

Beregnet til

**Fylkesmannen i Møre og Romsdal, samt Kristiansund kommune**

Dokument type

**Søknad**

Dato

**2014-01-08**

# **KRISTIANSUND KOMMUNE**

## **SØKNAD OM UTSLIPPSTILLATELSE**

### **FOR AVLØPSVANN FRA TETTBEBYGG- GELSEN KRISTIANSUND**

# SØKNAD OM UTSLIPPSTILLATELSE FOR AVLØPSVANN FRA TETTBEBYGGELSEN KRISTIANSUND

Revisjon **1**  
Dato **2014/01/08**  
Utført av **Maria Helene Steinnes Jensen**  
Kontrollert av **DEB**  
Godkjent av **MSJ**  
Beskrivelse **Søknad**

Ref. 6131028

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>Innledning</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Informasjon om søker</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>Avløpssystem i Kristiansund</b>	<b>1</b>
3.1	Avløpssystemet i Kristiansund – Dagens situasjon	1
3.2	Strategi for fremtidig avløpsrensing i Kristiansund kommune	3
<b>4.</b>	<b>Hagelin renseanlegg</b>	<b>6</b>
4.1	Utslippspunkt	6
<b>5.</b>	<b>Regelverkets krav til rensing</b>	<b>6</b>
<b>6.</b>	<b>Begrunnelse for dispensasjon fra sekundærrensekravet</b>	<b>7</b>
6.1	Mindre følsom resipient	7
6.1.1	Sårbare naturtyper	7
6.2	Utslippene gjennomgår primærrensing	9
6.3	Undersøkelser viser at utslippene ikke har skadevirkninger på miljøet	9
<b>7.</b>	<b>Forurenset grunn</b>	<b>11</b>
<b>8.</b>	<b>Luktverdinger</b>	<b>11</b>
<b>9.</b>	<b>Internkontroll</b>	<b>12</b>
<b>10.</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>12</b>

## VEDLEGG

### **Vedlegg 1**

Dimensjoneringsgrunnlag for nytt avløpsrenseanlegg på Hagelin

### **Vedlegg 2**

Oversikt over avløpsutslipp over 50 PE i Kristiansund kommune

### **Vedlegg 3**

Ledningsanlegg, pumpestasjoner og overløp i Kristiansund kommune

### **Vedlegg 4**

Oversiktskart

### **Vedlegg 5**

Resipientundersøkelse i Kristiansund kommune 2012

### **Vedlegg 6**

Flytskjema til renseanlegget

### **Vedlegg 7**

Luktspredning Hagelin renseanlegg

### **Vedlegg 8**

Tegning av utslippsledningen

### **Vedlegg 9**

Miljøfaglig vurdering av plassering av utslippspunkt

### **Vedlegg 10**

Innholdsfortegnelse internkontroll

### **Vedlegg 11**

Handlingsplan fra "Hovedplan avløp og vannmiljø 2012 – 2021"

## 1. INNLEDNING

Rambøll er engasjert av Kristiansund kommune for prosjektering av Hagelin renseanlegg. I den forbindelse søkes det om utslippstillatelse fra renseanlegget. Renseanlegget planlegges bygget som et primærrenseanlegg og det søkes derfor om dispensasjon fra kravet om sekundærrensing. Det søkes også om dispensasjon for fortsatt utslipp fra eksisterende anlegg RA6 Jonassenskjærva (650 PE), RA7 Løkkemyra (3320 PE), RA8 Dale (2430 PE), RA9 Heinsagata (510 PE) og RA10 Grunden (1100 PE) inntil disse er tilkoblet det nye avløpsrenseanlegget på Hagelin i henhold til tidsplanen i "Hovedplan avløp og vannmiljø 2012 – 2021". Det vil si innen utgangen av 2021. Vidar Dyrnes hos Kristiansund kommune har bidratt med informasjon og vært kommunens kontaktperson i utforming av søknaden.

Søknaden om utslippstillatelse baserer seg på følgende dokumenter:

- ✓ Kristiansund kommune: Notat vedrørende avløpssystem i Kristiansund kommune
- ✓ Norconsult 2013-02-11: Resipientundersøkelse i Kristiansund kommune 2012
- ✓ Rambøll 2013: Luktspredning Hagelin renseanlegg
- ✓ NIVA 2013: Beregning av innlagringsdyp i Dalabukta ved bruk av diffusor

Norconsultrapporten danner grunnlaget for beskrivelse av resipientforholdene i søknaden. Rapporten følger som vedlegg til søknaden.

Som vedlegg til søknaden følger også:

- ✓ Oversiktskart
- ✓ Flytskjema til renseanlegget
- ✓ Tegning av utslippsledningen
- ✓ Utslippskontroll/internkontroll

## 2. INFORMASJON OM SØKER

Kommune:	Kristiansund
Adresse:	Langveien 19
Postboks:	Postboks 178
Postnummer:	6501
Poststed:	Kristiansund
Org. nummer (kommune/teknisk sektor):	991 891 919/974 778 335
NACE-nr:	90
Bransje (nace):	Kloakk og renovasjonsvirksomhet

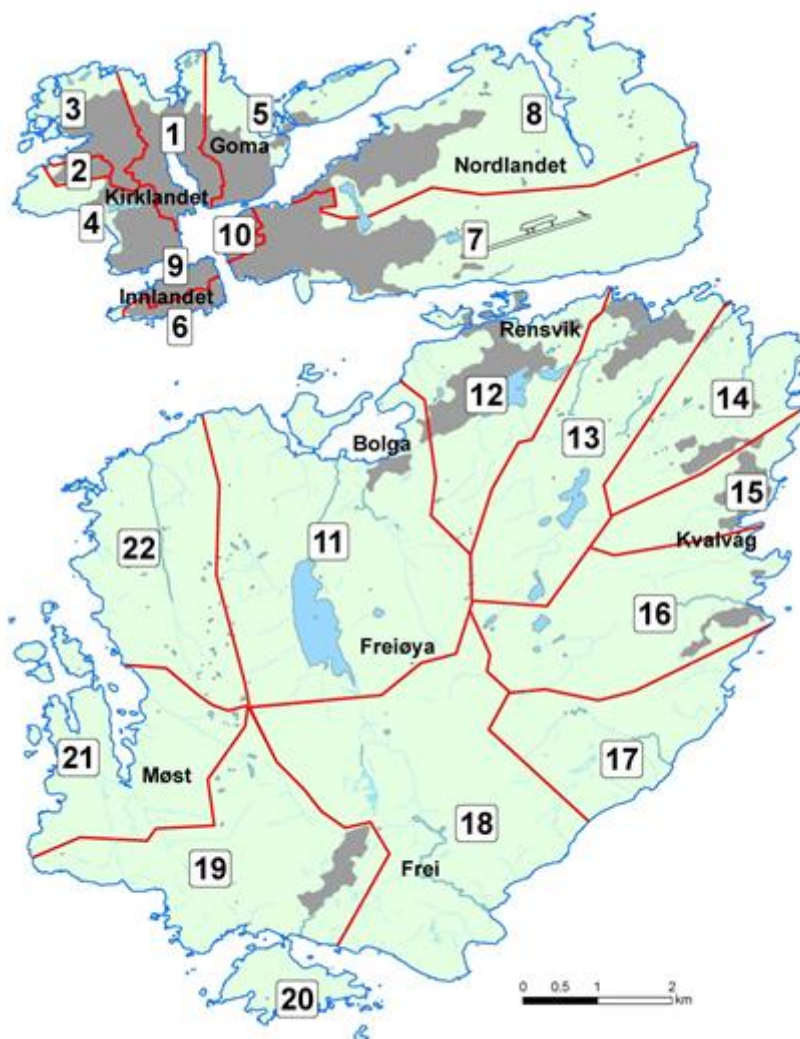
## 3. AVLØPSSYSTEM I KRISTIANSUND

### 3.1 Avløpssystemet i Kristiansund – Dagens situasjon

Eksisterende anleggsstruktur i Kristiansund kommune er basert på tidligere rensekraft, ofte kalt passende rensing. Med de da gjeldende rensekraft var den mest hensiktsmessige løsningen for Kristiansund og Frei kommuner å bygge de mange silanlegg/slamavskillere som finnes i kommunen i dag. Dette henger sammen med topografien, det vil si lang kystlinje med mange små nedbørsfelt og generelt korte avstander til sjø.

#### Avløpssoner

Kristiansund kommune er i dag delt inn i 22 "avløpssoner", dels bestemt av topografien og dels bestemt av hvordan avløpssystemet er bygd ut. I hovedsak er det ett hovedrenseanlegg i hver avløpssone. Figur 1 viser avløpssonene i Kristiansund kommune.



**Figur 1: Avløpssoner i Kristiansund kommune med unntak av Grip.**

Det er foretatt en kartlegging av dagens belastning i de ulike avløpssonene. Med utgangspunkt i befolkningsprognosen i hovedplanen er det laget en befolkningsprognose for hver avløpssone. Disse beregningene brukes som grunnlag for å dimensjonere fremtidige avløpsanlegg. Belastning oppgis i personekvivalenter (pe), og inkluderer belastning fra befolkning, industri, hoteller og andre institusjoner. Grunnlaget for tabellen er "Notat om PE-belastning for Kristiansund kommune 2010-2020-2050 på avløpssonenivå" utgave 2, 22.09.2010.

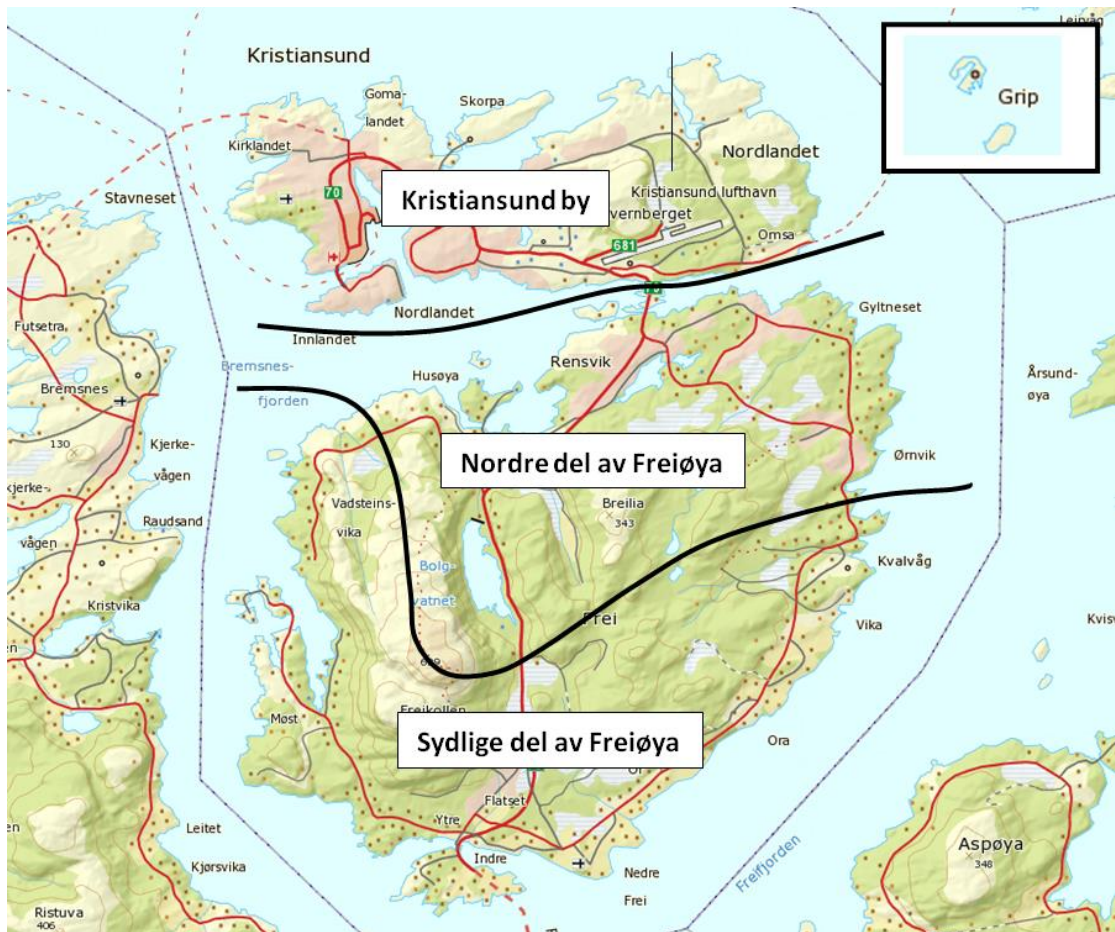
	Avløpssone	PE 2010	PE 2020	PE 2050
1	Hagelin	3440	3500	3760
2	Myra	640	580	500
3	Karihola	2810	2890	2890
4	Nerlandsdalen	5220	5020	5180
5	Dunkarsundet	1630	2320	3100
6	Jonassenskjærva	710	810	990
7	Løkkemyra	3040	2920	2820
8	Dale	2560	3210	3420
9	Heinsagata	680	820	990
10	Grunden	1080	1030	980
11	Bolga	530	620	830
12	Rensvik	1730	1990	2190
13	Våttåbukta	830	970	1580
14	Kvalvik	700	1180	4950
15	Ørnvika	230	340	440
16	Kvalvåg	350	350	350
17	Bjerkestrand	210	210	210
18	Freistranda	270	270	270
19	Endreset	800	900	1000
20	Flatsetøy	130	130	130
21	Møst	320	320	320
22	Vadsteinsvik	80	80	80
	<b>SUM</b>	<b>27990</b>	<b>30460</b>	<b>36980</b>

**Tabell 1: Avløpssoner i Kristiansund**

- I hver av sonene 1 – 10 (Kristiansund by) er det i 2010 ett renseanlegg (silanlegg) som renser avløpsvannet fra bortimot all bebyggelse.
- I hver av sonene 11 – 15 samt 19 og 21 er det i 2010 én stor slamavskiller som renser store deler av bebyggelsen, men det er betydelige innslag av spredte løsninger.
- I de øvrige sonene er det stort sett spredte løsninger, med enkelte kommunale fellesanlegg.
- En fullstendig liste over utslipp over 50 PE på sonenivå finnes i vedlegg 2.

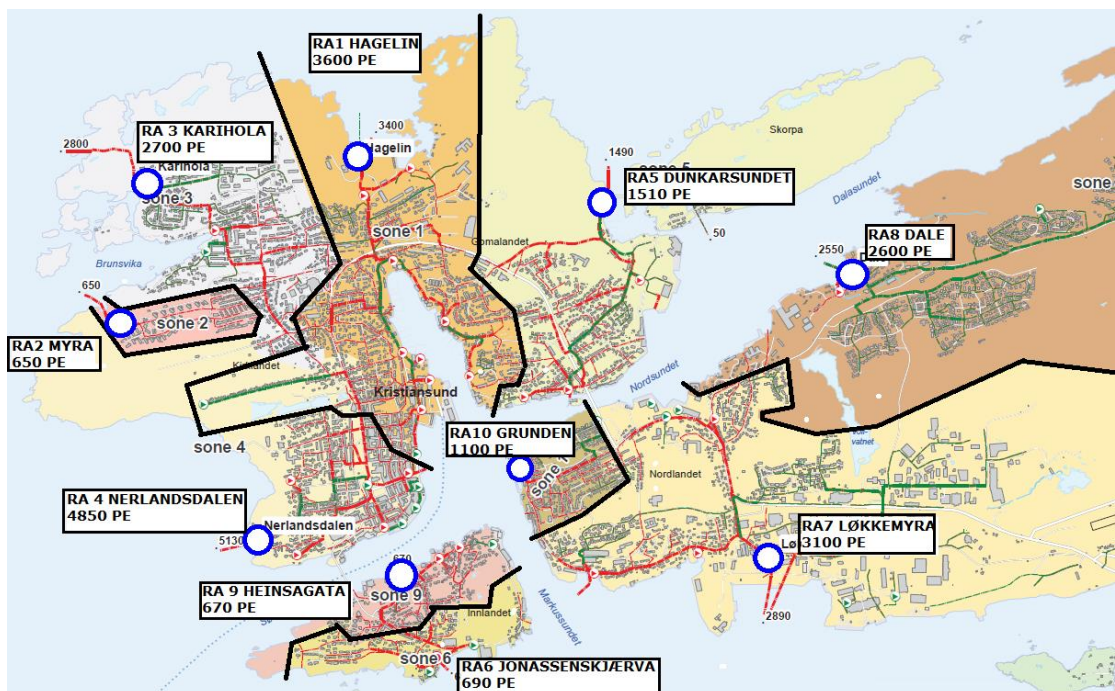
### 3.2 Strategi for fremtidig avløpsrensing i Kristiansund kommune

Med utgangspunkt i rensekravene har en funnet det hensiktsmessig å dele kommunen inn på følgende måte etter rensekrav. (Sonene det vises til finnes på Figur 2)



**Figur 2: Figuren viser Kristiansund kommune inndelt etter rensekrav**

Denne søknaden gjelder den nordlige del av kommunen, det vil si Kristiansund by, som er definert som en egen tettbebyggelse på ca 22 000 PE. Eksisterende avløpssystem for denne delen av kommunen er som vist på følgende kart:



**Figur 3: Eksisterende avløpssystem i Kristiansund by, med belastning pr 2013 angitt**

I arbeidet med "Hovedplan avløp og vannmiljø" ble spørsmålet om anleggsstruktur inngående behandlet. Dagens 10 lokaliteter for Kristiansund by ble her vurdert mtp resipientforhold, tilgjengelig areal, hensyn til omgivelser, naturverdier samt økonomi. Ut fra dette ble Hagelin valgt som den best egnede lokaliteten for fremtidig renseanlegg. Alternativet med lokalisering i Kariholmen ble valgt bort grunnet hensyn til biologisk mangfold i sjø (blomkålkoraller samt andre verneverdige arter eksisterer ved utslippet), samt hensyn til naturverdier på land. Det store arealbehovet til anlegget har også hatt avgjørende betydning for valg av lokalitet.

I forbindelse med hovedplanarbeidet ble det også gjort vurderinger knyttet til antall anlegg i Kristiansund by. Med utgangspunkt i de teknisk-økonomiske utredningene som ble gjort, utfordrende resipient- og tomteforhold ved enkelte av dagens utslipp, samt utsiktene til skjerpede krav i fremtiden, ble det valgt å satse på ett felles renseanlegg for tettbebyggelsen Kristiansund på Hagelin. For ytterligere informasjon vedrørende valg av anleggsstruktur vises det til "Hovedplan avløp og vannmiljø", kapittel 5.



**Figur 4: Planlagt avløpssystem i Kristiansund by**

Hovedplanen konkluderer med at Kristiansund kommune skal samle 10 avløpsutslipp i Kristiansund by (sone 1 – 10), og bygge ett felles renseanlegg til erstatning for eksisterende silanlegg. Dette for å innfri rensekravene i Forurensningsforskriften, og fristen for å oppfylle rensekrav er satt til 31.12.2015. Kommunen tar sikte på å ha bygd renseanlegget og deler av overføringssystemet innen fristen, men på grunn av arbeidets omfang regner en med å måtte bruke hele planperioden frem mot 2021 før alt av overføringssystem er på plass. Det vises til hovedplanens handlingsplan. (Se vedlegg 11)

Kommunen ønsker å forsere arbeidene i forhold til det som er beskrevet i hovedplanen, og vil ta sikte på å få tilknyttet sonene 1, 2, 3, 4 og 5 innen utgangen av 2015. Dermed blir antall PE tilknyttet det nye anlegget på dette tidspunktet 13 300 PE istedenfor 3600 PE som den vedtatte hovedplanen viser. Resterende soner 6, 7, 8, 9 og 10 (til sammen ca 8200 PE) vil bli tilknyttet i tidsrommet 2016-2021. Dette innebærer en større innsats i årene før 2016 – noe som er en stor utfordring kapasitetsmessig og økonomisk.

Tilkobling av sonene 7, 8 og 10 må ses i sammenheng med bygging av ny innfartsvei, som beskrevet i hovedplanen. Den aktuelle delen av innfartsveien vil etter alt å dømme realiseres innen 2020.

Det bemerkes at bygging av nytt renseanlegg samt de nye overføringsanleggene er en meget krevende oppgave både med tanke på økonomi og planleggingskapasitet.



## 4. HAGELIN RENSEANLEGG

Kristiansund har i dag 10 avløpssoner med silanlegg fra byområdet. Disse områdene skal samles til et hovedrenseanlegg på Hagelin. Anlegget er planlagt etablert på en gammel søppelfylling. Det er i dag et mindre silanlegg på tomten som har tilknyttet ca. 3 500 pe. Som dimensjoneringsgrunnlag for nytt renseanlegg er antall pe og befolkningsutvikling gitt i kommunens Hovedplan for avløp 2012-2021 benyttet.

År	2013	2020	2050
Antall PE	23 000	24 000	27 500

Tabell 2: PE - belastning

Dimensjonerende vannmengder:

$Q_{dim}$	:	540 m <sup>3</sup> /h
$Q_{maksdim}$	:	1 296 m <sup>3</sup> /h
$Q_{maks}$	:	1 980 m <sup>3</sup> /h

Anlegget vil etableres med forbehandling, og mekanisk sedimentering. Forbehandling vil være med finrist og sand- og fettfang. Totalentreprisen for leveranse og montering av tekniske installasjoner for det nye renseanlegget legges ut på anbudsrunde. Slam avvannes ved anlegget, og transporteres til egnet anlegg for videre slambehandling. Se vedlegg 6 for flytskjema over anlegget.

### 4.1 Utslippspunkt

Anlegget er planlagt oppført med utslippsledning i Dalabukta, på 50-55 meters dyp, se vedlegg 8. Utslipppet prosjekteres med diffusor, for å fortynne og spre utslippet mest mulig, og for å forhindre signifikant gjennomtrenging av avløpsvann til overflata. NIVA-rapport, se vedlegg 9, konkluderer med at det er forsvarlig å benytte seg av en utslippsledning med diffusor med dypeste utslipp på cirka 55 meters dyp.

## 5. REGELVERKETS KRAV TIL RENSING

Kristiansund kommune omfattes av forurensningsforskriftens kapittel 14, og har utslipp til en sjøvannsresipient som i forskriftens vedlegg 1 til kapittel 11 karakteriseres som «mindre følsomt område». I følge § 14-8 gjelder da kravet om sekundærrensing, som i § 14-2 er definert som følger:

Sekundærrensing:

En renseprosess der både:

1. BOF<sub>5</sub>-mengden i avløpsvannet reduseres med minst 70 % i forhold til det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 25 mg O<sub>2</sub>/l ved utslipp
2. KOF<sub>CR</sub>-mengden i avløpsvannet reduseres med minst 75 % i forhold til det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 125 mg O<sub>2</sub>/l ved utslipp.

I § 14-8 åpnes det for mindre omfattende rensing for tettbebyggelse mellom 10 000 og 150 000 PE med utslipp til sjø, forutsatt at følgende krav er oppfylt:

1. resipienten kan klassifiseres som mindre følsom, jf. Kriteriene i vedlegg 1 punkt 1.1 til kapittel 11
2. utslippene har minst gjennomgått primærrensing, og
3. den ansvarlige gjennom grundige undersøkelser kan vise at utslippene ikke har skadevirkninger på miljøet.

Kravene til primærrensing er:

1. BOF5 -mengden i avløpsvannet reduseres med minst 20 % av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 40 mg O<sub>2</sub> /l ved utslipp og
2. SS-mengden i avløpsvannet reduseres med minst 50 % av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 60 mg/l ved utslipp

## 6. BEGRUNNELSE FOR DISPENSASJON FRA SEKUNDÆRRENSKRAVET

Utslippene fra tettbebyggelsen i Kristiansund by (sone 1 – sone 10) skal i følge forurensningsforskriften tilfredsstillende sekundærrenskravet. Kommunen ønsker, i tråd med reglene i forurensningsforskriften og avløpsdirektivet, å søke om dispensasjon fra dette kravet. Søknaden om dispensasjon begrunnes ut fra reglene i forurensningsforskriften.

### 6.1 Mindre følsom resipient

I forurensningsforskriften er resipienten til Kristiansund kommune klassifisert som mindre følsomt område. Forurensningsforskriften beskriver mindre følsomme områder som følgende:

*«Forurensningsmyndigheten kan registrere en marin vannforekomst eller et marint område som et mindre følsomt område dersom utslipp av avløpsvann ikke har skadevirkninger på miljøet på grunn av områdets morfologi, hydrologi eller særskilte hydrauliske forhold.»*

*Ved registreringen av mindre følsomme områder skal man ta hensyn til faren for at utslipp kan bli ført til tilstøtende områder der de kan ha skadevirkninger på miljøet. Følsomme områder utenfor Norge skal anerkjennes.*

*Det skal tas hensyn til forholdene nedenfor når mindre følsomme områder registreres: åpne viker, elvemunninger og andre sjøområder som har god vannutskifting, og som ikke er utsatt for eutrofiering eller oksygenvinn, eller som ikke ventes å bli eutrofe eller å bli utsatt for oksygenvinn som følge av utslipp av avløpsvann fra byområder.»*

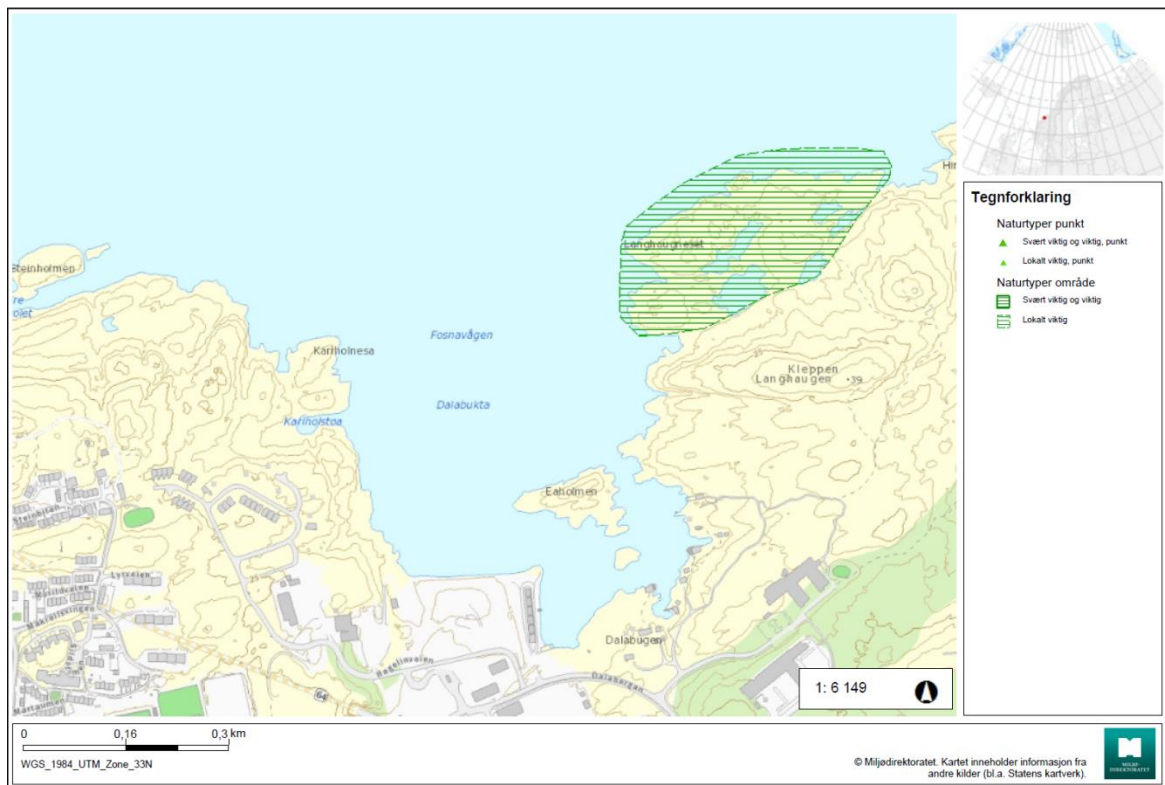
#### 6.1.1 Sårbare naturtyper

Det ble ikke dokumentert sårbare naturtyper i resipientundersøkelsen fra 2012 for området. I Miljødirektoratets naturbase ble det funnet artsforekomster av tjeld (yngleområde), ærfugl (yngleområde), makrell-/rødnebbterne (yngleområde), og fiskemåke (yngleområde) på Eaholmen i Dalabukta.



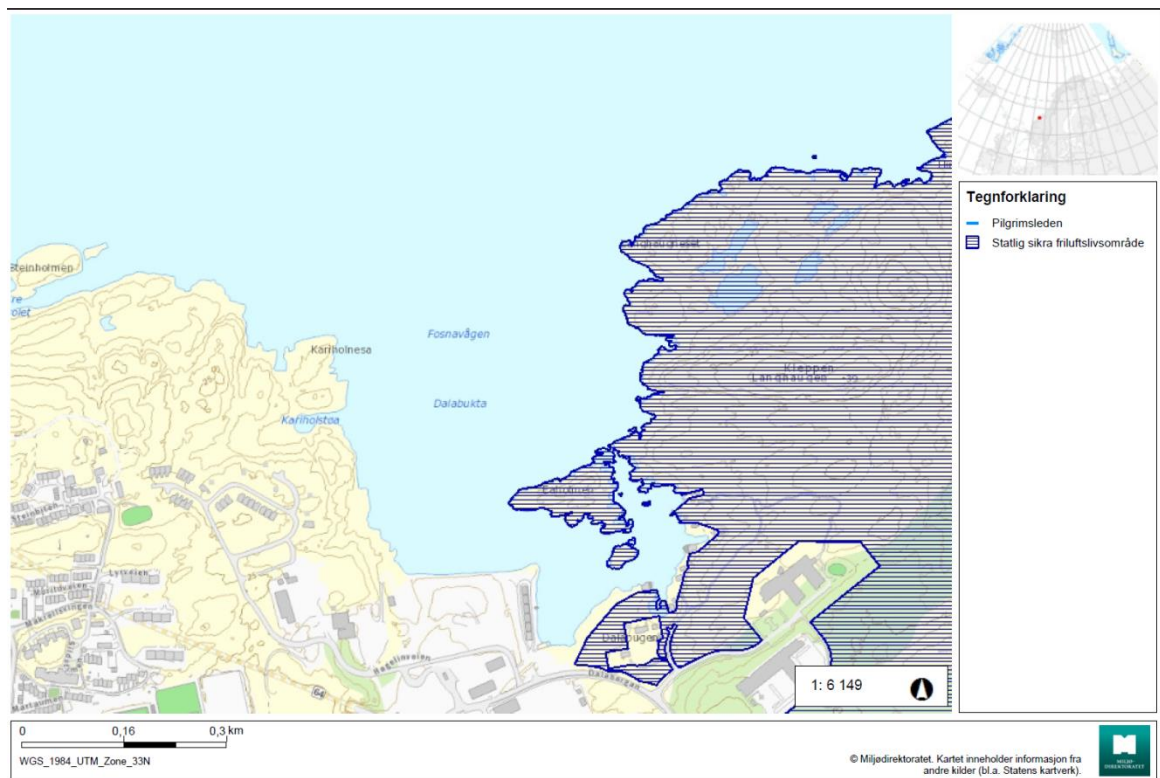
**Figur 5: Oversiktskart over funn av rødlistearter i området. Hentet fra Miljødirektoratets Naturbase.**

Det er registrert en lokalt viktig naturtype i Langhaugsdammene utenfor Atlanteren med verdikode C. Dette er brakkvannspoller som ligger på Langhaugneset øst for utslippspunktet.



**Figur 6: Oversiktskart over funn av naturtyper i området. Hentet fra Miljødirektoratets Naturbase.**

Deler av fastlandsområdet øst for renseanlegget og utslippspunktet er statlig sikra friluftslivsområde.



**Figur 7: Statlig sikra friluftslivsområder i området. Hentet fra Miljødirektoratets Naturbase.**

Det er ikke registrert utvalgte naturtyper, prioriterte arter, verneområder eller inngrepsfrie naturområder nærliggende nytt renseanlegg og utslippspunkt.

## 6.2 Utslippene gjennomgår primærrensing

Kristiansund renseanlegg prosjekteres for å tilfredsstillere kravet om primærrensing. Anlegget skal også oppfylle krav i forurensningsforskriftens kapittel 14, deriblant akkreditert prøvetaking, analyse, vurdering av analyseresultater og rapportering.

På Hagelin er det eksisterende silanlegg som renser avløpsvann fra ca 3500 PE. Inntil nytt renseanlegg står klart vil eksisterende renseanlegg være i drift. Med et nytt sedimenteringsanlegg vil rensegraden forbedres vesentlig.

## 6.3 Undersøkelser viser at utslippene ikke har skadevirkninger på miljøet

Resipientundersøkelse i Kristiansund kommune ble gjennomført i 2012, se vedlegg 5: Norconsult 2013-02-11: Resipientundersøkelse i Kristiansund kommune 2012.

For nye Kristiansund renseanlegg er følgende vannforekomst fra rapporten fra 2012 særlig aktuell:

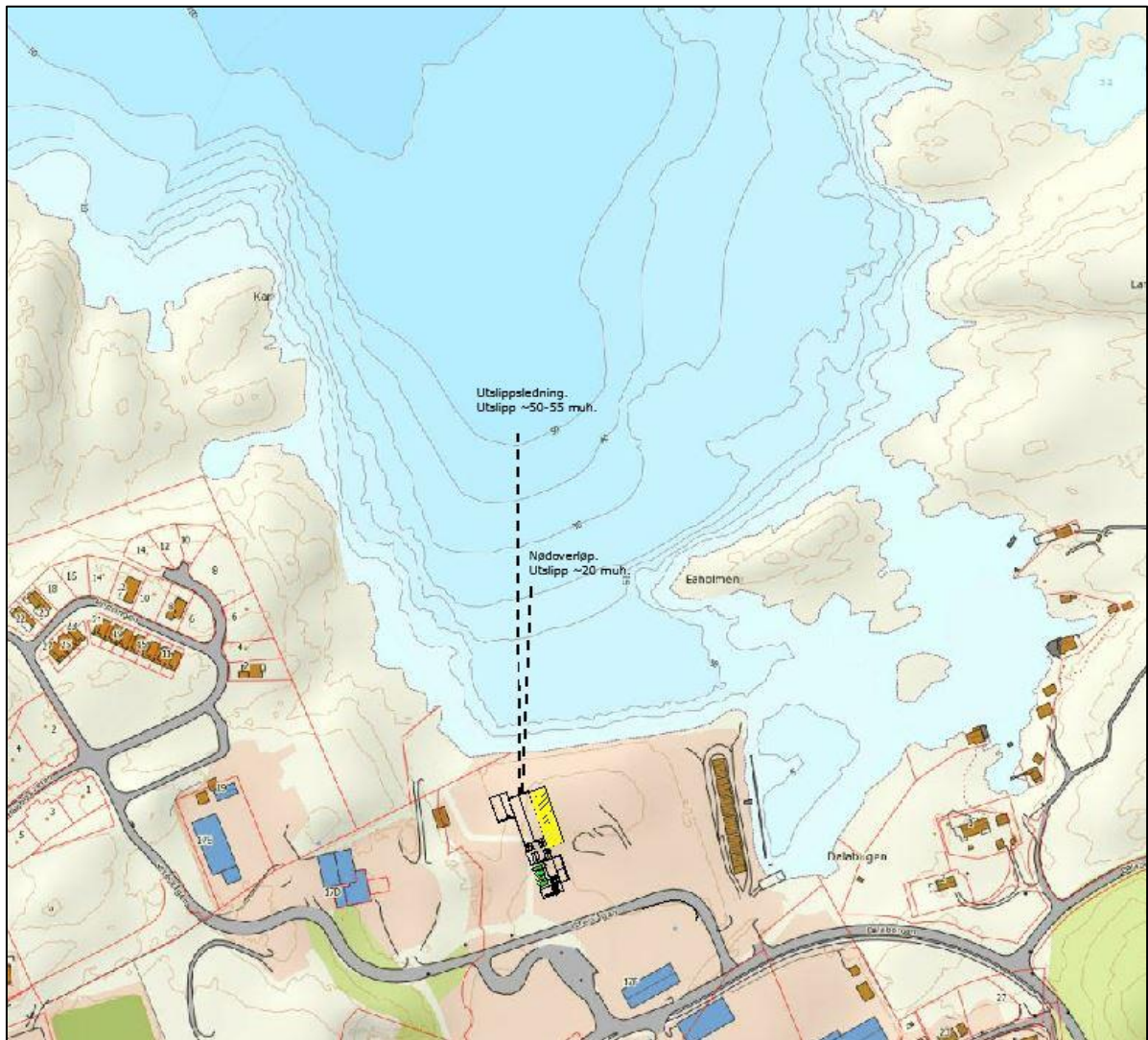
- ✓ Kristiansund ytre (vannforekomst 10)

For Dalabukta, der utslippspunktet er planlagt, er det undersøkt:

- ✓ Fire bløtbunnstasjoner i økende avstand fra dagens utslippspunkt
- ✓ To hardbunnstasjoner: en innerst i bukta og en ytterst i bukta
- ✓ En vannkvalitetsstasjon ved dagens utslippspunkt

Resultatene for denne vannforekomsten er oppsummert under. Det henvises også til vedlegg 5 for mer fullstendig informasjon.

- ✓ **Hardbunnsfauna:** Tilstandsklasse III «moderat» for begge stasjonene. Opportunistiske grønналgetaxa dominerer innerst i bukta, mens de vokser spredt på den ytterste stasjonen. I forbindelse med resipientundersøkelsen ble den ytterste stasjonen vurdert som "frisk og lite påvirket av eutrofiering" Det vises til vedlegg 5, resipientundersøkelse i Kristiansund kommune 2012., kapittel 6.1.4
- ✓ **Bløtbunnsfauna:** Tilstandsklasse II «god» for stasjonen innerst i bukta, tilstandsklasse III «moderat» for punktene rundt dagens utslippspunkt, og tilstandsklasse I «meget god» for stasjonen lengst ut i bukta.
- ✓ **Vannkvalitet:** Tilstandsklasse II «god» grunnet fosfat og ammonium. Det ble i forbindelse med resipientundersøkelsen tatt 10 badevannsprøver i overflaten ved dagens utslippspunkt. 2 av 10 prøver hadde over 100 TKB/100 mL, som er grensen for hva som anses for "god badevannskvalitet". De avvikende prøveresultatene skyldes etter all sannsynlighet at prøvene er tatt ved utslippspunktet. Prøvene har slik sett begrenset relevans for vurdering av miljøtilstand i resipienten. Det er ikke badeplasser i området.
- ✓ **Miljøgifter i biota:** Ingen overskridelser av Mattilsynets grenseverdier for omsetning og klassegrenser eller grenseverdier gitt i vanddirektivet.



Figur 8: Oversikt over utslippsledning, se også vedlegg 4

Dalabukta er i tillegg til utslipp fra eksisterende rensesanlegg, påvirket av tidligere deponi ved Hagelin. Resipientundersøkelsen konkluderer med at stasjonene innerst i Dalabukta er påvirket av forurensning fra utslippet fra eksisterende rensesanlegg og kanskje også fra utlekking fra deponiet. Bløtbunnsstasjonen lengre ute er derimot i meget god økologisk tilstand.

Hardbunnsstasjonen ute i bukta framstår frisk og lite påvirket av eutrofiering. Dette tyder på at forurensningen kun har lokal påvirkning. En sammenligning av resultatene fra undersøkelsen i 2012 med tidligere resipientundersøkelser i 2005 og 1996 tyder på at miljøtilstanden ikke har endret seg merkbart i perioden. Basert på rapportens modellering av utslipp, konkluderes det med at miljøet innerst i Dalabukta ikke vil bli betydelig forverret som følge av et større utslipp, men at det kan bli en økt eutrofieringspåvirkning i en større del av bukta.

## 7. FORURENSET GRUNN

Tomta til renseanlegget ligger på en nedlagt søppelfylling. Fyllingen er avsluttet med toppdekke. Kommunen har tidligere fått utarbeidet tiltaksplan for graving i området i forbindelse med etablering av ny vei. Kommunen vil utføre miljøundersøkelser i form av boreprøver med analyseresultater for eventuelt forurenset grunn, og utarbeide en tiltaksplan for tomta. Forurenset masse fra tomta vil håndteres som beskrevet i tiltaksplanen.

## 8. LUKTVURDERINGER

I hovedsak vil lukt fra renseanlegg oppstå i forbindelse med utslipp av ventilasjonsluft (punktutslipp). Ventilasjonsluften vil bli renses via fotooksidasjon og kullfilter før den slippes ut via et avkast på taket av renseanlegget, ca 3 m over planlagte mønehøyde.

I tillegg kan det oppstå lukt i perioder fra diffuse utslipp som blant annet ved åpning av porter til containerrom, transport av containere til og fra anlegget, ved tømning av septik eller ved eventuelle uhellsutslipp. Dette vil være utslipp av kortere varighet og utslippspunktet vil i hovedsak være ved bakkenivå.

Det er foretatt simulering/beregninger av forventet luktutslipp fra renseanlegget. I og med at anlegget er under prosjektering foreligger derfor ikke noen målinger fra utslippspunktet. Slik at benyttete verdier for ventilasjonslufta er basert på verdier fra litteraturen ved tilsvarende rensesemte og erfaringstall fra målinger utført ved Ladehammeren RA i Trondheim.

Den norske veilederen for behandling av luktutslipp, TA-3019, angir et immisjonskrav for lukt på  $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  (europeiske luktenheter per kubikkmeter) angitt som maksimal månedlig 99 % timefraktil.  $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  er den konsentrasjonen av en lukt som 50 % av en populasjon kan fornemme at en lukt er tilstede. Dette nivået kalles også for terskelverdi. Ved 2-3  $\text{OU}_E/\text{m}^3$  vil lukten karakter gradvis bli gjenkjennbar. Utslipp som måles fra luktkilder vil typisk være i størrelsesorden 10 til over 100 000  $\text{OU}_E/\text{m}^3$ . En luktverdi på over 1000  $\text{OU}_E/\text{m}^3$  vil oppfattes som sterk lukt.

Det er gjennomført beregninger ved bruk av programmet Screen View 3 (Gaussisk spredningsmodell). Det er antatt at renseanlegg vil slippe ut en luftmengde på ca 21.000  $\text{m}^3/\text{h}$  med en forutsatt maksimal luktkonsentrasjon på 500  $\text{OU}_E/\text{m}^3$ . Dette vil gi et samlet utslipp på 10,5 mill  $\text{OU}_E/\text{time}$ .

Dimensjonerende nedslagsfelt er Dalabukta boligfelt, lokalisert ca 250 - 350 meter vest for anlegget på kote 15 - 30 moh, dvs. 0-15 meter høyere enn topp ventilasjonspipe. Maksimal timesverdi er beregnet til i underkant av 1  $\text{OU}_E$ , og vil dermed tilfredsstillende 99 % månedlig timesper-sentil.

Beregninger viser at med en utslippshøyde på + 3 m iforhold til mønehøyden vil det være mulig å tilfredsstillende kravet på 1  $\text{OU}_E$  når vi passerer ca 100 meter fra anlegget.

## 9. INTERNKONTROLL

Kristiansund kommune har en felles internkontroll for hele kommunen, samt at avløp og vannmiljø har en spesifikk internkontroll: byingeniørens driftsavdeling IK – avløp og vannmiljø.

I internkontrollen er følgende tema inkludert:

- ✓ Målsetning – mål for avløpsvirksomheten og mål for resipienten/ vannmiljø
- ✓ Lover, forskrifter og tilsynsmyndigheter
- ✓ Beskrivelse av avløpssonene
- ✓ Beskrivelse av anlegg
- ✓ Transportsystemet
- ✓ Plan for tilsyn, drift, vedlikehold og fornyelse av avløpsanleggene
- ✓ Drift, tilsyn og vedlikehold
- ✓ Slambehandling
- ✓ Kontroll med industripåslipp/ utslipp
- ✓ Oppfølging av private avløpsanlegg/ utslipp
- ✓ Overvåking av resipienter og vannmiljø
- ✓ Fornyelse av avløpsanleggene og nyanlegg
- ✓ Registrering og rapportering
- ✓ Varslingsrutiner
- ✓ HMS – sikkerhet ved arbeid på avløpsanleggene
- ✓ Sikkerhetsinstrukser
- ✓ Hygiene ved arbeid for avløp

I tillegg har internkontrollen vedlegg for risikovurdering på avløpsrensaneanlegg.

## 10. OPPSUMMERING

Kristiansund kommune ønsker å etablere et nytt renseanlegg ved Hagelin. Anlegget dimensjoneres med  $Q_{dim}$  540 m<sup>3</sup>/h,  $Q_{maksdim}$  1 296 m<sup>3</sup>/h, og  $Q_{maks}$  1 980 m<sup>3</sup>/h. Anlegget vil etableres med forbehandling, og mekanisk sedimentering. Dette for å overholde krav til primærrensing. Anlegget skal oppfylle krav i Forurensingsforskriftens kapittel 14, deriblant akkreditert prøvetaking, analyse, vurdering av analyseresultater og rapportering. Kommunen har internkontroll som skal sikre at blant annet overvåking av resipienter og vannmiljø, registrering og rapportering, varslingsrutiner, HMS og sikkerhetsinstrukser blir ivaretatt ved kommunens avløpsrensaneanlegg.

Når det gjelder prosess er det valgt en løsning som etter alt å dømme vil klare rensekravet med god sikkerhetsmargin. Anlegget kan senere utrustes med kjemikaliedosering hvis dette skulle vise seg nødvendig for å tilfredsstille kravene. I tillegg vil det legges til rette for påbygging av biologisk rensetrinn hvis rensekravene skjerpes ytterligere i fremtiden. Rensegraden for avløpsvann fra tettbebyggelsen Kristiansund vil være vesentlig større for det planlagte anlegget enn hva tilfellet er i dag. Slammengder som tas ut vil øke betraktelig, og dette er stoffer som idag slippes ut i resipienten.

Utslippspunktet er prosjektert på 50-55 meters dyp med bruk av diffusor-utslippsledning, dette for å fortenne utslippet og minimere sannsynligheten for gjennomslag til overflaten.

Da tomten til anlegget er del av en avsluttet søppelfylling, vil kommunen utføre miljøundersøkelser og evt. tiltaksplan for forurensede masser på tomten i forbindelse med byggingen.

Beregninger av luktkonsentrasjon ved antatt mest belastede nabo, viser at anlegget tilfredsstiller kravet på 1 OU<sub>E</sub> som 99 % månedlig timespersentil.

I forurensningsforskriftens § 14-8 åpnes det for mindre omfattende rensing enn sekundærrensing for tettbebyggelse mellom 10 000 og 150 000 pe med utslipp til sjø, forutsatt at følgende krav er oppfylt:

- a) Resipienten kan klassifiseres som mindre følsom, jf. Kriteriene i vedlegg 1 punkt 1.1 til kapittel 11,
- b) Utslippene minst har gjennomgått primærrensing og
- c) Den ansvarlige gjennom grundige undersøkelser kan vise at utslippene ikke har skadevirkninger på miljøet

For nye Kristiansund renseanlegg er dette oppfylt ved:

- a) Resipienten er klassifisert som mindre følsom, jf. kriteriene i vedlegg 1 punkt 1.1 til kapittel 11
- b) Nye Kristiansund renseanlegg er prosjektert for primærrensing og skal ha mulighet for en utbygging for eventuell fremtidig sekundærrensning. Primærrensekrav skal tilfredsstilles ved etablering av renseprosess med forbehandling og mekanisk sedimentering.
- c) Det ble gjennomført en resipientundersøkelse i 2012. I Dalabukta er tilstanden klassifisert som «god» til «meget god» for bløtbunnsfauna, «moderat» for hardbunnsfauna, og «god» for vannkvalitet. Dalabukta er også trolig påvirket av utlekking fra tidligere deponi ved Hagelin. Resipientundersøkelsen i 2012 konkluderer med at forurensningen trolig kun er lokal inne i Dalabukta, og at tilstanden til resipienten lengre ut er god. Miljøtilstanden i Dalabukta synes ikke å være merkbart endret siden tidligere undersøkelser ble gjort i 1996 og 2005.

På bakgrunn av dette søker Kristiansund kommune om utslippstillatelse for nytt renseanlegg, samt unntak fra sekundærrensekravet for anlegget.



## VEDLEGG 1

## VEDLEGG 1

### Dimensjoneringsgrunnlag for nytt avløpsrensaneanlegg på Hagelin

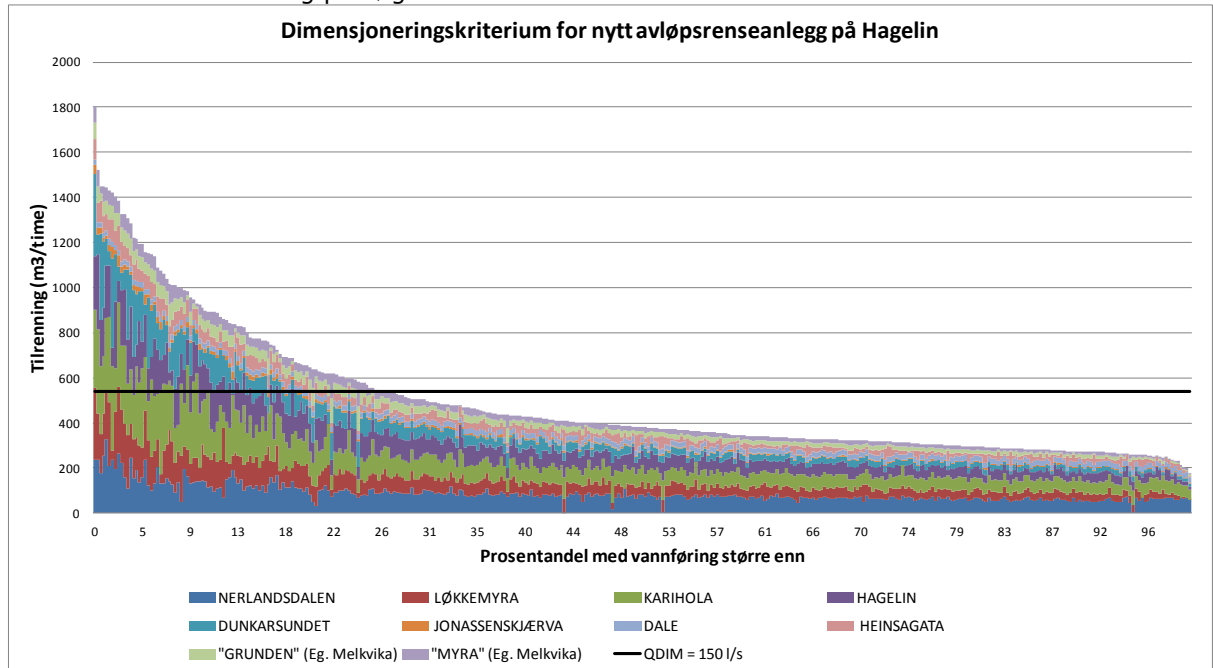
#### Vurdering av data fra driftsovervåkingen

Vi har gått igjennom registrerte data i driftsovervåkingssystemet for tidsperioden 23.11.2012 – 23.11.2013. Følgende tabell viser hvordan målingene ble vurdert.

