

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

B R E K K E

0 - 78107

TILFØRINGSGRAD

Del 2:

Forurensningstilførsler og beregning
av tilføringsgrad for Monserud renseanlegg
i 1979

Oslo, 13. oktober 1980

Saksbehandler: Siv.ing. Lasse Vråle

Medarbeider: Overing. Ø. Skaugrud
Buskerud fylkeskommune

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

SAMARBEIDSPROSJEKT MELLOM BUSKERUD FYLKESKOMMUNE OG NIVA

NIVAs hustrykkeri

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-78107
Undernummer: II
Løpenummer: 1234
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Tilføringsgrad VA-7/80 Del 2: Forurensningstilførsler og beregning av tilføringsgrad for Monserud renseanlegg i 1979	Dato: 13. oktober 1980
	Prosjektnummer: 0-78107
Forfatter(e): Lasse Vråle	Faggruppe: SEKVAT
	Geografisk område: Ringerike, Buskerud
	Antall sider (inkl. bilag): 45

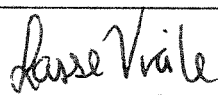
Oppdragsgiver: Buskerud fylkeskommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
------------------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:

Forurensningstilførsler til Monserud renseanlegg, Hønefoss, er målt over en tidsperiode på ett år. Total nitrogen og total fosfor ble anvendt for å øremerke spillvannsmengden som tilføres anlegget, og belastningen tilsvarte 3400 personenheter. Dette betyr at 15 prosent av spillvannet fra rensedistriktet og 57 prosent fra oppsamlingsnettet kommer frem til renseanlegget. Resten må antas tapt til lokale resipienter.

4 emneord, norske:
1. Tilføringsgrad
2. Forurensningstilførsler
3. Renseanlegg
4. Monserud, Hønefoss


4 emneord, engelske:
1. Degree of collection
2. Amount of sewage
3. Wastewater treatment plant
4. Monserud, Hønefoss



Lasse Vråle
Prosjektleders sign.:



Arild Schanke Eikum
Seksjonsleders sign.:



Kjell Baalsrud
Instituttetsjefs sign.:

ISBN 82-577-0311-7

F O R O R D

Plan- og utbyggingsavdelingen i Buskerud fylkeskommune tok i 1978/1979 initiativet til å undersøke tilføringsgrad-forholdene for Monserud renseanlegg ved Hønefoss i Ringerike kommune. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) som har stått ansvarlig for å utarbeide metodene bak dette prosjektet, ble i første omgang involvert som faglig konsulent for arbeidet, som er et samarbeidsprosjekt.


Arbeidsfordelingen har vært slik at Ringerike kommune har stått for kartlegging av rensedistriktet og alle tekniske opplysninger om dette samt bistand ved rensenanlegg ved prøvetaking, avlesing av måleinstrumenter og telleverk. Arild Olsen, Finn Rui og driftsoperatør Roar Brentebraaten har utført betydelig og verdifullt arbeid.

Buskerud fylkeskommune har stått for prøvetaking og analysering av vannprøvene. Overing. Øyvind Skaugrud har stått sentralt i dette. NIVA's andel var opprinnelig anslått til kr. 25 000. Etter hvert som undersøkelsen skred fram, ble NIVA's del i arbeidet stadig trappet opp, og det ble klart at det var nødvendig med ytterligere kr. 20 000 hvis rapporteringen skulle foretas av NIVA.

Tilføringsgrad-prosjektet har hatt en lang utvikling. Det er i dag klart at dette problemkomplekset er minst like stort som beskrevet i NIVA's årbok i 1975. Statens forurensningstilsyn (SFT) ved Oddvar Lindholm har ivret sterkt for å belyse alvoret i situasjonen, og det ble i mars i år bevilget kr. 100 000 til belysning av tilføringsgrads-problemene, hvorav kr. 20 000 går via Buskerud fylkeskommune for avslutning av denne rapport.

Et naturlig biprodukt av Monserud undersøkelsen er fylkets oppfølging av gode tilføringsgrad-undersøkelser ved andre rensenanlegg i fylket. Overing. Øyvind Skaugrud og undertegnede vil i fellesskap takke alle som har bært med på å bidra til dette positive samarbeidet.

Oslo, 1. juli 1980


Lasse Vråle

INNHold

	Side:
FORORD	2
INNHold	3
1. SAMMENDRAG	6
2. BAKGRUNNSOPPLYSNINGER	9
2.1 Problemstillinger	9
2.2 Rensedistrikt og forurensnings-produksjon	10
3. GJENNOMFØRTE MÅLINGER	15
3.1 Kontroll og kalibrering av vannmålerstasjon, Monserud	15
3.2 Valg av prøvetakingsmetode	15
3.3 Individuelle timeprøver	15
3.4 Døgnblandprøver	15
3.5 Ukeblandprøver	16
3.6 Nedbør-målinger	16
3.7 Undersøkelser i rensedistriktet	16
4. RESULTATER	17
4.1 Forurensningstilførsler	17
4.1.1 Belastning fra time til time	17
4.1.2 Forurensningstilførsler (belastning) basert på døgnblandprøver	23
4.1.3 Forurensningstilførsler basert på ukeblandprøver	30
4.2 Personenheter til Monserud renseanlegg	37
4.3 Beregning av tilføringsgrad til Monserud renseanlegg	40
5. KONKLUSJONER	44
6. VIDERE ARBEID	45
7. REFERANSER	46

TABELLER

Tabell nr.:		Side:
1	Forurensnings-produksjon i Monserud rensedistrikt pr. 1979. (Ringerike)	13
2	Forurensnings-produksjon i Monserud rensedistrikt pr. 1979. (Hole)	14
3	Forurensningstilførsler fra time til time, Monserud	18
4	Vannføring m^3/h til Monserud r.a. registrert fra telleverk	21
5	Forurensningstilførsler for ulike ukedager ved Monserud r.a. 1979	24
6	Forurensnings-konsentrasjoner for nitrogen, fosfor og KOF for døgnblandprøver, sortert etter ukedager	26
7	Massetransport for døgnblandprøver til Monserud r.a., sortert etter ukedager	29
8	Uke-gjennomsnitt beregnet fra døgnblandprøver	30
9	Forurensningstilførsler basert på ukeblandprøver. Monserud r.a.	31
10	Ukentlig nedbør ved Ask og Hungerholt nedbørstasjoner	33
11	Månedlig nedbør ved Ask og Hungerholt i 1979	34
12	Personenhet belastning ved Monserud r.a. i 1979	40

- o -

FIGURER

Figur nr.:		
1	Rensedistrikt for Monserud renseanlegg	11
2	Forurensnings-konsentrasjoner i innløpsvannet ved Monserud r.a.	19
3	Vannføring til Monserud r.a., registrert av telleverk som m^3/h	22
4	Monserud r.a. Konsentrasjoner i råkloakk	25
5	Forurensnings-konsentrasjoner for nitrogen, fosfor og KOF for døgnblandprøver, sortert etter ukedager	27
6	Monserud r.a., tilført massetransport	28
7	Forurensnings-konsentrasjoner i ukeblandprøver, Monserud r.a.	32

Figur nr.:		Side:
8	Månedlig nedbørmengde for Ask og Hungerholt nedbørstasjoner	35
9	Vannføring til Monserud r.a.	36
10	Fosfor-konsentrasjon og vannføring	38
11	Ukentlige tilførte forurensningsmengder til Monserud r.a. i tidsrommet feb.79 - feb. 80. Vannmengde, tot-N og tot-P	39
12	Personekvivalent-belastning ved Monserud r.a.	41

1. SAMMENDRAG

Monserud renseanlegg ligger ved Storelva som munner ut i Tyrifjorden. Renseanlegget er forutsatt å rense spillvannet fra et stort rensedistrikt som dekker Hønefoss by med tilgrensende dalfører i Ringerike kommune og deler av Hole kommune.

Prosjektet tok sikte på å kartlegge hvor stor andel av spillvannet i dette rensedistriktet som kommer fram til rensing ved Monserud renseanlegg.

Resultatene viser at det i 1979 gjennomsnittlig kom fram 8,5 kg P - fosfor - pr. døgn og 283 kg N - nitrogen - pr. døgn, hvilket tilsvarer 3400 personenheter. Dette utgjør bare 15 prosent av spillvannet som ble produsert i rensedistriktet i 1979 siden det er beregnet at ca. 22 400 personenheter befinner seg i rensedistriktet. Hovedårsaken til at bare 15 prosent kommer fram til renseanlegget er at store deler av Hønefoss sentrum ennå ikke er koblet inn på oppsamlingsnettets. Rensedistriktet er inndelt i 27 avløpssoner, og bare 9 av disse er tilkoblet. Dessuten rommer rensedistriktet svært mange pumpestasjoner som ved driftsstans kan få stor innvirkning på forurenings-transporten.

På tross av at rensedistriktet er svært utstrakt i lengderetningen, er oppsamlingsnettets utbygget for områdene lengst unna og består av relativt nye ledninger. For eksempel er Hensmoen tilkoblet, og herfra må avløpsvannet pumpes 7 ganger før det strømmer inn i renseanlegget på Monserud.

Når vi beregner tilføringsgraden kun fra den delen av rensedistriktet som er utbygget med oppsamlingsnettets, kommer 57 prosent av spillvannet fram. Vi tar da utgangspunkt i Ringerike kommunes opplysninger om at 5 951 personenheter befinner seg innenfor oppsamlingsnettets influensområde. Differansen utgjøres av tap av spillvann. Tapet skyldes enten hus som ikke er tilkoblet, feilkobling av spillvannsledning, tap via lekkasjer i rør og kummer, eller tap via nødløp i pumpestasjoner og overløp.

Monserud renseanlegg mottar spillvann både fra Ringerike og Hole kommuner fra hver sin hovedledning. Det er ikke foretatt målinger på hver av disse ledningene for å klarlegge tilføringsgrad-forhold fra hver kommune. Hvis dette skal gjøres, vil det være naturlig å anvende Stein pumpestasjon i Hole som målepunkt for spillvannsmengden fra Hole kommune.

Vannføringsmåleren på Monserud renseanlegg er undersøkt tidligere (1). Det er tatt to sammenhengende døgn med individuelle timeprøver, 48 prøver i alt. Disse er analysert med hensyn til tot-P, tot-N og KOF. Konsentrasjonene varierer kraftig over døgnet og viser at anvendelse av stikkprøver er meningsløst i sammenheng med tilføringsgrad og rensegrad. Konsentrasjonene varierer opptil 300-400 prosent mellom høyeste og laveste verdi, som er naturlig.

Det er tatt 21 sammenhengende døgnblandprøver. Disse fordelte seg slik:

<u>Ukedag:</u>	<u>Antall døgnprøver:</u>
Mandag	4
tirsdag	4
onsdag	3
torsdag	3
fredag	2
lørdag	3
søndag	2
Sum:	<u>21</u>

Konsentrasjonene varierer en del, men ikke avskrekkende mye. Når analysene sorteres etter ukedager, kommer et helt bemerkelsesverdig mønster til syne for alle parametrene. Avløpsvannet er mest konsentrert på mandag, faller gradvis til torsdag, gjør et hopp fredag og er lavest på lørdag og søndag. Dette er grafisk fremstilt på fig. 5 og viser at hvis døgnblandprøver skal benyttes for beregninger av tilføringsgrad, er det ikke likegyldig hvilke ukedager som velges.

For resten av året ble det tatt ukeblandprøver annenhver uke. Disse analysene gir de mest pålitelige transportverdiene og dekker 50 prosent av hele vannmengden som er rensset ved Monserud i ett år. Transportverdiene varierer litt fra uke til uke, men gir en god oversikt over tilstanden. Antall personenheter som tilføres renseanlegget, er beregnet ut fra ukeblandprøvene både for nitrogen og fosfor. Med riktig opplegg skal beregningene komme fram til de samme personenheter. Kun i ukene med juleforberedelser synes avviket nevneverdig med mer fosfor enn normalt. Økt vaske-aktivitet kan være en forklaring.

Vi har ikke kunnet påvise spesielt store avvik i transportverdiene som følge av overflate-forurensninger under nedbør. Dette vil være tydeligst for døgnblandprøver under nedbør. Siden disse ble tatt i perioden februar/mars, har vi ikke registrert slike forhold. I ukeblandprøvene synes eventuelle avvik utjevnet og fremstår ikke som noe stort problem i denne undersøkelsen.

Ut fra økonomi, bredest mulig dekning med hensyn til prøvetaking av tilførte vannmengder, og det spesielle variasjonsmønsteret i ukedagene, synes det riktigst å anvende ukeblandprøver som basis for beregning av tilføringsgrad. Eventuelle dager med regnvær synes ikke å gjøre særlige utslag på transportverdiene i dette rensedistriktet.

Undersøkelsene ved Monserud viser at denne måten å studere nytten av de tekniske tiltak er både riktig og viktig. Tilstandsanalyser av dette slaget kan være viktige for sentrale myndigheter og kommunene selv for å styre de tekniske tiltak.

