

0 -  
85147

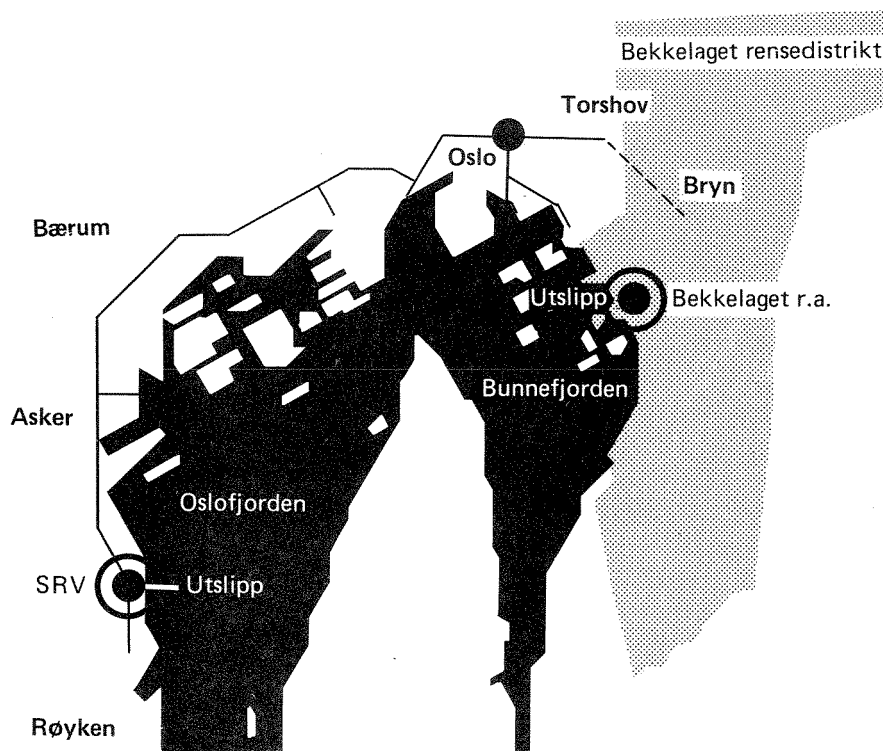


# RAPPORT 12|85

0~85147

## Overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt til Sentralrenseanlegg Vest, SRV

Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor      Sørlandsavdelingen      Østlandsavdelingen      Vestlandsavdelingen  
Postboks 333      Grooseveien 36      Rute 866      Breiviken 2  
0314 Oslo 3      4890 Grimstad      2312 Ottestad      5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (02)23 52 80      Telefon (041)43 033      Telefon (065)76 752      Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.:	0-85147
Undernummer:	
Løpenummer:	1778
Begrenset distribusjon:	

<b>Rapportens tittel:</b> OVERFØRING AV AVLØPSVANN FRA BEKKELAGET RENSE- DISTRIKT TIL SENTRALRENSEANLEGGET VEST (SRV). Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser VA-12/85	<b>Dato:</b> Oktober 1985
<b>Forfatter (e):</b> Lasse Vråle	<b>Prosjektnummer:</b> 0-85147
	<b>Faggruppe:</b> Miljøteknisk
	<b>Geografisk område:</b> Indre Oslofjord
	<b>Antall sider (inkl. bilag):</b> 65

<b>Oppdragsgiver:</b> Oslo Kommune	<b>Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):</b>
---------------------------------------	---

**Ekstrakt:**  
Undersøkelsen viser at en overføring av 1/3 part av avløpsvannet fra Bekkelaget rensedistrikt til SRV, vil redusere utslippet fra Bekkelaget vesentlig og totalbelastningen fra de to renselanleggene til fjorden fra 113 tonn P/år i 1984 til 46 tonn P/år med alt. høy rensegrad ved SRV. Oksygenbehovet i utslippet vil reduseres lite, fra 14.000 tonn O/år til 13.000 O/år. Ved overføring av alt avløpsvann til SRV viser beregningene at fosforutslippene kan reduseres til 48 tonn P/år med alt. høy rensegrad og til 74 tonn P/år med alt. lav rensegrad. Oksygenutslippene reduseres da til 13.500 tonn O/år. Det lokale utslippet i Vestfjorden vil ved dette alternativet øke til det dobbelte av 1984 utslippet.

4 emneord, norske:
1. Renseanlegg
2. Avløpsvann
3. Forureningsstilførsler
4. Rensegrader
VA-12/85

4 emneord, engelske:
1. Sewage treatment
2. Municipal sewage
3. Load of pollution
4. Degree of sewage treatment

Prosjektleder:

*Lasse Vråle*  
Lasse Vråle/Jan Magnusson

For administrasjonen:

*Oddvar Lindholm*  
Oddvar Lindholm

*Olle Jakob Johansen*  
Olle Jakob Johansen

ISBN 82-577-0973-5

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

0-85147

OVERFØRING AV AVLØPSVANN FRA BEKKELAGET RENSEDISTRIKT  
TIL SENTRALRENSEANLEGGET VEST SRV

Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser

Oslo, oktober 1985  
Siv.ing. Lasse Vråle

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

	Side
1. OPPSUMMERING	3
1.1. Sammendrag	3
1.2. VA-tekniske konklusjoner	15
1.3. Diskusjon av resultatene	16
2. FORURENSNINGSTILFØRSLER TIL SRV OG BEKKELAGET R.A.	18
2.1. Innløpsvannmengder og konsentrasjoner	18
2.2. Månedlige forurensningstilførsler til renseanleggene	21
2.3. Utslipp via overløp	26
3. OVERFØRBARE AVLØPSVANNMENGDER - ALTERNATIVER	27
4. RENSEGRADER VED SRV OG BEKKELAGET R.A.	30
4.1. Eksisterende forhold	30
4.2. Antatte rensegrader etter overføring	33
5. UTSLIPPSMENGER FOR DE ULIKE OVERFØRINGSALTERNATIV	34
6. REFERANSER	35
Vedlegg 1 Beregning av oksygenforbruket i utslippsvannet	36
Vedlegg 2 Månedlig vannmengder og innløpskonsentrasjoner	41
Vedlegg 3 Forurensningstilførsler	43
Vedlegg 4 Utslippskonsentrasjoner og rensegrader	45
Vedlegg 5 Beregnede utslippmengder	47
Vedlegg 6 Forutsetninger for fremtidige rensegrader	57

## 1. OPPSUMMERING

### 1.1. Sammendrag

Teknisk rådmann i Oslo kommune ba i møte den 19. august 1985 NIVA å utrede hvilke konsekvenser en overføring av større avløpsvannmengder fra Bekkelaget rensedistrikt til SRV vil få for renseeffekter og virkninger på indre Oslofjord.

Opgaven ble delt mellom NIVAs miljøtekniske gruppe og marinbiologiske gruppe. Miljøteknisk gruppe skulle utrede de VA-tekniske konsekvensene med avløpsvannmengder, forurensningstilførsler, renseeffekter og belastning til fjorden, så langt det har vært mulig innenfor det korte tidsfristen. Marinbiologene vurderer effektene av utslippene i fjordbassengene i egen rapport.

Spørsmålet om overføring av større avløpsvannmengder fra Bekkelaget rensedistrikt til SRV er spesielt aktuelt fordi avløpstunnelen fra Majorstua til Fagerlia ved Bryn er ferdig denne høsten. SRV-anlegget som er et primærfellingsanlegg går dessuten meget bra og har ifølge ledelsen ledig kapasitet. Bekkelaget renseanlegg som er et simultanfellingsanlegg er overbelastet og har relativt lave renseeffekter. På grunn av overbelastningen må daglig store avløpsvannmengder slippe urensert i sjøen. Tidligere har medlemskommune godkjent overføring av 7,2 mill. m<sup>3</sup>/år tørrværsavrenning (230 l/s) og det søkes nå om å øke denne overføringen til 17 mill. m<sup>3</sup>/år. Dette utgjør ca. 1/3 av belastningen frem til Bekkelaget renseanlegg, men det er teknisk mulig å overføre opptil 2/3 av avløpsvannet fra Bekkelaget rensedistrikt ved selvføll. Den siste tredjeparten fra Bekkelaget r.a. må pumpes for å nå SRV tunnelen.

Undersøkelsen er utført på basis av innhentede driftsdata fra både SRV og Bekkelaget r.a. i perioden 1984 og første halvår 1985. Det var ønskelig å få med 1985-data for å ta hensyn til de nyeste positive driftserfaringene både ved SRV og Bekkelaget. Driftsdata ble innhentet på månedsbasis for å se månendsendringene og for bedre å kunne vurdere prognoser for fremtidige renseeffekter og virkningen av regnvann på renseeffekter og spillvannstap.

Beregningen av utslippsmengder til fjorden for de to renseanleggene er basert på årsbelastningen frem til renseanleggene i 1984. Tabell 1 og 2 viser hvilke forutsetninger for rensegrader for de to renseanleggene som er lagt til grunn for de forskjellige overføringsalternativer.

Tabell 1. SRV. Benyttede rensegrader for de ulike overføringsalternativer.

Alternativ Parameter	0 1984 2)	1 ingen over- føring 3)	2 1/3 over- føring	3 2/3 over- føring	4 3/3 over- føring
Hydraulisk belastning mill m <sup>3</sup> /år	94	94	110	126	142
Flatebelastning m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> 1)	0,86	0,86	1,01	1,16	1,30
Tot-P rensegrad %					
Alt. høy		95	94	93	92
Alt. lav	89	93	91	89	87
TOC-C rensegrad %	51,4	54	53	52	51
Tot-N rensegrad %	18,7	20	19	18	17

- 1) Overflateareal i sedimenteringsbassengene ved VEAS er 12.
- 2) Faktiske rensegrader for 1984
- 3) Forbedret rensegrad ut fra de siste erfaringer

Tabell 2. Bekkelaget r.a. Benyttede rensegrader ved de ulike overføringsalternativer.

Alternativ Parameter	0 1984 situasjon <sup>1</sup>	1 ingen over- føring	2 1/3 over- føring	3 2/3 over- føring
Totalt til renseanlegg før interne overløp mill. m <sup>3</sup> /år	49	49	33	17
Til rensing etter intern overløp mill m <sup>3</sup> /år	40	49	33	17
Flatebelastning m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h <sup>3</sup>	1,19	1,45	0,98	0,50
Tot-P rensegrad %	74,1 <sup>1</sup>	90 <sup>2</sup>	85	88
TOC-C rensegrad %	57,5 <sup>1</sup>	60 <sup>2</sup>	70	75
Tot-N rensegrad %	3,2 <sup>1</sup>	20 <sup>2</sup>	5	10

<sup>1</sup> Faktiske rensegrader ved Bekkelaget renseanlegg nå overløpenes belastning direkte til fjorden holdes utenom.

<sup>2</sup> Ombygget til kjemisk felling ved Bekkelaget.

<sup>3</sup> Overflateareal i sedimenteringsbassengene ved Bekkelaget 3850 m<sup>2</sup>.

Alternativ 0 gjennomføres for at marinbiologiene skal kunne vurdere den påviste tilstanden i fjorden i forhold til 1984 belastningen slik at endringene i tilførslene for de ulike alternativene kan ses i sammenheng med 1984-situasjonen.

Alternativ 1 er uten overføring, men belastningene til fjorden er beregnet ut fra de seneste erfaringer med forbedrede renseresultater ved SRV. Rensegradene for Bekkelaget r.a. i alt. 1 forutsetter dessuten full ombygging til kjemisk felling og intet utslipp via overløpene. Det betyr at ombygging til kjemisk felling også innebærer en kapasitetsutvidelse. Alternativ 1 betyr derfor en betydelig merinvestering enn ved de andre alternativene.

Ved alternativ 2 og 3 er det forutsatt at simultanfellingsprosessen ved Bekkelaget beholdes og at det heller ikke her går kloakk i overløp. Flere av disse forutsetningene kan være usikre.

Rensegradene er delvis basert på opplysninger fra driftsledelsen ved hvert anlegg og delvis på skjønn ut fra studie av renseseffekter oppnådd hver måned i 1984 og første halvår av 1985. Disse opplysningene ble oversendt NIVA i september. Den 23.9.85 fikk NIVA nye opplysninger fra Bekkelaget ved Hallberg om høye renseseffekter oppnådd i sommer og på høstparten. Ledelsen ved SRV og Bekkelaget rensesanlegg har angitt egne forslag til fremtidige rensesgrader ved de forskjellige overføringsalternativer. Opplysningene om disse rensesgradene og de betingelser som gjelder for å oppnå disse rensesgradene er presentert i vedlegg 6.

For SRV vil de faktiske rensesgradene som kan oppnås ved større overføringer bety svært meget for totalutslippet. Det kan være noe usikkert hvor høyt rensesgraden med hensyn til fosfor ved VEAS kan bli ved de økte overføringene. Grunnen er at det fortsatt er muligheter for å foreta optimalisering som bedrer rensesgraden ytterligere. På den annen side kan overført Oslovann inneholde stoffer som kan gjøre vannet mindre lett å rense bra. Så lenge man renser så bra som man faktisk gjør ved SRV, vil dessuten driftsuhell hurtig trekke gjennomsnittlig rensesgrad ned. Derfor har vi tillatt oss å operere med to alternativ for rensesgrader ved SRV, alternativ høy og alternativ lav.

Ombygging og overgang til forskjellige former for primærfelling ved Bekkelaget vil kunne øke kapasiteten vesentlig i forhold til bruk av den nåværende simultanfellingsprosessen. NIVA har ikke vurdert de forslagene som foreligger for ombygging ved Bekkelaget.

I møte på NIVA den 9.10.85 hvor Hallberg og Sagberg var tilstede, ble forutsetningene for beregningene presentert. Det ble enighet om at NIVAs foreslåtte rensesgrader for Bekkelaget r.a. kan anvendes og at det ikke skulle slippes ut noe avløpsvann i overløp ved Bekkelaget rensesanlegg. Det ble dessuten forutsatt en samkjørt styring av vannmengder inn til Bekkelaget r.a. og lukeføringen som sender avløpsvann vestover ved Fagerlia tunnelen.

Det kan tenkes at optimaliseringsarbeidene ved VEAS også kan føre til ennå høyere rensesgrader enn alternativ høy. Dette kan avhenge av hva som skjer med anlegget fremover.



Det er ikke angitt alternative rensegrader for organisk stoff eller nitrogen, selv om det også kunne være behov for dette. Til det har tiden vært for knapp. Spesielt kan det herske usikkerhet om rensegraden for organisk stoff.

Sammenstilling av utslippsmengder til Indre Oslofjord fra SRV og Bekkelaget for de ulike overføringsalternativ er utarbeidet. Figur 1a, 1b, 2, 3 og 4 viser utslippsmengder av fosfor ved høy og lav renseseffekt ved SRV, organisk stoff, nitrogen og oksygenbehov fordelt på sentraloverløp, SRV og Bekkelaget renseanlegg.

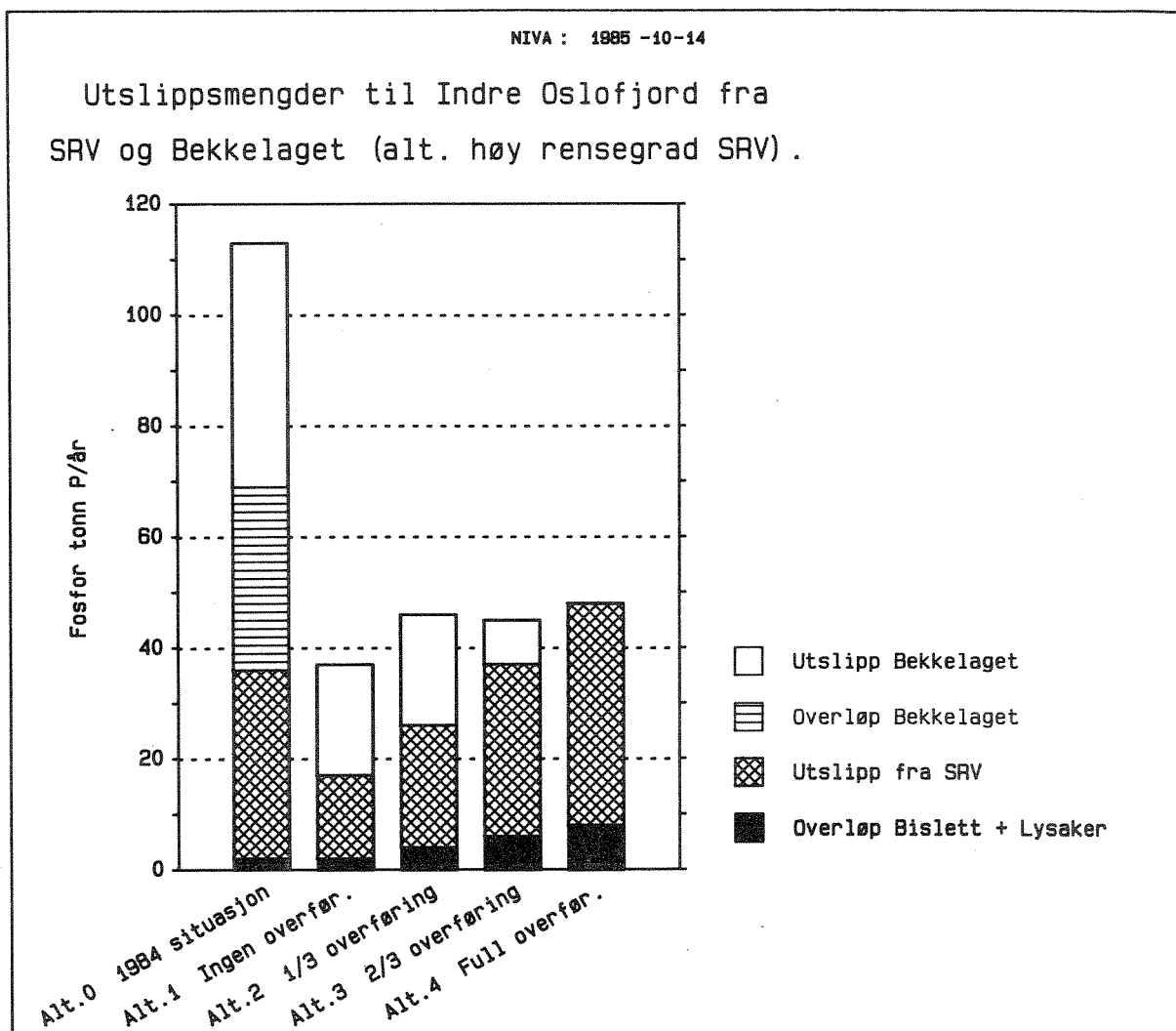
Resultatene benyttes som inngangsdata i marinbiologenes effektundersøkelser i fjordbassengene og er tallmessig presentert i tabell 3, 4, 5 og 6 i vedlegg 5.

