



RAPPORT 2/85

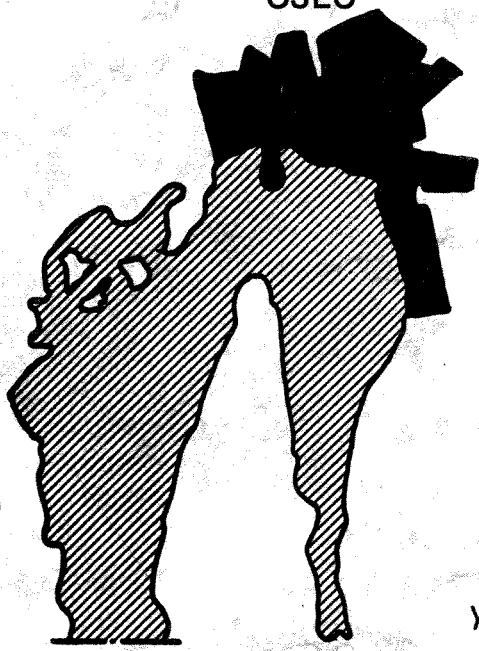
0-84131 02

○ Harestua

Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydkogen-feltet og ANØ-området

○ Gjerdrum

OSLO



Sydkogen ○

Kirkebygda ○

Ytre Enebakk ○

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Rapportnummer: 0-84131-02
Undernummer:
Løpenummer: 1709
Begrenset distribusjon:

Hovedkontor
Postadresse:
Postboks 333
0314 Oslo 3
Brekkeveien 19
Telefon (02)23 52 80

Sørlandsavdelingen
Postadresse:
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041)43 033

Østlandsavdelingen
Postadresse:
Rute 866, 2312 Ottestad
Postgiro: 4 07 73 68
Telefon (065)76 752

Rapportens tittel: Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydskogen-feltet og ANØ-området	Dato: Mars 1985
	Prosjektnummer: 0-84131-02
Forfatter (e): Lasse Vråle	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område: Buskerud
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: SFT, ANØ	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
----------------------------	----------------------------------

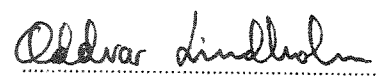
Ekstrakt:
 Det er gjennomført en analyse av resultatene fra Sydskogen I og II undersøkelser utført av NIVA, og resultatene fra 4 undersøkelser i ANØ-området som er utført av ANØ. I alle de seks undersøkelsene har man forsøkt å skaffe oversikt over den spesifikke forurensningsproduksjonen fra avløpsvannet fra husholdningen. Resultatene viser at de spesifikke tallene fra husholdningsavløpsvann er noe mindre enn tidligere antatt, og at de høyere ANØ-tallene skyldes først og fremst forurensningsbidrag fra fremmedvann.

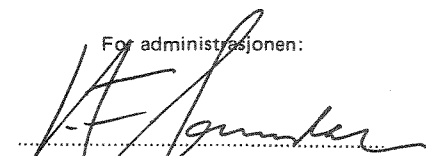
4 emneord, norske:
1. Spesifikk forurensningsprod.
2. Tilføringsgrad
3. Forurensningstilførster
4. Avløpsvann fra husholdning

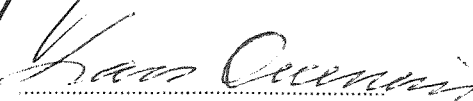
4 emneord, engelske:
1. Pollution pr capita
2. Degree of collection
3. Load of pollution
4. Domestic sewage

Prosjektleder:

 Lasse Vråle
 Divisjonssjef:


 Oddvar Lindholm

For administrasjonen:

 J.E. Samdal


 Lars N. Overrein

ISBN 82-577-0893-3

0-84131-02

KRITISK ANALYSE AV SPESIFIKKE FORURENSNINGSMÅLINGER
FRA SYDSKOGEN-FELTET OG ANØ-OMRADET

Oslo, mars 1985

Saksbehandler: Lasse Vråle

FORORD

Denne rapporten inngår som en delundersøkelse i prosjektet "Spesifikk forurensningsproduksjon" som finansieres av SFT. ANØ og NIVA samarbeider i dette prosjektet som består av 4 deler.

- Del 1. Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning. Enkel litteraturstudie.
- Del 2. Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydskogen-feltet og ANØ-området.
- Del 3. Forurensningsproduksjon i Ask-feltet, Gjerdrum kommune (nye målinger).
- Del 4. Spesifikk forurensningsproduksjon Nordkisa Rensedistrikt (nye målinger).

Del 1 og 2 utføres av undertegnede ved NIVA. Del 3 utføres av Kjell Terje Nedland ved ANØ og del 4 utføres av Jostein Skjefstad ved Ullensaker kommune. Kjell Terje Nedland er hovedansvarlig for prosjektet overfor SFT. Hele prosjektet er utført i nært samarbeid med alle involverte parter.

De opprinnelige rammene for delprosjekt 1 og 2 var på kr 25.000 hver. Arbeidsomfanget i begge disse delprosjektene ble vedtatt utvidet i lys av de viktige forholdene som etterhvert ble avdekket og rammen ble utvidet til kr 40.000 for del 1 og kr 35.000 for del 2. I tillegg til dette har NIVA skutt til med kr 25.000 for at prosjektet i sin nåværende form skulle bli mulig. Det er også besluttet å utgi begge disse delrapportene som egne NIVA rapporter.

Jeg ønsker å takke spesielt Kjell Terje Nedland og Jostein Skjefstad for verdifulle kommentarer til rapporten.

Oslo, 5. mars 1985

Lasse Vråle

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. OPPSUMMERING	7
1.1. Sammendrag	7
1.2. Konklusjoner	8
1.3. Konsekvenser og videre arbeid	9
2. BAKGRUNN	11
3. PRESENTASJON AV TIDLIGERE RAPPORTERTE RESULTATER	12
3.1. Sydskogen-undersøkelsene 1 og 2	12
3.2. ANØ-undersøkelsene fra Gjerdrum og Ytre Enebakk	13
4. RESULTATER	16
4.1. Analyse av tidligere undersøkelser	16
4.1.1. Variasjoner i spesifikke avløpsvannmengder	17
4.1.2. Variasjoner i forurensningskonsentrasjoner	19
4.1.3. Variasjoner i spesifikke forurensningstilførsler	23
4.1.4. Forurensningstilførsler i fremmedvann	25
4.1.5. Vurdering av resultatene fra de tidligere undersøkelserne	27
4.2. Mulige årsaker til at de spesifikke forurensningstilførslerne blir forskjellige	28
4.2.1. Forskjellige forurensningskilder	28
4.2.2. Taps- og tilførselsmuligheter	29
4.2.3. Vannføringsmålinger	29
4.2.4. Prøvetakingsmetoder og lagring av prøvene før analyse	30
4.2.5. Usikre opplysninger om personbelastningen, tilstedeværelsen og antall arbeidsplasser i undersøkelsesområdet	39
4.3. Tilleggsundersøkelser som avklarer eventuelle årsaker til forskjellige målinger	40
4.3.1. Parallellundersøkelser ved NIVA's og ANØ's analyselaboratorier	40

4.3.2.	Undersøkelser av lagringstidens innvirkning på de forskjellige analyseparametrene	43
4.3.3.	Innvirkninger av de forskjellige prøvetakingsmetoder som er anvendt	44
4.3.4.	Måling av fremmedvannets forurensningstilførsler	44
5.	REFERANSER	47

TABELLOVERSIKT

	Side
1. Spesifikke tall fra Sydskogen 1 og 2 undersøkelsene under rådende forhold (ikke korrigert for fravær)	12
2. Spesifikke tall fra Sydskogen 1 og 2 undersøkelsene korrigert teoretisk til 100 % tilstedeværelse	13
3. Spesifikk forurensningstilførsel til Gjerdrum renseanlegg	14
4. Spesifikk forurensningstilførsel til Ytre Enebakk kloakkrenseanlegg	14
5. Spesifikke avløpsvannmengder pr. uke	19
6. Gjennomsnittskonsentrasjoner i 5 av undersøkelsene.	22
7. Gjennomsnittlige spesifikke tall i de seks undersøkelsene.	25
8. Oversikt over lagringstid for vannprøver ved Sydskogen II undersøkelsen	32
9. Konsentrasjonens prosentvise avvik for metode 2 standard ANØ metode i forhold til metode 1 for råkloakk fra Kirkebygda renseanlegg i Enebakk i 1983	37
10. Parallellanalyser ved NIVA's og ANØ's analyselaboratorier høsten 1985	41
11. Prosentvis avvik i analyseresultater målt på samme kloakkprøve ved ANØ og NIVA's laboratorier	42
12. Analyser av fremmedvann (overflatevann fra overflaten tatt før nedbør i sluk og i drensvann) ved Ask gård i Gjerdrum	46

FIGUROVERSIKT

	Side
1. Spesifikke avløpsvannmengder tilført målepunktene	18
2. Fosforkonsentrasjoner i avløpsvannet i de seks undersøkelsene	20
3. Nitrogenkonsentrasjoner i avløpsvannet i de seks undersøkelsene.	22
4. KOF-konsentrasjoner i 4 av undersøkelsene.	22
5. Spesifikke fosfortilførsler fremstilt som funksjon av ukenr.	24
6. Spesifikke fosfortilførsler ved Harestua r.a. som funksjon av spesifikk avløpsvannmengde l/p.d.	25
7. Spesifikke fosfortilførsler ved Gjerdrum r.a. som funksjon av spesifikke avløpsvannmengder l/p.d.	27
8. Sydskogen pumpestasjon med prøvetaker og nivåmåler montert	30
9. Prøvetakingssystem ved Gjerdrum	34
10. Endringer i spillvannskonsentrasjonen over døgnet målt ved innløpet til Siggerud renseanlegg fra kl 1100 4. mai til kl 1100 5. mai 1982	38

1. OPPSUMMERING

1.1. Sammendrag

Det er foretatt en kritisk analyse av resultatene fra Sydskogen-undersøkelsene 1 og 2 og ANØ undersøkelsene fra Harestua, Gjerdrum, Ytre Enebakk og Kirkebygda.

Kontrollundersøkelser i Sydskogen av de tradisjonelle spesifikke tallene som benyttes ved tilføringsgradberegninger har vist lavere tall og at pendlingsforholdene er en viktigere faktor enn tidligere antatt. "Tilsvarende" målinger i ANØ-områdene Gjerdrum og Ytre Enebakk viste samtidig høyere spesifikke tall enn de tradisjonelle med resulterende forvirring.

Denne analysen viser at målingene i ANØ-området ikke er representative for husholdnings-avløpsvann alene, og at betydelige fremmedvannsinnntak fører til betydelig økte spesifikke forurensningsbidrag. Foreløpige tilleggsundersøkelser viser at spesielt fosfortilførselene synes å øke når fremmedvann fra bakkeplanerte jordbruksområder tas inn i avløpssystemet. Dette synes å gjøre seg spesielt gjeldende i Gjerdrum-området. Disse økningene synes å være hovedforklaringene på de høye spesifikke tilførselene i ANØ-områdene.

Undersøkelsene i ANØ-områdene er foretatt i mye større felt enn i Sydskogenfeltet, og det har ikke vært foretatt en så nøyaktig oppdeling av antall PE i nedslagsfeltene. Tallene må derfor sees på som mye grovere enn tallene fra Sydskogenfeltet. Dette gjelder spesielt i Ytre Enebakk-feltet der det mangler skikkelig kartgrunnlag over området. Det er derfor ikke riktig å legge like stor vekt på disse tallene som på tallene fra Sydskogenfeltet, men de indikerer likevel en større forurensningsproduksjon i disse områdene.

Undersøkelser ANØ har gjort med forskjellige prøvetakingsmetoder tyder dessuten på at ANØ's metode med daglig nedfrysing av like store prøvolumer gir for høye forurensningskonsentrasjoner. Grunnen til dette antas å være at prøvene blandes i like store deler fra hvert døgn.

I Sydskogen-undersøkelsen har prøvene fått lange lagringstider i kjøleskap før analyse, og dette har sannsynligvis ført til at KOF-verdiene er noe for lave på grunn av naturlig nedbryting i prøvene før analyse. Det har imidlertid ikke fremkommet noe som tyder på at fosfor og nitrogen-verdien ved Sydskogen-undersøkelsene ikke er riktige. Det må derfor slås fast at disse målingene er representative for de spesifikke forurensningsmengder som produseres i husholdningen i boligstrøk uten arbeidsplasser og med en naturlig utpendling.