2. BAKGRUNNSOPPLYSNINGER

2.1 Problemstillinger

Det har lenge vært antatt at større renseanlegg renser avløpsvannet rimeligere pr. m³ enn mindre anlegg. Dessuten har man forutsatt at få større anlegg er lettere å kontrollere enn mange små, og at drifts-ettersynet blir bedre på større anlegg. Dette har ført til en forsert utbygging av store sentrale renseanlegg. Erfaringen viser at det oppsamlingsnett som er nødvendig for å transportere forurensningene fram til renseanlegget, blir hengende etter, og spillvannet anlegget er forutsatt å betjene, kommer ikke fram, men belaster i stedet lokale resipienter.

Oppsamlingsnett krever langt høyere investeringer enn selve renseanlegget. En tommelfinger-regel sier 4 ganger mer. Utbygging av oppsamlingsnett som består i nyanlegg av hovedstammen, avskjærende ledninger, sanering og rehabilitering av eldre avløpsledninger, og bekkelukninger er en kommunal oppgave som tar tid og krever penger. Store renseanlegg får store rensedistrikt som er vanskelige å kontrollere.

Foreløpig har forurensningsmyndighetene ikke stilt entydige krav om at spillvannet i rensedistriktet skal fram til renseanlegget. Dette har vært et diffust område med flytende grenser for rensedistrikt, og det er ikke anvendt noe mål for hvor langt utbyggingen av oppsamlingsnett er kommet, og hvor mye spillvann som kommer fram til rensing. Med andre ord hvor effektivt oppsamlingsnett fungerer.

Den eneste måten å få oversikt over hvor effektivt oppsamlingsnett virker er å måle og beregne mengden spillvann som virkelig kommer fram til renseanlegget, og hvor mye fremmedvann som følger med. Ut fra dette kan vi danne oss et bilde av renseanleggets virkelige renseseffekt og nytten av investeringene sett i et større perspektiv. Begrepet tilføringsgrad (2) er et slikt verktøy som ble utviklet tidlig i 70-årene, og som nå stadig videre-utvikles og anvendes mer og mer.

Monserud renseanlegg har et stort og komplisert rensedistrikt. Buskerud fylkeskommune har tatt initiativet til å beregne tilføringsgraden til renseanlegget.

Spillvannet lar seg lett fortynne med fremmedvann som grunnvann, bekkevann, regnvann og infiltrasjonsvann. Derfor kan vannmengder ikke anvendes som mål for spillvannsmengden. Tidligere undersøkelser (2) har vist at nitrogen- og fosformengdene som tilføres renseanlegget, kan anvendes for å finne den virkelige spillvannsmengden.

Denne rapporten beskriver ett års målinger ved Monserud renseanlegg og de resultater vi har funnet.

2.2 Rensedistrikt og forurensningsproduksjon

Monserud renseanlegg er dimensjonert for å betjene både Hønefoss by med tilgrensende bygder, og deler av Hole kommune. Et viktig steg i prosjektet var å fastlåse hvilket geografisk område som opprinnelig var ment betjent. Dette kalles rensedistrikt. Slike grenser for rensedistrikt ble tidligere ikke fastsatt, de fulgte kommunenes mer eller mindre tilfeldige utbyggingsmønster. Ringerike og Hole kommuner har gjort spesiell innsats ved å definere geografisk sitt rensedistrikt. Rensedistrikt og det område som foreløpig er utbygd med oppsamlingsnett, er vist i fig. 1.

Rensedistriktet for Ringerike kommune er oppdelt i 27 separate avløpssoner. Disse er i hovedsak oppdelt etter drensområdene for de mange pumpestasjoner i rensedistriktet. Detaljert opptegning av disse foreligger på kart i 1:5000, men tas ikke med i denne rapporten.

Hensikten med rensedistriktet er i første rekke å danne ramme for befolkningsdata og industri og erverv for å kunne beregne hvor mye forurensning som produseres, og som er forutsatt å bli renses i Monserud renseanlegg. I denne omgang vil vi nøye oss med å få en oversikt over antall personer bosatt, og personekvivalenter fra skole, sykehus og industri lokalisert innenfor rensedistriktet totalt og i den sonen hvor oppsamlingsnett er bygget.

Rensedistriktet for Monserud kloakkrenseanlegg er spesielt på grunn av størrelse og antall pumpestasjoner. Dette gjør sitt til at området blir lite oversiktlig. Alt spillvann til Monserud

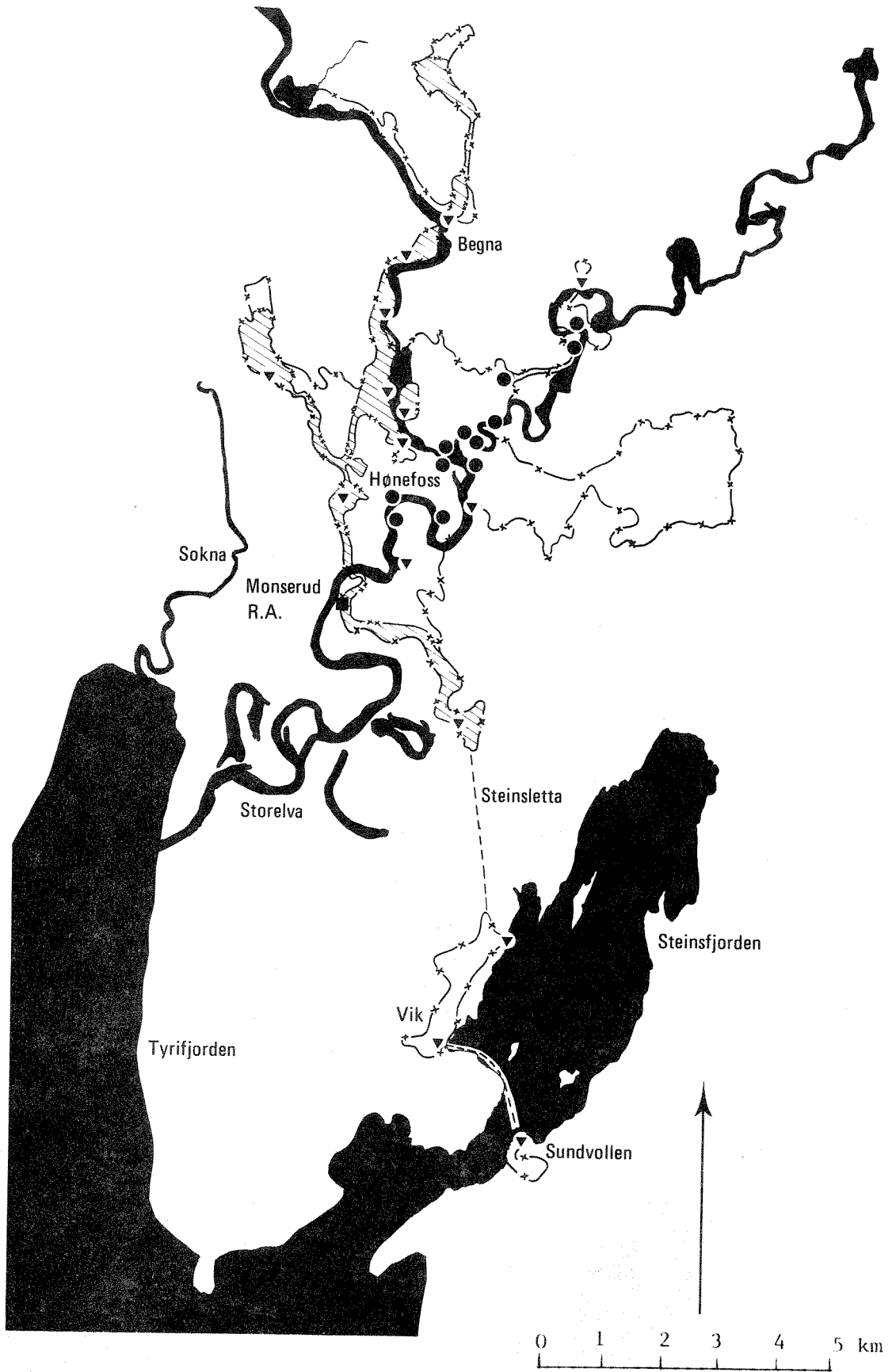


Fig. 1. Rensedistrikt for Monserud renseanlegg.

må pumpes og deler av spillvannet opptil flere ganger. Dette betyr at pumpestasjonene står svært sentralt i transportleddet. Enhver driftsstans vil føre til store daglige tap av spillvann.

Ringerike kommune har beregnet antall personenheter innenfor sitt rensedistrikt pr. 1979. Disse er fordelt på hver av de 27 avløpssonene. Tallene fremgår av tabell 1. Beregningene viser at 5161 PE er antatt tilknyttet oppsamlingsnettene for 1979, 16 236 PE befinner seg utenom oppsamlingsnettene og gir til sammen en forurensningsproduksjon fra 21 397 PE for hele rensedistriktet innenfor Ringerike kommune. Kommunen opplyser at beregningene er basert på antall leiligheter multiplisert med 3,5 person pr. leilighet for å finne bosatt befolkning. For ansatte er det benyttet 0,5 p.e. pr. ansatt og for elever 0,1 p.e. pr. elev. Forurensningsproduksjonen fra ervervs- og industri-utslipp er bare beregnet og tatt med i få tilfeller. Det er derfor rimelig å anta at personene er beregnet noe lavt. Det opplyses også at alle 1979 tilkoblingene som fremgår av tabell 1, er forskjøvet til 1980.

Monserud rensesanlegg mottar avløpsvann både fra Ringerike og Hole kommuner. Holes andel av avløpsvannet leveres via en 2,8 km lang trykkledning langs Steinsletta fra Stein pumpestasjon. Rensedistriktet for Holes avløpsvann er også vist i fig. 1 og består av to helt separate områder, Vik og Sundvollen. Sundvollen pumper avløpsvannet via en plastledning over Steinsfjorden til Vik pumpestasjon. Fra Vik pumpes vannet til Stein pumpestasjon. Hole kommune oppgir forurensningsproduksjonen innenfor rensedistriktet som vist i tabell 2. I tabellens tall inngår 215 boliger, ett forsamlingslokale, en bensinstasjon, 3 forretninger, to pleiehjem, ett vannførehjem og ett hotell. For beregning av PE har kommunen anvendt SFT's retningslinjer for større slamavskillere som beregningsgrunnlag.

Tabell 1. Forurensningsproduksjon i Monserud rensedistrikt (Ringerike) pr. 1979. Beregnet av Ringerike kommune.

Avløps- sone nr.	Antall personenheter PE		Tidspunkt for tilknytn. til oppsaml.nett	Lednings- system	institusjon
	Til oppsam- lingsnett	Utenom oppsam- lingsnett			
1	78		1976	Dobbelt/ felles	
2					NGO
3	675		1977	Dobbelt/ felles	
4	827		"		Ringerike meieri/Andels- vaskeri
5	490		"	Dobbelt	
6	820		"	"	Follum fab.
7	420		"	"	Norcem A/S
8	306		"	"	Hensmoen
9	1545		"	"	Norderhov- hjemmet
10		270		Felles	
11		2542	1979	"	Ring.sykehus
12		798	"	"	Folkehøgskolen
13		1539	"	"	
14		575	1980	"	
15		1024	"	"	Industri Ankersgt.
16		2981	1981	"	
17		227	"	"	
18		238	"	"	
19		1803	1982	"	Ullerål-Hov skole blindehjem
20		245	"	"	
21		60			
22		818	"	"	
23		1457	1979	Dobbelt	Klekken turisth. Borger bad
24		1322	1981	Felles	Hønefoss hvilehj. Katolske sykeh.
25		154	1982	"	
26		98	1982	"	
27		85			
	5161	16236			

Sum PE i rensedistrikt: 21 397 PE.

Tabell 2. Forurensningsproduksjon i Monserud rensedistrikt (Hole)
pr. 1979. Beregnet av Hole kommune.

Avløpssone	Antall PE		
	Til oppsamlingsnett	Utenom oppsamlingsnett	Totalt
Sundvollen	190	50	240
Vik	600	145	745
Sum ved Stein	790	195	985

3. GJENNOMFØRTE MÅLINGER

3.1 Kontroll og kalibrering av vannmålerstasjon ved Monserud kloakkrenseanlegg

Første betingelse for riktig massetransport er at vannmålerstasjonen fungerer korrekt. Erfaringene viser at store feil ofte forekommer. En slik undersøkelse ble gjennomført 18. og 19. januar 1979 og er rapportert i egen rapport (1). Vannmålerstasjonen ligger riktig plassert på renseanleggets innløpsside, men har en del anleggstekniske feil. Allikevel viste målingene relativt små avvik.

3.2 Valg av prøvetakingsmetode

I forbindelse med undersøkelsene av vannmålerstasjonen ved Monserud renseanlegg så vi også nærmere på forskjellige prøvetakingsmetoder. Det var et sentralt spørsmål om prøvetakeren burde styres etter tid eller proporsjonalt med vannføring inn på renseanlegget. Målingene viste at det ved bruk av automatisk vakuumpøvetaker styrt etter tid, gav omtrent samme resultat som proporsjonal styring. Dette er rapportert i (1). Her i denne undersøkelsen har vi anvendt proporsjonal styring etter vannføring.

