



RAPPORT 13|87

0-85254

Forurensnings-inntak via fremmedvann i avløpsnett



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

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

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

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

Prosjektnr.: 0-85254
Undernummer:
Løpenummer: 2050
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Forurensnings-inntak via fremmedvann i avløpsnett VA-13/87	Dato: 31.7.87
	Prosjektnummer: 0-85254
Forfatter (e): Lasse Vråle	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område: Norge
	Antall sider (inkl. bilag): 63

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn, De-No-Fa og Lilleborg Fabriker A/S, og NTNF v/VAR-utvalget	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Denne rapporten viser at de høye spesifikke tallene som er påvist i enkelte avløpsnett på Romerike, etter alt å dømme skyldes inntak av erosjonsmateriale i form av leire fra landbruksarealer. Tilførslene av forurensninger er knyttet til nedbørsperioder. Avrenningsvann til avløpsnett fra dyrket mark uten vegetasjon og bakkeplanerte områder synes å bidra.
--

4 emneord, norske:

1. Avløpsvann
2. Spesifikke forurensningsmengder
3. Fosforbidrag
4. Leire erosjon
VA-13/87

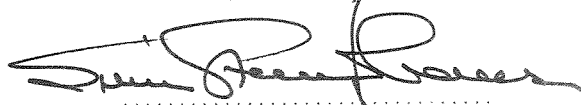
4 emneord, engelske:

1. Waste water
2. Amount of pollution per capita
3. Phosphorus contribution
4. Clay erosion

Prosjektleder:


Lasse Vråle

For administrasjonen:


Svein Stene-Johansen

ISBN - 82-577-1307-4

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
OSLO

0-85254

FORURENSNINGSINNTAK VIA FREMMEDVANN I AVLØPSNETT

Oslo, juli 1986

Prosjektleder: L. Vråle

F O R O R D

Dette prosjektet ble oppstartet på bakgrunn av at det ble påvist store forurensningstopper i ukeblandprøvene fra avløpsnett til enkelte renseanlegg i ANØ-området. (NIVA's VA-rapport 2/85: Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydskogen-feltet og ANØ-området.) Blant annet økte fosfortransporten betydelig, og det ble viktig å klarlegge årsakene til dette nærmere. Inntak av leire via fremmedvan-net ble ansett som en mulig forklaring. Disse forholdene innvirker kraftig på målinger for bestemmelse av spesifikke tall i avløpsnett.

NIVA søkte opprinnelig om et større prosjekt, men den endelige rammen ble satt til kr. 100.000,- Prosjektet skulle finansieres slik:

Statens Forurensningstilsyn, SFT:	kr. 30.000,-
De-No-Fa og Lilleborg fabriker A/S:	kr. 30.000,-
NIVA:	kr. 40.000,-
Totalt:	<hr/> kr. 100.000,- <hr/>

Det ville rekke til en 2 til 3 prøvetakingssteder. For å begrense kostnadene ble det inngått samarbeidsavtaler med ANØ og VEAS.

For de to målepunktene i ANØ-området har NIVA stått for prøvetakingsutstyr, telletrykkere, utplassering av utstyr og innhenting av prøver. NIVA har benyttet ANØ's analyselaboratorium for disse prøvene, men alle analysekostnadene er belastet NIVA.

For de 5 målepunktene i VEAS rensedistrikt har VEAS stått for prøvetakingsutstyr, telletrykkere, utplassering av utstyr og innhenting av prøver. Nitrogenanalysene er analysert ved NIVA. Her har VEAS selv betalt nitrogenanalysene, mens NIVA har tatt kostnadene for fosforanalysene.

Jeg vil rette en takk for samarbeidet til VEAS og ANØ og spesielt takke verkssjef P. Sagberg, Ruth Sæther med medarbeidere, alle fra VEAS. Jeg vil også takke Arne Veidel, NIVA, som har sørget for instrumenteringen, og Terje Hopen som har EDB-behandlet resultatene.

Dessuten vil jeg takke Sveinung Sægrov, Var-utvalget, Simon Haraldsen og Terje Farestveit, begge SFT, Terje Nedland, ANØ og Christoffer Magnus, De-No-Fa og Lilleborg Fabriker A/S som hele tiden har støttet arbeidet og gitt verdifulle kommentarer til rapporten.

Vennlig hilsen

Lasse Vråle

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	Side:
FORORD	2
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
2. BAKGRUNN OG PROBLEMSTILLINGER FOR FREMMEDVANNETS FORURENSNINGER	8
3. UNDERSØKELSER AV FORURENSNINGSBIDRAG I FREMMEDVANN UNDER TØRRVÆR	10
3.1 Ask pumpestasjon i Gjerdrum	11
3.2 Nordkisa renseanlegg i Ullensaker	14
3.3 Skytterdalen VEAS påslipp	16
3.4 Holmen VEAS påslipp	17
3.5 Blakstad VEAS påslipp	18
3.6 Stabekk VEAS påslipp	20
3.7 Sammenligning av minimumsverdier med gjennomsnittsverdier	22
3.8 Konklusjoner om forurensningsbidraget i fremmedvann under tørrvær	25
4. UNDERSØKELSER AV FORURENSNINGSBIDRAG I FREMMEDVANN UNDER NEDBØR	26
4.1 Undersøkelser som inngikk i "Kritisk analyse VA 2/85"	26
4.2 Variasjoner i spesifikke avløpsvannmengder	27
4.3 Variasjoner i spesifikke forurensningstilførsler ...	29
4.4 Forurensningstilførsler i fremmedvann	31
4.5 Leire som kilde til forurensningsbidraget i fremmedvann	33
4.5.1 Tidligere NIVA-undersøkelse	33
4.5.2 Generelt om fosforinnhold i leire	34
4.5.3 Forskjellen på totalfosfor-innholdet og plantetilgjengelig fosfor (lettløslig fosfor)	35
4.5.4 Fosforinnhold i leire som funksjon av dybde	37
4.5.5 Fosforinnholdet i Romeriksleire	37
4.5.6 Innhold av fosfor i leire på landsbasis	38
4.5.7 Forurensningsmengder i fremmedvann på grunn av eroderende leire	39
4.5.8 Metode for å øremerke fosforbidraget eller forurensningsbidraget fra leira generelt	40
4.6 Konklusjoner om forurensningsbidrag i fremmedvann under nedbør	40
5. REFERANSER	41
VEDLEGG	42

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Hensikten med undersøkelsen var å finne ut årsakene til at det kommer så mye forurensninger inn i avløpsnettene via fremmedvannet spesielt i ANØ-området.

Videre var målet å finne en metode for å skille mellom forurensningene i fremmedvann og forurensningene i spillvannet. En slik metode er foreslått i denne rapporten.

Det er tidligere rapportert om store forurensningstopper, spesielt under nedbør, som transporteres fram til renseanleggene. Disse forholdene ble nærmere belyst i NIVAs VA-rapport nr 2/85. Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydskogen-feltet og ANØ-området (1). Det er tidligere antatt at disse transporttoppene skyldes røravlagringer fra avløpsvann fra boliger med påfølgende utspyling under nedbør, men som det fremgår i denne rapporten er hovedårsaken leire som tas inn i avløpssystemet.

De store forurensningstoppene i ANØ-området førte til at de spesifikke tallene ble spesielt høye. Det ble også observert tilføringsgrader langt over 100 % på tross av påviste lekkasjer.

Første oppgave var å se om fremmedvann som kommer inn under tørrvær, altså infiltrasjonsvann, inneholder store forurensningsmengder, og om det forekommer regionale forskjeller. Det ble opprinnelig foretatt målinger i 7 forskjellige målepunkter på avløpsnett for å studere dette, men VEAS-påslippet Vækerø ble droppet:

Ask pumpestasjon	Gjerdrum		
Nordkisa renseanlegg	Ullensaker		
Skytterdalen VEAS påslippspunkt	Bærum		
Holmen	"	"-	Asker
Blakstad	"	"-	Asker
Stabekk	"	"-	Bærum

Av disse målepunktene er det spesielt Ask pumpestasjon hvor det tidligere er påvist store forurensningstransporter i forbindelse med nedbør. Tanken var å studere vannføring, konsentrasjoner og massetransport fordelt over døgnet i de 6 ulike målepunktene. Hensikten var å undersøke forurensningskonsentrasjonene i infiltrasjonsvannet som dominerer om natten.

Konklusjonene fra tørrværsmålingene er:

1. Forurensningskonsentrasjonene i fremmedvannet under tørrvær, altså infiltrasjonsvann fra drensledninger, grunnvann og eventuelt lekkende vannledninger i samme grøft, er vesentlig lavere enn gjennomsnittskonsentrasjonen i vanlig spillvann. Alle målepunktene viser klare timesvariasjoner med hensyn til konsentrasjoner.
2. I Ask pumpestasjon i Gjerdrum hvor det tidligere er påvist store forurensningstopper, viser timesprøvene vesentlig lavere konsentrasjoner i nattminimumsperioden under tørrvær.
3. Det ble påvist et siloutslipp i Ask pumpestasjon som ga ekstremt høye forurensningskonsentrasjoner. Slike utslipp kan bety en vesentlig økning i forurensningstransporten spesielt de døgnene dette forekommer.
4. Målingene i Nord-Kisa renseanlegg viser relativt høye nattminimumskonsentrasjoner, men dette skyldes sannsynligvis liten fortynning fordi det er lite infiltrasjonsvann i området (Sandige løsmasser).
5. Infiltrasjonsvannmengdene i noen av VEAS-påslippene er meget store. Fremmedvannsinntaket kommer i form av bekkevann, grunnvann og lekkasjevann fra drikkevannsledning i samme grøft.
6. VEAS-påslippene med unntagelse av Blakstad synes gjennomgående å ha lave forurensningskonsentrasjoner, spesielt om natten.
7. Den forurensningstransporten som forekommer i nattminimumsperioden er gjennomgående liten, og synes hovedsakelig å bestå av "spillvannsprodukter". Vannmengden er imidlertid i noen tilfeller stor i nattminimumsperioden.
8. Hoved-konklusjonen er at de store forurensningstoppene i ANØ-området ikke skyldes inntak via fremmedvann under tørrvær.

Forurensningsinntaket via fremmedvannet må følgelig knyttes til nedbørsperiodene.

Undersøkelsene av forurensningsbidraget i fremmedvann under nedbør er delvis basert på resultater fra en tidligere NIVA-rapport: Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydsbogenfeltet og ANØ-området (1), delvis på nye undersøkelser, og delvis på samtaler

med Tore Krogstad, NLH.

Det er ønskelig å gjennomføre noe grundigere undersøkelser, men foreløpig kan det trekkes følgende konklusjoner om forurensningsbidrag i fremmedvann under nedbør:

1. Forurensningstoppene i ANØ-området skyldes inntak av leire via fremmedvannsbidraget under nedbør.
2. Årsaken til de store forurensningsbidragene fra ANØ-områdene synes å være en kombinert effekt av at leiren i området inneholder spesielt mye fosfor, nemlig ca. 1.200 µgP/g jord, og store arealer som lar seg erodere både på grunn av jordbruksaktivitet, og spesielt store områder som bakkeplaneres.
3. I områder hvor forurensningsinntak via fremmedvann er et problem, er sannsynligvis den lokale jorderosjon viktigere enn de lokale variasjonene i jordas innhold av forurensende stoffer.
4. Den enkleste måten å øremerke forurensningsbidraget i fremmedvann på, er sannsynligvis å analysere avløpsvannets innhold av suspendert stoff (SS), og sammenligne dette med det bidraget som kommer fra boligene.

2. BAKGRUNN OG PROBLEMSTILLINGER FOR FREMMEDVANNETS FORURENSNINGER

Det opprinnelige programforslaget som ble utarbeidet 25. mai 1985, er presentert i vedlegg 1. Bakgrunn for prosjektet er de høye fosforkonsentrasjonene som er påvist i avløpsvannet fra enkelte områder på Romerike. Disse forurensningsmengdene synes å være knyttet til høye forurensningskonsentrasjoner i fremmedvann som tas inn i avløpsnett. Det er blant annet påvist høye fosfor-konsentrasjoner i leire i enkelte jordbruksområder. NIVAs VA-rapport nr. 2/85 viser at tilførselene til et utvalg renseanlegg har store tilførselstopper under nedbør både med hensyn til Tot-P, Tot-N og KOF.

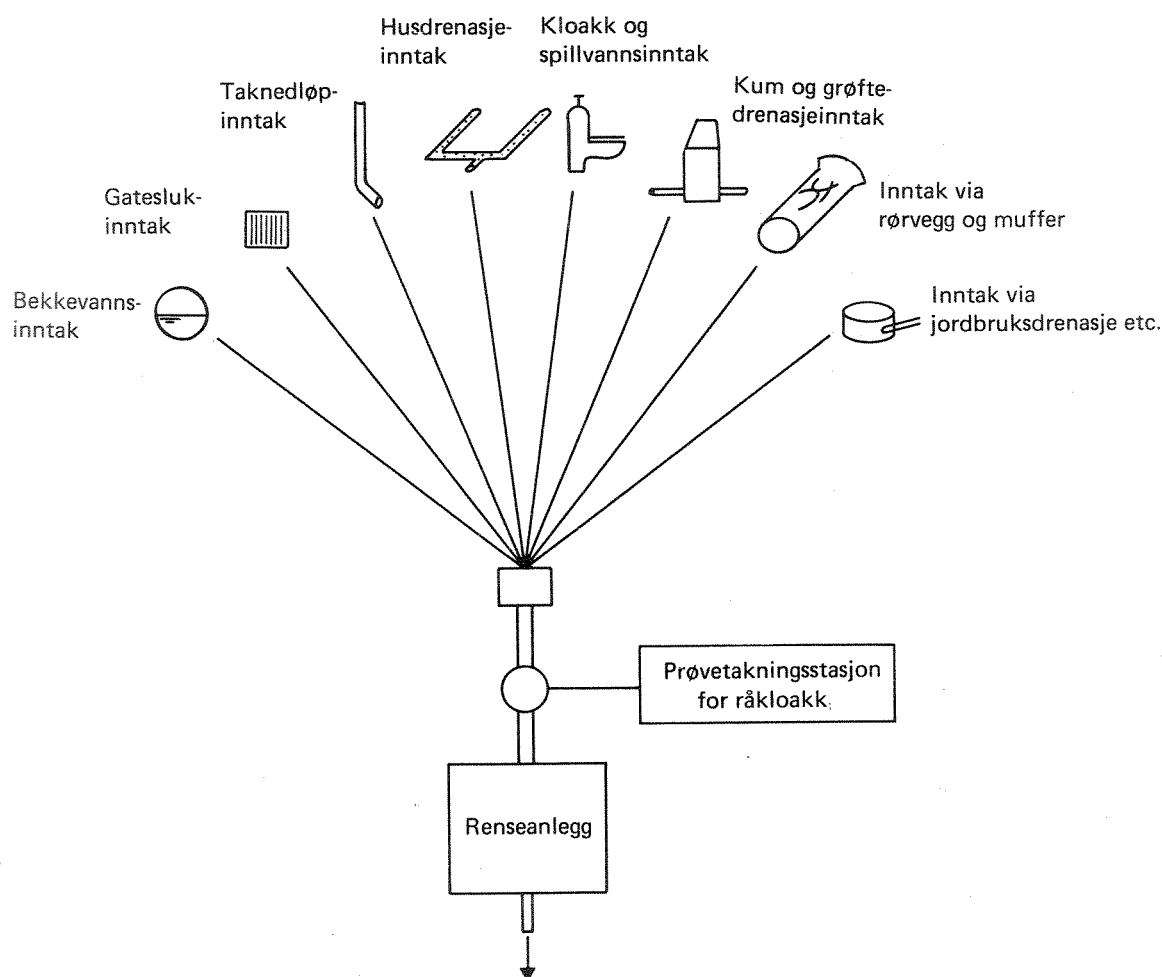
Andre steder har man inntrykk av at økt fremmedvanns-inntak spesielt øker nitrogen-tilførselene mens økningen i fosfor-tilførsler er heller beskjedne.

Det er viktig å få klarlagt hvilke forhold som bidrar til økt forurensningsbidrag i fremmedvann for å ta stilling til bidraget fra husholdnings-avløpsvannet i forhold til andre mer diffuse kilder. Dessuten er det idag vanlig akseptert at fremmedvanns-belastningen til renseanleggene bør reduseres ved å øke separasjonsgraden. Hvis fremmedvann er betydelig forurensset, bør man i større grad beholde felles-systemet.

Forurensset fremmedvann innvirker dessuten på beregningene av spillvannsmengdene og derved tilføringsgrad-beregningene.

Figur 1 viser en prinsippskisse over hvordan spillvannet og fremmedvannet kommer inn i et avløpssystem. Som det fremgår, er det mange muligheter for fremmedvannsinntak. Kilde 1 til 4 representerer fremmedvann som kommer nærmest regnvann, men typisk for alle disse er at vannet tas inn via rørforbindelser. Kilde 5 representerer det avløpsvannet som skulle vært der alene hvis oppsamlingssystemet utelukkende besto av ett separatsystem. Kilde 6 føres også inn via åpne rørforbindelser, for eksempel fra brannkummer. Derimot tas kilde 7 inn via åpninger i rørveggen som sprekker og i muffen. Vannet fra 6 og 7 kan være både regnvann, grunnvann og vann fra vannforsyningsnett.

Kilde nr. 8 derimot vil normalt bli tatt inn via en rørforbindelse. Det er denne kilden man først og fremst fokuserer på i denne rapporten.

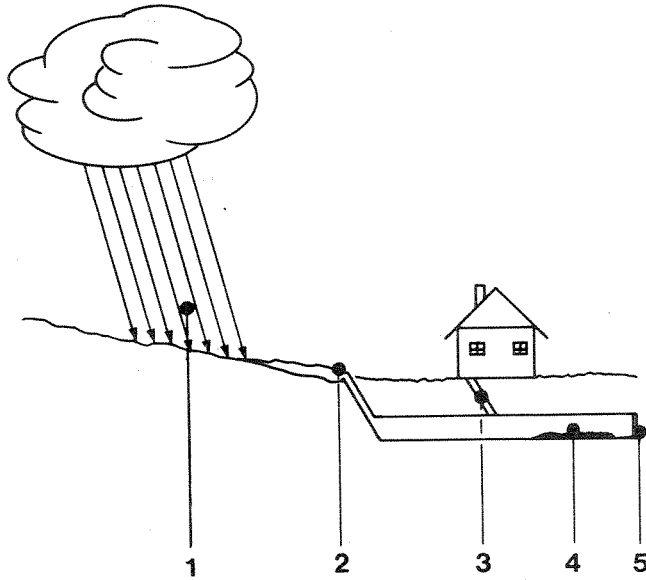


Figur 1. Eksempler på hvordan vann kommer inn i avløpsnettets.

For å besvare hvor forurensningene kommer fra, er det viktig å se transportsystemet i sin fulle lengde fra kilde til renseanlegg. Figur 2 viser en prinsippskisse for dette.

De aller fleste undersøkelsene gjelder prøver tatt relativt langt nede i avløpsnettets, ofte som råkloakkprøver foran renseanlegg. Undersøkelser har vist at forurensningstransporten øker i "first flush" perioden i forbindelse med nedbør. Dette skyldes delvis utspyling av tørrværsavsetninger i bunnen av rørsystemet og delvis forurensninger fra overflateavrenningen inn i slukene. Til nå har man i noe for stor grad fokusert på tørrværsavsetningens betydning og i for liten grad på hvor stoffene i tørrværsavsetningen kommer fra. Ikke alle tørrværsavsetninger kommer fra boligens avløpsvann, og forurensningsbidraget som kommer inn via jordbruksbekker og sluk, er betydelig større enn tid-

ligere antatt, spesielt i enkelte områder som for eksempel i ANØ-området.



- 1) Forurensninger i regn
- 2) Overflateforurensninger inn via sluk og bekker
- 3) Avløpsvann
- 4) Tørrværsavsetninger
- 5) Prøvetakingsstasjon for råkloakk, innløp renseanlegg

Figur 2. Prinsippkisse for forurensningstransport i avløpsnettet.

3. UNDERSØKELSER AV FORURENSNINGSBIDRAG I FREMMEDVANN UNDER TØRRVÆR

Hensikten med disse undersøkelsene var å undersøke forurensningskonsentrasjonen og massetransporten i avløpsvannet om natten når vannføringen er minst og se hvordan disse varierer i forhold til konsentrasjonen og massetransporter om dagen. Tidligere målinger har vist at vannforbruket og forurensningsutslippet fra boliger om natten er minimalt (Sydskogenundersøkelsen) (2). Vanntransporten i avløpsledningene om natten vil hovedsakelig bestå av innlekkende drikkevann, grunnvann og drensvann, bekkevann, innlekkende vann fra utette kraner og klosetter internt i boliger. Alt dette defineres som fremmedvann. Målinger tatt i tørrvær vil ikke bli forstyrret av forurensninger fra overflate-erosjon og utspyling av tørrværsavsetninger. Massetransporten om natten vil derfor hovedsakelig bestå av forurensningene i fremmedvann i form av innlekkende grunnvann, og bekkevann.

