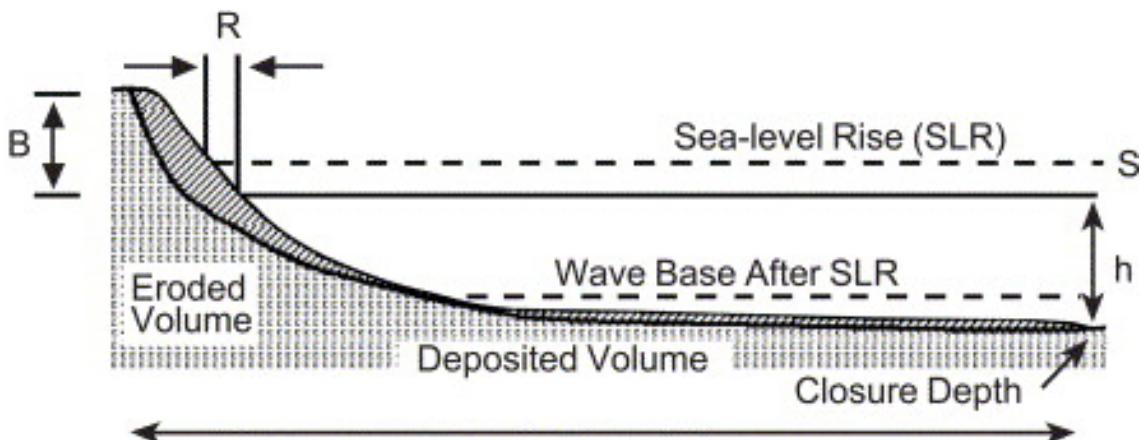
Milljónir rúmmetra af efni færast með suðurströnd Íslands á ári. (Gísli Viggóson, forstöðumaður Siglingastofnunar, munnleg heimild, 07.05.2012). Megin ástæðurnar fyrir þessum setflutningi eru oldugangur, vindar og hafstraumar (Gísli Viggóson, forstöðumaður Siglingastofnunar, munnleg heimild, 07.05.2012; Siglingastofnun Íslands, 2011; Fannar Gíslason, 2011).

3.1 Botnlögun og Bruun reglan

Botnlögun stranda leitast alltaf við að vera í einhvers konar jafnvægi þannig að ekki sé of mikill botnhalli. Jafnvægi skapast þegar að jafnmikið efni kemur inn á strandsvæði og berst út af því. Um leið og botnhallinn af einhverjum ástæðum eykst, þá taka roföflin að skapa fyrra ástand og minnka botnhallann með því að færa efnið undan hallanum. Dæmi um þetta má sjá á mynd 5 sem útskýrir svokallaða Bruun reglu (e. The Bruun rule). Bruun reglan lýsir hvernig hækkan sjávarborðs hefur áhrif á strandof. Hún gengur út á að meta hörfun strandlínunnar þegar sjávarstaða hækkar með einföldu stærðfræðilíkani sem inniheldur nokkrar breytur. Reglan virkar best fyrir stendur með einsleitum sandi og er æskilegt að nota hana á afmarkað svaði. Því er notkun Bruun reglunnar mjög takmörkuð. Hún gefur heldur ekki mjög nákvæma spá fyrir strandof því að það eru margar breytur sem hún tekur ekki mið af svo sem veðurfari, setflutningi meðfram ströndinni og mörgum öðrum jarðfræðilegum ferlum. Margir hafa gagnrýnt það hvað Bruun reglan er mikið notuð við hinum ýmsu aðstæður, vegna þess að jafnvel fyrir aðstæður sem ættu að henta reglunni fullkomlega hefur hún yfirleitt ekki sýnt sérstaklega návæma spá (Pilkey & Cooper, 2004).

Jafnan sem regla Bruuns stendur fyrir er eftirfarandi $R=(L/B + h)S = SL/B + h = (S) 1/\tan \theta$. Þar sem R stendur fyrir strandlinu, S fyrir stöðu sjávarborðs, L er lengd strandsvæðis, B er hæð fjöruborðs, h er lengd frá sjávarborði og niður á það dýpi þar sem ekki gætir lengur setfærslu frá efra borði yfir á neðra (e. closure depth) og θ er halli sniðsins (Pilkey & Cooper, 2004). Jafnan sýnir að hlutfallslegar breytingar á stöðu sjávarborðs (S) og strandlínunni (R) tengjast. Þannig má segja að lóðréttar breytingar á sjávarborði endurspeglist í láréttum breytingum við ströndina, þ.e.a.s. lóðrétt breyting sjávarborðs ($S_2 - S_1$) leiðir af sér láréttu færslu strandlínunnar ($R_2 - R_1$).

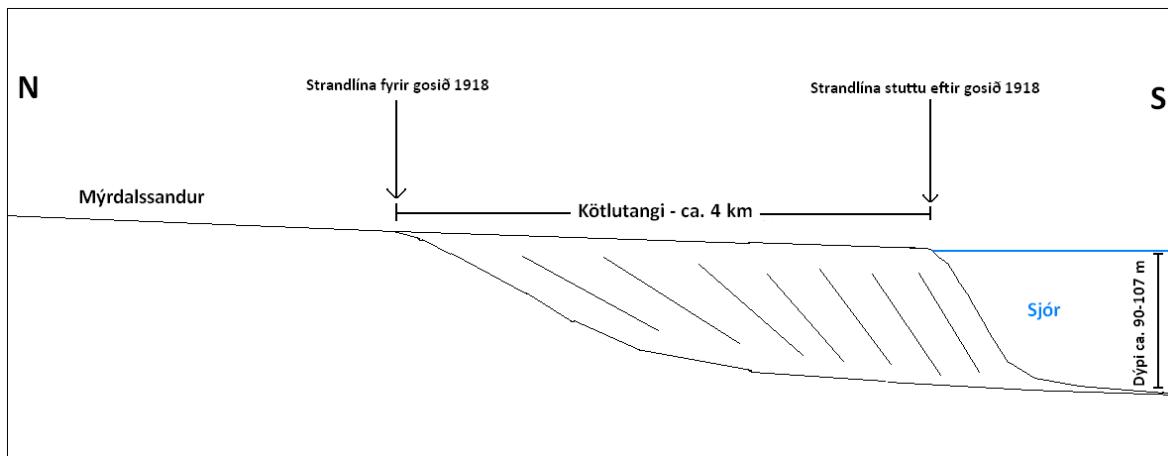
Mynd 5 skýrir út á hvað Bruun reglan gengur. Þegar sjávarborð hækkar þá færst marbakinn (e. shoreface) lengra upp á land. Rof á sér stað og flytur efni úr efri hluta sniðsins og í neðra hlutann þannig að botnhallinn breytist og verður meira aflíðandi fyrir vikið (Pilkey & Cooper, 2004).



Mynd 5. Bruun reglan. Myndin sýnir hvernig ströndin leitast við að vera í jafnvægi. Ef sjávarborð hækkar þá færst efnið undan halla svo að botnlögunin verður meira afliðandi. Sama gerist ef að botnhallinn verður of mikill.

Vegna gosanna í Kötlu hlýtur jafnvægirisröskun að eiga sér reglulega stað á strandsvæðinu sunnan við Hjörleifshöfða. Í kjölfar gosanna berst iðulega afar mikið magn efnis til sjávar eins og áður hefur verið fjallað um. Við það eykst botnhallinn og breytir það ríkjandi jafnvægi á botnlöguni við ströndina. Þó svo að regla Bruun sé sett fram sem útskýring á því sem gerist við ströndina vegna sjávarborðshækunar þá getur hún einnig átt við í aðstæðum sem þessum þar sem mikil breyting verður á botnlögun vegna efnisaðfærslu.

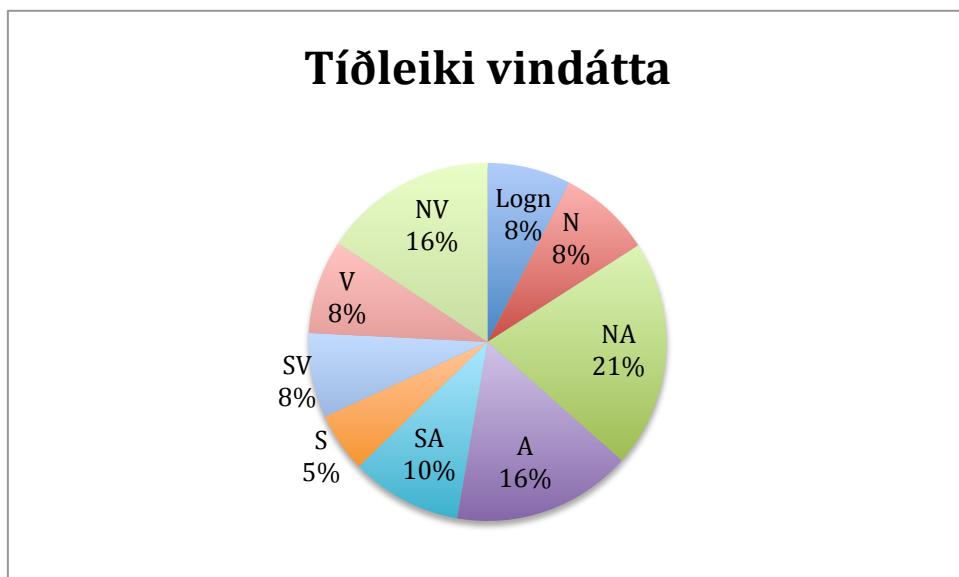
Í kjölfar Kötlugossins 1918 færðist ströndin fram um u.þ.b. 4 km og skv. útreikningum út frá dýptagögnum þá barst efnið niður á um 90-107 m dýpi samkvæmt sjókortum frá 1926 og 2008 (Det kongelige Sökort-Arkiv, 1926; Sjómælingar Íslands, 2008). Gera má ráð fyrir að áður en Katla gaus árið 1918 hafi sandurinn myndað jafnan botnhalla langt út á landgrunnið og botnhallinn því verið í jafnvægi og í samræmi við Bruun regluna eins og mynd 5 sýnir. Síðan þegar þetta mikla magn efnis barst til sjávar og myndaði Kötlutanga þá jókst botnhallinn til muna (mynd 6). Við það skapaðist óstöðugt ástand sem ekki getur verið varanlegt. Þá taka roföflin við að skapa jafnvægi á ný, þau rjúfa efnið og flytja það, bæði til austurs, vesturs og á haf út.



Mynd 6. Breyttur botnhalli. Myndin sýnir botnhallann sem var afliðandi áður en Kötlutangi bættist við, svo varð hallinn mun meiri eftir myndun tangans (Pilkey & Cooper, 2004) (Guðgeir Jóhannsson, 1919) (Det kongelige Sökort-Arkiv, 1926; Sjómælingar Íslands, 2008).