3.3 Individuelle timeprøver

Fra 17.1. kl. 14.00 til 19.1. kl. 15.00 ble det tatt 48 enkeltprøver hver time. Disse prøvene ble analysert med hensyn til Tot-N, Tot-P og KOF. Det ble anvendt en Manning prøvetaker. Prøvetakingsstedet ved innløpet var slik at interne returstrømmer fra fortykker og avvanningsmaskin ikke forstyrrer.

3.4 Døgnblandprøver

Fra mandag 12.2. kl. 10.00 til og med tirsdag 6.3. ble det tatt 21 døgnblandprøver. En fredags- og en søndagsprøve ble ikke analysert. Det betyr at vi har 4 mandags og tirsdags-blandprøver, 3 onsdags-, torsdags- og lørdags-blandprøver og 2 fredags- og søndags-blandprøver. Synkron vannføringsmåling er tatt slik at riktig massetransport hvert døgn kan beregnes.

3.5 Ukeblandprøver

23 uke-blandprøver plus 3 uker med utregnet ukegjennomsnitt fra døgn-blandprøvene, i alt 26 uker, er også gjennomført. Disse prøvene er tatt stort sett annen hver uke og dekker til sammen ett år. Vi har således representativ prøvetaking for 50 prosent av vannet i ett år og dekker praktisk talt hele 1979.

3.6 Nedbør-målinger

Det er innsamlet data fra to nedbør-målestasjoner i området, henholdsvis Ask og Hungerholt.

3.7 Undersøkelser i rensedistriktet

Ringerike og Hole kommuner har gjennomført en rekke registreringer i rensedistriktet. Rensedistriktet er delt opp i 27 avløpssoner for Ringerike. Opplysninger om bosatt befolkning, antall ansatte, skoler, institusjoner og spesiell industri er registrert. Hensikten med disse målingene er å beregne forurensningsproduksjonen i rensedistriktet. Det er dessuten gjort forsøk på å få i gang en driftsprotokoll for oppsamlingsnettet. Meningen var at alle forandringer på nettet, pumpestans eller nye tilkoblinger etc. skulle registreres. Hensikten med dette var at plutselige endringer i massetransporten inn til renseanlegg skulle sammenholdes med disse opplysningene.

4. RESULTATER

4.1 Forurensningstilførsler

4.1.1 Belastning fra time til time

Første ledd i undersøkelsene gikk ut på å kartlegge døgnvariasjonene med hensyn til vannføring, nitrogenkonsentrasjon, fosforkonsentrasjon og organisk stoff målt som KOF-konsentrasjon. Ut fra vannføring og konsentrasjon beregnes massetransport, populært kalt forurensningstilførsler for de samme komponenter.

Variasjonene fra time til time gjenspeiler variasjonene i spillvannsproduksjonen i husholdning og industri og følger menneskelig døgnrytme. Disse svingningene vil "øremerke" spillvannet som vi primært er ute etter å beregne mengden av. Variasjonene er også viktige for å demonstrere betydningen av lengre prøvetakings-prosedyrer for å få representative prøver.

Forurensningstilførsler fra andre kilder enn spillvann kan også forekomme, men vil variere etter andre mønstre. Nedbør fører til økt overflateforurensning som spyles ned i slukene. Økt vannføring i rørene river løs sedimentert materiale. Begge deler øker forurensnings-transporten og følger økningene i regnvannsføringen.

Tilbakeføring av forurensninger fra fortykker og sentrifuge i renseanlegget kommer ikke med i prøvene og er her intet problem. Imidlertid er det mulig at vann fra sandvasker kan komme med i enkelte perioder.

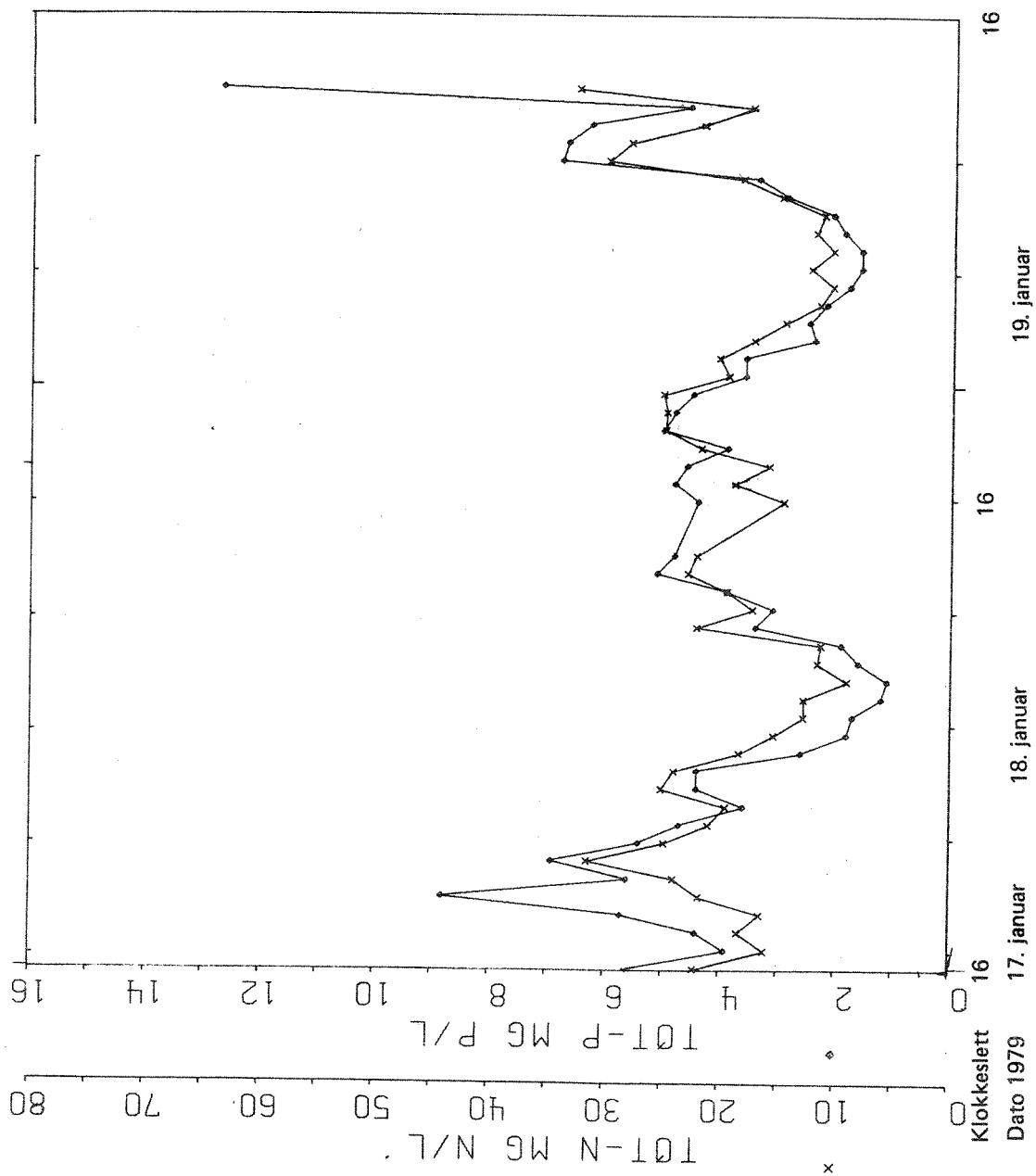
Resultatene fra timeprøvene er vist i tabell 3. Konsentrasjonene er grafisk fremstilt i fig. 2. Variasjonene er som ventet svært store, og konsentrasjonen viser tydelige svingninger som følger døgnrytmen. I store trekk følger nitrogen, fosfor og organisk stoff samme mønster. Lave konsentrasjoner om natten skyldes at grunnvannet som lekker inn i rørsystemet, fortynner spillvannskomponentene.

Tabell 3. Forurensningstilførsler fra time til time
Monserud kloakkrensianlegg.

Dato 1979	Kl.	x) Vannføring m ³ /h	Målt konsentrasjon		
			Tot-N g N/m ³	Tot-P g P/m ³	KOF g O/m ³
17.1	14.00		22,2	5,6	330
	15.00		16,1	3,9	210
	16.00		18,4	4,4	280
	17.00		16,5	5,7	270
	18.00	66,3	21,8	8,8	370
	19.00	93,3	24,0	5,6	410
	20.00	77,5	31,5	6,9	570
	21.00	112,0	24,8	5,4	450
	22.00	81,3	21,0	4,7	320
	23.00	105,0	19,5	3,6	230
	24.00	85,4	25,1	4,4	360
18.1	01.00	66,3	24,0	4,4	300
	02.00	81,3	18,4	2,6	180
	03.00	69,0	15,4	1,8	140
	04.00	74,1	12,8	1,7	90
	05.00	66,3	12,8	1,2	80
	06.00	90,0	9,0	1,1	65
	07.00	98,8	11,6	1,6	100
	08.00	90,0	11,3	1,9	80
	09.00	98,8	22,1	3,4	210
	10.00	85,4	17,3	3,1	160
	11.00	47,1	19,5	3,9	160
	12.00	90,0	22,9	5,1	270
	13.00	77,5	22,1	4,8	200
	16.00	74,3	14,6	4,4	180
	17.00	71,4	18,9	4,8	390
	18.00	70,8	15,9	4,6	260
	19.00	80,1	21,8	3,9	230
	20.00	61,1	24,9	5,0	280
	21.00	106,6	24,8	4,8	360
	22.00	59,3	25,1	4,5	290
	23.00	82,9	19,5	3,6	220
	24.00	59,3	20,3	3,6	180
19.1	01.00	77,2	17,3	2,4	180
	02.00	57,6	14,6	2,5	130
	03.00	77,8	11,6	2,2	90
	04.00	47,2	10,5	1,8	80
	05.00	57,6	12,4	1,6	85
	06.00	49,0	10,5	1,6	75
	07.00	70,8	12,0	1,9	80
	08.00	61,6	11,3	2,1	100
	09.00	85,2	15,0	2,9	110
	10.00	86,4	18,4	3,4	130
	11.00	79,5	30,0	6,8	290
	12.00	98,5	28,1	6,7	300
	13.00	89,3	21,8	6,3	450
	14.00	94,5	17,6	4,6	340
	15.00	85,2	32,6	12,7	990

x) Beregnet fra
sporstoffmålinger
(litium).

Fig. 2 Forurensningskonsentrasjoner i innløpsvannet ved Monserud.



Laveste konsentrasjoner oppstår mellom kl. 03.00 og kl. 06.00. De høyeste fra ettermiddagen og utover kvelden. Rensedistriktet til Monserud er svært stort med mange pumpestasjoner. Dette fører til store transporttider og utjevning av konsentrasjoner. For mindre rensedistrikt med mer "selvfalls"-transport vil variasjonene være enda større. Forskjellene mellom høyeste og laveste verdi synes å være 300-400 prosent. Endringshastighetene kan også være store i spesielle perioder, f.eks. i morgentimene.

Målingene viser hvor farlig det kan være å anvende stikkprøver av spillvannet både for måling av rensegrader og forurensningstransporter. Ved uheldig valg av tidspunkt kan avvik opptil 200 prosent fra gjennomsnittskonsentrasjoner måles ved bruk av stikkprøver. Bruk av 4-timers blandprøver fra kl. 8.00 til 12.00 som mange utslipps-konsesjoner krever, kan gi feilaktig bilde av rensegrader.

Vannføringsmålingene for time-prøvene i tabell 3 representerer øyeblikksmålinger målt ved hjelp av metoden for dosering av litiumklorid. På grunn av mange eksterne pumpestasjoner varierer vannføringen kraftig, og øyeblikksmålingene er lite representative for gjennomsnittlige målinger hver time. Renseanleggets skriver for vannføring er altfor liten for nøyaktig avlesning av vannføring. Massetransport beregnet på grunnlag av øyeblikksmålinger hver time blir derfor ikke pålitelige. Fra kl. 16.00 18.1. til kl. 16.00 19.1. er vannføring fra telleverket registrert ved hjelp av fotografering hver time. Resultatene er vist i tabell 4 og grafisk fremstilt i fig. 3.

Disse vannføringene representerer gjennomsnittsverdien mellom hver time slik det fremstår fra telleverket. Verdiene er mer stabile enn øyeblikksmålingene i tabell 3. Dette er naturlig siden alle vannføringstopper utjevnes i telleverkssystemet. Beregning av materialtransporten innenfor hver time bør derfor baseres på slike vannføringer fremfor vannføringer for hver time målt som øyeblikksverdi. Det gjenstår å finne ut hvor representative konsentrasjonene i timeprøvene er for hele den foregående timen. Sannsynligvis skifter ikke konsentrasjonen like hurtig som vannføringen. Dette skyldes at toppene i vannføring skapes av diskontinuerlige

Tabell 4. Vannføring m^3/h til Monserud renseanlegg registrert fra telleverk.

Dato	Kl.	m^3/h
1979		
18.1.	16	69
	17	76
	18	82
	19	73
	20	76
	21	75
	22	79
	23	72
	24	73
19.1.	01	60
	02	67
	03	61
	04	64
	05	62
	06	64
	07	64
	08	87
	09	76
	10	83
	11	80
	12	79
	13	90
	14	78
	15	68
	16	

pumpestasjoner, mens konsentrasjonen er avhengig av produksjonsleddet.