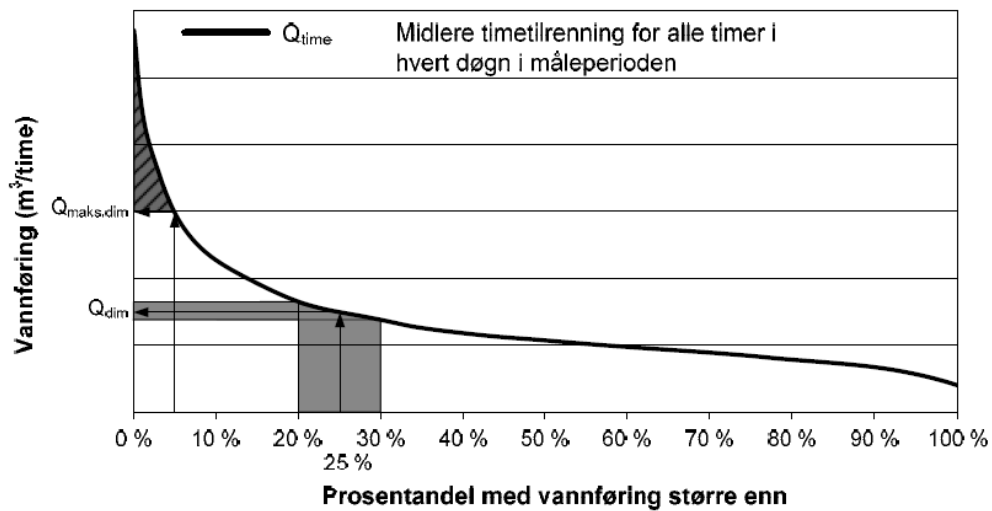
	PE 2013	PE 2050	Status for målingssystemet	Tilrenning median	"Midlere in- filtrasjon" (l/pd)
Sone 1 Hagelin	3600	3800	Bra målinger for Vågen (2900 PE). Beregner total vannføring for sonen ved multiplikasjon med forholdstall på 1,25	1500 m3/d	200
Sone 2 Myra (650 PE)	700	700	Målinger eksisterer ikke. Bruker målinger for sone Melkvika (ca 1000 PE), som antas likeverdig.	460 m3/d	450
Sone 3 Karihola	2800	3000	Målinger antas riktige for PS Brunsvika (2200 PE). Legger til 250m3/d flatt for resterende del av sonen.	1450m3/d	310
Sone 4 Nerlands- dalen	4900	5200	Bra målinger for Nerparken (4400 PE). Beregner total vannføring for sonen ved multiplikasjon med forholdstall på 1,25. (Litt høyt, men antas riktig pga dårlig nett i sonen)	1900 m3/d	180
Sone 5 Dunkar- sundet	1700	3100	Bra målinger for PS Strandgata (990 PE). Bruker målinger for sone Melkvika (ca 1000 PE) som antas likeverdig.	740 m3/d	230
Sone 6 Jonassen- skjærva	700	1000	OK Målinger, men verdiene synes lave. Imidlertid virker verdiene fra sone 9 Heinsagata noe høye, så det antas at feilene opphever hverandre.	130 m3/d	0 (Reelt 340. Jfr kommentar)
Sone 7 Løkkemy- ra	4000	4500	Etter gjennomgang av målingene synes verdiene fra driftsovervåkingen å være riktige.	1200 m3/d	100
Sone 8 Dale	2600	3500	Vannføring måles ikke i sonen. Imidlertid tyder separate målinger på at det er lite fremmedvann i sonen. Vi har for enkelhets skyld lagt til 550 m3/døgnet flatt.	550 m3/d	0
Sone 9 Heinsaga- ta	700	1000	OK Målinger, men verdiene synes høye. Imidlertid virker verdiene fra sone 6 Jonassenskjærva noe lave, så det antas at feilene opphever hverandre.	620 m3/d	680 (reelt 340 Jfr kommentar)
Sone 10 Grunden	1100	1200	Sonen måles ikke i driftsovervåkingen. Målinger fra sone Melkvika er brukt	460 m3/d	180
Totalt	22 800	27 000		9010 m3/d	200

## Varighetskurve og bestemmelse av Qdim

Med utgangspunkt i de loggede data fra driftsovervåkingen er det konstruert en varighetskurve for midlere timetilrenning på døgnbasis.



Vi har ikke tilrenning målt på timebasis. Derfor skal vi velge Qdim som den vannføring som overskrides i 25% av årets døgn, altså  $540 \text{ m}^3/\text{døgn} = 150 \text{ l/s}$ .



Figur 2.2. Varighetskurve for midlere timetilrenning på døgnbasis ( $Q_{time}$ ) for samtlige døgn

### Fremtidig utvikling

Følgende regneark viser hvordan utviklingen i årene fremover kan møtes:

	Belastning nå	Belastning 2020	Belastning 2050	Alternativt scenario 2050
Befolkning	18000	19000	21000	23000
Industri	4000	5000	6500	7000
Antall PE	23000	24000	27500	30000
Spesifikk spillvannsmengde (m <sup>3</sup> /pe <sup>*</sup> )	0,2	0,2	0,2	0,2
Midlere spillvannsmengde (m <sup>3</sup> /d)	4600	4800	5500	6000
Spesifikk infiltrasjon	0,2	0,2	0,16	0,13
Midlere infiltrasjonsmengde	4600	4800	4400	3900
Qmidl	106	111	115	115
Qdim (m <sup>3</sup> /d)	11500	12000	12650	12900
<b>Qdim (l/s)</b>	<b>133</b>	<b>139</b>	<b>146</b>	<b>149</b>
m	2,65	2,6	2,45	2,4
Qmaxdim	30475	31200	30992,5	30960
<b>Qmaxdim (l/s)</b>	<b>353</b>	<b>361</b>	<b>359</b>	<b>358</b>
n	1,5	1,5	1,5	1,5
<b>Qmax(l/s)</b>	<b>529</b>	<b>542</b>	<b>538</b>	<b>538</b>

Byingeniøren i Kristiansund, 26.11.2013 (VDY)

## VEDLEGG 2

## VEDLEGG 2

### Oversikt over avløpsutslipp over 50 PE i Kristiansund kommune

Tabellen nedenfor gir oversikt over alle avløpsutslipp over 50 PE i sonene 1-10, som er innenfor fylkesmannens myndighetsområde.

Sone	Avløpsutslipp	Rense-innretning	Kapasitet	Antall PE i 2013	Myndighet	Eier
Sone 1	RA1 Hagelin	Silanlegg (SB)	4900	3580	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 2	RA2 Myra	Silanlegg (SB)	1200	660	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 3	RA3 Karihola	Silanlegg (M-Z)	4000	2690	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 4	RA4 Nerlandsdalen	Silanlegg (M-Z)	5100	4840	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 5	RA5 Dunkarsundet	Silanlegg (M-Z)	1900	1510	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 5	Skorpa	Direkteutslipp		50	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 6	RA6 Jonassenskjærva	Silanlegg (M-Z)	1000	630	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 7	RA7 Løkkemyra	Silanlegg (M-Z)	4900	3320	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 7	Byskogen	Direkteutslipp		140	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 8	RA8 Dale	Silanlegg (M-Z)	5000	2430	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 9	RA9 Heinsagata	Silanlegg (M-Z)	1200	510	Fylkesmannen	Kristiansund kommune
Sone 10	RA10 Grunden	Silanlegg (M-Z)	1300	1110	Fylkesmannen	Kristiansund kommune

## VEDLEGG 3

### VEDLEGG 3

#### Ledningsanlegg, pumpestasjoner og overløp i Kristiansund kommune

	Kristiansund by (dvs sone 1-10)	Freiøya (sone 11-22)	totalt
Separate spillvanns- ledninger	40 km	50 km	90 km
fellesledninger for spillvann og overvann	60 km		60 km
separate overvanns- ledninger	65 km	20 km	85 km
sum avløpsledninger	165 km	70 km	235 km

Gjennomsnittsalder: 25-30 år

For ytterligere informasjon vises til hovedplanens kapittel 6.1 – ledningsnett.

	Kristiansund by (dvs sone 1-10)	Freiøya (sone 11-22)	totalt
Antall pumpestasjo- ner	44	12	56
Antall nødoverløp	47	12	59
Antall regnvannso- verløp	22	0	22

Det skilles mellom nødoverløp og regnvannsoverløp:

#### **Nødoverløp -**

Overløp som slipper ut urensset avløpsvann i resipienten ved havari på pumpestasjoner, renseanlegg eller ved kloakkstopp. Det er til sammen 55 nødoverløp på avløpsnett.

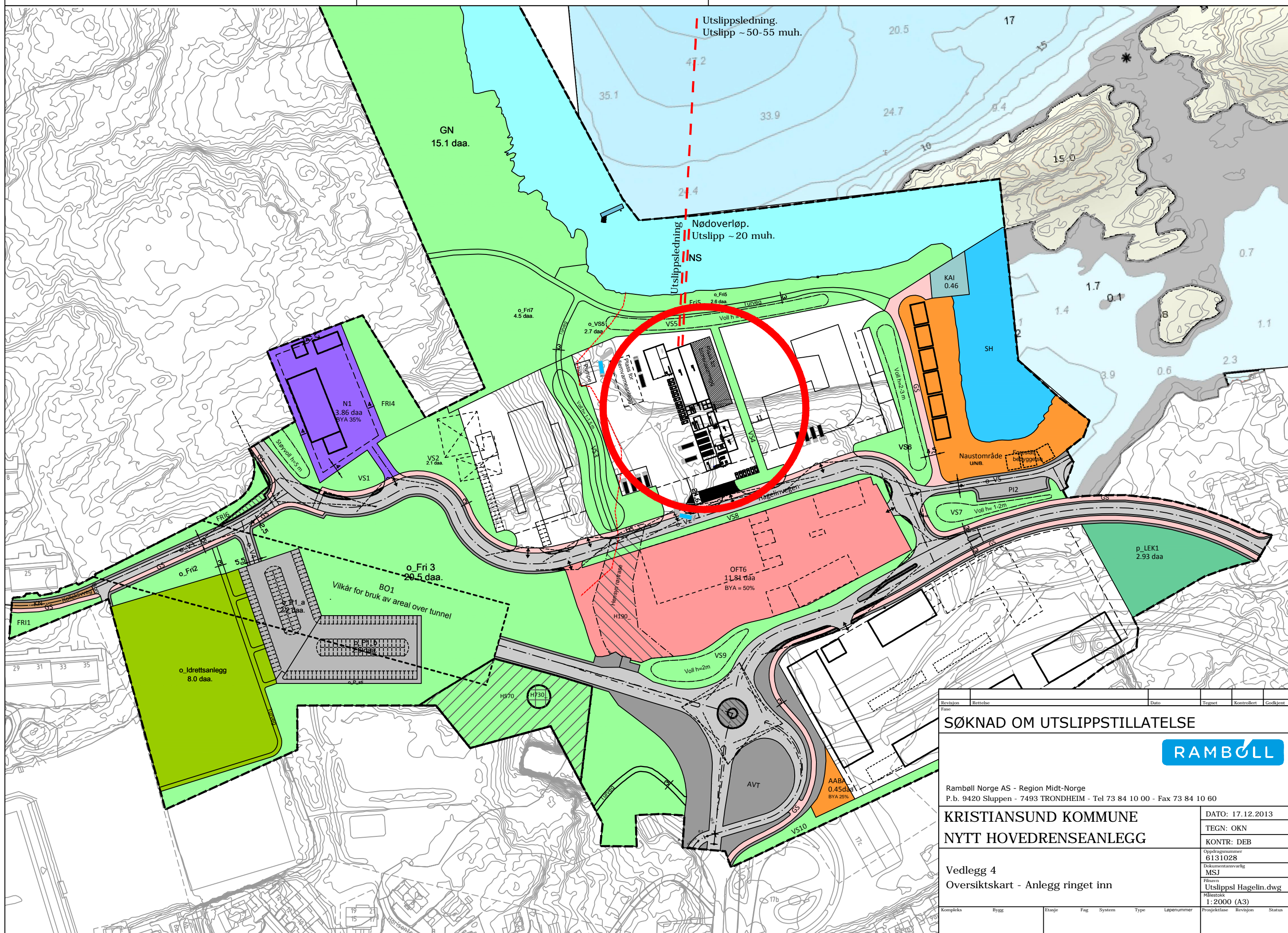
#### **Regnvannsoverløp**

Overløp som slipper ut urensset avløpsvann når vannmengdene i ledningsnettets overskrider ledningsnettets kapasitet. Dette skjer i fellessystemet ved nedbør over en viss intensitet, og avløpsvannet som slippes ut fra disse overløpene vil være fortynnet.

For ytterligere informasjon vises til hovedplanens kapittel 6.2 overløp og kapittel 6.3 pumpestasjoner.



## VEDLEGG 4



Revisjon	Rettelse	Dato	Tegnet	Kontrollert	Godkjent
<b>SØKNAD OM UTSLIPPSTILLATELSE</b>					
<b>RAMBOLL</b>					
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen - 7493 TRONDHEIM - Tel 73 84 10 00 - Fax 73 84 10 60					
<b>KRISTIANSUND KOMMUNE</b>				DATO: 17.12.2013	
<b>NYTT HOVEDRENSEANLEGG</b>				TEGN: OKN	
Vedlegg 4 Oversiktskart - Anlegg ringet inn				KONTR: DEB	
				Oppdragsnummer 6131028	
				Dokumentansvarlig MSJ	
				Filnavn Utslippsl Hagelin.dwg	
				Målestokk 1:2000 (A3)	
Kompleks	Bygg	Etasje	Fag	System	Type
					Løpenummer
					Prosjektfase
					Revisjon
					Status

## VEDLEGG 5

Kristiansund kommune

# Resipientundersøkelse i Kristiansund kommune 2012

2013-02-11 Oppdragsnr.: 5120258



J04	2013-02-11	Endelig versjon	Pebec/ Ellun/ Gihaug/ Grs/ Mel	Grs/ Gihau/Gle	Grs
B03	2013-01-07	Redigert etter tilbakemelding fra oppdragsgiver	Pebec/ Ellun/ Gihaug/ Grs/ Mel	Grs/ Gihau/Gle	Grs
B02	2012-12-07	For godkjenning hos oppdragsgiver	Pebec/ Ellun/ Gihaug/ Grs/ Mel	Grs/ Gihau/Gle	Grs
A01	2012-12-07	For intern kontroll	Pebec/ Ellun/ Gihaug/ Grs/ Mel	Grs/ Gihau/ K.Norén	Grs
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
1.1	Formål	7
1.2	Tidligere undersøkelser i området	8
1.3	Kommunalt avløpsvann og forurensing	8
1.3.1	Næringssalter: fosfor og nitrogen	8
1.3.2	Organisk materiale	9
1.3.3	Partikulært materiale	9
1.3.4	Bakterier og virus	9
1.3.5	Miljøgifter	10
1.4	Klassifisering av tilstand	10
<b>2</b>	<b>Beskrivelse av avløpene og fjordområdene</b>	<b>12</b>
2.1	Fremtidige renskrav	12
2.2	Kort oppsummering hovedplan avløp og vannmiljø 2012-2021	13
2.3	Vannforekomstene, topografi og tidevann	15
2.3.1	Kristiansund Havn (1)	16
2.3.2	Bolgsvaet ved Remlan (tidligere «Markussundet») (2)	17
2.3.3	Bolgsvaet (3), Bolgsvaet med Husøya (4) og Bolgvågen (5)	18
2.3.4	Omsundet Øst (6)	19
2.3.5	Freifjorden (7)	21
2.3.6	Flatsetsundet (8)	22
2.3.7	Bremsnesfjorden (9)	23
2.3.8	Kristiansund-ytre (10)	24
2.3.9	Dalasundet (tidligere Nordsundet) (11)	25
2.3.10	Talgsjøen (12)	26
2.4	Denne undersøkelsen	26
<b>3</b>	<b>Innlagringsdyp ved RA1 Hagelin</b>	<b>28</b>
3.1	Bakgrunn	28
3.1.1	Metode 28	
3.1.1.1	Innputt parametere	28
3.1.2	Resultater	29
3.1.2.1	Sommer lite strøm	29
3.1.2.2	Sommer noe strøm	31
3.1.2.3	Vinter lite strøm	33
3.1.2.4	Vinter noe strøm	35
3.2	Oppsummering	37
<b>4</b>	<b>Metodikk</b>	<b>38</b>
4.1	Feltarbeid	38
4.1.1	Vannkvalitet	38
4.1.2	Hardbunnsamfunn	39
4.1.3	Bløtbunnsamfunn og miljøgifter i sediment	40

4.1.4	Miljøgifter i organismer	41
4.2	Klassifisering	42
4.2.1	Vannkvalitet	42
4.2.2	Hardbunnsamfunn	42
4.2.3	Bløtbunnsamfunn og miljøgifter i sediment	43
4.2.4	Miljøgifter i organismer	43
<b>5</b>	<b>Resultater</b>	<b>45</b>
5.1	Generelt	45
5.1.1	Hydrografi	45
5.1.2	Badevannskvalitet	46
5.2	Phytoplankton	47
5.3	Kristiansund Havn	47
5.4	Dalasundet	49
5.5	Dalabukta	50
5.6	Bolgsvaet ved Remlan, Bolgsvaet og Bolgsvaet ved Husøya	52
5.7	BolGvågen	54
5.8	Omsundet Øst	55
5.9	Freifjorden ved Kvalvik	56
5.10	Bremsnesfjorden og Flatsetsundet	57
5.11	Miljøgifter i organismer	58
5.11.1	Torsk og flyndre	58
5.11.2	Albuesnegl	61
<b>6</b>	<b>Vurdering og konklusjoner</b>	<b>63</b>
6.1.1	Klassifisering basert på vannkvalitet	63
6.1.2	Kristiansund Havn	63
6.1.3	Dalasundet	64
6.1.4	Dalabukta	64
6.1.5	Bolgsvaet	64
6.1.6	Bolgvågen	65
6.1.7	Omsundet øst	65
6.1.8	Freifjorden	65
6.1.9	Bremsnesfjorden	65
6.2	Vurdering i forhold til Tilstand for vannforekomstene	66
6.3	Vurdering i forhold til Krav til Resipientundersøkelser	67
6.4	Konklusjon	67
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>68</b>

## Sammendrag

Kristiansund kommune ønsker en ny vurdering av miljøtilstanden i resipientene. Det ble tidligere gjort i 2005. Den nye undersøkelsen skal gi en oppdatert beskrivelse av miljøtilstanden, dokumentere behov for utslippsreducerende tiltak og danne grunnlag for videre overvåkning av miljøtilstanden. Denne undersøkelsen er derfor basert på metodikken i «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Veileder 01:2009). I denne undersøkelsen omfatter 9 av vannforekomstene rundt Kristiansund; Kristiansund-indre havn, Bolgsvaet ved Remlan, Bolgsvaet, Bolgvågen, Omsundet-øst, Freifjorden, Flatsetsundet, Bremsnesfjorden og Dalasundet. Det er tatt prøver av bløtbunnsfauna og sedimentforurensning, hardbunn, vann, biota og av phytoplankton. Resultatene viser at deler av vannforekomsten Kristiansund indre havn og Dalasundet er sterkt forurenset, primært av industriutslipp. Det er svært dårlige økologiske forhold innerst i Vågen, men bedre økologisk tilstand i Havnebassenget. Forurensningen i Kristiansundområdet er primært knyttet til industri, men det er lokalt forurenset rundt noen avløp. Sammenlignet med undersøkelsene i 2005 er tilstanden lik på alle lokaliteter som ble sammenlignet med unntak av Bolgsvaet ved Remlan, der tilstanden både på strandsonelokaliteten og miljøgiftinnholdet i biota er forverret.



## Summary

Kristiansund Council commissioned an assessment of the environmental condition of the recipients within the council. The investigations shall give an updated description of the environmental condition, verify possible needs for discharge reduction measures and form a baseline for further monitoring of the environmental conditions. This program is therefore based on the methodology was designed to meet the requirements for classification of environmental conditions in marine waters (Veileder 01:2009). This monitoring program was undertaken summer 2012. The program included 9 of the water-bodies in Kristiansund; Kristiansund-havn, Bolgsvaet ved Remlan, Bolgsvaet, Bolgvågen, Omsundet-øst, Freifjorden, Flatsetsundet, Bremsnesfjorden and Dalasundet. The program included the investigation of; nutrients, physical and chemical properties, hard bottom algae, soft bottom fauna, environmental contaminants in sediments, environmental contaminants in organisms and phytoplankton. This result of this study concludes that the water bodies "Kristiansund Havn" and Dalasundet are heavily contaminated. The pollution found in the marine environment around Kristiansund originates primarily from industrial discharges, but there are local contamination found in the area of some of the sewage discharges as well. The environmental conditions found in 2005 are similar to those in this study with the exception of "Bolgsvaet ved Remlan" where both the hard bottom survey and the contamination of organisms show a degradation of the environmental condition.

# 1 Innledning

## 1.1 FORMÅL

Krav til utslipp av kommunalt avløpsvann fra større tettbebyggelser er omhandlet i kapittel 14 i forurensningsforskriften. Avløpsregelverket ivaretar krav i EUs avløpsdirektiv (91/271/EØF) om rensing av vann fra tettstedsbebyggelse. Kravene til rensing avhenger av utslippenes samlede belastning, typen resipient (sjø, elvemunning, ferskvann) og resipientens tilstand (følsom, normal, mindre følsom).

Fylkesmannen kan gi fritak fra krav om sekundærrensing for kommunalt avløpsvann fra tettbebyggelse med samlet utslipp mellom 10 000 og 150 000 pe til sjø forutsatt at:

- a) resipienten kan klassifiseres som mindre følsom, jf. kriteriene i vedlegg 1 punkt 1.1 til kapittel 11 i forurensningsforskriften,
- b) utslippene minst har gjennomgått primærrensing og
- c) den ansvarlige gjennom grundige undersøkelser kan vise at utslippene ikke har skadevirkninger på miljøet.

Utslippene i Kristiansund er i underkant av 30 000 pe og føres ut i mindre følsomme resipienter. Hovedandelen av utslippene regnes å komme fra tettbebyggelse og har derfor i utgangspunktet krav om sekundærrensing. Utslippene vest, sør og øst på Frei er mindre og har mindre strenge renskrav.

Undersøkelsen skal være en oppfølging av tidligere undersøkelser og gjennomføres i henhold til kravene i EUs Vannrammedirektiv. Målet er at sjøresipientene skal ligge innenfor kravene til god økologisk tilstand.

Kristiansund kommune har beskrevet målet med undersøkelsen med følgende punkter:

1. *Beskrive miljøtilstanden i de ulike resipientene.*
2. *Vurdere tilstanden i forhold til tidligere resipientundersøkelser. Dette skal bygge på sammenligning av resultater fra de nye og de tidligere resipientundersøkelsene i området.*
3. *Dokumentere eventuelle behov for utslippsbegrensende tiltak.*
4. *Danne grunnlag for senere overvåking av miljøtilstanden i resipientene.*

## 1.2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER I OMRÅDET

Det er de siste årene gjort mindre undersøkelser i ulike områder rundt Kristiansund:

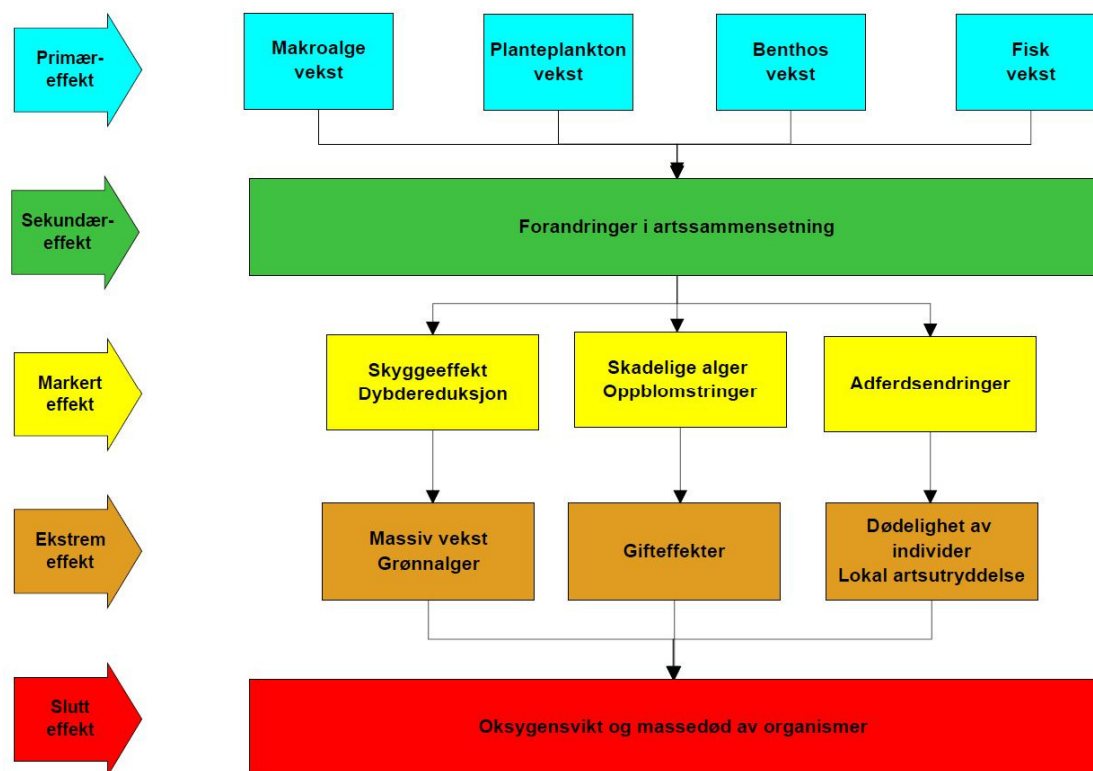
- Beskrivelse av resipienten Bremsnesfjorden, avløpsdisponering og miljøtilstand 2005. (Rådgivende Biologer AS, 2005 A)
- Beskrivelse av resipienten Bolgsvaet, avløpsdisponering og miljøtilstand 2005. (Rådgivende Biologer AS, 2005 B).
- Beskrivelse av resipienten Dalabukta, avløpsdisponering og miljøtilstand 2005. (Rådgivende Biologer AS, 2005 C.)
- Beskrivelse av resipienten Dalasundet, avløpsdisponering og miljøtilstand 2005. (Rådgivende Biologer AS, 2005 D).
- Beskrivelse av resipienten Havnebassenget med Vågen, avløpsdisponering og miljøtilstand 2005. (Rådgivende Biologer AS, 2005 E).
- Miljøvurdering av Bolgvågen, Kristiansund kommune (Rådgivende Biologer AS, 2008)

## 1.3 KOMMUNALT AVLØPSVANN OG FORURENSING

Kommunalt avløpsvann kan inneholde et bredt utvalg av forbindelser som kan føre til forurensning og redusere tilstanden i resipienten. Effektene av tilførte forbindelser avhenger av konsentrasjon og kan være både direkte og indirekte. Nedenfor er de ulike forbindelsene og deres virkning i resipienten beskrevet.

### 1.3.1 *Næringsalter: fosfor og nitrogen*

Økt konsentrasjon av fosfor og nitrogen kan føre til eutrofiering, dvs. økt vekst av planteplankton og alger. Det kan også forekomme endringer i artssammensetningen. Vannet blir uklart og det kan akkumuleres organisk materiale. Det kan etter hvert forekomme oppblomstringer av giftige alger. Økt mengde organisk materiale kan føre til redusert konsentrasjon av oksygen i vannmassene. Høye konsentrasjoner av giftige alger og lave konsentrasjoner av oksygen kan begge føre til fiskedød. Mangel på oksygen kan føre til dannelse av den giftige gassen hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S)



Figur 1: Skjematisk oversikt over eutrofiering (SFT 2005).

### 1.3.2 Organisk materiale

Organisk materiale som tilføres med kommunalt avløpsvann er som regel lett nedbrytbart og brytes raskt ned når det er tilgang på oksygen. Nedbryting av organisk materiale frigjør næringssalter og gir grunnlag for produksjon av nytt organisk materiale. Utslipp av organisk materiale må sees i sammenheng med utslipp av næringssalter og effekter av slike utslipp. Dersom tilgangen på oksygen er lav, for eksempel i terskelfjorder, kan utslipp av organisk materiale føre til oksygenmangel.

### 1.3.3 Partikulært materiale

Sedimentasjon av partikulært materiale kan føre til nedslamming av bunn og strender. Nedslamming kan skade bunnens flora og fauna, og på grunnere vann og strender er nedslamming estetisk skjæmmende. Størrelsen på området som slammes ned avhenger i stor grad av utslippets størrelse og forhold i resipienten.

### 1.3.4 Bakterier og virus

Mange ulike bakterier og virus er tilstede i avløpsvannet. Dette kan føre til forurensning av skalldyr. Det kan også oppstå hygieniske problemer ved badeplasser og vannforsyning. Konsentrasjonen av termotabile koliforme bakterier (TKB) benyttes som mål på fekal forurensning fordi den overlever like lenge eller lenger enn de vanligste sykdomsfremkallende tarmbakteriene. Dersom TKB påvises kan altså alle bakteriesmittestoffer være tilstede. Inaktivering av TKB går raskere i saltvann enn ferskvann og øker med temperatur og sollys.

### 1.3.5 Miljøgifter

På grunn av påslipp av avløpsvann fra ulike virksomheter kan kommunalt avløpsvann inneholde både organiske miljøgifter og metaller. Miljøgifter kan føre til kroniske eller akutte effekter avhengig av egenskaper og konsentrasjon. Mange miljøgifter lagres i sedimentene og tas opp i næringskjeden via sedimentlevende organismer. De kan oppkonsentreres i næringskjeden og havne i sjømat.

## 1.4 KLASSIFISERING AV TILSTAND

Klassifisering av miljøtilstand benyttes for å si noe om tilstanden i vannforekomsten på bakgrunn av målte konsentrasjoner.

For økologi og næringsstoffer, oksygen og TKB i vann er tilstandsklassifiseringen fra meget god til svært dårlig, som vist i Tabell 1. Klassifisering av oksygen er basert på effekt på organismer.

Tabell 1: Klassifiseringssystem for tilstand i vannforekomst

Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Svært dårlig

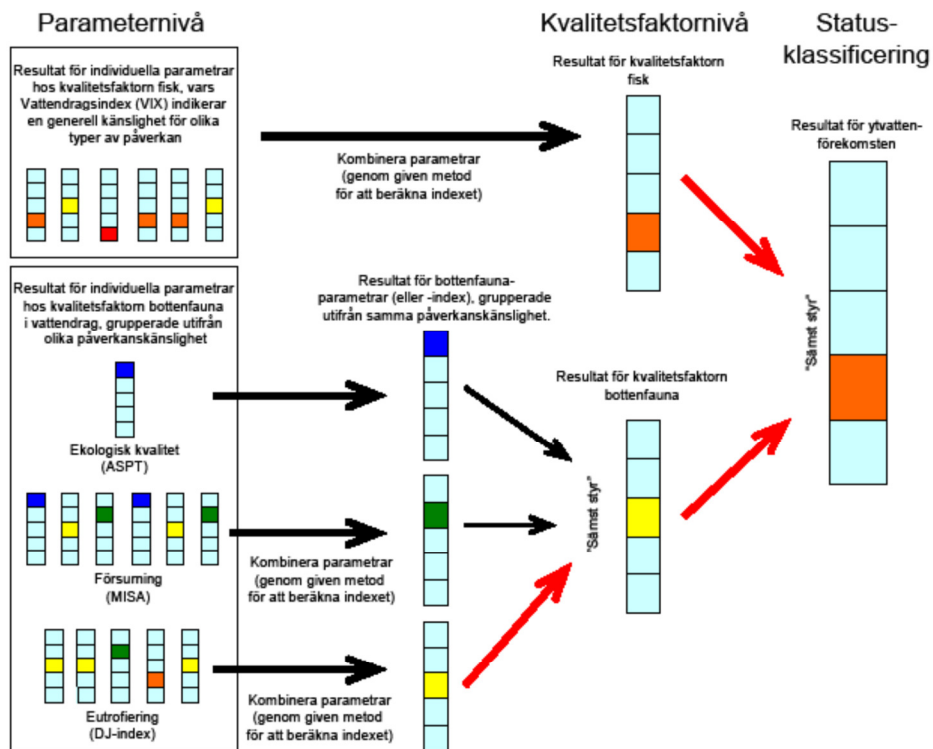
Tilstandsklassifisering av metaller og organiske miljøgifter er basert på effekter på organismer. Beskrivelsen av tilstand for de ulike tilstandsklassene er fra bakgrunn- svært dårlig som vist i Tabell 2.

Tabell 2: Klassifiseringssystem for metaller og organiske miljøgifter.

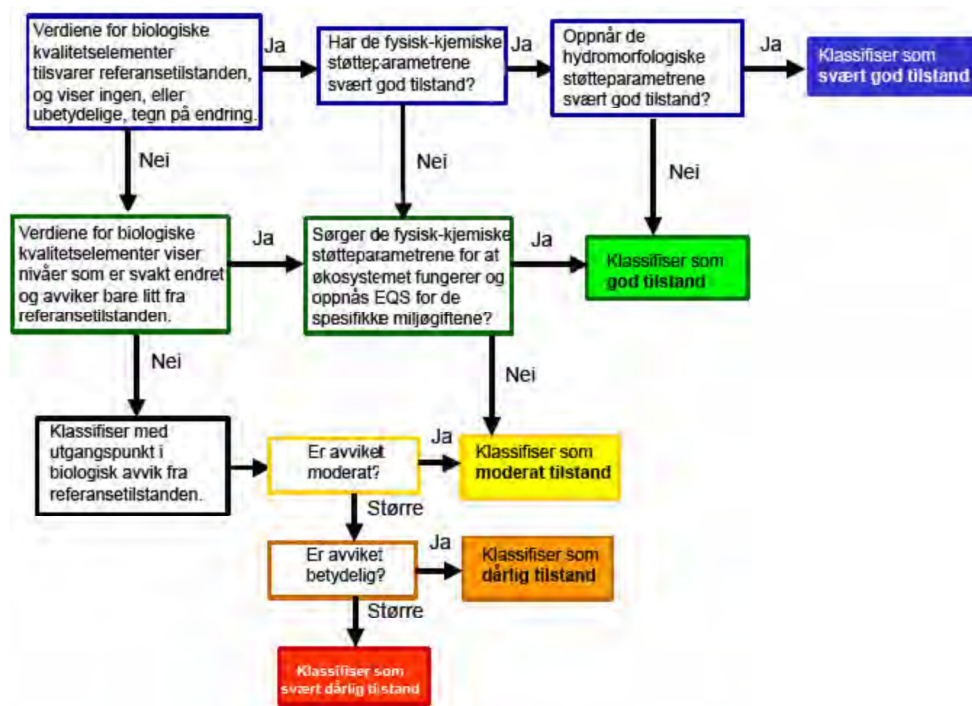
Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
Beskrivelse av tilstand	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Betingelser	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttids-eksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter

For å kombinere flere kvalitetselementer til ett resultat for vannforekomsten gjelder «det verste styrer prinsippet» ( «one-out-all-out»). Definisjonen iht Vedlegg V i vanddirektivet; «For kategorier av overflatevann representeres den økologiske tilstandsklassifiseringen ved den laveste av verdiene for biologiske og fysisk-kjemiske overvåkingsresultater for de relevante kvalitetselementene». Dette betyr at kvalitetselementet med dårligst tilstand bestemmer tilstanden for vannforekomsten. Andre kjemiske parametere brukes som støtteparametere for økologisk tilstand og kan i utgangspunktet kun trekke den økologiske tilstanden ned ett nivå (med unntak av når økologisk tilstand er «meget god» da kan den samlede økologiske tilstanden trekkes ned til «moderat» (Klif – pers.com.). Prinsippet gjelder imidlertid ikke ved kombinasjon av ulike parametere innenfor et kvalitetselement. Dette er nærmere forklart i figur 2 og Figur 3 nedenfor.

I forhold til kvalitetselementet «kjemisk tilstand» gjelder kun de 33 prioriterte stoffene som er beskrevet i veileder 01: kap 5. Denne parameteren har kun en grenseverdi. Er den over grenseverdi vil vannforekomsten ikke oppnå god kjemisk tilstand.



Figur 2: Skjematisert beskrivelse av prinsippet «det verste styrer» (figuren er hentet fra veileder 01:2009). Søylene angir tilstandsklasser.



Figur 3: Den relative rollene mellom de biologiske kvalitetselementene og hydromorfologiske og fysisk-kjemiske parameterne ved klassifisering av økologisk tilstand for overflatevann. (figuren er hentet fra veileder 01:2009)

# 2

## Beskrivelse av avløpene og fjordområdene

### 2.1 FREMTIDIGE RENSEKRAV

Alle aktiviteter er underlagt plikten til å unngå forurensning gjennom bestemmelsene i forurensningslovens § 7. Avløpsvann reguleres videre gjennom forurensningsforskriftens kapittel 11-16. Kystvannet fra Lindesnes til Grense Jakobselv er definert som mindre følsomt område (kapittel 11, Vedlegg 1 B).

For utslipp  $p_e > 10\,000$ , som er tilfellet for Kristiansund by, er Fylkesmannen forurensningsmyndighet (forurensningsforskriften kapittel 14. §§ 1 og 2).

Fra 2016 vil det stilles vesentlige strengere krav til rensning av avløpsvann fra Kristiansund by. Det forventes at Rensvik på sikt vil vokse sammen med Kristiansund by, og at en derfor vil få krav om strengere rensing også her.

Kristiansund kommune vil søke Fylkesmannen om dispensasjon fra krav om sekundærrensing gjennom å dokumentere at primærrensning er tilstrekkelig for ikke å skade for miljøet. Sekundærrensning innebærer oppgradering til mer avansert rensing, og endringer i anleggsstruktur med betydelig reduksjon i antall renseanlegg og utslipp.

Følgende renskrav gjelder der Fylkesmannen er myndighet (iht. kapittel 14 i forurensningsforskriften).

Ved krav om primærrensning skal:

- $BOF_5$  (Biologisk oksygenforbruk) i avløpsvannet reduseres med minst 20 % av det som blir tilført renseanlegget eller  $BOF_5$  ikke overstiger 40 mg  $O_2/L$  ved utslipp.
- $SS^1$ -mengden i avløpsvannet reduseres med 50 % av det som tilføres renseanlegget eller ikke overstige 60 mg/L ved utslipp.

Ved krav om sekundærrensing skal:

- $BOF_5$  i avløpsvannet reduseres med minst 70 % av det som blir tilført renseanlegget eller  $BOF_5$  ikke overstiger 25 mg  $O_2/L$  ved utslipp.
- $KOF_{cr}$  (Kjemisk oksygenforbruk) i avløpsvannet reduseres med minst 75 % av det som blir tilført renseanlegget eller  $KOF_{cr}$  ikke overstiger 125 mg  $O_2/L$  ved utslipp.

<sup>1</sup> SS-mengde er mengde partikler målt som suspendert stoff.

Kristiansund kommune er forurensningsmyndighet etter regelverket for avløpsutslipp fra mindre tettbebyggelser, pe < 10 000 (forurensningsforskriften kapittel 13. §§ 1 og 2). For store deler av kommunen, og da særskilt Frei-øya er det i utgangspunktet passende rensing som gjelder. Her er kommunen selv forurensningsmyndighet. Rensekravene i henhold til kapittel 13 i forurensningsforskriften er som følger:

- 20 % reduksjon av SS-mengden i avløpsvannet beregnet som årlig middelværdi av det som blir tilført renseanlegget
- 100 mg SS/l ved utslipp beregnet som årlig middelværdi,
- sil med lysåpning på maks 1 mm, eller
- slamavskiller utformet i samsvar med § 13-11

Utslipp i denne størrelsesorden til mindre følsomme områder, skal ikke forsøple sjø og sjøbunn.

Avløpsslam eller ristgods skal ikke slippes ut. Utslipsstedet for avløpsvann fra renseanlegg skal lokaliseres og utformes slik at virkningene av utslippet blir minst mulig og brukerkonflikter unngås.

## **2.2 KORT OPPSUMMERING HOVEDPLAN AVLØP OG VANNMILJØ 2012-2021**

Dagens avløpsrensing er basert på tidligere krav med passende rensning. Med de da gjeldende renskrav var den mest hensiktsmessige løsningen for Kristiansund kommune (tidligere Kristiansund og Frei kommune) å bygge de mange silanlegg/slamavskillere som finnes i kommunen i dag.

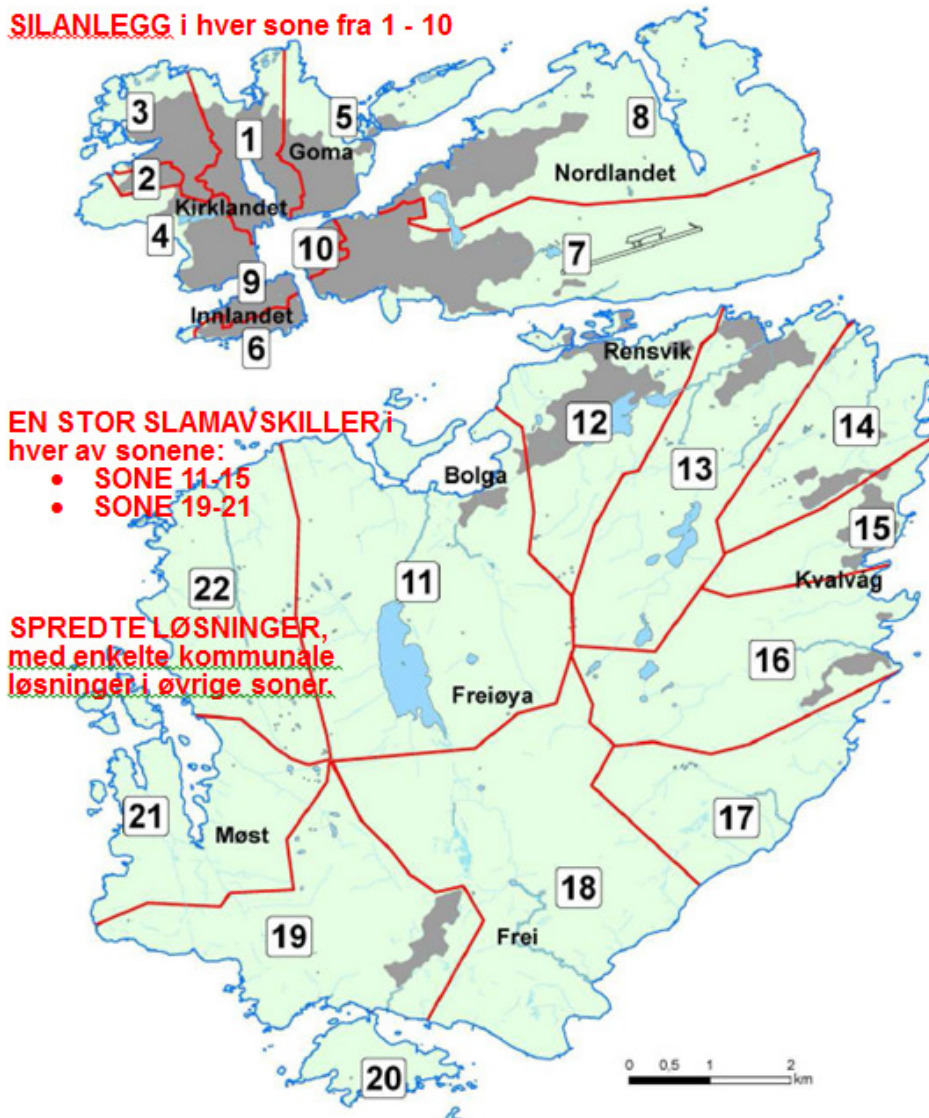
Alle kommunale renseanlegg og slamavskillere har utslipp av rensset avløpsvann til sjø gjennom utslippsledninger til dypt vann iht. utslippstillatelsene. Lengden på utslippsledningene og dybde på utslippspunktene varierer etter stedlige bunntopografi og strømforhold. Overløp (nød og drift) er av varierende kvalitet og bidrar i dag til utslipp av urensset avløpsvann til sjø. Kristiansund kommune har ikke påslippsavtaler med industribedrifter og har derfor ikke oversikt over alle bedrifter som produserer avløpsvann som kan utgjøre fare for overskridelser av renskrav i kommunen.

Kristiansund er i dag delt inn i 22 avløpssoner, dels bestemt av topografien og dels bestemt av hvordan avløpssystemet er bygd ut. I hovedsak er det ett hovedrenseanlegg i hver sone.

Med utgangspunkt i renskravene har en funnet det hensiktsmessig å dele kommunen inn som vist på figur nedenfor.



**SILANLEGG i hver sone fra 1 - 10**

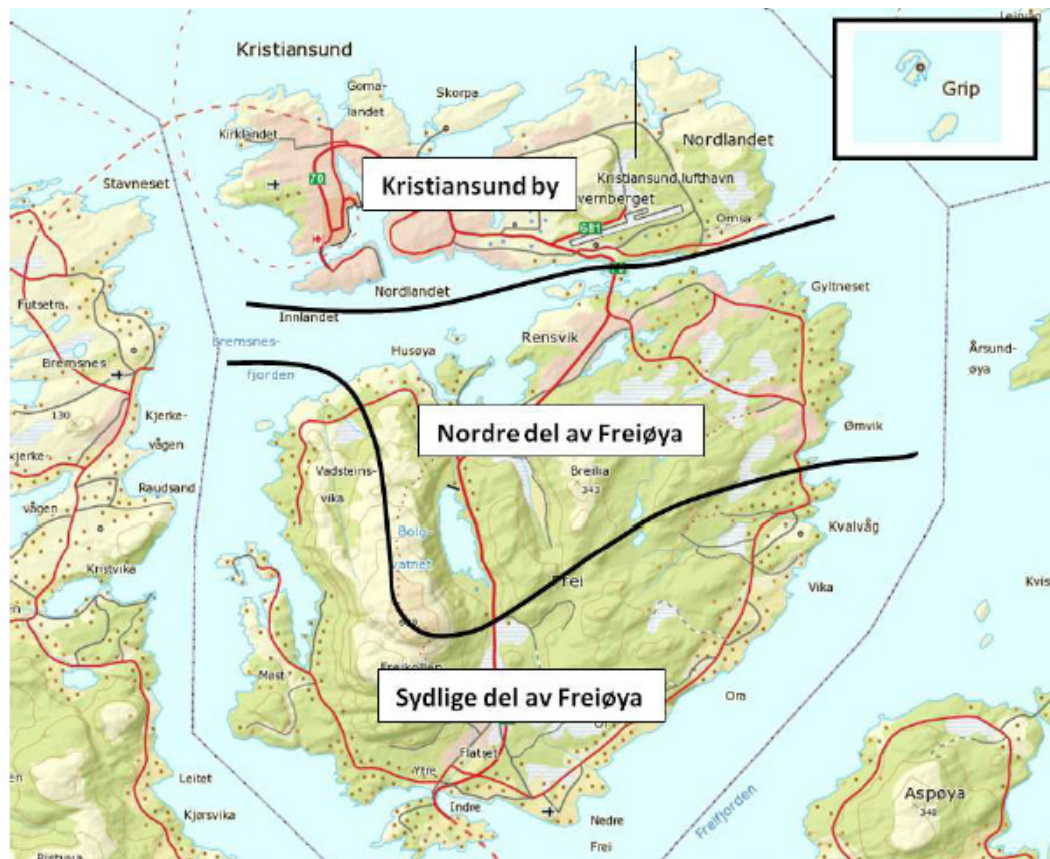


Figur 4: Avløpssoner i Kristiansund kommune. (Figur er hentet fra Hovedplan avløp og vannmiljø, 2012-2021.)

Utslippene fra tettbebyggelsen i Kristiansund by (sone 1-sone10) skal følge forurensningsforskriften og tilfredsstille sekundærrensekravet. Kommunene har i tråd med avløpsdirektivet som strategi, å få dispensasjon fra dette kravet.

For utslipp til sjø i resten av kommune gjelder mindre omfattende rensekrav.

På nordre del av Frei-øya (sone 11 – sone 15) blir bebyggelsen sannsynligvis definert inn i samme tettbebyggelse som Kristiansund på sikt og det vil da bli utløst de samme rensekrav som for byen (sone 1-sone10).

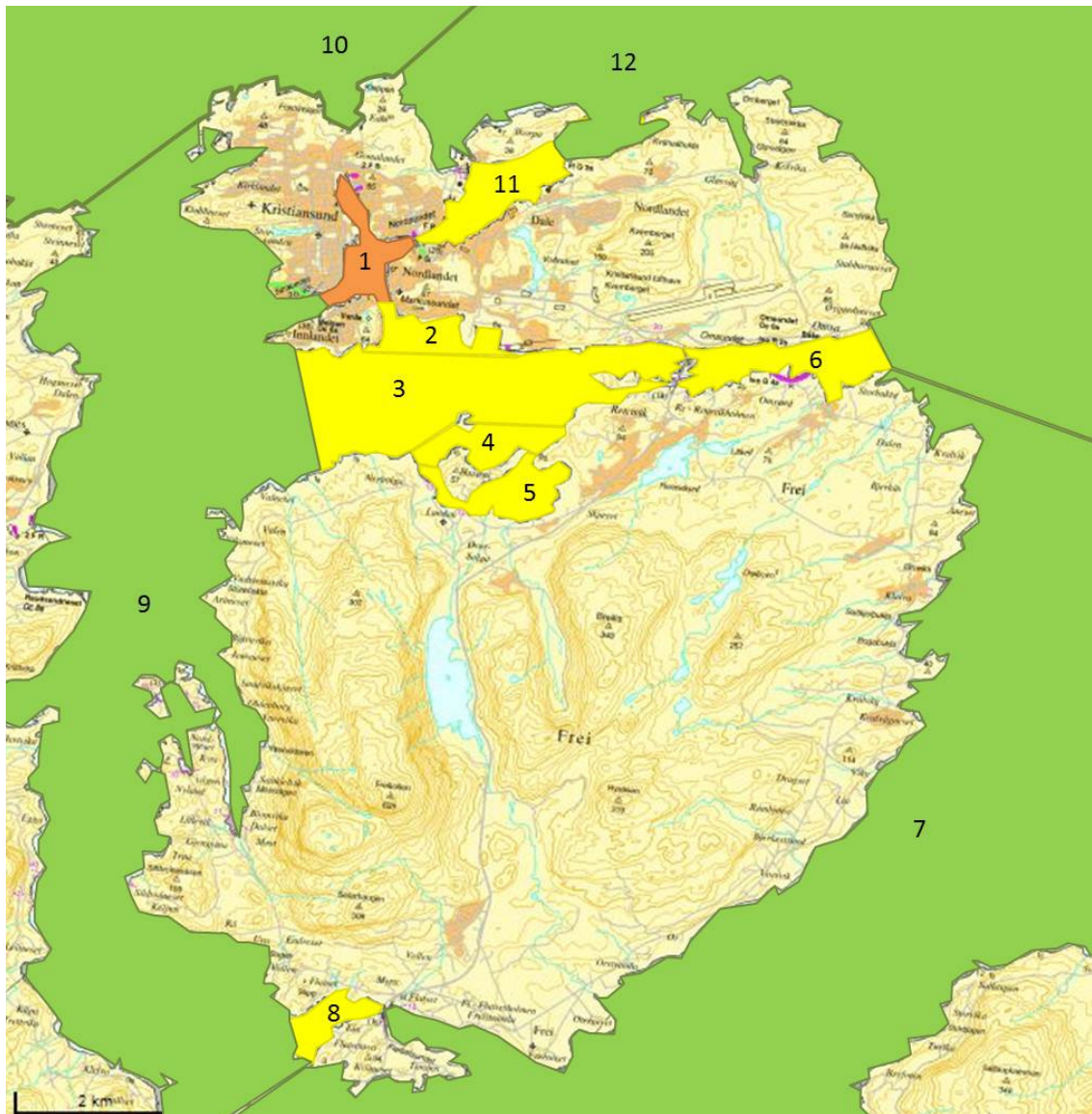


Figur 5: Figuren viser Kristiansund kommune og inndel etter rensekrav. Figur hentet fra Hovedplan avløp og vannmiljø 2012-2021.