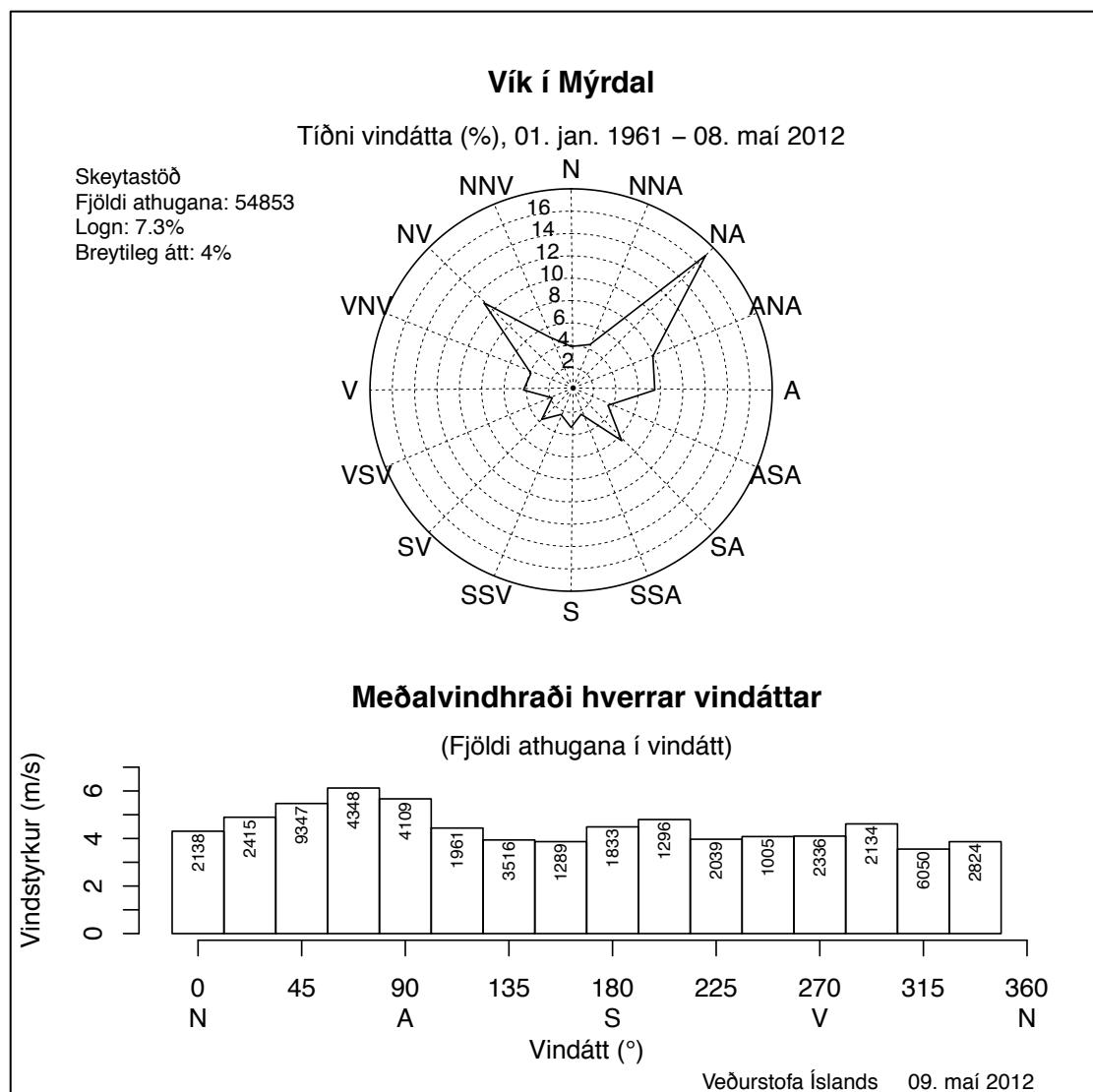
3.2 Veðurfar og öldur

Algengasta vindátt í Vík í Mýrdal frá 1926 - 2012 er norðaustan átt samkvæmt gögnum frá Veðurstofu Íslands. Samantekt af þeim gögnum um hlutfallslega tíðni vindáttu má sjá á mynd 7. Hafa verður þó í huga að eldri mælingar gagnanna eru mjög frumstæðar og gerðar af mörgum mönnum, einnig eru talsvert af götum í skráningunni og í sumum tilfellum tókst af einhverjum ástæðum ekki að reikna út meðaltalið. Gögnin sýna tíðni höfuðvindátta auk logns fyrir hvern mánuð frá maí 1926 - apríl 2012 og er hún gefin í prósentum af athugunum mánaðarins. Summa talnanna er ekki nákvæmlega 100 vegna þess að aukastöfum var ekki jafnað út í gögnunum.



Mynd 7. Hlutfallsleg tíðni vindátta í Vík 1926-2012 (Veðurstofa Íslands, 2012).

Af þeim mælingum sem gerðar hafa verið í Vík frá 1962-2012 er norðaustanáttin einnig algengasta vindáttin eins og frá 1926-2012 og er meðalvindhraði norðaustanáttarinnar líka mestur eins og sést á mynd 8.



Mynd 8. Vindarós og graf. Vindarós sem sýnir hlutfallslega tíðni vindáttta í Vík frá 1962-2012 og graf sem sýnir meðalvindhraða hverrar vindáttar (Veðurstofa Íslands, 2012).

Þess má geta að lægsti meðalloftþrýstingur á norðurhveli jarðar er á hafsvæðinu suðvestur af Íslandi, þar eru því sterkir vindar. Afleiðingar þess eru að öldurnar við suðurströnd Íslands eru meðal þeirra hæstu sem gerist í heiminum (Siglingastofnun, 2011; Fannar Gíslason 2011).

Fannar Gíslason (2011) gerði M.Sc. ritgerð í verkfræði frá Háskóla Íslands um setflutning meðfram ströndinni við Vík í Mýrdal. Hann skoðaði heildar setflutning við ströndina og hvaða þættir hefðu helst áhrif. Hann fór sérstaklega út í áhrif öldugangs á stöðu strandarinnar og skoðaði nokkrar gerðir setflutninga og hvaða áhrif þeir hefðu á lögum strandarinnar. Þar kemur fram að suðvestur öldustefna sé ríkjandi á svæðinu og samkvæmt athugunum Fannars breyta öldurnar um stefnu við suðurenda Reynisfjalls, þar sem ríkjandi suðvestur öldustefna sveigist í átt að Vík. Hann lýsir því hversu mikill munur getur verið á umfangi setflutnings eftir stefnu aldanna að ströndinni. Ef alda kemur að landi hornrétt á ströndina, ætti nær enginn setflutningur að eiga sér stað en um leið og stefnan verður meira skáhallt þá eykst setflutningurinn. Sem dæmi má nefna að á árunum 2008-2010 var ríkjandi að öldurnar kæmu í um 190° stefnu upp að ströndinni við Vík sem þýðir að næstum enginn setflutningur hefði átt að eiga sér stað. Fannar reiknaði umfang setflutnings fyrir aðrar öldustefnur, þá kom í ljós að munur upp á 15° endurspeglacið mjög mikinn mun á umfangi setflutnings. Útreikningarnir sýndu t.d. að setflutningur gat verið allt að 40 Mm^3 meiri hjá öldum með stefnu upp á 175° að ströndinni heldur en öldum með stefnu upp á 190° . Fannar reiknaði einnig út með svokölluðu Litpack setflutningslíkani hvernig ströndin sunnan megin við Vík muni breytast á næstu árum (frá 2011). Fram kemur í ritgerðinni að ströndin við Vík breytist ár frá ári og telur hann því að jafnvægi hafi ekki náðst þar. Niðurstöður hans eru að jafnvægi muni nást um 150-160 metrum innan við strandlínuna 2008, (sem er væntanlega á svipuðum stað og rauða línan á myndum 16,17 og 18). Ströndin neðan við austurhluta kaupstaðarins mun hörfa töluvert á næstu árum samkvæmt útreikningum og mun líklega ná hringveginum ef ekkert verður gert til að koma í veg fyrir það.

3.3 Strandstraumurinn

Straumakerfið í nágrenni Íslands veldur því að straumar ganga að meðaltali réttsælis í kring um landið. Sá hluti hringstraumsins sem er knúinn af ferskvatnsrennslinu frá landi nefnist strandstraumur. Gulu örvarnar á mynd 9 sýna meðal stefnu strandstraumsins við Ísland sem gengur réttsælis í kring um landið. Skammtíma óreglur vegna vinda, loftþrýstingsbreytinga og sjávarfallastrauma eru þó ekki teknar með.

Ferskvatnsíblöndun sem á sér stað á Mynd 9. Strandstraumurinn við Ísland liggur réttsælis í kringum landið (Unnsteinn Stefánsson, 1999).
seltan lækkar og eðlismassa og
þrýstingsfallandi verður sem knýr strandstrauminn réttsælis í kring um landið. Styrkur strandstraumsins er mestur nálægt landinu þar sem hlutfall ferskvatns er mest (Unnsteinn Stefánsson, 1981).

Þau roföfl og flutningsmiðlar sem farið hefur verið yfir hér að framan, eins og öldugangur, veðurfar og hafstraumar skipta höfuðmáli fyrir stöðu strandlínunnar á fyrrgreindu svæði. Katla hefur augljóslega haft mikil áhrif á umhverfið í kringum sig í gegnum tíðina þar sem hún meðal annars framleiðir það efni sem bætist við ströndina, þá aðallega sand og breytir stöðu hennar. Síðan taka roföfl hafsins sem samanstanda og stjórnast aðallega af öldugangi, vindum og hafstraumum, að koma jafnvægi á ströndina með því að brjóta af henni og flytja efnið með sér. Það er því nokkuð ljóst að eðli þessara strandbreytinga er afar háð nokkrum afgerandi þáttum.



4 Gögn og aðferðir

Gögnin sem notuð voru við gerð þessa verkefnis voru í formi loftmynda og korta af rannsóknarsvæðinu frá mismunandi árum. Þau þurfti að bera saman til að finna út hvort breytingar höfðu orðið á strandlínú fyrrnefnds svæðis.

4.1 Gögn

Það fyrsta sem þurfti að gera var að velja gögn sem hentuðu fyrir verkefnið. Í fyrstu var ákveðið að nota gögn frá 1904, 1946, 1986, 2007 og 2011. En þar sem miklar breytingar urðu á tímabilinu frá 1904-1946 þótti nauðsynlegt að afla gagna þar á milli. Þá var sjókortum frá 1926, 1930, 1933 og 1937 bætt við. Engin sýnileg breyting var á strandlínunni frá 1926-1933 og var því ákveðið að sleppa gögnunum frá 1930. Að lokum voru gögn frá 8 mismunandi árum notuð, spönnuðu þau 107 ár og var meðaltal á milli ára 14,5 ár.

