



Niðurstöður dæluþrófana á vinnslusvæði
Hitaveitu Selfoss

Gísli Karel Halldórsson

Greinargerð GKH-80/01

NIÐURSTÖÐUR DÆLUPRÓFANA Á VINNUSLVÆÐI

HITAVEITU SELFLOSS

eftir

Gísla Karel Halldórsson

Vinnslusvæði Hitaveitu Selfoss er við Þorleifskot, sjá mynd 0. Við Þorleifskot hafa verið boraðar 10 holur og við Laugardæli eru 3 grunnar holur. Af þessum holum eru þrjár nothæfar. Þær eru hola 8, sem gefur um 40 l/s af 86°C heitu vatni, hola 9 sem gefur um 45 l/s af 70°C heitu vatni og nýjasta holan, hola 10, en úr henni má dæla 70-90 l/s af 86°C heitu vatni. Sett hefur verið dæla í holu 10 af sömu gerð og er í holum 8 og 9. Með þeirri dælu er hægt að dæla 45 l/s.

Sumarið 1979 var vinnslusvæði Hitaveitu Selfoss við Þorleifskot kannað með dæluþrófunum þannig að fyrri hluta sumars var dælt samfellt 45 l/s úr holu 9. Engin dæling var úr öðrum holum og vatnsborðið var stöðugt. Í holu 7 voru 17,7 m niður á vatnsborð, og í holu 10, 17,36 m.

Síðari hluta sumars, eða þann 21. ágúst, var síðan byrjað að dæla úr holu 8 en síritandi vatnsborðsmælar voru í holum 7, 10 og í holu 1 að Laugar-dælum. Tafla 1 sýnir hvernig vatnsborðið í holu 7 lækkaði þegar farið var að dæla úr holu 8 og á mynd 1 er vatnsborðið í holu 7 teiknað sem fall af logaritmanum af dælutíma í holu 8. Halli línunnar á mynd 1 gefur vís-bendingu um vatnsleiðni milli holu 7 og holu 8. Leiðni bergsins skv. teikningunni reiknast $4,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Á mynd 2 er vatnsborðslökkun í holu 7 teiknuð sem fall af dælutíma í holu 8. Á myndinni er sýnd reiknuð vatnsborðslökkun og hún borin saman við mældu vatnsborðslökkun. Sé gert ráð fyrir að vatnsleiðnin milli hola 8 og 7 sé $3,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, fellur reiknuð vatnsborðslökkun all vel að mældri vatnsborðslökkun.

TAFLA 1

Þorleifskot.

Vatnsborðlækkun í holu 7 við 40 l/s dælingu
úr holu 8 frá kl. 14:25 21. ágúst 1979.

Δt klst.	Vatnsb. metrar frá holutoppi	Δh m
0	17,7	0
0,22	17,75	0,05
0,43	17,8	0,1
1,03	18,0	0,3
1,45	18,1	0,4
1,95	18,2	0,5
2,17	18,3	0,6
2,6	18,6	0,9
3,95	19,4	1,7
5,25	20,2	2,5
6,45	21,0	3,3
7,45	21,8	4,1
8,8	22,6	4,9
10,1	23,4	5,7
11,5	24,2	6,5
12,9	25,0	7,3
14,45	25,8	8,1
16,0	26,6	8,9
18,2	27,4	9,7
20,2	28,2	10,5
23,4	29,0	11,3
26,2	29,8	12,1
29,3	30,6	12,9
31,4	31,4	13,7
33,9	33,0	15,3
49,5	33,8	16,1
148	34,6	16,9
180	35,4	17,7
232	36,2	18,5
1027	35,8	17,8

Rýmd bergsins (storage) reiknast $6,8 \cdot 10^{-4}$. Vatnsborðslækkunin í holu 7 gefur mjög greinilega til kynna að vatn lekur úr efri jarðlögum niður í þann vatnsleiðara sem dælt er úr. Þegar dælt var eingöngu úr holu 9 um 45 l/s, var vatnsborð í holu 7 í 17,7 m. Þegar farið var að dæla 40 l/s úr holu 8, fór vatnsborðið í holu 7 að lækka. Þegar dælt nafði verið í 2-3 sólarhringa var komið jafnvægi og vatnsborðið í holu 7 hætti að lækka. Þetta sýnir að talsverður leki er frá efri vatnsleiðurum niður í vatnsleiðara sem dælt er úr. Mynd 3 sýnir á einfaldan hátt hvernig kalt grunnvatn við yfirborð sígur gegnum þéttara berg og niður í leiðara heita vatnsins.

Jafnvægisvatnsborðið í holu 7, sem sýnt er á mynd 2, gefur hlutfallið milli leiðni vatnsleiðarans og tregleiðandi lagsins fyrir ofan hann. Samkvæmt því fæst

$$\frac{r}{B} = \frac{\text{Fjarlægð milli hola}}{\sqrt{T/(K'/b')}} = 0,4-0,5$$

$$B = \sqrt{T/(K'/b')}$$

þar sem

r: Fjarlægð frá athugunarholu að dæluholu

T: Leiðni aðalvatnsleiðarans

$T = K \cdot b$ á mynd 3

K' : Lekt tregleiðandi bergsins sem liggur ofan á vatnsleiðaranum

b' : Þykkt bergsins sem liggur ofan á vatnsleiðaranum, sjá mynd 3

Milli hola 7 og 8 eru um 200 m, setjum það inn og þá fæst

$$\frac{T \cdot b'}{K'} = 2 \cdot 10^5 \text{ m}^2$$

Setjum inn áður fengið T, sem var $T = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Þá fæst

$$\frac{K}{b} = 1,9 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

Tafla 2 sýnir hvernig vatnsborð lækkaði í holu 10 þegar farið var að dæla úr holu 8. Athyglisvert er að vatnsborð í holu 10 er í sömu hæð og í holu 7, áður en farið var að dæla úr holu 8, og einnig eftir að dælt hafði verið í nokkra daga úr holu 8, og jafnvægi er komið á vatnsborðið í holum 7 og 10.

Mynd 4 sýnir hvernig vatnsborð í holu 10 lækkar með dælutíma í holu 8. Hallinn á línunni gefur vatnsleiðni milli holu 8 og 10 sem er $7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Á mynd 5 eru sömu gögn teiknuð á log-log pappír. Samanburður á mælingum og reikningum gefur til kynna að leiðnin milli 8 og 10 sé $7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, og rýmdin (storage) sé $2,2 \cdot 10^{-4}$. Jafnvægisvatnsborðið bendir til leka niður í vatnsleiðarann og hlutfallið

$$\frac{r}{B} = 0,15$$

$$\frac{r}{B} = \frac{r}{\sqrt{T/(K'/b')}} = 0,15$$

$r = 170 \text{ m}$ og þá fæst

$$T/(K'/b') = 1,3 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$

Set inn $T = 7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ og þá fæst

$$\frac{K'}{b'} = 5,6 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$$

Þegar borin er saman vatnsborðslökkun í holu 7 og holu 10 þegar dælt er úr holu 8, sést að hola 10 tekur mun fyrr við sér en hola 7. Það táknar að betra samband er milli hola 8 og 10, en milli hola 8 og 9. Eins og áður segir var hafður síritandi vatnsborðsmælir í holu 1 Laugardælum meðan á mælingum stóð. Sú hola er grunn og er einungis í tengslum við vatnsleiðara nærri yfirborði og vatnið í henni stendur mun herra en vatn í holunum við Þorleifskot, sem eru í tengslum við dýpri vatnsleiðara. Áður en farið var að dæla úr holu 8 var vatnsborðið í holu 1 Laugardælum á 4,77 m dýpi. Á sama tíma var vatnsborðið í holu 7 Þorleifskoti á 17,70 m dýpi og vatnsborðið í holu 10 Þorleifskoti var á 17,36 m

TAFLA 2

Dorleifskot.

