

FLATEYRI - FRUMATHUGUN, ENDURSKOÐUN 2020 - DRÖG

MINNISBLAÐ

VERKNÚMÉR:	20060003	DAGS.:	2021-02-16
VERKHLUTI:	03	NR.:	ID 200651
HÖFUNDUR:	Kristín Martha Hákonardóttir	ÚTGÁFA	01
RÝNT AF:			
DREIFING:	Ofanflóðasjóður, Hafsteinn Pálsson		

Efni: Tillögur að forgangsröðun verkefna á Flateyri og mat á kostnaði

Að ósk Hafsteins Pálssonar, Ofanflóðasjóði, er í minnisblaðinu tekin saman verkefni á Flateyri sem unnt er að hefjast handa við í sumar og skila ótvíræðum árangri og kostnaður við þau metinn.

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit.....	1
Samantekt.....	1
1 Styrking húsa.....	2
2 Snjósöfnunargrindur á Eyrarfjalli.....	4
3 Víkkun skeringarrása við Innra-Bæjargilsgarð.....	7
4 Aðrar aðgerðir.....	9
4.1 Hækkun garðs undan Innra-Bæjargili.....	9
4.2 Keilur ofan varnargarða.....	10
4.3 Leiðigarður ofan hafnar.....	10
4.4 Hækkun þvergarðs milli leiðigarða.....	13
5 Verðmat varinna eigna.....	13

Samantekt

Í töflu 1 er yfirlit hugsanlegra aðgerða á Flateyri til þess að efla snjóflóðavarnir þar í ljósi yfirflæðis yfir garðana 15. janúar 2020. Aðgerðir sem taldar eru hafa ótvírætt gildi og eru ekki háðar annarri vinnu, s.s. umhverfismati eru:

- Styrkja gluggaop og dyraop í efstu húsum neðan varnargarða á Flateyri gegn álagi frá iðufaldi. Áætlaður kostnaður við að styrkja fimm hús: Um 25 MISK. Kostnaður við að verja tvö timburhús með steiptum vegg er gróflega metinn 20-30 MISK.
- Snjósöfnunargrindur á Eyrarfjalli: Settar verði upp tvær prófunarraðir, að lágmarki 100-150 m langar, hvor röð. Áætlaður kostnaður: Um 100 MISK og 2-4 MISK/ári í eftirfylgni.
- Víkkun skeringarrása. Kannaður var ávinningur af annars vegar víkkun skeringarrásar (allt að 150 þús. m³) neðan Innra-Bæjargils og hins vegar víkkun og dýpkun (um 270 þús. m³). Kostnaður er áætlaður 150 MISK við víkkun og mótun og 270 MISK við víkkun, dýpkun og mótun. Ávinningur er nokkur en viðbótarávinningur af dýpkun er takmarkaður.



Tafla 1 Yfirlit hugsanlegra aðgerða til þess að efla snjóflóðavarnir á Flateyri. Aðgerðunum er gefin einkunn til þess að unnt sé að leggja mat á virkni og hversu flókin tæknileg útfærsla þeirra er. Fleiri aðgerðir koma til greina, eins og útfærsla á grindum á garðstæði til þess að hægja á iðufaldi og vindbrjótur á fjallsbrún. Bæði atriðin gætu verið flókin í útfærslu.

Snjóflóð, áhrif: 1: Engin, 2: Nokkur/hugsanleg, 3: Ótvíræð

Jarðtækni, flækustig: 1: Illmögulegt, 2: Aukið, 3: Hefðbundið. Líklega nauðsynlegt að opna nýja bergnámu vegna þetta kjarna

Snjóflóð: 1-3			Jarðtækni: 1-3			Kostn. (MISK)	Athugasemdir
Iðufaldur	Þéttur kjarni	Flækjustig	Rúmmál (bús. m3)				
Innra-Bæjargil							
Hækkun garðs, 20m og bratti	1-2	3	3	100-150	700		Garður 20 m hár á neðstu 300 m. Efstu 10 m brattir eða eða endurhlaðinn brattur. Stöðugleikareikningar
Víkkun skeringarrásar	1	2	3	180	180		Víkkun neðri hluta rásar og halla breytt
Keilur, 10 m 5-9 stk.	2	3	2	40	100-200		Byggðar í bratta 10-25°. Útfæra skeringu ofan.
Milligarður/Þvergarður							
Hækkun, 15m og bratti	1-2	3	3	130	600		Garður endurhlaðinn. Fylling endurnýtt. Aðflutt fylling í kjarna
Skollavilft							
Stefna neðsta hluta	1	3	3	20-25			Úrslitaáhrif um hvort yfirfæði verði yfir neðstu 50 m garðsins, og í átt að Lýðháskólahúsum
Keilur, 10-12/15 m 5-7 stk.	2	3	2	40	150-200		Byggðar í bratta 20-25°. Klöpp hjálpar, auðvelt að byggja undirstöðu. Hliðarhalli => hugsanlega styrking á neðri hlið
Höfn							
Hafnargarður	1	3	2	80	400		Neðri helmingur byggður á landfyllingu (2000 og 20006) => skipta út efsta hluta fyllingar v. sigs. Gryfjur til að kanna jarðefni
Styrking efstu húsa							
	3	3	2	-	(4-10)x5 MISK		Á ekki að vera flókið en hefur ekki verið gert áður, svo vaxta verkir. Gluggar, dyraop, þakkantur (steypþakplata). Efstu hús í forgangi. Ekki alveg ljóst hversu langt niður í byggð rétt er að fara
Snjósöfnunargrindur uppi á fjalli							
5m háar, 1000-2000 m	1-3	1-3	3	-	400-800		Draga úr verulega úr snjósöfnun í upptakasvæði => tíðni flóða minnkar. Prófun sker úr um virkni en virkni reiknast skv. hefðbundinni aðferðafræði
Tilraun, 2 x 120 m	1	1	3	-	80		
Annað							
Veggögn í gegnum Sk.hv.garð	1-3	3	2		-		Veggöng grafin inn í sjávar kamb. Fara í gegnum Skollagarð