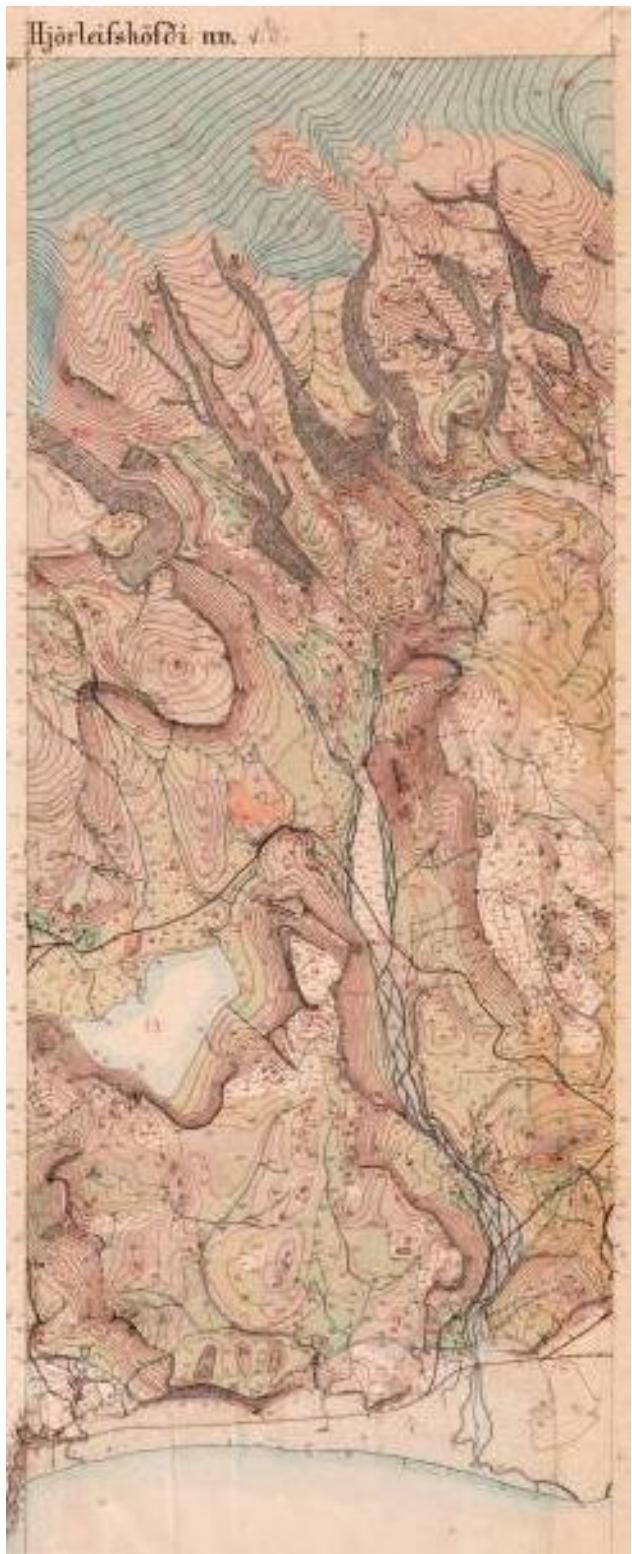
Þau gögn sem stuðst var við voru annarsvegar kort og loftmyndir af rannóknarsvæðinu frá Landmælingum Íslands ásamt sjókortum frá hinu konunglega danska sjókortasafni (d. Det kongelige Sökort-Arkiv) sem hér eftir verða kölluð eldri gögnin og hins vegar loftmyndagagnagrunnurinn frá Samsýn sem verða kölluð yngri gögnin.

Elstu kortin eru handteiknuð og gefin út af Danska herforingjaráðinu árið 1904. Þau voru fengin frá Landmælingum Íslands, eru þrjú talsins og skipta því svæðinu upp í þrjá parta. Næst elstu kortin voru sjókort frá árunum 1926, 1933 og 1937 frá hinu konunglega danska sjókortasafni. Svo fengust loftmyndir frá Landmælingum Íslands, annarsvegar fimm talsins teknað á 154,8 mm linsu í 7010 m hæð þann 29.08.1946 klukkan á bilinu 16:04 - 18:47 og hinsvegar voru þær fimm talsins teknað á 151,78 mm linsu í 5486 m hæð þann 17.07.1986 í kringum tólf á hádegi. Að lokum voru loftmyndirnar í loftmyndagagnagrunnum frá Samsýn teknað þann 18.07.2007 á milli kl 13:00 og 14:00.

4.2 Aðferðir

Þar sem þetta verkefni snérist um að nota gömul kort og loftmyndir til að mæla út strandlínubreytingar, var megin hluti verkefnisins fólginn í kortagerðarvinnu. Sú vinna var tvíþætt. Annarsvegar þurfti að rétta loftmyndirnar og kortin upp þar sem þær voru ekki hnittsettar. Hinsvegar þegar búið var að rétta gögnin upp, þurfti að teikna strandlínuna inn á kortin.

Samsýnar gagnagrunnurinn frá 2007 var notaður til að rétta eldri gögnin upp eftir og sjá þannig breytinguna sem orðið hafði á strandlínunni á þessum sex mismunandi tímabilum (1904, 1926, 1933, 1937, 1946 og 1986) til 2007.



Mynd 10. Kort frá 1904. Þetta er eitt kortanna sem notað var til að teikna strandlínuna frá 1904 (Landmælingar Íslands).

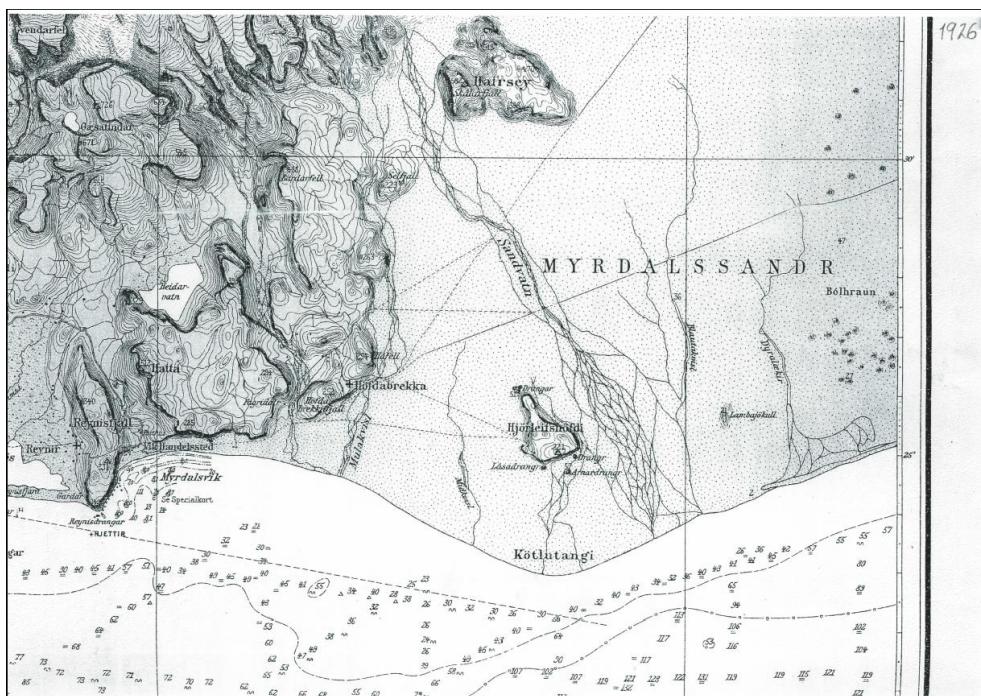
Til þess að rétta gögnin upp var kortagerðarforritið ArcGIS notað. Það fyrsta sem þurfti að gera var að færa myndir úr loftmyndagagnagrunninum frá Samsýn svo að hægt væri að nota þær til að rétta eldri gögnin upp eftir. Eldri gögnin, þ.e. loftmyndirnar og kortin náðu allar yfir mis stór svæði en Samsýnar gagnagrunnurinn náði yfir allt Ísland. Þess vegna þurfti að þysja inn á rétt svæði í gagnagrunninum og búa þannig til eina mynd úr honum fyrir hverja loftmynd og hvert kort (samtals 16 myndir) áður en hægt var að byrja að rétta upp.

Gögnin voru rétt upp með því að tengja saman fasta punkta sem bæði voru á eldri- og yngri gögnunum og öruggt var að ekki höfðu færst úr stað, til að mynda stórir steinar, byggingar, klettar, brýr, drangar í sjó og fleira. Myndir 10-14 sýna allar gerðir af þeim gögnum sem notuð voru við gerð verkefnisins. Eins og sjá má eru gögnin mjög mismunandi að gerð og skýrleika. Það gat verið býsna snúið að finna sameiginlega hluti á gömlu korti og nýrri loftmynd þar sem útlit þeirra gat verið mjög mismunandi. Mörg atriði voru ekki eins á kortum og loftmyndum, sumir hlutir sem sáust á loftmyndum voru ekki merkir inn á kortin. Lögun túna gat t.d. verið nákvæmlega eins á loftmyndum frá 1946-2007 en var ekki sýnd á kortunum. Lítið var um manngerða hluti eins og brýr og byggingar þegar að kortin voru gerð svo að ekki var hægt að nota þá til að tengja saman við loftmyndirnar, heldur þurfti að nota náttúruleg fyrirbæri.

Það var margt sem hafa varð í huga þegar rétta átti myndirnar upp. Fyrstu punktarnir skiptu miklu máli, þá punkta var best að hafa sem næst fjórum hornum myndarinnar sem verið var að rétta upp svo að hún teygðist rétt en væri ekki mis teygð eftir svæðum. Mikill hæðarmunur inni á mynd gat verið til trafala og valdið skekkjum sem og skuggar. Ef ekki var farið rétt að fíkkst ekki rétt niðurstaða. Einhverra hluta vegna var mis erfitt að rétta gögnin upp.

Mjög mismunandi var hversu marga punkta þurfti til að rétta hverja mynd eða kort upp, allt frá 4 punktum upp í 92 punkta, eða þangað til eldri myndin fíll sem næst alveg saman við þá yngri.

Kortin frá 1904 (mynd 10) eru handteiknuð og í lit og þurfti því að setja sig vel inn í hvað táknið á kortunum þýddu. Þar voru einungis notuð náttúruleg fyrirbæri eins og drangar í sjó, klettar og útlínur Heiðavatns til að tengja saman við nýrri loftmyndina.

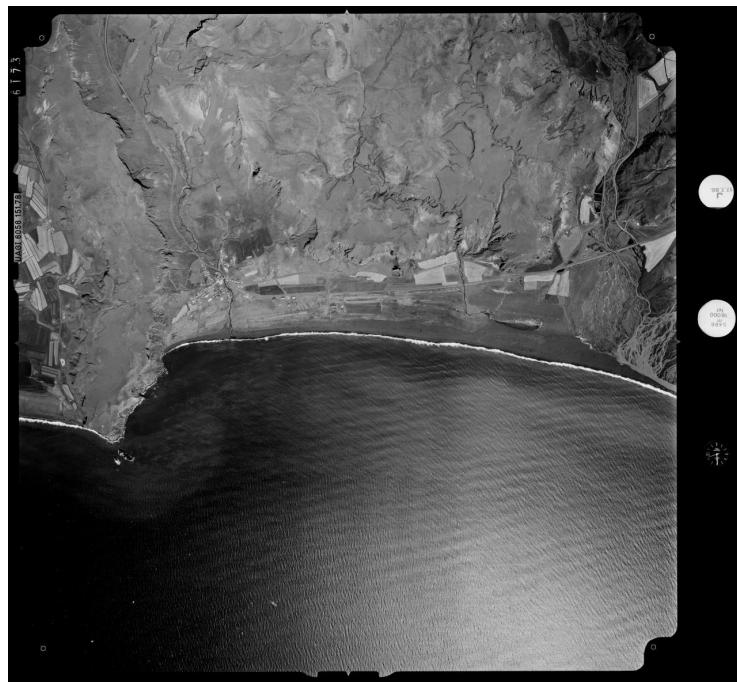


Mynd 11. Sjókort frá 1926. Þetta er kortið sem notað var til að teikna strandlínuna frá 1926. Kortin frá 1933 og 1937 voru samskonar kort (Det kongelige Sökort-Arkiv).