Vatnsborðslækkun í holu 10 við 40 l/s dælingu
úr holu 8 frá kl. 14:25, 21. ágúst 1979.

Δt klst.	Vatnsb. metrar frá holutoppi	Δh m
0	17,36	0
0,15	18,21	0,85
0,275	18,71	1,35
0,425	19,21	1,85
0,75	20,06	2,70
1,075	20,71	3,35
1,35	21,21	3,85
1,725	21,71	4,35
2,167	22,36	5,00
2,85	23,31	5,85
3,33	23,71	6,35
3,88	24,21	6,85
4,83	24,06	7,70
5,63	25,71	8,35
6,33	26,21	8,85
7,17	26,71	9,35
8,25	27,36	10,00
9,93	28,21	10,85
11,08	28,71	11,35
12,43	29,21	11,85
14,75	30,06	12,70
16,83	30,71	13,35
18,81	31,21	13,85
21,08	31,71	14,35
23,92	32,27	14,91
26,09	32,65	15,29
47,6	34,96	17,60
57,7	35,62	18,26
143,2	35,2	17,8
288	35,15	17,8

dýpi. Þegar farið var að dæla 40 l/s úr holu 8, lækkaði vatnsborðið í holu 1 og sýnir tafla 3 lökkunina með tíma. Á mynd 6 er vatnsborðs-lökkunin teiknuð upp sem fall af tíma. Hóla 1 Laugardælum er í tengslum við vatnsleiðara á 100 m dýpi, og vatnsborðsstaðan í holu 1 gefur til kynna þrýstinginn á þeim vatnsleiðara. Þegar dælt er úr holu 8 Þorleifskoti er tekið vatn úr vatnsleiðurum á 250-300 m dýpi, og þrýstingur í þeim vatnsleiðara lækkar vegna dælingarinnar. Af þessum sökum vex leki úr vatnsleiðaranum á 100 m dýpi niður í vatnsleiðarann á 250 m dýpi. Lekinn veldur því svo aftur að vatnsborðið í holu 1 að Laugardælum lækkar. Lekinn á sér ekki stað í einum punkti, heldur nær yfir stærra svæði.

Þegar ég túlka vatnsborðslökkunina í holu 1, geri ég þá nálgun að allur lekinn eigi sér stað í sömu fjarlægð og hola 8 er frá holu 1 og lekinn sé jafn mikill og dælt sé upp í holu 8. Halli línunnar, á mynd 6, gefur leiðnina $T = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

Á mynd 7 er annað línurit sem sýnir vatnsborðslökkun í holu 1 Laugardælum sem fall af dælutíma í holu 8. Samanburður á mælingum við reiknaða vatnsborðslökkun bendir til að leiðnin sé $T = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ sem er svipuð og fékkst af mynd 6. Hóla 1 Laugardælum er því tengd við vatnsleiðara sem eru mun betur leiðandi en dýpri vatnsleiðarar jarðhitasvæðisins. Það kemur ekki á óvart, því hraunlög nærri yfirborði eru venjulega mun betur vatnsleiðandi en gömul hraun sem liggja dýpra.

Eins og áður var sagt er hærri vatnsstaða í efri jarðlögnum, en þeim vatnsleiðurum jarðhitasvæðisins sem dælt er úr. Yfirþrýstingurinn veldur því að vatn sígur niður í neðri vatnsleiðarana og jafnvægi kemst á milli þess vatnsmagns sem lekur niður í dýpri vatnsleiðara, og þrýstings í efri og neðri vatnsleiðurunum. Þegar dæling er aukin úr jarðhitasvæðinu, lækkar vatnsborðið og einnig þrýstingur í neðri vatnsleiðurum. Þetta veldur því að leki úr efri vatnsleiðurum eykst uns jafnvægi skapast milli leka og þrýstingsmunar vatnsleiðaranna á ný.

TAFLA 3

Laugardælir.

Vatnsborðslækkun holu 1 við 40 l/s dælingu
úr holu 8 frá kl. 14:25, 21. ágúst 1979.

Δt klst.	Vatnsb. metrar frá holutoppi	Δh m
0	4,77	
1,33	4,76	
2,79	4,78	0,02
3,88	4,80	0,04
5,00	4,82	0,06
6,13	4,84	0,08
7,42	4,86	0,10
8,58	4,88	0,12
10,00	4,90	0,14
11,17	4,92	0,16
12,58	4,94	0,18
13,92	4,96	0,20
15,21	4,98	0,22
16,58	5,00	0,24
18,46	5,02	0,26
20,58	5,04	0,28
22,92	5,06	0,30
24,25	5,07	0,31
143,6	5,49	0,72
288	5,76	1,00

Samkvæmt töflum 1 og 2 um vatnsborðslökkun í holum 7 og 10 við dælingu úr holu 8, lækkar vatnsborðið í holum 7 og 10 hratt fyrstu 2-3 sólarhringana, en hættir þá að lækka að mestu leyti. Jafnvægi hefur myndast á ný milli dælingar úr svæðinu, vatnsborðs á svæðinu og leka niður í jarðhitasvæðið.

Samfelld var dælt úr holum 8 og 9 frá 21. ágúst til 3. október. Er dælingu lauk hafði vatnsborðið í holum 7 og 10 verið stöðugt lengi. Þá var ákveðið að auka dælinguna úr svæðinu, og dæla úr holu 10 samhliða því að dælt var úr holum 8 og 9. Dæling úr holu 9 hafði verið 45 l/s, en dæling úr holu 8 um 40 l/s. Samtals hafði því verið dælt 85 l/s úr svæðinu. Dæling úr holu 10 var 45 l/s, og var heildardæling úr svæðinu þá orðin samtals 130 l/s. Tafla 4 sýnir hvernig vatnsborðið lækkaði í holu 7 við dælingu úr holu 10 og mynd 8 sýnir þessa sömu lökkun með tíma. Halli línunnar gefur leiðnina $T = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Á mynd 9 er borin saman mæld og reiknuð vatnsborðslökkun. Hún virðist falla nokkuð vel saman þegar gert er ráð fyrir að leiðnin sé $T = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Rýmdin S, mældist $3 \cdot 10^{-4}$.

Jafnvægisvatnsborðið í holu 7 við dælingu úr holu 10, bendir til hlutfallsins

$$\frac{r}{B} = \frac{r}{\sqrt{T/(K'/b')}} = 0,8$$

Fjarlægð milli hola 7 og 10 er 315 m, og leiðnin $T = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Setjum það inn og þá fæst

$$\frac{K'}{b'} = 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

NIÐURSTREYMISSVÆÐI

Reikna má stærð niðurstreymissvæðis út frá gögnum um vatnsborðslökkun á jarðhitasvæðinu og lekt tregleiðandi lagsins

$$Q = K' \cdot A \cdot \frac{h_1 - h_2}{dl}$$

TAFLA 4

Þorleifskot.