1 Styrking húsa

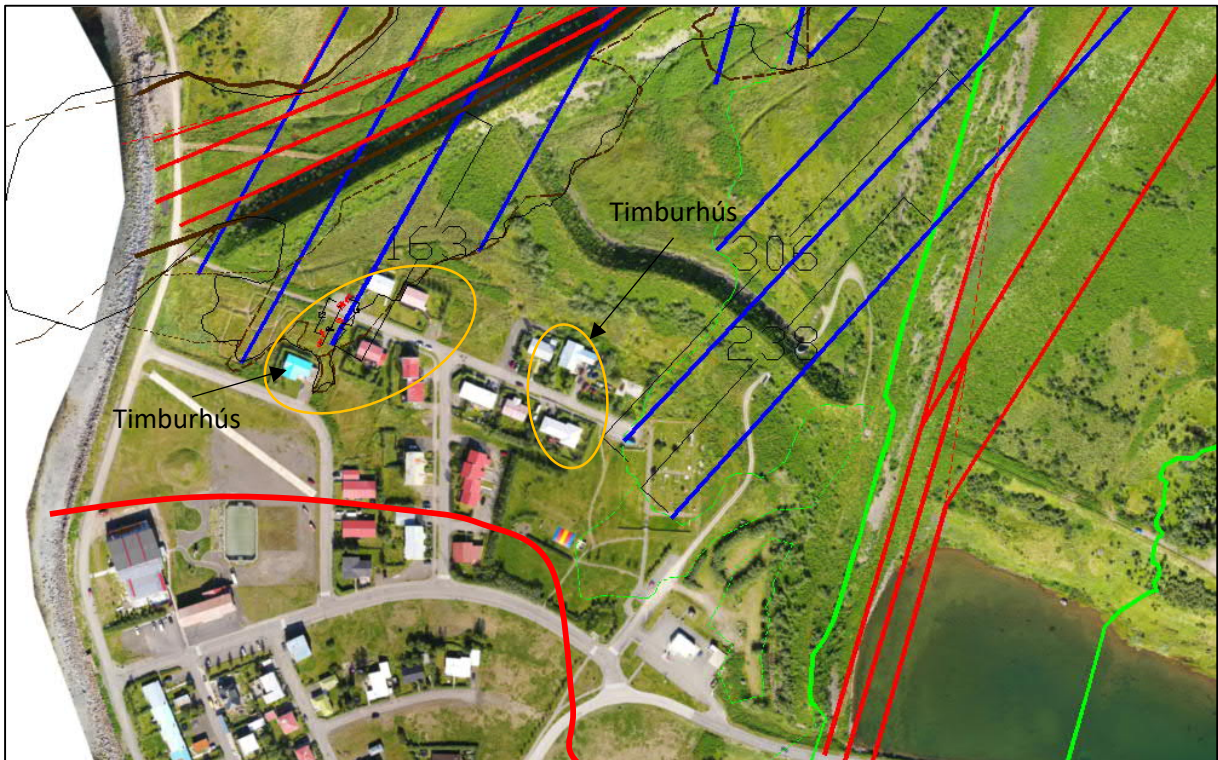
Styrking glugga og dyraopa er talin fullnægjandi í steypum húsum, þar sem þakplata er steyp, til þess að styrkja hús gagnvart álagi frá iðufaldi neðan varnargarða.

Heildarframkvæmd: Styrkja öll hús á hættusvæði C (27 íbúðir sem sumar eru í fjölbýlishúsum með hlutfallslega færri gluggum en einbýlishús).

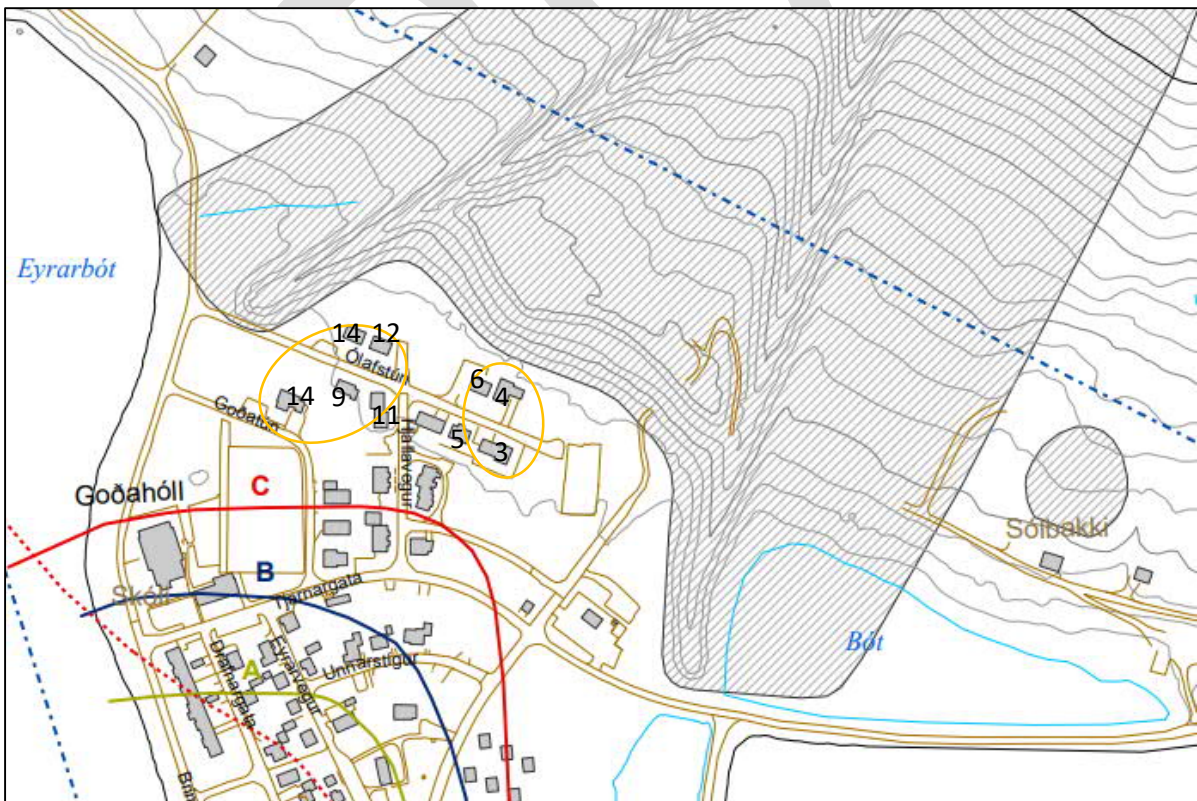
Hlutaframkvæmd til skoðunar: Styrkja sjö hús (sex einbýlishús og eitt fjölbýlishús) sem liggja næst varnargörðunum og þeim svæðum sem flæddi yfir garðinn 2020, sjá Mynd 1 og minnisblað Kára Steinars (2021) um umfang styrkinga.

