

Orkustofnun
Jarðkönnunardeild



Ferlun með geislavirkum samsætum

Ari Ólafsson
Heimir Sigurðsson



ORKUSTOFNUN

Jarðkönnunardeild

Ferlun með geislavirkum samsætum

Ari Ólafsson

Heimir Sigurðsson

FORMÁLSORÐ

Skýrsla þessi fjallar um ferlunarrannsókn við ferskvatnsholu HSK-2. Beindist rannsóknin einkum að tvennu:

- 1) Hvernig tæki þyrftu að vera búin við ferlanir á þessum slóðum.
- 2) Hvaða tímagilda mætti vænta við slíka ferlun, en slíkar upplýsingar hafa þýðingu fyrir framkvæmdaáætlanir ferlunar.

Tækjabúnaður sá, sem notaður var, reyndist hvergi nærri fullnægjandi. Ljóst er, að verulegra endurbóta er þörf, en þær kynnu að verða nokkuð tímafrekar. Að þeim gerðum, er þess að vænta að nota mætti ferlunartækni með árangri.

Sökum þess, hversu mikill tími fór í prófun tækja, reyndist ekki unnt að framkvæma aðra fyrirhugaða þætti, svo sem ráð hafði verið fyrir gert. Verður því ekki fjallað um þá sérstaklega í þessarri skýrslu.

1. GERÐ MÆLITÆKJANNA

Í ágúst 1977 var framkvæmd ferlun með geislavirkum samsætum með þessum tækjum:

Háspennugjafi: R.H. orange kassi, 600-1000 V (frá Páli Theodorssyni. Raunvísindastofnun Háskólans).

Teljari: 8 rása teljari með skráningarútbúnaði (prentun) (frá Páli Theodorssyni, R.H.).

Skynjari: 2" NaI frá HÍ ásamt sambyggðum formagnara.

Skermur: 90 x 140 cm vatnstunna.

Mæliker: 45 x 45 cm vatnstunna.

Uppsetning mælikers, skerms og skynjara er sýnd á mynd 1.

Höfundar þessarar skýrslu gerðu eftirfarandi breytingar á tækjunum við framkvæmd þeirra athugana, sem lýst er í þessari skýrslu.

Háspennugjafi: Skipt var um sveifilinn 4090 og vinnsluspennu breytt úr 17 V í stöðug (reguleruð) 12 V, en fyrir þá spennu eru tækin gerð (maximum rating).

Teljari: Lokið var við hálfunninn "inverter" þannig að nú er þetta venjulegur "emitterfollower" með mögnun $\cong -1,0$.

Formagnarinn við 2" krystalinn þarf -24 V vinnuspennu, svo -12 V spennu af rafgeymi var bætt við þau -13,5 V sem fyrir voru á inngangnum fyrir merkið.

2. VIÐBRAGÐ MÆLITÆKJANNA

Háspennugjafi:

Línurit 1 sýnir háspennuna sem fall af stöðu stilliskrúfunnar

(merkt Kvörðun skífu) með og án photomargfaldara - einingarinnar Hún hefur innra viðnám ca. $5 M\Omega$ og mælirinn ca. $10 M\Omega$. Greini-
legt er, að háspennugjafinn ræður ekki við meira en 1000 V, eða
skífukvörðun 6.0 með photomargfaldara sem álag. Í háspennugjafanum
er enginn vartappi eða straumtakmörkun, svo voðinn er vís ef vatn
kemst í háspennukapalinn.

Teljarar:

Talið er inn á tvær rásir, N1 og N4. N1 telur púlsa sem eru
yfir ca. 0,2 V, en N4 klippir við hærri spennu. Rásin sem velur
púlsana vinnur við 5 V, svo stærri púlsar en 5 V fara ekki í gegn.
Formagnarinn gefur pösítíva púlsa með dvínunarstuðli ca. 50 μ sek.

