

FLUTNINGUR
'A
HEITU
VATNI

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

FLUTNINGUR Á HEITU VATNI

OS JHD 7612

FJARHITUN H.F.
JANÚAR 1976

1. Inngangur

Að beiðni Karls Ragnars verkfræðings hjá Orkustofnun hefur Fjarhitun h.f. gert athugun á kostnaði við að flytja heitt vatn langan veg og áætlað kælingu þess.

Til að meta lauslega kostnað við að flytja vatn höfum við áætlað kostnað á lengdareiningu fyrir þrjár pípu-gerðir.

- a) Asbestpípa í jarðvegsgarði
- b) Stálpípa sem er ofanjarðar, einangruð og með blikk hlífðarkápu.
- c) Einangruð stálpípa í plasthlífðarkápu og grafin í jörðu.

Síðan er reynt að meta þá kælingu sem verður á vatni þegar það er flutt langan veg. Ráðandi þáttur um kælingu er rennslið í pípunum. Niðurstöðurnar eru sýndar á línurítum 1 - 4.

2. Notkun línuritanna

Notkun línuritanna er einfaldast að skýra með dæmum.

Dæmi 1. Rennsli 175 l/sek.

Á línuríti 1 (rennsli meira en 20 l/sek) er fundið hvar lóðrétta línán sem tákna 175 l/sek. sker kúrfurnar og frá skurðpunktunum eru dregnar láréttar línur til skurðar við lóðrétta ás línuritsins. Kæling vatnsins í leiðslunni verður um 0,12 °C/km ef miðað er við einangraða stálpípu en 0.18-0.28 °C/km sé miðað við asbestpípu.

Á línuríti 3 (rennsli meira en 20 l/sek) er fundið hvar lóðrétta línán sem tákna 175 l/sek. sker kúrfurnar og síðan farið út eftir kúrfunum að næstu pípustærð, Ø 400 mm. (Einnig má fara niður á við eftir kúrfunum að næstu pípu-
stærð, en þá verður rennslismótstaða mun meiri, sem aftur kallar á aukna dælingu til að koma hinu tiltekna vatns-
magni gegnum pípunum).

Er pípustærð hefur verið valin er farið lárétt út til skurðar við lóðrétta ásinn og kostnaður við lögnina fundinn, um 15.0 Mkr/km við asbestpípu og um 27.5 Mkr/km við stálpípu. Til að fá kostnað á hverjum tíma eru þessar tölur síðan margfaldaðar með gildandi byggingarvísitölu og deilt með 100, sem er sú byggingarvísitala sem línuritið er miðað við.

Dæmi 2. Rennsli 7 l/sek.

Kæling, pípustærðir og verð er fundið eins og lýst var í dæmi 1, nema hvað hér eru notuð línurit 2 og 4.

3. Varmatap.

Kæling í pípunum er reiknuð með aðferð sem sýnd er um varmatapsreikninga í bókinni "Fjernvarmeledningar" eftir Olufsen.

Reiknað er með að mismunur hita vatns og útihita sé 100 °C, en það getur svarað til að hiti vatns sé 85 °C og lofthiti sé -15°C. Í grennri pípum er rennslið miðað við að brýstifallið sé 10 mm vs/m, en í pípum sem eru 150 mm og víðari er rennslið miðað við að brýstifallið sé 5 mm vs/m.

a) Asbestpípan lögð í torfgarð, 0.5 m þykk.

Varmaleiðni jarðvegs er mjög breytileg.

Mælingar, sem Rannsóknarstofnun Iðnaðarins gerði á jarðvegssýnum sem voru tekin fyrir Hitaveitu Húsavíkur, gáfu eftirfarandi niðurstöðu:

	Rakastig	Varmaleiðnitala
Mold	57-107%	0,29- 0,48 kcal/m.h.°C
Mór	252-440%	0,27- 0,49 kcal/m.h.°C

Varmatap var reiknað fyrir lágsta og hæsta gildi þ.e. 0,27 kcal/m.h.°C og 0,49 kcal/m.h.°C

b) Stálpípa ofanjarðar, einangruð með 5 sm þykkri urethan einangrun og yfir einangrunina er blikkhlífðarkápa. Varmaleiðni urethans er reiknuð $0,03 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$.

c) Stálpípur grafnar í jörðu, einangraðar með urethan og í plasthlífðarkápu. Píurnar eru grafnar á 70 sm dýpi.