Áætlaður kostnaður við hlutaframkvæmd (fimm hús): Um 20-30 MISK eða um 5 MISK/hús.

Áætlaður viðbótarkostnaður (tvö timburhús): Um 20-30 MISK.



Mynd 1 Útlínur flóða 15. janúar 2020 og áætluð stefna flóðfalds yfir garða. Lagt er til að styrkja flóðhliðar húsa innan gulra hringja. Jafnáhættulína C sýnd á teikningunni.



Mynd 2 Drög að hættumatskorti á Flateyri dagsett desember 2020.



Tilvísanir

Kári Steinar Karlsson. 2021. *Styrkingar efstu húsa á Flateyri skoðaðar nánar*. Minnisblað nr. ID 200778. Verkís 2021-02-15.

Bráðabirgðahættumat Veðurstofu Íslands fyrir Flateyri, frá því í desember 2020.

2 Snjósöfnunargrindur á Eyrarfjalli

Uppsetning tilraunar með snjósöfnunargrindur á Eyrarfjalli byggir á tillögum Skúla Þórðarsonar, Vegsýn en snjósöfnunargrindur eru talin eina færa leiðin til þess að hafa áhrif á myndun þúðursnjóflóða með þróuðum iðufaldi í upptakasvæðum snjóflóða á Flateyri. Tilgangur snjósöfnunargrinda er að draga úr snjómagni inn á upptakasvæði snjóflóða í innra-Bæjargili og í Skollahvilft. Útreikningar benda til þess að draga megi verulega úr snjósöfnun inn í upptakasvæðin fyrstu vetrarmánuðina þrjá: nóvember, desember og janúar. Eftir það er líklegt að snjósöfnunargrindur séu fullar.

Tillögur að uppsetningu prófunar á Eyrarfjalli með tvær 120 m langar raðir af 5 m háum snjósöfnunargrindum, eða lægri ef álag reiknast of hátt. Lagt er til að fylgst verði með virkni grindanna í 1-3 vetur og á grundvelli þeirrar tilraunar tekin ákvörðun um uppsetningu varanlegra grinda.

Prófun felst í:

1: Reglubundnum mælingum á snjódýpt hlémegin girðinga, strax í kjölfar mikil skafrennings á Eyrarfjalli. Mælingar má framkvæma t.d. með hjálp vefmyndavélar eða dróna, þar sem byggt er á aflestri af stikum sem settar hafa verið upp fyrir fram, hlémegin grinda. Gert er ráð fyrir 3 lidarmæling/vetri eða 1xlidarmæling og 2xdrónamyndataka: Um 0,5-1 MISK/flug: 1,5-3 MISK/vetur.

2: Túlkun mælinga með hliðsjón af veðurmælingum.

Lagt er til að sett verði upp vefmyndavél til þess að auðvelda gagnasöfnun og veðurstöð¹ sem mæli vindhraða, vindátt og úrkomu? Hún er hlutfallslega ódýr og einfaldar túlkun gagna verulega. Þannig má af meira öruggi túlka eldri mælingar í veðurstöðvum á Flateyri (sett upp 1997) og á Þverfjalli (sett upp 1990).

Áætlaður kostnaður:

Hönnun, jarðkönnun, útboð: Um 5 MISK.

Efniskaup og uppsetning: Um 100 MISK.

Annar kostnaður:

Optískur úrkomumælir og vindhraðamælir.

Mælistikur hlémegin við snjósöfnunargrindur.

Áætlaður heildarkostnaður um 5 MISK.

Eftirfylgni könnunar:

Lidarmælingar af sköflum. Kostnaður um 0,5-1 MISK/flug eða 1-3 MISK/ár.

Greining gagna: 50 klst./ár eða um 1 MISK/ári.

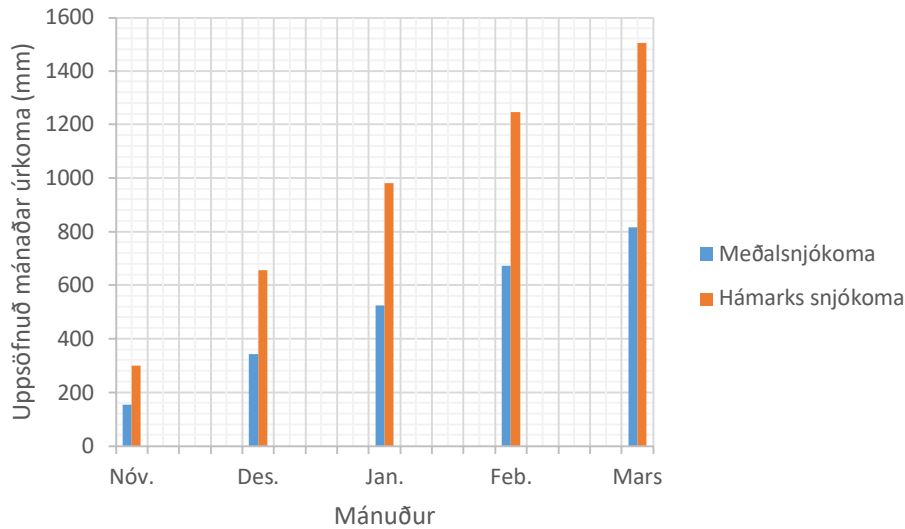
¹ Í upptakasvæðum Innra-Bæjargils og Miðstrandagils hefur verið komið fyrir snjódýptarmælum. Möstrin má hugsanlega nýta til uppsetningar vindhraðamæla.



