

# Rissa kommune - Beregninger for utslipp av kommunalt avløpsvann ved Kvithyll



# RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**NIVA Region Sør**

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**NIVA Region Innlandet**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**NIVA Region Vest**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Region Midt-Norge**

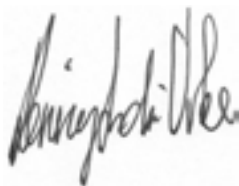
Høgskoleingen 9  
7034 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Rissa kommune - Beregninger for utslipp av kommunalt avløpsvann ved Kvithyll	Løpenr. (for bestilling) 6641-2014	Dato 25.2.2014
	Prosjektnr. Undernr. 13216	Sider Pris 19
Forfatter(e) Jarle Molvær og Henning Andre Urke	Fagområde Kommunalt avløp	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Sør-Trøndelag	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Rissa kommune, Sør-Trøndelag ved Ivar Asbjørn Fallmyr	Oppdragsreferanse 0581/13
--	------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Rissa kommune planlegger å legge utslipp av kommunalt avløpsvann på dypt vann utenfor Kvithyll. Basert på data for utslippet, hydrografiske målinger og strømmålinger er det ved hjelp av en matematisk modell gjort vurderinger av hvor utslippet bør ligge.</p> <p>Et framtidig utslipp for 1500 pe kan plasseres på 40 m dyp, eller med en diffusor i ca. 35 m dyp.</p> <p>Et framtidig utslipp for 5000 pe kan plasseres på 40 m dyp og avløpsvannet slippes gjennom en diffusor.</p> <p>Avløpsvannet er ferskvann og når det forlater avløpsledningen vil det stige oppover i vannsøylen. Direkte kontakt med vanninntaket for Snadder og Snaskum i 100 m dyp er dermed utelukket.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rissa</li> <li>2. Kvithyll</li> <li>3. Avløpsvann</li> <li>4. Utslippsvurdering</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rissa</li> <li>2. Kvithyll</li> <li>3. Municipal wastewater</li> <li>4. Recipient study</li> </ol>
---	---



*Henning Andre Urke*  
Prosjektleder



*Mark Powell*  
Forskningsleder



*Kristoffer Næs*  
Forskningsdirektør

# **Rissa kommune**

Beregninger for utslipp av kommunalt avløpsvann  
ved Kvithyll

## Forord

Den foreliggende rapporten er utarbeidet på oppdrag for Rissa kommune. Vi takker Trond Selbekk, Rissa kommune, for god gjennomføring av hydrografiske målinger utenfor Kvithyll. Ståle Fjorden, Asplan Viak, takkes for godt datagrunnlag for beregningene i prosjektet.

Ved NIVA har forsker Henning Andre Urke vært prosjektleder og forskningsassistent John Birger Ulvund har hatt hovedansvar for feltarbeidet. Rapporten er skrevet av Jarle Molvær, Molvær Resipientanalyse, Oslo.

Trondheim, 25.2.2014

*Henning Andre Urke*  
*prosjektleder*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Bakgrunn og formål</b>	<b>6</b>
<b>2. Topografi</b>	<b>6</b>
<b>3. Metodikk og data</b>	<b>7</b>
3.1 Metodikk	7
3.2 Data	8
<b>4. Resultater og vurderinger</b>	<b>10</b>
4.1 Den vertikale sjiktningen	10
4.2 Strømforhold i utslippsområdet	10
4.3 Sted og utslippsdyp for avløpsvannet	12
<b>5. Oppsummering og anbefalinger</b>	<b>17</b>
<b>6. Litteratur</b>	<b>18</b>

---

## Sammendrag

Rissa kommune planlegger å samle to utslipp av kommunalt avløpsvann med utslipp på dypt vann utenfor Kvithyll. Formålet med prosjektet er:

1. *Beregne innlagringsdyp og fortynning for avløpsvannet for aktuelle utslippsdyp, for typiske vannmengder og ledningsdiametre.*
2. *Gi anbefalinger mht. utslippsdyp/-sted og utslippsarrangement.*

Det er viktig at avløpsvannet ikke kommer i kontakt med vanninntaket til bedriften Snadder og Snaskum. Vanninntaket ligger på 100 m dyp utenfor Kvithyll.

Rissa kommune og Asplan Viak har framskaffet data for utslipp fra 1500 pe og 5000 pe, og det ble gjort målinger av temperatur, saltholdighet, strømhastighet og strømrretning utenfor Kvithyll.

### Utslippsledning for 1500 pe

Avløpsvannet er ferskvann med vesentlig mindre egenvekt enn sjøvann. Når det forlater avløpsledningen vil det dermed stige mot overflata og direkte kontakt med vanninntaket for Snadder og Snaskum er dermed utelukket.

Ved utslipp i 30 m - 35 m - 40 m dyp vil avløpsvannet oftest bli innlagret uten å påvirke vannkvaliteten i overflatelaget omkring utslippspunktet. Men ved kombinasjonen av stor vannmengde (20 l/s), svak vertikal sjiktning og svak strøm, kan det ved utslipp i 30 m - 35 m dyp forekomme situasjoner da avløpsvannet stiger helt opp til overflata.

Hvis avløpsvannet stiger til overflata er det fortynnet 300-400x med sjøvann og vil ikke være synlig - evt. unntatt hvis det kan dannes en olje-/fettholdig hinne på overflata i helt stille vær, eller avløpsvannet inneholder partikler som får fugl til å samle seg over utslippet. Men vannhygienisk blir vannkvaliteten dårlig. Imidlertid er det sannsynlig at kombinasjonen stor mengde avløpsvann og svak vertikal sjiktning sjelden vil forekomme.

**Anbefaling: Utslippet legges på ca. 40 m dyp. Alternativt monteres en diffusor på enden av ledningen og med utslipp omkring 35 m dyp.**

### Utslippsledning for 5000 pe

Avløpsvannet er ferskvann med vesentlig mindre egenvekt enn sjøvann. Når det forlater avløpsledningen vil det dermed stige mot overflata og direkte kontakt med vanninntaket for Snadder og Snaskum er dermed utelukket.

Ved utslipp i 30 m - 35 m - 40 m dyp vil avløpsvannet oftest bli innlagret uten å påvirke vannkvaliteten i overflatelaget omkring utslippspunktet (vannmengde 10 l/s og 30 l/s). Men ved kombinasjonen av stor vannmengde (60 l/s) og svak vertikal sjiktning, samt svak til moderat strøm, vil det ved utslipp i 30 m - 35 m dyp forekomme situasjoner da avløpsvannet stiger helt opp til overflata. Det er da fortynnet 150-200x med sjøvann og vil ikke være synlig - evt. unntatt hvis det kan dannes en olje-/fettholdig hinne på overflata i helt stille vær, eller avløpsvannet inneholder partikler som får fugl til å samle seg over utslippet. Men vannhygienisk blir vannkvaliteten dårlig. Imidlertid er det sannsynlig at kombinasjonen stor mengde avløpsvann og svak vertikal sjiktning sjelden vil forekomme.

