



FJARÐABYGGÐ

OFANLÓÐAVARNIR Í FJARÐABYGGÐ

NESSIL OG BAKKAGIL Í NESKAUPSTAÐ

FRUMATHUGUN



| | |
|---------------------|---|
| VERKNÚMÉR: 07116002 | DREIFING: |
| SKÝRSLA NR: 0041 | <input type="checkbox"/> Opin |
| DAGS: 2015-06-09 | <input type="checkbox"/> Lokuð til |
| BLAÐSÍÐUR: 40 | <input checked="" type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa |
| UPPLAG: | |

HEITI SKÝRSLU:

Snjóflóðavarnir í Fjarðabyggð. Nesgil og Bakkagil í Neskaupstað. Frumathugun

| | |
|---|--|
| HÖFUNDAR: Björn Halldórsson Kristín Martha Hákonardóttir Snorri Gíslason | VERKEFNISSTJÓRI: Kristín Martha Hákonardóttir |
|---|--|

| | |
|---|----------------------------------|
| UNNIÐ FYRIR: Ofanflóðasjóður, Fjarðabyggð UMSJÓN: Hafsteinn Pálsson, Páll Björgvin Guðmundsson | SAMSTARFSADILAR: Landmótun sf |
|---|----------------------------------|

GERÐ SKÝRSLU/VERKSTIG:

Lokaskýrsla frumathugunar

ÚTDRÁTTUR:

Gerð er grein fyrir niðurstöðum frumathugunar á ofanflóðavörnum á svæðinu undan undan Nes- og Bakkagili. Tillögur að vörnum miða að því að uppfylla kröfur um öryggi skv. reglugerð. 26 hús standa innan hættusvæðis C og 96 á hættusvæði B. Byggð stendur fjær hlíðinni en vestar í bænum og stafar aðallega hættu af stórum snjóflóðum úr upptakasvæðum ofan giljanna. Upptakasvæðin eru hins vegar þau stærstu í Neskaupstað. Byggð er ekki talin stafa hættu af aurflóðum og grjóthruni úr farvegnum.

Hér er lagt til að 14–20 m hár þvergarður verði byggður ofan hverfisins og ofan hans 20, 10 m háar keilur í tveimur röðum. Garðinum er ætlað að stöðva hönnunarsnjóflóð úr upptakasvæðum ofan byggðar. Lagt er til að garðurinn verði grafinn niður um 2–4 m til þess að samstillta uppgroft og fyllingar og draga úr umfangi hans. Þannig mun hann standa 12–18 m yfir óhreyfðu landi. Lagt er til að garðar og keilur verði byggðar úr jarðvegi og jarðvegsstyrkingakerfi notað til þess að tryggja bratta flóðhliða (flái 1:0,25, lóðrétt:lárétt). Flái garðs og keilna hlémeigin verður mildari og lagaður að landslagi eftir atvikum (garður: flái 1:2–3, keilur: 1:1,5).

Heildarefnismagn í garða og keilur er áætlað rúmlega 400 000 m³, þar af um 10 000 m³ fastur gröftur. Efnið fæst úr skeringum ofan varna. Talið er að ónothæft efni nemi a.m.k. 10 000 m³. Flytja þarf að um 175 000 m³ af efni í kjarna og púða.

Kostnaður við framkvæmdina er metinn um 1 800 MISK. Heildarverðmæti eigna innan núverandi hættusvæða B og C er 1 820 MISK miðað við fasteignamat og 3 723 MISK m.v. brunabótamat.

| | |
|--|---|
| LYKILORÐ ÍSLENSK: Snjóflóð, ofanflóð, aurflóð, þvergarður, keilur, varnargarðar | LYKILORÐ ENSK: Snow avalanches, avalanches, debris flows, catching dam, braking mounds, defence measures |
|--|---|

| | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| UNDIRSKRIFT VERKEFNISSTJÓRA: | YFIRFARIÐ AF: Flosi Sigurðsson |
|------------------------------|-----------------------------------|

Samantekt

Stærstu upptakasvæði í Neskaupstað eru ofan Nes- og Bakkagils. Stór snjóflóð féllu úr báðum upptakasvæðunum í hrinu stórra flóða, 1974. Rúmfang flóðanna hefur verið áætlað 300 000–400 000 m. Undir Bakkagili náði flóðið niður í byggð en stöðvaðist um 100 m ofan byggðar undan Nesgili. Nokkur meðalstór snjóflóð eru jafnframt skráð úr farvegum. Byggð stendur fjær fjallsrótum en vestar í bænum og stafar hætta af stórum flóðum. Grjóthruns- og aurflóðahætta er ekki talin alvarleg þó hún sé til staðar og hefur hún ekki áhrif á staðsetningu hættumatslína á svæðinu.

Hættumat fyrir Neskaupstað var samþykkt haustið 2001 og er sýnt á teikningu U60.02.003 (Hættumatsnefnd Fjarðabyggðar, 2001). Snjóflóðahætta í byggð, undan Nesgili og Bakkagili, er minni en úr giljunum vestan þeirra, vegna aukinnar fjarlægðar byggðar frá fjallsrótum. Engu að síður stendur nánast öll byggð undan giljunum innan hættusvæða. Átta hús standa á hættusvæði C og 20 á hættusvæði B, þ.m.t. Fjórðungssjúkrahúsið í Neskaupstað.

Tillögur að vörnum miða við að verja svæðið, þar sem íbúðarhús standa innan hættusvæða C og B. Skriðlengd, stefna og hraði hönnunarflóðs er sýndur á teikn. U60.07.006.

Hér er lagt til að reistur verði einn samhangandi, 14–20 m hár þvergarður ofanvert efstu húsa í Mýra- og Bakkahverfi til þess að stöðva hönnunarsnjóflóð. Lagt er til að ofan garðsins verði tvær keiluraðir með 10 m háum keilum til þess að draga úr flóðhraða áður en flóð lendir á þvergarði. Keilurnar eru staðsettar þar sem talið er að megin þungi flóða geti lent á garðinum.

Lagt er til að garðurinn verði grafinn niður um 2–4 m til þess að draga úr umfangi hans. Þannig mun hann standa 12–18 m yfir óhreyfðu landi. Lagt er til að garðurinn verði byggður úr jarðvegi og jarðvegsstyrkingakerfi notað til þess að tryggja bratta flóðhliðar (flái 1:0,25, lóðrétt:lárétt). Flái hlémeigin verður mildari (flái 1:2-3) og lagaður að landslagi. Miðað er við að keilurnar verði grafnar 2–4 m niður í núverandi land og að brattar flóðhliðar keilnanna (1:0,25) verði byggðar upp með jarðvegsstyrkingarkerfi. Til greina kemur að styrkja hlutfallslega brattar hliðar þeirra (flái 1:1) einnig. Gert er ráð fyrir að flái keilna hlémeigin verði 1:1,5.

Helstu kennistærðir garða eru teknar saman í töflu hér að neðan.

| Garðar | Virk hæð (m) | Lengd (m) | Rúmmál fyllinga (m ³) |
|------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|
| Brattur jarðvegsgarður | 14–20 | 550 | rúml. 350 000 |
| 20 keilur í 2 röðum | 10 | 10 (toppur) | 50 000 |

Tillagan miðar að því að uppfylla kröfur um öryggi skv. reglugerð og eru drög að jafnáhættulínum að teknu tilliti til varnavirkja sett fram í skýrslunni. Með tilkomu varna standa engin hús innan hættusvæða B og C.

Landslagsarkitektastofan Landmótun vann tillögu að mótvægisáðgerðum og skipulagi svæðisins. Lagt er til að mótað verði útivistarsvæði ofan og neðan garðs, með stígum, áningarstöðum og ræktunarreitum. Lögð er til ný staðsetning á aðkomuvegi að Hjallaskógi, á tjaldsvæði og strandblakvelli og ræktunarreitum ofan Nesbakka og Gilsbakka. Áhersla er á flutning gróðurs innan svæðis og að leitast verði við að ná fram gróðursamfélagi sem líkustu því sem fyrir er. Lögð er til samvinna við Náttúrufræðistofu Austurlands, Landgræðslu ríkisins og Framkvæmdasýslu ríkisins.

Heildarefnismagn í garðana er áætlað rúmlega 400 000 m³. Efni í garðfláa fæst úr skeringum. Um 175 000 m³ af efni í kjarna garða og púða vantar, þar sem jarðlög á garðstæði uppfylla ekki kröfur um stæðni (mýrarjarðvegur og jökulurð). Lagt er til að vinna það efni úr skeringasvæðum ofan núverandi garða. Nýtingarmöguleikar jarðvegs ráðast m.a. af því hvernig til tekst að þurrka upp land fyrir framkvæmdir, þar sem djúp mýri er á fyrirhuguðu garðsvæði.

Kostnaður við varnirnar er metinn um 1 800 MISK. Um er að ræða heildarkostnað m. VSK., sem samanstendur af verktakakostnaði við byggingu garða. Jafnframt er innifalinn kostnaður við hönnun, eftirlit og umsjón sem og kostnaður vegna uppgræðslu svæðisins.

Fyrirhugaðar varnir verja 122 íbúðarhús sem standa innan hættusvæða C og B gegn ofanflóðum úr giljunum. Þar af standa 26 hús innan hættusvæðis C. Heildarverðmæti eigna innan núverandi hættusvæða B og C sem teljast varðar er 1 820 MISK miðað við fasteignamat. Brunabótamat sömu eigna er hins vegar 3 723 MISK, m.v. fasteignamati fyrir árið 2015.

Efnisyfirlit

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Inngangur | 9 |
| 2 | Staðhættir og ofanflóðasaga | 10 |
| 2.1 | Staðhættir | 10 |
| 2.2 | Ofanflóðaaðstæður | 12 |
| 2.2.1 | Veðurfar | 12 |
| 2.2.2 | Upptakasvæði og snjósöfnun | 12 |
| 2.2.3 | Snjófólóðafarvegir neðan upptakasvæða | 13 |
| 2.3 | Ofanflóðasaga | 15 |
| 2.4 | Hættumat | 17 |
| 3 | Fyrri hugmyndir að vörnum og athuganir | 18 |
| 4 | Forsendur | 19 |
| 4.1 | Skriðlengd hönnunarflóðs og áhætta | 19 |
| 4.2 | Kennistærðir hönnunarflóðs | 19 |
| 4.2.1 | Nesgil og Bakkagil | 19 |
| 4.2.2 | Skágil | 20 |
| 4.2.3 | Samanburður við önnur upptakasvæði í Neskaupstað | 21 |
| 5 | Tillögur að vörnum | 22 |
| 5.1 | Niðurstaða | 22 |
| 5.2 | Aðrir varnarkostir | 22 |
| 5.2.1 | Upptakastoðvirki og lágir þvergarðar | 22 |
| 5.2.2 | Leiðigarður | 22 |
| 5.2.3 | Þvergarður | 22 |
| 5.3 | Þvergarður og tvær keiluraðir | 23 |
| 5.4 | Tæknileg útfærsla varnargarða | 25 |
| 5.4.1 | Magntölur og kennistærðir | 25 |
| 5.4.2 | Endingartími mannvirkja | 27 |
| 5.4.3 | Tilhögun framkvæmdar | 27 |
| 5.5 | Ásýnd garða | 27 |
| 5.6 | Jarðtæknilegar aðstæður | 28 |
| 5.6.1 | Aðstæður á upptakasvæðum | 28 |
| 5.6.2 | Jarðkönnun á fyrirhuguðum garðsvæðum | 28 |
| 5.6.3 | Nýtingamöguleikar jarðlaga | 29 |
| 5.6.4 | Trjárækt | 30 |
| 5.6.5 | Efnisnám | 30 |
| 5.7 | Vegir og mannvirki | 32 |
| 5.7.1 | Lagnir | 32 |
| 5.7.2 | Frárennsli á garðsvæði | 32 |
| 5.7.3 | Frárennsli í byggð | 32 |
| 5.7.4 | Aðkoma að framkvæmdasvæði | 34 |
| 5.8 | Snjósöfnun við varnir | 34 |
| 6 | Landmótun og skipulag | 35 |
| 7 | Verðmæti varinna eigna | 36 |
| 8 | Kostnaðarmat | 37 |
| 9 | Öryggi neðanvert varna | 38 |
| 9.1 | Endurskoðað hættumat | 38 |
| 9.2 | Virkni varna | 39 |
| 10 | Heimildir | 40 |
| | Teikningar | 41 |
| | Viðaukar | 43 |

Yfirlit yfir myndir

| | | |
|---------|---|----|
| MYND 1 | NESKAUPSTAÐUR, YFIRLITSMYND. FJALLIÐ. LJÓSMYND: KRISTÍN MARTHA HÁKONARDÓTTIR Í DESEMBER 2013..... | 10 |
| MYND 2 | MÝRAR OG BAKKAHVERFI. LOFTMYND: FJARÐABYGGÐ | 11 |
| MYND 3 | BAKKAHVERFI OG MÝRAR (FRÁ VINSTRI TIL HÆGRI). ÞVERGARÐUR UNDIR DRANGAGILI ER Í HÆGRA HORN MYNDAR. LJÓSMYND: SNORRI GÍSLASON Í ÁGÚST 2014..... | 11 |
| MYND 4 | NESGIL TIL VINSTRI OG BAKKAGIL TIL HÆGRI. MYND TEKIN Í DESEMBER 2013 (KRISTÍN MARTHA HÁKONARDÓTTIR)..... | 12 |
| MYND 5 | NESGIL TIL VINSTRI OG BAKKAGIL TIL HÆGRI. MYND TEKIN Í ÁGÚST 2014 (SNORRI GÍSLASON). ENN ERU SNJÓSKAFLAR Í GILJUNUM AUSTANVERÐUM..... | 13 |
| MYND 6 | NESGIL. LJÓSMYND: SNORRI GÍSLASON Í ÁGÚST 2014..... | 14 |
| MYND 7 | BAKKAGIL. LJÓSMYND: SNORRI GÍSLASON Í ÁGÚST 2014..... | 15 |
| MYND 8 | TILLAGA AÐ HEILDARVÖRNUM FYRIR NESKAUPSTAÐ Í SKÝRSLU VST OG CEMAGREF (1998A). ATH. KEILUR SEM LAGT ER TIL AÐ SÉU BYGGÐAR OFAN GARÐS UNDIR NESGILI ERU EKKI SÝNDAR..... | 18 |
| MYND 9 | HÖNNUNARFLÓÐHRAÐAR FYRIR FLÓÐ ÚR UPPTAKASVÆÐUM OFAN BYGGÐAR Í NESKAUPSTAÐ. BLÁAR SÚLUR SÝNA FLÓÐHRAÐA ÁN UPPTAKASTÖÐVIRKJA OG RAUÐAR MEÐ UPPTAKASTÖÐVIRKJUM ... | 21 |
| MYND 10 | HÖNNUNARKASTBOGAR FLÓÐA SEM LENDA Á 10 M HÁUM KEILUM NEÐAN NES- OG BAKKAGILJA, M.V. ORKUTAPSSTUÐUL Í ÁREKSTRI, $k = 0,8$ VIÐ EFRI RÖÐ OG $k = 0,9$ VIÐ NEÐRI RÖÐ. LANDHALLI MILLI RAÐA ER UM 15° (SVÖRT, BROTTIN LÍNA) | 24 |
| MYND 11 | ÁSÝND Á MÝRAR OG BAKKAHVERFI. TIL HÆGRI Á MYNDinni SÉST Í VARNARGARÐ UNÐAN DRANGAGILI. LJÓSMYND TEKIN Í ÁGÚST 2014 | 28 |
| MYND 12 | ÁSÝND Á MÝRAR OG BAKKAHVERFI MEÐ FYRIRHUGUÐUM VARNARGARÐI OFAN HVERFISINS. ATHUGIÐ AÐ TILLÖGUR AÐ FREKARI LANDMÓTUN OFAN OG NEÐAN GARÐS TIL ÞESS AÐ MILDA ÁSÝND ÚR BYGGÐ HAFI EKKI VERIÐ FÆRÐAR INN Á LJÓSMYNDINA. UMFJÖLLUN UM LANDMÓTUN ER Í VIÐAUKA 4, LANDMÓTUN OG SKIPULAG | 28 |
| MYND 15 | SKÓGRÆKT NEÐAN SKÁGILS OG BAKKAGILS. LJÓSMYND: KRISTÍN MARTHA HÁKONARDÓTTIR, DESEMBER 2013 | 30 |
| MYND 16 | SKERINGARSVÆÐI OFAN GARÐS NEÐAN UNÐAN DRANGAGILI | 31 |
| MYND 17 | NEÐRI KEILURÖÐ NEÐAN TRÖLLAGILJA | 32 |
| MYND 18 | BAKKALÆKUR: A) 110 CM BÁRUJÁRNSRÆSI UNDIR BAKKAVEGI, B) VIÐ STÍFLU SEM MYNDA ÁTTI TJÖRN. RÆSI LIGGUR UNDIR STÍFLU. LJÓSMYNDIR: KRISTÍN MARTHA HÁKONARDÓTTIR, DESEMBER 2013 33 | |
| MYND 19 | NESLÆKUR. ÖPNUN RÆSIS Í FJÖRU. MOKA ÞARF FRÁ ÖPINU. LÍKLEGA VÆRI TIL BÓTA AÐ FYLJA AÐ RÆSISÖPINU MEÐ STÓRGRÝTI. LJÓSMYND: KRISTÍN MARTHA HÁKONARDÓTTIR, DESEMBER 2013 33 | |
| MYND 20 | GARÐSVÆÐI, STÍGAR OG RASKAÐ LAND..... | 35 |

Yfirlit yfir töflur

| | | |
|---------|--|----|
| TAFLA 1 | STÆRSTU SKRÁÐ OFANFLÓÐ ($>R_{11}$) ÚR NESGILI (ÞORSTEINN ARNALDS Ö.FL., 2001 OG SVANBJÖRG HELGA HARALDSÓTTIR, 1997), SJÁ JAFNFRAMT TEIKNINGU U60.02.003 | 16 |
| TAFLA 2 | STÆRSTU SKRÁÐ OFANFLÓÐ ($>R_{11}$) ÚR BAKKAGILI (ÞORSTEINN ARNALDS Ö.FL., 2001 OG SVANBJÖRG HELGA HARALDSÓTTIR, 1997), SJÁ JAFNFRAMT TEIKNINGU U60.02.003 | 16 |
| TAFLA 3 | ENDURKOMUTÍMI OG STAÐARÁHETTA VEGNA SNJÓFLÓÐA VIÐ JAFNÁHÆTTULÍNU A0, BA OG CB (HÆTTUMATSNEFND FJARÐABYGGÐAR, 2001) | 19 |
| TAFLA 4 | EINVIÐ RENNSLISSTIG, MAT Á ENDURKOMUTÍMA OG STAÐARÁHETTA VIÐ EFSTU ÍBÚÐARHÚS VIÐ MÝRAR OG Í BAKKAHVERFI..... | 19 |
| TAFLA 5 | MAT Á HRAÐA HÖNNUNARFLÓÐS ÚR NESGILI OG BAKKAGILI. HÖNNUNARFLÓÐ STÖÐVAST VIÐ JAFNÁHÆTTULÍNU BA SEM SVARAR TIL R16,4/NESGIL OG R16,8/BAKKAGIL, SJÁ TEIKNINGU U60.02.006..... | 20 |
| TAFLA 6 | MAT Á HRAÐA HÖNNUNARFLÓÐS Á SVÆÐI MILLI NESGILS OG BAKKAGILS, SJÁ EINNIG TEIKNINGU U60.02.006..... | 20 |
| TAFLA 7 | HÖNNUNARSTÆRÐIR FYRIR FLÓÐ ÚT AÐ JAFNÁHÆTTULÍNU BA. LANDHALLI Á GARÐSTÆÐI ER UM 6° OG SNJÓDÝPT OFAN VIÐ GARÐA ÁÆTLUÐ H_s 2,5 M. FJARLÆGÐ FRÁ FLÓÐHLIÐ GARÐS AÐ EFSTU HÚSUM ER L | 23 |

| | | |
|----------|--|----|
| TAFLA 8 | HÖNNUNARSTÆRÐIR KEILURAÐA OG KEILNA, M.V. FLÓÐ ÚT AÐ JAFNÁHÆTTULÍNU BA. LANDHALLI Á KEILUSTÆÐI OG SKERINGASVÆÐUM ER UM 6° EN LANDHALLI MILLI RAÐA ER 15°. SNJÓDÝPT OFANVERT EFRI KEILURAÐA, H_s ER ÁÆTLUÐ 3 M OG 2,75 M OFANVERT NEÐRI KEILURAÐA. REIKNUÐ LÁRÉTT FJARLÆGD MILLI VARNARVIRKJARAÐA ER L , L_D ER RÁÐLÖGD LÁRÉTT FJARLÆGD MILLI RAÐA. LANDHÆÐ ER M.V. NÚVERANDI LAND..... | 23 |
| TAFLA 9 | HÖNNUNARSTÆRÐIR ÞVERGARÐS FYRIR FLÓÐ ÚT AÐ JAFNÁHÆTTULÍNU BA. LANDHALLI Á GARÐSTÆÐI ER UM 6° OG ÁÆTLUÐ SNJÓDÝPT OFAN GARÐA, H_s ER 2,5 M. FJARLÆGD FRÁ FLÓÐHLIÐ GARÐS AÐ EFSTU HÚSUM ER L | 23 |
| TAFLA 10 | MAGNTÖLUR VEGNA VARNARVIRKJA NEÐANVERT NES- OG BAKKAGILJA | 26 |
| TAFLA 11 | KENNISTÆRÐIR ÞVERGARÐS NEÐANVERT NES- OG BAKKAGILJA | 26 |
| TAFLA 12 | KENNISTÆRÐIR KEILNA NEÐANVERT NES- OG BAKKAGILJA..... | 26 |
| TAFLA 13 | VERÐMAT ÍBÚÐARHÚSA SEM VARIN ERU GEGN OFANFLÓÐUM ÚR NES- OG BAKKAGILI | 36 |
| TAFLA 14 | VERÐMAT ATVINNUHÚSNÆÐIS SEM TELST VARIÐ GEGN OFANFLÓÐUM ÚR NES- OG BAKKAGILI | 36 |
| TAFLA 15 | FRUMKOSTNAÐARMAT VEGNA OFANFLÓÐVARNA NEÐAN NES- OG BAKKAGILS. KOSTNAÐARTÖLUR ERU M. VSK | 37 |
| TAFLA 16 | FRUMKOSTNAÐARMAT VEGNA STÖÐVIRKJA OFANVERT NES- OG BAKKAGILS. KOSTNAÐARTÖLUR ERU M. VSK | 37 |

Teikningaskrá

| Nr. | Lýsing |
|------------|--|
| U60.02.001 | Yfirlitsmynd |
| U60.02.002 | Upptakasvæði, snjóflóðafarvegir og einvíð líkön |
| U60.02.003 | Þekkt snjóflóð í Neskaupstað fram til 2015 og samþykktar hættumatslínur |
| U60.02.004 | Árlegar líkur á snjóflóðum |
| U60.02.005 | Tvívíðir líkanreikningar, SAMOS keyrsla nr. 1 |
| U60.02.006 | Hönnunarflóð: Skriðlengd, hraði og útbreiðsla við keilur |
| U60.20.007 | Fyrirkomulag varna og tvívíðir líkanreikningar, SAMOS keyrsla nr. 1 |
| U60.02.008 | Tvívíðir líkanreikningar, Skágil, SAMOS keyrsla nr. 4 og tvívíð rennslisstig |
| U60.02.009 | Fyrirkomulag varna, afstaða á loftmynd |
| U60.02.010 | Grunnmynd varnarvirkja, Nescgili og Bakkagili |
| U60.02.011 | Kennisnið í varnargarð og keilur neðan Nescgils |
| U60.02.012 | Kennisnið í varnargarð og keilur neðan Bakkagils |
| U60.02.013 | Langsnið í þvergarð |
| U60.02.014 | Langsnið, kennisnið og ásýnd keilna, Nescgil |
| U60.02.015 | Langsnið, kennisnið og ásýnd keilna, Bakkagil |
| U60.02.016 | Staðsetning jarðkönnunargryfja |
| U60.02.017 | Staðsetning lagna |
| U60.02.018 | Svæði sem garðar verja |
| U60.02.019 | Tillaga að endurskoðuðu hættumati að teknu tilliti til varnarvirkja |

1 Inngangur

Í október, 2013 fól Fjarðabyggð Verkfræðistofunni Verkís frumathugun á ofanflóðavörnum neðan Nes- og Bakkagils. Verkefninu var skipt upp í forathugun og frumathugun og unnin samhliða frumathugun neðan Urðarbotna og Sniðgils. Forathugun var kynnt Ofanflóðasjóði og Veðurstofu Íslands í janúar 2014 og bæjarstjóra Fjarðabyggðar í mars. Metnir voru mögulegir varnarkostir og kostnaður áætlaður. Samráð var haft um val á útfærslu og hugsanlegum aðgerðum neðan Skágils. Veðurstofa Íslands (VÍ) fór yfir hönnunarforsendur og staðfesti þær í tölvupósti í kjölfar fundarins (mars 2014). Nánar var rætt um útfærslu varna neðan Skágils og nýjar líkankeyrslur á fundi með VÍ og Ofanflóðasjóði í júlí 2014. Samhliða vinnu við frumathugun vann landslagsarkitektastofan Landmótun tillögur að skipulagi og mótvægisáðgerðum, sem settar eru fram í sérstakri greinargerð (Landmótun, 2015). Niðurstaða frumathugunar á snjóflóðavörnum neðan Nes- og Bakkagils er í skýrslu þessari. Hún var kynnt bæjarstjórn á fundi 12. febrúar 2015 og á opnum íbúafundi í Neskaupstað síðar sama dag.

Stærstu upptakasvæði í Neskaupstað eru ofan Nes- og Bakkagils. Upptakasvæði ofan Nesgils er stærra en talið er að meiri snjór safnist að jafnaði í upptakasvæðið ofan Bakkagils. Stór snjóflóð féllu úr báðum upptakasvæðunum í hrinu stórra flóða, 1974. Rúmfang flóðanna hefur verið áætlað 300 000–400 000 m³. Undir Bakkagili náði flóðið niður í byggð en stöðvaðist um 100 m ofan byggðar undan Nesgili. Nokkur meðalstór snjóflóð eru jafnframt skráð úr farvegum og hafa fjögur þeirra náð út í rennslisstig r13 undan báðum giljum. Byggð stendur fjær fjallsrótum en annars staðar í Neskaupstað (í rennslisstigum r16) og því stafar byggð einungis hættu af stórum flóðum úr giljunum. Áhætta í byggð er því minni en vestar í byggðinni. Ummerki eru um skriðuvirkni neðanvert beggja giljanna, sem líklega tengist mikilli rigningu á stuttan tíma. Hætta vegna aurskriða og grjóthruns er talin hverfandi í samanburði við snjóflóðahættu og hefur ekki áhrif á staðsetningu hættumatslína.

Við hönnun ofanflóðavarna er miðað við þær öryggiskröfur sem settar eru fram í 22. grein reglugerðar nr. 505/2000 og breytingu á henni í 11. grein reglugerðar nr. 495/2007. Þar segir að við hönnun varnarvirkja skuli leitast við að auka öryggi þannig að eftir byggingu þeirra sé staðaráhætta fólks neðan þeirra sem næst ásættanlegri áhættu og aldrei meiri en 3,0 af 10 000 á ári. Áhætta í íbúðarhúsum telst ásættanleg sé hún minni en 0,3 af 10 000 á ári.

Hættumat fyrir Neskaupstað var samþykkt haustið 2001. Samkvæmt því standa tíu hús á hættusvæði C og 30 á hættusvæði B neðanvert giljanna. Utan skilgreindra hættusvæða er staðaráhætta minni en 0,3 af 10 000 á ári.

Hér er lagt til að byggður verði einn samfelldur þvergarður undan giljunum. Lagt er til að garðurinn verði 550 m langur og 14–20 m hár. Til þess að draga úr flóðhraða áður en snjóflóð stöðvast á garðinum er lagt til að reistar verði 20 snjóflóðavarnarkeilur ofanvert garðsins, þar sem búast megi við megin flóðþunga. Hæðarsetning garða og keilna í landi var samstillt þannig að aðflutt efni yrði lágmarkað og allt efni úr skeringum nýttist í varnargarða og keilur.

Til þess að milda sjónræn áhrif framkvæmdarinnar er svæði milli byggðar og garðs mótað, göngustígar á garðinum tengdir inn í núverandi stígakerfi og trjálundir skipulagðir. Jafnframt er lögð til ný staðsetning á aðkomuvegi að Hjallaskógi, á tjaldsvæði og strandblakvelli og ræktunarreitum ofan Nesbakka og Gilsbakka.

Að hálfu Verkíss hafa Áki Thoroddsen, Björn Halldórsson, Hrafnkell Már Stefánsson, Kristín Martha Hákonardóttir, Magnea Huld Ingólfssdóttir, Pálmi Ragnar Pálmason og Snorri Gíslason komið að verkefninu. Þórhildur Þórhallsdóttir og Aðalheiður Kristjánsdóttir, landslagsarkitektar hjá Landmótun, unnu tillögu að skipulagi svæðisins. Tómas Jóhannesson, jarðeðlisfræðingur á Veðurstofu Íslands, mat hönnunarforsendur og varnartillögur f.h. Veðurstofustjóra og Eiríkur Gíslason og Ásdís Helgadóttir á Veðurstofu Íslands, hermdi snjóflóð í líkaninu samosAT. Tómas R. Zoëga, snjóeftirlitsmaður Veðurstofu Íslands í Neskaupstað, veitti upplýsingar um snjóalög og snjóflóðasögu en Marinó Stefánsson hjá Fjarðabyggð veitti tæknilegar upplýsingar.

2 Staðhættir og ofanflóðasaga

2.1 Staðhættir

Neskaupstaður í Fjarðabyggð stendur norðanvert við Norðfjörð, sem liggur nokkurn veginn í A-V. Hann gengur inn frá Norðfjarðarflóa, sem opnast í NA móti hafi, sjá teikningu U60.07.001. Ofan bæjarins rís Fjallið upp í 700–900 m hæð y.s. Efsti hluti þess er eggjóttur, skorinn djúpum giljum, skálum og skörðum eins og sjá má á Mynd 1.



Mynd 1 Neskaupstaður, yfirlitsmynd. Fjallið. Ljósmynd: Kristín Martha Hákonardóttir í desember 2013

Þéttbýli tók að myndast í Norðfirði undir lok 19. aldar samfara saltfiskverkun. Hún hófst við og innan við landnámsbæinn Nes, sem stóð undir Nesgili og varð síðar löggiltur verslunarstaður. Afbýlið Bakki, undan Bakkagili, var reist nokkrum hundruð árum síðar en Nes. Þéttbýlið óx á fyrstu áratugum 20. aldar í kjölfar vélbátavæðingar svo íbúar voru 636 árið 1913. Byggð teygðist inn fjörðinn, meðfram ströndinni. Hinn 1. janúar 1929 fékk Neshreppur kaupstaðarréttindi og nefndist Neskaupstaður. Íbúafjöldi var þá 1 103. Íbúar í Norðfirði um 1990 voru 1 754. Næstu árin fækkar íbúum nokkuð. Haustið 1993 var samþykkt að sameina Norðfjarðarhrepp og Neskaupstað undir nafni Neskaupstaðar og tók sameiningin gildi 11. júní 1994 og voru þá mörk sveitarfélagsins orðin hin sömu og fyrir 1913. Norðfjörður er í dag fjölmennasti byggðarkjarninn í Fjarðabyggð með um 1 530 íbúa. Sjávarútvegur, fiskvinnsla og tengd þjónusta er aðalatvinnuvegur íbúa (upplýsingar af vef Fjarðabyggðar: <http://www.fjardabyggd.is/mannlif/um-fjardabyggd/neskaupstadur>).

Mýra- og Bakkahverfi, undir Nes- og Bakkagiljum er nýjasta byggð þéttbýlisins. Hún reis að stærstum hluta á áttunda og níunda áratug síðustu aldar og er ysti hluti bæjarins (Harpa Grímsdóttir, 1997). Ný íbúðarhús standa nú vestan kirkjugarðs í Bakkahverfi.

Bakkahverfi stendur um 250 m neðan brekkufótar, sjá Mynd 2 og Mynd 3. Ofan hverfisins er landhalli um 6° en í hverfinu er hallinn undir 5°. Hverfið nær niður að bröttum bakka (24°), um 60 m ofan strandar. Neðan hverfisins er Neskaupstaðarkirkjugarður. Framtíðarbyggð í Neskaupstað er skilgreind austan hverfisins.

Mýrar, neðan Nesgils, standa um 200 m neðan brekkufótar. Ofan hverfisins er landhalli um og undir 10° en í hverfinu er landhalli um 5°. Hverfið nær um 400 m vegalengd í sjó fram. Fjórðungssjúkrahús Neskaupstaðar (byggt 1956 og 1976), Verkmenntaskóli Austurlands (byggt 1961-1993) og Nesskóli (byggt 1971) standa neðarlega í hverfinu. Neðan við austurenda þvergarðs undan Drangagili eru blakvöllur og tjaldstæði á fyllingu.



Mynd 2 Mýrar og Bakkahverfi. Loftmynd: Fjarðabyggð



Mynd 3 Bakkahverfi og Mýrar (frá vinstri til hægri). Þvergarður undir Drangagili er í hægra horni myndar. Ljósmynd: Snorri Gíslason í ágúst 2014

2.2 Ofanflóðaaðstæður

2.2.1 Veðurfar

Ríkjandi vindáttir til fjalla samfara úrkomu þegar hiti er lágur eru norðlægar í NNV, N og NA. Mesti vindhraði er í NA-áttum (Þorsteinn Arnalds o.fl., 2001).

Vindrósir fyrir veðurstöð í Neskaupstað eru í Viðauka 1. Ríkjandi vindáttir í bænum stjórnast talsvert af landslagi. Að vetrarlagi eru V- og NA-áttir ríkjandi, óháð hitastigi (V áttir eru algengastar). Að sumarlagi eru ANA-áttir algengastar. NNA-A áttum fylgir mestur vindhraði, bæði að vetrar og sumarlagi.

Úrkoma í Neskaupstað er með því mesta sem gerist á láglandi á Íslandi (Vatnaverkefni Háskóla Íslands, 1994).

2.2.2 Upptakasvæði og snjósöfnun

Megin upptakasvæði snjóflóða og flóðafarvegir eru sýndir á teikningu U60.02.002 og á Mynd 4 og Mynd 5.

Nesgil er neðan Skarðstinds (800 m y.s.). Upptakasvæðið nær niður í 500 m hæð y.s. og er víðáttumikið. Flatarmál þess er um 12,9 ha og halli 34°-40°. Á upptakasvæðinu eru veðruð klöpp og klettahöft. Upptakasvæðið er það stærsta í Neskaupstað svo búast má við að snjósöfnun geti orðið mikil á svæðinu (af sömu stærðargráðu og í upptakasvæðum Drangagils og Tröllagilja, Þorsteinn Arnalds o.fl., 2001).

Upptakasvæði ofan Bakkagils nær frá 725 m hæð y.s. niður í um 500 m hæð y.s. Stærð þess er 7,8 ha og halli 32°- 40°. Upptakasvæðið einkennist af veðraðri klöpp og klettahöftum. Búast má við að snjósöfnun geti orðið mikil þar eins og í Nesgili (af sömu stærðargráðu og í Drangagili og Tröllagiljum, Þorsteinn Arnalds o.fl., 2001).



Mynd 4 Nesgil til vinstri og Bakkagil til hægri. Mynd tekin í desember 2013 (Kristín Martha Hákonardóttir)



Mynd 5 Nesgil til vinstri og Bakkagil til hægri. Mynd tekin í ágúst 2014 (Snorri Gíslason). Enn eru snjóskaflar í giljunum austanverðum

Bæði upptakasvæðin vísa móti suðri. Mestu líkur á snjósöfnun í upptakasvæðin fylgja snjókomu í norðanátt og í logni. Snjór getur líka safnast í gilin í NA-átt, þótt slík snjósöfnun verði líklega minni en í N-átt. Könnun á sambandi stórra snjóflóða og mismunandi veðurbáttar leiðir í ljós fylgni milli stórra flóða og úrkomu og stórra flóða og hámarksvindhraða. Hins vegar er ekki augljós fylgni milli vindáttar og stórra flóða. (Þorsteinn Arnalds o.fl., 2001; Haraldur Ólafsson, 1998).

„Flest stærstu flóðin í Neskaupstað síðan 1885 hafi verið þurr snjóflóð og fallið í kjölfar nokkurra sólarhringa NA fannkomu í vægu frosti ofan á harðfenni til fjalla. Vot snjóflóð eru algeng eftir blota, einkum í A- og SA-átt með hláku og úrkomu. Heimildir eru um að kröm snjóflóð hafi fallið niður að 20 m hæð yfir sjó og má búast við þeim víðar en þurru flóðunum.“ (<http://www.vedur.is/ofanflod/vidbunadur/neskaupstadur/>, Haraldur Ólafsson, 1998). Sjá jafnframt umfjöllun í kafla 2.3, *Ofanflóðasaga*.

Snjódýptir í Fjallinu hafa verið mældar í Nesgili síðan 1993 með álestri af snjóstikum. Snjósöfnun í gilin hefur jafnframt verið kortlögð út frá leysimælingu frá 5. maí 2008 og 8. og 9. apríl 2014 (Tómas Jóhannesson o.fl., 2014). Rúmfang stærsta þekktu snjóflóðs úr Nesgili er talið hafa verið um 300 000 m³ (Þorsteinn Arnalds o.fl., 2001). Slíkt svarar til 3 m lóðréttrar snjódýptar í öllu upptakasvæðinu. Rúmfang stærsta þekktu snjóflóðs úr Bakkagili er talið hafa verið um 390 000 m³. Slíkt svarar til 6,5 m lóðréttrar snjódýptar í öllu upptakasvæðinu.¹ Hins vegar er líklegra að um helmingur snævarins hafi verið upprunninn neðan upptakasvæðanna. Það svarar til um 3,5 m lóðréttrar snjódýptar á sjálfu upptakasvæðinu.

Mestu snjóar á þessari öld voru á upptakasvæðum ofan bæjarins veturinn 2012-13. 4,2 m háar stikur í Bakkagili, neba03 og neba04, komu ekki í ljós fyrr en 1. júní (TRZ, samtal í desember 2013). Snjódýptarmælingar frá 2008 og 2014 benda til þess að snjódýptir í upptakasvæði Bakkagils verði meiri en í upptakasvæði Nesgils (Tómas Jóhannesson, samtal 2014; Tómas R. Zoëga, samtal 2014). Það kann að skýrast af því að gilið er dýpra en skorningarnir tveir á upptakasvæði Nesgils.

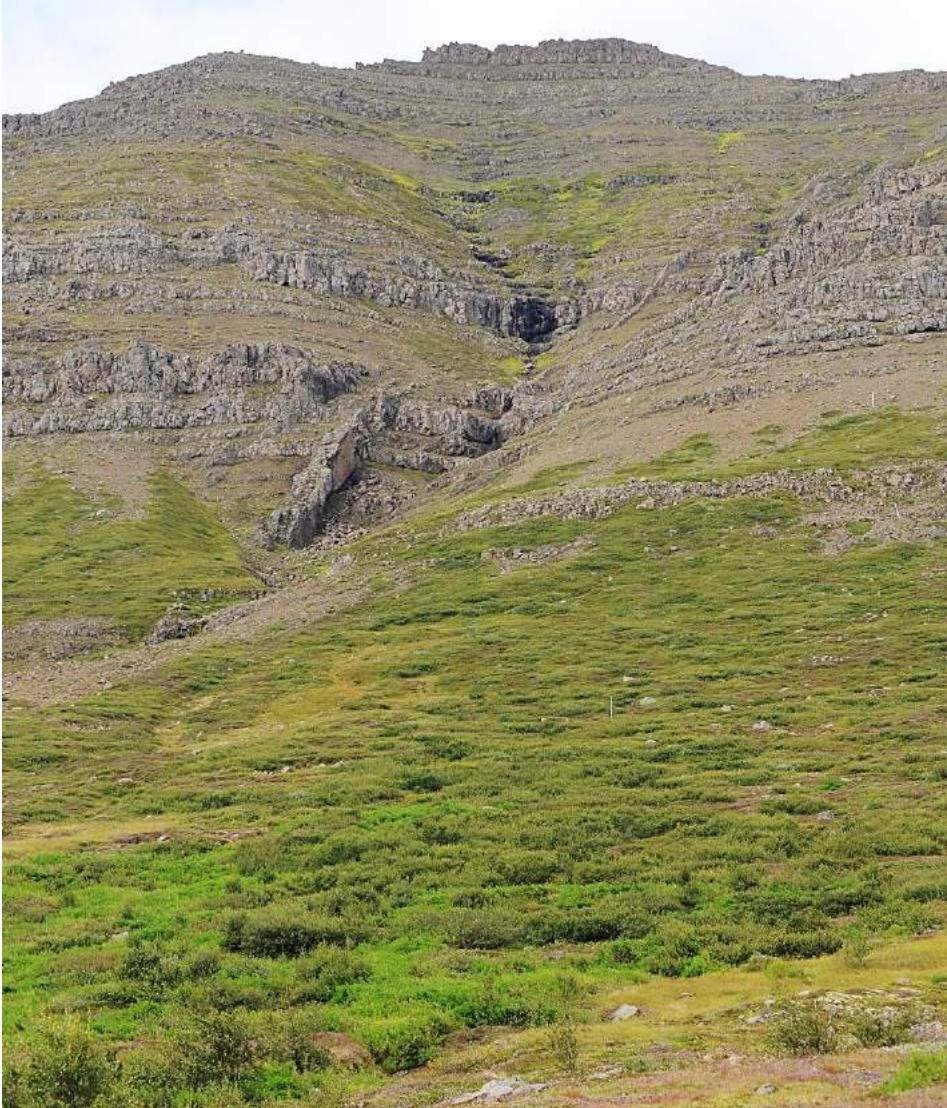
2.2.3 Snjóflóðafarvegir neðan upptakasvæða

Snjóflóðafarvegir eru sýndar á teikningu U60.02.002.

¹ Þorsteinn Arnalds o.fl. (2001, bls. 41) draga bakreiknaða stærð flóðsins í efa.

Farvegur snjóflóða úr Nesgili nær frá 500 m hæð y.s. niður í um 70 m hæð y.s. Milli 300 og 500 m hæðar y.s. er landhalli yfir 30°. Í um 75–100 m hæð y.s. hallar landi um 14°. Efsti hluti farvegarins er um 20 m djúpt gil sem nær niður í um 350 m hæð y.s. Mynd 6 sýnir gilið. Brekkufóturinn liggur um 200 m ofan efstu íbúðarhúsa (landhalli um og undir 10°).

