

6/1977

RAFLEIÐNIMLINGAR Í VESTAN-
VERÐU ÖLFUSI SUMARIÐ 1976

Lúðvík S. Georgsson

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

RAFLEIDNIMÆLINGAR Í VESTAN-
VERÐU ÖLFUSI SUMARIÐ 1976.

Lúðvík S. Georgsson

1 INNGANGUR

Vegna fyrirhugaðrar borunar eftir heitu vatni fyrir Þorlákshöfn á jarðhitasvæðinu við Hjalla í vestanverðu Ölfusi lét jarðhitadeild gera 11 viðnámsmælingar í Ölfusi sumarið 1976. Tilgangur þessara mælinga var að kanna útbreiðslu jarðhitasvæðisins og auðvelda þar með staðsetningu borholu á þessu svæði. Skýrslan fjallar um niðurstöður þessara mælinga.

2 JARÐHITI Í FORUM

Allnokkuð hefur verið fjallað um jarðfræði vestanverðs Ölfushrepps í eldri skýrslum jarðhitadeildar og verður það ekki endurtekið hér (3).

Jarðhiti er útbreiddur í vestanverðum Forum í Ölfusi. Dreifing jarðhitans á yfirborði er sýnd á mynd 1. Mestur hiti er í Þóroddsstaðalagum 97°C. Um rennsli er óvísá vitað, enda kemur jarðhitinn víðast hvar upp í ótræðismýrum og tjörnum, þar sem heita vatnið blandast yfirborðsvatni (3).

Tafla 1 hér að aftan sýnir niðurstöður efnagreiningar á heitu vatni úr Þóroddsstaðalagum. Það er tiltölulega salt, miðað við lághitavatn hér á landi. Kísilinnihaldið bendir til þess að þarna megi fá allt að 140°C heitt vatn með borun, að minnsta kosti heitara en 100°C.

3 VIÐNÁMSMÆLINGAR

Með viðnámsmælingum er mælt eðlisviðnám (= 1/rafleiðni) berglaga á mismunandi dýpi, þ.e.a.s. hversu vel eða illa jarðlögin leiða rafstraum. Eðlisviðnám í bergi er einkum háð vatnsgengd bergsins og hitastigi og seltu vatnsins. Viðnámið fer þannig lækkandi með

- 1) aukinni vatnsgengd
- 2) hækkandi hitastigi
- 3) auknu seltumagni.

Oft getur verið erfitt að greina hvort orsök viðnámslækkunar er jarðhiti eða aukin selta í vatninu. Verður því að meta ytri aðstæður hverju sinni.

Sumarið 1976 voru gerðar 11 viðnámsmælingar í Ölfusi (ÖL-1 - ÖL-11). Þar af voru 8 mælingar staðsettar milli Grímslækjar og Þurár en 3 norðar. Ekki reyndist unnt að staðsetja allar mælingar eins og æskilegt hefði verið enda er landið víða með afbrigðum erfitt yfirferðar, auk þess sem veðráttu sumarsins reyndist mælingamönnum þung í skauti. Við úrvinnslu voru allar eldri mælingar á svæðinu frá Hrauni norður að Hveragerði teknar til endurskoðunar. Í ljós kom að á þeim er mikill gæðamunur og verður hér aðeins stuðst við þær bestu. Um mælingar á svæðinu norður af Þorlákshöfn var fjallað í skýrslu sem út kom 1975 (1) og verður ekki vikið að þeim hér, enda má líta á fyrirbyggjandi skýrslu sem framhald þeirra rannsókna. Staðsetning mælinganna er sýnd á mynd 1. Nákvæm staðsetning mælinga frá 1976 er einnig gefin í töflu II hér að aftan og er notast við hnit í bandarísku AMS-kortunum í mælikvarðanum 1:50.000. Einstakir mæliferlar túlkun þeirra og reiknaðir ferlar eru sýndir í viðauka aftast.