Figur 1a, 1b og tabell 3 (side 57) som viser fosforutslippene, viser at det totale utslippet til indre Oslofjord fra disse 4 utslippsenhetene reduseres til følgende fosformengder (tonn P/år):

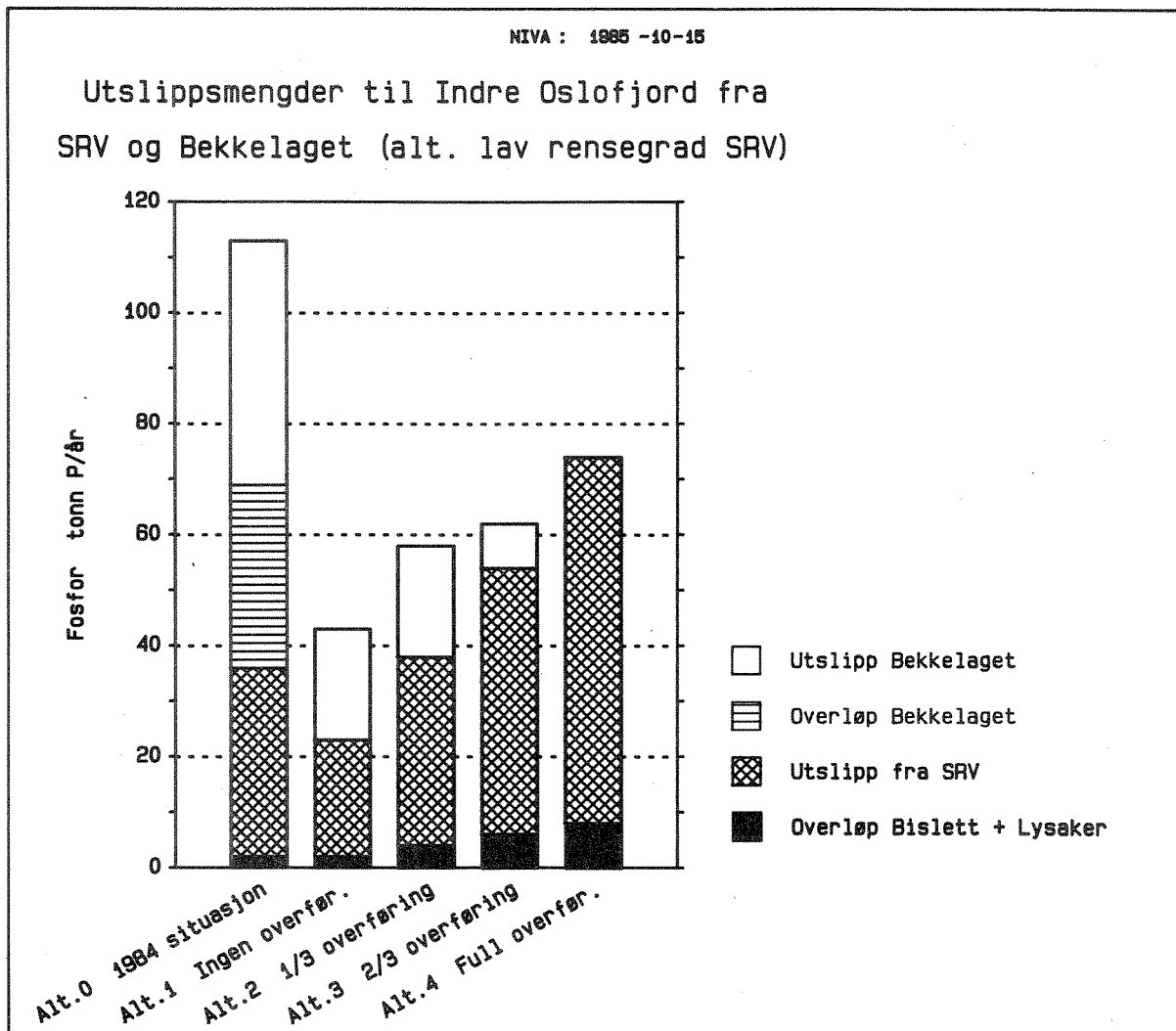
	Alt. 0 1984 situasjon	Alt. 1 *	Alt. 2 1/3 over- ført	Alt. 3 2/3 over- ført	Alt. 4 3/3 over- ført
Alt. høy SRV rensegrad	113	37	46	45	48
Alt. lav SRV rensegrad	113	43	58	62	74

\* Ingen overføring fra Bekkelaget rensedistrikt og kjemisk felling Bekkelaget r.a. for hele vannmengden.

Full overføring til SRV gir noe større utslipp både fordi dette gir økte hydrauliske belastninger ved SRV som senker rensegraden noe, og fordi mer går i overløp. Således er det antatt at renseseffekten med hensyn til fosfor reduseres fra 93 % ved null overføring til 87 % ved full overføring (se tabell 1) i alternativet med lavt anslått rensegrad ved SRV.



Figur 1a. Utslippsmengder til Indre Oslofjord fra SRV og Bekkelaget, fosfor tonn P/år. Alternativ høy renseseffekt ved SRV.



Figur 1b. Utslippsmengder til indre Oslofjord fra SRV og Bekkelaget, fosfor tonn P/år. Alternativ lav rensegrad ved SRV.

Tabell 3 (side 57) viser videre at SRV-utslippet til Vestfjorden reduseres fra 34 tonn P/år i 1984 til 15 og 21 tonn P/år ved økt rensegrad alt. høy og lav uten overføring. SRV-utslippet ved 2/3 overføring i alt. 2 gir ca. det samme fosforutslippet som i 1984 avhengig av alternativ rensegrad. Ved full overføring øker utslippet til 40 tonn p/år ved høy rensegrad og til 66 tonn P/år ved alternativ lav rensegrad.

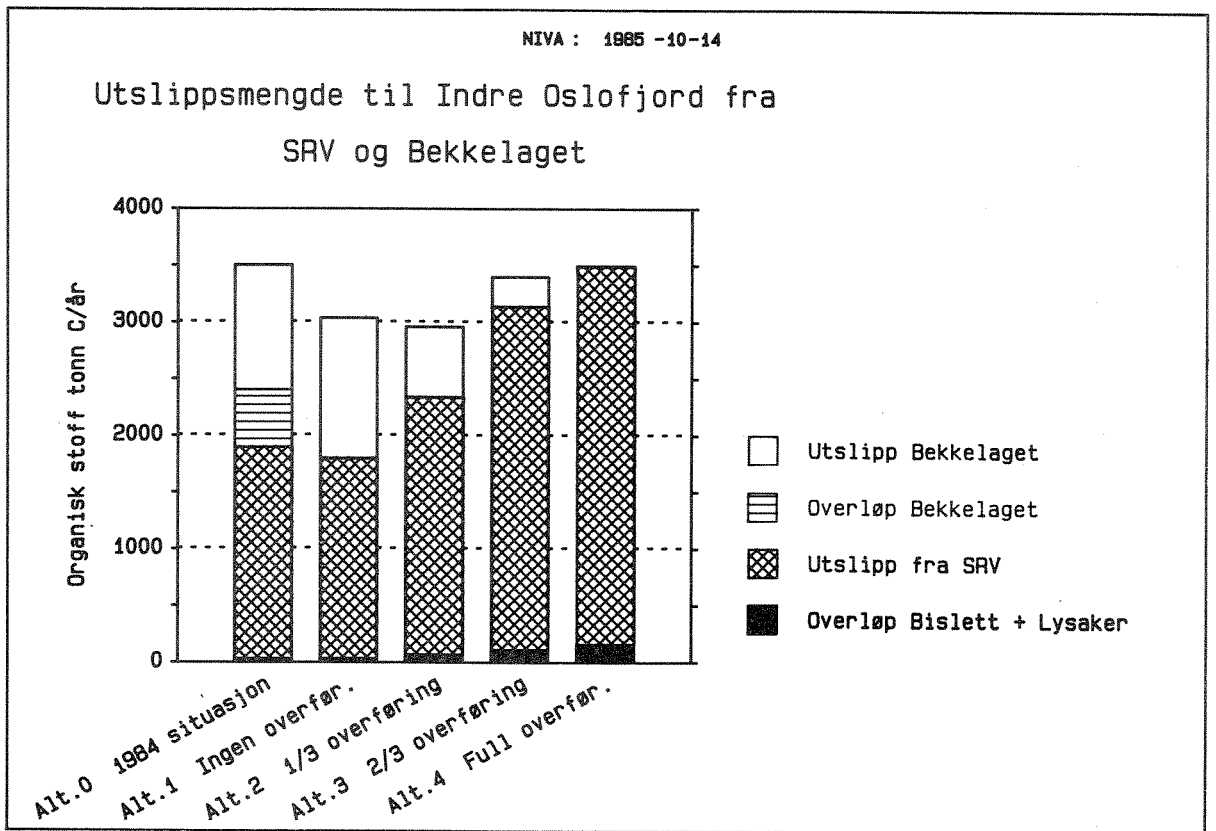
Tabell 3 viser at SRVs belastningen i Vestfjorden i 1984 utgjør 30 % av summen av disse fire utslippene og øker til 83 % og 89 % ved full overføring ved henholdsvis lav og høy rensegrad.

Resultatene i figur 2, 3, tabell 4 og 5 som presenterer utslippsendringene for organisk stoff og nitrogen, viser at summen av utslippene totalt sett endrer seg vesentlig mindre enn for fosfor. Grunnen til det er at rensegradene med hensyn på organisk stoff er høyere ved Bekkelaget enn ved SRV når man ser bort fra overløpet ved Bekkelaget som slipper urensset kloakk rett ut. For organisk stoff gir 1/3 overføring lavest total belastning til indre Oslofjord. Økningen i Vestfjordutslippet fra SRV i forhold til 1984 situasjonen er imidlertid stor med hele 79 % ved full overføring.

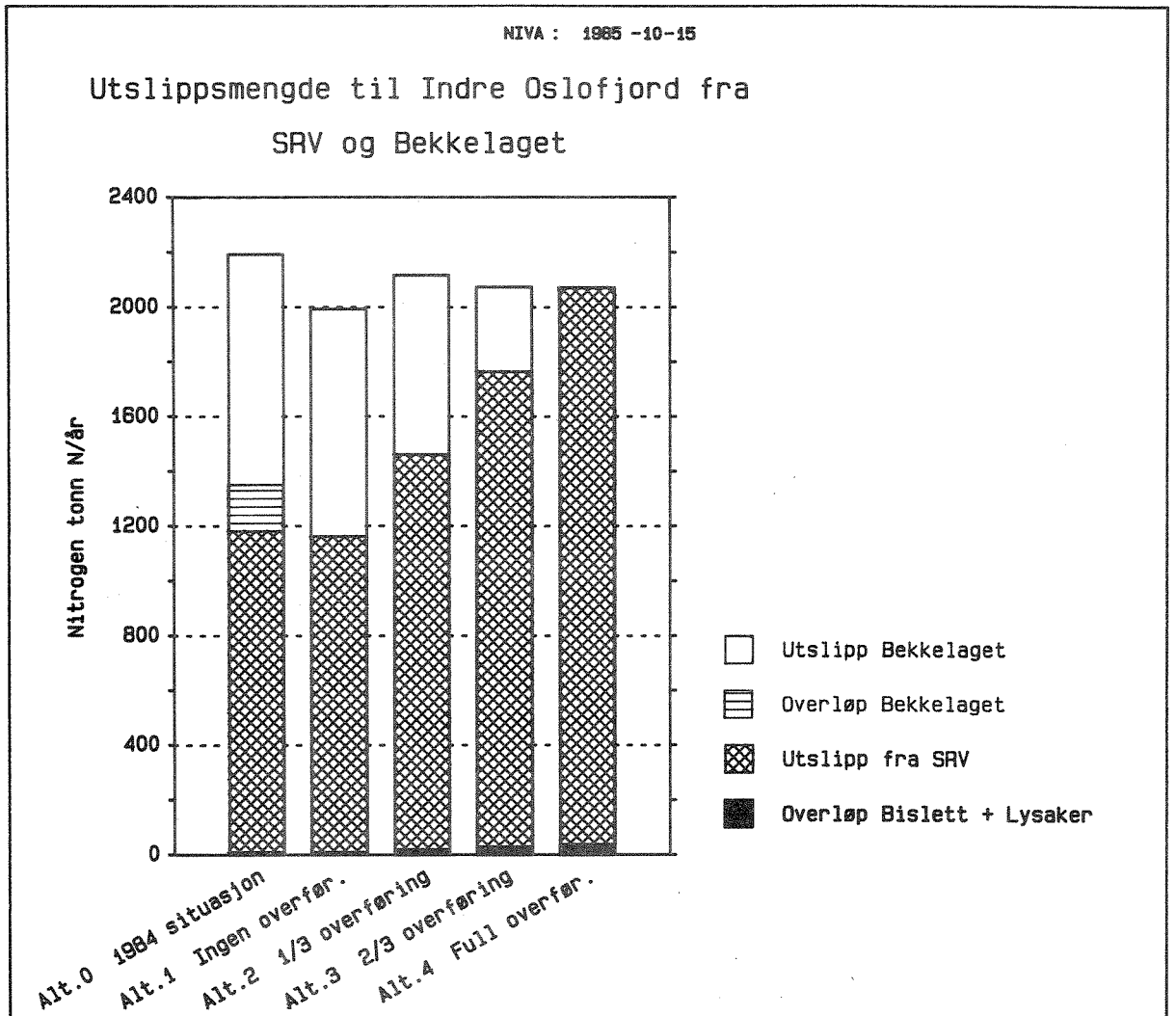
Samme tendens viser nitrogenutslippet, men SRVs økning i Vestfjordutslippet er mindre og øker 73 % ved full overføring.

Ett litt spesielt forhold her er den meget lave rensegraden med hensyn på nitrogen. SRV viser en stabil rensegrad rundt noe i underkant av 20 % som er normalt for et kjemisk fellingsanlegg. Derimot er rensegraden ved Bekkelaget r.a. praktisk talt 0 bare med et par pro-sents fjerning. På bakgrunn av at det ikke lenger tas inn fremmedslam må dette skyldes et stort utslipp av rejektivann fra sentrifuger og fortykkere, og at utråtningen ved Bekkelaget er med på å løse opp nitrogen knyttet til partikler. Dette bør undersøkes nærmere.

Marinbiologene ved NIVA har særlig vært opptatt av oksygenforbruket til dyplagene i fjorden og oksygenbehovet i utslippsvannet som primærbelastning er derfor viktig.



Figur 2. Utslippsmengder til indre Oslofjord fra SRV og Bekkelaget, organisk stoff tonn C/år.



Figur 3. Utslippsmengder til indre Oslofjord fra SRV og Bekkelaget, nitrogen tonn N/år.

