



Jarðeðlisfræðilegar rannsóknir í Hvalfirði  
1991

Karl Gunnarsson, Ólafur G. Flóvenz

Greinargerð KG-ÓGF-91-07

## Jarðeðlisfræðilegar rannsóknir í Hvalfirði 1991

### 1. Inngangur

Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir framvindu og stöðu jarðeðlisfræðilegra rannsókna í Hvalfirði sem Orkustofnun vinnur að fyrir Spöli h.f. vegna þverunar Hvalfjarðar.

### 2. Framvinda verksins

Verkinu má skipta upp í eftirfarandi verkþætti:

1. Einrása bergmálsdýptarmælingar með "boomer" eða "sparker" sem orkugjafa
2. Fjölrása endurkastmælingar. Þessar mælingar voru ekki hluti að því verki sem boðið var út heldur unnið sem viðbótarverk á einingarverðum fyrir sérverk í tilboði Orkustofnunar í heildarverkið.
3. Bylgjubrotsmælingar á botni Hvalfjarðar.
4. Bylgjubrotsmælingar á landi.
5. Bráðabirgðaúrvinnsla til að meta gæði gagna og taka ákvörðun um framvindu mælinganna.
6. Gerð bráðabirgðaskýrslu
7. Lokaúrvinnsla

### 3. Einrása bergmálsdýptarmælingar

Hafrannsóknarstofnun annaðist þennan verkþátt sem undirverktaki. Unnið var í samræmi við útböðsgögn og orðsendingu nr.1 frá Spöli h.f. til Orkustofnunar. Mælingar hófust 18. júní og lauk 1. júlí. Orkustofnun fékk fljótlega í hendur gögn um sjávardýpi og siglingaleiðir og er kort af sjávardýpi nánast fullbúið.

Öll gögn um setþykktir samkvæmt þessari mæliaðferð hafa nú borist Orkustofnun og er verið að vinna að gerð setþykktarkorta. Þar þarf þó að bera saman niðurstöður einrása- og fjölrása mælinga og samræma því ekki er víst að báðar mæliaðferðir gefi nákvæmlega sömu niðurstöðu.

Kort af siglingalínum þar sem sparker var notaður sem hljóðgjafi fylgdi stöðuskýrslu sem send var Spöli h.f. í lok júlí 1991 en kort af mæli línum þar sem "boomer" var notaður eru sýnd á myndum 1 og 2.

Endanleg uppgjör á lengd mæli lína í einrása mælingum liggur ekki enn fyrir en það mun vera nálægt 210 km.

### 4. Fjölrása endurkastmælingar

Fjölrása endurkastmælingar eru að því leyti frábrugðnar einrása mælingum að notaður er kapall með 24 hljóðnemum sem dreginn er eftir bátum í stað þess að nota einungis einn hljóðnema. Sparker var notaður sem hljóðgjafi við fjölrása mælingarnar. Þær hafa mikla yfirborði yfir einrása mælingar, bæði sjást endurkastfletir margfalt skýrar og hægt er að greina smáatriði í yfirborði berggrunnins. Þær gefa einnig mat á hljóðhraða setlaganna sem ekki er unnt að fá í einrása mæl-

ingum. Fjölrása mælingar eru hins vegar mun dýrari í framkvæmd og þó einkum í úrvinnslu.

Í fyrstu voru gerðar ýmsar tilraunir til að velja heppilegustu aðferðina til að meðhöndla gögnin þannig að úr þeim fengjust sem mestar og áreiðanlegastar upplýsingar. Á fundi með fulltrúa og ráðgjöfum Spalar h.f. í byrjun ágúst var ákveðið að gerður skyldi groddastakkur (brute stack) af öllum línnum og látið þar við sitja í meðhöndulun mælinganna. Þá var búið að gera hraðagreiningar á öllum hlutum svæðisins og þökkaleg hugmynd um "stökkunarhraða" fyrir hendi. Þessu verkið er lokið ásamt jarðfræðilegri túlkun flestra línanna en samanburður við einrása mælingar er eftir.

Staðsetning mælihlína fjölrása mælinga er sýnd á myndum 3 og 4. Það skal tekið fram að netið er UTM-hnit sem notað er í frumvinnslu, og því skal ekki tekið tillit til þess. Strandlína er tekin af kortum Vegagerðarinnar og sýnir því afstöðu mælinganna. Sama gildir um öll kort sem fylgja þessari skýrslu.

## 5. Bylgjubrotsmælingar á botni Hvalfjarðar

Mælingar hófust þann 27. júlí og lauk þeim hinn 12. september. Staðsetning bylgjubrotsmælinganna er sýnd á mynd 5. Mælingar gengu vel framan af tímabilinu en um miðjan ágúst og fram í byrjun september urðu miklar tafir vegna bilana og veðurs. Á tímabilinu 4-12 september kom góðviðrískafli og tókst þá að ljúka mælingunum.

Fyrsta stig úrvinnslu bylgjubrotsmælinga á sjó er að reikna nákvæmlega út staðsetningu hvers og eins bylgjunema á botnkaplinum. Það er gert með því að notfæra sér sértsök staðsetningarskot sem skotið var á 1 m dýpi undir yfirborði sjávar á nákvæmlega þekktum stöðum. Fyrir hverja lögn botnkapals var skotið 6-7 slíkum staðsetningarskotum. Gögnin þarf því næst að leiðrétta fyrir áhrifum flóðs og fjöru. Vinnu við staðsetningar er um það bil að ljúka.

Strax að lokinni vinnu við staðsetningar verða sjálfar mælingarnar túlkaðar á endanlegu formi þannig að þær gefi dýpi á berggrunn og hraða í setlögum og í berggrunni.

## 6. Bylgjubrotsmælingar á landi

Mælingarnar fóru fram á tímabilinu 21.8-31.8 1991. Til mælinganna var nýttur sá tími þegar ekki var unnt að fara á sjó vegna veðurs eða bilana í staðsetningartækum mælibáts. Staðsetning mælihlína er sýnd á mynd 5. Úrvinnslu línu KF-1 er lokið (mynd 6) en úrvinnsla annara mælihlína er í gangi.

## 7. Bráðabirgðaúrvinnsla

Jafnhliða framkvæmd mælinganna voru þau gögn sem fengust metin og unnið lauslega úr þeim þannig að ráðrúm gæfist til að breyta rannsóknaráætlun meðan á verki stæði. Á grundvelli slíkrar úrvinnslu var gerð stöðuskýrsla í lok júlí og endanlegt verkmagn og staðsetning lína síðan ákveðin á fundi fulltrúa Spalar h.f., ráðgjafa Spalar og fulltrúa Orkustofnunar í byrjun ágúst.

## 8. Bráðabirgðaniðurstöður

Meðfylgjandi kort af sjávardýpi eru byggð á leiðréttum gögnum, og viðmiðun er 1,8 m ofan 0-punkts Sjómælinga, eða svipaður og á kortum Vegagerðarinnar. Teikning er ekki endanleg útgáfa, og kvarði (ca. 1:10.000) og hnitakerfi (UTM) eru ekki þau sem verða í lokaskýrslu. Kortin eru í stórum dráttum eins og búið var við, en sýna meiri smáatriði en fyrir þekktist. Mesta dýpi á Hnausaskersleið er um 38 m, en 48 m á Kiðafellsleið.

Nú liggja fyrir bráðabirgðaniðurstöður af túlkun fjölrása endurkastmælinganna. Hér á eftir er gerð grein fyrir helstu dráttum sem þar koma fram. Sýniseintök af sniðum H-13 og K-1 voru af-



hent fulltrúa Spalar með þessari skýrslu hefur túlkun verið færð inn á þau.

### 8.1 Hnausaskersleið

Lokið er túlkun allra mælilína. Á myndum 7-10 eru sýnd þversnið með sjávarbotni og klöpp eftir línnum H-5, H-9, H-11 og H-21. Sniðin sýna þann tíma sem tekur hljóðbylgju að fara lóðrétt frá yfirborði sjávar niður á endurkastflötinn og upp aftur, mælt í millisekúndum, sem fall af skotpunktsnúmeri eftir línunni. Skotpunktánúmerin eru færð inn á staðsetningarkortið á mynd 3. Athugið að að endurkaststírnarnir eru ekki af fullu leiðréttir miðað við rétt datum, svo örfáum metrum gæti munað. Til að unnt sé að breyta þessari mynd í dýpi sem fall af skotpunktsnúmeri verður hljóðhraðinn í setlögnum að vera þekkur. Hann fæst hins vegar ekki fyrir en úrvinnslu bylgjubrotsmælinga er að fullu lokið. Þó má meta dýpið út frá fyrirliggjandi upplýsingum um hljóðhraðann, bæði upplýsingum úr eldri bylgjubrotsmælingum og úr endurkastmælingunum sjálfum. Á myndum 11-22 eru sýnd sömu sniðin og á myndum 7-10 nema nú er búið að umreikna tímann í dýpi miðað við þrjú mismunandi gildi á meðalhraða frá yfirborði sjávar að berggrunni, 1500, 1600 og 1700 m/s. Líklegasti meðalhraðinn er 1600 m/s þar sem dýpi er mest, en 1700 m/s ætti að gefa mesta mögulegt dýpi með "öryggisfaktor". Lægsta gildið, 1500 m/s gefur dýpið þar sem setþykktin er minnst, svo og ca. sjávardýpið.

Á mynd 23 er svo sýnt riss af jafndýptarkorti (tímakort) fyrir berggrunninn í millisekúndum, sbr. myndir 7-10.

Á Hnausaskersleið sést ekki nema einn skýr endurkastflötur í mælingunum, klöppin, og flest bendir til að setin séu fremur homogen. Á sniði 13 eru sýnd tvö gil í klöppinni, þar sem dýpið virðist vera mest, 147 millisekúndur. Þar gæti dýpi verið 120 m (1,7 m/ms í setum), en minnst 110 m (1,5 m/ms hraði í setum). Viss óvissa er við túlkun á slíkum þröngum giljum, og ef þau eru ekki raunveruleg, væri mesta dýpi á línunni um 6 m minna.

### 8.2 Kiðafellsleið

Túlkun mælinganna á Kiðafellsleið er erfiðari. Þar kemur til að inni í setlögnum sjást endurkastflötir sem trúlega tákna mót lághraðasetlaga og undirliggjandi mórenu sem hefur hærri hljóðhraða. Þessi mórena sést þó ekki vestast á Kiðafellsleið. Á austurhluta leiðarinnar sést á köflum láréttur sterkur endurkastflötur ofarlega í setlögnum, þar sem setlöggin eru þykkust og sést berggrunnurinn mjög illa neðan hans. Því er hámarksþykkt setlaganna nokkuð óviss á þessum slóðum. Þessi sterki endurkastflötur gæti stafað af gasi í setlögnum. Dýpið á vesturhluta svæðisins er þó nokkuð ljóst.

Hér er sýnd túlkun 3ja dæmigerðra lína af Kiðafellsleið, (1, 11, 23) og er staðsetning þeirra á mynd 5. Á myndum 24-26 eru sýnd snið eftir ofangreindum línnum á Kiðafellsleið þar sem dýpi á berggrunn er sýnt í millisekúndum sem fall af númeri skotpunkts. Myndum 27-35 eru búið að umreikna sniðin á myndum 24-26 í dýpi fyrir þrjú mismunandi hraða, 1500 m/s, 1700 m/s og 1900 m/s. Líklegur meðalhraði niður á klöpp er um 1800 m/s, svo hæsti hraðinn ætti að sýna réttasta mynd (að viðbættum 5% til öryggis) þar sem setþykktin er mest, en sá lægsti þar sem hún er minnst. Hæsti hraðinn sem notaður er hér er hærri en á Hnausaskersleið þar sem hluti setlaganna hefur hljóðhraða 2200 m/s.

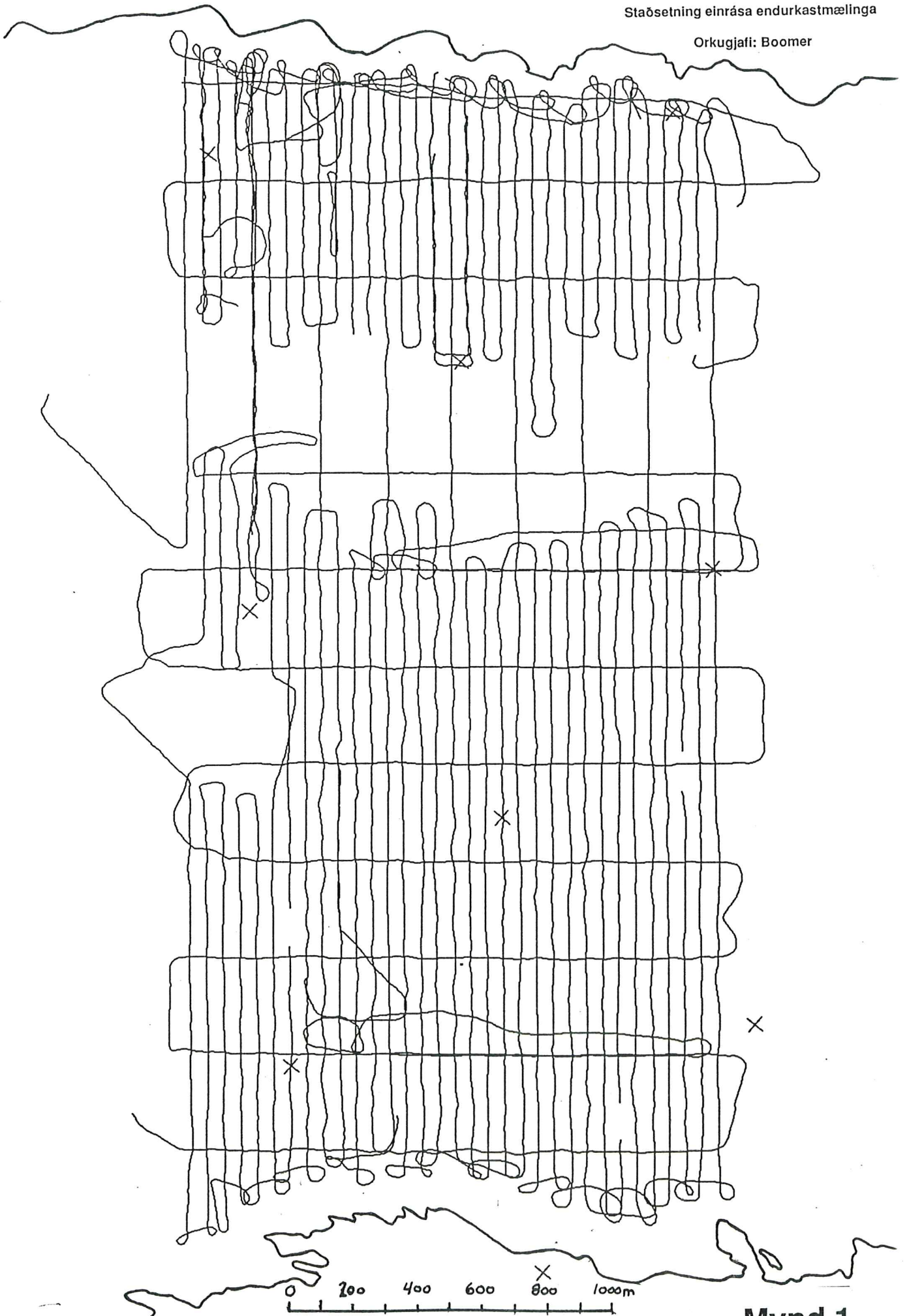
Á mynd 36 er loks sýnt kort af dýpinu á berggrunn mældu í millisekúndum. Athygli er vakin á því á sú mynd byggir einungis á túlkun lína 1, 11 og 23. Grynnt er á línu K1 (yst á svæðinu) þar sem dýpi er vart meira en 135 m, en dýpkar er innar dregur og fer yfir 160 m. Dýpi er mest um miðjan fjörð, og það fylgir ekki dýpstu rennu sjávarbotnsins sem er nær norðurlandinu.



