

NGU-rapport nr. 87.161

Vågåmo Vannverk  
Beskyttelse av grunnvannsforekomsten

Rapport nr. 87.161		ISSN 0800-3416		Åpen/Forvoldig <del>Forvoldig</del>	
Tittel: Vågåmo Vannverk Beskyttelse av grunnvannsforekomsten					
Forfatter: Arve Misund			Oppdragsgiver: NGU Vågå kommune		
Fylke: Oppland			Kommune: Vågå		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Årdal			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1618-1 Vågå		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 22	Pris: 70,-	
			Kartbilag: 3		
Feltarbeid utført: 1986		Rapportdato: Oktober 1988		Prosjektnr.: 2378.00.52	
Seksjonssjef: <i>Bernt Melum</i>					
Sammendrag:  Rapporten beskriver pumpeforsøk og resultater i forbindelse med godkjenning og beskyttelse av Vågåmo Vannverk.					
Emneord		Hydrogeologi		Løsmasse	
Grunnvannsforsyning		Rørbrønn		Fagrapport	

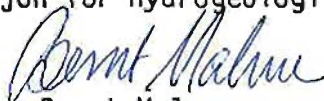
## FORORD

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har fullført undersøkelsene i forbindelse med beskyttelse av grunnvannsførekosten ved Vågåmo Vannverk.

Rapporten er utarbeidet som et faglig underlag for kommunens søknad om godkjenning av vannverket.

Trondheim, 5. oktober 1988

Seksjon for hydrogeologi



Bernt Målme

seksjonssjef



Arve Misund  
forsker

## INNHOOLD

	Side
1. INNLEDNING	
1.1 Formål	5
1.2 Gjennomføring	5
1.3 Dimensjonerende data	5
1.4 Oppgavefordeling	5
2. OMRÅDEBESKRIVELSE	
2.1 Løsmasseforhold	6
2.2 Grunnvannsforhold	6
3. UNDERSØKELSER OG BEREGNINGER	
3.1 Grunnvannets strømnings- og potensialforhold	6
3.2 Grunnvannsmagasinetts hydrauliske egenskaper	7
3.2.1 Hydraulisk konduktivitet (K-verdi)	7
3.2.2 Transmissivitet (T-verdi)	8
3.2.3 Magasinkoeffisient	8
3.3 Influensområde	8
4. ANBEFALING	9
5. VEDLEGG	
1. Kart over Vågå, M 1:50 000	
2. Kart over Vågå, M 1: 5 000	
3. Sonderboring P6 og P8	
4. Oversikt Vågåmo Vannverk, M 1:100	
5. Grunnvannskart, normal drift	
6. Grunnvannskart, maksimalt uttak	
7. Avleste grunnvannsnivå under forsøket	
8. Kornfordelingskurve	
9. Permeabilitet utfra kornfordeling	
10. Parametre i tid/stigningsanalyse	
11. P6, plott tid/stigningsdata	
12. P8, plott tid/stigningsdata	
13. Plott, senkningsdata / avstand fra brønn	
14. P2, plott tid/stigningsdata	
15. Sonekart M 1:5 000	
16. Sonekart M 1:1 000	

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Formål

Etter oppdrag fra Vågå kommune har Seksjon for hydrogeologi ved Norges geologiske undersøkelse foretatt en hydrogeologisk undersøkelse i området ved Vågåmo Vannverk.

Formålet med undersøkelsen var å kartlegge influensområdet til grunnvannsbrønnene. Dette danner grunnlag for beskyttelse av grunnvannsforekomsten.

### 1.2 Gjennomføring

Undersøkelsene ble foretatt i 1986 og omfattet:

- boring av undersøkelsesbrønner for uttak av masse og registrering av grunnvannsstand.
- prøvepumping der pumpene ble kjørt på full belastning i 36 timer, med påfølgende stopp i 12 timer, mellom 17.09 og 18.09.86. Registrering av grunnvannsstanden før stopp, under og etter stopp danner grunnlag for bestemmelse av grunnvannsmagasinet's hydrauliske egenskaper og brønnenes influensområde.

### 1.3 Dimensjonerende data

Etter oppgave fra Vågå kommune er behovet satt til 2000 l/min (120 m<sup>3</sup>/time).

### 1.4 Oppgavefordeling

Ansvarlig for undersøkelsen har vært forsker Arve Misund og ingeniør Helge Skarphagen. Undersøkelsesbrønnene er satt ned av Hovden Brønnboring.

## 2. OMRÅDEBESKRIVELSE

### 2.1 Løsmasseforhold

Vågå sentrum er bygd på elvevifta avsatt fra elva Finna ut mot Vågåvannet. I sørvestre del av vifta ligger Vågåmo Vannverk (Vedlegg 1 og 2).

Det er utført sonderboringer til 17,5 m i P8 og 20,5 m i P6 (Vedlegg 3). Begge boringene ble avsluttet i sand før fjell, slik at de viser minimumsdyp. Profilene viser at avsetningen ikke er homogen. I P8 er det mest grusig sand, mens det i P6 er overgang til finsand ved 14,5 m.

### 2.2 Grunnvannsforhold

Løsmasseavsetningen ved Vågåmo Vannverk rommer et åpent grunnvannsmagasin som domineres av ca. 5 m steinrik grus over minimum 12 m sand/finsand. Magasinet er ved P6 avgrenset av finsand på 13 m dyp, mens det ved P8 er sand til minimum 18 m. Dette tyder på at magasintykkelsen avtar mot øst. Grunnvannsspeilet ligger på ca. 3 meters dyp fra brønnene og nordover, slik at vannmettet magasinhøyde ved brønnene er minimum 15 m. Mektigheten av umettet sone avtar mot Vågåvannet. Mektigheten vil også avta ved flom og økt nedbør i området.

150 m nordvest for Vågå Vannverk skråner fjellet bratt opp og utgjør en naturlig avgrensning av influensområdet. I vest og sør er det infiltrasjon fra Vågåvannet og i øst er jordbruksområdet med drenering vesentlig vekk fra brønnene.

## 3. UNDERSØKELSER OG BEREGNINGER

### 3.1 Grunnvannets strømnings- og potensialforhold

Vedlegg 4 viser brønnplassering ved Vågåmo Vannverk. For registrering av strømningsforholdene ved vannverket ble det sommeren 1986 satt ned 6 5/4" peilerør nummerert fra 1-7, og 2 4" rør med nummer 8 og 9. P8 og P9 ble påmontert limnigrafer (Vedlegg 5).

Ved normal pumpebelastning heller grunnvannsspeilet jevnt nedover mot Vågåvannet. Denne hellningen er topografisk betinget.

Ved økt vannuttak kommer det fram at den største tilstrømningen til brønnene skjer fra Vågåvannet i vestre del av akviferen (Vedlegg 6). Den lave permeabiliteten ved P8 og P6 (Vedlegg 9) viser at variasjonene i grunnvannsspeilet ikke kan skyldes reell strømning. Det er en respons på økt vannuttak som fører til trykkavlastning i akviferen og senket grunnvannsspeil.

Transmissiviteten i P8 og P6 er lavere enn verdien målt for hele akviferen. Dette tyder på høyere transmissivitet i vest for å få den beregnede gjennomsnittsverdien for hele akviferen. Ser man på plottet av avstand peilerør mot målt avsenkning (Vedlegg 13), kommer det fram at P4 reagerer hurtigere enn normalt. Det er altså stor vanntilførsel fra vestre del av akviferen.

### 3.2 Grunnvannsmagasinetts hydrauliske egenskaper

Grunnvannsmagasinetts hydrauliske egenskaper er bestemt ved analyser av masseprøver fra 2 lokaliteter (korngraderingskurvene) og ved prøvepumping av produksjonsbrønner med registrering av senkning- og stigningsdata (Vedlegg 7). De hydrauliske egenskapene bestemmer magasinets kapasitet.

#### 3.2.1 Hydraulisk konduktivitet (K-verdi)

K-verdien er et spesifikt mål på hvor lett vannet kan transporteres gjennom løsmassene. Indikasjoner på K-verdi er fremskaffet gjennom sonderboringene og ved den spesifikke kapasitetstestingen av undersøkelsesbrønnene. Hydraulisk konduktivitet beregnet på grunnlag av kornfordelingskurvene (Vedlegg 8) viser en jevn permeabilitet på ca.  $2 \cdot 10^{-4}$  m/s (Vedlegg 9). Massene er tatt ut i de antatt mest permeable nivåene.

