

0-  
86091

ARKIV  
EKSEMPLAR

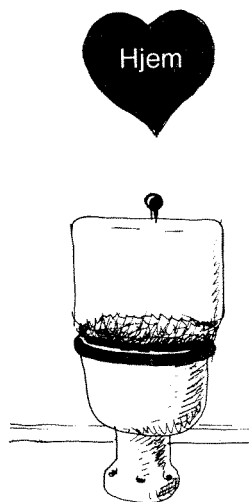
1909



# RAPPORT 12|86

0-86091

## Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Bosch bygget Oppegård kommune



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen  
Breiviken 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.: 0-86091
Undernummer:
Løpenummer: 1909
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Bosch bygget, Oppegaard kommune VA-12/86	Dato: 24.oktober 1986
	Prosjektnummer: 0-86091
Forfatter (e):  Lasse Vraale	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område: Akershus
	Antall sider (inkl. bilag): 41

Oppdragsgiver: VAR-utvalget v/sekretær Sveinung Sægrov	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Undersøkelsene av sanitærbidraget ved Bosch bygget bekrefter det høye pendlertapet fra Scanvest Ring bygget selv om de spesifikke tallene systematisk synes å være noe lavere. Undersøkelsen ved Bosch bygget er utført under meget kontrollerte forhold og bør tillegges betydelig vekt. Bedriften har 287 ansatte hvorav 26,4 % er kvinner. De viktigste spesifikke tallene ble funnet å være Tot-P = 0,61 g P/ansatt · d, Tot-N = 3,8 g N/ansatt · d og KOF = 22,8 g O/ansatt · d. Disse bidragene fra de yrkesaktive må trekkes fra de spesifikke tallene som er funnet ved full tilstedeværelse i boligområdene og overføres til arbeidsstedene.

4 emneord, norske:
1. Spesifikke forurensningsmengder
2. Spillvannstap
3. Tilføringsgrad
4. Industri-avløpsvann
VA-12/86

4 emneord, engelske:
1. Amount of pollution per capita
2. Leakage of sewage
3. Degree of collection
4. Industrial wastewater

Prosjektleder:

*Lasse Vraale*  
.....  
Lasse Vraale

For administrasjonen:

*Oddvar Lindholm*  
.....  
Oddvar Lindholm

ISBN 82-577-1130-6

0-86091

SANITÆRBIDRAG FRA YRKESAKTIVE I

BOSCH-BYGGET, OPPEGARD KOMMUNE

Oslo, september 1986

Lasse Vråle

FORORD

*Dette prosjektet er finansiert av VAR-utvalget med med kr. 60.000,-. Hensikten var å supplere målingene ved Scanvest-Ring-undersøkelsen som gav overraskende høye verdier.*

*Prosjektet er ett ledd i arbeidet med å komme fram til en bedre forståelse for hvordan forurensningsbidragene fordeler seg mellom hjem og arbeidsliv. Dette er en viktig del i forbindelse med forurensningsmodellen for avløp fra husholdning. Arbeidet inngår i prosjektet om tilstandsanalyse for avløpsnett og er et viktig ledd for å komme fram til et bedre beregningsgrunnlag for tilføringsgrad.*

*Prosjektet ble i sin tid foreslått for å få konkrete tall for hvor mye forurensninger som yrkesaktive tar med seg til arbeidsplassen. Resultatene fra Sydsbogenundersøkelsen (1) viste at "sovebyer" hadde vesentlig lavere spesifikke forurensningsbidrag enn fra områder med full tilstedeværelse. Disse målingene er derfor en kontroll av de teoretiske beregningene som måtte foretas for å beskrive forskjellen mellom spesifikke forurensningstall under rådende forhold og korrigert for 100 % tilstedeværelse.*

*Det er sannsynligvis første gang at anitærbidraget fra to større bedrifter måles i Norge. Det er heller ikke utarbeidet dimensjonerings tall for slike forurensningsbidrag og det er derfor på høy tid at dette arbeidet kom igang.*

*Jeg vil rette en spesiell takk til ledelsen ved Robert Bosch A/S som stilte bygg og forurensninger til rådighet for undersøkelsen. Dessuten har bedriftens vaktmester Bjørnstad og Eva Hereid gitt mange verdifulle råd og opplysninger.*

*Det rettes en spesiell takk til sekretæren i VAR-utvalget, Sveinung Sægrov, Terje Farestveit og Simon Haraldsen, som aldri gav opp troen på å få kontroll med de spesifikke tallene og som har gitt verdifulle synspunkter i løpet av undersøkelsene og rapporteringene.*

Oslo, 12. september 1986

Lasse Vråle

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	2
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
2. INNLEDNING	7
3. SANITÆRBIDRAGET FRA YRKESAKTIVE - PENDLERTAPET	10
4. GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN	14
4.1. Valg av bedrift for måling	14
4.2. Vannmåling og prøvetaking	14
4.3. Måleopplegg og gjennomføring	15
5. MALERESULTATER	19
5.1. Produksjonsomfanget - antall ansatte og antall tilstedeværende	19
5.2. Forurensningsutslipp fra Bosch-bygget	20
5.2.1. Vannmengdemåler	20
5.2.2. Forurensningskonsentrasjoner i utslippsvannet	21
5.2.3. Forurensningsmasse i utslippsvannet og spesifikke tall	24
6. DISKUSJON AV RESULTATENE	27
6.1. Sammenligning av resultatene fra Scanvest Ring-bygget og Bosch-bygget	27
6.2. Sammenligning av resultatene fra Bosch-bygget med forurensningsbidrag fra vannklosett	30
7. REFERANSER	33
VEDLEGG	35

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Hensikten med denne undersøkelsen var å måle sanitærbidraget fra yrkesaktive ved en annen bedrift for å kontrollere om de overraskende høye tallene som var påvist ved Scanvest Ring bygget var representative.

Det ble gjennomført en tilsvarende måling ved bedriften Robert Bosch A/S ved Mastemyr, Kolbotn i Oppegård kommune. Bedriften formidler salg av elektrisk utstyr innen kjøkken, bil og verktøy-bransjen og er en såkalt tørr bedrift hvor praktisk talt alt vannforbruk omfatter sanitærbidraget via urinaler og vannklosetter.

Bedriften har 287 personer på sine lønningslister hvorav 76 er kvinner, altså 26,4 %. Målingene omfatter kontroll med vannforbruk inn og ut av bygget, døgnblandprøver av alt utpumpet avløpsvann, forbruk av oppvaskmidler i kantinas kjøkken og fullstendig kontroll av tilstedeværelsen i bygget ved bruk av datakort.

Det ble gjennomført 5 separate døgnmålinger slik at spesifikke tall kunne beregnes for hvert døgn. Disse viste god overensstemmelse for de fleste parametre til tross for tilstedeværelsen har variert mye fra døgn til døgn.

Gjennomsnittsverdien er presentert i tabell 1 sammen med Scanvest Ring-resultatene.

Tabell 1. Oversikt over spesifikke tall for sanitærbidrag fra yrkesaktive. Gjennomsnittsmålinger ved Scanvest Ring og Robert Bosch.

Parameter	Scanvest Ring Oslo	R. Bosch Oppegård	Ant. døgnmålinger ved Bosch
Tot. fosfor g P/ansatt·d	0,78	0,61	5
Tot. nitrogen g N/ansatt·d	5,2	3,8	5
KOF g O/ansatt·d	31	22,8	5
BOF <sub>7</sub> g O/ansatt·d	-	11,1	1
TOC g C/ansatt·d	-	7,8	5
Susp. stoff tot. g/ansatt·d	-	12,5	5
Inorg. stoff gløderest g/ansatt·d	-	1,8	2
Alkalitet ekv/ansatt·d	-	0,299	5
Aluminium g Al/ansatt·d	-	0,0111	2
Avløpsvannmengde l/ansatt·d	196	35,1	5
Måleperiode fra til	14.10.85 01.11.85	6.5.86 13.5.86	
Ant. døgnmålinger benyttet til beregning av masse		5	5
Ant. døgnmålinger benyttet til beregning av tilstedeværelse	1	5	
Ant. ansatte totalt	400	287	
% kvinner av total	22	26,5	
Ant. tilsted gjennomsnitt	310	188	
% kvinner av tilstedeværende	21	29	

Konklusjonene er følgende:

1. De spesifikke tallene for sanitærbidraget fra yrkesaktive er som presentert i tabell 1 viser at dette på ingen måte er neglisjerbart. Dette bidraget må trekkes fra de spesifikke tallene ved 100 prosents tilstedeværelse og forklarer de lave spesifikke tallene som måles i sovebyene.

2. En sammenligning med de totale bidrag som kommer via vannklosettet viser at 40-46 % av suspendert stoff, total fosfor og organisk stoff som BOF tas med til arbeidsplassene som sanitærbidrag fra yrkesaktive. Nitrogentallene som i større grad er knyttet til urin viser en noe mindre fordeling til arbeidsplassen, nemlig ca. 30 %.
3. Det noe lavere sanitærbidraget som er målt ved Bosch-bygget kan delvis forklares med en noe høyere kvinneandel og muligens med noe yngre yrkesaktive ved Scanvest Ring-bygget. Det er ellers vanskelig å peke på åpenbare årsaker til det litt høyere tallene ved Scanvest Ring-bygget. Bosch-tallene bedømmes som meget sikre med hensyn til kontroll av parametrene.
4. Det bemerkes at fosforinnholdet i oppvaskvannet i kantinen bare utgjør 7 % av bidraget fra klosettavløpene.



## 2. INNLEDNING

Hensikten med denne undersøkelsen er å kontrollere de resultatene man fikk ved en tilsvarende undersøkelse ved Scanvest Ring-bygget (1) i Oslo som ble gjennomført i oktober 1985 er representative for sanitærbidraget for yrkesaktive. Disse resultatene viste overraskende høye verdier og det ble nødvendig å gjenta undersøkelsen ved et annet bygg.

Den opprinnelige hensikten med disse undersøkelsene er å finne årsaken til den store forskjellen mellom forurensningsmengden i avløpsvann fra boligområder med relativt stort fravær på dagen såkalte "sovebyer", og fra boligområder hvor folk i større grad er tilstede også om dagen.

Bakgrunnen for denne problemstillingen er at det ble påvist svært lave spesifikke forurensningsmengder fra husholdningen i Sydskogen boligområde i undersøkelser som ble utført av NIVA i perioden oktober 81 til april 82 (2) og sommeren 83 (3). Det ble nødvendig å operere med to typer spesifikke tall:

- a) Spesifikke tall under rådende fravørsforhold
- b) Spesifikke tall korrigert for 100 % tilstedeværelse.

Årsaken til dette er at de spesifikke tallene fra boligområder vil variere i samsvar med tilstedeværelsen. For å få ett bedre felles grunnlag for de spesifikke tallene var det da nødvendig å korrigere for 100 % tilstedeværelse for å eliminere denne variasjonsmuligheten. For rene boligområder vil det selvfølgelig være svært sjelden at man har i nærheten av 100 % tilstedeværelse slik at de spesifikke tallene for dette må sees på som maksimumstall. Det vil imidlertid være et riktig tall å benytte som basis i en forurensningsmodell for husholdningsavløpsvann.

Korreksjonen fra tallene for rådende fravørsforhold og for 100 % tilstedeværelse er tidligere utført på ett teoretisk grunnlag. Det inngår flere antagelser som er vist i vedlegg i rapportene (2), (3), (4).