Mynd 3 Dæmi um uppstillingu tveggja, 5 m hárra grindaraða á Eyrarfjalli, þvert á NA-ANA átt. Rauðar línur sýna 120 m langar prófunargrindur. Áhrifasvæði grinda (skaflamyndunarsvæði) er skyggt.



Mynd 4 2x120 m langar raðir af snjósöfnunargrindum á Brellum, Patreksfirði. Mælistikur sjást í sköflum.



Mynd 5 Reiknuð uppsöfnuð vetrarsnjókoma á Eyrarfjalli (gögn: Guðrún Nína Petersen, 2021)

Tilvísanir

Skúli Þórðarson. 2021. *Eyrarfjall ofan Flateyrar. Athugun á forsendum fyrir snjósöfnunargirðingum til þess að draga úr snjóflóðahættu.* Minnisblað. Vegsýn, 2021-02-14.

Guðrún Nína Petersen. 2021. *Vetrarúrkoma á Eyrarfjalli samkvæmt ICRA endurgreiningunni.* Greinargerð GNP/2021-01, Veðurstofa Íslands.

Kristín Martha Hákonardóttir. 2021. *Skafrenningsáttir á Þverfjalli og veðuraðdrandi í snjóflóðum 1995, 1999, 2000 og 2020.* Minnisblað nr. 200427, Verkís, 11. febrúar 2021.

Hallgrímur Örn Arngrímsson. 2016. *Jarðkönnun vegna snjósöfnunargirðinga.* Minnisblað nr. 0575. Verkís 18. október 2016.

Hrafnkell Már Stefánsson. 2016. *Snjósöfnunargrindur ofan byggðar á Patreksfirði. Tilhögun uppsetningar og áætlaður kostnaður.* Minnisblað Vekís dagsett 2016-10-26, nr. MB-0578.

Hrafnkell Már Stefánsson. 2015. *Snjósöfnunargrindur fyrir íslenskar aðstæður.* Minnisblað Verkís dagsett 2015-0615, nr. 0445.

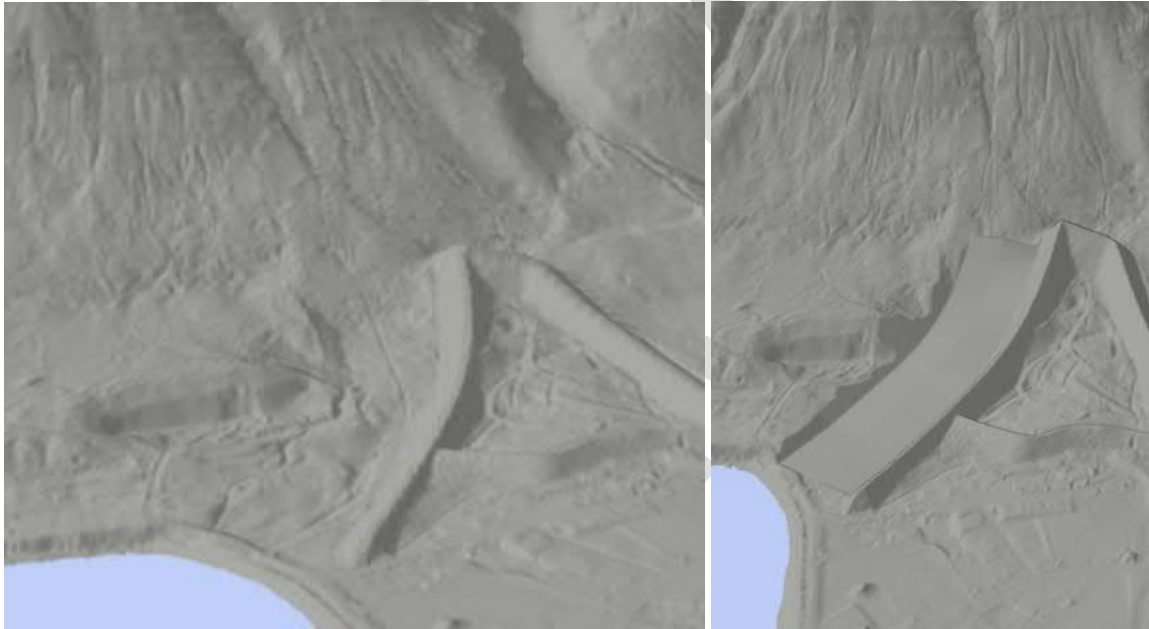


3 Víkkun skeringarrása við Innra-Bæjargilsgarð

Kannaður var ávinningur af því að 1) víkka (skeringarmagn allt að 150 þús. m³) og 2) víkka og dýpka (skeringarmagn um 270 þús. m³) flóðrás niður með Innra-Bæjargilsgarði. Sérstaklega við þrengingu um miðbik garðsins, sjá Mynd 6. Reiknilíkön sýna nokkra aukningu í virkni við neðsta hluta varnargarðsins gagnvart snjóflóðum, sjá Mynd 8 og Mynd 9. Tiltölulega lítil umframvirkni fæst með því að dýpka rásina til viðbótar um 1 m en gröftur stóreykst.

