

MÅLEFEIL VED BRUK AV
PRØVETAKINGSUTSTYR

AV

R. BRUUN, T. ENDRESEN, B. GYLSETH
HD 790

1979

ARBEIDSFORSKNINGSINSTITUTTENE
BIBLIOTEKET
Gydás vei 8
Postboks 8149 Oslo Dep. Oslo 1

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
I Innledning	1
II Kontrollutstyr	1
III Telleverk på Casellapumper kontrollert not klokkeid ved varierende luftgjennomstrømning.	2
IV Luftgjennomstrømning avlest med forskjellige flowmetre.	7
V Kalibrering av flowmetre not våtgassmeter.	9
VI Pumpestabilitet de første 5 minutter etter pumpestart.	12
VII Luftgjennomstrømning avlest flere ganger av samme person og av flere personer.	13
VIII Telleverk kontrollert not klokkeid for pumper med langtidsbatteri.	14
IX Kalibrering av stasjonære pumper.	15
X Sammen drag	18
XI Rekomendasjoner	19

I Innledning

I forbindelse med antatte feilkilder ved bruk av prøvetakingsutstyr er følgende parametre undersøkt for om mulig å kvantifisere unøyaktigheter.

- a) Telleverk kontrollert med klokkeid ved varierende luftgjennomstrømning.
- b) Luftgjennomstrømning avlest med forskjellige flowmetre.
- c) Kalibrering av flowmetre mot våtgassmeter.
- d) Flowstabilitet de første 5 minutter etter punpestart.
- e) Luftgjennomstrømning avlest flere ganger av samme person og av forskjellige personer.
- f) Telleverk på pumper med langtidsbatteri kontrollert mot klokkeid.
- g) Kalibrering av tørrgassmeter mot våtgassmeter.

II Kontrollutstyr

Casellapumpene og flowmetrene ble kontrollert mot et Ritter 2-liters våtgassur. Filterholder med filter var festet til Casellapumpene som ved vanlig prøvetaking. Flowmetrene ble kalibrert med en Casellapumpe med filterholder som nellonledd.

Tørrgassurene fra Gassverket ble kontrollert mot et Ritter 20-liters våtgassur (separate avlesninger). Begge gassurene er levert med oppgitt nøyaktighet $\pm 2\%$.

Gassurene ble drevet av en Edwards vakuumpumpe ECB 1.

Flowmetrene er laget ved instituttet og har nåleområdet 0 - 2,5 l/min.

III Telleverk på Casellapumper kontrollert mot klokke-tid ved varierende luftgjennomstrømning.

Pumpenes tellerverk ble kontrollert mot stoppeklokke. Telleverket ble avlest hver time. Pumpenes luftgjennomstrømning ble regulert til 1.5, 1.7, 1.9 og 2.1 l/min. ved hjelp av våtgassmeter (2-liters Ritter-ur). Pumpene gikk like lenge som ved normal prøvetaking.

Resultatene viser relativ bra overensstemmelse mellom tellerverk og stoppeklokke-tid. Følgende punkter er illustrert i figur 1 - 3 og tabell 1:

1. Lineært avvik over tid (figur 1).
2. Økende avvik ved økende luftgjennomstrømning (tabell 1, figur 2 og 3).
3. Store avvik når batteriene blir dårlige (figur 2)*).
4. Nytt batteri = konstant avvik (?) (figur 2)*).

