

Beregnet til
Bergmesteren Raudsand AS

Dokument type
Rapport

Dato
03.2016

VANNOVERVÅKNING BERGMESTEREN RAUDSAND AS



VANNOVERVÅKNING
BERGMESTEREN RAUDSAND AS

Revisjon **01**
Dato **2016/01/13**
Utført av **Maria Kaurin**
Kontrollert av **Aud Helland**
Godkjent av **Harriet de Ruiter**
Beskrivelse **Rapport**

Ref. 1350012954

Sammendrag

Vanndirektivet har medført nye overvåkningskrav for norsk industri. Bergmesteren Raudsand har fått pålegg av Miljødirektoratet om å gjennomføre vannovervåkning av resipienten bedriften har utslipp til. Bedriften har to deponier ved Tingvollfjorden i Møre og Romsdal. Sivevann fra deponiene ledes i rør med utslipp på 30 m dyp til vannforekomsten «Tingvollfjorden ved Raudsand»

Rambøll gjennomførte i desember 2016 innsamling av vanlig strandsnegl (*Littorina litorea*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*) ved 5 stasjoner i Tingvollfjorden. Prøvene er analyser for metaller.

Analysene av strandsnegl viste konsentrasjoner av kvikksølv, bly, nikkel og kadmium tilsvarende god kjemisk tilstand ved samtlige stasjoner. Konsentrasjonene av de vannregionspesifikke stoffene krom, sink og arsen tilsvarte tilstandsklasse svært god ved samtlige stasjoner. For kobber ble det observert en noe høyere konsentrasjon nærmest utslippspunktet, tilsvarende tilstandsklasse god, enn på stasjonene lenger unna utslippspunktet hvor konsentrasjonene av kobber tilsvarte tilstandsklasse svært god. Foreliggende undersøkelse indikerer at den økologiske og kjemiske tilstanden i fjorden er god. Tidligere undersøkelser av sedimentet i nærhet til utslippsledningen har imidlertid vist at området er sterkt forurensset.

Rambøll anbefaler at det gjennomføres undersøkelser av metaller i overflatesedimentet (2cm) hvert 6 år. I tillegg anbefales det at metallinnholdet i tang undersøkes hvert tredje år.

Vår leveranse	<i>Resipientundersøkelse</i>	<i>Metaller</i>	<i>Vanndirektivet</i>	<i>Biota</i>
----------------------	------------------------------	-----------------	-----------------------	--------------

FORORD

Rambøll har på oppdrag fra Bergmester Raudsand gjennomført tiltaksrettet overvåkning av i Tingvoldsfjorden i Møre og Romsdal. Overvåkningsprogrammet er utarbeidet av Norsk institutt for vannovervåkning (NIVA). Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Harald Storvik. Prosjektleder hos Rambøll har vært Maria Kaurin. Feltarbeidet er gjennomført av Maria Kaurin og Harriet de Ruiters. Rapport er utarbeidet av Maria Kaurin og Aud Helland har stått for kvalitetssikring. Rambøll takker Bergmester Raudsand for oppdraget.

BEGRENSNINGER

Denne rapporten tar kun for seg undersøkelser av resipienten med hensyn på forurensning. Undersøkelsen er utført på bakgrunn av informasjon gitt av oppdragsgiver eller representanter for oppdragsgiver. Dersom områder ikke har vært tilgjengelige for prøvetaking er dette beskrevet i rapporten og det er gitt anbefalinger om ytterligere undersøkelser.

ANSVAR

Rambøll har utført innsamling av strandsnegl og utarbeidet foreliggende rapport i henhold til gjeldende regelverk, veiledere og standarder. Denne rapporten gir ingen garanti for at all forurensning i vannforekomsten er avdekket og dokumentert. Rapporten gir en oversikt over påviste konsentrasjoner av metaller. Rambøll påtar seg ikke ansvar dersom det ved senere undersøkelser eller tiltak i sjø avdekkes ytterligere eller annen forurensning enn det som er beskrevet i denne rapporten.

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	INNLEDNING	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Beskrivelse av virksomheten	1
1.3	Resipienten	1
1.4	Andre forurensningskilder	2
2.	MATERIALER OG METODE	3
2.1	Prøvetaking	3
2.2	Analyser og klassifisering	5
3.	RESULTATER	7
3.1	Metallinnhold i snegl	7
3.2	Resipientens utvikling	8
4.	KONKLUSJONER OG VIDRE OVERVÅKNING	8

VEDLEGG

Vedlegg 1

Analyseresultater

Vedlegg 2

Metodebeskrivelse

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

I henhold til Vanndirektivet skal alt overflatevann inndeles i vannforekomster basert på faktorer som tidevann, saltholdighet og bølgeeksponering (Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet, 2013). For alle vannforekomster skal kjemisk og økologisk tilstand fastsettes. Kjemisk tilstand fastsettes på grunnlag av konsentrasjonen av 45 prioriterte stoffer felles for alle EU-land. Dersom grenseverdien for en eller flere av disse stoffene overskrides settes tilstanden til dårlig. Økologisk tilstand blir bestemt på bakgrunn av biologiske kvalitetselementer (bunnfauna, planteplankton, makroalger og ålegress), fysisk-kjemiske kvalitetselementer (næringssaltinnhold, siktedyp og oksygenkonsentrasjon i bunnvannet) og nivå av nasjonale /vannregionspesifikke miljøgifter (målt i sediment, vann eller biota). For økologisk tilstand benyttes fem tilstandsklasser (svært god, god, moderat, dårlig, svært dårlig). Hovedmålet for alle vannforekomster er god kjemisk og økologisk tilstand (Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet, 2013). Nærmere beskrivelse av metodikk er gitt i Vedlegg 2.

Med innføringen av Vanndirektivet har kravet til dokumentasjon av potensiell påvirkning på resipient økt for mange norske industribedrifter. Vanndirektivet gir føringer om at forurensere skal betale overvåkning av vannforekomster bedriften har utslipp til (Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet, 2013). På grunnlag av dette påla Miljødirektoratet i 2014 en rekke industribedrifter med utslipp av prioriterte stoffer iht. Vannforskriften å igangsette overvåkning av sine resipienter. Bergmesteren Raudsand er blant bedriftene som har mottatt dette kravet og er dermed pålagt overvåkning av resipienten bedriften har utslipp til.