Denne korreksjonen er ett uttrykk for den andelen av forurensningsmengden som skilles ut fra mennesker i form av urin og feces mens de bosatte oppholder seg utenfor hjemmet enten i arbeid, skole etc.

I denne rapporten er arbeidet konsentrert om den fysiologiske utskillelsen fra yrkesaktive.

Bakgrunnen for at de spesifikke forurensningstallene bør kartlegges bedre, er at disse tallene er svært sentrale når:

1. Forurensningsmengder kartlegges.
2. Nødvendige tekniske tiltak for å begrense forurensningstilførselene vurderes.
3. Tilføringsgrader beregnes.
4. Kost/nyttefaktorer beregnes.

Feilaktige tall kan føre til feilprioritering av investeringer i millionklassen.

Sydskogenundersøkelsen ble gjennomført som ett ledd i prosjektet: "Spillvannstap fra oppsamlingsnett". Her var hensikten å kartlegge hvor stor andel av det påviste forurensningstapet som følge av beregning av tilføringsgrad, som når ut i hovedresipientene. Spørsmålet var med andre ord om hele tapet når hovedresipienten, eller om noe holdes tilbake i jordsmonnet? Nettutslippet til overflateresipienter ble målt i Siggerudundersøkelsen (4) og til grunnvannet i Nesoddenundersøkelsen (5). Sydskogenundersøkelsen ble gjennomført for å kontrollere om beregningsgrunnlaget for tilføringsgradmålingene var riktig. Hvis f.eks. de spesifikke tallene skulle vise seg å være mindre enn tidligere antatt, ville de beregnede tilføringsgradene bli høyere og forurensningstapene mindre. Når tilbakeholdelsen i jordsmonnet skal beregnes er det viktig at nettopp størrelsen på beregnede tapet er riktig beregnet.

Sydsbogenundersøkelsen avslørte at de spesifikke tallene man tradisjonelt benyttet var for høye. Det ble sådd en del tvil omkring disse tallene da de ble kjent, blant annet på bakgrunn av de høye spesifikke tall de fikk noen steder i ANØ-området. Dette ble nærmere undersøkt ved nye undersøkelser og resultatene fra begge undersøkelser er kritisk analysert i egen rapport (11). Konklusjonene viser at Sydskogentallene er riktige og at hovedårsaken til de store spesifikke tallene fra enkelte ANØ-områder synes å skyldes høyt fosforbidrag fra landbruksgjødsling som knyttes til eroderende leirpartikler som kommer inn i avløpssystemet.

### 3. SANITÆRBIDRAGET FRA YRKESAKTIVE-PENDLERTAPET

Hovedkildene for forurensningene fra husholdningen er følgende:

1. Avløp fra vannklosett.
2. Avløp fra kjøkken og oppvaskmaskin.
3. Avløp fra tøyvaskmaskin.
4. Avløp fra bad og dusj.

Avløpet fra vannklosett vil bestå av det fysiologiske utslippet fra personene som bor i boligen. I NIVAs VA-rapport 1/85 (6) ble det presentert amerikanske undersøkelser viste store forskjeller i forurensningsmengdene fra klosetter avhengig av om det ble målt eller beregnet ut fra teoretiske tall. Dette fremgår av tabell nr. 2.

Tabell 2. Spesifikke forurensningsmengder fra vannklosett i amerikanske undersøkelser.

Parameter	Ligman (7)	Laak (8)	Bennett (9)	Siegrist (10)
BOD <sub>5</sub> g O/p·d	23,6	23,5	6,9	10,7
SS g/p·d	30,9	-	36,5	12,50
Total-N g N/p·d	16,8	14,5	5,2	4,14
Total-P g P/p·d	1,36	2,11	-	0,55

Verdiene fra Ligman (7) og Laak (8) sine undersøkelser er svært like og vesentlig høyere enn verdiene fra Bennetts og Siegrist sine undersøkelser. Grunnen er at verdiene til Ligman og Laak er basert på opplysninger fra tidligere laboratorieundersøkelser av totale urin og feces mengder fra voksne personer pr. dag og det er ikke benyttet målinger fra vannklosettene.

Verdiene fra Bennett (9) og Siegrist (10) derimot er basert på reelle målinger av avløpsvannet fra klosettene som inngår i boligene.

Den gjennomsnittlige reduksjonen av forurensningsbidraget fra klosettavløp hvor det er benyttet teoretiske laboratorieverdier (Ligman og Laak) og fra klosettavløp i boliger (i undersøkelsen til Sigrist) hvor det er gjort reelle målinger er vist i tabell nr. 3.

Tabell 3. Redusert forurensningsmengde i prosent fra klosettavløp som er basert på teoretiske vurderinger (Ligman og Laak) og på klosettavløp som er basert på reelle målinger (Sigrist).

Parameter	Reduksjon
BOD <sub>5</sub>	55 %
SS	60 %
Total-N	74 %
Total-P	68 %

Forskjellene er meget store. Det er to forklaringer:

Den første forklaringen er at de teoretiske verdiene i Ligman og Laakes undersøkelser omfatter fysiologisk utskilte mengder fra voksne personer. Gjennomsnittsboligen i undersøkelsene inkluderer barn, tenåringer og voksne slik at det er naturlig at gjennomsnittspersonen produserer et mindre bidrag enn en voksen person.

Den andre forklaringen er at de reelle målingene bare omfatter det faktiske utslippet. En del av familiemedlemmene avleverer sine personlige bidrag til toaletter utenfor hjemmet. Resultatene representerer den gjennomsnittlige daglige mengden av forurensninger som kan ventes fra en gjennomsnittlig villa i landlige områder ved den daglige bruk av husets toaletter. I Ligmans (7) og Laaks (8) undersøkelsen har man ikke trukket fra den mengden som tas med ut fra boligen, det såkalte pendlertapet. Det er derfor naturlig at forurensningsbidraget fra boliger blir mindre på grunn av at personer ikke er tilstede i løpet av dagen.

Dette er årsaken til at verdiene fra Sydsbogen og andre "sovebyer" blir lave. Resultatet fra Sydsbogen er vist i tabell nr. 4 og 5.

Tabell 4. Spesifikke tall fra Sydsbogen 1 og 2 undersøkelsene under rådende forhold (ikke for fravær).

Parameter	Vinter 81/82 Sydsbogentall med rådende fraværforhold 26 uker	Sommer 83 Sydsbogen tall med rådende fraværforhold 26 uker
Tot-P	1,60 g P/p.d.	1,86 g P/p.d.
Tot-N	8,17 g N/p.d.	7,65 g N/p.d.
KOF-0	53,8 g O/p.d.	51,6 g O/p.d.
Vannforbruk	136,0 l/p.d.	144,0 l/p.d.
Spillvannsavløp	129,0 l/p.d.	123,0 l/p.d.

Tabell 5. Spesifikke tall fra Sydsbogen 1 og 2 undersøkelsene korrigert teoretisk til 100 % tilstedeværelse.

Parameter	Vinter 81/82 Sydsbogentall korrigert for 100 % tilstedeværelse	Gj.snitt vinter 81/82 og sommer 83 Sydsbogentall korr. for 100 % tilstedeværelse
Tot-P	2,02 g P/p.d.	2,18 g P/p.d.
Tot-N	11,3 g N/p.d.	10,9 g N/p.d.
KOF-0	68,1 g O/p.d.	66,2 g O/p.d.
Vannforbruk	148,0 l/p.d.	155,0 l/p.d.
Spillvannsavløp	140,0 l/p.d.	139,0 l/p.d.

NB! Tallene for Sydsbogen (2) er korrigert for de nyeste opplysningen om kroppsvekt som ble benyttet i Sydsbogen 2 undersøkelsen (3).

For å komme fra tabell 3 til tabell 4 er det foretatt en teoretisk beregning som er vist i delrapporten fra Sydsbogenundersøkelsen (2), (3). Denne differansen er ett uttrykk for summen av alle sanitærbidragene som tas ut fra boligene pr. bosatt person i boligfeltet og gav følgende resultater:

	81/82
Tot-P g P/p.d.	0,42
Tot-N g N/p.d.	3,13
KOF-0 g O/p.d.	14,3

I stedet for å gjøre en slik teoretisk beregning kan det faktiske sanitærbidraget fra forskjellige kategorier av fraværende måles. For yrkesaktive som er det største bidraget ble dette utført ved Ringbygget i Oslo.

Tallene blir da beregnet p.g.a yrkesaktiv og vil bli høyere enn når de fremstiller pr. bosatt person i ett boligfelt.

#### 4. GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN

##### 4.1. Valg av bedrift for måling

Den første undersøkelsen av sanitærbidrag fra yrkesaktive ble gjennomført ved Scanvest Ring-bygget på Bekke i Oslo. Det var en elektronisk bedrift uten prosessvann og med 400 ansatte.

Bosch-bygget ble valgt ut etter en befaring av 4 bedrifter i Ski og Oppegård kommuner. På forhånd var det innhentet opplysninger fra bedrifter i kommunene Bærum og Oslo i tillegg Ski og Oppegård.

Valget falt på bygget til Robert Bosch A/S fordi det lå fritt og lett tilgjengelig, det var relativt mange ansatte med ca. 270 og relativt mange kvinner, alt avløpsvann ble samlet til en pumpestasjon, det var lite vannforbruk utenom til sanitærinstallasjonene, men viktigst var det at bedriften hadde et datakortsystem som gjorde det mulig å ha full kontroll med tilstedeværelsen.

##### 4.2. Beskrivelse av bedrift og bygg

Bedriften Robert Bosch A/S er lokalisert på industrifeltet Mastemyr, Kolbotn ved E6, like utenfor Oslo. Bygget er frittliggende inne i et skogsområde uten tilgrenende bygninger. Bygget er nytt og sto ferdig i 1984. Bygningenes grunnflate er på 8.800 m<sup>2</sup> og mye av bygget ligger i utsprengt fjell. Figur 1 viser bedriften.

Det totale gulvarealet er på 14.216 m<sup>2</sup> fordelt på 4.934 m<sup>2</sup> kontorer, 3.333 m<sup>2</sup> servicebygg, 5.949 m<sup>2</sup> lager.

Bedriftens viktigste produktområder er elektrisk, elektronisk og dieselutstyr for motorkjøretøyer, Blaupunkt bilstereo, TV og video, hvitevarer, elektroverktøy, verkstedsutstyr, komponenter og systemer innenfor industrien. Bedriften har ingen egenproduksjon (noe montering) og importerer sine produkter. Det er ca. 240 parkeringsplasser for kunder og ansatte.





Figur 1. Oversikt over Robert Bosch A/S.