Gögnin frá 1926, 1933 og 1937 eru svarthvít sjókort (mynd 11). Ólíkt hinum gögnunum þá náðu þau yfir allt svæðið. Þar voru einnig notuð náttúruleg fyrirbæri til að rétta upp eftir. Gögnin frá 1946 eru svarthvítar loftmyndir dæmi um slíka má sjá á mynd 12. Þær eru nokkuð skýrar en töluvert af skuggum liggja inni á myndinni. Þær var best að miða við þær byggingar sem voru komnar á þessum tíma og voru enn uppistandandi árið 2007 ásamt náttúrulegum fyrirbærum. Gögnin frá 1986 eru einnig svarthvítar loftmyndir (mynd 13), þær eru mjög skýrar svo að jafnvél mátti sjá ókutæki inni á þeim. Á þeim tíma voru komnar enn fleiri byggingar til að miða við ásamt því að hægt var að nota náttúruleg fyrirbæri. Einnig má sjá dæmi um mynd frá 2007 sem tekin var úr loftmyndagagnagrunninum frá Samsýn (mynd 14).



Mynd 12. Loftmynd frá 1946. Þetta er ein af loftmyndunum frá 1946 sem notuð var til að teikna strandlinuna fyrir sama ár (Landmælingar Íslands).

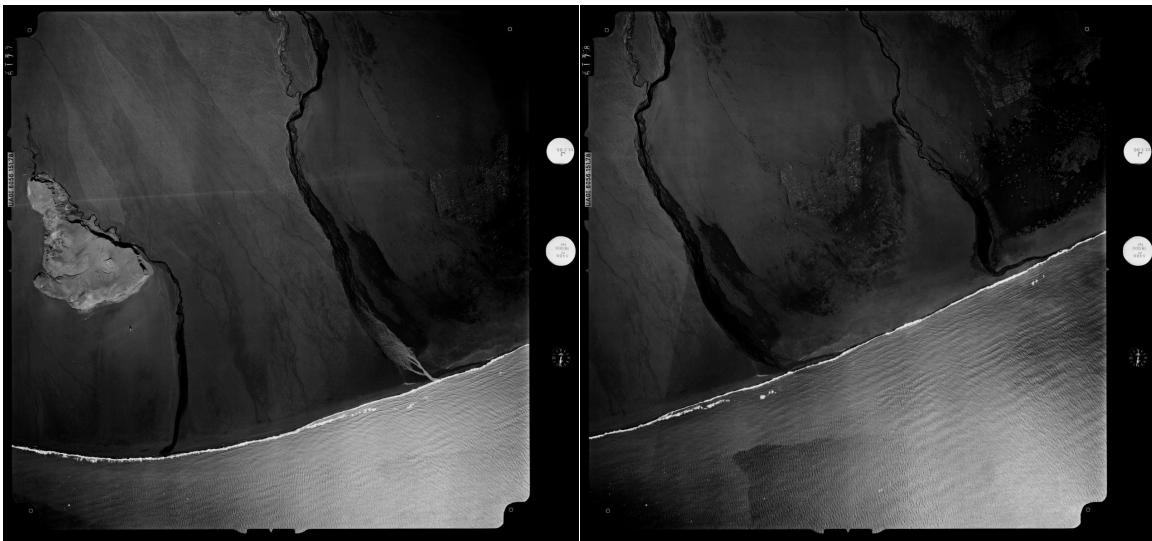


Mynd 13. Loftmynd frá 1986. Þetta er ein af loftmyndunum frá 1986 sem notuð var til að teikna strandlinuna fyrir sama ár (Landmælingar Íslands).



Mynd 14. Loftmynd gerð úr loftmyndagagnagrunninum frá 2007. Þetta er ein af þeim 18 loftmyndum sem teknar voru úr gagnagrunninum til að rétta eldri myndir eftir og teikna strandlinu fyrir 2007 (Samsýn).

Ströndin austanmegin við Hjörleifshöfða inniheldur enga fasta punkta sem hægt er að tengja saman milli áratuga, þar er eingöngu svartur sandur og ár en form þeirra getur breyst afar hratt. Því varð að bregða á það ráð með austasta hluta gagnanna til dæmis frá 1986 að tengja saman hliðstæðar myndir frá sama tíma með því að nota það sem sameiginlegt er á þeim, t.d. sveigju á ánni, lítinn stein, form í sandinum og fleira sem sýnilegt er á báðum myndum. Á mynd 15 hér að má sjá dæmi um loftmyndir frá 1986 þar sem önnur myndin (til vinstri) inniheldur fasta punkta sem hægt er að nota til að rétta hana upp við nýrri mynd, en myndin til hægri sem er framhald af hinni inniheldur enga fasta punkta. Í tilfelli sem þessu er hægt að tengja þær saman vegna þess að þær voru teknar með það stuttu tímabili, að þær innihalda sameiginlega hluti, til dæmis ána sem á þeim báðum.



Mynd 15. Tvær hliðstæðar loftmyndir frá 1986. Þær sem önnur inniheldur enga fasta punkta, en vegna þess að þær innihalda að hluta sama svæði er hægt að tengja þær saman (Landmælingar Íslands).

Þegar búið var að rétta öll kort og myndir upp, var tímabilunum raðað saman. Þannig varð til samfelld röð mynda fyrir hvert tímabil og hægt að teikna strandlínuna upp fyrir hvert ár í ArcGIS forritinu í svokölluðum editor. Ný fitja var búin til fyrir strandlínurnar sjö sem voru teiknaðar í mismunandi litum eftir ártali. Svo var ákveðið að bæta strandlínunni úr IS_50V gagnagrunninum frá Landmælingum Íslands við, bæði af því að hún er nýleg og til að sjá hvort fyrri gögnin stæðust ekki.

Þegar farið var að teikna strandlínuna kom í nokkrum tilfellum frá 1904 og 1946 í ljós örlítil skekkja þannig að strandlínan passaði ekki alveg saman á milli mynda. Þá voru settir nokkrir punktar þannig að strandlínan var tengd saman svo að hún yrði samfelld. Að öðru leyti gekk vel að teikna eftir strandlínunum. Á kortunum voru mörk láðs og lagar mjög skýr en á myndunum þurfti að meta hvar hentugast var að greina á milli. Ákveðið var að setja línuna um það bil þar sem sjór og land maettust án þess að vera að teikna mjög nákvæmlega eftir ölduganginum.

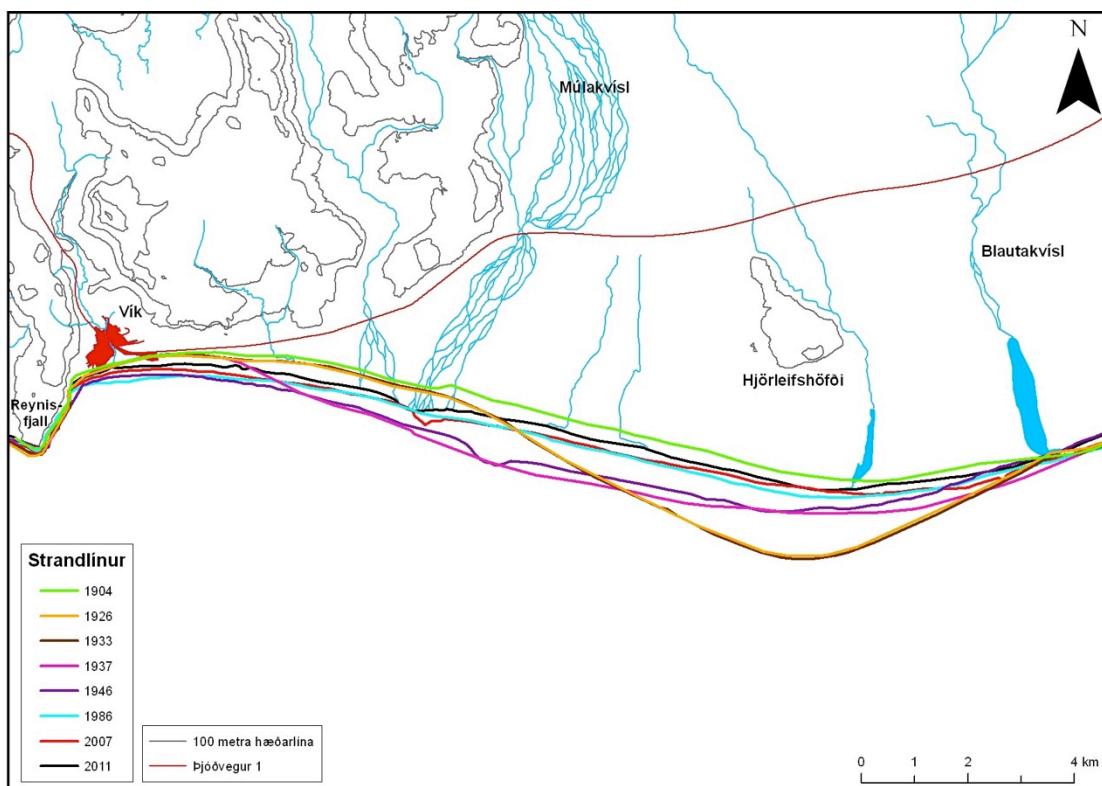
Að lokum voru strandlínurnar færðar saman í eitt skjal og var þá hægt að sjá þær breytingar sem orðið höfðu á strandlínusvæðisins á þessum átta tímabilum, frá 1904, 1926, 1933, 1937, 1946, 1986, 2007 og 2011.

5 Niðurstöður

Þó svo að megin tilgangur þessa verkefnis hafi verið að skoða strandlínubreytingar á suðurströnd Íslands í kjölfar Kötlugosa, þá kom margt í ljós við vinnslu þessa verkefnis þegar verið var að kanna hugsanlegar ástæður strandlínubreytinganna. Hér að neðan verður fjallað um helstu breytingarnar sem urðu á strandlínunni frá Vík í Mýrdal að Hjörleifshöfða frá 1904- 2011 ásamt áhugaverðustu niðurstöðunum sem komu fram þegar verið var að skoða hugsanlegar ástæður fyrir breytingunum.

