



FJARÐABYGGÐ

# OFANFLÓÐAVARNIR Á ESKIFIRÐI

FRUMATHUGUN FYRIR FARVEGI  
BLEIKSÁR, GRJÓTÁR,  
LAMBEYRARÁR, LJÓSÁR OG  
HLÍÐARENDAÁR



FEBRÚAR 2003

1 HÖNNUN

 LANDSLAG  
LANDSLAGSARKITEKTARFÍLA

Már Erlingsson  
Framkvæmdasýslan  
Borgartúni 7  
105 Reykjavík

TILV. YÐAR

BRÉF YÐAR

TILV. VOR

DAGS.

17.2.2003

31FJ/51??/T6J

7.4.2003

Varðar: Drög að frumathugun ofanflóðavarna á Eskifirði

Veðurstofan hefur yfirfarið drög að frumathugun Verkfræðistofunnar Hönnunar hf. á ofanflóðavörnum fyrir Eskifjörð. Varnirnar sem lagðar eru til eru í samræmi við álit Veðurstofunnar og stofnunin er í aðalatriðum sátt við tæknilega útfærslu varnanna. Rétt er að benda á nokkur atriði sem endurbæta má í lokafrágangi frumathugunarinnar.

1. Á bls. 7 er rétt að fram komi að markmið aðgerðanna sem lagðar eru til sé að verja öll íbúðarhús á Eskifirði sem eru á hættusvæði C skv. hættumati. Einnig er æskilegt að skýrt komi fram að aðgerðirnar muni að mati hönnuða draga nægilega úr áhættu íbúa að ekkert íbúðarhús verði á hættusvæði C eftir að varnarvirkin hafa verið reist.
2. Á bls. 2 er sagt að snjóflóðahætta sé ekki talin ógna núverandi byggð á Eskifirði. Þetta er ekki í fullu samræmi við hættumat fyrir staðinn og þarf að umorða. Einnig er rétt að huga að málsgrein um sama efni á bls. 17.
3. Skoðanir sérfræðinga Hönnunar hf. og NGI sem unnu að frumathuguninni á stærð aftakaflóða og nauðsynlegri stærð varnarvirkJa féllu ekki að fullu saman. Rétt er að skýra aðeins nánar mismunandi sjónarmið þessara aðila og hvernig ákveðið hefur verið að taka á þessu atriði í frumathuguninni.
4. Hönnun hf. notar reiknilíkan til þess að reikna rennsli og hraða krapaflóða eftir farvegum niður í gegnum byggðina. Æskilegt væri að sýna stuttu máli í viðauka á hvaða forsendum reiknilíkan þetta byggist og vísa til þessa viðauka á viðeigandi stað í meginmáli.
5. Hámarksrennsli krapaflóða skv. töflu 4 á bls. 17 er að mati Veðurstofunnar of lágt miðað við heildarrúmmál flóðanna. Rétt er að huga betur að þessum tölum og breyta þeim ef ástæða þykir til.
6. Vatnsflóðin 1935 urðu í september en ekki í júní eins og stendur á bls. 4 í skýrslunni.

Fyrir hönd veðurstofustjóra,

Tómas Jóhannesson

Afrit sent:

Guðmundi Bjarnasyni, bæjarstjóra Fjarðabyggð

Friðbergi Stefánssyni, Hönnun hf.

Smára Þorvaldssyni, Umhverfissráðuneyti

1	MAT Á OFANFLÓÐAHÆTTU .....	3
1.1	STADHÆTTIR OG VEÐURFAR .....	3
1.2	OFANFLÓÐASAGA .....	4
1.3	TÍÐNI OFANFLÓÐA .....	5
1.4	MAT Á ÁHÆTTU VEGNA OFANFLÓÐA .....	6
2	HÖNNUNARFORSENDUR.....	8
2.1	AÐSTÆÐUR Á UPPTAKASVÆÐUM OG FARVEGUM FLÓÐA .....	8
2.2	UMFANG OG EÐLI HÖNNUNARFLÓÐA .....	16
2.3	FORSENDUR HÖNNUNAR.....	17
3	TILLÖGUR AÐ AÐGERÐUM.....	19
3.1	VARNARKOSTIR .....	19
3.2	TILLÖGUR.....	20
3.3	EFNISTAKA .....	22
3.4	ÖRYGGI AÐGERÐA .....	22
3.5	VIÐHALD FARVEGA .....	23
4	MÓTVÆGISAÐGERÐIR.....	24
4.1	MARKMIÐ.....	24
4.2	LANDMÓTUN.....	24
4.2.1	LEIÐIGARÐAR .....	24
4.2.2	DÝPKAÐIR FARVEGIR.....	24
4.2.3	STÍGAR .....	24
4.2.4	RÆKTUN .....	24
4.2.5	YFIRBORÐSFRÁGANGUR OG UPPGRÆÐSLA .....	25
4.2.6	TRJÁRÆKT .....	25
4.2.7	ÁBENDINGAR VEGNA JARÐVINNU .....	25
4.2.8	LEIÐIGARÐUR OFAN VIÐ KIRKJU .....	26
4.3	SKIPULAGSBREYTINGAR.....	26
5	KOSTNAÐARÁÆTLUN.....	27
6	HEIMILDIR OG ÍTAREFNI.....	28
7	VIÐAUKAR.....	29
7.1	TÖFLUR OG LÍNURIT .....	29
7.2	LJÓSMYNDIR .....	44
7.3	ÚTVÍKKUN VARNARAÐGERÐA .....	51
7.4	REIKNILÍKÖN.....	63

## INNGANGUR

HÖNNUN HF. var í byrjun nóvember 2002 falin gerð frumathugunar að ofanflóðavörnum fyrir Eskifjörð. Um er að ræða 5 svæði samkvæmt hættumatskorti sem Hættumatsnefnd Fjarðabyggðar lagði fram í apríllök 2002 og Bæjarstjórn Fjarðabyggðar samþykkti þann 16. september 2002. Svæði þessi afmarkast af farvegum ána Bleiksá, Grjótá, Lambeyrará, Ljósá og Hlíðarendaá og næsta nágrenni þeirra. Ofanflóð á þessum svæðum einkennast nær eingöngu af vatns-, aur- og krapaflóðum. Með snjóflóðalíkönnum hefur verið sýnt fram á að viss snjóflóðahætta geti verið til staðar en hún er ekki talin ógna núverandi byggð að því marki að þörf sé á sérstökum varnaraðgerðum. Skipulag nýrrar byggðar utan hættusvæðis tekur þó mið af hættumatinu.

HÖNNUN fékk Norges Geotekniske Institutt, NGI, til liðs við sig til að meta áhrif krapaflóða og Landslag ehf. til að móta tillögur að mótvægisáðgerðum og breytingum á skipulagi svæða umhverfis varnarvirki.

Af hálfu HÖNNUNAR hafa Friðberg Stefánsson verkfræðingur, Matthías Loftsson jarðfræðingur, Jórunn Halldórsdóttir verkfræðingur og Einar Júlíusson verkfræðingur unnið að verkinu. Af hálfu NGI hefur Erik Hestnes landfræðingur verið í forsvari með Steinar Bakkehøi og Frode Sandersen sér til fulltingis. Þráinn Hauksson landslagsarkitekt hefur verið fulltrúi Landslags ehf. varðandi landmótun og mótvægisáðgerðir.

Hjalti Sigurðsson snjóflóðaeftirlitsmaður á Eskifirði hefur með mikilvægu framlagi sínu stuðlað að framgangi verksins. Ennfremur hefur Guðmundur H. Sigfússon forstöðumaður umhverfismálasviðs Fjarðabyggðar aðstoðað við gagnaöflun.

Framkvæmdasýsla ríkisins kom fram sem fulltrúi verkkaupa undir stjórn Más Erlingssonar verkfræðings.

Kort og uppdrættir sem vísað er til í greinargerðinni eru í sérstöku hefti, UPPDRÆTTIR, ásamt viðeigandi teikningaskrá. Heimildir skv. kafla 6 HEIMILDIR OG ÍTAREFNI eru tilgreindar með [ ] í texta.

Niðurstöður ofanflóðavarna frá HÖNNUN og NGI, varðandi krapaflóð, féllu ekki alltaf fyllilega saman þar sem tillögur NGI ganga í vissum tilvikum lengra en þær sem HÖNNUN komst að niðurstöðu um. Tillögur um varnaraðgerðir sem lagðar eru fram ganga því stundum lengra en reiknislegar niðurstöður frá HÖNNUN gefa tilefni til og er þar komið að nokkru til móts við tillögur NGI. Greint er frá hugmyndum um útvíkkun varnaraðgerða í viðauka 7.3.

# 1 MAT Á OFANFLÓÐAHÆTTU

## 1.1 STADHÆTTIR OG VEÐURFAR

Eskifjörður gengur norðvestur úr Reyðarfirði, girtur fjöllum. Sunnan fjarðarins gnæfir Hólmatindur um 1000 m hár, en að norðanverðu ofan byggðarinnar eru innst Harðskafi, Ófeigsfjall og Hólmgærðarfjall yst. Milli Ófeigsfjalls og Hólmgærðarfjalls er aflíðandi dalur, Lambeyrardalur.

Við norðanverðan Eskifjörð stendur samnefnt byggðarlag, Eskifjörður. Meginhluti byggðarinnar liggur með ströndinni á um 2 km löngu svæði og nánast frá sjávarmáli og upp í u.þ.b. 30 - 40 m y.s. Byggð hefur verið í Eskifirði frá landnámi, en var strjál í upphafi. Upp úr 1800 stækkaði byggðin, en Eskifjörður varð löggiltur verslunarstaður 1786 og samfelld verslun hefur verið þar frá 1798. Íbúar eru í dag um 960.

Hlíðin upp frá byggðinni er nokkuð jafnt hallandi með um 30-35 % halla upp í 300 til 350 m y.s. Þar ofar er landhalli heldur minni uns komið er að snarbröttum skriðum og klettabeltum fjallanna þar sem þau rísa hæst.

Ofan byggðarinnar er hlíðin að mestu hulin lausum jarðlögum, aðallega jökulruðningi og jarðvegi þar yfir. Jökulruðningurinn er sennilega leifar jaðarurðar jökuls þess sem mótaði dalinn inn af Eskifirði á ísöld. Jökulurðin er þunn í hlíðunum innfjarðar en þykkar mjög utar og framan við Lambeyrardal, þar sem hliðarjökull hefur mætt skriðjökli út Eskifjörð.

Hlíðin er skorin af misvíðum og misdjúpum lækjar- og árfarvegum. Í þeim farvegum sem víðastir og dýpstir eru sér víða í stallaðan berggrunninn undir, sem samanstandur aðallega af þykkum stafla misþykkra basaltlaga með kargalögum og setlögum á milli svo sem algengt er víðast hvar á þessu svæði. Aldur bergs er talinn vera 10 til 15 milljónir ára.

Þær ár sem einkum móta hlíðina ofan við byggðina eru, í réttri röð frá fjarðarbotni og út fjörðinn, Bleiksá, Grjótá, Lambeyrará, Ljósá og Hlíðarendaá. Bleiksá er þeirra vatnsmest, en Hlíðarendaá vatnsminnst. Vatnasvið Bleiksár er um 4,3 km<sup>2</sup>, Grjótár um 2,3 km<sup>2</sup>, Lambeyrarár um 1,7 km<sup>2</sup>, Ljósár um 1,7 km<sup>2</sup> og Hlíðarendaár um 1,0 km<sup>2</sup>.

Byggðin stendur að hluta á aurkeilum þeim sem þessar ár hafa myndað þar sem þær falla í fjörðinn. Þó að rennsli í þessum ám sé að jafnaði lítið getur úrkoma og snjóbráð á fjallendinu ofan byggðarinnar breytt litlum læk í stórflyót. Um það eru til sögulegar heimildir og ummerki um vatnavexti í ánum sjást víða í farvegum þar sem urð og stórgrýti liggur neðan við klettastalla í ánum.

Nálægð við sjó og bratt fjallendi hefur mikil áhrif á veðurfar á Eskifirði. Meðalárshiti er nálægt 4°C og meðalúrkoma um 1300 mm (mælt á Kollaleiru í

Reyðarfirði). Úrkoma fellur í öllum mánuðum árs, en mest er hún að jafnaði á haustin. Þá er úrkoma til fjalla oft margfalt meiri en mælist á láglendi. Mesta sólarhringsúrkoma á mælistöðvum í nágrenni Eskifjarðar er um 200 mm, mælt á Dalatanga. Rétt er að geta þess að úrkoma í nóvember 2002 reyndist óvenju mikil, eða nálægt 1000 mm.

## 1.2 OFANFLÓÐASAGA

Saga ofanflóða hefur verið rakin hartnær tvær aldir aftur í tímann, en fyrir það vantar upplýsingar. Ofanflóð hafa án efa mörg fallið fyrr, en þar sem byggð var þá strjál og flóð ekki valdið miklum usla hefur ekki þótt ástæða að skrá þá atburði. Frásagnir eru m.a. til um eftirtalda atburði:

- Snemma á nítjándu öld eyðilagðist vatnsmylla við Grjótá í “stórhlaupi”, en ekki greint frá hvort um aur- eða krapaflóð var að ræða.
- Í nóvember árið 1849 féll krapaflóð úr Grjótá á bæinn Klofa við ána og fórust 3 í því flóði.
- Árið 1904 fyllti krapaflóð í Lambeyrará íbúðarhús sýslumannsins og olli skemmdum.
- Í mars 1919 féllu flóð í Grjótá og utan Hlíðarendaár á útihús við Grjótá og íbúðarhús í byggingu við Hlíðarendaá. Hús skemmdust og búfé drapst. Talið er að um krapaflóð hafi verið að ræða
- Sumarið 1930 skemmdi vatnsflóð í Grjótá fisk og fiskhjalla.
- Í september 1935 urðu vatnsflóð og aurskriður í mörgum farvegum á Eskifirði.
- Í júní 1940 flæddu flestir farvegir á Eskifirði og varð tjón á húsum og öðrum mannvirkjum.
- Í janúar 1942 fórust tveir breskir hermenn í aurflóði, að því er talið var, í dalnum vestan byggðarinnar (utan hættumetins svæðis).
- Í ágúst 1946 flæddu margir farvegir og ollu flóð í Grjótá, Lambeyrará og Ljósá skemmdum á mannvirkjum, Mynd 1.
- Í ágúst 1950 olli flóð í Grjótá skemmdum á götum og mannvirkjum.
- Haustið 1959 ollu vatnavextir í Bleiksá skemmdum á brúnni yfir ána.
- Í október 1972 féllu aurflóð í farvegum og ollu skemmdum á mannvirkjum.
- Í september 1981 féll aurskriða úr Lambeyrará og olli skemmdum á mannvirkjum. Magn aurs sem féll innan byggðarinnar var áætlað 700 – 1200 m<sup>3</sup>.
- Árið 1998 féll aurflóð milli Lambeyrarár og Ljósár.



**Mynd 1** Engar mælingar eru til um stæð ofanflóða sem fallið hafa á svæðinu, utan áætlaðs magns í flóði 1981. Af myndum má þó ætla að í flóðinu 1946 hafi jafnvel meira magn aurs fallið en 1981.

### 1.3 TÍÐNI OFANFLÓÐA

Samkvæmt ofangreindu má reikna með að vatns-, aur- eða krapaflóð úr árfarvegum á Eskifirði, sem valdið geta skemmdum á mannvirkjum, verði að jafnaði á 5 til 10 ára fresti. Þess á milli geta fallið flóð sem valda ekki skemmdum en geta tafið umferð um bæinn. Að jafnaði fyllast ofanvatnsræsi og flæðir yfir vegi ár hvert í leysingum eða stórrigningum.

Í hættumati [4] hefur verið reiknað hugsanlegt magn rennslis um árnar miðað við 100 ára endurkomutíma stórúrkomu. Þar kemur fram að rennslis í Bleiksá getur orðið um  $42 \text{ m}^3/\text{s}$ , Grjótá  $24 \text{ m}^3/\text{s}$ , Lambeyrará  $19 \text{ m}^3/\text{s}$ , Ljósá  $17 \text{ m}^3/\text{s}$  og Hlíðarendaá um  $11 \text{ m}^3/\text{s}$ . Við þetta vatnsmagn getur mjög mikill aur borist niður farvegina og núverandi farvegir rúma það engan vegin.



## 1.4 MAT Á ÁHÆTTU VEGNA OFANFLÓÐA

Forsendur hættumats ákvarðast af lögum 49/1997 og reglugerð 505/2000. Í reglugerðinni er áhætta skilgreind sem:

*“Mælikvarði sem tekur til þess hve líklegt er að atburður eigi sér stað og þess hversu víðtækar og afdrifaríkar afleiðingar eru”.*

Við mat á áhættu er gengið út frá svokallaðri staðaráhættu sem fær eftirfarandi skilgreiningu skv. reglugerðinni:

*“Árlegar dánarlíkur einstaklings af völdum ofanflóða ef dvalið er öllum stundum í óstyrktu einbýlishúsi”*

Við framsetningu hættumatsins eru dregnar jafnáhættulínur sem afmarka þrjú svæði með mismunandi áhættu, sjá uppdraetti X003-X005. Hættusvæði þessi hafa eftirfarandi skilgreiningu:

- Hættusvæði A: Staðaráhætta á bilinu 0,3-1,0 af 10.000 á ári.
- Hættusvæði B: Staðaráhætta á bilinu 1,0-3,0 af 10.000 á ári.
- Hættusvæði C: Staðaráhætta er meiri en 3,0 af 10.000 á ári.

Hættumatskort fyrir Eskifjörð er lagt fram af Hættumatsnefnd Fjarðabyggðar ásamt viðeigandi greinargerð [1].