1.2. Konklusjoner

Følgende konklusjoner trekkes frem:

1. Målingene ved Sydskogen-undersøkelsene synes å være mest representative for husholdnings-avløpsvann (spillvann), og de angitte spesifikke tall for fosfor og nitrogen ansees som riktige under de rådende forhold.
2. En av årsakene til at ANØ målingene synes å gi høyere spesifikke tall enn Sydskogen-undersøkelsen er etter alt å dømme inntak av fremmedvann med spesielt høyt fosforinnhold.
3. Årsaken til at fremmedvannet i ANØ-området synes å ha et høyt fosforinnhold er ikke klarlagt, men kan skyldes bakkeplanerte jordbruksområder eller leire med spesielt høyt fosforinnhold.
4. Det er foretatt målinger på en dreinsvannledning fra bakkeplanerte områder i Gjerdrum-feltet som viste en fosforkonsentrasjon på 9.51 mg P/l.
5. Foreløpig parallell-undersøkelser mellom ANØ og NIVA laboratoriene viser at de gjennomsnittlige fosforanalysene er noe høyere for ANØ (+ 6,6 %) og at enkeltverdiene kan variere mye. ANØ's nitrogenanalyser er i gjennomsnitt 16 % høyere enn NIVA's. KOF-analysene til ANØ er vesentlig høyere enn NIVA's når prøvene er daglig nedfrosset ved ANØ og syrekonservert ved NIVA.

6. ANØ's prøvetakingsmetodikk med lagvis nedfrysing av 100 ml av døgnblandprøver vil ut fra en teoretisk analyse gi høyere konsentrasjoner enn når prøvene tas vannmengdeproporsjonalt over hele uken. Undersøkelsen ved Kirkebygda renseanlegg i Enebakk bekrefter dette.

1.3. Konsekvenser og videre arbeid

Denne analysen slår fast at resultatene både ved Sydskogen og i ANØ-området er riktige og representative med noen få unntak. Det er ikke funnet feil ved de lave forurensningsmengdene fra Sydskogen, og parallellanalysene mellom NIVA og ANØ laboratoriene viser sammenfallende fosforverdier. Det er imidlertid mulig at presisjonen ved enkeltanalysene kan økes ved å gå over til nyere utstyr på NIVA-laboratoriet.

Arsaken til de lave spesifikke fosfor- og nitrogen-tallene som er påvist ved Sydskogen, er etter alt å dømme at det bare kommer avløpsvann fra husholdningen og at det ikke tas inn noe fremmedvann på ledningsnettet. Dessuten utgjør sannsynligvis pendlertapet en større andel enn tidligere antatt slik at sanitærbidraget som savnes, leveres ved skoler og arbeidsplasser. En annen årsak er at alders-sammensetningen i boligområdene inkluderer mange barn og at gjennomsnittsmennesket er mindre enn de voksne personene som de tradisjonelle spesifikke tallene er basert på (1).

Arsaken til de vesentlig høyere tallene som er vist i ANØ-området er etter alt å dømme store inntak av fremmedvann fra jordbruksområder. Det er påvist spesielt store fosforkonsentrasjoner i avrenning fra bakkeplanerte områder. Disse forholdene bør undersøkes nærmere.

Frysing av prøvene fører til bedre konservering av organisk stoff slik at KOF-analysene etter alt å dømme blir høyere enn NIVA-analysene fra Sydskogen. Lengre lagringstid i kjøleskap kan ha ført til at NIVA-prøvene fra Sydskogen får noe lavere KOF-verdier enn når prøvene fryses ned daglig.

Ett annet moment som synes å øke forurensningsbelastningen i ANØ undersøkelsen, henger sammen med prøvetakingsmetodene. ANØ baserer sine målinger på døgnproposjonale blandprøver som blandes i like store mengder til en ukeblandprøve. Dette kan gi høyere spesifikke tall, men det er ikke avklart om dette er forårsaket av stor forskjell på de daglige vannmengdene eller om det forårsakes av en oppkonsentrering når små prøvevolum måles ut. En egen ANØ-undersøkelse indikerer at konsentrasjonene i blandprøver tatt med den vanlige ANØ-metoden, ligger 20 til 80 % høyere enn i vannmengdeproposjonale ukeblandprøver. Det er også et problem å få et lite daglig prøvevolum av råkloakk representativt for hele døgnprøven. Forskjellig blanding av prøven før prøvevolumet blir tatt ut, kan gi forskjeller i analyseresultatene.

Grunnen til at ANØ allikevel har valgt denne prøvetakingsmetoden er at den gir den teoretisk best tenkelige konservering av prøvene med tanke på en eventuell nedbrytning av organisk stoff og derved senket KOF. Det bør derfor snarest gjennomføres en undersøkelse som avklarer hvor mye denne nedbrytningen betyr under forskjellige lagrings- og konserveringsforhold og holde dette opp imot ulemper ved metoden.

Følgende undersøkelser bør derfor prioriteres i det videre arbeid direkte knyttet til denne analysen:

1. Måling av sanitærbidraget for yrkesaktive - pendlertapet.
2. Utarbeidelse av forurensningsproduksjonsmodell for husholdning.
3. Undersøkelse av forurensningsmengder i fremmedvann.
4. Kontroll av prøvetakings- og analysemetoder for spillvann.
5. Videre undersøkelser av spesifikk forurensningsproduksjon.

2. BAKGRUNN

Bakgrunnen for dette prosjektet er de forskjellige resultater som er oppnådd ved NIVA's undersøkelser i Sydsbogenfeltet og målingene ved Gjerdrum og Ytre Enebakk renseanlegg i ANØ-området.

Målingene i Sydsbogenfeltet (2) ble utført for å kontrollere de tradisjonelle spesifikke tallene som anvendes i Norge. Disse tallene danner basis i den konvensjonelle metoden for bestemmelse av tilføringsgrad, og feil i de spesifikke tallene vil gi feil i tilføringsgradberegningene. Sydsbogen-undersøkelsene utgjorde del 1 (2) i et større prosjekt "Spillvannstap fra oppsamlingsnett" som hadde til hensikt å se hvor stor andel av det påviste spillvannstapet som nådde frem til resipientene. Det var til da utført en rekke tilføringsgradundersøkelser rundt omkring av forskjellige konsulenter og institusjoner, og disse undersøkelsene indikerte at skremmende store spillvannsmengder ikke kom fram til renseanleggene.

Det hadde i lang tid vært et ønske om å kontrollere de spesifikke tallene for å se om dette kunne være med å forklare de lave tilføringsgradene og derved de store spillvannstapene. Resultatene fra Sydsbogenmålingene gav lavere spesifikke tall spesielt for fosfor.

Derimot viste parallelle målinger utført i ANØ-området vesentlig høyere spesifikke forurensningsmengder, ja til og med høyere enn de tradisjonelle tallene. Dette skapte usikkerhet, og myndighetene ble i tvil om hvilken vekt man skulle legge på de forskjellige målingene. Man kunne heller ikke se bort fra at det forekom regionale variasjoner som gjorde det vanskelig å angi generelle spesifikke tall.

ANØ-undersøkelsen ble i utgangspunktet gjennomført for å beregne tilføringsgrad i forbindelse med saneringsplaner. Da tilføringsgraden ble funnet å være over 100 %, uten at det ble korrigert for blant annet pendlertap, ble det foretatt en enkel beregning av spesifikk produksjon på grunnlag av de målte tilførsler.

Det er derfor av avgjørende betydning å bringe klarhet i bakgrunnen for forskjellene i målingene og eventuelt komme frem til en modell som viser de spesifikke forurensningsmengdene for ulike områder ut fra kjente forhold i områdene. Det siste hører ikke med i denne oppgaven.

3. PRESENTASJON AV TIDLIGERE RAPPORTERTE RESULTATER

3.1. Sydsbogen-undersøkelsene 1 og 2

De spesifikke forurensningsmengdene i spillvannet fra husholdningen gav følgende resultater i de to Sydsbogen-undersøkelsene 1 og 2 som er gjennomført.

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

Parameter	Vinter 81/82 Sydsbogentall med rådende fraværsforhold 26 uker	Sommer 83 Sydsbogentall med rådende fraværsforhold 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.

NB! Fosfortallet i Sydsbogen 1 rapporten er økt fra 1,55 til 1,60 som følge av at noen av de første ukene i den første undersøkelsen ikke var med i den første presentasjonen.

Som man ser gir de to undersøkelsene god overenstemmelse med unntagelse av fosfor som viser en økning. Nitrogentallet om sommeren er noe lavere. Dette er logisk på grunn av sommerferiene med større fravær. Vannforbruket er noe høyere på grunn av hagevanning og spillvannsavløpet noe lavere på grunn av økt fravær i sommerferien.

For å få et inntrykk av hva forurensningsbelastningen vil være når alle er tilstede, foretas det en teoretisk tilbakeregning for å se hva pendlertapet utgjør og hva bidraget fra husholdningen vil være maksimalt. Disse beregningene foretas på et noe usikkert grunnlag. Resultatene er vist i neste tabell.

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

Parameter	Vinter 81/82 Sydskogentall korrigert for 100% tilstede- værelse	Gj.snitt vinter 81/82 og sommer 83 Sydskogentall korr. for 100% tilstede- værelse
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-O	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 Sydskogen (1) er korrigert for de nyeste opplysningene om kroppsvekt som ble benyttet i Sydskogen 2 undersøkelsen.

Som man ser er disse tallene fortsatt lavere enn de tradisjonelle tallene.

Sydskogen-undersøkelsen omfatter 84 boliger og leiligheter som består av både eneboliger, rekkehus og trygdeboliger. Feltet er bygget i 1979/80 og består av relativt unge familier med små barn. Ved Sydskogen 1 undersøkelsen var det 271 fast bosatte og ved Sydskogen 2 undersøkelsen hadde befolkningen økt til 280 personer.

Ledningsnett er av førsteklases kvalitet uten påviste spillvannstap og intet fremmedvannsinntak. Undersøkelsene er tidligere rapportert hver for seg i (2) og (3).

3.2. ANØ-undersøkelsene fra Gjerdrum og Ytre Enebakk

Resultatene fra ANØ-undersøkelsene foreligger som ANØ-rapporter og er publisert av Jostein Skjefstad i vann (4). Resultatene er vist i tabell 3 og 4.

Tabell 3. Spesifikk forurensningstilførsel til Gjerdrum rensanlegg.

Vær- forhold	Ant. uker	Qmiddel (l/p.d)	Spesifikk forurensningstilførsel		
			g P/p.d	g N/p.d	g KOF/p.d
Tørrvær	5	220	2,49	12,4	164
Nedbør	5	280	3,20	12,3	248
Alle	35	257	2,76	12,0	202

Tabell 4. Spesifikk forurensningstilførsel til Ytre Enebakk kloakkrensingsanlegg.

Vær- forbehold	Ant. uker	Qmiddel (l/p.d)	Spesifikk forurensningstilførsel		
			g P/p.d	g N/p.d	g KOF/p.d
Tørrvær	4	276	2,71	15,0	112
Nedbør	4	351	2,97	13,6	168
Alle	8	314	2,84	14,3	140

Resultatene er sortert i nedbør- og tørrvårsperioder og resultatene viser at spesielt fosfor og KOF-verdiene øker i nedbørperiodene. Det fremgår at de spesifikke forurensningstilførslene fra ANØ-undersøkelsene er vesentlig større enn ved Sydsbogen-undersøkelsen og spesielt nedbørtallene fra Gjerdrum.

Vedlagt følger sammendraget fra Skjefstads artikkel i vann:

"Sammendrag

Undersøkelser i to avløpsområder på Romerike viser en spesifikk forurensningsproduksjon for fosfor på hhv. 2,76 og 2,84 g P/p.d. Resultatet tilsier at dagens normgivende verdi (2,5 g P/p.d.) ikke bør reduseres, selv om andre undersøkelser viser verdier lavere enn dette. Tilføringsgradsmålinger bør foretas under nedbør- og tørrvårsforhold pga. røravlagringer som opptrer både i separat- og fellesystemet."

Så vidt meg bekjent er det ikke foretatt målinger som viser at det er røravlagringer som er årsaken til de høye bidragene under nedbør. Den videre analysen i denne rapporten tyder heller på at det er fosforbidrag fra overflaten som forårsaker de høye ANØ tallene. Det synes som om det høye fosforbidraget er knyttet til leirpartikler som eroderes og tas inn på avløpsledningen. Det er imidlertid ikke klarlagt om dette fosforbidraget skyldes fosfor som er marint avsatt sammen med leiren eller om det er fosfor fra andre kilder som binder seg til leirpartiklene. Spesielt i Gjerdrum er det bakkeplanerte områder som bidrar med overflatevann.

På den bakgrunn at det ikke er røravlagringer, men overflatevann som bidrar med fosforbelastningen, blir konklusjonen heller motsatt, nemlig at data for tilføringsgradberegninger må hentes fra perioder uten nedbør. Denne regelen fremgår av de aller første rapportene om tilføringsgrad. Forurensningsbidraget fra fremmedvannet bør dessuten undersøkes nærmere.

I Gjerdrum-undersøkelsen er det teoretisk beregnet at 982 personer er bosatt, og at belastningen fra skoler, sykehjem, barnehager, industri og forretninger summerer opp til ca. 1300 personenheter i feltet. Dette tallet på 1300 er benyttet som personbelastningstall. I Ytre Enebakk-undersøkelsen er det regnet med 2300 PE, og dette tallet synes å være usikkert.

