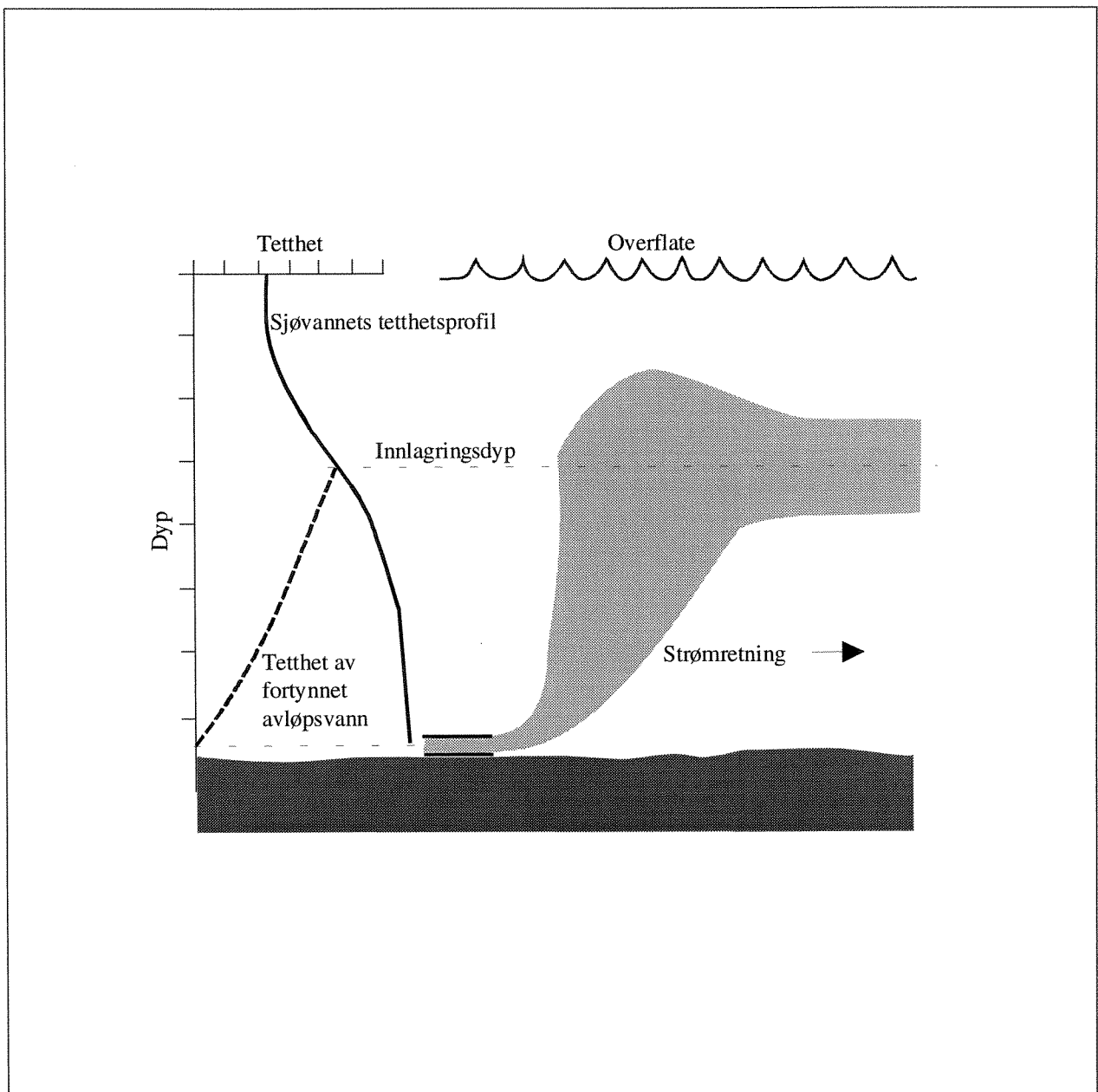


# Utslipp til sjø fra Kollsnes gassanlegg

## Vurdering av fortynning



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Utslipp til sjø fra Kollsnes gassanlegg. Vurdering av fortynning.	Løpenr. (for bestilling) 3658-97	Dato 7.6 1997
	Prosjektnr. Undernr. 97058	Sider Pris 36
Forfatter(e) Birger Bjerkeng Jarle Molvær	Fagområde Oseanografi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Multiconsult A.S, Boks 40, 1324 Lysaker	Oppdragsreferanse S. Tøien
---	-------------------------------

**Sammendrag**

Det er gjort en vurdering av hvilken primærfortynning av prosessvannet fra Kollsnes gassanlegg som oppnås ved de nåværende utslippsforhold. I utslippstillatelsen har SFT stilt krav om at primærfortynningen skal være mer enn 100 x. I vekslende grad vil vannet som føres ut av utslippsledningens endehull være en blanding av prosessvann, overflatevann samt sjøvann som har trengt inn i ledningen. Overflatevann og sjøvann bidrar til å øke fortynningen av prosessvannet. Ved en samlet vannmengde større enn ca. 50 l/s vil primærfortynningen av prosessvannet alltid være betydelig større enn 100x.

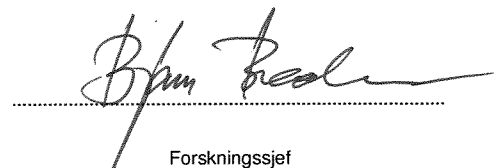
Ved en samlet vannmengde mindre enn ca. 50l/s vil sjøvann trenge inn i ledningen, og ved avløp av prosessvann mindre enn ca. 2 l/s vil dette være fortynnet mer enn 100x etter primærfortynningen. Ved 2-2.7 l/s av prosessvann, uten tilførsel av overflatevann og med strømhastighet under ca. 5 cm/s i resipienten, vil primærfortynningen av prosessvannet iblant være mindre enn 100x (85-99x). For alle vurderte utslippskombinasjoner vil fortynningen være over 100x innen 10 m avstand fra utslippspunktet. Hvis ikke dette er akseptabelt, kan man i slike situasjoner tilføre avløpsvannet minimum 2.5 l/s ferskvann. I forhold til kravet i utslippstillatelsen bør det være mulig å sikre tilstrekkelig fortynning av prosessvannet uten bruk av diffusor.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avløpsvann</li> <li>2. Primærfortynning</li> <li>3. Kollsnes</li> <li>4. Hordaland</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Effluent</li> <li>2. Primary dilution</li> <li>3. Kollsnes</li> <li>4. Hordaland</li> </ol>
--	--



Prosjektleder

ISBN 82-577-3220-6



Forsknings sjef

O-97058

**Utslipp til sjø fra Kollsnes gassanlegg**

Vurdering av fortynning

# Forord

Den foreliggende rapporten er utarbeidet for Multiconsult A.S., Lysaker, i henhold til telefax av 11. mars 1993. Bakgrunnen for henvendelsen er at i utslippstillatelsen for avløp til sjø fra Kollsnes gassanlegg har Statens forurensningstilsyn (SFT) angitt at "Avløpsledningen for prosessavløp skal føres ut i Kvaliosen minst 32 m fra land og ned til 11 m dyp via en diffusor som sikrer en primærfortynning på 100-200 ganger". Multiconsult ønsker å få vurdert hvilken fortynning man kan påregne under nåværende forhold uten bruk av diffusor, og eventuelt hva som kan oppnås ved bruk av diffusor.

Sigmund Tøien, Multiconsult, har bidratt konstruktivt i tilretteleggingen av prosjektet og takkes for godt samarbeid.

Arbeidet er utført av Birger Bjerkeng og Jarle Molvær, begge ved NIVA, Oslo, og med god støtte fra Lars G. Golmen, ved NIVAs avdeling i Bergen.

Oslo, 7.6 1997

*Jarle Molvær*

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Bakgrunn for prosjektet</b>	<b>6</b>
<b>2. Formål</b>	<b>6</b>
<b>3. Data</b>	<b>7</b>
<b>4. Primærfortynning med eksisterende ledning uten diffusor</b>	<b>9</b>
4.1 Problemstilling	9
4.2 Beregning av sjøvannsinnblanding i ledningen	9
4.2.1 Stillestående sjøvannskile	10
4.2.2 Sjøvannskile med medrivning og toveis strøm	11
4.2.3 Beregning av primærfortynning ved utslipp i stillestående vann	12
4.3 Beregning av primærfortynning ved utslipp i strømmende vann	12
<b>5. Resultater</b>	<b>13</b>
5.1 Primærfortynning ved utslipp i en stillestående vannmasse	13
5.2 Primærfortynning ved strømhastighet på 5-10 cm/s.	16
<b>6. Litteratur</b>	<b>17</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>18</b>
<b>Vedlegg B.</b>	<b>19</b>
<b>Vedlegg C.</b>	<b>19</b>

# Sammendrag

Det er gjort en vurdering av hvilken primærfortynning av vannet fra prosess-rensanlegget ved Kollsnes gassanlegg som oppnås ved de nåværende utslippsforhold.

Under nåværende forhold ledes opptil 700 l/s ut gjennom utslippsledningen, hvorav avløpsvannet fra prosess-rensanlegget utgjør 0.5-2.8 l/s. Ledningens indre diameter er 458 mm og vannet slippes ut gjennom ledningens endehull på 14 m dyp og ca. 35 m fra land. I vekslende grad kan avløpsvannet som strømmer ut av ledningen være en blanding av vann fra rensanlegget (prosessvann), overflatevann samt sjøvann som har trengt inn i ledningen. Overflatevann og sjøvann bidrar til å øke fortynningen av prosessvannet.

Det er utført beregninger av primærfortynningen for 18 tidspunkt fordelt over ca. 12 måneder, med 22 kombinasjoner av de tre vannmengdene for hvert tidspunkt og ved tre strømhastigheter ( 0 cm/s, 5 cm/s og 10 cm/s) i resipienten. Beregningene er gjort for sentrum av skyen med fortynnet avløpsvann, dvs. laveste fortynning. Resultatene er som følger:

- 1. Ved en samlet vannmengde større enn ca. 50 l/s vil fortynningen av prosessvannet fra rensanlegget være betydelig større enn 100x.*
- 2. Ved en samlet vannmengde mindre enn ca. 50 l/s vil sjøvann trenge inn i ledningen og det oppstår en blanding av prosessvann, overflatevann og sjøvann - i varierende andeler. Når mengden prosessvann er mindre enn ca. 2 l/s, vil dette være fortynnet mer enn 100x etter primærfortynningen.*
- 3. Er mengden prosessvann mer enn 2 l/s, uten tilførsel av overflatevann og med strømhastighet mindre enn ca. 5 cm/s i resipienten, vil primærfortynningen av prosessvannet iblant være mindre enn 100x (ca. 85-100x) i sentrum av skyen av fortynnet avløpsvann. Ved ytterligere 5-6 m fra utslippspunktet er fortynningen (primærfortynning+sekundærfortynning) over 100x, noe som i praksis vil si at ved alle de utslippskombinasjonene som inngår i vurderingen vil 100x fortynning være oppnådd innen en avstand på 10 m fra utslippspunktet. Avhengig av strømhastigheten vil denne sekundærfortynningen ta 1-10 minutter, og som nevnt gjelde for sentrum av skyen der konsentrasjonene er høyest.*

*Hvis denne situasjonen ikke er akseptabel, kan man i slike situasjoner sikre tilstrekkelig høy primærfortynning ved å tilføre minimum 2.5 l/s ferskvann. Ved større strømhastigheter oppnås tilstrekkelig primærfortynning også for disse situasjonene.*

- 4. I forhold til kravet i utslippstillatelsen bør det være mulig å sikre tilstrekkelig fortynning av prosessvannet uten bruk av diffusor.*

Usikkerhet mht. inntrengning og medrivning av sjøvann i ledningen har liten betydning for den samlede fortynningen av prosessvannet. Beregningene ligger på den sikre siden fordi man forutsetter en sirkulær stråle også for utslipp av små vannmengder.

# 1. Bakgrunn for prosjektet

I utslippstillatelsen for avløp til sjø fra Kollsnes gassanlegg har Statens forurensningstilsyn (SFT) angitt at "Avløpsledningen for prosessavløp skal føres ut i Kvaliosen minst 32 m fra land og ned til 11 m dyp via en diffusor som sikrer en primærfortynning på 100-200 ganger".

