



**Mælingar á þykkt lausra jarðlaga við Kiðafell
í Kjós**

Ólafur G. Flóvenz,

Greinargerð ÓGF- 90-09

Mælingar á þykkt lausara jarðlaga við Kiðafell í Kjós

1. Inngangur

Að beiðni Vegagerðar Ríkisins framkvæmdi Orkustofnun mælingar á þykkt setlaga neðan þjóðvegarins við Kiðafell í Kjós. Mælingarnar voru gerðar vegna könnunar á mögulegri staðsetningu jarðganga undir Hvalfjörð.

Beitt var þrenns konar mælingum, segulmælingum, viðnámsmælingum með TEM-aðferð og bylgjubrotsmælingum. Tvær fyrirnafndu mælingarnar voru nánast tilraun með að brúka viðkomandi mæliaðferð til að finna þykkt lausra jarðlaga en þriðja aðferðin, bylgjubrotsmælingar, eru áreiðanlegasta og mest notaða aðferðin til að finna dýpi á fast berg.

2. Segulmælingar

Segulvið var mælt eftir nokkrum línum (mynd 1) og leitað eftir segulfrávikum, sem eiga upptök sín í berggrunninum. Yfirleitt gengur best að ákvarða dýpið á fast þar sem frávik frá berggöngum finnast.

Segulmælingarnar við Kiðafell gefa einar sér ekki áreiðanlegt mat á dýpi á berggrunn. Fram kemur í öllum mælingunum breitt segulfrávik, sem hvort sem er gæti stafað af gangi á talsverðu dýpi eða misgengi eða stelli í berggrunni. Ofan á þessu frávikinu eru svo smærri frávik sem eru krappari og eiga upptök sín grynnra. Þá sést dæmigert segulfrávik frá gangi austast í línu 3.

Með því að gera ráð fyrir að umrætt segulfrávik stafi af stelli í berggrunninum fæst að dýpið niður á berggrunn undir línu 3 og austan við stallinn er um 15 m en 3-5 m meira vestan hans.

Með því að nota aðferð, sem kallast "Werner deconvolution", til að reikna dýpið á berggrunn út frá smærri og krappari frávikunum fæst 12-20 m dýpi en lausnirnar eru frekar ósannfærandi. Hins vegar fæst góð lausn þar sem lína 3 lá yfir eystri ganginn og fæst þar dýpi upp á 12-16 m.

Einfaldar þumalputtaaðferðir ("straight slope") benda til um 20 m dýpis þar sem stallurinn er.

Út frá segulmælingum er líklegast að dýpið á fast berg sé hátt í 20 m á þeim stað þar sem gangnaopið á að vera og að 3-5 m stallur liggi þarna í gegn. Lausleg staðsetning stallsins er sýnd á mynd 4. Ekki er þó óhugsandi að um sé að ræða misgengi fremur en stall.

3. Bylgjubrotsmæling

Einn 110 m langur prófíll var mældur meðfram Kiðafellsánni. Staðsetning hans er sýnd á mynd 1. Dynamit var sprengt við enda prófílsins og 70-80 m frá hvorum enda en slegið með sleggju inn á miðjum prófíl til að fá upplýsingar um bylgjuhraða í lausu jarðlögum. Fartímarit fyrir mælingarnar er sýnt á mynd 2. Þar koma fram tvö lög, lausu jarðlögin með P-bylgjuhraða 1.66 - 1.94 km/s og annað lag undir með P-bylgjuhraða 3.71 km/s

Unnið var úr bylgjubrotsmælingunum á eftirfarandi hátt:

1. Meðalhraði P-bylgna í lausu jarðlögum var reiknaður og reyndist 1.76 km/s
2. P-bylgjuhraðinn í berggrunninum var fundinn með svokallaðri "mean-minus T" aðferð, sem beitt var á skráningarnar frá skotpunktunum í 70-80 m fjarlægð. Þessi aðferð gefur

áreiðanlegt mat á hraða ef halli lagmóta er líttill og því valin umfram hefðbundna ákvörðun út frá tveggja laga líkani með hallandi lagmótum. Þannig fékkst P-bylgjuhraði 3.71 km/s í berggrunninum.

