



Rit Veðurstofu Íslands

Tómas Jóhannesson
Karstein Lied
Stefan Margreth
Frode Sandersen

Þörf fyrir snjóflóðavarnarvirki á Íslandi

Yfirlit og mat á kostnaði

Athugun gerð fyrir Umhverfísráðuneytið og sveitarstjórnir á snjóflóðahættusvæðum

VÍ-R96003-ÚR02
Reykjavík
Október 1996

ISSN 1025-0565
ISBN 9979-878-02-9

Tómas Jóhannesson
Karstein Lied
Stefan Margreth
Frode Sandersen

Þörf fyrir snjóflóðavarnarvirki á Íslandi

Yfirlit og mat á kostnaði

Athugun gerð fyrir Umhverfisstofnuneytið og sveitarstjórnir á snjóflóðahættusvæðum

VÍ-R96003-ÚR02
Reykjavík
Október 1996

FORMÁLI

Athugun þessi er unnin af Veðurstofu Íslands fyrir Umhverfisráðuneytið og sveitarstjórnir á snjóflóðahættusvæðum. Hún er annars vegar kostuð af Ofanflóðasjóði og hins vegar af fjárveitingum íslensk/norsks rannsóknarverkefnis á snjóflóðum sem styrkt er af Norrænu ráðherranefndinni. Snjóflóðasérfræðingar frá Norges Geotekniske Institutt í Noregi og Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung í Sviss tóku þátt í vinnu við skýrsluna auk starfsmanna Veðurstofu Íslands.

Veðurstofan þakkar stuðning þessara aðila.

EFNISYFIRLIT

| | |
|---|----|
| SAMANTEKT | 7 |
| 1. INNGANGUR | 8 |
| 2. HEIMSÓKNIR OG ANNAR UNDIRBÚNINGUR | 9 |
| 3. SNJÓFLÓÐ Á ÍSLANDI | 10 |
| 3.1 Sögulegt yfirlit | 10 |
| 3.2 Landfræðilegar aðstæður | 10 |
| 3.3 Veðurfarsaðstæður | 11 |
| 4. TJÓN AF VÖLDUM SNJÓFLÓÐA Á SÍÐUSTU ÁRATUGUM | 11 |
| 4.1 Dauðaslys | 11 |
| 4.2 Efnahagslegt tjón | 12 |
| 4.3 Rýmingar | 13 |
| 5. SNJÓFLÓÐAVARNIR OG ALMENN GRUNDVALLARATRÍÐI | 14 |
| 5.1 Markmið | 14 |
| 5.2 Svæði sem athuguð voru | 14 |
| 5.3 Snjóflóðahættumat og ásættanleg áhætta | 15 |
| 5.4 Snjóflóðavarnir og aðrar öryggisráðstafanir vegna snjóflóða | 15 |
| 5.5 Hönnunarforsendur | 18 |
| 5.6 Kostnaðarforsendur | 21 |
| 5.7 Verðmæti varinna eigna | 25 |
| 5.8 Forgangsröðun | 25 |
| 6. SAMANTEKT Á VARNARTILLÖGUM | 27 |
| 7. ÍSAFJÖRÐUR | 33 |
| 7.1 Holtahverfi | 33 |
| 7.2 Seljalandshverfi | 34 |
| 7.3 Seljalandshlíð | 35 |
| 7.4 Svæðið neðan Gleiðarhjalla | 36 |
| 7.5 Eyrarhlíð | 37 |
| 7.6 Funi | 37 |
| 8. HNÍFSDALUR | 38 |
| 8.1 Bakkahyrna | 38 |
| 8.2 Búðarfjall | 39 |

| | |
|--|----|
| 9. FLATEYRI | 41 |
| 9.1 Innra-Bæjargil/Skollahvilft | 41 |
| 10. SÚÐAVÍK | 42 |
| 10.1 Súðavíkurlíð | 42 |
| 10.2 Traðargil | 43 |
| 10.3 Eyrardalssvæði | 44 |
| 11. BOLUNGARVÍK | 44 |
| 11.1 Gil í Traðarhyrnu ofan vesturhluta bæjarins | 44 |
| 11.2 Ufsir | 45 |
| 11.3 Ernir | 46 |
| 12. PATREKSFJÖRÐUR | 47 |
| 12.1 Vatneyri | 47 |
| 12.2 Klif | 48 |
| 12.3 Stekkagil | 49 |
| 12.4 Litladalsá | 50 |
| 12.5 Sigtúnsvæði | 50 |
| 12.6 Snjósöfnunargrindur | 51 |
| 13. BÍLDUDALUR | 51 |
| 13.1 Búðargil | 52 |
| 13.2 Milligil/Gilsbakkagil | 53 |
| 13.3 Snjósöfnunargrindur | 54 |
| 14. NESKAUPSTAÐUR | 54 |
| 14.1 Snjóflóðaaðstæður í Neskaupstað | 54 |
| 14.2 Stóralækjargil | 57 |
| 14.3 Nesgil/Bakkagil | 57 |
| 14.4 Drangaskarð | 58 |
| 14.5 Urðarbotnar | 59 |
| 14.6 Svæðið milli Tröllagilja og Urðarbotna | 59 |
| 14.7 Tröllagil | 60 |
| 14.8 Svæðið vestan Tröllagilja | 61 |
| 15. SEYÐISFJÖRÐUR | 62 |
| 15.1 Öxl | 62 |
| 15.2 Bjólfur | 63 |
| 15.3 Botnar | 64 |

| | |
|---|----|
| 15.4 Strandartindur | 65 |
| 16. SIGLUFJÖRÐUR | 66 |
| 16.1 Jörundarskál/Strengsgil | 66 |
| 16.2 Fífladalasvæði, suðurhluti | 68 |
| 16.3 Fífladalasvæði, norðurhluti | 68 |
| 16.4 Gimbraklettur | 69 |
| 16.5 Hvanneyrarskál | 69 |
| 16.6 Gróuskarðshnjúkur, suðurhluti | 70 |
| 16.7 Gróuskarðshnjúkur, norðurhluti | 70 |
| 17. TILLÖGUR UM RANNSÓKNIR | 70 |
| 18. TILVITNANIR | 71 |
| 19. VIÐAUKI I: Stærð og kostnaður þvergarða og leiðigarða | 73 |
| ÍSAFJÖRÐUR | 73 |
| Holtahverfi | 73 |
| Seljalandshverfi | 74 |
| Seljalandshlíð | 74 |
| Gleiðarhjalli | 74 |
| Funi | 74 |
| HNÍFSDALUR | 75 |
| Bakkahyrna | 75 |
| Búðarfjall | 75 |
| FLATEYRI | 76 |
| Skollahvilft/Innra-Bæjargil | 76 |
| SÚÐAVÍK | 77 |
| Súðavíkurhlíð | 77 |
| BOLUNGARVÍK | 77 |
| Gil í vesturhluta bæjarins | 77 |
| Ernir | 77 |
| PATREKSFJÖRÐUR | 78 |
| Vatneyri | 78 |
| Klif | 79 |
| Stekkagil | 79 |
| Litladalsá | 79 |
| Sigtúnssvæði | 79 |

| | |
|---|----|
| BÍLDUDALUR | 80 |
| Búðargil | 80 |
| Milligil/Gilsbakkagil | 80 |
| NESKAUPSTAÐUR | 80 |
| Stóralækjargil | 81 |
| Nesgil/Bakkagil | 81 |
| Drangaskarð | 81 |
| Urðarbotnar | 82 |
| Milli Tröllagils og Urðarbotna | 82 |
| Tröllagil | 82 |
| SEYÐISFJÖRÐUR | 83 |
| Bjölfur | 83 |
| Strandartindur/Botnar | 84 |
| SIGLUFJÖRÐUR | 84 |
| Jörundarskál/Strengsil | 84 |
| 20. VIÐAUKI II: Kostnaðarforsendur fyrir snjóflóðavarnargarða | 86 |

SAMANTEKT

Möguleikar á snjóflóðavörnum hafa verið athugaðir fyrir 8 sveitarfélög á Vestfjörðum, Norður- og Austurlandi og gróft mat lagt á byggingarkostnað þeirra. Innan þessara sveitarfélaga eru stærstu þéttbýlissvæði þar sem hættu er á snjóflóðum hér á landi. Kostnaður við snjóflóðavarnirnar er borinn saman við verðmæti eigna á þeim svæðum sem varnirnar miðast við. Heildarkostnaður við varnartillögurnar er um 7 milljarðar kr. Verðmæti bygginga og annarra eigna á viðkomandi svæðum er víðast nokkrum sinnum hærra en áætlaður kostnaður við varnirnar.

Búast má við að kostnaður við styrkingu og varnir einstakra bygginga á svæðum, þar sem tillögur að vörnum eru ekki lagðar fram, geti orðið nokkur hundruð milljónir kr. Einnig má reikna með að kostnaður við snjóflóðavarnir í sveitarfélögum, sem ekki voru tekin fyrir í athuguninni, svo og kostnaður við krupa- og aurflóðavarnir, sem einungis var athugaður lauslega, geti numið nokkrum hundruðum milljóna kr. Kostnað við uppkaup eigna á svæðum þar sem snjóflóðavarnir eru ekki taldar koma til greina vegna erfiðra aðstæðna eða óhóflegs kostnaðar, er erfitt að meta. Hann er meðal annars háður lögum og reglugerðum um uppkaup eigna. Þessi kostnaður getur einnig numið allmörgum hundruðum milljóna kr. Þegar tillit er tekið til þessara viðbótarkostnaðarliða er niðurstaða skýrslunnar að heildarkostnaður við snjóflóðavarnir og uppkaup eigna hér á landi geti numið u.þ.b. 9 milljörðum kr. Kostnaðarmatið er allmikilli óvissu undirorpið, einkum vegna óvissu um umfang snjóflóðahættusvæða og óljósra hönnunarforsenda fyrir snjóflóðavarnarvirki. Einnig er óvissa í mati á varnarkostnaði á svæðum sem ekki voru skoðuð í athuguninni. Erfitt er að leggja formlegt mat á óvissuna en eðlilegt er að miða við að heildarkostnaðurinn geti numið á bilinu 7 til 14 milljörðum kr. Þegar tillit er tekið til þessarar óvissu.

Snjóflóðahættu á svæðunum, sem tekin eru fyrir í skýrslunni, er lýst með svokölluðu "hættustigi". Það er annars vegar byggt á tíðni og stærð snjóflóða og hins vegar á fólksfjölda á svæðinu. Rúmlega helmingur heildarkostnaðar við snjóflóðavarnir, sem hér er fjallað um, svarar til svæða þar sem hættustigið gefur til kynna mesta snjóflóðahættu.

Beint efnahagslegt tjón af völdum snjóflóða í þéttbýli á Íslandi á tímabilinu frá 1974 til 1995, að meðtöldum kostnaði við uppkaup eigna og byggingu snjóflóðavarna, er um 3800 milljónir kr. Þá er meðtalinn kostnaður við flutning Súðavíkur, uppkaup eigna í Hnífsdal og áætlaður kostnaður við snjóflóðavarnargarða á Flateyri sem hafin er bygging á. Tjón af völdum snjóflóða utan þéttbýlis er hins vegar ekki talið með. Þar er um að ræða tjón á íbúðar- og útihúsum á sveitabæjum, sumarbústöðum, tjón á vegum úti, skemmdir á síma- og rafmagnslínum, skíðalyftum o.fl. Þetta tjón, sem fellur á allmarga mismunandi aðila, er untalsvert. Engu að síður má gera ráð fyrir að það sé allmiklu minna en tjón af völdum snjóflóða á þorp og bæi á tímabilinu.

Alls hafa 52 farist í snjóflóðum á byggð ból á tímabilinu frá 1974 til 1995. Ef manntjón er talið með í efnahagslegu tjóni með sama hætti og í nýútkominni skýrslu um tjón af völdum umferðarslysa á Íslandi (100 milljónir kr. á hvern mann sem ferst af slysförum), þá er heildartjón af völdum snjóflóða á Íslandi á þessu 22 ára tímabili sambærilegt heildarkostnaði við snjóflóðavarnirnar sem lýst er í þessari skýrslu.

Til þess að bæta forsendur fyrir hönnun varnarvirkja er mikilvægt að ráðist verði í ýmsar rannsóknir á snjóflóðaaðstæðum hér á landi. Þar má nefna endurskoðun hættumats, reglulegar mælingar á snjóöfnun á upptakasvæðum, rannsóknir á virkni stíflumannvirkja og snjóflóðakeila, rannsóknir á eðliseiginleikum snævar hér á landi með tilliti til upptakastöðvirkja og athuganir á notagildi snjóöfnunargrinda á aðsópssvæðum.

Rétt er að undirstrika að stöðugt eftirlit með snjóflóðahættu er nauðsynlegt á öllum svæðum þar

sem snjóflóð ógna byggð eða umferð. Aðstæður til byggingar snjóflóðavarnarvirkja eru stundum erfiðar vegna takmarkaðs rýmis fyrir stíflumannvirki eða óvissu um staðsetningu upp-takasvæða þar sem reisa þarf upptakastoðvirki. Við slíkar aðstæður þarf að gera ráð fyrir stöðugu eftirliti með snjóflóðahættu og rýmingarviðbúnaði þegar snjóflóðahætta kemur upp. Stöðugt eftirlit er einnig nauðsynlegt þegar skilyrði til byggingar snjóflóðavarna eru góð. Fylgjast þarf með því hvort ófyrirséðar aðstæður séu að skapast þannig að hægt sé að grípa til ráðstafana í tíma til þess að tryggja öryggi íbúa á svæðinu.

1. INNGANGUR

Hörmuleg snjóflóðaslys í Súðavík og á Flateyri á árinu 1995, sem kostuðu 34 mannlíf og ollu miklu eignatjóni, hafa gerbreytt afstöðu Íslendinga til snjóflóðahættu. Slysinn opnuðu augu manna fyrir því að snjóflóðahætta er langt umfram það sem hægt er að sætta sig við á stórum þéttbýlum svæðum í allmörgum bæjum á landinu. Rýmingar er hægt að nota til þess að draga að vissu marki úr slyshættu af völdum snjóflóða. Engu að síður verður að líta á víðtækar rýmingar sem tímabundna ráðstöfun meðan unnið er að lausn vandans með byggingu fullnægjandi snjóflóðavarna og breytingum á skipulagi og landnýtingu.

Markmið skýrslunnar sem hér birtist er að gera yfirlit um þörf fyrir snjóflóðavarnir á Íslandi og kostnað við þær fyrir stjórnvöld og sveitarstjórnir bæjarfélaga sem búa við snjóflóðahættu. Umhverfissráðuneytið og sveitarstjórnir allmargra sveitarfélaga fólu Veðurstofu Íslands að taka saman yfirlitið í framhaldi af fundi þessara aðila í Reykjavík þann 9. febrúar 1996.

Svæði, þar sem varnir eru lagðar til í skýrslunni, eru flokkuð í nokkra flokka eftir svokölluðu "hættustigi" sem er annars vegar byggt á mati á tíðni og stærð snjóflóða og hins vegar á mannfjölda á svæðinu. Snjóflóðavarnir fyrir öll þau svæði á landinu, sem búa við umtalsverða snjóflóðahættu, verða kostnaðarsamar. Því verður að gera ráð fyrir að bygging varna alls staðar þar sem þær eru taldar hagkvæmar taki langan tíma. Hættustigið er hugsað sem viðmiðun við nauðsynlega forgangsörðun framkvæmda. Leggja verður áherslu á að nákvæmara hættumat er nauðsynlegt áður en hafist er handa við mikið átak í snjóflóðavörnum hérlendis.

Við mat á verðmæti bygginga og annarra eigna á svæðunum sem varnirnar miðast við er gengið út frá núverandi útbreiðslu byggðar á snjóflóðahættusvæðum. Ekki er tekið tillit til þjóðfélagslegra breytinga eða pólitískra ákvarðana sem kunna að hafa áhrif á byggðapróun á Íslandi í framtíðinni.

Skýrslan hefst á nokkrum köflum þar sem fjallað er almennt um snjóflóð á Íslandi og varnarvirki. Í kafla 2 er lýst heimsóknnum hópsins, sem athugunina vann, til helstu snjóflóðahættusvæða á landinu. Ýmsar upplýsingar um snjóflóð og snjóflóðahættu á Íslandi er að finna í köflum 3 og 4. Aðgerðir sem til greina koma til varnar gegn snjóflóðum og almenn atriði sem lögð eru til grundvallar í yfirlitinu eru rædd í kafla 5. Tillögur skýrslunnar um varnir eru teknar saman í nokkrum töflum og ræddar almennt í kafla 6. Kaflar 7-16 fjalla um snjóflóðaaðstæður og hugsanlegar varnir gegn snjóflóðum í sveitarfélögunum sem heimsótt voru. Í kafla 17 eru dregnar saman nokkrar tillögur vinnuhópsins um rannsóknir og aðrar aðgerðir sem mikilvægar eru til þess að bæta þekkingu á snjóflóðum og draga úr snjóflóðahættu. Í viðauka I er að finna lýsingu á þvergörðum og leiðigörðum sem lagðir eru til í skýrslunni. Forsendum sem notaðar eru við mat á kostnaði við byggingu snjóflóðavarnargarða er lýst í viðauka II.

2. HEIMSÓKNIR OG ANNAR UNDIRBÚNINGUR

Vinnuhópur 4-5 manna heimsótti hvert sveitarfélag. Í vinnuhópnum voru tveir erlendir snjóflóðasérfræðingar, tveir eða þrír sérfræðingar frá Veðurstofu Íslands og oftast einn íslenskur verkfræðingur. Snjóathugunarmaður viðkomandi bæjarfélags hitti vinnuhópinn og vann með honum meðan á heimsókninni stóð. Vinnuhópurinn athugaði helstu snjóflóðafarvegi ofan bæjanna, gekk upp á upptakasvæði snjóflóða og hugaði að aðstæðum á aðsópssvæðum ofan fjallsbrúna þar sem tími vannst til. Aðstæður fyrir mismunandi tegundir varna, þ.e. upptaka-stöðvirki á upptakasvæðum, leiðigarða og þvergarða á úthlaupssvæðum og snjósöfnunargrindur á aðsópssvæðum, voru skoðaðar og lagt mat á kostnað við byggingu þeirra varna sem vinnuhópurinn taldi henta best á hverjum stað.

Heimsóknirnar voru skipulagðar sem tvær 10 daga ferðir erlendu snjóflóðasérfræðinganna til Íslands. Í fyrri ferðinni voru staðir á Vestfjörðum skoðaðir en staðir á Austfjörðum og Norðurlandi í þeirri síðari.

Fyrri ferðin stóð frá 5. til 14. maí 1996. Farið var til Ísafjarðar, Hnífsdals, Bolungarvíkur, Patreksfjarðar og Bíldudals. Í vinnuhópnum voru Frode Sandersen frá Norges Geotekniske Institutt í Noregi (NGI), Stefan Margreth frá Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung í Sviss (EISLF) og Tómas Jóhannesson og Þorsteinn Sæmundsson frá Veðurstofu Íslands. Árni Jónsson á HNIT hf. tók þátt í ferðinni á Ísafjörð, Hnífsdal og Bolungarvík. Gunnar Guðni Tómasson á Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen hf. (VST) tók þátt í ferðinni á Patreksfjörð og Bíldudal. Oddur Pétursson, snjóathugunarmaður á Ísafirði, vann með hópnum á Ísafirði og í Hnífsdal og Bolungarvík. Jóhann Hannibalsson, snjóathugunarmaður í Bolungarvík, og Jónas Sigurðsson og Jónas Þór, snjóathugunarmenn á Patreksfirði, unnu með hópnum á viðkomandi stöðum. Dagskrá ferðarinnar var eftirfarandi.

- 7.-8. maí Ísafjörður.
- 9. maí Hnífsdalur.
- 10. maí Bolungarvík.
- 11. maí Patreksfjörður.
- 12. maí Bíldudalur.

Síðari ferðin stóð frá 2. til 11. júní 1996. Farið var til Neskaupstaðar, Seyðisfjarðar og Siglufjarðar. Í vinnuhópnum voru Karstein Lied frá NGI, Stefan Margreth frá EISLF og Tómas Jóhannesson, Þorsteinn Sæmundsson og Kristján Jónasson frá Veðurstofunni. Guðmundur Helgi Sigfússon, bæjartæknifræðingur og snjóathugunarmaður í Neskaupstað, og Sigurður Jónsson, bæjarverkfræðingur á Seyðisfirði, unnu með hópnum á viðkomandi stöðum. Þorsteinn Jóhannesson á Verkfræðistofu Siglufjarðar og Sigurður Hlöðversson, bæjartæknifræðingur á Siglufirði, unnu með hópnum á Siglufirði. Snjóathugunarmennirnir Tómas Zoëga frá Neskaupstað, Hallgrímur Jónsson frá Seyðisfirði og Örlygur Kristinnsson og Sverrir Júlíusson frá Siglufirði tóku þátt í störfum hópsins á viðkomandi stöðum. Dagskrá ferðarinnar var eftirfarandi.

- 4.-5. júní Neskaupstaður.
- 6.-7. júní Seyðisfjörður.
- 8.-9. júní Siglufjörður.

3. SNJÓFLÓÐ Á ÍSLANDI

3.1 Sögulegt yfirlit

Snjóflóð hafa valdið mörgum hörmulegum slysum og gríðarlegu eignatjóni á Íslandi síðan land byggðist. Í brautryðjandaverki Ólafs Jónssonar (1957), sem út kom í endurskoðari útgáfu árið 1992 (Ólafur Jónsson og fleiri 1992), eru teknar saman upplýsingar úr annálum og öðrum heimildum um snjóflóð á Íslandi síðan á tólftu öld. Einkum er fjallað um snjóflóð sem ollu tjóni á byggðum bólum eða manntjóni.

Fyrstu heimildir um mannskaða af völdum snjóflóða eru frá árinu 1118 þegar 5 menn fóru að leita að líki manns sem druknaði í Sælingsdalsá í Dölum og "tók þá snæskriða og fórust þeir allir". Samtals er getið 680 dauðsfalla í snjóflóðum frá þessu fyrsta slysi sem heimildir fara af (Ólafur Jónsson og fleiri 1992, Helgi Björnsson 1980). Gera má ráð fyrir nokkur hundruð óskráðum dauðsföllum til viðbótar, einkum á tveimur tímabilum fyrir 1600 þegar allstór göt eru í íslenskum annálum.

Mikill meirihluti íslensku þjóðarinnar bjó í dreifbýli fram undir lok síðustu aldar. Snjóflóðaslys á fyrri öldum urðu því einkum þegar snjóflóð féllu á sveitabæi eða á fólki við störf í grennd við bæina annars vegar og hins vegar þegar snjóflóð hrifu með sér ferðafólk að vetrarlagi, t.d. vermenn á leið til verstöðva eða kirkjugesti á leið í eða úr kirkju. Undir lok níttjándu aldar byggðust upp allmargir útgerðarbærir í þröngum fjörðum á Vestfjörðum, Norður- og Austurlandi. Hlutar margra þessara bæja reyndust vera á snjóflóðahættusvæðum. Nokkur mannskæð slys urðu af völdum snjóflóða á árabílinu 1880-1920, en þá var loftslag óblítt og vetur harðir hér á landi.

Stækkun útgerðarbæjanna á Vestfjörðum, Norður- og Austurlandi á tímabilinu 1930 til 1980, einkum þróun byggðarinnar frá ströndinni í átt að fjallsrótum, olli mikilli fjölgun bygginga á hugsanlegum snjóflóðahættusvæðum. Heimildir um snjóflóð á flestum þessara nýbyggðu svæða eru ekki til vegna þess að snjóflóð sem ekki ollu tjóni voru ekki skráð hér á landi þangað til nýlega. Milt loftslag frá 1925 til 1965 gerði það að verkum að færri slys urðu á þessu tímabili samanborið við síðustu áratugi níttjándu aldar og fyrstu áratugi þeirrar tuttugustu. Snjóflóðum hefur aftur farið fjölgandi í kjölfar kólnandi loftslags síðan um 1965. Nokkur mannskæð slys hafa orðið á tiltölulega nýbyggðum svæðum í bæjum á Vestfjörðum og Austurlandi eins og nánar er vikið að hér að neðan.

3.2 Landfræðilegar aðstæður

Mikill meirihluti þéttbýlla svæða þar sem snjóflóð ógna byggð eru við ströndina á Vestfjörðum, Norður- og Austurlandi. Hlíðar ofan þessara svæða rísa yfirleitt upp í 400 til 700 m hæð yfir sjó og víða eru stór, flöt aðsópssvæði á hásléttum ofan fjallsbrúna, einkanlega á Vestfjörðum. Austfjarðafjöllin eru hins vegar oftast mjóir hryggir milli fjarða og án umtalsverðra aðsópssvæða. Aðsópssvæðin hafa mikla þýðingu vegna þess að þar getur safnast fyrir laus snjór í ofankomu sem skafrenningur getur borið niður á upptakasvæði neðan fjallsbrúna.

Halli á upptakasvæðum stærstu skráðra snjóflóða á Íslandi er oftast milli 30° og 45° , en dæmi eru um bæði meiri og minni halla. Meðalhalli fallbrautarinnar, β (mældur frá upptakasvæði niður að fjallsrótum, sem hér eru skilgreindar sem sá staður í hlíðinni þar sem hallinn er $\psi = 10^\circ$), er oftast milli 24° og 30° .

Skógar eru ekki víðáttumiklir á Íslandi. Náttúrulegar snjóflóðavarnir, sem skógar í bröttum hlíðum veita víða erlendis, skipta því ekki máli hér á landi. Skógleysið veldur því einnig að ekki er hægt að hafa stuðning af aldursdreifingu trjáa eða öðrum ummerkjum í skóglendi þegar lagt er mat á snjóflóðahættu. Jarðfræðileg ummerki, svo sem jarðlagasnið og dreifingu hnúllunga undir fjallshlíðum, má stundum nota í þessum tilgangi, en rannsóknir á slíkum ummerkjum

eru vart hafnar hér á landi.

3.3 Veðurfarsaðstæður

Veðurfarsaðstæður sem leiða til snjóflóða á Íslandi hafa ekki verið mikið rannsakaðar til þessa. Helgi Björnsson (1980) lýsir snjóflóðum á Íslandi í almennum atriðum og tekur meðal annars saman upplýsingar um veðuraðdraganda helstu snjóflóðahrina á Íslandi á þessari öld. Veðuraðdragandi snjóflóðahrina á Vestfjörðum síðustu 46 árin var skoðaður af Tómasi Jóhannessyni og Trausta Jónssyni (1996). Hættulegustu snjóflóðahrinurnar reyndust tengdar djúpum lægðum sem beina norðlægum og norðaustlægum vindum til Vestfjarða. Mikil ofankoma og skafrenningur í ofsaveðrum eru helstu orsakavaldar snjóflóðahrinanna og hefur meðalvindur mælst rúmlega 90 hnútar í fjallendi á Vestfjörðum við þessar kringumstæður. Skafrenningur er sérstaklega hættulegur þegar víðáttumiklar hásléttur liggja að upptakasvæðum snjóflóða en þá getur hvass vindur margfaldað magn snævar sem safnast fyrir á upptakasvæðunum.

Veðurfarsaðstæður sem leiða til stærstu snjóflóða á Norður- og Austurlandi virðast ekki jafn ofsafengnar og á Vestfjörðum. Lengstu flóðin falla iðulega í kjölfar langvarandi ofankomu sem ekki þarf að tengjast ofsaveðri. Vindur til fjalla eða úti á rúmsjó er þó oft mun meiri en inni á fjörðum við þessar kringumstæður.

Tíðni veðra sem leiða til verstu snjóflóðahrina á Íslandi hefur ekki verið athuguð til neinnar hlítar en var skoðuð lauslega af Tómasi Jóhannessyni og Trausta Jónssyni (1996). Ekki er óvenjulegt að u.þ.b. ár líði milli óveðra sem svipar til veðurs í slæmum snjóflóðahrinum á Vestfjörðum. Óveður sem eru sérstaklega óhagstæð ákveðnu upptakasvæði (t.d. óveðrið sem leiddi til Súðavíkurslyssins í janúar 1995) eru fáttíðari. Milli þeirra líða e.t.v. 5-10 ár. Ofsaveður þar sem saman fer mikill vindstyrkur og óvenjulegur árstími (t.d. óveðrið sem leiddi til Flateyrarslyssins í október 1995) eru enn fáttíðari. Milli þeirra líða e.t.v. allmargir áratugir. Ljóst er hins vegar að óveður, sem eru í aðalatriðum svipuð Súðavíkur- og Flateyrarveðrunum, eru ekki óvenjuleg eða óvænt þegar veðurfar á Vestfjörðum er skoðað yfir allmargra áratuga tímabil.

Tíðni snjóflóða í ákveðnum farvegum hefur ekki heldur verið mikið athuguð. Tíðni snjóflóða úr Skollahvilft á Flateyri var skoðuð af Tómasi Jóhannessyni (1996) og ræðir hann einnig niðurstöður annarra vísindamanna sem rannsakað hafa snjóflóð úr Skollahvilft. Tíðni snjóflóða, sem ná jafn langt eða lengra en flóðið sem olli slysinu 26. október 1995, var metin u.þ.b. eitt flóð á 90 til 130 ára fresti. Í frumathugun á snjóflóðavörnum fyrir Flateyri komust VST og NGI (1996) að svipaðri niðurstöðu, þ.e. að 100 til 200 ár líði að meðaltali milli flóða af þessari stærð.

4. TJÓN AF VÖLDUM SNJÓFLÓÐA Á SÍÐUSTU ÁRATUGUM

4.1 Dauðaslys

Alls hafa 164 farist í snjóflóðum og krapaflóðum hér á landi á þessari öld (Ólafur Jónsson og fleiri 1992, ýmsar heimildir á Veðurstofu Íslands). Þar af létust 107 í snjóflóðum á byggð ból en 57 létust á ferðalögum eða í óbyggðum.

Frá og með slysinu í Neskaupstað 1974 hafa alls 64 farist, þar af 52 í flóðum á byggð ból en 12 á ferðalögum eða í óbyggðum.

Í töflu 1 eru teknar saman upplýsingar um banaslys af völdum snjóflóða á byggð ból frá og með slysinu í Neskaupstað 1974 til ársloka 1995.

Tafla 1: Manntjón í snjóflóðum á byggð ból á tímabilinu 1974 til 1995.

| Dagsetning | Staður | Manntjón |
|------------|--------------------------|----------|
| 20-12-1974 | Neskaupstaður | 12 |
| 22-01-1983 | Patreksfjörður | 4 |
| 04-05-1994 | Tungudalur, Skutulsfirði | 1 |
| 16-01-1995 | Súðavík | 14 |
| 18-01-1995 | Grund, Reykhólahreppi | 1 |
| 26-10-1995 | Flateyri | 20 |
| Samtals | | 52 |

Fjöldi látinna í snjóflóðaslysum hér á landi á þeim 22 árum sem liðin eru frá slysinu í Neskaupstað er e.t.v. ekki réttur mælikvarði á hættuna sem landsmenn búa við nú vegna þess að mannskæð stórslys marka upphaf og endi tímabilsins. Á móti kemur að fjöldi bygginga hefur verið byggður á hugsanlegum hættusvæðum síðan 1974 og gera megi ráð fyrir að slysaætta af völdum snjóflóða hafi farið vaxandi á tímabilinu af þessum sökum. Erfitt er að segja til um hvort þessara atriða skiptir meira máli.

4.2 Efnahagslegt tjón

Eignatjón af völdum snjóflóða á Íslandi er gríðarlegt. Hentugt er að skipta tjóninu í þrjá flokka. Í fyrsta lagi er beint tjón á byggingum og öðrum mannvirkjum. Þar eru meðtaldar ýmsar eignir, svo sem húsgrunnar, götur, holræsi og fleira þess háttar, sem e.t.v. eru yfirgefnar í kjölfar snjóflóðs þó þær teljist ekki skemmdar í eiginlegum skilningi. Þetta tjón er einkum borið af Viðlagatryggingu Íslands. Endurbygging ýmissa samfélagslegra eigna eftir snjóflóð, svo og bætur vegna eigna sem ekki eru tryggðar af Viðlagatryggingu, eru þó að hluta til kostuð af innlendu og erlendu söfnunarfé. Í öðru lagi er kostnaður vegna björgunar- og leitarstarfa og ýmis beinn og óbeinn kostnaður vegna snjóflóðaslysa sem ekki telst eignatjón. Þessi kostnaður fellur að mestu leyti á ríkissjóð. Í þriðja lagi má telja beint og óbeint efnahagslegt tjón vegna þeirrar truflunar sem snjóflóðaslys veldur á atvinnulífi staðarins sem fyrir slysinu verður. Þessi kostnaður er ekki greiddur af neinum ákveðnum aðila og hann verður að meta með óbeinum eða huglægum hætti.

Beint tjón og björgunarkostnaður vegna snjóflóðaslysa í þéttbýli frá og með slysinu í Neskaupstað 1974, að viðbættum kostnaði við uppkaup eigna og byggingu snjóflóðavarna, er u.þ.b. 3800 milljónir kr. á verðlagi í desember 1995. Þá er meðtalinn kostnaður við flutning Súðavíkur, uppkaup eigna í Hnífsdal og væntanlegur kostnaður við snjóflóðavarnargarða á Flateyri sem bygging er hafin á. Þetta mat byggist á upplýsingum frá Umhverfissráðuneyti og Viðlagatryggingu Íslands. Það tekur til eignatjóns, björgunarkostnaðar, kostnaðar við uppkaup og varnarvirki og kostnaðar við ýmsa endurbyggingu sem greidd var af stjórnvöldum eða með söfnunarfé. Umrætt tjón varð af völdum snjóflóða í Neskaupstað (1974), Patreksfirði (1983), Ólafsvík (1984), Seyðisfirði (Hafsíld 1992, Vestdalsmjöl 1995), Ísafirði (Tungudalur 1994, Steiniðjan 1995, Funi 1995), Súðavík (1995) og Flateyri (1995). Björgunarkostnaður vegna annarra slysa en slysa í Súðavík og á Flateyri á árinu 1995 var ekki aðgengilegur og var hann því metinn með óbeinum hætti. Gera má ráð fyrir að tjón af völdum annarra minni snjóflóða í þéttbýli á Íslandi á árabílinu 1974 til 1995 sé óverulegt í samanburði við tjón af völdum ofantallinna flóða. Tjón af völdum snjóflóða utan þéttbýlis er ekki talið með. Þar er um að ræða tjón á íbúðar- og útihúsum á sveitabæjum og sumarústöðum í dreifbýli, tjón á vegum úti, skemmdir á síma- og rafmagnslínum, skíðalyftum o.fl. Þetta tjón er umtalsvert þó gera megi ráð fyrir að það sé allmiklu minna en tjón af völdum snjóflóða á þorp og bæi á tímabilinu. Kostnaður við

flutning Súðavíkur, uppkaup eigna í Hnífsdal og væntanlegur kostnaður við snjóflóðavarnargarða á Flateyri er um 1300 milljónir kr. af þeim 3800 milljóna kr. heildarkostnaði sem tilgreindur er hér að framan.

Ekki verður reynt að meta hér beint og óbeint efnahagslegt tjón sem snjóflóðaslys valda atvinnulífi vegna truflunar. Hér er oft um að ræða meiri eða minni stöðvun allrar atvinnustarfsemi nokkur hundruð manna samfélags um margra vikna skeið í kjölfar slyss. Á eftir fylgir mun lengra tímabil þegar verulegur hluti íbúanna er upptekinn við endurskipulagningu, ýmsar lagfæringar og aðra starfsemi sem slysið kallar á og ekki er með beinum hætti bætt af stjórnvöldum, tryggingum eða söfnunarfé.

Mannskaða af völdum snjóflóða er erfitt eða jafnvel ómögulegt að meta til fjár. Samfélagið ver fjármunum til ýmissa aðgerða til þess að draga úr slysum og bjarga mannlífum, t.d. í heilbrigðiskerfinu og með byggingu öruggari umferðarmannvirkja. Ekki er óeðlilegt að gera ráð fyrir að takmörk séu fyrir því hversu miklu fé er varið til þess að bjarga einu mannlífi. Ef mannskaði verður í slysi, sem koma hefði mátt í veg fyrir með mun minni kostnaði en oft er varið til þess að bjarga mannlífum á sjúkrahúsum og víðar í samfélaginu, þá má líta svo á að farið hafi forgörðum tækifæri til þess að koma í veg fyrir slysið. Hér verður þessi leið farin og gert ráð fyrir að samfélagið sé fúst til þess að verja um það bil 100 milljónum kr. til þess að bjarga einu mannlífi sem ella hefði farið forgörðum í slysi. Þessi upphæð er ekki fjarri því sem lagt er til grundvallar í nýlegri könnun á tjóni af völdum umferðarslysa á Íslandi (Hagfræðistofnun Háskóla Íslands 1996). Til samanburðar er upphæðin 55 milljónir kr. stundum notuð í svipuðum tilgangi í Sviss og 60 milljónir í Austurríki. Á Bretlandi hefur verið notuð upphæðin 60 milljónir kr. í greiningu á tjóni vegna umferðarslysa þar í landi (VST 1995) og miðað hefur verið við nokkur hundruð milljónir kr. í tölfræðilegri greiningu á aðgerðum til þess að koma í veg fyrir slys í breska olfuiðnaðinum (VST 1995). Svissnesku og austurrísku tölurnar eru raunar mat á efnahagslegu tjóni vegna dauðaslyss. Í Sviss er hins vegar upphæðin 250-500 milljónir kr. höfð til viðmiðunar í sambandi við kostnað til þess að koma í veg fyrir eitt dauðaslys.

Manntjón í snjóflóðaslysum á byggð ból á Íslandi síðustu 22 árin svarar þannig til efnahagslegs tjóns sem nemur 52x100 milljónum kr. Þetta ber að skilja þannig að gera má ráð fyrir að samfélagið hefði verið reiðubúið að verja þessari fjárhæð til þess að koma í veg fyrir slysin, til viðbótar við beint tjón og björgunarkostnað sem áður er tilgreindur.

Enn einn þáttur í tjóninu, sem leiðir af snjóflóðum og einnig er nánast ógerningur að meta í krónum og aurum, er sú truflun og óþægindi sem leiða af yfirvofandi snjóflóðahættu, jafnvel þegar engin snjóflóð falla. Augljósustu áhrif af þessum toga eru óþægindi vegna tíðra rýminga húsa sem nánar er lýst í næsta undirkafla. Óöryggi og hræðsla meðal fólks á snjóflóðasvæðum á hættutímum eru einnig veigamikil óþægindi af völdum snjóflóða sem ekki er hægt að meta til fjár.

