

ORKUSTOFNUN

Jarðhitadeild

Jarðhitadeild  
GREINASAFN

18/1977

ÞRÝSTIDÆLING Í BORHOLUM Á  
LAUGALANDI Í EYJAFIRÐI.

Hrefna Kristmannsdóttir

OS JHD 7719

Júní 1977

ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

PRÝSTIÐELING Í BOPHOLUM Á  
LAUGALANDI Í EYJAFIRÐI.

Hrefna Kristmannsdóttir

## EFNISSKRÁ

	bls
Inngangur	1
Drýstidæling í holu LJ-6 á Syðra-Laugalandi	2
Drýstidæling í holu LJ-8 á Ytra-Laugalandi	4
Niðurstöður	5

### TÖFLUR:

Yfirlit yfir þrýstidælingu í holu LJ-6 á Syðra-Laugalandi	7
Yfirlit yfir þrýstidælingu í holu LJ-8 á Ytra-Laugalandi	8

### MYNDIR:

Drýstidæling í LJ-6 fnr. 15799	blöð 1-3
" " í LJ-8 " 15800	blöð 1-4

INNGANGUR.

Nú á undanföörnum misserum hefur rennslisörvun með þrýstidælingu í borholur verið mjög til umræðu m.a. vegna borana í Kröflu og á Laugalandi í Eyjafirði. Þegar jarðborinn Jötunn var keyptur til landsins var ástæða til þrýstidælinga talin mjög bætt þar sem bordælur hans geta unnið við mun hærri þrýsting en dælur Gufubors, Dofra.

Ein ástæða, sem mælti með notkun Jötuns við boranir á Laugalandi var sú, að talið var að til að sprengja út vatnsæðar í Tertierum berggrunni hlyti að þurfa mun hærri þrýsting en á Kvarteru svæðunum.

Þrýstidæling með pakkara hefur farið fram í tveim borholum á Laugalandi, holum LJ-6 og LJ-8. Yfirlit yfir framkvæmd þeirra og niðurstöður eru birt í þessari skýrslu.

Þar sem þrýstidæling í borholur í Tertierum berggrunni hefur ekki áður verið framkvæmd að neinu marki ættu gögn og niðurstöður frá dælingunum á Laugalandi að vera mikilvægt innlegg í umræðu um áhrif þrýstidælinga.

PRÝSTIDÆLING Í HOLU LJ-6 Á SYÐRA-LAUGALANDI.

Pakkari var fyrst festur á 605 m dýpi í miðju basaltlags. Bergið var meðalgrófkornótt, plagioklasdílótt þóleít.

Byrjað var að dæla kl 04<sup>15</sup>. Splitti fór úr við 140 kp/cm<sup>2</sup>. Dæluþrýstingur var látinn fara upp í 98 kp/cm<sup>2</sup> mjög fljótlega. Þá varð vart við að þrýstingur var ójafn og var þá hægt á annarri dælunni. Jafnframt losnaði um pakkara og ýttist hann upp um 1 1/2 - 2 m. Eftir það var dælt í u.þ.b. 10 mín. við 85 kp/cm<sup>2</sup> þrýsting, en þá fór að renna upp með pakkara. Upprennslið jókst ört næstu mínúturnar og var ljóst að pakkarinn var laus. Var þá afpakkað.

Næst var pakkað í 684 m dýpi í dökkleitu, fersklegu basalti, meðalgrófkornóttu. Þrýstidæling undir pakkara í 684 m hófst kl 11<sup>10</sup> p. 26.03.76. Splitti fór úr við 159 kp/cm<sup>2</sup>. Þrýstingur var settur fljótlega upp í 90 kp/cm<sup>2</sup> og síðan aukinn hægar upp í um 100 kp/cm<sup>2</sup>. Eftir tæplega klukkustundar dælingu var enn aukið við dælingu, en þá skreið pakkari upp um 1/2 m. Var þá minnkuð dælingin og eftir u.þ.b. þrjár klukkustundir var unnt að auka dælingu upp í um 30 l/s.

Á næsta sólarhring var síðan dælt 30-45 l/s í holuna undir um 130 - 150 kp/cm<sup>2</sup> þrýstingi (sjá töflu s. 7 og fnr. 15799).

Þrívægis var dæling stöðvuð og fylgst með bakþrýstingi. Í eitt skipti var þrýstingnum hleypt af snögglega með því að hleypa út um byssumar.

Ekki sáust nein merki þess að þrýstidælingin bæri neinn árangur. Bakþrýstingur óx eftir því sem á dælinguna leið. Eð sú sem helst var vonast til að örva mætti rennsli úr var á um 740 m dýpi. Hætt hafði verið við holuna vegna hrunkafla á 1850 m dýpi, sem ekki tókst að komast í gegnum. Einnig voru slæmir hrunkaflar neðan 940 m dýpis. Þar sem æðin var svo langt ofan við verstu hrunkaflana var ekki talin mikil hætta á að holan stíflaðist algjörlega ofan æðar, þótt hún yrði fyrir skyndilegum þrýstingsbreytingum. Slíkar skyndilegar þrýstingsbreytingar eru af ýmsum taldar áhrifaríkar við að sprengja út holur þ.e.

brjóta upp og víkka sprungur og þar með auka vatnsrennsli um þær. Ljóst er þó öllum að þetta er einnig áhrifarík aðferð til að auka hrún úr holuveggjum. Þessari aðferð var beitt við þessa þrýstidælingu fyrst og fremst í tilraunaskyni, þar sem hætta á alvarlegum stíflum ofan æðar var talin mjög lítil. Í ljós kom eftir dælingu að stíflur höfðu myndast ofan æðar, en þær tókst að hreinsa burtu. Aðalstíflan í holunni var á um 1150 m dýpi og tókst ekki að komast neðar í holuna eftir þrýstidælingu. Fljótlega eftir að þrýstidælingu var lokið jókst upprensli úr holunni. Vegna þess óhapps, að borstangalengjan datt niður í holuna og sló út úr veggjum hennar óhemju magn af bergi og lokaði henni á um 500 m dýpi, tók fyrir þetta rennsli. Er því ekki unnt að segja til um hvort aðeins var um tímabúndna aukningu eða varanlega rennslisörvun að ræða.