Vatnsborðshækkun holu 7 við 45 l/s dælingu
úr holu 10 frá kl. 9:00, 3. okt. 1979.

Δt klst.	Vatnsb. metrar frá holutoppi	Δh m
0	35,6	0
0,35	36,2	0,6
0,55	37,0	1,4
0,65	37,8	2,2
0,77	38,6	3,0
0,90	39,4	3,8
1,03	40,2	4,6
1,13	41,0	5,4
1,28	41,8	6,2
1,45	42,6	7,0
15,5	43,4	7,8
17,5	44,2	8,6
19,0	45,0	9,4
21,0	45,8	10,2
23,0	46,6	11,0
26,0	47,4	11,8
30,0	48,2	12,6
53,0	49,0	13,4
68,0	49,6	13,8
89,5	50,4	14,8
170	50,4	14,8

Q : Leki niður í aðalvatnsleiðara (m^3/s)
 K' : Lekt tregleiðandi lagsins (m/s)
 A : Flatarmál niðurstreymissvæðis (m^2)
 h_1 : Vatnsborð í aðalvatnsleiðara (m)
 h_2 : Vatnsborð kalda vatnsins (m)
 d_l : Streymislengd = þykkt tregleiðandi lagsins (m)

$$Q = 130 \text{ l/s} = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$h_1 = 50 \text{ m}$$
$$h_2 = 5 \text{ m}$$
$$d_l = 150 \text{ m}$$
$$K' = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ m/s (meðaltal)}$$

$$\Rightarrow A = 2,4 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$
$$A \approx 1600 \text{ m} \times 1600 \text{ m}$$

Í þessum reikningum er gert ráð fyrir að lektin sé eins yfir allt svæðið. Leki er hins vegar mun meiri í gegnum sprungur en í gegnum tregleiðandi bergið. Stærð niðurstreymissvæðisins er því ofreiknuð ef mikið af lekanum er gegnum sprungur.

KÆLING

Jarðhitasvæðið kólnar smám saman því vatn úr efri vatnsleiðurum sem sígur niður er kaldara en bergið, og tekur því varma úr berginu. Vatnið sem sígur niður er um 40°C , það fær sama hita og bergið sem það streymir um og hiti þess eykst í 86°C . Hver líter af vatni tekur því 46 Kcal af varma úr berginu. Þegar dælt er úr svæðinu 130 l/s, er tekinn varmi úr berginu sem nemur 6000 Kcal/sek. Það má áætla hvað varminn í berginu endist lengi til að hita upp vatnið.

Eðlisvarmi bergsins er $0.21 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Eðlisþungi bergsins er 2500 kg/m^3 . Bergið er 46°C heitara en vatnið sem sígur niður. Flatarmál niðurstreymissvæðis er $2,4 \cdot 10^6 \text{ m}^2$. Þykkt niðurstreymissvæðis er 250 m. Rúmmál niðurstreymissvæðis er því $6 \cdot 10^8 \text{ m}^3$. Varminn bergsins umfram vatnið er því $1,4 \cdot 10^{13} \text{ Kcal}$. Þessi varmi endist því $1,4 \cdot 10^{13} \text{ Kcal}/6000 \text{ Kcal/sek}$.

TAFLA 5

Samantekt á þeim stærðum sem lýsa vatnafræðilegum eiginleikum jarðhitasvæðisins að Þorleifskoti.

I. Stuðlar sem fengust þegar bætt var við 40 l/s dælingu úr holu 8 frá 21. ágúst 1979.							
Hola	T Leiðni Samkv. Lin-Log m ² /s	T Leiðni Samkv. Theis m ² /s	Rýmd (Storage) S	r/B	$\frac{K'}{b'}$ Sek. ⁻¹	Jafnvægis vatnsb. Δh m	Fjarlægð milli dæluhola og athugunarhola
Hola 10	$7,0 \cdot 10^{-4}$	$7,0 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	0,15	$5,6 \cdot 10^{-10}$	17,8	170 m
Hola 7	$4,7 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$	0,35	$1,1 \cdot 10^{-9}$	17,8	200 -
Hola 1 Laugard.	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$				1,0	370 -
II. Stuðlar sem fengust þegar bætt var við 45 l/s dælingu úr holu 10 frá 3. okt. 1979.							
Hola	T Leiðni Samkv. Lin-Log m ² /s	T Leiðni Samkv. Theis m ² /s	S Rýmd (Storage)	r/B	$\frac{K'}{b'}$ Sek. ⁻¹	Jafnvægis vatnsb. Δh m	Fjarlægð milli dæluhola og athugunarhola
Hola 7	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	0,8	$1,8 \cdot 10^{-9}$	14,8	315 m

TAFLA 6

Reiknuð lekt (permeability), K og K' , út frá gögnum í TÖFLU 5. Gengið er út frá að þykkt aðalvatnsleiðara jarðhitavatsins, b , sé 100 m, og þykkt tregleiðandi lagsins yfir aðalvatnsleiðaranum, b' , sé 150 m.

Dæluholan Athugunarhola	T Leiðni aðal- vatns- leiðara m^2/s	b Þykkt aðal- vatns- leiðara m	K Lekt aðal- vatns- leiðara m^2/s	$\frac{K'}{b'}$ Tregleið- andi lagið Sek. ⁻¹	b' Þykkt Tregleið- andi lagsins m	K' Lekt Tregleið- andi lagsins m^2/s
Hola 8 - Hola 10	$7 \cdot 10^{-4}$	100	$7 \cdot 10^{-6}$	$5,6 \cdot 10^{-10}$	150	$8,4 \cdot 10^{-8}$
Hola 8 - Hola 7	$3,7 \cdot 10^{-4}$	100	$3,7 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	150	$2,9 \cdot 10^{-7}$
Hola 10 - Hola 7	$2,8 \cdot 10^{-4}$	100	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	150	$2,7 \cdot 10^{-7}$

$$= 2,3 \cdot 10^9 \text{ sekúndur}$$

$$= 73 \text{ ár}$$

Varmi bergsins endist því í 73 ár til að hita vatnsmagnið 130 l/s um 46°C. Í reynd mun vatnið kólna smám saman, en þessar tölur gefa hugmynd um stærð varmageymisins.