Ekki er hægt að halda lengra án þess að fara nokkrum orðum um túlkun mælinganna enda brugðið út af hefðbundnum aðferðum að nokkru. Í nokkrum mælinganna er leiðrétt fyrir spennustökk á mæliferli (ÖL-3, ÖL-5, ÖL-6, ÖL-7, ÖL-10 og J-25) enda lítill vafi á réttmæti breytinganna. Við túlkun viðnámsmælinga er venjulega gert ráð fyrir láréttum viðnámslögum með "óendanlegri" útbreiðslu. Þrjár mælingar í Ölfusi (ÖL-1, ÖL-6 og ÖL-10) er ekki hægt að túlka út frá þessum forsendum. Mælingar ÖL-1 og ÖL-10 hafa næstum sömu staðsetningu en eru hins vegar u.þ.b. hornrétt hvor á aðra. Þessar mælingar reyndist aðeins unnt að túlka niður á um 100 m dýpi, þar sem seinni hluti mæliferils er mjög frábrugðinn venjulegum viðnámsferlum. Lögun mæliferils bendir til mikilla lóðréttra breytinga á viðnámslögum en einnig til mjög lágs botnviðnáms eða 4-6 Ωm. Lóðréttu breytingarnar fara að einhverju leyti saman við aðstæður á yfirborði. Miðja mælinganna er staðsett úti í fúamýri. Rúmum 100 m norðan við mælimiðju verður mjög skörp breyting á yfirborðsjarðlögum og malarlög, trúlega gamalt sjávarset, taka við af mýrinni. Annar straumarmur beggja mælinga fer yfir þessi skil, í um 120 m í mælingu ÖL-1 og í 160 m í ÖL-10, en það er einmitt þar sem lögum mæliferla verður afbrigðileg. ÖL-6 reyndist unnt að túlka alveg ef gert er ráð fyrir lægra yfirborðsviðnámi á norðurstraumarmi frá og með 100 m heldur en á miðju mælingar og suðurarmi. Fer þetta og saman við aðstæður á yfirborði en mælimiðja er staðsett á ás úr hallalausum hlýskeiðshraunum, en norðar tekur mýri við (3).

Viðnámssnið sýnir breytingar eðlisviðnáms með dýpi eftir sniðlínu en jafnvíðnámsskort sýnir eðlisviðnám svæðis í fleti á ákveðnu dýpi. Tvö viðnámssnið voru dregin, A-A' á mynd 2 og B-B' á mynd 3. Lega sniðanna er sýnd á mynd 1. Sömuleiðis voru gerð 2 jafnvíðnámsskort og sýnir mynd 4 eðlisviðnámið á um 400 m dýpi undir sjávarmáli og mynd 5 eðlisviðnámið á um 800 m dýpi. u.s. Óþarfi er að fjölyrða um þessi snið og kort. Það athyglisverðasta er hve lágt djúpvíðnám mælist þar sem jarðhitinn er á yfirborði eða um 4 Ω m og er eðlilegt að tengja þetta jarðhitinum. Hins vegar mælist einnig mjög lágt viðnám utan hins náttúrulega jarðhitasvæðis, svo sem við Hjalla og Hraun og er ekki ólíklegt að áhrifa jarðhitans gæti þar. Hafa ber þó í huga að við Litlaland norður af Þorlákshöfn mældist 10-20 Ω m viðnám og reyndist rennsli þar sáralítið þó að borað væri í gegnum vatnsríkar móbergsmýndanir með nægum hita, en þar er í staðinn komið allfjarri náttúrulegum jarðhita. Tvennt veldur því að viðnám á jarðhitasvæðinu við Hjalla er lægra en á öðrum lágheitsvæðum. Í fyrsta lagi er vatnið saltara en á flestum öðrum lágheitsvæðum og í öðru lagi er hitastig trúlega mjög hátt og benda borholur við Hlíðardalsskóla og Litlaland ásamt kísilhita vatns í Þóroddstaðalaugum til þess að 140°C hita sé náð á 1 km dýpi. Segja má að vestur- suður- og austurmörk jarðhitasvæðisins séu óskýr eða alveg óþekkt. Hins vegar virðast norðurmörkin nokkuð ljós og er háviðnámsbelti það eða hryggur, sem kemur fram á 500-1000 m dýpi á norðausturmörkum jarðhitasvæðisins mjög athyglisverður. Þetta háviðnám stafar að öllum líkindum af því að bergið er þéttara þarna og minna vatnsgengt. Orsökkin gæti hugsanlega verið gangasveimur eða innskot á þessu dýpi. Háviðnámið útilokar djúptengsl milli jarðhitasvæðisins við Hjalla og háhitasvæðisins í Hveragerði.

Við Hlíðardalsskóla um 3.5 km vestan við Hraun er 1230 m djúp borhola, sem var boruð fyrir rúmum 10 árum. Þessi hola fór í gegnum heitavatnskerfi í neðstu 400 m um 160°C heitt og tókst að ná úr því nægilega miklu magni af heitu vatni handa staðnum (3). Viðnám við Hlíðardalsskóla er um 10-15 Ω m og viðnámsskil eru engin milli Hrauns og skólans. Bendir það til þess, að heitavatnskerfið við Hlíðardalsskóla sé angi af jarðhitakerfinu við Hjalla. Ef svo er þá er djúpvatnið í holunni við Hlíðardalsskóla svipað að efnasamsetningu og hita og það djúpvatn,