Þær fasteignir sem falla að hluta eða öllu leyti innan marka hættusvæðis C, Tafla 1, eða snerta hættumatslínuna, eru:

Farvegur	Fasteign	Notkun
Grjótá	Bleiksárhlíð 67	Íbúðarhúsnæði
"	Bleiksárhlíð 67A	Íbúðarhúsnæði
"	Bleiksárhlíð 69	Íbúðarhúsnæði
"	Bleiksárhlíð 62	Íbúðarhúsnæði
"	Strandgata 37	Bílskúr
"	Grjótárvegur	Bílskúrar (x3)
"	Strandgata 36	Atvinnuhúsnæði
"	Rafstöð við Grjótárveg	Atvinnuhúsnæði
Lambeyrará	Túngata 13	Íbúðar- og atvinnuhúsnæði
"	Túngata 16	Íbúðarhúsnæði
"	Kirkjustígur 7	Íbúðarhúsnæði
"	Strandgata 45	Bílskúr

## OFANFLÓÐAVARNIR Á ESKIFIRÐI

"	Strandgata 48	Atvinnuhúsnæði
"	Lambeyrarbraut 2	Íbúðarhúsnæði
"	Lambeyrarbraut 1	Íbúðarhúsnæði
"	Botnabraut 3	Íbúðarhúsnæði
Ljósá	Strandgata 75C	Atvinnuhúsnæði
"	Steinholtsgvegur 2	Íbúðarhúsnæði
"	Strandgata 72	Íbúðarhúsnæði
Hlíðarendaá	Strandgata 78	Atvinnuhúsnæði
"	Strandgata 81	Íbúðarhúsnæði
"	Smiðjustígur 2	Bílskúr
"	Smiðjustígur 4	Bílskúr
"	Svínaskálahlíð 1	Íbúðarhúsnæði

**Tafla 1 Fasteignir á Eskifirði á hættusvæði C eða við markalínur þess.**

Vegna endurmetinnar hættu á aftaka krapaflóðum er enn fremur talin ástæða til að meta eftirtaldar fasteignir, Tafla 2, á hættusvæði B til jafns við þær sem er að finna á hættusvæði C:

Grjótá	Túngata 1	Íbúðarhúsnæði
"	Grjótárgata 6	Íbúðarhúsnæði
"	Bakkastígur 2	Íbúðarhúsnæði
"	Bakkastígur 1	Íbúðarhúsnæði

**Tafla 2 Fasteignir á Eskifirði sem verða fyrir sérstökum áhrifum krapaflóða.**

Markmiðið með aðgerðunum sem hér eru lagðar til er að hættusvæði C minnki þannig að ekkert íbúðarhúsnæði á Eskifirði verði á hættusvæði C eftir að varnavirki hafa verið reist og hættumat endurskoðað. Einnig er stefnt að því að minnka hættusvæði B og A eftir því sem aðstæður leyfa og hagkvæmt þykir. Þrátt fyrir að varnavirki dragi mikið úr áhættu vegna ofanflóða munu hættusvæði B og A áfram ná til stórs hluta byggðarinnar eftir að varnavirki hafa verið reist. Nauðsynlegt er að draga úr þeirri hættu með eftirliti og viðbúnaði þegar hætta er talin á ofanflóðum.

## 2 HÖNNUNARFORSENDUR

### 2.1 AÐSTÆÐUR Á UPPTAKASVÆÐUM OG FARVEGUM FLÓÐA

Veðurstofan hefur gert landmótunarkort [4] af hliðinni ofan við Eskifjörð og þá einkum af farvegum og nágrenni ána. Á því kemur fram að framan við ármynni Bleiksár, Grjótár og Lambeyrarár eru allmiklar aurkeilur, en minni aurkeilur framan við Ljósá og Hlíðarendaá. Efni í þessum aurkeilum er ættað úr jökulruðningskriðum við farvegina, sem einkum eru áberandi miklar við Grjótá og Lambeyrará og hliðarfarvegi þeirra.

Sem fyrr segir er berggrunnur í hliðinni ofan byggðarinnar stöllóttur, svo sem sjá má í farvegum ána. Á brúnum stalla er berg þvegið og án lausefna, en algengt er að farvegir víkki neðan við þá og þar liggur mikið magn af grjóti sem skolast hefur niður farvegina í fyrri flóðum.

Þá er víða lausefni í bökkum sem fellur ofan í farvegina. Þetta á einkum við um Grjótá og Lambeyrará. Við efri hluta Grjótár og farvegi austan hennar liggur þykkur jökulruðningur, en í bökkum Bleiksár er mun minna af lausu efni og jökulruðningur liggur hærra í hliðinni.

Samkvæmt upplýsingum heimamanna er oft mikil snjósöfnum í farvegum ána. Snjó skefur ofan í farvegina og sest þar fyrir, en áin sér um að halda opinni rás þar undir þannig að alltaf er rennsli um farvegina yfir vetrarmánuðina. Þá eru oft mikil snjóalög í Lambeyrardal.

Vettvangsathuganir voru gerðar á svæðinu. Gengið var upp farvegina og aðstæður kannaðar og er lausleg staðarlýsing árfarvega eftirfarandi:

Bleiksá: Stöllóttur berggrunnur er greinilegur þar sem áin hefur skolað mestu af lausum efnunum ofan af klöppinni. Farvegur er mun breiðari en þyrfti að vera fyrir venjulegt vatnsflæði um farveginn, sem er vísbending um að áður hafi flætt mun meira vatn niður farveginn og skolað efni af víðu svæði niður hliðina, Mynd 2 og Mynd 3.

Þá er í farvegum sums staðar stórgryti sem borist hefur fram í flóðum, en aurkeilur neðan við stalla í farveginum eru sums staðar nokkuð grónar sem og urðarsvæði ofar í farveginum. Þetta bendir til að langt sé um liðið síðan efnið barst niður, Mynd 2 og Mynd 5.



**Mynd 2** Bleiksárhlið séð frá þjóðvegi. Kirkjan vinstra megin við veglinu. Stöllótt bergið kemur vel í ljós í farvegi Bleiksár. Breiður farvegur gæti verið vísbending um mikinn vatnsflaum niður hliðina.



**Mynd 3** Vel gróið er víða neðan við stalla í farvegi Bleiksár sem er vísbending um að áin hafi færst til og ekki alltaf verið í þeim farvegi sem hún er nú.



Mynd 4 Stór núinn steinn í grónum farvegi Bleiksár sem að líkindum hefur borist niður með vatnsflaumi. Steinninn er hugsanlega fyrirstaða sem ýtti undir tilfærslu farvegar.



Mynd 5 Breiður farvegur Bleiksár ofan við 400 m y.s. þar sem land er flatara.

Grjótá : Áin fellur ofan af hásléttu í um 400 – 600 m hæð niður að byggðinni um stöllóttan farveg. Í neðri hluta farvegar ofan byggðarinnar rennur hún á klöpp, en ofan til liggur mikill lausmassi meðfram henni. Hliðar eru brattar og litla aukningu

þarf á rennsli til að efni úr bökkum falli ofan í farveginn og skolist áfram niður ána, Mynd 6, Mynd 7 og Mynd 8.



**Mynd 6** Mikill grjótframburður í farvegi Grjótár sem borist hefur niður með aur- og vatnsflóðum í ánni.



**Mynd 7** Viða liggur mikið af grjóti í farvegi árinna sem bíður þess að skolest lengra niður eftir. Á myndinni rennur áin á klöpp.



Mynd 8 Botn farvegar efri hluta árinna er þakinn grjóti sem getur borist niður farveginum í flóðum.



Mynd 9 Í Lambeyrará er mikill grjótframburður eins og í Grjótá.

Lambeyrará : Sama á við um Lambeyrará og Grjótá. Í neðri hluta farvegar ofan byggðarinnar rennur áin á klöpp, en ofan til liggur mikill lausmassi meðfram ánni og í árfarveginum sem bíður þess að skolast áfram niður ána, Mynd 9, Mynd 10 og Mynd 11



**Mynd 10** Mikill grjótframburður sem stöðvast hefur í farvegi árinna rétt ofan við byggðina beinir nú rennsli að vinstri bakka árinna (horft upp ána) og veldur talsverðu rofi úr bakkanum.



**Mynd 11** Rétt ofan við byggðina liggur víða mikið af grjóti í farvegi árinna sem bíður þess að skolast lengra niður farveginn. Áin rennur á klöpp.

Ljósá og Hlíðarendaa : Aðstæður eru að nokkru öðru vísi en við fyrrgreinda árfarvegi. Árnar falla ofan af hásléttu í um 400 – 600 m hæð eins og Grjótá og Lambeyrará, en



## OFANFLÓÐAVARNIR Á ESKIFIRÐI

renna fram sléttlendi í um 150 m hæð áður en þær falla niður í bæinn. Framan við ármynni ofan við neðri sléttuna eru aurkeilur, Mynd 12 og Mynd 13.

Fyrir neðan sléttuna rennur Ljósáin einnig í tiltölulega bröttum farvegum. Lausmassi er meðfram henni og í árfarveginum er efni sem býður þess að skolast áfram niður ána, Mynd 14 og Mynd 15. Hugsanlegt aurburðarmagn sem getur borist niður í bæinn er þó mun minna en um farveg Grjótár og Lambeyrarár.



**Mynd 12** Ljósá, aurkeila neðan við gil þar sem áin fellur fram á sléttlendi ofan byggðarinnar.



**Mynd 13** Sléttlendi ofan við Norðfjarðarveg þar sem aurframburður hefur stöðvast. Sléttlendið dregur mjög úr hættu á að aur- og krapflóð geti borist áfram niður að byggðinni.



Mynd 14 Rof úr bökkum Ljósár.



Mynd 15 Framburður sem stöðvast hefur við stíflumannvirki í Ljósá.

## 2.2 UMFANG OG EÐLI HÖNNUNARFLÓÐA

### VATNSFLÓÐ

Ofanflóð í formi vatns-, aur- og krapaflóða hafa verið athuguð fyrir Bleiksá, Grjótá, Lambeyrará, Ljósá og Hlíðarendaá. Stærð flóða vegna aftakaúrkomu hefur verið metin af Veðurstofunni [6] m.t.t. 100 ára endurkomutíma. Gerð hefur verið enn frekari greining á slíkum flóðum miðað við mismunandi endurkomutíma, Tafla 3 (sjá einnig viðauka bls. 29)

			Endurkomutími [ár]					
			50	100	200	300	500	1000
Bleiksá	Tími [mín]	19	<b>38,8</b>	<b>42,4</b>	<b>46,2</b>	<b>48,4</b>	<b>51,2</b>	<b>54,8</b>
Grjótá		17	<b>21,8</b>	<b>23,8</b>	<b>25,9</b>	<b>27,1</b>	<b>28,6</b>	<b>30,6</b>
Lamb.á		19	<b>17,0</b>	<b>18,7</b>	<b>20,3</b>	<b>21,2</b>	<b>22,3</b>	<b>24,0</b>
Ljósá		19	<b>15,3</b>	<b>16,8</b>	<b>18,3</b>	<b>19,1</b>	<b>20,2</b>	<b>21,7</b>
Hlíðar.á		19	<b>9,7</b>	<b>10,6</b>	<b>11,5</b>	<b>12,0</b>	<b>12,7</b>	<b>13,6</b>

Tafla 3 Hámarks rennsli.

### AURFLÓÐ

Aurflóð, eða framburður lausra jarðefna í aftaka vatnsflóðum, geta átt sér stað með ýmsum hætti. Vatnsflaumur getur rífið með sér laus jarðefni af botni farvegjar og skriður geta runnið fram í farveg og borist þaðan með ánni. Nokkuð víða má sjá, á litlum svæðum í farvegum, laus jarðefni sem safnast hafa upp í talsverðu magni og bíða þess að aftaka flóð hrífi þau með sér. Umfang og magn aurburðar í flóðum hefur verið metið að nokkru af Veðurstofunni [4]. Þessu til viðbótar hafa frekari vettvangsskoðanir leitt í ljós og staðfest að umtalsvert magn af lausum jarðefnum er til staðar í og við farvegi ánnar sem auðveldlega gæti borist niður í byggð í aftaka flóðum. Með hliðsjón af fyrri athugnum [4], vettvangsskoðunum og ætlaðri dreifingu aurs í stærstu aurflóðum fyrri alda hefur magn til viðmiðunar verið áætlað í hönnunarforsendum, Tafla 4. Líklegt magn aurs í einstökum atburðum er hins vegar talið mun minna. Gert er ráð fyrir að meginhluti finefna skolist burtu úr framburði sem fer um farvegi. Hins vegar er fyrir hendi hætta á að stærri steinar geti stíflað farvegi og valdið yfirfyllingu.

### KRAPAFLÓÐ

Krapaflóð er sú gerð flóða sem talin er ákvarðandi fyrir umfang varnaraðgerða. Um er að ræða flóðbylgju sem varir í tiltölulega skamman tíma ( 2-10 mín ) og samanstendur af býsna umfangmiklum framenda (flóðtoppi) sem getur, í vissum tilvikum, orðið talsvert stærri en meðal hámarksrennsli. Upptakastaðir krapaflóða [5]

eru ýmist í dældum og votlendum svæðum á afrennslissvæði viðkomandi ár eða í snjófylltum farvegum. Rennslisfræðilega haga krapaflóð sér með svipuðum hætti og vatnsflóð. Munur getur þó verið talsverður á rúmþyngd og seigju (viskositet) sem ræður miklu um greiningu rennlishraða og flutningsgetu farvega. Ennfremur hefur tilvist krapans umtalsverð áhrif á ákvörðun þrýstihæðar út úr krapafylltu flatlendi og umfangs rennslisþversniðs. Nauðsynleg flutningsgeta farvega hefur verið metin m.t.t. krapaflóða, Tafla 4 (Hámarks rennsli). Alla jafna er hér um að ræða talsvert meira rennsli en það sem vænta má fyrir vatnsflóð. Þar kemur m.a. til mikið umfang á framenda flóðsins. Gera verður ráð fyrir nokkrum aurframburði samfara krapaflóðum þar sem flutningsgeta þessara flóða getur orðið meiri en annarra. Ennfremur hafa allar stefnubreytingar flóða og fyrirstöður veruleg áhrif á áhlaðanda og þar með umfang varnaraðgerða. Í töflunni er einnig greint frá hámarks reiknislegri flutningsgetu farvega við varnarvirki að því tilskildu að engin aursöfnun eða fyrirstaða af öðru tagi takmarki hana. Þessi munur á hámarksrennsli og flutningsgetu endurspeglar að nokkru aðlögun endanlegrar tilhögunar varnarvirkja að mismunandi niðurstöðum HÖNNUNAR og NGI.

	Vatnsflóð	Aurflóð	Krapaflóð		Flutningsgeta farvega við varnarvirki
			Hámarks rennsli	Heildar magn krapaflóða	
	m <sup>3</sup> /sek	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /sek	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /sek
Bleiksá	<b>54,8</b>	<b>5.000</b>	220	150.000	300
Grjótá	<b>30,6</b>	<b>5.000</b>	180	50.000	500
Lambeyrará	<b>24,0</b>	<b>3.500</b>	100	40.000	150
Ljósá	<b>21,7</b>	<b>800</b>	60	50.000	150
Hlíðarendaá	<b>13,6</b>	<b>500</b>	60	20.000	150

**Tafla 4 Umfang hönnunarflóða (hámark).**

Rennslisraði flóða í ofangreindum farvegum hefur verið greindur m.t.t. upptaka í krapafylltu flatlendi og/eða farvegnum sjálfum (sjá viðauka 7.1).

### SNJÓFLÓÐ

Reiknislegar vísbendingar eru fyrir hendi um möguleg snjóflóð úr fjallinu Harðskafa sem hugsanlega gætu fallið nálægt byggð vestan við Bleiksá. Flóð af þessu tagi geta orðið ógnun við núverandi byggð á svæðinu en flest bendir frekar til þess að slík ofanflóð stöðvist fljótlega a.m.k. ofan við 300 m y.s.

## 2.3 FORSENDUR HÖNNUNAR

Fyrirliggjandi hættumat (sjá Uppdrætti) er meðal megin forsendna hönnunar. Í samræmi við það er lagt mat á að bæta og tryggja öryggi á viðeigandi hættusvæðum með aðgerðum sem taka mið af kostnaðarlegri hagkvæmni og tæknilega traustum

lausnum. Við mat á kostnaðarlegri hagkvæmni eru tekin til athugunar öll tiltæk ráð sem telja má til varnarkosta. Heildarkostnaður við mismunandi samsetningu varnarkosta er metinn til samanburðar við uppkaup á fasteignum innan hættusvæðis.

Tæknilegar hönnunarforsendur ráðast að verulegu leyti af ákvörðuðu hámarks rennsli í farvegum ásamt hámarks magni krupa og aurburðar í flóðum. Hámarksrennsli er ein af megin forsendum ákvörðunar á rennslisraða í farvegum þar sem tillit er tekið til forms, hryfis, langhalla og planlegu. Tekið er tillit til áhlaðanda rennslis í beygjum og viðeigandi ráðstafanir gerðar til mótvægis.

Við endanlega ákvörðun á umfangi varnaraðgerða er ennfremur tekið tillit til ofanflóðasögu svæðisins, jarðfræðilegra ummerkja á hættumatssvæðinu ásamt farvegum og upptakasvæðum ofanflóða. Þar má m.a. telja eðli og umfang aurkeilna, stöðugleika farvega, rof og kornastærðardreifingu aurburðar (grjóts) í flóðum, frá fjalli til sjávar. Stærðardreifing grjóts eftir farvegi og nágrenni hans segir talsvert um afl flóðanna, þ.e.a.s. hver flutningsgetan er.

## 3 TILLÖGUR AÐ AÐGERÐUM

### 3.1 VARNARKOSTIR

#### VATNSFLÓÐ

Helstu varnaraðgerðir felast í lagfæringum á farvegum sem geta falist í leiðigörðum, stoðveggjum, dýpkun og breikkun farvega, að breyta langhalla, breyta þverhalla, auka yfirhæð í beygjum og fjarlægja hindranir sem hafa neikvæð áhrif á rennsli í farveginum.

#### AUR- OG VATNSFLÓÐ

Einkum er hægt að taka á móti aurflóðum með tvennum hætti. Algengt er að aurflóð séu látin fara um setþrær sem skilja að framburð og vatn, hleypa vatnsflaumnum áfram en skilja framburðinn eftir í þrónni. Gæta þarf sérstaklega að formun yfirfalls í slíkum þróum m.t.t. krapaflóða. Ennfremur er hægt að hanna farveg með þeim hætti að sá hluti væntanlegra aurflóða sem ekki skolast til sjávar rúmist í farvegi án hættu á yfirfyllingu. Mikilvægt er að farvegir séu sem mest lausir við hindranir sem geti skapað hættu á uppsöfnun framburðar og yfirfyllingu farvegar. Í slíkum tilvikum getur flóð orðið stjórnlaust og aðrar aðgerðir vegna þeirra marklausar.