Rennsli var innan við 1 l/s fyrir þrýstidælingu og kom að mestu úr æð á um 250 m. Rennsli úr holunni var 2 l/s eftir þrýstidælingu þegar mest var. Holan hefði því aldrei orðið virkjanleg.

Þótt niðurstaða þessarar þrýstidælingar væri fremur neikvæð, var hún einnig óviss vegna skorts á prófunum á eftir. Í holunni var aðeins ein æð neðan þakara. Ef úr þeirri æð hefði raunverulega orðið veruleg (100%?) varanleg rennslisaukning mátti e.t.y. vænta að vatnslitlar holur með talsverðum fjölda smáæðna mátti með þrýstidælingu gera virkjanlegar.

PRÝSTIDÆLING Í HOLU LJ-8 Á YTRA-LAUGAFLANDI.

Byrjað var að pakka í 1066 m dýpi í grófkornóttu dóleríti. Þrýstidælingu var fyrst og fremst beint að vatnsæð á 1334 m dýpi, sem rann úr um 3-4 l/s. Einnig voru smáæðar á 1860 m, 1895 m, 2355 m og 2440 m dýpi. Vitað var um slæmt hrúnlag á 2440 m dýpi og var holan nær lokuð þar. Á bilinu 1066-2440 m var ekki talin vera mjög mikil hætta á hruni. Þó voru talsverðar útvíkkningar í holunni niður í 1300 m dýpi og nokkur hrúnhætta talin vera þar. Þess var því gætt við þessa þrýstidælingu að þrýstibreytingar væru ekki mjög skyndilegar. Þrýstingur var aukinn hægt við dælingu og eins var aldrei hleypt af þrýstingi snögglega. Splitti fór úr pakkara við um  $170 \text{ kp/cm}^2$  þrýsting. Dælt var í tæplega 28 klukkustundir og varð hæsti virkur þrýstingur um  $120 \text{ kp/cm}^2$  við 34 l/s dælingu (sjá töflu 5-8 og fnr. 15800). Þar sem vorleysingar voru, var lækjarvatn gruggugt og því varð að nota vatn úr holu LJ-5 við þrýstidælinguna. Var það um  $84^\circ\text{C}$  heitt. Þöndu bullustrokkar og stimplar dælanna illa svo heitt vatn og urðu nokkrar tafir í byrjun vegna þess og varð oft að dæla með aðeins annarri dælunni í einu. Tvívegis varð vart við að pakkarinn skriði til, en hann hélst þó þéttur.

Ekki varð vart við verulega þrýstingslækkun við dælinguna, en þó sést í byrjun dælingar smávottur um það. Rennslismæling eftir loftdælingu að lokinni þrýstidælingu sýndi enga rennslisaukningu úr holunni. Hrun varð nánast ekkert við þessa þrýstidælingu.

Næst var reynt að pakka í 531 m dýpi í miðju basaltslags. Þrýstidælingu var nú beint fyrst og fremst að smáæð á 600 m dýpi. Á 440-470 m dýpi var slæmt hrúnlag, sem valdið hafði miklum erfiðleikum við borun holunnar. Á 470-600 m dýpi var enginn verulega góður staður til að festa pakkara í. Holan var öll útvíkkuð á þessu bili og lagaskipti tíð. Þökkunarstaðurinn í 531 m var alls ekki talinn góður, en sá langskásti sem vól var á. Pakkari sprakk en reynt var að pakka á þessum stað. Var nú hætt við frekari þrýstidælingu að sinni.

Enginn árangur varð af þessari þrýstidælingu, þótt að í holunni væri fjöldi smáæða og dælt væri með hæsta þrýstingi sem tækjabúnaður leyfði.

NIÐURSTÖÐUR.

Frá niðurstöðu þrýstidælingar í borholu LJ-6 var óhætt að slá því föstu, að með þrýstingi  $150 \text{ kp/cm}^2$  eða lægri væri tæplega hægt að gera sér vonir um að bæta nær þurrar holur með aðeins 1-2 smáæðum á þessu svæði svo verulega, að það svaraði kostnaði að setja í þær dælur. Auk þess var ljóst, að mjög varhugavert er að beita skyndilegum þrýstingsbreytingum við þrýstidælingu á þessu svæði og öðrum tilsvarendi vegna hrúnhattu. Einnig er mjög erfitt að finna fullnægjandi staði í basaltlögnum til að festa pakkara í. Lagaskipti eru tíð og jafnvel í minnst ummyndaðu köflunum í miðju basaltlaganna eru holurnar sennilega allmikið útvíkkaðar. Fínkornótt og leirfyllt basalt er heldur ekki það berg, sem helst er valið til að festa pakkara í ef völ er á öðru t.d. dóleríti.