sem vænta má í borholu við Hjalla. Í doktorsritgerð Braga Árnasonar (4) er sú niðurstaða dregin af tvívetnismælingum á Hengilssvæðinu, að djúpvatn á háhitasvæðunum við Nesjavelli og Hveragerði sé komið frá tveimur ólíkum jarðvatnskerfum. Þar kemur einnig fram að tvívetnisinnihald djúpvatns úr Hlíðardalsskólaholunni er að segja má hið sama og djúpvatns á Nesjavöllum og svipað og í úrkomu, sem fellur á suðurhluta Langjökuls. Hins vegar er tvívetnisinnihald djúpvatns við Hveragerði allmikið herra eða svipað og í úrkomu sem fellur í hálendinu norður af Þingvallarvatni. Styður þetta það, sem áður er sagt, að ekki séu tengsl milli jarðhitasvæðisins við Hjalla og háhitasvæðisins við Hveragerði.

4 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Djúpvíðnám í Ölfushreppi utan jarðhitasvæða er lágt eða 15-40 Ω m og afleiðinginer sú að mörk jarðhitasvæðisins við Hjalla eru óljósari en ella. Á því svæði þar sem jarðhiti er á yfirborði mælist djúpvíðnám mjög lágt eða innan við 10 Ω m. Hávíðnáms hryggur kom fram á 500-1000 m dýpi við norðausturmörk jarðhitasvæðisins. Hávíðnámið verður að túlka sem minna vatnsgengt berg, líklega gangasveim eða innskot og skilur það að jarðhitasvæðið við Hjalla og háhitasvæðið við Hveragerði. Athyglisvert er að bæði Bakkalaugar og Þóroddsstaðalaugar - en þar er mestur hiti á yfirborði og líklega mest vatnsrennsli - og einnig fleiri jarðhitablettir eru á mörkum hávíðnáms og lágvíðnáms. Bendir þetta til þess að þessar þéttari bergmyndanir norðaustan jarðhitasvæðisins virki eins og óvatnsgengur veggur á djúpvatnið, hindri lárétt streymi og leiði heita vatnið upp í efri jarðlög. Víðnámsmælingar benda ekki til að einn staður sé öðrum betri til borunar heldur að þarna megi fá heitt vatn með borun á allstóru svæði.

5 STAÐSETNING BORHOLU

Ófært er að koma bor út á jarðhitasvæðið kringum Bakkalaugar og Þóroddsstaðalaugar nema með miklum tilkostnaði. Þar sem stefnt er að alldjúpri borun, eða allt að 1600 m holu er heldur ekki ástæða til að einskorða val borstæðis við þá staði, þar sem búast má við, að aðstæður séu líkar á öllu miðsvæði jarðhitakerfisins á svo miklu dýpi.

Gera þarf ráð fyrir fóðringu (10") í ca. 200 m dýpi, en þá ætti að vera komið niður úr yfirborðslögum í heillegan berggrunn með það heitu vatni, að lítil hætta væri á köldu innrennsli í borholu. Möguleikanum á dýpri fóðringu yrði þó haldið opnum.

- 1) Fyrsta tillaga um borstað er á mel um 700 m fyrir austan Hjalla. Þar er jarðhiti uppundir yfirborði. Við gröft hefur fundist 40°C hiti. 300 m sunnar úti í mýrinni eru völgar uppsprettur allt að 35°C, allvatnsmiklar og auðsæilega mjög blandaðar yfirborðsvatni.
- 2) Önnur tillaga um borstað er við malargryfjur í landi Bakka um 200-220 m norðaustur frá melnum. Varðandi líkur á árangri miðað við allt að 1600 m djúpa holu verður ekki gert upp á milli þessara staða. Hins vegar eru líkur á, að borhola á melnum nái fyrir niður í berglög með hátt hitastig.

Vegna þess að samkomulag náðist ekki við bóndann á Hjalla um borun í landi hans var síðari kosturinn valinn.

Við borun í Riftúni skammt frá Þóroddsstöðum reyndist dýpi á fast um 25 m, þá tók við um 80 m þykk móbergssyrpa, en þar undir eldri og þéttari berglagasyrpa (3). Þetta kemur mjög vel heim við þau viðnámslög sem fram koma í mælingu 9, sem er um 300 m norðar. Á grundvelli þess og túlkunar á mælingu ÖL-5, sem er staðsett um 350 m norður af borholustæðinu má búast við að dýpi niður á fast sé minnst 40-50 m og kannski meira, því að þykkt lausu jarðlaganna eykst til suðurs.