Den nåværende situasjonen er at avløpsledningen er ført ca. 35 m fra land og ned til 14 m dyp. Ledningens diameter er 458 mm, og avløpsvannet ledes ut gjennom endehullet. Avløpsvannet består av to deler:

- avløp fra prosess-reneanlegget: 0.5-2.8 l/s
- overflatevann (regnvann): varierer fra 0-700 l/s

Det er vanskelig å konstruere en diffusor som vil fungere effektivt ved en så stor spennvidde i vannmengde. Multiconsult har skissert en mulig løsning med utslipp gjennom diffusor av små vannmengder opp til 20-25 l/s, og enkelt utslipp gjennom den større ledningen av overskytende vannmengder, men ønsker vurdert om dette er påkrevet for å oppfylle kravet til fortytning av avløpsvannet fra prosessreneanlegget.

## 2. Formål

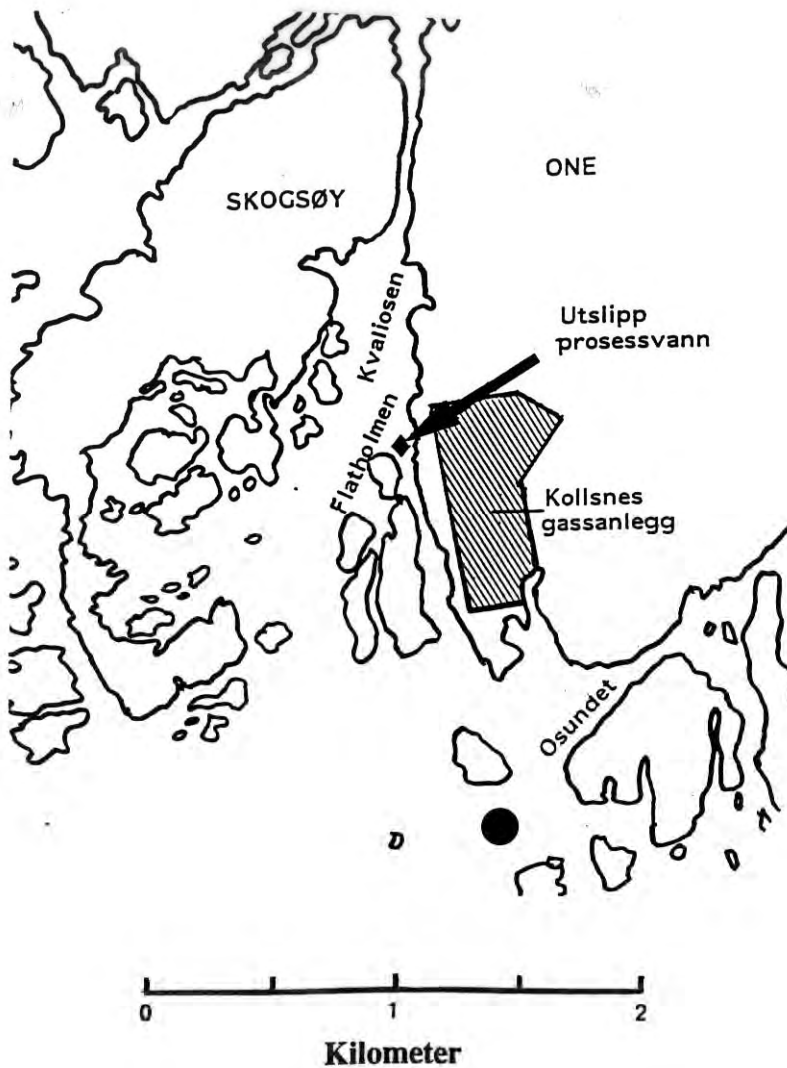
Etter avtale med Multiconsult AS skal NIVA:

1. *Beregne primærfortynning for punktutslipp fra eksisterende 458 mm ledning ved  $Q=0.5$  og  $2.7$  l/s.*
2. *Dersom primærfortynningen er for dårlig - vurdere diffusoren som ble beskrevet i telefax av 11.3.97 mhp hydraulikk samt egenskaper (fortynning) ved et representativt antall vannmengder.*

I tilknytning til pkt. 1 ble det mot slutten av prosjektet avtalt å utvide vurderingene til å omfatte prosessvannmengder i intervallet 1-2.5 l/s, samt den innblanding av overflatevann som ved prosessvannutslipp på 2.7 l/s kreves for at primærfortynningen skal bli minst 100x. Videre ble det avtalt at for eventuelle situasjoner hvor kravet om 100x primærfortynning ikke oppnås, skal man vurdere omfanget at den vannmassen dette gjelder.

### 3. Data

I tillegg til beskrivelsen av nåværende utslippsledning, -dyp og vannmengder som er gitt i kapittel 1, har Naturkraft stilt til disposisjon upubliserte data som beskriver den vertikale tetthetssjiktningen i utslippsområdet. Dataene stammer fra målinger som NIVA har utført på oppdrag for Naturkraft, og posisjonen for målingene er vist i **Figur 1**. Dataene omfatter 18 vertikale profiler for tidsrommet 13.5 1996 - 27.3 1997, og tidspunktene er gitt i Vedlegg A. Den vertikale sjiktningen er oftest svak, noe som betyr at avløpsvannet vil stige høyt opp før det innlagres - eller eventuelt stiger helt opp til overflaten. Dette betyr at "fortynningsbanen" og dermed også fortynningen, blir relativt stor. Se også **Figur 2**.



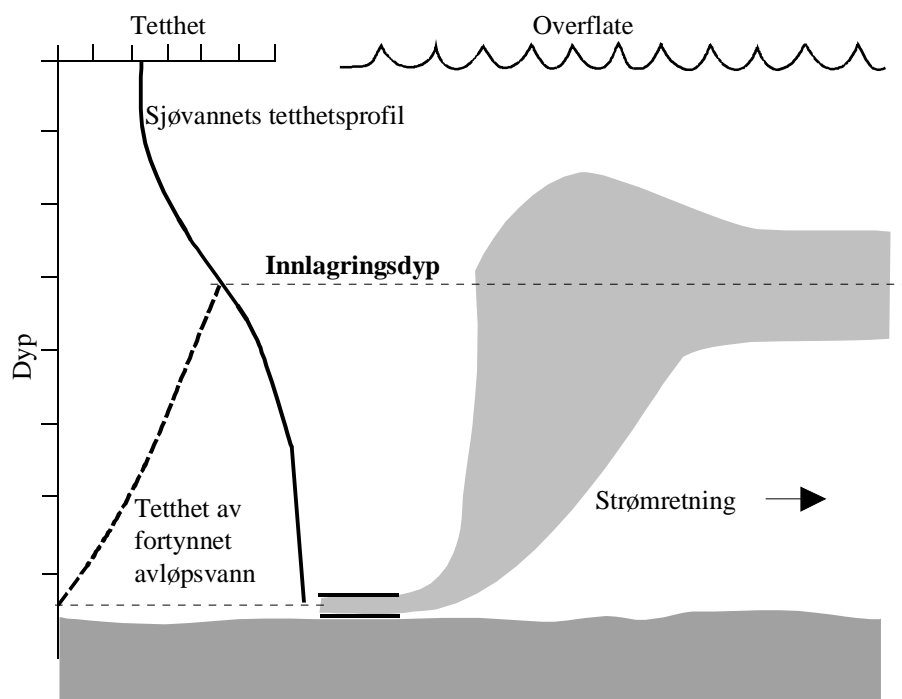
**Figur 1.** Kart over Kollsnes med posisjon for utslipp av prosessvann og for målinger av temperatur og saltholdighet ( ).



Målingene er utført forholdsvis langt fra Kvaliosen. For å bedømme representativiteten har vi sammenlignet resultatene av samtidige målinger av temperatur og saltholdighet utenfor Osundet og i Kvaliosen fra mars, juni, september og desember 1991 (Skeie og Langfeldt, 1992). Med unntak for september 1991 var vertikale profilene i ca. 4-14 m dyp ganske like, mens man i september fant noe sterkere tetthetssjiktning i Kvaliosen enn lenger ut. I mars 1991 var det i Kvaliosen en sjiktning i ca. 0-4 m dyp, uten at dette ble påvist på den andre stasjonen.

Grunnlaget for å bedømme representativiteten er ikke stort, men tyder klart på at målingene fra Osundet kan brukes til vårt formål. Men iblant kan den vertikale sjiktningen i Kvaliosen være noe sterkere enn det datamaterialet viser, og beregningene vil da gi litt for høye verdier av fortynningen.

For vurdering av primærfortynningen er også strømhastigheten av betydning, fordi strømmen vil "fange opp" skyen av oppstigende avløpsvann og øke distansen fra utslippspunktet til stedet/dypet der innlagringen skjer. En slik økningen av fortynningsdistansen vil gi økt primærfortynning. Samme rapport (Skeie og Langfeldt, 1992) inneholder opplysninger om strømhastighet i utslippsområdet for avløpsvannet. Man konkluderer der at hastigheten i hovedsak vil være mindre enn 10 cm/s og vanligvis mindre enn 5 cm/s.



**Figur 2.** Illustrasjon av hvordan avløpsvann innlagres i en sjiktet vannmasse.

## 4. Primærfortynning med eksisterende ledning uten diffusor

### 4.1 Problemstilling

Fortynningskravet forstås slik at prosessavløpet skal være fortynnet minst 100 ganger ved innlagring i resipienten. Vi vil forutsette at overflatevann og sjøvann kan betraktes som rent fortynningsvann i forhold til avløpsvannet fra prosess-rensenanlegget. Av dette følger at ved overvannsmengder over 300 l/s blir kravet til minst 100 gangers fortynning oppfylt allerede ved blandingen mellom prosessvann og overflatevann, dvs. før fortynning med sjøvann. Ved lavere vannmengder må fortynningen vurderes nærmere.

Kravet gjelder samlet fortynning av prosessavløpet i resipienten, dvs. den kombinerte virkningen av fortynning med regnvann og fortynning med sjøvann.

I perioder med lite eller intet overvann vil ferskvannet ikke kunne fylle opp rørledningen helt ut til enden. Utstrømningen blir da konsentrert i øvre del av tverrsnittet, og det blir sjøvannsinnblanding i ledningen. Det blir en viss medrivning og innblanding av sjøvann i det siste stykket av ledningen og den strålen som forlater ledningen, vil derfor bestå av en blanding av prosessavløp, eventuelt overvann, og noe vann fra resipienten. En del av fortynningen med sjøvann vil altså skje allerede i ledningen. Dette endrer tettheten i strålen og må tas hensyn til ved beregning av strålefortynning og innlagring.

Opgaven som er beskrevet under Formål, pkt. 1, er dermed to-delt:

- A. For prosessvann opptil 2.7 l/s: vurdere for hvilke kombinasjoner med overflatevann det vil være inntrengning av sjøvann i ledningen, og hvilken samlet fortynning dette gir av avløpsvannet fra rensenanlegget før dette når ledningens endehull.
- B. Beregne primærfortynningen av den samlede avløpsvannmengden fra pkt. A (med varierende andeler av prosessvann+overflatevann+sjøvann).

*For eventuelle situasjoner hvor kravet om 100x primærfortynning ikke oppnås, skal man vurdere omfanget at den vannmassen dette gjelder.*

### 4.2 Beregning av sjøvannsinnblanding i ledningen

I tilfellene hvor det blir sjøvannsinnblanding, vil medrivningen i rørledningen i prinsippet kunne beregnes ut fra hydrauliske modeller og målinger av turbulens og friksjon for to-lags strøm i sirkulært tverrsnitt. Til beregningene benyttes data om rørdiameter, ruhet og ledningens geometri mht. bend og innsnevring. For å se om dette er påkrevet, kan det gjøres en enklere betraktning. En minste grense for samlet fortynning kan anslås ved å finne grensene for medrivning i ledningen, beregne strålefortynning for ulike grader av medrivning innenfor disse grensene, og se på den kombinasjonen som gir lavest samlet fortynning. Hvis det gir tilstrekkelig fortynning i forhold til de krav som stilles, eller den totale fortynningen frem til innlagring blir omtrent den samme uavhengig av medrivningen i røret, er det ikke nødvendig å gjøre beregninger for å finne ut mer om hvor stor medrivningen i røret blir.

Utstrømningen fra rørenden etter eventuell medrivning fra en sjøvannskile inne i røret kan beskrives med ligningen

$$Q_u = (Q_p + Q_r)S_0$$

hvor:

$Q_p$	=	prosessvannmengde
$Q_r$	=	regnvannsmengde
$S_0$	=	fortynningsfaktor med sjøvann inne i ledningen frem til utslipp =1 dersom det ikke skjer noen medrivning.