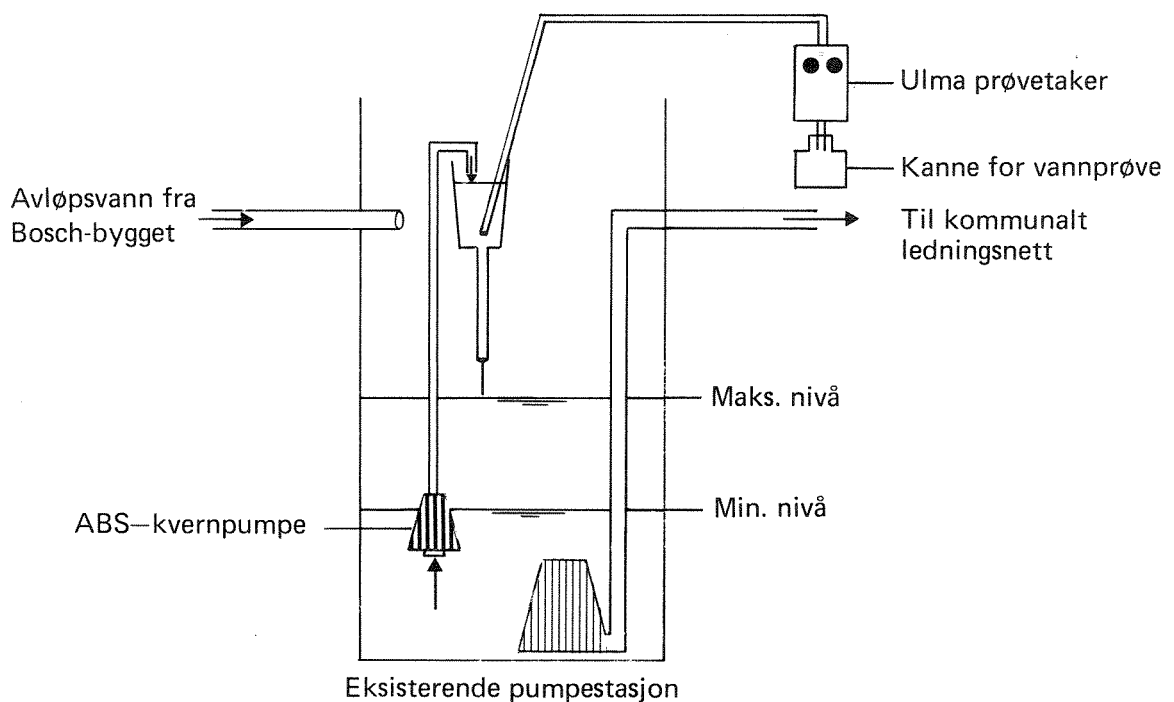
#### 4.3. Måleopplegg og gjennomføring

Alt vannforbruk ble målt ved hjelp av en vannmåler med telleverk som var plassert på hovedledningen for all vannforsyning inn i bygget. Denne vannmåleren ble avlest to ganger daglig av prosjektlederen, om morgenen og om ettermiddagen. På grunn av låsesystemet var det ikke mulig å være førstemann inn i bygningen, men avlesningen om morgen ble gjort med relativt få tilstede i bygget. Kveldsavlesningen ble utført mens det ennå var noen tilstede igjen i bygget av samme grunn. Avlesningen neste morgen vil vise hvor mye vannforbruk som medgår i mellom-perioden.

Alt vannforbruk i bygget samles opp til en privat pumpestasjon i gulvet i kjelleretasjen og pumpes ut til det offentlige avløpsnett. Dette var en prefabrikkert stasjon av typen Waage. Her ble de installert en automatisk vakumprøvetaker av Ulma fabrikat. For å få representative prøver ble det hengt opp en nedsenkbar ABS-pumpe med skjære-

holder som løftet vannet opp i en traktformet beholder med bunnuttak og overløp. Dette er vist i figur 2. Skjærepumpen ble passert over bunnen såvidt under minimumsnivået i pumpekummen. Dette sikret homogeniserte avløpsprøver. Ulmaprøvetakeren sugde sine prøver fra den traktformede beholderen. Dette opplegget sikrer at det tas representative prøver av avløpsvannet fra bygget.

Prøvetakeren var opprinnelig tenkt å bli styrt proporsjonalt med vannmengden ved at det ble tatt en delprøve før hver utpumping. Det viste seg imidlertid at det var relativt få utpumper pr. dag slik at antall delprøver pr. døgn ble relativt få. Derfor ble det bestemt å ta tidsproporsjonale prøver istedet for en delprøve hvert 10. minutt.



Figur 2. Prøvetakingsopplegg ved Bosch bygget.

Det ble samlet inn en døgnblandprøve for hver arbeidsdag. Dette arbeidet ble utført av prosjektlederen samtidig med vannmåleravlastningen om morgenen. Den store prøvekanen med 10-15 liter oppsamlet prøve ble rystet godt og 2 liter prøver ble avtappet og transportert direkte til nedfrysning i påvente av analysemålinger.

Planen var at pumpestasjonen også skulle benyttes for kontroll av avløpsvannmengdene etter samme prinsippet som ved Sydskogen (2). Pumpevolumet mellom maksimum og minimumsnivå var imidlertid så stort og vannforbruket så lite at antall utpumper pr. døgn ble relativt lavt. Derved ble avlesningen noe for grov. Det ble derfor besluttet at avløpsvannmengden hovedsakelig skulle baseres på innkommende vannmengde og at avløpsvannmengdene beregnet fra pumpestasjonen skulle brukes som kontroll.

Det eneste vannet inn i bygget som kunne gå utenom avløpssystemet var hagevanning var fra tre utendørskraner som ble betjent av vaktmesteren. Den første dagen var en av disse kranene i bruk. Dette vannforbruket er beregnet og tatt hensyn til senere ble utvendige hageslanger ikke benyttet. Det skal derfor være full overensstemmelse mellom vannmengde inn og vannmengde ut av bygget.

Vannforbruket i Borsch-bygget melgår hovedsakelig til urinaler og klosetter. Bedriften er en såkalt tørr bedrift. Det er ingen vannkjølte datamaskiner i bygget slik at det var på Scanvest Ring-bygget i Oslo. Kontorlokalene har hovedsakelig tepper på gulvene. De stedene det er sten eller betong-gulv foretas det mopping. Dette krever neglisjerbare vannforbruk. Det er heller ingen tøyvasking i bygget. Bare noen få ganger demonstreres bedriftens vaskemaskiner, men det ble ikke utført under undersøkelse.

Det eneste vannforbruket utenom sanitærinstallasjonene er kantine oppvaskmaskin. Her ble det benyttet fosforholdige vaskemidler og dette ble registrert spesielt.

Registrering av tilstedeværelsen var automatisk. Alle ansatte hadde et nøkkelkort og måtte innom en elektronisk klokke (ASPO Securitas-coll) som sto i forbindelse med en datamaskin som registrerte tilstedeværelsen for alle ansatte. Alle besøkende må dessuten skrive seg inn i en egen protokoll i resepsjonen. Derved har man full kontroll over alle tilstedeværende.

Undersøkelsen ble lagt opp slik at det ble tatt daglig registrering av avløpsvannmengde og døgnblandprøver slik at masseproduksjonen i avløpsvannet kunne registreres.

Utstyr og prøvetaker ble montert og gjort driftsklart av instrumentingeniør Arne Veidel, EDAS (kort permisjon fra NIVA) den 5. mars 1986. Allerede dagen etter ble målingene oppstartet. Det ble tatt daglige målinger for alle arbeidsdage i påfølgende periode og målet var å få 10 separate arbeidsdager.

Onsdag 14.5.86 ble det klaget over kloakklukt i bygget og undertegnede fikk klar beskjed om straks å demontere utstyret og avslutte målingene. Vi hadde til da fått 5 døgnblandprøver og anså dette som tilstrekkelig. Årsaken til luktproblemene var at pumpe-stasjonen måtte ha lokket delvis av på grunn av slanger, og ventilasjon trakk lukt opp i administrasjonsbygget. Rundpumpingen med skjærepumpen gjorde sitt til at luktproblemet økte.

## 5. MALERESULTATER

### 5.1. Produksjonsomfanget - antall ansatte og antall tilstedeværende

Tilstedeværelsen har vært enkel å kontrollere ved Bosch-bygget takket være det datasystemet som benyttes. Vi har mottatt datalister med daglig tilstedeværelse for alle ansatte ved bygget. Alle disse individuelle registreringene måtte summeres manuelt for hver dag, noe som var meget tidkrevende. Listene over besøkende er også undersøkt og tilstedeværelsen fra disse er registrert i tillegg. Resultatene av disse beregningen er vist i tabell 6. Summen av antall timer som menn og kvinner er tilstede hver dag er omregnet til netto personer tilstede ut fra en 8. timers arbeidsdag. Antall mann og kvinner med 8 timers arbeidsdag er summert i kolonnen til høyre og dette inkluderer besøkende.

Tabell 6. Oversikt over tilstedeværelsen i Bosch-bygget i perioden 6.5.86 til og med 13.5.86.

Dato	Ukedag	MENN							KVINNER								
		Fast ansatte			Besøkende		Totalt		*	Fast ansatte			Besøkende		Totalt		%
		Tilstede ant.	Arb.tid tot. timer	Gj.sn. arb. timer	Ant.	Tid. timer	Tid tilst. timer	*	Tilst. ant.	Arb.tid tim.	**	Ant.	Tid. tim.	Tilst. tim.	***	****	Kvinner tilst.
6.5	Tirsdag	141	1138,3	8,07	25	68,2	1206,5	151	58	462,1	7,97	3	21,1	483,2	60	211	28,4
7.5	Onsdag	131	856,7	6,54	8	26,8	883,5	110	51	323,4	6,34	4	21,2	344,6	43	153	28,1
8.5	Torsdag	1	2,0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
9.5	Fredag	110	878,4	7,99	7	13,9	892,3	112	41	318,3	7,76	3	19,3	337,6	42	154	27,3
10.5	Lørdag	2	5,4	-	2	6,1	11,5	1	0	0	-	0	0	0	0	1	-
11.5	Søndag	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
12.5	Mandag	140	1105,1	7,89	8	19,5	1124,6	140	56	468,2	8,36	9	42,5	510,7	64	204	31,4
13.5	Tirsdag	139	1196,7	8,61	12	41,0	1237,7	155	57	467,9	8,21	4	21,9	489,8	61	216	28,2

\* Omregnet til netto tilstede med 8 timer  
 \*\* Gjennomsnittlig arbeidstid, timer  
 \*\*\* Omregnet til netto tilstede med 8 timer  
 \*\*\*\* Totalt sum netto tilstede med 8 timer

Som men ser varierer helt tilstedeværelse meget fra dag til dag. Dette er naturlig fordi helligdagen Kristi himmelfartsdag på torsdag 8.5 forårsaket redusert arbeidstid på onsdagen 7.5 og fredag 9.5. Dessuten viser oversikten at mange har tatt fri på fredag 9.5 for å få en langhelg.

Datalisten omfatter 211 menn og 76 kvinner (altså 287 personer) til sammen. Dette er totalt antall personer som er knyttet til Bosch bygget.

Antall tilstedeværende har vært færrest på onsdag og fredag, med henholdsvis 153 og 154. Flest tilstedeværende har det vært på tirsdag 13.5. med 216.

## 5.2. Forurensningsutslipp fra Bosch-bygget

### 5.2.1. Vannmengdemålinger

Resultatet av vannmengderegistreringene fra innløpsvannmåleren er presentert i vedlegg 1. Vannmåleren er avlest både om ettermiddagen så sent som mulig og neste dag så tidlig som mulig. Det har fortsatt vært personer tilstede i bygget etter siste avlesning om ettermiddagen og før neste avlesning om morgenen slik at det er rimelig at det forbrukes vann mellom disse tidspunktene. For å få en oversikt over dette forbruket er differanse beregnet i vedlegg 2. Disse viser for de 5 dagene ca.  $1 \text{ m}^3$  for bruk for hvert døgn unntagen fra 7.5. kl. 1408 til 9.5. kl. 0716, da forbruket har vært hele  $5 \text{ m}^3$ . Kristi himmelfartsdag er inkludert i denne perioden og det er registrert et meget stort vannforbruk i denne tiden.

