



O-93054

Innlagring og fortynning  
avavløpsvann fra  
RA1 og RA2,  
Molde

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-93054	Udennr.:
Løpenr.: 2895	Begr. distrib.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Rapportens tittel: Innlagring og fortynning av avløpsvann fra RA1 og RA2, Molde kommune	Dato: 18/5-93	Trykket: NIVA 1993
	Faggruppe: Komm. forurensning	
Forfatter(e): Jarle Molvær	Geografisk område: Molde kommune	
	Antall sider: 15 + vedlegg	Opplag: 50

Oppdragsgiver: Molde kommune, Byingeniøravdelingen.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--------------------------------------------------------	----------------------------------

## Ekstrakt:

For å sikre god badevannskvalitet i sommerhalvåret, bør avløpsvannet fra begge renseanleggene føres ut til ca. 35 m dyp. Fra RA1 kan oppnås god fortynning og tilfredsstillende innlagring uten diffusor, men utløpsledningen bør "spisses" litt i enden for å øke strålehastigheten ut.

Avløpsvannet fra RA2 bør slippes ut gjennom en 12 m lang diffusor med i alt 5 hull. Endehullets diameter 150 mm og 120 mm for de øvrige. For å opprettholde vannhastigheten gjennom diffusoren, må dens indre diameter reduseres trinnvis fra 289 mm til 185 mm.

4 emneord, norske

1. Moldefjorden
2. Kommunalt avløpsvann
3. Dyputslipp
4. Innlagring

4 emneord, engelske

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder

Jarle Molvær

For administrasjonen

Torgeir Bakke

ISBN 82-577-2308-8

**NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO**

**0-93054**

**INNLAGRING OG FORTYNNING  
AV AVLØPSVANN FRA  
RA1 OG RA2, MOLDE KOMMUNE**

**Oslo, 18.5 1993**

**Prosjektleder: Jarle Molvær**

## **FORORD**

*Foreliggende rapport er utarbeidet på oppdrag fra Molde kommune, Byingeniøravdelingen, ved brev av 18.2 1993. Rapporten inneholder beregninger og anbefalinger mht. dimensjonering av utslippsledninger fra renseanleggene RA1 og RA2 i Molde samt utslippsdyp for avløpsvannet.*

*Et rapportutkast ble gjennomgått den 2.4.93 i møte med Molde kommune og Miljøvernabdelingen hos Fylkesmannen i Møre og Romsdal. Der ble det presisert at hygieniske forhold måtte tillegges stor vekt ved valg av utslippsdyp og fortynning. Dette er tatt hensyn til i rapporten.*

*Ved Molde kommune har overingeniør Harald Vaaje vært kontaktperson. Ved NIVA har Jarle Molvær utført beregningene og skrevet rapporten.*

**INNHold**

FORORD .....	2
SAMMENDRAG .....	4
1. METODE .....	5
1.1 Generelt .....	5
1.2 Beregningsmetode .....	6
2. DATA .....	7
3. BEREGNINGSRESULTATER .....	10
3.1 Utslipp fra RA1 .....	10
3.2 Utslipp fra RA2 .....	12
4. KONKLUSJONER .....	14
5. LITTERATUR .....	15
VEDLEGG	

## SAMMENDRAG

Foreliggende rapport er utarbeidet på oppdrag fra Molde kommune, Byingeniøravdelingen. Rapporten inneholder beregninger og anbefalinger mht. dimensjonering av utslippsledninger fra renseanleggene RA1 og RA2 i Molde samt utslippsdyp for avløpsvannet. Det legges stor vekt på badevannskvaliteten i området ved utslippene.

I begge anleggene skal avløpsvannet siles før utslipp.

Datagrunnlaget for beregninger av innlagring og fortykning er av ujevn kvalitet. Detté tilsier at det må ligge en sikkerhetsmargin i konklusjonene.

### Hovedkonklusjonene er:

- \* For begge renseanlegg bør avløpsvannet føres ut til ca. 35 m dyp. Dette gir både god avstand fra land og et utslippsdyp som gir best grunnlag for gunstig innlagring og fortykning av avløpsvannet.
- \* Avløpsvannet fra RA1 kan slippes ut uten diffusor, men den ytterste ende bør "spisses" noe for å oppnå en hulldiameter på ca. 200 mm som gir bedre fortykning og dypere innlagring enn man ellers ville få. Man oppnår da innlagring i 10-20 m dyp sommerstid, med stor fortykning. I sjeldne tidspunkt vinterstid risikerer man at avløpsvannet trenger gjennom til overflaten, men fortykningen blir da stå stor (>100-200 ganger) at dette ikke vil kunne sees.
- \* Avløpsvannet fra RA2 bør slippes ut gjennom en diffusor med 5 hull for å sikre best mulig innlagring og fortykning. Diameter på endehullet er 150 mm, og 120 mm for de øvrige. Avstand mellom hullene er 3 m. Sommerstid blir avløpsvannet innlagret i 10-20 m dyp, og god badevannskvalitet på overflaten kan påregnes. I sjeldne tidspunkt vinterstid risikerer man at avløpsvannet trenger gjennom til overflaten, men fortykningen blir da stå stor (>150-300 ganger) at dette ikke vil kunne sees.

## 1. METODE

### 1.1 Generelt

Kommunalt avløpsvann har i praksis samme egenvekt som ferskvann, og er dermed lettere enn sjøvann. Ved utslipp på dypt vann i en fjord vil derfor avløpsvannet straks stige opp mot overflaten mens det blander seg med det omkringliggende sjøvannet. Dermed øker både volumet og egenvekten av denne "blandingsvannmassen" mens den raskt beveger seg oppover i vannsøylen. Hvis fjordvannet er lagdelt, dvs. det er lettere vann over tyngre vann pga. av avrenning av ferskvann fra land, vil avløpsvannet oftest ikke nå opp til overflaten. Grunnen er at egenvekten til blandingsvannmassen (avløpsvann+sjøvann) etterhvert blir lik egenvekten til det omkringliggende sjøvannet. Da stopper den vertikale bevegelsen og skyen av sterkt fortynnet avløpsvann begynner å bre seg horisontalt utover, mens den fortynnes videre. Vi sier at avløpsvannet **innlagres**. Dette er illustrert i fig. 1.

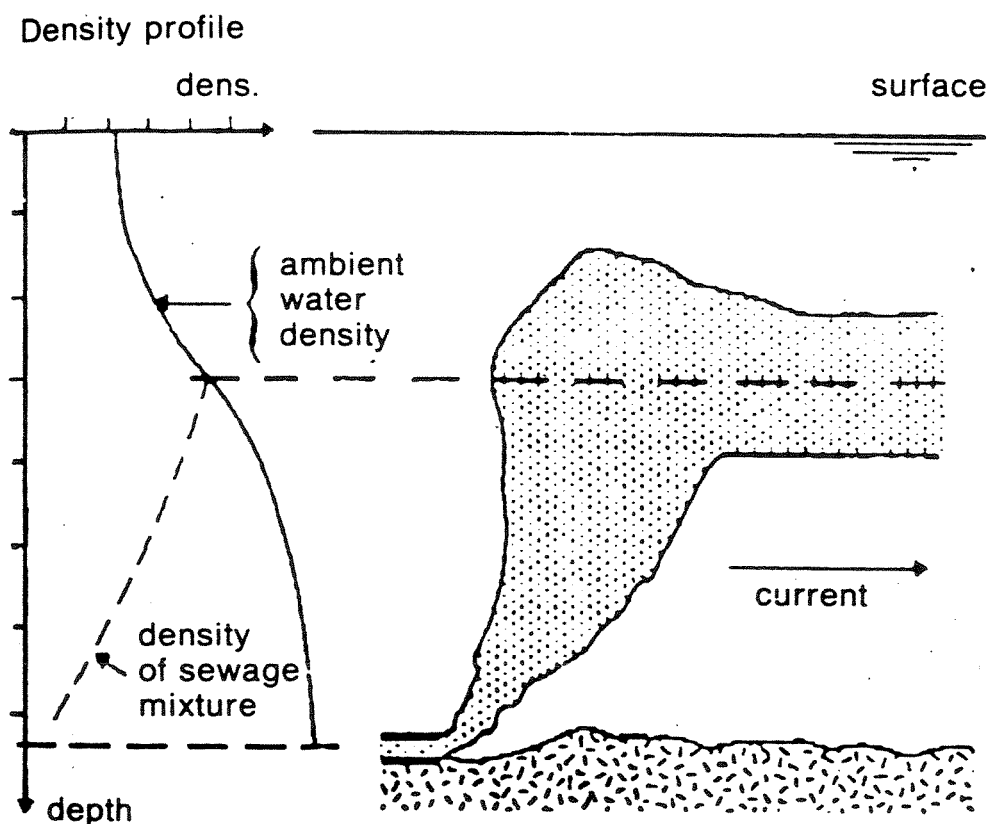


Fig. 1 Skisse av hvordan avløpsvann innlagres i en lagdelt vannmasse (etter Molvær og Skagen, 1991).