JAFNVÆGISVATNSBORÐ

Vatnsborðslökkunin er háð því magni sem er dælt upp, fjarlægð frá dælingarholu, leiðni svæðisins og leka niður í svæðið. Nánar tiltekið fylgir jafnvægisvatnsborð eftirfarandi líkingu

$$S = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot T} \cdot K_0 \left(\frac{r}{B} \right)$$

þar sem

S: Vatnsborðslökkun í fjarlægðinni r frá dælingarholu (m)

Q: Magn sem dælt er upp (m³/s)

T: Leiðni svæðisins (m²/s)

$K_0 \left(\frac{r}{B} \right)$: Bessel fall sem lýsir vatnsborðslökkuninni

r: Fjarlægð frá dælingarholu

B: $\sqrt{T/(K'/b')}$ Sjá mynd 3

Meðalleiðni svæðisins mældist $T = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Meðalgildi á stuðlinum B mældist 700 m. Ef 45 l/s er dælt upp úr holu, er vatnsborðslökkunin háð fjarlægð frá henni á eftirfarandi hátt

TAFLA 7

Fjarlægð frá dælingarholu	$\frac{r}{B}$	$K_0 \left(\frac{r}{B} \right)$	Vatnsborðslökkun $S = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot T} \cdot K_0 \left(\frac{r}{B} \right)$
200	0,29	1,40	22 m
400	0,57	0,82	13 m
600	0,86	0,52	8,3 m
800	1,14	0,33	5,3 m
1000	1,43	0,23	3,7 m

YFIRBORÐSJARÐHITI OG LÁGVIÐNÁM

Áður en boranir hófust í Þorleifskoti var jarðhiti á yfirborði í Laugar-
dælum og við Þorleifskot. Þegar farið var að dæla úr borholum þar,
minnkaði jarðhiti á yfirborði. Í suðurhluta byggðar á Selfossi hafa sést
merki um jarðhita á yfirborði. Jarðhiti er einnig á yfirborði við Árbæ
vestan Ölfusár. Mynd 11 sýnir yfirborðsjarðhita sem vitað er um í
nágrenni við Selfoss.

Sumarið 1977 voru gerðar viðnámsmælingar umhverfis Selfoss. Mælingarnar
gáfu til kynna að stórt lágviðnámssvæði væri vestan við Ölfusá og hafa
mörk lágviðnámssvæðisins verið teiknuð inn á mynd 11.

NIÐURSTÖÐUR

Í þeim dæluþrófunum sem gerðar voru á síðastliðnu sumri í Þorleifskoti
kom í ljós að vatnsleiðni jarðhitasvæðisins er $2,8-7,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.
Mælingarnar bentu ekki til að jarðhitasvæðið væri umlukið vatnsheldum
lóðréttum skilum. Kalt vatn lekur úr efri jarðlögum niður í jarðhita-
svæðið, sem veldur því að vatnsborðslækkun verður minni en ella, og jafn-
vægi verður milli vatnsborðslækkunar og leka niður í jarðhitasvæðið.
Kalda vatnið sem lekur niður, hitnar vegna snertingar við heitara berg,
og er því síðan dælt upp um borholurnar.

Niðurstreymissvæðið virðist vera um $2,4 \cdot 10^6 \text{ m}^2$. Varminn í berginu á
niðurstreymissvæðinu endist til að hita 130 l/s vatnsmagn um 46°C í
73 ár.

Mynd 10 sýnir hvernig jafnvægisvatnsborð í holu 7 er háð því vatnsmagni
sem er dælt upp úr jarðhitasvæðinu.

Eftirfarandi tafla sýnir hvemig vatnsborð í holu 7 breytist eftir dælingu úr öðrum holum.

TAFLA 8

Holur	Fjarlægð frá holu 7	Dæling l/s	Dæling samtals úr jarðhitasv.	Vatnsborð í holu 7
Hola 9	35 m	45 l/s	45 l/s	17,7 m
Hola 9	35 m	45 l/s	85 l/s	35,6 m
Hola 8	200 m	40 l/s		
Hola 9	35 m	45 l/s	130 l/s	50,0 m
Hola 8	200 m	40 l/s		
Hola 10	315 m	45 l/s		
Hola 9	35 m	45 l/s	165 l/s	Spá 61 m
Hola 8	200 m	40 l/s		
Hola 10	315 m	80 l/s		
Hola 9	35 m	45 l/s	170 l/s	Spá 52 m
Hola 10	315 m	80 l/s		
Ný hola	600 m	45 l/s		
Hola 9	35 m	45 l/s	205 l/s	Spá 58 m
Hola 10	315 m	80 l/s		
Ný hola	600 m	80 l/s		
Hola 9	35 m	45 l/s	205 l/s	Spá 66 m
Hola 10	315 m	80 l/s		
Ný hola	400 m	80 l/s		

Stýringar:

- Gert eftir loftmynd
- Skurður
- Túnjaðar
- Vegur
- Hitaveituleiðsla
- Húsbýggingar

- 9 Borhola með dælu
- 7 Borhola steypt með málirörri
- X 5 Borhola steypt
- 2 Borhola á Laugardælum

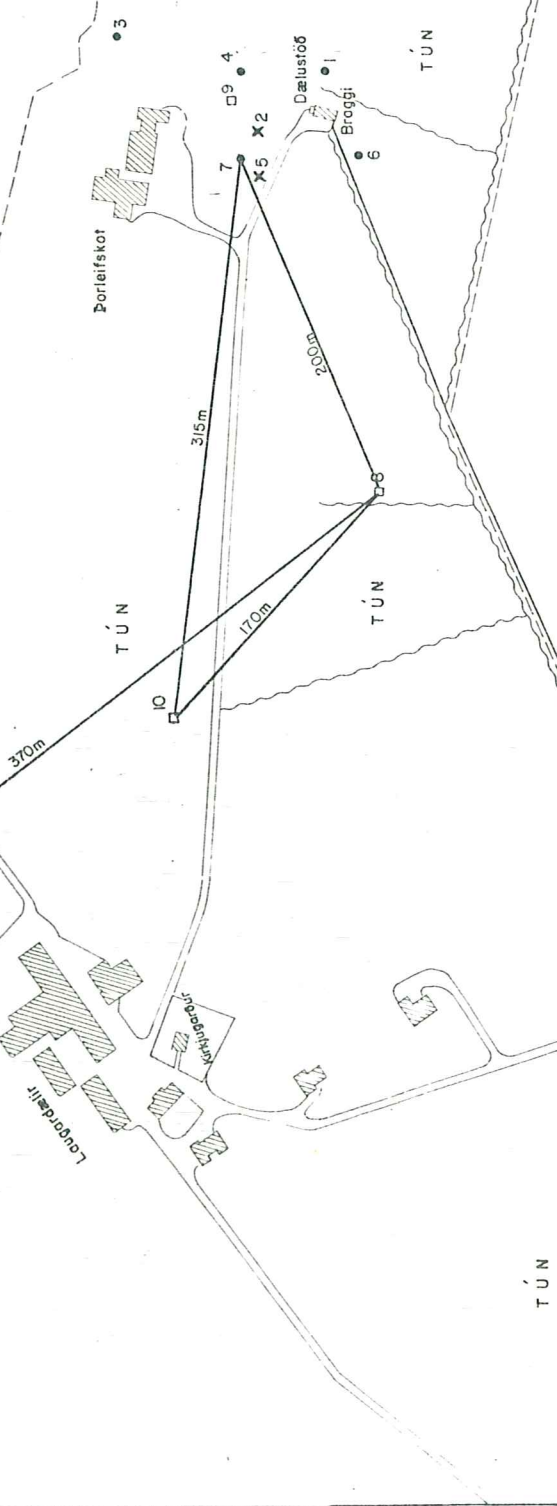
Með þessu korti var númerað þorholanna í Þorleifskoti og Laugardælum breytt, frá og með 20.9.1965, þar sem margar gamlar borholur eru nú týndar. Vegna eldri teikninga, er eldri númeraðin sýnd hér (innan sviga) til samanburðar við þá nýju.