4.3 Rýmingar

Rýmingar eru ekki beint tjón í sama skilningi og mannskaðar eða eignatjón. Þrátt fyrir þetta er rétt að gefa hér hugmynd um umfang rýminga eins og þær hafa verið notaðar hér á landi á undanföllum árum. Eftirfarandi tafla tekur saman gögn um rýmingar frá 1990 fyrir sveitarfélögin sem tekin eru fyrir í þessari skýrslu. Taflan er byggð á upplýsingum frá Almannavörnum ríkisins og frá yfirvöldum sveitarfélaganna.

Tafla 2: Rýmingar frá 1990.

| Staður | Fjöldi skipta | Fjöldi bygginga |
|-----------------------|---------------|---|
| Ísafjörður/Hnífsdalur | 11 | 21, 5, 18, 18, 22, 16, 18, 19, 19, 19, 29 |
| Flateyri | 9 | 10, 10, 10, 10, 17, 18, 9, 9, 5 |
| Súðavík | 6 | 7, 7, 56, 56, 7, 56 |
| Bolungarvík | 4 | 40, 45, 31, 4 |
| Patreksfjörður | 4 | 12, 46, 16, 105 |
| Neskaupstaður | 1 | 6 |
| Seyðisfjörður | 4 | 3, 3, 3, 3 |
| Siglufjörður | 5 | 4, 3, 26, 6, 7 |

Rýmingar húsa vara venjulega í 1 til 4 daga en dæmi eru um rýmingar sem stóðu í 5 til 6 daga í langvinnum snjóflóðahrinum. Einstök dæmi eru um það að fólk hafi ekki snúið til baka til húsa sinna fyrir en að vori.

5. SNJÓFLÓÐAVARNIR OG ALMENN GRUNÐVALLARATRIÐI

5.1 Markmið

Markmið yfirlitsins er að meta þörf fyrir snjóflóðavarnir á Íslandi og gera grófa grein fyrir kostnaði við byggingu þeirra. Í yfirlitinu er einnig lögð fram gróf flokkun á snjóflóðahættu á hverju svæði. Þessar upplýsingar eru hugsaðar sem bakgrunnur fyrir forgangsröðun og ákvarðanir um snjóflóðavarnir hér á landi auk þess sem þær eru til viðmiðunar í sambandi við skipulagningu rannsókna á snjóflóðum og snjóflóðavörnum.

Ljóst er að eiginleg frumathugun á snjóflóðavörnum fyrir alla staði sem athugaðir eru í yfirlitinu er ekki möguleg innan þeirra tímamarka sem verkinu eru sett. Þess í stað eru lagðar fram grófar tillögur sem vinnuhópurinn telur að gefi raunhæfa hugmynd um umfang snjóflóðavarna fyrir hvert svæði þannig að hægt sé að meta kostnað við varnirnar. Nánari skoðun á varnarhugmyndunum er nauðsynleg þegar kemur að frumhönnun varnanna. Tillögurnar sem hér eru lagðar fram eiga því ekki að skoðast sem ákveðin tillaga um tiltekna útfærslu á varnarvirkjum fyrir hvern stað. Þær eru settar fram sem ein möguleg lausn sem líklegt er að reynist hafa sambærilegt umfang og fela í sér svipaðan kostnað og tillögur sem lagðar verða fram í kjölfar nánari skoðunar.

5.2 Svæði sem athuguð voru

Bæjarfélögin Ísafjörður (að Hnífsdal meðtöldum), Bolungarvík, Vesturbyggð (þ.e. Patreksfjörður og Bíldudalur), Neskaupstaður, Seyðisfjörður og Siglufjörður voru heimsótt sérstaklega við undirbúning yfirlitsins. Til viðbótar eru niðurstöður frumathugana á snjóflóðavörnum fyrir Flateyri (VST og NGI 1996) og Súðavík (HNIT 1995a,b) teknar með í yfirlitinu. Í þessum bæjarfélögum eru stærstu snjóflóðahættusvæði í þéttbýli á Íslandi. Framtíðarkostnaður við snjóflóðavarnir hér á landi mun að mestu leyti ráðast af því hvaða aðgerða verður gripið til í þessum bæjarfélögum þó rétt sé að undirstrika að aðgerða er einnig þörf í ýmsum öðrum bæjarfélögum.

Í yfirlitinu er einkum lagt mat á kostnað við eiginlegar snjóflóðavarnir. Varnir gegn krapa- og aurflóðum eru einnig ræddar í nokkrum tilfellum. Hætta stafar af ofanflóðum, einkum krapa- og aurflóðum, í nokkrum bæjarfélögum sem ekki eru tekin fyrir í yfirlitinu. Hugsanlegur kostnaður við krapa- og aurflóðavarnir, svo og snjóflóðavarnir fyrir önnur bæjarfélög, er því ekki metinn með beinum hætti í yfirlitinu. Þessi kostnaður er hins vegar ekki líklegur til þess að skipta

sköpum fyrir það mat á heildarkostnaði við snjóflóðavarnir á Íslandi sem hér er lagt fram.

5.3 Snjóflóðahættumat og ásættanleg áhætta

Formleg ákvörðun um ásættanlega áhættu fyrir snjóflóðahættusvæði hér á landi hefur ekki verið tekin. Í nýjum skýrslum um varnarmarkmiðun fyrir Flateyri (VST og NGI 1996) og Seljalandshverfi á Ísafirði (HNIT og NGI 1996) er gengið út frá þeirri forsendu að áhætta sem fólk býr við eftir byggingu snjóflóðavarna skuli vera minni en slysaáhætta annars staðar í samfélaginu. Dánartíðni vegna umferðarslysa er til dæmis nærri einu dauðsfalli á ári á hverja 10000 íbúa að meðaltali. Heildardánarslysátíðni barna á aldrinum 1-14 ára er einnig nálægt einu dauðsfalli á ári á hver 10000 börn.

Áhætta vegna snjóflóða er óhjákvæmileg í vissum skilningi fyrir íbúa á snjóflóðahættusvæðum og tengist ekki atvinnu, umferð, ferðalögum eða öðru sem hver einstaklingur getur haft bein áhrif á. Slík áhætta er litin alvarlegri augum af erlendum fræðimönnum á þessu sviði en önnur áhætta sem einstaklingar búa við. Því er eðlilegt að áhætta vegna snjóflóða sé umtalsvert minni en slysaáhætta af öðrum orsökum, t.d. áhætta vegna umferðarslysa eða slysaáhætta hjá börnum. Þessi rökfærsla leiðir til ásættanlegrar áhættu á bilinu 0.2 til 0.5 dauðsföll á ári á 10000 íbúa. Til þess að ná þessu markmiði verður að miða við að íbúðarhús standi ekki á svæðum þar sem árlegar líkur á snjóflóði eru meiri en 1/2000 til 1/5000. Þá er tekið tillit til þess að ákveðnar líkur eru á því að maður látist í húsi sem verður fyrir snjóflóði. Þetta þýðir að svokallaður endurkomutími snjóflóða sem ná inn í íbúðarhúsabyggð þarf að vera nokkur þúsund ár. Hugsanlegt er að ákveðið verði að miða við mismunandi áhættu á svæðum sem þegar eru byggð annars vegar og svæðum þar sem skipuleggja á nýja byggð hins vegar. Þetta hefur þó ekki verið ákveðið enn sem komið er.

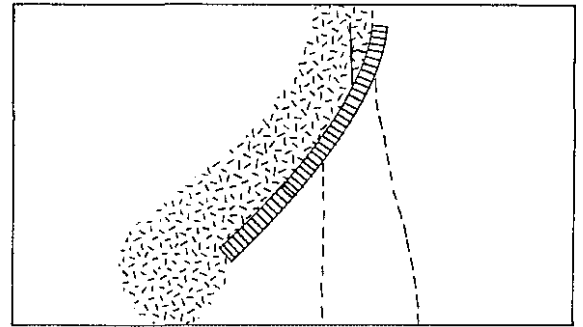
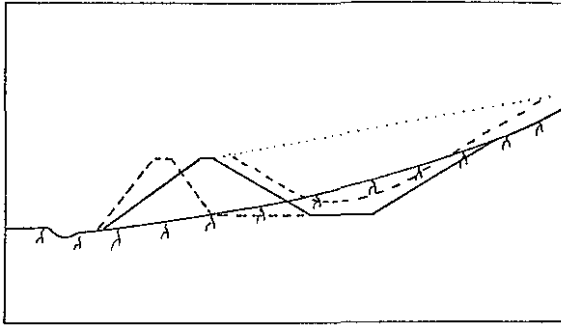
Snjóflóðahættumat á Íslandi hefur ekki verið endurskoðað eftir slysin í Súðavík og á Flateyri nema fyrir Súðavík (NGI, HNIT og VÍ 1995). Skýrsluna sem hér birtist var því ekki hægt að byggja á endurskoðuðu hættumati. Fyrra hættumat er hins vegar ófullnægjandi eins og slysin á árinu 1995 hafa sýnt svo ekki verður um villst. Varnarmarkmiðun sem athuguð eru hér eru byggð á mati vinnuhópsins á snjóflóðahættu og miðast við að ná áhættumarkmiðunum sem lýst er hér að framan. Mat þetta á snjóflóðahættu mun breytast í framtíðinni þegar gert verður eiginlegt snjóflóðahættumat fyrir snjóflóðahættusvæði á landinu. Slíkt mat er nauðsynlegur þáttur í undirbúningi varnarmarkmiðun.

5.4 Snjóflóðavarnir og aðrar öryggisráðstafanir vegna snjóflóða

Nokkrum mismunandi aðferðum má beita til þess að auka öryggi á snjóflóðahættusvæðum. Sumar þeirra beinast að upptakasvæðum snjóflóða og koma í veg fyrir að snjóþekjan bresti og flóð fari af stað. Aðrar byggja á mannvirkum í fallbrautum eða á úthlaupssvæðum flóðanna og stöðva þau eða beina þeim frá byggingum. Styrkingu einstakra húsa er hægt að nota til þess að draga úr líkum á dauðaslysum af völdum snjóflóða. Snjóburð með skalrenningi yfir á upptakasvæði snjóflóða er hægt að minnka með snjósöfnunargrindum á aðsöppsvæðum ofan upptakanna. Rýmingar húsa þegar hætta skapast á snjóflóðum má einnig nota til þess að draga úr slysaáhrifum.

5.4.1 Þvergarðar

Þvergarður er stífla úr sandi, möl, grjóti eða steinsteypu sem byggð er á úthlaupssvæði snjóflóða u.þ.b. þvert á stefnu flóðanna (sjá 1. mynd). Hann er ætlaður til þess að stöðva snjóflóð. Nauðsynleg hæð þvergarðs vex í öðru veldi af hraða flóðsins. Slíkir garðar þurfa oft að vera mjög háir nema því aðeins að hægt sé að staðsetja þá neðarlega á úthlaupssvæði snjóflóða þar sem hraðinn er orðinn tiltölulega lítill. Mikilvægt er að nægt rými sé ofan garðsins til þess að snjóflóð sem stöðvast komist þar fyrir.



Mynd 1. Skýringarmynd af þvergarði (myndin til vinstri, garðurinn er sýndur frá hlið). Myndin sýnir lögun hliðarinnar fyrir og eftir byggingu garðins (heildregnir línur), snjó á jörðu (slitin lína) og tungu snjóflóðs sem stöðvast hefur á garðinum (punktalína). Myndin sýnir einnig útlínur brattari garðs sem staðið getur neðar í hliðinni og nýtir því rýmið betur (slitnar línur).

Mynd 2. Skýringarmynd af leiðigarði (myndin til hægri, garðurinn er sýndur ofan frá). Myndin sýnir útlínur snjóflóðs (skyggt svæði) sem breytt hefur um stefnu við það að falla á garðinn. Myndin sýnir einnig útlínur flóðsins sem fellur áður en garðurinn er byggður (slitnar línur).

5.4.2 Leiðigarðar

Leiðigarður er stúfla úr sandi, möl, grjóti eða steinsteypu sem byggð er til hliðar við fallbraut eða á úthlaupssvæði snjóflóða og myndar tiltölulega lítið horn við stefnu flóðanna (sjá 2. mynd). Virkni leiðigarða er því betri sem leiðihornið er lægra. Oft er þó erfiðleikum undirorpið að koma fyrir garði með lágu leiðihorni vegna takmarkaðs rýmis. Ef aðstæður eru góðar og hægt að koma fyrir leiðigarði með lágu leiðihorni þá getur slíkur garður verið mun lægri en þvergarður á svipuðum stað í farveginum. Af þessum sökum er stundum hægt að byggja leiðigarða ofarlega í farvegum snjóflóða og jafnvel í fallbraut flóðanna. Á móti kemur að leiðigarður þarf oftast að vera lengri en þvergarður sem byggður er til þess að verja sama svæði.

5.4.3 Snjóflóðakeilur

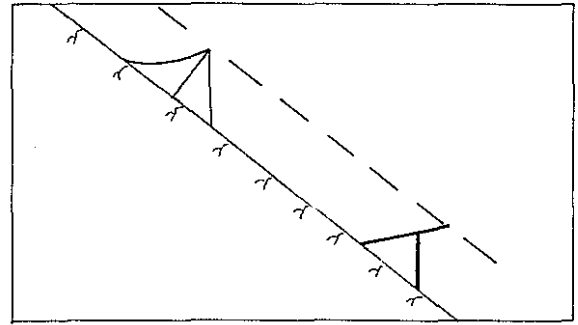
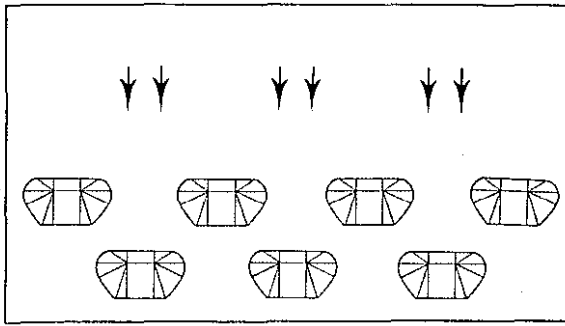
Snjóflóðakeilur eru mannvirki sem byggð eru í víxluðum röðum á úthlaupssvæðum snjóflóða (sjá 3. mynd) til þess að draga úr hraða þeirra og massa. Oftast eru keilur byggðar til þess að draga úr skriðlengd snjóflóða eða til þess minnka hæð garðs sem byggður er neðan keilanna. Snjóflóðakeilur hafa mesta virkni gegn votum snjóflóðum og virðast ekki hafa mikil áhrif á þurr snjóflóð eða kófhlaup. Ílangar snjóflóðakeilur sem snúa brattri hlið upp í hliðina eru taldar hafa meiri virkni en hefðbundnar keilur.

5.4.4 Upptakastöðvirki

Upptakastöðvirki eru byggð á upptakasvæðum snjóflóða (sjá 4. mynd) til þess að koma í veg fyrir að snjóþekjan bresti og flóð fari af stað. Þau stöðva einnig smærri snjóflóð sem fara af stað milli stoðvirkjaraðanna. Stöðvirki eru venjulega byggð í röðum með 25 til 30 m millibili. Hæð virkjanna þvert á hliðina er breytileg eftir hámarkssnjódýpt og venjulega milli 3 og 5 m. Virkin eru oftast byggð úr stáli, annars vegar úr stálbitum sem lagðir eru þvert á stoðir sem festar eru í brekkuna eða úr netum sem hengd eru á stoðir sem stagaðar eru niður í hliðina. Upptakastöðvirki eru mikið notuð til snjóflóðavarna fyrir íbúðarbyggðir í Ölpunum.

5.4.5 Styrking og varnir fyrir einstakar byggingar

Styrking einstakra bygginga getur dregið verulega úr slysaþættu á byggðum svæðum í útjaðri hugsanlegra snjóflóða. Svipuðum áhrifum er stundum hægt að ná með jarðvegsfyllingu ofan við byggingar. Annar möguleiki er steinsteyptur veggur ofan byggingarinnar sem verja þarf (sjá 5. mynd). Oft er erfitt að koma vörnum af þessum toga við eftir að bygging hefur verið reist. Ekki



Mynd 3. Skýringarmynd af snjóflóðakeilum (myndin til vinstri, keilurnar eru sýndar ofan frá). Örvarnar sýna stefnu flóðs sem fellur á keilurnar.

Mynd 4. Skýringarmynd af upptakastoðvirkjum (myndin til hægri, virkin eru sýnd frá hlið). Ofar í brekkunni eru snjóflóðanet en neðar stálbrýr. Slitna línan sýnir hámarkssnjódýpt sem virkin miðast við.

er raunhæft að styrkja byggingar til þess að þola þrýsting snjóflóða langt inni á úthlaupssvæðum þar sem hraði flóða er mikill. Á svæðum þar sem byggingar hafa verið styrktar til þess að þola snjóflóð þarf að hafa stöðugt eftirlit með snjóflóðahættu til þess að hægt sé að takmarka umferð þegar hætta skapast.

5.4.6 Snjósöfnunargrindur

Snjósöfnunargrindur á aðsópssvæðum ofan fjallsbrúna eru notaðar til þess að minnka snjóburð með skafrenningi yfir á upptakasvæði snjóflóða (sjá 6. mynd). Snjósöfnunargrindur eru ýmist notaðar einar eða með öðrum snjóflóðavörnum, einkum upptakastoðvirkjum, sem stundum er hægt að hafa nokkru lægri og líta svo á að séu öruggari fyrir vikið. Snjósöfnunargrindur eru oftast ekki notaðar til þess að verja íbúðarbyggð, nema í tengslum við aðrar varnir, vegna þess að erfitt er að meta áhrifin sem þær hafa til þess að draga úr skriðlengd lengstu snjóflóða.

5.4.7 Rýmingar

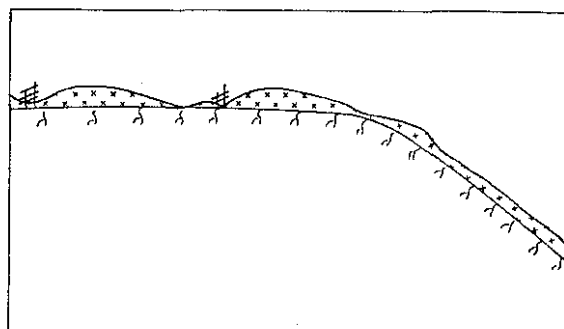
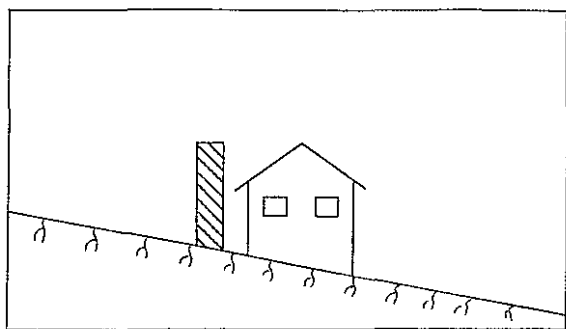
Rýmingar er hægt að nota til þess að draga verulega úr slyshættu af völdum snjóflóða. Rýmingar krefjast stöðugs eftirlits og almannavarnarskipulags sem hægt er að grípa til með stuttum fyrirvara þegar hætta skapast. Rýmingar hafa að sjálfsögðu ekki áhrif á tjón á byggingum og öðrum mannvirkjum af völdum snjóflóða. Ekki er hægt að líta á víðtækar rýmingar sem viðunandi framtíðarskipulag nema á svæðum þar sem snjóflóðahætta er talin lítil. Það stafar af því að erfitt er að spá fyrir um hættu á snjóflóðum og af óþægindum sem eru samfara tíðum rýmingum húsa á svæðum þar sem hætta á snjóflóðum kemur oft upp.

Varanleg rýming húsnæðis, þ.e. uppkaup eða rýming húsnæðis að vetrarlagi er hugsanleg á svæðum þar sem aðrir varnarkostir koma ekki til greina eða eru of kostnaðarsamir í samanburði við verðmæti eigna á svæðinu. Allmörg hús í Súðavík og Hnífsdal voru keypt upp af Ofanflóðasjóði eftir slysið í Súðavík 1995.

5.4.8 Kostir og ókostir mismunandi aðferða til að verjast snjóflóðum

Snjóflóðavarnirnar sem taldar eru upp hér að framan draga úr líkum á slysum en koma ekki fullkomlega í veg fyrir þau. Líkur á slysi eftir að varnir hafa verið byggðar stafa af mismunandi orsökum fyrir hinar mismunandi aðferðir til snjóflóðavarna. Snjóflóð geta hugsanlega farið yfir þvergarða og leiðgarða ef hraði, rúmmál eða þykkt flóðsins er meiri en gert var ráð fyrir við hönnun garðanna. Snjódýpt ofan garðsins og tungur fyrri flóða geta einnig haft áhrif á virkni snjóflóðavarnargarða. Hætta getur jafnframt stafað af kófi sem oft er samfara snjóflóðum og farið getur yfir varnargarða og valdið slysum neðan þeirra þó flóðið sjálfst stöðvist eða sveigi frá.

Möguleikar á snjóflóðum eftir að upptakastoðvirki hafa verið byggð stafa af því að snjódýpt



Mynd 5. Skýringarmynd af varnarvegg fyrir ofan byggingu (myndin til vinstri).

Mynd 6. Skýringarmynd af snjósöfnunargrindum (myndin til hægri).

getur orðið meiri en hæð virkjanna. Einnig er hugsanlegt að snjóflóð eigi upptök utan svæðisins þar sem virkin voru byggð vegna þess að ekki hafi verið lagt rétt mat á stærð upptaksvæðisins. Snjóflóð sem á upptök ofan stoðvirkjanna eru sérstaklega hættuleg vegna þess að stoðvirki þola ekki að snjóflóð falli á þau. Þess vegna er mjög mikilvægt að stoðvirkin nái nægilega hátt upp í hlíðina til þess að flóð geti ekki farið af stað ofan þeirra.

Mismunandi aðferðir til snjóflóðavarna hafa mjög misjöfn áhrif á umhverfið. Varnargarðar eru oft staðsettir nærri byggð og eru iðulega 10-20 m háir. Umtalsverð umhverfisáhrif eru því samfara byggingu garða. Einnig þarf að huga að áhrifum efnistöku á umhverfi þar sem fyllingarefni fyrir garða er tekið.

Upptakastoðvirki eru stundum áberandi í fjallshlíðum. Upptaksvæði eru hins vegar hátt uppi í hlíðum og því fjarri byggð. Sjónmengun vegna stoðvirka er alla jafna ekki talin mjög alvarleg, að minnsta kost ekki í ljósi hættunnar sem virkjunum er ætlað að bægja frá. Sjónmengun hefur hins vegar oft áhrif á hvers konar virki eru talin heppilegust. Snjóflóðanet eru miklu minna vandamál að þessu leyti en hefðbundin stálvirki.

Viðhaldspörf snjóflóðavarnarvirkja er mismunandi eftir því hvers konar virki um er að ræða. Oftast er lítið á garða sem varanleg mannvirki sem ekki þurfa umtalsvert viðhald. Þó getur hugsast að lagfæra þurfi öðru hverju yfirborð brattrar garða sem styrktir eru með jarðvegisdúkum.

Upptakastoðvirki og snjósöfnunargrindur þurfa reglulegt eftirlit og viðhald til þess að þau haldi virkni sinni óskertri um áratugi eins og nauðsynlegt er. Viðhaldspörf stoðvirka er nánar rædd í sérstökum undirkafla um kostnaðarforsendur hér að neðan.

Umræðuna hér að framan má draga saman á þann veg að þvergarðar og leiðigarðar séu álitin varanleg mannvirki sem þurfi lítið viðhald. Veruleg umhverfisáhrif eru hins vegar samfara byggingu snjóflóðavarnargarða. Upptakastoðvirki þurfa á reglulegu eftirliti og viðhaldi að halda. Umhverfisáhrif þeirra eru oftast ekki talin veruleg en hafa verður þau í huga engu að síður.

5.5 Hönnunarforsendur

5.5.1 Hönnunarsnjóflóð og hámarksnjódýpt

Hönnun varnavirkjanna miðast við að ná áhættumarkmiðunum sem lýst er í undirkafla 5.3 hér að framan, þ.e. áhættu sem svarar til 0.2 til 0.5 dauðsfalla á ári á 10000 íbúa. Þetta þýðir að endurkomutími snjóflóða sem ógna íbúðarhúsabyggð eftir byggingu varnavirkja þarf að vera nokkur þúsund ár.

Formlegt mat á áhættu af völdum snjóflóða er ýmsum erfiðleikum undirorpið. Mat á áhættu eftir að varnir hafa verið byggðar er sérstaklega erfitt. Meðal annars eru ekki til viðurkenndar aðferðir til þess að reikna út áhrif varnargarða eða annarra varnavirkja á hraða og skriðlengd snjóflóða, sem eru stærri en virkin miðast við. Í ýmsum tilfellum verður að gera ráð fyrir

rýmingarviðbúnaði eftir að varnarvirki hafa verið reist. Mat á áhættu ætti í slíkum tilfellum að taka tillit til áhrifa rýminganna auk áhrifa varnarvirkjanna sjálfra.

Hæð á þvergörðum og leiðigörðum er ákveðin á grundvelli reiknaðs hraða hönnunarsnjóflóðs við garðana. Skriðlengd hönnunarsnjóflóðs var metin af vinnuhópnum. Mat þetta byggist á skráðri snjóflóðasögu, skoðun vinnuhópsins á aðstæðum á staðnum, rennslisstigum sem reiknuð eru með PCM líkani (Perla og fleiri 1980, Erlendur Smári Þorsteinsson og fleiri 1996) og á staðfræðilegu α/β -líkani sem fellt hefur verið að skráðum íslenskum snjóflóðum (Lied og Bakkehøi 1980, Tómas Jóhannesson og fleiri 1996). Almenn viðmiðunarregla um skriðlengd hönnunarflóða var að hún svaraði til lengstu 3-15% snjóflóða í gagnasafni yfir lengstu snjóflóð í um 70 farvegum á Íslandi. Endurkomutími flóða í þessu gagnasafni er talinn á stærðarþrepinu 50 ár. Þröngar aðstæður til garðbyggingar koma stundum í veg fyrir að hægt sé að fylgja þessari viðmiðunarreglu. Þetta er rætt í umfjöllun skýrslunnar um hvern stað fyrir sig þar sem þessi staða kemur upp.

Skriðlengd hönnunarflóðs fyrir tiltekna farvegi var að hluta til ákveðin á grundvelli mats á tiltækum upplýsingum um tíðni og stærð flóða. Sem dæmi má nefna að tíðni mikilla snjóflóðahrina á Vestfjörðum virðist umtalsvert meiri en tíðni slíkra hrina á Austfjörðum. Af þeim sökum þarf að velja nokkru lengri hönnunarflóð á Vestfjörðum en á Austurlandi til þess að ná sama markmiði um áhættu.

Hæð upptakastoðvirkja var að hluta til ákveðin með hliðsjón af þeim stopulu mælingum á snjódypt á upptakasvæðum sem til eru á Íslandi. Þessar mælingar eru að heita má eingöngu frá Neskaupstað og Seljalandshlíð á Ísafirði. Vegna skorts á mæligögnum varð að ákveða hæð stoðvirkja að mestu leyti með huglægu mati á aðstæðum á upptakasvæðum. Hönnunarsnjódypt var því ekki hægt að meta með formlegum reikningum á endurkomutíma eða mælingum á ofankomu eða áhrifum skafrennings. Því er ekki hægt að meta með beinum hætti áhættuna sem svarar til þeirrar hæðar á upptakastoðvirkjum sem valin var.

Skráð snjóflóðasaga er stutt og gloppótt á mörgum staðanna sem heimsóttir voru. Frekari upplýsingar um snjóflóð fyrri ára, áframhaldandi rannsóknir á snjóflóðum og pólitískar ákvarðanir um ásættanlegt öryggi á snjóflóðahættusvæðum munu vafalaust leiða til breytinga á hönnunarflóðunum sem ákveðin voru í þessari athugun. Snjóflóðahætta á mörgum svæðanna er hins vegar óumdeilanleg og hönnunarflóðin gefa að mati vinnuhópsins ákveðna hugmynd um stærð flóða sem marktækar tillögur um snjóflóðavarnir þurfa að miðast við.

Erfiðasta vandamálið sem við var að eiga er mat á snjóflóðahættu í nýjum hverfum undir bröttum hlíðum. Í mörgum tilfellum eru ekki skráð nein snjóflóð eða einungis örfá og mjög lítil flóð á slíkum svæðum. Hins vegar ná skráðar heimildir um snjóflóð oft ekki nema 10 til 25 ár aftur í tímann. Mjög erfitt er að ákveða viðeigandi hönnunarforsendur fyrir varnarvirki við slíkar aðstæður og erfitt er að leggja til umfangsmikil og dýr varnarvirki án frekari upplýsinga. Stöðugt og reglulegt eftirlit með snjósöfnun á þessum svæðum í framtíðinni er nauðsynlegt til þess að safna upplýsingum þannig að hægt sé að meta þar snjóflóðahættu og ákveða nauðsynlegar aðgerðir til þess að tryggja öryggi íbúa.

5.5.2 Þvergarðar og leiðigarðar

Hæð þvergarða og leiðigarða er reiknuð með jöfnunni

$$H = H_v + H_s + H_f \quad (1)$$

þar sem liðurinn H_v svarar til hraðaorku flóðsins, H_s er snjódypt ofan garðsins þegar flóð fellur og H_f er þykkt snjóflóðsins. Þykktin H_f er hér talin sá hluti flóðsins sem hefur mesta eðlisþyngd en ekki kóf eða snjór sem þyrlast upp á leið flóðsins niður hlíðina.

Þvergörðum þarf að velja stað þannig að nægt rými sé ofan þeirra fyrir allt rúmmál snjóflóða

sem stöðvast á görðunum. Jafnframt er æskilegt að halli lands sé minni en 10-15° á alllögum kafla ofan þvergarða til þess að tryggja virkni þeirra.

Liðirnir H_s og H_f í jöfnu (1) eru hér ákveðnir 2 m hvor um sig ef annað er ekki tekið fram. Þetta er í samræmi við gildi sem notuð voru í skýrslum um snjóflóðavarnir fyrir Flateyri (VST og NGI 1996; $H_s = 3$ m, $H_f = 2 - 3$ m fyrir Skollahvilft; $H_s = 2$ m, $H_f = 1 - 2$ m fyrir Innra-Bæjargil) og Seljalandshverfi á Ísafirði (HNIT og NGI 1996; $H_s = 2$ m, $H_f = 2$ m). Þessi þykkt flóða er líklega of há fyrir opna farvegi sem þrengja lítið að snjóflóðum frá hlið, einkum ef ekki er búist við stórum flóðum. Nokkru þynnri flóð eru stundum valin í slíkum tilfellum.

Liðurinn H_v fyrir þvergarða er reiknaður með jöfnunni

$$H_v = v^2/(2\lambda g) \quad , \quad (2)$$

þar sem v er hraði hönnunarflóðsins við garðinn, λ er reynslustuðull og $g = 9.8$ m/s² er þyngdarhröðun jarðar. Reynslustuðullinn λ er ætlaður til þess að taka tillit til hraðataps þegar flóðið skellur á garðinum og áhrifa núningsmótstöðu flóðsins. Stuðullinn λ er valinn á bilinu 1 til 2 á grundvelli viðmiðunarreglna sem notaðar eru í Sviss við hönnun þvergarða. Mælingar á tilraunasvæði NGI við Ryggfönn benda til þess að $\lambda = 1.3$ fyrir þurr snjóflóð sem falla á þvergarða með hliðarhallann 1:1.5.

Hærrí gildi á λ (lægri garðar) eru valin þar sem stór snjóflóð eru talin ólíkleg en lægri gildi eru notuð þar sem aftakafloð með miklu rúmmáli geta fallið. $\lambda = 2$ er oftast notað í skýrslunni fyrir þvergarða sem snúa brattri hlið upp í hliðina nema annað sé tekið fram. Lægri gildi á λ (hærrí garðar) eru notuð fyrir þá farvegi sem taldir eru hættulegastir. Hraði flóða er reiknaður með PCM líkani (Perla og fleiri 1980). Viðnámsstuðlar líkansins og þykkt flóða eru stillt þannig af að skriðlengd flóðsins svari til hönnunarflóðs fyrir viðkomandi farveg. Ekki er tekið tillit til lengdar snjóflóðsins sjálfs í þessum tiltölulega einföldu líkanreikningum. Hraði sem notaður er í þessari skýrslu var borinn saman við reiknaðan hraða í skýrslum VST og NGI (1996) og HNIT og NGI (1996) og reyndist hann svipaður í báðum tilfellum.

Liðurinn H_v fyrir leiðigarða er reiknaður með jöfnunni

$$H_v = (v \sin \phi)^2/(2\lambda g) \quad , \quad (3)$$

þar sem v , λ og g hafa sömu merkingu og í jöfnu (2) og ϕ er leiðihorn garðsins. Stuðullinn λ fyrir leiðigarða er ákveðinn 1 í þessari athugun. Sú ákvörðun að nota $\lambda = 1$ jafngildir því að líta fram hjá hraðatapi þegar flóð skellur á garðinum og núningsmótstöðu flóðsins við garðinn. Þetta leiðir til hærri garða en ella væri. Þessa ákvörðun er að hluta til öryggisatriði til þess að veða upp á móti óvissu sem óhjákvæmileg er við mat á leiðihorni og straumlínum snjóflóða við hönnun leiðigarða. Einnig er ástæða til þess að lækka stuðullinn λ nokkuð vegna áhrifa innri þrýstikrafta í flóðinu sem valda því að flóð getur runnið hærra upp á leiðigarða en gert er ráð fyrir í jöfnu (3).

5.5.3 Upptakastöðvirki

Athugun á upptakastöðvirkjum er byggð á svissneskum viðmiðunarreglum um snjóflóðavarnir af þessari tegund (Richtlinien für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet, Ausgabe 1990). Þörf á stöðvirkjum var athuguð þar sem bratti á upptakasvæðum er milli 30° og 50°. Efstu röðina þarf að byggja nokkru neðan hæstu brotlínu snjóflóða, sem víðast þurfti að meta vegna þess að beinar athuganir á brotlínum eru ekki tiltækar hér á landi. Stöðvirkin ná niður hliðina þar til brattinn verður minni en 30° eða þar til talið er að flóð sem eiga upptök neðan virkjanna verði of lítil til þess að skapa hættu. Til hliðanna ná stöðvirkin að náttúrulegum takmörkunum upptakasvæðanna, t.d. hryggjum eða brúnum. Miðað er við að virkin séu byggð sem samfelldar eða samhangandi raðir.

Fjarlægð milli stöðvirkjaraða var reiknuð út frá hæð virkjanna, halla hliðarinnar og mati á

jarðfræðilegum aðstæðum.

Lagt var gróft mat á jarðfræðilegar aðstæður. Mælt er með því að snjóflóðanet verði notuð þar sem hættu er á grjóthruni.

Mælingar á snjósöfnun á upptakasvæðum þar sem upptakastoðvirki koma til greina eru sérlega mikilvægar til þess að hægt sé að byggja hönnun stoðvirkja á haldbetri upplýsingum í framtíðinni. Mælingar þarf einnig að gera á eðlisþyngd snævar og skriði hans með hlífðinni. Í mörgum tilfellum eru upptakastoðvirki fyrir nánast allt upptakasvæðið þar sem halli er milli 30° og 50° lögð til í skýrslunni. Frekari upplýsingar um snjóþýpt á hugsanlegum upptakasvæðum geta leitt til þess að talið verði hægt að komast af með upptakastoðvirki á hluta svæðanna.

Á upptakasvæðum neðan háslétta geta snjósöfnunargrindur dregið úr snjósöfnun þannig að hægt sé að nota lægri stoðvirki en ella væri.

5.5.4 *Steinsteyptir veggir ofan einstakra bygginga*

Steinsteyptir veggir ofan einstakra bygginga eru lagðir til í nokkrum tilfellum í skýrslunni og nefndir sem möguleiki sem athuga þurfi betur í nokkrum tilfellum til viðbótar. Hönnun slíkra veggja fer mjög eftir aðstæðum, svo sem hraða snjóflóða, hæð byggingar og ýmsum öðrum staðbundnum atriðum. Kostnaður veggja af þessum toga er til einföldunar aðeins reiknaður út frá lengd veggjanna. Snjóflóðavarnir fyrir einstakar byggingar voru ekki skoðaðar jafn ítarlega og varnir sem byggjast á þvergörðum, leiðigörðum og upptakastoðvirkjum. Til þess þarf að meta staðbundnar aðstæður í meiri smáatriðum en hægt var innan þess ramma sem skýrslan er unnin.

Heildarkostnaður við varnir af þessum toga sem lagðar eru til í skýrslunni er því ekki eiginlegt mat á heildarkostnaði við slíkar varnir þegar þær hafa verið athugaðar betur. Þessi kostnaður er hins vegar ekki líklegur til þess að skipta sköpum um áætlaðan heildarkostnað við snjóflóðavarnir á Íslandi sem hér er lagt mat á.

5.5.5 *Varnir gegn krapa- og aurflóðum*

Allstórum svæðum í bæjunum sem heimsóttir voru er ógnað af krapa- og aurflóðum. Þetta gildir einnig um allmarga aðra bæi sem ekki voru heimsóttir af vinnuhópnum. Skýrslan fjallar einkum um snjóflóðahættu, en möguleikar á einföldum krapa- og aurflóðavörnum eru athugaðir á nokkrum svæðum. Eingöngu voru athugaðar styrkingar á bökkum krapa- og aurflóðafarvega og var kostnaður við þær áætlaður út frá lengd farveganna. Einnig var reiknað með ákveðnum kostnaði við brýr eða ræsi þar sem farvegirnir mæta vegum. Eins og snjóflóðavarnir fyrir einstakar byggingar voru krapa- og aurflóðavarnir ekki skoðaðar jafn ítarlega og varnir sem byggjast á þvergörðum, leiðigörðum og upptakastoðvirkjum. Til þess þarf að meta staðbundna ofanflóðahættu í meiri smáatriðum en heimsóknirnar gáfu tilefni til.

Heildarkostnaður við krapa- og aurflóðavarnir sem lagðar eru til í skýrslunni er því ekki eiginlegt mat á heildarkostnaði við slíkar varnir þegar þær hafa verið athugaðar betur.