6 HEIMILDIR

- (1) Valgarður Stefánsson, Rafleiðnimælingar við Þorlákshöfn
OS JHD 7519.
- (2) Hrefna Kristmannsdóttir, Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson.
Hola 1 við Litlaland, Ölfusi. Borun, jarðlög og þrýstiprófun
OS JHD 7605.
- (3) Guðmundur Guðmundsson, Kristján Sæmundsson, Stefán Arnórsson,
Sveinbjörn Björnsson. Greinargerð um jarðhitarannsóknir á
Lóroddsstöðum í Ölfusi OS JHD 7307.
- (4) Bragi Árnason. Groundwater Systems in Iceland Traced by
Deuterium. Soc. Sci. Isl. XLII, Reykjavík 1976.

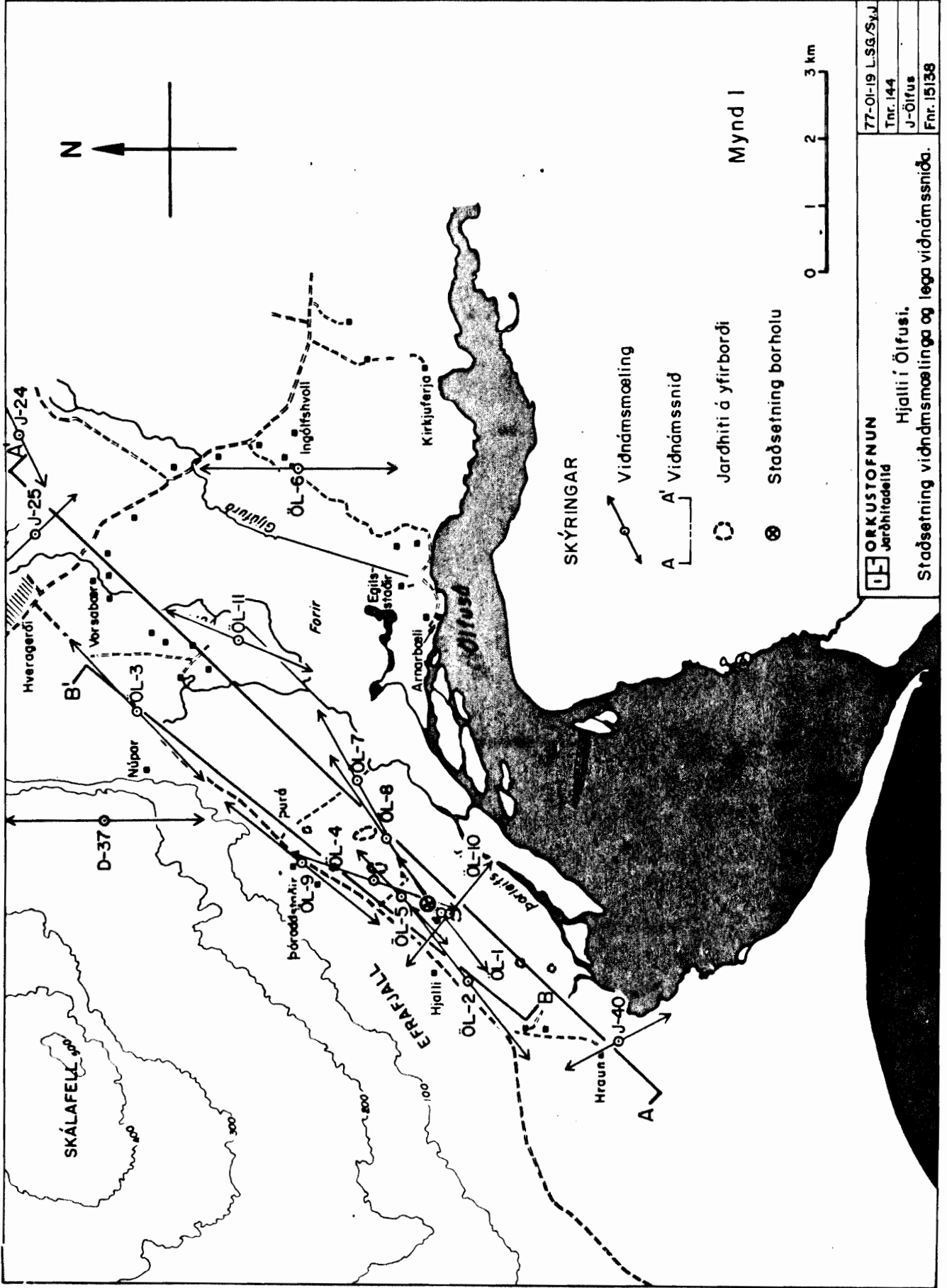
TAFLA I Efnainnihald heits vatns í Þóróddsstaðalaugum.

