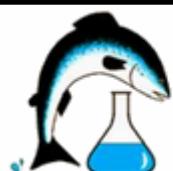


# R A P P O R T

## Miljøgransking i sjøområda ved notvaskeriet til Selstad AS ved Ytrøy i Solund kommune 2009



Rådgivende Biologer AS 1251



*Fjord-Lab AS*





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Miljøgranskning i sjøområda ved notvaskeriet til Selstad AS ved Ytrøy i Solund kommune 2009

**FORFATTARAR:**

Mette Eilertsen, Erling Brekke, Jan Arne Holm \*) & Geir Helge Johnsen.

**OPPDRAKGJEGVAR:**

Selstad AS avd Ytrøy, 6927 Ytrøygrend

**OPPDRAGET GITT:**

2009

**ARBEIDET UTFØRT:**

2009

**RAPPORT DATO:**

30. oktober 2009

**RAPPORT NR:**

1251

**ANTAL SIDER:**

45 + 18 sider vedlegg

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-7658-710-4

**EMNEORD:**

- Kopar
- Biologisk mangfold
- 

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

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

\*) Jan Arne Holm, Fjord-Lab AS, Postboks 7, 6701 Måløy, Telefon 57 85 08 90, [post@fjordlab.no](mailto:post@fjordlab.no)

## FØREORD

Fylkesmannen i Sogn og Fjordane har motteke bekymringsmelding frå naboar til Selstad AS notvaskeri på Ytrøy i Solund kommune. Det vert hevdat at det er skjedd endringar i sjøbassenget etter at notvaskeriet vart etablert, og amatørvideoopptak frå botnen omkring notvaskeriet tyder på lite liv. Lokale fiskarar hevdar imidlertid at det i området ved Selstad AS ikkje har vore liv dei siste 10 åra. Fylkesmannen har også motteke resultat frå ein botnprøve frå om lag 20 meters djup om lag 25 meter frå kaia, som synte svært høge verdiar av kopar.

På grunnlag av dette påla Fylkesmannen Selstad AS å dokumentere moglege miljøverknader av utslepp frå notvaskeriet i brev dagsett 19. september 2008. For å sikre ei tilfredsstillande framdrift varsla Fylkesmannen den 5. februar 2009 om tidsfristar for gjennomføring av enkelte delar av pålegget, og at det ville bli knytt tvangsmulkter til om fristane ikkje vart haldne.

Vidare vil Fylkesmannen at det vert utført ei risikovurdering der risikoene for miljøskade eller helseskade som dei ureina sedimenta utgjer vert omtala slik at ein kan bedømme om risikoene er akseptabel eller ikkje. Dette skal utførast i tre trinn i høve til SFTs tre nye rettleiarar SFT 2007 a-c (TA 2229-2231).

Rådgivende Biologer AS og Fjord-Lab AS har på oppdrag frå Selstad AS, gjennomført ei miljøgransking av sjøområda utanfor notvaskeriet på Lundøy, ved Ytrøy i Solund kommune våren og sommaren 2009. Granskinga har som målsetjing å vurdere omfang og effektar av eventuelle utslepp av kopar i området ved notvaskeriet, og gjennomføre ei risikovurdering. Opplegget er godkjend av Fylkesmannen.

Rådgivende Biologer AS og Fjord-Lab AS ønskjer å takke alle som har bidrige til rapporten, og Selstad AS ved Hans Petter Selstad og Trond Lillebø for oppdraget.

Bergen/Måløy, 30. oktober 2009

## INNHOLD

Føreord .....	2
Innhald.....	2
Samandrag.....	3
Selstad notvaskeri.....	6
Selstad AS - notvaskeri .....	6
Reinseanlegget .....	7
Aktivitet ved anlegget .....	9
Anslag over utslepp til sjø .....	10
Om kopar og miljøverknadar .....	11
Ureining ved notvaskeri .....	11
Metode og datagrunnlag.....	12
Områdeskildring med resultat .....	17
Sjiktningtilhøve .....	17
Sedimentkvalitet.....	18
Biologisk mangfold .....	21
Diskusjon med risikovurdering .....	30
Risikovurdering .....	34
Referansar.....	37
Vedleggstabellar.....	39

# SAMANDRAG

Eilertsen, M., E. Brekke, J.A. Holm & G.H. Johnsen 2009.

Miljøgransking i sjøområda ved notvaskeriet til Selstad AS ved Ytrøy i Solund kommune 2009  
Rådgivende Biologer AS rapport 1251, 45+ 18 sider vedlegg, ISBN 978-82-7658-710-4.

Rådgivende Biologer AS og Fjord-Lab AS har på oppdrag frå Selstad AS, gjennomført ei miljøgransking av sjøområda utanfor notvaskeriet på Lundøy, ved Ytrøy i Solund kommune. Granskinga har som målsetjing å vurdere omfang og effektar av eventuelle utslepp av kopar i området ved notvaskeriet.

## SELSTAD AS

Selstad notvaskeri vart etablert på Lundøy, ved Ytrøy i Solund kommune, vinteren 2006. Anlegget vaskar og impregnerer nøter for oppdrettsverksemder. Anlegget har etablert reinseanlegg som ikkje skal ha utslepp. Avfall frå vaske- og reinse-prosessane vert oppsamla og levert til godkjent avfallshandteringsselskap. Reinseanlegg og rutinar i samband med notvaskinga er omtala i nærmare detaljar i rapporten.

## SEDIMENTBESKRIVING

Sedimentkvalitet vart undersøkt ved det djupaste i bassenga rett utanfor notvaskeriet til Selstad AS (22 m), i Kårøyosen sør (65 m) og i Kårøyosen nord (86 m). Sedimentet var finkorna alle stadane, og leire og silt utgjer om lag 80 %. Det var også eit høgt innhold av organisk stoff i alle bassenga, og tydeleg sedimentterande tilhøve med naturleg avgrensa nedbryting av organisk stoff i djupbassenga. På trass av påvist oksygenfattige tilhøve ved botn i dei to djupaste bassenga i april, var det full oksygenmetning i heile vassøyla i alle 3 bassenga ved måling i juni.

Innhaldet av kopar i sedimentet vart undersøkt i sedimentsjikta 0-2cm, 2-5cm og 5-10 cm dei same tre stadane. Provene frå dei øvste 2 cm representerar tilførlar frå dei aller siste åra, prøvene frå 2-5 cm djupne er kanskje frå 5 til 10 år gamle, medan sjiktet frå 5-10 cm kan vere mellom 10 og 50 år gamalt.

Konsentrasjonen var høgst ved Selstad AS i alle sjikta, og overflata hadde særstegnande høgt innhold av kopar med eit gjennomsnitt på 5.500 mg Cu/kg. Grensa for SFT sin klasse V = "svært dårlig" ligg på 220 mg Cu/kg. Både sør og nord i Kårøyosen var det høgare verdiar enn naturleg i overflatesedimentet, med verdiar tilsvarende SFT sin klasse IV = "dårlig", med høvesvis 57 og 68 mg Cu/kg. Det er tydeleg at alle desse sjøområda har hatt tilførlar av kopar i nyare tid.

Djupare nede i sedimentet var konsentrasjonane mykje lågare, og i Kårøyosen var konsentrasjonane nær naturleg bakgrunnsnivå for begge sjikta 2-5 cm og 5-10 cm. Ved Selstad AS var det høgare konsentrasjonar, med gjennomsnitt 317 mg Cu/kg 2-5 cm nedi sedimentet og 53 mg Cu/kg 5-10 cm nedi. Dette tilsvrar høvesvis SFT sin tilstandsklasse IV = "dårlig" og III = "moderat". Desse høge konsentrasjonane nedi sedimentet kan skuldast større årlege tilførlar av sedimentterande stoff her, noko som gjer at alderen på sedimentet 5-10 cm nedi ikkje behøver vere så høg. Det kan også skuldast at noko av den seinare tids koparureining på toppen har vandra eller vorte blanda eit stykke ned i sedimentet, grunna stor båtaktivitet med tilhøyrande propellrotasjon. Det er sannsynleg at det også har vore betydelege tilførlar av kopar til dette området før notvaskeriet starta opp i 2006.

