Greinargerð vinnuhóps um jarðskrið og jarðhlaup við Almenninga

VEGAGERÐIN

Desember 2013

Efnisyfirlit

Formáli 2
1. Inngangur 3
2. Jarðfræðilegar og jarðtæknilegar aðstæður í Almenningum 7
3. Mælingar á jarðskriði og jarðhlaupum í Almenningum 12
3.1 Landmælingar 12
3.2 Myndmælingar 13
4. Áhættugreining fyrir jarðskriðs- og jarðhlaupssvæðin í Almenningum 14
5. Hugsanlegar aðgerðir til að auka öryggi vegfarenda 18
5.1 Vöktunarbúnaður 18
5.2 Færsla vegar 19
5.3 Veðurfarsathuganir 22
5.4 Rofvörn við sjó 23
5.5 Framræsing tjarna í Tjarnardölum 24
6. Samantekt og niðurstöður 26

Viðaukar

Viðauki 1: Greinargerð Þorsteins Sæmundssonar um jarðfræðirannsóknir í Almenningum.

Viðauki 2: Kort sem sýna valkosti við færslu vegar.

Viðauki 3: Þversnið af áhættustöðum og upplýsingar um viðvörunarbúnað.

Viðauki 4: Yfirlitskort af Almenningum.

Formáli

Þann 1. febrúar 2013 skipaði Vegamálastjóri vinnuhóp til að greina vandamál vegna jarðskriðs og jarðhlaupa á Siglufjarðarvegi í Almenningum og koma með tillögur um hugsanlegar aðgerðir til að auka öryggi vegfarenda.

Vinnuhópinn skipa:

Gunnar Bjarnason, formaður
Guðmundur Heiðreksson
Haraldur Sigursteinsson
Nicolai Jónasson

Jón Sverrir Erlingsson hefur starfað með vinnuhópnum frá upphafi.

Ágúst Guðmundsson Jarðfræðistofunni ehf og Þorsteinn Sæmundsson forstöðumaður náttúrustofu norðurlands vestra mættu á sitt hvorn fund hópsins til að upplýsa um jarðfræðirannsóknir sínar í Almenningum.

Halldór Sveinn Hauksson frumhannaði hugmyndir vinnuhópsins um mögulega færslu vegar og gerði kostnaðaráætlun.

Jón Sverrir Erlingsson og Halldór Sveinn Hauksson teiknuðu kortið í viðauka 4.

Kristján Kristjánsson gerði frumáætlun um einingarverð vegna rofvarnar við sjó.

Höskuldur Búi Jónsson gerði yfirlitsmynd af Almenningasvæðinu sem er birt í inngangi.

V. Rúnar Pétursson tók saman upplýsingar um þau svæði á Almenningum þar sem vegur hefur skemmst vegna jarðskriðs og gert hefur verið við veginn. Gunnhildur Kristinsdóttir tók saman kostnað vegna viðgerðanna.

Verkefni vinnuhópsins er að vinna að gagnasöfnun og samantekt jarðtæknilegra úttekta á Siglufjarðarvegi um Almenninga og gera tillögur um áframhaldandi athuganir og leggja mat á hvort og hvers konar viðbragðsáætlun þurfi að vera til, vegna öryggis vegfarenda. Einnig skal hugað að möguleikum á aðgerðum svo sem færslu vegar.

Skýrslan er greinargerð vinnuhópsins til Vegamálastjóra.

Forsíðumynd: Viðvörunarskilti við vegamót Siglufjarðarvegar og Skarðsvegar

Baksíðumynd: Viðvörunarskilti við Almenningsnöf

1. Inngangur

Almenningar nefnist svæðið frá Fljótum og liðlega 6 km til norðurs, að Skriðnavík við Almenningsnöf. Strandlengjan á svæðinu liggur nálægt norður-suður stefnu. Siglufjarðarvegur um Almenninga var eini heilsársvegurinn til Siglufjarðar um langt skeið og er enn mikilvægur í samgöngum á norðanverðum Tröllaskaga þrátt fyrir að árið 2010 hafi verið opnaður vegur til Siglufjarðar um Héðinsfjarðargöng. Árdagsumferð (ÁDU) um veginn var árið 2012 180 bílar á dag að meðaltali yfir allt árið, sumarumferð (SDU) 332 bílar á dag og vetrarumferð (VDU) 72 bílar á dag. Í töflu 1.1 eru sýndir valkostir umferðar á leið frá Sauðárkróki til Siglufjarðar. Í kafla 4 er greint frá því að nokkur hætta er talin á því að vegstæði Siglufjarðarvegar gæti hrunið fram á nokkrum afmörkuðum stöðum, sem myndi skapa verulega hættu fyrir vegfarendur. Við slíkann atburð væri óhjákvæmilegt að loka Siglufjarðarvegi um lengri eða skemmri tíma meðan á viðgerð stæði. Ef þetta gerðist að vetrarlagi yrði að vísa allri umferð mun lengri leið um Öxnadalsheiði eða opna veg um Lágheiði en að sumarlagi gæti umferð farið um Lágheiði og umferð jeppa og jepplinga um Skarðsveg.

Tafla 1.1: Upplýsingar um leiðir milli Sauðárkróks og Siglufjarðar

Vegheiti	Vegnúmer	Vegflokkur	Þjónustustig	Vegalengd Sauðárkrókur-Siglufjörður	Mismunur vegalengda
Siglufjarðarvegur	76	Stofnvegur	Heilsársvegur	95	2
Skarðsvegur*	793	Landsvegur	Sumarvegur	93	0
Ólafsfjarðarvegur**	82	Tengivegur	Sumarvegur	124	31
Hringvegur***	1	Stofnvegur	Heilsársvegur	177	84

* um Siglufjarðarskarð, ** um Lágheiði, *** um Öxnadalsheiði

Allt frá því að Siglufjarðarvegur um Almenninga var byggður árið 1968 hefur orðið vart við jarðskrið í Almenningum sem hefur valdið miklu skriði vegarins. Mikilvægt er að gera sér grein fyrir orsökum skriðsins, hvað hafi gerst á þessu svæði, hvaða jarðfræðilegu ferli eru virk og hvað getur gerst þar í náinni framtíð.

Vegagerðin hefur mælt sigið á vegsvæðinu í Almenningum frá árinu 1982 en mælingar fyrstu áranna reyndust ónothæfar þar sem fastmerki reyndust vera á hreyfingu. Síðan þá hefur mælipunktum verið fjölgað verulega og það ásamt bættri mælitækni hefur leitt til sífellt betri upplýsinga um jarðskriðið. Mælingar með GPS mælitækjum hófust árið 1997 og hafa mælingar verið nákvæmar frá þeim tíma. Haustið 2013 var enn bætt við 6 mælipunktum á Tjarnardalasvæðinu. Mestar hreyfingar hafa mælst í Tjarnardalaberghlaupinu en þar hefur lárétt skrið mælipunkta mælst allt að 11 m (mælipunktur 24) og lóðrétt sig allt að 1,5 m frá því áreiðanlegar mælingar hófust árið 1999 og til september 2013. Í kafla 3 og viðauka 4 er gefið yfirlit yfir þessar mælingar. Mælipunktarnir eru allir nálægt veginum þar sem talið er að hreyfingin sé mest. Hinsvegar eru engar tölulegar upplýsingar til um jarðskriðið ofar í

berghlaupunum en út frá myndgreiningum og ummerkjum í landinu er þó vitað að berghlaupin eru öll á hreyfingu.

Skriðið hefur valdið árlegum skemmdum á veginum á 9 svæðum en 6 af þessum svæðum eru í Tjarnardalaberghlaupinu þar af 2 á Skógasvæðinu[1] og 4 milli Kóngsnefs og Almenningsnafar (sjá yfirlitsmynd í viðauka 4). Kostnaður vegna viðgerða á skemmdunum hefur á 10 ára tímabili 2004-2013 numið samtals 43 milljónum króna. Flest árin er látið nægja að gera við hvörfin með möl fyrir nokkrar milljónir árlega en árið 2009 var ráðist í endurnýjun bundna slitlagsins og var kostnaður það ár tæpar 12 milljónir króna.

Í kafla 2 er gerð grein fyrir tveimur nokkuð ólíkum sjónarmiðum jarðfræðinganna Þorsteins Sæmundssonar og Ágústs Guðmundssonar, sem mikið hafa rannsakað jarðfræði svæðisins, á ferli hreyfinga á skriðunum í Almenningum. Þorsteinn telur að um berghlaup sé að ræða sem hafi fallið eftir lok ísaldar. Berghlaupin séu enn á hreyfingu og að skriðið sé mest við frambrún berghlaupanna við vegstæðið. Ástæðuna fyrir meiri hreyfingu frambrúnarinnar telur Þorsteinn og meðhöfundar hans vera undangröft sjávar sérstaklega í frambrúnum Tjarnardala- og Hraunaberghlaupanna. Á báðum þessum svæðum er berggrunnurinn ekki sýnilegur og ver því ekki lausu jarðlögin fyrir ágangi öldurótsins. Þessi lýsing á ferlinu er nokkuð samhljóða áliti Hafliða Hafliðasonar og Hreins Haraldssonar í skýrslum árið 1982. Hreinn nefnir hæga skriðið á öllum berghlaupsmassanum jarðskrið en hraðara skriðið frammi á bökkunum jarðhlaup.

Ágúst Guðmundsson telur að ekki sé um berghlaup að ræða í Almenningum heldur séu urðarbingirnir upphaflega myndaðir við frostveðrun og sil en ekki hrun. Ágúst nefnir slíka jarðmyndun urðarjökla. Hann telur að skriðið sé vaxandi eftir því sem neðar dregur og sé mest næst sjávarbökkunum. Sjávarrof valdi því ekki að ströndin færist innar heldur rjúfi sjórinn jafnóðum efnið sem skríður fram. Ágúst telur að skriðið gerist með þeim hætti að frosið efni í urðarbingnum e.t.v. ofan við 200-300 metra hæð ýti á undan sér ófrosnu efni nær sjávarmáli.

Vinnuhópurinn telur að hvað varðar meginverkefnið sem hópnum var falið skipti þessi ágreiningur um jarðfræðileg ferli ekki meginmáli. Helst kom til álita í því sambandi ágreiningurinn um það hvort undangröftur sjávar sé orsakavaldur að jarðhlaupinu við vegstæðið sérstaklega í Tjarnardalaberghlaupinu en þar sem rofvörn í fjörunni er vart talinn raunhæfur valkostur þá skiptir sá ágreiningur heldur ekki máli við úrlausn vandans (sjá kafla 5.4).

Orðið berghlaup er notað í þessari greinargerð um skriðmassana og færslu þeirra án þess að það feli í sér að afstaða sé tekin til áðurnefndra kenninga um jarðfræði svæðisins. Þannig má vel vera að urðarbingur sé ekki síðra og jafnvel betra orð um slíkan urðarmassa sem er á stöðugri hreyfingu óháð greiningu á orsökum skriðsins. Orðið jarðskrið er notað í greinargerðinni um hægfara skrið meginmassa

[1] Laufskógar eru milli Kvígildis og Kóngsnefs og er svæðið nefnt Skógasvæðið í þessari greinargerð

berglaupanna en jarðhlaup eða hrun yfir meira skrið og/eða hrun við frambrúnir þeirra án þess að glögg skil séu gefin um það hversu mikið skriðið þurfi að vera til að teljast vera jarðhlaup.

Í greinargerðinni er greint frá rannsóknum sem gerðar hafa verið á svæðinu og reynt er að leggja mat á þann vanda og jafnvel hættur sem stafað geta af jarðskriði og jarðhlaupum á veginum í Almenningum. Einnig er lagt mat á þau úrræði sem kunna að vera fyrir hendi til að auka öryggi vegfarenda sem eiga leið um Siglufjarðarveg í Almenningum.

Í kafla 2 er gefið yfirlit yfir helstu jarðfræðirannsóknir sem gerðar hafa verið í Almenningum og einnig lýst aðstæðum við veginn.

Í kafla 3 er samantekt á mælingum á jarðskriði og jarðhlaupum á svæðinu.

Í kafla 4 er sýnd áhættugreining fyrir jarðskriðs- og jarðhlaupssvæðin í Almenningum.

Í kafla 5 er fjallað um hugsanlegar aðgerðir til að auka öryggi vegfarenda.

Í kafla 6 er samantekt og helstu niðurstöður

Greinargerðinni fylgja viðaukar og er í viðauka 1 greinargerð Þorsteins Sæmundssonar um jarðfræðirannsóknir í Almenningum. Í viðauka 2 eru kort sem sýna valkosti við færslu vegar. Í viðauka 3 eru birt þversnið af áhættustöðum og upplýsingar um viðvörunarbúnað. Í viðauka 4 er kort sem gefur yfirlit yfir Almenninga þar sem m.a er sýnt skrið mælipunkta á svæðinu, staðsetning vegkafla sem hafa skemmst vegna skriðs og staðsetning þversniða sem birt eru í viðauka 3.

Mynd 1.1 Myndin er tekin til norðurs af vegsvæðinu sunnan Almenningsnafar. Almenningsnöf er neðan við blindhæðina á veginum. Þar norðan við sjást Mánárskriður.

Mynd 1.2 Yfirlitskort af Almenningum. Berghlaupin sem fjallað er um eru afmörkuð með rauðum lit.

2. Jarðfræðilegar og jarðtæknilegar aðstæður í Almenningum

Í viðauka 1 er greinargerð Þorsteins Sæmundssonar forstöðumanns Náttúrustofu Norðurlands vestra en Þorsteinn gerði einnig grein fyrir sínum rannsóknum og sinna meðhöfunda[2] á þriðja fundi vinnuhópsins. Þar er fjallað um jarðfræðirannsóknir í Almenningum og lýst þremur berghlaupum, Hraunaberghlaupi syðst, Þúfnavalla-berghlaupi og nyrst Tjarnardalaberghlaupi. Berghlaupin hafi fallið úr hlíðum Breiða-fjalls, Torfnafjalls og Mánárfjalls.

Undangröftur jökla á ísöld, ásamt suðvestlægum jarðlagahalla og súrum jarðlögum í berggrunninum hafi orðið þess valdandi að snemma á nútíma féllu eða skriðu fram stórar spildur úr berggrunninum úr hlíðum og í sjó fram. Þessar aðstæður hafi valdið óstöðugleika í berggrunninum, sem hafi því hrunið fram. Sighreyfingum þeim sem í dag eru í gangi innan berghlaupanna á Almenningasvæðinu megi gróflega skipta í tvo flokka.

„Stærri og hægari hreyfingin“, virðist ná yfir stærsta hluta berghlaupanna í Tjarnar-dölum, við Þúfnavelli og við Hraun. Þessi hreyfing virðist vera nokkuð stöðug og jöfn frá ári til árs og fylgja megin dráttum landslagsins þar sem mjög stórir efnismassar eru á hreyfingu. Ummerki þessara hreyfinga eru misgengi, rifur og sprungur við berg-hlaupsjaðrana og einnig togsprungur, sem oft koma fram sem vatnsfylltir kílar á yfir-borði berghlaupanna.

Þær hreyfingar sem kalla mætti „minni og hraðari“ komi einna helst fram nálægt eða við frambrún berghlaupanna. Þessar hreyfingar eru mismiklar frá ári til árs og ein-kennast af hröðu skriði, hruni og jafnvel stallamyndun í efninu. Ástæður þessa skriðs virðast vera tvennskonar. Annars vegar megi leita þeirra beint í undangreftri sjávar. Þær hreyfingar komi berlega í ljós í frambrúnum Tjarnardala- og Hraunaberghlaups-ins. Á báðum þessum stöðum er berggrunnurinn ekki sýnilegur við ströndina og ekkert ver því lausu jarðlögin fyrir ágangi öldurótsins. Þarna grefur því undan lausu jarðlögunum og frambrún berghlaupanna er brött og óstöðug. Þessi undangröftur valdi einnig ójafnvægi innan efnismassans ofar í berghlaupinu en óljóst er hversu langt upp í berghlaupin það nær. Önnur ástæða fyrir sigi í framhluta berghlaupanna sé sú að lagmót undirlags berghlaupamassans virki sem skrið eða rennslisflötur.

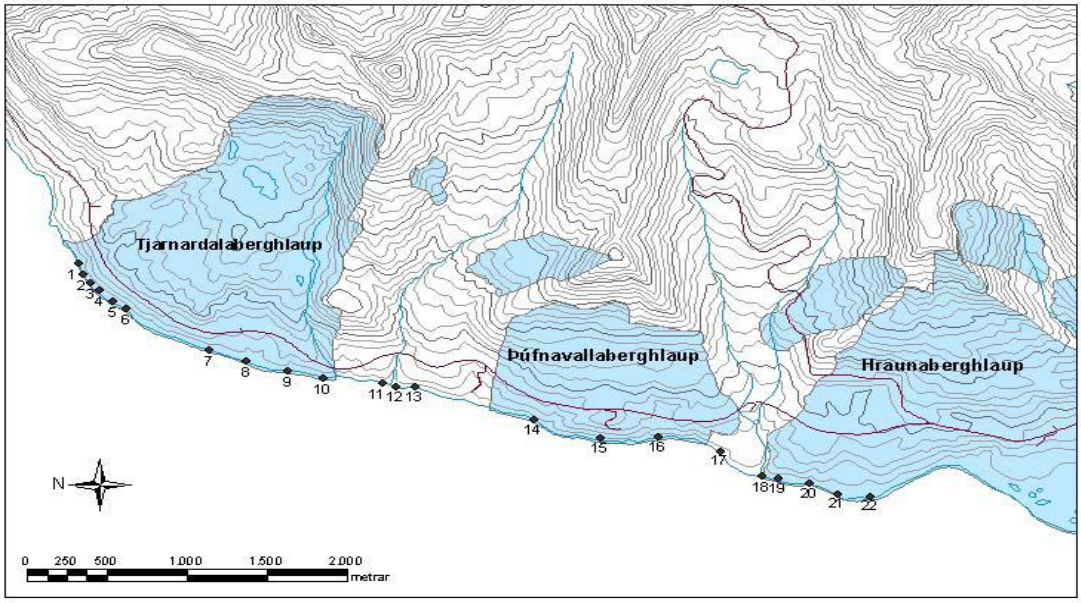
Þorsteinn Sæmundsson og meðhöfundar telja að beint samband sé á milli veðurfars, þ.e úrkomu og leysinga, og sighreyfinga í berghlaupunum á Almenningum. Helstu sighreyfingar í frambrún berghlaupanna eigi sér stað í haustrigningum og í vorleys-ingum. Ljóst er því að þegar jarðlögin blotna þá minnkar stöðugleiki þeirra og auknar sighreyfingar eiga sér stað. Þessar vísbendingar renni stoðum undir þá skýringu að fínefnaríkt efni undir berghlaupsmassanum virki sem skriðflötur þegar það blotnar og grunnvatnsrennsli eykst um efri mörk þess. Við slíkt sig, sér í lagi þar sem undan-gröftur er mikill eins og í nyrðri hluta Tjarnardalaberghlaupsins, verði því mjög hraðar

[2] Þorsteinn Sæmundsson, Halldór G. Pétursson, Höskuldur Búi Jónsson og Helgi Páll Jónsson 2005 lokaskýrsla

hreyfingar með áberandi stöllum og hruni. Af þessum þremur berghlaupum sem nefnd eru hér að framan eru mestar hreyfingar í Hraunaberghlaupi og Tjarnardalaberghlaupi og jarðhlaupið er langmest við frambrún Tjarnardalaberghlaupsins á svæði vegarins frá Skógasvæðinu (Laufskógum) um Kóngsnefið og að Almenningsnöf. Engin töluleg gögn eru til um sigið ofar í berghlaupunum en vitneskja um sig á þeim svæðum byggja á ummerkjum á yfirborði lands og myndmælingum sem gerðar hafa verið á Tjarnardalaberghlaupinu. Þorsteinn telur að sigsvæðið neðan við veginn á norðanverðu Tjarnadalasvæðinu muni færast innar og að miðað við þær sprungur sem sjást í frambrúninni, sem vegurinn liggur um sé ekki hægt að gera ráð fyrir öðru en að þarna geti fallið stórar fyllur. Vegna þess hve bratt er þarna og vegurinn liggur tæpt getur minniháttar sig á þessu svæði verið varasamt allri umferð. Hann telur því að innan skamms þurfi að huga að nýju vegstæði fyrir veginn milli Kóngsnefs og Skriðnavíkur. Þessi lýsing á ferlinu er nokkuð samhljóða áliti Hafliða Hafliðasonar[3] og Hreins Haraldssonar[4] í skýrslum frá árinu 1982. Hafliði leggur áherslu á 4 áhrifavalda að því að skriðið haldi áfram í Tjarnardalaberghlaupinu. Þessir áhrifavaldar séu landslagið undir framhlaupinu, grunnvatnsstreymi, mikill halli berggrunnsins og fínefnaríkt skriðuset. Hreinn bætir við kenningunni um að sjávarrof við ströndina grafi undan berghlaupinu sem skríði fram þegar stöðugleiki þess minnkar á leirkenndum skriðfleti sem sé undir skriðunni. Hreinn nefnir hæga skriðið á öllum berghlaupsmassanum jarðskrið en hraðara skriðið frammi á bökkunum jarðhlaup. Hafliði gerir í sinni skýrslu þær tillögur til úrbóta að vegurinn verði færður á bilinu 15-70 m innar í landið á þremur samtals 500 m löngum köflum á svæðinu frá Kóngsnefni að Almenningsnöf og að afrennsli úr tjörnum uppi á Tjarnardalaberg-hlaupinu verði breytt þannig að afrennsli vatnanna renni ekki um berghlaupið. Hreinn bætir við í sinni greinargerð hugmyndum um að byggja rofvörn við ströndina, byggja fyllingu vegarins úr léttara efni eða færa veginn inn fyrir jarðhlaupin. Hann hlutaðist til um að sett yrði upp kerfi mælipunkta til að fylgjast með siginu á svæðinu. Síðan þá hefur mælistöðvum verið fjölgað og hafa hæðarbreytingar verið mældar árlega (sjá kafla 3) Árið 1981 varð verulegt sig við Kóngsnefið og var í framhaldi af því ráðist í að færa veginn ofar í landið á því svæði.