Niðurstöður reikninga sýndar í töflum 1, 2 og 3 og eru teiknaðar upp á línuritum 1 og 2. Niðurstöðurnar eru mjög í samræmi við þær reynslutölur sem við höfum.

Varmatap vex eftir því sem pípan er stærri, en flutningsgetan vex mun hraðar, þannig að kælingin minnkar.

Í 200 mm pípu er kæling í einangraðri stálpípu um $0,4^\circ\text{C/km}$, en í 200 mm asbestpípu er kæling $0,7 - 1,2^\circ\text{C/km}$.

Hinsvegar er kæling í 600 mm stálpípu um $0,06^\circ\text{C/km}$, og 600 mm asbestpípu um $0,06 - 0,10^\circ\text{C/km}$.

TAFLA 1

Asbestpípur lagðar í 0,5 m þykkun torfgarð. Varmaleiðni jarðvegs: 0,27 - 0,49 kcal/m.h.°C

Rennsli er miðað við 10 mm/m þrýstifall fyrir Ø 50, Ø 80 og Ø 100 mm sverar pípur en 5 mm/m þrýstifall fyrir aðrar pípustærðir.

Þvermál mm	Kólnunartafla K:kcal/m.h.°C	Varmatap Mcal/km.h	Rennsli m ³ /h	Kæling °C/km
	0,65 kcal/m.h.°C	65 Mcal/km.h		14.44 °C/km
Ø 50	1.10 " "	110 " "	4.5 m ³ /h	24.44 "
	0,68 " "	68 " "		4.69 "
Ø 80	1.19 " "	119 " "	14.5 "	8.21 "
	0.70 " "	70 " "		2.50 "
Ø 100	1.23 " "	123 " "	28.0 "	4.39 "
	0.74 " "	74 " "		1.30 "
Ø 150	1.31 " "	131 " "	57.0 "	2.30 "
	0.81 " "	81 " "		0.68 "
Ø 200	1.43 " "	143 " "	119.0 "	1.20 "
	0.85 " "	85 " "		0.38 "
Ø 250	1.45 " "	145 " "	220.0 "	0.65 "
	0.88 " "	88 " "		0.24 "
Ø 300	1.52 " "	152 " "	360.0 "	0.42 "
	0.98 " "	98 " "		0.18 "
Ø 350	1.67 " "	167 " "	540.0 "	0.31 "
	1.01 " "	101 " "		0.13 "
Ø 400	1.75 " "	175 " "	760.0 "	0.23 "
	1.07 " "	107 " "		0.11 "
Ø 450	1.96 " "	196 " "	1008.0 "	0.19 "
	1.12 " "	112 " "		0.08 "
Ø 500	2.05 " "	205 " "	1370.0 "	0.14 "
	1.23 " "	123 " "		0.06 "
Ø 600	2.20 " "	220 " "	2150.0 "	0.10 "

TAFLA 2

Stálpípur, urethan einangrun og blikkhlífðarkápa.
 Mismunur hita vatns og lofts er 100°C. Varmaleiðni
 urethans = 0,03 kcal/m.h. °C.

Þvermál mm	Kólnunartafla K:kcal/m.h.°C	Varmatap Mcal/km.h	Rennsli við 5 mm vs/m þrýstifall	Kæling °C/km
Ø 150	0,37 kcal/m.h.°C	37 Mcal/km.h	60 m ³ /h	0,62 °C/km
Ø 200	0,46 " "	46 " "	120 "	0,38 "
Ø 250	0,56 " "	56 " "	220 "	0,25 "
Ø 300	0,70 " "	70 " "	350 "	0,20 "
Ø 350	0,73 " "	73 " "	550 "	0,13 "
Ø 400	0,86 " "	86 " "	760 "	0,11 "
Ø 450	0,97 " "	97 " "	1.050 "	0,09 "
Ø 500	1,03 " "	103 " "	1,400 "	0,07 "
Ø 600	1,20 " "	120 " "	2,150 "	0,06 "

TAFLA 3

Kæling í stálpípum sem eru einangraðar með urethan og í plasthlífðarkápu.