Etter 36 timer med maksimal pumping ble pumpene stoppet, og stigehastigheten i rørene ble målt (Vedlegg 10, 11 og 12). Permeabiliteten beregnet ved denne metoden er ca.  $2.5 \cdot 10^{-3}$  m/s. Den er altså 10 ganger høyere enn verdien beregnet på grunnlag av kornfordelingsanalyse. Da en ved pumpeforsøk får registrert en generell K-verdi for hele grunnvannsmagasinet indikerer dette at områder i sør og vest har høy permeabilitet.

### 3.2.2 Transmissivitet (T-verdi)

Transmissiviteten angir løsmassenes totale evne til å la vannet renne gjennom ethvert vertikalt tverrsnitt av magasinet. Ved brønntesting vil avsenkningsforløpet i pumpebrønn og observasjonsbrønner gi grunnlag for bestemmelse av midlere transmissivitet (T) og magasinkoeffisient (s) (jfr. Vedlegg 11-14). Sammenhengen mellom hydraulisk konduktivitet (K) og transmissivitet er gitt ved  $T = K \cdot h_0$ , der  $h_0$  er magasinmektighet (m).

Transmissiviteten målt i P8 og P6 er ca.  $4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ . Den generelle transmissiviteten for magasinet er funnet ved å plote avstand observasjonsrør mot avsenkning (Vedlegg 13), og er beregnet til  $9.3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ . Denne er som ventet noe høyere enn punktmålingene i P6 og P8. Dette er en høy verdi, og gir gode muligheter for uttak av vann i henhold til dimensjonerende data for vannverket.

### 3.2.3 Magasinkoeffisient (effektiv porøsitet)

Magasinkoeffisienten (s) er et uttrykk for hvor mye drenerbart vann grunnvannsmagasinet kan inneholde og transportere under gitte gradientforhold. I åpne, "selvmatende" grunnvannsmagasin vil magasinkoeffisienten og effektiv porøsitet være tilnærmet like.

Magasinkoeffisienten er beregnet på grunnlag av data fra prøvepumpingen (jfr. transmissiviteten). Midlere magasinkoeffisient for hele magasinet er beregnet til 0,1. Dette stemmer bra med korngraderingskurvene som viser en middels sortering. Grunnvannsmagasin av denne typen (beliggende på en elvevifte) viser ofte stor variasjon i løsmassesammensetning. I områder med godt sortert sand kan derfor magasinkoeffisienten være 0.2. Magasinkoeffisient mellom 0,1 og 0,2 er tilstrekkelig for vannuttak i henhold til dimensjonerende data.

## 3.3 Influensområde

Under prøvepumping av produksjonsbrønn ble grunnvannsavsenkning i hele magasinet registrert. Strømningshastighet i grunnvannet er i P8 størst i sjiktet 4,5 - 5,5 m, og er satt til 0.8 m/døgn. Det er regnet effektiv porøsitet lik 0.1. På 60 døgn vil da vannet strømme 48 meter. Avstanden til nærmeste driftsbygning er 75 m. Strømningshastigheten ved P6 er noe høyere i sjiktet 10,5-11,5 m, ca. 1 m/døgn. Avstanden til nærmeste driftsbygning er her 150 m. Det er altså liten strømningshastighet nord



for brønnene, slik at det meste av vanninntaket skjer fra Vågåvannet i vest.

Grensen for 60 døgns oppholdstid er definert som sone 1 på kartvedlegg 16. Strømningshastigheten vil øke mot sør og vest slik at grensene trolig vil nærme seg Vågåvannet.

Under pumping med maksimal belastning sank grunnvannsstanden i P7 med 4 cm. Ved pumpestopp fortsatte grunnvannsstanden å synke i takt med Vågåvannet. P7 hører da ikke med til influensområdet til brønnene, men gjenspeiler vannstandsvariasjoner i Vågåvannet. Alle de andre punktene gav respons ved pumping og pumpestopp. Grensen for null avsenkning er derfor vanskelig å trekke mot nord, mens den i sør og vest er henholdsvis Vågåvannet og fjell i dagen.

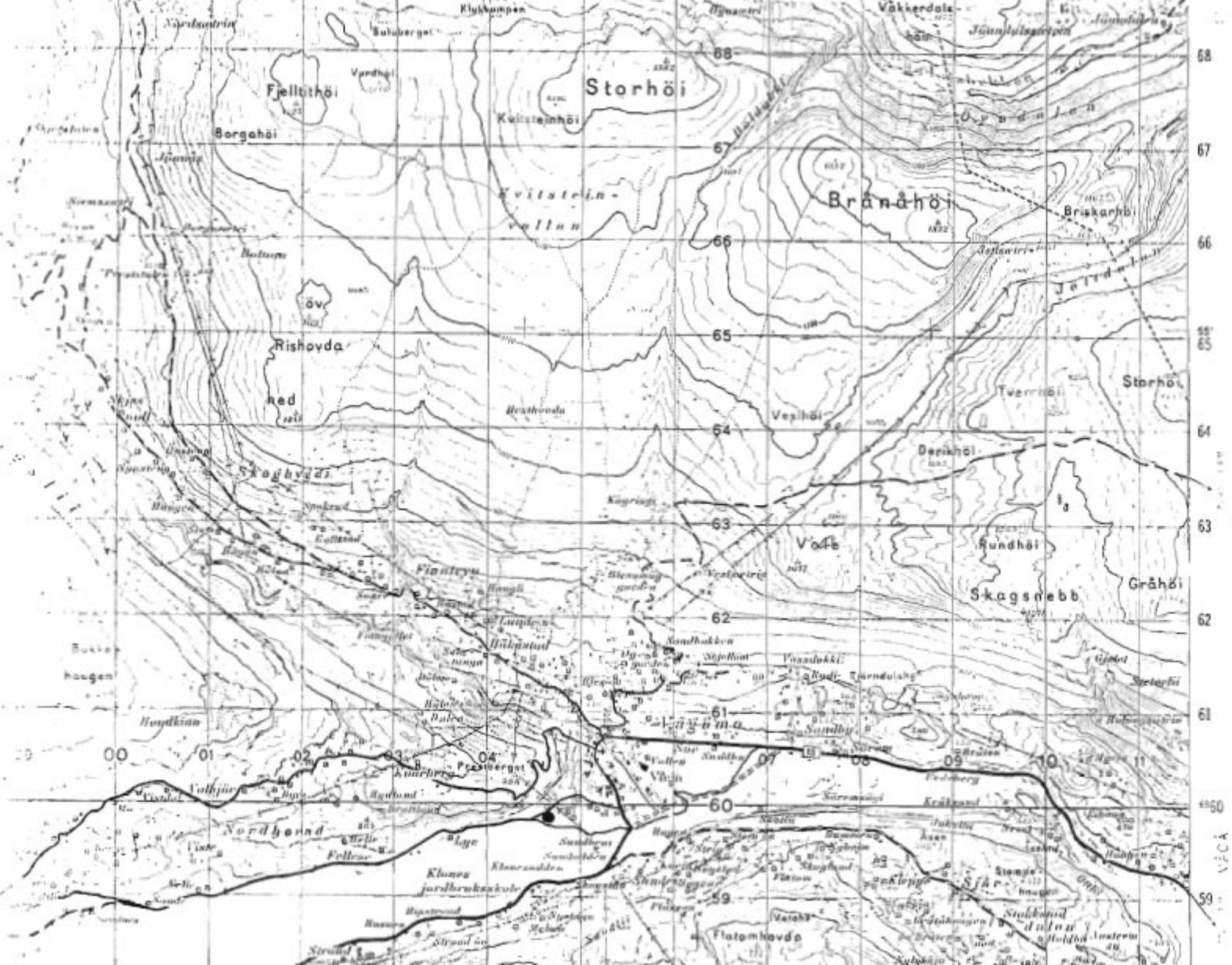
#### 4. ANBEFALING

På grunnlag av dataene fra de hydrogeologiske undersøkelsene ved Vågåmo Vannverk, gis et forslag til sikring.