[3] Hafliði Hafliðason 1982: Jarðfræðiskýrsla, vegna jarðsigs á Almenningum við Siglufjörð

[4] Hreinn Haraldsson 1982: Greinargerð um jarðsig á Siglufjarðarvegi



Mynd 2.1 Skyggðu svæðin tákna útlínur berghlaupanna í Almenningum.

Ágúst Guðmundsson jarðfræðingur hefur lýst ólíkri skoðun á þessu ferli[5]. Á öðrum fundi vinnuhópsins kynnti hann fyrir fundarmönnum í máli og myndum rannsóknir sínar á urðarbingjum. Ágúst telur að ekki sé um berghlaup að ræða í Almenningum heldur séu urðarbingirnir upphaflega myndaðir við frostveðrun og sil en ekki hrun og séum við nú að horfa á misheillegar leifar þeirra. Ágúst nefnir slíka jarðmyndun urðarjökla (e. rockglacier). Algengt sé að slíkir urðarbingir ferðist með hraða ca. 0,2-0,8 m á ári (þ.e. 0,5m +/- 0,3m). Sýndi Ágúst myndmælingar sem norðmenn gerðu á svæði Tjarnardalaurðarbingsins. Niðurstöður þeirra voru m.a. að skriðið er vaxandi eftir því sem neðar dregur og er mest næst sjávarbökkunum. Sjávarrof valdi því ekki að ströndin færist innar heldur rjúfi sjórinn jafnóðum efnið sem skríður fram. Urðarbingir svari veðurfarsbreytingum hægt en úrkoma hafi þó áhrif til aukningar á skriði. Skriðið gerist með þeim hætti að frosið efni í urðarbingnum e.t.v. ofan við 200-300 metra hæð ýti á undan sér ófrosnu efni nær sjávarmáli.

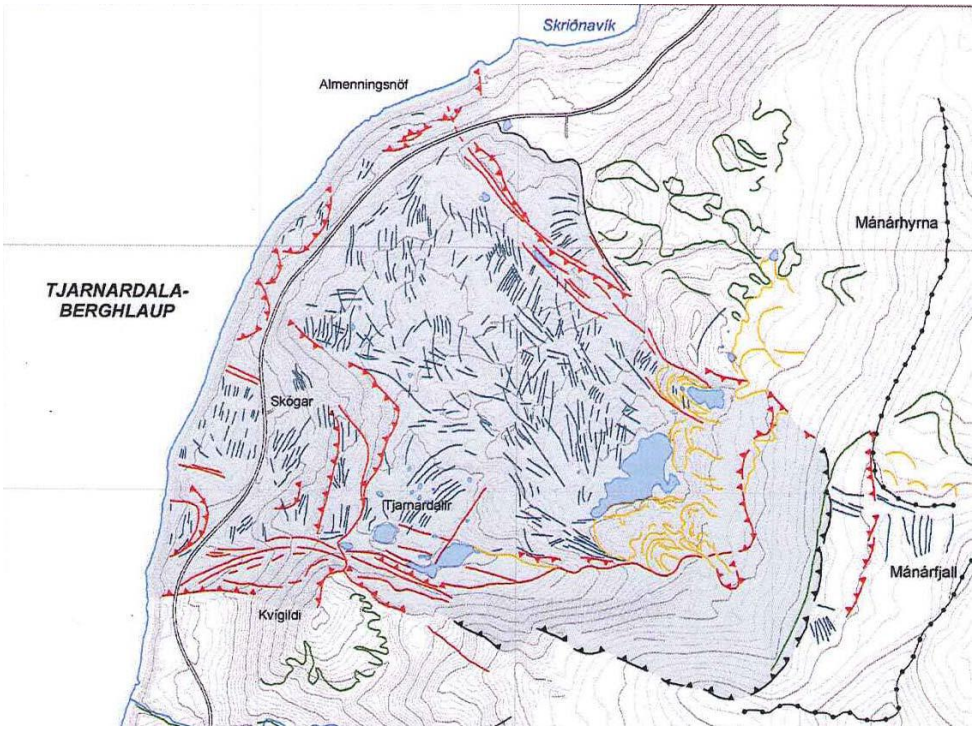
Jón Skúlason hefur reiknað út stæðni efnis á Almenningasvæðinu[6]. Helstu niðurstöður hans eru þær að stæðni skriðanna (þ.e. berghlaupanna) á svæðinu sé mjög lítil og mikil líkindi séu til þess að veruleg úrkoma geti þarna sett stór svæði á hreyfingu með tilheyrandi skemmdum á veginum. Tilvist skriðflata, eins og talið er að leynist undir berghlaupaefninu, gerir þessar hreyfingar enn þá auðveldari og stæðnina minni. Jón Skúlason (JSk) og Haraldur Sigursteinsson (HaS) lýsa í skýrslu um Tjarnardalaberghlaupið[7] að stæðni berghlaupa í fjallshlíðunum stjórnist af úrkomu, lekt, gerð skriðunnar og halla hennar. Sprungur og mjög lekar rásir í skriðunum leiða í mikilli

[5] Ágúst Guðmundsson 2000: Frerafjöll og urðarbingir á Tröllaskaga

[6] Jón Skúlason 2004: Athugun á stæðni hárra fyllinga

[7] Jón Skúlason og Haraldur Sigursteinsson 2009: Skrið í Almenningum á Siglufjarðarvegi

úrkomu meira vatn niður í skriðuefnið en kemst eftir skorningum og um skriðuna. Við slíkar aðstæður vex vatnsþrýstingur í skriðuefninu og stæðni skriðunnar getur lækkað verulega. Tjarnir sem eru efst í framhlaupinu voru skoðaðar með hugsanlega framræsingu í huga. Vatnsborð tjarnanna virðist vera nokkuð stöðugt þó svo virðist sem mikið framrennsli vatns sé um skriðuna. Höfundar fjalla um möguleikann á því að að lækka vatnsstöðu í tjörnum á svæðinu og lækka þannig vatnsþrýsting í skriðunum. Þeir telja að lækkun grunnvatns í skriðunum komi ekki í veg fyrir sig eða brot á vegstæðinu við frambrún Tjarnardalaberghlaupsins þar sem það orsakist mest af broti sjávar úr frambrúninni. Þó væri til bóta að lækka vatnið í tjörnum eins og hægt er og gæti sú aðgerð haft áhrif á sig á svæðinu við Skóga en það sé þó ekki tryggt að svo verði. Höfundar telja að gerð skurða um svæðið, til þess að lækka grunnvatnsstöðuna, muni að líkindum hafa töluverð umhverfisáhrif á svæðinu og þá sérstaklega á syðri hluta þess. Þeir telja mjög erfitt að lagfæra stæðni á frambrún berghlaupsins og taka undir þá skoðun að gröftur sjávar framan við brúnina stjórni stæðni og skriði í frambrún hennar. Öryggi á stæðni brúnarinnar sé mjög lítið og aðgerðir til að auka stæðnina megi síns lítils á móti broti sjávarins. Það eina sem sé nokkuð ljóst, er að brotið heldur áfram og spurningin sé aðeins um það hvenær brot verður og hversu mikið hverju sinni. Vegna þessa leggja JSk og HaS til að athugað verði hvort hægt sé að koma fyrir vöktunarbúnaði sem gæti varað vegfarendur við ef brot kemur í veginn og vegurinn skríður fram með tilheyrandi hættuástandi á veginum.



Mynd 2.2 Tjarnardalaberghlaupið, Tjarnirnar eru ofarlega á berghlaupinu í bláum lit. Á myndinni sjást skriðsprungur sem hafa verið kortlagðar í berghlaupinu.

Mynd 2.3 Tekin til norðurs yfir sigsvæðið sunnan við Almenningsnöf. Bíllinn er við Almenningsnöf. Vegurinn er illa farinn enda hefur hann bæði sigið og skriðið fram.

3. Mælingar á jarðskriði og jarðhlaupum í Almenningum

3.1 Landmælingar

Mælingar á jarðskriði í Almenningum hófust árið 1982. Mælingar fyrstu áranna reyndust ónothæfar þar sem fastmerki reyndust vera á hreyfingu. Síðan þá hefur mælipunktum verið fjölgað verulega og það ásamt bættri mælitækni hefur leitt til sífellt betri upplýsinga um jarðskriðið. Mælingar með GPS mælitækjum hófust árið 1997 og hafa mælingar verið nákvæmar frá þeim tíma. Haustið 2013 var enn bætt við 6 mælipunktum á Tjarnardalasvæðinu. Mestar hreyfingar hafa mælst í Tjarnardalaberghlaupinu en þar hefur sem dæmi mesta lárétt skrið (mælipunktur 24) mælst samtals 10,95 m og lóðrétt sig á sama mælipunkti 1,53 m frá árinu 1999 og til september 2013. Á korti í viðauka 4 er sýnd uppsöfnuð lóðrétt og lárétt færsla allra mælipunkta frá árinu 1999-2013 og einnig stefna færslunnar. Á myndinni má einnig sjá staðsetningu allra mælipunkta. Mælipunktarnir eru allir nálægt veginum þar sem talið er að hreyfingin sé mest. Hins vegar eru engar tölulegar upplýsingar til um jarðskriðið ofar í berghlaupunum en út frá myndgreiningum og ummerkjum í landinu er þó vitað að berghlaupin eru öll á hreyfingu. Í töflu 3.1. eru tölur um heildarskrið mælt lárétt og heildarsig mælt lóðrétt á öllum þeim mælipunktum sem hafa verið mældir. Hafa verður í huga að mælipunktar hafa verið mældir í mjög mislangan tíma.

Tafla 3.1 Mælingar á skriði og sigi frá fyrstu mælingu á hverjum mælipunkti til 10.10. 2013.

Númer mælipunkts	Dagsetning fyrstu mælingar	Lóðrétt sig (m)	Lárétt skrið (m)
918	11.9.1996	0,02	0,01
101	19.9.2001	0,03	0,00
922	1.9.1999	0,01	0,00
9231	19.9.2001	0,01	0,02
102	19.9.2001	0,02	0,01
760970	sumarið 1983	-0,23	3,77
103	19.9.2001	-0,58	2,30
973	1.9.1999	0,01	0,00
104	19.9.2001	0,02	0,00
975	1.9.1999	0,00	0,02
105	19.9.2001	0,07	0,01
71	1.9.1999	-0,44	0,72
72	1.9.1999	0,01	0,07
760980	sumarið 1983	-0,05	0,01
106	19.9.2001	0,09	0,02
983	11.6.1997	0,02	0,09
984	11.6.1997	0,03	0,08
107	19.9.2001	0,01	0,02
986	11.6.1997	0,04	0,02
108	19.9.2001	0,01	0,01
987	11.6.1997	0,01	0,59
73	1.9.1999	-0,50	3,31
988	11.6.1997	-0,65	3,22
12	1.9.1999	-1,02	6,74
74	1.9.1999	-0,76	4,75
14	1.9.1999	-1,25	10,89
24	1.9.1999	-1,53	10,95
75	1.9.1999	-0,15	1,49
76	1.9.1999	-0,15	1,43

Númer mælipunkts	Dagsetning fyrstu mælingar	Lóðrétt sig (m)	Lárétt skrið (m)
109	19.9.2001	-0,11	0,73
761001	sumarið 1977	-0,46	5,45
92	3.10.2002	-0,50	1,78
112	19.9.2001	-0,54	1,59
761002	sumarið 1977	-0,76	4,42
110	19.9.2001	-0,33	0,85
111	19.9.2001	-0,06	0,55
113	19.9.2001	-0,01	0,01
77	1.9.1999	-0,86	3,12
82	3.10.2006	-0,55	2,93
1031	11.6.1997	0,00	0,05
78	1.9.1999	-0,03	0,01

3.2 Myndmælingar

Samsýn gerði vorið 2013 kostnaðaráætlun um myndgreiningu þ.e. uppréttingu gamalla loftmynda af Almenningasvæðinu. Með slíkri myndgreiningu er hægt að mæla skriðið á berghlaupunum svo fremi sem hægt sé að staðsetja fastmerki innan svæðisins á stöðum sem hafa ekkert hreyfst. Í töflu 3.2 eru upplýsingar um þær loftmyndir sem til eru af svæðinu.

Tafla 3.2 Loftmyndir sem teknar hafa verið af Almenningasvæðinu.

Myndir í eigu	Merking	Tökuár	Flughæð (m)
Landmælingar Íslands	AMS	1945	
Landmælingar Íslands	LÍ2	1954	2700
Landmælingar Íslands	DMA	1960	
Landmælingar Íslands	F	1977	2600
Landmælingar Íslands	J	1985	5486
Landmælingar Íslands	N	1994	5500
Samsýn		2007	5300

Kostnaðaráætlun Samsýnar gerir ráð fyrir að myndgreina loftmyndir frá árunum 1954, 1977, 1994 og 2007. Miðað við að greina allt svæðið í Almenningum er kostnaður áætlaður um 1600 þúsund krónur en ef einungis Tjarnardalaberghlaupið væri myndgreint væri kostnaðurinn um 950 þúsund kr. Við þennan kostnað bætist kostnaður við mælingar á fastmerkjum sem ekki hafa hreyfst á svæðinu.

4. Áhættugreining fyrir jarðskriðs- og jarðhlaupssvæðin í Almenningum

Vegna áhættumats er litið á þrjú meginsvæði við Siglufjarðarveg. Syðsta svæðið er við vegamót Siglufjarðarvegar og Skarðsvegar en einnig er lagt mat á Skógasvæðið og svæðið frá Kóngsnefi að Almenningsnöf.

Við vegamót Siglufjarðarvegar og Skarðsvegar liggur vegurinn við brún brattrar brekku þar sem flái vegfyllingar er 1:1,4. Myndast hafa sprungur við vegbrúnina vegna þess hversu óstöðugt vegsvæðið er og hreyfingar í undirliggjandi lögum. Á þessum stað þarf reglulega að gera við veginn vegna skemmda sem orsakast af jarðskriði. Þarna er hugsanlegt að vegstæðið gæti hrunið fram á stuttum kafla.

Mynd 4.1 Brekkan neðan vegamóta við Skarðsveg.

Mynd 4.2 Skemmdir á Siglufjarðarvegi við Skarðsveg.

Mesta hreyfingin er á Skógasvæðinu og þar er viðvarandi sig sem kallar á reglulegar lagfæringar en halli skriðunnar neðan vegar er þó ekki meiri en um 1:8. Búast má við að skyndilegt sig á þessu svæði geti orðið um 0,5 m og myndað samsvarandi brot í veginn sem getur skapað verulega hættu fyrir vegfarendur.

Mynd 4.3 Tekin til norðurs yfir Skógasvæðið í átt að Kóngsnefi.

Mynd 4.4 Tekin til suðurs yfir Skógasvæðið frá Kóngsnefi.

Hættulegasta svæðið er þó frá Kóngsnefi og norður að Almenningsnöf. Á þessu svæði eru aðstæður breytilegar; hluti þess hreyfist ekki en á milli eru fjórir kaflar þar sem búast má við broti. Hlíðin neðan vegar er hér yfirleitt mjög brött í sjó fram með halla frá 1:1 til 1:1,5 og brýtur sjórinn úr frambrún hennar. Í kjölfar brots úr frambrún skriðunnar við sjávarmál getur orðið brot í skriðunni sem nær inn í vegstæðið. Slíkt brot getur orðið stórt þannig að mikið jarðfall gæti orðið á vegsvæðinu. Ekki verður fullyrt hvar hætta er mest á broti þó ýmislegt bendi til þess að nyrsti kaflinn sé hættulegastur (sjá kafla 1a í töflu 4.3 og á yfirlitsmynd í viðauka 4).

Mynd 4.5 Tekin til norðurs, norðan Kóngsnefs.

Mynd 4.6 Tekin til norðurs í átt að Almenningsnöf.

Skráning jarðtæknilegrar áhættu er lykillinn að áhættugreiningu. Skráning tryggir að hugað sé að öllum þáttum áhættu á skipulegan hátt og gerir auðveldara að taka á vandanum. Áhættustig er metið út frá líkum á því að atburður eigi sér stað og alvarleika hans. Varðandi tíðni slíkra atburða í Almenningum er sig viðvarandi en fáar sagnir eru um stærri brot. Það er þó ljóst að stöðugt skrið og sig samhliða sjávarrofi framan úr bökkunum getur endað með broti og jarðhlaupi.

Varðandi þann möguleika að ökutæki lendi útaf vegi vegna jarðfalls eða lendi á misfellu í vegi þar sem verulegt sig hefur orðið þá er óvissan veruleg. Umferð um svæðið undanfarin ár hefur heldur farið minnkandi og er nú um 330 bílar á dag að sumri og um 70 að vetri (sjá töflu 4.1). Þrátt fyrir minnkandi umferð er áhættan veruleg á að ökumenn geti lent í óhappi við slíka atburði, sérstaklega ef enginn viðvörunarbúnaður er til staðar.

Tafla 4.1 Umferð um Siglufjarðarveg.

Ár	ÁDU	SDU	VDU	Eknir þ.km
2007	263	399	168	1293
2008	254	402	165	1248
2009	260	415	157	1277
2010	256	423	148	1259
2011	197	359	108	968
2012	178	331	69	874

Sett er fram áhættustig sem er margfeldi af líkum og áhrifum, þ.e.a.s. hverjar eru líkurnar á því að það verði brot sem verði þess valdandi að vegfarandi sem á leið um svæðið skaðist eða verði fyrir tjóni. Í töflu 4.2 er stuðst við alþjóðlegt kerfi til að skilgreina áhættumat.

Tafla 4.2 Reiknilíkan fyrir áhættustig; vegnar eru saman líkur á atburði og tíðni hans.