Sjøvannskilen vedlikeholdes da av en sjøvanns-innstrømning på

$$Q_i = (Q_p + Q_r)(S_0 - 1)$$

En skisse av rørtverrsnittet i enden av ledningen er vist på skissen nedenfor, med skillet mellom utstrøm og saltvannskile markert av tykk strek. Indre diameter i røret betegnes med  $D$ , og senter-tykkelse av utstrømningsarealet med  $H_0$ , dvs. at det arealet som er fylt av sjøvann har senter-tykkelse  $D-H_0$ . Halv-vinkelen ( $\theta$ ) for den del av omkretsen som utstrømningen omfatter er gitt ved

$$\theta = \arccos(1 - H_0/r) \text{ dvs. } H_0 = r \cdot (1 - \cos\theta)$$

hvor

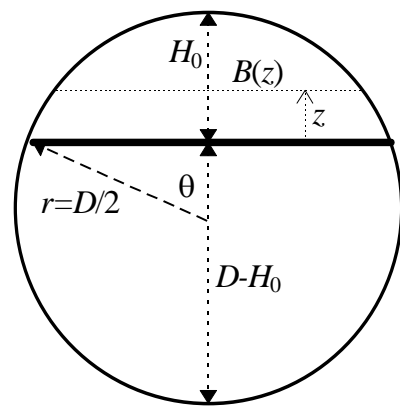
$$r = D/2 \text{ er radius i røret}$$

Tverrsnittsareal for utstrømning er gitt som

$$A_u = r^2(\theta - \sin\theta\cos\theta)$$

Den nedre del av tverrsnittet har arealet

$$A_i = \pi r^2 - A_u$$



#### 4.2.1 Stillestående sjøvannskile

Dersom det ikke er noen vesentlig medrivning av sjøvann inne i røret, kan vannet i nedre del av tverrsnittet dynamisk sett betraktes som stillestående. Tverrsnittsarealet for utstrømning er da gitt av at det såkalte densimetriske Froude-tallet ( $F$ ) har verdien 1.  $F$  er definert som

$$F = \frac{U}{\sqrt{g \frac{\Delta\rho}{\rho} H}}$$

hvor

$U$	: strømhastighet,
$g$	: gravitasjonskonstanten = 9.81 m/s <sup>2</sup> ,
$\Delta\rho/\rho$	: relativ tetthetsforskjell mellom ferskvann og omgivende sjøvann, og
$H$	: tykkelse av utstrømmende lag.

Betingelsen  $F=1$  uttrykker at det er balanse mellom kinetisk energi og og potensiell energi knyttet til trykket.

For et tverrsnitt hvor bredden øker monotont mot den aktuelle frie grenseflaten, er  $H$  den midlere tykkelsen. For et vilkårlig tverrsnitt er det rimelig å definere  $H$  ved hjelp av et integral over tverrsnittet  $A$ :

$$H = \frac{2}{A} \int_A z dA = \frac{2}{A} \int_0^{z_{\max}} z B(z) dz$$

hvor  $z$  er den vertikale avstanden fra den frie grenseflaten til et infinitesimalt element  $dA=B(z)dz$  av tverrsnittet (se skissen), og  $H$  er altså det dobbelte av avstanden fra grenseflaten til tyngdepunktet for flaten. Midlere tykkelse  $H_u$  for det øvre tverrsnittet i skissen blir:

$$H_u = 2r \left( \frac{2}{3} \cdot \frac{\sin^3 \theta}{(\theta - \sin \theta \cos \theta)} - \cos \theta \right)$$

og den betingelsen som er gitt av det densimetriske Froudetallet blir da

$$F_u = \frac{(Q_p + Q_r)/A_u}{\sqrt{H_u \cdot g \Delta\rho/\rho}} = 1$$

Ved å sette inn uttrykkene for  $A_u$  og  $H_u$  i dette uttrykket fås en ligning for  $\theta$  som funksjon av vannmengde og tetthetsforskjeller. Ligningen kan løses ved numerisk iterasjon. Hvis det finnes en løsning  $\theta < \pi$  representerer denne en yttergrense for mulig utstrømning av rent ferskvann i toppen av ledningen, uten medrivning av sjøvann. For de tilfellene hvor det ikke finnes noen løsning  $\theta < \pi$ , dvs. hvis  $F_u \geq 1$  for  $\theta = \pi$ , vil utstrømningen fylle hele røret, og det vil ikke kunne bli noen sjøvannsinntrangning.

#### 4.2.2 Sjøvannskile med medrivning og toveis strøm

Hvis sjøvannsinntrangning forekommer, vil det også skje en viss medrivning, slik at det går en toveis strøm i ytre del av rørledningen. Den dynamiske likevektsbetingelsen er da at kvadratsummen av Froude-tallene for de to motgående strømmene blir 1:

$$F_u^2 + F_i^2 = 1$$

hvor de to densimetriske Froude-tallene nå er definert som henholdsvis:

$$F_u = \frac{(Q_p + Q_r)S_0/A_u}{\sqrt{H_u \cdot g \frac{1}{S_0} \frac{\Delta\rho}{\rho}}}$$

og

$$F_i = \frac{(Q_p + Q_r)(S_0 - 1)/(\pi r^2 - A_u)}{\sqrt{H_i \cdot g \frac{1}{S_0} \frac{\Delta\rho}{\rho}}}$$

Det sees at medrivning av sjøvann i ledningen både vil endre vannmengdene og vil minske tetthetsforskjellen mellom de to strømmene i rørenden, dvs. at begge Froudetallene øker nokså raskt med økende medrivning. Midlere tykkelse for innstrømningen  $H_i$  er for en gitt  $\theta$  definert tilsvarende som for utstrøm, med vinkel  $\pi - \theta$  i stedet for  $\theta$ , det gir

$$H_i = 2r \left( \frac{2}{3} \cdot \frac{\sin^3 \theta}{(\pi - \theta + \sin \theta \cos \theta)} + \cos \theta \right)$$

Ved å kombinere ligningene fås en ligning med  $S_0$  og  $\theta$  som variable, dvs. at  $S_0$  kan finnes for gitt  $\theta$  og vice versa. Numerisk kan en også søke seg fram til den  $\theta$  som gir størst  $S_0$  når vannmengde, rørdiameter og tetthet av sjøvann er gitt; resultatet vil representere en øvre grense for mulig medrivning.

### 4.2.3 Beregning av primærfortynning ved utslipp i stillestående vann

Beregning av innlagring og primærfortynning er utført med et EDB-program, NIVA\*JET.MIX utarbeidet av Bjerkgeng og Lesjø (1973). Programmet beregner fortynning og innlagringsdyp for en stråle utslippsvann 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 det fortynnede utslippsvannets egenvekt er den samme som omgivelsenes egenvekt. Utslippsvannets vertikale bevegelsesenergi gjør imidlertid at det kan stige noe forbi dette "likevektsdypet", før det synker tilbake og innlagres (se **Figur 2**). I praksis er det til vanlig liten forskjell mellom innlagringsdypet og likevektsdypet, og i det følgende vil **innlagringsdyp** være ensbetydende med **likevektsdypet**.

Dataprogrammet beregner 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).

Det første metoden (EQS) antas å gi mest realistisk resultat.

Programmet beregner fortynningen i **sentrum** av skyen med innlagret avløpsvann, dvs. minste fortynning. Man bør være oppmerksom på at **gjennomsnittlig** fortynning i innlagringsdypet er større (trolig 1.5-1.7 x) enn fortynningen midt i skyen.

### 4.3 Beregning av primærfortynning ved utslipp i strømmende vann

For å bedømme primærfortynningen ved varierende strømhastighet er brukt dataprogrammet PLUMES som det amerikanske miljøverndirektoratet (EPA) anbefaler (Baumgartner et al., 1994). Beregningene av primærfortynning og innlagringsdyp er basert på konsentrasjonene i avløpsvann og sjøvann, strømhastighet og antagelser om turbulent blanding. Vi legger 5 cm/s og 10 cm/s til grunn for våre beregninger. Av mangel på sikre data om størrelsen av den turbulente blandingen (diffusjonen) i området, anvender vi  $0.000453 \text{ cm}^{2/3}/\text{s}$  som representativt for kystfarvann (Baumgartner et al., 1994). For beregning av primærfortynningen har denne koeffisienten imidlertid liten betydning.

# 5. Resultater

## 5.1 Primærfortynning ved utslipp i en stillestående vannmasse

Beregningene for eksisterende ledning som skissert i avsnitt 4.2.1 viser at ved vannmengder omkring 50 l/s eller mer blir det ikke inntrengning av sjøvann i ledningen, som da vil være fylt med prosessvann fra renseanlegget og overflatevann. For ca. 50 l/s vil laveste fortynning i ledningen (2.7 l/s med prosessavløpsvann) være ca. 18 ganger, og høyeste fortynning i ledningen (0.5 l/s med prosessavløpsvann) ca. 100 ganger.

Ved avløpsvannmengder under ca. 50 l/s viser beregningene at sjøvann trenger inn i ledningen. Da vil det vannet som kommer ut av ledningen bestå av blanding med varierende andeler av tre vanttper: Avløpsvann fra renseanlegget (i det etterfølgende kalt prosessvann), Overflatevann og Sjøvann. Dette vil gi en stor fortynning av avløpsvannet allerede før det kommer ut av ledningen.

I det etterfølgende omtales resultatene i forhold til ulike vannmengder. Tidspunktene for vertikalprofilene av temperatur og saltholdighet i utslippsområdet, og dermed for resultatene av beregningene av innlagringsdyp og primærfortynning er vist i Vedlegg A. Tabeller som viser beregninger for alle tilgjengelige vertikalprofiler og aktuelle vannmengder er vist i Vedlegg B og Vedlegg C.

### Vannmengde 300-700 l/s

I denne situasjonen er det i alt vesentlig overflatevann som slippes ut, og allerede i utslippsledningen er prosessvannet fortynnet mer enn 100x. Beregninger av primærfortynning viser at etter utslipp vil fortynningen av denne blandingsvannmassen øke ytterligere ca. 15-20x.

### Vannmengde 50-300 l/s

Ved 50 l/s består vannet i ledningen av 0.5-2.7 l/s av prosessvann og resten overflatevann. Prosessvannet vil være fortynnet ca. 20-100x allerede inne i ledningen. Beregningene av fortynning og innlagringsdyp (Vedlegg B) viser at ved en vannmengde på 50 l/s vil avløpsvannet stige helt til overflaten. Fortynningen i skyens sentrum (minste fortynning) er 28x. Den samlede fortynningen av prosessvannet (gitt 2.7 l/s) etter primærfortynningen blir mer enn 500x, og oppfyller med god margin SFTs krav til primærfortynning.

Ved større mengder overflatevann, blir fortynningen større enn dette.

### Vannmengde under 50 l/s

Tabell 1 oppsummerer resultatene av de beregninger som er beskrevet i kapittel 4.2. Det er gjort beregninger for to prosessvannmengder ( $Q_p$ ), 0.5 og 2.7 l/s, og for overvannsmengder ( $Q_r$ ) 0, 10, 25 og 50 l/s. Når samlet vannmengde blir ca. 50 l/s vil det ikke bli noen vesentlig sjøvannsinntrengning. For større vannmengder enn ca. 50 l/s er det derfor ikke behov for denne typen beregninger.

Alle beregningene er gjort for en tetthetsforskjell  $\Delta\rho=25$  (sigma<sub>t</sub>-enheter) mellom prosessvann/overflatevann og sjøvann.

For hver kombinasjon av  $Q_p$  og  $Q_r$  er spesifikasjon av stråleparametre satt opp både for en situasjon uten noen medrivning, dvs. med  $S_0 = 1$  og  $F_u = 1$  som beskrevet i avsnitt 4.2.1, og for maksimal mulig medrivning, dvs. med  $\theta$  justert slik at  $S_0$  blir størst mulig, som beskrevet i avsnitt 4.2.2. Disse to situasjonene representerer **ytterpunktene** for det som er mulig med gitte vannmengder og tetthetsforhold. Medrivningen vil ligge et sted mellom disse grensene, avhengig av strømningsforhold og blandingsforhold inne i røret. Når det ikke er noe overvann, er det også beregnet for en

mellomsituasjon. I situasjonene med overvann blir mulig innblanding såpass liten at dette ikke er nødvendig.

I tillegg til størrelser som er definert tidligere, viser tabell 1 følgende verdier:

- $D_{ekv}$  = ekvivalent strålediameter for sirkulær stråle med areal  $A_u$ , dvs. som beregnet for utstrømningen fra røret,  
 $U$  = midlere hastighet i strålen ved utstrømning av røret,  
 $P_f$  = andel sjøvann i utstrømmende stråle (0-1),  
 $S_u$  = fortynningsfaktor for prosessvannet frem til utstrømning av ledningen, dvs. kombinasjon av fortynning med overvann og med sjøvann i ledningen.

