

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

1.

O - 62/69

Driftsanalyse av forsvarets kloakkrenseanlegg  
på Heistadmoen i tiden 14. - 15.8.1969

Saksbehandlere: Siv.ing. Svein Stene Johansen og  
siv.ing. Ole Jacob Johansen

Rapporten avsluttet: 15. september 1969

INNHALDSFORTEGNELSE	SIDE
Beskrivelse av anlegget	3
Analyser	3
Vannføringsmålinger	4
Kjemisk og biokjemisk oksygenforbruk	5
Suspendert og flyktig suspendert stoff	6
Slamvolumindeks, slamundersøkelse	6
Slambelastning	7
Oksygeninnhold	7
Forhold i sedimenteringsbasseng	8
Konklusjon	8

#### FIGURFORTEGNELSE

Figur 1. Vannføringskurve	11
" 2. $BOF_5$ - kurver	12
" 3. KOF - kurver	13
" 4. Flyktig suspendert stoff	14

#### TABELLFORTEGNELSE

Tabell 1. Analyseresultater fra Heistadmoen kloakkrensning 14. - 15/8 1969	10
--	----

## BESKRIVELSE AV ANLEGGET

Heistadmoen kloakkrensaneanlegg er et aktivt slamanlegg som ble satt i drift i 1967. For å hindre driftsvanskeligheter om vinteren er anlegget blitt utført med et overbygg i betong.

Avløpsvannets gang gjennom anlegget er følgende:

Avløpsvannet tilføres luftetanken via et sandfang. Derfra ledes det til sedimenteringstanken, hvor slam sedimenteres. Det rensede avløpsvann går så via overløp til resipienten, Dalselva. En del av det sedimenterte slam returneres til luftetanken hvor det blandes med nytt innkommet avløpsvann. Resten, overskuddsslammet, føres til et slamkammer hvor man foretar en aerob nedbrytning av det. Når dette slam er tilstrekkelig stabilisert, kjøres det vekk med tankbil.

I slamkammeret har man en overløpsrenne liggende i en sedimenteringssone, slik at slamvann ledes tilbake til luftebassenget.

## ANALYSER

Tabell I viser analyseresultatene fra anlegget. Prøvene for BOF, KOF, suspendert stoff og flyktig suspendert stoff er basert på døgnprøver over 24 timer, tatt av automatisk prøvetager på innløp og utløp. Da prøvetageren gir konstant vannmengde pr. tidsenhet, ble prøvene oppsamlet for 2 timers intervall og mengdeblandet proporsjonalt med innkommende avløpsvannmengde. Analysene for denne blandprøve vil da gi resultater som er et middel over hele døgnet.

For de nevnte komponenter ble det også mengdeblandet prøver med 4 timers intervall. Disse resultater forteller hvordan konsentrasjonen av komponentene varierer over døgnet.

Analysene for luftebassenget er basert på stikkprøver, tatt kl. 04.00, 11.30, 16.00 og 20.00.

### Vannføringsmålinger

På innløpssiden av anlegget ble det montert en limnigraf foran et V-formet overløp. Figur 1 viser variasjonen i vannmengde over døgnet.

Av vannføringskurven finner man følgende:

Midlere vannføring	$\bar{q}$	= 2,6 l/sek.
Maks.	"	$q \text{ maks.} = 7,6$ "
Min.	"	$q \text{ min.} = 1,3$ "
total vannmengde		= 227 m <sup>3</sup> /døgn

Det ble opplyst på undersøkelsesdagen at 640 personekvivalenter var tilknyttet anlegget. Dette gir et spesifikt avløp på 355 l/person og døgn.

Heistadmoen er kloakkert etter fellessystemet, og i følge oppsynsmannen for renseanlegget, herr Skogen, er ledningsnettets meget utett. I regnværperioder kan man derfor vente store infiltrasjonsvannmengder. Med de nedbørforhold man imidlertid har hatt sommeren 1969, kan man regne med at infiltrasjonsvannets andel av total kloakkvannsføring er meget lav.

