

# R A P P O R T

## Resipientgransking i Lurefjorden 2017



Rådgivende Biologer AS 2521





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Resipientgranskning i Lurefjorden 2017.

**FORFATTARE:**

Joar Tverberg & Christiane Todt

**OPPDRAKGIVAR:**

Nesfossen Smolt AS

**OPPDRAGET GITT:**

1. mars 2017

**RAPPORT DATO:**

29. september 2017

**RAPPORT NR:**

2521

**ANTAL SIDER:**

34

**ISBN NR:**

978-82-8308-404-7

**EMNEORD:**

- Oppdrett i sjø  
- Botnfauna  
- Hydrografi

- Organisk belasting  
- Sedimentkvalitet

**KVALITETSOVERSIKT:**

Element	Utført av	Akkreditering/Test nr
Prøvetaking	Rådgivende Biologer AS J. Tverberg, B. R. Olsen	Test 288
Kjemiske analysar	Eurofins Norsk Miljøanalyse AS*	Test 003**
Sortering, artsbestemming og indeksbereking botnfauna	Rådgivende Biologer AS K. Stiller, H. Bergum, E. Gerasimova, L. Ohnheiser, C. Todt	Test 288
Diskusjon med vurdering og fortolking av resultat	Rådgivende Biologer AS J. Tverberg, C. Todt	Test 288

\*Kontakt Rådgivende Biologer AS for adresse/kontaktinformasjon

\*\*Kornfordelingsanalyse ikke utført akkreditert

**KONTROLL:**

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Mette Eilertsen	14.09.2017	Fagansvarleg marin	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnr 843667082-mva

Internett : [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no)      E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)  
Telefon: 55 31 02 78      Telefax: 55 31 62 75

**Rapporten må ikke kopierast ufullstendig utan godkjenning fra Rådgivende Biologer AS.**

*Framsidebilete: Nesfossen Smolt AS sitt settefiskanlegg på prøvedagen.*

## FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Nesfossen Smolt AS utført ei resipientgransking utanfor settefisklokalitet nr. 11682 Nesfossen i Lindås kommune. Lokaliteten er godkjent for ein årleg produksjon på 2,5 mill. stk. smolt/postsmolt og inntil 2000 tonn produsert mengde fisk i året. Granskinga er utført med basis i krav om oksygenmålingar og resipientgransking innan 31. mars 2017 frå Fylkesmannen i Hordaland i brev av 23. februar 2017.

Prøvetaking av sediment og hydrografiprofil er utført av Joar Tverberg og Bernt Rydland Olsen, Rådgivende Biologer AS, den 16. mars 2017. Kjemiske analysar av sediment er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS avd. Bergen. Sortering, artsbestemming og indeksbereking av botnfauna er utført av Kiana Stiller, Helge Bergum, Elena Gerasimova, Lena Ohnheiser og Christiane Todt, Rådgivende Biologer AS.

Rådgivende Biologer AS takkar Nesfossen Smolt AS ved Ronald Marøy for oppdraget, samt Snorre Marøy for assistanse i samband med prøvetaking.

Bergen, 29. september 2017

## INNHOLD

Føreord .....	2
Samandrag .....	3
Områdeskildring .....	4
Oppdrettslokaliteten Nesfossen .....	7
Metode og datagrunnlag .....	8
Resultat .....	11
Diskusjon .....	23
Vurdering av økologisk tilstand .....	27
Forslag til framtidige granskingar .....	28
Referansar .....	29
Vedlegg .....	31

## SAMANDRAG

Tverberg, J. & C. Todt 2017.

Resipientgransking i Lurefjorden 2017. Rådgivende Biologer AS, rapport 2521, 34 sider. ISBN 978-82-8308-404-7

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Nesfossen Smolt AS utført ei recipientgransking utanfor avløpet til Nesfossen Smolt sitt settefiskanlegg i Lurefjorden i Lindås kommune. Den 16. mars 2017 vart det samla inn prøver av sediment og botnfauna, samt tatt hydrografiprofil, på tre stasjonar i Lurefjorden. Det vart i tillegg tatt B-prøver på seks stasjonar rundt avløpet til settefiskanlegget.

Settefiskanlegget til Nesfossen Smolt AS ligg i Kråkeosen på nordsida av Lurefjorden. Lurefjorden er ein markert terskelfjord med mange grunne tersklar som fører til ein avgrensa utskifting av djupvatnet i fjorden, og fjorden er klassifisert som ein oksygenfattig fjord. Utsleppet ligg på 60 m djup om lag 60 m frå land ved anlegget.

Oksygeninnhaldet i botnvatnet i Lurefjorden tilsvarte miljøtilstand III = "moderat" på stasjon Nes1 og IV = "dårlig" på stasjon Nes2 og Nes3 (**tabell 1**). Historiske målingar i Lurefjorden syner periodar med redusert oksygeninnhald i botnvatnet, med sporadiske delvise eller fullstendige djupvassutskiftingar. Oksygenforbruket har vore høgare dei siste 7 åra enn dei føregåande 10 åra.

Kjemiske analysar synte at stasjon Nes1 og Nes2 hadde innhald av kopar og sink tilsvarende "bakgrunnsniva". På stasjon Nes3 hamna innhaldet av kopar i tilstand II = "god" og sink i tilstand III = "moderat". Nivået av kopar og sink har stort sett hamna i same tilstandsklassar ved tidlegare granskingar på stasjon Nes3, medan det har vore betring i tilstand på stasjon Nes1 ved dei siste granskingane. Innhaldet av organisk materiale var svært høgt på alle stasjonar, noko som har vore tilfellet ved alle tidlegare granskingar.

Med omsyn på botnfauna framstår lokaliteten som lite til ikkje påverka av organisk forureining, men artsmangfaldet er tydeleg innskrenka, spesielt på stasjon Nes3. Klassifisert etter rettleiar 02:2013 hamna stasjon Nes1-Nes3 i tilstandsklasse "god", men stasjon Nes3 låg ved grensa til tilstand "moderat". Dei fleste artar på stasjonane er noko forureiningssensitive. Låge arts- og individtal på stasjon Nes2 og spesielt på stasjon Nes3 kan eventuelt forklarast med skiftande oksygeninnhald i botnvatnet. Stasjon Nes3 syner ein lågare Shannon-indeks enn ved tidlegare granskingar, medan tilstanden for botnfauna ved stasjon Nes1 og Nes2 svarar til tilstanden ved tidlegare granskingar.

Vassførekosten Lurefjorden er vurdert til **god økologisk tilstand** grunna god tilstand for botnfauna, medan det reduserte oksygeninnhaldet i botnvatnet skuldast naturgitte tilhøve. Vassførekosten sin kjemiske tilstand er vurdert til «oppnår ikke god» grunna eit moderat høgt innhald av sink i sedimentet på det djupaste av fjorden. Datagrunnlaget for vurdering av kjemisk tilstand ved denne undersøkinga er særskilt avgrensa.

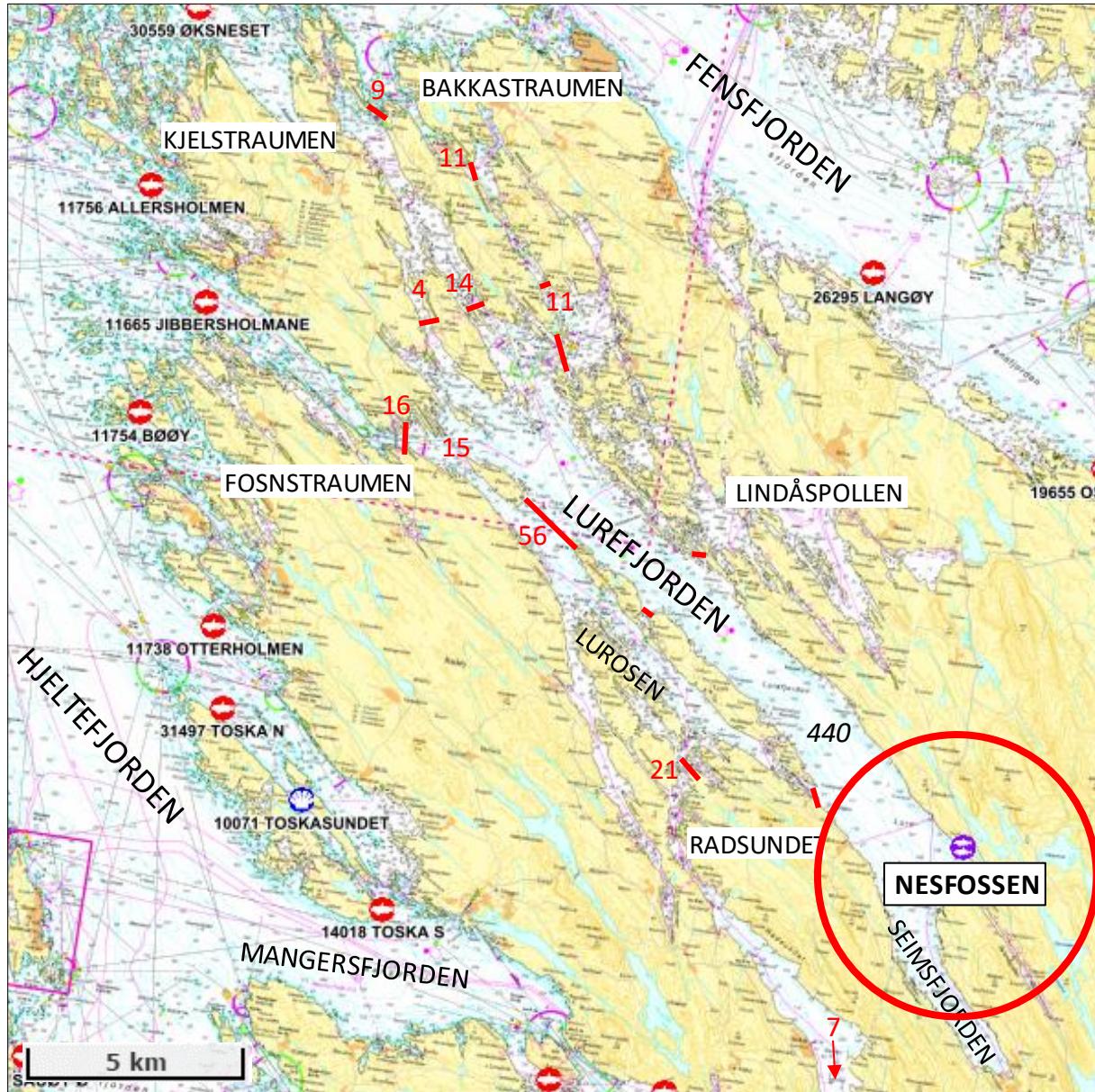
Resultatet av recipientgranskinga tilseier at det er lite sannsynleg at utsleppa frå Nesfossen Smolt AS har nokon negativ verknad på miljøtilhøva i Lurefjorden.

**Tabell 1.** Oppsummering av tilstandsklassar for hovudelementa frå granskinga. Botndyr og oksygeninnhald er klassifisert etter rettleiar 02:2013, og innhald av kopar og sink etter M-608:2016. Sjå metodekapittel for fargekoda på tilstandsklassifisering.

Stasjon	Botndyr	Kopar	Sink	O <sub>2</sub> botn
Nes1	II = "god"	I	I	III
Nes2	II = "god"	I	I	IV
Nes3	II = "god"	II	III	IV

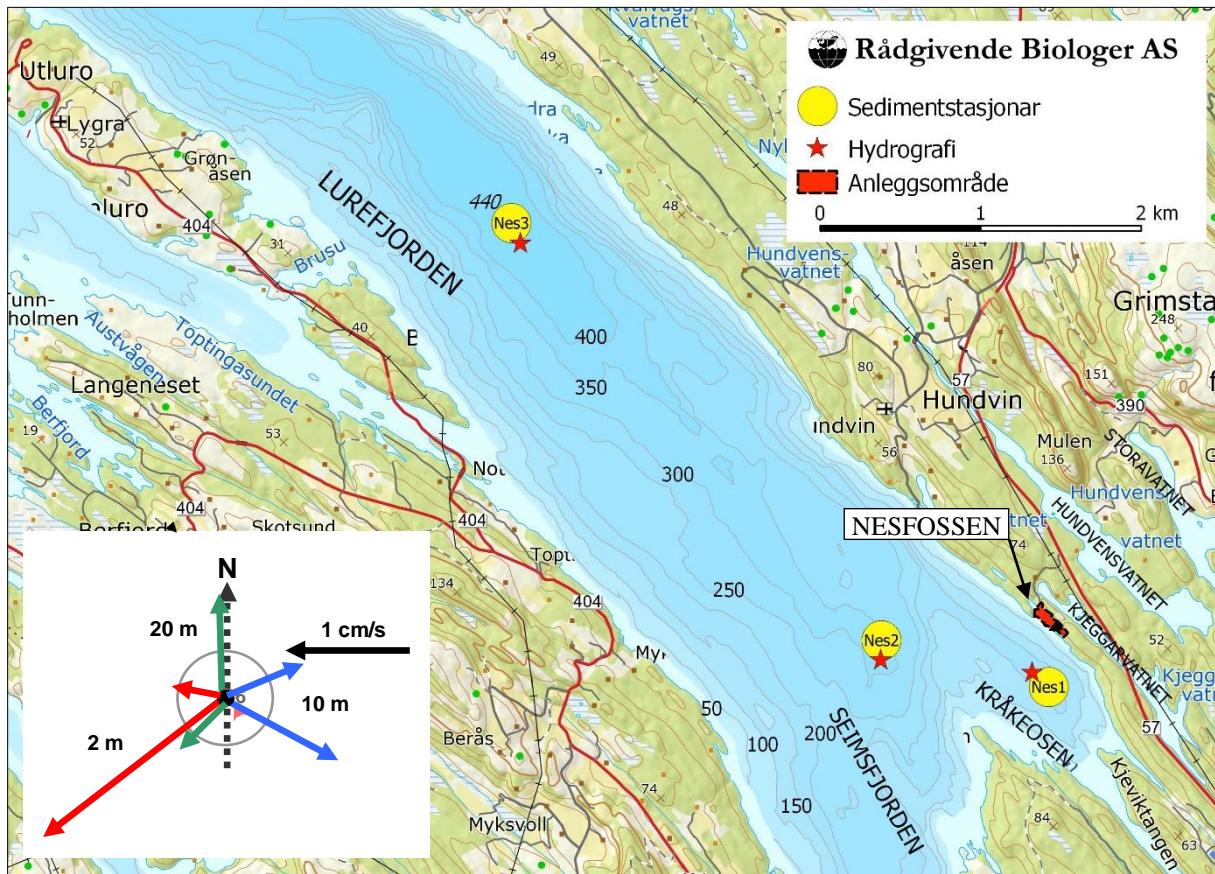
## OMRÅDESKILDRING

Settefiskanlegget til Nesfossen Smolt AS ligg i Kråkeosen på nordsida av Lurefjorden i Lindås kommune (**figur 1**). Næraste tettstad er Hundvin, omrent 1,5 km i nordleg retning. Lurefjorden er ein markert terskelfjord med mange grunne tersklar som fører til ein avgrensa utskifting av djupvatnet i fjorden. Det er fire sund ut av Lurefjorden; Radsundet, Fosnstraumen, Kjelstraumen og Bakkstraumen. og det største djupet er på om lag 440 m. Fjorden utgjer eit stort fjordbasseng på  $49,31 \text{ km}^2$ , og er på det meste ca 26 km lang og 2,5 km brei. Samla vassvolum er anslagsvis  $6,5 \text{ km}^3$  (Golmen 1991).