#### KRAPAFLÓÐ

Æskilegast er að stýra krapaflóðum stystu leið til móttökustaðar sem getur ýmist verið stórt vatnsfall, stöðuvatn, sjór eða þurrt flatlendi. Einnig er hugsanlegt að “sprengja” upp krapaflóð með leiðigörðum og straumbrijótum, einkum þar sem hægt er að fá krapa til að setjast á flatlendi. Í vissum tilvikum getur reynst ógerlegt að samræma gerð setþróa hegðun krapaflóða. Hættuástand getur skapað þegar setþrær yfirfyllast og renna þarf á yfirfalli, sé yfirfallið ekki rétt formað.

Ljóst er að umfang krapaflóða getur verið ráðandi fyrir stærðarákvörðun varnaraðgerða, s.s. dýpt farvega, hæð leiðigarða og nauðsynlegt rennslisflatarmál farvega undir götur og vegi.

Æskilegri opnun farvega undir götur og vegi verður ekki alltaf við komið vegna staðbundinna aðstæðna. Í slíkum tilvikum þarf að gera ráð fyrir að flóð geti farið að einhverju leyti upp úr farvegi án þess þó að taka hættulegum stefnubreytingum.

Hægt er að hindra eða draga verulega úr hættu á krapaflóðum með þéttri gróðursetningu á efsta upptakasvæði og eins langt niður eftir flóðfarvegi og nauðsynlegt er talið, allt eftir staðbundnum aðstæðum.

Til almennra varnaraðgerða gagnvart öllum gerðum ofanflóða má telja rýmingu, styrkingu eða uppkaup húsa.

## 3.2 TILLÖGUR

Í neðangreindum tillögum er almenn lýsing á varnaraðgerðum ásamt megindráttum í tæknilegri lýsingu og stærðarákvörðunum.

Tillögum að varnaraðgerðum er skipt í tvo flokka:

- **Meginaðgerðir**, sem taka mið af því að uppfylla á sem hagkvæmastan hátt þær kröfur sem fyrirbyggjandi hættumat endurspeglar (sjá Uppdrætti).
- **Viðaukar (Útvíkkun varnaraðgerða)**, sem taka mið af hugsanlegum frekari aðgerðum á síðari stigum þegar reynsla er komin á eðli meginaðgerða og hvernig þær varnaraðgerðir uppfylla væntingar (sjá viðauka 7.3).

Lagðar eru til eftirfarandi meginaðgerðir til að takmarka hættu og komast hjá eignatjóni:

Yfirlitsmynd uppdráttar kemur fram á uppdrætti X006.

### BLEIKSÁ (Uppdrættir X101-X103)

Farvegur verði dýpkaður niður í hluta núverandi farvegar, frá stöð 108 að stöð 215, nokkru ofan við kirkju og niður undir brú á Strandgötu. Um er að ræða dýpkun, breikkun og stýringu að brúnni í þeim tilgangi að fullnýta rennslisþversnið undir brúna og draga úr hættu á að flóð kastist yfir veg og á verslunarhúsnæði neðan vegar (fyrirverandi bensinstöð ESSO). Rás þessi verður dýpst um 4,0 m ca. í st. 180.

Ennfremur er gert ráð fyrir 3,0 m háum fleyglöguðum leiðigarði milli kirkju og farvegar sem liggja upp með ánni, st. 150 að st. 70, upp í urð/mólendi ofan hennar og niður eftir, móts við miðja kirkju að vestanverðu (milli kirkju og kirkjugarðs), st. 70 - st. 0. Með þessu móti næst m.a. að halda opnum farvegi vestan kirkjunnar og draga þar með úr álagi á meginfarveginn. Straummegin er gert ráð fyrir að efsti hluti þessa garðs verði brattur (4:1) og allt að því lóðréttur, úr grjóthleðslum samlímdum með steinsteypu.

### GRJÓTÁ (Uppdrættir X201-X208)

Lagt er til að farvegur verði dýpkaður og breikkaður að verulegum hluta, frá st. 57 að ca. st. 440. Breidd farvegar verður að jafnaði um 20,0 m. Leiðigörðum verður komið fyrir rétt ofan byggðar, á efsta hluta aurkeilunnar. Almennu eru garðar þessir með bröttum fláa strauummegin, 4:1, og um 2,0 m breiðri krónu. Ásýnd garðanna úr farveginum verður all breytileg og hæð þeirra allt að 7,0 m, miðað við botn farvegar í ca. st. 90 - st. 160.

Með brún farvegar, neðan leiðigarða, þarf að koma fyrir stoðveggjum sem eru um 1,2 m hærri en nærliggjandi landyfirborð. Stoðveggir þessir ná niður að botni farvegar og verður stöðugleiki þeirra tryggður með stoðveggjarfæti og bergfestum. Neðan gatnamóta Túngötu og Grjótárvegar hliðrast varnarveggur frá brún farvegar að

lóðamörkum. Á þessum kafla er ríflegt rými og því gert ráð fyrir að byggður verði garður úr lausum jarðefnum og grjóti. Gert er ráð fyrir að stoðveggir endi 5 – 6 m ofan gatnamóta. Á þessum kafla nýtist Grjótárgata sem farvegur í aftakaflóðum.

Fjarlægja þarf núverandi brú af Grjótárvegi, inn á Bleiksárhlíð. Gert er ráð fyrir að koma megi fyrir léttri göngubrú í hennar stað sem gæti kurlast í aftaka flóði, án þess að valda stífluhættu. Endurnýja þarf brú á Strandgötu og endurskoða þverun lagna m.t.t. rekstaröryggis veitukerfa. Fjarlægja þarf þrefaldan bílskúr við Grjótárgötu og iðnaðarhúsnæði við Strandgötu 36. Ennfremur þarf að fjarlægja eða flytja til rafstöð við Grjótá, rétt ofan gatnamóta Grjótárvegar og Bakkastígs.

#### LAMBEYRARÁ (Uppdrættir X301-X308, X601)

Lagt er til að farvegur verði dýpkaður og breikkaður að verulegum hluta, frá st. 40 að ca. st. 390. Leiðigörðum með bröttum fláum straummegin, 4:1, og 2,0 m breiðri krónu verður komið fyrir rétt ofan byggðar á efsta hluta aurkeilunnar. Mesti hæðarmunur á botni farvegar og krónu leiðigarðs verður um 10,0 m, nálægt st. 50. Neðan nyrðri leiðigarðs, móts við “Leikskólann”, Fossgötu 9, þarf að koma fyrir stoðveggjum til að hindra rof í brekkunni og tryggja stöðugleika fláans.

Nauðsynlegt verður að auka þversnið farvegar með því að steypa ca 1,2 m háa stoðveggi neðan leiðigarða, meðfram brún farvegar að norðanverðu og með lóðarmörkum að sunnanverðu. Með þessu móti nýtist Botnabraut að verulegu leyti sem farvegur í aftakaflóðum. Stoðveggir þessir ná niður að botni farvegar og verður stöðugleiki þeirra tryggður með stoðveggjarfæti og bergfestum. Þessar yfirhæðir eru einnig nauðsynlegar vegna áhlaðanda straumvatns í beygjum.

Koma þarf fyrir ræsi fyrir ofanvatn gegnum stoðvegg við neðri enda syðri leiðigarðs í ca. st. 135. Endurnýja þarf brú á Strandgötu, endurgera göngubrýr þannig að sem minnst stífluhætta skapist af þeim ef þær tekur af í flóðum. Ennfremur þarf að endurskoða þverun lagna m.t.t. rekstaröryggis veitukerfa. Þar sem vatnslögn þverar Lambeyrará, móts við efri enda leiðigarða, þarf að endurskoða legu lagnar og fjarlægja fyllingu sem gerð hefur verið út í farveginn.

Fjarlægja þarf íbúðar- og iðnaðarhúsnæði við Túngötu 13 ásamt bílskúr við Strandgötu 45. Taka þarf hliðarfarveg milli Lambeyrarár og Grjótár inn í farveg Lambeyrarár, rétt ofan þess sem núverandi háspennulína þverar árnar. Um er að ræða sprengdan skurð sem verður látinn falla í gilskorning í Lambeyrará. Upptakastaði krapaflóða í þessum hliðarfarvegi, neðan nýs skurðar, má gera stöðuga með þéttri gróðursetningu (0,5 m millibil) hraðvaxandi og harðgerra 2,0 – 4,0 m hárra trjá- og runnaplantna, sjá uppdrátt X601.

Um 80 m ofan leiðigarða er staðbundin aurkeilumyndun í farveginum. Samhliða því er á ferðinni talsvert virkt rof í nyrðri bakkanum sem nauðsynlegt er að hindra. Gert er ráð fyrir að laust efni verði að mestu fjarlæggt á þessu svæði og rofbakkar grjótvarðir.



### LJÓSA (Uppdrættir X401-X404, X601)

Lagt er til að vestan farvegur, ofan gamla Norðfjarðarvegur verði gerður 3,0 m hár leiðigarður eða stífla úr grjóti sem geti einnig þjónað sem yfirfall í aftaka flóðum.

Í hlíðinni ofan byggðar og niður í gegnum byggðina er gert ráð fyrir að farvegur verði lagfærður með dýpkun, breikkun og færslu, st. 70 - st. 250. Almennt verður botnbreidd farvegur um 4,0 m. Fyrir ofan byggðina þarf að koma fyrir leiðigörðum sem eru um 2,0 - 3,0 m upp úr landinu umhverfis.

Endurgera þarf brú á Steinholtssvegi sem léttbyggt mannvirki sem getur tekið af í aftaka flóðum. Endurnýja þarf ræsi/brú á Strandgötu og endurskoða þverun lagna á svæðinu m.t.t. rekstaröryggis veitukerfa.

Upptakastaði krapaflóða á hjallanum ofan byggðar má gera stöðuga með þéttri gróðursetningu hraðvaxandi, harðgerra 2-4 m hárra plantna.

### HLÍÐARENDAÁ (Uppdrættir X501-X505, X601)

Lagt er til að farvegur verði lagfærður frá st. 50 að ca. st.320. Um er að ræða færslu, breikkun og dýpkun. Yfirleitt verður botnbreidd farvegur um 5,0 m. Austan við farveginn þarf að koma fyrir leiðigarði sem teygir sig niður undir efstu hús. Hæð þessa garðs upp úr landi er um 4,0 m þar sem mest er.

Endurnýja þarf ræsi/brú á Strandgötu og endurskoða þverun lagna á svæðinu m.t.t. rekstaröryggis veitukerfa.

Hliðstæðar aðgerðir eiga við um upptakastaði krapaflóða á hjallanum ofan byggðar og greint er frá um Ljósá.

## 3.3 EFNISTAKA

Við framkvæmdir fellur til talsvert magna lausra jarðefna og sprengds grjóts. Ennfremur fellur til stórgrýti úr farvegum. Efni þetta er rétt að nýta skynsamlega þar sem brýnust þörf er fyrir það. Sérstaklega er mikilvægt að nýta stærra grjót á þeim stöðum sem mest mæðir á varnarvirkjum m.t.t. straumþunga og áhlaðanda. Ekki er óhugsandi að sækja þurfi efni út fyrir vinnusvæði, t.d. laus fyllingarefni, sprengt grjót og gróðurmold.

## 3.4 ÖRYGGI AÐGERÐA

Aðgerðir þær sem lagðar eru til miðast við að rauða jafnhættulínan, sem afmarkar hættusvæði C, hafni innan við skurðbrún og/eða krónu leiðigarðs og að sú bláa, sem afmarkar hættusvæði B, lendi í eða fast við varnarvirki. Tillögurnar gera ráð fyrir að handan nýrrar legu blárrar hættulínu (hættusvæði B) verði alltaf fyrir hendi ákveðin hætta en hverfandi þó.

### 3.5 VIÐHALD FARVEGA

Mikilvægt er að farvegum sé jöfnum höndum haldið í fullri virkni með hreinsun framburðar og snjó- eða klakastífla. Rétt er t.d. að haga snjómokstri þannig að ekki skapist nýjar hættur og fjarlægja jafnóðum alla aðskotahluti sem eru þess eðlis að geta stíflað farveg eða beint rennsli upp úr farvegi.

## 4 MÓTVÆGISAÐGERÐIR

### 4.1 MARKMIÐ

Markmið mótvægisáðgerða er að bæta upp rask það sem varnarmannvirki valda á ásynd byggðarinnar ásamt því að bæta útivistargildi svæðisins með stígagerð og markvissri ræktun.

### 4.2 LANDMÓTUN

#### 4.2.1 LEIÐIGARÐAR

Útlit og frágangur þeirrar hliðar leiðigarðanna sem snýr að árfarvegi verður ávallt háð þeirri tæknilegu lausn sem fyrir valinu verður. Þar verður þó alltaf um mjög bratta hlið að ræða sem verður manngerð tilsýndar. Mesta nálgun við náttúrulega ásynd væri einhvers konar “gljúfurímynd” í formi hleðsluveggja úr stórgrýti. Að utanverðu verður þar sem landrými leyfir hægt að vinna með breytilega halla í fláum á bilinu 1:2-1:4 og með þeim hætti móta þá og aðlaga að aðstæðum.

#### 4.2.2 DÝPKAÐIR FARVEGIR

Þar sem farvegir verða dýpkaðir mun það víða gerast niður í berggrunninn. Þar verða því til misdjúp “gljúfur”, sem vissulega má líta á sem nýja hættu í umhverfinu. Þar sem slíkar framkvæmdar verða inni í byggðinni þarf að huga að öryggismálum t.d. með girðingum.

#### 4.2.3 STÍGAR

Í tengslum við framkvæmdirnar þarf að gera akfærar slóðir um náttúruleg svæði. Vanda þarf til verka við legu slóðanna þannig að rask verði lágmarkað og að þær verði til frambúðar hluti af útivistarleiðum upp með ánum. Jafnframt þarf að takmarka umferð verktaka við allra nauðsynlegustu leiðir.

#### 4.2.4 RÆKTUN

Ræktun leiðigarða og raskaðra svæða verður best framkvæmd með landgræðslusáningum í fyrstu umferð og trjárækt / skógrækt í framhaldinu. Með skógrækt verður til lengri framtíðar hægt að draga úr sjónrænum áhrifum

leiðigarðanna. Því er lagt til að áhersla verði lögð á skógrækt utan í og utan með leiðigörðunum. Skógræktarskilyrði verða að teljast allgöð í hlíðunum ofan byggðar á Eskifirði eins og dæmi sanna í Kvenfélagsgarðinum og í hlíðunum ofan kirkjunnar. Segja má að samfelld skógrækt í hlíðunum myndi auka skjól, útivistaraðstöðu og að einhverju leyti draga úr hættu á krapaflóðum. Til þessa möguleika er sérstaklega hugsað á upptakastöðum krapaflóða (sbr. kafla 3.2 um Lambeyrará). Hraðvaxta trjá- og runnategundir, t.d. ýmsar víðitegundir og lerki sem og birki, myndu henta til slíkrar ræktunar.

#### 4.2.5 YFIRBORÐSFRÁGANGUR OG UPPGRÆÐSLA

Nauðsynlegt er að binda jarðvegsyfirborð með gróðri, bæði vegna útlits og eins til að stöðva landeyðingu og komast hjá moldroki.

Þar sem leiðigarðarnir verða mjög brattir vegna landþrengsla þarf sérstaka meðferð til að unnt verði að klæða þá gróðri.

Því verður að gera sérstakt ræktunaráttak til lengri tíma. Þar kemur til greina að nota mismunandi ræktunaraðferðir í upphafi til að vinna reynslu fyrir framhaldið og endurtaka aðgerðirnar eftir þörfum. Reiknað er með að garðarnir verði græddir upp með grasi, fjölærum gróðri og trjágróðri.

#### 4.2.6 TRJÁRÆKT

Lögð er áhersla á skógrækt á röskuðum svæðum til hliðar við garðana. Bæði til að bæta útivistarskilyrðin og til að draga úr áhrifum garðanna.

Lagt er til að hafin verði trjárækt þar sem garðarnir verða mest áberandi frá byggðinni. Tilgangurinn með trjálundunum er að milda áhrif garðanna frá byggðinni séð. Trjágróðurinn gefur þægilegt nágrenni og nýjan mælikvarða í myndina og þarf ekki að verða ýkja hár til að tilganginum verði náð.

Mælt er með að gert verði nánara skipulag og trjáræktaráætlun fyrir allt umhverfi varnargarðanna.

#### 4.2.7 ÁBENDINGAR VEGNA JARÐVINNU

Í efsta svarðlaginu, 15-30 cm, er fólgið frjósamasta moldarlagið sem inniheldur rætur og fræ.

Við skipulag jarðvinnunnar er mikilvægt að varðveita sem mest af efsta svarðlaginu á svæðinu og varðveita þannig að unnt verði að jafna moldinni í yfirborðslög og auðvelda þar með endurnýjun gróðurs á svæðinu.

Ekki verður komist hjá ýmsum óþægindum meðan á verktíma stendur enda verður unnið með stórvirkum vinnuvélum í nálægð byggðarinnar.

Við framkvæmd verksins verður því að leita leiða til að draga sem mest úr óþægindunum.

Mikilvægt er að afmarka athafnasvæði verktakans frá upphafi þannig að komist verði hjá jarðraski umfram það sem nauðsynlegt er vegna framkvæmdarinnar.