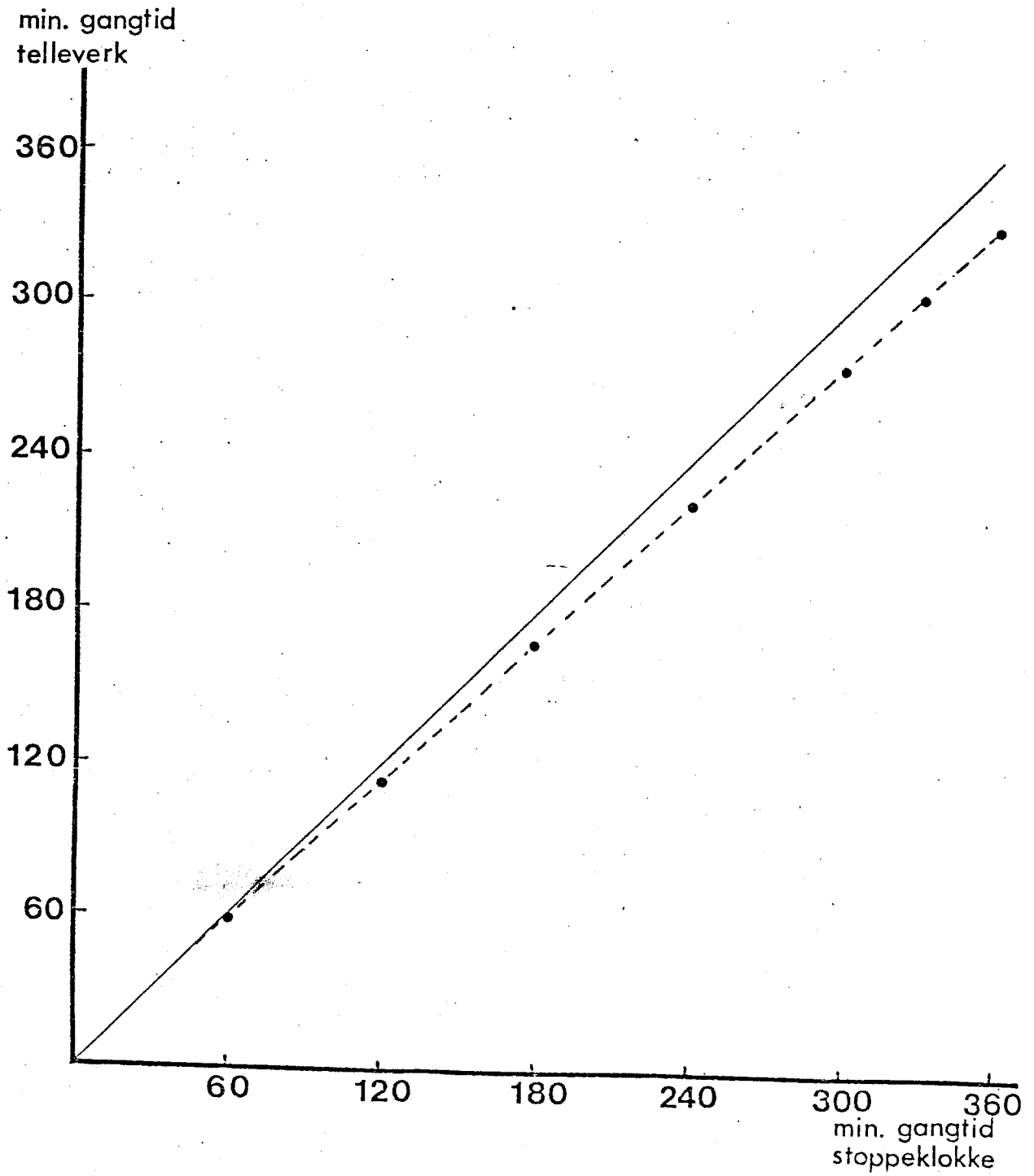
(*Se pumpe nr. 3556 hvor batteriet ble byttet).

Pumpenes luftgjennomstrømning ble kontrollert regelmessig og den viste seg å være svært stabil (kun enkelte små variasjoner). Dette i motsetning til en undersøkelse som Arbetarskyddsstyrelsen^o har foretatt hvor de fant at Casellapumpenes luftgjennomgang sank ca. 5% første timen og deretter avtok lineært.

^o Arbetarskyddsstyrelsen: Undersøkning av ulike volymnåtnetoder ved personburen prøvetaking.

Figur 1:

Avvik over tid for pumpe nr. 4110 ved flow 2.1 l/min.



Tabell 1: % avvik telleverk/klokketid ved varierende luftgjennomstrømning.