4. RESULTATER

4.1. Analyse av tidligere undersøkelser

Følgende undersøkelser er satt under lupen:

Navn	Tidsrom fra og med - til og med	Varighet	Utført av
1. Sydskogen I	uke 43/81 - uke 15/82	26 uker	NIVA
2. Sydskogen II	uke 18/83 - uke 43/83	26 uker	NIVA
3. Harestua r.a.	uke 8/81 - uke 9/82	53 uker	ANØ
4. Gjerdrum r.a.	uke 17/81 - uke 51/81	35 uker	ANØ
5. Ytre Enebakk r.a.	uke 45/82 - uke 18/83	25 uker	ANØ
6. Kirkebygda r.a.	uke 3/83 - uke 30/83	28 uker	ANØ

Undersøkelsen Sydskogen I inngikk som delrapport 1 i prosjektet "Spillvannstap fra oppsamlingsnett" (1). Målsetningen var å kontrollere om de spesifikke tallene som ble benyttet for beregning av tilføringsgrad, var riktige. Disse tallene har som kjent ofte gitt svært lave tilføringsgrader og tilsvarende høyere spillvannstap. Undersøkelsen ble gjennomført i et boligfelt hvor man med stor sikkerhet kunne si at det ikke forekom spillvannstap eller fremmedvannsinntak. Bruk av feilaktige spesifikke tall gir selvfølgelig også feil beregning av tilføringsgrad, og undersøkelser av eventuelle tilbakeholdelser av spillvannstap i det ovenfornevnte prosjektet ville bli tilsvarende misvisende. Det var derfor helt avgjørende i utgangpunktet å analysere den spesifikke forurensningsproduksjonen fra husholdningen grundig. Som vist i avsnitt 3.1, viste undersøkelsen overraskende lave spesifikke tall.

Undersøkelsen ved Sydskogen sto i kontrast til undersøkelsene som pågikk i ANØ's regi og hvor resultatene fra Gjerdrum og Ytre Enebakk ble trukket frem og publisert (4).

Undersøkelsene nr. 3 ved Harestua renseanlegg og nr. 4 ved Gjerdrum pågikk i det samme tidsrommet, og det ble rapportert om store svingninger i tilførselene. Spesielt ved Gjerdrum r.a. ble tilføringsgradene funnet å være langt høyere enn 100 % i enkelte perioder.

Undersøkelse nr. 6 Kirkebygda er også tatt med i sammenligningen fordi ANØ senere har utført interessante undersøkelser i dette området.

På bakgrunn av at undersøkelsen gav så sprikende resultater valgte man ved NIVA foreløpig ikke å publisere resultatene fra Sydskogen før en ny undersøkelse på Sydskogen var gjennomført. Dette arbeidet ble finansiert av NIVA, og rapporten er nylig utgitt (3). Sydskogen II undersøkelsen er utført som en halvårlig sommerundersøkelse, mens Sydskogen I undersøkelsen er utført som en halvårlig vinterundersøkelse.

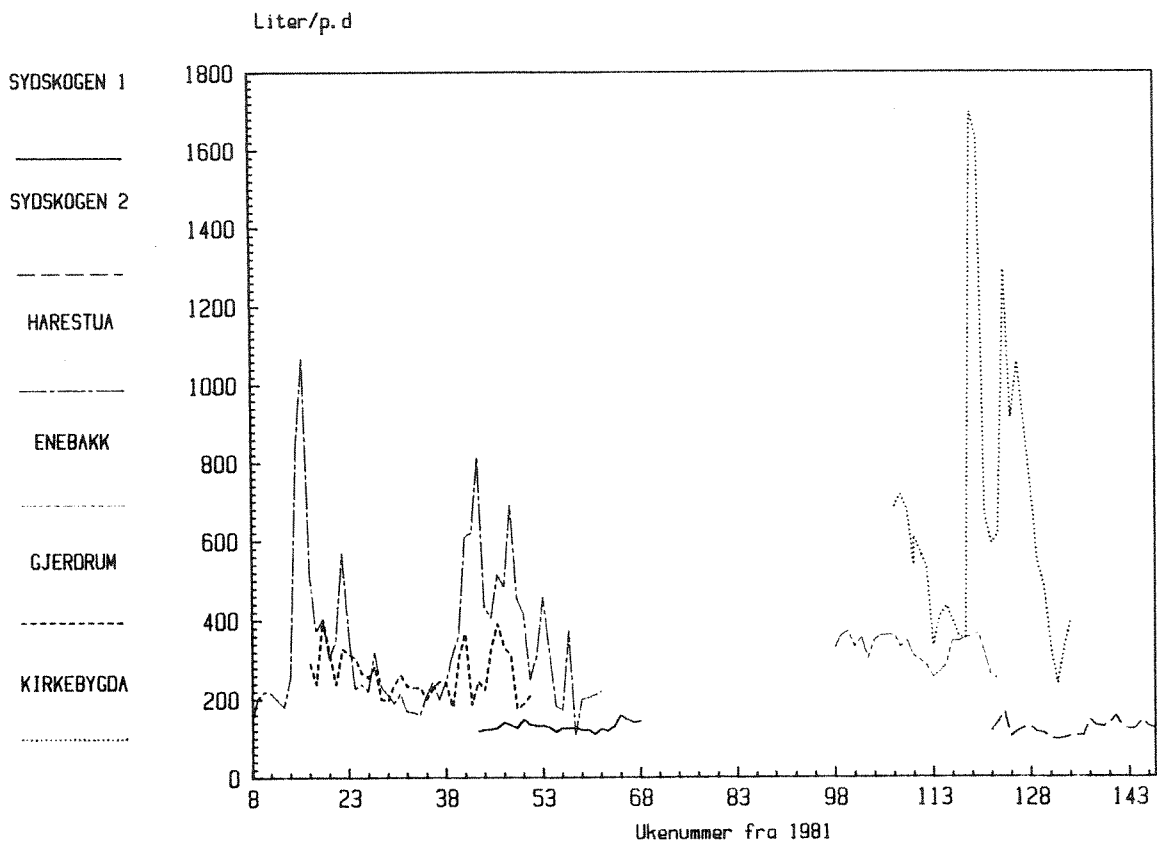
Resultatene for alle de 6 undersøkelsene er fremstilt på samme måte for å gi best mulig sammenligning. En slik felles bearbeiding av data avslører forskjeller i tilførselens kilder og ledningsnettets kvalitet og virkemåte.

Resultatet er presentert i vedlegg 1 og viser følgende opplysninger der hvor dette har vært mulig å beregne.

- a) ukevannføring, m^3/uke
- b) spesifikk avløpsvannmengde, l/p.d. (ukegjennomsnitt)
- c) nedbørmåling, mm/uke
- d) fosforkonsentrasjon, mg P/l (ukegjennomsnitt)
- e) nitrogenkonsentrasjon, mg N/l (ukegjennomsnitt)
- f) organisk stoff konsentrasjon, KOF (ukegjennomsnitt)
- g) tilsvarende massetransport for de tre parametrene ovenfor
- h) utregnet spesifikk forurensningstilførsel g/p.d. for hver av de overfornevnte parametrene.

4.1.1. Variasjoner i spesifikke avløpsvannmengder

De spesifikke avløpsvannmengdene som tilføres målepunktene beregnes ved å dividere innløpsvanntilførsler med antall fast bosatte personer. Resultatene er plottet på en felles tidsskala og er vist i figur 1.



Figur 1. Spesifikke avløpsvannmengder tilført målepunktene.

Avløpsvannmengdene fra Sydskogen-undersøkelsene skiller seg ut fra de fleste ANØ-målingene. Sydskogen-målingene viser vesentlig lavere spillvannsmengder, og resultatene er vesentlig jevnere. Spesielt Harestua og Kirkebygda-målingene viser store variasjoner, sannsynlig som følge av store fremmedvannsinntak. Gjerdrum-målingene viser også fremmedvannsinntak men utslagene er ikke like store som ved Harestua og Kirkebygda. Vannmålingene ved Ytre Enebakk virker noe avrundet som kan tyde på avkuttete topper i overløp.

Gjennomsnittsverdiene for de seks undersøkelser er vist i følgende tabell.

Tabell 5. Spesifikke avløpsvannmengder pr. uke.

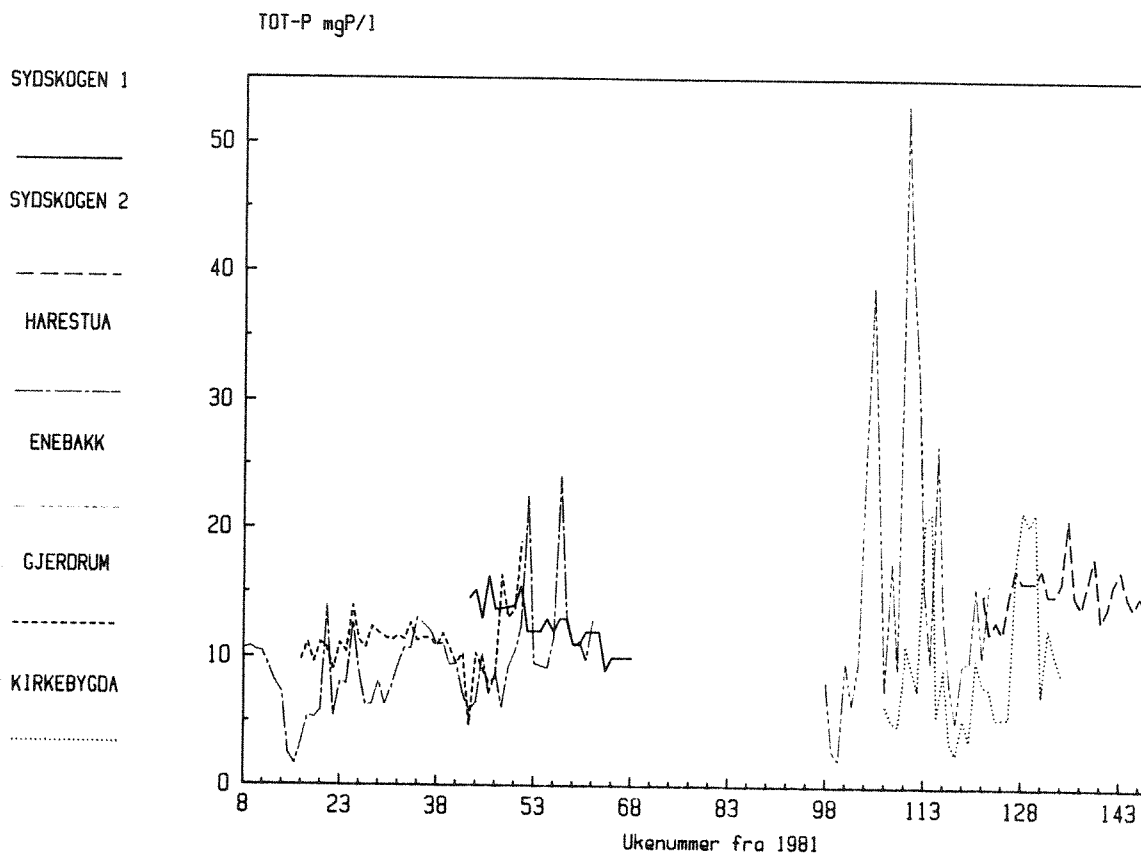
Nr.	Navn	Gj.snittlige avløpsvannmengder 1/p.d.	Standard avvik 1/p.d.	laveste 1/p.d.	høyeste 1/p.d.
1.	Sydsbogen I	129,3	11,3	115	158
2.	Sydsbogen II	123,2	18,1	95	167
3.	Harestua r.a.	335,9	195,7	144	1070
4.	Gjerdrum r.a.	262,7	60,5	194	403
5.	Ytre Enebakk r.a.	323,6	38,8	251	370
6.	Kirkebygda r.a.	659,8	371,3	239	1699

Resultatene bekrefter at det forekommer store fremmedvannsinntak spesielt i Harestua, Ytre Enebakk og Kirkebygda. Den oppgitte personbelastningen på Kirkebygda virker for lav og bør kontrolleres. Vi kan heller ikke se bort fra at vannføringen ved Gjerdrum er høyere enn vist her, og at det forekommer en del avskjæring i nødoverløpene i de mange pumpestasjonene i rensedistriktet. Vannmålerne på Kirkebygda og Ytre Enebakk renseanlegg kan også være årsaker til usikre verdier her.

De lave Sydsbogen-tallene er kontrollert opp i mot 2 andre uavhengige målepunkter på vanntilførselen, og disse viser meget god overensstemmelse. Disse tallene ansees derfor som riktige og representative for ufortynnet spillvann fra den type boligfelt. Det lavere tallet i Sydsbogen II undersøkelsen skyldes at sommerferien er inkludert.