5.6 **Kostnaðarforsendur**

5.6.1 *Þvergarðar og leiðigarðar*

Áætlaður byggingarkostnaður þvergarða og leiðigarða er reiknaður á grundvelli rúmmáls garðanna. Gert er ráð fyrir að kostnaður á rúmmetra garða lækki með hæð þeirra vegna þess að hlutfallslegt mikilvægi uppgrافتar úr garðstæði og nokkurra annarra kostnaðarliða lækkar með garðhæðinni. Kostnaður á rúmmetra garðs af ákveðinni gerð er talinn upp í skýrslunni sem kostnaður við 12 m háan garð, c_{12} , og kostnaður við 17 m háan garð, c_{17} . Kostnaður við aðra garða er reiknaður með línulegri brúun út frá þessum tveimur gildum. Forsendur sem notaðar eru við mat á byggingarkostnaði garða eru teknar saman í viðauka II.

Kostnaðaráætlanir fyrir snjóflóðavarnargarða fyrir skýrsluna voru unnar með þátttöku verkfræðinganna Gunnars Guðna Tómassonar á Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen hf. og Árna Jónssonar á HNT hf. og leituðu þeir til annarra verkfræðinga á verkfræðistofum sínum eftir upplýsingum. Gagnlegar upplýsingar um ýmsa kostnaðarliði fengust frá Vita- og hafnamálastofun og Vegagerð ríkisins og kann Veðurstofan þeim þakkir fyrir.

Þvergörðum og leiðigörðum er skipt í nokkra kostnaðarflokka.

- I Garðar sem snúa brattri hlið upp í brekkuna. Jarðvegsdúkar, flokkað grjót eða aðrar aðferðir eru notaðar til þess að ná fram mjög brattri efri hlið með halla á stærðarþrepinu 1:0.5. Halli neðri garðhliðarinnar er hins vegar 1:1.5. Breidd garðsins að ofan er 3 m. Nægt fyllingarefni er í nágrenni byggingarstaðar, en hluta efnis í hina bröttu efri hlið garðsins þarf e.t.v. að flytja lengra að. Áætlaður kostnaður á rúmmetra er $c_{12} = 1200$ kr./m³ og $c_{17} = 1100$ kr./m³. Kostnaðaráætlun byggist á upplýsingum um verð jarðvegsdúka og upplýsingum um kostnað við byggingu jarðvegs- og grjótgarða á Íslandi.
- I' Sams konar garður og tegund I nema hvað flytja þarf fyllingarefni að um nokkurra kílómetra veg. Áætlaður kostnaður á rúmmetra er $c_{12} = 1400$ kr./m³ og $c_{17} = 1300$ kr./m³. Kostnaðarforsendur eru þær sömu og fyrir tegund I að því viðbættu að gert er ráð fyrir að fjarlægð í efnistökuastað sé um 5 km.
- II Garðar þar sem halli hliðanna ræðst af fyllingarefninu sem garðurinn er byggður úr. Miðað er við að halli efri hliðarinnar sé 1:1.3 en halli neðri garðhliðarinnar sé 1:1.5 eins og fyrir garð af tegund I. Breidd garðsins að ofan er 3 m. Nægt fyllingarefni er í nágrenni byggingarstaðar. Áætlaður kostnaður á rúmmetra er $c_{12} = 650$ kr./m³ og $c_{17} = 600$ kr./m³. Kostnaðaráætlun byggist á upplýsingum um kostnað við byggingu jarðvegs- og grjótgarða á Íslandi, meðal annars upplýsingum sem fram koma í skýrslum um snjóflóðavarnir á Flateyri (VST og NGI 1996), Seljalandshverfi á Ísafirði (HNT og NGI 1996) og Súðavík (HNT 1995a,b) og á upplýsingum frá Vegagerð ríkisins.
- II' Sams konar garður og tegund II nema hvað flytja þarf fyllingarefni að um nokkurra kílómetra veg. Áætlaður kostnaður á rúmmetra er $c_{12} = 850$ kr./m³ og $c_{17} = 800$ kr./m³. Kostnaðarforsendur eru þær sömu og fyrir tegund I að því viðbættu að gert er ráð fyrir að fjarlægð í efnistökuastað sé um 5 km.
- III Garðar sem eru brattir á báðar hliðar. Jarðvegsdúkar, flokkað grjót eða aðrar aðferðir eru notaðar til þess að ná fram mjög brattri efri hlið með halla á stærðarþrepinu 1:0.5 og allbrattri neðri hlið með halla u.þ.b. 1:1. Slíkir garðar eru aðeins lagðir til þar sem rými til garðbyggingarinnar er mjög lítið og leita þarf allra ráða til þess að nýta það sem best. Áætlaður kostnaður á rúmmetra er $c_{12} = 1800$ kr./m³ og $c_{17} = 1700$ kr./m³. Kostnaðaráætlun byggist á upplýsingum um verð jarðvegsdúka og upplýsingum um kostnað við byggingu jarðvegs- og grjótgarða á Íslandi.
- IV Steinsteyptir veggir, um 8-10 m háir, sem byggðir eru ofan einstakra bygginga. Þeir koma einkum til greina þar sem mjög mikilvægar byggingar eru þannig staðsettar að erfitt er að koma við vörnum fyrir svæðið allt. Hæð og lengd garðanna eru u.þ.b. jöfn hæð og breidd viðkomandi byggingar. Slíkir veggir eru aðeins lagðir til þar sem rými til garðbyggingar er lítið sem ekkert. Kostnaður er gróflega áætlaður 300000-500000 kr. á lengdarmetra. Eins og nefnt er í undirkaflanum hér að framan þá fer kostnaður við veggum af þessum toga eftir aðstæðum og er hér einungis hægt að gefa grófa hugmynd um kostnað. Kostnaðaráætlunin er með þessum fyrirvara og má ætla að hún geti breyst um margfeldi af tveimur þegar veggur fyrir tiltekna byggingu er athugaður nánar.

V Grjótgarðar, um 3-4 m háir, sem byggðir eru meðfram árfarvegum eða farvegum krapa- og aurflóða. Hæð árbakkans eða farvegarins nýtist oft að hluta við byggingu garðsins en flokkað grjót þarf að flytja að. Leiðigarðar af þessari tegund sem athugaðir voru fyrir skýrsluna mæta oft vegum og þarf í þeim tilfellum að byggja brú eða ræsi yfir farveginn. Kostnaður við það er talinn hluti af kostnaði við garðana. Kostnaður við krapa- og aurflóðavarnir er háður aðstæðum og er einungis hægt að gera grófa kostnaðaráætlun þegar staðurinn er ekki tiltekinn. Kostnaðurinn er hér metinn á grundvelli lengdar garðanna og talinn 13500 kr./m. Þá er miðað við 4 m háan grjótgarð sem byggður er að hluta ofan á 2 m bakka sem fyrir er. Garðurinn er 3 m breiður að ofan og halli hliðanna er 1:1.5. Þessar forsendur leiða til 6 m³ af flokkuðu grjóti og 10 m³ af fyllingarefni fyrir hvern lengdarmetra garðs. Gert er ráð fyrir að flokkað grjót kosti 1000 kr./m³ á grundvelli upplýsinga frá Vita- og hafnamálastofun og Vegagerð ríkisins. Hönnun, umsjón, eftirlit og ófyrirséður kostnaður er ákveðinn 50% til þess að taka tillit til margs konar óvæntra kostnaðarliða sem gera þarf ráð fyrir við hinar mismunandi aðstæður sem þar sem garðar af þessari tegund koma til greina. Gert er ráð fyrir að brýr eða ræsi þar sem flóðfarvegir mæta vegum kosti 10 milljónir kr. á hverjum stað á grundvelli upplýsinga frá Vegagerð ríkisins. Ræsi geta verið mun ódýrari en brýr en leiða til umtalsverðrar mjókkunar á farveginum. Kostnaðaráætlanir garða af þessari tegund eru augljóslega mjög grófar og munu breytast verulega þegar aðstæður á hverjum stað eru skoðaðar betur. Einkum má ætla að víða verði þörf fyrir umfangsmeiri aurflóðavarnir en þær einföldu varnir sem hér eru athugaðar.

Áætlaður kostnaður garða í skýrslunni felur í sér allan byggingarkostnað, frágang á yfirborði garða og efnistökusvæðum, hönnun, umsjón og eftirlit. Hins vegar er ekki tekið tillit til mjög staðbundins kostnaðar sem til fellur vegna þess að færa þarf vatnsleiðslur, rafmagnsleiðslur o.fl.

Brattir garðar af tegund I eru mun dýrari á hvern rúmmetra en meira aflíðandi garðar af tegund II sem byggðir eru eingöngu úr fyllingarefni. Rúmmál brattra garða er hins vegar minna en garða með aflíðandi hliðum, sérstaklega ef garðarnir standa í halla. Brattir garðar eru taldir veita snjóflóðum meira viðnám en aflíðandi garðar (samanber umræðu um stuðulinn λ í jöfnu (2) í undirkafla 5.5.2). Bratta garða er því hægt að hafa heldur lægri en aflíðandi garða með sömu virkni.

Aflíðandi garðar munu í flestum tilfellum verða hagkvæmari en brattir garðar þar sem nóg rými er til byggingar garða og fyllingarefni er að finna í nágrenni staðarins. Brattir garðar geta hins vegar verið hagkvæmari við þröngar aðstæður og þegar flytja þarf að fyllingarefni um langan veg.

Rétt er að taka fram að kostnaður við snjóflóðagarða mun verða breytilegur eftir ýmsum staðbundnum aðstæðum sem ekki er tekið tillit til hér. Einnig mun kostnaðurinn ráðast af efnahagslegum aðstæðum sem haft geta áhrif á tilboð í byggingu garðanna.

5.6.2 Upptakastöðvirki

Áætlaður kostnaður við upptakastöðvirki er byggður á gögnum frá EISLF í Sviss og frá nokkrum framleiðendum stöðvirkja og á upplýsingum sem fram koma í skýrslum um varnarsvirki fyrir Flateyri (VST og NGI 1996) og Seljalandshverfi á Ísafirði (HNIT og NGI 1996). Kostnaðurinn er háður hæð stöðvirkjana.

- I. 82000 kr./m fyrir 2.5 m hæð (66000 kr./m án VSK).
- II. 103000 kr./m fyrir 3.0 m hæð (83000 kr./m án VSK).
- III. 127000 kr./m fyrir 3.5 m hæð (102000 kr./m án VSK).
- IV. 154000 kr./m fyrir 4.0 m hæð (124000 kr./m án VSK).

Kostnaðurinn felur í sér efniskaup, uppsetningu, hönnun, umsjón og eftirlit. Ekki er greint á

milli kostnaðar við snjóflóðanet og hefðbundin stálvirki.

Kostnaður við upptakastoðvirki er auk hæðar virkjanna háður jarðfræðilegum aðstæðum á staðnum, einkum þykkt lausra jarðlaga, hæð upptakasvæðisins yfir sjó og fjarlægð þess frá byggð og ýmsum öðrum atriðum sem lítið er framhjá hér. Jarðfræðilegar aðstæður á staðnum eru sérstaklega mikilvægar í þessu sambandi.

Upptakastoðvirki þurfa viðhald sem oft er gert ráð fyrir að sé á stærðarþrepinu 0.5% af byggingarkostnaði í öðrum löndum. Viðhaldskostnaður getur orðið hærri en 1% þar sem hættu er á grjóthruni en lægri en 0.5-1% þar sem jarðfræðilegar aðstæður eru hagstæðar. Hér er miðað við að viðhaldskostnaður upptakastoðvirkja á Íslandi sé 1% af byggingarkostnaði á ári þegar til langs tíma er lítið. Ekki er tekið tillit til áhrifa breytilegra jarðfræðilegra aðstæðna á viðhaldskostnaðinn. Þessi viðhaldskostnaður er nokkru hærri en reynsla Alþjóða gefur til kynna, meðal annars vegna þess að gert er ráð fyrir að tæring virkjanna við íslenskar aðstæður verði meiri en í Ölpunum. Viðhaldskostnaður er reiknaður til núvirðis með því að leggja saman árlegan viðhaldskostnað yfir ákveðið tímabil

$$M = rC \sum_{n=1}^N (1+i)^{-n} = rC(1 - (1+i)^{-N}) / (1 - (1+i)^{-1}) / (1+i) ,$$

þar sem $r = 1\%$ er árlegt viðhald sem hlutfall af byggingarkostnaðinum C , $N = 50$ er tímabilið sem valið er að nota, og $i = 0.06$ eru vextir fyrir núvirðisreikninga. Niðurstaðan er að viðhaldskostnaður yfir 50 ára tímabil svari til 16% af byggingarkostnaði. Heildarkostnaður upptakastoðvirkja á lengdarmetra virkjanna verður því:

- I. 95000 kr./m fyrir 2.5 m hæð.
- II. 119000 kr./m fyrir 3.0 m hæð.
- III. 147000 kr./m fyrir 3.5 m hæð.
- IV. 179000 kr./m fyrir 4.0 m hæð.

Rétt er að taka fram að þessi kostnaður er allmiklu hærri en oft er sett fram til viðmiðunar sem kostnaður á lengdarmetra upptakastoðvirkja erlendis í bókum og tímaritum. Ástæðan er sú að virðisaukaskattur og viðhaldskostnaður er hér lagður ofan á skattlausan innkaups- og uppsetningarkostnað. Af þessum sökum þarf að deila með u.þ.b. 1.44 í áætlaðan kostnað upptakastoðvirkja í skýrslunni til þess að hann verði sambærilegur við "venjulegar" tölur um kostnað stoðvirkja erlendis frá.

5.6.3 Aðrar kostnaðarforsendur

Eins og fram kemur hér að framan innifelur áætlaður kostnaður þvergarða, leiðigarða og upptakastoðvirki 24.5% virðisaukaskatt. Búnaður sem fluttur er til landsins til snjóflóðavarna er undanþeginn virðisaukaskatti samkvæmt lögum. Gera má ráð fyrir því að undanþágan taki til efniskaupa fyrir upptakastoðvirki (u.þ.b. 40-50% af byggingarkostnaði). Virðisaukaskattur leggst hins vegar ofan á uppsetningarkostnað stoðvirkja og sem næst allan kostnað við snjóflóðavarnargarða samkvæmt núgildandi lögum. Ákveðið var að birta allar tölur í þessari skýrslu með virðisaukaskatti til þess að þær yrðu sambærilegar innbyrðis. Þetta þýðir að virðisaukaskatti var bætt ofan á kostnað við efniskaup fyrir upptakastoðvirki þrátt fyrir að þessi kostnaður sé undanþeginn skattinum samkvæmt lögum. Ekki var heldur tekið tillit hugsanlegra endurgreiðslna á virðisaukaskatti til bæjarfélaga vegna frankvæmda við snjóflóðavarnir. Hafa þarf þessar kostnaðarforsendur í huga við lestur skýrslunnar.

Á nokkrum stöðum þarf hugsanlega að fórna byggingum til þess að skapa rými fyrir garða þar sem hús standa mjög nærri hlíð. Kostnaður við uppkaup slíkra bygginga er talinn með byggingarkostnaði snjóflóðavarnargarða í skýrslunni.

Aðstæður til snjóflóðavarna eru mjög erfiðar á nokkrum svæðum landsins og hugsanlegt er að

Þar verði ákveðin uppkaup eigna fremur en bygging varna í framtíðinni. Kostnaður við uppkaup er ekki talinn með sem kostnaður við snjóflóðavarnir viðkomandi sveitarfélags. Hugsanlegur kostnaður við uppkaup er hins vegar ræddur á nokkrum stöðum í skýrslunni, meðal annars þegar heildarniðurstöður eru dregnar saman.

5.7 Verðmæti varinna eigna

Verðmæti bygginga og annarra eigna í skýrslunni er byggt á brunabótamati þann 1. desember 1995 frá Fasteignamati ríkisins. Upplýsingar um fjölda íbúða og heildarverðmæti bygginga á hverju svæði voru teknar sérstaklega saman af bæjaryfirvöldum á hverjum stað. Verðmæti gatna og annarra samfélagslegra eigna er metið með hliðsjón af gatnagerðagjöldum í ýmsum sveitarfélögum á landinu sem fengnar voru frá Sambandi íslenskra sveitarfélaga. Miðað er við að samfélagslegar eignir að verðmæti 1.3 milljónir kr. svari til hveirrar íbúðar í sérbýli. Hliðstæð tala fyrir íbúðir í sambýli er 0.28 milljónir kr. Litið er framhjá verðmæti gatna og annarra samfélagslegra eigna fyrir atvinnuhúsnæði.

Stærð svæðisins, sem varnarhugmyndir á hverjum stað miðast við, ákvarðast af skriðlengd hönnunarflóðs sem metið var af vinnuhópnum á grundvelli skráðrar snjóflóðasögu, könnunar á aðstæðum á staðnum og líkanreikningum af skriðlengd snjóflóða.

Verðmæti eigna á snjóflóðahættusvæðum er ekki auðvelt að meta og koma þar ýmsir möguleikar til greina. Hver möguleiki byggist að hluta til á huglægum eða pólitískum forsendum. Aðgengilegar upplýsingar um verðmæti bygginga á Íslandi hjá Fasteignamati ríkisins eru í endurskoðun og ekki fullkomlega sjálfum sér samkvæmar. Ákveðið var að nota brunabótamatið í þessari skýrslu vegna þess að það var talið henta best þrátt fyrir að á því séu ýmsir gallar sem ekki verður nánar lýst hér. Hafa þarf í huga við lestur skýrslunnar að mat á verðmæti eigna á hverju svæði er ekki ákveðin vel skilgreind tala heldur gróft mat sem ætlað er til samanburðar við áætlaðan kostnað við varnarvirki.

5.8 Forgangsröðun

Snjóflóðahættu á hverju svæði er hér lýst með svokölluðu "hættustigi" og er það ætlað til hliðsjónar í sambandi við forgangsröðun og aðra umfjöllun um varnir á stöðunum. Við ákvarðanir um frumhönnun eða byggingu varna þarf einnig að huga að "virkni" varnanna, kostnaði í samanburði við verðmæti varinna eigna og annan ávinning, fjárveitingum til varnarframkvæmda og ýmsum fleiri atriðum.

Hættustigið er annars vegar byggt á mati vinnuhópsins á tíðni og stærð hættulegra snjóflóða og hins vegar á þeim fólksfjölda á svæðinu sem stafað getur hættu af flóðum.

Tíðni og stærð hættulegra snjóflóða er flokkuð með eftirfarandi hætti.

Tíð (I) Snjóflóð eru tíð (nokkur eða mörg flóð hafa stöðvast ekki fjarri byggðinni) eða hugsanlega mjög stór og hættuleg. Skráð flóð hafa fallið inn á það svæði sem nú er byggt eða ljóst er að hætta er á slíkum flóðum.

Sjaldgæf (II) Snjóflóð eru fátíð (eitt eða tvö flóð hafa stöðvast ekki fjarri byggðinni) eða líkur á slíkum stórum flóðum eru taldar litlar. Skráð flóð hafa fallið nærri því svæði sem nú er byggt eða hlíðin ofan svæðisins er talin sambærileg við nærliggjandi hlíðar þar sem slík flóð hafa fallið. Snjóflóðahætta kemur e.t.v. upp við veðuraðstæður sem eru tiltölulega sjaldgæfar á svæðinu.

Hugsanleg (III) Hættuleg snjóflóð eru hugsanleg út frá bratta og fjarlægð hlíðarinnar frá byggðinni en engin flóð eða mjög fá og smá flóð eru skráð. Snjóflóðahætta kemur e.t.v. upp við veðuraðstæður sem eru mjög sjaldgæfar á svæðinu.

Tíðni og stærð flóða er einstaka sinnum tilgreind með "-" eða "+" táknum, t.d. "I-" or "II+". Það gefur til kynna að á svæðinu sem um er að ræða sé að mati vinnuhópsins heldur minni ("-") eða meiri ("+") snjóflóðahætta en á öðrum svæðum sem flokkuð eru í sama flokk.

Fjöldi manna sem stafað getur hættu af snjóflóðum á ákveðnu svæði er flokkaður með eftirfarandi hætti.

Margir (M) Á svæðinu eru margir menn í allmörgum íbúðarhúsum og/eða öðrum byggingum sem draga að sér fjölda manna á ákveðnum tímum. Spítali eða skóli er e.t.v. á svæðinu.

Nokkrir (N) Á svæðinu eru allmargir menn í tiltölulega dreifðri byggð sem ekki er eiginlegt þéttbýli. Eitt einstakt flóð er ekki talið geta stofnað lífi tuga manna í hættu.

Fáir (F) Á svæðinu eru fáir menn í einni eða örfáum byggingum.

Atvinnusvæði (A) Svæði þar sem atvinnufyrirtæki sem auðvelt er að rýma eru í hættu vegna snjóflóða. Þessi flokkur er ekki notaður nema starfsemi fyrirtækjanna megi auðveldlega stöðva með litlum fyrirvara. Svæði með fyrirtækjum þar sem stöðvun veldur miklu tjóni á búnaði eða framleiðslu (t.d. ýmis fiskvinnslufyrirtæki) eða röskun á samfélagi í grenndinni (t.d. stjórnstöðvar orkufyrirtækja) eru ekki flokkuð í þennan flokk. Svæði með skólum, barnaheimilum, sjúkrahúsum og öðrum opinberum byggingum af slíkum toga eru heldur ekki flokkuð sem vinnusvæði af þessari tegund. Dæmi um þennan flokk er sorpbrennslustöð þar sem starfa fáir menn og hægt er að fella niður starfsemi með skömmum fyrirvara án mikils tilkostnaðar.

Hættustig, sem liggur á bilinu 1 fyrir mestu hættu til 6 fyrir minnstu hættu, er skilgreint með eftirfarandi hætti út frá tíðni flóða og mannfjölda á svæðinu.

Tafla 3: Skilgreining á hættustigi.

| | Margir (M) | Nokkrir (N) | Fáir (F) | Atvinnusvæði (A) |
|-----------------|---------------|----------------|-------------|---------------------|
| Tíð (I) | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Sjaldgæf (II) | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Hugsanleg (III) | 3 | 4 | 5 | 6 |

Hættustig mitt á milli flokkanna í töflunni, t.d. "2-3", er stundum notað til þess gefa til kynna þá innbyrðis röðun staðanna sem vinnuhópurinn telur eðlilegasta. Hættustigum fyrir tíðniflokkinn III er stundum hnikað til frá gildinu sem taflan að ofan sýnir til þess að innbyrðis röðun staðanna endurspegli betur mat vinnuhópsins á ofanflóðahættunni. Fjöldi manna á svæðinu (M, N, F, A) og tíðni/stærð flóða (I, II, III) sem hættustigið byggir á er sýnt innan sviga (t.d. (M, III)) í hvert sinn sem hættustig er tilgreint í skýrslunni.

Virgni varnarvirkja sem athuguð eru í skýrslunni er flokkuð á eftirfarandi hátt.

Góð (I) Hægt er að miða varnarvirkin við þær hönnunarforsendur sem lýst er í undirkafla 5.5 fyrir viðkomandi virki. Nægilegt rými er til dæmis fyrir garða ofan byggðarinnar eða aðstæður í hlíðinni henta vel fyrir upptakastöðvirki. Vinnuhópurinn telur að varnarvirkin minnki snjóflóðahættu á svæðinu mjög mikið.

Takmörkuð (II) Aðstæður á svæðinu gera það að verkum að ekki er mögulegt að miða varnarvirkin að fullu við þær hönnunarforsendur sem æskilegt er að nota. Skortur getur til dæmis verið á rými fyrir garða ofan byggðarinnar. Vinnuhópurinn telur

engu að síður að varnirnar séu til verulegra bóta fyrir öryggi gagnvart snjóflóðum á svæðinu. Eftir byggingu varnarvirkja þarf að miða við að rýma hús á svæðinu þegar hætta er á stærri snjóflóðum en unnt var að hanna varnirnar fyrir.

Óviss (III) Skortur á upplýsingum um tíðni og stærð snjóflóða eða snjósöfnunaraðstæður á upptakasvæðum gera það að verkum að erfitt eða ómögulegt er að komast að niðurstöðu um eðlilegar hönnunarforsendur varna fyrir svæðið. Umfang varnanna er mikilli óvissu undirorpið, svo og áhrif þeirra til að bæta öryggi fólks á svæðinu. Vinnuhópurinn telur engu að síður að varnirnar séu til bóta. Eftir byggingu varnarvirkja þarf að miða við að rýma hús á svæðinu þegar hætta er á stærri snjóflóðum en unnt var að hanna varnirnar fyrir. Mjög erfitt er að meta hættu á svæðinu eftir að varnir með virkni í þessum flokki eru byggðar.

Leggja verður áherslu á að stöðugt eftirlit með hættu á snjóflóðum er nauðsynlegt alls staðar þar sem byggð er á snjóflóðahættusvæðum. Til þess að draga enn frekar úr hættu eftir byggingu varnarvirkja sem hafa "takmarkaða" eða "óvissa" virkni þarf að miða við að rýma hús á svæðinu þegar hætta er mest á snjóflóðum. Jafnvel þegar virkni varnanna er talin "góð" þarf að viðhafa stöðugt eftirlit. Stöðugt eftirlit er forsenda þess að hægt sé að grípa til viðeigandi ráðstafana til þess að tryggja öryggi íbúa á svæðinu ef upp koma ófyrirséðar aðstæður, sem ekki var gert ráð fyrir við hönnun varnanna.

6. SAMANTEKT Á VARNARTILLÖGUM

Varnartillögur fyrir hvert svæði eru teknar saman í töflu á næstu síðu (tafla 4). Leiðigarðar eru táknaðir með "L", þvergarðar með "G", snjóflóðakeilur með "K" og upptakastoðvirki eru táknuð með "S". Kostnaðarflokkur I, II, III, IV eða V fyrir þvergarða og leiðigarða eru tilteknir í hverju tilfelli (sjá undirkafla 5.6.1). Þannig er leiðigarður í kostnaðarflokki I táknaður með "LI".

Viðbótartöflur á næstu síðum taka saman kostnað við varnartillögurnar og verðmæti eigna fyrir hvert bæjarfélag (töflur 5, 6 og 7) og fyrir hvert gildi hættustigsins (tafla 8).

Allar tölur um kostnað og verðmæti eigna í töflum 4 til 8 eru hækkaðar eða lækkaðar í næsta margfeldi af 10 milljónum kr. Samtölur neðst í töflunum eru ekki alltaf nákvæmlega jafnar summu talnanna í viðkomandi dálki af þessum sökum.

Tafla 4: Samantekt á varnartillögum (neðanmálgreinar eru á næstu blaðsíðu).

| Staðsetning | Fjöldi íbúa | Tíðni flóða | Hættu- stig | Tegund varna | Virgni varna | Kostn. (millj. kr.) | Eignir (millj. kr.) |
|---|-------------|-------------|----------------|------------------------|--------------|---------------------|---------------------|
| ÍSAFJÖRÐUR | | | | | | | |
| Holtahverfi | M | II | 2-3 | S+GI | I | 220 | 630 |
| (annar varnarkostur | | | | GI | II | 130 | -,-) |
| Seljalandshverfi ¹ | M | I-II | 2 | LI ¹ | I | 320 | 430 |
| Seljalandshlíð | A | I | 3-4 | LII | I | 50 | 160 |
| Gleiðarhjalli | M | II | 3 | GII | I/III | 40 | - |
| Funi | A | I | 4 | LII | I | 30 | 300 |
| HNÍFSDALUR | | | | | | | |
| Bakkahyrna, austur | M | II | 2-3 | S | I | 200 | 330 |
| (annar varnarkostur | | | | S+GI | I-II | 150 | -,-) |
| Bakkahyrna, vestur | M | II | 2-3 | GI | II | 90 | 160 |
| Búðarfjall, austur | M | II | 2-3 | LII | I | 20 | 60 |
| Búðarfjall, vestur | M | II | 2-3 | LII | I | 20 | 190 |
| Bærinn Hraun | F | II | 4 | LII | I | 3 | 10 |
| FLATEYRI | | | | | | | |
| Innra-Bæjargil/Skollahvilt ² | M | I | 1 | LII + GII ² | I | 310 | 1960 |
| SÚÐAVÍK | | | | | | | |
| Súðavíkurhlíð ³ | M | I | 1-2 | LII ³ | I | 140 | 480 |
| BOLUNGARVÍK | | | | | | | |
| Gilin | M | II | 2 | GI | III | 260 | 710 |
| Ernir | F | I | 3 | LII | I | 20 | 220 |
| PATREKSFJÖRÐUR | | | | | | | |
| Vatneyri, miðhluti | M | I | 1 | LI+GI | II | 130 | 230 |
| ytri hlutar | M | II | 2 | GI+S | I | 240 | 710 |
| Klif, sjúkrahús/skóli | M | III | 2-3 | GIII | I/III | 50 | 400 |
| Stekkagil | M | I | 1-2 | LV | I | 20 | 380 |
| Litladalsá | M | I | 1-2 | LV | I | 20 | 530 |
| Sigtúnssvæði | M | III | 4 | GI | I/II | 120 | 520 |
| BÍLDUDALUR | | | | | | | |
| Búðargil | M | I | 1-2 | LII | I | 80 | 500 |
| Milligil/Gilsbakkagil | M | III | 3 | GII, LV | I/III | 80 | 550 |
| NESKAUPSTAÐUR | | | | | | | |
| Stóralækjargil | M | II | 2-3 | GI' | I | 120 | 360 |
| Nesgil/Bakkagil | M | I | 1-2 | GI' | I | 290 | 2840 |
| Drangaskarð | M | I | 1 | GI'+KI' | I-II | 410 | 1400 |
| (annar varnarkostur ⁴ | | | | S | I-II | 420 | -,-) |
| Urðarbotnar | M | I-II | 2 | GI' | I-II | 280 | 1550 |
| Milli Tröllag. og Urðarb. | M | III | 3 | GI' | I-II | 60 | 420 |
| Tröllagil | M | I | 1 | GI'+KI' | II | 710 | 1130 |
| (annar varnarkostur ⁴ | | | | S | I-II | 710 | -,-) |
| Svæðið vestan Tröllagilja | M | I | 1 | GIV | I-II/III | 70 | 880 |
| (heildarverðmæti óvarinna eigna | | | | | | | 440) |
| SEYÐISFJÖRÐUR | | | | | | | |
| Öxl (heildarverðmæti) | N | I | 2 | - | - | - | 400 |
| Bjölfur | M | I | 1 | GII+GI+S | I/II | 640 | 1230 |
| Strandartindur ⁵ /Botnar | M | I | 1-2 | LV | - | 120 | - |
| Strandartindur | N/M | I/III | 1-2 | GIV | I-II/III | - | - |
| (heildarverðmæti allra eigna | | | | | | | 2020) |
| SIGLUFJÖRÐUR | | | | | | | |
| Jörundarskál/Strengsil | M | I | 1 | LII | I | 300 | 1020 |
| Fífladalasvæði, suður | M | III | 3 | S | I | 210 | 700 |
| Fífladalasvæði, norður | M | I | 1 | S | I | 1100 | 1920 |
| Gimbraklettur | M | I | 1 | S | I | 330 | 680 |
| Gróuskarðshnjúkur, suður | M | II+ | 2-3 | S | I | 50 | 710 |

Kostnaður við varnartillögurnar fyrir hvert bæjarfélag er tekinn saman í eftirfarandi töflum.

Tafla 5: Samtala kostnaðar við þvergarða, leiðigarða og upptakastoðvirki eftir bæjum (krapa- og aurflóðavarnir og varnir einstakra bygginga eru ekki taldar með).

| Staður | Kostnaður (millj. kr.) | Eignir (millj. kr.) |
|----------------|---------------------------|------------------------|
| Ísafjörður | 620 | 1520 |
| Hnífsdalur | 330 | 750 |
| Flateyri | 310 | 1960 |
| Súðavík | 140 | 480 |
| Bolungarvík | 280 | 930 |
| Patreksfjörður | 490 | 1460 |
| Bíldudalur | 80 | 500 |
| Neskaupstaður | 1870 | 7690 |
| Seyðisfjörður | 640 | 1230 |
| Siglufjörður | 1990 | 5020 |
| Samtals | 6750 | 21550 |

Tafla 6: Samtala kostnaðar við krapa- og aurflóðavarnir eftir bæjum.

| Staður | Kostnaður (millj. kr.) | Eignir (millj. kr.) |
|----------------|---------------------------|------------------------|
| Ísafjörður | 40 | – |
| Patreksfjörður | 40 | 910 |
| Bíldudalur | 80 | 550 |
| Seyðisfjörður | 120 | – |
| Samtals | 290 | 1460 |

Tafla 7: Samtala kostnaðar við varnir einstakra bygginga eftir bæjum.

| Staður | Kostnaður (millj. kr.) | Eignir (millj. kr.) |
|----------------|---------------------------|------------------------|
| Patreksfjörður | 50 | 400 |
| Neskaupstaður | 70 | 880 |
| Samtals | 120 | 1270 |

Verðmæti varinna eigna er ekki tiltekið í nokkrum tilfellum í töflu 4. Af þessum sökum eru

- 1 Leiðigarðurinn vestan Seljalands er svipaður garði af tegundinni LI (HNIT og NGI 1996).
- 2 Leiðigörðum á Flateyri er lýst í forathugum Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen hf. og NGI (VST og NGI 1996).
- 3 Plógurinn undir Súðavíkurlíð er svipaður garði af tegundinni LI' (HNIT 1995b).
- 4 Upptakastoðvirki í Drangaskarði og Tröllagiljum í Neskaupstað ná ekki til upptakasvæða í nálægum giljum, en af þeim getur stafað hættu á sömu svæðum bæjarins. Kostnaður við upptakastoðvirki á Drangaskarðs- og Tröllagiljasvæðunum gæti því hækkað við nánari skoðun. Sjá einnig neðanmálgreinar undir töflu 9.
- 5 Lagfæringar á bökkum farvega á Strandartinds- og Botnasvæðunum á Seyðisfirði eru eingöngu miðaðar við krapa- og aurflóð. Botnasvæðinu er ekki úthlutað hættustigi miðað við snjóflóð. Verðmæti eigna sem svara til lagfæringar á bökkum farveganna er ekki tiltekið.

tölur yfir verðmæti varinna eigna í töflum 5, 6 og 7 of lágur í nokkrum tilfellum.

Kostnaður við varnartillögurnar fyrir hvert gildi hættustigsins, sem skilgreint er í töflu 3, er tekinn saman í eftirfarandi töflu.

Tafla 8: Samtala kostnaðar fyrir hvert hættustig (krapa- og aurflóðavarnir og varnir einstakra bygginga eru meðtaldar).

| Hættu- stig | Kostnaður (millj. kr.) | Eignir (millj. kr.) |
|----------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | 4000 | 10440 |
| 1-2 | 670 | 4720 |
| 2 | 1100 | 3400 |
| 2-3 | 770 | 2840 |
| 3 | 410 | 1890 |
| 3-4 | 50 | 160 |
| 4 | 150 | 830 |
| Samtals | 7150 | 24270 |

Heildarkostnaður við allar varnartillögurnar er um 7000 milljónir kr. Verið getur að viðbótarupptakastoðvirki reynist nauðsynleg ofan Stekkagils á Patreksfirði og í Bjólfinum á Seyðisfirði eftir nánari skoðun á snjóflóðaaðstæðum á þessum stöðum. Aðgerðir til þess að draga úr hættu vegna flóðbylgju á Siglufirði í kjölfar snjóflóðs úr Skollaskál handan fjarðarins eru ekki heldur taldar með í kostnaði sem tekinn er saman í töflunum hér að framan. Kostnaður við styrkingu og varnir einstakra bygginga á Standartindssvæðinu á Seyðisfirði var ennfremur ekki skoðaður af vinnuhópnum né heldur kostnaður við snjósöfnunargrindur sem lagðar eru til í nokkrum bæjarfélaganna. Kostnaður vegna varna sem við bætast af þessum ástæðum má ætla að verði nokkur hundruð milljónir kr.

Gera þarf ráð fyrir nokkrum kostnaði við snjóflóðavarnir í bæjarfélögum, sem ekki voru athuguð að þessu sinni, svo og kostnaði við krapa- og aurflóðavarnir, sem einungis voru athugaðar lauslega og felast eingöngu í lagfæringum á bökkum farvega. Ætla má að þessi kostnaður geti einnig numið nokkrum hundruðum milljóna kr.

Að lokum þarf að taka tillit til kostnaðar við uppkaup eigna á svæðum þar sem snjóflóðavarnir eru ekki taldar koma til greina vegna erfiðra aðstæðna eða óhóflægs kostnaðar. Þennan kostnað er erfitt að meta, meðal annars vegna þess að hann er háður lögum og reglugerðum um uppkaup eigna. Gera má ráð fyrir því að hann geti numið allmörgum hundruðum milljóna kr.

Heildarkostnaður vegna ofangreindra viðbóta er talsverður en þó mun minni en heildarkostnaður við varnartillögurnar sem fram koma í töflunum hér að framan. Þegar tillit er tekið til viðbótarkostnaðarliðanna er niðurstaða skýrslunnar, að heildarkostnaður við snjóflóðavarnir og uppkaup eigna hér á landi **geti numið u.þ.b. 9 milljörðum kr.** Kostnaðarmatið er allmikilli óvissu undirorpið, einkum vegna óvissu um umfang snjóflóðahættusvæða og óljósra hönnunarforsenda fyrir snjóflóðavarnarvirki. Einnig er óvissa í mati á varnarkostnaði á svæðum sem ekki voru skoðuð í athugininni. Erfitt er að leggja formlegt mat á óvissuna en eðlilegt er að miða við að heildarkostnaðurinn **geti numið á bilinu 7 til 14 milljörðum kr.** Þegar tillit er tekið til þessarar óvissu.

Heildarkostnaður við byggingu stíflumannvirkja, þ.e. leiðigarða og þvergarða, í töflu 5 er 4330 milljónir kr. (að frátöldum krapa- og aurflóðavörnum og vörnum einstakra bygginga) og heildarkostnaður upptakastoðvirkja er 2420 milljónir kr. Þessi kostnaðarskipting milli stífluvirkja og

upptakastoðvirkja ræðst að miklu leyti af því hvaða útfærsla varnarvirkja verður talin henta best fyrir Neskaupstað og hefur því ekki mikla merkingu.

Beint efnahagslegt tjón af völdum snjóflóða í þéttbýli á Íslandi á tímabilinu frá 1974 til 1995 er metið u.þ.b. 3800 milljónir kr. skv. undirkafla 4.2. Ef manntjón er talið með í efnahagslegu tjóni eins og nánar er lýst í undirkafla 4.2, þ.e. 52x100 milljónir kr., þá er heildartjón af völdum snjóflóða á Íslandi á þessu 22 ára tímabili sambærilegt við heildarkostnað við snjóflóðavarnirnar sem lýst er hér að framan.

