

Þrepadæling í holu KJ-17 í Kröflu

Gísli Karel Halldórsson

Greinargerð GKH-81/06



ORKUSTOFNUN
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

GREINARGERÐ

DE GRINNUNOERDASAFN

ÞREPAÐÆLING Í HOLU KJ-17 Í KRÖFLU

Gísli Karel Halldórsson

GKH-81-06

September 1981

ÞREPAÐÆLING Í HOLU KJ-17 Í KRÖFLU

Að lokinni borun holu KJ-17 var haldið áfram að dæla í hana köldu vatni. Að kvöldi 8. ágúst var skoltap komið upp í 19 l/s. Aðfaranótt 9. ágúst var leiðni holunnar mæld með því að fylgjast með vatnsborðslökkun eftir að hætt var að dæla í hana (sjá mynd 1). Leiðni holunnar mældist $T = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Ákveðið var að pakka holuna til að reyna að auka vatnsgæfni hennar. Pakkari var settur á 1490 m dýpi. Dælt var 44 l/s frá kl. 9:00 til kl. 10:30. Þrýstingur á dælum var 2130 PSI, og þar af var þrýstifall í stöngum 800 PSI. Bakþrýstifall eftir pökkun gaf leiðnina $T_I = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ (sjá mynd 2). Þann 9. ágúst var síðan dælt 40 l/s undir pakkaranum á 1490 m dýpi frá kl. 11:10 til kl. 14:00. Þrýstingur á dælum var 2150 PSI, og þrýstifall í stöngum 800 PSI. Bakþrýstifall eftir pökkun gaf leiðnina $T_{II} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Næst var pakkað á 1465 m dýpi þann 10. ágúst og dælt 36 l/s undir pakkara kl. 2:35 - 9:46. Þrýstingur á dælum var 1520 PSI eftir klukkustundar dælingu. Þrýstihækkun við stöðuga dælingu fyrstu 30 mínúturnar bendir til að leiðnin sé $T_{III} = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, þ.e. ef ekkert vatn fer upp með pakkaranum (sjá mynd 3). Þegar dælt hefur verið í 30 mínútur skríður pakkarinn upp, og vatn fer að leka upp með honum. Við þetta verður þrýstihækkun undir pakkaranum hægari en áður. Á mynd 3 sést að brot kemur í þrýstihækkunina eftir 30 mínútna dælingu, þegar pakkarinn skríður.

Bakþrýstifall eftir pökkun í 1490 m gaf $T_{II} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, og þrýstihækkun fyrstu 30 mín. í pökkun í 1465 m gaf $T_{III} = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Hækkun á mældri leiðni milli pakkana getur stafað af því að holan hafi opnað sig, eða af því að vatn hafi lekið upp með pakkaranum alveg frá upphafi pökkunar sem er líklegri skýring, því skoltap eftir pökkun var 29 l/s, eða óbreytt frá því fyrir pökkun. Einnig er ólíklegt að leiðni holunnar hafi aukist frá því bakþrýstifall var mælt eftir aðra pökkun þar til þrýstihækkun var aftur mæld í upphafi þriðju pökkunar. Niðurstaðan er því sú að ekki verði mælanleg aukning á leiðni holunnar við pökkunina. Eftir pökkunina var haldið áfram að dæla í hana köldu vatni. Þann 10. ágúst kl. 15:00 var skoltap 29 l/s, kl. 12:00 hinn 11. ágúst var síðan dælt í holuna 32 l/s en hún fylltist ekki, skoltap var því meira en 32 l/s.

Aðfaranótt 12 ágúst var byrjað að dæluprófa holu KJ-17. Mynd 4 sýnir yrirlit yfir dæluprófunina, og tafla 1 sýnir mæliniðurstöður. Áður en dæluprófun hófst hafði stöðugt verið dælt í holuna 26 l/s. Fyrsta þrep í prófun holunnar var þannig lok dælingar í hana og athugun á vatnsborðslækkun. Mynd 5 sýnir hvernig vatnsborðið í holunni lækkar með tíma. Línuleg bestun fyrstu 40 mínúturnar gefur leiðnina $T = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Í öðru þrepi í prófuninni var dælt 20 l/s í holuna. Línuleg bestun gaf leiðnina $T = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Mynd 6 sýnir vatnsborðshækkun með tíma í hverju ádæluprepi. Í þriðja þrepi í prófuninni var dælt 29 l/s í holuna. Línuleg bestun gaf leiðnina $T = 2,15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Í fjórða þrepi í prófuninni var dælt 37 l/s í holuna, og línuleg bestun gaf þá $T = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Í fimmta þrepi í prófuninni var hætt að dæla í holuna, og fylgst með vatnsborðslækkun. Línuleg bestun fyrstu 40 mín. gaf leiðnina $T = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Skoltap í dæluprófun mældist 42 l/s. Frá fyrstu prófun á holunni 9. ágúst til dæluprófunar 12. ágúst, hafði leiðni holunnar aukist úr $1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ í $2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, og skoltap hennar aukist úr 29 l/s í 42 l/s. Dæling á köldu vatni í holuna veldur samdráttarsprungum í berginu og aukningu á leiðni og skoltapi. Mynd 7 sýnir hvernig jafnvægisvatnsborð í holum í Kröflu breytist við dælingu.