Línurit 2, a - d, sýna talningarhraðann sem fall af HS fyrir
nokkrar þekktar línur og bakgrunninn. (Með bakgrunni eru ein-
hverjar jöðleifar í tunnunni). Unnið var við háspennu sem svarar
til skífukvörðunar 5.75. Formagnarinn er álag á innganginn þannig
að spennan fellur úr -26 V í 20 V.

Línurit 3 sýnir við hvaða neðri mörk á orkukvarða N4 klippir
(þ.e. discriminatorinn), sem fall af skífukvörðun háspennunnar.

3. NÆMNI MÆLITÆKJANNA.

Bakgrunnsgeislunin var mæld í vatnsskerminum og í gamla járnskerminum
til samanburðar. Þetta var gert með öðrum teljara með auka magnara-
stigi, svo talningarhraðinn er ekki alveg samþætilegur við aðrar
tölur um bakgrunn í skýrslunni. (HS skífukvörðun 0.0, mögnun x 64,
talið yfir 0,4 V).

Járnskermurinn gaf 155 sl/mín.

Vatnsskermurinn gaf 950 sl/mín.

Af þessu sést að bakgrunnsvirkni er 6 sinnum hærri í vatnsskermi-
num en járnskerminum.

Þá var talið með joð í báðum skermum og þetta eru niðurstöðurnar:

Járnskermur: 9,9 μ Ci 550000 sl/mín. næmni 2.5%
Vatnsskermur: 17,9 μ Ci 329000 sl/mín. næmni 0.8%
Vatnsskermur: 17,0 μ Ci 292000 sl/mín. næmni 0.75%

Seinna var talið með 8 rása greininum, HS skífukvörðun 5,75.
Niðurstöður voru:

Vatnsskermur: 7.7 μ Ci 30000 sl/mín næmni 0.7%.

Næmni teljarans í vatnsskerminum er þannig 30% af næmninni í járnskerminum. Á móti kemur að rúmmál mælikersins fyrir vatnsskerminn er miklu stærra en fyrir járnskerminn, 70 l móti 3,5 l. Hlutfallið merki á móti bakgrunni er því það sama fyrir báða skermana fyrir sama joð-þéttleika. Statistikin er hinsvegar betri fyrir vatnsskerminn vegna hærri talningarhraða, svo auðveldara er að greina merkið frá bakgrunninum.

4. AHRIF SKERMSINS.

Tafla 1 sýnir talningarhraðann við mismunandi vatnsfyllingar í skerminum. Af þessu má draga ályktanir um þátt jarðgeislunar annarsvegar og geimgeislunar hinsvegar í heildargeisluninni. Þess ber þó að gæta að í mælikerinu voru svolitlar joð leifar frá fyrri athugunum.

TAFLA 1.

No.	Mæliker		Skermur			Nl/mín.	Dreyfing frá síðustu mælingu
	fullt	tómt	tómur	hálfur	fullur		
1	x		x			2870	
2		x	x			2320	19 %
3		x		x		2200	5 %
4		x			x	1810	18 %
5 ^{o)}		x			x	1500	17 %

o) þessi mæling er gerð þegar mælikerið hefur verið skolað í 2 sólarhringa.

Meginuppistaðan í jarðgeisluninni er 1.4 MeV kalíum⁴⁰ línan. Deyfingin í 40 cm vatnslagi er ca 90 %. (40 cm eru frá botni skerms upp í botn mælikers). Af þessu sést að jarðgeislunin er hverfandi þáttur í heildargeisluninni.

5. ORKURÓF BAKGRUNNS OG I¹³¹.

Línurit 4, a - f, sýna nokkur orkuróf eins og 2" sindurneminn sér þau. Vegna bilunar í fjölrásagreini er bjögun í nokkrum þeirra. Inngangstengið var sambandslítið, svo öðru hvoru horfði púlsinn inn í hærri impedans. Áhrif þessa sjást best á orkurófi 4d, þar sem 360 keV jöð-toppurinn sést tvöfaldur.

- Orkuróf: a. Bakgrunnur í járnskerminum (bjagað)
b. Bakgrunnur í vatnsskerminum (bjagað)
c. Jöðmerkt vatn í járnskerminum (bjagað)
d. Jöðmerkt vatn í vatnsskerminum (bjagað)
e. Jöðmerkt vatn í vatnsskerminum
f. Óskatteruð jörð.