## 2.3 VANNFOREKOMSTENE, TOPOGRAFI OG TIDEVANN

Alle vannforekomstene rundt Kristiansund er vist i Figur 6. Figuren viser hvilken tilstandsklasse vannforekomstene var registrert i før resultater fra denne undersøkelsen var vurdert (hentet fra Vann-nett.no i november 2012), og under hver forekomst er påvirkninger beskrevet. Skillet mellom vannforekomst 11 og 12 og navnet på vannforekomst 2 og 11 er oppdatert etter samtaler med kommunen i januar 2013. I tillegg til påvirkningene nevnt under har alle vannforekomstene biologisk påvirkning av rømt fisk og lakselus på grunn av fiskeoppdrett.

I Kristiansund er forskjellen mellom middel flo og fjære 1,36 m og forskjellen på middel spring høyvann og middel spring lavvann 1,82 m. (Vannstand.no).



Figur 6: Vannforekomstene rundt Kristiansund med tilstandsklasser fra Vann-nett før resultater fra denne undersøkelsen, blå: meget god, grønn: god, gul: moderat, oransje: dårlig, rød: svært dårlig. 1: Kristiansund-havn, 2: Bolgsvaet ved Remlan (tidligere Markussundet), 3: Bolgsvaet, 4: Bolgsvaet ved Husøya, 5: Bolgvågen, 6: Omsundet-øst, 7: Freifjorden, 8: Flatsetsundet, 9: Bremsnesfjorden, 10: Kristiansund-tyre, 11: Dalasundet (tidligere Nordsundet) og 12: Talgsjøen.

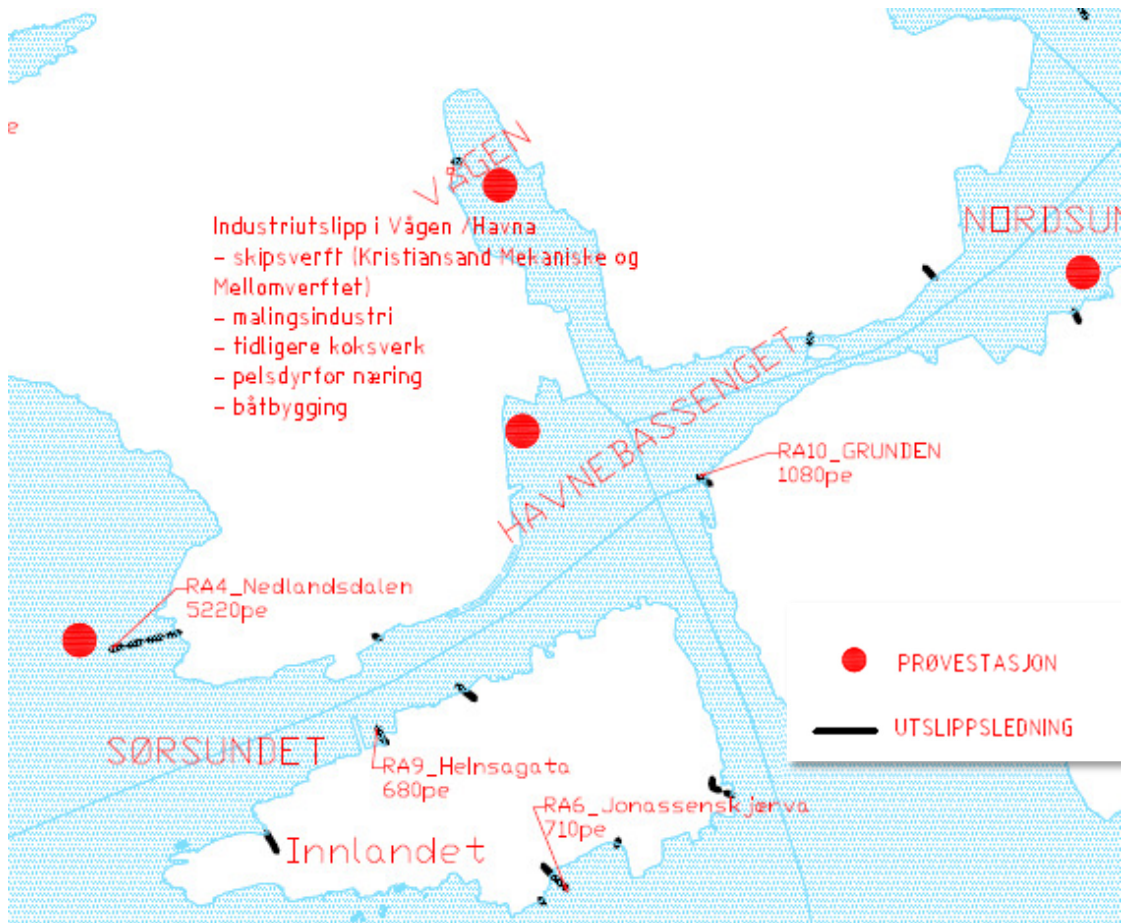
### 2.3.1 Kristiansund Havn (1)

#### Avløp:

Kristiansund havn har dårlig økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand. Området er sentrumsnært og mottar avløpsvann fra RA10 Grunden (1080 pe) og RA 9 Heinsagata (680 pe) og urban avrenning av overflatevann som kan være forurenset. Kilden til industriutslipp til Vågen og havnebassenget er;

- Skipsverft (Kristiansund Mekaniske og Mellomverftet)
- Malingsindustri
- Tidligere koksverk
- Pelsdyrfor – næring
- Båtbygging

Totalt utslippsmengde til Kristiansund Havn er 1760 pe. Figur 7 viser avløp til Havnebassenget.



Figur 7: Avløp til Havnebassenget.

**Resipienten:**

Resipienten er påvirket av lang tid med industriell aktivitet/utslipp i området. Undersøkelser fra 2005 (Rådgivende Biologer AS, 2005 E) viser sterk strøm på 12 m dyp i Sørsundet med en netto vanntransport mot sørvest. Lenger inn i havna er det målt svak strøm på 7 m dyp og svært svak strøm på 15 m dyp.

**2.3.2 Bolgsvaet ved Remlan (tidligere «Markussundet») (2)**

**Avløp:**

Bolgsvaet ved Remlan mottar ca. 3040 pe fra silanlegget RA7 Løkkemyra og urban avrenning av overflatevann som kan være forurenset.

Kilden til industriutslipp til Vestbase/Marksundet er:

- Behandlingsanlegg for boreavfall
- Betongproduksjon
- Produksjon av gjødsel fra tang
- Vasking av risers fra oljeindustrien

Totalt utslippsmengde til Bolgsvaet ved Remlan er 3400pe. Figur 7 viser avløp til Bolgsvaet ved Remlan.

**Resipienten:**

Bolgsvaet ved Remlan har moderat økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand. Bolgsvaet ved Remlan er resipient for Vestbase som er vurdert (av fylkesmannen) å ha en stor effekt på resipienten (Vann-nett.no). Bolgsvaet ved Remlan ligger mellom Havnebassenget og Bolgsvaet.

**2.3.3 Bolgsvaet (3), Bolgsvaet med Husøya (4) og Bolgvågen (5)**

**Avløp:**

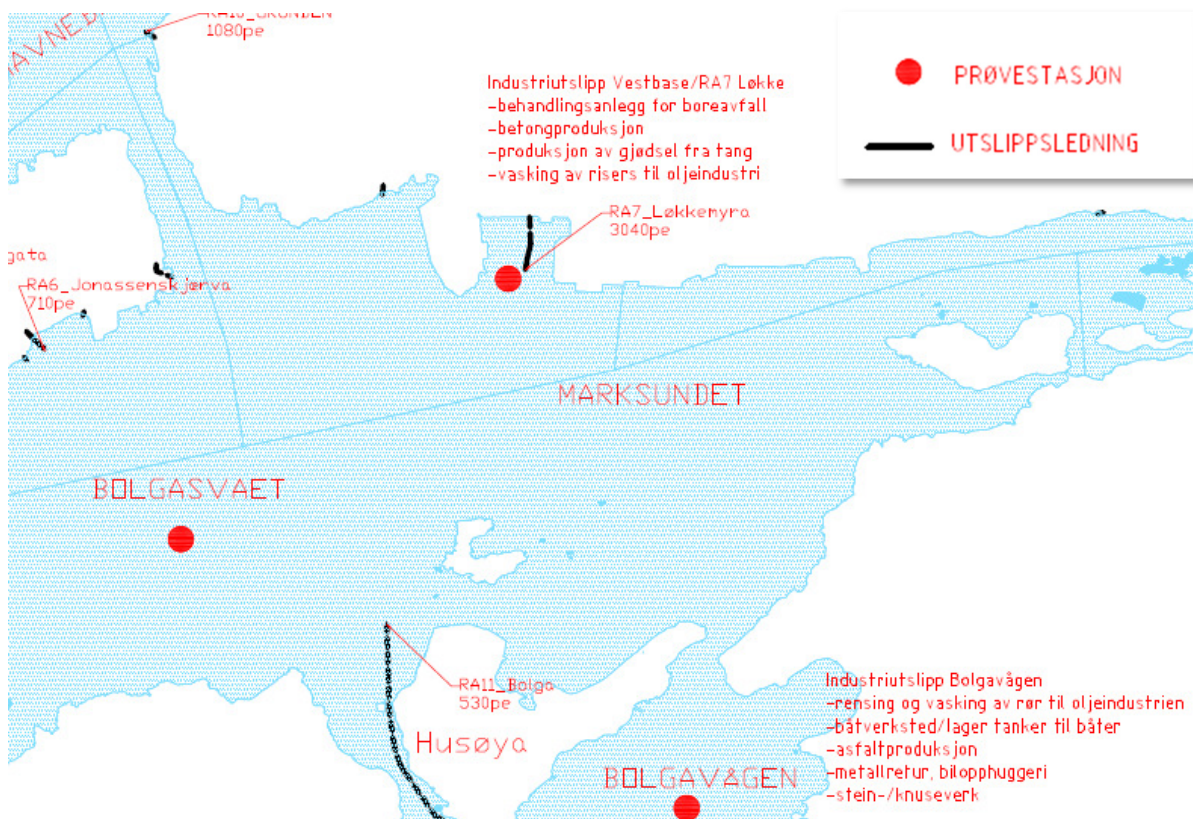
Bolgsvaet er resipient for RA 6 Jonassenskjærva (710 pe), Byskogen (140 pe) og RA11 Bolga (530 pe). Bolgsvaet med Husøya påvirkes av utslippet fra Bolga (530 pe). Resipientene påvirkes av industri på Husøya.

RA6 er silanlegg, RA11 er slamavskiller og Byskogen er urenset.

Kilden til industriutslipp til Bolgsvaet og Bolgvågen:

- Rensing /vasking av rør til oljeindustrien
- Båtverksted/lager for tanker til båter
- Asfaltproduksjon
- Metallretur, bilopp huggeri
- Stein-knuseverk

Totalt utslippsmengde til Bolgsvaet og Bolgvågen er 1380 pe. Figur 8 viser avløp til Bolgsvaet og Bolgvågen.

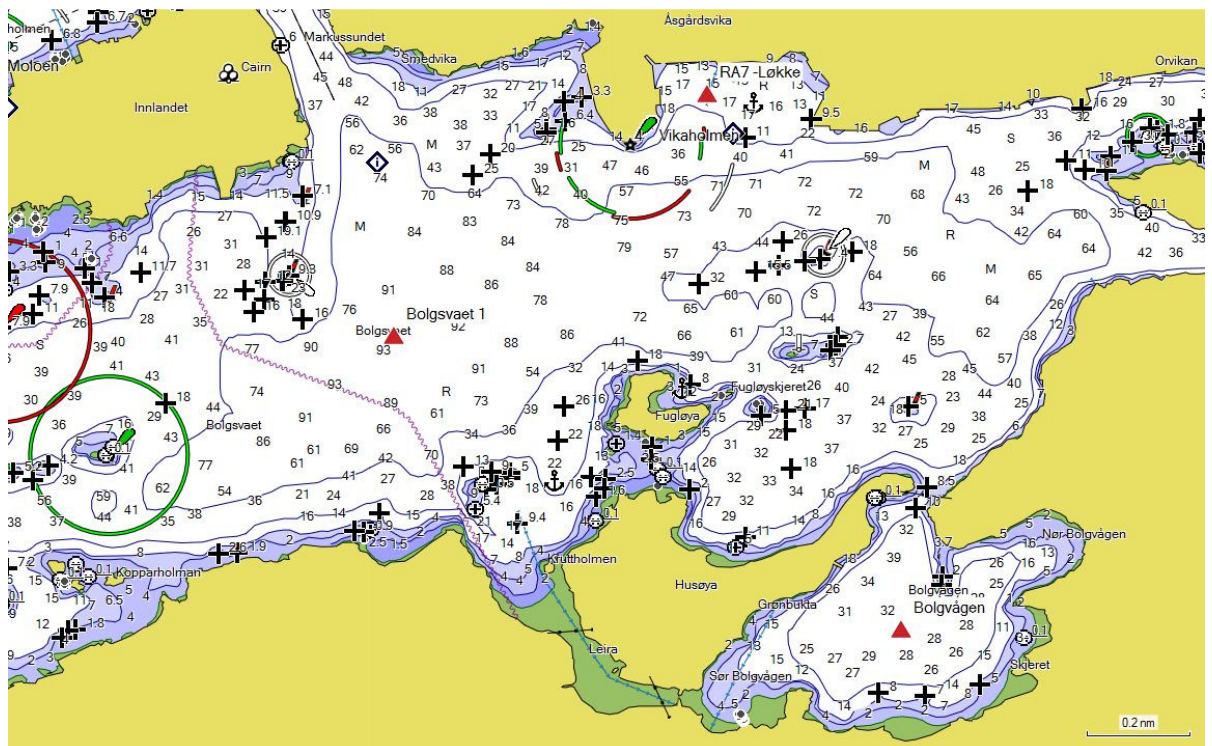


Figur 8: Avløp til Bolgsvaet.

**Resipientene:**

Alle tre vannforekomstene har moderat økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand.

Figur 9 viser Bolgsvaet med Bolgvågen. Bolgsvaet har et maks dyp på ca. 90 m. Mot øst avgrenses resipienten av et trangt sund (Omsundet) mellom Frei og Nordlandet med maks dyp 24 m. Mot nordvest er det et trangt sund mot havnebassenget i Kristiansund og mot vest grenser Bolgsvaet mot Bremsnesfjorden. Bolgsvaet kan regnes som en sidearm til Bremsnesfjorden med et litt grunnere område (ca. 30-50 m) mellom Innlandet og Frei. Det kan forekomme redusert oksygenkonsentrasjon i bunnvannet i Bolgsvaet, men fordi sundet ut mot Bremsnesfjorden er bredt og relativt dypt er vannutskiftingen antatt å være god.



Figur 9: Bolgsvaet med Bolgvågen.

Bolgvågen påvirkes av industri på Husøya og i mindre grad av utslippene av kommunalt avløpsvann i Bolgsvaet. Det har tidvis vært observert fettfilm på vannet langs land i stille perioder. Fettfilmen har høyt innhold av fosfor, ferskvannsalger og organiske miljøgifter som tyder på at det kan stamme fra kloakkutslipp til Leira vest for Bolgvågen (Rådgivende Biologer AS, 2008)

Bolgvågen ligger veldig beskyttet og er kun tilknyttet Bolgsvaet via to trange sund. Sundet i sørvest er grunnere enn 1 m og sundet i nord er 10 m dypt. Bolgvågen er ca. 30 m dyp og utsatt for oksygenvinn i bunnvannet som følge av dårlig vannutskifting.

**2.3.4 Omsundet Øst (6)**

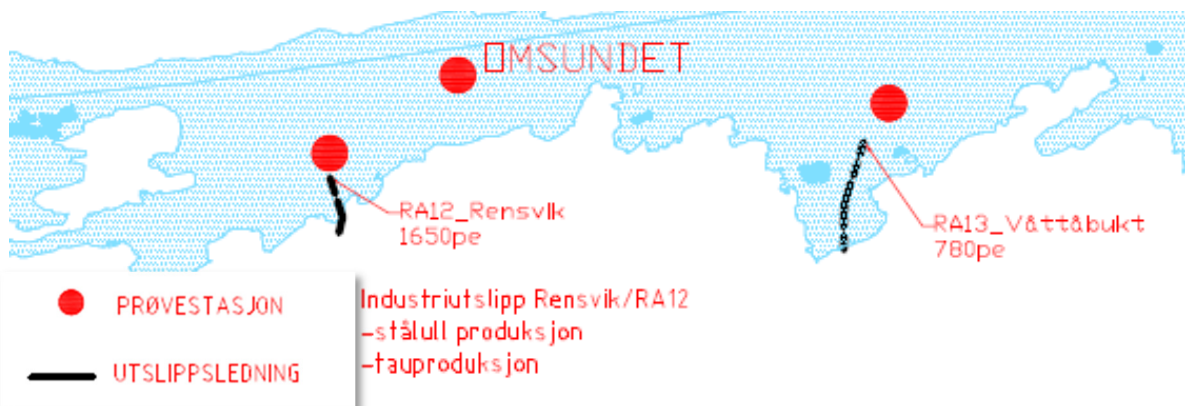
**Avløp:**

Omsundet øst mottar ca. 1730pe fra RA12 Rensvik og 830pe fra RA13 Våttåbukta (inkludert spredt avløp).

Kildene til industriutslipp til Omsundet er:

- Stållullproduksjon
- Tauproduksjon

RA12 og RA13 er begge slamavskillere. Totalt utslippsmengde til Rensvik og Våttåbukta er 2760pe. Figur 10 viser avløp til Omsundet.

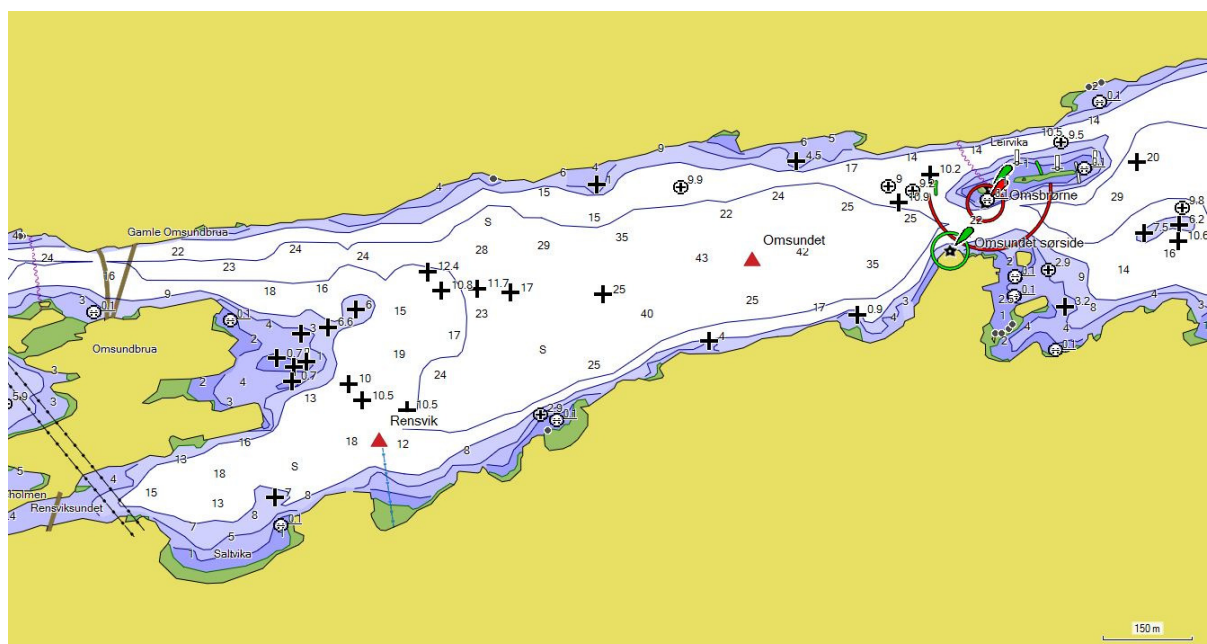


Figur 10: Avløp til Omsundet.

**Resipienten:**

Omsundet øst har moderat økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand. Resipienten har tidligere vært påvirket av aktivitet ved Egersund Net som drev med Cu-impregnering av oppdrettsnøter. Omsundet øst mottar kommunalt avløpsvann fra Rensvik og Våttåbukta.

Figur 11 viser Omsundet med Rensvik. Omsundet er avgrenset av forholdsvis trange sund mot både øst og vest. På det dypeste i Omsundet er det ca. 43 m, og sundene i øst og vest er ca. 25 m dype. I overflaten er det mye strøm, men det er fare for redusert konsentrasjon av oksygen i bunnvannet som følge av begrenset vannutskifting gjennom de to sundene.



Figur 11: Omsundet med Rensvik.

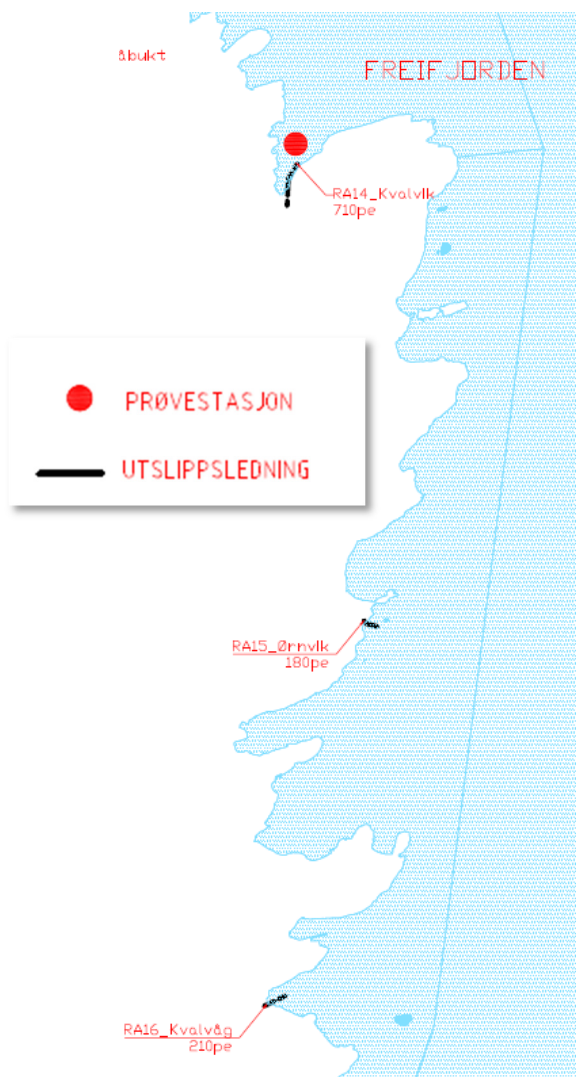
### 2.3.5 Freifjorden (7)

**Avløp:**

Resipienten påvirkes av en rekke små utslipp av kommunalt avløpsvann; RA14 Kvalvik (710 pe), RA15 Ørnevika (230 pe), RA16 Kvalvåg (350 pe), Bjerkestrand (210 pe), Freistranda (270 pe) og Flatsetøy (130 pe). I tillegg kommer noe avrenning fra spredt bebyggelse og fra landbruk og eventuelle tilførsler fra øst og syd for fjorden.

Alle utslippspunkt er slamavskillere eller fellesutslipp med septiktank.

Totalt utslippsmengde til Freifjorden er ca. 2000pe. Figur 12 viser utløp til Freifjorden.



Figur 12: Avløp til Freifjorden.

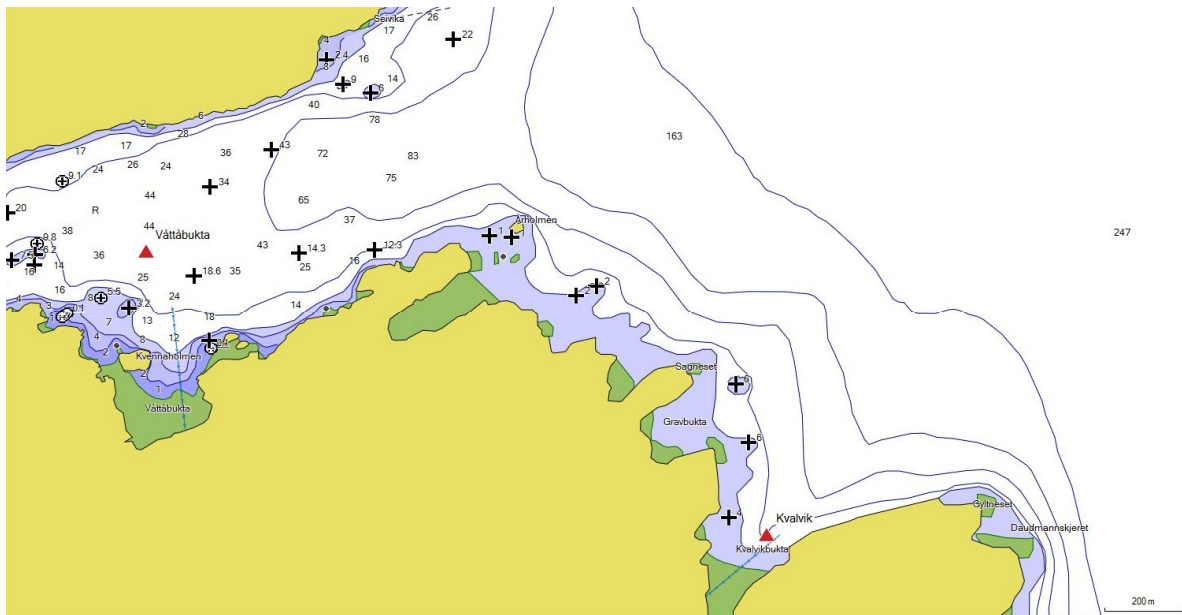
**Resipienten:**

Freifjorden har god økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand.

Figur 13 viser Våttåbukta og Kvalvik. Våttåbukta tilhører vannforekomsten Omsundet øst. Begge utslippspunktene ligger med god vannutskifting til Freifjorden i øst. Det er ingen fare for problemer med oksygenvinn i bunnvannet i dette området. I 2009 ble det gjennomført strømmålinger øst for det trangeste i Omsundet (Rådgivende Biologer AS, 2009). Undersøkelsen viser at strømmen i



sundet er sterkt tidevannsdrevet. På 10 m dyp er vanntransporten i all hovedsak østover og vestover. På 20 m dyp er vanntransporten størst mot sørøst.

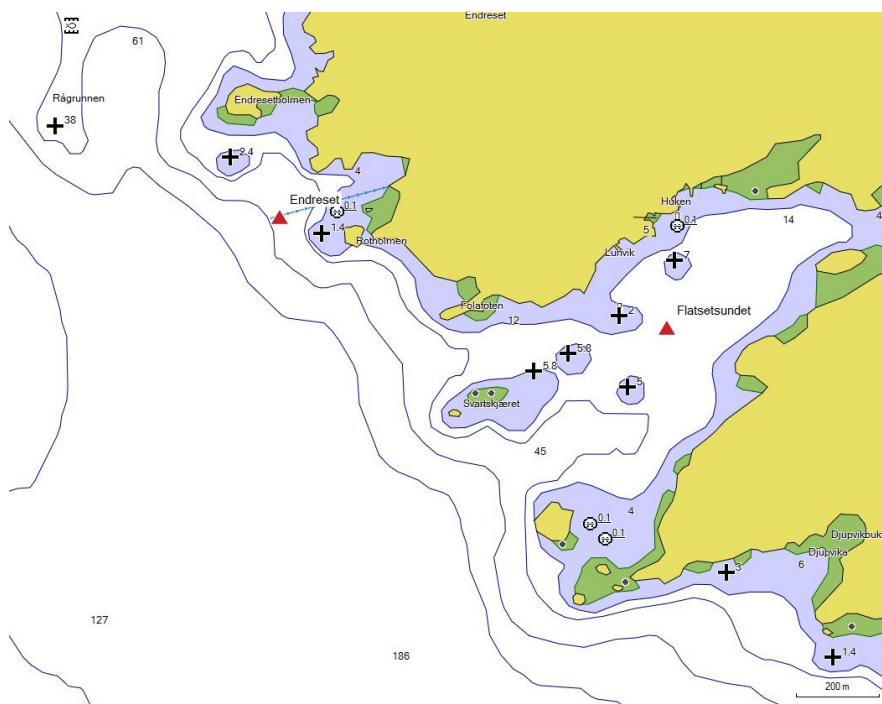


Figur 13: Våttåbukta og Kvalvik.

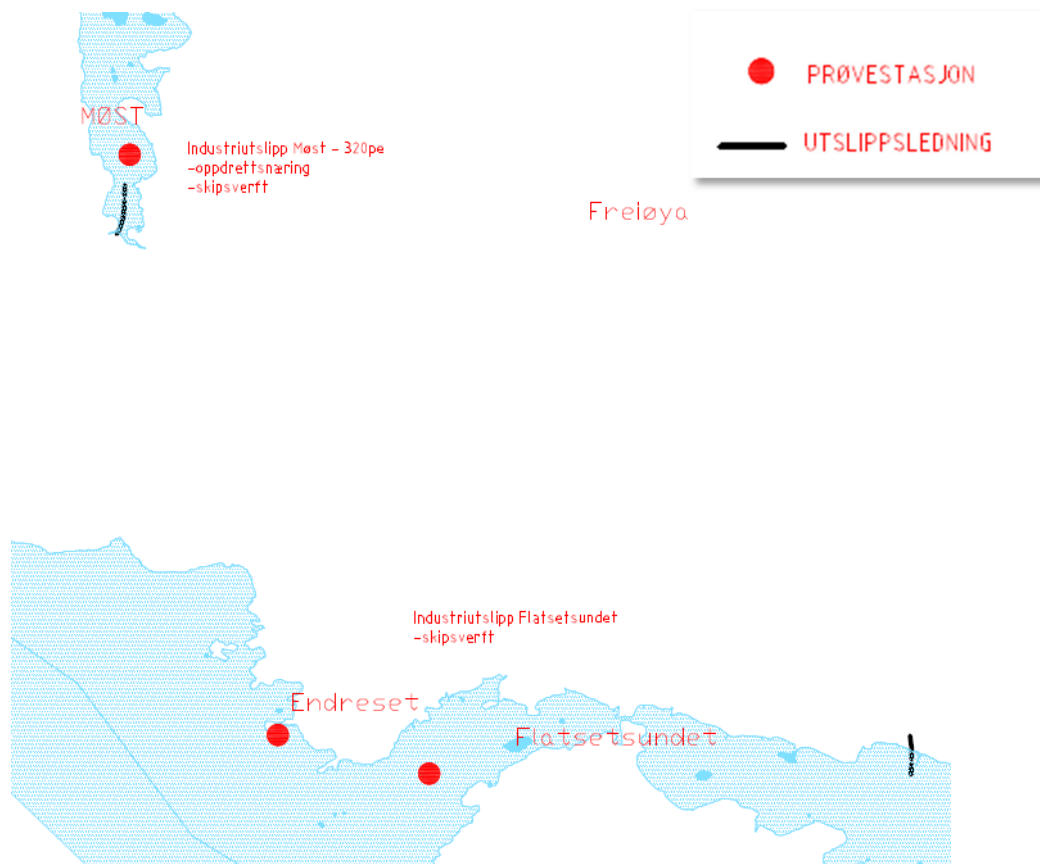
### 2.3.6 Flatsetsundet (8)

**Avløp:**

Det er ingen utslipp for kommunalt avløpsvann direkte til resipienten, men den kan påvirkes av utslipp fra Flatsetøy og Endreset. Det ligger skipsverft i Flatsetsundet og det kan ha negativ effekt på miljøtilstand. Figur 15 viser utslipp i nærheten av Flatsetsundet.



Figur 14: Flatsetsundet og Endreset.



Figur 15: Avløp til Flatsetsundet med Søndre del av Bremsnesfjorden.

**Resipienten:**

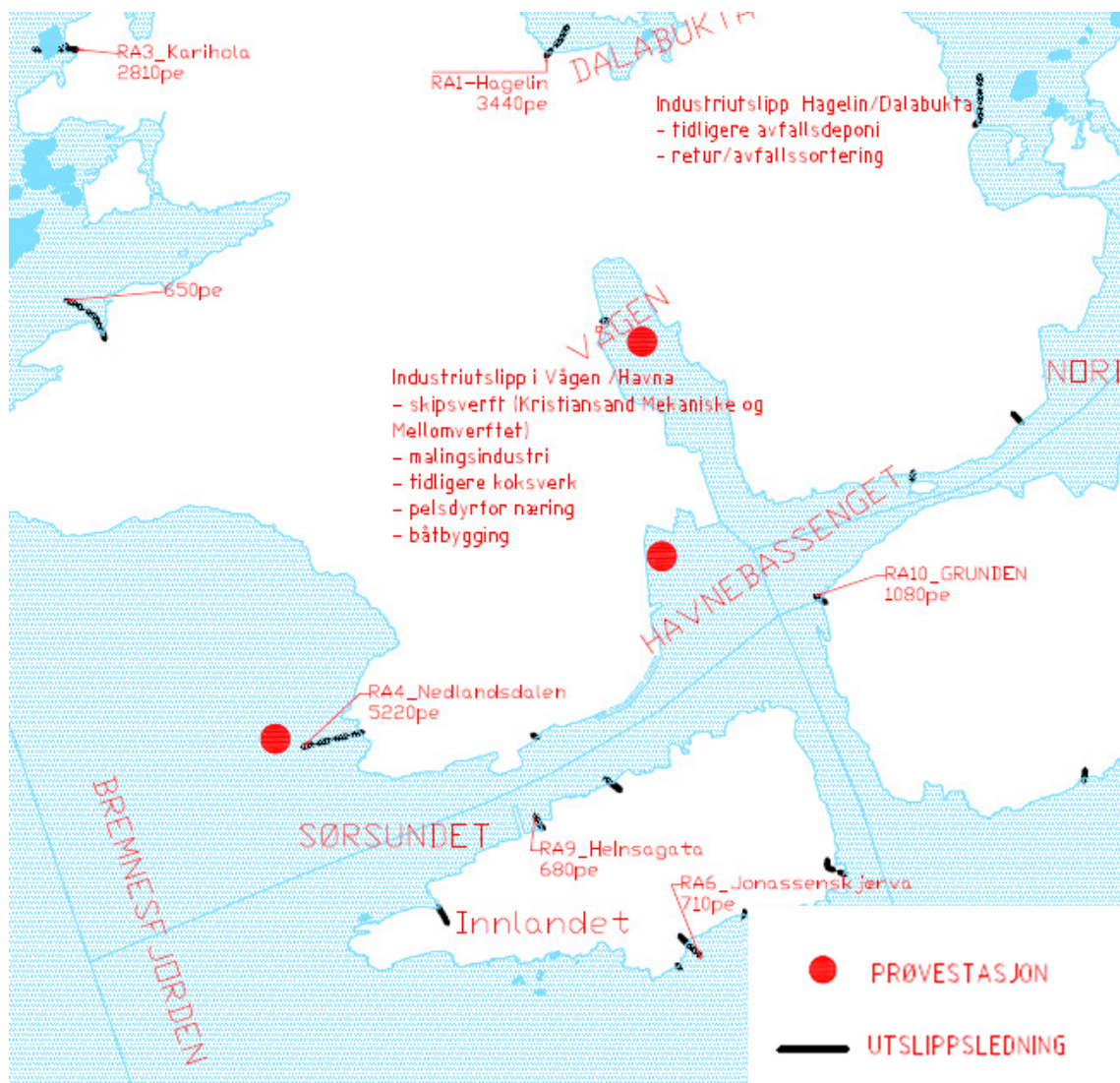
Flatsetsundet har moderat økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand. Det ligger skipsverft i Flatsetsundet, og det kan ha negativ effekt på miljøtilstand. Det er ingen utslipp for kommunalt avløpsvann direkte til resipienten, men den kan påvirkes av utslipp fra Flatsetøy og Endreset.

Figur 14 viser Flatsetsundet og Endreset. Flatsetsundet ligger noe mer beskyttet enn Endreset, men begge områdene har god vannutskifting og ikke problemer med oksygenvinn i bunnvannet. Endreset ligger i vannforekomsten Bremsnesfjorden.

**2.3.7 Bremsnesfjorden (9)**

Vannforekomsten mottar kommunalt avløpsvann fra Endreset (800 pe), Møst (320 pe), Vadsteinsvik (80 pe), RA4 Nerlandsdalen (5220 pe) og RA 2 Myra (640 pe). I tillegg mottar resipienten kommunalt avløpsvann fra Averøya. RA4 og RA2 er silanlegg, mens øvrige er slamavskillere eller fellesutslipp med septiktank.

Totalt utslippsmengde til Bremsnesfjorden er ca. 7000pe. Figur 16 viser utslipp fra Kristiansund til Bremsnesfjorden.



Figur 16: Avløp nordre del av Bremsnesfjorden og Kristiansund Ytre.

**Resipienten:**

Bremsnesfjorden har god økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand.

Det er foretatt store utfyllinger av Hestvikholmen på Averøy. Dette har stor effekt lokalt, men ikke på vannforekomsten som helhet.

Utenfor RA4 Nerlandsdalen ble det gjennomført strømmåling i 2005 (Rådgivende Biologer AS, 2005 A). Målingene viser sterk og svært sterk strøm på 10 og 25 m dyp og vanntransport mot sør og nord. Nettovanntransport var mot nord ved 10 m og sør øst ved 25 m.

**2.3.8 Kristiansund-ytre (10)**

**Avløp:**

Resipienten mottar kommunalt avløpsvann fra RA1 Hagelin (3440 pe) og RA3 Karihola (2810 pe). Lokalt i Dalabukta kan det være påvirkninger fra deponiet Hagelin.

Kilde til industriutslipp:

- Deponiet Hagelin
- Retur/avfallssortering

RA1 og RA3 er silanlegg. Totalt utslippsmengde til Kristiansund ytre er ca. 6200pe. Figur 16 viser utslipp til Kristiansund Ytre.

**Resipienten:**

Kristiansund Ytre har god økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand. Det er meget åpne forhold og god vannutskifting.

### 2.3.9 Dalasundet (tidligere Nordsundet) (11)

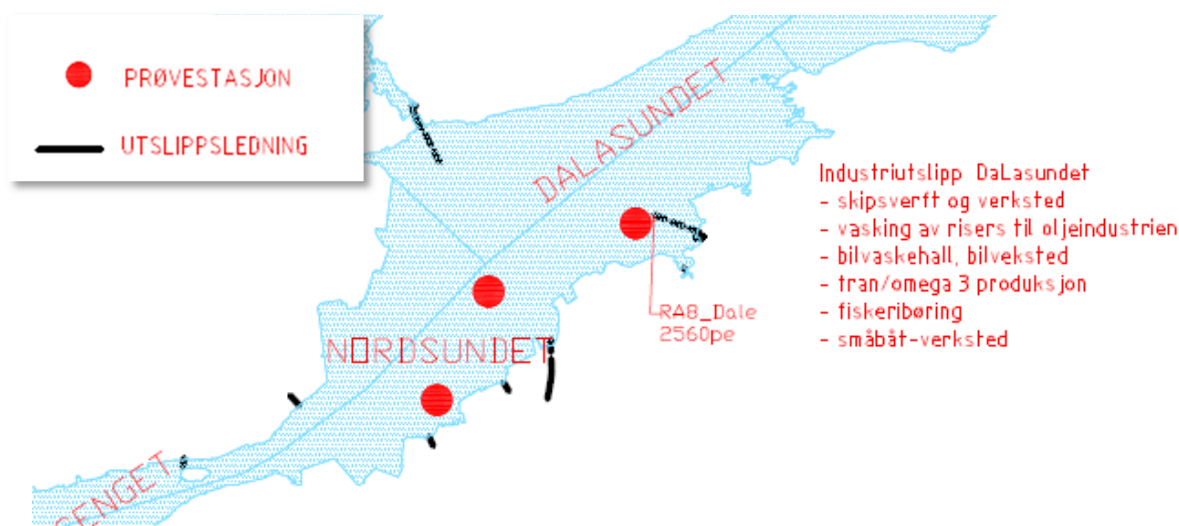
**Avløp:**

Dalasundet mottar kommunalt avløpsvann fra RA8 Dale (2560 pe). Flere bedrifter har utslipp til sundet og det er forurenset grunn i tilgrensende områder. Området er sentrumsnært og resipienten mottar urban avrenning av overflatevann som kan være forurenset.

Kilde til industriutslipp:

- Skipsverft og verksted
- Vasking av risers til oljeindustri
- Bilvaskehall, bilverksted
- Fiskeribøteri
- Småbåtverksted

Totalt utslippsmengde til Dalasundet er ca. 2600pe. Figur 17 viser utslipp til Dalasundet.



**Resipienten:**

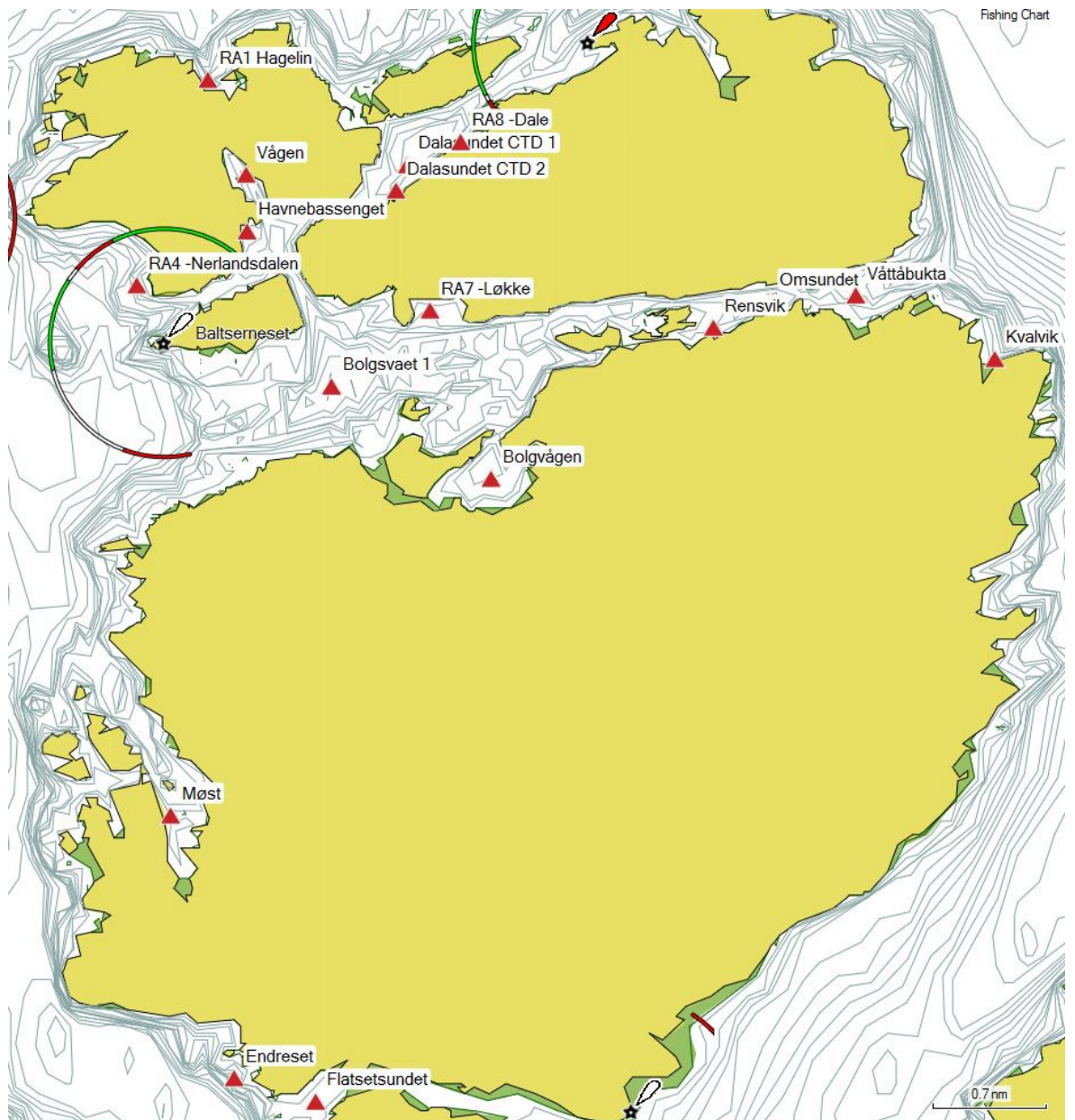
Dalasundet har moderat økologisk tilstand og oppnår ikke god kjemisk tilstand. Dalasundet har terskler i sørvest og nordøst og består av et stort dypt basseng.

### **2.3.10 Talgsjøen (12)**

Talgsjøen har god økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand. Resipienten mottar kommunalt avløpsvann fra RA5 Dunkarsundet (1580 pe). Det er ingen prøvepunkt i denne vannforekomsten.

## **2.4 DENNE UNDERSØKELSEN**

Det er gjennomført undersøkelser rundt Frei, Nordlandet og Gomalandet. Det er tatt prøver av vann for næringsstoffer, klorofyll, planteplankton og bakterier, av sediment for bunndyrsanalyse og miljøgiftanalyse og av organismer for miljøgiftanalyse. Det er også gjennomført strandsonkartlegging. Prøvepunktene er vist i Figur 18.



Figur 18: Oversikt over undersøkt område.

# 3 Innlagringsdyp ved RA1 Hagelin

## 3.1 BAKGRUNN

Kristiansund kommune planlegger et nytt avløp ved RA1 Hagelin. Utslipet er foreløpig planlagt å ligge på 45 meters dyp og dimensjoneres for ca. 25000 PE.

### 3.1.1 Metode

For å beregne innlagringsdyp er det blitt benyttet modellen Visual PLUMES (U.S EPA, Frick et al. 2001). Modellen beregner hvordan et utslipp vil fordele seg i en resipient ut fra tetthet, strømhastighet og retning til utslippet og i forhold resipienten. Modellen tar ikke hensyn til partikler i utslippsvannet.

#### 3.1.1.1 Innputt parametere

##### Utslipet

Vanntemperatur: Denne er satt til 8 °C

Saltholdighet: Denne er satt til 0 PSU. I perioder med lav vannføring kan det forekomme innblanding med saltvann i røret. I slike situasjoner vil avløpsvann i realiteten ha høyere tetthet enn hva som er brukt i modellen, og plumen vil innlagres dypere i vannsøylen enn modellen beregner.

Vannmengde: Denne er 750 l/PE/døgn for høy vannføring, 500 l/PE/døgn for middels vannføring og 250 l/PE/døgn for lav vannføring. Altså 214, 143 og 71 l/s.

Utslippsdyp: 45 meter

Utslippsrør diameter: Dette er ikke bestemt, men Kristiansund kommune antar 0,6 eller 0,7 meter, i modellen er 0,7 meter blitt benyttet.

Koeffisient for turbulent blanding: Vi har brukt EPAs anbefaling og brukt en konstant på 0,0003.

Utslipet går rett mot nord

##### Resipienten

Norconsult har gjennom sommeren 2012 målt temperatur og salinitet i Dalabukta. Disse målingene er knyttet til dagens utslipp og er ikke utført ned til ønsket dyp for nytt utslipp. Rådgivende Biologer (2005 C) utførte en måling ned til >50 meters dyp i juni 2005. Denne viste salinitet på ca. 30 PSU i overflaten med en økning til 32 PSU på 3 meter og gradvis økning med dyp opp mot 34 PSU. Til tross for at det finnes sommermålinger i Dalabukta har vi valgt å bruke data fra målestasjonen ved

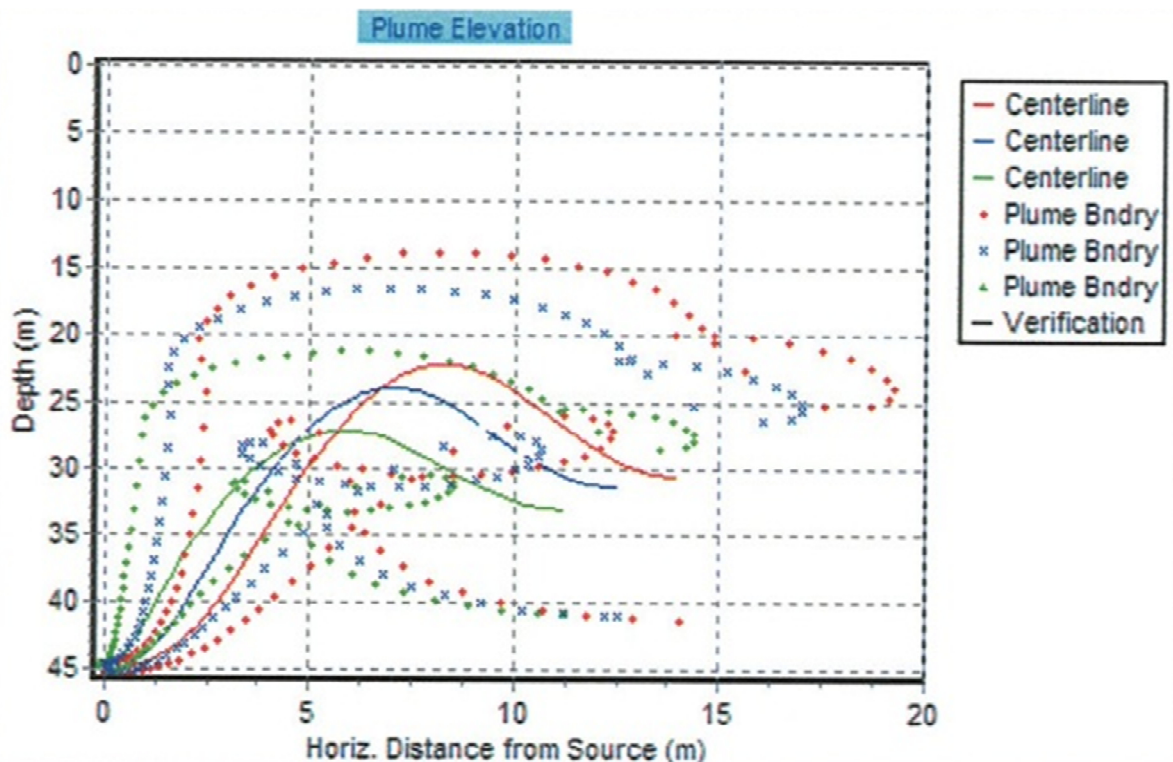
Bud, med en lav salinitetsgradient for vinter og høyere gradient for sommer. Dette er samme data som Rådgivende Biologer brukte i 2005.