Reiknilíkan fyrir áhættustig (Samkvæmt AS 4360) Reiknilíkan þetta skal notað til að ákvarða áhættustig hverrar hættu						
Atburður/Afleiðing	Hverjar eru líkurnar á atviki?					Áhersluröð ráðstafana
	Mjög líklegt	Líklegt	Hugsanlegt	Varla hugsanlegt	Nánast útilokað	
Mjög alvarlegt Dauðaslys	Mjög hátt 25	Mjög hátt 24	Mjög hátt 22	Hátt 19	Hátt 15	Er hægt að útiloka hættuna eða fjarlægja hana ?
Alvarlegt Varanlegt líkams- og heilsutjón	Mjög hátt 23	Mjög hátt 21	Hátt 18	Hátt 14	Meðal 10	Er hægt að færa veglínuna og minnka áhættu ?
Töluvert Alvarlegt slys	Mjög hátt 20	Hátt 17	Hátt 13	Meðal 9	Lágt 6	Er hægt að vakta hættusvæði og bregðast við tilfallandi sigi eða landbroti ?
Minniháttar Læknisaðstoðar er þörf	Hátt 16	Meðal 12	Meðal 8	Lágt 5	Lágt 3	Er hægt að vakta hættusvæði og bregðast við tilfallandi sigi eða landbroti ?
Óverulegt Minniháttar áverkar	Meðal 11	Meðal 7	Lágt 4	Lágt 2	Lágt 1	Er hægt að vakta hættusvæði og bregðast við tilfallandi sigi eða landbroti ?

Þegar atburðir eru greindir með áhættustigi 20 eða hærra er gert ráð fyrir að grípa þurfi til sérstakra aðgerða.

Þegar skoðaðir eru áhættuþættir við Almenninga er hugað að því hvað gæti gerst, líkleg tíðni atburðar og hverjar væru afleiðingar hvers atviks fyrir sig. Hér er miðað við líkur á að atburður geti átt sér stað á næstu áratugum. Slíkt frummat er sett fram í töflu 4.3.

Tafla 4.3 Yfirlit yfir áhættuþætti og úrbætur. Metið er áhættustig fyrir og eftir hugsanlegar aðgerðir sem ráðist yrði í til að auka umferðaröryggi. Staðsetning kafla er sýnd á yfirlitsmynd í viðauka 4.

Nr. kafla	**Staður**	**Atburður/ afleiðing**	**Líkur á atviki**	**Áhættu-stig**	**Aðgerðir/ úrbætur**	**Nýtt áhættu-stig**
1a	Sunnan við Almenningsnöf	Alvarlegt	Líklegt	21	Færsla vegar / vöktun	9
1b	Norðan við Kóngsnef	Töluvert	Hugsanlegt	13	Færsla vegar / vöktun	5
1c	Norðan við Kóngsnef	Töluvert	Hugsanlegt	13	Færsla vegar / vöktun	5
2	Neðan við Kóngsnef	Töluvert	Hugsanlegt	13	Vöktun	9
3	Skógasvæðið	Minniháttar	Líklegt	12	Vöktun	5
7	Við Skarðsvegamót	Töluvert	Hugsanlegt	13	Færsla vegar	2

5. Hugsanlegar aðgerðir til að auka öryggi vegfarenda

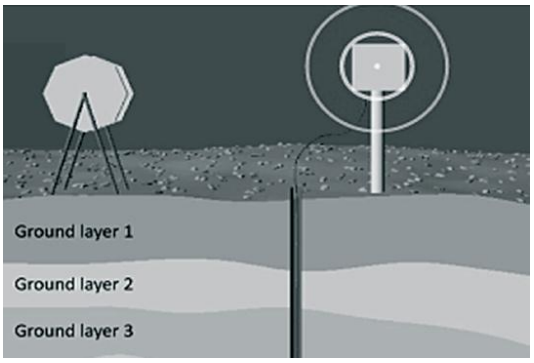
5.1 Vöktunarbúnaður

Lagt er til að settur verði upp vöktunarbúnaður sem tengdur verði við stjórnstöð. Tvær mismunandi aðferðir hafa verið til skoðunar. Til álita kemur að vakta þau fimm svæði sem nefnd eru í töflu 4.3 en þó væri í fyrsta áfanga hægt að byrja með vöktun á svæði 1a (sjá staðsetningu svæða á yfirlitsmynd í viðauka 4) .

Á svæði 1a, 1b, 1c og 2 verði settur upp mælibúnaður í öxl núverandi vegar sem mælir sig og hliðarhreyfingar. Við skilgreind mörk skriðs verði ræst sjálfvirk viðvörun á veginum og lokun vegar við efri mörk. Niðurstöður fari sjálfvirkt til vaktstöðvar. Norska fyrirtækið Cautus Geo framleiðir mælibúnað sem lagður er í slöngu með mælum á 0,5 m bili og mælinákvæmni getur verið 1 mm við færslu á 20 m löngum kafla. Slíka slöngu væri hægt leggja langs í öxl vegarins. Á svæði 1a þarf um 300 m langa slöngu en á svæðum 1b, 1c og 2, þarf um 100 m langa slöngu á hverjum stað.

Mynd 5.1 Unnið við lögn á sigslöngu.

Á Skógarsvæðinu er lagt til að settar verði upp tvær staðbundnar mælislöngur í vegkant og hugsanlegt er að borað verði fyrir mælirörum þar sem skrið er mælt sjálfvirkt og tengt sjálfvirkum sendibúnaði. Við skilgreind mörk skriðs verði ræst sjálfvirk viðvörun á veginum og lokun við efri mörk. Niðurstöður fari sjálfvirkt til vaktstöðvar. Gert er ráð fyrir einni 200 m langri slöngu og annarri 100 m langri. Hugað verði nánar að lóðréttum brotmælum en þeir væru þó ekki nauðsynlegir vegna vöktunnar.



Mynd 5.2 Mælirör og sigslöngur tengdar sjálfvirkum búnaði

Frumáætlun á kostnaði bendir til þess að verð á vöktunarbúnaði fyrir 20 m langa slöngu geti verið um 3 milljónir króna og 100 m löng slanga gæti kostað um 11 milljónir. Nánar er greint frá verðhugmyndum fyrir mismunandi búnað frá norska fyrirtækinu Cautus Geo í viðauka 3. Gróft áætlaður kostnaður við uppsetningu búnaðar á 300 m kafla sunnan við Almenningsnöf (staður 1a) er um 50 milljónir króna.

5.2 Færsla vegar

Gerð var athugun á möguleikum þess að færa veginn til á svæðum þar sem mest hætta er talin á miklu jarðskriði eða jafnvel hruni núverandi vegstæðis. Að beiðni vinnuhópsins frumhannaði Halldór Sveinn Hauksson hugmyndir hópsins um mögulega færslu vegar á þremur stöðum og gerði einnig frumáætlun um kostnað. Við hönnunina var kennisnið C8 notað. Syðst er veglína 76-400 á liðlega 600 m löngum kafla við gatnamót Siglufjarðarvegar og vegar um Siglufjarðarskarð (Skarðsvegur). Veglína 76-401 er lögð ofan vegar á um 1200 m kafla milli Kóngsnefs og Almenningsnafar. Veglína 76-402 er lögð nokkuð hátt uppi í Tjarnardalaberghlaupinu á 2,9 km löngum kafla milli Kvígildis og Skriðnavíkur. Hönnunin miðaðist við að langhalli vegar færi helst ekki yfir 10%. Kort sem sýna legu veglínanna eru í viðauka 2 og er í meðfylgjandi lýsingu veglína stuðst við stöðvakerfi veglínanna á þeim kortum. Í töflu 5.1 eru ýmsar upplýsingar um þessar veglínur. Mikilvægt er að hafa í huga að slík frumhönnun er einungis gerð til að fá fram helstu vegtæknilegar upplýsingar um þessa valkosti og lauslega áætlun um kostnað. Áður en ákvörðun yrði tekin um slíkar framkvæmdir yrði nauðsynlegt að ráðast í mjög ítarlegar jarðtæknilegar rannsóknir og mælingar á skriði við viðkomandi veglínur.

Veglína 76-400 er með mesta halla 10.7% , minnsta planboga R=235 og hæðarboga R=1000 sem samkæmt veghönnunarreglum þýðir 40 km hönnunarhraða.

Veglína 76-401 er með mesta halla 9%, minnsta planboga R=375 og hæðarboga R=2500 sem samkvæmt veghönnunarreglum þýðir 60 km hönnunarhraða.

Veglína 76-402 er með mesta halla 9%, minnsta planboga R=50 og hæðarboga R=2000 sem samkvæmt veghönnunarreglum þýðir 45 km hönnunarhraða.

Við hönnun veglína 76-401 0g 76-402 er notaður brotinn flái og er þá notast við eitt og hálft öryggissvæði. Þar sem veghönnunin uppfyllir ekki veghönnunarreglurnar þyrfti leyfi vegamálastjóra til verksins. Hér á eftir er nánari lýsing á þessum valkostum.

Veglína 76-400, við gatnamót Siglufjarðarvegar og Skarðsvegar

Á þessum stað er talsvert mikið skrið á vegsvæðinu og vegurinn liggur á stuttum kafla frammi á brún brattrar liðlega 30 m hárrar brekku. Þarna er talin hætta á að vegstæðið geti hrunið fram en mögulegt er að minnka þá áhættu með því að færa veginn frá brúninni á um 640 m löngum kafla. Mesti langhalli hannaðrar veglínu er nokkuð mikill eða um 10,7% sem raunar er svipaður halli og er á núverandi vegi. Ekki er hægt að draga úr hallanum nema með því að ráðast í kostnaðarsama skeringu í vegstæðinu.

Veglína 76-401, Kóngsnef – Almenningsnöf

Veglínan er um 1200 m löng og liggur nokkuð fyrir ofan núverandi veg á svæðinu milli Kóngsnefs og Almenningsnafar. Á þessu svæði er talin hætta á að núverandi vegstæði geti hrunið fram og að hugsanlegt sé að fresta slíkum atburði með því að færa veginn nokkuð ofar í landið þar sem skrið er talið geta verið minna en á vegsvæðinu. Suðurendi nýju veglínunnar er við Kóngsnef en á því svæði hefur orðið mikið skrið í gegnum árin. Árið 1981 varð verulegt sig við Kóngsnefið og var í framhaldi af því árið ráðist í að færa veginn ofar í landið á því svæði. Vart er talið raunhæft nú að færa veginn nema lítillega innar á þessum stað enda gnæfir Kóngsnefið um 50 m yfir veglínunni og yrði skering því mjög mikil við slíka færslu. Norðan við Kóngsnefið er allt að 9% langhalli á nýrri veglínu á um 300 m löngum kafla en þar norðan við og að enda veglínu við Almenningsnöf er langhalli veglínu hóflegur. Valið var að frumhanna þessa veglínu í einu lagi og horfið frá hugmynd um að gera einungis ráð fyrir færslu vegar á austurhluta svæðisins þar sem mest hætta er talin á hruni vegstæðis milli stöðva 1200 – 1550 (kafli 1a á yfirlitsmynd í viðauka 4). Ástæður fyrir þessari ákvörðun eru að veglínan myndi einungis styttast um 300 – 500 m við slíka breytingu og að hætta á hruni vegstæðis á suðurhluta svæðisins er einnig mikil. Vegurinn sunnan við Almenningsnöf er mikið siginn og er því blindhæð á veginum ofan við Almenningsnöf. Ný veglína myndi hinsvegar hafa nokkuð jafna hæðarlegu um það svæði.

Mynd 5.3 Kóngsnefið er hægra megin á myndinni. Veglína 76-401 er í allt að 9% langhalla og með mikilli skeringu um Tjarnardalaberghlaupið norðan við Kóngsnef.

Mynd 5.4 Almenningsnöf er vinstra megin á myndinni. Veglína 76-401 er hönnuð þarna um Tjarnardalaberg-hlaupið nokkuð ofan við gamla veginn, sem sést móta fyrir á myndinni. Mikil skering yrði á öllu þessu svæði og allt skeringarefni flutt burt af vegsvæðinu.

Veglína 76-402, Kvígildi – Skriðnavík

Veglínan er um 2,9 km að lengd og felur í sér færslu vegar mun ofar í landið á öllu Tjarnardalaberghlaupinu. Vegurinn yrði þá færður frá frambrún berghlaupsins ekki einungis frá svæðinu milli Kóngsnefs og Almenningsnafar þar sem hætta er talin á hruni vegstæðisins heldur einnig frá Skógasvæðinu þar sem langmesta skriðið hefur mælst en þar er þó ekki talin eins mikil hætta á hruni vegarins. Veglínan liggur í allt að 157 m hæð yfir sjó í Tjarnardalaberghlaupinu þar sem núverandi vegur er í um 40 - 80 m hæð. Slík vegagerð myndi færa veginn á þessu svæði langt upp fyrir frambrún berghlaupsins þar sem er mikið jarðhlaup og upp á svæði í berghlaupinu ofan við Kóngsnefið þar sem talið er að skriðið sé mun minna. Nauðsynlegt er við slíka frumhönnun veglínu að leita málamiðlana; í þessu tilfelli, á suðurhluta veglínunnar, milli þess að klífa með veglínuna enn ofar upp á svæði þar sem búist er við að jarðskrið sé ekki mjög mikið og þess að halda bratta veglínu í mest 9%. Þannig er valið að leggja veglínuna utan í miklum hliðarhalla milli stöðva 1000-1500 í 125-157 m hæð í stað þess klífa með talsvert brattari veglínu upp í um 190 m hæð yfir sjó þar sem hliðarhalli er lítill og líklegt að jarðskriðið sé minna. Á norðurhluta svæðisins er valin sú leið að leggja veglínuna í kröppum beygjum til að ná langhalla niður í 9% og er krappasta beygjan með radíus einungis 50 m. Ef ráðist yrði í þessa vegagerð kæmi hugsanlega til álita að ráðast samhliða í framræslu vatns úr tjörnunum uppi á Tjarnardalaberghlaupinu (sjá kafla 2 og 5.5)

Mynd 5.5 Upp þessa bröttu brekku við Kvígildi yrði suðurhluti veglínu 76-402 lagður.

Tafla 5.1 Helstu kennistærðir nýrra veglína.

Veglínunúmer	Lengd veglínu (m)	Mesta hæð yfir sjó (m)	Mesti halli veglínu (%)	Áætlaður kostnaður (millj. kr)	Krappir bogar
Veglína 76-400	640	126	10,7	30	Nei
Veglína 76-401*	1200	93	9,0	235	Nei
Veglína 76-402	2900	157	9,0	465	R-50

*Kostnaður er hár við veglínu 76-401 þar sem flytja þyrfti mjög mikið efnismagn úr skeringum burt af vegsvæðinu þar sem það myndi auka farg (álag) á vegsvæðinu sem er á hreyfingu ef efnið yrði losað fram á bakkana.

5.3 Veðurfarsathuganir

Úrkoma er sá veðurfarsþáttur sem talinn er að hafi hvað mest áhrif á skriðuföll. Reynslutölur hafa gefið til kynna að það úrkomumagn sem svarar til um 8% af ársúrkomu á sólarhring geti hugsanlega valdið skriðuföllum. Úrkomumælingar eru einna vandasamastar þeirra mæliþátta sem mældir eru í sjálfvirkri veðurstöð. Nokkrar aðferðir eru til sem mæla úrkomu en sú sem hefur verið notuð hvað mest hér á landi byggir á því að safna úrkomu í mæliglas og vigta það síðan reglulega. Ókosturinn við þessa aðferð sem og aðrar slíkar er að í vindi er óvíst hversu rétt mælingin er þar sem úrkoman fellur ekki lóðrétt og þar með fer hún ekki öll í mæliglasið heldur berst framhjá með vindi. Þetta er samt sem áður sú aðferð sem Veðurstofa Íslands notar við sínar úrkomumælingar. Nokkur kostnaður fylgir rekstri úrkomumæla því á þriggja mánaða fresti þarf að fara á staðinn til að skipta um vökva (frostlög) í mæliglasinu og kvarða mælinguna. Veðurstofa Íslands er með starfsmenn sem sinna þessu verkefni um allt land. Verði ákveðið að setja upp úrkomumæli við veðurstöð Vegagerðarinnar í Almenningum væri líklega best að fela Veðurstofunni að setja hann upp og reka. Semja þyrfti um kostnaðarhlutdeild Vegagerðarinnar við þann rekstur.

Háupplausna veðurspákerfi hafa þróast talsvert undanfarin ár. Þessi þróun opnar fyrir þann möguleika að hægt sé að nálgast áætlað úrkomumagn fyrir ákveðin landssvæði. Nýjustu spákerfin (t.d. Harmonie) gætu hugsanlega verið að gefa sambærilegar upplýsingar og beinar úrkomumælingar en líklega verður ekki eins kostnaðarsamt til lengri tíma að nálgast þær spár. Þetta væri einfaldlega gert með því að skrá úrkomu í næsta reiknipunkti fyrir viðkomandi spár. Þar sem þéttleiki reiknipunktana er allt niður í 2,5 - 3 km. í Harmonie líkaninu kemur landslagið fram í spánni og frávikið gæti verið ásættanlegt.

Eftir að „Harmonie“ líkanið er komið í formlegan rekstur, sem áætlað er á næsta ári er ekkert því til fyrirstöðu að fá þessi úrkomugögn í skrá, teiknuð upp eða á annan þann hátt sem óskað er eftir. Semja þarf við Veðurstofuna um hvernig staðið myndi verða að söfnun þessara upplýsinga, greina á milli lögbundins hlutverks Veðurstofunnar og þeirrar sértæku vinnu og þann rekstur sem þetta verkefni í Almenningum krefst.

Rétt er að benda á að úrkomumælingar eru í Sauðanesvita á vegum Veðurstofunnar og úrkomumælingar eru einnig við Skeiðsfossvirkjun. Ástæða er að skoða nánar og greina hvort þær úrkomumælingar komi að gagni í þessum tilgangi.

Vinnuhópurinn leggur til að settur verði upp úrkomumælir við veðurstöð Vegagerðarinnar í Almenningum. Sjálfvirk veðurstöðin mun þá mæla hitastig, úrkomu og vindhraða en hitastig og vindur eru ráðandi þættir varðandi snjóbráðnun. Áætlað verð á úrkomumæli er um ein milljón króna; uppsetning og frágangur úrkomumælis ásamt tengingu við logger gæti numið um fimm hundruð þúsund krónum. Árlegur rekstrarkostnaður mælisins er áætlaður um eitt hundrað þúsund en fara þarf í mælinn þrisvar til fjórum sinnum á ári til að skipta um frostlög. Gert er ráð fyrir að starfsmaður Vegagerðarinnar myndi sinna þeim verkþætti.

5.4 Rofvörn við sjó

Eins og fjallað er um í kafla 2 er það skoðun margra sem rannsakað hafa berghlaupin í Almenningum að sjávarrof við ströndina grafi undan frambrún berghlaupanna, þar sem ekki er klöpp til varnar rofinu, þannig að stöðugleiki þeirra minnki og þau skríði fram. Eins og greint er frá í kafla 2 telur Ágúst Guðmundsson jarðfræðingur strandrofið ekki vera orsakavald varðandi jarðskrið á vegsvæðinu. Langmesta skriðið er í frambrún Tjarnardalaberghlaupsins og þar er talin hætta á nokkrum svæðum, þar sem bratt er neðan vegar nærri sjó, að vegstæðið gæti jafnvel hrunið eða hlaupið fram (sjá kafla 4). Þessi svæði eru á milli Kóngsnefs og Almenningsnafar. Mest skrið hefur þó mælst á Skógasvæðinu en þar er ekki brattlendi neðan vegar og því ekki talin eins mikil hætta á slíku hruni vegarins. Mikið missig á vegsvæðinu á Skógasvæðinu getur samt sem áður valdið umtalsverðri hættu fyrir vegfarendur. Vinnuhópurinn lagði mat á það hvort rofvörn Tjarnardalaberghlaupsins gegn ágangi sjávar kæmi til álita til að minnka skriðið á frambrún berghlaupsins og til að draga úr hættunni á hruni vegarins. Eftirtaldir þrír valkostir koma til álita:

Valkostur 1: Byggja rofvörn á 2,1 km löngu svæði við ströndina frá Kvígildi að Almenningsnöf. Með slíkri framkvæmd væri öll strandlengja Tjarnardalaberg-hlaupsins varin gegn ágangi sjávar.