Samantekt:	T m^2/s	Prófunar- bil, m	h m	K m/s
1. Hætt að dæla 29 l/s 9.ágúst 1981.	$1,6 \cdot 10^{-4}$	794-2180	1386	$1,2 \cdot 10^{-7}$
2. Bakprýstifall við pökkun á 1490 m dýpi.	$1,6 \cdot 10^{-5}$	1490-2180	690	$2,3 \cdot 10^{-8}$
3. Bakprýstifall við pökkun á 1490 m dýpi.	$1,6 \cdot 10^{-5}$	-	-	-
4. Þrýstihækkun við pökkun á 1465 m dýpi.	$(2,1 \cdot 10^{-5})$	-	-	-
5. Hætt að dæla 26 l/s 12.ág. 1981. Dæluprófun 1 þrep.	$2,1 \cdot 10^{-4}$	794-2180	1386	$1,5 \cdot 10^{-7}$
6. Dælt 20 l/s í holuna. Dæluprófun 2 þrep.	$2,8 \cdot 10^{-4}$	-	-	$2,0 \cdot 10^{-7}$
7. Dælt 29 l/s í holuna. Dæluprófun 3 þrep.	$2,15 \cdot 10^{-4}$	-	-	$1,6 \cdot 10^{-7}$
8. Dælt 29 l/s í holuna. Dæluprófun 4 þrep.	$2,4 \cdot 10^{-4}$	-	-	$1,7 \cdot 10^{-7}$
9. Hætt að dæla í holuna Dæluprófun 5 þrep	$2,2 \cdot 10^{-4}$	-	-	$1,6 \cdot 10^{-7}$

KJ-17
81.08.12

Prepadaling í KJ-17 81.08.12. Dýpi 2190. Stöðugt dælt 26 l/s í holuna frá kl. 04, en um 27 l/s þar á undan. Dælan sló út smá tíma kl. 04.

Kl. 6:10 Vatnsborð í 28,5 m dýpi
Drýstimælir settur á 190 m

Kl. 6:33 142 slög/mín = 26,32 l/s

Kl. 6:34 Drepið á dælu.

Kl.	Δt	Vatnsborð
6:35	1 mín	46,2 m
6:36	2 "	53,8 "
6:37	3 "	58,5 "
6:38	4 "	62,0 "
6:39	5 "	64,6 "
6:40	6 "	66,6 "
6:41	7 "	68,2 "
6:42	8 "	69,8 "
6:43	9 "	71,0 "
6:44	10 "	72,0 "
6:45	11 "	73,0 "
6:46	12 "	74,0 "
6:47	13 "	74,8 "
6:48	14 "	75,6 "
6:49	15 "	76,2 "
6:50	16 "	76,8 "
6:51	17 "	77,4 "
6:52	18 "	78,0 "
6:53	19 "	78,4 "
6:54	20 "	79,0 "
6:56	22 "	79,8 "

Kl.	Δt	Vatnsborð
6:58	24 mín	
7:00	26 "	80,8 m
7:02	28 "	81,4 "
7:04	30 "	82,2 "
7:06	32 "	82,8 "
7:08	34 "	83,2 "
7:10	36 "	83,8 "
7:14	40 "	84,2 "
7:19	45 "	85,0 "
7:24	50 "	86,0 "
7:29	55 "	86,6 "
7:34	60 "	87,4 "
7:39	65 "	88,0 "
7:44	70 "	88,4 "
7:52	78 "	89,0 "
7:59	85 "	89,6 "
8:14	100 "	90,0 "
8:24	110 "	91,0 "
8:34	120 "	91,4 "
8:44	130 "	92,0 "
8:54	140 "	92,4 "
9:04	150 "	92,8 "
9:14	160 "	93,0 "
9:24	170 "	93,4 "
9:34	180 "	93,8 "
9:37	Byrjað að dæla á holuna. 108 slög/mín = 20,01 l/s	
9:38	184 mín	
9:39	185 "	84,2 m
9:40	186 "	79,0 "
9:41	187 "	76,0 "
9:42	188 "	73,0 "
9:43	189 "	69,8 "
9:44	190 "	65,6 "
		61,4 "

Kl.	Δt	Vatnsborð
9:45	191 mín	60,6 m
9:46	Truflun í dælingu ? Nei	
9:47	193 mín	61,4 m
9:48	194 "	61,0 "
9:48	108 slög/mín = 20 l/s	
9:49	195 "	60,8 "
9:50	196 "	60,8 "
9:52	198 "	60,0 "
9:53	199 "	60,0 "
9:54	200 "	60,0 "
9:56	202 "	59,4 "
9:57	203 "	59,6 "
9:57	108 slög/mín = 20 l/s	
9:58	204 "	59,2 "
9:59	205 "	59,0 "
10:00	206 "	59,0 "
10:01	207 "	58,4 "
10:02	208 "	58,6 "
10:03	209 "	58,6 "
10:05	211 "	58,2 "
10:06	212 "	58,2 "
10:08	214 "	57,8 "
10:09	215 "	57,6 "
10:12	218 "	57,2 "
10:14	220 "	56,8 "
10:16	222 "	56,8 "
10:24	230 "	55,6 "
10:28	234 "	55,0 "
10:32	238 "	54,8 "
10:37	243 "	54,4 "
10:42	248 "	54,0 "
10:47	253 "	54,0 "
10:54	260 "	53,6 "

Kl.	Δt	Vatnsborð
11:04	270 mín	52,8 m
11:14	280 "	52,6 "
11:24	290 "	52,4 "
11:36	302 "	51,8 "
11:44	310 "	51,6 "
11:54	320 "	51,6 "
12:04	330 "	51,2 "
12:14	340 "	50,8 "
12:24	350 "	50,6 "
12:34	360 "	50,6 "
12:44	370 "	50,4 "
12:54	380 "	50,2 "
13:00	386 "	50,2 "
13:04	390 "	50,0 "
13:05	108 slög/mín = 20 l/s	Dæla I
13:07	Dæla II sett í gang	
13:08	394 mín	44,6 m
13:08	Dæla II 48 slög/mín = 8,90 l/s	} 28,9 l/s
	Dæla I = 20 l/s	
13:09	395 mín	42,4 m
13:10	396 "	41,0 "
13:11	397 "	39,4 "
13:12	398 "	38,8 "
13:13	399 "	38,4 "
13:14	400 "	38,0 "
13:15	401 "	37,4 "
13:16	402 "	37,4 "
13:17	403 "	37,0 "
13:18	404 "	36,6 "
13:19	405 "	36,4 "
13:20	406 "	36,2 "
13:21	407 "	36,0 "
13:22	408 "	35,8 "
13:23	409 "	35,6 "