Det er ikke utført strømmålinger i resipienten. Generelt vil lav strømhastighet føre til at avløpsplumen vil stige raskere enn ved høyere strømhastigheter. Innblanding vil gå «raskere» ved høyere strømhastigheter. Det vil si at en plum som når overflaten ved lite strøm, kan innlagres i vannsøylen hvis strømhastigheten øker. Det er derfor blitt kjørt to modellkjøringer for vinter og to for sommer. En med lav strømhastighet og en med høyere strømhastighet. For lav hastighet er 5 cm/s for hele vannsøylen blitt benyttet. For høyere strømhastighet er 50 cm/s på 1 meter dyp, 10 cm/s på 10 meters dyp og 5 cm/s på 25 meters dyp blitt benyttet. Strømretningen i modellen er mot nordøst (antatt strøm retting ut fra batymetrien i området).

### 3.1.2 Resultater

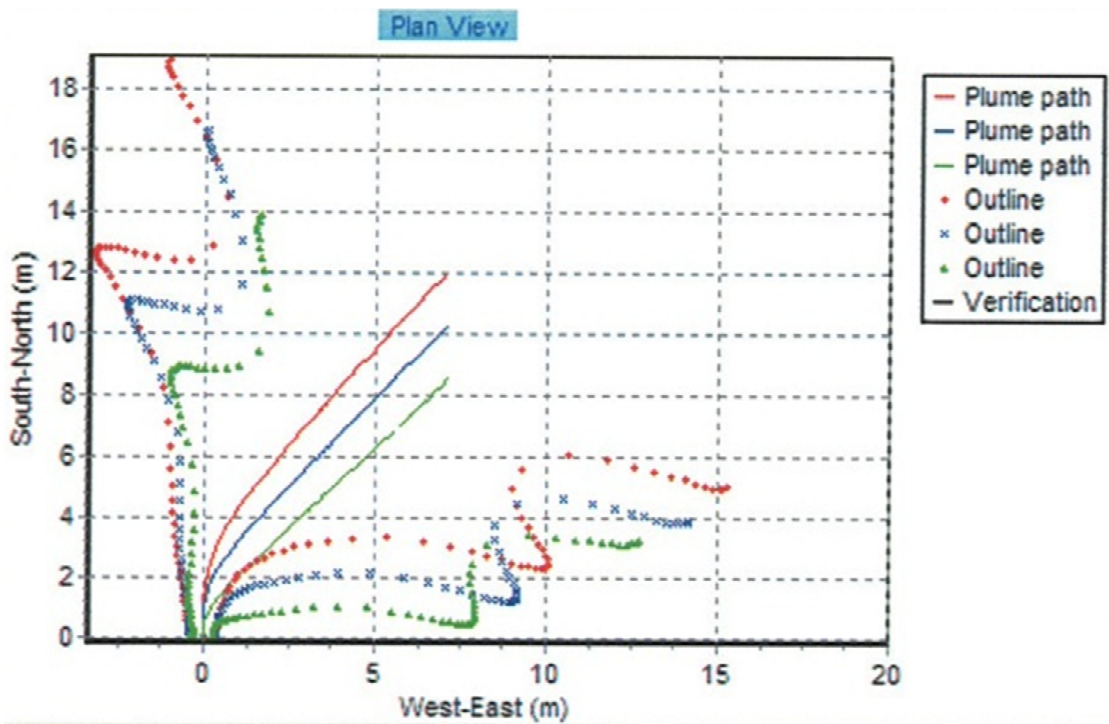
#### 3.1.2.1 Sommer lite strøm

Modelleringene for sommerforhold og lite strøm er vist i Figur 19-Figur 22.

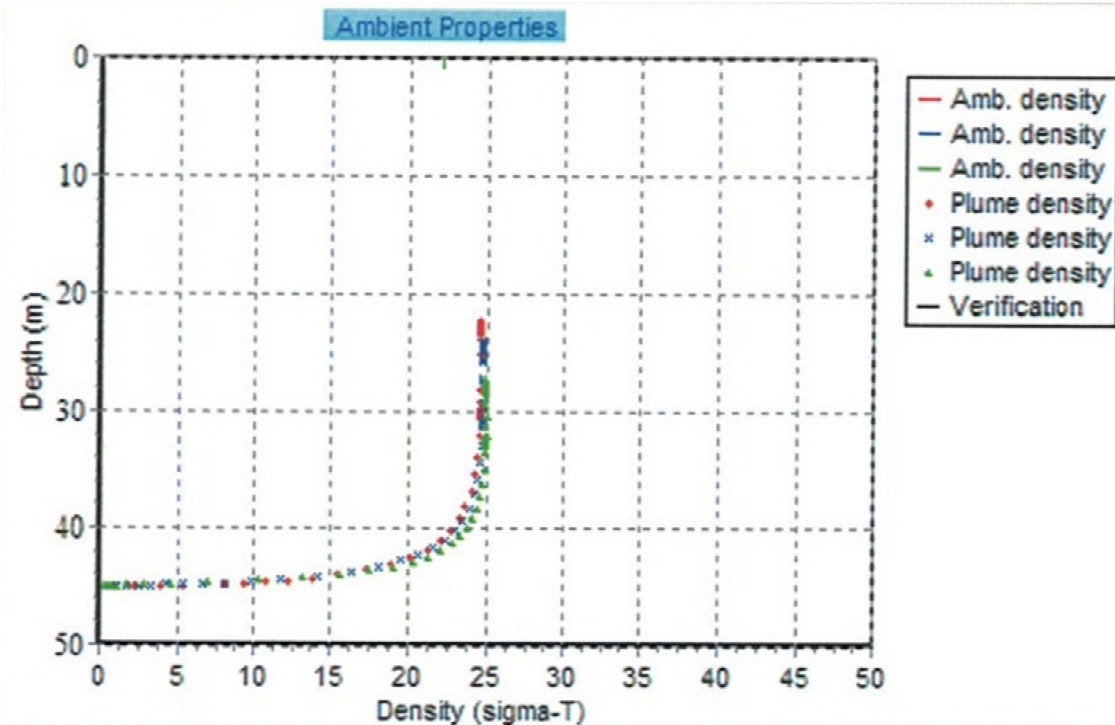


Figur 19: Plumens stigning. Sommer med lav strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.

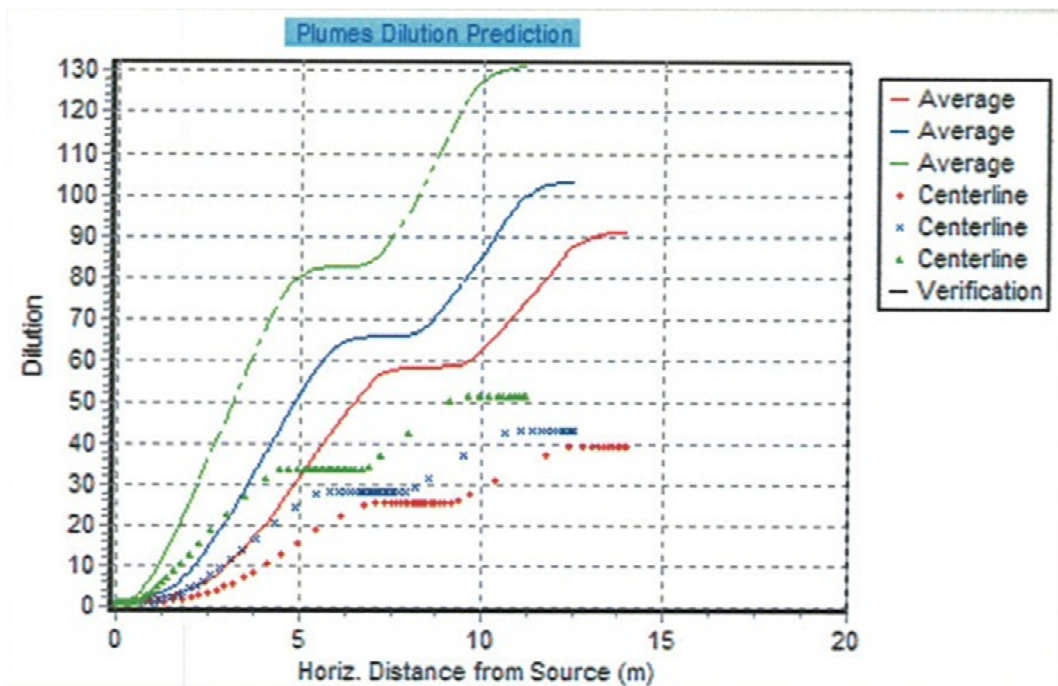




Figur 20: Plumens horisontale utbredelse. Sommer med lav strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.



Figur 21: Egenskaper. Sommer med lav strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.

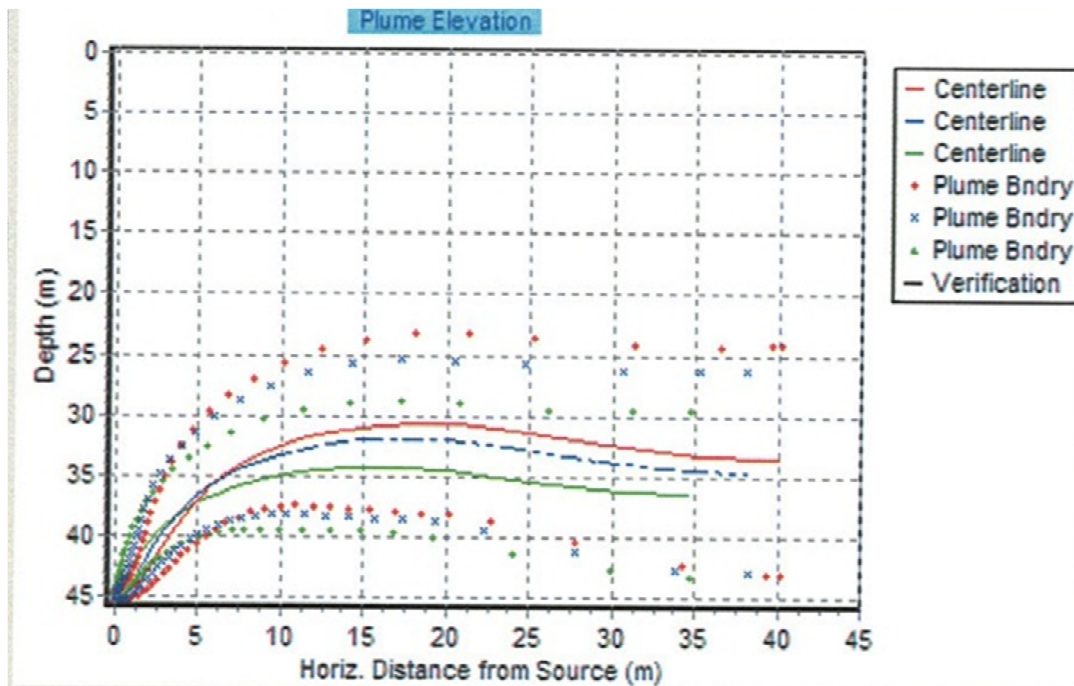


Figur 22: Modellert fortytning. Sommer med lav strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.

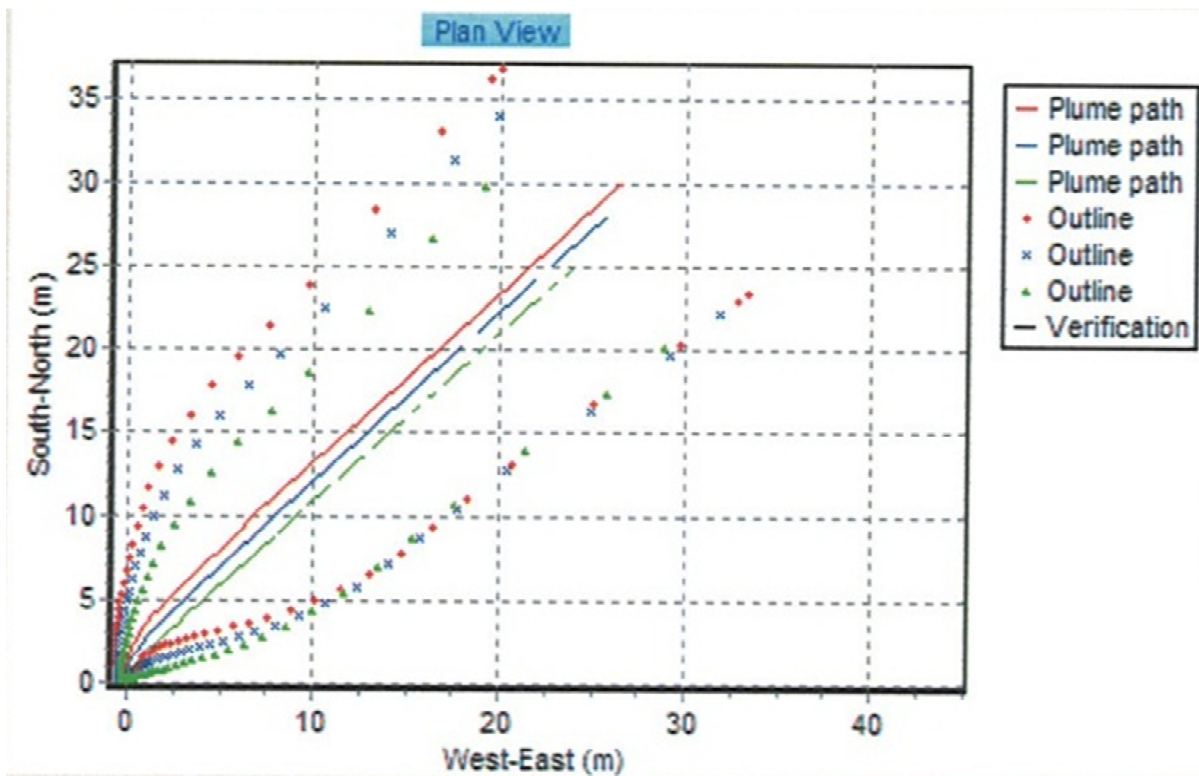
Ytterkanten av plumen sommerstid med lite strøm vil kunne nå opp til 15 meters dyp. Fortytningen vil 10 meter fra utslippet være > 60 ganger.

### 3.1.2.2 Sommer noe strøm

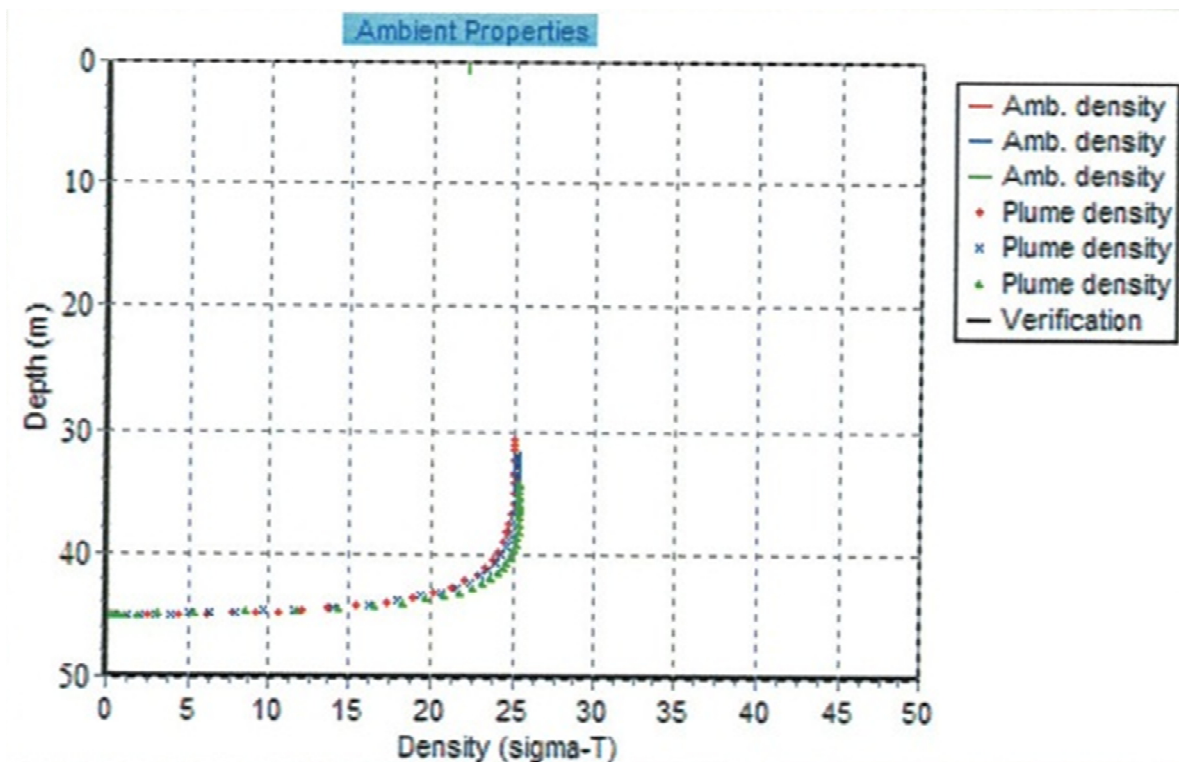
Modelleringene for sommerforhold og noe strøm er vist i Figur 23-Figur 26.



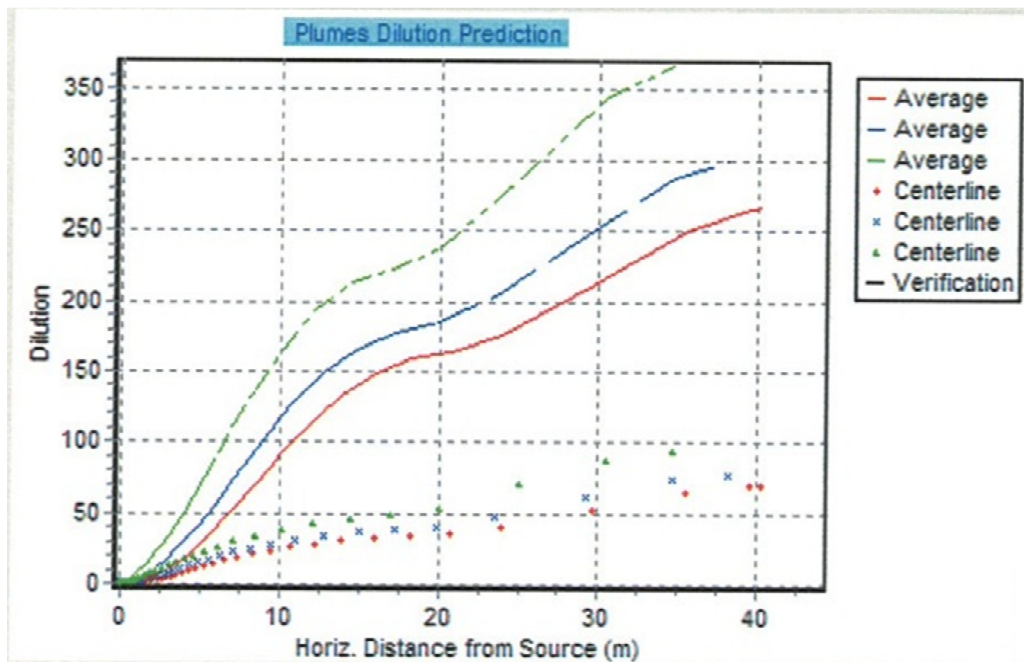
Figur 23: Plumens stigning. Sommer med høyere strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.



Figur 24: Plumens horisontale utbredelse. Sommer med høyere strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.



Figur 25: Egenskaper. Sommer med høyere strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.

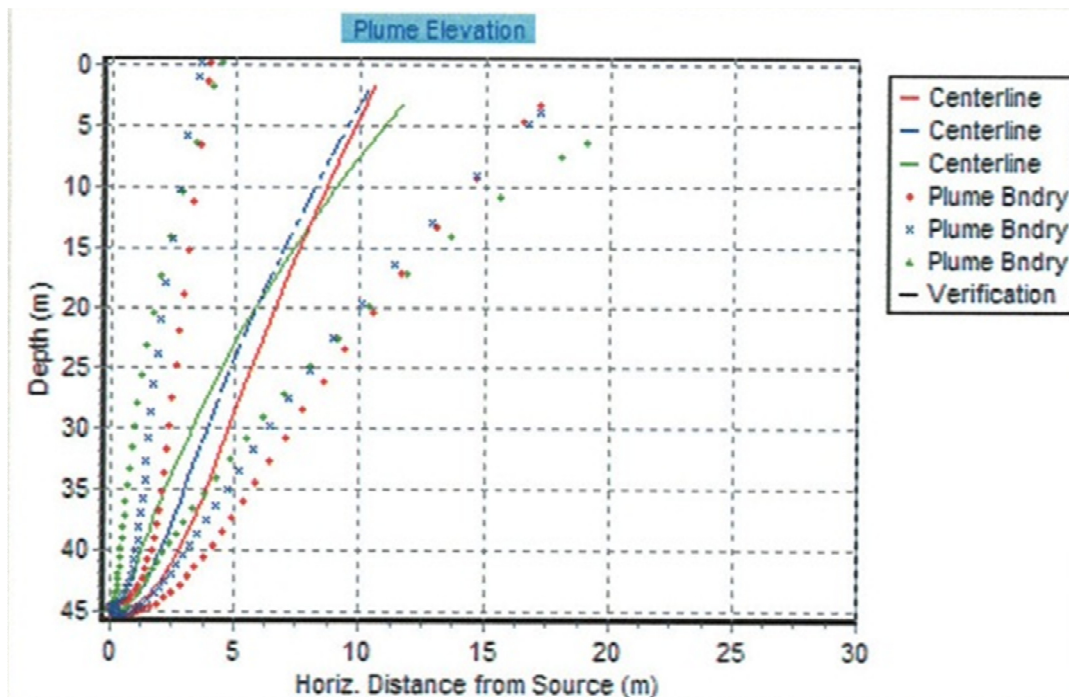


Figur 26: Modellert fortynning. Sommer med høyere strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.

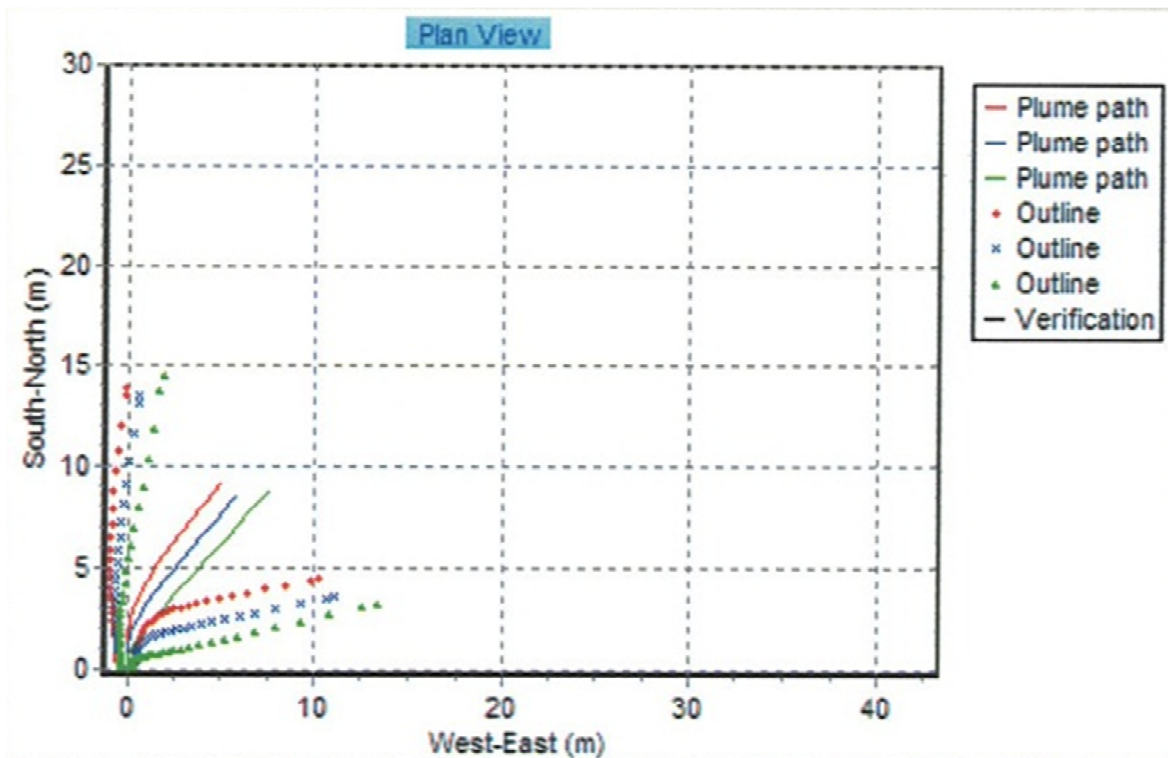
Plumen vil kunne nå opp til 23 meters dyp. Ved 10 meter vil fortynningen være >70 ganger og ved 30 meter mer enn 210 ganger.

### 3.1.2.3 Vinter lite strøm

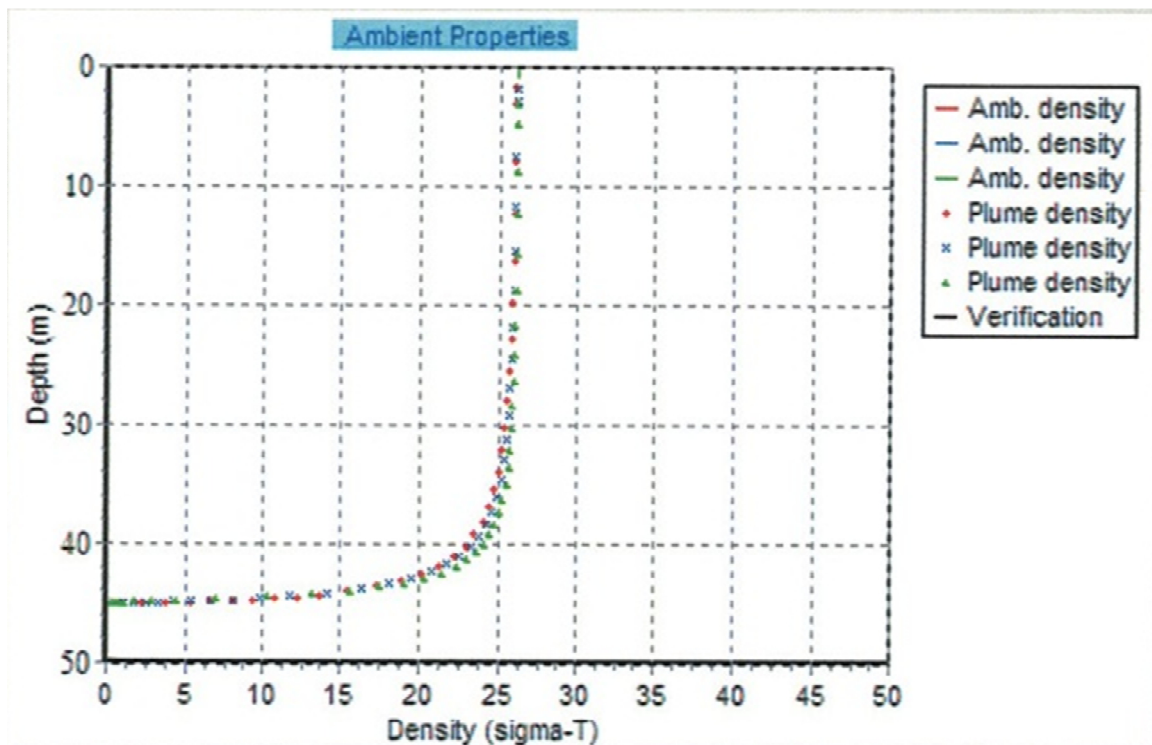
Modelleringene for vinterforhold og lite strøm er vist i Figur 27-Figur 30.



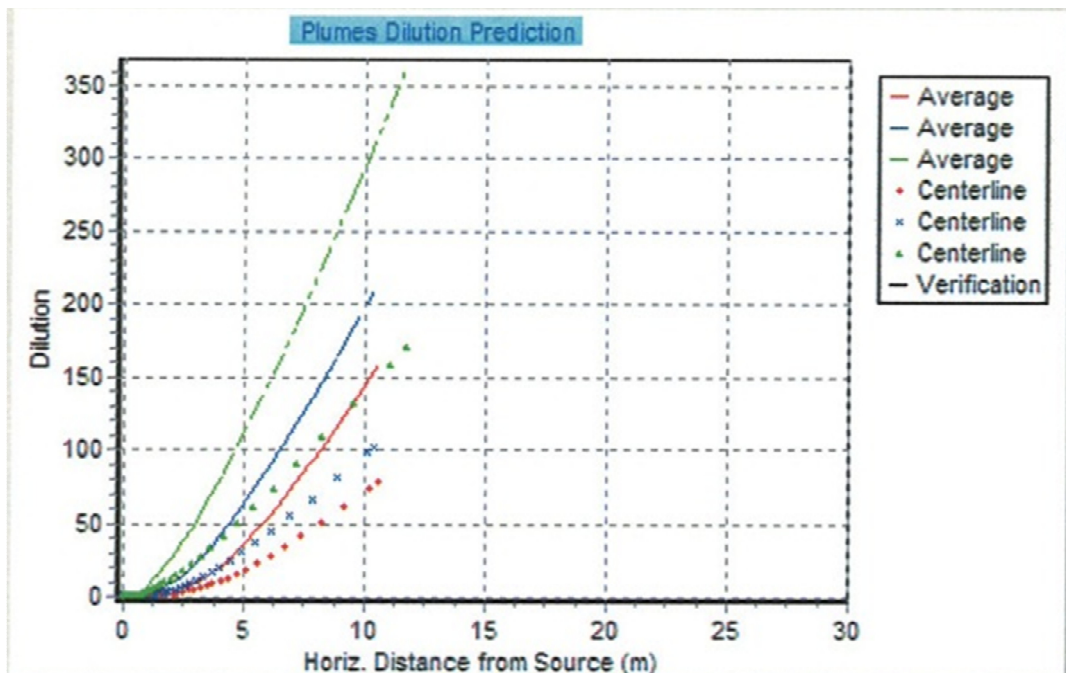
Figur 27: Plumens stigning. Vinter med lave strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.



Figur 28: Plumens horisontale utbredelse. Vinter med lave strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.



Figur 29: Egenskaper. Vinter med lave strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.

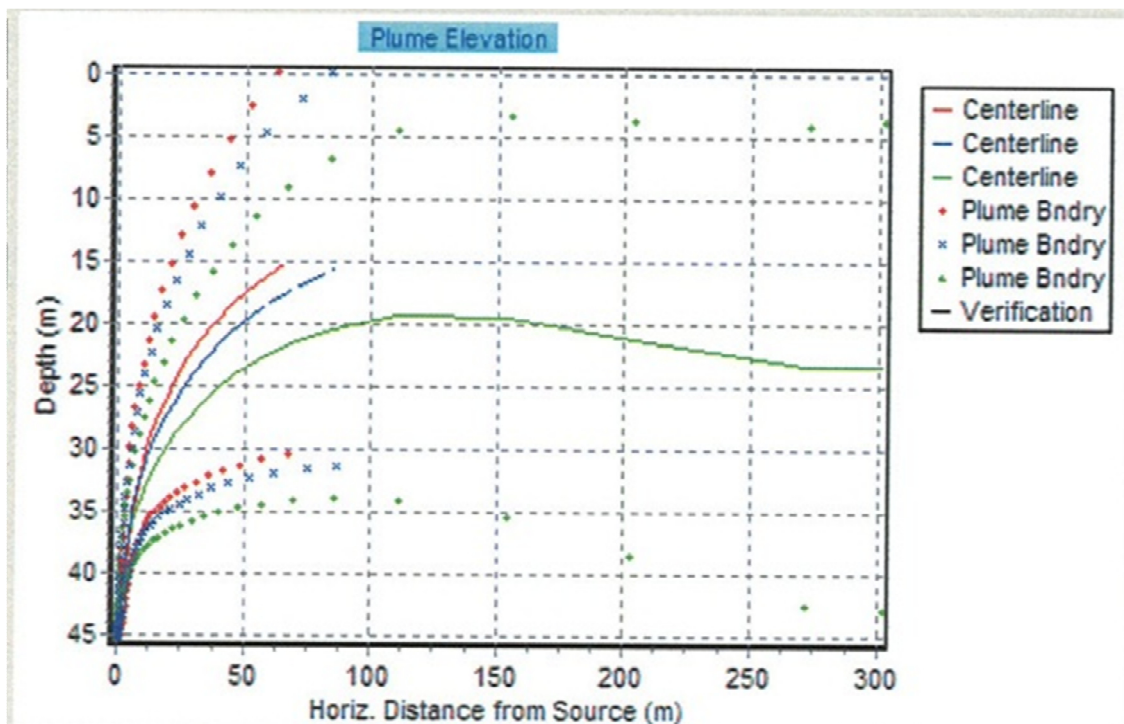


Figur 30: Modellert fortynning. Vinter med lave strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.

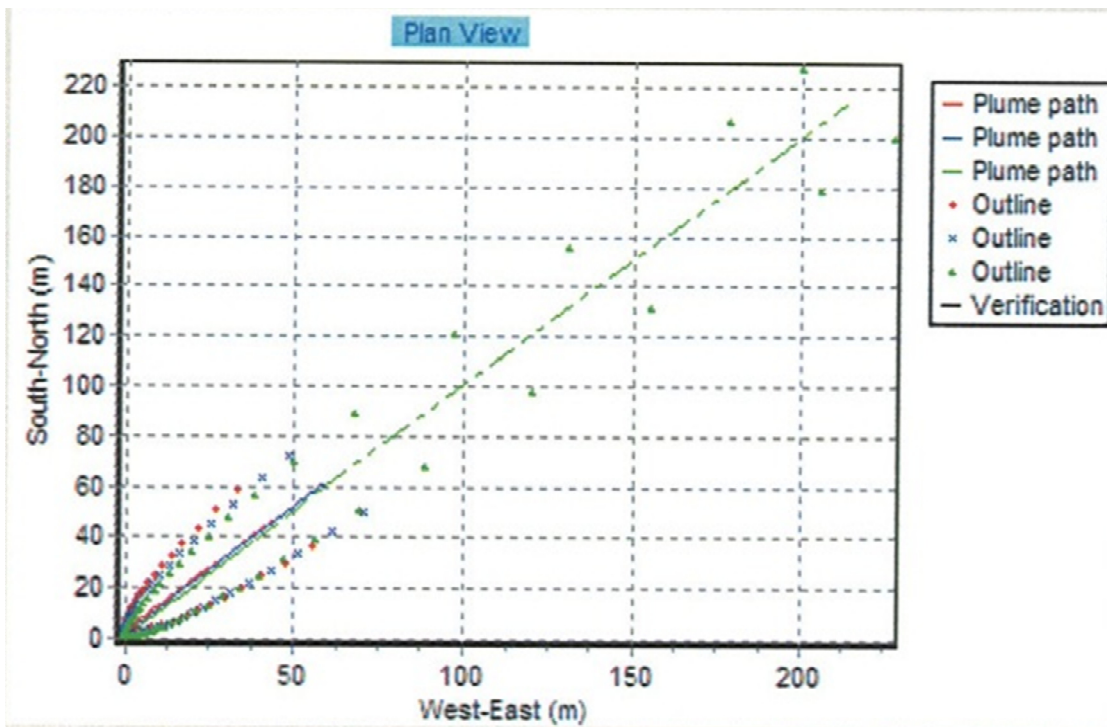
Plumen vil nå overflaten. Fortynningen vil være >150 ganger når vannet når overflaten.

### 3.1.2.4 Vinter noe strøm

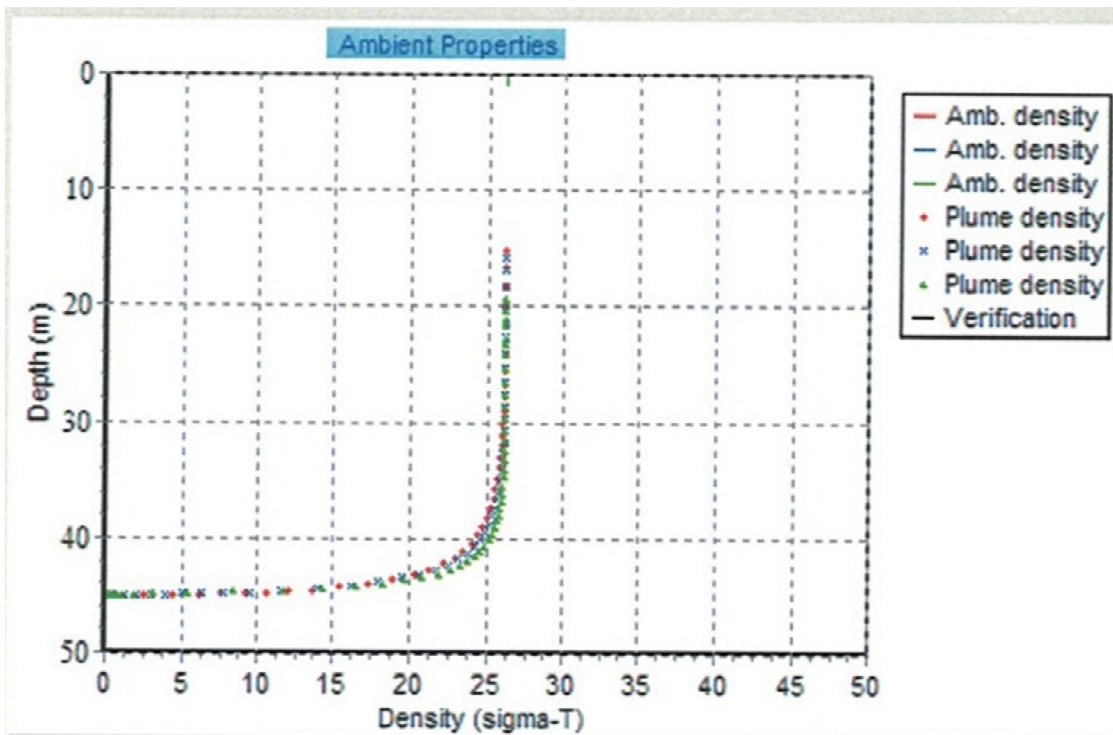
Modelleringer for vinterforhold og noe strøm er vist i Figur 31-Figur 34.



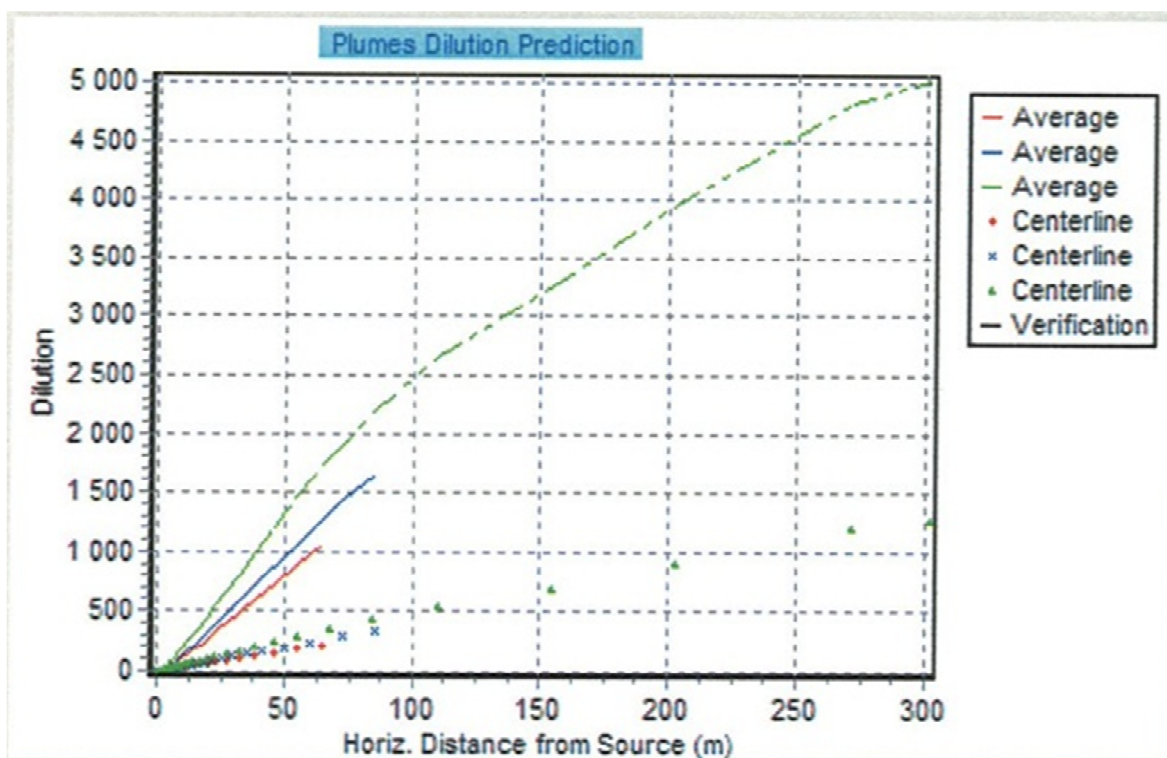
Figur 31: Plumens stigning. Vinter med høyere strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.



Figur 32: Plumens horisontale utbredelse. Vinter med høyere strømshastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.



Figur 33: Egenskaper. Vinter med høyere strømshastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.



Figur 34: Modellert fortytning. Vinter med høyere strømhastighet i resipient. Rød er høyt utslipp 750 l/PE/døgn, blå er middels 500 l/PE/døgn og grønn er 250 l/PE/døgn.

Plumen vil nå overflaten ved høyt og middels utslipp. Fortytningen vil være >1000 ganger når vannet når overflaten. Ved lavt utslipp vil utslippet kunne nå opp til ca. 3 meters dyp.

### 3.2 OPPSUMMERING

Utslippet vil kunne nå overflaten vinterstid i perioder med lave strømhastigheter. Sommerstid vil utslippet lagres inn i vannsøylen under den photiske sonen og transporteres ut av området. Den photiske sonen er det øverste vannlaget der lysgjennomtrengningen er god nok til at fotosyntese kan foregå. For bedre kontroll med hvordan utslippet vil være, anbefales at resipienten undersøkes bedre mht. salinitet, temperatur og strømningsforhold.

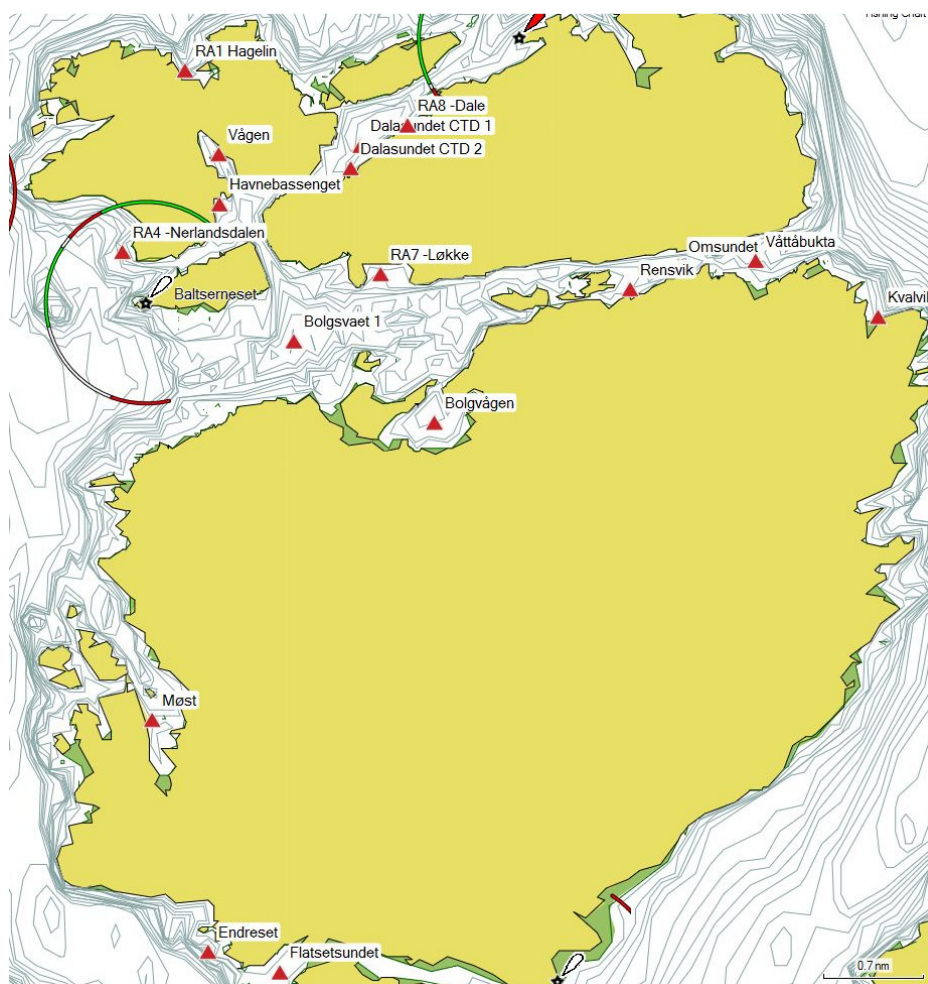


# 4 Metodikk

## 4.1 FELTARBEID

### 4.1.1 Vannkvalitet

Prøvestasjonene for vannprøver er vist i Figur 35. Det ble tatt prøver 10 ganger i løpet av sommerperioden. En detaljert beskrivelse av metodene som er benyttet, prøvetakingsdatoer, prøvetakingsdyp og parametere er gitt i datarapporten (Norconsult AS, 2012).



Figur 35: Oversikt over prøvepunkt vann.

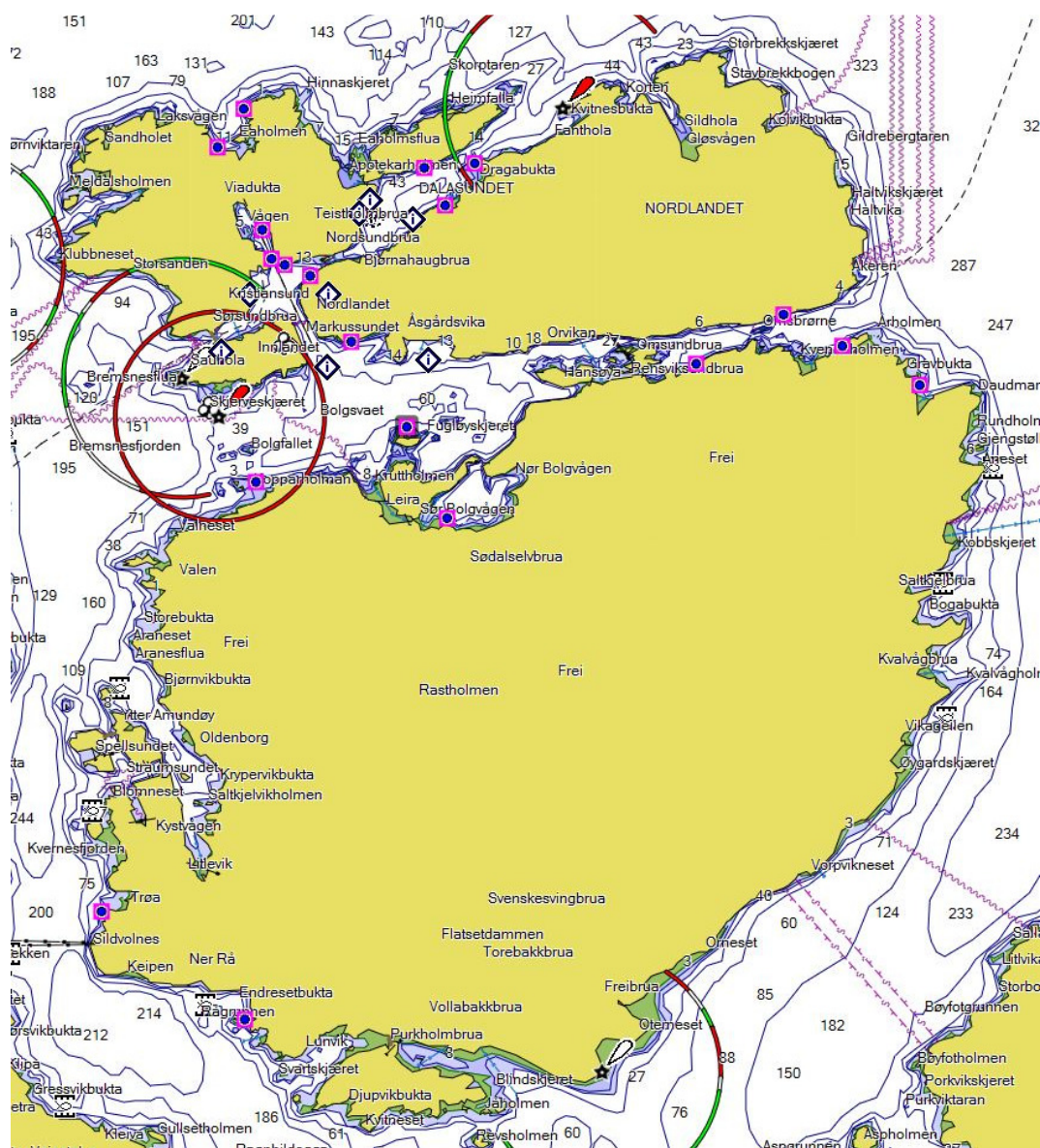
Strøm og vind kan føre til at båten beveger seg bort fra posisjon under prøvetakingen på et punkt. I tillegg vil usikkerheten i båtens GPS kunne bidra til at posisjon ved prøvetaking avviker noe fra de oppgitte posisjonene.

#### 4.1.2 **Hardbunnsamfunn**

Det ble undersøkt 19 lokaliteter i fjordområdene rundt Kristiansund og Frei, Figur 36. Tidligere er fem av disse kartlagt med «enkel strandsonerkartlegging» (Rådgivende biologer 2005 b-e). Disse stasjonene (ved RA8 Dale, Remningneset, Havnebassenget, Vågen og i Dalabukta ved RA1 Hagelin) er inkludert i denne undersøkelsen i tillegg til tre nye stasjoner ved avløpene RA14 Kvalvik, RA12 Rensvik og Endreset, Det er i tillegg undersøkt 1-2 nye hardbunnstasjoner i hver vannforekomst (Figur 36).