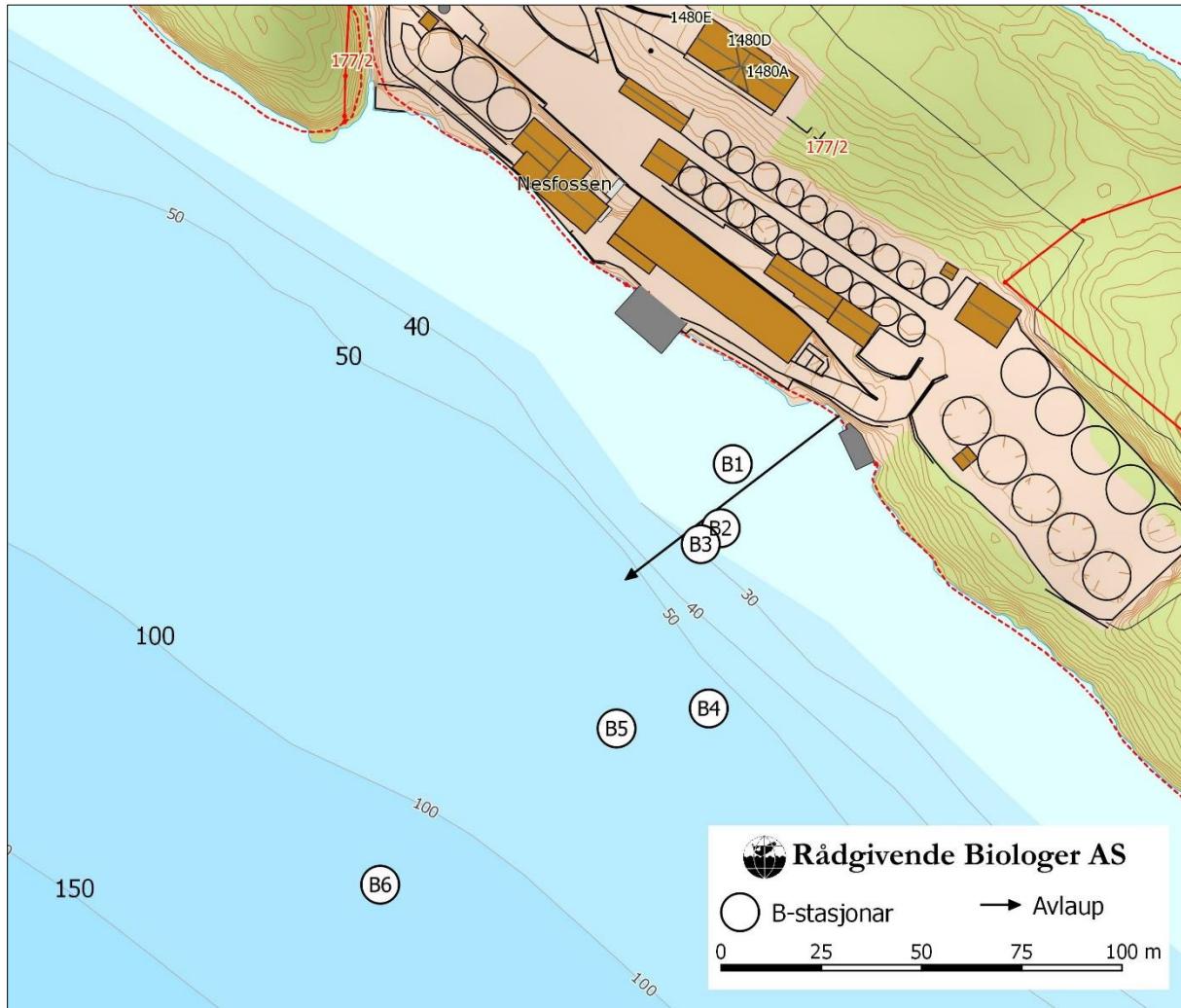
**Figur 1.** Oversynskart over fjordsystemet rundt lokalitetene Nesfossen. Omkringliggjande oppdrettslokaltetar er markert. Terskeldjup er markert med raudt og djupe punkt er markert med kursiv. Kartgrunnlag er henta frå <http://kart.fiskeridir.no>.

Området aust for settefiskanlegget er prega av mange små og store innsjøar, først og fremst Kjeggjarvatnet (16 moh; 0,09 km<sup>2</sup>) og Storavatnet (20 moh; 1,96 km<sup>2</sup>), som begge nyttast i dagens settefiskproduksjon. Hundvinvatnet (0,33 km<sup>2</sup>), som ligg mellom Nesfossen og Hundvin, inngår også i Storavatnvassdraget (vassdragsnr. 065.2Z), som har eit samla nedbørfelt på 14,57 km<sup>2</sup> (<http://atlas.nve.no>). Settefiskanlegget ligg aust for utløpselva frå Kjeggjarvatnet. Landområda omkring er dominert av skog, og det er lite anna busetnad i nærområdet. Fylkesveg 57 kryssar Kjeggjarvatnet, og det går ei større kraftlinje omtrent parallelt med vegen. Elles er området lite påverka av tekniske inngrep.



**Figur 2.** Djupnetilhøve i området rundt Nesfossen, med posisjonar for sedimentstasjonar (gul sirkel) og hydrografiprofil (raud stjerne). Innfelt biletet til venstre i figuren syner straumrose med retning for vassfluks og gjennomsnittleg straumstyrke frå straummålingar på 5 m (blå), 15 m (raud) og 20 m (grøn) djup er vist (Tveranger & Johnsen 2013).

Nesfossen Smolt AS hadde tidlegare tre utslepp til sjø på om lag 12 meters djup ca 15 m ut frå anlegget, men i desember 2015 vart det lagt ut eit nytt utslepp på 60 m djup (**figur 3**). Avlaupsleidningen er rundt 60 m lang og har ein diameter på 700 mm. Frå utlaupet skrår det bratt jamt nedover mot sørvest til over 180 m djup i Kråkeosen vel 200 m frå utsleppet. Vidare mot nordvest djupnast det nedover til eit maksimaldjup på ca 440 m rundt 4,5 km nordvest for utsleppet (**figur 2**).



**Figur 3.** Oversyn over nærområdet rundt Nesfossen, med posisjonar for B-stasjonar (kvit sirkel).

## OPPDRETTSLOKALITETEN NESFOSSEN

Lokaliteten Nesfossen (lokalitetsnummer 11296, reg. nr. H/L 0006) er godkjent for ein MTB på 2,5 mill. settefisk/postsmolt og inntil 2000 tonn produsert mengde fisk årleg. Anlegget har hatt konsesjon sidan 1986, og starta opp med smoltproduksjon i 1987 under namnet Lindås Fiskeoppdrett AS. Anlegget har vore gjennom to utvidingar og eigarskifte sidan oppstarten.

I åra fram til 2013 hadde anlegget eit årleg førbruk på om lag 235 tonn, med ein produksjon på om lag 216 tonn produsert fisk per år. Nesfossen Smolt AS fekk 18. august 2014 løyve etter forureiningslova til produksjon av inntil 2000 tonn biomasse per år, med inntil 2,5 mill. sjøklar settefisk med storleik på inntil 1 kg.

Anlegget har hatt utslepp utan reinsing fram til førre gransking i 2013. Utsleppsløyvet frå august 2014 inkluderer krav om reinsing av utslepp i samband med auka utsleppsrammer.

Anlegget har i dag fått på plass eit funksjonelt reinseanlegg som består av to stk trommelfilter med ein lysåpning på 60 µm og med ein samla kapasitet på 40 m<sup>3</sup>/min og inntil 3 tonn pr dag. Alt avlaupsvatnet frå anlegget vert no reinsa i trommelfiltera bortsett i frå startføringsavdelinga. Ein har frå leverandøren Sterner AS fått opplyst ein reinsegradeffekt på 65 – 70 % av suspendert stoff, som tilsvrar at ein tek ut rundt 60 % av fosfor og 25 % av nitrogen.

Etter filtrering vert filtratet (det filtrerte slammet) pumpa opp i ein rund vassavskiljar som er konisk i botnen. Vassavskiljaren har eit automatisert system som med jamne mellomrom pumpar lett konsentrert slam frå botnen av vassavskiljaren og over i ein slamtank, som periodevis vert tilsett maursyre og rørt rundt. Anlegget har avtale med Norva AS om henting av slam, og i den mest driftsintensive perioden no i august – september har det vore levert rundt 45 tonn slam annakvar veke.

Det var driftsproblem i eit år etter oppstarten av reinseanlegget sommaren 2016. Sterner AS hadde opphaveleg bygd reinseanlegget med tanke på etterbehandling av slammet etter trommelfiltera og tilsetting av polymer for å skilje meir av slammet frå vatnfraksjonen og auke tørrstoffinnhaldet. Slammet tilsett polymer vart vidare filtrert via eit båndfilter til ei kvernepumpe og til lagertank. Det var store tekniske driftsproblem med denne løysinga utover hausten 2016 og vinteren 2017 og periodevis har det vore avgrensa effekt av reinseanlegget. Til slutt måtte reinseanlegget byggjast om der Sterner AS fjerna alt opplegget rundt etterbehandlinga av slammet, og reinseanlegget har vore funksjonelt sidan sommaren 2017.

Førbruk og produksjon i anlegget har auka kvart år sidan 2013 (**tabell 2**). I utsleppsløyvet av 18. august 2014 har anlegget følgjande utslepprammer: Total nitrogen: 5635 kg. Total fosfor: 1074 kg. Organisk stoff: 14.400 kg. Utsleppa er berekna ut frå ein 50 % reisning av alt utslepp og ein faktor på 1,2. I praktisk oppdrett ligg faktoren på 1,0, og ut frå anlegget sin produksjon i åra 2013 – 2016 kan ein då rekne på omtrentlege utslepp til Lurefjorden. Ein ser då at med eit operativt reinseanlegg i 2016 ville dette nesten ha innfridd utsleppskrava med omsyn på forfor og organisk stoff ut frå produksjonen i 2016.

**Tabell 2.** Årleg førbruk og produksjon av smolt og yngel sidan 2013 og kva dette vil tilsvare av ureinsa utslepp til Lurefjorden, og med forventa reinsegradeffekt av det nye filteret i 2016.

	2013	2014	2015	2016*	2016 med 65 % reisning
Før (tonn)	235	300	350	460	460
Produksjon smolt (mill. stk.)	-	2,3	2,4	2,5	2,5
Produksjon yngel (mill. stk.)	-	0,8	1,5	1,5	1,5
Utslepp av nitrogen, tonn	10,34	13,2	15,4	20,24	14,2
Utslepp av fosfor, tonn	2,0	2,55	2,96	3,91	1,37
Utslepp av organisk stoff, tonn	28,2	36,0	42,0	55,2	19,3

\* Reinseanlegg sett i drift sommaren 2016, men var i praksis ikkje operativt det året.

## METODE OG DATAGRUNNLAG

Granskinga er gjennomført i høve til Norsk Standard NS 9410:2016 og består av ei skildring av botntilhøva i området rundt oppdretts lokaliteten. Granskinga skal avdekke miljøtilstanden i sedimentet nær anlegget og utover i resipienten i høve til hovedstraumretninga og botn topografi. Det er utført analyser av **sedimentkvalitet** og **blautbotnfauna**, i tillegg til **hydrografisk profil**. Prøvetaking av hydrografi og sediment vart utført 16. mars 2017 av Joar Tverberg og Bernt Ryland Olsen. Vurdering av resultat er gjort i høve til NS 9410:2016 og Vassforskrifta sin rettleiar 02:2013 – revidert 2015 (Direktoratsgruppa for vanndirektivet).

Lurefjorden har jamleg vore granska med omsyn på botndyr og hydrografi i vassøyla sidan 1980-talet: Johannessen mfl (1990), Lømsland mfl. (1995), Lømsland mfl. (1999), Johnsen & Sundfjord (2002), Heggøy mfl. (2005), Tveranger & Johnsen (2008), Tveranger mfl. (2013), Johnsen & Trannum 2014. Botngranskingar er utført anten som resipientgranskingar for Norhordland og Gulen Interkommunale Renovasjonsselskap IKS (NGIR) eller for Nesfossen Smolt AS (tidlegare Lindås Fiskeoppdrett AS). Det er i tillegg utført fleire hydrografimålingar i samband med overvaking av oksygennivå i botnvatnet i fjorden, Golmen (1991), Golmen & Nygaard (1996) og Brekke (2009, 2010a, 2010b, 2011).

## HYDROGRAFI

Hydrografiske tilhøve vart målt med ein SAIV CTD/STD sonde modell SD204 ved stasjonane Nes1-Nes3 (**tabell 3, figur 2**). Det vart målt temperatur, saltinhald og oksygen i vassøyla ned til botn.

## SEDIMENT

Det vart tatt sedimentprøver på tre stasjonar (Nes1-Nes3) for analyse av botnfauna og kjemiske tilhøve i høve til NS-EN ISO 5667-19:2004, NS-EN ISO 16665 og NS 9410:2016 (**tabell 3, figur 2**) Det vart nyttar ein 0,1 m<sup>2</sup> stor van Veen-grabb for henting av prøvemateriale frå blautbotn. For prøvetaking av kjemi og kornfordeling vart det nyttar ein modifisert grabb som hindrar grabben å bli overfylt. Grabben har maksimalt volum 15 l (= 18 cm sedimentdjupne i midten av grabben). På kvar stasjon vart det tatt ei prøve for analyse av kornfordeling og kjemiske parametrar, og to parallelle prøver for analyse og fauna.