Valkostur 2: Rofvörn á 1,3 km löngu svæði frá Kóngsnefi að Almenningsnöf. Með framkvæmdinni væri allt það svæði Tjarnardalaberghlaupsins, þar sem hætta er talin á hruni vegsvæðisins, varið gegn ágangi sjávar.

Valkostur 3: Rofvörn á 0,5 km löngu svæði sunnan við Almenningsnöf. Með framkvæmdinni væri það svæði Tjarnardalaberghlaupsins þar sem mest hætta er talin á hruni vegsvæðisins varið gegn ágangi sjávar.

Engar rannsóknir hafa farið fram við ströndina svo sem á dýpi, öldugangi eða sjávarsveiflu til grundvallar fyrir hönnun slíkrar rofvarnar. Í töflu 5.2 er sýndur áætlaður kostnaður fyrir þessa 3 valkosti og byggir kostnaðaráætlun á uppfærðu einingarverði rofvarnar við Ólafsvíkurenni og miðast því við að þversnið rofvarnar yrði svipað og þar. Einingarverð er kr. 470000 á hvern meter rofvarnar uppfært miðað við vísitölu áætlana í ágúst 2013 (vísitala 15445). Einingarverðið miðast við einungis

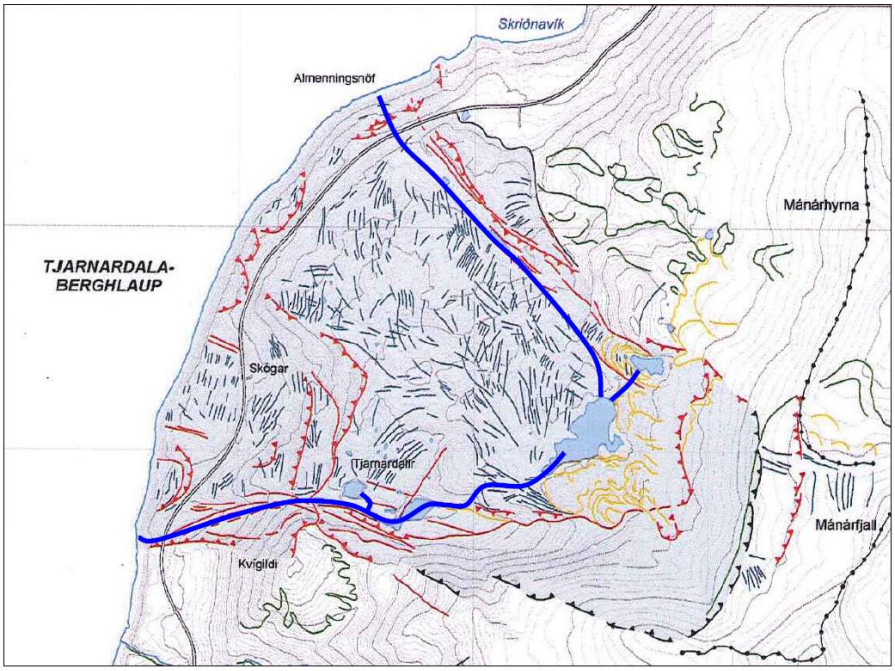
3 km akstursvegalengd en þar sem gera verður ráð fyrir mun meiri akstursvegalengd og einnig erfiðum aðstæðum er einingarverðið hækkað í kr. 600.000 í þessari áætlun.

Tafla 5.2 Áætlaður kostnaður vegna byggingar rofvarnar við Tjarnardalaberghlaupið.

Valkostur rofvarnar	Lengd rofvarnar (m)	Einingarverð (kr/m)	Áætlaður heildar-kostnaður (millj. kr)
1	2100	600000	1260
2	1300	600000	780
3	500	600000	300

5.5 Framræsing tjarna í Tjarnardölum

Í kafla 2 er greint frá rannsóknum Haraldar Sigursteinssonar (HaS) og Jóns Skúlasonar (JSk) á möguleikum á framræsingu tjarna sem eru efst í Tjarnardalaberghlaupinu. Þeir fjalla um möguleikann á því að að lækka vatnsstöðu í tjörnum á svæðinu og lækka þannig vatnsþrýsting í skriðunum. Þeir telja að lækkun grunnvatns í skriðunum komi ekki í veg fyrir sig eða brot á vegstæðinu við frambrún Tjarnardalaberghlaupsins þar sem það orsakist mest af broti sjávar úr frambrúninni. Þó væri til bóta að lækka vatnið í tjörnum eins og hægt er og gæti sú aðgerð haft áhrif á sig á svæðinu við Skóga en það sé þó ekki tryggt að svo verði. Þeir telja að gerð skurða um svæðið, til þess að lækka grunnvatnsstöðuna, muni að líkindum hafa töluverð umhverfisáhrif á svæðinu. Hugmynd að framræsluskurðum er sýnd á mynd 5.6.



Mynd 5.6 Bláu línurnar sína tvo valkosti fyrir hugsanleg skurðstæði til þess að ræsa fram tjarnirnar.

Tvær leiðir séu mögulegar til þess að ræsa fram tjarnirnar. Annars vegar með skurðum frá norðurenda stóru tjarnarinnar efst í hlaupinu og niður og sunnan við sæluhúsásinn ofan við Almenningsnöf. Hins vegar er að grafa skurð úr suðurenda stóru tjarnarinnar og veita vatninu niður um Tjarnardali, ræsa fram tjarnirnar þar og votlendið og veita vatninu til sjávar. Dýpt tjarnanna er ekki þekkt en gert er ráð fyrir lækka þurfi vatnsborðið um fimm metra og nauðsynlegir skurðir geta því þurft að vera allt að tíu til tólf metra djúpir. Það er ófyrirséð hvort vatnið renni lengi eftir þessum skurðum því það gætu auðveldlega opnast lekaleiðir niður í grófa skriðuna. Lækkun grunnvatns mun auka stæðni ákveðinna hluta skriðunnar en ólíklegt að það komi í veg fyrir skrið á öllu svæðinu.

Skurðurinn að norðanverðu verður meiri umfangs, hann þarf að vera dýpri og það eru fleiri höft sem þarf að grafa í gegnum. Áætlað magn sem grafa þyrfti í grófum og blönduðum jarðvegi er um 59.900 m^3, lengd farvegs er um 1300 m. Gert er ráð fyrir að breidd skurða í botni sé um 4 m og fláinn sé 1:1,5. JSk og HaS áætluðu heildarkostnað við nyrðri skurðinn og er hann uppfærður til vísitölu áætlana í ágúst 2013 um það bil kr. 70 millj. (vísitala 15445).

Skurðurinn að sunnanverðu, um Tjarnardali, liggur líklega um viðkvæmara svæði miðað við umhverfissjónarmið. Hann liggur um jafnara land og þarf ekki að vera eins djúpur og auk þess er líklega fíngerðara efni í skurðstæðinu. Áætlað magn sem þyrfti að grafa er um 16.000 m^3 en lengd farvegs er um 1500 m. JSk og HaS áætluðu einnig heildarkostnað við syðri skurðinn og er hann uppfærður til vísitölu áætlana í ágúst 2013 u.þ.b. kr. 21 millj. (vísitala 15445).

Það þyrfti að meta sérstaklega hvort nægjanlegt væri að grafa eingöngu skurð að sunnanverðu til þess að létta á svæðinu. Verði grafinn skurður að norðanverðu þarf að öllum líkindum að ræsa einnig fram úr Tjarnardalnum. Það skal þó haft í huga að Tjarnardalurinn liggur lægra en meginskriðan í berghlaupinu. Töluvert vatnsrennsli virðist vera inni í meginskriðunni framarlega í berghlaupinu og afvatnast það ekki niður í Tjarnardalinn sem liggur sunnar og lægra. Tjarnirnar efst á svæðinu eru um eitt hundrað metrum hærra í landinu og spurning um áhrif lækkunar vatnsins þar um fimm metra á stöðugleikann niður við veg.

6. Samantekt og niðurstöður

Allt frá því að Siglufjarðarvegur um Almenninga var byggður árið 1968 hefur orðið vart við jarðskrið við veginn á 6 km löngum kafla frá vegamótum við Skarðsveg að Almenningsnöf. Á svæðinu hafa verið kortlögð 3 berghlaup; syðst er svonefnt Hraunaberghlaup en norðan við það er Þúfnavallaberghlaup og nyrst er Tjarnardala-berghlaup. Vegagerðin hefur mælt sigið á vegsvæðinu í Almenningum frá árinu 1982 og hafa mestar hreyfingar mælst í Tjarnardalaberghlaupinu. Engar tölulegar upplýsingar eru til um jarðskriðið fjær veginum ofar í berghlaupunum en út frá myndgreiningum og ummerkjum í landinu er þó vitað að berghlaupin eru öll á hreyfingu. Skriðið hefur valdið árlegum skemmdum á veginum á 9 svæðum en 6 af þessum svæðum eru í Tjarnardalaberghlaupinu þar af 2 á Skógasvæðinu og 4 milli Kóngsnefs og Almenningsnafar. Vinnuhópurinn telur að hætta geti verið á mjög miklu skriði eða jafnvel hruni vegstæðisins á fjórum svæðum milli Kóngsnefs og Almenningsnafar og einnig við Skarðsveg. Mikilvægt er að búnaður sé til staðar til að vara vegfarendur við slíkum atburði. Einnig er talið að vegfarendum geti stafað nokkur hætta af skemmdum á veginum þar sem skriðið er minna þar sem óvæntar ójöfnur á vegi geta ávallt verið varasamar.

Verkefni vinnuhópsins er að safna saman upplýsingum um rannsóknir og mælingar á svæðinu og gera tillögur um áframhaldandi athuganir. Einnig skyldi lagt mat á mögulega valkosti við viðbragðsáætlun og við færslu vegar til að auka öryggi vegfarenda. Hér á eftir er fjallað um þá valkosti sem vinnuhópurinn tók til athugunar og gerðar tillögur um það hvaða aðgerðir gætu komið að notum til að auka umferðaröryggi í Almenningum.

- Mikilvægt er að mælingum á jarðsigi í Almenningum verði haldið áfram og mælipunktum fjölgað á stöðum þar sem hætta er talin á hruni vegstæðisins. Ef ákveðið yrði að ráðast í færslu vegar þyrfti að bæta við mælipunktum við ný vegstæði. Árlegur kostnaður við mælingarnar er áætlaður kr. 0,5 millj.
- Framkvæmd verði myndgreining á skriði í Tjarnardalaberghlaupi með því að bera saman loftmyndir úr fjórum flugferðum frá árunum 1954, 1977, 1994 og 2007. Með því m.a. að bera saman landmælingar á vegsvæðinu og myndgreiningu er vonast eftir því að sæmilegt yfirlit fáist yfir skriðið á svæðinu. Kostnaður við slíka myndgreiningu er áætlaður kr. 1 millj. Við þetta bætist kostnaður við mælingar á fastmerkjum sem ekki hafa hreyfst á Tjarnardalasvæðinu. Heildarkostnaður gæti numið um 1,5 milljón króna. Ef ákveðið yrði að ráðast í færslu vegar er mikilvægt að beita m.a. myndgreiningu til að afla upplýsinga um skrið á nýju vegstæði. Í því tilfelli væri æskilegt að afla nýrra flugmynda af svæðinu.

- Komið verði upp sjálfvirkum vöktunarbúnaði á þeim stöðum þar sem mest hætta er talin vera á hruni vegstæðisins í Almenningum. Slíkur búnaður gæti á sjálfvirkan hátt lokað veginum með slá ef hrun verður á vegstæðinu. Einnig þarf að vera hægt að loka veginum með þessum búnaði frá stjórnstöð ef hætta er talin á jarðhlaupi. Lagt er til að í fyrsta áfanga verði slíkur búnaður settur upp á um 300 m kafla sunnan við Almenningsnöf (staður 1a). Kostnaður við þann áfanga er áætlaður um 50 milljónir króna.
- Eflt verði eftirlit með jarðskriði og vegskemmdum á öllu svæðinu og bætt úr skráningu á þeim og verði þá höfð hliðsjón af úrkomumælingum. Æskilegt væri að höfð yrði samvinna um slíkt eftirlit við íbúa á svæðinu eða aðila sem eiga daglegt erindi um Siglufjarðarveg í Almenningum.
- Lítilsháttar færsla vegar við vegamót Siglufjarðarvegar og Skarðsvegar kemur vel til álita (veglína 76-400). Kostnaður er áætlaður kr. 30 millj. Talið er að stæðni vegsvæðisins myndi aukast verulega við þá framkvæmd auk þess sem vegurinn færist fjær bröttum fláa.
- Færsla Siglufjarðarvegar rétt upp fyrir núverandi veg milli Kóngsnefs og Almenningsnafar kemur til greina (veglína 76-401). Kostnaður er þó verulegur þar sem flytja þyrfti mjög mikið efnismagn úr skeringum burt af vegsvæðinu. Ástæðan er sú að álag (farg) á vegsvæðinu, sem er á hreyfingu, myndi aukast ef skeringarefnið yrði losað á bakkann við núverandi vegstæði. Talið er að með þessari færslu vegarins megi minnka hættuna á hruni vegstæðisins í náinni framtíð. Vegna skriðsins á svæðinu mun þó nýja vegstæðið smám saman færast framar á bakkana sem mun líklega auka á ný hættuna á hruni vegarins á næstu áratugum. Kostnaður við þessa færslu vegar er áætlaður kr. 235 millj.
- Færsla Siglufjarðarvegar langt upp fyrir núverandi veg milli Kvígildis og Skriðnavíkur í 150 – 200 m hæð yfir sjó kemur vart til greina (veglína 76-402). Kostnaður er mjög mikill við slíka vegagerð auk þess sem valið virðist standa á milli þess, að halda bratta veglínunnar undir 10% og leggja þá veginn í miklum hliðarhalla á svæði þar sem skrið gæti verið umtalsvert, eða að byggja veginn enn ofar í landinu en þá yrði langhalli mun meiri. Til að ná langhalla niður yrði einnig að leggja veginn í kröppum beygjum. Öryggi vegfarenda á slíkum vegi yrði ekki nægilega mikið auk þess sem skapast gætu vandamál við vetrarþjónustu á veginum. Kostnaður við slíka færslu vegar er áætlaður kr. 465 millj.
- Lagt er til að úrkomumæli verði bætt við veðurstöðina í Almenningum. Áætlaður kostnaður við uppsetningu mælisins er kr. 1 millj. og áætlaður rekstrarkostnaður er um 100 þúsund krónur á ári.
- Ekki er lagt til að byggð verði rofvörn gegn ágangi sjávar framan við Tjarnardalaberghlaupið. Kostnaður við slíka framkvæmd er mjög hár auk þess sem deildar meiningar eru um gagnsemi rofvarnar. Kostnaður við rofvörn er áætlaður á bilinu kr. 300-1260 millj. eftir því hvaða valkostur yrði valinn.

- Ekki er lagt til að vötnin uppi á Tjarnardalaberghlaupinu verði ræst fram. Ávinningur af slíkri framræsingu er mjög óviss auk þess sem kostnaður er nokkuð mikill og talsverð umhverfisáhrif yrðu af framkvæmdinni. Kostnaður við framræsingu er áætlaður á bilinu kr. 20-70 millj. eftir því hvaða valkostur yrði valinn.
- Vinnuhópurinn ákvað að gera ekki tillögu um frekari jarðfræðirannsóknir eða jarðtæknirannsóknir á svæðinu fyrr en ákvörðun liggur fyrir um það í hvaða aðgerðir verður ráðist.

Heimildir

Ágúst Guðmundsson 2000: *Frerafjöll og urðarbingir á Tröllaskaga*. Háskóli Íslands, Jarð- og landafræðiskor – Meistaraprófsritgerð. 322 bls.

Hafliði Hafliðason 1982: *Jarðfræðiskýrsla, vegna jarðsigs á Almenningum við Siglufjörð*. Unnið fyrir Vegagerðina.

Halldór G. Pétursson 2005*: Almenningar landmótunarkort*, mælikvarði 1:10.000

Haukur Jóhannesson & Kristján Sæmundsson 1998: *Jarðfræðikort af Íslandi*. 1:500.000. Berggrunnur. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík (2 útgáfa).

Hreinn Haraldsson 1982: *Greinargerð um jarðsig á Siglufjarðarvegi*

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2001a: *Niðurstöður sigmælinga frá 1977-2000*. Siglufjarðarvegur um Almenninga. Vegagerðin. Skýrsla.

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2001b*: Siglufjarðarvegur um Almenninga. Niðurstöður sigmælinga. Apríl 2001*. Vegagerðin. Skýrsla.

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2003: *Siglufjarðarvegur um Almenninga. Niðurstöður sigmælinga. Mars 2003*. Vegagerðin. Skýrsla.

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2006: *Siglufjarðarvegur um Almenninga. Niðurstöður sigmælinga. Maí 2006.* Vegagerðin. Skýrsla.

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2010: *Siglufjarðarvegur um Almenninga. Niðurstöður sigmælinga. Febrúar 2010.* Vegagerðin. Skýrsla.

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2012: *Siglufjarðarvegur um Almenninga. Niðurstöður sigmælinga. Mars 2013*. Vegagerðin. Skýrsla.

Jón Skúlason 2004: *Athugun á stæðni hárra fyllinga*. Almenna verkfræðistofan, 75 bls.

Jón Skúlason og Haraldur Sigursteinsson 2009: *Skrið í Almenningum á Siglufjarðarvegi*. Skýrsla

Sigurjón Jónsson 2009: *A Survey of Active Slope Movements in Central-North Iceland from Satellite Radar Interferometry*. Skýrsla unnin fyrir Veðurstofu Íslands.

Þorleifur Einarsson 1968: *Jarðfræði, saga bergs og lands*. Mál og menning, Reykjavík. 335 bls.

Þorsteinn Sæmundsson, Halldór G. Pétursson og Höskuldur Búi Jónsson 2004: *Kortlagning á sigi á Siglufjarðarvegi um Almenninga. Áfangaskýrsla 2003*. Náttúrustofa Norðurlands vestra, NNV-2004-001. 32 bls.

Þorsteinn Sæmundsson, Halldór G. Pétursson, Höskuldur Búi Jónsson og Helgi Páll Jónsson 2005: *Kortlagning á sigi á Siglufjarðarvegi um Almenninga. Lokaskýrsla 2004*. Náttúrustofa Norðurlands vestra, NNV-2005-003. 45 bls.

Þorsteinn Sæmundsson 2013: *Berghlaup á Almenningum – Greinargerð unnin fyrir Vegagerðina*.

Viðauki 1

Greinargerð Þorsteins Sæmundssonar um jarðfræðirannsóknir í Almenningum

Berghlaup á Almenningum

Greinargerð unnin fyrir vegagerðina

Þorsteinn Sæmundsson

NNV-2013-002

Október 2000

Ágrip

Á árunum 2003 og 2004 voru unnar umfangsmiklar rannsóknir og vegstæði Siglufjaðrarvegar sem liggur um Almenninga. Þessar rannsóknir voru fjármagnaðar af styrk frá Vegagerðinni, Náttúrustofu Norðurlands vestra og Náttúrufræðistofnun Íslands. Niðurstöður þeirra rannsókna hafa verið birtar í nokkrum skýrslum og greinum (Þorsteinn Sæmundsson o.fl. 2004, Þorsteinn Sæmundsson o.fl. 2005 og Þorsteinn Sæmundsson o.fl. 2007). Frá árinu 2005 hafa verið farnar fjöldi ferða til að fylgjast með hreyfingum svæðinu.