1.2 Beskrivelse av virksomheten

Bergmester Raudsand har to deponier for farlig avfall ved Tingvollfjorden i Møre og Romsdal. Bedriften har tillatelse til å deponere totalt 50 000 m³ med inert avfall. Bergmesteren Raudsand AS deponerer i dag inert avfall i deponi 1 som et ledd i avslutningsplanen for deponiet. Det er i forbindelse med avslutningen av deponi 1 tilført ca 12.000 tonn av de 50.000 som er planlagt og bedriften har tillatelse til. Bedriften kan ta imot lettere forurensede masser inntil tilstandsklasse 5 hvis utlekkingstest er foretatt og godkjent. Store deler av deponi 2 ligger på statens grunn og staten har dermed ansvaret for dette området.

Avfallet i deponiene består av saltslagg og filterstøv (KLIF, 2013) og danner ammoniakk-, fosfin- og metangass i kontakt med vann. Gassdannelsen er i dag begrenset. Utlekkingstester av avfallet har vist overskridelser av grenseverdiene for utlekking av krom, kobber, nikkel, bly, antimon, sink og fluorid. Sigevannet fra deponiene renner gjennom de gamle gruvegangene. Her filtreres sigevannet gjennom morenemasser før det samles i et utslippsrør som kommer ut i Sunndalsfjorden på 30 meters dyp, 40 meter fra land. Sigevannsmengden anslås til i underkant av 10 000 m³ per år. Sigevannet vil i hovedsak inneholde aluminium, ammonium, fosfat, fluorid og metaller.

1.3 Resipienten

Utslippet fra deponiene til Bergmester Raudsand går til vannforekomsten «Tingvollfjorden ved Raudsand». Vanntypen i vannforekomsten er karakterisert som «Ferksvannspåvirket, beskyttet fjord». Vannsøylen er lagdelt, strømhastigheten lav og oppholdstiden lang (Vann-nett, 2016). Vannforekomsten «Tingvollfjorden ved Raudsand» ligger mellom vannforekomstene «Sunndalsfjorden» og «Tingvollfjorden ved Angvik». Vannutskiftningen til Sunndalsfjorden og Tingvollfjorden foregår gjennom det grunnere Bergsøundet (terskel på ca 120 meters dyp) og det dypere Gjemnessundet (200-300 meters dyp). Største dyp i bassenget innenfor tersklene er 320 m (NIVA, 1990) se figur 1. Bassenget er delt i to av et terskelområde med dyp på ca 200 m i Tingvollfjorden. Tidligere undersøkelser av fjorden har vist at vannutskiftningen er relativt god og at det ikke er problemer med oksygensvinn i bunnvannet (NIVA, 1990). Fjordsidene er relativt bratte, og dypet når ca 300 meter 450 meter fra land i området utenfor utslippet.

Tidligere undersøkelser har vist at den økologiske og kjemiske tilstanden i vannforekomsten er dårlig. Klassifiseringen er basert på undersøkelser av makoalger, bløtbunnsfauna og miljøgifter i sediment gjennomført av NIVA i 2003 og 2013 (Vann-nett, 2016).



Figur 1: Vannforekomsten Tingsvollfjorden ved Raudsand er uthøvet med rødt. En svart stjerne markerer Bergmesteren Raudsand. Kilde: Vann-nett.no Røde piler markerer terskler som påvirker sirkulasjonen i fjorden.

1.4 Forurensingshistorikk

Det ble fra 1910 til 1987 produsert 120 000 tonn med magnetittkonsentrat (65 % jern og 0,5 % vanadium) per år ved Rødsand Gruber. Tidligere undersøkelser har vist at et ca. 4 km² stort område av sjøbunnen utenfor Raudsand som var forurensset med gruveavgang fortsatt var påvirket i 1988. Det ble registrert kobber-, vanadium- og jernkonsentrasjonene henholdsvis 10, 6 og 3 ganger høyere enn normalt i sedimentet (NIVA, 2003).

Siden 1983, etter at gruvedriften opphørte, har Alu West AS og Aluscan AS benyttet området i til gjenvinning av aluminium fra ulike avfallsprodukter og mellomlagring av slike masser. Denne virksomheten har trolig medført utslipp av aluminium-, kobber-, sink- og kromholdige partikler til fjorden (NIVA, 2003).

I 2003 ble det gjennomført sedimentundersøkelser ved 14 stasjoner i fjorden på oppdrag fra Aluscan (NIVA, 2003). Resultatene viste en økning i konsentrasjonene av aluminium, kobber, sink og krom i overflatesedimentene (0-2 cm) siden undersøkelsen i 1988. Metallforurensningen var sterkest nær industriområdet (den gang disponert av Aluscan), men det var en økning i konsentrasjonen av sink og særlig kobber også i fjordens dybbasseng. Det ble også funnet høyere konsentrasjoner av aluminium i nærhet til utslippet, sammenlignet med andre stasjoner.

Undersøkelsen ble gjentatt i 2013 og viste en nedgang i sedimentets konsentrasjon av aluminium, krom, bly, sink og nikkel. Området var likevel sterkt forurensset i nærhet til utslippspunktet og i dypområdene utenfor, med høye konsentrasjoner av nikkel (klasse III og IV), sink (klasse IV), bly (klasse IV) og kobber (V) (NIVA, 2013).

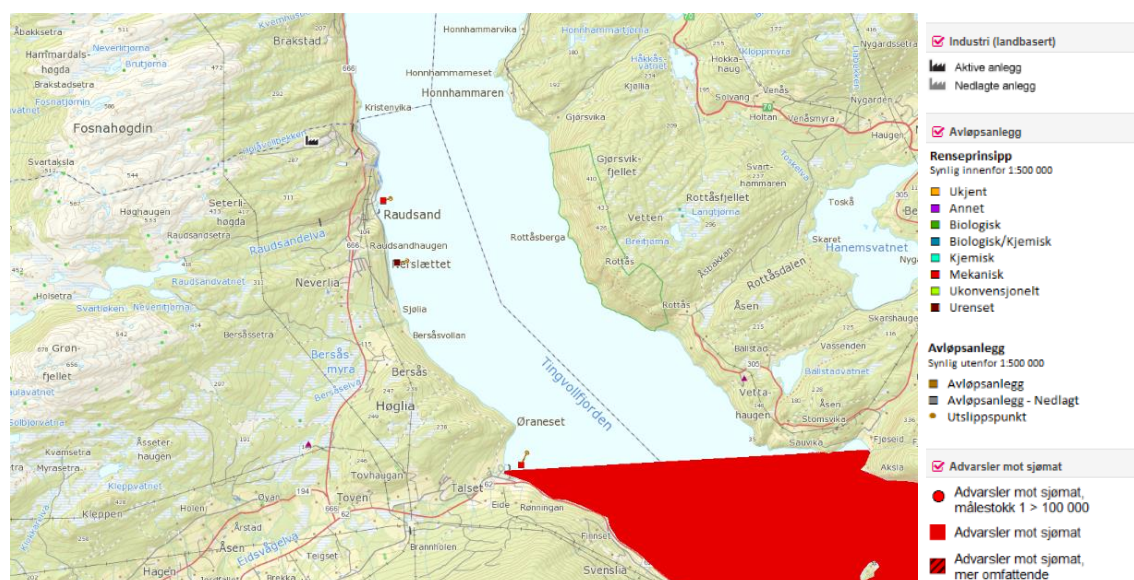
1.5 Andre forurensningskilder

Alleris Aluminium Norway AS gjenvinner avfall fra aluminiumsindustrien og produserer rent aluminium og aluminiumsoksid. Bedriften har et utslipp av metaller, ammonium og salt. Utslippet er også sterkt basisk (pH 9-11). Bedriften har utslipp gjennom samme ledning som Bergmester Raudsand.