## PRØVESTASJONAR

Plassering av stasjonar for sedimentprøvetaking var tilsvarende som ved førre resipientgransking i 2013 (Tveranger & Johnsen 2013, **figur 3**).

**Tabell 3.** Posisjonar (WGS 84) og djup for stasjonane ved granskinga.

Stasjon	Posisjon nord	Posisjon aust	Djupne (m)	Avstand til utslepp (m)
Nes1	60° 39,625'	5° 14,141'	172	350
Nes2	60° 39,749'	5° 12,981'	305	1000
Nes3	60° 41,074'	5° 10,290'	442	4300

## KORNFORDELING OG KJEMI

Sedimentprøver for kjemiske analyse vart tatt frå den øvste centimeteren av grabbprøva, medan prøver for kornfordelingsanalyse vart tatt frå dei øvste 5 centimetrene. Analysar er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse Norge AS avd. Bergen.

Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet. Dei kjemiske analysane omfattar måling av tørrstoff, total organisk karbon (TOC), total nitrogen (totN), total fosfor

(totP), kopar (Cu) og sink (Zn). Dei kjemiske analysane er utført i samsvar med NS-EN ISO 16665. Innholdet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert direkte, men for å kunne nytte klassifiseringa i frå SFT rettleiar (Molvær m. fl. 1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter følgande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøva:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

I høve til vassdirektivets rettleiar 02:2013 skal TOC berre nyttast som ein støtteparameter til vurdering av blautbotnfauna for å få informasjon om grad av organisk belasting. Klassifisering av TOC ut frå gjeldande klassegrenser kan gje eit uriktig bilet av miljøbelastinga, men inntil betre metodikk er utarbeida skal klassifiseringa etter rettleiar 02:13 inkluderast, men ikkje vektleggjast.

Det vart og gjort sensoriske vurderingar av prøvematerialet og målt surleik (pH) og redokspotensial ( $E_h$ ) i felt. Måling av pH i sedimentprøvene vart utført med ein WTW Multi 3420 med ein SenTix 980 pH-elektrode til måling av pH og ein SenTix ORP 900 platinaelektrode med intern referanseelektrode til måling av redokspotensial ( $E_h$ ). pH-elektroden blir kalibrert med buffer pH 4 og 7 før kvar feltøkt.  $E_h$ -referanseelektroden gjev eit halvcellepotensial på +207 mV ved 25 °C, +217 mV ved 10 °C og +224 mV ved 0 °C. Halvcellepotensial tilsvarende sedimenttemperaturen på feltdagen vart lagt til avlest verdi før innføring i "prøveskjema" (tabell 7). Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type granskningar på ± 25 mV, som oppgitt i NS 9410:2016.

## BLAUTBOTNFAUNA

Sedimentet i prøvene frå kvar av parallellane vart vaska gjennom ei rist med holdiameter på 1 mm, og attverande materiale vart tilsett 96 % etanol for fiksering av fauna. Boksar med silt og fiksert materiale vart merka med prøvestad, stasjonsnamn, dato og prøve-id.

Det vert utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for kvar enkelt parallel, for middelverdien av dei to parallelane og for kvar stasjon samla. Dette for å kunne stadfeste ein fullstendig miljøtilstand.

## Vurdering i høve til rettleiar 02:2013

Stasjonar utanfor nærsoma skal klassifiserast etter rettleiar 02:2013 (tabell 4). Vurderinga består av eit klassifiseringssystem basert på ein kombinasjon av indeksar som inkluderer mangfold og tettleik (tal på artar og individ) samt førekommst av sensitive og forureiningstolerante artar. Det vert brukt seks ulike indeksar for å sikre best mogeleg vurdering av tilstanden på botndyr. Indeksverdien for kvar indeks vert vidare omrekna til nEQR (normalisert ecological quality ratio), og vert gjeve ein talverdi frå 0-1. Middelverdiane av nEQR verdien for dei fem første indeksane vert brukt til å fastsetje den økologiske tilstanden på stasjonen. DI-indekse er ikkje med i berekning av samla økologisk tilstand (nEQR for grabbgjennomsnitt og stasjon), etter at dette vart anbefalt av Miljødirektoratet i mars 2016. Sjå rettleiar 02:2013 for detaljar om dei ulike indeksane.

Maksimalverdien for Shannon indeks  $H_{max} = \log_2(\text{artstal})$ , jamleksindeks etter Pielou ( $J' = H'/H'_{max}$ ) og AMBI-verdi er også ført i resultattabellane. For utrekning av indeksar er det brukt følgjande statistikkprogram: Primer E 6.1.16 for berekning av Shannon indeks og Hurlberts indeks; AMBI vers. 5.0 (2012 beta) for AMBI indeksen som også inngår NQI1. Microsoft Excel 2016 er nytta for å lage tabellar og for berekning av alle andre indeksar.

**Tabell 4.** Klassifiseringssystem for blautbotnfauna basert på ein kombinasjon av indeksar (Klassifisering av miljøtilstand i vann, rettleiar 02:2013).

Indeks	type	Økologiske tilstandsklassar basert på observert verdi av indeks				
	Kvalitetsklassar →	svært god	god	moderat	dårlig	svært dårlig
<b>NQI1</b>	samansett	0,9 - 0,82	0,82 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
<b>H'</b>	artsmangfald	5,7 - 4,8	4,8 - 3	3 - 1,9	1,9 - 0,9	0,9 - 0
<b>ES<sub>100</sub></b>	artsmangfald	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
<b>ISI<sub>2012</sub></b>	ømfintlegheit	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0
<b>NSI</b>	ømfintlegheit	31-25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
<b>DI</b>	individtettleik	0 - 0,30	0,30 - 0,44	0,44 - 0,60	0,60 - 0,85	0,85 - 2,05
<b>nEQR tilstandsklasse</b>		<b>1-0,8</b>	<b>0,8-0,6</b>	<b>0,6-0,4</b>	<b>0,4-0,2</b>	<b>0,2-0,0</b>

### Geometriske klassar

Då botnfaunaen blir identifisert og kvantifisert, kan artane inndelast i geometriske klassar. Det vil seie at alle artane frå ein stasjon blir gruppert etter kor mange individ kvar art er representert med. Skalaen for dei geometriske klassane er I = 1 individ, II = 2-3 individ, III = 4-7 individ, IV = 8-15 individ per art, osv (**tabell 5**). For ytterlegare informasjon kan ein vise til Gray og Mirza (1979), Pearson (1980) og Pearson et. al. (1983). Denne informasjonen kan setjast opp i ei kurve kor geometriske klassar er presentert i x-aksen og tal på artar er presentert i y-aksen. Forma på kurva er eit mål på sunnheitsgraden til botndyrsamfunnet og kan dermed brukast til å vurdere miljøtilstanden i området. Ei krapp, jamt fallande kurve indikerer eit upåverka miljø, og forma på kurva kjem av at det er mange artar, med heller få individ. Eit moderat påverka samfunn vil ha ei kurve som er meir avflata enn i eit upåverka miljø. I eit sterkt påverka miljø vil forma på kurva variere på grunn av dominante artar som førekjem i store mengder, samt at kurva vil bli utvida med fleire geometriske klassar.

**Tabell 5.** Døme på inndeling i geometriske klassar.

Geometrisk klasse	Tal individ/art	Tal artar
I	1	15
II	2-3	8
III	4-7	14
IV	8-15	8
V	16-31	3
VI	32-63	4
VII	64-127	0
VIII	128-255	1
IX	256-511	0

### B-GRANSKING

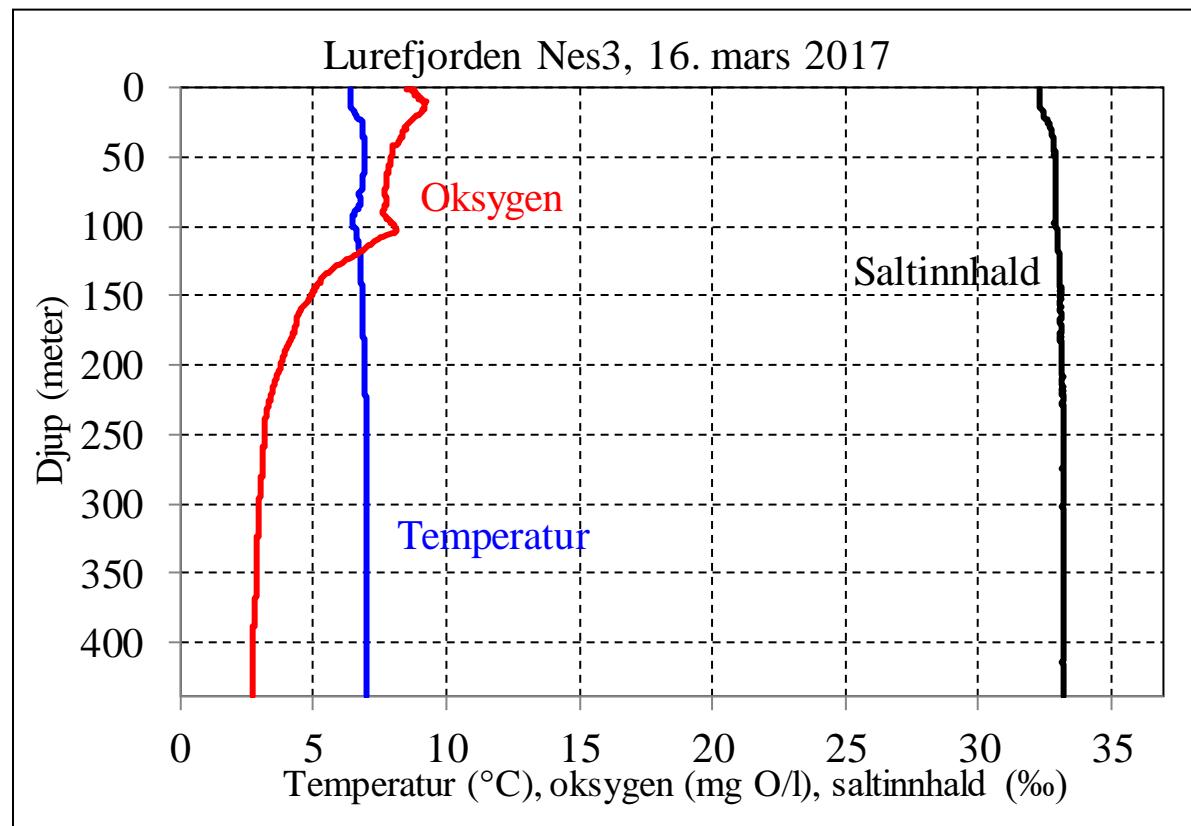
For å få meir utfyllande informasjon om sedimenttilstanden utanfor avløpa til Nesfossen Smolt vart det tatt seks stasjonar med liten grabb frå umiddelbar nærleik til avløpa og i aukande avstand utover i sørvestleg retning (**figur 3**). Det vart nytta ein 0,025 m<sup>2</sup> stor van Veen-grabb og prøvene vart granska etter standard B-metodikk (NS 9410:2016).

I ein standard B-gransking blir botnsedimentet granska med omsyn på tre sedimentparametre, som alle blir tildelt poeng etter kor mykje sedimentet er påverka av tilførslar av organisk stoff. **Fauna-gransking (gruppe I)** består i å konstatere om dyr større enn 1 mm er til stede i sedimentet eller ikkje. **Kjemisk gransking (gruppe II)** av surleik (pH) og redokspontensial (E<sub>h</sub>) i overflaten av sedimentet blir gitt poeng etter ein samla vurdering av pH og E<sub>h</sub> i høve til NS 9410:2016. **Sensorisk gransking (gruppe III)** omfattar førekomst av gassboblar og lukt av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) i sedimentet, skildring av sedimentets konsistens og farge, samt grabbvolum og tjukkleik av deponert slam. Vurderinga av lokalitetens tilstand blir fastsett ved ei samla vurdering av gruppe II-III-parametare etter NS 9410:2016.

## RESULTAT

### HYDROGRAFI

Det vart tatt hydrografiprofil på alle stasjonar. Profilane var like på alle stasjonar, og berre profilen for den djupaste stasjonen er vist i **figur 4**. Hydrografiprofilane syner nokså homogen temperatur og saltinnhold i heile vassøyla, men reduksjon i oksygeninnhold med djupna. Oksygeninnhaldet syner meir variasjon, med eit maksimumsinnhold på 9,2 mg O/l, tilsvarende ei metting på 94 %, på ca 10 m djup. Oksygeninnhaldet sokk noko ned mot ca 80 m djup, før det auka til 8,1 mg O/l (84 %) på 100 m djup. Frå ca 100 til 200 m djup sokk oksygeninnhaldet nokså raskt, før kurva flatar ut vidare ned mot botn. Ved botn på 439 m djup ved stasjon Nes3 og på 307 m djup på stasjon Nes2 var oksygeninnhaldet redusert med 2,7 mg O/l (28 %, 1,9 ml O/l), medan oksygeninnhaldet ved botn på 179 m djup ved stasjon Nes1 var 3,9 mg O/l (41 %, 2,8 ml O/l). Dette tilsvasar tilstand IV = "dårlig" ved stasjon Nes2 og Nes3, og tilstand III = "moderat" ved stasjon Nes1 etter rettleiar 02:2013.



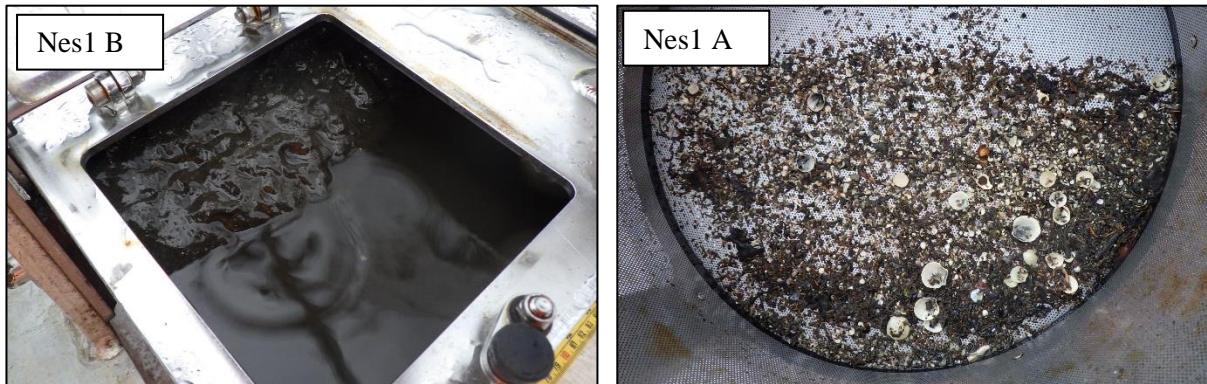
**Figur 4.** Hydrografiske tilhøve i vassøyla ved stasjon Nes3 den 16. mars 2017.