Brønnenes influensområde anbefales beskyttet iht. soneinndelingen i Vedlegg 15 og 16 og følgende spesifisering:

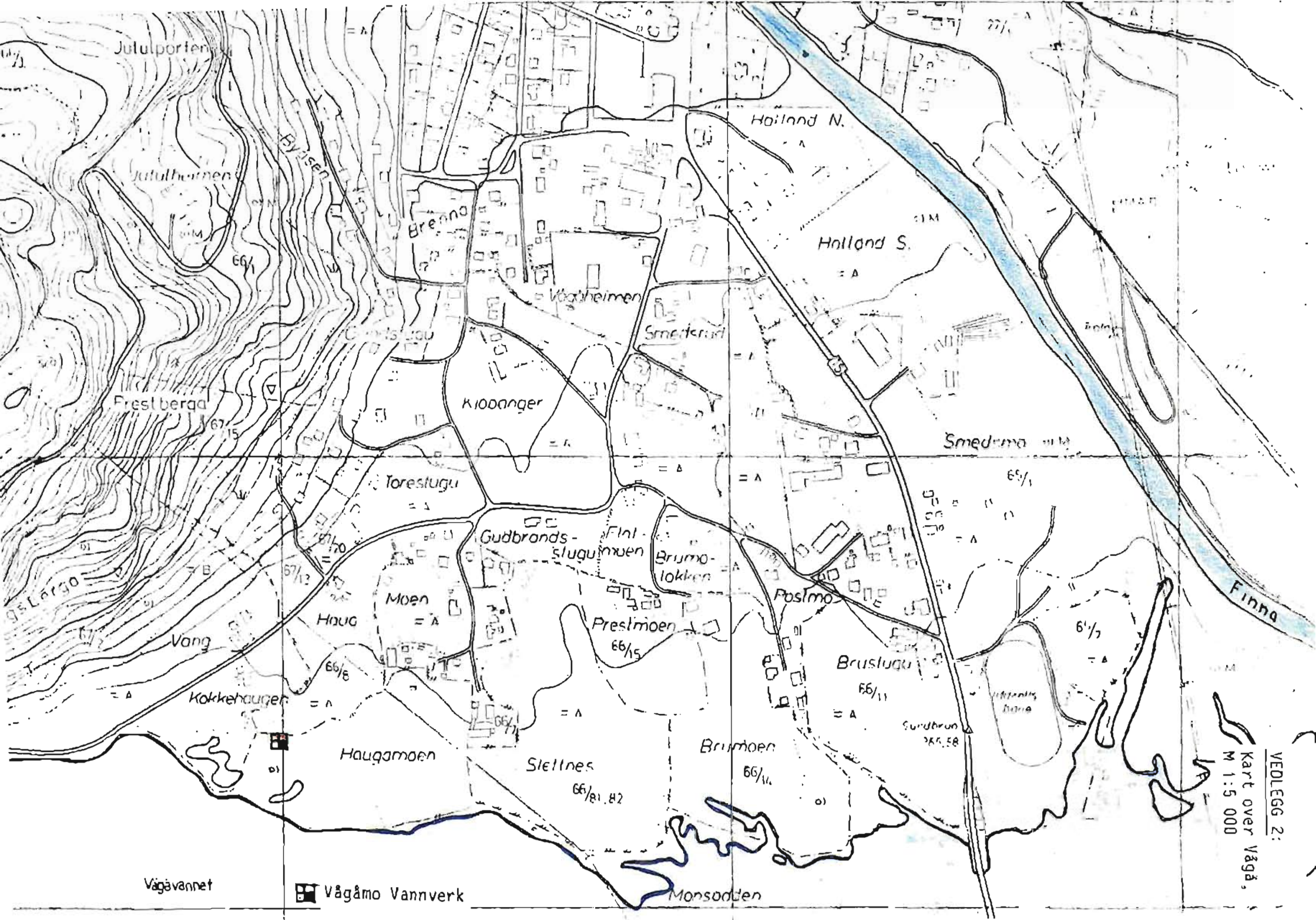
- |        |  |
|--------|--|
| Sone 0 | En radius på 20 m fra senter av de 4 brønnene.   |
| Sone 1 | Grensen som markerer 60 dogn oppholdstid. Fra brønnen går grensen 50 m mot NNØ og 65 m mot ØNØ. Fra linjen mellom brønnene og P6 trekkes grensen rett sør til Vågåvann. Grensen i nord går rett vest til P4. |
| Sone 2 | En 50 m brei sone i øst og grense mot fjellet i nord.  |
| Sone 3 | Grensen trekkes i vestre kant av gard 66/8 i NV-retning mot fjellet.   |

Restriksjonene i de enkelte sonene følger SIFFs prinsipper for godkjenning av grunnvannsverk.



● Vägåmo vannverk

VEDEGG 1:  
Kart over Vågå,  
M 1:50 000



Jululporten

Jululheinen

Frestberaa

Islargo

Vang

Kokkehaugen

Haugmoen

Vågavannet

Vågåmo Vannverk

Brenno

Kjødager

Torestugu

Gudbrands-sluginnøen

Moen

Prestmoen

Stellnes

Brumhoen

Holland N.

Holland S.

Vågheimen

Smedskrud

Smedmoen

Finl-sluginnøen

Brumlokken

Postmoen

Brustugu

Sundbrun

Finna

VEDLEGG 2:  
Kart over Vågå,  
M 1:5 000

SONDERINGER

Vågå Vannverk

P 6

P 8

METER	DYP I METER	DYP I METER	DYP I METER
MARKOVERFLATEN	UNDER MARKOVERFLATEN	UNDER MARKOVERFLATEN	UNDER MARKOVERFLATEN
1	Sand, grus, stein	1	1
2		2	2
3		3	3
4		4	4
5	Silt	5	5
6		6	6
7		7	7
8	Grusig sand	8	8
9		9	9
10		10	10
11		11	11
12		12	12
13		13	13
14	Finsand	14	14
15		15	15
16		16	16
17		17	17
18	Stopp før fjell	18	18
19		19	19
20		20	20
21	Stopp før fjell	21	21
22		22	22
23		23	23
24		24	24

