

Rof og framburður í Öxarfirði og Héraðsflóa

Hákon Aðalsteinsson

ROF OG FRAMBURÐUR Í ÖXARFIRÐI OG HÉRAÐSFLÓA

1. Inngangur

Við virkjun Jökulsár á Dal og Jökulsár á Fjöllum er óhjákvæmilegt að verulegur hluti af aurfamburði þeirra stöðvist í miðlunarlónum ofarlega á vatnasviðinu í stað þess að berast til sjávar. Þar með yrði breyting á jafnvægi milli rofs og uppbyggingar strandar við ósa ána. Hversu mikil sú breyting yrði fer eftir ýmsum þáttum, sem marga hverja er erfitt að meta miðað við núverandi vitneskju. Sandar beggja flóanna eru vel afmarkaðir, og er lengd sandstrandar í Öxarfirði um 28 km og um 25 km í Héraðsflóa.

Þeir þættir sem mestu ráða um jafnvægi rofs og uppbyggingar eru: 1) Framburður efnis til strandar, 2) öldukraftar og strumar við strönd, 3) halli strandar og lögun, 4) sjávarstöðubreytingar.

Þetta er ekki sérfræðileg úttekt, heldur tilraun höfundar til að greina með hvaða hætti megi nálgast viðfangsefnið; hvað gerist við strendur Héraðsflóa og Öxarfjarðar ef jökulárnar sem renna þar til sjávar hætta að bera með sér grófan jökulaur. Greinargerðin er ekki hvað síst sam-in til að halda til haga og minna á það efni, sem til er og gæti skipt máli við frekari könnun á viðfangsefninu. Árni Snorrason og Helgi Jóhannesson vatnaverkræðingar lásu greinargerðina yfir og komu með gagnlegar ábendingar.

2. Framburður og botngerð

Mælingar á framburði ná aðeins til þess sem er upphrært. Beinir og óbeinir mælingar á botnskriði benda til að það sé á bilinu 10-20% af svifaur (Haukur Tómasson 1982, 1986 og 1990).

Meðalframburður svifaurs í Jökulsá á Dal er um 9 milljónir tonna á ári og í Jökulsá á Fjöllum um 8 milljónir tonna á ári (Haukur Tómasson 1990). Rúmþyngd aurs í seti er um 1,4 (HT pers. uppl.), en það svarar til um 6,4 milljóna m³ aurs í Jökulsá á Dal og 5,7 milljóna m³ á ári í Jökulsá á Fjöllum. Í Jökulsá á Dal (við Hjarðarhaga) er grófur aur (>0,02 mm) að meðaltali 46% (317 sýni), en sandur (>0,2 mm) er aðeins 9%. Í Jökulsá á Fjöllum (við Grímsstaði) er grófur aur að meðaltali 72% (263 sýni), sandur er þar 20% (Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1991).

Engar mælingar eru til af kornastærð á strandsvæðum í Öxarfirði og Héraðsflóa, en mælingar í Lóni niður á 30 m dýpi sýndu að þar var allt að 30% korna minni en 0.09 mm í þvermál (Þórólfur H. Hafstað o.fl. 1992). Það virðist því vera edlilegt að miða við að korn allt frá 0,02 mm dreifist á strandsvæðin niður á 50-100 m dýpi, og að miðað sé við að allur grófi svifaurinn hafi þýðingu í þessu sambandi, auk botnskriðsins. Ef miðað er við að samband sé á milli sands í svifaur og botnskriðs, virðist hæfilegt að áætla að botnskrið sé 20% af heildaraurburði í Jökulsá á Fjöllum, og 10% í Jökulsá á Dal. Í töflu 1 eru samanteknar niðurstöður varðandi magn þess hluta framburðar, sem ætti að skipta máli miðað við ofantaldar forsendur.

TAFLA 1: Framburður af grófum aurburði í Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Dal 1963/65-1990 (milljónir m^3 á ári).

	Svifaur (0,02-0,2 mm)	(>0,2 mm)	Botnskrið (>>0,2 mm)	Alls: (>0,02 mm)
Jökulsá á Fjöllum	3,0	1,1	1,1	5,2
Jökulsá á Dal	2,4	0,6	0,6	3,6

3. Roföfl

Rof á ströndu er fyrst og fremst háð bylgjukrafti, sem er háður ölduhæð og -tíðni. Per Bruun (1986) hefur lítillega velt fyrir sér hve langt niður strandrof náí ("limiting depth") við suðurströnd landsins frá Þorlákshöfn að Dyrhólaey, á 140 km strandlengju. Þar verður brot í hallaþversnið strandarinnar á 50-60 m dýpi. Það svarar til þess dýpis þar sem 50 ára alda hreyfir fínan sand (>0,06 mm). Hafnamálastofnun ríkisins hefur gert langtímaölduspá, sem byggð er á gögnum frá Norsku Veðurstofunni 1972-1977. Í þeim tilfellum þar sem hægt hefur verið að mæla öldu við tiltekinn vindstyrk hefur samsvörun reynst góð (Sigurður Sigurðarson, Hafn.m.st., pers. uppl.). Í töflu 2 eru niðurstöður úr þessari langtímaölduspá.

TAFLA 2: Líkindi fyrir mestu hæð úthafsöldu, sem hægt er að búast við árlega, á 10 ára fresti og á 100 ára fresti. Gefin er svonefnd kennialda, sem er meðaltal hæsta þriðjungs aldnanna (Heimild: Hafnamálastofnun ríkisins, gert fyrir Staðarvalsnefnd um iðnrekstur (1983)).