5.1 Strandlínubreytingar

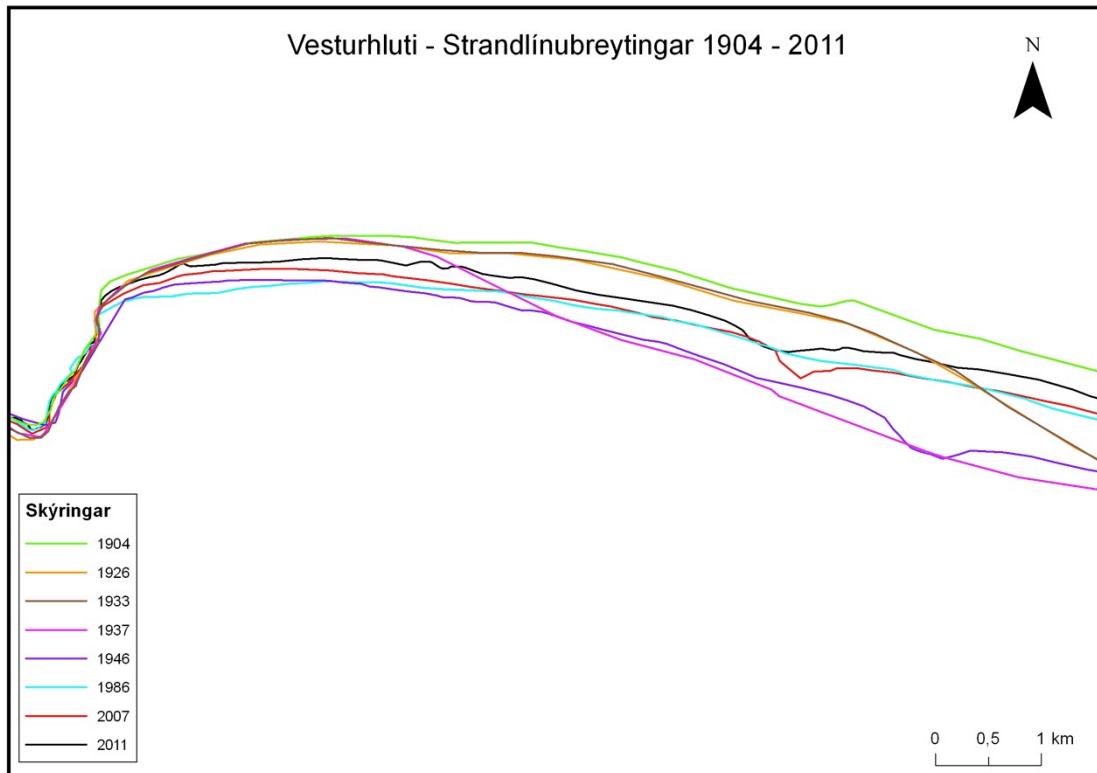
Mynd 16 sýnir stöðu strandlínunnar fyrir átta mismunandi ár frá 1904-2011, þar sem hver litur táknað eitt ártalanna. Elsta strandlínan (græn á kortum) er frá 1904, svo koma línum frá 1926 (appelsínugul á kortum) og 1933 (brún á kortum) sem liggja sem næst alveg saman, næst er línan frá 1937 (bleik á kortum), síðan er línan frá 1946 (fjólublá á kortunum), svo er línan frá 1986 (blá á kortunum), því næst frá 2007 (rauð á kortunum) og að lokum strandlínan frá 2011 (svört á kortunum). Þær breytingar sem hafa orðið á lögum strandarinnar gefa til kynna í hvaða átt efnið flyst aðallega og eins og gefur að skilja táknað stórt bil á milli lína mikla breytingu.



Mynd 16. Strandlínubreytingar 1904-2011 frá Vík og austur fyrir Hjörleifshöfða. Höfundur: Hildur Ágústsdóttir (Landmælingar Íslands og Köbenhavn: Det konelige Sökort-Arkiv).

Ákveðið var að skipta svæðinu upp í two hluta, vestara- og austara svæði, til að breytingarnar yrðu skýrari og auðveldara væri að greina á milli línanna.

Austan við Reynisfjall tekur við sandströnd, þar sem töluverðar breytingar sjást, er aukast til austurs eins og sést á mynd 17 sem sýnir kort af vestari hlutnum.

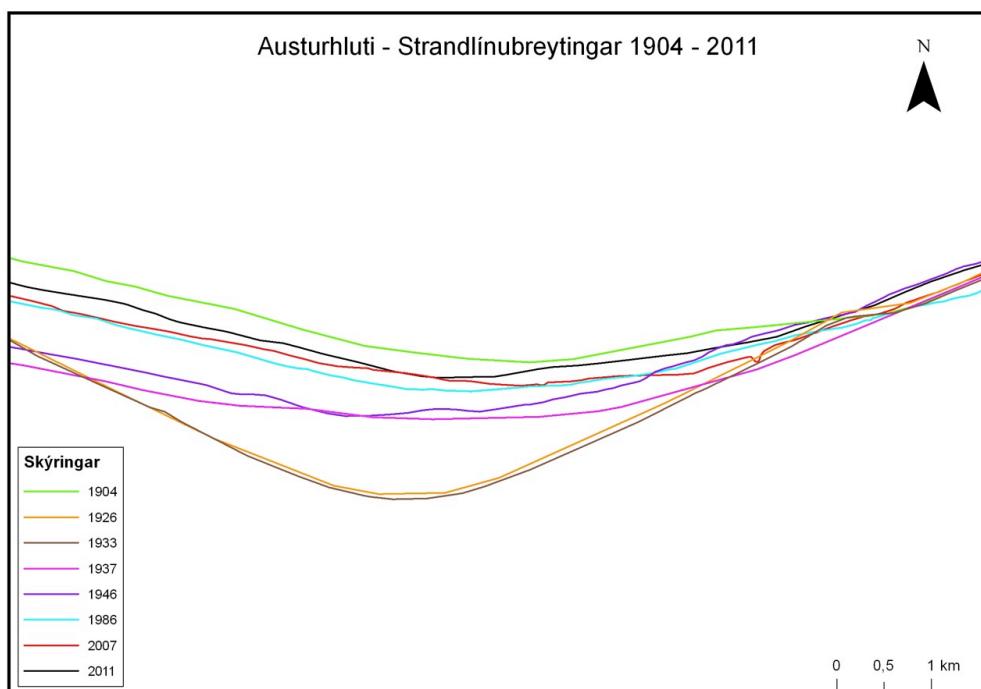


Mynd 17. Strandlínubreytingar 1904-2011, vesturhluti. Höfundur: Hildur Ágústsdóttir (Landmælingar Íslands og Köbenhavn: Det konelige Sökort-Arkiv).

Samkvæmt mynd 17 náði strandlínan árið 1904 að hluta lengra inn í landið á þessu svæði en hún gerir nú. Röð línanna á austurhluta kortsins og vesturhlutanum neðan við Vík er ekki sú sama. Mestu breytingarnar verða á línunum frá 1926/1933, 1937 og 1946 þar sem þær eru ystar austast á kortinu en færast alveg upp að 1904 línunni sem er ávallt innst, þegar vestar dregur.

1946 og 1986 línurnar víxlast, eins og 1986 og 2007 línurnar gera en þær tvær liggja fremur nálægt hvor annarri á austasta kafla kortsins og vaxa í sundur sunnan við Vík þar sem mikil breyting virðist hafa orðið frá 1986 - 2007. Áberandi sveigjur eru á línunum austanmegin við miðju kortsins sem sýna hvernig farvegur Múlakvíslar hefur breyst og er ekki hægt að nota það til að mæla mestu breytingu strandarinnar þar sem þetta eru frávik mynduð af ánni þegar hún lendir úti í sjó.

Mynd 18 sýnir kort af austara svæðinu. Þar nær strandlínubreytingin hámarki og er munurinn á milli ystu línumnar frá 1926/1933 og þeirrar innstu frá 1904 rúmir 1,6 km. Á um það bil 4 árum frá 1933-1937 færðist strandlínan afar hratt inn eða um u.þ.b 0,8 km. 1937 línan og 1946 línan eru mjög nálægt hvor annarri svo að trúlega hefur hægst á hraða landeyðingarinnar. Strandlínan heldur þó áfram að færast inn með tímanum því að 1986 línan kemur næst, síðan 2007 og 2011 línumnar. 1904 línan er innst sem fyrr. Austan við þetta hámark renna línumnar svo saman og fylgjast allar að til austurs.

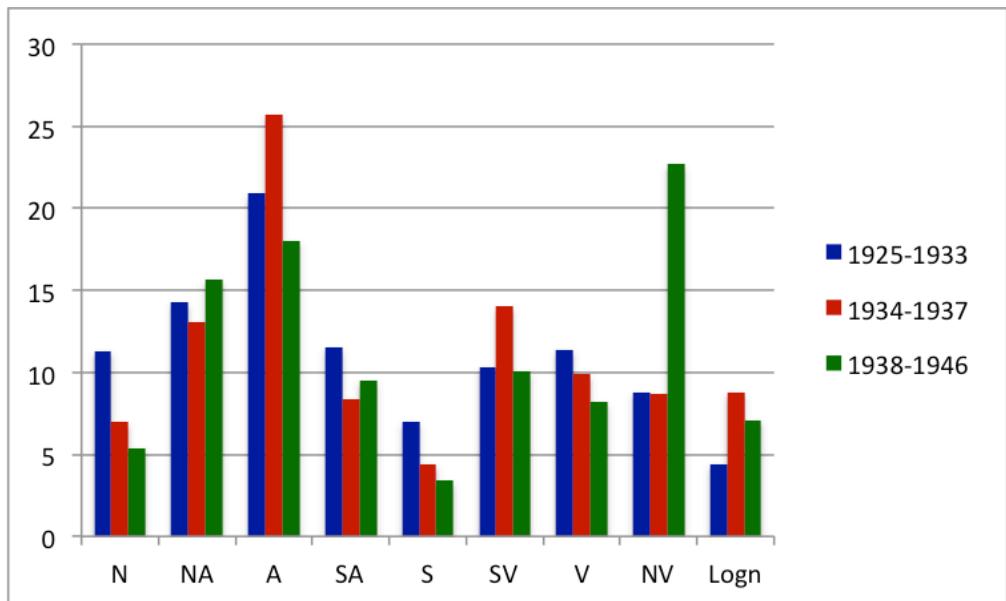


Mynd 18. Strandlínubreytingar 1904-2011, austurhluti. Höfundur: Hildur Ágústsdóttir (Landmælingar Íslands og Köbenhavn: Det konelige Sökort-Arkiv).