Tabell 1. Beregning av fortynningen av prosessvann fram til enden av ledningen, ved forskjellige kombinasjoner av overflatevann og medrivning av sjøvann i ledningen.

$Q_p$ l/s	$Q_r$ l/s	Medrivning	$H_0$ m	$(Q_p+Q_r)S_0$ m <sup>3</sup> /s	$A_u$ m <sup>2</sup>	$D_{ekv}$ m	$U$ m/s	$P_f$	$S_u$
0.5	0	ingen	0.036	0.50	0.0060	0.087	0.084	0.00	1
0.5	0	midlere	0.120	2.42	0.0344	0.209	0.070	0.79	5
0.5	0	maksimal	0.235	4.50	0.0850	0.329	0.053	0.89	9
0.5	10	ingen	0.171	10.50	0.0562	0.267	0.187	0.00	21
0.5	10	maksimal	0.278	16.19	0.1048	0.365	0.155	0.35	32
0.5	25	ingen	0.279	25.50	0.1049	0.365	0.243	0.00	51
0.5	25	maksimal	0.324	28.24	0.1246	0.398	0.227	0.10	56
0.5	50	ingen	0.424	50.47	0.1593	0.450	0.317	0.00	101
1.5	0	ingen	0.062	1.50	0.0135	0.131	0.111	0	1
1.5	0	maksimal	0.241	6.76	0.0879	0.334	0.077	0.78	4.5
2.0	0	ingen	0.072	2.00	0.0167	0.146	0.120	0	1
2.0	0	maksimal	0.244	7.57	0.0891	0.337	0.085	0.74	3.8
2.7	0	ingen	0.083	2.70	0.0202	0.160	0.133	0.00	1
2.7	0	midlere	0.150	5.76	0.0469	0.244	0.123	0.53	2
2.7	0	maksimal	0.247	8.75	0.0904	0.339	0.097	0.69	3
2.7	2.7	ingen	0.121	5.40	0.0347	0.210	0.156	0	2
2.7	2.7	maksimal	0.259	11.60	0.0960	0.350	0.121	0.77	4.3
2.7	10	ingen	0.186	12.70	0.0626	0.282	0.203	0.00	5
2.7	10	maksimal	0.285	18.31	0.1075	0.370	0.170	0.31	7
2.7	25	ingen	0.286	27.71	0.1081	0.371	0.256	0.00	10
2.7	25	maksimal	0.341	30.36	0.1317	0.410	0.230	0.09	11
2.7	50	ingen	0.427	52.70	0.1600	0.451	0.329	0.00	20

Disse resultatene er så brukt til å sette opp beregninger av strålefortynning, gjengitt i Vedlegg C.

Tabell 2 viser **den totale fortynningen** som oppnås for de ulike kombinasjonene av prosessvann, overflatevann og innblandet sjøvann. Venstre del av tabellen er som i Tabell 1. Manifold og hullnr. henviser til Vedlegg C, mens de fire siste kolonnene i tabellen inneholder:

- $S_p$  = primærfortynningsfaktor for stråleforløpet hentet fra resultatene i vedlegg C, med minimumsverdi og nedre 25 % persentil for de 18 profilene,

$S_{tot}$  = samlet primærfortynningsfaktor for prosessvannet ( $S_u \cdot S_p$ )

Tabell 2. Primærfortynning av avløpsvannet fra ledningen ( $S_p$ ) samt primærfortynningen ( $S_{tot}$ ) av selve prosessvannet, som utgjør en varierende andel av det samlede avløpet.

$Q_p$	$Q_r$	Medrivning	$S_u$	<i>Manifold,</i> <i>hullnr.</i>	$S_p$		$S_{tot}$	
l/s	l/s			(Vedl. C)	min	25 %	min	25 %
0.5	0	ingen	1	1,1	180	220	180	220
0.5	0	midlere	5	2,1	38	48	190	240
0.5	0	maksimal	9	3,1	19	27	171	243
0.5	10	ingen	21	1,2	46	67	966	1407
0.5	10	maksimal	32	4,1	30	44	960	1408
0.5	25	ingen	51	1,3	32	43	1632	2193
0.5	25	maksimal	56	5,1	29	39	1624	2184
0.5	50	ingen	101	1,4	28	33	2828	3333
1.5	0	ingen	1	10,2	117	142	117	142
1.5	0	maksimal	4.5	12,1	27	32	121	144
2.0	0	ingen	1	10,1	101	125	101	125
2.0	0	maksimal	3.8	11,1	28	33	106	125
2.7	0	ingen	1	1,5	87	113	87	113
2.7	0	midlere	2	6,1	42	54	84	108
2.7	0	maksimal	3	7,1	28	36	84	108
2.7	2.7	ingen	2	10,3	62	90	124	180
2.7	2.7	maksimal	4.3	13,1	30	40	121	172
2.7	10	ingen	5	1,6	42	61	210	305
2.7	10	maksimal	7	8,1	29	43	203	301
2.7	25	ingen	10	1,7	31	42	310	420
2.7	25	maksimal	11	9,1	29	38	319	418
2.7	50	ingen	20	1,8	27	32	540	640

Tabell 2 viser minste primærfortynning for hver av 22 kombinasjoner med prosessvann, overflatevann og innblandet sjøvann, beregnet for 18 tidspunkt fordelt over ca. 1 år (se Vedlegg A). Med minste fortynning menes fortynningen i sentrum av skyen. Laveste fortynning (<90) vil oppstå ved maksimalt utslipp av prosessvann (2.7 l/s) uten tilførsel av overflatevann. Denne situasjonen kan unngås ved at mengden prosessvann i situasjoner uten overflatevann reduseres til ca. 2 l/s. Hvis ferskvann er tilgjengelig, kan tilstrekkelig fortynning også oppnås ved innblanding av ca. 2.7 l/s ferskvann.

For de andre kombinasjonene av de tre vannmengdene er fortynningen større enn 100 ved alle de 18 tidspunktene. Resultatene viser at graden av medrivning av sjøvann i ledningen har liten betydning for den totale fortynningen av prosessvannet, idet den økte fortynningen inne i ledningen stort sett oppveies av mindre videre fortynning ved utslipp til resipienten.



Beregningene ligger på den sikre siden fordi de forutsetter en sirkulær stråle, også for utslipp av små vannmengder. I virkeligheten vil fortynningen i startfasen, ved overgang fra tilnærmet spalteformet til sirkulært tverrsnitt, antakelig være noe større enn beregnet.

## 5.2 Primærfortynning ved strømhastighet på 5-10 cm/s.

Situasjonene med primærfortynning under 100 oppstår ved 3 utslippskombinasjoner (Manifold hullnr. 1.5, 6.1 og 7.1 i Tabell 2). Profilnumrene hvor dette oppstår har nr. 3, 4 og 5 og av Vedlegg A framgår at disse er knyttet til datoene 13.6.96, 5.7.96 og 9.7.96.

Med tetthetsprofiler for disse datoene og for **utslippskombinasjon 7.1** (blanding bestående prosessvann 2.7 l/s og sjøvann 5.4 l/s) er det gjort beregninger av primærfortynning med strømhastighet 5 cm/s og 10 cm/s. Temperatur og saltholdighet av sjøvannet er hentet fra målingene i 14 m dyp. Som hulldiameter er brukt  $D_{ekv} = 0.34$  m fra Tabell 1 og utslippsdypet er 14 m. Resultatene er oppsummert i Tabell 3 og i sin helhet gjengitt i Vedlegg D.

Tabell 3. Primærfortynning, fortytning av prosessvann og innlagringsdyp ved utslipp i strømmende vann (5 cm/s og 10 cm/s) av en blanding bestående av 2.7 l/s prosessvann og 5.4 l/s sjøvann.

Dato	Hastighet 5 cm/s			Hastighet 10 cm/s		
	Primærfortynning	Fortynning prosessvann	Innlagringsdyp (m)	Primærfortynning	Fortynning prosessvann	Innlagringsdyp (m)
13.6.96	31	93	7.7	60	180	9.4
5.7.96	33	99	7.2	80	240	8.7
9.7.96	32	96	7.7	40	120	10.3

Ved en strømhastighet på 10 cm/s er fortytningen av prosessvannet i sentrum av skyen av fortynt avløpsvann (senterfortynningen) større enn 100x (se fortytningen ved "trap level" i Vedlegg D). Ved 5 cm/s er den beregnede senterfortynningen for prosessvannet 93-99x.

Beregningene beskriver også den videre fortytningen av avløpsvannet. I beregningene er lagt til grunn at ufortynnet avløpsvann tilsvarer en konsentrasjon på 100. En konsentrasjon under 3.0 gir fortytning på 34x eller høyere. Tar man så i betraktning at prosessvannet allerede før det forlater enden av avløpsledningen er fortynt 3x med sjøvann, tilsvarer en konsentrasjon på 3.0 av avløpsvann en samlet fortytning >100x for prosessvannet. I Vedlegg D kan man under "CL conc" (CenterLine concentration) og "hor dis" (horisontal distance) avlese hvor langt fra utslippspunktet en slik fortytning blir oppnådd ved strømhastighet 5 cm/s, og for alle tre profiler oppnås dette innenfor en avstand av ytterligere 2-3 m, noe som i praksis vil si at 100x fortytning oppnås innen en avstand på 6-8 m fra utslippspunktet. Denne sekundærfortynningen tar 1-2 minutter, og som nevnt gjelder for sentrum av skyen der konsentrasjonene er høyest.

Ved strømhastighet i intervallet 1-5 cm/s vil primærfortynningen være lavere enn for 5 cm/s, men vannmassen vil spre seg langsommere og fortytningen "har mer tid til å gjøre seg gjeldende". I praksis betyr dette at innen en avstand på ca. 10 m rundt utslippspunktet vil fortytningen (primærfortynning + sekundærfortynning) være over 100x. Med primærfortynning lokalisert til en radius på ca. 5 m rundt utslippspunktet og med en strømhastighet på 1 cm/s, betyr distansen fra 5 m ut til ca. 10 m at det i sentrum av skyen kan være ca. 8 minutters ekstra eksponeringstid for konsentrasjoner av prosessvann høyere enn det som 100x fortytning tilsvarer.

En annen mulig kombinasjon er 2.7 l/s prosessvann+2.7 l/s av sjøvann (**Manifold hullnr. 6.1 i Tabell 2**). Tilsvarende beregninger som ovenfor gir praktisk talt samme fortytning, noe som stemmer med at den samlede primærfortynningen er tilnærmet uavhengig av fortytningen inne i avløpsledningen.

Den tredje kombinasjonen i Tabell 1 og Tabell 2 (2.7 l/ av prosessvann, ikke overflatevann eller innblanding av sjøvann) er brukt som en **teoretisk** yttergrense for betraktningene i kapittel 5.1 og vurderes ikke her.

## 6. Litteratur

Baumgartner, D.J, Frick, W.E. and Roberts, P.J.W, 1994: Dilution models for effluent discharges (Third Edition). Center for Exposure Assessment Modeling. U.S. EPA, Environmental Research Laboratory. Athens, Georgia, USA. 189 pp.

Bjerkeng, B. og Lesjø, Å., 1973: Mixing of a jet into a stratified environment. PRA. 5.7. NIVA-rapport O-126/73. Oslo.

Skeie, G.M. og Langfeldt, J.N., 1992: Hydrografiske forhold i området ved Kollsnes i Øygarden. Cooperating Marine Scientists. Rapportnr. 079-I. 72 s. Oslo

# Vedlegg A.

## Tetthetsprofiler fra utslippsområdet

PROFILE NO.	STAT.	DATE	REGTIME	NO. OF DEPTHS
1	O1	960513	1300	40
2	O1	960530	1100	40
3	O1	960613	1200	40
4	O1	960705	1200	40
5	O1	960709	1400	40
6	O1	960726	1400	40
7	O1	960812	1000	40
8	O1	960828	1000	40
9	O1	960916	1000	40
10	O1	961010	1500	40
11	O1	961018	1400	40
12	O1	961104	1500	40
13	O1	961121	1400	40
14	O1	961210	1100	40
15	O1	961223	1400	40
16	O1	961001	1400	40
17	O1	970227	0900	40
18	O1	970324	1500	40

## Vedlegg B.

### Beregninger av primærfortynning (CENTER DILUT.) og innlagringsdyp (DEPTH) ved utslipp av 50 l/s gjennom et hull i 14 m dyp.