Det er gjennomført målinger med Manning prøvetaker og telletrykker for automatisk registrering av vannmengden innenfor en eller to timers tidsintervaller i de målepunktene som er presentert i tabell 1.

Tabell 1. Oversikt over målepunkter, kvalitets- og massetransportvariasjonen over døgnet hovedsakelig tatt i tørrværsperioder i forbindelse med fremmedvannsprosjektet.

Nr.	Målepunkt	Tidspunkt for undersøkelsen Fra-Til	Benyttet analyse-laboratorium	Type prøver antall
1	Ask pumpestasjon, Gjerdrum	kl.15.00, 24.6.85- kl.13.00, 26.8.85	ANØ	To timers blandprøver. Antall prøver: 24
2	Nordkisa renseanlegg Ullensaker	kl.17.00, 24.6.85- kl.11.00, 27.6.85	ANØ	To timers blandprøve. Antall prøver: 24
3	Skytterdalen VEASpåslipp	kl. 9.00, 4.2.86- kl. 8.00, 5.2.86	VEAS og NIVA	Times blandprøve. 24 stk.
4	Holmen VEASpåslipp	kl. 9.30, 6.2.86- kl. 8.30, 7.2.86	VEAS og NIVA	Times blandprøve. 24 stk.
5	Blakstad VEASpåslipp	kl.10.15, 11.2.86- kl. 9.15, 12.2.86	VEAS og NIVA	Times blandprøve. 24 stk.
6	Stabekk VEASpåslipp	kl.10.20, 18.2.86- kl. 9.20, 19.2.86	VEAS og NIVA	Times blandprøve. 24 stk.

Disse undersøkelsene er rapportert i de etterfølgende avsnitt.

3.1 Ask pumpestasjon i Gjerdrum

Resultatene av konsentrasjonene og timesvannføringen er presentert i vedlegg 2. Figur nr. 3 viser vannføring, konsentrasjon av løst og total fosfor, og figur 4 viser nitrogen og KOF konsentrasjonen. Vannføringsresultatene fra Ask pumpestasjon er usikre, spesielt mot slutten av måleperioden, fordi pumpestasjonen ikke virket slik den skulle. Det kom noe regn i løpet av måleperioden uten at dette kan avleses av vannføringskurvene. Det ble senere opplyst at bekkelukningen i jordbruksområdet delvis var gått tett, sannsynligvis på grunn av sedimentert leire i røret. Vann fra bekken rant derfor baklengs inn i pumpestasjonen via nødoverløpet. På denne måten blir betydelige jordbruksforurensninger transportert til Gjerdrum pumpestasjon.

Vannføringsregistreringen ble basert på telletrykkerprinsippet. Dette virker imidlertid ikke så bra hvis pumpestasjonen ikke klarer å holde vannet unna. Telletrykkeren registrerer bare hver gang pumpene starter.

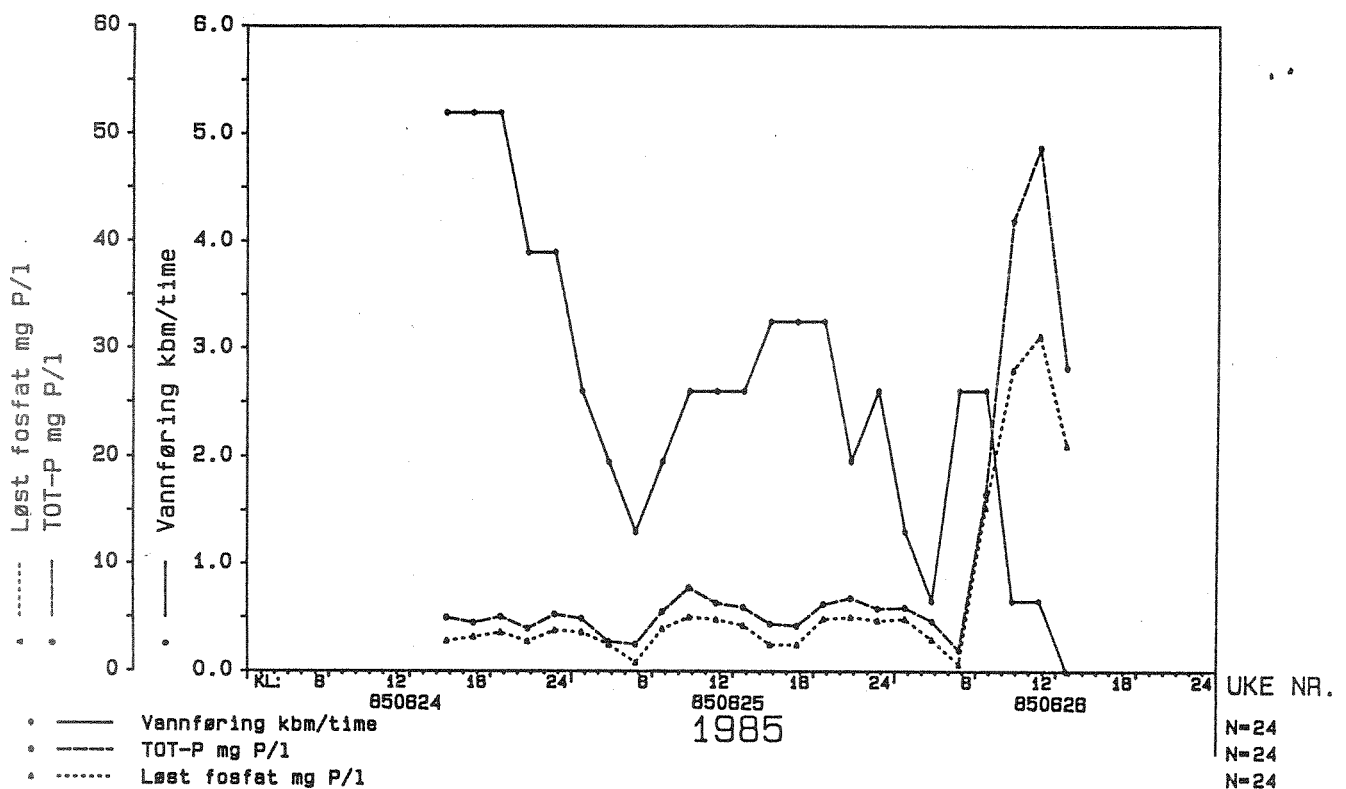
Konsentrasjonskurvene er allikevel interessante. Timesprøvene viser at fosforverdiene er relativt høye og stabile. I nattminimumsperioden reduseres konsentrasjonene noe, men det synes ikke å være like store reduksjoner som ventet. Meget spesielt er imidlertid den toppen man får i alle analysene i prøvene mellom kl. 9 og kl. 14 den 26. juni. Fosforverdiene har vært helt oppe i 48 mg P/l! Ifølge ANØ's laboratorium skyldes dette store fosforinnholdet utslipp av silosaft.

Figur 5 viser massetransporten i løpet av døgnene. Fordelingen er neppe riktig på grunn av at vannføringen i slutten av måleperioden uten tvil er altfor lav. Det er klart at forurensningsmengden fra siloutslippet vil dominere dette døgnet. Vedlegg 9 viser forholdet Tot-N/Tot-P. Dette forholdet viser ingen spesielle tendenser.

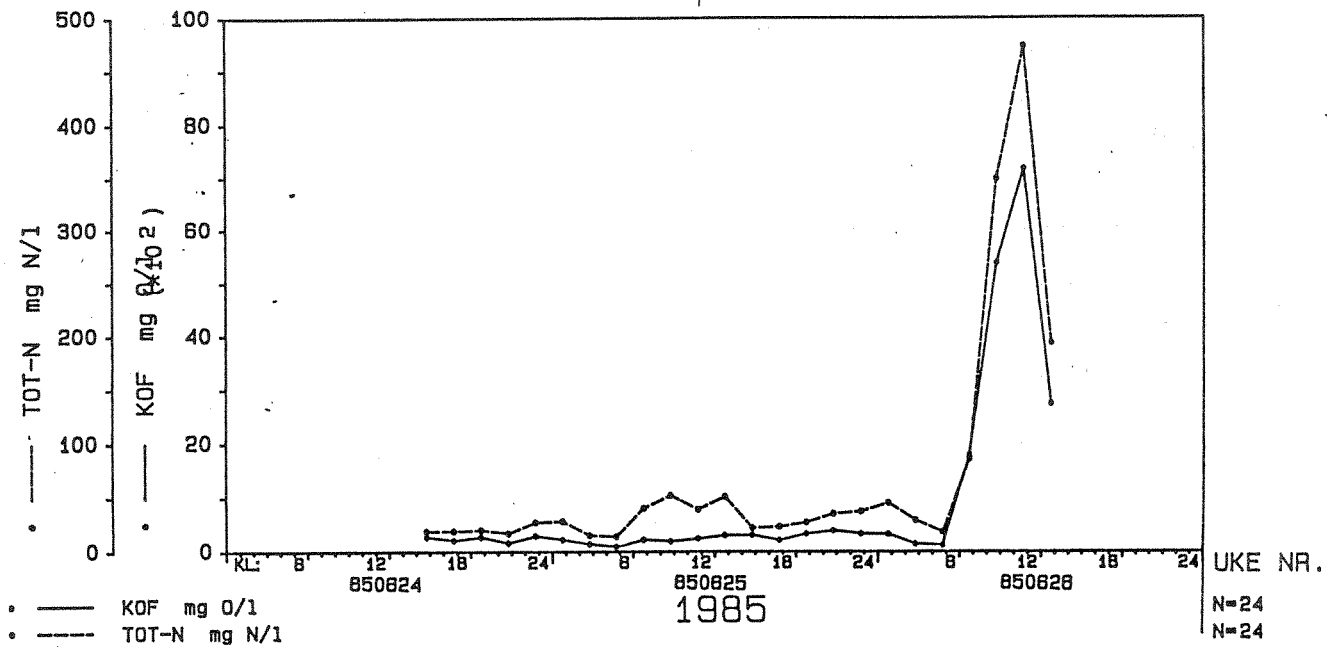
Tabell 2 gir oversikt over middelveidier, og maks- og minimumsverdier.

Tabell 2. Minimums-, maksimums- og middelværdier i timesprøvene fra Ask pumpestasjon.

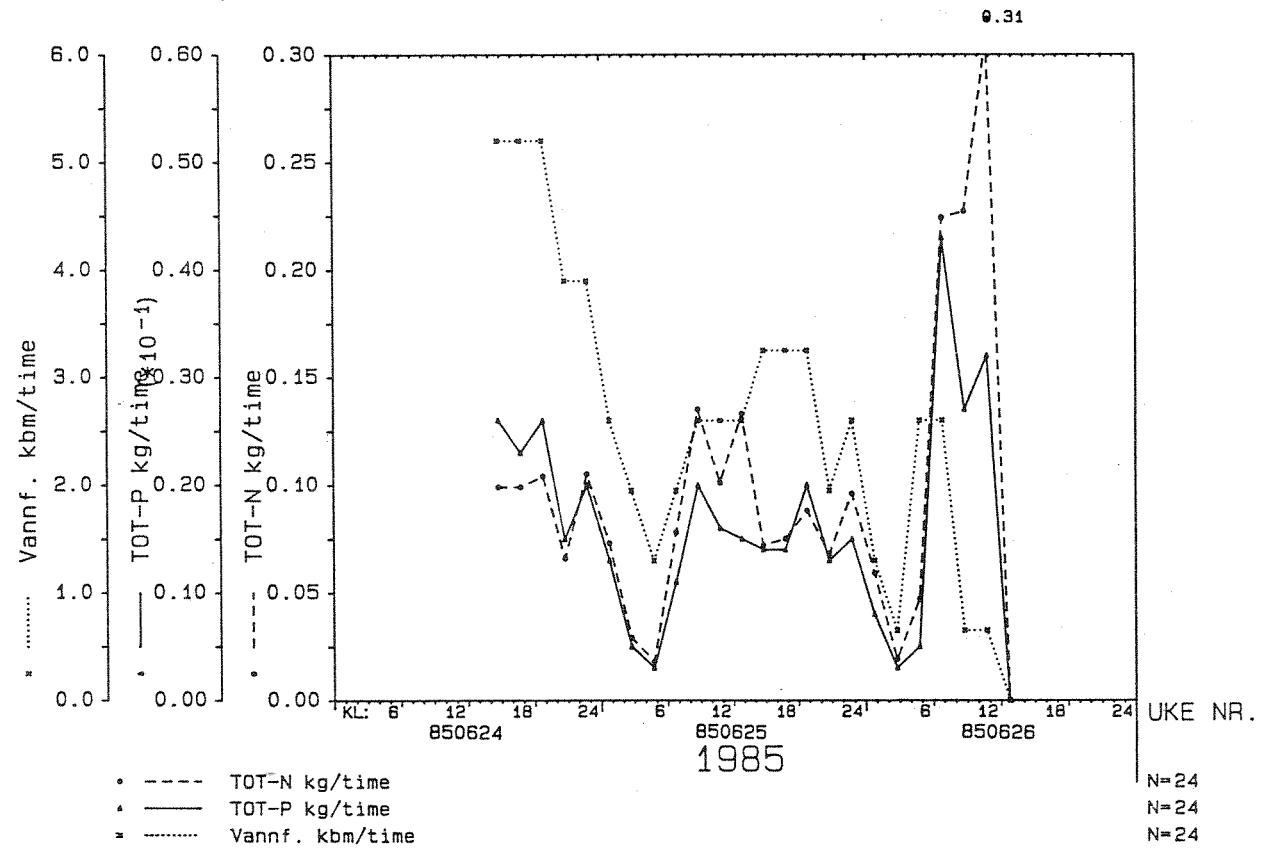
	Vannf. kbn/t	KOF mg/l	ORTO-P mg/l	Tot-P mg/l	Tot-N mg/l	KOF kg/t	Tot-P kg/t	Tot-N kg/t	Orto-P Tot-P	Tot-N Tot-P
Min.	0.650	90	0.62	1.94	14	0.091	0.003	0.018	0.320	3.838
Max	5.200	7170	31.10	48.70	473	4.661	0.043	0.307	0.927	9.713
Middel	2.685	908	6.82	9.74	69.9	1.171	0.017	0.101	0.683	6.136
Median	2.600	270	3.85	5.36	28.5	0.761	0.015	0.088	0.714	5.738
Min/Middel:	0.242	0.1	0.09	0.20	0.20	0.078	0.178	0.178	0.468	0.629



Figur 3. Vannføring, total- og løst fosfor konsentrasjon i timesprøver i Ask pumpestasjon.



Figur 4. Total-nitrogen og KOF-konsentrasjon i timesprøver i Ask pumpe-stasjon.



Figur 5. Massetransport, Ask pumpe-stasjon.

Resultatene tyder allikevel på at en eventuell leirbelastning ikke er spesielt stor i tørrværsdøgnene. Konklusjonen er derfor at fosforbidraget via leira er et regn- og vannføringsproblem.

3.2 Nordkisa renseanlegg i Ullensaker

Resultatene av analyseverdiene og times-vannføringene er presentert i vedlegg 1. Figur 6 viser vannføring, total fosforkonsentrasjon og total nitrogenkonsentrasjon. Kurvene følger hverandre meget bra med store naturlige svingninger i takt med døgnkurvene og relativt små nattminimumstall. Markerte morgentopper og kveldstopper forekommer.

Figur 7 viser massetransporten fordelt over døgnet med klare minima om natten og store topper morgen og kveld.

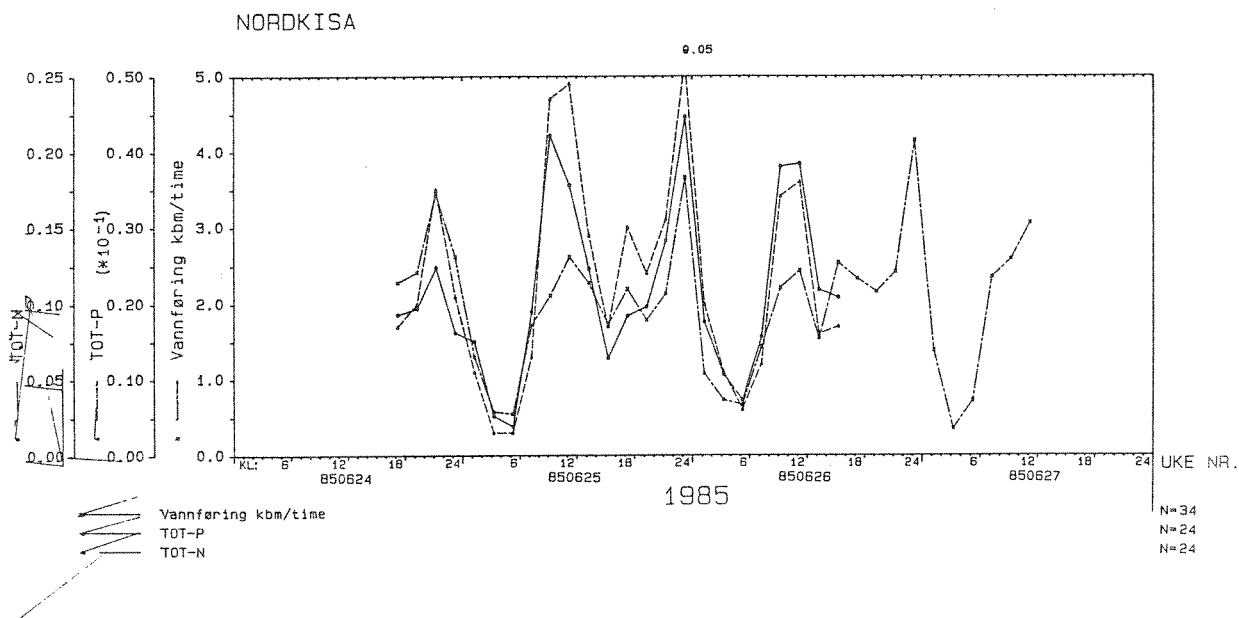
Vedlegg 3 viser forholdet Tot-N/Tot-P. Kurven viser en markert økning spesielt den første natten og relativt lave verdier om dagen og kvelden. Dette skiller seg noe fra mønsteret i den samme kurven for VEAS-påslippene som beskrives senere.

Tabell 3. Minimums-, maksimums- og middelveidier i timesprøvene fra innløpet til Nordkisa renseanlegg.

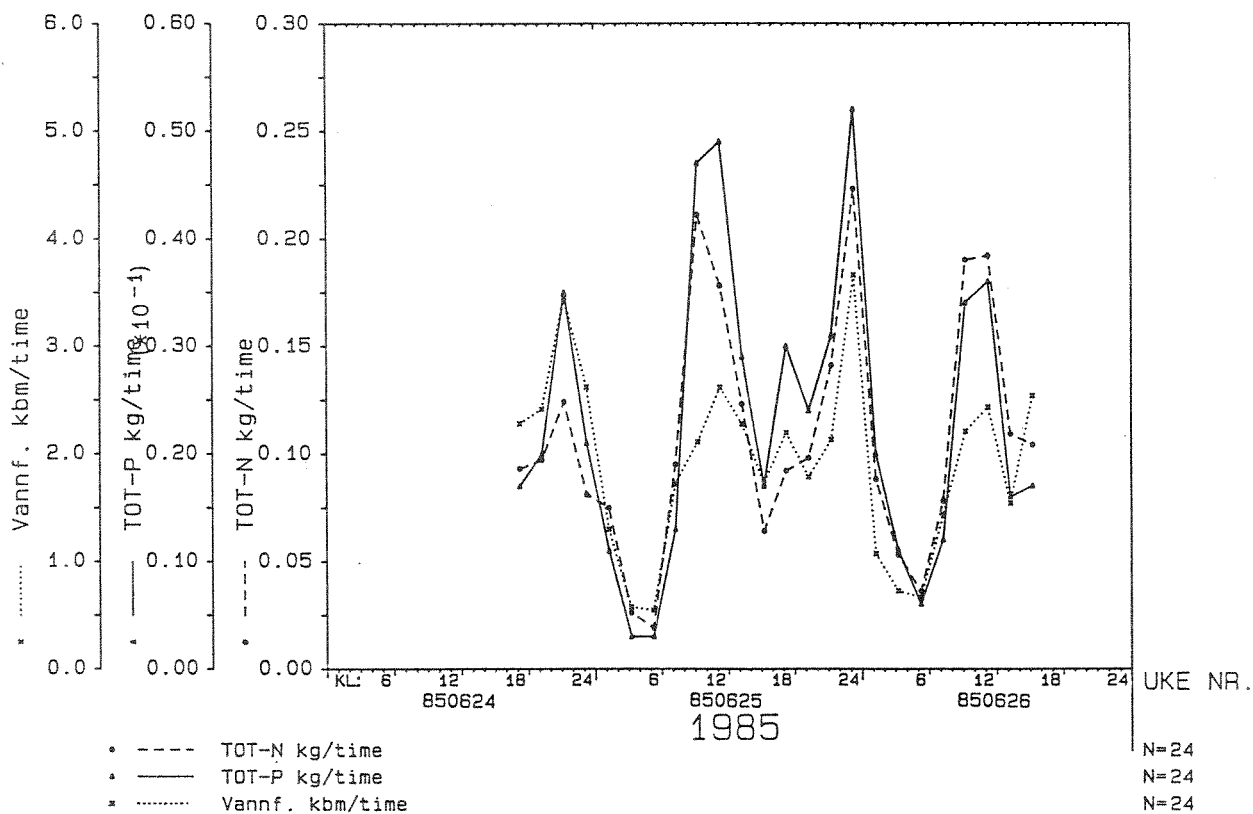
	Vannf. kbn/t	KOF mg/l	ORTO-P mg/l	Tot-P mg/l	Tot-N mg/l	KOF kg/t	Tot-P kg/t	Tot-N kg/t	Orto-P Tot-P	Tot-N Tot-P
Min	0.350	170	4.19	5.28	31	0.927	0.003	0.019	0.532	3.111
Max	4.150	2490	11.80	22.20	100	7.064	0.052	0.223	0.992	8.712
Middel	1.984	1113	8.38	11.64	56.9	2.258	0.023	0.108	0.762	5.183
Median	2.175	975	8.99	10.41	55.0	1.660	0.020	0.096	0.757	4.846
Min/Middel	0.176	0.15	0.50	0.45	0.55	0.041	0.129	0.176	0.697	0.600

Tabell 3 viser at vannføringen i minimumsperioden om natten bare utgjør 18% av middelveidien. Et annet meget spesielt forhold er at minimumskonsentrasjonen av alle forurensningsparametrene er relativt høye. Dette skyldes at det er spesielt lite infiltrasjonsvann (fremmedvann) som kan fortynne spillvannet om natten i Nordkisa-området.