Arsaken til dette er ikke klarlagt, men en teori er at barn har lekt med den utvendige springen. Dette er imidlertid ikke hele forklaringen fordi konsentrasjonsmålinger viser en fortykning i denne periode, noe som tyder på en intern lekkasje av rentvann inn i avløpssystemet. Vaktmesteren hadde imidlertid ikke registrert noe galt. Vannmengdemålingene for dette fredagsdøgnet får imidlertid en stor korrelasjon på grunn av den usikre vannmengden og forurensningsmålingene for dette døgnet kan derfor bli noe usikkert.

Forøvrig er vannmengdene er bestemt ut fra vannforbruket fra første vannmengderegistrering om morgen til første vannmengde registrering neste morgen med unntakelse av fredag 9.5. da de spesielle vannforbruksforholdene oppsto.

Vannmengdeforbruket er korrigert for hagevanning den 6.5. og for lekkasjevann den 9.5. slik at avløpsvannmengden kan beregnes. Resultatet er vist i tabell 7. Tabellen viser at vannforbruket er vesentlig lavere enn ved Scanvest Ring-bygget. Det er helt naturlig fordi

Scanvest Ring hadde vannkjøling av sine datamaskiner. Avløpsvannmengdene varierer noe fra dag til dag. I kolonnen helt til høyre er avløpsvannmengden dividert med antall tilstedeværende ansatte, men justert for 8 timers arbeidsdag slik det er presentert i tabell 1. Da fremkommer den spesifikke avløpsvannmengden l/døgn·ansatt. Disse resultatene viser relativt god overensstemmelse med unntagelse av fredag 9.5., da det var problemer med høyt vannforbruk. Hvis dette døgnet holdes utenom blir den gjennomsnittlige spesifikke avløpsvannmengden beregnet til  $(39,9 + 27,8 + 36,2 + 29,2) : 4 = 31,0$  l/d·ansatt. Denne avløpsvannmengden bedømmes hovedsakelig og komme fra sanitæravløpet i form av urinaler og klosetter og fra kantinas oppvaskmaskin.

Tabell 7. Avløpsvannmengder fra Bosch-bygget, Oppegård. Målt mai 1986.

Døgnnr.	Dato	Ukedag	Reg. vannmengde inn m <sup>3</sup> /d	Reg. forbruk * m <sup>3</sup>	Netto avløpsvann m <sup>3</sup>	Spesif. avløpsv. mengde l/d·ansatt
1	6.5	Tirsdag	7,18	0,66	6,52	30,9
2	7.5	Onsdag	4,26	-	4,26	27,8
3	9.5	Fredag	11,95	4,0	7,95	51,6
4	12.5	Mandag	7,38	-	7,38	36,2
5	13.5	Tirsdag	6,31	-	6,31	29,2
Gjennomsnitt for 6.5, 7.5, 12.5 og 13.5						31,0

\* Reg. forbruk til spylevannreg./lekkasje.

#### 5.2.2. Forurensningskonsentrasjoner i utslippsvannet

Døgnblandprøvene ble frosset ned i løpet av få timer etter at de ble tatt og senere analysert ved NIVAs laboratorium. Analyseresultatene er vist i tabell 8.

Tabell 8. Analysekonsentrasjoner i avløpsvannet fra Bosch-bygget, mai 1986.

Prøvetakingsdag	Avløpsvannmengde		Konsentrasjoner											
	Basert for vagnmåler m <sup>3</sup>	Spes. avløpsv. l/d·ans.	Tot-P g/m <sup>3</sup>	Orto-P LMRP g/m <sup>3</sup>	Kjeldahl nitrogen gN/m <sup>3</sup>	Ammonium elektrose gN/m <sup>3</sup>	KOF gO/m <sup>3</sup>	BOF gO/m <sup>3</sup>	TOC gC/m <sup>3</sup>	Susp. stoff gSS/m <sup>3</sup>	Gløde-rest g/m <sup>3</sup>	Kond. mS/m 25°C	Alk. mekv/l	Aluminium mg Al/m <sup>3</sup>
Tirs. 6.5	6,52	30,9	19,4	11,5	120	99,9	580	-	175	265	-	134	9,92	330
Ons. 7.5 (halvd.)	4,26	27,8	21,9	10,4	140	104	760	-	254	359	-	151	11,17	-
Fre. 9.5	7,95	51,6	14,8	6,4	70	38,4	550	215	199	240	-	83,6	6,56	230
Man. 12.5	7,38	36,2	17,6	9,7	85	42,2	740	-	166	488	66,2	80,3	5,33	-
Tirs. 13.5	6,31	29,2	22,7	15,2	155	101	670	-	348	484	40,0	174	10,63	-
Gjennomsnitt		35,1	19,3	10,6	114	77,1	660	215	228	367	53,1	124,6	8,92	280

Det er tatt relativt mange analyseparametre fordi dette avløpsvannet er sjeldent å få tak i og fordi det representerer hovedsaklig avløpsvann fra urinaler og klosetter. Oppvaskvannet fra kantina utgjør bare en liten og sannsynligvis neglisjerbar del med tanke på konsentrasjonene. Dette avløpsvannet representerer med andre ord sanitærbidraget fra yrkesaktive og omfatter det fysiologiske utslippet via feces og urin som de yrkesaktive tar med seg ut av hjemmet og skiller ut i løpet av arbeidsdagen.

#### Tot-P

Total fosfor konsentrasjonene viser litt variasjoner og er høyest de dagene det spesifikke vannforbruket er lavest og omvendt. Gjennomsnittsverdien er 19,3 mg P/l.

#### Orto-P

Analysene av orto fosfat er utført på filtrerte prøver (NIVA kode LMRP) og viser 10,6 mg P/l. Orto fosfat konsentrasjonen utgjør med andre ord 54,9 % som er relativt lavt. En analyse av oppvaskmiddelet viste at bare 3 % forelå som orto fosfat.

#### Total nitrogen

Kjeldahl nitrogen ble benyttet for å være sikker på å få med alt. Denne analysemetoden har ved tidligere anledninger vist seg å gi noe høyere verdier enn den vanlige total nitrogen analysen. Døgnblandprøvene viser svingninger etter samme trend som fosforanalysene, men utslagene synes å være noe større. Gjennomsnittsverdien på 114 mg N/l anses som relativt høy.



#### Ammonium

Analysen er utført med elektrode. Verdiene synes å stå i rimelig forhold til total nitrogen. Gjennomsnittsverdien er 77,1 mg N/l og utgjør 68 % av total nitrogen. Dette virker noe lavt og skyldes sannsynligvis at hydrolysen fra urea til ammonium ikke har kommet særlig langt fordi prøvene er så ferske.

#### Organisk stoff, KOF

Analyseverdiene med hensyn på KOF dikromat er relativt jevne og har et gjennomsnitt på 660 mg O/m<sup>3</sup>. Dette er relativt høye verdier.

#### Organisk stoff, BOF

Av økonomiske årsaker ble det bare tatt en BOF-verdi. Den ble tatt på døgnblandprøven for fredagen da avløpsvannet i gjennomsnitt har hatt lave konsentrasjoner over hele linjen. BOF analysen kan imidlertid sammenlignes med fredagsanalysene og utgjør 39 % av KOF-verdien. Dette er relativt lavt. Dette stemmer imidlertid bra med erfaringene fra Eskil Olssons undersøkelse av forurensningsproduksjonen i en boligblokk i Sverige i 1965 hvor BOF-analysene ble lave i forhold til KOF-analysene (6) (se side 29 og 30).

#### Organisk stoff, TOC

Organisk stoff har gitt en gjennomsnittsverdi på 228 mg C/l.

#### Suspendert stoff og gløderest

Svingningene i suspenderte stoffverdier synes ikke å følge samme trend som de øvrige verdiene. I gjennomsnitt er suspendert innhold 367 mg/l. Gløderest ble analyserte for å se hvor mye uorganisk materiale som er i denne type avløpsvann og resultatene viser at det er relativt lite, henholdsvis 13,6 % og 8,2 % for mandag 12.5 og tirsdag 13.5. Dette kan være viktige opplysninger når man skal vurdere hvor mye suspenderte stoffmengder og spesielt uorganiske stoffmengder som kommer fra husholdningen.

#### Konduktivitet

Analyseverdiene av konduktivitet (ledningsevne) er oppgitt som mS/m ved 25<sup>0</sup>C. Tidligere ble disse verdiene oppgitt som µS/cm ved 20<sup>0</sup>C og man får denne verdien ved å dividere mS/m ved 25<sup>0</sup>C med 0,11. Gjennomsnittsverdien er målt til 124,6 mS/m (25<sup>0</sup>C).

### Alkalitet

Alkalitetsverdien er i gjennomsnitt målt til 8,92 mekv/l og dette er relativt høyt.

### Aluminium

Det ble tatt to analyser av aluminiumsinnholdet i avløpsvannet og den viste 0,28 mg Al/l. Dette er svært lite. Hensikten var å se om aluminium kan benyttes som en tracer for å øremerke leire.

### 5.2.3. Forurensningsmasse i utslippsvannet og spesifikke tall

Forurensningsmassen i utslippsvannet og spesifikke tall er presentert i tabell 9 og 10. Størst interesse har tallene for total fosfor og det er beregnet daglige gjennomsnittstall. Dette har vært mulig fordi Bosch-bygget har datakontroll med tilstedeværelsen slik at det faktiske antall tilstedeværende i bygget hvert døgn kan beregnes. Disse tallene er fremkommet ved å summere alle manntimene og kvinnetimene dividert på 8 timers tilstedeværelse. Disse tallene er benyttet ved beregning av de spesifikke tall.

Fosfortallene er korrigert for vaskemiddel fosfor fra kantina. Disse beregningene er vist i vedlegg 4.

Det gjennomsnittlige sanitærbidraget fra de yrkesaktive med hensyn til totalt fosfor og fratrukket vaskemiddel fra kantinen er beregnet til 0,61 g P/d•ansatt. Fire av døgnene har gitt meget like tall og gjennomsnittet av disse er 0,58 g P/d•ansatt mens fredagen har gitt et noe høyere tall på 0,71 g P/d. Dette er den dagen da vannforbruket var unormalt høyt, men for høyt beregnet vannforbruk er ikke forklaringen alene, da de andre verdiene ikke alle har spesielt høyt tall denne fredagen.

Tabell 9. Forurensningsmasse i utslippsvannet og spesifikke tall for total fosfor, total nitrogen og KOF målt ved Bosch-bygget i Oppegård, mai 1986.

Prøvetakings dag	Avløpsvann mengde		Netto tilstede- værende 8 t. ans.	Masse gP/d	Spes. tall tot. gP/d·ans.	Total fosfor			Total nitrogen		KOF	
	Basert på vanngjeller m <sup>3</sup>	Spes. avløps- vannm. l/d·ans.				fra vaskem. gP/d	netto fra sanit.bid. gP/d	Spes. tall gP/d·ans.	Masse gN/d	Spes. gN/d·ans.	Masse gO/d	Spes. gO/d·ans.
Tirs. 6.5	6,52	30,9	211	127	0,60	8,0	119	0,56	782	3,7	3782	17,9
Ons. 7.5	4,26	27,8	153	93	0,61	9,3	84	0,55	596	3,9	3237	21,2
Fre. 9.5	7,95	51,6	154	118	0,76	8,6 (1)	109	0,71	557	3,6	4372	28,3
Man. 12.5	7,38	36,2	204	130	0,64	8,6 (1)	121	0,59	627	3,1	5461	26,8
Tirs. 13.5	6,31	29,2	216	143	0,66	8,6 (1)	134	0,62	978	4,5	4227	19,6
Gjennomsnitt		35,1	188	122	0,65	8,6	113	0,61	708	3,8	4216	22,8

(1) Beregnet gjennomsnitt over 3 døgn (se vedlegg 4).

