

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

0 - 94/74

RÅD VEDRØRENDE RENSING AV AVLØPSVANN, VESTBY

Undersøkelse av avløpsvann fra en kontorbedrift

Delrapport nr. 2

Saksbehandler: Siv.ing. Lasse Vråle

Medarbeidere: Avd.sjef, tekn.lic. Peter Balmér

Siv.ing. Olav Nilssen

Rapporten avsluttet juli 1975

INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. MÅLESTED OG METODER	4
3. RESULTATER	7
3.1 Vannforbruk ved Gustav A. Ring	7
3.2 Vannforbruk ved Norvegia	9
3.3 Kjemiske analyseresultater for avløpsvann fra Norvegias kontorbygg	9
4. DISKUSJON AV RESULTATER	14
4.1 Vannforbruk	14
4.2 Konsentrasjoner i avløpsvannet	14

TABELLFORTEGNELSE:

Tabell nr.:

1	Analyseresultater av avløpsvann fra Norvegias kontorbygg, 27.5 og 28.5.1975	13
2	Konsentrasjoner i avløpsvannet fra en kontorbedrift	14

FIGURFORTEGNELSE:

Figur nr.:

1	Vannforbruk ved Gustav A. Rings kontorbygg ved Brekke	8
2	pH i kontoravløpsvann fra Norvegias bygg i Bærum	9
3	Ledningsevne i kontoravløpsvann fra Norvegias bygg	10
4	Turbiditet " -" " -" "	10
5	Kjemisk oksygenforbruk i kontoravløpsvann fra Norvegias bygg	11
6	Total fosfor i kontoravløpsvann fra Norvegias bygg	11
7	Total nitrogen -" " -" "	12
8	Oversikt over vannforbruk pr. døgn ved to kontorbedrifter	15

1. INNLEDNING

NIVA's oppdrag 0-94/74 "Råd vedrørende rensing av avløpsvann, Vestby" omfatter forslag til utforming av renseanlegg for avløpsvann fra A/S Fred Olsens kontor- og administrasjonssenter som er under planlegging i Vestby kommune. På grunnlag av spesielle krav til utløpsvannet og renseanleggets funksjon, omfatter forslaget avanserte renseprosesser for å muliggjøre resirkulering av avløpsvann.

I denne sammenheng er det nødvendig med nærmere kjennskap til vannmengde og forurensningskonsentrasjoner for avløpsvann fra kontorbedrifter.

I første omgang ble Gustav A. Rings kontorbygg på Brekke undersøkt med hensyn på vannforbruk. Senere ble det ønskelig å skaffe til veie opplysninger om forurensningskonsentrasjonen i avløpsvannet. En slik undersøkelse kan ikke utføres på Brekke uten omfattende gravearbeider. Ved Norvegias bygg i Sandvika lå forholdene bedre til rette for prøvetaking av avløpsvannet ved kontorbedriften, og derfor ble denne del av undersøkelsen foretatt der.

Kostnadsrammen for hele undersøkelsen skulle ikke overskride kr. 5000.- og danner en begrensning for videre arbeid.

2. MÅLESTED OG METODER

Gustav A. Rings bygg på Brekke ble anvendt for undersøkelse av vannforbruket ved en kontorbedrift. Bygget har egen vannmåler og er av samme type som Fred Olsens kontorsenter, med teppebelagte gulv og tørr kantine. Kontorbygget huser ett firma og to institutter, nemlig Gustav A. Ring, NIBR og NIVA med til sammen 333 ansatte. Undersøkelsen bestod i registrering av vannforbruk ved avlesning på vannmåler. Vannmåleren stanset i mars 1975 og står fremdeles i juli 1975. Det var ikke praktisk mulig å oppsamle prøver av avløpsvannet ved dette kontorbygget.

Norvegias kontorbygg på Jongskollen i Bærum kommune ble valgt som målested for undersøkelse av avløpsvannets sammensetning. Antall ansatte er pr. 1. juli 1975 225 (Norvegia 130 og Norsk Hydro 95). Bygget har fire etasjer foruten en underetasje.

Arealfordeling kontorlokaler:

U etasje (kantine)	100 m ²
1. "	1678 "
2. "	1678 "
3. "	1678 "
4. "	100 "
Sum:	<u>5234 m²</u>

Dette utgjør ca. 23 m² pr. ansatt. Alle gulv er teppebelagte. Det er innført fleksitidordning i hele bygget (kl. 0700 - 1700). Ellers kan nevnes at urinalene styres ved "trykk på knappen"-system.

De praktiske målingene bestod av avlesning av vannmåler for innkommende vann til huset samt prøvetaking på utgående vann for bestemmelse av konsentrasjoner m.m. Ikke alt innkommende vann vil gå i avløpssystemet, f.eks. vann til spyling, hagevanning osv. De avleste verdier for vannforbruket må derfor korrigeres for dette.

Prøvene av avløpsvannet ble tatt med en automatisk prøvetaker av type Isco fra en kum like utenfor huset. I denne kummen møtes alle uttrekksledninger fra bygget.