3. Út frá ofangindum hraðagildum var krftískt horn fundið skv. lögmáli Snells.
4. Að lokum var dýpið undir skotpunktunum fjórum fundið út frá "intercept-tíma" skv jöfnunni

$$z_A = \frac{T_A \cdot V_1}{2 \cdot \cos i_c} \quad 1$$

þar sem

z_A er dýpið á berggrunn við skotpunkt A, mælt hornrétt á lagmótin
 T_A er "intercept-tími" við skotpunkt A
 V_1 er P-bylgjuhraðinn í lausu jarðlögum
 i_c er krftískt horn.

Þar sem halli lagmótanna er mjög líttill, er dýpið reiknað skv. jöfnu (1) u.þ.b. jafnt og dýpið ef mælt er lóðrétt undir skotpunktinum.

Niðurstöðurnar eru sýndar á mynd 3. Þar sést að dýpið er um 20 m nyrst en gynnkar í um 10 m undir syðsta skotpunktinum. Þetta mat á dýpinu á berggrunn er alláreiðanlegt og varla um margra metra óvissu að ræða.

P-bylgjuhraðinn í berggrunninum er fremur lágur, svipar til hljóðhraða í lítt ummynduðu grágrýti (eins og t.d. í Reykjavík) fremur en til hljóðhraða í terferu basalti í mesólít-skólesít ummyndunarbelti.

4. Viðnámsmælingar með TEM-aðferð

Mældar voru 8 viðnámsmælingar með TEM-aðferð (Transient Electromagnetic Measurements). Staðsetning þeirra er sýnd á mynd 1. Af þeim reyndust 7 nothæfar til úrvinnslu. Í ljós kom við úrvinnsluna að ógjörningur er að greina að þykkt og eðlisviðnám lausu jarðlaganna þ.e. einungis fæst mat á hlutfall þessara stærða. Því var gripið til þess ráðs að finna eðlisviðnám lausu jarðlaganna á stöðum þar sem þykkt þeirra var þekkt út frá bylgjubrotsmælingum og gera síðan ráð fyrir að eðlisviðnám lausu jarðlaganna væri eins á öllu mælisvæðinu. Með því móti fékkst mat á dýpið á berggrunninn sem sýnt er á mynd 3.

5. Niðurstöður

Á mynd 3 eru niðurstöður þykktarmælinga frá hinum ýmsu mæliaðferðum dregnar saman. Niðurstöður bylgjubrotsmælinganna eru áreiðanlegastar en niðurstöður viðnáms- og segulmælinganna eru ágætari til viðmiðunar.