Klarhet i dette spørsmål kan bare avgjøres hvis det tas individuelle prøver, f.eks. hvert 5. minutt.

Beregninger av massetransporter fra time til time prioriteres foreløpig ikke. Det viktigste punktet i denne sammenheng er sannsynligvis innvirkningen på prøvetakingsrutinene. Det bør arbeides mer med dette punktet.

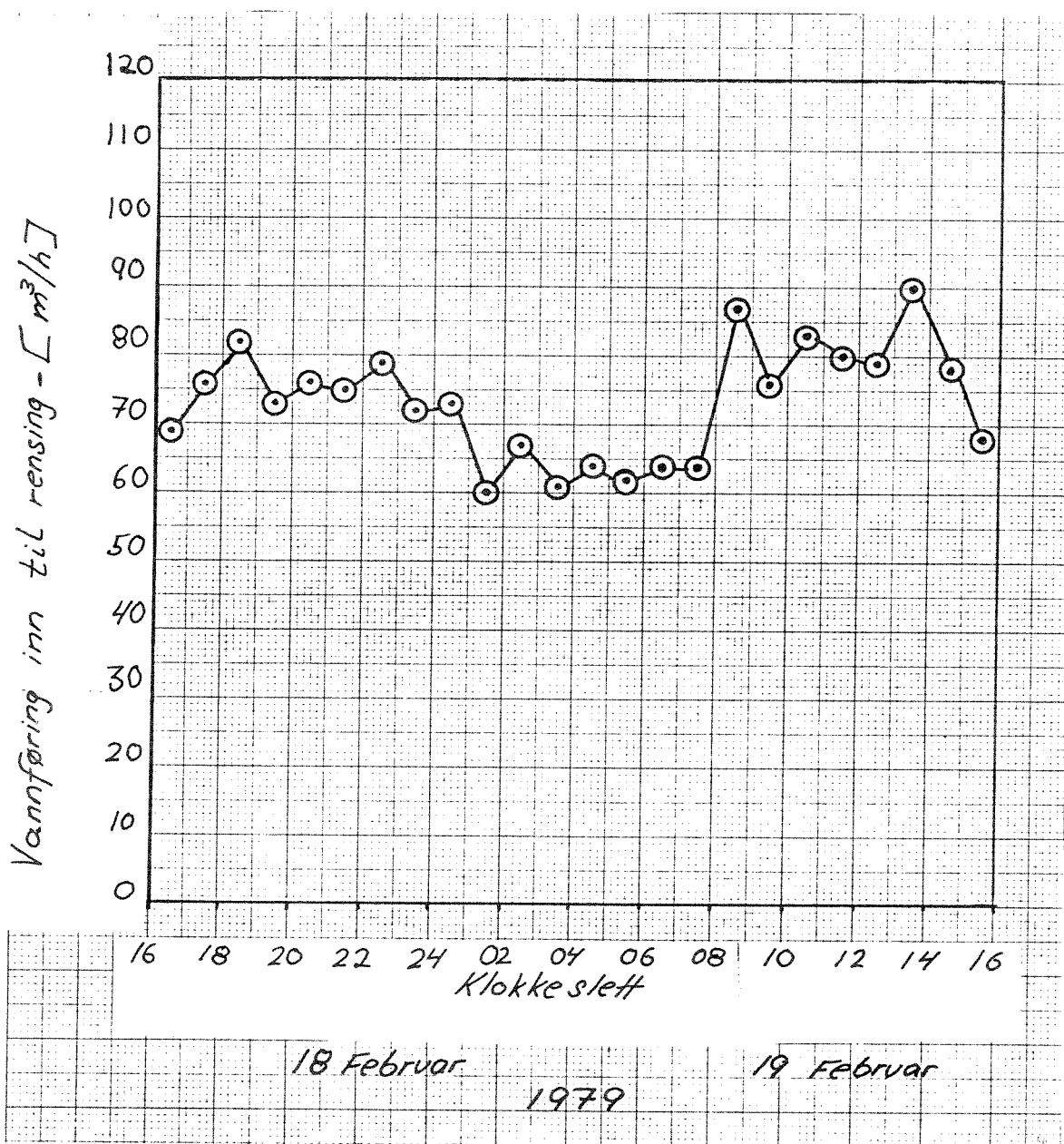


Fig. 3. Vannføring til Monserud rensanlegg registrert av telleverk som m³/h.

4.1.2 Forurensningstilførsler (belastning) basert på døgnblandprøver

Neste ledd i undersøkelsen var å kartlegge forurensningsmengdene som kommer fram til renseanlegget på de forskjellige ukedager. Døgnblandprøver må da legges til grunn for prøvetakingen. Undersøkelsen startet 12.2.1979 og ble avsluttet 7.3.79. Til sammen 21 døgnblandprøver ble tatt og analysert. Disse 21 prøvene fordeles seg slik:

Ukedag	Antall døgnprøver
Mandag	4
Tirsdag	4
Onsdag	3
Torsdag	3
Fredag	2
Lørdag	3
Søndag	2
Sum	<u>21</u>

Tabell 5 viser resultatene av undersøkelsen. Vannføring inn og nitrogenkonsentrasjon i døgnblandprøvene har vært grafisk fremstilt.

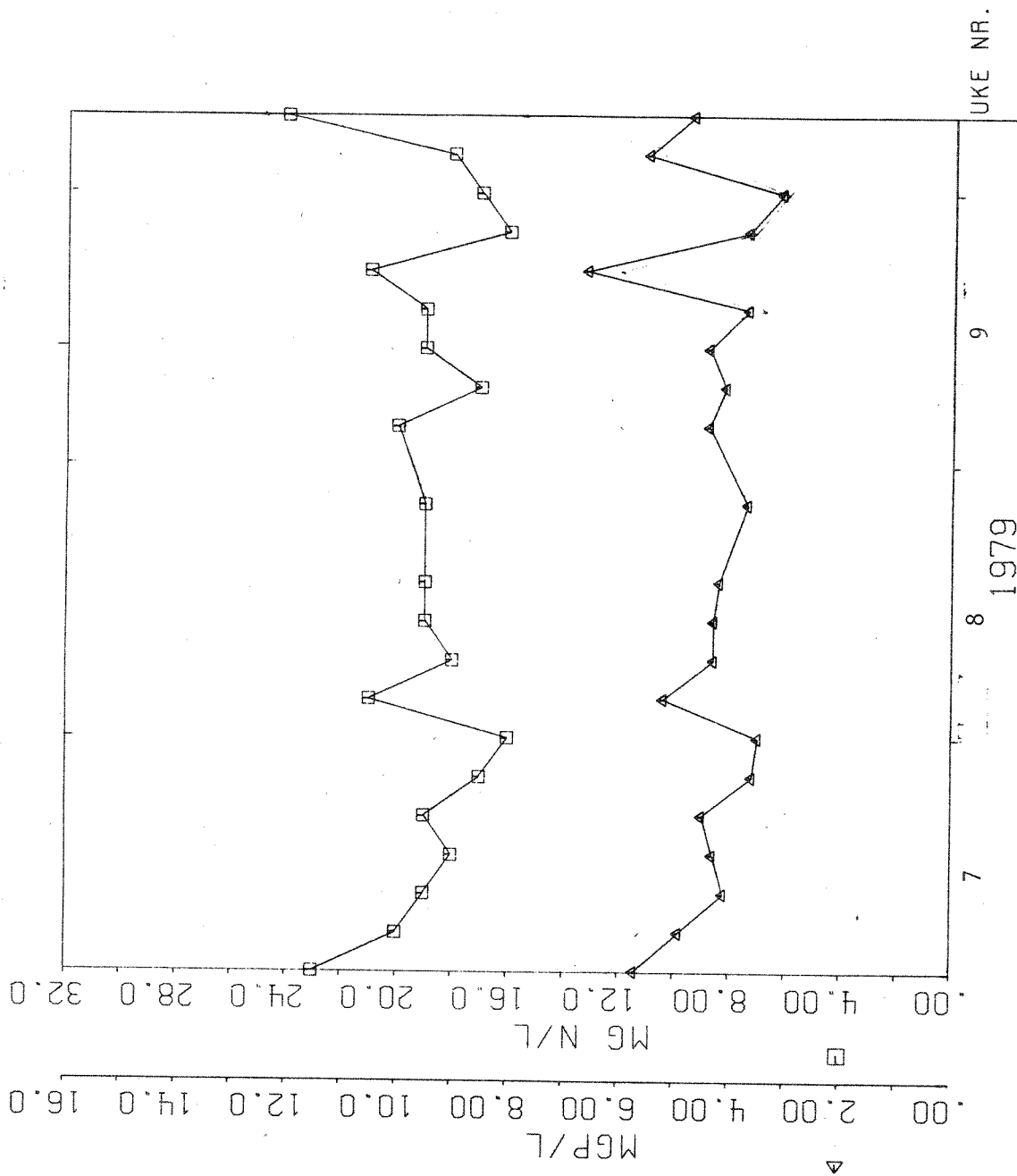
Det synes ikke å være noen systematisk sammenheng mellom vannføring og nitrogenkonsentrasjon. Prøvene er tatt i februar slik at økt vannføring som følge av nedbør ikke forekommer i disse måleresultatene. Variasjonene i nitrogenkonsentrasjon er ikke særlig stor. Høyeste verdi er $24,8 \text{ g/m}^3$, laveste 16,5, og aritmetisk middel 19,4 mg N/l. Variasjonene skyldes sannsynligvis naturlig variasjon ut fra forurensningsproduksjon i husholdning og industri. Noe variasjon kan også skyldes temperaturendringer som igjen fører til noe forskjellig infiltrasjon av smeltevann, og avgitt mengde grunnvann fra jordsmonnet rundt ledningsgrøften. Variasjonene i vannføring kan også skyldes pumpestasjoner som er ute av drift, med nødløp som trer i funksjon. Rensedistriktets driftsprotokoll for kloakkpumpestasjoner som opplyser om eventuell pumpestans, ble dessverre ikke iverksatt før i mai 1979.

Fig. 4 viser konsentrasjonene for både nitrogen, fosfor og KOF i døgnblandprøvene, plottet kronologisk for alle blandprøvene. Dessuten er døgnvannføringen plottet. Fremstillingen viser at det er relativt god korrelasjon for de fleste blandprøver.

Tabell 5. Forurensningstilførsler for ulike ukedager ved Monserud renseanlegg 1979.

Tid	Målt vann- mengde m ³	Målt konsentrasjon (g/m ³)		Beregnet mengde (kg/døgn)		Beregnet tilføring (PE)	
		tot-N	tot-P	tot-N	tot-P	tot-N	tot-P
M 12.2-13.2	1212	23,3	5,7	28,2	6,91	2 353	2 763
T 13.2-14.2	2013	20,8	4,9	41,8	9,86	3 489	3 945
O 14.2-15.2	2054	19,7	4,1	40,4	8,42	3 372	3 369
T 15.2-16.2	1093	18,9	4,3	20,6	4,70	1 721	1 880
F 16.2-17.2	1532	19,5	4,5	29,9	6,89	2 490	2 758
L 17.2-18.2	2052	17,3	3,6	35,5	7,39	2 958	2 955
S 18.2-19.2	1851	16,5	3,5	30,5	6,48	2 545	2 591
M 19.2-20.2	2213	21,5	5,2	47,6	11,51	3 965	4 603
T 20.2-21.2	1910	18,4	4,3	35,3	8,24	2 938	3 296
O 21.2-22.2	2000	19,3	4,3	-	-	-	-
T 22.2-23.2	1740	19,5	4,2	39,0	8,40	3 250	3 360
F 23.2-24.2	1891	-	-	-	-	-	-
L 24.2-25.2	1946	19,3	3,7	36,5	7,00	3 041	2 799
S 25.2-26.2	1983	20,1	4,4	-	-	-	-
M 26.2-27.2	2009	17,0	4,1	39,8	8,73	3 322	3 490
T 27.2-28.2	2028	19,5	4,4	34,2	8,24	2 846	3 295
O 28.2-1.3	1742	19,1	3,7	39,5	8,92	3 296	3 569
T 1.3-2.3	1760	21,0	6,6	33,3	6,45	2 772	2 578
F 2.3-3.3	1875	16,5	3,7	36,9	11,62	3 080	4 646
L 3.3-4.3	1835	17,3	3,1	30,9	6,94	2 578	2 775
S 4.3-5.3	2225	18,0	5,5	31,7	5,09	2 645	2 275
M 5.3-6.3	2488	24,8	4,7	40,1	12,24	3 338	4 895
T 6.3-7.3	1884	19,4	4,4	61,7	11,70	5 142	4 677
Snitt:							
	1884	19,4	4,4	255			

Figur 4. Monserud rensanlegg. Konsentrasjoner i råkloakk. Døgnblandprøver.