Inngangur

Á árunum 2003 og 2004 var unnið að rannsóknum á jarðsigi á vegstæði Siglufjarðarvegar um Almenninga á vegum Náttúrustofu Norðurlands vestra og Akureyraseturs Náttúrufræðistofnunar Íslands. Markmið þessara rannsókna var að kanna og kortleggja sigsvæði á Siglufjarðarvegi um Almenninga og leitast við að finna orsakir þess sigs sem hefur verið á veginum á um 6 km löngum kafla frá Fljótum norður að Almenningsnöf. Vegurinn um Almenninga var eini heilsársvegurinn til Siglufjarðar um langt skeið og er enn mikilvægur í samgöngum á norðanverðum Tröllaskaga. Allt frá því að vegurinn var lagður þar árið 1968 hafa skapast töluverð vandræði vegna sigs á honum. Mikilvægt er að gera sér grein fyrir orsökum sigsins, hvað hefur gerst á þessu svæði, hvaða jarðfræðilegu ferli eru virk og hvað getur gerst þar í náinni framtíð.

Frá því að þessar rannsóknir fóru fram hefur sig haldið áfram á vegstæðinu. Miklar hreyfingar hafa verið mældar á því svæði sem nefnt er Tjarnardalaberghlaupið og nær frá Skógum í suðri og norður fyrir Almenningsnöf.

Það svæði sem nefnt er Almenningar liggur frá Hraunum í Fljótum og um 6 km til norðurs, að Skriðnavík við Almenningsnöf, yst við Skagafjörð austanverðan. Standlengjan á svæðinu liggur í norður-suður stefnu en upp af henni ganga tveir jökulsorfnir dalir, Hraunadalur í suðri og Hrólfsvalladalur í norðri sem eru aðskildir af Breiðafjalli syðst, Torfnafjalli, Kvígildi og Mánárfjalli nyrst (mynd 1). Strandlengjan, frá Hraunárkróki norður að Almenningsnöf, er tiltölulega bein með litlum víkum og einkennist af allt af 80 m háum bökkum úr þykkum lausum jarðlög. Sumstaðar sést í undirliggjandi berggrunn. Mikið sjávarrof er enda liggur standlengjan fyrir opnu hafi. Allt svæði Almenninga einkennist af miklum efnismössum sem skriðið hafa úr fjöllum og niður dalina, svokölluðum berghlaupum.

Rannsóknir þessar hófust árið 2003 og beindist þá megin þungi þeirra að kortlagningu berghlaupasvæða í Almenningum, frá Fljótum í suðri og norður fyrir Almenningsnöf. Gögnum um veðurfar, sögu hreyfinga á vegstæði og mæliniðurstöður Vegagerðarinnar var safnað og bornar saman. Áfangaskýrsla þeirra rannsókna var gefin út í byrjun árs 2004 (Þorsteinn Sæmundsson o.fl. 2004). Síðari hluti rannsóknarinnar var framkvæmdur árið 2004 og beindist aðallega að gerð, uppbyggingu og lagskiptingu lausra jarðlaga á svæðinu og gerð landmótunarkorts, auk þess sem frekari

gagna var aflað um sögu hreyfinga út frá nýjustu mæliniðurstöðum Vegagerðarinnar (Þorsteinn Sæmundsson o.fl. 2005, Þorsteinn Sæmundsson o. fl. 2007).

Þau landform sem kortlögð hafa verið á Almenningum eru flokkuð sem berghlaup, en þau fyrirbrigði sem Ólafur Jónsson (1957, 1976) flokkaði hérlendis sem framhlaup eða berghlaup eru nokkrir flokkar massahreyfinga sem eru mismunandi að útliti, gerð og hraða fallhreyfingar (Richard Dikau o.fl. 1996). Berghlaupin í Almenningum eru talin hafa myndast eftir að ísa leysti af svæðinu í lok síðasta jökulskeiðs, þegar jöklar ísaldarinnar hörfuðu. Rekja má röð berghlaupa allt frá fjallahlíðunum á milli Mánárskriða í norðri og Sauðárdals í suðri og þaðan má reyndar rekja frekari berghlaup langt suður eftir Fljótum. Eðlilegt virðist að rekja ástæðu þessara berghlaupa til einhverra aðstæðna í berggrunni á svæðinu svo sem lagskiptingar, halla og sprungustefnu, grunnvatnsaðstæðna eða hugsanlega veðrunar. Lausu jarðlögin sem finnast á Almenningum eru því fyrst og fremst sundurmolaður, framhlaupinn berggrunnur. Seinna hafa svo sigið eða hlaupið fram nokkur stór stykki úr lausa jarðlagamassanum. Þessi framhlaup eða sigspildur eru misgamlar en sum þeirra eru mjög nýleg og á þeim svæðum finnast nýlegar sprungur.

Þær hugmyndir að landformin og lausu jarðlögin á Almenningum tengist fyrst og fremst svokölluðum berghlaupum stangast á við rannsóknir Ágústs Guðmundssonar (Ágúst Guðmundsson 2000). Hann nefnir þessi landform urðarbingi og telur þau mynduð vegna áhrifa sífrera og að hér séu á ferðinni fyrirbæri sem hérlendis hafa ýmist verið nefnd urðarjöklar, þelaurðir eða grjótjöklar. Þarna séu að finna ummerki bæði fornra og virkra urðar- eða grjótjökla og að í dag leynist víða sífreri á Almenningum, en það stangast reyndar á við þau loftslags og veðurfarslegu skilyrði sem til þessa hafa verið talin ríkjandi á Íslandi (Þorleifur Einarsson 1968, Jón Eyþórsson og Hlynur Sigtryggsson 1971, M. J. Clark 1983). Megin hluti lausu jarðlaganna sem sjá má í bökkunum sé orðinn til á löngum tíma við að hver urðarjökulstungan hefur runnið yfir aðra. Skýringin á þessu sé að svæðið hafi verið jökulvana eða íslaust meira og minna allt síðasta jökulskeið. Þess má geta að þetta stangast á við kenningar og hugmyndir um útbreiðslu jökla á landinu á síðasta jökulskeiði og það sem meira er, nýjustu niðurstöður af kortlagningu og setlagarannsóknum á landgrunninu (Jón Eiríksson o.fl. 2000, John T. Andrews o.fl. 2000, John T. Andrews & Guðrún Helgadóttir 2003).

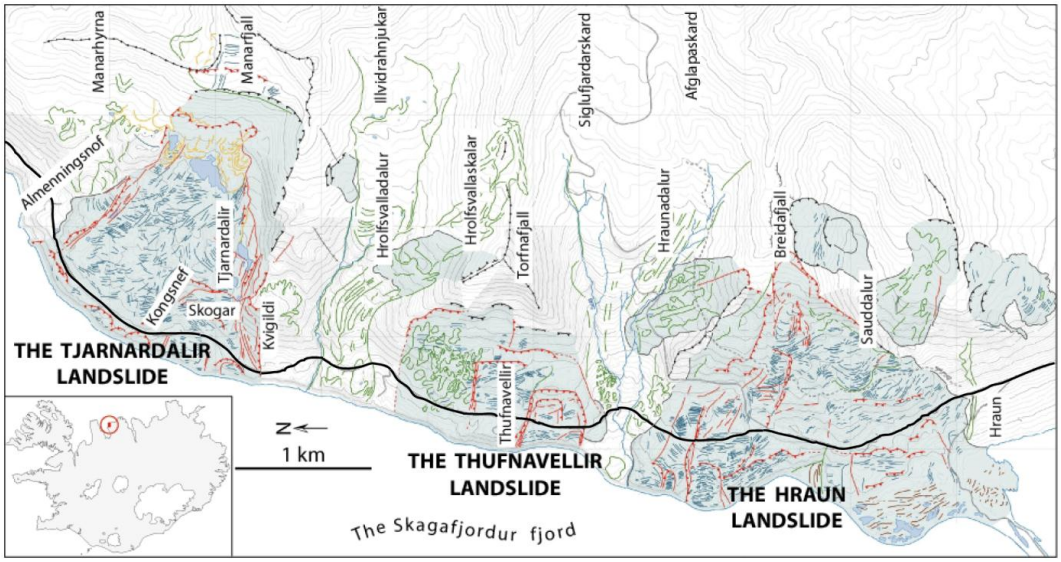
Aldur berghlaupanna á Almenningum er ekki þekktur með vissu en Hafliði Hafliðason (1982) áætlaði aldur þeirra út frá ljósum öskulögum úr Heklu sem finnast á svæðinu. Hann fann bæði Heklulagið H3 sem er um 2900 ^{14}C BP ára gamalt og Heklulagið H4 sem er um ^{14}C 4500 BP ára gamalt. Hann greinir einnig frá því að Heklulagið H5, sem er um 7000 ^{14}C BP ára gamalt finnist á svæðinu, en bendir á að það sé illgreinanlegt í þunnri jarðvegshulu skriðusvæðanna. Hann telur því að öll berghlaupin séu eldri en 5000 ár BP en telur ekki ósennilegt að þau hafi myndast fljótlega eftir að ísa leysti af svæðinu í lok síðustu ísaldar.

Berggrunnur

Berggrunnur á utanverðum Tröllaskaga er talinn myndaður fyrir 10-15 milljón árum. Höggun er töluverð af völdum misgengja og megin hallastefna jarðlaga er til suðvesturs. Jarðlagahalli á svæðinu yfirleitt yfir 10° (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1998). Elstu jarðlögin á Tröllaskaga eru talin vera neðst í Ólafsfjarðarmúla, í Hvanndalabjörgum og yst í Hestfjalli norðan Héðinsfjarðar, en almennt yngjast þau eftir því sem sunnar dregur (Kristján Sæmundsson o.fl. 1980). Jarðlög á Almenningasvæðinu eru því með þeim eldri á Tröllaskaga. Eins og algengt er í hinum tertíera jarðlagastafla landsins þá koma þar fyrir fornar megineldstöðvar. Ein slík er staðsett utarlega á Tröllaskaganum, í Flókadal og innanverðum Unadal og hefur hún verið nefnd Flókadalsmegineldstöðin. Talið er að hún hafi verið virk fyrir um 9-10 milljónum ára (Haukur Jóhannesson 1991).

Samkvæmt Hafliða Hafliðasyni (1982) er meginhluti berglaga á Almenningasvæðinu misþykk basalthraunlög oft aðskilin af 30-50 cm þykkum setlögum. Töluverð ummyndun hefur orðið á berglögum í jarðlagastaflanum, bæði vegna fergingar og nálægðar við gangakerfi sem liggur langs eftir austanverðum Almenningum. Halli jarðlaga er mismunandi á svæðinu. Í yngri hluta jarðlagastaflans, t.d. í Mánárfjalli í um 500-600 m hæð, austan megin gangakerfisins er jarðalagahallinn að meðaltali 7-10° til V eða VSV. Vestan gangakerfisins, á Almenningasvæðinu, er jarðlagahallinn mun meiri eða um 20-22° til V eða VSV. Óþekktar ástæður liggja að baki þessari miklu höggun en hallabreytingin virðist fylgja gangakerfinu þar sem það er þéttast. Innan þessa höggunarsvæðis má á nokkrum stöðum sjá merki þess að einhver ísúr eða súr eldvirkni hefur átt sér stað á Almenningasvæðinu eða í næsta nágrenni þess. Hugsanlega er þessi mikli jarðlagahalli ein af meginorsökum berghlaupanna á Almenningum.

Í berggrunni Siglufjarðarsvæðisins eru a.m.k. tvö brotalínukerfi ráðandi. Annað sem mun meiri hreyfingar hafa orðið á, hefur stefnuna NNA-SSV en hitt stefnir VNV-ASA. Eru brot sem tengjast síðarnefnda kerfinu fyrst og fremst að finna við utanverðan fjörðinn og austan við hann (Þorleifur Einarsson 1984, Hallgrímur Daði Indriðason 2002).



Mynd 1. Berghlaupin í Almenningum. Þrjú stór berghlaup og nokkur minni hafa verið kortlög á svæðinu. (Þorsteinn Sæmundsson o.fl. 2005).

Berghlaupin á Almenningum

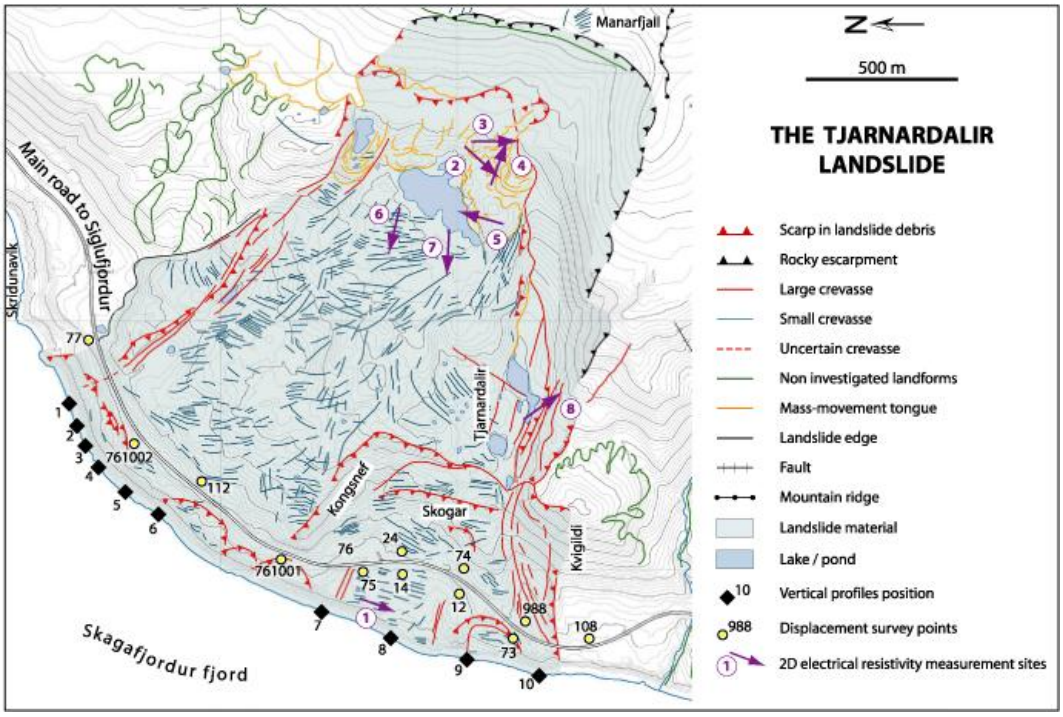
Þrjú stór og nokkur minni berghlaup hafa verið kortlögð á svæðinu eins og sést á mynd 1. Nyrst er Tjarnardalaberghlaupið, Þúfnavallaberghlaupið og Hraunaberghlaupið syðst. Sameiginlegt með öllum þessum berghlaupum er að töluverð hreyfing er á efnismössum þeirra í dag, bæði þar sem vegstæðið liggur og eins utan þess. Mestar eru hreyfingarnar í Hrauna- og Tjarnardalaberghlaupinu.

Tjarnardalaberghlaupið

Eins og áður hefur komið fram þá er berghlaup sem nefnt er Tjarnardalaberghlaupið nyrst á athugunarsvæðinu (mynd 2). Það afmarkast af fjallinu Kvígildi í suðri og nær norður fyrir Almenningsnöf, að Skriðnavík í norðri. Svæðið einkennist af miklu berghlaupi sem fallið hefur úr vesturhlíð Mánárfjalls. Brotsár berghlaupsins er vinkillaga og er um 800 m efst í Mánárfjalli í stefnu norður-suður og um 850 m í stefnu austur-vestur (mynd 2). Meðalbreidd berghlaupsins er um 1400 m og meðallengd um 1550 m. Heildarflatarmál þess er því um 2,2 km^2. Mesta breidd þess er um 1500 m og mesta lengd um 1700 m. Erfitt er að áætla heildarrúmál hlaupsins en ef reiknað er með 50 m meðalþykkt þá er heildarmassi hlaupsins um 110,000,000 m^3 sem er líklega vanmat. Það sem er einna helst einkennandi fyrir þetta berghlaup er að það er að mestu leiti á hreyfingu enn þann dag í dag. Á nyrðri jaðri þess er þó allt að 250-400 m breitt hrúgald sem ekki hefur hreyfst að neinu ráði frá því að berghlaupið féll. Framsigið myndar nokkuð beina línu, eða siggengi, við þetta hrúgald frá Mánárfjalli og niður í sjó fram. Þessi brún eða kantur ber þess greinileg merki að stöðug hreyfing er á efninu.

Að sunnaverðu afmarkar fellið Kvígildi suðurbrún berghlaupsins. Þar myndar fellið hátt brotsár sem nær langleiðina til sjávar. Beint neðan við brotsárið er dalverpi

sem myndar lægsta hluta berghlaupsins. Ofan við dalinn, í brotsárinu koma fyrir hjallar eða brúnir sem eru í mörgu svipuð landform og finnast á norðurhlið berghlaupsins.



Mynd 2. Tjarnardalaberghlaupið. (Þorsteinn Sæmundsson o.fl. 2005).

Að austanverðu afmarkast berghlaupið af Mánárfjalli og er brotsárið bæði hátt og bratt. Greinileg ummerki nýlegra hreyfingar er að finna víða á þessu svæði. Yfirborð berghlaupsins er alsett hrygglaga landformum, oft bogadregnum sem eru einkennandi fyrir landform sem þessi. Mikið er um stórgrýti á yfirborðinu og í sigdældum, bæði að ofanverðu og til hliðanna koma fyrir tjarnir. Frambrún berghlaupsins nær í sjó fram og myndar háa sjávarbakka, þar sem þjóðvegurinn til Siglufjarðar liggur á um 2 km kafla. Hægt er að skipta frambrún hlaupsins í tvennt og aðskilur Kóngsnefið þessi tvö svæði. Norðan megin við Kóngsnefið, frá Almenningsnöf norður að Skriðnavík er sjávarbakkinn mun hærri en að sunnanverðu. Þar er bakkinn um 50-60 m hár og fyrir ofan hann hlíð sem nær upp að veginum, en vegurinn liggur í um 80 m hæð. Ofan við veginn er einnig brött hlíð, um 30-40 m há. Bæði ofan og neðan við veginn koma fyrir rifur eða sprungur en þær benda til mikils sigs í frambrúninni, líklega vegna undangraftrar sjávar.

Settir hafa verið upp nokkrir mælipunktar á þessu svæði sem Vegagerðin sér um að mæla einu sinni á ári. Staðsetning þeirra kemur fram á mynd 2 og í töflu 1 kemur fram heildar færsla þeirra. Þrír aðrir punktar hafa verið settir upp á þessu svæði en ekki hafa farið fram mælingar á þeim. Þetta eru punktar VR 111, VR 112 og VR 113. Punktar VR 111 og VR 112 eru að því komnir að hrynja niður vegna sjávarrofs, en punktur VR 113 er um 7 m frá brún. Mikilvægt er að fá upplýsingar um staðsetn-

ingu þessara punkta þegar þeir voru settir upp, því þeir geta gefið mikilvægar upplýsingar um hraða sjávarrofs á þessu svæði.

Eins og sjá má í töflu 1 þá er mjög mikið framskrið á þessu svæði og er það mest við og á vegstæðinu sjálfu. Punktarnir ofan við veginn sýna þó einnig að nokkur færsla er á berghlaupinu sjálfu en bein áhrif sjávarrofsins gætir ekki eins mikið þar. Greinilegt er að sigið er farið að hafa mikil áhrif á vegstæðið sjálft og er töluverð hætta á að stórir hlutar þess geti sigið eða jafnvel hrunið niður.

Sig á einstökum spildum hefur þó verið mun meira en þessar mæliniðurstöður segja til um. Í því sambandi má til dæmis nefna sig sem varð á veginum milli punkta 761002 og 761001 árið 2002 en þá seig skeifulaga spilda sem nær upp fyrir veginn. Um 40-50 m löng sprunga myndaðist fyrir ofan veginn og er sigið talið hafa numið um 30 cm. Þetta sig kom ekki fram á neinum mælipunktum. Einnig er vert að benda á það mikla sig sem er í hlíðinni sjálfri fyrir neðan veginn. Punktar VR 111, 112 og 113 eru glögg dæmi um slíkt.