Við fyrri þrýstidælingu í LJ-8 var pakkað á dýpi þar sem völ var á góðum pökkunarstöðum í dóleríti, en í þeirri síðari var við sama vandamál að stríða og við pökkun í holu LJ-6. Enginn árangur varð af þrýstidælingunni í holu LJ-8 og með hliðsjón af reynslunni af þrýstidælingu í holu LJ-6 þykir sýnt að þrýstidæling á þessu svæði er lítt vænleg til árangurs a.m.k. með þeim þrýstingi sem næst með núverandi dæluútbúnaði á Jötni. Ef litið er á gerð vatnsæða á jarðhitasvæðum í Tertierum berggrunni kemur þessi niðurstaða ekki svo mjög á óvart. Uppstreymi vatns er yfirleitt tengt göngum og misgengjum og innstreymi í holurnar er um þröngar rásir oftast innan 1 m á þykkt. Þótt takist að skola út holufyllingum og víkka innstreymisflöt hlýtur slíkt að bera mun minni árangur en á sumum Kvæsterum svæðum þar sem innstreymi er úr lögum tugum metra á þykkt. Niðurstaða þrýstidælinga að Laugalandi gefur því að mínu mati ekki ástæðu til mikillar bjartsýni um að þrýstidæling, a.m.k. með núverandi tækjakosti, geti bätt verulega afköst borhola á jarðhitasvæðum í Tertier berggrunni. Ég tel þó sjálfsagt að gerðar verði tilraunir með þrýstidælingu með hærri þrýstingi svo framarlega sem þær verði ekki kostnaðarsamar um of. Unnt er að hækka dæluþrýsting á Jötni með því að setja þröngri bullustrokka í dælurnar. Til eru nú á landinu 5" bullustrokkar á hördælur Jötuns. Með 5" bullustrokkum í stað 6" sem nú eru í dælunum má kovast upp í a.m.k.  $170 \text{ kp/cm}^2$  virkan



þrýsting (háð þökkunardýpi). Þá þarf einnig að skipta á kellyslöngu og leiðslu sem þolir hærri þrýsting. Reyna átti þrýstidælingu með þessum útbúnaði nú á Laugalandi, en frá því var horfið vegna mikillar hrunhættu. Nota verður nýja þakkara til að tryggja sem best að slík tilraun geti tekist. Helst hefði þurft að fá sérstaka þakkara með göddum eða stálhringjum efst til að koma í veg fyrir skrið. Ekki er þó rétt að afskrifa alveg möguleika á rennslisörvun með þrýstidælingu í borholur á gömlum Tertier svæðum fyrr en tilraun hefur verið gerð með allt að  $200 \text{ kp/cm}^2$  þrýsting. Væri því æskilegt að fá pantaða enn þrengrí bullustrokka í bordælur Jötuns. Ef tilraunadæling með 5" bullustrokka í dælunum gefur eitthvað jákvæðari árangur en dælingar í LJ-6 og LJ-8 er a.m.k. sjálfsagt að reyna það.

Hola no. LJ-6. Yfirlit yfir prýstidælingu á holu 6 á Syðra-Laugarlandi. 77.03.23 - 77.03.27

Pakkari í 684 m dýpi.

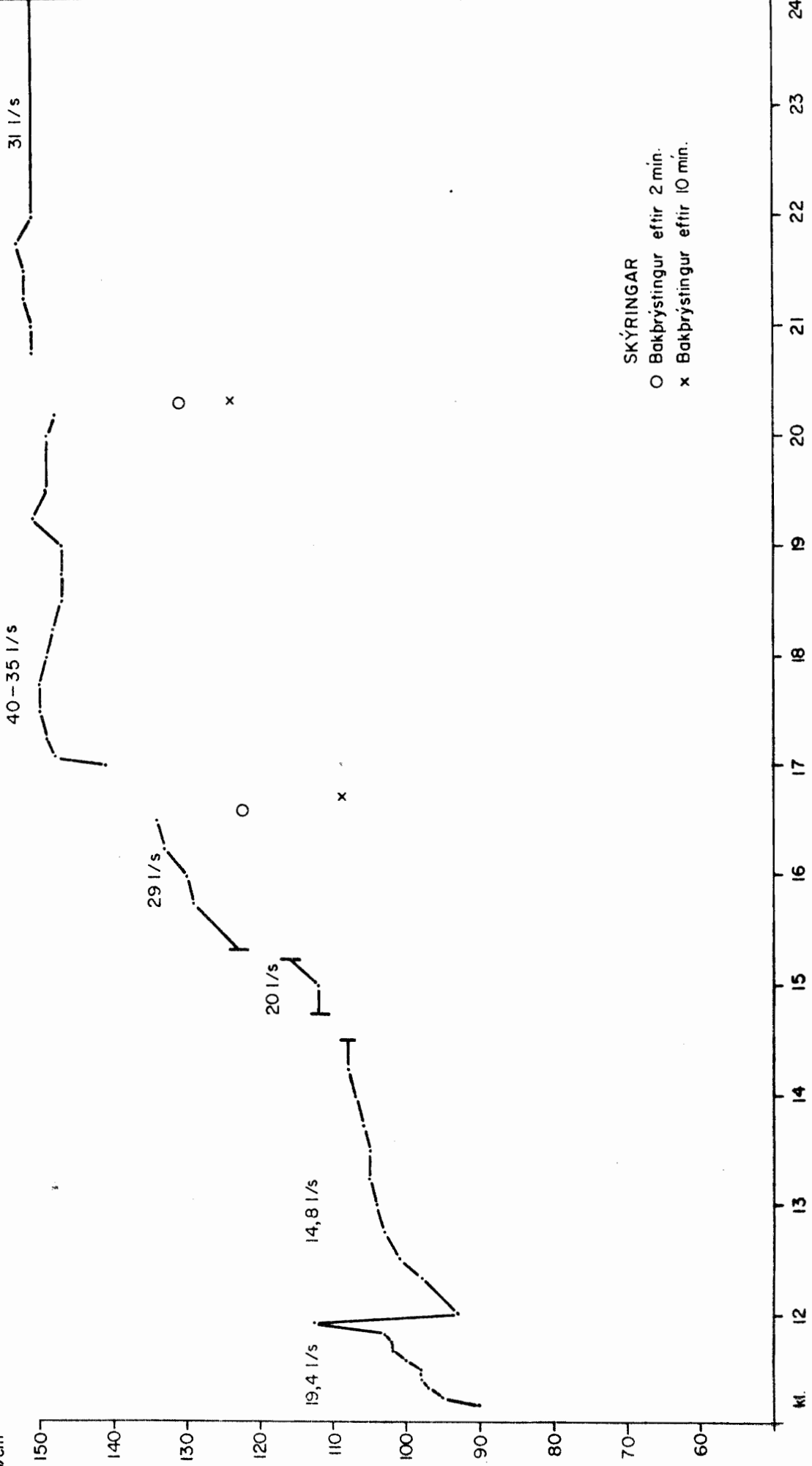
Dælubíl 684-1970 m dýpi.