**Anbefaling: Utslippet legges i ca. 40 m dyp og det monteres en diffusor på enden av ledningen.**

# 1. Bakgrunn og formål

Rissa kommune planlegger å samle to utslipp av kommunalt avløpsvann og slippe dette på dypt vann som skissert i Figur 1. Den framtidige pe-belastningen vil utgjøre i størrelsesorden 1000 pe. Så vel slamavskiller og silanlegg skal tilfredsstille krav til rensing i hht. avløpsforskriftens § 13, og beslutning om rensemetode er ikke tatt ennå (Zambon, 2013).

Kommunen har som mål å etablere ett godt sjøutslipp med optimal utslippsdybde (god innlagring i resipient - god fortynning) slik at virkningene av utslippet på resipienten blir minst mulig samt at brukerkonflikter unngås. I sin prinsipp-løsning (Zambon, 2013) nevnes spesielt bedriften Snadder og Snaskum AS som utøver videreforedling av blåskjell like ved Kvithyll kai. Bedriften benytter sjøvann i sin produksjon gjennom inntak fra sjøledning (på ca. 100 m dyp). Bedriften er avhengig av god og stabil vannkvalitet og det er derfor viktig at vanninntaket ikke påvirkes av det kommunale avløpsvannet.

Formålet med prosjektet kan dermed defineres som:

1. *Beregne innlagringsdyp og fortynning for avløpsvannet for aktuelle utslippsdyp, for typiske vannmengder og ledningsdiametre.*
2. *Gi anbefalinger mht. utslippsdyp/-sted og utslippsarrangement.*

Med "utslippsarrangement" menes at man utreder utslipp gjennom et hull, og eventuelt gjennom en diffusor.

## 2. Topografi

Kvithyll ligger på østsiden av Trondheimsfjorden, i Rissa kommune (*Figur 1*). Det er et åpent område der bunndypet øker til mer enn 500 m innen en avstand på 500-600 m fra land.



**Figur 1.** Oversiktskart over Kvithyll i Rissa kommune. Plassering av stasjoner for måling av hhv. temperatur, saltholdighet, strømmetning og strømhastighet (kart: Gislink.no).

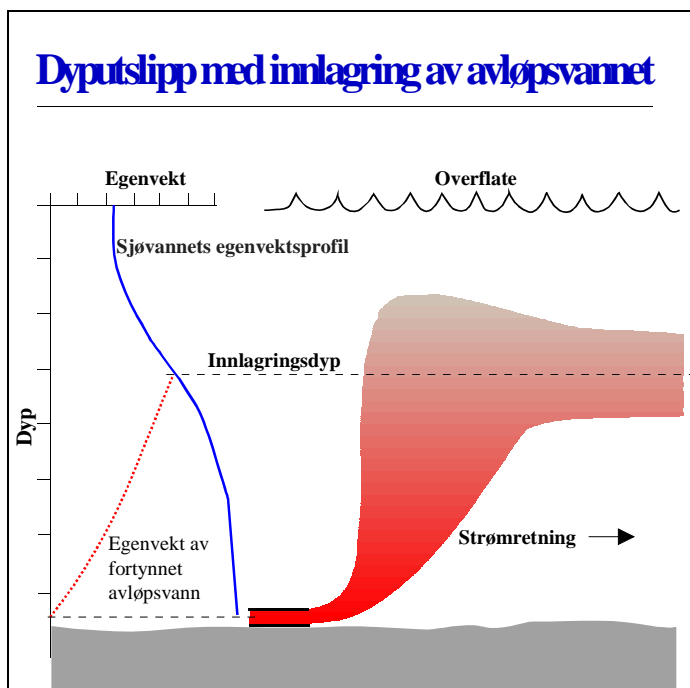
## 3. Metodikk og data

### 3.1 Metodikk

For å vurdere hvordan framtidige utslipp bør plasseres for å unngå at avløpsvannet påvirker vannkvalitet og brukerinteresser utenfor Kvithyll, er det brukt en matematisk modell som nedenfor beskrives kort.

Avløpsvannet har i praksis samme egenvekt som ferskvann og dermed lettere enn sjøvann. Det vil derfor begynne å stige mot overflata samtidig som det fortynnes raskt med omkringliggende sjøvann. Hvis sjøvannet har en stabil sjiktning (egenvekten øker mot dypet) fører dette til at egenvekten til blandingen av avløpsvann og sjøvann øker samtidig som egenvekten til det omkringliggende sjøvannet avtar. I et gitt dyp kan dermed blandingsvannmassen få samme egenvekt som sjøvannet omkring (se **Figur 2**). Da har ikke lenger blandingsvannmassen noen "positiv oppdrift", men har fortsatt vertikal bevegelsesenergi og vil stige noe forbi dette "likevektsdypet" for så å synke tilbake og innlagres. I en fjord er det vanligvis en vertikal sjiktning i sjøvannet og det fortynnede avløpsvannet kan innlagres uten å nå overflaten. Etter innlagringen vil avløpsvannet spres med strømmen samtidig som det fortynnes videre.

Innlagringsdypet beregner vi med den numeriske modellen Visual PLUMES utviklet av det amerikanske miljøverndirektoratet (Frick et al., 2001). Nødvendige opplysninger er vannmengde, utslippsdyp, diameter for utslippsrøret samt strømhastigheten i resipienten. For tilfeller der man står rimelig fritt i valg av utslippsdyp, blir beregningene utført for de dypene som er aktuelle.



**Figur 2.** Prinsippskisse som viser hvordan et dyputslipp av avløpsvann fungerer i forhold til innlagring. En forutsetning for innlagring er at egenvekten for fjordvannet øker med dypet (vertikal sjiktning).



### 3.2 Data

For beregningene av innlagingsdyp og spredning behøves opplysninger om

1. Utslipet: ledningsdiameter og vannmengder
2. Vertikale profiler av temperatur og saltholdighet
3. Strømforhold i innlagingsdypet

#### Utslipet

Asplan Viak har gitt opplysninger om dagens utslipp og om framtidige vannmengder (Fjorden, 15.12.2013). I tillegg er gjort noen antakelser om utslippsdyp og ledningsdiameter som blir brukt i utslippsberegningene. Dette er sammenfattet i **Tabell 1**.