Det ligger et mindre deponi noen hundre meter vest for Bergmesterens deponi 1 som har utlekking til samme gruvesystem som Alleris og Bergmesteren. Deponiet ligger på statens grunn og staten er således ansvarlig for dette deponiet.

Det ligger også to mindre avløpsanlegg (2000 PE) i nærhet til bergmesterens utslipp, hvorav det ene er urensset mens det andre har mekanisk rensing. Utslippene fra renseanleggene antas i liten grad å påvirke fjorden. Det foregår også fiskeoppdrett i fjorden. Graden av påvirkning fra fiskeoppdrett er ukjent (Vann-nett, 2016).

Sunnalsfjorden ligger innenfor Tingvollfjorden og er delt i to vannforekomster (fig.1). Det eksisterer kostholdsråd for sjømat fra Sunnalsfjorden grunnet PAH-forurensing fra Hydro aluminium. Hydro aluminium, som ligger innerst i Sunnalsfjorden, er også en potensiell kilde til forurensing i Tingvolls fjorden (Vann-nett, 2016).



Figur 2: Oversikt over potensielle forurensningskilder hentet fra Miljøstatus (2016).

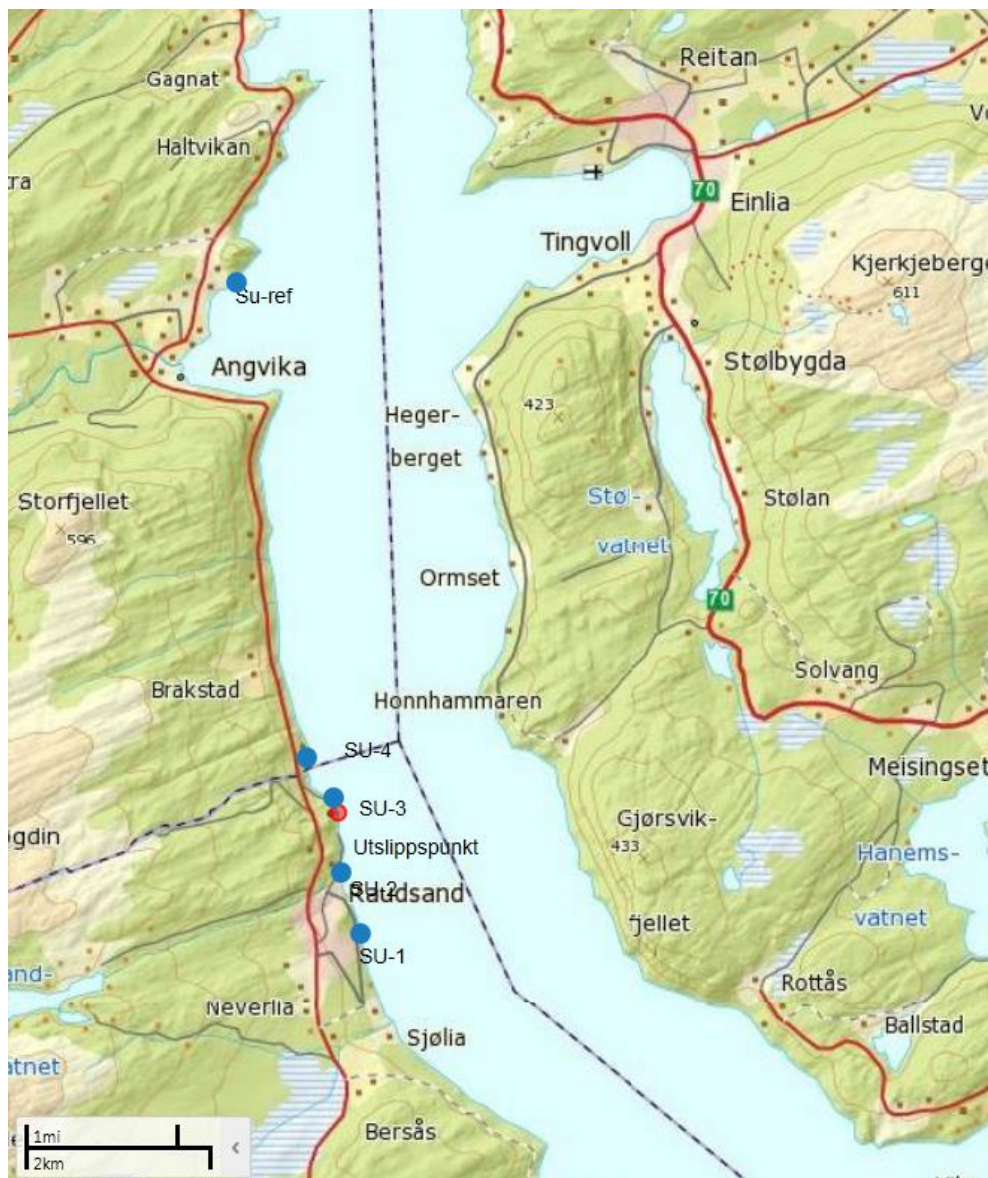
2. MATERIALER OG METODE

2.1 Prøvetaking

NIVA har utarbeidet et overvåkningsprogram for bedriften (NIVA, 2015). Her blir det foreslått innsamling av blåskjell ved 5 fastsatte stasjoner. Innsamling av prøvemateriale ble gjennomført den 9. desember 2016 av personell fra Rambøll. Enkelte av stasjonene måtte flyttes mindre avstander, da bratt terreng gjorde tilgang til stasjonene vanskelig.

Stasjonen ble undersøkt ved vassing ved lavvann. Rambølls personell fant kun et fåtall svært små blåskjell ved de fastsatte stasjonene. Det ble lett etter skjell på fast fjell, under stein, tang og i fjærebeltet. Det lå imidlertid blåskjells skall på land flere steder. Dette tyder på at det er blåskjell flere steder i fjorden, men at disse vokser dypere. Blåskjellenes dybdeutbredelse skyldes antagelig at fjorden er ferskvannspåvirket.