4.1.2. Variasjoner i forurensningskonsentrasjoner

Analyse av konsentrasjonene i avløpsvannet kan også avsløre spesielle tilførselskilder. I figur 2 er alle fosforkonsentrasjonene i de seks undersøkelsesområdene plottet på en felles ukeakse.



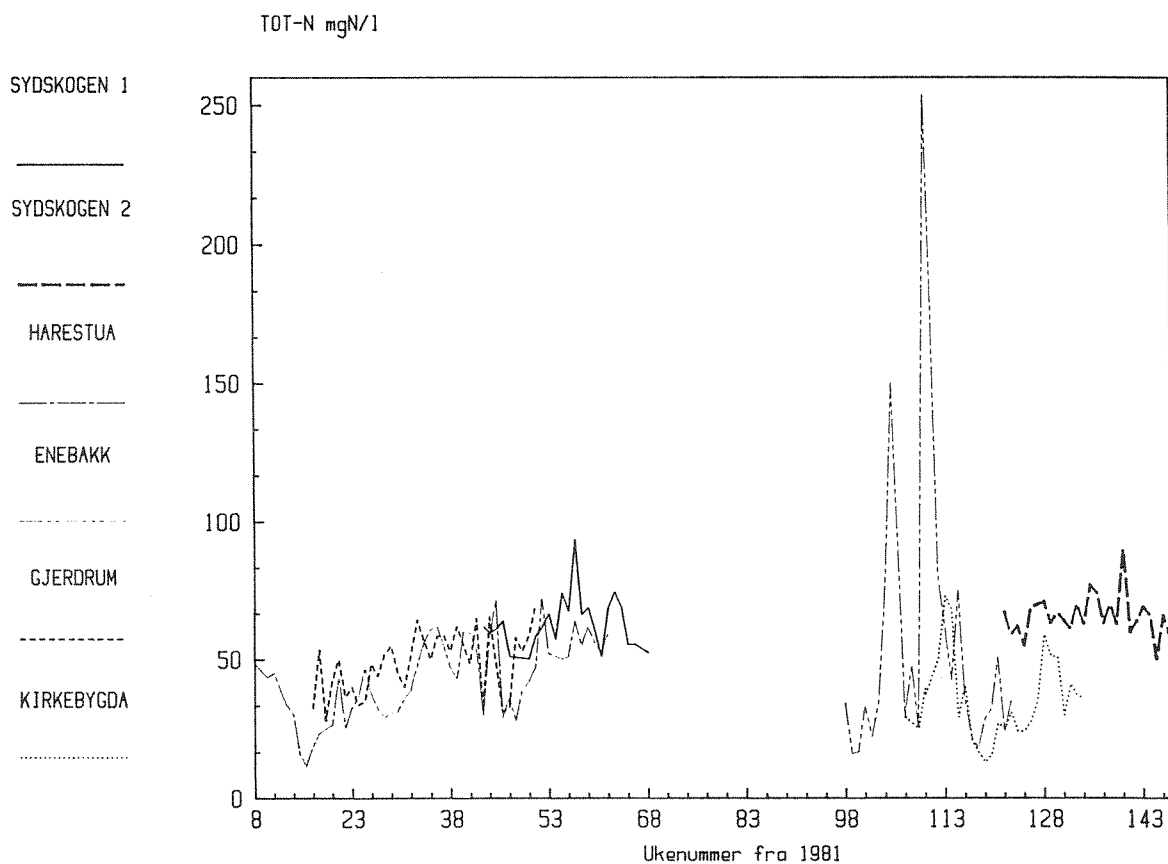
Figur 2. Fosforkonsentrasjoner i avløpsvannet i de seks undersøkelsene.

Disse resultatene viser at fosforkonsentrasjonene varierer, men utslagene er mindre i Sydsbogen-undersøkelsene. Det som i første rekke slår en, er de voldsomme variasjonene i resultatene fra Ytre Enebakk, med verdier over 40 mg P/l i bestemte perioder. Dette er den ene undersøkelsen hvor Skjefstad har presentert spesifikke fosfortilførsler fra (4), men bare de 8 første ukene er med i hans beregninger. Flere resultater forelå ikke da artikkelen i Vann (4) ble laget. Variasjonene i tilførslene fra de etterfølgende uker er enda større og spesielle. Årsaken til de store konsentrasjonene er at prøvetakeren i enkelte døgn har sugd svært konsentrert avløpsvann på grunn av oppstuvning i prøvetakningskanalen. Dette var ikke Skjefstad klar over da artikkelen (4) ble skrevet.

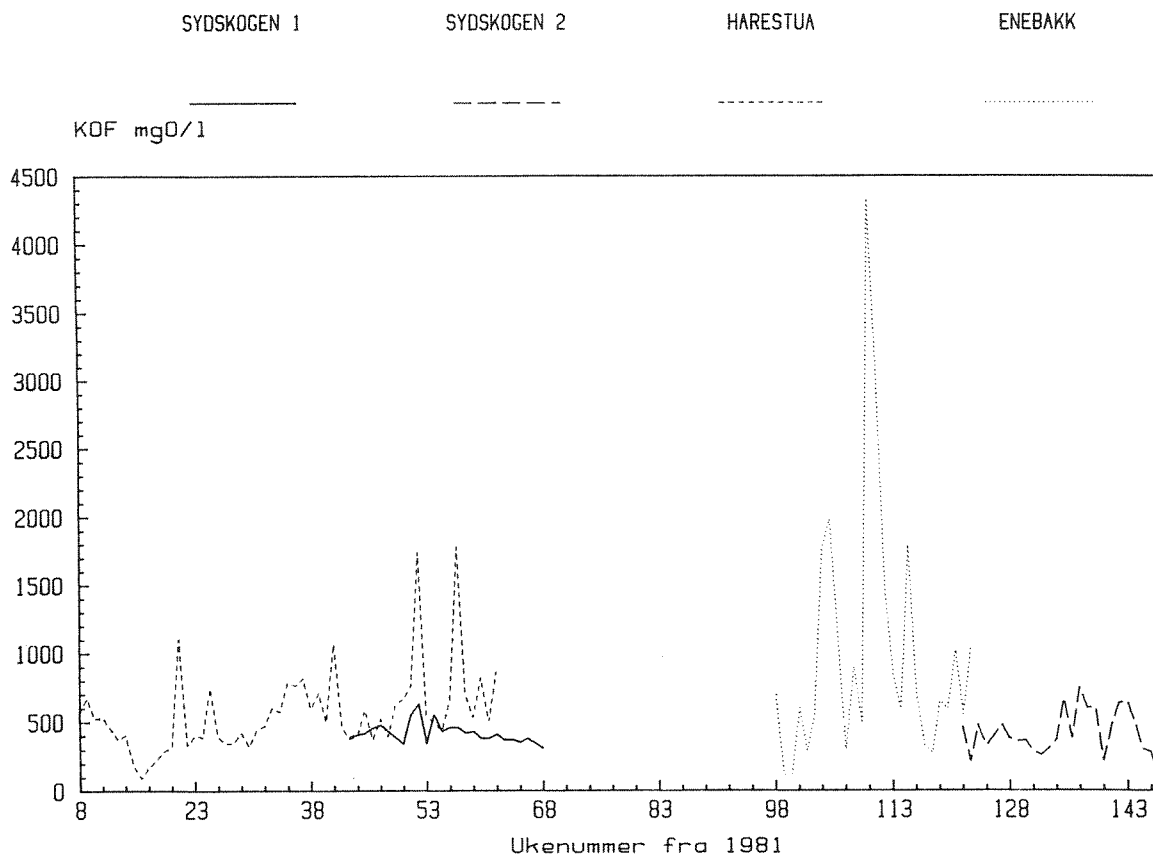
Årsaken til de meget høye konsentrasjonene i avløpsvannprøvene fra Ytre Enebakk er derved oppklart og en vil i det videre se bort fra de spesifikke tall som er beregnet fra disse undersøkelsene.

Fosforkonsentrasjonene fra de øvrige ANØ undersøkelsene viser også store svingninger og spesielle topper. Lavpunktene er tydelig påvirket av fortynningseffekten, men det finnes også i perioder med høyere fosforkonsentrasjoner enn det som er påvist ved det ufortynnede vannet ved Sydsbogen.

Tilsvarende kurver for nitrogen og KOF-konsentrasjoner er vist i figur 3 og 4.



Figur 3. Nitrogenkonsentrasjoner i avløpsvannet i de seks undersøkelsene.



Figur 4. KOF-konsentrasjoner i 4 av undersøkelsene.

Ytre Enebakk-målingene skiller seg også ut her, men disse resultatene sløyfes som tidligere nevnt på grunn av de spesielle forholdene på dette renseanlegget. Gjennomsnittsverdiene fra de seks undersøkelsene viser følgende konsentrasjoner.

Tabell 6. Gjennomsnittskonsentrasjoner i 5 av undersøkelsene.

		Tot P		Tot-N		KOF	
		Gj.sn.	S	Gj.sn.	S	Gj.sn.	S
1.	Sydsbogen I	12,4	1,9	62,9	9,7	422	76
2.	Sydsbogen II	15,3	1,9	65,8	7,7	417	163
3.	Harestua r.a.	9,45	3,9	43,1	14,3	569	317
4.	Gjerdrum r.a.	11,2	2,4	48,6	11,6	-	-
5.	Kirkebygda r.a.	9,94	6,1	35,1	15,0	-	-

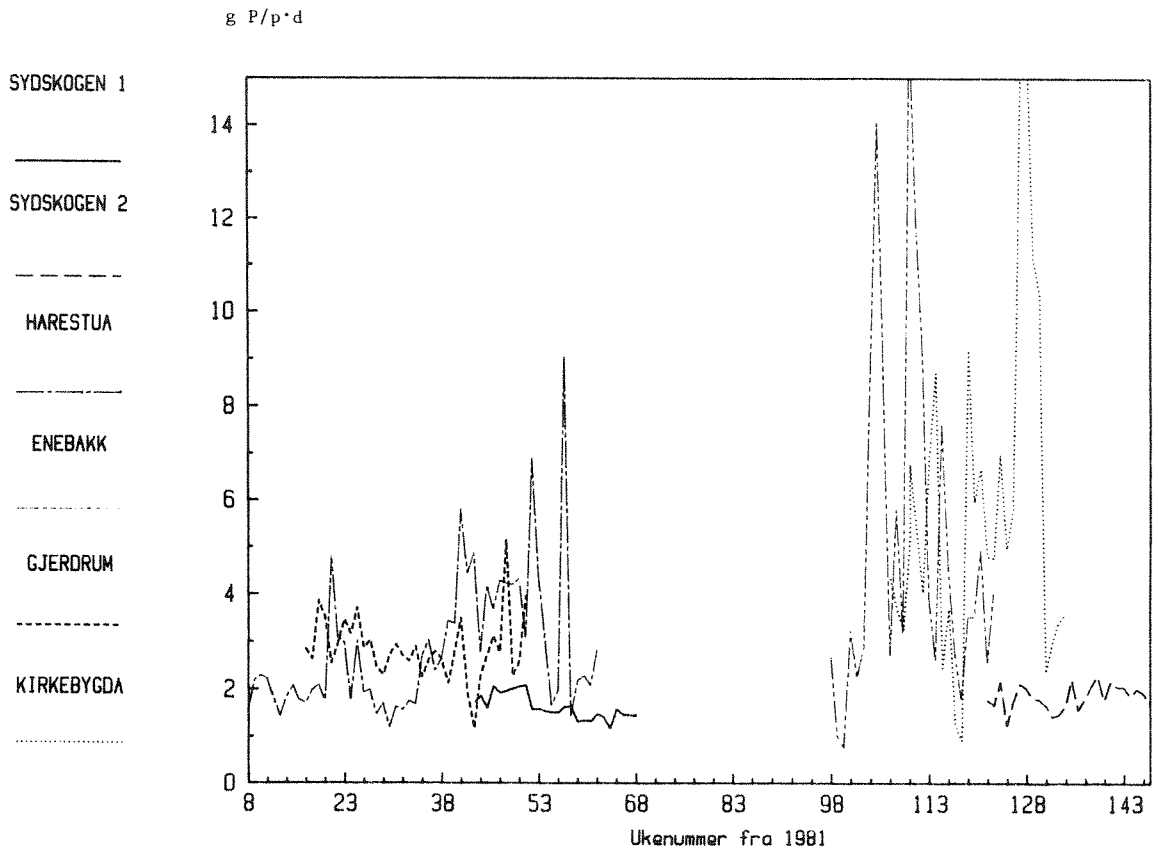
Målingene ved Kirkebygda har også spesielt store variasjoner som kommer til uttrykk ved stort standardavvik spesielt for fosfor. Standard avvikene for Sydskogen-undersøkelsene er spesielt små med hensyn til fosfor og tildels nitrogen. Forøvrig virker gjennomsnittskonsentrasjonene ved både Harestua, Gjerdrum og Kirkebygda-analysene spesielt høye i forhold til Sydskogen-målingene når fremmedvannstilførselen tas i betraktning.