Kl.	Δt	Vatnsborð
13:24	410 mín	35,4 m
13:25	411 "	35,2 "
13:26	412 "	35,0 "
13:27	413 "	35,0 "
13:30	416 "	34,6 "
13:32	418 "	34,2 "
13:33	419 "	34,2 "
13:35	421 "	34,0 "
13:37	423 "	33,6 "
13:39	425 "	33,4 "
13:41	427 "	33,4 "
13:43	429 "	33,0 "
13:45	431 "	32,6 "
13:47	433 "	32,6 "
13:57	438 "	32,2 "
14:00	446 "	31,4 "
14:07	452 "	31,0 "
14:17	467 "	30,2 "
14:27	472 "	29,8 "
14:37	482 "	29,2 "
14:47	492 "	28,6 "
14:57	502 "	28,2 "
15:07	512 "	27,8 "
15:17	523 "	28,0 "
15:27	533 "	27,6 "
15:37	543 "	27,2 "
15:47	553 "	26,6 "
15:59	565 "	26,4 "
16:07	573 "	26,0 "

Kl.			Δt		Vatnsborð
16:12	D II	108 slög/mín	20 l/s		
	D I	50 slög/mín	9,3 l/s	29,3 l/s	
16:14			580 mín		26,0 m
16:14,5			580,5 mín		
	Dæling aukin				
16:15			581 mín		22,4 m
16:16			582 "		
16:16	D I	92 slög/mín	17 l/s		
	D II	108 slög/mín	20 l/s	37 l/s	
16:17			583 mín		19,0 m
16:18			584 "		18,4 "
16:19			585 "		18,0 "
16:20			586 "		17,8 "
16:21			587 "		17,4 "
16:22			588 "		17,2 "
16:23			589 "		16,8 "
16:24			590 "		16,6 "
16:25			591 "		16,4 "
16:26			592 "		16,2 "
16:27			593 "		16,0 "
16:28			594 "		15,6 "
16:29			595 "		15,6 "
16:30			596 "		15,4 "
16:32			597 "		15,0 "
16:33			599 "		14,8 "
16:34			600 "		14,6 "
16:35			601 "		14,6 "
16:37			603 "		14,2 "
16:40			606 "		13,8 "
16:46			612 "		13,2 "
16:49			615 "		12,8 "
16:52			618 "		12,6 "
16:55			621 "		12,4 "
16:58			624 "		12,0 "

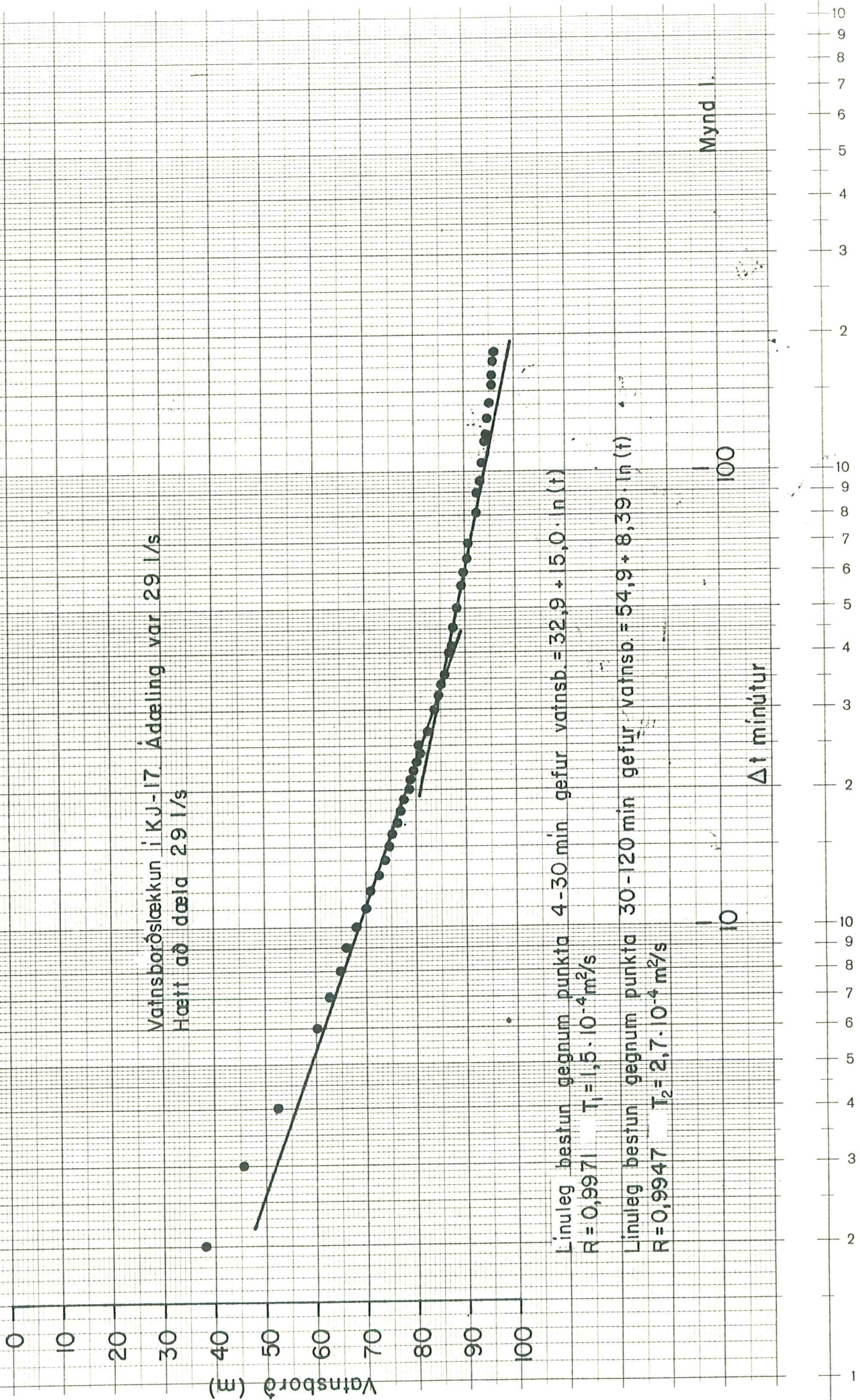
Kl.	Δt	Vatnsborð
17:01	627 mín	11,8 m
17:05	631 "	11,6 "
17:10	636 "	11,2 "
17:15	641 "	10,8 "
17:22	648 "	10,4 "
17:27	653 "	10,2 "
17:31	657 "	10,0 "
17:38	664 "	9,6 "
17:47	673 "	9,2 "
17:56	682 "	8,8 "
18:05	691 "	8,6 "
18:10	696 "	8,4 "
18:14	700 "	8,4 "
18:19	705 "	8,2 "
18:24	710 "	8,0 "
18:28	714 "	8,0 "
18:37	723 "	7,8 "
18:47	733 "	7,6 "
19:01	747 "	7,2 "
19:17	763 "	7,2 "
19:32	778 "	7,0 "
	D I 9 slög/mín = 17,4 l/s	} 37,8 l/s
	D II 110 slög/mín = 20,4 l/s	
19:34	Drepið á dælingu	
19:35	1 mín	18,4 m
19:36	2 "	35,2 "
19:37	3 "	43,2 "
19:38	4 "	48,4 "
19:39	5 "	52,0 "
19:40	6 "	54,8 "
19:42	8 "	59,0 "
19:43	9 "	60,8 "

