

RAFORKUMÁLASTJÓRI

Jarðhitadeild

ÚTREIKNINGAR Á ÞRÝSTINGI Í BERGI SAMKVÆMT ÞEKKTUM HITAFERLI

Eftir

Sveinbjörn Björnsson

Júní 1966

Útreikningar á brýstingi í bergi samkvæmt þekktum hitaferli

Eftir Sveinbjörn Björnsson

A. Borhola R-4, Reykjavík

Stuðst er við hitaferil R-4 og töflur í Ingenjörshandboken bls. 1059.

Reiknað er samkvæmt formúlu:

$$dp = \rho g dx = \gamma(x) dx ; \quad p = \int_0^x \gamma(x) dx + p_0$$

þar sem: x : dýpi, frá vatnsborði í holu (m)

$p(x)$: Þrýstingur á dýpi x (kp/cm²)

$\gamma(x)$: eðlisþyngd vatns (kp/m³)

p_0 : Þrýstingur við vatnsyfirborð $x = 0$

$$p_0 = 1,033 \text{ kp/cm}^2$$

t : Hitastig (°C)

1. Á línuriti 1 eru teiknað eðlisrúmmál $\rho(t)$ (m³/kg) og $x(t)$. Samanburður ferlanna gefur $\rho(x)$ og

$$\rho(x) = \frac{1}{\rho(x)} \quad (\text{Sjá töflu 1}).$$

2. Á línuriti 2 er $\rho(x)$ teiknað sem fall af x .

Flatarmál undir ferlinum er fundið fyrir hverja 50 m niður á 200 m dýpi og síðan fyrir hverja 100 m niður á 2200 m dýpi. Heildarflatarmál á hverju dýpi er skráð í töflu 2 sem $A(x)$.

ТАФЛА 1

t °C	x m	$\nu(x)$ m ³ /kg	$\xi(x)$ kp/m ³
0		0,00100021	999,791
5	0	100008	999,921
10	7,3	100035	999,650
15	14,3	100095	999,051
20	21,5	100184	998,163
25	28,6	100301	996,999
30	35,8	100442	995,560
35	42,9	100605	993,986
40	50,0	100789	992,172
45	57,2	100993	990,167
50	64,3	101210	988,045
55	71,5	101450	985,707
60	78,6	101710	983,188
65	85,8	101990	980,488
70	92,9	102280	977,708
75	101,1	102580	974,849
80	107,2	102900	971,817
85	114,3	103240	968,617
90	211,5	103590	965,344
95	128,6	103960	961,909
100	135,8	104350	958,313
105	142,9	104740	954,745
110	150,1	105150	951,022
115	170	105580	947,149
120	280	106030	943,129
125	465	10649 ⁰	939,055
130	655	106970	934,842
135	860	107470	930,492
140	1080	107980	926,098
145	1500	108510	921,574
150		109060	916,926
145,5	1500 < x < 2200	0,00108600	920,811

TAFLA 2.

x m	A(x) kp/cm ²	p(x) f R-4 kp/cm ²	p(x) t = 4°C kp/cm ²
0		1,033	1,033
50	4,988	6,021	6,033
100	9,905	10,938	11,033
150	14,75	15,783	16,033
200	19,48	20,513	21,033
300	28,92	29,953	31,033
400	38,33	39,363	41,033
500	47,73	48,763	51,033
600	57,10	58,133	61,033
700	66,45	67,483	71,033
800	75,78	76,813	81,033
900	85,10	86,133	91,033
1000	94,38	95,413	101,033
1100	103,65	104,683	111,033
1200	112,90	113,933	121,033
1300	122,14	123,173	131,033
1400	131,37	132,403	141,033
1500	140,59	141,623	151,033
1600	149,80	150,833	161,033
1700	159,01	160,043	171,033
1800	168,22	169,253	181,033
1900	177,43	178,463	191,033
2000	186,64	187,673	201,033
2100	195,85	196,883	211,033
2200	205,06	206,093	221,033

3. Fundinn er þrýstingur $p(x) = A(x) + p_0$ og teiknaður sem fall af x í línurit 3. (Sjá einnig töflu 2.)

B. Jafn hiti $t = 4^\circ\text{C}$ (Sbr. Kaldársel)

$$g'(x) = \text{konst} = 1000 \text{ kp/m}^3. \text{ Þar af leiðir:}$$

$$p - p_0 = 1000 \left(\frac{\text{kp}}{\text{m}^3} \right) \cdot x(\text{m}) = 1000 x \text{ kp/m}^2 = \frac{x}{10} \text{ kp/cm}^2$$

$$p(x) = \frac{x}{10} + p_0 \quad (\text{kp/cm}^2)$$

$$p(x) = \frac{x}{10} + 1,033 \quad (\text{kp/cm}^2)$$

Sjá töflu 2 og línurit 3.