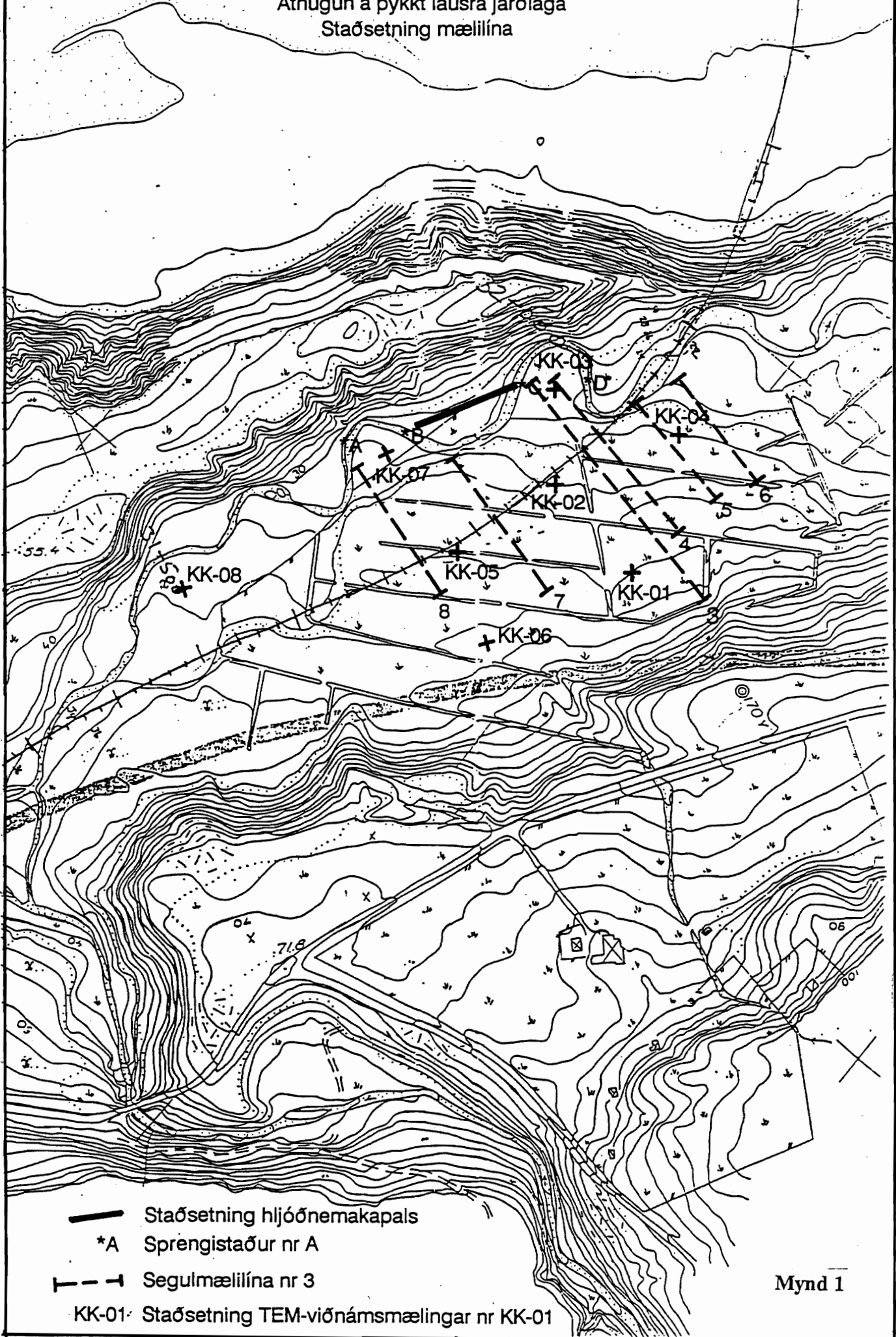
Á mynd 4 eru sömu niðurstöður færðar inn sem hæð berggrunns í metrum yfir sjávarmáli.





Sæmilegt samræmi er í niðurstöðum úr mismunandi mælingum. Ef hins vegar á að kortleggja nákvæmlega dýpið á berggrunninn er best að gera það með bylgjubrotsmælingum. Kostnaður við þær er hins vegar talsvert meiri en við viðnáms- og segulmælingarnar.