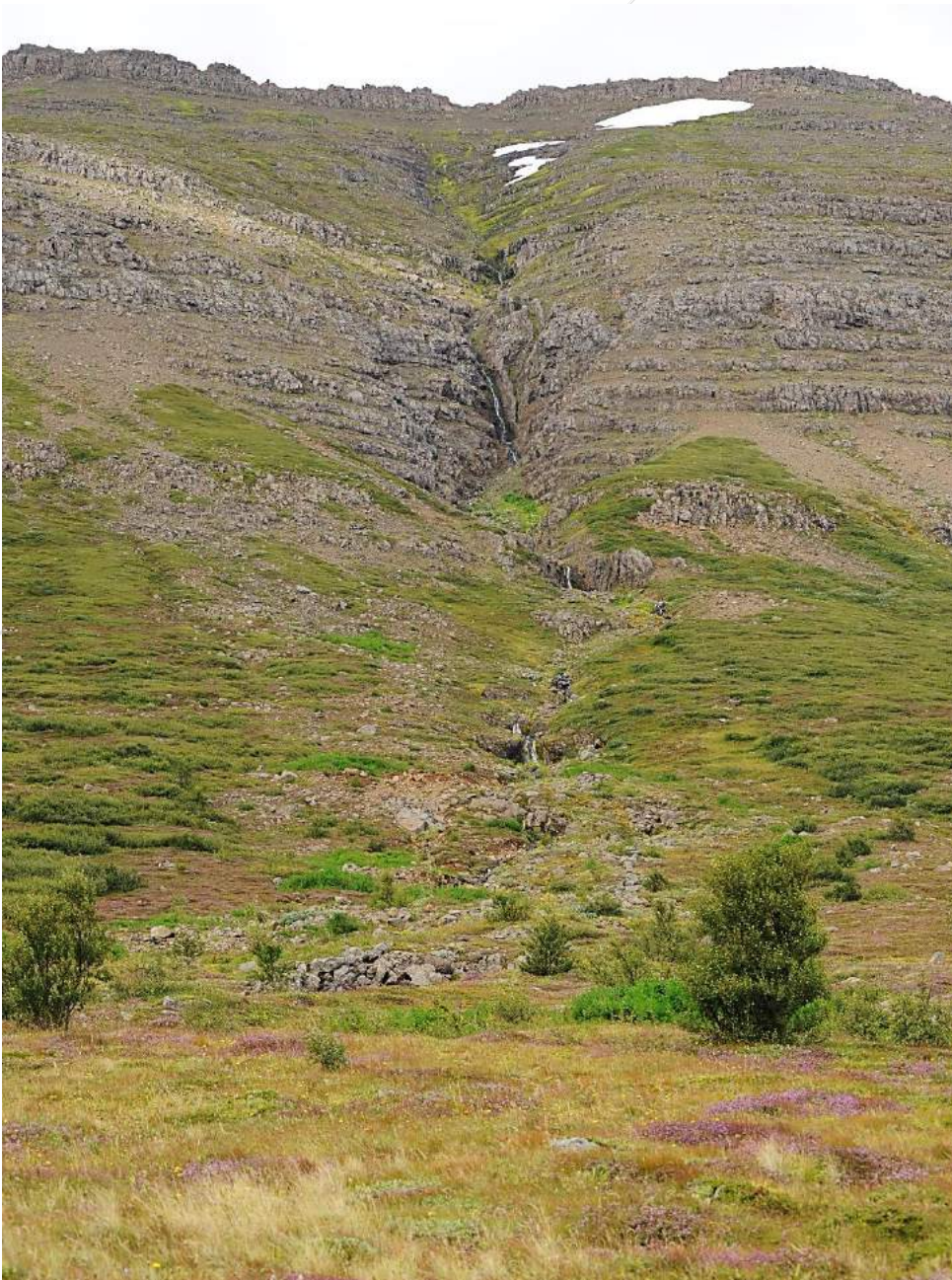
Úthlaupssvæði snjóflóða nær frá um 70 m hæð y.s. og í sjó fram, um 600 m vegalengd. Á úthlaupssvæðinu er hlíðin örlítið kúpt (vottar fyrir aurkeilu) og þar geta snjóflóð breiðst út, sjá Mynd 6.



Mynd 6 Nesgil. Ljósmynd: Snorri Gíslason í ágúst 2014

Eins og undir Nesgili nær braut snjóflóða úr Bakkagili frá um 500 m hæð y.s. niður í um 75 m hæð y.s. Efsti hluti hennar er um 35 m djúpt gil sem gryn timer neðan 330 m hæðar y.s., sjá Mynd 7. Landhalli er um 40° niður í um 400 m hæð y.s. Þar dregur úr halla sem er undir 30° neðan þeirrar hæðar. Milli 150 og 75 m hæðar y.s. hallar landi um 12°.

Úthlaupssvæði undan Bakkagili hefst í um 75 m hæð y.s., þar sem landi hallar um 6° niður í um 50 m hæð y.s. Úthlaupssvæðið er um 550 m langt niður að bröttum bakka (24°) 60 m ofan strandar. Fjarlægð frá brekkufæti að efstu íbúðarhúsum er um 250 m, sjá Mynd 7. Á úthlaupssvæðinu hallar hlíðinni nokkuð jafnt og hafa snjóflóð nægt pláss til þess að breiðast út.



Mynd 7 Bakkagil. Ljósmynd: Snorri Gíslason í ágúst 2014

2.3 Ofanflóðasaga

Skráð ofanflóð í Neskaupstað til 2015 eru sýnd á teikningu U.60.02.003.

Nokkur snjóflóð eru þekkt úr Nesgili. Það stærsta (r15,2) féll í desember 1974 og stöðvaðist 50 m frá efstu íbúðarhúsum. Magn snævar í flóðinu var metið um 300 000 m³. Flóðið féll í snjóflóðahrinu, þar sem féll úr flestum giljum ofan byggðar. „*Mikil lausamjöll hafði líklega safnast á hjarn. Logn var í Neskaupstað en veðurgögn benda til að NA- til A-átt hafi verið til fjalla og þá skafrenningur yfir þau.*“ (<http://www.vedur.is/ofanflod/vidbunadur/neskaupstadur/>, Haraldur Ólafsson, 1998). Þrjú meðalstór flóð þar (r13-14) eru einnig skráð. Yfirlit stærstu þekktu ofanflóð úr Nesgili er í töflu 1.

Tafla 1 Stærstu skráð ofanflóð (>r11) úr Nesgili (Þorsteinn Arnalds o.fl., 2001 og Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, 1997), sjá jafnframt teikningu U60.02.003

| Dagsetning | Rennslisstig | VÍ nr. flóðs | Athugasemdir |
|------------|--------------|--------------|--|
| Feb. 1966 | 14,6 | 193 | Líklega þurrt snjóflóð. Stöðvaðist í um 60 m hæð y.s. Um 120 m breið tunga. |
| 4.2.1974 | 13,1 | 194 | Líklega blautt flekaflóð. Stöðvaðist í um 95 m hæð y.s., tunga var um 70 m breið. |
| 19.12.1974 | 15,2 | 195 | Þurrt flóð. Upptök í um 700 m hæð y.s. Stöðvaðist í um 50 m hæð y.s., um 410 m frá sjó. Braut 1950 m löng. Rúmmál áætlað 270 000 m ³ ± 12%. Tungu var um 210 m breið en upptök um 275 m breið. Flóðið skemmdi girðingar við Hjallaskóg og vatnslagnir, og kaffærði um einn hektara trjáa. |
| 21.3.1989 | 13,4 | 1079 | Snjóflóð stöðvaðist í um 90 m hæð y.s. Tungu 50–60 m breið. |
| 1.3.1995 | 11,8 | 1004 | Snjóflóð úr tveimur stöðum á upptakasvæðinu og sameinaðist í 65–80 m breiða flóðtungu sem stöðvaðist í um 110 m hæð y.s. Tungan var 0,2–0,25 m þykk. |

Ekki eru þekkt skriðuföll úr Neslæk en í lækjarfarvegi við skógræktina er stórgrýti sem gæti bent til þess að stór hlaup hafi komið niður lækinn (Halldór G. Pétursson og Þorsteinn Sæmundsson, 1999; Þorsteinn Sæmundsson og Halldór G. Pétursson, 1999). Skriðuvirkni í farveginum tengist líklega mikilli rigningu á stuttum tíma (Halldór G. Pétursson og Þorsteinn Sæmundsson, 1999).

Stærsta þekkta flóð úr Bakkagili féll í desember 1974 (r16,4) í sömu snjóflóðahrinu og stærsta flóðið úr Nesgili. Áætlað magn snævar í flóðinu er tæplega 400 000 m³ ². Flóðið náði niður í núverandi byggð að Valsmýri 6. Þrjú meðalstór flóð þar (r13–14) eru einnig skráð. Yfirlit stærstu þekktu ofanflóð úr Bakkagili eru í töflu 2.

Tafla 2 Stærstu skráð ofanflóð (>r11) úr Bakkagili (Þorsteinn Arnalds o.fl., 2001 og Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, 1997), sjá jafnframt teikningu U60.02.003

| Dagsetning | Rennslisst. | VÍ nr. flóðs | Athugasemdir |
|----------------|-------------|--------------|--|
| Feb./mars 1966 | 14,3 | 196 | Líklega þurrt snjóflóð. Stöðvaðist í um 70 m hæð y.s. Um 130 m breið tunga. |
| 4.2.1974 | 13,3 | 197 | Snjóflóð stöðvaðist í um 95 m hæð y.s., tunga var 60 m breið. |
| 19/20.12.1974 | 16,4 | 198 | Þurrt flekaflóð. Upptök í um 700 m hæð y.s. Stöðvaðist í um 40 m hæð y.s., um 250 m frá sjó. Braut um 2050 m löng. Rúmmál áætlað 390 000 m ³ ± 12%. Tungu um 200 m breið en upptök um 150 m breið. Skemmdi girðingar lítillaga og flutti til vatnslagnir. |
| 21.3.1989 | 13,7 | 1078 | Snjóflóð stöðvaðist í um 85 m hæð y.s. Tungu 60–80 m breið. |

Ekki eru neinar skráðar heimildir um skriðuvirkni í og úr farvegi Bakkalækjar en ferskleg ummerki um aurskriðu þar ná niður í um 100 m hæð y.s. Sú skriða hefur skafið laust af klöpp og er skriðuörið allt að 1,5 m á dýpt (Halldór G. Pétursson og Þorsteinn Sæmundsson, 1999; Þorsteinn Sæmundsson og Halldór G. Pétursson, 1999). Skriðuvirkni farvegarins tengist mikilli rigningu í stuttan tíma (Halldór G. Pétursson og Þorsteinn Sæmundsson, 1999).

² Þorsteinn Arnalds o.fl. (2001, bls. 48) draga bakreiknaða stærð flóðsins í efa.

2.4 Hættumat

Hættumat fyrir Neskaupstað var samþykkt haustið 2001 og er sýnt á teikningu U60.02.003 og niðurstöður tíðnigreiningar á teikningu U60.02.004 (Hættumatsnefnd Fjarðabyggðar, 2001). Hætta vegna aurskriða og grjóthruns er talin hverfandi í samanburði við snjóflóðahættu og hefur ekki áhrif á staðsetningu hættumatslína.

Snjóflóðahætta í byggð, undan Nesgili, er minni en úr giljunum vestan þess, vegna aukinnar fjarlægðar byggðar frá fjallsrótum. Átta hús standa á hættusvæði C og 20 á hættusvæði B, þ.m.t. Fjórðungssjúkrahúsið í Neskaupstað.

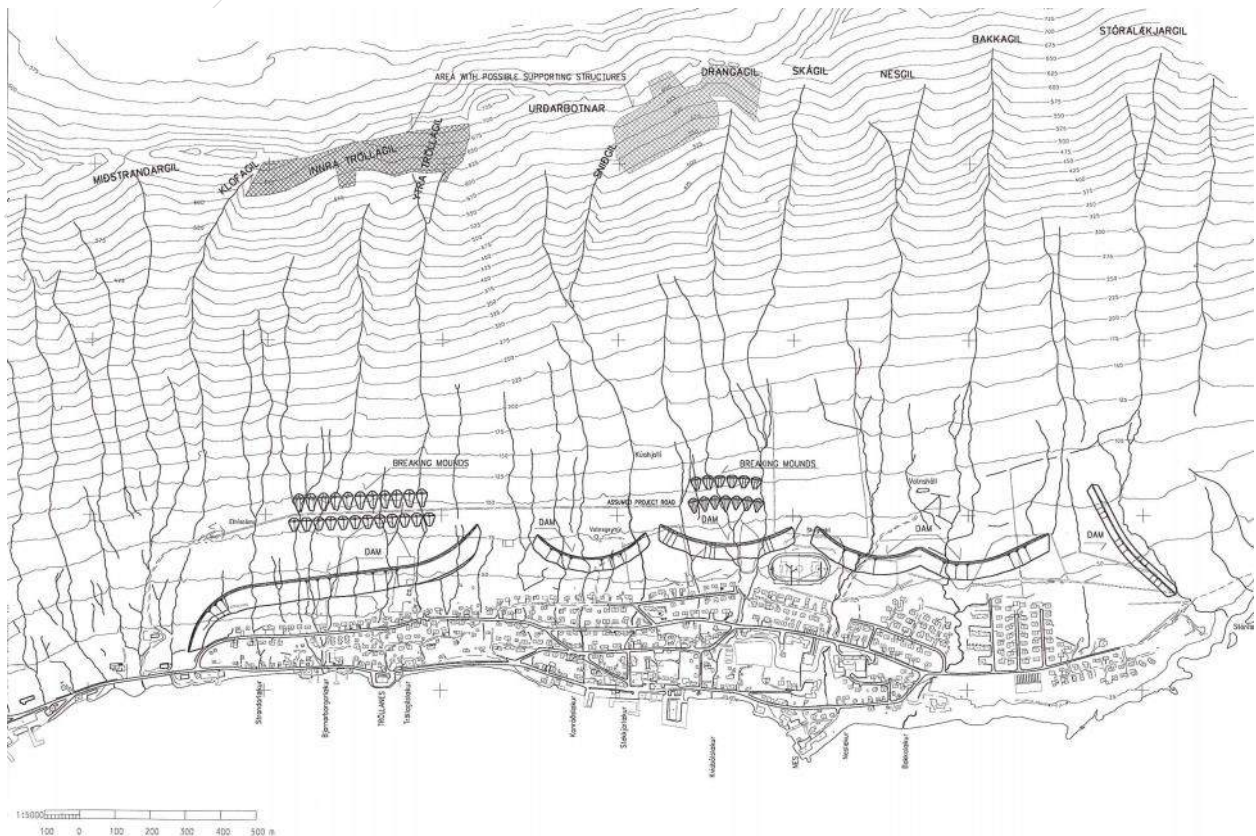
Hættumatið er m.a. byggt á flóðahermun skv. einvíðum rennslisstigum, r, sem sýnd eru á teikningu U60.02.002. Í hættumatinu er jafnáhættulína CB dregin við r16. Jafnáhættulína BA er dregin við r16,4. Jafnáhættulína A0 er dregin við r17. Tíðni snjóflóða úr farveginum út í r13 er talin 5 snjóflóð á 100 árum, sjá teikningu U60.02.004. Í dag eru fjögur snjóflóð skráð út í r13, þ.e. á um 50 árum. Elsta flóðið í gagnasafninu er frá 1966. Samkvæmt tíðnigreiningu má búast við flóðum svipuðum þeim sem féllu 1974 á um 200 ára fresti undir Nesgili.

Enn dregur úr snjóflóðahættu í byggð til austurs. Tvö hús standa á hættusvæði C undan Bakkagili og um 10 á hættusvæði B, hættusvæðið rennur að hluta til saman við hættusvæði neðanvert Nesgils.

Hættumatið er m.a. byggt á flóðahermun skv. einvíðum rennslisstigum sem sýnd eru á teikningu U60.02.002. Í hættumatinu er jafnáhættulína CB dregin við r16. Jafnáhættulína BA er dregin við r16,8. Jafnáhættulína A0 er dregin við rúmlega r17. Tíðni snjóflóða úr farveginum út í r13 er talin 5 snjóflóð á 100 árum. Í dag eru fjögur snjóflóð skráð út í r13. Elsta flóðið í gagnasafninu er frá 1966. Samkvæmt tíðnigreiningu má búast við flóðum svipuðum þeim sem féllu 1974 á um 700–1 000 ára fresti undir Bakkagili.

3 Fyrri hugmyndir að vörnum og athuganir

Í yfirlitsskýrslu Veðurstofu Íslands frá október 1996, „Þörf fyrir snjóflóðavarnarvirki á Íslandi“ er fjallað um Neskaupstaðarsvæðið og gerð tillaga að 525 m löngum og 15-19 m háum þvergarði sem tengist garði neðan Drangagils með 10 m háum tengigarði (Tómas Jóhannesson o.fl., 1996). Í skýrslu VST og Cemagref (1998a) um heildarvarnir fyrir Neskaupstað er lagt til að varnir neðan Nesgils miðist við uppbyggingu þvergarðs með keilum ofanvert garðsins til þess að draga úr flóðhraða (sjá Mynd 8). Í sömu skýrslu er lagt til að varnir neðan Bakkagils miðist við uppbyggingu þvergarðs sem tengist garði neðan Nesgils. Ekki er talið nauðsynlegt að koma keilum fyrir ofan þvergarðsins, þar sem hús standa þar neðar í hlíðinni en undan Nesgili. Ekki er lögð til uppsetning stoðvirkja á upptakasvæðum ofanvert giljanna vegna stærðar þeirra og þar með kostnaðar, þrátt fyrir að jarðtæknilegar aðstæður á upptakasvæðum komi ekki í veg fyrir að slík mannvirki geti staðið.



Mynd 8 Tillaga að heildarvörnum fyrir Neskaupstað í skýrslu VST og Cemagref (1998a). Ath. Keilur sem lagt er til að séu byggðar ofan garðs undir Nesgili eru ekki sýndar

4 Forsendur

4.1 Skriðlengd hönnunarflóðs og áhætta

Við hönnun ofanflóðavarna er miðað við þær öryggiskröfur sem settar eru fram í 22. grein reglugerðar nr. 505/2000 og breytingu á henni í 11. grein reglugerðar nr. 495/2007. Þar segir að við hönnun varnarvirkja skuli leitast við að auka öryggi þannig að eftir byggingu þeirra sé staðaráhætta fólks neðan þeirra sem næst ásættanlegri áhættu og aldrei meiri en 3,0 af 10 000 á ári. Áhætta í íbúðarhúsum telst ásættanleg ef hún er minni en 0,3 af 10 000 á ári.

Í töflu 3 er samantekt á endurkomutímum og staðaráhættu við jafnáhættulínur hættumats undir giljunum (Hættumatsnefnd Fjarðabyggðar, 2001). Endurkomutímar eru metnir út frá tíðnigreiningu á flóðum úr farvegum (Hættumatsnefnd Fjarðabyggðar, 2001) sem sýnd er á teikningu U60.02.004. Samkvæmt þeirri greiningu má búast við flóðum svipuðum þeim sem féllu 1974 á um 200 ára fresti undan Neskili en um 700–1 000 ára fresti undan Bakkagili.

Tafla 3 Endurkomutími og staðaráhætta vegna snjóflóða við jafnáhættulínur A0, BA og CB (Hættumatsnefnd Fjarðabyggðar, 2001)

| Jafnáhættulína | Endurkomutími (ár) | Staðaráhætta (ár ⁻¹) ³ |
|----------------|--------------------|---|
| A0 | 3 000–10 000 | 0,3 / 10 000 |
| BA | 1 000–3 000 | 1 / 10 000 |
| CB | 300–1 000 | 3 / 10 000 |

Mat á staðaráhættu í efstu húsum við Mýrar og í Bakkahverfi er í töflu 4. Til grundvallar er samþykkt hættumat frá 2001 (Þorsteinn Arnalds, Sigfried Sauermoser og Harpa Grímsdóttir, 2001). Gert er ráð fyrir að áhætta vaxi á sama hátt upp frá jafnáhættulínu CB í hættumati og frá jafnáhættulínu BA upp að áhættulínu CB. Endurkomutímar eru metnir út frá tíðnigreiningu á flóðum úr farvegum (Hættumatsnefnd Fjarðabyggðar, 2001) sem sýnd er á teikningu U60.02.004.

Tafla 4 Einvíð rennslisstig, mat á endurkomutíma og staðaráhætta við efstu íbúðarhús við Mýrar og í Bakkahverfi

| Staður | Rennslisstig | Endurkomutími (ár) | Staðaráhætta (ár ⁻¹) |
|-------------|--------------|--------------------|----------------------------------|
| Mýrar | um 16 | 300–1 000 | 5–8 / 10 000 |
| Bakkahverfi | um 16 | 900–3 000 | 1–3 / 10 000 |

Lagt er til að miða hönnun varna við sömu forsendur og hönnun garða undan Tröllagiljum og Drangagili. Þar miðast hönnun við snjóflóð sem stöðvast við jafnáhættulínu BA (r16,4 undan Neskili og r16,8 undir Bakkagili) sem svarar til um 2 000 ára endurkomutíma, skv. tíðnigreiningu.⁴ Miðað við þessar forsendur er talið að staðaráhætta í húsum neðanvert varnarvirkjanna verði undir 1 af 10 000 á ári eins og undan Drangagili og Tröllagiljum.

4.2 Kennistærðir hönnunarflóðs

4.2.1 Nesgil og Bakkagil

Við mat á hraða hönnunarflóðs ofan við fyrirhuguð varnarvirki var tekið tillit til reiknaðs hraða skv. einvíðum og tvívíðum reiknilíkönnum. Stuðst var við einvítt, íslenskt snjóflóðalíkan og horft til mismunandi viðnámsstuðla ($\mu = 0,2-0,3$) og keyrslur úr austurríska snjóflóðalíkaninu SAMOS, sem sýndar eru á teikningu U60.02.005 (Snorri Páll Kjarran og Gunnar Guðni Tómasson, 1995; Tómas Jóhannesson, Þorsteinn Arnalds og Leah Tracy, 2001). Í tvívíðum líkankeyrslunum er valinn viðnámsstuðull $\mu = 0,287$, hraðaháð viðnám $\xi = 446 \text{ m}^2/\text{s}$ og eðlismassi, $\rho = 200 \text{ kg/m}^3$. Keyrsla nr. 1 í austurríska snjóflóðalíkaninu nær út í rennslisstig r16,3 undan Neskili og r16,5 undan Bakkagili.

³ Staðaráhætta samkvæmt skilgreiningu reglugerðar nr. 505/2000: Árlegar dánarlíkur einstaklings af völdum ofanflóða ef dvalið er öllum stundum í óstyrktu einbýlishúsi.

⁴ Við gerð fyrri frumathugana var miðað við að flóð með þessa skriðlengd undir Drangagili og Tröllagiljum hefði um 1 000 ára endurkomutíma (VST, 1998b og VST, 2003).

Veðurstofa Íslands endurkeyrði tvívíð flóðalíkön úr upptakasvæðum í Neskaupstað í nýrri útgáfu SAMOS snjóflóðalíkansins (samosAT) og bar saman við fyrri niðurstöður og við útlínur þekktra snjóflóða úr farvegum (Tómas Jóhannesson, Eiríkur Gíslason og Ásdís Helgadóttir, 2014). Sérstaklega var hugað að breytingum á útbreiðslu flóða. Samantektin er í heild sinni í viðauka 2. Í þessum nýju líkankeyrslum var m.a. byggt á nákvæmum leysimælingum á snjóflóðafarvegum sem um ræðir. Líkankeyrslur staðfestu nokkurn veginn fyrri niðurstöður koma fram á teikningu U60.02.005.

Í töflu 5 og töflu 6 er mat á hraða hönnunarflóða, annars vegar við efstu keiluröð og hins vegar við varnargarð með og án keiluraða, fyrir hönnunarflóð sem stöðvast við jafnáhættulínu BA.

Tafla 5 Mat á hraða hönnunarflóðs úr Nesgili og Bakkagili. Hönnunarflóð stöðvast við jafnáhættulínu BA sem svarar til r16,4/Nesgil og r16,8/Bakkagil, sjá teikningu U60.02.006

| Staðsetning | Útfærsla | Nesgil (r16,4) | | | Bakkagil (r16,8) | | |
|----------------|---------------------------|-----------------|--------------|-------------|------------------|--------------|-------------|
| | | Flóðhraði (m/s) | Flóðdýpt (m) | Froude tala | Flóðhraði (m/s) | Flóðdýpt (m) | Froude tala |
| Varnargarður | Varnargarður án keiluraða | 31 | 2 | 7 | 27 | 2 | 6 |
| Efsta keiluröð | Varnarg. og 2 keiluraðir | 37,5 | 2 | 9 | 35 | 2 | 8 |
| Varnargarður | Varnarg. og 2 keiluraðir | 22,5 | 3 | 4 | 21 | 3 | 4 |

Tafla 6 Mat á hraða hönnunarflóðs á svæði milli Nesgils og Bakkagils, sjá einnig teikningu U60.02.006

| Staðsetning | Útfærsla | Milli garða | | |
|----------------|---------------------------|-----------------|--------------|-------------|
| | | Flóðhraði (m/s) | Flóðdýpt (m) | Froude tala |
| Varnargarður | Varnargarður án keiluraða | 23 | 2,5 | 5 |
| Efsta keiluröð | Varnarg. og 2 keiluraðir | 32 | 2 | 7 |
| Varnargarður | Varnarg. og 2 keiluraðir | 19 | 2,75 | 4 |

Lagt er til að útbreiðsla og stefna meginstraums hönnunarflóða miðist við líkankeyrslu nr. 1 í SAMOS líkani (minni keyrsla af tveimur). Hér er gert ráð fyrir að Froude tala hönnunarflóðs við efstu keiluraðir sé 8–9, sem er í samræmi við hönnunarflóð úr Drangagili og Tröllagili. Áætluð þykkt hönnunarsnjóflóðs við efstu keiluröð er 2 m.

Hraði, megin stefna og skriðlengd hönnunarflóða er sýnd á teikningu U60.02.006.

4.2.2 Skágil

Snjótæknileg hönnun varnargarðs neðanvert Drangagils og Skágils var miðuð við að verja byggð gegn flóðum úr báðum giljum (VST og Cemagref, 1998). Horft var til einvíðra líkanreikninga og útlína þekktra flóða úr giljunum. Fram til dagsins í dag hafa snjóflóð verið hermd í tvívíðum snjóflóðalíkönunum fyrir alla snjóflóðafarvegi í Neskaupstað, sjá teikningu U60.02.005 og U60.02.007. Á teikningu U60.02.008 sést að flóð úr Skágili ná lengra til austurs en gert er ráð fyrir í hönnun garðsins undir giljunum.

Veðurstofa Íslands endurkeyrði SAMOS líkön fyrir flóð úr Skágili og bar niðurstöðurnar saman við þekkta útbreiðslu flóða úr gilinu. Þannig var lagt mat á nauðsyn þess að garðar undan Nesgili og Skágili (Drangagili) næðu saman til þess að verja byggð gegn stórum flóðum úr Skágili (Tómas

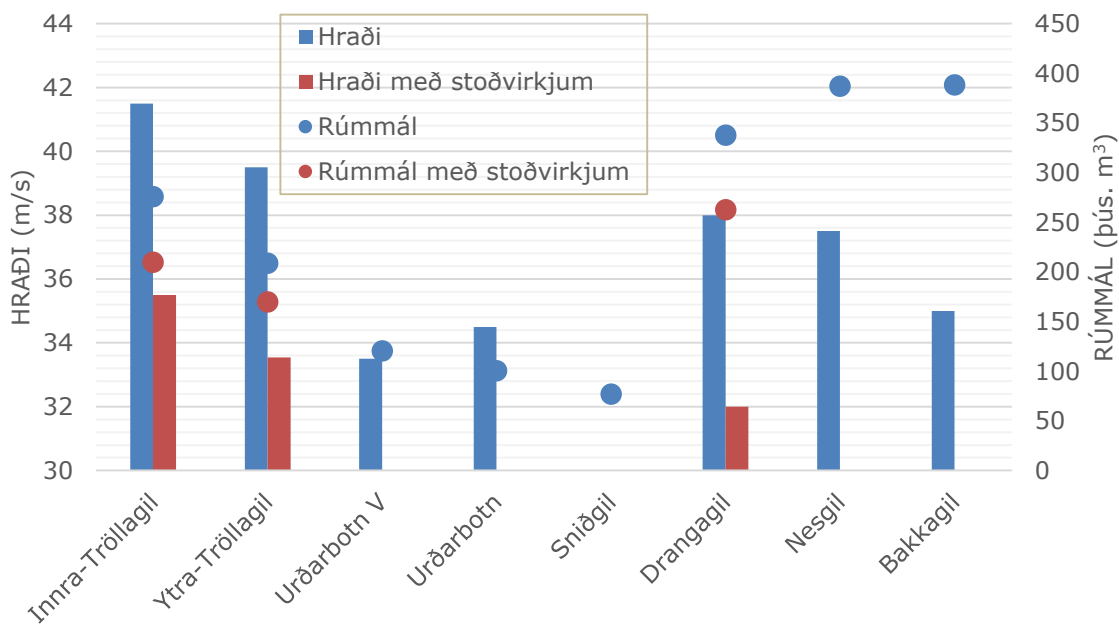
Jóhannesson, Eiríkur Gíslason og Ásdís Helgadóttir, 2014), sjá viðauka 2 og teikningu U60.02.008. Niðurstaðan er að snjóflóðasagan bendi til þess að tvívíðir SAMOS líkanreikningar kunni að ofmeta breidd snjóflóða úr Skágili til austurs. Sérstaklega var horft til snjóflóðs á Þiljuvelli árið 1894, sem átti líklega bæði upptök í Drangagili og Skágili (sjá teikningu U60.02.003 og U60.02.008). Þetta bendir til þess að lítil hætta sé á að flóð úr Skágili nái niður í byggð, austan varnargarðs undan Drangagili og Skágili.

Á grundvelli ofangreindrar niðurstöðu er ekki talið nauðsynlegt að lengja garð undan Nesgili vestur undir garð undan Drangagili og Skágili. Tillaga að endurskoðuðum jafnáhættulínum tekur hins vegar mið af niðurstöðum líkanreikninga (sjá kafla 9.1, *Endurskoðað hættumat*).

4.2.3 Samanburður við önnur upptakasvæði í Neskaupstað

Á Mynd 9 eru hönnunarhraðar (súlur) frá upptakasvæðum í Neskaupstað teiknaðir ásamt rúmmáli hönnunarflóða (deplar) með og án stoðvirkja. Við mat á rúmmáli hönnunarflóða var gert ráð fyrir 3 m þykkum snjó, jafndreifðum í upptakasvæðum Tröllagilja, Drangagils og Nesgils. Í upptakasvæði Bakkagils var gert ráð fyrir 5 m snjódýpt (sjá umræður í kafla 2.2.2: Upptakasvæði og snjósöfnun). Í upptakasvæðum Urðarbotna er gert ráð fyrir 2 m snjódýpt, þ.e. 2/3 hlutar snjódýptar í upptakasvæðum Drangagils, Tröllagilja og Nesgils.

Ekki er beint samband milli rúmmáls flóðs og flóðhraða, t.d. hefur staðsetning hlíðarfótar (β -punktur á teikningu U.60.02.002) m.t.t. staðsetningar varna veruleg áhrif ef hann er ofan þeirra, eins og undir Bakkagili, sem og lögun hlíðar (gil eða opið svæði). Tvívíðar líkankeyrslur endurspeglu flesta þessa þætti (sjá teikningu U60.02.005).



Mynd 9 Hönnunarflóðhraðar fyrir flóð úr upptakasvæðum ofan byggðar í Neskaupstað. Bláar súlur sýna flóðhraða án upptakastoðvirkja og rauðar með upptakastoðvirkjum

5 Tillögur að vörnum

5.1 Niðurstaða

Hér er lagt til að reistur verði einn samhangandi þvergarður ofanvert efstu húsa í Mýra- og Bakkahverfi til þess að stöðva hönnunarsnjóflóð. Lagt er til að ofan garðsins verði tvær keiluraðir til þess að draga úr flóðhraða áður en flóð lendir á þvergarði. Sjá umfjöllun í kafla 5.3, *Þvergarður og tvær keiluraðir*. Rætt er um annars konar varnir í köflum 5.2.1, Upptakastoðvirki, 5.2.2, Leiðigarður og 5.2.3, Þvergarður.

5.2 Aðrir varnarkostir

5.2.1 Upptakastoðvirki og lágir þvergarðar

Sé mögulegt að koma fyrir stoðvirkjum á upptakasvæðum er það ákjósanlegt. Þau auka stöðugleika snjóþekjunnar og koma þannig í veg fyrir að snjóflóð fari af stað á upptakasvæðum. Líklega eru nægilega góðar jarðtæknilegar aðstæður fyrir hendi á upptakasvæðum ofan beggja gilja til þess að reisa þar upptakastoðvirki.

Stærð giljanna gerir nauðsynlegt að koma fyrir um 3,5 km af stoðvirkjalínnum í Bakkagili og 5,5 km í Nesgili. Kostnaður við uppsetningu stoðvirkja er metinn a.m.k. tvöfalt hærrí en við uppsetningu varnarkostnaðar án stoðvirkja (sjá kafla 8, *Kostnaðarmat*) og óhagstæður samanborið við verðmat varinna eigna (sjá kafla 7, *Verðmæti varinna eigna*).

Kannaður var möguleiki á uppsetningu stoðvirkja í efsta hluta upptakasvæðanna, t.d. efst í þeim. Samfara slíku þyrfti engu að síður að koma fyrir háum varnargörðum, þar sem flóð gætu átt upptök neðar í upptakasvæðinu og náð svipuðum hraða og án stoðvirkja, þó svo að rúmmál þeirra minnki. Hér er því ekki lagt til að slík leið verði valin.

5.2.2 Leiðigarður

Að stoðvirkjum frátöldum er bygging leiðigarða almennt ákjósanlegasti varnarkostur gagnvart ofanflóðum á úthlaupssvæðum ofanflóða, bæði að því er tekur til snjótæknilegra atriða og kostnaðar.

Neðanvert Nesgils er ekki hægt að koma leiðigarði fyrir án þess að beina flóði gegnum þetta íbúðarbyggð.

Neðanvert Bakkagils er ógerlegt að beina flóði til vesturs. Ekki er hægt að beina flóði út fyrir íbúðabyggð til austurs undir viðunandi lágu leiðihorni.

5.2.3 Þvergarður

Kannaður var möguleiki á að reisa einn samhangandi þvergarð undan Nes- og Bakkagiljum á slakka í landi ofan byggðar í 50–60 m hæð y.s. í samræmi við fyrri tillögur (sjá kafla 3, *Fyrri hugmyndir að vörnum og athuganir*). Garðurinn yrði tæplega 600 m langur.

Stærðarákvörðun þvergarðs er samkvæmt samevrópskum viðmiðunarreglum (Tómas Jóhannesson o.fl., 2009). Helstu áhrifaþættir eru dýpt snjóflóðs, h_1 , dýpt snjóhulu á jörðu, h_s , hraði snjóflóðs, u_1 og orkutapsstuðull við varnargarð, k . Afleiddar stærðir eru Froude tala flóðs, Fr , þykkt straumstökks, h_2 , nauðsynleg garðhæð svo flóð skipti um rennslisástand, H_{cr} , og sú hæð að viðbættri þykkt flóðsins, $H_{cr} + h_{cr}$. Nauðsynleg hönnunarhæð garðs er H_d .

Stærðarákvörðun þvergarðs miðast við hönnunarflóð sem skilgreint er í kafla 4.2, *Kennistærðir hönnunarflóðs*. Til þess að draga úr orku í árekstri við garð og þar með halda hæð hans í lágmarki er gert ráð fyrir brattri flóðhlið (flóðhlið brattari en 60°) þar sem orkutapsstuðull er $k = 0,75$. Helstu hönnunarstærðir eru settar fram í töflu 7.

Tafla 7 Hönnunarstærðir fyrir flóð út að jafnáhættulínu BA. Landhalli á garðstæði er um 6° og snjódýpt ofan við garða áætluð h_s 2,5 m. Fjarlægð frá flóðhlið garðs að efstu húsum er L

| | $\max u_1$ (m/s) | h_1 (m) | L (m) | $H_{cr}+h_s$ (m) | $H_{cr}+h_{cr}+h_s$ (m) | h_2+h_s (m) | H_d (m) |
|----------|---------------------|--------------|------------|---------------------|----------------------------|------------------|--------------|
| Bakkagil | 27 | 2 | 90–120 | 17,5 | 24 | 21 | 24 |
| Nesgil | 31 | 2 | 90–120 | 23,5 | 31 | 23,5 | 31 |

Þar sem garðhæðir reiknast 31 og 24 m, undan Nesgili og Bakkagili, er lagt til keiluröðum verði komið fyrir ofan garðanna, til þess að lækka flóðhraða ofan þvergarðs og draga þannig úr garðhæð.

5.3 Þvergarður og tvær keiluraðir

Kannaður var möguleiki á að reisa einn samhangandi, um 600 m langan þvergarð neðanvert Nes- og Bakkagilja á slakka í landi ofan byggðar í 50–60 m hæð y.s., í samræmi við fyrri tillögur að vörnum fyrir svæðið sem fjallað er um í kafla 3, *Fyrri hugmyndir að vörnum og athuganir*. Fyrirkomulag varna er sýnt á teikningu U60.02.009. Jafnframt er lagt til að setja tvær keiluraðir ofan garðsins, þar sem flóðhraði hönnunarflóðs er mestur (sjá teikningu U61.02.005).

Stærðarákvörðun þvergarðs og keilna er samkvæmt samevrópskum viðmiðunarreglum (Tómas Jóhannesson o.fl., 2009). Helstu áhrifaþættir eru dýpt snjóflóðs, h_1 , dýpt snjóhulu á jörðu, h_s , hraði snjóflóðs, u_1 og orkutapsstuðull við varnargarð og keilur, k , *orkutap í kastboga*, f/h_j . Afleiddar stærðir eru Froude tala flóðs, Fr , þykkt straumstöcks, h_2 , nauðsynleg garðhæð svo flóð skipti um rennslisástand, H_{cr} , og sú hæð að viðbætti þykkt flóðsins, $H_{cr} + h_{cr}$. Nauðsynleg hönnunarhæð garðs er H_d .

Stærðarákvörðun keilna og þvergarðs miðast við hönnunarflóð sem skilgreint er í kafla 4.2, *Kennistærðir hönnunarflóðs*. Til þess að draga úr orku í árekstri við garð og keilur er gert ráð fyrir bröttum flóðhliðum (flóðhliðar brattari en 60°) þar sem orkutapsstuðull er $k = 0,75$. Helstu hönnunarstærðir eru í töflu 8 og töflu 9.

Tafla 8 Hönnunarstærðir keiluraða og keilna, m.v. flóð út að jafnáhættulínu BA. Landhalli á keilustæði og skeringasvæðum er um 6° en landhalli milli raða er 15°. Snjódýpt ofanvert efri keiluraða, h_s er áætluð 3 m og 2,75 m ofanvert neðri keiluraða. Reiknuð lárétt fjarlægð milli varnavirkjaraða er L , L_d er ráðlögð lárétt fjarlægð milli raða. Landhæð er m.v. núverandi land

| Staður | Röð | $\max u_k$ (m/s) | h_k (m) | h_{ks} (m) | k | L_k (m) | L'_k (m) | H_k (m) | $(H_k-h_{ks})/h_k$ | Landhæð (m y.s.) |
|----------|-------|---------------------|--------------|-----------------|-----|--------------|---------------|--------------|--------------------|---------------------|
| Bakkagil | Efri | 35 | 2 | 3 | 0,8 | 64 | 100 | 10 | 3,5 | 85 |
| | Neðri | 26 | 2,5 | 2,75 | 0,9 | 58 | 90 | 10 | 3 | 65 |
| Nesgil | Efri | 37,5 | 2 | 3 | 0,8 | 64 | 100 | 10 | 3,5 | 85 |
| | Neðri | 28 | 2,5 | 2,75 | 0,9 | 69 | 90 | 10 | 3 | 65–70 |

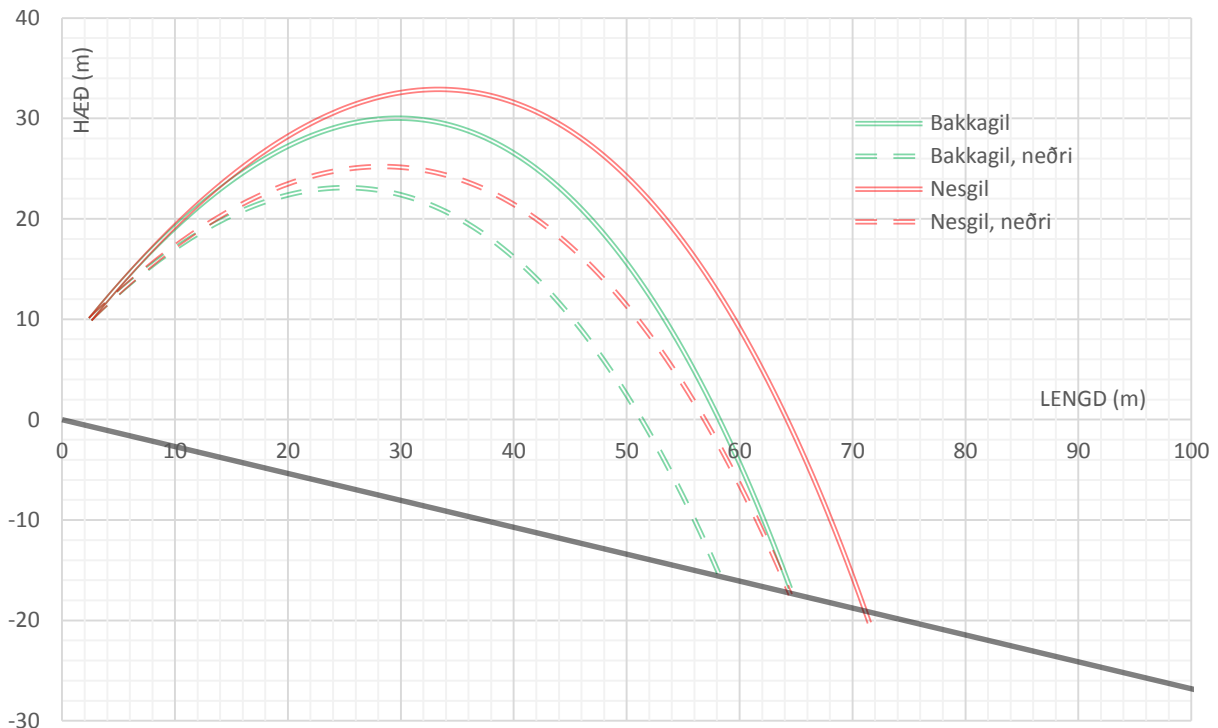
Tafla 9 Hönnunarstærðir þvergarðs fyrir flóð út að jafnáhættulínu BA. Landhalli á garðstæði er um 6° og áætluð snjódýpt ofan garða, h_s er 2,5 m. Fjarlægð frá flóðhlið garðs að efstu húsum er L

| Staður | $\max u_1$ (m/s) | h_1 (m) | L (m) | $H_{cr}+h_s$ (m) | $H_{cr}+h_{cr}+h_s$ (m) | h_2+h_s (m) | H_d (m) | H_d' (m) |
|-------------|---------------------|--------------|---------|---------------------|----------------------------|------------------|--------------|---------------|
| Bakkagil | 21 | 3 | 150 | 9 | 16,5 | 20,5 | 20,5 | 20 |
| Milli gilja | 19 | 2,75 | 90–120 | 7,5 | 14 | 18,5 | 18,5 | 18,5 |
| Nesgil | 22,5 | 3 | 200 | 10,5 | 18 | 21,5 | 21,5 | 20 |

Hæð keilna er valin þ.a. hlutfallsleg hæð þeirra m.v. flóðdýpt sé um 3 $((H_k - h_{ks})/h_k$ í töflu 7). Því eru valdar 10 m háar keilur, eins og undir Tröllagiljum og Drangagili.