Det minste fosforbidraget som finner sted om natten, utgjør bare 13%. Det minste nitrogenbidraget utgjør 18% av middelveidien. Det er imidlertid grunn til å tro at minimumsbidraget om natten omfatter spillvann, og at det er liten forurensning i fremmedvannet (infiltrasjonsvannet).



Figur 6. Vannføring, Tot-P og Tot-N konsentrasjon i timesprøver i innløpsvannet til Nordkisa renseanlegg.



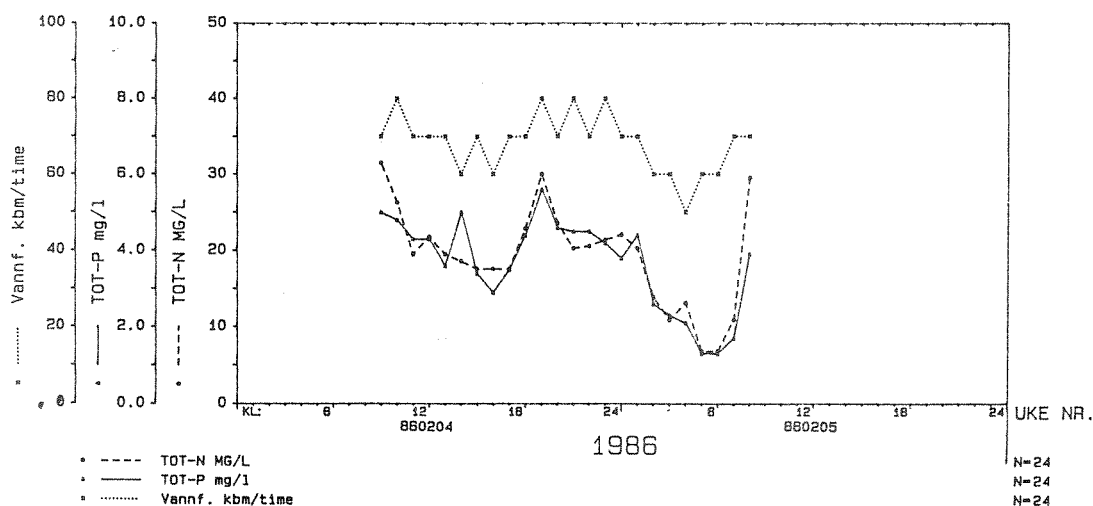
Figur 7. Massetransporten i timesprøver i innløpsvannet til Nordkisa r.a.

3.3 Skytterdalen VEAS-påslipp

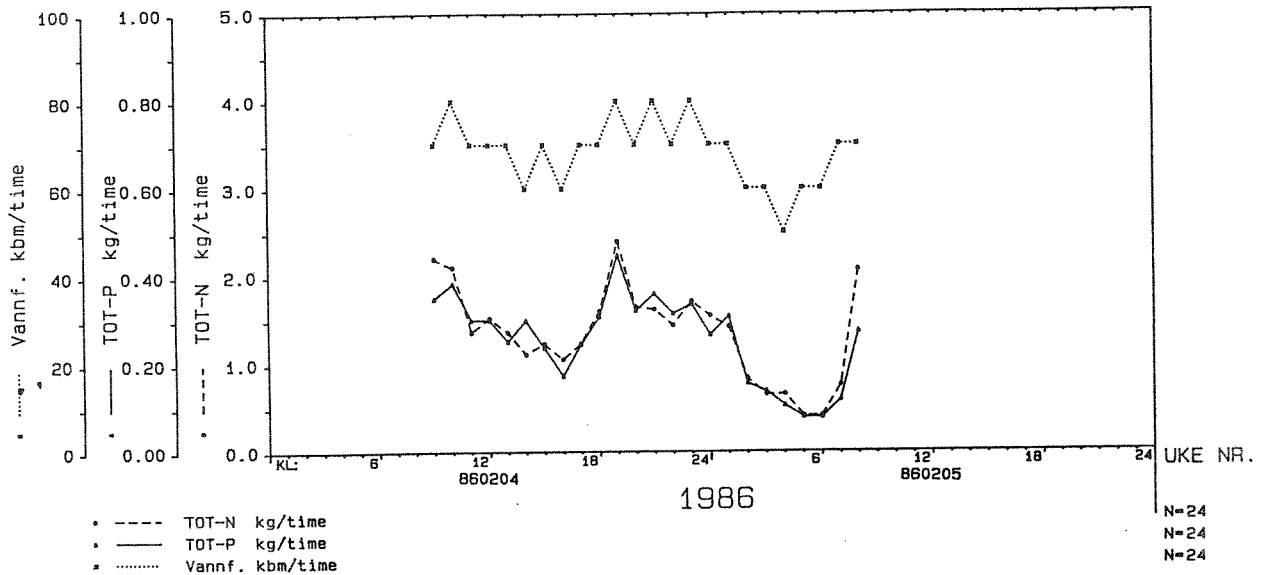
Resultatene av analyseverdiene og timesvannføringer er presentert i vedlegg 1. Figur 8 fremstiller vannføring, total fosforkonsentrasjon og total nitrogenkonsentrasjon. Figuren viser at telleverket for vannføringen er relativt grovt, og bare registrerer for hver 10 m³. Vannføringskurven blir derfor sagtakket og grov. Vannføringen er relativt jevn, og minimumsvannføringen er hele 50 m³/h mellom kl. 03.30 og kl. 04.30. Gjennomsnittet over døgnet er 68.3 m³/h.

Konsentrasjonene viser vesentlig større svingninger med et klart minimum mellom kl. 5 og 6 om morgenen og topper kl. 9 og 19 for nitrogen og kl. 9, 14 og 19 for fosfor. Fosfor- og nitrogenkurvene følger hverandre meget bra til de fleste av døgnet's tider. Den lokale fosfortoppen kl. 14 og en mindre kl. 01 er sannsynligvis forårsaket av vaskemidler, men er liten i forhold til bidraget fra klosett-avløpet. Det relativt høye nitrogenbidraget kl. 9 om morgenen er et vanlig fenomen i boligkloakk og skyldes morgenurinering.

Massetransporten i Skytterdalen påslipp er vist i figur 9 og viser at antall kg fosfor og kg nitrogen varierer svært sammenfallende. Dette betyr at kildebidraget sannsynligvis er ensartet og etter alt å dømme forårsaket av kloakkavløp. Massetransporten viser et minimum på natten og morgenen rundt kl. 5 til kl. 6. Det relative bidraget om natten er høyt. Forklaringen er den jevne vannføringen. Vedlegg 3 viser forholdet Tot-N/Tot-P, og at det svinger hovedsakelig mellom 4.0-6.0 med en topp i 8.0 ved 8-tiden forårsaket av de store urinmengder.



Figur 8. Forurensningskonsentrasjonen i Skytterdalen-påslipp.



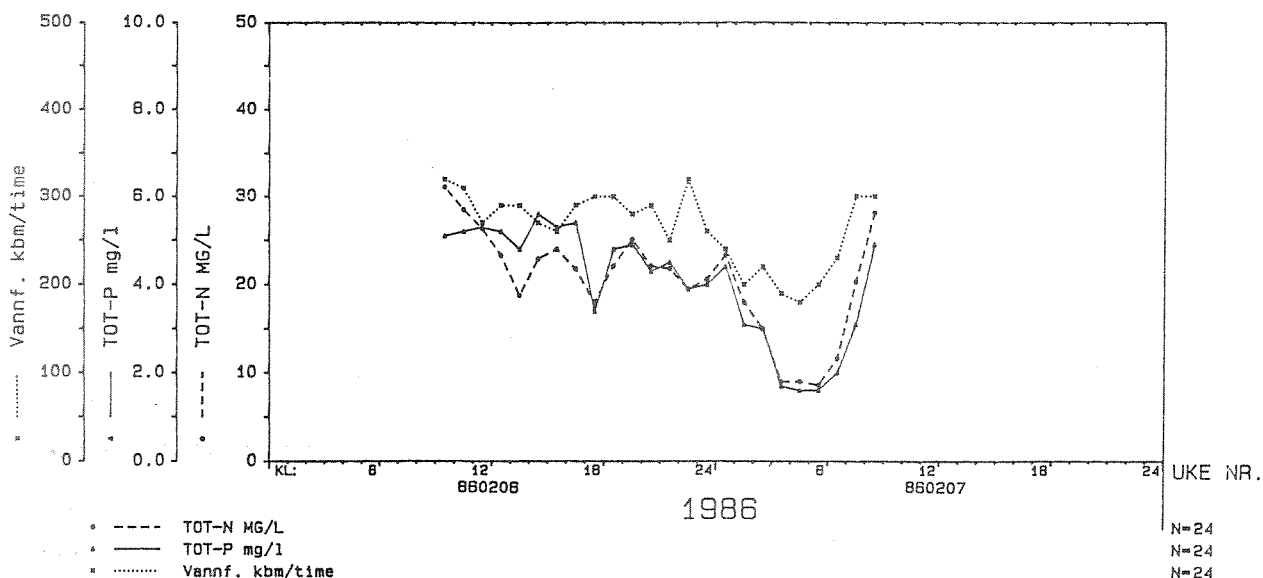
Figur 9. Massetransport i Skytterdalen-påslipp.

3.4 Holmen VEAS-påslipp

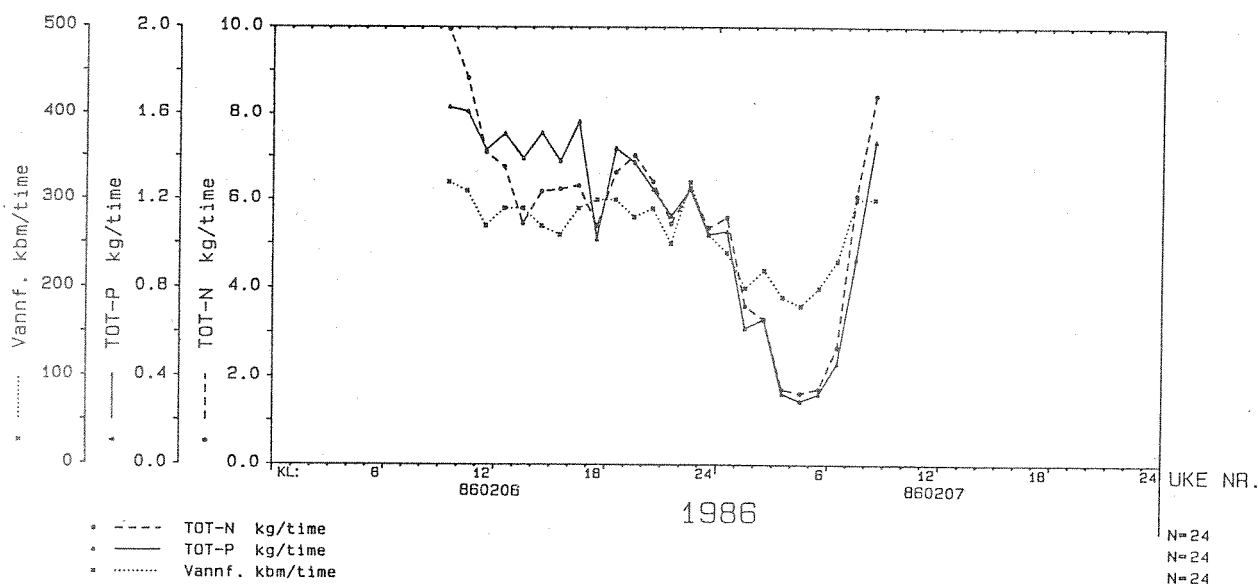
Resultatene av analyseverdiene og timesvannføringer er presentert i vedlegg 1. Figur 10 fremstiller vannføring, total fosfor- og total nitrogenkonsentrasjon for timesprøvene. Også her følger konsentrasjonene hverandre meget bra. Igjen er Tot-N verdien relativt høyere ved 8-, 9- og 10-tiden, mens fosforverdien er relativt høyere på ettermiddagen.

Massetransporten er vist i figur 11 og viser relativt store forskjeller med et klart minimum mellom kl. 3.30 og 5.30.

Vedlegg 3 viser forholdet mellom Tot-N og Tot-P. Det er lavest kl. 13.30, noe som kan skyldes relativt mye vasking på dette tidspunktet. Deretter stiger det gradvis og er på sitt høyeste kl. 7.30.



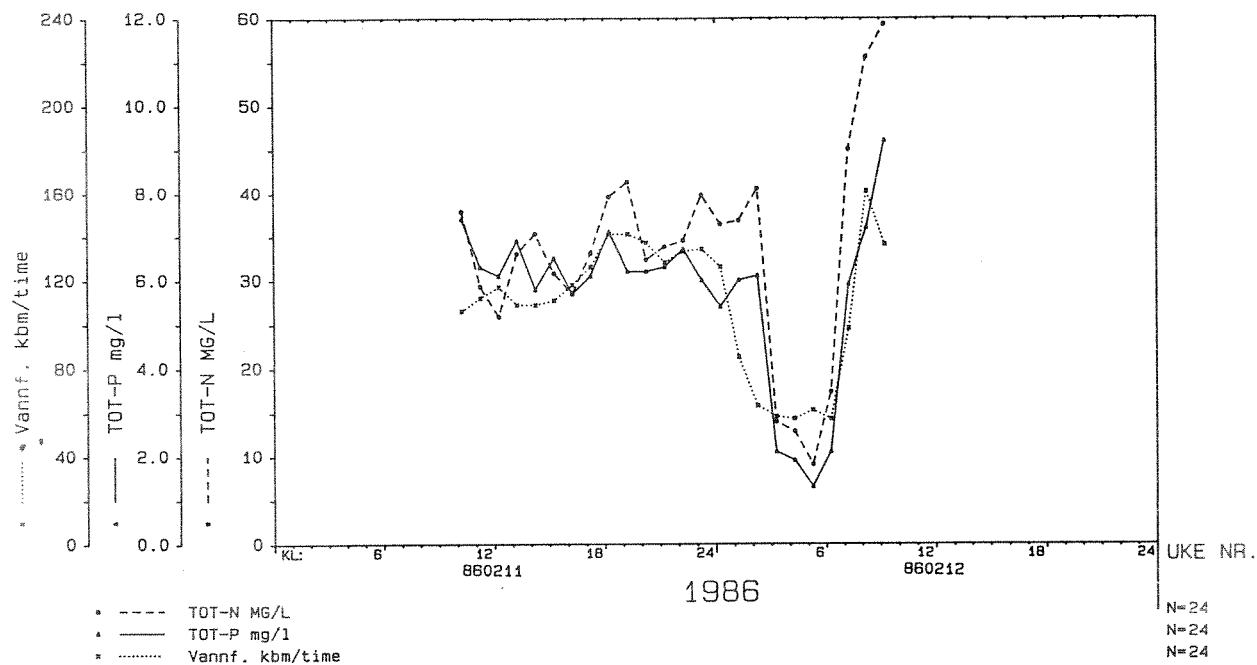
Figur 10. Forurensningskonsentrasjoner i Holmen-påslippet.



Figur 11. Massetransport i Holmen-påslippet.

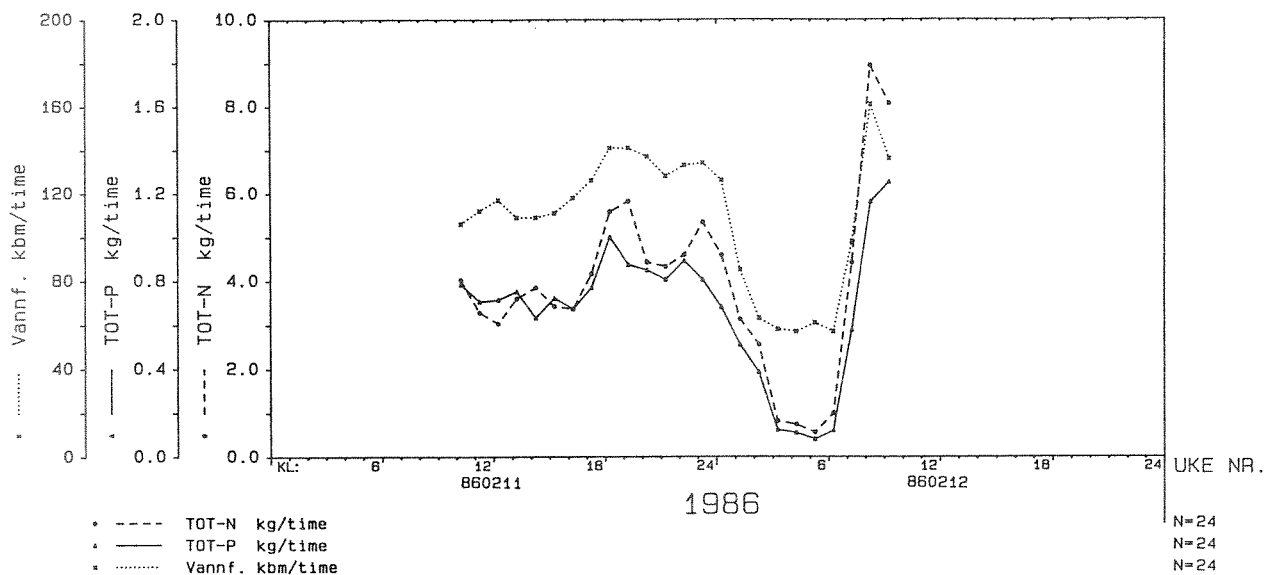
3.5 Blakstad påslipp

Resultatene av analyseverdiene og timesvannføringene er presentert i vedlegg 1. Figur 12 fremstiller vannføring, totalfosfor- og totalnitrogenkonsentrasjon for timeprøvene. Her viser alle parametrene meget markerte nattminimumsverdier. Det samme mønsteret utpeker seg med høye nitrogental om morgenen og relativt sett høye fosforverdier om ettermiddagen etter kl. 12.



Figur 12. Forurensningskonsentrasjonen i Blakstad påslippet,

Figur 13 viser massetransporten ved Blakstad. Den viser en meget klar morgentopp både for nitrogen, fosfor og vannføring og igjen med en utpreget nitrogentopp. Deretter følger verdiene hverandre meget bra med en topp etter middag og en kveldstopp før sengetid. Nattminimumsverdiene synes relativt sett lave. Forurensningstilførslene synes her hovedsakelig å bestå av avløpet fra klosettet, og vaskemiddelfosfor kan neppe ha noen særlig betydning.

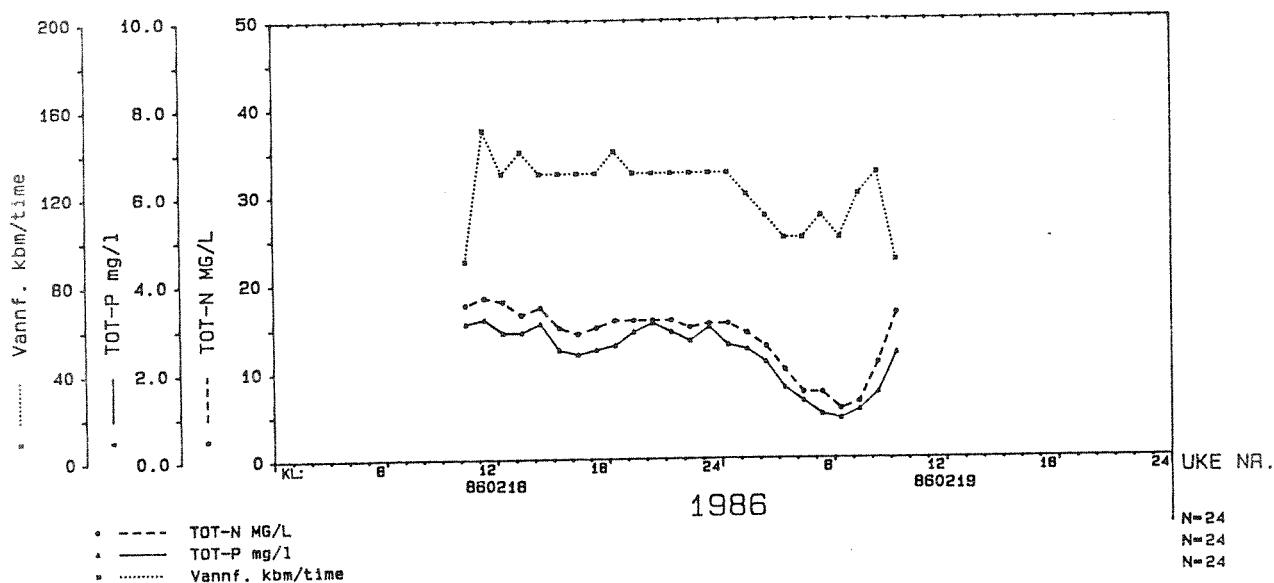


Figur 13. Massetransport i Blakstad påslippet.