Avløpsmengdemålinger utført av personalet ved renseanlegget i tidsrommet jan. - aug. 1967 ca. kl. 07.30, viser at vannmengdene som ble målt analyse- dagen, tilsvarer forholdene i januar, dvs. med minimal infiltrasjonsvannmengde.

For å foreta en nærmere undersøkelse av infiltrasjonsvannmengdene og variasjoner av avløpsmengdene over døgnet ble det den 1/9 montert en limnigraf som vil være i drift i ca. 14 dager. Denne undersøkelse pågår pr. 13/9.

Måleresultatene fra undersøkelsesdagen viser at forholdet  $q_{\text{min.}}/q_{\text{middel}}$  er meget høyt. En forklaring på dette er det store antall automatspylte urinaler. Det ble opplyst at det finnes ca. 50 urinaler som har et spyleintervall på ca. 10 min. Med et beholdervolum på 15 liter skulle avløpet fra urinalene tilsvare ca. 1,3 l/sek. Dette tall forklarer også det forholdsvis høye spesifikke avløp.

Vannføringskurven (figur 1) viser en karakteristisk topp kl. 18.00.

Denne skyldes antagelig vannforbruk til vask, bading, etc. etter at soldatene

er ferdig med sin arbeidsdag. Kl. 18,00 kom det en forholdsvis kraftig regn-  
skur, men på grunn av lengre tids tørke er det rimelig å anta at regnvannet  
ble absorbert av de øverste jordlag, slik at infiltrasjonsvannmengdene var  
minimale. Når vi får resultatene fra den omtalte vannmengdeundersøkelse, vil  
denne muligens kunne bekrefte dette.

#### Kjemisk og biokjemisk oksygenforbruk

På grunn av det store antall prøver som skulle analyseres på KOF og BOF, ble  
samtlige prøver dypfrost.

Når BOF skulle bestemmes, ble prøvene opptinet og podet med aktivt slam fra  
Skarpsno kloakkrenseanlegg. Den usikkerhet man får i BOF verdiene på grunn av  
dypfrysing, ligger innenfor usikkerheten på 20 % som BOF analysene gir.

BOF<sub>5</sub> verdiene ble bestemt med et Hach apparat. Dessuten ble mesteparten av  
Hach resultatene kontrollert med flaskemetoden. Figur 2 viser BOF<sub>5</sub>-verdiene  
for influent og effluent oppstilt både for Hach og flaske-metoden over døgnet.  
På samme figur er Hach resultatene oppteignet.

Den grafiske fremstilling viser en meget høy BOF<sub>5</sub>-verdi i prøven tatt kl. 14.00-  
18.00 og kl. 18.00-22.00 fra effluenten. Effluentens BOF<sub>5</sub>-verdi kl. 14.00-  
18.00 er 300 mg O<sub>2</sub>/l, mens den for influenten i samme periode er 140 mg O<sub>2</sub>/l.

Dette skyldes utvasking av slam, noe som man også tydelig kunne se i over-  
løpet til effluenten. Utvaskingen vil selvsagt gjøre kraftig utslag i BOF<sub>5</sub>-  
verdien for effluentens blandprøve. Denne ble funnet til 77 mg O<sub>2</sub>/l. Til-  
svarende ble BOF<sub>5</sub>-verdien for influentens blandprøve 92 mg O<sub>2</sub>/l. Over døgnet  
blir dette en rensegrad på ca. 16 %.

For å finne kjemisk oksygenforbruk ble oksydasjonsmidlet kaliumbikromat,  
K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, benyttet. I figur 3 er kaliumbikromattallene for influent og  
effluent oppstilt og fremstilt grafisk som funksjon av tiden. Blandprøvene  
for influent og effluent ble funnet til henholdsvis 160 og 300 mg O<sub>2</sub>/l.

KOF-verdiene viser i motsetning til BOF<sub>5</sub>-verdiene høyere tall for effluent enn  
influent. Ved en BOF analyse vil mikroorganismene først angripe oppløst or-  
ganisk stoff, mens de på et senere stadium vil angripe suspenderte stoffer,  
som f.eks. cellevegger etc.