Hnausaskersleið

Staðsetning einrása endurkastmælinga

Orkugjafi: Boomer



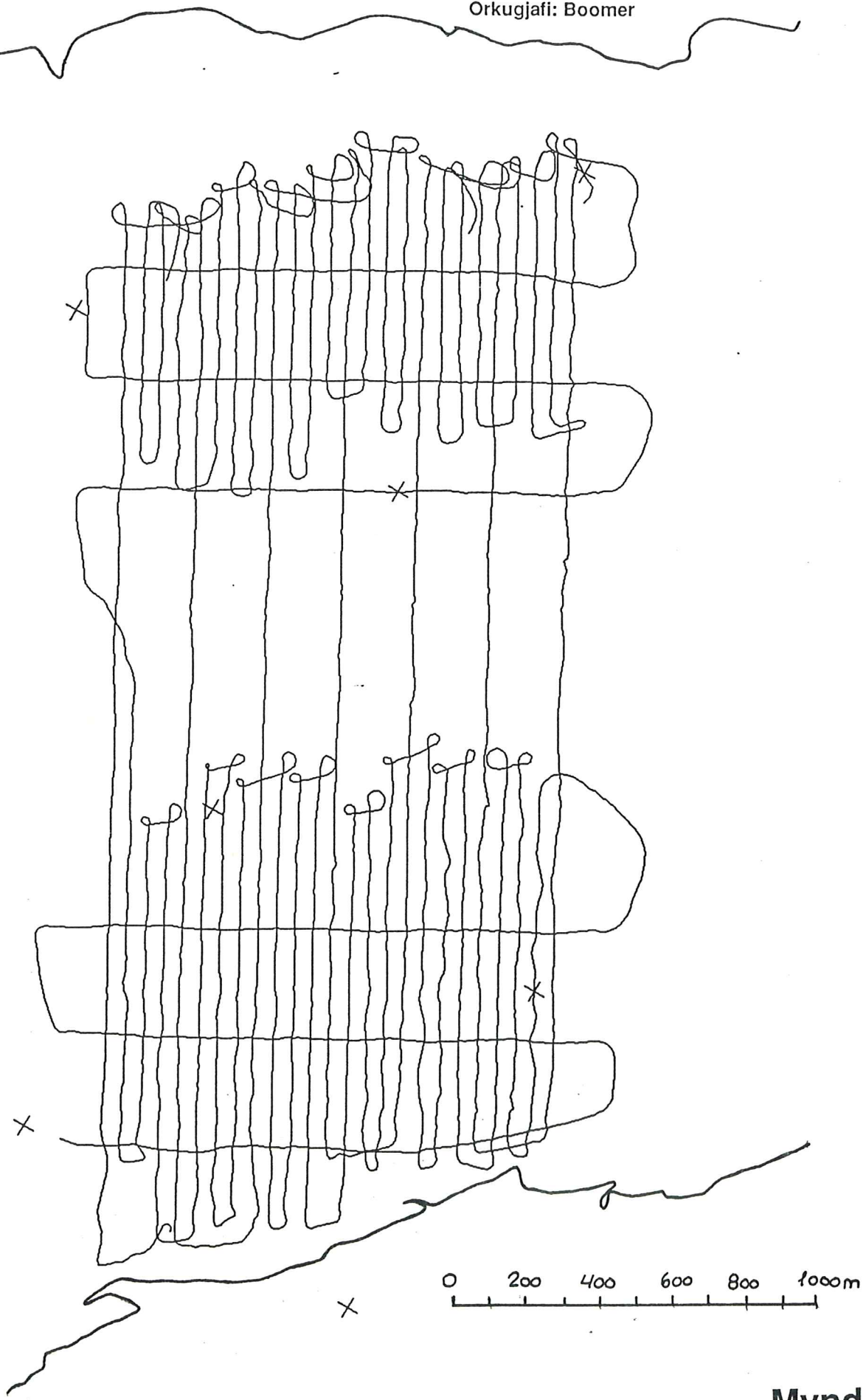
Mynd 1

BYLGJUBROTSMÆLINGAR Í HVALFIRÐI 1991

Kiðafellsleið

Staðsetning einrása endurkastmælinga

Orkugjafi: Boomer



Mynd 2

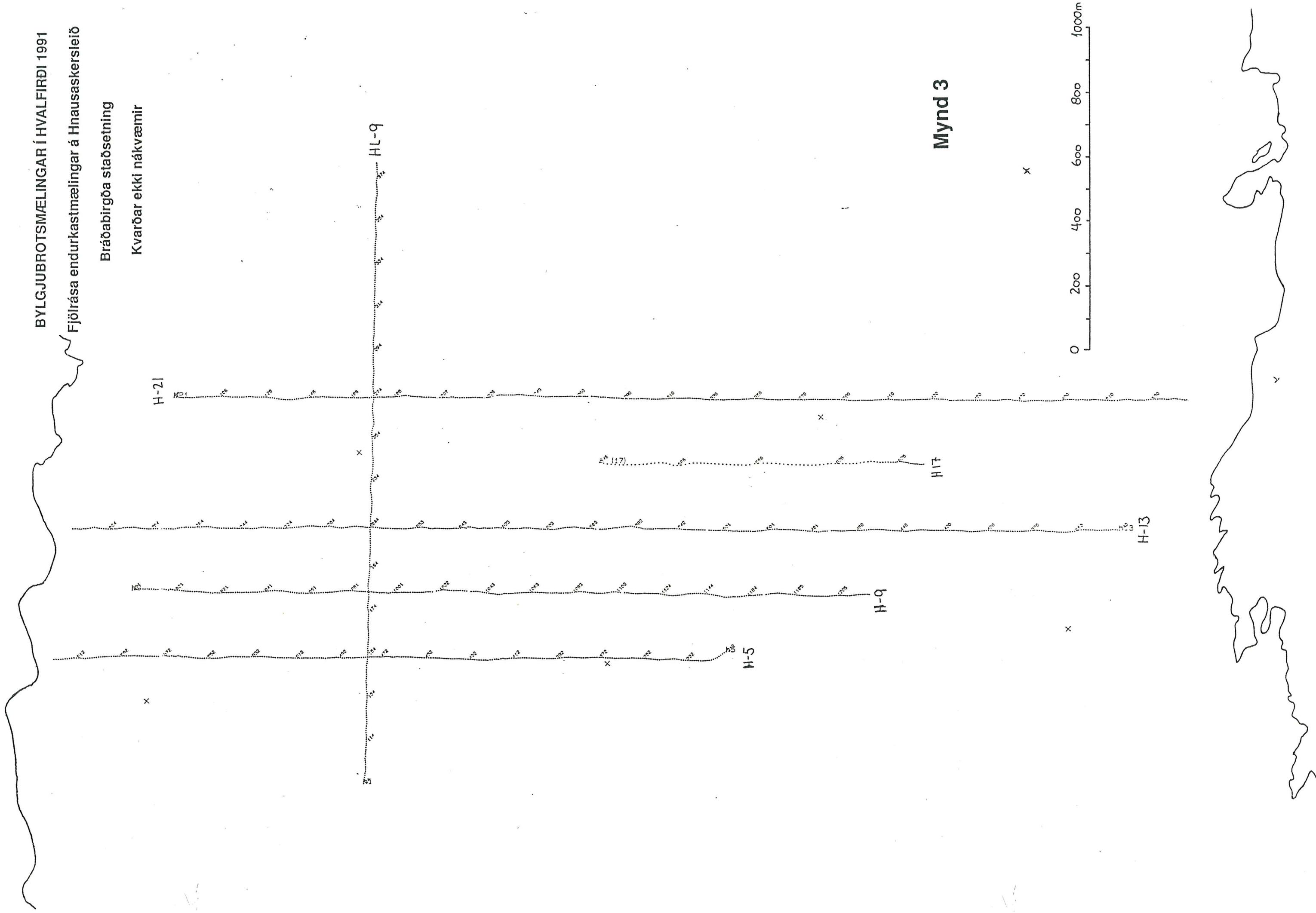


BYLGJUBROTSMÆLINGAR Í HVALFIRÐI 1991

Fjölrása endurkastmælingar á Hnausaskersleið

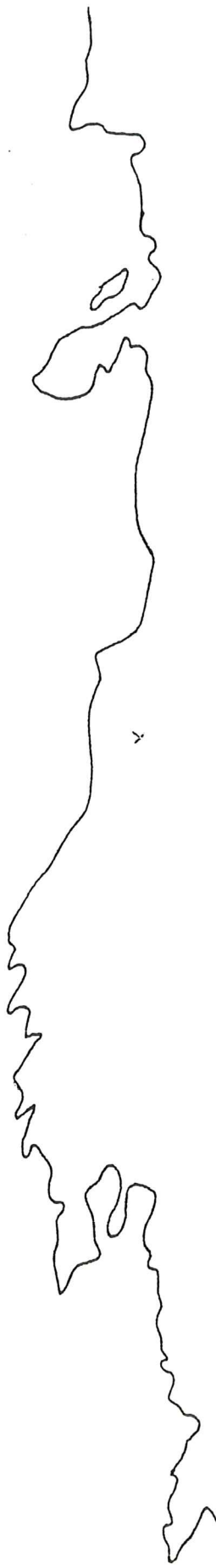
Bráðabirgða staðsetning

Kvarðar ekki nákvæmir



Mynd 3

0 200 400 600 800 1000m

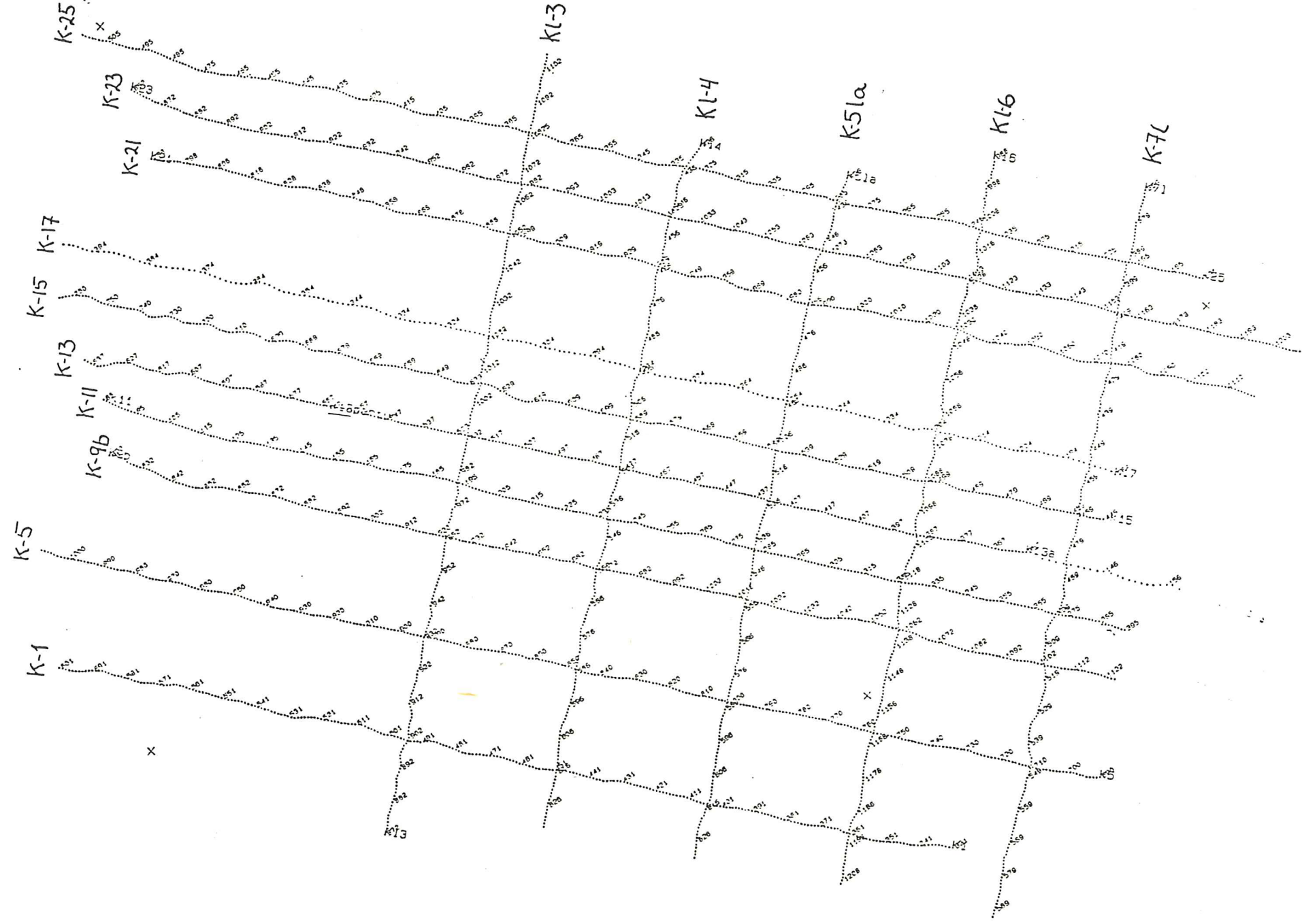


# BYLGJUBROTSMÆLINGAR Í HVALFIRÐI 1991

Fjölrása endurkastmælingar á Kíðafellsleið

Bráðabirgða staðsetning

Kvarðar ekki nákvæmir



Mynd 4





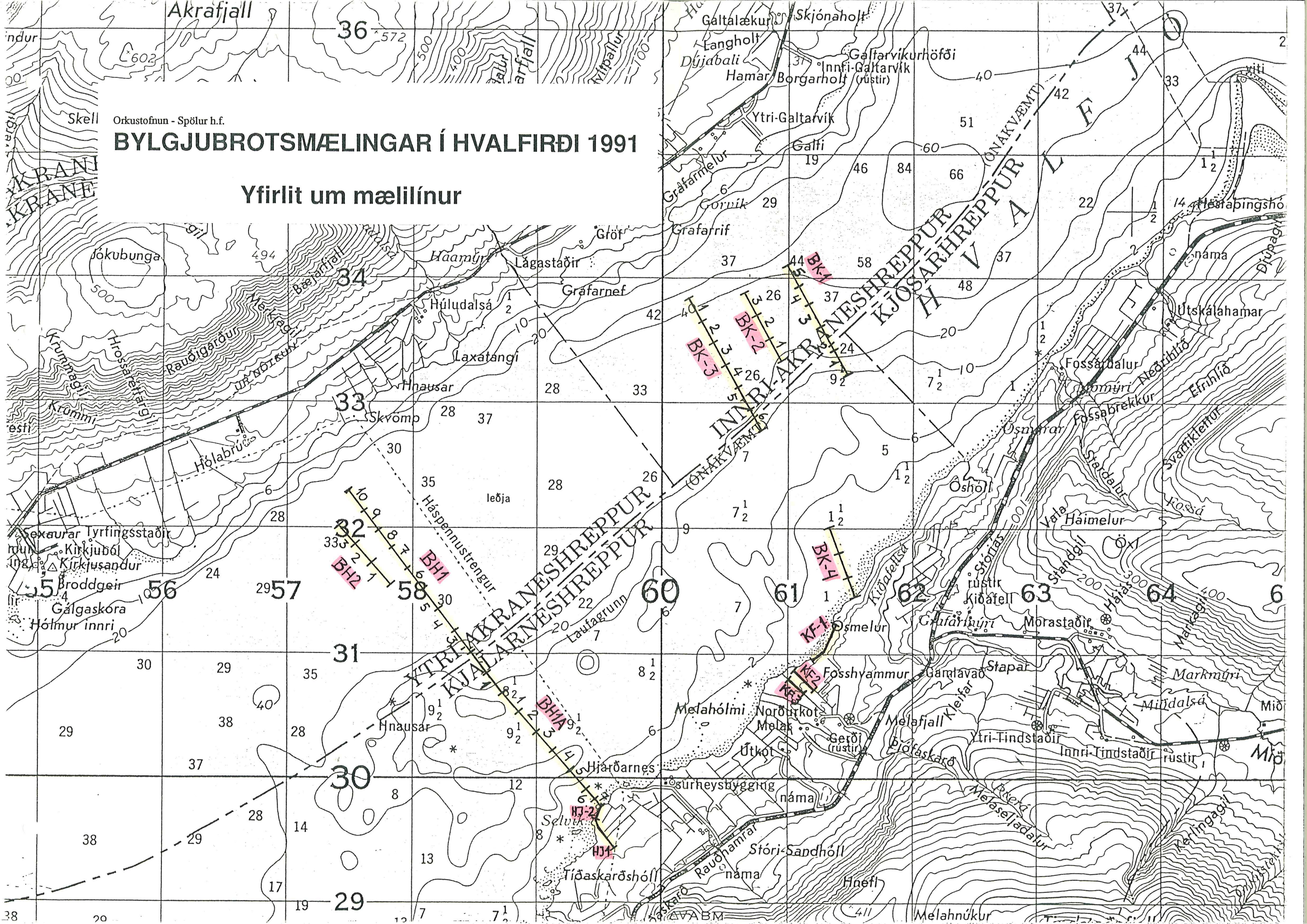
Akrafjall

36 572

Orkustofnun - Spölu h.f.

# BYLGJUBROTSMÆLINGAR Í HVALFIRÐI 1991

## Yfirlit um mælinúr



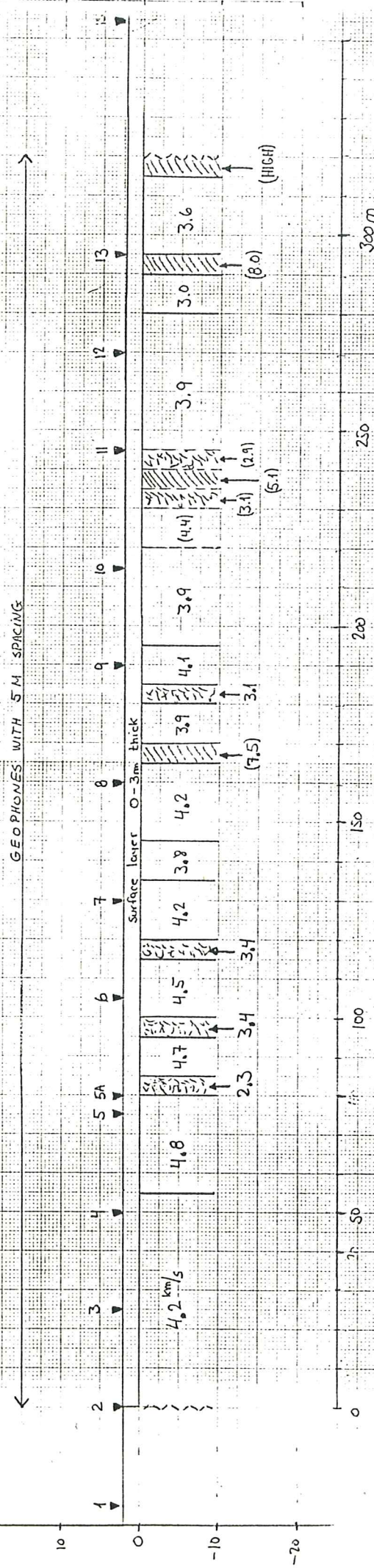


LOCATION: HVALFJÖRÐUR, KÍÐAFELLSLEIÐ

LINE: KF-1

m.a.s.(-)

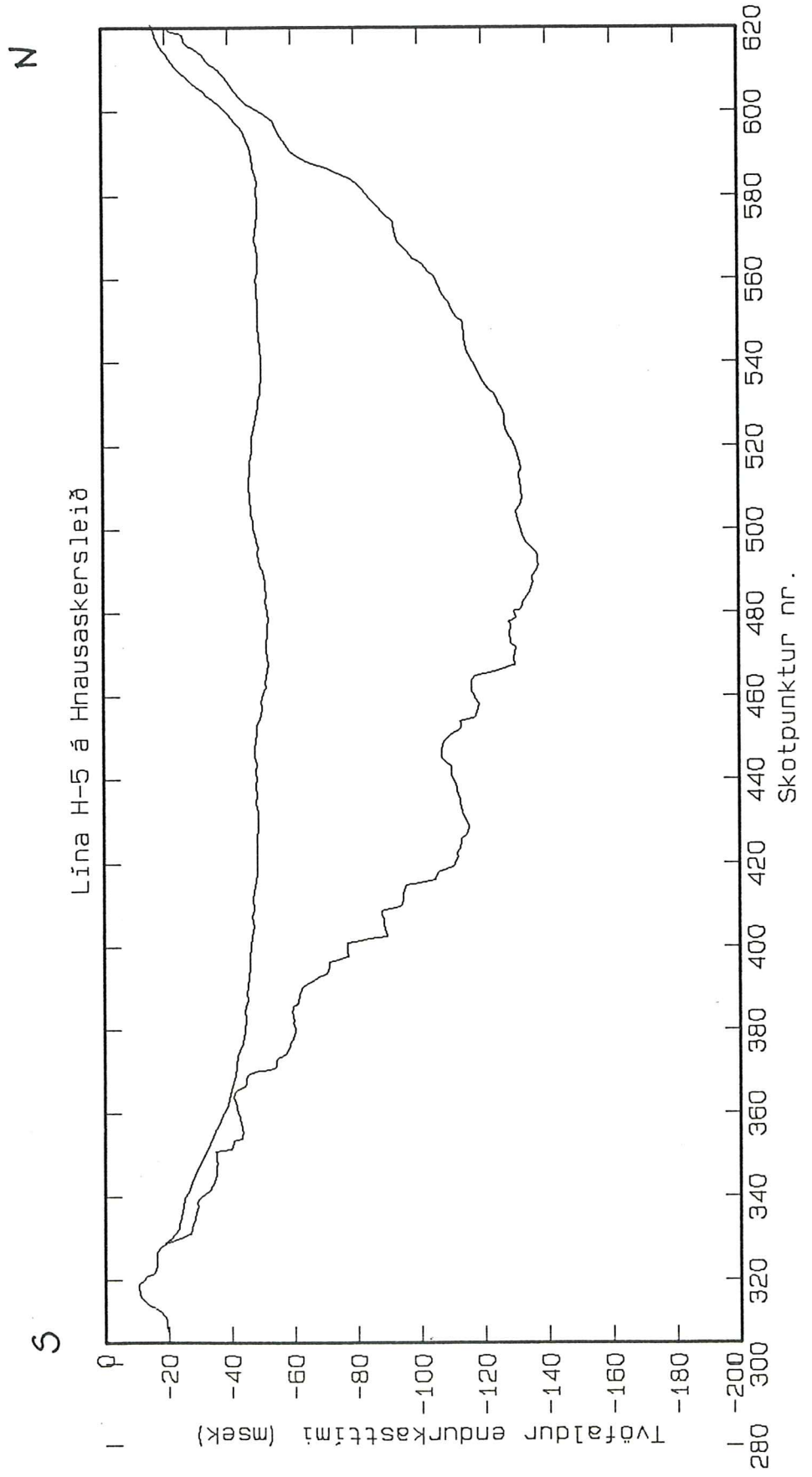
20 m.a.s.(-)