Sortering av konsentrasjons-analysene i forskjellige typer ukedager er fremstilt i tabell 6 og grafisk i fig. 5. Et helt bemerkelsesverdig mønster fremkommer og viser at konsentrasjonene av både fosfor, nitrogen og organisk stoff, uttrykt som KOF, er avhengig av ukedagene. Mandags produksjonen gir mest konsentrert spillvann. Gjennomsnitts-konsentrasjonene synker gradvis for alle tre parametre inntil fredag. Fredagstoppen kommer opp på mandagsnivå. Årsakene kan være opptrapping i husholdningsaktivitetene, men særlig viktig kan rengjøring av industrimaskiner etc. før helgen være. Lignende erfaringer er gjort tidligere fra Sandvika rense-distrikt i Bærum.

Tabell 6. Forurensningskonsentrasjoner for nitrogen, fosfor og KOF for døgnblandprøver, sortert etter ukedager.

Ukedag	Nitrogenkonsentrasjon, mg N/l gj.snitt		Fosforkonsentrasjon, mg P/l gj.snitt		KOF-konsentrasjon, mg O/l gj.snitt	
Mandag	23,3-21,5	22,4	5,7-5,2-4,4-5,5	5,2	350-320-300-230	300
Tirsdag	20,8-18,4-17,0-24,8	20,3	4,9-4,3-4,1-4,7	4,5	280-260-220-390	288
Onsdag	19,7-19,3-19,5	19,5	4,1-4,3-4,4	4,3	240-230-320	263
Torsdag	18,9-19,5-19,1	19,1	4,3-4,2-3,7	4,1	300-240-170	237
Fredag	19,5-21,0	20,3	4,5-6,6	5,6	250-300	275
Lørdag	17,3-19,3-16,5	17,7	3,6-3,7-3,7	3,7	250-170-180	200
Søndag	16,5-17,3	16,9	3,5-3,1	3,3	220-150	185

Massetransport av nitrogen, fosfor og organisk stoff fram til Monserud renseanlegg fremgår også av tabell 5. Massetransporten er av primær interesse for beregning av tilføringsgrad.

Mengdene regnet som kg pr. døgn er kronologisk fremstilt i fig. 6. Massetransporten varierer en del, men det innbyrdes forhold mellom nitrogen, fosfor og KOF synes temmelig stabilt. For bedre å forklare svingningene sorteres massetransporten etter ukedager i tabell 7.

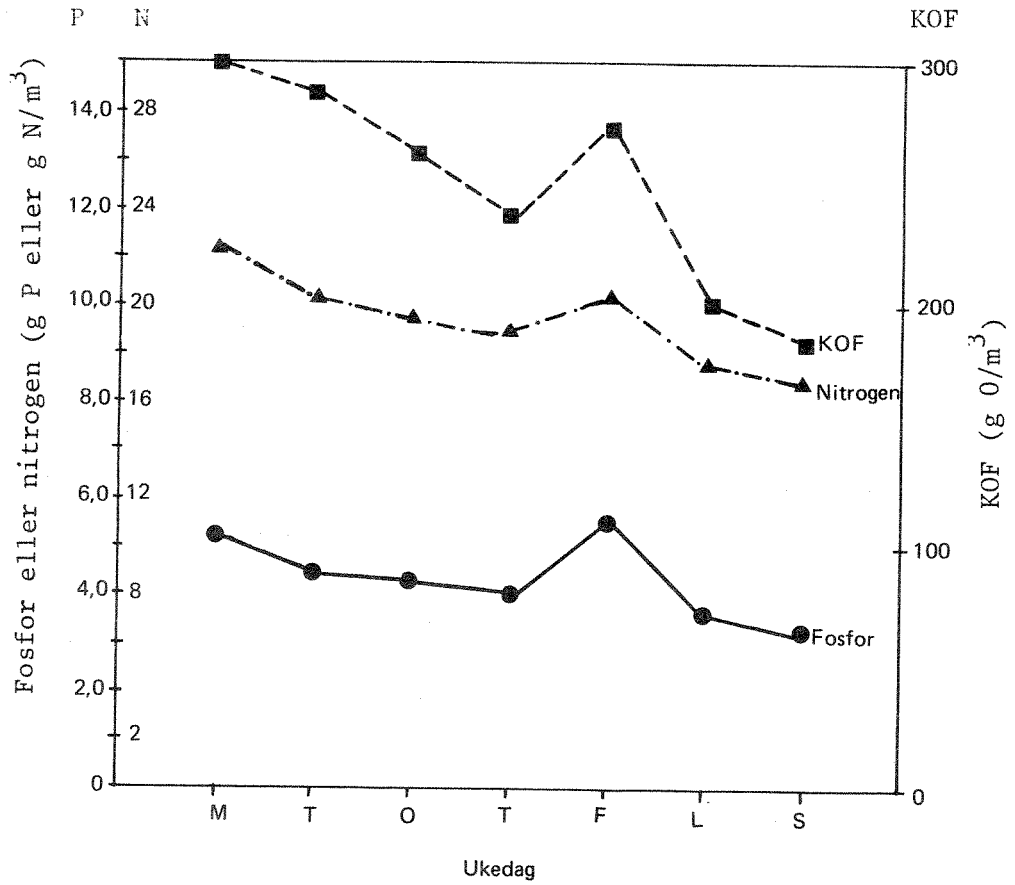
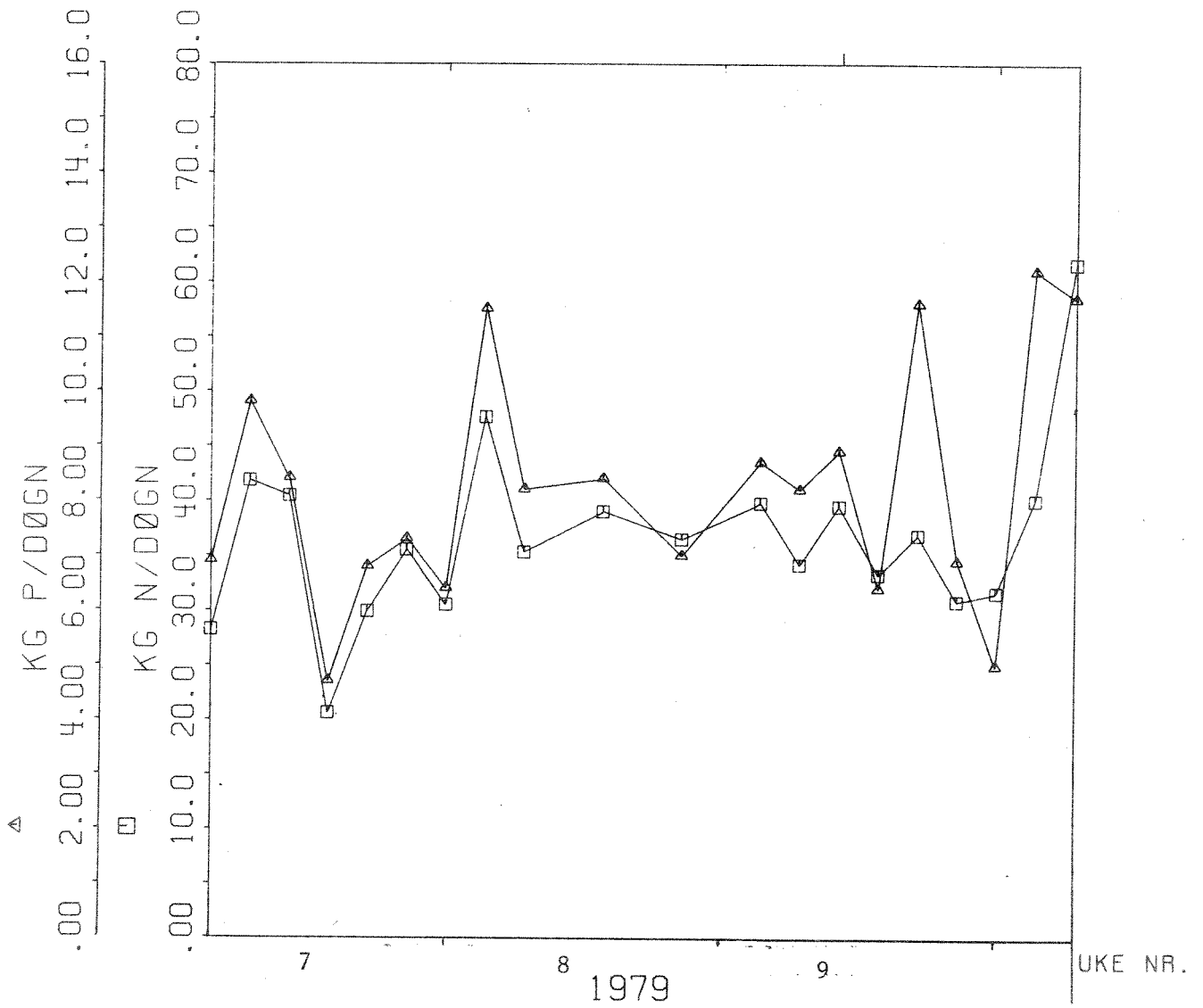


Fig. 5. Forurensnings-konsentrasjoner for nitrogen, fosfor og KOF for døgnblandprøver sortert etter ukedager.

Figur 6.

MØNSERUD RENSEANLEGG

TILFØRT MASSETRANSPORT



Tabell 7. Massetransport for døgnblandprøver til Monserud kloakkrensaneanlegg, sortert etter ukedager.

Ukedag	Vannføring, m ³ /døgn		Nitrogentransport, mg N/l		Fosfortransport, mg P/l		KOF-transport, mg O/l	
		gj.snitt		gj.snitt		gj.snitt		gj.snitt
Mandag	1212-2213-1983-2225	1908	28,2-47,6-39,8-40,1	38,9	6,91,11,51,8,73,12,24	9,85	424-708-595-512	560
Tirsdag	2013-1910-2009-2488	2105	41,8-35,3-34,2-61,7	43,25	9,86-8,24-8,24-11,70	9,51	564-498-442 970	619
Onsdag	2054-2028	2041	40,4-39,5	40,0	8,42-8,92	8,67	493-649	571
Torsdag	1093-2000-1742	1611	20,6-39,0-33,3	30,9	4,70-8,40-6,45	6,52	328-480-296	368
Fredag	1532-1740-1760	1677	29,9-36,9	33,4	6,89-11,62	9,26	383-528	455
Lørdag	2052-1891-1875	1939	35,5-36,5-30,9	34,3	7,39-7,00-6,94	7,11	513-321-338	391
Søndag	1851-1946-1835	1880	30,5-31,7	31,1	6,48-5,09	5,79	407-275	341

Noe av det samme ukemønsteret som konsentrasjonene viser, fremkommer, men ikke like regelmessig som i fig. 5. Det som særlig slår en, er ustabiliteten i vannføringen. Siden konsentrasjonene virker regelmessige, tyder variasjonene i massetransport på svikt i fremtransport av vann. Sannsynligvis er pumpestasjoner ute av drift i disse døgnene. Det siste døgnet, 6.3.79, har både konsentrasjon og vannføring vært unormalt høy og resultert i svært høy materialtransport. Årsaken til dette forholdet er ikke klart, men kan enten skyldes et spesielt enkelt-påslipp, regn eller smeltevannsinntak med overflate-forurensning.

Konklusjonene av resultatene fra døgnprøvene er at ukedagene spiller en vesentlig rolle for massetransporten. De spesifikke forurensningsmengder (2,5 g P/p.d og 12,0 g N/p.d.) som anvendes, er uttrykk for gjennomsnittstall målt over lengre tidsrom. For å unngå unødig mange prøver og misvisning på grunn av prøver på ukontrollerte prøvedager, synes to alternativer å peke seg ut:

1. Bruk av ukeblandprøver fremfor døgnblandprøver
2. Bruk av døgnblandprøve for onsdag eller torsdag som gjennomsnittlig synes å komme nærmest uke-gjennomsnittet.

Best vil det selvfølgelig være å ta særskilte døgnblandprøver for analyse og således beregne uke-gjennomsnittet. Om massetransporten uttrykkes som kg pr. uke eller kg pr. døgn, blir et skjønns-spørsmål. Viktigst er at det angis hvordan verdiene har fremkommet. En kompliserende faktor for ukeblandprøver er at faren for å måtte ekskludere prøvene blir større hvis

spesielle påslipp eller regnvannsføring introduseres i spesielle døgn under prøvetaking. De 21 døgnblandprøvene dekker 3 uker som bør tas med blant ukeblandprøvene. Uke-gjennomsnittet av disse prøvene angis i tabell 8, og verdiene tas med i totaloversikten.

Tabell 8. Uke-gjennomsnitt beregnet fra døgnblandprøvene.

Uke nr.	Målt vannmengde m ³	Målt konsentrasjon			Beregnet mengde		
		Tot-N g/m ³	Tot-P g/m ³	KOF g/m ³	Tot-N kg/d	Tot-P kg/d	KOF kg/d
7	11 807	19,4	4,4	270	227	50,7	3112
8	13 650	19,6	4,3	244	277	61,5	3512
9	13 232	18,6	4,3	234	246	55,9	3123

4.1.3 Forurensningstilførsler basert på ukeblandprøver

Resultatene fra ukeblandprøvene og utregnet massetransport er presentert i tabell 9. Målingene omfatter et helt år fra februar 1979 til februar 1980, og prøvene er tatt annen hver uke. Massetransporten dekker 50 prosent av alt tilført vann i denne perioden.