I bunnen av kummen var det utstøpt en renne med sirkulært tverrsnitt. Vann til prøvene ble sugd opp fra rennen gjennom en fleksibel plastslange til prøvetakeren som var plassert ved siden av kummen. For å skaffe til veie et volum å suge prøvene fra ble rennen stengt av slik at vannet måtte renne over en overløpskant. Denne fremgangsmåte gir feilkilder. Suspendert og partikulært materiale samles opp slik at de målte konsentrasjoner kan være for høye. Spesielt er dette aktuelt ved lave vannføringer, da papir, fækalier etc. vil kunne samle seg opp i det vesle oppsamlingsbassenget.

Prøvene er analysert ved NIVA's forsøkslaboratorium.

De ulike analyseparametre kan tillegges følgende betydning:

pH

pH eller surhetsgrad er definert som den negative logaritme til vannets hydrogenion konsentrasjon ($\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$). $\text{pH} = 7$ angir nøytralt vann. Vann med pH mindre enn 7 betegnes som surt vann mens vann med pH større enn 7 betegnes som basisk.

Turbiditet

Turbiditet er et mål for vannets innhold av suspenderte partikler, og måles ved å benytte partiklenes evne til å spre det lyset som passerer en vannprøve. Jackson Turbidity Units (JTU) benyttes som enhet.

Elektrolytisk ledningsevne

Ledningsevnen er definert som den resiproke verdi av elektrisk motstand i vann, målt mellom to elektroder med 1 cm^2 tverrsnitt, som står i en avstand av 1 cm fra hverandre. Ledningsevnen er tilnærmet proporsjonal med konsentrasjonen av oppløste salter. Benevning er $\mu\text{S}/\text{cm}$ ved 20°C .

KOF

KOF eller kjemisk oksygenforbruk er definert som den ekvivalente mengde oksygen som forbrukes i en prøve ved koking med kalium-dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). KOF er et mål for vannets innhold av organisk stoff. Benevning er mg O/l.

Total fosfor (tot-P)

Total fosfor konsentrasjonen angir vannets totale innhold av fosforforbindelser (organisk bundet fosfor, polyfosfater, pyrofosfater og ortofosfater). Benevning er mg P/l.

Total nitrogen (tot-N)

Nitrogen i vann kan forekomme som organisk bundet nitrogen, ammonium, nitritt og nitrat. Vanligvis bestemmes Tot-N ved at bundet nitrogen overføres til en blanding av nitrat, nitritt og ammonium ved at prøven bestråles med ultrafiolett lys i surt miljø. Nitritt og nitrat reduseres så til ammonium i en sinkkolonne før prøven analyseres på Auto-Analyzer m.h.t. ammonium.

Ved høye nitrogenkonsentrasjoner (større enn 100 mg/l) er det vanlig at nitrogenet bestemmes som såkalt Kjeldahl-nitrogen, dvs. organisk bundet nitrogen + ammonium. Nitrat og nitritt er da ikke medregnet.

Ved fersk kloakk slik som her vil imidlertid innholdet av NO_3 og NO_2 være minimalt slik at en uten videre kan sette likhetstegn mellom de to analysemetodene. Benevning er mg N/l.

3. RESULTATER

3.1 Vannforbruk ved Gustav A. Ring

Døgnforbruk ved normale arbeidsdager:

<u>Dato</u>	<u>m³/d</u>
24.2.75	32,4
25.2.75	31,1
26.2.75	29,7.

Vannforbruk over en helg:

Fra fredag 28.2.75 kl. 1154)
til mandag 3.3.75 kl. 0815) 23,8 m³.

Alle kontorene praktiserer lørdagsfri.

Som man ser er vannforbruket også utenom arbeidstiden ikke uvesentlig ved dette kontorbygget.

Spesifikt vannforbruk:

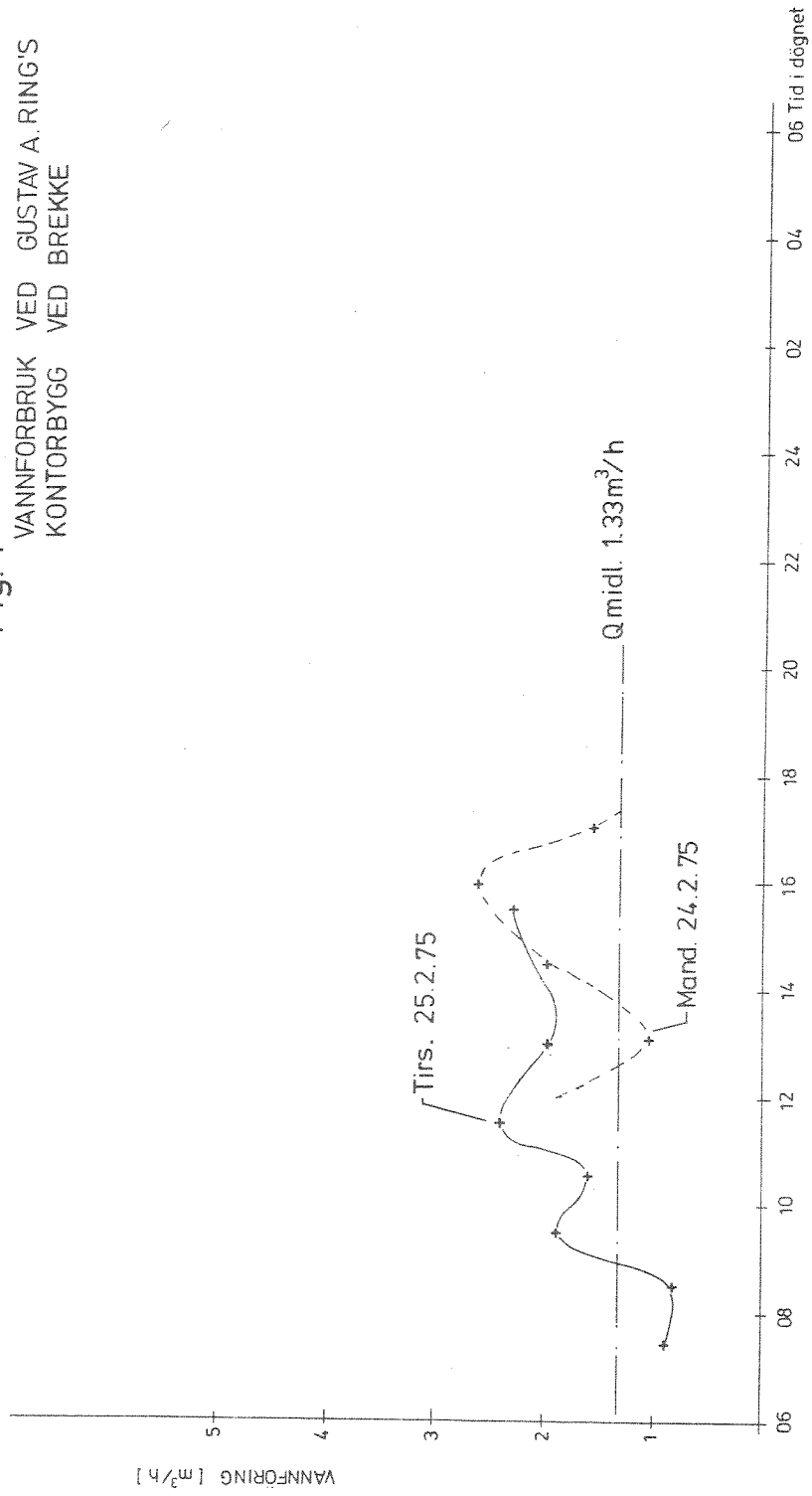
31 m³/d for 330 ansatte.

Det gir ca. 94 l/ansatt.d.

Vannforbruk fordelt over døgnet:

Fig. 1 viser vannforbruket fordelt over arbeidstiden.

Fig. 1
VANNFORBRUK VED GUSTAV A. RING'S
KONTORBYGG VED BREKKE



3.2 Vannforbruk ved Norvegia

Vannmåleren angav et døgnforbruk på $13,8 \text{ m}^3$. Fordelt på 225 ansatte utgjør dette $61,4 \text{ l}$ pr. ansatt og døgn. Dette er imidlertid inklusiv vann til hagevanning. Det virkelige vannforbruket er antakelig betydelig mindre enn dette. Ifølge vaktmesteren skal hagevanning ha pågått kontinuerlig i arbeidstiden den aktuelle måledagen.

3.3 Kjemiske analyseresultater for avløpsvann fra Norvegias kontorbygg.

Analyseresultatene for avløpsvannet er presentert i tabell nr. 1. Forurensningskonsentrasjonene er fremstilt grafisk i fig. 2, 3, 4, 5, 6 og 7.

På grunn av vanskeligheter med avlesning av vannmåler og pågående hagevanning er vannforbruket ved bedriften ikke tilgjengelig. Beregning av spesifikke forurensningsmengder må derfor utestå.