	1 ár	10 ár	100 ár
Vestfirðir-Straumnes	10,6	13,0	15,0
Norðurland-Melrakkaslétta	11,2	13,7	15,8
Norðausturland-Langanes	11,3	14,4	16,4
Suðausturland-Hornafjörður	13,0	15,6	18,0
Suðvesturland-Surtsey	11,8	14,5	16,5
Vesturland-Snæfellsnes	11,4	14,0	16,0

Hæð úthafsöldu er minnst út af Öxarfirði, en álfka út af norðanverðum Austfjörðum og út af vestanverðri suðurströndinni. Í 100 ára öldu út af norðanverðum Austfjörðum er straumhraði við botn á 50 m dýpi um 2,7 m/s, og á 100 m dýpi um 1,2 m/s. Þetta er svipaður straumhraði og algengur er í ám hérlendis, og augljóst að í verstu veðrum hrærist sá sandur sem hér um ræðir auðveldlega upp, a.m.k. niður á 100 m dýpi.

4. Halli strandar

Á brattri strönd berst efni burt frá ströndinni, en þar sem halli er lítil getur efni verið að berast upp að ströndinni. Lítil halli bendir til mikils ölduálags og rofs. Halli strandarinnar frá sjávararmáli getur því gefið ýmsar vísbendingar varðandi rof. Sjúkort eru ekki nákvæm af Héraðsflóa eða Öxarfirði. Kort nr 61 af NA-landi í mælikvarða 1:300.000 nær yfir báða flóana, og til er kort í mælikvarða 1:100.000 af Héraðsflóa, en það er byggt á sömu upplýsingum og fyrrnefnda kortið (Sjómælingar Íslands 1979, með síðari leiðréttingum). Hafin er gerð nákvæms korts af Öxarfirði.

Halli strandarinnar er mun meiri bæði við Héraðsflóa og Öxarfjörð en við Suðurströndina. Þar var fjarlægð til 50 m dýptarlínu um 6.000 m að meðaltali, en samsvarandi fjarlægð í Héraðsflóa er um 3.000 m (1.600-3.500), en aðeins um 1.000 m (700-1.300) í Öxarfirði (myndir 1-4). Að 100 m dýptarlínu eru um 5.000 m í Héraðsflóa, en 2.500 í Öxarfirði. Meðalhalli að 50 m dýpi er þannig 1:60 í Héraðsflóa og 1:20 í Öxarfirði, samanborið við meðalhalla 1:120 við suðurströndina vestan Dyrhólaeyjar. Flatari bakkar eru innan strandarinnar niður á 50 m dýpi bæði í Héraðsflóa og Öxarfirði við ósana og/eða austan þeirra, undan algengustu straumstefnunni. Þar safnast efni sem síðar er dreift út á ströndina. Neðan 100 m dýpis minnkar hallinn og í Öxarfirði hallar nokkuð jafnt hvar sem er í flóanum út á um 200 m dýpi. Svipað er að segja um Héraðsflóa, nema á syðsta sniðinu, og óreglan sem þar er gæti bent til lífilla flutninga út.

Sá er munur á framburði í Öxarfirði og Héraðsflóa, að ekki er vitað til þess að stórhlaup komi í Jökulsá á Dal, en aftur á móti eru stórhlaup tíð í Jökulsá á Fjöllum, a.m.k. á tímaskala landmótunar. Á átjándu öld voru stórhlaup á borð við stærstu Skeiðarárhlaup tíð og tengdust þau líklega umbrotum í Kverkfjöllum (Sigurjón Páll Ísaksson 1985), að ekki sé minnst á hamfarahlauþ frá því fyrir 2000 til 6000 árum (Haukur Tómasson 1973; Guttormur Sigbjarnarson 1990).

Boranir á sandinum austan Bakkahlaups sýna að víða er sandurinn blandaður fínni mól og víða eru malarlinsur í sandinum (Lúðvík S. Georgsson o.fl. 1989). Halli strandar gæti bent til þess að grófkorna efni tefji fyrir því að jafnvægi náist milli rofs og framburðar, og að framburður sands með Jökulsá á Fjöllum skipti litlu máli varðandi strandlínu Öxarfjarðar í samanburði við grófara efni, sem berst fram í hlaupum. Æskilegt væri að kanna hvort í Héraðssandi leynist viðlíka malarlinsur, því hlaup hafa einnig komið í hana, þótt ekki sé vitað um stórhlaup eins og í Öxarfirði.

5. Rofdýpi

Ef dýpi þar sem jökulaurframburður ($> 0,06$ mm) losnar og flyst burtu er um 50-60 m við suðurströndina vestan Dyrhólaeyjar, má búast við að samsvarandi dýpi í Héraðsflóa sé um 50 m og 40-50 m í Öxarfirði. Ef miðað er við útlit hallaþversniðanna og að mörk framburðar séu sett við 0,02 mm í stað 0,06 mm, virðist skynsamlegt að miða langtíma jafnvægisþversnið við u.þ.b. 100 m dýpi.

Til lengri tíma litið má búast við að strandþversniðið sé í jafnvægi, þannig að það byggist upp næst ósunum og síðan jafni öldurnar efninu yfir þversniðið. Á meðan efni af landi bætist sífellt við, gæti landið stækkað, ef rofið og flutningur efnis út á meira dýpi hefur ekki undan því sem bætist við.

6. Sjávarstöðubreytingar

Áður en lengra er haldið með hugsanlega jafnvægisútreikninga, verður að hafa í huga að breytt sjávarstaða hefur einnig áhrif. Per Bruun (1986) reiknaði áhrif af hækkun sjávar (3,5 mm/ári) á suðurströndinni. Í þeim reikningum tekur hann tillit til strandarinnar ofan fjöruborðs og gerir ráð fyrir að rofið hafi áhrif á 9.000 m breitt belti (2.000 m á landi og 7.000 m á sjávarbotni). Af því efni sem flutt er fram fer hluti í að byggja upp land ofan fjöruborðs. Á 140 km strandlengju samsvarar 3,5 mm hækkun sjávarborðs því að árlega rofni um 4,5 milljónir (M) m^3 úr ströndinni, en það er svipað og viðkomandi jökukulár bera fram nú.

