

# Konsekvenser for marint naturmangfold ved utfylling i Arefjordpollen, Sotrasambandet Fjell kommune



---

## Sammendragsside

Rapportens tittel: Konsekvenser for marint naturmangfold ved utfylling Arefjordpollen, Sotrasambandet Fjell kommune	Dato: 13.11.2015 Sider og bilag: 41 + vedlegg
Forfattere: Stian Ervik Kvalø, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Stian E. Kvalø Prosjektnummer: 809781
Oppdragsgiver: Rambøll AS, Statens vegvesen	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: A marine environmental survey was conducted in order to address potential consequences for marine biodiversity in relation to the planned establishment of a road fill in Arefjordpollen. The survey included analyses of benthic fauna, littoral surveys as well as grain size of sediment, the content of total organic carbon (TOC) and environmental contaminants in sediment and video surveys. The presence of stagnant water at the bottom of the basin resulted in very poor conditions for benthic fauna and also high levels of TOC. The content of environmental contaminants in the sediment was relatively low, however the content of TBT was classified as poor. The littoral survey displayed good conditions with regards to biodiversity and among the most interesting findings was the presence of an eelgrass bed in the innermost part Arefjordpollen.

---

## Hensikt

Denne rapporten tar for seg en kartlegging og verdisetting av naturtyper i Arefjordpollen i tilknytning til en planlagt veiutfylling med steinmasser. Den er en supplerende undersøkelse knyttet til Fagrapporten *Marint naturmangfold og forurensede sedimenter*, Sømme 2015, som også har kartlagt mange av de samme parameterne innenfor det samme området.

Naturmangfoldlovens § 8 beskriver krav til kunnskap knyttet til inngrep som medfører påvirkning av natur;

*«Offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal så langt det er rimelig bygge på vitenskapelig kunnskap om arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger.»*

Rapporten vil med basis i denne paragrafen kartlegge områdets naturtilstand på en best mulig måte basert på eksisterende data og kunnskap om området samt nyere data knyttet til artsregistreringer i området.

SAM-Marin er en avdeling ved Uni Miljø hos Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970-tallet, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-marin er akkreditert for biologisk prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test157. I denne undersøkelsen er følgende utført akkreditert av SAM-Marin: Sortering av bunndyr utført av Linda Bjelland Pedersen. Artsbestemming av bunndyrsprøver utført av Øydis Alme. Semikvantitativ strandsoneundersøkelse utført av Frøydis Lygre. Faglige fortolkninger og vurderinger utført av Per-Otto Johansen. Kjemiske analyser utført av ALS global med akkrediteringsnummer test 268.

---

## Innhold

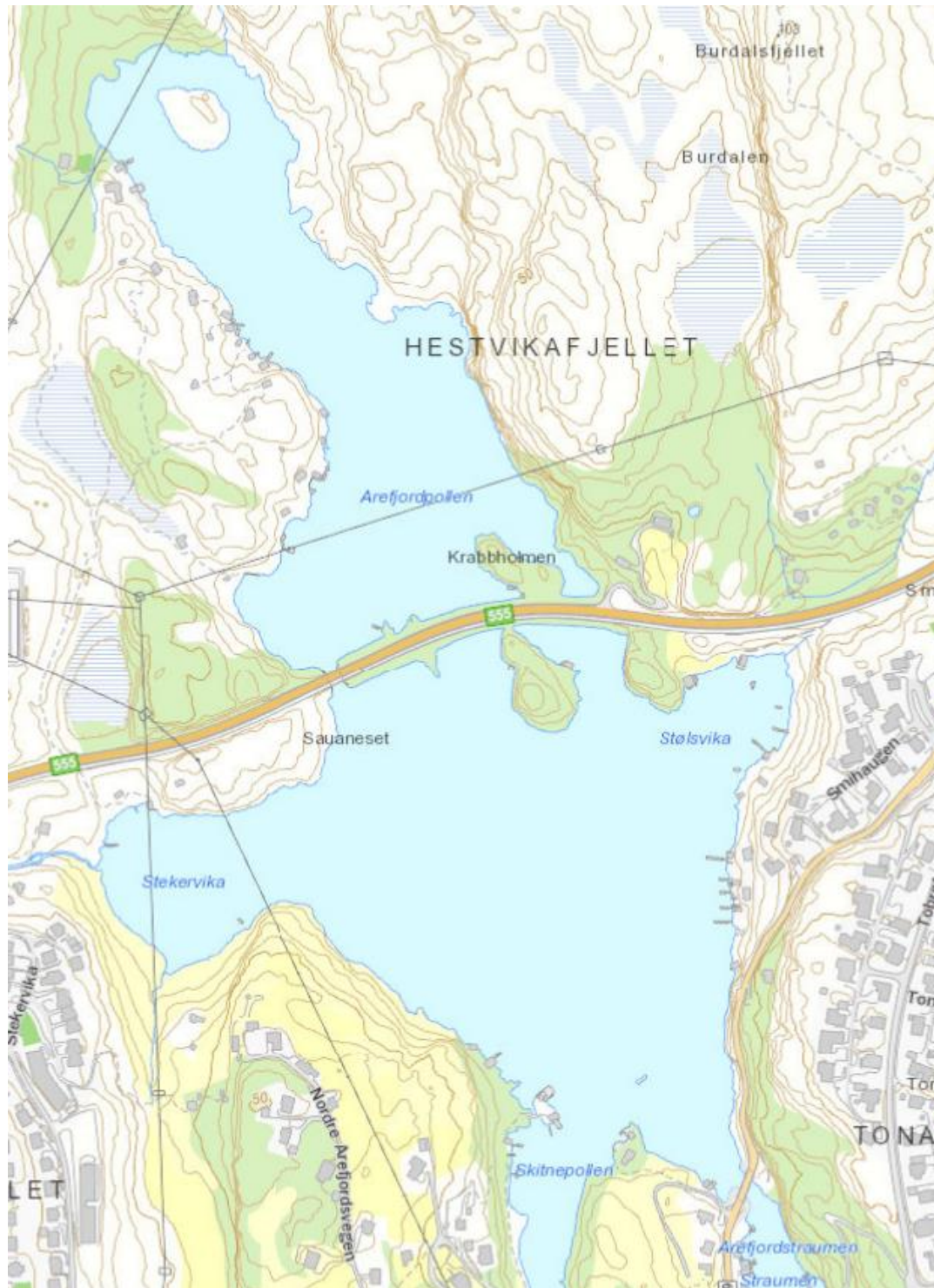
1. Innledning .....	4
Arefjordpollen .....	4
Verdi, Omfang og Konsekvens .....	6
2. Materiale og Metode .....	8
Undersøkellesområdet .....	8
Oksygen/hydrografi.....	10
Sedimentundersøkelser .....	10
Strandsoneundersøkelser .....	14
3. Resultater og diskusjon .....	17
Oksygen/hydrografi.....	17
Sedimentundersøkelser .....	18
Strandsoneundersøkelser .....	21
4. Verdisetting.....	31
5. Tiltaket .....	33
6. Konsekvensutredning.....	34
0 - Alternativet, Ingen utfylling .....	34
Konsekvenser ved inngrep samt avbøtende tiltak .....	34
7. Litteratur .....	40
8. Vedlegg.....	41

---

## 1. INNLEDNING

### Arefjordpollen

Arefjordpollen er en poll på Litlesotra som er knyttet til Arefjorden via Arefjordstraumen som går videre ut i Vatilestrumen, se kart i Figur 1. Arefjordpollen er delt i to bassenger av den eksisterende Riksvei 555 som går over pollen. Det ytre bassenget har et areal på 0,15 km<sup>2</sup> med et volum på 1,8 millioner m<sup>3</sup> (Hellen & Johnsen 1996), mens det indre bassenget har et areal på ca. 0,076 km<sup>2</sup>. De to bassengene er forbundet med en åpning under RV 555 på ca. 12 meters bredde og dyp på ca. 3 meter. Det vil også være noe forbindelse med de to bassengene gjennom selve fyllingen som RV 555 er lagt på. Det går en bro over Arefjordstraumen hvor brokarene har en bredde på 13 meter i overflaten og grunneste punktet er på 2 meters dyp ved høyvann. Det er i hovedsak vannutvekslingen i Arefjordstraumen som bestemmer vannskiftningen i de to bassengene i Arefjordpollen hvor overflatevannet skiftes ut med tidevannet. Tidligere undersøkelser har vist at det er oksygenfritt under 17 meters dyp i det ytre bassenget grunnet naturgitte forhold (Hellen & Johnsen 1996).



Figur 1: Kart over Arefjordspollen. Kartkilde Vann-Nett.no.

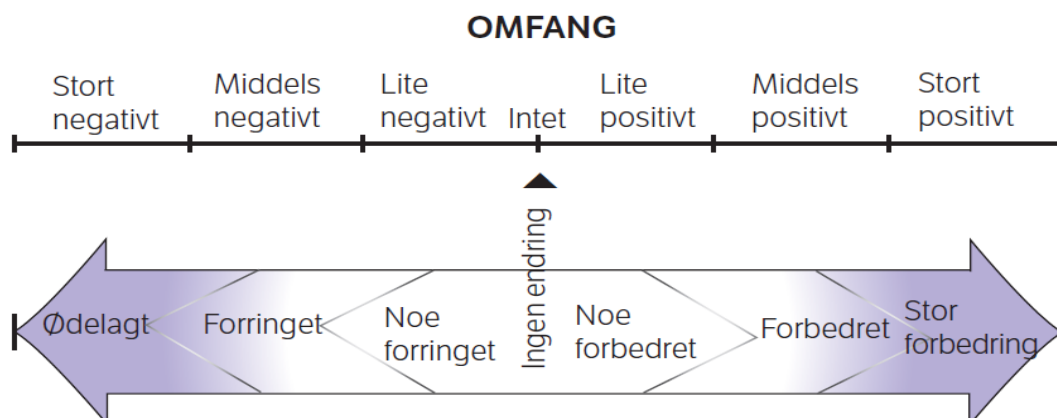
## Verdi, Omfang og Konsekvens

For verdisetting av naturtypene er DN Håndbok 19 «Kartlegging av marint biologisk mangfold», DN Håndbok 13 «kartlegging av naturtyper – verdisetting av biologisk mangfold», Håndbok V712 (Statens vegvesen 2014) samt Norsk rødliste 2010 (Kålås et al. 2010) lagt til grunn.

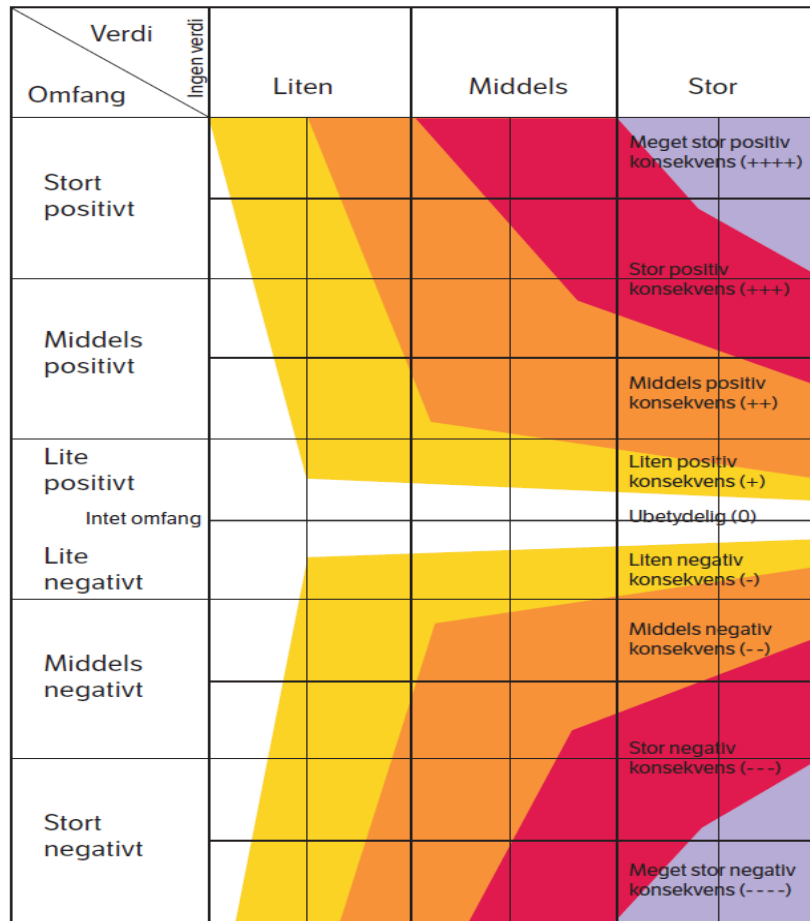
Innsamlete data blir verdsatt i henhold til Tabell 1 for verdisetting av naturtype og artsforekomster, og omfanget av potensielle tiltak blir vurdert etter Figur 2. Konsekvensen av tiltaket vurderes ved å veie verdi og omfang opp mot hverandre i konsekvensviften som vist i Figur 3. I denne rapporten er det ikke gjort en fullstendig utredning som beskrevet i Statens vegvesens håndbok V712, men noe av metodikken og begrepene er brukt i denne rapporten.