Dæling frá kl - kl	Tími klst. mín.	Dæling l/sek	Mældur prýst. kp/cm <sup>2</sup>	Útreikn. prýst. kp/cm <sup>2</sup>	Bakprýst. eftir 10 mín. kp/cm <sup>2</sup>	Magn tonn
11 <sup>10</sup> -11 <sup>55</sup>	0 45	19	90-103	86-99		51
11 <sup>55</sup> -12 <sup>00</sup>	0 05	29	112	105		9
12 <sup>00</sup> -12 <sup>20</sup>	0 20	11	96	92		13
12 <sup>20</sup> -14 <sup>45</sup>	2 25	15	98-108	95-105		130
14 <sup>45</sup> -15 <sup>20</sup>	0 35	20	112-115	108-111		42
15 <sup>20</sup> -16 <sup>33</sup>	1 13	29	123-134	116-127	109	127
17 <sup>00</sup> -17 <sup>05</sup>	0 05	35	141	127		10
17 <sup>05</sup> -18 <sup>00</sup>	0 55	40	148-150	134-136		134
18 <sup>00</sup> -20 <sup>14</sup>	2 14	35	147-151	133-137	124	283
20 <sup>45</sup> -21 <sup>30</sup>	0 45	37	151-152	137-138		101
21 <sup>30</sup> -14 <sup>00</sup>	16 30	31	151-153	142-144		1821
17 <sup>40</sup> -17 <sup>55</sup>	0 15	45	148-156	133-141	132	40
17 <sup>55</sup> -18 <sup>25</sup>	0 30	40	157-162	143-148		72
<b>SAMTALS:</b>	26 37					2833

Hola nr. LJ-8. Yfirlit yfir prýstidælingu á holu LJ-8 á Ytra-Laugalandi. 77.05.23 - 77.05.24 Pakkari í 1066 m dýpi  
 Dælibil 1066-2440 m dýpi.

Dæling frá kl - kl	Tími klst. mín.	Dæling 1/sek	Mældur prýst. kp/cm <sup>2</sup>	Útreikn. prýst kp/cm <sup>2</sup>	Bakprýst. eftir 10 mín. kp/cm <sup>2</sup>	Magn tonn
3 <sup>50</sup> -5 <sup>00</sup>	1 10	22 - 37	88-136	79-112	-	39
5 <sup>40</sup> -6 <sup>00</sup>	0 20	36	130	109	-	43
6 <sup>00</sup> -7 <sup>30</sup>	1 30	20	104-100	97-92	-	109
7 <sup>30</sup> -7 <sup>45</sup>	15	31,5	124-127	106-109	-	28
7 <sup>45</sup> -8 <sup>35</sup>	50	13 -14,5	79- 70	75- 66	-	40
8 <sup>35</sup> -10 <sup>45</sup>	2 10	26 -32	118-133	107-114	-	240
10 <sup>45</sup> -11 <sup>30</sup>	45	17	110-102	104- 96	-	46
11 <sup>30</sup> -13 <sup>30</sup>	2	29 -32	120-132	104-116	-	307
13 <sup>30</sup> -14 <sup>25</sup>	55	12 -13	99- 70	96- 66	-	41
14 <sup>25</sup> -15 <sup>25</sup>	1	18	87	80	-	66
15 <sup>25</sup> -4 <sup>30</sup>	13 5	29 -34	125-138	110-118	-	1512
4 <sup>30</sup> -5 <sup>50</sup>	1 20	15	99- 83	93- 77	-	70
5 <sup>50</sup> -7 <sup>45</sup>	1 55	34	130-134	110-114	-	235
7 <sup>45</sup> -8 <sup>25</sup>	45	14	107- 85	103- 81	46	
<b>SAMTALS:</b>	27 55					2776