Vedlegg 3 viser forholdet Tot-N/Tot-P. Tendensen er den samme. Gradvis stigning med en topp i slutten av nattminimumsperioden.

3.6 Stabekk påslipp

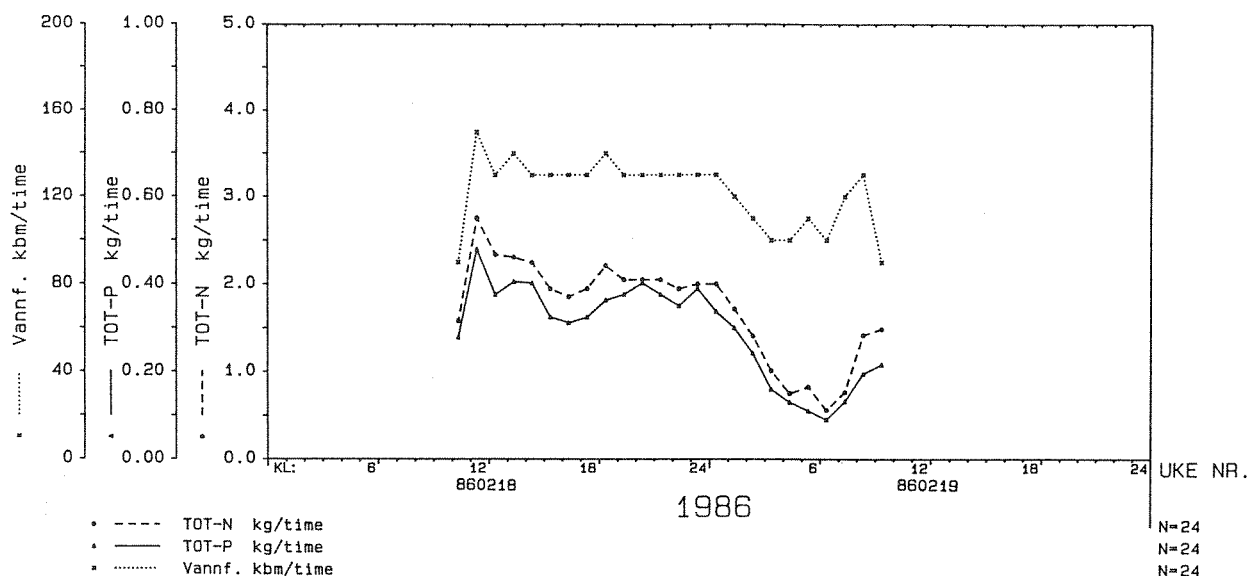
Resultatene av analyseverdiene for timesvannføringen er presentert i vedlegg 1. Figur 14 viser grafisk fremstilling av fosfor- og nitrogenkonsentrasjonen samt vannføringen i Stabekk-påslipp det døgnet under søkelsen pågikk.



Figur 14. Forurensningskonsentrasjonen i Stabekk påslippet.

Verdiene er relativt sammenfallende uten brå svingninger og har mye til felles med Skytterdalen-påslippet. Fosforkurven ligger hele tiden like oppunder, men hele tiden lavere enn nitrogenverdien som også er plottet med en skalaforskjell på 5.

Figur 15 viser massetransporten uten at det fremkommer noe overraskende. Vedlegg 3 viser forholdet Tot-N/Tot-P. Denne kurven viser en noe flatere tendens enn de øvrige, men også denne har sine høyeste verdier i siste del av nattminimumsperioden.



Figur 15. Massetransport i Stabekk påslippet

3.7 Sammenligning av minimumsverdier med gjennomsnittsverdier

For å bringe klarhet i karakteristiske forskjeller i seks av de syv målepunktene behandles noen sentrale parametre under ett i dette avsnittet. Vækerø er sløffet fordi timesprøvene her blir forstyrret på grunn av de store forskjellene i tilrenningstid ved påslippet.

Tabell 4. Vannføring m^3/h .

Målested	Middelverdi	Min	Max	Min/Middel %
Ask-Gjerdrum	2.68	0.65	5.20	24.2
Nordkisa-Ullensaker	1.98	0.35	4.15	17.6
Skytterdalen VEAS-påslipp	68.3	50	80	73.2
Holmen	265	108	320	40.8
Blakstad	109	57	161	52.2
Stabekk	122	90	150	73.7

Tabell 5. Tot-P konsentrasjon mg P/l.

Målested	Middelverdi	Min	Max	Min/Middel %	
Ask-Gjerdrum	9.74	1.94	48.7	20	
Nordkisa-Ullensaker	11.64	5.28	22.2	45	
Skytterdalen VEAS-påslipp	3.67	1.3	5.6	35.4	
Holmen	-"-	4.05	1.6	5.6	39.5
Blakstad	-"-	5.7	1.3	9.2	22.8
Stabekk	-"-	2.37	0.9	3.2	38.0

Tabell 6. Tot-N konsentrasjon mg P/l.

Målested	Middelverdi	Min	Max	Min/Middel %	
Ask-Gjerdrum	69.9	14	473	20	
Nordkisa-Ullensaker	56.9	31	100	55	
Skytterdalen VEAS-påslipp	19.3	6.8	31.5	35	
Holmen	-"-	20.4	8.6	31.1	42
Blakstad	-"-	33.4	9.0	59.3	27
Stabekk	-"-	13.9	5.6	18.4	40

Tabell 7. Tot-N/Tot-P

Målested	Middelverdi	Min	Max	Min/Middel %	
Ask-Gjerdrum	6.14	3.84	9.71	63	
Nordkisa-Ullensaker	5.18	3.11	8.71	60	
Skytterdalen VEAS-påslipp	5.33	3.72	7.56	70	
Holmen	-"-	5.13	3.92	6.55	76
Blakstad	-"-	6.02	4.24	8.23	71
Stabekk	-"-	5.95	5.10	7.50	86

Tabell 8. Forholdet minimum/middel for massetransport for Tot-P og Tot-N i prosent (%).

Målested	Minimum m ³ /h	Min Tot-P kg/h	Min Tot-N kg/h
	Middel %	Middel %	Middel %
Ask-Gjerdrum	24.2	17.8	17.8
Nordkisa-Ullensaker	17.6	12.9	17.6
Skytterdalen VEAS-påslipp	73.2	30.2	30.5
Holmen -"-	40.8	29.0	25.9
Blakstad -"-	52.2	14.1	11.9
Stabekk -"-	73.7	32.6	30.5

Fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i alle timesprøvene er for hvert påslippspunkt korrelert mot hverandre. Disse resultatene er vist i vedlegg 4. Korrelasjonsfaktoren er vist nedenfor i tabell 9.

Tabell 9. Korrelasjonsfaktor for fosfor og nitrogenkonsentrasjoner.

Målepunkt	Korrelasjonsfaktor, R
Ask pumpestasjon Gjerdrum	0.99
Nordkisa r.a. Ullensaker	0.81
Skytterdalen VEAS-påslipp	0.88
Holmen -"-	0.90
Blakstad -"-	0.87
Stabekk -"-	0.97

Korrelasjonsfaktorene er meget høye. Dette tyder på at hvis det er fosfor tilstede i prøven, så er det også nitrogen tilstede omtrent i samme relative forhold. Dette er en indikasjon på at det er kloakkvannet som dominerer i disse prøvene. Det er ut fra dette vanskelig å tenke seg at andelen av vaskemiddelfosfor kan være så stor som det er antydnet fra enkelte hold. Tøyvaskemidlene inneholder ikke noe særlig nitrogen, og vasking foretas på bestemte tidspunkter. Resultatene viser at forurensningstilførslene i hovedsak domineres av kloakk som kilde. Nattminimumstallene synes ikke å indikere noen spesiell trend. Det er kanskje en tendens til at Skytterdalen, Holmen og Blakstad har noe lavere fosforinnhold i forhold til nitrogen.

Av disse resultatene er det spesielt tabell 8 som er interessant. Den viser forholdet mellom minimumstransporten ved minste vannføring om natten og gjennomsnittstransporten.

3.8 Konklusjoner om forurensningsbidrag i fremmedvann under tørrvær

Det kan trekkes følgende konklusjoner:

1. Fremmedvannsinntrengning (infiltrasjonsvann) i tørrværssituasjoner gir ingen spesiell økning i massetransporten.
2. De høye transportverdiene som er påvist i blandt annet ANØ-området, må derfor knyttes til nedbørssituasjonen.
3. Ett unntak her er det silosaftutslippet som ble påvist i undersøkelsen ved Ask pumpestasjon.

4. UNDERSØKELSER AV FORURENSNINGSBIDRAG I FREMMEDVANN UNDER NEDBØR

Forurensningstoppene som oppstår i avløpsnett under nedbør, kan ha følgende årsaker:

1. Forurensninger i fremmedvann som tas inn via inntakene.
2. Utspyling av tørrværsavsetninger fra avløpsvann i bunnen av rørene.
3. Utspyling av restprodukter fra betongrør under nedbrytning på grunn av korrosjon fra aggressivt vann.

Det var etter at tørrværsmålingene ble avsluttet ønskelig å utføre en del tilleggsundersøkelser av forurensningstransporten under nedbør, men knappe ressurser gjorde dette vanskelig.

Det ble tidligere foretatt en del undersøkelser i forbindelse med VA-rapport 2/85 "Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydskogen-feltet og ANØ-området" (1). Disse undersøkelsene er nærmere kontrollert ved hjelp av nyere tilleggsundersøkelser.

Disse undersøkelsene støtter godt opp under de teorier som ble antydnet i VA-rapporten fra 1985; så sterkt at vi nå tør hevde at: Forurensningstoppene ANØ-området skyldes inntak av leire i fremmedvanns bidraget under nedbør.

I den videre presentasjonen gjentas noen av de tidligere undersøkelsene og resultatene fra de siste tilleggsundersøkelsene for å belyse dette nærmere.

4.1 Undersøkelser som inngikk i "Kritisk analyse VA 2/85"

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" (3). Sydskogen II undersøkelsen (4) er utført som en halvårlig sommerundersøkelse, mens Sydskogen I undersøkelsen er utført som en halvårlig vinterundersøkelse. Målsetningen var å kontrollere om de spesifikke tallene som ble benyttet for beregning av tilføringsgrad, var riktige. Undersøkelsen ble gjennomført i et boligfelt hvor man med stor sikkerhet kunne si at det ikke forekom spillvannstap eller fremmedvannsinntak. Det var derfor avgjørende i utgangspunktet å analysere den spesifikke forurensningsproduksjonen fra husholdningen grundig.

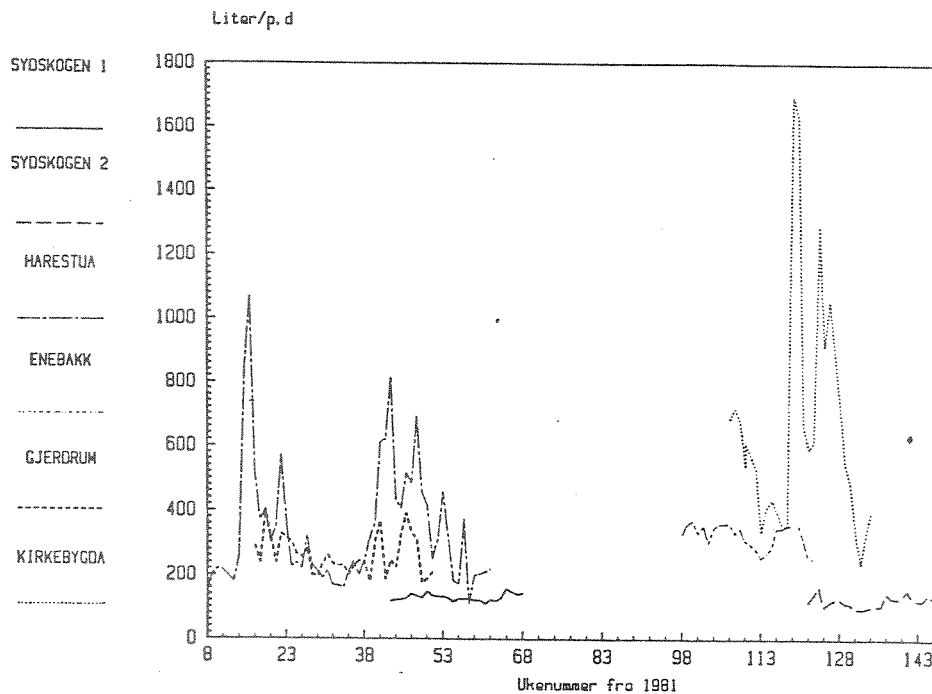
Undersøkelsen ved Sydskogen sto i kontrast til undersøkelsene som pågikk i ANØs regi, og hvor resultatene fra Gjerdrum og Ytre Enebakk ble trukket frem og publisert (5).

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.

4.2 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 16.



Figur 16. Spesifikke avløpsvannmengder tilført målepunktene.

Avløpsvannmengdene fra Sydsbogen-undersøkelsene skiller seg ut fra de fleste ANØ-målingene. Sydsbogen-målingene viser vesentlig lavere spillvannsmengder, og resultatene er vesentlig jevnere. Spesielt Harestua og Kirkebygda-målingene viser store variasjoner 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. Det kan tyde på avkuttete topper i overløp.

Gjennomsnittsverdiene for de seks undersøkelsene er vist i følgende tabell 10.

Tabell 10. Spesifikke avløpsvannmengder pr uke.

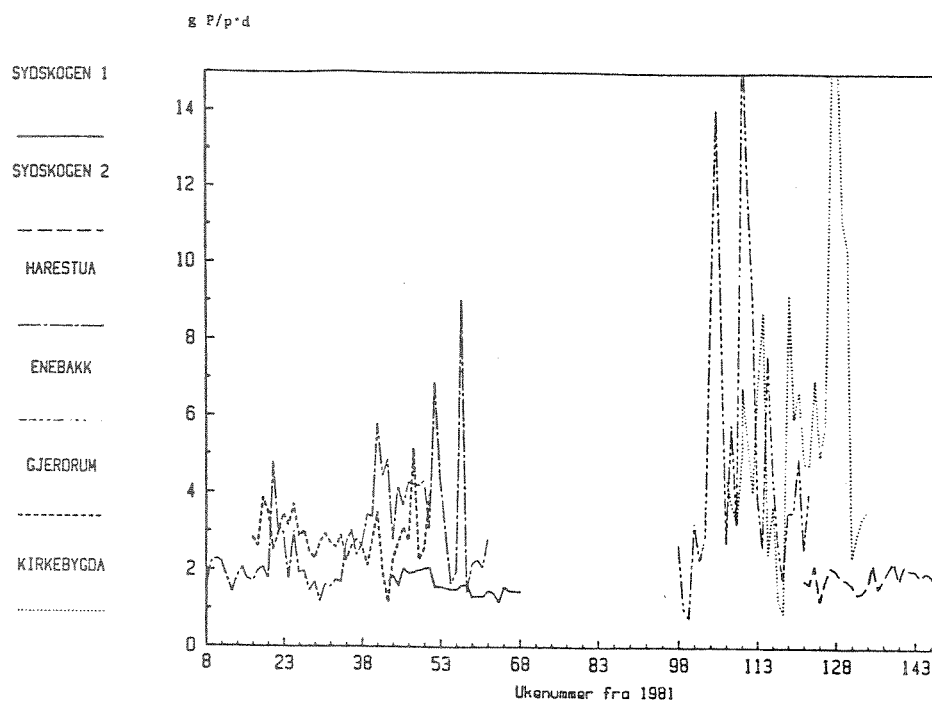
Nr.	Navn	Gj.snittlige avløpsvann mengder l/p.d.	Standard avvik l/p.d.	laveste l/p.d.	høyeste l/p.d.
1.	Sydsbogen I	129,3	11,3	115	158
2.	Sydsbogen II	123,2	18,1	95	167
3.	Harestua r.a.	335,9	195,7	144	1070
4.	Gjerdrum r.a.	262,7	60,5	194	403
5.	Ytre Enebakk r.a.	323,6	38,8	251	370
6.	Kirkebygda r.a.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

Resultatene bekrefter at det forekommer store fremmedvannsinntak spesielt i Harestua, Ytre Enebakk og Kirkebygda.

De lave Sydsbogen-tallene er kontrollert opp imot 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.

4.3 Variasjoner i spesifikke forurensningstilførsler

De gjennomsnittlige spesifikke tilførslene for fosfor er vist i figur 17.



Figur 17. 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.

Den viser spesifikke fosfortilførsler langt over det som kan komme fra husholdning. Noen verdier har vært helt oppe i over 10 g P/p.d. Top-pene kommer vanligvis i forbindelse med nedbør. Målingene er basert på ukeblandprøver slik at det ikke kan være snakk om kortvarige utspylingseffekter.

Gjennomsnittsverdiene for alle målingene er vist i tabell 7.

Tabell 7. Gjennomsnittlig 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	-	-

Både gjennomsnittstallene og standardavvikene viser at det må komme spesielle forurensningstilførsler inn på disse målepunktene.

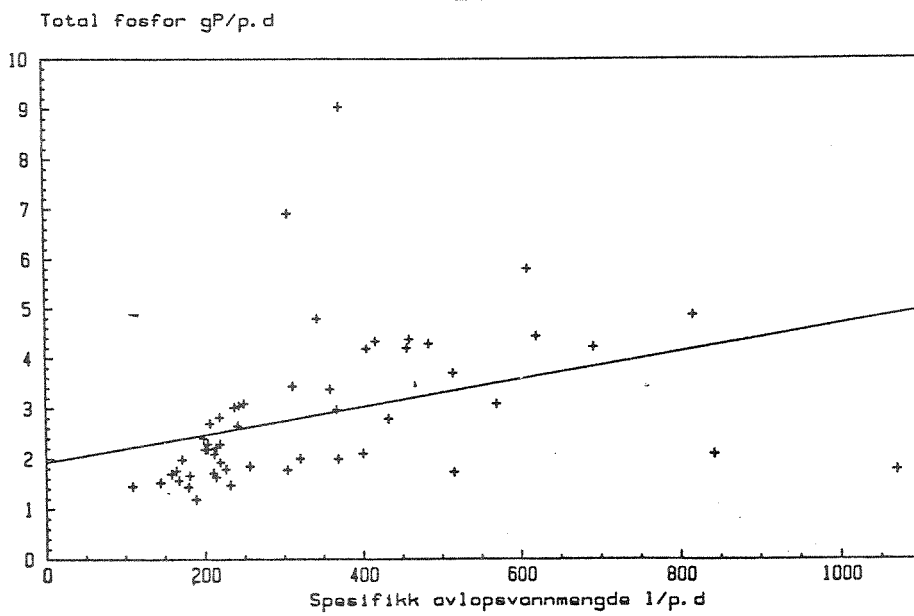
4.4 Forurensningstilførsler i fremmedvann

De spesielle resultatene som fremkom, gjorde det nødvendig å studere hvordan de spesifikke forurensningsmengdene varierer i forhold til fremmedvannsinntaket.

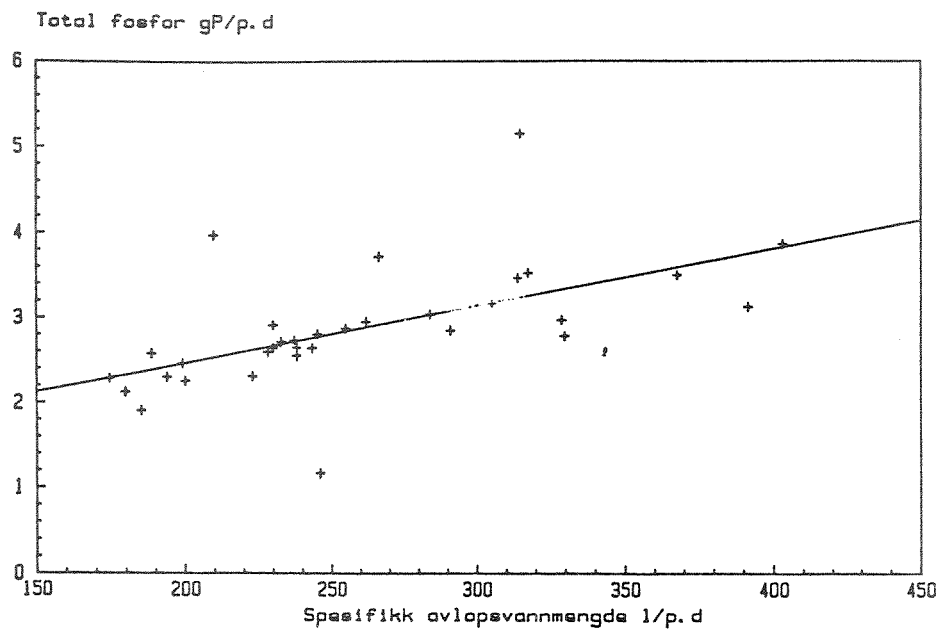
Det kan gjøres ved å plote de spesifikke tilførslene som funksjon av mm nedbør pr. uke. Det foreligger imidlertid ikke resultater for dette i alle undersøkelsene, og nedbørmåleren er ofte plassert langt unna.