**Tabell 1. Kriterier for vurdering av naturmiljøets verdi, Håndbok V712 (Statens vegvesen 2014)**

	Liten verdi	Middels verdi	Stor verdi
Naturtyper	Områder som ikke kvalifiserer som viktig naturtype	Lokaliteter i verdikategori C	Lokaliteter i verdikategori B og A.
Artsforekomster		Forekomster av nær truede arter (NT) og arter med manglende datagrunnlag (DD) etter gjeldende versjon av Norsk rødliste.  Fredete arter som ikke er truet.	Forekomst av truede arter, etter gjeldende versjon av Norsk rødliste: dvs. kategoriene sårbar VU, sterkt truet EN og kritisk truet CR.



**Figur 2. Beskrivelse av skala for bestemmelse av omfang av potensielle tiltak. Håndbok V712 (Statens vegvesen 2014).**



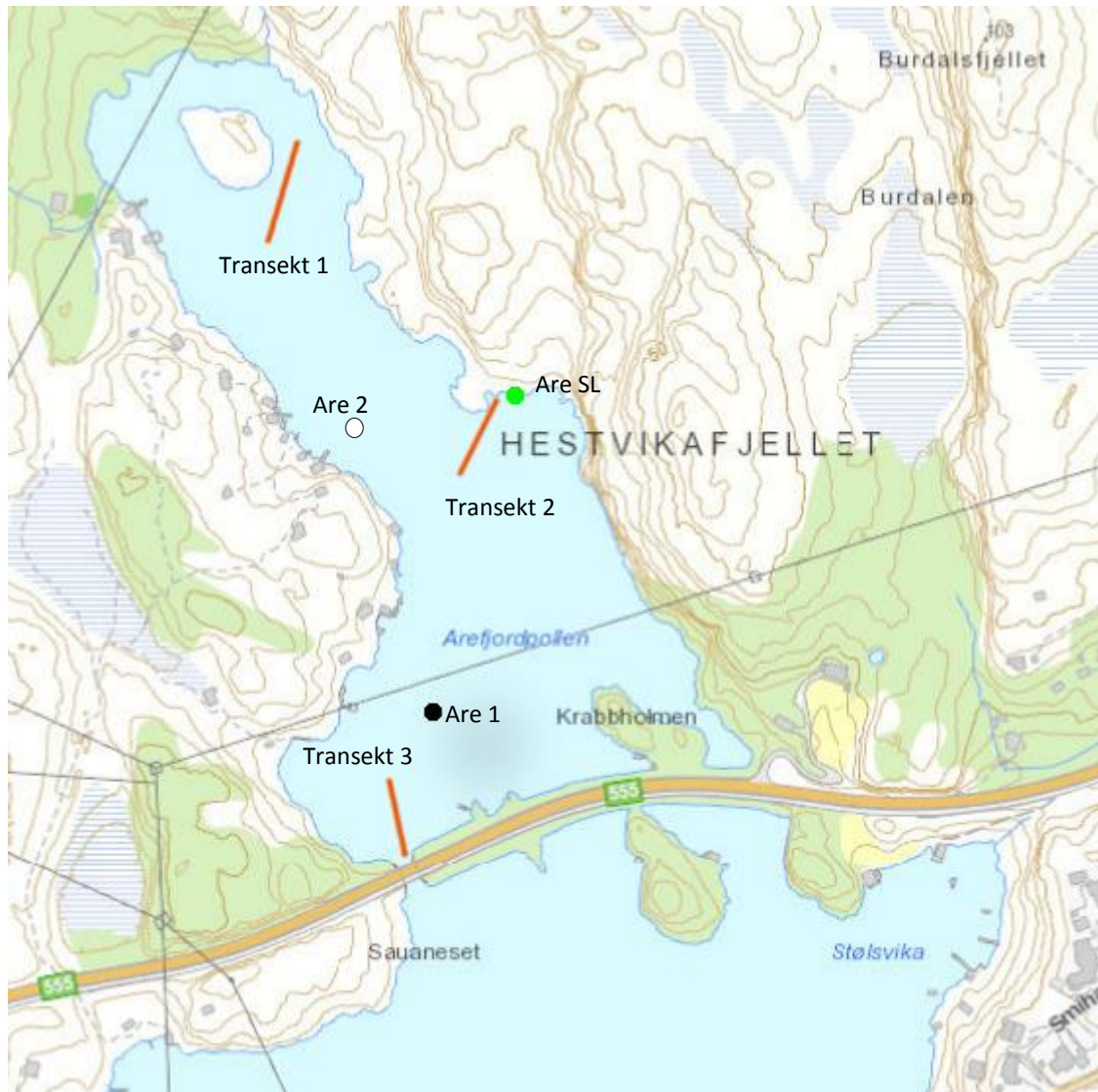
Figur 3. Konsekvensviften, viser sammenheng mellom verdi og omfang. Håndbok V712 (Statens vegvesen 2014).



## 2. MATERIALE OG METODE

### Undersøkellesområdet

Figur 4 viser undersøkelsesområdet med prøvetakingsstasjoner inntegnet. Tabell 2, 3 og 4 inneholder koordinater til de forskjellige undersøkelsene/prøvepunktene.



Figur 4. Oversikt over prøvetakingsområdet med prøvetakingsstasjoner inntegnet. Svart sirkel=bunnstasjon med biologiske, kjemiske og geologiske analyser samt hydrografiske målinger. Hvit sirkel marker hydrografistasjon. Grønn sirkel=Litoralstasjon. Røde linjer=transekter med videokamera. Se tabell 2, 3 og 4 for nøyaktige koordinater samt stasjonsopplysninger. Det ble også utført befarig i strandsonen i hele området Nord for RV 555.

**Tabell 2. Stasjonsinformasjon for bunnprøvene samt hydrografiprøvene tatt i Arefjordpollen. Prøvene er tatt med 0,025m<sup>2</sup> van veen grabb.**

Stasjon Dato	Sted og pos. WGS 84	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Are 1 01.09.2015	Arefjordpollen 60°22,024'N 05°08,338'Ø	12	1	2,7	Hugg 1-4 til blandprøve for biologi. Hugg 5-8 til blandprøve for kjemiske og geologiske analyser. Hydrografiske målinger
			2	2,7	
			3	2,7	
			4	2,7	
			5	2,7	
			6	2,7	
			7	2,7	
			8	2,7	
Are 2 01.09.2015	Arefjordpollen 60°22,100'N 05°08,241'Ø	7			Hydrografiske målinger

**Tabell 3. Stasjonsinformasjon semikvantitativ strandsoneundersøkelse**

Stasjon	Navn	N	WGS84	Ø
Are S	Arefjordpollen	60°22,120'N		05°08,338'Ø

**Tabell 4. Koordinater knyttet til filmtransektene, med start og endepunkt.**

Stasjon	Sted	Transekt start			Transekt ende		
		N	WGS84	Ø	N	WGS84	Ø
Transekt 1	Arefjordpollen	60°22,203'N		05°08,148'Ø	60°22,156'N		05°08,166'Ø
Transekt 2	Arefjordpollen	60°22,116'N		05°08,332'Ø	60°22,094'N		05°08,322'Ø
Transekt 3	Arefjordpollen	60°21,952'N		05°08,313'Ø	60°21,979'N		05°08,288'Ø

---

## Oksygen/hydrografi

Oksygeninnholdet i vannet er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god utskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som oftest tilfredsstillende. Dersom det tilføres store mengder organisk materiale kan imidlertid oksygeninnholdet bli lavt. Oksygen kan enten oppgis i absolutt konsentrasjon (ml/l) eller som prosentvis metning. Er vannet mettet med oksygen er metningen 100 %. Oksygenmengden i et oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Noen ganger kan det være overmetning, det vil si over 100 % metning. I denne rapporten brukes absolutt konsentrasjon ml/l som korrelerer med klassifisering i veileder 02:13, selv om bunnvannet undersøkte i denne rapporten ikke vil klassifiseres som bunnvann da det er såpass grunt.

I mer innestengte områder, på innsiden av terskler der sirkulasjonen er dårlig, kan vannet fra bunnen og oppover bli helt fritt for oksygen, noe som betegnes som anoksiske forhold. Det vil da utvikles hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) med karakteristisk lukt (som råtne egg), og svært få organismer vil være tilstede i slike vannmasser og i bunnsedimentene. Høy organisk aktivitet som følge av organisk belastning fra næringssalter, såkalt eutrofiering (overgjødning) vil føre til at oksygenet i vannsøylen fortere vil bli brukt opp.

Oksygeninnholdet i vannet samt andre hydrologiske parametre som saltholdighet, tetthet og temperatur ble målt både med oksygensensorer tilkoblet CTD-sonde. Oksygensensor gir en oksygenprofil i vannsøylen som gjør det mulig å se sjiktinger i vannsøylen med henhold på denne parameteren.

## Sedimentundersøkelser

### Geologiske analyser og organisk innhold

Det ble tatt én blandprøve fra 4 hugg til bestemmelse av partikkelfordeling og organisk innhold i sedimentet ved ALS Global (akkrediteringsnummer TEST 268). Partikkelfordelingen ble bestemt i henhold til metode ISO 11277:2009, og det organiske innholdet i sedimentet, TOC, ble bestemt som i henhold til metode ISO 10694, EN 13137, EN 15936.

Sedimentets kornfordeling forteller noe om strømforholdene. I et område med gode strømforhold vil finere partikler bli ført bort. De grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingen, som da vil vise at mesteparten av partiklene i sedimentet ligger i den grovere del av størrelsesspekteret. I et område med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avleires i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt fraksjonen dvs. mindre enn 0,063 mm. I tillegg til å være støtteparameter for bunnfauna benyttes kornfordelingen også som en støtteparameter i vurdering av miljøgiftinnhold, ettersom miljøgifter som tungmetaller, PAH og PCB har stor affinitet for partikler. Fint sediment har større overflate per volumenhet og vil dermed kunne binde mer miljøgifter enn grovere sediment. TA-2229/2007 sier følgende om partikkelfordeling som støtteparameter for miljøgiftanalyser i sediment: «Klassifiseringssystemet for marine sedimenter er beregnet for finkornet sedimenter (leire-silt).

Sedimenter med innslag av grus og grov sand vil ikke være egnet. Miljøgifter er hovedsakelig knyttet til små partikler (silt-leire) og organisk materiale.»

### Bunndyrsundersøkelser

Prøvene ble tatt med en van Veen grabb med prøveareal på 0,025 m<sup>2</sup>. Det ble tatt 4 parallelle grabbprøver.. Grabben er et kvantitativt redskap som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet totalt 0,1 m<sup>2</sup>. Sedimentet blir deretter vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene, som består av materialet som ligger igjen i sikten, ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene blir deretter konservert i 4 % nøytralisert formalin. Dyrene sorteres ut fra sediment-restene under lupe i laboratoriet, og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring.

Komplett artsliste er presentert i vedlegg 4. Artslisten omfatter hele materialet, også plankton som er fanget av den åpne grabben på vei ned. Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, slik at analysene kun omfatter dyr som lever på, eller nedgravd i sedimentet. Eksempelvis er krepsdyr som lever fritt på bunnen ikke tatt med. Artssammensetningen i prøvene gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er og har vært det siste året. I Generell vedleggsdel er det gitt en kort omtale av de metodene som kan anvendes til beregninger og analyser av det innsamlede bunndyrs materialet. Sortering og artsbestemmelse ble utført akkreditert ved SAM-Marin (akkrediteringsnummer TEST 157).

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt de gjeldende SFT veilederne (SFT 1997; SFT 2008). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hulberts diversitetsindeks (Es<sub>100</sub>), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI<sub>2012</sub> og AMBI (komponent i NQI1), samt indeks for individtetthet DI. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) som gir en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr).

Tilstandsklassen til stasjonen blir bestemt av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier - tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller evt. lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Tabell 5 og klassegrenser for nEQR er vist i Tabell 6.