## SEDIMENT

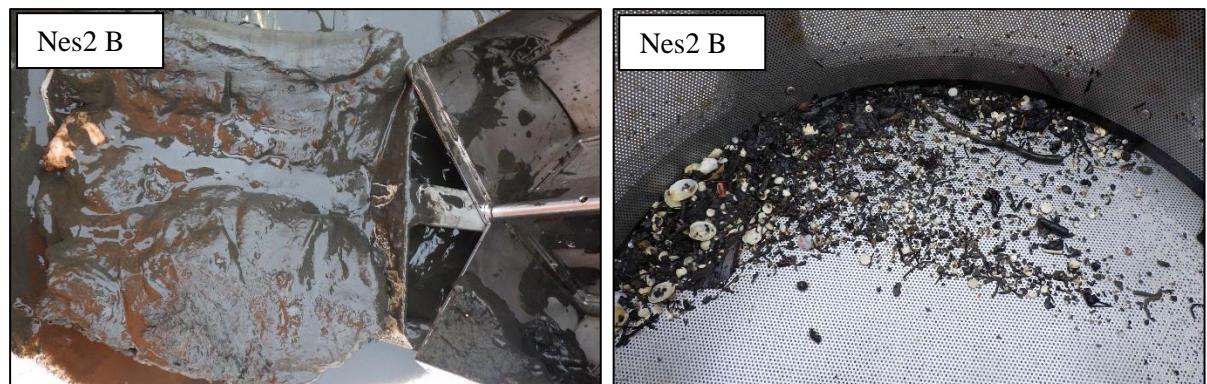
### SKILDRING AV PRØVENE

*Skildring av prøvene inkluderer vurdering av kvar av parallellane etter B-parameter i NS 9410:2016.*

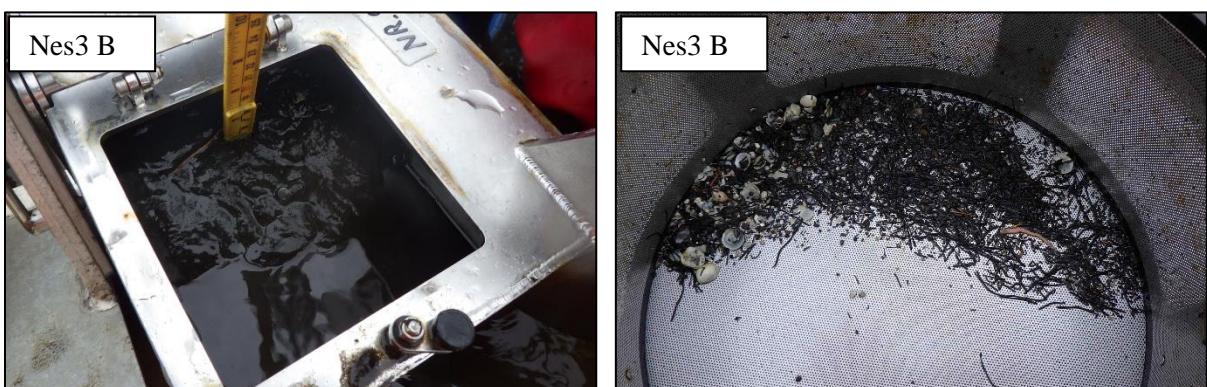
På stasjon **Nes1** fekk ein frå ca 172 m djup opp vel ¾ grabbar (14 og 16 cm) gråbrune og luktfrie prøver med mjuk konsistens (**tabell 6**). I prøvene var det spor av grus, ca 25 % sand, 70 % silt og 5 % organisk materiale. Grunna forskjellar i pH/Eh mellom dei to parallelane hamna grabb A i tilstand 1 = "meget god" og grabb B i 3 = "dårlig" i høve til NS 9410:2016 (**tabell 7**).



På stasjon **Nes2** fekk ein frå ca 305 m djup opp vel ¾ til fulle grabbar (15 og 17 cm) brune og luktfrie prøver med mjuk konsistens. I prøvene var det ca 70 % silt, litt leire og 30 % organisk materiale. Dei to parallelle prøvene hamna i tilstand 1 = "meget god" og 2 = "god" i høve til NS 9410:2016.



På stasjon **Nes3** fekk ein frå ca 442 m djup opp vel ¾ til fulle grabbar (15 og 18 cm) brunsvarte prøver med mjuk konsistens. Den eine parallelen var luktfri og den andre hadde svakt lukt. I prøvene var det spor av sand, ca 60 % silt, 5 % leire og 30 % organisk materiale. Dei to parallelle prøvene hamna i tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016 .



**Tabell 6.** Feltskildring av sedimentprøvene som vart samla inn ved granskninga 16. mars 2017.

Stasjon		Nes1 A/B	Nes2 A/B	Nes3 A/B
Prøvetjukkleik (cm)		16/14	17/15	18/15
Gassbobling i prøve		—	—	—
H <sub>2</sub> S-lukt		—	—	Svak/—
Primær-sediment (%):	Skjelsand	—	—	—
	Grus	Spor	—	—
	Sand	25 %	—	Spor
	Silt	70 %	70 %	60 %
	Leire	—	Litt	5 %
	Mudder	5 %	30 %	30 %

**Tabell 7.** PRØVESKJEMA for dei ulike parallelleane frå Lurefjorden 16. mars 2017.

Gr	Parameter	Poeng	Prøvenummer								
			Nes1		Nes2		Nes3				
I	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	0	0	0	0	
II	pH	verdi	7,65	6,66	7,90	7,63	7,85	7,85			
	E <sub>h</sub>	verdi	246	291	-9	116	246	33			
	pH/E <sub>h</sub>	frå figur	0	5	1	0	0	1			
	Tilstand prøve		1	4	1	1	1	1			
Buffertemp: 7,0 °C Sjøvassstemp: 6,5 °C Sedimenttemp: 7,0 °C pH sjø: 8,19 Eh sjø: 104 mV Referanseelektrode: +221 mV											
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0			
	Farge	Lys/grå = 0	1	1							
		Brun/sv = 2			2	2	2	1			
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0	1	0			
		Noko = 2									
		Sterk = 4									
	Konsistens	Fast = 0									
		Mjuk = 2	2	2	2	2	2	2			
		Laus = 4									
	Grabb-volum	< 1/4 = 0									
		1/4–3/4 = 1									
		> 3/4 = 2	2	2	2	2	2	2			
	Tjukkleik på slamlag	0–2 cm = 0	0	0	0	0	0	0			
		2–8 cm = 1									
		> 8 cm = 2									
		SUM:	5	5	6	6	7	5			
Korrigert sum (*0,22)			1,1	1,1	1,32	1,32	1,54	1,1			
Tilstand prøve			2	2	2	2	2	2			
II +	Middelverdi gruppe II+III		0,55	3,05	1,16	0,66	0,77	1,05			
III	Tilstand prøve		1	3	2	1	1	1			

## KORNFORDELING OG KJEMI

Resultat frå kornfordelingsanalyse syner at det er sedimenterande tilhøve ved alle stasjonar i Lurefjorden. Finstoff (leire og silt) er dominerande fraksjon, med ein del på ca 79 % på stasjon Nes1 og ca 98 % på stasjonane Nes2 og Nes3 (**tabell 8, figur 5**). Stasjon Nes1, som var den grunnaste stasjonen og nærmast land, hadde høgare innhald av sand enn dei to andre stasjonane.

**Tabell 8.** Tørrstoff, organisk innhald, kornfordeling og innhald av fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet frå tre stasjonar i Lurefjorden 16. mars 2017. Tilstand er markert med tal og farge, som tilsvarar tilstandsklassifiseringa etter rettleiar 02:13 og M-608/2016. Alle resultat for kjemi er presentert i **vedlegg 1**.

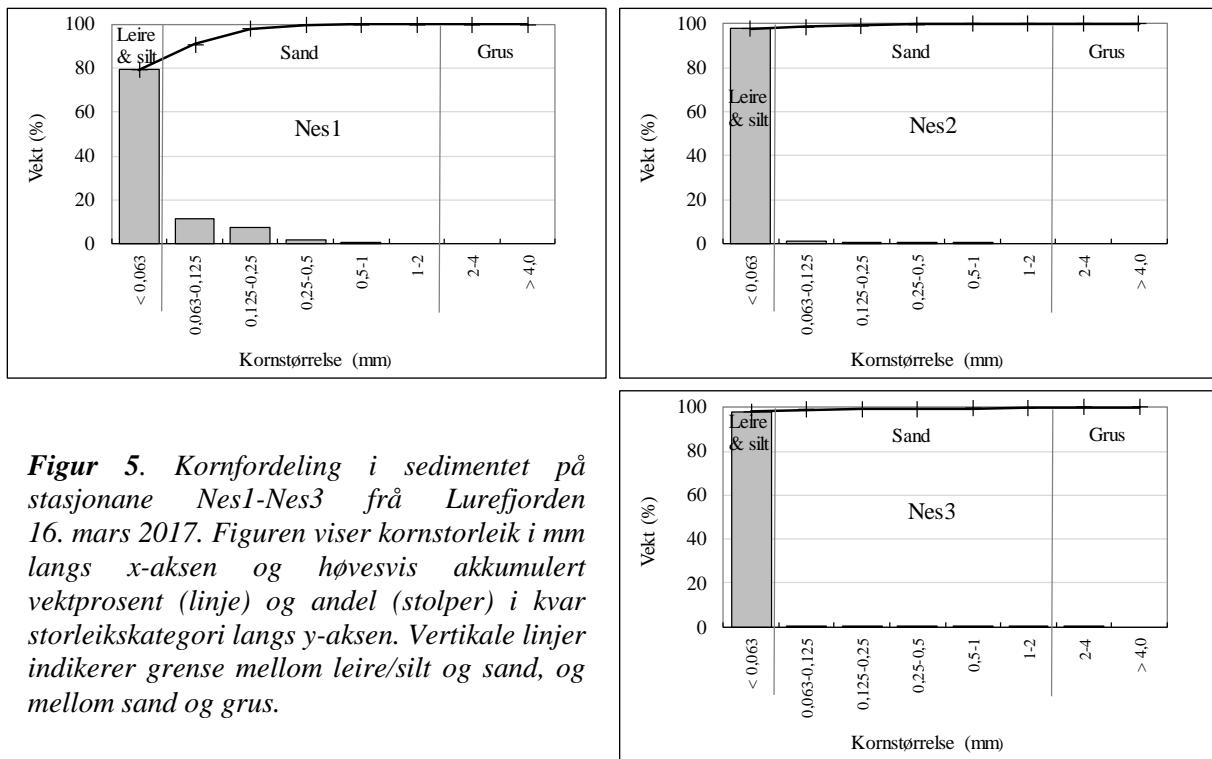
Stasjon	Eining	Nes1	Nes2	Nes3
Leire & silt	%	79,2	97,9	98,1
Sand	%	20,8	2,1	1,7
Grus	%	0,0	0,0	0,3
Tørrstoff	%	22,3	14	15,2
Glødetap	%	22,2	26,9	26,7
TOC	mg/g	60	87	85
Normalisert TOC	mg/g	63,75 (V)	87,37 (V)	94,22 (V)
Fosfor (P)	mg/g	0,437	0,441	0,55
Nitrogen (N)	mg/g	6,4	9,4	9,6
Kopar (Cu)	mg/kg	6 (I)	11 (I)	40 (II)
Sink (Zn)	mg/kg	48 (I)	47 (I)	148 (III)

Tørrstoffinnhaldet var svært lågt på alle stasjonar med verdiar på 14–22 % (**tabell 8**). Tørrstoffinnhaldet i sedimentprøver vil kunne variere, med lågt innhald i prøver med mykje organisk materiale, og høgare innhald i prøver som inneholder mykje mineralsk materiale i form av primærsediment.

Glødetapet var svært høgt på alle stasjonar med verdiar på 22–27 % (**tabell 8**). Glødetapet er eit indirekte mål på innhaldet av organisk materiale i sedimentet. Målt direkte og normalisert for innhald av finstoff var innhaldet av organisk karbon (TOC) svært høgt på dei tre stasjonane, tilsvarande tilstand V = "svært dårlig" etter rettleiar 02:2013.

Vektforholdet mellom normalisert karbon, nitrogen og fosfor (C:N:P) var 146:15:1 på stasjon Nes1, 200:21:1 på Nes2 og 171:17:1 på Nes3, noko som er høgt innhald av karbon og nitrogen i forhold til fosfor. Normalt C:N:P-forhold i verdshava er estimert til 106-117:14-16:1 mol (Redfield 1963, Andersen & Sarmiento 1994), men karbondelen er vist å variere frå 68–150 mol avhengig av djupne (Thomas 2002). Omrekna i vekt svarar dette til eit forhold på 41–45:6,3–7,2:1. I sediment kor næringsstoff i hovudsak kjem frå marine organismar, vil ein altså vente eit forholdstal mellom C og N på 5–10, medan i sediment kor ein få tilført mykje organisk materiale frå land vil ha eit forholdstal over 10. Eit lågt N:P-forhold tyder på tilførslar av fosfor, til dømes via fiskefôr som har ein høg del av fosfor, medan eit høgt N:P-forhold til dømes kan skuldast mykje ferskvassstilfôrsle.

Nivået av kopar og sink var høgast på stasjon Nes3, der stasjonen hamna i tilstand II = "god" med omsyn på kopar og tilstand III = "moderat" med omsyn på sink, i høve til klassegrenser i M-608:2016. Metallinnhaldet var lågt på stasjon Nes1 og Nes2, tilvarande bakgrunnsnivå.



**Figur 5.** Kornfordeling i sedimentet på stasjonane Nes1-Nes3 frå Lurefjorden 16. mars 2017. Figuren viser kornstorleik i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent (linje) og andel (stolper) i kvar storleikskategori langs y-aksen. Vertikale linjer indikerer grense mellom leire/silt og sand, og mellom sand og grus.

## BLAUTBOTNFAUNA

Detaljar omkring artar og individ for dei ulike stasjonane finn ein i **vedlegg 2**.