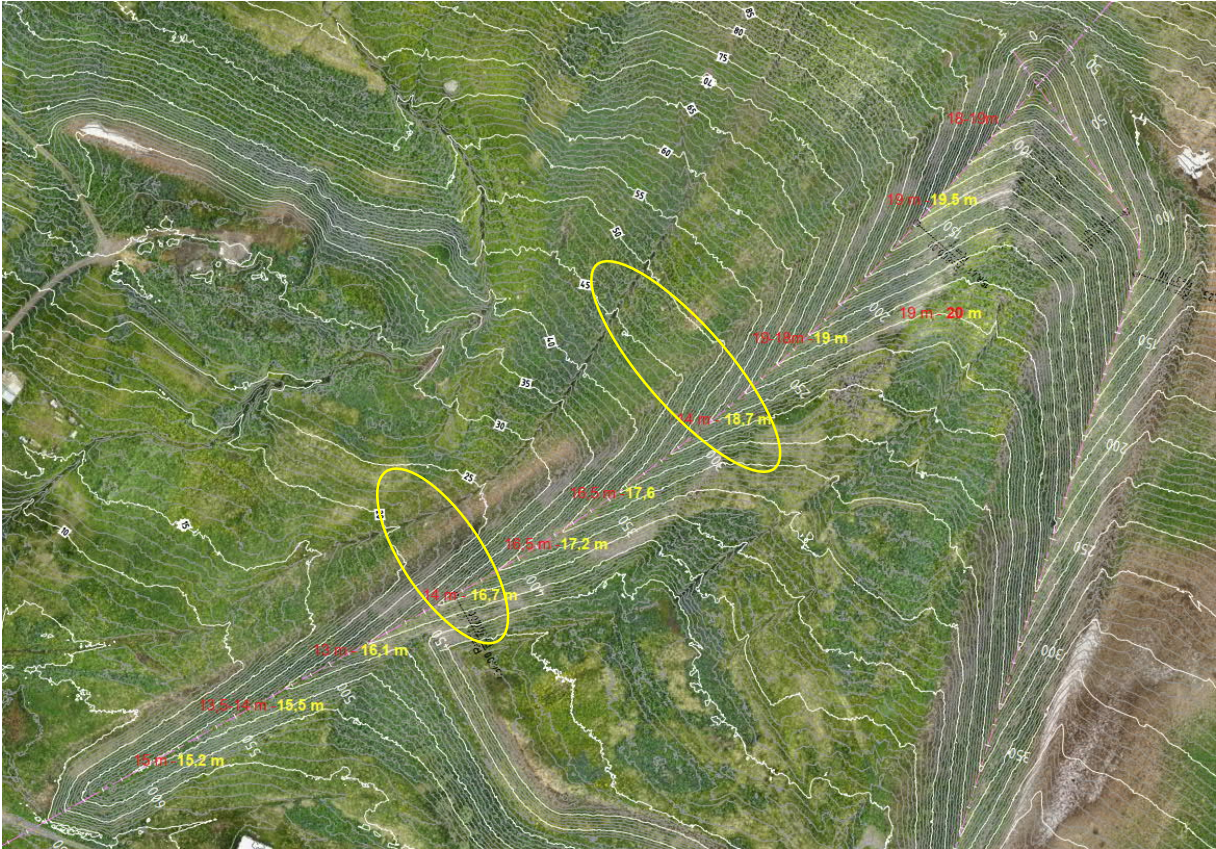
Við samanburð á mælingum og hönnun leiðigarðanna kom í ljós að skeringarrásir eru á köflum 1 til 5 m hærri en lagt var upp með við hönnun. Þar með er varnargildi garðsins í dag, ekki það sem reiknað var með við hönnun. Almennt munar um 1 m á hönnunarhæð og núverandi hæð, sjá Mynd 7. Með dýpkun og víkkun skeringarrásar má leiðrétta þetta. Framkvæmd sem þessi ætti ekki að vera háð mati á umhverfisáhrifum a.m.k. meðan skeringar eru innan við 150 þús. m³. Hins vegar er hún fyrirspurnarskyld, sem er 4 vikna ferli hjá Skipulagsstofnun.²

Gróflega áætlaður kostnaður við 1) víkkun rásar en litla dýpkun: Um 150 MISK. Miðað er við mokstur á bíl og að efni sé lagt af nálægt mokstursstað. Ekki er gert ráð fyrir fleygun. Verð miðast við nýleg verk á svæðinu.



Mynd 6 Landlíkan af varnargarði undir Innra-Bæjargili. Á myndinni til hægri hefur víðari flóðrás verið úfærð. Magn skeringa um 150 þús. m³

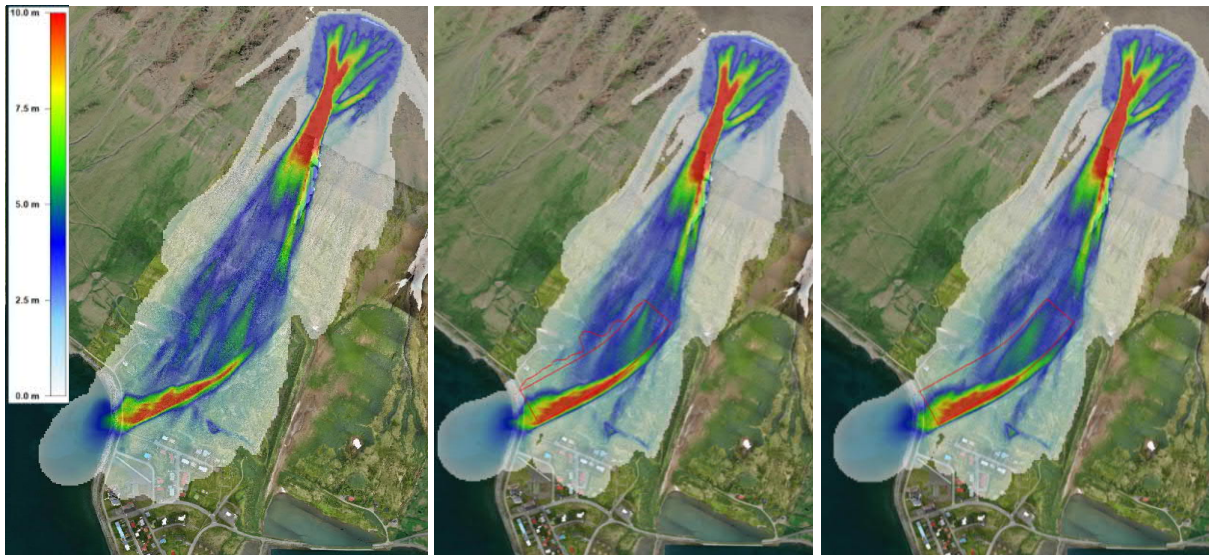
² Í lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000: Varnargarðar í þéttbýli undir tl. 11.16 í 1. viðauka sem er B-flokkur og fyrirspurnarskyld (sama og í eldri lögum bara annað nr.). Efnistakan er matskyld ef hún fer yfir 150.000 m³ (eða 50.000 m²), þ.e. flokkur A skv. tl. 2.03. Svo er liður 13.01 sem segir að allar breytingar eða viðbætur við framkvæmdir í flokki A (matsskylda) lendi í flokki A þegar breytingin eða viðbótin sjálf fer yfir viðmið fyrir flokk A. Þannig að strangt tiltekið matskyld ef magnið er yfir 150.000 m³.