5.2 Veðurfarsbreytingar

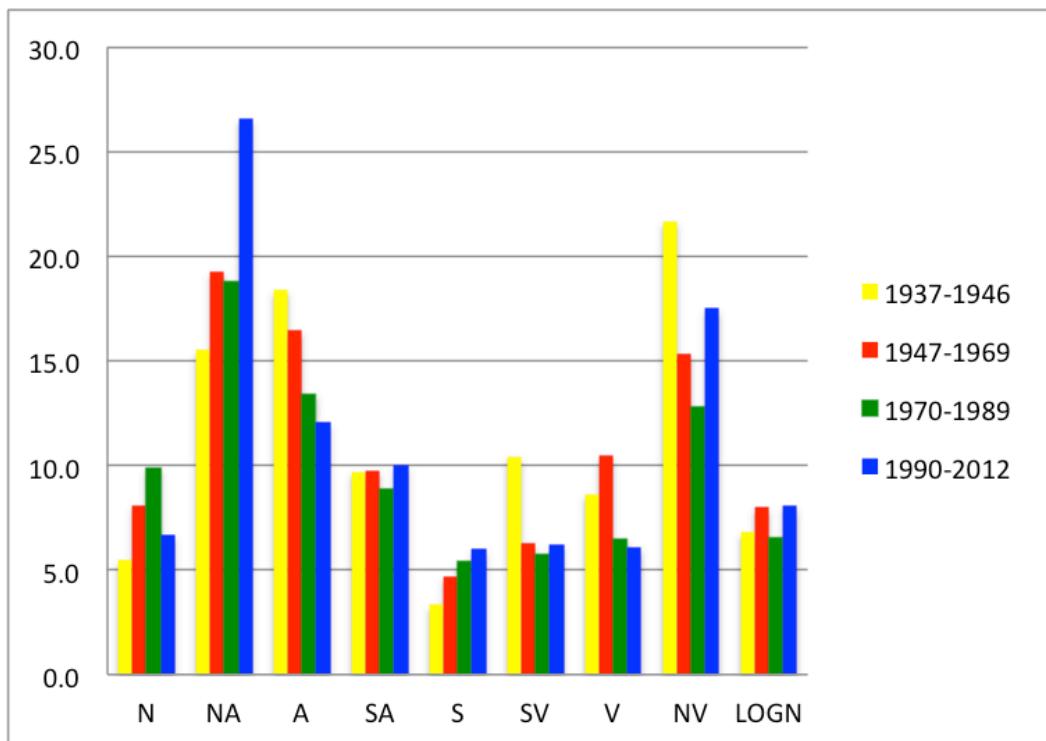
Á myndum 19 og 20 má sjá hlutfallslegar breytingar á tíðni vindátta í Vík frá mismunandi tímabilum. Þessar niðurstöður voru fengnar með sama hætti og lýst var á blaðsíðu 13 í kaflanum um setflutning hér að framan. Hafa verður í huga að tímabilin sem súlurnar standa fyrir eru mis löng.

Breytingar sem urðu á tíðni vindátta þegar að tanginn rýrnaði sem mest frá 1934-1937 má sjá á mynd 19. Bláu súlurnar á myndinni sýna tíðni vindátta fyrir hina miklu breytingu sem varð á árunum 1934-1937 þegar að Kötlutangi hvarf, rauðu súlurnar merkja tíðnina á meðan á breytingunni stendur og þær grænu eru eftir breytinguna



Mynd 19. Hlutfallsleg tíðni vindáttu í Vík frá 1926-1946 teiknuð upp á móti höfuðvindáttum ásamt logni (Veðurstofa Íslands, 2012).

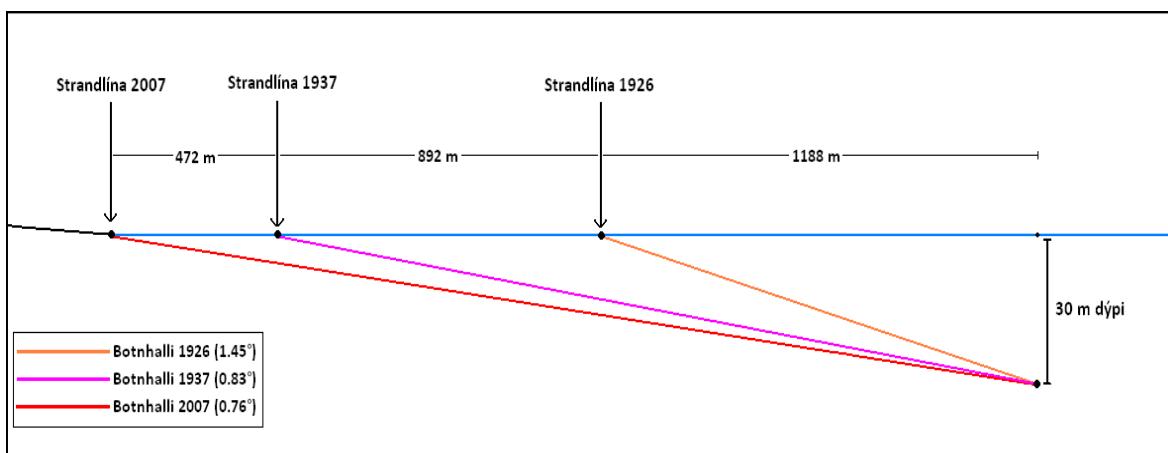
Mynd 20 sýnir hlutfallslega tíðni vindáttu í Vík í Mýrdal frá 1937-2012. Á tímabilum gulu og rauðu súlnanna færðist Víkursandur töluvert út. Á tímabili þeirra grænu tók strandlinan við Vík að færast inn til landsins og bláa súlan stendur fyrir tímabil mesta landrofs á ströndinni suður af Vík.



Mynd 20. Hlutfallsleg tíðni vindáttu 1937-2012 teiknuð upp sem fall af höfuðvindáttum ásamt logni (Veðurstofa Íslands, 2012)

5.3 Breytingar á botnhalla

Botnhalli strandarinnar sunnan við Hjörleifshöfða fyrir árin 1926, 1937 og 2007 var reiknaður út niður á 30 m dýpi, út frá dýptargögnum með einföldum hornafræðireikningum. Fyrir hann fengust eftirfarandi niðurstöður sem sjá má á rissmynd (mynd 21) hér að neðan: Árið 1926 var botnhallinn $1,45^\circ$, árið 1937 var hallinn $0,83^\circ$ og árið 2007 var hallinn $0,76^\circ$. Botnhallinn fer því minnkandi eftir því sem Kötlutangi minnkar og strandlínan færst innar (Det kongelige Sökort-Arkiv, 1926, 1937; Sjómælingar Íslands, 2008). Hafa verður í huga að hallinn sem reiknaður var út er meðalhalli niður á 30 m dýpi. Hallinn getur þó bæði verið meiri og minni á litlum köflum innan sniðsins, í samræmi við botnlögun.



Mynd 21. Mismunandi botnhalli. Skýringarmynd sem sýnir breytingar á botnhalla niður á 30 m dýpi sunnan við Hjörleifshöfða fyrir árin 1926, 1937 og 2007. Hvorki lengdarhlutföllin né hornin inni á myndinni eru rétt, en myndin sýnir að botnhallinn minnkar mis mikið með tímanum í hlutfalli við færslu strandlínunnar inn í land (Det kongelige Sökort-Arkiv, 1926, 1937; Sjómælingar Íslands 2008).

6 Skekkjur

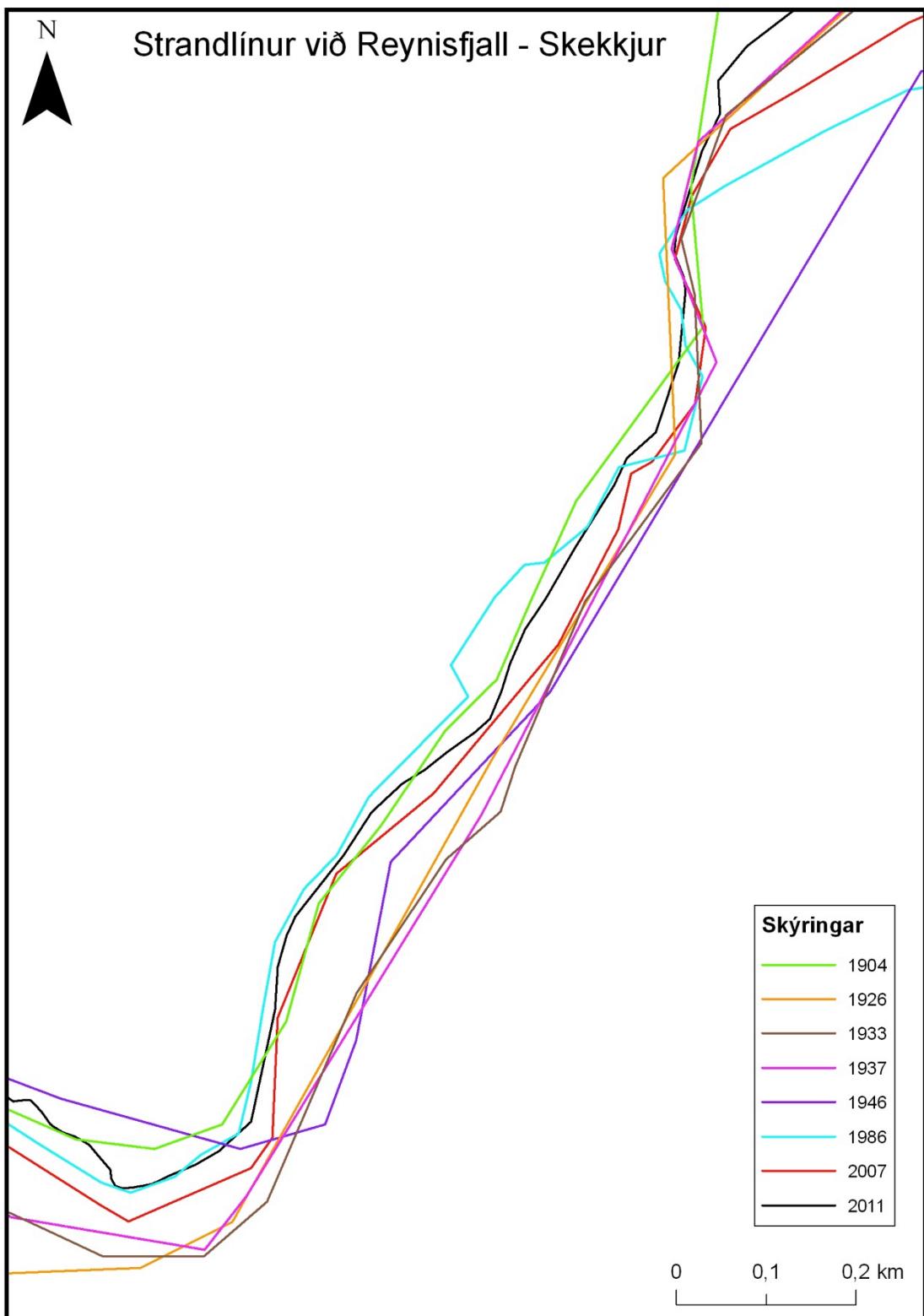
Ekki er hjá því komist að skekkjur komi fram við gerð verkefnis eins og þessa. Í þessu tilfelli gerðist það aðallega þegar verið var að rétta myndirnar af og þegar línurnar voru teiknaðar en einnig af náttúrulegum orsökum vegna sjávarfalla.

6.1 Skekkjur við vinnslu mynda og korta

Við mat á skekkjum sem mynduðust þegar verið var að rétta myndirnar af, var best að miða við fasta punkta með nokkurn vegin þekkta stærð sem bæði voru á nýrri myndinni og þeirri eldri, t.d. hús. Þá þurfti að áætla í hvaða átt og hversu mikið þau færðust til á milli mynda. Skekkjur sem fram komu voru í öllum tilfellum nema einu austur-vestur skekkjur, frá tveimur metrum og upp í fimm metra. Á austustu myndinni frá 1946 var hinsvegar ekki um að ræða skekkju í austur-vestur stefnu heldur var skekkjan til norðvesturs-suðausturs en hún nam um fimm metrum. Hún hafði þó ekki sjáanleg áhrif á niðurstöðurnar enda var hún tölувert langt inni í landinu og ætti því ekki að hafa áhrif.