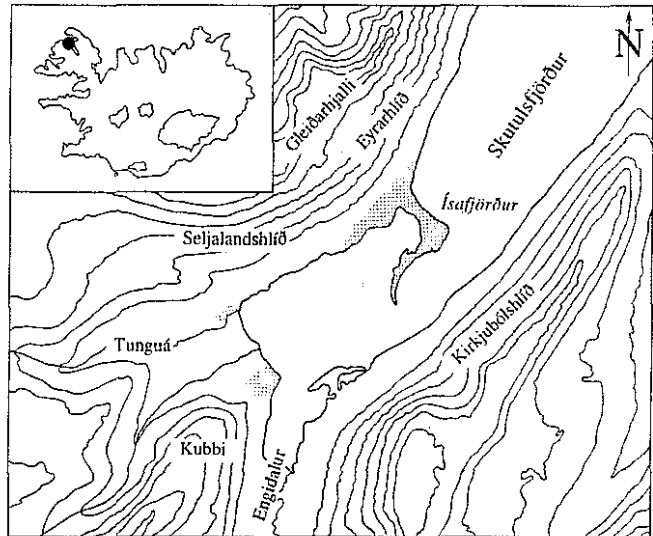
Tillögur um upptakastoðvirki eru teknar saman í eftirfarandi töflu.

Tafla 9: Samantekt á tillögum um upptakastoðvirki.

| Staður | Hæð D _k (m) | Lengd (m) | Halli (°) | Jarðvegs- aðstæður | Athugasemd |
|---------------------------------------|---------------------------|--------------|----------------|-----------------------|---|
| ÍSAFJÖRÐUR | | | | | |
| Holtahverfi | 3.0 2.5 | 200 1600 | 40-34 | góðar | skafrenningur yfir hrygginn, nokkurt grjóthrun |
| HNÍFSDALUR | | | | | |
| Bakkahyrna, austur | 3.0 2.5 | 900 1000 | 45-33 | góðar | skafrenningur yfir hrygginn, nokkurt grjóthrun |
| PATREKSFJÖRÐUR | | | | | |
| Vatneyri, ytri hluti | 3.0 2.5 | 300 1500 | 40-37 | slæmar | skafrenningur, grjóthrun |
| NESKAUPSTAÐUR¹ | | | | | |
| Drangaskarð ² | 4.0 3.5 | 600 2100 | 37-34 | miðlungs | nokkurt grjóthrun |
| Ytra-Tröllagil ³ | 4.0 3.5 | 400 1800 | 39 | slæmar (?) | grjóthrun |
| Innra-Tröllagil ³ | 4.0 3.5 | 600 1800 | 38 | slæmar (?) | grjóthrun |
| SEYÐISFJÖRÐUR | | | | | |
| Kálfabotnar | 4.0 | 1000 | 37 | slæmar-miðlungs | grjóthrun |
| SIGLUFJÖRÐUR⁴ | | | | | |
| Fífladalir, suður (IV) | 4.0 3.5 | 300 1100 | 33 | miðlungs | skafrenningur, nokkurt grjóthrun |
| Fífladalir, norður, efri hluti (I) | 4.0 3.5 | 2300 1600 | 37-32 35-32 | góðar- miðlungs | skafrenningur, nokkurt grjóthrun |
| Fífladalir, norður, neðri hluti (III) | 4.0 3.5 | 600 2300 | 38-34 | góðar- miðlungs | |
| Gimbraklettur (II) | 3.5 | 2300 | 43-33 | miðlungs | klettur, nokkurt grjóthrun |
| Gróuskarðshnjúkur | 3.5 | 400 | 32-31 | góðar | skafrenningur |

- 1 Upptakastoðvirki í Drangaskarði og Tröllagiljum í Neskaupstað eru einungis til samanburðar við kostnað á stíflumannvirkjum fyrir þessi svæði. Upptakastoðvirki fyrir önnur svæði í Neskaupstað voru ekki athuguð af vinnuhópnum vegna óhagstæðs veðurs í heimsókninni til Neskaupstaðar. Umfang upptakastoðvirkja fyrir Neskaupstað í töflu 9 er því ekki til marks um nauðsynlegt umfang upptakastoðvirkja ef verja ætti allan Neskaupstað austan Tröllagilja með þessum hætti.
- 2 Upptakastoðvirki í Drangaskarði taka ekki til Skágils, sem er næsta gil þar fyrir austan. Flóð úr Skágili geta hins vegar ógnað sama svæði í bænum.
- 3 Upptakastoðvirki í Tröllagiljum taka ekki til upptakasvæða í hlífinni milli Tröllagilja og Klofagils sem geta ógnað sama svæði í bænum.
- 4 Rómverskar tölur í svigum á eftir nöfnum svæða á Siglufirði vísa til innbyrðis mikilvægis þessara svæða að mati vinnuhópsins.

Mynd 7. Yfirlitskort af Ísafirði.



7. ÍSAFJÖRÐUR

Kaupstaðurinn Ísafjörður stendur við Skutulsfjörð, utarlega í Ísafjarðardjúpi (sjá 7. mynd), og þorpið Hnífsdalur stendur í samnefndum dal, litlu utar (sjá 8. mynd). Ísafjörður, Hnífsdalur og Flateyri tilheyra sama sveitarfélagi, sem nefnt er Ísafjarðarbær einu nafni. Skutulsfjörður hefur stefnuna suðvestur-norðaustur og opnast mót norðaustri og það sama á við um Hnífsdal.

Elsta þéttbýlið við Skutulsfjörð er á eyri, sem gengur út í fjörðinn að norðanverðu, en á þessari öld hefur byggðin teygst sig upp í hlíðina ofan hennar. Ný íbúðarbyggð er risin í Holtahverfi, inn við fjarðarbotninn og nýjasta byggingarsvæðið er yst í Tungudal, nærri Holtahverfi. Skutulsfjarðarbraut tengir nýju byggðirnar við eldri byggðina á eyrinni en við þann veg standa nokkur fyrirtæki.

Skutulsfjörðurinn er girtur bröttum fjöllum og myndaðist þegar jökull svarf sér farveg niður í Vestfjarðafjöllin, sem eru nærri 700 metrar að hæð. Að suðaustanverðu við fjörðinn er fjallið Ernir og innar tekur við Kirkjubólshjall. Hlíðar þeirra eru brattar og skornar grunnum giljum, en einnig eru þar djúpar hvilftir sem myndast hafa af daljöklum. Inni í fjarðarbotninum er Háafell. Fremsti hluti þess nefnist Kubbi. Norðvestan Skutulsfjarðar er Eyrarfjall, svipað að lögun og gerð og fjöllin sunnanmegin, bratt og giljum skorið. Undir því er eyrin þar sem byggðin hefur staðið frá fornu fari, en upp af henni er stór stallur í fjallinu í 500 metra hæð yfir sjó og nefnist hann Gleiðarhjalli. Innar í fjallinu sveigir hlíðin meira til vesturs og heitir þar Seljalandsdalur. Þar er skíðasvæði Ísfirðinga. Ofan dalsins er Breiðafell og er það jafn hátt Eyrarfjalli.

7.1 Holtahverfi

7.1.1 Lýsing

Holtahverfi stendur undir Kubbanum fyrir botni Skutulsfjarðar. Snjóflóðafarvegir eru í opinni hlíð sem snýr til norðurs.

Þétt íbúðarhúsabyggð er á svæðinu og er breidd hennar um 650 m. Byggðin teygir sig mjög nálægt hlíðinni, sérstaklega að austanverðu.

Lágur þvergarður var byggður ofan svæðisins um 1988.

7.1.2 Snjóflóðahætta

Hætta er á snjóflóðum við ákveðnar veðuráðstæður (suðaustanátt með ofankomu) sem eru tiltölulega sjaldgæfar á svæðinu. Skráð snjóflóð ná inn á það svæði sem nú er byggt og hugsanlegt er að snjóflóð sem féll 1963 hafi náð meira en 100 m inn í núverandi byggð.

Snjóflóð geta við slæmar aðstæður fallið langt inn í byggðina.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 2-3 (M, II).

7.1.3 Tillaga að vörnum

Aðstæður til byggingar upptakastoðvirkja eru hagstæðar í austanverðum Kubba þar sem snjóflóð sem féllu 1981 og 1984 áttu upptök sín. Grjóthrun úr klettum ofan vesturhluta svæðisins gerir það að verkum að upptakastoðvirki henta ekki þar.

Tveir möguleikar á vörnum voru athugaðir. Í fyrsta lagi upptakastoðvirki í austurhluta Kubbands en þvergarður ofan vesturhluta svæðisins og í annan stað lengri þvergarður ofan alls svæðisins.

Hæð stoðvirkjanna er valin 3 m í klettum efst í hlíðinni og 2.5 m neðar. Alls þarf 200 m af 3 m háum og 1600 m af 2.5 m háum virkjum.

Þvergarðarnir eru af tegundinni GI, þ.e. þeir snúa brattri hlið upp í hlíðina. Þykkt hönnunarflóðsins er ákveðin 1 m.

Virgni fyrri valkostsins með upptakastoðvirkjum að austan er talin góð (I). Virkni síðari valkostsins með þvergörðum einum er hins vegar takmörkuð (II) vegna þess að garðarnir eru ekki jafn háir og líkanreikningar gefa til kynna að þurfi til þess stöðva flóð sem hugsanleg eru úr hlíðinni (sjá nánar í viðauka I).

7.1.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður við fyrri valkostinn er 40 milljónir kr. fyrir garðinn og 180 milljónir kr. fyrir upptakastoðvirkin, samtals 220 milljónir kr. Áætlaður kostnaður við síðari valkostinn með lengri garði og engum upptakastoðvirkjum er 130 milljónir kr.

7.1.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu undir varnarvirkjunum eru 21 íbúð í sérbyli og 3 fjölbýlishús með 40 íbúðum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 630 milljónir kr.

7.2 Seljalandshverfi

7.2.1 Lýsing

Seljalandshverfi er undir innsta hluta Seljalandshlíðar. Snjóflóðafarvegir eru í opinni hlið sem skorin er af grunnum giljum efst. Um 200 m breiður stallur er í hlíðinni vestanverðri í 100-160 m h.y.s. Stallurinn mjókkar til austurs og er horfinn ofan bæjarins Seljalands.

Breidd byggðarinnar er um 500 m og standa efstu hús í Seljalandshverfi mjög nærri hlíðinni. Tvö fjölbýlishús og 5 einbýlishús eru í hinu eiginlega Seljalandshverfi en nokkrar byggingar standa fjær hlíðinni í Bræðratungu og á Seljalandsbúi.

Möguleikar á snjóflóðavörnum fyrir hverfið undir Seljalandshlíð voru athugaðar af HNIT og NGI (1996).

7.2.2 Snjóflóðahætta

Allmörg snjóflóð eru skráð. Eitt þeirra náði næstum niður að sjávarmáli við bæinn Seljaland.

Aftakafloð geta náð niður í Tunguá og ógnað byggingum í Seljalandshverfi og hugsanlega einnig Bræðratungu og Seljalandsbúi. Bær hafa staðið á neðri hluta svæðisins um aldir og bendir það til þess að flóð sem ná svo langt niður séu mjög fátíð.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 2 (M, I-II).

7.2.3 Tillaga að vörnum

Niðurstaða skýrslu HNIT og NGI er 700 m langur leiðigarður sem er milli 13.5 og 16 m hár og beinir flóðum til sjávar við bæinn Seljaland. Leiðigarðurinn er að hluta byggður úr grjóti sem sprengt yrði úr hlíðinni ofan garðsins og næst verulegur hluti garðhæðarinnar fram með landlækkun af völdum efnisnámsins.

Virkni leiðigarðsins er talin góð (I).

7.2.4 *Kostnaðarmat*

Kostnaður við leiðigarðinn að meðtöldum kostnaði við að færa vatnsleiðslu og nokkrum öðrum viðbótarkostnaðarliðum, er áætlaður 320 milljónir kr.

7.2.5 *Verðmæti varinna eigna*

Undir varnavirkjunum eru 2 fjölbýlishús með 26 íbúðum og 6 önnur íbúðarhús. Verðmæti varinna bygginga er 320 milljónir kr. samkvæmt skýrslu HNI og NGI og verðmæti gatna og annarra eigna á svæðinu er þar metið 36 milljónir kr. Áætlað verðmæti varinna eigna er samkvæmt því 360 milljónir kr. Heildarverðmæti varinna eigna samkvæmt þeim forsendum sem notaðar eru í þessari skýrslu er nokkru hærra eða 430 milljónir kr. Þessi mismunur endurspeglar óvissuna sem óhjákvæmileg er við mat á verðmæti eigna. Við notum síðari töluna til þess að halda samræmi við annað mat á verðmæti eigna í skýrslunni.

7.3 Seljalandshlíð

7.3.1 *Lýsing*

Seljalandshlíð nefnist hlíðin vestan eyrarinnar sem elsti hluti Ísafjarðarkaupstaðar stendur á. Snjóflóðafarvegir eru miðlungsdjúp gil sem snúa mót suðri.

Með ströndinni liggur vegur og við hann standa nokkur fyrirtæki en aðeins er eitt íbúðarhús, Grænigarður. Breidd svæðisins er um 1 km.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

7.3.2 *Snjóflóðahætta*

Snjóflóð eru tíð og nokkur þeirra hafa fallið í sjó fram. Rýmingar eru algengar og veginum er stundum lokað að vetrarlagi vegna snjóflóðahættu.

Svæðið undir varnavirkjunum fyrir Steiniðjuna og Netagerð Vestfjarða er talið á hættustigi 3-4 (A, I). Áframhaldandi notkun Grænagarðs er talin svara til hættustigs 3 (F, I).

7.3.3 *Æskilegar aðgerðir*

Hafa þarf stöðugt eftirlit með snjóflóðahættu að vetrarlagi. Takmarka þarf umferð og starfsemi í fyrirtækjum á svæðinu þegar hætta er á snjóflóðum. Ekki er hægt að mæla með búsetu í Grænagarði að vetrarlagi. Æskilegt er að byggðar verði varnir fyrir atvinnufyrirtæki á svæðinu vegna þess að þar geta verið allmargir starfsmenn við störf þó ekki sé þar stöðug viðvera eins og í íbúðarhverfi.

7.3.4 *Tillaga að vörnum*

Plógur ofan Netagerðar Vestfjarða og Steiniðjunnar var athugaður. Plógurinn er af tegundinni LII, þ.e. jarðvegsgarður með halla sem ræðst af skriðhorni jarðvegsins sem hann er byggður úr.

Grænigarður verður óhjákvæmilega svo nærri plögnum að það hefur neikvæð áhrif á búsetu þar og hugsanlega er beinlínis nauðsynlegt að kaupa upp Grænagarð til þess að hægt sé að staðsetja plóginn á hentugastan hátt. Eins og nefnt er að ofan, þá er ekki mælt með því að búseta sé í Grænagarði að vetrarlagi vegna snjóflóðahættu. Kostnaður við uppkaup á Grænagarði eru því talinn með í áætluðum kostnaði við plóginn.

Virkni plógsins er talin góð (I).

7.3.5 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður við plóginn er 50 milljónir kr. Verðmæti Grænagarðs er metið 8 milljónir kr. Heildarkostnaður er því 50 milljónir kr. (athugið að tölurnar eru hækkaðar eða lækkaðar í næsta tug milljóna kr.).

7.3.6 Verðmæti varinna eigna

Verðmæti eigna Netagerðar Vestfjarða og Steiniðjunnar er metið 160 milljónir kr.

7.4 Svæðið neðan Gleiðarhjalla

7.4.1 Lýsing

Hlíðin neðan Gleiðarhjalla er kúpt og snýr í suðaustur. Efst í henni eru klettur og grunn gil en neðar er hlíðin opin og skriðurunnin.

Þétt íbúðarhúsabyggð er á svæðinu. Breidd hennar um 1.5 km og teygir hún sig upp í hlíðina.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

7.4.2 Snjóflóðahætta

Snjóflóðahætta er talin mun minni en undir Seljalandshlíð til vesturs og Eyrarhlíð til austurs. Mjög fá snjóflóð eru skráð. Lítið þunnt flóð sem féll 1989 náði niður í 50 m h.y.s. Heimildir eru til um flóð sem á að hafa fallið nálægt Engjavegi 24 um 1953 en þær eru sjálfum sér ósamkvæmar og ekki er ljóst hvernig ber að túlka þær.

Gleiðarhjallinn ver svæðið fyrir snjóflóðum sem eiga upptök sín ofan hjallans. Hjallinn er u.þ.b. 1500x400 m að stærð. Algengustu vindáttir að vetrarlagi bera snjó yfir í Seljalandshlíð og er snjósöfnun í hlíðina undir og ofan Gleiðarhjalla áberandi minni en í Seljalandshlíð af þessum sökum.

Hlíðin ofan Gleiðarhjallans er mjög brött og líklegast er að snjór losni þar í tíðum og fremur litlum snjóflóðum. Hlíðin er brött alveg niður undir hjallann og dregur skyndileg stefnubreyting þegar snjóflóð falla niður á hjallann úr skriðþunga þeirra. Þessi atriði minnka líkur á því að snjóflóð úr hlíðinni ofan hjallans ná að falla fram yfir hjallann og niður neðri hluta hlíðarinnar. Talið er að hjallinn sjálfur safni á sig snjó í skafrenningi af hásléttunni ofan hans og minnki þannig snjósöfnun í neðri hluta hlíðarinnar.

Hætta er á grjóthruni úr hlíðinni (sbr. Haukur Tómasson 1969). Steinar sem líklegir eru til þess að losna hafa verið sprengdir til þess að draga úr grjótflogshættu.

Efstu íbúðarhúsunum stendur hætta af aurflóðum. Nokkur aurflóð eru þekkt, nú síðast í miklum rigningum í október 1996.

7.4.3 Æskilegar aðgerðir

Hafa þarf stöðugt eftirlit með ofanflóðahættu að vetrarlagi og í vætutíð. Rétt er að gera ráð fyrir rýmingum efstu húsa ef ofanflóðahætta skapast á svæðinu.

Á hverju ári þarf að huga að lausum steinum í hlíðinni og sprengja þá sem hætta stafar af.

7.4.4 Tillaga að vörnum

Þvergarður af tegundinni GII undir endilangri hlíðinni voru athugaðir. Garðarnir hafa einkum þann tilgang að stöðva aurflóð en veita einnig nokkra vörn gegn grjóthruni. Garðar undir allri hlíðinni eru um 1.5 km að lengd. Nánari skoðun er nauðsynleg til þess að ákvarða hæð þeirra og staðsetningu eftir aðstæðum á hverjum stað. Matið sem hér er sett fram á umfangi garðanna er mjög gróft.

Virgni garðanna er talin góð (I) gagnvart aurflóðum. Þeir eru ekki miðaðir við að veita vörn gegn snjóflóðum en geta engu að síður stöðvað lítil flóð sem kynnu ella að ná til efstu húsa á svæðinu. Hættu á snjóflóðum á svæðinu er erfitt að meta. Virkni garðanna er því óviss (III) gagnvart snjóflóðum.

7.4.5 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður er um 40 milljónir kr.

7.4.6 *Verðmæti varinna eigna*

Verðmæti eigna sem ógnað er af aurflóðum er ekki tilgreint hér vegna þess að ekki er ljóst að svo stöddu hversu margar byggingar um er að ræða.

7.5 Eyrarhlíð

7.5.1 *Lýsing*

Eyrarhlíð er norðan eyrarinnar sem elsti hluti Ísafjarðarkaupstaðar stendur á. Snjóflóðafarvegir eru miðlungsdjúp gil sem snúa mót austsuðaustri.

Engin byggð er á svæðinu en með ströndinni liggur vegurinn til Hnífsdals. Breidd svæðisins er um 2.5 km.

Engar varnir hafa verið lagðar til.

7.5.2 *Snjóflóðahætta*

Snjóflóð eru tíð og algengt er að veginum með ströndinni sé lokað vegna snjóflóðahættu.

7.5.3 *Æskilegar aðgerðir*

Hafa þarf stöðugt eftirlit með snjóflóðahættu að vetrarlagi. Umferð þarf að takmarka þegar hætta er á snjóflóðum.

7.6 Funi

7.6.1 *Lýsing*

Sorpbrennslustöðin Funi er undir Innri-Kirkjubólshlíð austan Engidals í nokkurri fjarlægð frá byggðinni á Ísafirði. Fjallað er um sorpbrennslustöðina í þessari skýrslu þrátt fyrir að hún sé ekki í þéttbýli vegna þess að unnið er að forhönnun snjóflóðavarna fyrir stöðina eftir að hún skemmdist í snjóflóði 25. október 1995.

Snjóflóðafarvegir í hlíðinni ofan Funa eru grunn gil sem snúa í vestur. Engin byggð eða starfsemi er á svæðinu í næsta nágrenni Funa nema hvað móttaka fyrir sorp frá almenningi er suðvestan stöðvarinnar.

Hönnun snjóflóðavarna fyrir Funa var boðin út af Ísafjarðarbæ í maí 1996 og var tilboði VST hf. tekið.

7.6.2 *Snjóflóðahætta*

Snjóflóð eru tíð úr Innri-Kirkjubólshlíð, sérstaklega úr þeim hluta hlíðarinnar sem er ofan Funa.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 4 (A, I) vegna þess að gert er ráð fyrir því að rekstur Funa verði stöðvaður þegar hætta er á snjóflóðum.

7.6.3 *Tillaga að vörnum*

Einn möguleiki á vörnum fyrir Funa sem hefur verið kannaður er plógur ofan byggingarinnar. Stærð og staðsetning plógsins ræðst af því hversu stórt svæði ákveðið er að verja, hugsanlegum breytingum á aðkomuleiðum og ýmsum öðrum atriðum sem ekki verða nánar rædd hér. Plógurinn sem hér er lýst (sjá nánar í viðauka I) er byggður á fyrstu hugmyndum um varnir fyrir Funa. Frekari vinna við hönnun varnanna getur leitt til breytinga á þessum hugmyndum.

Miðað er við að sorpbrennslustöðin verði rýmd og starfsemin stöðvuð þegar hætta er á snjóflóðum eftir að varnirnar hafa verið byggðar.

Virkni plógsins er talin góð (I).

7.6.4 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður er 30 milljónir kr.

7.6.5 *Verðmæti varinna eigna*

Verðmæti Funa er metið 300 milljónir kr. samkvæmt upplýsingum frá bæjarskrifstofunni á Ísafirði.

8. HNIÐSDALUR

Hnífsdalur stendur í samnefndum dal við minni Skutulsfjarðar nokkru utar en Ísafjörður (sjá 8. mynd). Dalurinn liggur í norðaustur-suðvestur, og hefur svolftið aust-vest-lægari stefnu en Skutulsfjörður. Dalurinn er umlukinn fjöllum sem eru um 600 metra há. Að norðanverðu er Búðarfjall, en fremsti hluti þess nefnist Búðarhyrna. Að sunnanverðu er Eyrarfjall og nefnist fremsti hluti þess Bakkahyrna.

Byggðin í Hnífsdal er yst í dalnum, nærri sjónum. Hún tilheyrir Ísafjarðarbæ. Elstu húsin standa í fjöruborðinu, en þaðan hefur byggðin teygst sig inn í dalinn og upp í hlíðarnar sitt hvoru megin Hnífsdalsárinnar.

8.1 Bakkahyrna

8.1.1 *Lýsing*

Snjóflóðafarvegir í Bakkahyrnu sunnan byggðarinnar í Hnífsdal eru í opinni hlíð sem snýr mót norðri.

Þétt íbúðarhúsabyggð er á svæðinu og er breidd hennar um 650 m. Byggðin teygir sig mjög nálægt hlíðinni.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

8.1.2 *Snjóflóðahætta*

Hætta er á snjóflóðum við ákveðnar veðuraðstæður (suðaustanátt með ofankomu) sem eru tiltölulega sjaldgæfar á svæðinu. Hlíðin er venjulega mjög snjólétt. Snjóflóð féll að efstu byggingum 1983 en olli litlu tjóni.

Svæðið undir varnavirkjunum er talið á hættustigi 2-3 (M, II).

8.1.3 *Tillaga að vörnum*

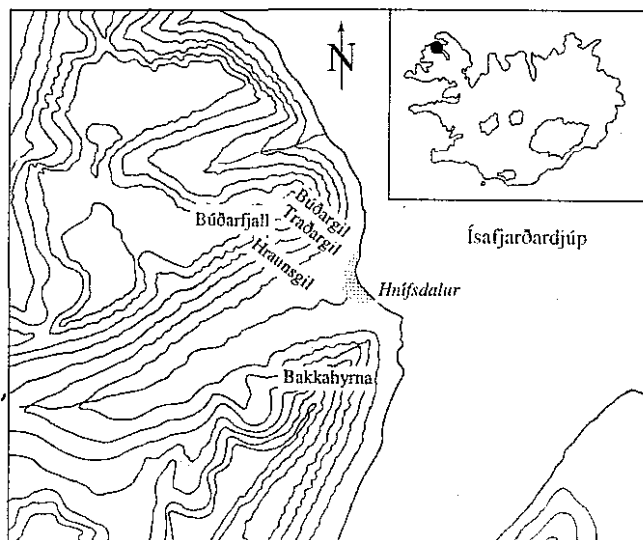
Aðstæður til byggingar upptakastoðvirkja eru hagstæðar í austanverðri hlíðinni þar sem snjóflóðið sem féll 1983 átti upptök sín. Grjóthrun úr klettum ofan vesturhluta svæðisins gerir það að verkum að upptakastoðvirki henta ekki þar.

Tveir möguleikar á vörnum voru athugaðir. Í fyrsta lagi upptakastoðvirki í austurhluta hlíðarinnar en þvergarður ofan vesturhluta svæðisins og í annan stað lengri þvergarður og umfangsminni upptakastoðvirki.

Hæð stoðvirkjanna er valin 3 m í klettum efst í hlíðinni og meðfram brúninni og 2.5 m neðar og vestar. Útfærslan með umfangsmeiri stoðvirkjum þarf 900 m af 3 m háum og 1000 m af 2.5 m háum virkjum. Hin útfærslan krefst 600 m af 3 m háum og 500 m af 2.5 m háum virkjum.

Þvergarðurinn er af tegundinni GI, þ.e. hann snýr brattri hlíð upp í hlíðina. Þykkt hönnunarflóðsins er ákveðin 1 m. Styttri garðurinn í fyrri útfærslu varnanna ver einfalda húsaröð og kann að vera tiltölulega óhagkvæmur. Lengri garðurinn í síðari útfærslu varnanna ver hluta af þéttari íbúðabyggð á austurhluta svæðisins. Ef varnir fyrir húsaröðina á vesturhluta svæðisins eru ekki taldar hagkvæmar þá kemur umfangsminni útfærslan á upptakastoðvirkjunum ásamt stuttum garði sem nær til vesturs að húsaröðinni til greina. Kostnaður við þennan stutta garð yrði jafn mismuninum á kostnaði á lengri og styttri görðunum sem lýst er hér

Mynd 8. Yfirlitskort af Hnífsdal.



að neðan.

Virgni upptakastoðvirkja á svæðinu austanverðu er talin góð (I). Virgni valkostsins með minni stoðvirkjum og þvergarði á svæðinu austanverðu er hins vegar ekki eins góð (I-II) vegna þess að garðarnir eru ekki jafn háir og líkanreikningar gefa til kynna að þurfi til þess stöðva flóð sem hugsanleg eru úr hlíðinni (sjá nánar í viðauka I). Virgni þvergarðsins á svæðinu vestanverðu er talin takmörkuð (II) af sömu ástæðu.

8.1.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður við fyrri valkostinn er 200 milljónir kr. fyrir upptakastoðvirki og 90 milljónir kr. fyrir garð á vesturhluta svæðisins, samtals 290 milljónir kr.

Áætlaður kostnaður við síðari valkostinn með umfangsminni upptakastoðvirkjum er 110 milljónir kr. fyrir upptakastoðvirki, 40 milljónir kr. fyrir garð á austurhluta svæðisins og 90 milljónir kr. fyrir garð á vesturhlutanum, samtals 240 milljónir kr.

8.1.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu undir varnarvirkjunum eru 34 íbúðir í sérbýli og ein bygging þar sem fram fer fiskverkun. Verðmæti varinna eigna á austurhluta svæðisins er metið 330 milljónir kr., en 160 milljónir kr. á vesturhluta svæðisins. Heildarverðmæti eigna er því 490 milljónir kr.

8.2 Búðarfjall

8.2.1 Lýsing

Snjóflóðafarvegir í Búðarfjalli norðan byggðarinnar í Hnífsdal eru djúp gil sem snúa í suðsuðaustur. Talið frá sjónum heita gilin Búðargil, Traðargil og Hraunsgil.

Breidd svæðisins er um 400 m. Þar er íbúðarbyggð og ýmsar aðrar byggingar.

Byggingar sem standa næst Traðargili og í nágrenni Heimabæjar hafa verið keyptar upp af Ofanflóðasjóði.

Tillögur um varnarvirki fyrir svæðið hafa verið settar fram (VST 1994a). Þessar tillögur gera ráð fyrir leiðigörðum (annar 12-17 m hár og 350 m langur en hinn 7-17 m hár og 130 m langur). Fulltrúar frá franska stoðvirkjaframleiðandanum EI hafa skoðað aðstæður til varna á svæðinu og gera sumar útfærslur VST á vörnum ráð fyrir u.þ.b. 300 m löngum stoðvirkjum á upptakasvæðum í hlíðinni.

8.2.2 *Snjóflóðahætta*

Snjóflóð eru tíð og hafa nokkur skráð flóð úr Búðargili fallið í sjó fram. Fyrir kemur að hús eru rýmd nokkrum sinnum sama veturinn. Snjóflóð úr Búðargili 1910 varð 20 manns að bana á svæði þar sem nú er engin íbúðarbyggð þótt nokkrar byggingar standi þar ekki fjarri.

Flestar bygginganna sem keyptar hafa verið upp eru á svæði þar sem snjóflóð féll árið 1947 allt niður að Hnífsdalsá.

Hesthúsabyggð er á úthlaupssvæði snjóflóða úr Búðargili.

Félagsheimili við Heimabæ og fjölbýlishús á Árvöllum, að frátöldum þeim byggingum sem keyptar hafa verið upp, eru talin á hættustigi 2-3 (M, II). Bærinn Hraun er talinn á hættustigi 4 (F, II).

Tíðniflokkurinn II er notaður hér vegna þess að byggingarnar sem ekki hafa verið keyptar upp eru tiltölulega fjarri hliðinni. Snjóflóð sem ná að þessum byggingum eru því fátíð þó svo að flóð úr hliðinni séu mjög tíð.

8.2.3 *Æskilegar aðgerðir*

Gæta þarf mikillar varúðar í hesthúsahverfinu undir Búðargili þegar hætta er á snjóflóðum og mælt er með því að hesthúsabyggðin verði færð á öruggara svæði hið fyrsta. Hesthúsín eru á svæði þar sem a.m.k. 4 snjóflóð hafa fallið í sjó fram á síðustu þremur öldum.

8.2.4 *Tillaga að vörnum*

Plógformaðir varnargarðar fyrir félagsheimilið við Heimabæ og fjölbýlis- og íbúðarhús í Teigahverfi voru athugaðir. Gróf skoðun á varnarmöguleikum fyrir byggingarnar sem keyptar voru upp bendir til að varnir fyrir þær hefðu orðið mjög kostnaðarsamar.

Félagsheimilið við Strandgötu er eina byggingin á Heimabæjarsvæðinu sem ekki hefur verið keypt upp. Plógur ofan Félagsheimilisins mundi leggjast yfir hluta af Heimabæjarhúsunum.

Annar plógur er nauðsynlegur til þess að verja byggingar í Teigahverfi. Hann kann að leggjast yfir eina byggingu sem keypt hefur verið upp. Staðsetningu plógsins og lengd þarf að skoða nánar í frumhönnun varnanna.

Þriðji plógurinn kemur til greina ofan nýrra íbúðarhússins að Hrauni. Varnir fyrir eldra íbúðarhúsið voru ekki athugaðar. Þrátt fyrir að bærinn hafi staðið á sama stað um aldir þykir ástæða til þess að huga að vörnum fyrir íbúðarhúsið. Bærinn stendur mjög nærri snjóflóðafarvegi þar sem mörg flóð hafa fallið langt niður fyrir bæjarhúsin. Gert er ráð fyrir að bænum stafi einkum ógn af jafri flóða sem falla að mestu til hliðar við hann. Stærð plógsins við Hraun var því ekki miðuð við þann hraða sem líkanreikningar benda til að flóð geti náð ef þau stefna beint á bæinn. Niðurstaða vinnuhópsins var 5-6 m hár plógur sem myndar 30-45° horn við flóðstefnuna.

Plógarnir eru allir af tegundinni LII, þ.e. jarðvegsgarðar með halla sem ræðst af skriðhorni jarðvegsins sem þeir eru byggður úr.

Virkni plóganna er talin góð (I).

8.2.5 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður við plóginn hjá Heimabæ er 20 milljónir kr. og 20 milljónir kr. fyrir plóginn hjá fjölbýlishúsunum. Kostnaður við plóginn við Hraun er metinn 3 milljónir kr.

8.2.6 *Verðmæti varinna eigna*

Á svæðinu undir varnarvirkjunum eru 19 íbúðir í sérbýli og 2 fjölbýlishús með 10 íbúðum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 60 milljónir kr. fyrir plóginn við Heimabæ og 190 milljónir kr. fyrir plóginn við fjölbýlishúsin. Verðmæti íbúðarhússins að Hrauni er metið 10 milljónir kr.

9. FLATEYRI

Þorpið Flateyri stendur á samnefndri eyri við norðanverðan Önundarfjörð, en hefur á síðustu áratugum teygt sig upp í hlíðina ofan eyrarinnar (sjá 9. mynd). Um og eftir síðustu aldamót var einnig nokkur byggð og atvinnurekstur á Sólbakka, rétt innan við Eyrina, en þar standa nú einungis þrjú hús. Byggðin á Flateyri tilheyrir Ísafjarðarbæ.

Önundarfjörður hefur stefnuna austsuðaustur-vestnorðvestur. Ofan byggðarinnar rís Eyrarfjall, bratt og gilskorið. Að ofan er það flatt, eins og algengt er um fjöll á Vestfjörðum, og er brún þess í um 660 metra hæð yfir sjó. Fjallshlíð Eyrarfjalls ofan Flateyrar snýr mót suðsuðvestri. Efst er Eyrarfjall hömrum girt, en neðar er það skriðurunnið. Fjallshlíðin er nokkuð skorin, bæði af hvíltum og giljum. Hvíltirnar eru stórar og myndaðar af jöklum. Neðan þeirra finnast ekki aurkeilur úr því efni sem var í hvíltinni. Gilin eru minni og hefur efnið úr þeim myndað aurkeilur neðan þeirra.

Möguleikar á snjóflóðavörnum fyrir Flateyri voru athugaðir af VST og NGI (1996).

9.1 Innra-Bæjargil/Skollahvilft

9.1.1 Lýsing

Beint upp af byggðinni á Flateyri eru tvö gil, Innra-Bæjargil og Skollahvilft. Þó notað sé orðið hvilft um annað þeirra, hefur það ekki útlit eiginlegrar hvilftar. Skollahvilft er af sumum nefnt Skollaskál eða Skollagróf. Í þessum giljum eiga snjóflóðin, sem falla á byggðina á Flateyri, upptök sín. Innra-Bæjargilið er utar, beint upp af byggðinni. Það er grynna og mjórra en Skollahvilftin. Skollahvilft er mun stærri en Innra-Bæjargil og nær allt að 700 metra breidd, en þrengist mjög er neðar dregur og er gilkafturinn einungis nokkrir tugir metra á breidd. Skollahvilft er beint upp af Eyrarbót, innan við Eyrina. Neðan giljanna eru stórar aurkeilur, sem breikka úthlaupssvæði snjóflóðanna.

Neðan Innra-Bæjargils er fleygmyndaður leiðigarður sem ætlað er að beina burt snjóflóðum sem eiga upptök sín neðarlega í Innra-Bæjargili og áformað var að koma fyrir stoðvirkjum í upptökum ofar í gilinu. Neðan Skollahvilftar eru þrjár keiluraðir. Flóð úr Skollahvilft geta einnig lent á leiðigarðinum neðan Innra-Bæjargils, en koma þá þvert á hann. Unnið er að byggingu mikilla leiðigarða ofan Flateyrar og er þeim nánar lýst hér að neðan.

Breidd byggðarinnar er um 700 m. Lengd úthlaupssvæðis frá brekkufæti (10° - β punktur) að efstu byggingum í vesturhluta þorpsins er um 100 m. Mörg íbúarhús og aðrar byggingar eru á svæðinu.

9.1.2 Snjóflóðahætta

Mörg flóð eru skráð úr bæði Innra-Bæjargili og Skollahvilft. Aftakaflóð geta hugsanlega ógnað meira en helmingi bygginga á Eyrinni. Snjóflóð úr Skollahvilft þann 26. október 1995 varð 20 manns að bana.

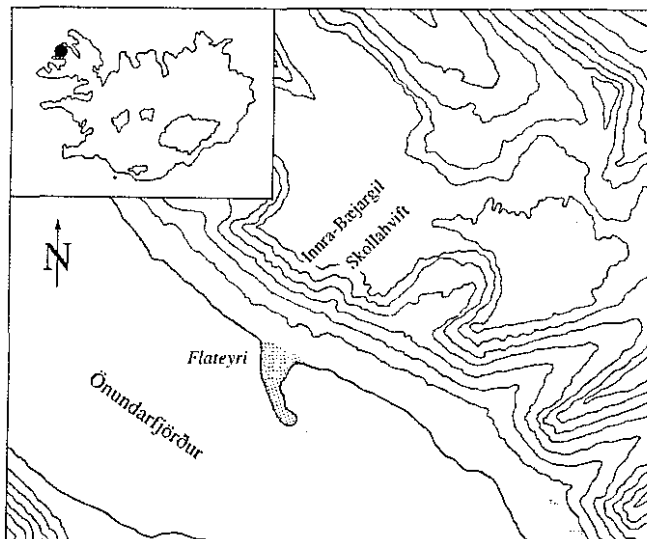
Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1 (M, I).

9.1.3 Tillaga að vörnum

Niðurstaða forathugunar VST og NGI (1996) er að byggðir verði tveir 15-20 m háir leiðigarðar ofan Eyrarinnar og milli þeirra 10 m hár þvergarður. Samanlögð lengd leiðigarðanna er 1250 m en lengd þvergarðsins er 350 m. Garðarnir eru úr jarðvegi sem tekinn er úr aurkeilunum neðan Innra-Bæjargils og Skollahvilftar. Þeir eru því svipaðir, en þó ekki nákvæmlega eins, og garðar af tegundunum LII og GII.