Influenten inneholder forholdsvis meget mere oppløst organisk stoff enn effluenten. Ved en hydraulisk overbelastning vil slam rives med i effluenten, og denne blir da innholdsrik på suspenderte organiske stoffer.

Kaliumbikromat er et meget kraftig oksydasjonsmiddel som også vil oksydere cellevegger, fibre og andre oppløste organiske stoffer, som ikke vil bli oksydert ved en BOF analyse i løpet av 5 døgn. Dette er antagelig forklaringen på at  $BOF_5$  og KOF viser det motsatte forhold mellom influentens og effluentens verdier.

$BOF_5$  og KOF verdiene for blandprøven kan kontrolleres ved å beregne disse ut fra enkeltprøvene. Dette er gjort, og det er en god overensstemmelse mellom resultatene for de analyserte og beregnede blandprøver.

#### Suspendert og flyktig suspendert stoff

I figur 7 er influentens og effluentens innhold av suspendert og flyktig suspendert stoff oppstilt for de forskjellige perioder av døgnet. I samme figur er influentens og effluentens innhold av flyktig suspendert stoff fremstilt grafisk som funksjon av tiden.

Blandprøvens analyse viser at innholdet av suspendert og flyktig suspendert stoff var større for effluent enn influent. Som påpekt tidligere, vil oppløst organisk stoff forvandles til suspendert organisk stoff i form av mikroorganismer. Ved hydraulisk overbelastning vil dette rives med i effluenten og under analysens filtrering legge seg på filteret, mens oppløst organisk stoff drives gjennom dette.

#### Slamvolumindeks, slamundersøkelse

Slamvolumindeksen er definert som det volumet, målt i ml/l, som opptas av 1 g tørrvekt av aktivslammet etter en sedimenteringstid på 30 minutter.

Samtidig som prøvene for bestemmelse av tørrstoff i luftetanken ble tatt, ble slamvolumene målt. Nedenfor er tørrstoffinnholdene med korresponderende slamvolum gjengitt og slamvolumindeksene utregnet.

kl.	Susp. stoff mg/l	Flyktig susp.stoff mg/l	Slam- volum ml/l	Utregnet slamvol,indeks ml/l
11.30	2764	2312	310	112
16.00	1890	1606	300	159
20.00	1400	1146	230	208
04.00	1592	1310	350	220

Tallene for tørrstoffinnholdet i luftetanken varierer meget, og er lavest kl. 20.00. Dette kommer av den kraftige utvasking av slam ca. kl. 18.00 (se vannføringskurven).

De høyeste tall for slamvolumindeksen viser at man har slamsvelling. Dette betyr at man har et lett slam med dårlige sedimenteringsegenskaper.

For å foreta en nærmere undersøkelse av slammet ble det mikroskopert. Formålet var å undersøke om filamentør vekst (soppbakterier) dominerte organismesamfunnet. Filmentøse bakterier er trådformige og gir slammet dårlige sedimenteringsegenskaper.

Det ble ikke funnet filamentøs vekst i slammet, men slammet inneholdt relativt mye fibre, både som tette flak og som lange tråder. Av levende organismer dominerte zoogløs vekst av små stavbakterier.

### Slambelastning

Slambelastningen, definert som kg. organisk belastning pr. døgn pr. kg suspendert stoff i luftetanken, var analysedagen:

$$\frac{0,077 \times 2,6 \times 24 \times 3600}{65000 \times 2,1247} = 0,12 \text{ )} : 0,12 \frac{\text{kg BOF}_5}{\text{dag kg SS}}$$

Ifølge litteraturen ligger dette tall innenfor grensene for total oksydasjon.

### Oksygeninnhold

Oksygeninnholdet ble målt i 4 seksjoner av luftetanken. Det ble benyttet en elektrometrisk oksygenmåler, og denne viste null oksygeninnhold i vannet. Apparatet har en feilmargin på  $\pm 0,2$  mg O<sub>2</sub>/l.

Dersom oksygeninnholdet underskrider 0,5 - 1,0 mg O<sub>2</sub>/l, nedsettes organismenes nedbrytningsprosess betraktelig. For å unngå dette forsøker man vanligvis å holde oksygeninnholdet i luftetanken over 1,5 - 2,0 mg O<sub>2</sub>/l.