4.1.3. Variasjoner i spesifikke forurensningstilførsler

De spesifikke tall fremkommer ved å dividere tilførslene med antall bosatte personer i avløpssonen. I prinsippet er det galt å beregne spesifikke tall for hver uke på dette grunnlaget fordi tilstedeværelsen kan variere kraftig i enkelte uker som påske, vinterferie, sommerferie, juleferie etc. Man vil derfor få variasjoner i de spesifikke tilførslene fordi tilstedeværelsen i disse periodene varierer og er annerledes enn gjennomsnittet. Slike perioder burde derfor strengt tatt trekkes ut av datagrunnlaget. Hvis man i et kontrollområde for hver uke visste hvor mange som til enhver tid faktisk er til stede og dividerte med dette antallet istedet for det antall personer som er registrert som bosatte, vil variasjonene bli mindre. Det er ikke gjort forsøk på det her.

Når vi allikevel har tillatt oss å beregne ukentlige spesifikke tilførsler i denne analysen, er det for å se hvordan de spesifikke tilførslene endrer seg i nedbørperioder. Dette er gjort fordi fremmedvannsbidraget i ANØ-målingene er betydelig, og for nærmere å belyse fremmedvannets forurensningsbidrag.

De gjennomsnittlige spesifikke tilførslene for fosfor er vist i figur 5.



Figur 5. Spesifikke fosfortilførsler fremstilt som funksjon av ukenr.

Denne figuren er meget avslørende og viser at resultatene fra ANØ-målingene og Sydsbogen-målingene er av svært forskjellig natur. Målingene fra Ytre Enebakk er kommentert tidligere, men også Kirkebygda-resultatene, Harastua-resultatene og Gjerdrum-resultatene viser variasjoner som er helt spesielle, mens Sydsbogen-resultatene viser vesentlig mer stabile resultater.

Gjennomsnittsverdiene for alle målingene er vist på neste side slik de fremkommer fra regnemaskinprogrammet.

Tabell 7. Gjennomsnittlige spesifikke tall i de seks undersøkelsene.

	Tot-P		Tot-N		KOF	
	mg P/p·d	S	mg N/p·d	S	mg O/p·d	S
1. Sydskogen I	1,60	0,25	8,07	1,10	54,3	10,2
2. Sydskogen II	1,86	0,26	7,66	1,79	52,0	23,5
3. Harestua r.a.	2,87	-	13,5	7,05	178,3	131,3
4. Gjerdrum r.a.	2,86	0,70	12,1	2,26	-	-
5. Ytre Enebakk r.a.	5,07	4,04	17,9	17,7	314	300
6. Kirkebygda r.a.	5,90	3,72	20,6	8,37	-	-

Disse resultatene avviker litt fra hva som er presentert tidligere. Blant annet ble det oppdaget noe feil ved databearbeidingen i Sydskogen I som hevet tallet fra tidligere oppgitt gjennomsnitt på 1,55 mg P/l til 1,60 mg P/l. Dessuten viser Ytre Enebakk-målingene hele 5,07 mg P/l når alle 25 ukene benyttes og ikke bare de 8 første som Skjefstad benyttet. Både gjennomsnittstallene og standardavvikene viser at det må komme spesielle forurensningstilførsler inn på disse målepunktene.

4.1.4. Forurensningstilførsler i fremmedvann

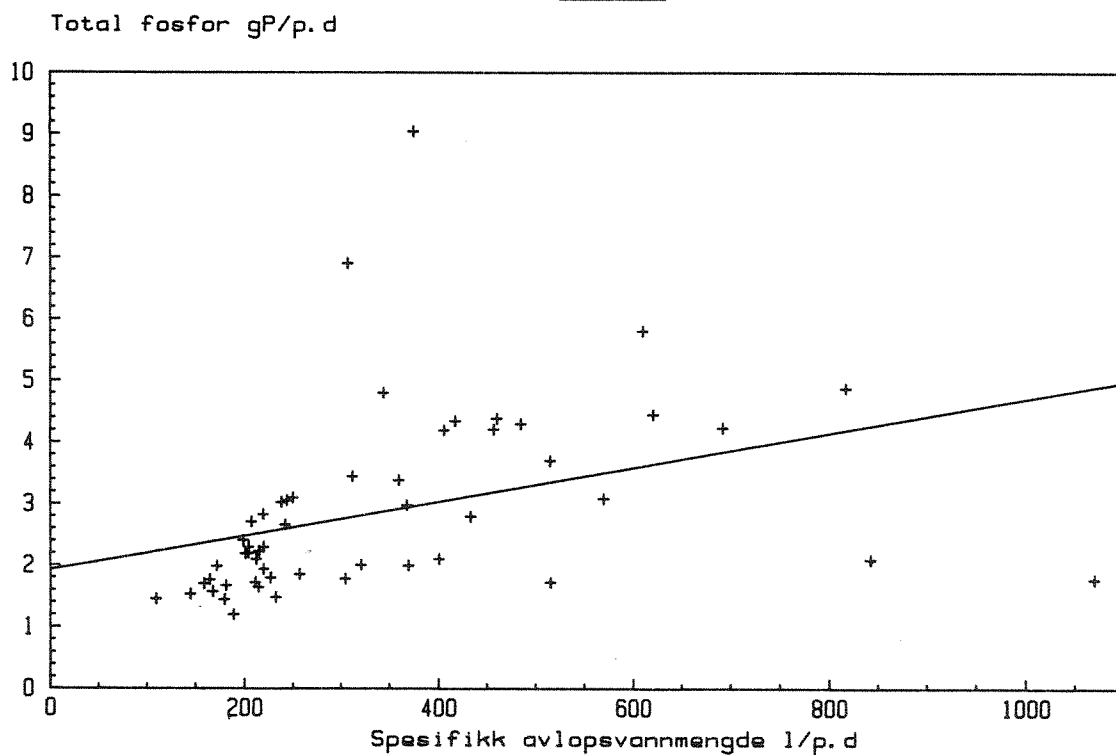
De spesielle resultatene som har fremkommet gjør det nødvendig å studere hvordan de spesifikke forurensningsmengdene varierer i forhold til fremmedvannsinntaket.

Dette kan gjøres ved å plote de spesifikke tilførslene som funksjon av mm nedbør pr. uke. Det foreligger imidlertid ikke resultater for dette i alle undersøkelsene, og nedbørmåleren er ofte plassert langt unna.

Det har i denne undersøkelsen dessverre ikke vært mulig å se målingene i relasjon til nedbøren. Derimot er målingene sett i forhold til den spesifikke avløpsvannmengden. Denne vil der hvor fremmedvannsmengden er betydelig, variere i takt med nedbørmengden.

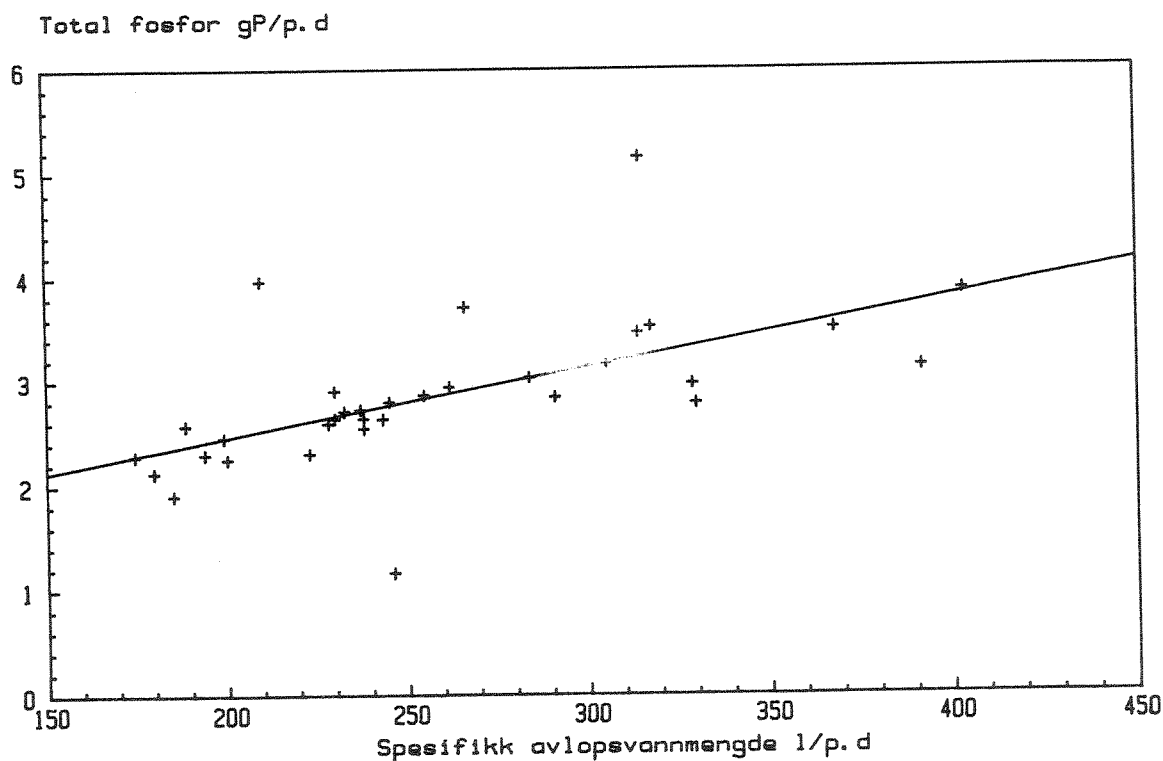
Det fører for langt innenfor den økonomiske rammen av dette prosjektet å gå i detalj, og arbeidet begrenses til å presentere data fra Harestua- og Gjerdrum materialet. Figur 6 med resultater fra Harestua viser at de spesifikke tilførslene er vesentlig lavere når avløpsvannmengden er rundt 200 l/p.d. og øker betydelig når fremmedvannsmengden øker. Det samme gjelder figur 7 som viser fosfortilførslene på Gjerdrum. Også disse øker med økende fremmedvannsmengde.

HARESTUA 1981-1982 Spesifikk fosformengde



Figur 6. Spesifikke fosfortilførsler ved Harestua r.a. som funksjon av spesifikk avløpsvannmengde l/p.d.

GJERDRUM 1981 Spesifikke fosformengder



Figur 7. Spesifikke fosfortilførsler ved Gjerdrum r.a. som funksjon av spesifikk avløpsvannmengde l/p.d.

4.1.5. Vurdering av resultatene fra de tidlige undersøkelsene

Analysen viser at resultatene fra undersøkelsen på Sydsbogen og i ANØ-området oppfører seg svært forskjellig. De viktigste forskjellene er følgende:

1. "Sydsbogen-undersøkelsen er uten fremmedvann mens alle ANØ-undersøkelsene har betydelig fremmedvannsbidrag." Dette fremkommer klart av tabell 3.
2. Fremmedvannsbidraget i ANØ-undersøkelsen fører til store variasjoner i forurensningstilførslene, noe som øker de gjennomsnittlige spesifikke tilførslene betydelig.

3. På grunn av oppstuvning oppstrøms en håndrenset rist i Ytre Ene-bakk renseanlegg, gir denne undersøkelsen for høye verdier.
4. ANØ-undersøkelsen i Harestua og Gjerdrum omfatter avløpsvann fra noe ervervsvirksomhet og arbeidsplasser som kan slå ut litt forskjellig.

4.2. Mulige årsaker til at de spesifikke forurensningstilførslene blir forskjellige

4.2.1. Forskjellige forurensningskilder

Stedet hvor det måles, er av stor betydning. Ved Sydskogen-undersøkelsen kommer spillvannet bare fra boliger, altså utelukkende husholdnings-spillvann. Det er påvist at det ikke trenger fremmedvann inn på ledningsnettut fra tre forhold:

1. Det renner ikke kontinuerlig inn i pumpestasjonen selv under sterke regnvær.
2. Den spesifikke spillvannstilførselen stemmer meget bra overens med vannforsyningen og er meget lav ca. 130 l/p.d. Det er dessuten ikke påvist spillvannstap.
3. Analyse av vannføring og tilførsler i forhold til nedbørperioder gir ingen sammenheng.

Dessuten finnes det ingen annen virksomhet, hverken skoler, barnehager eller andre arbeidsplasser som bidrar med forurensningstilførsler.

De forurensningsmengdene som kommer fram til målepunktet ved Sydskogen, stammer derfor kun fra husholdningskloakken. Prosjektets hensikt har hele tiden vært kun å måle spesifikke forurensningsmengder fra husholdningsavløpsvannet alene.

Målingene fra ANØ-området er alle tatt ved innløpet til kommunale renseanlegg. I alle områdene tas det inn fremmedvann i nedbørperioder. Både de større spesifikke spillvannstilførslene og variasjonene i forhold til nedbørperiodene viser inntak av fremmedvannsmengder. Dette fremmedvannet kan inneholde forurensningstilførsler.