**Tabell 1.** Karakteristiske tall for et framtidig utslipp (kilde: Asplan Viak)

Utslippsledning for 1500 pe, indre diameter 0,176 mm		Utslippsledning for 5000 pe, indre diameter 0,277 mm	
Utslippsdyp	Vannmengde, l/s	Utslippsdyp	Vannmengde, l/s
30 m	5	30 m	10
	10		30
	20		60
35 m	5	35 m	10
	10		30
	20		60
40 m	5	40 m	10
	10		30
	20		60

#### Vertikalprofiler av temperatur og saltholdighet

For beregningene med modellen PLUMES behøves flest mulig vertikalprofiler av temperatur og saltholdighet. Slike data var ikke tilgjengelig. I tidsrommet 20.6.2013-31.10.2013 ble det derfor ti ganger utført målinger av temperatur og saltholdighet med en selvregistrerende sonde av typen SensorData 204 (jfr. beskrivelse i **Tabell 2**) fra NIVA Midt-Norge, Trondheim. Etter opplæring fra NIVA ble målingene utført av Rissa kommune på stasjon H1 som vist i Figur 1, og datoene for profilene som er brukt vises i **Tabell 3**.

**Tabell 2.** SD204-sonden: Parametere og presisjon.

Parameter	Usikkerhet
Temperatur	$\pm 0,01^{\circ}\text{C}$
Saltholdighet	$\pm 0,01 \text{ ‰}$
Trykk	$\pm 0,1\text{m}$
Turbiditet	$<2 \text{ ‰ FTU}$

Sonden registrerte dyp (trykk), saltholdighet, temperatur, dato og klokkeslett med 1 sekunds intervall mens den langsamt ble senket fra overflaten og ned til bunnen.

**Tabell 3.** Datoer med måling av profiler for temperatur og saltholdighet.

Dato	Dato
20.6.2013	27.8.2013
4.7.2013	26.9.2013
19.7.2013	10.10.2013
1.8.2013	17.10.2013
15.8.2013	31.10.2013

### Undersøkelse av strømforhold

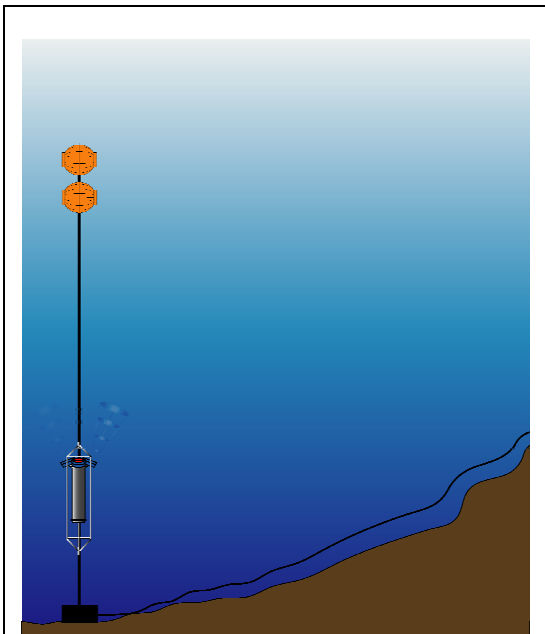
For beregningene av innlagringsdyp og spredning behøves opplysninger om strømhastighet og strømretning mellom utslippsdyp og innlagringsdypet for avløpsvannet fordi dette har betydning både for innlagringsdypet og for spredningen av det fortynnede avløpsvannet. Utenfor Kvithyll vil en forvente et strømbilde preget av virkningen av tidevannsvariasjoner og av skiftende meteorologiske forhold (vind og lufttrykk). Erfaringsmessig skaper dette et strømsystem der hastighet og retning varierer mye, og der hastigheten sjelden blir større enn 15-20 cm/s.

Siden der ikke fantes opplysninger om strømhastighet og -retning utenfor Kvithyll ble det iverksatt målinger. Den 20.6.2013 ble en strømmåler av type Aanderaa Seaguard plassert på 22 m dyp som vist i **Figur 3**. Bunndypet var 52 m. Instrumentet registrerte hvert tiende minutt de parameterne som er beskrevet i Tabell 4.

**Tabell 4.** Strømmåleren. Parametere og presisjon.

Strømhastighet	Strømretning	Temperatur	Konduktivitet	Turbiditet
±0,15cm/s	5°	± 0,05°C	± 0,005S/m	<2 % FTU

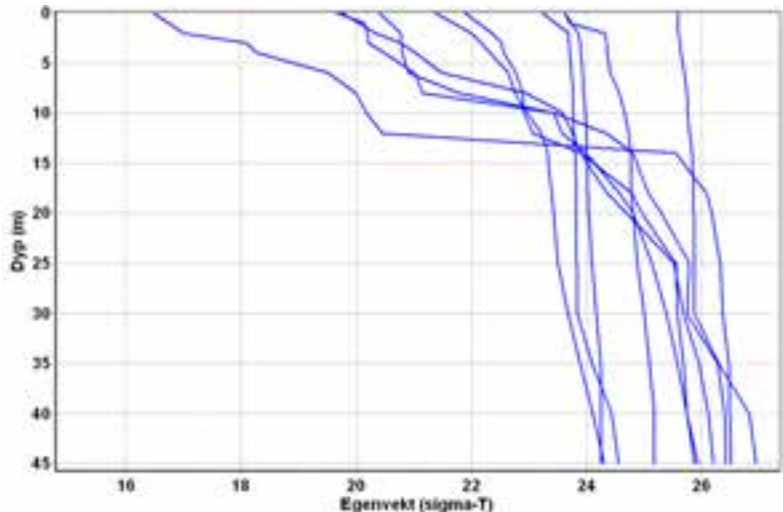
Måleren ble tatt opp den 19.7.2013, dvs. med målinger i 29 døgn. Dette er tilstrekkelig både for beskrivelse av tidevannets og skiftende vindforholds påvirkning av strømretning og strømhastighet.

**Figur 3.** Prinsippkisse av strømmåler med forankring langs bunnen. Posisjonen er vist i Figur 1.

## 4. Resultater og vurderinger

### 4.1 Den vertikale sjiktningen

**Figur 4** viser de ti tetthetsprofilene som ble målt på stasjon H1. Som ventet er variasjonene store, og i første rekke ned til 10-15 m dyp. Ved datoene 19.7.13 og 10.10.13 var det meget svak vertikal sjiktning utenfor Kvithyll. Profilene viser at selv for utslipp av en konstant mengde avløpsvann vil innlagringsdypet variere mye gjennom året, samt at det til tider kan være vanskelig å unngå at avløpsvannet - svært fortennet - når helt opp til overflatelaget. Mer om dette lenger bak i rapporten.