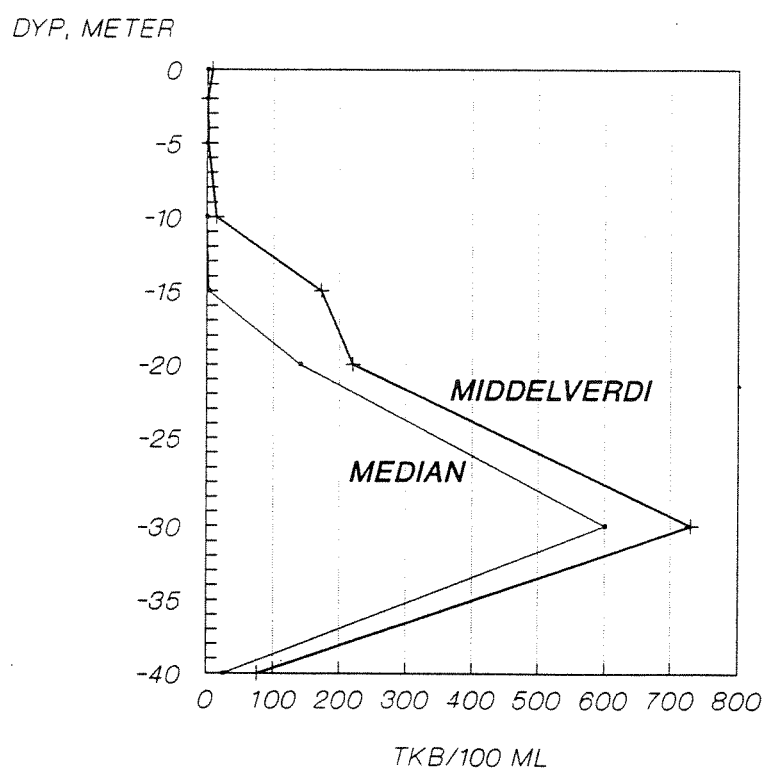


Fig. 2 Sammenfatning av 9 måleserier av termotabile koliforme bakterier (TKB) i Kleverenna utenfor Mandal. Prøvene er tatt rett over byens hovedutslipp av kommunalt avløpsvann. Høye konsentrasjoner av bakterier omkring innlagringsdypet (25-30 m) for avløpsvannet, og lave konsentrasjoner i overflaten (Molvær 1990).

Kommunalt avløpsvann inneholder bakterier og virus som ved høye konsentrasjoner kan gi risiko for smitte. Ved utslipp nær badeplasser blir det lagt stor vekt på at avløpsvannet ikke når overflaten. Siling av avløpsvannet kombinert med innlagring er en effektiv metode for å redusere den hygieniske risikoen. Fig. 2 viser målinger over et utslipp ved Mandal og man ser tydelig hvordan avløpsvannet er innlagret på 20-25 m dyp (høye bakterietall). På overflaten var det god badevannskvalitet. Dette er samme situasjon som man vil forsøke å oppnå ved utslippene til Moldefjorden.

## 1.2 Beregningsmetode

Beregninger av diffusor og utløpsledning gjøres i to trinn. Først beregnes en diffusor med tilhørende ledning, som tilfredsstiller de aktuelle krav mht. energi og dybde. Deretter kontrolleres at dette utslipsarrangementet oppfyller kravene mht. innlagring og fortykning av avløpsvannet.



Diffusorberegningene er utført ved dataprogrammet DIFDIM. En beskrivelse av programmet er gitt av Dammen (1979).

Beregning av innlagring og primærfortynning er utført med et EDB-program, NIVA\*JET.MIX utarbeidet av Bjerkeng og Lesjø (1973). Programmet beregner fortynning og innlagringsdyp for en enkelt stråle avløpsvann i en sjiktet resipient, på basis av tetthetsprofiler i resipienten og data om strålen i utløpet. Programmet beregner ikke eksakt innlagringsdyp, men gir det nivået der avløpsvannets egenvekt er den samme som omgivelsenes egenvekt. Avløpsvannets vertikale bevegelsesenergi gjør imidlertid at det stiger noe forbi dette "likevektsdypet", før det synker tilbake og innlagres. I det følgende vil imidlertid innlagringsdyp være ensbetydende med likevektsdypet.

Dataprogrammet beregner imidlertid den teoretisk høyeste opptrengning på to måter:

- ved fortsatt fortynning etter at likevektsdypet er "passert" (EQS).
- uten blanding eller friksjon etter likevektsdypet er "passert" (GRAV).

Disse størrelsene er vist i Vedlegg 2 og Vedlegg 4.

Det første varianten kan antas å gi mest sannsynlig resultat.

## 2. DATA

Molde kommune har gitt de nødvendige opplysninger om vannmengder, ledningslengder og ledningsdiametre. Til beregningene av diffusor og innlagring/fortynning har NIVA brukt vertikalprofiler av temperatur og saltholdighet fra stasjon M5 (fig. 3) for følgende datoer:

Profilnr.	St.	Dato	Profilnr.	Dato
1	M5	710602	12	841029
2	M5	711014	13	841125
3	M5	720207	14	841217
4	M5	720504	15	850226
5	M5	810508	16	850326
6	M5	810610	17	850429
7	M5	811012	18	850507
8	M5	820224	19	850529
9	M5	820511	20	850613
10	M5	821019	21	921013
11	M5	840529		

På stasjon M2 var det gjort færre målinger, i alt 16 profiler.

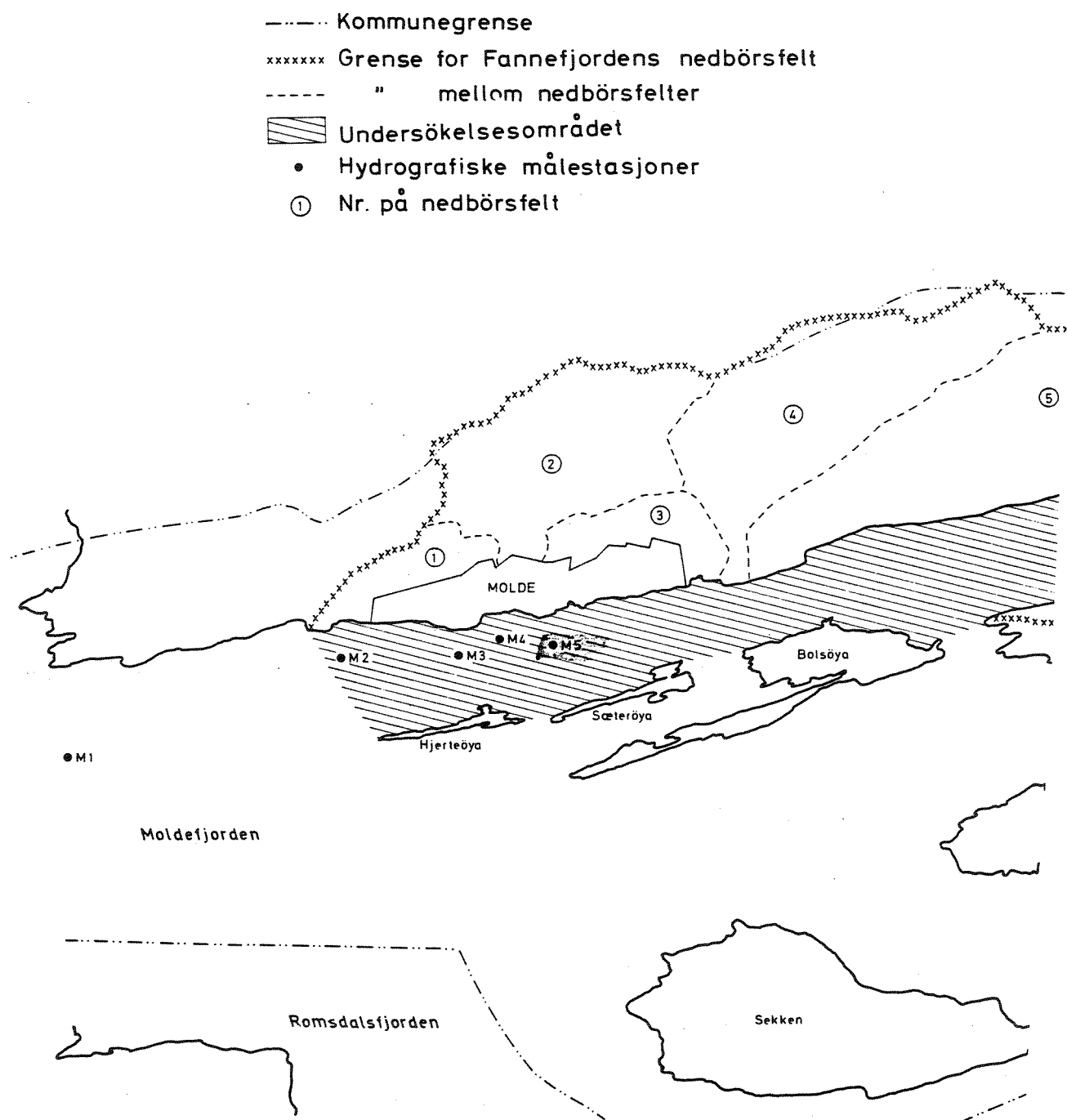


Fig. 3 Moldefjorden med stasjonene M2 og M5 (etter Liseth et al., 1973).

Dataene stammer fra tidligere undersøkelser i fjordområdet (Liseth et al. 1973, og Nilsen et al. 1987) samt en dataserie som Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Møre og Romsdal innsamlet i oktober 1992.

For begge stasjoner var dataene av varierende kvalitet, særlig fantes det mange usikre verdier mht. saltholdighet. Det var derfor nødvendig å korrigere noen av vertikalprofilene etter skjønn for å oppnå en svakt stabil sjiktning i vannmassen. Ellers kan tilføyes at til innlagingsberegninger burde man ha tettere med observasjoner i vertikalen. For mange profiler ble det ikke gjort målinger mellom overflaten og 10 m dyp. Dette reduserer presisjonen i beregningene av innlagring/fortynning i dette intervallet i fordi eventuelle gradienter ikke framkommer godt nok.