I innløpet til renseanlegget var oksygeninnholdet i middel 6,5 mg O<sub>2</sub>/l, mens det i utløpet ikke ble registrert oksygen.

#### Forhold i sedimenteringsbasseng

Sedimenteringsbassenget har en overflate på 12 m<sup>2</sup> og et volum på 28 m<sup>3</sup>. Flatebelastninger og oppholdstider basert på innkommende vannmengder blir følgende:

Overflatebelastning ved midlere vannmengde:	0,85 m/h
- " - " maksimal " :	2,5 m/h
Oppholdstid ved midlere vannmengde:	3 timer
" " maksimal " :	1 time

Ifølge litteraturen bør overflatebelastningen for sedimentering av aktivt slam for oppadstrømmende væske ikke overskride 1,5 m/h.

Oppholdstiden ved maksimal belastning synes noe lav.

#### KONKLUSJON

Analyseresultatene fra undersøkelsesdøgnet 14.-15./8.1969 viser at anlegget ikke virker tilfredsstillende. Driftsanalysen som ble tatt av NIVA over døgnet 10.-11./7.1967 av samme anlegg, viste også den gang meget lav rensegrad med hensyn på BOF<sub>5</sub>.

Den 10.-11./7.1967 hadde man imidlertid en midlere hydraulisk belastning som var ca. 3 ganger større enn belastningen i døgnet 14.-15./8.1969. Sammenlikner man den rensegrad som nå ble funnet, med den tilsvarende belastning, er det mye som tyder på at slammet kan være forgiftet.

Ut fra driftsanalysene kan man se at man får utvasking av slam fra anlegget. Sedimenteringsbassengets belastning er ved den maksimale vannmengde for høy, men dette alene forklarer ikke slamutvasking.



Det ble ikke registrert oksygeninnhold i luftetanken. Målinger har vist at mikroorganismenes nedbrytningsprosess nesten opphører når oksygen-  
spenningene nærmer seg null. Det lave oksygeninnhold kan også være en av  
årsakene til slammets dårlige sedimenteringsegenskaper.

Omtrent 3 timer før prøvetagningen begynte hadde det vært spyling i deler av  
avløpsnettets som hadde tettet seg. Dette kan ha medført så store vannmengder  
at forholdsvis mye av anleggets slam var blitt utvasket.

Det kunne ha vært ønskelig med flere driftsanalyser fra anlegget, slik  
at man fikk vite om situasjonen man hadde analysedøgnet, ville gjenta seg.

Driftspersonalet holdt anlegget rent og pent.

Tabell I  
 ANALYSERESULTATER FRA HEISTADMOEN KLOAKKRENSEANLEGG  
 14. - 15/8 1969

Analyse	Sted for prøvetaker		
	Innløp	Utløp	Luftetank
Slamvolum maks. ml/l			350
min.			230
Surhetsgrad pH	6,9	7,0	7,0
BOF mg O <sub>2</sub> /l	92	77	
KOF mg O <sub>2</sub> /l	160	300	
Suspendert stoff mg/l	84	122	
Flykt. susp. stoff mg/l	66	108	1593
Oksygeninnhold mg O <sub>2</sub> /l	6,5	0	0
Temperatur °C	17,4	17,4	
Hydraulisk belastning maks. l/sek.	7,6		
min.	1,3		

Beregnete verdier:

Slamvolumindeks maks. ml/l 220  
 min. ml/l 112

Organisk belastning  $\frac{\text{kg. BOF}_5}{\text{dag kg SS}}$  0,12

Overflatebelastning maks. m/h 2,5

Rensegrad m.h.p. BOF<sub>5</sub> % 16

Fig.1 Vannföringskurve

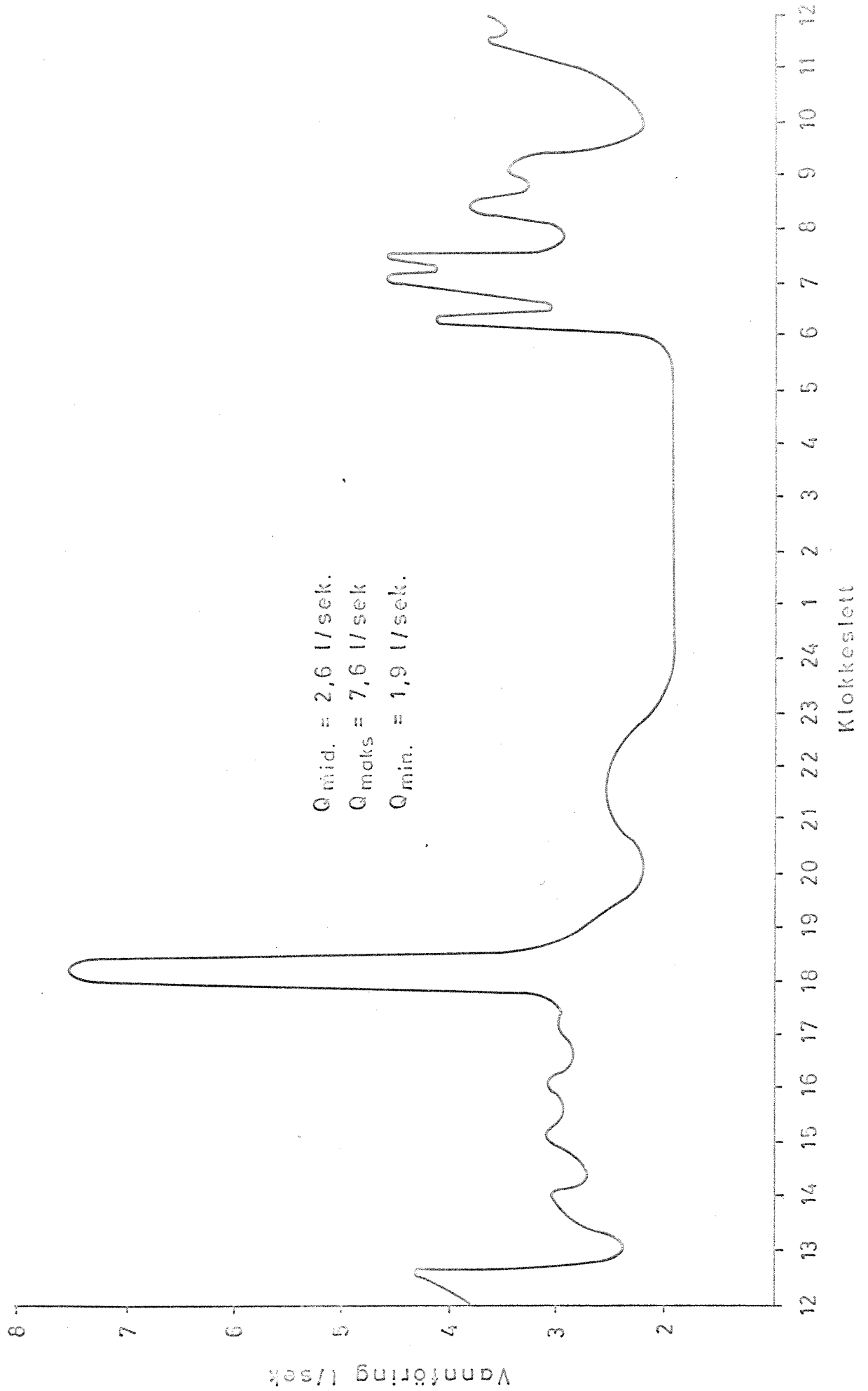


Fig. 2  $BOF_5$  - kurver

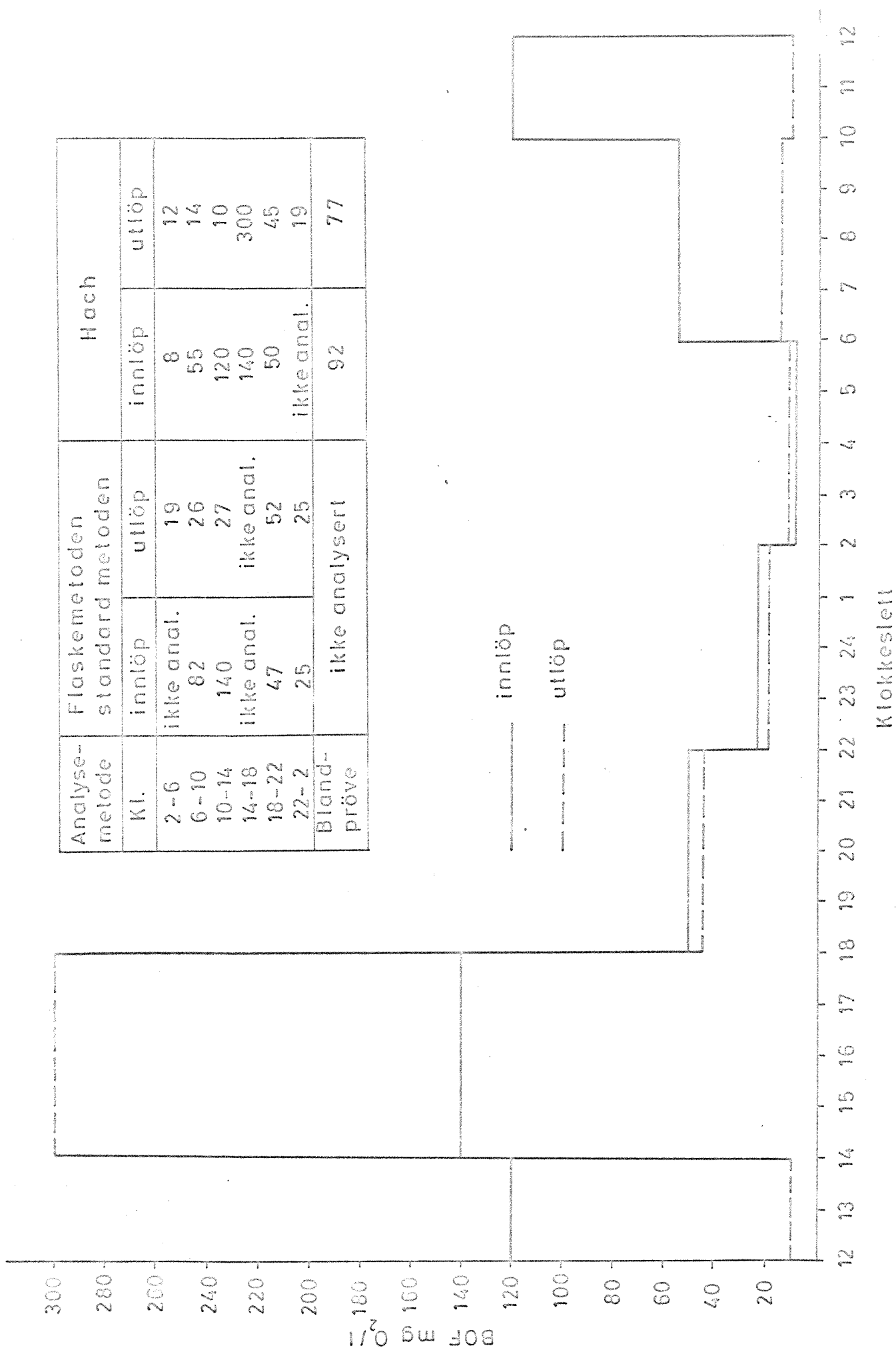


Fig. 3 KOF - kurver

Kl.	innlöp	utlöp
2-6	75	60
6-10	170	80
10-14	305	70
14-18	210	1445
18-22	145	305
22-2	40	65
Bland- pröve	160	300