Engar upplýsingar eru til um langtímasjávarstöðubreytingar á Austur- og Norðurlandi. Ef engar aðrar breytingar eiga sér stað á sjávarstöðu í Héraðsflóa og Öxarfirði en almenn hækkun sjávar, sem er um 2 mm á ári við N-Atlantshaf (Cees 1990), gæfi það tilefni til rofs sem svarar til 0,5 $M m^3$ í Héraðsflóa og 0,3 $M m^3$ á ári í Öxarfirði. Líklegt rof af þessum sökum er því

minniháttar miðað við framburð af grófum aur (tafla 1), einkum í Öxarfirði.

Ef loftslagsbreytingar vegna gróðurhúsaáhrifa verða í líkingu við nýjustu spár, má búast við að sjávarborð hækki um 60-70 cm (30-110) vegna þenslu sjávar við upphitun og bráðnun íss fram til ársins 2100 (IPCC 1990). Áhrif þeirra á straumakerfi úthafanna gæti valdið um 35 cm hækkun sjávar til viðbótar við NV-Evrópu á næstu 50 árum (Mikolajewicz o.fl. 1990).

7. Breytingar á ströndinni frá 1945-1990

Ekki er að sjá neinar marktækar breytingar á strönd Héraðsflóa 1988 miðað við 1945. Á árabílinu 1945-1960 virðist ströndin haf færst út um allt að 100 m á a.m.k. 5 km kafla, en sú breyting hefur gengið til baka (Skúli Víkingsson 1992). Hugsanlega má skýra breytinguna fyrir 1960 með hlýjari veðráttu á því tímabili, heldur en á síðara tímabilinu, og þar með meiri jöklaleysingu og meiri aurburði (Árni Snorrason 1983).

Í Öxarfirði virðist ströndin hafa færst út um allt að 300 m á 5 km kafla vestan Bakkahlaups, meðaltal á þeim kafla er um 200 m, en litlar breytingar eru merkjanlegar austan Bakkahlaups (Skúli Víkingsson 1992). Í eldsumbrotum og röskun landhæðar í tengslum við þau urðu þær breytingar á landhæð á strönd Öxarfjarðar, að miðað við Lón í Kelduhverfi hækkaði land í austur að Bakkahlaupi, seig á 8 km kafla austan þess, en hækkaði þar fyrir austan. Landhækkun varð mest við brotin, sem land seig um, eða nærri 50 cm, og mest seig landið um 80-100 cm (Oddur Sigurðsson 1980). Það er ekki einfalt mál að tengja útfærslu strandarinnar þessum landhæðarbreytingum. Framrás strandar vestan Bakkahlaups er eðlileg miðað við landhækkun og sama er að segja um hop strandar rétt austan við Bakkahlaup miðað við loftmyndir frá 1960, en hop strandar austast í Öxarfirði 1990 miðað við 1945 fellur ekki að þeirri skýringu.

Vegna þeirrar óvissu sem hræringarnar eftir 1970 valda, er rétt að skoða nánar breytingar frá 1945 til 1960, svo langt sem þau gögn ná. Á 15 ára tímabili færðist ströndin út um u.þ.b. 100 m vestan Bakkahlaups. Austan Bakkahlaups hópandi ströndin á sama tíma um 50-100 m. Í Öxarfirði varð því líklega nettóupphleðsla fyrir 1960 af sömu orsökum og í Héraðsflóa, en minni.

Miðað við samanburð á loftmyndum af Öxarfirði frá 1945 og 1990 er ströndin nú heldur innar ef eitthvað er alveg austur undir austari ós Jökulsár, þrátt fyrir hækkun lands þar upp úr 1970. Norðaustlægar vindáttir eru ríkjandi meðal þeirra veðra sem gnauða á ströndinni á þessum slóðum og við því að búast að efni berist frá austri til vesturs. Því er vel mögulegt að meginíð af því sem gæti verið nettóupphleðsla vestan Bakkahlaups sé tilflutningur innan strandarinnar, enda bendir halli hennar neðan sjávarborðs til ójafnvægis og að af miklu sé að taka fyrir öldustrauma á litlu dýpi.

8. Líklegar breytingar eftir virkjun

Litlar breytingar hafa átt sér stað á strandlengju Héraðsflóa og Öxarfjarðar frá 1945 til 1990. Þetta bendir til þess að um þetta leyti jafngildi rof framburði ána af grófari kornum (0,02 mm). Ef tekið er fyrir framburðinn má því búast við að til að byrja með verði rofið jafnt núverandi framburði ána.

Héraðsflói	rof	3,6 M m ³ /ári
Öxarfjörður	rof	5,2 M m ³ /ári

Til þess að áætla hve mikið rofnar af efni í Héraðsflóa og flyst út fyrir jafnvægisdýptarmörk, má reikna hve þykkt lag legðist yfir jafnvægisyrfirborðið á strandsniðinu miðað við að efnið dreifist jafnt. Á 25 km löngu strandsniði niður á 100 m dýpi eru 5 km neðan sjávarborðs.

$$3.600 * 10^3 \text{ m}^3 : 5.000 \text{ m} * 25.000 \text{ m} = 0,029 \text{ m} = 3 \text{ cm}.$$

Þannig þynnist sandurinn um 3 cm á ári, ef tekið yrði fyrir framburð, og í breytingum á strandlínu samsvarar það því, að ströndin færðist inn um 1,4 m á ári.

$$3600 * 10^3 \text{ m}^3 : 25000 \text{ m} * 100 \text{ m} = 1,4 \text{ m/ári}$$

Samsvarandi útreikningar fyrir Öxarfjörð gefa eftirfarandi:

$$5.200 * 10^3 \text{ m}^3 : 2.500 \text{ m} * 28.000 \text{ m} = 0,074 \text{ m} = 7,4 \text{ cm}.$$

Það samsvarar því að ströndin færðist inn um 1,9 m á ári.