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.

Figur 18 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 19 som viser fosfortilførslene på Gjerdrum. Også disse øker med økende fremmedvannsmengde.



Figur 18. Spesifikke fosfortilførsler ved Harestua r.a. som funksjon av spesifikk avløpsvannmengde l/p.d.



Figur 19. Spesifikke fosfortilførsler ved Gjerdrum r.a. som funksjon av spesifikk avløpsvannmengde l/p.d.

4.5 Leire som kilde til forurensningsbidraget i fremmedvann

4.5.1 Tidligere NIVA-undersøkelse

Ved pumpestasjonen i Ask-feltet på Gjerdrum ble det tatt mistanke om at det høye fosforbidraget i fremmedvannet kom fra overflateavrenningen som ble tatt inn i ledningsnett. Det pågikk dessuten bakkeplanering i det samme området. Det ble tatt prøver av dette vannet mens det ennå var på overflaten før det gikk inn i ledningsnett. Resultatet er vist i tabell 11.

Tabell 11. Analyser av fremmedvann (overflatevann fra overflaten tatt før nedbør i sluk og i drensvann) ved Ask gård i Gjerdrum.

Nr	Prøvetakingsdato	Vannprøvetype	Analyisert ved	Tot-P mg P/l	Tot-N mg N/l	KOF mg O/l
1	09.11.84	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 fosfor- og KOF-konsentrasjoner i denne type fremmedvann.

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.

For å undersøke hvilket fosforinnhold det var i leira i nærheten av Ask pumpestasjon ble det tatt prøver av leira den 24. juni 1985. Resultatene er vist nedenfor.

Tabell 12. Analyseresultater av overflateleire fra området ved Ask pumpestasjon i Gjerdrum.

Parameter	Verdi
Total-fosfor:	1270 µg P/g jord
Kjeldahl nitrogen:	1100 µg N/g jord
Kjemisk oksygenforbruk	
KOF dikromat:	23.6 mg O/g jord
Aluminium HNO ₃ oppl.:	20.3 mg Al/g jord
Kalium - ³ - :	8.7 mg K/g jord
Jern -"- :	41.1 mg Fe/g jord

Prøvene er tørket og knust før innveining.

Analysen viser at fosforinnholdet i leire er høyt med 1270 µg P/g jord. Nitrogeninnholdet er ikke spesielt høyt i forhold til fosfor. Her er det i samme størrelsesorden mens nitrogeninnholdet i kloakk er ca. 5 ganger høyere enn fosforverdien. Derimot er KOF-verdien høy. Det er også viktig å merke seg at aluminium- og jern-innholdet er høyt.

Denne observasjonen betyr at fosforinnholdet i avløpsvannet vil øke proporsjonalt med leireinnholdet i fremmedvannet etter følgende formel:

$$\text{Tot-P tillegg (mg/l)} = 1.27 \cdot \text{leireinnholdet (g/l)}$$

Det betyr at leireinnholdet i prøve nr. 4 i tabell 12 må være 7.5 g for å tilsvare et leireinnhold på 9.51 mg P/l. Dette er fullt ut tenkelig fordi leirpartiklene er meget små og lar seg lett suspendere med litt omrøring.

Det synes derfor å være logisk at det høye fosforinnholdet i avløpsvann i ANØ-området kan være forårsaket av det leirebidraget som kommer inn i avløpsnettet via fremmedvannet.

4.5.2 Generelt om fosforinnhold i leire

Det skilles mellom upåvirket og påvirket leire. Med upåvirket leire menes at leirens innhold av de forskjellige stoffer foreligger i sin opprinnelige form slik den ble avsatt under istiden. Med påvirket leire menes det at leiren i tidenes løp er påvirket av tilførselsstoffer, f.eks. fosfor fra gjødsel, som senere er bundet til leiren og har

økt leirens fosforinnhold.

Fosforinnholdet i upåvirket leire inngår i gitterstrukturen i leiremineralene og vil for det meste være bundet til Fe, Al og Ca. Hva som dominerer vil bl.a. være pH-avhengig. Blant annet vil andelen av apatitt-forbindelser påvirke leirens innhold av fosfor.

Krogstad kunne opplyse at fosforinnholdet i upåvirket leire på Romerike fra NLHS målinger er overraskende høye, og at de lokale forskjellene var meget små. Gjennomsnittlig ble det målt 750 µg P/g jord (SS og TSS gir her samme verdi) med variasjon på fra ca. 500 µg P/g til ca. 900 µg P/g.

Vanlig påvirket leirjord inneholder gjennomsnittlig 1000 µg P/g målt som Tot-P jord, og dette regnes fortsatt med som et naturlig tall.

Disse tallene stemmer bra med NIVAs målinger i tabell 9. Selv om leira ved Ask pumpestasjon tyder på noe høyere fosforkonsentrasjoner.

4.5.3 Forskjellen på totalfosfor-innholdet og plantetilgjengelig fosfor (lettløslig fosfor)

Det har tidligere vært en vanlig oppfatning at upåvirket leire ikke inneholder noe særlig fosfor. Fra litteraturen nevnes ofte at upåvirket jord som regel inneholder <0.05% P og for enkelte jordarter <0.01% P. Årsaken til dette er at det er snakk om to helt forskjellige analysemetoder.

"Total" fosfor er bestemt kolorimetrisk med molybdenblåttmetoden (Scheel 1936) etter forvasking og ekstraksjon med 0,2 N svovelsyre (Damsgaard-Sørensen 1946). Lettløselig fosfor, kalium, natrium, kalsium og magnesium er bestemt i Al-ekstraktet (0,1 M ammoniumlaktat og 0,4 M eddiksyre pr. liter). (Enger, Riehm og Domingo 1960) ved hjelp av kolorimetri (P), flammefotometri (K og Na) og atomabsorpsjon (Mg og Ca) (6).

Vanligvis benytter landbruksvitenskapen seg av en teknikk med ammoniumlaktat oppløsning av fosfor som er mye mildere, og som bedre angir den fosformengden plantene greier å trekke ut av jorda. Med denne teknikken blir det resulterende fosforinnholdet i upåvirket jord vesentlig mindre. Krogstad mener imidlertid at leirpartikler i vann lett kan løse ut hardere bundet fosfor. Dette avhenger i stor grad av forholdene i vannet slik som pH, red./oks., organisk materiale m.m.

I denne VA-sammenhengen benyttes totaloppslutning av leirpartiklene og måler derved totalt fosforinnhold. Derved får man også med all tungt løselig fosfor i leirpartiklene.

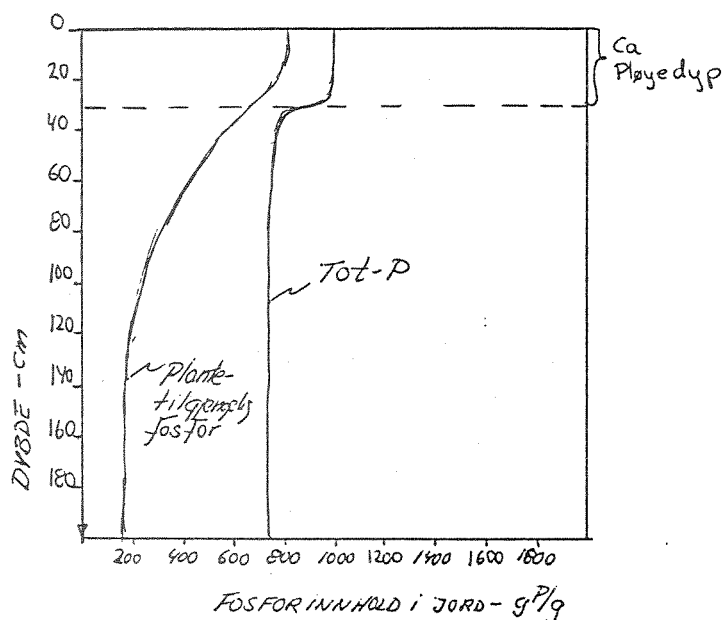
Den lettløslige fosforanalysemetoden er dominerende innenfor landbruket og gjenspeiler i mye større grad fosfor som er tilført jorda senere, f.eks. gjennom gjødsling. For eksempel ga professor Skjeseth følgende redegjørelse: "Upåvirket leire inneholder lite fosfor (underforstått målt som lettløslig fosfor), men leire som har vært i kontakt med gjødslingsfosfor, kan inneholde mye. Fosforinnholdet i leiren benyttes faktisk for å påvise gammel bosetning ved arkeologisk kartlegging".

Målinger foretatt av Hvatum (6) viser at total fosforverdiene er ca. 10 ganger høyere enn den lettløslige fosforen.

4.5.4 Fosforinnhold i leire som funksjon av dybde

Krogstad definerer upåvirket leire som åker-leire som ligger på f.eks. 1 m dyp. Leire hentet fra overflaten i et skogsområde vil ifølge han også være upåvirket. Den fosforen som påvirker leiren, vil i sin helhet stamme fra gjødslingsfosfor og vil bare påvirke topplaget hovedsakelig ned til plogdybden dvs. 20-30 cm.

Hvis det tas leirprøver i et dypdeprofil på jordbruksjord, vil man finne de høyeste verdiene på toppen med lavere verdier nedover. Dette har man gjort flere ganger ved NLH, og kurvene viser gode sammenhenger. De benyttes for å se på fosforopptaket i påvirket leire. Eksempel er vist nedenfor.



4.5.5 Fosforinnholdet i Romeriksleire

Krogstad kan opplyse at leirjorda på Romerike inneholder mye fosfor. Fosforet her foreligger hovedsakelig som kalsiumfosfor (Apatitt) og jern- og aluminium/fosforforbindelser. Det er karakteristisk for denne leirtypen at pH-verdien i jorda er meget høy med verdier helt opp til pH 9 i dypere leirlag. Dette viser seg godt på bakkeplanerte områder. Oppdyrking og bruk av handelsgjødsel vil etter hvert senke pH-verdien betydelig.

I pløyselaget i jorda vil en stor del av fosforet også foreligge som organiske P-forbindelser. I undersøkte prøver på Romerike var i gjennomsnitt 35-40% av P i form av organisk bundet P i pløyselaget. Hvor mye av dette som inngår i oppbygging av organisk materiale og hvor mye som er adsorbent til f.eks. Fe, Al og Ca, er ikke klarlagt.

Vanligvis finner man lite fosfor i dreneringene fra jordbruksarealene, men målinger på Romerike har vist noe helt annet. Dreneringssystemet på Holt gård på Kauserud viste følgende verdier:

Tabell 13.

Prøve nr.	Sedimentkons. Suspendert stoff SS mg/l	Tot-fosfor- innhold µg P/g	Fosfor- konsentrasjon mg P/l
1	43	2066	0.089 klarest
2	313	1238	0.38
3	667	1145	0.70 mest turbid

Det synes her å foregå en selektiv partikkeltransport. Krogstad mener dette skyldes at fosfor er bundet til de svært små partiklene i leire som klarer å slippe ut i dreneringssystemet.

På spørsmål svarte Krogstad at målinger på 9 mg P/l i overflatevann med mye leire er helt naturlig i bakkeplanerte områder. Leire som eroderer fra overflaten i Romerike vil inneholde et meget høyt fosforbidrag.

Krogstad hadde målinger som viste sammenhengen mellom vannprøvenes sedimentkonsentrasjon og fosforinnhold hvor man mente det var en god korrelasjon.

Konklusjonen er at total fosforinnhold i upåvirket leire er betydelig høyere enn man tidligere har vært klar over når den måles som Tot-P.

4.5.6 Innhold av fosfor i leire på landsbasis

Det ble undersøkt om det foreligger opplysninger på landsbasis om jordoverflatens eller leiras fosfor-innhold. Slike opplysninger er sparsomme.

NGI har sendt oss kopi av to eldre artikler som viser kjemien i norske leirer. Artiklene er fra 1925 og 1926 og er basert på prøver av leire fra teglverk. Tabell 14 viser fosforinnholdet i noen av leiretypene basert på leirenes innhold av apatitt.

Tabell 14. Fosforinnhold i norske leirer basert på mineralinnhold av apatitt (1 % \longrightarrow 10.000 $\mu\text{g}/\text{gram}$).

	Apatitt %	P ₂ O ₅	$\mu\text{gP}/\text{g}$
Aarum	0.55	0.23	655
Sorgenfri Taksteinleire	0.43	0.18	513
Hønefoss teglverk	0.26	0.11	313
Helle	0.67	0.27	770
Kjølberg	0.58	0.24	684
Graveren	0.50	0.21	599
Nidaros teglverk	0.55	0.23	655
Trana teglverk	0.32	0.14	399

Ref: Rove, Olaf N. oversatt og bearbeidet av Barth T. og Johnsen, M. fra tysk: "Undersøkelser over norske lerer". Petrografiske undersøkelser. Det konglige departementet for handel, sjøfart, industri og fiskeri. Statens råstoffkomitè. Publikasjon nr. 23, Oslo 1926 i kommisjon hos Teknisk Ukeblad.

I tillegg presenteres tabell 15 som viser utdrag fra Hvatums PRA-rapport (6) om kjemiske undersøkelser av jord tilført kloakkslam.

Tabell 15. Totalfosforkonsentrasjon i jord $\mu\text{g}/\text{gram}$ tørr jord (6).

		Mat jord øverst	Mat jord nederst	Dyp 30-40 cm	Dyp 50-100 cm
NLH-Ås	uten kloakkslam	707	750	690	787
"	2 tonn kloakkslam pr. dek.	860	940	940	103
"	10 tonn " " "	955	1000	800	760
"	20 tonn " " "	895	1140	505	1250
"	40 tonn " " "	1300	1730	445	1370
Bakkeplaneringsforsøk					
Ås	uten kloakkslam	757	747	823	850
"	15 tonn kloakkslam pr. dek.	790	813	917	-
"	30 tonn slam pr. dek.	813	760	827	-
Rakkestad	uten kloakkslam	650	643	573	685
"	5 tonn slam/dekar	940	987	857	-
"	10 tonn "	990	1067	817	-
Nittedal	uten kloakkslam	946	1013	1027	-
"	5 tonn slam/dekar	1107	1200	1013	-
"	10 tonn "	1093	1173	927	-
Brunlanes	uten kloakkslam	374	352	312	353
"	med "	867	920	639	568

Konklusjonen er at det totale fosforinnholdet jevnt over er meget høyt, og at variasjonene ikke er så veldig store. I noen områder er verdiene høyere, blant annet i Nittedal som er en del av ANØ-området.

4.5.7 Forurensningsmengder i fremmedvann på grunn av eroderende leire

Ut fra det man til nå har sett, vil forurensninger i fremmedvann spesielt være knyttet til områder hvor leire kan erodere og trenge inn i avløpsnett. Årsaken til at problemet knyttes til leire er at leirepartiklene er så små at de lett lar seg rive med og suspendere i vann.

Leire defineres som jordpartikler mindre enn 2μ , altså 0,002 mm. Dernest vil problemet først og fremst være knyttet til arealer som lar seg erodere, det vil si områder hvor naturlig gressdekke fjernes. Det vil si områder med bakkeplanering, jordbruksarealer som pløyes og utsettes for avrenning, anleggsområder og eroderende bekkedaler. De to førstnevnte er de viktigste. Det er klart at hvis avrenningen i tillegg skjer fra områder hvor blant annet fosforkonsentrasjonen er spesielt stor, vil dette være viktig. Men viktigst er nå det faktum at arealenes gressbeskyttelse fjernes. Sannsynligvis er bakkeplanering spesielt uheldig fordi man i tillegg til å fjerne gressbeskyttelsen ofte også har tilført slam på slike arealer. Konsekvensene kan da bli

spesielt store. Det finnes flere slike områder i ANØ-området.

4.5.8 Metode for å øremerke fosforbidraget eller forurensningsbidraget fra leiren generelt

Det har vært antydnet flere metoder for å øremerke fosforbidraget fra leireinnholdet i fremmedvann. Den enkleste og beste metoden er å benytte opplysningene om suspendert stoff i vannprøvene. Ved å ta SS-analyser i tillegg vil man ut fra de SS-analysene som normalt kommer fra boliger, beregne hvor mye SS som kommer fra fremmedvann. Innholdet av fosfor og eventuelt andre forurensende forhold kan beregnes slik som i avsnitt 4.5 og kan dermed trekkes ifra.

Det kan utarbeides flere formler som angir disse forholdene. Det er imidlertid behov for å bearbeide måleserier ut fra dette.

Det er mulig at tilleggsanalyser for totalt aluminium, jern eller kalsium kan være ønskelig.

4.6 Konklusjoner om forurensningsbidrag i fremmedvann under nedbør

Det kan trekkes følgende konklusjoner:

1. Forurensningstypene i ANØ-området skyldes inntak av leire via fremmedvannsbidraget under nedbør.
2. Årsaken til de store forurensningsbidragene fra ANØ-områdene synes å være en kombinert effekt av at leiren i området inneholder spesielt mye fosfor, nemlig ca. 1.200 µgP/g jord, og store arealer som lar seg erodere både på grunn av jordbruksaktivitet og spesielt store områder som bakkeplaneres.
3. I områder hvor forurensningsinntak via fremmedvann er et problem, er sannsynligvis den lokale jorderosjon viktigere enn de lokale variasjonene i jordas innhold av forurensende stoffer.
4. Den enkleste måten å øremerke forurensningsbidraget i fremmedvann på er sannsynligvis å analysere avløpsvannets innhold av suspendert stoff (SS) og sammenligne dette med det bidraget som kommer fra boligene.

5. REFERANSER

- (1) Vråle, L.: "Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydskogen-feltet og ANØ-området". NIVA-rapport 0-8413102. Mars 1985. VA-rapport 2/85.
- (2) Vråle, L.: "Spillvannstap fra oppsamlingsnett. Delrapport nr. 2. Automatisk overvåkning av vannforbruk og lekkasje som alternativ metode for beregning av tilføringsgrad. Resultater fra undersøkelsene ved Sydskogen, Bekkestua og Siggerud". NIVA 0-81041. VA-rapport 12/83. Desember 1984.
- (3) Vråle, L.: "Spillvannstap fra oppsamlingsnett, delrapport 1. Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett i Sydskogen", Røyken kommune. NIVA 0-81041, VA-rapport 11/83. April 1983.
- (4) Vråle, L.: "Forurensningsproduksjon fra husholdning". Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydskogen i 1983, Røyken kommune. NIVA F-83451, VA-rapport 20/84. 1. september 1984.
- (5) Skjefstad, J.: "Spesifikk forurensningsproduksjon og røravlagringer". VANN 2-83, side 104.
- (6) Hvatum, O.Ø.: "Kjemisk undersøkelse av jord tilført kloakkslam. PRA-prosjektet 3.5 - Infiltrasjon av avløpsvann og slam. Institutt for jordbunnsforskning - NLH.

V E D L E G G 1**OPPRINNELIG PROGRAMFORSLAG FOR
FORURENSNINGER I FREMMEDVANN**

Lasse Vråle
Miljøteknikk

VRA/LIS
30.5.85

Nytt prosjekt

PROGRAMFORSLAG FOR FORURENSNINGER I FREMMEDVANN

1. PROBLEMSTILLING

Bakgrunn for prosjektet er de alarmerende høye fosforkonsentrasjonene som er påvist i avløpsvannet fra enkelte områder blant annet i ANØ-området. Disse forurensningsmengdene synes å være knyttet til høyt inntak av fremmedvann og muligens spesielt til jordbruksområder. Det er blant annet påvist svært høye fosfor-konsentrasjoner i leire i enkelte områder. NIVAs VA-rapport nr. 2/85 viser at tilførselene til et utvalg renseanlegg viser store tilførselstopper under nedbør og både med hensyn til Tot-P, Tot-N og KOF.

Andre steder har man inntrykk av at økt fremmedvanns-inntak spesielt øker nitrogen-tilførselene mens økningen i fosfor-tilførsler er heller beskjeden.

Det er viktig å få klarlagt hvilke forhold som bidrar til økt forurensningsbidrag i fremmedvann for å ta stilling til bidraget fra husholdnings-avløpsvannet i forhold til andre mer diffuse kilder med tanke på en mer generell eutrofierings-sammenheng. Dessuten er det idag vanlig akseptert at fremmedvanns-belastningen til renseanleggene bør reduseres ved å øke separasjonsgraden. Hvis fremmedvann er betydelig forurenset bør man i større grad beholde fellessystemet.

Forurenset fremmedvann innvirker dessuten på beregningene av spillvannsmengdene og derved tilføringsgrad-beregningene.