## BIOLOGISK MANGFALD – blautbotn fauna

Det vart teke to grabbhogg i bassenget utanfor notvaskeriet til Selstad AS, etter NS 9422, NS 9423. Det vart ikkje funne noko fauna i prøvene. Dette sedimentet ligg så grunt (22 m) at det alltid vil vere oksygenrikt vatn der, og såleis elles gode tilhøve for levande liv. Fråveret av botnfauna skuldast at konsentrasjonane av kopar i sedimentet er særstegnande høge og akutt giftige. Innhaldet av kopar er langt over det ein reknar som grensa for omfattande akutt-toksiske effektar (SFT tilstand V = "svært dårlig"), og eksperiment med kopar i sediment synte at botnfauna døydde innan ein time etter tilsetting av 3.400 mg Cu/kg i sedimentet (Johnsen mfl. 1996). Ved notvaskeriet var det stadvis meir enn dobbelt så mykje kopar i sedimentet.

Giftverknaden synest i hovudsak å vere relativt lokal. Grabbhogg med ein liten grabb synte at det var aukande forekomst av botndyr til lenger utover mot Lundsholet ein kom, og det vart funne botnfauna på tre stasjonar i området ved Selstad notvaskeri og ut mot Lundsholet. Kun nokre individ av dei forureiningstorelante artane *Capitella capitata* og *Heteromastus filiformis* vart registrert ved dei to første stasjonane. På stasjon B3 i sjølve Lundsholet vart det funne 27 individ fordelt på ti artar. Diversiteten var likevel ”mindre god” med få individ og dominans av forureiningstolerante artar.

## BIOLOGISK MANGFALD – hardbotn flora og fauna

Det vart utført transektdykk for å beskrive fastsittande algar og fastsittande eller lite bevegelege dyr, samt substratttype og helling, langs ei linje frå fjæra til maksimalt 30 m djup. Dette vart utført på fire stadar, Ytrøygrend ca 500 meter sør for Selstad AS, ved Selstad notvaskeri, ved Lundøy ca 300 meter nord for Selstad AS og nord i Kårøyosen, ca 1,2 km nord for Selstad AS. Registreringane vart utført 17. og 18. juni 2009 av dykkande marinbiolog med kompetanse innan marin floristikk og faunistikk, i høve til NS 9424:2002.

Granskingane av sublitorale makroalge- og dyresamfunn ved Ytrøy i Solund kommune, synte at det nord i Kårøyosen var eit friskt samfunn av marine algar og dyr, med rik tang og tareskog. Ved Ytrøygrend var det marine samfunnet noko påverka av slam og trådforma algar, men det var likevel gode førekommstar av habitatbyggjande artar og tilhøyrande fauna, og det vaks tilnærma like mange artar som nord i Kårøyosen. Det vart og registrert friske førekommstar av sukkertare.

Ved Selstad notvaskeri var det tydelege og omfattande miljøskadar på marint naturmiljø. Habitatbyggande algar var fråværande, utanom grisetang i fjøra. Fleirårige habitatbyggjande artar er borte og erstatta av eittårige algar med rask vekst (opportunistar). I tillegg gav slam og store mengder blåskjelrestar og beggiatoa (bakteriar) eit daudt og forureina inntrykk. Liknande situasjon, men ikkje så avvikande, vart observert ca 300 m nord for Selstad notvaskeri ved Lundøy. Også her dekka algetepper berg og store steinblokker, men det vart observert noko habitatbyggjande algar med enkelfunn av tare (*Laminaria* sp.), samt grisetang i øvre delar av sjøsona og fjøresona. Lokaliteten hadde noko større biomangfald enn lokaliteten ved Selstad AS.

## KOPAR I ORGANISMAR

Grisetang tek til seg kopar frå vatnet, og sidan dei dannar nye skot med ei blære kvar vår, er det mogleg å undersøke kor mykje kopar grisetanga har vore eksponert for kvart av dei siste åra. Det vart samla inn blærer for dei siste fem åra på dei same fire stadane det var utført transektdykk. I desse ”års-skota” av grisetang vart det registrert svært høge verdiar av kopar på samlede stadar, og grisetang samla like ved Selstad AS hadde dei høgaste konsentrasjonane, tilsvarende SFTs tilstandsklasse IV-V = ”sterkt forurenset - meget sterkt forurenset”. Nord i Kårøyosen vart det registrert verdiar tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = ”markert forurenset”, og dette var dei lågaste verdiane. Grisetanga ved Lundøy like nord for notvaskeriet hadde dei nest høgaste verdiane, medan tanga frå Ytrøygrend sør for notvaskeriet hadde dei nest lågaste verdiane. Det er såleis ein god samanheng mellom innhald av kopar i grisetang i området og spreieing frå området ved Selstad notvaskeri. Det vart registrert klårt lågare verdiar for blærene frå 2009, noko som indikerer mindre tilførlar siste året. Høge verdiar av kopar i dei eldste skota kan indikere at det også kan ha vore andre kjelder til koparutslepp før Selstad AS sitt anlegg kom i drift. Dei gamle skota samlar imidlertid også opp kopar ved ny tilvekst kvart år, slik at koparen i dei eldste skota kan ha vore av nyare dato enn alderen på sjølve skota skulle tilseie, særleg dersom det har vore særhøge koparverdiar i nyare tid.

Koparinnhaldet vart også undersøkt i blåskjel (*Mytilus edulis*) og i albogesnegl (*Patella vulgata*). Blåskjel vart berre funne i høvelege mengder ved Lundøy nord for notvaskeriet og ved Ytrøygrend. Difor vart det også samla inn albogesnegl i Kårøyosen Nord og på ein stasjon sør i Lundsholet. Det vart registrert høge konsentrasjonar av kopar i blåskjela ved Lundøy, tilsvarende SFT tilstand IV = ”sterkt forurenset”, medan det var noko lågare ved Ytrøygrend (tilstand III = ”markert forurenset”). Albogesneglane i Kårøyosen hadde eit innhald av kopar litt over antatt bakgrunnsnivå, medan albogesneglane frå stasjonen sør i Lundsholet hadde verdiar av kopar 4-5 gonger over antatt bakgrunnsnivå. Innhaldet av kopar i blautdyr på dei fire stadane rundt notvaskeriet syntet same mønster som ureininga av grisetanga, der nærleik til notvaskeriet forklarar det meste, men ureininga sør i Lundsholet også kan skuldast ei anna kjelde.

Ein lokal fiskar fanga 19 torsk i perioden april - juni 2009 i nærleiken av notvaskeriet og 5 torsk/hyse ved Øyasund. Desse vart analyserte for kopar i muskulatur og lever. Koparinnhaldet er om lag like lågt i fiskekjøt frå området ved Selstad AS og frå Ytrøyosen, om lag tilsvarende 'bakgrunnsnivå'. Koparinnhald i lever er litt høgare i fisk ved Selstad AS enn i Ytrøyosen. Resultata syner at det er noko ureining av kopar i heile området, og utslepp frå notvaskeriet kan ikkje forklare variasjonen i innhald av kopar i fisk.

## KONKLUSJON koparureining

Sjøområda ved Ytrøy i Solund kommune har dei siste åra vore utsett for ei betydeleg koparureining, og konsentrasjonane i sediment og i organismar, samt fråverande alge og dyresamfunn, syner at kjelda ligg i området ved Selstad AS notvaskeri. Her er det tydelege og omfattande miljøskadar på marint naturmiljø, og den tydelege påverknaden strekkjer seg også 3-400 meter nordover med dominante straumretning, medan påverknaden ved Ytrøygrend 4-500 meter sør for notvaskeriet er merkbar, men vesentleg mindre. Resultata tyder på at det kan ha vore fleire kjelder for koparureining i området som kan ha hatt ein negativ påverknad på det marine naturmiljøet. Det synes heva over tvil at det har vore særstak stor koparureining til sjøområda ved notvaskeriet dei siste åra, men utsleppa synest å vere kraftig redusert siste året.

## RISIKOVURDERING

Ei risikovurdering beskriv risikoene for miljø- eller helseskade som den aktuelle ureininga utgjer, og skal avgjere om risikoene er akseptabel eller ikkje. Dette vert utført i tre trinn i høve til SFT sin veggtekst TA 2230 (SFT 2007b).