Kl.	Δt	Vatnsborð
19:44	10 mín	62,2 m
19:45	11 "	63,6 "
19:46	12 "	64,8 "
19:47	13 "	66,0 "
19:48	14 "	66,8 "
19:49	15 "	67,8 "
19:50	16 "	68,6 "
19:51	17 "	69,4 "
19:52	18 "	70,2 "
19:53	19 "	71,0 "
19:54	20 "	71,6 "
19:56	22 "	72,8 "
19:58	24 "	74,0 "
20:00	26 "	74,8 "
20:01	28 "	75,8 "
20:04	30 "	76,6 "
20:06	32 "	77,4 "
20:08	34 "	78,0 "
20:10	36 "	78,8 "
20:12	38 "	79,4 "
20:14	40 "	80,0 "
20:19	45 "	81,2 "
20:24	50 "	82,2 "
20:29	55 "	83,2 "
20:34	60 "	84,0 "
20:39	65 "	84,8 "
20:54	80 "	86,6 "
20:59	85 "	87,0 "
21:11	97 "	88,0 "
21:14	100 "	88,2 "
21:19	105 "	88,6 "

Kl.	Δt	Vatnsborð
21:24	110 mín	88,8 m
21:39	125 "	89,6 "
21:44	130 "	90,0 "
21:54	140 "	90,4 "
22:04	150 "	90,8 "
22:14	160 "	91,2 "
22:24	170 "	91,8 "
22:34	180 "	92,2 "