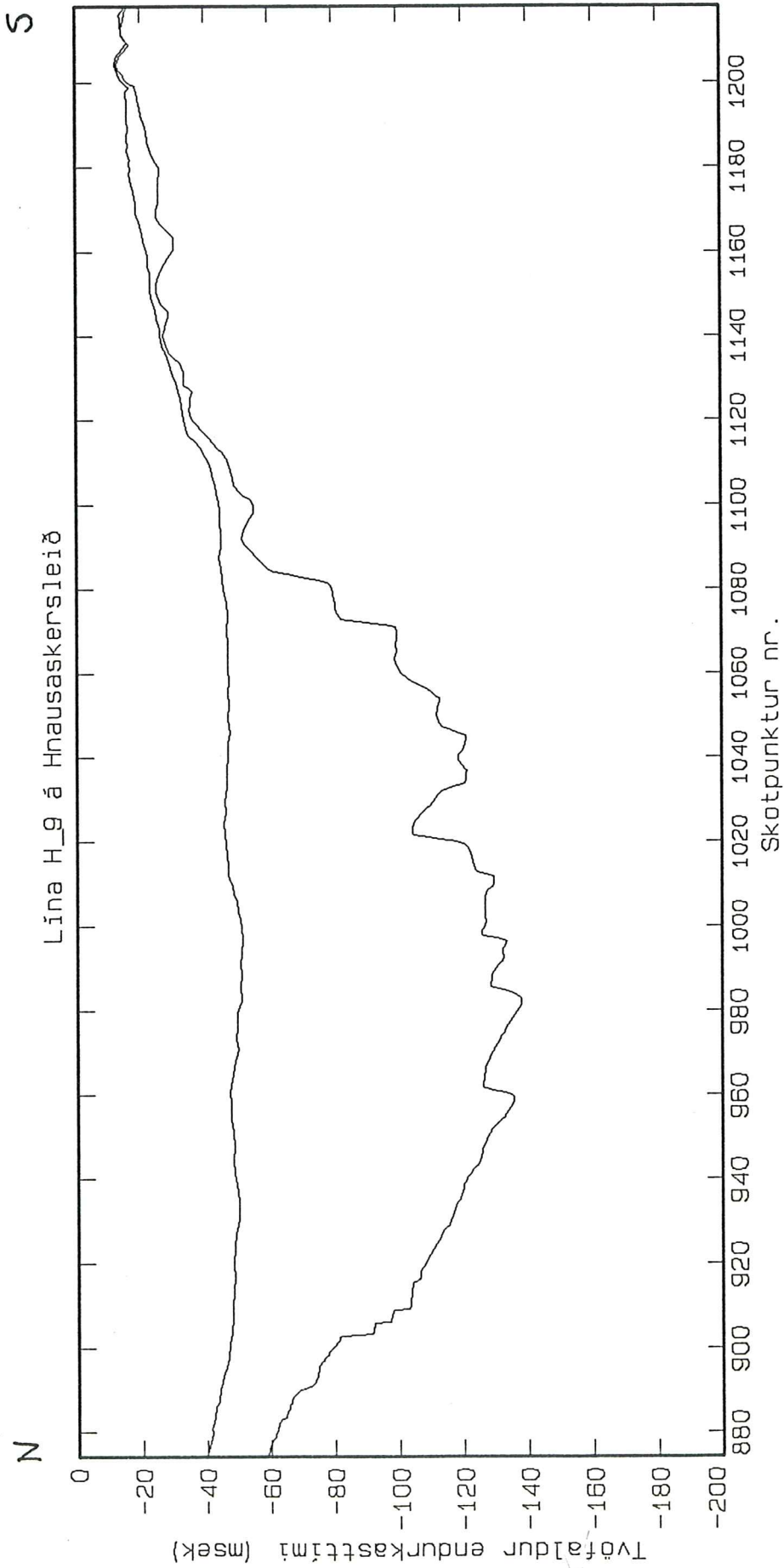


I FÖRUNNI Í LANDI NOÐURKOTS  
FARLÆGIR VAXA ÚT FJÖÐ

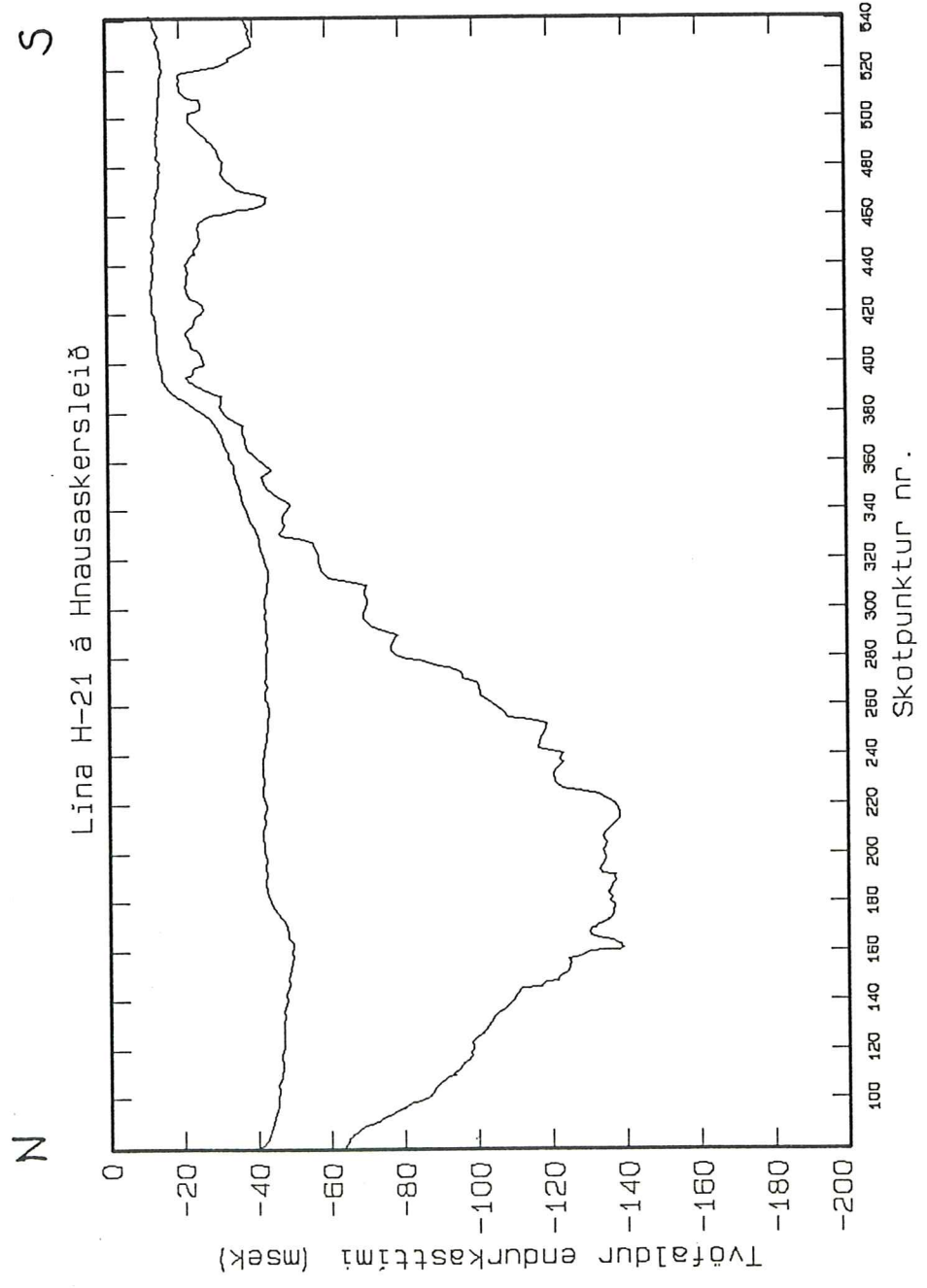
Mynd 6

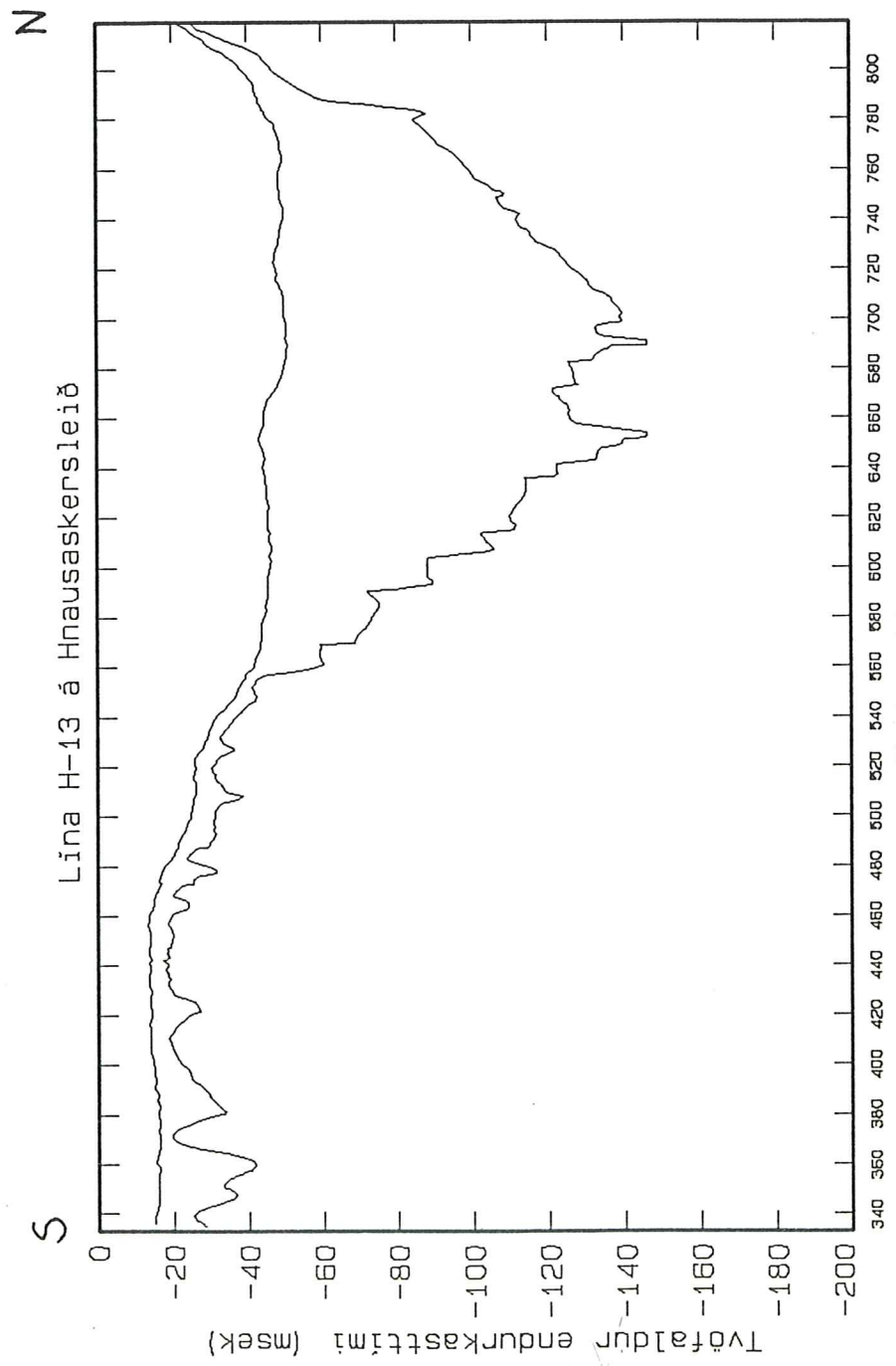


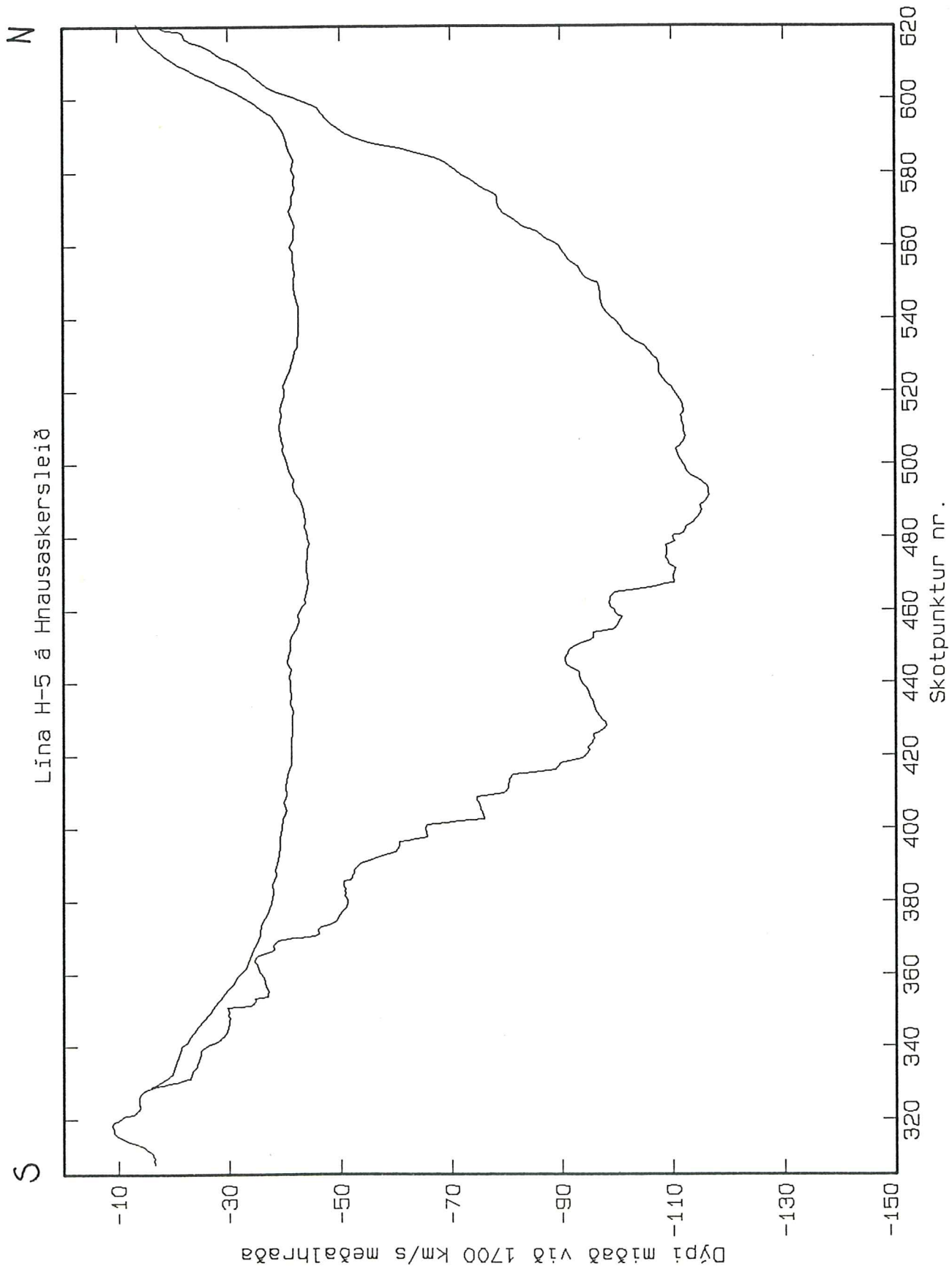