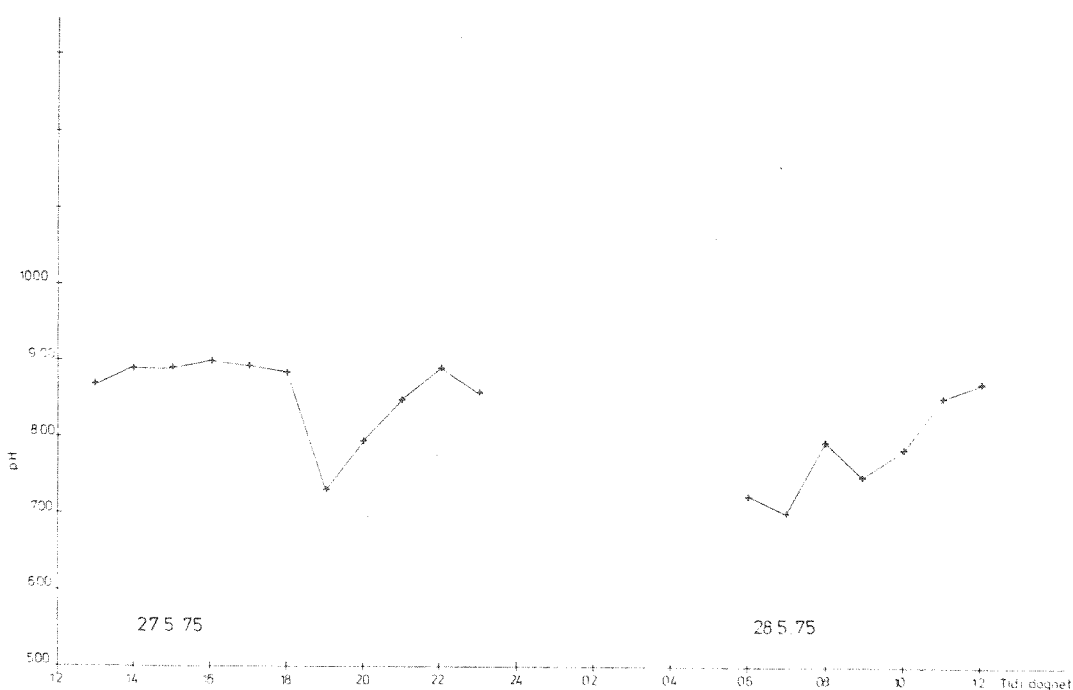


Fig 2 pH I KONTORAVLØPSVANN FRA NORVEGIAS BYGG I BÈRUM

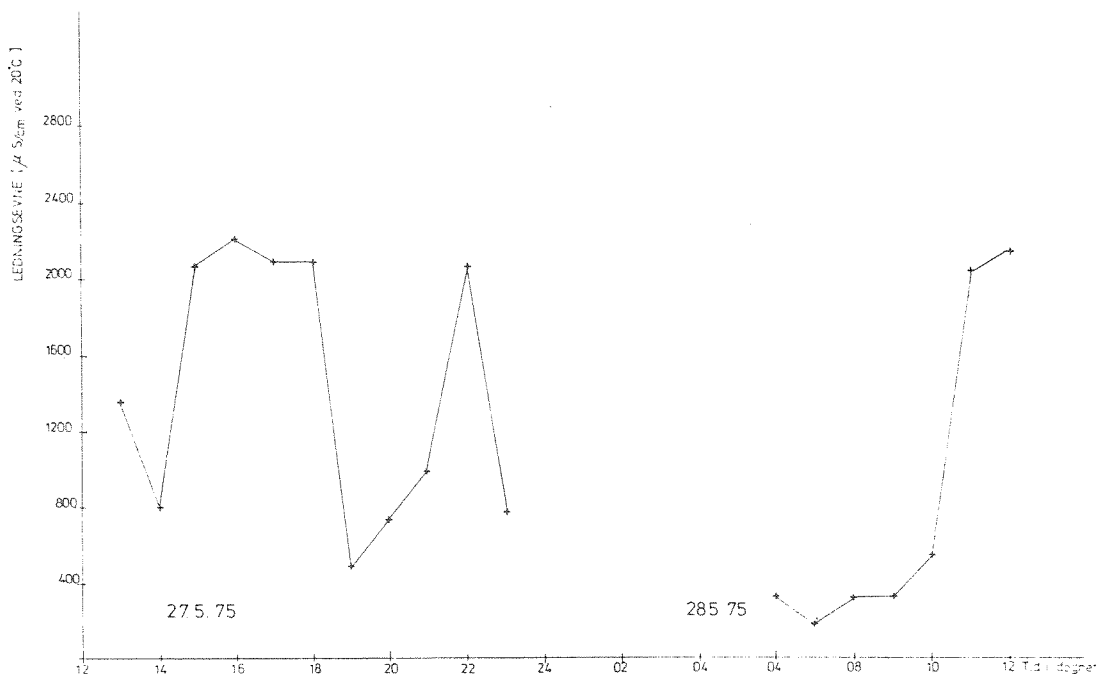


Fig:3 LEDNINGSEVNE I KONTORAVLØPSVANN
FRA NORVEGIAS BYGG I BÆRUM

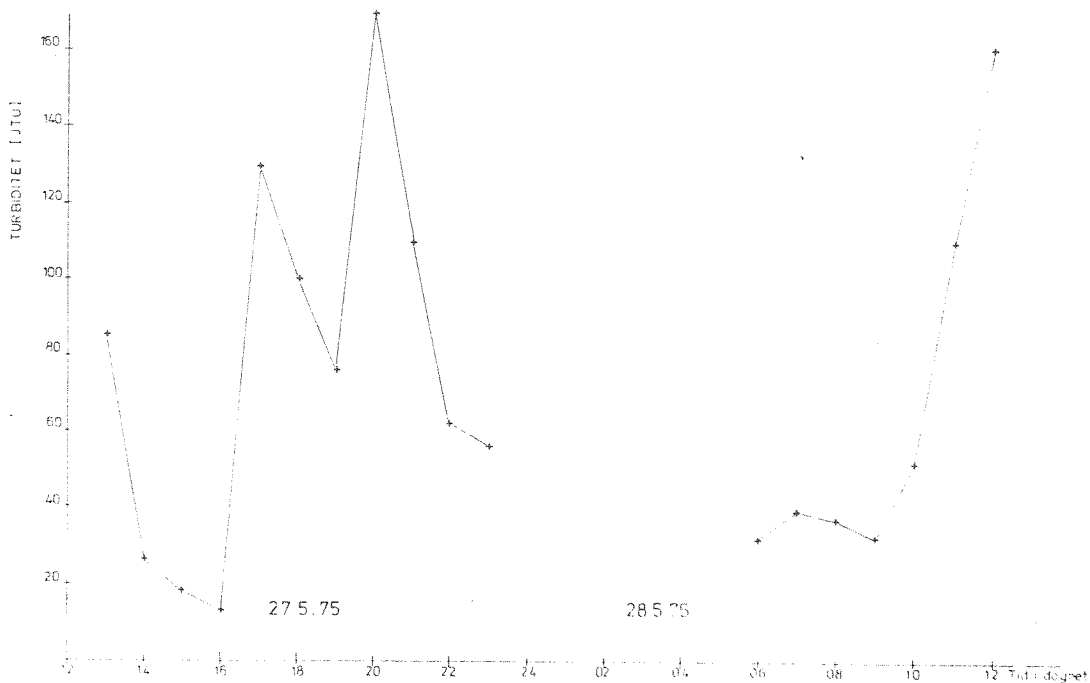


Fig:4 TURBIDITET I KONTORAVLØPSVANN
FRA NORVEGIAS BYGG I BÆRUM

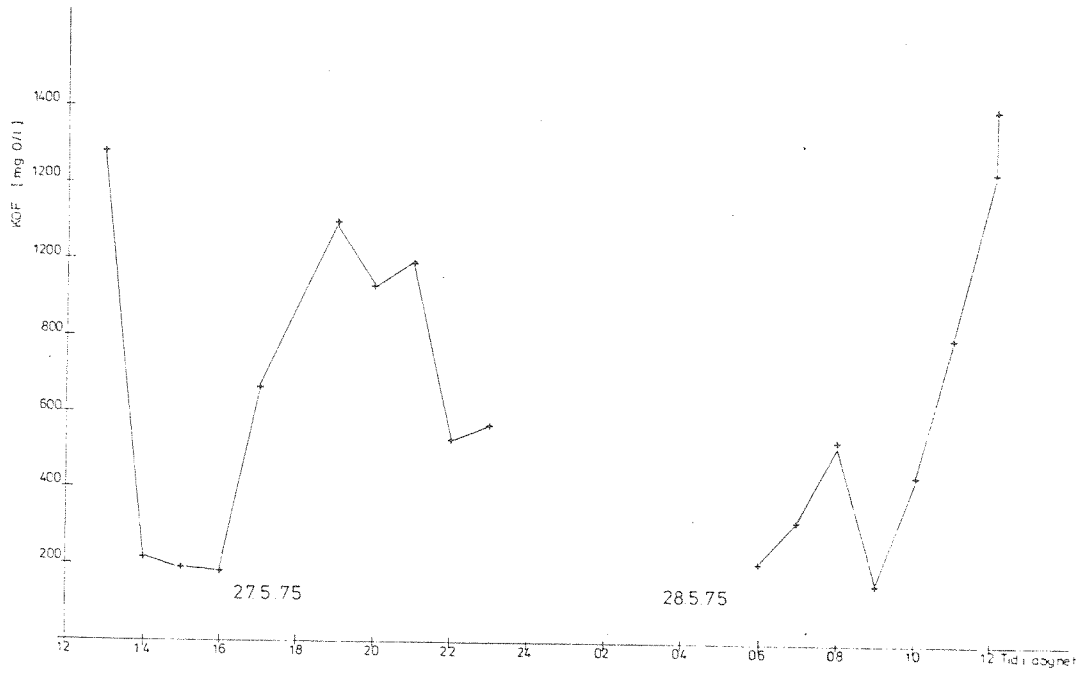


Fig 5 KJEMISK OKSYGENFORBRUK I KONTORAVLOPSVANN FRA NORVEGAS BYGG I BÆRUM

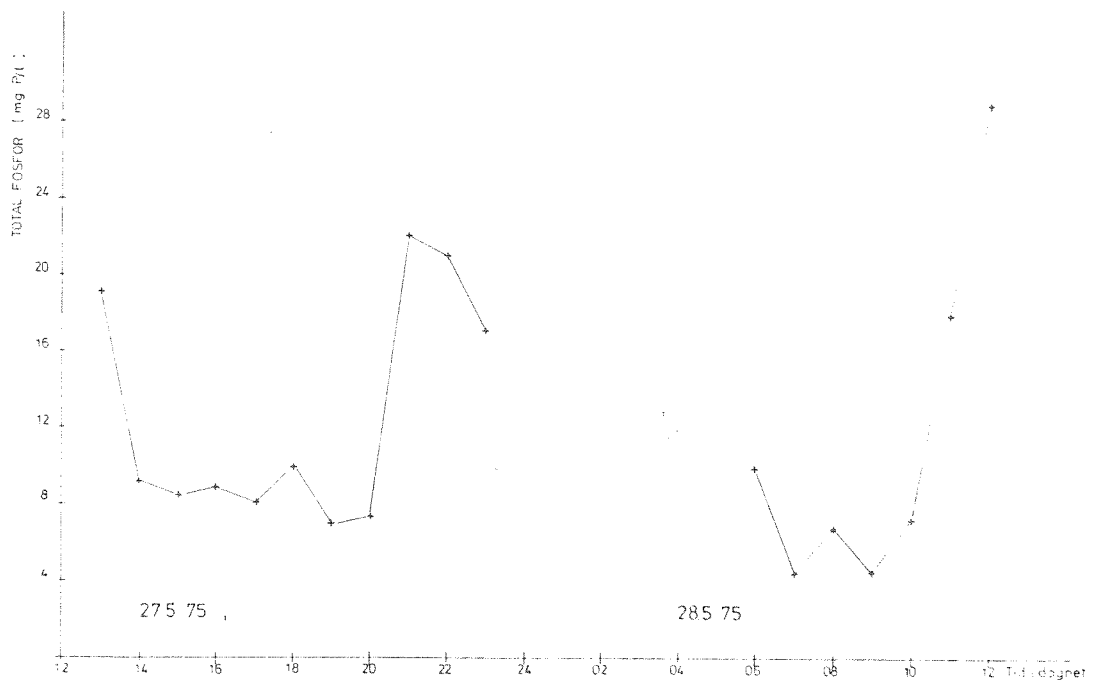


Fig 6 TOTAL FOSFOR I KONTORAVLOPSVANN FRA NORVEGAS BYGG I BÆRUM

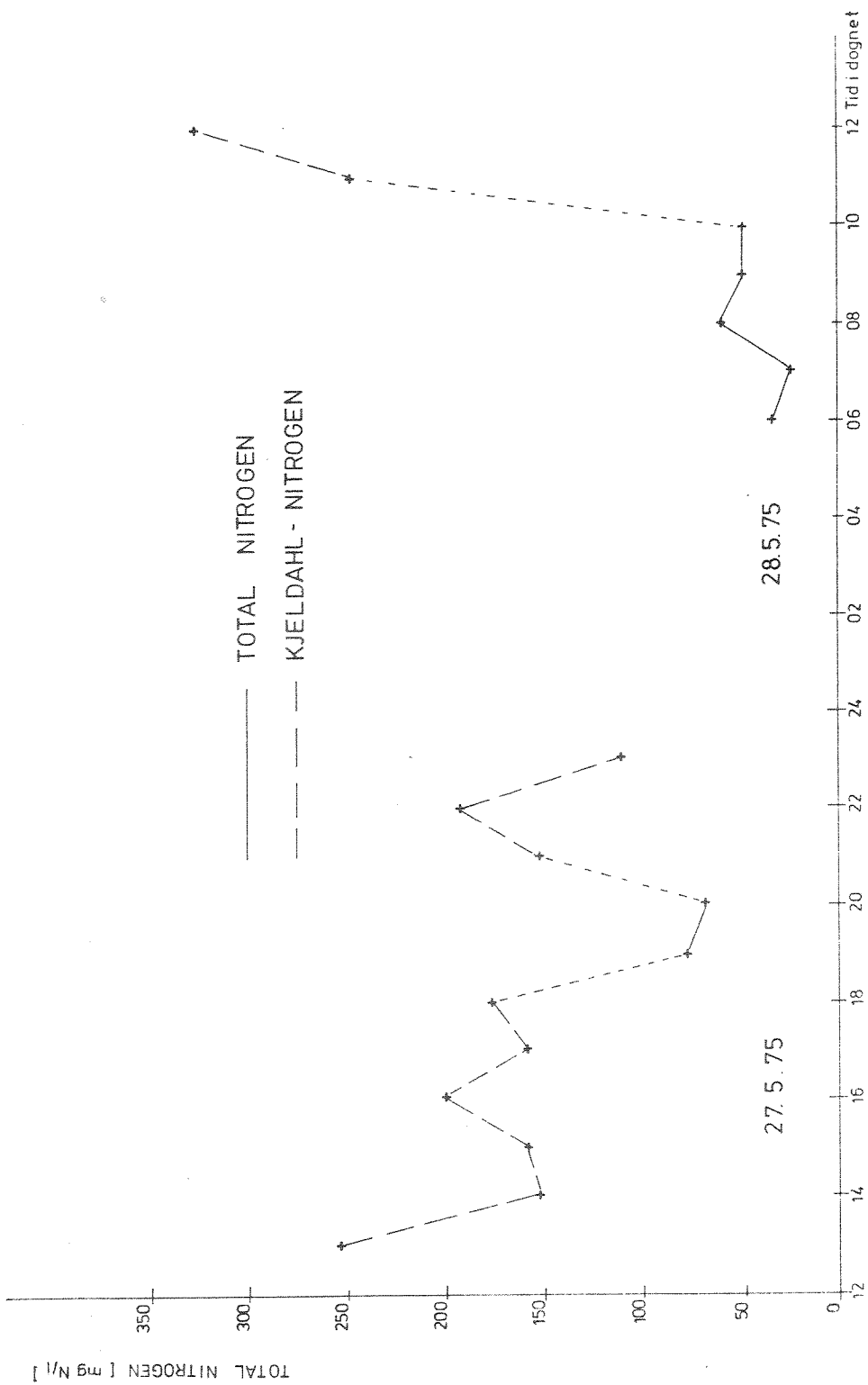


Fig: 7 TOTAL NITROGEN I KONTORAVLØPSVANN
FRA NORVEGIAS BYGG I BÆRUM