Leiðréttur  
þrýstingur  
kp/cm<sup>2</sup>



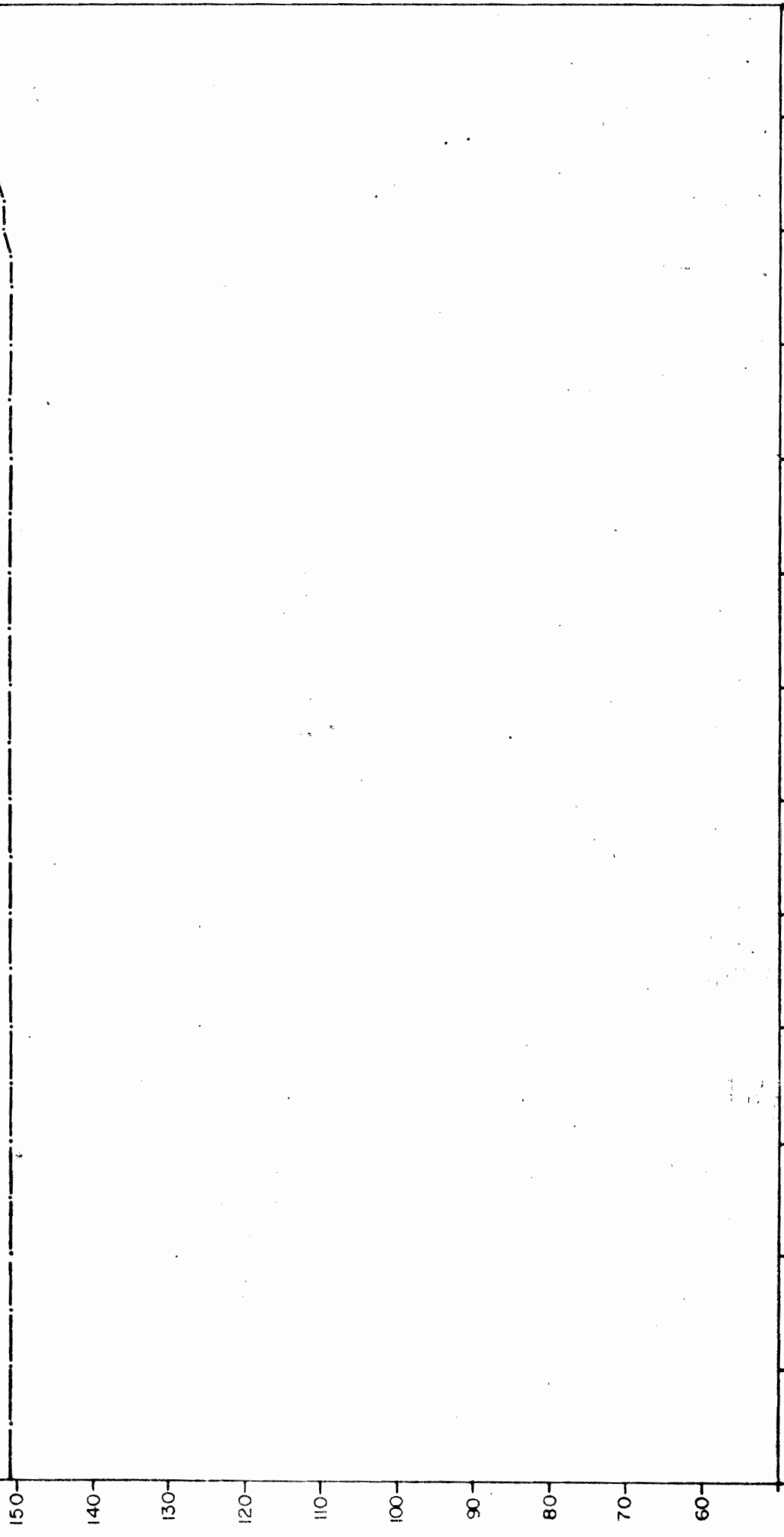
SKÝRINGAR  
 O Bakþrýstingur eftir 2 mín.  
 x Bakþrýstingur eftir 10 mín.

Blað 1

ORKUSTOFNUN	'770614 HK/AA
Hola LJ-6 Syðra Laugaland	T 71
Þrýstidæling dagana '76.03.26 - 03.27	Laugaland
	F 15799

Leiðréttur  
brýstingur  
kp/cm<sup>2</sup>

3 l / s



kl. 01:00 02:00 03:00 04:00 05:00 06:00 07:00 08:00 09:00 10:00 11:00 12:00 13:00