2. MÅLING AV FORURENSNINGER I FREMMEDVANN I AVLØPSLEDNINGER

2.1. Valg av prøvetakingssteder

Det velges ut 5-6 prøvetakingssteder fordelt rundt om i østlandsområdet. Disse prøvetakingsstedene bør hovedsakelig være innløpet ved renseanlegg, men det kan også bli vurdert å måle i noen overvannssystemer.

Målsetningen er at undersøkelsene ved hvert målested vil strekke seg over 1 til 2 uker, avhengig av værforholdene. Det er ønskelig å få med prøver fra 2 tørrværsdøgn og minst ett regnvær.

2.2. Tørrvær

En Manning-prøvetaker monteres slik at det kan tas individuelle prøver av råkloakken fordelt over døgnet. Det legges spesielt vekt på prøvene som tas om natten mens vannføringene er på det minste. Prøvene analyseres med hensyn på følgende parametre.

- | | |
|--------------------------|--------|
| 1. Tot-P | (alle) |
| 2. Orto-P | (noen) |
| 3. Tot-N/Kjeldalnitrogen | (noen) |
| 4. KOF/TOC | (noen) |
| 5. Termostabile E-coli | (noen) |

Samtidig benyttes telletrykker på vannmålerens telleverk slik at vannføringsfordelingen hver time over døgnet blir klarlagt.

Forurensningstransporten under minimumsvannføringen om natten kan beregnes og består hovedsakelig av bakgrunnsforurensninger som kommer inn med infiltrasjonsvannet. Dette forurensningsbidraget kan sammenlignes med belastningen fra hele døgnet. Fremmedvannsbidraget kan også ses i relasjon til oppsamlingsnett.

Samtidig med at Manning-prøvetakeren monteres settes det opp kontinuerlig registrerende instrumenter med følgende parametre:

1. pH
2. Ledningsevne
3. Temperatur.

Disse instrumentene kobles til en Aandrålogger sammen med vannmåle-rens analoge signal. Hensikten er å få ett bedre bilde av konsentrasjonsvingningene over døgnet og spesielt hvis det skulle oppstå uventede forhold.

2.3. Nedbør

Det samme utstyret som anvendes for målinger under tørrvær benyttes i påvente av nedbørsperioder skulle oppstå. Konsentrasjonsendringene som følge av fremmedvanns-økningen under nedbør måles både på prøvene fra Manning-prøvetakeren og på ledningsevne-målingene. Konsentrasjoner og massetransporten under nedbør sammenlignes med tørrværs-målingene.

Noe av det vanskelige i prosjektet blir å skille fremmedvanns-forurensningene fra tørravsetningen i ledningssystemet. Begge disse bidragene vil øke når vannføringer øker som følge av nedbør.

Man vil forsøke å klarlegge dette nærmere ved blant annet å ta prøver av avrenningsvann fra overflaten og analysenes løsmasseavsetningens betydning for forurensningstilførslene.

3. UNDERSØKELSER AV FORURENSNINGER I ERODERBARE LØSMASSER

Det tas ut en del jordprøver rundt om i Akershus og Buskerud fylke, spesielt av leire, men også sand etc. Man forsøker både å ta prøver av overflate-eksponert materiale og dypere liggende materiale.

Hensikten er å se om de store fosformengdene som er påvist i enkelte områder er knyttet til ny-absorbert fosfor fra overflaten, eller om fosfor er marint lagret i leiren. Hvis det viser seg gjennom analyser og intervju av jordbunnspecialister at erodert materiale i form av leire naturlig vil inneholde spesielle forurensninger kan det tenkes at dette punktet undersøkes nærmere.

4. ØKONOMI OG FREMDRIFT

Det er til nå bevilget følgende beløp:

SFT	:	kr 30.000
De-No-Fa	:	kr 30.000
NIVA	:	<u>kr 40.000</u>
Totalt		<u>kr 100.000</u>

Hvert prøvetakingsted vil koste følgende:

Arbeidskostnader	kr 8.000
Leie av instrumenter	kr 7.000
Analysekostnader	<u>kr 15.000</u>
	<u>kr 30.000</u>

Administrasjon og rapportering kommer i tillegg til disse kostnadene og viser at det kan være vanskelig å få til mer enn maksimalt 2-3 prøvetakingssteder innenfor den bevilgede prosjektrammen. Det er derfor viktig å prioritere disse stedene med omhu.

Med bakgrunn i at problemet med fosfor i fremmedvann først ble klarlagt ved renseanlegg i ANØ-området, er det naturlig at en av stedene som velges er enten Gjerdrum eller Kirkebygda-feltet. Det andre stedet bør være et sted hvor det ikke foreligger mistanke til forurensninger i fremmedvannet. Dette klarlegges senere.

Lasse Vråle

VRA/LIS
Disk: VRAS
Jn:forurensninger

V E D L E G G 2

ANALYSERESULTATER OG VANNFØRING FRA MÅLINGER VED:

1. ASK PUMPESTASJON - GJERDRUM KOMMUNE
2. NORDKISA RENSEANLEGG - ULLERNSAKER KOMMUNE
3. SKYTTERDALEN - VEAS-PÅSLIPP
4. HOLMEN - VEAS-PÅSLIPP
5. BLAKSTAD - VEAS-PÅSLIPP
6. STABEKK - VEAS-PÅSLIPP
7. VÆKERØ - VEAS-PÅSLIPP

Data fra : ASK

Dato	kl.	Vannf kbn/t	KOF mg/l	ORTO-P mg/l	TOT-P mg/l	TOT-N mg/l	KOF kg/t	TOT-P kg/t	TOT-N kg/t	ORTO-P TOT-P	TOT-N TOT-P
850624	14.45	5.200	270	2.80	4.95	19	1.404	0.026	0.099	0.566	3.838
850624	16.45	5.200	210	3.17	4.47	19	1.092	0.023	0.099	0.709	4.251
850624	18.45	5.200	270	3.59	5.02	20	1.404	0.026	0.104	0.715	3.984
850624	20.45	3.900	160	2.76	3.94	17	0.624	0.015	0.066	0.701	4.315
850624	22.45	3.900	290	3.78	5.23	27	1.131	0.020	0.105	0.723	5.163
850625	0.45	2.600	220	3.59	4.84	28	0.572	0.013	0.073	0.742	5.785
850625	2.45	1.950	140	2.45	2.71	15	0.273	0.005	0.029	0.904	5.535
850625	4.45	1.300	90	0.79	2.46	14	0.117	0.003	0.018	0.321	5.691
850625	6.45	1.950	220	3.92	5.49	40	0.429	0.011	0.078	0.714	7.286
850625	8.45	2.600	190	5.00	7.73	52	0.494	0.020	0.135	0.647	6.727
850625	10.45	2.600	240	4.77	6.30	39	0.624	0.016	0.101	0.757	6.190
850625	12.45	2.600	300	4.22	5.90	51	0.780	0.015	0.133	0.715	8.644
850625	14.45	3.250	305	2.46	4.36	22	0.991	0.014	0.072	0.564	5.046
850625	16.45	3.250	210	2.46	4.17	23	0.683	0.014	0.075	0.590	5.516
850625	18.45	3.250	330	4.84	6.20	27	1.072	0.020	0.088	0.781	4.355
850625	20.45	1.950	390	5.00	6.76	35	0.761	0.013	0.068	0.740	5.178
850625	22.45	2.600	330	4.68	5.79	37	0.858	0.015	0.096	0.808	6.390
850626	0.45	1.300	320	4.82	5.88	45	0.416	0.008	0.059	0.820	7.653
850626	2.45	0.650	140	2.92	4.61	29	0.091	0.003	0.019	0.633	6.291
850626	4.45	2.600	120	0.62	1.94	18	0.312	0.005	0.047	0.320	9.278
850626	6.45	2.600	1790	15.20	16.40	86	4.654	0.043	0.224	0.927	5.244
850626	8.45	0.650	5360	27.90	41.90	349	3.484	0.027	0.227	0.666	8.329
850626	10.45	0.650	7170	31.10	48.70	473	4.661	0.032	0.307	0.639	9.713
850626	12.45		2730	20.90	28.10	193				0.744	6.868
Min	:	0.650	90	0.62	1.94	14	0.091	0.003	0.018	0.320	3.838
Max	:	5.200	7170	31.10	48.70	473	4.661	0.043	0.307	0.927	9.713
Middel	:	2.685	908	6.82	9.74	69.9	1.171	0.017	0.101	0.683	6.136
Median	:	2.600	270	3.85	5.36	28.5	0.761	0.015	0.088	0.714	5.738
Min./Middel:		0.242	0.1	0.09	0.20	0.20	0.078	0.178	0.178	0.468	0.629

Data fra : Nord-Kisa

Dato	kl.	Vannf kbn/t	KOF mg/l	ORTO-P mg/l	TOT-P mg/l	TOT-N mg/l	KOF kg/t	TOT-P kg/t	TOT-N kg/t	ORTO-P TOT-P	TOT-N TOT-P
850624	17.15	2.280	600	6.37	7.30	41	1.368	0.017	0.093	0.873	5.616
850624	19.15	2.415	900	7.92	8.18	40	2.174	0.020	0.097	0.968	4.890
850624	21.15	3.450	940	9.84	10.12	36	3.243	0.035	0.124	0.972	3.557
850624	23.15	2.620	560	6.72	7.96	31	1.467	0.021	0.081	0.844	3.894
850625	1.15	1.300	570	7.50	8.75	58	0.741	0.011	0.075	0.857	6.629
850625	3.15	0.575	240	5.24	5.28	46	0.138	0.003	0.026	0.992	8.712
850625	5.15	0.545	170	4.19	5.47	34	0.093	0.003	0.019	0.766	6.216
850625	7.15	1.720	490	6.11	7.27	55	0.843	0.013	0.095	0.840	7.565
850625	9.15	2.110	2030	11.80	22.20	100	4.283	0.047	0.211	0.532	4.505
850625	11.15	2.615	2100	10.80	18.80	68	5.492	0.049	0.178	0.574	3.617
850625	13.15	2.275	1490	10.10	12.80	54	3.390	0.029	0.123	0.789	4.219
850625	15.15	1.725	900	8.64	10.10	37	1.553	0.017	0.064	0.855	3.663
850625	17.15	2.195	1310	9.82	13.50	42	2.875	0.030	0.092	0.727	3.111
850625	19.15	1.785	990	10.00	13.40	55	1.767	0.024	0.098	0.746	4.104
850625	21.15	2.130	1570	10.30	14.60	66	3.344	0.031	0.141	0.705	4.521
850625	23.15	3.660	1930	9.64	14.30	61	7.064	0.052	0.223	0.674	4.266
850626	1.15	1.070	2490	10.50	19.10	82	2.664	0.020	0.088	0.550	4.293
850626	3.15	0.725	1530	9.57	15.20	73	1.109	0.011	0.053	0.630	4.803
850626	5.15	0.660	840	6.53	8.73	54	0.554	0.006	0.036	0.748	6.186
850626	7.15	1.425	1040	5.90	8.62	55	1.482	0.012	0.078	0.684	6.381
850626	9.15	2.205	1650	9.29	15.50	86	3.638	0.034	0.190	0.599	5.548
850626	11.15	2.430	1110	9.79	14.90	79	2.697	0.036	0.192	0.657	5.302
850626	13.15	1.540	960	8.68	10.70	71	1.478	0.016	0.109	0.811	6.636
850626	15.15	2.535	290	5.97	6.67	41	0.735	0.017	0.104	0.895	6.147
850626	17.15	2.325									
850626	19.15	2.155									
850626	21.15	2.415									
850626	23.15	4.150									
850627	01.15	1.380									
850627	03.15	.350									
850627	05.15	.715									
850627	07.15	2.350									
850627	09.15	2.585									
850627	11.15	3.055									
Min	:	0.350	170	4.19	5.28	31	0.927	0.003	0.019	0.532	3.111
Max	:	4.150	2490	11.80	22.20	100	7.064	0.052	0.223	0.992	8.712
Midde1	:	1.984	1113	8.38	11.64	56.9	2.258	0.023	0.108	0.762	5.183
Median	:	2.175	975	8.99	10.41	55.0	1.660	0.020	0.096	0.757	4.846
Min./Midde1:		0.176	0.15	0.50	0.45	0.55	0.041	0.129	0.176	0.697	0.600

DATA FRA : SKYTTERDALEN

Dato	k1.	TOT-N mg/l	TOT-P mg/l	Vannf. kbn/t	TOT-N kg/time	TOT-P kg/time	TOT-N TOT-P
860204	9.00	31.5	5.0	70.	2.205	0.350	6.300
860204	10.00	26.3	4.8	80.	2.104	0.384	5.479
860204	11.00	19.5	4.3	70.	1.365	0.301	4.535
860204	12.00	21.8	4.3	70.	1.526	0.301	5.070
860204	13.00	19.5	3.6	70.	1.365	0.252	5.417
860204	14.00	18.6	5.0	60.	1.116	0.300	3.720
860204	15.00	17.6	3.4	70.	1.232	0.238	5.176
860204	16.00	17.6	2.9	60.	1.056	0.174	6.069
860204	17.00	17.6	3.5	70.	1.232	0.245	5.029
860204	18.00	22.9	4.4	70.	1.603	0.308	5.205
860204	19.00	30.0	5.6	80.	2.400	0.448	5.357
860204	20.00	23.6	4.6	70.	1.652	0.322	5.130
860204	21.00	20.3	4.5	80.	1.624	0.360	4.511
860204	22.00	20.6	4.5	70.	1.442	0.315	4.578
860204	23.00	21.4	4.2	80.	1.712	0.336	5.095
860204	24.00	22.1	3.8	70.	1.547	0.266	5.816
860205	1.00	20.3	4.4	70.	1.421	0.308	4.614
860205	2.00	13.9	2.6	60.	0.834	0.156	5.346
860205	3.00	10.9	2.3	60.	0.654	0.138	4.739
860205	4.00	13.1	2.1	50.	0.655	0.105	6.238
860205	5.00	6.8	1.3	60.	0.408	0.078	5.231
860205	6.00	6.8	1.3	60.	0.408	0.078	5.231
860205	7.00	10.9	1.7	70.	0.763	0.119	6.412
860205	8.00	29.5	3.9	70.	2.065	0.273	7.564
Min.	:	6.8	1.3	50	0.408	0.078	3.720
Maks.	:	31.5	5.6	80	2.400	0.448	7.564
Middel	:	19.3	3.67	68.3	1.350	0.256	5.328
Median	:	19.9	4.05	70.0	1.393	0.287	5.218
Min./Middel:		0.352	0.354	0.732	0.302	0.305	0.698

DATA FRA : HOLMEN

Dato	k1.	TOT-N mg/l	TOT-P mg/l	Vannf. kbn/t	TOT-N kg/time	TOT-P kg/time	TOT-N TOT-P
860206	9.30	31.1	5.1	320.	9.952	1.632	6.098
860206	10.30	28.5	5.2	310.	8.835	1.612	5.481
860206	11.30	26.3	5.3	270.	7.101	1.431	4.962
860206	12.30	23.3	5.2	290.	6.757	1.508	4.481
860206	13.30	18.8	4.8	290.	5.452	1.392	3.917
860206	14.30	22.9	5.6	270.	6.183	1.512	4.089
860206	15.30	24.0	5.3	260.	6.240	1.378	4.528
860206	16.30	21.8	5.4	290.	6.322	1.566	4.037
860206	17.30	18.0	3.4	300.	5.400	1.020	5.294
860206	18.30	22.1	4.8	300.	6.630	1.440	4.604
860206	19.30	25.1	4.9	280.	7.028	1.372	5.122
860206	20.30	22.1	4.3	290.	6.409	1.247	5.140
860206	21.30	21.8	4.5	250.	5.450	1.125	4.844
860206	22.30	19.5	3.9	320.	6.240	1.248	5.000
860206	23.30	20.6	4.0	260.	5.356	1.040	5.150
860207	0.30	23.3	4.4	240.	5.592	1.056	5.295
860207	1.30	18.0	3.1	200.	3.600	0.620	5.806
860207	2.30	15.0	3.0	220.	3.300	0.660	5.000
860207	3.30	9.0	1.7	190.	1.710	0.323	5.294
860207	4.30	9.0	1.6	180.	1.620	0.288	5.625
860207	5.30	8.6	1.6	200.	1.720	0.320	5.375
860207	6.30	11.6	2.0	230.	2.668	0.460	5.800
860207	7.30	20.3	3.1	300.	6.090	0.930	6.548
860207	8.30	28.1	4.9	300.	8.430	1.470	5.735
Min.	:	8.6	1.6	108	1.620	0.288	3.917
Maks.	:	31.1	5.6	320	9.952	1.632	6.548
Middel	:	20.4	4.05	265.0	5.587	1.110	5.134
Median	:	21.8	4.45	275.0	6.137	1.248	5.145
Min./Middel:		0.422	0.395	0.408	0.290	0.259	0.763

DATA FRA : BLAKSTAD

Dato	kl.	TOT-N mg/l	TOT-P mg/l	Vannf. kbn/t	TOT-N kg/time	TOT-P kg/time	TOT-N TOT-P
860211	10.15	37.9	7.4	106.	4.017	0.784	5.122
860211	11.15	29.3	6.3	112.	3.282	0.706	4.651
860211	12.15	25.9	6.1	117.	3.030	0.714	4.246
860211	13.15	33.0	6.9	109.	3.597	0.752	4.783
860211	14.15	35.3	5.8	109.	3.848	0.632	6.086
860211	15.15	30.8	6.5	111.	3.419	0.722	4.738
860211	16.15	28.5	5.7	118.	3.363	0.673	5.000
860211	17.15	33.0	6.1	126.	4.158	0.769	5.410
860211	18.15	39.6	7.1	141.	5.584	1.001	5.577
860211	19.15	41.3	6.2	141.	5.823	0.874	6.661
860211	20.15	32.3	6.2	137.	4.425	0.849	5.210
860211	21.15	33.8	6.3	128.	4.326	0.806	5.365
860211	22.15	34.5	6.7	133.	4.589	0.891	5.149
860211	23.15	39.8	6.0	134.	5.333	0.804	6.633
860212	0.15	36.4	5.4	126.	4.586	0.680	6.741
860212	1.15	36.8	6.0	85.	3.128	0.510	6.133
860212	2.15	40.5	6.1	63.	2.552	0.384	6.639
860212	3.15	13.9	2.1	58.	0.806	0.122	6.619
860212	4.15	12.8	1.9	57.	0.730	0.108	6.737
860212	5.15	9.0	1.3	61.	0.549	0.079	6.923
860212	6.15	17.3	2.1	57.	0.986	0.120	8.238
860212	7.15	45.0	5.9	98.	4.410	0.578	7.627
860212	8.15	55.5	7.2	161.	8.936	1.159	7.708
860212	9.15	59.3	9.2	136.	8.065	1.251	6.446
Min.	:	9.0	1.3	57	0.549	0.079	4.246
Maks.	:	59.3	9.2	161	8.936	1.251	8.238
Midde1	:	33.4	5.7	109.3	3.898	0.665	6.018
Median	:	34.2	6.1	114.5	3.933	0.718	6.110
Min./Midde1:		0.269	0.228	0.522	0.141	0.119	0.706

DATA FRA : STABEKK

Dato	kl.	TOT-N mg/l	TOT-P mg/l	Vannf. kbn/t	TOT-N kg/time	TOT-P kg/time	TOT-N TOT-P
860218	10.20	17.6	3.1	90.	1.584	0.279	5.677
860218	11.20	18.4	3.2	150.	2.760	0.480	5.750
860218	12.20	18.0	2.9	130.	2.340	0.377	6.207
860218	13.20	16.5	2.9	140.	2.310	0.406	5.690
860218	14.20	17.3	3.1	130.	2.249	0.403	5.581
860218	15.20	15.0	2.5	130.	1.950	0.325	6.000
860218	16.20	14.3	2.4	130.	1.859	0.312	5.958
860218	17.20	15.0	2.5	130.	1.950	0.325	6.000
860218	18.20	15.8	2.6	140.	2.212	0.364	6.077
860218	19.20	15.8	2.9	130.	2.054	0.377	5.448
860218	20.20	15.8	3.1	130.	2.054	0.403	5.097
860218	21.20	15.8	2.9	130.	2.054	0.377	5.448
860218	22.20	15.0	2.7	130.	1.950	0.351	5.556
860218	23.20	15.4	3.0	130.	2.002	0.390	5.133
860219	0.20	15.4	2.6	130.	2.002	0.338	5.923
860219	1.20	14.3	2.5	120.	1.716	0.300	5.720
860219	2.20	12.8	2.2	110.	1.408	0.242	5.818
860219	3.20	10.1	1.6	100.	1.010	0.160	6.312
860219	4.20	7.5	1.3	100.	0.750	0.130	5.769
860219	5.20	7.5	1.0	110.	0.825	0.110	7.500
860219	6.20	5.6	0.9	100.	0.560	0.090	6.222
860219	7.20	6.4	1.1	120.	0.768	0.132	5.818
860219	8.20	10.9	1.5	130.	1.417	0.195	7.267
860219	9.20	16.5	2.4	90.	1.485	0.216	6.875
Min.	:	5.6	0.9	90	0.560	0.090	5.097
Maks.	:	18.4	3.2	150	2.760	0.480	7.500
Middel	:	13.9	2.37	122.1	1.720	0.295	5.952
Median	:	15.2	2.55	130.0	1.950	0.325	5.818
Min./Middel:		0.403	0.380	0.737	0.326	0.305	0.856