Prøver til kornfordelingsanalyse

Prøver til Kornfordelingsanalyse

Sand, grus, stein

Sand

Sand m/gruslag

Stopp før fjell

Sand, grus, stein

Silt

Grusig sand

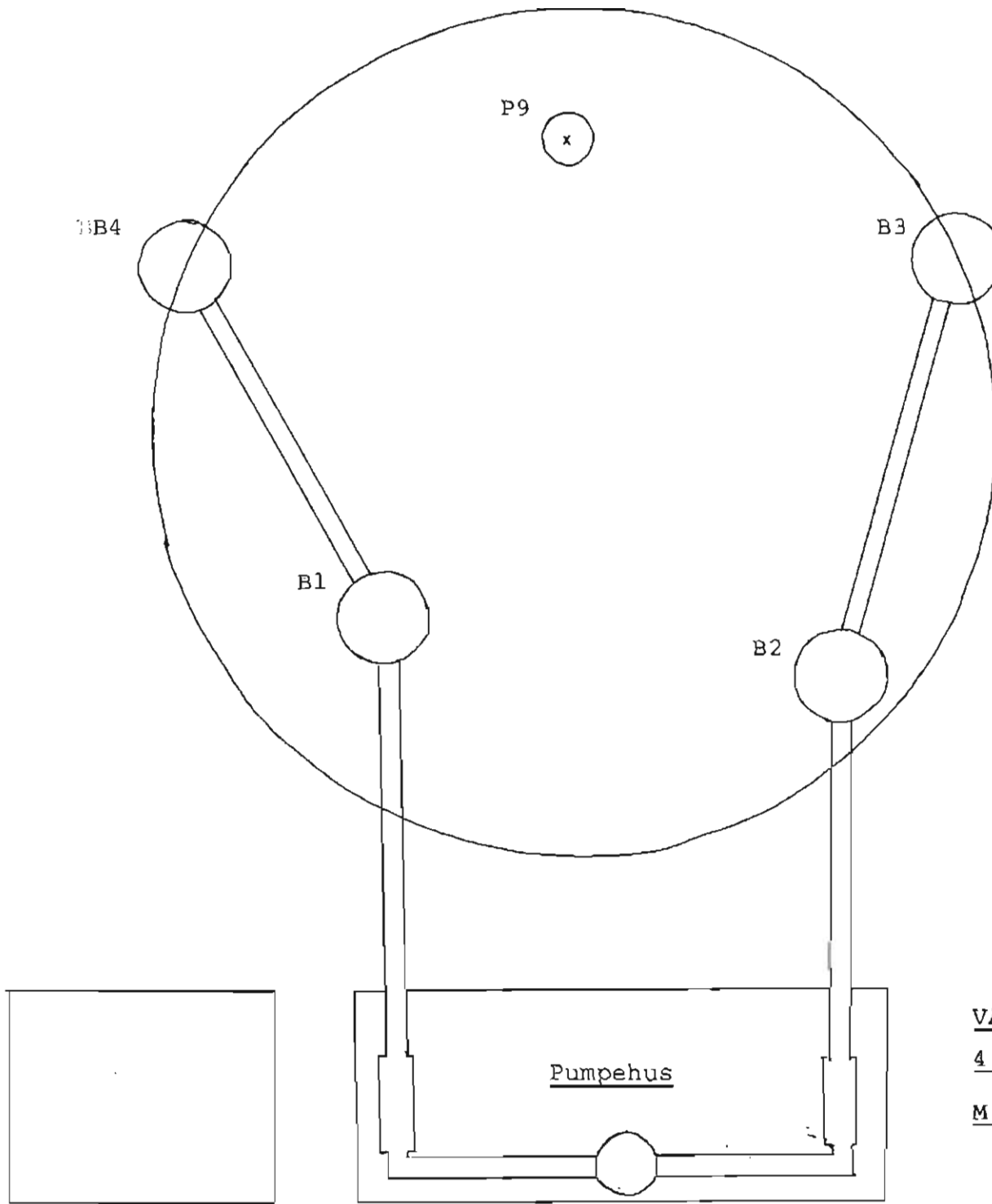
Finsand

Stopp før fjell

VEDLEGG 4

Vågå Vannverk ble i 1972 bygd med 2 6" rørbrønner med filterplassering fra 4.5-7.5 m. Dette er B1 og B2 på vedlegg 4. Vannverket ble i 1979 utbygd med 2 5" rørbrønner (B3 og B4) med filterplassering fra 12.5-17.5 m.

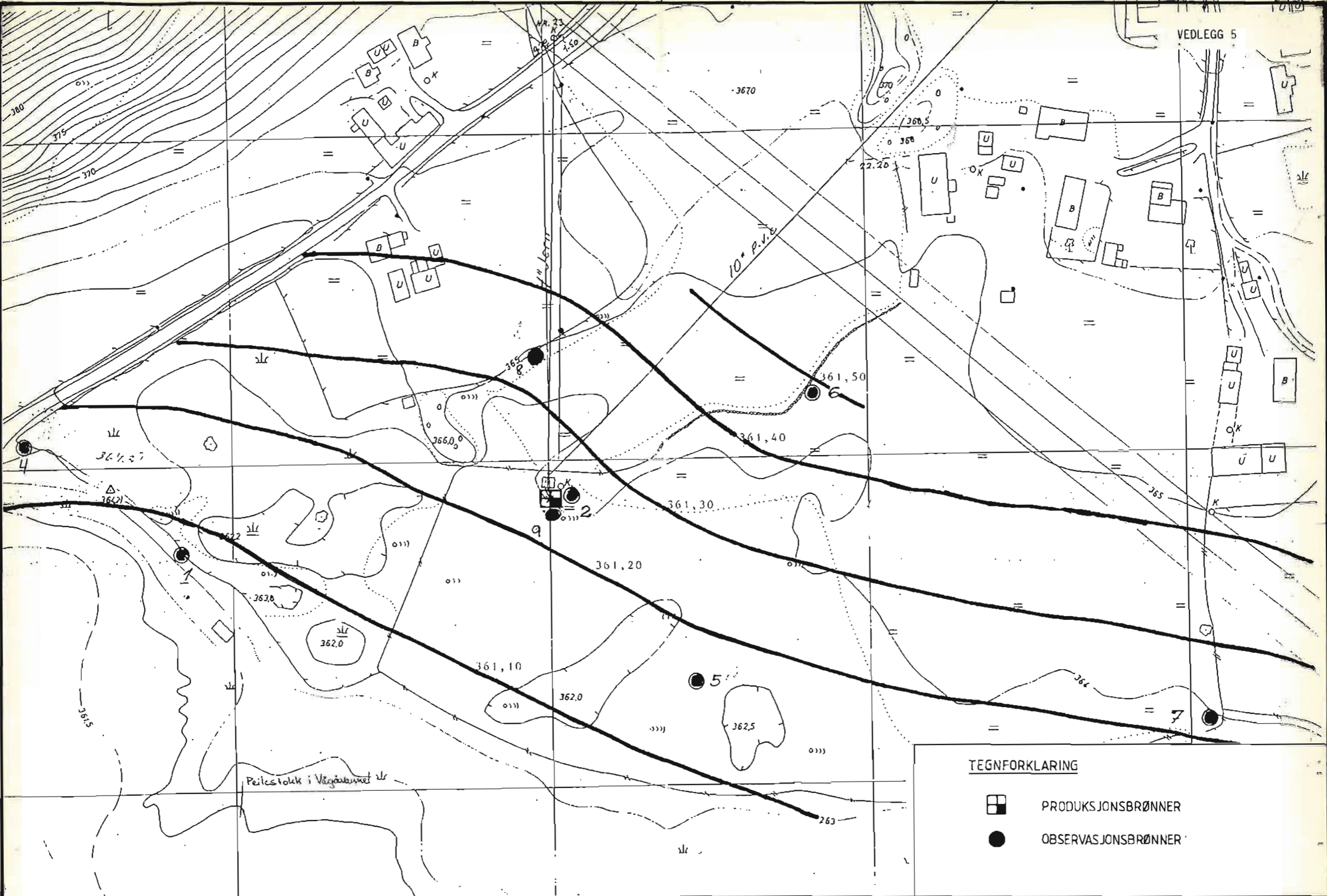
P2





VÅGÅ VANNVERK

4 rørbrønner + P2 og P9

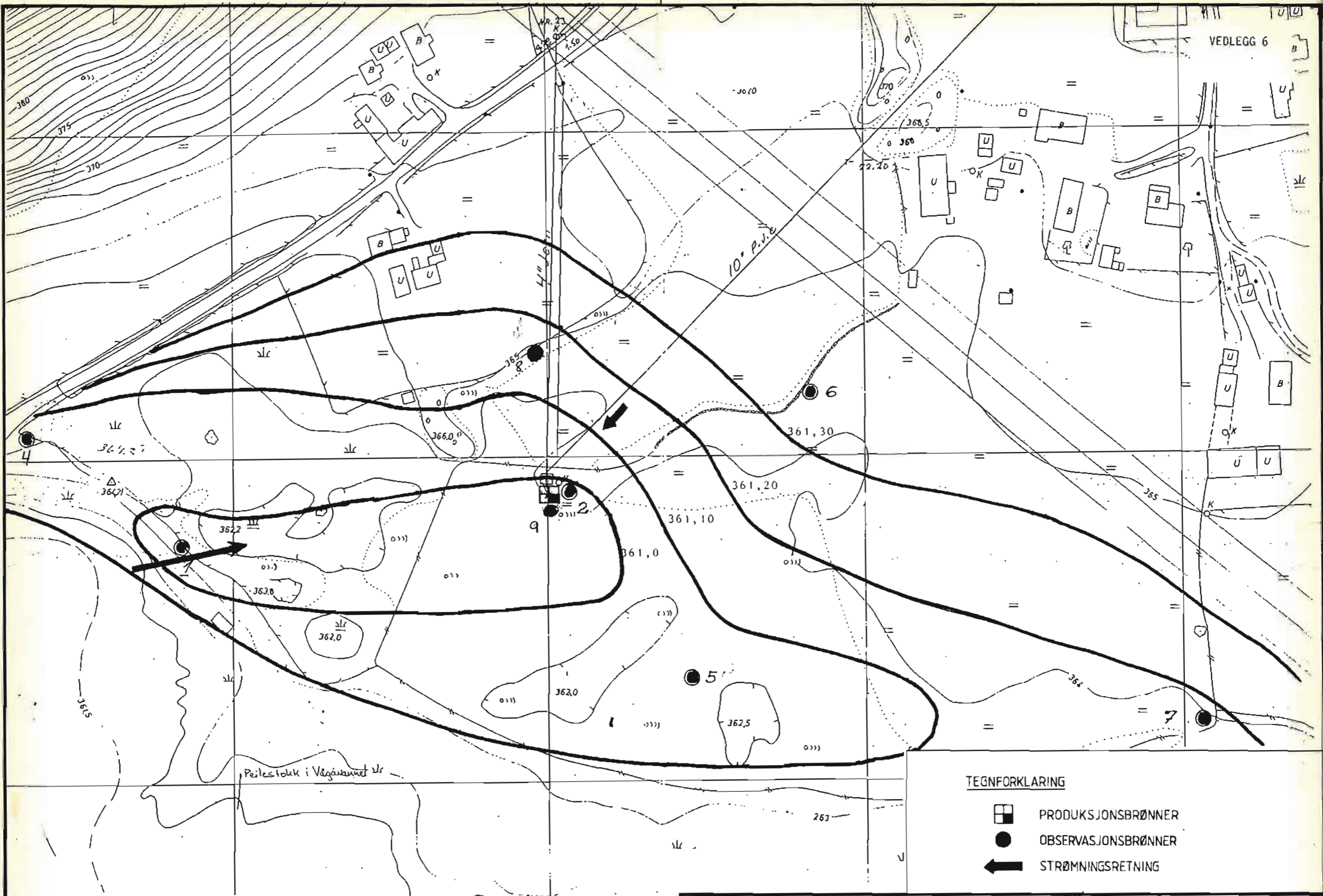
M 1:100



TEGNFORKLARING

-  PRODUKSJONSBRØNNER
-  OBSERVASJONSBRØNNER

NGU GV-KOTEKART VED NORMAL DRIFT <b>VÅGÅMO VANNVERK</b> VÅGÅ KOMMUNE, OPPLAND FYLKE	MÅLESTOKK	MÅLT AM	SEPT. 1986
	1:1000	TEGN	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	87.161 -05	1618 I	