Pípurinn er grafnar á 70 sm dýpi.

Gert er ráð fyrir að varmaleiðnitala urethans sé 0,03

kcal/m.h.°C en varmaleiðnitala jarðvegs sé 0,5 kcal/m.h.°C.

Rennsli í pípum er miðað við að þrýstifallið sé 10 mm vs/m.

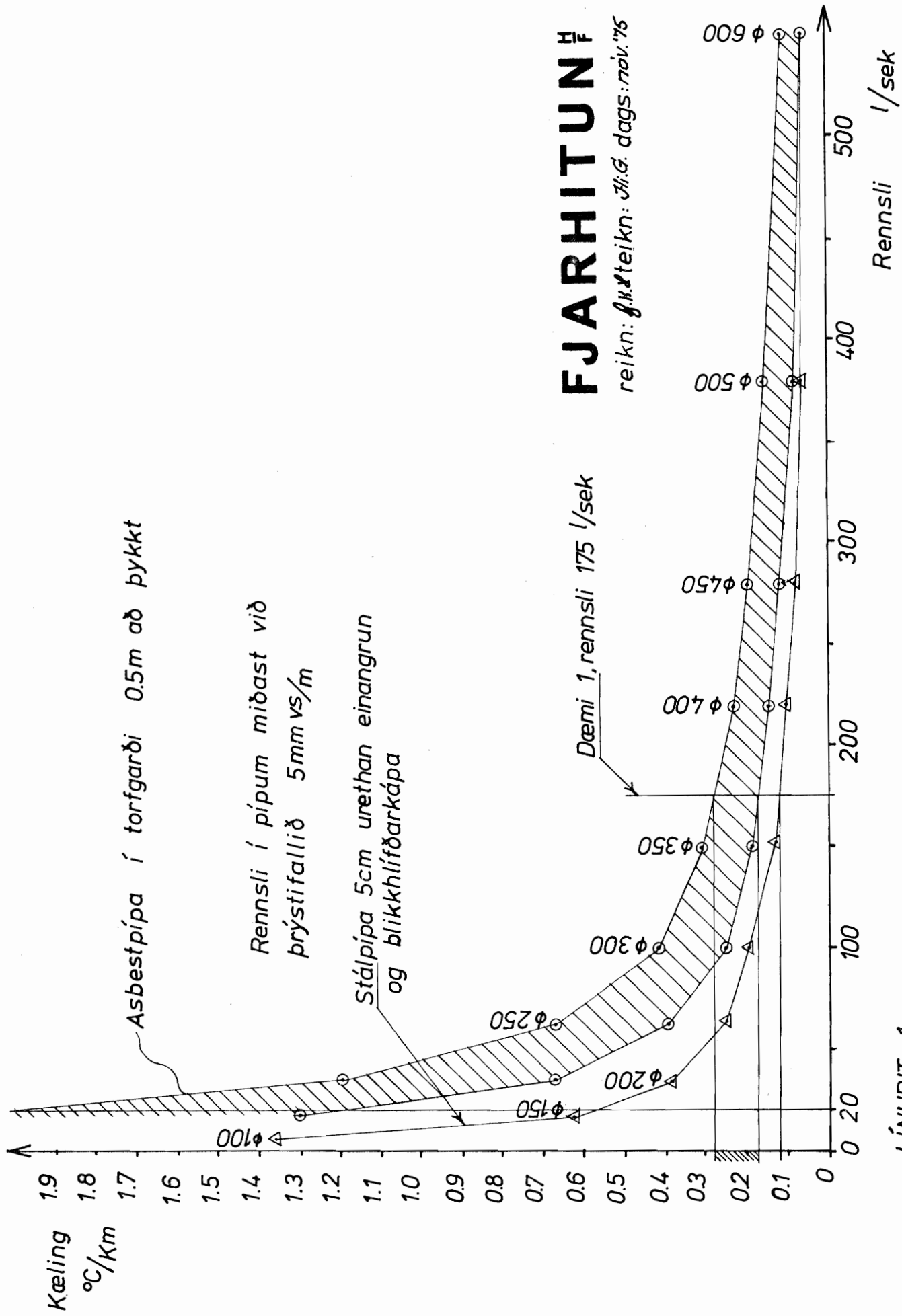
Þvermál	Mótstaða einangrunar	Mótstaða jarðvegs	Kólnunartala	Varmatap	Rennsli 10 mm	Kæling °C/km
	m_1 kcal/m.h.°C	m_2 kcal/m.h.°C	$K = \frac{1}{m_1 + m_2}$ kcal/m.h.°C	Mcal/km.h	vs/m þrýstif.	
Ø 20	8,0	1,1	0,11	11	390 l/h	28 °C/km
Ø 25	6,8	1,1	0,13	13	720	- 18 -
Ø 32	6,5	1,1	0,13	13	1,500	- 8,7 -
Ø 40	5,5	1,1	0,15	15	2,500	- 6,0 -
Ø 50	5,5	1,0	0,15	15	4,600	- 3,3 -
Ø 70	3,7	1,0	0,21	21	11,000	- 1,9 -
Ø 80	4,0	0,9	0,20	20	16,000	- 1,3 -
Ø 100	3,7	0,9	0,22	22	29,000	- 0,8 -
Ø 150	2,8	0,8	0,28	28	81,000	- 0,3 -