Ekki er talið líklegt að ströndin rofni jafnt niður á 100 m dýpi, heldur muni myndast nýr "jafnvægis" halli svipaður og við suðurströndina, þ.e. hallinn 1:120 (mynd 5). Fyrir neðan 50 m dýptarlínu safnist það sem rofnar ofan hennar, og í besta falli nægðu roföflin sem ná strandbeltinu milli 50 og 100 m til að flytja efnið enn utar. Af þessum forsendum leiðir, að eðlilegt er að reikna með jafnvægi miðað við aðra kornastærð, þ.e. 0,06 mm í stað 0,02 mm. Af 3,6 M m³ er áætlað að um 1,8 M m³ af kornastærð sé yfir 0,06 mm. Ef gert er ráð fyrir því að sá framburður af aur hafi nægt til að halda jafnvægi á efstu 50 m strandarinnar, tekur það um 1000 ár að færa ströndina inn um 3 km, þ.e. um 300 m á öld að jafnaði (3 m/ári).

Í þessu sambandi er áræðanlega mikilvægt að í báðum flóum er hallalftill botn utan strandsvæðisins niður á um 200 m, en þar fyrir utan er um 200-250 m dýpi á a.m.k. 1000 km² svæði, þannig að viss takmörk eru fyrir ákveðnum þætti efnisflutninga, sem er skrið efnis undan halla. Þannig eru meiri líkur á nýju jafnvægisástandi sem hefði í för með sér að úr rofinu drægi með tímanum.

9. Dæmi um rof

Jökulsá á Breiðamerkursandi er dæmi um á hér á landi, þar sem framburður hætti skyndilega að ná til strandar, og fór að falla út í lóni í staðinn. Rof strandarinnar, þar sem það er mest, hefur frá aldamótum verið um 700 m, eða um 8 m á ári að meðaltali (Helgi Jóhannesson 1992). Rofsvæðið er bunga um 8 km löng þannig að meðalrof fyrir svæðið í heild er um 4 m á ári. Ef þessu rofi væri jafnað á 25 km strandlengju yrði það aðeins 1,3 m á ári, sem er svipað og gert er ráð fyrir að verði á Héraðsflóa. Rofdýpið á Breiðamerkursandi er innan við 20 m, og efnið grófara en á Héraðssandi.

10. Niðurstöður

Eins og getur í inngangi er hér um mjög lauslega úttekt að ræða, og athugun á því hve langt mætti hugsanlega komast með fyrirbyggjandi gögn. Gróft mat gefur til kynna að rof á Héraðssandi gæti orðið á bilinu 1,5 til 3 m á ári að jafnaði, en hraðara í fyrstu, eða þar til minnkun halla hægir á rofinu. Gert er ráð fyrir að rofið leiði til þess að nýr jafnvægishalli eins og við suðurströndina myndist.

Allt er óljósara með hugsanlegt rof eða upphleðslu í Öxarfirði, en því valda hæðarbreytingar í tengslum við umbrot fyrir nokkrum árum. Meiri halli strandar þar en í Héraðsflóa bendir til þess að ströndin sé heldur á útleið, og að rof sé því talsvert minna en sem nemur framburði Jökulsár á Fjöllum. Þegar einnig er tekið tillit til grófleika efnis þar, er líklegt að rof strandarinnar verði svipað og í Héraðsflóa.

Vafalaust má nálgast áreiðanlegri tölur með starlegum rannsóknum; mælingum á botnskriði, nákvæmari athugun á því hvaða kornastærðir skipta máli, þ.e. kornastærðardreifingu strandefnis með dýpi, og við hvaða rofdýpi eigi að miða, borunum í sandinn til athugunar á því hvort þar eru malarlinsur, athugun á því hvar styst er í fast berg, og nákvæmari greiningu á landhæðar- og sjávarstöðubreytingum, svo nokkur atriði séu nefnd. Fara verður varlega, því að kostnaður við nákvæmar rannsóknir gæti orðið mjög mikill, og því er vert að greina vandamálið náð frá ýmsum hliðum. Meginatriðið tel ég vera að nálgast stærðargráðu hugsanlegra breytinga, og ræða síðan hvort hún sé ásættanleg miðað við aðra hagsmuni í húfi.

Samkvæmt þeim útreikningum, sem hér er beitt og með því að gera ráð fyrir að fyrstu áhrif séu þau að nýtt jafnvægisnið myndist með sama halla og á suðurströndinni (mynd 5), tæki það strönd Héraðsflóa um 1000 ár að hopa 3 km, eða að bænum Húsey, sem er ysti bær á Héraðs-sandi. Rofið mun verða hraðast fyrst, en fljótlega hægir á því á meðan aldan kemur efninu það langt út, að það sé ekki sífellt að berast upp að ströndinni og meðfram henni. Þannig mun það e.t.v. taka minna en 200 ár að rjúfa fyrsta kílómetrann.

Innan 3 km beltis næst strönd Öxarfjarðar eru svæði sem Náttúruverndarráð (1991) telur að þurfi að kanna nánar, og sama gildir um sandana sunnan Jökulsár í Fljótssdal, þ.e. frá strönd og inn fyrir Hjaltastaðablá. Þessi svæði þarf að kanna nánar.

Ef spár um loftslagsbreytingar og afleiðingar af þeim fyrir sjávarstöðubreytingar ganga eftir má búast við 1 m eða meiri hækkun sjávar á næstu 100 árum. Af þeim sökum einum gæti ströndin færst inn um u.þ.b. 200 m bæði í Héraðsflóa og Öxarfirði á næstu 100 árum (halli strandar yfir sjávarmáli um 1:200). Erfitt kynni að reynast að skilja á milli áhrifa af loftslagsbreytingum og breytinga á jafnvægi milli rofs og framburðar.