Alle hardbunnlokaliteter ble undersøkt ved semikvantitativ strandsonerkartlegging. Feltarbeidet ble gjennomført fra 25.-30. juni 2012.

En detaljert beskrivelse av metodikken er gitt i datarapporten



Figur 36: Kart over prøvestasjoner for hardbunn 2012.

### 4.1.3 Bløtbunnsamfunn og miljøgifter i sediment

Feltarbeidet i forbindelse med bløtbunnsprøvetaking ble gjennomført i perioden 25. – 30. juni 2012 med fartøy og båtfører fra Abyss.

Prøvene ble tatt rett ved avløpsrørene, og i økende avstand fra dette. I tillegg var det lagt opp til prøvetaking av stasjoner med 3 parallelle grabbhugg. GPS- koordinater for avløpene var i stor grad kjent på forhånd. Prøver til analyser av miljøgifter ble samlet inn ved Dalabukta, Havnebassenget, Vågen, Dalasundet, Oljebase/Vestbase, Bolgvågen, Omsundet, Flatesetsundet og Møst. Stasjonenes plassering er vist i Figur 37. Plassering av prøvestasjonene er vist på kart nedenfor. En oversikt over koordinater og prøvetakingsdyp er vist i datarapporten.



Figur 37: Kart som viser plassering av prøvetakingslokaliter, bløtbunn.

Innsamling og opparbeiding av bløtbunnsprøver følger Norsk Standard for undersøkelser av bløtbunnsfauna, NS 9423 (1998). En detaljert beskrivelse av metoden og koordinater for prøvestasjonene er gitt i datarapporten.

#### 4.1.4 Miljøgifter i organismer

Målet med denne undersøkelsen er å undersøke forurensningsnivået i fisk i de ulike lokalitetene. Det var ikke mulig å sette garn i havnebassenget eller inne i Vågen på grunn av mye båttrafikk.

Det ble fisket med trollgarn mellom 27. juni til 30. juni. Det ble fisket over 3 dager på alle lokalitetene. Fangsten på hver lokalitet er vist i tabell nedenfor. Blandprøvene av flyndrefisk besto av kveite (*Hippoglossinae*), rødspette (*Pleuronectes platessa*) og sandflyndre (*Limanda limanda*). Av torskefisk ble det fangstet torsk (*Gadus morhua*). Størrelsen på individene i blandprøvene varierte noe.

Prøver av lever og filet ble tatt ut fra hvert individ med skalpell. Prøvene av lever og filet ble oppbevart kjølig til det var mulighet for frysing av prøvene. De ble så analysert som blandprøver. Antall individer i hver blandprøve er vist i Tabell 3.

Tabell 3: Oversikt over antall individer i hver blandprøve.

Stasjon	GPS- koordinat (WGS 84, Lat/Lon hddd°mm.mmm')	Fisk	Antall individer i blandprøven
Flatesetsundet	N63 01.538	Flyndre	2
	E7 45.267	Torsk	2
Bolgvangen	N63 05.311	Flyndre	13
	E7 46.682	Torsk	3
Dalasundet	N63 06.967	Flyndre	4
	E7 45.737	Torsk	5
Hagelin	N63 07.750	Torsk	5
	E7 43.437	Flyndre	5
Bolgvaet (Vestbase)	N63 06.354	Flyndre	8
Bolgvaet (Vestbase)	E7 45.487	Torsk	5
Omsundet	N63 06.204	Flyndre	2
	E7 50.092	Torsk	4

Det ble lett etter blåskjell (*Mytilus edulis*) på samtlige lokaliteter i Kristiansund. De eneste blåskjellene som ble funnet på lokalitetene var rundt 1 cm store. Det ble derfor samlet inn blandprøver av albuesnegl (*Patella vulgata*) i stedet. Prøvene besto av ca. 50 individer. Sneglen ble fjernet fra underlaget med kniv og deretter løsnet fra skallet med skalpell og lagt på glass. Det ble benyttet nye skalpell for hver blandprøve. Prøvene ble oppbevart kjølig på kjølebager til det var mulig å fryse de.

GPS koordinater for innsamlingsstedene er presentert i Tabell 4 nedenfor.

Tabell 4: Posisjon for innsamlingssted for albuesnegl, Kristiansund.

Prøvestasjon	GPS-koordinater
Bolgsvaet albuesnegl	N63 06.352 E7 45.365
Flatesetsundet Fisk og albuesnegl	N63 01.538 E7 45.267
Omsundet fisk og albuesnegl	N63 06.204 E7 50.092
Bolgvågen albuesnegl	N63 05.155 E7 46.679
Dalasiunnet albuesnegl	N63 07.277 E7 46.655
Hagelin albuesnegl	N63 07.745 E7 43.451
Havnebassenget Albuesnegl	N63 06.873 E7 44.451

## 4.2 KLASSIFISERING

### 4.2.1 Vannkvalitet

Resultater for vannprøvene vurderes i forhold til norske miljøkvalitetsparametere. For vurdering av næringsstoffer, oksygen og termotolerante koliforme bakterier (TKB) benyttes TA-1467/1997 og for klorofyll benyttes Veileder 01:2009. Klassegrensene er vist i Tabell 5 og Tabell 6.

Tabell 5: Klassifisering for sommerperioden (juni-august) i henhold til TA-1467/1997

Tilstands-klasse	Nitrat (µg N/L)	Fosfat (µg P/L)	Tot-N (µg N/L)	Tot-P (µg P/L)	Ammonium (µg N/L)	TKB (cfu/100mL)	Siktedyp (m)	Oksygen (mg O <sub>2</sub> /L)
I	<12	<4	<250	<12	<19	<10	>7,5	>6,39
II	12-23	4-7	250-330	12-16	19-50	10-100	7,5-6	6,39-4,97
III	23-65	7-16	330-500	16-29	50-200	100-300	6-4,5	4,97-3,55
IV	65-250	16-50	500-800	29-60	200-325	300-1000	4,5-2,5	3,55-2,13
V	>250	>50	>800	>60	>325	>1000	<2,5	<2,13

Tabell 6: Klassifisering av klorofyll a i region Norskehavet i henhold til Veileder 01:2009. Alle konsentrasjoner i (µg/L).

Vanntype	Salinitet	Naturtilstand	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Meget dårlig
Ekspontert	≥30	2,0	<3	3-6	6-8	8-14	>14
Moderat ekspontert	≥30	1,7	<2,5	2,5-5	5-8	8-16	>16
Beskyttet	≥30	1,7	<2,5	2,5-5	5-8	8-16	>16
Ferskvannspåvirket	<2,6	2,0	<2,6	2,6-4	4-6	6-12	>12

\* Interkalibrerte verdier

For næringsstoffer, klorofyll og siktedyp benyttes median av målingene til å bestemme tilstandsklasse. For oksygen benyttes dårligste målte tilstand for å vurdere tilstandsklasse. For TKB baseres tilstandsklassifiseringen på 90-prosentilen av minimum 10 ulike målinger. De siste 10 % av prøvene skal ligge innenfor den neste tilstandsklassen.

### 4.2.2 Hardbunnsamfunn

For å bestemme økologisk tilstand basert på hardbunnsundersøkelsene benyttes metode 2- Multimetrisk indeks fra Veileder 01:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Det beregnes multimetrisk indeks og klassifiseres etter Tabell 7. En detaljert beskrivelse er gitt i datarapporten og i Veileder 01:2009.

Tabell 7: Klassegrenser for den multimeriske indeksen (Veileder 01:2009).

EQR	0,8-1,0	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	0-0,2
Kvalitetsklasser	<b>Svært god</b>	<b>God</b>	<b>Moderat</b>	<b>Dårlig</b>	<b>Svært dårlig</b>
Elementer					
Artsrikhet	35-68	25-35	17-25	5-17	0-5
% Andel Grønnalger	0-12	12-20	20-30	30-80	80-100
% Andel rødalger	55-100	45-55	35-45	15-35	0-15
ESG1/ESG2	1,0-1,2	0,8-1,0	0,7-0,8	0,2-0,7	0-0,2
% Andel Opportunister	0-10	10-15	15-25	25-50	50-100

#### 4.2.3 Bløtbunnsamfunn og miljøgifter i sediment

Konsentrasjoner av tungmetaller, PAH, PCB og TBT i sedimentprøvene er klassifisert i henhold til TA-2229/2007 og sammenlignet med grenseverdier i veileder 01:2009. For vurdering av konsentrasjoner av oljeforbindelser benyttes oppgitte grenseverdi i RIVM 2001: 26 mg/kg tørrvekt alifatisk hydrokarboner C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub> for sediment (SRC<sub>eco</sub>) medfører en økologisk risiko for sedimentlevende organismer. For fraksjonen C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub> er SRC<sub>eco</sub> satt til 280 mg/kg

Diversiteten i bløtbunnsamfunn er en mye brukt indikator for økologisk status for vannforekomster.

Endringer i sammensetning av disse organismesamfunnene gjenspeiler endringer i miljøstatusen lokalt. Det er vanlig at antall dyr i hvert grabbhugg ligger på ca. 100-200, fordelt på mellom 30- 50 arter (NIVA 2004).

For å bestemme tilstandsklasse basert på bløtbunnsfauna benyttes ulike indekser. Det beregnes indeksverdier for hvert grabbhugg. På stasjoner med flere grabbhugg benyttes gjennomsnittet av indeksene for grabbhuggene til å bestemme tilstand.

Det benyttes foreløpig samme klassegrenser for alle regioner og vanntyper. Grensene er vist i Tabell 8. En beskrivelse av hvordan indeksene beregnes er gitt i datarapporten.

Tabell 8: Klassegrenser og referansetilstand for indekser for bløtbunnsfauna i henhold til Veileder 01:2009.

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,78	>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
NQI2	0,73	>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
H'	4,4	>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
ES100	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9	>8,4	7,5-8,4	6,1-7,5	4,2-6,1	<4,2

#### 4.2.4 Miljøgifter i organismer

Resultatene for torsk og flyndre er sammenlignet med grenseverdier i Veileder 01:2009, Mattilsynets grenseverdier for omsetning og klassegrenser fra TA-1467/1997.

De målte nivåene i albuesnegl er klassifisert i henhold til TA- 1467/1997. Resultatene for albuesnegl er klassifisert etter tilstandsklasser for strandsnegl (*Littorina littorea*), der de fantes.

Ellers er grenseverdi for blåskjell brukt. I tillegg er resultatene sammenlignet med grenseverdi for strandsnegl i veiledning 01:2009.

# 5 Resultater

## 5.1 GENERELT

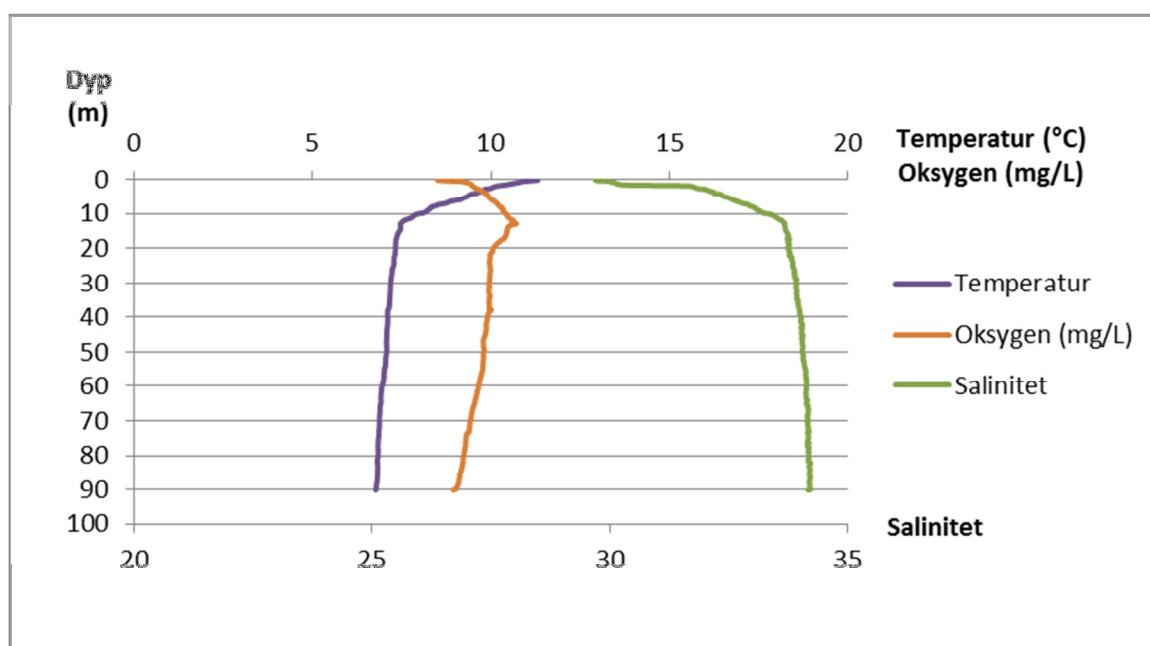
Alle resultatene er gitt i vedlegg til datarapporten i form av grafer og tabeller. Under er resultatene vurdert område for område.

### 5.1.1 Hydrografi

Et eksempel på en dybdeprofil av salinitet, temperatur og oksygen er vist i Figur 38, og temperatur og salinitet ved ulike dyp gjennom sommeren er vist i vedlegg til datarapporten for hver stasjon.

Alle stasjonene preges av en høyere temperatur i overflaten (ned til 5-10 m) enn i resten av vannsøylen. Temperaturen stiger gjennom sommeren, og temperaturen endres mer gradvis fra overflaten og nedover i vannsøylen senere på sommeren.

Alle områdene har lavere salinitet i overflaten. Forskjellen i salinitet og hvor raskt saliniteten endrer seg varierer mellom stasjonene. I august er overflatelaget med lavere salinitet dypere enn tidligere på sommeren. Ved enkelte tidspunkt og stasjoner er det tilnærmet ingen forskjell mellom overflaten og dypere vannmasser. Dette viser at det har vært en utskifting av vannet med havvann med høyt saltinnhold. Alle stasjonene har salinitet mellom 30 og 35 i dypere vannmasser.



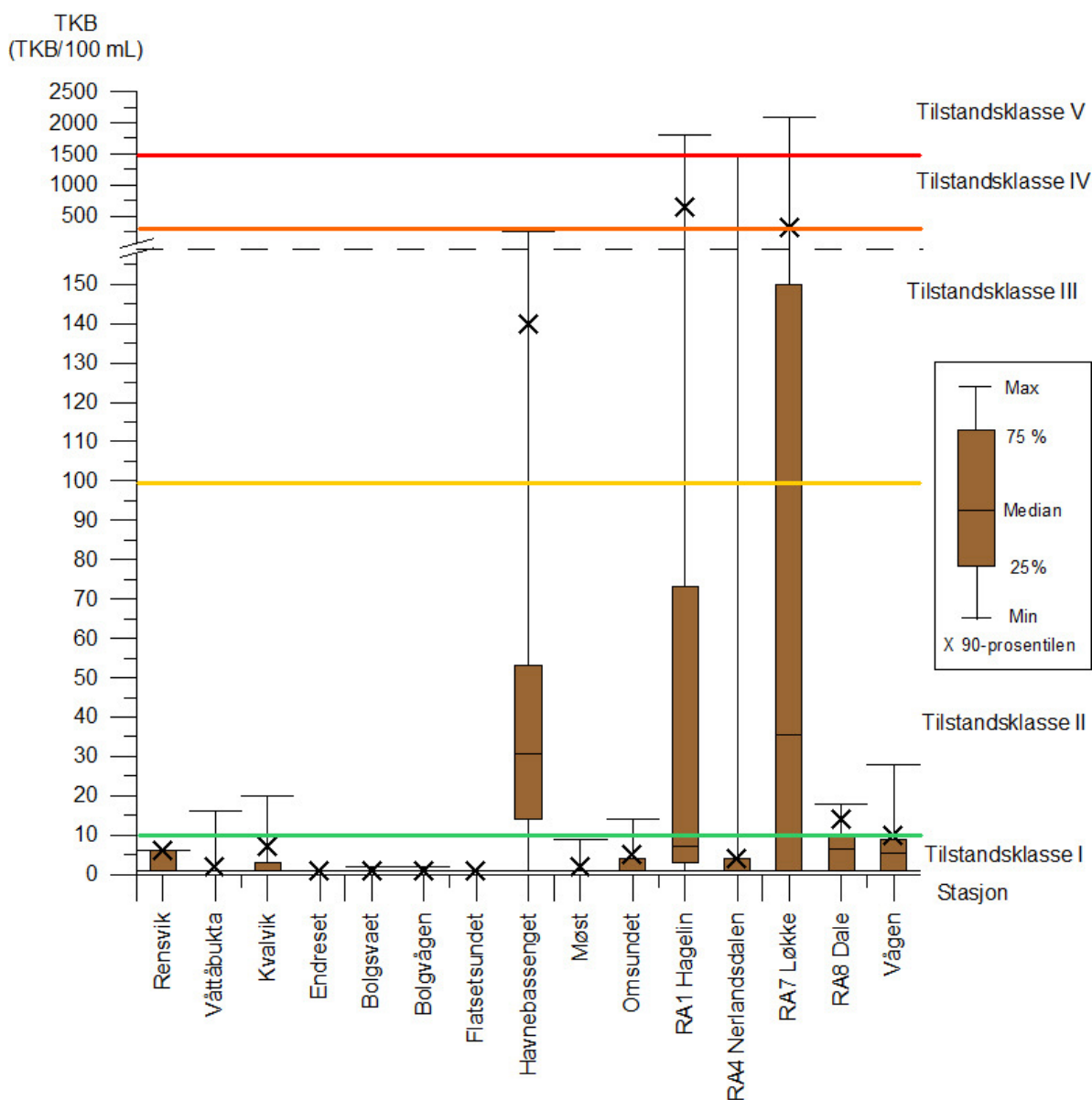
Figur 38: Eksempel på profil fra Bolgsvaet 23. mai.



### 5.1.2 **Badevannskvalitet**

Medianen for siktedyp er over 5 m for alle stasjonene og derfor innenfor godt egnet til bading i henholdt til TA-1467/1997. Alle målinger av siktedyp er over 2 m og innenfor egnet til bading.

Konsentrasjonen av TKB i vannprøvene er vist i Figur 39. Figuren viser også 90-prosentilen som benyttes til å bestemme tilstandsklasse.



Figur 39: Konsentrasjon av TKB ved hver stasjon sommeren 2012. 90-prosentilen er også inkludert. Vær oppmerksom på at Y-aksen er splittet.

Omtrent halvparten av prøvene er under rapporteringsgrensen for TKB.

Rensvik, Våttåbukta, Kvalvik, Endreset, Bolgsvaet, Bolgvågen, Flatsetsundet, Møst og Omsundet er i tilstandsklasse I. Ved Rensvik er det kun resultat fra 9 prøver, ikke 10 som anbefalt, men alle konsentrasjonene er lave og klassifiseringen antas å være riktig.

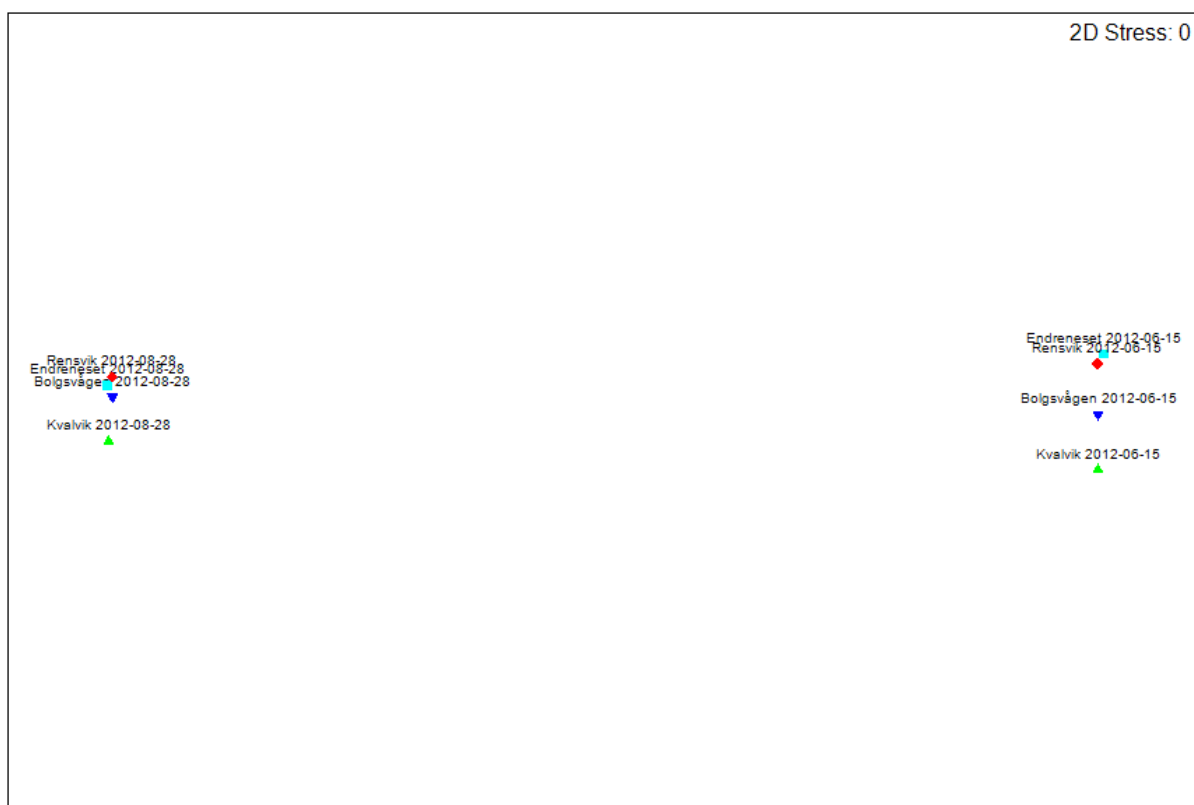
RA8 Dale og Vågen er i tilstandsklasse II. Havnebassenget er i tilstandsklasse III.

RA1 Hagelin har mange prøver med konsentrasjon under 1 TKB/100 mL, men havner i tilstandsklasse IV på grunn av to høye konsentrasjoner. RA4 Nerlandsdalen har 90-prosentil i tilstandsklasse I, men høyeste konsentrasjon i tilstandsklasse V, og havner derfor i tilstandsklasse IV. RA 7 Løkke er i tilstandsklasse IV.

Ved konsentrasjoner under 100 TKB/100 mL er vannet egnet for bading. Konsentrasjoner mellom 100 og 1000 TKB/100 mL er mindre egnet for bading. To av prøvene fra Havnebassenget, en prøve fra RA1 Hagelin og tre prøver fra RA7 Løkke havner i denne kategorien. Ved konsentrasjoner over 1000 TKB/100 mL er vannet ikke egnet for bading. En prøve fra RA1 Hagelin, RA4 Nerlandsdalen og RA7 Løkke havner i denne kategorien.

## 5.2 PHYTOPLANKTON

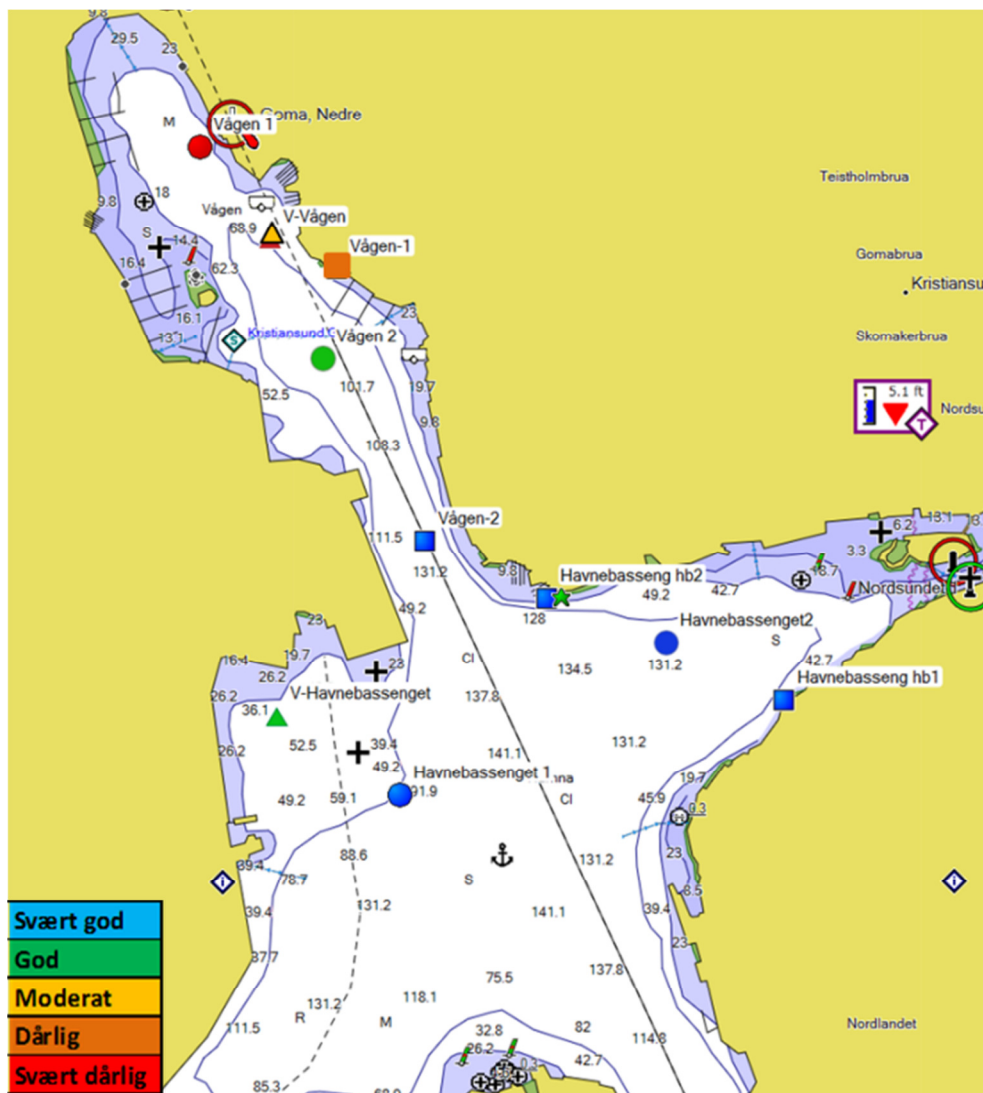
Prøvene av planteplankton fra fire stasjoner, ved Rensvik, Endreset, Bolgvågen og Bolgsvaet viser at dette samfunnet er normalt og friskt. MDS-plottet viser at prøvene har stor likhet på de fire stasjonene på samme tidspunkt, Figur 40. Det er derimot en stor naturlig forskjell mellom sommersamfunnet (juni) som er representert med stor dominans av kiselalger og høstsamfunnet (august) som er dominert av dinoflagellater og ciliater.



Figur 40: MDS-plot analyse av artssammensetningen av planteplankton tatt ved fire stasjoner i juni og i august 2012. Liten avstand mellom stasjonene viser stor likhet.

## 5.3 KRISTIANSUND HAVN

Vannforekomsten «Kristiansund havn» består av den indre delen «Vågen» og den ytre «Havnebassenget». I denne undersøkelsen er det undersøkt to sedimentstasjoner, to hardbunnstasjoner og en vannstasjon i begge delområdene (Figur 41).



Figur 41: Kart med prøvestasjoner for vann (trekant), strandsone (firkant) og bløtbunn (sirkel), biota (stjerne) i vannforekomst "Kristiansund havn". Symbolenes farge representerer tilstandsklassen i henhold til Veileder 01:2009 (gjelder ikke biota).

Vågen er generelt svært forurensset. Miljøgiftanalysene viser at sedimentet er sterkt forurensset av tungmetaller i tilstandsklasse IV og V og også for de fleste analyserte PAH-forbindelsene. Sum PAH ligger i tilstandsklasse V og det gjør også TBT-konsentrasjonen. Det ble også funnet tjæreklumper i prøvene i Vågen. Den målte konsentrasjonen av TBT i Vågen er svært høy, og den er 5000 ganger grensen til klasse V (100 µg/kg).

Bløtbunnsprøvene viser likevel at tilstanden er bedre lengre inn/ut, og stasjonen som ligger lengre ut i Vågen ligger i tilstandsklasse II («god»), men stasjonen innerst i Vågen ligger i tilstandsklasse IV «dårlig». Prøven inneholder svært få arter, noe som indikerer at samfunnet er påvirket. Den er også dominert av Polychaeten; *Capitella capitata* som tåler lave oksygennivåer og voksne individer er også motstandsdyktige mot visse tungmetaller. Ved høy organisk belastning er det vanlig at *C. capitata* forekommer i høyt antall.

Hardbunnlokaliteten på østsiden av Vågen. Denne er sterkt preget av eutrofiering og er en relativt dårlig lokalitet med få rødalger og stor andel opportunistiske, trådformede grønnsalger og generelt svært få arter. Hardbunnlokaliteten lenger ut i Vågen viser derimot bedre tilstand, klasse I («svært god»). Det bør bemerkes at det på begge stasjoner er registrert svært få arter.

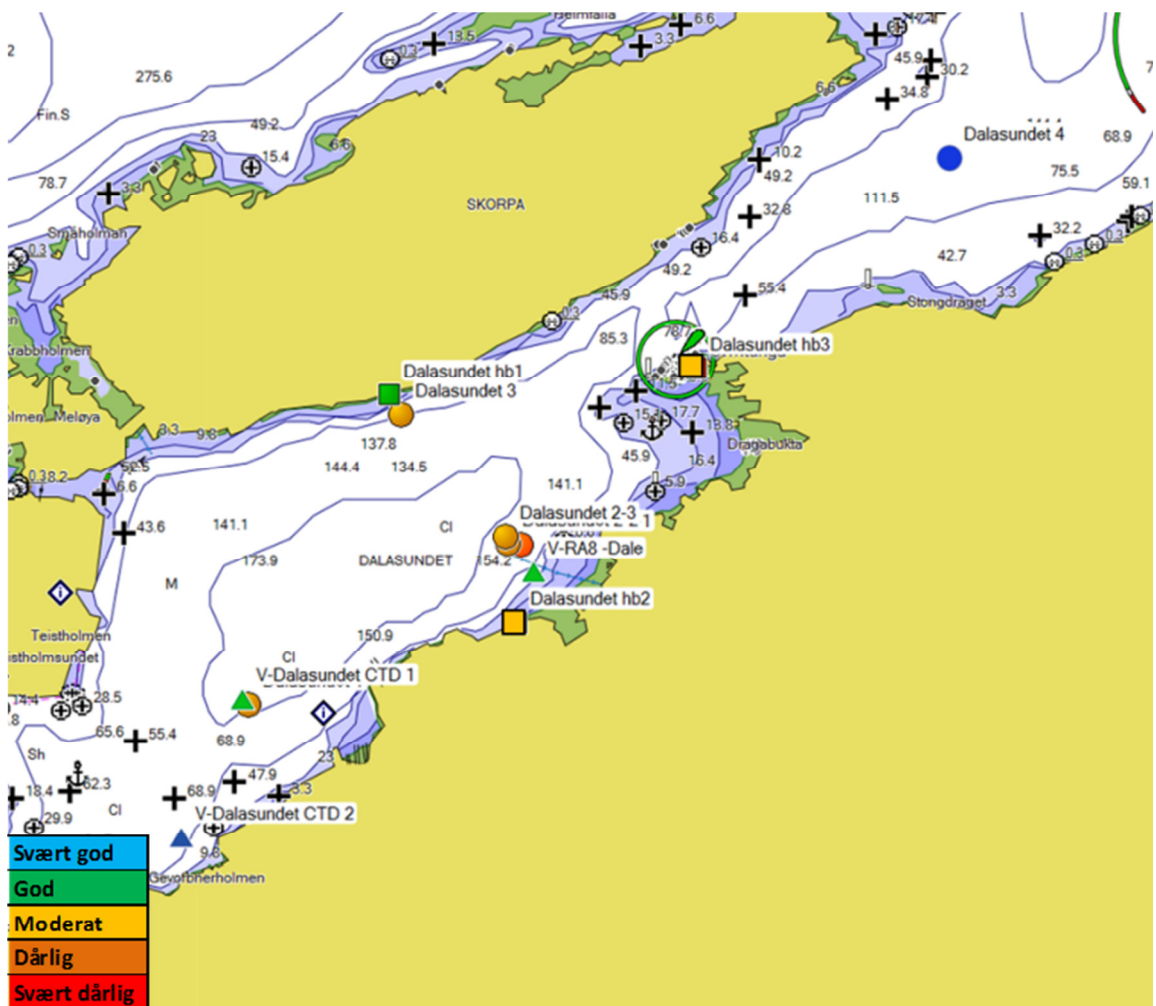
Vannprøvene viser samlet tilstandsklasse II for næringsalter, men siktedypet i tilstandsklasse III. Salinitetsprofilene viser at det har vært en vannutskifting før 25. juli da saliniteten stiger til over 30 fra 0,5 m dyp.

I området utenfor, i Havnebassenget, er tilstanden for alle parametere mye bedre. Resultatene fra strandsoneundersøkelsene, fra bløtbunn viser alle meget god økologisk tilstand og vannprøvene god økologisk tilstand. Analysene av miljøgifter i sediment viser likevel at området er betydelig forurenset av kobber, PAH og TBT. TBT – nivået ligger i tilstandsklasse V, 100 ganger grensen til klasse V (100 µg/kg). De målte konsentrasjonene av fraksjonene C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub> og C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub> er under nederlandske grenseverdier for økologisk risiko. Det er størst andel av langkjedede hydrokarboner i sedimentprøven, og disse har lavere toksisitet enn de lettere fraksjonene.

Også på stasjonen i Havnebassenget viser salinitetsprofilen økt salinitet 25. juli som viser at det har vært en vannutskifting.

## 5.4 DALASUNDET

I vannforekomsten «Dalasundet» ble det undersøkt fire bløtbunnstasjoner, tre hardbunnstasjoner og tre punkter for vann vann/hydrologi (Figur 42).



Figur 42: Kart med prøvestasjoner for vann (trekant), strandsone (firkant) og bløtbunn (sirkel), biota (stjerne) i vannforekomst "Dalasundet". Symbolenes farge representerer tilstandsklassen i henhold til Veileder 01:2009 (gjelder ikke biota). Klassifiseringen er gitt nederst i venstre hjørne.

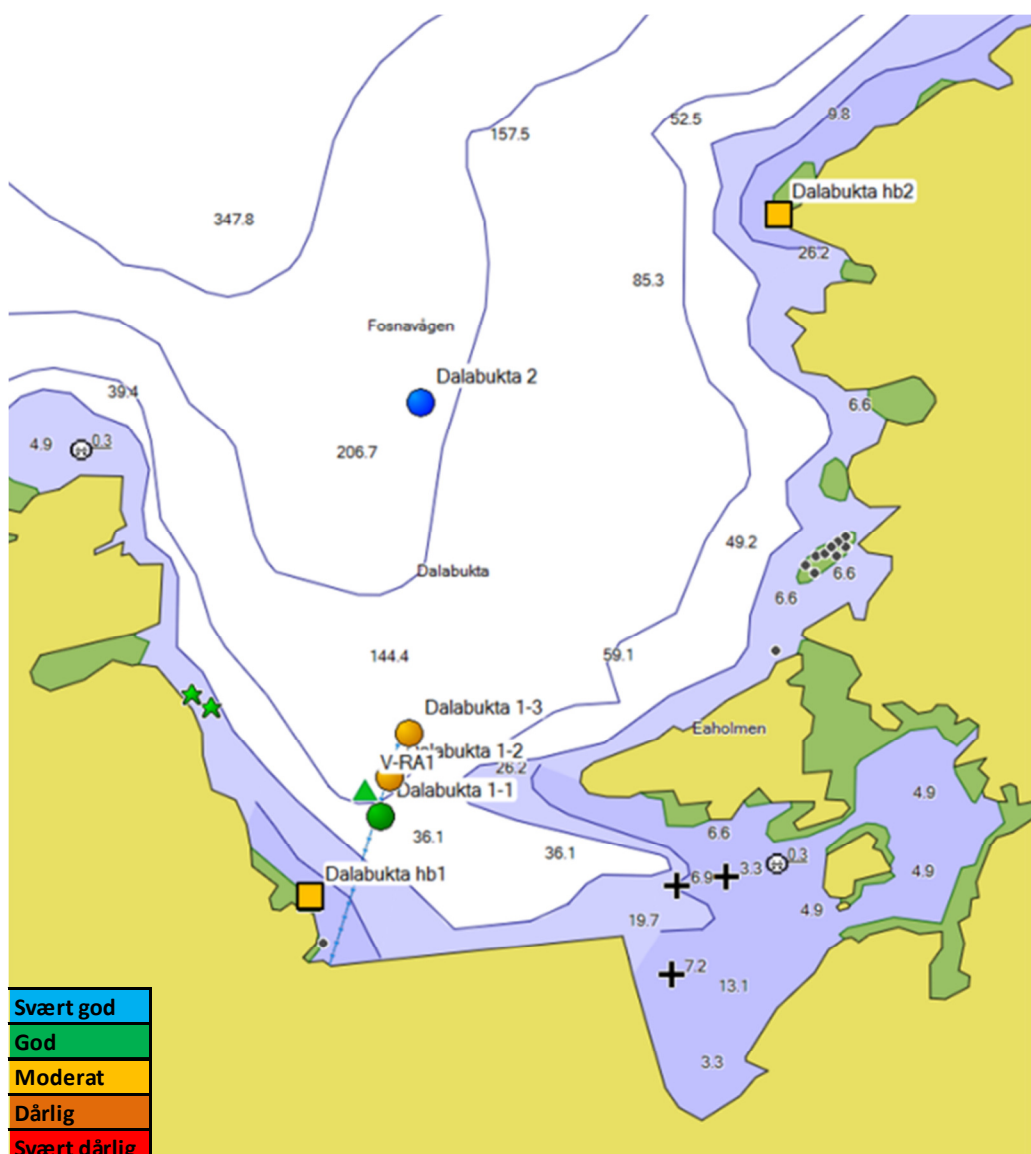
Salinitetsprofilene viser at det er vannutskifting i midten og slutten av juli. På Dalasundet CTD 1 er overflatelaget med forhøyet temperatur mer avgrenset også senere på sommeren. Dette kan skyldes lavere sirkulasjon i vannmassene som følge av terskler. Dalasundet CTD 2 er i tilstandsklasse I med hensyn på oksygen og siktedyp. RA 8 Dale er i tilstandsklasse II med hensyn på vannkvalitetsparametre. Dalasundet CTD 1 er i tilstandsklasse II som følge av oksygen i bunnvannet i tilstandsklasse II ved de to siste prøvetakingene i august. Redusert konsentrasjon av oksygen strekker seg opp til ca. 10 m fra bunnen.

Ved RA8 Dale viser bløtbunnsprøvene og hardbunnsprøvene at tilstanden rundt avløpet er dårlig til moderat. Prøven tatt på motsatt side av sundet og sørvest i sundet ligger også i tilstandsklasse moderat. Bløtbunnsprøvene har både lavt antall arter og individer, noe som indikerer at miljøet er påvirket. Tilstanden forbedrer seg utover mot nordøst. Vannprøvene tatt i Dalasundet ligger begge i tilstandsklasse «god». Sedimentprøvene fra Dalasundet er tydelig forurenset, med verdier i klasse IV og V for både kobber, kvikksølv, bly, sink, PAH og TBT. Det er også påvist hydrokarboner/ olje i sedimentprøven fra Dalasundet. De målte konsentrasjonene av fraksjonene C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub> og C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub> er under nederlandske grenseverdier for økologisk risiko. Det er størst andel av langkjedede hydrokarboner i sedimentprøven, og disse har lavere toksisitet enn de lettere fraksjonene.

Undersøkelser av miljøgifter i biota viste at blandprøven av filet fra torsk fisket i Dalasundet ga overskridelse av grenseverdier gitt i veiledning 01:2009. Den målte konsentrasjonen av kvikksølv i denne prøven var i klasse IV (sterkt forurenset), og var også over grenseverdi for distribusjon (Mattilsynet). I filetprøven av flyndre fra Dalasundet ble det målt kvikksølv i klasse II, dvs. moderat forurenset. Tilsvarende viste sedimentprøven fra Dalasundet var kvikksølvkonsentrasjonene i klasse IV. Torsk fisket i Dalasundet viste også en høy verdi av PCB-7 i leverprøven. Verdien var i klasse III, som tilsvarer markert forurenset. PCB- konsentrasjonen målt i sedimentprøve herfra var i klasse III.

## 5.5 DALABUKTA

Dalabukta er mottaker av avløpsvann fra RA1 Hagelin, og i den nye Hovedplanen for Kristiansund kommune planlegges det å legge hovedutløpet hit. I denne undersøkelsen ble det undersøkt to bløtbunnstasjoner, den ene i økende avstand fra utløpet og den andre lengre ut i bukta. Det ble undersøkt to hardbunnstasjoner hvor den ene lå inne ved avløpsrøret mens den andre ligger lengst ut i bukta. Vannprøven ble tatt ved antatt utløp for avløpsvann (Figur 43).



Figur 43: Kart med prøvestasjoner for vann (trekant), strandsone (firkant) og bløtbunn (sirke), biota (stjerne) i vannforekomst "Dalabukta". Symbolenes farge representerer tilstandsklassen i henhold til Veileder 01:2009 (gjelder ikke biota). Klassifiseringen er gitt nederst i venstre hjørne.

Bunnfaunaprøvene tatt ved avløpet domineres av polychaeten *Heteromastus filiformis*, og to av punktene klassifiseres som «moderat». Polychaeten *Heteromastus filiformis* er kjent for å finnes i stort antall i organisk belastede miljø. Den innerste prøven viser likevel at påvirkningen er begrenset. Bløtbunnsprøven tatt ytterst i Dalabukta, er frisk og ligger i tilstandsklasse I («meget god»). Det ble også analysert sediment i den ytterste prøven (Dalabukta 2) og ikke påvist miljøgifter som tungmetaller, PAH, TBT eller PCB over grenseverdi for økologisk risiko. Begge de to hardbunnsprøvene blir klassifisert i tilstandsklasse III («moderat»). Observasjonene i felt viser likevel tydelig at selv om det er registrert like mange opportunistiske grønnalgetaxa på begge stasjoner så er de dominerende innerst i bukta mens de vokser spredt på den ytre lokaliteten, se Figur 44.

Vannprøvene klassifiseres i tilstandsklasse II på grunn av fosfat og ammonium. TKB konsentrasjon i tilstandsklasse IV og V er målt ved to tidspunkt og stasjonen er derfor i tilstandsklasse IV med hensyn på TKB. Salinitetsprofilene viser at det er en vannutskifting med tilførsel av vann med høyere salinitet i tidsrommet mellom 4. og 25. juli.

Analyse av miljøgiftinnhold i biota fra Dalabukta viste ingen overskridelser av Mattilsynets grenseverdier for omsetning og klassegrenser eller grenseverdier gitt i vanddirektivet.

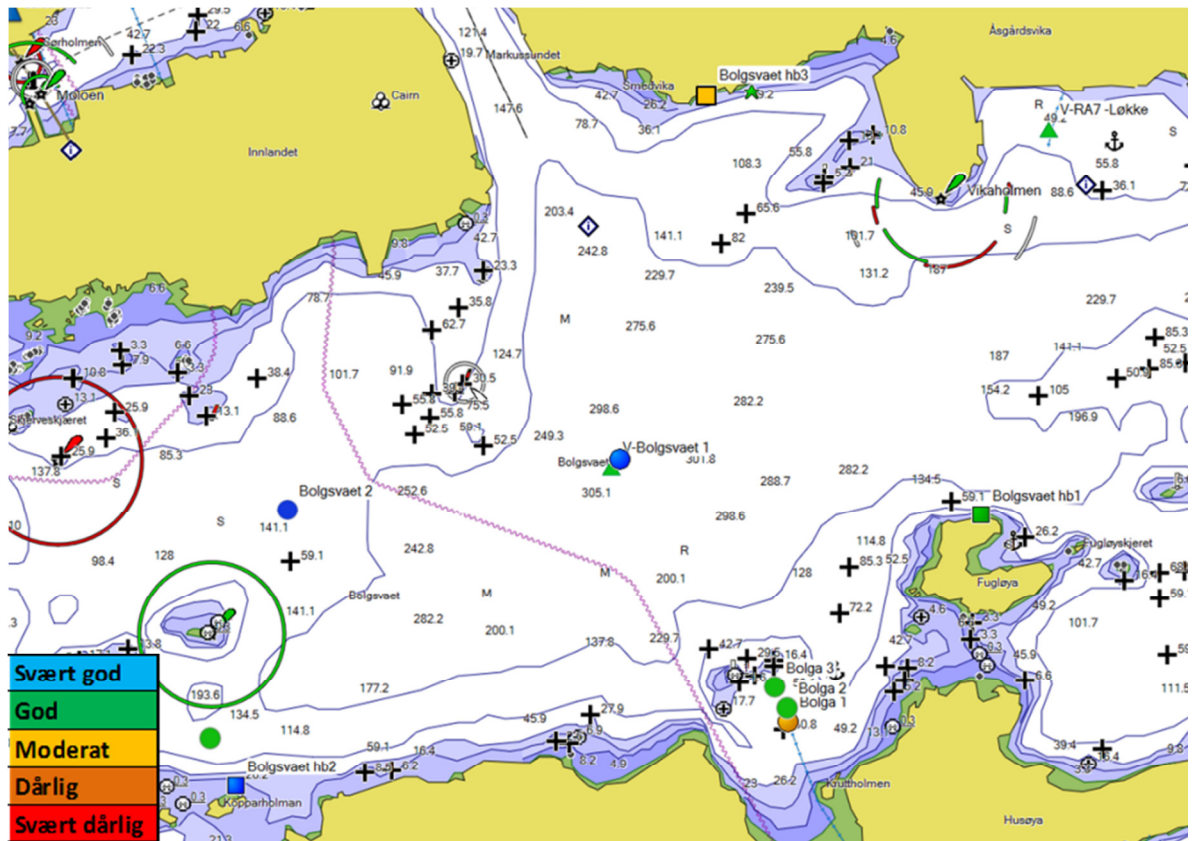


Figur 44: Bilde av hardbunnstasjonene i Dalabukta. Bilde til venstre viser stasjon 2, ytterst i bukta, bilde til høyre viser stasjon 1, innerst i bukta.

## 5.6 BOLGSVAET VED REMLAN, BOLGSVAET OG BOLGSVAET VED HUSØYA

Vannforekomstene «Bolgsvaet ved Remlan», «Bolgsvaet» og «Bolgsvaet ved Husøya» blir her behandlet under ett.

Det er tatt bløtbunnsprøver utenfor avløpet RA 11 Bolga, ved Kopparholmene og på to steder på dypet i Bolgsvaet (Bolgsvaet 1 og 2). I tillegg er det gjort strandsoneundersøkelser på tre stasjoner, biotaprøver på en stasjon og vannprøver på en stasjon (Figur 45).



Figur 45: Kart med prøvestasjoner for vann (trekant), strandzone (firkant) og bløtbunn (sirkel), biota (stjerne) i vannforekomst "Bolgsvaet". Symbolenes farge representerer tilstandsklassen i henhold til Veileder 01:2009 (gjelder ikke biota). Klassifiseringen er gitt nederst i venstre hjørne.

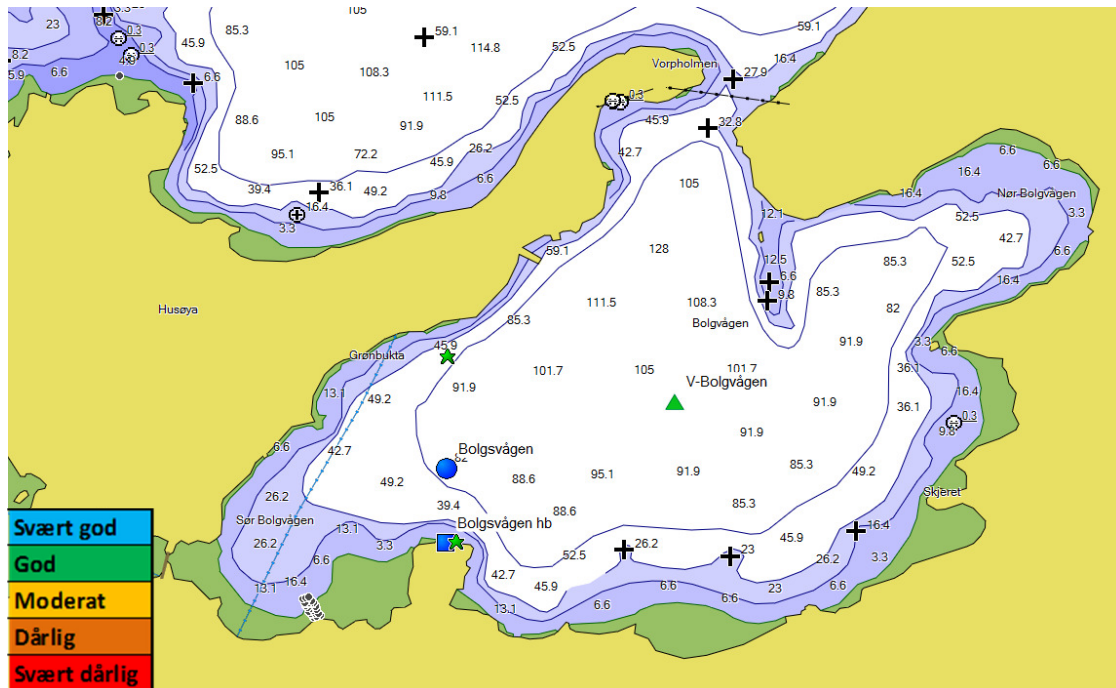
Den økologiske tilstanden i vann – bløtbunn – og hardbunnsprøver tatt midt i og i ytterkant av Bolgsvaet ligger i klassene «God» og «Svært God». Inn mot utløpet ved RA 11 Bolga er nærsonen forurenset. Miljøgiftanalysene av sedimentprøver fra midten av Bolgsvaet viser innhold av kobber, kvikksølv og PAH i klasse III, samt TBT i klasse IV.

Det er også påvist kvikksølv og PCB i biotaprøver fra stasjonen inn nord i Bolgsvaet. PCB ligger i tilstandsklasse III, markert forurenset (TA- 1467/1997). Strandsonundersøkelsen på den samme stasjonen viser en stor andel opportuniste som indikerer forurensning. Vannprøvene tatt utenfor utslippet RA7 Løkke og midt i Bolgsvaet ligger begge i tilstandsklasse II. Dette viser at vannutskiftningen er god.



## 5.7 BOLGVÅGEN

I Bolgvågen ble det tatt en stasjon for hver parameter, bløtbunn, hardbunn, vann og biota. Det ble også tatt sedimentprøver (Figur 46).



Figur 46: Kart med prøvestasjoner for vann (trekant), strandsoner (firkant) og bløtbunn (sirkel), biota (stjerne) i vannforekomst "Bolgvågen". Symbolenes farge representerer tilstandsklassen i henhold til Veileder 01:2009 (gjelder ikke biota). Klassifiseringen er gitt nederst i venstre hjørne.