Dags. sýnis.	1973-01-08
pH	8.30
ρ	7.33 Ω m
SiO ₂	121 ppm
Na ⁺	244 -
K ⁺	9.4 -
Ca ⁺⁺	21.2 -
Mg ⁺⁺	0.2 -
CO ₂ total	48 -
SO ₄ ⁻	68.3 -
H ₂ S	< 0.1 -
Cl ⁻	332 -
F ⁻	0.8 -
Uppl. efni	907 -
Hiti	97 °C
Kísilhiti	141 -

TAFLA II

Staðsetning viðnámsmælinga í Ölfusi sumarið 1976.

Öl nr.	Breidd	Lengd	Stefna straumarms	Staðarlýsing
1	86.20	90.60	N52°A	Í mýri skammt norðan Hjallalauga.
2	85.20	90.20	N54°A	Í túni austan vegar milli Gerðakots og Efra-Grímslækjar.
3	89.30	95.15	N46°A	Í móa austan vegar um 700 m austur af Núpum.
4	86.70	91.60	N18°A	Um 500 m norður af Bakka, í túnhorni norðan við Bakkalaugar.
5	86.45	91.20	N50°A	Á túni um 350 m norðvestur af Bakka.
6	92.95	92.75	N4°A	Í túni við Grænhól.
7	88.25	90.85	N59°A	Við slóða sunnan Þurárhrauns.
8	87.35	91.45	N58°A	Í mýri við Þóroddsstaðalaugar.
9	86.95	92.70	N38°A	Í túni við Þóroddsstaði.
10	86.20	90.50	N46°V	Í mýri skammt norðan Hjallalauga.
11	90.35	93.40	N28°A	Við slóða út í Forum, sunnan Þúfu.