6. ÆSKILEGAR ENDURBÆTUR

Sindurnemi:

Talningarhraðinn er sem næst í réttu hlutfalli við yfirborð kristallsins, bæði bakgrunnurinn og merkið. Stærri kristall bætir því ekki hlutfallið merki/bakgrunnur, en statistikin batnar að sjálfsögðu. Þar sem hér er integrerað yfir bæði Compton-svæðið og photo-toppinn er upplausnarhæfni kristalsins aukaatriði. Þess vegna hentar "plastkristall" fullt eins vel og NaI kristall auk þess að vera miklu ódýrari. Stærðin á "kristalnum" verður fyrst og fremst að ráðast þannig að hann greini sem stæstan hluta þeirrar mjúku geislunar sem á hann fellur (360 keV). Línu-deyfingarfastinn fyrir 360 keV í NaI er $\mu \approx 0,55/\text{cm}$. Með 2" eða 3"

kristal er því komin þokkaleg nýting. Ég hef ekki við hendina tölur fyrir "plastkristal" en deyfingin er þar væntanlega nokkru minni svo "kristallinn" þarf að vera stærri, 3" til 5".

Háspennugjafi:

Háspennugjafinn þarf að vera þannig útbúinn að hvorki honum sjálfum né þeim sem við hann vinna sé hættu búin þó útgangnum verði skammhleypt. Háspennukaplar og tengi verða aldrei fyllilega vatnsvarin og skammhlaup eru nógu ill viðureignar ein sér. Algengast er að photo-margfaldarar hafi innra viðnám ca. 5 M Ω . Háspennugjafinn þarf að geta haldið allt að 1400 V spennu yfir þessi 5 M Ω . Æskilegt er að útbúa öll rafeindatækin þannig að þau geti nýtt hvort heldur er netspennuna eða orku frá rafgeymum.

Teljari:

Fljótlegasta, einfaldasta og öruggasta leiðin til þess að átta sig á hvaða púlsar frá sindurnemanum eru taldir er að nota breytilega og færanlega spennu-glugga. Tvær teljara rásir koma sér vel, en ein dugir. 6 tuga talnarýmd dugir, en má ekki vera minni. Best er að útskriftarmöguleikarnir verði í samræmi við þá tækni sem nú er í þróun á Raunvísindastofnun Háskólans. Nú er algengt, þó ekki algilt, að formagnarar nýti afl frá teljurum þess vegna er rétt að hafa inngangana tvo, annan með -24 V DC vinnuspennu, en hinn 0 V. Rofi til að skjóta inn "inverter" er hentug viðbót. Venjulegast er að púlsar frá sindurnemanum séu sundurgreindir á bilinu 0.1 - 10 V. Til þess að hægt verði að tengja þetta öðru kerfi, svo sem fjölrásagreini, er eðlilegast að hafa línulegt magnarastig til að koma púlsunum inn á þetta bil og að greiningin fari fram þar.