Sunnan megin við Kóngsnef eru aðstæður nokkuð frábrugðnar. Það svæði nefnist Skógar og einkennist af mikilli skál eða geil sem myndast hefur vegna sigs á svæðinu (mynd 2). Sjávarbakkinn á þessu svæði er milli 10 og 30 m hár, en þar fyrir ofan tekur við nokkuð aflíðandi skálarbotn, 450 til 500 m breiður sem nær lengst um 250-300 m frá sjávarbakkanum. Hækkun á skálarbotninum frá ströndinni upp að skálarbrúninni er um 50-60 m. Þar ofan við tekur við nokkuð brött hlíð, frá um 80-90 m hæð upp í um 160-170 m hæð. Syðri mörk þessarar skálar afmarkast af fellinu Kvígildi (mynd 2).

Tafla 1. Mælipunktar Vegagerðarinnar í Tjarnardalaberghlaupinu

Frá árinu 1977 hefur Vegagerðin framkvæmt mælingar á færslu vegstæðisins um Tjarnardalaberghlaupið og víðar á vegstæði í Almenningum. Staðsetning mælipunkta ert sýnd á mynd 2. (Skýringar: X: mælipunktur settur upp, MH: mikil færsla samkvæmt rituðum heimildum, MF: mikil færsla samkvæmt mælingum) (Heimildir: Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2001a; 2001b; 2003, 2006, 2010 & 2013).

Mæli-punktar	77	761002	112	109	761001	76	75	24	14	74	12	988	73	Dagsetning mælingar	Athuga-semdir
Ár															
1977		X			X										MH
1978		7,3			12,3										
1979		7,3			12,3										
1980		7,3			12,3										
1981		7,3			12,3										MH
1982		7,3			12,3										
1983		7,3			12,3									??	MH
1984		5			10									??	
1985		11,3			12,5										
1986		11,3			12,5										
1987		11,3			12,5										
1989		11,3			12,5										
1990		11,3			12,5										
1991		11,3			12,5										MH
1992		11,3			12,5										MH
1993		11,3			12,5										
1994		11,3			12,5										
1995		11,3			12,5									??	MH
1996		50			52									Sept	MH
1997		9			8							X		Júní	
1997		7			7							7		Sept	
1999	X	33			36	X	X	X	X	X	X	43	X	Sept	MF /
2000	22	14			15	7	7	63	61	30	43	18	22	Okt	
2001	29	15	X	X	14	13	14	57	55	27	37	16	18	Sept	
2002	36	15	15	4	35	6	7	100	107	35	61	19	23	Okt	MF /
2003	17	8	7	2	6	3	3	21	20	12	16	8	10	Nóv	MH
2004	19	11	11	4	18	7	8	108	109	38	77	18	21	Sept	MF /
2005	12	16	12	7	12	11	10	65	63	31	43	19	22	Okt	
2006	28	16	13	7	15	10	11	115	113	42	65	24	29	Okt	MF
2007	32	15	13	2	19	7	7	43	44	25	30	17	19	Sept	
2008	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		Ekki
2009	41	30	28	17	35	26	26	173	170	74	94	46	53	Sept	Tvö
2010	21	18	13	6	15	13	14	89	88	43	57	26	30	Okt	MF
2011	12	10	9	4	13	5	5	56	58	28	38	17	21	Sept	
2012	26	22	22	12	27	16	21	124	123	51	69	31	36	Okt	MF
Heild	**295**	**450,8**	**143**	**65**	**535,8**	**124**	**133**	**1014**	**1011**	**436**	**630**	**309**	**304**		
Meðal	**22,7**	**13,3**	**13**	**5,9**	**15,8**	**9,5**	**12,1**	**78**	**77,8**	**33,5**	**48,5**	**20,6**	**23,4**		

Þúfnavallaberghlaupið

Þúfnavallaberghlaupið liggur beint niður undir Torfnafjalli sem er um 526 m hátt. Að norðanverðu afmarkast Torfnafjall af Hrólfsvalladal og að sunnanverðu af Hraundal (mynd 1). Mikil framhlaupa og skriðuvirkni hefur verið í vesturhlíð fjallsins og mótar fyrir alla vega tveimur berghlaupum í hlíðinni. Í efsta hluta hennar er um 100-150 m hátt klettabelti sem er brostár berghlaupanna. Hlíðin fyrir neðan er þakin þykkum jarðlögum sem teygja sig til sjávar.

Um miðja hlíðina, neðan við klettabeltið, í um 300 m hæð, kemur fyrir skeifulaga brotsár með sethrúgaldi fyrir neðan. Frá nyrðri brún brotsársins gengur siggengi niður undir sjó og afmarkar nyrðri hluta Þúfnavalla sem verður lýst hér á eftir. Líklega er þessi myndun nokkuð yngri en annað hrun í hlíðinni. Vestan við brotsárið kemur fyrir berghlaupsefni sem fallið hefur úr efsta hluta fjallsins, en efnismassinn hefur sveigt til norðurs á leið sinni til sjávar. Orsök þess er lítið fell eða hrúgald í um 130-140 m hæð. Þetta framhlaupsefni hefur náð alla leið til sjávar og myndar nú allt að 80 m háan sjávarbakka. Þetta svæði er nefnt Þúfnavellir og brekkan ofan við Þúfnavallabrekka. Syðst á þessu svæði virðist svo sem að stórt stykki hafi fallið úr hlíðum Torfnafjalls og svipar henni í mörgu til fellsins Kvígildis nema mun minna. Neðan undir honum hefur 400-450 m breið og um 400 m löng spilda sigið í sjó fram. Frambrún þessa efnismassa myndar um 30-50 m háan sjávarbakka. Greinileg austur-vestur misgengi eru beggja vegna þessarar sigdældar.

Greinilegt er að nokkur hreyfing er á þessu svæði. Sigskálin sunnan við Þúfnavelli sýnir glögglega að mikið sig hefur verið á þessu svæði á síðari tímum. Ekki er hægt að útiloka að sigskálin sé mynduð á löngum tíma en misgengisbrúnirnar sitt hvoru megin hennar benda til að þar sé stöðug hreyfing í gangi og eru þær mjög fersklegar að sjá. Víkin framan við sigskálina nefnist Selvík. Í hlíðinni ofan við Þúfnavelli sjást einnig greinileg ummerki þess að stöðug hreyfing er á henni. Mikil vatnssöfnun er í hlíðinni og þar koma fyrir djúpir kílar í skriðumassanum fylltir af vatni. Nokkur undrun sætir að meiri færsla skuli ekki mælast á mælipunktunum meðfram vegstæðinu miðað við þau ummerki sem sjást í hlíðinni.

Hraunaberghlaupið

Hraunaberghlaupið liggur beint niður undir Breiðafjalli, syðst á athugunarsvæðinu. Nyrðri mörk Breiðafjalls liggja við Hraunadal en syðri mörk við Sauðadal ofan við bæinn Hraun (mynd 1). Umfangsmestu framhlaupin á Almenningssvæðinu er að finna á þessu svæði og hafa þau klofnað úr vestur- og suðvesturbrúnum Breiðafjalls. Þessu svæði er skipt niður í nokkur minni svæði. Nyrsta svæðið liggur frá Hraundal að norðanverðu og Höðnuvík í suðri. Þetta svæði einkennist af framhlaupi sem fallið hefur úr vesturbrún Breiðafjalls í sjó fram og myndar nú tanga sem nefndur hefur verið Ódrykkjutjarnarnef. Sjávarbakkinn er um 10-30 m hár á þessu svæði. Allt

svæðið einkennist af austur-vestur misgengjum, sigskálum og sigsprungum sem ná niður undir sjávarmál. Vegurinn liggur í um 80-120 m hæð, töluvert langt frá núverandi strönd.

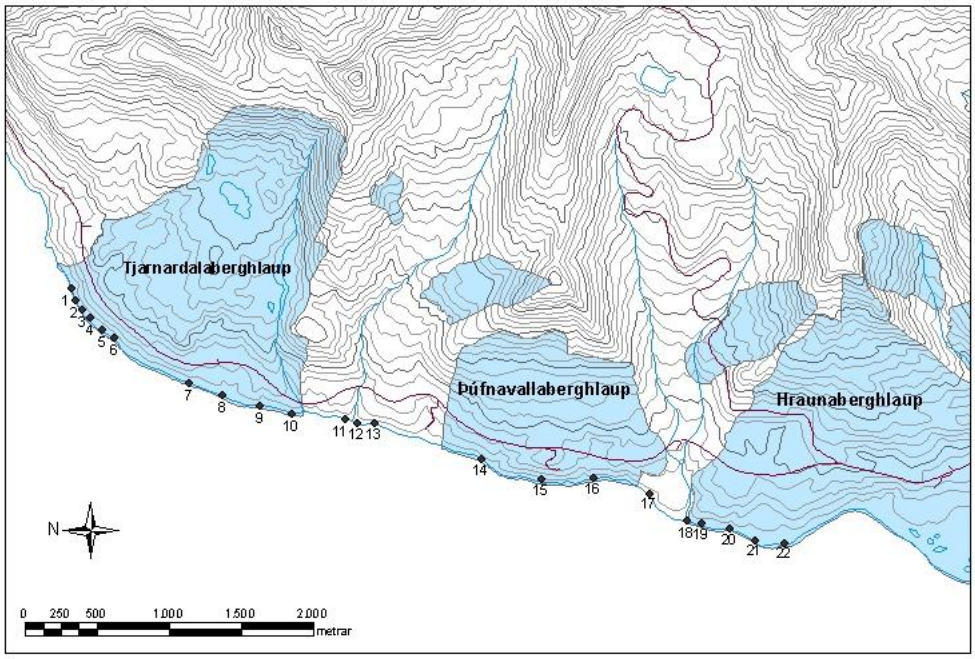
Töluverð hreyfing hefur verið á veginum um þetta svæði og hafa því verið settir upp fjöldi mælipunkta. Nokkur ummerki hreyfinga sjást á veginum sjálfum og hafa nokkrar sprungur verið kortlagðar þar (mynd 2).

Syðri hluti þessa svæðis hefur verið nefndur Hraun. Um er að ræða heljarmikið framhlaup sem fallið hefur úr vestur og suðvesturhorni Breiðafjalls (mynd 2). Akvegurinn liggur um þetta svæði í um 80-100 m hæð, langt frá núverandi strönd.

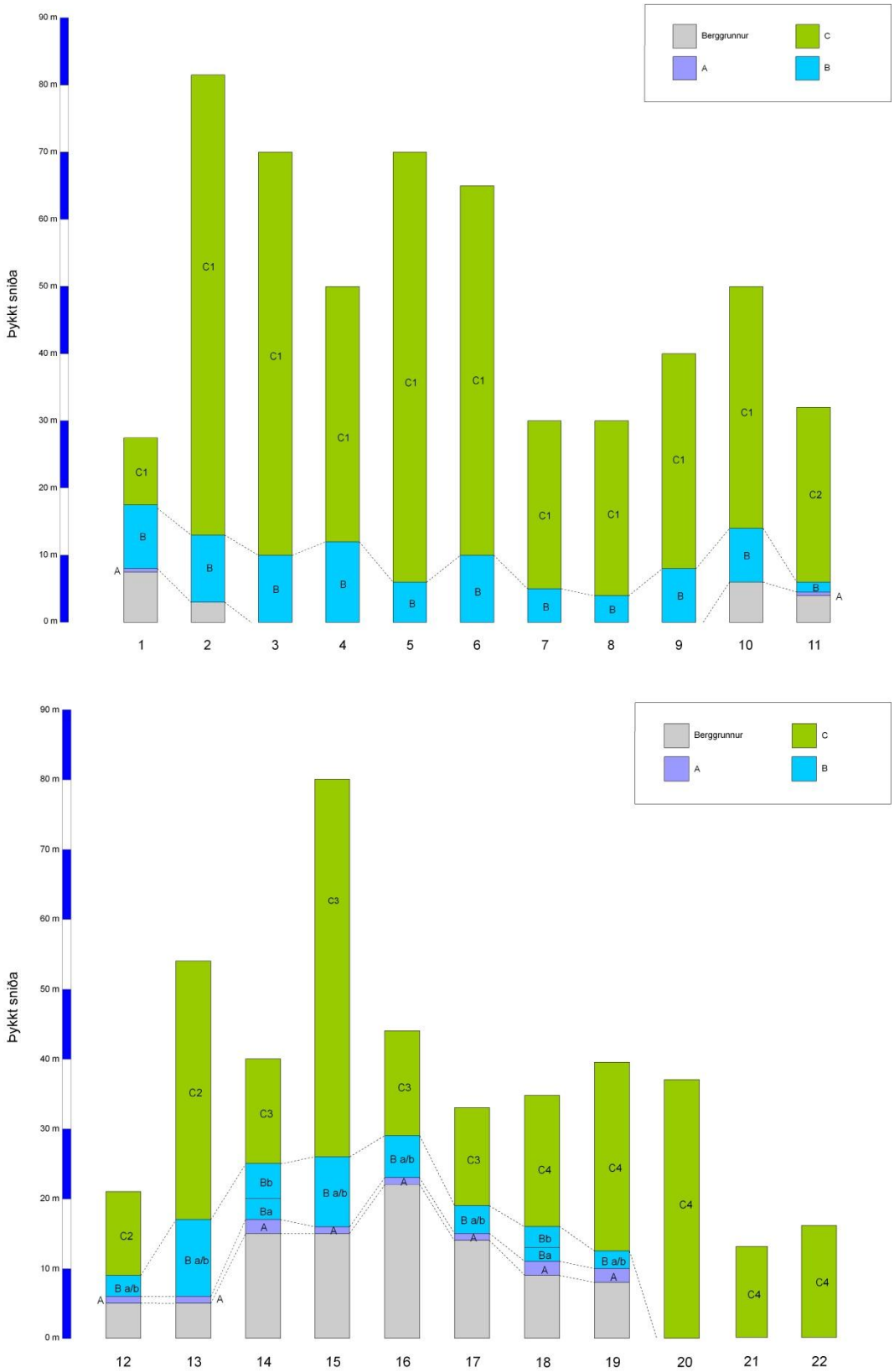
Um þetta svæði hefur legið þjóðleið til Siglufjarðar um Siglufjarðarskarð og liggur forn gata eða stígur um hlíðina nokkuð ofan við núverandi akveg. Töluverð færsla hefur orðið á þessu svæði og ber þessi forni vegur þess glögg merki. Fjallað hefur verið ýtarlega um þessa fornu leið (Þorsteinn Sæmundsson o.fl. 2004).

Rannsóknir á setlögum

Til að kanna ástæður þeirra hreyfinga sem eiga sér stað í berghlaupamössum á Almenngingum. Í Tjarnardalaberghlaupinu voru setlögin skoðuð í 10 sniðum meðfram frambrún berghlaupsins, frá Skriðnavík í norðri suður að Kvígildi, 3 snið voru skoðuð í Þúfnavallaberghlaupinu og 5 snið í Hraunaberghlaupinu (myndir 2 og 3). Á grundvelli þessara athugana var setlögum svæðisins skipt upp í þrjár einingar: jökulruðningur; set myndað fyrir framan hörfandi jökul og berghlaupaset (mynd 4).



Mynd 3. Staðsetning jarðlagasniða á Almenningum. Skyggðu svæðin tákna útlínur þriggja stærstu berghlaupanna á svæðinu (Þorsteinn Sæmundsson 2005).



Mynd 4. Jarðlagaskipan í berghlaupamassa á Almenningum. Staðsetning sniða er sýnd á myndum 2 og 3. A: Jarðlagasnið 1 – 11 frá nyrðri hluta Almenninga. B**.** Jarðlagasnið 12 – 22 frá nyrðri hluta Almenninga. Skýringar: Eining A: Jökulruðningur. Eining B: Set myndað við hörfandi jökul. Eining C: Berghlaupaset. (Þorsteinn Sæmundsson o.fl. 2005).

Umræður og framtíð vegarins um Almenninga

Þau landform sem vegurinn til Siglufjarðar liggur um á Almenningum eru berghlaup sem fallið hafa úr fjallahlíðum og í sjó fram. Undangröftur jökla á ísöld, ásamt suðvestlægum jarðlagahalla og hugsanlegum súrum jarðlögum í berggrunninum hefur orðið þess valdandi að snemma á nútíma féllu eða skriðu fram stórar spildur úr berggrunninum úr hlíðum Breiðafells, Torfnafjalls og Mánárfjalls. Jarðlögin sem þessi berghlaup mynduðu eru samsett úr grófu köntuðu efni í leirkenndum fínefnamassa (eining C). Berghlaupaefnið féll yfir eldri jarðlög, bæði jökulruðning (eining A), fínlagskipt silt- og sandlög og grófari malarlög (eining B). Þessi lög mynduðust þegar jökull lá yfir svæðinu (eining A) og þegar jökuljaðar hörfaði af svæðinu (eining B). Silt- og sandlögin í einingu B eru bæði fínefnarík og þétt og hleypa þar af leiðandi mun minna vatni í gegnum sig en grófari lögin sem liggja ofan á (eining C). Þessi lög mynda því vatnsþétt lag, en á því fellur fram úr bökkunum megin hluti þess vatns sem hripar niður í berghlaupsefnið ofan á. Um þetta fínefnaríka og þétta efni virðist myndast skriðflötur þegar það blotnar í miklum leysingum eða rigningum.

Sighreyfingum þeim sem í dag eru í gangi innan berghlaupanna á Almenningasvæðinu má gróflega skipta í tvo flokka. „Stærri og hægari hreyfingin“, ef svo má að orði komast, virðist ná yfir stærsta hluta berghlaupanna í Tjarnardölum, við Þúfnavelli og við Hraun. Þessi hreyfing virðist vera nokkuð stöðug og jöfn frá ári til árs og fylgja megin dráttum landslagsins þar sem mjög stórir efnismassar eru á hreyfingu. Ummerki þessarar hreyfinga eru misgengi, rifur og sprungur við berghlaupsjarðrana og einnig togsprungur, sem oft koma fram sem vatnsfylltir kílar á yfirborði þeirra.

Þær hreyfingar sem kalla mætti „minni og hraðari“ koma einna helst fram nálægt eða við frambrún berghlaupanna. Þessar hreyfingar eru mismiklar frá ári til árs og einkennast af hröðu sigi, hruni og jafnvel stallamyndun í efninu. Ástæða þessa sigs virðast tvennskonar. Annars vegar má leita þeirra beint í undangreftri sjávar. Þær hreyfingar koma berlega í ljós í frambrúnum Tjarnardala- og Hraunaberghlaupsins. Á báðum þessum stöðum er berggrunnurinn ekki sýnilegur og ekkert ver því lausu jarðlögin fyrir ágangi öldurótsins. Þarna grefur því undan lausu jarðlögunum og frambrún berghlaupanna er brött og óstöðug. Þessi undangröftur veldur einnig ójafnvægi innan efnismassans ofar í berghlaupinu en óljóst er hversu langt upp í berghlaupin það nær. Önnur ástæða fyrir sigi í framhluta berghlaupanna er sú að lagmót undirlags berghlaupamassans, það er lagmótin milli eininga B og C, virka sem skrið eða rennslisflötur.

Ljóst er að beint samband er á milli veðurfars, þ.e úrkomu og leysinga, og sighreyfinga í berghlaupunum á Almenningum. Helstu sighreyfingar í frambrún berghlaupanna eiga sér stað í haustrigningum og í vorleysingum. Ljóst er því að þegar jarðlögin blotna þá minnkar stöðugleiki þeirra og auknar sighreyfingar eiga sér stað. Þessar vísbendingar renna stoðum undir þá skýringu að fínefnaríka efnið í einingu B virki sem skriðflötur þegar það blotnar og grunnvatnsrennsli eykst um efri mörk þess. Við slíkt sig, sér í lagi þar sem undangröftur er mikill eins og í nyrðri hluta Tjarnardala, verða því mjög hraðar hreyfingar með áberandi stöllum og hruni. Til þessa að hægt sé að fullyrða nokkuð um samband „stærri og hægari“ sighreyfinga við veðurfar þarf að setja upp síritandi mælipunta og síritandi veðurmælingar.

Jón Skúlason (2004) hefur reiknað út stæðni efnis á Almenningasvæðinu. Helstu niðurstöður hans eru þær að stæðni skriðanna (þ.e. berghlaupanna) á svæðinu sé mjög lítil og mikil líkindi séu til þess að veruleg úrkoma geti þarna sett stór svæði á hreyfingu með tilheyrandi skemmdum á veginum. Tilvist skriðflata, eins og talið er að leynist undir berghlaupaefninu, gerir þessar hreyfingar enn þá auðveldari og stæðnina minni.