#### **4.2.8 LEIÐIGARÐUR OFAN VIÐ KIRKJU**

Leiðigarður ofan við kirkju verður að teljast áberandi framkvæmd á viðkvæmum stað. Því er lagt til að sérstök áhersla verði lögð á landmótun í innanverðu rýminu sem garðurinn myndar. Svæðið er í beinum tengslum við kirkjuna og handan Bleiksár er gamli Kvenfélagsgarðurinn sem nú er að hluta til notaður sem tjaldsvæði. Leiðigarðinum er m.a. ætlað að verja kirkjuna og því er lagt til að litið verði á svæðið milli kirkju og leiðigarðs sem skrudgarð / bæjargarð. Leiðigarðurinn myndar skjólgott rými sem snýr vel við sól ofan við kirkjuna. Fláar garðsins að innanverðu verði mótaðir í skálarlaga hvamm með halla 1:3-1:4. Gönguleiðir verði tengdar skógræktarsvæðunum ofar í hliðinni og Kvenfélagsgarðinum austan Bleiksár.

### **4.3 SKIPULAGSBREYTINGAR**

Hugsanlegt er að áformaðar framkvæmdir kalli á gerð nýs deiliskipulags ásamt samsvarandi breytingum á aðalskipulagi.

## 5 KOSTNAÐARÁÆTLUN

Neðangreindri kostnaðaráætlun fyrir byggingu varnarvirkja er skipt í kostnaðarliði eftir farvegum. Tilgreindur er verktakakostnaður, ófyrirséður kostnaður, kostnaður við hönnun, umsjón og eftirlit og fasteignamat húsa sem þarf að fjarlægja.

Verkþáttur	Upphæð í kr.
Bleiksá	11.900.000
Grjótá	73.400.000
Lambeyrará	55.800.000
Ljósá	12.300.000
Hlíðaendaá	23.400.000
Frágangur fláa, sáning og trjárækt	16.900.000
<b>Verktakakostnaður samtals:</b>	<b>193.700.000</b>
Ófyrirséður kostnaður (17%)	32.900.000
<b>Verktakakostnaður + ófyrirséð samtals:</b>	<b>226.600.000</b>
Hönnun, umsjón og eftirlit (13%)	29.500.000
Fasteignamat húsa sem þarf að fjarlægja	14.100.000
<b>HEILDARKOSTNAÐUR (með virðisaukaskatti):</b>	<b>270.200.000</b>

Svæði sem varin eru af varnarvirkjum má greina á uppdráttum X003 – X005. Verðmæti þeirra skv. fasteignamati og brunabótamati er að finna í neðangreindri töflu.

	Fasteignamat	Brunabótamat
Hús sem þarf að rífa	14.100.000	40.500.000
Hús sem fara af hættusvæði C	81.800.000	240.000.000
Hús sem fara af hættusvæði B	185.900.000	507.900.000

Kostnaður við nýjar brýr á Strandgötu, yfir farvegi Grjótár, Lambeyrarár, Ljósár og Hlíðarendaár er um 50 milljónir króna og reiknast ekki inn í ofnagreindan framkvæmdakostnað.

## 6 HEIMILDIR OG ÍTAREFNI

- [1] Hættumatsnefnd Fjarðabyggðar: *Mat á hættu vegna ofanflóða á Eskifirði, Greinargerð með tillögu að hættumatskorti*, 29.apríl 2002.
- [2] Kristín Ágústsdóttir o.fl.: *Ofanflóð á Eskifirði*, Veðurstofa Íslands, Greinargerð 02012, Apríl 2002.
- [3] Tómas Jóhannesson, Þorsteinn Arnalds og Leah Tracy: *Results of the 2D avalanche model SAMOS for Eskifjörður*, Veðurstofa Íslands, Greinargerð 02013, Apríl 2002.
- [4] Esther Jensen, Thomas Sönser: *Process orientated landslide hazard assessment for Eskifjörður*, Veðurstofa Íslands, Report 02014, Apríl 2002.
- [5] Erik Hestnes: *Eskifjörður, Iceland, Interpretation of slushflow hazard*, Norwegian Geotechnical Institute (NGI), Report 20011264-1, 7 February 2002.
- [6] Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Esther Jensen: *Hazard zoning for Eskifjörður*, Veðurstofa Íslands, Report 02015, Apríl 2002.
- [7] Tómas Jóhannesson o.fl.: *Greinargerð um snjóflóðaaðstæður vegna rýmingarkorts fyrir Eskifjörð*, Veðurstofa Íslands, VÍ-G97011-ÚR07, Júlí 1997.
- [8] Kristján Jónasson, Trausti Jónsson: *Fimmtíu ára snjódypt á Íslandi*, Veðurstofa Íslands, VÍ-G97025-ÚR20, September 1997.
- [9] David McClung, Peter Schaerer: *Avalanche Handbook*, The Mountaineers, Seattle USA, 6<sup>th</sup> printing 2000.
- [10] US Army: *Avalanche Protection in Switzerland (Lawinenschutz in der Schweiz, 1972)*, USDA Forest Service, 1975.
- [11] Richard H. French: *Open-Channel Hydraulics*, McGraw-Hill, 1985.
- [12] H.N.C. Breusers, A.J. Raudkivi: *SCOURING*, A.A. Balkema (Netherlands 1991)
- [13] Hubert Chanson: *SUDDEN FLOOD RELEASE DOWN A STEPPED CASCADE – Unsteady Air-Water flow measurements. Applications to wave run-up, flash flood and dam break wave*, Department of Civil Engineering, The University of Queensland, 2003.

## 7 VIÐAUKAR

### 7.1 TÖFLUR OG LÍNURIT

Tafla 5 Hámarks rennsli í farvegum Bleiksár, Grjótár, Lambeyrarár, Ljósár og Hlíðarendaár.

Línurit: Rennslisraði í farvegum



**Tafla 5 Hámarks rennsli í farvegum Bleiksár, Grjótár, Lambeyrarár, Ljósár og Hlíðarendaár.**

		Endurkomutími [ár]						
		50	100	200	300	500	1000	
BLEIKSÁ	TÍMI [mín]	19	<b>38,8</b>	<b>42,4</b>	<b>46,2</b>	<b>48,4</b>	<b>51,2</b>	<b>54,8</b>
		120	<b>18,2</b>	<b>20,1</b>	<b>21,7</b>	<b>22,8</b>	<b>23,9</b>	<b>25,6</b>
		180	<b>15,4</b>	<b>16,8</b>	<b>18,4</b>	<b>19,3</b>	<b>20,4</b>	<b>21,7</b>
		360	<b>11,6</b>	<b>12,7</b>	<b>13,8</b>	<b>14,3</b>	<b>15,1</b>	<b>16,2</b>
		720	<b>8,0</b>	<b>8,8</b>	<b>9,4</b>	<b>9,9</b>	<b>10,5</b>	<b>11,3</b>
		1440	<b>4,7</b>	<b>5,2</b>	<b>5,8</b>	<b>6,1</b>	<b>6,3</b>	<b>6,6</b>

		50	100	200	300	500	1000	
GRJÓTÁ	TÍMI [mín]	19	<b>21,8</b>	<b>23,8</b>	<b>25,9</b>	<b>27,1</b>	<b>28,6</b>	<b>30,6</b>
		120	<b>9,7</b>	<b>10,7</b>	<b>11,6</b>	<b>12,2</b>	<b>12,8</b>	<b>13,7</b>
		180	<b>8,2</b>	<b>9,0</b>	<b>9,9</b>	<b>10,3</b>	<b>10,9</b>	<b>11,6</b>
		360	<b>6,2</b>	<b>6,8</b>	<b>7,4</b>	<b>7,7</b>	<b>8,1</b>	<b>8,7</b>
		720	<b>4,3</b>	<b>4,7</b>	<b>5,0</b>	<b>5,3</b>	<b>5,6</b>	<b>6,0</b>
		1440	<b>2,5</b>	<b>2,8</b>	<b>3,1</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,5</b>

		50	100	200	300	500	1000	
LAMBeyRARÁ	TÍMI [mín]	19	<b>17,0</b>	<b>18,7</b>	<b>20,3</b>	<b>21,2</b>	<b>22,3</b>	<b>24,0</b>
		120	<b>7,6</b>	<b>8,4</b>	<b>9,1</b>	<b>9,6</b>	<b>10,0</b>	<b>10,7</b>
		180	<b>6,5</b>	<b>7,0</b>	<b>7,7</b>	<b>8,1</b>	<b>8,5</b>	<b>9,1</b>
		360	<b>4,8</b>	<b>5,3</b>	<b>5,8</b>	<b>6,0</b>	<b>6,3</b>	<b>6,8</b>
		720	<b>3,3</b>	<b>3,7</b>	<b>3,9</b>	<b>4,1</b>	<b>4,4</b>	<b>4,7</b>
		1440	<b>2,0</b>	<b>2,2</b>	<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>	<b>2,8</b>

---

OFANFLÓÐAVARNIR Á ESKIFIRÐI

---

<b>LJÓSA</b>	TÍMI [mín]		50	100	200	300	500	1000
		19	<b>15,3</b>	<b>16,8</b>	<b>18,3</b>	<b>19,1</b>	<b>20,2</b>	<b>21,7</b>
		120	<b>7,2</b>	<b>7,9</b>	<b>8,6</b>	<b>9,0</b>	<b>9,5</b>	<b>10,1</b>
		180	<b>6,1</b>	<b>6,6</b>	<b>7,3</b>	<b>7,6</b>	<b>8,1</b>	<b>8,6</b>
		360	<b>4,6</b>	<b>5,0</b>	<b>5,4</b>	<b>5,7</b>	<b>6,0</b>	<b>6,4</b>
		720	<b>3,2</b>	<b>3,5</b>	<b>3,7</b>	<b>3,9</b>	<b>4,1</b>	<b>4,5</b>
		1440	<b>1,8</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>

<b>HLÍÐARENDAÁ</b>	TÍMI [mín]		50	100	200	300	500	1000
		19	<b>9,7</b>	<b>10,6</b>	<b>11,5</b>	<b>12,0</b>	<b>12,7</b>	<b>13,6</b>
		120	<b>4,2</b>	<b>4,7</b>	<b>5,1</b>	<b>5,3</b>	<b>5,6</b>	<b>6,0</b>
		180	<b>3,6</b>	<b>3,9</b>	<b>4,3</b>	<b>4,5</b>	<b>4,7</b>	<b>5,1</b>
		360	<b>2,7</b>	<b>2,9</b>	<b>3,2</b>	<b>3,3</b>	<b>3,5</b>	<b>3,8</b>
		720	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,6</b>
		1440	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>



0  
250

500

750

1000

1250

1500

1750

2000

2250

2500

2750

BLEKSA



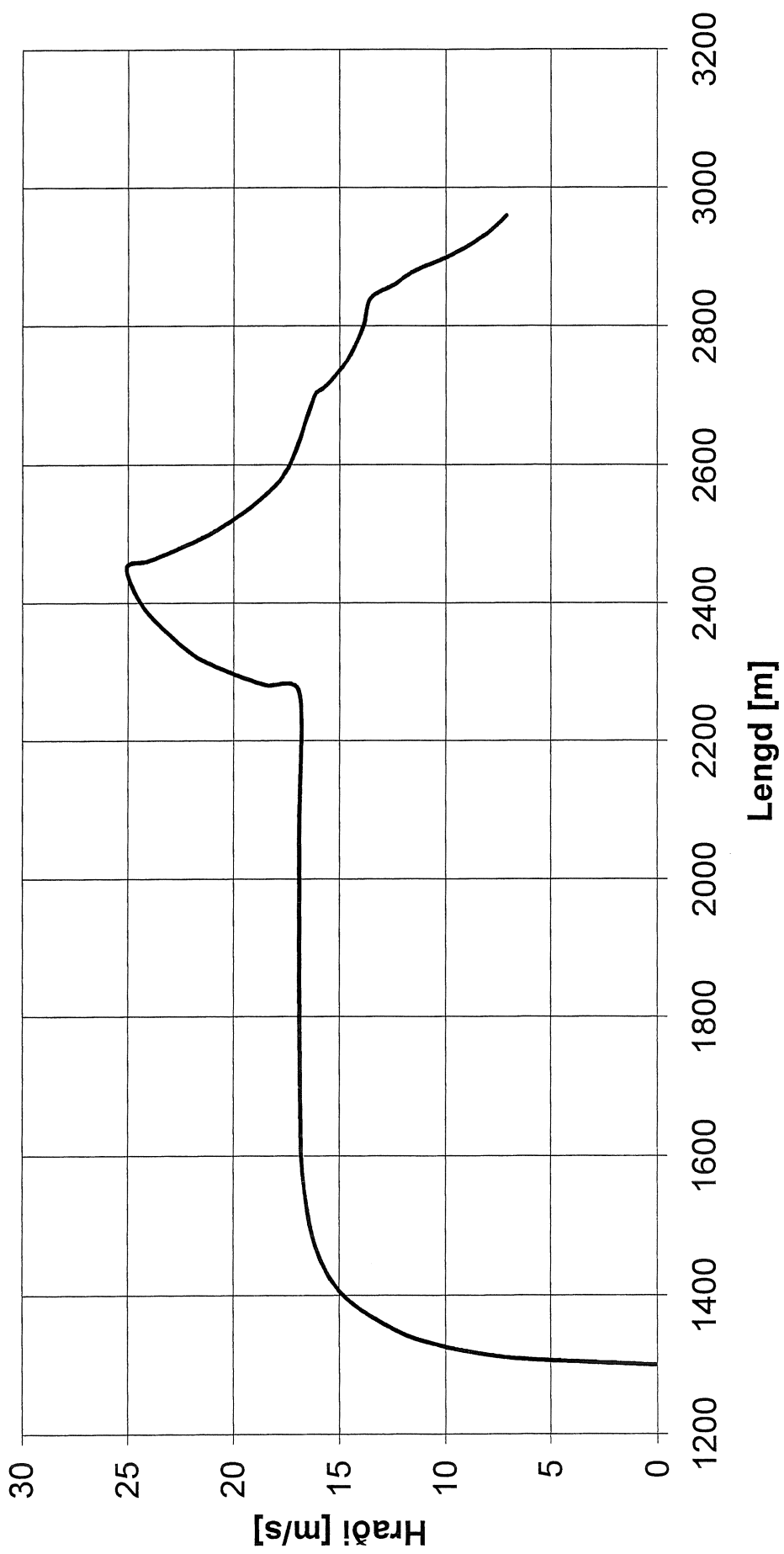
NÚVERANDI FARVEGIR  
LENGDIR  
Mkv. 1:10.000