Snjósöfnunargrindur á Eyrarfjalli ofan Flateyrar munu draga úr snjósöfnun á upptakasvæðunum og auka öryggi garðanna þó erfitt sé að leggja formlegt mat á þessi áhrif.

Mynd 9. Yfirlitskort af Flateyri.



Virgni leiðigarðanna og þvergarðsins er talin góð (I).

9.1.4 Kostnaðarmat

Áætlaður byggingarkostnaður varnargarðanna, að meðtöldum kostnaði við að færa vatnsleiðslu og nokkrum öðrum viðbótarkostnaðarliðum, er 390 milljónir kr. samkvæmt skýrslu VST og NGI. Tilboð í byggingu garðanna voru opnuð í ágúst 1996 og voru þau nokkru lægri en kostnaðaráætlun. Samkvæmt endurskoðaðri kostnaðaráætlun verður byggingarkostnaður garðanna u.þ.b. 310 milljónir kr.

9.1.5 Verðmæti varinna eigna

Áætlað verðmæti varinna eigna er 1960 milljónir kr. samkvæmt skýrslu VST og NGI.

10. SÚÐAVÍK

Þorpið Súðavík stendur við Álftafjörð, utarlega í Ísafjarðardjúpi (sjá 10. mynd). Fjörðurinn hefur meginstefnuna suðsuðvestur-norðnorðaustur, en sveigir örlítið og opnast til norðurs. Þorpið stendur vestanmegin fjarðarins, utan við Langeyri, og hefur fram að þessu staðið að mestu undir Súðavíkurhlíð og Súðavíkurfjalli, en einnig neðan við Traðargil. Eftir snjóflóðin sem féllu 16. janúar 1995 var ákveðið að færa byggðina nokkru innar, þannig að hún verði undir öxl Kofra, við mynni Sauradals.

10.1 Súðavíkurhlíð

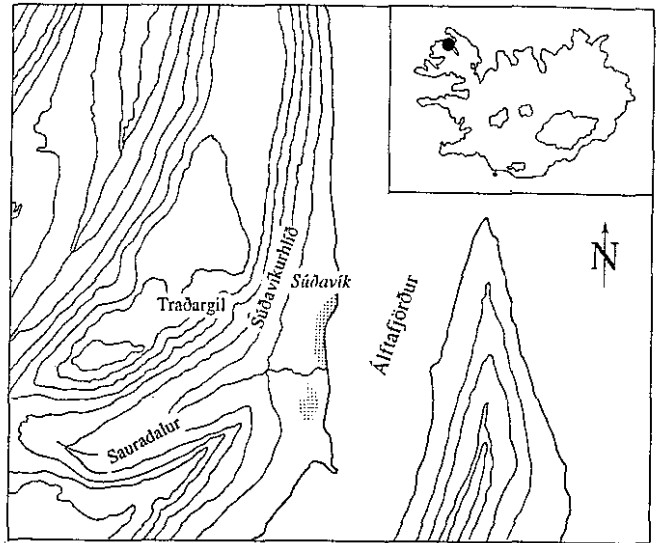
10.1.1 Lýsing

Brún Súðavíkurhlíðar er í 500-600 metra hæð, en að ofan er fjallið fremur flatt. Upp af byggðinni liggur þó hryggur á fjallstoppnum og rís hann um 30 metra yfir umhverfið. Efst í hlíðinni ofan byggðarinnar er klettabelti, sem er skorið af grunnum giljum, en neðar er hlíðin skriðurunnin, án sérstaklega afmarkaðra farvega. Fjallshlíðin hefur stefnuna norður-suður.

Áður en byggðin í Súðavík var flutt var hún mestu leyti undir Súðavíkurhlíð í 3 til 4 húsaröðum niðri undir fjöruborðinu. Þar eru bæði íbúðarhús og fyrirtæki en íbúðarhúsin hafa öll verið keypt upp af Ofanflóðasjóði. Breidd byggðarinnar er um 850 m. Lengd úthlaupssvæðis frá brekkufæti (10° - β punktur) að efstu byggingum sem ekki voru keyptar upp eftir slysið 1995 er um 200 m.

Möguleikar á snjóflóðavörnum fyrir Súðavík voru athugaðar af HNIT (1995a,b).

Mynd 10. Yfirlitskort af Súðavík.



10.1.2 Snjóflóðahætta

Nokkur skráð snjóflóð ná niður á undirlendið ofan byggðarinnar. Snjóflóð þann 16. janúar 1995 féll á þorpið og varð 14 manns að bana. Aftakflóð geta hugsanlega fallið í sjó fram.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1-2 (M, I). Þetta á við byggingarnar sem eftir eru þegar ekki er lengur fóst búseta í húsum sem keypt hafa verið upp af Ofanflóðasjóði.

10.1.3 Tillaga að vörnum

Í skýrslu HNIT eru lagðir fram nokkrir varnarkostir fyrir byggðina. Athugun á vörnum fyrir þær byggingar sem ekki voru keyptar upp af Ofanflóðasjóði er ekki lokið og ekki liggur fyrir hvaða varnarkostur er heppilegastur. Hér verður miðað við valkost númer "5" í skýrslu HNIT (1995b). Þar er um að ræða 560 m langan plóg ofan hafnarsvæðisins. Plógurinn er að mestu byggður úr efni sem dælt er úr sjó og efni úr hlíðinni en stefni hans er steinsteyp. Hann er því svipaðir og garður af tegundinni LII' eins og hún er skilgreind hér.

Virkni plógsins er talin góð (I).

10.1.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður er við plóginn er 140 milljónir kr. samkvæmt skýrslu HNIT (1995b).

10.1.5 Verðmæti varinna eigna

Áætlað verðmæti varinna eigna er 480 milljónir kr. Að auki mun sú tillaga að plógi sem hér er miðað við verja fjölbýlishús við Aðalgötu sem keypt hefur verið upp af Ofanflóðasjóði og er því ekki talið með í verðmæti varinna eigna. Verðmæti fjölbýlishússins er 80 milljónir kr.

10.2 Traðargil

10.2.1 Lýsing

Innan við Súðavíkurlíð tekur við Traðargil, með stefnuna vestnorðvestur-austsuðaustur. Efst er gilið líkara hvilft eða dal, en þrengist þegar neðar dregur í mjótt afmarkað gil. Neðan gilkjafitsins er víðáttumikil aurkeila sem nær niður undir sjó.

Meðfram fjöruborðinu liggur þjóðvegurinn inn Djúp og við hann eru nokkur íbúðarhús sem öll voru keypt upp af Ofanflóðasjóði í kjölfar slyssins 1995. Breidd svæðisins er um 400 m.

Sumir varnarkostanna sem ræddir eru í skýrslu HNIT (1995a) verja byggð á þessu svæði. Þessir varnarkostir voru ekki taldir hagkvæmir og var því ákveðið kaupa upp byggingarnar í stað þess að verja þær.

10.2.2 Snjóflóðahætta

Mörg snjóflóð eru skráð úr gilinu og ná sum þeirra í sjó fram. Snjóflóð sem féll 16. janúar 1995 olli skemmdum á byggingum sem höfðu verið rýmdar nóttina áður.

10.2.3 Æskilegar aðgerðir

Hafa þarf stöðugt eftirlit með snjóflóðahættu að vetrarlagi. Umferð til og frá atvinnusvæðinu við höfnina þarf að takmarka þegar hætta er á snjóflóðum.

10.3 Eyrardalssvæði

10.3.1 Lýsing

Innan við Traðargil er Eyrardalsá og kemur hún úr Sauradal. Sunnan árinna er Kofri, en svo nefnist fremsti hluti Hlíðarfjalls. Kofri er 635 m hár, brattur og hömrum girtur tindur. Frá Kofra liggur öxl, Kofrahögg, niður að bænum Eyrardal, og afmarkar öxlin fremsta hluta Sauradals að sunnanverðu.

Neðan Kofrahöggsins, frá Eyrardalsá og inn undir Langeyri, hefur verið byggt upp nýtt þorp í Súðavík. Breidd svæðisins er rúmlega 1 km.

10.3.2 Snjóflóðahætta

Snjóflóðahætta er talin lítil samanber skýrslu NGI, HNIT og VÍ (1995).

10.3.3 Æskilegar aðgerðir

Snjóflóðahætta sem íbúarnir búa við stafar einkum af umferð til og frá hafnarsvæðinu en þá þarf að fara um svæðið undir Traðargili.

11. BOLUNGARVÍK

Bolungarvík liggur yst við sunnanvert Ísafjarðardjúp, umgirt bröttum fjöllum, sem ná rúmlega 600 m hæð (sjá 11. mynd). Þéttbýlið er nyrst í vikinni, undir hlíðum Traðarhyrnu, en að austan eru Óshyrna, Hádegisfjall, Mæðarhorn og Heiðnafjall. Ysti hluti Traðarhyrnu nefnist Traðarhorn. Fjallið Ernir stendur fyrir miðri vikinni og skiptir henni í tvennt, sunnan þess er Syðridalur, en norðan eru Tungudalur og Hlíðardalur, aðskildir af Tunguhorni.

Snjóflóð sem hugsanlega ógna byggð í Bolungarvík falla úr Traðarhyrnu. Hún er 640 m á hæð, byggð upp af blágrýti frá tertíertíma, klettum girt að ofan, en skriðurunnin að neðan. Hlíðin ofan byggðarinnar snýr mót suðri og suðaustri.

11.1 Gil í Traðarhyrnu ofan vesturhluta bæjarins

11.1.1 Lýsing

Ofan vesturhluta byggðarinnar liggja nokkrar afmarkaðar rásir eða gil í gegnum klettabeltið í Traðarhyrnu. Breidd byggðarinnar á þessu svæði er um 300 m og teygir hún sig upp í hlíðina.

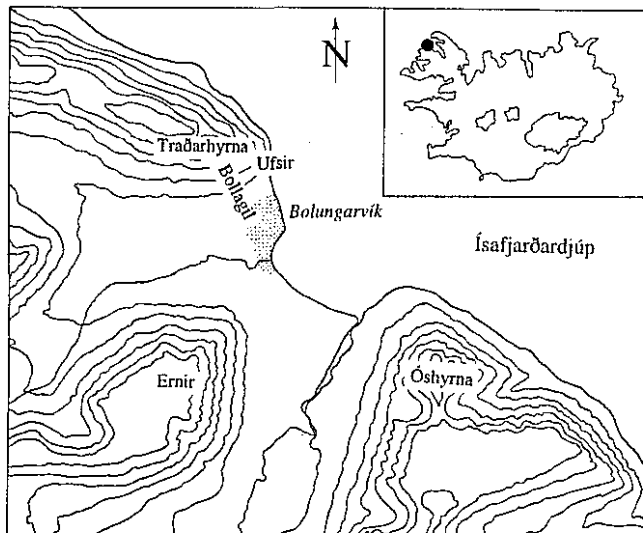
Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

11.1.2 Snjóflóðahætta

Einhver snjóflóðahætta er á svæðinu en skráð snjóflóðasaga er mjög stutt og erfitt er að meta hættuna af þeim sökum. Nýframkomnar heimildir benda til þess að a.m.k. 4 snjóflóð hafi fallið úr hlíðinni ofan gatnanna Dísarlands og Traðarlands síðan 1970. Nokkur snjóflóð eru skráð úr Bollagili austan svæðisins. Samanburður á aðstæðum í Bollagili og giljunum ofan byggðarinnar bendir til þess að meiri snjósöfnunarhætta sé í Bollagili, en ljóst er að hætta er einnig á snjóflóðum úr giljunum ofan byggðarinnar.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 2 (M, II).

Mynd 11. Yfirlitskort af Bolungarvík.



11.1.3 Tillaga að vörnum

Þvergarður ofan byggðarinnar var athugaður. Garðurinn er af tegundinni GI, þ.e. hann snýr brattri hlið upp í hliðina. Þykkt hönnunarflóðsins er ákveðin 1 m. Lítið rými er til garðbyggingar ofan efstu húsanna og hugsanlega þarf að kaupa upp nokkur íbúðarhús til þess að skapa rými fyrir garðinn.

Virgni þvergarðsins er talin óviss (III) sökum þess að erfitt er að leggja mat á snjóflóðahættu á svæðinu (sjá nánar í viðauka I).

11.1.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður við þvergarðinn er 130 milljónir kr. Verðmæti bygginga sem hugsanlega þarf að yfirgefa ef garðurinn er byggður er metið 130 milljónir kr. Heildarkostnaður er því 260 milljónir kr.

11.1.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu undir varnarvirkjunum eru 47 einbýlishús. Áætlað verðmæti varinna eigna er 710 milljónir kr.

11.2 Ufsir

11.2.1 Lýsing

Næst sjónum eru stallar í Traðarhyrnu og nefnast þeir Ufsir. Stallarnir eru það stórir að þeir geta haft áhrif á hreyfingu snjóflóða. Ufsirnar ná nokkuð inn eftir fjallinu, en á móts við götuna Dísarland sleppir þeim og ber þá minna á ójöfnum í fjallshlíðinni.

Breidd byggðarinnar undir Ufsum er um 600 m. Lengd úthlaupssvæðis frá brekkufæti (10° - β punktur) að efstu byggingum er um og yfir 100 m á miklum hluta svæðisins. Mörg íbúðarhús og aðrar byggingar eru á svæðinu.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

11.2.2 Snjóflóðahætta

Snjóflóðahætta er talin lítil en erfitt er að leggja mat á tíðni flóða vegna þess hve skráð snjóflóðasaga er stutt. Hlíðin ofan svæðisins er kúpt og safnar að sér minni snjó en innar.

11.2.3 Æskilegar aðgerðir

Hafa þarf stöðugt eftirlit með snjóflóðahættu að vetrarlagi og rýma efstu hús ef hætta skapast.

11.3 Ernir

11.3.1 Lýsing

Undir fjallinu Erni, yst í Syðridal, stendur hesthúsahverfi Bolvíkinga, ásamt aðveitustöð Orkubús Vestfjarða. Fjallið þar er af sama toga og Traðarhyrnan, en þó eru gil betur afmörkuð og ná lengra niður. Hlíðin ofan hesthúsahverfisins snýr mót austri. Oft er þörf á stöðugri vakt í aðveitustöðinni þegar illa viðrar og hætta er á snjóflóðum, vegna þess að þar er varaafstöð sem keyra þarf við þessar kringumstæður.

Breidd svæðisins er um 200 m. Hesthúsin og aðveitustöðin standa mjög nærri hlíðinni.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

11.3.2 Snjóflóðahætta

Nokkur snjóflóð úr gílinu ofan hesthúsanna eru skráð. Syðstu hesthúsin urðu fyrir snjóflóði 1995. Mun lengra flóð féll 1974, áður en hesthúsin voru byggð, og náði það um 200 m niður fyrir staðinn þar sem hesthúsin standa nú.

Snjóflóðahætta er mjög mikil þar sem hesthúsin standa. Hættan er minni á athafnasvæði Orkubúsins. Hætta er engu að síður á snjóflóðum úr hlíðinni ofan aðveitustöðvarinnar og hugsanlega stafar þar einnig hætta af jaðri snjóflóða úr gílinu ofan hesthúsanna.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 3 (F, I) vegna þess að oft er nauðsynlegt er að hafa stöðuga vakt í stjórnstöðunni þegar hætta á snjóflóðum er mikil. Því er ekki hægt að draga úr slyshættu með rýmingu bygginganna nema að takmörkuðu leyti.

11.3.3 Æskilegar aðgerðir

Gæta þarf mikillar varúðar í hesthúsahverfinu þegar hætta er á snjóflóðum og mælt er með því að hesthúsabyggðin verði færð á öruggara svæði hið fyrsta. Hesthúsin eru um 200 m inni á úthlaupssvæði skráðra snjóflóða og þau eru því mjög hættulega staðsett.

11.3.4 Tillaga að vörnum

Plógur ofan stjórnstöðvar Orkubúsins var athugaður. Plógurinn er af tegundinni LII, þ.e. jarðvegsgarður með halla sem ræðst af skriðhorni jarðvegsins sem hann er byggður úr. Þykkt hönnunarflóðs er ákveðin 1 m vegna þess að farvegir eru opnir í neðanverðri hlíðinni og gert er ráð fyrir fremur litlum flóðum. Stærð og staðsetning plógsins ræðst af því hversu stórt svæði ákveðið er að verja. Ef ástæða er talin til þess að verja spennuvirki sem nú eru staðsett sunnan stjórnstöðvarinnar, þá þarf annað hvort að miða breidd plógsins við núverandi staðsetningu virkjanna eða færa þau austur fyrir stjórnstöðina. Þetta er strangt tiltekið ekki nauðsynlegt vegna öryggis starfsmanna í stjórnstöðinni en dregur úr líkum á því að rafmagnslaust verði á þjónustusvæði Orkubúsins þegar hætta er mest á snjóflóðum. Skemmu norðan stjórnstöðvarinnar má hugsanlega færa á öruggari stað ef talið er erfitt að takmarka umferð um hana á hættutímum. Í tengslum við frekari athugun á vörnum fyrir stjórnstöðina þarf að huga að styrk byggingarinnar gagnvart kófprýstingi frá snjóflóði sem lendir á plógnum. Plógurinn sem lýst er hér miðast við að stjórnstöðin og spennuvirkin sunnan hennar verði varin en athuga þarf stærð hans og staðsetningu nánar í frumhönnun varnanna.

Virkni plógsins er talin góð (I).

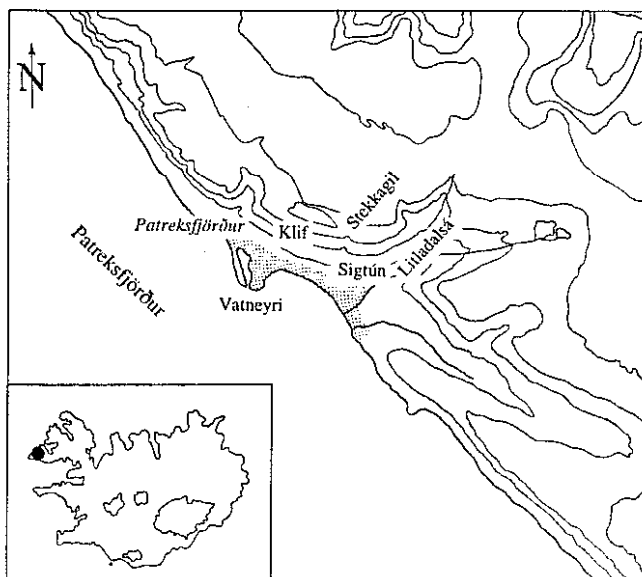
11.3.5 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður er 20 milljónir kr.

11.3.6 Verðmæti varinna eigna

Verðmæti aðalbyggingarinnar og spennuvirkja sunnan hennar er metið 220 milljónir kr. Mikilvægi þess að hægt sé að halda uppi starfsemi í byggingunni á hættutímum er erfitt að meta í krónum og aurum en það er væntanlega umtalsvert.

Mynd 12. Yfirlitskort af Patreksfirði.



12. PATREKSFJÖRÐUR

Kauptúnið Patreksfjörður stendur norðan við samnefndan fjörð, á sunnanverðum Vestfjörðum (sjá 12. mynd). Patreksfjörður og Bíldudalur tilheyra sama sveitarfélagi, sem nefnt er Vesturbyggð einu nafni. Fjöllin norðan og ofan við kauptúnið ná u.þ.b. 400 til 500 m hæð yfir sjó. Kauptúnið byggist upp af tveimur þéttbýliskjörnum, Vatneyri og Geirseyrri. Ofan við Vatneyrina og inn með kauptúninu er fjallið Brellur. Hlíð þess er brött og skriðurunnin, en þó sér á stöku stað í kletta. Klettarnir er mest áberandi yst í fjallinu, ofan hafnarinnar, og einnig í námunda við Stekkagil (Geirseyrargil) sem er innarlega í fjallinu. Þar sem kletta nýtur ekki við er fjallsbrúnnin ávöl.

12.1 Vatneyri

12.1.1 Lýsing

Elsti hluti þorpsins stendur á Vatneyri í grennd við höfnina. Helsta upptakasvæði snjóflóða er opin klettum girt skál sem snýr í suðvestur í 250-300 m h.y.s. Snjóflóðafarvegurinn úr skálinni stefnir á höfnina austanverða.

Breidd byggðarinnar á þessu svæði er um 700 m og teygir hún sig upp í hlíðina. Þar er íbúðarbyggð og ýmsar aðrar byggingar.

Tillögur um varnarsvæði fyrir svæðið hafa verið settar fram (VST 1994b). Þessar tillögur gera ráð fyrir leiðigörðum (annar 9-10 m hár og 170 m langur en hinn 8 m hár og 250 m langur).

12.1.2 Snjóflóðahætta

Snjóflóð úr farveginum ofan hafnarinnar eru tíð og hafa valdið tjóni á nokkrum húsum. Flóðin eru algengust á 150 m breiðu belti á miðju svæðinu og er þar eyða í byggðinni en hættu er einnig á snjóflóðum til hliðar við aðalfarveginn. Skálin á upptakasvæðinu getur safnað í sig miklum snjó. Hengjur myndast oft í klettunum yfir skálinni. Snjóflóð falla helst þegar hengjur falla úr klettunum og geta orðið mjög stór ef djúpur snjór sem flóðið getur gripið með sér er fyrir í skálinni.

Stórt aðsópssvæði fyrir skafrenning er á fjallinu ofan Patreksfjarðar.

Svæðið næst aðalfarveginum er talið á hættustigi 1 (M, I). Svæðið fjær aðalfarveginum er talið á hættustigi 2 (M, II).

12.1.3 Tillaga að vörnum

Leiðigarðar meðfram aðalfarveginum og þvergarðar til hliðar við hann voru athugaðir.

Takmarkað rými fyrir garð á austanverðu svæðinu gerir það að verkum að æskilegt er að byggja þar upptakastoðvirki á ákveðnu svæði í hlífðinni. Hæð stoðvirkjanna er valin 3.0 m efst í hlífðinni og 2.5 m neðar. Alls þarf 300 m af 3 m háum og 1500 m af 2.5 m háum virkjum.

Garðarnir eru af tegundunum LI og GI, þ.e. þeir snúa brattri hlið að farveginum og upp í hlífðina. Þeim er skipt í tvennt eftir mikilvægi. Í fyrsta lagi eru leiðigarðar og þvergarðar sem standa næst aðalfarveginum og í annan stað þvergarðar og upptakastoðvirki fjær. Þvergarðarnir veita vörn gagnvart grjóthruni auk þess að verja svæðið fyrir ofanflóðum. Þykkt hönnunarflóðsins er ákveðin 4 m fyrir leiðigarðana við aðalfarveginn vegna þess að þeir halda að flóðum til beggja hliða og koma í veg fyrir að þau breiði úr sér. Flóðþykktin er valin 1 m fyrir þvergarðana.

Lítið rými er til garðbyggingar ofan efstu húsanna vestan aðalfarvegarins og hugsanlega þarf að fórna tveimur íbúðarhúsum við Hóla til þess að skapa rými fyrir þvergarðinn þar.

Núverandi staðsetning byggðar undir hlífðinni veldur því að aðstæður til varna eru mjög þröngar. Stór flóð sem falla í aðalfarveginum niður á hafnarsvæðið eftir að varnir hafa verið byggðar geta valdið miklu tjóni jafnvel þó varnirnar virki eins og til er ætlast. Erfitt er að ákvarða viðeigandi hönnunarforsendur fyrir ytri hluta þvergarðanna og mjög lítið rými er fyrir þá, einkum að austanverðu. Tillögurnar sem hér er lýst verður að skoða með þessa óvissu í huga.

Virgni leiði- og þvergarðanna næst aðalfarveginum er talin takmörkuð (II). Virgni þvergarðanna og upptakastoðvirkjanna fjær aðalfarveginum er talin góð (I).

Snjósöfnunargrindur á fjallinu ofan Patreksfjarðar munu draga úr snjósöfnun í hlífðinni og auka öryggi garðanna eins og frekar er rætt hér að neðan.

12.1.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður við leiði- og þvergarða næst aðalfarveginum er 100 milljónir kr. Verðmæti bygginga sem hugsanlega þarf að yfirgefa ef garðarnir eru byggðir er metið 30 milljónir kr. Heildarkostnaður er því 130 milljónir kr.

Áætlaður kostnaður við garða og upptakastoðvirki fjær aðalfarveginum er 60 milljónir kr. fyrir garða og 180 milljónir kr. fyrir stoðvirki, samtals 240 milljónir kr.

12.1.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu undir varnavirkjunum eru 72 íbúðarhús og allmargar aðrar byggingar. Áætlað verðmæti varinna eigna er 940 milljónir kr. (230 milljónir kr. næst aðalfarveginum og 710 milljónir kr. fjær honum).

12.2 Klif

12.2.1 Lýsing

Hlíðin austan Vatneyrar nefnist Klif. Hún er kúpt og snýr í suðsuðaustur.

Breidd byggðarinnar á svæðinu er um 650 m og teygir hún sig upp í hlífðina. Um er að ræða íbúðarbyggð og ýmsar aðrar byggingar.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

12.2.2 Snjóflóðahætta

Snjó skefur úr hlífðinni í flestum veðrum og snjóflóðahætta er talin lítil. Hins vegar geta jafnvel tiltölulega lítil snjóflóð verið hættuleg þar sem efstu hús standa mjög nærri brekkunni.

Sjúkrahús og skóli standa nærri hlífðinni austarlega á svæðinu. Þar virðist hættu á grjóthruni og ekki er hægt að útiloka að snjóflóð geti fallið á þessar mikilvægu byggingar.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 2-3 (M, III).

12.2.3 Tillaga að vörnum

Þvergarður ofan sjúkrahússins og skólans var athugaður. Garðurinn er 250 m langur og veitir vörn gegn grjóthruni og litlum snjóflóðum. Garðinn þarf að hafa eins háan og hinar þröngu aðstæður í hlífðinni leyfa. Miðað er við að hann verði 6-10 m hár og að báðar hliðar hans verði hafðar brattar til þess að nýta rými sem best (tegund GIII).

Virkni garðsins er talin góð (I) gagnvart aurskriðum og grjóthruni. Virknin er hins vegar óviss (III) gagnvart snjóflóðum vegna þess að garðurinn er tiltölulega lágur og erfitt er að meta snjóflóðahættu og ákveða hönnunarflóð fyrir staðinn.

Snjósöfnunargrindur á fjallinu ofan Patreksfjarðar munu draga úr snjósöfnun í hlífðinni og auka öryggi garðanna eins og frekar er rætt hér að neðan.

12.2.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður er 50 milljónir kr.

12.2.5 Verðmæti varinna eigna

Garðurinn er einkum ætlaður til þess að verja skólann og spítalann sem samtals eru metnir á 360 milljónir kr. Garðurinn mun einnig veita kyndistöð Orkubús Vestfjarða vernd en hún er metin á 30 milljónir kr. Heildarverðmæti varinna eigna er því 400 milljónir kr.

12.3 Stekkagil

12.3.1 Lýsing

Stekkgil er mjótt og djúpt gil austan Klifs. Aurkeila neðan þess getur veitt ofanflóðum yfir svæði sem er um 300 m að breidd þar sem er þétt íbúðarbyggð.

Tillögur um varnarvirki fyrir svæðið hafa verið settar fram (VST 1994b) og fela í sér net í 80-150 m h.y.s. í gílinu (4 raðir, heildarlengd 250 m).

12.3.2 Snjóflóðahætta

Hætta er á bæði krapa- og snjóflóðum úr gílinu. Krapaflóð varð 3 mönnum að bana 1983. Einnig getur verið hætta á snjóflóðum úr efri hluta gilsins þar sem oft myndast stór skafli í skafrenningi að vetrarlagi. Heimildir eru um krapaflóð úr Stekkagili um 1948 og 1966 eða 1967 auk flóðsins sem slysinu olli árið 1983. Óljósar heimildir benda einnig til krapaflóða fyrir 1948.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1-2 (M, I).

12.3.3 Tillaga að vörnum

Leiðigarðar meðfram farveginum úr gílinu voru athugaðir. Lítið rými er fyrir garðana og verða þeir að vera mjög nærri byggingum sem næst standa. Að vetrarlagi þarf að tryggja að skafrenningur fylli ekki farveginn til þess að virkni garðanna sé óskert þegar hætta verður á flóðum. Brú eða ræsi þarf að byggja þar sem farvegurinn mætir veginum meðfram ströndinni.

Aðgerðir til þess að draga úr uppsöfnun vatns í snjó og krapa neðan gilsins þarf einnig að athuga.

Hætta á krapaflóðum úr Stekkagili er að öllum líkindum meiri en fyrir flesta aðra farvegi sem athugaðir eru í þessari skýrslu. Líklegt er að eftir frekari skoðun þyki rétt að hafa garðana nokkru hærri en garða af tegund LV eins og hún er skilgreind í undirkafla 5.6.1 og þar með dýrari en hér er lagt til. Þetta þarf að skoða nánar í frumhönnun varnanna en það skiptir ekki sköpum fyrir matið á heildarkostnaði við varnir á Patreksfirði sem hér er lagt fram.

Snjóflóð geta hugsanlega átt upptök í hlífðinni austan gilsins. Heimildum um flóðið 1983 ber ekki fullkomlega saman um það hvort snjóflóð úr þessum hluta gilsins kom krapaflóði neðan gilsins af stað eða hvort flóðið byrjaði sem krapaflóð. Mæla þarf snjósöfnun í hlífðinni austan

gilsins á næstu árum. Ef til vill kemur í ljós að rétt sé að reisa þar upptakastoðvirki að lokinni frekari athugun á snjósöfnunaraðstæðum. Kostnaður við slík upptakastoðvirki er ekki meðtalinn í matinu á kostnaði við varnir á Patreksfirði. Svæðið sem um er að ræða er nokkru minna en svæðið þar sem upptakastoðvirki eru lögð til ofan Vatneyrar en gera má ráð fyrir aðstæður til byggingar upptakastoðvirkja séu mun erfiðari austan Stekkagils.

Virgni leiðigarðanna er talin góð (I).

12.3.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður er 20 milljónir kr. að meðtöldum kostnaði við stutta brú eða ræsi á veginum við ströndina.

12.3.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu sem varnirnar miðast við eru 28 íbúðarhús. Áætlað verðmæti varinna eigna er 380 milljónir kr.

12.4 Litladalsá

12.4.1 Lýsing

Litladalsá rennur við eystri mörk byggðarinnar á Patreksfirði. Flóð af völdum krapastíflna í ánni geta ógnað húsum á vestari árbakkanum.

Ekki er auðvelt að tilgreina breidd svæðisins sem flóð geta hugsanlega náð til, en hér er miðað við að hún sé um 150 m. Við ána er þétt íbúðarbyggð.

Í skýrslu VST (1994b) um snjóflóðavarnir fyrir Patreksfjörð eru ræddir möguleikar á görðum til þess að verjast flóðum en beinar tillögur um slíka garða eru ekki settar fram.

12.4.2 Snjóflóðahætta

Krapaflóð eða vatnsflóð af völdum krapastíflu í ánni olli dauðaslysi 1983.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1-2 (M, I).

12.4.3 Tillaga að vörnum

Leiðigarður meðfram vestari bakka árinna var athugaður. Ekki eiga að vera vandkvæði með rými fyrir garðinn en byggingar standa mjög nærri árbakkanum á nokkrum stöðum og getur það leitt til einhvers kostnaðarauka sem ekki er tekið tillit til hér. Að vetrarlagi þarf að tryggja að skafrenningur fylli ekki farveginn til þess að virkni garðsins sé óskert þegar hætta verður á flóðum. Brú eða ræsi þarf að byggja þar sem árfarvegurinn mætir veginum meðfram ströndinni.

Virgni garðsins er talin góð (I).

12.4.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður er 20 milljónir kr. að meðtöldum kostnaði við stutta brú eða ræsi á veginum við ströndina.

12.4.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu sem varnirnar miðast við eru 34 íbúðir í sérbýlishúsum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 530 milljónir kr.

12.5 Sigtúnsvæði

12.5.1 Lýsing

Sigtúnssvæðið er austasti hluti byggðarinnar á Patreksfirði. Hlíðin ofan byggðarinnar snýr í suður. Í brúninni eru tveir grunnir skorningar.

Breidd byggðarinnar á þessu svæði er um 450 m og teygir hún sig upp í hlíðina.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

12.5.2 Snjóflóðahætta

Snjóflóðahætta er talin lítil en tvö lítil flóð eru skráð veturinn 1994 til 1995 þegar óvenju snjóþungt var á sunnanverðum Vestfjörðum eins og víða annars staðar á landinu. Hlíðin ofan svæðisins er kúpt og safnar oftast ekki að sér snjó. Hús standa hins vegar mjög nærri brekkunni.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 4 (M, III).

12.5.3 Tillaga að vörnum

Þvergarður ofan byggðarinnar var athugaður. Garðurinn er af tegundinni GI, þ.e. hann snýr brattri hlið upp í hliðina. Þykkt hönnunarflóðsins er ákveðin 1 m.

Virgni garðsins er talin góð (I) gagnvart aurskriðum og grjóthruni. Virknin er hins vegar takmörkuð (II) gagnvart snjóflóðum vegna þess að erfitt er að meta snjóflóðahættu og ákveða hönnunarflóð fyrir staðinn.

Ef ekki er byggður garður þá þarf að gera ráð fyrir rýmingu efstu húsa þegar hætta skapast á snjóflóðum til þess að tryggja öryggi íbúa.

Snjósöfnunargrindur á fjallinu ofan Patreksfjarðar munu draga úr snjósöfnun í hliðinni og auka öryggi garðanna eins og frekar er rætt hér að neðan.

12.5.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður er 120 milljónir kr.

12.5.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu sem varnirnar miðast við eru 36 íbúðir í sérbýlishúsum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 520 milljónir kr.

12.6 Snjósöfnunargrindur

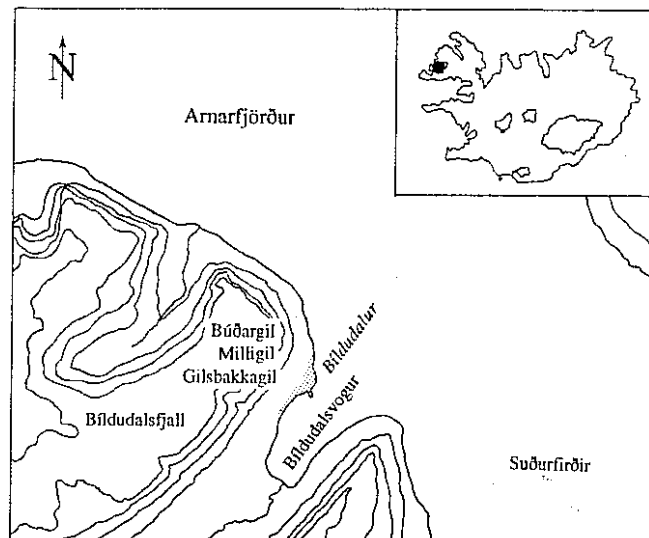
Athuga þarf möguleika á bygginga snjósöfnunargrinda á aðsópssvæðum á fjallinu við Patreksfjörð ofan Vatneyrar, Klifs og Sigtúns. Slíkar grindur munu draga úr snjóburði til upp-takasvæðanna í skafrenningi og bæta öryggi byggðarinnar þó erfitt sé að leggja formlegt mat á þessi áhrif. Skilyrði til byggingar snjósöfnunargrinda á fjallinu virðast góð. Ekki var lagt mat á lengd þeirra og ekki er tekið tillit til kostnaður við þær í kostnaðaráætluninni sem hér er lögð fram.

13. BÍLDUDALUR

Kauptúnið Bíldudalur, sem tilheyrir Vesturbyggð eins og Patreksfjörður, stendur norðan við Bíldudalsvog við sunnanverðan Arnarfjörð (sjá 13. mynd). Liggur vogurinn í stefnuna norðaustur-suðvestur, en byggðin er norðvestan við hann. Ofan við byggðina er Bíldudalsfjall, tæplega 500 m hátt, og snýr hliðin ofan byggðarinnar í suðaustur. Í Bíldudalsfjalli liggja nokkur gil. Stærst þeirra eru Búðargil og Gilsbakkagil. Búðargil er yst og gengur beint upp af eyrinni við höfnina. Neðan þess er myndarleg aurkeila. Gilsbakkagil er álíka stórt og Búðargil og liggur upp af innsta hluta byggðarinnar. Neðan þess er einnig jarðvegskeila og stendur hluti húsanna á henni. Milli þessara stóru gilja eru þrjú minni gil sem hér eru nefnd "Milligil" og eru aurkeilur neðan þeirra mun minni en undir stóru giljunum.

Skýrsla um ofanflóðahættu á Bíldudal og hugsanlegar varnir gegn henni hefur verið tekin saman (Stuðull 1990), en tillögum skýrslunnar um varnir hefur ekki verið hrint í framkvæmd. Tillögurnar fólu í sér garða undir og meðfram aðalfarvegum krapa- og aurflóða í hliðinni. Lágum görðum til varnar krapa- og aurflóðum hefur verið ýtt upp ofan við byggðina.

Mynd 13. Yfirlitskort af Búðudal.



13.1 Búðargil

13.1.1 Lýsing

Búðargil er 400-500 m breitt ofantil en mjókkar niður að gilkaftinum sem er djúpur og þröngur.

Aurkeilan neðan gilsins getur veitt ofanflóðum yfir svæði sem er um 400-500 m að breidd. Þar er íbúðarbyggð sem teygir sig upp í hlíðina og ýmsar aðrar byggingar.

Leiðigarðar til þess að beina krapa- og aurflóðum frá byggðinni eru lagðir til í skýrslu Stuðuls (1990).

13.1.2 Snjóflóðahætta

Heimildir eru um snjóflóð, krapaflóð og aurflóð úr gílinu.

Ofan gilsins getur krapastífla myndað allmikið lón á Búðudalsfjallinu og hleypur krapa og vatn úr því niður gilið þegar stíflan brestur. Slík flóð hrifa með sér krapa, snjó og aur úr gílinu og koma fram sem blanda af vatns- og aurflóði. Stærstu flóð úr gílinu er talið að hafi fallið með þessum hætti en það er þó ekki vitað með vissu.

Stórt aðsópssvæði er á Búðudalsfjalli ofan svæðisins.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1-2 (M, I).