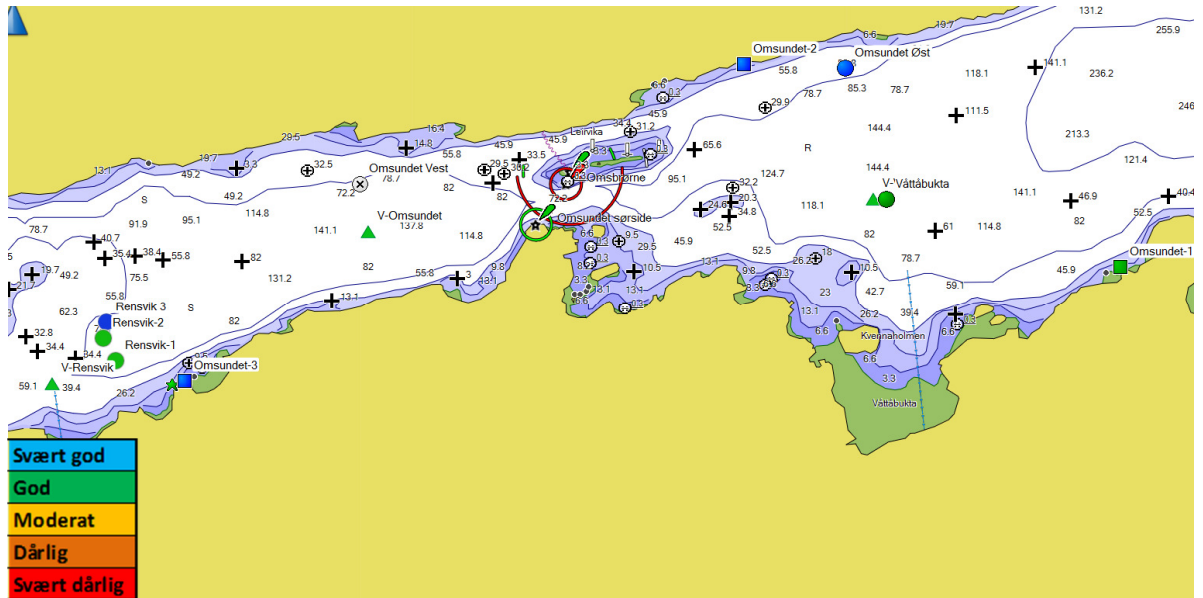
Sedimentet i Bolgvågen er svært bløtt og lukter sterkt av H<sub>2</sub>S (dihydrogensulfid). Det ble gjort flere grabbhugg midt i vågen, men uten at det var mulig å få en godkjent prøve. Prøven som ble analysert ble derfor tatt i et noe grunnere område vest i vågen. Denne prøven hadde økologisk «svært god» tilstand og sedimentanalysene viste ingen overskridelser av klassegrensene for økologisk risiko.

Vannprøvene klassifiseres også i tilstandsklasse «god», men oksygenivåene er lavere enn i de andre områdene i denne undersøkelsen og i tilstandsklasse II. Salinitetsprofilene viser en tilførsel av nytt salt vann før 25. juli, men i mindre grad enn på mange av de andre stasjonene. I Bolgvågen er overflatelaget med forhøyet temperatur mer avgrenset også senere på sommeren. Dette kan skyldes lavere sirkulasjon i vannmassene som følge av terskler.

Beregning av EQR for strandsonen viste god økologisk tilstand, men antall algetaxa var svært lavt. Analysene av miljøgifter i biota viser innhold av kadmium, men ikke over grenseverdi (Veileder 01:2009).

## 5.8 OMSUNDET ØST

I vannforekomsten «Omsundet Øst» ble tre hardbunnstasjoner undersøkt, det ble også tatt bløtbunnsprøver og vannprøver utenfor RA 12 Rensvik, utenfor RA13 Våttåbukta i tillegg til vannprøver midt mellom disse stasjonene. Bunnssubstratet i den vestre delen av Omsundet var for hardt til at det var mulig å få prøvetatt, men det ble prøvetatt en bløtbunnstasjon i den østre delen. I tillegg ble det gjort strandsonekartlegging og innsamling av biota ved RA12 Rensvik i tillegg til strandsone undersøkelser nord og øst i fjorden (Figur 47).



Figur 47: Kart med prøvestasjoner for vann (trekant), strandsone (firkant) og bløtbunn (sirkel), biota (stjerne) i vannforekomst "Omsundet". Symbolenes farge representerer tilstandsklassen i henhold til Veileder 01:2009 (gjelder ikke biota). Klassifiseringen er gitt nederst i venstre hjørne.

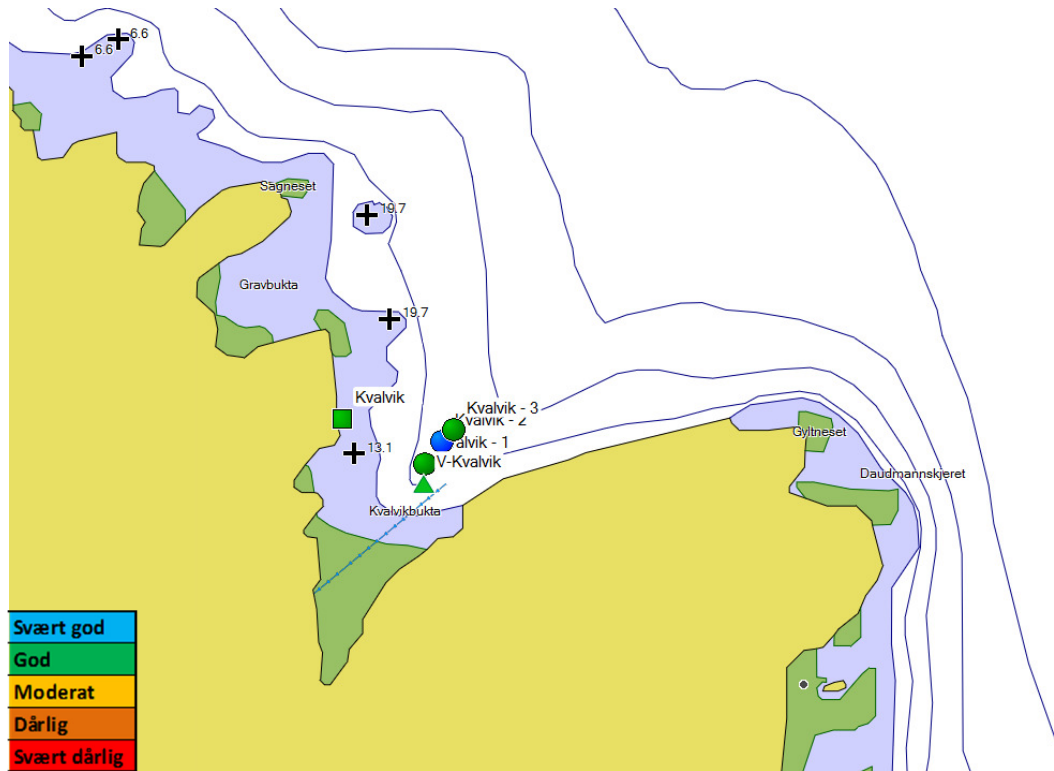
Prøvene som er tatt i Omsundet viser «god» til «meget god» økologisk tilstand. Vannprøvene klassifiseres i tilstandsklasse II på alle de tre vannstasjonene. Prøvene tatt i nærheten av avløpspunktene viser større påvirkning enn prøvene tatt lenger vekk fra disse. Sedimentprøvene viser heller ingen overskridelser av grenseverdi for økologisk risiko.

Salinitetsprofilene viser tydelig en vannutskifting ved Våttåbukta mellom 4. og 25. juli. Ved Omsundet og Rensvik er det en mindre utskifting før 25. juli.

Det er påvist noe kadmium i biota (klasse II), men ingen overskridelser av grenseverdi (Veileder 01:2009).

## 5.9 FREIFJORDEN VED KVALVIK

Freifjorden er en svært stor vannforekomst som strekker seg langs hele østsiden av Frei. I denne undersøkelsen er det gjort undersøkelser ved RA 14 Kvalvik. Her er det gjort undersøkelser av vann, bløtbunn og hardbunn.



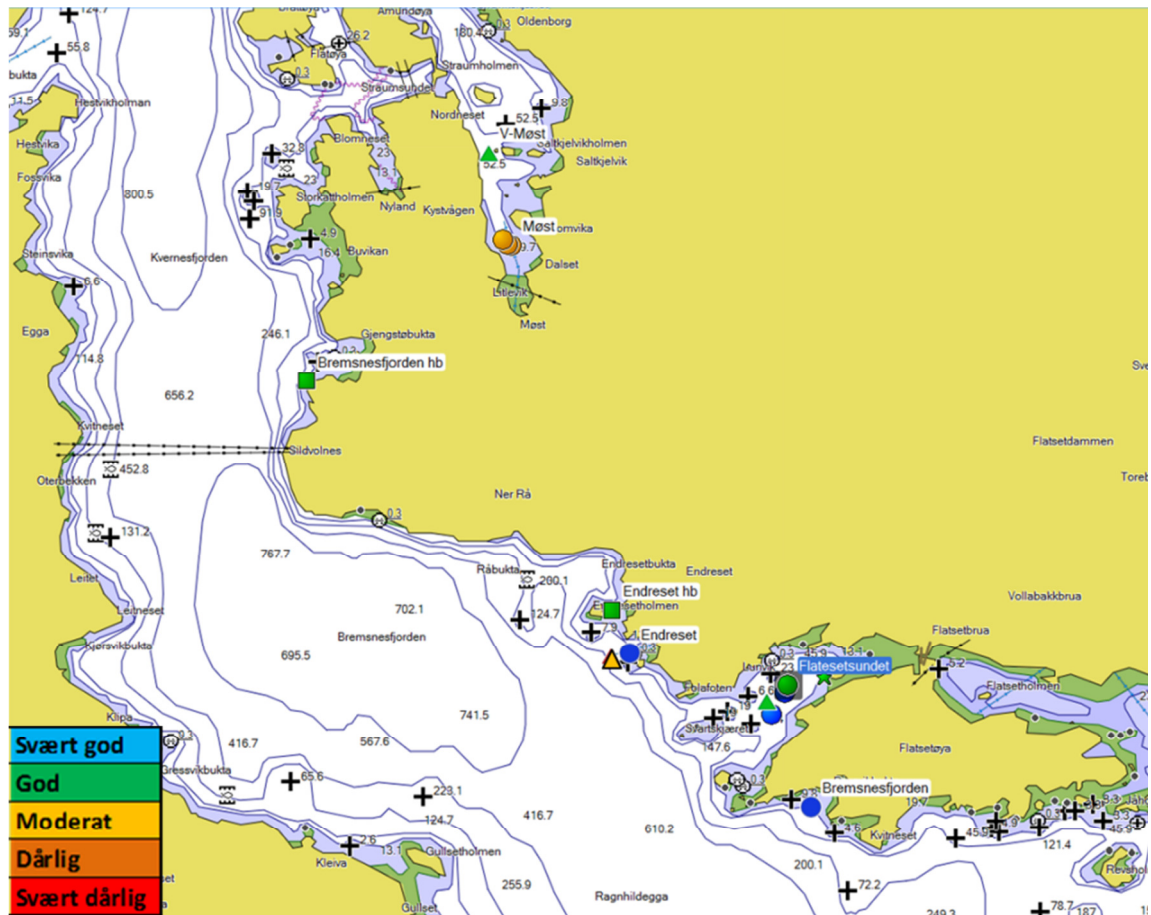
Figur 48: Kart med prøvestasjoner for vann (trekant), strandsone (firkant) og bløtbunn (sirkel), biota (stjerne) i vannforekomst "Omsundet". Symbolenes farge representerer tilstandsklassen i henhold til Veileder 01:2009 (gjelder ikke biota). Klassegrensene er gitt nederst i venstre hjørne.

Prøvene som er tatt ved Kvalvik viser «god» til «meget god» økologisk tilstand. Prøvene tatt i nærheten av avløpspunktene viser større påvirkning enn prøvene tatt lenger vekk fra disse. Sedimentprøvene viser heller ingen overskridelser av grenseverdi for økologisk risiko.

Vannprøvene klassifiseres i tilstandsklasse II. Salinitetsprofilen viser en vannutskifting før 16. juli.

## 5.10 BREMSNESFJORDEN OG FLATSETSUNDET

Vannforekomst Bremsnesfjorden er en stor vannforekomst som strekker seg langs hele vestsiden av Frei og Kirkelandet. Flatsetsundet er definert som egen vannforekomst og ligger helt sør på Frei. I denne undersøkelsen presenterer vi disse sammen. I Flatsetsundet og ved Møst er det tatt prøver av bunnfauna og miljøgifter i sediment. Ved Møst er det i tillegg tatt vannprøver (Figur 49).



Figur 49: Kart med prøvestasjoner for vann (trekant), strandsoner (firkant) og bløtbunn (sirkel), biota (stjerne) i vannforekomst "Bremsnesfjorden". Symbolenes farge representerer tilstandsklassen i henhold til Veileder 01:2009 (gjelder ikke biota). Klassifiseringen er gitt nederst i venstre hjørne.

Alle hard – og bløtbunnstasjoner i den ytre delen av Bremsnesfjorden og Flatsetsundet klassifiseres i klasse I og II, «Meget God» og «God tilstand». Analyse av miljøgifter i sediment i Flatsetsundet og Møst viser at TBT-konsentrasjonene overskrider grensene for økologisk risiko. TBT ble også målt i klasse V i sedimentprøven fra Flatsetsundet. Her ligger det et skipsverft, som er en trolig kilde til denne forurensningen..

Med hensyn på næringsalter er de tre vannprøvepunktene klassifisert i tilstandsklasse II. Ved Endreset er siktedyp i tilstandsklasse III og klassifiseringen blir derfor «Moderat». Salinitetsprofilene viser vannutskifting i tidsrommet 4. til 25. juli ved Endreset, før 16. juli i Flatsetsundet og før 25. juli ved Møst.

Ved avløpspunktet ved Møst er bløtbunnsamfunnet forstyrret. To av prøvene har få taxa og få individer, mens en av prøvene har et stort antall av en art, polychaeten *Heteromastus filiformis*.

Polychaeten *Heteromastus filiformis* er kjent for å finnes i stort antall i organisk belastede miljø. Vannprøven ved Møst ligger i tilstandsklasse «god».

## 5.11 MILJØGIFTER I ORGANISMER

### 5.11.1 Torsk og flyndre

Resultatene for fisk er vist i Tabell 9 og Tabell 10. Resultatene er klassifisert etter TA- 1467/1997.

Tabell 9: Analyseresultater av prøver av muskel og lever fra torsk og flyndre. Prøvenavnet angir også prøvematerialet: F= flyndre, T= torsk, M= muskel/ filet, L=lever. Resultatene er klassifisert etter TA- 1467/1997. Resultat i kursiv/ fet skrift viser overskridelse av grenseverdi i veiledning 01:2009, mens rød skrift markerer overskridelse av Mattilsynets grenseverdi for distribusjon

Parameter	Enhet	Omsundet-T-L	Omsundet-T-M	Omsundet-F-M	Omsundet-F-L	Flatesundet-T-L	Flatesundet-F-M	Flatesundet-F-L	Dalasundet-T-M	Dalasundet-T-L	Dalasundet-F-M	Dalasundet-F-L
Cd	mg/kg TS	0,05			0,69	0,03		1,91		0,06		0,19
Pb	mg/kg TS	0,07			0,21	<0.04		0,45		0,09		0,44
Sum PCB-7	µg/kg	263			67,1	220		19,1		2640		373
Fett	%	42			23			6,8				9,7
Tributyltinn	µg/kg					2,6				22		
Tørrstoff (L)	%	56,7			40,8	54,8		30,5		47,3		28,1
Hg	mg/kg		0,111	0,038			0,071		0,631		0,217	
Fett	%		0,14	1,1			0,4		0,16		0,54	
Tørrstoff (L)	%		20,2	21			19,7		18,9		19,9	
Sum WHO-TEQ (PCDD/PCDF)	ng/kg					n.d.				n.d.		

Av forbindelsene med grenseverdier i veiledning 01:2009 var det kun blandprøven av fileten fra torsk fisket i Dalasundet som ga overskridelse. Den målte konsentrasjonen av kvikksølv i denne prøven var i klasse IV (sterkt forurenset), og var også over grenseverdi for distribusjon (Mattilsynet). I filetpøven av flyndre fra Dalasundet ble det målt kvikksølv i klasse II, dvs. moderat forurenset. I sedimentprøven fra Dalasundet var kvikksølvkonsentrasjonene i klasse IV. Torsk fisket i Dalasundet viste også en høy verdi av PCB-7 i leverprøven. Verdien var i klasse III, som tilsvarer markert forurenset. PCB- konsentrasjonen målt i sedimentprøve herfra var i klasse III.

I prøven av torskfilet fra Omsundet ble det målt en konsentrasjon av kvikksølv som tilsvarer tilstandsklasse II, moderat forurenset.

Tabell 10: Analyseresultater av prøver av muskel og lever fra torsk og flyndre. Prøvenavnet angir også prøvematerialet: F= flyndre, T= torsk, M= muskel/ filet, L=lever. Resultatene er klassifisert etter TA- 1467/1997. Resultat i kursiv/ fet skrift viser overskridelse av grenseverdi i veiledning 01:2009, mens rød skrift markerer overskridelse av Mattilsynets grenseverdi for distribusjon.

Parameter	Enhet	Hagelin-T-M	Hagelin-T-L	Hagelin-F-M	Hagelin-F-L	Oljebase/vestbase/B oljTM	Oljebase/vestbase/B oljTL	Oljebase/vestbase/B oljFM fiske	oljFL	Bolgvågen-T-M	Bolgvågen-T-L	Bolgvågen-F-M	Bolgvågen-F-L
Cd	mg/kg TS		0,20		0,69		0,05		0,63		0,33		0,69
Pb	mg/kg TS		0,05		0,40		<0,05		0,46		0,06		0,39
Sum PCB-7	µg/kg		113		61,3		1150		254		1920		223
Fett	%		28		10				25		13		8
Tributyltinn	µg/kg						36						
Tørrestoff (L)	%		45,2		31,1		55,1		43,7		42,7		34,5
Hg	mg/kg	0,089		0,080		0,142		0,102		0,102		0,067	
Fett	%	0,24		0,38		0,19		0,27		0,18		0,36	
Tørrestoff (L)	%	19,2		18,2		20,3		20,8		18,4		19,4	
Sum WHO-TEQ (PCDD/PCDF)	ng/kg										n.d.		

Prøver av lever fra torsk fisket utenfor Oljebase/Vestbase og i Bolgvågen er markert forurenset av PCB-7 (tilstandsklasse III). Prøven av lever fra flyndrefisk fra de samme områdene er ikke påvirket av PCB- forurensning (klasse I).

Muskel/ filetprøver fra torsk og flyndre fra Oljebase/ Vestbase har en kvikksølvkonsentrasjon i klasse II, dvs. moderat forurenset. Av muskel/ filetprøvene fra Bolgvågen har prøven fra torsk en konsentrasjon i klasse II, mens prøven fra flyndre i klasse I.

Både antall og individstørrelse varierte i blandprøvene som ble analysert. Verdien av resultatene må derfor ses i sammenheng med det. Undersøkelsen av fisk gir indikasjoner på miljøgiftinnhold, og kan benyttes for å peke på områder der det kan være forhøyede nivåer av miljøgifter. De kan derfor brukes i utvelgelsen av områder der en gjør videre undersøkelser. Ved videre arbeider bør det fokuseres på å få bedre blandprøver, som vil være mer representative for områdene. Det bør fokuseres på arter som fiskes lokalt dersom fokuset er kostholdsrad.

Overskridelse av grenseverdi i veiledning 01:2009 er vist på kart i Figur 50 nedenfor.



Figur 50: Overskridelse av grenseverdi for kvikksølv i torsk, filet i veiledning 01:2009.

### 5.11.2 Albuesnegl

Analyseresultatene er presentert i Tabell 11. Resultatene er klassifisert etter TA- 1467/1997.

Tabell 11: Analyseresultater av albuesnegl, klassifisert etter TA- 1467/1997. Resultater markert med kursiv og fet skrift viser overskridelser av grenseverdi i veiledning 01:2009

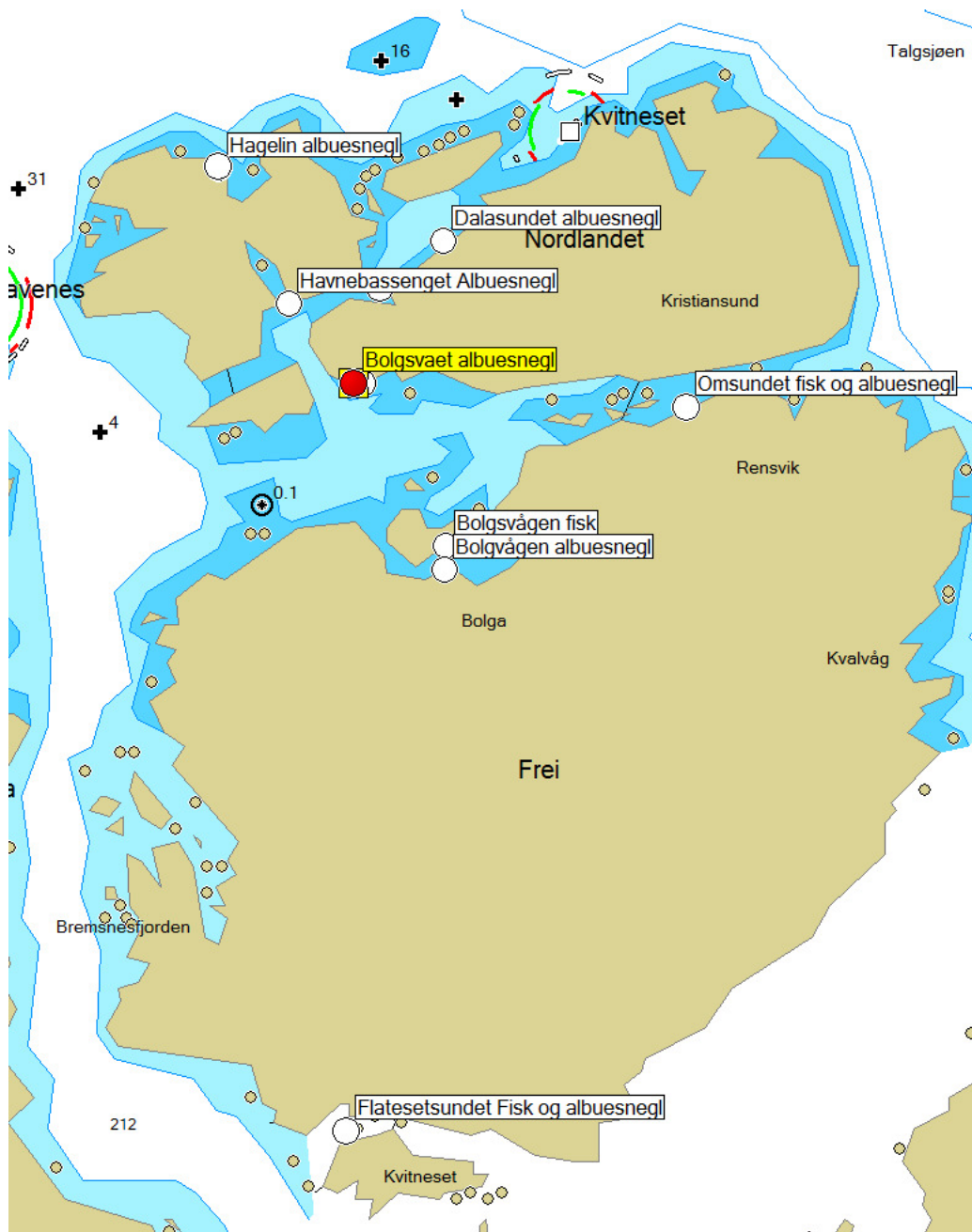
Parameter	Enhet	Havnebassenget		Dalasundet		Flatesundet		Bolgvágen		Bolgvaet		Omsundet		Hagelin	
		v.v.	t.v.	v.v.	t.v.	v.v.	t.v.	v.v.	t.v.	v.v.	t.v.	v.v.	t.v.	v.v.	t.v.
Cr	mg/kg		0,36 2		0,34 1		1,14		0,738		1,02		0,587		0,268
Ni	mg/kg		1,31		1,01		1,46		2,87		2,09		1,57		1,38
Cu	mg/kg		15,2		10,8		7,44		13,2		19,5		17,1		5,35
Zn	mg/kg		88,5		69,7		124		113		132		100		43,3
As	mg/kg		24,3		24,1		27,9		25,9		33,5		28,3		27
Cd	mg/kg		6,13		3,85		5,85		4,5		<b>9,97</b>		5,59		5,38
Hg	mg/kg	0,0139 486	0,07 19	0,01 946	0,08 11	0,01 54	0,09 54	0,01 604	0,0794	0,0 1	0,0517	0,01 09	0,0609	0,0100 125	0,044 5
Pb	mg/kg		0,82 5		1,37		0,50 1		1,01		9,31		0,677		0,38
Sum PAH-16	mg/kg	0,0054		0,00 87		0,00 29		0,00 45		0,0 03		0,02 99		0,0035	
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup>	mg/kg	n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		n.d.		0,01 21		n.d.	
Sum PCB-7	mg/kg	0,0019 8		0,00 122		n.d.		0,00 167		n.d.		n.d.		n.d.	
Tributyltinnkatio n	µg/kg	15	77,3 196	6,8	28,3 333	1	6,21 118	4,6	22,772 2772	4,4	22,916 6667	1,9	10,614 5251	1,2	5,333 333
Tørrstoff (L)	%	19,4		24		16,1		20,2		19, 2		17,9		22,5	

Kadmium er målt over grensen mellom tilstansklasser I og II i alle prøvene av albuesnegl. I prøven fra Bolgvaet er kadmiumkonsentrasjonen i klasse III, dvs. markert forurenset. Kadmiumkonsentrasjonen i denne prøven overskrider også grenseverdien i veiledning 01:2009. Også bly og arsen er målt i klasse II i prøven fra Bolgsvaet.

I prøven av albuesnegl fra Omsundet er den målte konsentrasjonen av mulige kreftfremkallende PAH- forbindelser i klasse II, dvs. moderat forurenset.



Overskridelse av grenseverdi i veiledning 01:2009 er vist på kart i figur nedenfor.



Figur 51: Overskridelse av grenseverdi i veiledning 01:2009, av kadmium (grenseverdi for strandsnegl).

## 6 Vurdering og konklusjoner

### 6.1.1 Klassifisering basert på vannkvalitet

En oppsummering av klassifisering av vannkvalitet er gitt i Tabell 12. Totalen er i henhold til parametere i Veileder 01:2009 og prinsippet om at verste tilstand styrer. TKB er ikke inkludert som parameter i denne veiledningen og er derfor ikke inkludert i totalvurderingen. TKB er likevel inkludert i tabellen.

Tabell 12: Klassifisering av vannkvalitet

	Tot-N	Nitrat	Ammonium	Tot-P	Fosfat	Klorofyll a	Siktedyp	Oksygen	TKB	Totalt
Rensvik	I	I	II	I	II	I	II	I	I	II
Våttåbukta	I	I	II	I	II	I	I	I	I	II
Kvalvik	I	I	I/II	I	II	I	I	I	I	II
Endreset	I	I	II	I	I	I	III	I	I	III
Bolgsvaet	I	I	II	I	II	I	II	I	I	II
Bolgvågen	I	I	II	I	II	I	II	II	I	II
Dalasundet CTD1	-	-	-	-	-	-	I	II	-	II
Dalasundet CTD 2	-	-	-	-	-	-	I	I	-	I
Flatsetsundet	I	I	II	I	I	I	II	I	I	II
Havnebassenget	I	I	I/II	I	II	I	II	I	III	II
Møst	I	I	II	I	I	I	II	I	I	II
Omsundet	I	I	II	I	II	I	I	I	I	II
RA1 Hagelin	I	I	II	I	II	I	I	I	IV	II
RA4 Nerlandsdalen	I	I	II	I	II	I	II	I	IV	II
RA7 Løkke	I	I	II	I	II	I	II	I	IV	II
RA8 Dale	I	I	II	I	II	I	II	I	II	II
Vågen	I	I	I/II	I	II	I	III	I	II	III

Basert på næringsstoffene er alle stasjonene i tilstandsklasse II. Det skyldes forhøyede konsentrasjoner av fosfor og ammonium. Dersom siktedyp medregnes er Endreset og Vågen i tilstandsklasse III. TKB prøvene som er tatt ved de største avløpene RA1 Hagelin, RA4 Nerlandsdalen og RA7 Løkke har høye TKB-verdier. Dette er sannsynligvis fordi de er tatt tett på avløpsutslippene kan ikke benyttes som representative for hele området. Verdiene vil normalt fortynnes i økende avstand fra utslippspunktet.

### 6.1.2 Kristiansund Havn

Denne vannforekomsten består av områdene Vågen og Havnebassenget der Vågen er svært forurenset og vil klassifiseres som svært dårlig økologisk tilstand, mens Havnebassenget har betydelig bedre økologisk tilstand. Både i denne undersøkelsen og i 2005 ble tilstanden i bunnprøvene innerst i Vågen karakterisert som svært dårlig, mens den forbedret seg utover mot Havnebassenget og i bunnprøven fra Havnebassenget er tilstanden i bunnprøvene «meget god». Det er også påvist det samme lave nivå av miljøgifter i organismer (albuesnegl). Begge områder er sterkt forurenset av miljøgifter som tungmetaller, PAH-forbindelser og TBT. Industriaktivitet og

skipsverft er sannsynlige kilder til denne forurensningen. Det er også påvist hydrokarboner/ olje i sedimentprøven fra Vågen og Havnebassenget.

Resultatene viser at tilstanden er uendret siden 2005 (Rådgivende Biologer AS, 2005 B).

### **6.1.3 Dalasundet**

Den økologiske tilstanden i Dalasundet er «moderat». Utslippet ved RA8 Dale er en bidragsyter, men vannforekomsten er også sterkt forurenset av tungmetaller, PAH-forbindelser og TBT. Denne forurensningen vises også i biotaprøvene hvor det er påvist moderat til markert forurensning av kvikksølv og TBT. I Dalasundet ligger skipsverftene Sterkoder Melkvika og Dale. Disse, samt skipstrafikken, kan være en kilde til TBT i Dalasundet. I tillegg har flere andre bedrifter utslipp til denne vannforekomsten. Prøvene tatt ytterst i Dalasundet viser «meget god» tilstand (Dalasundet 4).

Flere av stasjonene i Dalasundet ble undersøkt i 2005 og tilstanden for bløtbunnsfauna og makroalger i strandsonen tilsvarende tilstanden i 2005 (Rådgivende Biologer AS, 2005 D). Forurensningen i sediment og biota er på samme nivå som tidligere med unntak av nivået av kadmium i albuesnegl som har gått ned og mens nivået av PCB har økt både i sediment og i fisk. Det er usikkert hva som er årsaken til denne økningen. Det har i Norge vært forbud mot produksjon, import, eksport og ny bruk av PCB siden 1980. Likevel finnes miljøgiftene i en del lovlige produkter og materialer produsert før 1980 som f.eks. i gamle bygningsmaterialer, gamle fartøy og sement.

### **6.1.4 Dalabukta**

Stasjonene innerst i Dalabukta viser at disse er påvirket av forurensning fra utslippet RA1 Hagelin og kanskje også av utlekking fra deponiet. Bløtbunnstasjonen lengre ute er derimot i «meget god» økologisk tilstand noe som tyder på at forurensningen kun har lokal påvirkning. Dette samsvarer med de tidligere undersøkelsene av de samme stasjonene og indikerer at forurensningssituasjonen er uendret siden 2005 (Rådgivende Biologer AS, 2005 C).

Hardbunnstasjonen ytterst i Dalabukta blir klassifisert i klasse III i forhold til «Metode 2», men dette tyder på at denne metoden kan ha visse svakheter i og med at den ikke vurderer dekningsgraden av de ulike artene. Den faglige vurderingen av denne stasjonen er at den er frisk og lite påvirket av eutrofiering.

Dalabukta vil likevel klassifiseres som «moderat» ut fra tilstanden innerst i bukta.

Det planlagte nye utslippet ved RA1 Hagelin vil være 7-8 ganger større enn utslippet i dag. Modellingene av nytt utslipp er basert på en strømrøtning mot nordøst. Hvis strømrøtningen høyere i vannsøylen tidvis vil gå inn i bukta vil avløpsvannet kunne transporteres inn i bukta (spesielt vinterstid når vannet kan nå overflaten). Men vannet vil være betydelig utblandet før det kommer inn i bukta (minimum 150 ganger blandet når den når overflaten, i tillegg kommer blandingen ved transport inn i bukta). I forhold til dagens påvirkning antar vi derfor at miljøet innerst i bukta ikke vil bli betydelig forverret som følge av et større utslipp, men at det kan bli en økt eutrofieringspåvirkning i en større del av bukta.

### **6.1.5 Bolgsvaet**

Alle prøver av bløtbunn og hardbunn i vannforekomst «Bolgsvaet» ligger i klasse I og II, og alle vannparameterene gir klassifisering i tilstandsklasse I og II. Det gir vannforekomsten

klassifiseringen «God» økologisk tilstand. Dette er samme status som tidligere undersøkelser (Rådgivende Biologer AS, 2005 B) og siden det denne gangen er flere prøvepunkter er dataene gode og representative for vannforekomsten generelt.

Hardbunnstasjonen ved Remningneset ligger foreløpig i vannforekomst Bolgsvaet ved Remlan. Denne stasjonen har en stor andel opportunister, noe som viser at den er påvirket av eutrofiering eller annen forurensning. I undersøkelsen i 2005 ble stasjonen beskrevet som «frisk» og «uten tegn til forurensning». Det er også målt høyere konsentrasjon av PCB i torskfilet og kadmium i albuesnegl enn tidligere (2005: klasse II, nå klasse III). (Rådgivende Biologer AS, 2005 B). Dette betyr at det har skjedd en forverring i miljøtilstanden her.

#### **6.1.6 Bolgvågen**

Prøvene fra Bolgvågen viser at tilstanden er «god». På grunn av vanskeligheter med å finne egnet substrat å prøveta ble både bløtbunn- og hardbunnstasjoner lagt i den vestre delen av vågen. Det er dette området som tidligere er beskrevet å være påvirket av kloakkutslipp (Rådgivende Biologer AS, 2008). Resultatene i denne undersøkelsen viser god tilstand, men hydrografidata viser at vannutskiftningen kan være dårlig og prøver av bløtbunn fra midten av vågen indikerer dårlige oksygenforhold. Disse resultatene indikerer at tilstanden i Bolgvågen er forbedret.

#### **6.1.7 Omsundet øst**

Alle prøver av hardbunn og bløtbunn tatt i Omsundet øst viser «god» til «meget god» økologisk tilstand, og vannprøvene klassifiseres i tilstandsklasse «god». Resultatene viser noe påvirkning nær utslippspunktene, men påvirkningen er begrenset til nærsonen.

#### **6.1.8 Freifjorden**

Alle prøver av hardbunn og bløtbunn ved Kvalvik er «god» til «meget god» økologisk tilstand, men dette området er for lite til å benyttes til klassifisering av vannforekomsten alene. Vannprøvene klassifiseres i tilstandsklasse «god».

#### **6.1.9 Bremsnesfjorden**

Alle prøver av hardbunn og bløtbunn i Flatsetsundet indikerer «god» økologisk tilstand, noe som er bedre enn antatt (Vann-nett.no). Vannprøvene klassifiseres i tilstandsklasse «god».

Ved Møst som ligger i denne vannforekomsten er den økologiske tilstanden «moderat». Dette er et avløpspunkt som ligger skjermet fra resten av fjorden så tilstanden må vurderes som lokal.

Siktedyp ved hydrografistasjonen ved Endreset ligger i økologisk tilstandsklasse «moderat», men dette er også ved et avløpspunkt og nær et fiskeoppdrett så tilstanden generelt i vannforekomsten vurderes som «god».

Det er tidligere kun tatt vannprøver utenfor RA4 Nerlandsdalen i resipient Bremsnesfjorden. Det ble da målt vinter og sommer og tilstanden ble beskrevet som meget god. I denne undersøkelsen er det gjort betydelig flere sommermålinger og tilstanden er «god». Det er usikkert om dette er en forverring eller om bakgrunnen for resultatene er at det er gjort flere målinger.

## 6.2 VURDERING I FORHOLD TIL TILSTAND FOR VANNFOREKOMSTENE

Den samlede tilstanden til de undersøkte vannforekomstene rundt Kristiansund kommune er oppsummert i Tabell 13. Siden undersøkelsen er en kombinasjon av en resipientundersøkelse og en tilstandsundersøkelse for vannforekomstene i henhold til vanndirektivet er klassifiseringen basert på stasjoner som ikke ligger ved kjente utslipp.

*Tabell 13: Oppsummering av tilstand for vannforekomstene. Økologisk klassifisering er gitt i henhold til klassegrenser angitt i Veileder 01:2009 med unntak av for biota der klassegrensene er gitt etter TA- 1467/1997 og fargekode kun angitt der den overskrider grenseverdi gitt i Veileder 01:2009. Det er også viktig å merke seg at klassegrensene for hardbunn i veileder 01:2009 egentlig ikke er gyldige for nord for Stadt.*

Vannforekomst	Vann	Bløtbunn	Hardbunn	Biota (TA-1467/1997)	Samlet
Kristiansund Havn (Havnebassenget og Vågen)	III	IV	III	Ikke prøve	IV
Dalasundet	II	III	III	IV (Kvikksølv i torsk filet)	III
Dalabukta	II (prøve kun ved utslipp)	I (III ved utslipp)	III <sup>2</sup>	I	III
Bolgsvaet	II	II	III (Bolgsvaet nord)	III (PCB)	III
Bolgvågen	II	I	I	III (PCB)	II
Omsundet Øst	II	II	II	II	II
Freifjorden ved Kvalvik (utslipp)	II	II	II	Ikke prøve	II
Bremsnesfjorden	Ikke representativ prøve (III ved Endreset avløp/fiskeoppdrett, II ved Møst)	I (III ved Møst – avløp)	II	Ikke prøve	II
Flatsetsundet	II	II	Ikke prøve	I	II

<sup>2</sup> Annen faglig vurdering; se kap: 6.1.4

### **6.3 VURDERING I FORHOLD TIL KRAV TIL RESIPIENTUNDERSØKELSER**

Ved Møst og ved RA1 er forurensningen rundt avløpspunktet tydelig, men lokal. Ved de andre avløpspunktene er forurensningen fra avløpet av mindre betydning for den samlede tilstanden i resipienten.

### **6.4 KONKLUSJON**

- Vannforekomstene Kristiansund havn og Dalasundet er sterkt forurenset, primært av industriutslipp. Den økologiske tilstanden klassifiseres som svært dårlig basert på tilstanden innerst i Vågen. Dette er tilsvarende tidligere
- Det er kun undersøkt en stasjon i Bolgsvaet ved Remlan, men denne viser at det er betydelig forurenset her. Sammenlignet med tidligere er tilstanden forverret.
- I vannforekomstene Dalabukta, Bolgsvaet og Bremsnesfjorden er det lokalt forurenset rundt avløpspunkter, men ellers «god» økologisk tilstand.
- I Omsundet og ved Kvalvik er det noe påvirkning rundt avløpspunktene, men alle prøver ligger i økologisk tilstandsklasse «god» eller «meget god».
- Forurensningen i Kristiansundområdet er primært knyttet til annen industri, men det er lokalt forurenset rundt noen avløp.

# 7 Referanser

Aquateam, 2007. Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. (Veileder 01:2009).

Klif (2008). Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment. TA 2229/2007.

Norconsult AS, 2012. Resipientundersøkelse i Kristiansund kommune, Datarapport.

RIVM, 2004. Environmental Risk Limits for Mineral Oil (Total Petroleum Hydrocarbons). RIVM report 601501021/2004.

Rådgivende Biologer AS 2009. Strømmålinger og en enkel resipientvurdering av Omsundet i Kristiansund kommune. Rapport 1211.

Rådgivende Biologer AS, 2005 A. Miljøundersøkelser i sjøområdene. Beskrivelse av resipienten Bremsnesfjorden, avløpsdisponering og miljøtilstand 2005. Rapport 859.

Rådgivende Biologer AS, 2005 B. Miljøundersøkelser i sjøområdene. Beskrivelse av resipienten Bolgsvaet, avløpsdisponering og miljøtilstand 2005. Rapport 859.

Rådgivende Biologer AS, 2005 C. Miljøundersøkelser i sjøområdene. Beskrivelse av resipienten Dalabukta, avløpsdisponering og miljøtilstand 2005. Rapport 859.

Rådgivende Biologer AS, 2005 D. Miljøundersøkelser i sjøområdene. Beskrivelse av resipienten Dalasundet, avløpsdisponering og miljøtilstand 2005. Rapport 859.

Rådgivende Biologer AS, 2005 E. Miljøundersøkelser i sjøområdene. Beskrivelse av resipienten Havnebassenget med Vågen, avløpsdisponering og miljøtilstand 2005. Rapport 859.

Rådgivende Biologer AS, 2008. Miljøvurdering av Bolgvågen, Kristiansund kommune Rapport 1150.

SFT, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. TA-2229/2007.

SFT, 2005, Resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann, EUs avløpsdirektiv. TA1890/2002. Versjon 3.

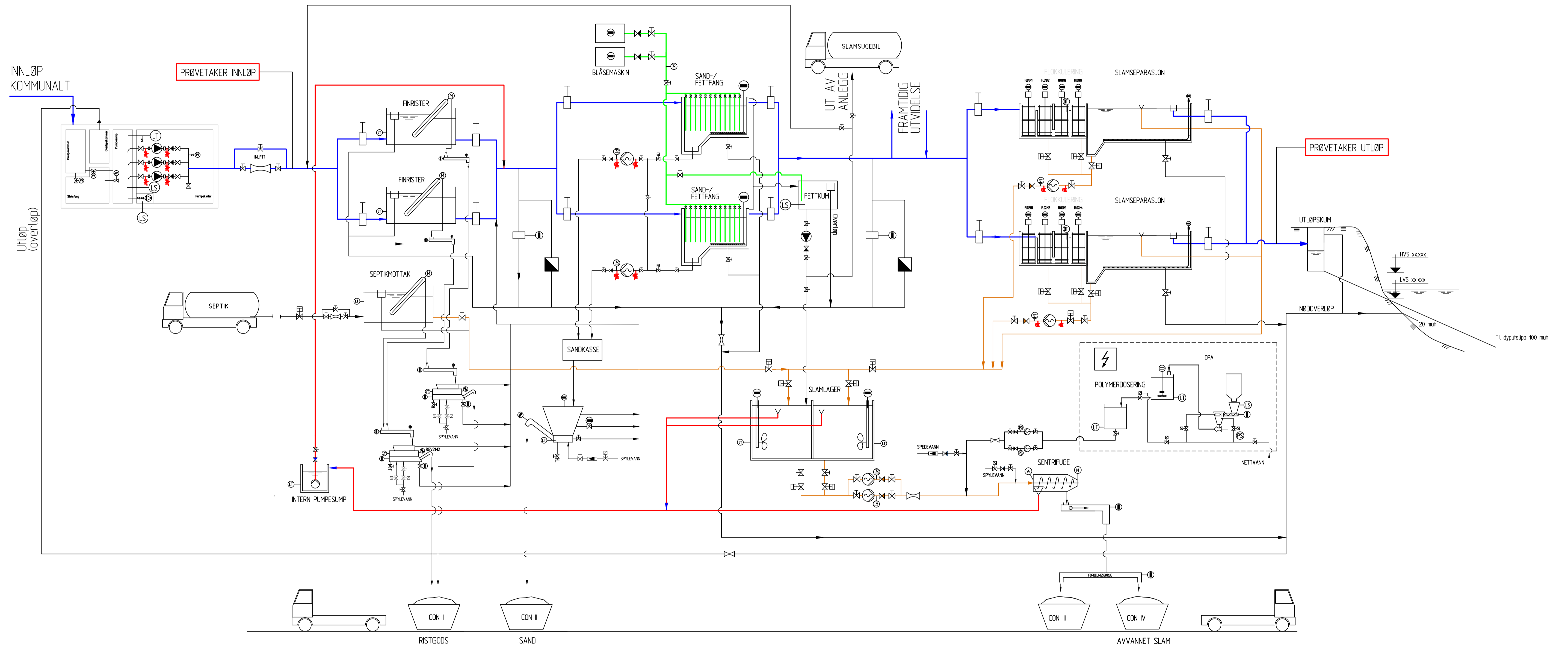
US EPA Visuell Plumes (2001) 4th Edition by. W.E. Frick, P.J.W. Roberts, L.R. Davis, J. Keyes, D.J. Baumgartner, K.P. George. <http://www.epa.gov/ceampubl/swater/vplume/VP-Manual.pdf>.

Vann-nett.no. (<http://vann-nett.nve.no/saksbehandler/Default.aspx>)

Vannstand.no. Statens kartverk (<http://vannstand.no/index.php/en/tidevannsdata/tidevannstabell>)



## VEDLEGG 6



- ⌘ Tilbakeslagsventil
- ⌘ Spylepunkt
- Dekantering
- ⊙ Pumpe
- ⊙ Motor
- ⊙ Nivåtransmitter
- ⊙ Nivåvippe
- ⊙ Trykktransmitter
- ⊙ Magnetventil
- ⊙ Manuell luke
- ⊙ Manuell ventil
- ⊙ Pneumatisk ventil
- ⬛ Overløp
- AVLØP
- SLAM
- REJEKTIVANN/OVERLØP
- LUFT
- NETTVANN

TILBUDSTEGNING		RAMBOLL	
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge P. b. 9420 Sluppen - 7493 TRONDHEIM - Tel 73 84 10 00 - Fax 73 84 10 60			
<b>KRISTIANSTUND KOMMUNE</b> <b>NYTT HOVEDRENSEANLEGG</b>		DATO: 05.12.2013 TEGN: ORN KONTR: DEB	
FLYTSKJEMA Primærrensing		613102R DEB Flyt Hageblm RA.dwg	
Skrevet: _____ Dato: _____		Prosjekt: _____ Status: _____	
P110			

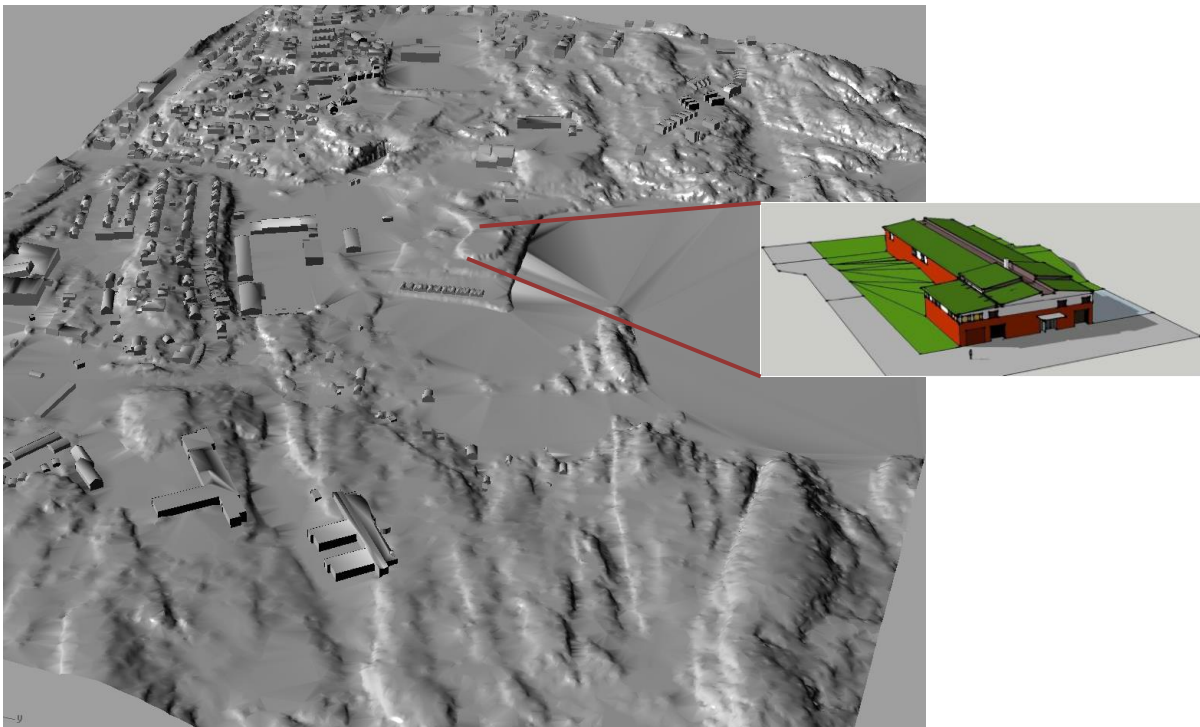
## VEDLEGG 7

Oppdragsgiver  
**Kristiansund kommune**

Rapporttype  
**Foreløpig**

**2013-12-11**

# LUKTSPREDNING HAGELIN RENSEANLEGG



Oppdragsnr.: 6131028YE001  
 Oppdragsnavn: Luktspredning Hagelin renseanlegg  
 Dokument nr.: 1  
 Filnavn: M:\2013 Oppdrag\Tverrfaglig\6131028 Kristiansund kommune - nytt avløpsrenseanlegg\7-PROD\V-VVS\DOK\Luktspredning Hagelien Renseanlegg.doc

Revisjon	1			
Dato	2013-12-11			
Utarbeidet av	SEN			
Kontrollert av	MSJ			
Godkjent av	SEN			
Beskrivelse	Foreløpig			
Ant. sider totalt	19			

#### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder

# Innhold

<b>1. Innledning</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Konklusjon</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Luktkriterier</b> .....	<b>6</b>
3.1 Lukt og luktplager .....	6
3.2 Luktkriterier .....	6
<b>4. Anleggets lokalisering</b> .....	<b>8</b>
<b>5. Meteorologiske data for Krisiansund</b> .....	<b>10</b>
<b>6. Resultater</b> .....	<b>11</b>
6.1 Luktutslippsmengde fra anlegget .....	11
6.2 Resultater - Emmisjonsverdi ( $OU_E$ ) uten hensyn til topografi (flatt terreng) .....	12
6.3 Resultater - Flatt terreng med forhøyet målepunkt. ....	13
6.4 Resultater - Complex terrain Dalabukta boligfelt .....	13
6.5 Konklusjon maksimalt tillatt utslipp (Screen View 3) .....	14
<b>7. Referanser</b> .....	<b>15</b>
<b>8. Vedlegg</b> .....	<b>16</b>
8.1 Generelt om spredningsberegninger .....	16
8.2 Beregningsmatrise Screen View 3 .....	19

## Tabeller

Tabell 1	Tabell 2 i vedlegg 6, TA3019, angir nye anbefalte luktkriterier. ....	7
Tabell 2	Kotehøyder og høyder på bygg innenfor en radius på 500 m fra utslippskilden. Se Figur 3.2 for plassering av aktuelle nedslagsfelt. Horisontal avstand gjelder fra utslippspunktet over tak. ....	9
Tabell 3	Vindstatistikk for Kristiansund Lufthavn (eKlima.no, DNMI) .....	10
Tabell 4	Faktorer for estimering av tidsmidlede konsentrasjonsverdier .....	11
Tabell 5	Sammenheng mellom vertikal temperaturgradient og stabilitetsklasser .....	16
Tabell 6	Beregningsmatrise for Screen View 3 (full meteorologi). ....	19

## Figurer

Figur 4.1	3D-bilde basert på SOSI-data av området sett mot vest. Pilen markerer anleggsplasseringen. ....	8
Figur 4.2	Oversikt over luktnedslagsfelt i nærheten av anlegget. Rødt punkt angir utslippspunkt (punktkilde ventilasjonsavkast fra anlegget). Grønn ring angir ca 300 m avstand fra utslippspunktet. ....	9
Figur 5.1	Vindroser for Kristiansund Lufthavn (eKlima.no, DNMI).....	10
Figur 6.1	Bakkekonsentrasjon (2 m) i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fra punktutslipp. Ved å dele verdien på 123 for man $\text{OU}_E$ . Luktkriteriet er satt til $1 \text{OU}_E = 123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bygningshøyde 10m (møne) og utslippshøyde 13m. ....	12
Figur 6.2	Terrengprofil mot Dalabukta boligfelt benyttet i Complex Terrain. ....	13
Figur 6.3	Complex Terrain Dalabukta boligfelt. Maksimal døgnmiddelverd i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fra punktutslipp. Ved å dele verdien på 123 for man $\text{OU}_E$ . For å få maksimal timesmiddel må man gange døgnmiddel med 2. ....	13
Figur 8.1	Prinsippskisse av røykfanens spredning under ulike stabilitetsforhold. Figuren er hentet fra [1]. ....	17
Figur 8.2	Skisse av en Gaussisk spredningsmodell. Figuren er hentet fra [12]. ....	18

## 1. Innledning

Rambøll Norge AS har på oppdrag av Kristiansund kommune gjennomført vurdering av luktspredning fra nytt renseanlegg på Hagelin i Kristiansund. Vurderingene er basert på KLIF sin veileder TA3019/2013 *Regulering av luktutslipp i tillatelse etter forurensningsloven* [3]. Underlag for modellen er bl.a. basert på oppdaterte SOSI-kartdata og utbyggingsplaner for nærområdet mottatt fra kommunen.