**Figur 4.** Beregning av vannets egenvekt på stasjon H1 som beskrivelse av den vertikale sjiktningen. Merk de store variasjonene ned til ca. 12-15 m dyp.

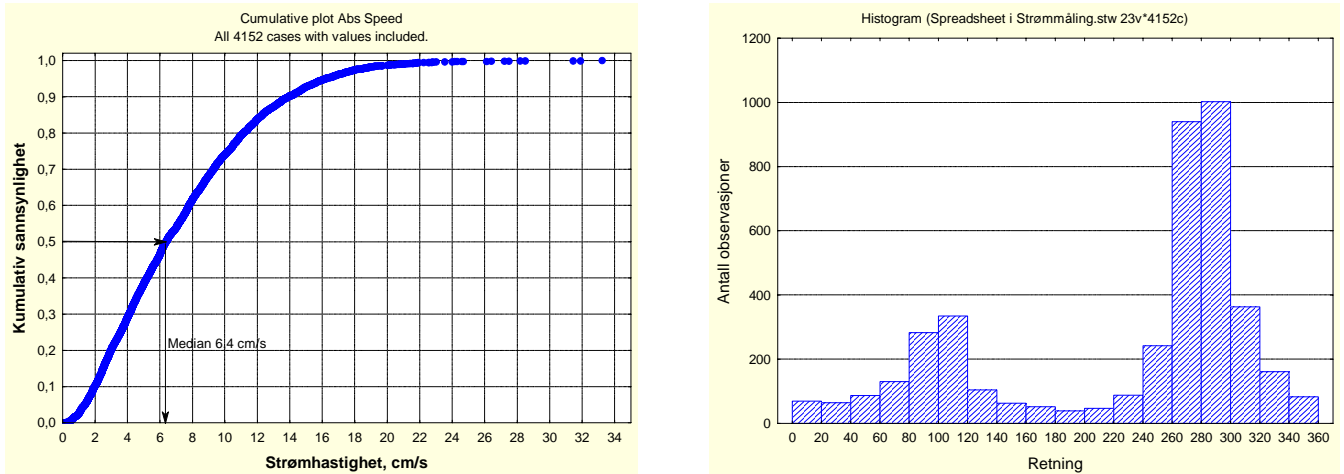
### 4.2 Strømforhold i utslippsområdet

For beregninger av avløpsvannets innlagring er det i første rekke strømhastigheten som er utslagsgivende. **Figur 5** viser hovedtrekk mht. hastighet og retning. x-aksen viser strømhastighet og y-aksen viser kumulativ fordeling av hastighet; og Verdien 0,5 betegner medianen eller midtverdien (halvparten er mindre og halvparten større). Til sammenligning betyr 0,9 at 90 % av verdiene er lavere.

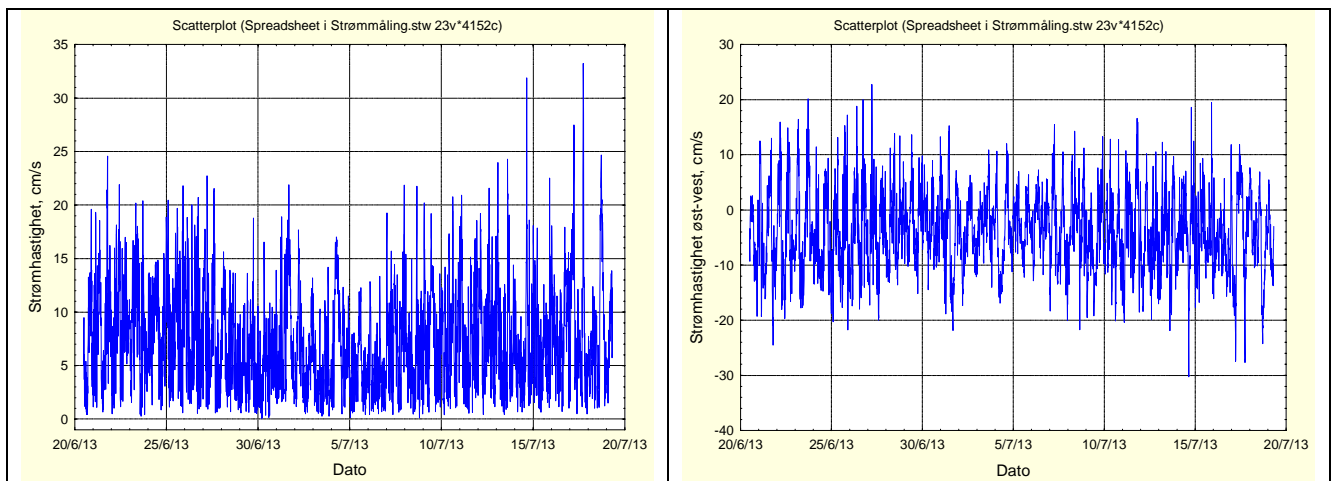
Fordeling av strømretning i 20 graders sektorer viser overvekt på strøm rettet mot vest-nordvest.

**Figur 6** viser strømhastighet mot tid (venstre figur) og strømkomponenten langs øst-vest-aksen (høyre figur). Vi ser store regelmessige variasjoner med tiden.