Heimildir

- Árni Snorrason 1983. *Rennslisgreining og lenging rennslisraða. Tölfræðileg aðferðafræði.* Orkustofnun, OS-83081/VOD-09, 30 s.
- Bruun Per 1986. *Sedimentary balances; land and sea, with special reference to the Icelandic South coast from Þorlákshöfn to Dyrhólaey. River nourishment of shores, practical analogies on artificial nourishment.* Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstj.). Iceland Coastal and River Symposium, Proceedings: 17-32.
- Cees, L. 1990. *General strategy on coastline protection - The Dutch case.* In: Pilarczyk, K.W. (ed.) Coastal Protection. Proceedings of the short course on coastal protection, Delft University of Technology/ 30 June-1 July 1990. A.A. Balkema, Rotterdam and Brookfield: 15-35.
- Guttormur Sigbjarnarson 1990. *Hlaup og hlaupfarvegir.* Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstj.). Vatnið og landið. Orkustofnun: 129-143.
- Haukur Tómasson 1973. Hamfarahlaup í Jökulsá á Fjöllum. *Náttúrufræðingurinn* 43:12-34.
- Haukur Tómasson 1982. *Áhrif virkjunarframkvæmda á aurburð í Þjórsá.* Orkustofnun, OS-82044/VOD-07, 39 s.
- Haukur Tómasson 1986. *Glacial and volcanic shore interaction. Part 1: On land.* Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstj.). Iceland Coastal and River Symposium, Proceedings: 7-16.
- Haukur Tómasson 1990. *Aurburður í Íslenskum ám.* Í: Guttormur Sigbjarnarson (ritstj.). Vatnið og landið. Orkustofnun: 169-174.

- Helgi Jóhannesson 1992. Landbrot framan við brúna yfir Jökulsá á Breiðamerkursandi. *Tæknivísir, blað byggingatæknifræðinema* 16:37-40.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change) 1990. *The IPCC impacts assessment*. W.J. McG. Tegart, G.W. Sheldon and D.C. Griffiths (Eds) Australian Government Publishing Service, Canberra.
- Lúðvík S. Georgsson, Guðmundur Ó. Friðleifsson, Magnús Ólafsson, Ómar Sigurðsson og Þórólfur H. Hafstað 1989. *Skilyrði til fiskeldis í Öxarfirði, ferskvatn, jarðsjór, jarðhiti og rannsóknarboranir 1987 og 1988*. Orkustofnun, OS-89041/JHD-08, 61 s.
- Mikolajewicz, U., B. Santer and E. Maier-Reimer 1990. *Ocean response to Greenhouse warming*. Max-Planck Institute für Meteorologie, Report No. 49. 14 s.
- Náttúruverndarráð 1991. *Náttúruminjaskrá, 6. útgáfa*. Náttúruverndarráð, 62 s. + kort.
- Oddur Sigurðsson 1980. Surface deformation of the Krafla fissure swarm in two rifting events. *Journal of Geophysics* 47:154-159.
- Sigurjón Páll Ísaksson 1985. Stórhlaup í Jökulsá á Fjöllum á fyrri hluta 18. aldar. *Náttúrufræðingurinn* 54:165-191.
- Sjómælingar Íslands 1979. *Norðausturströnd Íslands, Grímsey-Glettinganes*. Sjókort, blað 61, leiðrétt til 1991.
- Skúli Víkingsson 1992. *Ósasvæði Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal, breytingar á legu strandar samkvæmt kortum og loftmyndum*. Orkustofnun, OS-92044/VOD-09 B, 5 s.
- Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1991. *Niðurstöður Svifaursmælinga 1963-1990*. Orkustofnun, OS-91017/VOD-03 B, 151 s.
- Staðarvalsnefnd um iðnrekstur 1983. *Staðarval fyrir orkufrekan iðnað, forval*. Iðnaðarráðuneyti, 137 s.
- Þórólfur H. Hafstað, Svanur Pálsson og Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1992. *Titansteindir í sjávarsandí, rannsóknir á sýnum af grunnsævi úti fyrir Suðausturlandi*. Orkustofnun, OS-92026/VOD-04, 47 s.