JET DATA AFTER CONTRACTION					!	!	RESULTS					
					!	!	NEUTRAL		POINT	EXTREMAL DEPTHS		
					!	!			CENTER DEPTH			
					!	!	NR.	WIDTH	ANGLE	DILUT.	EQS.	GRAV.
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.	!	!	(M)	DEG.	(M)	(M)	(M)	(M)
14.0	.45	.32	0	!	!	1	3.0	88	33	1.4	<1.0	<1.0
				!	!	2	2.9X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	3	2.7	88	28	2.6	1.3	<1.0
				!	!	4	3.0X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	5	3.3X	88X	33X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	6	2.9X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	7	2.9X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	8	3.0X	88X	33X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	9	3.1	88	33	1.2	<1.0	<1.0
				!	!	10	3.0X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	11	2.9X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	12	3.0X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	13	2.9	88	31	1.8	<1.0	<1.0
				!	!	14	3.0X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	15	2.9	88	31	1.9	<1.0	<1.0
				!	!	16	2.9	88	33	1.4	<1.0	<1.0
				!	!	17	2.9X	88X	35X	1.0X	<1.0	.0
				!	!	18	2.9X	88X	35X	1.0X	<1.0	.0

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT

# Vedlegg C.

## Beregninger av primærfortynning (CENTER DILUT.) og innlagringsdyp (DEPTH) ved utslipp av 0.5-52.7 l/s gjennom et hull i 14 m dyp. Diameteren på hullet er den "ekvivalente diameteren", se kap. 5.

OUTFALL SITE:Kollsnæs

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 1      OUTFALL SITE:Kollsnæs

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	14.0	.09	.08	0	!	2.0	89	298	5.5	3.8	2.4	
					!	2.7X	89X	621X	1.0X	<1.0	.0	
					!	1.4	89	181	7.9	6.2	3.7	
					!	1.4	89	207	7.5	5.8	2.5	
					!	1.5	89	190	7.4	6.2	5.1	
					!	2.6X	89X	615X	1.0X	<1.0	.0	
					!	2.5	89	443	3.2	<1.0	<1.0	
					!	2.1	89	381	4.1	2.0	<1.0	
					!	1.6	89	234	6.7	5.2	2.9	
					!	1.8	89	289	5.8	3.4	<1.0	
					!	2.4	89	463	3.0	1.0	<1.0	
					!	2.2	89	394	4.0	1.6	<1.0	
					!	1.8	89	299	5.7	3.9	2.2	
					!	1.4	89	180	7.9	4.8	<1.0	
					!	1.7	89	236	6.6	5.0	2.8	
					!	2.1	89	370	4.5	1.7	1.2	
					!	2.5	89	491	2.7	<1.0	<1.0	
					!	2.0	89	415	4.0	1.1	<1.0	
2	14.0	.27	.19	0	!	2.5	89	68	3.0	<1.0	<1.0	
					!	2.7X	89X	88X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.5	89	61	3.6	2.0	1.3	
					!	3.1X	89X	84X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.0	89	46	5.5	2.6	<1.0	
					!	2.7X	89X	88X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.8X	89X	87X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.9X	89X	85X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.5	89	63	3.4	<1.0	<1.0	
					!	2.9X	89X	85X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.8X	89X	87X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.9	89	89	.9	<1.0	<1.0	
					!	2.5	89	67	3.1	1.2	<1.0	
					!	2.9X	89X	86X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.6	89	69	2.8	1.5	<1.0	
					!	2.7	89	81	1.8	<1.0	<1.0	
					!	2.8X	89X	89X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.8	89	90	1.0	<1.0	<1.0	

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT

< : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE

(CONTINUES:)

OUTFALL SITE:Kollsnes  
ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 1 OUTFALL SITE:Kollsnes

JET DATA AFTER CONTRACTION					!	!	RESULTS						
					!	!	NEUTRAL		POINT	EXTREMAL			
					!	!				DEPTHS			
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE					!	!	WIDTH	ANGLE	CENTER	DEPTH			
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.	!	!	(M)	DEG.	DILUT.	(M)	EQS.	GRAV.	(M)
3	14.0	.37	.24	0	!	1	2.7	88	44	2.2	<1.0	<1.0	
					!	2	2.8X	89X	51X	1.1X	<1.0	.0	
					!	3	2.6	88	40	2.8	1.7	<1.0	
					!	4	3.0X	89X	50X	1.1X	<1.0	.0	
					!	5	2.3	88	32	4.4	<1.0	<1.0	
					!	6	2.8X	89X	51X	1.1X	<1.0	.0	
					!	7	2.8X	89X	50X	1.1X	<1.0	.0	
					!	8	2.9X	89X	49X	1.2X	<1.0	.0	
					!	9	2.8	88	44	2.1	<1.0	<1.0	
					!	10	2.9X	89X	50X	1.1X	<1.0	.0	
					!	11	2.8X	89X	50X	1.1X	<1.0	.0	
					!	12	2.9X	89X	50X	1.1X	<1.0	.0	
					!	13	2.7	88	43	2.4	<1.0	<1.0	
					!	14	2.9X	89X	50X	1.1X	<1.0	.0	
					!	15	2.7	88	43	2.5	1.2	<1.0	
					!	16	2.7	89	48	1.7	<1.0	<1.0	
					!	17	2.8X	89X	52X	1.1X	<1.0	.0	
					!	18	2.8X	89X	51X	1.1X	<1.0	.0	
4	14.0	.45	.32	0	!	1	3.0	88	33	1.4	<1.0	<1.0	
					!	2	2.9X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0	
					!	3	2.7	88	28	2.6	1.3	<1.0	
					!	4	3.0X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0	
					!	5	3.3X	88X	33X	1.0X	<1.0	.0	
					!	6	2.9X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0	
					!	7	2.9X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0	
					!	8	3.0X	88X	33X	1.0X	<1.0	.0	
					!	9	3.1	88	33	1.2	<1.0	<1.0	
					!	10	3.0X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0	
					!	11	2.9X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0	
					!	12	3.0X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0	
					!	13	2.9	88	31	1.8	<1.0	<1.0	
					!	14	3.0X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0	
					!	15	2.9	88	31	1.9	<1.0	<1.0	
					!	16	2.9	88	33	1.4	<1.0	<1.0	
					!	17	2.9X	88X	35X	1.0X	<1.0	.0	
					!	18	2.9X	88X	35X	1.0X	<1.0	.0	

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
- GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT

< : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE

(CONTINUES:)

OUTFALL SITE:Kollsnes  
ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 1      OUTFALL SITE:Kollsnes

JET DATA AFTER CONTRACTION					!PRO-	RESULTS						
					!FILE	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)	
5	14.0	.16	.13	0	!	2.2	89	138	4.0	2.1	<1.0	
					!	2.7X	89X	210X	1.0X	<1.0	.0	
					!	1.8	89	94	6.1	3.6	1.8	
					!	1.9	89	100	5.9	2.5	<1.0	
					!	1.7	89	87	6.4	4.8	<1.0	
					!	2.7X	89X	210X	1.0X	<1.0	.0	
					!	2.8X	89X	204X	1.0X	<1.0	.0	
					!	2.6	89	170	2.4	<1.0	<1.0	
					!	1.9	89	107	5.4	2.9	<1.0	
					!	2.7	89	166	2.5	<1.0	<1.0	
					!	2.7	89	192	1.6	<1.0	<1.0	
					!	2.7	89	186	1.8	<1.0	<1.0	
					!	2.1	89	132	4.3	2.3	<1.0	
					!	2.6	89	161	2.6	<1.0	<1.0	
					!	2.1	89	120	4.7	2.4	1.4	
					!	2.7	89	188	1.8	1.1	<1.0	
					!	2.7	89	197	1.6	<1.0	<1.0	
					!	2.6	89	198	1.6	<1.0	<1.0	
6	14.0	.28	.20	0	!	2.5	89	62	2.9	<1.0	<1.0	
					!	2.8X	89X	78X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.7	89	60	2.9	1.9	1.3	
					!	3.1X	89X	75X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.0	88	42	5.4	2.0	<1.0	
					!	2.7X	89X	78X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.8X	89X	77X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.9X	89X	76X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.6	89	59	3.1	<1.0	<1.0	
					!	2.9X	89X	76X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.8X	89X	77X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.9X	89X	77X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.5	89	61	2.9	1.0	<1.0	
					!	2.9X	89X	76X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.6	89	62	2.8	1.4	<1.0	
					!	2.7	89	72	1.7	<1.0	<1.0	
					!	2.8X	89X	79X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.9	89	81	.9	<1.0	<1.0	

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
- GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
< : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE

(CONTINUES:)

OUTFALL SITE:Kollsnes  
ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 1      OUTFALL SITE:Kollsnes

JET DATA AFTER CONTRACTION					!	!	RESULTS						
					!	!	NEUTRAL		POINT	EXTREMAL			
					!	!				DEPTHS			
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE					!	!	WIDTH	ANGLE	CENTER	DEPTH			
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.	!	!	(M)	DEG.	DILUT.	(M)	EQS.	GRAV.	(M)
7	14.0	.37	.26	0	!	1	2.8	88	43	2.2	<1.0	<1.0	
					!	2	2.8X	89X	48X	1.2X	<1.0	.0	
					!	3	2.7	88	38	2.8	1.6	<1.0	
					!	4	3.0X	88X	47X	1.2X	<1.0	.0	
					!	5	2.4	88	31	4.3	<1.0	<1.0	
					!	6	2.8X	89X	48X	1.2X	<1.0	.0	
					!	7	2.8X	89X	48X	1.2X	<1.0	.0	
					!	8	2.9X	88X	47X	1.2X	<1.0	.0	
					!	9	2.9	88	42	2.0	<1.0	<1.0	
					!	10	2.9X	88X	47X	1.2X	<1.0	.0	
					!	11	2.9X	89X	48X	1.2X	<1.0	.0	
					!	12	2.9X	89X	48X	1.2X	<1.0	.0	
					!	13	2.7	88	42	2.3	<1.0	<1.0	
					!	14	2.9X	89X	48X	1.2X	<1.0	.0	
					!	15	2.7	88	41	2.4	1.2	<1.0	
					!	16	2.8	89	45	1.7	<1.0	<1.0	
					!	17	2.8X	89X	49X	1.1X	<1.0	.0	
					!	18	2.8X	89X	49X	1.2X	<1.0	.0	
-----													
8	14.0	.45	.33	0	!	1	3.0	88	32	1.4	<1.0	<1.0	
					!	2	2.9X	88X	33X	1.0X	<1.0	.0	
					!	3	2.7	88	27	2.6	1.3	<1.0	
					!	4	3.0X	88X	33X	1.0X	<1.0	.0	
					!	5	3.3X	88X	32X	1.0X	<1.0	.0	
					!	6	2.9X	88X	33X	1.0X	<1.0	.0	
					!	7	2.9X	88X	33X	1.1X	<1.0	.0	
					!	8	3.0X	88X	32X	1.1X	<1.0	.0	
					!	9	3.1	88	32	1.1	<1.0	<1.0	
					!	10	3.0X	88X	33X	1.1X	<1.0	.0	
					!	11	3.0X	88X	33X	1.1X	<1.0	.0	
					!	12	3.0X	88X	33X	1.0X	<1.0	.0	
					!	13	2.9	88	31	1.8	<1.0	<1.0	
					!	14	3.0X	88X	33X	1.0X	<1.0	.0	
					!	15	2.9	88	30	1.9	<1.0	<1.0	
					!	16	2.9	88	32	1.4	<1.0	<1.0	
					!	17	2.9X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0	
					!	18	2.9X	88X	34X	1.0X	<1.0	.0	

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
- GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT



ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 2 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 79.00 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

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)
1	14.0	.21	.07	0	1	2.0	89	62	5.8	4.0	2.6	
					2	2.8X	89X	135X	1.1X	<1.0	.0	
					3	1.4	88	39	8.1	6.4	3.9	
					4	1.5	89	46	7.6	5.9	3.0	
					5	1.6	88	39	7.8	6.4	5.4	
					6	2.7X	89X	133X	1.1X	<1.0	.0	
					7	2.4	89	92	3.6	<1.0	<1.0	
					8	2.2	89	82	4.3	2.1	<1.0	
					9	1.7	89	50	6.8	5.4	3.4	
					10	1.9	89	62	6.0	3.6	<1.0	
					11	2.5	89	100	3.1	1.1	<1.0	
					12	2.3	89	84	4.2	1.7	<1.0	
					13	1.9	89	65	5.9	4.0	2.3	
					14	1.4	88	38	8.2	5.5	<1.0	
					15	1.8	88	51	6.8	5.2	3.1	
					16	2.2	89	79	4.7	1.8	1.2	
					17	2.5	89	106	2.8	1.1	<1.0	
					18	2.1	89	90	4.0	1.2	<1.0	