Keilurnar snúa þvert á stefnu hönnunarflóða. Neðri keiluröð er hliðrað lárétt miðað við þá efri og hliðar milli keilna verða tiltölulega brattar. Gert er ráð fyrir að lengd keilutopps, B sé 10 m og breidd keilu í 6,5 m hæð $((H_k - h_{ks})/2 + h_{ks})$ sé 20 m. Fjarlægð milli keilna í 6,5 m hæð er að hámarki um 20 m ($= 2B$).

Fjarlægð milli keiluraða er ákvörðuð út frá kastlengd hönnunarflóðs. Hönnunarkastbogar við efri og neðri keiluraðir eru á Mynd 10. Þar sem nægt pláss er ofanvert þvergarðanna er lagt til að meiri fjarlægð verði höfð á milli raða. Landhalli milli keiluraða er að hámarki 15° og á 15–30 m breiðum skeringasvæðum er hallinn um 6° . Fjarlægð milli varnarvirkjaraða er sambærileg við fjarlægð milli raða neðan Drangagils (75 m og 110 m) og Tröllagilja (90 m og 100 m).



Mynd 10 Hönnunarkastbogar flóða sem lenda á 10 m háum keilum neðan Nes- og Bakkagilja, m.v. orkutapsstuðul í árekstri, $k = 0,8$ við efri röð og $k = 0,9$ við neðri röð. Landhalli milli raða er um 15° (svört, brotin lína)

Flóðhraði við þvergarð, u_1 reiknast skv.:

$$u_1 = 0,6 u_{k,efri}$$

Slíkt fæst ef gert er ráð fyrir 20 % lækkun flóðhraða í árekstri við efstu keiluröð og 10 % lækkun flóðhraða við neðri keiluröð. Að auki er gert ráð fyrir því að Coulomb núningur ($\mu = 0,32-0,33$) verki milli keiluraða. Þá reiknast flóðhraði við neðri keiluröð skv.:

$$u_{k,neðri} = \sqrt{(u_{k,efri}^2 + 2g(\sin \vartheta - \mu \cos \varphi))L_{kd}}$$

þar sem $\varphi = 15^\circ$ og $\vartheta = 6^\circ$ og flóðhraði við neðri keiluröð verður:

$$u_{k,neðri} = 0,75 u_{k,efri}$$

Lagt er til að hæð þvergarðs verði 20 m, neðan við keilur, þar sem meginþungi flóða lendir á garðinum. Á milli giljanna er lagt til að garðurinn verði 18,5 m. Ekki er lagt til að garðurinn verði hærri en 20 m, vegna umfangs. Með þessu móti reiknast straumstökk ofan þvergarðs ($H_d' \geq H_{cr} + h_{cr} + h_s$) en hlutfallslega hægfara flóð kynni að renna yfir garðinn ($H_d' < h_2 + h_s$), þar

sem mestur flóðþungi lendir á honum.⁵ Þar stendur byggð jafnframt fjærst garðinum.⁶ Tillaga að endurskoðuðum jafnáhættulínunum tekur mið af slíku yfirflæði, sjá kafla 9.1, *Endurskoðað hættumat*.

Lagt er til að lengd þvergarðs til austurs og vesturs miðist við útbreiðslu flóðs í SAMOS líkankeyrslu nr. 1, eins og nefnt var í kafla 4.2.1, og taki jafnframt mið af útbreiðslu flóða til austurs og vesturs út frá keilum, sjá teikningu U60.02.006.

5.4 Tæknileg útfærsla varnargarða

Uppgröftur á skeringasvæðum, ofan keilna og þvergarðs, verður nýttur eins og kostur er við uppbyggingu varnarvirkja. Um 30 m breið skering ofan þvergarðsins verður mótuð og löguð að óhreyfðu landi með mildum fláum. Að lágmarki verða um 15 m breiðar skeringar ofan keiluraða. Halli lands á skeringasvæðum er undir 10°. Grunnmynd varnarvirkja er á teikningu U60.02.010. Kennisnið og langsníð í þvergarð og keilur eru á teikningum U60.02.011–15 og ásýndarmyndir í kafla 5.4.2.

Virk hæð þvergarðs verður 18,5–20 m um miðbik garðsins og 14 m við báða enda. Miðað er við að skering ofan við garðinn verði grafin niður um 2–4 m að jafnaði frá núverandi yfirborði lands. Gert er ráð fyrir að garðurinn verði grundaður á 3–10 m þykkum malar- eða grjótpúða, vegna staðbundinnar hættu á sigi í mýrarjarðvegi. Brött flóðhlið garðsins (1:0,25) verður byggð upp með jarðvegsstyrkingarkerfi. Lögð er áhersla á góðan endafrágang við brattar flóðhliðar, til þess að koma í veg fyrir rof við endagrindur. Toppur garðsins verður um 5 m breiður og gera verður ráð fyrir öryggisgirðingu við brúnina hlíðarmegin. Flái garðsins hlémegin er mildur (1:2 að hámarki) og lagaður að umhverfinu.

Virk hæð hvernar keilu verður 10 m, toppur verður 3 m breiður og 10 m langur. Miðað er við að keilurnar verði grafnar 2–4 m niður í núverandi land og að efsta keiluröðin verði grunduð á klöpp en neðri röðin á malarpúða ofan á jökulruðningi að hluta. Burð óhreyfðs jökulruðnings þarf að meta út frá sigrófi. Brattar flóðhliðar keilnanna (1:0,25) verða byggðar upp með jarðvegsstyrkingarkerfi og og hliðar þeirra (flái 1:1) einnig styrktar, t.d. með jarðvegsmottum í lögum eða grjóthleðslu. Lögð er áhersla á góðan og varanlegan endafrágang jarðvegsstyrkingakerfa. Gert er ráð fyrir að flái keilna hlémegin verði að hámarki 1:1,5 og að velja þurfi efni í þann fláa.

Lögð er áhersla á milda aðlögun skeringa að landi.

5.4.1 Magntölur og kennistærðir

Magntölur og helstu kennistærðir varnarvirkja eru í töflu 10, töflu 11 og töflu 12.

ATH. við frekari landmótun, eins og lögð er til, þarf um 10–15 þús. m³ aukalega í fláa.

⁵ Nesgil: Reiknast um 4 m/s og þykkt 1,5 m, m.v. krítískt rennsli yfir garðinn. Bakkagil: Reiknast um 2 m/s og 0,5 m þykkt, m.v. krítískt rennsli yfir garðinn

⁶ Nesgil: Um 200 m fjarlægð frá garðtoppi. Bakkagil: Um 150 m fjarlægð frá garðtoppi

Tafla 10 Magntölur vegna varnarvirkja neðanvert Nes- og Bakkagilja

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Flatarmál raskaðs svæðis | 95 þús. m ² |
| Flatarmál skeringa | 50 þús. m ² |
| Rúmmál skeringa | 235 þús. m ³ |
| - þar af skriðuefni/jarðvegur | 215 þús. m ³ |
| - þar af jökulruðningur* | 10 þús. m ³ |
| - þar af fastur gröftur** | 10 þús. m ³ |
| Rúmmál fylling | 400 þús. m ³ |
| - þar af fláafleygur þvergarðs | 190 þús. m ³ |
| - þar af kjarni og keilufláí | 145 þús. m ³ |
| - þar af púði | 65 þús. m ³ |
| Massajafnvægi/umframefni | -175 þús. m ³ |
| - þar af kjarni | -125 þús. m ³ |
| -þar af púði | -50 þús. m ³ |
| Netgrindur*** | 12 þús. m ² |

*gert er ráð fyrir að jökulruðningur verði haugsettur og sé almennt ónothæfur í fyllingar

**berg og fastur jökulleir sem losa má með „ripper“ á jarðýtu og er eftir atvikum nothæfur í fláa

***gert er ráð fyrir að netgrindur náí niður í 2,5–3 m hæð, sem svarar til áætlaðrar snjódýptar í jörðu ofan varna í hönnunarflóði

Tafla 11 Kennistærðir þvergarðs neðanvert Nes- og Bakkagilja

| | |
|-------------------------------|--------------------------|
| Virk hæð, H_d | 14–20 m |
| Lengd í fullri hæð | um 550 m |
| Virk breidd skeringar | 30 m |
| Flatarmál raskaðs svæðis | 55 þús. m ² |
| Flatarmál skeringar | 25 þús. m ² |
| Rúmmál skeringar | 130 þús. m ³ |
| - þar af skriðuefni/jarðvegur | 130 þús. m ³ |
| - þar af jökulruðningur* | 1 þús. m ³ |
| - þar af fastur gröftur** | 0 þús. m ³ |
| Rúmmál fylling | 350 þús. m ³ |
| - þar af fláafleygur | 190 þús. m ³ |
| - þar af kjarni | 105 þús. m ³ |
| - þar af púði | 55 þús. m ³ |
| Massajafnvægi/umframefni | -220 þús. m ³ |
| - þar af kjarni | -105 þús. m ³ |
| Netgrindur*** | 9,5 þús. m ² |

*gert er ráð fyrir að jökulruðningur verði haugsettur og sé ónothæfur í fyllingar

**berg og fastur jökulleir sem losa má með „ripper“ á jarðýtu og er eftir atvikum nothæfur í fláa

***gert er ráð fyrir að netgrindur séu 2,5 m yfir botni skeringarrásar, sem svarar til áætlaðrar snjódýptar á jörðu ofan garðs í hönnunarflóði

Tafla 12 Kennistærðir keilna neðanvert Nes- og Bakkagilja

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| Virk hæð, H_d | 10 m |
| Fjöldi | 20 stk. |
| Lengd keilu við topp | 10 m |
| Virk breidd rásar | 15 m |
| Flatarmál raskaðs svæðis | 40 þús. m ² |
| Flatarmál skeringa | 25 þús. m ² |
| Rúmmál skeringa | 105 þús. m ³ |

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| - þar af skriðuefni/jarðvegur* | 85 þús. m ³ |
| - þar af jökulruðningur** | 10 þús. m ³ |
| - þar af fastur gröftur*** | 10 þús. m ³ |
| Rúmmál fyllinga | 50 þús. m ³ |
| - þar af fláafleygur | 10 þús. m ³ |
| - þar af kjarni | 30 þús. m ³ |
| - þar af púði | 10 þús. m ³ |
| Massajafnvægi/umframefni | 45 þús. m ³ |
| - þar af kjarni | -20 þús. m ³ |
| Netgrindur**** | 2,5 þús. m ² |

*gert er ráð fyrir að skriðuefni/jarðvegur sé nýtilegur í fláafleyg og að hluta til í kjarna

**gert er ráð fyrir að jökulruðningur verði haugsettur og sé ónothæfur í fyllingar

***berg og fastur jökulleir sem losa má með „ripper“ á jarðýtu og er eftir atvikum nothæfur í fláa

****gert er ráð fyrir að netgrindur séu 2,75–3 m yfir botni skeringarása, sem svarar til áætlaðrar snjódýptar á jörðu ofan keilna í hönnunarflóði

5.4.2 Endingartími mannvirkja

Gerð er krafa um hundrað ára endingu varnarvirkjanna og þar með þeirra jarðvegsstyrkingakerfa sem valin verða og að val á þeim miðist við að hægt verði að gera við kerfin á tiltölulega einfaldan hátt þ.a. að garðarnir geti staðið í nokkur hundruð ár.

5.4.3 Tilhögun framkvæmdar

Af fenginni reynslu við uppbyggingu varnarvirkja neðan Tröllagilja er lagt til að byrjað verði á að ganga frá neðri keiluröðinni, a.m.k. ljúka við gröft skeringa, í þeim tilgangi að losna við vatn af svæðinu áður en gröftur vegna þvergarðs hefst.

Á teikningu U60.02.011 og U60.02.012 eru kennisnið í keilur og þvergarð. Á svæðum þar sem skeringar ofan keilna ná niður í jökulruðning eða jökulleir er nauðsynlegt að koma í veg fyrir að jökulræna setið blotni og missi burð, t.d. með framræsluskurðum á framkvæmdatíma og varanlegum hleðslum, þar sem það á við. Í skeringum þarf að leggja jarðvegslag út yfir leirinn, svo koma megi upp gróðri á svæðinu síðar.

Búast má við miklu jarðvatni á skeringarsvæði ofan þvergarðs, þar sem vestur hluti skeringarinnar liggur um mýri (sjá umfjöllun í kafla 5.6, Jarðtæknilegar aðstæður). Svo akfært verði um svæðið er nauðsynlegt að gera viðhlítandi ráðstafanir. Með því að þurrka land má gera ráð fyrir að nýta megi hærra hlutfall uppgrftar úr skeringum.

Á mýrarsvæðinu er jarðdjúpt. Ekki var grafið niður úr jarðvegslagi í jarðkönnun, sjá teikningu U60.02.16. Hætt er við að garðurinn á því svæði sígi meira undan eigin þunga en annars staðar. Því er lagt til að hefja uppbyggingu þess hluta og láta síga í einn vetur, áður en framkvæmd við aðra hluta garðsins hefst. Mælt er með því að sýni verði tekið af mýrinni og sigpróf (*þ.* ödometer) framkvæmt og dýpi á fast út frá slagborun, svo hægt sé að ákveða bestu hæð fyrri áfangans og reikna sigið sem verður ásamt þykkt púða sem garðurinn stendur á. Jafnframt væri æskilegt að tengja þennan hluta ekki við aðra garðshluta, svo hann geti sigið sjálfstætt.

5.5 Ásýnd garða

Varnarvirkin hafa verið sett inn á ljósmynd til glöggvunar. Ráðgerð landmótun til þess að draga úr sýnileika þeirra og mótun útivistarsvæðis hefur ekki verið færð inn á myndirnar. Greint er frá mótvegisaðgerðum í viðauka 4, *Landmótun og skipulag*.



Mynd 11 Ásýnd á Mýrar og Bakkahverfi. Til hægri á myndinni sést í varnargarð undan Drangagili. Ljósmynd tekin í ágúst 2014



Mynd 12 Ásýnd á Mýrar og Bakkahverfi með fyrirhuguðum varnargarði ofan hverfisins. Athugið að tillögur að frekari landmótun ofan og neðan garðs til þess að milda ásýnd úr byggð hafa ekki verið færðar inn á ljósmyndina. Umfjöllun um landmótun er í viðauka 4, *Landmótun og skipulag*

5.6 Jarðtæknilegar aðstæður

5.6.1 Aðstæður á upptakasvæðum

Ekki hefur farið fram könnun á jarðtæknilegum aðstæðum á upptakasvæðum snjóflóða ofan Nes- og Bakkagilja. Þó er talið að uppsetning upptakastoðvirkja á svæðunum sé möguleg út frá jarðtæknilegum aðstæðum á upptakasvæðum Drangagils og Tröllagilja, þar sem stoðvirki hafa verið reist. Upptakasvæðin einkennast af veðraðri klöpp og klettahöftum.

5.6.2 Jarðkönnun á fyrirhuguðum garðsvæðum

Sumarið 2014 voru grafnar 15 jarðkönnunargryfjur á fyrirhuguðu svæði varnarvirkja, neðanvert Nes- og Bakkagilja. Staðsetning gryfjanna er sýnd á teikningu U60.02.016. Lýsing á gryfjunum er í viðauka 3, *Jarðkönnun*. Gryfjurnar voru grafnar dagana 30. júní til 2. júlí. Veður var gott fyrstu

tvo dagana, hlýtt og þurr en á þriðja degi gekk á með skúrum. Við undirbúning og úrvinnslu gagna úr kortlagningu könnunargryfja var jafnframt stuðst við niðurstöður eldri rannsókna á svæðinu (sjá Ágúst Guðmundsson, 1998; VST, 2008 og Línuhönnun, 2008).

Við jarðgrunnskönnun vegna frumhönnunar snjóflóðavarna neðanvert Tröllagilja var notast við slagborsholur. Við framkvæmdir í Tröllagilsgarði hefur hins vegar komið í ljós að það sem talið var klöpp við slagborun reyndist í einhverjum tilfellum mjög harður jökulleir sem liggur á klöppinni á nær öllu framkvæmdasvæðinu. Vegna þessa var ákveðið að grafa könnunargryfjur og talið að sú aðferð gefi að líkum ótvíræðari og ítarlegri upplýsingar um gerð jarðlaga en slagborun.

Staðsetning könnunargryfja var ákvörðuð út frá áformaðri legu varnarvirkja (þvergarðar og keiluraðir). Gryfjur voru teknar neðst í skeringum (lítið eitt ofar í landi en áformuð flóðhlið varnarvirkja), eins og sést á teikningu U60.02.016. Fjarlægð milli gryfja var u.þ.b. 100 m. Til verksins var notuð 28t beltavél með tenntri skóflu. Grafnar voru gryfjur sem námu einni skóflubreidd. Grafið var niður á fast, eða svo langt sem grafan náði, sem var um 6,5–7 m. Dýpi hvernar gryfju var mælt með málbandi, þykkt einstakra jarðlaga og dýpi þeirra í gryfju. Efni úr gryfjum var sjónskoðað og kornastærð metin á staðnum. Uppbygging jarðlaga í hverri gryfju var skráð á staðnum. Myndir voru teknar af öllum holum. Staðsetning gryfja og hæð við yfirborð var mæld inn með GPS tæki.

Kortlagning könnunargryfja leiddi í ljós að jarðlög þarna skiptast gróflega í fimm flokka:

Jarðvegur. Gróft má flokka jarðveginn í gryfjunum í tvo flokka. Annars vegar fínkornóttan, vatnsmettaðan, dökkkan mýrarjarðveg og hins vegar þurrari og ljósari moldarjarðveg. Mýrarjarðvegurinn reyndist vera í þeim gryfjum sem lágu neðar í landi ofanvert Bakkahverfis.

Skriðublandaður jarðvegur. Fínefnaríkur, moldarborinn með frekar litlu magni af steinum/grjóti en mismiklu milli gryfja. Algengasta kornastærð vera metin 0–500 mm og stöku stærri steinar. Jarðvatn rennur í neðsta hluta þessa lags (gryfjur 15–20 og 24–25) og ofan á þéttari jökulruðningnum undir.

Jökulruðningur. Jökulrænt, grátt, fínkorna set sem gjarnan var frekar blautt. Í gryfjum 12, 13 og 26 rann jarðvatn í efsta hluta þess efnis. Í flestum tilfellum stóð jökulruðningurinn illa í haugi og í verstu tilfellum var hann orðinn að þunnfljóttandi efju þegar honum var komið fyrir aftur í holu. Nokkuð auðvelt reyndist að grafa niður í þetta lag.

Fastur jökulleir. Í botni flestra gryfja (15–19, 21, 24 og 25) var komið á fastan botn sem þó mátti krasa lítillega í (hægt að marka för í botninn með tenntri skóflu). Í þeim holum sem ekki voru mjög djúpar og ekki hrundi mikið í var hægt að sjá að grafan gat rispað sig niður í yfirborð þessa lags.

Klöpp. Í gryfjum 12–14 (eða í þremur gryfjum) var komið á fast sem með nokkurri vissu má ákvarða að sé klöpp.

Lýsing og ljósmyndir af einstökum gryfjum er í viðauka 3, *Jarðkönnun*. Í grófum dráttum reyndist uppbygging jarðlaga eftirfarandi:

Við fyrirhugaðar keiluraðir var grafið á fast. Í gryfjum 12–14, var grafið á klöpp á um 1,3 til 3,2 m dýpi. Og í gryfjum 15–19, 21, 24 og 25 var grafið niður á mjög þéttan jökulleir, á 2,5 til 6 m dýpi. Ofan á klöppinni og þetta jökulleirnum var um 0,5–4 m þykkur jökulruðningur en þar ofan á var 1 til 3,5 m þykkur jarðvegslag. Lagið þykkar neðanvert við efstu keiluröð. Í gryfjum 20 og 26 var ekki grafið niður á fast, heldur í gegnum jarðvegslag ofan í jökulruðning niður á um 7 m dýpi. Við gryfjur 22 og 23, ofan Starmýrar og Gauksmýrar, reyndist vera yfir 6,5 m djúpur votlendisjarðvegur og ekki komið á fast. Í öðrum gryfjum við fyrirhugaðan þvergarð var jarðvegslagið 1,5–3 m þykk. Í brekkufæti neðanvert beggja gilja var jarðvegurinn mjög fínefnaríkur.

5.6.3 Nýtingamöguleikar jarðlaga

Í grófum dráttum má ætla að nýtingamöguleikar þeirra jarðefna sem eru á svæðinu séu með eftirfarandi hætti:

Skriðublandaður jarðvegur. Hversu vel skriðuefnið nýtist og hversu vel gengur að vinna það í mannvirki fer eftir aðstæðum. Því meira sem lagt er í vatnsvarnir og þurrkun svæðisins, því betri ætti nýting efnisins að geta orðið.

- Grófari hluti skriðuefnisins ætti að vera nýtilegur í garðfyllingar og fláa. Mögulega nýtist hann einnig sem kjarnaefni sé fíngerðari hlutinn flokkaður frá.
- Fínni hluti skriðuefnisins ætti að vera nýtilegur í garðfyllingar og fláa.

Jökulruðningur. Tiltölulega auðgræfur hluti jökulræna setsins. Jökulruðningurinn var í flestum tilfellum mjög blautur. Þessi hluti efnisins er ekki talinn nothæfur í fyllingar. Hugsanlega er hægt að nota þetta efni til landmótunar en það er háð því að það sé þurr.

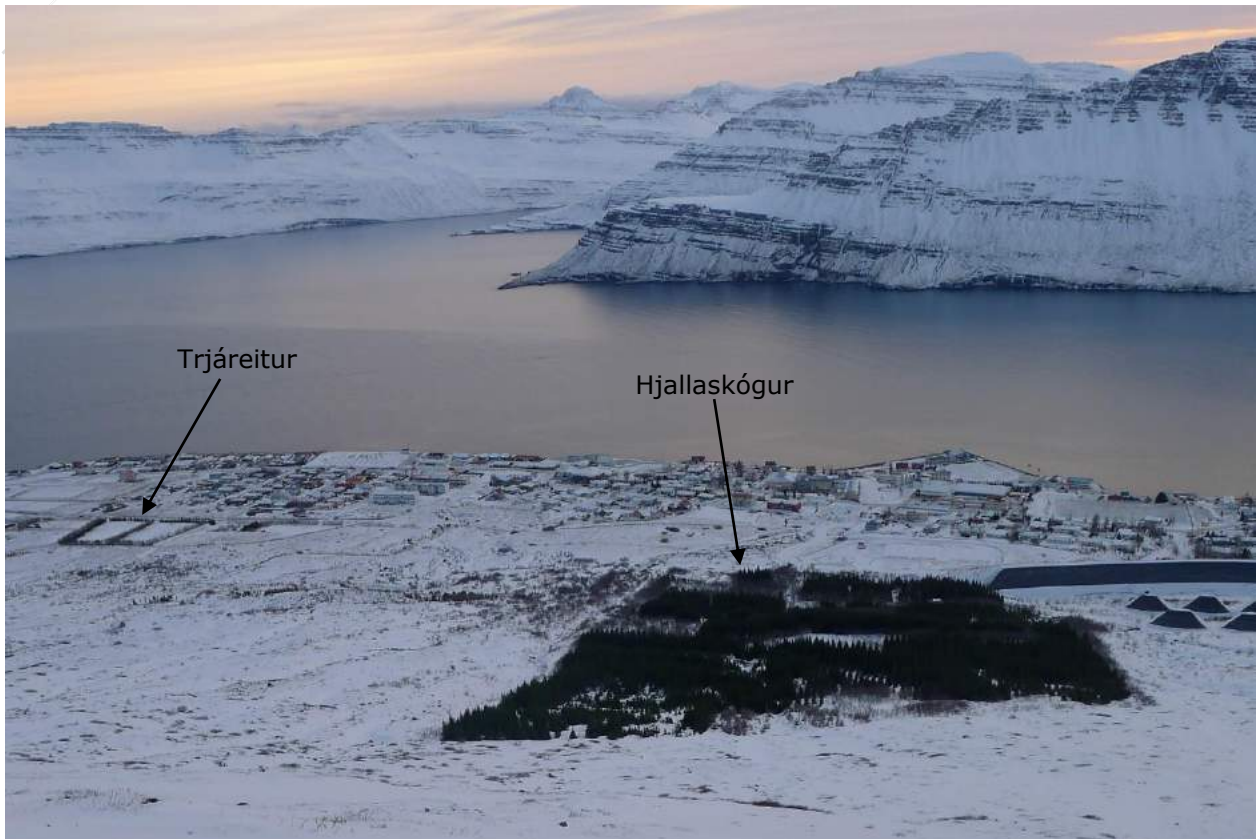
Fastur jökulleir. Fastur jökulleir, sem mögulegt er að rífa. Í framkvæmdum við Tröllagilsgarða hefur þurr leir verið nýttur í garðfláa. Leirinn verður ónothæfur um leið og hann blotnar.

Moldar og mýrarjarðvegur. Hentar illa í fyllingar en má nýta í milda fláa.

5.6.4 Trjárækt

Fyrirhugaðar keiluraðir ná inn í austurjaðar Hjallaskógar, sjá Mynd 13 og teikningu U60.02.009. Á stórum hluta fyrirhugaðs keiluvæðis undir Nesgili (um 8 ha svæði) er lágvaxinn trjágróður og kjarr. Skógræktarfélag Neskaupstaðar hóf skógrækt á svæðinu árið 1949. Skógurinn hefur verið í stöðugri þróun síðan þá. Hann nær yfir um 10 ha og er í dag s.k. útivistarskógur (sjá nánari umfjöllun í viðauka 4, *Landmótun og skipulag*).

Fyrirhugaður þvergarður mun ná yfir reit sem afmarkast af trjám og skurðum ofan Bakkahverfis. Reiturinn er ekki frátekinn í aðalskipulagi en hefur verið nýttur til þess að þurrka land ofan byggðar og mynda skjól gegn austanátt í hverfinu (Tómas R. Zoëga, samtal des. 2013).



Mynd 13 Skógrækt neðan Skágils og Bakkagils. Ljósmynd: Kristín Martha Hákonardóttir, desember 2013

5.6.5 Efnisnám

Lögð er áhersla á að uppgröftur ofan keilna og þvergarðs verði nýttur við uppbyggingu. Gert er ráð fyrir að skriðuefni, jarðveg og eftir aðstæðum fastan jökulleir úr skeringasvæðum megi nýta í fláafyllingar (225 000 m³) og að bergskeringar megi nýta í kjarna (um 10 000 m³) en að jökulruðning þurfi að haugsetja (10 000 m³)⁷.

⁷ Það er hugsanlega möguleiki að nota jökulruðninginn í landmótun, ef hann er ekki of blautur eða blotnar. Ofan á hann þarf gróðurvænt lag, því ekkert vex í jökulruðningnum. Ef þetta efni blotnar er erfitt að þurrka það og mjög erfitt að vinna það blautt.

Um 125 000 m³ vantar af kjarnaefni og 50 000 m³ í púða undir þvergarði og/eða fláafleyga keilna. Lagt er til að reynt verði að nálgast það efni með stækkun skeringasvæða ofan við keiluraðir, eins og kostur er, og/eða með því að stækka skeringarsvæði ofan annarra garða á svæðinu, þar sem þegar er búið að raska landi. Svæði sem helst koma til greina eru:

- Skering ofanvert þvergarðs undan Drangagili (dýpka skeringu/fjarlægja stall), sjá Mynd 14.
- Stækkun námu/viðbótarskering innan (vestan) við neðri (hugsanlega líka efri) keiluröð garðs neðan Drangagils, sjá Mynd 14.
- Stækkun námu/viðbótarskering utan (austan) við leiðigarð neðanvert Tröllagils.
- Breikkun skeringa ofan keiluraða neðan Tröllagilja, sjá Mynd 15.
- Vestan neðri keiluraðar ofan fyrirhugaðs garðs undan Urðarbotnum (þessi staður er þó talinn óæskilegur m.t.t. umhverfissjónarmiða, sjá umfjöllun í viðauka 4, *Landmótun og skipulag*).

Jarðvegslag, ofan á klöpp á svæðunum, má nýta í fyllingar.

Ekki er lagt til að dýpka skeringu ofan þvergarðs frekar, enda er þar ekki að finna klöpp eða annað nýtilegt efni.

Langt er í næstu námur, t.d. er náma í Skuggahlíð í um 11 km fjarlægð (upplýsingar veitti Fjarðabyggð).



Mynd 14 Skeringarsvæði ofan garðs neðan undan Drangagili



Mynd 15 Neðri keiluröð neðan Tröllagilja

5.7 Vegir og mannvirki

5.7.1 Lagnir

Við vestur jaðar framkvæmdasvæðis, innan við og að tjaldsvæði liggja raflagnir og vatnslagnir í jörðu og lýsing er við göngustíg neðan við þvergarð undir Drangagili, sjá teikningu U60.02.016.

Aðrar rafmagnslínur og lagnir eru ekki þekktar innan fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis skv. upplýsingum frá Fjarðabyggð. Vatnslagnir og strengir frá Mílu liggja í götum.

5.7.2 Frárennsli á garðsvæði

Jarðvatni ofan efstu húsa við Mýrar er í dag veitt til vesturs um framræsluskurði út í Neslæk. Ofan Bakka er jarðvatni veitt um framræsluskurði til austurs út í Bakkalæk og Stóralæk.

Ráðgert er að leiða yfirborðsvatn af garðsvæði og vatn úr hlíðinni í ræsi undir garðinn, annars vegar þar sem Neslækur liggur í dag og hins vegar þar sem Bakkalækur liggur (sjá langsníð í garð á teikningu U60.02.013). Lagt er til að jarðvatn eigi jafnframt greiða leið til austurs inn í skurði sem leiða út í Stóralæk ofan byggðar.

Gert ráð fyrir lokuðum framræsluskurðum neðan við garðstá og lágri upphækkun úr uppgreftri lóðamegin. Skurðirnir taka við vatni undan garði og regnvatni ofan af garðinum, t.d. í leysingum. Nauðsynlegt er að siturmöl í skurðum sé nægilega gróf svo farvegirnir taki við vatni í leysingum þegar jörð er annars frosin.

Lagt er til að farvegir Bakkalækjar og Neslækjar haldist óbreyttir um keilustæði og að mótun skeringasvæða taki mið af því, sjá nánar í viðauka 4, *Landmótun og skipulag*.

grunnvatns ofan Mýra og Bakka, fyrir og eftir fyrirhugaðar framkvæmdir á svæðinu.

Hanna þarf rennislisleiðir/rásir fyrir yfirborðsvatn við göngustíga á garðinum, svo vatn renni hvorki eftir stígum né rjúfi þá, sjá nánar í viðauka 4, *Landmótun og skipulag*.

5.7.3 Frárennsli í byggð

Breytingar á afrennsli svæðisins, neðan garðs, eru taldar verða óverulegar og ólíklegt að rennsli um Nes- og Bakkalæk aukist við framkvæmdirnar, nema tímabundið í upphafi verks. Þó er hætt er við að garðurinn hafi áhrif á stöðu grunnvatns við efstu hús ofan Mýra. Efstu hús við Hrafnsmýri eru líklega grunduð á klöpp og fyllt upp með grófri fyllingu (árefni). Undir húsum við Gauksmýri 5 og 6 var einnig grafin á fast og húsin grunduð á súlum (upplýsingar veitti Marínó Stefánsson, Fjarðabyggð). Breytingar á grunnvatnsstöðu ættu því ekki að valda sigi á húsum en hætta er á

sigi á lóðum, þar sem jarðvegi var ekki skipt út fyrir árefni á byggingartíma. Lagt er til að fylgst verði með stöðu

Samkvæmt upplýsingum frá Fjarðabyggð anna farvegir Nes- og Bakkalækjar því rennsli sem um þá fer í dag, sjá teikningu U60.02.17.

Bakkalækur rennur um 110 cm vítt bárujárnsræsi undir Bakkavegi og Nesgötu, sjá Mynd 16. Stífla átti að mynda tjörn neðan Nesgötu en hún hefur alltaf lekið og engin tjörn myndast. Frárennsli úr fyrirhugaðri tjörn er um 80x80 cm op frá tjarnarbotni að kassalaga hólki. Um 110 cm rör liggur lárétt undir opinu undir stíflunni. Opíð er varið með steypustyrktarjárnsgrind.



Mynd 16 Bakkalækur: A) 110 cm bárujárnsræsi undir Bakkavegi, B) við stíflu sem mynda átti tjörn. Ræsi liggur undir stíflu. Ljósmyndir: Kristín Martha Hákonardóttir, desember 2013

Neslækur rennur í steiptum stokki frá sjúkrahúsi, undir Mýrargötu, Nesgötu og Eyrargötu. Stokkurinn opnast niðri í fjöru, sjá Mynd 17. Grafa þarf reglulega frá opinu (Tómas R. Zoëga, samtal des. 2013).



Mynd 17 Neslækur. Opnun ræsis í fjöru. Moka þarf frá opinu. Líklega væri til bóta að fylla að ræsisopinu með stórgrýti. Ljósmynd: Kristín Martha Hákonardóttir, desember 2013

5.7.4 Aðkoma að framkvæmdasvæði

Aðkoma að framkvæmdasvæðinu er ráðgerð vestan byggðar, eftir framkvæmdavegum ofan varnargarða svo draga megi úr umferð vinnuvéla um húsagötur.

Ofan garðs og keiluraða er gert ráð fyrir vegarslóð vegna umsjónar og viðhalds eftir að framkvæmdum lýkur. Sjá nánari umfjöllun í viðauka 4, *Landmótun og skipulag*.

5.8 Snjósöfnun við varnir

Í Neskaupstað eru V- og NA-áttir ríkjandi að vetrarlagi og V-áttir algengastar. NNA-A áttum fylgir mestur vindhraði.

Fyrirhugaður varnargarður liggur u.þ.b. í V-A, samsíða hlíðinni og þannig nokkuð samsíða ríkjandi vindátt að vetrarlagi. Í NV-NA áttum gæti snjór safnast hlémegin við garðinn, inn á efstu lóðir. Í V áttum og ANA áttum skefur hins vegar meðfram garðinum og upp úr honum, séu skeringafláar aðlagðir mildilega að landi.

Líklegt er að snjór safnist upp milli varnarkeilna og að dragi í skafla út frá fláafleygum. Slíkt er ekki talið hafa áhrif á virkni þeirra. Ekki er talin hætta á að sú skaflamyndun nái niður á skeringarsvæði neðri keiluraða og þvergarðs, þar sem bil er á milli einstakra keilna.

Reynsla er komin á varnargarðinn undan Drangagili og þar hefur ekki gætt aukinnar snjósöfnunar inn á efstu lóðir neðan garðsins, né á skeringarsvæði ofanvert garðsins (Tómas R. Zoëga, samtal desember 2013).

Æskilegt er að fylgst verði með skaflamyndun ofan og neðan fyrirhugaðs þvergarðs og keilna og gripið verði til aðgerða verði hún á annan veg en hér er gert ráð fyrir.

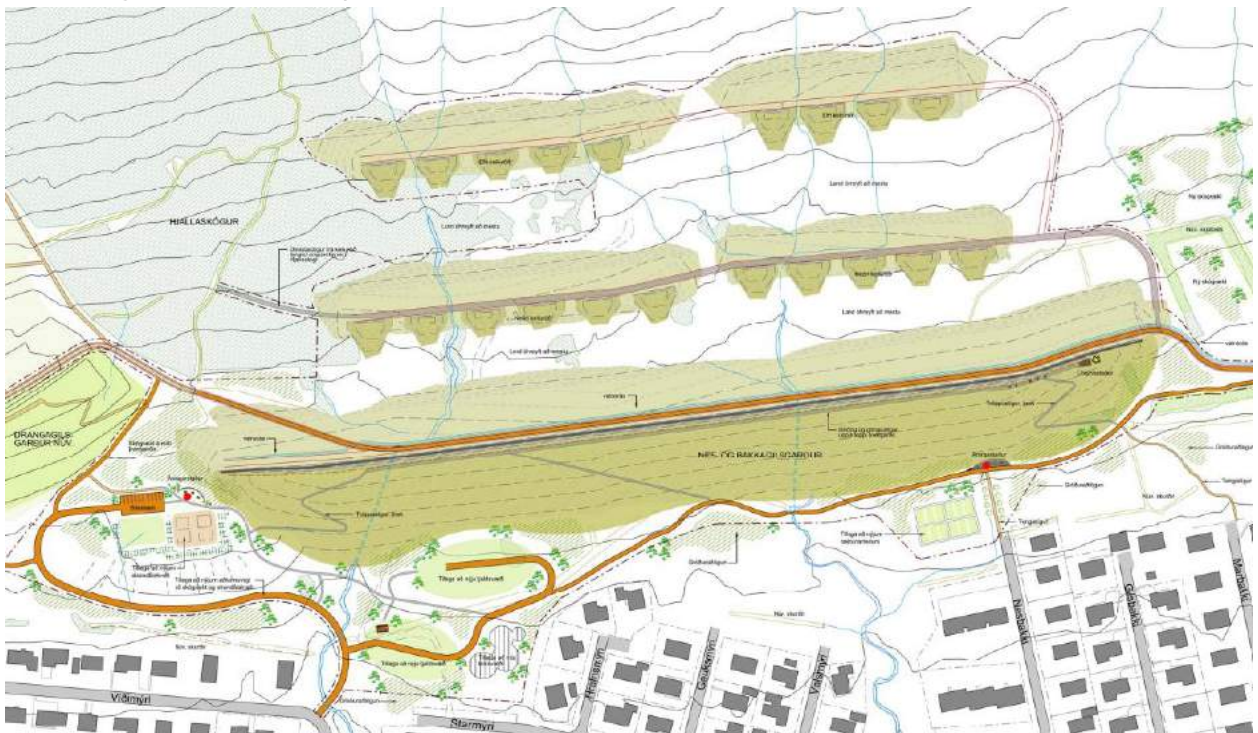
6 Landmótun og skipulag

Tillögur landslagsarkitekta Landmótunar að aðlögun varnargarðs og keilna að umhverfi sínu eru settar fram í greinargerð, sem unnin var samhliða vinnu við frumathugun varna (Landmótun, 2015). Helstu niðurstöður þeirrar vinnu eru teknar saman hér að neðan, sjá Mynd 18.

Markmið landmótunar er að draga sem mest úr óheppilegum umhverfisáhrifum varnavirkjanna og sýnileika þeirra en nýta kosti þeirra til umhverfisbóta og útivistar. Sérstaklega er hugað að tengingum við aðliggjandi byggð og við þau varnavirki sem fyrir eru. Svæði milli milli byggðar og garðs er mótað, göngustígar á og við garðinn tengdir inn í núverandi stígakerfi og trjálundir skipulagðir. Þannig skapast nýir útivistarmöguleikar sem nýtast geta íbúum og gestum. Lögð er til ný staðsetning á aðkomuvegi að Hjallaskógi, á tjaldsvæði og strandblakvelli og ræktunarreitum ofan Nesbakka og Gilsbakka.

Þvergarður undir Nes- og Bakkagili mun verða hæsti þvergarður ofan byggðar í Neskaupstað. Miðað er að því að fella garðinn inn í umhverfi sitt eftir því sem hægt er og tengja við núverandi útivistarsvæði. Hér er meira pláss til að aðlaga þvergarðinn að núverandi landi en vestar í byggðinni, þar sem garðurinn liggur hér fjær byggð og land er ekki eins bratt. Á milli núverandi þvergarðs undir Drangagili og nýs þvergarðs yrði lögð áhersla á skógrækt til að skapa skjól fyrir nýjan strandblakvöll og áningarstað og tengingu Hjallaskógar við bílastæðið. Til að draga úr neikvæðum sjónrænum áhrifum af varnavirkjunum og þá sérstaklega þvergarðinum, verður lögð áhersla á breytilega fláa, bogadregnar línur í garðsrót og fjölbreyttar gróðursetningar í endum og hlémegin í þvergarðinum. Upp á þvergarðinn er gert ráð fyrir 3 uppgöngumöguleikum sökum þess hve langur hann er. Við rætur þvergarðsins er gott pláss til að styrkja sérstaklega svæðið sem útivistarsvæði með gróðursetningum. Svæðið er blautt í dag en gert er ráð fyrir að vatnsbúskapur breytist þegar þvergarðurinn er risinn. Þar myndast skjólgott, þurrt svæði, tengt byggð og fólkvangi.

Áhersla er á flutning gróðurs innan svæðis og að leitast verði við að ná fram gróðursamfélagi sem líkustu því sem fyrir er. Lögð er til samvinna við Náttúrufræðistofu Austurlands, Landgræðslu ríkisins og Framkvæmdasýslu ríkisins.



Mynd 18 Tillaga að skipulagi og áætluð framkvæmdamörk (Landmótun, 2015)

7 Verðmæti varinna eigna

Nánast öll byggð neðanvert Nes- og Bakkagils stendur innan skilgreindra hættusvæða. Varnarvirkin verja 122 íbúðarhús sem standa innan hættusvæða C og B gegn ofanflóðum úr giljunum. Þar af standa 26 hús innan hættusvæðis C, sjá töflu 13 og teikningu U60.02.018 og U60.02.019.

Heildarverðmæti íbúðarhúsa innan núverandi hættusvæða B og C sem teljast varin er 1 820 MISK miðað við fasteignamat. Brunabótamat sömu eigna er hins vegar 3 723 MISK. Verðmat húseigna er byggt á fasteignamati fyrir árið 2015 sem miðast við verðlag í febrúar 2014.

Verðmæti varinna íbúðarhúsa neðanvert beggja gilja er í töflu 13 og atvinnuhúsnæðis í töflu 14. Fjórðungssjúkrahús og spennistöð standa innan hættusvæðis B undan Nesgili.