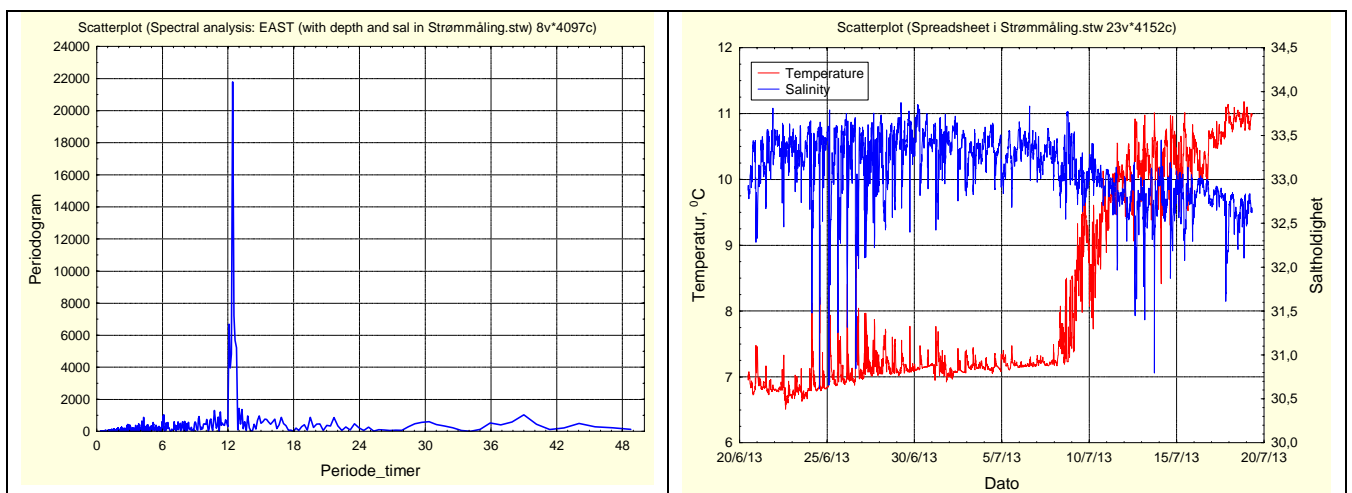
**Figur 7** (venstre side) viser resultat av en analyse av hvilke perioder som dominerer strømmens øst-vest komponent, som er det halvdaglige tidevannet (periode 12,4 timer). I figurens høyre side er vist målinger av temperatur og saltholdighet. Det mest interessante der er økningen i temperatur som begynte natt til 8.7.13. Der er ingen åpenbar forklaring i de foreliggende dataene, men man kan merke seg at i tidsrommet 7.-8.7 økte vinden til frisk vestlig bris (registreringer på Ørland flystasjon).



**Figur 5.** Venstre figur: Kumulativ fordeling av strømhastighet i 22 m dyp . Høyre figur: Strømmens retning fordelt på 20° sektorer.



**Figur 6.** Venstre figur: Strømmens hastighet. Høyre figur: Strømmens hastighet i øst-vest retning.



**Figur 7.** Venstre figur: Periodogram som viser at det halvdaglige tidevannet dominerer i 22 m dyp. Høyre figur: Saltholdighet og temperatur i 22 m dyp.

Resultatene mht. strømhastighet er oppsummert i **Tabell 5**. I beregningene av avløpsvannets innlagring og fortykning bruker vi hastighetene 2 cm/s, 7 cm/s og 14 cm/s.

**Tabell 5.** Oppsummering for strømhastighet.

Dyp	10-percentil	Gjennomsnitt	Median	90-percentil	Maksimum
22 m	2,0	7,3 cm/s	6,4	13,9	33,2 cm/s

### 4.3 Sted og utslippsdyp for avløpsvannet

Beregningene tar utgangspunkt i **Tabell 1** og **Tabell 5**, dvs. beregninger for 54 kombinasjoner av vannmengder, rørdiametre, dyp og strømhastigheter. I **Figur 8** og **Figur 10** vises resultater for hhv. utslippsledning for 1500 pe og 5000 pe. Resultatene drøftes i forhold til to hovedkriterier:

1. *Avløpsvannet skal ikke komme i kontakt med vanninntaket til Snadder og Snaskum (inntaksdyp ca. 100 m).*
2. *Forhindre at avløpsvannet når overflata. I den grad avløpsvannet inneholder næringssalter vil man dermed unngå økt algevekst og begroing i strandsonen og i vannmassene. Og man unngår at næringssaltene i sjøvannet som innblandes i den oppadstigende strålen med avløpsvann også bringes opp i overflatelaget*

#### Utslippsledning for 1500 pe (**Figur 8**)

Avløpsvannet er ferskvann med vesentlig mindre egenvekt enn sjøvann. Når det forlater avløpsledningen vil det dermed stige mot overflata og direkte kontakt med vanninntaket for Snadder og Snaskum er dermed utelukket.

Foruten utslippsdypet er det hovedsakelig tre faktorer som bestemmer innlagingsdypet:

- mengden avløpsvann
- den vertikale sjiktningen
- strømhastigheten

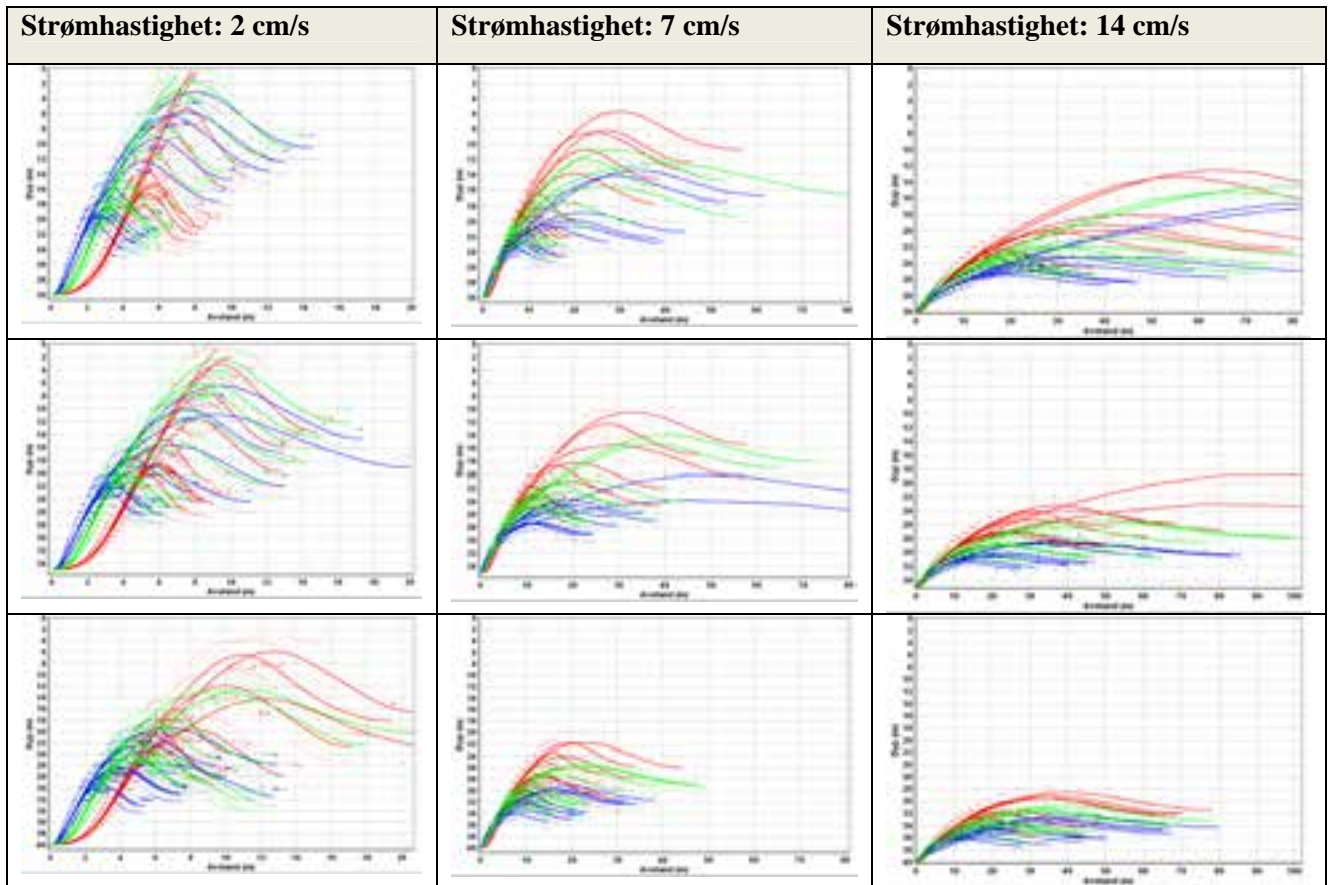
Som vist i **Figur 4** var det flere situasjoner med bare svak sjiktning mellom 4 m dyp og utslippsdyp, noe som gjør det vanskeligere å oppnå innlagring av avløpsvannet.