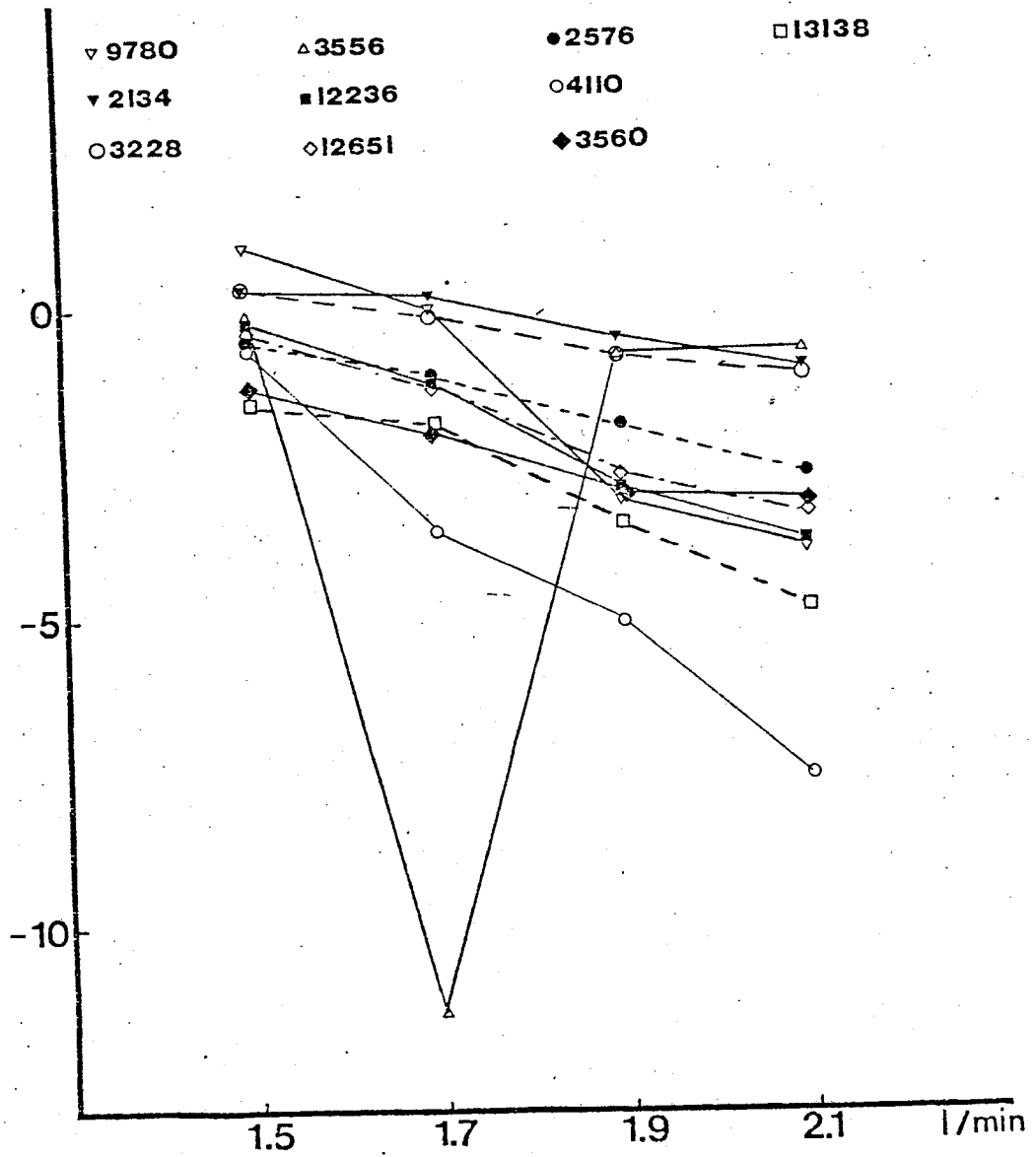
Pumpe nr.	Luftgjennomstrømning i l/min.			
	1.5	1.7	1.9	2.1
2134	+ 0.3	+ 0.2	- 1.5	- 1.0
3228	+ 0.3	- 0.1	- 0.8	- 1.1
2536	- 0.5	- 1.1	- 1.9	- 2.7*
13138	- 1.5	- 1.9	- 3.5	- 4.9*
3560	- 1.3	- 2.0	- 3.0	- 3.2
9780	+ 1.0	0	- 3.1	- 3.9
12236	- 0.2	- 1.2	- 2.9	- 3.8
3556	0	-11.4 ^o	- 0.7	- 0.7
12651	- 0.4	- 1.2	- 2.7	- 3.3
4110	- 0.6	- 3.6	- 5.1	- 7.6*
\bar{x}	- 0.3	- 1.2	- 2.4	- 3.2
st. avvik	0.8	1.2	1.5	2.1

^o feil ved batteriet.

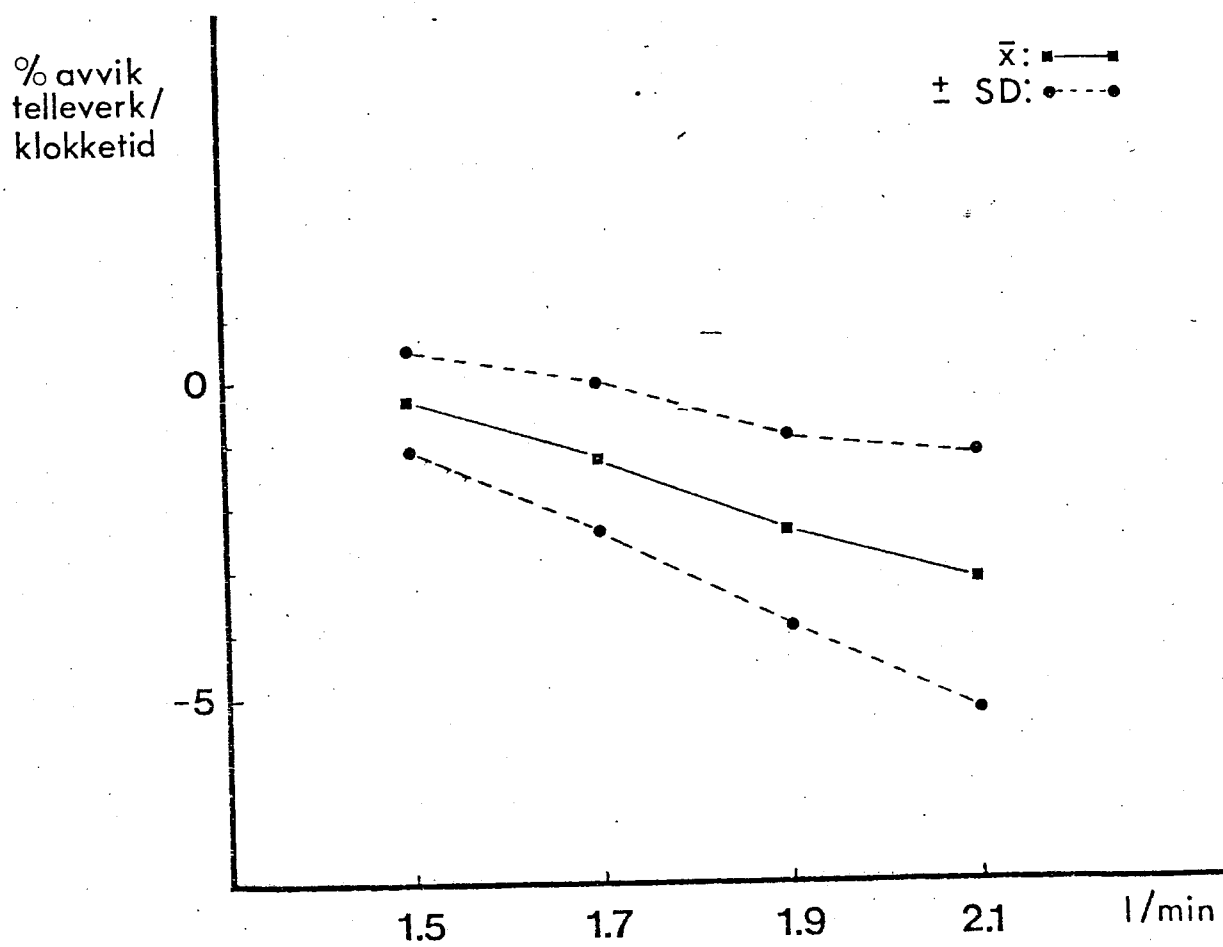
* batteriene sjekket etter lading - O.K.