C. Jafnt vaxandi hiti (Sbr. Vestmannaeyjar)

Gert er ráð fyrir 5°C í vatnsyfirborði og jöfnum hitastigul $0,06^\circ\text{C/m}$ þ.e. $t = 0,06 x + 5$ ($^\circ\text{C}$)

Þrýstingsaukning með dýpi verður $dp = g' dx$

$$\text{eða} \quad dp = g'(t) \left(\frac{dx}{dt} \right) dt$$

Ef reiknað er í litlum bilum Δt , er nægilega nákvæmt að reikna

$$\int_t^{t+\Delta t} g'(t) dt = g' \left(t + \frac{\Delta t}{2} \right) \Delta t$$

og þá fæst þrýstingsaukning $\Delta p = \frac{\rho'(t + \frac{\Delta t}{2}) \Delta t}{0.06}$

eða $\Delta p = \frac{\Delta t \cdot 10^{-4}}{v(t + \frac{\Delta t}{2}) \cdot 0.06} \text{ (kp/cm}^2\text{)}$

þar sem v er eðlisrúmmál í m^3/kg

1. Reiknuð voru dýpi x og þrýstingsaukning Δp fyrir bilis 5 - 10°C og síðan hverjar 10°C upp í 150°C . Sjá töflu 3.

2. Reiknaður var þrýstingur $p(x) = \sum \Delta p + 1,033 \text{ (kp/cm}^2\text{)}$

og niðurstöður settar í töflu 3 og á línurit 3.