Ut fra de foreliggende analyseparametre ved de to renseanleggene har vi kommet frem til at det direkte oksygenforbruket i avløpsvannet (primærbelastningen) best lar seg uttrykke ved hjelp av TOC- og Tot-N analyser i følgende uttrykk:

$$\text{TOF} = 1,44 \times \text{TOC} + 4,11 \times \text{Tot-N}$$

hvor TOF = Totalt oksygenforbruk - O i utslippsvannet

TOC = Konsentrasjon av karbon-C i utslippsvannet

Tot-N = konsentrasjon av total nitrogen N i utslippsvannet.

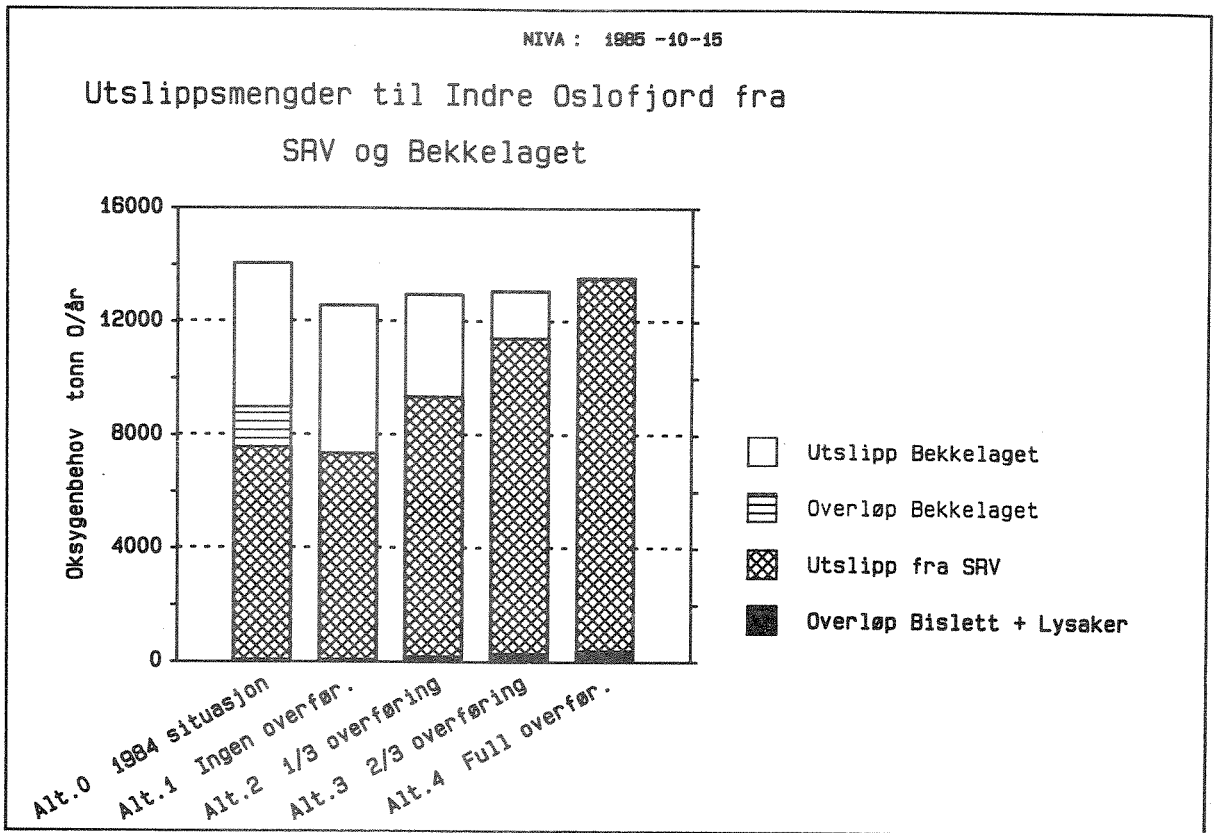
Dette er nærmer utredet i vedlegg 1.

Uttrykket viser at oksygenbehovet fra nitrifikasjon av ammoniakk til nitrat er vesentlig viktigere enn oksygenbehovet fra organisk stoff. Resultatet er presentert i figur 4 og i tabell 6 (side 56), og viser at oksygenbehovet fra de to renseanleggene og deres overløp er lavest for alternativ 1 og alternativ 2. Oksygenbehovet i SRVs utlipp i Vestfjorden viser en økning på 23 % i alternativ 2 med 1/3 overføring. Alternativ 3 med 2/3 overføring viser en økning på 48 % og alt. 4 med full overføring, viser en økning på 75 %.

Den ovenfornevnte formelen tar ikke hensyn til oksygenbelastningen fra nedbrytning av dødt algemateriale som synker ned (sekundærbelastning). Det er i denne sammenheng at fosforfjerningen er viktig.

Hvis marinbiologene mener at dette økte oksygenbehovet i Vestfjorden er bekymringsverdig og man fortsatt mener at maksimal overføring er ønskelig vil det være mest å hente ved enten å redusere nitrogenutslippet eller nitrifisere utslippsvannet. Ombyggingen som skal til for å oppnå dette vil bli meget kostbart. Hvis Bekkelaget renseanlegg fremdeles skal være i drift bør man først og fremst vurdere tiltak som gjør at den eksisterende dårlige rensegraden for nitrogen ved Bekkelaget kan økes.

Det bør også bemerkes at utslippene via overløpene blir spesielt viktige når renseeffekten og tilføringsgraden til renseanleggene øker. Usikkerheten i prognosene for hvilke mengder som slippes ut via overløpene er spesielt stor og det bør gjennomføres en nærmere analyse av dette.



Figur 4. Utslippsmengder til indre Oslofjord fra SRV og Bekkelaget, oksygenbehov i utslippsvannet.



## 1.2. VA-tekniske konklusjoner

Disse vurderingene og konklusjonene tas på ett VA-teknisk grunnlag og det tas forbehold om NIVA marinbiologiske vurderinger.

1. NIVA anbefaler at en overføring av 1/3 av Bekkelaget rensedistrikt altså ca. 17 mill. m<sup>3</sup>/år til SRV gjennomføres så hurtig som mulig. Dette vil etter alt å dømme redusere omfanget av råkloakk som går direkte ut i fjorden ved overløpene ved Bekkelaget renseanlegg. Det kan muligens også ha en gunstig virkning på andre overløp innen Bekkelaget rensedistrikt.
2. Hvorvidt det er fordelaktig å overføre mer enn 1/3 part av avløpsvannet i Bekkelagets rensedistrikt bør i større grad ses i forhold til fullskala undersøkelser ved de eksisterende renseanlegg.
3. Før overføringen finner sted bør det utarbeides et undersøkelsesprogram som gjør det mulig å studere hvordan VEAS klarer denne tilleggsbelastningen og om eventuelle økte utslippsmengder i Vestfjorden har uheldige effekter. Det blir spesielt viktig å overvåke de store overløpene Lysaker, Bislettbekken, på Bekkelaget og eventuelt andre for å se endringer på disse direkte utslippene som følge av overføringen.
4. Det bør videre klarlegges om de renseeffektene som anvendes i denne undersøkelsen er representativ for de to renseanleggene.
5. Parallelt med at overføringen til VEAS settes igang, bør det hurtigst mulig klarlegges hvilke endringer som må utføres for å kunne avgjøre hvor stor belastningsandel på Bekkelaget som bør beholdes. Disse vurderinger vil blant annet bestå i å klarlegge hvilken renseprosess som bør benyttes og en optimalisering av bruken av de bassengvolumer som eksisterer og kostnadene forbundet ved omleggingen av anlegget. De store bassengvolumer som eksisterer ved Bekkelaget kan trolig benyttes langt mer effektivt enn idag ved en modifisering av anlegget eller ombygging til primærfelling.

### 1.3. Diskusjon av resultatene

Rensegraden ved de to renseanleggene vil slå kraftig ut på utslippsmengdene til indre Oslofjord. Dette er særlig utslagsgivende for fosfor hvor forskjellene mellom renseanleggene kan være stor. Nedenfor vises en oversikt over hvor mye 1 % endring i rensegraden slår ut for de to renseanleggene ved de forskjellige overføringsalternativene.

Endret utslipp i tonn fosfor/år ved 1 % endring i renseeffekt.

Overføringsalternativ	Endring i fosforutslipp tonn P/år	
	SRV r.a.	Bekkelaget r.a.
Alt. 0 - 1984 situasjonen	3,1	1,7
Alt. 1 Ingen overføring	3,1	2,0 <sup>1</sup>
Alt. 2 1/3 overføring	3,7	1,4 <sup>1</sup>
Alt. 3 2/3 overføring	4,3	0,7 <sup>1</sup>
Alt. 4 3/3 overføring	5,0	-
Alt. 5 3/3 overføring og økning til 100 % Tg	6,0	

<sup>1</sup> Forutsetter rensing av alt avløpsvann som før gikk i overløp.

Dette viser at renseeffekten ved SRV ved stor overføring blir spesielt viktig. For eksempel vil alternativ 3 med 2/3 overføring og en forskjell i rensegrad fra 89 % til 93 % utgjøre hele 17 tonn som tilsvarer ca. 28 % av hele utslippet slik det er angitt i figur 1a og 1b. Disse tilsynelatende små forskjeller kan derfor endre bildet vesentlig. Forskjellene mellom alternativ høy og lav rensegrad ved SRV er følgende:

Overføringsalternativ	Rensegrader for fosfor % ved SRV		Differanse i SRV utslipp tonn P/år
	Alt. lav	Alt. høy	
Alt. 0 1984 situasjon	89	89	0
Alt. 1 Ingen overføring	93	95	6
Alt. 2 1/3 overføring	91	94	12
Alt. 3 2/3 overføring	89	93	17
Alt. 4 3/3 overføring	87	92	26

Et annet forhold som slår en er at fosformengden i overløpsutslippet på Bekkelaget er meget stort og utgjør hele 33 tonn P/år i 1984 som tilsvarer 43 % av utslipp fra Bekkelaget og 29 % av det totale utslippet. I alternativ 1, altså uten overføring, er det forutsatt at hele overløpsvannmengden renses kjemisk. Det betyr en vesentlig forbedring, men krever samtidig at det gjennomføres større investeringer på Bekkelaget r.a. I alternativene med 1/3 parts og 2/3 parts overføring er det forutsatt å beholde simultanfellingsprosessen, men også her eliminere overløpsutslippet nede ved Bekkelaget. Dette kan muligens by på problemer fordi hydrauliske sjokkbelastninger kan oppstå.

Det bør også nevnes at det hersker betydelig usikkerhet knyttet til hvor mye som kommer til å gå i overløp ved Lysaker, Bislettbekken og eventuelt ved Bekkelaget eller Kværner. Ved disse stedene bør det etableres egne målestasjoner både for vannføring og prøvetaking. På denne måten kan man få mer representative oversikter over utslippsmengder via overløpene når mer vann overføres vestover.

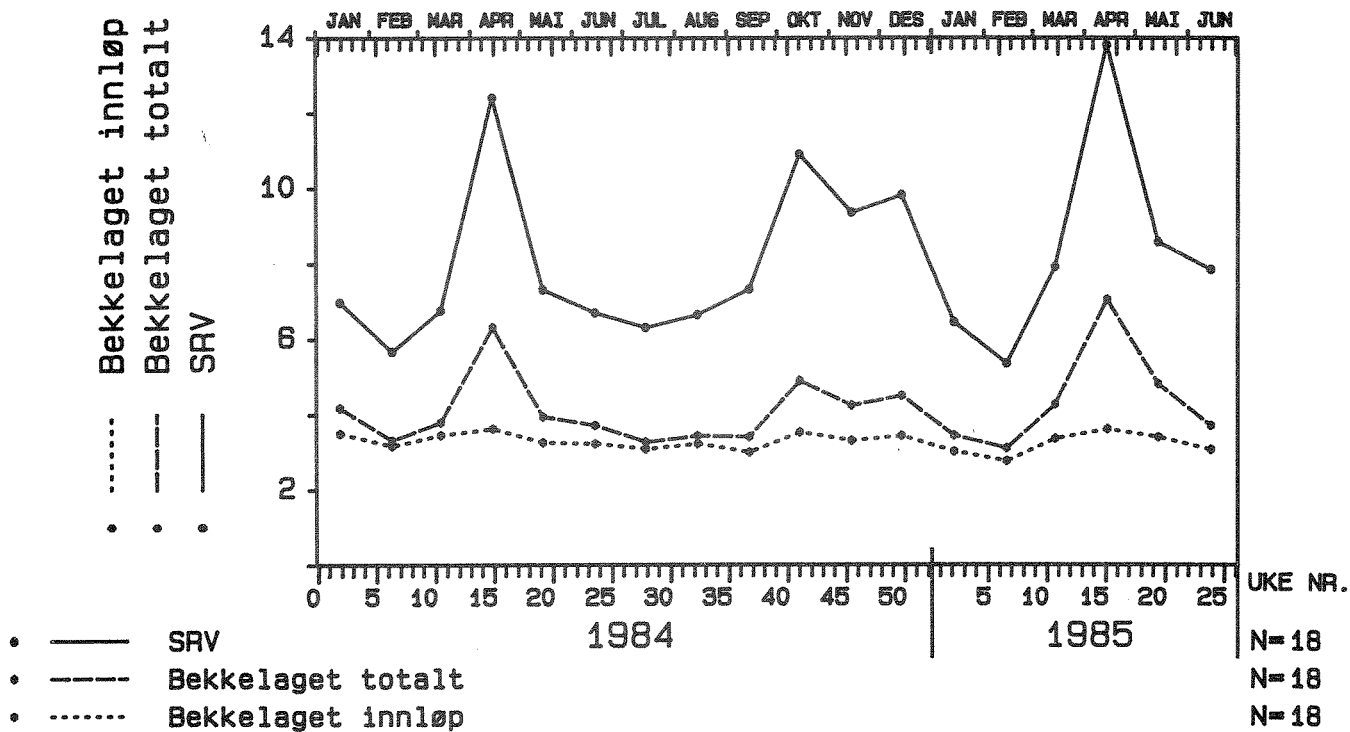
## 2. FORURENSNINGSTILFØRSLER TIL SRV OG BEKKELAGET R.A.

### 2.1. Innløpsvannmengder og konsentrasjoner

Innløpsvannmengder og konsentrasjoner for 1984 og første halvår i 1985 er innsamlet og presentert i vedlegg 2. Vannmengdene er grafisk fremstilt i figur 5.

NIVA: 1985-9 -25

### Vannføring ved SRV og Bekkelaget mill. kbm/måned



Figur 5. Vannføring ved SRV og Bekkelaget.

Bekkelaget renseanlegg har to interne overløp; ett rett foran renseanlegget og ett rett før det biologiske og kjemiske rensetrinnet (simultanfelling). Summen av avløpsvannmengdene som går ut via de to overløpene er også vist i tabellen i vedlegg 2. SRV har ingen overløp ved selve renseanlegget. Etter at avløpsvannet har kommet ned i tunnelsystemet til SRV er det to overløpsmuligheter, Bislettbekken ved Rådhuset og Lysaker. Disse to overløpene er relativt sjeldent i drift og er ikke tatt med her. Overløpene ved Bekkelaget er daglig i drift hovedsakelig om natten ifølge ledelsen. Avløpsvannmengdene som går ut via Bekkelagsoverløpene fremgår av figur 5.