Figur 2: % avvik telleverk/klokketid ved varierende luftgjennomstrømning.

% avvik
telleverk/
klokketid



Figur 3: Snitt av 10 pumbers avvik telleverk/klokketid ved varierende luftgjennomstrømning.



IV Luftgjennomstrømning avlest ned forskjellige flowmetre.

Etter at pumpene var justert (1/min kjent) mot våtgassmeteret, ble luftgjennomstrømningen målt ned flowmeter nr. 60. Avlesningen (mm/l og min) på standardkurven som benyttes for santlige flowmetre ga et avvik på ca. 10%. For å se om dette var et tilfeldig avvik, ble forskjellige flowmetre benyttet til fortløpende avlesninger på flere pumper. Resultatene foreligger i tabell 2, og viser at bruk av en standardkurve ikke gir tilfredsstillende resultater. Det synes klart at en kalibrering av hvert enkelt flowmeter må foretas regelmessig.

Tabell 2: Variasjon i luftgjennomstrømning ved bruk av forskjellige pumper/flowmetre.

Pumpe nr.	Avlesning i mm.										\bar{x}	\pm SD
	Flowmeter nr.:											
	60	64	66	65	51	52	63	56	59	50		
2134	43	46	43	46	43	43	-	-	41	-		1.8
3226	45	47	45	47	46	46	46	42	42	47	45.3	1.9
12576	44	46	44	46	46	45	46	42	42	47	44.8	1.8
13138	46	48	45	47	47	46	47	43	43	48	46.0	1.8
3560	44	47	45	46	44	45	44	41	40	46	44.2	2.2
9780	45	46	44	46	46	45	45	42	42	47	44.8	1.7
12236	44	47	44	46	45	44	45	41	41	46	44.3	2.0
3556	45	47	45	47	46	46	46	42	42	47	45.3	1.9
12651	45	46	44	46	46	46	46	43	43	47	45.2	1.4
4110	44	46	44	46	46	45	46	43	41	46	44.7	1.7
\bar{X}	44.5	46.6	44.3	46.3	45.5	45.1	45.7	42.1	41.7	46.8		
\pm SD	0.8	0.7	0.7	0.5	1.2	1.0	0.9	0.8	0.9	0.7		