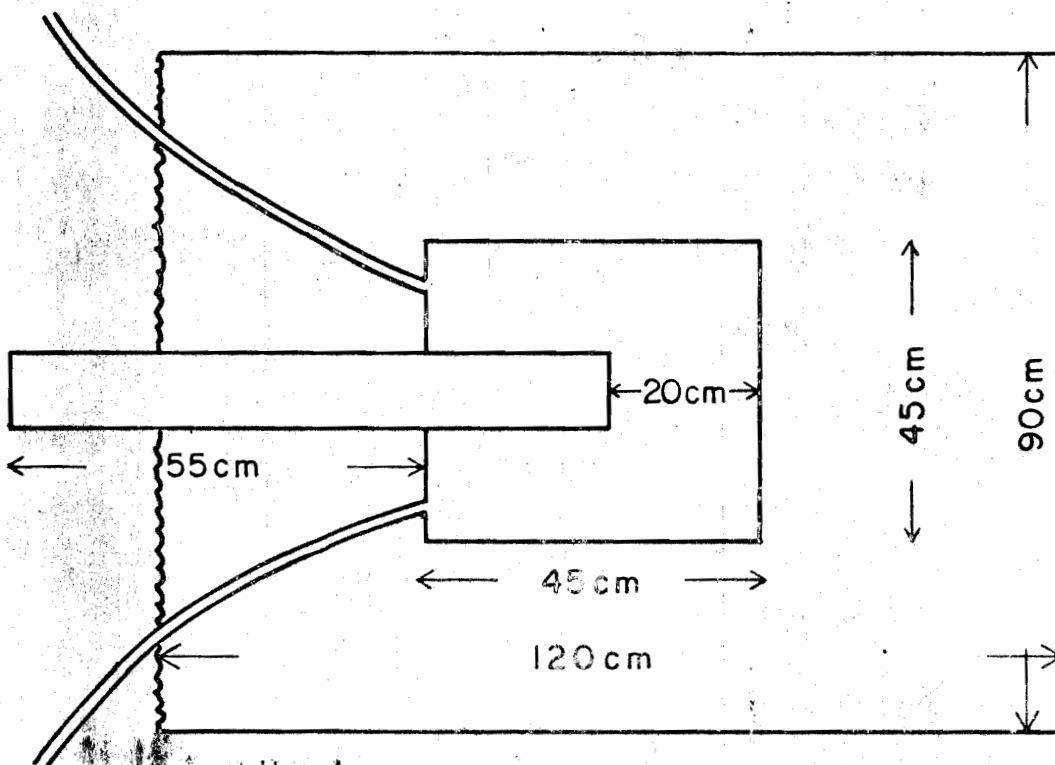
Skermur:

Vatnsskermurinn er þægilegri í meðförum en járnskermurinn. Hlutfallið merki/bakgrunnur er svipað hjá báðum en statistikin er betri fyrir vatnsskerminn. Eins og sjá má af töflu 1 hér að

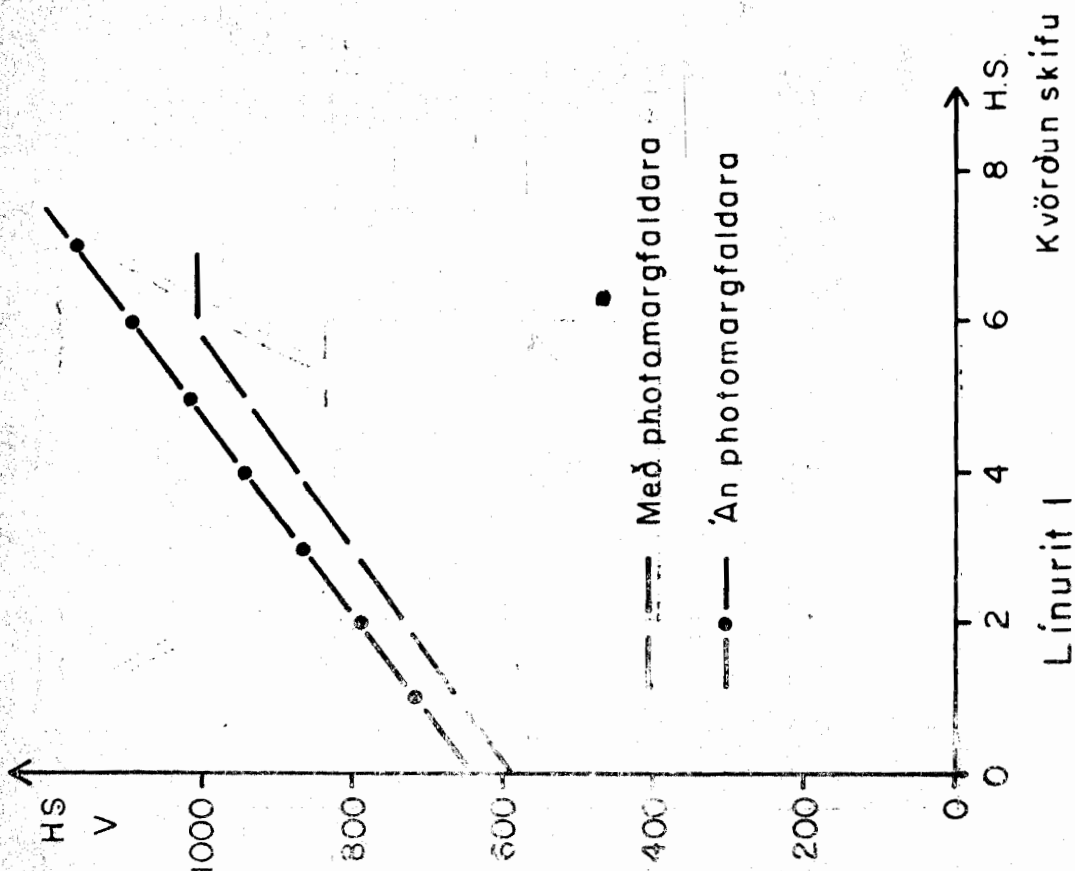
framan er geimgeislunin meginhluti bakgrunnsins. Reynandi er að fara mælikerið neðar í skerininum, jafnvel alveg niður á botn, þannig að vatnslagið verði sem þykkast ofan á mælikerið. Með þessu móti ætti bakgrunnurinn að lækka. Krana eða affallsstút vantar tilfinnanlega á skerminn.