Blað 2

ORKUSTOFNUN

Hala LJ-6 Syðra Laugaland  
brýstidæling dagana '76.03.26-03.27

'770614 HK/AA

T 71

Laugaland

F 15799

Pakkari skriður upp klíll<sup>oo</sup>  
 en er enn þéttur  
 Dæla I sett í gang

Drepið á I dælu

II dæla sett í gang

Slökkt á II dælu

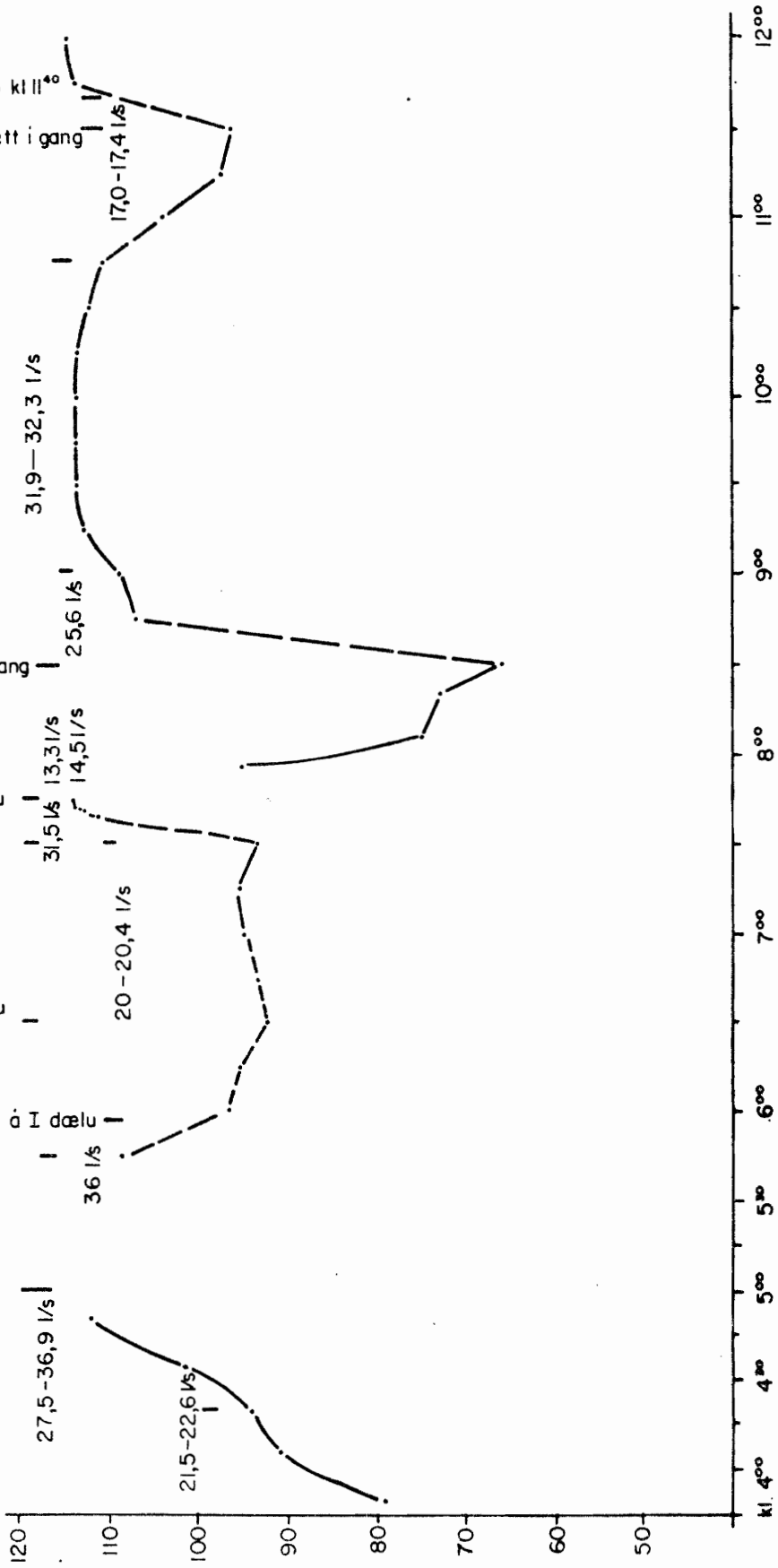
Kveikt á II dælu

Slökkt á II dælu  
 Kveikt á I dælu