Mynd 7 Hæðarlínur í garða teiknaðar skv. lidar mælingum 2009 og 2020. Rauðar tölur eru raunhæð garða á hverjum stað yfir skeringarrás en gular tölur eru hönnunarhæðir. Tveir staðir skera sig úr, þar sem garðar eru 3-5 m lægri en skv. hönnunargögnum (sjá gula hringi)



Mynd 8 Líkanhermun af 150 þús. m³ snjóflóði. Mesta flóðdýpt í farvegi sýnd. Til vinstri: Núverandi fyrirkomulag, miðja: Víkkun flóðrásar. Til hægri: Víkkun og dýpkun rásar

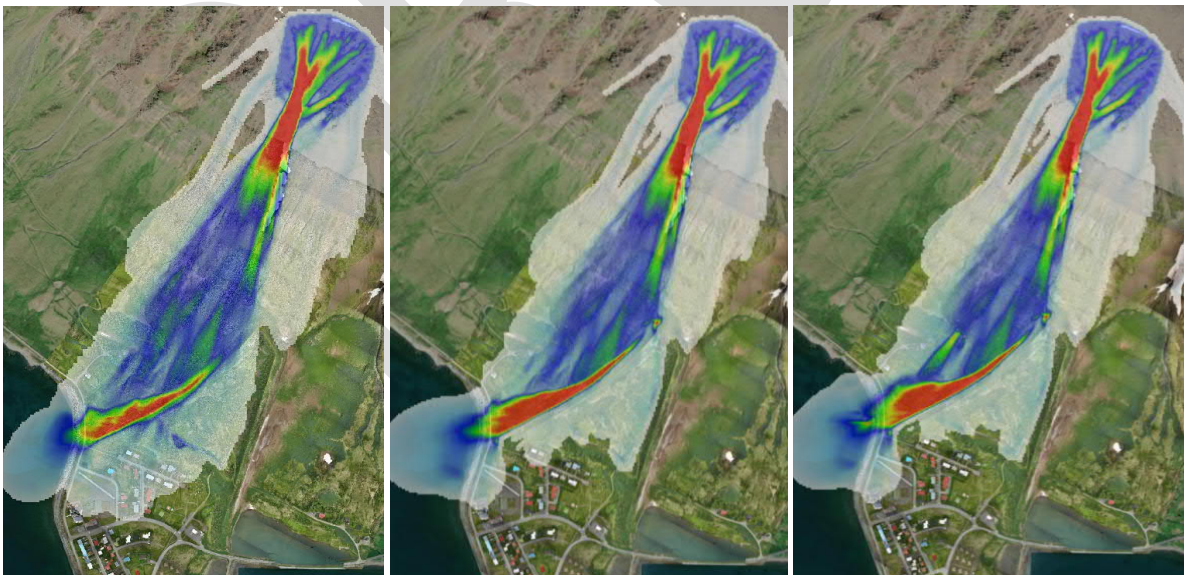


Mynd 9 Líkanhermanir af 230 þús. m³ snjóflóð. Mesta flóðdýpt í farvegi sýnd. Til vinstri: Núverandi fyrirkomulag, miðja: Víkkun flóðrásar. Til hægri: Víkkun og dýpkun rásar

4 Aðrar aðgerðir

4.1 Hækkun garðs undan Innra-Bæjargili

Ávinningur af hækkun varnargarðs upp í 20 m undan Innra-Bæjargili var kannaður með reiknilíkönun og útreikningum skv. evrópskum hönnunarforsendum. Bæði útreikningar og reiknilíkön sýna fram á eindreginn ávinning af slíku. Líkönin ná ekki að herma mun á bröttum garði og garði með jarðvegshalla, því má búast við enn meiri virkni leiðigarðsins verði hann byggður upp brattur. Það sama á við um þvergarðinn (15 m hár).



Mynd 10 Líkanhermanir af 230 þús. m³ snjóflóð. Mesta flóðdýpt í farvegi sýnd. Í vinstri: Núverandi garðar. Fyrir miðju: hærri garður án breytinga á skeringarrás. Til hægri: hærri leiðigarður, víð skeringarrás og hærri þvergarður

Tilvísanir

Tómas Jóhannesson, Peter Gauer, Dieter Issler og Karstein Lied. 2009. *The design of avalanche protection dams. Recent practical & theoretical developments*. EUR 2333.



4.2 Keilur ofan varnargarða

Tilgangur með bröttum keilum ofan varnargarða er tvíþættur:

1. Auka virkni garða gagnvart þéttum kjarna með því að drepa orku í þétta kjarnanum, skv. samevrópskum hönnunarforsendum.
2. Brjóta upp þéttan kjarna púðursnjóflóða, ofan við garðana til þess að iðufaldur taki að dvína um 200 m ofan við varnargarðana, þ.a. úr álagi vegna iðufalds neðan varnargarðanna dragi (áhrifasvæði iðufalds neðan garða styttest). Almennt virðist iðufaldur dvína á um 300-500 m vegalengd, háð snjóalögum og lofthita. Iðufaldur neðan Skollahvilftar dvínaði á um 300 m neðan garðsins og neðan Innra-Bæjargils á um 150 m. Langmest voru áhrif á mannvirki upp við garðana en minnkuðu niður dvínunarsvæðið. Greining á virkni keilna til þess að takmarka útbreiðslu iðufalds hefur ekki verið unnin í heiminum en til þess þyrfti líklega prófanir í raunskala. Mælingar á iðufaldi hafa farið fram síðustu ár og samtal við fremstu vísindamenn á þessu sviði hefur átt sér stað til þess að túlka yfirflæði yfir Flateyrargarðana (Verkís, 2001).