- Þorleifskot 1 (12)
2 (13)
3 (14)
4 (15)
5 (16)
6
7
- Laugardælir 1 (10)
2 (6)
3 (8)



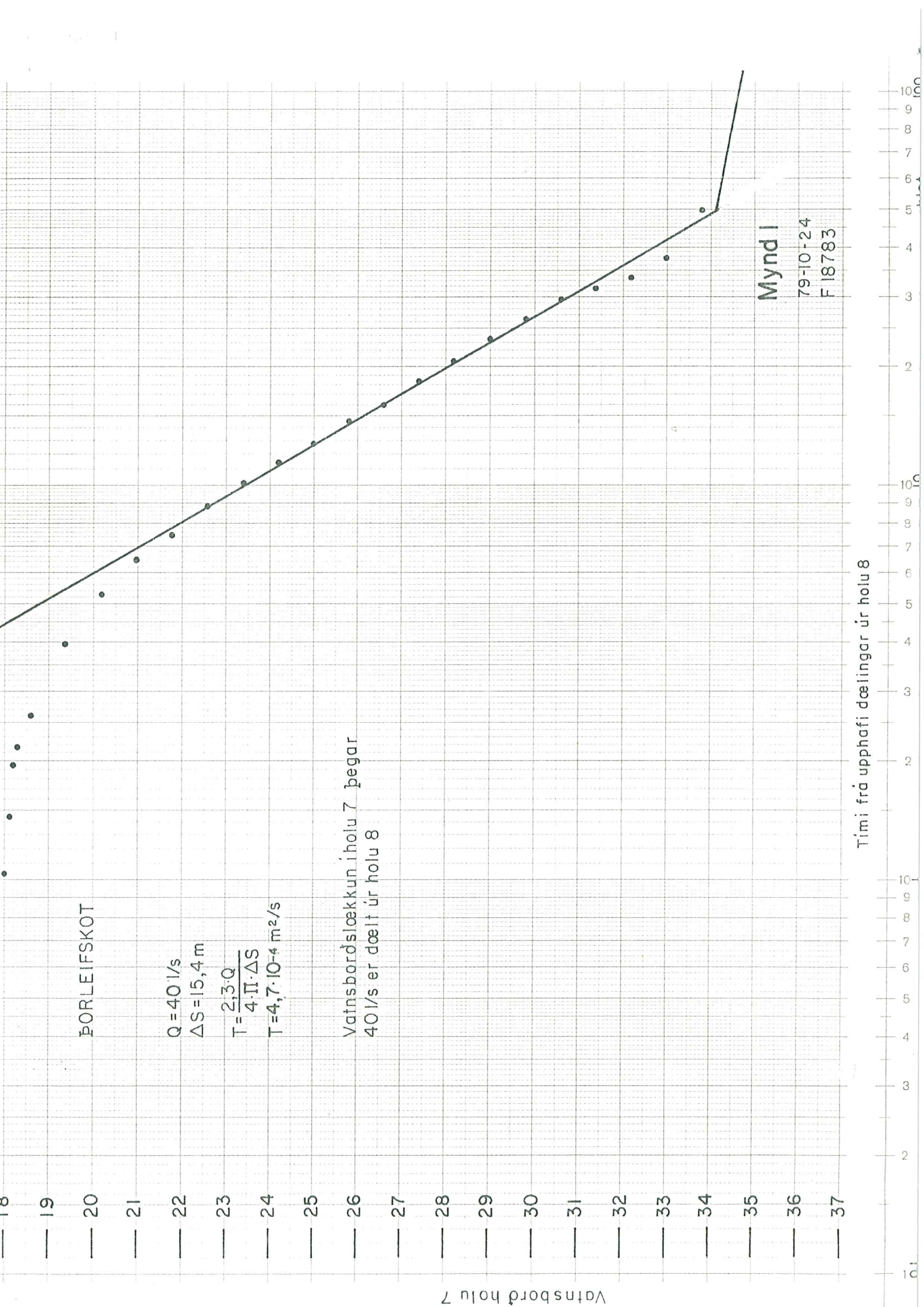
M Ó A R

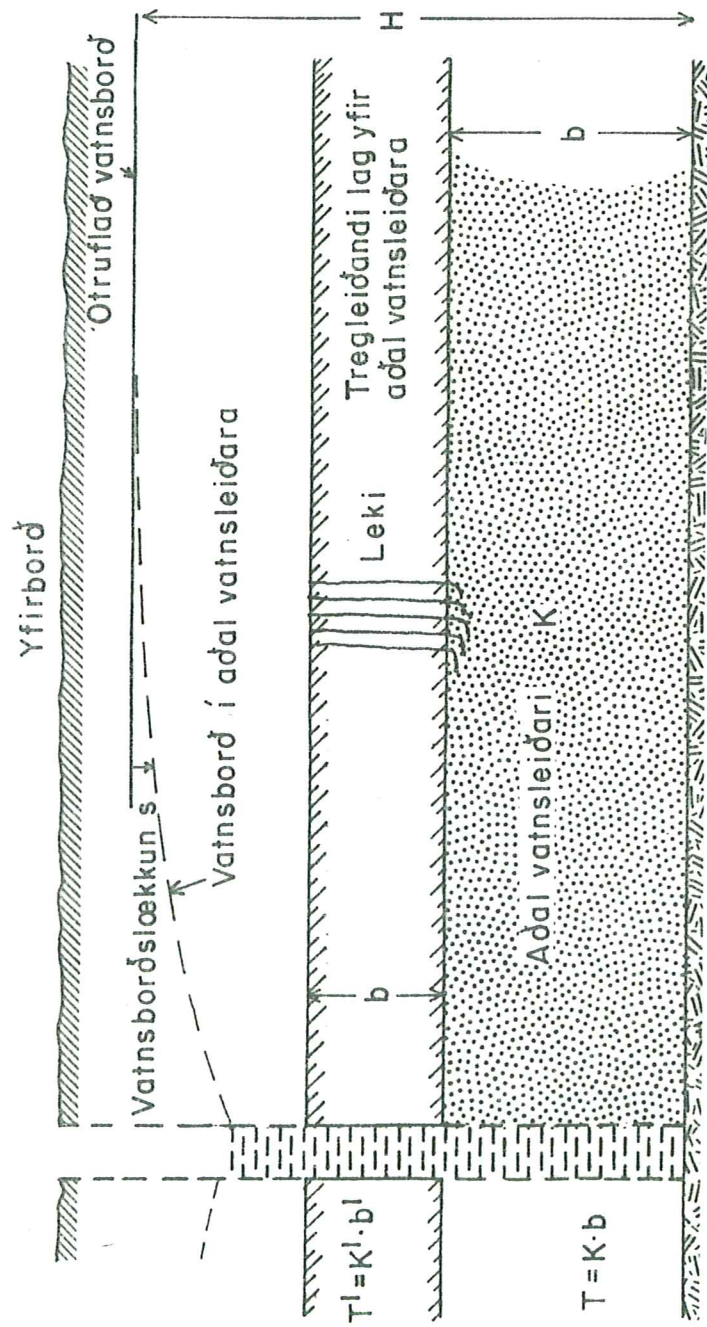
M O A R



Mynd 0

RAFORKUMALASTJÓRI	
Yfirflitskort af	13965s.a/v.m. Tr. 25
Laugardælum og Þorleifskoti v/ Hitaveitu Selfoss	J-irringur hr. Fr. 7188