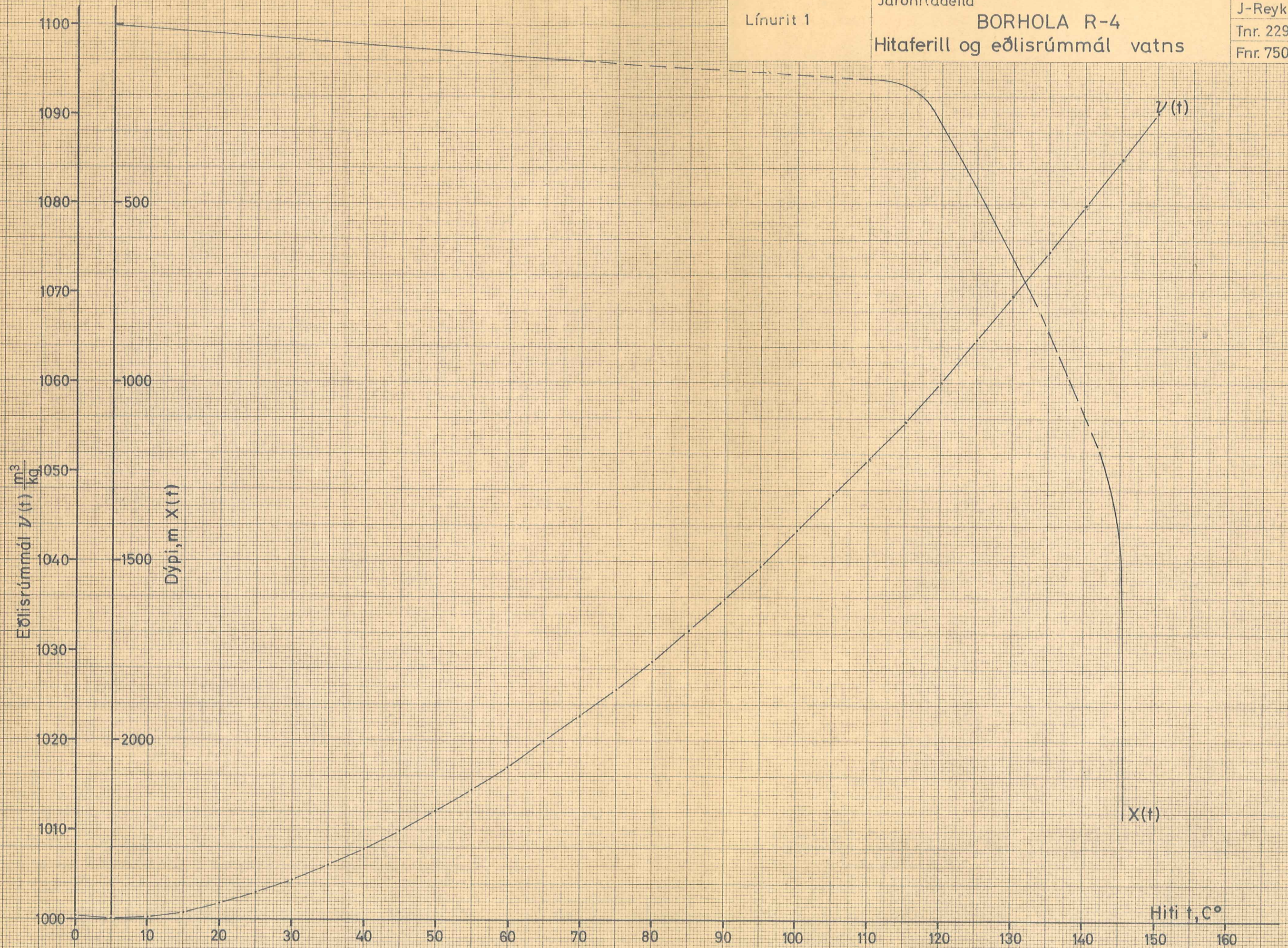
TAFLA 3

t °C	x m	Δp kp/cm ²	p kp/cm ²
5	0		1,03
10	83,3	8,330	9,36
20	250	16,665	26,03
30	417	16,616	42,64
40	583	16,566	59,21
50	750	16,503	75,71
60	917	16,428	92,14
70	1083	16,341	108,48
80	1250	16,248	124,73
90	1417	16,144	140,87
100	1583	16,032	156,91
110	1750	15,912	172,82
120	1917	15,786	188,60
130	2083	15,651	204,26
140	2250	15,508	219,76
150	2417	15,360	235,12