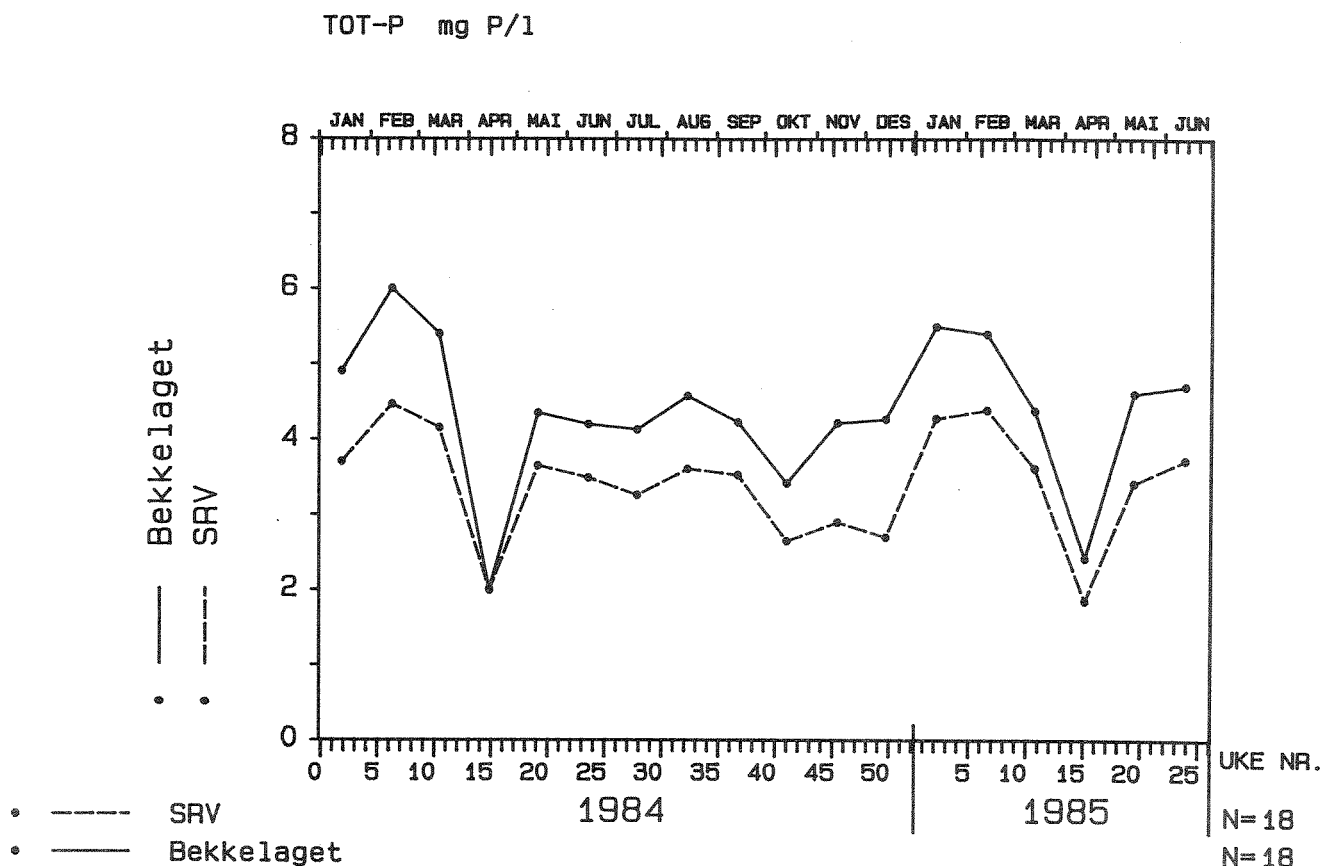
Kurven viser at avløpsvannet inn til SRV og frem til Bekkelaget svinger i samme rytme og viser meget god sammenheng. Størst vannføring forekommer i april under snøsmelting og lavest vannføring i februar ved begge anlegg. Kurven viser også at vannmengden som går ut via overløpene er betydelig og utgjorde 19 % i 1984. Vannmengdene inn til Bekkelaget renseanlegg er utjevnet i forhold til de store toppene som tas inn på SRV.

Innløpskonsentrasjonene for fosfor ved SRV og Bekkelaget er vist i figur 6 og for nitrogen i figur 7. Det som slår en er de lave konsentrasjonene. Ufortynnet spillvann har normalt fosforkonsentrasjoner mellom 12-18 mg P/l, mens gjennomsnittsverdiene ved SRV og Bekkelaget er henholdsvis 3,34 mg P/l og 4,30 mg P/l.

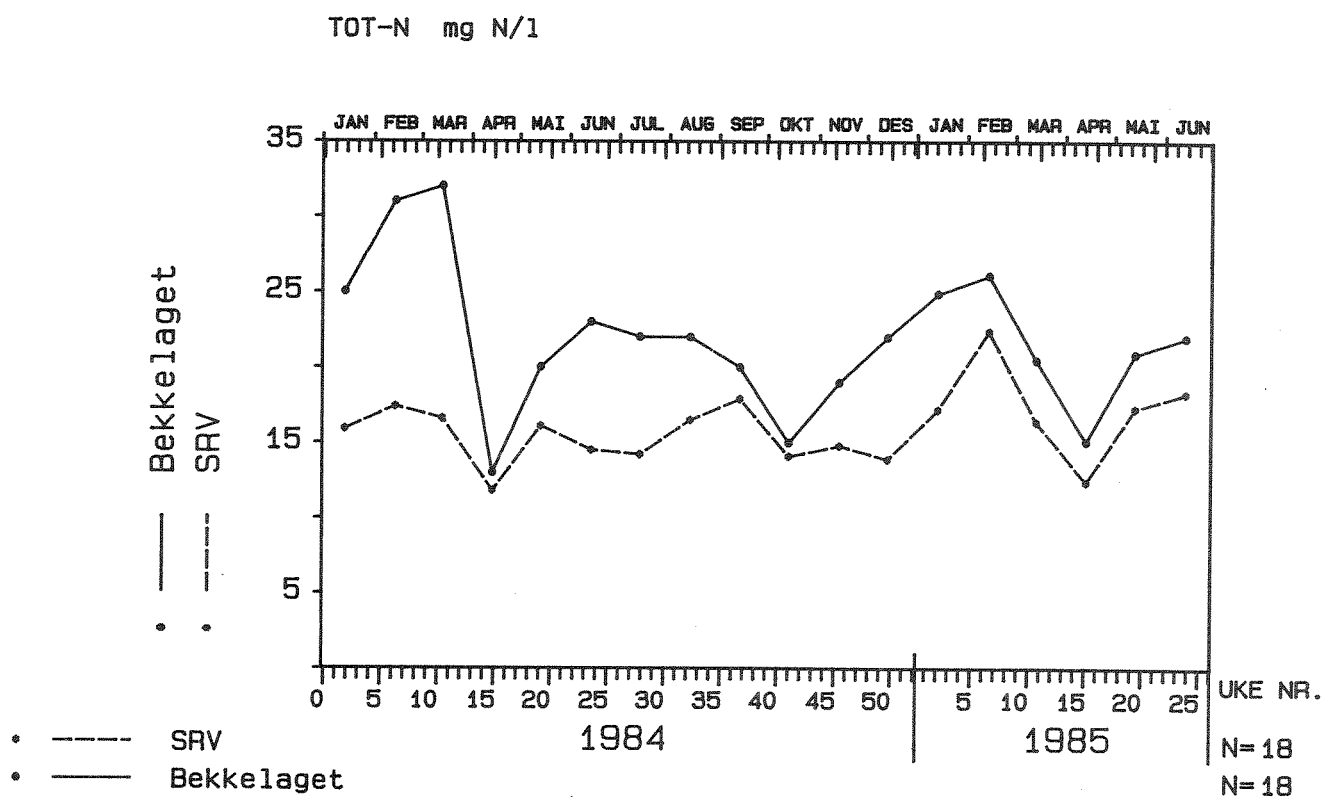
Figur 6 og 7 viser at konsentrasjonene av alle parametrene alltid er høyere i innløpsvannet ved Bekkelaget. Dette skyldes sannsynligvis større inntak av fortynnende bekkevann i vest. I perioder med stor regnvannspåvirkning virker det som om konsentrasjonene synker noe kraftigere i Bekkelagets innløpsvann. Dette tyder på en kraftigere regnvannspåvirkning i Bekkelagets rensedistrikt.

Hvor i systemet disse fremmedvannsinntakene skjer er ikke klart, men de skyldes sannsynligvis en kombinert effekt av mange bekkelukningsinntak og nye fellessystem med taknedløp og veisluk.

Figur 6. Innløpskonsentrasjoner ved SRV og Bekkelaget.



Figur 7. Innløpskonsentrasjoner ved SRV og Bekkelaget.



## 2.2. Månedlige forurensningstilførsler til renseanleggene

Den månedlige massetransporten av forurensede stoffer som tilføres de to renseanleggene SRV og Bekkelaget er presentert i vedlegg 3. Tallene er delvis beregnet fra vedlegg 2 som viser vannføring og gjennomsnittlig månedskonsentrasjon for anleggene og tallene er kontrollert eller supplert med anleggenes egne data.

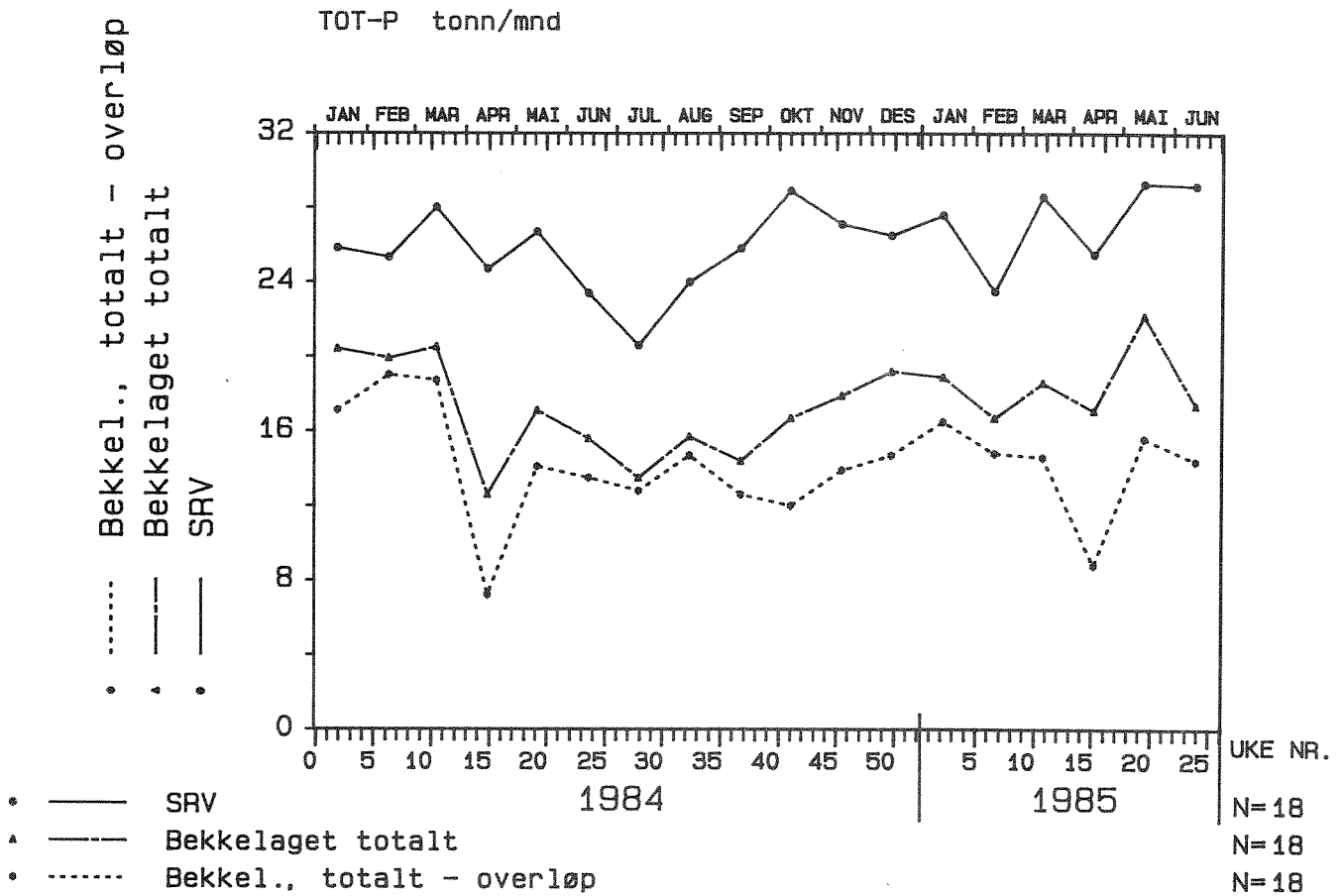
Vannføringsmålingene ved VEAS er i løpet av 1984 kontrollert ved at summen av vannføringen i hver av de 8 sedimenteringsbassengene er sammenlignet med hovedmålerennen. Disse vannmengdene skal være identiske og kontrollundersøkelser har vist små avvik. For enkelte perioder er også summen av vannmengdene ved påslippene sammenlignet med hovedmålerennene. Rapporten om "Avløpsvannmengder tilført påslippene ved SRV", Vråle (1), viser litt mer om disse resultatene. Hovedmålerennen ble ombygd og forbedret i uke 12 og 13 i 1984.

Det er derfor god grunn til å stole på vannføringsmålingene ved SRV. Imidlertid opplyser VEAS at vannmengdene i 1984 ikke er korrigert for innpumpet sjøvann som tas inn nedstrøms prøvetakeren for innløpet. Sjøvannsmengden i 1984 utgjorde ca. 2,4 mill. m<sup>3</sup> altså 2,5 %. Den oppgitte massetransporten for 1984 er derfor 2,5 % for stor. Tallene for 1985 er imidlertid korrigert for sjøvannsinntaket.

Når det gjelder vannføringsmålingene ved Bekkelaget renseanlegg er disse i følge egne utsagn noe usikre, men undertegnede har ingen muligheter på nåværende tidspunkt å kontrollere dette nærmere. Tallene tas derfor direkte slik de er gitt fra analyseseksjonen ved Bekkelaget.

Forurensningstilførslene til SRV og Bekkelaget for fosfor er grafisk fremstilt i figur 8. Begge renseanleggene har samme variasjonsmønstre. Lav punkter i februar noe høyere i mars. Markerte fosfortap i april på grunn av snøsmelting og store overløpsvannmengder. Her ser vi at tapet er størst ved Bekkelaget og på grunn av sentraloverløpene øker tapet av fosfor via overløpene oppstrøms Bekkelaget ytterligere. Fosfortilførslene bør ses i sammenheng med nitrogentilførslene i figur 5. Den viser at nitrogentilførselen er spesielt stor i april og

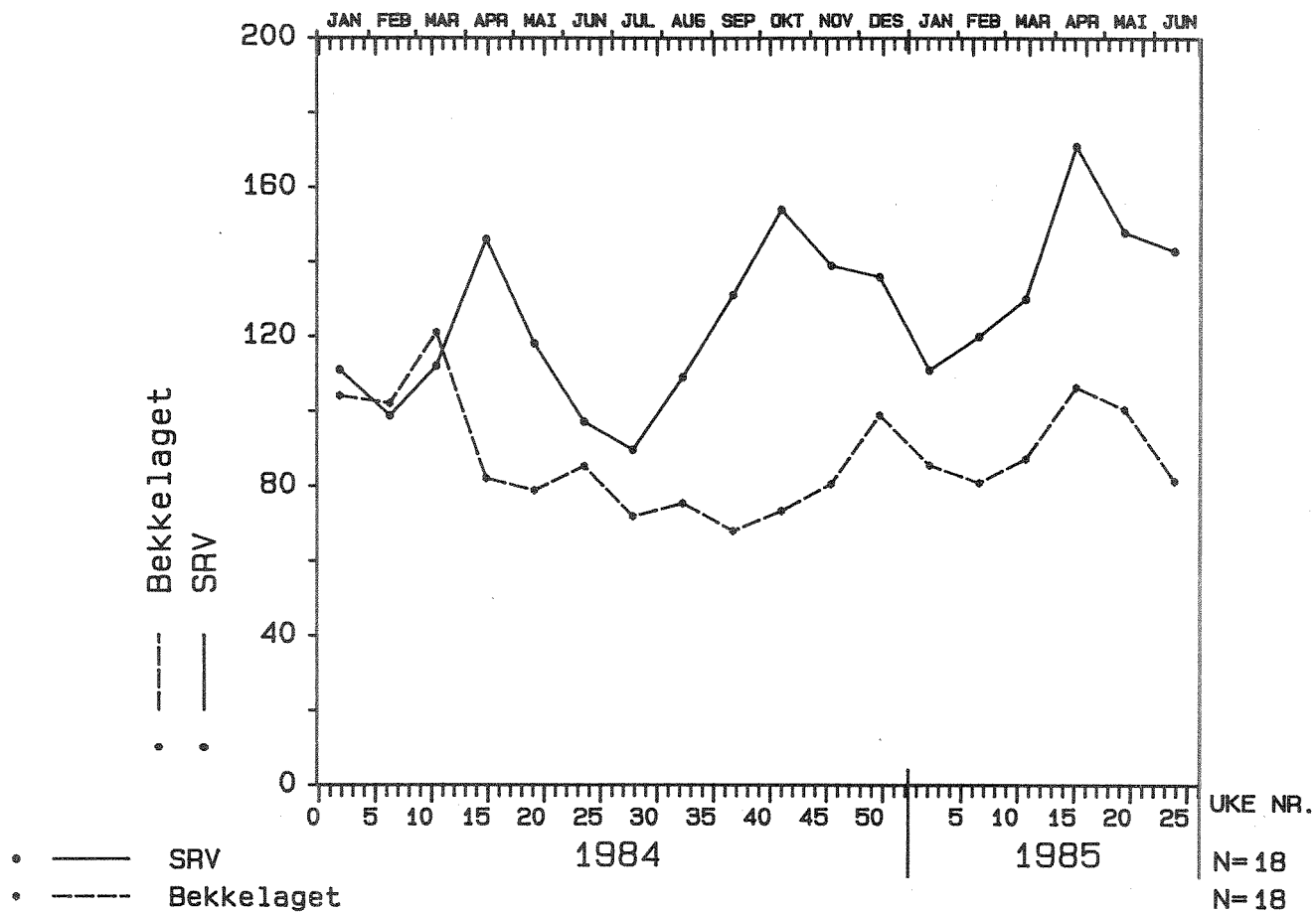
høstregnet ved SRV. Dette tyder på stor nitrogentilførsel i fremmedvannsinntaket. Bekkelaget har ikke tilsvarende topper. Lavpunktene om sommeren er typiske for en by med mange bortreiste på ferie.