For hvert utslipp er det utført beregninger for fire vannmengder:  $Q_{max}$ ,  $Q_{dim}$ ,  $Q_{mid}$  og en vannmengde noe mindre enn  $Q_{mid}$  (tabell 1).

Tabell 1. Vannmengder (l/s) brukt i beregningene.

Anlegg	$Q_{max}$	$Q_{dim}$	$Q_{mid}$	$Q_{min}$
RA1	200	105	37	25
RA2	300	162	55	30

For hver vannmengde ble utført beregninger for utslipp i 2-3 alternative dyp.

Som ledningsdiameter er brukt verdier oppgitt av Molde kommune.

### 3. BEREGNINGSRESULTATER

#### 3.1 Utslipp fra RA1

Innledende beregninger viste at man kan oppnå tilfredsstillende innlagring uten diffusor hvis avløpsvannet føres ut til ca. 30-35 m dyp med ledningsdiameter ca. 200 mm. Energibudsjetet for en ledning til ca. 35 m dyp, med diametre varierende fra 230 mm til 377 mm er presentert i Vedlegg 1. Dette betyr altså en ledning hvor enden ytterst er spisset for å oppnå større strålehastighet og dermed bedre fortykning og dypere innlagring. Hvilken diameter man vil velge for selve ledningen, må bedømmes lokalt ut fra tilgjengelig energihøyde og kostnader.

Likevektsdyp og fortykning i sentrum av skyen for utslipp av  $Q_{mid}$  (37 l/s) i 30 m og 35 m er presentert i fig. 4 og i sin helhet i Vedlegg 2.

Fortynningen avtar mot øvre og nedre ytterkant av skyen. Som gjennomsnitt er den ca. 1.7 ganger senterfortynningen. Dvs. at 100 gangers fortykning midt i skyen tilsvarer ca. 170 gangers fortykning som gjennomsnitt.

Utslipp i 35 m dyp gir markert større innlagringsdyp og fortykning enn utslipp i 30 m. For profil nr. 3 (7.2.72) og profil nr. 11 (26.2.85) blir det likevel gjennomslag til overflaten. I begge tilfeller skyldes dette svært svak lagdeling i fjorden. For den siste situasjonen er forskjellen mellom temperatur og saltholdighet i henholdsvis 0 m og 40 m dyp bare 0.2 °C og 0.15 ‰, dvs. nesten homogen vannmasse. I en slik situasjon må man regne med gjennombrudd til overflatelaget, nærmest uansett utslippsdyp. Fortynningen i begge tilfeller blir imidlertid så stor (ca. 200 ganger) at det er usannsynlig at noe vil kunne spores visuelt i overflaten. Trolig vil man ikke kunne se avløpsvannet ved fortykning større enn 30-50 ganger. Unntak kan være spor av fett eller olje på overflaten rett over utslippet i stille vær.

Hva badevannskvalitet angår, vil utslipp i 35 m dyp medføre at avløpsvannet i **sommerhalvåret** blir innlagret i 10-20 m dyp med typisk 40-80 gangers fortykning i sentrum av skyen. Som det framgår av Vedlegg 2 vil innlagringsdypet avta noe med økende vannmengde. Fortynningen varierer mer - ved  $Q_{max}$  er senterfortynning ca. halvparten av den som oppnås ved  $Q_{mid}$ . Men likevel er det mer enn 100 gangers fortykning i de to tilfellene man fikk gjennombrudd til overflaten.

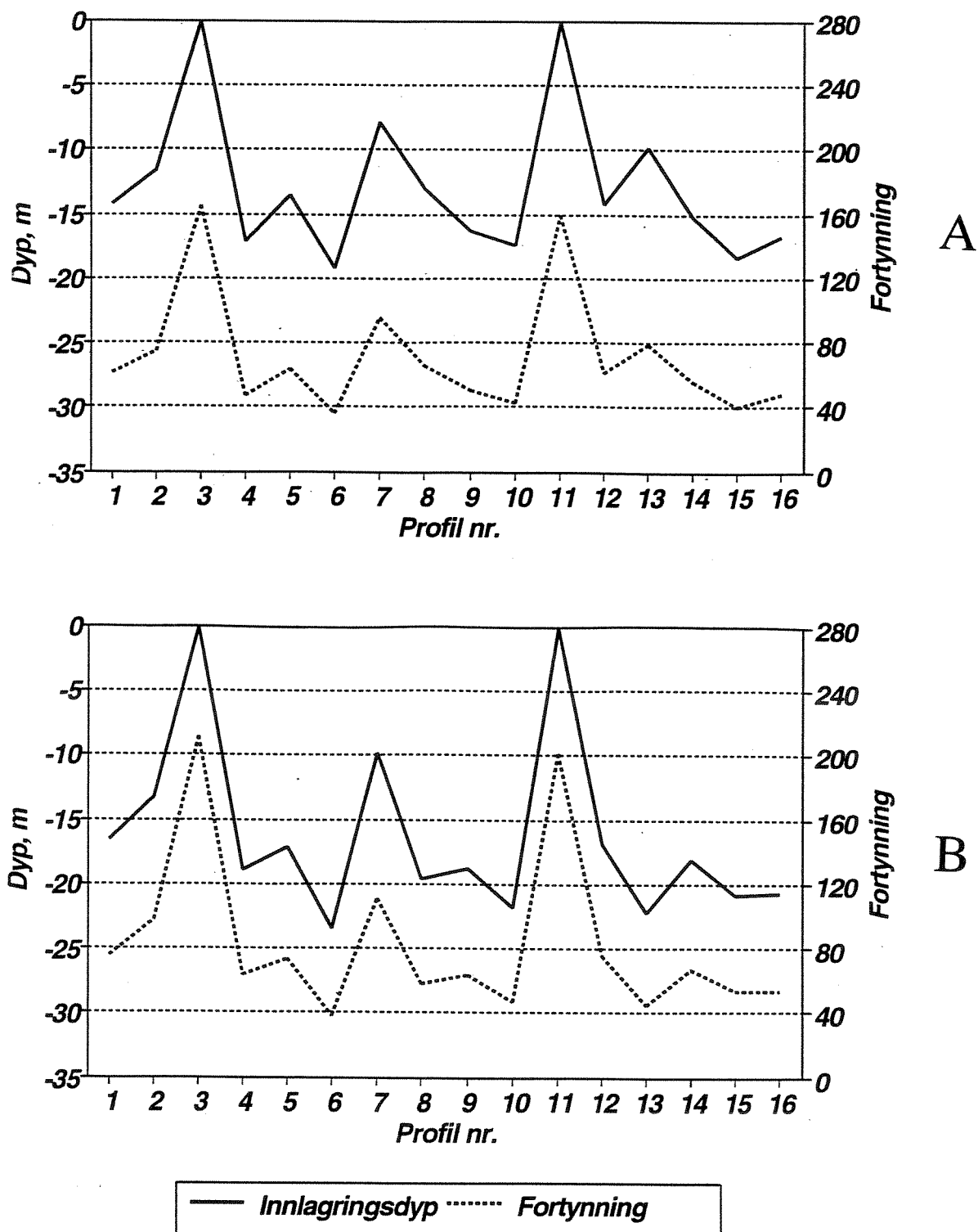


Fig. 4. Innlagring og primærfortynning ved utslipp av 37 l/s ( $Q_{mid}$ ) fra RA1.  
 A: Utslipp i 30 m dyp  
 B: Utslipp i 35 m dyp

### 3.2 Utslipp fra RA2

Av hensyn til badevannskvaliteten i området ønsket kommunen å legge spesielt stor vekt på god innlagring og fortykning i sommerhalvåret. For dette utslippet ønsket kommunen derfor en diffusor. Beregningene er derfor gjort i to etapper. Først dimensjoneres en diffusor og deretter er innlagringsdyp og primærfortynning beregnet.

#### **Diffusorberegninger.**

Det kan være vanskelig å dimensjonere en diffusor som fungerer like godt for alle vannmengder mellom 30 l/s og 162-300 l/s. Etersom vanligst vannføring er omkring  $Q_{mid}$  (55 l/s), er dette lagt til grunn for beregningene. Diffusoren er imidlertid også testet for vannmengdene opptil 300 l/s. En detaljert beskrivelse av resultatene er gitt i Vedlegg 3. Tabell 2 sammenfatter dimensjonene av diffusoren.

Beregningene (se Vedlegg 3) viser at energibehovet i hovedsak ligger på avløpsledningen. En indre diameter på 0.424 - 0.471 m er å anbefale. For 162 l/s ( $Q_{dim}$ ) kreves en energihøyde på ca. 3 m, som betyr pumping av avløpsvannet.

Tabell 2. Sammenfattende beskrivelse av diffusor beregnet ut fra  $Q_{mid}$  (55 l/s)

Antall hull	5
Diameter endehull	0.15 m
Diameter sidehull	0.12
Avstand mellom hullene	3 m
Total lengde	12 m
Indre diameter	0.185 - 0.289 m

Denne diffusoren vil fungere godt for vannmengder ned til 30 l/s.

#### **Beregning av innlagring og primærfortynning**

Beregningsresultatene for utslipp av 55 l/s i 30 m og 35 m dyp er presentert i fig. 5. Alle beregninger er gjengitt i Vedlegg 4 (også for 30, 162 og 300 l/s).