NÜVERANDI FARVEGIR  
LENGDIR  
Mkv. 1:10.000

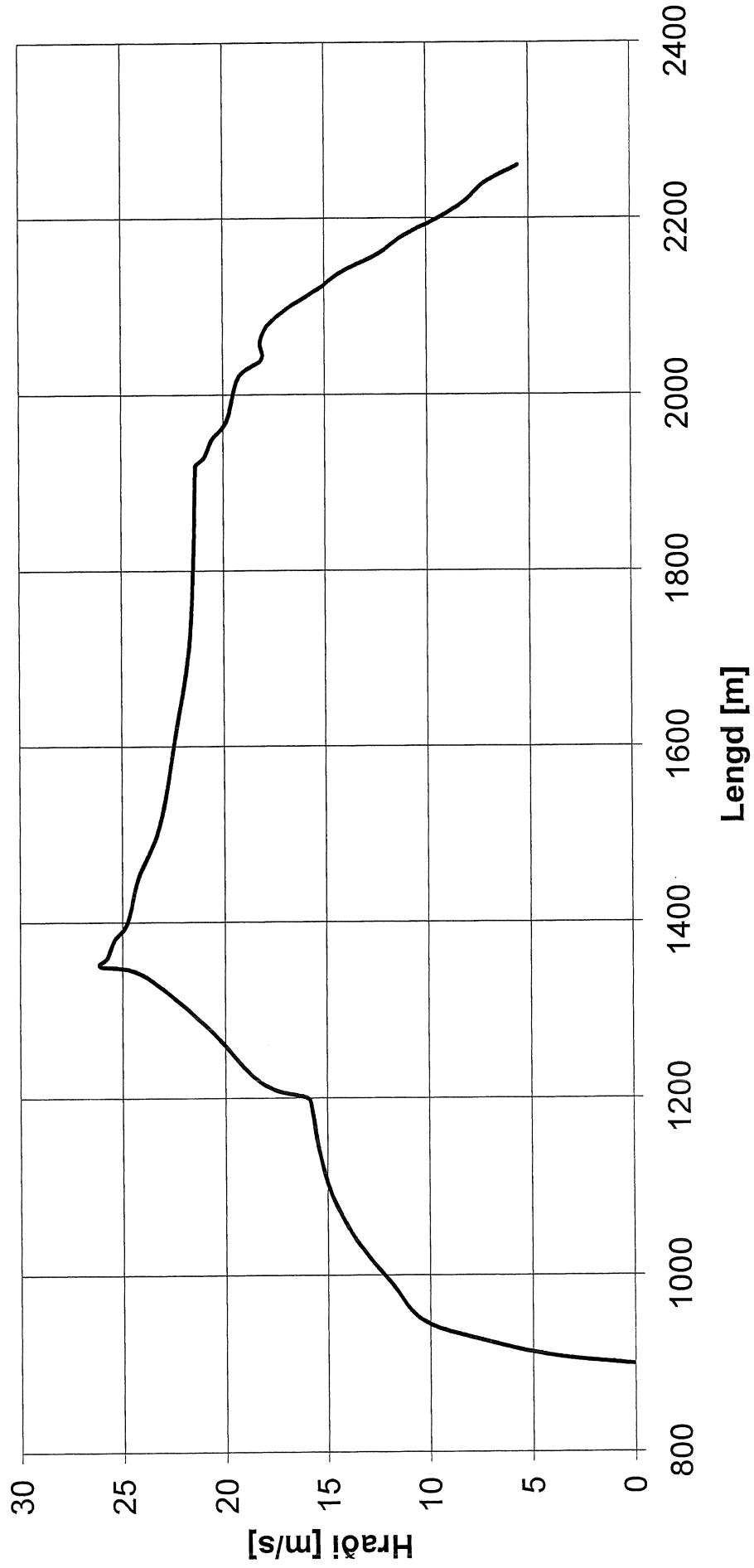
# BLEIKSÁ

## Hraðaprófill - Upptök krapaflóðs í árfarvegi



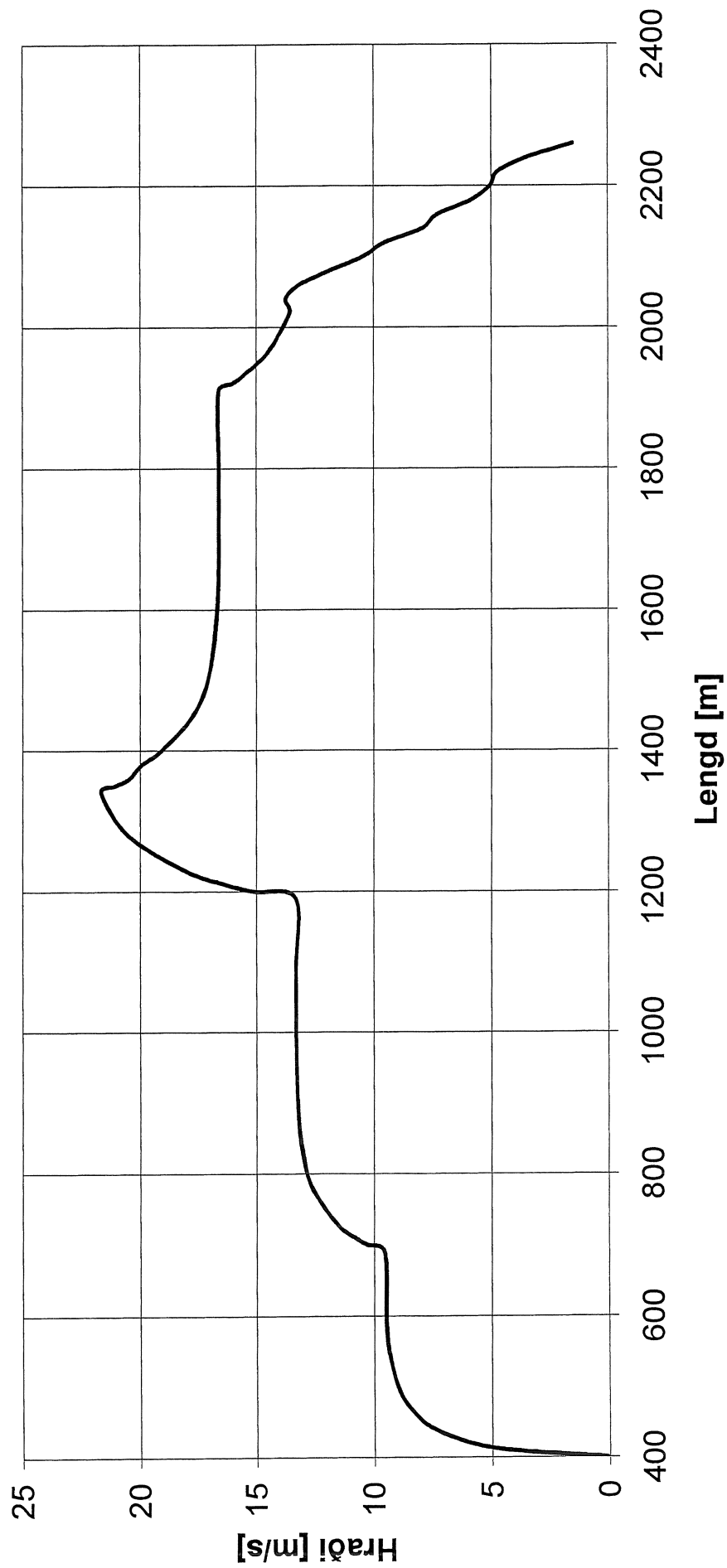
# GRJÓTÁ

## Hraðaprófill - Upptök krapaflóðs í árfarvegi



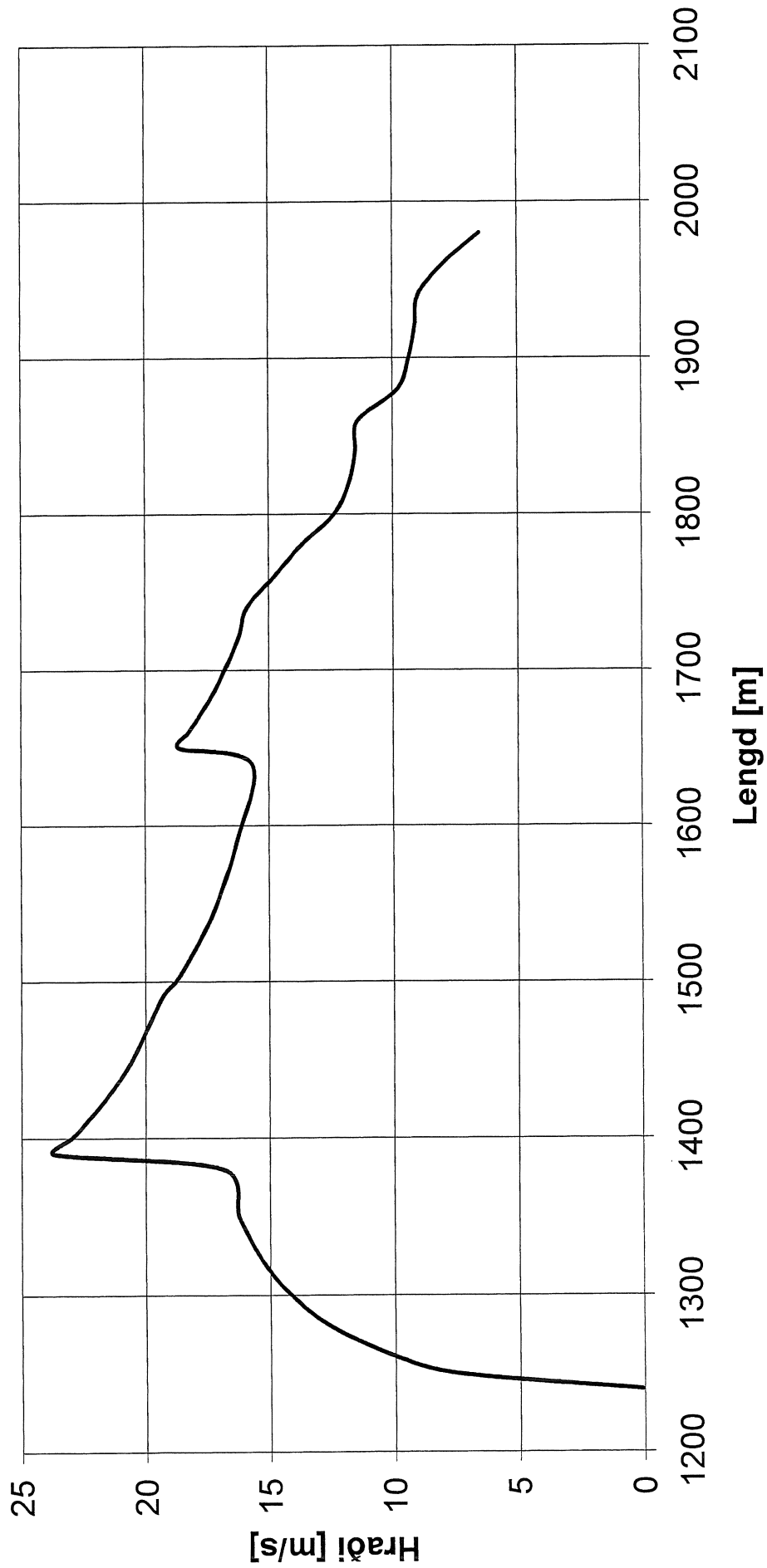
# GRJÓTÁ

## Hraðaprófill - Upptök krapaflóðs á flatlendi



# LAMBEYRARÁ

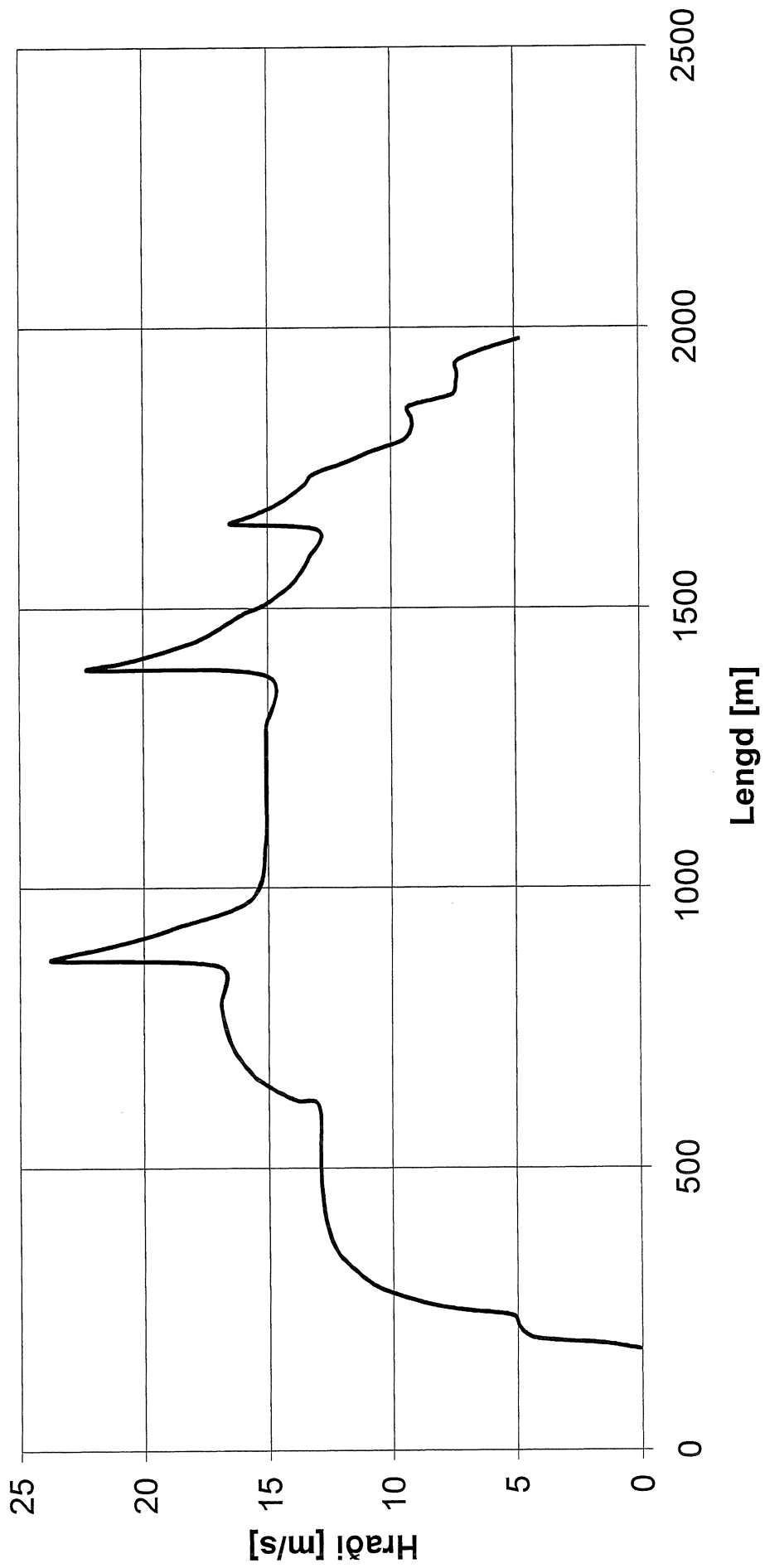
## Hraðaprófill - Upptök krapaflóðs í árfarvegi