Mynd 11 Drög að uppröðun keilna ofan varnargarða. Útlínur snjóflóðanna 15. Janúar 2020 eru sýndar með appelsínugulum og grænum línum. Rauðar línur sýna stefnu þétts kjarna og bláar línur áætlaða stefnu iðufalds

Tilvísanir

Tómas Jóhannesson, Peter Gauer, Dieter Issler og Karstein Lied. 2009. *The design of avalanche protection dams. Recent practical & theoretical developments*. EUR 2333.

Verkís. 2021. *Flateyri, rannsóknir á yfirflæði. Iðufaldur og mælingar og túlkun á SLF*. Minnisblað nr. 192516. Verkís 2021-01-22.

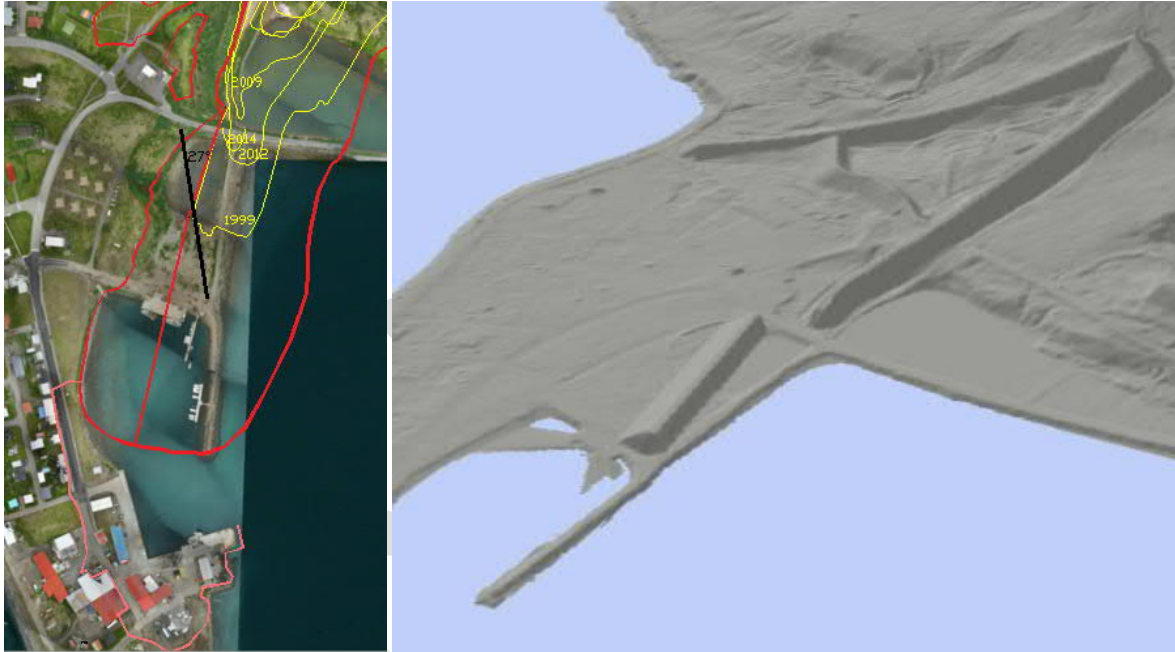
4.3 Leiðigarður ofan hafnar

Lagt er til að reisa um 15 m háan, brattan varnargarð ofan hafnarinnar. Garðurinn mun verja hafnarsvæðið og líklega fækka atvinnu og íbúðarhúsum á hættusvæðum B og C við höfnina. Til þess að það sé mögulegt þarf að líkindum að skipta um efni á landfyllingu undir garðinum. Lagt er til að fyrstu skref felist í jarðkönnun á svæðinu og mati á nauðsynlegum aðgerðum til þess að koma í veg fyrir sig í undirstöðum garðs.

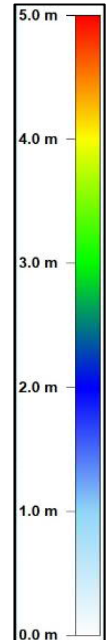


Garðurinn mun alfarið sitja á fyllingu, sem fyllt hefur verið upp síðan fyrir 1985, sjá Mynd 14. Líklegt er að fínefnarík botnleðja sé um 2-3 m þykk. Skipta þyrfti henni út þar sem hættu er á umtalsverðu sigi í slíku efni og að garðurinn skríði undan sér. Yfir höfnina flæðir við hæstu sjávarstöðu.