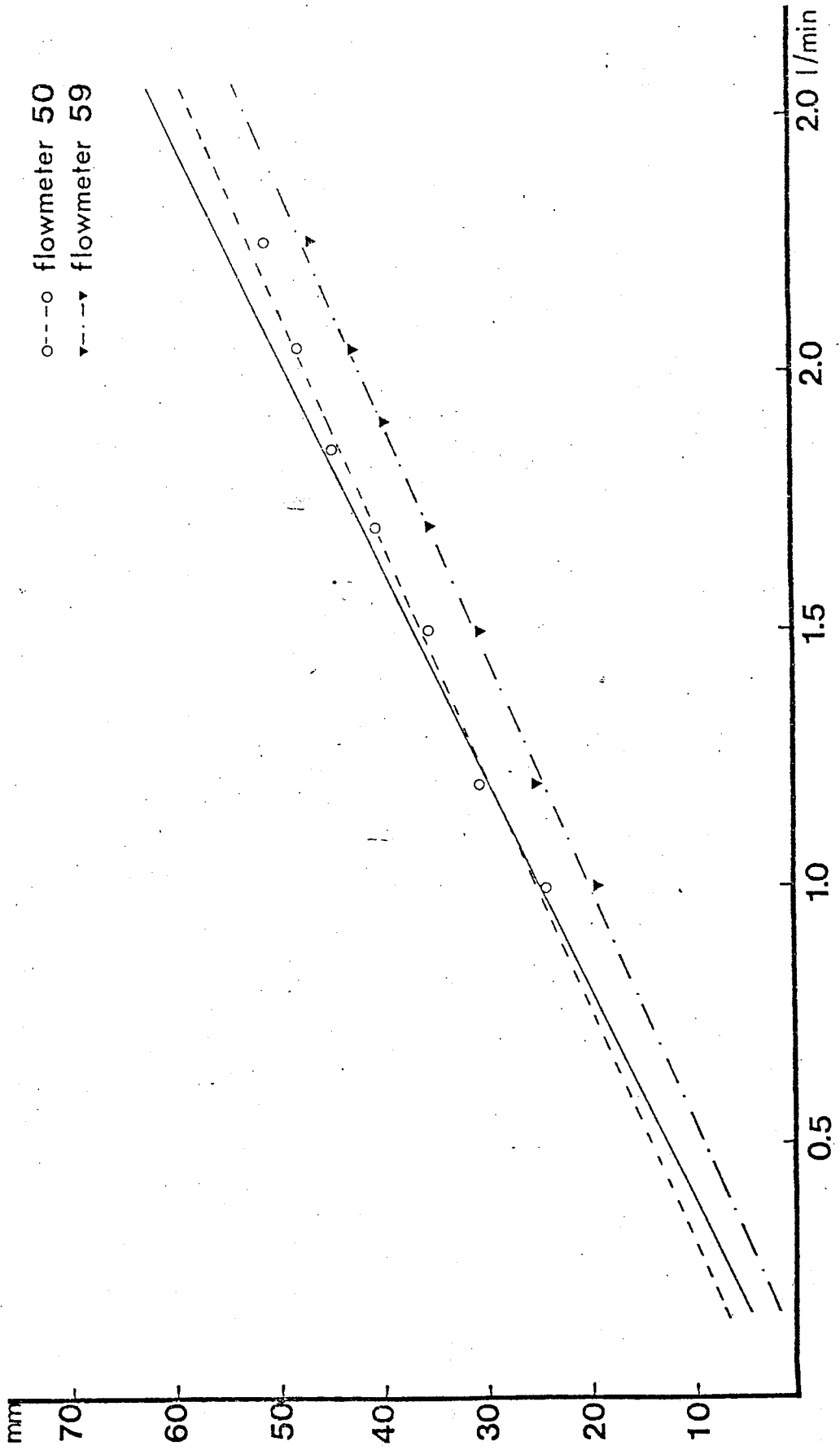
- ingen avlesning p.g.a. utett filterholder/flowmeter.

V Kalibrering av flownetre mot våtgassmeter.

De flownetrene vi hadde til rådighet ble først tatt fra hverandre og rensset med sprit. Hvert flowmeter ble sjekket før og etter rengjøring uten at dette påvirket resultatet. Etter rengjøring av flownetrene ble en Casellapumpe n/filter koplet til våtgassmeteret og luftgjennomgangen regulert fra 1.0 - 2.25 l/min. Resultatet for luftgjennomstrømmingen ble registrert for forskjellige flownetre.

Figur 4 viser resultatet for 2 flownetre, henholdsvis det som lå nærmest og lengst fra den "standardkurven" som hittil har vært benyttet. Komplette resultater er angitt i tabell 3. Resultatene viser at hvert enkelt flowmeter må kalibreres regelmessig og kalibreringsskjema nedfølge det enkelte flowmeter.

Figur 4: Nye kalibreringskurver mot gammel "standardkurve".



Tabell 3: Kalibrering av flowmeter.

Luftgj. gang l/min.	Avlesning i mm. Flowmeter nr.						Avlesning i mm. Flowmeter nr.									
2.25	50	51	52	56	59	60	65	66	57	62	63	64	51	56	59	66
2.2	50	50	49	46	46	48	47	50	50	49	49	49	45	45	45	47
2.05	47	46	45	42	42	44	43	46	46	45	45	45	41	41	41	44
2.0	44	43	42	39	39	41	40	43	41	40	39	40	36	36	36	38
1.9	40	39	38	35	35	38	37	40	36	35	34	35	31	31	31	33
1.8	35	35	33	31	30	33	32	35	25	23	22	23	19	19	19	21
1.7	30	29	28	25	25	27	26	29	25	23	22	23	23	23	19	21
1.5	24	23	22	20	19	21	22	24	Kalibrering medio okt, -78.							
1.2	Kalibrering medio okt, -78.								Kalibrering/rekalibrering medio des. -78							
1.0	Kalibrering medio okt, -78.								Kalibrering/rekalibrering medio des. -78							

VI Pumpe stabilitet de første 5 minutter etter pumpestart.

Luftgjennongangen i forskjellige pumper ble målt etter 15 og 30 sekunder, og fulgt de neste 5 minuttene etter pumpestart. Resultatene viser at punpekapasiteten kan avleses umiddelbart etter pumpestart. Resultatene er angitt i tabell 4.