I fig. 7 er forurensnings-konsentrasjonene for total nitrogen, total fosfor og KOF i ukeblandprøvene grafisk fremstilt over ett år. Konsentrasjonene varierer naturlig nok, men det relative innbyrdes forhold synes noenlunde konstant. Variasjonene er i første rekke avhengig av fortykning med fremmedvann, men spesielle utslipp og nedbørperioder kan også innvirke. Ukevannføringen er også svært viktig for massetransporten av de forskjellige stoffene. Her kan nedbørmålinger spille en vesentlig rolle.

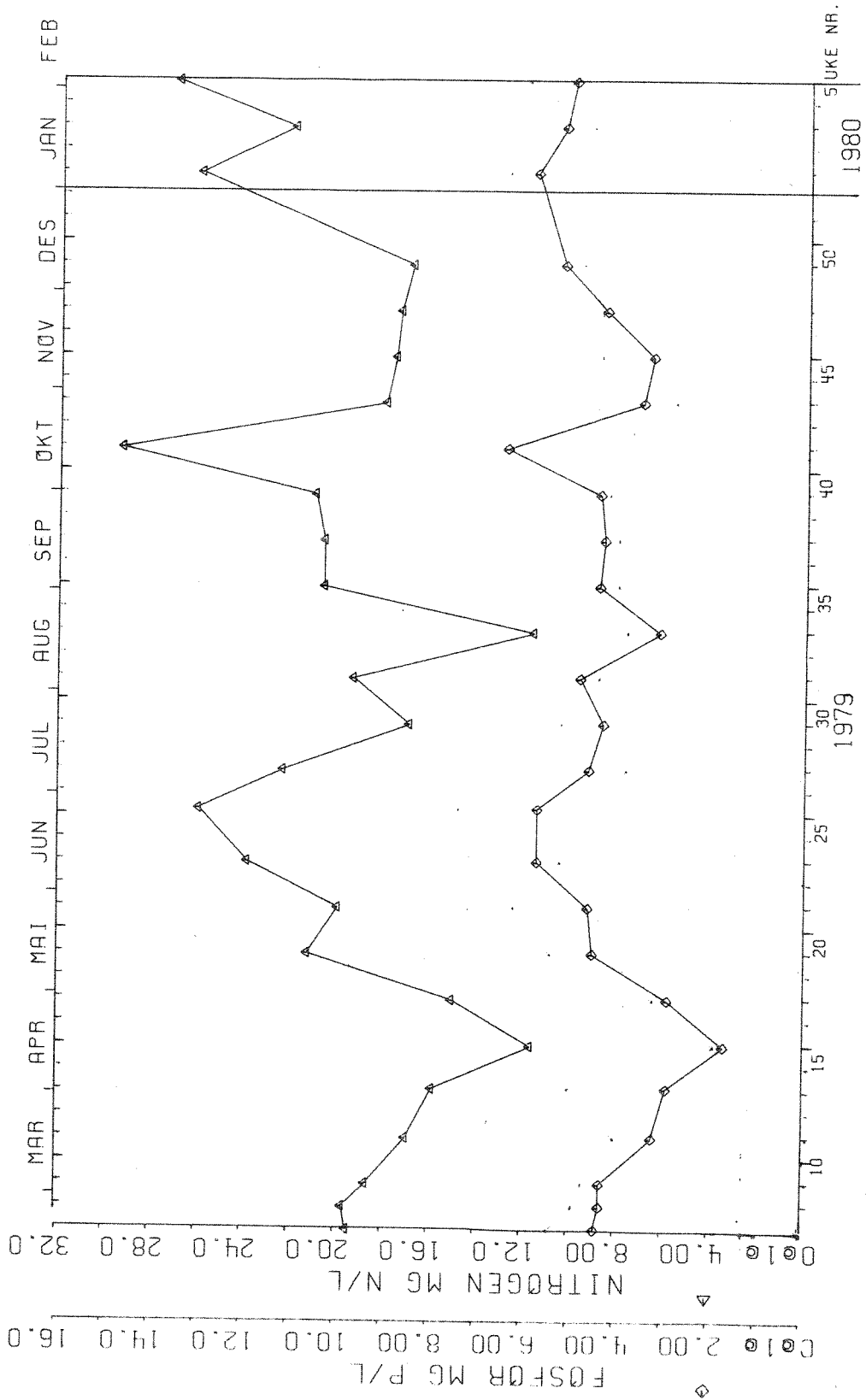
Nedbørmålinger foretas ved to nærliggende stasjoner, Ask og Hungerholt. De daglige målingene er omregnet i mm nedbør pr. uke og presentert i tabell 10.

Tabell 9. Forurensningstilførsler basert på ukeblandprøver. Monserud renseanlegg.

Tid 1979 Dato	kl	Uke nr.	Målt vann- mengde m^3	Målt konsentrasjon (g/m^3)			Beregnet mengde (kg/uke)			Beregnet tilføring (PE) basert på	
				tot-N	tot-P	KOF	tot-N	tot-P	KOF	tot-N	tot-P
		7	11 807	19,4	4,4	270	227	50,7	3 112	2 702	2 897
		8	13 650	19,6	4,3	244	277	61,5	3 512	3 297	3 514
		9	13 232	18,6	4,3	234	246	55,9	3 123	2 929	3 194
12.3	0700	11	15 270	16,9	3,2	200	265,7	50,3	3 144	3 163	2 875
19.3	0700										
26.3	0700	13	23 762	15,8	2,9	250	375,4	68,91	5 941	4 469	3 938
3.4	0700										
9.4	0700	15	21 201	11,6	1,7	95	245,9	36,04	2 014	2 928	2 060
16.4	0700										
23.4	0700	17	17 141	15,0	2,9	160	257,1	49,71	2 743	3 061	2 841
30.4	0700										
7.5	0700	19	13 674	21,2	4,5	270	289,9	61,53	3 692	3 451	3 516
14.5	0700										
21.5	1000	21	12 920	19,9	4,6	310	257,1	59,43	4 005	3 061	3 396
28.5	1000										
4.6	1000	23	8 559	23,8	5,7	260	203,7	48,79	2 225	2 425	2 788
11.6	1000										
20.6	1000	25	12 103	25,9	5,7	370	313,5	68,99	4 478	3 732	3 942
27.6	1000										
2.7	1000	27	9 248	22,3	4,6	190	206,2	42,54	1 757	2 455	2 431
9.7	1000										
16.7	1000	29	12 651	16,9	4,3	260	213,8	54,40	3 289	2 545	3 109
23.7	1000										
30.7	1000	31	9 506	19,3	4,8	220	183,5	45,63	2 091	2 184	2 607
6.8	1000										
13.8	1000	33	11 724	11,6	3,1	190	136,0	36,34	2 228	1 619	2 077
20.8	1000										
27.8	1000	35	11 866	20,6	4,4	200	244,4	52,21	2 373	2 910	2 983
3.9	1000										
10.9	1000	37	16 298	20,6	4,3	200	335,7	70,08	3 200	3 997	4 005
17.9	1000										
24.9	1000	39	14 678	21,0	4,4	210	308,2	64,58	3 058	3 670	3 690
1.10	1000										
8.10	1000	41	18 112	29,3	6,4	730	531,0	115,98	13 229	6 321	6 624
15.10	1000										
x) 22.10	1000	43	16 291	18,0	3,5	140	293,2	57,02	2 281	3 491	3 258
29.10	1000										
5.11	1000	45	18 419	17,6	3,3	220	324,2	60,78	4 052	3 859	3 473
12.11	1000										
19.11	1000	47	20 359	17,4	4,3	220	354,2	87,54	4 479	4 217	5 002
26.11	1000										
3.12	1000	49	19 935	16,9	5,2	240	336,9	103,66	4 784	4 011	5 923
10.12	1000										
<u>1980</u>											
31.12	1000	1	12 332	26	5,8	320	320,6	71,53	3 946	3 817	4 087
7.1	1000										
14.1	1000	3	13 457	22	5,2	230	296,0	69,98	3 095	3 524	3 999
21.1	1000										
28.1	1000	5	15 342	27	5,0	300	414,2	76,7	4 602	4 931	4 383
7.2	1000										

x) Se kommentarer på skjema fra Monserud.

Figur 7. Monserud renseanlegg. Forurensningskonsentrasjoner i ukeblandprøver.



Tabell 10. Ukentlig nedbør ved Ask og Hungerholt nedbørstasjoner.

Uke nr.	Ask mm	Hungerholt mm	Uke nr.	Ask mm	Hungerholt mm
<u>1979</u>			<u>1979</u>		
1	1,3	0,3	27	0,6	0,9
2	4,9	8,9	28	18,9	18,0
3	1,5	0,1	29	15,8	6,5
4	1,4	1,1	30	15,5	9,7
5	14,6	8,1	31	54,0	44,0
6	2,0	0,4	32	47,2	30,8
7	0	0	33	18,5	11,8
8	2,4	1,7	34	23,0	14,8
9	0,4	0	35	3,6	3,5
10	18,2	14,2	36	20,7	8,5
11	4,2	3,1	37	4,0	2,6
12	5,4	4,0	38	5,2	3,1
13	19,7	17,2	39	1,4	3,8
14	21,5	11,3	40	1,2	0,3
15	0	0	41	15,0	13,5
16	2,4	3,7	42	54,3	40,7
17	28,9	20,3	43	0,6	0
18	5,1	4,8	44	21,1	17,8
19	2,1	2,6	45	2,3	6,6
20	10,2	7,0	46	33,7	11,6
21	15,1	13,7	47	1,3	3,9
22	14,5	19,9	48	8,4	4,3
23	6,0	7,3	49	0,4	0,4
24	6,6	6,0	50	1,2	0,4
25	9,0	5,1	51	3,3	1,9
26	21,1	21,0	52	31,0	23,8
Sum 1979:			620,2	465,0	
			<u>1980</u>		
			1	5,5	7,8
			2	1,5	0,4
			3	0,7	0,1
			4	7,3	2,4

Tabell 10 viser at nedbøren gjennomsnittlig er lavere ved Hungerholt enn ved Ask. I denne omgang ønsker vi ikke å beregne nedbøravrenningen. Kun anvende nedbøren som et relativt uttrykk for når det har regnet og hvor mye. Imidlertid viser ikke nedbørmålingene annen hver uke det totale nedbørbilde. Vi har derfor utarbeidet månedlig nedbørmengde for begge stasjoner, presentert i tabell 11 og grafisk fremstilt i fig. 8.

Tabell 11. Månedlig nedbør ved Ask og Hungerholt i 1979.

Måned	Ask mm	Hungerholt mm
<u>1979</u>		
Jan	10,1	12,0
Feb	18,0	8,6
Mars	47,9	38,3
April	57,2	40,3
Mai	42,6	43,2
Juni	42,0	39,0
Juli	76,5	55,3
Aug	118,3	77,0
Sept	33,8	20,7
Okt	80,7	64,4
Nov	57,2	33,8
Des	35,9	26,5
Sum 1979	620,2	459,1
<u>1980</u>		
Jan	15,2	10,7

Selv om det har kommet ca. 25 prosent mindre nedbør på Hungerholt enn ved Ask, ønsker vi her å bruke Ask tallene. Målingene viser at store lokale variasjoner kan forekomme.