Slökkt á I dælu

Slökkt á dælum

Leiðréttur  
 þrýstingur  
 kp/cm<sup>2</sup>

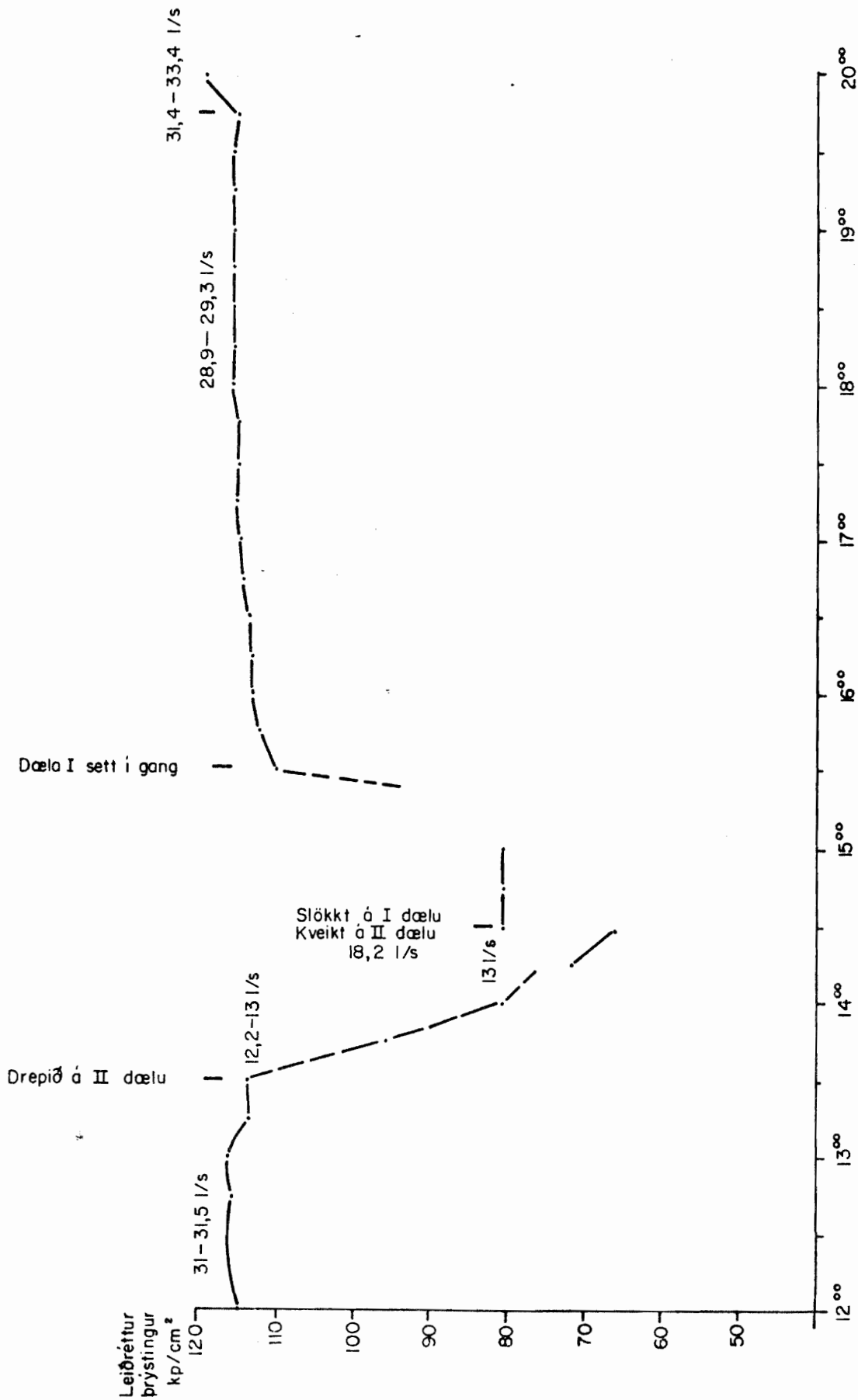


Blað I

'77.06.15 HK/AA  
 T.72  
 Laugaland  
 F15800

ORKUSTOFNUN

Ytra Laugaland hola LJ-8  
 þrýstidæling '77.05.22-05.23



Blað 2

 <b>ORKUSTOFNUN</b> Yfira Laugaland hola LJ-8 Þrýstidæling '77.05.22-05.23	77.06.15 MK/AA
	T 72
	Laugaland
	F 15800