Figur 8. Forurensningstilførsler ved SRV og Bekkelaget.



TOT-N tonn/mnd



Figur 9. Forurensningstilførsler til SRV og Bekkelaget.

Beregning av massetransporten til renseanlegget er viktig både for å studere tilføringsgraden og derved eventuelle tap ut i fjorden fra ledningsnett. Massetransporten er også viktig for å vurdere endringer i renseseffekten. Svært viktig i forbindelse med denne rapporten er det å beregne oksygenforbruket i utslippsvannet til fjorden. Det er da viktig å vurdere de forskjellige mulighetene som foreligger og det viser seg at man benytter forskjellige parametre ved de to renseanleggene. Nedenfor er vist en oversikt.

Forskjeller i prøvetakningssystem og analyseparametre:

Innløpsprøvetakeren ved VEAS er plassert nedenfor maskinristene, men før sandfanget. Dekanteringsvannet fra fortykkere og filtratvannet fra kammerfilter pressene ble tidligere tatt inn i forkant av sandfanget og dette vannet er derfor ikke med på innløpsprøven. Senere er dekantvannet fra fortykkerne flyttet til foran to av de 4 ristene slik at det belastes halve anlegget. Innløpsprøvetakeren står bak de to andre ristene slik at innløpsprøven fortsatt representerer råkloakken. Filtratvannet fra pressene derimot er flyttet til utløpstunnelen, men oppstrøms utløpsprøvetakeren.

Innløpsprøvetakeren til Bekkelaget er plassert i innløpstunnelen før alle returvannstrømmer og representerer derfor råkloakken.

Analyserutinene for de viktigste forurensningsparametrene er følgende:

Parameter	SRV	Bekkelaget
Total fosfor	Tas daglig på døgnblandprøver	Tas daglig på døgnblandprøver
BOF <sub>7</sub>	Tas 1 eller 2 ganger pr. måned på tilfeldig døgnblandprøve	Tas en gang pr. måned på lagvis nedfrosset månedsblandprøve. Like mengder
KOF	Tas 1 eller 2 ganger pr. måned på tilfeldig døgnblandprøve	Tas en gang pr. måned på lagvis nedfrosset månedsblandprøve. Like mengder
TOC	Tas daglig på døgnblandprøver	Tas en gang pr. måned på lagvis nedfrosset månedsblandprøve. Like mengder
Total nitrogen	En gang pr. uke på ukeblandprøver	Tas en gang pr. måned på lagvis nedfrosset månedsblandprøve. Like mengder
DOC	-	Tas daglig på døgnblandprøver.

Dette viser at VEAS og OVA analyserer på forskjellig måte og det kompliserer sammenligningen. Det ville vært en stor fordel hvis begge parter kunne komme frem til et felles analyseprogram.

KOF-analyser på vann som inneholder sjøvann kan fort bli misvisende fordi klorid oksyderer i analyser og skaper et høyere oksygenforbruk enn naturlig. Vi ser derfor bort fra denne analysen der hvor sjøvann er innblandet.

SRV tar dessuten bare BOF<sub>7</sub> og KOF 1 til 2 ganger på en tilfeldig døgnblandprøve og ikke månedsblandprøve. Siden døgnblandprøvene kan variere mye er det ikke riktig å benytte disse verdiene som representative for månedstall.

Disse analysene kan derfor først og fremst benyttes for å se på de relative forhold mellom parametrene i de samme blandprøvene.

### 2.3. Utslipp via overløp

Det er av særlig interesse å merke seg at hele 9,2 mill. m<sup>3</sup> gikk direkte i fjorden via de to interne overløpene foran Bekkelaget renseanlegg. Selv i februar da regnvær kan utelukkes har overløpet vært i funksjon. Dette viser at belastningen ved Bekkelaget er for høy selv i tørrvær og at en avløstning i forhold til dagens renseprosess er helt nødvendig. Hvis overløpsvannet som i hovedsak består av urensset råkloakk kan renses for eksempel ved SRV i stedet for å gå rett ut i fjorden vil dette redusere belastningen vesentlig.

Den store jokeren i dette arbeidet er hvor mye avløpsvann som går direkte i fjorden fra eksterne overløp ute i Bekkelaget's rensedistrikt og hvor mye dette overløpsvannet vil bli redusert med når avløpsvannet oppstrøms Fagerlia tunnelen kan tas inn til VEAS. Det er fullt mulig å beregne hvor store mengder som kan overføres vestover (med visse forutsetninger), men det er ikke klart at belastningen ved Bekkelaget reduseres tilsvarende fordi deler av dette nå går urensset ut til fjorden via overløp.

### 3. OVERFØRBARE AVLØPSVANNMENGDER - ALTERNATIVER

I forbindelse med at tunnelen fra Majorstua til Fagerlia ved Bryn er ferdig nå i høst er en overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt mulig. Medlemskommunene i VEAS har tidligere godkjent en overføring på 230 l/sek i tørrvær for denne nye avskjærende tunnelen. Dette tilsvarer 7,2 mill. m<sup>3</sup> tørrværsvannmengde på årsbasis. OVA søker nå om at denne overføringen økes til 550 l/s som tørrværsvannføring som tilsvarer ca. 17 mill m<sup>3</sup>. I tillegg kommer fremmedvann som skyldes nedbør og som tillates tatt inn så lenge det er ledig kapasitet.

NIVA har fått opplyst at det foreligger følgende alternativer for overføring fra Bekkelaget rensedistrikt i brev datert 2.9.85 fra verk-sjef Sagberg, VEAS:

#### Alt. A. (1/3 overført):

Bekkelaget behandler 29 mill. m<sup>3</sup> avløp i et biologisk/kjemisk anlegg med eksisterende utløpsarrangement. Det overføres 17 mill. m<sup>3</sup> avløp til SRV som da tilsammen behandler 110 mill. m<sup>3</sup> med antatt fosfor rensesgrad 94 %.

#### Alt. B. (Ingen overføring):

Bekkelaget behandler 46 mill. m<sup>3</sup> avløp i et kjemisk anlegg med eksisterende utslippsarrangement. Det overføres ikke noe avløp til SRV som da behandler 93 mill. m<sup>3</sup> med antatt rensesgrad 95 %.

#### Alt. F. (3/3 overført):

Bekkelagets utslipp beholdes som nødoverløp. 46 mill. m<sup>3</sup> avløp overføres til SRV som behandler 139 mill. m<sup>3</sup> med en antatt rensesgrad for fosfor på 93 %.

#### Alt. G. (2/3 overført):

Bekkelaget behandler 17 mill. m<sup>3</sup> avløp i et biologisk/kjemisk anlegg med eksisterende utløpsarrangement. SRV mottar 29 mill. m<sup>3</sup> avløp og behandler 122 mill. m<sup>3</sup> med en antatt fosforrensingsgrad på 93-94 %.

Vannmengdene innenfor Bekkelaget rensedistrikt vil variere fra år til år avhengig av nedbørmengdene. I det året alternativene ble laget var den 46 mill. m<sup>3</sup>/år. I 1984 var den 49 mill. m<sup>3</sup>. Siden det alltid vil herske litt usikkerhet omkring disse tallene er det naturlig å utrede overføringen i 1/3 deler slik som foreslått av Beichmann i møte av 19. august 1984.

Vi vil derfor ta utgangspunkt i forurensningsproduksjonen i Bekkelaget rensedistrikt og se på effekten av følgende alternativer:

- Alt. 1. Ingen overføring
- Alt. 2. 1/3 av forurensningsproduksjonen i Bekkelaget rensedistrikt
- Alt. 3. 2/3 av forurensningsproduksjonen i Bekkelaget rensedistrikt
- Alt. 4. 3/3 av forurensningsproduksjonen i Bekkelaget rensedistrikt

Spørsmålet blir imidlertid tredjeparten av hva? Tilførselene til Bekkelaget renseanlegg er vist i vedlegg 3. Disse tilførselene er imidlertid mindre enn forurensningsproduksjonen i rensedistriktet fordi tilføringsgraden er mindre enn 100 %. Tidligere er det beregnet lave tilføringsgrader for Bekkelaget rensedistrikt. NIVA har nylig fått gjennombrudd for sine resultater i spillvannstap-prosjektet (2) og det er nå klart at de spesifikke tallene som legges til grunn for slike beregninger vil bli justert. Dette vil etter alt å dømme føre til høyere tilføringsgrader i Bekkelaget rensedistrikt. Hvor mye krever en egen undersøkelse.

OVA ved Saltveit opplyser at overvannsledningene i Oslo sannsynligvis transporterer ut ca. 20 % av spillvannet. Dette betyr en tilføringsgrad på 80 %. Det neste spørsmålet er i hvilken grad den nye avskjærende tunnelen vil øke rensedistriktets tilføringsgrad. Hvis det bare er tale om styring av luker og de samme ledninger vil ikke tilføringsgraden endre seg med unntagelse av reduserte spillvannstap via nedstrøms overløp.

Med den forutsetning at tilføringsgraden idag er 80 % må forurensningstilførselene som ble registrert inn til Bekkelaget renseanlegg økes med 20 % for at hele forurensningsproduksjonen kommer med.

Selv om det neppe er realistisk innen de nærmeste år å øke tilføringsgraden til 100 % må det være riktig å regne med dette når en av alternativene går ut alt spillvann skal overføres til SRV og Bekkelaget r.a. nedlegges.

Denne 20 prosentøkningen vil imidlertid ikke trekkes inn med det samme, men legges på minnet når konklusjonene trekkes.

Omfanget av overføringsalternativene sett på årsbasis blir derfor som vist nedenfor:

Tabell 3. Årlige forurensningsmengder overført fra Bekkelaget rensedistrikt til SRV basert på 1984-data.

Parameter	Alt. 1 0	Alt. 2 1/3	Alt. 3 2/3	Alt. 4 3/3	Alt. 5 3/3 og 100% Tg
Vannføring mill. m <sup>3</sup> /år	0	16,3	32,6	49	58,8
Tot-P tonn P/år	0	67,8	135,6	203,5	254,3
TOC tonn C/år	0	1033	2066	3099	3874
Tot-N tonn N/år	0	348	695	1043	1304

#### 4. RENSEGRADER VED SRV OG BEKKELAGET R.A.

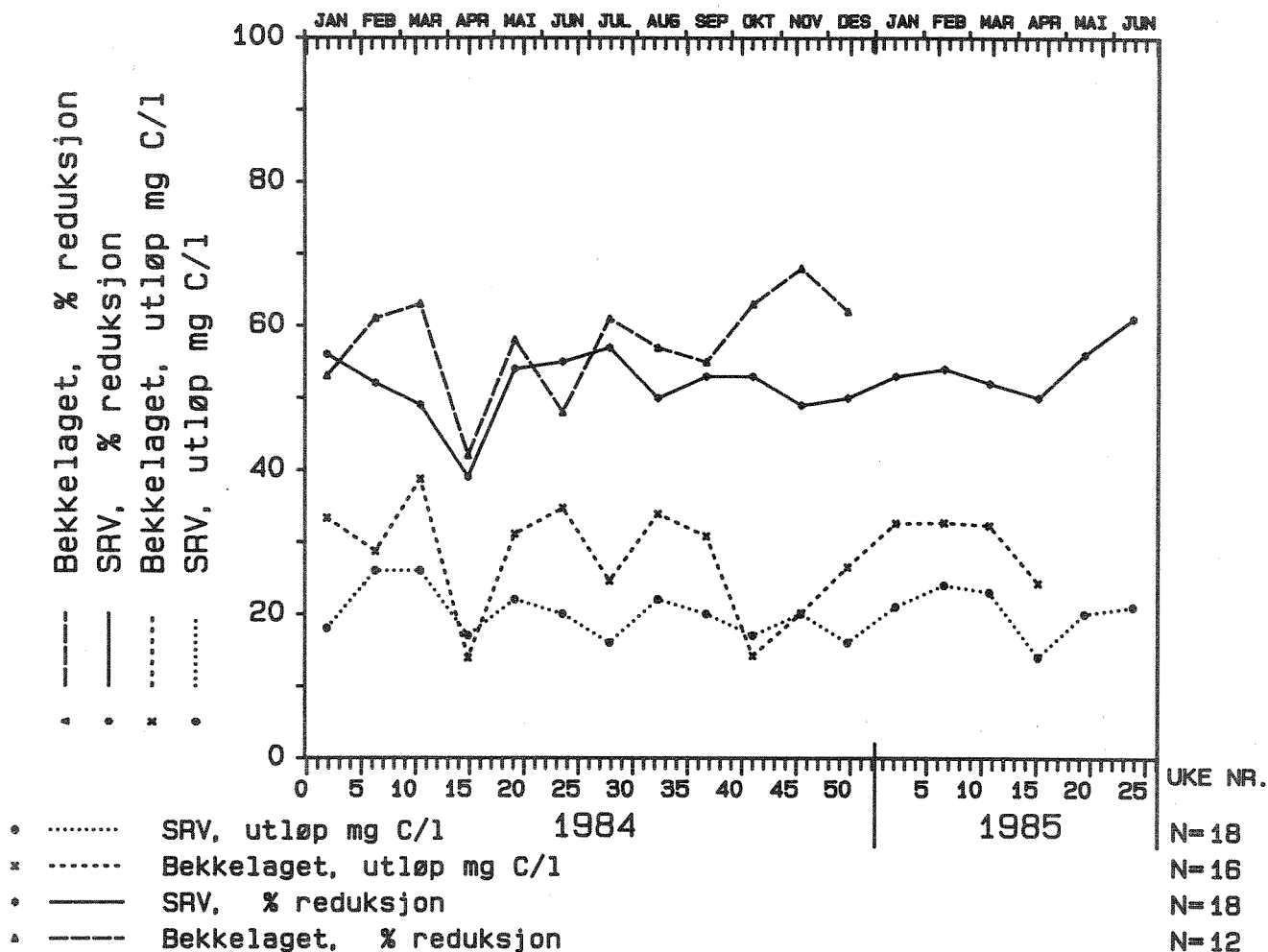
##### 4.1. Eksisterende forhold

Vedlegg 4 viser hvordan utslippskonsentrasjonene og renseseffekten varierer for de to rensenanleggene. Resultatene er grafisk fremstilt i figur 10 og 11. Total fosforkonsentrasjoner kan sammenlignes direkte og viser at SRV har lave og stabile utslippskonsentrasjoner. Rensegraden varierer rundt 90 %. I april ligger rensesegraden noe lavere på grunn av de store smeltevannsmengdene som fortynner innløpskonsentrasjonene og øker flatebelastningene. Bekkelaget rensanlegg har høyere utslippskonsentrasjoner av Tot-P og resultatene varierer mer. Rensegradene med hensyn på fosfor er også lavere. Vedlegg 4 viser aretmetriske gjennomsnittsverdier for første halvår i 1984 for hele 1984 og for første halvår 1985. Disse resultatene viser at både SRV og Bekkelaget har forbedret rensesultatene sine i de tre halvårene. Men det er også klart at utslippskonsentrasjonen med hensyn på fosfor ca. 3 ganger lavere ved SRV. Det er vanskelig å oppnå lavere utslippskonsentrasjoner enn 0,5 til 1,0 med simultanfelling.