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 3 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 89.00 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

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)
1	14.0	.33	.05	0	1	2.0	88	31	6.3	4.2	2.6	
					2	2.9X	89X	74X	1.1X	<1.0	.0	
					3	1.4	88	21	8.3	6.6	4.3	
					4	1.5	88	25	7.7	6.0	2.9	
					5	1.6	87	19	8.3	6.7	5.7	
					6	2.8X	89X	72X	1.1X	<1.0	.0	
					7	2.4	89	48	4.0	<1.0	<1.0	
					8	2.2	89	44	4.4	2.2	<1.0	
					9	1.7	88	27	7.0	5.5	3.7	
					10	1.9	88	34	6.2	3.8	<1.0	
					11	2.5	89	54	3.3	1.2	<1.0	
					12	2.3	89	45	4.4	1.8	<1.0	
					13	1.9	89	36	6.0	4.1	2.3	
					14	1.4	88	21	8.4	6.0	1.1	
					15	1.8	88	27	7.1	5.5	3.4	
					16	2.2	89	43	4.9	2.2	1.2	
					17	2.6	89	58	2.8	1.2	<1.0	
					18	2.1	89	50	4.1	1.0	<1.0	

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 4 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 35.00 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

```

-----
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. EQS. GRAV.
                             ! ! (M) (M) (M)
1 14.0 .37 .16 0 ! 1 ! 2.5 89 45 3.1 <1.0 <1.0
! 2 ! 2.8X 89X 59X 1.1X <1.0 .0
! 3 ! 2.5 88 39 3.9 2.1 1.3
! 4 ! 3.2X 89X 56X 1.1X <1.0 2.9
! 5 ! 2.0 88 30 5.6 2.8 <1.0
! 6 ! 2.8X 89X 59X 1.1X <1.0 .0
! 7 ! 2.8X 89X 58X 1.1X <1.0 <1.0
! 8 ! 2.9X 89X 56X 1.1X <1.0 <1.0
! 9 ! 2.5 88 41 3.6 <1.0 <1.0
! 10 ! 3.0X 89X 57X 1.1X <1.0 <1.0
! 11 ! 2.9X 89X 58X 1.1X <1.0 <1.0
! 12 ! 3.0 89 59 .9 <1.0 <1.0
! 13 ! 2.5 89 44 3.2 1.2 <1.0
! 14 ! 3.0 89 58 1.0 <1.0 <1.0
! 15 ! 2.6 89 46 2.9 1.5 <1.0
! 16 ! 2.7 89 54 1.8 <1.0 <1.0
! 17 ! 2.9X 89X 59X 1.1X <1.0 <1.0
! 18 ! 2.9 89 59 1.1 <1.0 <1.0
  
```

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 5 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 10.00 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

```

-----
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. EQS. GRAV.
                             ! ! (M) (M) (M)
1 14.0 .40 .23 0 ! 1 ! 2.7 88 40 2.3 <1.0 <1.0
! 2 ! 2.8X 89X 46X 1.1X <1.0 .0
! 3 ! 2.7 88 36 2.8 1.7 <1.0
! 4 ! 3.0X 88X 45X 1.1X <1.0 2.9
! 5 ! 2.3 88 29 4.5 <1.0 <1.0
! 6 ! 2.8X 89X 46X 1.1X <1.0 .0
! 7 ! 2.8X 89X 46X 1.1X <1.0 <1.0
! 8 ! 2.9X 89X 45X 1.2X <1.0 <1.0
! 9 ! 2.8 88 40 2.2 <1.0 <1.0
! 10 ! 2.9X 89X 45X 1.1X <1.0 <1.0
! 11 ! 2.9X 89X 46X 1.1X <1.0 <1.0
! 12 ! 2.9X 89X 46X 1.1X <1.0 <1.0
! 13 ! 2.7 88 39 2.4 <1.0 <1.0
! 14 ! 2.9X 89X 45X 1.1X <1.0 <1.0
! 15 ! 2.7 88 39 2.5 1.2 <1.0
! 16 ! 2.8 89 43 1.7 <1.0 <1.0
! 17 ! 2.9X 89X 47X 1.1X <1.0 <1.0
! 18 ! 2.9X 89X 47X 1.1X <1.0 <1.0
  
```

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT  
 :>

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 6 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 53.00 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

```

-----
JET DATA AFTER CONTRACTION !PRO- ! RESULTS
! !
!FILE ! NEUTRAL POINT EXTREMAL
! ! DEPTHS
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE ! NR. ! WIDTH ANGLE CENTER DEPTH
! ! ! DILUT. EQS. GRAV.
NR. (M) (M) (M/S) DEG. ! ! (M) DEG. (M) (M) (M)
! !
1 14.0 .24 .12 0 ! 1 ! 2.3 89 66 4.1 2.2 <1.0
! 2 ! 2.7X 89X 101X 1.1X <1.0 .0
! 3 ! 1.9 88 45 6.3 3.7 1.9
! 4 ! 1.9 89 48 6.0 2.7 <1.0
! 5 ! 1.7 88 42 6.5 4.9 <1.0
! 6 ! 2.7X 89X 101X 1.1X <1.0 .0
! 7 ! 2.8X 89X 98X 1.1X <1.0 <1.0
! 8 ! 2.6 89 81 2.5 <1.0 <1.0
! 9 ! 2.0 89 51 5.6 3.1 <1.0
! 10 ! 2.7 89 79 2.7 <1.0 <1.0
! 11 ! 2.7 89 92 1.7 <1.0 <1.0
! 12 ! 2.7 89 89 1.9 <1.0 <1.0
! 13 ! 2.2 89 63 4.4 2.4 <1.0
! 14 ! 2.7 89 76 2.7 <1.0 <1.0
! 15 ! 2.2 89 57 4.9 2.5 1.4
! 16 ! 2.7 89 90 1.8 1.2 <1.0
! 17 ! 2.7 89 94 1.7 <1.0 <1.0
! 18 ! 2.7 89 95 1.6 <1.0 <1.0
  
```

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT  
 :>

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 7 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 69.00 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

```

-----
JET DATA AFTER CONTRACTION !PRO- ! RESULTS
! !
!FILE ! NEUTRAL POINT EXTREMAL
! ! DEPTHS
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE ! NR. ! WIDTH ANGLE CENTER DEPTH
! ! ! DILUT. EQS. GRAV.
NR. (M) (M) (M/S) DEG. ! ! (M) DEG. (M) (M) (M)
! !
1 14.0 .34 .10 0 ! 1 ! 2.3 89 44 4.1 2.3 <1.0
! 2 ! 2.8X 89X 68X 1.1X <1.0 .0
! 3 ! 1.9 88 30 6.4 3.9 1.8
! 4 ! 1.9 88 32 6.1 2.8 <1.0
! 5 ! 1.8 88 28 6.6 5.0 2.3
! 6 ! 2.8X 89X 68X 1.1X <1.0 .0
! 7 ! 2.9X 89X 66X 1.1X <1.0 <1.0
! 8 ! 2.6 89 54 2.6 <1.0 <1.0
! 9 ! 2.0 88 34 5.7 3.2 <1.0
! 10 ! 2.7 89 52 2.8 <1.0 <1.0
! 11 ! 2.8 89 62 1.7 <1.0 <1.0
! 12 ! 2.8 89 59 1.9 <1.0 <1.0
! 13 ! 2.2 89 43 4.5 2.4 <1.0
! 14 ! 2.7 89 51 2.8 <1.0 <1.0
! 15 ! 2.2 88 38 5.0 2.5 1.4
! 16 ! 2.8 89 61 1.9 1.2 <1.0
! 17 ! 2.8 89 63 1.7 <1.0 <1.0
! 18 ! 2.7 89 64 1.6 <1.0 <1.0
  
```

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 8 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 31.00 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

JET DATA AFTER CONTRACTION					!	!	RESULTS					
					!	!	NEUTRAL		POINT	EXTREMAL DEPTHS		
					!	!			DILUT.	DEPTH	EQS.	GRAV.
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	14.0	.37	.17	0	!	1	2.6	89	44	2.9	<1.0	<1.0
					!	2	2.8X	89X	55X	1.1X	<1.0	.0
					!	3	2.7	88	41	3.2	2.0	1.3
					!	4	3.1X	89X	53X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	5	2.1	88	29	5.5	2.2	<1.0
					!	6	2.8X	89X	55X	1.1X	<1.0	.0
					!	7	2.8X	89X	55X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	8	2.9X	89X	54X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	9	2.6	88	41	3.2	<1.0	<1.0
					!	10	2.9X	89X	54X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	11	2.9X	89X	55X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	12	2.9X	89X	55X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	13	2.6	89	43	3.0	1.0	<1.0
					!	14	3.0X	89X	54X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	15	2.7	89	44	2.8	1.5	<1.0
					!	16	2.7	89	51	1.8	<1.0	<1.0
					!	17	2.9X	89X	56X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	18	2.9	89	57	.9	<1.0	<1.0

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 9 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 9.000 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

JET DATA AFTER CONTRACTION					!	!	RESULTS					
					!	!	NEUTRAL		POINT	EXTREMAL DEPTHS		
					!	!			DILUT.	DEPTH	EQS.	GRAV.
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	14.0	.41	.23	0	!	1	2.8	88	39	2.2	<1.0	<1.0
					!	2	2.8X	89X	44X	1.1X	<1.0	.0
					!	3	2.7	88	35	2.8	1.6	<1.0
					!	4	3.0X	88X	43X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	5	2.4	88	29	4.3	<1.0	<1.0
					!	6	2.8X	89X	44X	1.1X	<1.0	.0
					!	7	2.8X	89X	44X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	8	2.9X	88X	43X	1.2X	<1.0	<1.0
					!	9	2.9	88	39	2.0	<1.0	<1.0
					!	10	2.9X	89X	43X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	11	2.9X	89X	44X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	12	2.9X	89X	44X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	13	2.7	88	38	2.3	<1.0	<1.0
					!	14	2.9X	89X	44X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	15	2.7	88	37	2.4	1.2	<1.0
					!	16	2.8	89	42	1.7	<1.0	<1.0
					!	17	2.9X	89X	45X	1.1X	<1.0	<1.0
					!	18	2.9X	89X	45X	1.1X	<1.0	<1.0

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 10      OUTFALL SITE:Kollsnes

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)
1	14.0	.15	.12	0	!	2.2	89	158	4.2	2.4	<1.0	
					!	2.7X	89X	253X	1.0X	<1.0	.0	
					!	1.7	89	105	6.5	4.1	1.9	
					!	1.8	89	112	6.2	3.3	<1.0	
					!	1.7	89	101	6.6	5.1	2.6	
					!	2.7X	89X	252X	1.0X	<1.0	.0	
					!	2.8X	89X	244X	1.0X	<1.0	<1.0	
					!	2.5	89	194	2.7	<1.0	<1.0	
					!	1.8	89	121	5.7	3.4	<1.0	
					!	2.5	89	181	3.2	<1.0	<1.0	
					!	2.7	89	226	1.7	<1.0	<1.0	
					!	2.6	89	215	2.1	<1.0	<1.0	
					!	2.1	89	152	4.5	2.6	<1.0	
					!	2.6	89	182	3.0	<1.0	<1.0	
					!	2.0	89	133	5.1	2.7	1.5	
					!	2.7	89	224	1.8	1.2	<1.0	
					!	2.6	89	230	1.8	<1.0	<1.0	
					!	2.6	89	236	1.6	<1.0	<1.0	
2	14.0	.13	.11	0	!	2.1	89	183	4.4	2.7	<1.0	
					!	2.7X	89X	305X	1.0X	<1.0	.0	
					!	1.6	89	117	6.8	4.6	2.2	
					!	1.7	89	126	6.5	4.1	<1.0	
					!	1.6	89	118	6.7	5.4	3.2	
					!	2.6X	89X	305X	1.0X	<1.0	.0	
					!	2.8X	89X	293X	1.0X	<1.0	.0	
					!	2.4	89	223	3.1	<1.0	<1.0	
					!	1.8	89	138	6.0	3.8	1.0	
					!	2.3	89	192	4.1	<1.0	<1.0	
					!	2.7	89	269	1.8	<1.0	<1.0	
					!	2.6	89	249	2.3	<1.0	<1.0	
					!	2.0	89	177	4.7	2.9	1.2	
					!	2.5	89	202	3.4	1.2	<1.0	
					!	1.9	89	148	5.6	3.3	1.6	
					!	2.5	89	235	2.9	1.3	<1.0	
					!	2.6	89	270	2.0	<1.0	<1.0	
					!	2.6	89	282	1.7	<1.0	<1.0	
3	14.0	.21	.16	0	!	2.3	89	95	3.5	1.4	<1.0	
					!	2.7X	89X	134X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.1	89	74	5.0	2.4	1.5	
					!	2.5	89	90	3.8	<1.0	<1.0	
					!	1.8	89	62	6.1	4.0	<1.0	
					!	2.7X	89X	134X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.8X	89X	131X	1.1X	<1.0	.0	
					!	2.8	89	122	1.5	<1.0	<1.0	
					!	2.2	89	81	4.5	1.8	<1.0	
					!	2.9	89	124	1.3	<1.0	<1.0	
					!	2.8	89	130	1.2	<1.0	<1.0	
					!	2.8	89	126	1.4	<1.0	<1.0	
					!	2.3	89	93	3.7	1.6	<1.0	
					!	2.8	89	119	1.7	<1.0	<1.0	
					!	2.3	89	90	3.8	1.8	1.1	
					!	2.6	89	122	1.8	<1.0	<1.0	
					!	2.8	89	135	1.1	<1.0	<1.0	
					!	2.7	89	131	1.3	<1.0	<1.0	