13.1.3 Tillaga að vörnum

Leiðigarður neðan gilsins var athugaður. Plógurinn er af tegundinni LII, þ.e. jarðvegsgarður með halla sem ræðst af skriðhorni jarðvegsins sem hann er byggður úr. Garðurinn beinir ofanflóðum til norðurs þar sem kaupa þarf upp 10 íbúðarhús til þess að ekki sé búið í þeim að vetrarlagi eftir byggingu garðsins. Þykkt hönnunarflóðsins er ákveðin 3-4 m næst gílinu en gera má ráð fyrir að flóðið þynnist þegar það breiðir úr sér neðar á aurkeilunni. Efst þarf garðurinn að vera um og yfir 15 m hár en hæð hans minnkar þegar neðar dregur. Rétt er að víkka gilmunnann til norðurs við byggingu garðsins þar, til þess að beina flóðum frá garðinum og minnka með því leiðihornið eins og hægt er.

Til viðbótar byggingu leiðigarðs er lagt til að gerður verði farvegur til norðurs úr lögðinni á Búðudalsfjalli ofan gilsins. Það ætti að koma í veg fyrir að krapaflóð niður í gilið leysi þar úr læðingi krapa- og aurflóð. Kostnaður við slíkan farveg er talinn lítill í samanburði við kostnað við leiðigarðinn og er hann ekki metinn sérstaklega hér.

Virkni leiðigarðsins er talin góð (I).

13.1.4 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður við leiðigarðinn er 40 milljónir kr. Verðmæti bygginga sem hugsanlega þarf að yfirgefa ef garðurinn er byggður er metið 40 milljónir kr. Heildarkostnaður er því 80 milljónir kr.

13.1.5 *Verðmæti varinna eigna*

Á svæðinu undir varnarvirkjunum eru 52 íbúðir í sérbýli og allmargar aðrar byggingar. Áætlað verðmæti varinna eigna er 500 milljónir kr.

13.2 Milligil/Gilsbakkagil

13.2.1 *Lýsing*

Byggðin á Bíldudal hefur á seinni áratugum teygst inn með ströndinni undir Milligiljum og Gilsbakkagili og er breidd hennar nú um 400 m á hvoru svæði um sig. Efstu hús standa mjög nærri brekkunni.

Leiðigarðar til þess að beina krapa- og aurflóðum frá byggðinni eru lagðir til í skýrslu Stuðuls (1990):

13.2.2 *Snjóflóðahætta*

Nokkur aurflóð og krapaflóð hafa fallið úr hlíðinni milli Búðargils og Gilsbakkagils og einnig yfir aurkeiluna neðan Gilsbakkagils. Sum flóðanna fóru yfir hina lágu garða sem ýtt hefur verið upp ofan efstu húsa (t.d. 1969). Engin snjóflóð eru skráð á svæðinu.

Stórt aðsópssvæði er á Bíldudalsfjalli ofan svæðisins.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 3 (M, III).

13.2.3 *Tillaga að vörnum*

Byggðin er breið og erfitt er að gera tillögu um varnir sem ekki eru óhóflega kostnaðarsamar í hlutfalli við verðmæti eigna á svæðinu. Engar heimildir eru um snjóflóð úr hlíðinni en snjóflóð úr henni eru hugsanleg ef þar verður umtalsverð snjósöfnun. Nauðsynlegt er að hækka og bæta garða sem ýtt hefur verið upp til að verjast aurflóðum og ganga betur frá farvegum eða rásum sem liggja niður í gegnum byggðina.

Þvergarður af tegundinni GII undir endilangri hlíðinni voru athugaðir, svo og lagfæringar á bökkum þriggja aurflóðafarvega. Brýr eða ræsi þarf að byggja þar sem farvegirnir mæta veginum meðfram ströndinni. Garðarnir sem eru um 6 m háir hafa einkum þann tilgang að stöðva aurflóð og verjast grjóthruni. Þeir veita ekki þurrum snjóflóðum mikið viðnám en þó munu þeir stöðva lítil flóð sem annars kynnu að valda tjóni í húsum næst hlíðinni.

Virgni gærðanna er talin góð (I) gagnvart aurskriðum og grjóthruni. Virknin er hins vegar óviss (III) gagnvart snjóflóðum vegna þess að garðarnir eru mjög lágir og erfitt er að meta snjóflóðahættu og ákveða hönnunarflóð fyrir staðinn.

Hafa þarf stöðugt eftirlit með snjóflóðahættu að vetrarlagi og rýma efstu hús ef hætta skapast.

13.2.4 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður við þvergarða er 40 milljónir kr. Kostnaður við leiðigarða á bökkum farvega er áætlaður 40 milljónir kr. að meðtöldum kostnaði við þrjár stuttar brýr eða ræsi á veginum við ströndina. Heildarkostnaður er því 80 milljónir kr.

13.2.5 *Verðmæti varinna eigna*

Á svæðinu eru 59 íbúðir í sérbýli, fjölbýlishús með 11 íbúðum og nokkrar aðrar byggingar. Áætlað verðmæti varinna eigna er 550 milljónir kr.

13.3 Snjósöfnunargrindur

Athuga þarf möguleika á byggingu snjósöfnunargrinda á aðsópssvæðum á Bíldudalsfjalli. Slíkar grindur munu draga úr snjóburði til hugsanlegra upptakasvæða í skafrenningi og bæta öryggi byggðarinnar þó erfitt sé að leggja formlegt mat á þessi áhrif. Skilyrði til byggingar snjósöfnunargrinda á fjallinu virðast góð. Ekki var lagt mat á lengd þeirra og ekki er tekið tillit til kostnaður við þær í kostnaðaráætluninni sem hér er lögð fram.

14. NESKAUPSTAÐUR

Neskaupstaður stendur norðan við Norðfjörð sem liggur nokkurn veginn í austur-vestur og gengur inn frá Norðfjarðarflóa (sjá 14. mynd). Sunnan Norðfjarðar ganga Hellisfjörður og Viðfjörður inn úr Norðfjarðarflóanum. Fjallið fyrir ofan Neskaupstað snýr að mestu móti suðri, þó yst örlítið móti suðaustri. Innst í Neskaupstað er lítil íbúðarbyggð, en þar eru fyrirtæki í rekstri og því oft fjöldi manns á svæðinu. Fyrir utan Mánasvæðið svokallaða, þar sem snjóflóð féll í desember 1974 úr Miðstrandarskarði, er samfelld íbúðarbyggð út á Bakka sem er í austur-enda bæjarins. Undirlendi er lítið sem ekkert við innri hluta byggðarinnar, en neðri hluti hlífðarinnar er meira aflíðandi utarlega í bænum. Fjallið milli Mjóafjarðar og Norðfjarðar er eggjótt og ná eggjarnar víðast 700-800 m hæð. Ofarlega er það skorið af giljum og skörðum. Efst er hvilft eða geil í sumum þeirra og er þar hætta á mikilli snjósöfnun. Helstu gil talin innan frá eru Gunnólfsskarð, Brynjólfsbotnagjá, Innri Sultarbotnagjá, Ytri Sultarbotnagjá, gil við Breiðajaðar, Bræðslugjár, Miðstrandarskarð, Klofagil, Innra- og Ytra-Tröllagil, Urðarbotnar, Sniðgil, Drangaskarð, Skágil, Nesgil, Bakkagil, Uxavogslækjargil, Stóralækjargil og Hálslækjargil.

Byggðin teygir sig um 2.7 km með ströndinni, frá vestari mörkum þéttar byggðar undir Tröllagiljum að austurjaðri bæjarins undir Stóralækjargili.

Snjódýpt hefur verið mæld á upptakasvæðum snjóflóða ofan Neskaupstaðar nokkur síðustu ár. Dýptin er 2-3 m á stórum svæðum í venjulegu árferði (það er að segja u.þ.b. annað hvert ár) og meiri en 3 m í tiltölulega snjóþungum árum (ef til vill fimmta til tíunda hvert ár). Snjódýptarmælingarnar hafa staðið stuttan tíma og gefa þær því mjög grófa mynd af snjósöfnun ofan Neskaupstaðar þegar til lengri tíma er lítið.

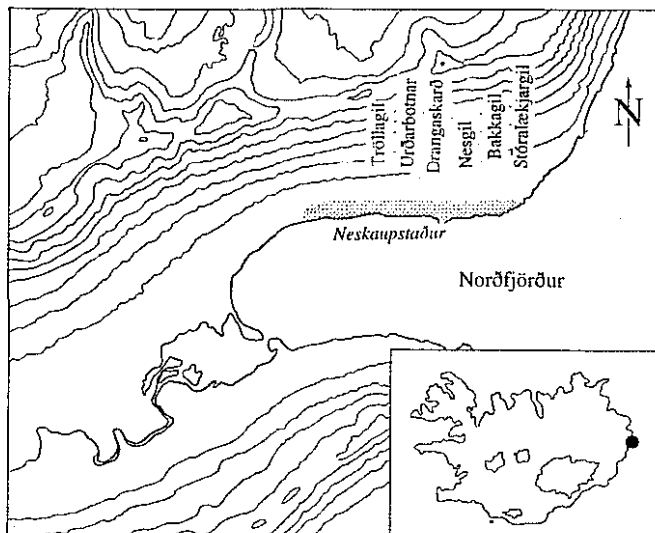
Hætta er á aur- og krapaflóðum á sumum svæðum í Neskaupstað. Þessa hættu þarf að skoða nánar í frumhönnun varna fyrir Neskaupstað en hún var ekki rædd að neinu marki af vinnuhópnum við samantekt þessar skýrslu.

Snjóflóðaaðstæður og snjóflóðavarnir fyrir Neskaupstað hafa verið athugaðar af Quervain (1975), NGI (1976), Árna Jónssyni (1987) og VST (1995). Tillögur NGI fólust einkum í snjóflóðakeilum, leiðigörðum og þvergörðum og gert var ráð fyrir umfangsmiklum rýmingum þegar mikil hætta er á snjóflóðum. Árni Jónsson lagði til 10-20 m háa þvergarða á nokkrum stöðum, svo og vegg til varnar einstökum byggingum. Í tillögum VST er gert ráð fyrir upptaka-stoðvirkjum (netum) í helstu giljum ofan bæjarins og snjóflóðakeilum neðan margra þeirra. Heildarlengd stoðvirkjanna var u.þ.b. 5 km. Varnarmöguleikar sem byggðjast á þvergörðum eru einnig ræddir í skýrslu VST. Varnartillögum VST er nánar lýst hér að neðan.

14.1 Snjóflóðaaðstæður í Neskaupstað

Í Neskaupstað er við meiri vanda að fást í snjóflóðamálum en víðast annars staðar á landinu. Fjöldi bygginga á hugsanlegum snjóflóðahættusvæðum er óvísða meiri. Skráð snjóflóðasaga og líkanreikningar benda til þess að snjóflóðahætta sé hugsanleg í stórum hluta bæjarins. Óhagstæð dreifing byggðarinnar á langri strandlengjunni og hið mikla flatarmál upptakasvæða í hlífðinni gera það að verkum að engar einfaldar lausnir eru til á vörnum fyrir bæinn.

Mynd 14. Yfirlitskort af Neskaupstað.



Mikilvægt atriði varðandi snjóflóðahættu í Neskaupstað er hversu líttill hluti bæjarins getur talist öruggur þegar mikil hættu er á snjóflóðum. Þetta veldur því að það er erfiðleikum bundið að skipuleggja umfangsmiklar rýmingar í Neskaupstað. Hætta getur skapast á stórslysi þegar miklu fjölmenni er safnað saman á litlu svæði þó svo þetta svæði sé talið öruggara en aðrir hlutar bæjarins. Af þessum sökum eru snjóflóðavarnir og annar viðbúnaður gegn snjóflóðum í Neskaupstað sérstaklega aðkallandi og jafnvel mikilvægari en fyrir aðra staði á landinu þó áhætta af völdum snjóflóða víða annars staðar sé ekki minni en í Neskaupstað.

Austarlega í Neskaupstað er viðáttumikið úthlaupssvæði snjóflóða ofan byggðarinnar með halla um eða undir 10° . Lengd úthlaupssvæðis frá brekkufæti (10° - β punktur) að efstu byggingum er 300–350 m neðan Nesgils og Bakkagils austarlega í bænum og 500 m neðan Stóralækjargils sem er austasta gilið yfir byggðinni. Úthlaupssvæðið mjókkar eftir því sem vestar dregur og er halli brekkunnar við efstu hús um 10° neðan Tröllagilja sem eru vestustu gilin yfir þéttbýlinu. Halli hlíðarinnar vex tiltölulega hægt í fyrstu og er hann á bilinu 10° til 20° á 300–500 m svæði ofan byggðarinnar.

Gera má ráð fyrir að lengstu skráðu snjóflóð í Neskaupstað séu lengstu flóð sem fallið hafa á um 100 ára tímabili. Víða á landinu er skráð snjóflóðasaga mun skemmri, oft aðeins örfáir áratugir. Tíðni snjóflóðahrina í Neskaupstað virðist lægri en tíðni flóðahrina í hættulegustu snjóflóðafarvegum á Vestfjörðum. Mikil snjóflóð féllu í Norðfirði á árunum 1885, 1894, 1936 and 1974. Þrátt fyrir að allmörg snjóflóð séu einnig skráð milli þessara verstu ára þá virðast oft líða allmörg ár eða áratugir milli þess að alvarleg snjóflóðahætta komi upp í Neskaupstað. Af þessari ástæðu má ætla að hönnunarflóð sem svarar til tiltekinnar áhættu eigi að vera heldur minna fyrir Neskaupstað en fyrir aðra staði á landinu þar sem tíðni flóða er meiri. Ekki er hægt að leggja formlegt mat á þetta atriði innan þess einfalda ramma sem þessi skýrsla er unnin. Hins vegar er rétt að taka þetta til skoðunar í frekari vinnu við mat á snjóflóðahættu og snjóflóðavörnum í Neskaupstað.

Nokkur skráð snjóflóð hafa náð langt inn á það svæði sem nú er byggt og sum þeirra hafa fallið í sjó fram. Snjóflóð úr Bræðslugjám og Miðstrandarskarði 1974 urðu samtals 12 manns að bana. Hætta á snjóflóðum í Neskaupstað er mest undir giljunum sem talin eru upp í undirkaflanum hér að framan og eru Sultarbotnagjár, Bræðslugjár, Miðstrandarskarð, Tröllagilin og Drangaskarð talin hættulegustu snjóflóðasvæðin. Fyrir neðan Tröllagil og Drangaskarð er þétt íbúðarbyggð. Nokkur snjóflóð eru einnig skráð úr hlíðinni milli giljanna en þau eru minni og fátíðari en úr aðalgiljunum. Heimildir benda til þess að seint á síðustu öld hafi flóð fallið "meira og minna á allri ströndinni milli Tröllaness og Naustahvamms" í bænum vestanverðum.

Tveir möguleikar koma einkum til greina varðandi snjóflóðavarnir fyrir Neskaupstað. Annars

vegar háir þvergarðar á hinu víðáttumikla úthlaupssvæði ofan byggðarinnar og hins vegar upp-takastoðvirki í hvílfunum eða skálunum sem eru ofan helstu snjóflóðafarvega. Báðir þessir möguleikar eru mjög kostnaðarsamir og hafa hvor sína kosti og galla. Áætlaður kostnaður við varnarvirkin á hverju svæði er hins vegar mun minni en heildarverðmæti eigna á viðkomandi svæði eins og það er metið hér (víðast á stærðarþreppinu helmingur til fjórðungur, samanber töflu 4).

Líkanreikningar gefa til kynna að hraði snjóflóða neðan sumra giljanna sé það mikill að nota þurfi snjóflóðakeilur til þess að hægja á flóðum áður en þau lenda á þvergörðum neðan keilanna. Hönnunarforsendur fyrir slíkar keilur eru mjög óvissar sérstaklega þegar um þurr snjóflóð er að ræða. Hér er miðað við að keilurnar séu 12 m háar, snúi brattri hlið upp í hliðina og séu aflangar í stefnu hennar.

Undir Tröllagiljum standa efstu byggingar nær hliðinni en austar í bænum og hraði snjóflóða getur því orðið meiri þar. Varnir byggðar á þvergörðum og snjóflóðakeilum eru af þeim sökum meiri erfiðleikum bundnar þar en annars staðar. Garðarnir sem athugaðir eru fyrir Tröllagiljasvæðið miðast við að svæðið verði rýmt þegar hætta skapast á snjóflóðum til þess að auka öryggi íbúanna.

Meginkostur varna sem felast í þvergörðum og snjóflóðakeilum er að garðarnir yrðu byggðir undir endilangri hliðinni og veita því bæði vörn gagnvart flóðum úr aðalgiljunum og einnig gagnvart flóðum sem eiga upptök sín í hliðinni milli giljanna. Meginókostur þessarar lausnar er hins vegar hið mikla umfang garðanna og neikvæð áhrif þeirra á umhverfið, óvissar hönnunarforsendur fyrir snjóflóðakeilur þegar um þurr snjóflóð er að ræða og vandamálið sem við er að eiga varðandi virkni varnanna undir Tröllagiljum.

Stoðvirki á helstu upptakasvæðum snjóflóða ofan Neskaupstaðar yrðu óhjákvæmilega mjög umfangsmikil. Mikilvægt er að stoðvirkin byrji ofarlega á upptakasvæðunum til þess að ekki sé hætta á að snjóflóð sem eiga upptök ofan virkjanna komi af stað flóði á svæðinu þar sem stoðvirkin eru. Meginkostur stoðvirkjanna ef vel tekst til með byggingu þeirra er lítil umhverf-ísröskun. Helsti ókostur þeirra er hins vegar að snjóflóðhætta sem ekki er auðvelt að meta yrði áfram úr hliðinni milli aðalgiljanna. Skortur á upplýsingum um hámarkssnjódýpt veldur jafnframt erfiðleikum við hönnun stoðvirkja eins og raunar á öðrum snjóflóðahættusvæðum á Íslandi. Einnig verður að gera ráð fyrir að ákveðin hætta stafi af snjóflóðum sem kunna að falla ef snjódypt við aftakaaðstæður verður meiri en miðað var við við hönnun virkjanna.

Þvergarða er hægt að byggja með brattri hlið upp í hliðina (tegund GI) eða með meira aflíðandi hlið upp í hliðina (tegund GII) og þá heldur hærrí. Svo virðist sem kostnaður yrði í aðalatriðum svipaður í báðum tilfellum. Slæmt veður olli erfiðleikum við mat vinnuhópsins á nauðsynlegu umfangi stoðvirkja á upptakasvæðum ofan Neskaupstaðar. Gróft mat var þó lagt á umfang upp-takastoðvirkja í Drangaskarði og Tröllagiljum (sjá töflu 9) og kemur í ljós að kostnaður við upp-takastoðvirki á þessum svæðum er sambærilegur eða hærrí en kostnaður við þvergarða og snjóflóðakeilur. Kostnaður við þrjá meginvalkosti á snjóflóðavörnum fyrir Neskaupstað, þ.e. bratta garða, hefðbundna jarðvegsgarða og upptakastoðvirki, virðist því í grófum dráttum sambærilegur. Samandreginn kostnaður við snjóflóðavarnir fyrir Neskaupstað sem gefinn er upp í töflum 4 til 8 er að mestu leyti byggður á áætluðum kostnaði við bratta garða en áætlaður kostnaður við upptakastoðvirki í Drangaskarði og Tröllagiljum er einnig tilgreindur til samanburðar.

Á svæðinu vestan Tröllagilja er hætta á snjóflóðum úr mörgum giljum, þ.e. Klofagili, Miðstrandarskarði, Bræðslugjám og Sultarbotnagjám. Þetta svæði er innan við þéttbýlið í Neskaupstað en þar eru nokkur íbúðarhús og stór atvinnufyrirtæki. Umfangsmiklir garðar eða upp-takastoðvirki til þess að verja þetta svæði í heild virðast ekki koma til greina vegna kostnaðar.

Varnir fyrir einstakar mikilvægar byggingar og uppkaup annarra bygginga sem ekki er hagkvæmt að verja virðast hagstæðari kostur.

Enn einn möguleikinn á vörnum fyrir Neskaupstað felst í byggingu bæði upptakastoðvirkja og þvergarða/snjóflóðakeila sem hvort um sig yrði umfangsminna en í lausn sem byggist eingöngu á öðrum möguleikanum. Vinnuhópurinn lagði ekki beint mat á þennan möguleika vegna þess að líklegt er að kostnaður við hann sé ekki ósvipaður og fyrir hina tvo. Alla þessa möguleika þarf að kanna nánar í frekari rannsóknum á snjóflóðavörnum fyrir Neskaupstað.

14.2 Stóralækjargil

14.2.1 Lýsing

Stóralækjargil er austasta gilið yfir byggðinni í Neskaupstað. Það er breitt og skálarlaga að ofanverðu. Minni og lægri gil í opinni hlíð vestan Stóralækjargils eru hér talin til svæðisins undir Stóralækjargili.

Breidd svæðisins er um 400 m og þar er allnokkur íbúðarbyggð. Lengd úthlaupssvæðis frá brekkufæti (10° - β punktur) að efstu byggingum er um 500 m.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

14.2.2 Snjóflóðahætta

Snjóflóð eru skráð úr Stóralækjargili og einnig úr minni giljunum vestan þess. Lengstu flóðin stöðvuðust í um 100 m h.y.s. sem er um 500 m frá efstu byggingum. Snjóflóðahætta er talin mun minni en vestar í bænum. Þess ber að geta að byggð á svæðinu er ný og snjóflóðasaga því mun styttri en austar í bænum.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 2-3 (M, II).

14.2.3 Tillaga að vörnum

Þvergarður ofan byggðarinnar var athugaður. Garðurinn tengist garði undir Nesgili/Bakkagili að vestan.

Virkni garðsins er talin góð (I).

14.2.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður er 120 milljónir kr.

14.2.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu undir varnarvirkjunum eru 19 íbúðir í sérbýli og 10 íbúðir í fjölbýlishúsum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 360 milljónir kr.

14.3 Nesgil/Bakkagil

14.3.1 Lýsing

Nesgil og Bakkagil eru næstu stóru gil vestan Stóralækjargils. Upptakasvæði ofan giljanna eru allbreiðar skálar.

Breidd svæðisins er um 700 m og þar er þétt íbúðarbyggð og ýmsar aðrar byggingar. Lengd úthlaupssvæðis frá brekkufæti (10° - β punktur) að efstu byggingum er 300-350 m.

Í skýrslu VST (1995) eru lagðar til snjóflóðakeilur ofan efstu bygginga á svæðinu.

14.3.2 Snjóflóðahætta

Skráð flóð hafa stöðvast 80-150 m frá efstu byggingum undir Nesgili og flóð stöðvaðist mjög skammt ofan efstu húsa undir Bakkagili 1974.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1-2 (M, I).

14.3.3 *Tillaga að vörnum*

Þvergarður ofan byggðarinnar var athugaður. Garðurinn tengist garði undir Drangaskarði til vesturs með 10 m háum tengigarði.

Virkni garðanna er talin góð (I).

14.3.4 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður við þvergarðinn ásamt tengigarði til vesturs er 290 milljónir kr.

14.3.5 *Verðmæti varinna eigna*

Á svæðinu undir varnarvirkjunum eru 93 íbúðir í sérbýli, 90 íbúðir í fjölbýlishúsum og ýmsar aðrar byggingar. Áætlað verðmæti varinna eigna er 2840 milljónir kr.

14.4 Drangaskarð

14.4.1 *Lýsing*

Drangaskarð er talið meðal hættulegustu snjóflóðafarvega í Neskaupstað. Aðalupptakasvæðið er breið og djúp skál undir háum klettum efst í fjallinu. Snjóflóð úr Skágili næst austan Drangaskarðs ógna sama svæði í bænum og einnig eru skráð flóð úr hlíðinni vestan Drangaskarðs.

Breidd svæðisins er um 400 m og þar er þétt íbúðarbyggð og ýmsar aðrar byggingar. Halli hlíðarinnar við efstu hús er um 10°.

Í skýrslu VST (1995) eru lögð til upptakastoðvirki (4 og 5 raðir, heildarlengd um 1600 m) og snjóflóðakeilur ofan efstu bygginga á svæðinu.

14.4.2 *Snjóflóðahætta*

Snjóflóð sem féll 1894 náði um 250 m inn í núverandi byggð. Snjóflóð eru einnig skráð úr fjallinu beggja vegna Drangaskarðs á þessu svæði.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1 (M, I).

14.4.3 *Tillaga að vörnum*

Tveir möguleikar á vörnum voru athugaðir. Fyrri möguleikinn felst í bröttum þvergarði með tveimur röðum af 12 m háum snjóflóðakeilum ofan garðsins. Seinni möguleikinn felst í upptakastoðvirkjum í Drangaskarðinu sjálfu. Hæð virkjanna er valin 4 m efst og 3.5 m neðar. Alls þarf 600 m af 4 m háum og 2100 m af 3.5 m háum virkjum. Ekki var hugað að stoðvirkjum í Skágili eða vestan Drangaskarðs en nánari skoðun á snjósöfnun í hlíðinni á þessum stöðum getur leitt til þess að einnig verði talið nauðsynlegt að byggja stoðvirki þar. Þetta á ekki síst við um Skágil sem oft hleypur samtímis Drangaskarði.

Virkni þvergarðs og snjóflóðakeila er takmörkuð af óvissum hönnunarforsendum fyrir snjóflóðakeilur (I-II). Virkni upptakastoðvirkja takmarkast hins vegar af óvissu um nauðsynlegt umfang þeirra og er talin hin sama og fyrir garðana (I-II).

14.4.4 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður valkostiðsins með þvergarði og snjóflóðakeilum er 410 milljónir kr. Kostnaður við upptakastoðvirki er hins vegar áætlaður 420 milljónir kr.

14.4.5 *Verðmæti varinna eigna*

Á svæðinu undir varnarvirkjunum eru 53 íbúðir í sérbýli, 19 íbúðir í fjölbýlishúsum og ýmsar aðrar byggingar. Áætlað verðmæti varinna eigna er 1400 milljónir kr.

14.5 Urðarbotnar

14.5.1 Lýsing

Urðarbotnar eru tiltölulega opin hlíð vestan Drangaskarðs. Nokkur gil eru í neðri hluta hlíðarinnar í Urðarbotnum.

Breidd svæðisins er um 350 m og þar er þétt íbúðarbyggð og ýmsar aðrar byggingar. Halli hlíðarinnar við efstu hús er um 10°.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

14.5.2 Snjóflóðahætta

Skráð snjóflóð hafa stöðvast 50-100 m ofan efstu bygginga á svæðinu. Snjóflóðahætta er talin minni en undir Drangaskarði að austan og Tröllagiljum að vestan.

Svæðið undir varnavirkjunum er talið á hættustigi 2 (M, I-II).

14.5.3 Tillaga að vörnum

Brattur þvergarður með tveimur röðum af 12 m háum snjóflóðakeilum fyrir ofan var athugaður. Garðurinn tengist garði undir Drangaskarði til austurs með 10 m háum tengigarði.

Virgni þvergarðs og snjóflóðakeila er takmörkuð af óvissum hönnunarforsendum fyrir snjóflóðakeilur (I-II).

14.5.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður við þvergarð, snjóflóðakeilur og tengigarð til austurs er 280 milljónir kr.

14.5.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu undir varnavirkjunum eru 49 íbúðir í sérþýli, 47 íbúðir í fjölbýlishúsum og ýmsar aðrar byggingar. Áætlað verðmæti varinna eigna er 1550 milljónir kr.

14.6 Svæðið milli Tröllagilja og Urðarbotna

14.6.1 Lýsing

Hlíðin milli Tröllagilja og Urðarbotna er án gilja. Efri hluti hlíðarinnar er kúptur og er þess vegna ekki eins hættulegur sem upptakasvæði snjóflóða og svæðin að austan og vestan.

Breidd svæðisins er um 350 m og þar er þétt íbúðarbyggð.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

14.6.2 Snjóflóðahætta

Engin þekkt snjóflóð hafa stöðvast nærri byggðinni og er snjóflóðahætta talin mun minni en næst fyrir austan og vestan.

Svæðið undir varnavirkjunum er talið á hættustigi 3 (M, III).

14.6.3 Tillaga að vörnum

Tiltölulega lágur (þ.e. 10 m hár) varnargarður sem tengir saman garðana undir Tröllagiljum og Urðarbotnum var athugaður. Hæð garðsins er ekki byggð á líkanreikningum af hraða snjóflóða. Hann er ætlaður til þess að veita vörn gegn smærri flóðum sem hugsanleg eru þó ekki séu heimildir fyrir þeim á þessum stað (sjá nánar í viðauka I).

Virgni garðsins er takmörkuð (I-II) vegna þess að erfitt er að leggja mat á snjóflóðahættu og velja hönnunarflóð.

14.6.4 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður er 60 milljónir kr.

14.6.5 *Verðmæti varinna eigna*

Á svæðinu undir varnarvirkjunum eru 27 íbúðir í sérbyli og 17 íbúðir í fjölbýlishúsum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 420 milljónir kr.

14.7 Tröllagil

14.7.1 *Lýsing*

Innra-Tröllagil og Ytra-Tröllagil eru tvö stór gil sem talin eru meðal hættulegustu snjóflóðafarvega í Neskaupstað. Aðalupptakasvæðið ofan Innra-Tröllagils er um 300 m breið klettótt skál eða hvilft sem opnast niður í djúpt gil. Upptakasvæði ofan Ytra-Tröllagils er opnara og um 200 m breitt. Flóð eru einnig skráð úr hlíðinni næst vestan Innra-Tröllagils.

Breidd svæðisins er um 600 m og þar er þétt íbúðarbyggð og ýmsar aðrar byggingar. Halli hlíðarinnar við efstu hús er um 10°.

Í skýrslu VST (1995) eru lögð til upptakastoðvirki (4 til 11 raðir eftir útfærslu, heildarlengd a.m.k. 2000 m) og snjóflóðakeilur ofan efstu bygginga á svæðinu.

14.7.2 *Snjóflóðahætta*

Snjóflóð hafa fallið í sjó fram á Tröllanesi og nokkur önnur flóð hafa fallið niður undir efstu hús á svæðinu.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1 (M, I).

14.7.3 *Tillaga að vörnum*

Tveir möguleikar á vörnum voru athugaðir. Fyrri möguleikinn felst í þvergarði og snjóflóðakeilum eins og neðan Drangaskarðs og Urðarbotna. Eins og nefnt var í upphafi umfjöllunarinnar um Neskaupstað þá standa efstu hús undir Tröllagiljum nær hlíðinni en austar í bænum. Hraði hönnunarsnjóflóða á sömu forsendum og annars staðar er því meiri við þvergarð hér en við aðra þvergarða í Neskaupstað. Vinnuhópurinn telur ekki raunhæft að byggja þvergarð undir Tröllagiljum sem stöðvað getur snjóflóð á slíkum hraða (sjá nánar í viðauka I). Þvergarðurinn sem hér er lýst er miðaður við hönnunarflóð sem endar í flæðarmálinu en það svarar til lengsta skráða snjóflóðs á þessum stað (flóð þetta hefði reyndar náð lengra ef það hefði ekki endað í sjónum). Gert er ráð fyrir rýmingarviðbúnaði undir Tröllagiljum eftir að garður af þessari stærð hefur verið byggður.

Seinni möguleikinn felst í upptakastoðvirkjum á upptakasvæðum í giljunum. Hæð virkjanna er valin 4 m efst og 3.5 m neðar. Alls þarf 400 m af 4 m háum og 1800 m 3.5 m háum virkjum í Ytra-Tröllagili, en 600 m af 4 m háum og 1800 m af 3.5 m háum virkjum í Innra-Tröllagili. Ekki var hugað að stoðvirkjum í hlíðinni vestan Innra-Tröllagils en nánari skoðun á snjósöfnun þar getur leitt til þess að einnig verði talið nauðsynlegt að byggja stoðvirki þar.

Virgni þvergarðs og snjóflóðakeila er takmörkuð (II) vegna þess að miðað var við tiltölulega lítið hönnunarflóð og vegna óvissra hönnunarforsenda fyrir snjóflóðakeilur. Virkni upptakastoðvirkja takmarkast af óvissu um nauðsynlegt umfang þeirra en er engu að síður talin heldur betri en fyrir garðana (I-II).

14.7.4 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður valkostiðs með þvergarði og snjóflóðakeilum er 710 milljónir kr. Kostnaður við upptakastoðvirki er áætlaður 710 milljónir kr.

14.7.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu undir varnarvirkjunum eru 56 íbúðir í sérbyli, 24 íbúðir í fjölbýlishúsum og ýmsar aðrar byggingar. Áætlað verðmæti varinna eigna er 1130 milljónir kr.

14.8 Svæðið vestan Tröllagilja

14.8.1 Lýsing

Margir snjóflóðafarvegir eru á hinu stóra svæði vestan Tröllagilja eins og nefnt er upphafi umfjöllunarinnar um Neskaupstað hér að framan. Þeir helstu eru Klofagil, Miðstrandarskarði, Bræðslugjár og Sultarbotnagjár.

Breidd svæðisins er um 1600 m og þar eru ýmis mikilvæg atvinnufyrirtæki og nokkur íbúðarhús.

Í skýrslu VST (1995) eru lögð til upptakastoðvirki (3 og 4 raðir, heildarlengd um 1800 m) og snjóflóðakeilur ofan efstu bygginga á svæðinu, auk þess sem lagt er til að sumar byggingar sem of dýrt er að verja verði keyptar upp.

14.8.2 Snjóflóðahætta

Nokkur flóð hafa fallið í sjó fram á svæðinu og snjóflóð úr Bræðslugjám og Miðstrandarskarði 1974 ollu mannskæðum slysum eins og áður var nefnt. Þrátt fyrir að ekki sé mikil íbúðarbyggð á svæðinu þá er ekki hægt að líta fram hjá slyshættu í tengslum við atvinnustarfsemina.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1 (M, I).

14.8.3 Tillaga að vörnum

Athugaðir voru varnarveggir (8-10 m háir, tegund GIV, sjá undirkafla 5.6.1) ofan tveggja helstu atvinnufyrirtækjanna á svæðinu, Loðnubræðslunnar (Naustahvammur 67-69) og Saltfiskverkunarinnar (Naustahvammur 41-43). Veggurinn ofan Loðnubræðslunnar þarf að vera um 100 m langur og veggurinn ofan Saltfiskverkunarinnar þarf að vera um 75 m langur. Í ráði er að flytja starfsemi Frystihússins (Strandgata 76-79), sem er þriðja stóra fyrirtækið á svæðinu, í annað húsnæði í náninni framtíð og voru varnir fyrir Frystihúsið því ekki athugaðar.

Varnir fyrir aðrar byggingar á svæðinu en Loðnubræðsluna og Saltfiskverkunina koma líklega ekki til greina af kostnaðarástæðum en það þarf að athuga nánar í frekari úttekt á snjóflóðavörnum fyrir Neskaupstað.

Virgni varnanna er talin á bilinu "góð" til "takmörkuð" (I-II) hvað áhrærir öryggi fólks ef byggingarnar eru rýmdar þegar hætta er á snjóflóðum. Virknin er hins vegar talin "óviss" (III) hvað áhrærir byggingarnar sjálfar.

14.8.4 Kostnaðarmat

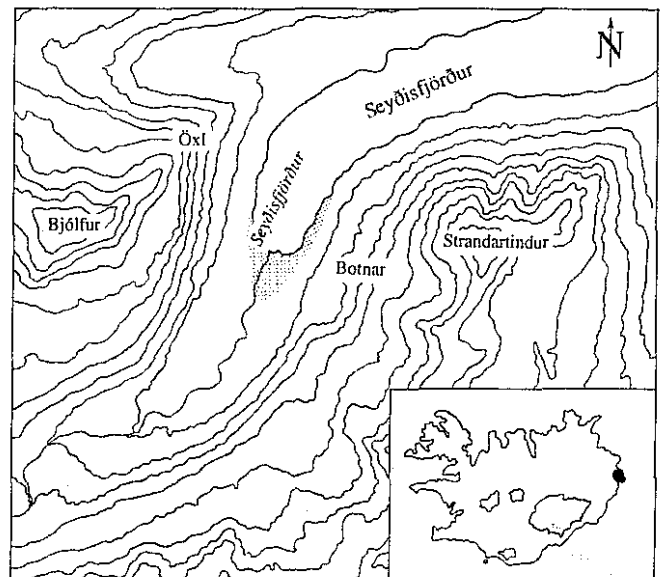
Mjög gróft mat á kostnaði við steypa veggi ofan Loðnubræðslunnar og Saltfiskverkunarinnar er 70 milljónir kr.

Heildarverðmæti eigna sem kemur til greina að keyptar verði upp í framtíðinni er 440 milljónir kr.

14.8.5 Verðmæti varinna eigna

Verðmæti varinna eigna hjá Loðnubræðslunni og Saltfiskverkuninni er 880 milljónir kr. Heildarverðmæti allra eigna á svæðinu að meðtöldum dreifðum íbúðarhúsum og nokkrum byggingum þar sem fram fer atvinnustarfsemi er 1320 milljónir kr.

Mynd 15. Yfirlitskort af Seyðisfirði.



15. SEYÐISFJÖRÐUR

Kaupstaðurinn Seyðisfjörður liggur í botni samnefnds fjarðar (sjá 15. mynd). Meginhluti Seyðisfjarðar stefnir í austnorðaustur-vestsuðvestur en botn hans snýr meira í norðnorðaustur-suðsuðvestur. Norðvestan við kaupstaðinn rís fjallið Bjölfur upp í og yfir 1000 m hæð. Að austanverðu nefnist fjallið Öxl og skilur hún að Vestdal og Seyðisfjörð. Þar fyrir vestan er fjallið bratt og nefnist það Flatafjall. Nokkru vestar myndar fjallið lægri stall, sem nefnist Haugar. Hann breikkar til mikilla muna til vesturs og nefnist þar Haugsmýrar. Hamrabeltið neðan stallsins nefnist Bæjarbrún. Að suðaustanverðu rísa fjöllin Strandartindur, Miðtindur og Innri-Strandartindur upp í og yfir 1000 m hæð. Hlíðar Strandartinds eru mjög brattar og skornar djúpum giljum, en norðan undir Miðtindi myndar fjallið tvo stalla, Efri- og Neðri-Botna.

Snjóflóðaaðstæður á Seyðisfirði voru athugaðar af Quervain (1975). Hann mælti með vörnum fyrir einstakar byggingar á Strandartindssvæðinu og ræddi upptakastoðvirki, leiðigarða og fleiri möguleika á snjóflóðavörnum fyrir norðurhluta bæjarins.

15.1 Öxl

15.1.1 Lýsing

Snjóflóðafarvegir í hlíðinni ofan bæjarins að norðan- og utanverðu eru djúp gil sem snúa í austur. Gilin grynka heldur þegar sunnar dregur í hlíðina.

Breidd svæðisins er um 750 m. Þar er nokkur atvinnustarfsemi en lítil sem engin íbúðarbyggð.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa nema þær sem Quervain ræðir í skýrslu sinni frá 1975.