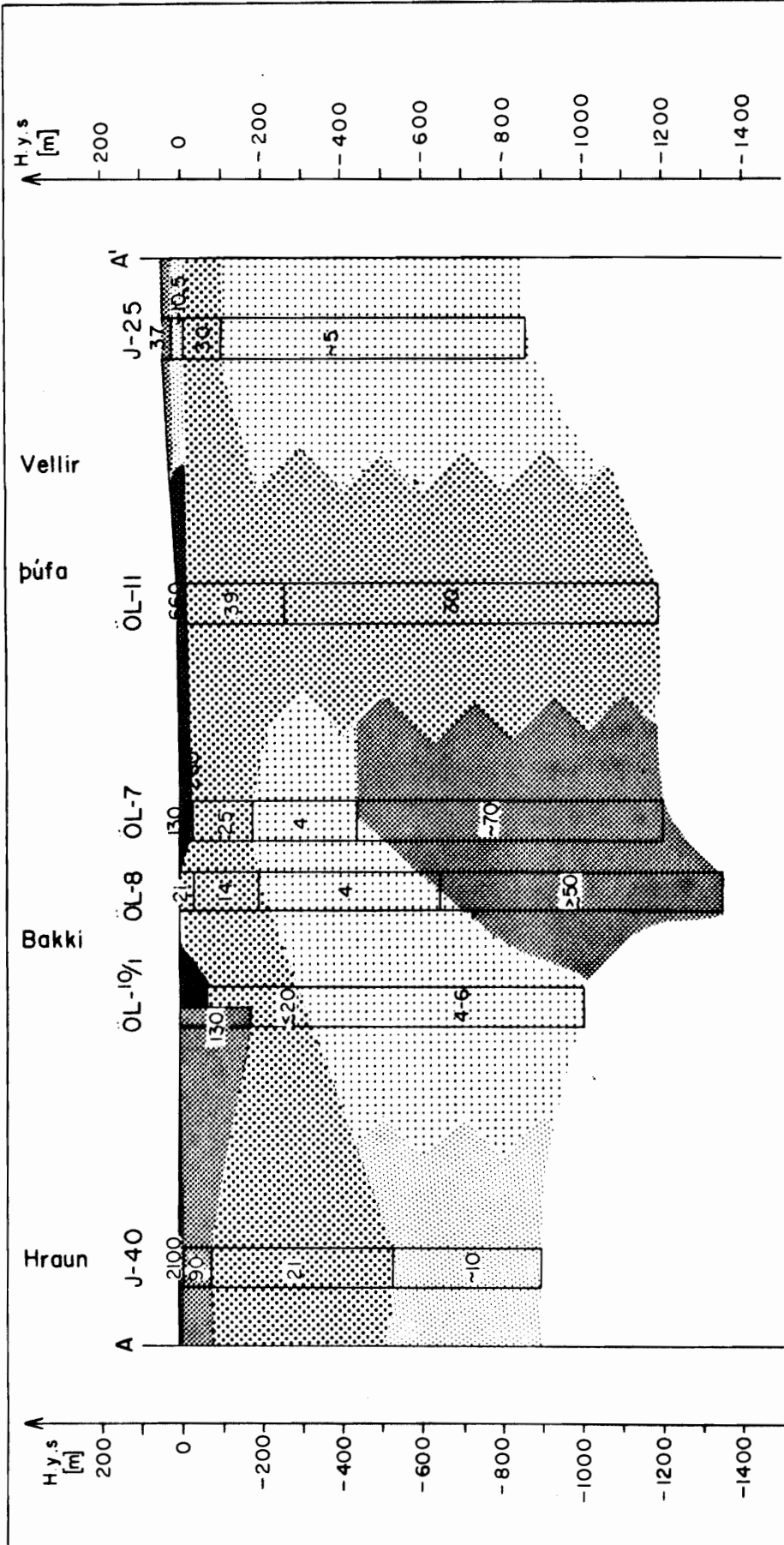


77-01-19 L.SG/Sk.J
Tnr. 144
J-Ölfus
Fnr. 15138

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Hjalti í Ölfusi.

Staðsetning vidnámsmølinga og tegu vidnámsnida.



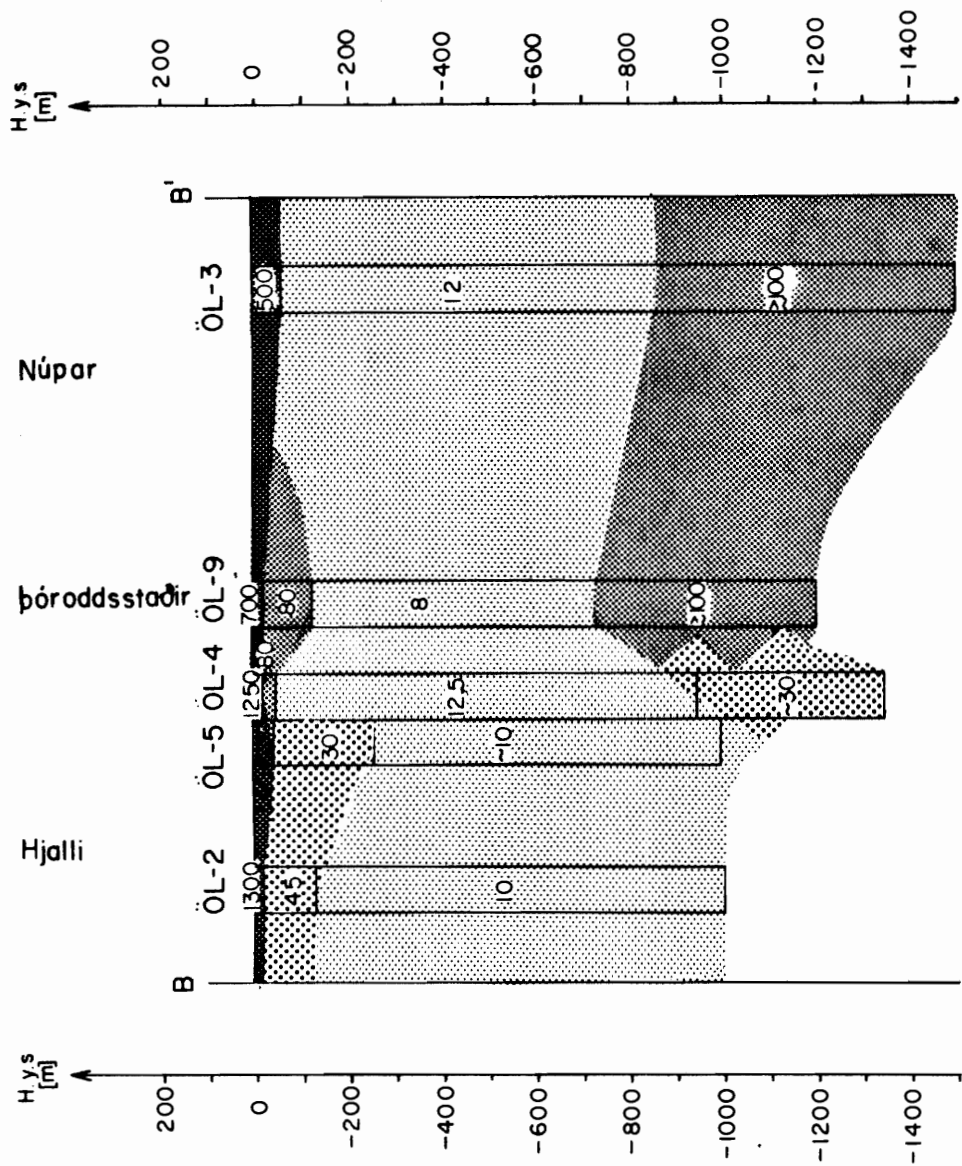
- SKÝRINGAR**
- ≤ 5 Ωm
 - 5 Ωm-15 Ωm
 - 15 Ωm-50 Ωm
 - 50 Ωm-200 Ωm
 - ≥ 200 Ωm