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT  
 :>

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 11 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 74.00 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

```

-----
JET DATA AFTER CONTRACTION !PRO- ! RESULTS
! !
!FILE ! NEUTRAL POINT EXTREMAL
! ! DEPTHS
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE ! NR. ! WIDTH ANGLE CENTER DEPTH
DILUT. EQS. GRAV.
NR. (M) (M) (M/S) DEG. ! ! (M) DEG. (M) (M) (M)
! !
1 14.0 .34 .09 0 ! 1 ! 2.3 89 43 4.4 2.6 <1.0
! 2 ! 2.8X 89X 70X 1.1X <1.0 .0
! 3 ! 1.8 88 28 6.8 4.5 2.1
! 4 ! 1.8 88 31 6.5 3.8 <1.0
! 5 ! 1.8 88 28 6.7 5.3 3.2
! 6 ! 2.8X 89X 70X 1.1X <1.0 .0
! 7 ! 2.9X 89X 68X 1.1X <1.0 <1.0
! 8 ! 2.5 89 53 3.0 <1.0 <1.0
! 9 ! 1.9 88 33 6.0 3.7 <1.0
! 10 ! 2.4 89 47 3.8 <1.0 <1.0
! 11 ! 2.8 89 63 1.8 <1.0 <1.0
! 12 ! 2.7 89 59 2.3 <1.0 <1.0
! 13 ! 2.2 89 42 4.7 2.7 1.1
! 14 ! 2.6 89 48 3.4 1.0 <1.0
! 15 ! 2.0 88 36 5.6 3.1 1.5
! 16 ! 2.8 89 62 1.9 1.3 <1.0
! 17 ! 2.7 89 63 1.9 <1.0 <1.0
! 18 ! 2.7 89 65 1.7 <1.0 <1.0
  
```

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT  
 :>

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 12 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 78.00 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

```

-----
JET DATA AFTER CONTRACTION !PRO- ! RESULTS
! !
!FILE ! NEUTRAL POINT EXTREMAL
! ! DEPTHS
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE ! NR. ! WIDTH ANGLE CENTER DEPTH
DILUT. EQS. GRAV.
NR. (M) (M) (M/S) DEG. ! ! (M) DEG. (M) (M) (M)
! !
1 14.0 .33 .08 0 ! 1 ! 2.2 89 42 4.6 2.9 1.2
! 2 ! 2.8X 89X 72X 1.1X <1.0 .0
! 3 ! 1.7 88 27 7.2 5.0 2.3
! 4 ! 1.7 88 30 6.8 4.5 <1.0
! 5 ! 1.8 88 27 6.8 5.6 4.0
! 6 ! 2.8X 89X 71X 1.1X <1.0 .0
! 7 ! 3.0X 89X 69X 1.1X <1.0 <1.0
! 8 ! 2.5 89 51 3.3 <1.0 <1.0
! 9 ! 1.8 88 32 6.3 4.1 1.4
! 10 ! 2.3 89 43 4.5 1.2 <1.0
! 11 ! 2.7 89 62 2.1 <1.0 <1.0
! 12 ! 2.7 89 58 2.5 <1.0 <1.0
! 13 ! 2.1 89 42 4.9 2.9 1.3
! 14 ! 2.6 88 45 3.8 1.6 <1.0
! 15 ! 2.0 88 33 6.0 3.6 1.7
! 16 ! 2.5 89 53 3.2 1.4 <1.0
! 17 ! 2.7 89 62 2.2 <1.0 <1.0
! 18 ! 2.7 89 66 1.8 <1.0 <1.0
  
```

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT  
 :>

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 13 OUTFALL SITE:Kollsnes  
 53.00 % recipient water in discharge,  
 taken from 14.000 meter depth

JET DATA AFTER CONTRACTION					!	!	RESULTS						
					!	!	NEUTRAL		POINT	EXTREMAL DEPTHS			
HOLE DEPTH DIAM. VEL. ANGLE					!	!	WIDTH	ANGLE	CENTER	DEPTH			
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.	!	!	(M)	DEG.	DILUT.	(M)	EQS.	GRAV.	(M)
1	14.0	.35	.12	0	!	1	2.4	89	46	3.6	1.5	<1.0	
					!	2	2.8X	89X	65X	1.1X	<1.0	.0	
					!	3	2.1	88	35	5.2	2.5	1.6	
					!	4	2.3	88	40	4.5	<1.0	<1.0	
					!	5	1.9	88	30	6.2	4.1	<1.0	
					!	6	2.8X	89X	65X	1.1X	<1.0	.0	
					!	7	2.8X	89X	64X	1.1X	<1.0	<1.0	
					!	8	2.9	89	59	1.6	<1.0	<1.0	
					!	9	2.2	88	39	4.7	1.9	<1.0	
					!	10	3.0	89	59	1.5	<1.0	<1.0	
					!	11	2.9	89	62	1.3	<1.0	<1.0	
					!	12	2.8	89	61	1.5	<1.0	<1.0	
					!	13	2.4	89	45	3.8	1.7	<1.0	
					!	14	2.9	89	57	1.8	<1.0	<1.0	
					!	15	2.4	89	43	4.0	1.8	1.1	
					!	16	2.7	89	59	1.8	<1.0	<1.0	
					!	17	2.9	89	65	1.2	<1.0	<1.0	
					!	18	2.8	89	63	1.4	<1.0	<1.0	

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT  
 - GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT  
 < : BEYOND MIN DEPTH OF DENSITY RANGE  
 X : CALC. STOPPED, NO NEUTRAL POINT

# Vedlegg D.

**Beregninger av primærfortynning ved utslipp av 2.7 l/s av prosessvann og 5.4 l/s sjøvann. Strømhastighet i resipienten: 5 cm/s og 10 cm/s. Utslippsdyp 14 m. Beregninger for 13.6 1996, 5.7 1996 og 9.7 1996.**

```

Title   Kvaliosen, 13.6 1996, 2.7 l/s+5.4 l/s sjovann - 5 cm/s nonlinear
tot flow # ports port flow spacing effl sal effl temp far inc far dis
0.0088 1 0.008800 1000 22 10 10 100
port dep port dia plume dia total vel horiz vel vertl vel asp coeff print frq
14 0.34 0.3400 0.09692 0.09692 0.000 0.10 500
port elev ver angle cont coef effl den poll conc decay Froude # Roberts F
1 0.0 1.0 16.8726 100 0 0.5737 169.2
hor angle red space p amb den p current far dif far vel K:vel/cur Stratif #
90 1000.0 25.5761 0.05000 0.000453 0.05 1.938 0.01972
depth current density salinity temp amb conc N (freq) red grav.
1.0 0.05 18.5096 24 9.4 0 0.06947 0.08394
2 0.05 23.9784 31.05 9.5 0 buoy flux puff-ther
4 0.05 25.1629 32.57 9.5 0 7.387E-07 0.2701
6 0.05 25.2991 32.72 9.38 0 jet-plume jet-cross
8 0.05 25.4243 32.86 9.28 0 0.1836 0.5841
10 0.05 25.5135 32.96 9.21 0 plu-cross jet-strat
12 0.05 25.5495 33.00 9.18 0 5.909 0.6484
14 0.05 25.5761 33.03 9.16 0 plu-strat
0 1.218
CL conc>=
  
```

CORMIX1 flow category algorithm is turned off.

0.05 m/s, 0.1640 ft/s >=0.0 to 2.0 m/s range

Help: Fl. Quit: <esc>. Configuration:ATNO3. FILE: KOLLSNES.VAR;

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	CL conc	hor dis
m	m				m
14.00	0.3400	100.0	1.000	100.0	0.000
10.40	1.910	3.125	31.74	11.44	1.910
7.708	4.510	0.8490	116.8	3.237	4.194 -> trap level
6.600	7.398	0.4044	245.2	1.555	7.454

-> local maximum rise or fall -> begin overlap

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 7.398m

--4/3 Power Law-- -Const Eddy Diff-

conc	dilution	conc	dilution	distance	Time	
					sec	hrs
0.4042	245.4	0.4042	245.4	10.00	50.91	0.0
0.3769	263.3	0.3879	255.7	20.00	250.9	0.1
0.3192	311.2	0.3532	281.0	30.00	450.9	0.1
0.2687	370.2	0.3222	308.3	40.00	650.9	0.2
0.2287	435.1	0.2970	334.6	50.00	850.9	0.2
0.1974	504.4	0.2765	359.6	60.00	1051	0.3
0.1725	577.5	0.2595	383.3	70.00	1251	0.3
0.1524	654.2	0.2453	405.7	80.00	1451	0.4
0.1359	734.0	0.2331	427.0	90.00	1651	0.5
0.1221	817.0	0.2225	447.4	100.0	1851	0.5



```

Title   Kvaliosen, 13.6 1996, 2.7 l/s+5.4 l/s sjovann - 10 cm/s nonlinear
tot flow # ports port flow spacing effl sal effl temp far inc far dis
0.0088 1 0.008800 1000 22 10 10 100
port dep port dia plume dia total vel horiz vel vertl vel asp coeff print frq
14 0.34 0.3400 0.09692 0.09692 0.000 0.10 500
port elev ver angle cont coef effl den poll conc decay Froude # Roberts F
1 0.0 1.0 16.8726 100 0 0.5737 1354
hor angle red space p amb den p current far dif far vel K:vel/cur Stratif #
90 1000.0 25.5761 0.1000 0.000453 0.1 0.9692 0.01972
depth current density salinity temp amb conc N (freq) red grav.
1.0 0.1 18.5096 24 9.4 0 0.06947 0.08394
2 0.1 23.9784 31.05 9.5 0 buoy flux puff-ther
4 0.1 25.1629 32.57 9.5 0 7.387E-07 0.2144
6 0.1 25.2991 32.72 9.38 0 jet-plume jet-cross
8 0.1 25.4243 32.86 9.28 0 0.1836 0.2921
10 0.1 25.5135 32.96 9.21 0 plu-cross jet-strat
12 0.1 25.5495 33.00 9.18 0 0.7387 0.6484
14 0.1 25.5761 33.03 9.16 0 plu-strat
0 1.218
0.05 6.67 CL conc>=

```

CORMIX1 flow category algorithm is turned off.