KIÐAFELLÍ KJÓS

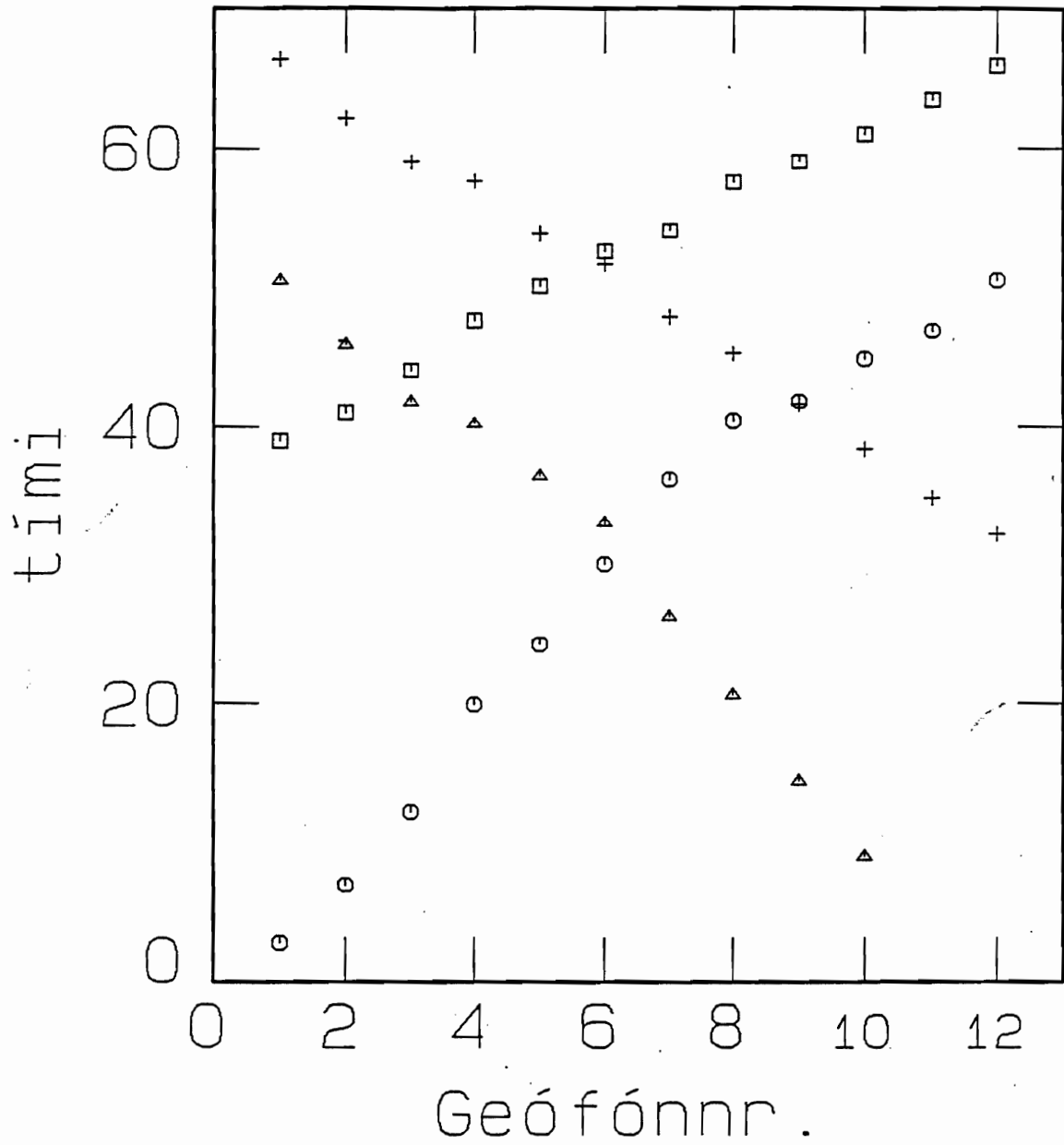
Athugun á þykkt lausra jarðlaga
Staðsetning mæli lína



-  Staðsetning hljóðnemakapals
-  *A Sprengistaður nr A
-  Segulmæli lína nr 3
-  KK-01 Staðsetning TEM-viðnámsmælingar nr KK-01