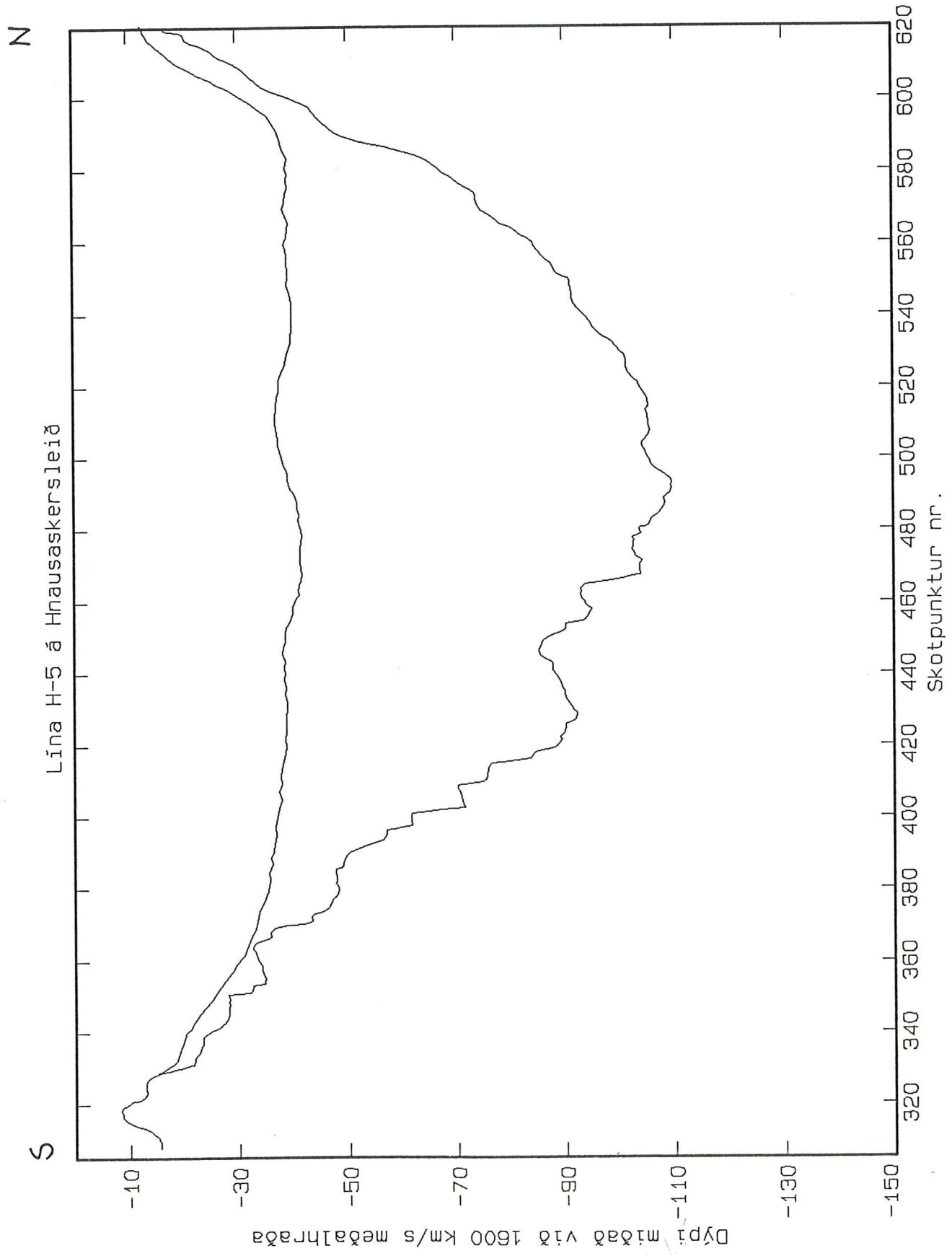


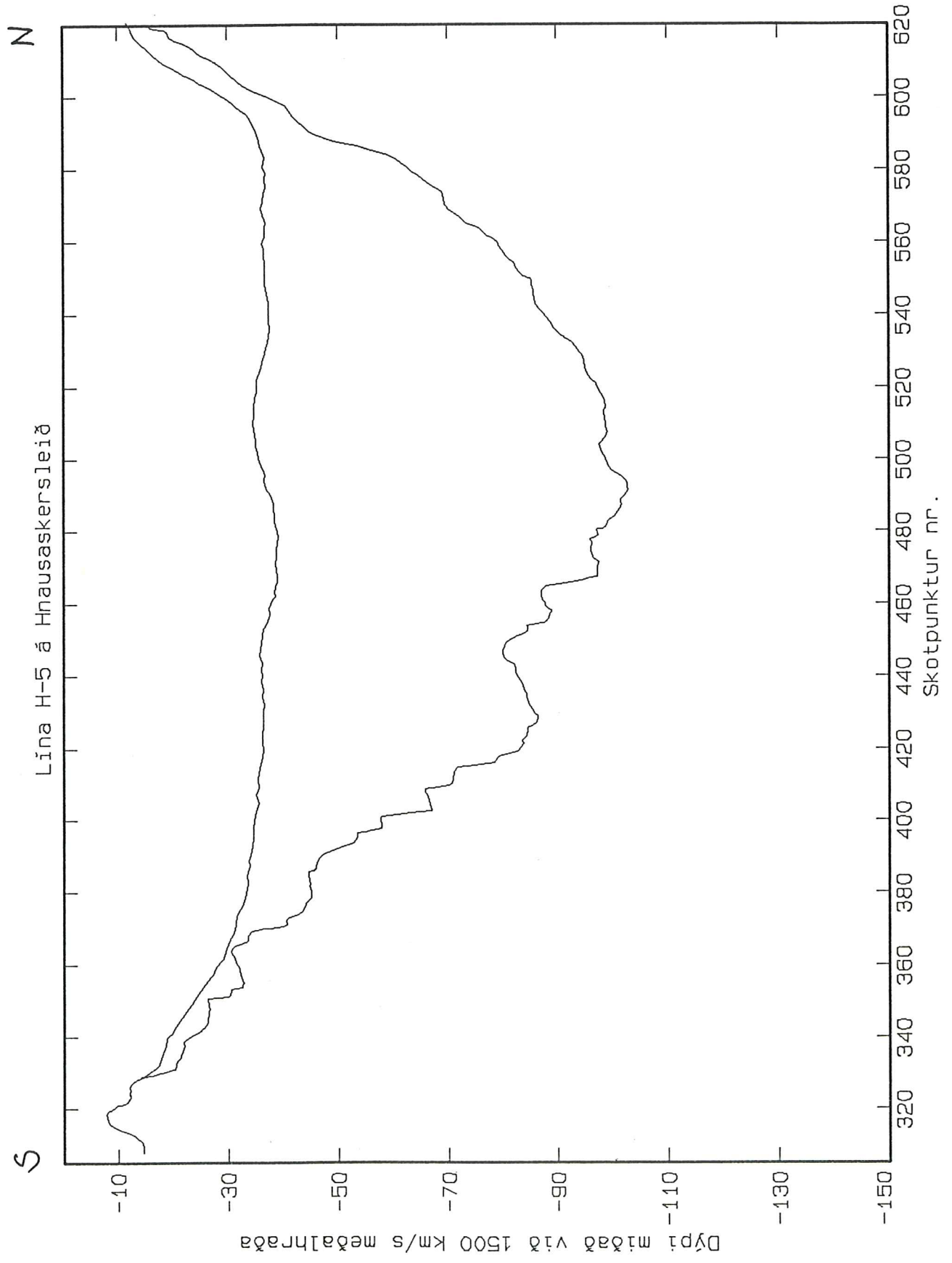




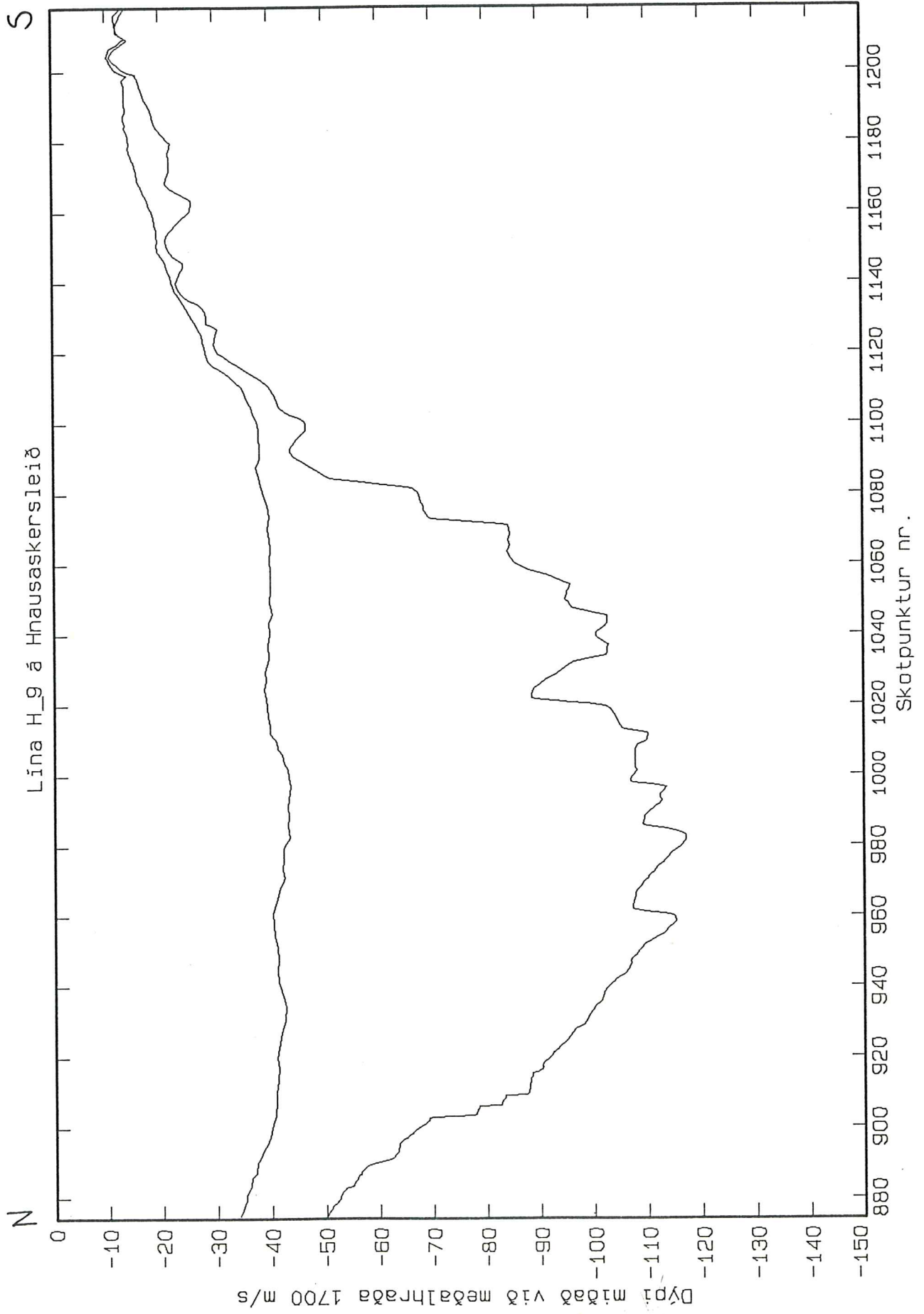




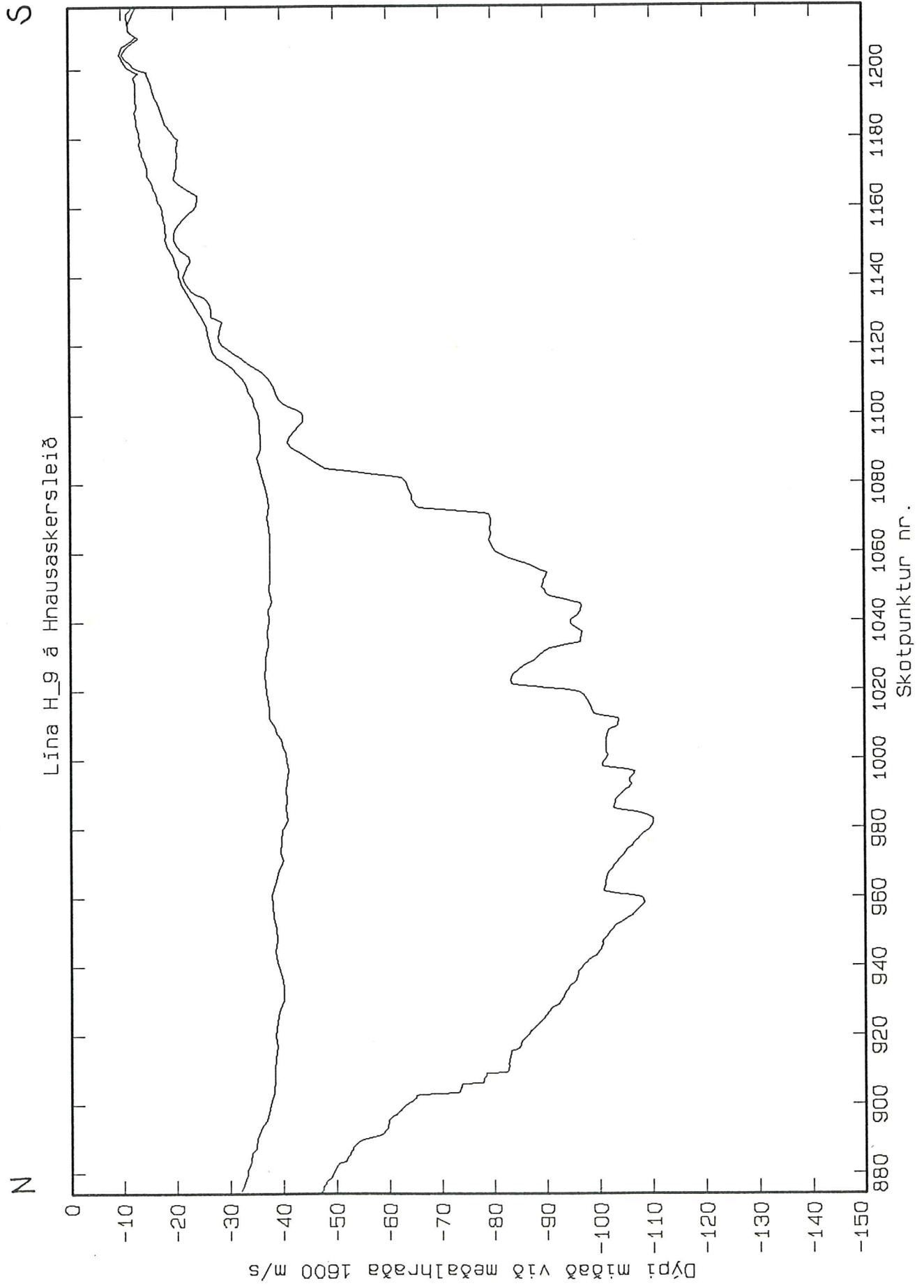


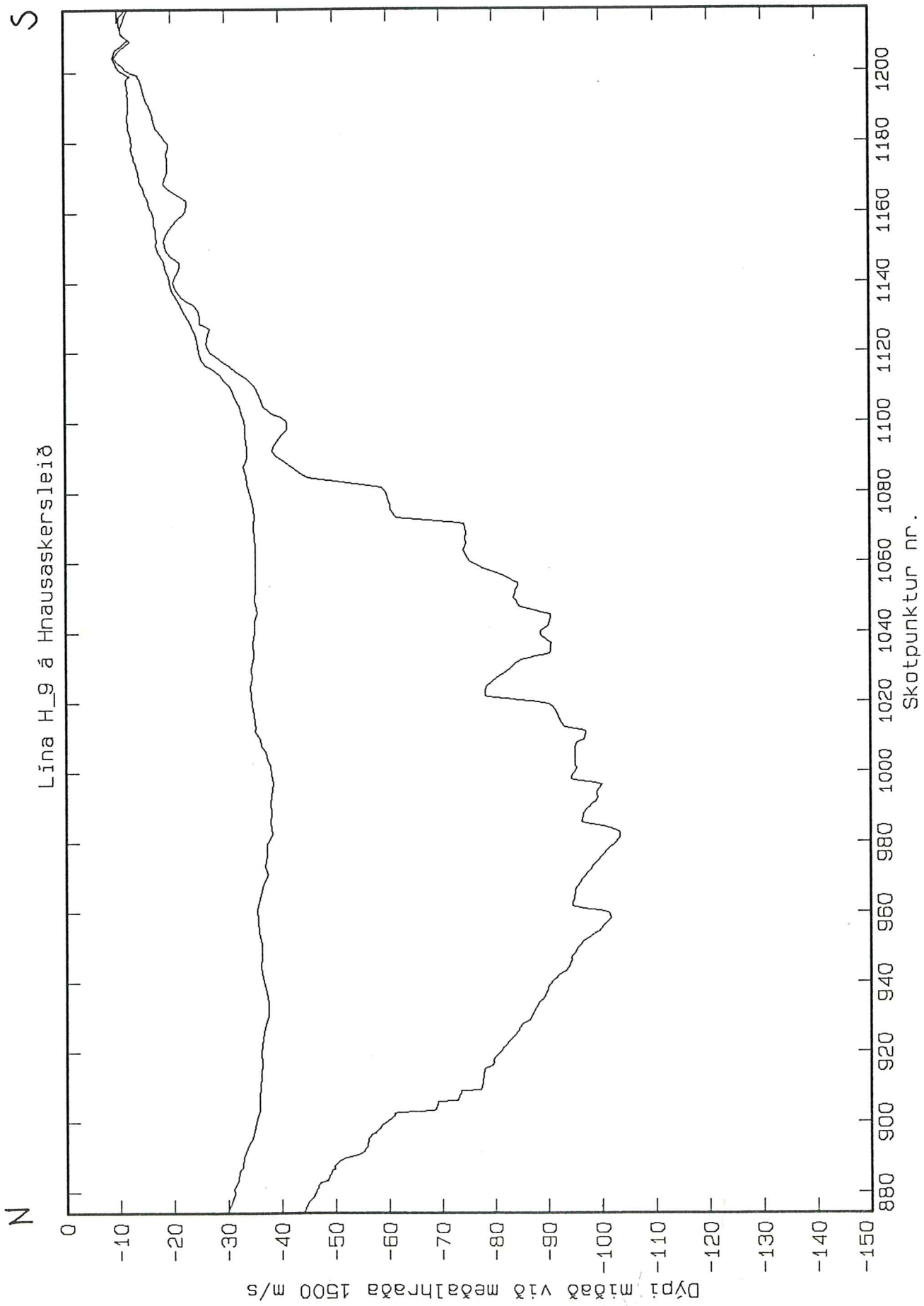


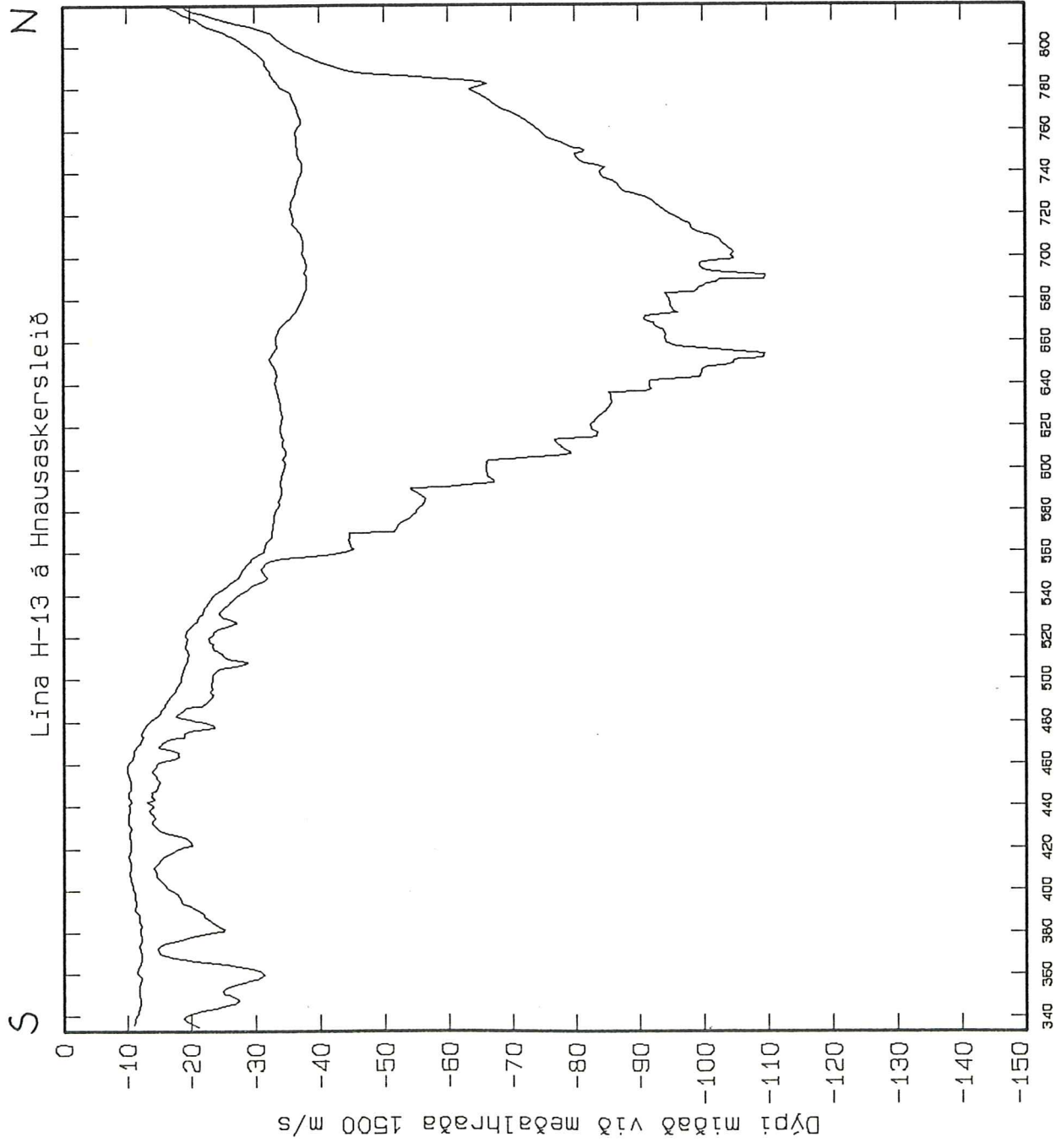