4. Kostnaðaráætlun.

Áætlaður er kostnaður við pípur og lögn þeirra. Til þæginda-
auka er stofnkostnaður færður á línurit sem fall af flutnings-
getu æðanna. Á línuriti 3 er sýndur kostnaður við asbestpípu
í jarðvegsgarði og stálpípu ofanjarðar í blikkápu. Á línu-
riti 4 er sýndur kostnaður við asbestpípu í jarðvegsgarði og
við stálpípu grafna í jörðu í plasthlífðarkápu. Þegar verð-
breytingar verða, er hægt að gera lauslegan samanburð með
því að fara kostnað upp með byggingarvísitölu. Byggingar-
vísitalan er nú 100 stig (frá 1.nóv.1975, en það jafngildir
1986 stigum samkvæmt eldri vísitölureikningum).

TAFLA 4

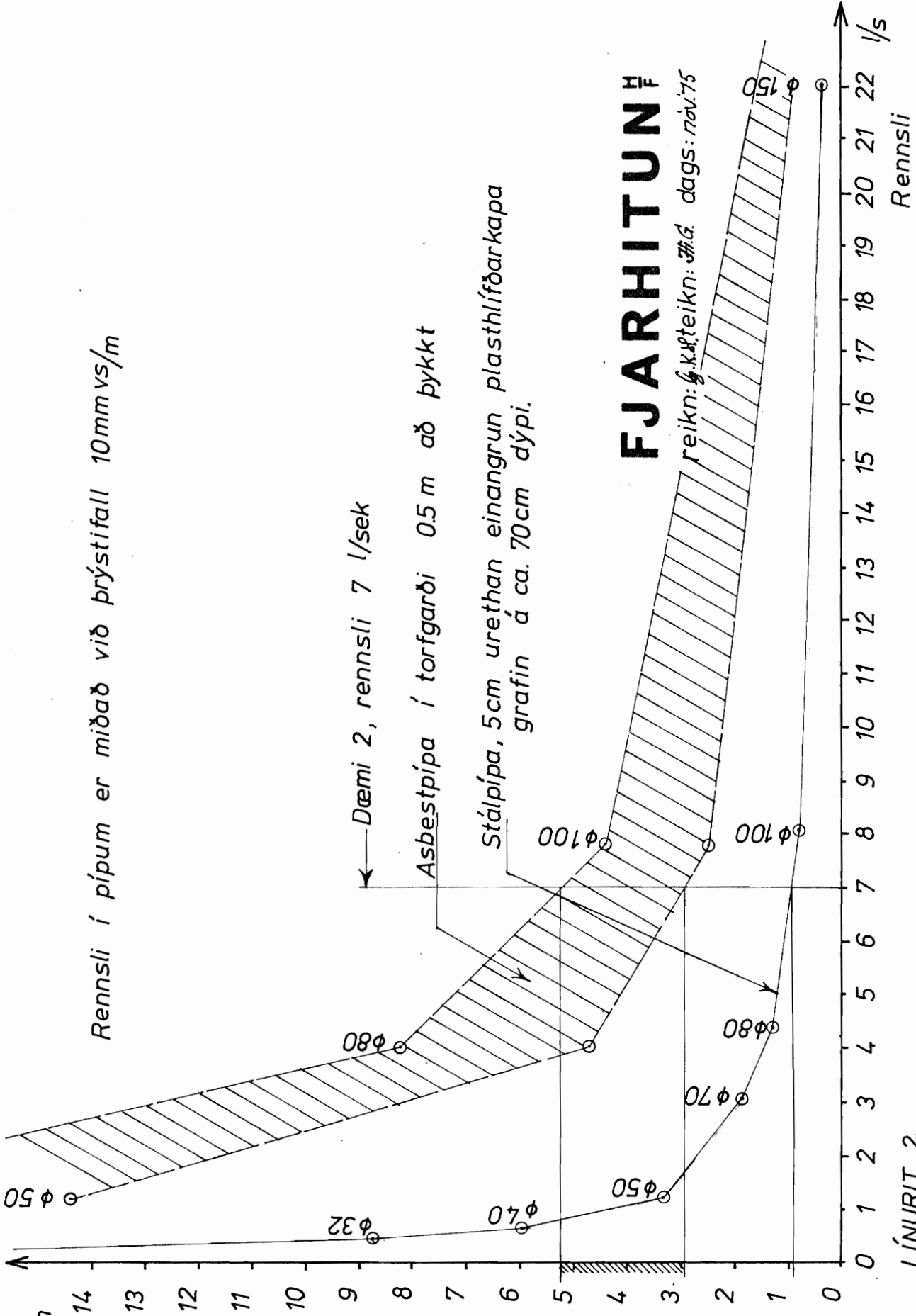
Þvermál mm	Kostnaður við asbestpípu í jarðvegsgarði	Kostnaður við stál- pípu einangraða með urethan og blikk- hlífðarkápu. Pípan er yfir jörðu.	Kostnaður við stál- pípu einangraða með urethan og í plast- hlífðarkápu. Pípan er grafín í jörðu.
Ø 25			3.3 millj/km
Ø 32			3.6 -
Ø 40			3.8 -
Ø 50			4.4 -
Ø 70	1.7 millj/km		4.7 -
Ø 80	1.8 -		5.5 -
Ø 100	2.1 -		6.9 -
Ø 150	3.3 -		8.9 -
Ø 200	5.2 -	14.4 millj/km	
Ø 250	6.6 -	18.3 -	
Ø 300	9.4 -	21.9 -	
Ø 350		23.7 -	
Ø 400	15.2 -	27.6 -	
Ø 450		31.1 -	
Ø 500	22.0 -	35.0 -	
Ø 600	30.9 -	39.7 -	