Iht. overvåkningsprogrammet ble det i stedet samlet inn strandsnegl (*Littorina littorea*) ved fem stasjoner. Det ble plukket minst 40 snegl med skallhøyde over 1 cm. Det ble også samlet inn blæretang ved samtlige stasjoner (*Fucus vesiculosus*). Sneglene og tangen ble oppbevart i plastbøtter plassert i kjølebag, og sendt som pakke over natt til akkreditert laboratorium for kjemiske analyser.



Figur 3: Punkter for innsamling av snegler er markert med blå sirkler, utslippspunkter er markert med rød sirkel.

Tabell 1: Koordinater for stasjoner gitt i WGS 84.

Stasjon	Breddegrad	Lengdegrad
SU1	62°49'52.5053	8°7'50.1030"
SU2	62°50'14.6183"	8°7'33.3282
SU3	62°50'42.8448"	8°7'25.3572"
SU4	62°50'57.9429"	8°7'3.1963"
SU-ref	62°53'58.2502"	8°5'59.3684"

2.2 Analyser og klassifisering

Bløtdelene i sneglene ble tatt ut og frysetørket og analysert for følgende parametere

- Tørrstoff
- Fettinnhold
- Metaller (arsen, kadmium, kobolt, krom, kobber, kvikksølv, mangan, bly og sink).

Tangen ble frosset ned ved laboratoriet. Etter at resultatene fra analysene av snegl forelå, ble det bestemt at også tangen burde analyseres ved utvalgte stasjoner. Det er tidligere stilt spørsmål om hvor godt egnet strandsnegl er som bioindikator for kobber, sink, krom, nikkel og jern (NIVA,1986). En sammenligning gjort av metallinnhold i blæretang og strandsnegl viste at standsnegl kun var en god indikator for kadmium, men at blæretang var bedre egnet for kobber, bly og sink. En vurderte det imidlertid slik, basert på foreliggende resultat av metallinnhold i snegl, at antallet stasjoner kunne reduseres til tre (SU2, SU3 og SUref). De ytterste 10 cm av tangskuddene ble analysert for følgende parametere.

- Tørrstoff
- Metaller (arsen, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, bly og sink).

Analysene ble gjennomført av det akkrediterte laboratoriet ALS laboratories. Analysemetoder er nærmere beskrevet i Vedlegg 1

Analyseresultatene ble klassifisert iht. veileder klassifiseringsveilederen 02:2013. Ettersom det ikke er utarbeidet nye klassegrenser for metallinnhold i standsnegl og blæretang, benyttes grenseverdier gitt i Veileder TA-1467/1997. For kvikksølv benyttes EUs grenseverdi på 20 µg/kg våtvekt.

Tabell 2: Klassegrenser for kjemisk tilstand for prioriterte stoffer hentet fra veileder 01:2009 (kvikksølv) og TA-1467/1997.

	Parameter	Enhet	Grenseverdi snegl	Grenseverdi tang
Kjemisk tilstand	Hg (Kvikksølv)	µg/kg	20	
	Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS		0,15
	Cd (Kadmium)	mg/kg TS	8	5
	Pb (Bly)	mg/kg TS	25	3
	Ni (Nikkel)	mg/kg TS	30	25

Tabell 3: Klassegrenser for vannregionspesifikke stoffer hentet fra veileder 97:03, for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til klassifiseringsveileder 02:2013.

		Parameter	Enhet	Tilstandsklasse				
				Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Økologisk tilstand	Snegl	Cu (Kopper)	mg/kg TS	<150	150-300	300-750	750-1500	<1500
		Co (Kobolt)	mg/kg TS	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		Mn (Mangan)	mg/kg TS	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		Cr (Krom)	mg/kg TS	<3	3-10	10-30	30-60	>60
		Zn (Sink)	mg/kg TS	<100	1000-300	300-1000	1000-2000	>2000
		As (Arsen)	mg/kg TS	<30	30-75	75-300	300-600	>600
Økologisk tilstand	Tang	Cu (Kobber)	mg/kg TS	<5	5-15	15-50	50-150	>150
		Cr (Krom)	mg/kg TS	<1	1-5	5-15	15-50	>50
		Zn (Sink)	mg/kg TS	<150	150-400	400-1000	1000-2500	>2500
		As (Arsen)	mg/kg TS	<50	50-150	150-350	350-700	>700

3. RESULTATER

3.1 Metallinnhold i snegl

Overvåkning av biota gir et tidsintegrert mål på mengden av metaller som tas opp av organismen og dermed metallens biotilgjengelighet. Snegler kan eksponeres for metaller gjennom diett og vannmasser. Sneglenes diett består av alger, men også partikler festet til algene vil i noen grad kunne påvirke metallkonsentrasjon i sneglen. Metallinnholdet i snegler reflekterer dermed metallinnhold i vannsøylen, alger og partikler.

Undersøkelser av metallinnhold i vanlig strandsnegl viste lave metallkonsentrasjoner ved alle undersøkte stasjoner. For metaller som inngår i fastsetting av kjemisk tilstand (Hg, Cd, Pb og Ni) lå alle konsentrasjoner innen tilstandsklasse god. For metaller som inngår i fastsetting av økologisk tilstand (Cu, Cr, Zn og As) lå konsentrasjonen ved samtlige stasjoner innen svært god tilstand, med unntak av kobber. Snegl fra stasjonen nærmest utslippspunktet (SU3) hadde konsentrasjoner av kobber tilsvarende tilstandsklasse god. Dette medførte at gjennomsnittet av kobber i snegl fra de undersøkte stasjonene lå innen tilstandsklasse god. Ved undersøkelsene av metallkonsentrasjon i bunnsedimentet i 2003 (NIVA, 2003) ble det observert kobber i tilstandsklasse V i nærhet til utslippspunktet.

For mangan og kobolt finnes det ikke klassegrenser. For disse stoffene var konsentrasjonen ca 0,5 -10 ganger lavere ved referansestasjonen sammenlignet med de andre stasjonene. Dette tyder på en tilførsel av i disse metallene i nærhet av utslippet. NIVA har tidligere gjennomført undersøkelser av standsnegl i en upåvirket fjord for å fastsette bakgrunnsverdier for metaller i snegl (NIVA, 1986). Sammenlignet med disse bakgrunnsverdiene ligger alle konsentrasjoner av kobolt og mangan i snegl ved de undersøkte stasjonene innenfor bakgrunnsnivå. For kobolt er imidlertid konsentrasjonen nær ved å overskride bakgrunnskonsentrasjon ved SU3.