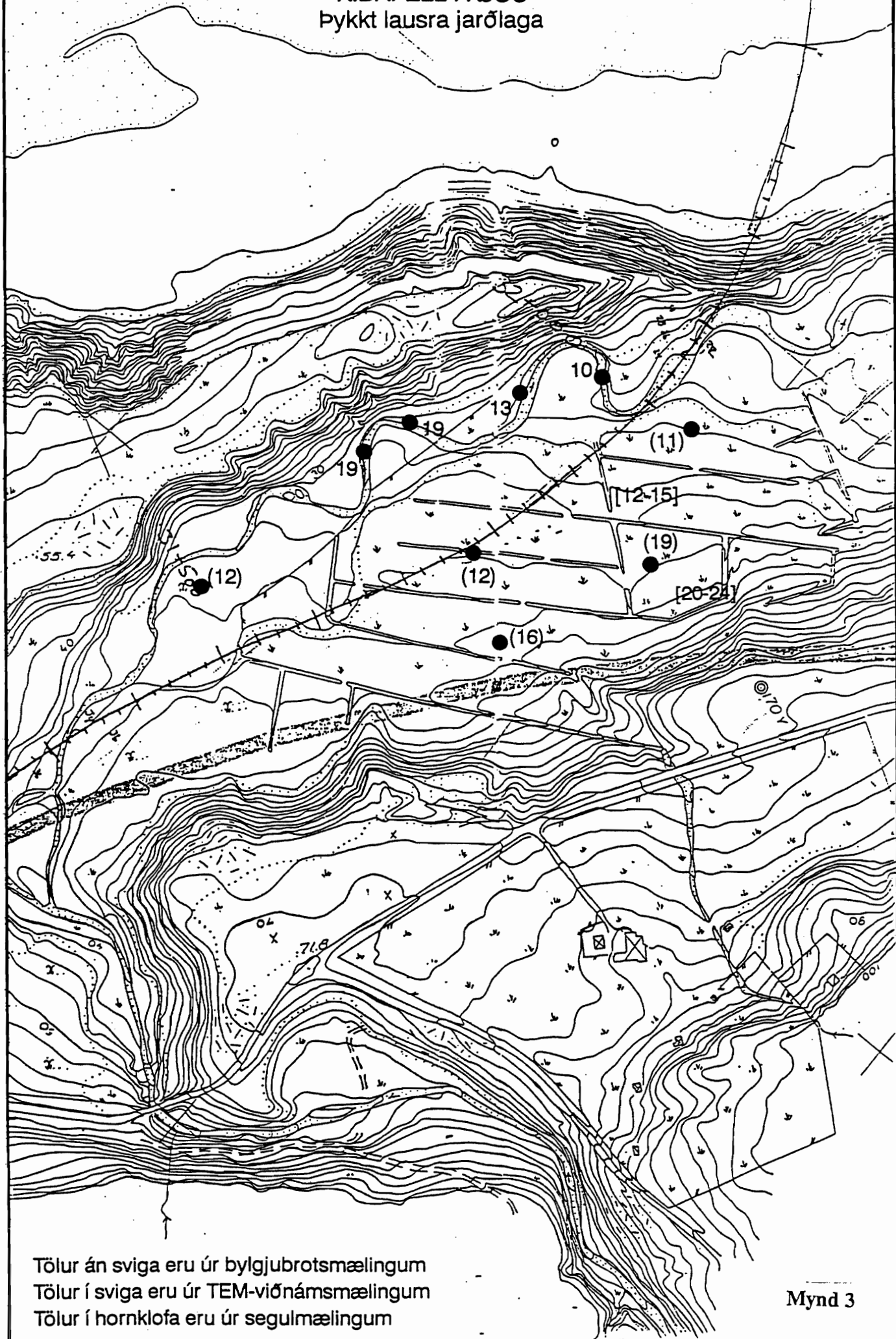
Mynd 1

Kiðafell í Kjós



KÍÐAFELL Í KJÓS

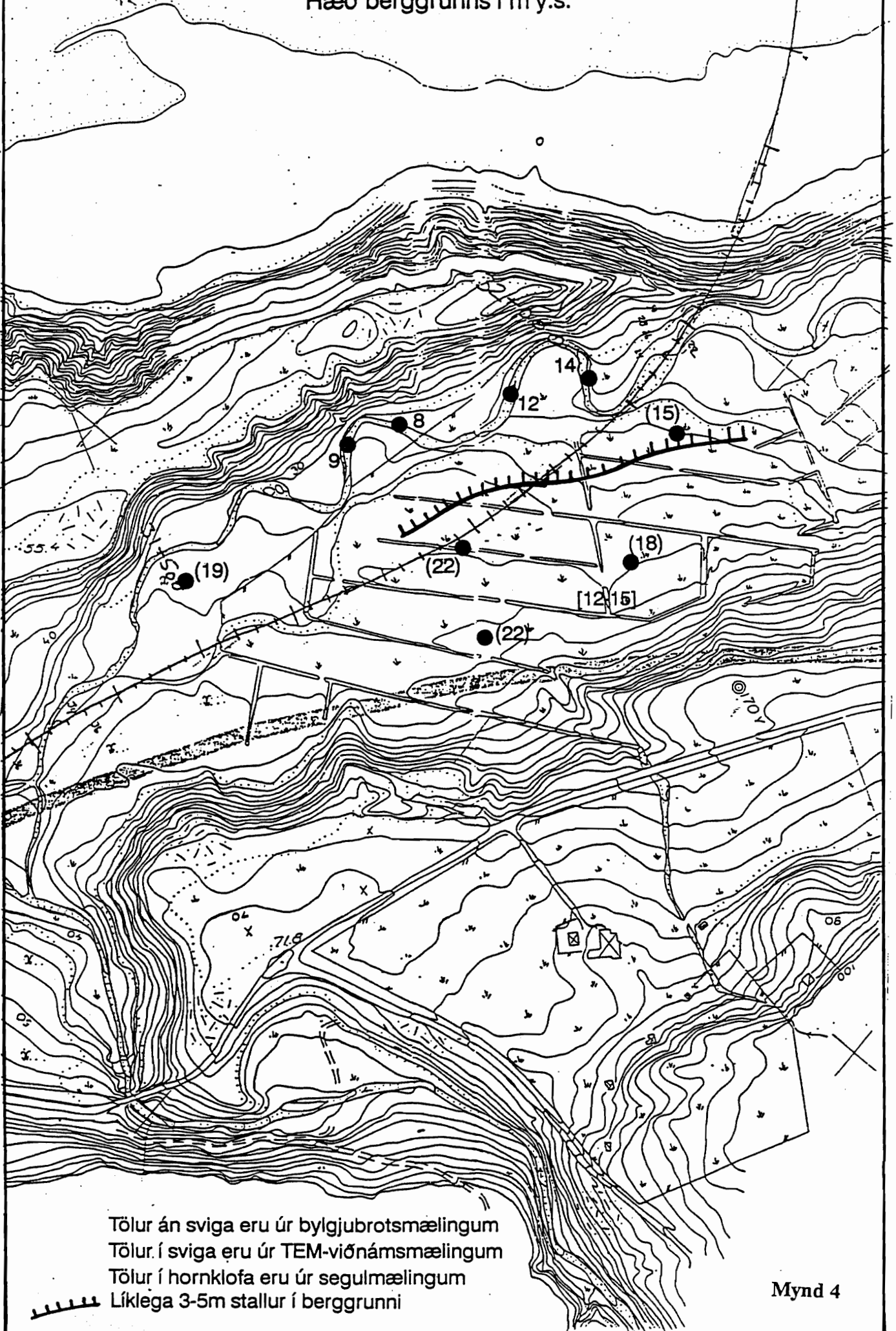
Þykkt lausra jarðlaga



Tölur án sviga eru úr bylgjubrotsmælingum
Tölur í sviga eru úr TEM-viðnámsmælingum
Tölur í hornklofa eru úr segulmælingum

KIÐAFELL Í KJÓS

Hæð berggrunns í m y.s.



Tölur án sviga eru úr bylgjubrotsmælingum
Tölur í sviga eru úr TEM-viðnámsmælingum
Tölur í hornklofa eru úr segulmælingum
Líklega 3-5m stallur í berggrunni