Lína H-5 á Hnausaskersleið

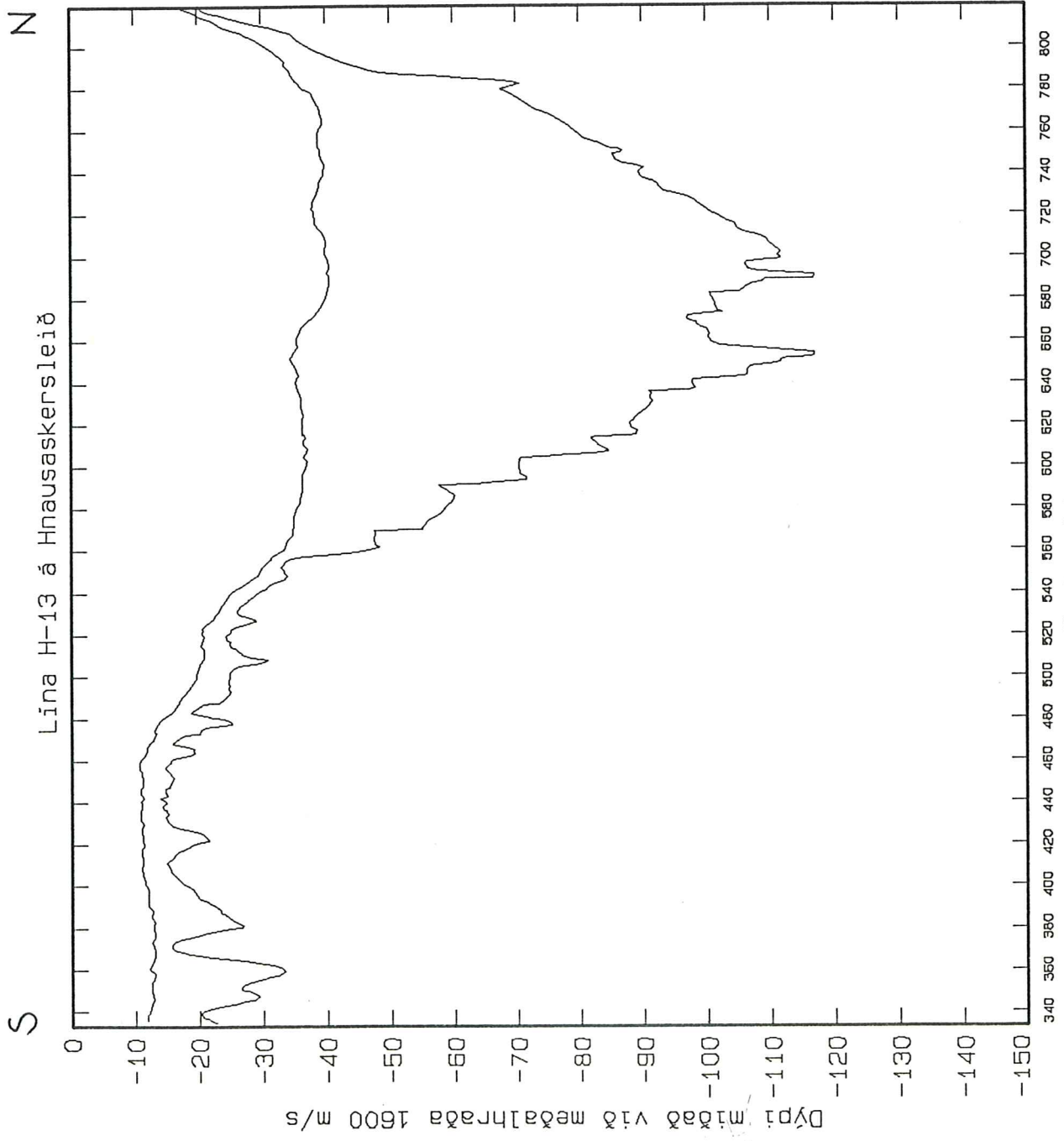




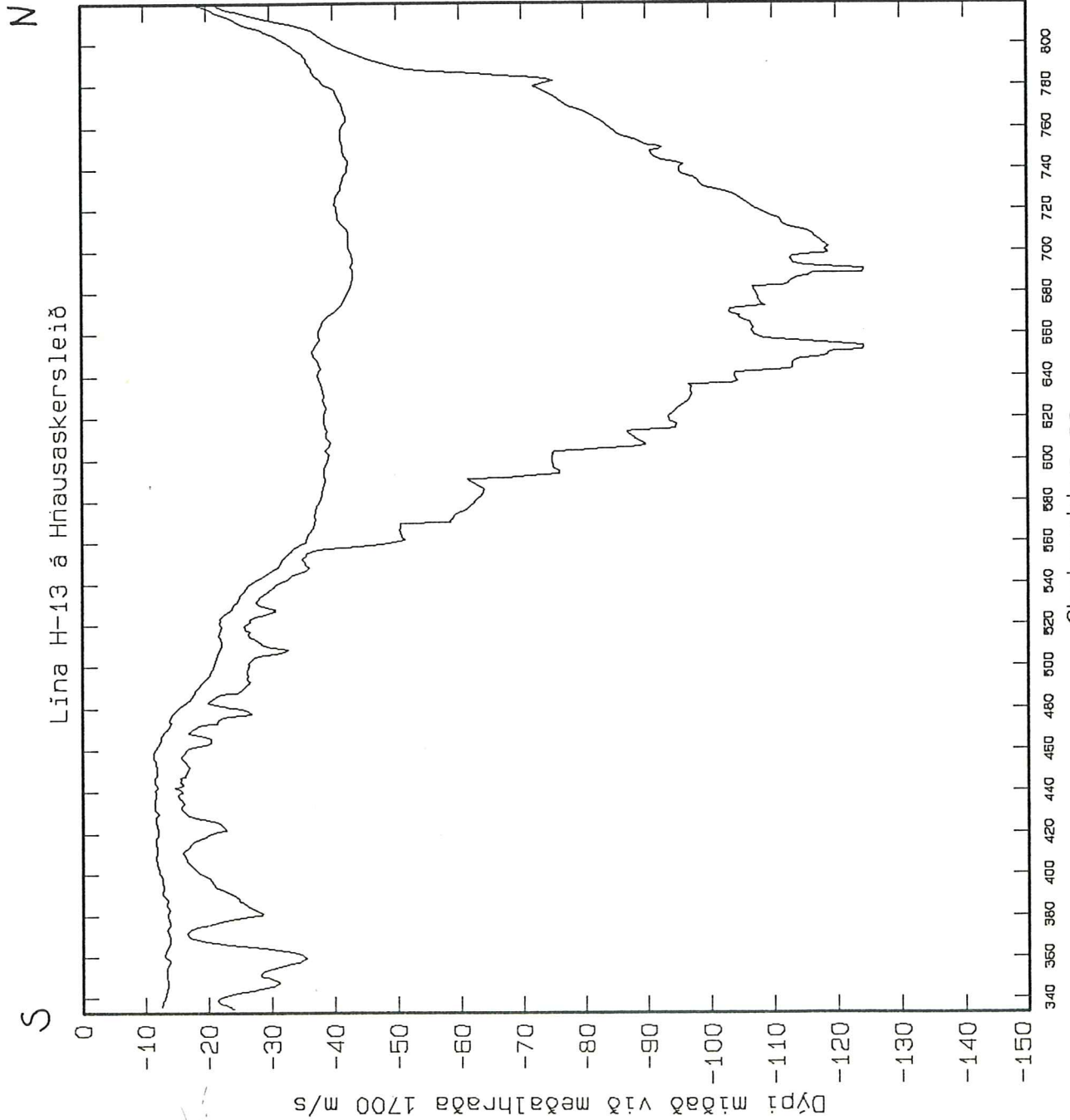


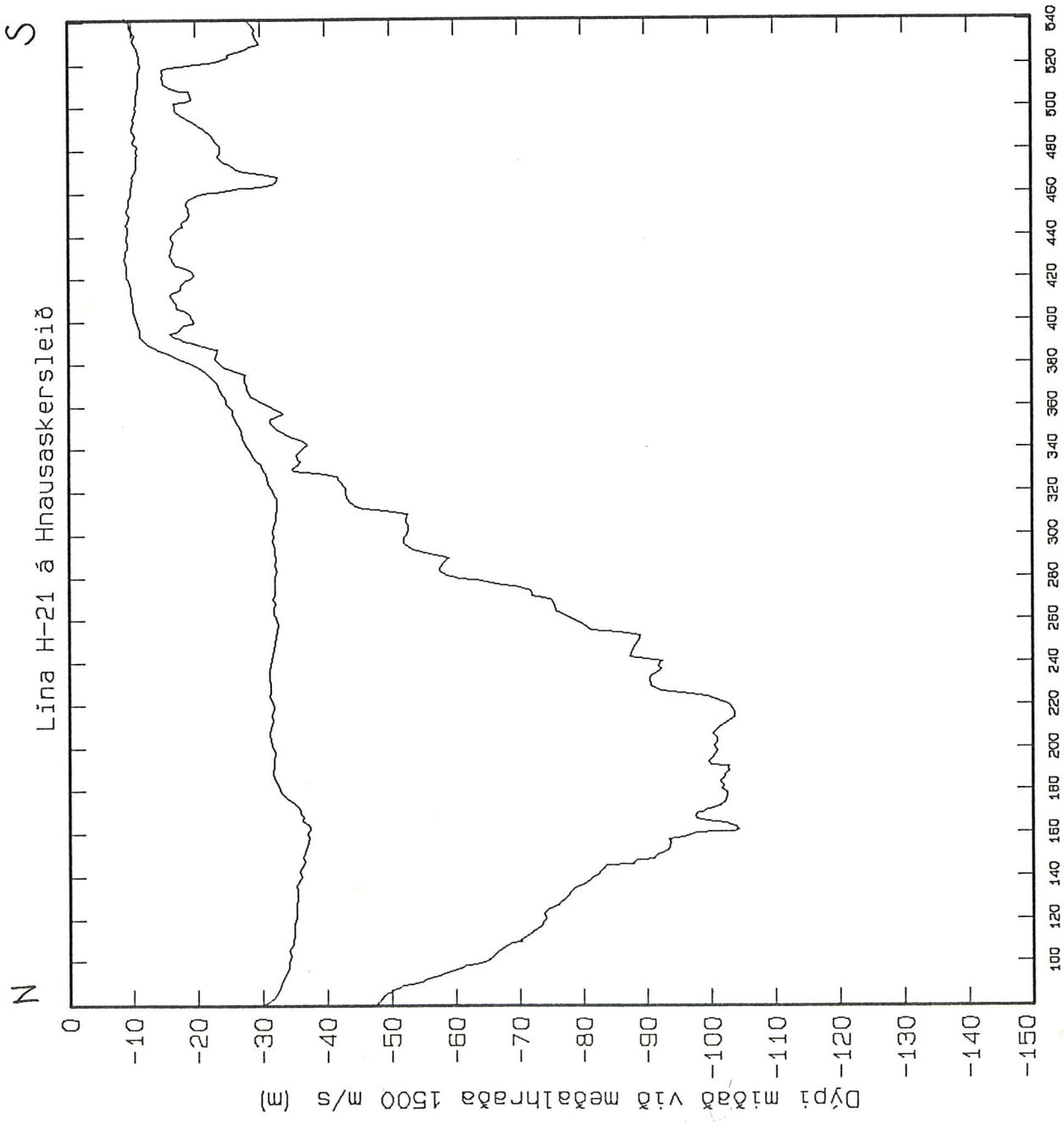


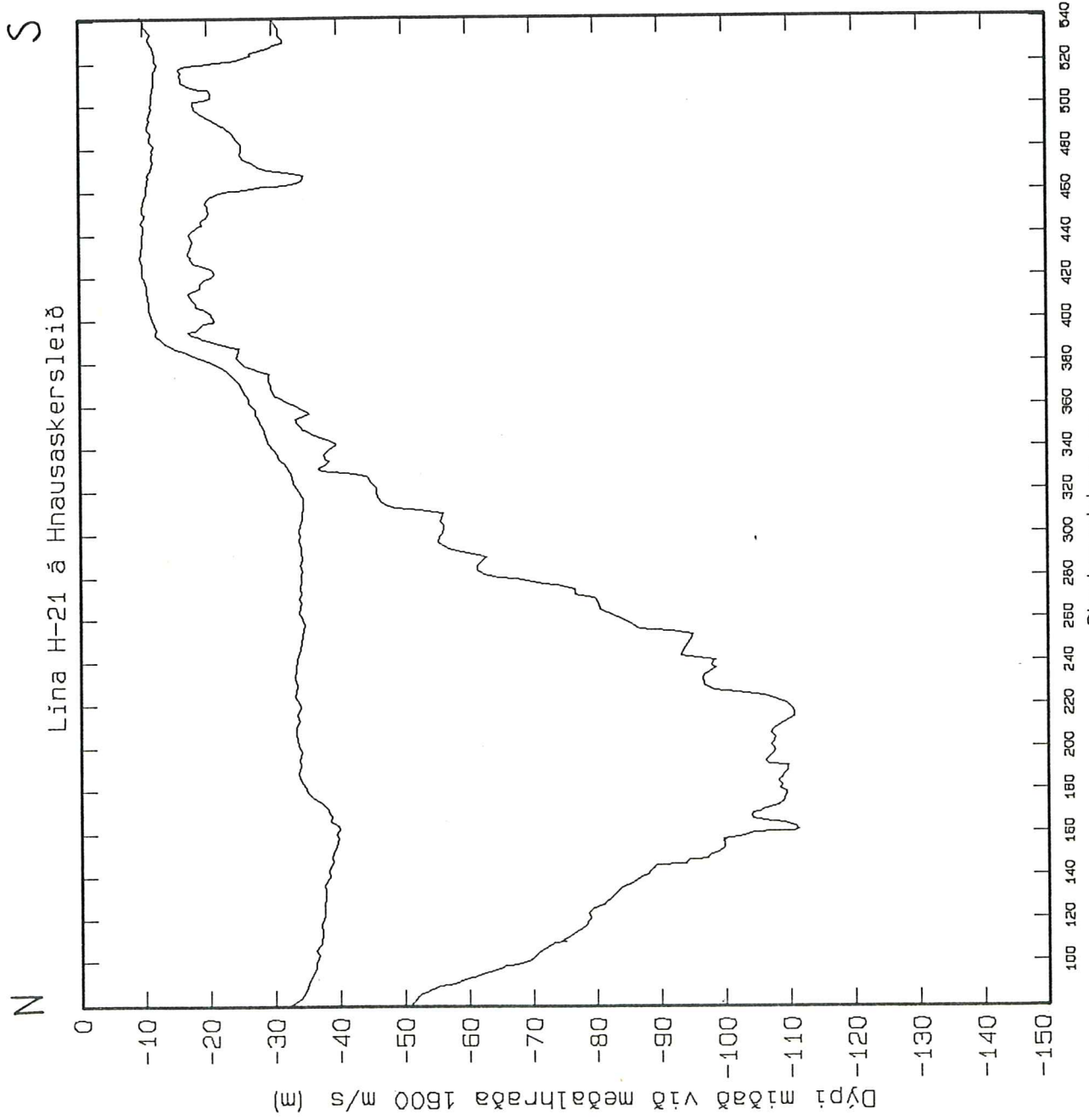