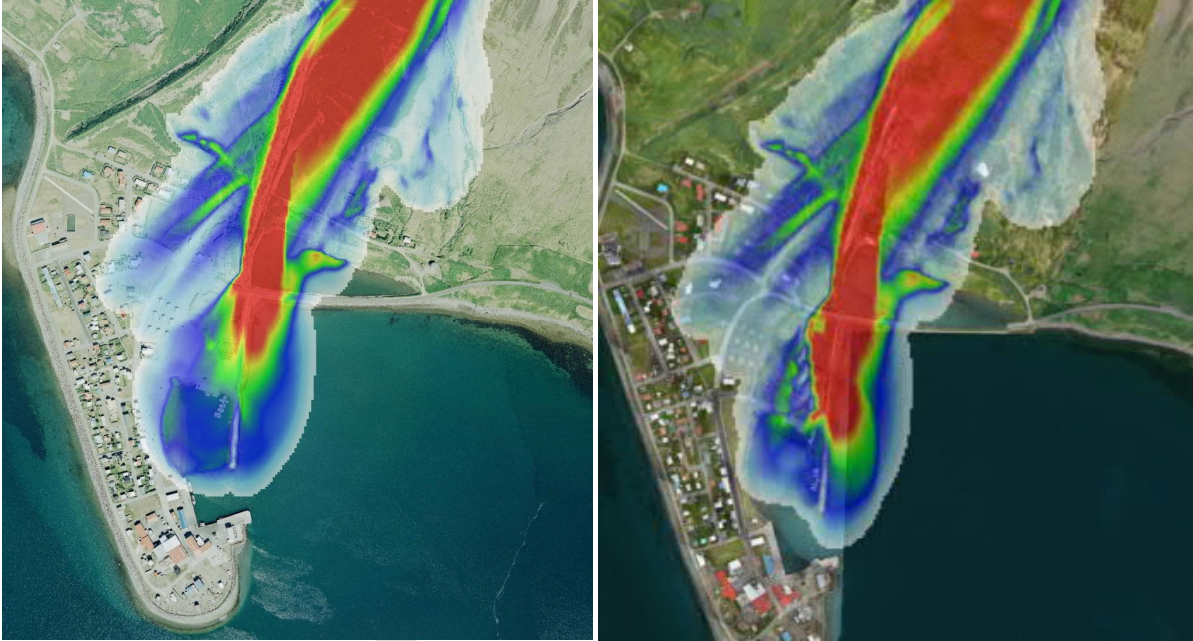
Rúmmál fyllingar í garðinn er um 80 þús. m³. Skeringar við garðinn verða engar en efnisskipti þurfa að fara fram í hluta landfyllingar. Líklega þarf ekki að fara fram umhverfismat vegna framkvæmdarinnar, heldur nægir að leggja fram matsskyldufyrirspurn ef horft er til garðsins sem sjálfstæðs verkefnis.³



Mynd 12 Tillaga að staðsetningu snjóflóðavarnargarðs til þess að verja höfn



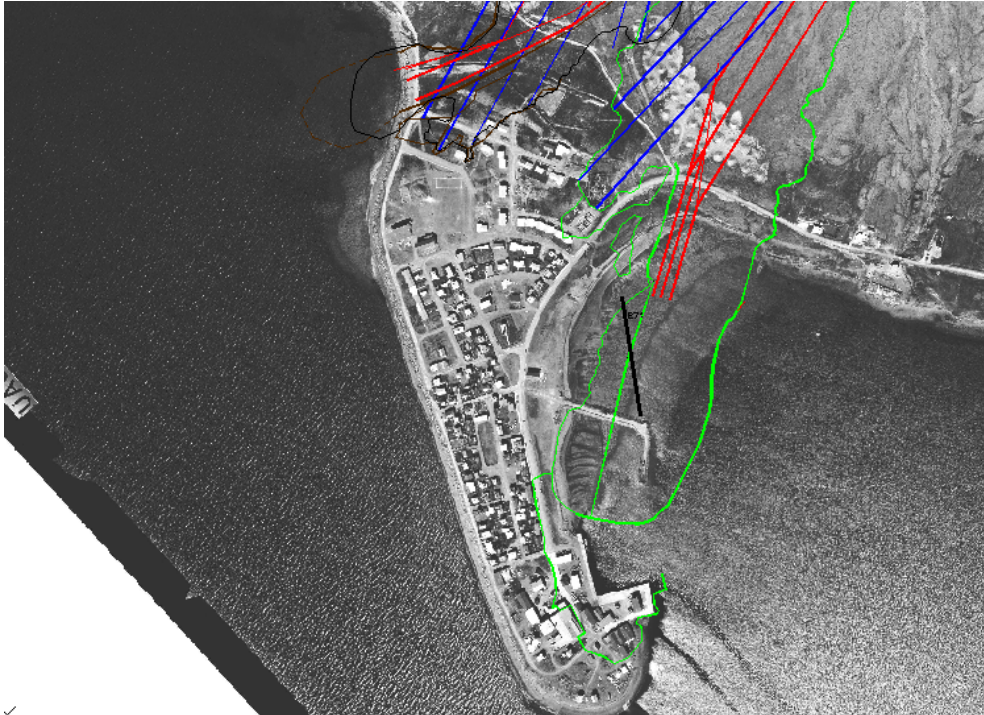
³ Í lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000: Varnargarðar í þéttbýli undir tl. 11.16 í 1. viðauka sem er B-flokkur og fyrirspurnarskylt (sama og í eldri lögum bara annað nr.). Efnistakan er matsskyld ef hún fer yfir 150.000 m³ (eða 50.000 m²), þ.e. flokkur A skv. tl. 2.03. Svo er liður 13.01 sem segir að allar breytingar eða viðbætur við framkvæmdir í flokki A (matsskylda) lendi í flokki A þegar breytingin eða viðbótin sjálf fer yfir viðmið fyrir flokk A.



Mynd 13 Líkankeyrslur sem sýna mestu þykkt í snjóflóða sem lendir á varnargörðum á Flateyri. Snjódýpt á upptakasvæði í líkankeyrslu er 3 m



Mynd 14 Þróun hafnarinnar: Myndir frá 1996, 1988 og 1981. Loftmyndir



Mynd 15 Tillaga að staðsetningu varnargarðs ofan hafnar (svört lína) lögð ofan á loftmynd frá 1981. Loftmyndir

4.4 Hækkun þvergarðs milli leiðigarða

Í vinnslu.

5 Verðmat varinna eigna

Í töflu 2 er verðmat íbúða og atvinnuhúsnaðis á hættusvæðum B og C á Flateyri.

Tafla 2 Verðmat íbúðar og atvinnuhúsnaðis innan hættusvæða B og C á Flateyri

Íbúðarhús Hættusvæði	Fjöldi íbúða (stk.)	Fasteignamat 2021 (MISK)	Brunabótamat (MISK)
C	27	264	991
B	13	132	511
Samtals	40	396	1502

Atvinnuh. Hættusvæði	Fjöldi íbúða (stk.)	Fasteignamat 2021 (MISK)	Brunabótamat (MISK)
C	8	56	298
B	23	330	1985
Samtals	31	386	2284

-þar af skóli, íþróttahús og sundlaug