Tabell 10. Forurensningsmasse i utslippsvannet og spesifikke tall for BOF, TOC, suspendert stoff, gløderest, alkalitet og aluminium målt ved Bosch-bygget i Oppegård, mai 1986.

	Avløpsvannmengde		Netto tilstede- værelse 8 t d·ans.	BOF Spes. tall gO/d·ans.	TOC		Susp. stoff		Gløderest Spesifikk g/d·ans.	Alkalitet		Aluminium Spes. g Al/d·ans.
	m <sup>3</sup> /d	Spes. l/d·ans.			Masse gC/d	Spes. gC/d·ans.	Masse g/d	Spes. g/d·ans.		Masse ekv/d	Spes. ekv/d·ans.	
Tirs. 6.5	6,52	30,9	211	-	1141	5,4	1728	8,2	-	64,7	0,306	0,0102
Ons. 7.5	4,26	27,8	153	-	1082	7,1	1529	10,0	-	47,6	0,311	-
Fre. 9.5	7,95	51,6	154	11,1	1582	10,3	1908	12,4	-	52,1	0,338	0,0119
Man. 12.5	7,38	36,2	204	-	1225	6,0	3601	17,6	2,4	46,7	0,229	-
Tirs. 13.5	6,31	29,2	216	-	2195	10,2	3054	14,1	1,2	67,1	0,311	-
Gjennomsnitt	-	35,1	188	-	1445	7,8	2364	12,5	1,8	55,6	0,299	0,0111

Det er viktig å merke seg at det totale fosforbidraget fra bygget er 0,65 g P/d og at oppvaskmiddelforbruket fra kantina bare utgjør 0,04 g P/d. Det betyr at fosforbidraget fra urin og feces via klosettene utgjør 93 %, mens oppvaskmidlene i denne undersøkelsen bare utgjør 7 %.

Det er ikke angitt spesifikke tall for orto fosfat fordi prøvene har vist relativt lave verdier både i pumpekummen og i vaskemidlene. Grunnen er etter alt å dømme at prøvene er for ferske slik at omdannelsen til orto-P ikke er kommet så langt og blir avhengige av lagring av avløpsprøven.

De spesifikke tallene for total nitrogen viser en gjennomsnittsverdi på 3,8 g N/d•ansatt. Dette er noe lavere enn ved Scanvest Ringbygget akkurat som fosforverdiene.

Verdiene for organisk stoff uttrykt som KOF viser et gjennomsnitt på 22,8 g O/d•ansatt mens BOF-verdien bare er 11,1. Den siste verdien er bare målt for 1 dag, mens KOF-verdien er gjennomsnittet av 5 verdier. Derimot er det 5 verdier for TOC-bidraget som i gjennomsnitt viser 7,8 g C/d•ansatt.

Den suspenderte stoffmengden er beregnet til 12,5 g/d•ansatt i gjennomsnitt og den uorganiske andelen målt som gløderest utgjør bare 1,8 g/p•ansatt. Dette utgjør henholdsvis 13 % og 9 % for de to dagene det er målt gløderest.

For alkalitet er det beregnet 0,30 ekv/d•ansatt i sanitærbidraget og for aluminium er det beregnet et meget lite bidrag fra klosettavløp, nemlig 0,011 g Al/d•ansatt. En stor del av dette kommer inn via drikkevannet og viser at aluminium kan benyttes som tracer for å spore leire i fremmedvannet.

6. DISKUSJON AV RESULTATENE

6.1. Sammenligning av resultatene fra Scanvest Ring-bygget og Bosch-bygget

Tabell 1) viser en sammenstilling av resultatene for sanitærbidraget fra yrkesaktive ved de to bedriftene.

Tabell 11. Sammenstilling av resultatene.

Parametre	Scanvest Ring, Oslo	R. Bosch Oppegård	%-forhold <u>Bosch</u> Scanvest Ring
Tot. fosfor      g P/ansatt•d	0,78	0,61	78,2
Tot. nitrogen    g N/ansatt•d	5,2	3,8	73,1
KOF              g O/ansatt•d	31	22,8	73,5
BOF <sub>7</sub> g O/ansatt•d	-	11,1	-
TOC              g C/ansatt•d	-	7,8	-
Suspendert stoff totalt            g/ansatt•d	-	12,5	-
Inorg. stoff Gløderest        g/ansatt•d	-	1,8	-
Alkalitet        ekv/ansatt•d	-	0,299	-
Aluminium      g Al/ansatt•d	-	0,0111	-
Avløpsvannmengde l/ansatt•d	196	35,1	17,9 %
Måleperiode    fra	14.10.85	6.5.86	-
til	1.11.85	13.5.86	-
Ant. døgnmålinger benyttet til beregning av masse	5	5	-
Ant. døgnmålinger benyttet til beregning av tilstedeværelse	1	5	-
Ant. ansatte totalt	400	287	
% kvinner av total	22	26,5	
Ant. tilstede gjennomsnitt	310	188	
% kvinner av tilstedeværende	21	29	

De spesifikke tallene for fosfor, nitrogen og KOF er noe lavere ved Bosch-bygget. Avviket er relativt likt med hensyn til Tot-N og KOF med 27 %, mens avviket for fosforbidraget er på 22 %. Dette kan tyde på at tallene ved Scanvest Ring systematisk er noe for høyt.

Det er imidlertid naturlig at tallene ved Bosch-bygget vil bli noe lavere fordi den kvinnelige tilstedeværelsen er høyere med 29 % mot Scanvest Ring 21 % kvinner. Ut fra det faktum at det spesifikke forurensningsbidraget fra kvinner er lavere enn for menn. Regneeksempelet nedenfor viser hvor mye dette slår ut. Ifølge Østhus er fosforbidraget for voksne menn (1,81 mot 1,24 for voksne kvinner). Det betyr at 100 % menn har 1,81 mens 100 % kvinner har 1,24.

Scanvest Ring:  $(1,81 \times 0,79 + 1,24 \times 0,21) = 1,690$

Bosch:  $(1,81 \times 0,71 + 1,24 \times 0,29) = 1,645$

Forholdet blir altså:  $\frac{\text{Bosch}}{\text{Scanvest}} = \frac{1,645}{1,690} = 0,973$

Korreksjonsfaktoren på grunn av noe høyere kvinneandel ved Bosch-bygget står bare for ca. 3 % av dette avviket på 22 %. Det er selvfølgelig mulig at kostholdet til de ansatte ved de to bedriftene kan være systematisk forskjellig, men det er neppe hele forklaringen.

De mulige feilkildene er avløpsvannmengdene, prøvetakingssystemet, konsentrasjonsanalysene og tilstedeværelsen. Store feil i konsentrasjonsanalysene anses som lite sannsynlig. Felles avviket for de 3 parametrene støtter dette. Det mest nærliggende å tenke seg er at tilstedeværelsen ved Scanvest Ring-undersøkelsen er usikker. Den faktiske tilstedeværelsen måtte der telles manuelt og dette kunne man bare gjøre én dag, nemlig til 310 av de 400 ansatte, altså 77,5 % og ble benyttet felles for gjennomsnittsbelastningen fra 5 forangående døgn.

Ved Bosch-undersøkelsen er tilstedeværelsen registrert automatisk og foreligger på datalister. De daglige tilstedeværende beregnes manuelt ved summasjon av arbeidstider som igjen divideres med 8

timers arbeidsdag. Disse tallene bør være korrekte. Tilstedeværelsen har variert meget ved Bosch-bygget fordi undersøkelsen var i en mai-uke med fridag på torsdag slik at mange tok seg fri og en av dagene hadde redusert arbeidstid. De spesifikke tallene har allikevel blitt svært like for de ulike døgn. Dette tyder på stor sikkerhet i tilstedeværelsen og disse verdiene bør derfor tillegges stor vekt. Det er registrert 287 ansatte ved Bosch-bygget. På det laveste var det 153 personer tilstede (altså 53,3 %) og på det høyeste 216 (alle med 8 timers dag) som utgjør 75,2 % og er en mer normal situasjon.

Det betyr at tilstedeværelsen som er benyttet ved Scanvest Ring-bygget faktisk er høyere enn den høyeste tilstedeværelsen ved Bosch. Man bør da ha i tankene at mai er noe mer ferietid enn november og at Scanvest Ring nok har flere besøkende. Det er også mulig at det normalt er mer anledning til overtidssjobbing ved Scanvest Ring enn ved Bosch. Tallene tyder på at tilstedeværelsen som er benyttet ved Scanvest Ring ikke er lav og mulighetene for at den er satt for lavt er derved noe redusert.

En annen mulighet er eventuelle feil i avløpsvannmengdene. Disse er basert på turbinmålere på rentvannsledningene. Feilkildene på disse er normalt svært lave. Ofte  $\pm 2$  %. Det er vanskelig å tenke seg store feil. Det høye vannforbruket ved Scanvest Ring skyldes som tidligere nevnt at det benyttes kjølevann til datamaskinene. Dette vannet fortynner forurensningskonsentrasjonen, men massetransporten blir den samme. Dette forholdet kan imidlertid bringe inn en større usikkerhet ved Scanvest Ring-tallene og eventuelle feil ved vannmåleren kan bli forsterket.

Selve prøvetakingssystemet ved Scanvest Ring og Bosch er stort sett det samme. Den nedykkede skjærepumpen er benyttet i begge tilfeller.

Konklusjonen blir at det ikke er noe spesielt punkt som synes å peke seg ut og som kan forklare avviket mellom de spesifikke tallene for sanitærbidrag i de to undersøkelsene. Den høyere kvinneandelen ved Bosch forklarer 3 %. Det er også mulig at det kan være en forskjell

i alderssammensetningen ved de to bedriftene med yngre folk ved data-bedriften Scanvest Ring som kan forklare noen prosent. Av eventuelle feilkilder kan det pekes på at tilstedeværelsen ved Scanvest Ringundersøkelsen er noe usikker i og med at en fredagsmåling er benyttet for 5 andre døgn. Den virker imidlertid ikke spesielt lav.

Ved den endelige fastsettelsen av spesifikke tall bør nok Bosch-tallene tillegges noe mer vekt enn Scanvest Ring-tallene.

## 6.2. Sammenligning av resultatene fra Bosch-bygget med forurensningsbidrag fra vannklosett

Resultatene fra de to undersøkelsene er meget verdifulle fordi de også representerer data for sammensetningen av avløpsvann fra vannklosett.

I NIVAs rapport 1/85 om spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning (6) er det gjengitt en del tall for forurensningsbidrag fra klosettavløp angitt som totale mengder. Disse tallene er vist i tabell 12. Tabell 13 viser det prosentvise forholdet mellom de forskjellige parametrene.

Tabell 12. Spesifikk forurensningsmengder fra menneskelig avføring og urin. Totale mengder.