### Stasjon Nes1

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 9**). Stasjonen framstår som ikkje påverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI<sub>1</sub>, NSI og ISI<sub>2012</sub> låg innanfor tilstand "god" for enkelprøvene, grabbgjennomsnitt, og dei tilhøyrande nEQR-verdiane, med unntak av grabb a for ISI<sub>2012</sub>, som hamna innanfor "svært god" tilstand. Mangfaldsindeksen etter Shannon (H') og Hurlbert (ES<sub>100</sub>) viste også "god" tilstand for alle verdiar. Tettleksindeksen DI låg innanfor tilstand "god" for alle verdiar med unntak av grabb a, som hamna innanfor tilstand "svært god". Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstand "god".

Artstalet i dei to grabbane på stasjon Nes1 var normalt med 42 i grabb a og 36 i grabb b (**tabell 9**). Samla verdi for artstal låg på 51, medan middelverdien var 39. Normalt gjennomsnittleg artstal i høve til rettleiar 02:2013 er 25-75 artar per grabb. Individtalet var normalt med 256 i grabb a og 213 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 469, medan middelverdien var 234,5. Normalt gjennomsnittleg individtal i høve til rettleiar 02:2013 er 50-300 per grabb. Jamleksindeksen (J') har ein moderat høg verdi, noko som viser litt dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var den partikkeletande fleirbørstemakken *Paramphinnome jeffreysii*, som trivast med noko organisk materiale i sedimentet (NSI-klasse III) og utgjorde rundt 25 % av det totale individtalet (**tabell 12**). Nest hyppigast førekommende art var den noko sensitive muslingen *Adonthonhina similis* (NSI-klasse II) med ca. 19 % av det totale individtalet. Andre vanleg førekommende artar på stasjonen var den moderat forureiningstolerante muslingen *Thyasira equalis* (NSI-klasse III) og den moderat tolerante fleirbørstemakken *Prionospio cirrifera* (NSI-klasse III) som utgjorde høvesvis ca. 8 og 6 % av det totale individtalet. Elles var det ei blanding av artar (mest fleirbørstemakk og muslingar) som er sensitive eller noko tolerante mot organisk forureining.

**Tabell 9.** Artstal ( $S$ ), individtal ( $N$ ), jamleiksindeks ( $J'$ ), maksimal Shannon-indeksverdi ( $H'_{max}$ ), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener ( $H'$ ) og Hurlberts indeks ( $ES_{100}$ ),  $ISI_{2012}$ -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon Nes1 Lurefjorden 16. mars 2017. Middelverdi for grabb a og b er angitt som  $\bar{G}$ , medan stasjonsverdien er angitt som  $\dot{S}$ . Til høgre for begge sistnemnde kolonner står nEQR-verdiane for desse størrelsane. Nedst i nEQR-kolonnene står middelverdien for nEQR-verdiane for alle indeksar, med unntak av DI-indeksen. Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. **tabell 4**). Enkeltresultat er presentert i **vedlegg 2**.

Nes1	a	b	$\bar{G}$	$\dot{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\dot{S}$
S	42	36	39	51		
N	256	213	234,5	469		
$J'$	0,79	0,71	0,75	0,73		
$H'_{max}$	5,39	5,17	5,28	5,67		
AMBI	1,968	1,930	1,949	1,950		
NQI1	0,751 (II)	0,748 (II)	0,750 (II)	0,754 (II)	0,726 (II)	0,730 (II)
$H'$	4,279 (II)	3,661 (II)	3,970 (II)	4,164 (II)	0,708 (II)	0,729 (II)
$ES_{100}$	29,326 (II)	25,488 (II)	27,407 (II)	28,453 (II)	0,722 (II)	0,735 (II)
$ISI_{2012}$	9,700 (I)	9,276 (II)	9,488 (II)	9,517 (II)	0,789 (II)	0,792 (II)
NSI	23,061 (II)	22,642 (II)	22,851 (II)	22,871 (II)	0,714 (II)	0,715 (II)
DI	0,358 (II)	0,278 (I)	0,318 (II)	0,318 (II)	0,774 (II)	0,774 (II)
Samla					0,732 (II)	0,740 (II)

## Stasjon Nes2

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 10**). Stasjonen framstår som ikkje påverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1 og NSI låg innanfor tilstand "god" for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane, medan indeksverdiane for  $ISI_{2012}$  låg innanfor tilstandsklasse "svært god". Mangfold ved Shannon- og Hurlberts indeks viste "god" tilstand for alle verdiar, med unntak av grabb a for  $ES_{100}$ , som inneheld færre enn 100 dyr og fekk ingen verdi. DI-indeksen låg innanfor tilstand "moderat" for grabb a og tilstand "svært god" for grabb b, noko som førte til klassifisering i "god" tilstand for grabbgjennomsnittet og stasjonen. Også samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstand "god".

Artstalet i dei to grabbane på stasjon Nes2 var noko lågt, men innanfor normalen, med 16 i grabb a og 22 i grabb b (**tabell 10**). Samla verdi for artstal låg på 27, medan middelverdien var 19. Individtalet var lågt i grabb a med 29 og normalt med 126 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 155, medan middelverdien var 77,5. Jamleiksindeksen ( $J'$ ) har ein høg til middels høg verdi, noko som viser litt dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var fleirbørstemakken *P. jeffreysii* (NSI-klasse III) som utgjorde rundt 30 % av det totale individtalet (**tabell 12**). Den forureiningstolerante muslingen *Thyasira sarsii* (NSI-klasse IV), som er tolerant mot lågt oksygeninnhold i sedimentet, var nest hyppigast førekommende med ca. 19 % av den totale faunaen. Andre vanleg førekommende artar på stasjonen var slimormar i gruppa Nemertea (NSI gruppe III) og muslingen *T. equalis* (NSI gruppe III), som utgjorde høvesvis ca. 6 % av det totale individtalet. Elles var det mange sensitive artar i prøvene. Fleirbørstemakken *Siboglinum ekmani* (NSI-klasse I) er en anna art som er karakteristisk for sediment med lågt oksygeninnhold, og utgjorde litt under 3 % av det totale individtalet.

**Tabell 10.** Artstal ( $S$ ), individtal ( $N$ ), jamleksindeks ( $J'$ ), maksimal Shannon-indeksverdi ( $H'_{max}$ ), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener ( $H'$ ) og Hurlberts indeks ( $ES_{100}$ ),  $ISI_{2012}$ -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon Nes2 i Lurefjorden 16. mars 2017. Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. tabell 4). Enkeltresultat er presentert i vedlegg 2. Sjå også tabelltekst i tabell 9.

Nes2	a	b	Ā	Ś	nEQR Ā	nEQR Ś
S	16	22	19	27		
N	29	126	77,5	155		
J'	0,93	0,72	0,82	0,76		
$H'_{max}$	4,00	4,46	4,23	4,75		
AMBI	1,154	2,496	1,825	2,265		
NQI1	0,774 (II)	0,666 (II)	0,720 (II)	0,700 (II)	0,695 (II)	0,674 (II)
$H'$	3,716 (II)	3,205 (II)	3,460 (II)	3,620 (II)	0,651 (II)	0,669 (II)
$ES_{100}$	i.v.	20,150 (II)	20,150 (II)	23,253 (II)	0,637 (II)	0,674 (II)
$ISI_{2012}$	12,064 (I)	10,246 (I)	11,155 (I)	10,430 (I)	0,891 (I)	0,849 (I)
NSI	24,559 (II)	20,488 (II)	22,524 (II)	21,250 (II)	0,701 (II)	0,650 (II)
DI	0,588 (III)	0,050 (I)	0,319 (II)	0,319 (II)	0,773 (II)	0,773 (II)
Samla					0,715 (II)	0,703 (II)

### Stasjon Nes3

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" nær grensa til tilstand "moderat" etter rettleiar 02:2013 (tabell 11). Stasjonen framstår som lite påverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1 og  $H'$  låg innanfor tilstand "moderat" for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane. Indeksverdiane for  $ISI_{2012}$  og NSI låg innanfor tilstandsklasse "god" med unntak av grabb a for  $ISI_{2012}$ , som hamna i tilstandsklasse "svært god". Mangfaldsindekser etter Shannon låg innanfor "moderat" tilstand, medan mangfald etter Hurlbert ikkje kunne bereknast fordi det var færre enn 100 individ i prøvene. DI-indekseren låg innanfor tilstand "god" for alle verdiar med unntak av grabb a, som hamna i tilstandsklasse "moderat". Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstand "god", men nær tilstand "moderat".

**Tabell 11.** Artstal ( $S$ ), individtal ( $N$ ), jamleksindeks ( $J'$ ), maksimal Shannon-indeksverdi ( $H'_{max}$ ), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener ( $H'$ ) og Hurlberts indeks ( $ES_{100}$ ),  $ISI_{2012}$ -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon Nes3 i Lureffjorden, 16. mars 2017. Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. tabell 4). Enkeltresultat er presentert i vedlegg 2. Sjå også tabelltekst i tabell 9.

Nes3	a	b	Ā	Ś	nEQR Ā	nEQR Ś
S	8	9	8,5	12		
N	38	46	42	84		
J'	0,74	0,75	0,75	0,68		
$H'_{max}$	3,00	3,17	3,08	3,58		
AMBI	2,368	2,300	2,334	2,331		
NQI1	0,594 (III)	0,595 (III)	0,594 (III)	0,615 (III)	0,550 (III)	0,579 (III)
$H'$	2,229 (III)	2,380 (III)	2,304 (III)	2,425 (III)	0,474 (III)	0,495 (III)
$ES_{100}$	i.v.	i.v.	i.v.	i.v.	i.v.	i.v.
$ISI_{2012}$	9,916 (I)	8,557 (II)	9,236 (II)	9,268 (II)	0,765 (II)	0,768 (II)
NSI	21,652 (II)	21,668 (II)	21,660 (II)	21,661 (II)	0,666 (II)	0,666 (II)
DI	0,470 (III)	0,387 (II)	0,429 (II)	0,429 (II)	0,616 (II)	0,616 (II)
Samla					0,614 (II)	0,627 (II)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon Nes3 var lågt med 8 i grabb a og 9 i grabb b (**tabell 11**). Samla verdi for artstal låg på 12, som er lågt, medan middelverdien var 8,5. Individtalet var svært lågt med 38 i grabb a og 46 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 84, medan middelverdien var 42. Jamleksindeksen (J') har ein middels høg verdi, noko som viser dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var muslingen *Thyasira equalis* (NSI-klassen III) som utgjorde rundt 37 % av det totale individtalet (**tabell 12**). Fleirbørstemakken *P. jeffreysii* (NSI-klassen III) var nest hyppigast førekommende på stasjonen med ca. 35 % av den totale faunaen. Andre vanleg førekommende artar på stasjonen var slangestjerna *Amphilepis norvegica*, tangloppen *Eriopisa elongata* og muslingen *Nucula tumidula*, som er noko sensitive (NSI gruppe II) og utgjorde høvesvis ca. 6 % av det totale individtalet. Elles var det nokre få artar, som var noko sensitive til moderat sensitive mot forureining.

**Tabell 12.** Dei ti mest dominante artane av botndyr tekne på stasjon Nes1-Nes3 ved Lurefjorden, 16. mars 2017.

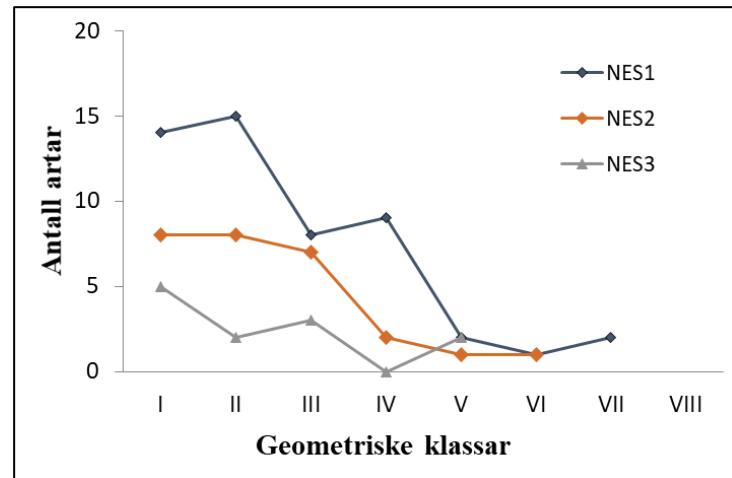
Artar st. Nes1	%	kum %	Artar st. Nes2	%	kum %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	24,52	24,52	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	30,32	30,32
<i>Adontorhina similis</i>	18,55	43,07	<i>Thyasira sarsii</i>	19,35	49,68
<i>Thyasira equalis</i>	8,32	51,39	<i>Nemertea</i>	6,45	56,13
<i>Prionospio cirrifera</i>	5,76	57,14	<i>Thyasira equalis</i>	5,81	61,94
<i>Aphelochaeta</i> sp.	4,05	61,19	<i>Scutopus ventrolineatus</i>	4,52	66,45
<i>Yoldiella nana</i>	2,56	63,75	<i>Ceratocephale loveni</i>	3,87	70,32
<i>Sabellides octocirrata</i>	2,35	66,10	<i>Adontorhina similis</i>	2,58	72,90
<i>Thyasira sarsii</i>	2,35	68,44	<i>Anobothrus laubieri</i>	2,58	75,48
<i>Chaetozone setosa</i>	2,13	70,58	<i>Diplocirrus glaucus</i>	2,58	78,06
<i>Scutopus ventrolineatus</i>	2,13	72,71	<i>Siboglinum ekmani</i>	2,58	80,65

Artar st. Nes3	%	kum %
<i>Thyasira equalis</i>	37,35	37,35
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	34,94	72,29
<i>Amphilepis norvegica</i>	6,02	78,31
<i>Eriopisa elongata</i>	6,02	84,34
<i>Nucula tumidula</i>	6,02	90,36
<i>Ceratocephale loveni</i>	2,41	92,77
<i>Phylo norvegicus</i>	2,41	95,18
<i>Aphelochaeta</i> sp.	1,20	96,39
<i>Nephtys hystricis</i>	1,20	97,59
<i>Paraedwardsia arenaria</i>	1,20	98,80

## Geometriske klassar

Kurva til dei geometriske klassane har eit nokså ulikt forløp på stasjon Nes1-Nes3 (**figur 6**). Kurva frå stasjon Nes1 fell relativt jamt frå mange artar i klasse I og II (1-3 individ per  $0,2\text{ m}^2$ ) gjennom dei første klassane til klasse V (16-31 individ), og utover flatar kurva ut. Kurva er moderat lang (klasse VII = 64-126 individ per  $0,2\text{ m}^2$ ) og indikerer ein tilnærma upåverka tilstand. På stasjon Nes2 var det nesten like mange artar i klasse I-III, før kurva fell til 2-3 artar i klassane IV-VI. Forløpet indikerer at faunastrukturen var litt forstyrra. Kurva frå stasjon Nes3 er veldig flat, kort og noko ujamn i forløpet, noko som indikerer forstyrra forhold.