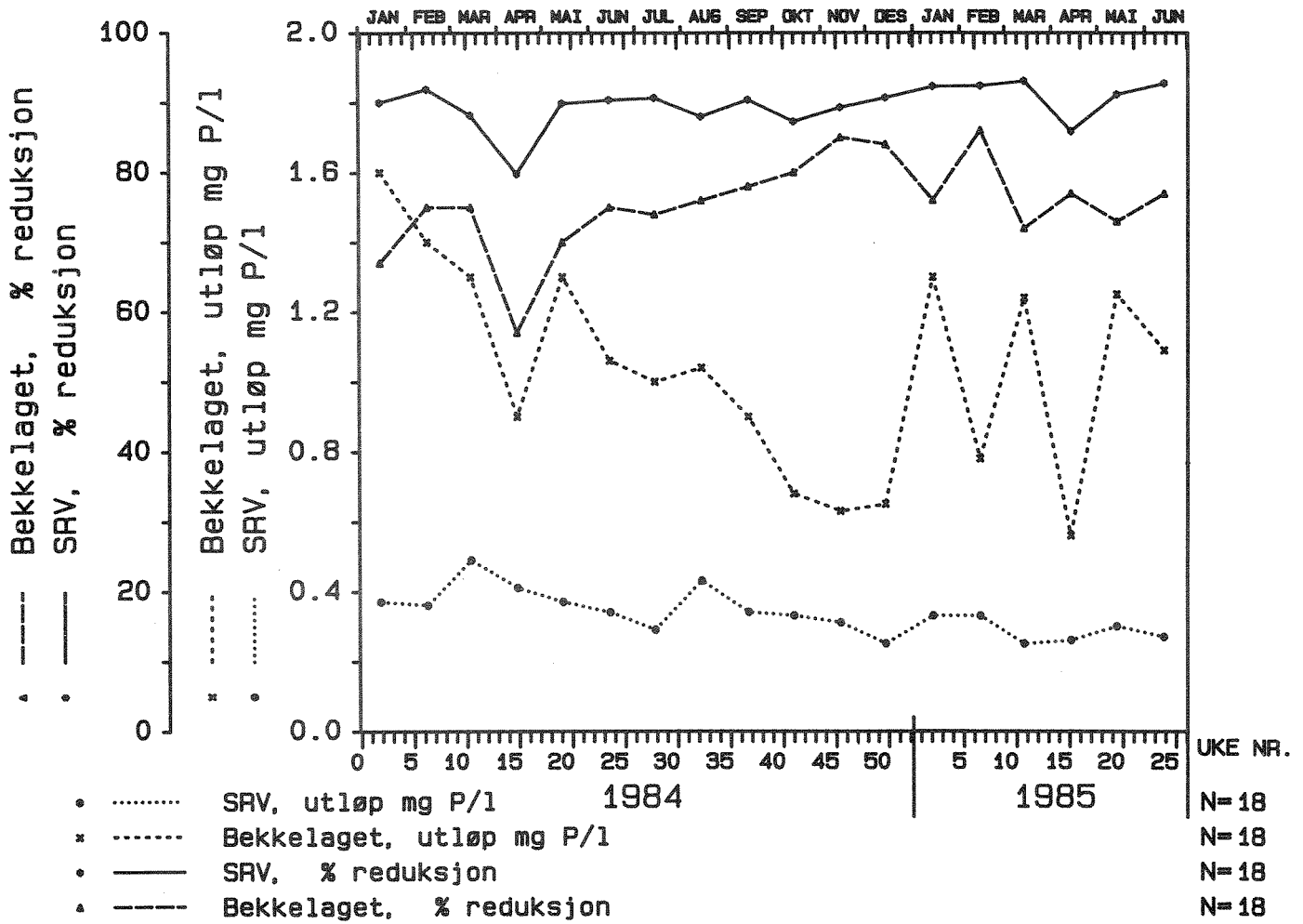
Renseresultatene for organisk stoff viser stabile rensesegrader for SRV-utslippet til tross for at septikkslam nå er overført til SRV. Rensegraden for TOC har faktisk øket i denne perioden mens utslippskonsentrasjonen har holdt seg. Dette kan skyldes at mer organisk stoff er knyttet til partikler som lett lar seg fjerne ved kjemisk felling.

Bekkelagets rensesegrad med hensyn på TOC er hovedsakelig noe høyere enn ved SRV, men utslippskonsentrasjonene er noe ujevne. Overløpsutslippene ved Bekkelaget er ikke med i regnestykket for disse rensesegradene. Da ville rensesegradene blitt vesentlig lavere. Renseresultatene ved et kjemisk anlegg, spesielt når det er store hydrauliske variasjoner inne i bildet vil være jevnere enn ved et biologisk anlegg.





Figur 10. Utslippskonsentrasjoner og rensegrader ved SRV og Bekkelaget renseanlegg (TOC).



Figur 11. Utslippsmengder og rensegrader ved SRV og Bekkelaget renseanlegg (Tot-P).

#### 4.2. Antatte rensegrader etter overføring

Disse forholdene er beskrevet i sammendraget. Vi skal her bare komme med noen supplerende opplysninger. De fremtidige rensegradene vil være beheftet med betydelig usikkerhet fordi det er usikkert hvilke tiltak som gjennomføres ved de to anleggene. Her vil forskjellig bruk av fellingskjemikalier og type renseprosess slå kraftig ut.

Rensegradene for Bekkelaget r.a. baseres delvis på opplysninger fra OVA (Hallberg) og delvis på vurderinger ut fra analyser av renseeffekter. Det er noe usikkert hvilke ombygginger som kan bli gjennomført. I alternativ 1 er det forutsatt ombygginger til kjemisk felling med spesielt vesentlig høyere renseeffekt med hensyn på fosfor. I alternativ 2 er anlegget beholdt som simultanfellingsanlegg, men belastningen er redusert. I siste fase er dette prosjektet informerte Hallberg om betydelig økning i renseeffekt med hensyn på fosfor (Resultater etter juni 1985).

Den dårlige rensegraden for nitrogen ved Bekkelaget er antatt å ha sammenheng med bruk av råtnetanker og avvanningsutstyr med stort utslipp via rejektivannet.

## 5. UTSLIPPSMENGER FOR DE ULIKE OVERFØRINGSALTERNATIV

Basert på forutsetningene i de foranstående avsnitt kan utslippsmengdene til fjorden fra SRV og Bekkelaget beregnes. Foreløpig gjøres dette på årsbasis, men rapporten inneholder data som gjør det mulig å utføre utslippene på månedsbasis for å se på eventuelle kritiske effekter i fjorden i sommermånedene. Slike beregninger bør foretas maskinelt. I denne omgang har det ikke vært tid for å tilrettelegge for dette.

Resultatet av beregningene er satt opp i tabellform og er vist i vedlegg 5.

Det bør understrekes at det knytter seg usikkerheter til de utslippsmengdene som er beregnet. Dette gjelder kanskje spesielt organisk stoff. En del bedrifter i Oslo, for eksempel Idun-Gjærfabrikken A/S og bryggeriene har tildels store utslipp som kan være vanskelig å fjerne i anlegg med kjemisk felling. Disse spørsmål bør utredes nærmere.

Utslippene fra overløpene kan også vise betydelig avvik. Disse utslippenes betydning, blir viktigere jo bedre fjorden renses. Det bør derfor etableres egne vannmålerstasjoner og prøvetakere ved de største påslippene.

Avslutningen av denne rapporten viste også at det var forskjellige meninger om enkelte forutsetninger som er anvendt i denne rapporten. På bakgrunn av at rapporten hadde en knapp tidsfrist samtidig som betydningen av den kan bli meget stor, bør man hurtigst mulig foreta en ny runde slik usikre forutsetninger etc. kan kontrolleres.

Så vidt oss bekjent er 1/3 overføring fra Bekkelaget rensedistrikt allerede utført pr. 31. oktober 1985.

6. REFERANSER

1. Vråle, L.: "Avløpsvannmengder tilført påslippene ved SRV i 1983 og 1984". VA-rapport 22/84. NIVA-rapport 0-83090, desember 1984.
2. Vråle, L.: "Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydskogenfeltet og ANØ-området. VA-rapport 2/85. NIVA-rapport 0-84131-02, mars 1985.

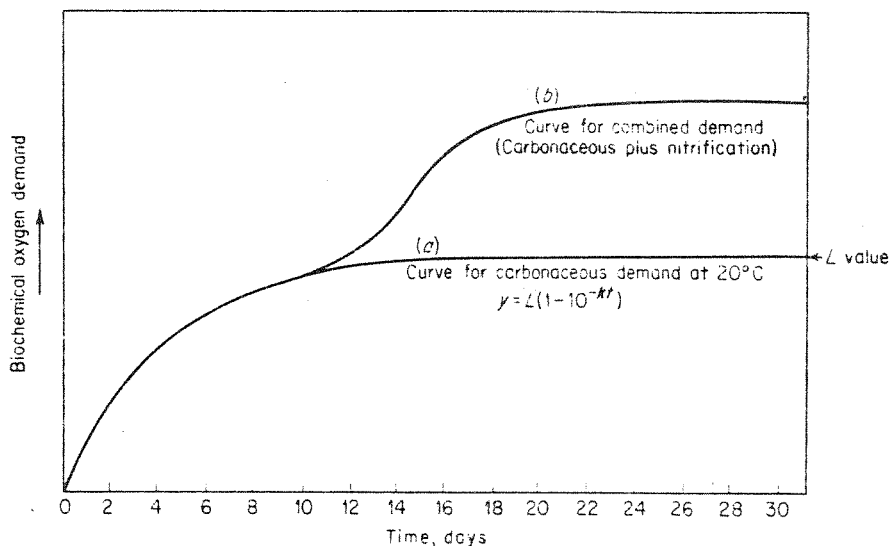
VRA/LIS  
JN:bekkelaget  
ID:VRA7

V E D L E G G 1

## BEREGNING AV OKSYGENFORBRUKET I UTSLIPPSVANNET

En av hovedhensiktene med rensing av avløpsvann i indre Oslofjord er å sikre tilstrekkelig oksygeninnhold i vannmassene helst på alle dyp. Kravet om fjerning av oksygenforbrukende stoffer har kommet noe i bakgrunnen i forhold til fosforfjerning. Hensikten med ønsket om å fjerne fosfor er å begrense algeveksten i overflatelagene ved å gjøre fosfor til minimumsfaktor for algeveksten. Algeveksten fører til en sekundærbelastning med organisk stoff ved at  $\text{CO}_2$  fra atmosfæren ved fotosyntese danner cellemateriale som når det dør synker til bunns og forbruker oksygen i dyplagene. Denne algeoppblomstringen kan produsere en sekundærbelastning av organisk stoff som utgjør 5-10 ganger så mye som kloakkvannets opprinnelige innhold av organisk stoff. Fosforbegrensningen og dyputslipp begrenser imidlertid denne sekundærbelastningen. Utslippsvannets primærbelastning av organisk stoff eller oksygenforbrukende stoffer blir relativt sett viktigere når algeveksten begrenses.

Oksygenforbruket i utslippsvannet kan beregnes på flere måter og ut fra forskjellige parametre. Den vanligste parameteren er å benytte biokjemisk oksygenforbruk, BOF. Den viser oksygenforbruket til de levende organismene, hovedsakelig bakterier når disse utnytter det organiske stoffet i vannprøven. Vanligvis tas avlesningen etter 5 eller 7 dagers nedbrytning. Vanligvis vil forbruket av oksygen stanse opp etter ca. 20 dager. Vi snakker derfor om  $\text{BOF}_5$ ,  $\text{BOF}_7$  eller BOF total eller  $\text{BOF}_{20}$ . I tillegg til det oksygenforbruket som medgår til å bryte ned karbonholdig materiale kommer oksygenforbruket til nitrifikasjon av ammoniakk  $\text{NH}_3$ . Figur 12 viser disse forholdene.



Figur 12. BOF kurve (a) Normal kurve for oksydasjon av organisk stoff (b) Påvirkning på grunn av nitrifikasjon.

Slike analyser foreligger imidlertid ikke i en slik form at de kan anvendes med stor sikkerhet. Vanligvis tas bare  $BOF_7$  og enkelte tilfeller tilsettes nitrifikasjonshemmende stoffer i andre tilfeller ikke. Ved Bekkelaget tas det  $BOF_7$  analyser på månedblandprøver og ved SRV tas det på 1 til 2 døgnblandprøver i måneden. Dette gir ikke tilstrekkelig grunnlag for videre vurdering.

Kjemisk oksygenforbruk KOF er en annen måte å uttrykke avløpsvannets oksygenforbruk på. Dikromat  $Cr_2O_7$  benyttes til å oksydere organisk stoff til  $CO_2$  og vann uavhengig av stoffenes biologiske nedbrytbarhet. Både glykose og lignin oksyderes fullstendig. KOF-verdiene vil derfor alltid være større enn BOF-verdiene. KOF sier imidlertid ingenting om hvor mye av det organiske stoffet som er biologisk nedbrytbart. Forholdet mellom BOF og KOF er derfor et uttrykk for hvor stor andel av det organiske stoffet som er nedbrytbart eller i hvilken grad det er giftstoffer tilstede.



Det foreligger imidlertid heller ikke tilstrekkelig med analyser slik at KOF kan benyttes til vurdering av oksygenforbruket. Vurdering av oksygenforbruket i utslippsvannet ut fra karboninnholdet uttrykt ved TOC og ammoniumkonsentrasjon beregnet fra total nitrogen er sannsynligvis den beste og i dette tilfellet den eneste metoden. Det foreligger bra med opplysninger både om TOC og Tot-N konsentrasjonene.

Oksygenforbruket for organisk karbon kan beregnes på følgende måte:

2,4 mg O pr. mg karbon C som nedbrytes.

Det er her forutsatt at avløpsvannet karbon består av en blanding av glukose og glutaminsyre som standard (Kari Ormerod). Hvorvidt dette stemmer ved de to renseanleggene kan kontrolleres ved nærmere undersøkelser.

I lang tid regnet man med at all karbon ble biologisk nedbrutt, men senere erfaring har vist at bare en del av det totale karbon-innholdet i avløpsvannet lar seg bryte ned biologisk. Idag regner vi med at det organiske stoffet er fullstendig nedbrutt når oksygenforbruket er 60 % av det teoretisk beregnede. Det vil si at bare 60 % av det organisk karbonet deltar i nedbrytningsprosessen.

Oksygenforbruket som medgår når ammoniakkkonsentrasjonen i avløpsvannet oksyderes til nitrat er slik at 4,57 mg O forbrukes for hvert mg ammonium  $\text{NH}_3\text{-N}$  som blir nitrifisert. Det er dessuten svært vanlig at ca. 90 % av Tot-N verdiene er ammonium.

Det totale oksygenbelastningen eller forbruket i utslippsvannet vil derfor bli følgende:

$$\text{TOF} = 0,60 \times 2,4 \times \text{TOC} + 0,90 \times 4,57 \times \text{Tot-N}$$

$$\text{TOF} = 1,44 \times \text{TOC} + 4,11 \times \text{Tot-N}$$

Dette resultatet er temmelig urovekkende og viser at nitrogenutslippene betyr vesentlig mer for oksygenforbruket i fjorden enn karboninnholdet. Vi har lenge vært klar over at utslippet av ammonium og ammoniakk bør

reduseres på grunn av oksygenbehovet i resipienten når ammoniakken før eller senere nitrifiseres, men formelen ovenfor setter det hele i et nytt lys. Det viser hvor viktig det er at nitrogenutslippene reduseres, ikke først og fremst av hensyn til begrensnig av algeoppblomstring, men av hensyn til oksygenbehovet i fjorden.

V E D L E G G 2

VEDLEGG 2

Månedlige vannmengder og innløpskonsentrasjoner ved SRV og Bekkelaget.  
Vannmengdene ved Bekkelaget gjelder før begge overløp.

År og måned	Vannføring mill. m <sup>3</sup> /mnd		TOT-P, mg P/l		BOF mg O/l Bekkelaget Totalt	KOF mg O/l Bekkelaget Totalt	TOC mg C/l		TOT-N	
	SRV	Bekkelaget Totalt Overløp	SRV	Bekkelaget			SRV	Bekkelaget	SRV	Bekkelaget
Januar	6.97	4.17 0.68	3.70	4.9	150	280	41	70.4	15.9	25
Februar	5.67	3.31 0.15	4.46	6.0	190	300	54	73.4	17.4	31
Mars	6.76	3.79 0.34	4.15	5.4	165	320	51	105.5	16.6	32
April	12.40	6.31 2.69	1.99	2.0	50	125	28	24.1	11.8	13
Mai	7.31	3.94 0.69	3.65	4.35	120	370	48	74.7	16.1	20
Juni	6.70	3.71 0.49	3.49	4.2	170	300	44	66.8	14.5	23
1. halvår	45.81	25.23 5.04	3.57	4.48	141	282.5	44.3	69.2	15.4	24
Juli	6.31	3.27 0.19	3.26	4.13	120	300	37	63.2	14.2	22
August	6.65	3.43 0.21	3.61	4.58	203	540	44	78.6	16.5	22
September	7.32	3.40 0.41	3.53	4.23	147	290	43	68.7	17.9	20
Oktober	10.90	4.89 1.37	2.65	3.42	103	170	36	38.6	14.1	15
November	9.36	4.24 0.94	2.90	4.22	125	220	39	63.4	14.8	19
Desember	9.82	4.50 1.07	2.70	4.27	215	336	32	69.1	13.9	22
For 1984	96.1	49.0 9.23	3.34	4.30	147	296	41	66.4	15.3	22
1985										
Januar	6.45	3.44 0.43	4.28	5.50	196		45	92.1	17.2	24.9
Februar	5.35	3.10 0.34	4.39	5.40	165		52	87.6	22.4	26.1
Mars	7.91	4.26 0.91	3.62	4.38	120		48	54	16.4	20.5
April	13.80	7.05 3.45	1.85	2.42	90		28	29.3	12.4	15.1
Mai	8.57	4.81 1.42	3.42	4.61	140		45	61.4	17.3	20.9
Juni	7.84	3.70 0.64	3.73	4.71	245		54	90.8	18.3	22.0
1. halvår	49.92	26.36 7.19	3.55	4.50	159.3		45.3	69.2	17.3	21.6

V E D L E G G 3

Forurensningstilførsler (massetransport) frem til SRV og Bekkelaget.