Verken med utslipp i 30 m eller 35 m dyp kan man ikke være gardert mot gjennomslag til overflaten (jfr. omtale av profil nr. 3 under diskusjonen av RA1). Som for RA1 er imidlertid situasjonen den at fortykningen da blir så stor (150-300 ganger i skyens sentrum) at utslippet

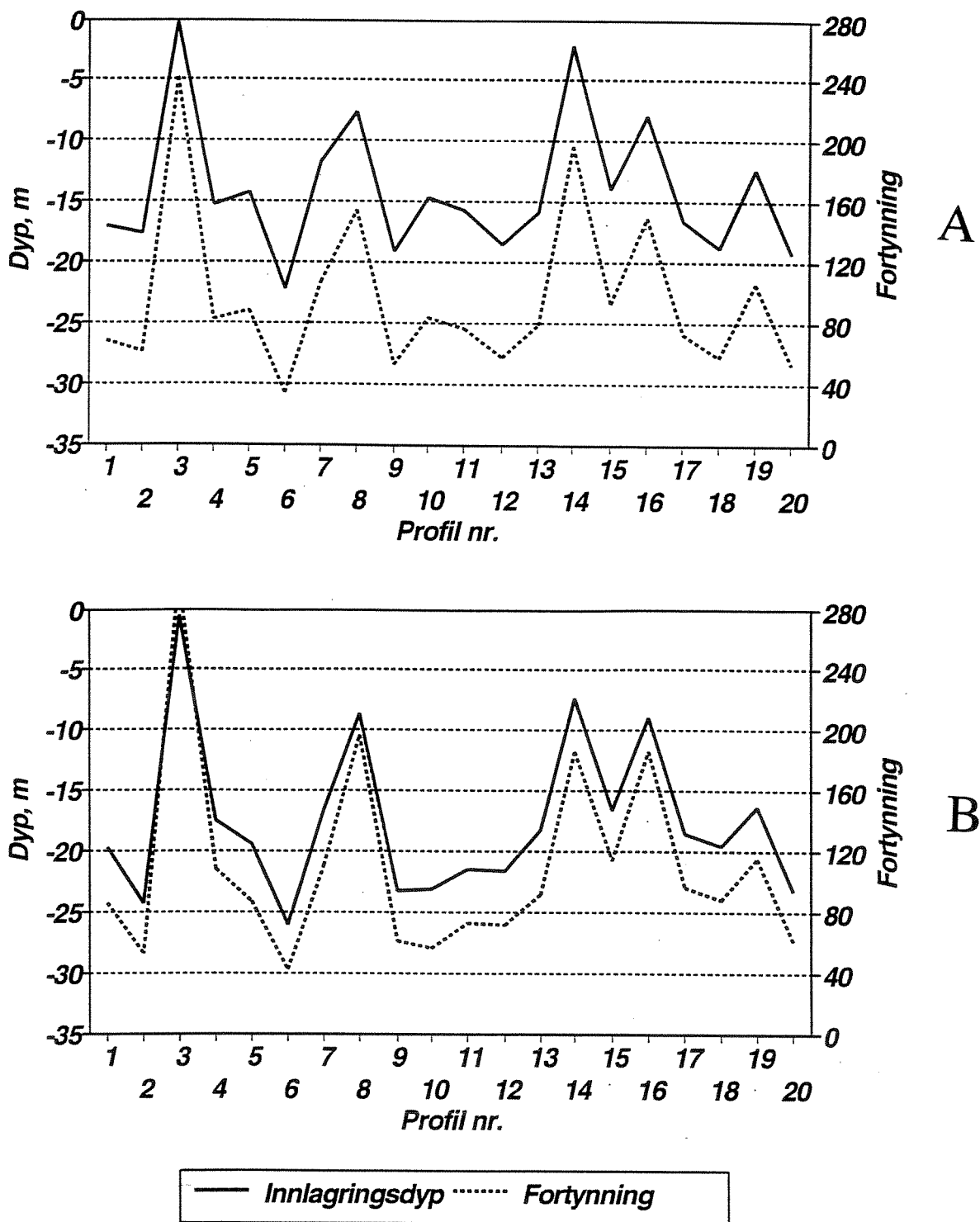


Fig. 5. Innlagring og primærfortynning ved utslipp av 55 l/s fra RA2. Beregningene gjelder diffusorens endehull.

A: Utslipp i 30 m dyp.

B: Utslipp i 35 m dyp.

ikke vil være merkbart på overflaten - forutsatt fjerning av flytestoffer. Og vi minner om at dette er en vintersituasjon, og berører dermed ikke badevannskvaliteten i området.

Utslipp i 35 m dyp gir markert dypere innlagring og større fortytning enn utslipp i 35 m dyp

Det er påfallende at innlagringsmulighetene er betydelig dårligere utenfor RA2 (st. M5) enn ved RA1 (st. M2), og vi ser ikke bort fra at forskjellen i stor grad skyldes unøyaktighet i målingene. I så fall er det et argument for å velge den **sikreste alternativet**, dvs. utslipp i 35 m dyp.

#### 4. KONKLUSJONER

Vertikalprofilene av temperatur og saltholdighet fra fjorden var tildels mindre godt egnet for beregning av innlagring og fortytning. Det skyldes dels stor avstand mellom måledypene, og dels unøyaktighet i registreringene. Dette er forsøkt korrigert for, men manglende data kan ikke erstattes. Totalt sett gir dette litt usikre resultater mht. innlagring, spesielt mellom overflaten og 10 m dyp. Dette taler for at man gir rom for litt ekstra sikkerhet i valg av utslippsdyp.

Med disse forbehold blir konklusjonen følgende:

- \* For RA1 vil man oppnå tilfredsstillende fortytning og innlagring uten bruk av diffusor forutsatt avløpsvannet føres ut til ca. 35 m dyp og indre diameter av avløpsledningen der ikke er større enn 200 mm.

Gjennombrudd til overflaten kan skje i vinterhalvåret, men har derfor ikke konsekvenser for badevannskvaliteten i området. Ved gjennombrudd vil fortytningen være så stor at avløpsvannet ikke vil være synlig - med evt. unntak for litt fett eller olje på overflaten i stille vær.

- \* For RA2 er beregnet en 12 m lang diffusor med diameter endehull 150 mm og sidehull 120 mm. Avstand mellom hullene er 3 m. Med utslipp i ca. 35 m dyp vil den gi innlagring og stor fortytning sommerstid.

Gjennombrudd til overflaten kan skje i vinterhalvåret, men har derfor ikke konsekvenser for badevannskvaliteten i området. Ved gjennombrudd vil fortytningen være så stor at avløpsvannet ikke vil være synlig - med evt. unntak for litt fett eller olje på overflaten i stille vær.



## 5. LITTERATUR

- Bjerkeng, B. og Lesjø, A., 1973: Mixing of a jet into a stratified environment. PRA 5.7. NIVA-rapport O-126/73. Oslo.
- Dammen, B., 1979: Diffusorprogrammet DIFDIM. Input og output. Bruk av EDB i VA-teknikken. Kursdagene ved NTH-Trondheim 3.-5. januar 1979. Norske Sivilingeniørers Forening.
- Liseth, P., Kolstad, S. og Ravdal, E., 1973: Resipientvurdering for Molde kommune. NIVA-rapport O-31/71. Oslo.
- Molvær, J., 1990: Resipientundersøkelse i Mandalselva og Mannefjorden 1990. NIVA-rapport nr. 2511. Oslo.
- Molvær, J. og Skagen, G., 1991: Improving Water Quality by Deep Water Discharge. pp. 115-117 in: International Public Health Engineering 1991 (ed. R. Beardsall). The Winchester Group. London.
- Nilsen, J., Bang, C. og Rygg, B., 1987: Resipientundersøkelse av Molde-/Fannefjorden. NIVA-rapport nr. 2032. Oslo.

## VEDLEGG 1

### DIMENSJONERING AV UTSLIPPSLEDNING FOR RA1

Dimensjonering av utslippsledning for RA1 på basis av Qmid, samt test for de øvrige vannmengdene.

Beregningene er gjort for en ledning med ett endehull, dvs. ingen reell diffusor. Hovedpoenget er å få fram energibehovet ved ulike ledningsdiametre. Utslippsdyp er 35 m.

\*\*\*\*\*

DIFFUSOR:

FLOW= .3787E-01 M3/S

-----  
HOLE \*\*\*\*\*OUTLET\*\*\*\*\* \*\*\*\*\*JET\*\*\*\*\* \*\*\*DIFFUSOR SEGMENT\*\*

NR.	POS.	DEPTH	DIAH	ENERGY	DIAJ	VEL.	FLOW	FROUDE	LENGTH	DIAM	FLOW	VEL.
	M	M	M	M	M	M/S	L/S	DENS.	M	M	M3/S	M/S
1	450.0	35.0	.200	.09	.193	1.3	37.9	5.86*****	.207	.038	1.1	

\*\*\*\*\*

PIPELINE ALTERNATIVES:

FLOW= .3787E-01 M3/S

-----  
\*\*\*\*\*ENERGY BUDGET AT STARTPOINT (METERS)\*\*\*\*\*

DIAM.	VEL.	DIFFUSOR	JUNCTION	SPECIFIED	PIPELINE	GRAVITY	ENERGY
M	M/S	ENERGY +	LOSS +	LOSS +	FRICITION +	PRESSURE	= HEIGHT
.230	.91	.09	.00	.02	1.47	.88	2.46
.257	.73	.09	.00	.01	.85	.88	1.83
.289	.58	.09	.00	.01	.48	.88	1.46
.297	.55	.09	.00	.01	.42	.88	1.39
.334	.43	.09	.00	.00	.24	.88	1.21
.348	.40	.09	.00	.00	.19	.88	1.16
.377	.34	.09	.00	.00	.13	.88	1.10