K : Lekt (permeability) aðal vatnsleidarans (m/s)

b : Þykkt aðal vatnsleidara (m)

K^l : Lekt (permeability) tregleiðandi lagsins (m/s)

T : Leiðni (transmissivity) aðal vatnsleidarans (m^2/s)

Mynd 3

ÞORLEIFSKOT

Vatnsborðsloekkun í holu 10 þegar 40 l/s er
dælt úr holu 8

$$T = \frac{2,3Q}{4 \cdot \Pi \cdot \Delta S}$$

$$Q = 40 \text{ l/s}$$

$$\Delta S = 10,55$$

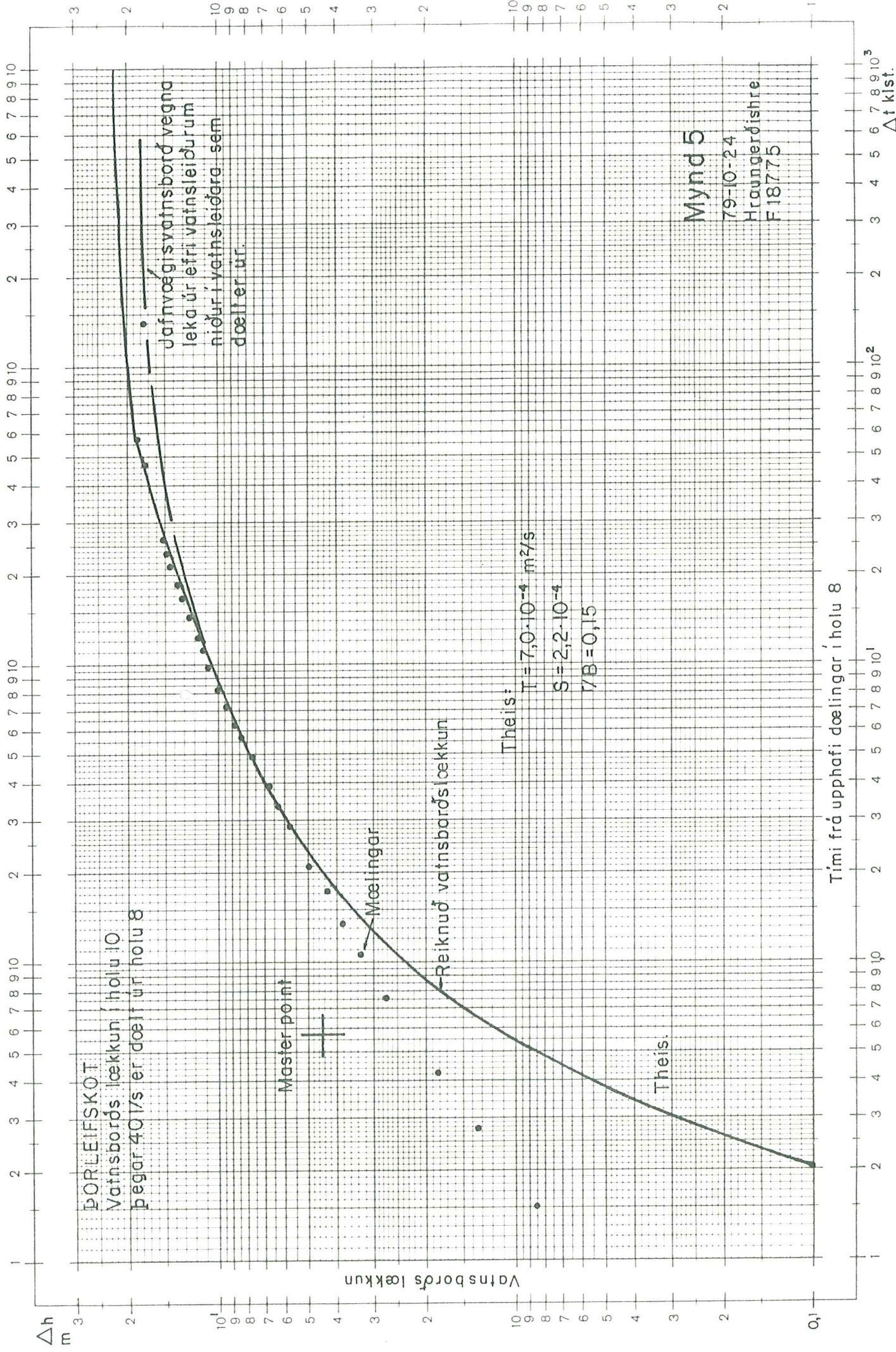
$$T = \frac{2,3 \cdot 0,040}{4 \cdot \Pi \cdot \Delta S}$$

$$T = 7,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

Mynd 4

Tími frá upphafi dælingar úr holu 8 '79-08-21





ÞORLEIFSKOT SELFÖSS
 Höggborshola Tindum eoa hola í Laugardælum
 Doelt 40l/s úr holu 8 frá 21/8 '79

$$Q = 44 \text{ l/s}$$

$$T = \frac{2,3Q}{4 \cdot \Pi \cdot \Delta S}$$

$$T = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

Mynd 6

79-10-24

Selfoss Hrauge.hr.