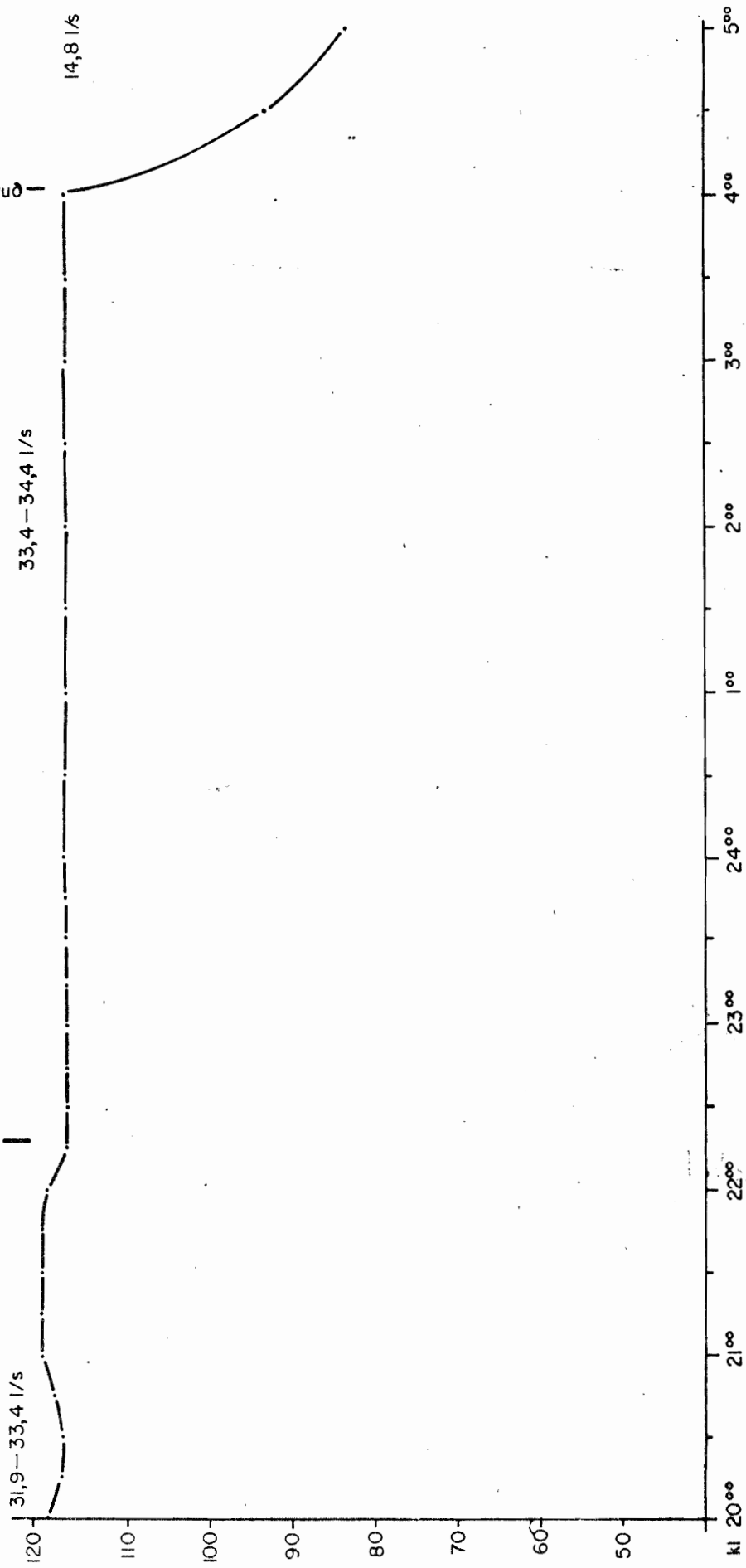
Dæla II stöðvuð

Leiðréttur  
þrýstingur  
kp/cm<sup>2</sup>

31,9—33,4 l/s

33,4—34,4 l/s

14,8 l/s



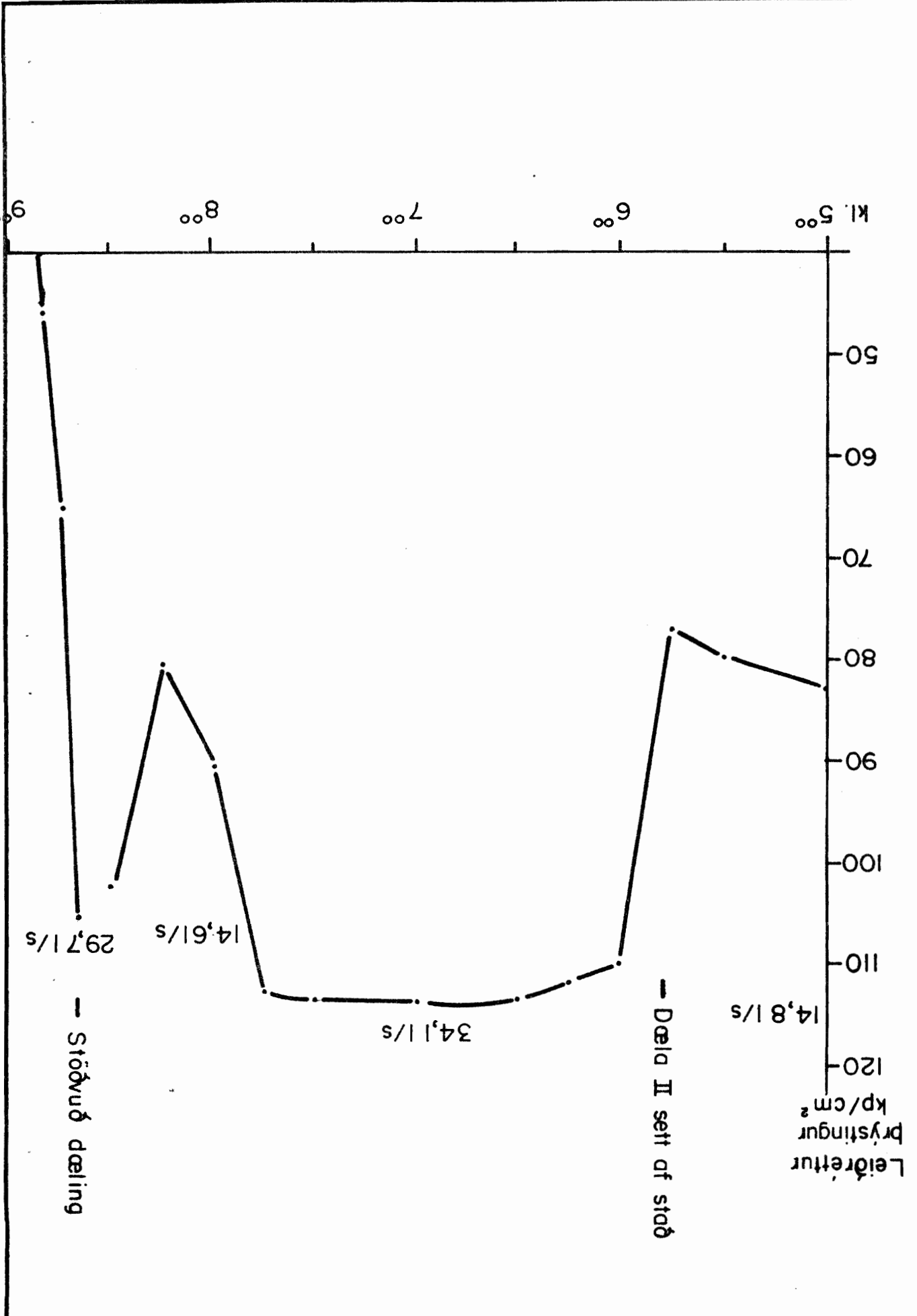
Blað 3

ORKUSTOFNUN

Ytra Laugaland hola LJ-8  
þrýstidæling '77.05.22-05.23

'770615 HK/AA  
T.72  
Laugaland  
F 15800







Leiðréttur  
þrýstingur  
kp/cm<sup>2</sup>

160

3 l/s

150

140

130

120

110

100

90

80

70

60

Hleypt út  
vatni af byssum

45-40 l/s

kl

14<sup>00</sup>15<sup>00</sup>16<sup>00</sup>17<sup>00</sup>18<sup>00</sup>