Referanse	Menge g/p.d			Tørrstoff g/p.d.			BOF <sub>5</sub> g O/p.d.			Tot-N g N/p.d.			Tot-P g P/p.d.		
	Urin	Feces	Tot.	Urin	Feces	Tot.	Urin	Feces	Tot.	Urin	Feces	Tot.	Urin	Feces	Tot.
Viel (1941)	1200	110	1310	55,0	27,0	82,0				11,5	1,5	13,0	0,8	0,6	1,4
Spector (1958)	1160	115	1275	55,9	25,6	81,5				10,4	1,6	12,0	1,0	0,6	1,6
Painter & Veney (1959)	1170	90	1260	-	-	-				12,2	1,5	13,7			
Camp (1963)	-	-	-	43,1	20,5	63,6				12,6	1,8	14,4	0,6	0,3	0,9
Anbentus	-	-	-	-	-	-				12,5	1,7	14,2	1,1	0,3	1,4
Ligman (3)	-	-	-	59,8	27,2	87,0	10,4	11,3	21,7	15,4	1,36	16,76	0,91	0,45	1,36
Laak (4)	-	-	-	-	-	-	9,1	11,1	20,2	13,2	1,29	14,49	1,88	0,21	2,09
Gjennomsnitt	-	-	-	53,5	25,0	78,5	9,6	11,2	21,0	12,5	1,5	14,0	1,05	0,41	1,46



Tabell 13. Relative forhold mellom forskjellige parametre.

Parameter	Scanvest Ring	R. Bosch	Gjennomsnitt tabell 12
Tot-N/Tot-P	6,6	6,22	9,58
KOF/Tot-N	6,0	6,0	-
KOF/Tot-P	40	37	-

Denne oversikten viser at det er relativt god overensstemmelse mellom resultatene ved Scanvest Ring og Bosch-undersøkelsen. Derimot tyder en sammenligning mot totale tall fra tabell 12 at en forholdsvis større andel av nitrogenbidraget mangler i pendlertapet. Dette kan skyldes at forholdsvis mange urinerer om morgenen hjemme, men venter med andre ting til de kommer på jobben. Dette er ikke overraskende, tvert imot.

En sammenligning av bidragene i pendlertapet med det totale bidraget slik gjennomsnittet viser i tabell 12 er også nyttig og dette er fremstilt i tabell 14.

Tabell 14. Sammenligning av sanitærbidraget fra yrkesaktive ved Scanvest Ring og Bosch med totalbidraget fra tabell 12.

Parameter	Prosent forhold	
	<u>Scanvest Ring</u> totalt bidrag	<u>R. Bosch</u> totalt bidrag
Tot-P	53 %	42 %
Tot-N	37 %	27 %
BOF <sub>5</sub> (1)	-	46 %
Suspendert tørrstoff (2)	-	40 %

(1) BOF<sub>5</sub> omgjort til BOF<sub>7</sub> ved  $\bar{a}$  multiplisere ned 1,15

(2) SS bidrag ifølge Ligman er 30,9 g/p.d

Denne sammenligningen viser at selv det noe lavere sanitærbidraget ved Bosch utgjør mellom 40 til 46 prosent av de gjennomsnittstall for det totale bidraget fra vannklosettene med hensyn til suspendert stoff, Tot-P og BOF. Nitrogenverdien er noe lavere med ca. 30 %.

Dette viser at sanitærbidraget for yrkesaktive er betydelig og er en viktig korreksjonsfaktor ved måling av forurensningstilførsler og spesifikke tall og må bygges inn i forurensningsmodellen.

## 7. REFERANSER

1. Vråle, L.: "Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Ringbygget". NIVA 0-85255, VA-rapport 7/86, juni 1986.
2. Vråle, L.: "Spillvannstap fra oppsamlingsnett, delrapport 1. Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett i Sydsbogen", Røyken kommune. NIVA 0-81041, VA-rapport 11/93, April 1983
3. Vråle, L.: "Forurensningsproduksjon fra husholdning". Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydsbogen i 1983, Røyken kommune." NIVA F-83451, VA-rapport 20/84 1. september 1984.
4. Vråle, L.: "Spillvannstap på oppsamlingsnett", delrapport 3, "Spillvannstapets resipientpåvirkning i Siggerudgryta", Ski kommune. NIVA 0-81041, VA-rapport 13/83 august 83.
5. Vråle, L.: "Spillvannstap fra oppsamlingnett", delrapport 4, "Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitetet i Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune". NIVA 0-81041, VA-rapport 14/83 oktober 84.
6. Vråle, L.: "Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning. Enkel litteraturstudie". NIVA 0-84131-01, VA-rapport 1/85 mars 85.
7. Ligman, K.J.: "Rural Household Wastewater Simulation", Masters of Science Independent Study Report, University of Wisconsin, Madison, Wisc., 1972.
8. Laak, R.: "Manual of grey water treatment practice." Ann Arbor Science 1 SBN 0-250-40136-3, 1974, s. 68-78.
9. Bennet, E.R. and Linstedt, D.K.: "Individual Home Wastewater Characterization and Treatment." Completion Report Series No. 66, Environmental Resources Center, Colorado State University, Fort Collins, Colo.. July 1975.

10. Siegrist, R., Witt, M., Boyle, W.C.: "The Characteristic of rural household wastewater". ASCE Journal of the environmental engineering division. June 1976, Vol 102.
11. Vråle, L.: "Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydsbogenfeltet og ANØ-området. NIVA 0-84131-02, VA-rapport 2/85 mars 1985.

VEDLEGG 1. Registrering av vannforbruk ved Bosch-bygget 1986.

Tidspunkt		Fra tellerverk vannmengde- registrering m <sup>3</sup>	Totalt vannforbruk
Dato	k1.		
6.5	0640	2688.122	Tirs. 6.5
6.5	1637	2694.534	7,18 m <sup>3</sup>
7.5	0701	2695.298	Ons. 7.5
7.5	0711		6,26 m <sup>3</sup>
7.5	1355	2699.225	
7.5	1400	2699.559	
9.5	0716	2704.593	Fre. 9.5
9.5	0722		11,95 m <sup>3</sup>
9.5	1623		
9.5	1635	2710.221	
12.5	0649	2711.506	
12.5	1638		7,38 m <sup>3</sup>
12.5	1657	2717.888	
13.5	0754		
13.5	0758	2718.89	
13.5	1612		6,31 m <sup>3</sup>
13.5	1623	2724.000	
14.5	0710	2725.20	
14.8	0810		
14.8	0924	2726.214	

VEDLEGG 2. Oversikt over vannmengde registrert mellom siste vannmengde-  
registrering om ettermiddag og neste morgen tidligst mulig.

Fra kl.	Til kl.	Vannmengde m <sup>3</sup>
6.5 kl. 1637	7.5 kl. 0701	0.764
7.5 kl. 1408	9.5 kl. 0716	5.034
9.5 kl. 1635	12.5 kl. 0649	1.28
12.5 kl. 1657	13.5 kl. 0750	1.010
13.5 kl. 1623	14.5 kl. 0710	1.20

VEDLEGG 3. Beregning av spylevannsmengde utenom avløpssystem.

Vaktmesteren benyttet hageslange 3/4" for spyling av gårdsplassen tirsdag 6.5 i ca. 1 time. Dette vannet går utenom avløpssystemet og må trekkes fra.

Han testet kapasiteten i bøtte. 10 liter ble fylt opp på 54 sekunder.

Vannføring:  $0,185 \text{ l/sek} = 11 \text{ l/min}$

1 times forbruk utgjør altså:

$Q = 11 \text{ (liter/min)} \times 60 \text{ min.} = 660 \text{ liter.}$

Dette må trekkes fra.

#### VEDLEGG 4. Fosformengde fra oppvaskmaskin.

Den fosformengden som forbrukes i oppvaskmaskinen i kantinen tilføres pumpekummen i kjelleren hvor prøvetakeren er montert. Utslippsmengder fra bygget må derfor korrigeres for dette vaskemiddelbidraget for å bli representativt for sanitærbidraget.

Ved Scanvest Ring-bygget ble det benyttet et oppvaskmiddel som ikke inneholdt fosfor. Ved Bosch-bygget derimot inneholdt oppvaskmiddelet fosfor og det ble lagt opp til å få kontroll med dette forbruket.

Oppvaskmiddelet som ble benyttet var produsert av DOMO Master (Danmark) og het Klimax 10. Det ble tatt prøve av oppvaskmiddelet og analysert ved NIVA med følgende resultater:

Tot-P = 3250 mg P/l, altså 3,25 g P/l eller 0,325 % P/l. Omregnet til på vektbasis tilsvarer dette 4,06 g P/kg oppvaskmiddel

Tot-N = 1,9 mg N/l.

Egenvekten av vaskemiddelet ble oppgitt til 1,25.

Denne fosforkonsentrasjonen ble kontrollert ved henvendelse til produsenten. Først fikk man oppgitt en verdi som viste seg å være feil. Ved neste henvendelse fikk man opplyst at Klimax 10 inneholdt 1,524 % som  $P_2O_5$  (Paul Hansen, DOMO Master, tlf. 095 45 5611155, Danmark). Omregnet til fosfor angitt som P tilsvarer dette:

$Tot-P = 15,24 \cdot (62/142) = 6,65 \text{ g P/kg oppvaskmiddel.}$

Dette er fortsatt noe høyere enn NIVAs analyseverdi, men avviket har blitt vesentlig mindre. Ut fra en samlet vurdering velges produsentens opplysning om fosforinnholdet på 6,65 g P/kg oppvaskmiddel som retningsgivende i de videre beregninger.

Oppvaskmaskinen i kantina ved Bosch er av typen Vaxsjø disc AB Wd/6. Leveres av Essnor A/S Bærum. Den har en vaskekum på 50 liter som fylles opp når maskinen settes i gang. Selv om maskinen er satt igang bruker den ikke vann utover de 50 literene før kurvene med oppvask dyttes inn. Det



forbrukes 3,5 liter vann pr. kurv. Maksimalt kan maskinen klare 40 kurver pr. time (teoretisk 90 sek. pr. kurv), men i praksis vil det bli mindre enn dette selv ved kontinuerlig bruk. Sannsynligvis er 30 kurver pr. time mer rimelig.

Ifølge betjeningen er maskinen i bruk ca. 3-4 timer pr. dag. Hvis maskinen kjøres for fullt i 4 timer tilsvarer dette et vannforbruk på  $(50 + 105 \cdot 4)$  470 liter. Dette tilsvarer 120 oppvaskkurver i gjennomsnitt.

Ifølge vaskemiddel-leverandøren skal maskinen dosere mellom 1,0-1,5 gram flytende oppvaskmiddel pr. liter vaskevann (Arild Dahl). Ut fra et vannforbruk på 470 liter tilsvarer dette fra 470 g til 705 g. En annen leverandør har oppgitt at vaskemiddelforbruket kan gå helt opp i 3 g pr. liter og det ville på det høyeste gi 1400 g pr. døgn.

Det ble forsøkt å holde daglig kontroll med vaskemiddelforbruket. Oppvaskmaskinen suger vaskemiddel inn automatisk og forbruket styres av en ledningsevne måler. Det foreligger daglig måling for de to første døgnene.