**Trinn 1** omhandlar kun risiko for økologiske effektar, og særleg områda ved Selstad notvaskeri og 3-400m lenger nord på Lundøy har altfor høge verdiar av kopar i sedimenta, i grisetang og i skjel. Men også dei nyaste og øvste sedimentlagene både sør og nord i Kårøyosen hadde for høge verdiar. **Konklusjonen er at ureininga har hatt store økologiske effektar.**

**Trinn 2** har som mål å fastslå om ein må vurdere tiltak eller om risikoene for skade på miljø og eller helse i samband med dei ureina sedimenta der dei ligg er akseptabel. Sidan innhaldet av kopar i muskel frå torskefisk ligg om lag ved venta bakgrunnsnivå, er det ikkje grunn til å avgrense inntak av fisk i dette området, men blåskjel frå nærområda til notvaskeriet bør ikkje konsumerast av menneske. Inntil ein har analysert innhald av kopar i eventuelle andre organismar i området, som t.d. botnfisk og krabbe, bør ein ikkje konsumere desse. Ei samla vurdering tilseier at det er **litен risiko for human helse knytta til eksponering for dei ureina sedimenta. Tiltak er difor ikkje nødvendig.**

I sjøbassenget ved notvaskeriet er det ikkje levelege tilhøve for blautbotnfauna, og i nærområda vart det berre funne avgrensa mengder med særskilt ureiningstolerante artar også eit stykke unna. Transektdykka syner store miljøskadar på marint naturmiljø ved notvaskeriet og lenger nord på Lundøyna. Ei samla vurdering tilseier at det er **omfattande skadar på økosistema grunna eksponering for koparureininga.**

**Trinn 3** skal innehalde ei tiltaksverdning, der det er fokusert på tiltak for vidare avgrensing av tilførslar av kopar til sjøområda. Dette kan vere:

- Gjennomføring av tiltak på heile industriområdet som hindrar avrenning av kopar til sjø
- Etablering av prosedyrer for miljøriktig handsaming av nøtene for heile handteringsprosessen av nøtene i området

Dersom utsleppa av kopar verkeleg er redusert det siste året, kan ein følgje situasjonen gjennom oppfølgjande granskningar for å sjå om miljøet betrar seg dei nærmeste åra.

## SELSTAD NOTVASKERI

### SELSTAD AS - NOTVASKERI

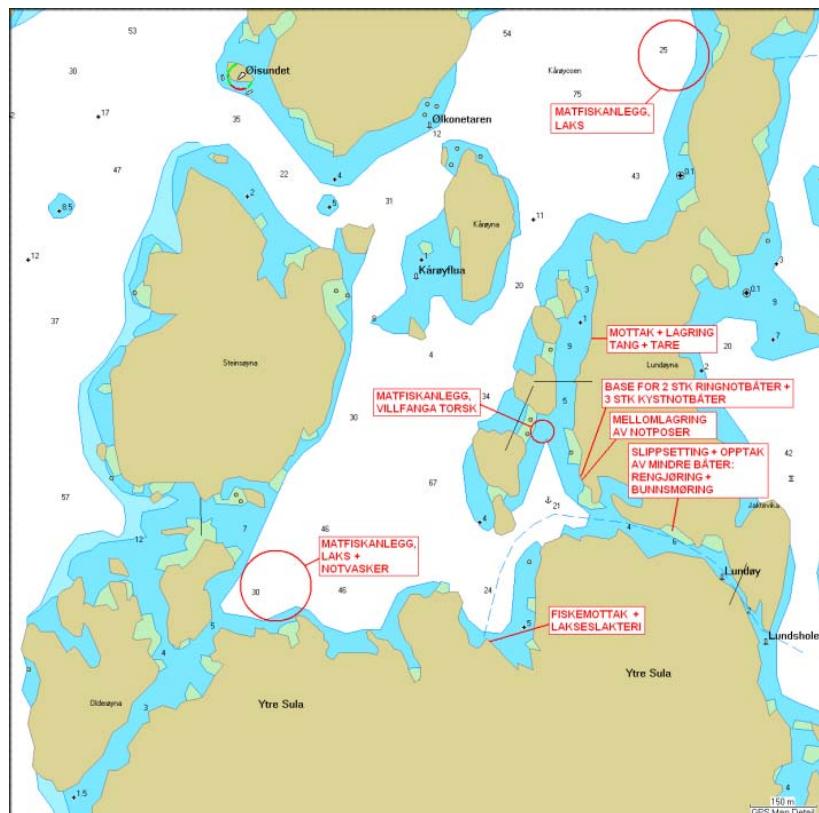
Selstad notvaskeri vart etablert på Lundøy, ved Ytrøy i Solund kommune (**figur 1**), vinteren 2006, og første vask var utført 17. mars 2006. Vasking av nøter er regulert av ureiningsforskrifta ”kapittel 25 – forurensing fra vask og impregnering av oppdrettsnøter”. Utslepp av vaskevatn som inneholder miljøskadelege kjemikaliar er forbode, og utslepp av ikke miljøskadelege stoff er berre lovleg når ureininga er ubetydeleg.

Anlegget har difor etablert seg med ein reinseteknologi som ikkje skal ha utslepp. I starten var det rett nok ein del utslepp som rann over kai og til sjø. Men årsakene til desse vart forløpende retta, og det skal ikkje vere slike tilfeller lenger. Det var også ein del problem med spenningsfall på elektrisitetsnettet, som ga nokre uheldige konsekvensar. Dette er nå ordna, og slike problem oppstår ikkje i dag.



**Figur 1.** Flyfoto over plasseringa av Selstad AS notvaskeri på Lundøy ved Ytrøy i Solund kommune. Frå: [www.norgeibilder.no](http://www.norgeibilder.no)

I området ved Ytrøygrend har det tidlegare også vore ein del andre næringsaktivitetar. Det gjeld t.d.: matfiskanlegg for laks med eigen notvaskar, matfiskanlegg for villfanga torsk, eit mottak med lagring av tang og tare, eit lakseslakteri og eit fiskemottak, slipp for reingjering og botnsmøring av små båtar, oppdrettsanlegg med mellomlagring av nøter og base for 2 ringnotbåtar og 3 kystnotbåtar. Mange av desse aktivitetane har også vore kjelder for tilførlar av koparstoff til miljøet (**figur 2**).

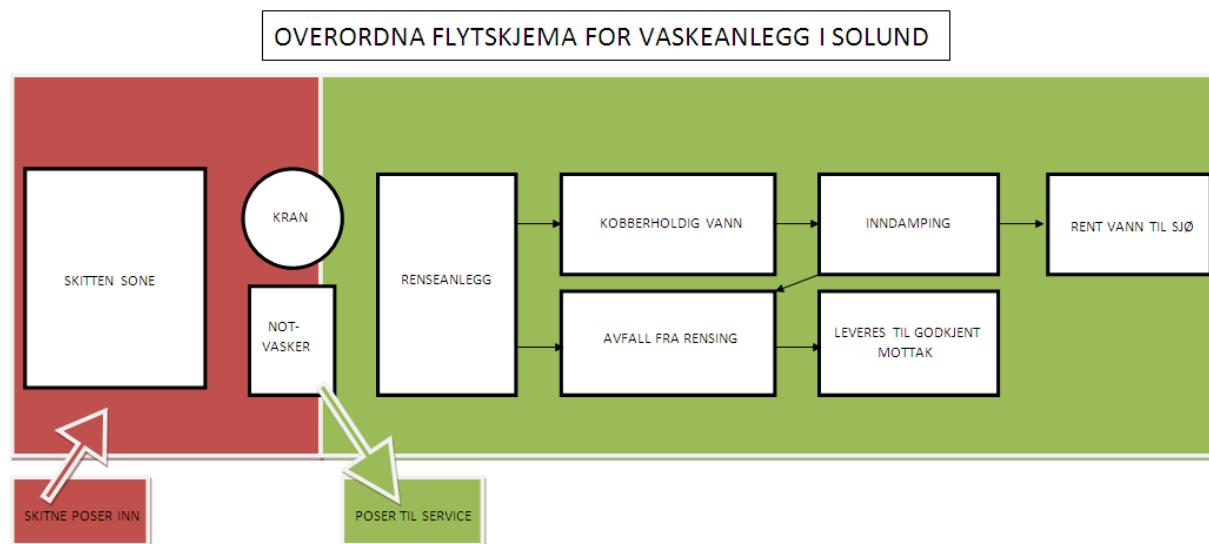


**Figur 2.** Kartskisse med oversyn over historiske aktivitetar i nærområdet til Selstad AS.

## REINSEANLEGGET

Selstad AS har skriftleg prosedyre som ligg til grunn for drift av notvaskevaskeriet/reinseanlegget på Ytrøy. Her går det fram at alt mottak av oppdrettsposar ved vaskeanlegget skal skje i høve til utarbeidde rutinar. Om endringer vert gjort skal alle ansatte informerast. Ein syner til at kvaliteten er fastlagt i gjeldande bransjestandard.