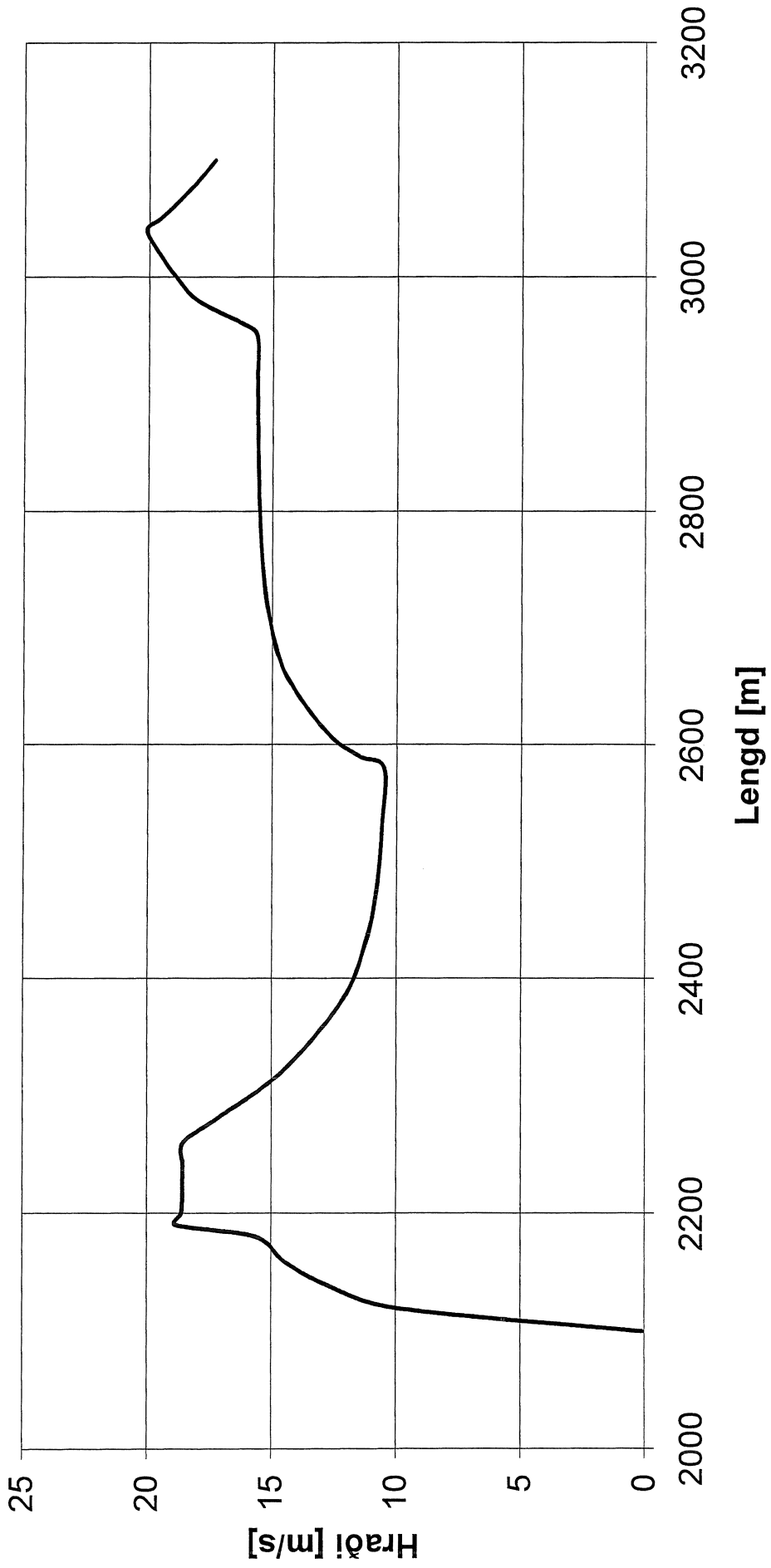
# LAMBEYRARÁ

## Hraðaprófill - Upptök krapaflóðs á flatlendi



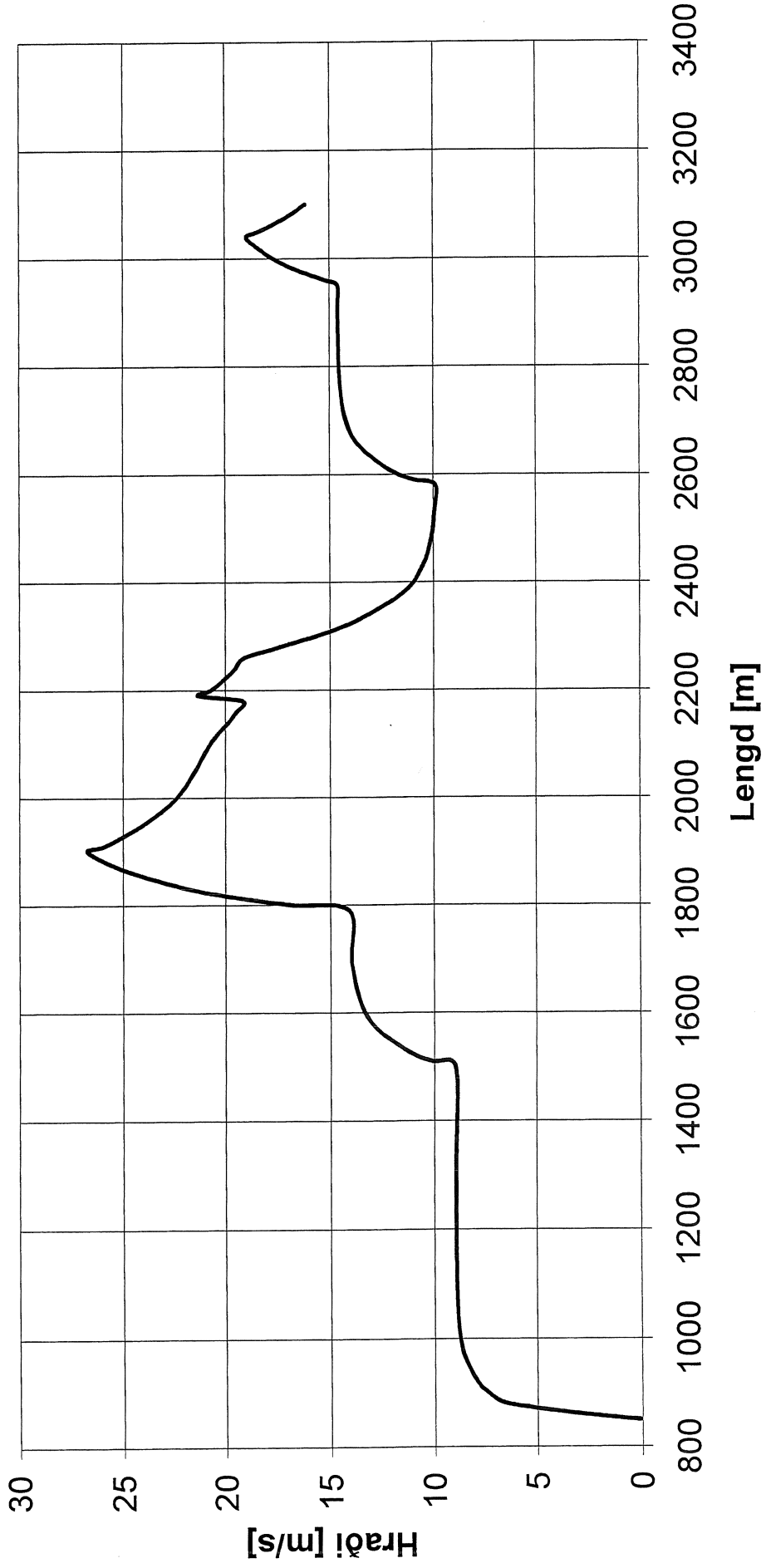
# LJÓSA

## Hraðaprófill - Upptök krapaflóðs í árfarvegi



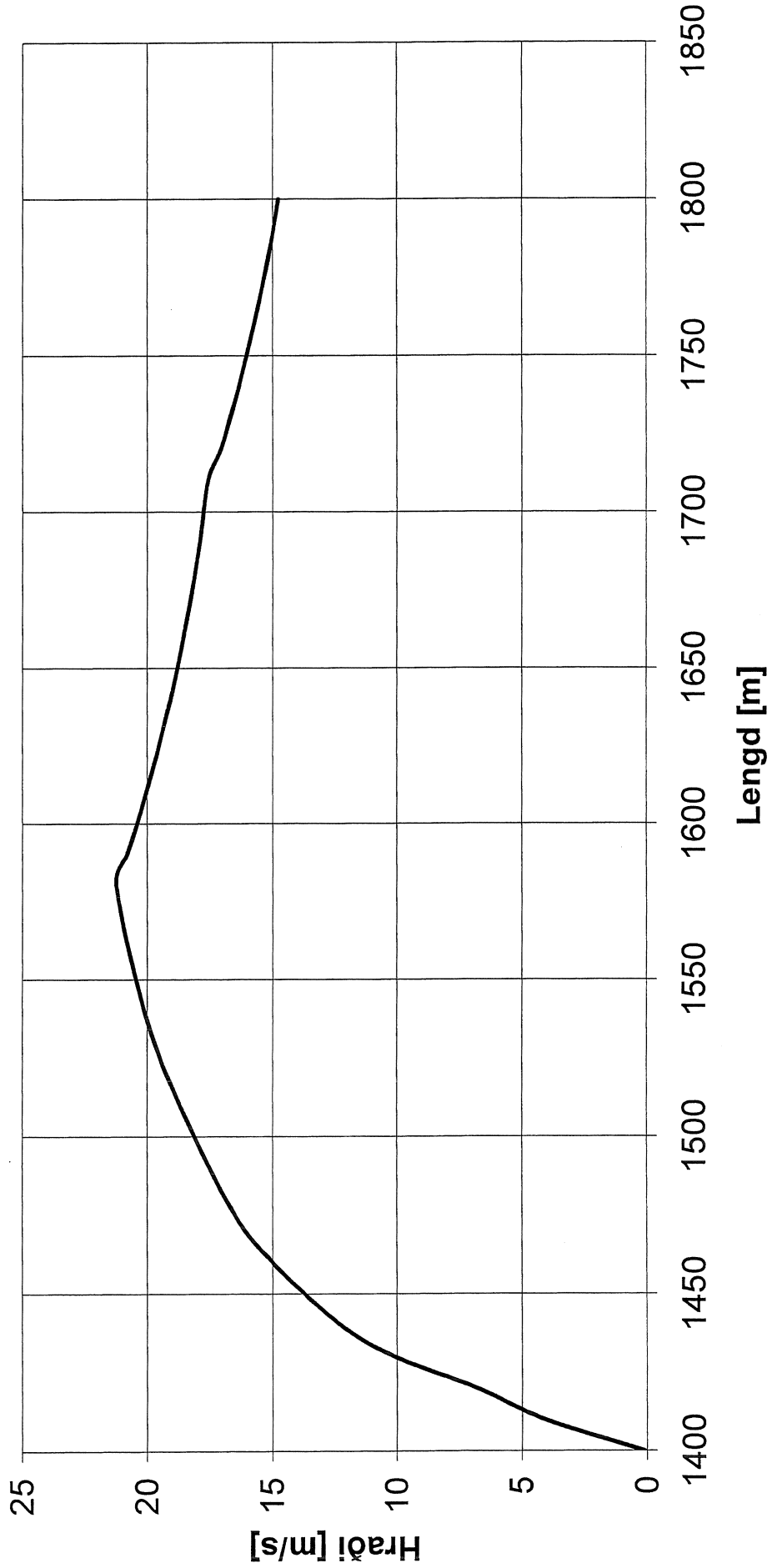
# LJÓSA

## Hraðaprófíll - Uppþök krapaflóðs á flatlendi



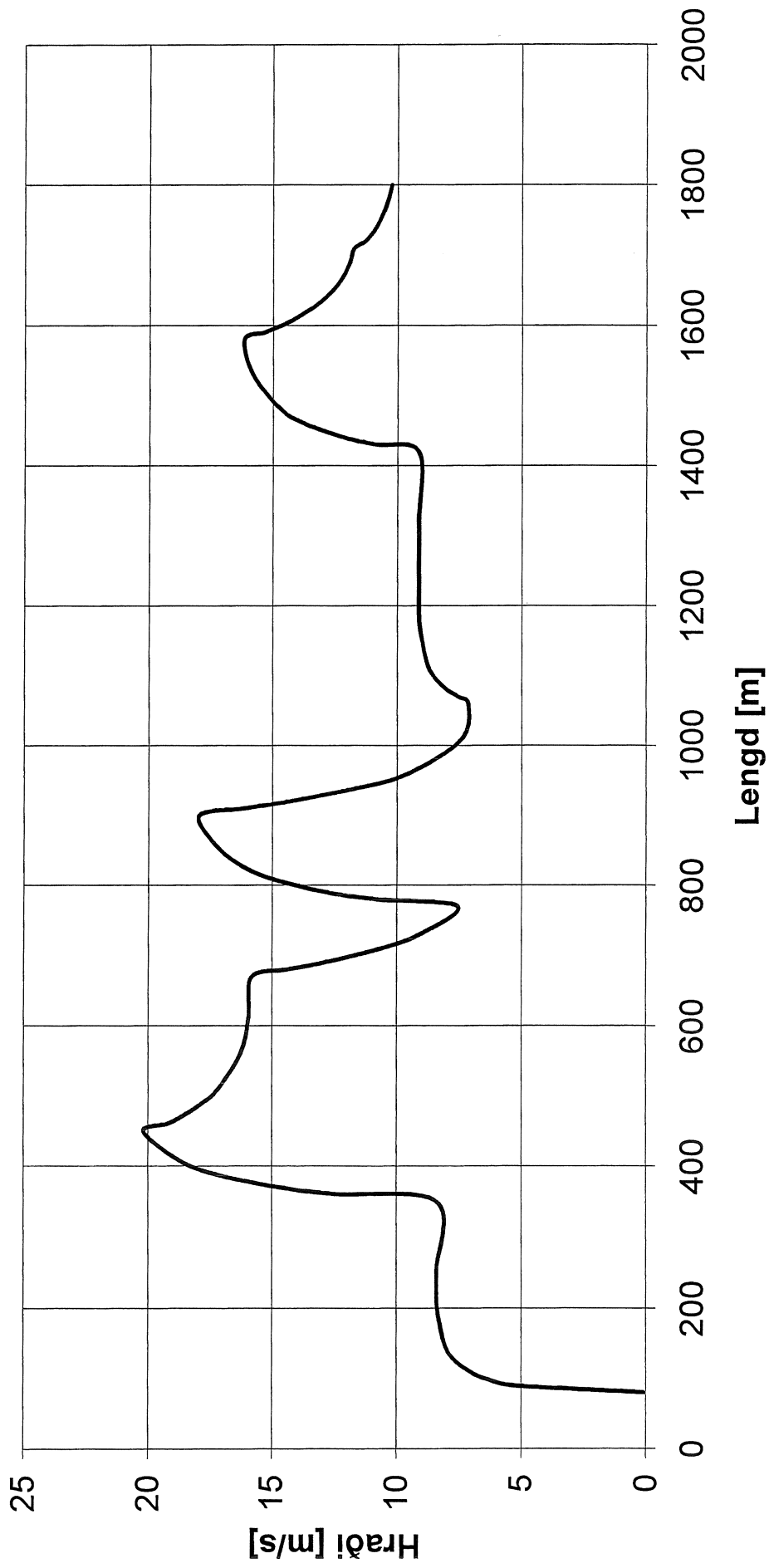
# HLÍÐARENDAÁ

## Hraðaprófill - Uppþök krapaflóðs í árfarvegi



# HLÍÐARENDAÁ

## Hraðaprófill - Upptök krapaflóðs á flatlendi



## 7.2 LJÓSMYNDIR

Ljósmyndir af ofanflóðaatburðum á Eskifirði varpa nokkru ljósi á umfang flóða frá fyrri tíð.



Bleiksá í Lambeyrardal  
uppi undir Ófeigsfjalli,  
1940.

Lambeyrará. Landsbankahús  
(Lambeyri) lengst til hægri,  
1940



Grjótá, 1940.



Gamla-Bauks lækur, farvegur milli Grjótár og Lambeyrarár, 1940.

Grjótá. Til hægri er Bleiksárhlíð 67, 1940.



Grjótá, 1940.





Lambeyrará, 1940.

Lambeyrará, 1940.



Gamla-Bauks lækur,  
1940.

OFANFLÓÐAVARNIR Á ESKIFIRÐI



Áll úr Grjóta sem hefur  
hlaupið upp úr farvegi,  
1940.

Lambeyrará, 1940.



Grjóta, 1940.



Grjótá. Fiskreitur í Klofa. (ártal óvíst)

Ljósá. Hús við ána skemmdist talsvert, 1946.



Grjótá, 1946.



Grjóta, 1946.

Grjóta. Austurgaflinn  
fallinn úr vélaverk-  
stæðinu, 1946.



Lambeyrará, 1946.

## 7.3 ÚTVÍKKUN VARNARAÐGERÐA

Til umræðu hafa verið hugmyndir um enn frekari útvíkkun varnaraðgerða sem rétt þykir að geyma til síðari tíma þar til reynsla fæst á þær aðgerðir sem lagðar eru til að þessu sinni. Tillögur þessar eru að mestu mótaðar við vettvangsathuganir Hönnunar og NGI 7. - 10. janúar 2003 og í kjölfar þeirra.

Litið er svo á að fyrirliggjandi tillögur til varnaraðgerða séu fullnægjandi og í samræmi við fyrirliggjandi hættumat. Engu að síður eru til umræðu hugmyndir um enn umfangsmeiri krapaflóð sem geti kallað á útvíkkun varnaraðgerða. Gert er ráð fyrir að fylgst verði með farvegum og lagt mat á það á síðari stigum hvort aðstæður kalli á frekari útvíkkun aðgerða.

Neðangreindar tillögur eru lausleg drög að varnarvirkjum ásamt úrdrætti úr minnispunktum Hönnunar og NGI.

*NGI hefur metið nánar nauðsynlegar varnaraðgerðir til að stöðva krapaflóð í Ljósá og Hlíðarendaá á hjallanum milli 130 og 170 m y.s. Staðsetning og form koma fram á myndum (Fig. 1 og Fig. 2). Mikilvægt er að gera sér grein fyrir að um 1-2 m djúpur snjór getur verið á svæðinu. Ráðlegt er því að taka til varnaraðgerða sem byggðar eru upp úr landi. Í Ljósá er lagt til að byggður verði 20 m langur varnargarður (A) sem er 6,0 m hár, með 3:1 fláa straummegin. Varnargarður (B) yrði sams konar nema um 50 m að lengd. Bil milli garða yrði 5,0 m. Leiðigarður (C) yrði 50 m langur, 4,0 m hár með 3:1 fláa straummegin. Ofan núverandi Norðfjarðarvegar (D) er gert ráð fyrir útgreftri og fyllingu og stíflu ásamt 6,0 m háum og 10-12 m breiðum, fylltum stálsilóum. Meðfram gamla Norðfjarðarveginum er gert ráð fyrir 6 stk. netgirðingum (K) ásamt þéttri gróðursetningu.*

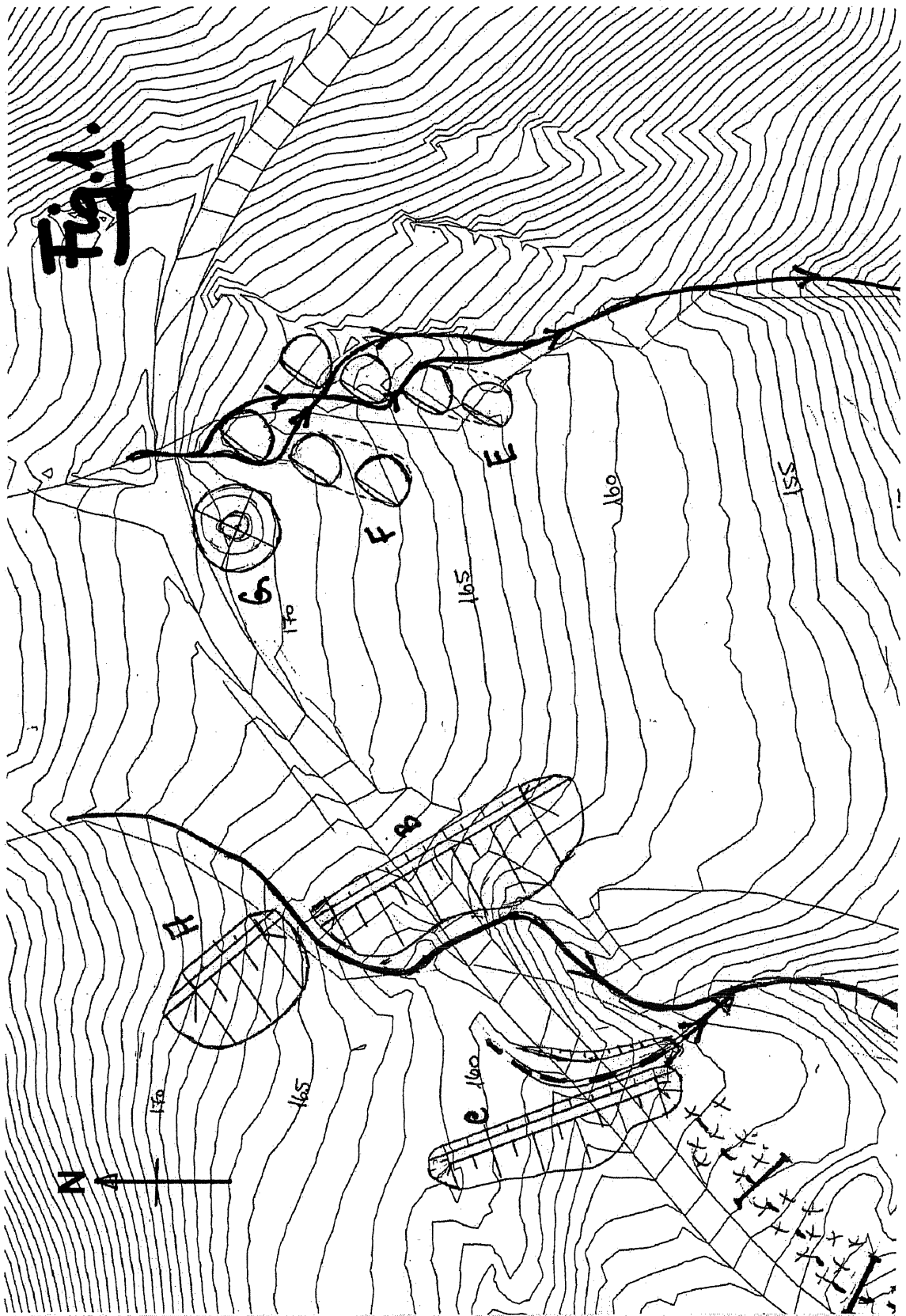
*Á hjallanum við Hlíðarendaá, ca. 163-172 m y.s. er gert ráð fyrir varnarvirki sem fleytir krapaflóðum út á flatlendi milli farvega Hlíðarendaár og Ljósár. Lagt er til að reist verði 6,0-7,0 m há og 10-12 m breið, fyllt stálsiló með 2-3 m millibili (E) og (F). Ennfremur verði komið fyrir 8,0 m hárra keilu þar ofan við (G). Neðan við núverandi Norðfjarðarveg er gert ráð fyrir þró af svipaðri gerð og á nálægum stað í farvegi Ljósár.*

*NGI hefur metið rennslishraða í neðri hluta Grjótár og Lambeyrarár með PCM-reiknilíkani sem notað er fyrir snjóflóð (Fig. 1, 2, 4 og 5). Það er mat NGI að rennslishraðinn í báðum ánum geti verið nærri 30 m/s sem jafnvel gæti talist of lágt.*

*Hæð leiðigarða fyrir Grjótá yrði mest um 12,0 m og fyrir Lambeyrará um 10,0 m (Fig.7 og 8). Veggir og garðar sem móta farveginn neðan leiðigarða í báðum ánum yrðu um 5,0-6,0 m háir fyrir botni farvegar að vestanverðu og um 3,0 m yfir götu að austanverðu.*

*Í Bleiksá er gert ráð fyrir fleyglaga garði sem yrði 6,0 m hár efst og lækkaði í 5,0 m til endanna.*

*HÖNNUN hefur gert athugasir á möguleikum þess að koma fyrir setþróum í farvegum Grjótár og Lambeyrarár, rétt ofan við leiðigarða (Fig. 9). Setþær þessar gætu stöðvað að mestu allan aurframburð jafnframt sem öllum vatnsflaumi er hleypt í gegnum varnarvirkið. Ef varnarvirki af þessu tagi eiga að geta samræmst krapaflóðum þarf að forma á þau yfirfall sem stýrir krapaflaumi í miðjan farveginn.*