Døgn nr.	Dato	Vaskemiddel forbruk kg/døgn
1.	6.5 tirs.	1,20
2.	7.5 ons.	1,40

For de 3 siste døgnene foreligger det bare en gjennomsnittsmåling. Denne målingen er svært usikker fordi det ble skiftet dunk i denne perioden og en velger å se bort fra disse og benytte gjennomsnittet av verdiene som ble registrert de to første dagene.

På bakgrunn av dette benyttes 1,30 kg/døgn vaskemiddel forbruk for de tre siste dagene. Ut fra dette er det tilsatt følgende mengde vaskemiddel fosfor via kantina som vist i tabell A.

Tabell A. Fosfor tilsatt via oppvaskmaskin i kantina.

Døgn nr.	Dato	Ukedag	Vaskemiddel forbruk kg	Utslipp av fosfor g P/d
1	6.5	tirsdag	1,20	8,0
2	7.5	onsdag	1,40	9,3
3	9.5	fredag	1,30	8,6
4	12.5	mandag	1,30	8,6
5	13.5	tirsdag	1,30	8,6

Verdiene i tabell A er beregnet ut fra de forutsetningene som er vist foran. Tallene er noe høye sett i relasjon til de normalt anbefalte doseringsanvisninger.

De to første døgnene er basert på reelle målinger av forbruk og analyse av fosforkonsentrasjoner. Det er derfor mulig å beregne spesifikke tall for disse to døgnene.

	<u>Spesifikk verdi Tot-P</u>
Tirsdag 6.5	0,023 g P/d•ansatt
<u>Onsdag 7.5</u>	<u>0,037 g P/d•ansatt</u>
Gjennomsnitt	0,030 g P/d•ansatt

Oppvaskmaskinens vannforbruk er ikke målt, men er beregnet ut fra opplyst vannforbruk av leverandøren. Vannforbruket ble beregnet til 470 l/dag under normalforhold. Hvis man tar utgangspunkt i tilstedeværelsen på tirsdag 6.5, mandag 12.5 og tirsdag 13.5 er gjennomsnittlig tilstedeværelse 210 ansatte. Dette gir følgende spesifikk vannforbruk til oppvaskmaskinen i kantina:

$$470 \text{ l} : 210 \text{ ansatte} = \underline{2,23 \text{ l/d}\cdot\text{ansatt}}$$

VEDLEGG 5. Vurdering av prøvetakingens representativitet. Forholdet avløpsvann fra toalettene i forhold til oppvaskmaskinen.

Det kan tenkes at døgnblandprøven gir en gjennomsnittsverdi som ikke er representativ for vaskevannet fra oppvaskmaskinen. Problemet oppstår fordi prøvetakeren tar prøve av avløpsvannet hele døgnet, mens vaskevannet sendes ut i løpet av noen timer.

Prøvetakingen foretas med automatisk prøvetaker som tok en delprøve hvert 10. minutt av vannet fra pumpeumpen. Prøvetakeren ble startet om morgenen ca. kl. 0700 rett etter at vannmåleravlesningen ble foretatt. Prøvetakeren var i drift til neste dag og skiftet ved neste dags oppstartning. Det betyr at det tas 144 delprøver i løpet av hele døgnet.

Oppvaskmaskinen i kantina er imidlertid bare i drift noen få timer i døgnet, hovedsaklig etter lunsj og noen ganger etter middag. Det anslås at den er i drift ca. 4 timer pr. dag og da på tidspunkt da pumpeumpen tømmes relativt hurtig. Døgnblandprøven vil derfor ikke være representativ for den fosformengden som kommer via oppvaskmaskinen.

Feilen blir stor hvis konsentrasjonen i vaskevannet er svært forskjellig fra konsentrasjonen i avløpsvannet fra toalettene. Det er imidlertid ingen feil hvis fosforkonsentrasjonen i vaskevannet er lik fosforkonsentrasjonen i vannet fra toalettene.

Teoretisk er konsentrasjonen i vaskevannet, 18.3 mg P/l (8.600 mg:470 liter). Denne oppvaskvannskonsentrasjonen er praktisk talt lik avløpsvannskonsentrasjonen og man kan derfor se bort fra denne feilen fordi den blir neglisjerbar. Det er derfor riktig å trekke fra hele fosformengden i vaskemaskinen fra den totale fosformengden som er beregnet for bygget.

# **WA** rapporter utgitt av NIVA

- 1/78 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 1.  
C2-31 Kjell Øren. November 1978
- 1/79 Kjemisk felling med kalk og sjøvann. Del 2  
C2-34 O-40/71 A Lasse Vråle. Juli 1979
- 2/79 Driftsresultater fra norske simultanfellingsanlegg.  
C2-28 Lasse Vråle, Eilen A. Vik. Juli 1979
- 3/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 1  
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. November 1979
- 4/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 2  
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. September 1979
- 5/79 Sivevann fra søppelfyllplass.  
C2-26 Torbjørn Damhaug, Arild Eikum,  
Ole Jakob Johansen. August 1979
- 6/79 Vannforurensning fra veg.  
O-79024 Eivind Lygren, Egil Gjessing,  
John Ferguson. Desember 1979
- 9/79 Primærfelling med ulike fellingskjemikalier  
ved Sandvika renseanlegg.  
O-79001 Lasse Vråle. Desember 1979
- 1/80 Bakteriologiske forhold i norske og utenlandske  
råvannskilder  
O-78029 Jens J. Nygård. Februar 1981
- 2/80 Treatment of Septic Tank Sludge  
Research Proposal  
F-80413 Arild Eikum. Januar 1980
- 3/80 Industrifyllplass i Arendal-Grimstadregionen  
Vurdering av vannforurensning og rensetekniske  
tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia  
O-80016 Torbjørn Damhaug, Hans Holtan. Mars 1980
- 4/80 Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging  
av PAH-tilførsler til norske vannforekomster  
A3-25 Lasse Berglind. Mars 1980
- 5/80 Mobil avvanning av septikslam  
Utprøving av septikbil »HAMSTERN»  
O-80019 Bjørn-Erik Haugan. November 1980
- 6/80 Tilføringsgrad  
Kontroll og kalibrering av vannmålestasjon  
ved Monserud kloakkrenseanlegg. Del 1  
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 7/80 Tilføringsgrad  
Forurensningstilførsler og beregning av  
tilføringsgrad for Monserud renseanlegg i 1979. Del 2  
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 8/80 Overløp i avløpsnett  
Tilstand i dag og mulige tiltak  
C2-32 Eivind Lygren. September 1980
- 9/80 Sikring av vannforsyning i Oslo mot  
forurensninger ved uhell eller sabotasje  
Vurdering av faremomenter. (Spørret)  
O-79084 Egil Gjessing, Jens J. Nygård. September 1980
- 10/80 Important aspects of water treatment in USA  
XT-25 Eilen Arctander Vik. Juli 1980
- 11/80 Myrgrøfting, effekt på vannkvalitet  
Noen observasjoner fra grøftet myrområde  
i Røyken 1971-79  
XK-05 Egil Gjessing. September 1980
- 12/80 Driftsundersøkelse av vannbehandlingsanlegg  
F-80417 Torbjørn Damhaug. November 1980
- 13/80 Hvlrveloverløp  
Avskilling av sedimenterbart materiale og  
flytestoffer i overløpsvann  
O-79090 Eivind Lygren. Desember 1980
- 14/80 Use of UV and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in water and  
wastewater treatment  
Research Proposal  
F-80415 Arild Schanke Eikum. Desember 1980
- 1/81 Treatment of potable water containing humus by  
electrolytic addition of aluminium followed by  
direct filtration  
Research Proposal  
F-80415 Eilen Arctander Vik. Januar 1981
- 2/81 Water research in developing countries  
A desk survey about planning and ongoing  
research projects  
O-80028 Svein Stene Johansen. Januar 1981
- 3/81 VA-teknisk forsøkshall Sentralrenseanlegg Vest SRV  
Notat  
Arild Schanke Eikum, Arne Lundar. Februar 1981
- 4/81 Alkalization/hardening of drinking water  
Research proposal  
G-314 Egil Gjessing. Februar 1981
- 5/81 Tiltak mot forurensning fra fiskeoppdrett  
Behandling av vann i resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrett  
Forskningsprogram 1981-1984  
FP-80802 Arild Schanke Eikum, Eivind Lygren. Mai 1981
- 6/81 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 2  
O-80018 Svein Stene Johansen. Mai 1981
- 7/81 Kalking av tilløp til lille Asketjern for fjerning av humus  
Innløpende forsøk. O-81065 Eilen Arctander Vik. August 1981
- 8/81 Tilføringsgrad for oppsamlingsnett  
Status for eksisterende målinger  
O-80055 Lasse Vråle. August 1981
- 9/81 A Water Pricing Study for Western Province,  
Zambia. Draft !  
O-81022 Svein Stene Johansen. September 1981
- 10/81 Fjerning av humus ved H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tilsetning  
og UV - bestråling  
F-80415 Lasse Berglind. Oktober 1981
- 11/81 Treatment of Septic Sludge  
European practice  
O-80040 Arild Schanke Eikum. November 1981

- 12/81 Silgrainsyre som fellingsmiddel for avløpsvann  
Buhrestua renseanlegg, Nesodden  
O-80093 Lasse Vråle. Desember 1981
- 13/81 Analyse av vannbehov i husholdninger, næringsvirksomhet  
institusjoner og til kommunaltekniske formål  
O-78028-01 Svein Stene Johansen, Kim Wedum. Desember 1981
- 1/82 Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann  
ved ammoniakkavdrivning  
F-81427 Torbjørn Damhaug. Mars 1982
- 2/82 Rensing av sigevann fra søppelfyllplasser  
OF-80606 Torbjørn Damhaug. Juni 1982
- 3/82 Hvirvelkammer og hvirveloverløp  
Regulering av vannføring og rensing av overløpsvann  
O-79090 Eivind Lygren, Kim Wedum. Mai 1982
- 4/82 Avvanning av septikslam i containere  
O-81104 Bjarne Paulsrud. August 1982
- 5/82 Kalibrering og justering av vannføringsmålere  
O-82011 Kim Wedum. Mai 1982
- 6/82 Vurdering av driftsinstruksjoner og driftsforhold  
ved renseanlegg rundt Indre Oslofjord  
O-82004 Arne Lundar, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 7/82 Styling av kjemikaliedosering ved kjemiske renseanlegg  
Erfaringer med bruk av ledningsevne som styringsparameter  
O-82025 Torbjørn Damhaug, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 8/82 Strålingskjemisk oksydasjon av organisk stoff i vann  
Programforslag. (Sperrert)  
F-80415 Kim Wedum. September 1982
- 9/82 Slamstabilisering under høy temperatur ved bruk av rent oksygen  
F-81430 Bjørn-Erik Haugan. Oktober 1982
- 10/82 Tørrvæsavsetninger i fellessystemrør  
O-82022 Oddvar Lindholm. November 1982
- 11/82 Treatment of septage  
European practice  
O-80040 Arild Schanke Eikum. Februar 1983
- 1/83 Alkalisering av drikkevann  
Delrapport 1 NIVA/SIFF  
F-82441 Eilen A. Vik. Mars 1983
- 2/83 Industriavløp på kommunale renseanlegg  
Forbehandling av meieriavløp i luftede utjevningsbasseng  
Delrapport 1  
O-82017 Torbjørn Damhaug. Februar 1983
- 3/83 Samlet optimalisering av avløpsrenseanlegg  
og avløpsledningsnett  
O-82124 Oddvar Lindholm. Februar 1983
- 4/83 Driftskontrollprogram for galvanoidindustriens renseanlegg  
O-79049 Eigil Iversen. Mars 1983
- 6/83 Optimalisering av galvanotekniske industrirenseanlegg  
O-82119 Eigil Iversen. Mai 1983
- 7/83 Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert  
stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard  
juli-oktober 1982  
O-82067 Øivind Tryland. Mars 1983
- 8/83 Analyseresultater for avløpsvann fra  
Mosjøen Aluminiumverk april-oktober 1982  
O-82027 Øivind Tryland. Mars 1983
- 9/83 Vannforurensning ved bruk av kalksalpeter som  
støvdempingsmiddel på grusveger  
O-81050 Eivind Lygren, Reidun Schei. Juni 1983 (Sperrert)
- 10/83 Funksjonsprøving nr 2 av membran  
kammerfilterpresser VEAS Mars 1983  
O-82130 Lasse Vråle. Mars 1983
- 11/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 1  
Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett  
opsamlingsnett i Sydsbogen, Røyken kommune  
O-81041 Lasse Vråle. April 1983
- 12/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 2  
Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje som  
alternativ metode for beregning av tilføringsgrad.  
Resultater fra undersøkelsene ved Sydsbogen,  
Buhrestua og Siggerud.  
O-81041 Lasse Vråle. Desember 1984
- 13/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 3  
Spillvannstapets resipient påvirkning i Siggerudgryta,  
Ski kommune  
O-81041 Lasse Vråle. August 1983
- 14/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 4  
Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet.  
Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune.  
O-81041 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 15/83 A feasibility study of fishfarming in Jordan  
O-83026 Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug. Juni 1983 (Sperrert)
- 16/83 Driftsanalyse av Bekkelaget renseanlegg  
O-82005 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrert)
- 17/83 Water Research in Zambia  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 18/83 Water Research in Kenya  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 19/83 Water research in Tanzania  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen, Torbjørn Damhaug. May 1984
- 20/83 Mikrobiologisk angrep på gummipakninger til vann- og avløpsrør  
Programforslag  
O-83033 Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrert)