I sin prosedyre syner Selstad AS og til at anlegget skal fylge krav i Ureiningsforskrifta kap. 25, om 'Forureining frå vask og impregnering av oppdrettsnøter', der føremålet er å hindre utslepp av miljøskadelege kjemikalier og redusere forureiningsmessige ulemper i samband med denne type verksemder. Alle posar som kjem inn til service blir merka og kartotekført etter eiga system. Systemet skal gje alle moglegheiter til sporing av opplysningar.



**Figur 3.** Flytskjema for drift av anlegget: Rein/urein sone, notposar inn/ut, notvasker, reinseanlegg, inndampar, avfall, reint vatn til sjø.

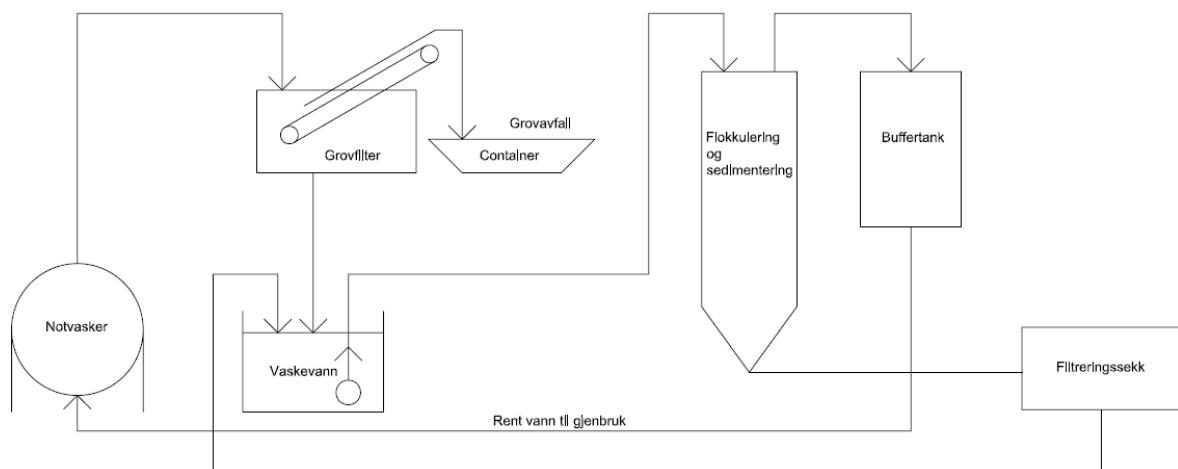
### Drift av vaskemaskin:

- Hovedstraumbrytar skal vere av før notvaskar blir betjent.
- Sjekk at vernegrinder er på plass (skal ikkje nyttast til klatrestativ).
- Sjekk oljenivå og smør alle smørepunkt som vist i maskina sin brukarmanual.
- Ved oppstart: sjekk rundt maskina at ingen er i nærleiken når den startar.
- Kontroller at motorventil til vatn opnar og lukkar slik at maskina blir forsynt med vatn.
- Ved vask av posar med kopar-impregnering skal maskina være tilknyttt reinseanlegget.

### Drift av reinseanlegg:

- Sjekk at alle delar av reinseanlegget fungerer tilfredsstillande etter oppstart.
- Sørg for at pumpa i sumpen leverer vatn og at røyra til denne ikkje er tette.
- Sjekk at reinsefiltera fungerer som dei skal og at avfallet blir samla opp tilfredsstillande.
- Sjekk at vatn til buffertank er tilfredstillande reint.
- Om ikkje må pH justerast med jern-tilførsel (doseringspumpe) for betre sedimentering.
- Slam frå sedimenteringstank blir tappa på sekk for avsiling, vatn tilbake til pumpesump.
- Tapp ned vatn frå buffertank, som går gjennom inndampar, og erstatt med reint vatn.
- Inndampa vatn skal ha eit koparinhald under inntaksvatnet.
- For å sikre mot reinsetekniske feil, kan det reinsa vatnet køyrast tilbake i anlegget.
- Avfall frå grovfilter blir køyrt rett i oppsamlingssekken, som blir fjerna når full.
- Alt avfall vert samla i ein container, som vert henta og erstatta med ny når full eller ved høve.
- Avfallet blir handtert av godkjent avfallshandteringsselskap.
- Dokumentasjon på levert mengde avfall skal arkiverast, og lagrast i minst 5 år.

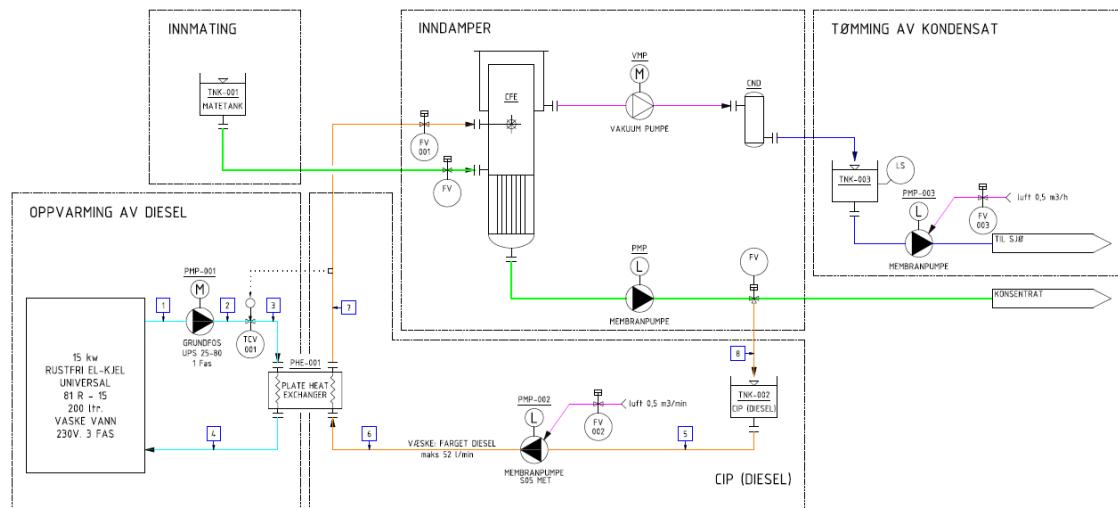
## Flytskjema renseanlegg



**Figur 4.** Flytskjema for reinseanlegget.

### Prosessbeskriving – inndamper:

- Såkalla 'Stige-inndampar' basert på varmepumpeteknologi (EPCON).
- Vert også nytt i farmasøytyrk industri, galvanisk industri, gjenvinningsindustri m.v.
- Alt materiale i kontakt med produktet ved innmating og kondensat består av rustfritt stål.
- Inndamparen er designa for ein kapasitet på 25 kg/time avdampa mengde vatn.
- Kapasiteten vil bli noko redusert om mengde tørrstoff blir auka.
- Hensikt: betydeleg reduksjon av kopar og tungmetall i prosessvatn.
- Nivå under 10 µg/l er dokumentert gjennom testing.
- Inndampingsanlegget skal produsere kun små mengder slam.
- Ikkje behov for tilførsle av ekstern damp for drift av anlegget.
- Lågt energiforbruk grunna varmepumpeteknologi.
- Inndamparen kan gå ubemannata døgnet rundt.
- Inndamparen vil dampe av produktet til innstilt trykk (tørrstoff) er oppnådd.
- Alternativt: inndamping av produkt inntil ei gitt justerbar tid er gått ut.
- Utpumping via membranpumpe til konsentrat-tank (avfall), eller tilbake til reinseanlegg.
- Nytt produkt blir fylt inn i anlegget til arbeidsnivå-brytar blir aktivert, syklus startar på ny.
- Reinsa vatn kan bli returnert inn i vaskeprosessen, einaste utslepp er då prosess-kjølevatn.



**Figur 5.** Flytskjema for 'EPCON' inndampar.

Reinseanlegget vart installert og teke i bruk om lag i mars 2006. Inndamparen vart installert og teke i bruk ved anlegget vinteren 2008/9. Ifylgje Selstad AS fungerer reinseanlegget deira tilfredstilande i henhold til krav i ureiningsforskrifta. Det vert kontinuerleg arbeidd med forbetringar og justeringar på det tekniske anlegget, noko som fører til ein auka sikkerheit for personell og miljø. Selstad AS trur det vil opne seg andre tekniske moglegheiter i framtida. Gjenvinning kan bli ei aktuell løysing, og vil også miljømessig vere eit godt alternativ.