TEGNFORKLARING

- PRODUKSJONSBRØNNER
- OBSERVASJONSBRØNNER
- STRØMNINGSRETNING

NGU GV-KOTEKART VED MAKSIMAL DRIFT <b>VÅGÅMO VANNVERK</b> VÅGÅ KOMMUNE, OPPLAND FYLKE	MÅLESTOKK	MÅLT	AM	SEPT. 1986
	1:1000			
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 87.161-06	KARTBLAD NR. 1618 I		

VÅGÅ VANNVERK 16/9 - 18/9 1986

## SENKNINGSDATA

Tidspunkt	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9
16/9 kl 13.00	361,081	361,262	361,128	361,15	361,48	361,22	361,339	361,228
kl 19.10	361,051	361,082	361,098	361,10	361,44	361,22	361,269	361,168
17/9 kl 10.15	360,991	361,012	361,058	361,05	361,39	361,19	361,179	361,048
kl 19.10	360,981	360,982	361,038	361,02	361,37	361,18	361,149	360,978

## STIGNINGSDATA

Tidspunkt	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9
17/9 kl 19.39	360,98	360,99	361,04	361,02	361,37	361,18	361,15	360,98
kl 19.41		361,02						
kl 19.48		361,04		361,03				
kl 19.53		361,05						
kl 20.00	360,99	361,07						
kl 20.10		361,09		361,04				360,99
kl 20.14		361,10						
kl 20.21		361,11		361,045			361,16	361,00
kl 20.30		361,12			361,375			
kl 20.33		361,125						361,02
kl 20.43		361,135		361,05	361,38	361,175		361,035
kl 20.58		361,145						
kl 21.10	361,00	361,155					361,18	361,07
kl 22.10	361,01	361,22	361,05	361,07	361,39	361,17	361,20	361,105
18/9 kl 00.20	361,03	361,22	361,07	361,09	361,41		361,24	361,155
kl 03.00	361,05	361,24	361,075	361,11	361,42		361,26	361,18
kl 06.15	361,06	361,26	361,09	361,12	361,435	361,17	361,28	361,20

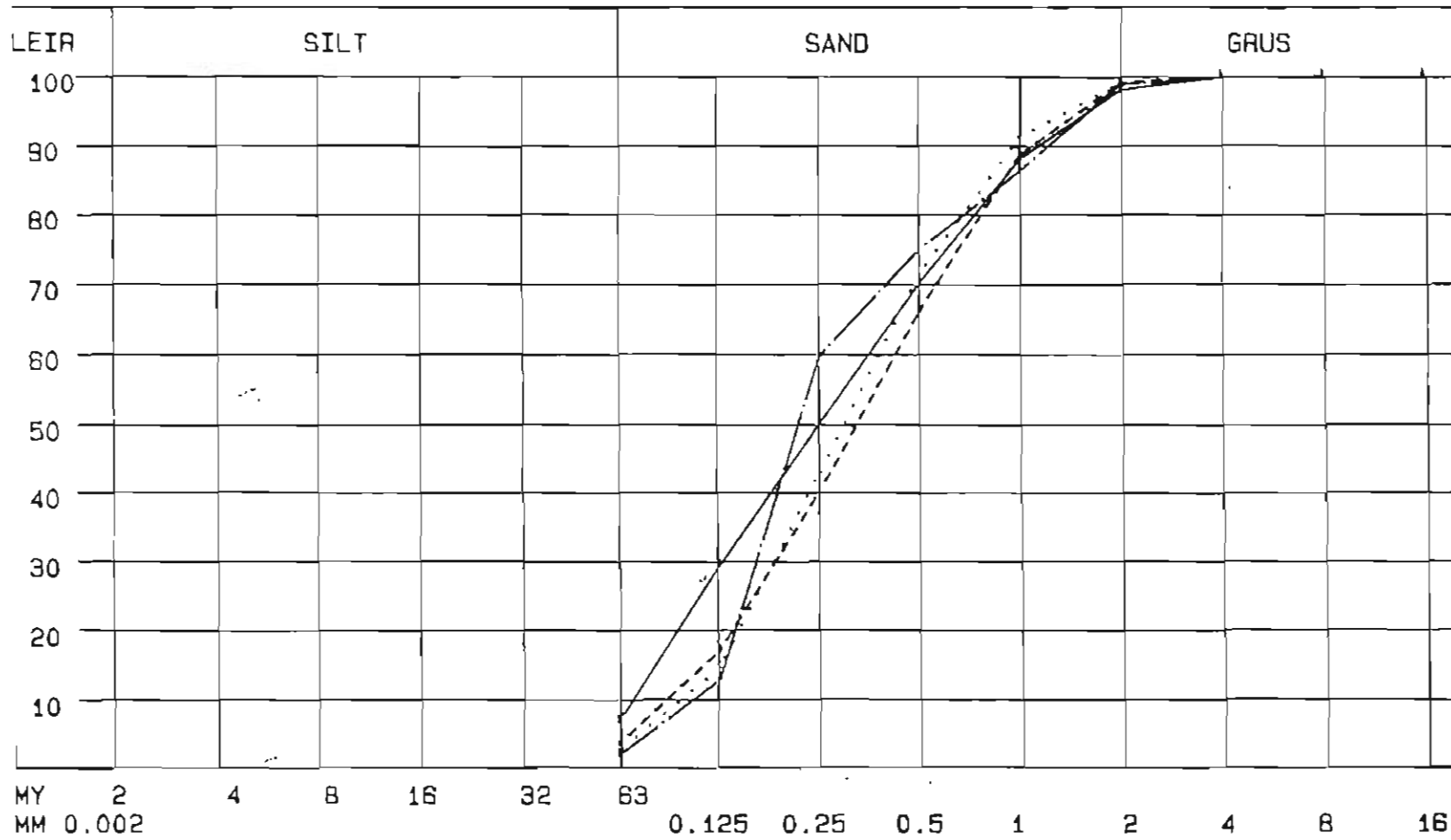


NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFØRDELINGSKURVE

VÅGÅ VANNVERK 1986

V]G] 16181



MY 2 4 8 16 32 63  
 MM 0.002  
 KORNSTØRRELSE

	UTM X	UTM Y		
—————	860578	0 0	P 6	4,5 - 5,5 m
.....	860577	0 0	P 8	4,5 - 5,5 m
-----	860578	0 0	P 6	10,5 -11,5 m
—————	860579	0 0	P 8	10,5 -11,5 m

## PERMEABILITETSBEREGNINGER

Fra kornfordelingsanalyser fra VÅGÅ H-86

HAZEN  $K = 0,00773 \times d_{10}^2$

( Formlene er korrigert til  
grunnvannstemp. = 5<sup>0</sup>C )

SEELHEIM  $K = 0,00238 \times d_{50}^2$

Punkt	Dyp	d <sub>10</sub>	d <sub>50</sub>	Hazen (m/s)	Seelheim (m/s)	d <sub>60</sub>	d <sub>60</sub> /d <sub>10</sub>
P 6 -1	4,5 - 5,5	0,0693	0,25	$3,7 \times 10^{-5}$	$1,48 \times 10^{-4}$	0,37	5,3
P 8 -1	4,5 - 5,5	0,0967	0,32	$7,2 \times 10^{-5}$	$2,44 \times 10^{-4}$	0,4	4,0
P 6 -2	10,5 - 11,5	0,0871	0,35	$5,9 \times 10^{-5}$	$2,9 \times 10^{-4}$	0,43	4,8
P 8 -2	10,5 - 11,5	0,1042	0,225	$8,4 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-4}$	0,25	2,5