*Det må bemerkes at i dette tilfellet ble det som tidligere nevnt kun tatt prøver av et areal på til sammen 0,1 m<sup>2</sup>. I henhold til veileder 02:2013 er dette arealet for lite til å kunne klassifisere riktig. Det ble imidlertid tatt en faglig vurdering av sedimentet i felt hvor sedimentets beskaffenhet (svart finkornet med høyt organisk innhold samt H<sub>2</sub>S lukt) og det faktum at det var tilnærmet livløst gjorde at det ble besluttet at det ikke var nødvendig å ta ytterligere prøver.*

**Tabell 5. Oversikt over ømfintlighets- og diversitetsindekser ved bruk av klassifisering av tilstand ved hjelp av Bunnrydsdata (Direktoratsgruppa for Vanndirektivet, 2013).**

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES <sub>100</sub>	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
IS <sub>2012</sub>	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

**Tabell 6. Klassegrenser for nEQR i henhold til Direktoratsgruppa Vanndirektivet sin veileder 02:2013.**

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse 1 (Svært god)	0,8
Klasse 2 (God)	0,6
Klasse 3 (Moderat)	0,4
Klasse 4 (Dårlig)	0,2
Klasse 5 (Svært dårlig)	0,0

### Kjemiske analyser av sediment

Det ble tatt en blandprøve fra 4 hugg til kjemisk analyse av sediment fra stasjon Are 1. Sedimentet ble analysert for tungmetaller (bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink), tributyltinn (TBT), samt syv polyklorerte bifenyler (PCB7), og seksten polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH16 - EPA). Analysene ble utført ved ALS globa (akkrediteringsnummer Test 268). Analysene av metaller ble utført etter metodene EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010, SM 3120. Tørrstoff ble analysert etter ISO 11465. Analysene av PCB7 ble utført etter EPA 429, EPA 1668 og EPA 3550. Analysene av PAH16 ble utført etter EPA 429, EPA 1668 og EPA 3550. Analysene av Tributyltinn er utført etter ISO 23161:2011. For tributyltinn (TBT) er den forvaltningsmessige grenseverdien benyttet for tildeling av tilstandsklasse. Alle kjemiske analyser er angitt tilstandsklasser i henhold til vanndirektivets veileder 02:13, se **Tabell 7**.

**Tabell 7. Tilstandsklasser relatert til miljøgifter i sediment målt i denne undersøkelsen (fra revidert veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment: TA 2229/2007).**

	I	II	III	IV	V
	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
<b>Metaller</b>					
Arsen (mg As/kg)	<20	20 - 52	52 - 76	76 - 580	>580
Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
Kadmium (mg Cd/kg)	<0.25	0.25 - 2.6	2.6 - 15	15 - 140	>140
Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0.15	0.15 - 0.63	0.63 - 0.86	0.86 - 1.6	>1.6
Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
Sink (mg Zn/kg)	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4500	>4500
<b>PAH</b>					
Naftalen (µg/kg)	<2	2- 290	290 - 1000	1000 - 2000	>2000
Acenaftylen (µg/kg)	<1.6	1.6 - 33	33 - 85	85 - 850	>850
Acenaften (µg/kg)	<4.8	2.4 - 160	160 - 360	360 - 3600	>3600
Fluoren (µg/kg)	<6.8	6.8 - 260	260 - 510	510 - 5100	>5100
Fenantren (µg/kg)	<6.8	6.8 - 500	500 - 1200	1200 - 2300	>2300
Antracen (µg/kg)	<1.2	1.2 - 31	31 - 100	100 - 1000	>1000
Fluoranthen (µg/kg)	<8	8 - 170	170 - 1300	1300 - 2600	>2600
Pyren (µg/kg)	<5.2	5.2 - 280	280 - 2800	2800 - 5600	>5600
Benzo[a]antracen (µg/kg)	<3.6	3.6 - 60	60 - 90	90 - 900	>900
Chrysen (µg/kg)	<4.4	4.4 - 280	280 - 280	280 - 560	>560
Benzo[b]fluoranten (µg/kg)	<46	46 - 240	240 - 490	490 - 4900	>4900
Benzo[k]fluoranten (µg/kg)		<210	210 - 480	480 - 4800	>4800
Benzo(a)pyren (µg/kg)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4200
Indeno[123cd]pyren (µg/kg)	<20	20 - 47	47 - 70	70 - 700	>700
Dibenzo[ah]antracen (µg/kg)	<12	12 - 590	590 - 1200	1200 - 12000	>12000
Benzo[ghi]perylene (µg/kg)	<18	18 - 21	21 - 31	31 - 310	>310
PAH16 <sup>1)</sup> (µg/kg)	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000
<b>Andre organiske</b>					
PCB7 <sup>2)</sup> (µg/kg)	<5	5 - 17	17 - 190	190 - 1900	>1900
PCDD/F <sup>3)</sup> (TEQ) (µg/kg)	<0.01	0.01 - 0.03	0.03 - 0.10	0.10 - 0.50	>0.50
ΣDDT <sup>4)</sup> (µg/kg)	<0.5	0.5 - 20	20 - 490	490 - 4900	>4900

<b>Grenseverdier for TBT</b>					
TBT <sup>12)</sup> (µg/kg) - effektbasert	<1	<0.002	0.002-0.016	0.016-0.032	>0.032
TBT <sup>12)</sup> (µg/kg) - forvaltningsmessig	<1	1-5	5 - 20	20 - 100	>100

I teksten brukes følgende fargekoder, basert på TA-2229/2007

<b>I – Bakgrunn</b>	<b>II - God</b>	<b>III – Moderat</b>	<b>IV – Dårlig</b>	<b>V – Svært dårlig</b>
---------------------	-----------------	----------------------	--------------------	-------------------------

---

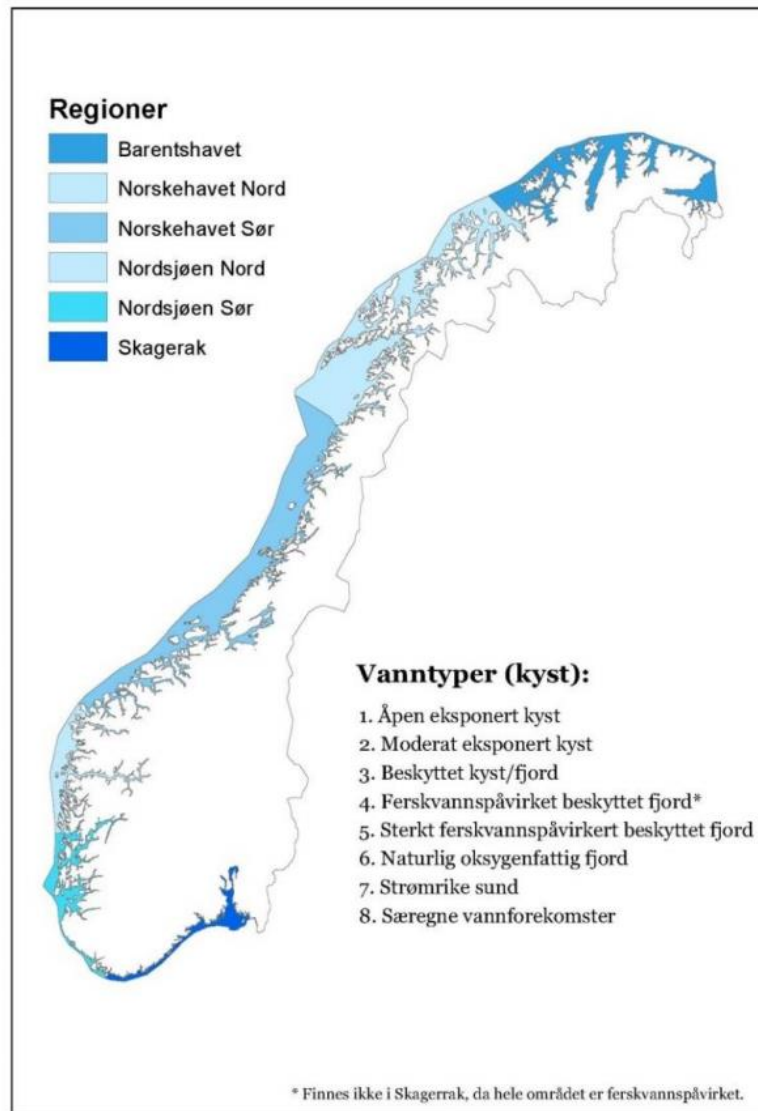
## Strandsoneundersøkelser

Fjæren (litoralsonen) kan generelt defineres som strandsonen mellom høy- og lavvann. I områder med fjell eller større steiner er fjæren ofte dekket av makroalger eller dyr. Flere av artene vokser i bestemte nivå i fjæren og danner karakteristiske soner. Sammensetningen av arter i fjæren blir bestemt ut fra ulike abiotiske forhold, som for eksempel eksponeringsgrad, salinitet og substrat. I beskyttede områder med fjell eller større steiner, finner en ofte en tett vegetasjon av tang. Innimellom tangen lever mange andre alger og dyr, f.eks. snegler, krepsdyr, mosdyr og hydroider. I områder som er mer eksponerte for bølger, er tangvegetasjonen mindre tett og består delvis av andre arter enn i beskyttet fjære. Store flater er ofte fri for tang og dekket av fjærerur (*Semibalanus balanoides*) og blåskjell (*Mytilus edulis*).

Mange litoralarter er sårbare, og vil ofte forsvinne i forurensede områder. Fjæresonen blir da etter en kort tid dominert av hurtigvoksende grønn- og brunalger (opportunist), som utnytter de nakne partiene etter tangplantene og fastsittende dyr. Samtidig vil det være færre snegl som beiter på algene. Fjæresoneundersøkelser er dermed en naturlig komponent i å kartlegge miljøtilstanden knyttet til endringer i området.

### Semikvantitativ strandsoneundersøkelse

Ved en semikvantitativ undersøkelse blir forekomsten av alle alger og dyr større enn 1 mm innenfor åtte meter strandlinje registrert (NS-EN ISO19493:2007). I denne rapporten ble forekomsten gitt etter en seks-delt skala i Tabell 8. Stasjonene plasseres i områder med egnet strandsone. Det vil si minst åtte meter strandsone som er flat nok til at man kan gå på land og foreta registreringene. Stasjonene og strandsonen rundt fotograferes. Fotodokumentasjonen oppbevares hos SAM-Marin. Metoden gir en oversikt over mengdeforholdet av organismene i strandsonen og samsvarer med den multimetriske indeksen i Vannforskriften. Norskekysten er inndelt i vannregioner samt vanntyper som må tas med når beregningene utføres, se Figur 5.



Figur 5. Inndeling av vannregioner og vanntyper.

Tabell 8. Skala benyttet for semikvantitativ strandsoneundersøkelse.

Kategori	Beskrivelse
1	Ingen
2	Tilstede
3	Spredt
4	Vanlig
5	Dominerende
6	Sterkt dominerende



### Befaring i standsonen

Ved befaringen registreres mengden av de mest dominerende algene etter en ti-delt skala. Bildene blir oppbevart ved SAM-Marin. Dette er en grov metode, der en registrerer større endringer i samfunnet i strandsonen. Kun de mest dominerende artene noteres. Fotografi gjør at metoden er god til å dokumentere større belastninger og endringer over tid. Hele området innenfor den eksisterende RV 555 ble undersøkt. Se skala benyttet ved befaringen i Tabell 9