**Fish**

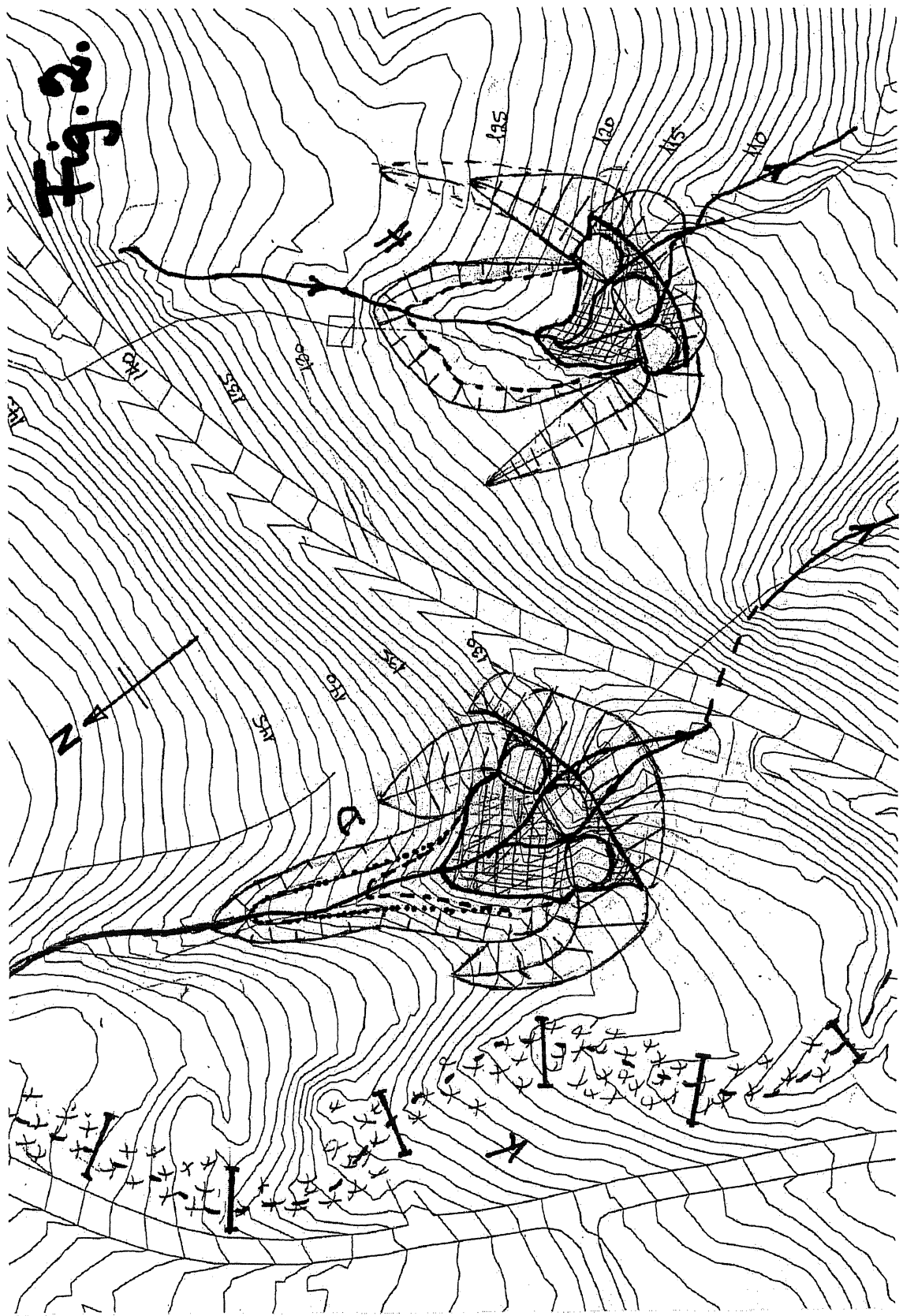




Fig. 1

# Eskifjörður, Island, Grjota

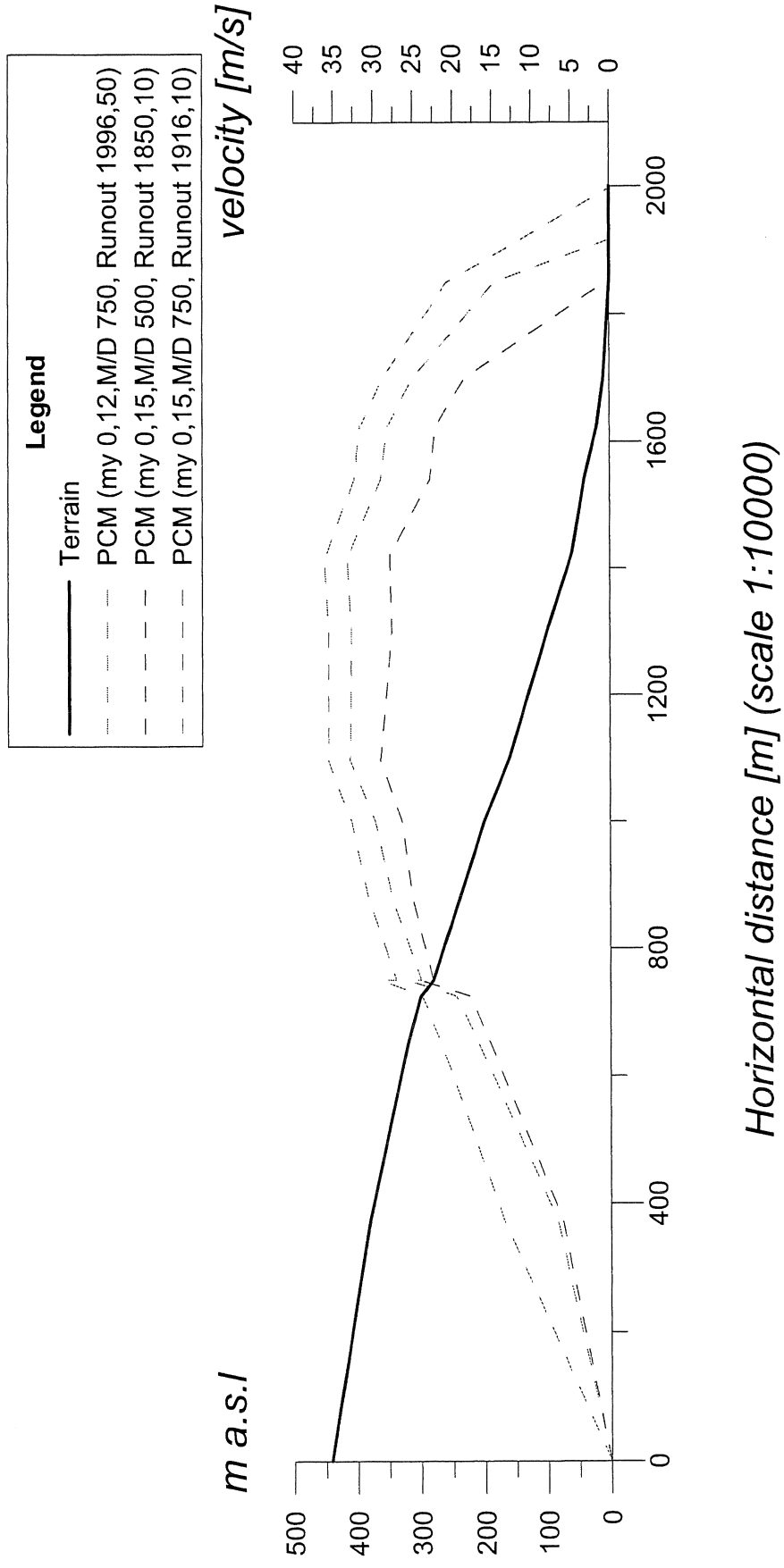


Fig. 2

# Eskifjörður, Island, Lambeyrara

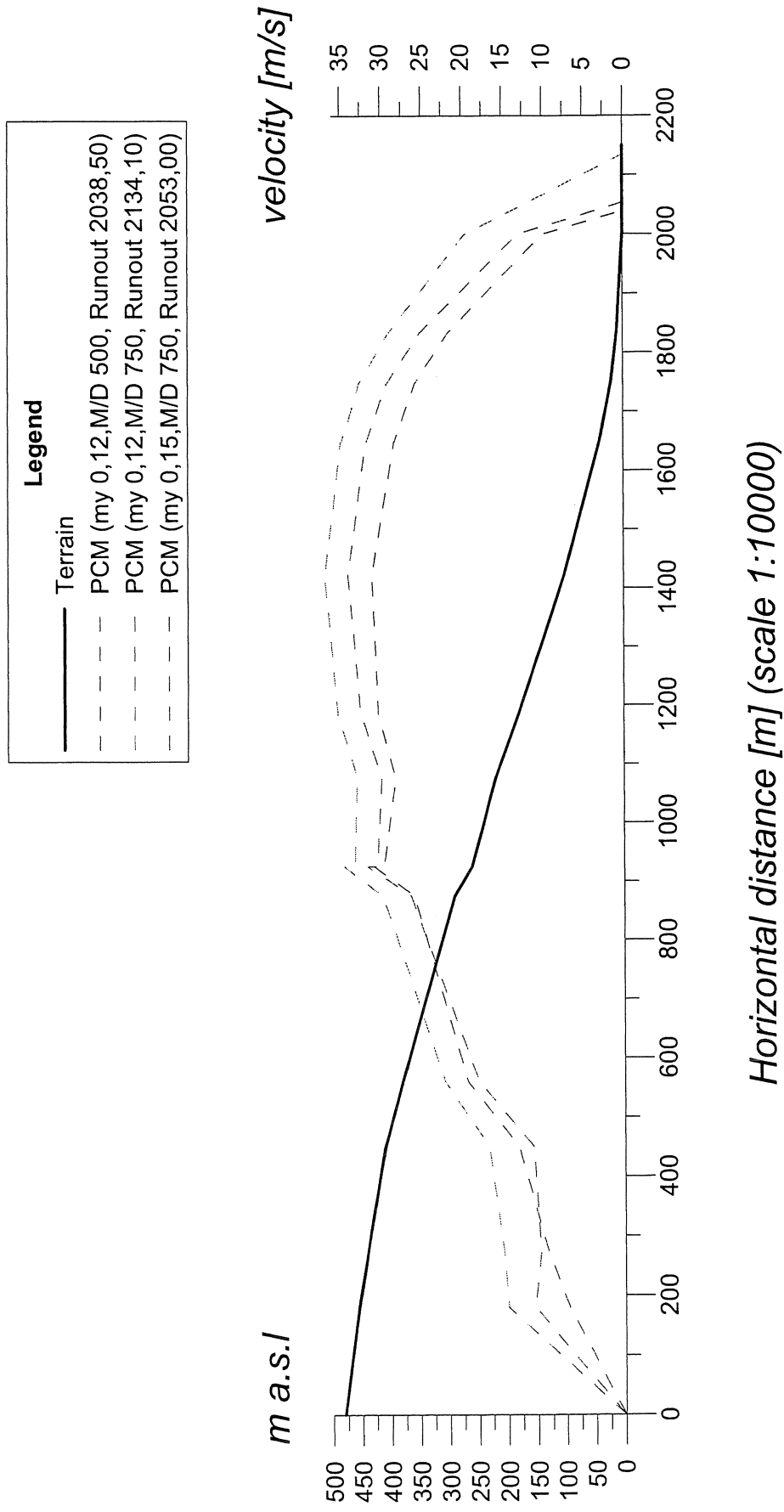


Fig. 4. GRJÓTÁ

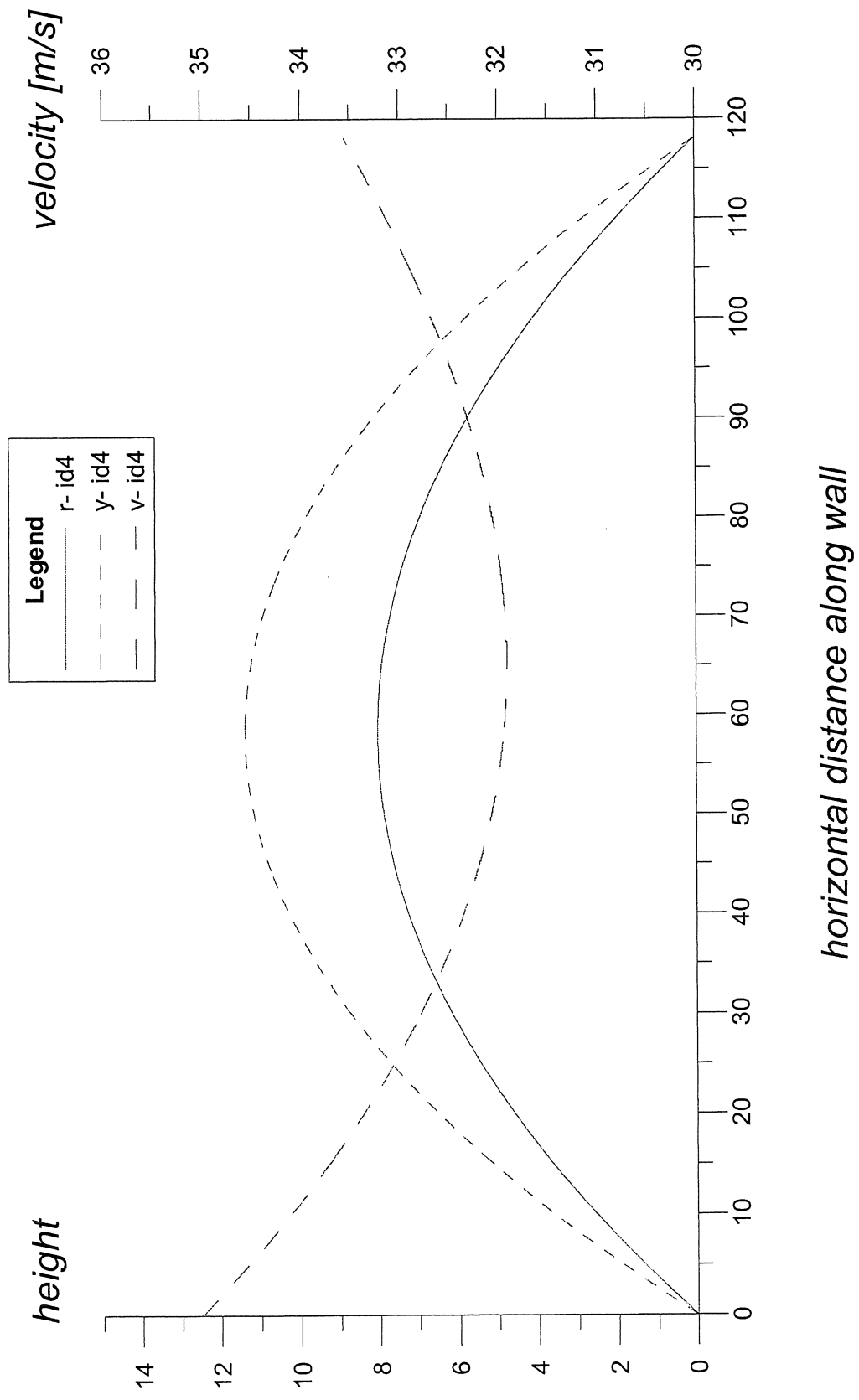
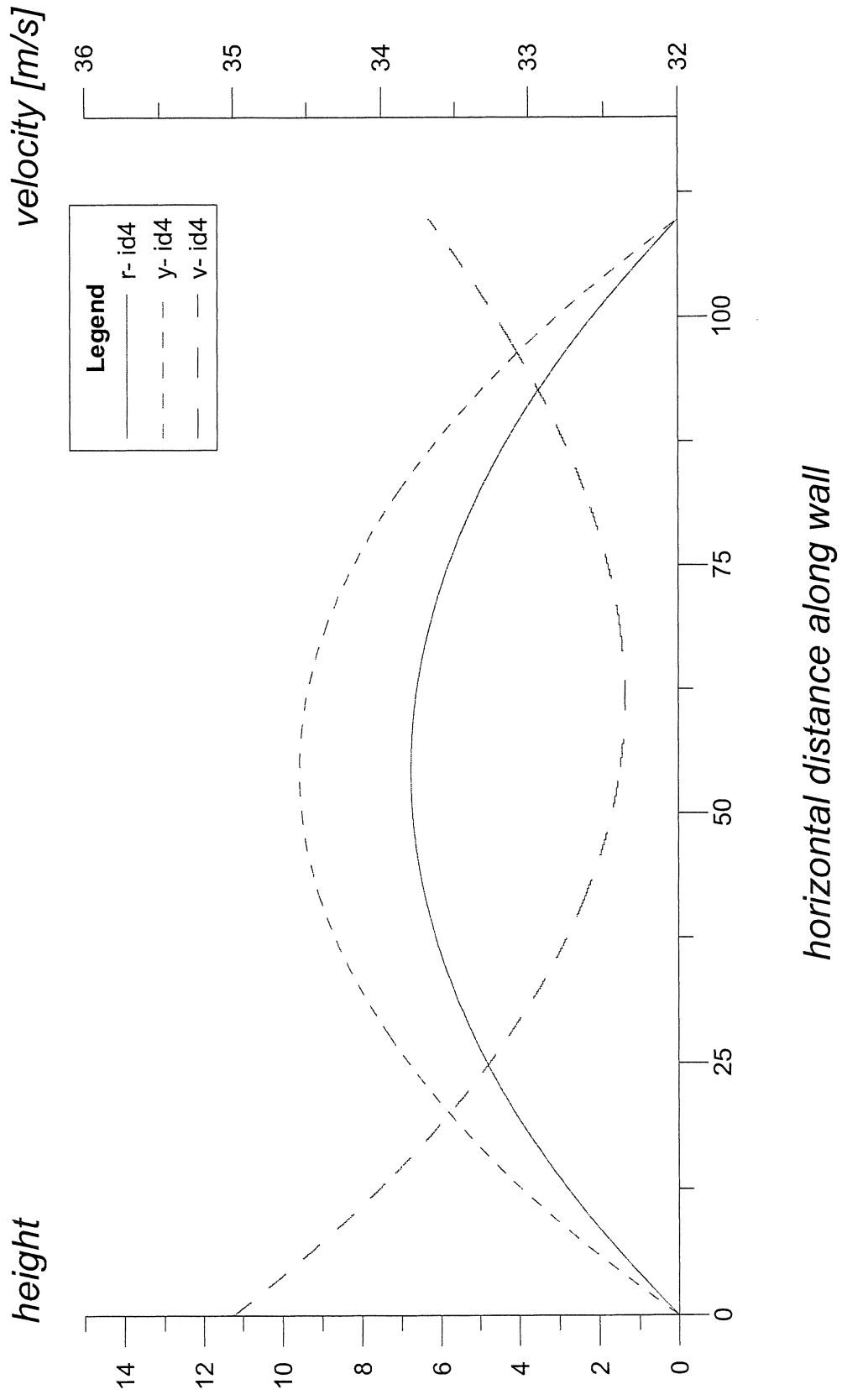