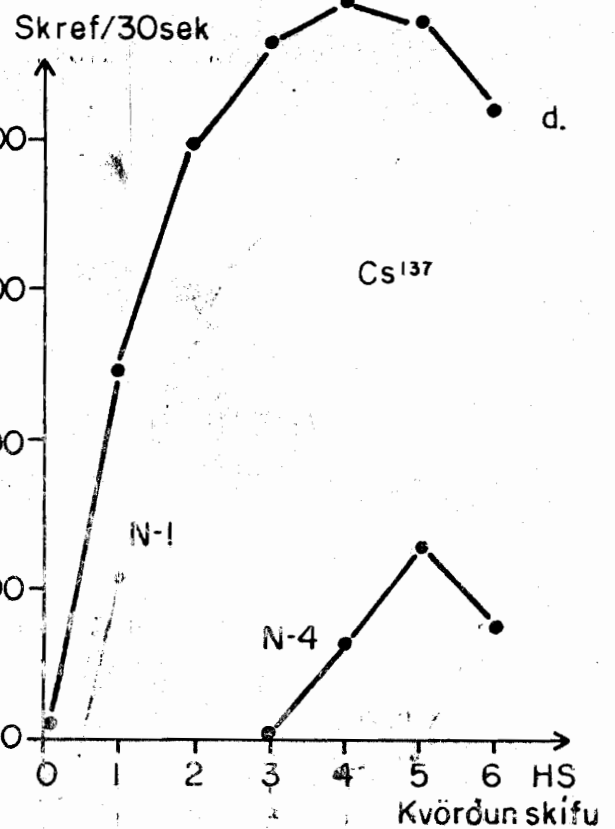
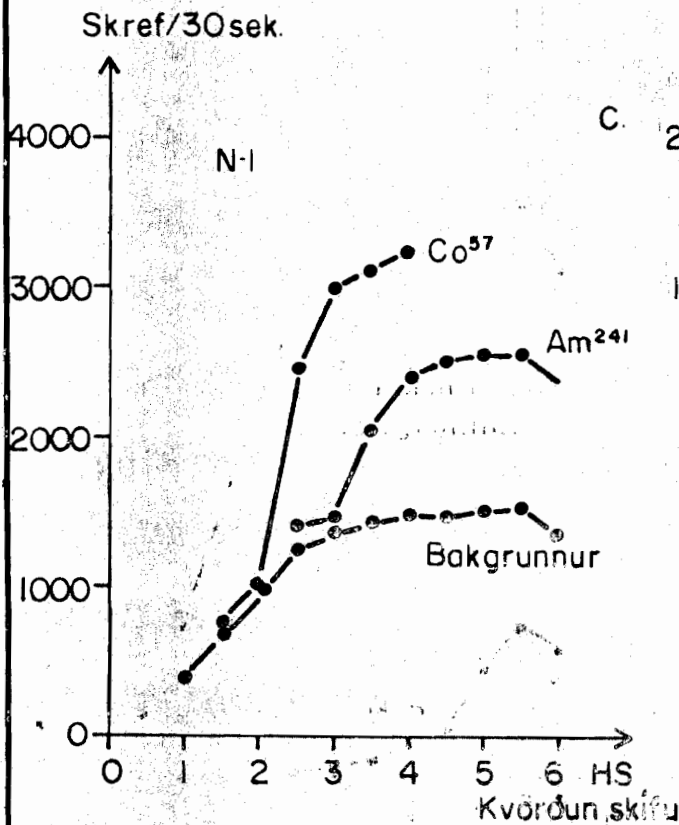