Tabell 4: Konsentrasjoner av metaller i snegl fra fem stasjoner i Indre Tingvollfjord. Klassifisering av vannforekomsten baserer seg på gjennomsnittskonsentrasjon. Blå farge = svært god tilstand, grønn farge = god tilstand.

	ELE-MENT	SAMPLE	SU1	SU2	SU3	SU4	SU-ref	Gjen-nomsnitt
	Fett	g/100g	0,21	0,23	0,2	<0.10	<0.10	
	Tørrestoff (L)	%	21,6	18,2	18,2	17,6	18,3	
Kjemisk tilstand	Hg (Kvikksølv)	µg/kg (v.v)	14,4	11,3	11,9	12,6	12,0	12,4
	Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,73	0,896	1,71	1,44	1,1	1,194
	Pb (Bly)	mg/kg TS	0,508	0,972	0,551	2,4	0,248	1,108
	Ni (Nikkel)	mg/kg TS	2,48	3,56	4,37	3,25	2,24	3,42
Økologisk tilstand	Cu (Kobber)	mg/kg TS	79,9	140	256	130	76,8	151,5
	Co (Kobolt)	mg/kg TS	0,905	1,29	4,56	1,4	0,477	2,039
	Mn (Mangan)	mg/kg TS	19,3	19,9	19,1	21,6	11,3	19,98
	Cr (Krom)	mg/kg TS	0,513	0,577	0,727	0,639	0,639	0,614
	Zn (Sink)	mg/kg TS	51,3	61	68,5	69,9	56,9	62,7
	As (Arsen)	mg/kg TS	14,8	15,9	15,7	17,6	19,5	16

3.2 Metallinnhold i tang

Metallinnholdet i tang reflekterer metallinnhold i vannsøylen over en begrenset periode. Analysene av tang bekreftet de funnene som ble gjort i snegler. For metaller som inngår i fastsetting av kjemisk tilstand (Hg, Cd, Pb og Ni) lå alle konsentrasjoner innen tilstandsklasse god. For metaller som inngår i fastsetting av økologisk tilstand (Cu, Cr, Zn og As) lå konsentrasjonen ved samtlige stasjoner innen svært god tilstand, med unntak av kobber. For kobber ble det observert konsentrasjoner tilsvarende moderat tilstand ved SU3 og god ved SU2. Ved referansestasjonen var tilstanden svært god. Gjennomsnittet i vannforekomsten tilsvarte god tilstand.

Tabell 5: Konsentrasjoner av metaller tang fra fem stasjoner i Indre Tingvollfjord. Klassifisering av vannforekomsten baserer seg på gjennomsnittskonsentrasjon. Blå farge = svært god tilstand, grønn farge = god tilstand og gul farge = moderat tilstand.

	ELEMENT	SAMPLE	SU2	SU3	SU5	Gjennomsnitt
	Tørrstoff (L)	%	31,6	25	28,4	
Kjemisk tilstand	Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,608	0,932	0,743	0,761
	Pb (Bly)	mg/kg TS	0,427	0,26	0,105	0,264
	Ni (Nikkel)	mg/kg TS	6,81	7,27	2,35	5,48
Økologisk tilstand	Cu (Kobber)	mg/kg TS	8,83	21,3	3,18	11,10
	Cr (Krom)	mg/kg TS	0,0965	0,177	0,118	0,1305
	Zn (Sink)	mg/kg TS	83,7	58,7	29,5	57,3
	As (Arsen)	mg/kg TS	45,7	39,7	38,8	41,4

3.3 Resipientens utvikling

Rambøll kjenner ikke til at det er gjennomført undersøkelser av metallinnhold i strandsnegl i nærhet til utslippet tidligere. Det er imidlertid gjennomført en undersøkelser av blåskjell og grisetang i 1987 i nærhet av SU3 (NIVA, 1987). Selv om resultatene ikke er direkte sammenlignbare da forskjellige arter er analysert, tyder både undersøkelsene i 1987 og i 2016 på lav påvirkning fra kobber i nærhet av utslippspunktet. Utover dette påvises kun bakgrunnsnivåer av metaller.

Tabell 6: Innhold av metaller i blåskjell og grisetang ved stasjon 11 fra overvåkning av fjorden i 1987 (NIVA, 1987). Plasseringen tilsvarer omtrentlig SU3.

Arter	Enhet	Pb	Cd	Cu	Zn	Fe	V
Blåskjell	mg/kg TS		0,70	9,1	60,4	185	<1,0
Grise-tang	mg/kg TS	0,47	0,27	5,6	32/33	27/39	2,0

Undersøkelser av metallkonsentrasjoner i sedimentet (NIVA, 2013) tyder på en reduksjon i metallkonsentrasjoner utenfor utslippspunktet siden 2003. Dette er nærmere beskrevet under punkt 1.4.

4. KONKLUSJONER OG VIDRE OVERVÅKNING

Undersøkelsene viser ingen overkonsentrasjoner av metaller (Hg, Cd, Pb, Ni, Cu, Co, Mn, Cr, Zn, og As) i strandsnegl fra Tingvollsfjorden.

Overflatelaget i Sunndalsfjorden er ferskvannspåvirket, noe som gir en lagdeling av vannsøylen i et maksimum 5 m tykt brakkevannslag, et intermediert sjøvannslag ned til 120 m og et bassengvann dypere enn 120 m (Molvær 1990). Utslipptet til Bergmesteren Raudsand ligger på 30 meters dyp og det er derfor sannsynlig at utslippet innlagres under overflatelaget. Dette medfører at overflatelaget i liten grad påvirkes. Strandsneglene ble samlet inn i litoralsonen. Undersøkelser av

dybdeutbredelse i *Littorina littorea* har vist at sneglen kun foretar mindre forflyttelser i tidevannsonen (Dexter, 1943). Man kan derfor anta at de undersøkte sneglene i stor grad kun har vært eksponert for fjordens brakkvannslag. Tangen er hentet fra littoralsonen og er således også kun eksponert for overflatelaget. En ser likevel et høyere nivå av kobber i snegl og tang helt i nærhet til utslippet sammenlignet med andre stasjoner. Dette kan tyde på at det likevel er noe påvirkning av brakkvannslaget. Analyser av tang indikerer påvirkning av kobber i et noe større området enn analysene av snegl. Dette kan skyldes at tang er en bedre indikator på kobberforurensning enn snegl. Overskridelser av god tilstand er likevel bare observert helt i nærhet til utslippet.