### Innsatsstoff

I prosessane vert det nytta ulike innsatsstoff. HMS-faktablad og produktbeskrivingar er vedlagt bakerst i rapporten. Netwax NI3 og Gould er ikkje eit innsatsstoff som er nytta på Ytrøy før i midten av mars 2009. Det er likevel desse stoffa som i hovudsak er i bruk som antigroemiddel, og som difor avgjev kopar i avfallet. Innsatsstoffa er:

- **Buraton 3025:** Desinfiserings veske (tidligare kalt **Lysø 3025**) som er nytta av Selstad AS sidan slutten av 80-talet. Det blir brukt ei blanding på ca. 1 % i vaskevatnet. Totalt eit forbruk pr 2008 frå oppstart i 2006 på 2620 liter.  
*Dokumentasjon: HMS datablad og produktbeskriving.*
- **Netwax NI3 og Gold:** Koparhaldig notimpregnering som har ein grohindrande verknad. Dette er ikkje eit innsatsstoff, men bør vere med som ein del av biletet, sidan det er desse stoffa som bidreg med kopar i avfallet frå notvasking/reinsing.
- **Copper net:** Koparhaldig notimpregnering. Brukt kun nokre få gonger på Ytrøy. Blir ikkje brukt lenger. Første not impregnert på Ytrøy 20. juni 2006 og siste not impregnert 17. oktober same år. Tilsaman 29 posar impregnert med i alt 20.753 liter. Resten av impregneringa og karet som vart brukt til dette, er solgt til ein kunde.  
*Dokumentasjon: HMS datablad og produktbeskriving.*
- **Jernklorid:** Brukt som fellingsstoff i reinseanlegget. Tilsett etter behov for å få best mogleg felling. Totalt forbruk sidan oppstart i 2006 er på om lag 1.800 liter.  
*Dokumentasjon: HMS datablad.*

## AKTIVITET VED ANLEGGET

Selstad AS har oversyn over årleg antal vaska notposar og mengd innlevert avfall. Aktiviteten ved anlegget syner ei aukande årleg mengd avfall levert, medan antal notposar har vore nokonlunde stabilt. Den aukande gjennomsnittlege mengda avfall for kvar pose som er vaska, skuldast både at det er stor variasjon i mengd groe mellom dei einskilde posane og mengd groe mellom dei ulike åra, samstundes som storleiken på notposar har auka i oppdrettsnæringa dei siste åra. Antall nøter har såleis ikkje auka særlig mykje, medan mengd levert avfall er nær tredobla frå 2006 til 2008.

Det er store skilnadar i mengd avfall mellom kvar pose. Ytterpunktta ligg mellom om lag 50 kg og 10.000 kg for ein pose. Dei to første åra var det ingen 120 eller 160 meter notposar inne til vask, og erfaringane er og at det er betydeleg meir groe på dei store posane. I seinare tid er det også blitt ei dreiling mot at oppdrettar anten spyler nota før opptak, eller skiftar tidlegare. Dette fordi ein ikkje har utstyr til å handtere dagens store posar om dei skulle bli heilt 'nedgrodd'. Dette er erfaringar som oppdrettarar har gjort seg dei første åra med store posar, og ein ser difor ofte at t.d. ein 160 m-pose kan gje mindre avfall enn ein 90 m-pose. I ei slik årsoversikt kan det også ligge noko uvisse ved kva som ligg i systemet ved årsskiftet. Til ei kvar tid ligg det mellom 15 000 og 25 000 kg avfall på lager, og over tid vil dette jamne seg ut. Det er berre for 2006 at dette vil gje seg utslag, sidan dette var første året med reinsing. I 2006 og byrjinga av 2007 vart blåskjel og organisk materiale som låg igjen på kaien berre skufla bort og spylt på sjøen. Innan branjen vart ikkje dette ansett å utgjere eit miljøproblem, men etter pålegg frå Fylkesmannen vart det starta oppsamling av alt dette, og det vert i dag levert saman med anna avfall.

**Tabell 1.** Oppstilling over avfallsmengd levert kvart år sidan starten i 2006 og til og med 2008.

	2006	2007	2008	Samla
Mengd avfall innlevert	57.860 kg	107.750 kg	144.190 kg	309.800 kg

## ANSLAG OVER UTSLEPP TIL SJØ

Frå dagbøker og dei presenterte tala over aktivitet ved anlegget, har Selstad AS presentert eit anslag over samla omfang av dei ulike utsleppa frå anlegget til sjø.

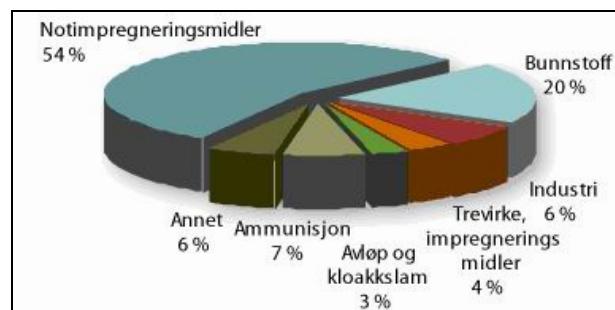
- Koparhaldig slam: Selstad AS har ikkje nokon måling på omfang av dette, men ein meiner dette ikke kan vere meir enn  $1 \text{ m}^3$ . Dette er det som rant ut av sekkene i starten, før bedrifta hadde fått støypt ein kant rundt anlegget, som hindrar dette å renne til sjø.
- Koparhaldig vatn: Dette er vatn frå vaskeanlegget, som også rann til sjø før det vart støypt kant rundt anlegget. Noko av dette var silevatn frå avfallssekkane. Bedrifta meiner å ta godt i når ein anslår mengda til mellom  $2$  og  $4 \text{ m}^3$ .
- Buraton 6025: Ein anslår utsleppet til i verste fall  $5 \text{ m}^3$  med koparhaldig slam og vatn, og med ei innblanding i vaskevatnet på ca 1 % vil utsleppet vere på inntil 50 l.
- Jernklorid: Vert nytta som fellingsstoff, ved at kopar bind seg til partiklar og botnfell. Ein regulerer forbruket med pH-målingar og visuell inspeksjon av vaskevatn. Bedrifta har hatt eit forbruk på ca 1800 l frå mars 2006. Det er vanskeleg å talfeste eit evt. utslepp av jernklorid, då innblandinga varier mykje og blir regulert visuelt eller ut frå pH-målingar.
- Copper Net: Det einaste utsleppet ein er kjend med av dette stoffet er i samband med noko impregnering utført ein dag med mykje vind. Ein fekk då noko söl på fjærsteinane som framleis er synleg i dag. Bedrifta si berekning av utsleppet er på 10 – 20 l.

I starten var det ein del utslepp frå anlegget over kai og til sjø, og er innberekna i anslag på mengde. Det har også vore ein del problem med spenningsfall på el.nettet som gav nokre uheldige konsekvensar. Ifylgje Selstad AS er dette nå ordna, og slike problem oppstår ikkje i dag.

## OM KOPAR OG MILJØVERKNADAR

Kopar finst naturleg i små konsentrasjonar over alt i jord, vatn og sjø. Men mange stadar vert det registrert høge konsentrasjonar av kopar i miljøet, blant anna i sediment og tang i småbåthamner og nær oppdrettsanlegg. Særs høge konsentrasjonar av kopar førekjem i avrenning frå nedlagte gruver. Kopar er eit viktig sporstoff for dei fleste organismar, reint kopar, såkalla metallisk kopar, har låg giftverknad og skil seg på den måten frå tungmetall som kvikksølv, kadmium og bly. Men andre koparsambindingar er klassifisert som særs giftige for vasslevande organismar og kan forårsake uynskte langtidsverknader i miljøet. Kopar er også meir giftig for organismar i ferskvatn enn i marint miljø. Sjølv om kopar kan lagrast i einskilde vasslevande organismar, til dømes i skjel og tang, hopar ikkje kopar seg opp i næringskjedene.

Koparsambindingar inngår i mange produkt, til dømes notimpregnéringsmiddel, botnstoff til båtar og treimpregnéringsmiddel. Store mengder metallisk kopar inngår i metall-legeringar som bronse og messing, og brukast i til dømes elektriske leidningar, takrenner, myntar og medaljar. Produkt som inneholder metallisk kopar medfører høvesvis små ureiningsproblem.