JHD-SK-6607-GKH
81.09.0999-EBF

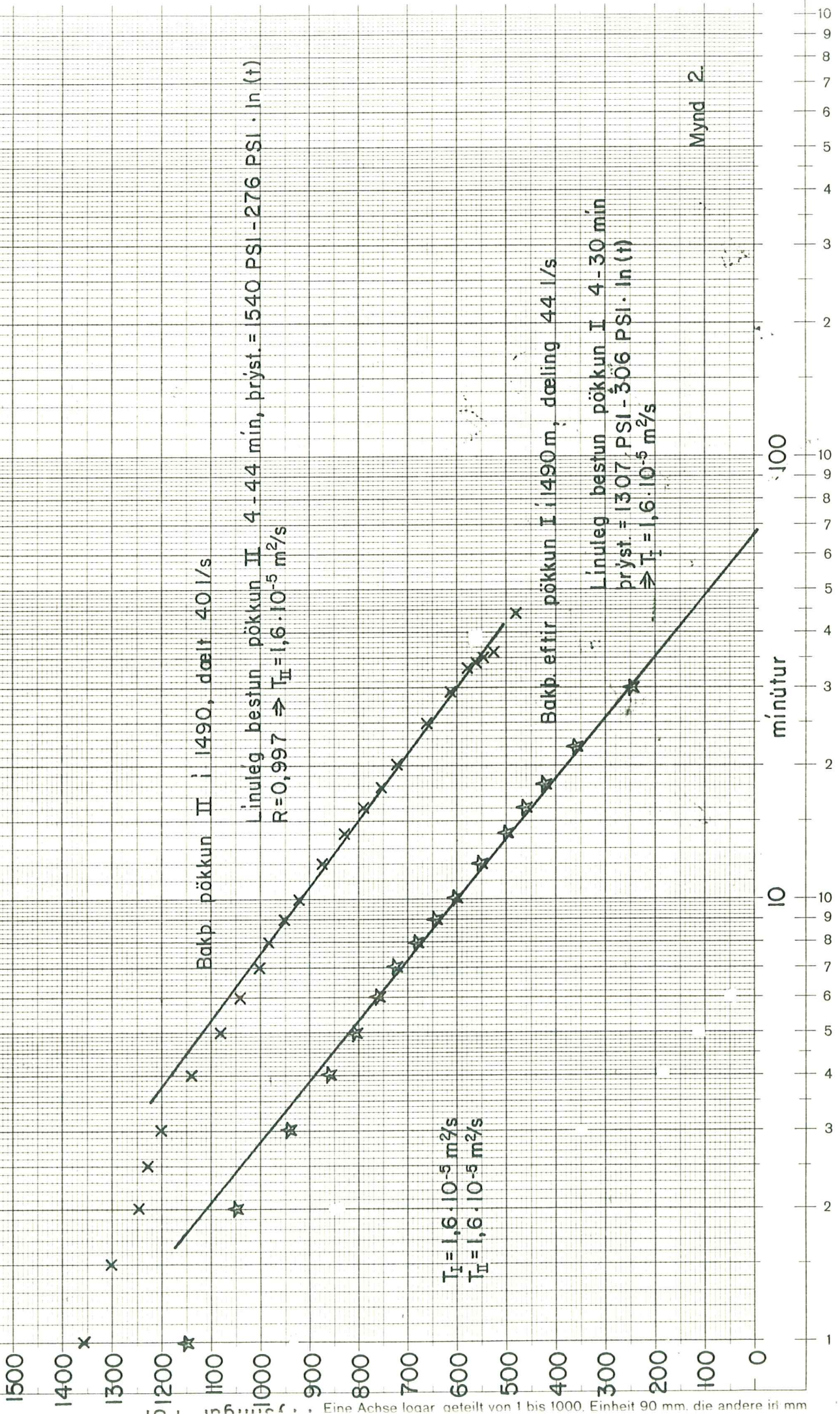
PREPÆLING KJ-17 81.08.09



Eine Achse logar. geteilt von 1 bis 1000. Einheit 90 mm, die andere i. mm

UHD-SK-6607-GKH
81.09.1002-EBF

PÖKKUN KJ-17 8108.09

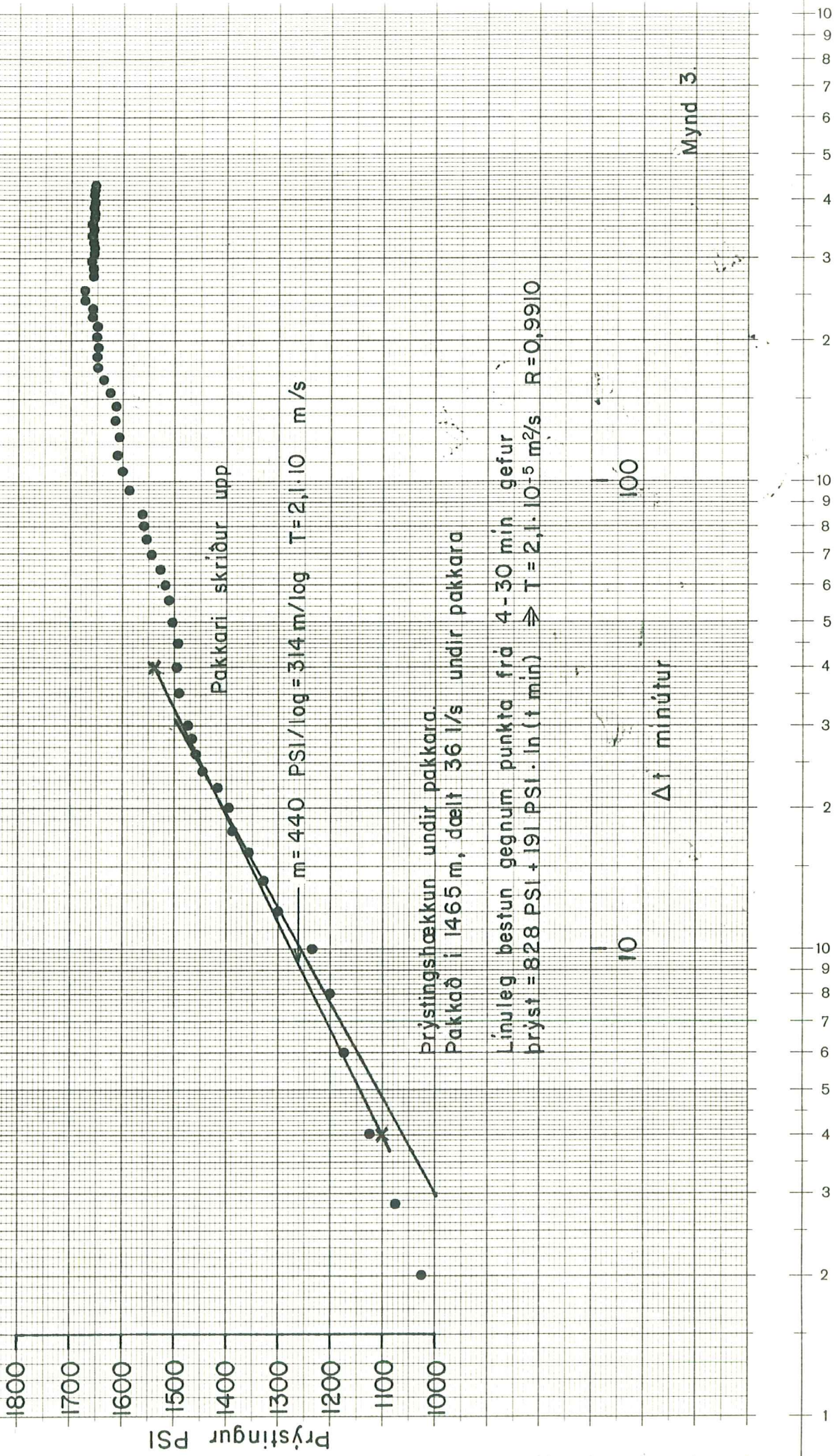


Mynd 2.