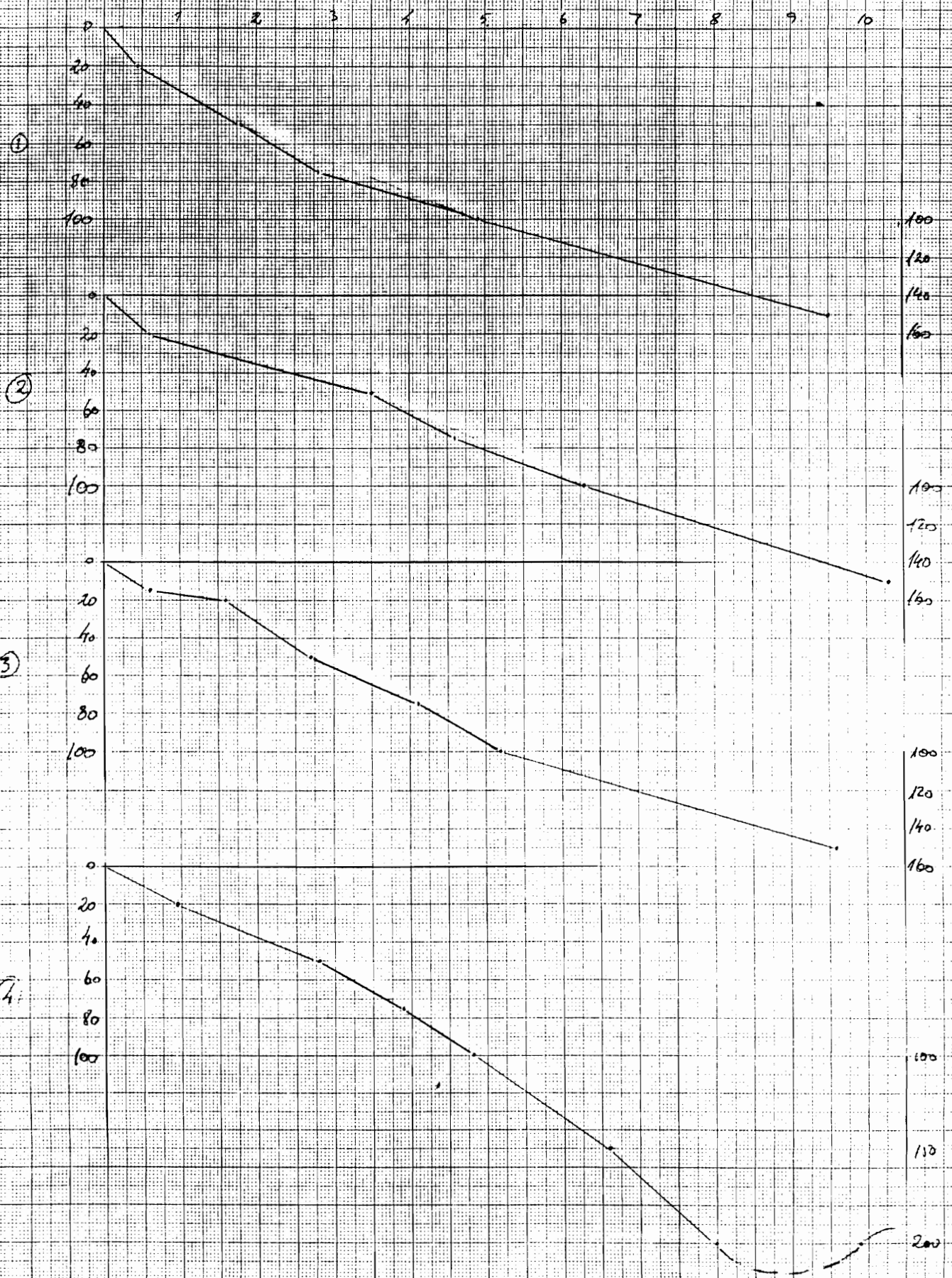
Nokkrir standarprofila í Hérautsflóa.