\*\*\*\*\*

TESTRUN 1, FLOW NR. 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 DIFFUSOR: FLOW= .2500E-01 M3/S

-----  
 HOLE \*\*\*\*\*OUTLET\*\*\*\*\* \*\*\*\*\*JET\*\*\*\*\* \*\*\*DIFFUSOR SEGMENT\*\*

NR.	POS.	DEPTH	DIAH	ENERGY	DIAJ	VEL.	FLOW	FROUDE	LENGTH	DIAM	FLOW	VEL.
	M	M	M	M	M	M/S	L/S	DENS.	M	M	M3/S	M/S

1	450.0	35.0	.200	.04	.193	.9	25.0	3.87*****	.207	.025	.7
---	-------	------	------	-----	------	----	------	-----------	------	------	----

\*\*\*\*\*  
 PIPELINE ALTERNATIVES: FLOW= .2500E-01 M3/S

-----

\*\*\*\*\*ENERGY BUDGET AT STARTPOINT (METERS)\*\*\*\*\*

DIAM.	VEL.	DIFFUSOR	JUNCTION	SPECIFIED	PIPELINE	GRAVITY	ENERGY
M	M/S	ENERGY +	LOSS +	LOSS +	FRICTION +	PRESSURE =	HEIGHT
.230	.60	.04	.00	.01	.68	.88	1.61
.257	.48	.04	.00	.01	.40	.88	1.32
.289	.38	.04	.00	.00	.22	.88	1.15
.297	.36	.04	.00	.00	.20	.88	1.12
.334	.29	.04	.00	.00	.11	.88	1.03
.348	.26	.04	.00	.00	.09	.88	1.01
.377	.22	.04	.00	.00	.06	.88	.98

\*\*\*\*\*

TESTRUN 1, FLOW NR. 2

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 DIFFUSOR: FLOW= .1090 M3/S

-----  
 HOLE \*\*\*\*\*OUTLET\*\*\*\*\* \*\*\*\*\*JET\*\*\*\*\* \*\*\*DIFFUSOR SEGMENT\*\*

NR.	POS.	DEPTH	DIAH	ENERGY	DIAJ	VEL.	FLOW	FROUDE	LENGTH	DIAM	FLOW	VEL.
	M	M	M	M	M	M/S	L/S	DENS.	M	M	M3/S	M/S

1	450.0	35.0	.200	.71	.193	3.7	109.0	16.87*****	.207	.109	3.2
---	-------	------	------	-----	------	-----	-------	------------	------	------	-----

\*\*\*\*\*  
 PIPELINE ALTERNATIVES: FLOW= .1090 M3/S

-----

\*\*\*\*\*ENERGY BUDGET AT STARTPOINT (METERS)\*\*\*\*\*

DIAM.	VEL.	DIFFUSOR	JUNCTION	SPECIFIED	PIPELINE	GRAVITY	ENERGY
M	M/S	ENERGY +	LOSS +	LOSS +	FRICTION +	PRESSURE =	HEIGHT
.230	2.62	.71	.00	.18	10.80	.88	12.57
.257	2.10	.71	.00	.11	6.19	.88	7.89
.289	1.66	.71	.00	.07	3.44	.88	5.11
.297	1.57	.71	.00	.06	3.01	.88	4.66
.334	1.24	.71	.00	.04	1.68	.88	3.31
.348	1.15	.71	.00	.03	1.37	.88	3.00
.377	.98	.71	.00	.02	.92	.88	2.54

\*\*\*\*\*

TESTRUN 1, FLOW NR. 3

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

DIFFUSOR: FLOW= .2000 M3/S

-----

HOLE \*\*\*\*\*OUTLET\*\*\*\*\* \*\*\*\*\*JET\*\*\*\*\* \*\*\*DIFFUSOR SEGMENT\*\*

NR.	POS.	DEPTH	DIAH	ENERGY	DIAJ	VEL.	FLOW	FROUDE	LENGTH	DIAM	FLOW	VEL.
	M	M	M	M	M	M/S	L/S	DENS.	M	M	M3/S	M/S

1	450.0	35.0	.200	2.40	.193	6.9	200.0	30.96*****		.207	.200	5.9
---	-------	------	------	------	------	-----	-------	------------	--	------	------	-----

PIPELINE ALTERNATIVES: FLOW= .2000 M3/S

-----

\*\*\*\*\*ENERGY BUDGET AT STARTPOINT (METERS)\*\*\*\*\*

DIAM.	VEL.	DIFFUSOR	JUNCTION	SPECIFIED	PIPELINE	GRAVITY	ENERGY
M	M/S	ENERGY +	LOSS +	LOSS +	FRICITION +	PRESSURE =	HEIGHT
.230	4.81	2.40	.00	.59	34.78	.88	38.65
.257	3.86	2.40	.00	.38	19.80	.88	23.46
.289	3.05	2.40	.00	.24	10.94	.88	14.46
.297	2.89	2.40	.00	.21	9.53	.88	13.03
.334	2.28	2.40	.00	.13	5.29	.88	8.70
.348	2.10	2.40	.00	.11	4.30	.88	7.70
.377	1.79	2.40	.00	.08	2.88	.88	6.25

\*\*\*\*\*

## VEDLEGG 2

### Beregning av innlagringsdyp og primærfortynning for utslipp i 30 m og 35 m dyp fra RA1.

Beregningsresultatene er presentert i tre hoveddeler:

#### 1. Utslippsdata:

- HOLE NR: Nummer for det alternativet som beregnes
- DEPTH (M): Utslippsdyp
- DIAM. (M): Kontrahert strålediameter
- VEL. (M/S): Vannhastighet i strålen
- ANGLE DEG. Strålens vinkel med horisontalplanet

#### 2. Angivelse av hvilken tetthetsprofil beregningen gjelder (PROFILE NR.)

#### 3. Resultater:

Disse angis i to hovedgrupper: for likevektsdypet (NEUTRAL POINT) og høyeste opptrengning (EXTREMAL DEPTHS).

- WIDTH (M): Strålens bredde
- ANGLE DEG.: Vinkel i forhold til horisontalplanet
- CENTER DILUT.: Fortynning i strålens senter
- DEPTH (M): Likevektsdyp
- EQS. (M): Høyeste opptrengning etter fortynningsligningene
- GRAV. (M): Høyeste opptrengning uten blanding og friksjon etter likevektsdypet.

Dessuten brukes symbolene:

- < : gjennomslag til overflaten
- X : beregningen stanset, intet likevektsdyp

**Tabell 1. Innlagring og primærfortynning av utslipp fra RA1. Utslippsdyp 30 m. Vannmengder 25, 37, 109 og 200 l/s. Effektiv hulldiameter 0.19 m.**

JET DATA AFTER CONTRACTION					PRO- FILE NR.	RESULTS						
HOLE DEPTH	DIAM.	VEL.	ANGLE			NEUTRAL		POINT	EXTREMAL DEPTHS			
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.		WIDTH	ANGLE	CENTER	DEPTH		EQS.	GRAV.
						(M)	DEG.	DILUT.	(M)	(M)	(M)	(M)
1	30.0	.19	.90	0	1	3.7	86	68	14.9	10.2	4.9	
					2	4.4	87	87	12.0	8.3	3.6	
					3	6.3X	88X	202X	.1X	< .0	.0	
					4	2.9	86	50	18.1	13.2	7.1	
					5	3.9	86	71	14.4	9.3	5.7	
					6	2.8	84	39	19.5	16.4	11.6	
					7	5.1	87	110	8.4	3.2	<2.0	
					8	4.1	86	71	14.0	8.6	3.3	
					9	3.3	86	55	17.0	12.7	7.3	
					10	3.1	85	48	17.9	13.7	6.7	
					11	6.6X	88X	193X	.1X	< .0	.0	
					12	3.7	86	67	15.0	9.9	1.3	
					13	4.9	86	84	11.4	6.4	.2	
					14	3.5	86	61	15.9	11.2	5.7	
					15	2.9	85	45	18.7	15.4	10.3	
					16	3.3	85	53	17.2	12.8	7.3	
2	30.0	.19	1.30	0	1	4.0	85	61	14.3	9.2	4.1	
					2	4.6	86	75	11.7	7.4	2.5	
					3	6.4X	88X	165X	.1X	< .0	.0	
					4	3.4	84	47	17.2	12.5	6.3	
					5	4.2	85	64	13.6	8.7	5.0	
					6	3.0	82	36	19.2	15.8	10.7	
					7	5.4	86	96	7.9	2.1	<2.0	
					8	4.5	85	66	13.0	7.7	2.1	
					9	3.6	84	50	16.4	11.7	6.6	
					10	3.4	83	43	17.4	12.8	5.0	
					11	6.7X	88X	159X	.1X	< .0	.0	
					12	4.1	85	61	14.3	8.7	< .0	
					13	5.4	85	79	9.8	5.2	< .0	
					14	3.9	85	56	15.2	10.1	4.9	
					15	3.1	83	40	18.4	14.8	9.2	
					16	3.6	84	48	16.7	11.7	6.4	

Tabell 1, forts.