I tillegg er rensedistriktene som inngår i ANØ-undersøkelsene vesentlig større og derved ikke så oversiktlige som i Sydskogen. Det er klart at det i flere av disse inngår avløpsvann fra arbeidsplasser og annen ervervsvirksomhet. Denne virksomheten er tildels kartlagt, men det foreligger bare teoretiske beregninger basert på vannforbruk for hva arbeidsplassen bidrar med av forurensninger (se SFT's retningslinjer). Dessuten kan enkelte bedrifter bidra med forurensningskilder uten at dette er kjent. Det er imidlertid ikke sannsynlig at dette er hovedårsaken til de høye verdiene.

4.2.2. Taps- og tilførselsmuligheter

Straks man måler ute på større kommunale nett vil mulighetene for tap alltid være tilstede. Boliger som ikke er tilkoblet, lekkasjer via utette rør og tap via overløp og nødoverløp i pumpestasjoner kan forekomme. I utgangspunktet har ANØ valgt ut områder hvor omfanget av slike tapsmuligheter er relativt begrenset. Men det kan alltid forekomme perioder da pumpestasjoner faller ut av drift, og da trer nødoverløpene automatisk i drift. Hvis det forekommer overløp vil det dessuten vær muligheter for tap via disse. Tvangstruping av innløpet til renseanlegg ved store fremmedvannsinntak. Det er ikke undersøkt om omfanget av disse forholdene er av betydning for rensedistriktene i de ANØ-undersøkelsene som inngår her. Det vil i tilfelle gjøre de spesifikke tallene fra områdene enda større!

Tilførselsmulighetene fra fremmedvannet vil dessuten alltid være tilstede når det tas inn fremmedvann.

4.2.3. Vannføringsmålinger

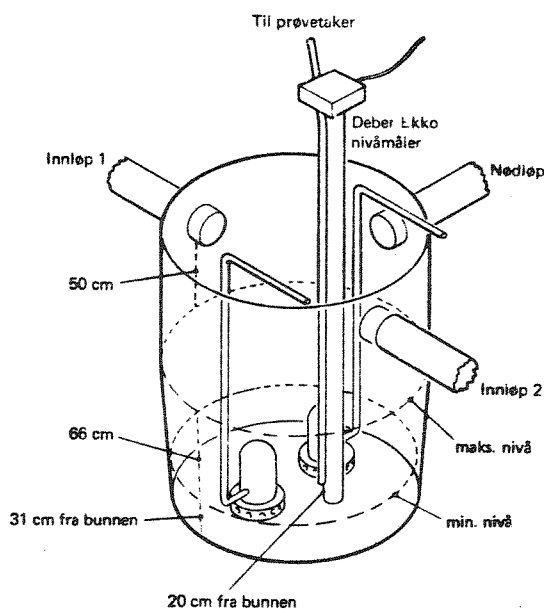
En har i denne undersøkelsen ikke valgt å gå nærmere inn på denne muligheten for feil. I utgangspunktet skal vannmålerstasjonen være kontrollert og kalibrert før man går igang med en tilføringsgradundersøkelse, og spesielt i undersøkelser hvor kontroll av spesifikke parametere inngår slik som her. Ved Sydskogen-undersøkelsen er vannmålingene tredobbelt kontrollert, og de er derfor riktige. Vannmålerne på Harestua og Gjerdrum er nøye kontrollert, mens kontrollen på Ytre Enebakk og Kirkebygda ikke omfattet kontroll av målekanalen.

Det er imidlertid klart at det har forekommet undersøkelser av tilføringsgrad utenfor ANØ-området hvor vannmåleren ikke har vært betryggende kontrollert.

4.2.4. Prøvetakingsmetoder og lagring av prøvene før analyse

Prøvetakingsutstyret og til dels metodene har vært forskjellige ved de forskjellige undersøkelsene.

Ved begge Sydskogen-undersøkelsene ble prøvene tatt ved hjelp av en automatisk Ulma vakum prøvetaker. Den var montert slik som vist på figur 8.



Figur 8. Sydskogen pumpestasjon med prøvetaker og nivåmåler montert.

Sugeledningen tok vannprøven 11 cm under pumpeumpens minimumsnivå som var 20 cm fra den flate bunnen. Det ble tatt en prøve når pumpen startet for tømning. Spillvannsmengden ble beregnet ut fra det konstante volumet mellom maksimum og minimumnivå som var $1,26 \text{ m}^3$ pr. pumpesats. Det ble med andre ord tatt en prøve av hver pumpesats slik at prøvetakingen ble proporsjonal med vannføringen i hele uken. Prøvene ble samlet i en felles beholder på 25 liter som sto i et

kjøleskap. I den første Sydskogen-undersøkelsen ble prøvene i tillegg konserverert ved at syren var tilsatt beholderen på forhånd. I den andre Sydskogen-undersøkelsen ble konserveringen sløyfet for at prøvene av orto-P, konduktivitet og alkalitet ikke skulle bli ødelagt. For hver uke ble prøvebeholderen tatt ut, rystet godt og helt på prøveflasker. Av økonomiske grunner ble imidlertid ikke prøvene hentet hver uke for analyse, men ble oppbevart i kjøleskapet for flere uker av gangen før de ble kjørt til analyse. Dessuten er NIVA-laboratoriet basert på store karuseller som fylles opp før det foretas analyser. Dette fører til at lagringstiden før prøvene analyseres i enkelte tilfeller kan bli svært lang, og jo mindre NIVA-laboratoriet har å gjøre, jo lengre blir den. Tabell 6 viser en oversikt over medgått tid til prøvetaking, lagring i feltkjøleskap, og lagring i labkjøleskap før analyseutførelse.

Tabell 8. Oversikt over lagringstid for vannprøver ved Sydskogen II undersøkelsen.

Uke nr.	Tid til prøvetakn. dager	Lagringsfeltkjøleskap dager	Tot-P		Tot-N		KOF	
			Lab d	Tot d	Lab d	Tot d	Lab d	Tot d
18	7	39	10	56	54	100	7	53
19	7	32	10	49	54	93	7	46
20	7	25	10	42	54	86	7	39
21	7	18	10	54	79	7	30	
22	7	11	10	28	54	72	7	23
23	7	4	10	21	54	65	7	16
24	7	39	21	67	12	58	25	71
25	7	32	21	60	51	25	64	
26	7	25	21	53	12	44	25	57
27	7	18	21	46	12	37	25	50
28	7	11	21	39	12	30	25	43
29	7	4	21	32	12	23	25	36
30	7	14	15	36	6	27	8	29
31	7	7	15	29	6	20	8	22
32	7	11	56	74	10	28	18	36
33	7	4	56	67	10	21	18	29
34	7	10	27	44	11	28	5	22
35	7	3	27	37	11	21	5	15
36	7	11	28	46	52	70	6	24
37	7	4	28	39	52	63	6	17
38	7	11	29	47	19	37	11	29
39	7	4	29	40	19	30	11	22
40	7	11	14	32	35	53	?	?
41	7	4	14	25	35	46	?	?
42	7	171	48	226	27	205	22	200
43	7	164	48	219	27	198	22	193
44	7	157	48	212	27	191	22	186
45	7	150	48	205	27	184	22	179

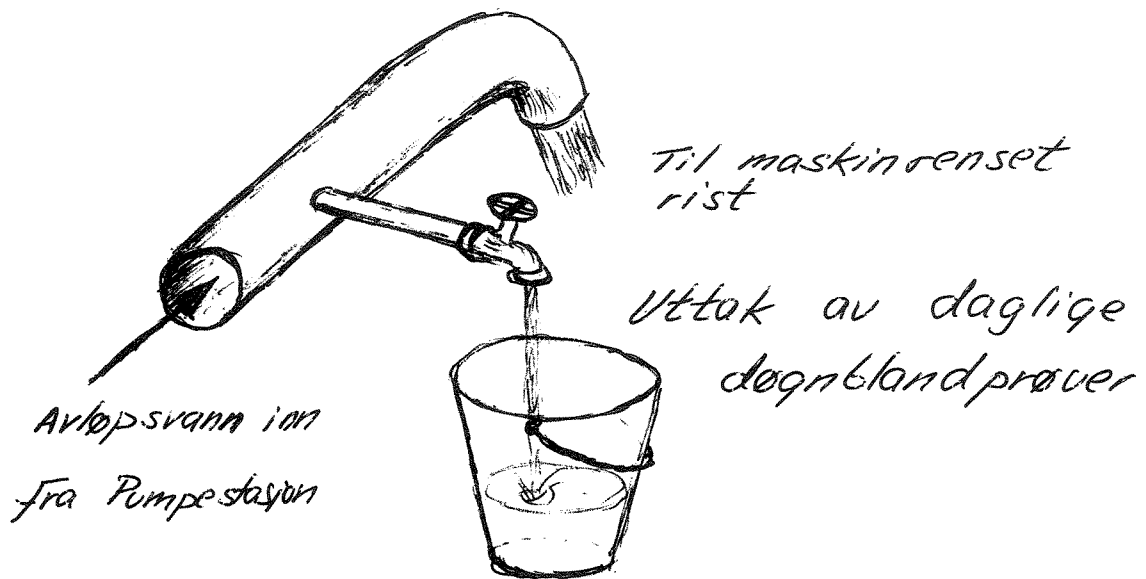
De siste fire prøvene ble tatt uten at man var klar over det og "igjenglemt" og er bare delvis med i undersøkelsen. Hvis disse fire prøvene holdes utenom, fås følgende analysetider i gjennomsnitt for denne andre Sydskogenundersøkelsen.

Gjennomsnittstider i perioden uke 18 til og med uke 41. 1983.

Analyseparameter	Tid til prøvetaking d	Lagring i feltkjøleskap d	Lagring i lab-kjøleskap d	Total tid		
				gj.sn.	høyest	lavest
				d	d	d
Tot-P	7	14,6	21,8	43,4	74	21
Tot-N	7	14,6	27,6	49,2	100	21
KOF	7	14,6	13,1	34,7	71	15

Oversikten viser at prøvetakingstiden for ukeblandprøven er kort i forhold til den totale analysetiden som medgår. Det vil ut fra dette være viktig å undersøke i hvilken grad parameterene endre seg i løpet av lagringstiden.

Prøvetakingen ved Gjerdrum renseanlegg ble tatt ved hjelp av en litt spesiell prøvetaker som er vist på figur 9.



Figur 9. Prøvetakingssystem ved Gjerdrum.

Den besto i at det tappes ut en prøve av kranen på røret fra trykkledningen inn i renseanlegget. Dette tas opp i en bøtte. Daglig tas det ut en delprøve på 100 ml fra bøtten som fryses ned lagvis i en prøveflaske. Tilsammen får man en ukeblandprøve.

Begge metodene som er benyttet har sine fordeler og ulemper. Fordelen med metoden som er anvendt på Sydsbogen, er at prøvene tas automatisk og er garantert proporsjonale med vannføringen. Det inngår ingen manuelle inngrep før hele ukeblandprøven skal overføres til en mindre prøveflaske for analyse. Da må en stor dunk (20-25 liter) ristes godt og så helles over i den mindre prøveflasken. Dette inngrep kan imidlertid introdusere feil.

Ulempen ved Sydsbogen-metoden er at avløpsprøven lagres ved kjøleskap-temperatur (+3 - +4°C) i minst 1 uke. I praksis er prøvene fra Sydsbogen lagret vesentlig lengre før analysen finner sted.

Av de tre hovedparametrene Tot-P, Tot-N og KOF er det vanligvis bare organisk stoff som kan bli påvirket ved lagring. Organisk stoff nedbrytes etter hvert, men lav temperatur og konservering vil hemme nedbryting. Hvis lagringstiden blir spesielt lang kan man ikke se bort fra at den målte KOF-verdien blir lavere enn i den ferske råkloakken. Ammoniakk-gass kan også innvike, fra prøvetakningsdunken og reduserer Tot-N når det ikke er konserveringssyre på prøvedunken.

En ulempe ved NIVA-laboratoriet er at lagringstiden kan bli lang, noe som kan ha ført til reduserte KOF-verdier. Denne lagringen har imidlertid ingenting å si for Tot-P analysene.

Fordelen ved å fryse ned prøvene (ANØ-metoden) er at faren for nedbryting av organisk stoff er redusert til et minimum.

Ulempen ved ANØ-metoden er at ukeblandprøvene krever mange manuelle inngrep for å lage en ukeblandprøve som skal fryses. Normalt tas det ut 100 ml av hver automatisk oppsamlede døgnprøvedunk. Dunken skal ristes eller homogeniseres, og det skal tas ut et lite representativt prøvevolum (100 ml). Disse operasjonene utføres av driftsoperatørene. Spørsmålet er om alle disse enhetsoperasjonene alltid blir utført som de skal i en stresset hverdag. Hvis for eksempel døgnblandprøvetakeren (hvis den finnes) ved en forglemmelse ikke startes om morgenen og derved heller ikke går over natten, vil feilen bli oppdaget ved neste arbeidsdag da prøven skal tas. Hvis det på dette tidspunkt tas en stikkprøve istedet, får man en delprøve som er vesentlig mer konsentrerte enn døgngjennomsnittet fordi de er tatt ut i "morgensrus-het". Om dette har funnet sted i de aktuelle prøveområdene vet vi imidlertid ikke noe om.