Tafla 13 Verðmat íbúðarhúsa sem varin eru gegn ofanflóðum úr Nes- og Bakkagili

| | C-svæði | B-svæði | Samtals |
|---------------------|---------|---------|---------|
| Fasteignamat (MISK) | 432 | 1 388 | 1 820 |
| - þar af Nesgil | 391 | 613 | 1 005 |
| - þar af Bakkagil | 40 | 775 | 815 |
| Brunabótamat (MISK) | 916 | 2 807 | 3 723 |
| - þar af Nesgil | 839 | 1 247 | 2 086 |
| - þar af Bakkagil | 77 | 1 560 | 1 637 |
| Fjöldi | 26 | 96 | 122 |
| - þar af Nesgil | 24 | 37 | 61 |
| - þar af Bakkagil | 2 | 59 | 61 |

Tafla 14 Verðmat atvinnuhúsnæðis sem telst varið gegn ofanflóðum úr Nes- og Bakkagili

| | C-svæði | B-svæði | Samtals |
|---------------------|---------|---------|---------|
| Fasteignamat (MISK) | 0 | 341 | 341 |
| - þar af Nesgil | 0 | 340 | 340 |
| - þar af Bakkagil | 0 | 1 | 1 |
| Brunabótamat (MISK) | 0 | 1 388 | 1 388 |
| - þar af Nesgil | 0 | 1 253 | 1 253 |
| - þar af Bakkagil | 0 | 4 | 4 |
| Fjöldi | 0 | 3 | 3 |
| - þar af Nesgil | 0 | 2 | 2 |
| - þar af Bakkagil | 0 | 1 | 1 |

8 Kostnaðarmat

Áætlaður kostnaður við uppbyggingu varna er í töflu 15. Kostnaðarmatið er byggt á uppfærðum kostnaðaráætlunum fyrir sambærilegar framkvæmdir í Neskaupstað. Einnig voru höfð til hliðsjónar tilboð í garðframkvæmdir sem hófust undan Tröllagiljum árið 2013. Einingarverð hafa verið uppfærð miðað við byggingarvísitölu. Um er að ræða heildarkostnað sem samanstendur af verktakakostnaði við byggingu garða. Jafnframt er innifalin landmótun, hönnun, eftirlit og umsjón og einnig ófyrirséður kostnaður.

Tafla 15 Frumkostnaðarmat vegna ofanflóðvarna neðan Nes- og Bakkagils. Kostnaðartölur eru m. VSK

| Liður | Kostn. (MISK) |
|---------------------------------|---------------|
| Brattur þvergarður og 20 keilur | 1 800 |

Fyrirvari er á magntölum sem kunna að breytast við endanlega hönnun varnargarðsins en heildarefnismagn er áætlað rúmlega 400 000 m³. Efnismagn í kjarna garðs og keilufláa nemur um 145 000 m³.

Helsti óvissuþáttur í kostnaðaráætlun er vinnsla jarðefna og nýtingarhlutfall úr skeringum. Hér er gert ráð fyrir að haugsetja þurfi um 10 000 m³ skeringarefnis og að flytja þurfi 175 000 m³ af hörpuðu og/eða sprengdu efni að, sjá umfjöllun í kafla 5.6.5, *Efnisnám*. Gert er ráð fyrir að efnið verði sprengt og unnið innan framkvæmdasvæðis varnargarða ofan bæjarins (innan við 1 km fjarlægð frá framkvæmdastað).

Gera má ráð fyrir að komi til aukakostnaðar vegna bóta fyrir trjágróður sem lendir inni á vestur jaðri keilusvæðis og ofan Bakkahverfis (um 8 ha).

Til samanburðar er áætlaður kostnaður við uppsetningu upptakastoðvirkja í allt upptakasvæði Nes- og Bakkagilja sýndur í töflu 16.

Tafla 16 Frumkostnaðarmat vegna stoðvirkja ofanvert Nes- og Bakkagils. Kostnaðartölur eru m. VSK

| Liður | Kostn. (MISK) |
|---------------------------|---------------|
| Stoðvirki, 9 000 m | 4 000 |
| -þar af Nesgil, 5 500 m | 2 500 |
| -þar af Bakkagil, 3 500 m | 1 500 |

9 Öryggi neðanvert varna

9.1 Endurskoðað hættumat

Tillaga að endurskoðuðum jafnáhættulínum að teknu tilliti til fyrirhugaðra varnarvirkja neðan Nes- og Bakkagilja er á teikningu U60.02.019. Tillagan er í samræmi við 22. grein reglugerðar nr. 505/2000 og breytingu á henni í 11. grein reglugerðar nr. 495/2007. Þar segir að við hönnun varnarvirkja skuli leitast við að auka öryggi þannig að eftir byggingu þeirra sé staðaráhætta fólks neðan þeirra aldrei meiri en 3,0 af 10 000 á ári.

Áhrif varnargarðsins eru metin með hliðsjón af einfaldri orkuhliðrun fyrir punktmasa. Lárétt stytting skriðlengdar með tilkomu varna fæst skv.

$$\frac{\lambda H_v + (1 - k_1^2 k_2^2) v_0^2 / (2g)}{(\mu - \tan\theta)}, \quad (1)$$

þar sem H_v er garðhæð að frádreginni snjóhulu á jörðu ($H_v = H_d - h_s$), v_0 er flóðhraði við efstu keiluröð, λ er stuðull sem svarar til hlutfallslegrar lækkunar á hreyfiorku í árekstri flóðs við garð. Viðmiðunargildi á stuðlinum er $\lambda = 2$ fyrir háa, bratta garða. Hlutfallsleg lækkun hraða í árekstri flóðs við tvær keiluraðir er nálgæð með $k_1 k_2 = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72$. μ er viðnámsstuðull við botn sem svarar til Coulomb núningsstuðuls og θ er landhalli (hér er $\mu = 0,25 - 0,3$ valið á úthlaupssvæðinu sem telst hár núningsstuðull).

Fyrir 20 m háan, brattan varnargarð er $H_v = 17,5$ m. Garðurinn er í um 6° halla en landhalli í byggð neðan hans er um $4 - 5^\circ$. Reiknuð stytting skriðlengdar punktmassasnjóflóðs verður því um 280–360 m neðan Bakkagils og 330–430 m neðan Neskils skv. jöfnu (1). Jafnáhættulína A0 hliðrast þannig upp fyrir byggð og jafnáhættulína BA hliðrast upp fyrir þvergarð. Niðurstaða úr jöfnu (1) er næm fyrir mati á núningsstuðlum og landhalla og einföldun á eðlisfræði kornaflæðis og ber ekki að taka mjög bókstaflega.

Til þess að minna á þá óvissu sem alltaf er til staðar við hönnun varnargarða er hér lagt til að:

- Jafnáhættulína A0 verði um 40 m neðan núverandi jafnáhættulínu CB (um 200 m hliðrun).
- Jafnáhættulína BA nái upp fyrir efstu íbúðarhús undan Neskili og Bakkagili (180 og 160 m hliðrun). Ekki er talið ráðlegt að nýta svæðið ofan núverandi byggðar til byggingar íbúðarhúsa. Lega línunnar ræðst því að nokkru leyti af umfangi byggðar.
 - BA línan liggur neðar en annars staðar undir garðinum neðan Neskils, á þeim kafla þar sem þvergarðurinn er ekki í fullri hönnunarhæð.
 - Milli Drangagilsgarðs og Neskilsgarðs liggur jafnáhættulína BA skammt ofan efstu húsa vegna hugsanlegra stórra flóða úr Skágili og flóðjaðars sem gæti náð milli garðanna.
- Jafnáhættulína CB liggir í garðsfæti (90–130 m hliðrun: Bakkagil–Neskil).

Með tilkomu varna verða engin hús innan hættusvæða B og C.

9.2 Virkni varna

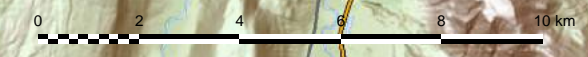
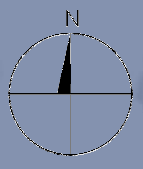
Við hönnun varnargarðanna er ekki tekið tillit til þess möguleika að tvö stór snjóflóð lendi á þeim með svo stuttu millibili að ekki hafi hreinsast frá þeim. Ef snjóflóð staðnæmist ofan við garð og keilur og fyllir upp í svæði ofan þeirra þannig að virk hæð minnkar er hætta á að annað flóð geti átt greiða leið yfir þvergarðinn. Í slíku tilfalli þarf að grípa til sérstakra ráðstafana til þess að tryggja öryggi íbúa neðan garðsins og líklegt að beita þurfi rýmingu neðan varna.

Hönnun varnargarða, sér í lagi snjóflóðavarnargarða er ávallt talsverðri óvissu háð. Sú óvissa verður m.a. til þegar tilraunaniðurstöður og niðurstöður úr einfölduðum reiknilíkönum eru yfirfærðar á náttúruleg snjóflóð og varnarvirki í fullri stærð. Sér í lagi þar sem fá snjóflóð hafa fallið á varnargarða og þannig sannreynt hönnunarforsendur sem notaðar eru. Þær hönnunarforsendur sem hér eru notaðar eru hins vegar byggðar á bestu fáanlegu þekkingu og öryggiskröfur hér á landi eru með þeim allra ströngustu í heimi. Því teljum við að óvissa hvað varðar öryggi varnarvirkjanna sé eins lítil og kostur er og innan viðunandi marka.

10 Heimildir

- Ágúst Guðmundsson, 1998. *Snjóflóðavarnir á Neskaupstað, Jarðtækni- og jarðfræðiathugun*. Skýrsla VST, ÁGVST nr. 97.202. Mars 1999.
- Harpa Grímsdóttir, 1998. *Byggingarár húsa í Neskaupstað*. Veðurstofa Íslands. Greinargerð VÍ-G98011-ÚR09. Febrúar 1998.
- Hættumatsnefnd Fjarðabyggðar, 2001. *Mat á hættu vegna ofanflóða í Neskaupstað*. Greinargerð með hættumatskort. Desember 2001.
- Halldór G. Pétursson og Þorsteinn Sæmundsson, 1999. *Skriðuföll á Neskaupstað*. Náttúrufræðistofnun Íslands. Greinargerð NÍ-99012.
- Haraldur Ólafsson, 1998. *Veður fyrir snjóflóðahrinur í Neskaupstað 1974-1998*. Veðurstofa Íslands. Greinargerð VÍ-G98015-ÚR12. Febrúar 1998.
- Landmótun, 2015. *Frumathugun. Ofanflóðavarnir Neskaupstað. Urðarbotnar og Sniðgil. Nesgil og Bakkagil. Tillaga að skipulagi og mótvægisáðgerðir*. Skýrsla. Apríl, 2015.
- Línuhönnun, 2008. *Snjóflóðavarnir á Neskaupstað, garðar og keilur í Tröllagili, jarðkönnun. Rannsóknir sumarið 2008*. Unnið fyrir framkvæmdasýslu ríkisins. Nóvember 2008.
- Snorri Páll Kjaran og Gunnar Guðni Tómasson, 1995. *Reiknilíkan fyrir rennsli snjóflóða*. Verkfræðistofan Vatnaskil. Ágúst 1995.
- Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, 1997. *Snjóflóðasaga Neskaupstaðar*. Veðurstofa Íslands. Greinargerð. Júlí 1997.
- Tómas Jóhannesson, Karstein Lied, Stefan Margreth og Frode Sandersen, 1996. *Þörf fyrir snjóflóðavarnarvirki á Íslandi. Yfirlit og mat á kostnaði*. Rit Veðurstofu Íslands, VÍ-R96003-ÚR02.
- Tómas Jóhannesson, Peter Gauer, Dieter Issler og Karstein Lied (ritstj.), 2009. *The design of avalanche protection dams*. European Commission. Climate Change and Natural Hazard Research – Series 2. EUR 23339.
- Tómas Jóhannesson, Þorsteinn Arnalds og Leah Tracy, 2011. *Results of the 2D avalanche model SAMOS for Bolungarvík and Neskaupstaður*. Greinargerð nr. VÍ-ÚR06. Reykjavík, maí 2011.
- Tómas Jóhannesson, Eiríkur Gíslason og Ásdís Helgadóttir, 2015. *Niðurstöður SAMOS snjóflóðalíkanreikninga fyrir Urðarbotna, Nesgil og Bakkagil og túlkun niðurstaðna í samhengi við frumathugun á varnarvirkjum fyrir þessi svæði*. Veðurstofa Íslands. Minnisblað, málsnúmer 2014-200, dagsett 2015-07-24.
- Vatnaverkefndistofa Háskóla Íslands, 1994. *1M5 stöðvargildi. Sólarhringsúrkoma með 5 ára endurkomutíma*. Endurskoðað í júlí 1994.
- VST, 2003. *Snjóflóðavarnir í Neskaupstað. Tröllagiljasvæði. Frumathugun*. Skýrsla VST nr. 2001.1006, júní 2003.
- VST og Cemagref, 1998a. *Neskaupstaður. Avalanche defences. Protection plan for the residential area*. Skýrsla VST 97.202, febrúar 1998.
- VST og Cemagref, 1998b. *Neskaupstaður avalanche defence appraisal, Drangagil area*. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, skýrsla nr. 97.202, febrúar 1998.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser og Harpa Grímsdóttir, 2001. *Hazard zoning for Neskaupstaður. Technical report*. Veðurstofa Íslands. Skýrsla VÍ-ÚR05, nr. 01010. Maí 2001.
- Þorsteinn Sæmundsson og Halldór G. Pétursson, 1999. *Skriðuhætta í Neskaupstað*. Greinargerð. Veðurstofa Íslands VÍ-G99026-ÚR16. Desember 1999.
2000. *Reglugerð 505/2000 um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats*.
2007. *Reglugerð 495/2007 um breytingu á reglugerð 505/2000 um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats*.

Teikningar



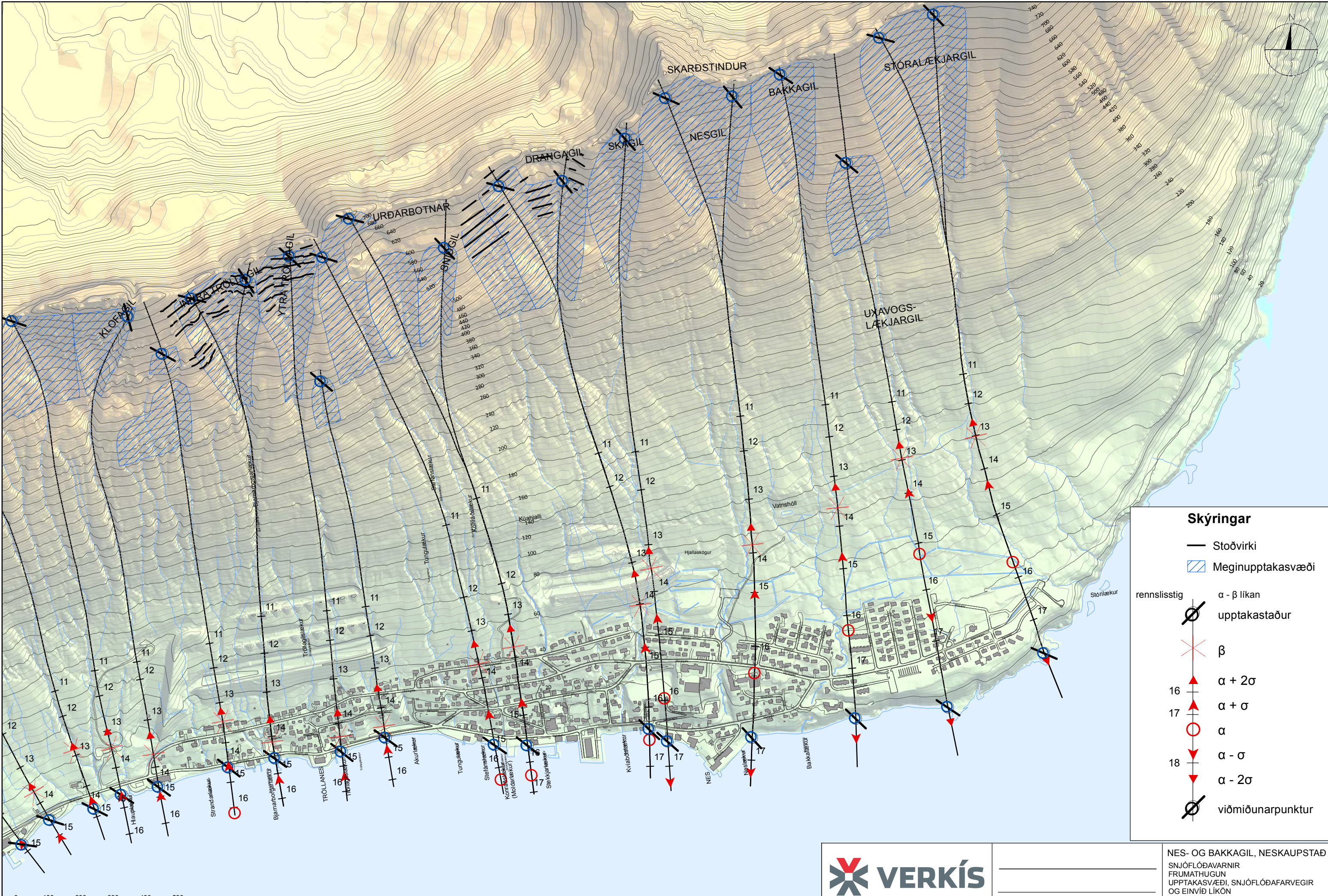
2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT KMH
 ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
 SNJÓFLÓÐAVARNIR
 FRUMATHUGUN
 YFIRLITSMYND

www.verkis.is - sími: +354 422 8000

VERKFANG 07116 TEIKNING U60.02.001 -

© Öll alnot og alfrun teikningar, að hluta eða í heild er háð skriflegu leyfi höfundar

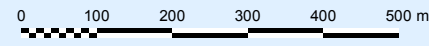


Skýringar

- Stoðvirki
- ▨ Meginuþtakasvæði

rennissstig

- ⊗ α - β líkan upptakastaður
- ⊗ β
- ▲ α + 2σ
- ▲ α + σ
- α
- ▼ α - σ
- ▼ α - 2σ
- ⊗ viðmiðunarpunktur



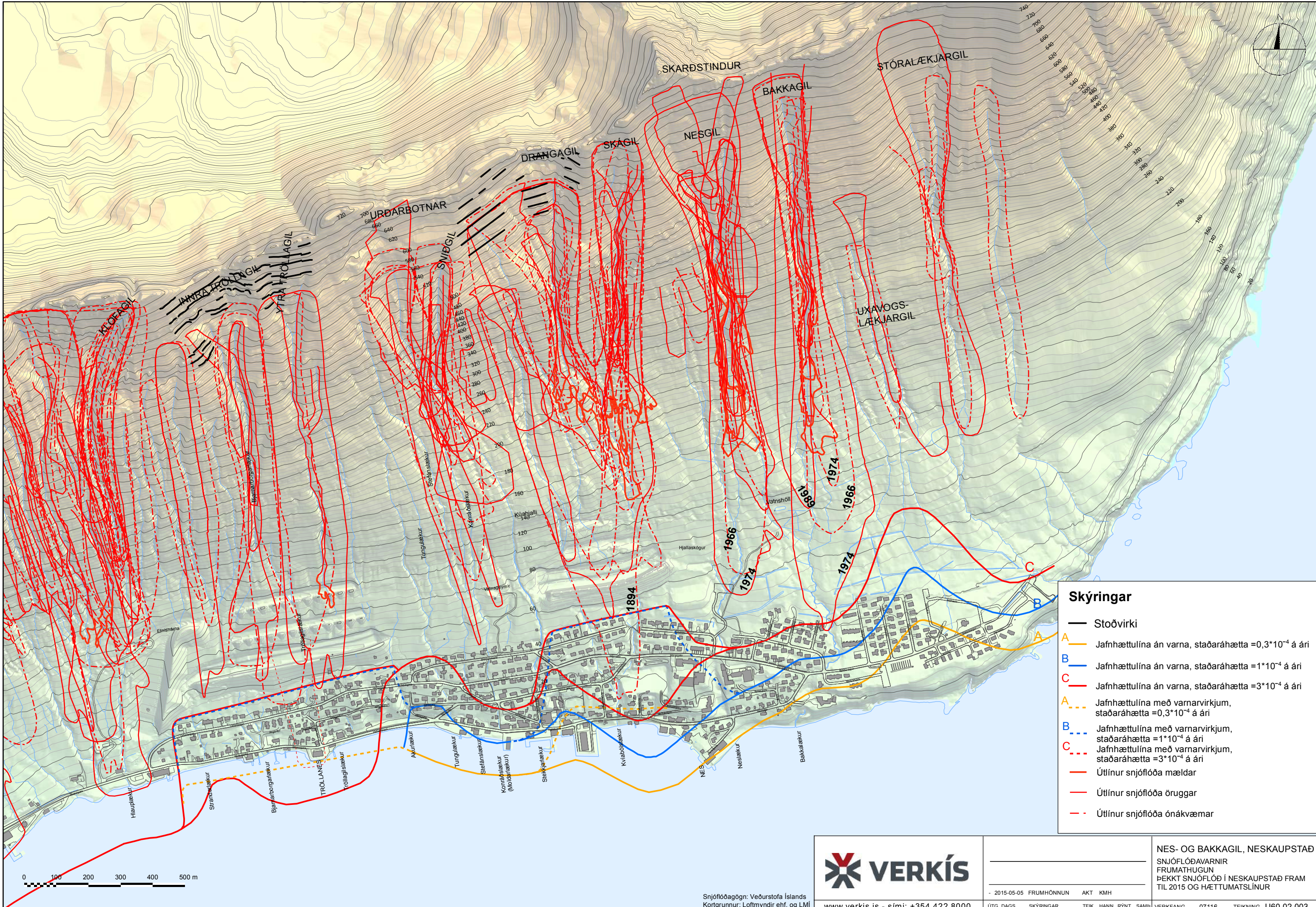
Snjóflóðagögn: Veðurstofa Íslands
Kortgrunnur: Loftmyndir ehf. og LMI

www.verkis.is - sími: +354 422 8000

2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT KMH
ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
UPPTAKASVÆÐI, SNJÓFLÓÐAFARVEGIR
OG EINVÍÐ LÍKÖN

VERKFANG 07116 TEIKNING U60.02.002 -



Skýringar

- Stoðvirki
- A — Jafnhættulína án varna, staðaráhætta = $0,3 \cdot 10^{-4}$ á ári
- B — Jafnhættulína án varna, staðaráhætta = $1 \cdot 10^{-4}$ á ári
- C — Jafnhættulína án varna, staðaráhætta = $3 \cdot 10^{-4}$ á ári
- A — Jafnhættulína með varnarvirkjum, staðaráhætta = $0,3 \cdot 10^{-4}$ á ári
- B — Jafnhættulína með varnarvirkjum, staðaráhætta = $1 \cdot 10^{-4}$ á ári
- C — Jafnhættulína með varnarvirkjum, staðaráhætta = $3 \cdot 10^{-4}$ á ári
- Útlínur snjófjóða mældar
- Útlínur snjófjóða öruggar
- - - Útlínur snjófjóða ónákvæmar

0 100 200 300 400 500 m



Snjófjóðagögn: Veðurstofa Íslands
Kortgrunnur: Loftmyndir ehf. og LMI

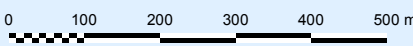
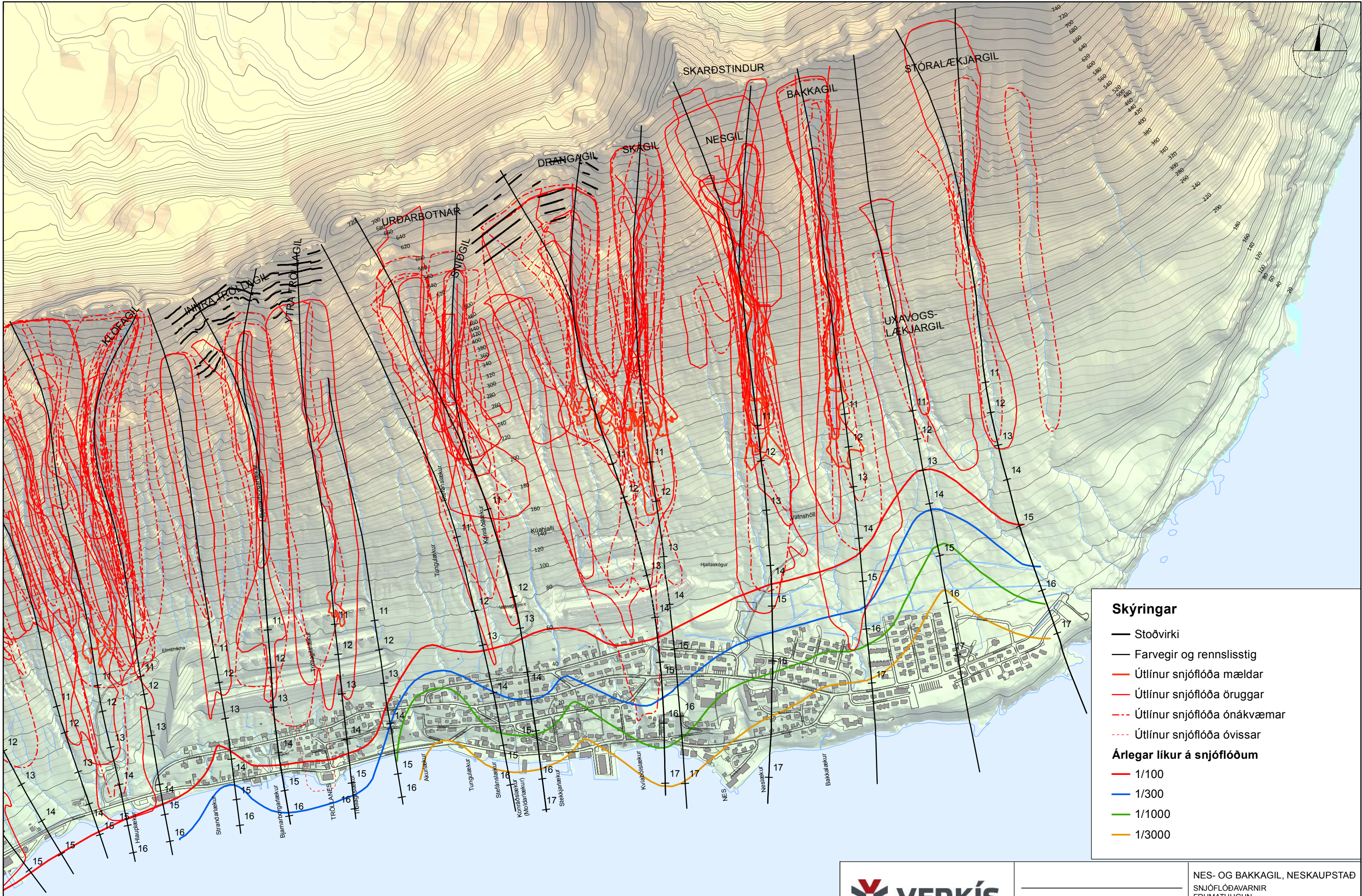
www.verkis.is - sími: +354 422 8000

- 2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT KMH

ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
ÞEKKT SNJÓFLÓÐ Í NESKAUPSTAÐ FRAM
TIL 2015 OG HÆTTUMATSLÍNUR

VERKFANG 07116 TEIKNING U60.02.003 -

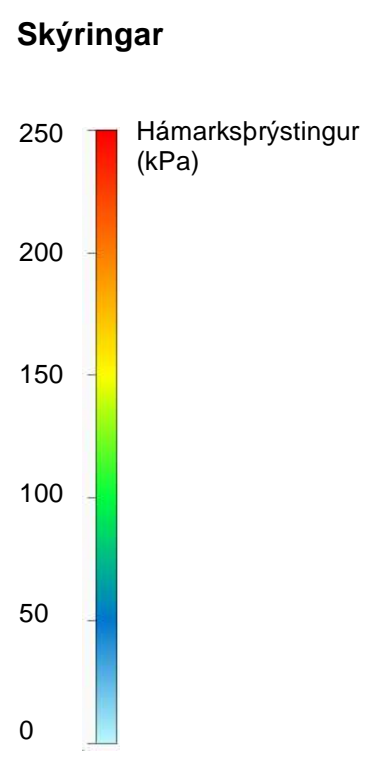
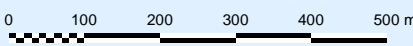
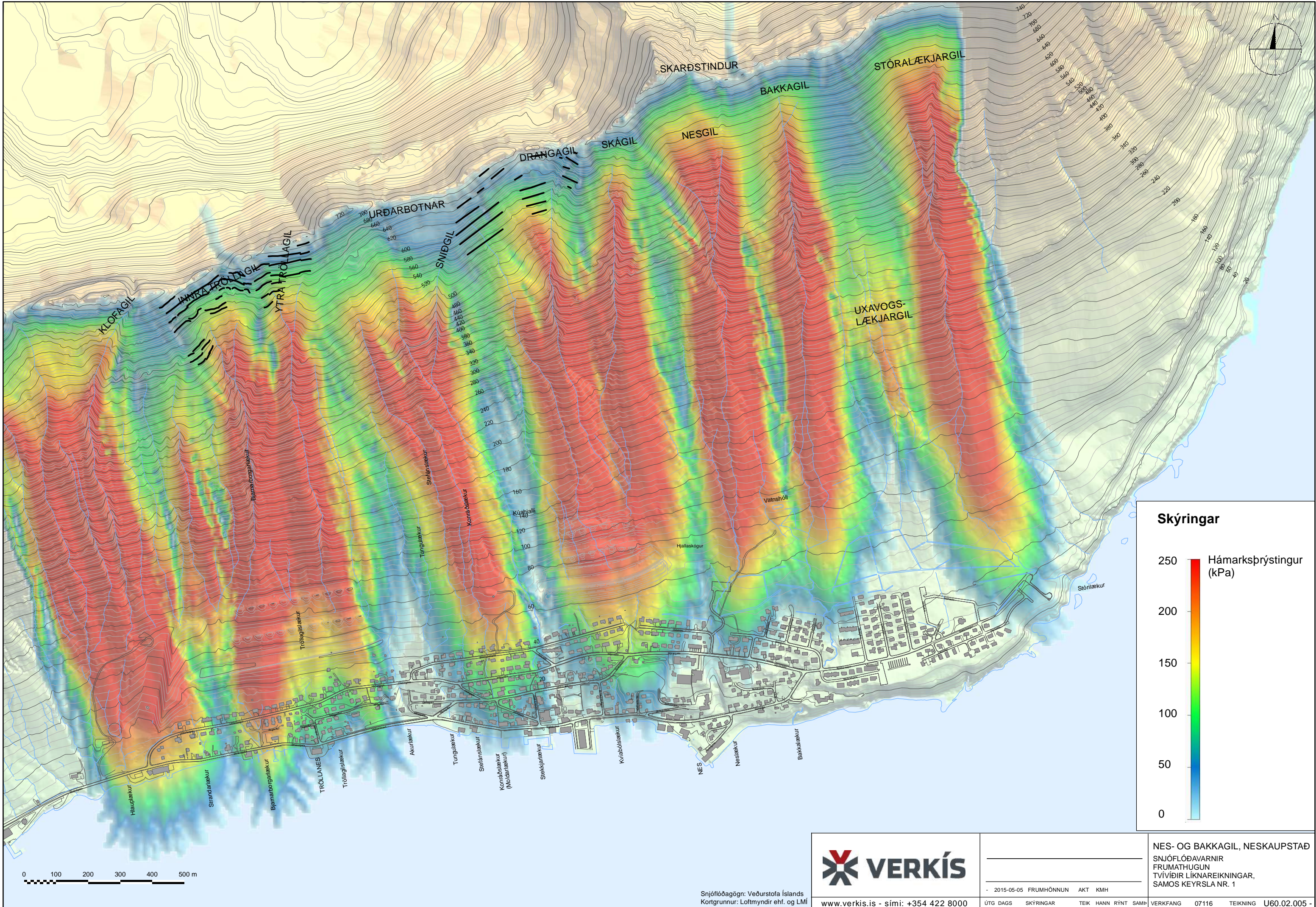


Skýringar

- Stoðvirki
- Farvegir og rennissstig
- Útlínur snjóflóða mældar
- Útlínur snjóflóða öruggar
- - - Útlínur snjóflóða ónákvæmar
- - - Útlínur snjóflóða óvissar

Árlegar líkur á snjóflóðum

- 1/100
- 1/300
- 1/1000
- 1/3000



Snjóflóðagögn: Veðurstofa Íslands
Kortgrunnur: Loftmyndir ehf. og LMÍ

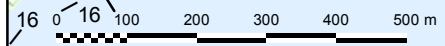
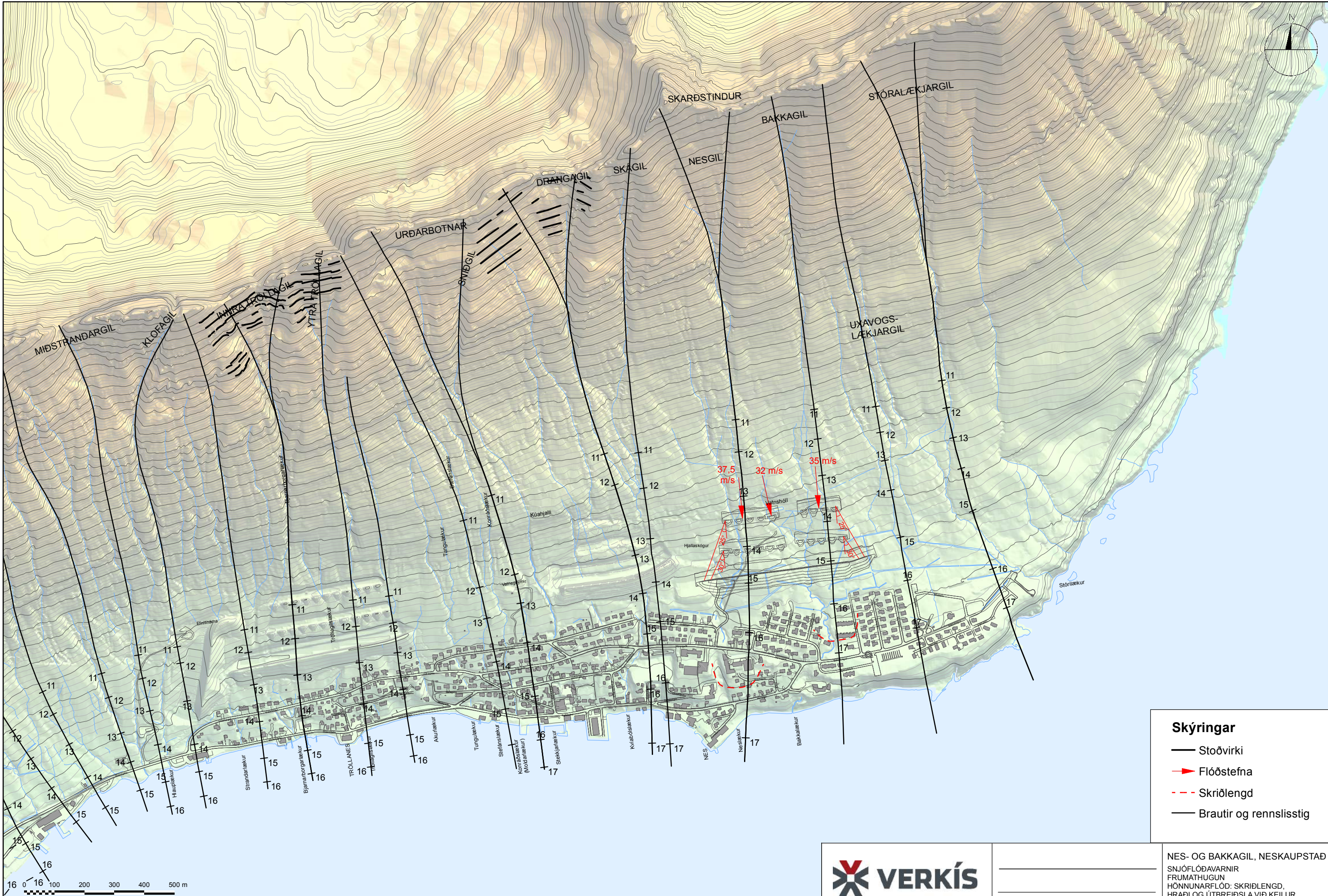
www.verkis.is - sími: +354 422 8000

2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT KMH

ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
TÍVÍÐIR LÍKNAREIKNINGAR,
SAMOS KEYSLSA NR. 1

VERKFRANG 07116 TEIKNING U60.02.005 -



Skýringar

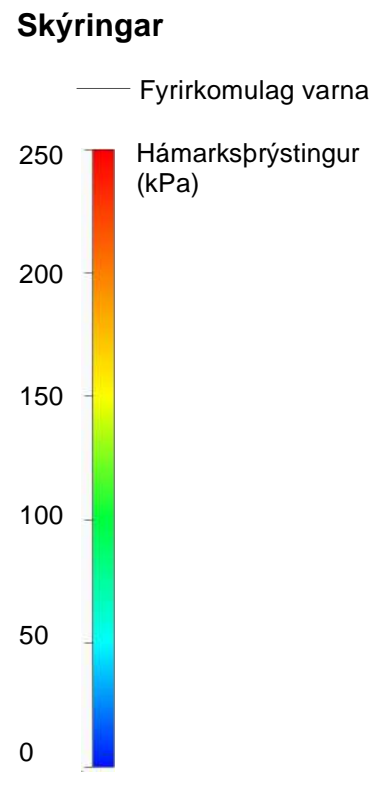
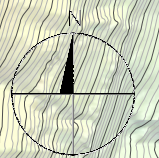
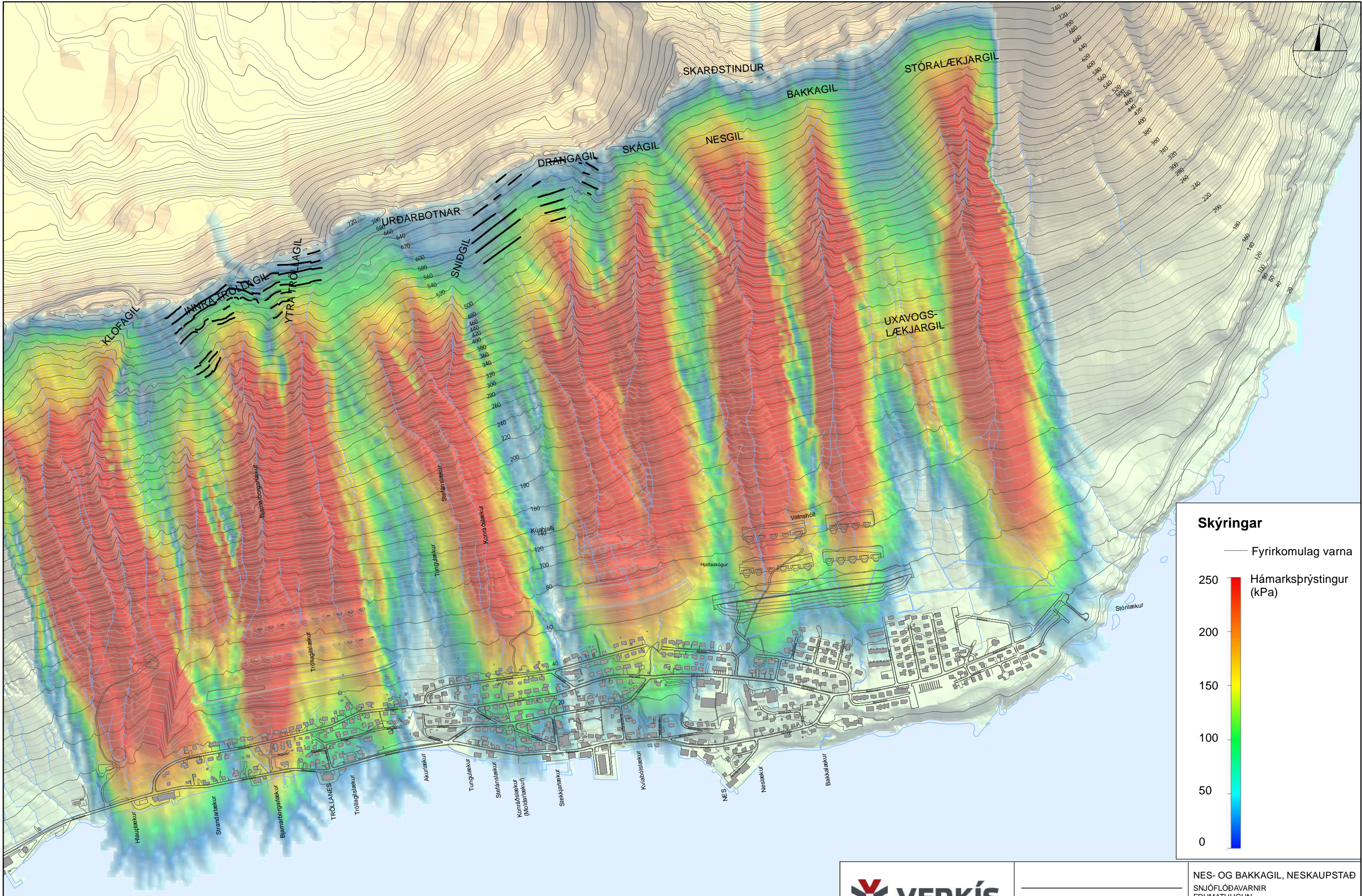
- Stoðvirki
- Flóðstefna
- - - Skriðlengd
- Brautir og rennslistig



Snjóflóðagögn: Veðurstofa Íslands
Kortgrunnur: Loftmyndir ehf. og LMÍ

www.verkis.is - sími: +354 422 8000

| | |
|--|----------------|
| NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ | |
| SNJÓFLÓÐAVARNIR | |
| FRUMATHUGUN | |
| HÖNNUNARFLÓÐ: SKRIÐLENGD, HRADÍ OG ÚTBREIÐSLA VIÐ KEILUR | |
| ÚTG DAGS | SKÝRINGAR |
| TEIK | HANN RÝNT SAMP |
| VERK FANG | 07116 |
| TEIKNING | U60.02.006 |