JET DATA AFTER CONTRACTION					PRO-	RESULTS					
					FILE	NEUTRAL		POINT	EXTREMAL DEPTHS		
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE					NR.	WIDTH	ANGLE	CENTER	DEPTH		
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.		(M)	DEG.	DILUT.	(M)	EQS.	GRAV.
										(M)	(M)
3	30.0	.19	3.70	0	1	5.3	77	48	13.4	7.7	2.6
					2	5.8	78	56	11.2	5.8	< .0
					3	7.4X	84X	103X	.1X	< .0	.0
					4	4.9	75	42	15.5	11.0	3.6
					5	5.7	77	52	12.3	7.7	3.4
					6	4.2	69	30	19.3	15.2	9.3
					7	6.9	80	70	6.7	<2.0	<2.0
					8	6.0	76	53	11.7	6.1	<2.0
					9	4.8	75	41	15.8	10.0	5.0
					10	4.7	72	36	17.2	11.6	1.8
					11	7.7X	84X	101X	.0X	< .0	.0
					12	5.5	77	49	13.2	6.1	< .0
					13	6.8	75	58	9.3	3.4	< .0
					14	5.2	76	45	14.4	8.5	2.7
					15	4.3	72	33	18.3	13.9	7.5
					16	4.9	73	39	16.2	10.1	5.0
4	30.0	.19	6.90	0	1	6.8	68	47	13.8	7.5	2.4
					2	7.3	70	54	11.2	5.5	< .0
					3	8.8X	79X	89X	.1X	< .0	.0
					4	6.1	65	40	16.6	11.1	2.8
					5	7.1	67	49	13.0	7.6	3.0
					6	5.8	55	33	19.9	16.0	10.3
					7	8.5	71	65	7.0	<2.0	<2.0
					8	7.4	65	48	13.0	6.4	<2.0
					9	6.3	64	40	16.4	10.2	4.9
					10	6.2	59	36	18.3	12.5	3.0
					11	9.1X	78X	88X	.1X	< .0	.0
					12	6.9	67	48	13.6	5.9	< .0
					13	8.2	62	51	11.9	4.6	< .0
					14	6.6	66	44	15.0	8.5	2.4
					15	5.8	60	35	18.7	14.2	7.8
					16	6.2	61	38	17.2	10.9	5.2

Tabell 2. Innlagring og primærfortynning av utslipp fra RA1. Utslippsdyp 35 m. Vannmengder 25, 37, 109 og 200 l/s. Effektiv hulldiameter 0.19 m.

JET DATA AFTER CONTRACTION					PRO-	RESULTS					
					FILE	NEUTRAL		POINT	EXTREMAL DEPTHS		
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE					NR.	WIDTH	ANGLE	CENTER	DEPTH	EQS. GRAV.	
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.		(M)	DEG.	DILUT.	(M)	(M)	(M)
1	35.0	.19	.90	0	1	4.4	87	87	17.1	12.7	6.9
					2	5.1	87	112	13.8	9.8	4.8
					3	7.2X	89X	261X	.1X	< .0	.0
					4	3.7	87	75	19.1	15.1	9.5
					5	4.2	87	82	17.9	12.6	6.7
					6	2.9	85	42	24.0	19.8	14.5
					7	5.8	87	116	12.2	6.4	<2.0
					8	3.7	86	63	20.6	14.7	5.7
					9	3.9	87	73	19.3	15.2	9.2
					10	3.3	85	51	22.4	17.9	11.0
					11	7.8X	88X	245X	.1X	< .0	.0
					12	4.2	87	85	17.5	12.4	4.3
					13	3.2	85	49	22.8	17.9	5.3
					14	4.0	87	76	18.7	14.1	7.5
					15	3.5	86	58	21.5	17.7	13.1
					16	3.5	86	59	21.4	16.7	9.4
2	35.0	.19	1.30	0	1	4.6	86	76	16.6	11.6	5.5
					2	5.4	86	97	13.3	8.9	3.7
					3	7.4X	88X	211X	.1X	< .0	.0
					4	4.0	86	64	18.9	14.2	8.1
					5	4.5	86	73	17.1	11.3	6.0
					6	3.2	82	39	23.5	19.1	13.7
					7	6.5	86	111	9.9	5.2	<2.0
					8	4.0	84	58	19.7	13.0	4.2
					9	4.1	85	64	18.8	14.3	8.1
					10	3.6	83	47	21.8	17.0	9.5
					11	7.9X	88X	201X	.1X	< .0	.0
					12	4.5	86	76	16.9	11.3	2.1
					13	3.5	83	45	22.2	16.3	2.5
					14	4.3	85	67	18.1	13.1	6.5
					15	3.8	84	53	20.8	17.0	12.1
					16	3.8	84	54	20.7	15.6	8.2



Tabell 2, forts.

JET DATA AFTER CONTRACTION					PRO-	RESULTS						
					FILE	NEUTRAL		POINT	EXTREMAL			
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE					NR.	WIDTH	ANGLE	CENTER	DEPTH	DEPTHS		
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.		(M)	DEG.	DILUT.	(M)	EQS.	GRAV.	(M)
3	35.0	.19	3.70	0	1	5.9	78	57	15.7	9.4	3.4	
					2	6.7	80	71	11.9	6.7	.8	
					3	8.4X	85X	128X	.1X	< .0	.0	
					4	5.1	78	48	18.6	12.5	4.8	
					5	5.9	78	57	15.9	8.9	4.0	
					6	4.5	70	32	23.4	18.3	12.0	
					7	7.8	79	79	9.0	2.4	<2.0	
					8	5.6	75	48	18.3	10.1	<2.0	
					9	5.4	77	49	18.1	12.3	5.9	
					10	4.9	72	38	21.4	15.6	6.7	
					11	8.8X	84X	124X	.2X	< .0	.0	
					12	5.9	79	58	15.6	8.4	< .0	
					13	4.8	72	37	21.8	13.4	< .0	
					14	5.6	78	52	17.3	10.9	4.0	
					15	5.1	75	43	19.9	15.8	9.7	
					16	5.1	76	44	19.7	13.4	6.1	
4	35.0	.19	6.90	0	1	7.5	70	54	15.9	9.2	3.0	
					2	8.3	73	66	12.0	6.2	< .0	
					3	9.7X	81X	108X	.0X	< .0	.0	
					4	6.6	69	48	18.6	12.3	3.6	
					5	7.4	69	53	16.3	8.8	3.5	
					6	5.8	56	33	24.8	19.3	12.8	
					7	9.6	70	71	9.4	2.3	<2.0	
					8	6.8	64	44	19.9	11.0	<2.0	
					9	6.8	68	48	18.4	12.1	5.6	
					10	6.3	60	38	22.7	16.5	7.4	
					11	10.2X	80X	105X	.0X	< .0	.0	
					12	7.4	71	55	15.7	7.8	< .0	
					13	6.1	60	36	23.1	15.8	< .0	
					14	7.1	68	50	17.7	10.7	3.6	
					15	6.5	64	42	20.8	16.0	9.7	
					16	6.5	65	43	20.3	13.6	5.8	

## VEDLEGG 3

### DIFFUSORBEREGNINGER FOR QMID

**Beregning av diffusor for RA2 på basis av midlere vannmengde, samt test for de øvrige vannmengdene.**

\*\*\*\*\*  
 DIFFUSOR: FLOW= .5822E-01 M3/S  
 -----

HOLE NR.	*****OUTLET*****	*****JET*****	***DIFFUSOR SEGMENT**									
POS.	DEPTH	DIAH	ENERGY	DIAJ	VEL.	FLOW	FROUDE	LENGTH	DIAM	FLOW	VEL.	
M	M	M	M	M	M/S	L/S	DENS.	M	M	M3/S	M/S	NUM.

1	550.0	35.0	.150	.11	.128	1.5	19.4	8.35	3.00	.185	.019	.7
2	547.0	34.5	.120	.14	.077	1.6	7.6	11.75	3.00	.185	.027	1.0
3	544.1	34.0	.120	.16	.084	1.8	9.9	12.36	3.00	.230	.037	.9
4	541.1	33.5	.120	.19	.079	1.9	9.3	13.56	3.00	.230	.046	1.1
5	538.2	33.0	.120	.21	.087	2.0	12.0	13.86	3.00	.289	.058	.9

\*\*\*\*\*  
 PIPELINE ALTERNATIVES: FLOW= .5822E-01 M3/S  
 -----

*****ENERGY BUDGET AT STARTPOINT (METERS)*****								
DIAM.	VEL.	DIFFUSOR	JUNCTION	SPECIFIED	PIPELINE	GRAVITY	ENERGY	
M	M/S	ENERGY +	LOSS +	LOSS +	FRICTION +	PRESSURE +	=	HEIGHT
.297	.84	.21	.00	.02	1.11	.82		2.16
.334	.66	.21	.00	.01	.62	.82		1.67
.348	.61	.21	.00	.01	.51	.82		1.55
.377	.52	.21	.00	.01	.35	.82		1.38
.396	.47	.21	.00	.01	.27	.82		1.31
.424	.41	.21	.00	.00	.19	.82		1.23
.447	.37	.21	.00	.00	.15	.82		1.19
.471	.33	.21	.00	.00	.12	.82		1.15

\*\*\*\*\*

## TESTRUN 1, FLOW NR. 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 DIFFUSOR: FLOW= .3007E-01 M3/S

-----  
 HOLE \*\*\*\*\*OUTLET\*\*\*\*\* \*\*\*\*\*JET\*\*\*\*\* \*\*\*DIFFUSOR SEGMENT\*\*

NR.	POS. M	DEPTH M	DIAH M	ENERGY M	DIAJ M	VEL. M/S	FLOW L/S	FROUDE DENS.	LENGTH M	DIAM M	FLOW M3/S	VEL. M/S
-----	-----------	------------	-----------	-------------	-----------	-------------	-------------	-----------------	-------------	-----------	--------------	-------------