**Tabell 9. Skala benyttet ved befaringen.**

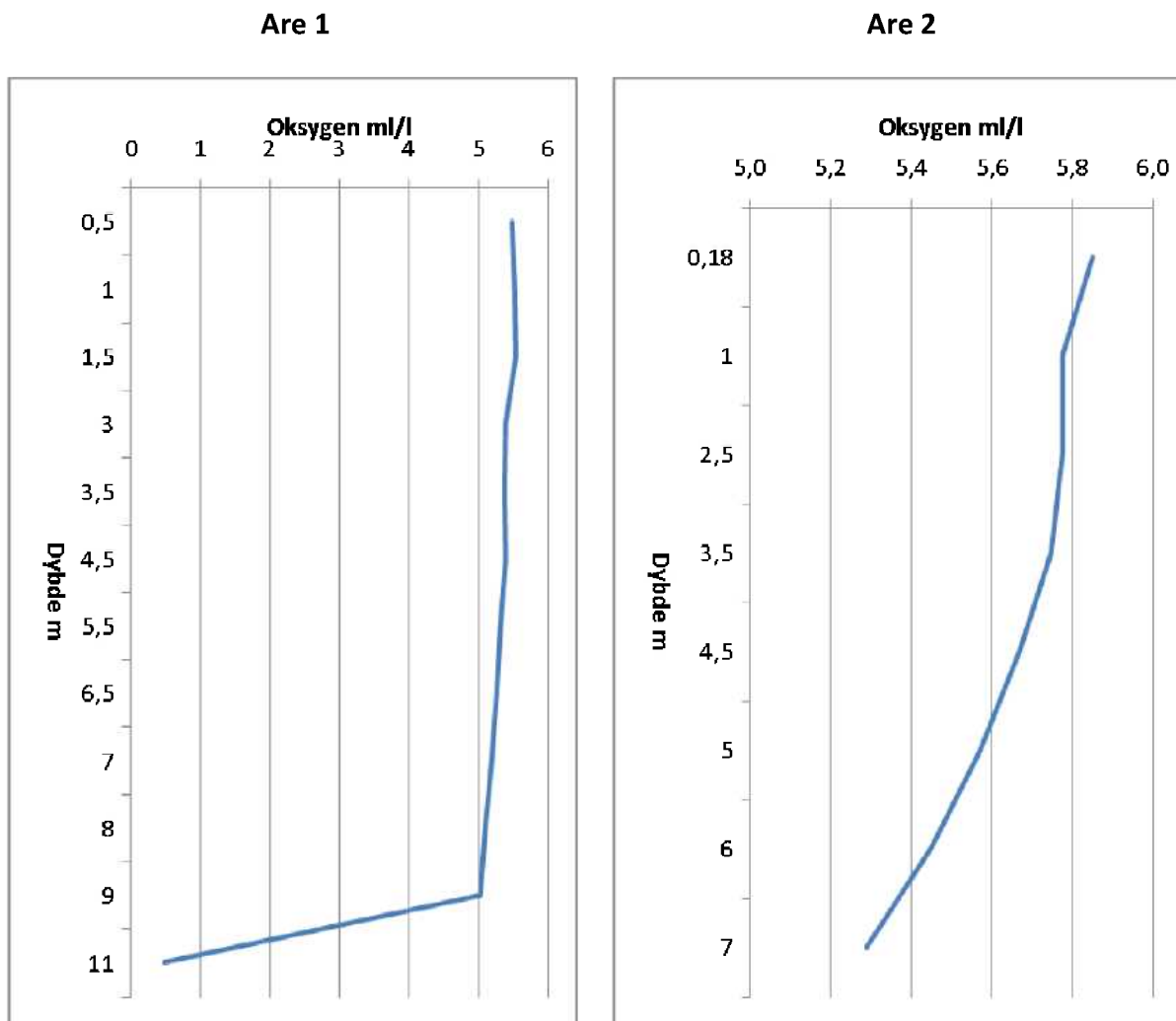
Kategori	Beskrivelse
1	Tett grisetangbelte
2	Tynt grisetangbelte
3	Spredt med grisetang <1 m mellom plantene
4	Spredt med grisetang >1 m mellom plantene
5	Tett med blæretang / spiraltang
6	Blæretang / spiraltang bare øverst
7	Blæretang / spiraltang spredt
8	Ingen tang
9	Grønske
10	Spredt grønnske

### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

#### Oksygen/hydrografi

På stasjon Are 1 ser man en brå nedgang i oksygeninnholdet i vannet etter 10 meters dyp, se Figur 6. På stasjon Are 2 er det ingen stor nedgang i oksygeninnhold fra overflaten til bunnen på 7 meters dyp. Dette viser at utskiftningen av vannet i indre del av Arefjordpollen er god ned til en 9-10 meters dyp hvor det er stagnerende bunnvann og utlekking av H<sub>2</sub>S fra sedimentet er med på å redusere oksygeninnholdet her, noe som er vanlig for slike innelukkede pollsystemer. Dette sees også igjen i ytre del av Arefjordpollen (Eilertsen 2012). Saliniteten var litt lavere på stasjon Are 1, noe som sannsynligvis kommer fra avrenning fra Larslivassdraget, se alle hydrografiske data i vedlegg 1.

Figur 6. Oksygenprofiler i ml/l for stasjon Are 1 og Are 2.



## Sedimentundersøkelser

### Kjemi og geologi

Kornfordelingen i sedimentet viste en dominans av finfraksjonene silt og leire på til sammen ca. 89 % og ca. 10 % innhold av sand, se Tabell 10 samt vedlegg 2.

**Tabell 10. Kornfordelingen i sedimentet.**

Stasjon	Analyse	Resultat	Leire	Silt	Sand	Måleenhet
Are 1	Kornfordeling	-	1,07	88,63	10,3	%
	Vanninnhold	84,3				%
	Kornstørrelse >63 µm	10,3				%
	Kornstørrelse <2 µm	1,1				%

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet er gjengitt i tabell 11-3, samt vedlegg 3. Tungmetallene havnet i tilstandsklasse I- Svært god til tilstandsklasse II- God, og indikerer liten forurensing av tungmetaller i sedimentet. TBT fikk tilstandsklasse IV- Dårlig, TBT finnes ofte i sedimentet og da gjerne i flekkvis distribusjon i områder med en del småbåttrafikk da TBT tidligere har vært brukt som komponent i bunnsmøring. En av PAH-forbindelsene kom i tilstandsklasse V. Mens innholdet av sum PAH16 havnet i tilstandsklasse III- Moderat, dog i nedre del av skalaen som grenser mot tilstandsklasse II- God. Verdiene er ikke nevneverdig høye utover det som kan forventes her. Innholdet av PCB i sedimentet fikk tilstandsklasse II- God. Det organiske innholdet i sedimentet målt som total organisk karbon (TOC) var svært høyt og fikk tilstandsklasse V- Svært dårlig.

**Tabell 11. Innhold av tungmetaller og organisk materiale i sedimentet.**

Stasjon	Analyse	Resultat	Måleenhet
Are 1	As (Arsen)	12,7	mg/kg TS
	Pb (Bly)	69,1	mg/kg TS
	Cu (Kopper)	47,8	mg/kg TS
	Cr (Krom)	44,4	mg/kg TS
	Cd (Kadmium)	2,18	mg/kg TS
	Hg (Kvikksølv)	0,22	mg/kg TS
	Ni (Nikkel)	20,6	mg/kg TS
	Zn (Sink)	165	mg/kg TS
	Monobutyltinnkation	4,42	µg/kg TS
	Dibutyltinnkation	79,1	µg/kg TS
	Tributyltinnkation	56,6	µg/kg TS
	TOC	10,8	% TS
	nTOC	110	mg/g
	Tørrstoff (L)	14,9	%
	Tørrstoff (E)	15,7	%

Tabell 12. Innhold av PAH i sedimentet.

Stasjon	Analyse	Resultat	Måleenhet
Are 1	Naftalen	<29	µg/kg TS
	Acenaftylene	<10	µg/kg TS
	Acenaften	<10	µg/kg TS
	Fluoren	<10	µg/kg TS
	Fenantren	55	µg/kg TS
	Antracen	14	µg/kg TS
	Fluoranten	190	µg/kg TS
	Pyren	223	µg/kg TS
	Benso(a)antracen^	87	µg/kg TS
	Krysen^	148	µg/kg TS
	Benso(b)fluoranten^	412	µg/kg TS
	Benso(k)fluoranten^	282	µg/kg TS
	Benso(a)pyren^	213	µg/kg TS
	Dibenso(ah)antracen^	55	µg/kg TS
	Benso(ghi)perylene	418	µg/kg TS
	Indeno(123cd)pyren^	297	µg/kg TS
	Sum PAH-16	2400	µg/kg TS
Sum PAH carcinogene^	1500	µg/kg TS	

Tabell 13. Innhold av PCB i sedimentet.

Stasjon	Analyse	Resultat	Måleenhet
Are 1	PCB 28	1,2	µg/kg TS
	PCB 52	2,01	µg/kg TS
	PCB 101	1,66	µg/kg TS
	PCB 118	0,79	µg/kg TS
	PCB 138	2,46	µg/kg TS
	PCB 153	1,93	µg/kg TS
	PCB 180	0,86	µg/kg TS
	Sum PCB-7	11	µg/kg TS

## Bunndyr

Bunndyrsundersøkelsen ga tilstandsklasse V- Svært dårlig, Tabell 14. Det ble kun funnet en børstemark av arten *Capitella capitata* i prøven. I tillegg ble det funnet 14 nematoder men de er utelatt fra beregningene, se komplett artsliste i vedlegg 4. Det dårlige resultatet var forventet da det er dårlig utskiftning av bunnvannet i Arefjordpollen som gir anoksiske forhold ved bunnen. De dårlige forholdene ble også observert i felt da sedimentet var svart, finkornet og tydeligvis preget av organisk materiale samt at det luktet av H<sub>2</sub>S.

**Tabell 14. Antall individer, arter, diversitet (H' og ES<sub>100</sub>), ømfintlighet (AMBI, NSI, ISI<sub>2012</sub>), den sammensatte indeksen for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) og tetthetsindeksen DI for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 02:2013, (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2014, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer). Tilstandsklasse baseres på snitt av normaliserte indeksverdier (nEQR). Grabbverdien av nEQR er basert på grabbgjennomsnittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). Som tidligere nevnt oppfyller ikke prøvetakingen krav satt til utregning av nye indekser.**

Stasjon	Antall Arter	Antall Individer	Ambi	Diversitet H'	ES100	NQI1	NSI	ISI2012	DI	nEQR TK
Are 1	1	1	6	0	-	-	6,98	1,58	2,05	
Sum	1	1	6	0	-	-	6,98	1,58	2,05	
Snitt	1	1	6	0	-	-	6,98	1,58	2,05	
nEQR (sum)				0	0	0	0,14	0,07	2,05	0,03
nEQR (snitt)				0	0	0	0,14	0,07	2,05	0,03

## Strandsoneundersøkelser

### Semikvantitativ strandsoneundersøkelse

Det ble utført en semikvantitativ strandsoneundersøkelse i Arefjordpollen, se Tabell 3, Figur 4, Figur 7 og Figur 8, samt vedlegg 5. Stasjonen fikk tilstandsklasse II- God i henhold til veileder 02:13, se Tabell 15. Strandsonen virket frisk og lite preget av ferskvann på tross av at den befinner seg i en poll hvor det er tilrenning fra vassdrag samt begrenset vannutveksling grunnet fyllingen til RV 55. Vanligvis i slike poller er det ofte en større andel grønnalger som indikerer økte verdier av næringssalter i vannet. I Arefjordpollen er det derimot et belte av ålegras som skjærer resten av pollen fra avrenningen fra Larslivassdraget. Forekomsten av ålegras vil kunne hjelpe til med opptak av næringssalter fra denne avrenningen og forhindre eutrofiering i resten av pollen (Pedersen et. al 2004).

**Tabell 15. Multimetriske fjæreindekser fra den undersøkte stasjonen i Arefjorden. Utregningene er basert på redusert artsliste for vanntype «beskyttet kyst/fjord» (RSLA 3) iht. Veileder 02:2013. Tilstandsklasse er basert på snittet av de normaliserte indeksverdiene (nEQR).**

St. Are S	Indeksverdi	nEQR-verdi	Kommentar
Prosent andel grønnalger	20,0	0,80	
Prosent andel rødalger	40,0	0,80	Artsantall under 14, ikke med i Snitt nEQR
Prosent andel brunalger	40,0	0,80	
Normalisert artsrikhet	12,1	0,40	
ESG1/ESG2	0,67	0,58	Artsantall under 14, ikke med i Snitt nEQR
Prosent andel opportunist	30,0	0,66	
Sum forekomst brunalger	102,2	0,74	
Sum forekomst grønnalger	14,8	0,79	
<b>Snitt nEQR</b>		<b>0,698</b>	
<b>Tilstandsklasse</b>		<b>II</b>	



Figur 7. Stasjon Are s, semikvantitativ strandzoneundersøkelse.



Figur 8. Bilder fra den semikvantitative strandzoneundersøkelsen.

## Befaring

Befaringen ble utført i hele området innenfor den eksisterende RV 555 og området med tallkoder knyttet til skala brukt i befaringen er gitt i Figur 9. Figur 10-12 viser bilder tatt fra befaringen. Faunaen ble oppfattet som god for slike pollsystemer med mindre enn forventet innslag av grønnalger.



Figur 9. Undersøkellesområdet med tallskala benyttet i befaringen

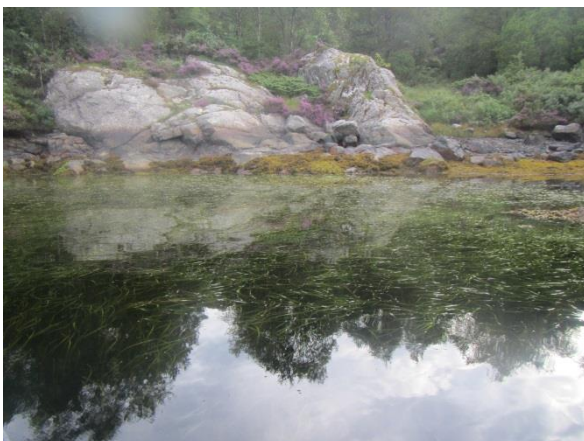




Figur 10. Bilde til venstre tatt nær innløpet til indre del av Arefjordpollen. Bilde til høyre tatt mot RV 555. Begge bilder viser store mengder grisetang med noe innslag av grønnske ved innløpet.