Tidligere undersøkelser har vist at sedimentet nær utslippspunktet er sterkt forurensset (NIVA, 2003). Det er derfor viktig å følge opp utviklingen i sedimentene videre. Antar man en sedimentasjonsrate på 0,3 cm/år, vil det ta ca 6 år før det er dannet et nytt overflatesediment på 2 cm. Det anbefales derfor at det gjennomføres undersøkelser av toppsedimentet (2cm) hvert 6 år. I tillegg til de metallene som allerede overvåkes bør antimon inkluderes, ettersom utlekkingstester har påvist utlekking av dette stoffet. Det anbefales at innholdet av metaller i tang undersøkes hvert 3 år for å kunne indentifisere eventuelle endringer i belastning. Miljødirektoratet har uttrykt ønske om at bedrifter med utslipp til samme vannforekomst skal samarbeide om overvåkingen. Bergmesteren Raudsand, Alleris Aluminium Norway AS og Staten bør samarbeide for å få til en helhetlig overvåking av fjorden. Samordning vil også være kostnadsbesparende.

5. REFERANSER

Bryan, G.W. 1983, Brown seaweed, *Fucus vesiculosus*, and the gastropod, *Littorina littoralis*, as indicators of trace-metal availability in estuaries. *Science of The Total Environment* 28:91-104
Dexter, R. Observation on the local movements of *Littorina littorea* and *Thais lapillus*, 1943 *The Nautilus* Vol.57.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanddirektivet, 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av Vanddirektivet, 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver iht. Vannforskriften.

Knutzen, J. Tiltaksorientert overvåking i Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer 1987

NIVA, 1986. «Bakgrunnsnivåer» av metaller i strandsnegl (*Littorina* spp.), albueskjell (*Patella vulgata*) og purpursnegl (*Nucella lapillus*). NIVA-rapport 1942

NIVA, 1990. Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden. Delrapport 6: Vannutskifting og vannkvalitet. NIVA-rapport nr. 2406,

NIVA, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. 97:03.

NIVA, 2003. Kartlegging av miljøtilstand i fjordområdet ved Rausand,

Sundalsfjorden i 2003. Undersøkelser utført for Aluvest AS. NIVA-rapport 4727

NIVA, 2013. Miljøundersøkelser i Sunndalsfjorden utenfor Raudsand 2013 NIVA-rapport;6578

www.Miljostatus.no. [Internett] Miljødirektoratet. [Sisert: 15 01 2016.]

www.vann-nett.no. Vann-nett. [Internett] Miljødirektoratet. [Sisert: 15 01 2016.]

VEDLEGG 1

ANALYSERESULTATER



Registrert 2015-12-11 13:11
Utstedt 2016-01-12

Rambøll Norge AS
Maria Kaurin

Hoffsveien 4
0275

Prosjekt Resipientovervåkning Sunndalsfjorden
Bestnr 1350012954

Analyse av biologisk materiale

Deres prøvenavn	SU1 Snegler					
Labnummer	N00404022					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fett	0.21	0.01	g/100g	1	1	HABO
Tørrstoff (L)*	21.6		%	2	W	JIBJ
As (Arsen)	14.8	3.9	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.730	0.139	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Co (Kobolt)	0.905	0.202	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cr (Krom)	0.513	0.139	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cu (Kopper)	79.9	15.0	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.0668	0.0239	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Mn (Mangan)	19.3	3.5	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Ni (Nikkel)	2.48	0.65	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Pb (Bly)	0.508	0.104	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Zn (Sink)	51.3	10.0	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Frysetørrking*	ja			3	2	JIBJ

Deres prøvenavn	SU2 Snegler					
Labnummer	N00404023					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fett	0.23	0.01	g/100g	1	1	HABO
Tørrstoff (L)*	18.2		%	2	W	JIBJ
As (Arsen)	15.9	4.2	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.896	0.170	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Co (Kobolt)	1.29	0.29	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cr (Krom)	0.577	0.152	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cu (Kopper)	140	26	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.0621	0.0224	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Mn (Mangan)	19.9	3.7	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Ni (Nikkel)	3.56	0.94	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Pb (Bly)	0.972	0.195	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Zn (Sink)	61.0	11.9	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Frysetørrking*	ja			3	2	JIBJ



Deres prøvenavn	SU3 Snegler					
Labnummer	N00404024					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fett	0.20	0.01	g/100g	1	1	HABO
Tørrstoff (L)*	18.2		%	2	W	JIBJ
As (Arsen)	15.7	4.2	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.71	0.32	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Co (Kobolt)	4.56	1.01	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cr (Krom)	0.727	0.191	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cu (Kopper)	256	48	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.0654	0.0242	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Mn (Mangan)	19.1	3.5	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Ni (Nikkel)	4.37	1.15	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Pb (Bly)	0.551	0.111	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Zn (Sink)	68.5	13.4	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Frysetørking*	ja			3	2	JIBJ

Deres prøvenavn	SU4 Snegler					
Labnummer	N00404025					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fett	<0.10		g/100g	1	1	HABO
Tørrstoff (L)*	17.6		%	2	W	JIBJ
As (Arsen)	17.6	4.7	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.44	0.27	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Co (Kobolt)	1.40	0.31	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cr (Krom)	0.639	0.170	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cu (Kopper)	130	24	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.0714	0.0251	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Mn (Mangan)	21.6	4.0	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Ni (Nikkel)	3.25	0.86	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Pb (Bly)	2.40	0.48	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Zn (Sink)	69.9	13.7	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Frysetørking*	ja			3	2	JIBJ



Deres prøvenavn	SU5 Snegler					
Labnummer	N00404026					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Fett	<0.10		g/100g	1	1	HABO
Tørrstoff (L)*	18.3		%	2	W	JIBJ
As (Arsen)	19.5	5.2	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cd (Kadmium)	1.10	0.21	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Co (Kobolt)	0.477	0.106	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cr (Krom)	0.639	0.170	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Cu (Kopper)	76.8	14.4	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.0657	0.0234	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Mn (Mangan)	11.3	2.1	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Ni (Nikkel)	2.24	0.59	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Pb (Bly)	0.248	0.050	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Zn (Sink)	56.9	11.1	mg/kg TS	2	H	JIBJ
Frysetørking*	ja			3	2	JIBJ



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av fett Metode: NMR Rapporteringsgrenser: LOQ 0,1 g/100 g Måleusikkerhet: Evt. absolutt usikkerhet eller relativ usikkerhet. Må oppgis ved akkrediterte analyser.
2	Analyse av tungmetaller (M-4) Metode: EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert) Tørrstoffbestemmelse er utført ved 105 °C etter svensk standard SS 028113. Analyseprøven er tørket ved 50 °C og elementinnholdet er TS-korrigert. Oppslutning: Salpetersyre og H2O2 i mikrobølgeovn.
3	«Frysetørking» Metode: Frysetørking Måleprinsipp: Uttak av prøve for frysetørking. Metodebeskrivelse: Kvantifikasjonsgrenser: Måleusikkerhet: Akkreditert analyse: Nei Andre opplysninger:

	Godkjenner
HABO	Hanne Boklund
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
H	ICP-SFMS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
W	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Underleverandør ¹	
	Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.