1	550.0	35.0	.150	.02	.128	.5	7.1	3.05	3.00	.185	.007	.3
2	547.0	34.5	.120	.03	.081	.8	3.9	5.30	3.00	.185	.011	.4
3	544.1	34.0	.120	.04	.087	.9	5.6	6.35	3.00	.230	.017	.4
4	541.1	33.5	.120	.06	.084	1.1	5.9	7.47	3.00	.230	.023	.5
5	538.2	33.0	.120	.08	.089	1.2	7.6	8.18	3.00	.289	.030	.5

\*\*\*\*\*  
 PIPELINE ALTERNATIVES: FLOW= .3007E-01 M3/S

-----  
 \*\*\*\*\*ENERGY BUDGET AT STARTPOINT (METERS)\*\*\*\*\*

DIAM. M	VEL. M/S	DIFFUSOR ENERGY +	JUNCTION LOSS +	SPECIFIED LOSS +	PIPELINE FRICTION +	GRAVITY PRESSURE +	ENERGY = HEIGHT
.297	.43	.08	.00	.00	.33	.82	1.23
.334	.34	.08	.00	.00	.19	.82	1.08
.348	.32	.08	.00	.00	.15	.82	1.05
.377	.27	.08	.00	.00	.10	.82	1.00
.396	.24	.08	.00	.00	.08	.82	.98
.424	.21	.08	.00	.00	.06	.82	.95
.447	.19	.08	.00	.00	.05	.82	.94
.471	.17	.08	.00	.00	.04	.82	.93

\*\*\*\*\*

## TESTRUN 1, FLOW NR. 2

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

DIFFUSOR: FLOW= .1620 M3/S

HOLE \*\*\*\*\*OUTLET\*\*\*\*\* \*\*\*\*\*JET\*\*\*\*\* \*\*\*DIFFUSOR SEGMENT\*\*

NR.	POS. M	DEPTH M	DIAH M	ENERGY M	DIAJ M	VEL. M/S	FLOW L/S	FROUDE DENS.	LENGTH M	DIAM M	FLOW M3/S	VEL. M/S
-----	-----------	------------	-----------	-------------	-----------	-------------	-------------	-----------------	-------------	-----------	--------------	-------------

1	550.0	35.0	.150	1.06	.128	4.6	59.0	25.38	3.00	.185	.059	2.2
2	547.0	34.5	.120	1.14	.076	4.7	21.3	34.29	3.00	.185	.080	3.0
3	544.1	34.0	.120	1.27	.083	5.0	26.8	34.67	3.00	.230	.107	2.6
4	541.1	33.5	.120	1.35	.077	5.2	24.0	37.08	3.00	.230	.131	3.2
5	538.2	33.0	.120	1.47	.085	5.4	30.8	36.69	3.00	.289	.162	2.5

\*\*\*\*\*

PIPELINE ALTERNATIVES: FLOW= .1620 M3/S

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*ENERGY BUDGET AT STARTPOINT (METERS)\*\*\*\*\*

DIAM. M	VEL. M/S	DIFFUSOR ENERGY +	JUNCTION LOSS +	SPECIFIED LOSS +	PIPELINE FRICTION +	GRAVITY PRESSURE +	ENERGY HEIGHT
.297	2.34	1.47	.00	.14	7.62	.82	10.05
.334	1.85	1.47	.00	.09	4.23	.82	6.61
.348	1.70	1.47	.00	.07	3.45	.82	5.81
.377	1.45	1.47	.00	.05	2.32	.82	4.66
.396	1.32	1.47	.00	.04	1.81	.82	4.14
.424	1.15	1.47	.00	.03	1.29	.82	3.61
.447	1.03	1.47	.00	.03	1.00	.82	3.31
.471	.93	1.47	.00	.02	.77	.82	3.08

\*\*\*\*\*

## TESTRUN 1, FLOW NR. 3

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 DIFFUSOR: FLOW= .3001 M3/S

-----  
 HOLE \*\*\*\*\*OUTLET\*\*\*\*\* \*\*\*\*\*JET\*\*\*\*\* \*\*\*DIFFUSOR SEGMENT\*\*

NR.	POS. M	DEPTH M	DIAH M	ENERGY M	DIAJ M	VEL. M/S	FLOW L/S	FROUDE DENS.	LENGTH M	DIAM M	FLOW M3/S	VEL. M/S
-----	-----------	------------	-----------	-------------	-----------	-------------	-------------	-----------------	-------------	-----------	--------------	-------------

1	550.0	35.0	.150	3.72	.128	8.5	110.6	47.55	3.00	.185	.111	4.1
2	547.0	34.5	.120	3.95	.076	8.8	39.5	63.94	3.00	.185	.150	5.6
3	544.1	34.0	.120	4.37	.083	9.3	49.6	64.31	3.00	.230	.200	4.8
4	541.1	33.5	.120	4.61	.077	9.5	44.0	68.55	3.00	.230	.244	5.9
5	538.2	33.0	.120	4.96	.085	9.9	56.4	67.50	3.00	.289	.300	4.6

\*\*\*\*\*  
 PIPELINE ALTERNATIVES: FLOW= .3001 M3/S

-----  
 \*\*\*\*\*ENERGY BUDGET AT STARTPOINT (METERS)\*\*\*\*\*  
 DIAM. VEL. DIFFUSOR JUNCTION SPECIFIED PIPELINE GRAVITY ENERGY  
 M M/S ENERGY + LOSS + LOSS + FRICTION + PRESSURE = HEIGHT

.297	4.33	4.96	.00	.48	24.92	.82	31.18
.334	3.42	4.96	.00	.30	13.76	.82	19.83
.348	3.15	4.96	.00	.25	11.18	.82	17.21
.377	2.69	4.96	.00	.18	7.47	.82	13.43
.396	2.44	4.96	.00	.15	5.84	.82	11.77
.424	2.13	4.96	.00	.12	4.14	.82	10.04
.447	1.91	4.96	.00	.09	3.18	.82	9.05
.471	1.72	4.96	.00	.08	2.45	.82	8.31

\*\*\*\*\*

## VEDLEGG 4

### Beregning av innlagringsdyp og primærfortynning for utslipp i 30 m og 35 m dyp fra RA2.

Beregningsresultatene er presentert i tre hoveddeler:

#### 1. Utslippsdata (hentet fra diffusorberegninger):

- HOLE NR: Nummer for det alternativet som beregnes
- DEPTH (M): Utslippsdyp
- DIAM. (M): Kontrahert strålediameter
- VEL. (M/S). Vannhastighet i strålen
- ANGLE DEG. Strålens vinkel med horisontalplanet

#### 2. Angivelse av hvilken tetthetsprofil beregningen gjelder (PROFILE NR.)

#### 3. Resultater:

Disse angis i to hovedgrupper: for likevektsdypet (NEUTRAL POINT) og høyeste opptrengning (EXTREMAL DEPTHS).

- WIDTH (M): Strålens bredde
- ANGLE DEG.: Vinkel i forhold til horisontalplanet
- CENTER DILUT.: Fortynning i strålens senter
- DEPTH (M): Likevektsdyp
- EQS. (M): Høyeste opptrengning etter fortynningsligningene
- GRAV. (M): Høyeste opptrengning uten blanding og friksjon etter likevektsdypet.

Dessuten brukes symbolene:

- < : gjennomslag til overflaten
- X : beregningen stanset, intet likevektsdyp

Tabell 1. Innlagring og fortykning av utslipp gjennom diffusor dimensjonert for Qmid. Utslippsdyp 30 m. Beregningene gjelder diffusorens endehull (ugunstigst mht. innlagring og fortykning) og 30, 55, 162 og 300 l/s.

JET DATA AFTER CONTRACTION					PRO- FILE NR.	RESULTS					
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE						NEUTRAL		POINT		EXTREMAL DEPTHS	
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.	WIDTH (M)	ANGLE DEG.	CENTER DILUT.	DEPTH (M)	EQS. (M)	GRAV. (M)	
1	30.0	.13	.70	0	1	2.8	87	84	18.3	14.5	9.7
					2	2.9	87	79	18.3	15.3	9.0
					3	6.1	89	362	.9	< .0	< .0
					4	3.3	87	106	16.4	12.8	6.7
					5	3.4	87	107	16.2	11.4	7.5
					6	1.9	85	41	22.7	20.1	15.8
					7	3.9	88	129	14.1	8.7	2.1
					8	4.8	88	215	8.6	4.0	<2.0
					9	2.5	86	64	20.1	16.6	11.0
					10	3.3	87	100	16.5	11.8	2.8
					11	3.1	87	90	17.6	13.1	8.4
					12	2.7	87	73	19.2	16.3	11.9
					13	3.1	88	102	16.8	13.0	6.6
					14	5.8	88	254	4.9	< .0	< .0
					15	3.4	88	117	15.5	10.9	<10.0
					16	4.7	88	212	8.8	4.6	< .0
					17	2.9	87	93	17.5	13.8	7.8
					18	2.5	87	76	19.2	16.7	13.1
					19	3.8	88	132	14.3	9.5	7.9
					20	2.5	86	63	20.3	16.8	11.1
2	30.0	.13	1.50	0	1	3.4	84	68	17.1	12.9	7.5
					2	3.3	83	61	17.7	13.5	7.0
					3	6.5	88	241	.3	< .0	< .0
					4	3.7	85	82	15.3	11.0	4.0
					5	4.1	85	88	14.3	9.2	6.4
					6	2.4	79	34	22.2	19.0	13.9
					7	4.7	85	107	11.8	6.3	<2.0
					8	5.3	87	154	7.6	<2.0	<2.0
					9	3.0	82	53	19.1	14.9	8.1
					10	4.0	84	83	14.7	9.0	<2.0
					11	3.8	84	76	15.8	10.4	7.6
					12	3.1	83	57	18.6	15.0	9.5
					13	3.6	85	78	16.0	11.3	3.3
					14	6.6	87	197	2.2	< .0	< .0
					15	4.1	85	93	14.0	<10.0	<10.0
					16	5.1	87	149	8.0	2.8	< .0
					17	3.5	84	73	16.6	12.1	4.1
					18	2.9	84	57	18.8	15.8	11.3
					19	4.5	86	106	12.4	9.0	7.2
					20	3.0	82	53	19.3	15.1	8.8

Tabell 1, forts.