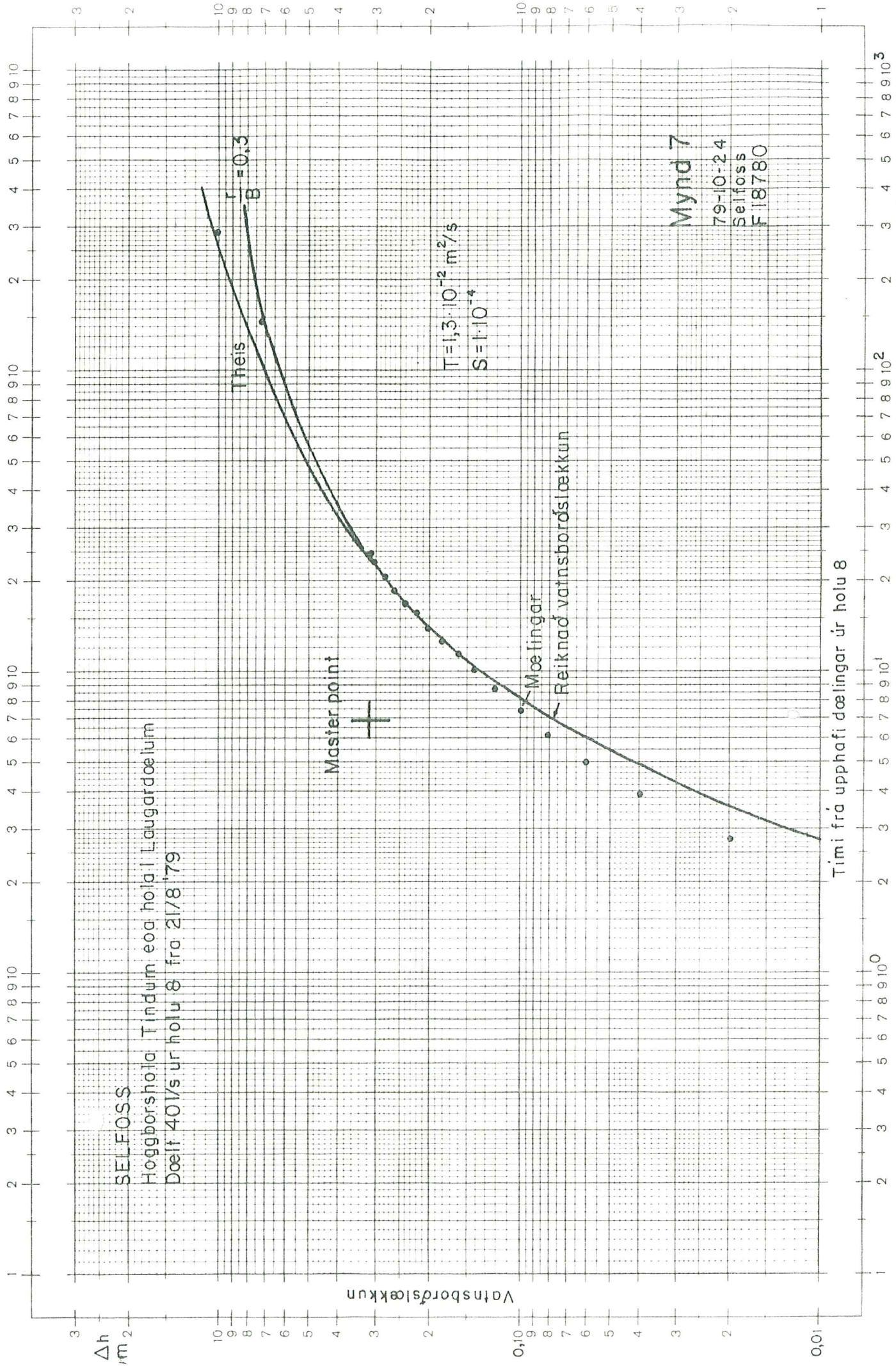
F 18776

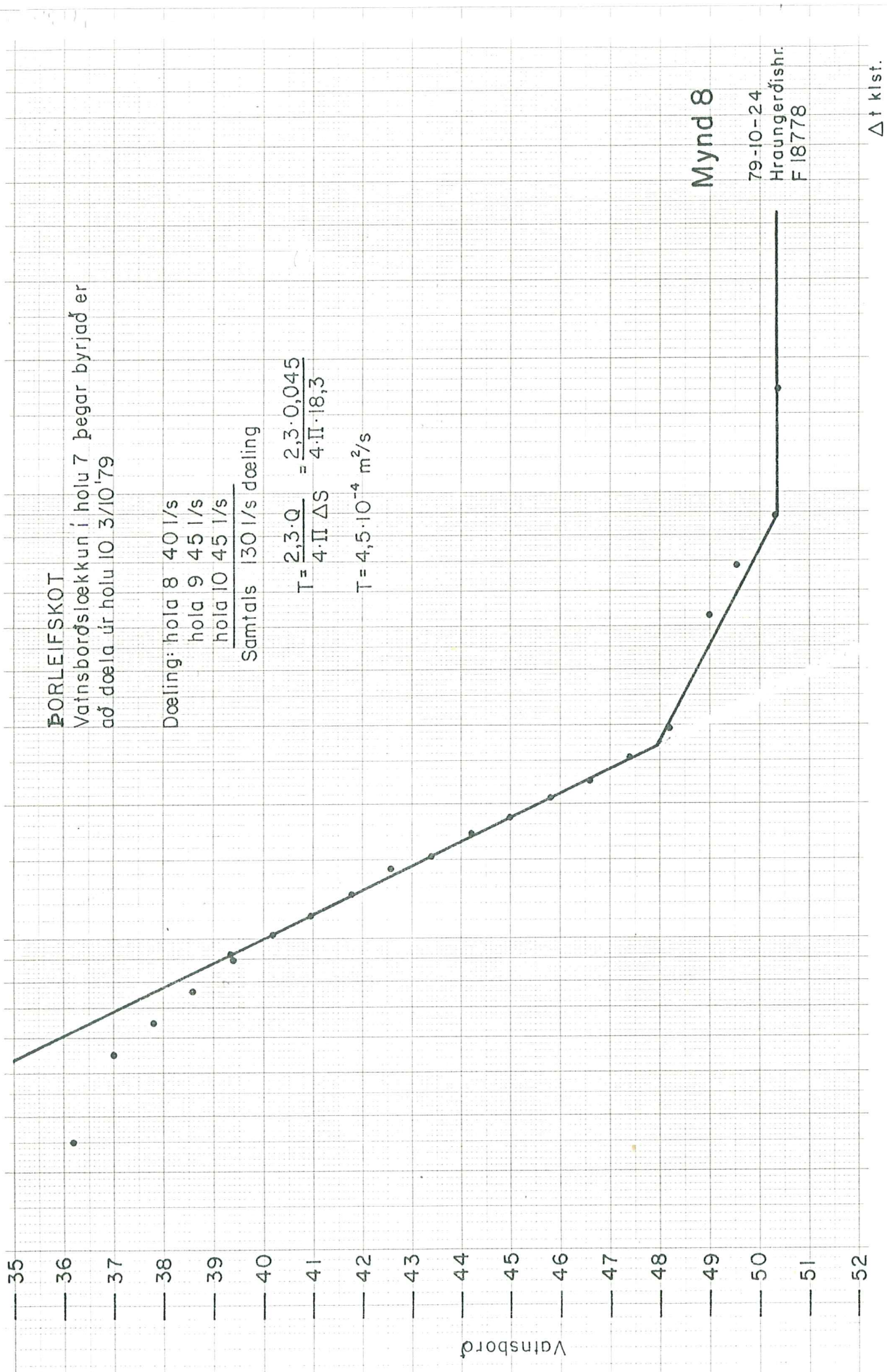
4,5
 4,6
 4,7
 4,8
 4,9
 5,0
 5,1
 5,2
 5,3
 5,4
 5,5
 5,6
 5,7