- 21/83 **Slamdeponering ved norske mangansmelteverk**  
Fysisk-kjemisk karakterisering av dreisvann og virkninger av dreisvann på biologiske forhold i resipienten  
O-80058 Øivind Tryland, Harry Efraimssen. April 1983
- 22/83 **Sandstangen vannverk**  
O-83079 Eilen A. Vik. Juni 1983 (Sperrert)
- 23/83 **Erfaringer med mottak av septikslam på kommunale renseanlegg**  
O-82037 Bjarne Paulsrud. Juli 1983
- 24/83 **Miljøgifter i overvann**  
O-83063 Oddvar Lindholm. August 1983
- 25/83 **Arealfordeling av korttidsnedbør**  
O-83005, F-83450 Oddvar Lindholm. Oktober 1983
- 26/83 **Urbanhydrologi i Sverige**  
En litteraturstudie  
O-83092 Oddvar Lindholm. November 1983
- 27/83 **Tørrværsavsetninger i fellessystemrør**  
Fase II  
O-82111 Oddvar Lindholm, November 1983
- 28/83 **Bruk av rent oksygen for luktreduksjon ved renseanlegg R-2, Lillehammer**  
O-82083 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan. November 1983
- 29/83 **Avsluttende funksjonsprøve for membran-filterpresser ved VEAS, oktober-november 1983**  
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. November 1983 (Sperrert)
- 30/83 **Emerging European Wastewater Treatment Technology Preliminary Description**  
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Sperrert)
- 31/83 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**  
Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann  
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimssen. Desember 1983
- 32/83 **Suspensjoners synkehastighet**  
Metode for analyse av finfordelte partiklers synkehastighet i vann  
F-81434 Øivind Tryland. Desember 1983
- 33/83 **Silgrainsyre som fellingsmiddel ved SRV, VEAS Slemmestad**  
O-82102 Lasse Vråle, P. Sagberg. Desember 1983. (Sperrert)
- 1/84 **Industriavløp på kommunale renseanlegg**  
O-82017 Torbjørn Damhaug. Januar 1984
- 2/84 **Luftet lagune for rensing av sigevann**  
Delrapport 1. Driftserfaringer  
O-83027 Ragnar Storhaug. Februar 1984
- 3/84 **Highway pollution in a Nordic Climate**  
O-79024 Eivind Lygren. Mars 1984
- 4/84 **An evaluation of large-scale algal cultivation systems for fish feed production**  
O-84002 Torbjørn Damhaug et al. Februar 1984 (Sperrert)
- 5/84 **Matematisk modell av avløpsrenseanlegg**  
O-82124/F-83448 Oddvar Lindholm. Februar 1984
- 6/84 **Adsorption in Water Treatment**  
Fluoride Removal  
FP-83828 Eilen A. Vik. Februar 1984
- 7/84 **Analyse av vannføringsdata**  
O-81113 Kim Wedum. Januar 1984
- 8/84 **Renseeffekt i Heistad renseanlegg med og uten tilkopling av industrielt avløpsvann**  
O-83093 Øivind Tryland. April 1984
- 9/84 **Hygienisering av slam ved bruk av rent oksygen**  
F-81430 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan, Gunnar Langeland. Juli 1984
- 10/84 **Slamavvanning med filterpresser ved SRV**  
Økonomisk sammenligning av Lasta membran-filterpresser og Rittershaus & Blecher kammerfilterpresser  
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. Mai 1984 (Sperrert)
- 11/84 **Separat behandling av slamvann fra avvanning av septikslam**  
Biologisk rensing ved bruk av aktivslam  
O-83021 Ragnar Storhaug. Juni 1984
- 12/84 **Industriutslipp til vassdrag**  
Avveininger for å beskytte resipienten, eksempel fra en tekstilbedrift  
OF-81618 Bjørn-Erik Haugan, Kim Wedum. April 1984 (Sperrert)
- 13/84 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**  
Virkning av peroksyd og UV-bestråling på klororganisk materiale og farge i celluloseblekeriers avløpsvann  
F-81434 Øivind Tryland. Mai 1984
- 14/84 **Driftsassistanse**  
Vannrenseanlegg, ÅSV A/S Fundo Aluminium  
O-83141 Eigil Iversen, Torbjørn Damhaug. Juni 1984
- 15/84 **Ammonium som forureningsparameter**  
O-83035 Kim Wedum. August 1984
- 16/84 **Driftsoppfølging av Biovac renseanlegg for helårsbolig**  
O-82101 Bjarne Paulsrud. September 1984
- 17/84 **Kalkfelling på små renseanlegg**  
O-83067 Ragnar Storhaug. Oktober 1984
- 18/84 **Hygienisering av slam ved lufttilførsel (Janca-prosessen)**  
O-84050 Bjarne Paulsrud, Gunnar Langeland. September 1984
- 19/84 **Utvikling av lukket mærkonstruksjon.**  
Prosessløsning og optimalisering  
O-84091 Kjell Maroni, Eivind Lygren, Bjørn Braaten. Oktober 1984. (Sperrert)
- 20/84 **Forureningsproduksjon fra husholdning**  
Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydsbogen i 1983, Røyken kommune.  
F-83451 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 21/84 **Luftet lagune for rensing av sigevann**  
O-83027 Ragnar Storhaug. April 1985
- 22/84 **Avløpsvannmengder tilført påslippene ved SRV i 1983 og 1984**  
O-83090 Lasse Vråle. April 1985

# WA rapporter utgitt av NIVA

- 1/85 Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning  
Enkel litteraturstudie  
O-84131-01 Lasse Vråle. Mars 1985
- 2/85 Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger  
O-84131-02 Lasse Vråle. Mars 1985
- 3/85 Treatment of leachate in aerated lagoons  
Lab-scale study  
O-84022 Ragnar Storhaug. Juli 1985
- 4/85 Fiskeoppdrett på Grønerudstøa, Nesodden  
O-85233 Bjørn Braaten, Torbjørn Damhaug. Juni 1985
- 5/85 Oppdrett av ferskvannskreps ved Mesna Bruk A/S  
Forprosjekt  
O-85126 Sigurd Rognerud, Stellan Karlson  
Torbjørn Damhaug, Gösta Kjellberg. August 1985
- 6/85 Driftsassistanse - Vannrensaneanlegg ved Steens Fornikling A/S  
O-84157 Øivind Tryland. August 1985
- 7/85 Spillvarmebasert akvakulturanlegg i Tyssedal  
Forprosjekt  
O-85226 Kjell Maroni, Erlend Waatevik. September 1985 (Sperrert)
- 8/85 Driftsassistanse - Avløpsledning  
Høvik Lys A/S  
O-85221 Øivind Tryland, Eigil Iversen,  
Åse K. Rogne. August 1985
- 9/85 Teknologi og miljø i oppdrettsnæring  
O-84159/O-84160 Kjell Maroni. Januar 1985
- 10/85 Rensing av blyholdig avløpsvann.  
Undersøkelser ved Sønnak Batterier A/S  
O-85222 Eigil Iversen, Øivind Tryland. September 1985
- 11/85 Spillvarmebasert oppdrettsanlegg i tilknytning  
til Sauda Smelteverk A/S  
O-84167 Kjell Maroni. April 1985 (Sperrert)
- 12/85 Overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt  
til Sentralrensaneanlegg Vest, SRV.  
Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser  
O-85147 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 13/85 Arealreduksjonsfaktorer. Fase III  
Nedbørmålinger i finmasket nett i Oslo  
O-85213 Oddvar Lindholm. Desember 1985
- 14/85 Vann- og avløpstekniske løsninger for Helleberg hytteområde  
Nordstul, Store-Ble, Notodden kommune  
O-85292 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 15/85 Fremdriftsrapport for Frogn Vannverk  
Perioden juni-oktober 1985  
O-85211 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 17/85 Landbasert fiskeoppdrettsanlegg i Grimstad  
O-85262/Kristoffer Næs, Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug,  
Kjell Maroni, Bjørn Braaten. November 1985 (Sperrert)
- 1/86 NIVANETT på mikrodatamaskin  
O-85207 Oddvar Lindholm. Januar 1986
- 2/86 Utvikling av resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrettsanlegg  
O-81068 Eivind Lygren, Kjell Maroni. April 1986
- 3/86 Avfall fra skip på norske strender  
O-85174 Tor Moxnes. Mars 1986
- 4/86 Driftsundersøkelse av sølvvarefabrikkers rensaneanlegg  
O-82108 Egil Iversen, Februar 1986
- 5/86 Utvikling av intensive oppdrettsanlegg  
O-83089 Eivind Lygren. April 1986
- 6/86 Minivannverk - forsøk i full skala med prototyp  
O-84114 Tor Moxnes. Mai 1986
- 7/86 Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Ringbygget  
O-85255 Lasse Vråle. Mai 1986
- 8/86 Virkning av dynamisk regn på hydrogram  
O-86037 Oddvar Lindholm. Juni 1986
- 9/86 Driftserfaringer fra kalkdoseringsanlegg i vannverk  
O-86092 Jens Arne Ohren. Juni 1986
- 10/86 Driftsundersøkelse av VIV's direktefiltreringsanlegg  
ved Akersvann  
O-86068 Jens Arne Ohren. Oktober 1986
- 11/86 Følsomhetsanalyse for parametre i  
avløpsnettberegninger. Fase I  
O-86012 Oddvar G. Lindholm. Oktober 1986