**Figur 6.** Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjon Nes1-Nes3 tekne ved Nesfossen, 16. mars 2017. Tal på artar langs y – aksen og geometriske klassar langs x- aksen.

## B-GRANSKING VED AVLØP

### Skildring av dei einskilde prøvene:

På stasjon **B1** trefte ein fjellbotn på ca 19 m djup. Ein fekk opp eit slør av sand. I prøva var det 2 børstemakkar.



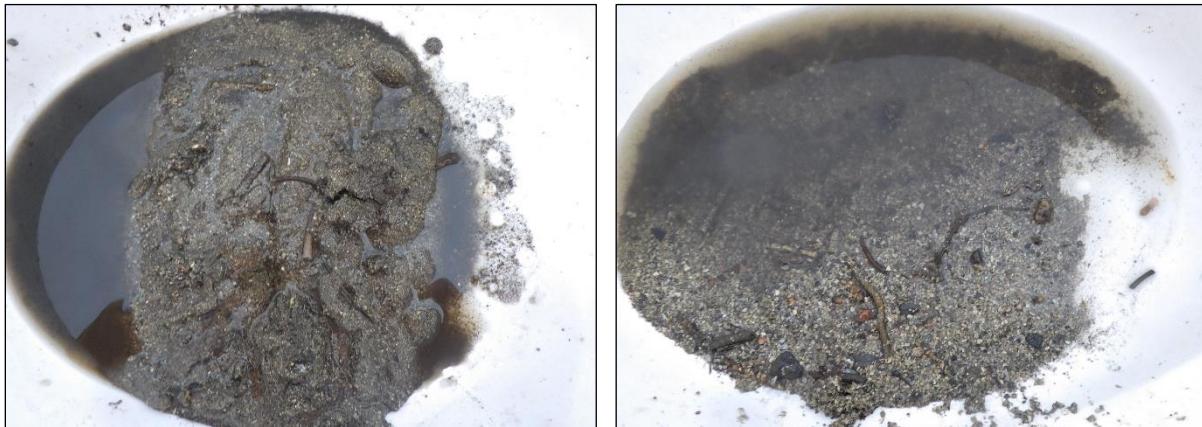
På stasjon **B2** trefte ein fjellbotn på ca 20 m djup. Ein dekk opp eit slør av sand og spor av grus. I prøva var det ein fôrpellet og ein makk.



På stasjon **B3** trefte ein på to forsøk fjellbotn på ca 42 m djup. Ein fekk opp spor av sand. I prøva var det to makkar, ein musling og to fôrpellets.



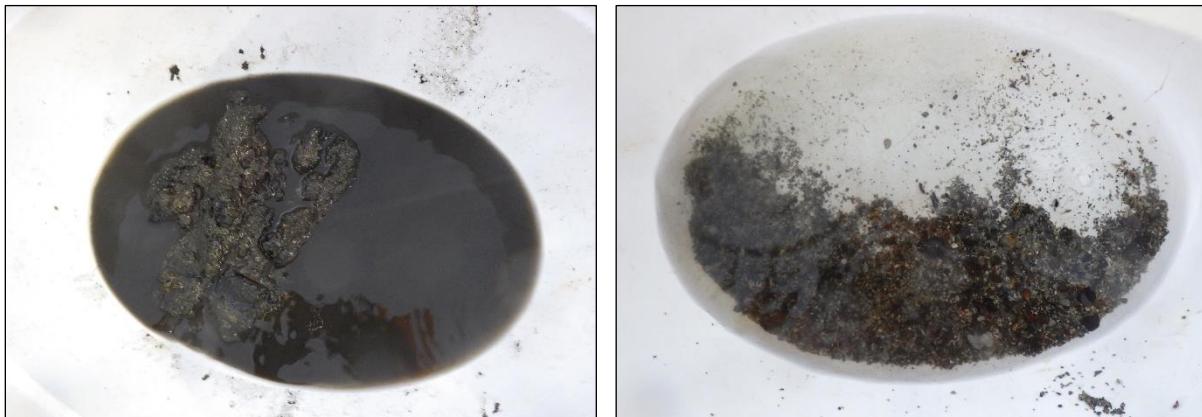
På stasjon **B4** fekk ein frå ca 70 m djup opp vel  $\frac{1}{4}$  grabb (4 cm) grå og luktfri prøve med mjuk konsistens. Prøva bestod av ca 50 % skjelsand, 30 % sand og 20 % silt. I prøva var det ca 20 makkar og ein musling.



På stasjon **B5** fekk ein på andre forsøk frå fjellbotn på ca 72 m djup opp eit slør av sand. Det var ei slangestjerne i prøva.



På stasjon **B6** fekk ein frå ca 120 m djup opp vel  $\frac{1}{4}$  grabb (3,5 cm) gråbrun og luktfri prøve med mjuk konsistens. Prøva inneholdt litt organisk materiale og primærsediment bestod av ca 40 % sand, 40 % silt, 20 % skjelsand og litt grus. I prøva var det ca 20 makkar.



**Tabell 13.** Skjema for prøvetakingspunkt (t.v.) og prøveskjema (t.h.) for B-stasjonane ved avløpet ved Nesfossen Smolt AS 16. mars 2017.

Prøvetakingspunkt:	1	2	3	4	5	6
Posisjon nord: <b>60° 39'</b> , 814'	805'	803'	781'	778'	755'	
Posisjon aust: <b>05° 14'</b> , 118'	116'	111'	115'	091'	029'	
Djup (meter)	19	20	42	70	78	120
Tal på forsøk	1	1	2	1	1	1
Spontan bobling						
Bobling v/prøvetaking						
Sedimentdjupne (cm)			4		3,5	
Del slam/organisk (%)					Litt	
Del blåskjelrestar (%)						
Del primærsediment (%)	slør	spor	spor	100 %	slør	100 %
Fordeling av primær-sediment	Leire					
	Silt					
	Sand	Slør	Slør	20 %	Slør	40 %
	Grus			30 %		40 %
	Skjelsand			50 %		Litt
						20 %
Steinbotn						
Fjellbotn	Ja	Ja	Ja		Ja	
Pigghudingar, tal					1	
Krepsdyr, tal				1		
Blautdyr, tal				1		
Børstemakk, ca tal	2	1	2	20		20
Andre dyr, totalt tal						
<i>Beggiatoa</i>						
Fôr		1	2			
Fekalier						

Gr	Parameter	Poeng	Prøvenummer						Indeks
			1	2	3	4	5	6	
	Botntype: B (blaut) eller H (hard)		B	B	B	B	B	B	
I	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	0	0	
II	pH	verdi	-	-	-	7,76	-	7,73	
	E <sub>h</sub>	verdi	-	-	-	306	-	271	
	pH/E <sub>h</sub>	frå figur	-	-	-	0	-	0	
	Tilstand prøve		-	-	-	1	-	1	
			Buffertemp: 7 °C Sjøvasstemp: 6,5 °C Sedimenttemp: 7 °C pH sjø: 8,19 Eh sjø: 104 mV Referanseelektrode: +221 mV						
III	Gassb.	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0	
	Farge	Lys/grå = 0	0	0	0	0	0	0	
		Brun/sv = 2							
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0	0	0	
		Noko = 2							
		Sterk = 4							
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0			0	
		Mjuk = 2				2		2	
		Laus = 4							
	Grabb-volum	< 1/4 = 0	0	0	0			0	
		1/4 - 3/4 = 1				1		1	
		> 3/4 = 2							
	Tjukkleik	0-2 cm = 0	0	0	0			0	
	på	2-8 cm = 1				1		1	
	slamlag	> 8 cm = 2							
		SUM:	0	0	0	4	0	4	
		Korrigert sum (*0,22)	0	0	0	0,88	0	0,88	
		Tilstand prøve	1	1	1	1	1	1	
II + III	Middelverdi gruppe II+III		0	0	0	0,44	0	0,44	
III	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1	
	Tilstand		1	2	3	4			
	pH/E <sub>h</sub>	Korr. sum	<1,1	1,1 - <2,1	2,1 - <3,1	≥3,1			
	Indeks	Middelverdi							

### Gruppe I: Fauna

Det vart funne dyr på seks av seks stasjonar (**tabell 14**). Botndyr vert etter NS 9410:2016 ikkje inkludert i indeksberekinga, men gir informasjon om tilhøva og rehabiliteringsevna til enkeltstasjonane. Det vart funne flest dyr innan gruppa børstemakk med eit individantal mellom 1 – 20 stasjonane. Det vart også funne dyr innan hovudgruppene blautdyr og pigghuder.

### Gruppe II: Surleik og redokspotensial –pH/E<sub>h</sub>

Det vart målt pH/E<sub>h</sub> på to stasjoner (**Feil! Fant ikke referansekilden.**). Begge prøvene fekk tilstand 1 = «meget god» med omsyn til kjemisk belasting. Begge prøvene fikk 0 poeng, med pH på høvesvis mellom 7,73 og 7,67 og redokspotensial (E<sub>h</sub>) på høvesvis 271 og 306 mV.

Ut frå poengberekinga i **tabell 15** var samla poengsum for prøvene 0 poeng. Dette gir ein indeks på 0, og måling av pH og E<sub>h</sub> for dei målte prøvene tilsvarar tilstand 1 = «meget god» ut frå vurdering av gruppe II-parameteren.

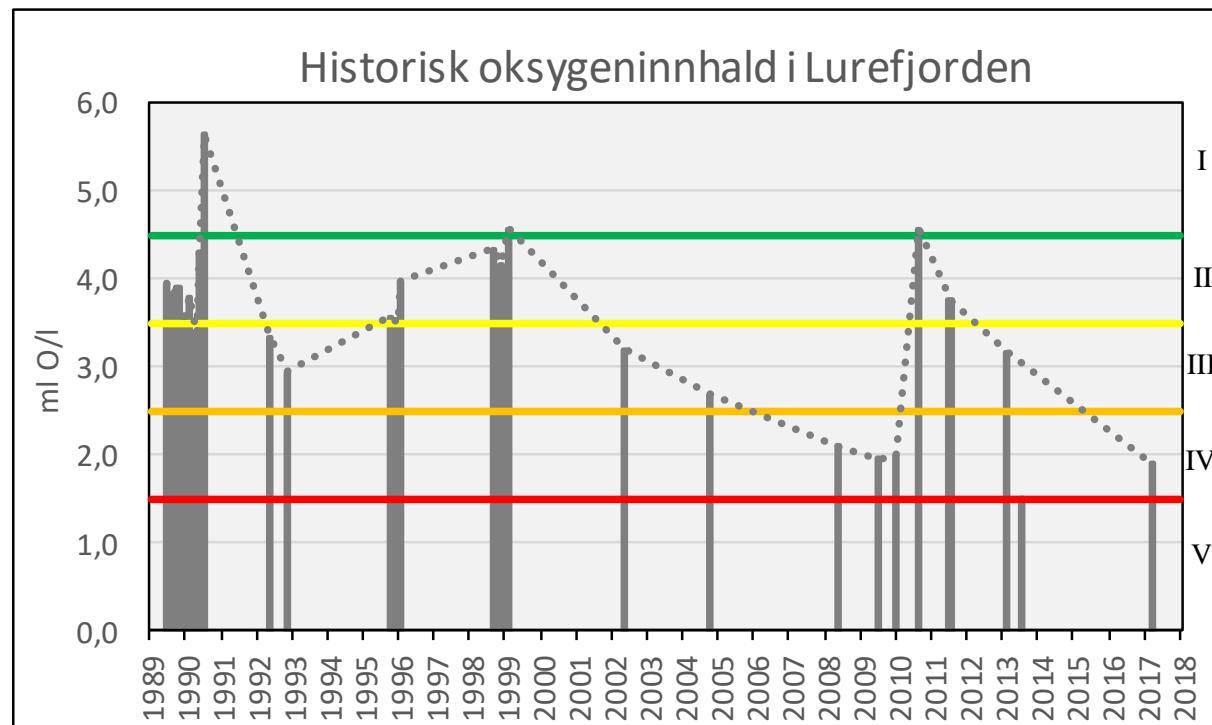
### Gruppe III: Sedimenttilstand

Med omsyn til sedimenttilstand fekk to prøver 4 poeng og 4 prøver 0 poeng (**tabell 16**). Samtlege stasjonar var lite belasta då alle prøvene fekk tilstand 1 = «meget god».

## DISKUSJON

### HYDROGRAFI

Lurefjorden har svært grunne tersklar, med dei djupaste tersklane på rundt 15 m djup. Oksygenprofilane i fjorden bar preg av dette, med reduserte oksygentilhøve frå om lag 100 m djup, og lågt innhold av oksygen tilsvarende tilstand IV = "dårlig" med i botnvatnet. Det har vore tatt ein rekke enkeltmålingar av oksygen i Lurefjorden dei siste 30 åra (**figur 7**). Målingane syner periodar med redusert oksygeninnhald i botnvatnet, med sporadiske delvise eller fullstendige djupvassutskiftingar. I 1990 og 2010 skjedde ein hovudutskifting om vår/sommaren, medan det truleg var delvise djupvassutskiftingar i perioden frå 1992 til 1999. Det vil si etter høvesvis 9 og 11 år, og det har no gått ca 7 år sidan førre utskifting. Berekningar med fjordmiljømodellen syner at djupvatnet i Lurefjorden har eit oksygenforbruk på 0,044 ml O<sub>2</sub>/l/mnd, at det vil ta vel 11 år før det oppstår oksygenfrie tilhøve og at det tar ca 7,5 år før det skjer full utskifting (Tveranger & Johnsen 2013). Det har vore lengre periodar utan målingar, kor ein ikkje kan utelukke mindre utskiftingar av botnvatn.



**Figur 7.** Historiske målingar av oksygeninnhald (i ml O<sub>2</sub>/l) i botnvatnet ved stasjon Nes3 i Lurefjorden. Øvre grense for tilstandsklasse II-V er markert med farge. Fram til 2000 vart djupaste måling utført på 400 m djup, etter 2000 på 430-440 m djup. Årstal er markert ved januar månad. Målinga for juli 2013 er ikkje tatt med for trendlinja.