Beregningene tyder på at ved utslipp i 30 m - 35 m - 40 m dyp vil avløpsvannet oftest bli innlagret uten å påvirke vannkvaliteten i overflatelaget omkring utslippspunktet.

Men ved kombinasjonen av stor vannmengde (20 l/s), svak vertikal sjiktning og svak strøm, kan det ved utslipp i 30 m - 35 m dyp sannsynligvis forekomme situasjoner hvor avløpsvannet stiger helt opp til overflata. Svak til moderat strømsstyrke vil oftest opptre omkring høyvann og lavvann, dvs. fire ganger i døgnet, men strømforholdene vil også være sterkt påvirket av vind og hydrografiske forhold i kystvannet. Det er ikke datagrunnlag for å bedømme hvor ofte det er slik svak vertikal sjiktning utenfor Kvithyll, men mest sannsynlig oftest i vinterhalvåret.

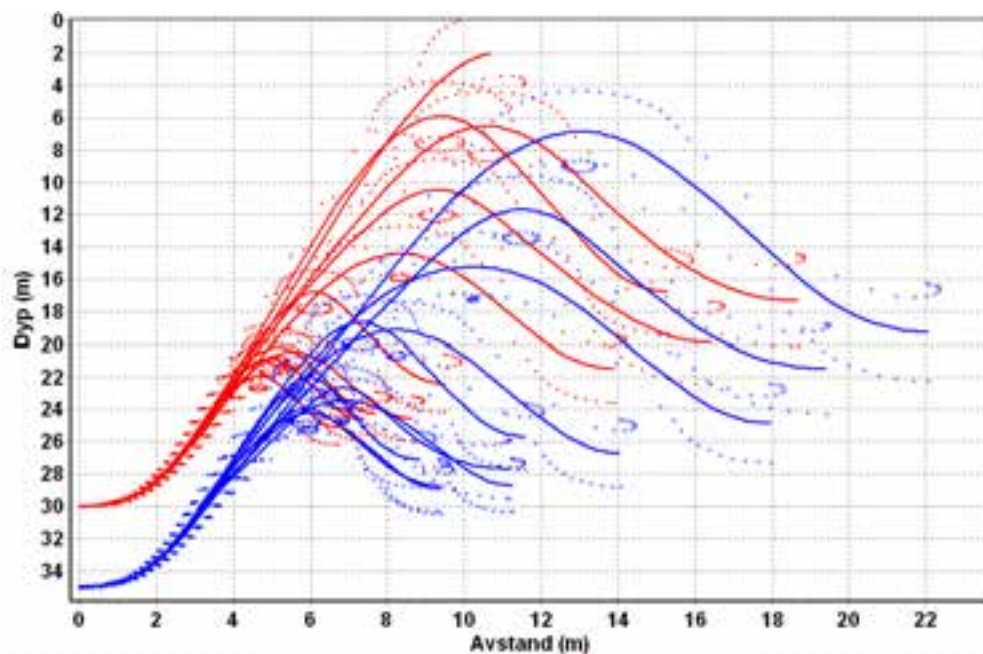
På den annen side: Hvis avløpsvannet stiger til overflata er det fortyknet 300-400x med sjøvann og vil ikke være synlig på overflata, evt. unntatt hvis det kan dannes en olje-/fettholdig hinne på overflata i helt stille vær, eller avløpsvannet inneholder partikler som får fugl til å samle seg over utslippet.

Dessuten: Hvis slike situasjoner med mye avløpsvann forekommer i forbindelse med snøsmelting eller sterk nedbør, dvs. stor tilførsel av ferskvann til fjordområdet, er det sannsynlig at kombinasjonen stor mengde avløpsvann og svak vertikal sjiktning sjelden vil forekomme.



**Figur 8.** Utslippsledning for 1500 pe. Beregnet strålebane og innlagring ved utslipp av 5 l/s (blå kurver), 10 l/s (grønne kurver) og 20 l/s (røde kurver) i 30 m, 35 m og 40 m dyp (øvre, midtre og nedre rad) - og ved strømhastighetene 2 cm/s, 7 cm/s og 14 cm/s (venstre, midtre og høyre kolonne). Senter av hver strålebane (10 stk.) er vist med heltrukken linje, mens ytterkantene er stiplede.

Til slutt gjør vi for eksemplets skyld beregninger for utslipp av 20 l/s gjennom en diffusor i 30-35 m dyp. Diffusoren har seks hull med diameter 6 cm og innbyrdes avstand 2,5 m, og vi understreker at disse størrelsene er valgt nokså vilkårlig for å se om en diffusor kan forhindre at avløpsvannet når overflata (**Figur 9**). Avløpsvannet innlagres dypere enn ved utslipp gjennom ett hull, og ved utslipp i 35 m dyp når ikke avløpsvannet opp til overflata.



**Figur 9.** Avløp 1500 pe. Beregnet strålebane og innlagring ved et framtidig utslipp av 20 l/s gjennom en diffusor i 30 m og 35 m dyp. Diffusoren består her av seks hull med diameter 6 cm og innbyrdes avstand 2,5 m. Strømhastighet: 2 cm/s.