**Figur 6.** Samla oversyn over utslepp til miljø i Noreg i 2006 av kopar, til saman 1301 tonn, fordelt på dei viktigaste kjeldene. Kjelde: SFT 2009, [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no)

SFT har berekna at utsleppa av kopar frå oppdrettsnæringa har auka frå 200 tonn i 1995 til over 600 tonn i 2005 ([www.sft.no](http://www.sft.no)), og utslepp av kopar frå notimpregnéringsmiddel utgjer i dag den desidert største kjelda for tilførslar til miljøet (figur 6). Dei samla norske utsleppa av kopar har auka dei siste åra også fordi kopar har erstatta andre og meir miljøfarlege kjemikaliar.

## UREINING VED NOTVASKERI

Koparbelasting på miljøet er granska utanfor fire andre notvaskeri i Hordaland, og resultata syner at det er funne høge konsentrasjonar både i sedimentet og i organismar i nærleiken av utsleppa. NIVA undersøkte tre anlegg som vaska og impregnerte nøter (Johnsen mfl 1996), og fann alle stadane høge verdiar av kopar i sedimenta i sjøen utafor dess nærmere utsleppa ein kom. Typisk høge konsentrasjonar var i storleik 1.000 til 10.000 µg Cu/g, og også høgare konsentrasjonar vart observert. Konsentrasjonane var også høgast i sedimentoverflata, og dei lågaste målingane fann ein der det var høgast vassfart forbi. Dei fann høge konsentrasjonar i tang som vart undersøkt, men lågare konsentrasjonar i strandsnegl og blåskjel. Dei utførte også forsøk og fann at i kar tilsett 3.400 µg Cu/g sediment (tørt), så døydde både snegl og børstemakk innan ein time. Det vart også registrert redusert vekst av algar dyrka med kopar i mediet, allereie ved lågaste konsentrasjon på 3,5 µg Cu/l vatn. Sjølv dei mest kopartolerante algane stansa heilt å vekse ved 13,9 µg Cu/l (Johnsen mfl. 1996).

Tveranger & Johnsen (2002) undersøkte eit anlegg og fann at sedimenta ved utsleppet og ved kaia var tydeleg påverka av kopar, med konsentrasjonar på om lag 2.000 µg Cu/g, tilsvarende SFT sin tilstandsklasse V="meget sterkt forurenset". Om lag 100 m utanfor utsleppet var koparinnhaldet lågare, tilsvarende SFT sin tilstandsklasse II="moderat forurenset". Dei undersøkte også blautbotnfaua i dei same sedimentprøvane, der ein i dei mest forureina prøvane omtrent ikkje fann dyr. I sedimentprøvane tatt 100 og 250 m utanfor var det eit rikt dyreliv, tilsvarende SFT sin tilstandsklasse I = "meget god".

## METODE OG DATAGRUNNLAG

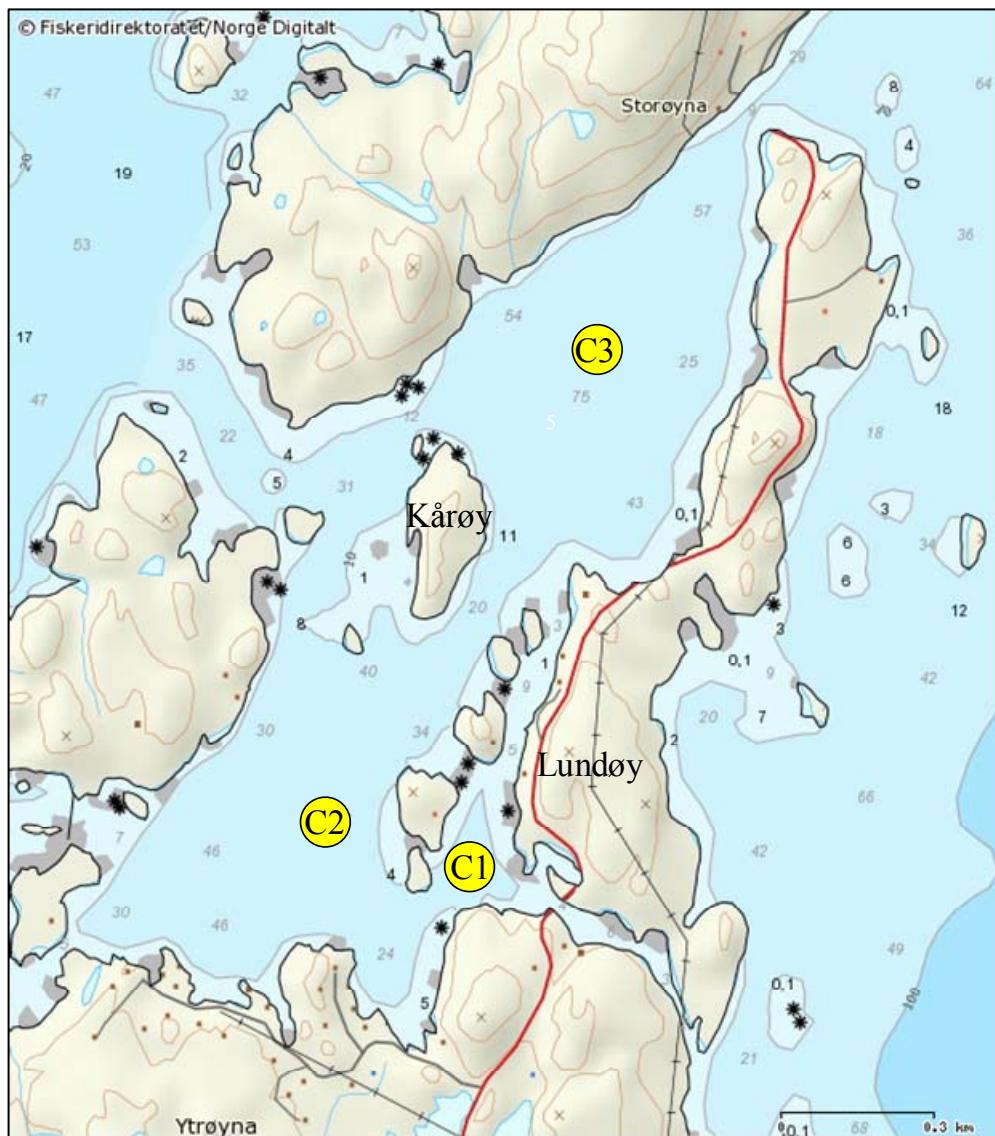
Hovuddelane i denne miljøgranskninga består av analysar av sedimentkvalitet og oksygentilhøve i tre sjøresipientar, analyse av botnfauna i sjøområdet ved notvaskeriet, analyse av skjel og tang på fire ulike stasjonar og dykking med granskning av fastsittande makroalgar og dyr på hardbotnen (ned til 15 m djup) på fire stasjonar.

### SJIKTNINGSTILHØVE

Temperatur, oksygeninnhald og saltinnhald i vassøyla vart målt ved hjelp av ein SAIIV STD/CTD modell SD204 nedsenkbar sonde på 3 stasjonar (C1 – C3, **figur 7, tabell 2**). Målingar vart utført 30. april og 17. juni 2009.

### SEDIMENTPRØVER

Den 30. april 2009 vart det teke botnprøver på 3 stasjonar: I djupområdet ved notvaskeriet (stasjon C1), i Kårøyosen Sør (stasjon C2) og Kårøyosen Nord (stasjon C3) (**figur 7 og tabell 2**).



**Figur 7.** Oversikt over dei tre undersøkte stasjonane for sedimentprøvetaking og sjiktningstilhøve ved Ytre Norskehav 30. april 2009 (C1 – C3). Kart er henta frå: <http://kart.fiskeridir.no>.

Tre parallelle sedimentprøver vart tekne med ein 0,025 m<sup>2</sup> stor vanVeen-grabb på kvar stasjon. Frå kvar parallelle prøve vart det teke ut noko sediment frå topplaget (0-2 cm), deretter vart resten av topplaget skrapa vekk, og det vart teke ut noko materiale frå neste lag, som var ca 3-5 cm ned i prøven. Sameleis vart det teke ut materiale som var frå ca 8-10 cm ned i sedimentet. Frå kvart av sedimentlaga for kvar parallelle på alle tre stasjonane vart det analysert for tørrstoff og innhald av kopar. For kvar stasjon vart sediment frå dei øvste ca 2 cm av dei tre parallelle slegne saman til ein blandeprøve for analysering av kornfordeling og glødetap. Analysane vart utført ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS i Bergen.