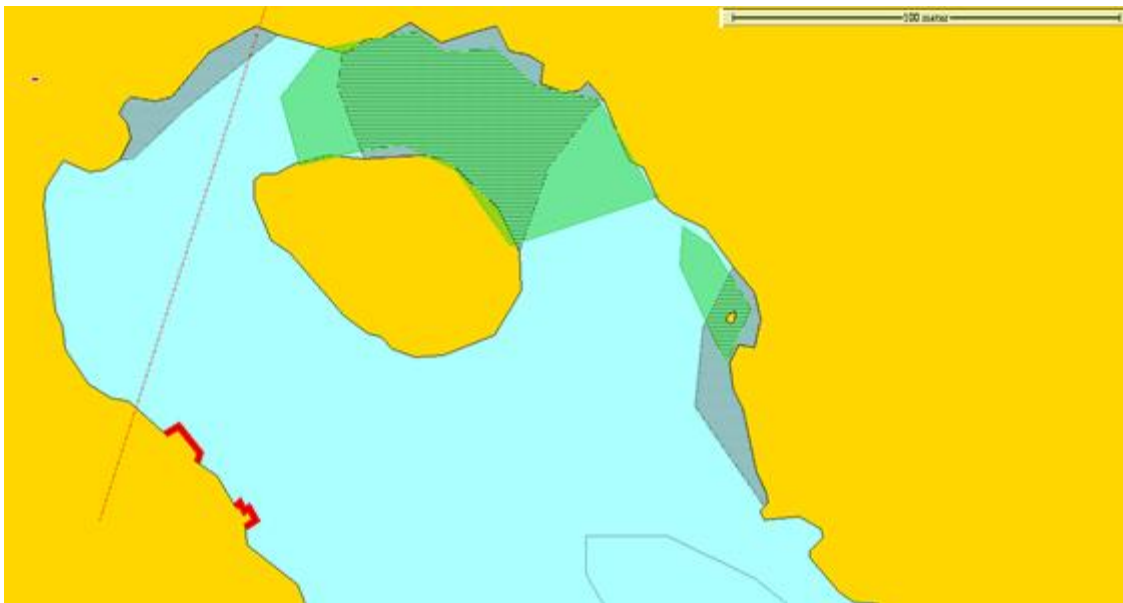


Figur 11. Bildet til venstre tatt mot krabbholmen, bildet til høyre mot vestsiden av Arefjordpollen. Bildene viser spredt grisetangbelte samt rur og blåskjell.



Figur 12. Bildet til venstre er tatt på vestsiden av indre del av Arefjordpollen, bildet til høyre er tatt på sør-øst siden av Pollholmen, innerst i Arefjordpollen. Begge bilder viser tette Ålegrasenger.

Under befaringen ble det oppdaget ålegrasenger rundt Pollholmen innerst i Arefjordpollen, Figur 13, et anslag på størrelse vil være rundt 3000m<sup>2</sup> til 5000m<sup>2</sup>. Ålegras, *Zostera marina*, danner ofte enger på ugjestmilde mudderbunner som er tilfellet for dette området. Det er en flerårig karplante som overvintrer som rotstengel hvorpå den spirer når våren kommer. Den er fotosyntetiserende og er avhengig av lystilgang noe som også er med på å definere nedre voksedybde. I mai 2015 ble ålegras, som en av fem naturtyper, vurdert til status som utvalgt naturtype og dette gir en anerkjennelse av at naturtypen er viktig og bør bli tatt vare på. Ålegrasenger er også svært viktige for mange andre organismer som lever der, blant annet som yngelområde for fisk. Ålegraset vil også fungere som filter i forhold til Larslivassdraget ved at det benytter seg av næringsalter som tilføres derfra. Ålegraset har også en positiv effekt ved at det stabiliserer og modifierer bunnsedimentet gjennom rotstengelen som også via bladene til ålegraset fører oksygen ned i sedimentet, Direktoratet for naturforvaltning 2011.



Figur 13. Ålegrasengen innerst i Arefjordpollen markert med grønt. Kartkilde: Olex.

## Undervannsfilmning/Transekter

### Transekt 1

Filmingen av transekt 1 startet ved ålegrasengen, se koordinater i tabell 4 og figur 4. Filmingen viste tett ålegresseng (figur 14 med en markant overgang til et område hvor bunnen i hovedsak bestod av opportunistiske alger (figur 15) litt lengre ute i transektet gikk bunnen over fra algedominans til å være preget av bakteriematter, sannsynligvis *Beggiatoa* sp. (figur 16)



Figur 14. Ålegress



Figur 15. Opportunistiske filamentøse alger dekker mudderbunnen.



Figur 16. Bakteriematter på bunnen, sannsynligvis *Beggiatoa* sp.

## Transekt 2

Transekt 2 startet ved den samme stasjonen hvor det ble utført en semikvantitativ strandsoneundersøkelse, se koordinater i tabell 4 og figur 4. Innslaget av opportunistiske alger starter rett under vannoverflaten (Figur 17) og omfanget øker utover i transektet (Figur 18) hvor bunnen etter hvert går over til å domineres av bakteriematter (Figur 19)



Figur 17. Opportunistiske filamentøse alger på steiner rett under overflaten.



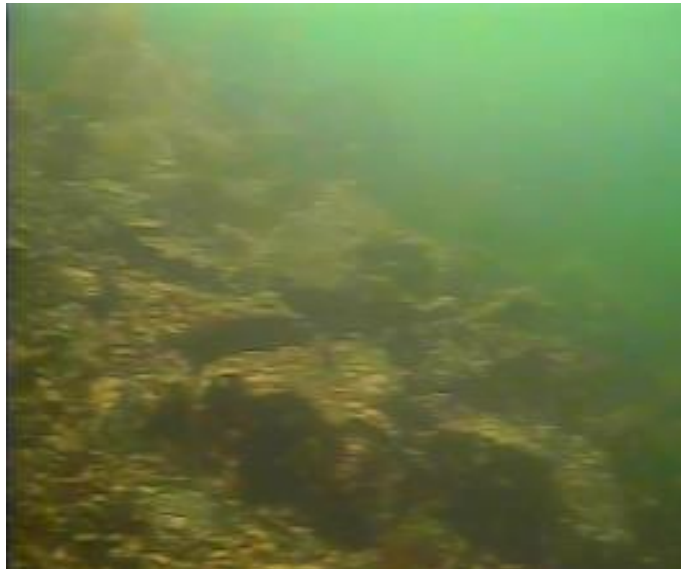
Figur 18. Opportunistiske filamentøse alger dekker mudderbunnen.



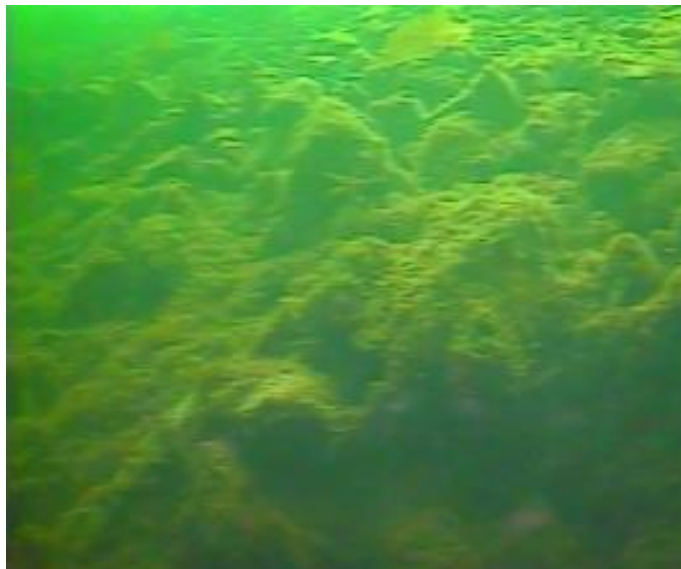
Figur 19. Bakteriematter på bunnen, sannsynligvis *Beggiatoa* sp.

### Transekt 3

Transekt 3 startet ved innløpet til den indre del av Arefjordpollen ved broen til RV 555 og strekker seg i nordlig retning, se koordinater i tabell 4 og figur 4. Her ble det observert noe mer stein enn i de andre transektene grunnet nærheten til fyllingen se Figur 20 og Figur 21. På steinene ble det funnet begroingsorganismer samt opportunistiske filamentøse alger. Lengre ute i transektet, Figur 22, gikk bunntypen over til mudderbunn dekt av opportunistiske filamentøse alger samt bakteriematter.



Figur 20. Steinbunn ved starten av transekt 3



Figur 21. Opportunistiske filamentøse alger på steiner/fjell



**Figur 22. Opportunistiske filamentøse alger samt bakteriematter, sannsynligvis *Beggiatoa* sp., dekker mudderbunnen.**

#### 4. VERDISSETTING

Verdisettingen av naturtypekartleggingen er vist i tabell 16. Forekomst av naturtypen ålegrasenger verdisettes til kategori B – viktig, grunnet størrelse samt nærliggende gytefelt for torsk i Kobbaleia. På grunnlag av dette får naturtyper verdi «stor» i Tabell 16. Artsmangfoldet er normal for slike poller og verdien settes til liten. Det må bemerkes at den assosierte artssammensetningen knyttet til ålegrasengen ikke er kartlagt i denne undersøkelsen og bør vurderes kartlagt for å kunne bedre dokumentere artsmangfoldet i området. Artslister for undersøkelsen utført i 2015 er gitt i Tabell 17. Det ble ikke registrert sårbare rødlistearter i området.

Tabell 16. Verdisetting av Marint biologisk mangfold i Arefjordpollen.

Marint biologisk mangfold Arefjordpollen		Verdi		
		Liten	Middels	Stor
Naturtyper	Oksygenfattig marin sedimentbunn Bløtbunnsområder i strandsonen Ålegrasenger og andre undervannsenger I11 Poller I05	----- -----  ▲		
Artsmangfold	Littoralsonen: Normal fauna for kaier og brygger. Bunndyr: økologisk tilstand i med tanke på bunnfauna: tilstandsklasse V- Svært dårlig Strandsone. Økologisk tilstand i strandsonen i tilstandsklasse II- God. Normal fauna. Artsmangfold knyttet til Ålegrasenger kan være svært artsrikt og inneholde sjeldne arter.	----- -----  ▲		
Rødlistearter	Ingen funnet	----- -----  ▲		



Tabell 17. Artslister fra feltarbeid 2015.

Vitenskapelig navn	Norsk navn	Rødlistekategori	Lokalitet/Type undersøkelse	Kommentar
<b>Brunalger</b>				
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Grisetang	LC - Livskraftig	Are S/Befaring	
<i>Fucus vesiculosus</i>	Blæretang	LC - Livskraftig	Are S/Befaring	
<i>Elachista fusicola</i>	Tanglo	LC - Livskraftig	Are S	
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	Brunslis	4	Are S	
<i>Spermatochnus paradoxus</i>	Bleiktuste	3	Are S	
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	Svartkluft	2	Are S	
<b>Grønnalger</b>				
	Vanlig			
<i>Cladophora rupestris</i>	grønndusk	LC - Livskraftig	Are S/Befaring	
<i>Cladophora sp.</i>		LC - Livskraftig	Are S/Befaring	
<b>Rødalger</b>				
<i>Hildenbrandia rubra</i>	Fjæreblood	LC - Livskraftig	Are S/Befaring	
<i>Ceramium sp.</i>		LC - Livskraftig	Are S	
<i>Chondrus crispus</i>	Krusflik	LC - Livskraftig	Are S	
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	Slettrugl	LC - Livskraftig	Are S	
<i>Polysiphonia lanosa</i>	Grisetangdokke	LC - Livskraftig	Are S	
<b>Bågrønnalger</b>				
<i>Calothrix sp.</i>	Fjærebek		Are S	
<i>Verrucaria sp.</i>			Are S	
<b>Dyr</b>				
<i>Amphipoda indet.</i>		-	Are S	
<i>Semibalanus balanoides</i>	rur Butt	LC - Livskraftig	Are S/Befaring	
<i>Littorina obtusata</i>	strandsnegl	LC - Livskraftig	Are S/Befaring	
<i>Littorina sp.</i>	Strandsnegl	-	Are S	
<i>Mytilus edulis</i>	Blåskjell	LC - Livskraftig	Are S/Befaring	
<i>Bryozoa skorpe</i>	Mosdyr	LC - Livskraftig	Are S	
<i>Bryozoa greinet</i>	Mosdyr	-	Are S	
<i>Porifera</i>	Svamp	-	Are S	
<i>Spirorbis sp.</i>	Posthornmakk	-	Are S	
<i>Asterias rubens</i>	Vanlig korstroll	LC - Livskraftig	Are S/Befaring	
<i>Actinidae indet.</i>		NE - Ikke vurdert	Are S	
<i>Pisces juv.</i>	Fiskeyngel	-	Are S/Befaring	
<i>Acaria indet.</i>	Midd	+	Are S	
<b>Planter</b>				
<i>Zostera marina</i>	Ålegras	LC - Livskraftig	Befaring	