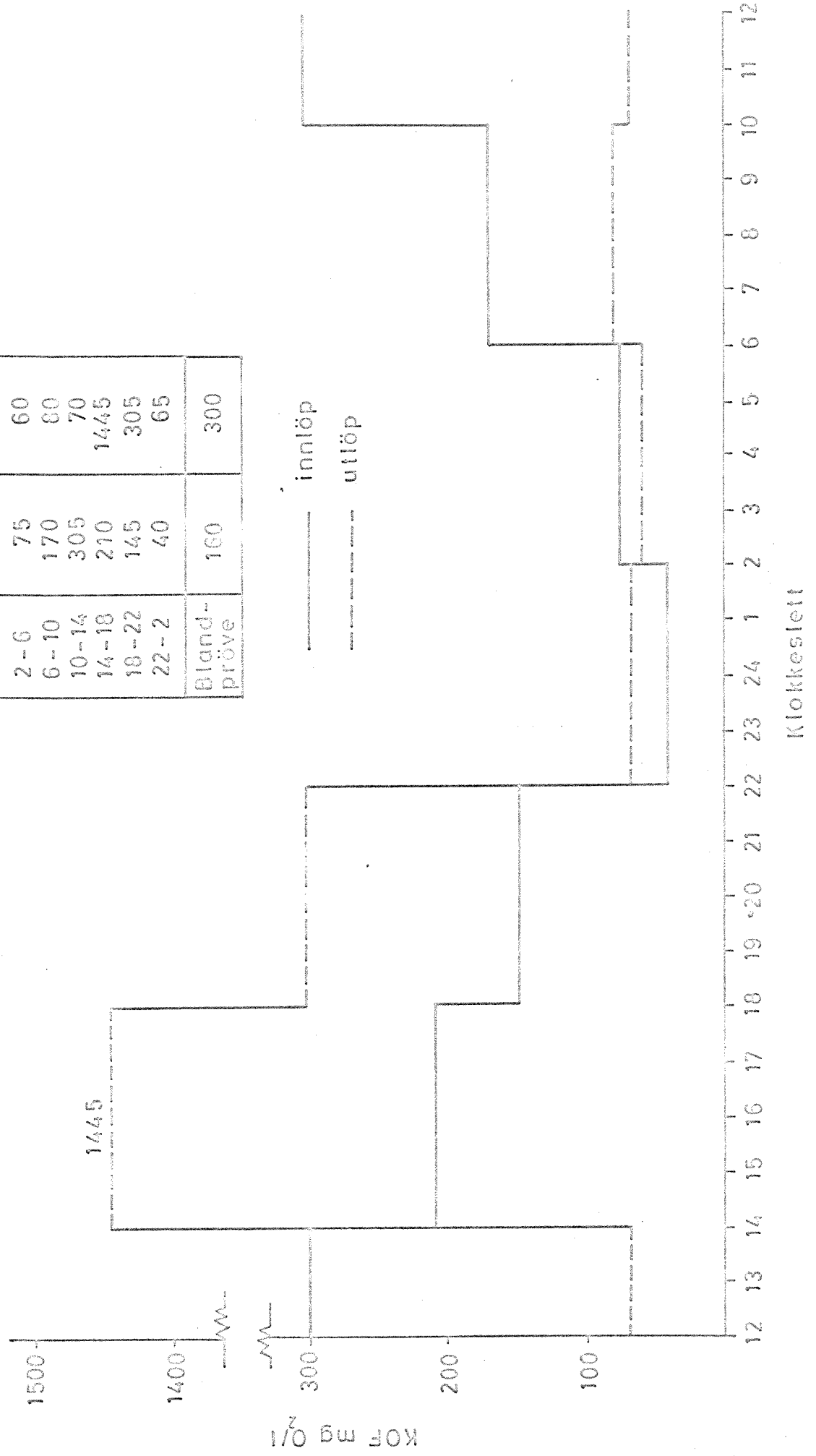


Fig. 4 Flyktig suspendert stoff

Kl.	Suspendert stoff		Flyktig suspendert stoff		
	innløp	utløp	innløp	utløp	luftetank
2-6	19	29	15	29	Kl.
6-10	80	23	79	20	4
10-14	94	28	87	28	11.30
14-18	110	798	88	680	16
18-22	117	127	65	106	20
22-2	29	26	21	26	20
Bland- prøve	84	122	66	108	