0.1 m/s, 0.3281 ft/s >0.0 to 2.0 m/s range

Help: F1. Quit: <esc>. Configuration:ATNO3. FILE: KOLLSNES.VAR;

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	CL conc	hor dis
m	m				m
14.00	0.3400	100.0	1.000	100.0	0.000
12.10	1.764	3.125	31.74	11.76	2.124
9.441	5.114	0.4129	240.1	1.594	9.501 -> trap level
8.565	6.566	0.2577	384.7	0.9964	17.53
-> local maximum rise or fall					
9.547	6.634	0.2496	397.3	0.9651	25.67 -> trap level
9.961	6.883	0.2345	422.8	0.9069	32.64
-> local maximum rise or fall					
8.895	6.924	0.2292	432.6	0.8865	41.34 -> trap level
8.620	7.006	0.2261	438.5	0.8745	47.34
-> local maximum rise or fall					

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 7.006m

--4/3 Power Law--		-Const Eddy Diff-		distance	Time	
conc	dilution	conc	dilution		m	sec
0.2259	439.0	0.2259	439.0	50.00	26.64	0.0
0.2243	442.1	0.2251	440.6	60.00	126.6	0.0
0.2131	465.6	0.2183	454.3	70.00	226.6	0.1
0.1966	504.8	0.2085	476.0	80.00	326.6	0.1
0.1798	552.4	0.1983	500.5	90.00	426.6	0.1
0.1642	605.1	0.1888	525.8	100.0	526.6	0.1

**Title Kvaliosen, 5.7 1996, 2.7 l/s+5.4 l/s sjovann - 5 cm/s nonlinear**

```

tot flow # ports port flow spacing effl sal effl temp far inc far dis
0.0088 1 0.008800 1000 22 10 10 100
port dep port dia plume dia total vel horiz vel vertl vel asp coeff print frq
14 0.34 0.3400 0.09692 0.09692 0.000 0.10 500
port elev ver angle cont coef effl den poll conc decay Froude # Roberts F
1 0.0 1.0 16.8726 100 0 0.5580 160.1
hor angle red space p amb den p current far dif far vel K:vel/cur Stratif #
90 1000.0 26.0750 0.05000 0.000453 0.05 1.938 0.0008629
depth current density salinity temp amb conc N (freq) red grav.
1.0 0.05 25.7480 33.47 10.2 0 0.01494 0.08875
2 0.05 25.7558 33.48 10.2 0 buoy flux puff-ther
4 0.05 25.8107 33.52 10.06 0 7.810E-07 0.2651
6 0.05 25.8777 33.58 9.94 0 jet-plume jet-cross
8 0.05 26.0129 33.70 9.69 0 0.1786 0.5841
10 0.05 26.0783 33.75 9.53 0 plu-cross jet-strat
12 0.05 26.0783 33.75 9.53 0 6.248 1.398
14 0.05 26.0750 33.75 9.55 0 plu-strat
0 3.912
0.05 6.67 CL conc>=

```

CORMIX1 flow category algorithm is turned off.

0.05 m/s, 0.1640 ft/s >0.0 to 2.0 m/s range

Help: F1. Quit: <esc>. Configuration:ATNO3. FILE: KOLLSNES.VAR;

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

```

plume dep plume dia poll conc dilution CL conc hor dis
m m m
14.00 0.3400 100.0 1.000 100.0 0.000
10.35 1.869 3.125 31.72 11.44 1.865
7.265 4.568 0.7922 125.1 3.023 4.267 -> trap level
6.089 7.792 0.3645 271.9 1.403 7.467

```

-> local maximum rise or fall -> begin overlap

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 7.792m

--4/3 Power Law-- -Const Eddy Diff-

conc	dilution	conc	dilution	distance	Time	
					sec	hrs
0.3643	272.1	0.3642	272.1	10.00	50.66	0.0
0.3418	290.1	0.3509	282.5	20.00	250.7	0.1
0.2917	340.4	0.3208	309.3	30.00	450.7	0.1
0.2468	402.8	0.2933	338.5	40.00	650.7	0.2
0.2109	471.7	0.2708	366.9	50.00	850.7	0.2
0.1826	545.2	0.2523	393.9	60.00	1051	0.3
0.1600	622.7	0.2370	419.5	70.00	1251	0.3
0.1416	704.0	0.2241	443.8	80.00	1451	0.4
0.1264	788.7	0.2130	467.0	90.00	1651	0.5
0.1138	876.5	0.2035	489.1	100.00	1851	0.5

```

Title   Kvaliosen, 5.7 1996, 2.7 l/s+5.4 l/s sjovann - 10 cm/s nonlinear
tot flow # ports port flow spacing effl sal effl temp far inc far dis
0.0088 1 0.008800 1000 22 10 10 100
port dep port dia plume dia total vel horiz vel vertl vel asp coeff print frq
14 0.34 0.3400 0.09692 0.09692 0.000 0.10 500
port elev ver angle cont coef effl den poll conc decay Froude # Roberts F
1 0.0 1.0 16.8726 100 0 0.5580 1280
hor angle red space p amb den p current far dif far vel K:vel/cur Stratif #
90 1000.0 26.0750 0.1000 0.000453 0.10 0.9692 0.0008629
depth current density salinity temp amb conc N (freq) red grav.
1.0 0.10 25.7480 33.47 10.2 0 0.01494 0.08875
2 0.1 25.7558 33.48 10.2 0 buoy flux puff-ther
4 0.1 25.8107 33.52 10.06 0 7.810E-07 0.2104
6 0.1 25.8777 33.58 9.94 0 jet-plume jet-cross
8 0.1 26.0129 33.70 9.69 0 0.1786 0.2921
10 0.1 26.0783 33.75 9.53 0 plu-cross jet-strat
12 0.1 26.0783 33.75 9.53 0 0.7810 1.398
14 0.1 26.0750 33.75 9.55 0 plu-strat
0 3.912
0.05 6.67 CL conc>=

```

CORMIX1 flow category algorithm is turned off.

0.1 m/s, 0.3281 ft/s >=0.0 to 2.0 m/s range

Help: F1. Quit: <esc>. Configuration:ATNO3. FILE: KOLLSNES.VAR;

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	CL conc	hor dis
m	m				m
14.00	0.3400	100.0	1.000	100.0	0.000
12.06	1.754	3.125	31.72	11.76	2.076
8.767	5.826	0.3173	312.3	1.226	10.81 -> trap level
7.752	7.514	0.1967	503.9	0.7609	19.39
-> local maximum rise or fall					
8.828	7.586	0.1908	519.5	0.7380	27.94 -> trap level
9.302	7.899	0.1780	556.8	0.6887	37.23
-> local maximum rise or fall -> begin overlap					

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 7.899m

--4/3 Power Law-- -Const Eddy Diff-

conc	dilution	conc	dilution	distance	Time	
					m	sec hrs
0.1778	557.5	0.1778	557.5	40.00	27.75	0.0
0.1770	560.0	0.1774	558.7	50.00	127.7	0.0
0.1696	584.6	0.1730	573.1	60.00	227.7	0.1
0.1580	627.7	0.1661	597.2	70.00	327.7	0.1
0.1457	681.4	0.1586	625.4	80.00	427.7	0.1
0.1340	741.3	0.1515	655.0	90.00	527.7	0.1
0.1234	805.6	0.1450	684.7	100.0	627.7	0.2

**Title Kvaliosen, 9.7 1996, 2.7 l/s+5.4 l/s sjovann - 5 cm/s nonlinear**

```

tot flow  # ports port flow  spacing effl sal effl temp  far inc  far dis
0.0088    1  0.008800    1000      23      10      10      100
port dep  port dia plume dia total vel horiz vel vertl vel asp coeff print frq
14        0.34   0.3400   0.09692  0.09692  0.000  0.10    500
port elev ver angle cont coef effl den poll conc  decay Froude # Roberts F
1         0.0    1.0     17.6480  100      0       0.5699  167.0
hor angle red space p amb den p current  far dif  far vel K:vel/cur Stratif #
90        1000.0  26.4760  0.05000  0.000453  0.05   1.938  0.002390
depth     current  density  salinity  temp  amb conc  N (freq) red grav.
1.0       0.05   25.6071  33.40    10.7   0  0.02435  0.08507
2         0.05   25.5605  33.34    10.7   0  buoy flux puff-ther
4         0.05   25.5770  33.35    10.65  0  7.487E-07  0.2689
6         0.05   25.9054  33.67    10.19  0  jet-plume jet-cross
8         0.05   26.1728  33.92    9.76   0  0.1824  0.5841
10        0.05   26.1972  33.93    9.66   0  plu-cross jet-strat
12        0.05   26.2819  33.99    9.43   0  5.989  1.095
13        0.05   26.3979  34.07    9.10   0  plu-strat
14        0.05   26.4760  34.17    9.10   0  2.683
0         0     CL conc>=

```

CORMIX1 flow category algorithm is turned off.

0.05 m/s, 0.1640 ft/s >=0.0 to 2.0 m/s range

Help: F1. Quit: <esc>. Configuration: ATNO3. FILE: KOLLSNES.VAR;

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

```

plume dep plume dia poll conc  dilution  CL conc  hor dis
      m      m
14.00    0.3400    100.0    1.000    100.0    0.000

10.46    1.963    3.125    31.74    11.44    1.923
7.718    4.638    0.8145   121.8    3.107    4.501 -> trap level
7.047    6.488    0.5048   196.4    1.937    5.798 -> begin overlap

```

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 6.488m

--4/3 Power Law-- -Const Eddy Diff-

conc	dilution	conc	dilution	distance	Time	
				m	sec	hrs
0.5042	196.7	0.5044	196.6	10.00	84.05	0.0
0.4496	220.8	0.4718	210.3	20.00	284.0	0.1
0.3724	266.9	0.4251	233.6	30.00	484.0	0.1
0.3100	321.0	0.3863	257.2	40.00	684.0	0.2
0.2622	379.8	0.3556	279.6	50.00	884.0	0.2
0.2252	442.5	0.3307	300.7	60.00	1084	0.3
0.1960	508.6	0.3103	320.6	70.00	1284	0.4
0.1726	577.9	0.2932	339.5	80.00	1484	0.4
0.1534	650.1	0.2786	357.4	90.00	1684	0.5
0.1376	725.2	0.2659	374.4	100.0	1884	0.5

```

Title   Kvaliosen, 9.7 1996, 2.7 l/s+5.4 l/s sjovann - 10 cm/s nonlinear
tot flow # ports port flow spacing effl sal effl temp far inc far dis
0.0088 1 0.008800 1000 23 10 10 100
port dep port dia plume dia total vel horiz vel vertl vel asp coeff print frq
14 0.34 0.3400 0.09692 0.09692 0.000 0.10 500
port elev ver angle cont coef effl den poll conc decay Froude # Roberts F
1 0.0 1.0 17.6480 100 0 0.5699 1336
hor angle red space p amb den p current far dif far vel K:vel/cur Stratif #
90 1000.0 26.4760 0.1000 0.000453 0.1 0.9692 0.002390
depth current density salinity temp amb conc N (freq) red grav.
1.0 0.1 25.6071 33.40 10.7 0 0.02435 0.08507
2 0.1 25.5605 33.34 10.7 0 buoy flux puff-ther
4 0.1 25.5770 33.35 10.65 0 7.487E-07 0.2134
6 0.1 25.9054 33.67 10.19 0 jet-plume jet-cross
8 0.1 26.1728 33.92 9.76 0 0.1824 0.2921
10 0.1 26.1972 33.93 9.66 0 plu-cross jet-strat
12 0.1 26.2819 33.99 9.43 0 0.7487 1.095
13 0.1 26.3979 34.07 9.10 0 plu-strat
14 0.1 26.4760 34.17 9.10 0 2.683
0 CL conc>=

```

CORMIX1 flow category algorithm is turned off.

0.1 m/s, 0.3281 ft/s >0.0 to 2.0 m/s range

Help: F1. Quit: <esc>. Configuration:ATNO3. FILE: KOLLSNES.VAR;

UM INITIAL DILUTION CALCULATION (nonlinear mode)

plume dep	plume dia	poll conc	dilution	CL conc	hor dis
m	m				m
14.00	0.3400	100.0	1.000	100.0	0.000
12.11	1.775	3.125	31.74	11.76	2.119
10.31	4.149	0.6302	157.4	2.428	7.516 -> trap level
9.305	5.677	0.3448	287.6	1.332	18.60
-> local maximum rise or fall					
10.30	5.766	0.3318	298.9	1.282	30.35 -> trap level
10.67	6.012	0.3075	322.5	1.188	38.79
-> local maximum rise or fall					
9.872	6.065	0.3002	330.3	1.160	47.11 -> trap level
9.518	6.142	0.2946	336.6	1.138	57.11
-> local maximum rise or fall					

FARFIELD CALCULATION (based on Brooks, 1960, see guide)

Farfield dispersion based on wastefield width of 6.142m

--4/3 Power Law--		-Const Eddy Diff-		distance	Time	
conc	dilution	conc	dilution		m	sec
0.2943	337.0	0.2943	337.0	60.00	28.89	0.0
0.2909	340.9	0.2924	339.2	70.00	128.9	0.0
0.2729	363.6	0.2816	352.3	80.00	228.9	0.1
0.2490	398.8	0.2672	371.4	90.00	328.9	0.1
0.2255	440.5	0.2531	392.3	100.0	428.9	0.1