Eine Achse logar geteilt von 1 bis 1000. Einheit 90 mm. die andere in mm

JHD-SK-6607-GKH
81.09.1001-EBF

PREPADÆLING KJ-17 81.08.10.

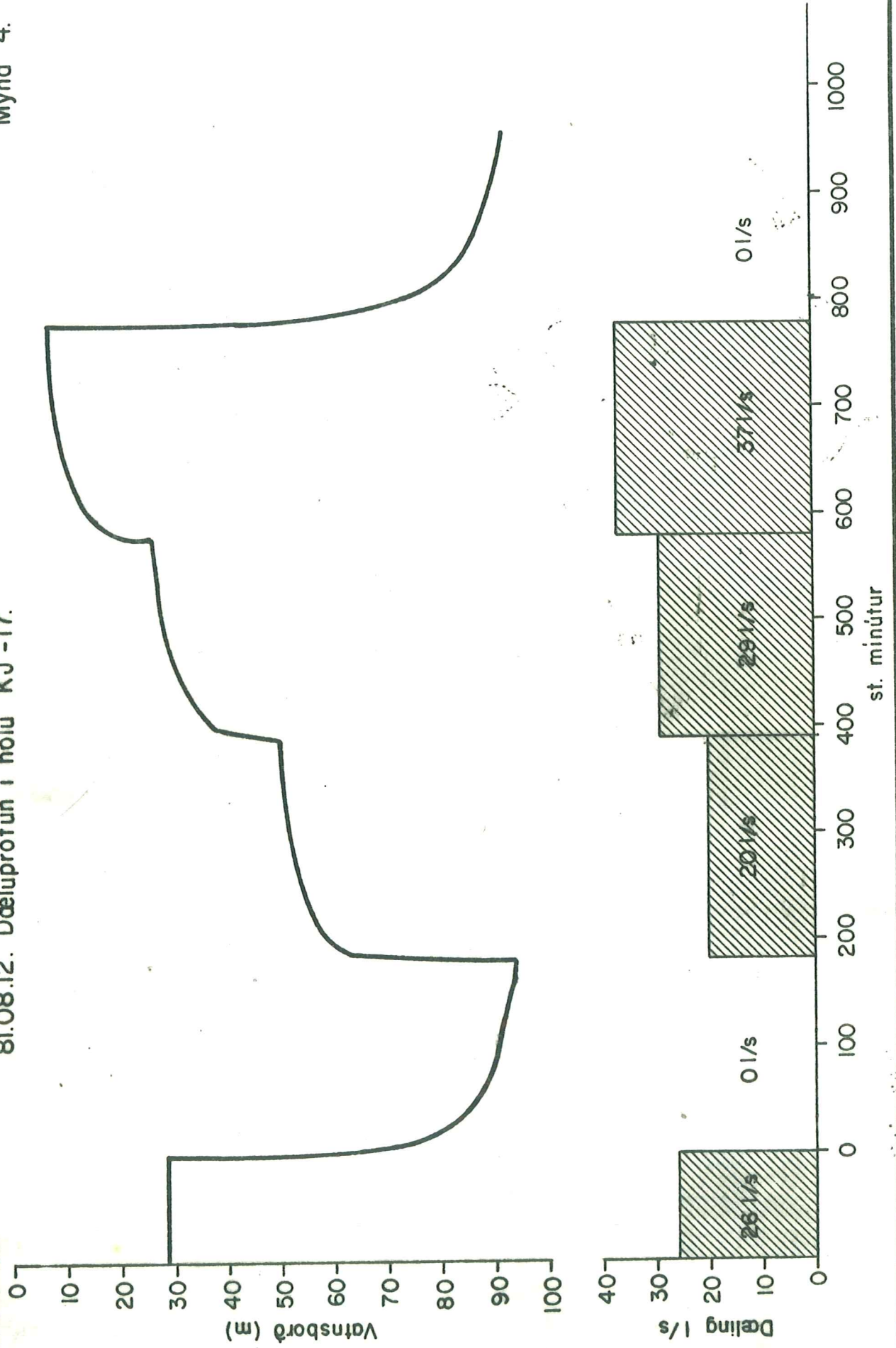


Mynd 3.