## 6. KONSEKVENSVURDERING

### 0 - Alternativet, Ingen utfylling

Ett 0-alternativ har som formål å beskrive tilstand i dagens situasjon uten at det blir gjort inngrep, det vil si det som i utgangspunktet ville vært de naturlige endringene som ville ha skjedd over tid. Beskrivelsen av 0-alternativet er ikke nødvendigvis situasjonen akkurat som den er i dag, her må man også ta hensyn til andre påvirkninger som ville kunne skje naturlig over tid som for eksempel klimaendringer og utslipp fra populasjonsøkning som vil føre med seg blant annet mer kloakk. Ettersom det ikke lenger er kloakkutslipp i området vil det i dette tilfellet være mest potensielle klimaendringer/introduserte arter som vil føre til endringer sett i forhold til dagens situasjon. Effekten av slike endringer vil i størst grad gjøre seg gjeldende med økende temperatur og salinitet som er en viktig påvirkningsfaktor for livet i havet og fjæra. Tarearter er generelt sett tilpasset ett noe kaldere klima og økte temperaturer kan fort få store konsekvenser for tareutbredelsen. Reduksjonen i sukkertare i Skagerrak er et eksempel på en slik påvirkning

### Konsekvenser ved inngrep samt avbøtende tiltak

En utfylling av tunnelboremasser vil i hovedsak ha to typer virkninger. Den første er endringer i og ødeleggelse av habitat direkte hvor tiltaket utføres. Den andre virkningen er potensiale for oppvirvling av sediment og utlekking av miljøgifter i anleggsfasen. Omfanget av innvirkningen ved utfylling kan være stor i og med at det eksisterende habitatet ødelegges, men i dette tilfellet er konsekvensen for naturmangfoldet liten da det i stort grad er anoksiske forhold i bunnsedimentet som for det meste er mudder dekt av opportunistiske filamentøse alger samt bakteriematter sannsynligvis i slekten *Beggiatoa* sp. De nye massene vil for øvrig kunne ha en positiv effekt ved å fungere som nytt substrat ved reetablering av arter/nye arter i området. I den grad substratet blir endret vil følgelig også faunaen i området endres. En reetablering/etablering av nye arter vil skje relativt raskt og man kan forvente at bunnfaunaen i sedimentet har tatt seg opp til naturlige forhold innen 2-5 år (Bakke og Jensen 2009). En annen effekt i anleggsfasen ved utfyllingen av tunnelboremasser er oppvirvling av sediment i pollen som uten avbøtende tiltak vil kunne ha en stor negativ konsekvens for livet i pollen, da spesielt for ålegressene som befinner seg i den nordre delen av Arefjordpollen. Hvor mye som vil virvles opp er avhengig av hvilke typer masser som skal brukes i utfyllingen, finere masser vil virvle opp mindre sediment. Utfylling av masser vil redusere lysgjennomtrengningen i vannmassene og kan være kritisk for fotosyntetiserende organismer som ålegress og dermed alle de organismene som lever i tett tilknytning til ålegresset. En annen effekt ved oppvirvling av sedimenter er potensiell spredning av miljøgifter som er lagret i sedimentene. verdiene målt av miljøgifter i sedimentene i Arefjordpollen var imidlertid ikke alarmerende høye og ettersom miljøgiftene er bundet til partikler i sedimentet ventes det at siltgardinen også vil kunne forhindre en eventuell spredning av miljøgifter.

I anleggsfasen vil det være hensiktsmessig å bruke siltgardiner som avbøtende tiltak for å kunne hindre oppvirvling av finkornet sediment og miljøgifter. Dette vil ha positiv effekt knyttet til den potensielle faren en slik oppvirvling vil ha for spesielt ålegraset. Det som vil kunne være et problem i denne sammenhengen er at da vil tilgangen til ålegrasengen samt Larslivassdraget potensielt begrenses/stenges. Dette vil være spesielt alvorlig

om det er anadrom oppgang i Larslivassdraget. Det er for øvrig ikke pr dags dato registrert anadrom oppgang i Larslivassdraget. Potensialet for å miste en gyting kan være katastrofalt for en poulasjon. Om det finnes anadrome arter i vassdraget vil det være svært viktig å ikke stenge av området i gyteperioden på høsten mellom 1 august og 1 desember, for resten av året vil ikke en avstenging være så kritisk.

Etter anleggsfasen blir det en ny barriere i Arefjordpollen som vil kunne hindre utskiftning av vann i den nå nordre delen av pollen. Dette er et pollsystem og utskiftningen av vann er tidevannsstyrt. De hydrografiske målingene i denne undersøkelsen viste relativt like hydrografiske profiler i de øvre vannmassene innenfor og utenfor området hvor det planlagte inngrepet skal finne sted, noe som indikerer en jevn fordeling av vannet som kommer gjennom den eksisterende åpningen under Rv 555. Det var noe lavere salinitet i den indre delen av området som sannsynligvis kommer fra avrenning fra Larslivassdraget uten at dette gjorde seg nevneverdig gjeldende i form av økning av grønnalger i strandsonen. Det vil også foregå en viss utveksling av vann gjennom selve fyllingen da denne ikke nødvendigvis er tett.

### Vannutskiftningen i Arefjordpollen

Innledningsvis må det understrekes at det er noe usikkerhet rundt beregningene vedrørende vannutskiftningen i Arefjordpollen. Dataene presentert her er fra en modell og gjenspeiler ikke nødvendigvis virkeligheten med 100 %. Videre så må det nevnes at den indre delen av Arefjordpollen ikke er godt kartlagt med tanke på dybde, og modellen er i viss grad dermed basert på estimater.

**Tabell 18. Data brukt i beregningene for vannutskiftningen i Arefjordpollen**

Dyp og sjikt, m	Areal km <sup>2</sup>		
	Hele området innenfor Rv 555	Området mellom ny fylling og gammel bro	Området innenfor planlagt ny fylling
0/0-1	0,08	0,4	0,3
3(1-5)	0,06	0,01	0,1
8(5-10)	0,025	0,01	0,1
11 (10-12)	0,02	0,02	-
13	0,01	0,001	-
14	0,0005	0,005	-

Ved utfylling av masser vil volumet i pollen endres og følgelig vil mengden vann som kommer inn gjennom den eksisterende åpningen reduseres. Ved etablering nye barrierer/utfylling vil alltid vannutskiftningen reduseres. Hvis det skal lages ny 4- felts vei vil passasjen under broen på veien være lengre enn den eksisterende åpningen i RV 555. For å kompensere for økt friksjon mot sidene ved et lengre løp må da åpningen i den nye veien være tilsvarende større enn den som er der fra før og ha samme dyp. Ved en ny veifylling vil området nord for RV 555 deles i to bassenger, her kalt indre og ytre basseng. Det indre bassenget (nord for den planlagte fyllingen) vil ha et areal på ca. 0,031 km<sup>2</sup> og et estimert volum på 0,0001 km<sup>3</sup>. Det ytre bassenget (sør for Rv 555) vil ha et areal på 0,045 km<sup>2</sup> og et estimert volum på 0,0002 km<sup>3</sup>. Ved etablering av ny veifylling vil det nye ytre bassenget få relativt like forhold med tanke på vannutskiftning som nåværende forhold. Oksygenforbruket vil gå noe ned. Det nye indre bassenget vil med tilsvarende brospenn og dybde i innløpet som under Rv 555 vil ha

et noe større oksygenforbruk men den teoretisk beregnede hyppige vannutskiftning vil kunne motvirke at det oppstår anoksiske forhold i det indre bassenget. Alle beregninger er gjort ved hjelp av modellen «Fjorden v 4.0», Stigebrandt 1992.

### **Utfylling av steinmasser i dype partier**

Tilførsel av masser vil redusere volumet i pollen og dermed i teorien redusere innstrømmingsmengden til vann. Om det skal fylles steinmasser og dermed reduserer volumet må det i utgangspunktet lages større åpninger i eksisterende fylling under Rv 555 samt i innløpet til selve Arefjordpollen ved Arefjordstraumen.

Området hvor det planlegges å legge ut steinmasser er for øvrig i de dypeste partiene av pollen, hvor det i utgangspunktet allerede er stagnerende bunnvann. CTD målinger utført i september 2015 viste oksygen ned til ca.10 meter fra hvor det avtok. Det vil da ikke være hensiktsmessig å fylle opp mer enn til ca. 10 meters dyp da dette vil få negativ effekt på vanninnstrømningen. Etter en modell i fjordmiljø ser man at ved fylling opp til 10 meter vil få høyere oksygenforbruk men raskere utskiftning av vannet i pollen.

Videre ser en at fra en 2-3 meters dyp er bunnen begrodd av bakteriematter og opportunistiske filamentøse alger som vil være de som koloniserer den nye bunnen. Så tiltaket ved utlegging av steinmasser vil i utgangspunktet ikke ha stor negativ konsekvens på bunndyrene.

Det bør for øvrig utføres flere undersøkelser for å bedre bekrefte hvor sjiktningen i vannet går da denne undersøkelsen kun har tatt målinger på ett tidspunkt. Dette for å kunne vite mer nøyaktig hvor mye steinmasser som man kan fylle.

### **Utfylling i dypere partier med mudder fra bunnen ved den planlagte veifyllingen**

Et annet alternativ for utfylling av dypere partier, hvor det er dårlig vannutskiftning, er knyttet til å bruke mudder tatt fra bunnen ved den planlagte nye veifyllingen opp til. I dette tilfellet vil det ikke være endringer i volumet i pollen og følgelig ikke endringer i innstrømming av vann. Det vil for øvrig kunne ha en positiv effekt ved at man hever områder hvor det tidligere har vært stagnerende bunnvann i, faunan vil for øvrig sannsynligvis domineres av opportunistiske filamentøse alger samt bakteriematter som resten av pollen.

### **Utfylling av området mellom Rv 555 og ny fylling opp til 6 meters dyp**

Hvis området mellom Rv 555 og ny fylling fylles opp til 6 meters dyp og man beholder terskeldyp og bredde under Rv 555, vil dette medføre hyppigere utskiftning av vannet i denne delen av pollen, som i sin tur vil ha en positiv effekt ved at det ikke vil være oksygenfrie forhold i bunnvannet. Men bunnen i seg selv vil nok fremdeles være preget av anoksiske forhold da dette nå er mudder med høyt organisk innhold tatt fra indre deler av pollen som vi vet er begrodd med opportunistiske filamentøse alger som gir indikasjon på anoksiske forhold i sedimentet. Dette vil nok også være den faunaen som vil reetablere seg i dette området. Nyere beregninger estimerer at sannsynlig nivå etter mudring vil ligge på mellom kote -5 og -6. Det vil ikke være nevneverdige forskjeller i vannutveksling knyttet til forskjellen mellom de to kotene.

### **Utfylling av området innenfor den nye planlagte fyllingen til 6 meters dyp**

En utfylling av området innenfor den nye fyllingen opp til 6 meters dyp vil føre til bedre vannutskiftning og at man ikke får anoksiske forhold i bunnvannet. Som nevnt ovenfor vil bunnen i seg selv nok fremdeles være preget av anoksiske forhold da dette nå er mudder med høyt organisk innhold tatt fra indre deler av pollen som vi vet er begrodd med opprtunistiske filamentøse alger som gir indikasjon på anoksiske forhold i sedimentet. Dette vil nok også være den faunaen som vil reetablerere seg i dette området. Nyere beregninger estimerer at sannsynlig nivå etter mudring vil ligge på mellom kote -5 og -6. Det vil ikke være nevneverdige forskjeller i vannutveksling knyttet til forskjellen mellom de to kotene.

### **Eventuelle påvirkninger av utfyllinger på vannutskiftning gjennom Arefjordstraumen**

Beregninger ved hjelp av FjordEnv 4.0 viser at utfyllinger innenfor Rv 555 samt i Stekervika i praksis vil ha lite å si for vannutskiftningen gjennom Arefjordstraumen. Det er faktisk kun utfyllingen i Stekervika som vil kunne påvirke vannutskiftningen her ved en liten økning i tiden det tar før utskiftning av bunnvannet i bassenget innenfor Arefjordstraumen samt en minimal reduksjon i hastighet på inn og utstrømmende vann på 2 %.