Tabell 1. Analyseresultater av avløpsvann fra Norvegias kontorbygg
27.5. og 28.5.1975.

Tidspunkt Kl.	pH	Ledn.evne $\mu\text{S/cm}$	Turbi- ditet JTU	KOF mg O/l	Total fosfor mg P/l	Totalt nitrogen mg N/l
27.5.75:						
1300	8,7	1274	86	1280	19,0	254
1400	8,9	785	26	217	9,2	151
1500	8,9	2074	18	192	8,5	158
1600	9,0	2211	13	184	9,0	201
1700	8,9	2090	130	669	8,0	158
1800	8,9	2085	100	415	10,0	176
1900	7,3	490	76	1095	7,0	73,6
2000	8,0	715	170	930	7,5	66,4
2100	8,5	995	110	996	22,0	152
2200	8,9	2077	63	523	21,0	193
2300	8,6	783	56	569	17,0	109
28.5.75:						
0600	7,3	317	32	210	10,0	33,2
0700	7,1	181	39	335	4,5	24,2
0800	8,0	332	37	535	6,8	59,2
0900	7,5	335	32	151	4,3	47,2
1000	7,9	568	52	448	7,3	47,2
1100	8,6	2049	110	802	18,0	245
1200	8,7	2156	160	1275	29,0	327

4. DISKUSJON AV RESULTATER

4.1 Vannforbruk

Det fremgår av målingene at vannforbruket ved en kontorbedrift kan variere meget, avhengig av sanitærtekniske installasjoner.

Fig. 8 viser en oversikt over døgnforbruket ved de to kontorbyggene.

4.2 Konsentrasjoner i avløpsvannet

I tabell 2 er middelveien over døgnet og kl. 0800 - 1700 samt maks. og min. verdi satt opp. Karakteristiske er de store variasjonene i konsentrasjonene over døgnet. Dette er imidlertid ikke uvanlig for kloakkvann. En medvirkende årsak kan likevel være at varierende mengde av fækalier suspenderes i avløpsvannet og derved inkluderes i prøvetakingsvannet.

Et gjennomgående trekk ved de ulike parametre er en markert topp kl. 1200 - 1300 og kl. 2100 - 2200. Det første skyldes lunsjperioden, og toppen om kvelden kan skyldes bruk av dusj etc. i forbindelse med bruk av trimrom.

Tabell 2. Konsentrasjoner i avløpsvannet fra en kontorbedrift.

Parameter	Gjennomsnittskonsentrasjon over døgnet	Gjennomsnittskonsentrasjon kl.0800-1700	Høyeste målte konsentrasjon	Laveste målte konsentrasjon
pH	8,31	8,51	9,00	7,07
Ledn.evne, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1195	1387	2156	181
Turbiditet, JTU	73	66	160	13
KOF, mg O/l	601	575	1280	151
Tot-P, mg P/l	12,1	11,9	22,0	4,3
Tot-N, mg N/l	137,5	165,0	327,0	24,2