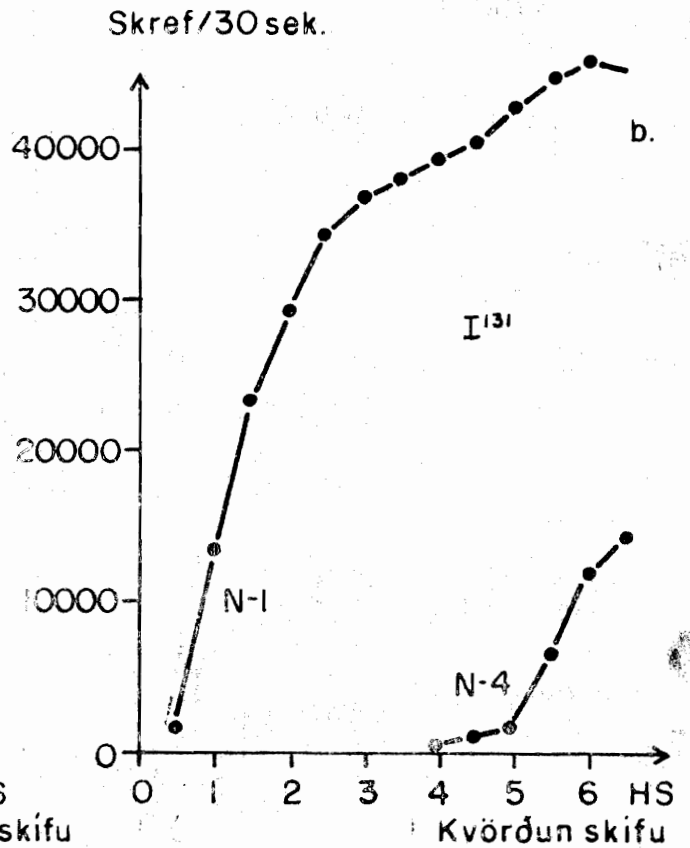
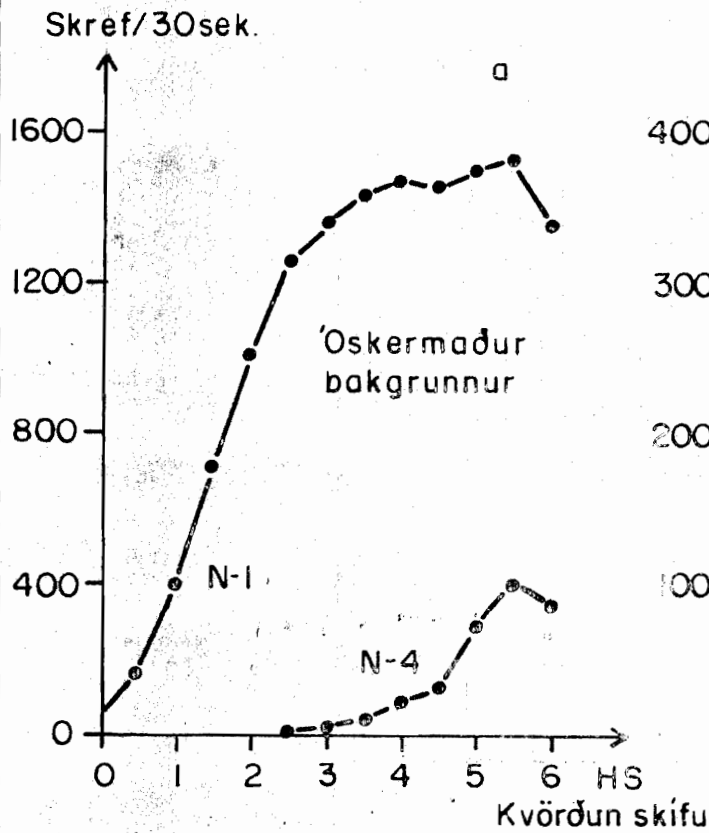
Mæliker:

Joðleifar festast töluvert í veggri tunnunnar sem nú er notuð sem mæliker. Ef til vill má bæta eitthvað úr þessu með því að smíða mæliker úr ryðfríu stáli. Lok á stútinn er nauðsynlegt. Lokið þjónar bæði sem vatnsvörn og skermur.



Mynd I







ORKUSTOFNUN

Jarðkönnunardeild

FERLUN MEÐ GEISLAVIRKUM SAMSETUM

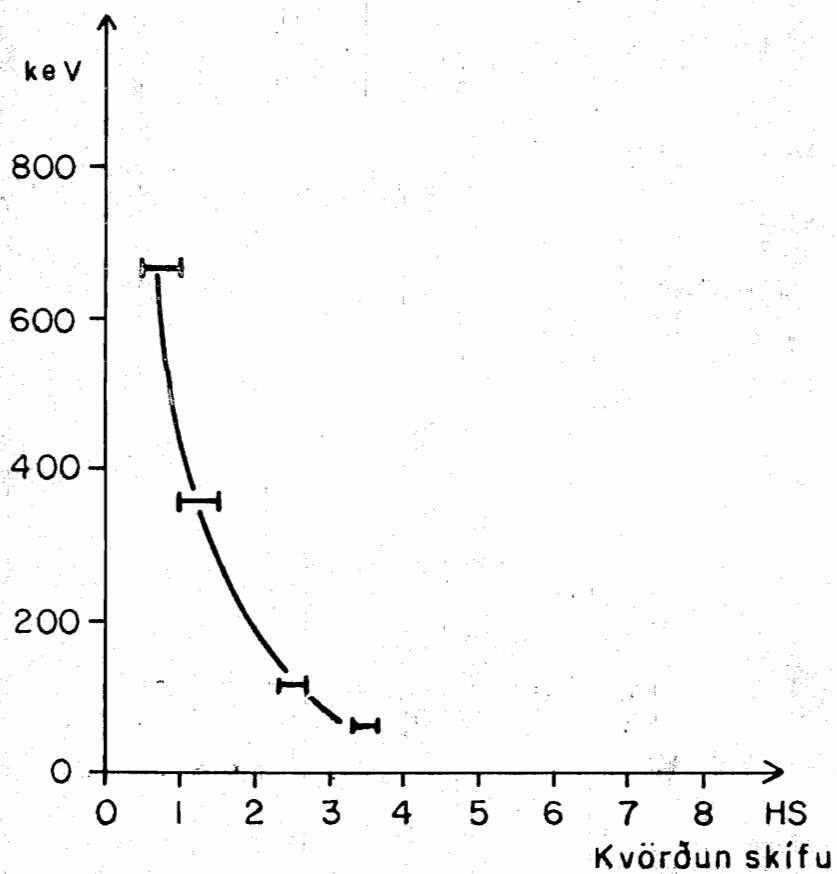
Línurit 3

77-09-08 A.Ó./Sy.J.

T 642

Ýmistl.

F16087





ORKUSTOFNUN

Jarðkönnunardeild

FERLUN MEÐ GEISLAVIRKUM SAMSETUM

Línurit 4, a-f.

77-09-09 A.O./Sy.J.

T 643

Ýmisl.

F 16088