Døgnprøver som skal blandes til ukeblandprøve proporsjonalt med døgnvannføringer kan være vanskelig ved et renseanlegg. Dette krever kjennskap til døgnenes andel av ukevannføringer og utregning av bestemte prøvevolum som må måles ut i målesylindere med fare for sedimentering og så blandes til ukeblandprøve i riktig forhold.

ANØ har gjennomført en undersøkelse av 3 forskjellige prøvetakingsmetoder basert på de vanlige ANØ-prinsippene. Undersøkelsen er utført ved Kirkebygda renseanlegg i Enebakk kommune i 1983 med Kjell Terje Nedland som prosjektleder.

Prøvetakingsmetode 1: Vannmengde-proporsjonale ukeblandprøver. 1 liter av hver døgnblandprøve er frosset separat, deretter tint på laboratoriet og blandet i forhold til ukens døgnvannføringer for de respektive døgn.

Prøvetakingsmetode 2: Vanlige ANØ ukeblandprøver. Det vil si at det tas ut 100 ml prøve fra hver hverdag og 300 ml av helgens blandprøve. Prøvene fryses lagvis i samme flaske. Disse prøvene er med andre ord ikke tatt proporsjonalt med døgnvannføringer.

Prøvetakingsmetode 3: Onsdagens døgnblandprøve tas og fryses og forsøkes anvendt som representativ for hele uken.

Det ble tatt prøver både av renseanleggets innløp og utløp, og disse ble analysert både med hensyn på SS, BOF, KOF, Orto-P og Tot-P, men bare innløpsprøvene er tatt med her.

Prøvetakingsmetode 1 er den metoden som i teorien burde gi det riktige resultatet, og analysene fra metode 2 og 3 regnes derved ut i forhold til denne. Resultatene fra innløpsprøvene er vist i tabell 7. Resultatene fra onsdagens døgnprøve (metode 3) er sløyfet. Disse analysekonsentrasjonene viser store avvik fra de sammensatte ukeblandprøvene, og det er naturlig på bakgrunn av ukedagsvariasjonene som man tidligere har erfart. Dessuten vil døgnkonsentrasjonen vanligvis være svært lav på dager med regnvær og store vannføringer.

Ukedagsvariasjonene er nettopp grunnen til at man har gått over til ukeblandprøver ved tilføringsgradberegninger.

Fosforverdiene viser en gjennomsnittøkning på ca. 20 % i metode 2 i forhold til metode 1, mens BOF-verdien er høyest med nærmere 90 % høyere verdier i gjennomsnitt. KOF-verdiene ligger 45 % over de vannmengdeproposjonale prøvene.

Resultatene viser overraskende store forskjeller i mellom de to prøvetakingsmetodene. Den vanlige ANØ-metoden med like døgndelprøver over hele uken gir i gjennomsnitt vesentlig høyere konsentrasjoner enn når prøvene blandes proporsjonalt med vannføringen. Dette gjelder alle parametrene selv om utslagene kan være litt forskjellige. Døgnvannsmengdene på Kirkebygda renseanlegg varierer imidlertid mer fra døgn til døgn enn det som er vanlig for alle renseanlegg.

Tabell 9. Konsentrasjonens prosentvise avvik for metode 2 (Standard ANØ metode) i forhold til metode 1 for råkloakk fra Kirkebygda renseanlegg i Enebakk i 1983.

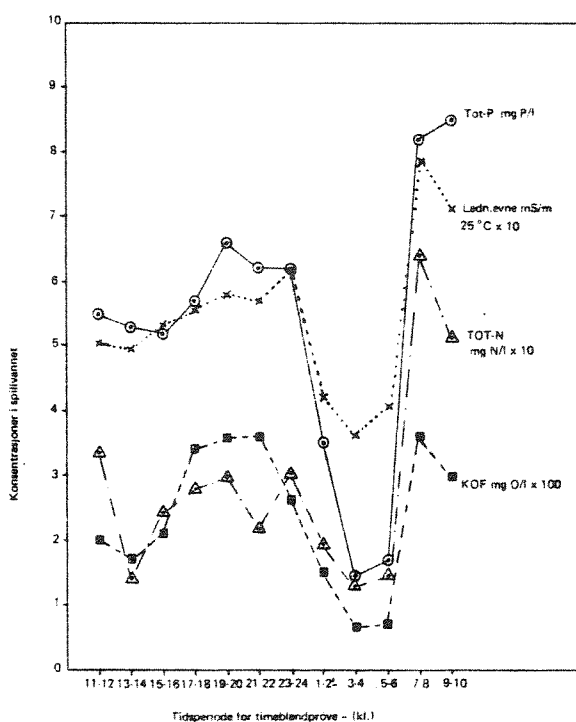
Parameter og Analysemetode nr.	Ukeblandprøve - uke nr.											Gj.snitt av %-avvikene
	2 til 3	6 til 7	10 til 11	15 til 16	19 til 20	23 til 24	27 til 28	37 til 38	41 til 42	45 til 46	49 til 50	
Tot-P	+26	+ 7	+ 25	+ 2	+ 24	+112	+ 6	-20	+ 35	+10	+12	+22
KOF	+22	+14	+ 82	+ 17	+169	+118	0	-59	+ 89	+19	+27	+45
BOF	+ 9	-10	+147	+100	+256	+ 16	-	-	-	+39	+42	+89
Susp. stoff	- 7	+ 1	+ 56	- 2	+170	+150	+60	-61	+130	+67	-66	+48

I uke 41 til 42 var vannmåleren ute av drift, og ukeblandprøven ble da sammensatt av like delprøver. Det betyr at ukeblandprøvene i denne ukeperiode skal gi det samme resultat som standard ANØ metoden. Det gjør de imidlertid ikke. Fosforverdiene er 35 % høyere, KOF 89 % høyere og suspendert stoff hele 130 % høyere. Den eneste forskjellen mellom disse to prøvene er at prøven som gir høyest verdier, er blandet sammen av driftsoperatøren på renseanlegget med de små 100 ml delprøvene. Den andre prøven (metode 1) er blandet sammen av laboratoriepersonellet på ANØ ut fra 1 liters prøver som er frosset separat på renseanlegget.

En logisk forklaring på at ukeblandprøver basert på vannmengdeproporsjonale døgnblandprøver gir lavere gjennomsnittskonsentrasjoner enn når døgnblandprøvene blandes i like forhold, er at nedbør gir økt vannføring og fortynner spillvannet. Konsentrasjonene i døgnblandprøver med nedbør vil vanligvis bli lavere og døgnvannsføringen høyere. Det betyr at døgnene med store vannføringer vanligvis bidrar

med lave konsentrasjoner slik at gjennomsnittet senkes når disse døgnene blir tillagt større vekt. Den sanne massetransporten over uken blir riktigere med prøvetaking tatt i forhold til vannføringen.

For døgnblandprøvene derimot er forholdet omvendt. En typisk konsentrasjonsvariasjon er vist i figur 10. Den viser at konsentrasjonen er lavere om natten når vannføringen er lavest og høyest om morgen og om kvelden når vannføringen er høyest. I dette tilfellet vil vannmengde-proposjonal prøvetaking hvor timene med høyest vannføring blir tillagt størst vekt, gi størst gjennomsnittskonsentrasjon. Døgnblandprøvetaking basert på vannmengdeproposjonal prøvetaking gir med andre ord en større massetransport pr. døgn enn når prøvetakingen ikke er vannmengdeproposjonal.



Figur 10. Endringer i spillvannskonsentrasjonen over døgnet målt ved innløpet til Siggerud rensanlegg fra kl 1100 4. mai til kl 1100 5. mai 1982.

Denne analysen viser at ANØ's prøvetakingsrutine med døgnblandprøver basert på vannmengde-proposjonal prøvetaking og ukeblandprøver sammensatt med like andeler av døgnblandprøvene, gir en massetransport som er høyere enn den sanne verdien.

Når ANØ har valgt denne kombinasjonen skyldes det etter alt å dømme frykten for nedbrytning av organisk stoff i ukeblandprøven, mens den står i kjøleskap. Denne nedbrytningen vil normalt bare få konsekvenser for KOF-verdien.

KOF-verdien er viktig for bestemmelse av renseseffekten med hensyn på organisk stoff, men er ikke noen hovedparameter ved bestemmelse av tilføringsgrad.

Imidlertid bør faren for og størrelsen av en eventuell konsentrasjonsendring i prøveflaskene lagret under forskjellige forhold avklares.

Hvis ukeblandprøvene kan samles automatisk i en felles prøvebeholder og innsamles på basis av vannmengde-proporsjonale prøver for hele uken slik som ved Sydskogen, vil ukeblandprøven bli mer representativ for den sanne transportverdien og spare mye arbeid og fjerne usikkerhet som oppstår ved menneskelig inngrep når 100 ml delprøver skal tas ut på faste tider og blandes sammen.

4.2.5. Usikre opplysninger om personbelastningen, tilstedeværelsen og antall arbeidsplasser i undersøkelsesområdet

Disse opplysningene er svært viktige når de spesifikke tallene skal kontrolleres. I lys av de mange andre opplysningene som har fremkommet de siste månedene, har imidlertid denne delen av prosjektet blitt tonet ned, og det er ikke foretatt nye markundersøkelser. Like fullt er tallene under brøkstreken viktige når spesifikke tall skal beregnes.

Antall bosatte, tilstedeværelsen og antall arbeidsplasser i Sydskogenundersøkelsen (ingen arbeidsplasser) er grundig kontrollert. Hvis man skulle gjøre ytterligere undersøkelser her, måtte det være å slippe merkeballer i alle vannklosettene for å se om absolutt alle kommer frem til målepunktet. Det foreligger ingen mistanker om at så ikke skulle være tilfelle, men man kan jo aldri bli for sikker.

Alle personbelastningstallene er basert på interjvu av de bosatte og kontroll i folkeregisteret. Skulle man gjøre noe ut over dette måtte det være å foreta kontinuerlig tellekontroll også for å kontrollere dagpendlingen og den faktiske tilstedeværelsen til enhver tid.

Anslagene av antall bosatte, ervervsbidragene, antall arbeidsplasser og pendleromfanget er vesentlig mer usikkert i ANØ-undersøkelsene. Antall bosatte er anslått ut fra antall leiligheter som de kommunale etatene har opplyst er tilknyttet. Antall leiligheter er multiplisert med antatt personer pr. leilighet ut i fra tall fra Statistisk Sentralbyrå. Denne fremgangsmåten kan gi store feil og bør benyttes med forsiktighet.

4.3. Tilleggsundersøkelser som avklarer eventuelle årsaker til forskjellige målinger

4.3.1. Parallellundersøkelser ved NIVA's og ANØ's analyselaboratorier

I forbindelse med de nyoppstartede undersøkelsene i delfeltet ved Ask gård i Gjerdrum og Nordkisa i Ullensaker ble det besluttet å foreta parallellundersøkelser ved ANØ's og NIVA's laboratorier for å se hvor like analyseresultatene ble.

De analyseresultatene som foreligger til nå er vist i tabell 10, elleve prøver i alt.

Tabell 10. Parallellanalyser ved NIVA's og ANØ's analyselaboratorier høsten 1985. Tallene i parentes er utelatt ved beregning av middelveidi.

Prøve	Tot-P mg P/l		Tot-N mg N/l		KOF mg O/l	
	ANØ	NIVA	ANØ	NIVA	ANØ	NIVA
Nordkisa uke 40	11,5	10,1	61,7	50,8	619	470
" " 41	13,1	12,9	74,8	68,8	730	590
" " 42	12,6	12,7	68,9	60,8	725	550
" " 43	12,3	10,2	77,8	58,4	570	520
" " 44	10,9	10,3	63,5	54,8	610	600
" " 45	10,4	10,7	60,9	50,8	610	590
" " 46	11,5	11,0	60,0	58,0	660	610
" " 47	13,4	12,0	59,0	56,8	790	690
Gjerdrum " 46	11,3	10,8	62,1	50,8	450	430
" " 47	(7,9)		46,2	39,2	295	220
" " 48	(7,3)	(4,1) ¹	15,7	17,1	216	130
Gjennomsnitt	11,9	11,2	59,1	51,4	570	491

1 Analysert to ganger med samme resultat

De gjennomsnittlige fosforanalysene viser at ANØ tallene ligger 0,7 mg P/l over tallene fra NIVA. Dette tilsvarer bare 7,3 %. Forskjellene i enkeltverdiene varierer imidlertid noe mer.

ANØ utfører fosforanalysene manuelt, mens NIVA benytter autoanalyser til dette. Ved ringtester gjennomført av referanselaboratoriet er det påvist at manuell bestemmelse av fosfor gir gjennomgående noe høyere resultater enn med autoanalyser.