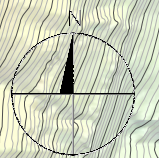
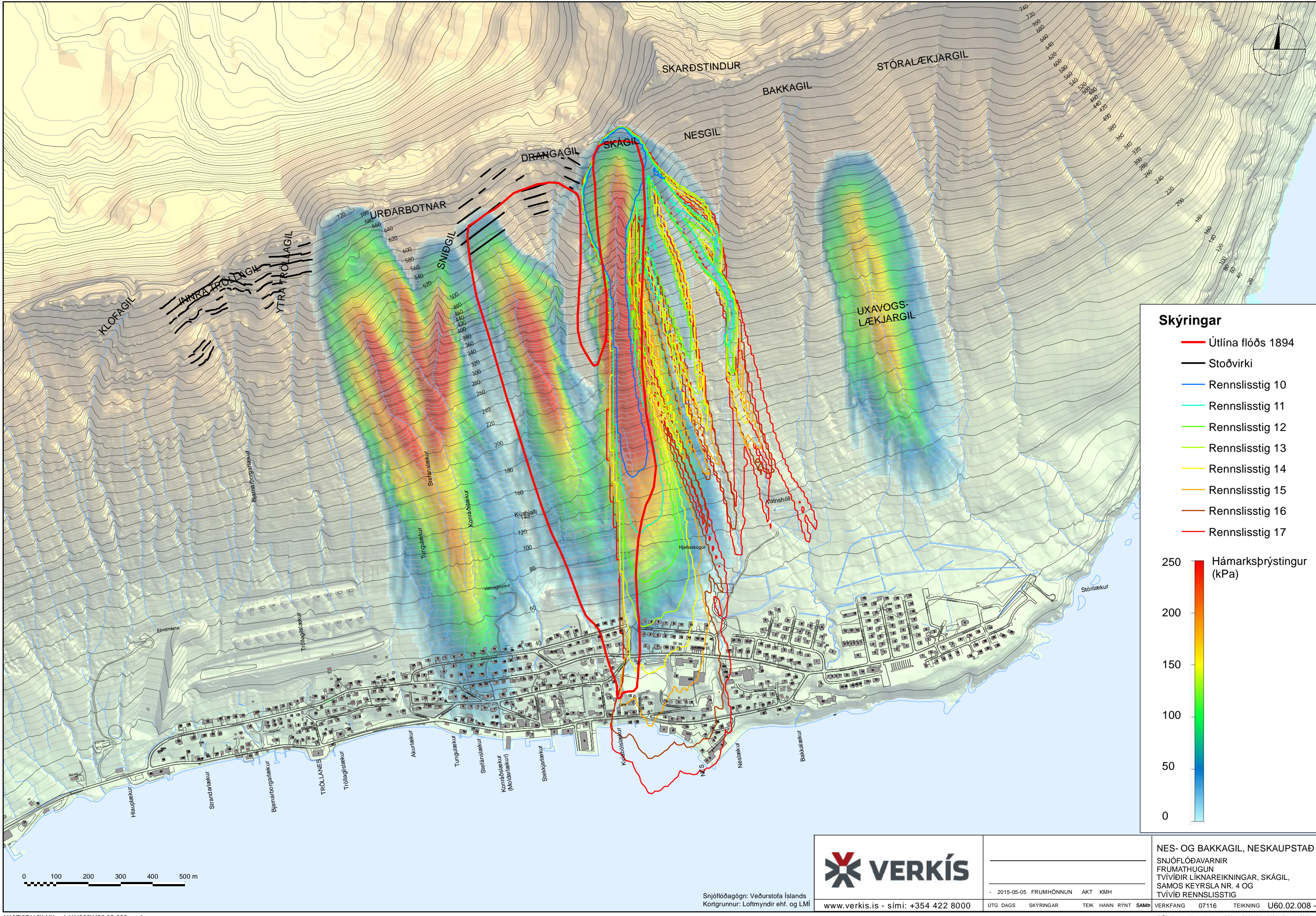
Snjóflóðagögn: Veðurstofa Íslands
Kortgrunnur: Loftmyndir ehf. og LMÍ

www.verkis.is - sími: +354 422 8000

2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT KMH
ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
FYRIRKOMULAG VARNA OG
TVÍVÍÐIR LÍKNAREIKNINGAR,
SAMOS KEYRSLA NR. 1

VERKFANG 07116 TEIKNING U60.02.007 -



Skýringar

- Útlína flóðs 1894
- Stoðvirki
- Rennslisstig 10
- Rennslisstig 11
- Rennslisstig 12
- Rennslisstig 13
- Rennslisstig 14
- Rennslisstig 15
- Rennslisstig 16
- Rennslisstig 17

Hámarksþrýstingur (kPa)

250
200
150
100
50
0



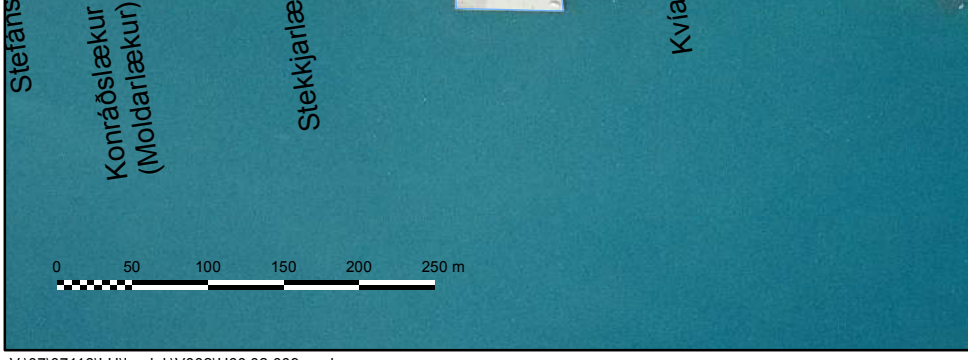
Snjóflóðagögn: Veðurstofa Íslands
Kortgrunnur: Loftmyndir ehf. og LMÍ

www.verkis.is - sími: +354 422 8000

2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT KMH
ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
TVÍVÍÐIR LÍKNAREIKNINGAR, SKÁGIL,
SAMOS KEYRSLA NR. 4 OG
TVÍVÍÐ RENNSLISSTIG

VERKFAANG 07116 TEIKNING U60.02.008 -



Skýringar

— Fyrirkomulag varna, 5m hæðarlínur



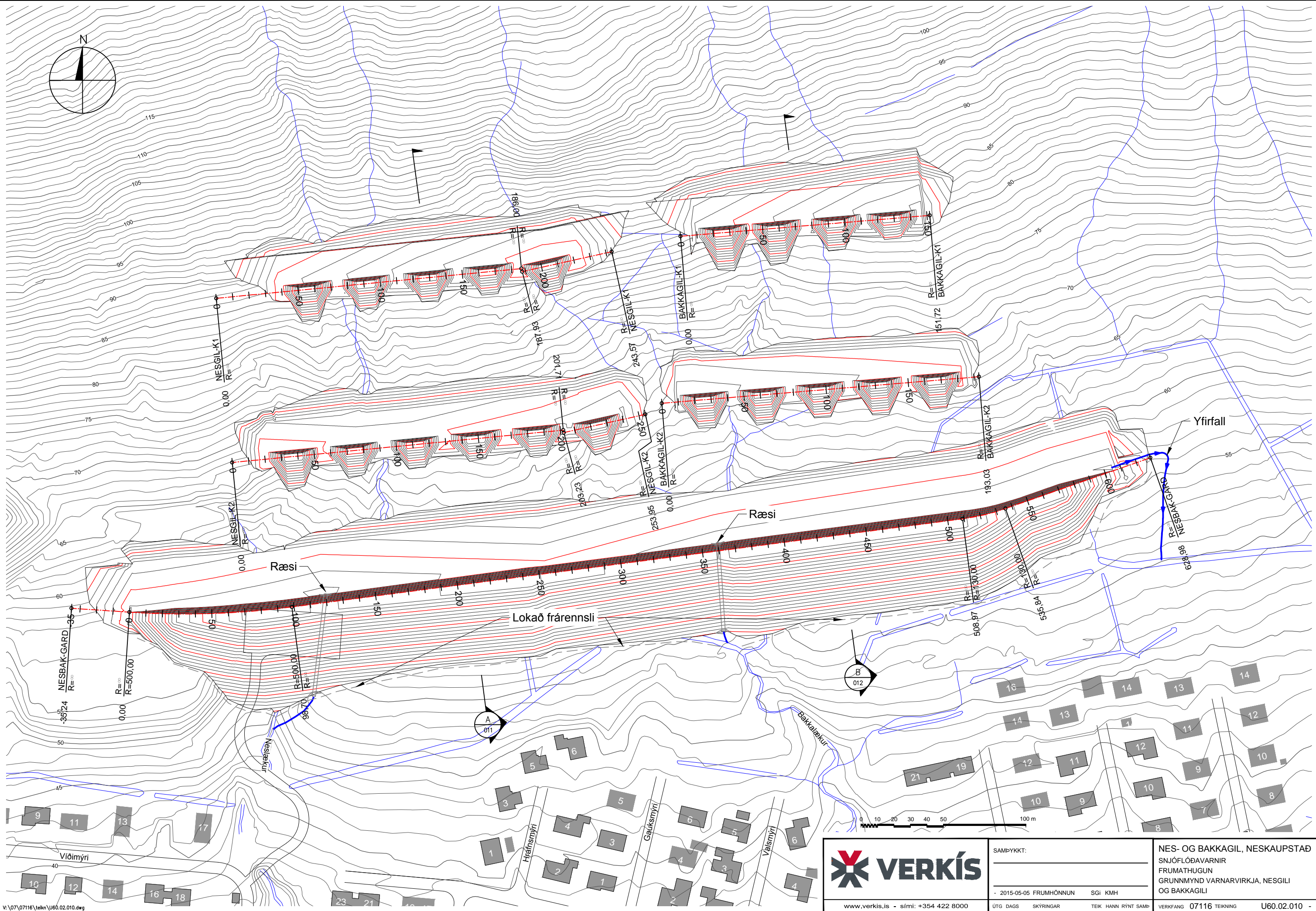
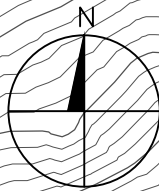
2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT KMH

ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
 SNJÓFLÓÐAVARNIR
 FRUMATHUGUN
 FYRIRKOMULAG VARNA
 AFSTAÐA Á LOFTMYND

VERKFRANG 07116 TEIKNING U60.02.009 -

Snjóflóðagögn: Veðurstofa Íslands
 Kortgrunnur: Loftmyndir ehf. og LMI

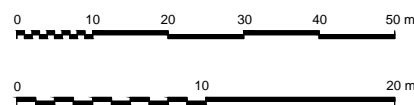
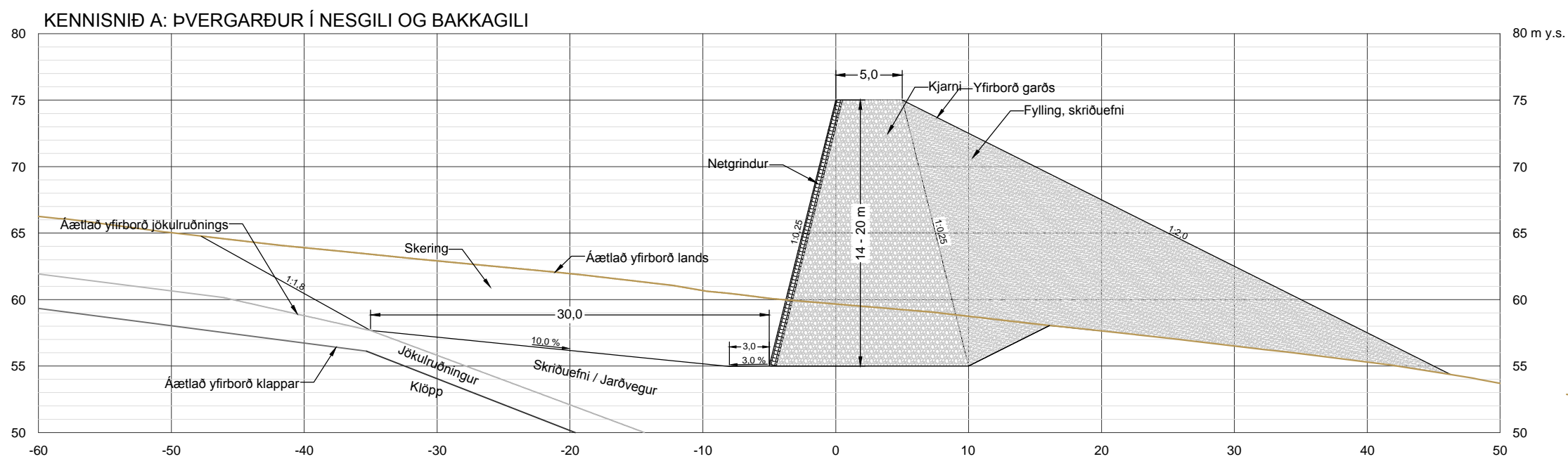
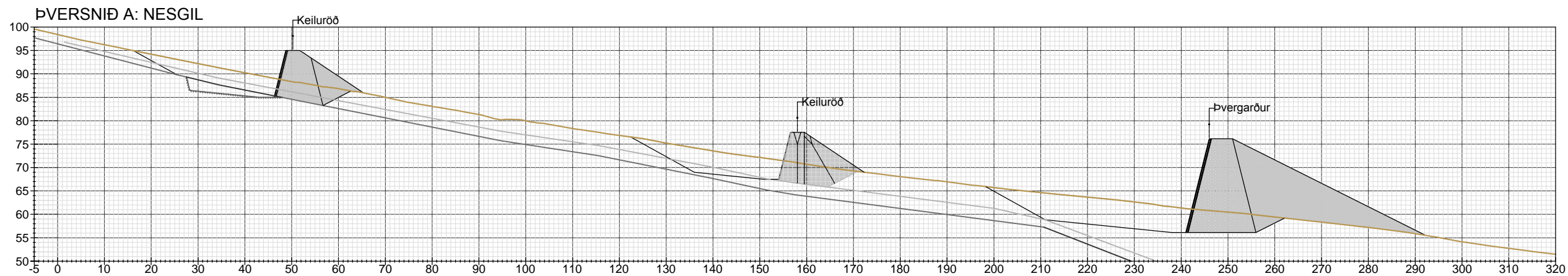


www.verkis.is - sími: +354 422 8000

| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| SAMPYKKT: | |
| - 2015-05-05 FRUMHÖNNUN SGI KMH | |
| UTG DAGS | SKÝRINGAR |
| TEIK HANN RYNT SAMB | VERKFANG 07116 TEIKNING |

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAD
 SNJÓFLÓÐAVARNIR
 FRUMATHUGUN
 GRUNNMÝND VARNARVIRKJA, NESGILI
 OG BAKKAGILI

U60.02.010 -



www.verkis.is - sími: +354 422 8000

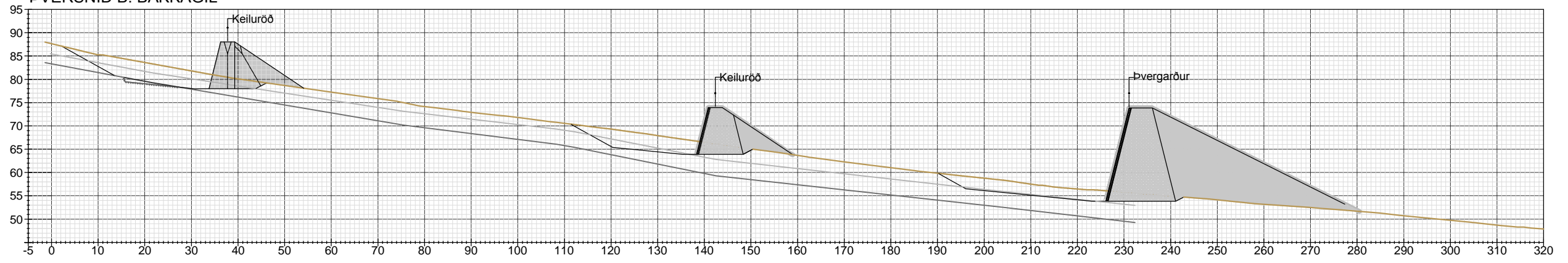
SAMPYKKT:

ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP

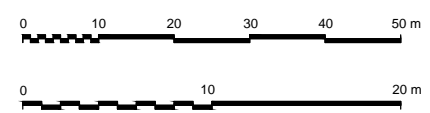
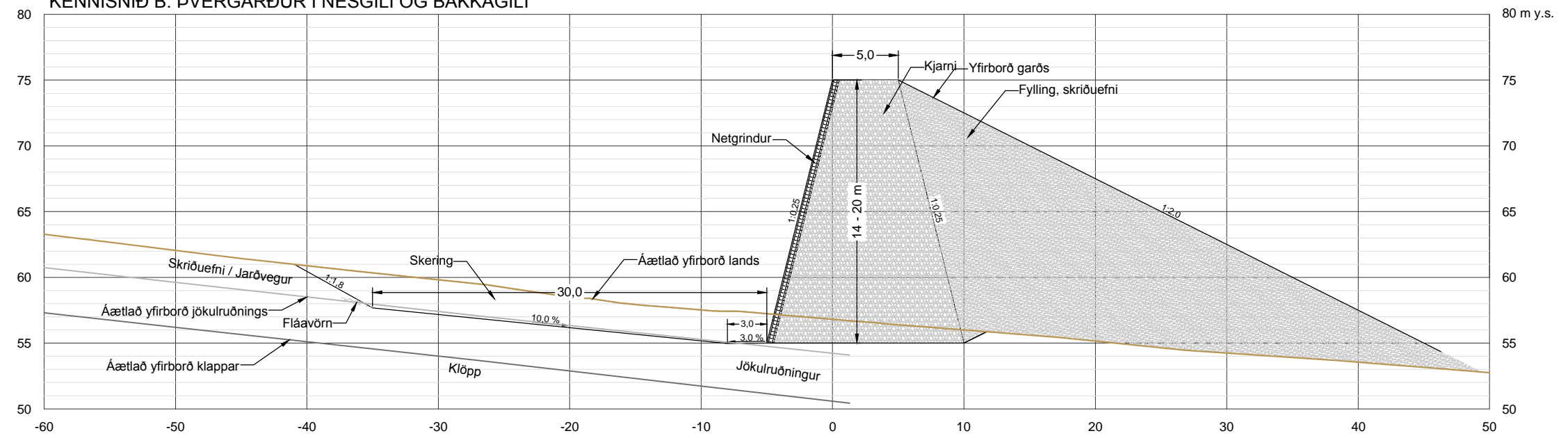
NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
 SNJÓFLÓÐAVARNIR
 FRUMATHUGUN
 KENNISNIÐ A Í VARNARGARÐ NEDAN
 NESGILS

VERKFANG 07116 TEIKNING U60.02.011 -

ÞVERSNIÐ B: BAKKAGIL



KENNISNIÐ B: ÞVERGARÐUR Í NESGILI OG BAKKAGILI



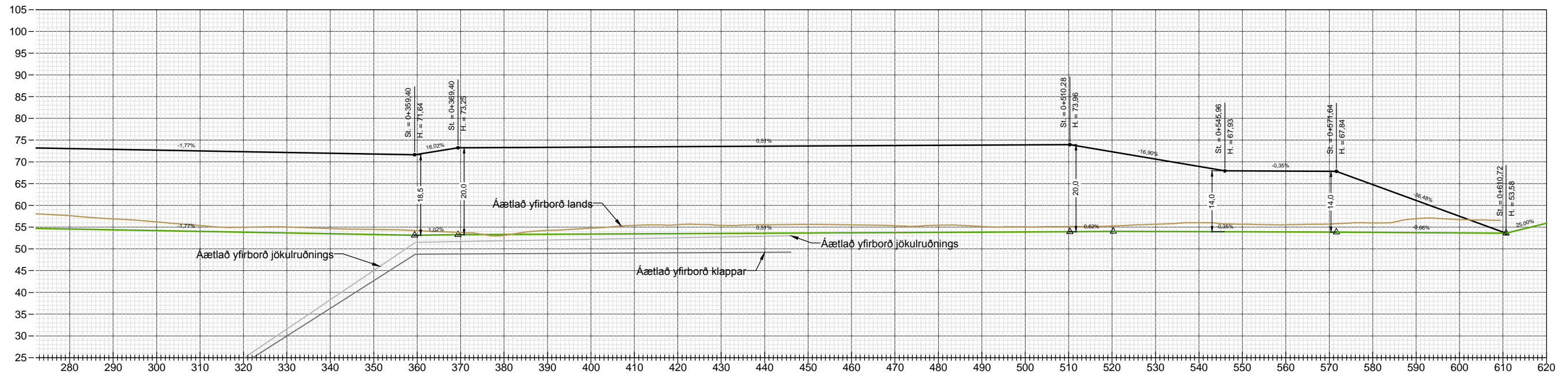
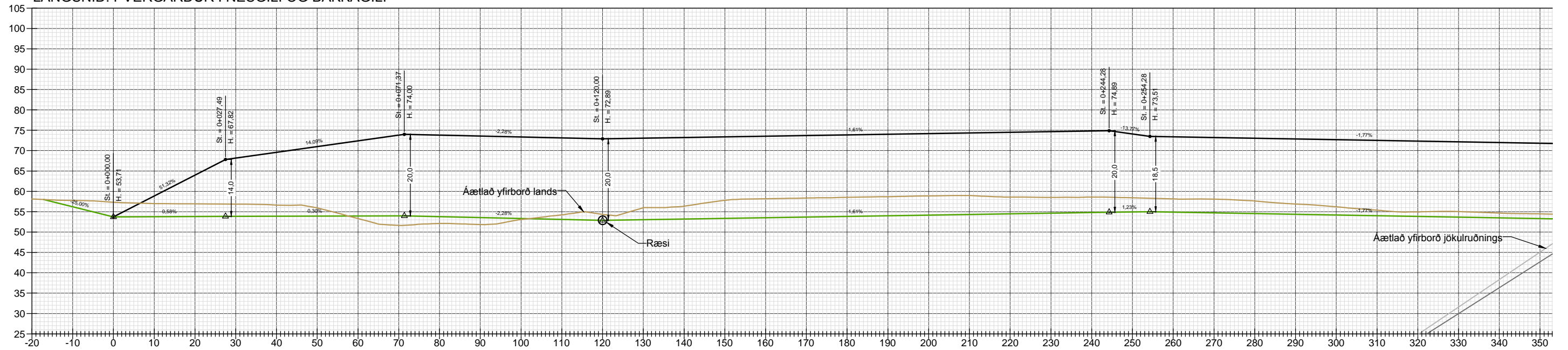
www.verkis.is - sími: +354 422 8000

| | |
|---------------------|--------------------------|
| SAMPYKKT: | |
| _____ | |
| ÚTG DAGS | SKÝRINGAR |
| 2015-05-05 | FRUMHÖNNUN SGI KMH |
| TEIÐ HANN RÝNT SAMP | VERK FANG 07116 TEIÐNING |

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
KENNISNIÐ B Í VARNARGARÐ NEDAN
BAKKAGILS

U60.02.012 -

LANGSNID: ÞVERGARÐUR Í NESGILI OG BAKKAGILI



www.verkis.is - sími: +354 422 8000

SAMPYKKT:

2015-05-05 FRUMHÖNNUN SGI KMH

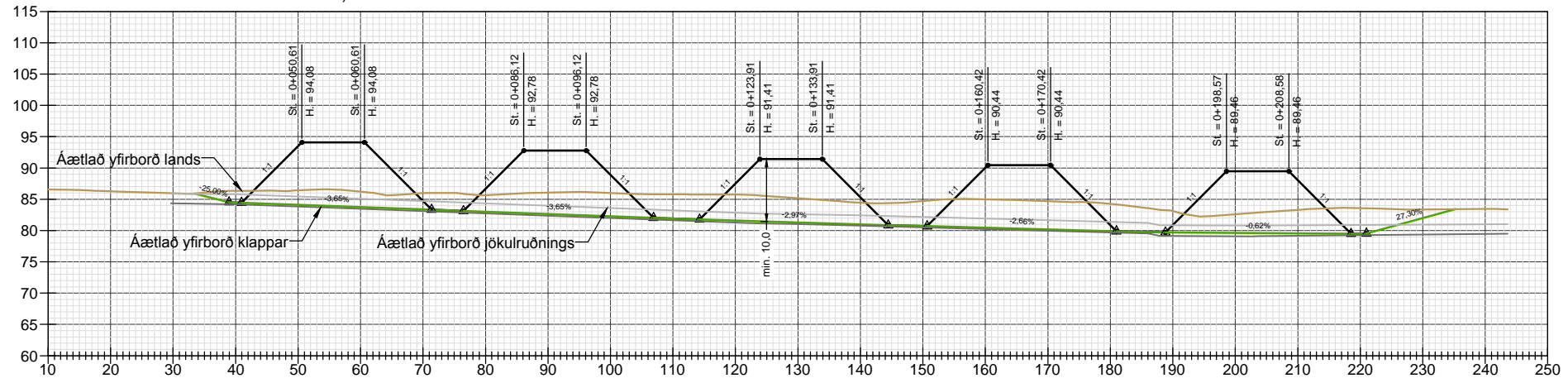
ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMÞ

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
LANGSNID Í ÞVERGARÐ

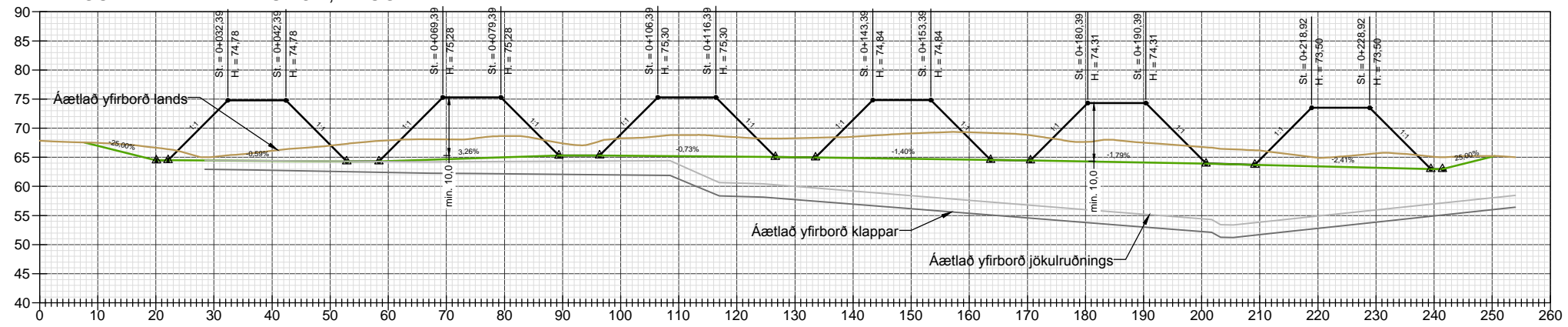
VERKFAANG 07116 TEIKNING U60.02.013 -

©Öll rétt og afritun tekið, að hluta eða í heild er höfð skriflegu leyfi höfundar

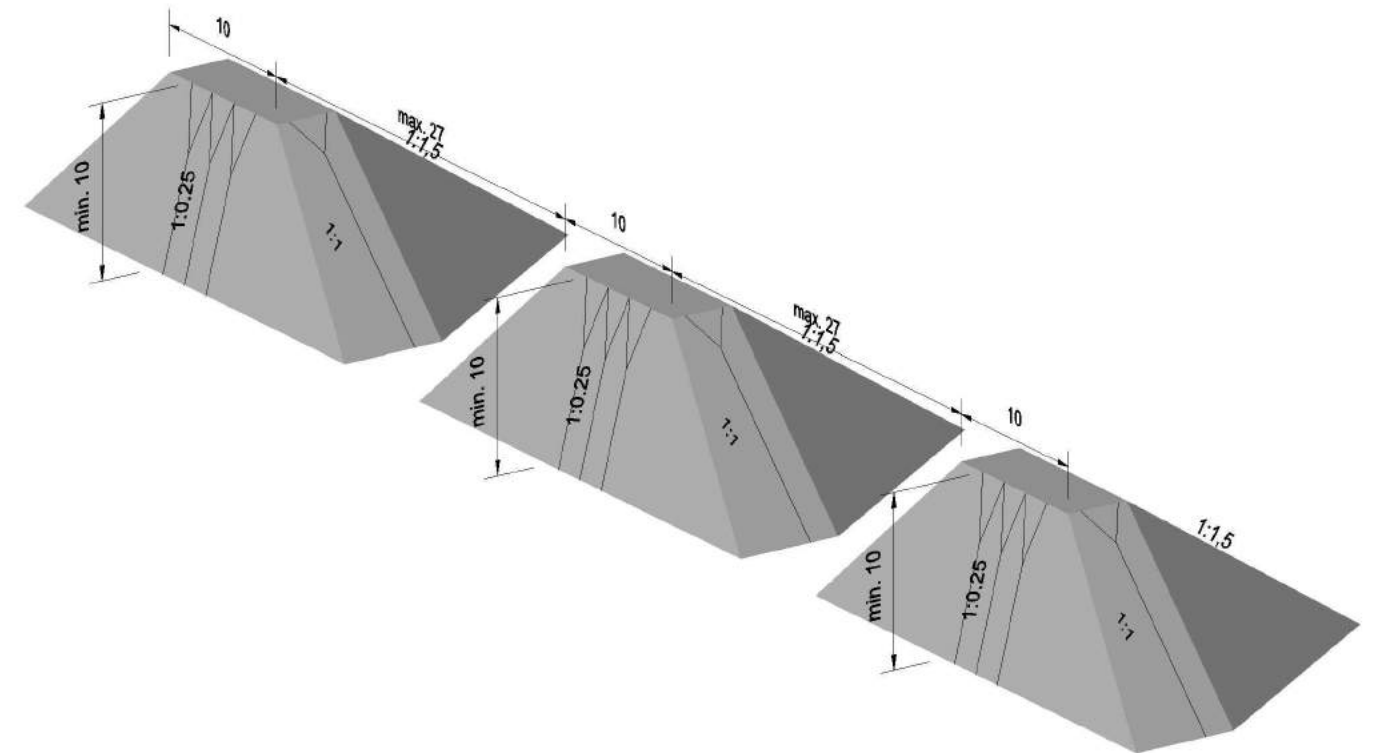
LANGSNIÐ: EFRI KEILURÖÐ, NESGLI



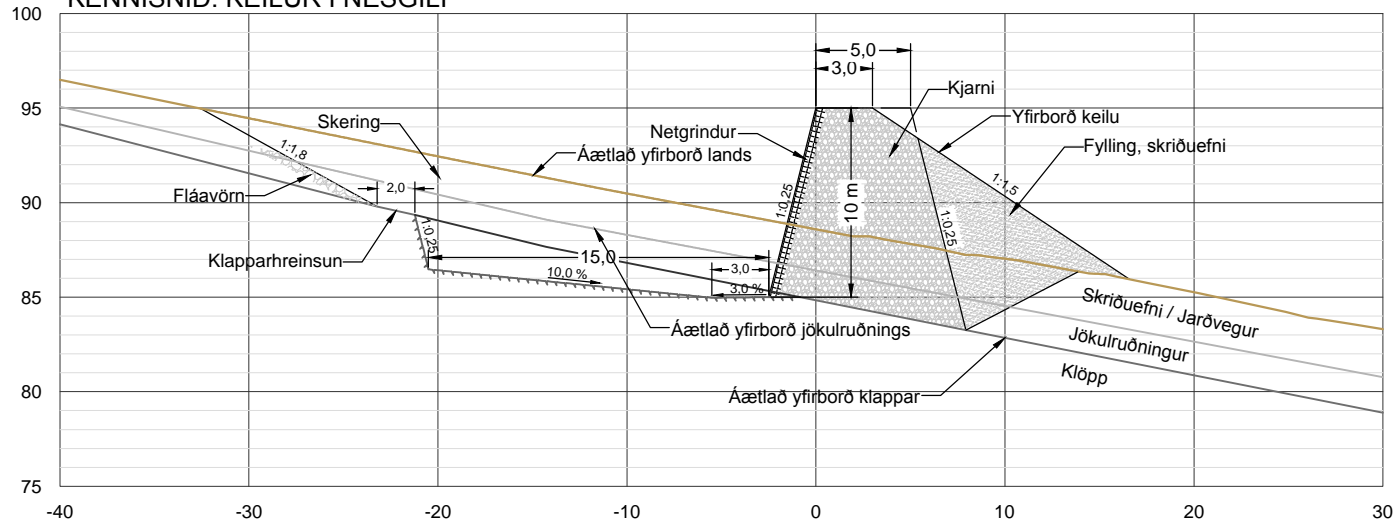
LANGSNIÐ: NEDRI KEILURÖÐ, NESGLI



ÁSÝND Á KEILUR, HELSTU KENNISTÆRÐIR

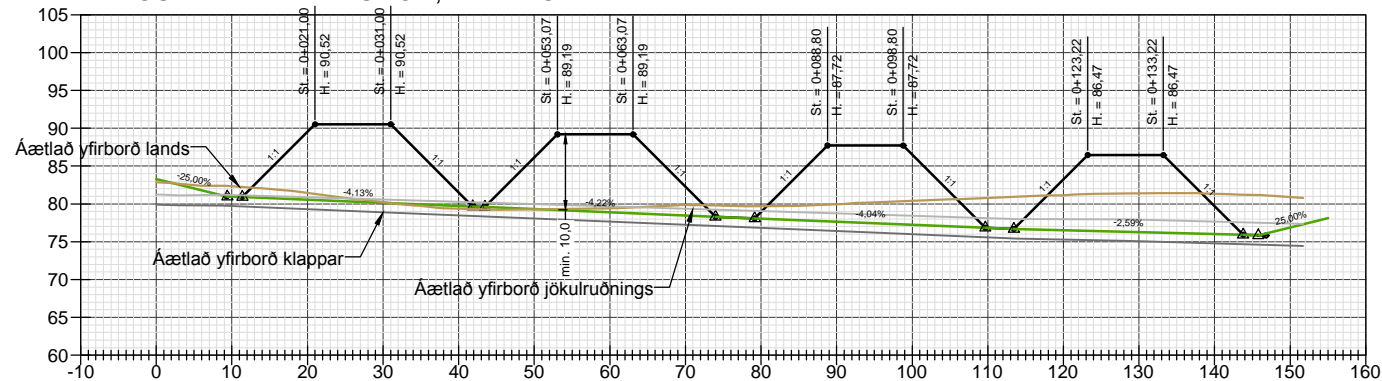


KENNISNIÐ: KEILUR Í NESGLI

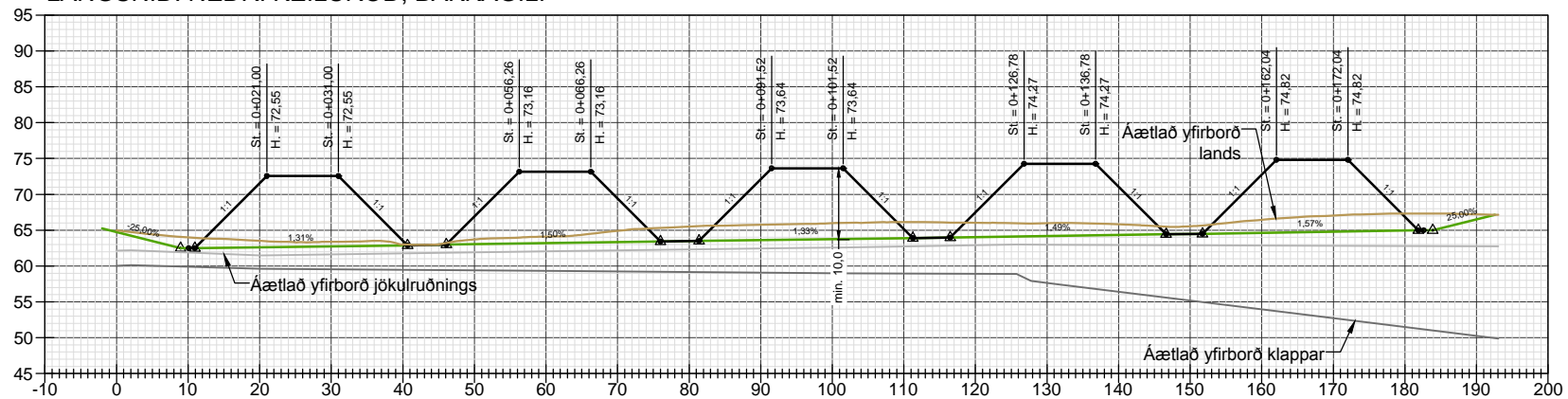


| | | |
|-------------------------------------|--|-------------------------------|
| | SAMPYKKT: | NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ |
| | ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP | FRUMHÖNNUN SGI KMH |
| www.verkis.is - sími: +354 422 8000 | VERKFANG 07116 TEIKNING U60.02.014 | - |

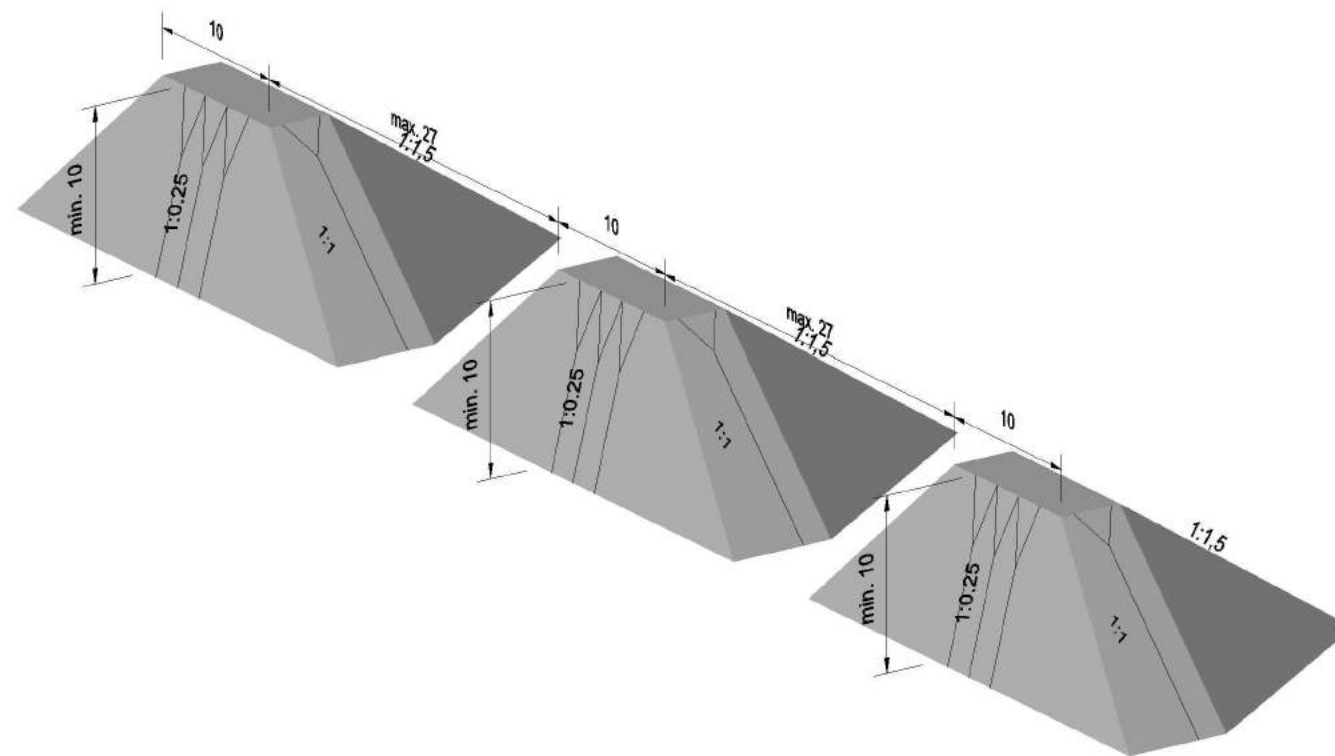
LANGSNIÐ: EFRI KEILURÖÐ, BAKKAGILI



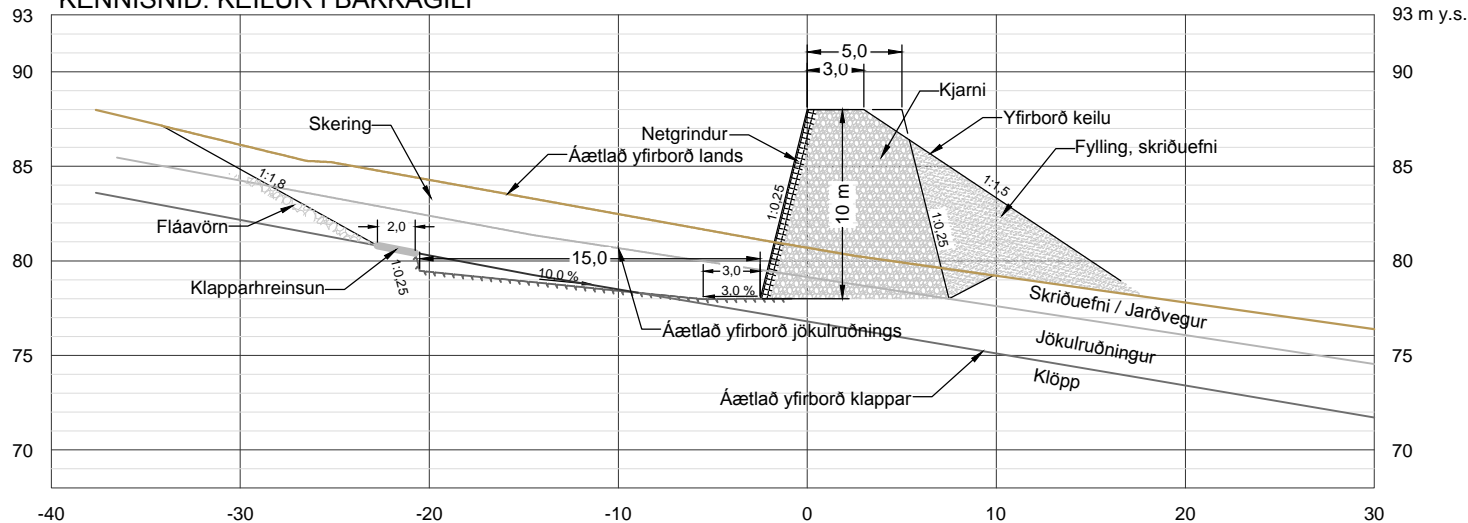
LANGSNIÐ: NEÐRI KEILURÖÐ, BAKKAGILI



ÁSÝND Á KEILUR, HELSTU KENNISTÆRÐIR



KENNISNIÐ: KEILUR Í BAKKAGILI



www.verkis.is - sími: +354 422 8000

SAMPYKKT:

ÚTG. DAGS SKÝRINGAR TEIK. HANN RÝNT SAMP

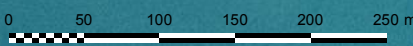
NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
LANGSNIÐ, KENNISNIÐ OG ÁSÝND KEILNA
BAKKAGIL

VERKFAANG 07116 TEIKNING U60.02.015 -



Skýringar

- Jarðkönnunargryfjur
- Fyrirkomulag varna



www.verkis.is - sími: +354 422 8000

| | | | |
|--------------------------------|-----------|------|----------------|
| - 2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT BH | | | |
| ÚTG DAGS | SKÝRINGAR | TEIK | HANN RÝNT SAMP |

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ | |
| SNJÓFLÓÐAVARNIR | |
| FRUMATHUGUN | |
| STAÐSETNING JARÐKÖNNUNARGRYFJA | |
| VERKFANG 07116 | TEIKNING U60.02.016 |



Skýringar

-  Fyrirkomulag varna
-  Steyptur stokkur
-  Ræsi, 110 cm þvermál
-  Rafmagn
-  Vatn/frárennsli



Snjóflóðagögn: Veðurstofa Íslands
Kortgrunnur: Loftmyndir ehf. og LMÍ
Lagnir: Fjarðabyggð

www.verkis.is - sími: +354 422 8000


2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT KMH
ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMÞ

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
STAÐSETNING LAGNA

VERKFRANG 07116 TEIKNING U60.02.017 -



Skýringar

 Varið svæði



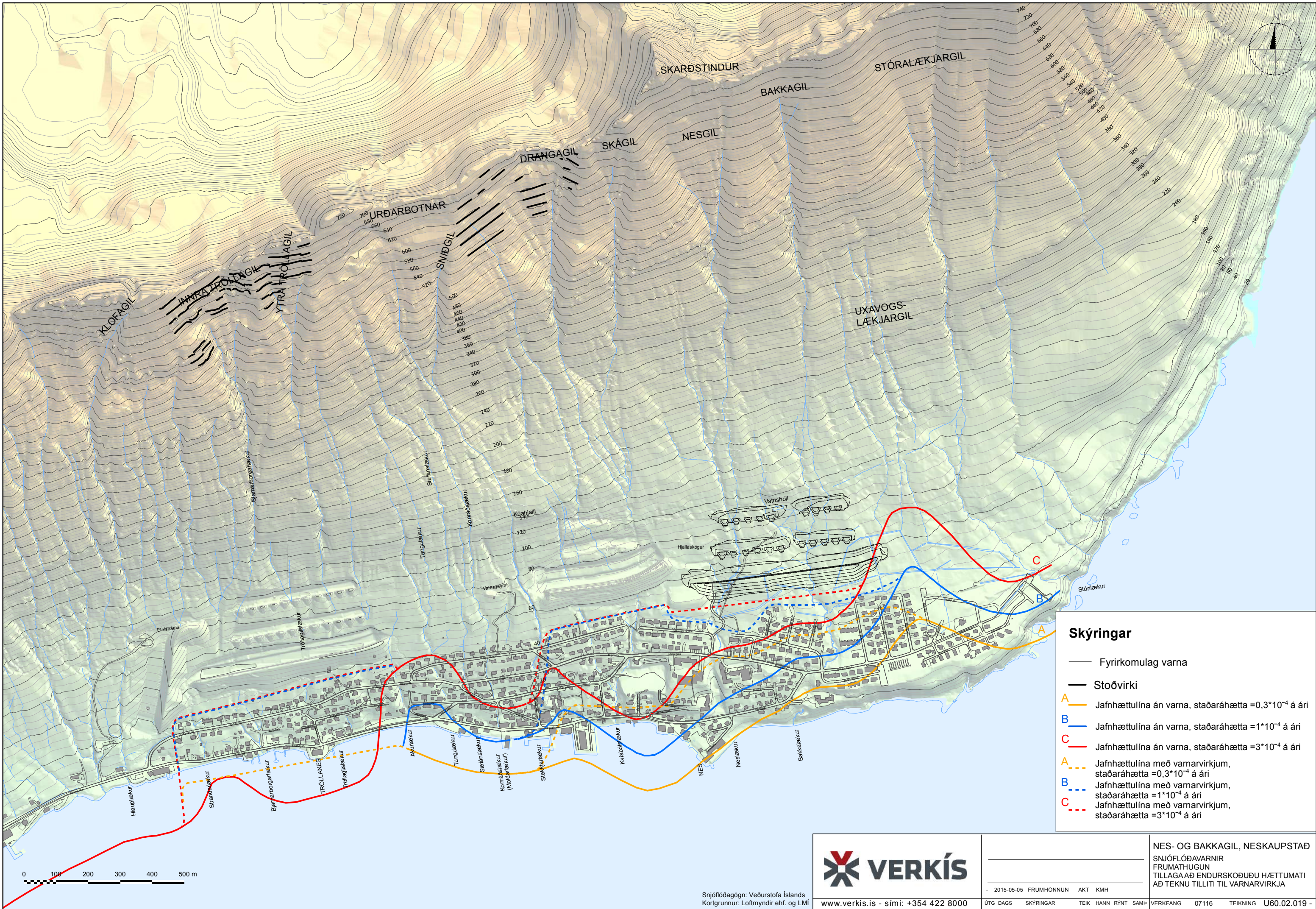
Snjóflóðagögn: Veðurstofa Íslands
Kortgrunnur: Loftmyndir ehf. og LMÍ

www.verkis.is - sími: +354 422 8000

- 2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT KMH
ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
SVÆÐI SEM GARDAR VERJA

VERKFANG 07116 TEIKNING U60.02.018 -



Skýringar

- Fyrirkomulag varna
- Stoðvirki
- A — Jafnhættulína án varna, staðaráhætta = $0,3 \cdot 10^{-4}$ á ári
- B — Jafnhættulína án varna, staðaráhætta = $1 \cdot 10^{-4}$ á ári
- C — Jafnhættulína án varna, staðaráhætta = $3 \cdot 10^{-4}$ á ári
- A — Jafnhættulína með varnarvirkjum, staðaráhætta = $0,3 \cdot 10^{-4}$ á ári
- B — Jafnhættulína með varnarvirkjum, staðaráhætta = $1 \cdot 10^{-4}$ á ári
- C — Jafnhættulína með varnarvirkjum, staðaráhætta = $3 \cdot 10^{-4}$ á ári



Snjóflóðagögn: Veðurstofa Íslands
Kortgrunnur: Loftmyndir ehf. og LMI

www.verkis.is - sími: +354 422 8000

2015-05-05 FRUMHÖNNUN AKT KMH
ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIK HANN RÝNT SAMP

NES- OG BAKKAGIL, NESKAUPSTAÐ
SNJÓFLÓÐAVARNIR
FRUMATHUGUN
TILLAGAÐ ENDURSKOÐUÐU HÆTTUMATI
AÐ TEKNU TILLITI TIL VARNARVIRKJA

VERKFANG 07116 TEIKNING U60.02.019 -

Viðaukar

Viðauki 1–Vindrósir í Neskaupstað

Viðauki 2–Niðurstöður SAMOS snjóflóðalíkanreikninga fyrir Urðarbotna, Nesgil og Bakkagil og túlkun niðurstaðna í samhengi við frumathugun á varnarvirkjum fyrir þessi svæði

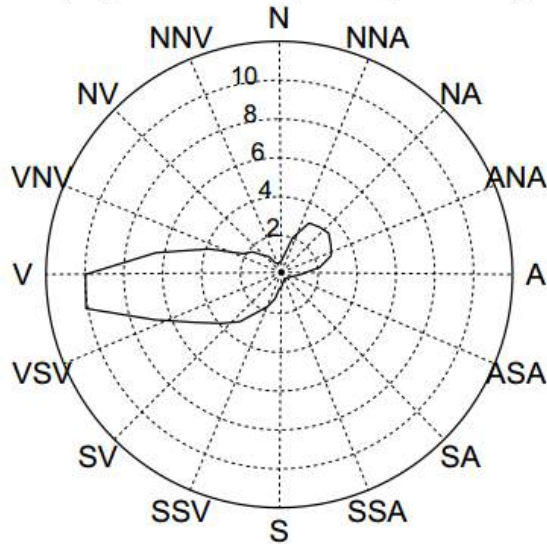
Viðauki 3–Jarðgrunnskönnun

Viðauki 1–Vindrósir í Neskaupstað

Neskaupstaður

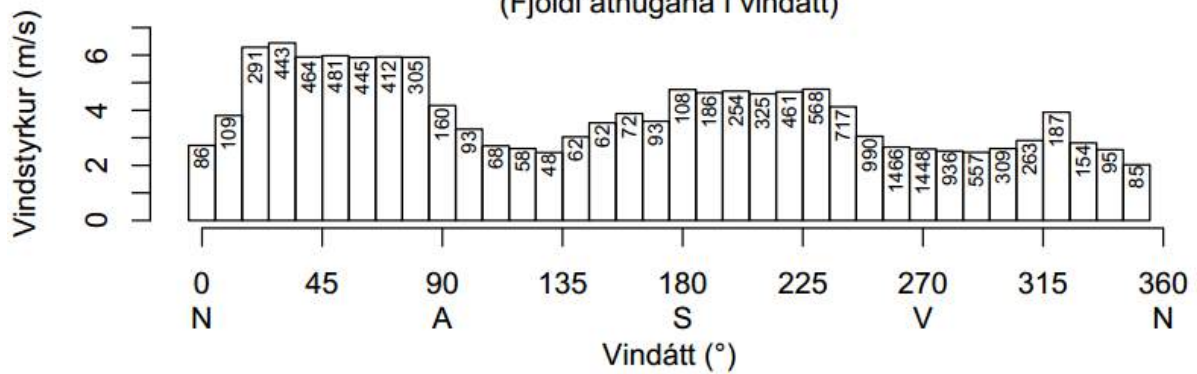
Tíðni vindáttá (%), 2000 – 2013, vetur (des.-feb.), hiti < 1°C

Sjálfvirk stöð
Fjöldi athugana: 14520
Logn: 1.7%
Breytileg átt: 0%



Meðalvindhraði hvernar vindáttar

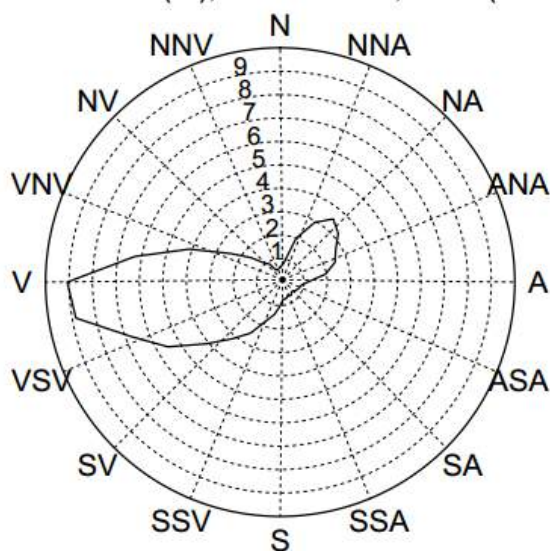
(Fjöldi athugana í vindátt)



Neskaupstaður

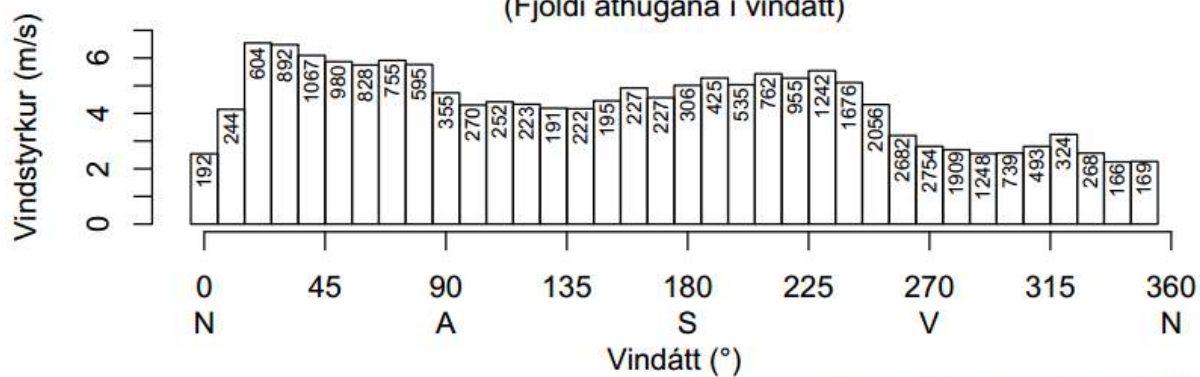
Tíðni vindáttá (%), 2000 – 2013, vetur (des.-feb.)

Sjálfvirk stöð
Fjöldi athugana: 30334
Logn: 1.5%
Breytileg átt: 0%



Meðalvindhraði hversrar vindáttar

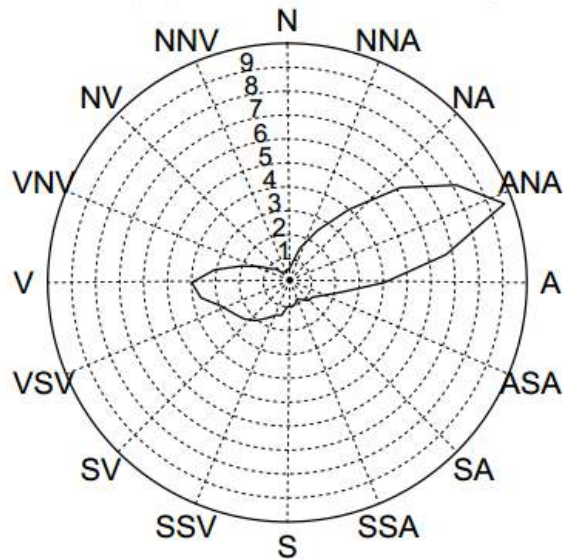
(Fjöldi athugana í vindátt)



Neskaupstaður

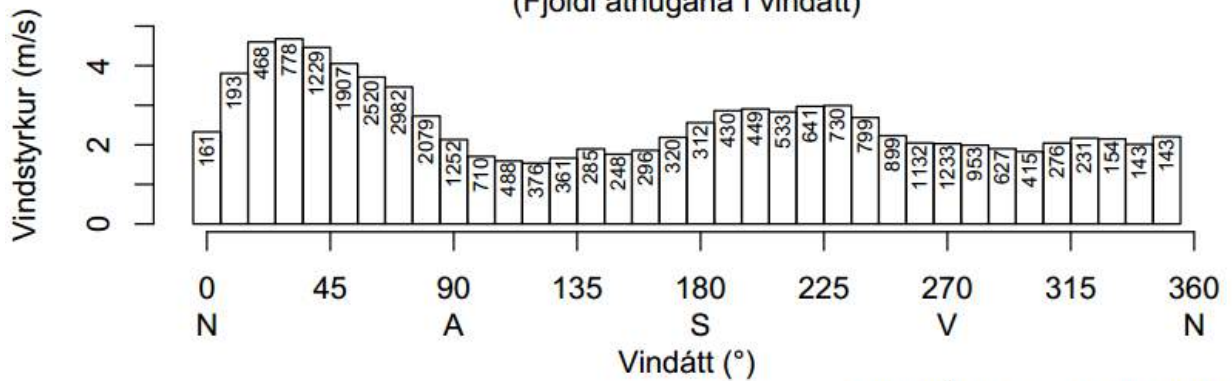
Tíðni vindáttar (%), 2000 – 2013, sumar (júní-ágúst)

Sjálfvirk stöð
Fjöldi athugana: 30902
Logn: 3.9%
Breytileg átt: 0%



Meðalvindhraði hverrar vindáttar

(Fjöldi athugana í vindátt)



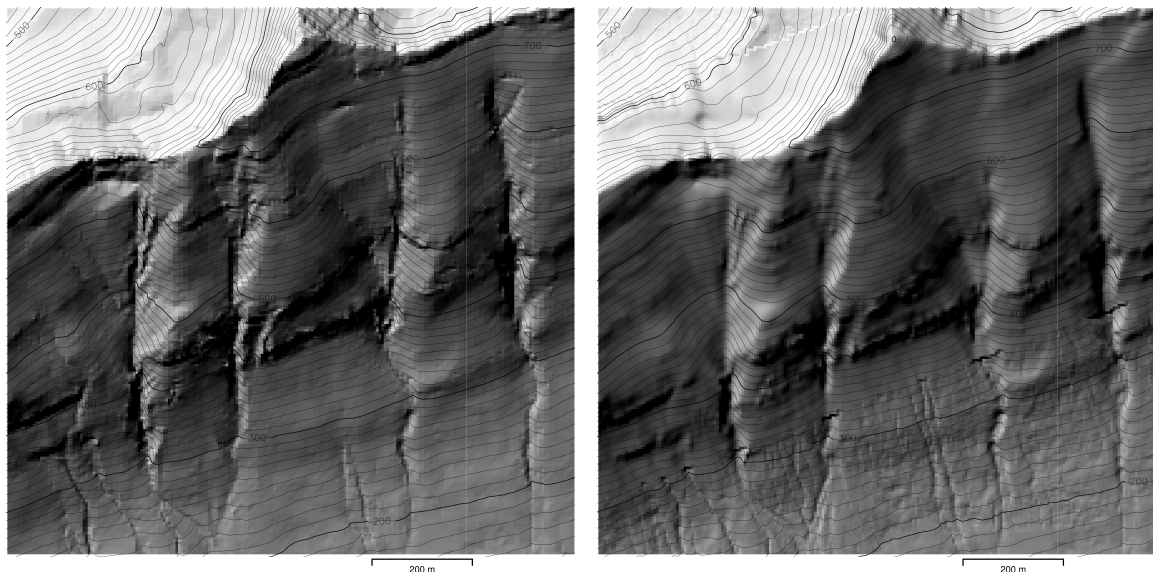
Viðauki 2–Niðurstöður SAMOS snjóflóðalíkanreikninga fyrir Urðarbotna, Nesgil og Bakkagil og túlkun niðurstaðna í samhengi við frumathugun á varnarvirkjum fyrir þessi svæði

6.5.2015**Niðurstöður SAMOS snjóflóðalíkanreikninga fyrir Urðarbotn, Nesgil og Bakkagil og túlkun niðurstaðna í samhengi við frumathugun á varnavirkjum fyrir þessi svæði****Höfundar:** Tómas Jóhannesson, Eiríkur Gíslason og Ásdís Helgadóttir**Viðtakandi:** Kristín Martha Hákonardóttir, Verkís**Verknúmer:** 4352-6-0001/Varnarvirki Neskaupsstaður**Málsnúmer:** 2014-200

Í tengslum við frumathugun á varnavirkjum fyrir byggðina undir Urðarbotni, Nesgili og Bakkagili, sem er í vinnslu hjá Verkís, hafa fyrirbyggjandi niðurstöður SAMOS snjóflóðalíkanreikninga fyrir þessa farvegi verið skoðaðar og bornar saman við nýjar líkankeyrslur með þeirri útgáfu SAMOS sem nú er notuð á Veðurstofu Íslands. Í þessum nýju líkankeyrslum hefur m.a. verið byggt á nákvæmum landmælingum með leysitækni á snjóflóðafarvegum sem um ræðir. Jafnframt hafa upplýsingar um hönnunarhraða og endurskoðun hættumats fyrir Dranga- og Tröllagil og fleiri staði á landinu, þar sem reistir hafa verið þvergarðar, verið teknar saman til þess að hafa til hliðsjónar vegna hönnunar varnavirkjanna. Lengd varnargarða fyrir þessi svæði ræðst af mati á breidd snjóflóða neðarlega í hlíðinni þar sem gördunum er valinn staður. Tvívíð snjóflóðalíkon hafa í sumum tilvikum tilhneigingu til þess að ofmeta breidd snjóflóða þegar neðar dregur í farvegum vegna einfaldana í eðlisfræðilegum forsendum líkananna um flæði snjóflóða. Því þarf að túlka niðurstöður snjóflóðalíkanreikninganna með hliðsjón af snjóflóðasögu og fleiri þáttum til þess að komast að niðurstöðu um nauðsynlega lengd varnargarðanna. Niðurstöður snjóflóðalíkanreikninga um skriðlengd snjóflóða af tiltekinni „stærð“ eða rennislisstigi eru einnig háðar óvissu í forsendum um viðnámseiginleika snjóflóða. Þessar niðurstöður þarf því að túlka með hliðsjón af ýmsum þáttum í sambandi við val á hæð varnargarða.

SAMOS reikningar

SAMOS snjóflóðalíkanreikningar sem notaðir voru við hættumat fyrir Neskaupstað (Tómas Jóhannesson o.fl., 2001) voru unnir af austurríska fyrirtækinu AVL árið 2000 og var landlíkan frá fyrirtækinu Loftmyndum ehf. lagt til grundvallar. Á Veðurstofunni er nú notuð nýrri útgáfa af SAMOS líkaninu með endurbættum forsendum um flæði snjóflóða sem kvarðað hefur verið fyrir íslensk snjóflóð (Eiríkur Gíslason og Tómas Jóhannesson, 2007). Tvívíð rennislisstig sem þróuð hafa verið á Veðurstofunni byggja á þessari útgáfu líkansins. Síðan reikningar AVL voru unnir hafa jafnframt verið gerðar leysimælingar (lidar) af hlíðinni fyrir ofan byggðina í Neskaupstað sem eru mun nákvæmari en fyrra kort af hlíðinni. M.a. voru leysimælingar gerðar vorið 2008 þegar snjór þakti efri hluta hlíðarinnar og gefa þær kost á líkanreikningum á grundvelli útjafnaðs landslags þar sem snjór fyllir að hluta gil og lægðir í landslaginu. Gera má ráð fyrir að snjóflóð flæði yfir landslag sem er að hluta þakið snjó

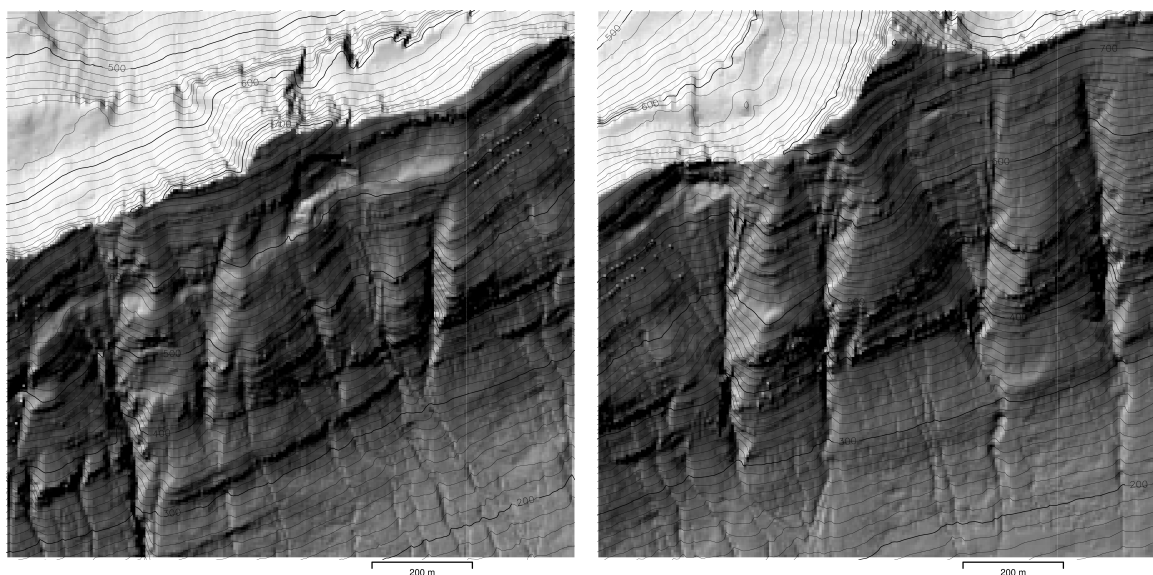


Mynd 1. Skygging af landlíkönum af Drangagili, Skágili, Nesgili og Bakkagili í Neskaupstað sem byggja á korti Loftmynda ehf. frá 1999 (til vinstri) og leysimælingum frá 5. maí 2008 þar sem snjór þakti hlíðina (til hægri). Leysimælingin frá 2008 nær ekki nema niður í ~300 m h.y.s. og er framlengd með leysimælingum frá 18. september 2010 og landlíkani Loftmynda þar fyrir neðan á myndinni til hægri. Sjá má að snjóhulan jafnar út landslagið ofarlega í fjallinu en leysimælingarnar frá 2010 afmarka betur gil og skarpa drætti í landslagi neðarlega í hlíðinni.

og taki ekki upp allan slíkan snjó á leið sinni niður hlíðina. Snjóflóð sem flæðir í giljum og skorningum, sem eru að hluta fullir af snjó, stýrist því væntanlega ekki alveg eins mikið af landslagi og ef það flæðir yfir snjólaust land.

Mynd 1 sýnir skyggingar af Dranga-, Ská-, Nes- og Bakkagiljum á grundvelli landlíkans Loftmynda (til vinstri) og leysimælingar frá 5. maí 2008 þegar snjór þakti hlíðina (til hægri). Leysimælingin nær aðeins yfir efri hluta hlíðarinnar og er landlíkanið til hægri framlengt með leysimælingu frá 18. september 2010 á hæðarbilinu 100–300 m y.s. og landlíkani Loftmynda þar fyrir neðan. Sjá má að snjórinn liggur yfir hlíðinni eins og teppi og greina má áhrif stoðvirkjaraða í Drangagili sem snjódýptarhryggi eftir röðunum. Mynd 2 sýnir skyggingar af Innra- og Ytra-Tröllagili, Urðarbotni og Sniðgili (til vinstri) og Dranga-, Ská-, Nes- og Bakkagiljum (til hægri) á grundvelli leysimælingar frá 18. september 2010 þegar hlíðin var alveg snjólaus. Sjá má að leysimælingin af Dranga-, Ská-, Nes- og Bakkagiljum sýnir miklu meiri smáatriði í landslagi en skyggingin af sama svæði til vinstri í mynd 1 sem byggir á korti Loftmynda.

SAMOS reikningar með nýju útgáfu líkansins voru gerðir fyrir upptakasvæði sem afmörkuð hafa verið í Urðarbotni, Sniðgili, Drangagili, Skágili, Nesgili og Bakkagili. Notast var við landlíkan Loftmynda og landlíkön byggð á leysimælingum af hlíðinni með og án snævar á jörðu. Niðurstöðurnar eru sýndar á kortum 1–4 ásamt niðurstöðum líkankeyrslna



Mynd 2. Skygging af landlíkönnum af Innra- og Ytra-Tröllagili, Urðarbotni og Sniðgili (til vinstri) og Drangagili, Skágili, Nesgili og Bakkagili (til hægri) í Neskaupstað sem byggja á leysimælingum frá 18. september 2010 þar sem hlíðin var snjólaus. Leysimælingin nær niður undir ~100 m h.y.s.

AVL frá 2000. Þar eru einnig sýndar útlínur þekktra snjóflóða og hættumatslínur.

Urðarbotn

Líkanreikningarnir sýna að snjóflóð, sem eiga upptök í upptakasvæðunum þremur (nr. 14, 15 og 16) sem afmörkuð hafa verið í Urðarbotni og Sniðgili, taka öll svipaða stefnu þegar kemur niður á úthlaupssvæðið (kort 1). Stefnan er í samræmi við tungu sem afmörkuð er í hættumatinu og í góðu samræmi útlínur þekktra snjóflóð á þessu svæði. Eldri útgáfa SAMOS líkansins sýnir heldur breiðari snjóflóðstungur ofan byggðarinnar en nýrri útgáfan en snjóflóðið er þunnt og ástreymisþrýstingur lítill þar sem þessi munur kemur fram og þessi hluti snjóflóðanna stöðvast mun ofar en megintungan skv. líkanreikningunum frá 2000. Ekki munar miklu á niðurstöðum líkanreikninganna eftir því hvort landlíkan Loftmynda eða landlíkan byggt á leysimælingu er notað. Austurjaðar snjóflóðanna úr Urðarbotni nær austur undir varnargarðinn undir Drangagili skv. þessum líkanreikningum. Vesturjaðarinn reiknast í samræmi við breidd tiltölulega öruggrar tungu sem hættumatið fyrir Neskaupstað sýnir milli Ytra-Tröllagils og Urðarbotns og virðist þessi lega vesturjaðarsins ekki viðkvæm fyrir útgáfu snjóflóðalíkansins eða landlíkani sem notað er við líkanreikningana.

Drangagil og Skágil

Líkanreikningarnir fyrir Drangagil (upptakasvæði nr. 18) (kort 2) sýna með svipuðum hætti og fyrir Urðarbotna í aðalatriðum gott samræmi milli eldri og yngri útgáfu líkansins. Þó

reiknast flóðið heldur breiðara með eldri útgáfunni, einkum til austurs. Þar sýnir eldri útgáfan þunna „slæðu“ með litlum ástreymisþrýstingi sem berst langa leið á úthlaups svæðinu. SAMOS líkanið hefur tilhneigingu til þess að sýna slíka slæðu á óafmörkuðum úthlaups svæðum sem hafa landhalla nærri 10° og má gera ráð fyrir að báðar útgáfur líkansins ofmeti breidd snjóflóða undir þessum kringumstæðum. Útlínur þekktra snjóflóða úr Drangagili og Skágili (sjá kort 2) benda einnig til þess að SAMOS líkanið ofmeti breidd snjóflóða á þessum stað. Gott samræmi er í niðurstöðum líkanreikninga fyrir mismunandi landlíkön af Drangagili.

Líkanreikningarnir fyrir Skágil (upptaksvæði nr. 19) (kort 3) sýna með svipuðum hætti og fyrir Drangagil að eldri útgáfu líkansins reiknar með breiðara snjóflóði til austurs en nýrri útgáfan. Eins og fyrir Drangagil er nokkuð gott samræmi í niðurstöðum líkanreikninga fyrir mismunandi landlíkön, en þó sýna niðurstöður fyrir landlíkön byggð á leysimælingum heldur meiri útbreiðslu til austurs en fæst fyrir landlíkan Loftmynda. Í þessu tilviki kemur fram athyglisverður munur á milli stefnu flóða samkvæmt útlínum snjóflóðasögunnar og SAMOS líkaninu. SAMOS reikningarnir sýna tungur sem eru með miðju nærri austurenda þvergarðsins undir Drangagili en útlínur þekktra flóða stefna flestar um 100 m vestar á garðinn (miðja flóðsins). Þess ber þó að geta að austurhluti flóðsins skv. SAMOS líkanreikningunum er allur þynnri og með lægri ástreymisþrýsting en vesturhlutinn þannig að „kjarni“ flóðsins í SAMOS líkanreikningunum hefur stefnu sem er í betra samræmi við snjóflóðasöguna en miðlína snjóflóðstungunnar í líkanreikningunum.

SAMOS reikningar með nýju útgáfu líkansins fyrir Skágil sýna að austurjaðar snjóflóðsins er þynnri og kraftminni en vesturjaðarinn og að meginkjarni flóðsins er austar en útlínur þekktra flóða snjóflóðasögunnar (kort 5). Þetta er í samræmi við eldri SAMOS niðurstöðurnar frá 2000. Vesturjaðarinn skv. nýju reikningunum er svipaður fyrir rennslistig 14, 15, 16 og 17 en austurjaðarinn færir austar fyrir stærri flóðin. Þessar niðurstöður gefa til kynna að meginstraumur snjóflóða úr Skágili hafi svipaða stefnu óháð stærð, þau stærstu sem kortið sýnir stefni e.t.v. örfáum tugum metra austar en þau minnstu. Skýringin á misræmi milli stefnu þekktra flóða og líkanreikninganna er því ekki að líkanreikningarnir sýni stærri flóð en snjóflóðasagan geymir og stór flóð hafi tilhneigingu til að stefna austar. Þannig háttar t.d. til á Flateyri að snjóflóð úr Skollahvilft stefna því vestar sem þau eru stærri þannig að stefna stórra flóða skv. líkanreikningum er vestar en snjóflóðasagan sýnir að slepptu hamfaraflóðinu 26. október 1995 en það flóð sýnir hins vegar að reikningarnir fyrir stór flóð gefa rétta vísbendinu um stefnu stórra flóða.

Austurjaðar snjóflóðs úr Skágili er ráðandi um þörf fyrir varnir á svæðinu milli Drangagils/Skágils og Nesgils. Því þarf að meta hættu sem leiðir af snjóflóðum úr Skágili austan varnargarðsins undir Drangagili þegar ákveðið er hversu langt til vesturs varnargarður undir Neskili er látinn ná. Snjóflóðasagan bendir til þess að SAMOS líkanreikningar kunni að ofmeta breidd snjóflóða úr Skágili til austurs. Í því sambandi er rétt að benda á að snjóflóðið á Þiljuvelli árið 1894 kann að hafa átt upptök að hluta í Skágili og er útlína þess þannig teiknuð í snjóflóðagagnasafni Veðurstofunnar eftir teikningu Hörleifs Guttormssonar. Þetta er þó ekki víst. Ef hluti Þiljuvallaflóðsins á upptök í Skágili ætti útlína flóðsins að sýna tiltölulega mikla útbreiðslu til austurs sökum þess að Skágilshlutinn hefur í þessu tilviki

„stuðning“ af flóði úr Drangaskarði sem ýtir því til austurs. Útlína Þiljuvallaflóðsins er hins vegar dregin tæplega 200 m breið við þvergarðinn undir Drangagili og vantar meira en 100 m á að hún nái austurenda garðsins.

Nesgil og Bakkagil

Líkanreikningarnir fyrir Nesgil og Bakkagil (upptakasvæði nr. 20 og 21) (kort 4) sýna í aðalatriðum gott samræmi milli eldri útgáfu líkansins og þeirra nýrri. Nokkur munur kemur fram í tunguformi snjóflóðanna (upp undir 100 m munur á skriðlengd þar sem mestu munar) og einnig munar nokkru á niðurstöðum fyrir landlíkön byggð á leysimælingum og landlíkan Loftmynda. Þessi munur er ekki svo kerfisbundinn að unnt sé að draga miklar ályktanir af honum nema að hafa hann til marks um óvissuna sem er um líkanniðurstöður af þessum toga. Niðurstöðurnar eru í góðu samræmi við útlínur þekktra snjóflóða og tunguform hættumatslínanna á þessu svæði. Þær ættu því að gefa góðar vísbendingar til þess að ákveða hversu langt varnargarður undir Nesgili og Bakkagili þarf að ná til austurs og vesturs. Einnig gefa niðurstöðurnar gagnlegar vísbendingar um hraða snjóflóða á mismunandi stöðum á fyrirhuguðum gördum sem unnt er að hafa til hliðsjónar við ákvörðun garðhæðar.

Áhrif garða á skriðlengd og endurskoðun hættumats

Hér á landi á skv. reglugerð um hættumat að leggja mat á áhrif varnarvirkja til minnkunar áhættu og breyta legu hættumatslína í samræmi við það. Rétt er að fram komi að slíkt mat verður óhjákvæmilega mjög óvissu vegna takmarkana á skilningi á áhrifum varnarvirkja á flæði snjóflóða. Hættumat neðan varnarvirkja byggist að talsverðu leyti á huglægu mati sérfræðinga sem það vinna, en matið er einnig byggt á tölfræðilegum og eðlisfræðilegum reikningum. Eins og fram hefur komið í skýrslum og greinargerðum frá Veðurstofunni og ráðgjöfum um varnarvirki, sem reist hafa verið hér á landi, þurfa þeir aðilar sem nota hættumat undir varnarvirkjum við skipulagsgerð eða önnur störf í viðkomandi byggðarlögum að vera meðvitaðir um þessa óhjákvæmilegu óvissu í hættumatinu. Sveitarfélögum ber skv. reglugerð um hættumat að „stýra skipulagsgerð og þróun byggðar með tilliti til ofanflóðahættu“ á svæðum sem varin hafa verið með varnarvirkjum.

Í hönnunarleiðbeiningum fyrir snjóflóðagarða (Tómas Jóhannesson o.fl., 2009) er eftirfarandi jafna notuð til þess að túlka niðurstöður tilrauna þar sem kornótt efni hefur verið látið flæða yfir þvergarða (jafna (7.6), bls. 52).

$$\frac{u_b^2}{2} - \lambda g H + g \tan(\psi) l_{ovr} = \mu g l_{ovr} .$$

Í jöfnunni er u_b hraði við brekkufót þar sem garðinum er komið fyrir í tilrauninni, λ er orkutapsstuðull í árekstri við garðinn (hefðbundið er að nota $\lambda = 1.5$ fyrir garð með jarðvegshalla en 2 fyrir bratta garða), H er hæð garðs, ψ er landhalli á úthlaupssvæðinu og l_{ovr} er skriðlengd m.v. brekkufótinn þar sem garðinum er komið fyrir. Í leiðbeiningunum er jafnframt vísað til þeirrar aðferðafræði við endurskoðun hættumats að gera ráð fyrir að snjóflóð

sem eru stærri en svo að þau stöðvist á þvergarði styttest í samræmi við þessa jöfnu þannig að stytting skriðlengdarinnar, Δl , sé

$$\Delta l = \frac{\lambda H_v}{\mu - \tan \psi},$$

þar sem H_v er hæð garðs yfir snjó sem jafnframt er hæðin sem þarf til þess að stöðva hönnunarsnjóflóð þannig að svo lítið kastist yfir garðinn að ekki stafi hætta af í byggð neðan hans. Þessi reikniaðferð til þess að meta styttingu skriðlengdar er stundum kennd við svissneska snjóflóðafræðinginn Bruno Salm og við hana hefur oft verið miðað í endurskoðun hættumats neðan snjóflóðavarnargarða hérlendis. Jafna þessi miðar eingöngu við Coulombskt viðnám en tekur ekki með í reikninginn hraðaháð viðnám sem einnig er notað í tölulegum snjóflóðalíkanreikningum. Þetta er ákveðin einföldun sem virkar best nærri stöðvunarstað snjóflóðs, þar sem áhrif hraðaháðs viðnáms eru hlutfallslega lítil. Sökum þess að hraðaháðu viðnámi er sleppt í þessari einföldu greiningu er eðlilegt að miða við heldur hærra gildi á Coulombska viðnáminu en í öðrum reikningum og hefur $\mu = 0.2 - 0.3$ verið notað við slíka greiningu í tengslum við endurskoðun hættumats hér á landi. Þar sem stytting skriðlengdarinnar er óháð stærð eða skriðlengd snjóflóðs sem yfir garðinn kann að fara í þessari einföldu greiningu felur hún í sér að hættumatslínur neðan garðsins hliðrast nær fjallinu sem styttingunni nemur óháð staðsetningu innan hættusvæðisins. Rétt er að undirstrika að jöfnur þessar eru ekki góð eðlisfræðileg lýsing á flæði snjóflóða eða kornóttra efna. Þær eru notaðar á grundvelli kvörðunar með niðurstöðum úr tilraunabrautum vegna þess að ekki er kostur á betri eðlisfræðilegri lýsingu á flæði snjóflóða yfir fyrirstöður.

Í Neskaupstað er beitt stoðvirkjum og keilum til þess að minnka stærð snjóflóða sem fara af stað úr upptakasvæðum hlíðarinnar og hægja á flóðunum áður en þau lenda á þvergördum ofan byggðarinnar. Ef mat hefur verið lagt á áhrif stoðvirkja og keilna til þess að lækka hraða snjóflóða þá má beita sömu aðferðafræði og liggur að baki formúlunum hér að ofan til þess að leiða út eftirfarandi jöfnu fyrir styttingu skriðlengdar sem leiðir af samþættum vörnum af þeim toga

$$\Delta l = \frac{\lambda H_v + \frac{1}{2g}(u_k^2 - u_{k-s}^2) + \frac{1-k^2}{2g}u_{k-s}^2}{\mu - \tan \psi} = \frac{\lambda H_v + \frac{1}{2g}(u_k^2 - k^2 u_{k-s}^2)}{\mu - \tan \psi},$$

þar sem u_k er hraði við keilur án varna, u_{k-s} hraði við keilur að teknu tilliti til áhrifa stoðvirkja og $k = k_1 k_2$ er hlutfallsleg minnkun á hraða snjóflóðs sem fellur í gegnum tvær raðir af keilum ($k_1 = 0.8$, $k_2 = 0.9$, $k_2 = 1$ ef aðeins er um eina röð að ræða, $k = k_1 = k_2 = 1$ ef ekki eru keilur ofan garðsins). Í þessari jöfnu tekið tillit til minni hraða snjóflóða eftir að stoðvirki hafa verið reist og orkutaps þeirra við það að falla á keilur sem hægja á flóðinu með sömu einföldu hugmyndafræði og liggur til grundvallar jöfnu (7.6) í hönnunarleiðbeiningum fyrir snjóflóðagarða sem áður var nefnd.

Halli lands á úthlaupssvæðinu, ψ , hefur veruleg áhrif á reiknaða styttingu skriðlengdar skv. jöfnunum hér að framan. Víða er hann breytilegur frá þeim stað hlíðarinnar þar sem keilur hafa verið reistar og niður á úthlaupssvæðið neðan þvergarsins. Eðlilegast er að

miða við halla á svæðinu neðan þvergarðsins í reikningum af þessum toga og er það bæði í bestu samræmi við eðlisfræðilegar forsendur reikninganna og gefur varfærnustu niðurstöðuna (minnstu styttingu). Álitamál er að hversu miklu leyti á að taka fullt mark á áhrifum landhalla til þess að draga úr skriðlengd snjóflóða við endurskoðun hættumats þegar landhalli er orðinn meiri en $5-10^\circ$. Hér verður bæði reiknað með þessum áhrifum og viðkvæmni niðurstöðunnar gagnvart hallanum skoðuð með því að reikna einnig með helmingi minni landhalla neðan garðsins fyrir $\psi > 5^\circ$. Ekki er unnt að nota reikninga af þessum toga til þess að reikna hliðrun hættumatslína nema þar sem þvergarður stendur á sjálfu úthlaupssvæðinu. Því er t.d. ekki unnt að nota þessa aðferðafræði til þess að endurskoða hættumat eftir byggingu varnargarðs á Brún í Bjólfi á Seyðisfirði þar sem þvergarður hefur verið reistur í um 650 m h.y.s. (Tómas Jóhannesson og Eiríkur Gíslason, 2012).

Hönnunarhraði, garðhæð, stytting skriðlengdar snjóflóða

Hættumat hefur verið formlega endurskoðað undir Drangagili í Neskaupstað eftir að þar voru reist stoðvirki, keilur og þvergarður (VST, 1998a,b; Þorsteinn Arnalds o.fl., 2001) og undir varnargarði á Seljalandsmúla á Ísafirði (Hnit og NGI, 1996; Tómas Jóhannesson o.fl., 2007) sem hefur þvergarðsvirkni að mestu leyti. Fyrir liggja tillögur að endurskoðuðu hættumati undir þvergörðum á nokkrum öðrum stöðum, m.a. í undir Giljum og Ufsum í Bolungarvík (Árni Jónsson, Sigurjón Hauksson og Erik Hestnes, 2001; Tómas Jóhannesson, 2002, 2010), Innra- og Ytra-Tröllagili í Neskaupstað (VST, 2003), Kubba og Gleiðarhjalla á Ísafirði (VST, 2005), Gróuskarðshnjúki á Siglufirði (Margreth, 2001; Tómas Jóhannesson, gögn í vinnslu) og neðan þvergarða við barnaskóla og sjúkrahús og fyrir Sigtúnshverfi á Patreksfirði (Verkís, 2011, 2015a). Tillögur að varnaraðgerðum fyrir Nesgil, Bakkagil og Urðarbotn í Neskaupstað eru jafnframt í vinnslu (Verkís, 2015b,c). Í töflu 1 eru teknar saman upplýsingar um hönnunarsnjóflóð, hæð varnargarðs og styttingu snjóflóða skv. aðferðafræðinni sem lýst er að ofan og hliðrun hættumatslína skv. endurskoðuðu hættumati eða drögum að slíkri endurskoðun úr skýrslunum sem hér er vitnað til.