Til að meta skekkjur sem komu fram þegar verið var að teikna, var best að velja svæði þar sem strandlínan ætti af einhverjum ástæðum ekki að hafa breyst mikið á milli ára og meta hvort mikill munur sé á milli línanna. Til dæmis svæðið þar sem Reynisfjall nær út í sjó, rétt suðvestan við Vík. Þar var minnstur munur á strandlínunum enda er þar ekki um sandströnd að ræða heldur er fjaran stórgrytt af berghnullungum sem líklega hafa fallið úr Reynisfjalli. Þetta gerir það að verkum að rofhraðinn á þessu svæði er mun hægari en á sandströndinni sunnan við Vík og austur að Hjörleifshöfða. Í raun ætti ströndin við Reynisfjall því sama og ekkert að hafa breyst á þessum árum og línurnar hefðu því átt að falla saman. Þær breytingar sem voru á milli línanna á kortinu var því hægt að nota sem mat á skekkju. Talsverð skekkja var á milli sumra ára, eins og sjá má á mynd 22 og var mesta skekkjan á milli 1926/1933 línanna og 1986 línunnar, en þær fylgja hvor annarri vel nema á einum stað þar sem þetta hámark mældist, 130 metrar í stefnuna austur-vestur.

Ekki var hægt að nota 1946 línuna til að meta skekkju á þessu svæði þar sem skuggi lá yfir loftmyndinni frá 1946 nákvæmlega á þessum stað svo að ekki var unnt að teikna línu beint eftir strandlínunni, heldur þurfti að teikna beinar línur á milli punkta sem sáust greinilega á kortinu. Því má segja að línan hafi verið nokkurs konar meðaltal á milli þeirra punkta sem sáust greinilega á kortinu og voru ekki huldir skugga. Þess ber þó að geta að þetta er eini staðurinn sem skuggi lá yfir myndinni og því er hún að örðru leyti nothæf.



Mynd 22. Skekkjur við Reynisfjall. Höfundur: Hildur Ágústsdóttir (Landmælingar Íslands & Köbenhavn: Det kongelige Sökkort-Arkiv (1926, 1933, 1937).

6.2 Skekkjur vegna sjávarfalla

Hilmar Helgason (2012) hjá Sjómælingum Íslands reiknaði skekkjur vegna sjávarfalla við Vík, fyrir tímann sem loftmyndirnar voru teknar á árunum 1946, 1986 og 2007 eins og sjá má í töflu 2. Flóðhæð táknað leiðréttu flóðhæð fyrir þann tíma sem myndirnar voru teknar. Samkvæmt þessu var lóðréttur munur vegna sjávarfalla frá 0,3 m upp í 3,2 m. Vegna þess hve flöt ströndin á þessu svæði er, hefði lóðrétti munurinn getað valdið einhverjum skekkjum þegar teikna átti strandlínur eftir loftmyndum sem endurspeglast í láréttum mun á landi. Við Vík þar sem skekkjurnar voru reiknaðar út, er 20 m hæðarlína í um það bil 500 metra fjarlægð frá sjó. Það þýðir að beinn halli strandarinnar er u.p.b $2,3^\circ$ frá 20 metra hæðarlínunni og að sjávarmáli. Samkvæmt þessu má reikna út mestu mögulegu láréttu skekkju miðað við mesta mun á hæð sjávarfalla með einföldum hornafallareikningum. Sem dæmi þá myndi flóðhæð upp á 3,2 m gefa láréttu skekkju upp á u.p.b. 80 m. Minnsta láréttu skekkja miðað við 0,3 m flóðhæð væri því 7,5 m. Það skal tekið fram þetta eru ónákvæmir reikningar þar sem miðað er við beinan halla og 20 m hæðarlínur, en í raunveruleikanum er sjaldnast alveg beinn halli í landslagi af því að landið er mishæðótt. Einnig er vandasamt að mæla vegalengdina frá sjávarmáli að 20 m hæðarlínunni þar sem hæðarlínan er mjög hlykkjótt svo að finna þurfti einhverskonar milliveg.

Tafla 2 Sjávarstaða í Vík þegar loftmyndirnar voru teknar (Hilmar Helgason, 2012).

Dagsetning	Tími	Flóðhæð (m)
29.08.1946	15:26	0,7
	16:26	1,7
	17:26	2,6
	18:26	3,2
17.07.1986	12:00	2,4
18.07.2007	13:36	0,3

7 Umræður og túlkun

Áður en Katla gaus árið 1918, náði strandlína svæðisins frá Vík og austur fyrir Hjörleifshöfða, tölувert innar í landið en hún gerir nú. Eftir gosið fluttist mikið magn gosefna með hlaupinu sem fylgdi í kjölfarið og bætti áðurnefndum Kötlutanga við landið sem náði lengst um það bil fjóra kilómetra út í sjó (Guðgeir Jóhannsson, 1919) og var um tíma syðsti oddi landsins (Sigurður Þórarinsson, 1975). Samkvæmt sjókortum frá 1926 og 2008 þá er 90-107 m dýpi niður á þann stað þar sem tanginn náði fyrst á eftir gosið. Þetta sýnir hversu mikið efni fluttist með hlaupinu og hvað botnlögunin á svæðinu breyttist mikið á skömmum tíma. Talað hefur verið um að tanginn hafi eyðst mjög hratt og sagði Jón Jónsson í grein sinni frá 1980 að árið 1920, tveimur árum eftir gosið hafi tanginn þegar rýrnað um 2 km (Jón Jónsson, 1980). Samkvæmt þessari rannsókn var tanginn svo orðinn um 1,6 km árið 1926. Eins og sést á mynd 16 var viðbótin mjög staðbundin í fyrstu, bara þessi útskagandi tangi sem línurnar frá 1926/1933 mynda. Roföflin töku fljótlegra að vinna á tanganum og minnka hann. Enda samkvæmt niðurstöðunum þá virðist tanginn hafa eyðst hratt, sérstaklega á þessum fjórum árum frá 1933 til 1937, því að samkvæmt mynd 16 er hann nánast alveg horfinn árið 1937 og efni hans hefur dreifst til vesturs. Efnið fer þó ekki að bætast við ströndina sunnan við Vík fyrr en eftir 1937, en samkvæmt myndinni bætist tölувert við Víkurströndina á milli 1937 og 1946.

Eins og greint hefur verið frá þá var ströndin sunnan við Hjörleifshöfða í ákveðnu jafnvægisástandi áður en Katla gaus 1918 þannig að svipað magn efnis barst inn á svæðið og fór út af því. Í kjölfar gossins jókst botnhallinn við ströndina og skapaði það ójafnvægi. Þá losuðu roföflin um efnið og færðu það úr stað svo að botnhallinn minnkaði smátt og smátt í samræmi við það sem Bruun reglan segir til um. Samkvæmt útreikningunum sem gerðir voru á botnhallanum fyrir árin 1926, 1937 og 2007 þá minnkaði hann um 0,62° á milli 1926 og 1937, á þeim tíma sem tanginn minnkaði afar hratt og nánast hvarf á fáum árum. Á milli 1937 og 2007 minnkar botnhallinn afar lítið eða um brot úr gráðu, það er skiljanlegt þar sem breyting strandarinnar sunnan við Hjörleifshöfða á milli 1937 og 2007 er mun minni heldur en á fyrra tímabilinu. Þetta styður það að þegar að botnhallinn eykst þá taka roföflin að minnka hann og koma á fyrra ástandi. Fyrst minnkar botnhallinn hratt en með tímanum, þegar að jafnvægi nálgast þá hægir á minkun botnhallans og að lokum stendur halli botnsins nokkurn vegin í stað þegar að jafnvægi hefur verið náð.

Verkefni Fannars Gíslasonar sem fjallað var um í kafla 3.2 um veðurfar og öldur, tengist þessu verkefni að mörgu leyti. Bæði fjalla þessi verkefni um að ströndin á þessu svæði er ekki í jafnvægi og er sífellt að breytast, t.a.m. nefnir Fannar að ef ekkert verður gert til að stöðva rof strandarinnar við Vík muni hún að öllum líkindum ná upp að þjóðvegi 1 með tímanum. Einnig telur hann að eftir lengri tíma, gjósi Katla ekki í millitiðinni, muni ströndin ná alveg upp að Hjörleifshöfða. Í þessu verkefni hér er þó ekkert verið að spá fram í tímann, heldur er frekar verið að skoða þróun strandlínunnar frá Kötlugosinu 1918. Í rannsókn Fannars kemur fram að miklu máli skiptir í hvaða stefnu öldur koma að ströndinni upp á það hversu mikill setflutningur á sér stað við ströndina og hefur þannig áhrif á stöðu strandlínunnar. Þar sem öldugangur er eitt af megin roföflunum þá skiptir þetta miklu máli til að átta sig á því hvernig öldur spila sitt hlutverk í því að rjúfa ströndina og flytja efni hennar.

Þær breytingar sem urðu á vindáttum á sama tíma og miklar breytingar urðu á legu strandlínunar eru nokkrar. Til dæmis eins og sést á mynd 19 var austanátt hlutfallslega mun algengari á þeim tíma sem Kötlutangi er að hverfa frá 1934-1937 heldur en fyrir og eftir breytinguna. Suðvestanátt var einnig algengari á þessum breytingartíma en hún var þegar að minni breytingar áttu sér stað. Það sem mögulega er haegt að lesa út úr þessu er að í austanáttum er líklegt að strandstraumurinn og vindurinn vinni saman að því, að færa efnið af meiri krafti til vesturs. Einnig var suðvestan öldugangur ráðandi á þessu svæði (Siglingastofnun Íslands, 2011; Fannar Gísalson, 2011) og því ætti suðvestanátt að styrkja háu suðvestan öldurnar enn meira svo að landbrotið verður í kjölfarið meira. Þó að augljósar breytingar hafi orðið á tíðni vindátta er ekki haegt að eigna vindáttarbreytingum einum, allan þann mun sem sést á strandlínunni á þessu tímabili.

Eftir 1946 hélt strandstraumurinn áfram að vinna á ströndinni og flutti efni að ströndinni við Vík til ársins 1970. Þá hafði ströndin þar færst fram um 500-600 m frá 1918. Svo tók ströndin þar að hopa í kringum 1970 (Siglingastofnun, 2011). Á árunum 1971-1977 eyddist landið hratt, allt upp í 15-20 m á ári. Svo hækði landbrotið á sér til 1990, en jónst svo aftur (Lágsvæði - 2. áfangi, Fjarhitun hf. 1994) og voru árin frá 1990-1994 tímabil mestu landeyðingar á svæðinu (Siglingastofnun, 2011). Hámark þykktar Vikurfjöru samkvæmt mynd 17 er árið 1986. En síðan þá hefur hún minnkað jafnt og þétt og nálgast óðfluga stöðuna sem hún var í árið 1904.

Samkvæmt mynd 20 voru austanáttir algengari á tveimur fyrri tímabilunum, þegar að ströndin var að færast fram við Vík. Fyrra tímabilið hófst þegar að Kötlutangi var nánast horfinn og ekki haegt að tala um hann sem tanga. Þá var efni hans tekið að dreyfast með ströndinni til vesturs. Fyrst mjög nálægt fyrri staðsetnigu tangans en svo færðist efnið lengra og lengra til vesturs með tímanum.