Det vart forsøkt å ta prøver med ein kjerneprøvehentar, men dette lukkast ikkje, truleg fordi konsistensen på sedimentet var for blaut til at ein fekk utstyret til å fungere. Det meste av prøvane rann ut før dei kom til overflata.

**Tabell 2.** Posisjonar og djup for prøvetakinga av sediment ved Ytrøy i Solund kommune 30. april 2009.

Stasjon	C1, ved notvaskeriet	C2, Kårøyosen sør	C3, Kårøyosen nord
Djup (meter)	22	65	86
Posisjon (WGS 84)	N: 61° 04,988' E: 04° 41,774'	N: 61° 05,003' E: 04° 41,448'	N: 61° 05,545' E: 04° 41,846'

Innhald av organisk karbon (TOC) i sedimentet er omtrent 0,4 x glødetapet, men for å kunne nytte klassifiseringa i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter formelen, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven.:

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

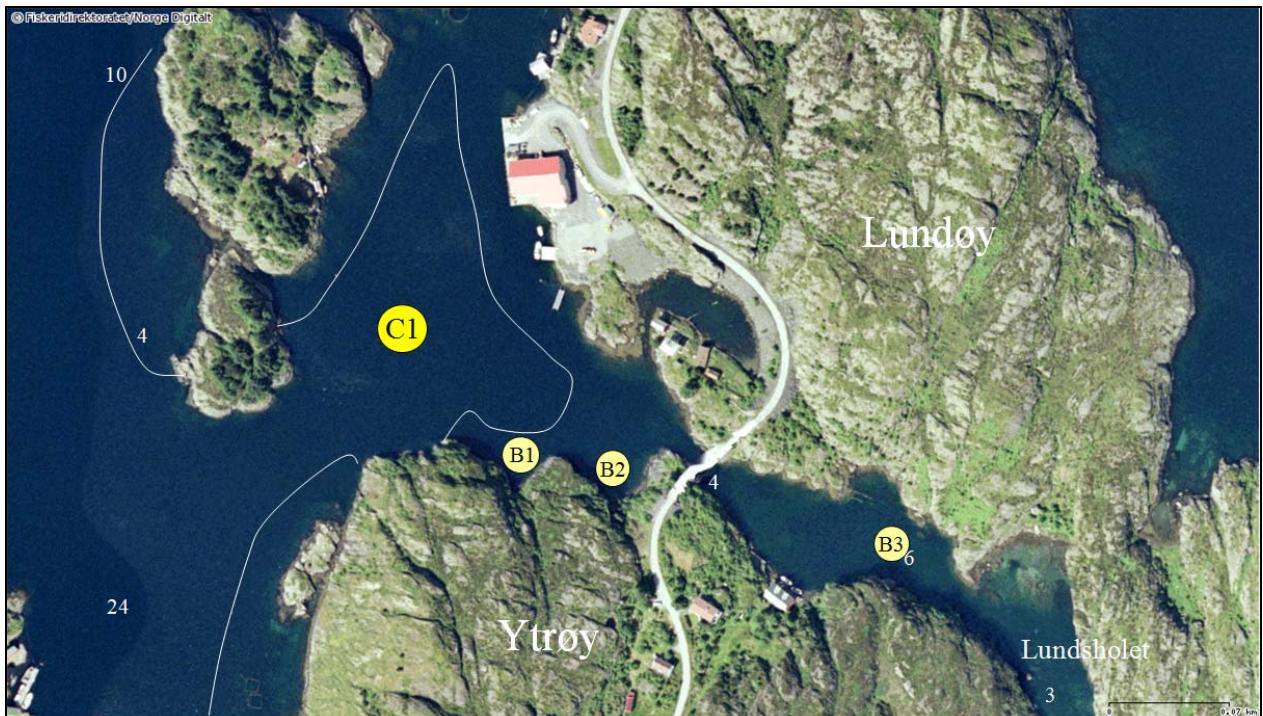
## BOTNFAUNA

Det vart utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm). På stasjon C1 (djupområdet ved notvaskeriet) vart det teke to parallele grabbhogg med ein 0,1 m<sup>2</sup> stor vanVeen-grabb den 30. april 2009. Sedimentet frå kvar av dei parallelle prøvene vart vaska gjennom ei rist med holdiameter 1 mm, og attverande materiale vart fiksert med formalin tilsett bengalrosa og seinare analysert for fauna.

Den 18. juni 2009 vart det i tillegg teke prøver på tre stasjonar (B1 – B3) med ein 0,025 m<sup>2</sup> stor vanVeen-grabb for å gjere ei grov vurdering av tilhøva for botnfauna i området frå djupområdet ved notvaskeriet og austover mot Lundsholet (**figur 8, tabell 3**). Botndyrprøvene er sortert i laboratoriet av Tale Halsør og Trond Roger Oskars, og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

**Tabell 3.** Posisjonar og djup for prøvetakinga av botnfauna ved Ytrøy i Solund kommune 30. april og 18. juni 2009.

Stasjon	C1, ved notvaskeriet	B1	B2	B3
Djup (meter)	22	13 - 17	7	6
Posisjon (WGS 84)	N: 61° 04,986' E: 04° 41,772'	N: 61° 04,956' E: 04° 41,824'	N: 61° 04,958' E: 04° 41,896'	N: 61° 04,946' E: 04° 42,090'



**Figur 8.** Oversikt over dei fire undersøkte stasjonane for botnfauna ved Ytøy i Solund 30. april (C1) og 18. juni 2009 (B1 – B3). Kart frå Fiskeridirektoratet: <http://kart.fiskeridir.no>.

Vurderinga av botndyrsamansetjinga blir gjort på bakgrunn av diversiteten i prøven. Diversitet omfattar to tilhøve, artsrikdom og jamleik, som er ei skildring av fordelinga av talet på individ pr art. Desse to komponentane er samanfatta i Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949), og denne er brukt for å angi diversitet for dei ulike prøvene:

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

der  $p_i = n_i/N$ , og  $n_i$  = talet på individ av arten  $i$ ,  $N$  = totalt tal på individ og  $S$  = totalt tal på artar.

Dersom talet på artar er høgt, og fordelinga mellom artane er jamn, blir verdien på denne indeksen ( $H'$ ) høg. Dersom ein art dominerer og/eller prøven inneheld få artar blir verdien låg. Prøver med jamn fordeling av individua mellom artane gir høg diversitet, også ved eit lågt tal på artar. Ein slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse sjølv om det er få artar (Molvær m.fl. 1997). Diversitet er også eit dårleg mål på miljøtilstand i prøver med mange artar, men der svært mange av individua tilhører ein art. Diversiteten blir låg som følgje av skeiv fordeling av individua (låg jamleik), mens mange artar viser at det er gode miljøtilhøve. Ved vurdering av miljøtilhøva vil ein i slike tilfelle leggje større vekt på talet på artar og kva for artar som er til stades enn på diversitet. Jamleik av prøven er også kalkulert, ved Pielous jamleiksindeks ( $J$ ):

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

der  $H'_{\max} = \log_2 S$  = den maksimale diversiteten ein kan oppnå ved eit gitt tal på artar,  $S$ .

Det er dessutan etablert klassifiseringar basert på førekomstar av sensitive og forureiningstolerante artar (Rygg 2002). Ein indikatorartsindeks kan vurdere økologisk kvalitet på botnfauna på grunnlag av ulike artar sin reaksjon på ugunstige miljøtilhøve.

## TRANSEKTDYKK

Ved transektdykk vert det registrert fastsittande algar og fastsittande eller lite bevegelege dyr, samt substrattyp og helning langs ei linje frå fjæra til maksimalt 30 m djup. Transekten si horisontale breidde er 4 m. Registreringane vert utført kvar annan meter forutan i djupneintervallet 0-3 m, der registrering vert utført kvar meter. Transektdykka vert utført av ein dykkande marinbiolog med kompetanse innan marin floristikk og faunistikk. Dykkar har telefonisk kontakt med ein assistent på land som noterer artar og mengder, samt vert det teke i bruk bandopptakar for å sikre registreringar. I tillegg til artsregistreringar, vert og førekomensten (mengda) anslått etter følgjande gradering:

- 1) enkeltfunn (< 5 % dekning)
- 2) spreidd førekomst (5-20 % dekning)
- 3) vanleg (20-80 % dekning)
- 4) dominerande (>80 % dekning)

Dominerande artar og spesielle naturtypar vert fotografert og registrert for kvar lokalitet, samt retning og geografiske koordinatar. Dersom ein art ikkje let seg identifisere i felt, tek ein prøvar for identifisering i laboratorium ved hjelp av lupe eller mikroskop. Som grunnlag for artsbestemming av benthosalgar er "Norsk algeflosa" benytta (Rueness 1977).