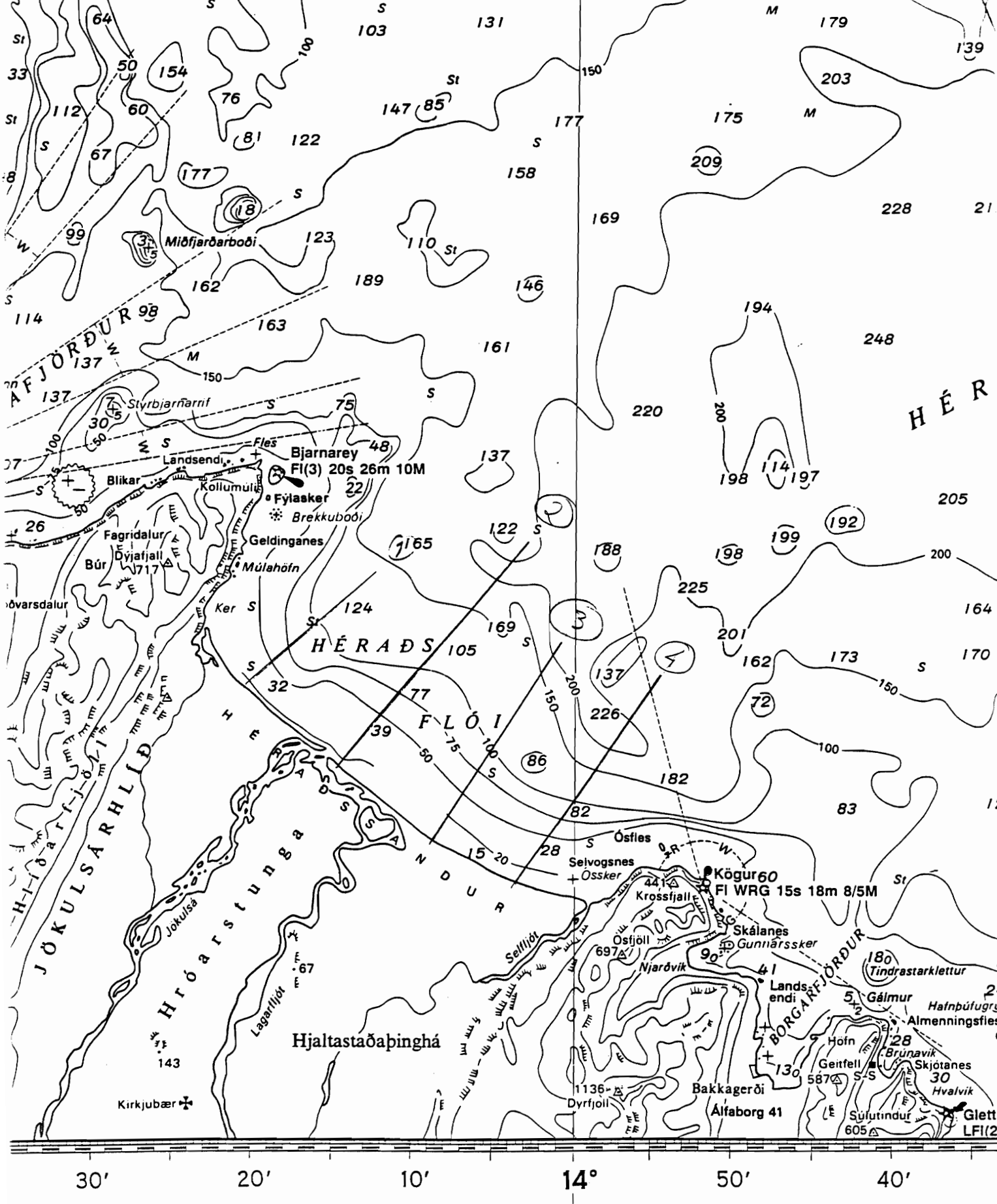
ORKUSTOFNUM



1600 - 3500
50m djúpi

4200 - 6300
100m djúpi





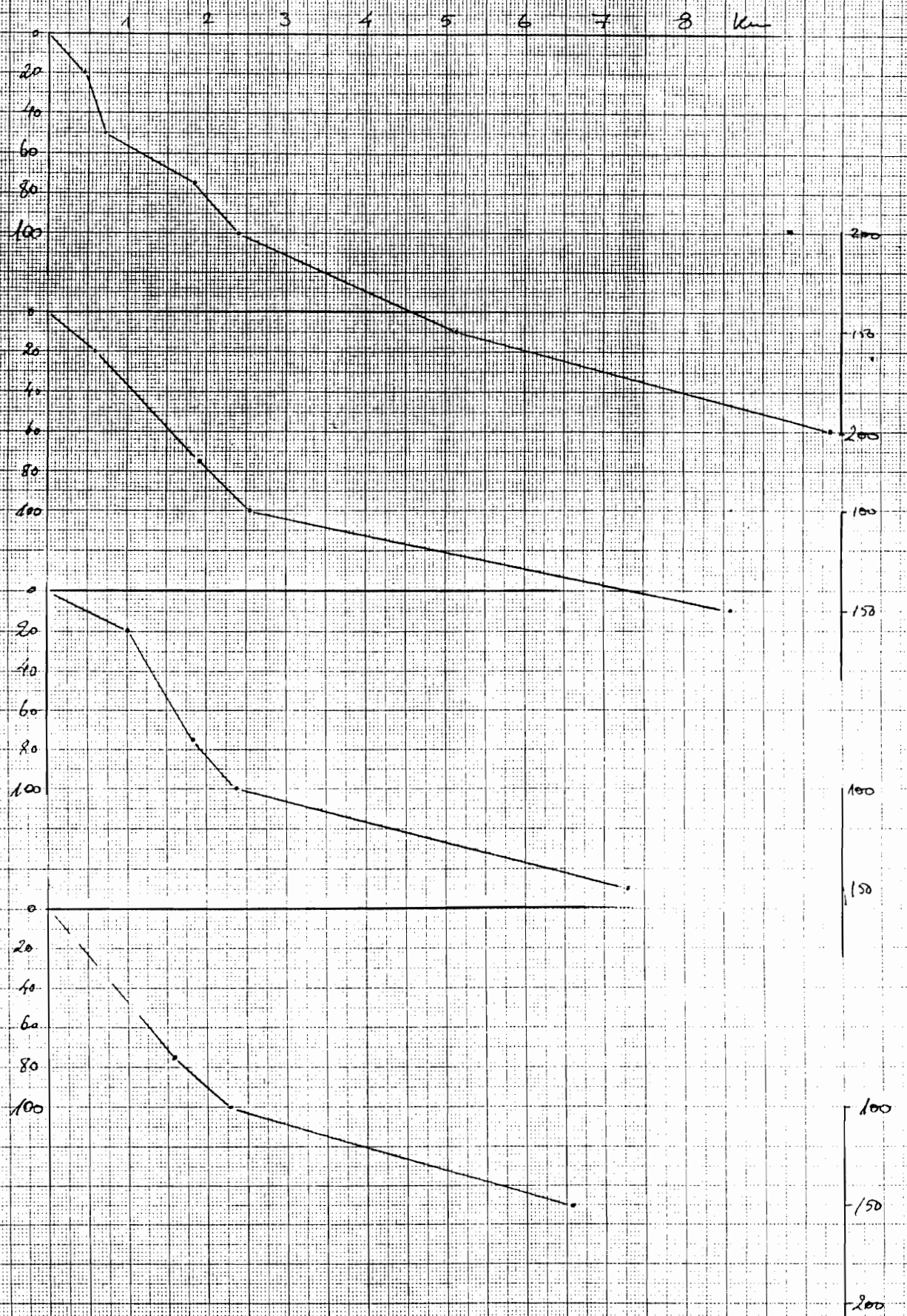
30' 20' 10' 14° 50' 40'