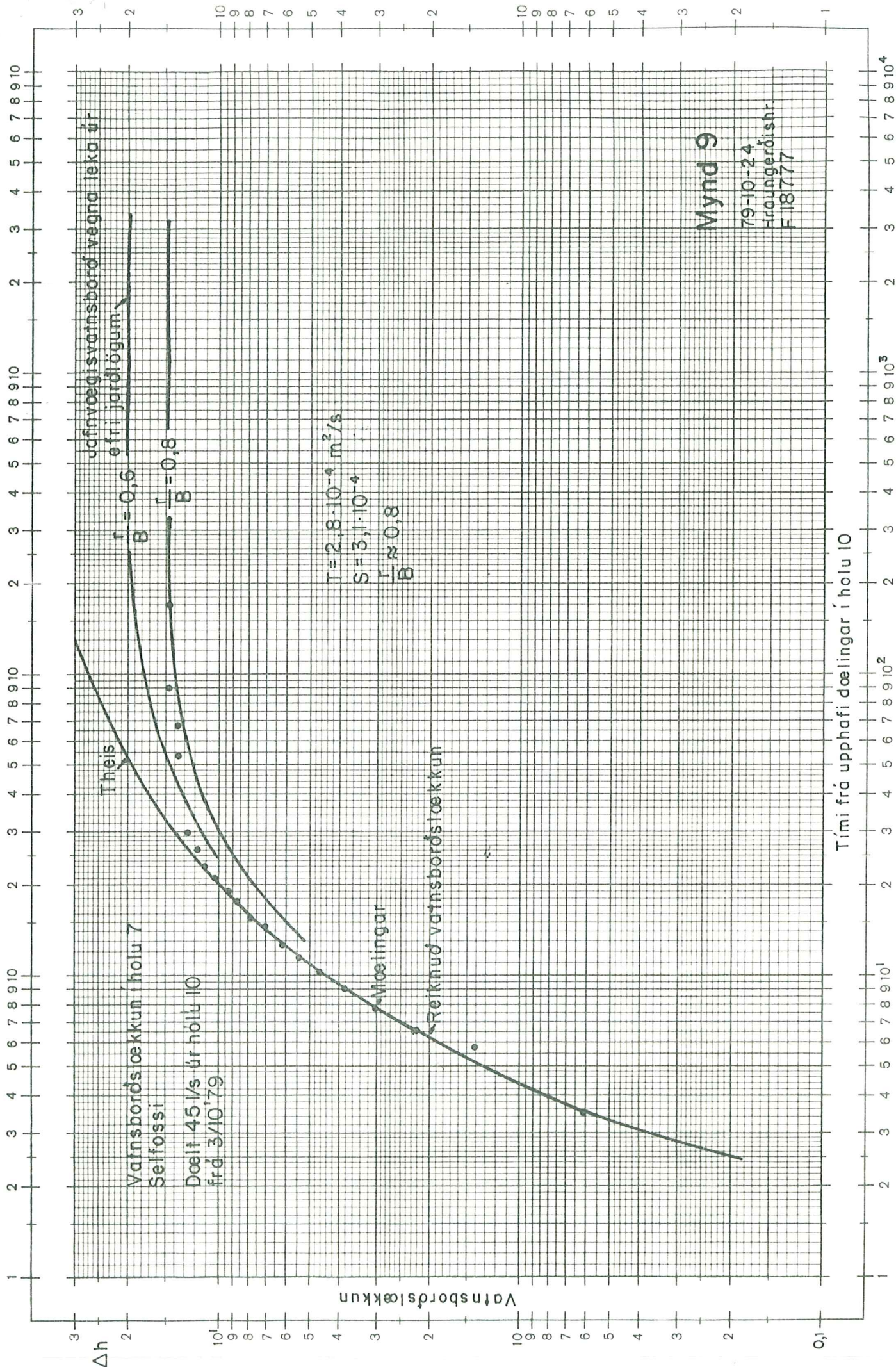
VINSBORÐ

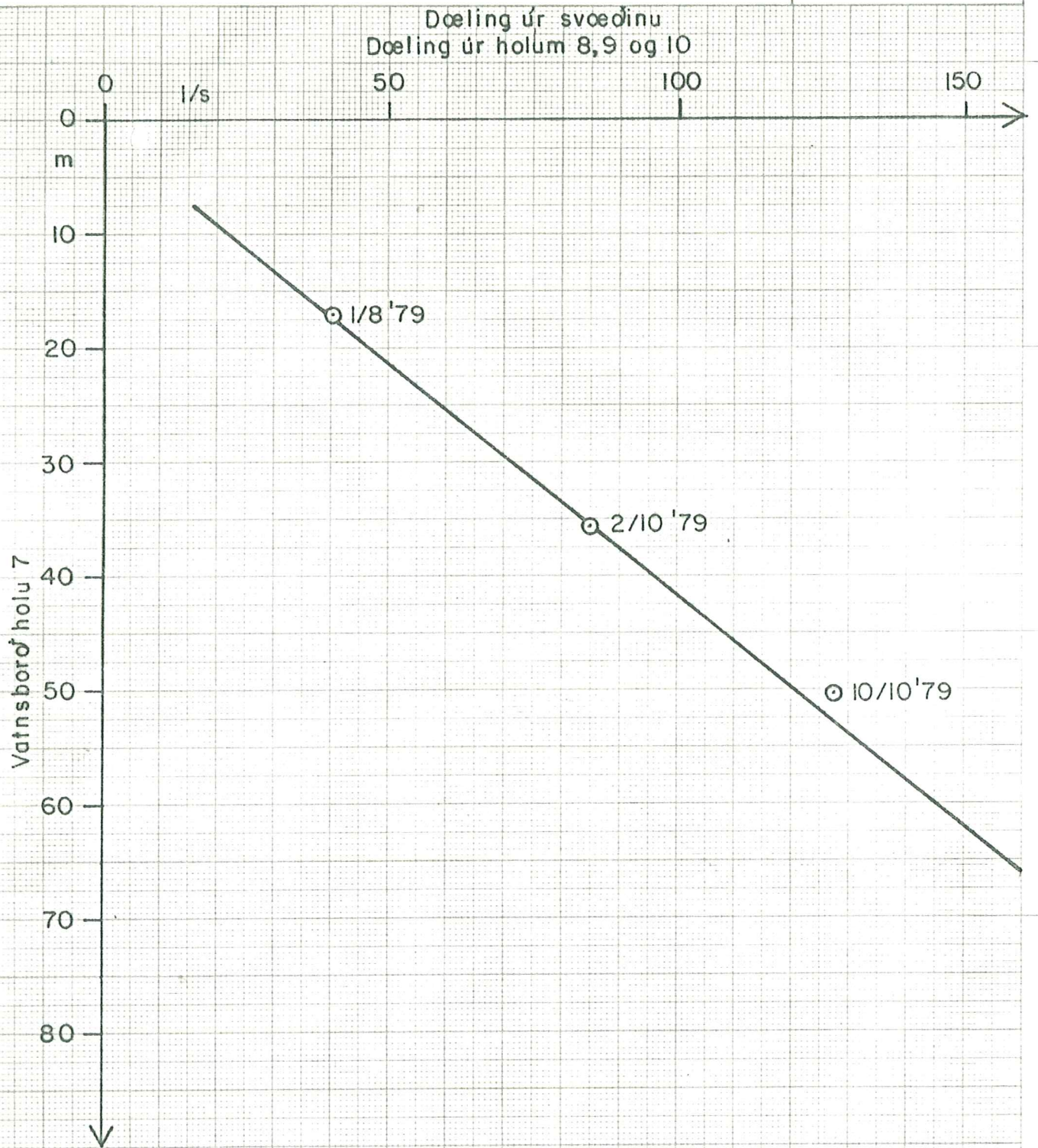
Tími frá upphafi dælingar í holu 8 '79-08-21

tími klist.











Lagviðnamssvoði



Yfirborðsjarðhiti

Mynd II.