## 2. Konklusjon

Det er gjennomført beregninger ved bruk av programmet Screen View 3 (Gaussisk spredningsmodell). Det er tatt utgangspunkt i et maksimalt luktutslipp på 10,5 mill  $\text{OU}_E/\text{time}$  for å tilfredsstille emisjonskravet på 1  $\text{OU}_E/\text{m}^3$  gitt i veiledning TA3019 [3].

Dimensjonerende nedslagsfelt er Dalabukta boligfelt, som ligger 250-350 meter vest for anlegget på kote 15-30 moh, dvs. 0-15 meter høyere enn anleggets punktutslipp. Maksimal timesverdi er beregnet til i underkant av 1  $\text{OU}_E$ , og tilfredsstillende dermed også 99 % månedlig timespersentil.

Utslippskilden avgir 21.000  $\text{m}^3/\text{h}$  avkastluft fra renseanlegget, med en forutsatt maksimal luktkonsentrasjon på 500  $\text{OU}_E/\text{m}^3$ . Dette gir et samlet utslipp på 10,5 mill  $\text{OU}_E/\text{time}$ . Beregningene er basert på et punktutslipp (pipe/jethette) med et oppgitt utslippsareal på 0,78  $\text{m}^2$ , som gir en vertikal utslippshastighet på ca 7,5 m/s. Det er benyttet en overtemperatur på avkastet på 3 °C i forhold til omgivelsestemperatur (uteluft).

Det presiseres at det ikke foreligger reelle luktmålinger fra anlegget. Luktkonsentrasjonen som er forutsatt i avkastet er basert på anbefalinger fra veiledere/litteratur og målinger utført ved LARA, Trondheim [3, 22, 23].



### 3. Luktkriterier

#### 3.1 Lukt og luktplager

For å forbedre den lokale luftkvaliteten er det viktig er å redusere utslipp av uønskede komponenter til luft. Dette kan oppnås gjennom redusert behov for utslipp, bruk av ny/bedre teknologi eller bedre rensing av utslippene.

En oppdatert oversikt over de helsemessige aspektene ved utslipp av ulike komponenter på lokal luftkvalitet, kan man bl.a. finne på [www.luftkvalitet.info](http://www.luftkvalitet.info) og Folkehelseinstituttets (FHI) hjemmeside [www.fhi.no/eway](http://www.fhi.no/eway) (velg Luftforurensning og Helseeffekter). En oversikt over de gjeldende anbefalte luftkvalitetskriteriene er tilgjengelig på FHI's nettside.

Når det gjelder utslipp som gir luktplager, sier FHI følgende (ref. [www.fhi.no](http://www.fhi.no)):

*Lukt er en av de vanligste årsakene til klager på luftkvalitet. Lukt i seg selv er sjelden direkte helseskadelig, men kan føre til plager som kvalme og brekninger, og indirekte til stressreaksjoner karakterisert ved muskelsmerter og hodepine. Opplevde luktproblemer hos enkeltindivider eller grupper bør tas på alvor siden enkelte personer er mye mer følsomme enn andre.*

I tillegg til at lukt oppleves svært individuelt, er måling av lukt utfordrende og kan kun utføres av akkrediterte selskaper som har spesialisert seg på luktmålinger.

For å hindre/ redusere spredning av lukt fra ulike luktkilder, er det ofte enkle tiltak som gjelder, så som å hindre/ redusere eksponering mot uteluft, tildekking av luktkilden og temperaturkontroll.

Det henvises for øvrig til SINTEF-rapport [10] for nærmere innføring i luktmålinger og luktproblematikk. Det henvises også til ny veileder fra KLIF TA3019/2013 *Regulering av luktutslipp i tillatelse etter forurensningsloven* [3] og annen referert litteratur.

#### 3.2 Luktkriterier

Måleenheten for luktkonsentrasjon er Europeisk Luktenhet,  $OU_E/m^3$ . En  $OU_E/m^3$  tilsvarer etter CEN-standarden *den lukten man får når 123  $\mu g$  n-butanol fordampes inn i 1  $m^3$  nøytral gass ved standard betingelser (0,040 mmol/mol)*. En konsentrasjon på 1  $OU_E/m^3$  er en svært liten enhet, og skal i utgangspunktet kunne detekteres av halvparten av personene i et luktpanel (dvs. luktekspertes). Utslipp som måles fra luktkilder vil typisk være i størrelsesorden 10 til over 100 000  $OU_E/m^3$ . En luktverdi på over 1000  $OU_E/m^3$  vil oppfattes som sterk lukt.

I henholdt til TA3019 vil kravet til lukt fra anlegget være gitt som en maksimal månedlig 99 % timefraktal. Fraktilen gjelder for ugunstigste måned, og medfører at grenseverdien ikke kan overstiges mer enn 7 timer denne måneden.

Tabell 2. Tabellen viser sammenhengen mellom ulike enheter ( $LE/m^3$  og  $OU_E/m^3$ ), midling (maksimal månedlig 99 prosent timefraktal av maksimalt minuttmiddel og maksimal månedlig 99 prosent timefraktal) og konsentrasjoner (1, 2, 5, 10 og 15), samt nye måter å stille immisjonskrav på.

	Tidligere danskrelatert måte å stille luktkrav på	Tidligere norsk måte å stille krav på	Omregnete verdier tilpasset ny midling (dividert på $\sqrt{60}$ )	Nye anbefalte måter å stille luktkrav på
enhet	$LE/m^3$	$OU_E/m^3$	$OU_E/m^3$	$OU_E/m^3$
midling	Maksimal månedlig 99 prosent timefraktal av maksimalt minuttmiddel	Maksimal månedlig 99 prosent timefraktal av maksimalt minuttmiddel	Maksimal månedlig 99 prosent timefraktal	Maksimal månedlig 99 prosent timefraktal
konsentrasjon	5	5	0,645	1
	10	10	1,291	1
	15	15	1,936	2

Tabell 1 Tabell 2 i vedlegg 6, TA3019, angir nye anbefalte luktkriterier.

Som det fremgår av tabellen, har det i Norge vært vanlig å stille et luktkrav på 5-15  $OU_E/m^3$  beregnet som maksimal månedlig 99 % timefraktal av maksimal minuttmiddel.

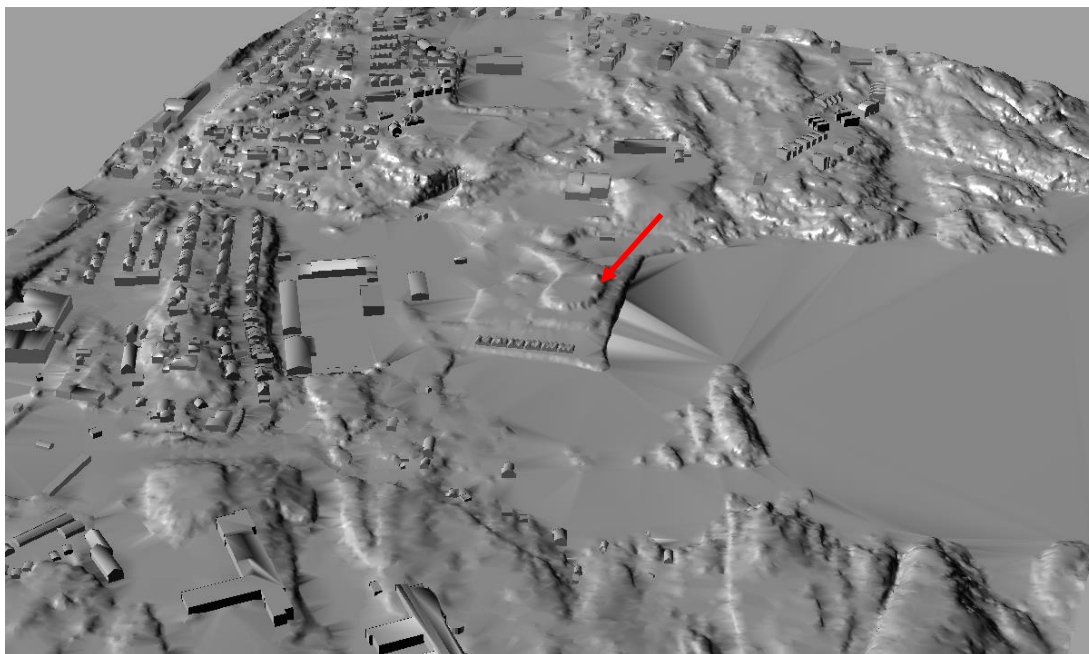
Med utgangspunkt i et typisk minuttkrav på  $7 OU_E/m^3$ , er det i den nye veilederen anbefalt et tilsvarende **krav på 1  $OU_E/m^3$  maksimal månedlig 99 % timefraktal**. I denne rapporten er dette kravet benyttet ved vurdering av luktutslipp fra Hagelin renseanlegg.

Resultatene fra Screen View 3 gir oss maksimale timesmidlede verdier. Resultatene kan derfor benyttes som dokumentasjon for at man minst tilfredsstiller de nye anbefalte timesmidlede kravene i TA3019.

## 4. Anleggets lokalisering

De topografiske forholdene spiller en avgjørende rolle for spredningsvurderinger, og er derfor viktig å kartlegge (se [1] for en oversikt over ulike forhold som bør vurderes).

Det nye renseanlegget på Hagelin, er planlagt plassert ved sjøen nord for Hagelin. Tomten ligger på kote 5 moh innerst i Dalabukta.



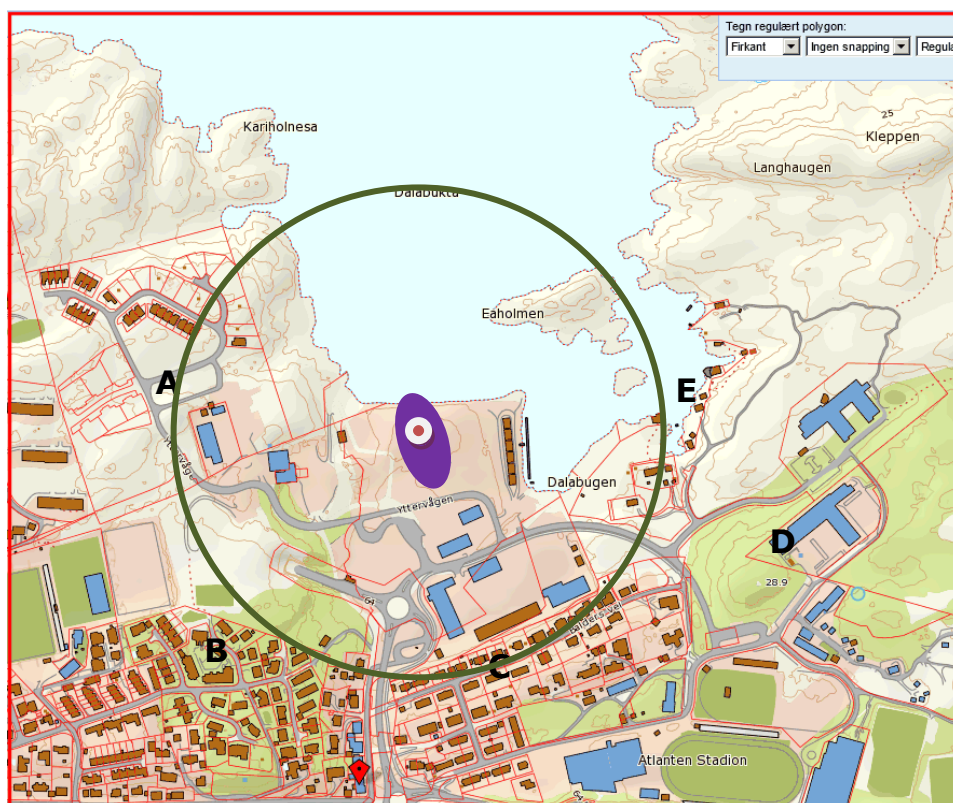
Figur 4.1 3D-bilde basert på SOSI-data av området sett mot vest. Pilen markerer anleggs plasseringen.

Generelt er området rundt anlegget relativt flatt med noe variert og kupert terreng mot vest og øst. Aktuelle nedslagsfelt er vurdert ut i fra avstand og relativ høyde i forhold til utslippspunktet/-kilden. Det er tatt utgangspunkt i at luktkilden, dvs. punktutslippet fra avkast ventilasjon, har en kotehøyde på 18 moh (3 meter over mønehøyden).



Figur 4-1 Skisse av renseanlegget med avkastpunkt over tak, sett fra nord.

På grunn av at utslippshøyden er lav, dvs. lav pipehøyde relativt til bygningshøyden, vil det være fare for "downwash-effekter" som medfører høyere luktkonsentrasjoner i nærheten av bygningen. Beregningene er derfor gjennomført med downwash-beregninger aktivert, slik at resultatene tar høyde for denne effekten.



Figur 4.2 Oversikt over luktnedslagsfelt i nærheten av anlegget. Rødt punkt angir utslippspunkt (punktkilde ventilasjonsavkast fra anlegget). Grønn ring angir ca 300 m avstand fra utslippspunktet.

Kotehøyde for utslippspunkter fra renseanlegget og oppsummering av utsatte områder er gjengitt i tabellen under.

Tabell 2 Kotehøyder og høyder på bygg innenfor en radius på 500 m fra utslippskilden. Se Figur 4.2 for plassering av aktuelle nedslagsfelt. Horizontal avstand gjelder fra utslippspunktet over tak.

Bygg/nedslagsfelt	Ref. Figur 3.2	Retning Øst = 90° Sør = 180°	Kote (moh)	Bygnings- høyde (m)	Horizontal avstand (m)
Renseanlegg Hagelin	Fiolett oval	-	5	ca 10	0
Utslippspunkt (avkast over tak, jethette)	Rødt punkt	-	18	Møne + 3m	0
Boligomr. (Dalabukta)	A	260-290	15-30	5-8 ?	250-400
Boligområde	B	200-240	20-30	5-8	300-500
Boligområde	C	140-190	10-15	5-8	300-400
Atlanten vgs.	D	90-110	20-25	10-15 ?	450-600
Bolig-/hytteomr.	E	70-100	5	5-8	300-400

Topografien er lite komplisert, og beregninger av maksimale timesverdier med screeningprogrammet Screen View 3, vil gi oss en god indikasjon på om angitt utslippsnivå (emisjonsnivå) kan tillates uten å overskride luktkrav (immisjonsnivå) i forhold til naboer (boliger). Beregningene som utføres med Screen View 3 er utført med forutsetninger som skal gi konservative estimater for maksimalt utslipp.

Avhengig av hva som gir ugunstigste verdier, benyttes hhv forutsetning om ru (urban) eller glatt (rural) "overflate". Terreng, opptredende vindretninger og bebyggelse i nærområdet tilsier at forutsetningen om ru overflate benyttes.

## 5. Meteorologiske data for Kristiansund

Det foreligger gode vinddata for Kristiansund Lufthavn. Dataene vurderes å være representative for Hagelin-området. Ut i fra vindstatistikken kan man lese at vindstyrken ligger under 5 m/s 78 % av tiden og at dominerende vindretning er omkring vest og øst. Generelt kan man ut fra vindrosen se at vind fra sør skjer sjelden, sterkeste vind forekommer fra vest mens moderate vindforhold oftest opptrer fra omkring øst.

Når det gjelder luktspredning, så oppstår ugunstigste spredningsforhold ved relativt lave vindhastigheter 2,5 – 4,5 m/s. Ved vind fra omkring øst er boligfeltet *Dalabukta* spesielt utsatt og er derfor vurdert spesielt.

### Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

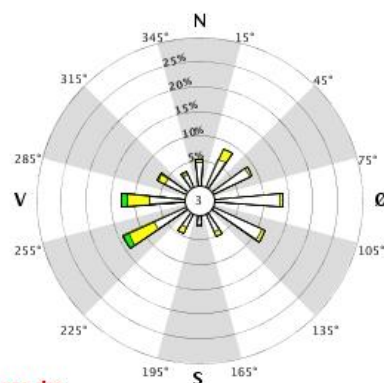
#### Vindhastighet (m/s)

- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

#### Stille (%)

3

### 64330 KRISTIANSUND LUFTHAVN



År: 2003 - 2010

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

Figur 5.1 Vindroser for Kristiansund Lufthavn (eKlima.no, DNMI).

Tabell 3 Vindstatistikk for Kristiansund Lufthavn (eKlima.no, DNMI)

64330 Relativ frekvens (%) av observasjoner for DD horisontalt og FF vertikalt. 15.10.2003 - 31.12.2010  
Alle tilgjengelige måneder. Alle tilgjengelige timer

	DD	345	15	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	Stille	Rel.fr.	Kum.fr.
FF		14	44	74	104	134	164	194	224	254	284	314	344			
<=	0,2													3,1	3,1	3,1
0,3	5,2	4,6	6,2	8,3	13,3	11,0	4,3	2,0	3,0	7,2	7,0	4,7	2,7		74,2	77,4
5,3	10,2	0,7	2,3	0,4	0,7	0,7	0,9	0,1	1,5	5,7	4,5	1,5	0,6		19,6	97,0
10,3	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	1,2	0,2	0,0		2,8	99,8
15,3	20,2							0,0		0,1	0,1	0,0			0,2	100,0
>	20,2									0,0	0,0				0,0	100,0
Rel.fr.		5,3	8,5	8,8	14,0	11,7	5,2	2,1	4,5	14,1	12,9	6,4	3,3	3,1	100,0	
Kum.fr.		5,3	13,8	22,6	36,6	48,3	53,5	55,6	60,2	74,3	87,2	93,6	96,9	100,0		
Middel	FF	3,6	4,1	2,4	2,6	3,0	3,5	2,8	4,4	5,7	5,5	4,2	3,8	0,0		
St.av.	FF	1,6	2,1	1,4	1,4	1,4	2,0	1,7	2,5	3,1	3,3	2,8	2,1	0,0		

## 6. Resultater

### 6.1 Luktutslippsmengde fra anlegget

Anlegget er under prosjektering, og det foreligger derfor ikke målinger for utslippskilden. På bakgrunn av aktuell rensemetode, er konsentrasjonen i avkastet basert på verdier fra litteratur, og målinger utført ved LARA, Trondheim.

Det er tatt utgangspunkt i at avtrekk fra renseanleggets ventilasjonssystem har en luktkonsentrasjon på maksimalt  $500 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ . RIV har oppgitt en avkastluftmengde på  $21.000 \text{ m}^3/\text{h}$ . Dette vil gi oss et luktutslipp (emisjonsverdi) på 15 mill  $\text{OU}_E$  pr time.

10,5 mill  $\text{OU}_E$  pr time, tilsvarer et utslipp på **0,36 g n-butanol i sekundet**. Denne verdien er benyttet som input i Screen View. Resultatene foreligger i form av grafer som viser konsentrasjonen som funksjon av avstand fra utslippet. Konsentrasjon i lufta oppgis i  $\mu\text{g n-butanol}$ . Kravet på  $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  leses av i grafen som  $123 \mu\text{g n-butanol}$ .

Spredningsberegningene forutsetter et punktutslipp (pipe/jethette) med et oppgitt utslipsareal på  $0,78 \text{ m}^2$ , som gir en vertikal utslippshastighet på ca  $7,5 \text{ m/s}$ . Det er benyttet en overtemperatur på avkastet på  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  i forhold til omgivelsestemperatur (uteluft). Utslippspunktet er forutsatt å ligge på kote 18 moh (13 m over terreng). Det er også gjennomført beregning med utslippshøyde 4 m over mønehøyde (14 m over terreng) for å se på følsomheten i forhold til downwash-effekter.

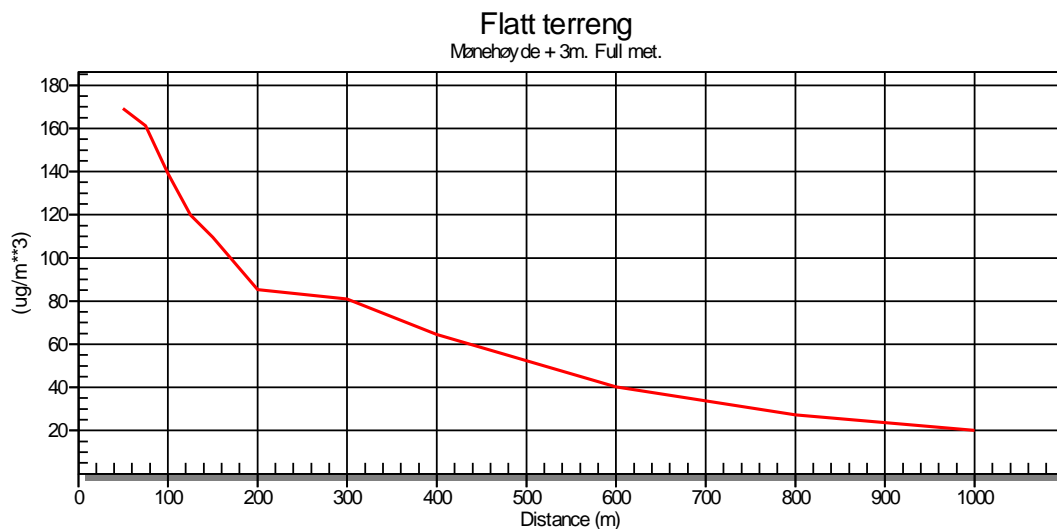
Programmet Screen View 3 beregner i utgangspunktet kun maksimale timesverdier for kombinasjoner av stabilitet og vindstyrker (se tabell i vedlegg 8.2). Unntaket er ved simulering med såkalt "Complex Terrain" hvor programmet beregner døgnmiddelverdier. Ved å benytte erfaringsfaktorer kan man på bakgrunn av timesverdiene bl.a. estimere døgn- og årsmiddelverdier [16].

Tabell 4 Faktorer for estimering av tidsmidlede konsentrasjonsverdier

Tidsmidling	Faktor (mult. med timesverdier)
3 timer	0.9 ( $\pm 0.1$ )
8 timer	0.7 ( $\pm 0.2$ )
24 timer	0.4 ( $\pm 0.2$ )
Årsmiddel	0.08 ( $\pm 0.02$ )

Resultatene for utsatte punkt som vises er beregnet med full meteorologi (se vedlegg), og spredningskoeffisienter basert på ru overflate (tettbebyggelse).

## 6.2 Resultater - Emmisjonsverdi ( $OU_E$ ) uten hensyn til topografi (flatt terreng)



Figur 6.1 Bakkekonsentrasjon (2 m) i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  fra punktutslipp. Ved å dele verdien på 123 for man  $OU_E$ . Luktkriteriet er satt til 1  $OU_E = 123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bygningshøyde 10m (møne) og utslippshøyde 13m.

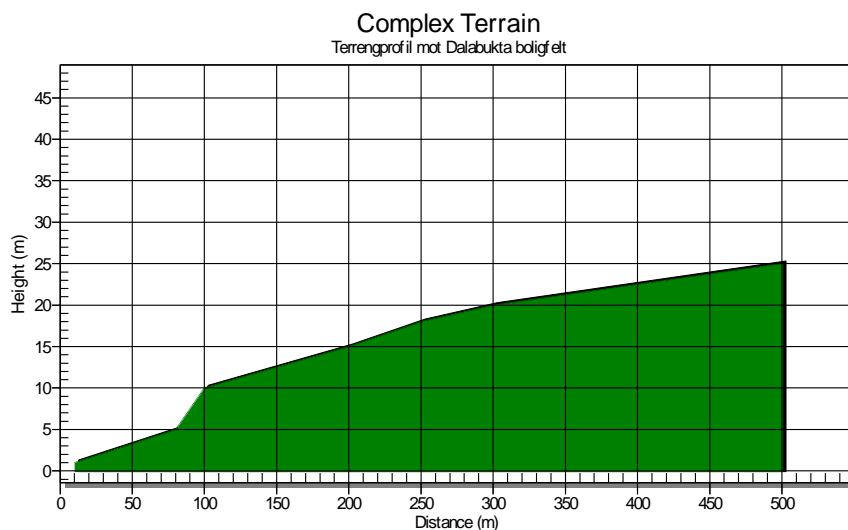
Som vi ser vil vi med en utslippshøyde på mønehøyde + 3 m tilfredsstillende emmisjonskravet på 1  $OU_E$  når vi passerer ca 100 meter.

Resultatene for flatt terreng representerer spredningssituasjonen mot øst og sør (delvis).

### 6.3 Resultater - Flatt terreng med forhøyet målepunkt.

### 6.4 Resultater – Complex terrain Dalabukta boligfelt

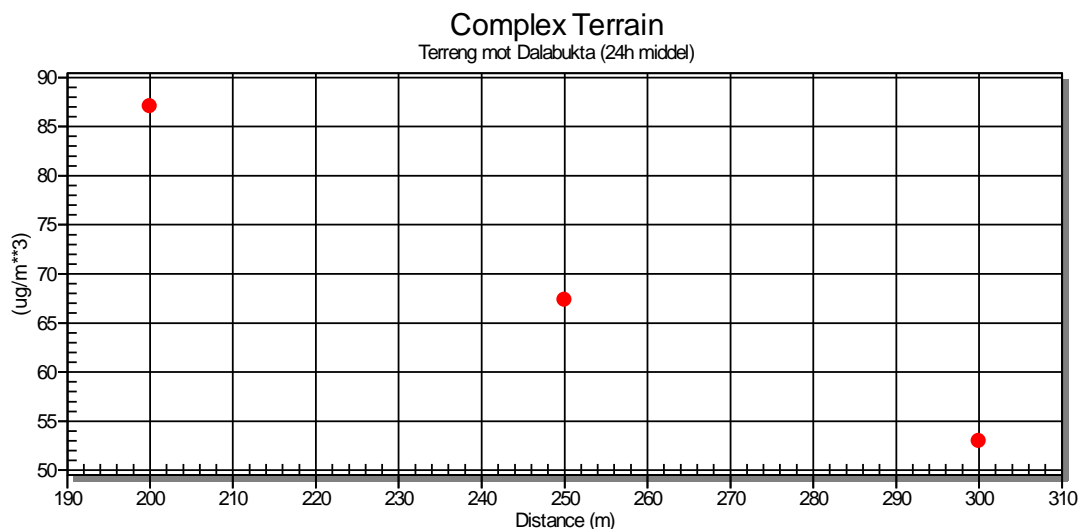
Nedslagsfelt som ligger høyere enn utslippskilden, må beregnes som Complex Terrain i Screen View. Det er lagt inn følgende terrengprofil på bakgrunn av kartdata.:



Figur 6.2 Terrengprofil mot Dalabukta boligfelt benyttet i Complex Terrain.

Kurven over viser avstand og høyde i forhold til "fundamentet" til utslippspunktet (kotehøyde fundament er satt til 5 moh). Det er kun punkt på kurven som ligger høyere enn kotehøyden til utslippskilden som beregnes i Complex-modellen (dvs. > 18 moh).

Resultatene er presentert i grafen under, og representerer døgnmiddelverdi i punkter på terrengprofilen som ligger høyere enn utslippskilden.



Figur 6.3 Complex Terrain Dalabukta boligfelt. Maksimal døgnmiddelverdi i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  fra punktutslipp. Ved å dele verdien på 123 for man  $\text{OU}_E$ . For å få maksimal timesmiddel må man gange døgnmiddel med 2.

Ved å gange døgnmiddelverdien med 2 (ref. forholdstall time/døgn i tabell 4) får man et estimat for maksimal timesmiddel. Vi ser at maksimal timesmiddelverdien i en avstand på 250 m gir oss en emmisjonsverdi på mellom 1 og 1,5  $\text{OU}_E$ .



## **6.5 Konklusjon maksimalt tillatt utslipp (Screen View 3)**

På bakgrunn av gjennomførte spredningsberegninger med screeningprogramvaren Screen View 3, er maksimalt tillatt luktutslipp fra nytt renseanlegg på Hagelin vurdert til 10 mill  $OU_E$ /time. Dette tilsvarer en luktkonsentrasjon i avtrekket på mellom 400-500  $OU_E/m^3$ .

Det vurderes dit hen at 99 % persentil timesmiddel for ugunstigste måned tilfredsstilles med de angitte utslippsverdiene.

## 7. Referanser

- [1] NILU F32/93. Referanse Q-303. *Spredning av luftforurensning. Meteorologi og modeller*, 1993.
- [2] Segura and Feddes, *Relationship Between Odour Intensity and Concentration of n-Butanol*, CSAE/SGGR, Paper No. 05-020, 2005
- [3] KLIF TA3019/2013, *Regulering av luktutslipp i tillatelser etter forurensningsloven*, feb. 2013.
- [4] SCREEN3. User Guide SCREEN3 (Screen View 3).
- [5] EPA-454/B-95-003b. *Model User Guide for the industrial source complex (ISC3) dispersion models. Volume II - Description of model algorithms.*
- [6] KLIF TA-1718-2000. *Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensning. Luftforurensninger – effekter og verdier (LEVE).*
- [7] STF TA-1940-2003. *Veiledning til forskrift om lokal luftkvalitet.*
- [8] FOR-2004-06-01-931 - *Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften)*. Kapittel 7 og 27.
- [9] eKlima.no - Meteorologiske data fra DNMI's åpne klimadatabase.
- [10] SINTEF - STF66A 99043 (1999) - *Lukt og luktproblemer fra biologiske behandlingsanlegg* (Kap 6 s73-79 - Figurer hentet fra [11])
- [11] Bøhler 1986. *Atmosfærisk spredning av utslipp ved avfallsforbrenning. Forelesning om avfallsforbrenning*. NIF-seminar: Teknisk vinteruke 1986.
- [12] Wikipediaartiklene *Atmospheric dispersion modeling* og *Air pollution dispersion terminology*- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [13] EPA (USA), *Introduction to Atmospheric Dispersion Modeling*, (funnet på nettet, ukjent årstall).
- [14] Air Quality Guidelines for Europe 2nd Ed. WHO Regional Publications, European Series, No. 91, 2000, ISBN 1358 3, ISSN 0378-2255.
- [16] EPA-454/R-92-019, *Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised*, U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY October 1992.
- [22] Avfall Sverige utveckling, Rapport B2008:01, *Luktproblem vid biologisk behandling – En genomgång av situationen i Sverige och av europeiska rektlinjer*, sept. 2008.
- [23] ÅF Consulting, Rapport – *Kompletterande luktutredning Ladehammeren (LARA)*, mai 2012.

## 8. Vedlegg

### 8.1 Generelt om spredningsberegninger

Følgende teorigrunnlag omhandler generell meteorologi og Gaussisk spredningsmodellering. Stoffet er skrevet med utgangspunkt i utslipp fra forbrenningsanlegg o.l., men teorien er allment gyldig for alt utslipp av gasser til luft (herunder lukt).

For å kunne si noe om hvordan utslipp fra en punktkilde spres i atmosfæren, benytter man spredningsmodeller. Spredningsmodellering er et svært omfattende fagområde. Det vil være for omfattende å gå i dybden på det teoretiske, meteorologiske og helsemessige grunnlaget i denne rapporten, men en kort introduksjon er gitt.

For en innføring i fagfeltet *Atmospheric dispersion modeling*, henvises det bl.a. til referansene [1, 12 og 13]. En mer omfattende innføring av det teoretiske grunnlaget er å finne i [1] og [4, 5].

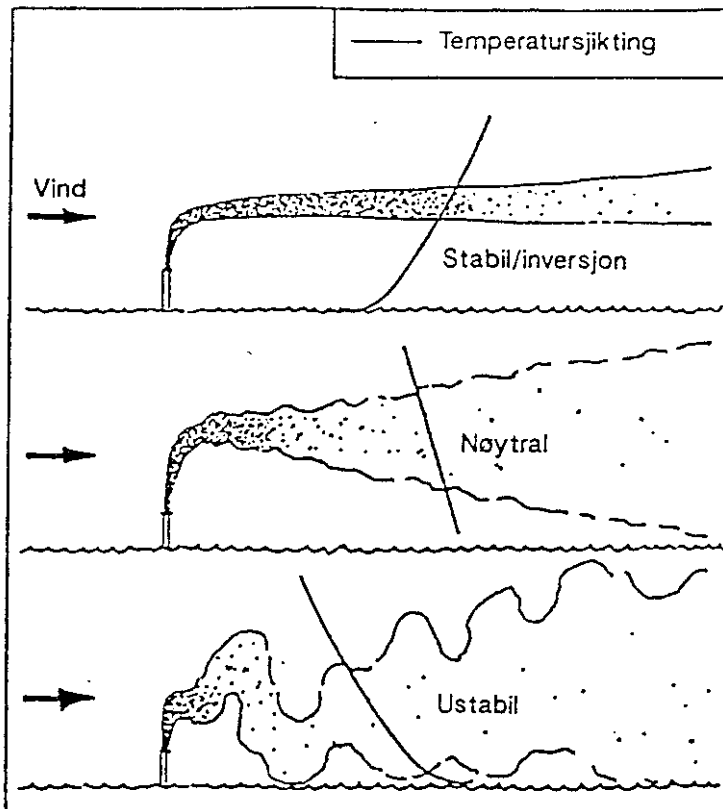
Det er viktig å forstå hvilke atmosfæriske forhold som kan opptre og hvordan disse forholdene påvirker spredningen fra en utslippskilde. Foruten egenskapene til selve utslippet (temperatur, utslippshastighet og mengde av forurensningskomponenter i utslippet, heretter kalt "komponenter"), er det de atmosfæriske og topografiske forholdene som avgjør hvor godt eller dårlig utslippet spres og tynnes ut.

Frank Pasquill utarbeidet i 1961 et klassifiseringssystem bestående av seks stabilitetsklasser, A til F, der A-C er *ustabile* klasse med A som mest ustabil, D er *nøytral stabilitet* og E-F er *stabile* klasser. Hver klasse definerer stabiliteten, eller egentlig mengden turbulens i det nederste laget av atmosfæren, også kalt *atmospheric boundary layer* eller ABL. Stabilitetsklassene kategoriseres ut i fra de meteorologiske forholdene normalt observert og er sterkt avhengig av temperaturprofilen og -gradienten i det nederste sjiktet av ABL, se Figur 8.1 og Tabell 5.

Tabell 5 Sammenheng mellom vertikal temperaturgradient og stabilitetsklasser

Stabilitet	Ustabil	Nøytralt	Lett stabilt	Stabilt
Temp. gradient (°C/100m)	< -1	-1 - 0	0 - 1	> 1
NILU: $dT$ 25 og 10 m [1]	< -0.5	-0.5 - 0	0 - 0.5	> 0.5
Pasquill	A, B, C	D	E	F

Under *stabile* forhold er spredningen av røykfanen dårlig. Temperaturgradienten er positiv (temperaturen øker med høyden), noe som gjør luftlaget stabilt (liten oppdrift). Ved lave vindhastigheter, undertrykkes dermed i stor grad den mekaniske blandingen pga vind, og røykfanens spredning blir liten. Bakkeinversjon er et typisk tilfelle av stabil luftmasse, og medfører at konsentrasjonen i røykfanen er høy og fraktes langt bort, noe som kan medføre svært høye bakkekonsentrasjoner langt unna kilden og/eller ved forhøyninger i terrenget. Stabile forhold er typiske for stille klare netter og om vinteren der de nederste luftlagene kjøles ned av den kalde bakken.



Figur 8.1 Prinsippskisse av røykfanens spredning under ulike stabilitetsforhold. Figuren er hentet fra [1].

Nøytrale stabilitetsforhold opptrer normalt i overskyet vær der man har begrenset varmeutveksling ved bakken og/eller moderat til sterk vind. Spredningen er alltid relativt god, dvs. man har god horisontal og vertikal fortykning av utslipp fra skorstein.

Under *ustabile* forhold får vi den beste spredningen av røykfanen vertikalt, men for skorsteiner kan dette medføre de høyeste konsentrasjonene i nærheten av utslippet på grunn av røyknedslag. Ustabil sjikning oppstår bl.a. når bakken varmes opp av solen og det nederste luftlaget blir varmt og får høy oppdrift.

Det er viktig å merke seg at luftlagets stabilitet normalt endrer seg i løpet av et døgn, og at endringene kan skje relativt raskt (timer).

Spredningsberegninger omfatter bl.a. bestemmelse av røykløftet og røykfanens spredning vertikalt og horisontalt i spredningsretningen ved de ulike atmosfæriske forholdene (*stabilitetsforholdene*).

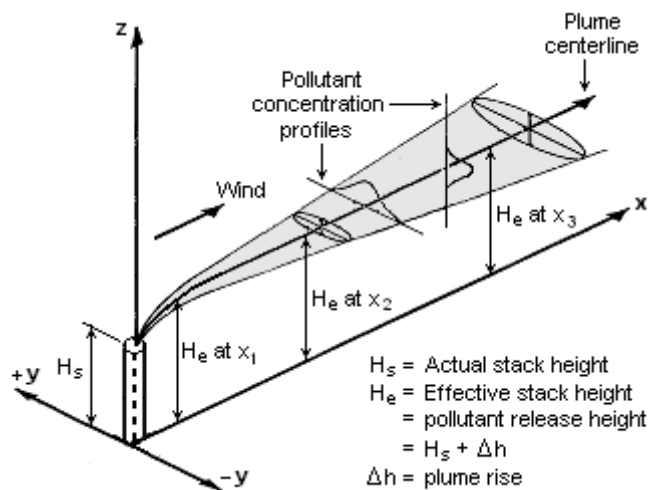
Den effektive skorsteinshøyde er definert som summen av den fysiske skorsteinshøyden og røykløftet. Røykløftet er avhengig av røykens temperatur og hastighet ut av skorsteinsmunningen, og varierer med vindstyrken. Omkring 1970 gjennomførte G. A. Briggs en omfattende litteraturstudie av gjeldende røykfanemodeller, og sammenstilte kunnskapen i Briggsmodellen, som er en av de mest implementert modellene (se bl.a. [11]).

Det finnes en god del dataprogrammer som beregner (estimerer) spredning fra ulike utslippskilder. De fleste programmene benytter i dag empiriske modeller. De mest avanserte modellene (bl.a. AERMOD) kan ta hensyn til utslipp fra flere og ulike kilder, topografi (terreng), detaljerte meteorologiske data, infrastruktur (bygninger) i nærheten av utslippskilden, samt har modeller som korrigerer for tørr- og våtavsetning. Enklere modeller forutsetter flatt terreng eller en forenkling av topografien og infrastruktur, ingen

avsetning og full refleksjon av forurensningen (dvs komponentene reflekteres bl.a. av bakken). Screeningmodeller er av den enklere typen og er designet slik at man kan utføre initiale beregninger som ikke krever så mye inndata. Resultatene fra slike modeller er forventede maksimalverdier (som regel timesverdier) som funksjon av avstand til utslippet.

På grunn av den voldsomme utviklingen i tilgangen på billig datakraft og dataminne, vil man i fremtiden sannsynligvis se mer bruk av CFD<sup>1</sup>-baserte programmer for å beregne røykfanens spredning, der man modellerer topografi og infrastruktur med stor nøyaktighet. Utfordringen ligger i å definere de atmosfæriske forholdene (stabiliteten) samt og få ned beregningstiden.

Spredningsprogramvaren som er benyttet i dette oppdraget, Screen View 3 (et grafisk overbygg av SCREEN3/ICS3 fra EPA i USA), benytter en Gaussisk spredningsmodell. Programmet er en screening programvare. Ulike empiriske modeller er implementert for å beregne spredningsparameterene som inngår i den Gaussiske modellen (se [4, 5]), bl.a. Briggs røykløftmodell og Pasquills stabilitetsklassifisering. Den Gaussiske modellen baserer seg på at konsentrasjonen av de ulike komponentene har en normalfordeling vertikalt og horisontalt langs røykfanens transportretning og at røykfanen reflekteres av bakken (noe som normalt er konservativt). Se Figur 8.2.



Figur 8.2 Skisse av en Gaussisk spredningsmodell. Figuren er hentet fra [12].

<sup>1</sup> Computational Fluid Dynamics (se Wikipedia for en innføring).

## 8.2 Beregningsmatrise Screen View 3

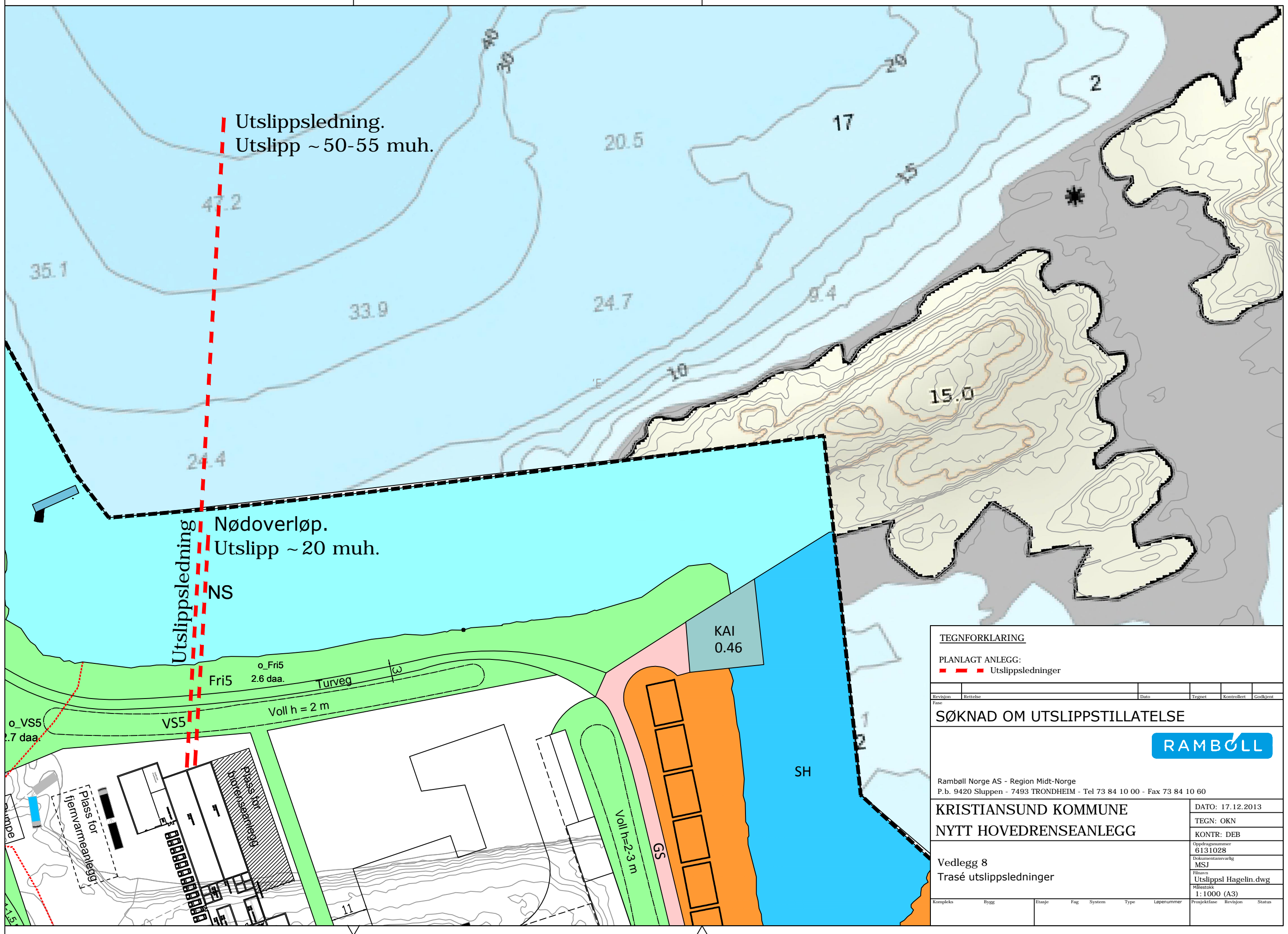
Screen View 3 benytter matrisen gjengitt under, og kjører beregninger for alle kombinasjonene angitt med \* (såkalt "full meteorologi"-kjøring). Beregnede maksimalkonsentrasjoner som funksjon av avstand fra utslippskilden plottes i en og samme graf, og gir derfor en samlet oversikt over resultatene fra hver enkelt kjøring.

Tabell 6 Beregningsmatrise for Screen View 3 (full meteorologi).

Pasquill-Gifford Stability Class	Wind speed at 10-meter height (m/s)												
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	8.0	10	15	20
A (Ustabil)	*	*	*	*	*								
B	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
D (Nøytral)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
F (Stabil)	*	*	*	*	*	*	*						

Om man ønsker, kan man også kjøre beregninger for én stabilitetsklasse, eller kombinasjonen en stabilitetsklasse og en valgt vindbelastning.

## VEDLEGG 8

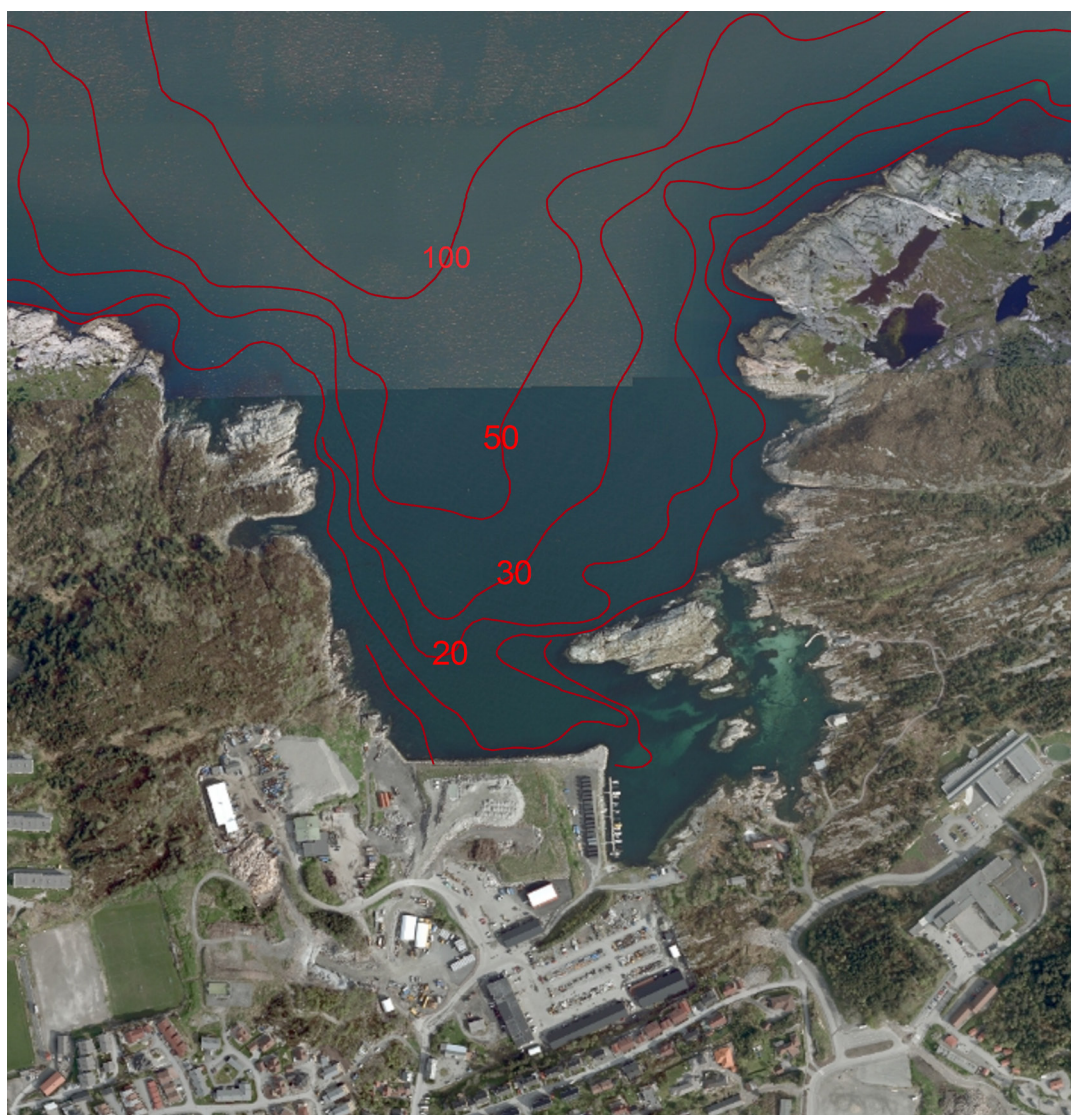


TEGNFORKLARING					
PLANLAGT ANLEGG:					
■ ■ ■ Utslippsledninger					
Revisjon	Rettelser	Dato	Tegnet	Kontrollert	Godkjent
SØKNAD OM UTSLIPPSTILLATELSE					
<b>RAMBOLL</b>					
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen - 7493 TRONDHEIM - Tel 73 84 10 00 - Fax 73 84 10 60					
KRISTIANSUND KOMMUNE				DATO: 17.12.2013	
NYTT HOVEDRENSEANLEGG				TEGN: OKN	
				KONTR: DEB	
Vedlegg 8				Oppdragsnummer 6131028	
Trasé utslippsledninger				Dokumentansvarlig MSJ	
				Filnavn Utslippsl Hagelin.dwg	
				Målestokk 1:1000 (A3)	
Kompleks	Bygg	Etasje	Fag	System	Type
					Løpenummer
					Prosjektfase
					Revisjon
					Status



## VEDLEGG 9

# Beregning av innlagringsdyp i Dalabukta ved bruk av diffusor



# 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**

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

Tittel Beregning av innlagringsdyp i Dalabukta ved bruk av diffusor	Løpenr. (for bestilling) 6587-2013	Dato 15. november 2013
	Prosjektnr.    Udemnr. 12378.4	Sider        Pris 15
Forfatter(e) André Staalstrøm Anna-Emilia Joëlsson	Fagområde Oseanografi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Kristiansund	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Kristiansund kommune	Oppdragsreferanse Maria Helene Steinnes Jensen ved Rambøll
--	---

<p>Sammendrag</p> <p>For å dekke det sanitære behovet som en forventet befolkningsøkning vil medføre, planlegger Kristiansund kommune å plassere utløpet for avløpsvann på et ennå ikke definert dyp i Dalabukta.</p> <p>I denne undersøkelsen brukes modellen Jetmix for å modellere søylen av avløpsvann som spres i vannprofilen. Inndata til modellen er CTD-målinger målt mellom desember 2010 og mars 2013 ved Havforskningsinstituttet sin målestasjon Bud. Disse dataene antas å være representative også for Dalabukta. Modellen ble utprøvd på lavest og høyest mulig vannføring i røret på respektive 71 og 214 l/s.</p> <p>For å distribuere avløpsvannet på et større areal og dermed å påskynde innblanding av havvann i vannsøylen ble det modellert to typer diffusorer i programmet Difdim. Diffusor 1 og 2 bestod av respektive ni og åtte hull med en diameter varierende mellom 0,20 og 0,25 meter, distribuert på de siste fem meterne nærmest enden av røret. Diffusor 1 hadde sitt endehull på 65 m, mens diffusor 2 hadde sitt endehull på 55 m.</p> <p>Resultatene viste at bruk av diffusor gjør det mulig å plassere det dypeste punktet for utslippet grunnere enn om avløpsvann slippes ut i enden av røret uten diffusor. Ved bruk av diffusor alternativ 1 vil ikke avløpsvann nå overflaten, selv både ved høy vannføring og liten sjiktning i egenvekten. Ved bruk av diffusor alternativ 2, så vil avløpsvann nå overflaten enkelte år når sjiktningen er meget svak.</p>
---

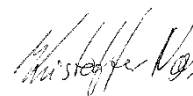
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Kristiansund</li> <li>Kommunalt avløpsvann</li> <li>Utslipp</li> <li>Diffusor</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Kristiansund</li> <li>Municipal waste water</li> <li>Discharge</li> <li>Diffusor</li> </ol>
--	---



André Staalstrøm  
Prosjektleder



Kai Sørensen  
Forskningsleder



Kristoffer Næs  
Forskningsdirektør

# **Beregning av innlagringsdyp i Dalabukta ved bruk av diffusor**

## Forord

I denne rapporten blir innlagringsdyp ved bruk av diffusor beregnet for et mulig utslipp av kommunalt avløpsvann i Dalabukta nær Kristiansund.