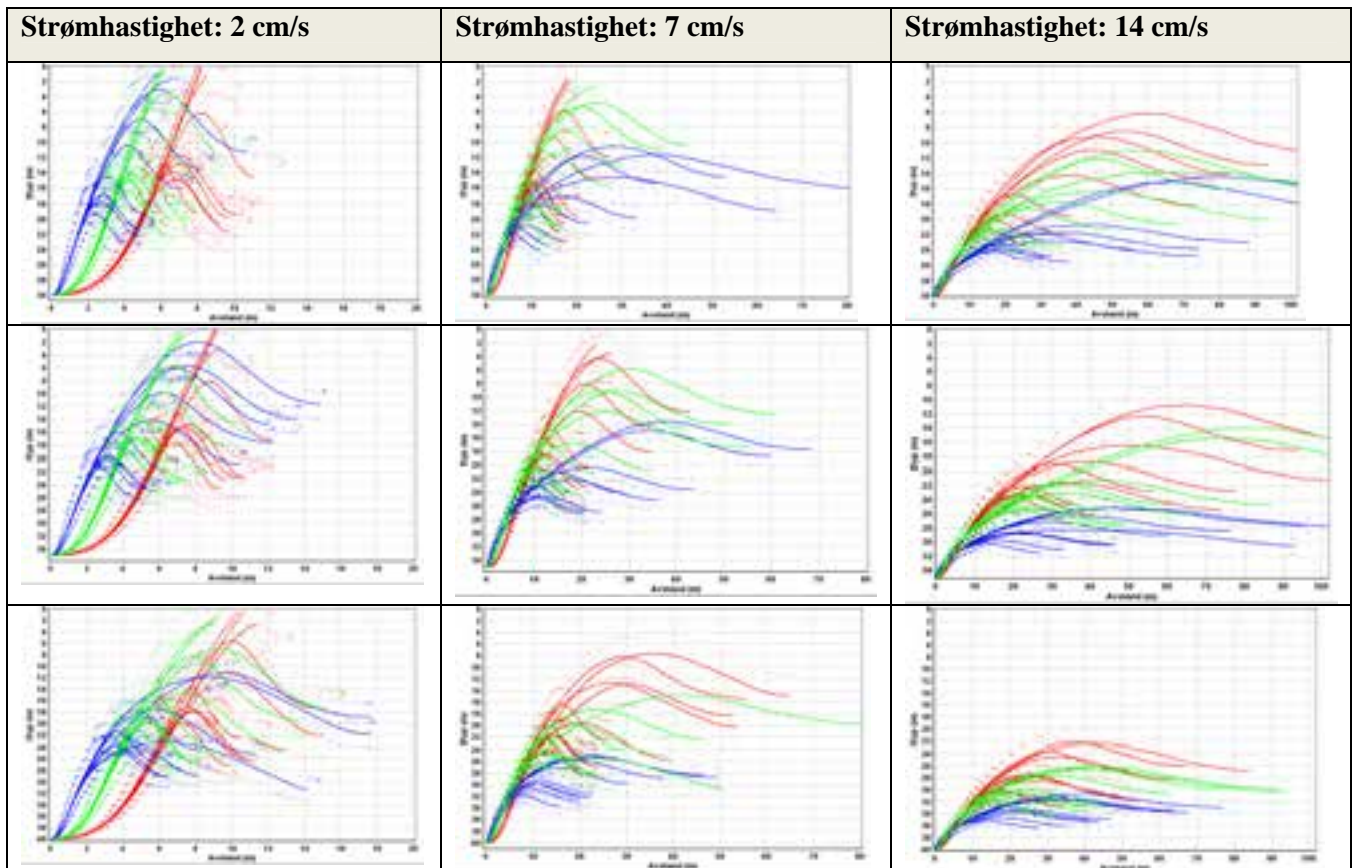
### Utslippsledning for 5000 pe.

Avløpsvannet er ferskvann med vesentlig mindre egenvekt enn sjøvann. Når det forlater avløpsledningen vil det dermed stige mot overflata og direkte kontakt med vanninntaket for Snadder og Snaskum er dermed utelukket.

Beregningene tyder på at ved utslipp i 30 m - 35 m - 40 m dyp vil avløpsvannet oftest bli innlagret uten å påvirke vannkvaliteten i overflatelaget omkring utslippspunktet (vannmengder 10 l/s og 30 l/s). Men ved kombinasjonen av stor vannmengde (60 l/s), svak vertikal sjiktning samt svak til moderat strøm, kan det ved utslipp i 30 m - 35 m dyp forekomme situasjoner hvor avløpsvannet stiger helt opp til overflata. Svak til moderat strømstyrke vil oftest opptre omkring høyvann og lavvann, dvs. fire ganger i døgnet, men strømforholdene vil også være sterkt påvirket av vind og hydrografiske forhold i kystvannet. Der er ikke datagrunnlag for å bedømme hvor ofte det er svak vertikal sjiktning utenfor Kvithyll, men mest sannsynlig oftest i vinterhalvåret.

På den annen side: Hvis avløpsvannet stiger til overflata er det fortynnet 150-200x med sjøvann og vil ikke være synlig på overflata, evt. unntatt hvis det kan dannes en olje-/fettholdig hinne på overflata i helt stille vær, eller avløpsvannet inneholder partikler som får fugl til å samle seg over utslippet.

Dessuten: Hvis slike situasjoner med mye avløpsvann forekommer i forbindelse med snøsmelting eller sterk nedbør, dvs. stor tilførsel av ferskvann til fjordområdet, er det sannsynlig at kombinasjonen stor mengde avløpsvann og svak vertikal sjiktning sjelden vil forekomme.