JET DATA AFTER CONTRACTION					PRO-	RESULTS					
					FILE	NEUTRAL		POINT		EXTREMAL DEPTHS	
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE					NR.	WIDTH	ANGLE	CENTER	DEPTH	EQS. GRAV.	
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.		(M)	DEG.	DILUT.	(M)	(M)	(M)
3	30.0	.13	4.60	0	1	4.8	73	56	16.5	11.8	5.7
					2	4.7	69	49	17.9	13.0	6.3
					3	7.6X	84X	149X	.1X	< .0	.0
					4	5.1	76	65	14.7	8.4	1.5
					5	5.6	75	70	13.2	8.3	5.3
					6	3.5	61	31	23.0	19.3	13.6
					7	6.4	77	84	10.2	3.9	<2.0
					8	6.7	81	109	6.2	<2.0	<2.0
					9	4.3	68	44	19.3	14.2	6.0
					10	5.6	74	67	13.9	6.1	<2.0
					11	5.2	73	61	15.2	9.2	6.7
					12	4.4	71	48	18.5	14.2	7.7
					13	5.0	76	64	15.0	9.2	< .0
					14	8.4X	81X	138X	.1X	< .0	.0
					15	5.6	77	74	12.7	<10.0	<10.0
					16	6.5	81	105	6.9	.1	< .0
					17	4.9	75	59	15.9	10.2	< .0
					18	4.2	73	48	18.6	14.9	9.5
					19	6.1	78	83	10.6	8.3	6.3
					20	4.3	68	44	19.4	14.3	7.7
					21	DISCHARGE OUTSIDE DENSITY RANGE					
4	30.0	.13	8.60	0	1	6.2	62	56	17.3	12.0	5.7
					2	6.4	52	51	19.2	15.0	7.8
					3	9.0X	79X	130X	.1X	< .0	.0
					4	6.6	66	65	15.0	8.5	1.4
					5	7.1	64	67	14.4	8.5	5.1
					6	4.7	44	34	24.2	20.9	15.8
					7	7.9	66	78	11.3	4.0	<2.0
					8	8.3	74	101	6.1	<2.0	<2.0
					9	5.6	53	45	20.7	15.6	7.7
					10	7.0	62	64	15.3	7.5	<2.0
					11	6.6	60	58	16.7	9.7	6.8
					12	6.0	58	51	19.1	14.8	8.6
					13	6.5	66	64	15.4	9.1	< .0
					14	10.4X	73X	122X	.1X	< .0	.0
					15	7.1	67	71	13.2	<10.0	<10.0
					16	8.1	74	98	6.7	< .0	< .0
					17	6.3	64	60	16.4	10.5	< .0
					18	5.7	62	52	18.8	15.0	9.7
					19	7.6	68	79	11.2	8.2	6.0
					20	5.6	54	45	20.8	15.7	8.5



Tabell 2. Innlagring og fortykning av utslipp gjennom diffusor dimensjonert for Qmid. Utslippsdyp 35 m. Beregningene gjelder diffusorens endehull som er ugunstigst mht. innlagring og fortykning) og 30, 55, 162 og 300 l/s.

JET DATA AFTER CONTRACTION					PRO- FILE	RESULTS						
						NEUTRAL		POINT		EXTREMAL DEPTHS		
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE					NR.	WIDTH	ANGLE	CENTER	DEPTH			
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.		(M)	DEG.	DILUT.	(M)	EQS.	GRAV.	(M)
1	35.0	.13	.50	0	1	3.1	88	117	22.1	18.2	13.1	
					2	2.1	87	66	26.2	22.5	15.1	
					3	6.9	89	562	1.3	< .0	< .0	
					4	3.4	88	151	20.1	15.6	10.2	
					5	3.1	88	113	22.2	17.9	10.8	
					6	1.9	87	55	27.2	24.6	20.3	
					7	3.6	88	144	19.9	14.8	6.9	
					8	5.7	89	335	9.8	6.1	<2.0	
					9	2.4	88	81	25.0	21.6	16.0	
					10	2.5	86	66	25.4	21.6	15.2	
					11	2.7	88	94	23.7	19.8	13.1	
					12	2.8	88	93	23.7	19.9	15.5	
					13	3.6	88	142	19.2	16.3	12.1	
					14	3.3	88	129	21.0	10.6	< .0	
					15	3.7	88	173	18.5	14.3	<10.0	
					16	5.7	89	322	9.7	6.5	2.2	
					17	3.6	88	151	19.6	16.5	12.0	
					18	3.4	88	139	20.5	18.2	15.7	
					19	3.8	88	164	18.8	14.2	8.9	
					20	2.4	88	80	25.1	21.7	16.2	
2	35.0	.13	1.50	0	1	3.9	85	85	19.8	15.4	9.8	
					2	2.8	82	50	24.8	18.1	9.1	
					3	7.4	88	301	.6	< .0	< .0	
					4	4.4	86	107	17.5	12.9	5.9	
					5	4.1	85	86	19.5	13.7	7.5	
					6	2.6	81	42	26.0	22.7	17.4	
					7	4.7	85	110	16.6	9.9	<2.0	
					8	6.1	87	195	8.7	3.2	<2.0	
					9	3.2	83	61	23.2	18.8	11.6	
					10	3.5	81	56	23.1	18.0	9.7	
					11	3.6	84	72	21.5	16.1	8.6	
					12	3.6	84	70	21.6	17.5	12.5	
					13	4.2	85	91	18.3	14.2	8.1	
					14	7.1	86	182	7.5	.1	< .0	
					15	4.5	86	114	16.6	11.0	<10.0	
					16	6.1	87	186	8.8	4.0	< .0	
					17	4.1	85	95	18.6	14.2	7.5	
					18	3.9	85	88	19.6	16.9	13.2	
					19	4.7	86	115	16.3	10.0	7.5	
					20	3.2	84	61	23.2	18.9	11.9	

Tabell 2, forts.

JET DATA AFTER CONTRACTION					PRO- FILE	RESULTS						
						NEUTRAL		POINT		EXTREMAL DEPTHS		
HOLE NR.	DEPTH (M)	DIAM. (M)	VEL. (M/S)	ANGLE DEG.	NR.	WIDTH (M)	ANGLE DEG.	CENTER DILUT.	DEPTH (M)	EQS. (M)	GRAV. (M)	
3	35.0	.13	4.60	0	1	5.3	75	66	19.2	13.6	7.0	
					2	4.4	70	48	23.6	16.7	7.5	
					3	8.6X	85X	182X	.1X	< .0	.0	
					4	5.8	78	81	16.3	10.6	2.6	
					5	5.6	75	68	18.6	11.4	6.1	
					6	3.7	67	37	26.2	22.2	15.8	
					7	6.4	77	87	14.8	6.8	<2.0	
					8	7.5	82	131	7.4	<2.0	<2.0	
					9	4.5	72	51	22.7	17.2	8.3	
					10	4.4	59	38	26.0	20.2	10.4	
					11	5.0	73	58	20.9	14.1	7.4	
					12	5.0	72	57	21.1	16.4	10.2	
					13	5.8	72	66	18.5	13.9	7.1	
					14	8.8	80	132	5.2	< .0	< .0	
					15	6.0	79	87	15.2	<10.0	<10.0	
					16	7.4	81	122	8.2	1.9	< .0	
					17	5.5	77	73	17.9	12.4	3.0	
					18	5.1	76	66	19.3	15.8	10.8	
					19	6.3	78	87	14.7	9.0	6.6	
					20	4.5	73	51	22.8	17.3	8.9	
4	35.0	.13	8.50	0	1	6.8	65	66	19.6	13.8	6.9	
					2	5.4	58	47	25.3	17.5	7.3	
					3	10.0X	80X	155X	.1X	< .0	.0	
					4	7.3	70	78	16.4	10.0	1.9	
					5	7.0	63	64	20.0	12.3	6.2	
					6	5.0	54	41	27.0	22.9	16.8	
					7	7.9	68	81	15.6	6.8	<2.0	
					8	9.0	76	118	7.2	<2.0	<2.0	
					9	5.9	61	53	23.4	17.6	8.6	
					10	4.5	40	31	30.2	25.1	14.0	
					11	6.4	60	56	22.2	15.3	7.6	
					12	6.4	60	57	22.3	16.9	10.4	
					13	8.5	52	67	19.5	16.0	11.3	
					14	10.7	70	115	6.2	< .0	< .0	
					15	7.5	71	83	15.3	<10.0	<10.0	
					16	9.2	74	111	8.2	1.3	< .0	
					17	7.1	67	71	18.2	12.4	2.6	
					18	6.6	67	67	19.5	15.8	10.6	
					19	7.8	69	81	15.4	8.8	6.4	
					20	5.8	61	52	23.5	17.7	9.0	

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT

- GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT

&lt; : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE

X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT

---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo  
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2308-8