De prosentvise avvikene for de tre analyseparametrene er vist i tabell 11.

Tabell 11. Prosentvis avvik i analyseresultater målt på samme kloakkprøve ved ANØ og NIVA's laboratorier. Verdiene er angitt i prosent av NIVA's analyseresultat. Pluss (+) betyr altså at ANØ har høyere analyseresultat enn NIVA. Tallene i parentes er utelatt ved beregning av middelerverdi.

Prøve	Tot-P %	Tot-N %	KOF %
Nordkisa uke 40	+ 13,9	+ 21,5	+ 31,7
" 41	+ 1,6	+ 8,7	+ 23,7
" 42	- 0,8	+ 13,3	+ 31,8
" 43	+ 20,6	+ 33,2	+ 9,6
" 44	+ 5,8	+ 15,9	+ 1,7
" 45	- 2,8	+ 19,9	+ 3,4
" 46	+ 4,5	+ 3,4	+ 8,2
" 47	+ 11,7	+ 3,9	+ 14,5
Gjerdrum 46	+ 4,5	+ 22,2	+ 4,7
" 47		+ 17,9	+ 34,1
" 48	(+ 78,0)	(- 8,2)	(+ 66,1)
Gjennomsnitt	+ 6,6	+ 16,0	+ 16,3

Alle de tre parametrene viser forskjellige tendenser. Tot-P-verdiene viser store individuelle variasjoner og gjennomsnittet viser at ANØ ligger 6,6 % over NIVA's verdier. De store variasjonene kan tyde på vanskeligheter med å ta ut representative delprøver når prøven inneholder større mengder fast materiale.

Nitrogenverdiene ved de to laboratoriene viser et gjennomsnittlig avvik på 16,0 % og ANØ-verdiene ligger høyest. I forbindelse med Sydskogen-undersøkelsen (1) ble det avslørt at NIVA's Tot-N-analyser gav for lave verdier i forhold til Total Kjeldahl metoden på konsentrerte prøver, men årsaken til dette er ikke avklart. De individuelle analysene viser konsekvent høyere ANØ-tall, noe som tyder på systematiske feil ved minst ett av laboratoriene. Det vil bli forsøkt avklart hva som er årsak til dette systematiske avviket.

Kjemisk oksygenforbruk uttrykt ved KOF oksydert etter dikromatmetoden, viser et annet forløp. De tre første prøvene fra Nordkisa viser at ANØ's KOF-analyser ligger hele 30 % høyere enn NIVA's analyser. Disse tre prøvene ble imidlertid sendt til NIVA som opptinte restprøver etter at ANØ hadde analysert prøvene. Prøvene ble oppbevart ukonservert i vanlig kjøleskap inntil de kom til NIVA's laboratorium. Ved NIVA syrekonserveres prøvene, men de fryses ikke. De neste 3 prøvene fra Nordkisa er tatt parallelt for NIVA og frosset samtidig som ANØ-prøvene. Disse viser noen prosent høyere KOF-verdier for ANØ, men overenstemmelsen er akseptabel. Gjerdrumprøvene tas slik som på Sydsbogen og fryses ikke.

Konklusjonen er foreløpig at KOF-analysen er svært følsom for lagring uten konservering og frysing, og at verdien synker når prøvene oppbevares. Det betyr videre at spesifikke verdier for KOF som måles i et kontrollområde, er avhengig av måten prøvene oppbevares på. Dette gjør at KOF-verdiene blir mindre interessante som parameter ved måling av tilføringsgrad hvis opplegget for lagring ikke kommer under bedre kontroll.

4.3.2. Undersøkelser av lagringstidens innvirkning på de forskjellige analyseparametrene

Lagringstidens innvirkning på KOF-verdiene har lenge vært vurdert, og det er kjent fra litteraturen at dette kan være kritisk avhengig av hvordan prøven oppbevares eller konserveres. Tot-P-analysene påvirkes ikke i det hele tatt under lagring, og vanligvis heller ikke Tot-N. Ved Sydsbogen-undersøkelsen ble prøvene oppbevart kaldt i vanlig kjøleskap (4°C) og i tillegg syrekonservert. Ved Sydsbogen II undersøkelsen ble de bare oppbevart kaldt. Lagringstiden har enkelte ganger blitt svært lenge ved NIVA-undersøkelsene.

ANØ derimot har i lengre tid frosset ned døgnprøvene lagvis i ukeblandprøvene nettopp for å begrense KOF reduksjonen maksimalt. Dette krever imidlertid daglig ettersyn og øker arbeidsinngrepene og kostnadene.

Dette er sannsynligvis årsaken til at KOF-verdiene i ANØ-områdene ligger forholdsvis høyere. Endringer av lagringstiden i prøven lagret under forskjellige kontrollerte betingelser, var planlagt. Imidlertid satte NIVA-streiken i desember 1984 en stopper for undersøkelsen.

4.3.3. Innvirkninger av de forskjellige prøvetakingsmetoder som er anvendt

Dette spørsmålet kan også være av stor betydning når eventuelle forskjeller i resultater skal vurderes. Avsnitt 4.2.4. inneholder en rekke vurderinger om dette.

Tidlig i undersøkelsen ble det reist spørsmål om å foreta spesialundersøkelser av de prøvetakerene som har vært anvendt i undersøkelsen. Det var spesielt prøvetakeren på Gjerdrum som har vært av en ukonvensjonell type. Systemet her består av en avgrening fra innløpsledningen. Innløpsledningen er en trykkledning fra en pumpestasjon. En kran på avgreningen strupes slik at det tappes ut en prøve av avløpsvannet over i en bøtte hver gang pumpene går. Dette systemet kan bli svært avhengig av den daglige arbeidsrutinen. SFT besluttet imidlertid foreløpig å ikke prioritere en nøyere undersøkelse av denne prøvetakingsmetoden. ANØ har imidlertid tiligere foretatt parallelle prøvetakninger med vakuumprøvetaker og dette tapperøret, og disse undersøkelsene indikerer at det ikke er systematiske forskjeller mellom de to metodene.

4.3.4. Måling av fremmedvannets forurensningstilførsler

Helt siden resultatene fra Sydskogen-undersøkelsene og ANØ-målingene ble presentert i september 1983 er fremmedvannets forurensningsbidrag etterlyst. Spesielt målingene i ANØ-området har økt behovet for å se i hvilken grad de økte regn- og infiltrasjonsvannmengdene som tilføres renseanleggene, bidrar med fosfor og andre forurensningskomponenter.

Forurensningstilførslene i ANØ-undersøkelsene viser store toppler, og det er av største betydning å klarlegge årsakene til disse.

Vi har foreslått at forurensningstilførslene i fremmedvannet ble målt ved hjelp av bestemte fremgangsmåter som gjør bruk av konsentrasjons- og vannmengdevariasjonen over døgnet.

Det ble tatt noen tilfeldige prøver av fremmedvannstilførslene i Gjerdrum-området i det nye delfeltet ved Ask gård. Dette feltet ble valgt som minifeltet hvor nye undersøkelser ble igangsatt. Imidlertid ble området rundt pumpeestasjonen bakkeplanert, og en dremsledning fra overflaten rundt pumpeestasjonen ble tatt inn i pumpeesumpen. I perioder med nedbør kom opptil halvparten av vannmengden til pumpeestasjonen via denne ledningen.

Siden vannet fra dremsledningen ikke hadde vært i kontakt med noe avløpsvann, ble det spesielt ønskelig å ta prøve av dette vannet. Imidlertid var det en kaldere værtype den dagen NIVA skulle ta en prøve av dremsvannet. Frosten førte til at det ikke gikk noe vann i dremsledningen. Derimot ble det tatt prøve av en dam på overflaten av det bakkeplanerte jordet rett overfor pumpeestasjonen, og prøven ble analysert ved NIVA. Analysene av prøven er vist i tabell 12 og gav skjokkerende høyt fosforinnhold. Dette ble meddelt ANØ som noe senere tok nye prøver av overflatevannet. Det var da vesentlig mildere med regnvær. Det ble tatt prøver tre steder:

1. Av overflatevann før det rant ned i sluk ved Ask gård.
2. Av overflatevann før det rant ned i sluk nær pumpeestasjonen.
3. Av vann i dremsvannsledningen som gikk inn i pumpeestasjonen.

Alle resultatene er vist i tabell 12.

Tabell 12. Analyser av fremmedvann (overflatevann fra overflaten tatt før nedbør i sluk og i drensvann) ved Ask gård i Gjerdrum.

Nr.	Prøve-takings-dato	Vannprøve-type	Ana-lysert ved	Tot-P mg P/l	Tot-N mg N/l	KOF mg O/l
1.	9.11.84	Dam ved pumpestasjon	NIVA	3,2	6,4	150
2.	28.11.84	Før sluk ved Ask gård	ANØ	3,17	4,0	80
3.	"	Før sluk ved Ask pumpestasjon	ANØ	5,43	8,1	120
4.	"	Fra drensledning inn i pumpestasjon	ANØ	9,51	5,4	170

Resultatene viser forbausende høye fosforkonsentrasjoner i denne type fremmedvann. Hvis denne typen fremmedvann er typisk for alt fremmedvann som tilføres i Gjerdrum-distriktet, er det helt klart at dette er forklaringen på de høye fosfortilførslene i Gjerdrum-undersøkelsen. Fosforinnholdet i stikkprøven fra drensledningen inn i pumpestasjonen viser en fosforkonsentrasjon på hele 9,51 mg P/l som er langt utenom det man på forhånd kunne forestille seg. Det fremgår også at nitrogenkonsentrasjonene ikke er spesielt høye i dette vannet.

Disse resultatene er av så oppsiktsvekkende karakter at det er helt nødvendig å gå videre med undersøkelsene. Det blir helt nødvendig å studere forurensningsbidraget fra fremmedvannet av flere årsaker. Det må klarlegges hva slags fosforforbindelse det dreier som om. Disse spørsmålene må drøftes nærmere og kan få store konsekvenser både for valg av parametre ved bestemmelse av tilføringsgrad, tidsperiodene som skal anvendes for datamaterialet og enda viktigere. I hvilken grad bidrar denne type fosfor til av eutrofiering og hvilken rolle spiller dette for begrenning av skadevirkninger, aksjoner etc.

5. REFERANSER

1. Vråle, L: "Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning. Enkel litteraturstudie". NIVA-rapport 84131-01.
2. Vråle, L: "Spillvannstap fra oppsamlingsnett, delrapport 1. Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett i Sydsbogen", Røyken kommune. 0-81041, VA-rapport 11/83, April 1983.
3. Vråle, L: "Forurensningsproduksjon fra husholdning". Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydsbogen i 1983, Røyken kommune.
4. Skjefstad, J: "Spesifikk forurensningsproduksjon og røravlagringer". VANN 2-83, side 104.

VRA/LIS

24.1.85

DISK:VRA6

WA rapporter utgitt av NIVA

- 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 (Sperret)
- 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 (Sperret)
- 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 (Sperret)
- 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, ASV A/S Fundo Aluminium
O-83141 Eigil Iversen, Torbjørn Damhaug. Juni 1984
- 15/84 **Ammonium som forureningsparameter**
O-83035 Kim Wedum. August 1984

WA rapporter utgitt av NIVA

- 1/82 Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann ved ammoniakkavdriving
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 container
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 Tørrværsavsetninger 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 Utlipp 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 oppsamlingsnett i Sydskogen, Røyken kommune
O-81041 Lasse Vråle. April 1983
- 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-820025 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrert)
- 20/83 Mikrobiologisk angrep på gummipakninger til vann- og avløpsrør
Programforslag
O-83033 Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrert)
- 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

WA rapporter utgitt av NIVA

- 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 (Sperrret)
- 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 bøligerfelt med tett oppsamlingsnett i Sydskogen, Røyken kommune
O-81041 Lasse Vråle. April 1983
- 13/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 3
Spillvannstapets resipient påvirkning i Siggerudgryta, Ski kommune
O-81041 Lasse Vråle. August 1983
- 15/83 A feasibility study of fishfarming in Jordan
O-83026 Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug. Juni 1983 (Sperrret)
- 16/83 Driftsanalyse av Bekkelaget renseanlegg
O-82005 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrret)
- 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
- 20/83 Mikrobiologisk angrep på gummipakninger til vann- og avløpsrør
Programforslag
O-83033 Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrret)
- 22/83 Sandstangen vannverk
O-83079 Eilen A. Vik. Juni 1983 (Sperrret)
- 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 (Sperrret)
- 30/83 Emerging European Wastewater Treatment Technology Preliminary Description
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Sperrret)
- 32/83 Suspensjoners synkehastighet
Metode for analyse av finfordelte partiklers synkehastighet i vann
F-81434 Øivind Tryland, Desember 1983
- 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 (Sperrret)
- 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 tilkøpling av industrielt avløpsvann
O-83093 Øivind Tryland. April 1984