### **Åpnes mer i eksisterende fylling**

I henhold til beregninger gjort med modellen fjordmiljø vil det å øke terskeldybden fra 3 til 5 meter under Rv 555 gjøre forholdene i pollen betydelig bedre. Bunnvannet vil mer regelmessig skiftes ut som medfører at det ikke oppstår anoksiske forhold i bunnvannet.

### **Verdi, omfang og Konsekvens**

Tabell 19 viser sammenhengen mellom verdi, omfang og konsekvens uten avbøtende. Tilstedeværelsen av naturtypen ålegrasenger settes til stor verdi, spesielt knyttet til det faktum at det er registrert gytefelt for kysttorske i nærheten (Nedreaas 2008). Videre settes artsmangfoldet tentativt til liten verdi. Artsmangfold på bunnen består av i all hovedsak av opportunistiske filamentøse trådalger og bakteriematter og vil ha liten verdi. Artsmangfoldet i strandsonen er godt og normalt for et slikt område og settes til liten verdi. Det ble ikke registrert truede rødlistearter i Arefjordpollen. I dette området er verdiene og følgelig konsekvensene knyttet til marint naturmangfold i all hovedsak knyttet til ålegrasengen, da det pr. dags dato ikke er registrert anadrom oppgang i vassdraget. Omfanget av tiltaket vil uten avbøtende tiltak ha stort negativt omfang på naturtyper og artsmangfold. Konsekvensene settes til meget stor negativ konsekvens.

**Tabell 19. Oppsummering av verdi, omfang og konsekvens for marint biologisk mangfold tilknyttet utfylling i uten avbøtende tiltak Arefjordpollen.**

Tema	Verdi			Omfang							Konsekvens	
	Liten	Middels	Stor	Negativt			Positivt					
				Stor	Middels	Liten	Ingen	Liten	Middels	Stor		
Naturtyper	----- ----- ▲			▲----- -----							Meget stor negativ	
Artsmangfold	▲----- -----	----- -----			▲----- -----							Liten negativ
Rødlisterarter	▲----- -----	----- -----			----- ----- ▲							Ingen konsekvens

Tabell 20 viser sammenhengen mellom verdi, omfang og konsekvens med avbøtende tiltak. Avbøtende tiltak ved bruk av siltgardin vil redusere påvirkning av nedslamming og reduksjon i lysforhold for ålegraset og vil redusere konsekvens fra stor negativ uten avbøtende tiltak til liten negativ konsekvens med avbøtende tiltak. Videre vil en senkning av terskelen under Rv 555 bidra til bedre vannutsiftning i pollen.

**Tabell 20. Oppsummering av verdi, omfang og konsekvens for marint biologisk mangfold tilknyttet utfylling med avbøtende tiltak Arefjordpollen, knyttet til bruk av siltgardin og uten å stenge av tilkomst til ålegrasengen og Larslivassdraget i gyteperioden..**

Tema	Verdi			Omfang							Konsekvens	
	Liten	Middels	Stor	Negativt			Positivt					
				Stor	Middels	Liten	Ingen	Liten	Middels	Stor		
Naturtyper	----- ----- ▲			----- ----- ▲							Liten negativ	
Artsmangfold	▲----- -----	----- -----			----- ----- ▲							Liten negativ
Rødlisterarter	▲----- -----	----- -----			----- ----- ▲							Ingen konsekvens

**Konklusjon**

Tiltaket vil potensielt kunne få stor negativ konsekvens for ålegrasengen i området men denne konsekvensen knyttet til mudring og utfylling av masser i Arefjordpollen vil kunne reduseres betraktelig ved bruk av siltgardin som avbøtende tiltak. Senkning av terskelen under Rv 555 til 5 meter vil kunne ha positiv effekt ved hyppigere utskiftning av bunnvannet som gjør at det ikke lenger vil være stagnerende bunnvann med anoksiske forhold. Utfyllingen innenfor Rv 555 vil ikke ha nevneverdig innvirkning på vannutskiftningen i Arefjordstraumen.

**Usikkerhetsmomenter**

Det er ikke gjort en grundig kartlegging av faunaen knyttet til ålegrasengen, om tiltaket skal gjennomføres må det vurderes om en slik kartlegging er nødvendig ettersom den potensielt kan være habitat for truede arter. Det er ikke tidligere registrert oppvandring av anadrom fisk i Larslivassdraget, hvis tiltaket skal utføres vil det være hensiktsmessig å avkrefte/bekrekte dette. I tilfellet ved utfylling av masser i de dypere delene av Arefjordpollen bør det tas flere oksygenmålinger over en lengre tidsperiode for bedre å bestemme dypet for stagnerende bunnvann.



## 7. LITTERATUR

Bakke, T. Jensen T. 2009. Effekter av sjødeponi av avgangsmasser fra gruvedrift i Engebøfjellet på Førdefjordens økosystem på kort og lang sikt. NIVA NOTAT O-28466/3

Direktoratet for naturforvaltning 2001. Kartlegging av marint biologisk mangfold. Håndbok 19-2001 revidert 2007, 51 s.

Direktoratet for naturforvaltning. *Kartlegging av naturtyper – verdisetting av biologisk mangfold*. Håndbok 13.

Eilertsen, M. 2012. Konsekvensvurdering for marint naturmiljø i Stekervika, Fjell kommune. Rådgivende biologer rapport nr. 1580. 16 s

Hellen, B. A., Johnsen, G.H. 1996. Teoretisk vurdering av eventuelle miljøkonsekvenser ved bygging av ny bro over Arefjordstraumen i Fjell kommune. Rådgivende biologer, rapport nr 251, 12 s.

Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. og Skjelseth, S. 2010. Norsk rødliste for arter. Artsdatabanken, Norge.

Pedersen, M.F., Nielsen S.L., Banta G.t., Interactions between vegetation and nutrient dynamics in coastal marine ecosystems: an introduction.

SFT. TA-1865/2002. Tildekking av forurensede sjøsedimenter.

Statens vegvesen. Håndbok V712. Konsekvensanalyser.

Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver, Direktorsgruppen for gjennomføring av vanndirektivet (2013). 263 s.

Databaser og nettkilder:

[www.Artsdatabanken.no](http://www.Artsdatabanken.no)

[www.naturbase.no](http://www.naturbase.no)

[www.nin.no](http://www.nin.no)

## 8. VEDLEGG

Generell Vedleggsdel

Vedlegg 1: Hydrografiske målinger

Vedlegg 2: Analysebevis geologiske analyser

Vedlegg 3: Analysebevis kjemiske analyser

Vedlegg 4: Artslister bunndyrsundersøkelser

Vedlegg 5: Artsliste semikvantitativ strandsoneundersøkelse.

# GENERELL VEDLEGGSEDEL

## Analyse av bunndyrsdata

### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA 1467/1997, Veileder 02:2013)

### Diversitet

**Shannon-Wieners diversitetsindeks (H')** beskrives ved artsmangfoldet (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der:  $p_i = \frac{n_i}{N}$ ,  $n_i$  = antall individer av art  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og  $S$  = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

**Hurlbert diversitetsindeks  $ES_{100}$**  viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^S \left[ \frac{(N - N_i)!}{((N - N_i - 100)! \cdot 100!)} \right] / \left[ N! / ((N - 100)! \cdot 100!) \right]$$

hvor  $ES_{100}$  = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med  $N$  individer,  $s$  arter, og  $N_i$  individer av  $i$ -ende art.

### Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes  $ISI_{2012}$  (Rygg og Norling, 2013).

Beregning av ISI utføres med følgende formel:

$$ISI = \sum_i^s \left[ \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

*hvor  $ISI_i$  er verdi for arten  $i$  og  $S_{ISI}$  er antall arter tilordnet sensitivetsverdier*

**AMBI (Azti Marin Biotic Index)** tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al. 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspert. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

**NSI** er en ny sensitivetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av  $i$  alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

$$NSI = \sum_i^s \left[ \frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

*hvor  $N_i$  er antall individer og  $NSI_i$  verdi for arten  $i$ ,  $N_{NSI}$  er antall individer tilordnet sensitivetsverdier*

### Individtetthet

**DI (density index)** er en ny indeks for individtetthet (Rygg og Norling 2013). DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. DI er beskrevet av formelen:

$$DI = \text{abs}[\log 10(N_{0,1m^2}) - 2,05]$$

hvor abs står for absoluttverdi og  $N_{0,1m^2}$  antall individer pr.  $0,1 m^2$

### Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som NQI1 (Norwegian quality Index) bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

**NQI1** er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[ 0,5 * \left( \frac{1 - AMBI}{7} \right) + 0,5 * \left( \frac{\left[ \frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) * \left( \frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

### **Klassegrenser**

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2013 (Tabell v2). Samme grenseverdier brukes for grabbklassifisering (gjennomsnitt av grabbverdier) og stasjonsklassifisering (kumulerte grabbdata).

**Tabell v2:** Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013\*:

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES <sub>100</sub>	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI <sub>2012</sub>	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

\* Klassegrensene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

### **Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse**

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdi på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$nEQR = \frac{\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}}{\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}} * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi klasse I	=	0,8
Basisverdi klasse II	=	0,6
Basisverdi klasse III	=	0,4
Basisverdi klasse IV	=	0,2
Basisverdi klasse V	=	0,0

nEQR gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

### **Dataprogrammer**

Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi» er laget av Knut Årestad ved Insitutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

## Litteratur til Generelt Vedlegg

Borja, A., et al. (2000). "A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments." *Marine Pollution Bulletin* **40**(12). 1100-1114 s.

Gray, J. S. og Mirza, F. B. (1979). "A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities." *Marine Pollution Bulletin* **10**(5). 142-146 s.

Pearson, T.H., et al. (1983). "Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. ." *Marine Ecology Progress Series* **12**. 237-255 s.

Pearson, T.H. og Rosenberg, R. (1978). "Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment." *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* **16**. 229-311 s.

Rygg, B. (2002). "Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway." NIVA-rapport 4548-2002. 32 s.

Rygg, B. og Norling, K. (2013). "Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)." NIVA-rapport 6475-2013. 46 s.

TA 1467/1997. Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.

Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vandirektivet (2013). 263 s.

### Vedlegg 1 - Hydrografi-data fra CTD sonde

Stasjon	Dato	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	F (µg/l)	Density	Depth(u)
Are1	01.09.2015	26,17	16,28	98,17	5,49	1,66	18,908	0,5
		26,34	16,12	98,53	5,52	1,68	19,082	1
		26,48	15,93	98,52	5,54	2,02	19,225	1,5
		27,87	15,70	96,47	5,40	2,49	20,352	3
		27,96	15,62	96,02	5,38	2,49	20,44	3,5
		28,08	15,49	96,14	5,39	2,63	20,562	4,5
		28,14	15,40	94,76	5,32	3,81	20,636	5,5
		28,22	15,25	93,55	5,27	3,61	20,73	6,5
		28,28	15,08	91,77	5,19	2,31	20,817	7
		28,45	14,77	89,99	5,11	3,79	21,016	8
		28,61	14,25	87,72	5,04	3,23	21,248	9
		30,19	12,26	8,35	0,49	0	22,859	11

Stasjon	Dato	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	F (µg/l)	Density	Depth(u)
Are2	01.09.2015	22,65	17,21	105,33	5,85	1,39	16,014	0,18
		26,47	16,66	105,13	5,77	2,03	19,065	1
		26,8	15,90	103,73	5,77	2,49	19,486	2,5
		27,05	15,63	102,89	5,75	3,22	19,74	3,5
		27,3	15,50	101,34	5,67	3,92	19,958	4,5
		27,44	15,27	99,19	5,57	3,24	20,116	5
		27,55	15,19	96,98	5,45	3,88	20,227	6
		27,7	14,88	93,62	5,29	0,01	20,411	7