Mottatt dato **2015-12-11**
Utstedt **2016-03-04**

Rambøll Norge AS
Maria Kaurin

Hoffsveien 4
0275

Prosjekt **Resipientovervåkning Sunndalsfjorden**
Bestnr **1350012954**

Revidert rapport som erstatter tidligere rapport med samme nummer.
Endringer i resultater er angitt med skyggelagte rader.

Analyse av biologisk materiale

Deres prøvenavn	SU2 Tang					
Labnummer	N00404023					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ($\pm$)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)*	31.6		%	1	W	RATE
As (Arsen)	45.7	12.2	mg/kg TS	1	H	RATE
Cd (Kadmium)	0.608	0.117	mg/kg TS	1	H	RATE
Cu (Kopper)	8.83	1.65	mg/kg TS	1	H	RATE
Hg (Kvikksølv)	<0.02		mg/kg TS	1	H	RATE
Ni (Nikkel)	6.81	1.79	mg/kg TS	1	H	RATE
Pb (Bly)	0.427	0.087	mg/kg TS	1	H	RATE
Zn (Sink)	83.7	16.3	mg/kg TS	1	H	RATE
Cr (Krom)	0.0965	0.0263	mg/kg TS	1	H	HABO
Prøvepreparering*	Ja			2	1	HABO

Deres prøvenavn	SU3 Tang					
Labnummer	N00404024					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ($\pm$)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)*	25.0		%	1	W	HABO
As (Arsen)	39.7	10.7	mg/kg TS	1	H	HABO
Cd (Kadmium)	0.932	0.178	mg/kg TS	1	H	HABO
Cu (Kopper)	21.3	4.0	mg/kg TS	1	H	HABO
Hg (Kvikksølv)	<0.02		mg/kg TS	1	H	HABO
Ni (Nikkel)	7.27	1.93	mg/kg TS	1	H	HABO
Pb (Bly)	0.260	0.053	mg/kg TS	1	H	HABO
Zn (Sink)	58.7	11.5	mg/kg TS	1	H	HABO
Cr (Krom)	0.177	0.047	mg/kg TS	1	H	HABO
Prøvepreparering*	Ja			2	1	HABO



Deres prøvenavn	SU5 Tang					
Labnummer	N00404026					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)*	28.4		%	1	W	HABO
As (Arsen)	38.8	10.4	mg/kg TS	1	H	HABO
Cd (Kadmium)	0.743	0.141	mg/kg TS	1	H	HABO
Cu (Kopper)	3.18	0.60	mg/kg TS	1	H	HABO
Hg (Kvikksølv)	<0.02		mg/kg TS	1	H	HABO
Ni (Nikkel)	2.35	0.62	mg/kg TS	1	H	HABO
Pb (Bly)	0.105	0.022	mg/kg TS	1	H	HABO
Zn (Sink)	29.5	5.8	mg/kg TS	1	H	HABO
Cr (Krom)	0.118	0.034	mg/kg TS	1	H	HABO
Prøvepreparering*	Ja			2	1	HABO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.
n.d. betyr ikke påvist.
n/a betyr ikke analyserbart.
< betyr mindre enn.
> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Analyse av tungmetaller (M-4) Metode: EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert) Tørrstoffbestemmelse er utført ved 105 °C etter svensk standard SS 028113. Analyseprøven er tørket ved 50 °C og elementinnholdet er TS-korrigert. Oppslutning: Salpetersyre og H₂O₂ i mikrobølgeovn.
2	Prøvepreparering

	Godkjenner
HABO	Hanne Boklund
RATE	Randi Telstad

Underleverandør ¹	
H	ICP-SFMS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
W	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

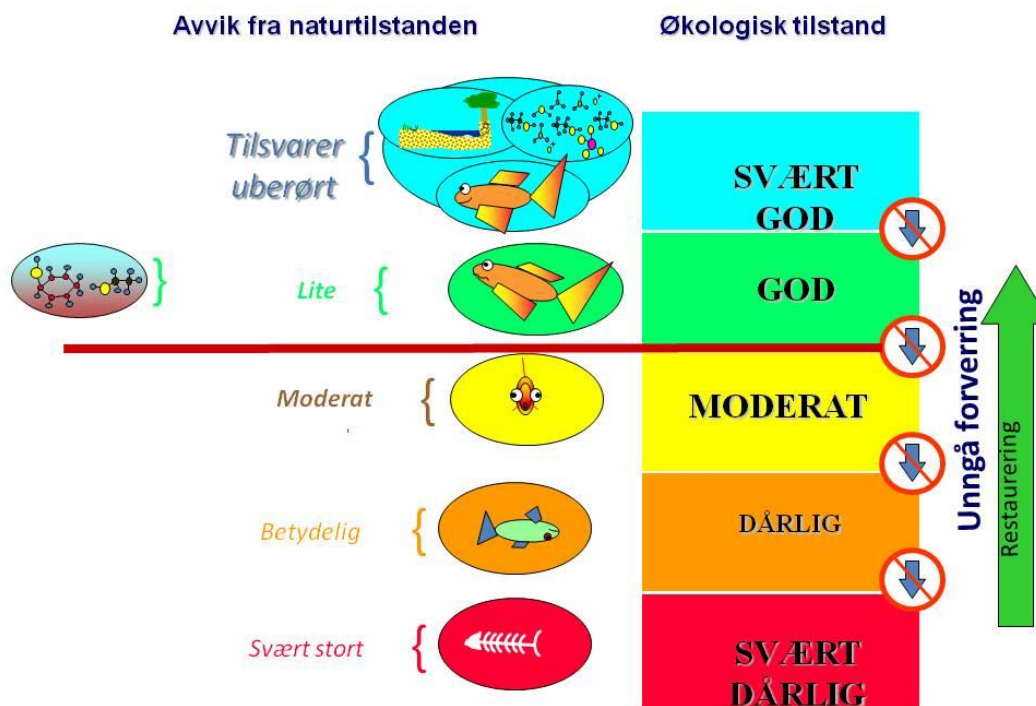
¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

VEDLEGG 2

METODEBESKRIVELSE

Tilstandsklassifisering IHT. vanddirektivet

EUs vanddirektiv ble innført i Norge i 2006, med den hensikt å sikre en samlet og bærekraftig forvaltning av kystvann, ferskvann og grunnvann. For overflatevann er direktivets hovedmål at alle vannforekomster skal oppnå minst God økologisk og kjemisk tilstand. Ved økologisk tilstandsklassifisering skal en vannforekomst plasseres i en av de 5 tilstandsklassene, svært god, god, moderat, dårlig eller svært dårlig. Klassifiseringen skal reflektere vannforekomstens avvik fra naturtilstanden dvs. den antatt opprinnelige tilstanden før menneskelig påvirkning. For kjemisk tilstand blir tilstanden satt til god eller dårlig. Om god tilstand ikke oppnås i en vannforekomst skal det settes inn tiltak for å forbedre tilstanden.