15.1.2 Snjóflóðahætta

Snjóflóð eru tíð og hafa margsinnis valdið tjóni á fiskverkunarfyriktæki sem staðsett var utarlega á svæðinu. Nokkur flóð hafa fallið í sjó fram. Krapa- og aurflóð eru einnig skráð.

Svæðið er talið á hættustigi 2 (N, I).

15.1.3 Æskilegar aðgerðir

Snjóflóðavarnir fyrir hinar dreifðu byggingar á svæðinu eru vart taldar koma til greina af kostnaðarástæðum. Halda þarf mannfjölda á svæðinu í lágmarki þegar hætta er á snjóflóðum með rýmingum og takmörkun umferðar. Uppkaup eigna koma til greina í framtíðinni til þess að draga úr slyshættu.

Heildarverðmæti allra eigna á svæðinu er metið 400 milljónir kr. Mat þetta felur meðal annars í sér úrelt brunabótamat á verðmæti bryggjumannvirkja og fleiri eigna og er væntanlega ekki

góður mælikvarði á kostnað við uppkaup eigna ef til þeirra kemur í framtíðinni.

15.2 Bjólfur

15.2.1 Lýsing

Fjallið Bjólfur rís hátt yfir byggðina norðan og vestan Seyðisfjarðar. Stór skál eða hvilft er í Bjólfinum ofan stalls í 650 m hæð yfir sjó. Neðan stallsins eru nokkur djúp gil í hlíðinni.

Breidd byggðarinnar á þessu svæði er um 1200 m. Syðst er um að ræða þetta íbúðarbyggð en norðar eru ýmsar aðrar byggingar auk íbúðarhúsa. Efstu byggingar standa mjög nærri hlíðinni.

Hugmyndir um leiðigarð (hæð um 12 m, lengd um 200 m) á úthlaupssvæði snjóflóðs sem féll 1885 hafa komið fram (Verkfræðistofa Siglufjarðar s.f. og Verkfræðistofa Austurlands h.f. 1992). Aðrar hugmyndir um 10 til 18 m háa garða og veggi á svipuðum stað hafa einnig verið settar fram og einnig fyrir svæðið þar norður af. Tillögur um upptakastoðvirki í efri hluta Bjólfsins voru settar fram í ritgerð frá Tækniskóla Íslands (1995) og fólu í sér 2800 m af 3 m háum netum.

15.2.2 Snjóflóðahætta

Nokkur snjóflóð hafa fallið í sjó fram á svæðinu norðanverðu, þeirra á meðal flóð sem féll 1885 og varð 24 manns að bana. Allmörg blaut snjóflóð og aurflóð eru einnig þekkt á svæðinu.

Flóð eru tíðust nyrst á svæðinu á þeim slóðum þar sem flóðið 1885 féll. Mun minni snjóflóðahætta er sunnar á svæðinu og beina gil í hlíðinni þar snjóflóðum hugsanlega frá byggðinni. Snjóflóðahættu er engu að síður ekki hægt að útiloka á suðurhluta svæðisins. Snjóflóð úr Fálkagili geta ógnað syðsta hluta byggðarinnar en úthlaupssvæði snjóflóða úr Jókugili er sunnan byggðarinnar.

Nokkur óvissa er um upptök skráðra snjóflóða á svæðinu. Sumar frásagnir gefa til kynna að stærstu flóðin eigi upptök sín í skálinni ofan stallsins í Bjólfinum en engu að síður verður að teljast hugsanlegt að þau hafi byrjað neðan stallsins. Snjóflóð sem eiga upptök sín í neðri hluta hlíðarinnar neðan stallsins eru þekkt. Grunn skál eða dæld sem nefnist Kálfabotnar og er í 500-625 m h.y.s. er talin hættulegasta upptakasvæði snjóflóða í neðri hluta hlíðarinnar. Tvær aðrar skálar í svipaðri hæð nokkru sunnar virðast einnig hættulegri upptakasvæði en aðrir hlutar hlíðarinnar neðan stallsins.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1 (M, I).

15.2.3 Tillaga að vörnum

Þeir möguleikar á vörnum sem voru athugaðir felast í stórum þvergarði (tegundin GII) á stallinum í 650 m h.y.s. í Bjólfinum, öðrum lægri þvergarði (tegundin GI) niðri á jafnsléttu og upptakastoðvirkjum í Kálfabotnum. Fylgjast þarf með snjódypt í skálunum tveimur sunnan Kálfabotna til þess að athuga hvort stoðvirkja er einnig þörf þar.

Mikil óvissa er um hönnunarflóð fyrir efri þvergarðinn og voru tveir möguleikar á garðhæð, 25 m og 35 m, athugaðir af þessum sökum (sjá nánar í viðauka I).

Hönnunarflóð fyrir neðri garðinn er einnig erfitt að ákveða og hæð hans er ekki byggð á líkanreikningum (sjá nánar í viðauka I). Til greina kemur að byggja neðri garðinn þannig að endar hans til suðurs og norðurs virki sem leiðigarðar gagnvart snjóflóðum úr Fálkagili að sunnanverðu og Kálfabotnum og hlíðinni neðan þeirra að norðanverðu. Þetta þarf að skoða nánar í frumhönnun varna fyrir svæðið.

Lítið rými er til garðbyggingar ofan efstu húsanna á svæðinu sunnanverðu og hugsanlega þarf að fórna fjölbýlishúsi við Gilsbakka til þess að skapa rými fyrir garðinn þar.

Hæð upptakastoðvirkja í Kálfabotnum er valin 4 m. Gert er ráð fyrir 5 röðum milli 535 og 625 m hæðar yfir sjó. Alls þarf 1000 m af stoðvirkjunum.

Gert er ráð fyrir rýmingarviðbúnaði á svæðinu eftir varnir sem hér er lýst hafa verið byggðar vegna óvissu um snjóflóðahættu og að mörgu leyti erfiðra aðstæðna til varna eins og frekar er rætt í viðauka I.

Virkni varnanna er talin góð (I) gagnvart krapa- og aurflóðum en takmörkuð (II) gagnvart snjóflóðum.

15.2.4 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður við þá tvo möguleika á efri þvergarðinum sem athugaðir voru er 150 og 270 milljónir kr. Kostnaður við lægri þvergarðinn er áætlaður 170 milljónir kr. Heildarkostnaður við garða miðað við að stærri efri garðurinn verði fyrir valinu er því 440 milljónir kr. Kostnaður við upptakastoðvirki í Kálfabotnum er áætlaður 170 milljónir kr. Verðmæti íbúða sem hugsanlega þarf að yfirgefa ef neðri garðurinn er byggður er metið 40 milljónir kr. Heildarkostnaður miðað við stærri efri garðinn er því 640 milljónir kr.

15.2.5 *Verðmæti varinna eigna*

Verðmæti varinna eigna er áætlað 1230 milljónir kr.¹.

15.3 Botnar

15.3.1 *Lýsing*

Meginbyggðin á Seyðisfirði liggur við fjörðinn sunnan- og austanverðan undir svokölluðum Botnum. Hlíðin ofan svæðisins snýr í aðalatriðum í vestur og einkennist af djúpum hvíltum ofantil og allmörgum giljum hið neðra.

Breidd byggðarinnar á svæðinu er um 1300 m og teygir hún sig upp undir hlíðina.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa.

15.3.2 *Snjóflóðahætta*

Snjóflóðahætta er talin lítil en efstu hús standa mjög nærri brekkunni.

Krapa- og aurflóð eru skráð úr nokkrum giljum í hlíðinni. Bakkar krapa- og aurflóðafarvega eru víða lágir og slík flóð geta því ógnað húsnum sem standa nærri farvegnum.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 2 (M, I) með tilliti til krapa- og aurflóða. Hættustig með tilliti til snjóflóða er ekki tilgreint.

15.3.3 *Tillaga að vörnum*

Leiðigarðar meðfram þekktum krapa- og aurflóðafarvegum voru athugaðir. Brýr eða ræsi þarf að byggja þar sem farvegirnir mæta vegum.

15.3.4 *Kostnaðarmat*

Heildarkostnaður við leiðigarða á bökkum krapa- og aurflóðafarvega á Strandartinds- og Botnasvæðunum er áætlað 120 milljónir kr.

15.3.5 *Verðmæti varinna eigna*

Verðmæti eigna sem ógnað er af krapa- og aurflóðum er ekki tilgreint hér vegna þess að ekki er ljóst að svo stöddu hversu margar byggingar um er að ræða.

1 Upplýsingar um brunabótamat allmargra eigna á svæðinu vantar. Mat á verðmæti þessara eigna var fengið frá bæjaryfirvöldum á Seyðisfirði.

15.4 Strandartindur

15.4.1 Lýsing

Ofanflóð úr Strandartindi ógna byggð meðfram ströndinni austan Seyðisfjarðar. Hlíðin snýr í vestur og norðvestur. Ofarlega er hún er tiltölulega opin en neðar er hún skorin djúpum bugðóttum giljum.

Breidd svæðisins er um 1300 m og standa þar margar byggingar á mjórri strandlengju undir brattri hlíðinni.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa nema þær sem Quervain ræðir í skýrslu sinni frá 1975.

15.4.2 Snjóflóðahætta

Snjóflóð, krapaflóð og aurflóð úr allmörgum giljanna eru tíð. Aurskriða árið 1950 varð 5 manns að bana utarlega á Strandartindssvæðinu.

Þurr snjóflóð úr hlíðinni ofanverðri þurfa ekki að takmarkast við gilin en engin slík flóð eru þekkt. Snjóflóðaaðstæður eru flóknar vegna þess að gilin gera það að verkum að hættan getur verið mjög staðbundin. Fyrir þessa skýrslu var ekki hægt að kanna snjóflóðaaðstæður á svæðinu í þeim smáatriðum sem nauðsynlegt er til þess að setja fram hugmynd að snjóflóðavörnum þar. Þó var hugað að kostnaði við tiltölulega lága leiðigarða á bökkum helstu krapa- og aurflóðafarvega eins og fyrir Botnasvæðið og lagt mat á heildarkostnað við slíkar garða á báðum svæðunum.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1-2 (M, I) með tilliti til krapa- og aurflóða. Snjóflóðahættu er erfitt að tilgreina án frekari athugunar. Snjóflóð úr helstu giljum eru tíð en hafa takmarkaða útbreiðslu (N, I). Stærri snjóflóð sem ekki eru einskorðuð við gilin eru hugsanleg (M, III). Svæðið er talið á hættustigi 1-2 með tilliti til snjóflóða á þessum grundvelli.

15.4.3 Tillaga að vörnum

Leiðigarðar meðfram þekktum krapa- og aurflóðafarvegum voru athugaðir. Brýr eða ræsi þarf að byggja þar sem farvegirnir mæta vegum. Ekki er hægt að koma við lágum leiðigörðum af þessari tegund við suma farvegina á utanverðu svæðinu. Það á við um farvegina ofan aðstöðu fyrirtækisins SR-Mjöls þar sem stórar byggingar loka leiðinni úr giljunum til sjávar.

Umfangsmiklar varnir fyrir svæðið í heild koma líklega ekki til greina af kostnaðarástæðum vegna stærðar svæðisins og óhentugar dreifingar bygginga meðfram ströndinni. Varnir fyrir einstakar byggingar undir helstu farvegum koma til greina og þarf að athuga það nánar í frekari útteki á snjóflóðavörnum fyrir Seyðisfjörð.

Virgni varna fyrir einstakar byggingar er talin "góð" til "takmörkuð" (I-II) gagnvart krapa- og aurflóðum úr giljum á svæðinu. Virkni varnanna sem lagðar eru til þegar litið er á svæðið í heild verður hins vegar að teljast óviss (III) vegna möguleika á aurflóðum og snjóflóðum sem ekki takmarkast við gilin.

Hafa þarf stöðugt eftirlit með ofanflóðahættu. Starfsemi fyrirtækja og umferð um svæðið þarf að takmarka þegar hætta er á flóðum.

15.4.4 Kostnaðarmat

Heildarkostnaður við leiðigarða á bökkum krapa- og aurflóðafarvega á Strandartinds- og Botnasvæðunum er áætlað 120 milljónir kr.

15.4.5 Verðmæti varinna eigna

Verðmæti eigna sem ógnað er af krapa- og aurflóðum er ekki tilgreint hér vegna þess að ekki er ljóst að svo stöddu hversu margar byggingar um er að ræða.

Heildarverðmæti allra bygginga á svæðinu er 2020 milljónir kr.¹.

16. SIGLUFJÖRÐUR

Kaupstaðurinn Siglufjörður liggur við vesturhlíð samnefnds fjarðar (sjá 16. mynd). Siglufjörður er umgirtur 600 til 900 m háum fjöllum á þrjá vegu en er opinn til norðurs. Ysta fjallið við vestanverðan fjörðinn nefnist Strákar. Suður af því liggur Hvanneyrahnjúkur. Hvanneyrarskál skilur að Hvanneyrarhnjúk og Hafnarhyrnu í suðri. Botn skálarinnar liggur í um 200 m hæð yfir sjó. Hafnarfjall liggur suður af Hafnarhyrnu og Snókur þar suður af. Skarðsdalur, sem gengur inn af Siglufirði að suðvestanverðu, sker sig inn í fjallendið milli Snóks og Leyningsssúlna. Upp af Súlum rísa Hákambar. Hólsdalur liggur fyrir austan Leyningsbrúnir og Selfjall og sker sig inn í fjallendið suður af Siglufirði. Austur af Hólsdal rísa Hólshyrna og Hólsfjall. Norðaustan við Hólshyrnu liggur Skútudalur og þar norður af rísa Hestskarðshnjúkur og Staðarhólshnjúkur. Skollaskál liggur vestan undir þessum tveimur hnjúkum. Kálfsdalur er lítill dalur sem skilur Staðarhólshnjúk og Hinrikshnjúk frá fjallendinu austur og norður af. Þetta fjallendi liggur í um 600 m hæð og nefnist miðhluti þess Nesskriður en nyrsti hluti þess nefnist Nesnúpur. Siglunes gengur út í mynni Siglufjarðar að norðaustanverðu.

Snjóflóð urðu 18 manns að bana í Siglufirði og nágrenni árið 1919. Ekkert banaslysanna varð þar sem kaupstaðurinn Siglufjörður stendur nú. Hins vegar féll flóð í hrinunni 1919 í sjó fram þar sem nú er nýleg íbúðarbyggð sunnarlega í Siglufjarðarkaupstað.

Samfara snjóflóði, sem féll í sjó fram úr Skollaskál austan fjarðarins 1919 og varð 9 manns að bana, barst flóðbylgja yfir fjörðinn og olli miklu tjóni á bátum og hafnarmannvirkjum á Siglufirði. Tjón af völdum slíkrar flóðbylgju er meðal þeirrar hættu sem stafar af snjóflóðum á Siglufirði. Varnarhugmyndirnar sem lýst er hér að neðan ná ekki til varna gegn snjóflóðum úr Skollaskál eða flóðbylgju af þeirra völdum. Þessa hættu og viðbúnað gegn henni þarf að athuga nánar í forathugun snjóflóðavarna fyrir Siglufjörð.

Krapa- og aurflóðahætta er veruleg á Siglufirði. Við nánari athugun ofanflóðavarna fyrir Siglufjörð þarf að huga að þessari hættu en hún var ekki athuguð að ráði af vinnuhópnum að þessu sinni.

Snjóflóðaaðstæður á Siglufirði voru athugaðar af Quervain (1975). Hann mælti með upptaka- stöðvirkjum í Gróuskarðshnjúk og ræddi mismumandi möguleika á vörnum neðan Strengsgilja.

16.1 Jörundarskál/Strengsgil

16.1.1 Lýsing

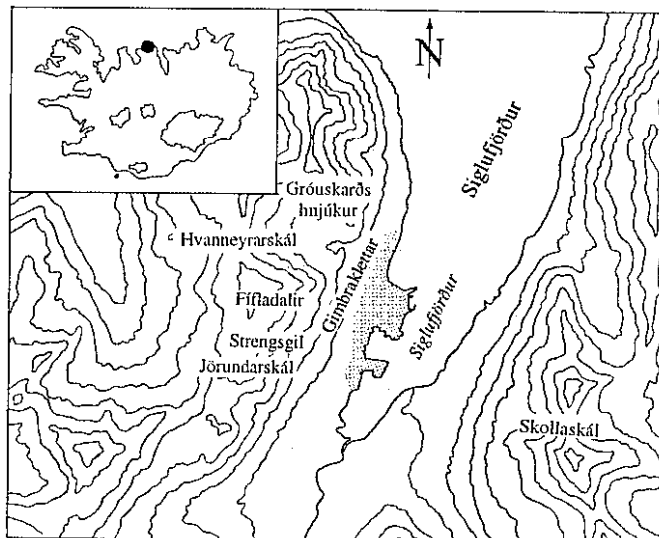
Jörundarskál og Strengsgil eru meginsnjóflóðafarvegirnir á Siglufirði. Hlíðin á þessu svæði snýr í austsuðaustur. Jörundarskál er stór skál sem opnast niður í þröngt gil. Ytra-Strengsgil er langt þröngt gil nokkru norðan Jörundarskálar. Syðra-Strengsgil er þröngt bugðótt gil milli Jörundarskálar og Ytra-Strengsgils.

Samfelld byggð er á svæðinu og er breidd hennar um 400 m.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir þetta svæði nema það sem rætt er af Quervain (1975). Tvö hús neðan Ytra-Strengsgils voru keypt upp til þess að koma veg fyrir búsetu í þeim að

1 Upplýsingar um brunabótamat allmargra eigna á svæðinu vantar. Mat á verðmæti þessara eigna var fengið frá bæjaryfirvöldum á Seyðisfirði.

Mynd 16. Yfirlitskort af Siglufirði.



vetrarlagi.

16.1.2 Snjóflóðahætta

Snjóflóð eru tíð og fyrir kemur að hús eru rýmd nokkrum sinnum sama veturinn. Nokkur skráð snjóflóð féllu í sjó fram áður en svæðið byggðist.

Snjór safnast í gilin frá hlið í skafrenningi í norðanátt inn með hliðinni. Snjór getur einnig safnast í efri hluta hliðarinnar í norðvestlægum vindáttum.

Svæðið undir varnavirkjunum er talið á hættustigi 1 (M, I).

16.1.3 Tillaga að vörnum

Leiðigarðar undir Ytra-Strengsgil og Jörundarskál voru athugaðir. Nokkrir mismunandi möguleikar á lögun og staðsetningu neðri hluta leiðigarðs undir Strengsgili koma til greina og þarf að skoða þetta betur í frumhönnun varnanna (sjá nánar í viðauka I). Leiðigarðurinn undir Ytra-Strengsgili er um 825 m langur (valkostur 1 í viðauka I) og garðurinn undir Jörundarskál er milli 100 og 200 m langur. Rétt er að víkka gilmunna Jörundarskál til suðurs við byggingu garðsins þar til þess að beina flóðum frá bygðinni.

Þykkt hönnunarflóðs var ákveðin $H_f = 4$ m vegna þess að farvegirnir eru þröngir. Samanlögð þykkt snævar og fyrri flóða var ákveðin $H_s = 7$ m vegna hættu á að skafrenningur hlaði snjó að gördunum og sökum þess að líklegt er að mörg flóð falli að gördunum á sama vetri. Þetta leiðir til 18 m garðhæðar (sjá nánar í viðauka I).

Virkni leiðigarðanna er talin góð (I).

16.1.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður við leiðigarðinn undir Strengsgili er 260 milljónir kr. Kostnaður við leiðigarðinn undir Jörundarskál er 40 milljónir kr. Heildarkostnaður er því 300 milljónir kr.

Kostnaður við breikkun gilmunnans undir Jörundarskál til suðurs er talinn verða lítill í samanburði við annan kostnað við garðana og er hann ekki metinn sérstaklega.

16.1.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu undir varnargördunum eru 57 íbúðir í sérbyli og 32 íbúðir í fjölbýlishúsum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 1020 milljónir kr.

16.2 Fífladalasvæði, suðurhluti

16.2.1 Lýsing

Fífladalasvæði er norðan Ytra-Strengsgils. Snjóflóðafarvegir á suðurhluta svæðisins eru grunn gil í neðri hluta hlíðar sem snýr í austsuðaustur. Efri hluti hlíðarinnar er án afmarkaðra farvega.

Byggð á svæðinu nær upp að fjallsrótum og er breidd hennar um 400 m.

Engar tillögur um varnir hafa verið lagðar fram til þessa.

16.2.2 Snjóflóðahætta

Fá snjóflóð eru skráð á svæðinu. Ekki er hægt að útiloka hættu á snjóflóðum vegna snjósöfnunar í efri hluti hlíðarinnar í norðvestlægum vindáttum en erfitt er að leggja mat á þessa hættu að svo stöddu. Þessi hætta er þó talin mun minni en á norðurhluta Fífladalasvæðisins.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 3 (M, III).

16.2.3 Tillaga að vörnum

Bygging upptakastoðvirkja í efri hluta hlíðarinnar kemur til greina ef mælingar á snjódýpt leiða í ljós hættulega snjósöfnun. Hæð stoðvirkjanna er valin 4 m á efri hluta svæðisins og 3.5 m á lægri hluta þess. Alls þarf 300 m af 4 m háum og 1100 m af 3.5 m háum virkjum.

Virkni stoðvirkjanna er talin góð (I).

16.2.4 Kostnaðarmat

Heildarkostnaður er áætlaður 210 milljónir kr.

16.2.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu undir upptakastoðvirkjunum eru 41 íbúð í sérbýli og 42 íbúðir í fjölbýlishúsum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 700 milljónir kr..

16.3 Fífladalasvæði, norðurhluti

16.3.1 Lýsing

Snjóflóðafarvegir eru í opinni hlíð sem snýr í austsuðaustur. Nyrsti og efsti hluti svæðisins hefur skálarlöggun en neðar einkennist hlíðin af grunnum giljum.

Byggð á svæðinu nær upp að fjallsrótum og er breidd hennar um 450 m.

Engar tillögur um varnir hafa verið lagðar fram til þessa.

Upptakastoðvirki voru sett upp í tilraunaskyni í Efra-Fífladalagili ofarlega á suðurhluta svæðisins í ágúst og september 1996. Lengd stoðvirkjanna er um 200 m.

16.3.2 Snjóflóðahætta

Nokkur snjóflóð hafa fallið niður undir efstu hús á svæðinu. Hætta er á snjósöfnun í efri hluta hlíðarinnar í norðvestlægum vindáttum. Þrátt fyrir að flóð niður á það svæði sem nú er byggt séu ekki skráð, þá er hætta á því að flóð nái niður í byggðina neðan hlíðarinnar.

Svæðið undir varnarvirkjunum er talið á hættustigi 1 (M, I).

16.3.3 Tillaga að vörnum

Bygging upptakastoðvirkja í efri og neðri hluta hlíðarinnar var athuguð. Í efri hlutanum var hæð stoðvirkjanna valin 4 m efst og að norðanverðu og 3.5 m neðar og að sunnanverðu. Alls þarf 2300 m af 4 m háum og 1600 m af 3.5 m háum virkjum. Í neðri hluta hlíðarinnar var hæð stoðvirkjanna valin 4 m næst Fífladalabrúninni og 3.5 m neðar. Alls þarf 600 m af 4 m háum og 2300 m af 3.5 m háum virkjum.

Virkni stoðvirkjanna er talin góð (I).

16.3.4 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður upptakastoðvirkjanna á efri hluta svæðisins er 650 milljónir kr. og 450 milljónir kr. á neðri hluta þess. Heildarkostnaður er því 1100 milljónir kr.

16.3.5 *Verðmæti varinna eigna*

Á svæðinu undir upptakastoðvirkjunum eru 99 íbúðir í sérbýli og 54 íbúðir í fjölbýlishúsum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 1920 milljónir kr.

16.4 **Gimbraklettur**

16.4.1 *Lýsing*

Gimbraklettur er í neðanverðri Hafnarhyrnu ofan við miðjan Siglufjarðarkaupstað. Snjóflóðafarvegir eru í opinni klettóttri hlíð sem snýr í austsuðaustur. Efri hluti Hafnarhyrnu er kúptur og safnar ekki að sér snjó í skafrenningi.

Byggð á svæðinu nær upp að fjallsrótum og er breidd hennar um 250 m.

Engar tillögur um varnir hafa verið lagðar fram til þessa.

16.4.2 *Snjóflóðahætta*

Nokkur snjóflóð hafa fallið niður undir efstu hús á suðurhluta svæðisins. Á norðurhluta svæðisins er hlíðin tiltölulega lág og snjósöfnun er ekki mikil í efri hluti hlíðarinnar sunnar á svæðinu. Snjóflóðahætta stafar því einkum frá neðri hluta hlíðarinnar. Hætta á stórum snjóflóðum er ekki talin mikil. Hins vegar geta jafnvel tiltölulega lítil snjóflóð verið hættuleg þar sem efstu hús standa mjög nærri brekkunni.

Svæðið undir varnavirkjunum er talið á hættustigi 1 (M, I).

16.4.3 *Tillaga að vörnum*

Bygging upptakastoðvirkja var athuguð. Hæð þeirra er valin 3.5 m. Alls þarf 2300 m af stoðvirkjum.

Virgni stoðvirkjanna er talin góð (I).

16.4.4 *Kostnaðarmat*

Áætlaður kostnaður er 330 milljónir kr.

16.4.5 *Verðmæti varinna eigna*

Á svæðinu undir upptakastoðvirkjunum eru 52 íbúðir í sérbýli og 22 íbúðir í fjölbýlishúsum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 680 milljónir kr.

16.5 **Hvanneyrarskál**

16.5.1 *Lýsing*

Hlíðin neðan Hvanneyrarskálur er innan við 200 m há og snýr í austsuðaustur. Grunn gil eru í neðri hluta hlíðarinnar en ekki í þeim efri.

Byggð á svæðinu nær upp að fjallsrótum og er breidd hennar um 200 m.

Engar tillögur um varnir hafa verið lagðar fram til þessa.

16.5.2 *Snjóflóðahætta*

Snjóflóðahætta er talin lítil miðað við aðra hluta bæjarins. Hlíðin ofan svæðisins er mun lægri en bæði norðar og sunnar. Hús standa hins vegar mjög nærri brekkunni.

16.5.3 *Æskilegar aðgerðir*

Hafa þarf stöðugt eftirlit með snjóflóðahættu að vetrarlagi.

16.6 Gróuskarðshnjúkur, suðurhluti

16.6.1 Lýsing

Gróuskarðshnjúkur er norðan Hvanneyrarskálar. Upptakasvæði snjóflóða er í norðurbrún Hvanneyrarskálarinnar og snýr í suður. Hlíðin beint ofan svæðisins snýr hins vegar í austsuðaustur.

Byggð á svæðinu nær upp að fjallsrótum og er breidd hennar um 250 m.

Engar varnir hafa verið lagðar til fyrir svæðið til þessa nema það sem rætt er af Quervain (1975).

16.6.2 Snjóflóðahætta

Snjóflóð féll á byggðina árið 1963 og olli nokkru tjóni. Engin önnur flóð eru þekkt á svæðinu.

Svæðið undir varnavirkjunum er talið á hættustigi 2-3 (M, II+).

16.6.3 Tillaga að vörnum

Bygging upptakastoðvirkja á upptakasvæði flóðsins sem féll 1963 var athuguð. Hæð þeirra er valin 3.5 m. Alls þarf 400 m af stoðvirkjum.

Virgni stoðvirkjanna er talin góð (I).

16.6.4 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður er 50 milljónir kr. samkvæmt kostnaðarforsendum sem notaðar eru í þessari skýrslu. Óvenju góðar aðstæður eru til byggingar upptakastoðvirkja á svæðinu, meðal annars vegna þess að hægt er að flyta efni eftir vegarslóða upp í Hvanneyrarskál í stað þess að nota þyrlu. Kostnaður kann því að vera eitthvað ofmetinn í þessu tilfelli.

16.6.5 Verðmæti varinna eigna

Á svæðinu undir upptakastoðvirkjunum eru 23 íbúðir í sérbýli og 33 íbúðir í fjölbýlishúsum. Áætlað verðmæti varinna eigna er 710 milljónir kr.

16.7 Gróuskarðshnjúkur, norðurhluti

16.7.1 Lýsing

Hlíðin í norðurhluta Gróuskarðshjúks er brött og snýr í austur. Efst í hlíðinni eru klettabelti.

Byggð á svæðinu nær upp að fjallsrótum og er breidd hennar um 250 m.

Engar tillögur um varnir hafa verið lagðar fram til þessa.

16.7.2 Snjóflóðahætta

Hlíðin ofan svæðisins safnar oftast ekki að sér snjó og snjóflóðahætta er því talin lítil miðað við aðra hluta bæjarins. Hús standa hins vegar mjög nærri brekkunni.

16.7.3 Æskilegar aðgerðir

Hafa þarf stöðugt eftirlit með snjóflóðahættu að vetrarlagi.

17. TILLÖGUR UM RANNSÓKNIR

Ferðir vinnuhópsins höfðu einkum þann tilgang að safna upplýsingum fyrir yfirlit um kostnað við snjóflóðavarnir. Ýmis almenn atriði varðandi öryggismál vegna snjóflóðahættu á Íslandi voru engu að síður rædd í vinnuhópnum, einkum rannsóknir sem nauðsynlegar eru í sambandi við undirbúning að gerð snjóflóðavarnarvirkja. Hugmyndir að ýmsum slíkum rannsóknum eða athugunum eru teknar saman í eftirfarandi lista.

1. Snjódýptarstíkur og fasta athugunarstaði þarf að setja upp á hugsanlegum upptakasvæðum til þess að safna upplýsingum um snjósöfnun.

2. Ákveða þarf fasta staði til ljósmyndunar á hlíðum ofan byggðar í hverju bæjarfélagi. Ljósmynda þarf hlíðarnar í lok vetrar áður en snjó fer að leysa og eftir mikla ofankomu.
3. Snjóathugunarmaður hvers staðar þarf að skrifa árlega skýrslu um snjósöfnun og snjóflóð liðins vetrar.
4. Skilgreina þarf nákvæmlega þær mælingar sem snjóathugunarmönnum er ætlað að gera reglulega að vetrarlagi og tryggja að niðurstöðunum sé safnað saman í gagnasafn hjá Veðurstofu Íslands í Reykjavík.
5. Athuga þarf möguleika á styrkingu og vörnum fyrir einstakar byggingar. Einnig þarf að setja reglur um styrk bygginga á snjóflóðasvæðum með hliðsjón af snjóflóðahættu. Meðal þeirra möguleika sem rétt er að athuga er bygging stuttra veggja, garða eða grinda ofan einstakra húsa sem víða standa nærri fjallshlíðum þar sem ekki er hægt að útiloka ofanflóðahættu þó snjóflóð séu sjaldgæf.
6. Hefja þarf rannsóknir á gildi snjósöfnunargrinda á Íslandi.
7. Koma þarf fyrir sjálfvirkum veðurstöðvum á aðsópssvæðum ofan nokkurra bæjarfélaga þar sem til greina kemur að settar verði upp snjósöfnunargrindur í framtíðinni.
8. Hefja þarf rannsóknir á jarðfræðilegum ummerkjum um snjóflóð hér á landi. Hér er meðal annars um að ræða jarðlagasnið og dreifingu hnullunga sem snjóflóð bera með sér. Þessi ummerki er e.t.v. hægt að nota til þess að meta skriðlengd og tíðni snjóflóða.
9. Fylgjast þarf nákvæmlega með virkni varnarvirkja eftir því sem þau eru byggð til þess að reynsla við fyrstu virkin nýtist við hönnun og byggingu þeirra sem á eftir koma.

18. TILVITNANIR

- Árni Jónsson 1987. Avalanche defences in Neskaupstaður, Iceland. Stockholm, Kungl. Tekniska Högskolan.
- Erlendur Smári Þorsteinsson, Gunnar G. Tómasson, Kristín Friðgeirsdóttir, Kristján Jónasson & Sven Þ. Sigurðsson 1996. Bráðabirgðarennslisstig. Greinargerð um útreikning rennslisstiga og gerð rennslisstigakorta. Reykjavík, Raunvísindastofnun Háskólans, Reiknifræðistofa.
- Hagfræðistofnun Háskóla Íslands 1996. Kostnaður vegna umferðarslysa á Íslandi. Skýrsla nr. C96:03.
- Haukur Tómasson 1969. Steinhrun og skriðuhætta við Ísafjarðarkaupstað (skýrsla samin fyrir Ísafjarðarkaupstað). Reykjavík, Orkustofnun.
- Helgi Björnsson 1980. Avalanche activity in Iceland, climatic conditions, and terrain features. *Journal of Glaciology* 26(94), 13-23.
- HNIT 1995a. Snjóflóðavarnir fyrir Súðavík. Frumathugun á varnarvirkjum og kostnaði þeirra. Reykjavík, HNIT hf., skýrsla 69-100-SK-01.
- HNIT 1995b. Snjóflóðavarnir fyrir Súðavík. Frumathugun á varnarvirkjum og kostnaði þeirra. Viðbót við skýrslu 69-100-SK-01. Reykjavík, HNIT hf., skýrsla 69-100-SK-02.
- HNIT & NGI 1996. Ísafjörður; Seljaland. Assessment of snow avalanche hazard and preliminary design of protective measures. Reykjavík, HNIT hf. og Norges Geotekniske Institutt.
- Lied, K. & S. Bakkehøi 1980. Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographical parameters. *Journal of Glaciology* 26(94), 165-177.
- NGI 1976. Neskaupstaður kommune. Forslag til forbygninger mot snøskred (skýrsla eftir Karstein Lied og Steinar Bakkehøi). Oslo, Norges Geotekniske Institutt.
- NGI, HNIT & VÍ 1995. Súðavík. Rapport om snøskred og snøskredfare ved nytt boligområde. NGI skýrsla nr. 954026-1. Skýrsla skrifuð að beiðni Almannavarna ríkisins,

- ofanflóðanefndar, Reykjavík.
- Ólafur Jónsson 1957. Skriðuföll og snjóflóð II. Akureyri, Norðri.
- Ólafur Jónsson, Sigurjón Rist & Jóhannes Sigvaldason 1992. Skriðuföll og snjóflóð III. Reykjavík, Bókaútgáfan Skjaldborg.
- Perla, R., T. T. Cheng & D. M. McClung 1980. A two-parameter model of snow-avalanche motion. *Journal of Glaciology* 26(94), 197-207.
- Quervain, M. R. de 1975. Avalanche problems of Iceland. Analysis and recommendation for further action. Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Report G75.51.
- Stuðull 1990. Bíldudalur. Skriðuföll og skriðuvarnir. Reykjavík, Stuðull, Verkfræði- og jarðfræðipjónusta.
- Tómas Jóhannesson 1996. Return period for avalanches on Flateyri. Veðurstofa Íslands, greinargerð VÍ-G96014-ÚR14 (í undirbúningi).
- Tómas Jóhannesson, Kristján Jónasson & Kristín Friðgeirsdóttir 1996. A topographic model for Icelandic avalanches. Veðurstofa Íslands, greinargerð VÍ-G96003-ÚR03 (í undirbúningi).
- Tómas Jóhannesson & Trausti Jónsson 1996. Weather in Vestfirðir before and during several avalanche cycles in the period 1949 to 1995. Veðurstofa Íslands, greinargerð VÍ-G96015-ÚR15.
- Tækniskóli Íslands 1995. Snjóflóðavarnir fyrir Seyðisfjörð. Reykjavík. Tækniskóli Íslands.
- Verkfræðistofa Siglufjarðar s.f. & Verkfræðistofa Austurlands h.f. 1992. Seyðisfjarðarkaupstaður, varnargarður vegna snjóflóða, 1. áfangi -- hafnarsvæði, frumáætlun. Siglufjörður, Verkfræðistofa Siglufjarðar s.f.
- VST 1994a. Snjóflóðavarnir í Hnífsdal. Reykjavík, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf.
- VST 1994b. Snjóflóðavarnir fyrir Patreksfjörð, forathugun. Reykjavík, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf.
- VST 1995. Snjóflóðavarnir í Neskaupstað, forathugun. Reykjavík, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf.
- VST & NGI 1996. Flateyri. Avalanche defence appraisal. Reykjavík, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. og Norges Geotekniske Institutt.

19. VIÐAUKI I: Stærð og kostnaður þvergarða og leiðigarða

Þvergörðum og leiðigörðum sem fjallað er um í skýrslunni er lýst í töflum hér að neðan. Leiðigarðar eru táknaðir með "L", þvergarðar með "G" og snjóflóðakeilur með "K". Kostnaðarflokkur I, II, III, IV eða V fyrir þvergarða og leiðigarða eru tilteknir í hverju tilfelli (sjá undirkafla 5.6.1). Þannig er leiðigarður í kostnaðarflokki I táknaður með "LI". Eftirfarandi stærðir eru notaðar til þess að lýsa görðunum.

| Stærð | Skilgreining |
|--------|--|
| L | lengd garðs (m) |
| ψ | halli hliðar þvert á garðinn ($^{\circ}$) |
| ϕ | leiðihorn ($^{\circ}$) |
| v | hraði hönnunarflóðs (m/s) |
| H | hæð garðs upp úr landinu ofan hans (m) |
| D | uppgröftur ofan garðs (m) |
| Rúmmál | rúmmál garðs (m ³) |
| Kostn. | áætlaður byggingar- kostnaður (milljónir kr.) |

Snjódýpt ofan garða er $H_s = 2$ m og þykkt hönnunarflóðs er $H_f = 2$ m ef annað er ekki tekið fram (sbr. jöfnu (1) í undirkafla 5.5.1). Stuðlinum λ í jöfnu (2) er gefið gildið 2 fyrir bratta þvergarða nema annað sé tekið fram.

ÍSAFJÖRÐUR

Holtahverfi

Vesturhluti þvergarðs (tegund GI).

| Stærð | Gildi |
|--------|-----------------------------------|
| L | 220 m |
| ψ | 0 $^{\circ}$ |
| v | 22 m/s austast, 17 m/s vestast |
| H | 15 m vestast 10 m austast |
| D | 1-2 m |
| Rúmmál | 35000 m ³ |
| Kostn. | 40 milljónir kr. |

Austurhluti þvergarðs (tegund GI).

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 220 m |
| ψ | 10 $^{\circ}$ |
| v | 22 m/s |
| H | 15 m |
| D | 1-2 m |
| Rúmmál | 73000 m ³ |
| Kostn. | 90 milljónir kr. |

Líkanreikningar benda til þess að hraði hönnunarsnjóflóðs við garðana geti verið milli 25 og 30 m/s nema vestast þar sem hraðinn er heldur lægri. Þykkt hönnunarflóðs er ákveðin 1 m vegna þess að farvegir eru í opinni hlið og gert er ráð fyrir fremur litlum flóðum. Bygging hærri garðs en 15 m er erfiðleikum bundin vegna takmarkaðs rýmis. Þetta svarar til 22 m/s hraða. Hraði flóða reiknast u.þ.b. 5 m/s lægri vestast á svæðinu vegna þess að þar er hægt að hafa garðinn fjær hliðinni en á austari hluta þess.