Kæling

$^{\circ}\text{C}/\text{Km}$

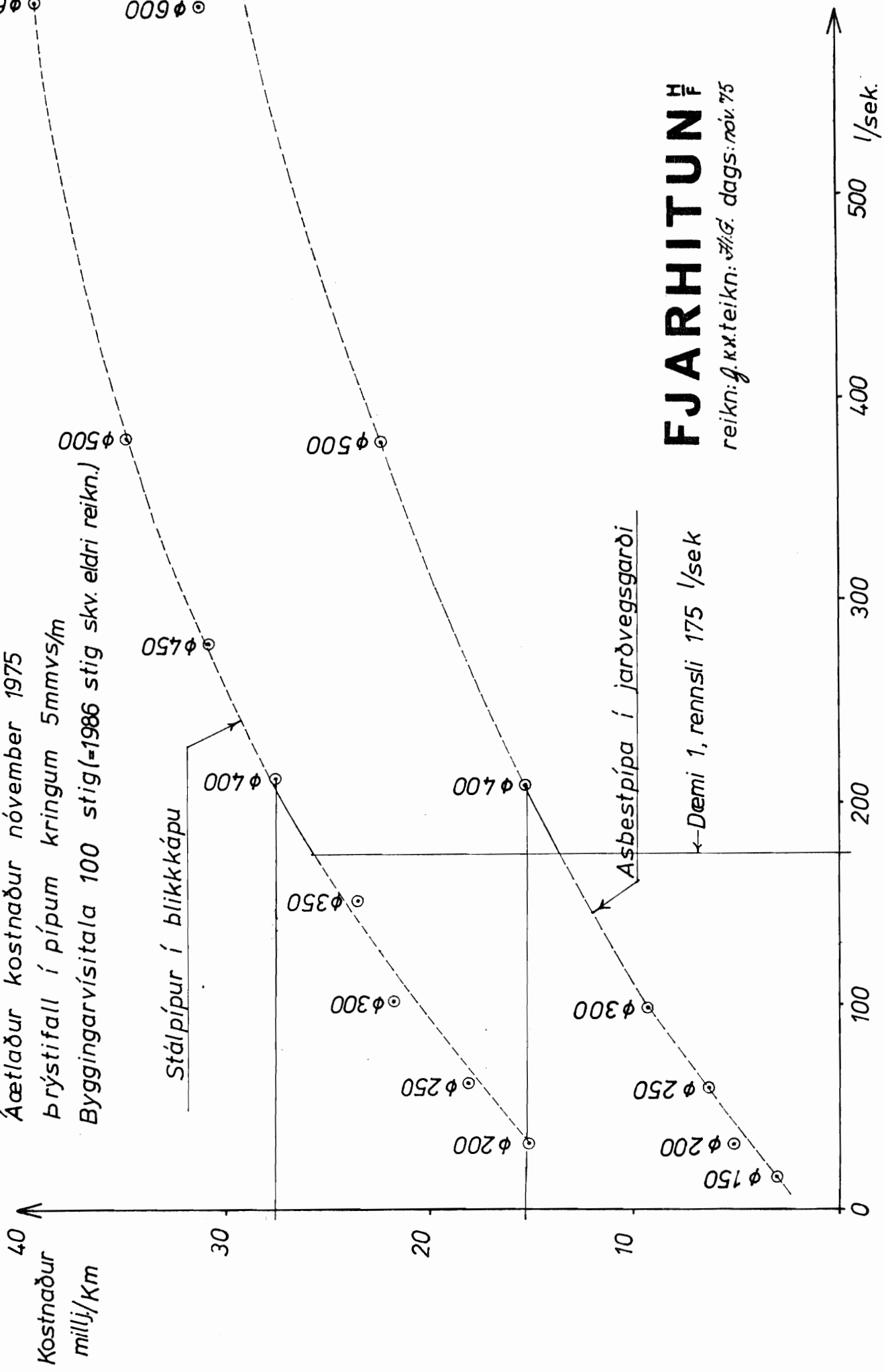
Rennsli í pípum er míðað við þrýstifall 10mm vs/m



Áætlaður kostnaður nóvember 1975

Þrýstifall í pípum kringum 5mmvs/m

Byggingarvísitala 100 stig (=1986 stig skv. eldri reikn.)