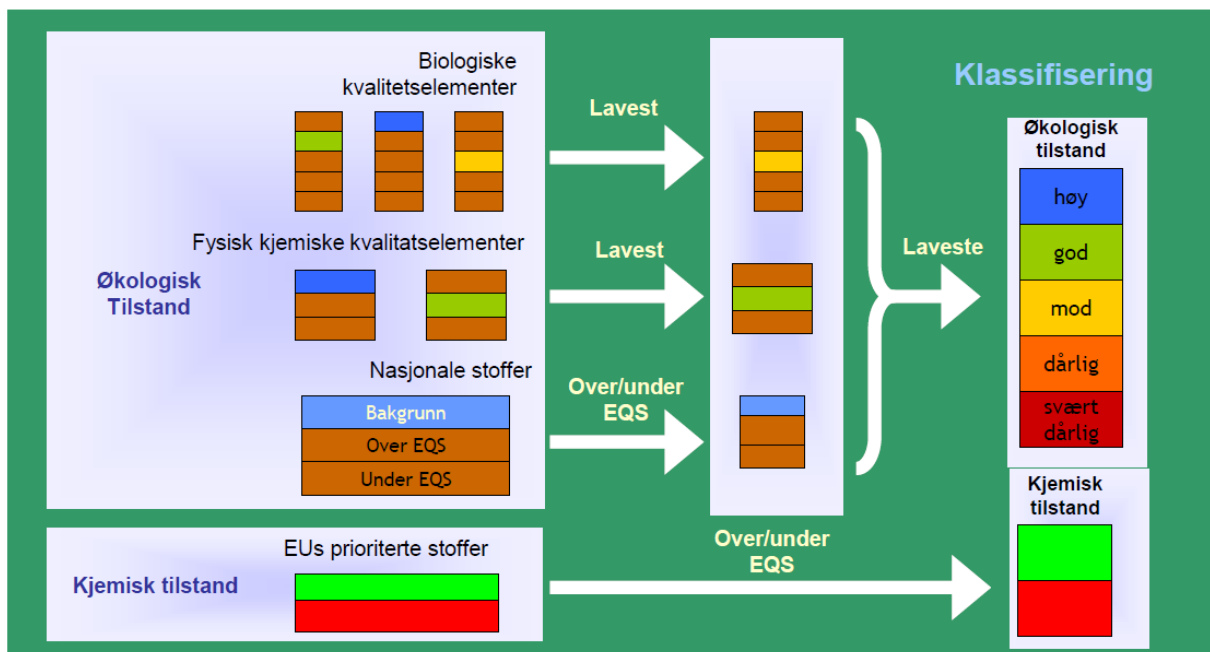
Figur 1: Illustrasjon av tilstandsklasser benyttet ved økologisk klassifisering med hensyn på vanddirektivet. Kjelde: Vannportalen.no.

Økologisk tilstand blir bestemt på bakgrunn av biologiske kvalitetselement (bunnfauna, planteplankton og makroalger) og fysisk-kjemiske kvalitetselement (næringssaltinnhold, siktedyp og oksygenkonsentrasjon i bunnvannet). Kjemisk tilstand blir bestemt på bakgrunn av observerte nivå av 33 prioriterte stoffer, samt 8 miljøgifter.

Den økologiske tilstanden til en vannforekomst blir bestemt av det kvalitetselementet som gir den dårligste tilstanden («det verste styrer»). Dersom de målte biologiske kvalitetselementene gir «Moderat» eller dårligere tilstand treng en ikke å bruke de abiotiske (fysisk-kjemiske) kvalitetselementene i klassifiseringa. Om alle de målte biologiske kvalitetselementene er i «God» eller «Svært god» tilstand, mens de fysisk-kjemiske kvalitetselementene er i «Moderat», «Dårlig» eller «Svært dårlig» tilstand, blir tilstanden i vannforekomsten plassert en tilstandsklasse lavere. De fysiske-kjemiske støtteparametrene kan likevel ikke trekke tilstanden lenger ned enn til «Moderat».

Økologisk tilstand blir bestemt på bakgrunn av biologiske kvalitetselementer (bunnfauna, planteplankton, makroalger og ålegress), fysisk-kjemiske kvalitetselementer (næringssaltinnhold, siktedyp og oksygenkonsentrasjon i bunnvannet) og nivå av nasjonale /vannregionspesifikke miljøgifter (målt i sediment, vann eller biota). Kjemisk tilstand blir satt på bakgrunn av observert nivå av 45 prioriterte stoffer, samt 8 andre miljøgifter.

Den økologiske tilstanden i en vannforekomst blir satt etter det kvalitetselementet som gir den dårligste tilstanden («det verste styrer»). Dersom de målte biologiske kvalitetselementene gir moderat eller dårligere tilstand trenger en ikke å bruke de abiotiske (fysisk kjemiske) kvalitetselementene i klassifiseringen. Om alle målte biologiske kvalitetselementene er i god eller svært god tilstand, mens de fysisk kjemiske kvalitetselementene tilsvarer moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand, senkes tilstanden i vannforekomsten en tilstandsklasse. De fysisk kjemiske støtteparameterne kan likevel ikke senke tilstanden lavere enn til moderat tilstand. For nasjonale/vannregionspesifikke stoffer vil også kunne redusere tilstanden fra svært god (basert på de biologiske kvalitetselementene) ned til moderat i tilfeller der ett eller flere av de nasjonal spesifikke stoffene er i moderat eller dårlige tilstandsklasse.



Figur 2: Økologisk tilstand i en vannforekomst settes ved å kombinere biologiske og fysisk kjemiske kvalitetselementer og nasjonale stoffer etter «verste styrer» prinsippet. Kjemisk tilstand settes etter om grenseverdier overskredet for 45 prioriterte stoffer og 8 andre miljøgifter. Kilde: www.Miljødirektoratet.no