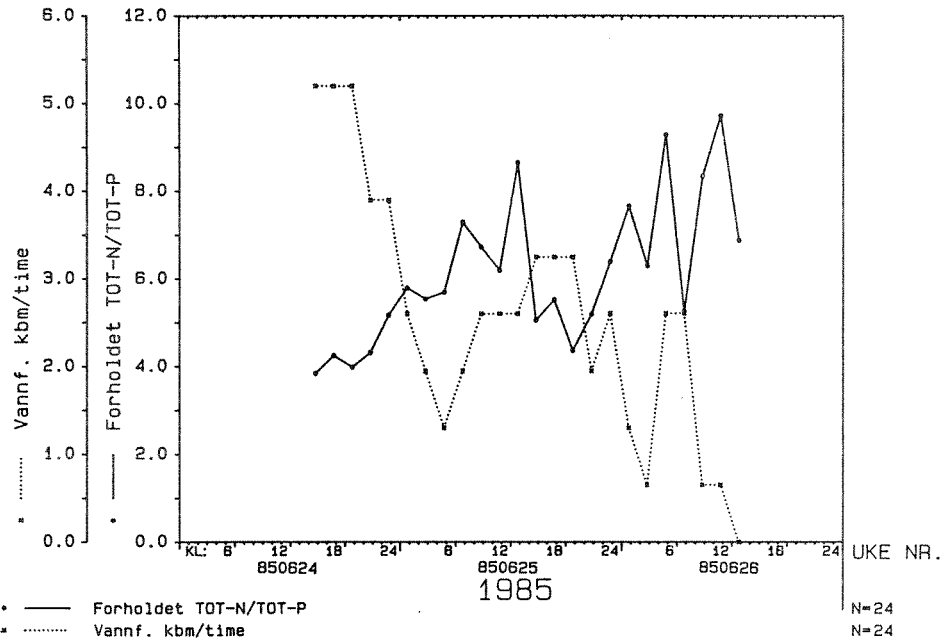
DATA FRA : VÆKERØ

Dato	k1.	TOT-N mg/l	TOT-P mg/l	Vannf. kbn/t	TOT-N kg/time	TOT-P kg/time	TOT-N TOT-P
860226	7.40	14.3	1.9	604.	8.637	1.148	7.526
860226	8.40	17.3	2.4	870.	15.051	2.088	7.208
860226	9.40	21.0	3.4	915.	19.215	3.111	6.176
860226	10.40	22.5	4.0	815.	18.338	3.260	5.625
860226	11.40	28.5	7.3	906.	25.821	6.614	3.904
860226	12.40	32.3	5.8	782.	25.259	4.536	5.569
860226	13.40	30.8	5.7	858.	26.426	4.891	5.404
860226	14.40	28.1	5.2	834.	23.435	4.337	5.404
860226	15.40	26.6	4.9	770.	20.482	3.773	5.429
860226	16.40	30.8	4.9	861.	26.519	4.219	6.286
860226	17.40	27.4	5.0	772.	21.153	3.860	5.480
860226	18.40	25.5	4.6	789.	20.120	3.629	5.543
860226	19.40	25.5	4.8	843.	21.497	4.046	5.313
860226	20.40	26.3	4.7	714.	18.778	3.356	5.596
860226	21.40	27.0	4.7	830.	22.410	3.901	5.745
860226	22.40	23.6	4.8	674.	15.906	3.235	4.917
860226	23.40	22.9	4.6	751.	17.198	3.455	4.978
860227	0.40	22.9	4.5	767.	17.564	3.452	5.089
860227	1.40	21.0	4.1	637.	13.377	2.612	5.122
860227	2.40	19.5	3.4	581.	11.330	1.975	5.735
860227	3.40	19.5	3.3	664.	12.948	2.191	5.909
860227	4.40	18.4	3.0	610.	11.224	1.830	6.133
860227	5.40	15.8	2.5	543.	8.579	1.358	6.320
860227	6.40	15.8	2.1	662.	10.460	1.390	7.524
Min.	:	14.3	1.9	543	8.579	1.148	3.904
Maks.	:	32.3	7.3	915	26.519	6.614	7.526
Midde1	:	23.5	4.23	752.2	17.989	3.261	5.747
Median	:	23.3	4.60	771.0	18.558	3.404	5.583
Min./Midde1:		0.609	0.449	0.722	0.477	0.352	0.679