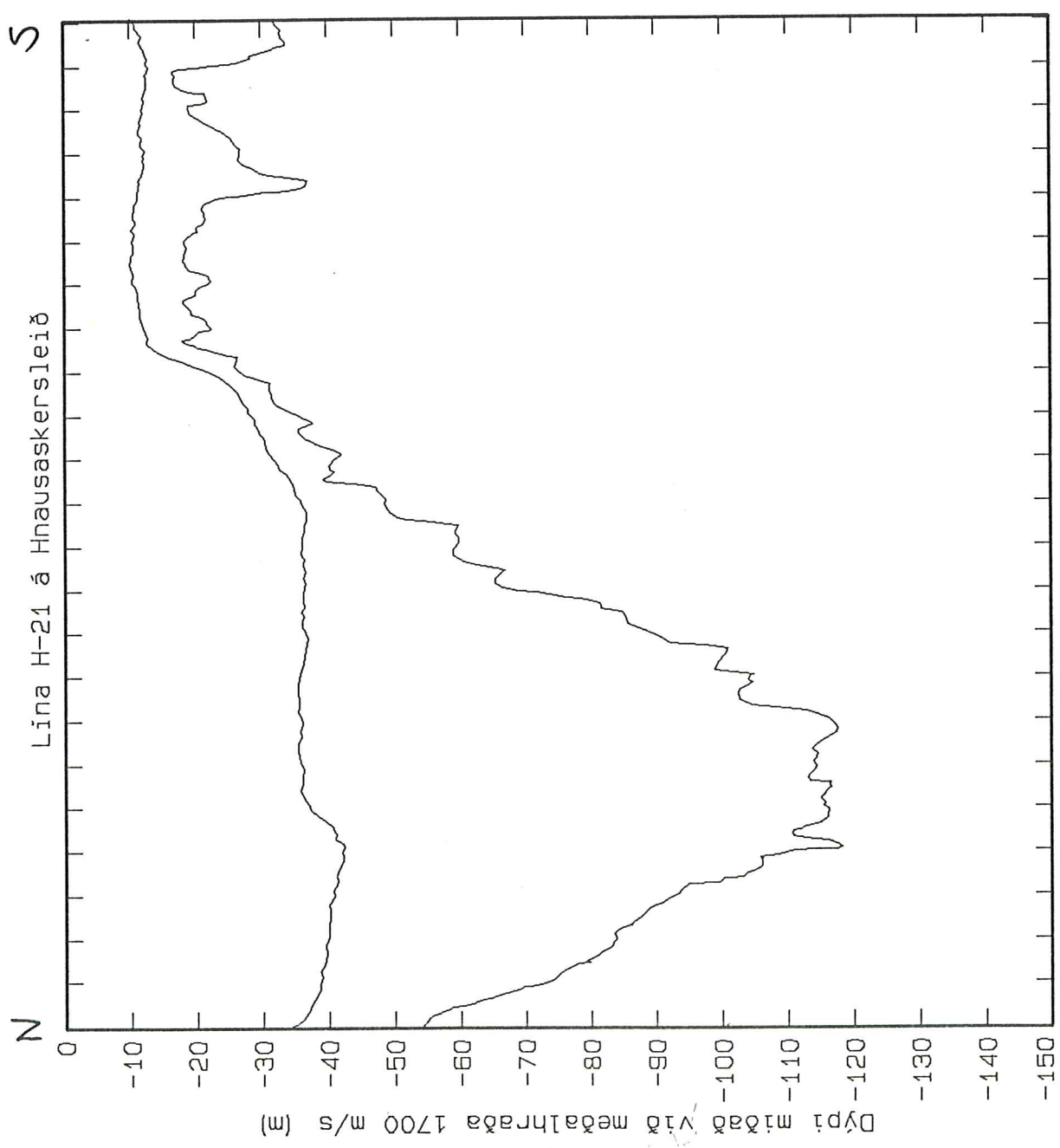












Lína H-21 á Hnausaskersleið

Skotpunktur nr.

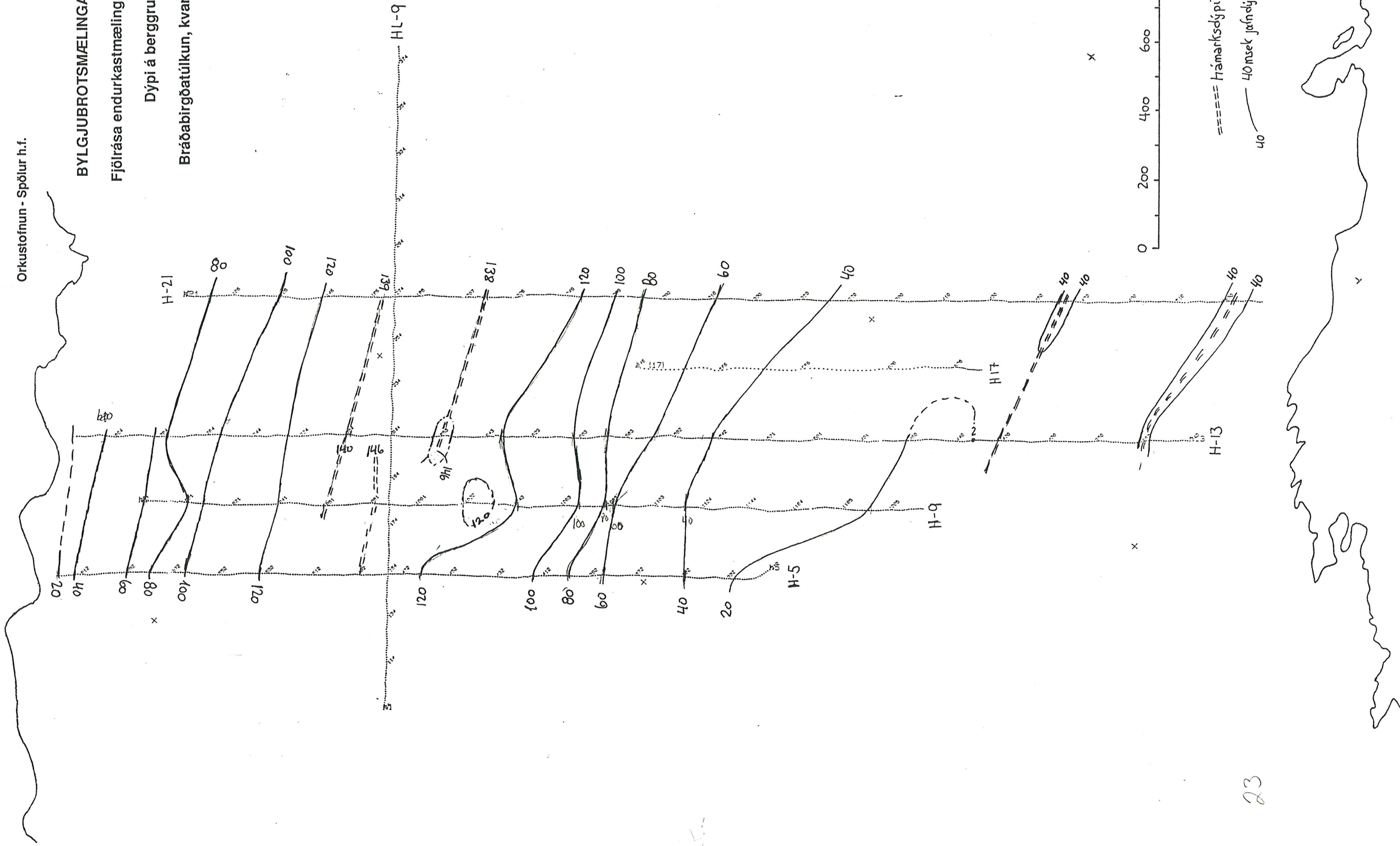


BYLGJUBROTSMÆLINGAR Í HVALFIRÐI 1991

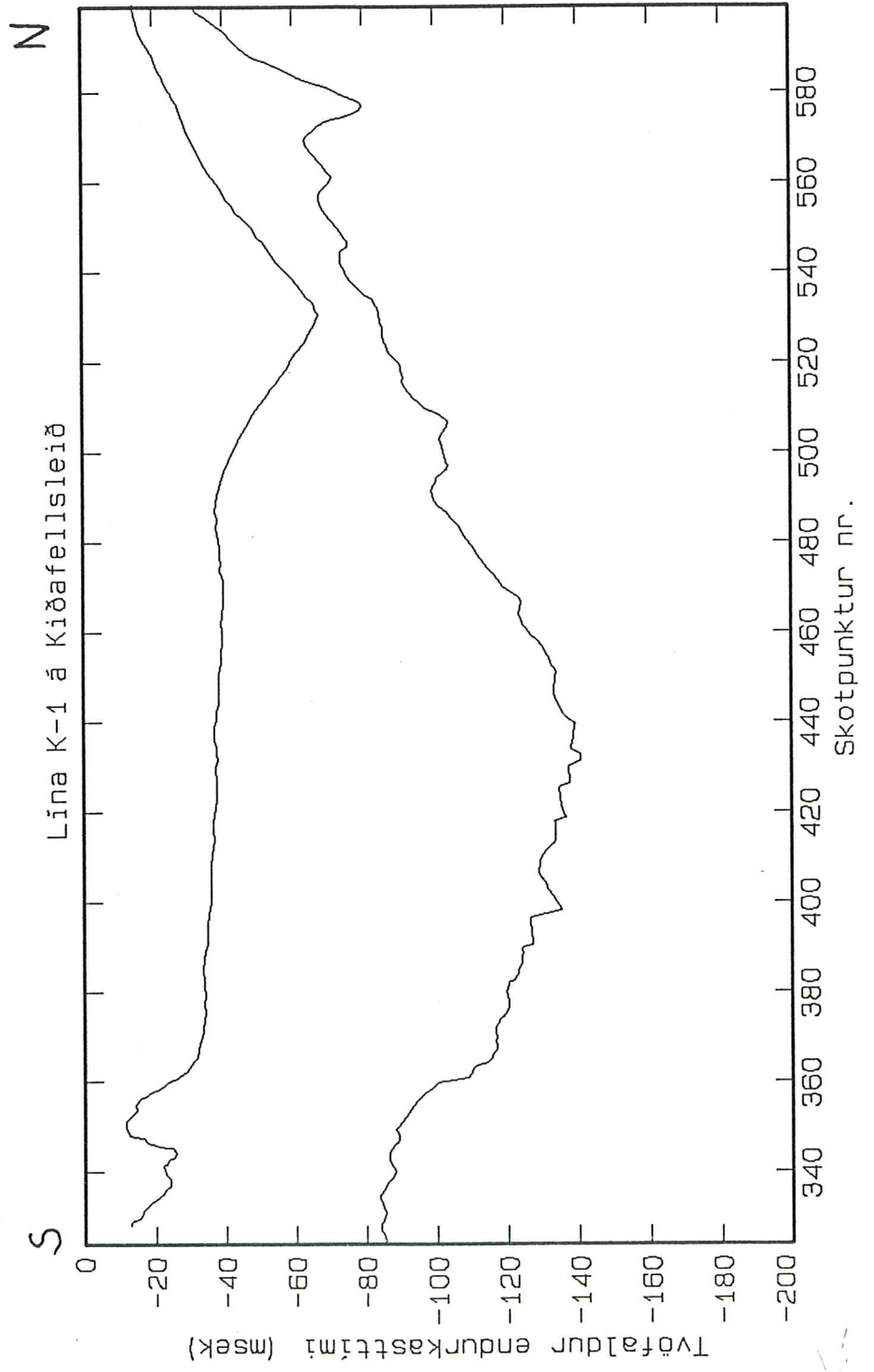
Fjölrása endurkastmælingar á Hnauskerisleið