Taflan sýnir að reiknuð skriðlengdarstyttingin er í öllum tilvikum nema einu meiri en hliðrun hættumatslína skv. endurskoðuðu hættumati eða tillögu í frumathugun. Fyrir Seljalandshverfi er hliðrun hættumatslína nokkru meiri en reiknuð skriðlengdarstytting. Mesta breyting á legu hættumatslína undir Seljalandsmúla er innst í Seljalandshverfi þar sem breið tunga er í hættumati frá því áður en varnarvirki voru reist. Þar benda tvívíðir snjóflóðalíkanreikningar til þess að eldra hættumat geri ráð fyrir full mikilli útbreiðslu flóða til vesturs. Breyting í legu hættumatslína á þessu svæði stafar bæði af því að tvívíðir líkanreikningar gefa til kynna að snjóflóðahætta sé minni á þessum stað en skv. eldra hættumati og einnig af áhrifum varnargarðsins. Þetta er skýringin á því að í þessu tilviki færast hættumatslínur meira en sem nemur reiknaðri styttingu skriðlengdarinnar.

Taflan sýnir að reiknaða skriðlengdarstyttingin hleypur á breiðu bili þegar landhalli er meiri en ca. 5° eins áður var rætt. Þetta gerir það að verkum að erfitt er að miða beint við slíka reiknaða skriðlengdarstyttingu við hönnun varnarvirkja heldur þarf að líta bæði til hönnunarsnjóflóðs sem varnargarði er ætlað að stöðva og skriðlengdarstyttingarinnar.

Tafla 1. Hönnunarhraði og hæð varnargarða skv. frumathugun varnarvirkja fyrir nokkra snjóflóðafarvegi og stytting skriðlengdar vegna þvergarðs og annarra varnarvirkja í endurskoðuðu hættumati. Taflan sýnir metinn hraða við (efri) keilur og á garðstæði án varna, u_k og u_g , hraða við keilur og á garðstæði að teknu tilliti til stoðvirkja, u_{k-s} og u_{g-s} , hraða á garðstæði að teknu tilliti til bæði stoðvirkja og/eða keilna ef um annað hvort eða bæði er að ræða, u_{g-sk} , garðhæð (hámarkshæð ef hæð garðsins er breytileg), H_D , snjódypt ofan garðs, h_s , landhalla neðan garðs, ψ , og styttingu skriðlengdar skv. formúlunum hér að framan og (tillögu eða drögum að) endurskoðuðu hættumati, Δl og Δl_h . Tölur í svigum eru metnar út frá tölum sem gefnar eru upp í frumathugunum og öðrum skýrslum. Stytting skriðlengdar er reiknuð fyrir μ á bilinu 0.25–0.3. Ef landhalli er $\psi > 5^\circ$ þá er styttingin fyrir lægra viðnámið, $\mu = 0.25$, reiknuð bæði fyrir uppgefinn landhalla (síðari talan á eftir skástriki) og fyrir helmingi minni landhalla (fyrri talan á undan skástriki), en lægri landhalli leiðir til minni styttingar. Í þessu tilviki reiknast skriðlengdarstyttingin fyrir uppgefinn landhalla mjög mikil sem ekki er talið raunhæft.

| Farvegur | u_k (m/s) | u_g (m/s) | u_{k-s} (m/s) | u_{g-s} (m/s) | u_{g-sk} (m/s) | H_D (m) | h_s (m) | ψ (°) | Δl (m) | Δl_h (m) |
|---|----------------|----------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------|--------------|---------------|----------------------|---------------------|
| Drangagil, Neskaupstað | 38 | 32 | 32 | (25) | 19 | 17 | 2.5 | 10 | 460–600/1000 | 425 |
| Ytra-Tröllagil, Neskaupstað | 39–40 | (33) | 33–34 | (26) | 20 | 17.5 | 2.5 | 11 | 490–740/1375 | 450 |
| Innra-Tröllagil, Neskaupstað | 41–42 | (35) | 35–36 | (27) | 21 | 18.5 | 2.5 | 11 | 530–800/1490 | 450 |
| Nesgil, Neskaupstað | 37.5 | 31 | – | – | 22.5 | 20 | 2.5 | 5 | 330–430 | 225 |
| Bakkagil, Neskaupstað | 35 | 27 | – | – | 21 | 20 | 2.5 | 4 | 280–360 | 170 |
| Urðarbotn, Neskaupstað | 34 | 28 | – | – | 20.5 | 17 | 2.5 | 10 | 350–460/760 | 300 |
| Traðargil, Bolungarvík | 45 | 38 | – | – | 34 | 22 | 4 | 5 | 400–530 ¹ | 200 |
| Ufsir, Bolungarvík | – | 28 | – | – | – | 14 | 3–4 | 5–10 | 100–120 | 80 |
| Seljalandshverfi, Ísafirði ^o | – | 31–33 | – | – | – | 16 | 2 | 5 | 220–290 ² | 300 |
| Kubbi, Ísafirði | – | 24 | – | – | – | 18 | 2 | 3 | 130–160 | 125 |
| Gleiðarhjalli, Ísafirði | – | 18–19 | – | – | – | 14 | 3.2 | ~10 | 130–170 | 100 |
| Gróuskarðshnjúkur, Siglufirði | – | 18 | – | – | – | 14 | 3.5 | 8 | 120–130/190 | 100 |
| Skóli/Íþróttahús, Patreksfirði | – | 18 | – | – | – | 12 | 2 | 10 | 120–160/265 | 75 |
| Sigtún, Patreksfirði | – | 18 | – | – | – | 11.5 | 2 | 8 | 100–120/170 | 50 |

¹ Stytting skriðlengdar í Bolungarvík er reiknuð með sömu formúlu og fyrir aðra staði í töflunni þrátt fyrir að keilurnar standi í svo miklum halla að óvarlegt er að gera ráð fyrir að þær hafi fulla virkni til þess að hægja á snjóflóðum eins og formúlan gerir ráð fyrir. Ef styttingin er reiknuð með snjóflóðalíkani sem tekur tillit til hraðaháðs viðnáms reiknast hún á bilinu 200 til 300 m.

² Keiluraðir við varnargarðinn á Seljalandsmúla eru vegna plássleysis ofan garðsins ekki með nægu millibili til þess að neðri röðin hafi fulla virkni. Því er aðeins reiknað með einni röð í endurskoðun hættumatsins og í reikningu á styttingu skriðlengdar hér.

Heimildir

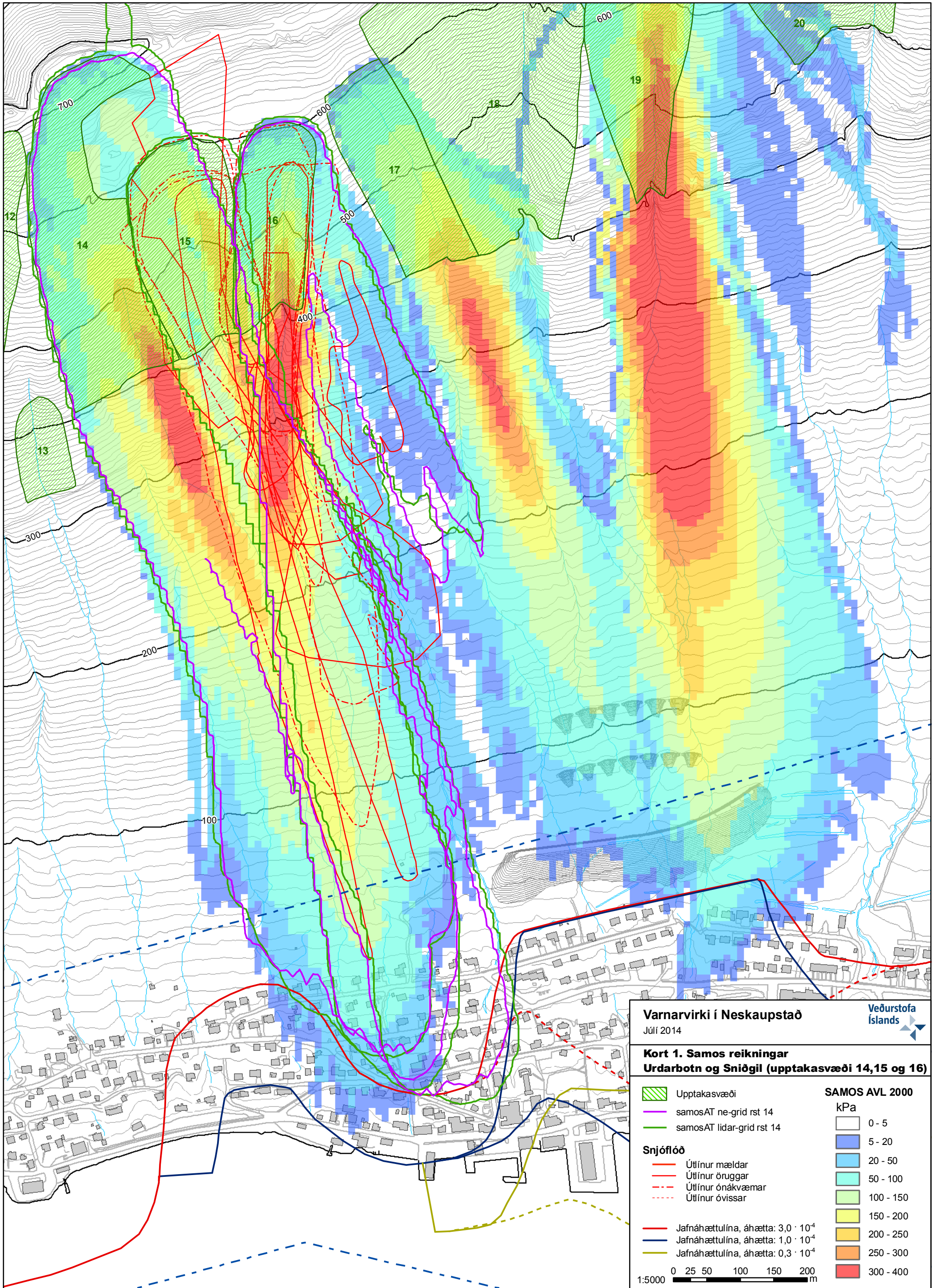
Árni Jónsson, Sigurjón Hauksson og Erik Hestnes (2001). *Bolungarvík. Traðarhyrna*.

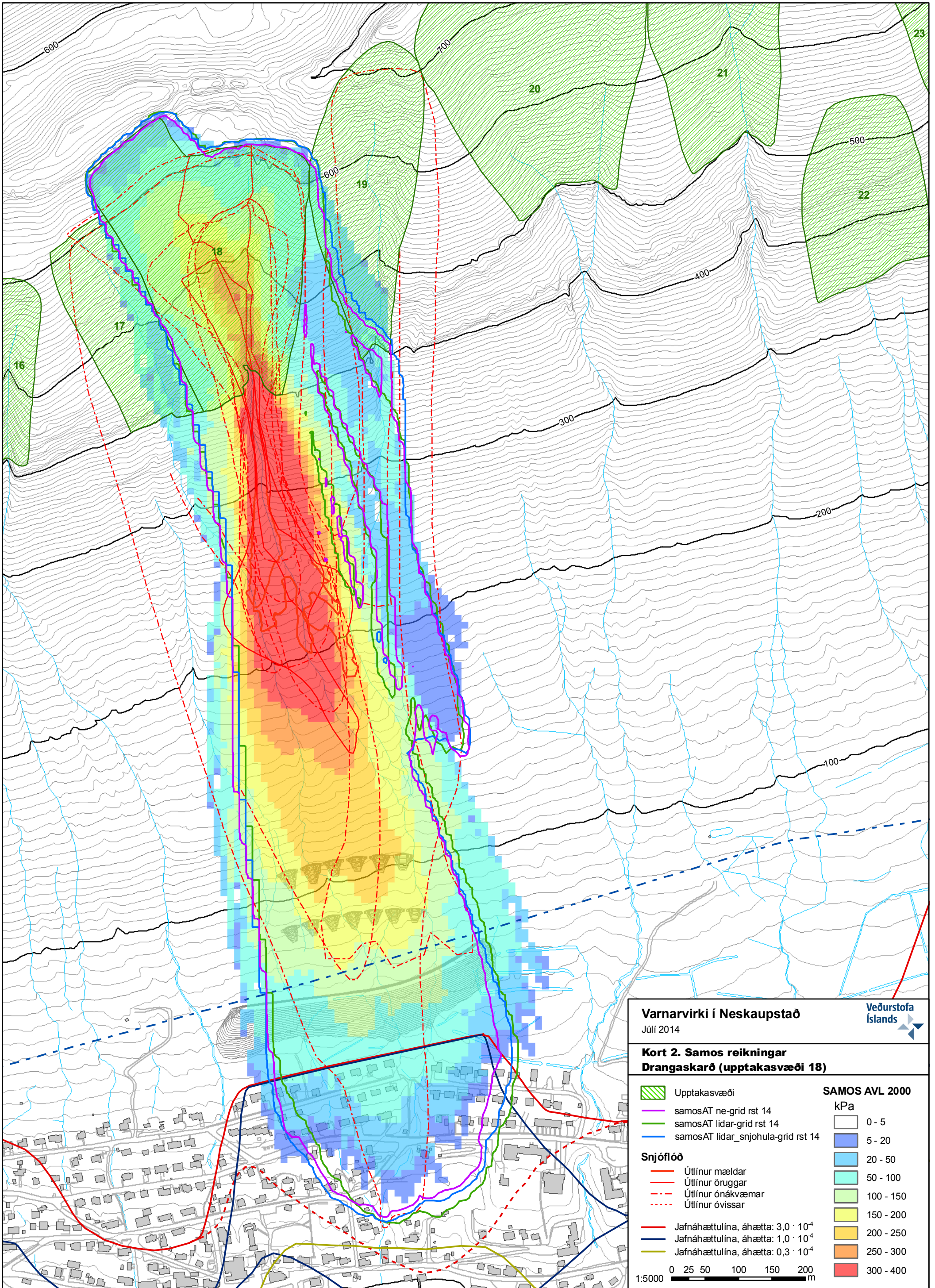
- Áfangaskýrsla 3. Orion ráðgjöf, Verkfræðistofa Austurlands og NGI, skýrsla dags. í febrúar 2001.
- Eiríkur Gíslason og Tómas Jóhannesson (2007). *Calibration of the samosAT avalanche model for large Icelandic dry-snow avalanches*. Veðurstofa Íslands, skýrsla 07006.
- Hnit og NGI. 1996. *Ísafjörður. Seljaland. Assessment of snow avalanche hazard and preliminary design of protective measures*. Reykjavík, greinarg. NGI-954120-1/Hnit-69-101-SK-1.
- Margreth, S. (2001). *Siglufljörður, Iceland. Avalanche defences. Protection plan for the residential area*. Davos, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, skýrsla G2001.01.
- Tómas Jóhannesson, Þorsteinn Arnalds og Leah Tracy (2001). *Results of the 2D avalanche model SAMOS for Bolungarvík and Neskaupstaður*. Veðurstofa Íslands, skýrsla 01011.
- Tómas Jóhannesson (2002). *Áhrif varnarvirkja í Bolungarvík á legu hættumatslína*. Veðurstofa Íslands, minnisbl. ÚR-T6J-2002-04.
- Tómas Jóhannesson, Hörður Þór Sigurðsson og Harpa Grímsdóttir (2007). *Hættumat fyrir Seljalandshverfi, Tunguskeið, Tungudal og Dagverðardal* Veðurstofa Íslands, skýrsla 07008.
- Tómas Jóhannesson (2010). *Áhrif varnarvirkja í Bolungarvík á legu hættumatslína undir Ufsum*. Veðurstofa Íslands, minnisbl. ÚR-T6J-2010-01.
- Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler og K. Lied (ritstj.) (2009). *The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments*. Brussels, Directorate-General for Research, Environment Directorate, European Commission, Rit EUR 23339, 195 bls., doi: 10.2777/12871.
- Tómas Jóhannesson og Eiríkur Gíslason (2011). *Endurskoðun á ofanflóðahættumati fyrir Seyðisfjörð eftir byggingu varnargarða á Brún í Bjólfi. Greinargerð með hættumatskort. DRÖG*. Veðurstofa Íslands, skýrsla 2011-003.
- Verkís (2011). *Snjóflóðavarnir í Vesturbyggð. Klif á Patreksfirði. Frumathugun*. Verkís, verknúmer 2006-0230, skýrsla 01. (Skýrsla unnin af Hallgrími Daða Indriðasyni og Kristínu Mörthu Hákonardóttur).
- Verkís (2015a). *Snjóflóðavarnir í Vesturbyggð. Sigrún og Hjallar á Patreksfirði. Frumathugun*. Verkís, verknúmer 06159007, skýrsla 0281. (Skýrsla unnin af Hrafnkatli Má Stefánssyni, Kristínu Mörthu Hákonardóttur, Pálma Ragnari Pálmasynti og Snorra Gíslasyni).
- Verkís (2015b). *Snjóflóðavarnir í Fjarðabyggð. Nesgil og Bakkagil í Neskaupstað. Frumathugun/Drög dags. 2015-02-05*. Verkís, verknúmer 0711602, skýrsla 0041. (Skýrsla unnin af Birni Halldórssyni, Kristínu Mörthu Hákonardóttur og Snorra Gíslasyni).
- Verkís (2015c). *Snjóflóðavarnir í Fjarðabyggð. Urðarbotnar í Neskaupstað. Frumathugun/Drög dags. 2015-02-05*. Verkís, verknúmer 07116001, skýrsla 0050. (Skýrsla unnin af Birni Halldórssyni, Kristínu Mörthu Hákonardóttur og Snorra Gíslasyni).
- VST (1998a). *Neskaupstaður. Avalanche defences. Protection plan for the residential area*. VST/Cemagref, verk 97.202/97-024. (Höfundar Flosi Sigurðsson, Gunnar Guðni Tómasson og François Rapin).

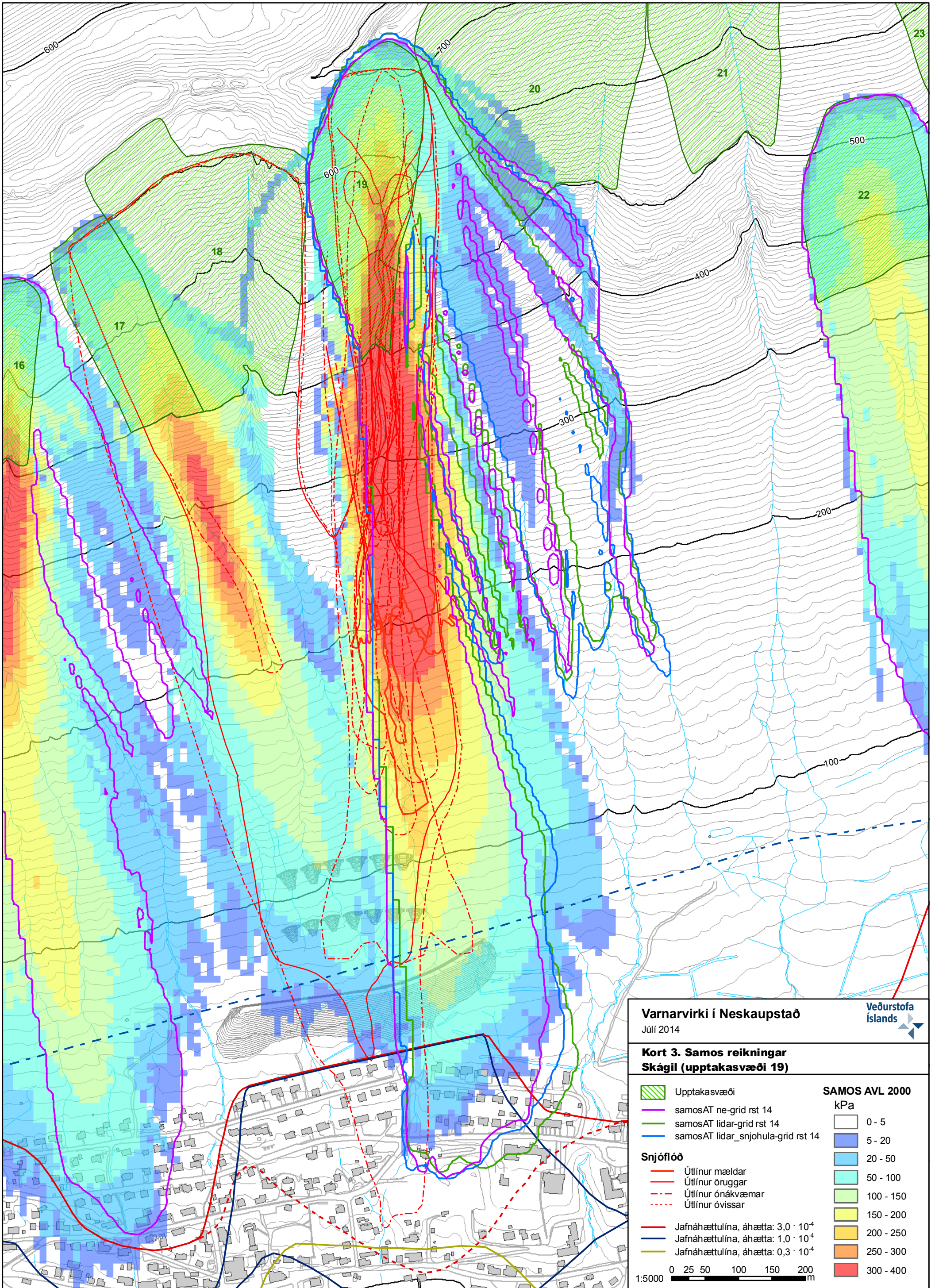
- VST (1998b). *Neskaupstaður. Avalanche defence appraisal. Drangagil area*. VST/Cemagref, verk 97.202/97-024. (Höfundar Flosi Sigurðsson, Gunnar Guðni Tómasson og François Rapin).
- VST (2003). *Snjóflóðavarnir í Neskaupstað. Tröllagiljasvæði. Frumathugun*. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, skýrsla 2001.1006. (Skýrsla unnin af Flosa Sigurðssyni, Gunnari Guðna Tómassyni og Hallgrími Daða Indriðasyni).
- VST (2005). *Snjóflóðavarnir á Ísafirði. Holtahverfi neðan Kubba. Frumathugun*. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, skýrsla 2004.1002. (Skýrsla unnin af Flosa Sigurðssyni, Gunnari Guðna Tómassyni og Hallgrími Daða Indriðasyni).
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser og Harpa Grímsdóttir (2001). *Hazard zoning for Neskaupstaður — Technical report*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 01010.

Kort

- Kort 1.** SAMOS reikningar. Urðarbotn og Sniðgil (upptakasvæði 14,15 og 16) (A3, 1:5000). Kortið sýnir hámarksástreymisþrýsting úr líkankeyrslu AVL frá 2001 (upptakasvæði 14 og 16 sett af stað samtímis), útlínur líkankeyrslna (rennslisstig 14) með nýrri útgáfu SAMOS á grundvelli landlíkans Loftmynda (ne-grid) og leysimælingar frá maí 2008 þegar snjór þakti hlíðina að hluta (lidar-grid) (upptakasvæði 14, 15 og 16 sett af stað hvert í sínu lagi og því þrjú sjálfstæð pör af tungum). Kortið sýnir einnig útlínur þekktra snjóflóða og hættmatslínur. Kort 2–4 sýna einnig SAMOS niðurstöður fyrir landlíkan byggt á leysimælingu frá september 2010 (lidar-snjöhula-grid) þegar hlíðin var snjólaus.
- Kort 2.** SAMOS reikningar. Drangagil (upptakasvæði 18) (A3, 1:5000). Sjá skýringu við kort 1.
- Kort 3.** SAMOS reikningar. Skágil (upptakasvæði 19) (A3, 1:5000). Sjá skýringu við kort 1.
- Kort 4.** SAMOS reikningar. Nesgil og Bakkagil (upptakasvæði 20 og 21) (A3, 1:5000). Sjá skýringu við kort 1.
- Kort 5.** Hámarksástreymisþrýstingur skv. SAMOS reikningum á grundvelli leysimælingar frá maí 2008 þegar snjór þakti hlíðina að hluta (lidar-grid) fyrir snjóflóð með rennslisstig 15 úr Skágili svo og útlínur snjóflóða með rennslisstig 10–17 (upptakasvæði 19) (A3, 1:5000). Sjá skýringu við kort 1.







Varnarvirki í Neskaupstað
 Júlí 2014

Kort 3. Samos reikningar
Skágil (upptakasvæði 19)

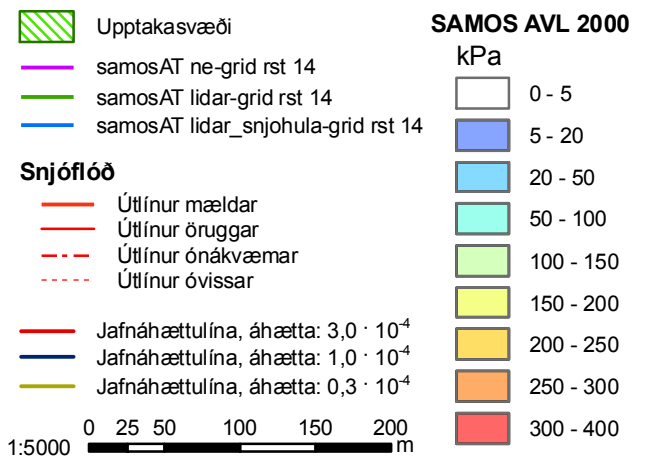
Veðurstofa Íslands

| | | |
|--|---|-----------------------|
| | Upptakasvæði | SAMOS AVL 2000 |
| | samosAT ne-grid rst 14 | kPa |
| | samosAT lidar-grid rst 14 | 0 - 5 |
| | samosAT lidar_snjohula-grid rst 14 | 5 - 20 |
| | Útlínur mældar | 20 - 50 |
| | Útlínur öruggar | 50 - 100 |
| | Útlínur ónákvæmar | 100 - 150 |
| | Útlínur óvissar | 150 - 200 |
| | Jafnáhættulína, áhætta: $3,0 \cdot 10^{-4}$ | 200 - 250 |
| | Jafnáhættulína, áhætta: $1,0 \cdot 10^{-4}$ | 250 - 300 |
| | Jafnáhættulína, áhætta: $0,3 \cdot 10^{-4}$ | 300 - 400 |

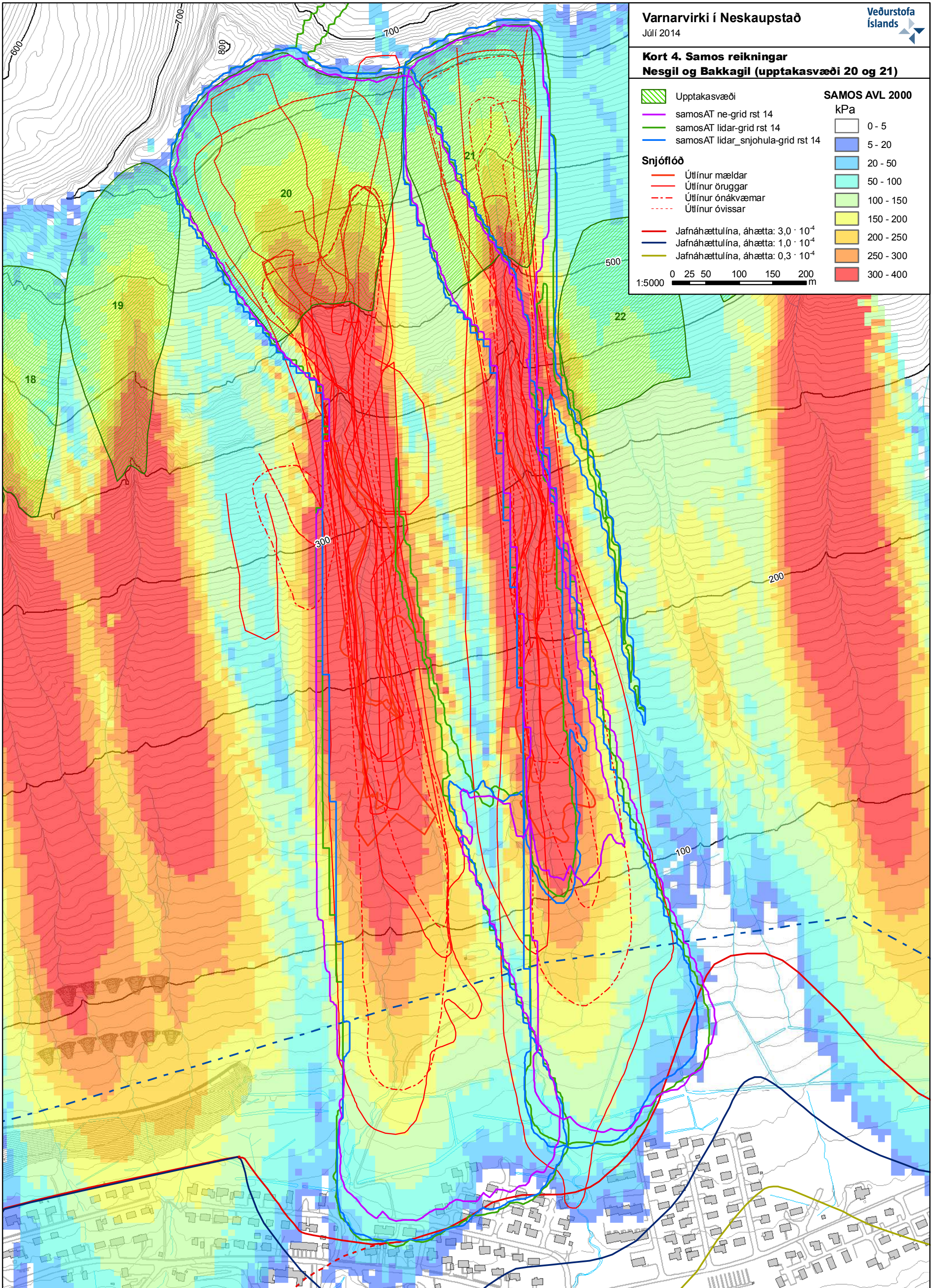
1:5000 0 25 50 100 150 200 m

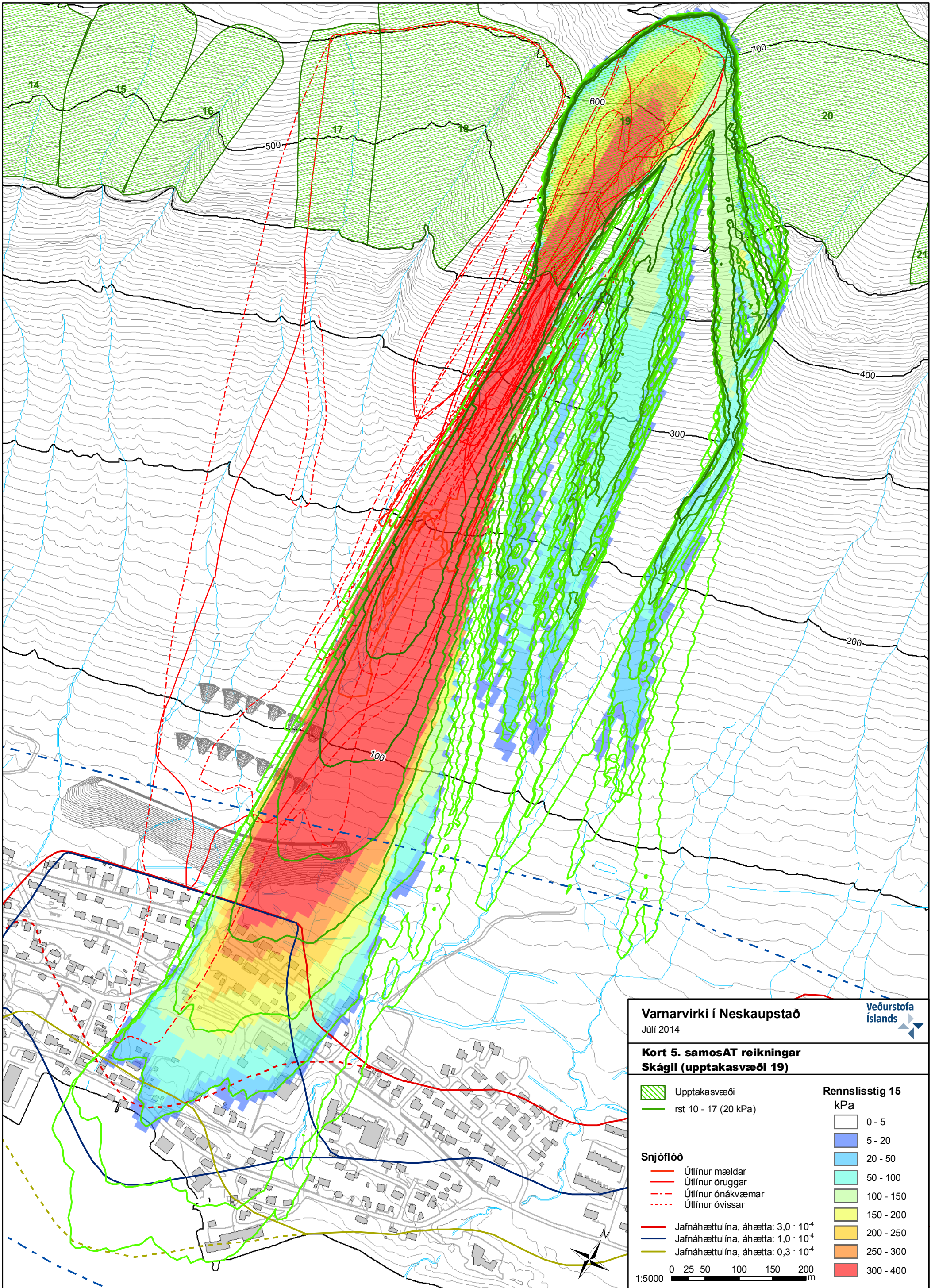
Kort 4. Samos reikningar

Nesgil og Bakkagil (upptakasvæði 20 og 21)

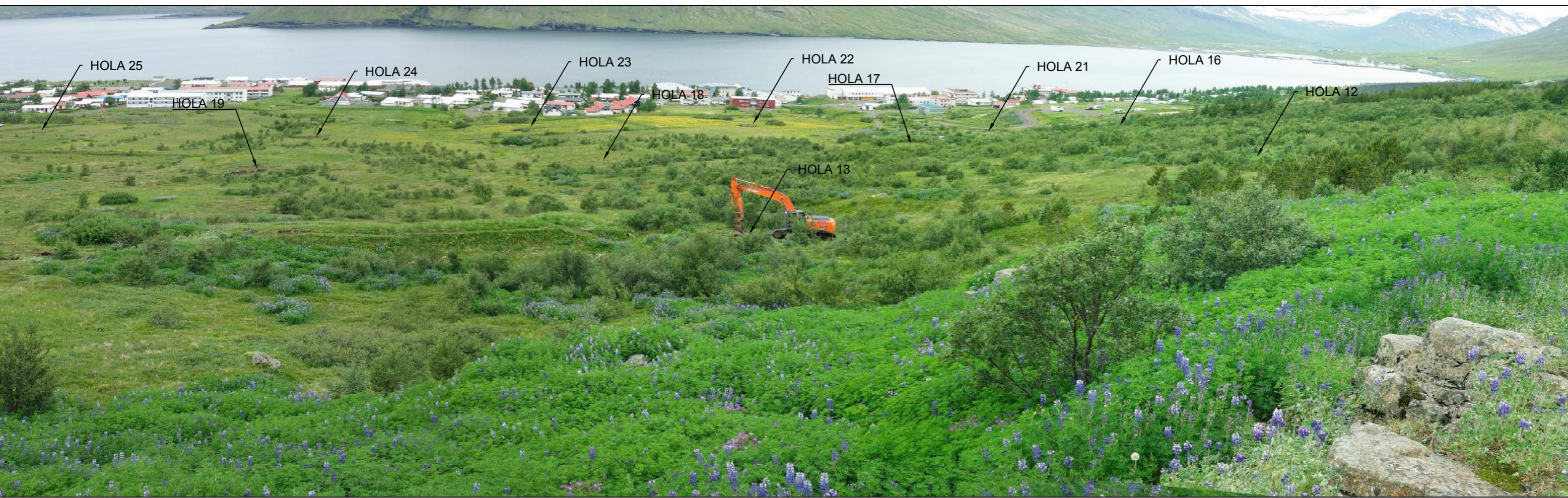


1:5000 0 25 50 100 150 200 m

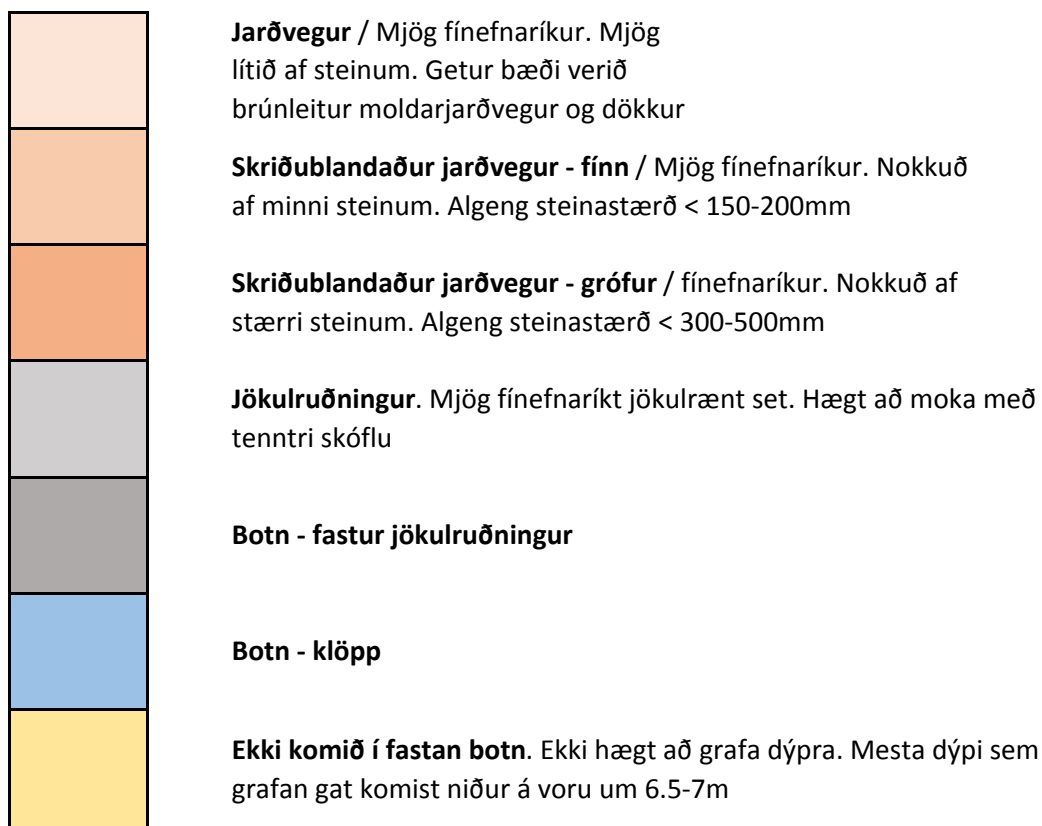









Viðauki 3–Jarðgrunnskönnun

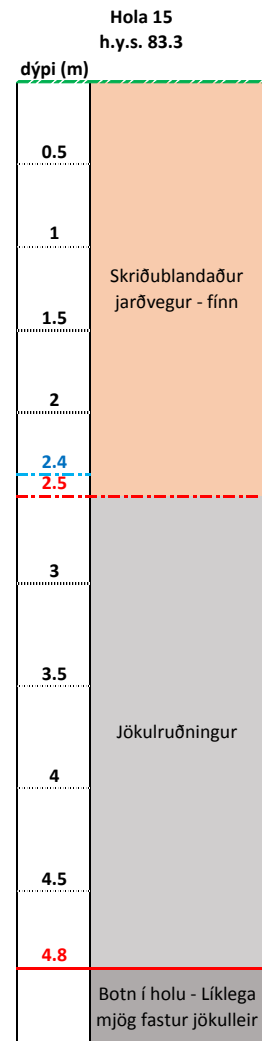
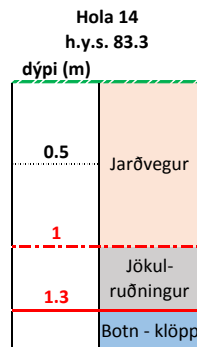
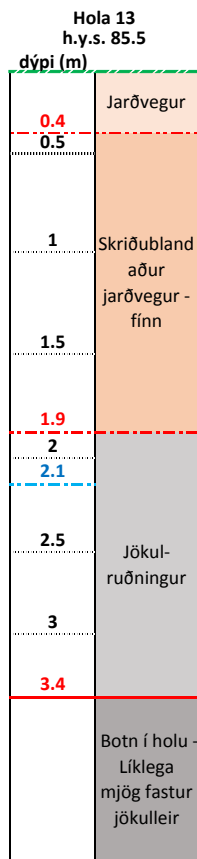
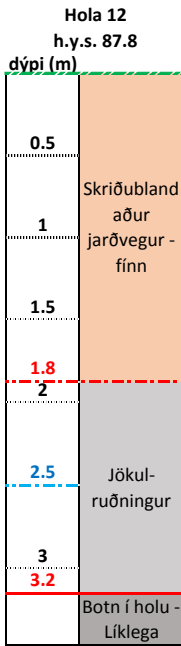
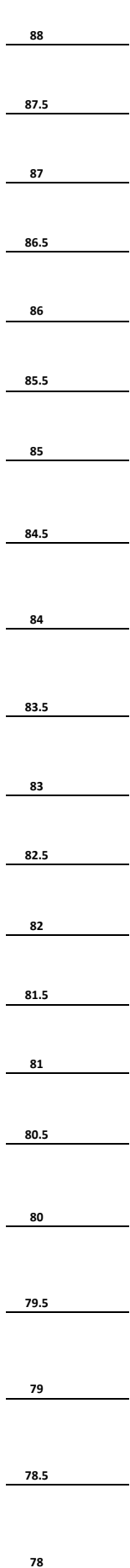