Fig. 9 viser en grafisk fremstilling av ukentlig nedbør og avløpsvannføring til Monserud renseanlegg. Nedbørmengder pr. uke er plottet på samme figur som vannføring til renseanlegg. Det er størst nedbør i juli og august. På tross av dette viser ukevannføringene lite vann i disse tidsrommene. Nedbøren synes ikke å innvirke særlig på ukevannføringen. Vannføringer følger et sesongmønster med høy vannføring i

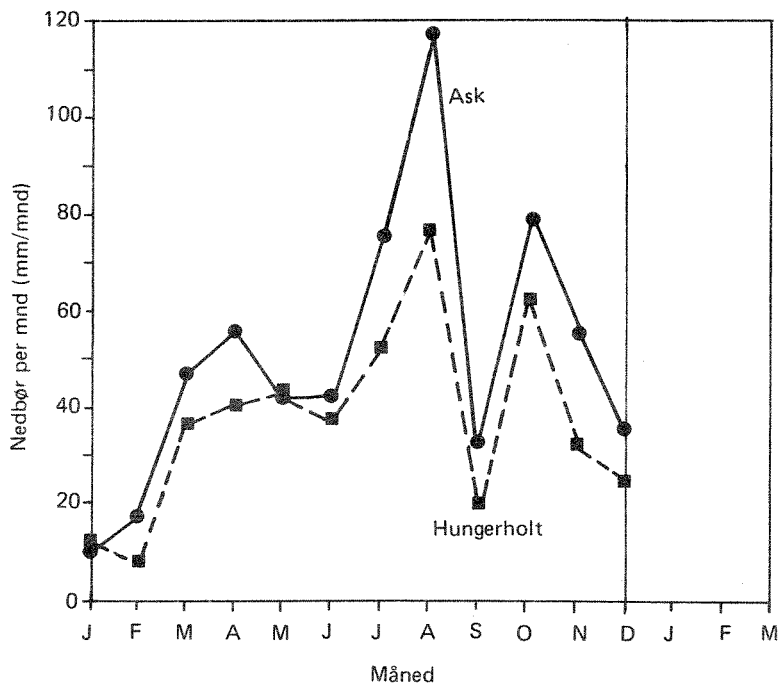
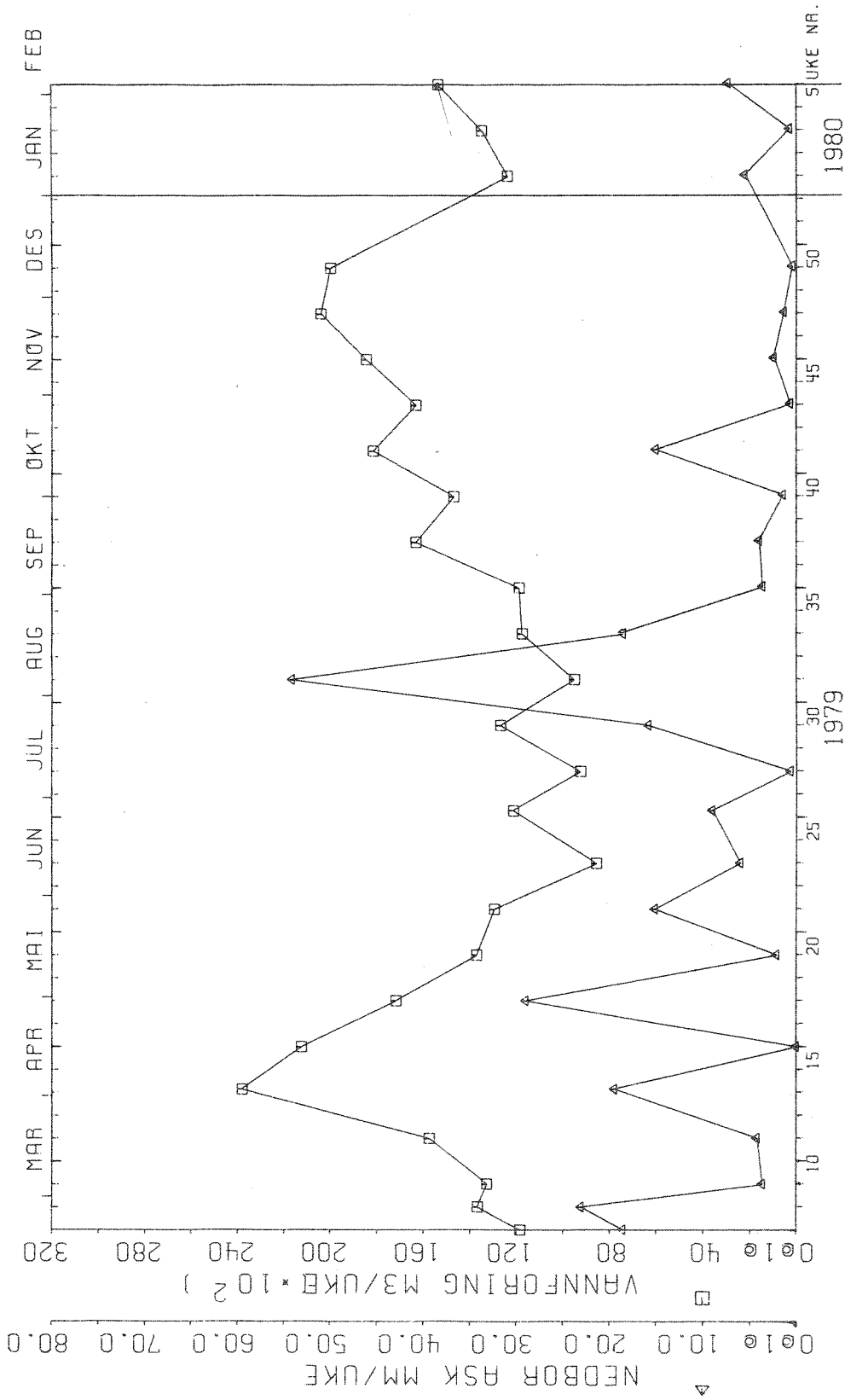


Fig. 8. Månedlig nedbørmengde for Ask og Hungerholt nedbørstasjoner.

MØNSERUD RENSEANLEGG VANNFORING TILR.A.



NIVA: 1980-4-14

Fig. 9.

smelteperioder vår og høst og lav vannføring om sommeren. Av dette kan det sluttet at vannføringen til renseanlegget målt over lengre tidsrom er mer avhengig av andre forhold enn direkte nedbør. Disse andre forhold kan være varierende infiltrasjons-vannmengde som i høy grad er avhengig av grunnvannsnivå i rørgrøftene. Fig. 10 viser fosforkonsentrasjonene plottet parallelt med vannføring og nedbør. Denne figuren viser i store trekk at når vannføringen øker, senkes konsentrasjonen.

Fig. 11 viser kg nitrogen og kg fosfor samt vannføring over hele året. Massetransporten varierer som ventet en del. Minste vannføring på 8559 m³/uke ble registrert i uke 23 mens høyeste vannføring, 23 762 m³/uke, ble målt i uke 13.

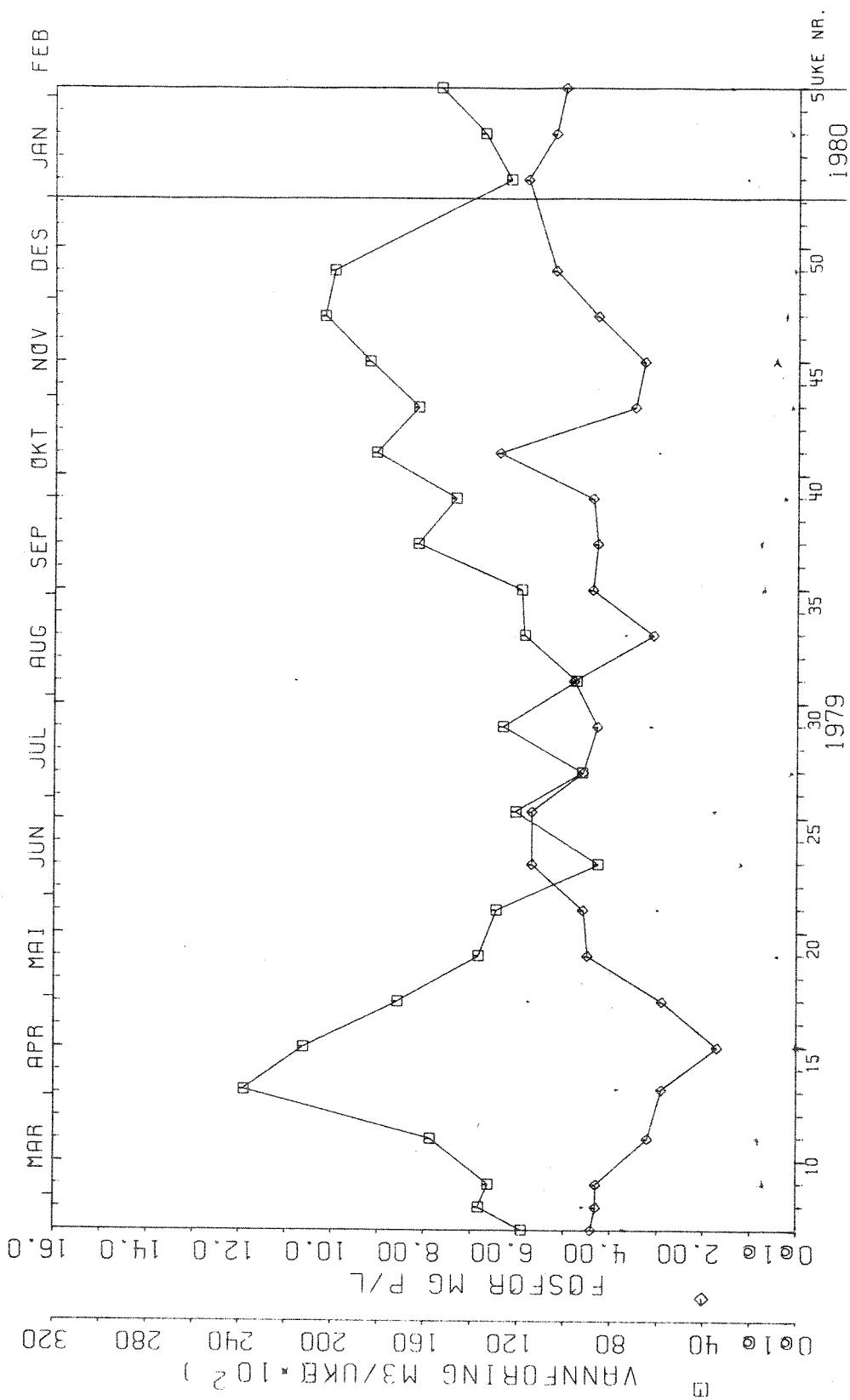
Den lavere vannføringen i sommermånedene gir ikke nødvendigvis lavere massetransport. Med unntakelse av fellesferien synes nivået å være det samme som på vårparten. Ukeblandprøve 13 viser imidlertid en topp. Dette kan henge sammen med første uke med snøsmelting slik at rørutspyling og snøforurensning også belaster renseanlegget.

Høsten viser gradvis stigende massetransport. Dette kan skyldes økende tilknytning eller avskjæring av ledninger som følge av kommunens aktivitet. Uke nr. 41 viser meget høy massetransport som skyldes høye forurensningskonsentrasjoner. Årsaken kan være enten helt spesielle enkelt-påslipp eller overflateforurensning. Uke 47 og 49 viser en noe underlig økning, spesielt med henblikk på massetransporten av fosfor. Det er nærliggende å tro at dette skyldes opptrappet vaske-aktivitet som i størst grad bidrar med fosfor. I januar er forholdet igjen tilbake i normalt leie.

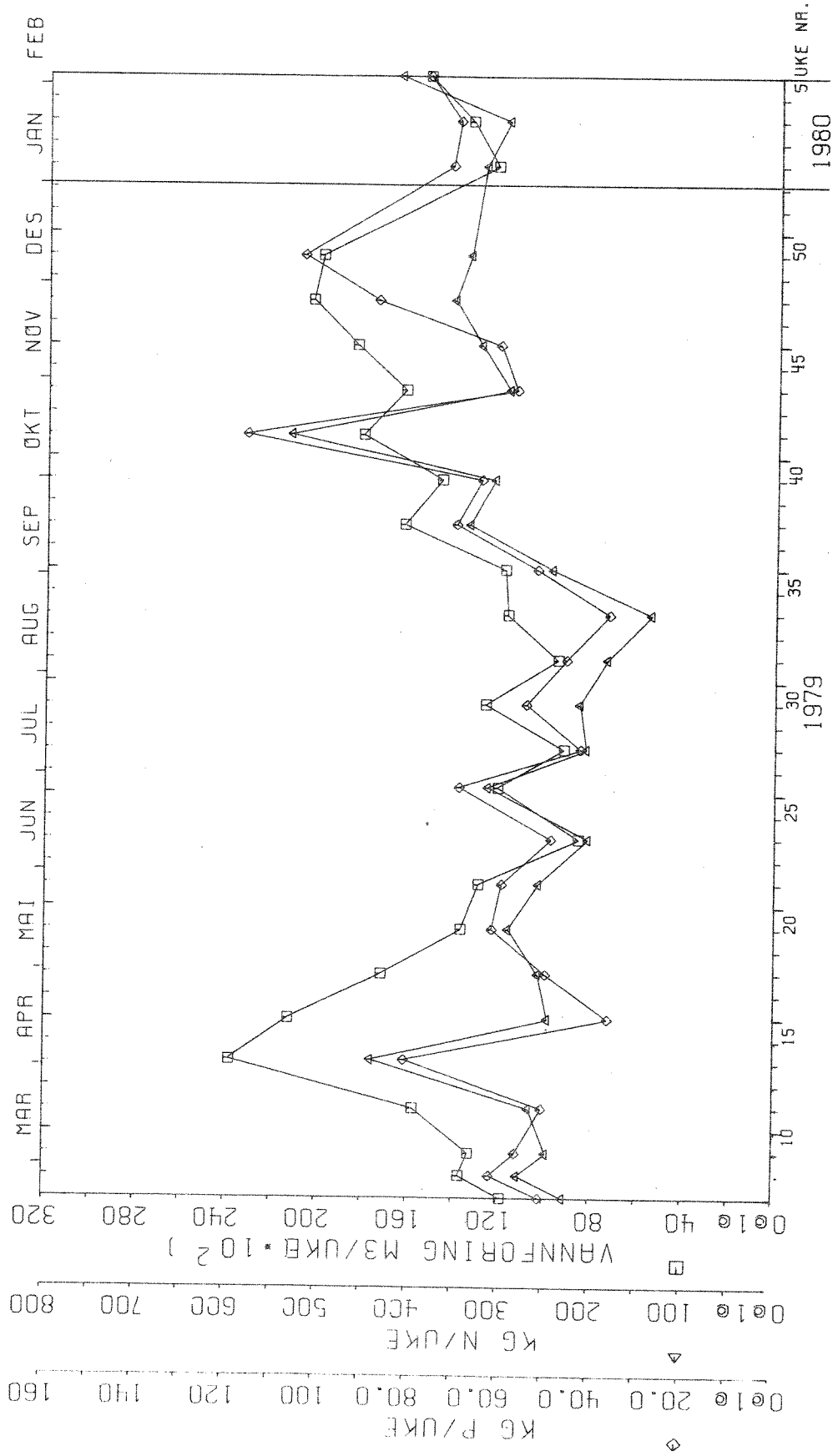
4.2 Personenheter til Monserud kloakkrenseanlegg

Ut fra det presenterte tallmateriale synes det logisk å basere beregningen av renseanleggets belastning på ukeblandprøvene. De dekker et lengre tidsrom enn døgnprøvene, har et mer utjevnet konsentrasjonsnivå, og spesielle påslipp viskes ut. Det er dessuten rimeligere å analysere ukeblandprøver for å dekke en bestemt vannmengde. Ulempen er at det blir vanskeligere å forkaste enkelte prøver hvis spesielle forhold som unormale påslipp eller store nedbørperioder virker inn.