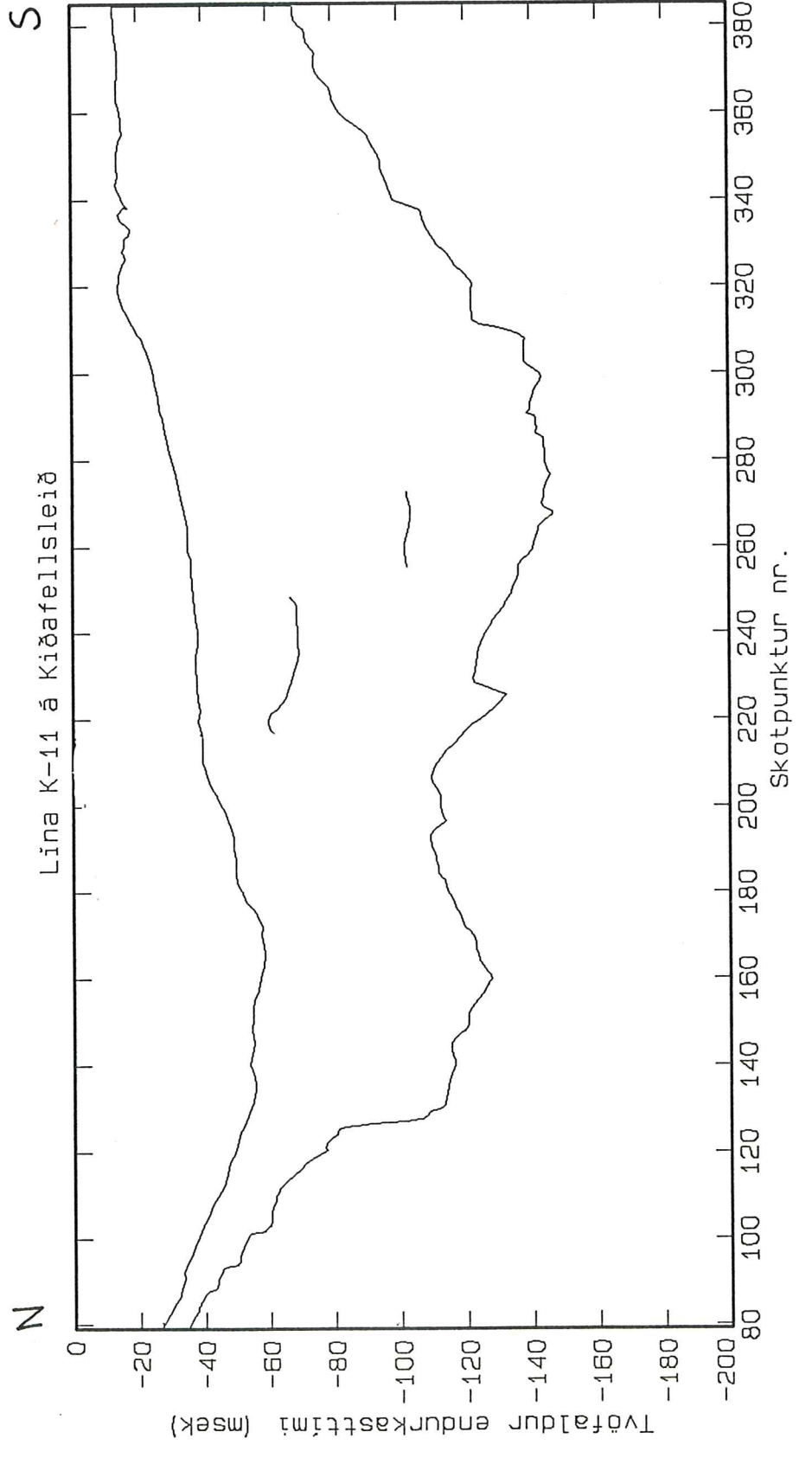
Dýpi á berggrunn í msek

Bráðabirgðatúlkun, kvarðar ekki nákvæmir



Mynd 23

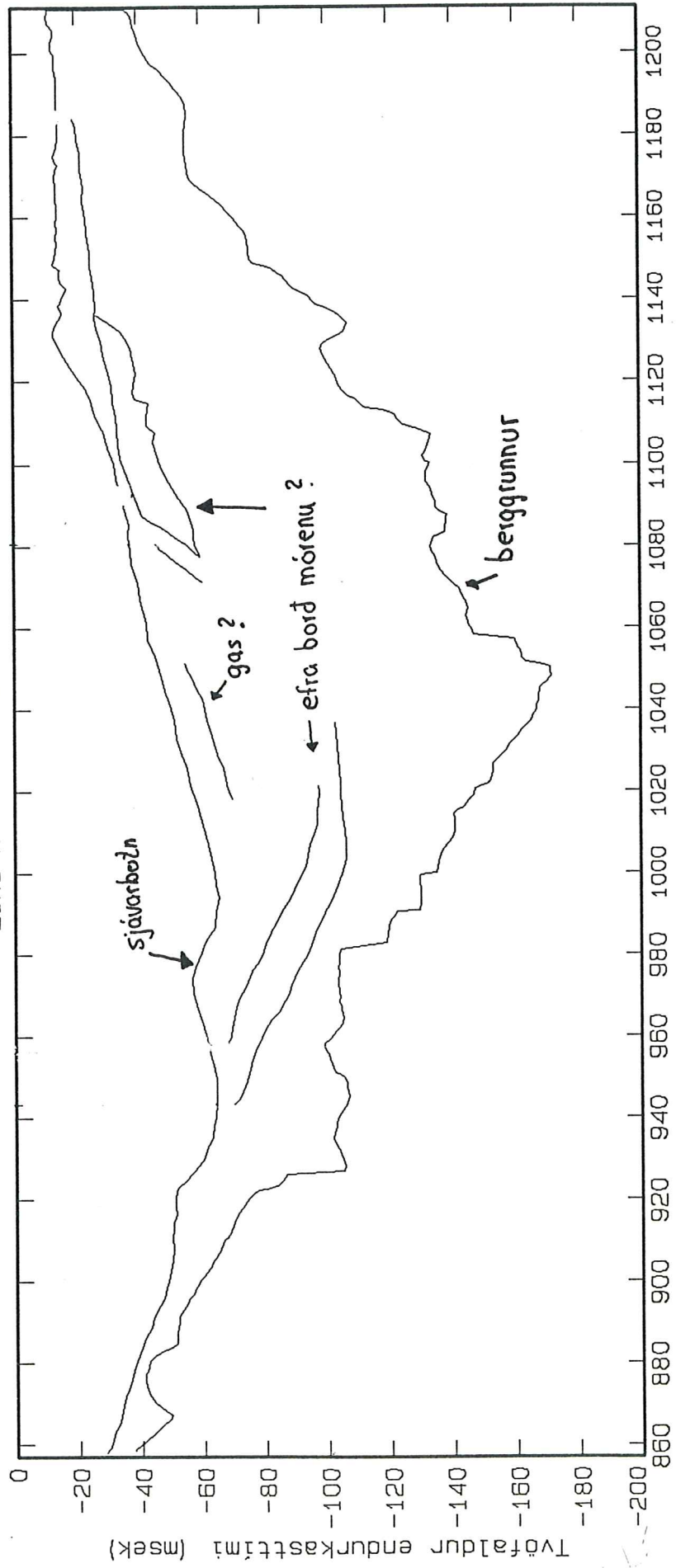


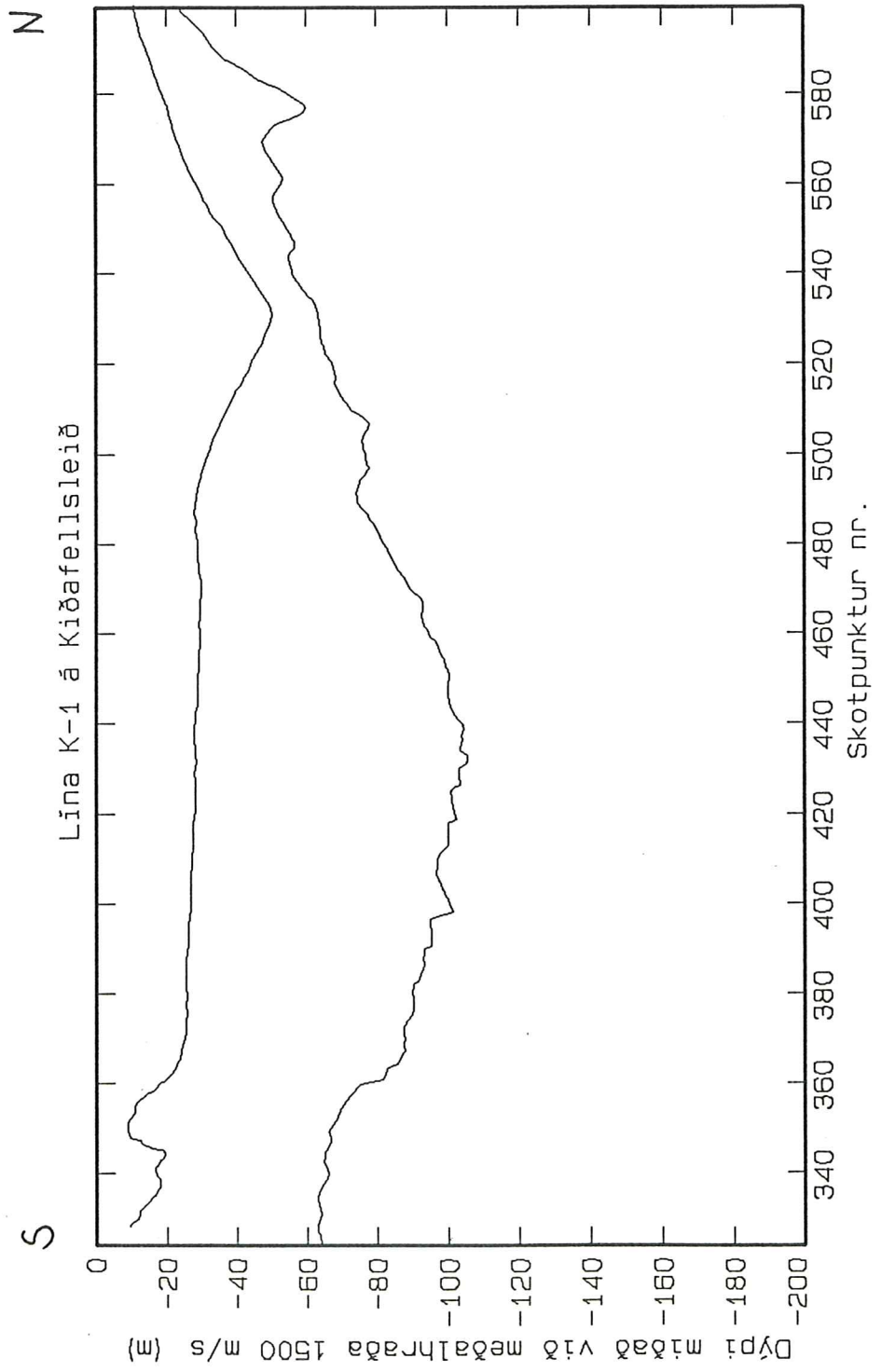


S

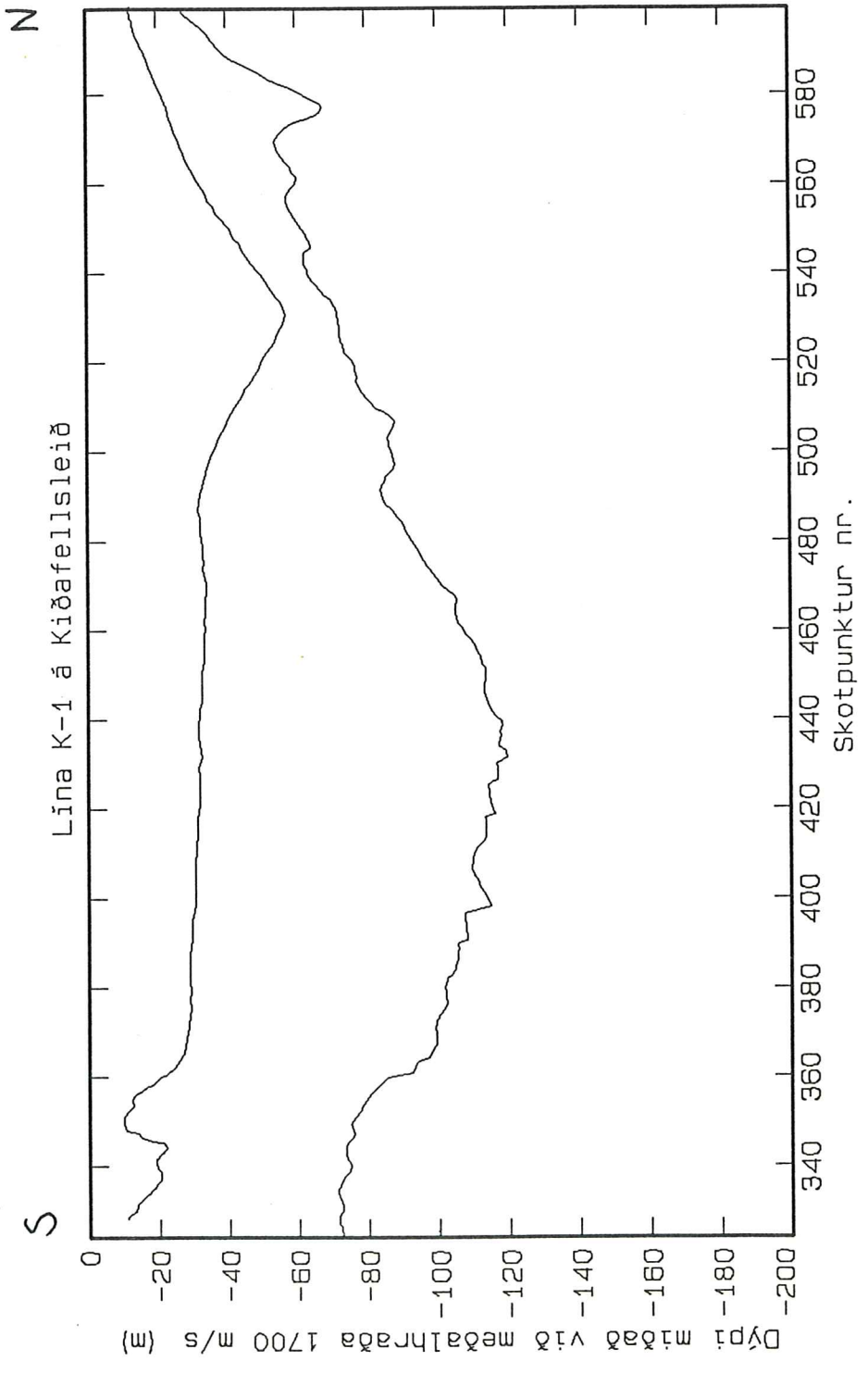
Lína K-23 á Kiðafellsleið

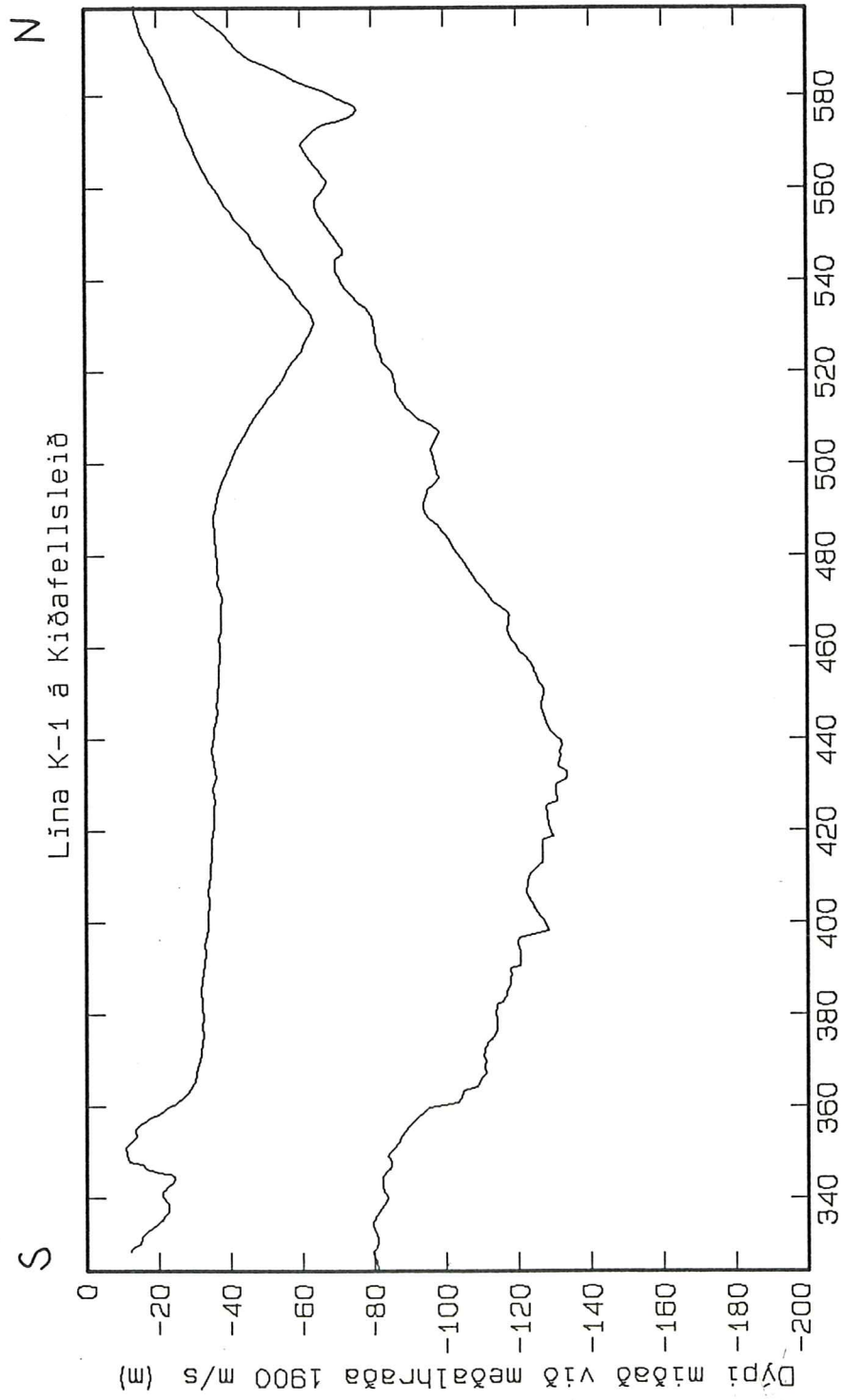
N

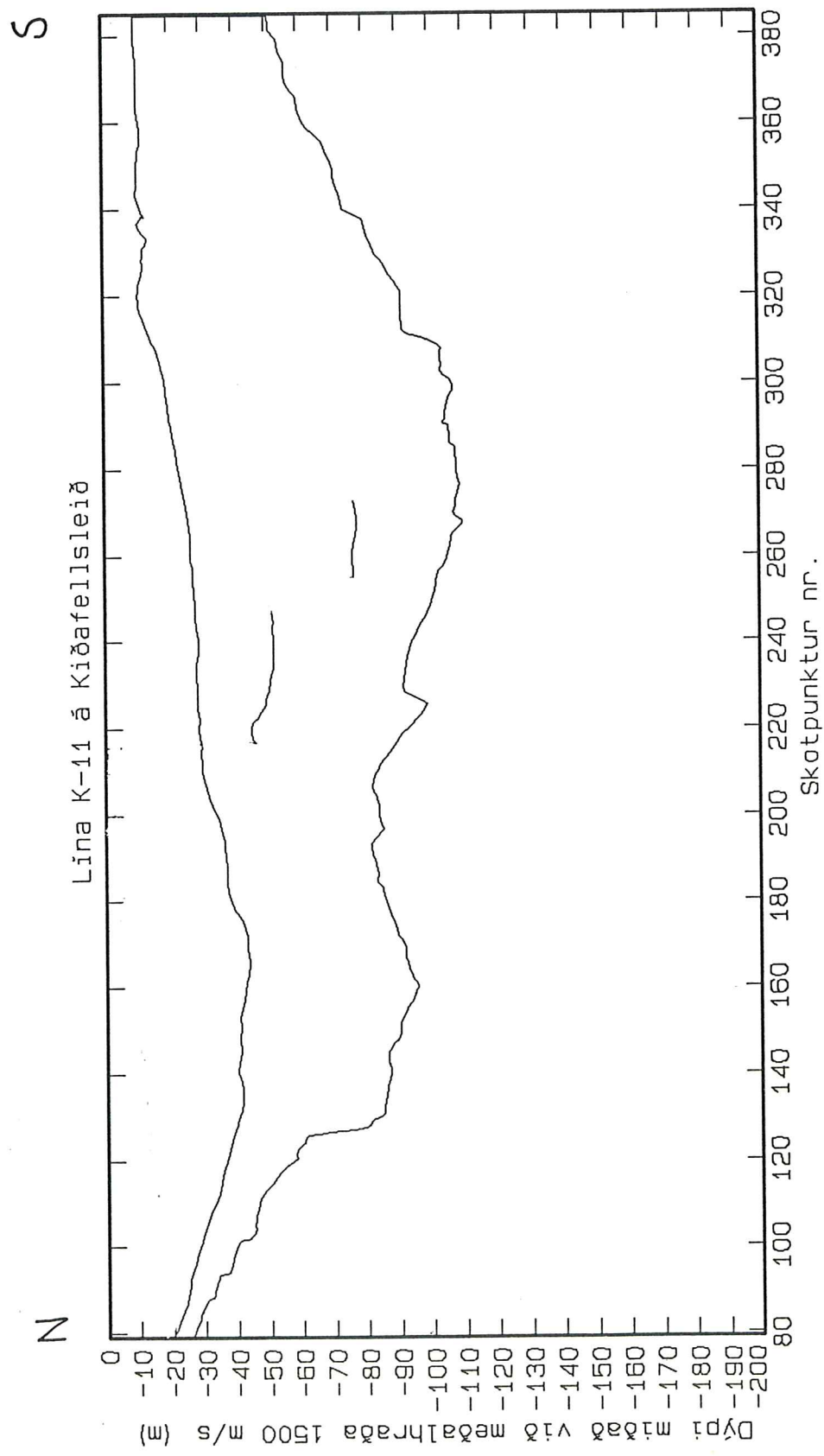




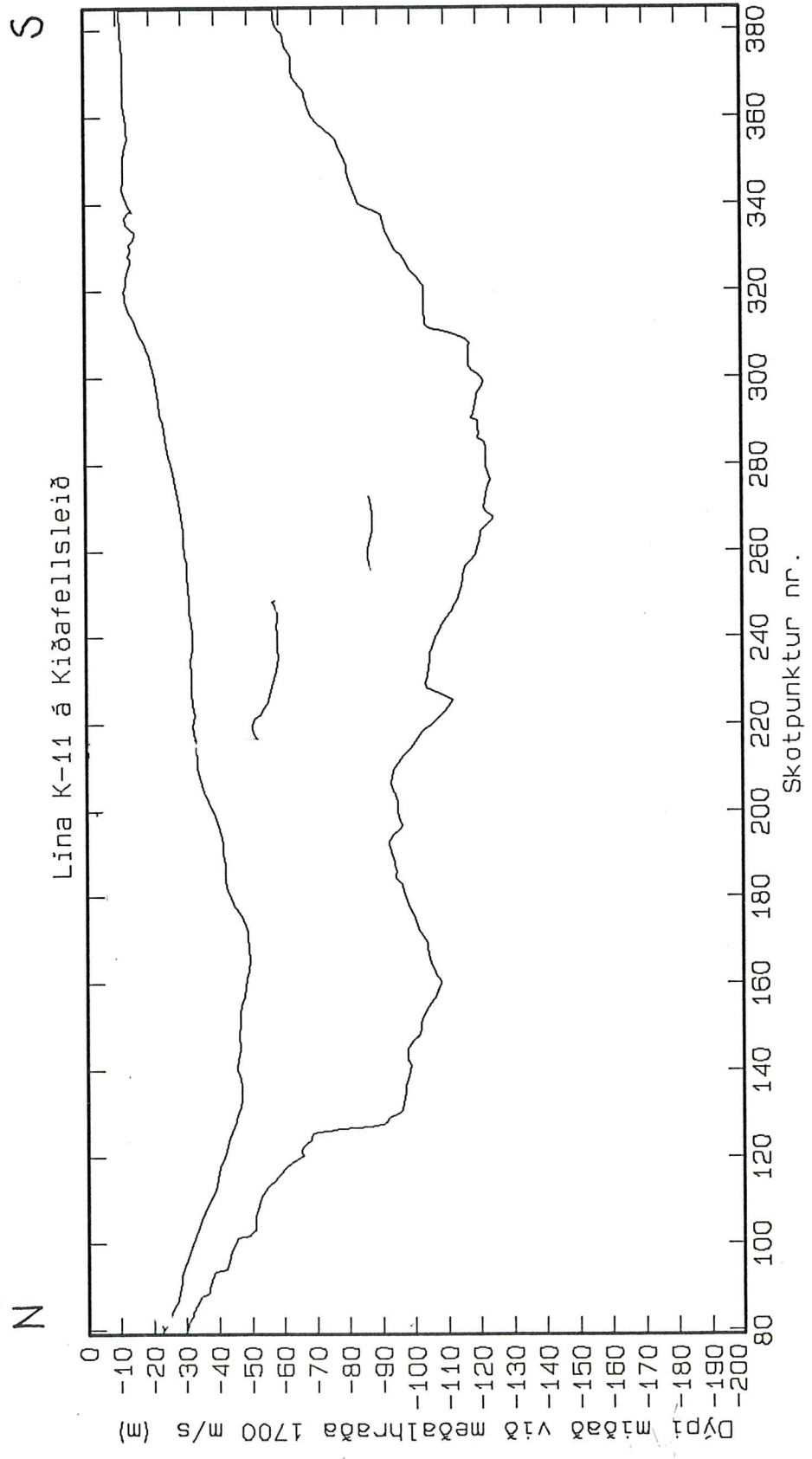


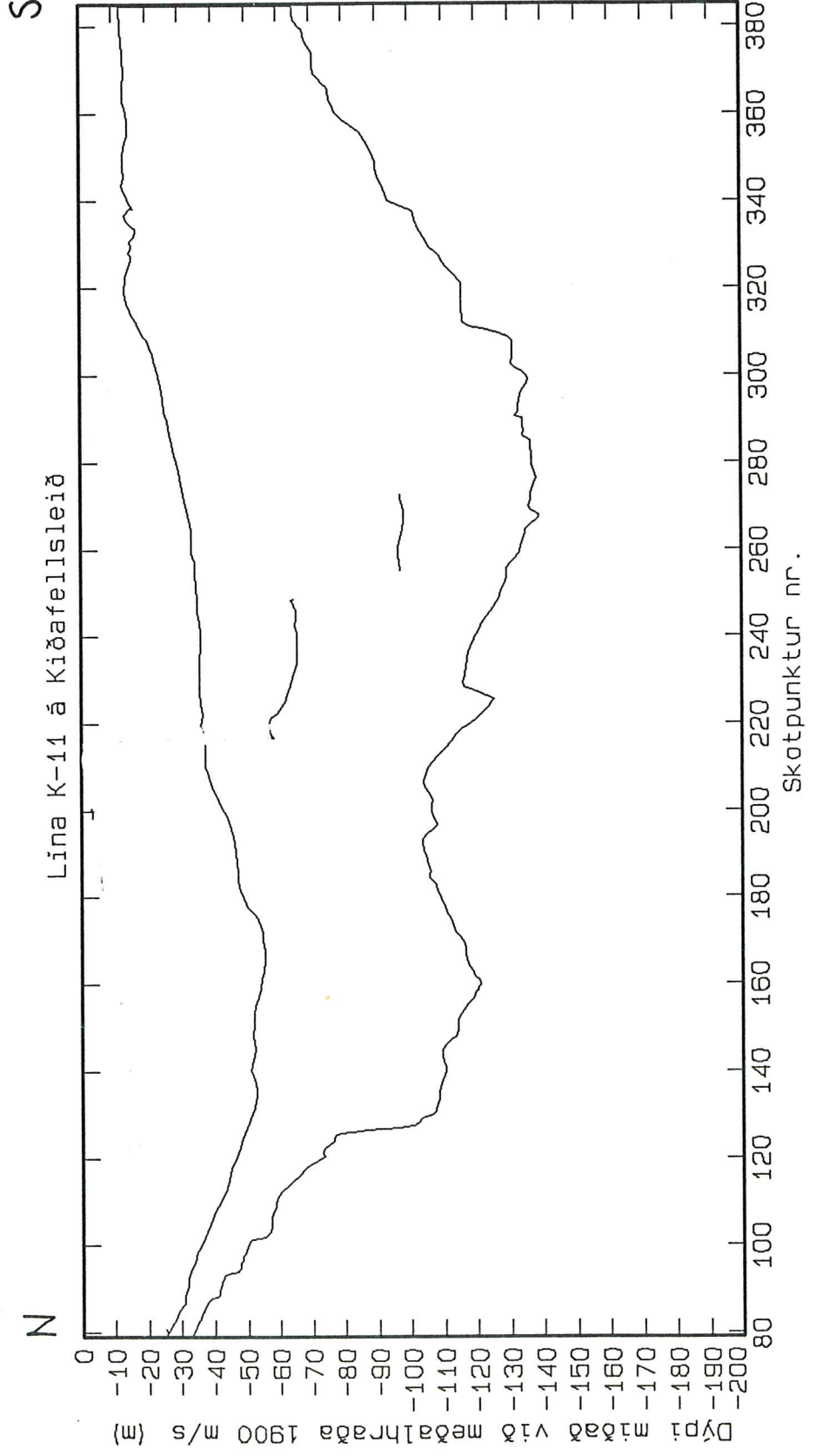