Fig. 5. LAMBEYRARÁ



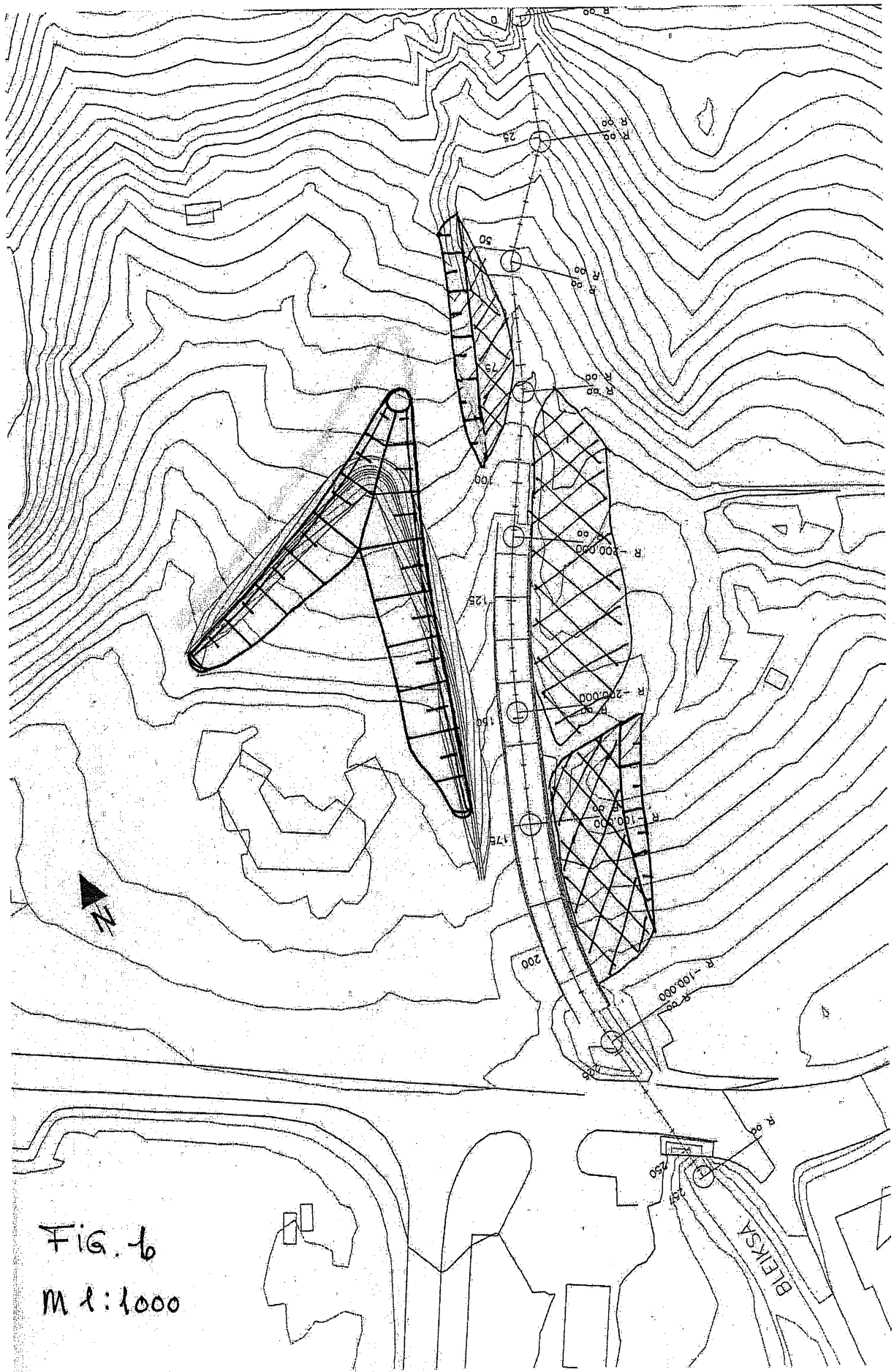
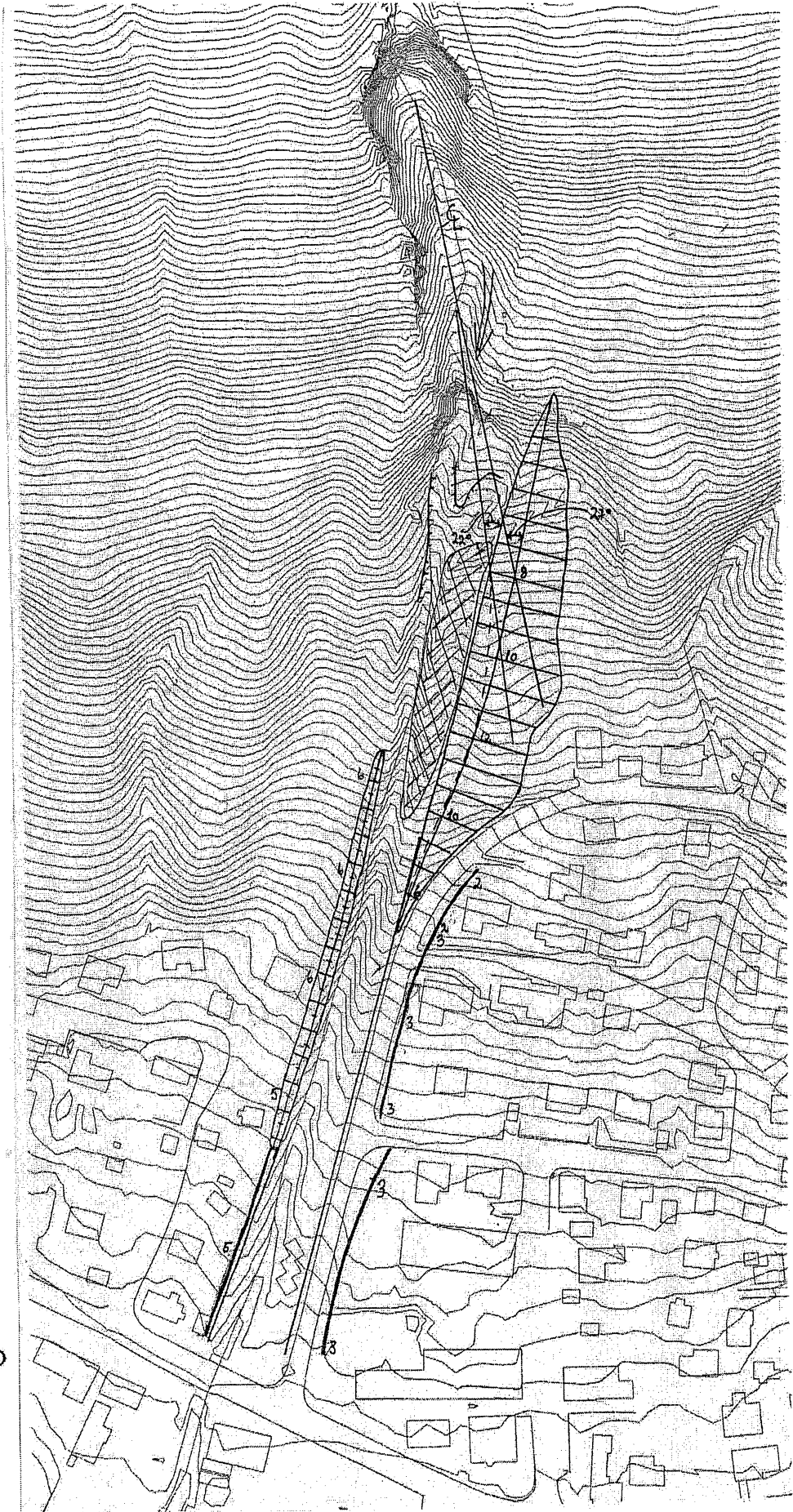


FIG. 6  
M 1:1000

GRIJÓTA

FIG. 7

M 1:2000



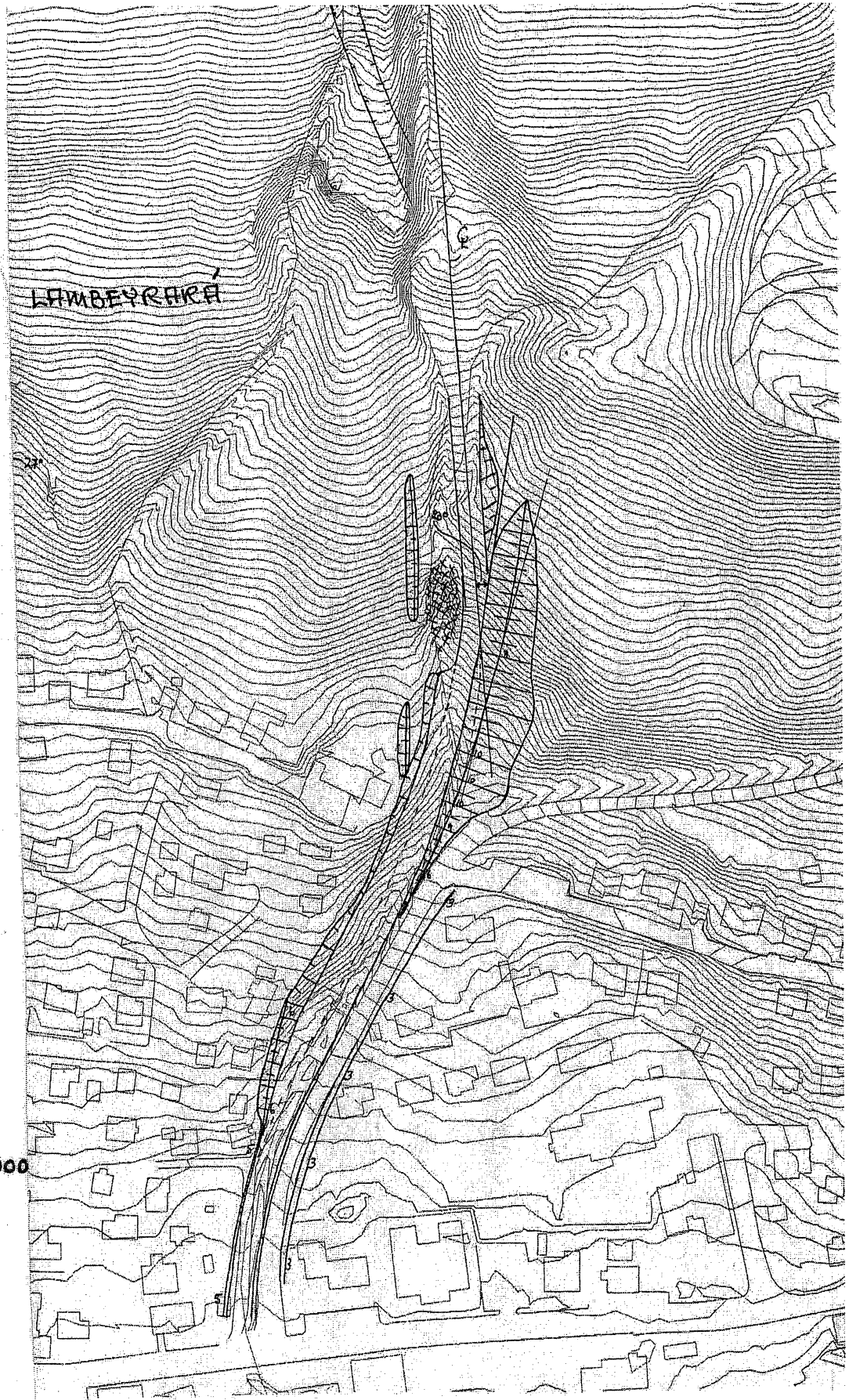
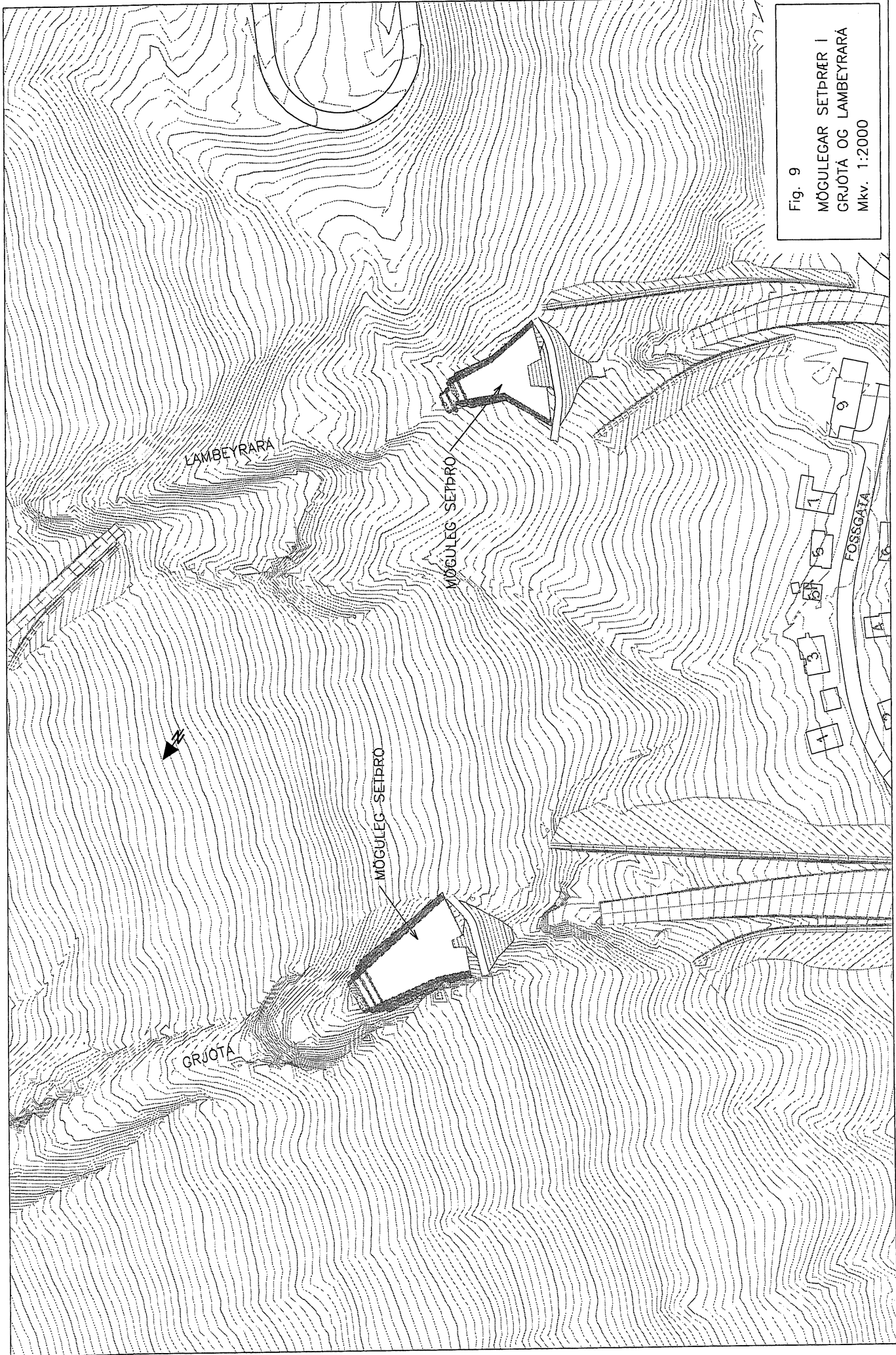


FIG. 8

M 1:2000

Fig. 9  
MÖGULEGAR SETPRÆR I  
GRJÓTA OG LAMBETRARA  
Mkv. 1:2000





## 7.4 REIKNILÍKÖN

Reiknilíkön þau sem notuð hafa verið til útreikninga á ofanflóðum hjá HÖNNUN eru FDM-líkön (Finite Difference Method) sem byggja á algengustu líkingum á sviði rennslis í opnum farvegum, orkulíkingu og Manning-jöfnu. Reiknilíkanið er einvitt (1D) í rennslisstefnu farvegar. Orkulíkingin er gjarnan sett fram í formi orkujöfnuðar milli tveggja sniða í rennslis:

$$d_1 + s_0 L + \frac{v_1^2}{2g} = d_2 + sL + \frac{v_2^2}{2g}$$

þar sem einstakir liðir líkingarinnar tákna vatnsdýpi í þversniði ( $\mathbf{d}$ ), fall milli sniða ( $s_0 L$ ), hraðahæð ( $v^2/2g$ ) og rennslistöp ( $sL$ ). Í líkingunni eru stærðirnar ( $\mathbf{s}_0$ ) sem ráknar botnhalla farvegar, ( $\mathbf{L}$ ) sem tákna bil milli sniða og ( $\mathbf{s}$ ) sem tákna halla orkustiguls. Hægt er að nálga halla orkustiguls með því að nýta Manning jöfnu:

$$s = \left( \frac{nv_m}{R_m^{2/3}} \right)^2$$

þar sem ( $\mathbf{n}$ ) tákna Manning hrýfi, ( $\mathbf{R}_m$ ) tákna meðalrennslisradius (mean hydraulic radius) og ( $\mathbf{v}_m$ ) meðal rennslis hraða í báðum þversniðum.