Mynd 2

ORKUSTOFNUN
HJALLI Í ÖLFUSI
 Viðhámssnið A—A'

770124 LSG/AA
 T 145 T 1904
 Ölfus Viðnám
 F 15158

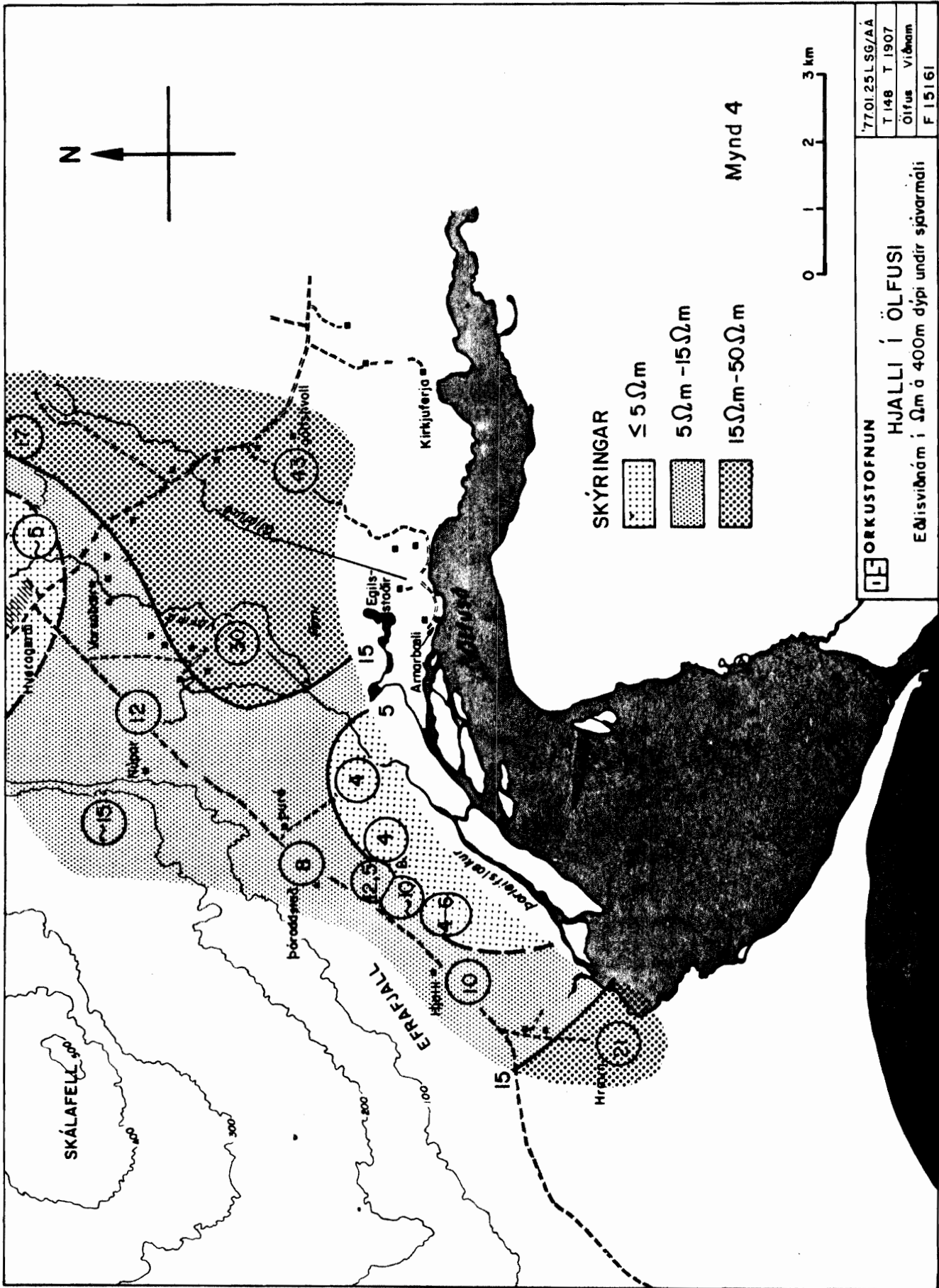


Mynd 3

IE ORKUSTOFNUN

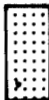


HJALLI Í ÖLFUSI
 Viðnámsnið B — B'