Framtíð núverandi vegstæðis Siglufjarðavegar, um norðanvert Tjarnardalaberghlaupið. er ekki sérstaklega björt. Vegurinn liggur þar alveg á brún sjávarbakkanna sem þarna eru 70-80 m háir (mynd 2). Ljóst er að sigsvæðið neðan við veginn mun ganga lengra inn og upp í hlíðina. Þótt að þau ummerki sem sjást þarna í dag bendi ekki til þess að stórar fyllur hafi nýlega fallið úr frambrún sjávarbakkanna, er rétt að hafa í huga að þarna eru öll ummerki skriðufalla og hruns fljót að afmást vegna ölduhreyfinga og undangraftrar. Miðað við þær sprungur sem sjást í frambrúninni, sem vegurinn liggur um, er ekki hægt að gera ráð fyrir öðru en þarna geti fallið stórar fyllur. Talið er að sú hætta aukist eftir því sem að hlíðin verður brattari og meira grefur undan henni. Vegna þess hve bratt er þarna og vegurinn liggur tæpt getur minniháttar sig á þessu svæði verið varasamt allri umferð, jafnvel þó að það nemi ekki nema nokkrum tugum cm. Þarna geta bæði litlar og stórar sighreyfingar því auðveldlega eyðilagt núverandi veg og vegstæði.

Hreyfingar á öðrum svæðum Siglufjarðarvegar eru mun hættuminni og hafa ekki eins mikil áhrif á veginn og vegstæðið. Á þeim svæðum þar sem sigsvæði eru mjög virk, svo sem á Skógarsvæðinu, við syðri brún Þúfnavalla og fyrir ofan Ódrykkjutjarnarnef (mynd 2) getur vissulega skapast hætta vegna stallamyndunar í vegstæðinu, en ekki er talið að vegstæðið sjálft geti horfið í einum vettvangi eins og nyrst í Tjarnadölum. Þó ber að vara sérstaklega við myndun jarðfalla við siggengið rétt sunnan við Kóngsnef (mynd 2). Þar geta hæglega myndast djúpar holur eða jarðföll í vegstæðið þar sem sigsprunga undir veginum virðist vera að opnast. Ekki er hægt að útiloka svipaða hættu á sigsprungunum á sunnanverðu Skógarsvæðinu (mynd 2).

Ljóst er að mörg vandamál steðja að og ógna vegstæði Siglufjarðarvegar um Almenninga og er framtíðarútlit ekki bjart. Hægt er að benda á bein tengsl veðurfars, það er úrkomu og leysinga og undangraftar sjávar við þær sighreyfingar sem eiga sér stað í framhluta berghlaupanna. Minna er vitað um bein tengsl veðurfars og hreyfinga ofar í berghlaupunum. Gott væri að setja upp fleiri mælipunkta ofar í berghlaupin til að skrá þær hreyfingar sem þar eiga sér stað. Mikilvægt er einnig að setja upp síritandi mæla sem nema sighreyfingar auk þess að setja upp sjálfvirka veðurstöð, aðallega þó úrkomustöð. Með því yrði hægt að sjá bein tengsl veðurfars og sighreyfinga. Þá er einnig ljóst að innan skamms þarf að huga að nýju vegstæði fyrir veginn milli Kóngsnefs og Skriðnavíkur.

Heimildir

Ágúst Guðmundsson 2000: Frerafjöll og urðarbingir á Tröllaskaga. Háskóli Íslands, Jarð- og landafræðiskor – Meistaraprófsritgerð. 322 bls.

Hafliði Hafliðason 1982: Jarðfræðiskýrsla, vegna jarðsigs á Almenningum við Siglufjörð. Unnið fyrir Vegagerð ríkisins. 15 bls.

Hallgrímur D. Indriðason 2002: Jarðlög og höggun á milli Siglufjarðar og Héðinsfjarðar. Háskóli Íslands, Jarð- og landafræðiskor – Meistaraprófsritgerð. 99 bls.

Haukur Jóhannesson 1991: Yfirlit um jarðfræði Tröllaskaga (Miðskaga). Árbók Ferðafélags Íslands 1991. Bls. 39-56.

Haukur Jóhannesson & Kristján Sæmundsson 1998: Jarðfræðikort af Íslandi. 1:500.000. Berggrunnur. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík (2 útgáfa).

John T. Andrews & Guðrún Helgadóttir 2003: Late Quaternary ice cap extent and deglaciation, Húnaflóaáll, Northwest Iceland: Evidence from matine cores. Arctic, Antarctic and Alpine Research 35. Bls. 218-232.

Jón Eiríksson, Karen Luise Knudsen, Hafliði Hafliðason & Peter Henriksen 2000: Late-glacial and Holocene palaeoceanography of the North Icelandic shelf. Journal of Quaternary Science 15. Bls. 23-42,

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2001a: Niðurstöður sigmælinga frá 1977-2000. Siglufjarðarvegur um Almenninga. Vegagerðin. Skýrsla.

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2001b: Siglufjarðarvegur um Almenninga. Niðurstöður sigmælinga. Apríl 2001. Vegagerðin. Skýrsla.

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2003: Siglufjarðarvegur um Almenninga. Niðurstöður sigmælinga. Mars 2003. Vegagerðin. Skýrsla.

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2006: Siglufjarðarvegur um Almenninga. Niðurstöður sigmælinga. Maí 2006. Vegagerðin. Skýrsla.

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2010: Siglufjarðarvegur um Almenninga. Niðurstöður sigmælinga. Febrúar. Vegagerðin. Skýrsla.

Jón S. Erlingsson & Halldór Sv. Hauksson 2012: Siglufjarðarvegur um Almenninga. Niðurstöður sigmælinga. Mars 2013. Vegagerðin. Skýrsla.

Jón Eyþórsson og Hlynur Sigtryggsson 1971: The climate and weather of Iceland. The Zoology of Iceland I. 3. 62 bls.

Jón Skúlason 2004: Athugun á stæðni hárra fyllinga. Almenna verkfræðistofan, 75 bls.

Kristján Sæmundsson, Leo Kristjánsson, Ian McDougall & N. D. Warkins 1980: K-Ar dating, geological and paleomagnetic study of a 5-km lava succession in Northern Iceland. Jour. geoph. research 85, B7. Bls. 3628-3646.

M. J. Clark 1983: Icelandic perspectives on periglacial research. Polarforschung 53. Bls. 21-29.

Ólafur Jónsson 1957: Skriðuföll og snjóflóð I.-II. bindi. Bókaútgáfan Norðri, Akureyri. 586+554 bls.

Ólafur Jónsson 1976: Berghlaup. Ræktunarfélag Norðurlands, Akureyri. 623 bls.

Richard Dikau, Denys Brunsden, Lothar Schrott & Maia-Laura Ibsen 1996: Landslide recognition. Identification, movement and causes. Wiley & sons, New York. 251 bls.

Þorleifur Einarsson 1968: Jarðfræði, saga bergs og lands. Mál og menning, Reykjavík. 335 bls.

Þorleifur Einarsson 1984: Jarðfræðilegar aðstæður í Strákagöngum. Tímarit Verkfræðingafélags Íslands 69. Bls. 65-67.

Þorsteinn Sæmundsson, Halldór G. Pétursson og Höskuldur Búi Jónsson 2004: Kortlagning á sigi á Siglufjarðarvegi um Almenninga. Áfangaskýrsla 2003. Náttúrustofa Norðurlands vestra, NNV-2004-001. 32 bls.

Þorsteinn Sæmundsson, Halldór G. Pétursson, Höskuldur Búi Jónsson og Helgi Páll Jónsson 2005: Kortlagning á sigi á Siglufjarðarvegi um Almenninga. Lokaskýrsla 2004. Náttúrustofa Norðurlands vestra, NNV-2005-003. 45 bls.

Þorsteinn Sæmundsson, Halldór G. Pétursson, **H.G., Kneisel, C. & Beylich, A. 2007: Monitoring of the Tjarnardalir landslide, in central North Iceland. Í:** V.R. Schaefer, R.L. Schuster & A.K. Turner (Ritst.): **First North American Landslide Conference, Vail Colorado, AEG Publication No. 23, 1029-1040.**

Viðauki 2

Kort sem sýna valkosti við færslu vegar.

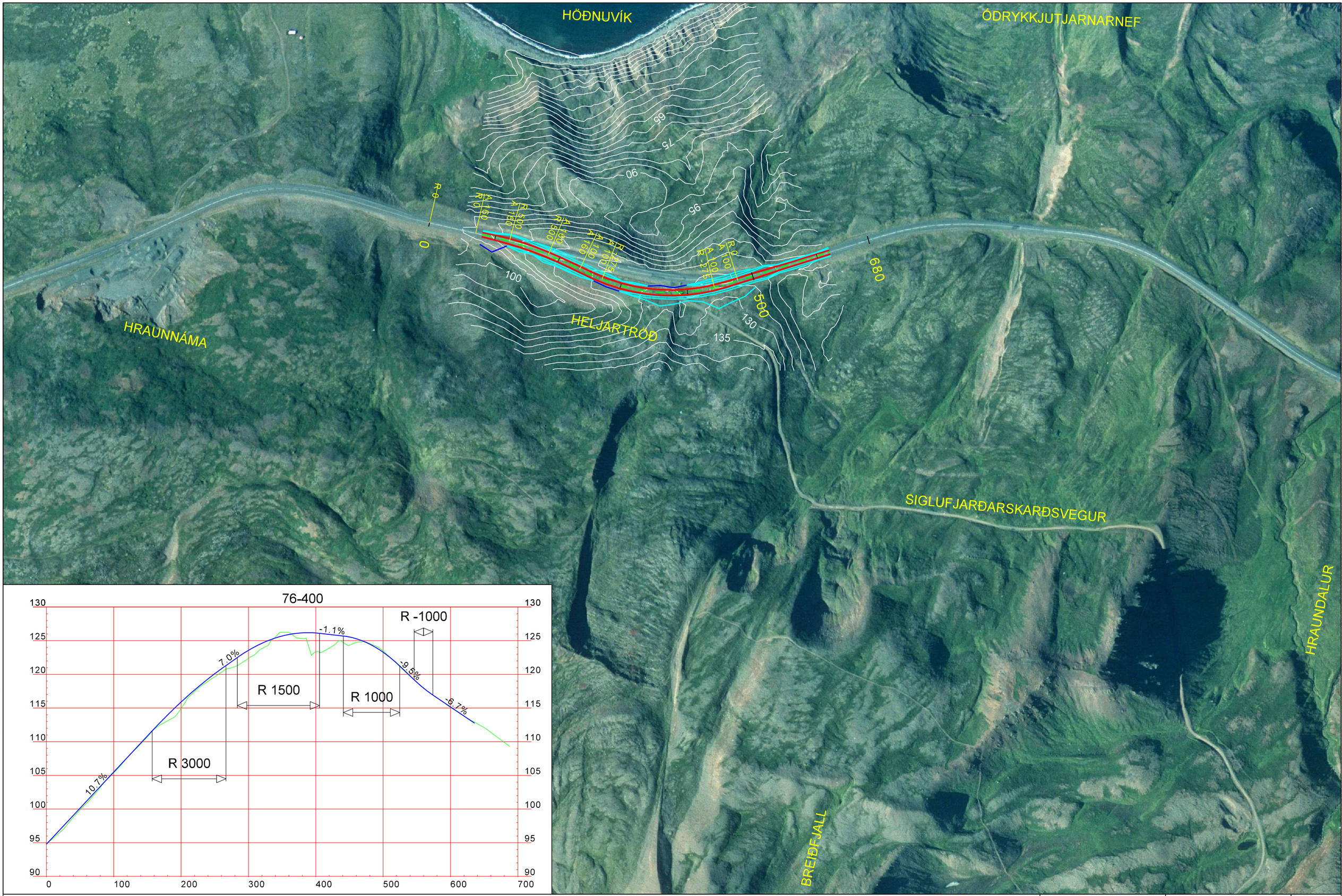
Viðauki 3

Þversnið af áhættustöðum og upplýsingar um viðvörunarbúnað.

Viðauki 4

Yfirlitskort af Almenningum.

Varúð!
Hætta á jarðsigi
150 - 5800m

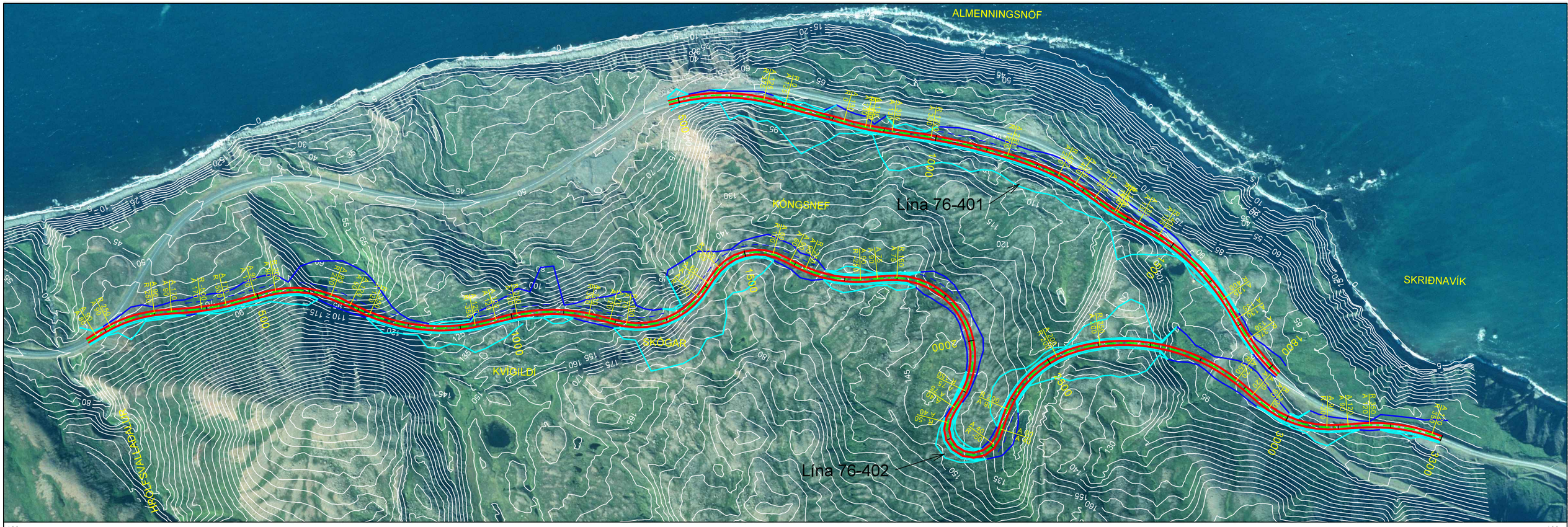


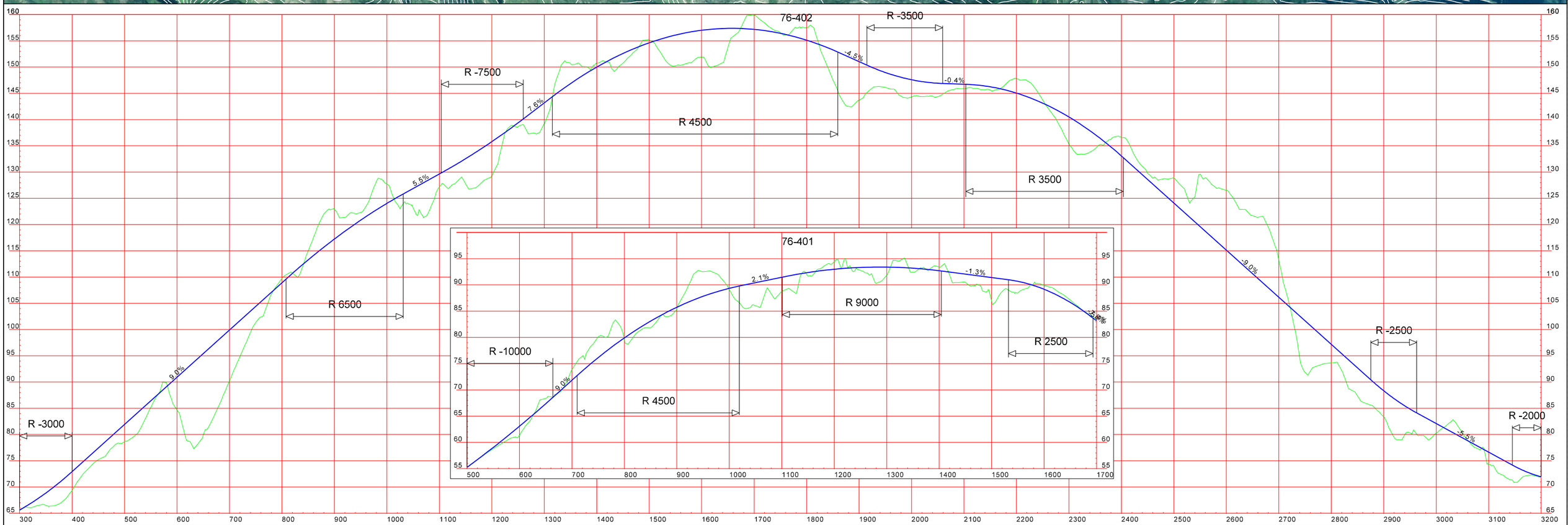
Landmælingar: Vegagerðin
Hnitakerfi: ÍSN93 Hæðarkerfi: Landshæðarnet
Loftmyndataka og myndmæling: Loftmyndir ehf.
Flughæð: 3000 m Möskvastærð: 10x10 m.
Kortagerð: Vegagerðin

VEGAGERÐIN

Hönnunardeild			Siglufjarðarvegur	76-400
MÆLIKV.	Hannað	HSH	Um Höðnuvík	76-09
1:5.000	Teikn.	HSH 22.10.2013	Grunnmynd/Langsnið	1 af 2
	Yfirf.		Veglína 76-400	Nr. 1
	Samþ.			

S:\Mannvirki\7176 Siglufjarðarvegur\76-09 Almenningsmál\02 Frumdrög\Teikningar\76-09_frd_2013.10.10_Almenningsmál.dgn





Landmælingar: Vegagerðin
Hnitakerfi: ÍSN93 Hæðarkerfi: Landshæðarnet
Loftmyndataka og myndmæling: Loftmyndir ehf.
Flughæð: 3000 m Möskvastærð: 10x10 m.
Kortagerð: Vegagerðin

VEGAGERÐIN

Hönnunardeild			Siglufjarðarvegur	76-401/2
MÆLIKV.	Hannað	HSH	Um Almenninga	76-09
1:7.500	Teikn.	HSH 22.10.2013	Grunnmynd/Langsnið	2 af 2
	Yfirf.		Veglínur 76-401/402	Nr. 2
	Samþ.			