Rambøll tok kontakt med NIVA på vegne av Kristiansund kommune for å se på effekten av bruk av diffusor.

Arbeidet har hovedsakelig blitt utført av André Staalstrøm med assistanse fra Anna-Emilia Joelsson. Anna Birgitta Ledang har lest korrektur på rapporten.

Oslo, 19. november 2013

*André Staalstrøm*

---

# Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Hydrografien i området	7
3. Innlagringsdyp ved bruk av et hull	9
4. Innlagringsdyp ved bruk av diffusor	11
5. Samlet vurdering	14
Referanser	15

---

## Sammendrag

For å dekke det sanitære behovet som en forventet befolkningsøkning vil medføre planlegger Kristiansund kommune å plassere utløpet for avløpsvann på et ennå ikke definert dyp i Dalabukta. Dersom avløpsvannets egenvekt er mindre enn egenvekten på vannet i resipienten ved utslippspunktet, vil avløpsvannet stige oppover i vannsøylen. Dette vil være tilfelle i Dalabukta siden avløpsvannet er ferskvann. Underveis skjer innblanding av saltvann som har en høyere egenvekt. Når egenvekten i utslippsvannet tilsvarer egenvekten i omliggende vann opphører stigningen og avløpsvannet begynner i stedet å bre seg ut i horisontal retning. Dypt som dette vil skje på, det såkalte innlagingsdyptet, vil variere dels som følge av at sjiktningen i egenvekten varierer og dels som følge av vannføring i utslippet varierer. Variasjonen i strømforhold vil også påvirke innlagingsdyptet. Hensikten med denne rapporten er å undersøke hvor dypt utslippet må plasseres for å unngå at avløpsvann når overflaten.

Tidligere undersøkelser av innlagingsdyptet har blitt utført av Norconsult med hjelp av modelleringsverktøyet Visual Plumes. Resultatet fra den modelleringen (modellert med et utslippshull på 0,6 meter i diameter) viste at utløpsplassen burde ligge på minst 75 meters vanddyb for at avløpsvannet ikke skulle nå overflatelaget. Dette var tilfellet både ved lav og høy vannføring i utløpet.

I denne undersøkelsen brukes modellen Jetmix for å modellere søylen av avløpsvann som spres i vannprofilen. Inndata til modellen er CTD-målinger målt mellom desember 2010 og mars 2013 ved Havforskningsinstituttet sin målestasjon Bud. Disse dataene antas å være representative også for Dalabukta. Modellen ble utprøvd på lavest og høyest mulig vannføring i røret på respektive 71 og 214 l/s.

For å distribuere avløpsvannet på et større areal og dermed å påskynde innblandingen av havvann i vannsøylen ble det modellert to typer diffusorer i programmet Difdim. Diffusor 1 og 2 bestod av respektive ni og åtte hull med en diameter varierende mellom 0,20 og 0,25 meter distribuert på de siste fem meterne nærmest enden av røret. Diffusor 1 hadde sitt endehull på 65 m, mens diffusor 2 hadde sitt endehull på 55 m.

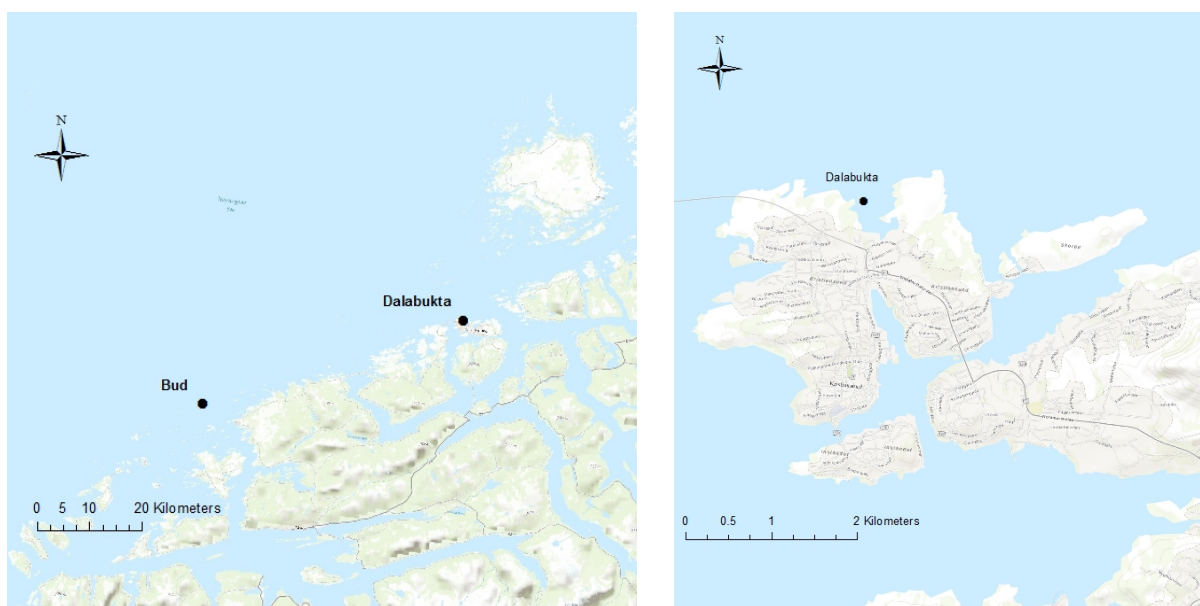
Resultatene viste at bruk av diffusor gjør det mulig å plassere det dypeste punktet for utslippet grunnere enn om avløpsvann slippes ut i enden av røret uten diffusor. Ved bruk av diffusor alternativ 1 vil ikke avløpsvann nå overflaten selv ved høy vannføring og liten sjiktning i egenvekten. Ved bruk av diffusor alternativ 2 vil avløpsvann nå overflaten enkelte år når sjiktningen er meget svak.

# 1. Innledning

For å dekke det sanitære behovet som en forventet befolkningsøkning vil medføre (Kristiansund kommune, 2013), planlegger Kristiansund kommune å plassere utløpet for avløpsvann på et ennå ikke definert dyp i Dalabukta. Dalabukta ligger nær Kristiansund (**Figur 1**). Vannmengden som er planlagt å slippes ut er vist i **Tabell 1**.

Dersom avløpsvannets egenvekt er mindre enn egenvekten på vannet i resipient vil avløpsvannet stige oppover i vannprofilen. Underveis skjer innblanding av saltvann som har en høyere egenvekt. Når egenvekten i utslippsvannet tilsvarer egenvekten i omgivende vann opphører stigningen og avløpsvannet begynner i stedet å bre seg ut i horisontal retning. Dypet som dette vil skje på, det såkalte innlagingsdypet, vil variere dels som følge av att sjiktningen i saltholdighet gjør det, dels som følge av vannføring i utslippet. Hensikten med denne rapporten er å undersøke hvor dypt utslippet må plasseres for å unngå at avløpsvann når overflaten.

Tidligere undersøkelser av innlagingsdypet har blitt utført av Norconsult (2013 a, b) med hjelp av modelleringsverktøyet Visual Plumes. Resultatet fra den modelleringen (modellert med et utslippshull på 0,6 meter i diameter) viser at utløpsplassen bør ligge på minst 75 meter for å unngå at avløpsvannet når overflaten både ved lav og høy vannføring i utløpet.



**Figur 1.** Kart over området.

**Tabell 1.** Vannføring i planlagt utslipp.

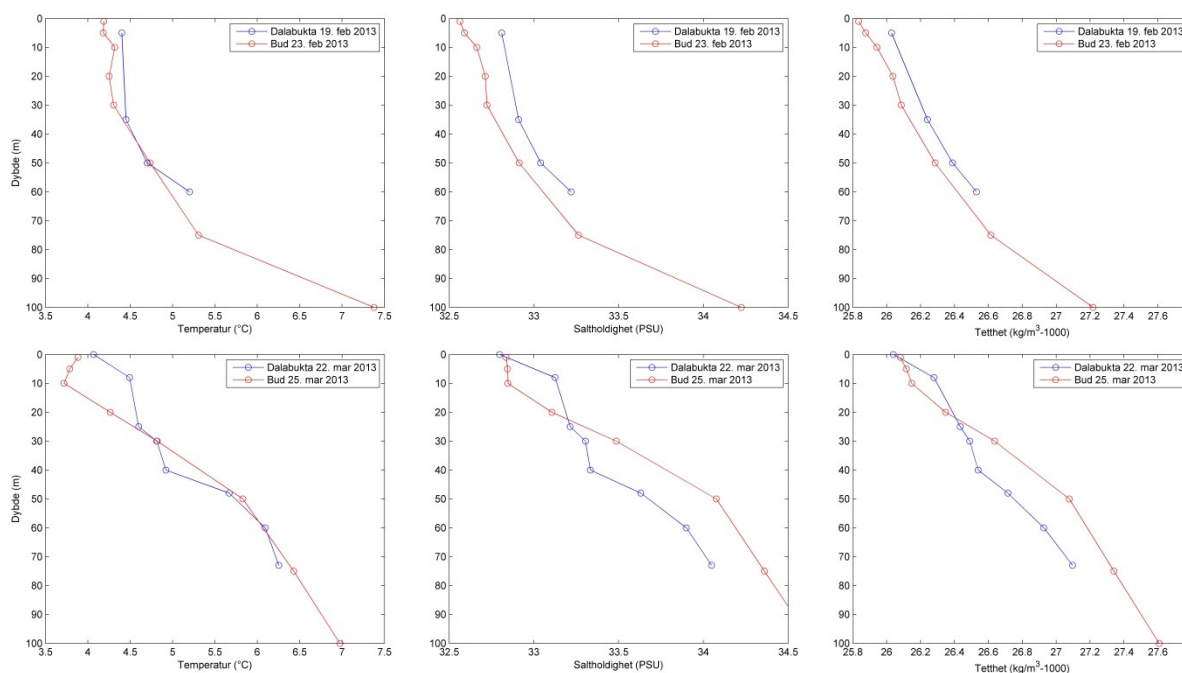
	Vannføring	Hastigheten i utslippsstrålen ved diameter 0.6 m
Høy	214 l/s	0.75 m/s
Middels	143 l/s	0.51 m/s
Lav	71 l/s	0.25 m/s



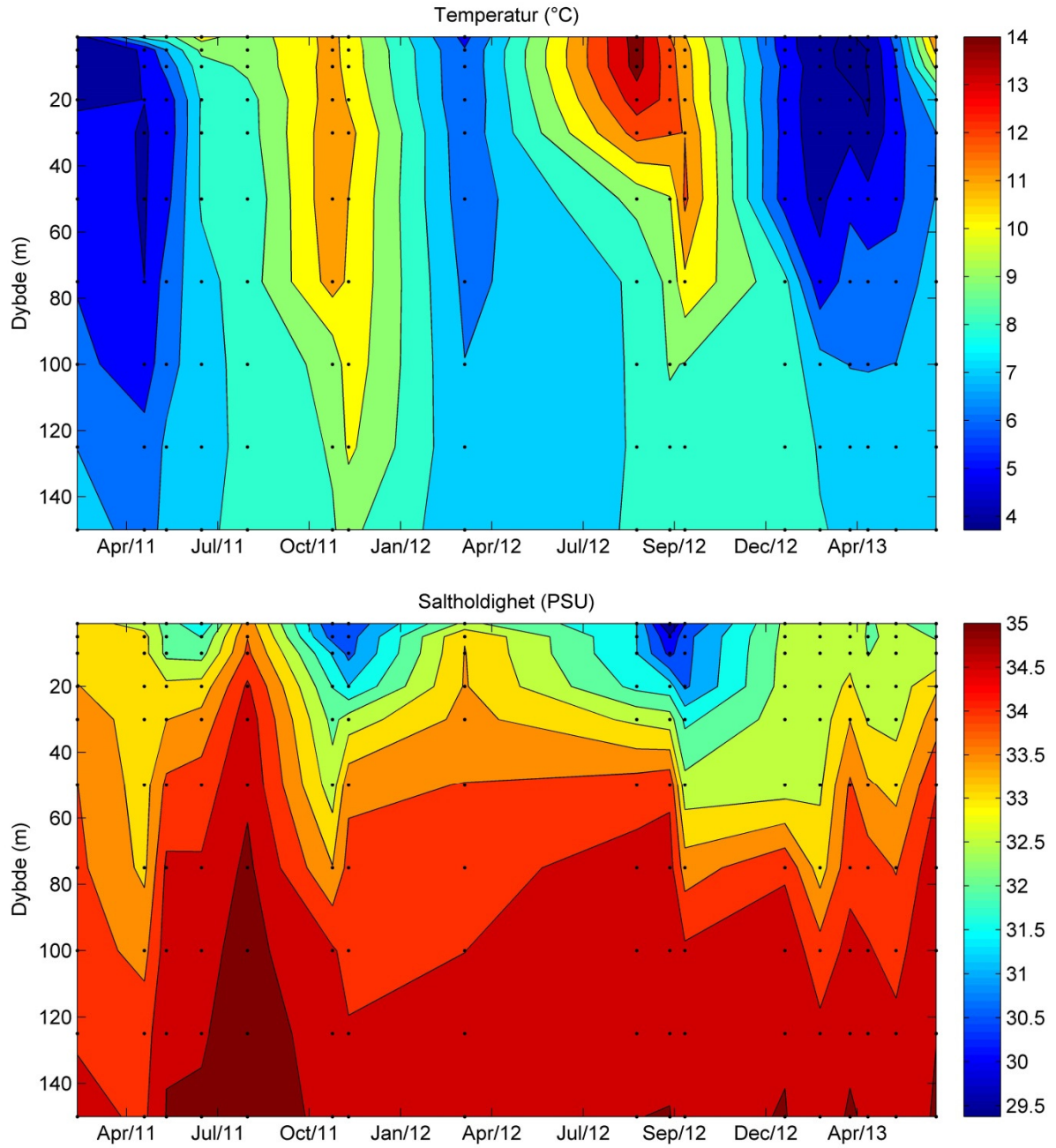
## 2. Hydrografien i området

I februar og mars 2013 ble det foretatt to CTD målinger i Dalabukta ( $63^{\circ}07.829' \text{ N } 7^{\circ}43.513' \text{ E}$ ). Ved begge disse to anledningene var sjiktningen i de øverste 70 meterne svært liten. For å øke data grunnlaget ble disse profilene sammenlignet med data som ble målt på stasjonen Bud ( $62^{\circ}56' \text{ N } 6^{\circ}47' \text{ E}$ ) som ligger omtrent 53 km lenger vest-sørvest. **Figur 1** viser at profiler som er målt nært i tid på de to stasjonene har forholdsvis lik sjiktning, og beregning av innlagringsdyp vil gi likt resultat om man benytter en CTD profil fra Bud eller en fra Dalabukta. Vi antar derfor at sjiktningen vil være lik på de to stasjonene også ved andre tidspunkt i sesongen.

Konturplott av temperatur og saltholdighet for stasjonen Bud for perioden fra februar 2011 til juni 2013 er vist i **Figur 3**. I figuren ser man områder hvor sjiktningen er sterk ved at det er liten vertikal avstand mellom konturlinjene og områder hvor sjiktningen er svak ved at det er stor vertikal avstand mellom konturlinjene. Man kan se fra målinger av saltholdighet at sjiktningen i februar/mars 2013 er svært liten i de øverste 60 meterne. Det er svak sjiktning også i andre perioder, som i april 2011 og i mars 2012. Det er altså svak sjiktning på sen vinteren/våren for alle de tre årene som er presentert her.



**Figur 2.** Sammenligning av CTD målinger fra Dalabukta og stasjonen Bud.

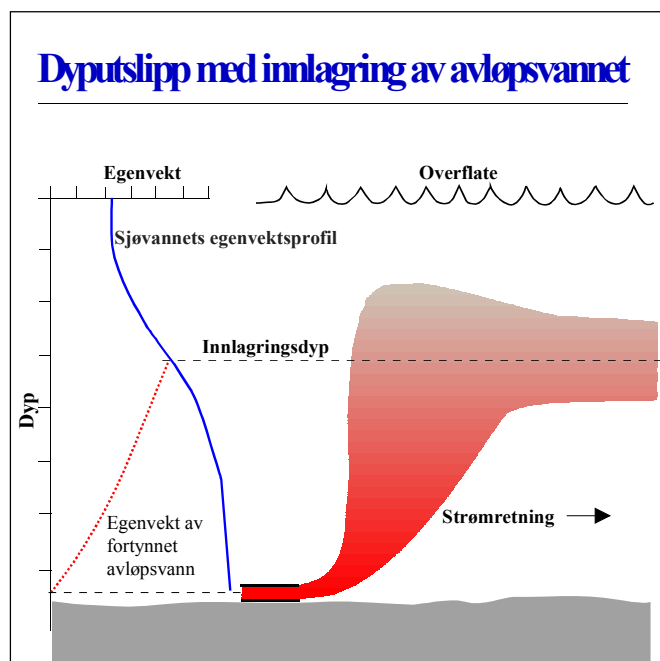


**Figur 3.** Saltholdighet (nederst) og temperatur (øverste) fra Bud i form av konturplott.

### 3. Innlagringsdyp ved bruk av et hull

Avløpsvannet, som er lettere enn vannet i resipienten, vil stige oppover. I dette tilfellet er resipienten sjøvannet i Dalabukta, og avløpsvannet er ferskvann. Avløpsstrålen vil ha positiv oppdrift, men samtidig vil sjøvann blandes inn, og avløpsstrålens egenvekt øker. Ofte er resipienten lagdelt. Det betyr at egenvekten minker oppover i vannsøylen, det betyr at egenvekten til sjøvannet rundt avløpsstrålen blir mindre og mindre, mens avløpsstrålen stiger oppover. Når egenvekten til avløpsstrålen er lik tettheten til vannet rundt på grunn av innblanding, har ikke lenger avløpsstrålen positiv oppdrift. Avløpsvannet vil likevel stige et stykke oppover, helt til all bevegelsesenergien i strålen er brukt opp, og den vil synke noe ned igjen til den når laget med samme egenvekt igjen. Vi sier at avløpsvannet har nådd sitt innlagringsdyp.

**Figur 4** illustrerer dette, hvor stigende avløpsvann når sitt innlagringsdyp, og siden spres horisontalt. Til venstre for skissen av avløpskyen, vises to grafer som henholdsvis viser egenvekten til resipienten (blå linje) og avløpsvannet (rød stiplet linje). Innlagringsdypet vil være omtrent hvor de to kurvene krysser hverandre. Vi kan merke oss at hvis vannmassen er veldig homogen, det vil si at den blå kurven er nesten vertikal, så vil det bli vanskelig å oppnå et innlagringsdyp under overflaten. Dette kan i så fall kun oppnås hvis avløpsvannet fortynnes mye og raskt, og avløpsstrålens egenvekt øker raskt.

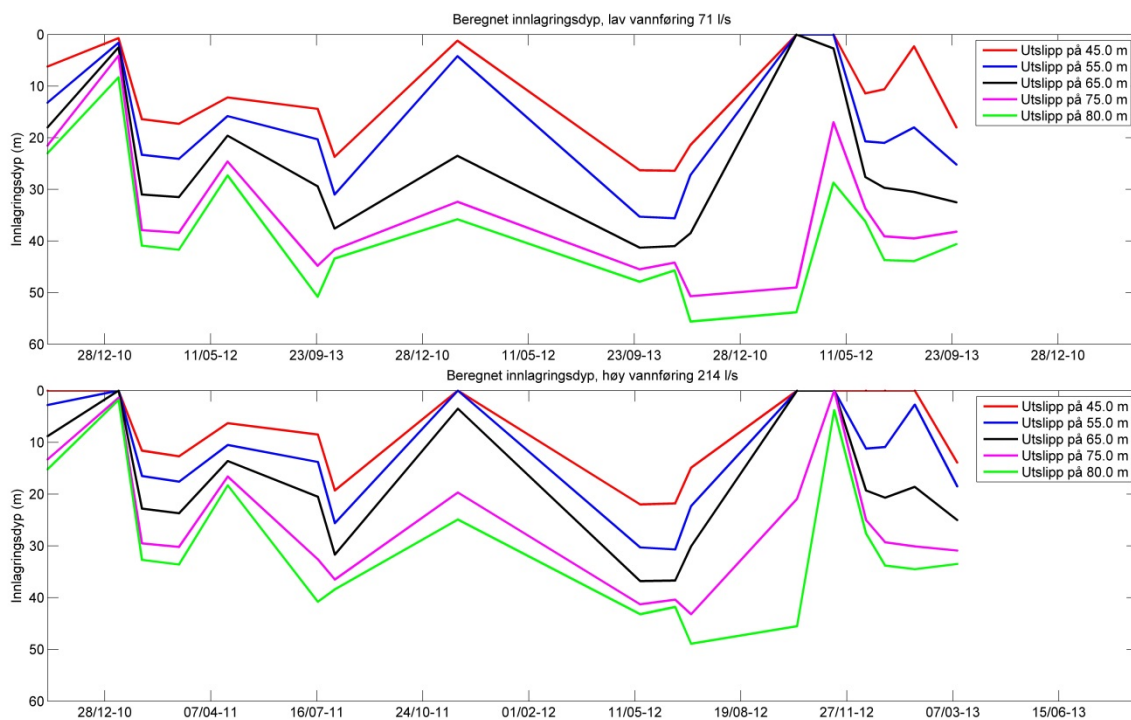


**Figur 4.** Prinsippskisse som viser hvordan et dyputslipp av avløpsvann fungerer i forhold til innlagring. En forutsetning for innlagring er at egenvekten for fjordvannet øker med dypet (vertikal sjiktning).

I dette prosjektet benytter vi programmet Jetmix, som beregner innlagringsdypet. Det er posisjonen til senteret av strålen sitt grunneste punkt som rapporteres. Det vil si når strålen ikke lenger har positiv oppdrift eller bevegelsesenergi oppover. Modellen er beskrevet av Bjerkeng og Lesjø (1973). Modellen kan sammenlignes med programmet Visual Plumes beskrevet av (Frick et al., 2001). De to programmene er likeverdige. Den største forskjellen mellom dem er at Visual Plumes tar hensyn til strømhastigheten i resipienten, mens Jetmix ikke gjør det. Hvis det er en strømhastighet i resipienten så vil dette vanligvis gi et dypere innlagringsdyp. Siden beregningene i denne rapporten ikke tar hensyn til denne effekten, så vil virkelig innlagringsdyp ligge noe lavere enn det som blir beregnet.

Vi har vist at sjikningen (egenvektsprofil) målt i Dalabukta er sammenlignbar med målt sjikning ved Havforskningsinstituttets overvåkningsstasjon ved Bud (se kart i **Figur 1**). Siden vi kan benytte data fra Bud, har vi mulighet til å se på hvordan innlagringsdypet vil variere gjennom året. Innledningsvis har vi beregnet innlagringsdyp ved utslipp av et enkelt hull i en avløpsledning med diameter 0.6 m. Vi har benyttet høy og lav vannføring fra **Feil! Fant ikke referanseilden..** Beregningene er basert på 17 egenvekts profiler målt fra februar 2011 til juni 2013. Vi ser fra **Figur 3** at om senvinteren/våren er det liten sjikning i vannmassene. Spesielt i målingene foretatt februar og mars 2013 er det nesten ingen endring i saltholdighet mellom 0 og 60 meter. Men også de to foregående vintrene er det svak sjikning.

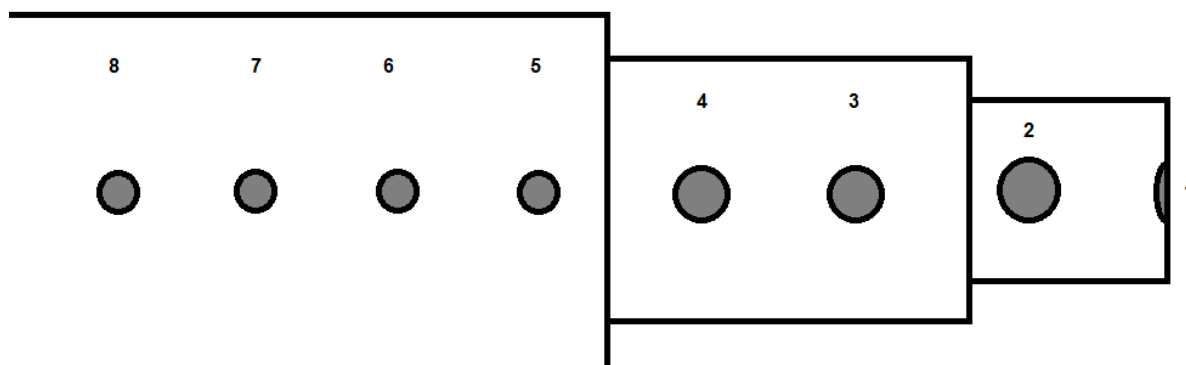
Dette gjenspeiler seg i beregningene av innlagringsdyp (**Figur 5**). Ved høy vannføring vil avløpsvannet trenge opp til overflaten selv med utslipp på 75 meters dyp. I denne sammenhengen må vi gjenta at Jetmix ikke tar hensyn til strømhastigheten i resipienten. Tidligere beregninger med Visual Plumes Norconsult (2013 a, b) har vist at avløpsvannet vil innlagres godt under overflata om man tar hensyn til strømhastigheten. Resultatene i **Figur 5** må betraktes som ett verst tenkelig tilfelle hvor det er strømstille, men det er ikke usannsynlig at dette vil forekomme i perioder i Dalabukta, for eksempel mens tidevannet snur. Ved utslipp grunnere enn 75 m kan det altså forekomme gjennomslag til overflaten i en kortere periode på vinteren. Ved utslipp grunnere enn 65 m vil det kunne forekomme gjennomslag til overflaten i lengre perioder på vinteren. Ved mindre vannmengder blir det mindre grad av gjennomslag av avløpsvann til overflaten.



**Figur 5.** Beregnet innlagringsdyp ved bruk av et hull, ved utslipp på 45, 55, 65, 75 og 80 meters dyp. Øverst vises beregningene ved lav vannføring (71 l/s) og nederst ved høy vannføring (214 l/s). Det er benyttet en diameter på utslippsåpningen på 0.6 m.

## 4. Innlagringsdyp ved bruk av diffusor

For å øke fortynningen i utslippet, og dermed oppnå at avløpsvannets egenvekt øker raskere, så kan det lages en diffusor på avløpsledningen. Dette vil bestå av en rekke hull i avløpsrøret. Tykkelsen på avløpsrøret vil også variere skrittvis i diffusoren for å kontrollere hastigheten i utslippet. Diffusoren designes utifra ønsket strømhastighet i endehullet, som ligger dypest, og tilgjengelig trykkhøyde i avløpskummen. Et avløpsanlegg har typisk en kum rett før avløpsrøret går ut i sjøen. I denne kummen kan vannet stå en viss høyde over vannflata i resipienten. Hvis overflaten i kummen går for høyt opp vil det renne over i kummen. Det er denne høyden som gir trykk til å presse vannet ut av avløpsrøret ute i resipienten. Det vil være friksjonstap i avløpsrøret og mottrykk fra sjøvannet siden det er tyngre enn avløpsvannet. Denne motstanden må overvinnnes av trykkhøyden i kummen. Vi benytter et program som heter DifDim for å gjøre disse beregningene (Dammen, 1979 a,b). **Figur 6** viser en skisse av hvordan en diffusor kan se ut.



**Figur 6.** Skisse av et eksempel på en diffusor med 8 hull. Merk at avstanden mellom hullene er 2 m. Syv av hullene plasseres vekselvis på den ene og den andre siden av diffusoren.

I denne rapporten viser vi to alternative diffusor design. Begge er ganske like, bortsett fra hvilket dybde de legges på. Forskjellen i design kommer av at egenvekten på vannet i resipienten utenfor er forskjellig. Det er her fokus på hvilken effekt dette vil ha på innlagringsdypet. Ved det tilfellet at det planlegges å bygge en diffusor, bør design programmet kjøres på nytt, utifra de tekniske spesifikasjoner man ønsker. Dette kan være ønsket rørdiameter og tilgjengelig trykk (høyden i avløpskummen).

**Tabell 2** og **Tabell 3** viser resultatene fra DifDim. De to alternativene som er foreslått er henholdsvis 16 og 18 meter lange langs bunn. Beregnet nødvendig energihøyde for diffusor alternativ 1 er  $2.5 \pm 0.4$  m, hvis det legges inn en vannføring som er dobbelt så stor som høy vannføring i **Tabell 4**.

**Tabell 2.** Diffusor alternativ nr. 1 med dypeste hull på 65 m.

Hull Nr.	Avstand langs røret (m)	Utslipps dyp (m)	Hull-diameter (m)	Stråle-diameter (m)	Fart i strålen (m/s)	Vannstrøm (l/s)	Froude tall	Rør-diameter (m)	Fart i røret (m/s)
1	325.0	64.7	0.25	0.199	0.35	10.7	1.52	0.600	0.0
2	323.1	64.1	0.25	0.195	0.66	19.7	2.91	0.600	0.1
3	321.2	63.5	0.25	0.194	0.86	25.4	3.84	0.600	0.2
4	319.3	62.9	0.25	0.190	1.03	29.3	4.62	0.600	0.3
5	317.4	62.3	0.20	0.155	1.18	22.1	5.87	0.700	0.3
6	315.5	61.7	0.20	0.154	1.31	24.2	6.53	0.700	0.3
7	313.5	61.1	0.20	0.153	1.42	26.0	7.14	0.700	0.4
8	311.6	60.5	0.20	0.151	1.53	27.5	7.72	0.700	0.5
9	309.7	59.9	0.20	0.150	1.63	28.9	8.27	0.700	0.6

**Tabell 3.** Diffusor alternativ nr. 2 med dypeste hull på 55 m.

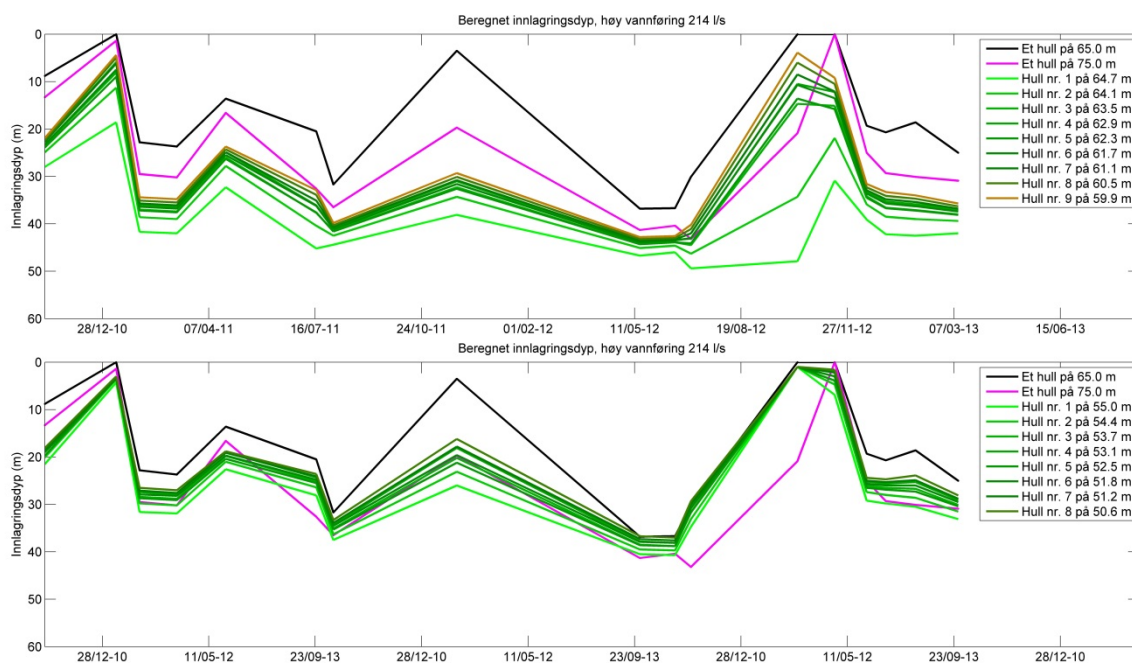
Hull Nr.	Avstand langs røret (m)	Utslipps dyp (m)	Hull-diameter (m)	Stråle-diameter (m)	Fart i strålen (m/s)	Vannstrøm (l/s)	Froude tall	Rør-diameter (m)	Fart i røret (m/s)
1	295.0	55.0	0.25	0.199	0.62	19.1	2.73	0.562	0.1
2	293.1	54.4	0.25	0.194	0.84	24.9	3.76	0.562	0.2
3	291.2	53.7	0.25	0.192	1.02	29.6	4.58	0.600	0.3
4	289.3	53.1	0.25	0.189	1.17	32.7	5.31	0.600	0.4
5	287.4	52.5	0.20	0.154	1.31	24.3	6.60	0.700	0.3
6	285.5	51.8	0.20	0.153	1.43	26.2	7.24	0.700	0.4
7	283.6	51.2	0.20	0.152	1.54	27.8	7.84	0.700	0.5
8	281.7	50.6	0.20	0.150	1.65	29.2	8.42	0.700	0.6

**Tabell 4.** Nødvendig energihøyde i meter over resipientens overflata.

Vannføring (l/s)	Nødvendig energihøyde (m) Alternativ 1	Nødvendig energihøyde (m) Alternativ 2
71	1.6 ± 0.1	1.4 ± 0.1
143	1.7 ± 0.1	1.5 ± 0.1
214	1.9 ± 0.1	1.6 ± 0.1
428	2.5 ± 0.4	2.2 ± 0.4

Det er beregnet innlagingsdyp for alle de individuelle strålene i de to diffusor alternativene (**Figur 7**). Ved alternativ nr. 1 hvor det dypeste hullet er lagt på 65 meters dyp, blir det ikke gjennomtrengning til overflaten.

Ved bruk av alternativ nr. 2 hvor det dypeste hullet er lagt på 55 m, blir det gjennomtrengning til overflaten ved en anledning, ved profilen målt i februar 2013. Ved denne anledningen er utslippet fortynnet 300-400 ganger når det når overflaten.



**Figur 7.** Beregnet innlagingsdyp ved bruk av diffusor, lagt på to forskjellige dyp. Øverste figur viser resultatene når det nederste hullet legges på 65 m og figuren under viser resultatene når hull nr. 1 er lagt på 55 m. Begge alternativene er sammenlignet med resultater uten diffusor med utslipp på 65 og 75 m. Alle beregningene er med høy vannføring (214 l/s).

## 5. Samlet vurdering

I denne rapporten har vi funnet at sjiktningen målt i Dalabukta er forholdsvis lik sjiktningen målt ved stasjon Bud, som ligger 53 km unna. Dette gir oss muligheten til å studere hva som skjer på andre tider av året, enn da målingene i Dalabukta ble foretatt. Det sier oss også at vannmassene i Dalabukta i liten grad er påvirket av ferskvann fra land som styrker sjiktningen. I Dalabukta kan vannmassene bli veldig godt blandet, spesielt på senvinteren/våren. Dette gjør at det er utfordrende å oppnå innlagring under overflata ved et dyputslipp. På den annen side så tyder likheten mellom vannmassene inne i bukta med vannmassene lenger ute i havet at vannutvekslingen i bukta er god.

Beregninger med programmet Jetmix bekrefter tidligere beregninger foretatt av Norconsult, hvor det blir funnet at et dyputslipp må legges dypt (over 75 m) for at innlagring under overflata kan oppnås. Ved bruk av diffusor blir innlagringsdyptet lenger ned under overflaten. Legges det dypeste hullet på 65 m, vil det ikke forekomme gjennomtrengning av avløpsvann til overflata. Legges det dypeste hullet på 55 m, vil det i enkelte tilfeller forekomme gjennomtrengning til overflata. Disse tilfellene vil være sjeldnere, de vil for eksempel ikke forekomme hver vinter, og avløpsvannet vil i slike tilfeller ha en fortykning på 350 til 400 ganger.

Basert på disse beregningene vurderes det at det kan være forsvarlig å benytte alternativ nr. 2. Gjennomtrengning til overflata vil da forekomme sjelden, fortykningen vil være stor og vannmassene vil ikke bli værende i Dalabukta i lang tid. Et forbehold som må tas i den sammenhengen er at rensegraden til avløpsanlegget ikke er vurdert i dette arbeidet, ei heller eventuelle effekter på vannkvaliteten. Hvis avløpsvannet slippes ut urensset, anbefales det at alternativ nr. 1 benyttes.



## Referanser

- Baugartner, D., Davis, L., Frick, W., George, K., & Roberts, P. (2001). *Dilution Models for Effluent Discharges*. Athens Georgia, USA: Environmental Division US. Environmental Protection Agency.
- Bjerkeng, B., & Lesjø, A. (1973). *Mixing of a jet into a stratified environment*. Prosjektkomiteen før rensing av avløpsvann.
- Dammen, B. (1979a). *Diffusorprogrammet DIFDIM. teoretisk bakgrunn, muligheter og begrensninger. Kursdagene ved NTH-Trondheim 3-5 januar 1979*. Trondheim.
- Dammen, B. (1979b). *Diffusorprogrammet DIFDIM. Input og output. Kursdagene ved NTH-Trondheim*. Trondheim.
- Kristiansund kommune. (2013, 11 12). *Årsrapport Kristiansund kommune 2012*. Hentet fra issuu: [http://issuu.com/kermitt/docs/krsundkommune\\_aarsrapp2012?e=5014974/2256477](http://issuu.com/kermitt/docs/krsundkommune_aarsrapp2012?e=5014974/2256477)
- Norconsult. (2013a). *Miljøfaglig vurdering av plassering av utslippspunkt*. Horten: Kristiansund Kommune.
- Norconsult. (2013b). *Resipientundersøkelse i Kristiansund kommune 2012*. Horten: Kristiansund kommune.

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)

## VEDLEGG 10



**INTERNKONTROLL FOR  
KRISTIANSUND KOMMUNE  
BYINGENIØRENS DRIFTSAVDELING  
IK – AVLØP OG VANNMILJØ**



## Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING .....	5
2	MÅLSETTING .....	7
2.1	MÅL FOR AVLØPSVIRKSOMHETEN .....	7
2.1.1	Hovedmålsetting med internkontroll i kommunen.....	7
2.1.2	Virksomhetens delmål.....	7
2.2	MÅL FOR RESIPIENTEN/ VANNMILJØ .....	7
2.3	RAMMETILLATELSENS KRAV .....	8
3	LOVER, FORSKRIFTER OG TILSYNSMYNDIGHETER .....	9
3.1	GENERELT – OVERSIKT OVER LOVER OG FORSKRIFTER .....	9
3.2	LOVER OG FORSKRIFTER .....	10
3.3	TILSYNSMYNDIGHETER .....	12
4	BESKRIVELSE AV AVLØPSSONENE .....	14
4.1	GENERELT.....	14
4.2	AVLØPSSONER.....	14
5	BESKRIVELSE AV ANLEGG .....	18
5.1	ANLEGG I KRISTIANSUND BY .....	18
5.1.1	Generelt .....	18
5.1.2	Renseanlegg .....	18
5.2	ANLEGG PÅ FREIØYA .....	21
5.2.1	Generelt .....	21
5.2.2	Slamavskillere .....	21
5.3	TRANSPORTSYSTEMET .....	24
5.3.1	Ledningsnett for avløp .....	24
5.3.2	Pumpestasjoner.....	24
5.3.3	Utslippsledninger .....	25



BYINGENIØRENS DRIFTSAVDELING	Revisjon nr:	4
IK – AVLØP OG VANNMILJØ	Utgave nr:	3

6	PLANER FOR TILSYN, DRIFT, VEDLIKEHOLD OG FORNYELSE AV AVLØPSANLEGGENE .....	26
6.1	GENERELT.....	26
6.2	HOVEDPLAN AVLØP OG VANNMILJØ .....	26
6.3	SANERINGSPLAN .....	26
6.4	DRIFT, TILSYN OG VEDLIKEHOLD .....	27
7	DRIFT OG VEDLIKEHOLD AV LEDNINGSNETTET .....	28
8	SLAMBEHANDLING.....	28
8.1	RUTINER FOR SILGODS FRA RENSEANLEGG .....	28
8.2	SAKSBEHANDLINGSRUTINER FOR LEVERANSER AV SLAM.....	28
9	KONTROLL MED INDUSTRIPÅSLIPP/ UTSLIPP .....	29
9.1	KARTLEGGING AV INDUSTRIPÅSLIPP OG PÅSLIPPS-/UTSLIPPSAVTALER 29	
9.2	KONTROLL MED FETTUTSKILLERE OG PÅSLIPPSAVTALER.....	30
9.3	KONTROLL MED OLJEUTSKILLERE .....	30
10	OPPFØLING AV PRIVATE AVLØPSANLEGG/ UTSLIPP .....	31
10.1	EKSISTERENDE SITUASJON .....	31
10.2	KRAV TIL UTSLIPPENE .....	31
10.3	GODKJENNELSE/ KONTROLL .....	31
11	OVERVÅKING AV RESIPENTER OG VANNMILJØ.....	32
11.1	UNDERSØKELSE AV RESIPIENT .....	32
11.2	RAPPORTERING .....	34
12	FORNYELSE AV AVLØPSANLEGGENE OG NYANLEGG .....	35
13	REGISTRERING OG RAPPORTERING .....	36
13.1	GENERELT .....	36
13.2	RAPPORTERING FOR TILSYNS, DRIFTS- OG VEDLIKEHOLDSOPPGAVER .....	36
13.1	SERTIFIKATER.....	36



13.2	ÅRSRAPORT FOR AVLØPSVIRKSOMHETEN .....	36
14	VARSLINGSRUTINER .....	37
15	HMS – SIKKERHET VED ARBEID PÅ AVLØPSANLEGGENE .....	38
15.1	GENERELT .....	38
15.2	HELSEFARER OG RISOKOFAKTORER .....	39
15.2.1	Kjemiske helsefarer .....	39
15.2.2	Biologiske helsefarer .....	40
15.2.3	Fysiske helsefarer .....	41
15.1	SIKKERHETSINSTRUKSER .....	42
15.2	HYGIENE VED ARBEID FOR AVLØP .....	42
15.3	HELSEUNDERSØKELSE OG VAKSINASJON .....	43
15.4	KARTLEGGING AV RISIKOFORHOLD .....	43
15.5	VERNEUTSTYR.....	45
16	VEDLEGG .....	47

## VEDLEGG 11



## VEDLEGG 11

### Hovedplan avløp og vannmiljø 2012 – 2021 – Handlingsplan

Tabell 1: Handlingsplan for perioden 2012 – 2021, investeringer (2012 kroner)

TILTAK/BUDSJETTPOST	SUM	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Avløpsrensaneanlegg</b>											
1 Hagelin RA	90,0	3,0	9,0	39,0	39,0						
2 Nerдалen RA/SA	7,1	1,0	2,1	4,0							
<b>Delsum avløpsrensaneanlegg</b>	<b>97,1</b>	<b>4,0</b>	<b>11,1</b>	<b>43,0</b>	<b>39,0</b>						
<b>Overføringsanlegg</b>											
3 Overføring Grunden - Nordlandet AP	8,0	6,0	2,0								
4 Overføring Rensvikvatnet - Sanden	8,0		4,0	4,0							
5 Overføring Våttåbukta - Nerдалen	18,0			2,0	12,5	3,5					
6 Overføring Karihola - Hagelin	13,0					13,0					
7 Overføring Myra - Karihola	8,0					8,0					
8 Overføring Nerlandsdalen - Myra	14,0					14,0					
9 Overføring Heinsagata - Nerlandsdalen	12,0					2,0	10,0				
10 Overføring Jonassenskjærva - Heinsagata	16,0					2,0	14,0				
11 Overføring Dunkarsundet - Hagelin	17,0						9,0	8,0			
12 Overføring Nordlandet AP - Trollsvingen	22,0							10,0	12,0		
13 Overføring Melkvikta - Nordlandet AP	10,0							10,0			
14 Overføring Dale - Melkvikan	16,0							1,0	7,5	7,5	
15 Overføring Løkkemyra - Melkvikan	13,0								6,0	7,0	
16 Avløpsanering Byskogen	12,0										12,0
<b>Delsum overføringsanlegg</b>	<b>187,0</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>	<b>12,5</b>	<b>42,5</b>	<b>33,0</b>	<b>29,0</b>	<b>25,5</b>	<b>14,5</b>	<b>12,0</b>
<b>Selkposter</b>											
17 Forprosjekt overføring/modellering	3,0	1,0	2,0								
18 Pumpestasjoner Freiøya	8,0	2,0	1,0	3,0		2,0					
19 Prosjekter med bidrag fra avløp*	16,5	15,5	1,0								
20 Fornyelse/rehabilitering avløp	70,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
21 Miljøovervåkning/resipientundersøkelser	8,5	2	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5
22 Diverse tiltak avløp	40,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
23 Opprydding private anlegg/enkeltutslipp	30,0		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0	5,0	5,0	5,0
24 Overføring små kommunale utslipp	35,0				5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
<b>Delsum selkposter</b>	<b>211,0</b>	<b>31,5</b>	<b>17,5</b>	<b>16,5</b>	<b>18,5</b>	<b>21,5</b>	<b>18,5</b>	<b>21,5</b>	<b>21,5</b>	<b>22,5</b>	<b>21,5</b>
<b>SUM INVESTERINGER</b>	<b>495,1</b>	<b>41,5</b>	<b>34,6</b>	<b>65,5</b>	<b>70,0</b>	<b>64,0</b>	<b>51,5</b>	<b>50,5</b>	<b>47,0</b>	<b>37,0</b>	<b>33,5</b>
<b>Endringer drift</b>											
25 Styrking av organisasjonen		1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
26 Tiltak eksist. rensaneanlegg		1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5		
27 Drift og vedlikehold eksist. rensaneanlegg						-1,0	-1,5	-2,0	-2,5	-3,0	-3,0
28 Drift og vedlikehold nye rensaneanlegg					3,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
29 Drift og vedlikehold nye overføringsanlegg		0,0	0,1	0,1	0,2	0,6	0,8	1,1	1,3	1,4	1,5
<b>SUM ENDRINGER DRIFT</b>		<b>2,5</b>	<b>3,1</b>	<b>3,6</b>	<b>7,2</b>	<b>9,1</b>	<b>8,8</b>	<b>8,6</b>	<b>8,3</b>	<b>7,4</b>	<b>7,5</b>

\*Forhåndsdefinerte prosjekter: Dale Steinheim nord (1 mill), Opparbeiding tomt sodalen (2,5 mill), Dalegata utskifting ledningsnett avløp (8 mill), Hagelin - kulvert for avløpsledninger (2 mill), Undergang atlanten - kommunal andel avløp (2 mill).

#### Forklaring:

Tabellen ovenfor er handlingsplanen fra "Hovedplan avløp og vannmiljø 2012 – 2021. Som det fremgår av denne er det nye avløpsrensaneanlegget på Hagelin planlagt med ferdigstilling i løpet av 2015.

Når det gjelder overføringsanleggene så tar en sikte på at postene 3, 6, 7, 8 og 11, som gjelder overføring av sonene 2 Myra, 3 Karihola, 4 Nerlandsdalen og 5 Dunkarsundet, fremskyndes og utføres innen utgangen av 2015. Dermed blir antall PE tilknyttet det nye anlegget på dette tidspunktet 13 300 PE istedenfor 3600 PE som den vedtatte hovedplanen viser.

De resterende postene 9, 10, 12, 13, 14, 15 og 16, som gjelder overføring av sonene 6 Jonassenskjærva, 7 Løkkemyra, 8 Dale, 9 Jonassenskjærva og 10 Grunden (til sammen ca 8200 PE), utføres i tidsrommet 2016 – 2021.