Tabell 4: Pumpe stabilitet de første 5 minutter etter pumpestart.

Pumpe nr.	Avlesning (mm) etter		De neste 5 min.
	15 sek.	30 sek.	
12651	37-38	37-38	son foregående kolonne
4110	38-39	38-39	
2134	36	36	
3228	36	37-38	
3560	36-37	36-37	
12236	37-38	37-38	
9780	38	38-39	
13138	38	38	
12576	36	37-38	
3556	42	42-43	

VII Luftgjennomstrømning avlest flere ganger av samme person og av flere personer.

For å få et inntrykk av personvariasjoner ved avlesning av pumpenes flow ble luftgjennomgangen for to Casellapumper avlest ti ganger av samme person med ti minutters mellomrom, og av ti personer fortløpende, men uavhengig av hverandre. Resultatene fremgår av tabell 5 og 6.

Tabell 5: Luftgjennomstrømning målt flere ganger av samme person.

Pumpe nr. Minutter etter pumpestart	Avlesning i mm.	
	3228	12576
10	44	43
20	44	43
30	44	43
40	44	43
50	44	43
60	43	43
70	43	42
80	44	42
90	43	43
100	44	43

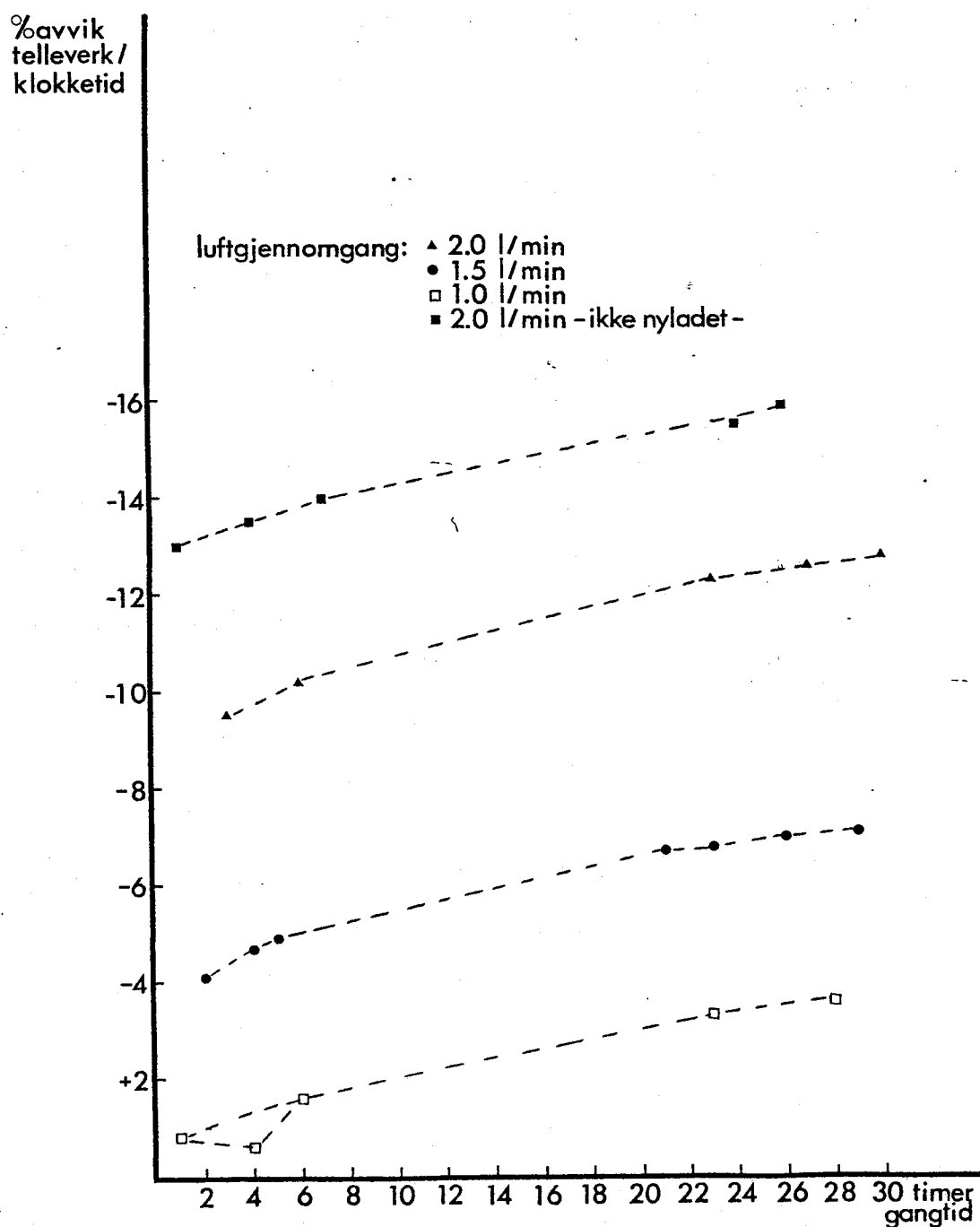
Tabell 6: Luftgjennomstrømning avlest av forskjellige personer.