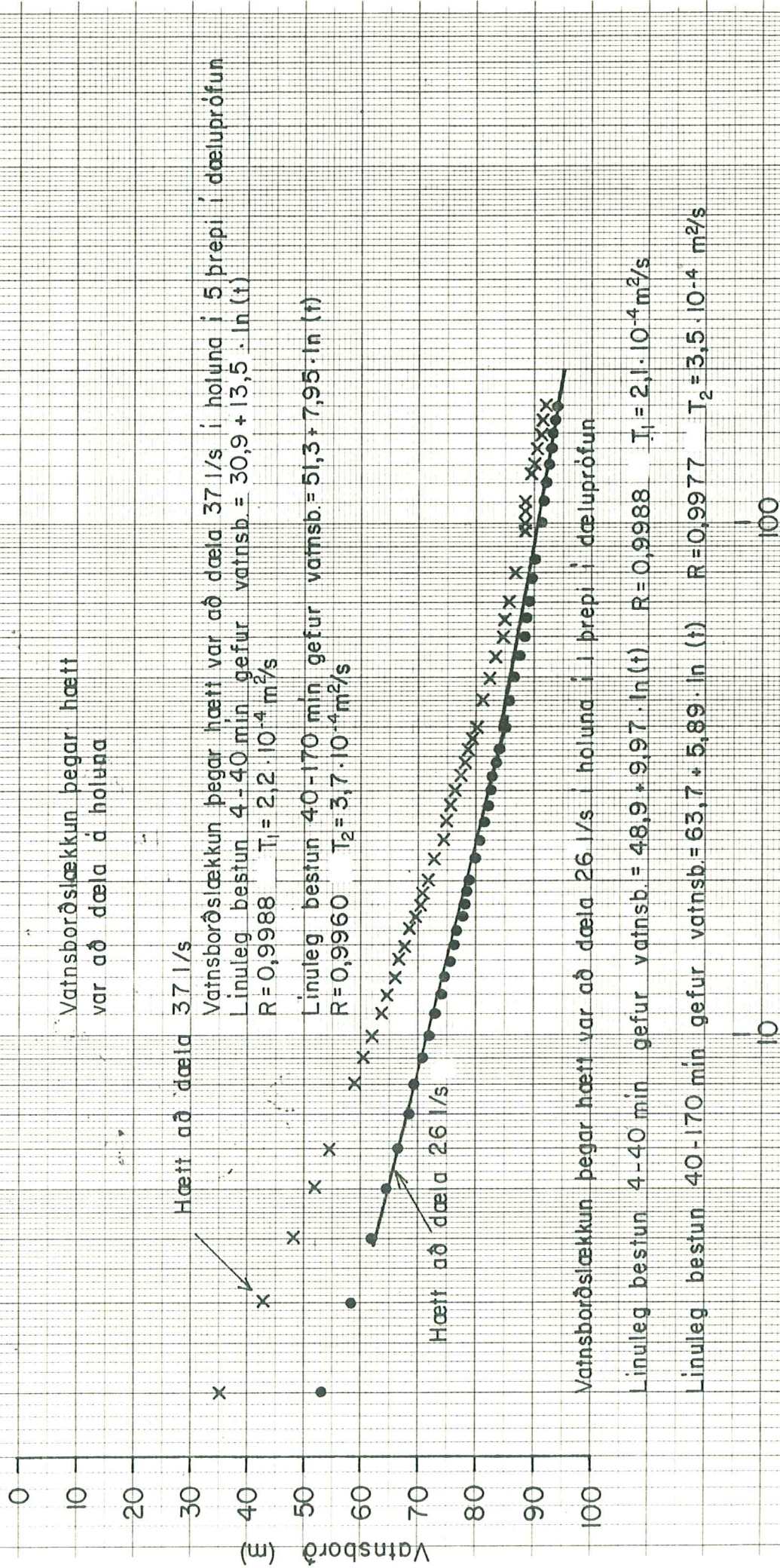
1- JHD-SK-6607-GKH
81.09.1051-EBF

81.08.12. Dæluprófun í holi KJ-17.

Mynd 4.



PREPAÐÆLING KJ-17 81.08.12.



Mynd 5.

ÞREPADÆLING KJ-17 12 ágúst 1981

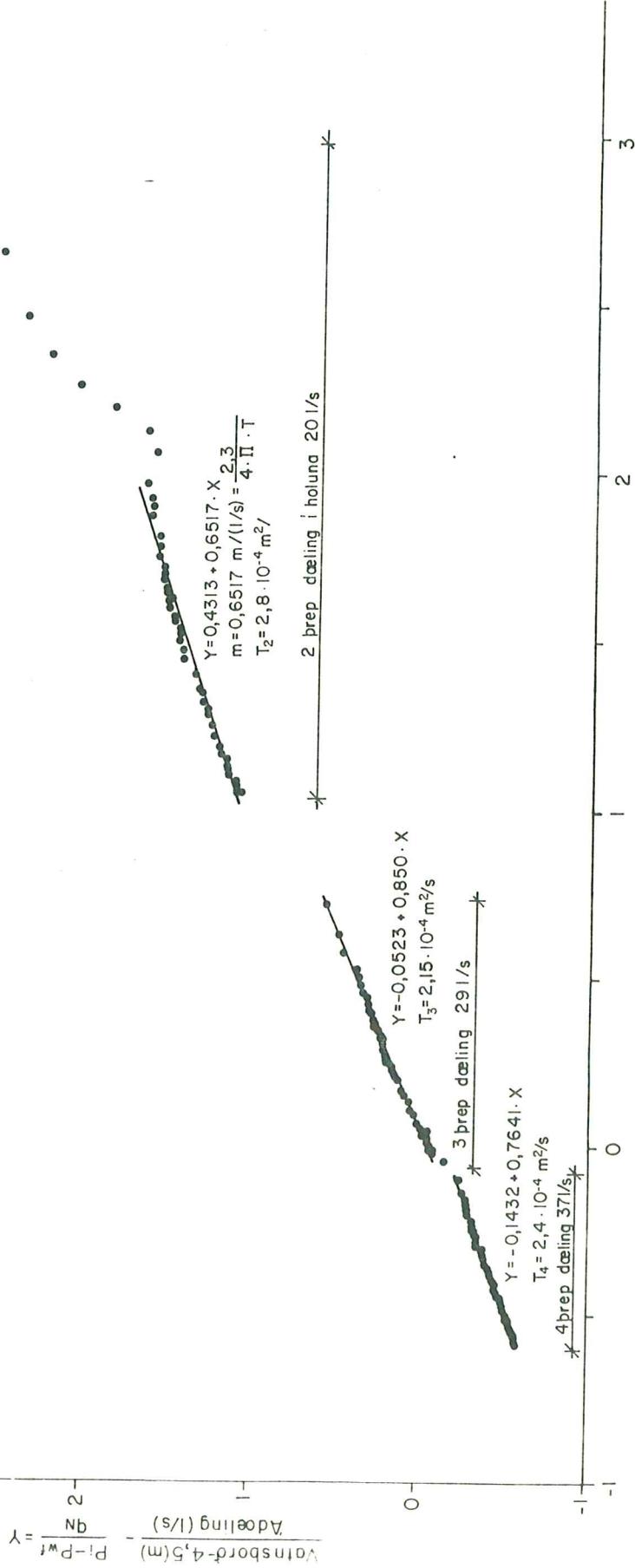
Dregin lína -
$$P_i - P_{wf} = m' \sum_{j=1}^N \left[\frac{q_j - q_{j-1}}{q_N} \cdot \log(t - t_{j-1}) \right] + b'$$