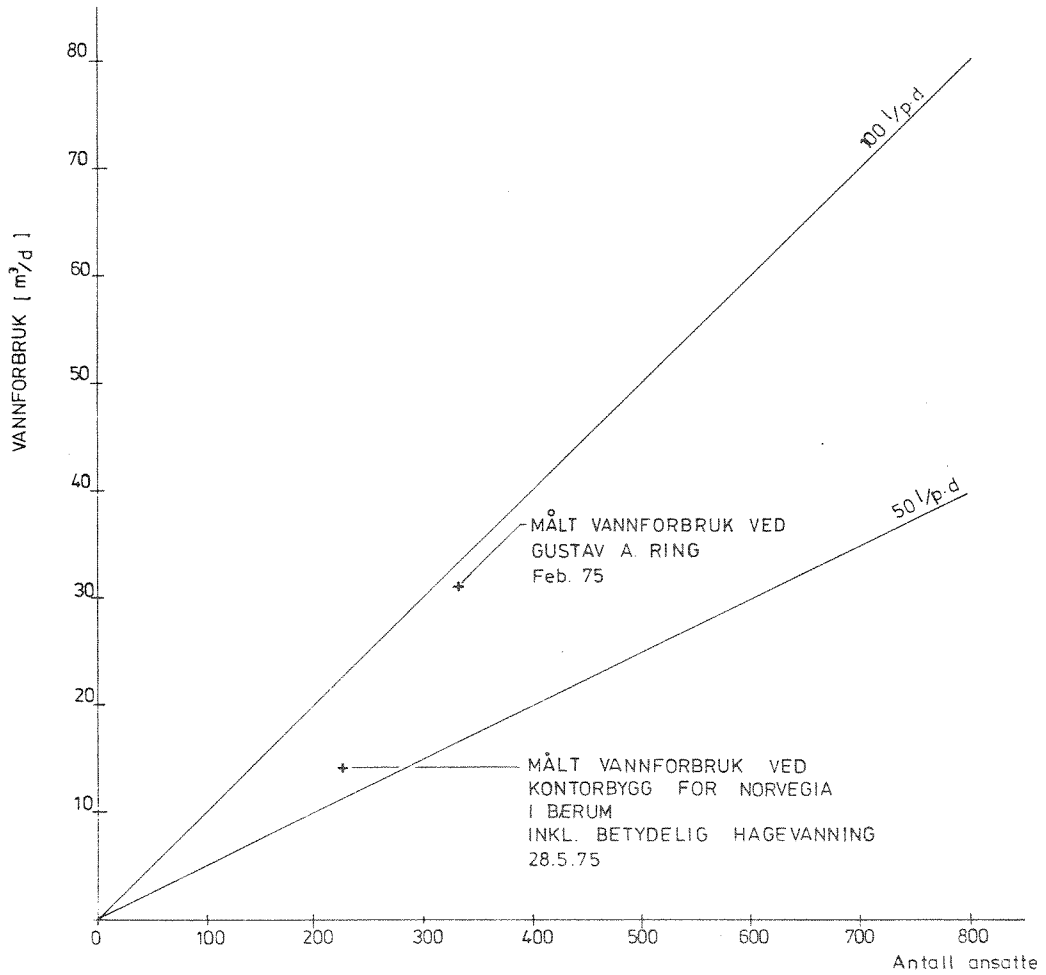


Fig:8

OVERSIKT OVER VANNFORBRUK
PR. DÖGN VED TO
KONTORBEDRIFTER.

Til sammenlikning kan nevnes at vanlige konsentrasjoner i kommunal kloakk er:

Tot-P: 4 - 8 mg P/l
Tot-N: 15 - 35 mg N/l
KOF: 200 - 500 mg O/l.

Avløpsvannet fra en kontorbedrift som her er beskrevet, er altså meget konsentrert. Dette skyldes at avløpet hovedsakelig er klosettavløp som er lite fortynnet. Med hensyn til næringssalter kan nevnes at spesifikk produksjon pr. døgn fra en undersøkelse i Sverige (1) er beregnet til:

	Klosettavløp (fækalier og urin)	Totalt
Fosfor (P) g/p.d	1,6	2,5
Nitrogen (N) "	11,0	12,0

For KOF er det vanlig å regne med en spesifikk døgnproduksjon på 150 g O/p.d.. Direkte målinger for klosettavløp finnes ikke. Målinger fra Sverige (1) på ren husholdningskloakk viser imidlertid:

Parametre	Klosettavløpets andel av det totale avløp x)
BOF ₅	44%
KOF	60%
Glødetap TS	47%
Glødetap SS	62,5%

x) Spesifikk produksjon.

Ut fra dette antas at KOF i klosettavløpet utgjør 60% av totalavløpet.

Nitrogenet vil hovedsakelig stamme fra urin (ca. 90%) mens innholdet av fosfor i fæces og urin er ca. 2:1. Når det gjelder organisk C, utgjør urinen (eksklusiv urinstoff) ca. 15% av det totale innhold i klosettavløp. Et liknende forhold antas å gjelde for KOF.

Videre gjøres følgende grove antakelser:

1. Ved prøvetakingspunktet antas at 25% av fækaliene er suspendert i avløpsvannet slik at denne mengde inngår i analyseprøven.
2. Halvparten (50%) av spesifikk produksjon m.h.t. N, P. og KOF produseres i arbeidstiden.
3. Spesifikt avløp m.h.t. vannmengde settes til 50% av totalforbruket, dvs. 30 l/p.d.

En teoretisk beregning av konsentrasjoner skulle spesielt for nitrogen bli relativt pålitelig, da nesten alt nitrogen i avløpsvannet vil være 100% oppløst.

Teoretisk beregning av KOF, fosfor og nitrogen konsentrasjoner:

KOF	Total fosfor	Total nitrogen
mg O/l	mg P/l	mg N/l
540	13,3	167.

En sammenlikning av disse beregnede konsentrasjoner viser god overensstemmelse med målte konsentrasjoner presentert i tabell 2.

Beregningen viser dessuten at avløpsvannet hovedsakelig er klosettavløp, og at trykk-knappsystemet på urinalen bidrar med lite fortynningsvann.

REFERANSER

1. OLSSON, Eskil: "Hushållspillvattnet - sammansättning och egenskaper". Arbetshandling 1: 1967, Statens institut för byggnadsforskning. Installationsgruppen.

---o0o---