Person nr. Pumpe nr.	Avlesning i mm.	
	3228	12576
1	44	43
2	44	44
3	43	43
4	43-44	43-44
5	43-44	44
6	43	43
7	43-44	43-44
8	44	43
9	43-44	43
10	42-43	43-44

VIII Telleverk kontrollert not klokkeid for pumper med langtidbatteri.

Tilsvarende frengangsnaite son under pkt. 2 ble benyttet. Disse pumpene viste økende avvik ved høyere luftgjennomstrømning og økende avvik med tiden. Resultatene er plottet i figur 5. Resultatene viser at ved bruk av denne type pumper nå enten en nøyaktig kalibrering av telleverket foreligge eller nan nå anvende klokkeid.

Figur 5: % avvik telleverk/klokkeid for langtidspumpene.



IX Kalibrering av stasjonære pumper

I første ongang ble vårt Ritter 20 - liters våtgassur kontrollert mot et VEB Prüfgerate Werk flowmeter type TG 300 med angitt nøyaktighet $\pm 2\%$. Gassur, flowmeter og pumpe ble koplet i serie med luftgjennomstrømming samme vei. Volunavlesningene er vist i tabell 7. Resultatene viser god overensstemmelse mellom våtgassuret og flowmeteret.

Vi fikk senere låne et nytt 10-liters tørrgassur fra Houn & Co, også dette med oppgitt nøyaktighet $\pm 2\%$. Overensstemmelsen med vårt våtgassur er vist i tabell 8. Resultatene fra disse to kontrollseriene viser at vi kan benytte vårt 20-liters Ritter våtgassur som kalibreringsinstrument.

Tabell 7: Volunavlesninger ved oppsett våtgass flowmeter punpe

Tid etter start	Varm punpe			Kald punpe			
	Volun våtgass l totalt	Flowmeter l/t l	total	Volun våtgass l totalt	l/nin	Flowmeter l/t	l/nin
0 nin						1300	
5	90	1080	90	106	21.2	1240	
10				207	20.7	1200	20.
15	270	"	270				
16				326	20.4	1160	19.3
30	540	"	540	593	19.8	1125	18.8
47	848	"	846				
50	902	"	900				
60				1155	19.3	1115	18.6
90				1712	19.0	1115	18.6
120	2717	"	2700	2268	18.9	1115	18.6

Filter punpe tørrgassur ned luftgjennomstrømning samme vei er normal montering av stasjonært utstyr. Her vil temperaturen i punpa stige raskt etter start, lufta utvides og trykket endres. For å få samme betingelse under kalibreringen er følgende oppsett benyttet:

- pumpe → Ritter 20-liters våtgassur (P → V)
- pumpe → YHI's tørrgassur nr. 30 og nr. 43 (P → T 30/43)
- pumpe → flowmeter TG 300 (P → F)
- pumpe → Ritter 10-liters tørrgassur (P → T, Houn)

Resultatene frangår av tabell 8.

Tabell 8: Kalibrering av tørrgassur.

Dato	Oppsett	Pumpe tilhørende tørrgassur nr.	Volumavlesninger i m ³		
			ved start	etter 1t	2t
1/2-79	P → V	43		1.435	2.874
"	P → T ₄₃	"			3.035
"	P → F	"	1.490	1.520	
2/2-79	P → V	"		1.470	2.933
"	P → T ₄₃	"			3.052
"	P → F	"	1.480	1.525	
"	P → T _{Houm}	"			2.978
5/2-79	P → V	30		1.335	2.670
"	P → T ₃₀	"		1.389	2.783
"	P → T _{Houm}	"			2.667
6/2-79	P → V	"		1.331	2.668
"	P → T ₃₀	"		1.394	2.792
"	P → T _{Houm}	"			2.660
"	P → F	"	1.340	1.350	

X Samendrag.

1) Casellapumpens telleverk

Det beste ville være om man noterte pumpens gangtid nøyaktig med klokke i tillegg til telleverket. Store avvik mellom disse to avlesningene vil gi informasjon om batteriets kapasitet, og man kunne unngå pumpestopp under prøvetaking. En betingelse for at dette skal fungere er at man vet hvor lenge pumpen har vært slått av i nattpauser o.l. Dette vil ofte være vanskelig å ha kontroll over ved større undersøkelse, men når kun få pumper er i drift burde det lett kunne gjennomføres.

2) Flowmeter

Hvert flowmeter må få sin egen kalibreringskurve, hvilket innebærer at man heretter må være påpasselig med å notere nummeret på flowmeteret som er i bruk.

3) Personvariasjoner.

Avlesninger med flowmeter av forskjellige personer og gjentatte avlesninger av samme person ga svært jevne resultater under laboratorie-forskøkene. Dessverre er tiden ofte knapp under avlesningene ved feltundersøkelser, og avlesningene bærer ofte preg av dette.