$P_i - P_{wf}$ Vatnsbordsbreyting

- q_N Dæling í holuna í síðasta þrepi l/s
- t Minútur frá því þrepadæling hófst
- t_j Tími þegar ádæluþrepi „j“ lýkur
- q_j Dæling í holuna í ádæluþrepi „j“ l/s

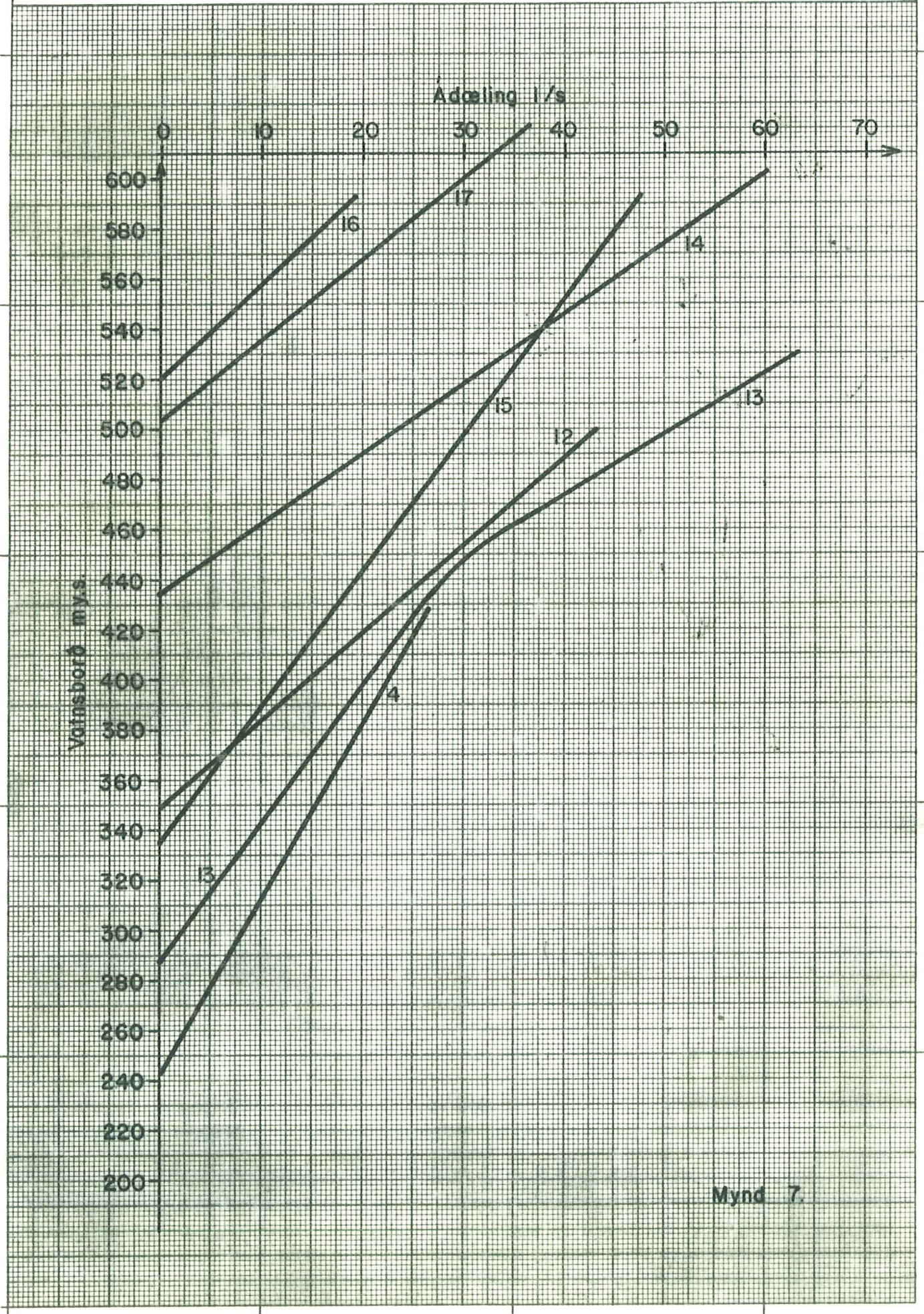
Línuleg bestun gegnum mælipunta gefur línu með hallanum m'

$$m' = \frac{162,6 \cdot B \cdot \mu}{k \cdot h} = \frac{2,3}{4 \cdot \pi \cdot T}$$



Mynd 6.

PREPADÆLINGAR Í KRÖFLUHOLUM



Mynd 7.