## TID - STIGNINGSANALYSE VÅGA H-86

Pumpestart 16/9 kl 13.26

Pumpestopp 17/9 kl 19.36

 $t_p$  = total pumpetid = 1810 min. $t'$  = tid etter pumpestopp

P 2

$t'$	$\frac{t_p + t'}{t'}$	avsenkn.
3	604,33	27
4,5	403,2	24
6	302,6	24
12	151,8	24
17	107,5	22
25	73,4	21
34	54,2	19
38	48,6	17
45	41,2	16
54	34,5	15,5
57	32,8	13,5
67	28	12,5
82	23,1	11,5
94	20,3	10,5
154	12,8	8
284	7,4	4
444	5,1	2
639	3,8	0

P 6

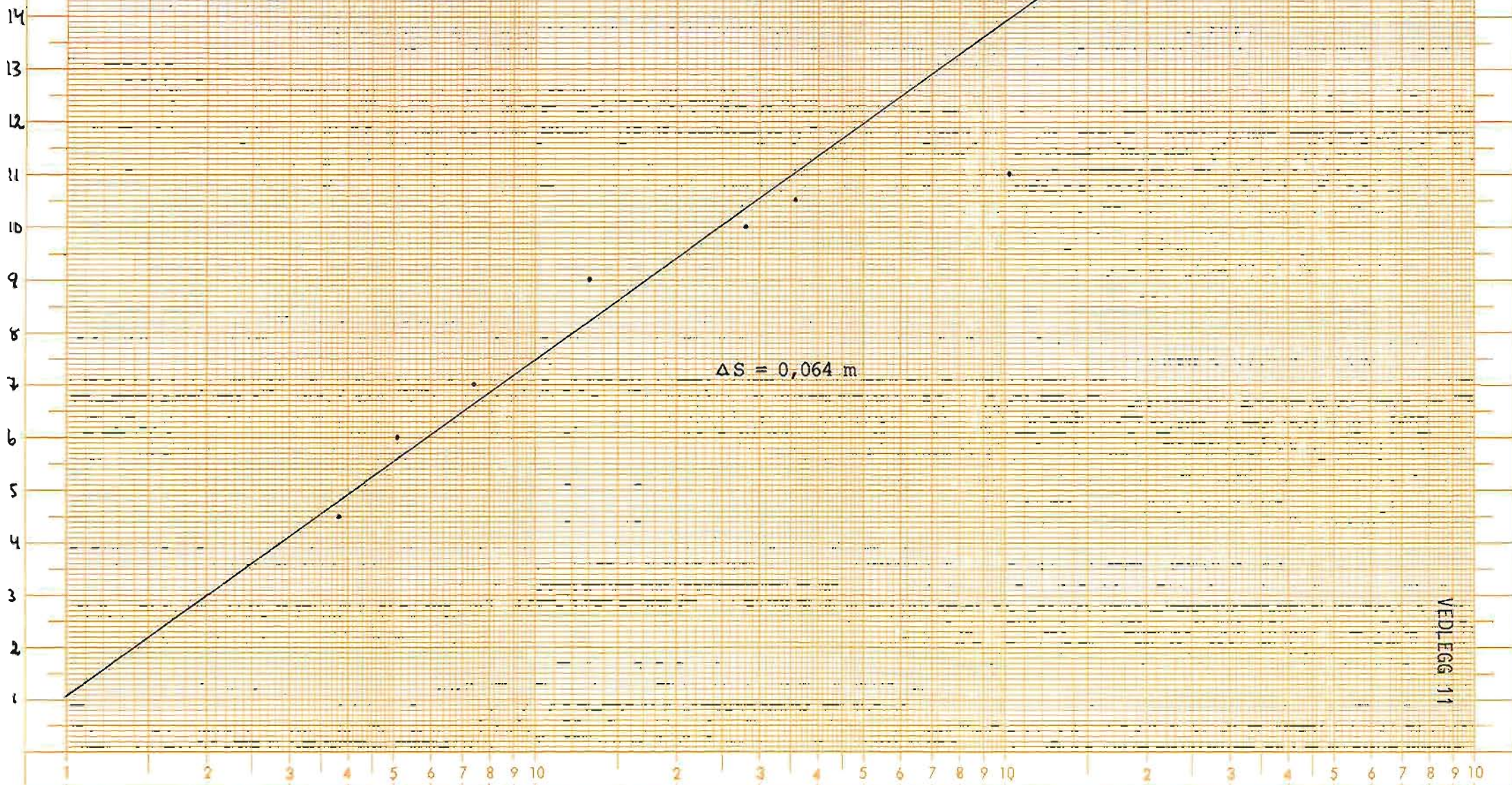
$t'$	$\frac{t_p + t'}{t'}$	avsenkn.
18	101,6	11
52	35,8	10,5
67	28	10
154	12,8	9
284	7,4	7
444	5,1	6
639	3,8	4,5

P 8

$t'$	$\frac{t_p + t'}{t'}$	avsenkn.
2	906	19
10	182	19
24	76,4	19
49	37,9	18
84	22,5	16
164	12	14
284	7,4	10
444	5,1	8
639	3,8	6