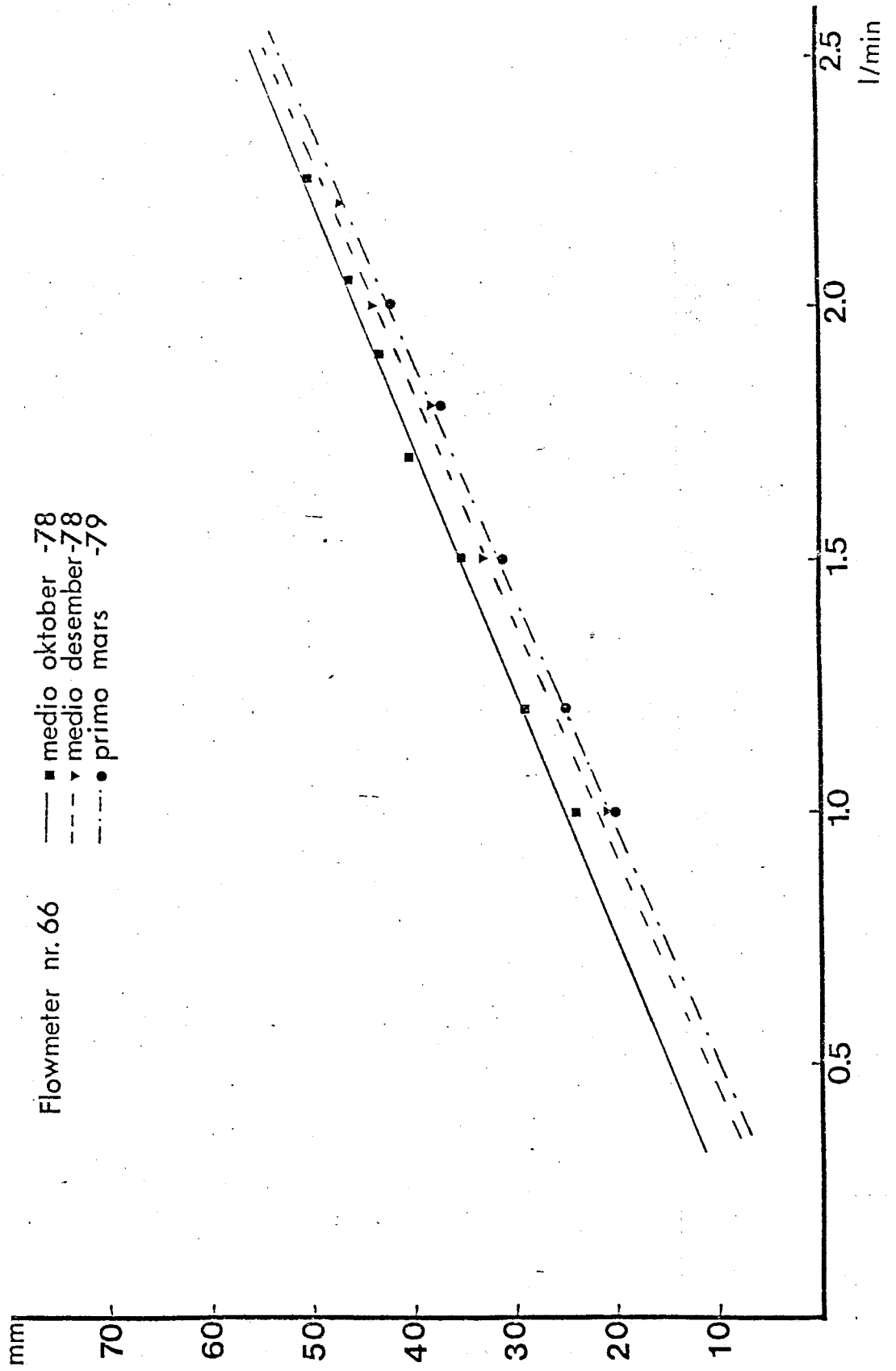
XI Rekommendasjoner.

For å unngå unødvendige feilkilder under prøvetaking anbefaler vi følgende rutine for overhaling/kalibrering av utstyr.

- 1) Casellapumpenes telleverk sjekkes hvert kvartal (pumpa går i 3 timer).
- 2) Flownetrene kalibreres etter behov. Rekalibrering av flownetrene viser variasjon over tid. Se figur 6 og 7. Hver gang flownetrene har vært i bruk bør de to ytterpunktene (0.5 og 2.5 l/min) testes. Derson disse ikke stemmer bør ny kalibrering foretas.
- 3) Stasjonært utstyr kalibreres hvert kvartal mot våtgassur som beskrevet i pkt. IX, men med lengre gangtid enn hva som ble benyttet under de innledende forsøk.

Eventuelle forandringer/avvik registreres, føres i tabell og distribueres til den som benytter seg av telleverk, luftgjennomstrømning o.l. ved utregning.

Figur 6: Kalibrering/rekalibrering av flowmeter nr. 66.



Figur 7: Kalibrering/rekalibrering av flowmeter nr. 56.