Línurit 1

BORHOLA R-4

Hitaferill og eðlisrúmmál vatns



Línurit 2

Raforfumálastjóri
Jarðhitadeild

BORHOLA - R4

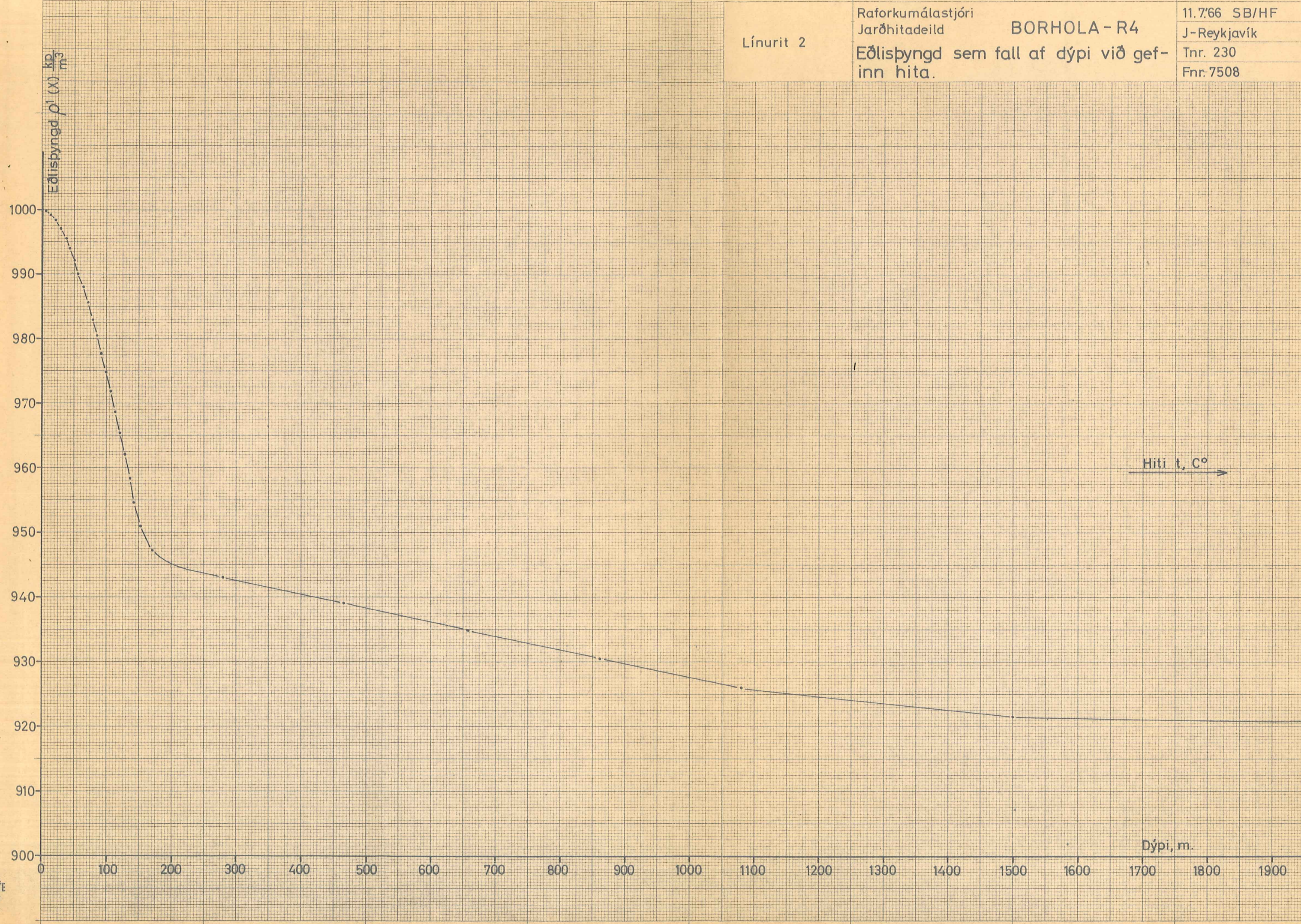
11.7'66 SB/HF

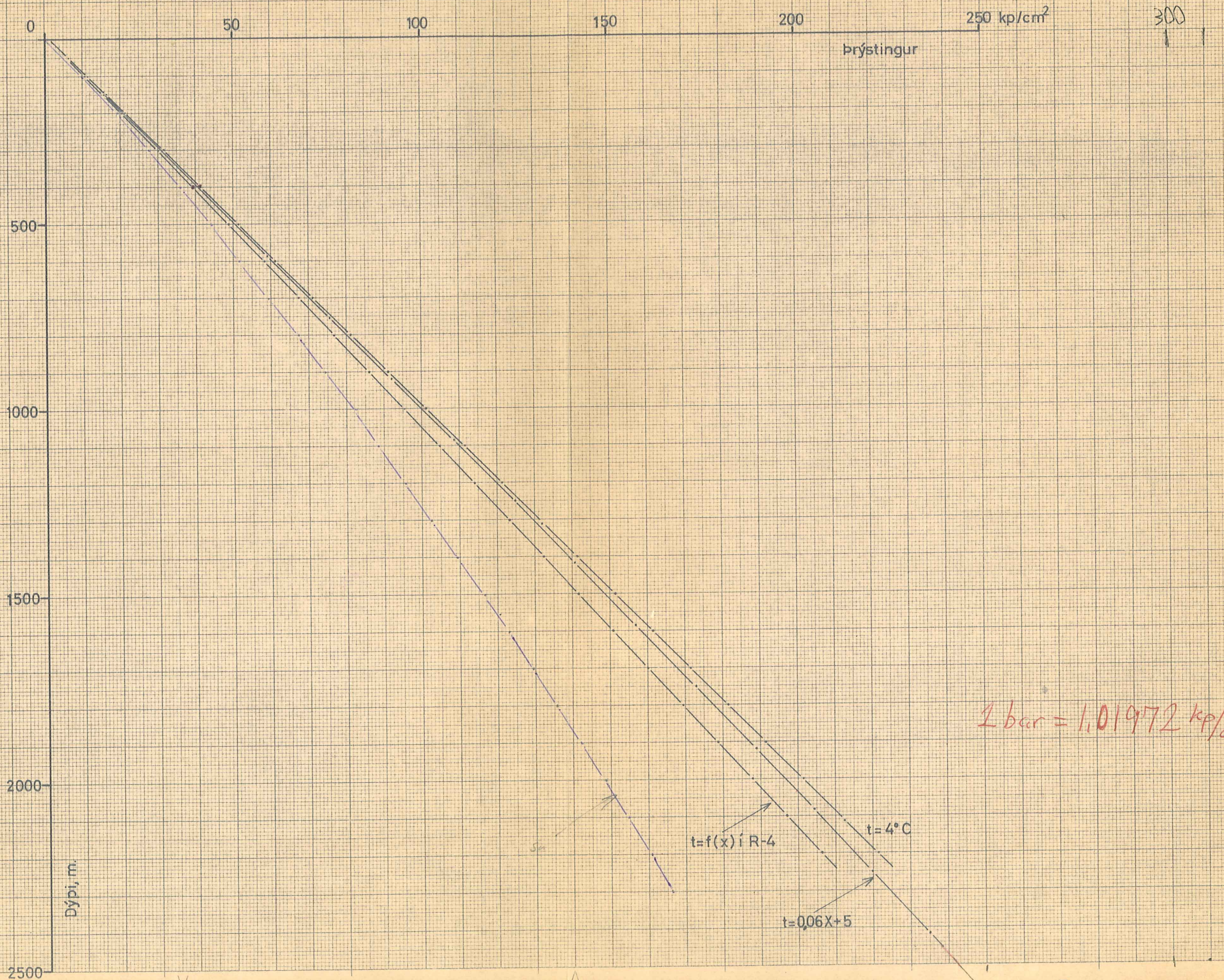
J-Reykjavík

Tnr. 230

Fnr. 7508

Eðlisþyngd sem fall af dýpi við gefinn hita.





1 bar = 1,01972 kp/cm²