Skýringar

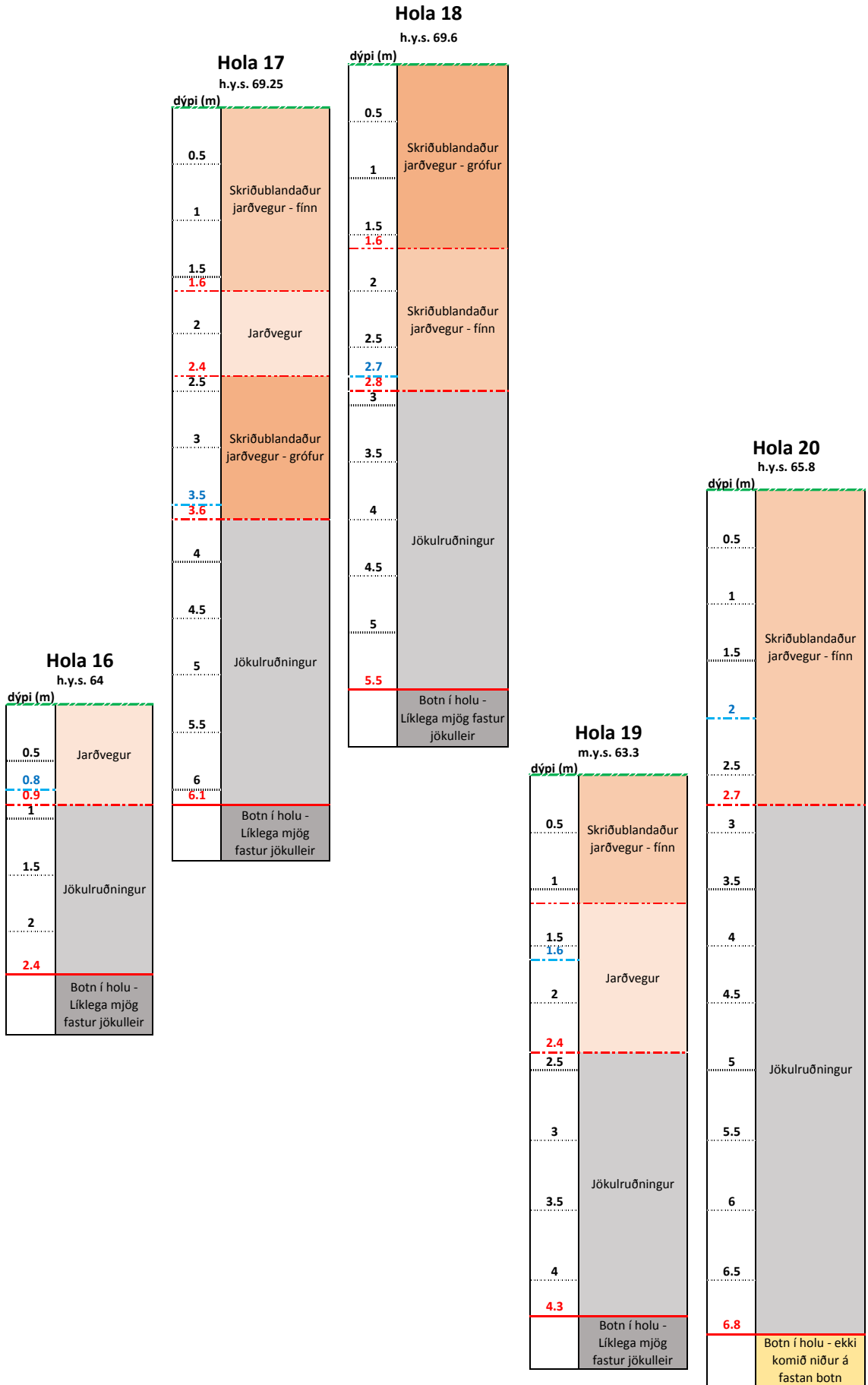
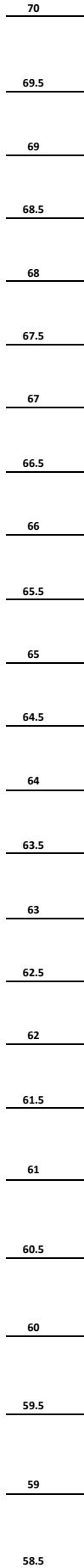


-  **Mörk þar sem jarðvatn verður greinileg**
-  **Áferðarmunur eða minniháttar munur í innri gerð jarðlags**
-  **Ákveðin skil milli jarðlaga / jarðmyndana**
-  **Botn í holu**
-  **Yfirborð holu**

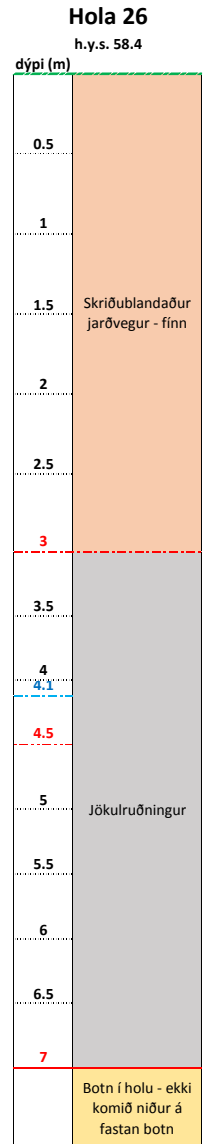
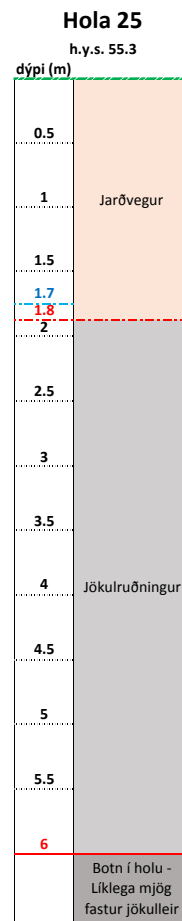
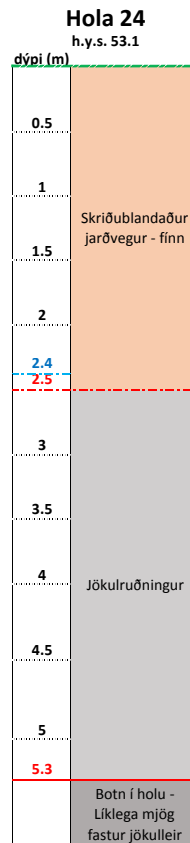
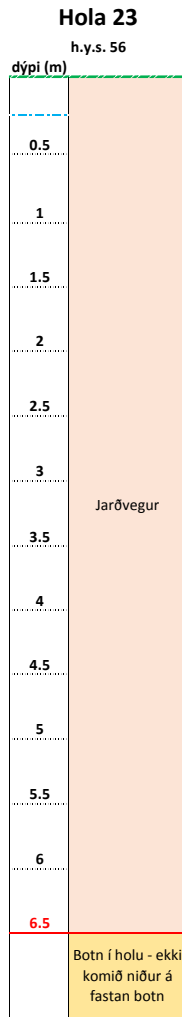
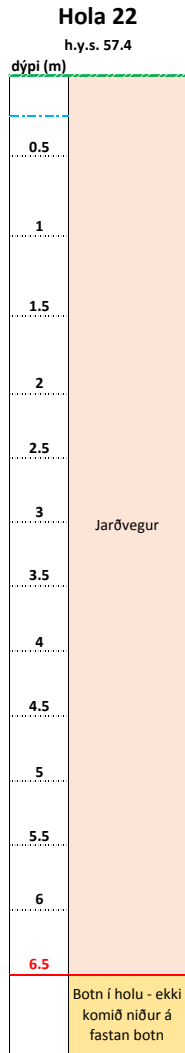
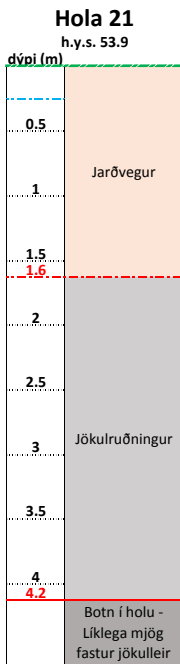
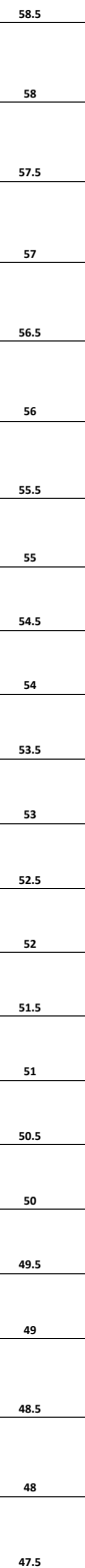
m.y.s.







m.y.s.








m.y.s.










| Hóla nr. 12 | | HOLUSNIÐ | | |  | |
|---------------------------|-------------|---|--|---|---|-------------------|
| Dagsetning: 01.07.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | | |
| Hnit holu: | | 749475.1 | 527561.6 | h.y.s. 87.8m | Höfundur: | Björn Halldórsson |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 88.0 | 0 | | Lúpína / skógrækt | |  | |
| 87.5 | 0.5 | | | | | |
| 87.0 | 1 | Skríðu-blandaður jarðvegur - fínn | Skríðublandaður jarðvegur. Að mestu fínkorna jarðvegur. Hægt að greina amk. eina ca. 0.2-0.3m þykka linsu með auknu magni steina (<150mm). | | | |
| 86.5 | 1.5 | | | | | |
| 86.0 | 2 | | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík en eitt hvað af grjóti, algeng steinastærð < 250mm. Botnurðin er ekki mjög blaut. Klessist og klínist á hendur þegar fínni hlutinn er hnoðaður í hendi. Hægt að kreysta vatn út úr leirnum þegar hann er hnoðaður. Neðri hluti botnurðarinnar blautari en sá efri þar sem að vatn kemur inn í miðju lagi. Uppmökstur er stöðugur í haug sem bendir til þess að efnið sem kemur úr neðri hluta holunnar sé ekki mjög blautt. | 2.5 Vatn kemur inn í holun á ca. 2.5m dýpi. Nokkuð ákveðið rennsli inn í holuna að austanverðu en annars seyntl. | | |
| 85.5 | 2.5 | Jökulruðningur | | | | |
| 85.0 | 3 | | | | | |
| 84.5 | | | | | | |
| 84.0 | | Botn í holu - Líklega klöpp | Ekki hægt að leggja fullnægjandi mat á botninn, til þess var holan of djúp. Hallast heldur að því að hér sé um klöpp að ræða. Botninn virtist ekki vera eins mjúkur og þar sem komið var í harðan jökulleir í öðrum holum. Það koma fram hvít sár þegar skóflan er dregin eftir botninum, slíkt bendir heldur til þess að um klöpp sé að ræða. Þó ekki hægt að segja til með fullri vissu, gæti mögulega verið harður jökulleir. | | | |

| Hóla nr. 13 | | HOLUSNIÐ | | |  | |
|---------------------------|-------------|---|---|---|--|-------------------|
| Dagsetning: 01.07.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | | |
| Hnit holu: | 749550.6 | 527566.9 | h.y.s. 85.5m | | Höfundur: | Björn Halldórsson |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 85.5 | 0 | | Mólendi / skógrækt | | | |
| | | Jarðvegur | Jarðvegur. Fínkornóttur, brúnn moldarjarðvegur. | |  | |
| 85.0 | 0.5 | | | | | |
| 84.5 | 1 | Skriðu-blandaður jarðvegur - finn | Skriðublandaður jarðvegur. Fínkorna jarðvegur með litlu magni af smærri steinum < 150mm. | | | |
| 84.0 | 1.5 | | | | | |
| 83.5 | 2 | | | | | |
| 83.0 | 2.5 | Jökulruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík en eitthvað af grjóti, algeng steinastærð < 250mm. Botnurðin er ekki blaut. Klessist og klínist á hendur þegar finni hlutinn er hnoðaður í hendi. Erfitt að kreysta vatn út úr leirnum þegar hann er hnoðaður. Aðeins litlar og áfererðarmunur á efstu 0.2-0.3m botnurðarinnar. Virðist sem að efstu 0.2-0.3m séu aðeins sandríkari/lausari en það sem liggur neðar. Uppmökstur er stöðugur í haug sem bendir til þess að efnið sem kemur úr neðri hluta holunnar sé ekki mjög blautt. | 2.1 Vatn fer að verða greinilegt á um 2.1m dýpi. Ekki greinilegt rennsli heldur frekar smit. | | |
| 82.5 | 3 | | | | | |
| 82.0 | 3.4 | | | | | |
| 81.5 | | Botn í holu - Líklega klöpp | Ekki hægt að leggja fullnægjandi mat á botninn, til þess var holan of djúp. Hallast heldur að því að hér sé um klöpp að ræða. Botninn virtist ekki vera eins mjúkur og þar sem komið var í harðan jökulleir í öðrum holum. Það koma fram hvít sár þegar skóflan er dregin eftir botninum, slíkt bendir heldur til þess að um klöpp sé að ræða. Þó ekki hægt að segja til með fullri vissu, gæti mögulega verið harður jökulleir. | | | |
| 81.0 | | | | | | |

| Hóla nr. 14 | | HOLUSNIÐ | | |  | |
|---------------------------|-------------|---|--|------------------------------------|---|-------------------|
| Dagsetning: 01.07.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | | |
| Hnit holu: | 749636.5 | 527575.6 | h.y.s. 83.3m | | Höfundur: | Björn Halldórsson |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDR | |
| 83.5 | 0 | | Mólendi | | | |
| 83.0 | 0.5 | Jarðvegur | Jarðvegur. Fínefnaríkur, brúnn moldarjarðvegur. | Ekki vatnsrennsli inn í holu |  | |
| 82.5 | 1 | Jökulruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík en eitthvað af grjóti, algeng steinastærð < 250mm. Botnurðin var þurr, hægt að hnoða fínefnaríkari hlutann en ekki kreista vatn úr honum. | | | |
| 82.0 | 1.3 | Botn - klöpp | Ca. 20-30m NA við holu er klöpp sýnileg við yfirborð | | | |

| Hóla nr. 15 | | HOLUSNIÐ | |  | |
|---------------------------|----------|---|---|--|--|
| Dagsetning: 01.07.2014 | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | | | | |
| | | SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | |
| Hnit holu: | | 749747.2 | 527597.6 | h.y.s. 83.3m | Höfundur: Björn Halldórsson |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR |
| 83.5 | 0 | | Mólendi / skógrækt | |  |
| 83.0 | 0.5 | | | | |
| 82.5 | 1 | Skriðu- blandaður jarðvegur - fínn | Skriðublandaður jarðvegur. Mjög fínefnaríkur en samt nokkuð af grjóti. Heldur fínefnaríkari í efsta ca. 1m. Algeng steinastærð < 150-200mm. Stöku stærri steinar, 500-700mm. | |  |
| 82.0 | 1.5 | | | | |
| 81.5 | 2 | | | | |
| 81.0 | 2.5 | | | 2.4 | |
| 80.5 | 3 | Jökul- ruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík en eitthvað af grjóti, algeng steinastærð < 250mm. Botnurðin er blaut. Klessist og klínist á hendur þegar fínni hlutinn er hnoðaður í hendi. Auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmökstur er ekki sérstaklega stöðugur í haug. Efnið skíður til þegar því er mokað upp og rennur til í haugnum. Óstöðugleiki bendir til þess að botnurðin sé blaut og fínefnarík. Leirinn varð fastari neðst í holunni. | Vatn byrjar að streyma inn í holu neðst í skriðuefni og á mótum skriðuefnis og botnurðar. Töluvert ákveðið rennsli/seytl | |
| 80.0 | 3.5 | | | | |
| 89.5 | 4 | | | | |
| 89.0 | 4.5 | | | | |
| 88.5 | 4.8 | | | | |
| 88.0 | | Botn í holu - Líklega mjög fastur jökulleir | Ekki hægt að krafsa lengra. Gengur mjög hægt í hverri skóflu og hrynur stöðugt niður í holun þegar reynt er að krafla niður í botninn. | | |
| 87.5 | | | | | |

| Hóla nr. 16 | | <h1>HOLUSNIÐ</h1> | | |  | |
|---------------------------|-------------|---|--|--|---|--|
| Dagsetning: 01.07.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | <h2>SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL</h2> | | | | |
| Hnit holu: | | 749390.9 | 527428.8 | h.y.s. 64m | Höfundur: Björn Halldórsson | |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 64.0 | 0 | | Grasi gróið votlendi í jaðri skógræktar | |  | |
| 63.5 | 0.5 | Jarðvegur | Mjög fínefnaríkur votlendisjarðvegur. Dökkur | 0.8 | | |
| 63.0 | 1 | | | Vatn fer að renna inn í holu við og rétt ofan við yfirborð botnurðar |  | |
| 62.5 | 1.5 | Jökulruðningur | Jökulrænt set - botnurð. MJög fínefnarík en eitthvað af grjóti, algeng steinastærð < 250mm. Botnurðin var blaut enda töluvert vatn á ferðinni. | | | |
| 62.0 | 2 | | | | | |
| 61.5 | 2.4 | Botn í holu - Líklega mjög fastur jökulleir | Ekki hægt að krefsa lengra. Gengur mjög hægt í hverri skóflu. Botninn frekar mjúkur. Er að öllum líkindum mjög fastur jökulleir. | | | |



| Hóla nr. | | HOLUSNIÐ | | | VERKÍS | |
|-------------|----------|--|---|----------|---|-------------------|
| 17 | | | | | | |
| Dagsetning: | | | | | | |
| 01.07.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | | |
| Hnit holu: | 749477.5 | 527451.7 | h.y.s. 69.25m | | Höfundur: | Björn Halldórsson |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 69.5 | 0 | | Graslendi / kjarr | |  | |
| 69.0 | 0.5 | Skríðu- blandaður jarðvegur - fínn | Skríðublandaður jarðvegur. Mjög fínefnaríkur en einnig nokkuð af minni steinum. Algeng steinastærð <200mm. Lítið af stærri steinum. | |  | |
| 68.5 | 1 | | | | | |
| 68.0 | 1.5 | Jarðvegur | Mjög fínefnaríkt jarðvegslag. Lítið sjáanlegt af steinum. Miklu meira af finenfum en í jarðvegslaginu fyrir ofan. Öskulög greinileg. | | | |
| 67.5 | 2 | Skríðu- blandaður jarðvegur - grófur | Skríðublandaður jarðvegur/skríðuefni. Fínefnaríkt en einnig nokkuð grýtt skríðuefni með töluverðu magni af steinum 400-600mm. Gekk nokkuð hægt að grafa niður í gegnum þennan hluta. Töluvert grófara en efsta lagið. | |  | |
| 67.0 | 2.5 | | | | | |
| 66.5 | 3 | Jökul- ruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík en eitthvað af grjóti, algeng steinastærð < 250mm. Eitthvað af stærri steinum < 500mm. Botnurðin var blaut. Klessist og klínist á hendur þegar fínni hlutinn er hnoðaður í hendi. Auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmökstur var ekki sérstaklega stöðugur í haug. Efnid skíður til þegar því er mokað upp og rennur til í haugnum. Óstöðugleiki bendir til þess að botnurðin sé blaut og fínefnarík. Leirinn varð fastari neðst í holunni. | 3.5 |  | |
| 66.0 | 3.5 | | | | | |
| 65.5 | 4 | | | | | |
| 65.0 | 4.5 | | | | | |
| 64.5 | 5 | Botn í holu - Líklega mjög fastur jökulleir | Ekki hægt að krefsa lengra. Gengur mjög hægt í hverri skóflu og hrynur stöðugt niður í holu þegar reynt er að krafla niður í botninn. | | | |
| 64.0 | 5.5 | | | | | |
| 63.5 | 6 | | | | | |
| 63.0 | | | | | | |




| | |
|-------------|------------|
| Hola nr. | 18 |
| Dagsetning: | 01.07.2014 |
| FRAMKVÆMD: | |





HOLUSNIÐ








SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL

| Hnit holu: | 749560.6 | 749560.6 | h.y.s. 69.6m | Höfundur: | Björn Halldórsson |
|-------------|----------|---|--|--|--|
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR |
| 69.5 | 0 | | Mólendi | | |
| 69.0 | 0.5 | Skríðu- blandaður jarðvegur - grófur | Skríðublandaður jarðvegur. Mjög fínefnarík en einnig nokkuð af grjóti. Aðeins fínefnaríkari við yfirborð en annars þó nokkuð af steinum. Skríðuefnið er grófara niður á um 1.6m dýpi. Í þeim hluta er mikið af steinum <400mm og eitthvað af enn stærri. Fyrir neðan ca. 1.6m og niður á 2.8m dýpi er skríðan mun fínefnaríkari og algengasta steinstærð < 200mm. | |  |
| 68.5 | 1 | | | | |
| 68.0 | 1.5 | | | | |
| 67.5 | 2 | Skríðu- blandaður jarðvegur - finn | | | |
| 67.0 | 2.5 | | | 2.7 | |
| 66.5 | 3 | | | | |
| 66.0 | 3.5 | Jökul- ruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík en eitthvað af grjóti, algeng steinstærð < 250mm. Stöku stærri steinar < 500mm. Botnurðin var blaut. Klessist og klínist á hendur þegar finni hlutinn er hnoðaður í hendi. Auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmökstur er ekki sérstaklega stöðugur í haug. Efnið skíður til þegar því er mokað upp og rennur til í haugnum. Óstöðugleiki bendir til þess að botnurðin sé blaut og fínefnarík. Leirinn varð fastari eftir því sem neðar var komið í holuna. Úr botnurðinni kom upp stór steinn/bjarg, yfir 3 tonn. Botnurðin virtist verða fínefnaríkari næst botninum. | Vatn byrjar að seytla inn í holu ofan á botnurðinni. Ekki mikið afmarkað rennsli heldur frekar nokkuð ákveðið seytli. Kemur allsstaðar inn í holu. |  |
| 65.5 | 4 | | | | |
| 65.0 | 4.5 | | | | |
| 64.5 | 5 | | | | |
| 64.0 | 5.5 | Botn í holu - Líklega mjög fastur jökulleir | Ekki hægt að krafsa lengra. Gengur mjög hægt í hverri skóflu og hrynur stöðugt niður í holu þegar reynt er að krafla niður í botninn. | | |
| 63.5 | | | | | |

| Höla nr. 19 | | HOLUSNIÐ | | |  | |
|---|-------------|--|---|--|--|-------------------|
| Dagsetning: 01.07.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | | | | | |
| SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | | | | |
| Hnit holu: | | 749642.8 | 527466.9 | m.y.s. 63.3m | Höfundur: | Björn Halldórsson |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 63.5 | 0 | | Höla tekin á morkum vot- og molendis | |  | |
| 63.0 | 0.5 | Skriðu- blandaður jarðvegur - fínn | Skriðublandaður jarðvegur. Fínefnaríkur en í efstu ca. 1.1m er nokkuð af steinum < 200mm. Frá 1.1 og niður á 2.3m dýpi er mun fínefnaríkara jarðvegslag. Jarðvegurinn er dökkur og blautur votlendisjarðvegur. | 1.6 | | |
| 62.5 | 1 | | | | | |
| 62.0 | 1.5 | Jarðvegur | | | | |
| 61.5 | 2 | | | | | |
| 61.0 | 2.5 | Jökul- ruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík en eitthvað af grjóti, algeng steinastærð < 250mm. Stöku stærri steinar < 500mm. Botnurðin var blaut. Klessist og klínist á hendur þegar fínni hlutinn er hnoðaður í hendi. Auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmökstur ágætlega stöðugur í haug þrátt fyrir að leirinn væri nokkuð blautur. Það bendir til þess að í leirnum sé nokkuð magn af grjóti en eitthvað minna af fínefnum á móti. Leirinn varð fastari neðst í holunni. | Vatn byrjar að koma inn í holu á um 1.6m dýpi. Nokkuð ákveðið seytl. | | |
| 60.5 | 3 | | | | | |
| 60.0 | 3.5 | | | | | |
| 59.5 | 4 | Botn í holu - Líklega mjög fastur jökulleir | Ekki hægt að krefsa lengra. Gengur mjög hægt í hverri skóflu og hrynur stöðugt niður í holu þegar reynt er að krafla niður í botninn. | | | |
| 59.0 | | | | | | |
| 58.5 | | | | | | |
| 58.0 | | | | |  | |

| Hóla nr. 20 | | <h1>HOLUSNIÐ</h1> | | |  | |
|--|----------|--|--|--|--|--|
| Dagsetning: 01.07.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | | | | | |
| Hnit holu: 749747.7 527479.6 | | h.y.s. 65.8m | | Höfundur: Björn Halldórsson | | |
| SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | | | | |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 66.0 | 0 | | Hóla tekin a morkum vot- og molendis | |  | |
| 65.5 | 0.5 | Skríðu- blandaður jarðvegur - finn | Skríðublandaður jarðvegur. Mjög finefnaríkur en einnig nokkuð af minni steinum. Algeng steinastærð <200mm. Lítið af stærri steinum. | 2 |  | |
| 65.0 | 1 | | | | | |
| 64.5 | 1.5 | | | | | |
| 64.0 | 2 | | | | | |
| 63.5 | 2.5 | Jökul- ruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög finefnarík en eitthvað af grjóti, algeng steinastærð < 250mm. Eitthvað af stærri steinum < 500mm. Botnurðin var blaut. Klessist og klínist á hendur þegar finni hlutinn er hnoðaður í hendi. Auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmokstur er ekki sérstaklega stöðugur í haug. Efnið skíður til þegar því er mokað upp og rennur til í haugnum. Óstöðugleiki bendir til þess að botnurðin sé blaut og finefnarík. Leirinn varð fastari neðst í holunni. | Vatn byrðar að seytla inn í holuna úr neðri hluta jarðvegs/skríðu hlutans, ca. 0-0.5m ofan við lagmót skríðu og botnurðar. Töluvert ákveðið seytl. |  | |
| 63.0 | 3 | | | | | |
| 62.5 | 3.5 | | | | | |
| 62.0 | 4 | | | | | |
| 61.5 | 4.5 | | | | | |
| 61.0 | 5 | | | | | |
| 60.5 | 5.5 | | | | | |
| 60.0 | 6 | | | | | |
| 59.5 | 6.5 | | | | | |
| 59.0 | 6.8 | Botn í holu - ekki komið niður á fastan botn | Grafan gat ekki grafið dýpra (gat ekki teygst sig lengra niður). Ekki komið í fastan botn, ennþá verið að moka í lausa botnurð | | | |

| Hóla nr. 21 | | HOLUSNIÐ | | |  | |
|---------------------------|-------------|---|---|---|--|-----------------------------|
| Dagsetning: 30.06.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | | |
| Hnit holu: | | 749396.292 | 527356.911 | h.y.s. 53.9m | | Höfundur: Björn Halldórsson |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 54.0 | 0 | | Grasi gróið votlendi | Við yfirborð |  | |
| 53.5 | 0.5 | Jarðvegur | Jarðvegur. Fínefnaríkur, dökkur votlendisjarðvegur. Í miðju jarðvegslaginu er ca. 0.3m þykk linsa af efni þar sem er aukið magn af minni steinum < 150mm. | | | |
| 53.0 | 1 | | | | | |
| 52.5 | 1.5 | | | | | |
| 52.0 | 2 | Jökulruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík en eitthvað af grjóti, algeng steinstærð < 250mm. Eitthvað af stærri steinum < 500mm. Botnurðin var blaut. Klessist og klínist á hendur þegar finni hlutinn er hnoðaður í hendi. Auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmokstur er ekki sérstaklega stöðugur í haug. Efnið skíður til þegar því er mokað upp og rennur til í haugnum. Óstöðugleiki bendir til þess að botnurðin sé blaut og fínefnarík. Leirinn varð fastari neðst í holunni. | Vatn er að koma út úr bökkum holunnar allt frá toppi að botni. Nokkuð ákveðið rennsli, mest af yfirborði. |  | |
| 51.5 | 2.5 | | | | | |
| 51.0 | 3 | | | | | |
| 50.5 | 3.5 | | | | | |
| 50.0 | 4 | | | | | |
| 49.5 | 4.2 | Botn í holu - Líklega mjög fastur jökulleir | Ekki hægt að krafsa lengra. Gengur mjög hægt í hverri skóflu og hrynur stöðugt niður í holu þegar reynt er að krafla niður í botninn. | | | |

| | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|---|---|--|---|
| Hóla nr. 22 | | HOLUSNIÐ | | |  | |
| Dagsetning: 30.06.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | | | | | |
| Hnit holu: 749489.423 527346.674 | | h.y.s. 57.4m | | Höfundur: Björn Halldórsson | | |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 57.5 | 0 | Jarðvegur | Graslendi / ræst votlendi | Nærri yfirborði |  | |
| 57.0 | 0.5 | | Jarðvegur. Fínefnaríkur votlendisjarðvegur. Dökkur. Mjög þéttur og nánast ekkert af steinum. Holan mjök óstöðug og hrundi stöðugt úr bökkum. Endaði með því að holan féll saman. Steinum fjölgaði aðeins í neðstu 0.5m. | Ekki greinilegt vatnsstreymi inn í holu. Allur jarðvegurinn mjög blautur. Á nokkrum afmörkuðum stöðum var hægt að sjá vatn smitast út úr bökkunum . Jarðvegurinn virðist mettaður af vatni og að vatnið leiti út úr bökkunum þar sem jarðvegurinn er ekki alveg þéttur. | | |
| 56.5 | 1 | | | Botn í holu - ekki komið niður á fastan botn | | Grafan gat ekki grafið dýpra (gat ekki teygt sig lengra niður). Ekki komið í fastan botn, ennþá verið að moka í fínefnaríkan, dökkan jarðveg. |
| 56.0 | 1.5 | | | | | |
| 55.5 | 2 | | | | | |
| 55.0 | 2.5 | | | | | |
| 54.5 | 3 | | | | | |
| 54.0 | 3.5 | | | | | |
| 53.5 | 4 | | | | | |
| 53.0 | 4.5 | | | | | |
| 52.5 | 5 | | | | | |
| 52.0 | 5.5 | | | | | |
| 51.5 | 6 | | | | | |
| 51.0 | 6.5 | | | | | |
| 50.5 | | | | | | |




| | |
|-------------|------------|
| Hola nr. | 23 |
| Dagsetning: | 30.06.2014 |
| FRAMKVÆMD: | |





HOLUSNIÐ











SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL





| Hnit holu: | 749583.7 | 527360.1 | h.y.s. 56m | Höfundur: | Björn Halldórsson |
|-------------|----------|--|--|--|-------------------|
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR |
| 56.0 | 0 | | Graslendi / ræst votlendi | Nærri yfirborði | |
| 55.5 | 0.5 | | | | |
| 55.0 | 1 | | | | |
| 54.5 | 1.5 | | | | |
| 54.0 | 2 | | | | |
| 53.5 | 2.5 | | | | |
| 53.0 | 3 | Jarðvegur | Jarðvegur. Fínefnaríkur votlendisjarðvegur. Dökkur. Mjög þéttur og nánast ekkert af steinum. Holan mjök óstöðug. Yfirborðið mjög blautt og grafan sökk niður á meðan hún var að grafa. | Ekki greinilegt vatnsstreymi inn í holu. Allur jarðvegurinn mjög blautur. Á nokkrum afmörkuðum stöðum var hægt að sjá vatn smitast út úr bökkunum. Jarðvegurinn virðist mettaður af vatni og að vatnið leiti út úr bökkunum þar sem jarðvegurinn er ekki alveg þéttur. | |
| 52.5 | 3.5 | | | | |
| 52.0 | 4 | | | | |
| 51.5 | 4.5 | | | | |
| 51.0 | 5 | | | | |
| 50.5 | 5.5 | | | | |
| 50.0 | 6 | | | | |
| 49.5 | 6.5 | Botn í holu - ekki komið niður á fastan botn | Grafan gat ekki grafið dýpra (gat ekki teygt sig lengra niður). Ekki komið í fastan botn, ennþá verið að moka í fínefnaríkan, dökkan jarðveg. | | |
| 49.0 | | | | | |

| Hóla nr. 24 | | HOLUSNIÐ | | |  | |
|---------------------------|-------------|---|--|--------------|--|-----------------------------|
| Dagsetning: 30.06.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | | |
| Hnit holu: | | 749658.118 | 527370.32 | h.y.s. 53.1m | | Höfundur: Björn Halldórsson |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 53.0 | 0 | | Graslendi / ræst votlendi | |  | |
| 52.5 | 0.5 | | | | | |
| 52.0 | 1 | Skríðu- blandaður jarðvegur - fínn | Skríðublandaður jarðvegur. Mjög fínefnaríkur en einnig nokkuð af minni steinum. Algeng steinastærð <200mm. Lítið af stærri steinum. | |  | |
| 51.5 | 1.5 | | | | | |
| 51.0 | 2 | | | | | |
| 50.5 | 2.5 | | | | | |
| 50.0 | 3 | Jökul- ruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík en eitthvað af grjóti, algeng steinastærð < 250mm. Eitthvað af stærri steinum < 500mm. Botnurðin virðist eitthvað grofnari og grófari en botnurð í öðrum holum. Það gæti skýrt af hverju meira vatn kemur fram í þessari holu en öðrum í næsta nágrenni (betur vatnsleiðandi/drenandi). Botnurðin var mjög blaut. Klessist og klínist á hendur þegar finni hlutinn er hnoðaður í hendi. Auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmokstur er mjög stöðugur í haug. Efnið flæðir til þegar því er mokað upp og rennur til í haugnum. Mikill óstöðugleiki bendir til þess að botnurðin sé mjög blaut og fínefnarík. Uppmokstur var mjög blautur og rann úr haugnum. Þegar efninu var mokað aftur í holuna var það orðið að þunnfljótandi söppu. Fyrst eftir að búið var að ganga frá holu iðaði yfirborðið við neðri brún holunnar þegar gengið var á því. Vatn hafði þá safnast fyrir við neðri brún holunnar. Þetta var eina holan þar sem þetta ástand kom upp. Gengið var frá holunni um kl. 18. Þegar komið var að holunni kl. 7 morgunninn eftir var hún búin að setjast, vatnið runnið út og yfirborðið sigið sigið um ca. 20-30 cm. | 2.4 | Vatn byrjar að streyma inn í holu á mörkum botnurðar og skriðuefnis. Töluvert ákveðið rennsli og jökulleirinn sem mokað var úr holunni var mjög blautur. | |
| 49.5 | 3.5 | | | | | |
| 49.0 | 4 | | | | | |
| 48.5 | 4.5 | | | | | |
| 48.0 | 5 | 5.3 | | | | |
| 47.5 | | Botn í holu - Líklega mjög fastur jökulleir | Ekki hægt að krafsa lengra. Gengur mjög hægt í hverri skóflu og hrynur stöðugt niður í holu þegar reynt er að krafla niður í botninn. | | | |

| Hóla nr. 25 | | HOLUSNIÐ | | |  | |
|---------------------------|-------------|---|---|--|--|---|
| Dagsetning: 30.06.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | | |
| Hnit holu: | | 749759.1 | 527393.8 | h.y.s. 55.3m | Höfundur: | Björn Halldórsson |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 55.5 | 0 | | Graslendi | |  | |
| 55.0 | 0.5 | Jarðvegur | Jarðvegur. Mjög fínefnaríkur jarðvegur. Lítið af steinum. Öskulög greinileg. Hægt að greina þunnar linsur með aðeins auknu magni af steinum (< 150mm). Drengurður ca. 20m austan við holuna | 1.7 |  | |
| 54.5 | 1 | | | | | |
| 54.0 | 1.5 | Jökulruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík og lítið af grjóti, algengasta steinastærð < 250mm. Botnurðin var nokkuð blaut. Klessist og klínist á hendur þegar finni hlutinn er hnoðaður í hendi. Nokkuð auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmökstur er ekki sérstaklega stöðugur í haug. Efnið skíður til þegar því er mokað upp og rennur til í haugnum. Efnið þó mun þurrara en í holu 24. Óstöðugleiki bendir til þess að botnurðin sé nokkuð blaut og fínefnarík. Leirinn varð fastari neðst í holunni. | Vatn byrjar að koma inn í holu á lagmótum jarðvegar og botnurðar. Ekki mikið rennsli, frekar ákveðið seytli. |  | |
| 53.5 | 2 | | | | | |
| 53.0 | 2.5 | | | | | |
| 52.5 | 3 | | | | | |
| 52.0 | 3.5 | | | | | |
| 51.5 | 4 | | | | | |
| 51.0 | 4.5 | | | | | |
| 50.5 | 5 | | | | | |
| 50.0 | 5.5 | | | | | |
| 49.5 | 6 | | | | Botn í holu - Líklega mjög fastur jökulleir | Ekki hægt að krafsa lengra. Gengur mjög hægt í hverri skóflu og hrynur stöðugt niður í holu þegar reynt er að krafla niður í botninn. |
| 49.0 | | | | | | |

| Hóla nr. 26 | | <h1>HOLUSNIÐ</h1> | | |  | |
|---------------------------|-------------|---|---|-----------|---|--|
| Dagsetning: 30.06.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | <h2>SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL</h2> | | | | |
| Hnit holu: | 749863.438 | 527439.375 | h.y.s. 58.4m | Höfundur: | Björn Halldórsson | |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 58.5 | 0 | | Graslendi. Lækur u.b.b. 10-20m austan við holu | |  | |
| 58.0 | 0.5 | Skriðu- blandaður jarðvegur - finn | Jarðvegur. Mjög finefnaríkur jarðvegur. Lítið af steinum. Öskulög greinileg. Hægt að greina linsur/lög með aðeins auknu magni af steinum (<200mm). Heldur grófara við yfirborð (ca. efsti 0.5m). | |  | |
| 57.5 | 1 | | | | | |
| 57.0 | 1.5 | | | | | |
| 56.5 | 2 | Jökul- ruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög finefnarík og lítið af grjóti, algengasta steinastærð < 250mm. Heldur meira af steinum niður á um 5m dýpi. Þar fyrir neðan er mjög finefnaríkt efni og lítið af steinum. Botnurðin var nokkuð blaut. Klessist og klínist á hendur þegar fínni hlutinn er hnoðaður í hendi. Nokkuð auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmökstur er ekki sérstaklega stöðugur í haug. Efnið skíður til þegar því er mokað upp og rennur til í haugnum. Efnið þó mun þurrara en í holu 24 en heldur blautara en í holu 25. Óstöðugleiki bendir til þess að botnurðin sé nokkuð blaut og finefnarík. Leirinn varð fastari neðst í holunni. Tveir mjög stórir steinar komu upp úr jökulleirnum >1t. | 4.1 |  | |
| 56.0 | 2.5 | | | | | |
| 55.5 | 3 | | | | | |
| 55.0 | 3.5 | | | | | |
| 54.5 | 4 | | | | | |
| 54.0 | 4.5 | Botn í holu - ekki komið niður á fastan botn | Grafan gat ekki grafið dýpra (gat ekki teygt sig lengra niður). Ekki komið í fastan botn, ennþá verið að moka í finefnaríka botnurð. | | | |
| 53.5 | 5 | | | | | |
| 53.0 | 5.5 | | | | | |
| 52.5 | 6 | | | | | |
| 52.0 | 6.5 | | | | | |
| 51.5 | 7 | | | | | |

| Hóla nr. 25 | | HOLUSNIÐ | | |  | |
|---------------------------|-------------|---|---|--|--|-------------------|
| Dagsetning: 30.06.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL | | | | |
| Hnit holu: | | 749759.1 | 527393.8 | h.y.s. 55.3m | Höfundur: | Björn Halldórsson |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 55.5 | 0 | | Graslendi | |  | |
| 55.0 | 0.5 | | | | | |
| 54.5 | 1 | Jarðvegur | Jarðvegur. Mjög fínefnaríkur jarðvegur. Lítið af steinum. Öskulög greinileg. Hægt að greina þunnar linsur með aðeins auknu magni af steinum (< 150mm). Drengurður ca. 20m austan við holuna | |  | |
| 54.0 | 1.5 | | | 1.7 | | |
| 53.5 | 2 | | | | | |
| 53.0 | 2.5 | | | | | |
| 52.5 | 3 | | | | | |
| 52.0 | 3.5 | | | | | |
| 51.5 | 4 | Jökulruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög fínefnarík og lítið af grjóti, algengasta steinastærð < 250mm. Botnurðin var nokkuð blaut. Klessist og klínist á hendur þegar finni hlutinn er hnoðaður í hendi. Nokkuð auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmökstur er ekki sérstaklega stöðugur í haug. Efnið skíður til þegar því er mokað upp og rennur til í haugnum. Efnið þó mun þurrara en í holu 24. Óstöðugleiki bendir til þess að botnurðin sé nokkuð blaut og fínefnarík. Leirinn varð fastari neðst í holunni. | Vatn byrjar að koma inn í holu á lagmótum jarðvegar og botnurðar. Ekki mikið rennsli, frekar ákveðið seytli. |  | |
| 51.0 | 4.5 | | | | | |
| 50.5 | 5 | | | | | |
| 50.0 | 5.5 | | | | | |
| 49.5 | 6 | | | | | |
| 49.0 | | Botn í holu - Líklega mjög fastur jökulleir | Ekki hægt að krafsa lengra. Gengur mjög hægt í hverri skóflu og hrynur stöðugt niður í holu þegar reynt er að krafla niður í botninn. | | | |

| Hóla nr. 26 | | <h1>HOLUSNIÐ</h1> | | |  | |
|---------------------------|-------------|---|---|-----------|---|--|
| Dagsetning: 30.06.2014 | | | | | | |
| FRAMKVÆMD: | | <h2>SNJÓFLÓÐAVARNIR NESKAUPSTAÐ / NES- OG BAKKAGIL</h2> | | | | |
| Hnit holu: | 749863.438 | 527439.375 | h.y.s. 58.4m | Höfundur: | Björn Halldórsson | |
| HÆÐ (m.y.s) | DÝPI (m) | TÁKN | LÝSING | JARÐVATN | MYNDIR | |
| 58.5 | 0 | | Graslendi. Lækur u.b.b. 10-20m austan við holu | |  | |
| 58.0 | 0.5 | Skriðu- blandaður jarðvegur - finn | Jarðvegur. Mjög finefnaríkur jarðvegur. Lítið af steinum. Öskulög greinileg. Hægt að greina linsur/lög með aðeins auknu magni af steinum (<200mm). Heldur grófara við yfirborð (ca. efsti 0.5m). | |  | |
| 57.5 | 1 | | | | | |
| 57.0 | 1.5 | | | | | |
| 56.5 | 2 | Jökul- ruðningur | Jökulrænt set - botnurð. Mjög finefnarík og lítið af grjóti, algengasta steinastærð < 250mm. Heldur meira af steinum niður á um 5m dýpi. Þar fyrir neðan er mjög finefnaríkt efni og lítið af steinum. Botnurðin var nokkuð blaut. Klessist og klínist á hendur þegar fínni hlutinn er hnoðaður í hendi. Nokkuð auðvelt að kreista vatn út úr leirnum. Uppmökstur er ekki sérstaklega stöðugur í haug. Efnið skíður til þegar því er mokað upp og rennur til í haugnum. Efnið þó mun þurrara en í holu 24 en heldur blautara en í holu 25. Óstöðugleiki bendir til þess að botnurðin sé nokkuð blaut og finefnarík. Leirinn varð fastari neðst í holunni. Tveir mjög stórir steinar komu upp úr jökulleirnum >1t. | 4.1 |  | |
| 56.0 | 2.5 | | | | | |
| 55.5 | 3 | | | | | |
| 55.0 | 3.5 | | | | | |
| 54.5 | 4 | | | | | |
| 54.0 | 4.5 | Botn í holu - ekki komið niður á fastan botn | Grafan gat ekki grafið dýpra (gat ekki teygt sig lengra niður). Ekki komið í fastan botn, ennþá verið að moka í finefnaríka botnurð. | | | |
| 53.5 | 5 | | | | | |
| 53.0 | 5.5 | | | | | |
| 52.5 | 6 | | | | | |
| 52.0 | 6.5 | | | | | |
| 51.5 | 7 | | | | | |