P 6 STIGNINGSDATA VÅGÅ H-86

avsenkning



$\Delta S = 0,064 \text{ m}$

VEDLEGG 11

Inndeling fra 1 til 1000, enhet 90 mm

$\frac{t_p + t'}{t'}$

P-8 STIGNINGSDATA VÅGÅ IH-86

avsenkning



20

18

16

14

12

10

8

6

4

2

0

$\Delta S = 0,14 \text{ m}$

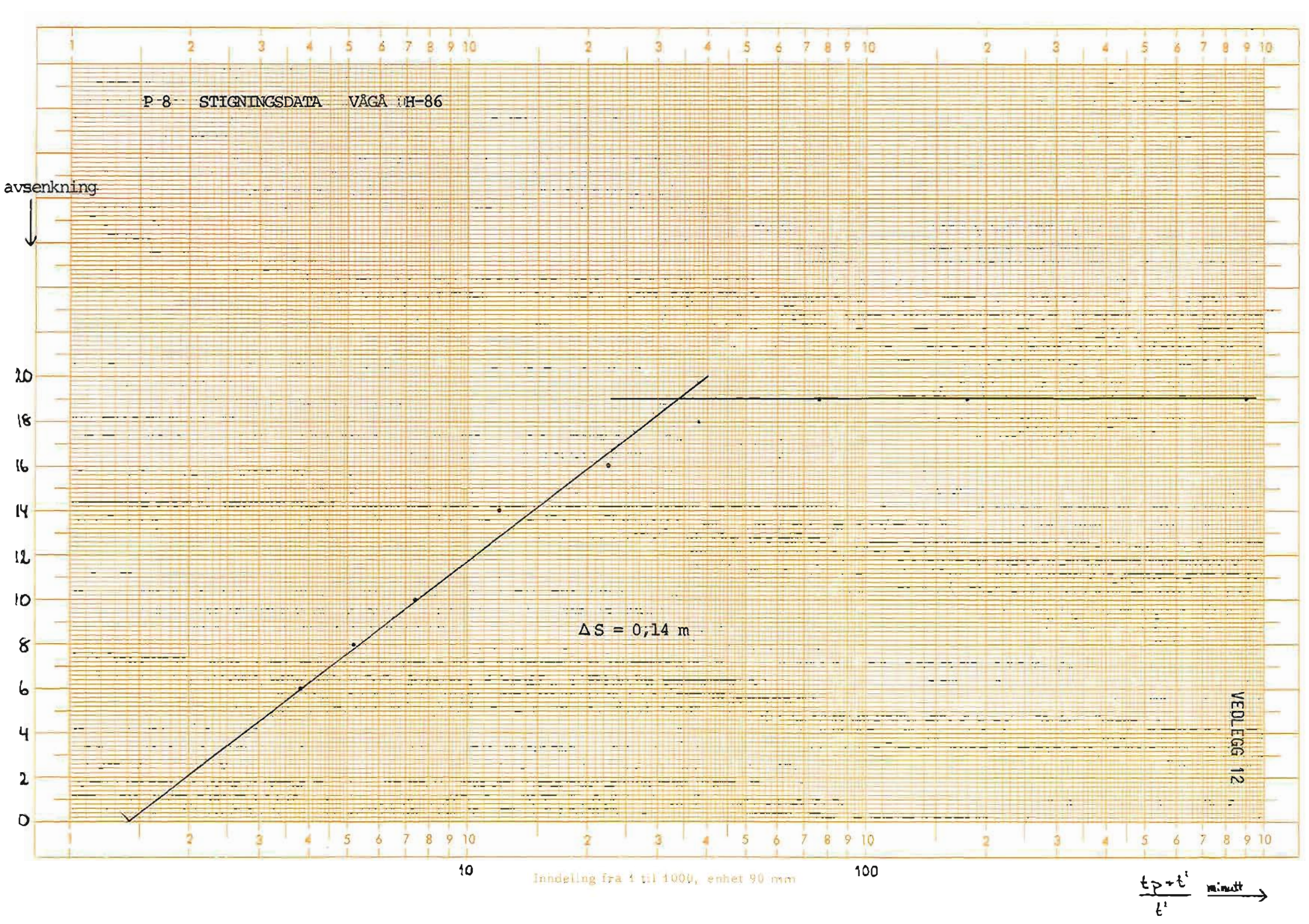
VEDLEGG 12

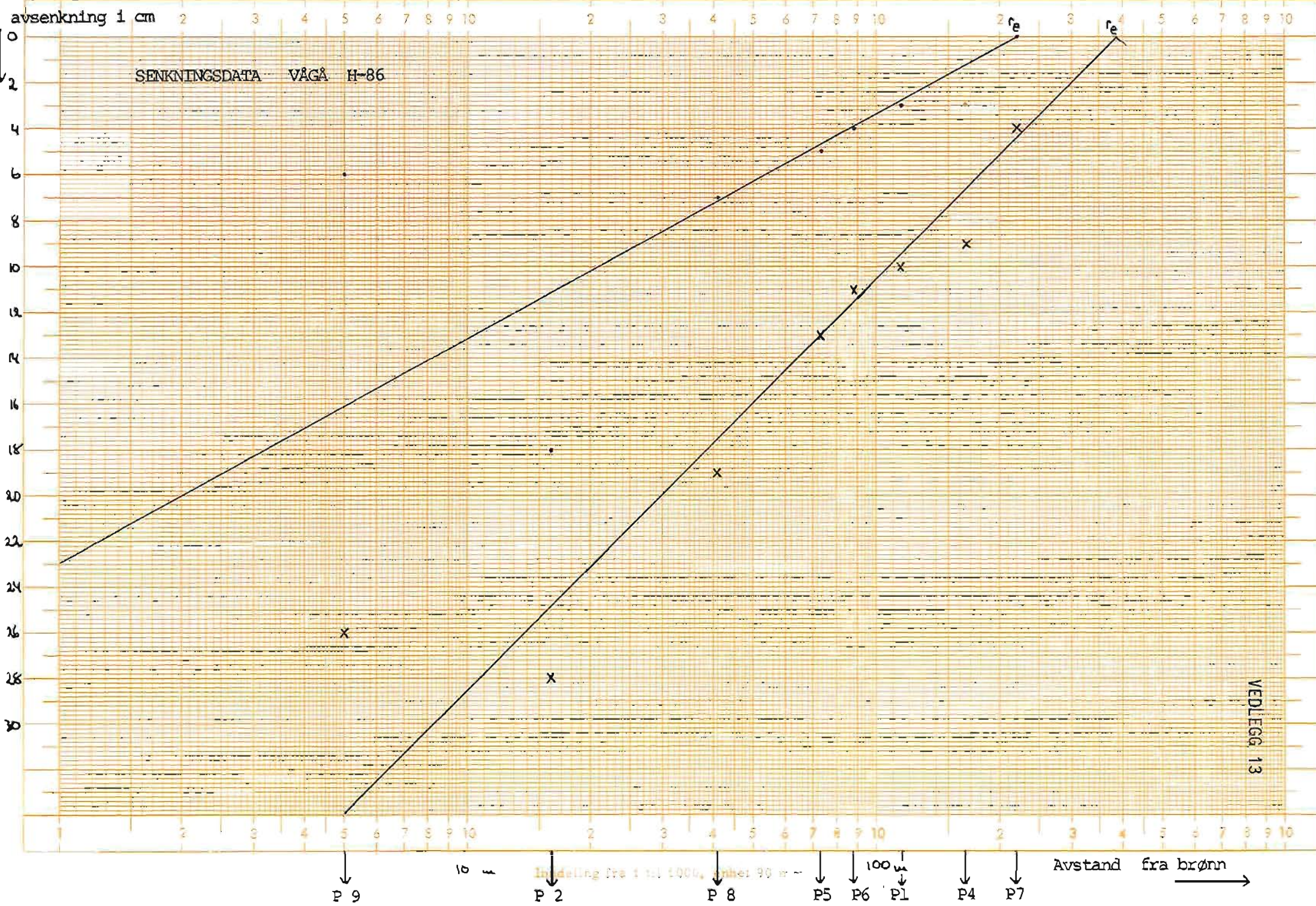
10

Inndeling fra 1 til 1000, enhet 90 mm

100

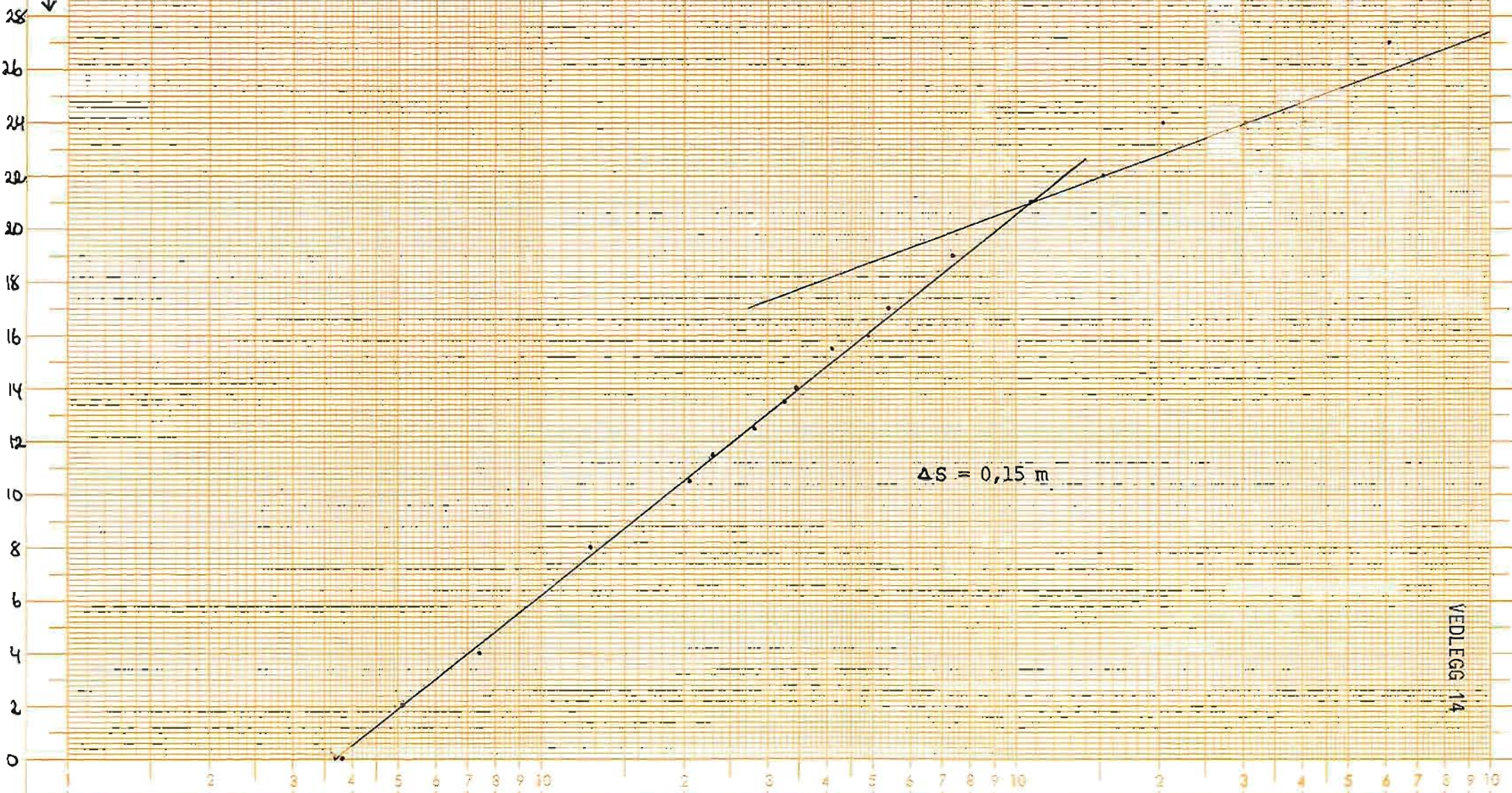
$\frac{t_p + t_i}{t_i}$  minutt





P 2 STIGNINGSDATA VÅGÅ H-86