Ar og måned	TOT-P - tonn/måned		BOF tonn O/mnd Bekkelaget Totalt	TOC - tonn C/mnd		TOT-N, tonn N/måned	
	SRV	Bekkelaget Totalt Overløp		SRV	Bekkelaget	SRV	Bekkelaget
Januar	25.8	20.4	625	286	294	111	104
Februar	25.3	19.9	629	306	243	98.7	102
Mars	28.0	20.5	625	345	400	112	121
April	24.7	12.6	315	347	152	146	82.0
Mai	26.7	17.1	473	351	277	118	78.8
Juni	23.4	15.6	630	295	248	97.1	85.3
1. halvår	153.9	106.1	3297	1930	1614	683	573
Juli	20.6	13.5	392	233	206	89.6	71.9
August	24.0	15.7	696	293	270	109	75.4
September	25.8	14.4	499	315	234	131	68.0
Oktober	28.9	16.7	504	392	189	154	73.4
November	27.1	17.9	530	365	269	139	80.6
Desember	26.5	19.2	967	314	311	136	99.0
Hele 1984	306.8	203.5	6885	3842	3093	1441	1043
Januar	27.6	18.9	674	290	317	111	85.6
Februar	23.5	16.7	512	278	272	120	80.9
Mars	28.6	18.6	511	380	230	130	87.3
April	25.5	17.1	634	386	207	171	106.4
Mai	29.3	22.2	673	386	295	148	100.5
Juni	29.2	17.4	906	423	336	143	81.4
1. halvår	191.3	110.9	3910	2143	1657	823	542

V E D L E G G 4

Utslippskonsentrasjoner og rensegrader ved SRV og Bekkelaget renseanlegg, 1984 og 1. halvår 1985.

	TOT-P						TOC						KOF			BOF			TOT-N		
	SRV			Bekkelaget			SRV			Bekkelaget			Bekkelaget			SRV			Bekkelaget		
	Utløp mg P/l	% red.	Utløp mg P/l	% red.	Utløp mg C/l	% red.	Utløp mg C/l	% red.	Utløp mg C/l	% red.	Utløp mg O/l	% red.	Utløp mg O/l	% red.	Utløp mg N/l	% red.	Utløp mg N/l	% red.	Utløp mg N/l	% red.	
Januar	0.37	90.0	1.6	67	18	56	33.3	53	100	64	81	28	64	13.2	17	26	13.2	17	26	-4	
Februar	0.36	91.9	1.4	75	26	52	28.7	61	95	68	68	60	68	14.5	17	29	14.5	17	29	6	
Mars	0.49	88.2	1.3	75	26	49	38.7	63	105	67	61	65	67	13.8	17	27	13.8	17	27	16	
April	0.41	79.8	0.9	57	17	39	13.9	42	49	61	50	25	61	10.3	13	13	10.3	13	13	0	
Mai	0.37	89.9	1.3	70	22	54	31.1	58	85	77	71	35	77	12.8	20	20	12.8	20	20	0	
Juni	0.34	90.4	1.06	75	20	55	34.7	48	90	70	71	50	71	11.2	23	25	11.2	23	25	-9	
Juli	0.29	90.7	1.00	74	16	57	24.6	61	70	77	75	30	77	11.5	19	20	11.5	19	20	9	
August	0.43	88.0	1.04	76	22	50	33.9	57	83	85	85	30	85	13.3	19	22	13.3	19	22	0	
September	0.34	90.4	0.90	78	20	53	30.8	55	70	76	80	30	76	13.9	22	22	13.9	22	22	-10	
Oktober	0.33	87.3	0.68	80	17	53	14.2	63	38	78	76	25	78	11.1	21	11	11.1	21	11	27	
November	0.31	89.3	0.63	85	20	49	20.1	68	69	69	70	43	69	12.2	18	20	12.2	18	20	-5	
Desember	0.25	90.7	0.65	84	16	50	26.5	62	66	80	74	55	80	11.2	19	20	11.2	19	20	9	
Januar	0.33	92.3	1.30	76	21	53	32.6		70	79	85	30	79	14.3	17	22.6	14.3	17	22.6	9	
Februar	0.33	92.4	0.78	86	24	54	32.7		105	68	79	35	68	18.9	16	24.4	18.9	16	24.4	7	
Mars	0.25	93.1	1.24	72	23	52	32.3		95	41	46	65	41	13.6	17	22.9	13.6	17	22.9	-12	
April	0.26	85.9	0.56	77	14	50	24.3		55	54	58	38	54	10.0	19	12.7	10.0	19	12.7	16	
Mai	0.30	91.2	1.25	73	20	56			170	26	86	20	26	12.9	25	23.0	12.9	25	23.0	-10	
Juni	0.27	92.8	1.09	77	21	61			88	70	91	23	70	14.8	19		14.8	19			
Middel :																					
1. halvår	0.39	88.4	1.26	69.8	21.5	50.8	30.1	54.1	87.3	67.8	67	43.8	67	12.6	17.8	23.3	12.6	17.8	23.3	1.5	
Hele 1984	0.36	88.9	1.04	74.6	20.0	51.4	27.5	57.5	76.7	72.7	71.8	39.7	71.8	12.4	18.7	21.2	12.4	18.7	21.2	3.2	
1985																					
1. halvår	0.29	91.3	1.04	76.8	20.5	54.3						35.1	74.1	14.1	18.8		14.1	18.8			



V E D L E G G 5

BEREGNEDE UTSLIPPSMENGDER TIL INDRE OSLOFJORD  
FOR DE ULIKE OVERFØRINGSALTERNATIVER

Alternativ 0. 1984 situasjonen med eksisterende renseeffekt.

	Vannmengder mill. m <sup>3</sup> /år	Fosformengder tonn P/år	Organisk stoff tonn C/år	Nitrogenmengder tonn N/år	Oksygenforbruk tonn O/år
Til VEAS rensedistrikt	94,7	309	3865	1450	-
Direkte ut via Bislettbecken og Lysaker sentraloverløp	1,0	2	25	9	74
Til SRV	93,7	307	3840	1440	-
Fjernet ved SRV	-	273	1974	269	-
Ut fra SRV	-	34	1866	1171	7500
Totalt til Bekkelaget før interne overløp	49,0	203,5	3100	1040	
Direkte ut via overløp	9,2	33,2	506	170	1427
Til Bekkelaget r.a.	39,8	170,3	2594	870	-
Fjernet ved Bekkelaget r.a.	-	126,2	1492	28	-
Ut fra Bekkelaget r.a.	-	44,1	1102	842	5047

Alternativ 1. Ingen overføring til VEAS, men bedre rensegrader. Ombygging til kjemisk felling ved Bekkelaget inklusiv rensing av overløpet

	Vannmengder mill. m <sup>3</sup> /år	Fosformengder tonn P/år	Organisk stoff tonn C/år	Nitrogenmengder tonn N/år	Oksygenforbruk tonn O/år
Til VEAS tunnelsystem	94,7	309	3865	1450	-
Direkte ut via Bislettbekken og Lysaker sentraloverløp	1,0	2	25	9	74
Til SRV	93,7	307	3840	1440	-
Fjernet ved SRV					
Alt. høy rensegrad	-	292	2073	288	-
Alt. lav rensegrad	-	286	2073	288	-
Ut fra SRV					
Alt. høy rensegrad	-	15	1767	1152	7279
Alt. lav rensegrad	-	21	1767	1152	7279
Totalt til Bekkelaget før interne overløp	49,0	204	3100	1040	
Direkte ut via overløp	0	0	0	0	0
Til Bekkelaget r.a.	49,0	204	3100	1040	-
Fjernet ved Bekkelaget r.a.	-	184	1860	208	-
Ut fra Bekkelaget r.a.	49,0	20	1240	832	5205

Alternativ 2. 1/3 overføring fra Bekkelaget rensedistrikt til SRV.

	Vannmengder mill. m <sup>3</sup> /år	Fosformengder tonn P/år	Organisk stoff tonn C/år	Nitrogenmengder tonn N/år	Oksygenforbruk tonn O/år
Til VEAS tunnelssystem	111	377	4898	1798	-
Direkte ut via Bislettbecken og Lysaker sentraloverløp	2,0	4	62	19	167
Til SRV	109	373	4836	1779	
Fjernet ved SRV					
Alt. høy rensegrad	-	351	2563	338	
Alt. lav rensegrad		339	2563	338	
Ut fra SRV	109	22	2273	1441	9196
Alt. høy rensegrad		34	2273	1441	9196
Alt. lav rensegrad					
Totalt til Bekkelaget før interne overløp	33	136	2066	692	
Direkte ut via overløp	0	0	0	0	0
Til Bekkelaget r.a.	33	136	2066	692	
Fjernet ved Bekkelaget r.a.	-	116	1446	35	
Ut fra Bekkelaget r.a.	-	20	620	657	3593

Alternativ 3. 2/3 overføring fra Bekkelaget rensedistrikt til SRV.

	Vannmengder mill. m <sup>3</sup> /år	Fosformengder tonn P/år	Organisk stoff tonn C/år	Nitrogenmengder tonn N/år	Oksygenforbruk tonn O/år
Til VEAS rensedistrikt	129	445	5931	2145	
Direkte ut via Bislettbecken og Lysaker sentraloverløp	3,0	6	104	29	269
Til SRV	126	439	5827	2116	
Fjernet ved SRV					
Alt. høy rensegrad	-	408	3030	381	
Alt. lav rensegrad	-	391	3030	381	
Ut fra SRV					
Alt. høy rensegrad	-	31	2797	1735	11158
Alt. lav rensegrad	-	48	2797	1735	11158
Totalt til Bekkelaget før interne overløp	17	68	1033	345	
Direkte ut via overløp	0	0	0	0	0
Til Bekkelaget r.a.	17	68	1033	345	
Fjernet ved Bekkelaget r.a.	-	60	775	35	
Ut fra Bekkelaget r.a.	-	8	258	310	1646

Alternativ 4. Full overføring fra Bekkelaget rensedistrikt til SRV uten økning i tilførsgrad.

	Vannmengder mill. m <sup>3</sup> /år	Fosformengder tonn P/år	Organisk stoff tonn C/år	Nitrogenmengder tonn N/år	Oksygenforbruk tonn O/år
Til VEAS rensedistrikt	146	512	6964	2487	
Direkte ut via Bislettbecken og Lysaker sentraloverløp	4	8	151	38	374
Til SRV	142	504	6813	2449	
Fjernet ved SRV					
Alt. høy rensegrad	-	464	3475	416	
Alt. lav rensegrad	-	438	3475	416	
Ut fra SRV					
Alt. høy rensegrad	-	40	3338	2033	13162
Alt. lav rensegrad	-	66	3338	2033	13162
Totalt til Bekkelaget før interne overløp	-	-	-	-	
Direkte ut via overløp	-	-	-	-	
Til Bekkelaget r.a.	-	-	-	-	
Fjernet ved Bekkelaget r.a.	-	-	-	-	
Ut fra Bekkelaget r.a.	-	-	-	-	0

Tabell 3. Sammenstilling av utslippsmengder til Indre Oslofjord fra SRV og Bekkelaget for de ulike overføringsalternativ. Fosfor tonn P/år.

Utslippssted	Alternativ 0 1984 situasjon	Alternativ 1 Ingen overføring Forbedret rense- grad	Alternativ 2 1/3 overføring	Alternativ 3 2/3 overføring	Alternativ 4 Full overføring
Overløp ved Bislettbecken og Lysaker. Direkte ut	2	2	4	6	8
Utslipp fra SRV Alt. høy rensegrad Alt. lav rensegrad	34 34	15 21	22 34	31 48	40 66
Endring i SRV utslipp i forhold til 1984-situasjonen (%) Alt. høy rensegrad Alt. lav rensegrad	0	-56 -38	-35 0	-9 +42	+18 +94
Overløp ved Bekkelaget Direkte ut	33	0	0	0	0
Utslipp fra Bekkelaget r.a.	44	20	20	8	0
Totalt til fjorden fra disse utslipp Alt. høy Alt. lav	113 113	37 43	46 58	45 62	48 74
SRV-utslipp i % av sum utslipp Alt. høy Alt. lav	30 30	41 49	48 59	69 77	83 89

Tabell 4. Sammenstilling av utslippsmengder til Indre Oslofjord fra SRV og Bekkelaget for de ulike overføringsalternativ. Organisk stoff tonn C/år.

Utslippssted	Alternativ 0 1984 situasjon	Alternativ 1 Ingen overføring Forbedret rense- grad	Alternativ 2 1/3 overføring	Alternativ 3 2/3 overføring	Alternativ 4 Full overføring
Overløp ved Bislettbecken og Lysaker. Direkte ut	25	25	62	104	151
Utslipp fra SRV	1866	1767	2273	3030	3338
Endring i SRV utslipp i forhold til 1984-situasjonen (%)	0	-5	+22	-62	-79
Overløp ved Bekkelaget Direkte ut	506	0	0	0	0
Utslipp fra Bekkelaget r.å.	1102	1240	620	258	0
Totalt til fjorden fra disse utslipp	3499	3032	2955	3392	3489
SRV-utslipp i % av sum utslipp	53	58	77	89	96



Tabell 5. Sammenstilling av utslippsmengder til Indre Oslofjord fra SRV og Bekkelaget for de ulike overføringsalternativ. Nitrogen tonn N/år.

Utslippssted	Alternativ 0 1984 situasjon	Alternativ 1 Ingen overføring Forbedret rense- grad	Alternativ 2 1/3 overføring	Alternativ 3 2/3 overføring	Alternativ 4 Full overføring
Overløp ved Bislettbecken og Lysaker. Direkte ut	9	9	19	29	38
Utslipp fra SRV	1171	1152	1441	1735	2033
Endring i SRV utslipp i forhold til 1984-situasjonen (%)	0	-2	+23	+48	+73
Overløp ved Bekkelaget Direkte ut	0	0	0	0	0
Utslipp fra Bekkelaget r.å.	842	832	657	310	0
Totalt til fjorden fra disse utslipp	2192	1993	2117	2074	2071
SRV-utslipp i % av sum utslipp	53	58	68	84	98

Tabell 6. Sammenstilling av utslippsmengder til Indre Oslofjord fra SRV og Bekkelaget for de ulike overføringsalternativ. Oksygenbehov i utslippsvannet tonn O/år.

Utslppssted	Alternativ 0 1984 situasjon	Alternativ 1 Ingen overføring Forbedret rense- grad	Alternativ 2 1/3 overføring	Alternativ 3 2/3 overføring	Alternativ 4 Full overføring
Overløp ved Bislettbecken og Lysaker. Direkte ut	74	74	167	269	374
Utslipp fra SRV	7500	7279	9196	11158	13162
Endring i SRV utslipp i forhold til 1984-situasjonen (%)	0	-3	+23	+48	+74
Overløp ved Bekkelaget Direkte ut	1427	0	0	0	0
Utslipp fra Bekkelaget r.a.	5047	5205	3593	1646	0
Totalt til fjorden fra disse utslipp	14048	12558	12956	13073	13536
SRV-utslipp i % av sum utslipp	53	58	71	85	97

V E D L E G G 6

# VEAS

Vestfjorden  
Avløpsselskap

Bjerkasholmen 125  
Postboks 245  
3470 Slemmestad  
Tlf. 79 86 00

RENERE  
OSLOFJORD

Norsk Institutt for Vannforskning,  
NIVA,  
v/Lasse Vråle,  
Boks 333 - Blindern,  
0314 Oslo 3.

Bjerkås, 15.10.1985.  
RS/SGS  
U.nr. 513/85.

NORSK INSTITUTT FOR	
VANNFORSKNING	
J.nr.:	3565/85
Søk nr.:	
Mottatt:	16.10

Vedr.: Fremtidige renseresultater ved SRV.  
-----

I forbindelse med vurderingen av hvilke rensealternativer som er best for fjorden, er vi bedt om å spesifisere hvilke forutsetninger som er lagt til grunn for de anslag som er gjort.

1. Det er forutsatt benyttet treverdig jern fra Ferriklor.
2. Det er forutsatt at alle flokkuleringsbassenger/sedimenteringsbassenger er ombygd slik som SED 8 er pr. 15.11.-85.  
Dette arbeidet er slutført i løpet av 1986, kanskje allerede midt på året.
3. Det er forutsatt brukt turbomixer fra Boliden eller annen konstruksjon som er under utvikling av VEAS.
4. Det er ikke forutsatt bruk av polymer som i laboratoriemålestokk har gitt meget gode resultater både hva angår bedring i renseresultatet og økonomi. Dersom forsøk i full skala gir økonomisk gevinst, vil imidlertid polymer kunne bli tatt i bruk.
5. Det er forutsatt bruk av sjøvann ca. 3-4% tilsatt i sandfang.

Deler av anlegget er kjørt med øket hydraulisk belastning i flere perioder. Resultatene fra disse forsøkene viser at renseprosenten i forbausende liten grad påvirkes av den hydrauliske belastning opp til 950 l/s pr. basseng som er den maksimale belastning p.g.a. kanalenes dimensjoner.