Gera má ráð fyrir út frá fyrrgreindum athugunum að í austanáttum þegar að framboð efnis var mikið hafi efnið færst vestur með ströndinni og stöðvast að lokum við Reynisfjall, þar sem ströndin tekur 90° beygju. Það varð til þess að ströndin við Vík færðist fram. Þegar á leið, bæði minnkaði efnisframboðið austan við Vík og algengustu vindáttirnar breyttust þannig að norðanáttir, þá aðallega norðaustanátt urðu ríkjandi vindáttir á seinna tímabilinu í stað austanáttar. Sennilega hefur það haft þau áhrif, að efnið tók að færast með norðaustanáttinni og leita suður fyrir Reynisfjall. Með þeim afleiðingum að strandlínan við Vík færðist innar.

Þess má einnig geta að ölduálag við ströndina suður af Vík er eitt það mesta sem getur orðið hér við land, en á árunum 1990-1994 þegar að landbrotið við Vík var sem mest mældust hærri öldur á Atlantshafi en hafði gert á árunum á undan og loftþrýstingur var einnig lægri að meðaltali og sjávarborð því hærra. Landbrotið er mest yfir háveturinn, yfirleitt í janúar og febrúar og í umhleypingasömum veðrum getur sjórinn brotið marga tugi metra af landinu á mjög stuttum tíma (Lágsvæði - 2. áfangi, Fjarhitun hf. 1994). Þó svo að mikið hafi eyðst af ströndinni á þessum tíma var strandlínan frá 1900-1930 töluvert nær Víkurkaupstaðnum heldur en hún var árið 1994, en þá var strandlínan nálægt staðsetningu strandlínunnar frá 1935 (Lágsvæði - 2. áfangi, Fjarhitun hf. 1994). Árið 2011 var landrof strandarinnar sunnan við Vík orðið 350 til 450 m frá því ströndin tók að hopa árið 1970 (Siglingastofnun, 2011).

Strandlínan austanmegin við Kötlutanga breyttist afar lítið, enda liggja línurnar nær alveg saman eins og sést á mynd 18. Ástæðurnar fyrir því kunna að vera þær að annarsvegar þá flyst efnið á suðurströndinni aðallega frá austri til vesturs eins og áður hefur verið greint frá og hinsvegar að austara hlaupið sem fylgdi Kötlugosinu 1918 bar ekki nærrí eins mikið af framburðarefnum með sér og aðalhlaupið (Haukur Tómasson 1994).

Þetta verkefni sýnir að Kötlugosið 1918 hafði tölverð áhrif á stöðu strandlínunnar frá Vík að Hjörleifshöfða. Þó að skekkjur kunni að hafa haft eilítill áhrif, þá eru breytingarnar ótvíræðar. Notkun loftmynda og korta til að meta strandlínubreytingar er góð leið til að vinna rannsókn sem þessa en hafa verður í huga alla skekkjuvalda sem fylgja. Vitað er að Katla mun gjósa einhverntíman á komandi árum, þó að óvist sé hvenær það gerist. Lengsta goshlé síðan 1580, þegar að heimildir um ártal urðu öruggar, eru 80 ár. Í haust verða 94 ár síðan Katla gaus síðast (fyrir utan smágosið 1955) (Guðrún Larsen, 2010). Því er eðlilegt að menn séu farnir að huga að næsta gosi. Það hefur þó sýnt sig að á eftir stóru gosi kemur langt goshlé og þar sem gosið 1918 var stórt gos, þá er eðlilegt að hléið sé fremur langt (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl., 2005).

Án gossins í Kötlu 1918 hefðu breytingar á strandlínunni ekki orðið neitt í líkingu við þær breytingar sem sáust frá 1904-2011. Einfaldlega vegna þess að þá hefði ekki efnið bæst við landið. Ekki er hægt að meta fyrirfram áhrifin sem næsta gos í Kötlu mun valda, bæði vegna þess þau hafa verið mis stór í gegn um tíðina (Guðrún Larsen, 2010; Sigurður Þórarinsson, 1975) og lítil fylgni virðist vera á milli lengdar goshlés og stærðar gossins sem kemur á eftir hléinu (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl., 2005). Ef hlaupið verður stórt og fer niður Mýrdalssand eins og gerst hefur í síðustu átján gosum, þá er hætt við að Álfaver verði fyrir skaða, þ.e. ef hlaupið er stórt, vegna þess að sandurinn er fyrir löngu orðinn jafn hár Álfavershrauninu sem varði Álfaverið áður fyrr (Guðrún Larsen, 2010). Vík mun hinsvegar njóta góðs af þeim framburðarefnum sem koma með hlaupinu og eiga væntanlega eftir að hlaðast upp sunnan við þorpið þegar hafrænu öflin taka að koma jafnvægi á ströndina, þ.e. ef að gosið og hlaupið verða líkt því sem var árið 1918.

Það að raða strandlínunum saman á þennan hátt er mjög góð leið til að meta breytinguna sem verður á ákveðnu tímabili og hefur ekki verið gert áður fyrir þetta svæði. Þá sést á hvaða tímabili hröðustu og mestu breytingarnar urðu og er þá hægt að kanna hugsanlegar ástæður þeirra. Ekki hefur heldur verið áður skoðað með slíkri nákvæmni hvernig Kötlutangi hvarf stig af stigi og bættist við ströndina í Vík að hluta og færði hana út. Með því skoða kortin sem sýna strandlínubreytingarnar er auðvelt að meta sjónrænt hraða breytinganna og sjá hvernig þær taka mis stór stökk á milli tímabila. Þetta getur auðveldað mönnum að skilja eðli breytinganna og hverju má eiga von á ef Katla bærir á sér.

Heimildaskrá

Det kongelige Sökort-Arkiv (1926). *Hjörleifshöfði - Vestmannaeyjar*. Sjókort, 1:100 000. Útgáfustaður: Köbenhavn.

Det kongelige Sökort-Arkiv (1933). *Hjörleifshöfði - Vestmannaeyjar*. Sjókort, 1:100 000. Útgáfustaður: Köbenhavn.

Det kongelige Sökort-Arkiv (1937). *Hjörleifshöfði - Vestmannaeyjar*. Sjókort, 1:100 000. Útgáfustaður: Köbenhavn.

Einar H. Einarsson (1993). Eldar Mýrdalsjökuls. Kötlugosið 1918. *Saga*, 31, 127-158.

Fannar Gíslason (2011). *Along-Shore Sediment Transport at the Coast of Vík í Mýrdal*. Meistaraprófsritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.

Fjarhitun (1994). Lágsvæði - 2. áfangi {2. hluti} Vík í Mýrdal - landeyðing skipulagsmat og tillögur um aðgerðir. Reykjavík: Fjarhitun.

Guðgeir Jóhannsson (safnað og skrifað) (1919). *Kötlugosið 1918: frásagnir úr Vík og Heiðardal í Mýrdal, Hjörleifshöfða, Skáftártungu, Álfaveri, Meðallandi og Síðu*. Reykjavík: Bókaverslun Ársæls Árnasonar.

Guðrún Larsen (2000). Holocene eruptions within the Katla volcanic system, south Iceland: Characteristics and environmental impact. *Jökull*, 49, 1-28.

Guðrún Larsen (1993). Um leiðir Kötluhlaupa og þróun Mýrdalssands. Í Guðrún Larsen (ritstj.), *Kötlustefna 1993* (bls. 8-10). Reykjavík: Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.

Guðrún Larsen og Sigurður Ásbjörnsson (1995). Volume of tephra and rock debris deposited by the 1918 jökulhlaups on western Mýrdalssandur, S-Iceland. Erindi flutt á: Symposium on glacial erosion and sedimentation, the international glaciological society, Reykjavík.

Guðrún Larsen (2010). *Katla: Tephrochronology and eruption history*. Í A. Schomacker, J. Krüger and K. Kjær (ritstjórar): The Mýrdalsjökull ice cap, Iceland: Glacial processes, sediments and landforms on an active volcano. Development in Quaternary Science 13: 23-49. Elsevier, Amsterdam.

Haukur Tómasson (1994). Kötlufarvegir og rennsli hlaupsins 1918. Í Magnús Tumi Guðmundsson (ritstj.), *Kötlustefna 1994* (bls. 8-9). Reykjavík: Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.

Helgi Björnsson (1993). Ýmis sjónarmið um eðli Kötluhlaupa. Í Guðrún Larsen (ritstj.), *Kötlustefna 1993* (bls. 11-13). Reykjavík: Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.

Helgi Björnsson & Finnur Pálsson (1994). Mýrdalsjökull: Yfirborð, botn og rennslisleiðir jökulhlaupa við gos undir jöklinum. Í Magnús Tumi Guðmundsson (ritstj.), *Kötlustefna 1994* (bls. 3). Reykjavík: Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.

Helgi Björnsson, Finnur Pálsson og Magnús Tumi Guðmundsson. 2000. Surface and bedrock topography of the Myrdalsjökull ice cap, Iceland. *Jökull*, 49, 29-46.

Hilmar Helgason (2012), gagnasafn, Sjómælingar Íslands.

Jón Jónsson (1980). Um Kötluhlaup. *Náttúrufræðingurinn*, 50(2), 81-86.

Magnús Tumi Guðmundsson & Águst Gunnar Gylfason (ritstj.) (2005). *Hættumat vegna eldgosa og hlaupa frá vestanverðum Mýrdalsjökli og Eyjafjallajökli*. Reykjavík: Ríkislögreglustjórin, Háskólaútgáfan.

Marshak, Stephen (2008). *Earth Portrait of a Planet*. New York: W. H. Freeman Company.

Páll Imsland og Guðrún Larsen (1993). Kerlingarfjörður - Hvar var hann, hvernig var hann og hver urðu öslög hans?. Í Guðrún Larsen (ritstj.), *Kötlustefna 1993* (bls. 23). Reykjavík: Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.

Pilkey, Orrin H. & Cooper, J. Andrew G. (2004). Society and Sea Level Rise. *Science* (303), 1781-1782.

Schutzbach, Werner (2005). *Katla. Saga Kötlueda*. Reykjavík: Lafleur.

Siglingastofnun Íslands (2011). Yfirlitsskýrsla um sjóvarnir 2011. Reykjavík: Siglingastofnun.

Sigurður Þórarinsson (1975). Katla og annáll Kötlugosa. Í Páll Jónsson (ritstj.), *Árbók Ferðafélags Íslands* (bls. 125-149). Reykjavík: Ferðafélag Íslands.

Sjómælingar Íslands (2008). *Alviðruhamrar- Vestmannaeyjar*. Strandsiglingakort, 1:100.000. Reykjavík: Landhelgisgæsla Íslands-Sjómælingar Íslands.

Unnsteinn Stefánsson (1999). Hafið. Reykjavík: Háskólaútgáfan.

Unnsteinn Stefánsson (1981). Sjórinn við Ísland. *Náttúra Íslands*, 2. útgáfa, Almenna bókafélagið: Reykjavík, 397-438.

Veðurstofa Íslands, gagnasafn, 2012.

Þorbjörn Karlsson (1994). Kötluhlaup 1918 - Vangaveltur um eðli hlaupsins og hámarksrennsli. Í Magnús Tumi Guðmundsson (ritstj.). *Kötlustefna 1994* (bls. 10-11). Reykjavík: Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.