Mynd 2

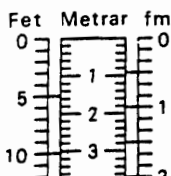
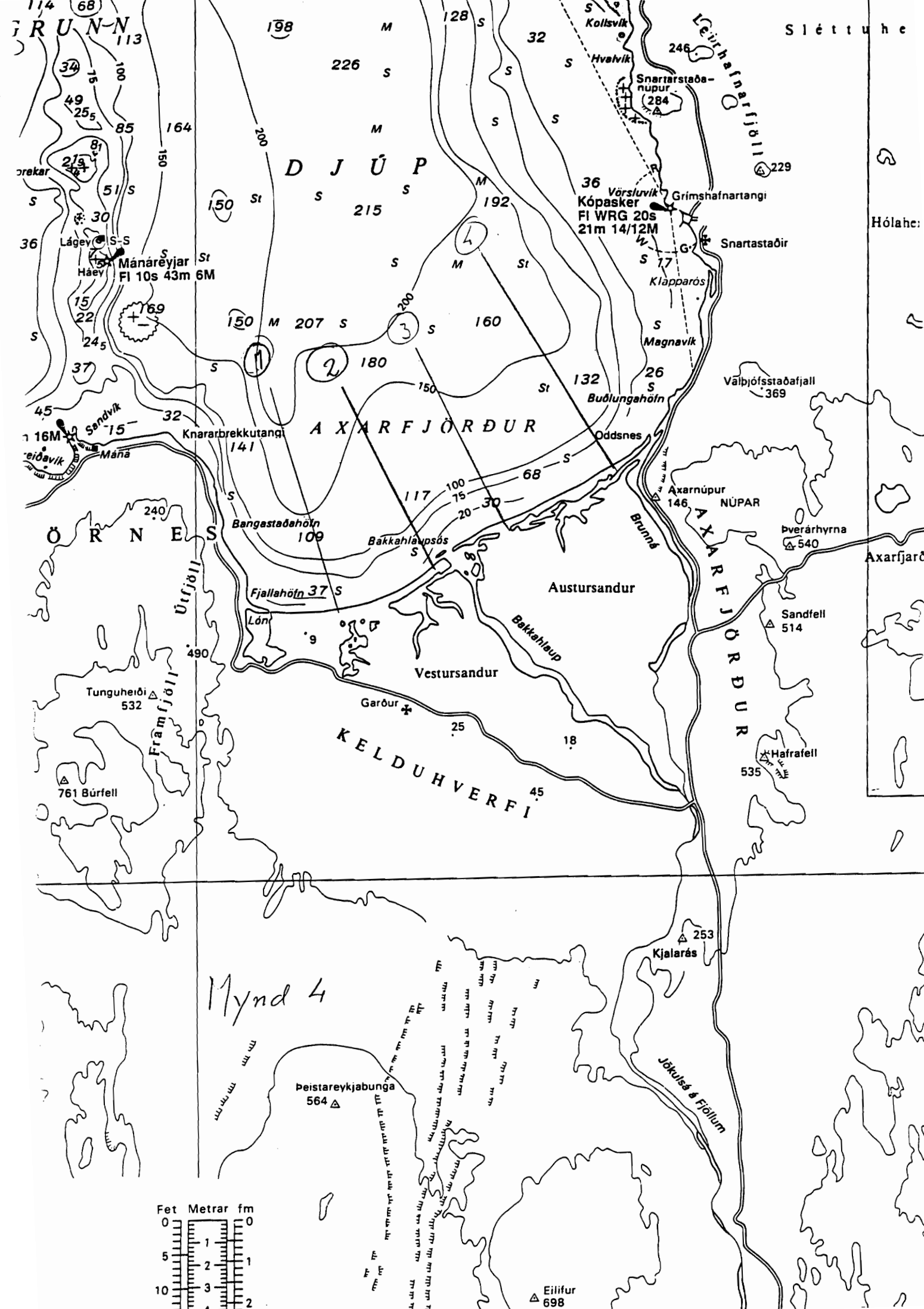
Ný útgáfa
New edition

Noðkkit strand prófilar í Óxanfiski

ORKUSTOFNUM



200
150
100
150
100
150
100
200 148 →



Mynd 4

Peistareykjabunga
564

Eilifur
698

Kjalarás
253

Sandfell
514

Þverárhyrna
540

Axarnúpar
146

Válþjófsstaðafjall
369

Vörsluvík
Kópasker
FI WRG 20s
21m 14/12M

Mánaréyjar
FI 10s 43m 6M

D J Ú P

AXARFJÖRDUR

KELDUHVERFI

ÖRNES

Austursandur

Vestursandur

NÚPAR

Grimshafnartangi

Snartastaðir

Klapparós

Magnavík

Buðlungahöfn

Oddsnes

Brunn

Bakkahláup

Bakkahláupsós

Fjallahöfn 37s

Bangastadahöfn

Knararbrekkutangi

Sandvík

Mána

Framfjöll

Tunguherði

761 Búrfell

Þrekar

Lágey

Háey

22

24.5

37

45

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

16M

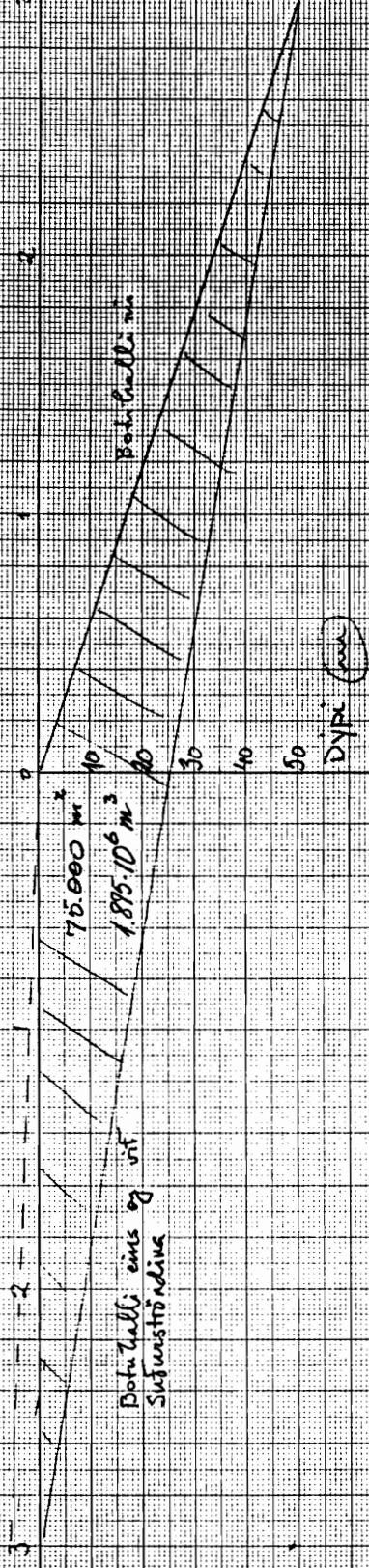
16M

16M

16M

Hugsaun ley breyting strandar í Hérafsslóa

Til lands ← → Til sjávar



Mýnd 5