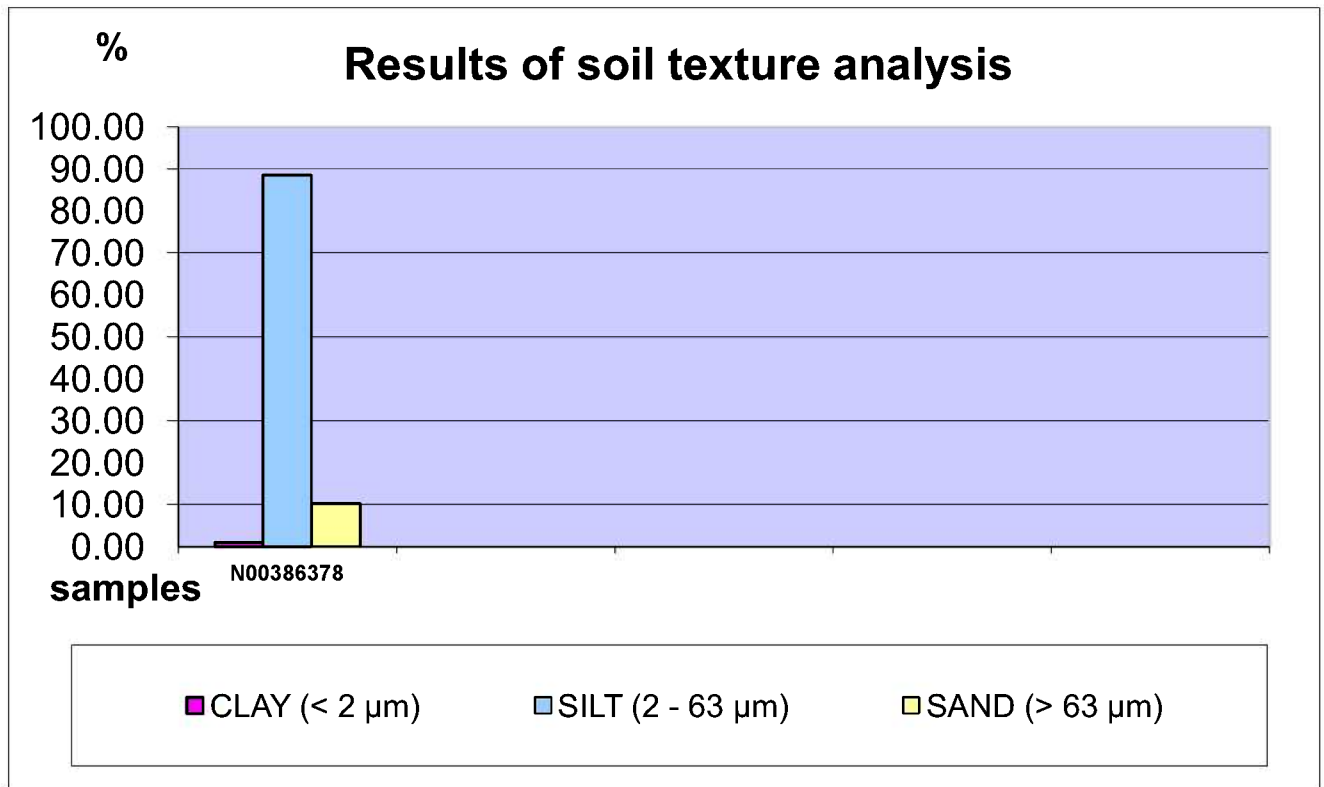


ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa **Attachment No. 1 to the Test Report No.: PR1563495**  
Bendlova 1687/7, CZ-470 03 Česká Lípa, Czech Republic

## RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

<b>Sample label:</b>	<b>N00386378</b>	
<b>Lab. ID:</b>	001	
<b>Gross sample weight [g]</b>	6.51	
<b>CLAY (&lt; 2 µm) [%]</b>	1.07	
<b>SILT (2 - 63 µm) [%]</b>	88.63	
<b>SAND (&gt; 63 µm) [%]</b>	10.30	



**Test method specification: CZ\_SOP\_D06\_07\_120** Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

**Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:**



Registrert 2015-09-25 12:23  
Utstedt 2015-10-09

Rambøll Norge AS  
Hans Olav Sømme

Pb.427 Skøyen  
N-0213 Oslo

Prosjekt Arefjordpollen  
Bestnr 1350011295

## Analyse av sediment

Deres prøvenavn	Are 1 Sediment					
Labnummer	N00386378					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)	14.9	2	%	1	V	ERAN
Monobutyltinnkation	4.42	1.84	µg/kg TS	1	C	ERAN
Dibutyltinnkation	79.1	31.5	µg/kg TS	1	C	ERAN
Tributyltinnkation	56.6	18.0	µg/kg TS	1	C	ERAN
Tørrstoff (E)	15.7	0.97	%	2	1	JIBJ
Vanninnhold	84.3	5.09	%	2	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	10.3	1.0	%	2	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	1.1	0.1	%	2	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	2	1	JIBJ
TOC	10.8		% TS	2	1	JIBJ
Naftalen	<29		µg/kg TS	2	1	JIBJ
Acenaftalen	<10		µg/kg TS	2	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	2	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	2	1	JIBJ
Fenantren	55	16.5	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Antracen	14	4.09	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Fluoranten	190	56.9	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Pyren	223	67.0	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	87	26.2	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Krysen <sup>^</sup>	148	44.3	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	412	124	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	282	84.7	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	213	63.9	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	55	16.5	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	418	125	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	297	89.1	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PAH-16*	2400		µg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	1500		µg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 28	1.20	0.360	µg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 52	2.01	0.602	µg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 101	1.66	0.498	µg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 118	0.79	0.238	µg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 138	2.46	0.738	µg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 153	1.93	0.578	µg/kg TS	2	1	JIBJ
PCB 180	0.86	0.258	µg/kg TS	2	1	JIBJ
Sum PCB-7*	11		µg/kg TS	2	1	JIBJ



Deres prøvenavn	<b>Are 1 Sediment</b>					
Labnummer	N00386378					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>As (Arsen)</b>	<b>12.7</b>	2.54	mg/kg TS	2	1	JIBJ
<b>Pb (Bly)</b>	<b>69.1</b>	13.8	mg/kg TS	2	1	JIBJ
<b>Cu (Kopper)</b>	<b>47.8</b>	9.57	mg/kg TS	2	1	JIBJ
<b>Cr (Krom)</b>	<b>44.4</b>	8.88	mg/kg TS	2	1	JIBJ
<b>Cd (Kadmium)</b>	<b>2.18</b>	0.44	mg/kg TS	2	1	JIBJ
<b>Hg (Kvikksølv)</b>	<b>0.22</b>	0.04	mg/kg TS	2	1	JIBJ
<b>Ni (Nikkel)</b>	<b>20.6</b>	4.1	mg/kg TS	2	1	JIBJ
<b>Zn (Sink)</b>	<b>165</b>	33.0	mg/kg TS	2	1	JIBJ



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

Metodespesifikasjon	
1	<p>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</p> <p><b>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser</b></p> <p>Metode: ISO 23161:2011                      Deteksjon og kvantifisering: GC-ICP-SFMS                      Rapporteringsgrenser: 1 µg/kg TS</p>
2	<p>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</p> <p><b>Bestemmelse av vanninnhold og tørrstoff</b></p> <p>Metode: ISO 11465                      Måleprinsipp: Tørrstoff bestemmes gravimetrisk og vanninnhold beregnes utfra målte verdier.                      Rapporteringsgrense: 0,10 %                      Måleusikkerhet: 5 %</p> <p><b>Bestemmelse av Kornfordeling (&lt;63 µm, &gt;63 µm og &lt;2 µm)</b></p> <p>Metode: ISO 11277:2009                      Måleprinsipp: Laserdiffraksjon                      Rapporteringsgrense: 0,10 %</p> <p><b>Bestemmelse av TOC</b></p> <p>Metode: ISO 10694, EN 13137, EN 15936                      Måleprinsipp: Coulometrisk bestemmelse                      Rapporteringsgrense: 0,010 %TS</p> <p><b>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</b></p> <p>Metode: EPA 429, EPA 1668, EPA 3550                      Måleprinsipp: GC/MSD                      Rapporteringsgrenser: 10 µg/kg TS                      Måleusikkerhet: 30 %</p> <p><b>Bestemmelse av polyklorerte bifenyler, PCB-7</b></p> <p>Metode: EPA 429, EPA 1668, EPA 3550                      Måleprinsipp: GC/MSD                      Rapporteringsgrenser: 0,7 µg/kg TS                      Måleusikkerhet: 30 %</p>



Metodespesifikasjon	
<b>Bestemmelse av metaller, M-1C</b>	
Metode:	EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010, SM 3120
Måleprinsipp:	ICP-AES
Rapporteringsgrenser:	As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0) alle enheter i mg/kg TS
Måleusikkerhet:	20 %

Godkjenner	
ERAN	Erlend Andresen
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør <sup>1</sup>	
C	GC-ICP-MS  Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
V	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 Harf 9/336, Praha, Tsjekkia  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

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 konfidensintervall 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](http://www.alsglobal.no)

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

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

## Vedlegg 4 – Artsliste bunndyr

ID: 10728-9

Vedlegg SF-SAM-505 Benthos Artsliste

Uni Research Miljø : Sam-marin

Prosess	Uni Research Miljø : Sam-marin / Sam Marin / Rapportering / Rapportering	Dokumentkategori	Vedlegg
Godkjent dato	26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)	Siste revisjon	
Endret dato	26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)	Neste revisjonsdato	



### SAM-Marin

(Seksjon for anvendt miljøforskning,  
marin del.)  
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
Telefon: 55 58 44 05  
Mail: sam-marin@uni.no



Oppdragsgiver (navn og adresse): Statens vegvesen, Region vest, Askedalen 4, 6863 Leikanger

Prosjekt nr.: 809781

Prøvetakingssted (område): Arefjordpollen, Fjell Kommune

Dato for prøvetaking: 01.09.2015

Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Øydis Alme

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input checked="" type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>

### Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- \* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- \* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

### Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:1 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur:.....  
Godkjent taksonom

s. 1/1	Stasjonsnavn Dato Hugg	Are 1 01.09.2015 1. hugg
*	Nematoda indet. Capitella capitata	14 1

## Vedlegg 5

ID: 10727-3

### Vedlegg SF-SAM-505 Artsliste semikvantitativ litoralundersøkelse

Uni Research Miljø : Sam-marin

Prosess Uni Research Miljø : Sam-marin / Sam Marin / Rapportering / Rapportering  
Godkjent dato 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)  
Endret dato 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)

Dokumentkategori Vedlegg  
Siste revisjon  
Neste revisjonsdato



**SAM-Marin**  
Thormøhlensgate 55  
5008 Bergen  
Telefon: 55 58 43 41  
www.uni.no



#### ARTSLISTE SEMIKVANTITATIV LITORALUNDERSØKELSE

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Statens vegvesen, Region vest, Askedalen 4, 6863  
Leikanger**

**Prosjekt nr.: 809781**

**Prøvetakingssted (område): Arefjordspollen, Fjell Kommune**

**Dato for prøvetaking: 01.09.2015**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin**

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -**

**Artene identifisert av: Frøydis Lygre**

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger NS-EN ISO 19493:2007 og interne standard forskrifter.

#### Opplysninger om merker i artslisten:

På hver stasjon er 8 meter strandlinje målt opp. Mengden av hver art blir gitt ut fra det nivå i fjæresonen hvor den har størst utbredelse.

cf foran et artsnavn betyr at artsbestemmelsen er usikker.

\* ved art angir at det er knyttet avvik til prøven.

#### Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 1 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjennelse fra SAM.

Signatur:.....*Frøydis Lygre*.....  
Godkjent taksonom



Arter funnet ved semikvantitativ litoralundersøkelse.

s. 1/1	Stasjon	Are S
Vitenskapelig navn	Norsk navn	01.09.2015
<b>Brunalger</b>		
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Grisetang	6
<i>Fucus vesiculosus</i>	Blæretang	5
<i>Elachista fusicola</i>	Tanglo	2
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	Brunslie	4
<i>Spermatococcus paradoxus</i>	Bleiktuste	3
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	Svartkluft	2
<b>Grønnalger</b>		
<i>Cladophora rupestris</i>	Vanlig grønn dusk	3
<i>Cladophora sp.</i>		3
<b>Rødalger</b>		
<i>Hildenbrandia rubra</i>	Fjæreblood	5
<i>Ceramium sp.</i>		1
<i>Chondrus crispus</i>	Krusflik	1
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	Slett rugl	2
<i>Polysiphonia lanosa</i>	Grisetangdokke	1
<b>Bågrønnalger</b>		
<i>Calothrix sp.</i>	Fjærebek	3
<i>Verrucaria sp.</i>		4
<b>Dyr</b>		
<i>Amphipoda indet.</i>		+
<i>Semibalanus balanoides</i>	rur	3
<i>Littorina obtusata</i>	Butt strandsnegl	1
<i>Littorina sp.</i>	Strandsnegl	3
<i>Mytilus edulis</i>	Blåskjell	2
<i>Bryozoa skorpeformet</i>	Mosdyr	3
<i>Bryozoa greinet</i>	Mosdyr	3
<i>Porifera</i>	Svamp	2
<i>Spirorbis sp.</i>	Posthornmakk	2
<i>Asterias rubens</i>	Vanlig korstroll	1
<i>Actinidae indet.</i>		1
<i>Pisces juv.</i>	Fiskeyngel	+
<i>Acaria indet.</i>	Midd	+

Forklaring til tabell: 1= enkeltfunn (antall), 2= 0-5 % dekning, 3= 5-25 % dekning, 4= 25-50 % dekning, 5= 50-75 % dekning, 6=75-100 % dekning og + = tilstede.