Med disse forutsetninger ventes følgende årlige gjennomsnittsr  
resultater ved SRV fra 1.1.-1987 eller tidligere:

Alt. ingen overføring	95% tot P fjerning
Alt. 1/3 overføring	94% tot P fjerning
Alt. 2/3 overføring	93% tot P fjerning
Alt. 3/3 overføring	92% tot P fjerning.

Dette er ikke noen øvre grense for hva anlegget kan prestere, det  
er heller forventet status pr. 1.1-1987. Det har foregått et  
intenst utviklingsarbeid ved SRV og dette vil fortsette.

Foreløpig har alt arbeid konsentrert seg om fjerning av fosfor  
og gode resultater er oppnådd i løpet av kort tid. Dersom  
det kommer signaler om at fjerning av f.eks. større mengder  
organisk stoff er nødvendig av hensyn til fjorden, vil det i  
fremtiden være mulig å oppnå også dette. Undersøkelser på  
dette felt er såvidt igang, men er foreløpig ikke høyt prioritert  
p.g.a. NIVA's tidligere konklusjon om at fosforfjerning var  
det tiltak som ville ha størst effekt på fjorden.

Med hilsen

*P. Sagberg*  
P. Sagberg

---

*R. Sæther*

R. Sæther



Norsk Institutt for Vannforskning  
Postboks 333, Blindern

0314 OSLO 3

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	
J. nr.:	3614/85
Sak nr.:	85147
Mottatt:	21.10

Deres ref.:

Deres brev:

Vår ref.:

Dato:

14.10.85

Saksbehandler: Hallberg/EB  
EK-PH-EB-51014

VURDERING AV ALTERNATIVE OVERFØRINGER AV AVLØPSVANN FRA BEKKE-  
LAGET R.A. TIL SENTRALRENSEANLEGG VEST OG HVA OSLOFJORDEN ER BEST  
TJENT MED

Det vises til møte 9.10.85 der ovennevnte saks første del var  
tema, og hvor følgende møtte:

Forsker L. Vråle, NIVA  
Forsker O.J. Johansen, NIVA  
Verksjef P. Sagberg, SRV  
O.ing. P.A. Hallberg, OVA

NIVA har som oppdrag fra Oslo kommune ved teknisk rådmann/Vest-  
fjorden avløpsselskap påtatt seg oppgaven å vurdere konsekvensene  
ved å overføre avløpsvann fra Bekkelaget r.a. til Sentralrense-  
anlegg Vest. Det gjelder utslippenes størrelse og deres innvirk-  
ning på fjorden. Utgangspunktet er data fra 1984 og 1. og 2.  
kvartal 1985, samt at 0/3, 1/3, 2/3 og 3/3 av belastningen på  
Bekkelaget r.a. overføres ~ 46 Mm<sup>3</sup>/år. Ved alle alternativer  
skal regntopper og smeltevannstopper føres mot SRV.

Til møtet hadde NIVA for Bekkelaget r.a. satt opp som rense-  
prognoser:



Overføring av avløpsvann	Rensegrader (%)		
	Tot. fosfor	Tot. org. karbon	Nitrogen
Ingen (ombygging)	90	60	20
1/3 av volumet	85	70	5
2/3 " "	88	75	10
3/3 " "	-	-	-

NIVA har bedt om kommentarer til sine prognoser: OVA er kommet til at verdiene virker realistiske og vil godta at de benyttes i det videre arbeidet. Ved første vurdering kan det synes som om fosforreduksjonene er satt noe lavt. Som kjent har både VEAS og OVA vunnet lovende erfaring med innblanding av sjøvann, VEAS med primærfelling og Ferriklor, OVA med simultanfelling og beis/Ferriklor.

På Bekkelaget r.a. ble det i år 10.6.-8.7.85 drevet forsøk i full skala med sjøvannsblanding på 2,5-3,0% i én anleggsdel mens den andre ble drevet som kontroll uten sjøvann. Resultatet var 85,9% fosforrensing med sjøvann og en belastning på 1160 l/s, ): ca 22% høyere enn ved 1/3-dels avlastning. Kontrolldelen oppnådde 81,4% fosforreduksjon. I perioden 8.7.-28.8.85 ble forsøket drevet med ombytte av anleggsdel for tilsats av sjøvann. Resultatet ble 82,8% og 80,2% fosforreduksjon, henholdsvis med og uten sjøvann og med hydraulisk belastning på 1215 l/s, ): 27% høyere enn ved 1/3-dels avlastning. Siste periode var preget av nedbør og lavere konsentrasjoner i råvannet. Merk at ved disse forsøkene har avløpsvann fra Gjærabrikken vært mottatt som normalt, men ferietid ga noen avlastning rent stofflig. Gjærabrikkens avløpsvann, ca 240-360 m<sup>3</sup>/d, 4 dager/uke, vil være hemmende for rensingen på SRV ifølge brev pr. 30.8.85 fra VEAS til OVA, kfr. vedlegg.

SFT har pålagt Gjærabrikken reduksjon i utslipp og utredning pågår, men ting tyder på at Bekkelaget r.a. er det anlegget av de to som idag tåler næringslivets avløp best selv om tunnel og spedning er i SRV's favør.

For å oppsummere ovenstående er OVA sikker på at Bekkelaget r.a. greier reduksjonene ved 1/3-dels overføring selv om ikke Gjærabrikken får sitt eget avløpsrenseanlegg før om 2-3 år.

Ved 2/3-dels overføring vil Bekkelaget r.a. operere med overflatebelastninger nede på 0,45 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.t, (0,9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.t ved 1/3 overført). En så lav belastning har Bekkelaget r.a. aldri erfart, ikke engang om vi går helt tilbake til anleggets start.



OVA kan vanskelig forestille seg at 88% fosforreduksjon ikke skulle være oppnåelig, kfr. hva som er nevnt om alternativet med 1/3 overført.

I tillegg vil vi gjerne få nevne at i et anlegg som Bekkelaget spiller interne strømmen en viss rolle for sluttresultatet. Tidligere økninger i belastninger utenfra bidro til å øke alle returstrømmen, og rensingen gikk stadig tyngre. Med en avlastning vil dette forhold vendes, og det blir mer stabilitet og rensningskapasitet i anlegget. Den senere tids bedre resultater bør utvilsomt kunne ses på fra denne innfallsvinkel. I tillegg er å nevne at slam fra Festningen r.a. og fra byens septiktanker heller ikke lenger belaster anlegget.

Når det gjelder alternativet med bibehold av nåværende belastning, men med ombygging til kjemisk felling er å si at OVA har selv opprinnelig regnet med 90% fosforreduksjon. Med senere tids erfaring med sjøvann, Ferriklor og polymerbruk ved SRV, er det neppe grunn til å tvile på at 90% og muligens ennå bedre resultater kan påregnes, ikke minst fordi anlegget kan få tidens beste utstyr for dosering, innblanding og flokkulering.

Vi vil også få nevne at driftsstabilitet er viktig for å holde et godt resultat. Vår egen erfaring og de fleste andres tilsier at det kan være vanskelig for ikke si umulig til en hver tid å yte optimalt. Det betyr i de omtalte alternativer at reelt sett vil fremtiden bringe en del dager med moderat resultat, la oss si 10% av året, 37 døgn, og at renseresultatet faller 15%-poeng, nevnt som eksempel. Ved ønskede fosforrensereprosenter i gjennomsnitt på henholdsvis 85, 88 og 90% vil anlegget måtte yte henholdsvis 87, 90 og 92% i årets øvrige 328 døgn for å ta igjen det forsømte. Disse beregningene er ømfintlige for økningen i antall dårlige døgn og for hvor svak rensingen vil være. Årsaken til slike uønskede situasjoner vil foruten de tekniske være av klimatisk art og utenfor vår påvirkning. Følgelig mener vi det er grunn til å vise måtehold og ikke skru forventningene i været. Med de positive erfaringer som er vunnet i senere tid har vi likevel begrunnede håp om å kunne mer enn innfri prognosene, men for ikke å initiere "overbud" mener vi NIVA's tall bør få stå uendrede.

Vannverket bekrefter herved de av NIVA oppsatte renseprognoser som akseptable og rimelig oppnåelige. Verdiene er for øvrig meddelt NIVA pr. telefon for å holde nødvendig tempo i saken som haster.

Avslutningsvis vil vi peke på at den eller de prosesser som kan drives på Bekkelaget r.a. med større eller mindre justeringer er mange. Forfelling har vært prøvd og vil bli tatt opp igjen, og den blir spesielt interessant når belastningen avtar. Via utenlandsk litteratur er OVA kjent med at det mange steder i verden, også i våre naboland, er økende innsats for biologisk fosfor- og/eller nitrogenreduksjon. Slik Bekkelaget r.a. er





innrettet finnes verden over en mengde tilsvarende anlegg hvorfra ny viten og erkjennelse kan hentes. Det samme er ikke tilfelle med primærfellingsprosessen som er en typisk norsk eller nordisk variant. I tillegg kommer stadige signaler som setter spørsmålstegn ved hvilken faktor som dominerer eutrofiproblemet i våre fjorder. Mot en slik bakgrunn kan det synes noe forhastet eventuelt å redusere rensekapasitet ved å nedlegge Bekkelaget r.a. i en tid med så mange ubesvarte spørsmål og en fjord i kritisk tilstand.

*K. S. Babstad*  
Vannverksjef

-----  
*F. Johansen*

Kopi: Teknisk rådmann.

# VEAS

Vestfjorden  
Avløpsvesen

Bredtveitveien 11  
Postboks 14  
4100 Skjerve  
Hordaland

RENSEFI  
OSTERFJORD

Bjerkås, 30.8.1985.  
560.460  
RS/SGS  
U.nr. 435/85.

Oslo Vann- og Avløpsverk,  
v/vannverkssjefen,  
Trondheimsvn. 5,  
0560 Oslo 5.

V.v.sjef	X	
Prosj.		
Anl.		
Drift	X	17
Øk.		
Pers.		
R.kont.		
F.tekn.		
Arkiv		

OSLO VANN OG AVLØPSVERK
01716 02 09 85
MAPPE 558.2

Ad utslipp fra Idun-Gjærfabrikken A/S.

./.

Vedlagt følger et notat om resultatene av forsøk med innblanding av utslippsvann fra Idun-Gjærfabrikken i råkloakken på SRV og den observerte effekten på rensingen.

Som en ser vil utslipp av de aktuelle mengder ha store konsekvenser for renseprosessen.

I henhold til "Overenskomst om dannelse av Vestfjorden Avløps-selskap" paragraf 9 siste ledd og merknad til dette ledd, kan VEAS avslå å ta imot avløpsvann som er av en slik art at det skaper vansker for renseprosessen i anlegget.

Vi ber vannverkssjefen i OVA treffe de tiltak som er nødvendig for at utslippet fra Idun-Gjærfabrikken ikke ledes til SRV før det har en kvalitet som er akseptabel for VEAS.

Med hilsen

*P. Sagberg*  
P. Sagberg

*R. Sæther*  
R. Sæther

Vedlegg.

520.400

NOTAT TIL VERKSSJEFEN

Idun-Gjærfabrikken A/S ligger i det området av Oslo som i høst vil sende kloakk til SRV.

Av den grunn ba vi om å få en prøve på utslippet herfra, for å undersøke hvordan dette ville påvirke renseprosessen i anlegg. Utslipet består av vann som inneholder mye organisk materiale, vesentlig gjærrester.

Det ble foretatt jartestforsøk der råkloakken fra SRV ble tilsatt 3% sjøvann, og ulike mengder av utslippsprøven fra Idun-Gjærfabrikk. Det ble felt med lik mengde jernklorid i alle prøver.

Etter en 1-time sedimentering ble prøvene analysert mhp. tot-P. Innhold av tot-P i prøven fra gjær-fabrikken ble også analysert. Denne inneholdt 44,1 mg/l tot-P.

Tabellen under viser resultatene fra analysene.

Tilsats av prøve fra gjærfabrikken	Innhold av tot-P før felling	Innhold av tot-P etter felling	rensegrad
0%	4,50 mg/l	0,23 mg/l	95%
0,03%	4,51 "	0,18 "	96%
0,1 %	4,54 "	0,29 "	94%
0,3 %	4,63 "	0,97 "	79%
0,6 %	4,72 "	utenfor området	-
1,0 %	4,90 "	"	-
2,0 %	5,40 "	"	-

Som en ser av resultatene vil en tilsetning på 0,1% av utslippet fra Idun-Gjærfabrikken gi dårligere rensing. Dette tilsvarer ca 3 l/s ved normal vannføring.

Ved en tilsetning på 0,3% som tilsvarer 10 l/s sank rensesgraden med 16%.

Med en tilsetning på 0,6% og høyere var innholdet av tot-P så høyt at det falt utenfor måleområdet, men visuelt var rensingen betydelig dårligere ved økende tilsetning av prøve: fra Idun-Gjærfabrikken.

Ved henvendelse til Idun-Gjærfabrikken blir det opplyst at utslippet strekker seg over 4 - 6 timer pr. døgn 4 dager i uken, og utslippsmengden er 60 m<sup>3</sup>/t (eller ca 16 l/s). Det tilsvarer ca 0,5% tilsetning. Etter våre lab.-forsøk vil det utslippet senke rensesgraden med anslagsvis 5% på døgnbasis 4 dager i uken.

Idun-Gjærfabrikken kunne ikke love bedring av utslippet i overskuelig framtid. Det finnes ikke plass til utstyr for rensing i nåværende lokaler, og de mangler tomt til bygging av nytt. Forhandlinger med Oslo kommune har hittil ikke ført til positive resultater.

*Ruth Sæther*  
Ruth Sæther

# rapporter utgitt av NIVA

- 1/78 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 1.  
C2-31 Kjell Øren. November 1978
- 1/79 Kjemisk felling med kalk og sjøvann. Del 2  
C2-34 O-40/71 A Lasse Vråle. Juli 1979
- 2/79 Driftsresultater fra norske simultanfellingsanlegg.  
C2-28 Lasse Vråle, Eilen A. Vik. Juli 1979
- 3/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 1  
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. November 1979
- 4/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 2  
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. September 1979
- 5/79 Sivevann fra søppelfyllplass.  
C2-26 Torbjørn Damhaug, Arild Eikum,  
Ole Jakob Johansen. August 1979
- 6/79 Vannforurensning fra veg.  
O-79024 Eivind Lygren, Egil Gjessing,  
John Ferguson. Desember 1979
- 9/79 Primærfelling med ulike fellingskjemikalier  
ved Sandvika renseanlegg.  
O-79001 Lasse Vråle. Desember 1979
- 1/80 Bakteriologiske forhold i norske og utenlandske  
råvannskilder  
O-78029 Jens J. Nygård. Februar 1981
- 2/80 Treatment of Septic Tank Sludge  
Research Proposal  
F-80413 Arild Eikum. Januar 1980
- 3/80 Industrifyllplass i Arendal-Grimstadregionen  
Vurdering av vannforurensning og rensetekniske  
tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia  
O-80016 Torbjørn Damhaug, Hans Holtan. Mars 1980
- 4/80 Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging  
av PAH-tillørsler 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  
flytestoffer i overløpsvann  
O-79090 Eivind Lygren. Desember 1980
- 14/80 Use of UV and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in water and  
wastewater treatment  
Research Proposal  
F-80415 Arild Schanke Eikum. Desember 1980
- 1/81 Treatment of potable water containing humus by  
electrolytic addition of aluminium followed by  
direct filtration  
Research Proposal  
F-80415 Eilen Arctander Vik. Januar 1981
- 2/81 Water research in developing countries  
A desk survey about planning and ongoing  
research projects  
O-80028 Svein Stene Johansen. Januar 1981
- 3/81 VA-teknisk forskershall 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 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tilsetning  
og UV - bestråling  
F-80415 Lasse Berglind. Oktober 1981
- 11/81 Treatment of Septic Sludge  
European practice  
O-80040 Arild Schanke Eikum. November 1981

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

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

# **WA** rapporter utgitt av NIVA

- 1/85 **Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning**  
Enkel litteraturstudie  
O-84131-01 Lasse Vråle. Mars 1985
- 2/85 **Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger**  
O-84131-02 Lasse Vråle. Mars 1985
- 3/85 **Treatment of leachate in aerated lagoons**  
Lab-scale study  
O-84022 Ragnar Storhaug. Juli 1985
- 4/85 **Fiskeoppdrett på Granerudstøa, Nesodden**  
O-85233 Bjørn Braaten, Torbjørn Damhaug. Juni 1985
- 6/85 **Driftsassistanse - Vannrenseanlegg ved Steens Fornikling A/S**  
O-84157 Øivind Tryland. August 1985
- 7/85 **Spillvarmebasert akvakulturanlegg i Tyssedal**  
Forprosjekt  
O-85226 Kjell Maroni, Erlend Waatevik. September 1985 (Sperret)