avsenkning  
↓

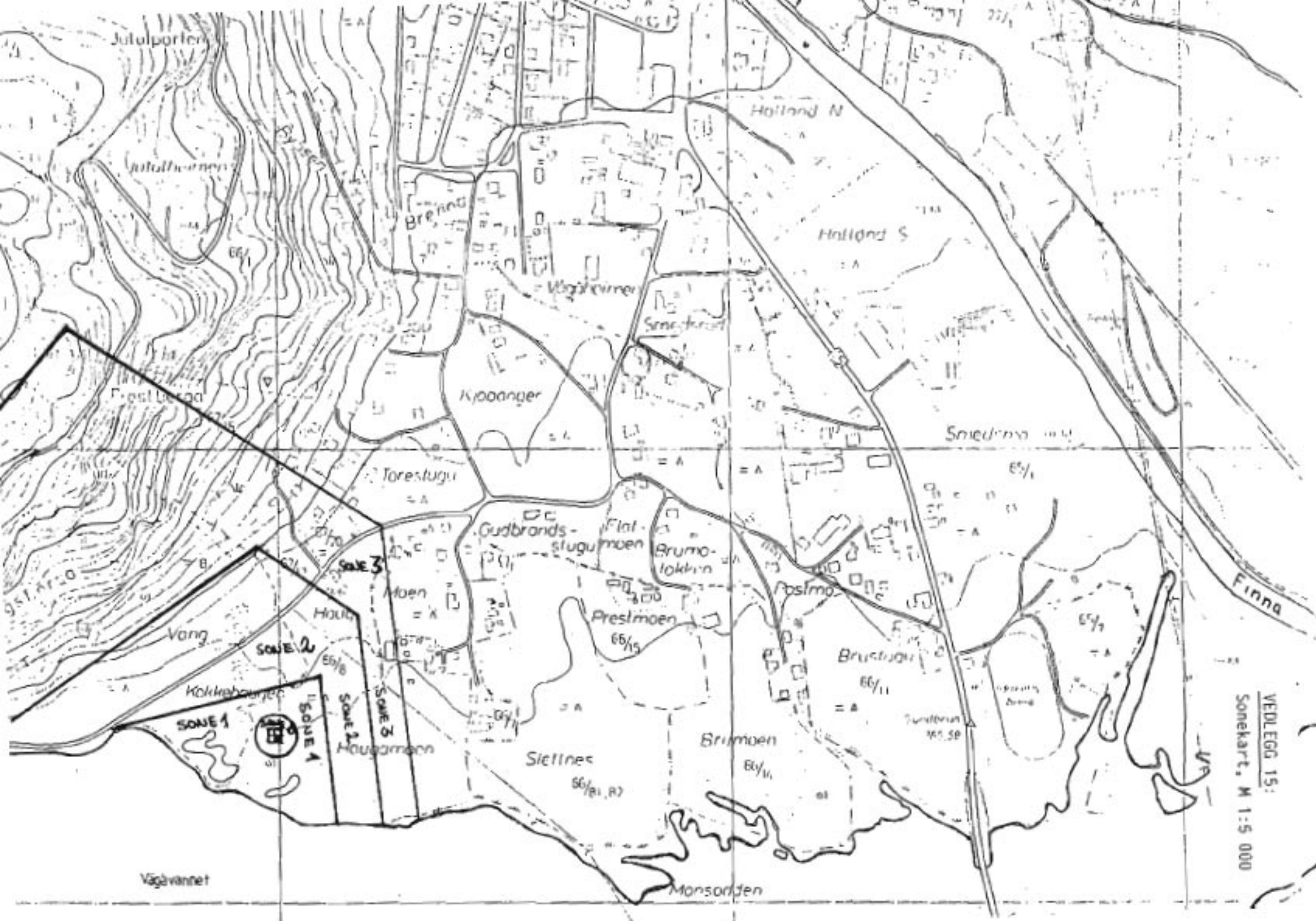


$\Delta s = 0,15 \text{ m}$

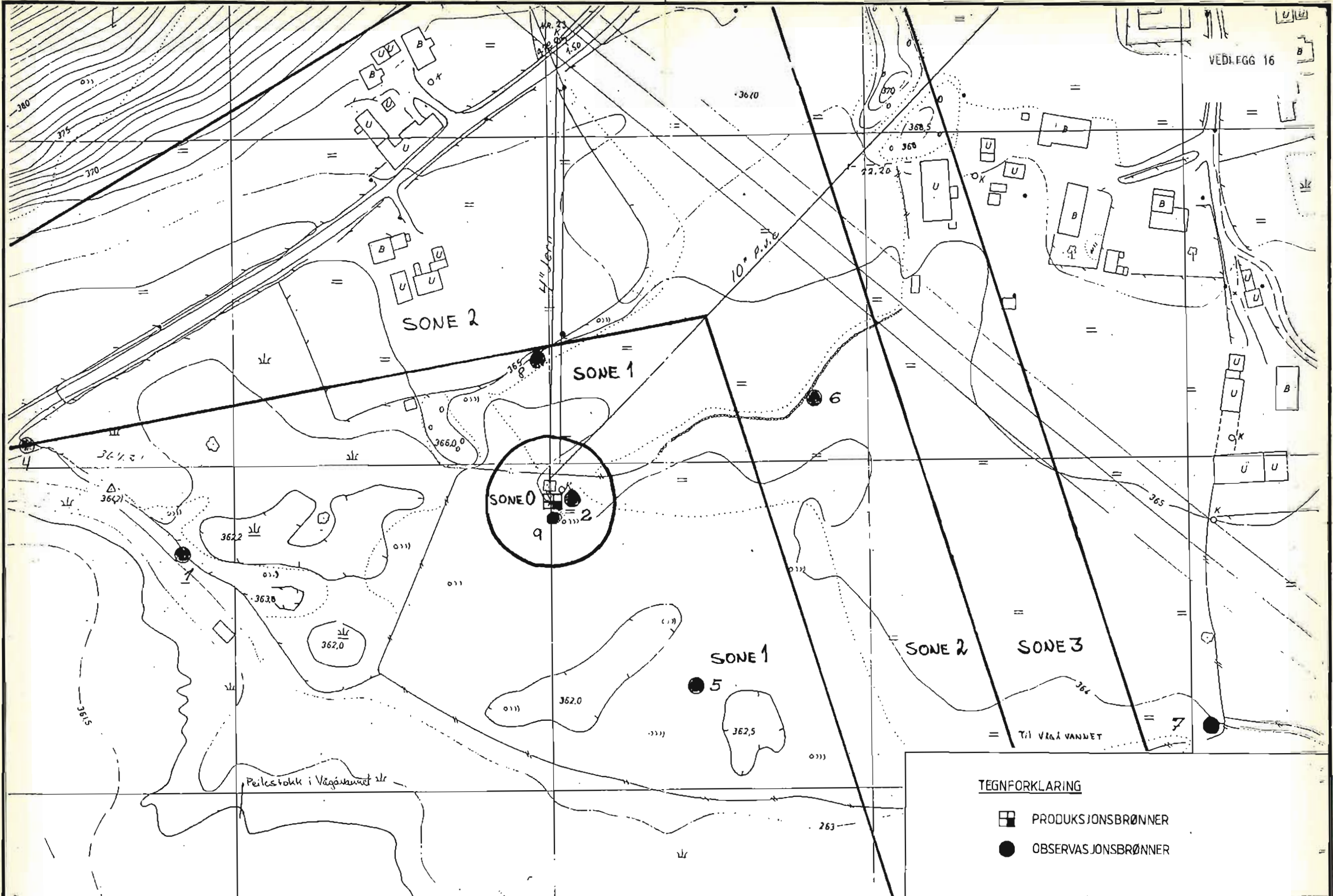
VEDLEGG 14

Inndeling fra 1 til 1000, enhet 90 mm



$\frac{t - t'}{t'}$  minutt







TEGNFORKLARING

-  PRODUKSJONSBRØNNER
-  OBSERVASJONSBRØNNER

NGU FORSLAG TIL SONEINDELING AV BRØNNOMRÅDE <b>VÅGÅMO VANNVERK</b> VÅGÅ KOMMUNE, OPPLAND FYLKE	MÅLESTOKK	MÅLT	
	1:1000	TEGN AM	1988
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	87.161-16	1618 I	