Vesturhluti þvergarðsins er nokkuð til hliðar við farvegi snjóflóða sem féllu 1981 og 1983. Gert er ráð fyrir að þessi hluti garðsins verði einkum fyrir innri eða vestari jaðri flóða sem falla að mestu á austurhluta garðsins. Kraftur flóðanna er þannig talinn verða minni á vesturhluta garðsins. Hönnunarhraði fyrir vesturhluta garðsins var lækkaður um 5-10 m/s af þessari ástæðu. Þetta þarf að skoða nánar í frumhönnun varnanna.

Hæð austurhluta þvergarðsins er ekki miðuð við þann hraða sem líkanreikningar benda til þess að stærstu flóð geti náð. Garðurinn eykur engu að síður öryggi á svæðinu verulega. Stoðvirki í hliðinni eru betri lausn en þau eru allmiklu dýrari en þvergarður.

Gert er ráð fyrir að bæði vestur- og austurhluti garðsins séu með bratta hlið á móti hliðinni (þ.e. af tegundinni GI). Nægt rými er fyrir garð sem ekki er eins brattur (þ.e. af

tegundinni GII) á vesturhluta svæðisins. Slíkan garð þarf að byggja heldur hærrí en brattan garð til þess að ná sömu virkni. Þetta hefur ekki úrslitaáhrif á kostnað við garðana en þarf að athugast betur í frumhönnun varnanna.

Hola u.þ.b. 1.5 m að dýpt var grafin nærri miðju garðstæðisins. Meirihluti efnisins sem sýnilegur var í holunni var grjótblandin mold. Efnið nærri botni holunnar virtist betra sem fyllingarefni en það sem ofar var. Kornastærðargreining á sýninu gaf til kynna USCS flokk GM eða GW-GP-GM og u.þ.b. 10% fínefnahlutfall. Svo virðist sem nægt fyllingarefni til garðbyggingar sé nokkru vestan garðstæðisins en kornastærð þess var ekki greind.

Seljalandshverfi

Leiðigarður vestan Seljalandsbæjarins (svipaður garði af tegundinni LI).

| Stærð | Gildi |
|--------|-----------------------|
| L | 700 m |
| ψ | 0-10° |
| ϕ | 28-50° |
| v | 18-33 m/s |
| H | 13.5-16 m |
| D | 1-6 m |
| Rúmmál | 240000 m ³ |
| Kostn. | 320 milljónir kr. |

Stærð garðsins og áætlaður kostnaður er samkvæmt skýrslu HNIT og NGI (1996). Hann er því ekki byggður á sömu forsendum og aðrir garðar í þessari skýrslu.

Seljalandshlíð

Plógur ofan Steiniðjunnar og Netagerðar Vestfjarða (tegund LIJ).

| Stærð | Gildi |
|--------|--|
| L | 2x250+150 m |
| ψ | 0 |
| ϕ | 20° |
| v | 33 m/s |
| H | hliðar plógsins eru 10 m háar, toppurinn getur verið heldur lægri, meðalhæð toppsins er ákveðin 9 m. |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 70000 m ³ |
| Kostn. | 50 milljónir kr. |

Hliðar plógsins eru 250 m langar hvor um sig. Þær eru tengdar að ofan með heldur lægri garði.

Nægt laust efni til garðbyggingar er í grennd við svæðið.

Gleiðarhjalli

Þvergarðar til þess að verjast aurflóðum (tegund GII).

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 1500 m |
| H | 5 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 59000 m ³ |
| Kostn. | 40 milljónir kr. |

Funi

Plógur ofan sorpbrennslunnar Funa (tegund LII).

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 190 m |
| ψ | 0° |
| ϕ | 15° |
| v | 35-40 m/s |
| H | 9-10 m |
| D | 0 m |
| Rúmmál | 23000 m ³ |
| Kostn. | 30 milljónir kr. |

Stærð og kostnaðaráætlun plógsins eru skv. upplýsingum frá Gunnari Guðna Tómassyni, verkfræðingi á VST. Plógurinn er því ekki byggður á sömu forsendum og aðrir garðar í þessari skýrslu. Plógurinn er að mestu byggður úr jarðvegi en stefni hans er steinsteypt. Kostnaður við stefnið skýrir tiltölulega háan kostnað á rúmmetra miðað við kostnaðarforsendur sem notaðar eru annars staðar í skýrslunni. Plógurinn er byggður á fyrstu hugmyndum sem fram komu í frumhönnun varna fyrir Funa. Frekari vinna við hönnun varnanna getur leitt til þess að breytingar verði gerðar á þeirri útfærslu sem hér er lýst. Einnig er hugsanlegt að aðrar hugmyndir um varnir komi fram.

HNÍFSDALUR

Bakkahyrna

Þvergarður á vesturhluta svæðisins (tegund GI).

| Stærð | Gildi |
|--------|------------------------------|
| L | 340/480 m |
| ψ | 8° |
| v | 19-22 m/s |
| H | 12-15 m 13 m er valið hér |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 71000/101000 m ³ |
| Kostn. | 90/120 milljónir kr. |

Tvær lengdir á garðinum eru gefnar. Styttri garðurinn svarar til meira umfangs á upptakastoðvirkjum í hlíðinni ofan austurhluta svæðisins. Lengri garðurinn miðast aftur á móti við umfangsmeiri upptakastoðvirki (sjá nánar í meginmáli skýrslunnar).

Erfitt er að ákvarða viðeigandi hönnunarflóð fyrir garðinn. Fremur lítil úthlaups lengd er valin fyrir hönnunarflóðið vegna þess að snjósöfnunaraðstæður, snjóflóðasaga og álit staðkunnugra benda til þess að stór snjóflóð séu ólíkleg.

Líkanreikningar benda til þess að hraði hönnunarsnjóflóðs við garðana geti verið u.þ.b. 30 m/s. Þykkt hönnunarflóðs er ákveðin 1 m vegna þess að farvegir eru í opinni hlíð og gert er ráð fyrir fremur litlum flóðum. Bygging hærri garðs en 12-15 m er erfiðleikum bundin vegna takmarkaðs rýmis. Þetta svarar til 19-22 m/s hraða. Hæð þvergarðsins er ekki miðuð við þann hraða sem líkanreikningar benda til þess að stærstu flóð geti náð. Garðurinn eykur engu að síður öryggi á svæðinu verulega.

Gert er ráð fyrir að garðurinn sé með bratta hlíð á móti hlíðinni (þ.e. af tegundinni GI) vegna þess hve rými er takmarkað.

Búðarfjall

Plógur við Heimabæ (tegund LII).

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 200 m |
| ψ | 0° |
| ϕ | 30° |
| v | 21 m/s |
| H | 10 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 23000 m ³ |
| Kostn. | 20 milljónir kr. |

Plógur ofan fjölbýlishúsa við Árvelli (tegund LII).

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 280 m |
| ψ | 0° |
| ϕ | 30° |
| v | 21 m/s |
| H | 10 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 32000 m ³ |
| Kostn. | 20 milljónir kr. |

Plógur ofan bæjarins Hrauns (tegund LII).

| Stærð | Gildi |
|--------|--------------------------|
| L | 70 m |
| ψ | 0° |
| ϕ | 30-45° |
| v | 16 m/s |
| H | 5-6 m |
| D | 0-0.5 m |
| Rúmmál | 3500-4100 m ³ |
| Kostn. | 3 milljónir kr. |

plógana en í aðalfarvegnum sjálfum. Hraði hönnunarflóða er minnkaður um 5 m/s af þessari ástæðu. Bærinn Hraun er til hliðar við aðalfarvegi snjóflóða úr Hraungili og hefur staðið á sama stað um aldir. Hönnunarhraði fyrir plóginn ofan Hrauns er valinn um 16 m/s. Hæð og lögun plógins eru ekki byggð á líkanreikningum þar sem gert er ráð fyrir því að bænum sé einkum hætta búin af jöðrum snjóflóða sem hafi meginstefnu til hliðar við hann. Þessi atriði þarf að skoða nánar við frumhönnun varnanna.

Hola u.þ.b. 2 m að dýpt var grafin milli Traðargils og Hraungils. Efnið sem sýnilegt var í holunni virtist nothæft til stíflugerðar. Kornastærðargreining á sýninu gaf til kynna USCS flokk GM og u.þ.b. 22% fínefnahlutfall.

FLATEYRI

Skollahvilft/Innra-Bæjargil

Leiðigarðar (tegund LII).

| Stærð | Gildi |
|--------|-----------------------------------|
| L | 1250 m |
| ψ | 0° |
| ϕ | 18-25° |
| v | 55 m/s efst 35-40 m/s neðst |
| H | 20 m efst, lækkar í 15 m neðst |
| D | 0-6 m |
| Rúmmál | 530000 m ³ |
| Kostn. | 350 milljónir kr. |

Líkanreikningar benda til þess að hraði hönnunarsnjóflóða við plógana hjá Heimabæ og fjölbýlishúsunum geti verið u.þ.b. 26 m/s. Plógarnir eru til hliðar við meginfarvegi snjóflóða og gera má ráð fyrir að þykkt og hraði flóða séu af þeim sökum minni við

Þvergarður (tegund GII).

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 350 m |
| ψ | 9° |
| v | – |
| H | 10 m |
| D | – |
| Rúmmál | 50000 m ³ |
| Kostn. | 50 milljónir kr. |

Stærð garðanna og áætlaður kostnaður er tekið úr skýrslu VST og NGI (1996). Þeir eru því ekki byggðir á sömu forsendum og aðrir garðar í þessari skýrslu.

Áætlaður heildarkostnaður við leiðigarðana og þvergarðinn er 390 milljónir kr. samkvæmt skýrslu VST og NGI (1996). Samkvæmt endurskoðaðri kostnaðaráætlun eftir að tilboð í byggingu garðanna voru opnuð er kostnaðurinn 310 milljónir kr.

SÚÐAVÍK

Súðavíkurhlíð

Plógur ofan hafnarsvæðisins (svipaður garði af tegundinni LII').

| Stærð | Gildi |
|--------|-----------------------|
| L | 560 m |
| ψ | 0° |
| ϕ | 20-40° |
| v | 32 m/s ofarlega |
| H | 13 m |
| D | 1-2 m |
| Rúmmál | 135000 m ³ |
| Kostn. | 140 milljónir kr. |

Stærð plógsins og áætlaður kostnaður hans er samkvæmt skýrslu HNIT (1995a,b). Hann er því ekki byggður á sömu forsendum og aðrir garðar í þessari skýrslu.

BOLUNGARVÍK

Gil í vesturhluta bæjarins

Þvergarður (tegund GI).

| Stærð | Gildi |
|--------|---|
| L | 450 m |
| ψ | 9° |
| v | 22 m/s |
| H | 15 m vestustu 175 m minnkar í 10 m á næstu 275 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 110000 m ³ |
| Kostn. | 130 milljónir kr. |

Líkanreikningar benda til þess að hraði hönnunarsnjóflóðs við garðinn geti verið u.þ.b. 30 m/s. Þykkt hönnunarflóðs er ákveðin 1 m vegna þess að farvegir eru opnir í neðanverðri hlíðinni og gert er ráð fyrir fremur litlum flóðum. Bygging hærra garðs en 15 m er erfiðleikum bundin vegna takmarkaðs rýmis. Þetta svara til 22 m/s hraða. Hæð þvergarðsins er ekki miðuð við þann hraða sem líkanreikningar benda til þess að stærstu flóð geti náð. Garðurinn eykur engu að síður öryggi á svæðinu verulega. Garðurinn er látinn lækka niður í 10 m til austurs en þar er hætta talin minni en við gilin ofan vesturhluta garðsins.

Tvær 2.5-3 m djúpar holur voru grafnar, önnur neðan giljanna en hin vestan þeirra. Efnið sem sýnilegt var í holunum virtist henta vel til stíflugerðar. Kornastærðargreining á sýninu gaf til kynna USCS flokk GM eða GW-GP-GM fyrir annað sýnið og SM fyrir hitt og fínefnahlutfall á bilinu 10% til 25%.

Ernir

Plógur ofan bygginga Orkubús Vestfjarða (tegund LII).

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 175 m |
| ψ | 0° |
| ϕ | 30° |
| v | 25 m/s |
| H | 11 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 25000 m ³ |
| Kostn. | 20 milljónir kr. |

Líkanreikningar benda til þess að hraði hönnunarsnjóflóðs í aðalfarveginum ofan hesthúsanna geti verið um 40 m/s. Byggingar Orkubúsins eru til hliðar við aðalfarveginn. Gert er ráð fyrir því að snjóflóð sem falla úr hliðinni beint ofan plógsins séu mun minni en snjóflóð sem vænta má úr hliðinni ofan hesthúsanna. Úthlaupslengd og hraði hönnunarsnjóflóðs fyrir plóginn eru lækkuð af þessari ástæðu. Hönnunarhraðinn er valinn 25 m/s. Þykkt hönnunarflóðs er ákveðin 1 m vegna þess að farvegur er í opinni hlið og gert er ráð fyrir fremur litlum flóðum.

Næg laus jarðefni til garðbyggingar er í grennd við garðstæðið.

PATREKSFJÖRÐUR

Vatneyri

Leiðigarðar ofan Vatneyrar (tegund LI).

| Stærð | Gildi |
|--------|--------------------------------|
| L | 2x50 m |
| ψ | 0° |
| ϕ | 10-20° |
| v | 35-38 m/s |
| H | 15 m efst, lækkar í 10 m neðst |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 15000 m ³ |
| Kostn. | 20 milljónir kr. |

Þvergarðar næst aðalfarveginum (tegund GI). Lengri garðurinn er að vestanverðu.

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 125+90 m |
| ψ | 10° |
| v | 22 m/s |
| H | 15 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 66000 m ³ |
| Kostn. | 80 milljónir kr. |

Þvergarðar fjær aðalfarveginum (tegund GI). Lengri garðurinn er að austanverðu.

| Stærð | Gildi |
|--------|--|
| L | 100+150 m |
| ψ | ≈10° >10° austast |
| v | — |
| H | 15 m næst aðalfarveginum, lækkar í ≈8 m fjær |
| D | 2 m til 0 m |
| Rúmmál | 49000 m ³ |
| Kostn. | 60 milljónir kr. |

Líkanreikningar benda til þess að hraði hönnunarsnjóflóðs við leiðigarðana geti

verið 35-38 m/s. Garðana er hægt að miða við slíkt flóð með því að hafa leiðihornið minna en 20°. Bygging hærrí þvergarða en 15 m er erfiðleikum undirorpin vegna takmarkaðs rýmis í hlífðinni. Þetta svara til 22 m/s hraða. Þvergarðarnir eru því ekki miðaðir við þann hraða sem líkanreikningar benda til að stærstu flóð geti náð. Hins vegar má gera ráð fyrir að þykkt og hraði flóða til hliðar við aðalfarveginn séu mun minni en í honum sjálfum.

Þykkt hönnunarflóðs er ákveðin 4 m fyrir leiðigarðana við aðalfarveginn en 1 m fyrir þvergarðana vegna þess að þar er miðað við að flóðin séu þynnri og aflminni.

Hugsanlegt er að rétt sé að byggja snjóflóðakeilur ofan þvergarðanna til þess að draga úr hraða snjóflóðanna þar. Ekki er tekið tillit til kostnaðar við slíkar keilur í kostnaðarmatinu sem hér er lagt fram.

Hæð leiðigarðanna eykst frá 10 m neðst upp í 15 m efst. Þar mæta þeir þvergörðum báðum megin aðalfarvegans.

Erfitt er að ákvarða viðeigandi hönnunarhraða fyrir ytri hluta þvergarðanna og mjög lítið rými er fyrir þá, einkum að austanverðu. Gert er ráð fyrir að garðarnir lækki úr 15 m næst aðalfarveginum niður í u.þ.b. 8 m fjær honum eftir því hvað aðstæður leyfa. Þessi útfærsla á görðunum er ekki byggð á líkanreikningum og hana þarf að skoða nánar í frumhönnun varnanna.

Núverandi staðsetning byggðar undir hlífðinni og lítið rými fyrir garða veldur því að aðstæður til varna eru mjög þröngar. Garðarnir auka engu að síður öryggi á svæðinu verulega.

Fjórar 3.5-4 m djúpar holur voru grafnar neðan hlífðarinnar og ein 2.5 m djúp. Meirihluti efnisins sem sýnilegur var í holunum virtist henta vel til stúflugerðar. Nægt laust efni til garðbygginga er í grennd við garðstæðin.

Klif

Þvergarður ofan spítala og skóla (tegund GIII).

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 250 m |
| ψ | $\approx 12^\circ$ |
| v | — |
| H | 6-10 m, 8 m er valið |
| D | 0 m |
| Rúmmál | 25000 m ³ |
| Kostn. | 50 milljónir kr. |

Lítið rými er fyrir garðinn. Möguleg hæð hans mun ráðast af aðstæðum eftir að nánari skoðun hefur farið fram en 6-10 m hár garður er lagður til hér.

Stekkgil

Leiðigarðar á bökkum krapa- og aurflóðafarvegjar (tegund LV).

| Stærð | Gildi |
|--------|------------------|
| L | 2x400 m |
| H | 3-4 m |
| Kostn. | 10 milljónir kr. |

Litladalsá

Leiðigarður á vestari bakka Litladalsár (tegund LV).

| Stærð | Gildi |
|--------|-----------------|
| L | 550 m |
| H | 3-4 m |
| Kostn. | 7 milljónir kr. |

Sigtúnssvæði

Þvergarður (tegund GI).

| Stærð | Gildi |
|--------|--|
| L | 375 m |
| ψ | $\approx 11^\circ$ |
| v | 22 m/s |
| H | 15 m í miðjunni, minnkar í 10 m til endanna |
| D | 1 m |
| Rúmmál | 100000 m ³ |
| Kostn. | 120 milljónir kr. |

Líkanreikningar benda til þess að hraði hönnunarsnjóflóðs við garðinn geti verið 25 m/s. Bygging hærrí garðs en 15 m er erfiðleikum undirorpin vegna takmarkaðs rýmis. Þetta svara til 22 m/s hraða ef miðað er við að flóðþykktin sé 1 m. Þvergarðarnir eru því ekki miðaðir við þann hraða sem líkanreikningar benda til að stærstu flóð geti náð. Plássleysi veldur því að ekki er hægt að auka virka hæð garðsins mikið með uppgeftri ofan hans. Uppgröftur ofan garðsins var því lækkaður í $D = 1$ m.

BÍLDUDALUR

Búðargil

Leiðigarður niður aurkeilu undir Búðargili (tegund LII).

| Stærð | Gildi |
|--------|---|
| L | 325 m |
| ψ | 0° |
| ϕ | 20-30° |
| v | 40 m/s efst |
| H | 15 m eða meira efst, 15 m næstu 150 m, minnkar í 10 m á næstu 175 m |
| D | 3 m |
| Rúmmál | 65000 m ³ |
| Kostn. | 40 milljónir kr. |

Þykkt hönnunarflóðs er ákveðin 3-4 m nærri gilmunnanum en 2 m fjær vegna þess að

gilið þrengir mjög að flóðinu þar sem það kemur út á aurkeiluna.

Milligil/Gilsbakkagil

Þvergarðar til þess að verjast aurflóðum (tegund GII).

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 1000 m |
| H | 6 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 60000 m ³ |
| Kostn. | 40 milljónir kr. |

Leiðigarðar á bökkum krapa- og aurflóðafarvega (tegund LV).

| Stærð | Gildi |
|--------|-----------------|
| L | 2x350 m |
| H | 3-4 m |
| Kostn. | 9 milljónir kr. |

NESKAUPSTAÐUR

Garðar í Neskaupstað eru hannaðir miðað við 2 m snjódýpt ofan garðanna og 2 m þykkt hönnunarflóðs (sömu gildi og tiltekin eru í undirkafla 5.5.1).

Hætta er talin á stórum flóðum og er því stuðlinum λ í jöfnu (2) gefið gildið 1.5 fyrir þvergarða með hallann 1:0.5 upp í hlíðina (sjá nánar í undirkafla 5.5.1).

Laus jarðefni í hlíðinni ofan Neskaupstaðar eru léleg til byggingar jarðvegsgarða. Því þarf væntanlega að flytja mikinn hluta fyllingarefnis að um nokkurra kílómetra veg. Þrátt fyrir að efnið sé lélegt er gert ráð fyrir að helming fyllingarefnis megi taka á staðnum og er halli á neðri hlið garða í Neskaupstað minnkaður í 1:1.8 vegna þessa. Kostnaður á rúmmetra fyllingarefnis fyrir garða í Neskaupstað er þannig meðaltal kostnaðar við garða úr efni af staðnum og aðfluttu efni (sjá undirkafla 5.6.1).

Líkanreikningar gefa til kynna að hraði

hönnunarsnjóflóðs sé yfir 25-30 m/s á nokkrum svæðanna sem athuguð voru í Neskaupstað (sjá nánar í töflunum hér að neðan). Lagt er til að háar snjóflóðakeilur verði byggðar ofan þvergarða á þessum svæðum til þess að draga úr hraða snjóflóða áður en þau lenda á görðunum. Keilurnar yrðu með brattri hlið upp í hliðina og ílangar, og mynda því eins konar stutta bratta garða. Lengd keilanna samsíða hliðinni yrði 10 m, breidd toppsins 5 m, halli hliðarinnar sem veit upp í hliðina 1:0.5 og halli annarra hliða 1:1.5.

Ekki eru til viðteknar hönnunarforsendur um áhrif snjóflóðakeila á hraða þurra snjóflóða. Hér er gert ráð fyrir því að ein röð af keilum þessarar tegundar dragi úr hraða snjóflóðs um 25%. Mikil óvissa ríkir um þessa forsendu eins og nánar er rætt í meginmáli skýrslunnar.

Tvær holur voru grafnar í laus jarðefni ofan Neskaupstaðar. Hola neðan Tröllagilja var 4.5 m djúp og hola austan skógræktarinnar við Nesgil var 5.5 m djúp. Efnið í holunum var að mestu mold með 10% til 30-40% grjóti og hnullungum. Kornastærðargreining á sýnunum gaf til kynna USCS flokk SM og 12-22% fínefnahlutfall.

Mörg atriði varðandi byggingu garða ofan Neskaupstaðar voru aðeins lauslega rædd í vinnuhópnum. Þar má nefna að ganga þarf frá farvegum fyrir læki í hliðinni og að huga þarf að leiðslum ofan byggðarinnar við byggingu garðanna. Þessi atriði þarf að skoða nánar við frumhönnun varnanna og er ekki tekið tillit til þeirra í kostnaðarmatinu sem hér er sett fram.

Stóralækjargil

Þvergarður (GI').

| Stærð | Gildi |
|--------|-----------------------------------|
| L | 450 m |
| ψ | 5° |
| v | 18 m/s vestast, 10 m/s austast |
| H | 15 m vestast, 10 m austast |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 92000 m ³ |
| Kostn. | 120 milljónir kr. |

Nesgil/Bakkagil

Þvergarður (GI').

| Stærð | Gildi |
|--------|---|
| L | 525 m 100 m langur tengi- garður til vesturs |
| ψ | 7° |
| v | 21 m/s vestast, 18 m/s austast |
| H | 19 m vestast, 15 m austast, tengigarðurinn er 10 m hár |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 221000 m ³ (þvergarður) 13000 m ³ (tengigarður) 234000 m ³ (samtals) |
| Kostn. | 290 milljónir kr. |

Drangaskarð

Þvergarður og snjóflóðakeilur (GI'+KI').

| Stærð | Gildi |
|--------|---|
| L | 400 m 15 snjóflóðakeilur, 12 m háar |
| ψ | 10° |
| v | 31 m/s |
| H | 17 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 194000 m ³ (þvergarður) 128000 m ³ (keilur) 322000 m ³ (samtals) |
| Kostn. | 410 milljónir kr. |

Gert er ráð fyrir að snjóflóðakeilurnar verði byggðar í tveimur röðum.

Urðarbotnar

Þvergarður og snjóflóðakeilur (GI'+KI').

| Stærð | Gildi |
|--------|--|
| L | 250 m 9 snjóflóðakeilur, 12 m háar 50 m langur tengigarður til austurs |
| ψ | 11° |
| v | 30 m/s |
| H | 17 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 128000 m ³ (þvergarður) 80000 m ³ (snjóflóðakeilur) 8000 m ³ (tengigarður) 216000 m ³ (samtals) |
| Kostn. | 280 milljónir kr. |

Gert er ráð fyrir að snjóflóðakeilurnar verði byggðar í tveimur röðum.

Milli Tröllagils og Urðarbotna

Þvergarður (GI').

| Stærð | Gildi |
|--------|----------------------|
| L | 250 m |
| ψ | 11° |
| v | – |
| H | 10 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 42000 m ³ |
| Kostn. | 60 milljónir kr. |

Snjóflóðahætta á þessu svæði er talin mun minni en austar og vestar og eru engin flóð nærri byggð þekkt á svæðinu. Garðurinn er ekki miðaður við hraða sem lífanreikningar benda til að stærstu flóð geti náð við mikla snjósöfnun í hlíðinni, heldur er hann ætlaður til þess að tengja saman garðana neðan Tröllagilja og Urðarbotna og veita vörn gegn smærri flóðum sem hugsanleg eru þó ekki séu heimildir fyrir þeim.

Tröllagil

Þvergarður og snjóflóðakeilur (GI'+KI').

| Stærð | Gildi |
|--------|---|
| L | 625 m 25 snjóflóðakeilur, 12 m háar |
| ψ | 11° 12.5° við keilurnar |
| v | 24 m/s (sjá umræðu hér að neðan) |
| H | 17 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 321000 m ³ (þvergarður) 241000 m ³ (keilur) 562000 m ³ (samtals) |
| Kostn. | 710 milljónir kr. |

Gert er ráð fyrir að snjóflóðakeilurnar verði byggðar í tveimur röðum.

Garðurinn undir Tröllagiljum er ekki miðaður við sömu öryggiskröfur og garðar á öðrum stöðum eins og nánar er rætt í meginmáli skýrslunnar. Sömu forsendur um

hönnunarsnjóflóð og notaðar eru annars staðar leiða til u.þ.b. 35 metra hraða á sekúndu við garðinn. Vinnuhópurinn telur ekki raunhæft að byggja þvergarð undir Tröllagiljum sem stöðvað getur snjóflóð á slíkum hraða. Minna rými er fyrir byggingu garðs og snjóflóðakeila á þessu svæði en austar í bænum og þyrfti garðurinn að vera allmiklu hærri en 20 m. Garðurinn í töflunni hér að framan miðast við hönnunarflóð sem endar í flæðarmálinu en það svarar til lengsta skráða snjóflóðs á þessum stað (flóð þetta hefði reyndar náð lengra ef það hefði ekki endað í sjónum). Rýmingarviðbúnaður er nauðsynlegur undir Tröllagiljum eftir að garður af þessari stærð hefur verið byggður.

SEYÐISFJÖRÐUR

Bjólfur

Þvergarður á hjalla í 650 m hæð yfir sjó í Bjólfinum (tegund GII).

| Stærð | Gildi |
|--------|------------------------------|
| L | 425 m |
| ψ | $\approx 0^\circ$ |
| v | 20/30 m/s |
| H | 22-41 m, 25/35 m er valið |
| D | 5 m |
| Rúmmál | 265000/575000 m ³ |
| Kostn. | 150/270 milljónir kr. |

Hæð og lögun þvergarðs í 650 m h.y.s. í Bjólfinum verður að skoða nánar í frumhönnun varnanna eftir að frekari líkanreikningar hafa verið gerðir. Hlíðin ofan hjallans nær upp í 800-1000 m h.y.s. og gera verður ráð fyrir að hún geti ölli farið af stað í snjóflóði við aftakaaðstæður. Hraða hönnunarsnjóflóðsins verður að reikna með líkani sem tekur tillit til upptöku flóðsins á snjó eftir því sem það fellur niður farveginn.

Hætta er á stórum snjóflóðum á þessum stað. Halli garðs af tegund GII er 1:1.3 upp í hlíðina. Af þessum sökum er miðað við tiltölulega lágt gildi á stuðlinum $\lambda = 1.3$ í jöfnu (2) (sjá nánar í undirkafla 5.5.1).

Skafranningur getur borið snjó að garðinum og gera verður ráð fyrir því að tungur fyrri flóða hafi fallið að honum. Því er miðað við tiltölulega mikla snjódýpt ofan garðsins, $H_s = 4$ m. Gengið er út frá því að hægt sé að auka virka hæð garðsins um $D = 5$ m með uppgreftri ofan hans.

Skoðaðir eru tveir möguleikar á hæð garðsins, $H = 25$ m og $H = 35$ m, til þess að gefa hugmynd um umfang hans miðað við mat vinnuhópsins á aðstæðum. Að svo komnu máli er ekki hægt að gera upp á milli þessara möguleika. Báðir eru þeir raunhæfir í þeim skilningi að ekki virðast tæknilegir örðugleikar á því að byggja garða af þessari stærð á staðnum, þeir valda ekki umtalsverðri umhverfisröskun og kostnaður við þá er mun lægri en verðmæti bygginganna sem þeim er ætlað að verja. Miðað er við hærri garðinn í töflu 4 um kostnað við varnir en lægri garður er möguleiki sem eðlilegt er að verði skoðaður nánar í frumhönnun varnanna.

Þvergarður í 650 m h.y.s. í Bjólfinum var fyrst lagður til í bréfi frá Þorsteini Jóhannessyni, verkfræðingi á Verkfræðistofu Siglufjarðar, dagsettu 27. nóvember 1995 til bæjarverkfræðingsins á Seyðisfirði, Sigurðar Jónssonar. Sigurður kom þessari tillögu á framfæri við vinnuhópinn. Stærri garðurinn hefur svipað rúmmál og nefnt er í bréfi Þorsteins.

Þvergarður skammt ofan byggðar undir Bjólfinum (tegund GI).

| Stærð | Gildi |
|--------|---|
| L | 375+225+250=850 m |
| ψ | 5° |
| v | 19 m/s |
| H | 12 m |
| D | 2 m |
| Rúmmál | 59000+35000+39000=133000 m ³ |
| Kostn. | 70+40+50=170 milljónir kr. |

Talið er að aftakaflóð á svæðinu eigi líklega upptök sín ofarlega í Bjólfinum, þ.e. ofan efri þvergarðsins í 650 m h.y.s.

Líkanreikningar gefa hins vegar til kynna að hraði snjóflóðs sem á upptök sín neðan 600 m h.y.s., þ.e. neðan efri þvergarðsins, geti verið meiri en 30 m/s við neðri garðinn. Gil í hlíðinni sunnanverðri hafa tilhneigingu til þess að beina snjóflóðum frá syðri hluta byggðarinnar og kúpt lögun hlíðarinnar dregur úr snjósöfnunarhættu í skafrenningi. Erfitt er að meta snjóflóðahættu úr neðri hluta hlíðarinnar. Ljóst er að hætta á snjóflóðum úr svokölluðum Kálfabotnum norðarlega í hlíðinni er veruleg. Þar þarf að athugaða möguleika á byggingu upptaka-stoðvirkja (sjá nánari umfjöllun í megingtexta skýrslunnar).

Lagt er til að tiltölulega lágur þvergarður, 12 m að hæð, verði byggður til þess að draga úr snjóflóðahættu úr neðri hluta hlíðarinnar. Garðurinn dregur einnig úr krapa- og aurflóðahættu sem er umtalsverð á svæðinu. Garðurinn er ekki miðaður við þann hraða sem líkanreikningar benda til að stærstu flóð geti náð við mikla snjósöfnun í neðri hluta hlíðarinnar. Garðurinn eykur engu að síður öryggi á svæðinu verulega. Rýmingarviðbúnaður er nauðsynlegur eftir að garðarnir hafa verið byggðir.

Hægt er að byggja neðri garðinn þannig að endar hans til suðurs og norðurs virki sem leiðigarðar gagnvart snjóflóðum úr Fálkagili að sunnanverðu og Kálfabotnum og hlíðinni neðan þeirra að norðanverðu. Þetta eykur virkni garðanna verulega. Leiðigarður með leiðihorni $\phi \approx 25^\circ$ lengir suðurhluta garðsins e.t.v. um 125 m. Erfitt er að leggja mat á lengingu garðsins til norðurs ef þessi leið er farin án nánari skoðunar. Líkanreikningar á hraða snjóflóða úr Fálkagili eru mjög háðir forsendum um breidd og lögun farvegarins og lagði vinnuhópurinn ekki beint mat á hæð garðsins þar að svo stöddu. Ekki er gert ráð fyrir því að kostnaður við leiðigarðsútfærslu á endum garðsins skipti sköpum fyrir heildarkostnað við varnir fyrir svæðið undir Bjólfinum samanborið við aðra óvissupætti. Ekki er því tekið beint tillit til þessa kostnaðar í kostnaðarmati skýrslunnar.

Strandartindur/Botnar

Leiðigarðar á bökkum krapa- og aurflóðafarvega (tegund LV).

| Stærð | Gildi |
|--------|------------------|
| L | 2x2250 m |
| H | 3-4 m |
| Kostn. | 60 milljónir kr. |

SIGLUFJÖRÐUR

Jörundarskál/Strengsgil

Leiðigarður neðan Ytra-Strengsgils (tegund LII).

| Stærð | Gildi |
|--------|---------------------------------------|
| L | 825 m |
| ψ | 7° |
| ϕ | 15° |
| v | 45 m/s ofarlega |
| H | 18 m efstu 600 m, lækkar í 15 m neðst |
| D | 3 m |
| Rúmmál | 413000 m ³ |
| Kostn. | 260 milljónir kr. |

Þykkt hönnunarflóðsins er ákveðin $H_f = 4$ m vegna þess hve farvegurinn er þröngur. Jafnframt er gert ráð fyrir því að snjódýpt ofan garðsins sé 5 m og að þykkt fyrri flóða sem e.t.v. hafi fallið að garðinum sé 2 m. Þannig verður heildarþykkt snævar og fyrri flóða $H_s = 7$ m. E.t.v. er ekki rétt að leggja snjódýpt og þykkt fyrri flóða beint saman eins og hér er gert. Tungur fyrri flóða geta haft áhrif á snjóflutning með skafrenningi og óvíst er að heildarþykkt snævarins vaxi jafn mikið og sem nemur þykkt fyrri flóða. Þetta þarf að athuga nánar.

Lögun og staðsetningu neðri hluta leiðigarðsins þarf að skoða sérstaklega í frumhönnun varnanna. Stefna og staðsetning neðri hluta garðsins ræðst að hluta til af leiðigarði neðan Jörundarskálar (sjá hér að neðan). Þrír möguleikar koma

einkum til greina: (1) langur leiðigarður sem sveigir til suðurs og ver allar byggingar á svæðinu, (2) styttri garður sem ver ekki 10 til 15 byggingar syðst á svæðinu, (3) langur beinn garður sem færi að hluta yfir syðstu byggingar á svæðinu. Ekki er hægt gera upp á milli þessara möguleika að svo stöddu. Gengið er út frá valkosti (1) í töflunni hér að framan.

Þrjár 3.3-3.7 m djúpar holur voru grafnar neðan Strengsgils. Meirihluti efnisins sem sýnilegur var í holunum virtist henta vel til stíflugerðar. Nægt laust efni til garðbyggingarinnar er í grennd við garðstæðið.

Leiðigarður neðan Jörundarskálar (tegund LII).

| Stærð | Gildi |
|--------|------------------------------|
| L | 150-200 m, 200 m er valið |
| ψ | $<5^\circ$ |
| ϕ | $<10^\circ$ |
| v | 45 m/s ofarlega |
| H | 15 m |
| D | 3 m |
| Rúmmál | 61000 m ³ |
| Kostn. | 40 milljónir kr. |

Þykkt hönnunarflóðsins og heildarþykkt snævar ofan garðsins voru ákveðin $H_f = 4$ m og $H_s = 7$ m eins og neðan Strengsgils.

Stuttur leiðigarður undir Jörundarskál er ætlaður til þess að beina flóðum til suðurs þannig að þau lendi ekki of þvert á Strengsgilsleiðigarðinum. Rétt er að víkka gilmunna Jörundarskálar til suðurs við byggingu garðsins.

Ofangreindur kostnaður við leiðigarða neðan Strengsgils og Jörundarskálar tekur ekki tillit til kostnaðar sem til fellur vegna þess að færa þarf vatnsleiðslur, rafmagnsleiðslur o.fl. Þessi kostnaður hefur verið metinn um 20 milljónir kr. af Þorsteinni Jóhannessyni á Verkfræðistofu Siglufjarðar.

20. VIÐAUKI II: Kostnaðarforsendur fyrir snjóflóðavarnargarða

Kostnaður við snjóflóðavarnargarða, sem áætlaður var í undirkafla 5.6.1, byggist á eftirfarandi forsendum.

1. Halli í garðstæði er $\psi=10^\circ$.
2. Fjarlægð í efni sem flytja þarf að er 5 km.
3. Fjarlægð í fyllingarefni á staðnum er minni en 1 km.
4. Grafa þarf 1 m undan garðinum.
5. Ófyrirséðir kostnaðarliðir eru taldir geta orðið 20%.
6. Hönnun umsjón og eftirlit er 8%.
7. Verð er með 24.5% virðisaukaskatti.

Kostnaður við garða er tiltekinn sem verð á m^3 fyllingarefnis. Gert er ráð fyrir að kostnaður minnki línulega með hæð garðsins vegna þess að uppgröftur í garðstæði og fleiri kostnaðarliðir lækka hlutfallslega eftir því sem hæðin eykst. Kostnaður á m^3 fyllingarefnis er reiknaður línulega út frá kostnaði við 12 m háan garð, c_{12} , og kostnaði við 17 m háan garð, c_{17} . Áætlaður kostnaður við 12 m og 17 m háa garða af gerðum I, II og III er eftirfarandi.

| Tegund garðs | c_{12} (kr./ m^3) | c_{17} (kr./ m^3) |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|
| I | 1200 | 1100 |
| I' | 1400 | 1300 |
| II | 650 | 600 |
| II' | 850 | 800 |
| III | 1800 | 1700 |
| III' | 2000 | 1900 |



ISSN 1025-0565
ISBN 9979-878-02-9

Kápmmynd: Klósigar (vatnslær)
Ljóm.: Guðmundur Hafsteinsson, veðurfræðingur