Målinga frå recipientgranskninga i juli 2013 (Johnsen & Trannum 2015) syner oksygeninnhald i botnvatnet på grensa til tilstand V = "svært dårlig" (1,50 ml O<sub>2</sub>/l). Denne målinga er truleg ikkje riktig. Ei måling utført i februar 2013 (Tveranger & Johnsen 2013) synte eit oksygeninnhald som var vel dobbelt så høgt (3,17 ml/l). Eit oksygenforbruk på vel 1,5 ml/l på fem månader synest unormalt høgt. Ein har valt å sjå bort frå denne målinga for trendlinja i **figur 7**. Trendlinja visar at oksygenforbruket har vore høgare dei siste 7 åra enn dei føregåande 10 åra, og oksygeninnhaldet ser ut til å vere på veg mot ein liknande verdi som juli-målinga for 2013 på 1,50 ml O<sub>2</sub>/l dersom det ikkje skjer ein utskifting av botnvatnet innan eit par år.

## SEDIMENT

### KORNFORDELING OG KJEMI

Innhaltet av nitrogen var høgt samanlikna med fosforinnhaldet i Lurefjorden, noko som indikerer tilførslar av nitrogen. Høgt nitrogeninnhald har ofte samanheng med avrenning frå land. Til dømes nyttast nitrogen til gjødsling av jord i jordbruk. Karboninnhaldet var også høgt samanlikna med fosforinnhaldet. Eit høgt karboninnhald i sediment kan indikere høg tilførsel av organisk materiale og låg nedbrytingshastigkeit. Det var moderat høge sinkverdiar i sedimentet på det djupaste i Lurefjorden, det var imidlertid låge verdiar tilsvarande bakgrunnsnivå for dei to stasjonane næraast avløpet.. Det er difor lite truleg at det moderat høge sinkinnhaldet ved stasjon Nes3 skuldast tilførslar frå verksemda ved Nesfossen.

Forholdet mellom nitrogen og fosfor ser ut til å auke over tid i sedimentet i Lurefjorden, men ein har få målepunkt å samanlikne (**tabell 17**). Forholdet mellom karbon og fosfor har vore høgt på stasjon Nes3 også ved tidlegare granskingar kor desse parametrane har vorte granska, men syner stor variasjon mellom granskingane. Ein har her nytta normalisert TOC for å berekne forholdstal, men verdien for nTOC er dels avhengig av det målte innhaldet av finstoff (leire og silt) i sedimentet. Det målte finstoffinnhaldet har variert nokså mykje på stasjon Nes1 mellom granskingane, og truleg har mindre homogene sedimenttilhøve ein del å sei i forhold til nokre av dei målte parametrane for denne stasjonen.

**Tabell 17.** Samanlikning av fysiske tilhøve i sedimentet for stasjon Nes1-3 for granskingar utført i Lurefjorden sidan 1980. Stasjonane har hatt ulike namn ved tidlegare granskingar, Nes3=Kje6 og Nes1=Kje1. Fargesetting følgjer rettleiar 02:2013 og M-608/2016.

Stasjon	År	Leire/silt %	Glødetap %	nTOC mg/g	Nitrogen mg/g	Fosfor mg/g	N:P	C:P	Kopar mg/kg	Sink mg/kg
Nes1	1989	90	18,1	74,2	-	-	-	-	-	139
	1995	-	19,9	-	6,3	-	-	-	40	147
	1998	79	19,1	-	5,9	-	-	-	42	142
	2002	47	14,6	67,9	5,7	1,53	3,7:1	44:1	35	130
	2008	-	-	70	2,4	0,22	11:1	318:1	84	230
	2013 <sup>a</sup>	66,7	13,5	67,0	-	1,23	-	54:1	-	-
	2013 <sup>b</sup>	43	-	72,0	6,9	-	-	-	23	75
	2017	79,1	22,2	63,8	6,4	0,44	15:1	145:1	6	48
Nes2	2013	95,9	26,1	120,7	-	1,5	-	80:1	-	-
	2017	97,9	26,9	87,4	9,6	0,55	17:1	159:1	11	47
Nes3	1980	97	27,1	109	-	-	-	-	-	-
	1989	97	29,6	119	-	-	-	-	-	379
	1995	97	29,3	-	10,5	-	-	-	72	379
	1998	-	28,4	-	10,3	-	-	-	73	349
	2002	98	20,8	-	10,7	2,17	5:1	-	70	388
	2004	96	30,1	120	-	-	-	-	-	-
	2008	99	30,7	125	9,8	1,32	7,4:1	95:1	35	110
	2013 <sup>a</sup>	93,9	25,9	111,1	-	1,5	-	74:1	-	-
	2013 <sup>b</sup>	38,0	-	100,4	12	-	-	-	38	140
	2017	98,1	26,7	94,2	9,6	0,55	17:1	171:1	40	148

a refererer til granskinga i februar 2013 (Tveranger og Johnsen 2013).

b refererer til granskinga i juli 2013 (Johnsen & Trannum 2015).

Innhaldet av kopar og sink i det djupaste av Lurefjorden var høgare på 1990- og tidleg 2000-talet enn ved granskingane utført etter 2008 (**tabell 17**). Tilsvarande er det lågare innhald av kopar og sink ved stasjon Nes1 ved dei to siste granskingane enn dei fem føregående granskingar. Innhaldet av organisk karbon har vore høgt på alle stasjonar ved alle granskingar utført i Lurefjorden.

## BLAUTBOTNFAUNA

Vurdering av blautbotnfauna etter rettleiar 02:2013 synte at stasjon Nes1, Nes2 og Nes3 ved Lurefjorden låg innanfor **tilstandsklasse "god"**, men Nes3 låg nær tilstandsklasse "moderat". Stasjonane framstod som lite påverka til ikkje påverka.

Artstalet (artsmangfaldet) var generelt noko lågt, spesielt på stasjon Nes3, kor også individtettleik var låg. Artssamansettinga indikerer ikkje at stasjonane er påverka av organisk forureining, men låge individ- og artstal på stasjon Nes2 og Nes3 viser mindre optimale tilhøve for gravande botnfauna, truleg på grunn av varierande oksygentilhøve i botnvatnet. På stasjon Nes2 var det nokre artar som er karakteristiske for lågt oksygeninnhald i sedimentet. Elles var partikkeletante dyr som trivast med noko høgt organisk innhald i sedimentet vanlege på alle stasjonar, men det var også mange artar som er sensitive mot forureining.

Dyresamfunnet i botnsedimentet sør i Lurefjorden (Nes1) og i det djupaste bassenget av Lurefjorden (Nes3) har vore regelmessig granska sidan 1989, men det har variert kva for indeksar ein har nytta. Den einaste gjennomgående indeksen som har vorte nytta er Shannon-Wiener-indeksen ( $H'$ ). Det har også vore nytta ulike grabbstorleikar og tal på grabbhogg ved dei ulike granskingane. I **tabell 18** har ein difor oppgjeve tal på individ per  $m^2$ , i tillegg til tal oppgitt i opphaveleg rapport.

Stasjon Nes1 har sidan 1989 nokså konsekvent hatt ein Shannon-Wiener-indeks ( $H'$ ) i tilstand II = "god" (**tabell 18**). Andre indeksar har i liten grad vore granska før dei vart innført med rettleiar 02:2013. Tal på individ var høgast ved dei to siste granskingane. Tal på artar har oftast vore rundt 50, men med eit maksimum i juli 2013 då det vart funne 69 artar, og eit minimum i 2002, då det vart funne 37 artar. Tilstanden på stasjonen er uendra sidan dei to føregåande granskingane.

Stasjon Nes2 syner ein betring i tilstand sidan 2013, med vel dobbelt så mange registrerte artar og tre gonger så mange individ. Stasjonen er plassert nær ein nokså bratt skråning, og diversiteten og samansettinga av botndyr vil truleg variere noko etter kor ein treff med grabbhugga. Til dømes vart botnprøvene tatt ca 8 m djupare i 2013 enn i 2017, og ved eit av forsøka i 2017 trefte ein stein eller fjellbotn. Dette kan indikere at ein trefte nærmere fjellskråninga i 2017 enn i 2013, men kornfordelinga syner liknande sedimenttilhøve ved begge granskingar.

Botnsamfunnet i det djupaste bassenget av Lurefjorden (Nes3) syner ein nedgang i  $H'$ -verdi for kvar gransking sidan 1995, bortsett frå i juli 2013. I perioden frå 2004 til 2008 vart tal på artar om lag halvert frå 23 til 10, og artstal har vore på rundt 10 i granskingane sidan, forutan i juli 2013. Granskinga i juli 2013 synte jamt over gode indeksverdiar og relativt høgt individ- og artstal, og resultatet er ikkje i samsvar med den låge oksygenmålinga ved same gransking (**figur 7**). Samanlikna med granskinga i februar 2013, syner denne granskinga ein auke i tal på individ og noko betre NQI1- og ISI-verdiar, men ein svak nedgang i  $H'$  og tilsvarande artstal. Dei lågare artstala dei siste 10 åra kan ha samanheng med at det tilsynelatande er lengre periodar mellom utskifting av botnvatnet.

**Tabell 18.** Samanlikning av botnfauna på stasjonane Nes1-3 for granskingar utført i Lurefjorden sidan 1989. Stasjonane har hatt ulike namn ved tidlegare granskingar, Nes3=Kje6 og Nes1=Kje1. Fargekoding etter **tabell 4**.

Stasjon	År	Tal på individ	Individ/m <sup>2</sup>	Tal på artar	J	H' <sub>max</sub>	NQII	H'	ES <sub>100</sub>	ISI <sub>2012</sub>	NSI	DI	nEQR Ḡ	nEQR Š	
Nes1	1989	1190	1190	54	0,73	5,75	-	4,19	-	-	-	-	-	-	-
	1995	381	953	52	-	-	-	4,74	-	-	-	-	-	-	-
	1998	710	1775	64	-	-	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-
	2002	286	1430	37	-	-	-	4,22	-	-	-	-	-	-	-
	2008	539	1348	49	0,73	5,61	-	4,08	-	-	-	-	-	-	-
	2013 <sup>a</sup>	348	870	49	0,79	5,65	0,696	4,46	30,4	9,1	-	-	-	-	-
	2013 <sup>b</sup>	999	2498	69	-	-	0,70	4,4	20,3	10,3	22,5	0,35	0,73	0,74	0,74
Nes2	2013	42	105	12	0,93	3,57	0,608	3,32	n.a.	6,91	-	-	-	-	-
	2017	155	775	27	0,76	4,75	0,700	3,62	23,25	10,43	21,3	0,32	0,72	0,70	0,70
Nes3	1989	897	897	32	0,63	5	-	3,15	-	-	-	-	-	-	-
	1995	192	1920	21	-	-	-	3,25	-	-	-	-	-	-	-
	2004	167	557	23	0,7	4,52	-	3,17	-	-	-	-	-	-	-
	2008	27	68	10	0,82	3,32	-	2,68	-	-	-	-	-	-	-
	2013 <sup>a</sup>	39	98	11	0,76	3,46	0,578	2,63	n.a.	8,15	-	-	-	-	-
	2013 <sup>b</sup>	470	1175	37	-	-	0,72	3,9	16,5	8,9	21,8	0,02	0,72	0,74	0,74
	2017	84	420	12	0,68	3,58	0,615	2,43	n.a.	9,27	21,66	0,43	0,61	0,63	0,63

a refererer til granskinga i februar 2013 (Tveranger og Johnsen 2013).

b refererer til granskinga i juli 2013 (Johnsen & Trannum 2015).

## VURDERING AV ØKOLOGISK TILSTAND

Fjordområdet utanfor Nesfossen Smolt AS sitt settefiskanlegg tilhører vassførekomsten Lurefjorden (fjordkatalognummer 02.61.04.02.03-C). Vassførekomsten er etter EUs vassdirektiv klassifisert som antatt "god" økologisk tilstand, udefinert kjemisk tilstand, og er av typen "**oksygenfattig fjord**" basert på følgjande:

- Økoregion Nordsjøen nord
- Polyhalin (18-30 %)
- Beskytta
- Delvis lagdelt
- Lang opphaldstid for botnvatn (månadar/år)
- Svak straumhastigkeit

Det er funne gode miljøtilhøve for botnfauna, moderat til dårlege oksygentilhøve, svært gode til moderate tilhøve med omsyn på tungmetallane kopar og sink, og svært dårlege tilhøve med omsyn på organisk materiale i Lurefjorden (**tabell 19**). Granskinga syner at botn i Lurefjorden inneholder mykje organisk materiale, men at samansettinga av botnfauna ikkje indikerer organisk forureining. Som nemnt tidlegare vert ikkje TOC i sediment veklagt i vurderinga av økologisk tilstand. Stasjonen nærmast avløpet til Nesfossen Smolt (ca 350 m unna) framstår som upåverka av verksemda, og dagens verksemd ser ut til å ha liten negativ påverknad på tilstanden her. B-stasjonane syner upåverka tilhøve ved utsleppet. Dei djupare områda av fjorden syner til gode, men mindre optimale tilhøve for botnfauna, truleg som ein konsekvens av varierande oksygentilhøve.

**Tabell 19.** Samanstilling av økologisk tilstand i Lurefjorden.

		Lurefjorden		
		Nes1	Nes2	Nes3
<b>Biologiske kvalitetselement</b>				
Botnfauna		II	II	II
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselement</b>				
Oksygen (ml O/l & %)		III	IV	IV
TOC i sediment		V	V	V
Miljøgift*		I	I	III
<b>Økologisk tilstand</b>				
<b>Kjemisk tilstand</b>				
God				
Oppnår ikke god				

\* Berre tungmetallane kopar og sink er vurdert her.

Miljømålet for alle vassførekomstar er god økologisk tilstand i høve til vassforskrifta. Biologiske kvalitetselement vert veklagt ved klassifisering av miljøtilstand, med fysiske og kjemiske element som støtteparametrar (rettleiari 02:2013). I høve til det biologiske kvalitetselementet, botnfauna, har Lurefjorden god økologisk tilstand. Tidlegare granskinger visar også til stort sett god økologisk tilstand for botnfauna. Med omsyn på oksygentilhøve har Lurefjorden moderat til dårleg miljøtilstand. Redusert oksygeninnhald i botnvatnet i fjorden skuldast naturgitte tilhøve med særgrunne tersklar som hindrar regelmessig utskifting av botnvatnet. Sjølv om oksygentilhøva er låge, viser dei gode tilhøva for botnfauna at økosystemet fungerer og dermed vurderer vi det slik at Lurefjorden har god økologisk tilstand i høve til kva som er utgangspunktet for ein vassførekomst som er av typen «oksygenfattig fjord».