'77.01.25 LSG/AA
 T146 T1905
 Olfus Viðnáms
 F15159

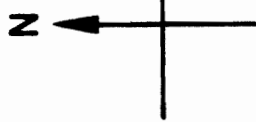


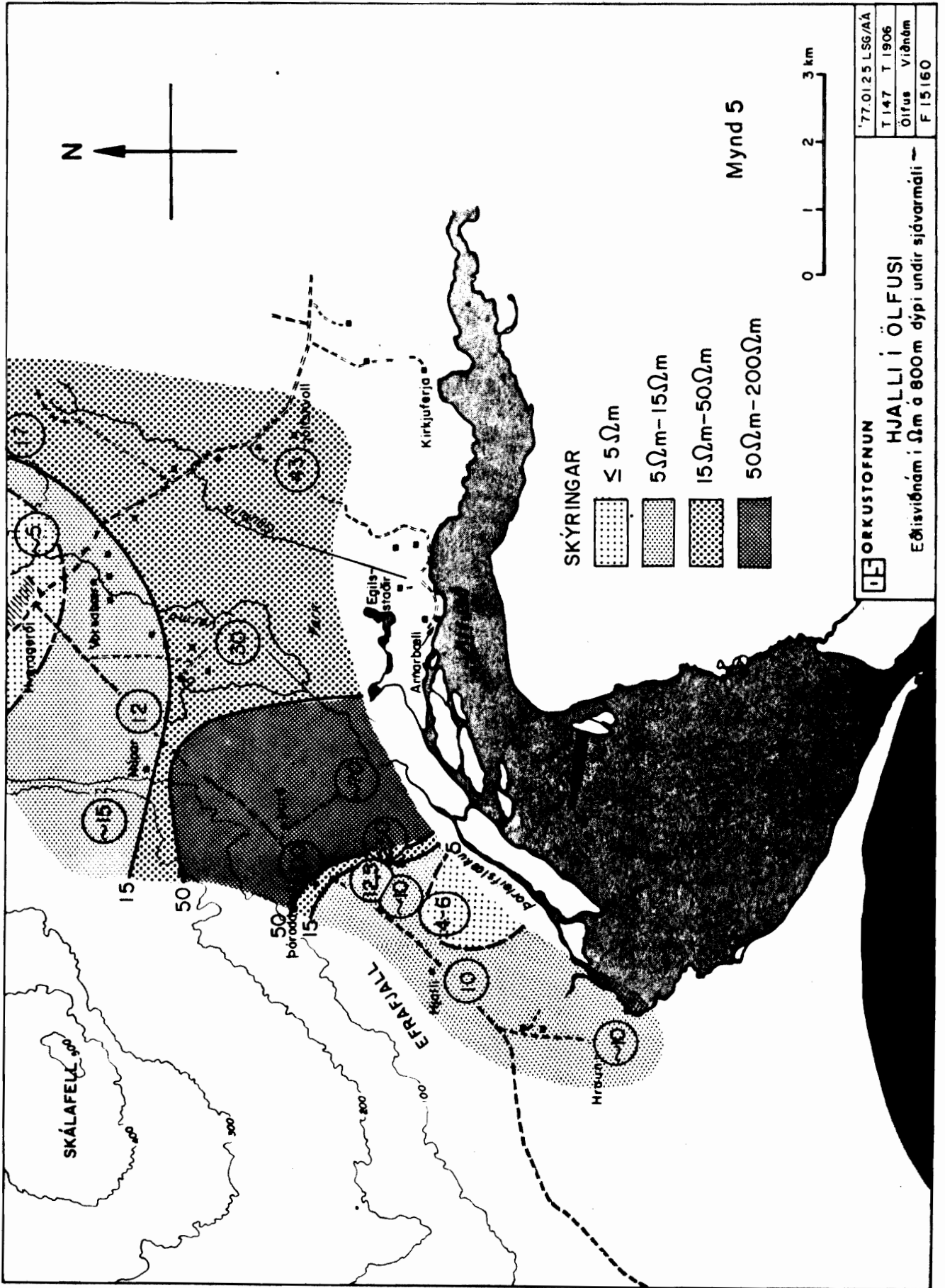
ORKUSTOFNUN
 HJALLI Í ÖLFUSI
 Eðlisviðnám í Ωm á 400m dýpi undir sjávarmáli
 7701.25 LSG/ÁÁ
 T 148 T 1907
 Ölfus Víðham
 F 15161

SKÝRINGAR

-  $\leq 5 \Omega\text{m}$
-  $5 \Omega\text{m} - 15 \Omega\text{m}$
-  $15 \Omega\text{m} - 50 \Omega\text{m}$

Mynd 4





ORKUSTOFNUN

HJALLI Í ÖLFUSI

Eðlisviðnám í Ω m á 800m djúpi undir sjávarmáli ~

77.0125 LSG/AA

T 147 T 1906

Ölfus Viðnám

F 15160

VIDAUKI