S:\Mannvirki\7176 Siglufjarðarvegur\76-09 Almenningsnöf\02 Frumdög\Teikningar\76-09_frd_2013.10.10_Almenningsnöf.dgn

Landmælingar: Vegagerðin
Hnitakerfi: ÍSN93 Hæðarkerfi: Landshæðarnet
Loftmyndataka og myndmæling: Loftmyndir ehf.
Flughæð: 3500 m Möskvastærð: 10x10 m.
Kortagerð: Vegagerðin

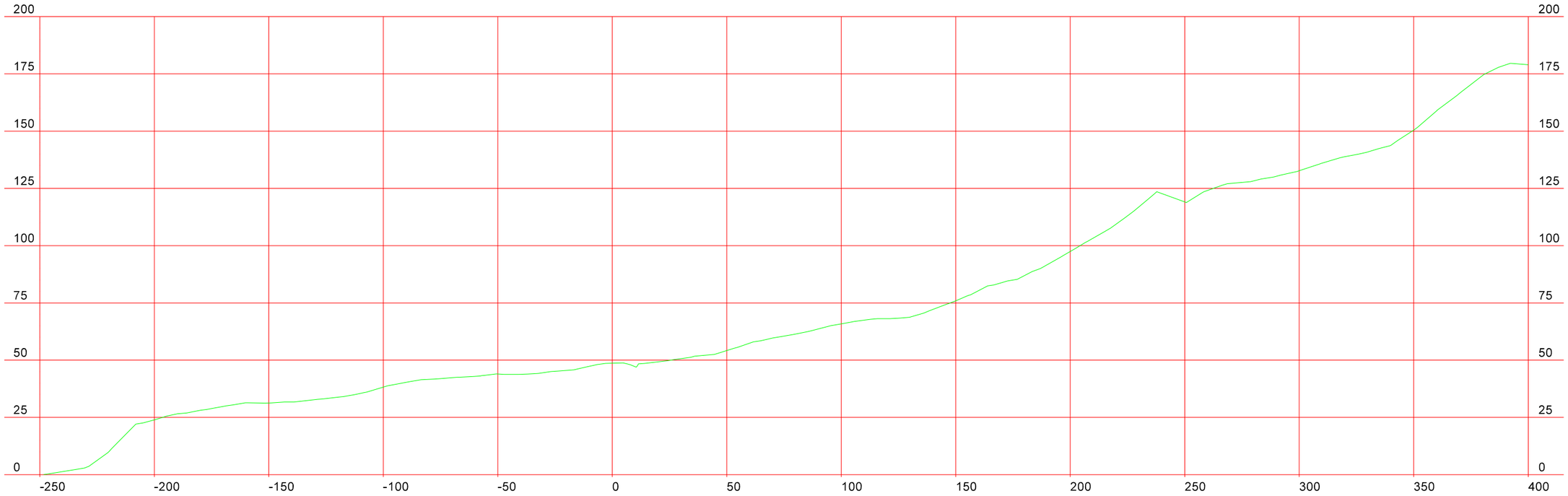
Mælikvarði striks er 1:200
2 m Stefna og lengd frá 1999 til 2007
2 m Lóðrétt hreyfing frá 1999 til 2012
Snið
[ ] Svæði þar sem skemmdir hafa komið fram

VEGAGERÐIN

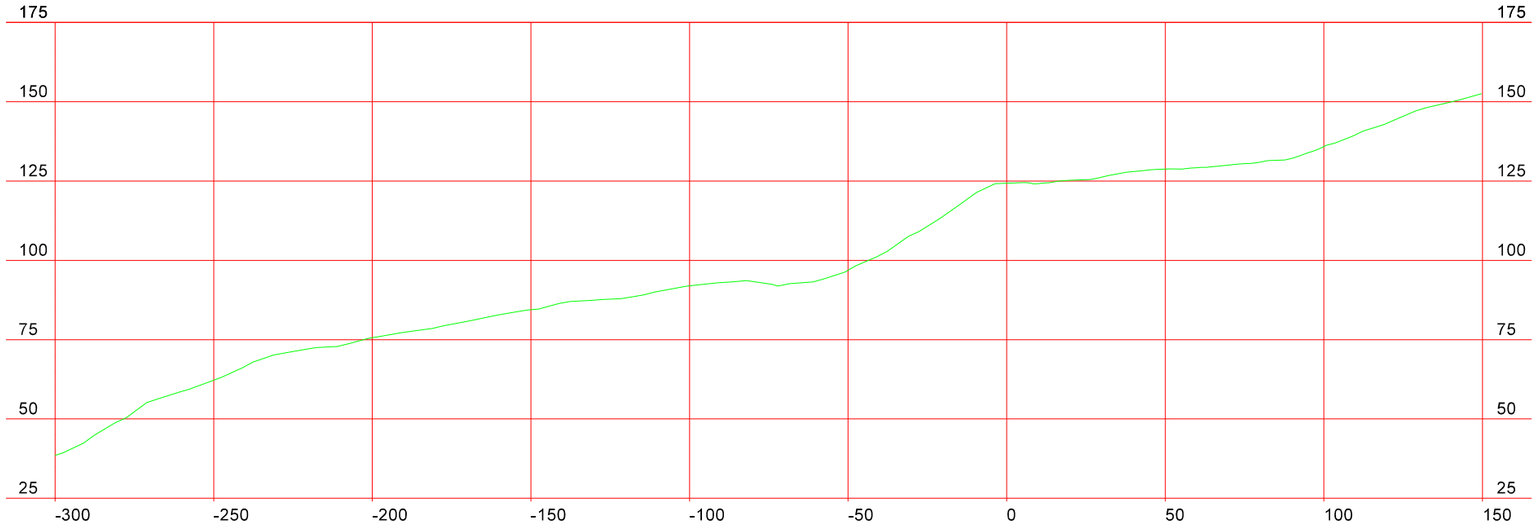
Veghönnunardeild		Siglufjarðarvegur Um Almenninga	
MELIKV. 1:10.000	Hannað	Mælt JSE	76-10
	Teikn.	HSH 12-2013	Yfirlitsmynd
	Yfirf.		1 af 1
	Samþ.		

S:\Mannvirki\7\76 Siglufjarðarvegur\76-Sigl_sig\Úrvinnsla\DGN-skýrsla\76-09_ver_2013.12_vegna sigmælinga.dgn

Snið C1 svæði 3



Snið A1 svæði 7



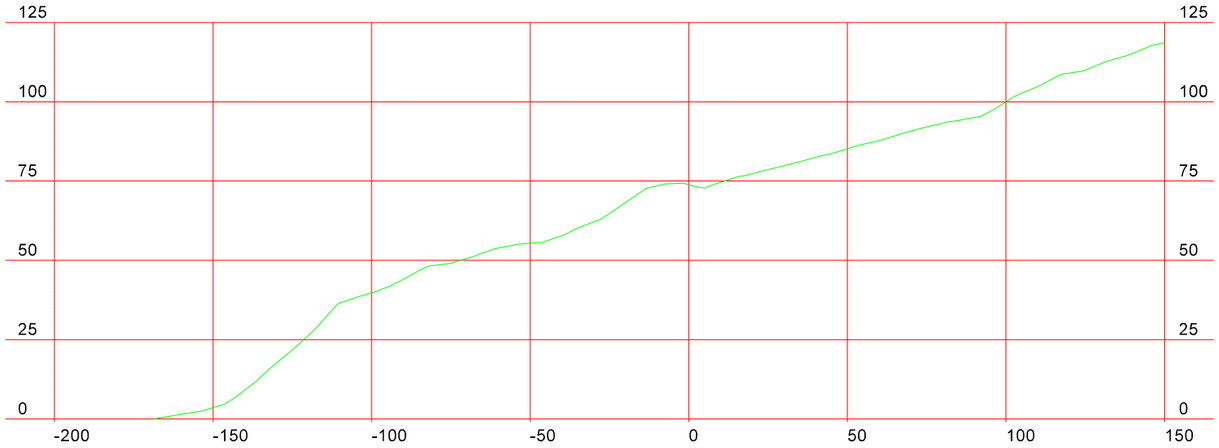
Landmælingar: Vegagerðin
Hnitakerfi: ÍSN93 Hæðarkerfi: Landshæðarnet
Loftmyndataka og myndmæling: Loftmyndir ehf.
Flughæð: 3000 m Möskvastærð: 10x10 m.
Kortagerð: Vegagerðin

VEGAGERÐIN

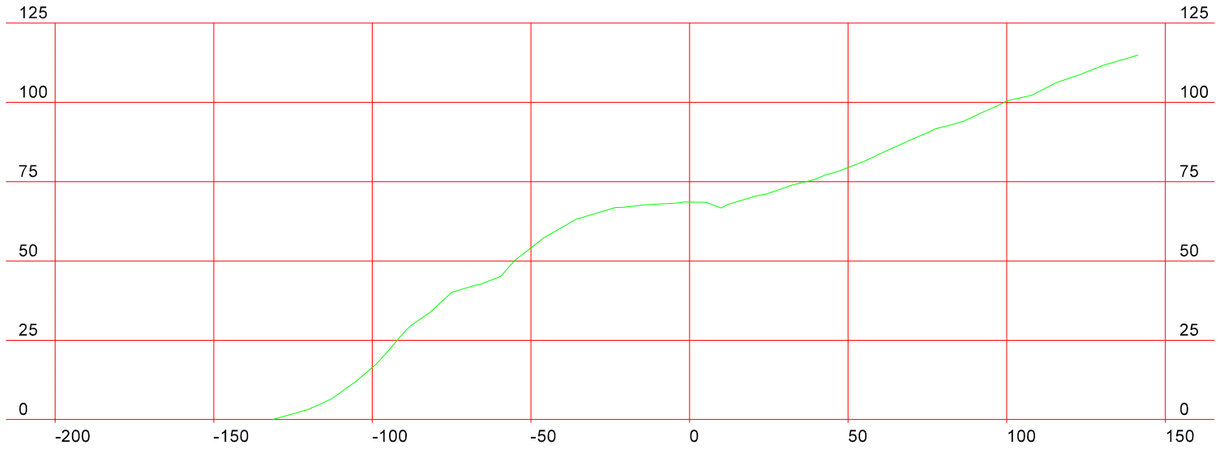
Hönnunardeild			Siglufjarðavegur	
MÆLIKV.	Hannað	HaS/HSH	Um Almenninga	76-10
1:2.000	Teikn.	HSH 12-2013	Þversnið	1 af 3
	Yfirf.	HaS		Nr.1
	Samþ.			

S:\Mannvirki\776 Siglufjarðarvegur\76-Sigl_sig\Uvinnsla\DGN-skýrsla\76-09_ver_2013.12_vegna sigmælinga.dgn

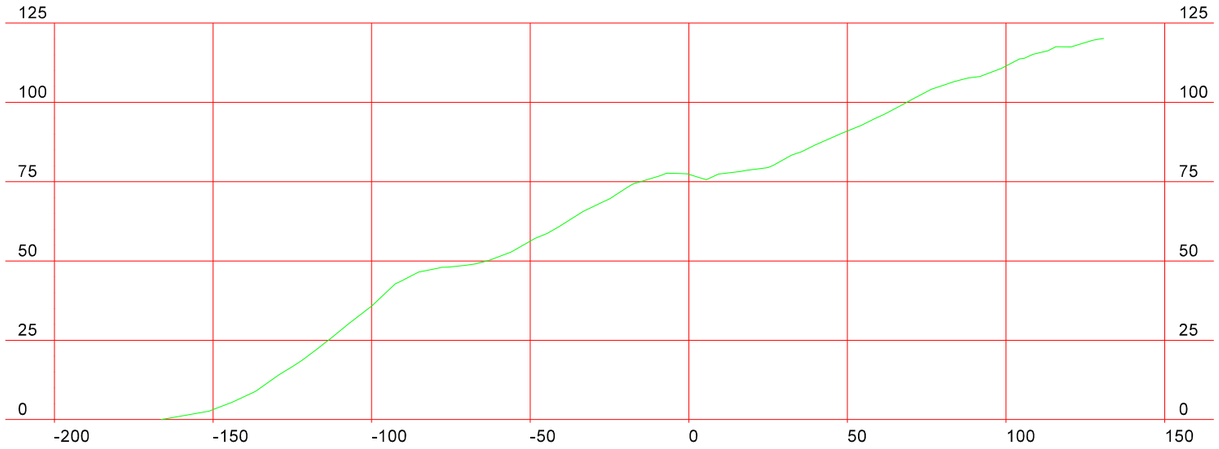
Snið C3 svæði 1c



Snið C2 svæði 2



Snið C4 svæði 1c



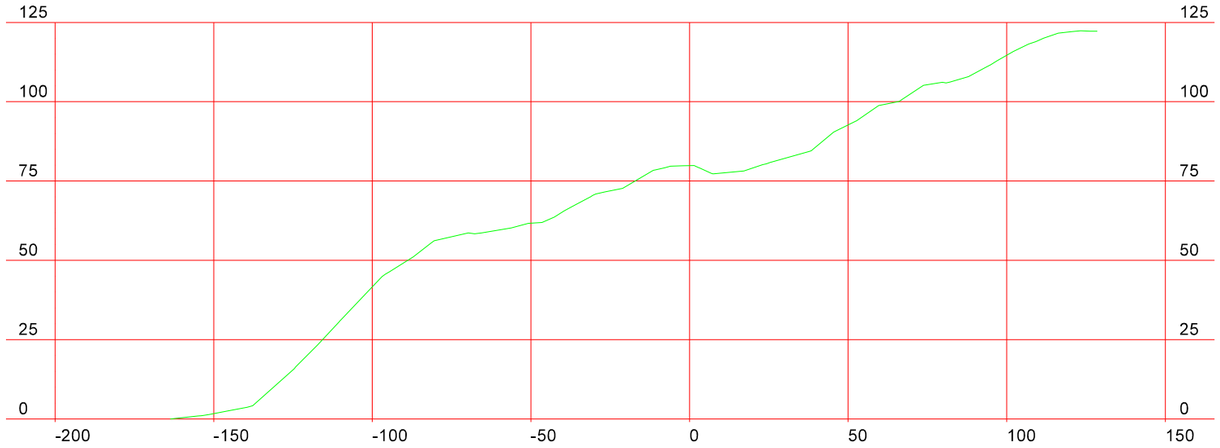
Landmælingar: Vegagerðin
Hnitakerfi: ÍSN93 Hæðarkerfi: Landshæðarnet
Loftmyndataka og myndmæling: Loftmyndir ehf.
Flughæð: 3000 m Möskvastærð: 10x10 m.
Kortagerð: Vegagerðin

VEGAGERÐIN

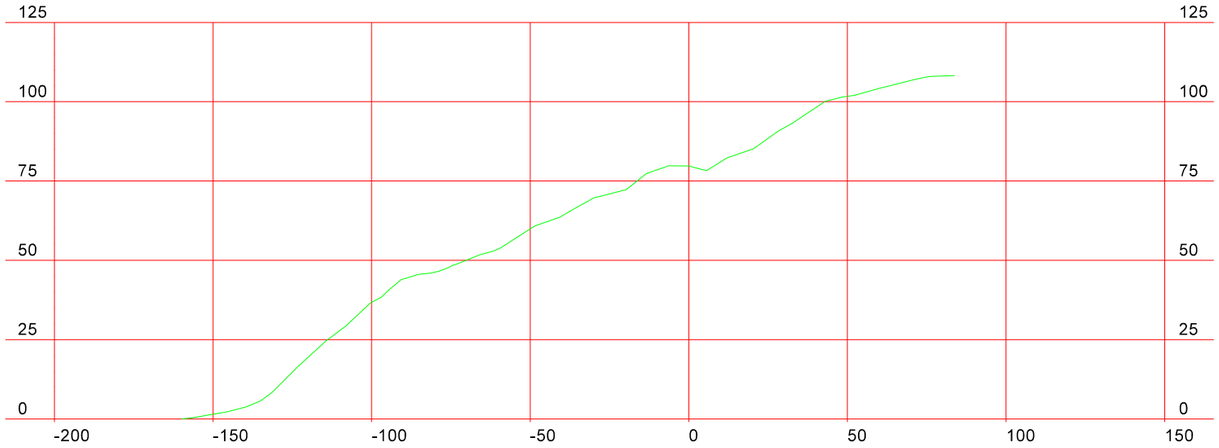
Hönnunardeild			Siglufjarðavegur	
MÆLIKV.	Hannað	HaS/HSH	Um Almenninga	76-10
1:2.000	Teikn.	HSH 12-2013	Þversnið	2 af 3
	Yfirf.	HaS		Nr.2
	Samþ.			

S:\Mannvirki\776 Siglufjarðarvegur\76-Sigl_sig\Úrvinnsla\DGN-skýrsla\76-09_ver_2013.12_vegna sigmælinga.dgn

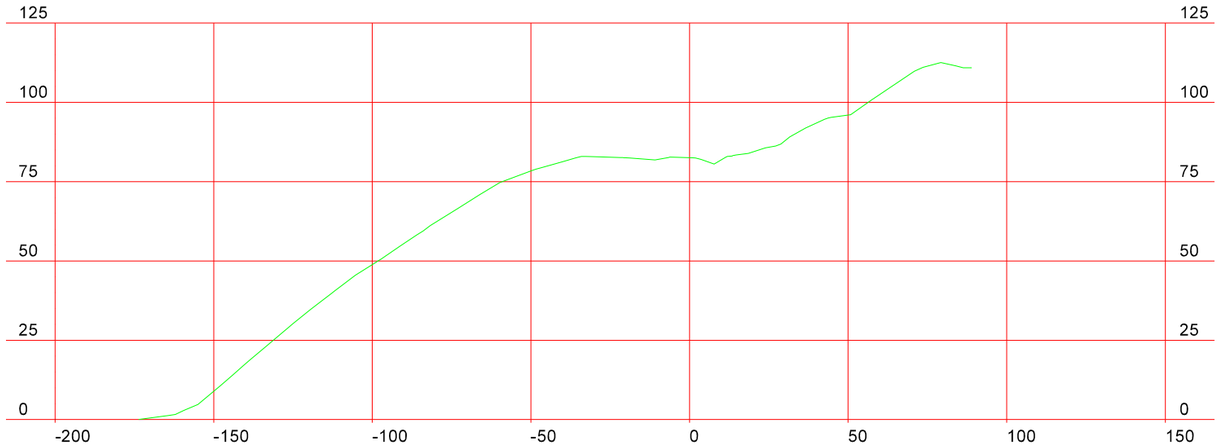
Snið C5 svæði 1b



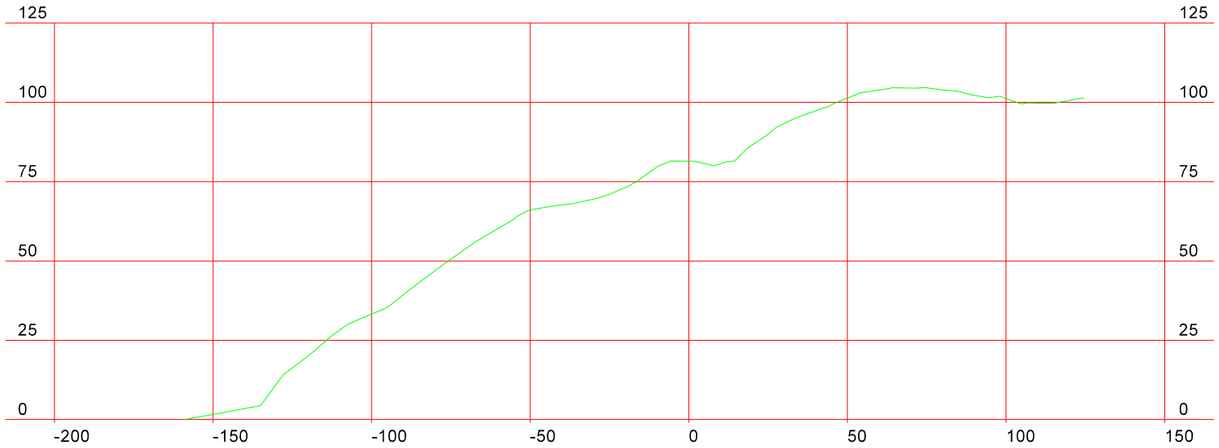
Snið C7 svæði 1a



Snið C6 svæði 1b



Snið C8 svæði 1a



Landmælingar: Vegagerðin
Hnitakerfi: ÍSN93 Hæðarkerfi: Landshæðarnet
Loftmyndataka og myndmæling: Loftmyndir ehf.
Flughæð: 3000 m Möskvastærð: 10x10 m.
Kortagerð: Vegagerðin

VEGAGERÐIN

Hönnunardeild			Siglufjarðavegur	
MÆLIKV.	Hannað	HaS/HSH	Um Almenninga	76-10
1:2.000	Teikn.	HSH 12-2013	Þversnið	3 af 3
	Yfirf.	HaS		Nr.3
	Samþ.			

S:\Mannvirki\7176 Siglufjarðarvegur\76-Sigl_sig\Urvinnsla\DGN-skýrsla\76-09_ver_2013.12_vegna sigmælinga.dgn