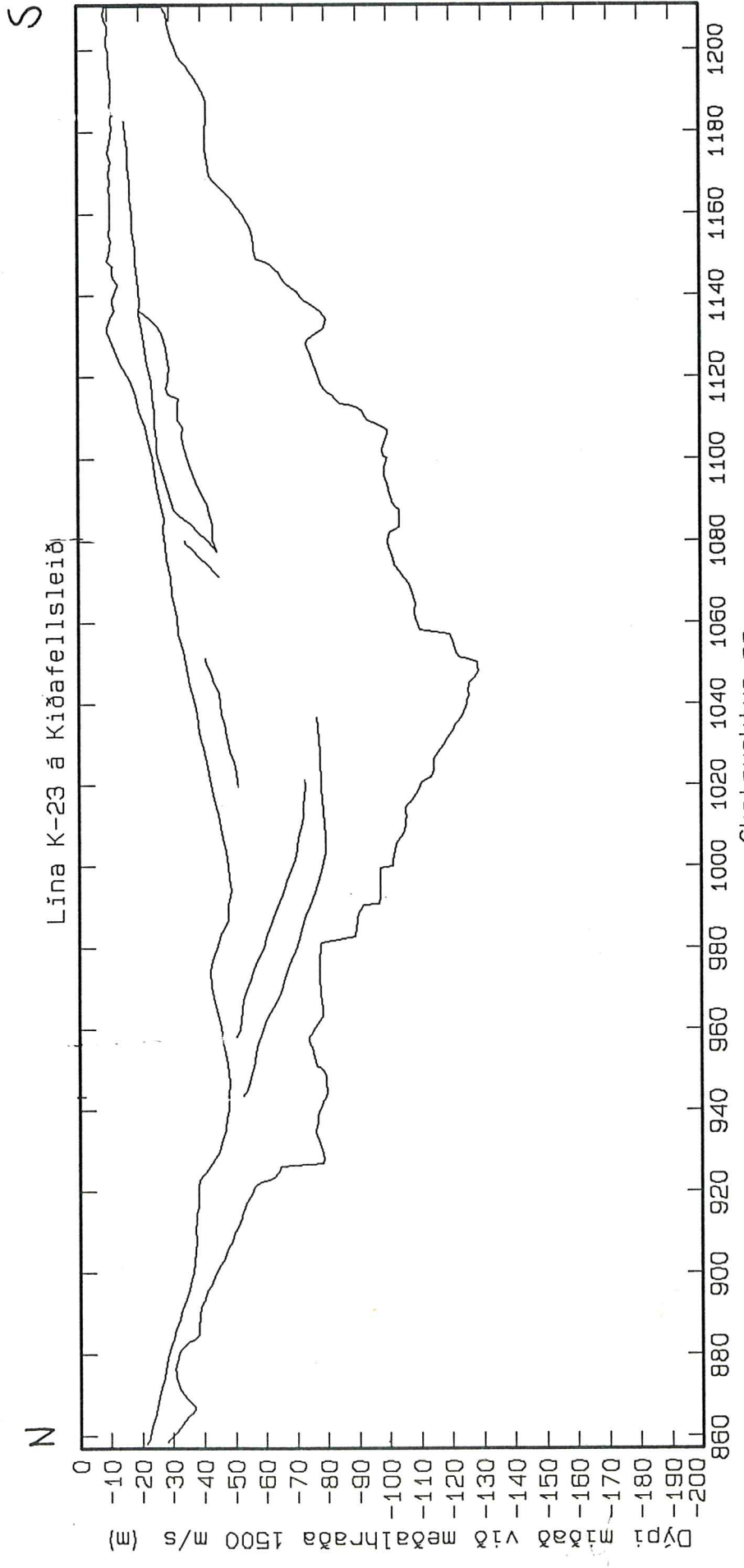




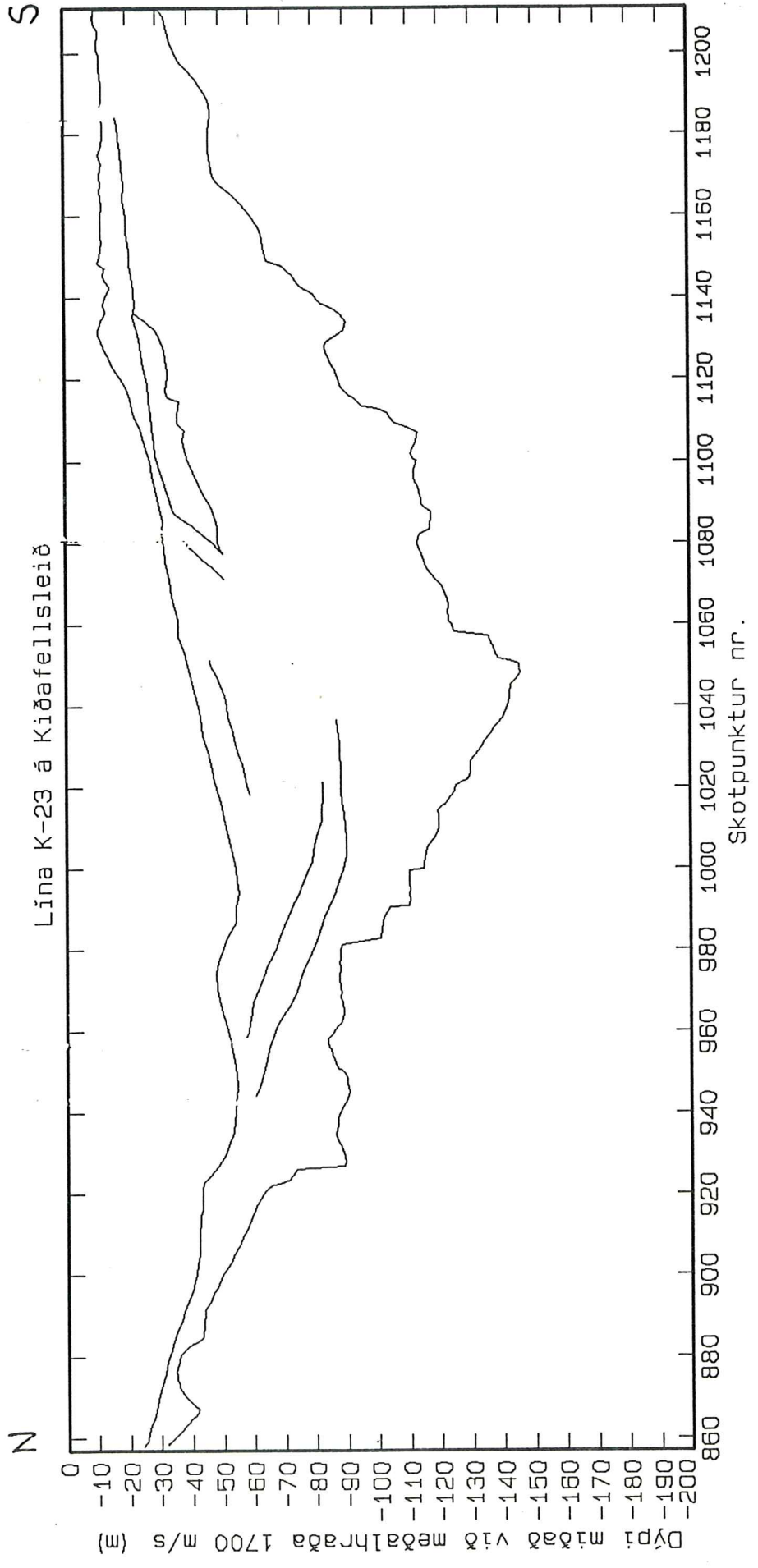


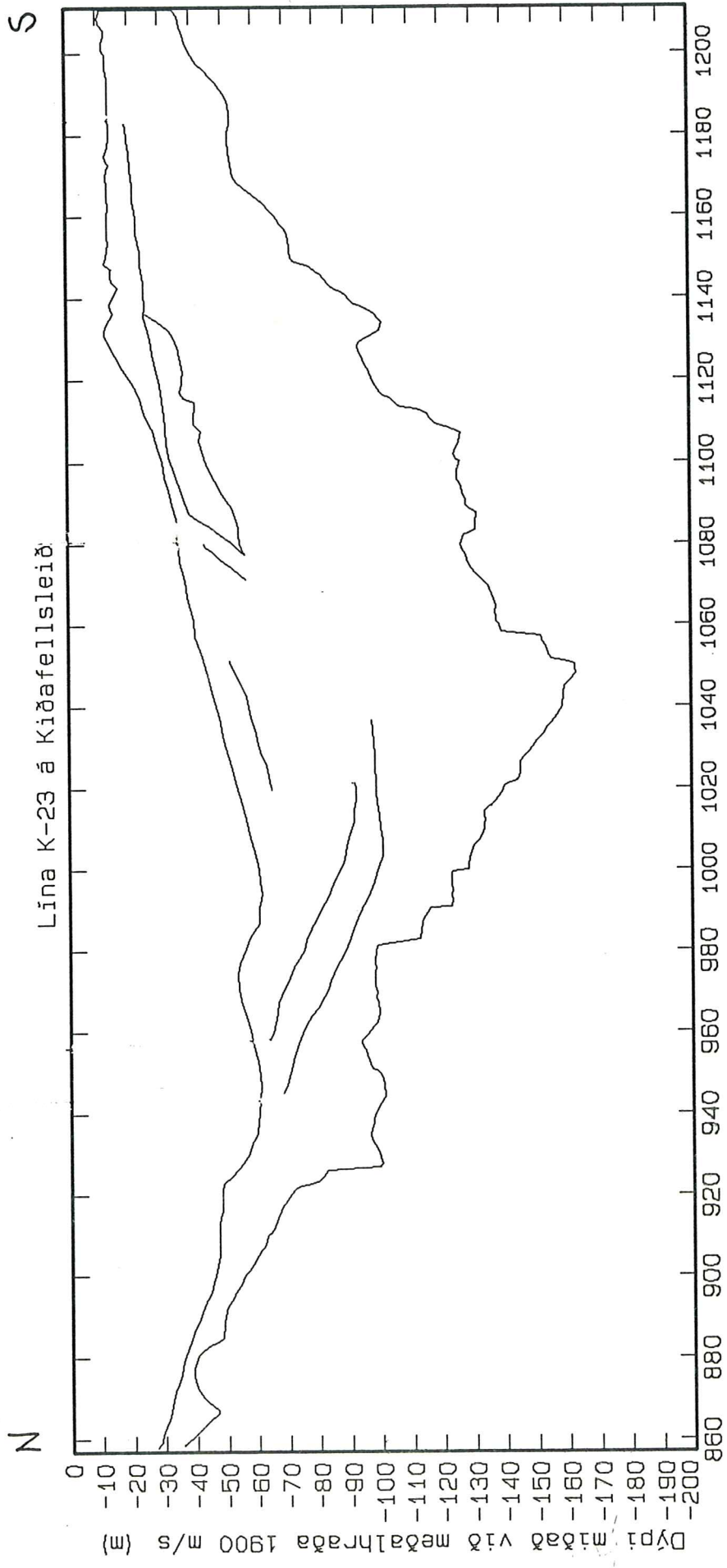












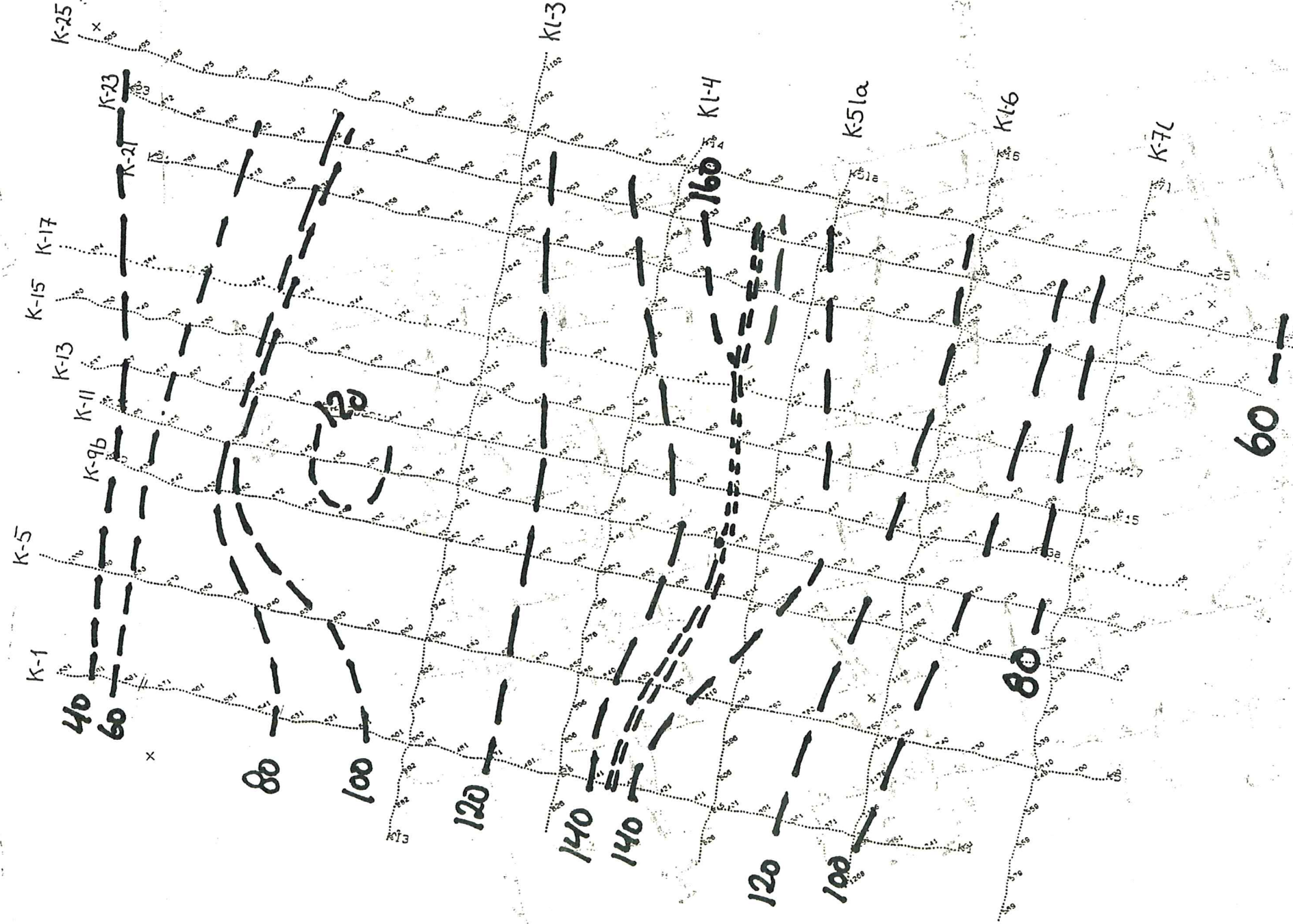
Skotpunktur nr.

# BYLGJUBROTSMÆLINGAR Í HVALFIRÐI 1991

Fjölrásá endurkastmælingar á Kiðafellsleið

Dýpi á berggrunn í msek

Bráðabirgðatíðkun, kvarðar ekki nákvæmir



Mynd 36

Geological Institute of Iceland  
Borgunartúni 1, 101 Reykjavík, Iceland  
Tel. 592 2100, Fax 592 2101  
E-mail: geol@geol.is