Figur 10. Monserud rensanlegg. Fosforkonsentrasjon og vannføring.



Figur 11. Ukentlige tilførte forurensningsmengder til Monserud kloakkrensning i tidsrommet februar 1979 til februar 1980. Vannmengde, total nitrogen og total fosfor.



Personenheter basert på nitrogen og fosfor beregnes separat ut fra spesifikke verdier på 12,0 g N/p.d. og 2,5 g P/p.d. Ukenes massetransport legges til grunn. Resultatene er vist i tabell 12 og grafisk fremstilt i fig. 12. En svak stigning synes å skje i løpet av året. Kurvene følger hverandre godt. Noen ganger ligger fosfor enhetene over, andre ganger nitrogenenhetene. Dette beviser at det er en relativt god overensstemmelse mellom 2,5 g P/p.d. og 12,0 g N/p.d.

Tabell 12. Personenheter belastning ved Monserud kloakkrensingsanlegg 1979.

Tidsperiode	Personenheter basert på nitrogen	Personenheter basert på fosfor	Personenheter basert på både nitrogen og fosfor (gjennomsnitt)
1979			
1. kvartal	3 312 (5) ^{x)}	3 283 (5)	3 296
2. kvartal	3 110 (6)	3 090 (6)	3 100
3. kvartal	2 769 (7)	2 986 (7)	2 878
4. kvartal	4 380 (5)	4 856 (5)	4 618
Gjennomsnitt hele året	3 326 (23)	3 484 (23)	3 405

x) Tallene i parentes angir antall ukeblandprøver.

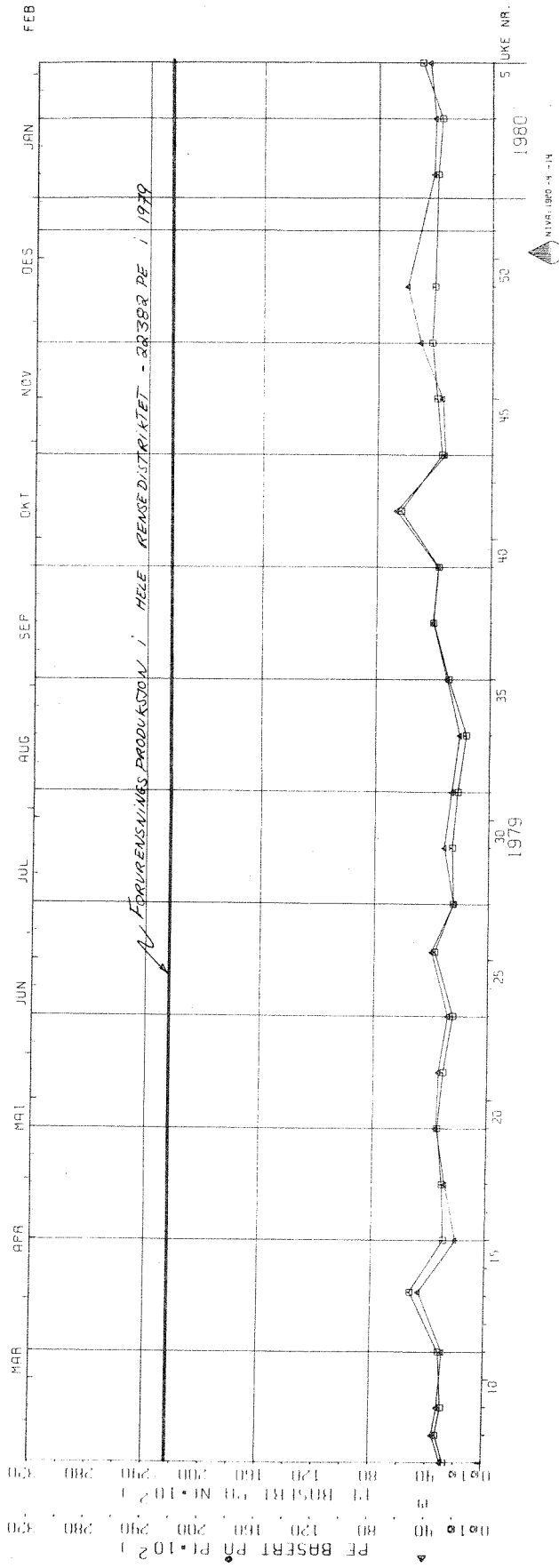
Tabell 12 viser hvor mange personenheter som belastet Monserud kloakkrensingsanlegg i 1979, utregnet for hvert kvartal og årsgjennomsnittet. Alle verdiene er tatt med. Spesielt tredje kvartal har lavere belastning enn de øvrige. Særlig fellesferien kan ha bidratt til dette.

4.3 Beregning av tilføringsgrad til Monserud kloakkrensingsanlegg

I dette prosjektet har vi valgt å beregne antall tilførte personenheter til Monserud rensingsanlegg. Dette avviker noe fra tidligere fremgangsmåter, men synes å være enklere å fremstille. Tidligere ble tilføringsgraden beregnet ut fra antall kg. fosfor eller nitrogen tilført i gjennomsnitt dividert med produsert kg fosfor eller nitrogen i rensedistriktet. Forholdet mellom tilførte personenheter og personenheter i rensedistriktet gir samme tilføringsgrad.

Fig. 12

KONSERVD RENSEANLEGG
 PERSJØNEKVIVALENTBELASTNING



Siden det foreløpig ikke er foretatt separate målinger av hverken Ringerike kloakken eller Hole kloakken, gjelder målingene gjennomsnittet for begge kommuner. Vi vil ikke se bort fra at forholdene kan være vesentlig bedre i den ene kommunen.

Beregning nr. 1

Tilføringsgrad for hele rensedistriktet i både Ringerike og Hole.

Tilført avløpsvann i 1979 til Monserud renseanlegg:

3 405 personenheter (PE)

Antall personenheter i 1979 innenfor rensedistriktet:

Fra Ringerike	21 397 PE
" Hole	<u>985 PE</u>
Sum	<u>22 382 PE</u>

$$\text{Tilføringsgrad, Tg 1979: } \frac{3\,405 \times 100\%}{22\,382} = \underline{15\%}$$

Beregning nr. 2

Tilføringsgrad for oppsamlingsnettets innenfor rensedistriktet i både Ringerike og Hole.

Tilført avløpsvann i 1979 til Monserud renseanlegg:

3 405 PE

Antall personenheter i 1979 innenfor oppsamlingsnettets sone i rensedistriktet:

Fra Ringerike	5 161 PE
" Hole	<u>790 PE</u>
Sum	<u>5 951 PE</u>

$$\text{Tilføringsgrad for oppsamlingsnettets: } T_{g_{\text{opp}}} \frac{3\,405 \times 100\%}{5\,951} = \underline{57\%}$$

Beregningene viser at bare 15 prosent av avløpsvannet innenfor rensedistriktet kommer fram til renseanlegget. Dette tallet er lavt, hovedsakelig fordi en rekke av avløpssonene ennå ikke er tilkoblet oppsamlingsnettets. Kun 9 av 27 soner i Ringerike kommune er tilknyttet. Store deler av sentrumsområdene i Hønefoss var i 1979 ikke tilkoblet.

Når sentrumsområdene knyttes til oppsamlingsnettets, vil tilføringsgraden Tg, beregnet til 15%, øke. Tilføringsgraden for oppsamlingsnettets, beregnet til 57%, vil ikke nødvendigvis øke i samme grad siden det avhenger av oppsamlingsnettets kvalitet og tetthet.

Tilknytningsgraden i Monserud rensedistrikt fremkommer som forholdet mellom antall personenheter PE innenfor det utbygde oppsamlingsnett og antall personenheter innenfor rensedistriktet. Dette gir følgende resultat:

$$\text{Tilknytningsgrad: } T_k = \frac{5951 \times 100\%}{22\ 382} = \underline{27\%}$$

Men bare 57 prosent av avløpsvannet fra de områder som til nå er utbygd med oppsamlingsnett, kommer fram til Monserud. Dette betyr at det også skjer vesentlig tap av spillvann på grunn av feilkoblinger, lekkasjer ut fra oppsamlingsnett og tap fra pumpestasjonenes nødoverløp. Rensedistriktet virker stort i utstrekning med lange overføringsledninger. Noen steder synes vannet å bli pumpet opptil 7 ganger før det når fram til Monserud kloakkrenseanlegg. Pumpestasjonenes driftsstabilitet blir i slike rensedistrikter svært viktige for tilføringsgraden siden enhver stans medfører tap via nødoverløp.

5. KONKLUSJONER

1. Målinger og beregninger viser at avløpsvann fra ca. 3 400 personenheter (PE) kom fram til Monserud renseanlegg i 1979.
2. Bare 15 prosent av avløpsvannet i hele Ringerike og Hole rensedistrikt kom fram til Monserud renseanlegg i 1979.
3. Fra de deler av rensedistriktet hvor oppsamlingsnettene nå er utbygd, kom 57 prosent av avløpsvannet fram til renseanlegget.
4. Hovedårsaken til at renseanlegget betjener kun 15 prosent av befolkningen synes å være at relativt store områder ikke er tilknyttet og innlemmet i oppsamlingsnettene.
At bare 57 prosent av avløpsvannet kommer fram fra de områder hvor oppsamlingsnett er bygget, skyldes sannsynligvis en kombinasjon av feilkoblinger, lekkende ledninger og mange pumpestasjoner med lange overføringer.
5. Hvor vidt forurensningstapet på $100\% - 15\% = 85\%$ fra rensedistriktet belaster Tyrifjorden direkte, eller om deler av dette kan renses i naturlige resipienter, kan bare avklares gjennom undersøkelser.

Vedrørende metodene

6. Beregning av tilføringsgrad bør baseres på både nitrogen og fosfor. Begge parametre gir god overensstemmelse, og spesifikke mengder på 12 g N/p.d. og 2,5 g P/p.d. synes stå i godt forhold til hverandre.
7. Det er sannsynligvis riktig å anvende ukeblandprøver som basis for beregning av personenheter.
8. Undersøkelsene viser at det er viktig å utarbeide oversikter over den virkelige forurensningstransporten for å se hvordan renseanlegget fungerer.

6. VIDERE ARBEID

Resultatene fra undersøkelsen kan ikke betegnes som særlig oppløftende selv om forholdene sannsynligvis er likedan mange andre steder i Norge. Dette viser imidlertid hvor viktig det er å ha full oversikt over hvor mye spillvann de kommunale renseanleggene renser. Rutinemessige beregninger av tilføringsgrad ved norske renseanlegg er helt nødvendige for at nytten av de rensetekniske investeringene skal ha noen mening. Det er viktig at vi ser renseanlegg og oppsamlingsnett for spillvann under ett også i en økonomisk sammenheng, slik at kommunene kan være i stand til å utbygge hele anlegget. På denne måte vil 100% av eksisterende spillvann komme fram til renseanlegget. Alternativt må andre rimeligere tekniske løsninger inn i bildet.

I det videre arbeid i Monserud renseanlegg bør følgende komponenter tas med:

1. Videre beregninger av tilføringsgrad gjennomføres.
2. De forskjellige årsakene til redusert tilføringsgrad kartlegges, og det vurderes hvilke forhold som kan gjennomføres for å øke tilføringsgraden.
3. Pumpestasjonenes rolle som tapspost for spillvann undersøkes nærmere.
4. Bedre data for forurensningsproduksjon, særlig fra industri, innsamles.
5. Ett spørsmål som bør avklares er om tapet av spillvann belaster Tyrifjorden direkte, eller om selvrensing tar hånd om noe.

7. REFERANSER

1. Vråle, L. & Skaugrud, Ø.: Tilføringsgrad. Del 1: Kontroll og kalibrering av vannmålestasjon ved Monserud kloakkrenseanlegg. NIVA rapport 0-78107, VA-6/80. Samarbeidsprosjekt mellom Buskerud fylkeskommune og NIVA. Sept. 1980.
2. Vråle, L.: Tilføringsgrad for renseanlegg. Fremgangsmåte og bruk. NIVA-rapport 0-78116. Sept. 1978.

---o0o---