Lurefjorden sin kjemiske tilstand er vurdert til å vere «oppnår ikke god», men datagrunnlaget for vurdering av kjemisk tilstand i vassførekomsten er særavgrensa. Vurderinga er gjort på grunnlag av innhaldet av sink i sedimentet ved stasjon Nes3., som ved denne granskeringa og historisk har hamna i moderat tilstand. Andre kjemiske parametrar er ikkje granska.

Det kan imidlertid sjå ut som oksygenforbruket i fjorden har auka dei siste åra. Det er mogleg at ureinsa utslepp samst eit auka utslepp av næringsstoff frå anlegget før reinseanlegget kom skikkeleg i drift i 2017 kan ha bidratt til det auka oksygenforbruket, men i kva grad er særus usikkert. Mest sannsynleg skuldast dette endringar i klimatiske tilhøve. Berekningar ved hjelp av FjordMiljø i 2013 viste at om ein auka utsleppa frå anlegget frå 216 til 500 tonn, ville auken på ca 300 tonn teoretisk kunne gje ein auke i oksygenforbruket i bassengvatnet på 2,2 %, dvs. at effekten av ein slik auke ville ha vore svært beskjeden og sannsynlegvis ligge innanfor det som er naturleg variasjon for både oksygeninnhald og primærproduksjon (Tveranger og Johnsen 2013). Auken i utsleppa frå anlegget har vore monaleg under dette, og slik som reinseanlegget fungerer no, vil utsleppa framover ligge under det gamle utsleppsløyvet på 216 tonn ureinsa utslepp.

Det er ikkje anna oppdrettsverksemde i Lurefjorden. Ein bør vere merksam på at fjorden naturleg reknast som ein oksygenfattig fjord, og i og med at fjorden har ein del tilrenning frå land og elvar vil nedbørsvariasjonar og andre klimatiske effektar ha stor betyding for næringstilførslar og forbruk av oksygen i fjorden.

## FORSLAG TIL FRAMTIDIGE GRANSKINGAR

Det vil vere viktig å utføre hydrografiprofiler annakvar månad ved stasjon Nes3 på det djupaste i Lurefjorden dei neste to åra for å halde følgje med utviklinga av oksygentilhøva og utskiftinga i fjorden. Dette er og i samsvar med krav i brev av 23. februar 2017 frå Fylkesmannen i Hordaland.

## REFERANSAR

- Anderson, LA & JL Sarmiento 1994. Redfield ratios of remineralization determined by nutrient data analysis, *Global Biogeochemical Cycles*, 8(1), 65-80.
- Brekke, E 2009. Notat profilar i Lurefjorden 2009, Rådgivende Biologer AS, notat, 3 sider.
- Brekke, E 2010a. Notat profilar i Lurefjorden januar 2010, Rådgivende Biologer AS, notat, 3 sider.
- Brekke, E 2010b. Notat profilar i Lurefjorden august 2010, Rådgivende Biologer AS, notat, 3 sider.
- Brekke, E 2011. Notat profilar i Lurefjorden juli 2011, Rådgivende Biologer AS, notat, 3 sider.
- Direktoratgruppa Vanndirektivet 2013. Veileder 02:2013 – Revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 229 sider.
- Golmen, L. 1991. Vassutskifting i Lurefjorden og Seimsfjorden. Resultat fra granskningar i 1989 og 1990. Norsk institutt for vannforskning, NIVA-rapport O89123, 78 sider.
- Golmen, L. & E. Nygaard 1996. Kontroll av djupvasskvalitet i Lurefjorden hausten 1995/vinteren 1996. Norsk institutt for vannforskning, NIVA-notat v96/06, 8 sider
- Gray, J.S. & F.B. Mirza 1979. A possible method for the detection og pollution-induced disturbance in marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 10: 142-146.
- Heggøy, E, P.O. Johansen, G.A. Halvorsen, G. Vassenden, H. Botnen & P. Johannessen 2005. Miljøundersøking i Lindås kommune 2004. Vestbio, Institutt for biologi, Universitetet i Bergen, rapport nr 3-2005, 105 sider.
- Johannessen, P, K. Sjøtun & Ø. Tvedten 1990. Resipientundersøkelser i Lurefjorden og Seimsfjorden, Lindås kommune. Institutt for marinbiologi, universitetet i Bergen, rapport 6/1990, ISSN 0802-3077, 39 sider.
- Johnsen, T.M. & A. Sundfjord 2003. Resipientgransking i Lurefjorden 2002. Norsk institutt for vannforskning, NIVA-rapport 4630-2003, 43 sider.
- Johnsen, TM & HC Trannum 2015. Resipientundersøkelse i Lurefjorden 2013 med påfølgende risikovurderinger. Norsk institutt for vannforskning, NIVA-rapport 6679-2014, 75 sider.
- Lømsland, E.R, T. Jacobsen, J. Molvær og E. Oug 1995. Resipientgransking i Lurefjorden. NIVA-rapport 3367, 60 sider.
- Lømsland, E.R, E. Oug & A. Sundfjord 1999. Resipientgransking i Lurefjorden 1998, NIVA-rapport 4051-99, 50 sider.
- Miljødirektoratet M-608:2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. 24 sider.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT veiledning 97:03. TA-1467/1997, 34 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. Standard Norge, 24 sider.
- Norsk Standard NS 9410:2016. Miljøovervåking av bunn påvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge, 29 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2014. Vannundersøkelser – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. Standard Norge, 44 sider.
- Pearson, T.H. 1980. Macrofauna of fjords. In: Freeland, H.J. Farmer, D.M. Levings, C.D. (Eds), NATO Conf. Ser. 4. Mar. Sci. Nato. Conference on fjord Oceanography, New York, pp. 569-602.
- Pearson, T. H., J. S. Gray & P. J. Johannessen 1983. Objective seldbection og sensitive species indicative og pollution – induced change in benthic communities. 2. Data analyses. *Marine Ecology Progress Series*

Series 12: 237-255.

- Redfield, AC, BH Ketchum & FA Richards 1963. The influence of organisms on the composition of sea water, i The Sea vol. 2 ed. MN Hill, side 26-77, Wiley-Interscience, New York.
- Thomas, H 2002. Remineralization ratios of carbon, nutrients, and oxygen in the North Atlantic Ocean: A field databased assessment. Global Biogeochemical Cycles, vol. 16, no. 3, 1051.
- Tveranger, B. & G.H. Johnsen 2013. Resipientundersøkelse i sjøområdene utenfor Nesfossen Smolt AS i Lindås kommune vinteren 2013. Rådgivende Biologer AS, rapport 1775, 65 sider, ISBN 978-82-8308-002-5.
- Tveranger, B, G.H. Johnsen & E. Brekke 2008. Resipientgransking i Lurefjorden 2008. Rådgivende Biologer AS, rapport 1155, 62 sider. ISBN 978-82-7658-636-7.

# VEDLEGG

## Vedlegg 1. Analyserapport Eurofins Norsk Miljøanalyse AS.



Rådgivende Biologer AS  
Bredsgården Bryggen  
5003 BERGEN  
**Attn: Geir Helge Johnsen**



Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Bergen)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Sandviksveien 110  
5035 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42  
Fax:

**AR-17-MX-001981-01**



**EUNOBE-00022868**

Prøvemottak: 20.04.2017  
Temperatur:  
Analyseperiode: 21.04.2017-26.05.2017  
Referanse: C-gransking Nesfossen

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2017-0421-001</b>	Prøvetakingsdato:	16.03.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	JT
Prøvemerking:	NES 1 Nesfossen	Analysestartdato:	21.04.2017
<b>Analyse</b>			
a) Fosfor (P)	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Totalt fosfor (P)	437	mg/kg tv	10 NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	6	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	48	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6.0	% TS	0.1 EN 13137
a) Total Nitrogen			
a) Totalt nitrogen	0.64	% TS	0.05 EN 16168
a) Total tørrstoff	22.3	% (w/w)	0.1 EN 14346
Total tørrstoff glødetap	22.2	% TS	0.02 5% NS 4764
Total tørrstoff	24.7	%	0.02 15% NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

Prøvenr.:	<b>441-2017-0421-002</b>	Prøvetakingsdato:	16.03.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	JT
Prøvemerking:	NES 2 Nesfossen	Analysestartdato:	21.04.2017
<b>Analyse</b>			
a) Fosfor (P)	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Totalt fosfor (P)	441	mg/kg tv	10 NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	11	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	47	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	8.7	% TS	0.1 EN 13137
a) Total Nitrogen			
a) Totalt nitrogen	0.94	% TS	0.05 EN 16168
a) Total tørrstoff	14.0	% (w/w)	0.1 EN 14346
* Total tørrstoff glødetap	26.9	% TS	0.02 5% NS 4764
* Total tørrstoff	15.5	%	0.02 15% NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
< Mindre enn > Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 2

AR-001 v 134

AR-17-MX-001981-01



EUNOBE-00022868



Prøvenr.:	<b>441-2017-0421-003</b>	Prøvetakingsdato:	16.03.2017
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	JT
Prøvemerking:	NES 3 Nesfossen	Analysestartdato:	21.04.2017
<b>Analyse</b>			
a) <b>Fosfor (P)</b>	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Totalt fosfor (P)	550 mg/kg tv	10	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	40 mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	148 mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	8.5 % TS	0.1	EN 13137
a) <b>Total Nitrogen</b>			
a) Totalt nitrogen	0.96 % TS	0.05	EN 16168
a) Total tørrstoff	15.2 % (w/w)	0.1	EN 14346
Total tørrstoff glødetap	26.7 % TS	0.02 5%	NS 4764
Total tørrstoff	15.3 %	0.02 15%	NS 4764
<b>* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner</b>			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, D-09627, Bobritzsch-Hilbersdorf DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00,

**Bergen 26.05.2017**

Helene Lillethun Botnevik

ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjeider kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 2

AR-001 v 134

**Vedlegg 2.** Oversikt over botndyr funnet i sediment på stasjonane Nes1-Nes3 ved lokaliteten Lurefjorden, 16. mars 2017. Markering med x viser at taksa var i prøvene, men tal er ikke gitt.

Nesfossen / 2017		NES 1		NES 2		NES 3	
		a	b	a	b	a	b
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk							
<b>CNIDARIA</b>							
<i>Paraedwardsia arenaria</i>				2		1	
<b>NEMATODA</b>							
Nematoda	X	x	x				
<b>NEMERTEA</b>							
Nemertea			2	3	7		
<b>SIPUNCULA</b>							
<i>Phascolion strombus</i>		1	7				
<i>Sipuncula juv.</i>		2	1				
<b>POLYCHAETA</b>							
<i>Amage auricula</i>				1			
<i>Anobothrus gracilis</i>		4	3				
<i>Anobothrus laubieri</i>		2	7	1	3		
<i>Aphelochaeta</i> sp.		11	8		2	1	
<i>Augeneria</i> sp.		6	1	1	1		
<i>Brada villosa</i>					1		
<i>Ceratocephale loveni</i>			2	1	5	2	
<i>Chaetozone setosa</i>		5	5				
<i>Clymenura</i> cf. <i>borealis</i>		3					
<i>Diplocirrus glaucus</i>			1	1	3		
<i>Drilonereis filum</i>		1	1				
<i>Macrochaeta polyonyx</i>		1	1				
Maldanidae		1	2				
<i>Melinna</i> sp.					1		
<i>Nephtys hystricis</i>						1	
<i>Nereimyra punctata</i> /woodsholea		1			2		
<i>Nothria conchylega</i>		1					
Oligochaeta			1				
<i>Paradoneis</i> sp.		3			1		
<i>Paramphipnoma jeffreysii</i>		43	72	4	43	15	14
<i>Parheteromastides</i> sp.		4					
<i>Pholoe assimilis</i>		2					
<i>Phylo norvegicus</i>		3	1	1		2	
Polynoidae							1
<i>Prionospio cirrifera</i>		24	3	1			
<i>Prionospio fallax</i>		2					
<i>Protomyristides exigua</i>		1					
Sabellidae		8	1				
<i>Sabellides octocirrata</i>		6	5				
<i>Siboglinum ekmani</i>		5		3	1		
<i>Sige oliveri</i>			1				
<i>Sosane wireni</i>		1					
<i>Spiophanes kroyeri</i>		1	2		4		
<i>Syllis cornuta</i>					3		
<i>Terebellides</i> sp.		1	2		2		

Nesfossen / 2017		NES 1		NES 2		NES 3	
		a	b	a	b	a	b
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk							
<i>Trichobranchus roseus</i>							
<b>MOLLUSCA</b>							
<i>Adontorhina similis</i>		49	38	1	3		
<i>Astarte sulcata</i>		1					
<i>Cuspidaria lamellosa</i>		1					
<i>Delectopecten vitreus</i>	X		1				
<i>Kelliella miliaris</i>		4	2				
<i>Nucula tumidula</i>		4	4	2	1	2	3
<i>Nucula tumidula</i> juv.	X	4	3				
<i>Scutopus ventrolineatus</i>		6	4	5	2		
<i>Thyasira equalis</i>		21	18		9	13	18
<i>Thyasira equalis</i> juv.	X	2					
<i>Thyasira</i> indet.	X				16		1
<i>Thyasira sarsi</i>		8	3		30		1
<i>Thyasira sarsi</i> juv.	X	2			24		
<i>Yoldiella nana</i>		6	6				
<b>CRUSTACEA</b>							
<i>Calanoida</i>	X	1	3	13	3	14	13
<i>Eriopisa elongata</i>		3	3	1		2	3
<i>Harpinia antennaria</i>				1	1		
<i>Lysianassidae</i>		2					
<i>Mysidae</i>	X				1		
<i>Ostracoda</i> sp. 1	X	32	10	1	2	1	
<i>Ostracoda</i> sp. 2	X					6	3
<i>Spirontocaris liljeborgii</i>	X	1					
<i>Synchelidium haplocheles</i>			1				
<i>Tanaidacea</i>			1				
<i>Typhlotanais aquiremis</i>		3	1				
<i>Typhlotanais aquiremis</i> juv.	X		57				
<i>Westwoodilla caecula</i>			1				
<b>ECHINODERMATA</b>							
<i>Amphilepis norvegica</i>		1	1		1	2	3
<i>Amphilepis norvegica</i> juv.	X	3					
<i>Ophiura</i> sp. juv.		3					
<i>Ophiura</i> cf. <i>albida</i> juv.			1				
<b>CHAETOGNATHA</b>							
<i>Chaetognatha</i>	X			2	2	5	3