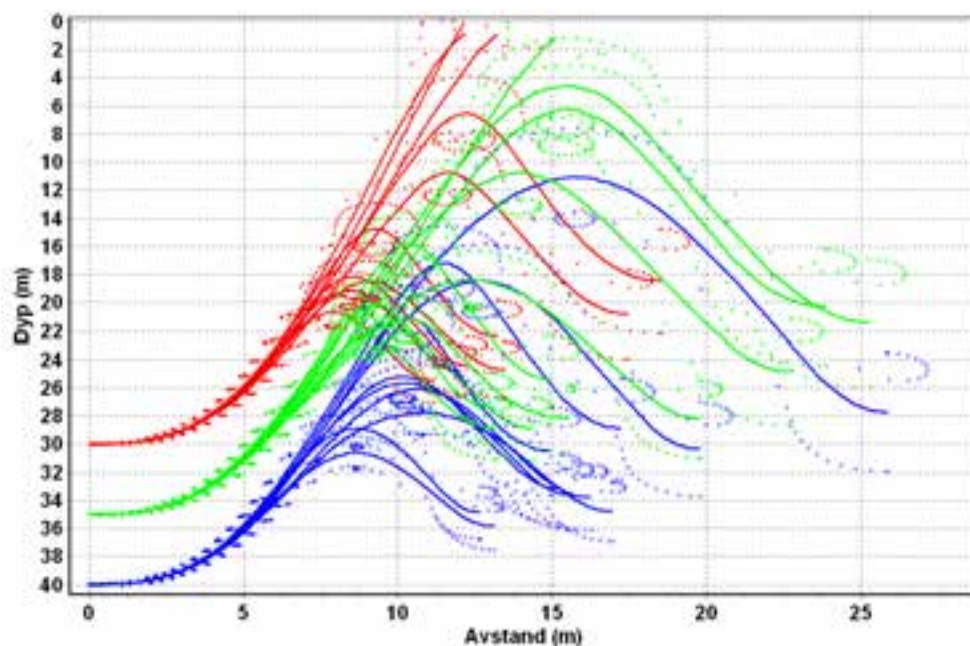


**Figur 10.** Utslippsledning for 5000 pe. Beregnet strålebane og innlagring ved utslipp av 10 l/s (blå kurver), 30 l/s (grønne kurver) og 60 l/s (røde kurver) i 30 m, 35 m og 40 m dyp (øvre, midtre og nedre rad) - og ved strømhastighetene 2 cm/s, 7 cm/s og 14 cm/s (venstre, midtre og høyre kolonne). Senter av hver strålebane (10 stk.) er vist med heltrukket linje, mens ytterkantene er stiplede.



Til slutt gjør vi beregninger for utslipp av 60 l/s gjennom en tenkt diffusor (spreder) i 30-35-40 m dyp. Diffusoren her har seks hull med diameter 8 cm og innbyrdes avstand 2,5 m (**Figur 11**). Både for utslipp i 30 m og 35 m dyp kan det forekomme situasjoner hvor avløpsvann stiger helt til overflata. På den annen side: Hvis avløpsvannet stiger til overflata er det fortynnet ca. 300x med sjøvann og vil ikke være synlig på overflata, evt. unntatt hvis det kan dannes en olje-/fettholdig hinne på overflata i helt stille vær, eller avløpsvannet inneholder partikler som får fugl til å samle seg over utslippet.

Og vi minner om at kombinasjonen 60 l/s og svak vertikal sjiktning sannsynligvis sjelden forekommer.



**Figur 11.** Avløp 5000 pe. Beregnet strålebane og innlagring ved et utslipp av 60 l/s gjennom en diffusor i 30 m, 35 m og 40 m dyp. Diffusoren består her av seks hull med diameter 8 cm og innbyrdes avstand 2,5 m. Strømhastighet: 2 cm/s.

## 5. Oppsummering og anbefalinger

Formålet med prosjektet kan defineres som:

3. *Beregne innlagringsdyp og fortynning for avløpsvannet for aktuelle utslippsdyp, for typiske vannmengder og ledningsdiametre.*
4. *Gi anbefalinger mht. utslippsdyp/-sted og utslippsarrangement.*

Det er viktig at avløpsvannet ikke kommer i kontakt med vanninntaket til bedriften Snadder og Snaskum. Vanninntaket ligger på 100 m dyp utenfor Kvithyll.

Rissa kommune og Asplan Viak har framskaffet data for utslipp fra 1500 pe og 5000 pe, og det ble gjort målinger av temperatur, saltholdighet, strømhastighet og strømrretning utenfor Kvithyll.

### Utslippsledning for 1500 pe

Avløpsvannet er ferskvann med vesentlig mindre egenvekt enn sjøvann. Når det forlater avløpsledningen vil det dermed stige mot overflata og direkte kontakt med vanninntaket for Snadder og Snaskum er dermed utelukket.

Ved utslipp i 30 m - 35 m - 40 m dyp vil avløpsvannet oftest bli innlagret uten å påvirke vannkvaliteten i overflatelaget omkring utslippspunktet. Med kombinasjonen av stor vannmengde (20 l/s), svak vertikal sjiktning og svak strøm, kan det ved utslipp i 30 m - 35 m dyp forekomme situasjoner da avløpsvannet stiger helt opp til overflata.

Hvis avløpsvannet stiger til overflata er det i så fall fortynnet 300-400x med sjøvann og vil ikke være synlig, evt. unntatt hvis det kan dannes en olje-/fettholdig hinne på overflata i helt stille vær, eller avløpsvannet inneholder partikler som får fugl til å samle seg over utslippet. Men vannhygienisk blir vannkvaliteten dårlig. Det er sannsynlig at en slik kombinasjon av stor mengde avløpsvann og svak vertikal sjiktning sjelden vil forekomme.

**Anbefaling: Utslippet legges i ca. 40 m dyp. Alternativt monteres en diffusor på enden av ledningen og med utslipp omkring 35 m dyp.**

### Utslippsledning for 5000 pe

Avløpsvannet er ferskvann med vesentlig mindre egenvekt enn sjøvann. Når det forlater avløpsledningen vil det dermed stige mot overflata og direkte kontakt med vanninntaket for Snadder og Snaskum er dermed utelukket.

Ved utslipp i 30 m - 35 m - 40 m dyp vil avløpsvannet oftest bli innlagret uten å påvirke vannkvaliteten i overflatelaget omkring utslippspunktet (vannmengde 10 l/s og 30 l/s). Men ved kombinasjonen av stor vannmengde (60 l/s), svak vertikal sjiktning og svak til moderat strøm, kan det ved utslipp i 30 m - 35 m dyp forekomme situasjoner hvor avløpsvannet stiger helt opp til overflata. Det er da fortynnet 150-200x med sjøvann og vil ikke være synlig, evt. unntatt hvis det kan dannes en olje-/fettholdig hinne på overflata i helt stille vær, eller avløpsvannet inneholder partikler som får fugl til å samle seg over utslippet. Men vannhygienisk blir vannkvaliteten dårlig.

Imidlertid er det sannsynlig at en slik kombinasjon av stor mengde avløpsvann og svak vertikal sjiktning sjelden vil forekomme.

**Anbefaling: Utslippet legges i ca. 40 m dyp og det monteres en diffusor på enden av ledningen.**

## 6. Litteratur

Frick, W.E., Roberts, P.J.W., Davis, L.R., Keyes, J, Baumgartner, D.J. and George, K.P., 2001. Dilution Models for Effluent Discharges, 4<sup>th</sup> Edition (Visual Plumes). Environmental Research Division, U.S. Environmental Protection Agency, Athens Georgia, USA.

Fjorden, S.Kvithyll - Foreløpige dimensjoneringstall hydraulikk. Notat Asplan Viak. 9 sider. 15.12.2013.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. 36 sider.

Zambon, S.B., 2013. Notat: Prinsipp avløpsløsning Kvithyllområde. Rissa kommune. 9 sider.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)