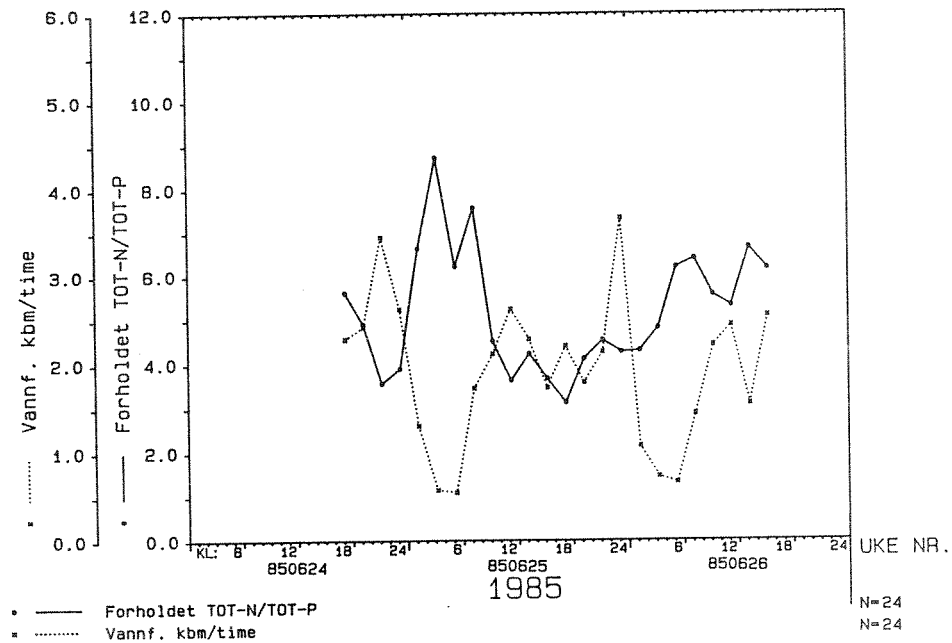
VEDLEGG 3

FORHOLDET TOT-N/TOT-P I MÅLEPUNKTER

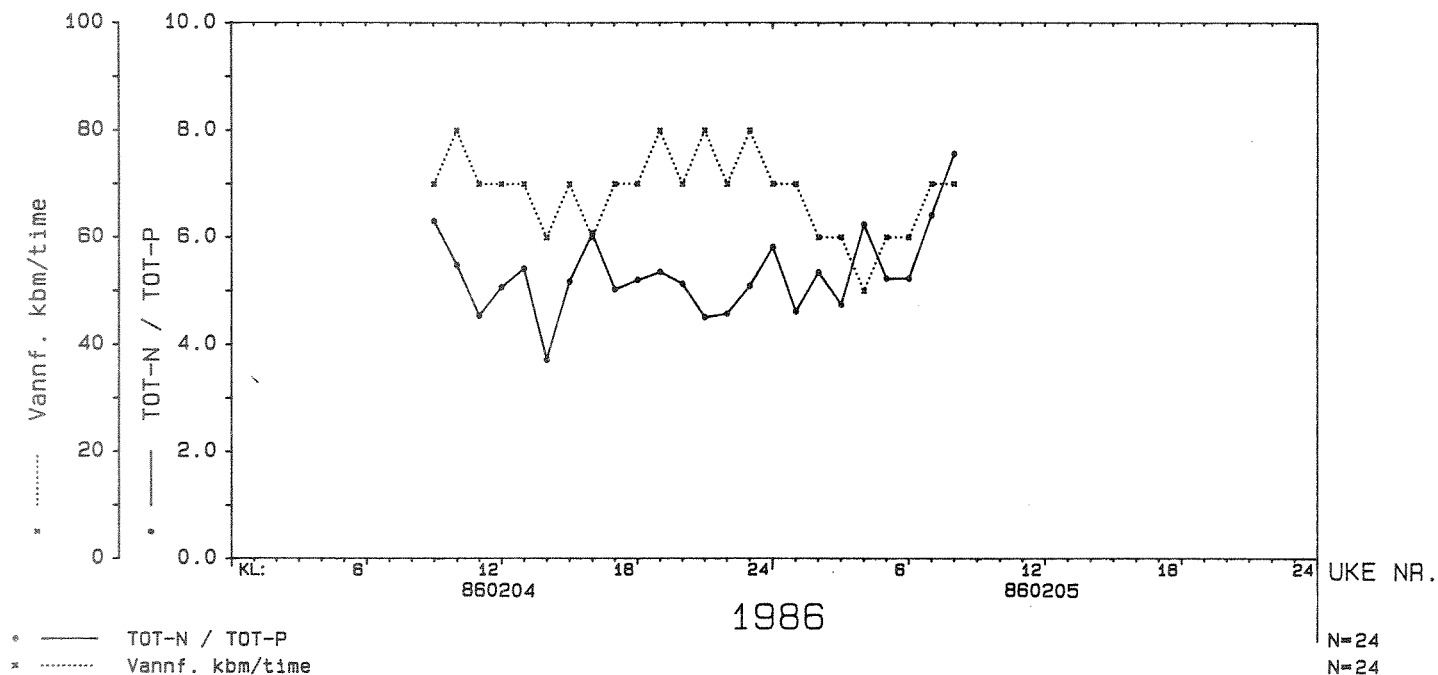
ASK PUMPESTASJON



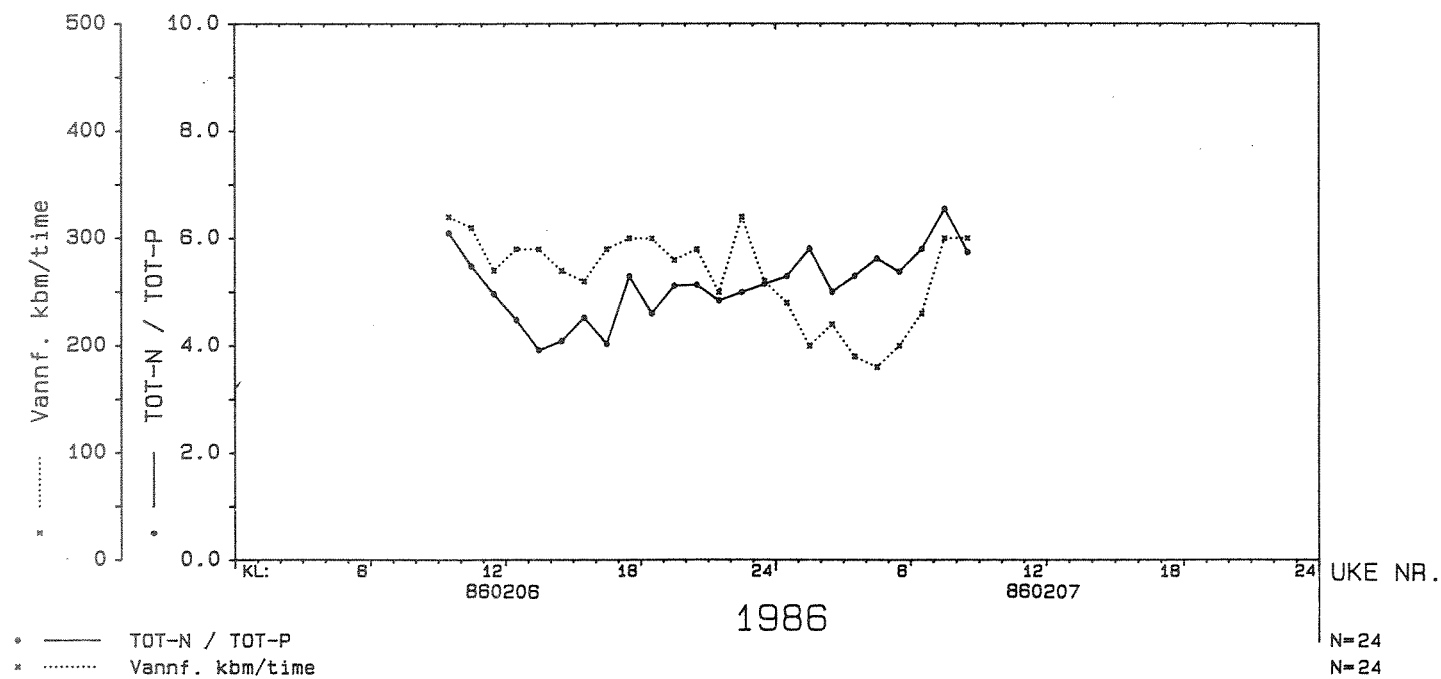
Nordkisa renseanlegg



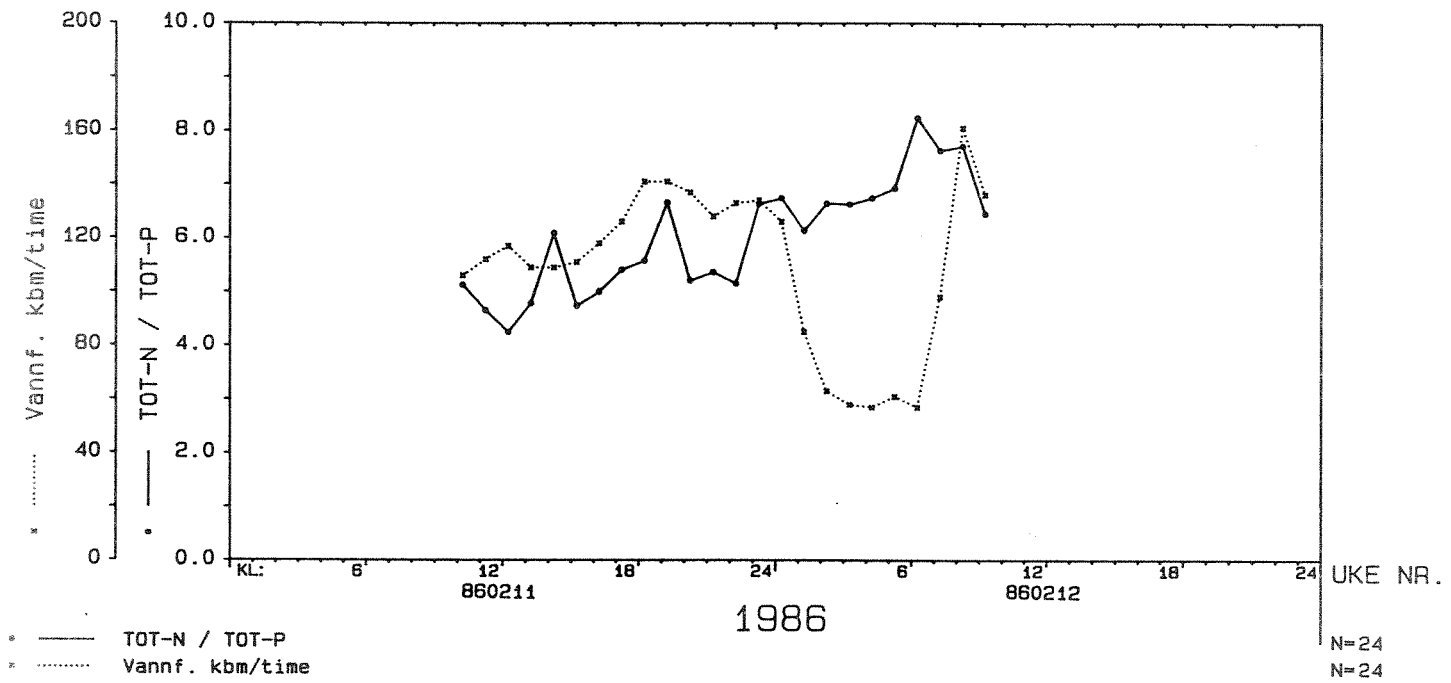
SKYTTERDALEN 1986



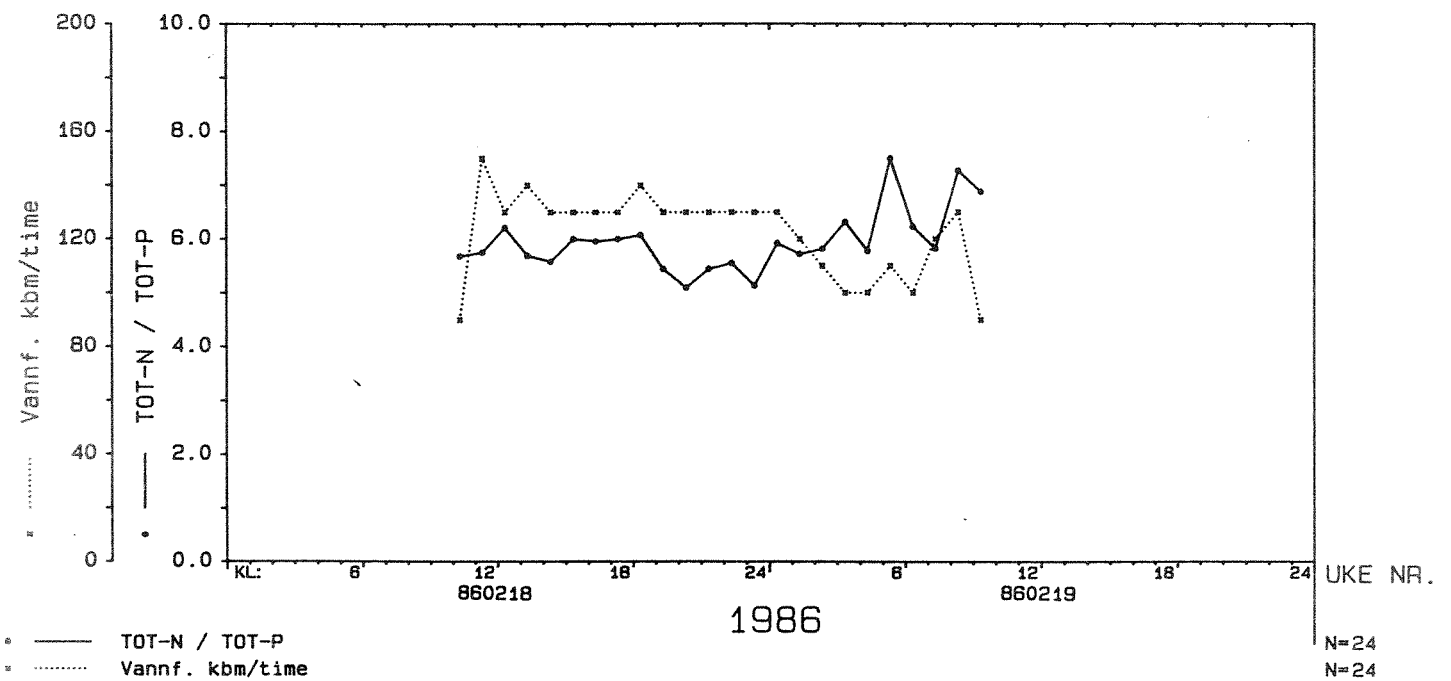
HOLMEN 1986



BLAKSTAD 1986

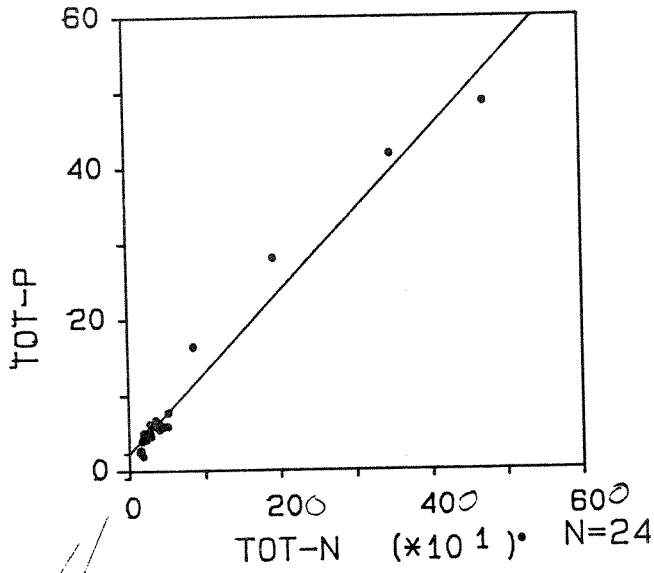


STABEKK 1986



V E D L E G G 4

**KORRELASJON MELLOM TOTAL FOSFOR- OG TOTAL NITROGEN-
KONSENTRASJON I TIMPEPRØVENE FOR HVERT FELT**



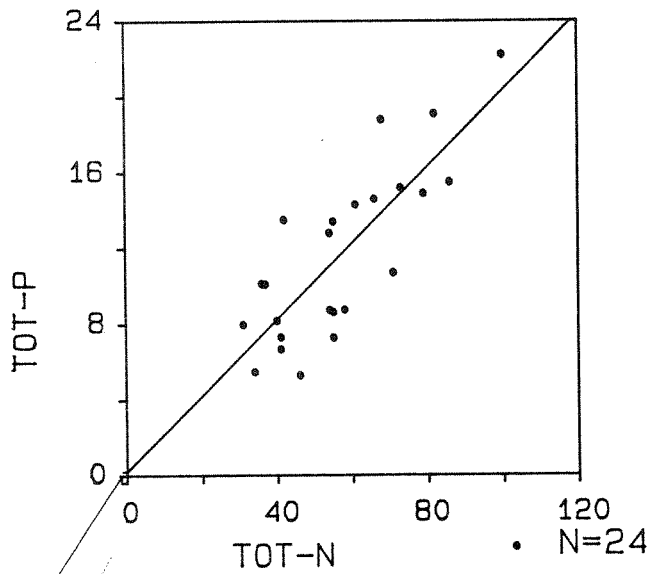
$$Y = 0.11X + 2.26$$

R=0.99

$P \leq 0.001$

SD=0.01

NORD-KISA



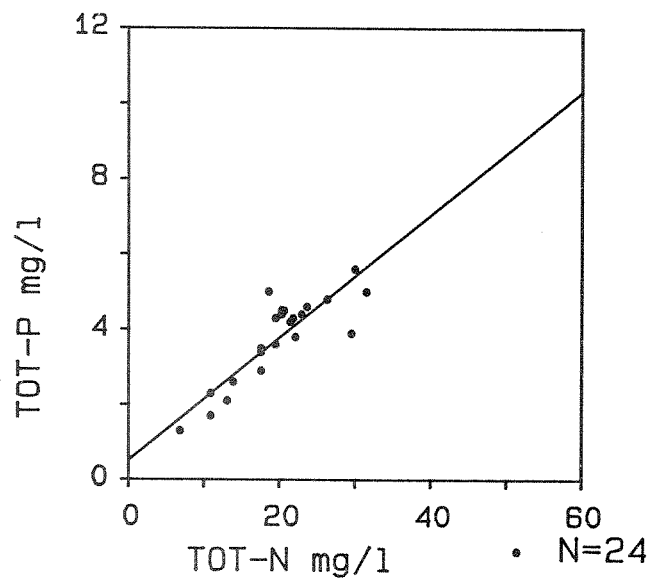
$$Y = 0.20X + 0.20$$

R=0.81

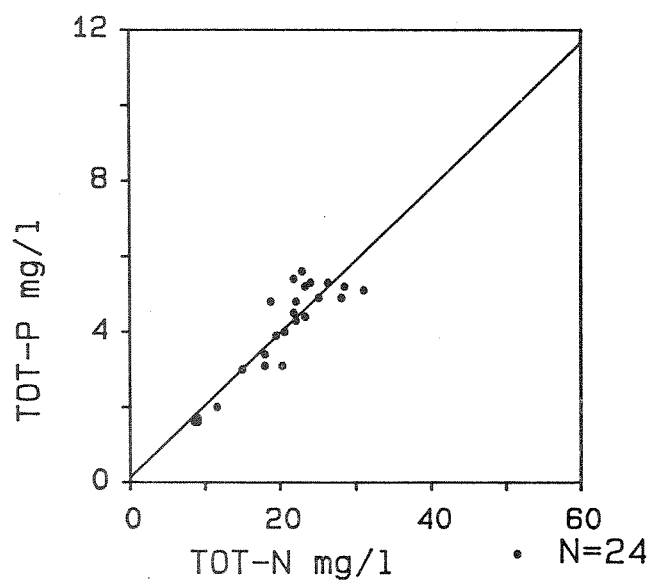
$P \leq 0.001$

SD=0.12

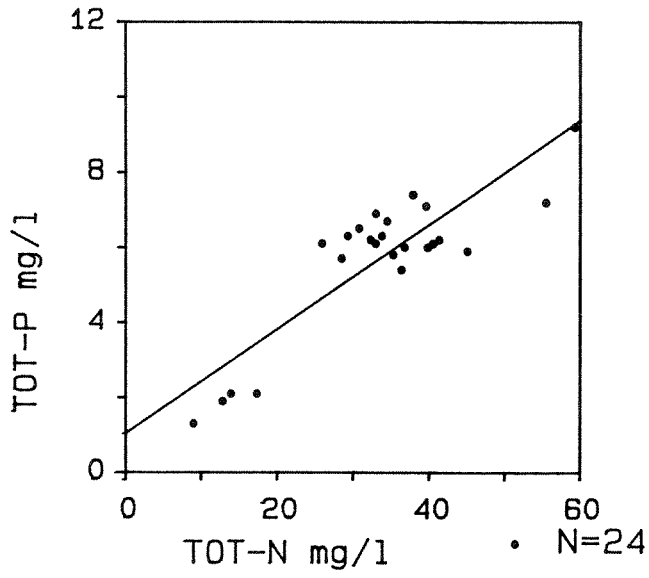
Skytterdalen 1986



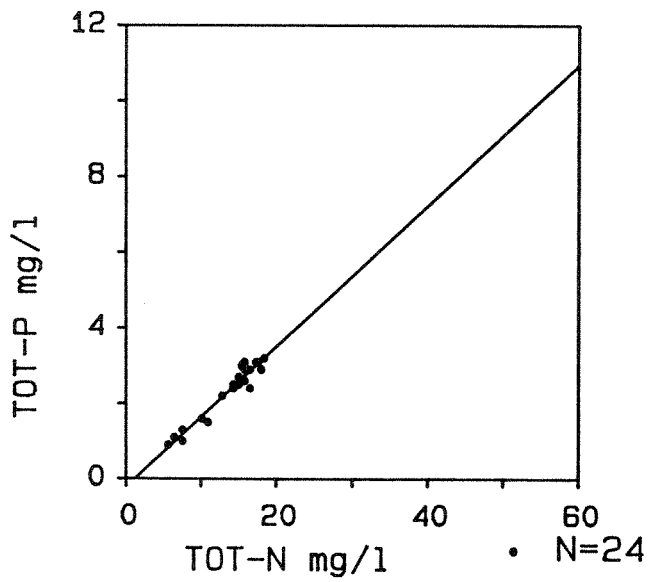
Holmen 1986



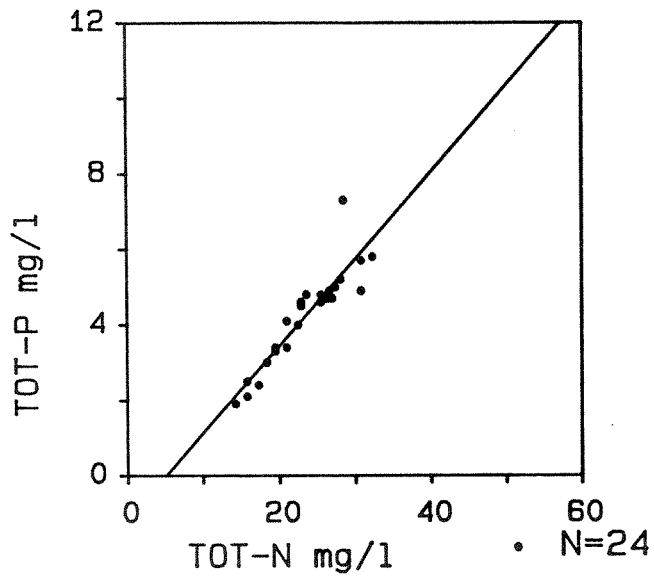
Blakstad 1986



Stabekk 1986



Vækerø 1986



WA rapporter utgitt av NIVA

- 1/78 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 1.
C2-31 Kjell Øren. November 1978
- 1/79 Kjemisk felling med kalk og sjøvann. Del 2
C2-34 O-40/71 A Lasse Vråle. Juli 1979
- 2/79 Driftsresultater fra norske simultanfellingsanlegg.
C2-28 Lasse Vråle, Eilen A. Vik. Juli 1979
- 3/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 1
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. November 1979
- 4/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 2
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. September 1979
- 5/79 Sigevann fra søppelfyllplass.
C2-26 Torbjørn Damhaug, Arild Eikum,
Ole Jakob Johansen. August 1979
- 6/79 Vannforurensning fra veg.
O-79024 Eivind Lygren, Egil Gjessing,
John Ferguson. Desember 1979
- 9/79 Primærfelling med ulike fellingskjemikalier
ved Sandvika renseanlegg.
O-79001 Lasse Vråle. Desember 1979
- 1/80 Bakteriologiske forhold i norske og utenlandske
råvannskilder
O-78029 Jens J. Nygård. Februar 1981
- 2/80 Treatment of Septic Tank Sludge
Research Proposal
F-80413 Arild Eikum. Januar 1980
- 3/80 Industrifyllplass i Arendal-Grimstadregionen
Vurdering av vannforurensning og rensetekniske
tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia
O-80016 Torbjørn Damhaug, Hans Holtan. Mars 1980
- 4/80 Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging
av PAH-tilførsler til norske vannforekomster
A3-25 Lasse Berglind. Mars 1980
- 5/80 Mobil avvanning av septikslam
Utprøving av septikbil »HAMSTERN»
O-80019 Bjørn-Erik Haugan. November 1980
- 6/80 Tilføringsgrad
Kontroll og kalibrering av vannmålestasjon
ved Monserud kloakkrenseanlegg. Del 1
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 7/80 Tilføringsgrad
Forurensningstilførsler og beregning av
tilføringsgrad for Monserud renseanlegg i 1979. Del 2
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 8/80 Overløp i avløpsnett
Tilstand i dag og mulige tiltak
C2-32 Eivind Lygren. September 1980
- 9/80 Sikring av vannforsyning i Oslo mot
forurensninger ved uhell eller sabotasje
Vurdering av faremomenter. (Sperrert)
O-79084 Egil Gjessing, Jens J. Nygård. September 1980
- 10/80 Important aspects of water treatment in USA
XT-25 Eilen Arctander Vik. Juli 1980
- 11/80 Myrgrøfting, effekt på vannkvalitet
Noen observasjoner fra grøftet myrområde
i Røyken 1971-79
XK-05 Egil Gjessing. September 1980
- 12/80 Driftsundersøkelse av vannbehandlingsanlegg
F-80417 Torbjørn Damhaug. November 1980
- 13/80 Hvirveloverløp
Avskilling av sedimenterbart materiale og
flytstoffer i overløpsvann
O-79090 Eivind Lygren. Desember 1980
- 14/80 Use of UV and H₂O₂ in water and
wastewater treatment
Research Proposal
F-80415 Arild Schanke Eikum. Desember 1980
- 1/81 Treatment of potable water containing humus by
electrolytic addition of aluminium followed by
direct filtration
Research Proposal
F-80415 Eilen Arctander Vik. Januar 1981
- 2/81 Water research in developing countries
A desk survey about planning and ongoing
research projects
O-80028 Svein Stene Johansen. Januar 1981
- 3/81 VA-teknisk forsøksshall Sentralrenseanlegg Vest SRV
Notat
Arild Schanke Eikum, Arne Lundar. Februar 1981
- 4/81 Alkalization/hardening of drinking water
Research proposal
G-314 Egil Gjessing. Februar 1981
- 5/81 Tiltak mot forurensning fra fiskeoppdrett
Behandling av vann i resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrett
Forskningsprogram 1981-1984
FP-80802 Arild Schanke Eikum, Eivind Lygren. Mai 1981
- 6/81 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 2
O-80018 Svein Stene Johansen. Mai 1981
- 7/81 Kalking av tilløp til lille Asketjern for fjerning av humus
Innledende forsøk. O-81065 Eilen Arctander Vik. August 1981
- 8/81 Tilføringsgrad for oppsamlingsnett
Status for eksisterende målinger
O-80055 Lasse Vråle. August 1981
- 9/81 A Water Pricing Study for Western Province,
Zambia. Draft !
O-81022 Svein Stene Johansen. September 1981
- 10/81 Fjerning av humus ved H₂O₂ tilsetning
og UV - bestråling
F-80415 Lasse Berglind. Oktober 1981
- 11/81 Treatment of Septic Sludge
European practice
O-80040 Arild Schanke Eikum. November 1981

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

- 21/83 **Slamdeponering ved norske mangansmelteverk**
Fysisk-kjemisk karakterisering av drens vann og virkninger av drens vann på biologiske forhold i resipienten
O-80058 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. April 1983
- 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)
- 31/83 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**
Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. Desember 1983
- 32/83 **Suspensjoners synkehastighet**
Metode for analyse av finfordelte partiklers synkehastighet i vann
F-81434 Øivind Tryland. Desember 1983
- 33/83 **Silgrainsyre som fellingsmiddel ved SRV, VEAS Slemmestad**
O-82102 Lasse Vråle, P. Sagberg. Desember 1983. (Sperrret)
- 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 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 (Sperrret)
- 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 (Sperrret)
- 13/84 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**
Virkning av peroksyd og UV-bestråling på klororganisk materiale og farge i celluloseblekeriers avløpsvann
F-81434 Øivind Tryland. Mai 1984
- 14/84 **Driftsassistanse**
Vannrenseanlegg, ÅSV A/S Fundo Aluminium
O-83141 Egil Iversen, Torbjørn Damhaug. Juni 1984
- 15/84 **Ammonium som forurensningsparameter**
O-83035 Kim Wedum. August 1984
- 16/84 **Driftsoppfølging av Biovac renseanlegg for helårsbolig**
O-82101 Bjarne Paulsrud. September 1984
- 17/84 **Kalkfelling på små renseanlegg**
O-83067 Ragnar Storhaug. Oktober 1984
- 18/84 **Hygienisering av slam ved lufttilførsel (Janca-prosessen)**
O-84050 Bjarne Paulsrud, Gunnar Langeland. September 1984
- 19/84 **Utvikling av lukket mærkonstruksjon.**
Prosessløsning og optimalisering
O-84091 Kjell Maroni, Eivind Lygren, Bjørn Braaten. Oktober 1984. (Sperrret)
- 20/84 **Forurensningsproduksjon fra husholdning**
Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydslogen i 1983, Røyken kommune.
F-83451 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 21/84 **Luftet lagune for rensing av sigevann**
O-83027 Ragnar Storhaug. April 1985
- 22/84 **Avløpsvannmengder tilført påslippene ved SRV i 1983 og 1984**
O-83090 Lasse Vråle. April 1985

- 1/85 **Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning**
Enkel litteraturstudie
0-84131-01 Lasse Vråle. Mars 1985
- 2/85 **Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger**
0-84131-02 Lasse Vråle. Mars 1985
- 3/85 **Treatment of leachate in aerated lagoons**
Lab-scale study
0-84022 Ragnar Storhaug. Juli 1985
- 4/85 **Fiskeoppdrett på Grønerudstøa, Nesodden**
0-85233 Bjørn Braaten, Torbjørn Damhaug. Juni 1985
- 5/85 **Oppdrett av ferskvannskreps ved Mesna Bruk A/S**
Forprosjekt
0-85126 Sigurd Røgnerud, Stellan Karlson
Torbjørn Damhaug, Gösta Kjellberg. August 1985
- 6/85 **Driftsassistanse - Vannrenseanlegg ved Steens Fornikling A/S**
0-84157 Øivind Tryland. August 1985
- 7/85 **Spillvarmebasert akvakulturanlegg i Tyssedal**
Forprosjekt
0-85226 Kjell Maroni, Erlend Waatevik. September 1985 (Sperrert)
- 8/85 **Driftsassistanse - Avløpsledning**
Høvik Lys A/S
0-85221 Øivind Tryland, Eigil Iversen,
Åse K. Rogne. August 1985
- 9/85 **Teknologi og miljø i oppdrettsnæring**
0-84159/0-84160 Kjell Maroni. Januar 1985
- 10/85 **Rensing av blyholdig avløpsvann.**
Undersøkelser ved Sønnak Batterier A/S
0-85222 Eigil Iversen, Øivind Tryland. September 1985
- 11/85 **Spillvarmebasert oppdrettsanlegg i tilknytning**
til Sauda Smelteverk A/S
0-84167 Kjell Maroni. April 1985 (Sperrert)
- 12/85 **Overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt**
til Sentralrenseanlegg Vest, SRV.
Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser
0-85147 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 14/85 **Vann- og avløpstekniske løsninger for Helleberg hytteområde**
Nordstul, Store-Ble, Notodden kommune
0-85292 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 15/85 **Fremdriftsrapport for Frogn Vannverk**
Perioden juni-oktober 1985
0-85211 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 17/85 **Landbasert fiskeoppdrettsanlegg i Grimstad**
0-85262/Kristoffer Næs, Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug,
Kjell Maroni, Bjørn Braaten. November 1985 (Sperrert)

WA rapporter utgitt av NIVA

- 1/86 **NIVANETT på mikrodatamaskin**
O-85207 Oddvar Lindholm. Januar 1986
- 2/86 **Utvikling av resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrettsanlegg**
O-81068 Eivind Lygren, Kjell Maroni. April 1986
- 3/86 **Avfall fra skip på norske strender**
O-85174 Tor Moxnes. Mars 1986
- 4/86 **Driftsundersøkelse av sølvvarefabrikkers renseanlegg**
O-82108 Eigil Iversen. Februar 1986
- 6/86 **Minivannverk - forsøk i full skala med prototyp**
O-84114 Tor Moxnes. Mai 1986
- 7/86 **Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Ringbygget**
O-85255 Lasse Vråle. Mai 1986
- 8/86 **Virkning av dynamisk regn på hydrogram**
O-86037 Oddvar Lindholm. Juni 1986
- 9/86 **Driftserfaringer fra kalkdoseringsanlegg i vannverk**
O-86092 Jens Arne Ohren. Juni 1986
- 10/86 **Driftsundersøkelse av VIV's direktefiltreringsanlegg ved Akersvann**
O-86068 Jens Arne Ohren. Oktober 1986
- 11/86 **Følsomhetsanalyse for parametre i avløpsnettberegninger. Fase I**
O-86012 Oddvar G. Lindholm. Oktober 1986
- 12/86 **Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Bosch bygget Oppegård kommune**
O-86091 Lasse Vråle. November 1986
- 13/86 **Bestemmelse av tilføringsgrad**
O-86195 Lasse Vråle. November 1986
- 14/86 **Heterotrofe mikroorganismer i ledningsnett for drikkevann**
F-86635 Kari Ormerod. Januar 1987
- 15/86 **Driftserfaringer for hvirveloverløp**
O-85209, E-86638 Ole Jakob Johansen. Desember 1986
- 16/86 **Vannkvalitet Vansjø vannverk**
O-85075 Jens Arne Ohren. Desember 1986.
- 17/86 **Evaluering av ABW-filte**
O-86191 Jens Arne Ohren. Desember 1986
- 18/86 **VIV's direktefiltreringsanlegg ved Akersvann.**
Renseeffekter for alger, algetoksiner og andre vannkvalitetsparametre
O-86068 Jens Arne Ohren. Desember 1986
- 1/87 **Overløpsforurensninger**
Teoretiske beregninger
O-85285, O-86638 Oddvar G. Lindholm. Januar 1987
- 2/87 **Testing av pH og oksygenmålere.**
Delrapport 1. Test av pHOX og oksygenmålere
O-86167 Tor Sukke. Februar 1987. Sperret
- 3/87 **Akvakulturmuligheter i Lilleelv.**
O-86168 Arne Lande. Desember 1986. Sperret
- 4/87 **Desinfeksjon av vann i oppdrettsnæringen**
O-86148 Helge Liltved. Februar 1987
- 5/87 **Optimalisering av kalksjøvannsfelling**
Undersøkelse ved NIVAs laboratorie i Oslo og ved SRV
O-85251, E-86645 Lasse Vråle, Hans Kristiansen. Mars 1987
- 6/87 **Forurensningsmodell for avløpsvann fra boliger**
Bestemmelse av spesifikke tall
O-86121, O-87029 Lasse Vråle. Mars 1987
- 7/87 **Avløpsnettberegninger med EDB**
O-86012 Oddvar Lindholm. April 1987
- 9/87 **Fagerstrand Vannverk**
Tiltak mot manganutfelling
O-87081 Hans Kristiansen. Juni 1987
- 10/87 **Levetid for asbestsement-rør**
Framdriftsrapport og generelle grunnlagsdata.
Prosjektrapport nr. 1.
O-85208, E-85534 Lars Aaby. August 1987
- 11/87 **Pilotforsøk med karbonatisering, filtrering og direktefiltrering ved Skullerud vannanlegg.**
O-86256 Jens Arne Ohren. Juni 1987
- 12/87 **Kartlegging av forurensningsveier til avisingsvæske brukt på fly.**
O-86240 Tor Moxnes. August 1987. Sperret.
- 14/87 **Innledende utprøving av Petrofiber for filtrering av vann**
O-86198 Jens Arne Ohren. Juni 1987. Sperret.
- 15/87 **Undersøkelse av forurensningssituasjonen i Rossfjordvassdraget.**
O-86124 Hans Holtan. Juli 1987
- 16/87 **Bakteriereduksjon ved kjemisk rensing med ulike flokkuleringskjemikalier.**
Solumstrand renseanlegg.
O-87147 Lasse Vråle. September 1987
- 17/87 **Forsøk med kalkbereder i kalkdoseringsanlegg**
O-87016 Jens Arne Ohren. September 1987