FJARHITUN

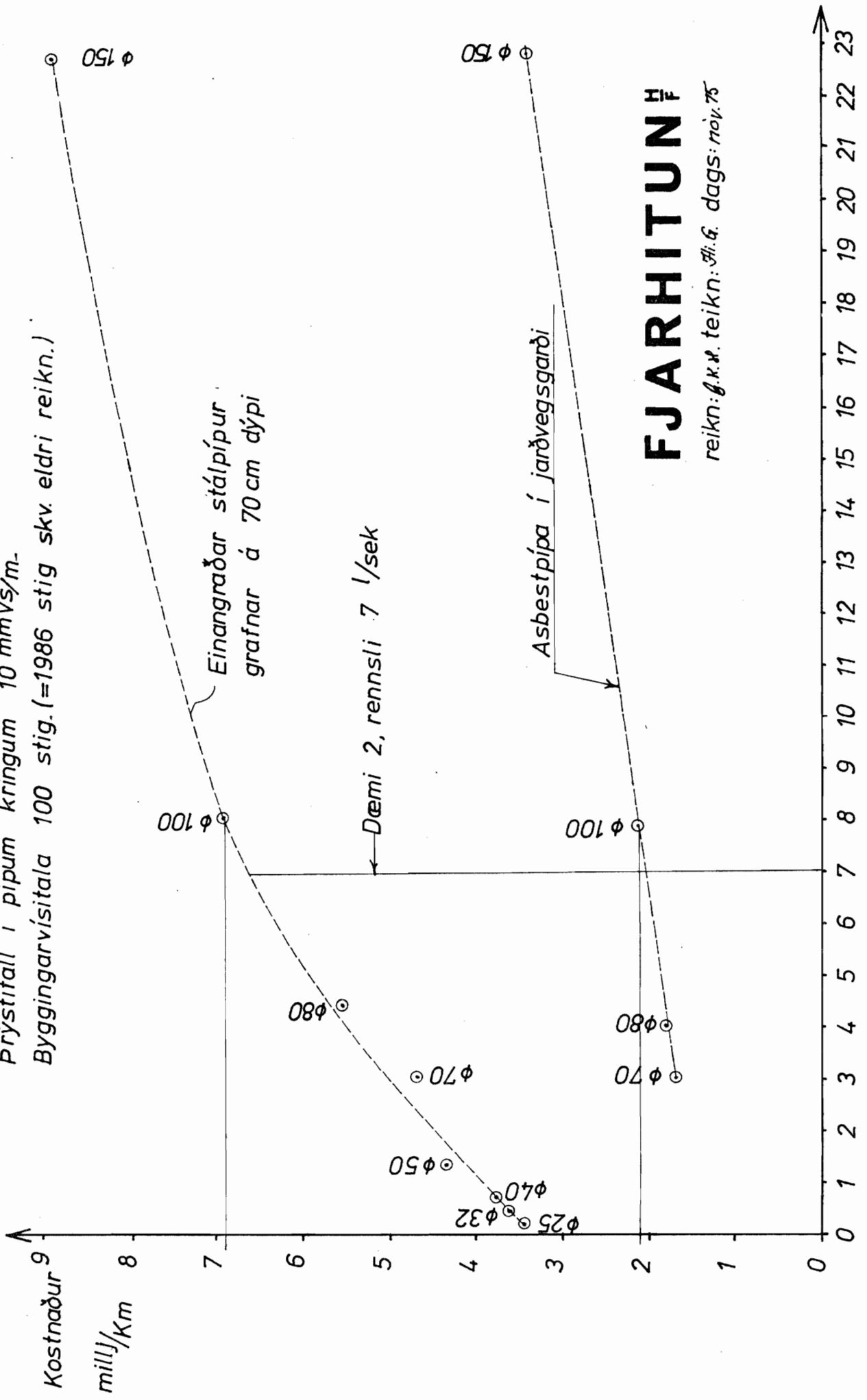
reikn. g.k.x.teikn. A.G. dags. nóv. 75

Asbestpípa í jarðvegsgarði

Demi 1, rennsli 175 l/sek

Stálpípur í blikkkápu

Áætlaður kostnaður nív. 1975.
 Þrýstifall í pípum kringum 10 mmVs/m-
 Byggingarvísitala 100 stig. (=1986 stig skv. eldri reikn.)



FJARHITUN

reikn.: *Þ. K. K.* teikn.: *Þ. G.* dags.: *nív. 75*