Gransking av hardbotnssamfunnet i sublittoralen vart utført 17. og 18. juni 2009 og omfattar semikvantitativ kartlegging av flora og fauna ved fire stasjonar, høvesvis ved Kårøyosen nord, ved Selstad notvaskeri, ved Lundøy, nord for notvaskeriet og ved Ytrøygrend (**figur 9**). Det vart dykka ned til maksimalt 15 m djup. I høve til Norsk standard "Vannundersøkelse - retningslinjer for marinbiologiske undersøkelser på littoral og sublittoral hardbunn" (NS 9424:2002) skal ein kontrollere flest mogleg naturlege forhold som kan påverke samfunnet i sublittoralen. Ulike parametrar bør registrerast, blant anna bølgjeeksponering, substrattyp, himmelretning og hellingsinkel (**tabell 4**).

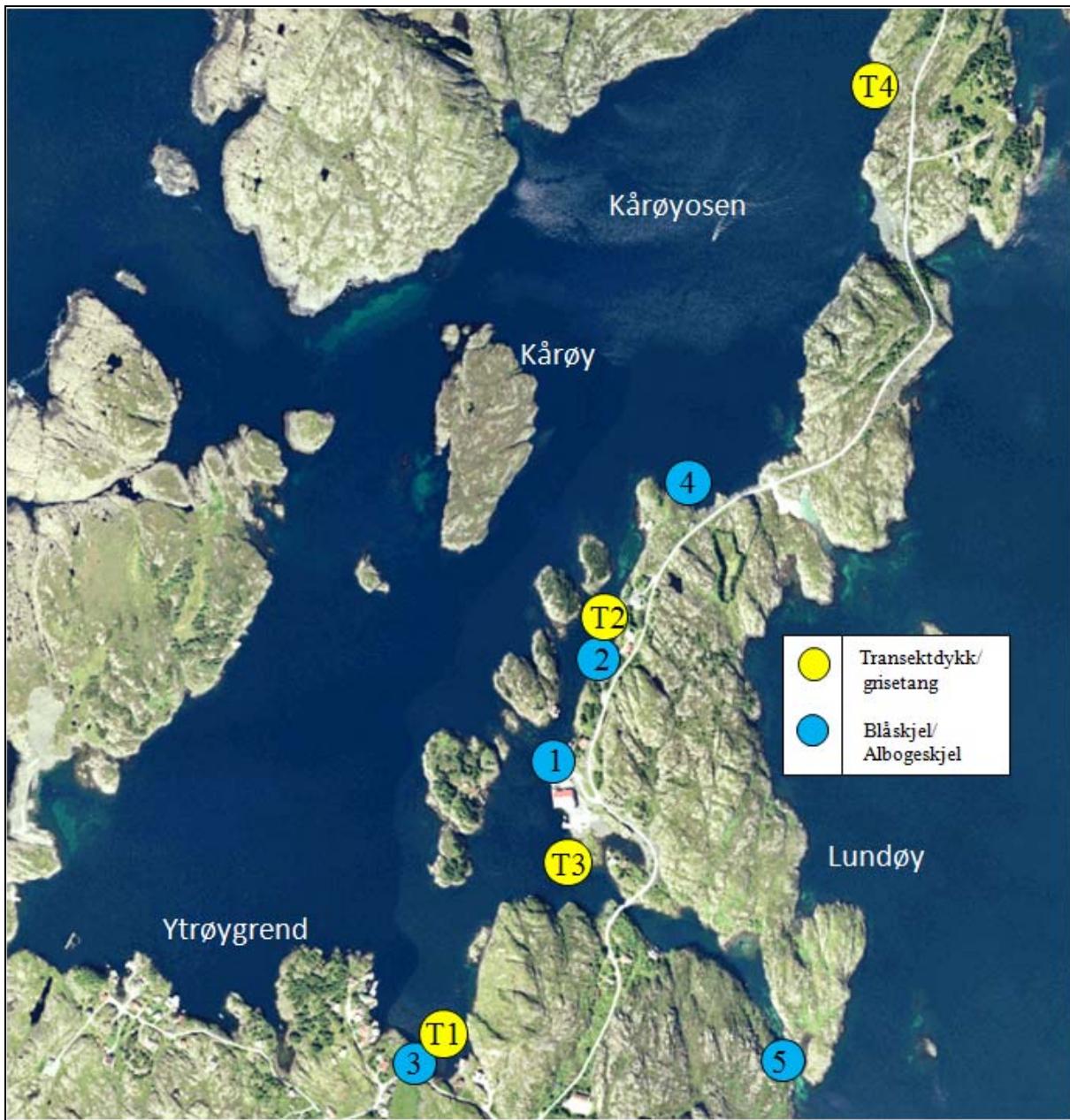
**Tabell 4.** Stasjonsinformasjon ved transektdykk i Solund kommune 17. og 18. juni 2009. Subjektiv botnhelling vert delt inn i, slak = <30°, moderat = 30-70°, bratt = 70°) og eksponeringsgrad (liten, moderat, sterkt)

Stasj. nr	Stasjonsnavn	Avstand til Selstad AS	Subjektiv eksponering	Substrat	Subjektiv helling	Posisjon nord WGS 84	Posisjon aust WGS 84
T1	Ytrøygrend	500 m	Liten	Fjell, skjelsand	Moderat	61°04,830'	04°42,690'
T2	Lundøy	300 m	Liten	Fjell, steinblokker, skjelsand	Slak-moderat	61°05,193'	04°41,857'
T3	Selstad AS notvaskeri	0 m	Liten	Fjell	Moderat-bratt	61°04,995'	04°41,857'
T4	Kårøyosen nord	1200 m	Moderat	Fjell, skjelsand	Moderat	61°05,679'	04°42,151'

## KOPAR I ORGANISMAR

Prøvetaking av marine organismar vart utført i løpet av to feltøkter. Den 30. april 2009 vart det samla inn prøvar av blåskjel (*Mytilus edulis*) på to stasjonar (**figur 9**). På stasjon 1 ved kaien til Selstad AS vart det berre funne 5 blåskjel totalt. På stasjon 2 vart det samla inn 40 blåskjel på eit bildek på ei kai. Av mangel på blåskjel vart det også samla inn albogesnegl (*Patella vulgata*) på to stasjonar, stasjon 4 i Kårøyosen Nord (36 stk) og stasjon 5 ved Lundsholet (29 stk) (**figur 9**). Den 18. juni vart det samla inn blåskjel ved Ytrøygrend på stasjon 3 (ca 50 stk), samt grisetang på dykkestasjonane T1-T4 (**figur 9**). Ein blandprøve av skjela på kvar stasjon vart analysert for tørrstoff og innhald av kopar, utanom på stasjon 1, der det var for lite materiale til å få utført analysen.

Det vert anlagt ei ny blære hjå grisetang kvar vår, den første blære kjem først etter 2-3 år. Det vart samla inn delar av grisetang frå dei siste fem år ved å kutte like under ytste blære, deretter like under kvar blære suksesivt innover mot basis av gristetanga, slik at ein fekk prøver for kvart år tilbake. Samleprøver for kvar einskild årgang på kvar stasjon vart analysert for tørrstoff og innhald av kopar.



**Figur 9.** Oversiktskart over stasjonar for transektdykk og prøvetaking av grisetang (T1-T4), samt stasjonar for prøvetaking av blåskjel og albogesnegl (1-5). Kart frå Fiskeridirektoratet: <http://kart.fiskeridir.no>.

Det vart fiska med garn av lokal fiskar på to lokalitetar ved Ytre Ytre i perioden april - juni 2009. Tilsaman vart samla inn 19 + 5 stk torsk/hyse frå området omkring Selstad AS og ved Øyasund. Fisken vart frozen inn heil og transportert til Fjord-Lab AS for opparbeiding. Der vart fisken vegd (rundvekt) og lik mengd av kjøt (100g filét) og lever (15g) vart teke frå kvar fisk. Prøvane vart homogenisert i samleprøver av lever og kjøt, frå kvar av dei to stadane, og sendt Eurofins Analycen i Moss for akkreditert analyse av kopar.

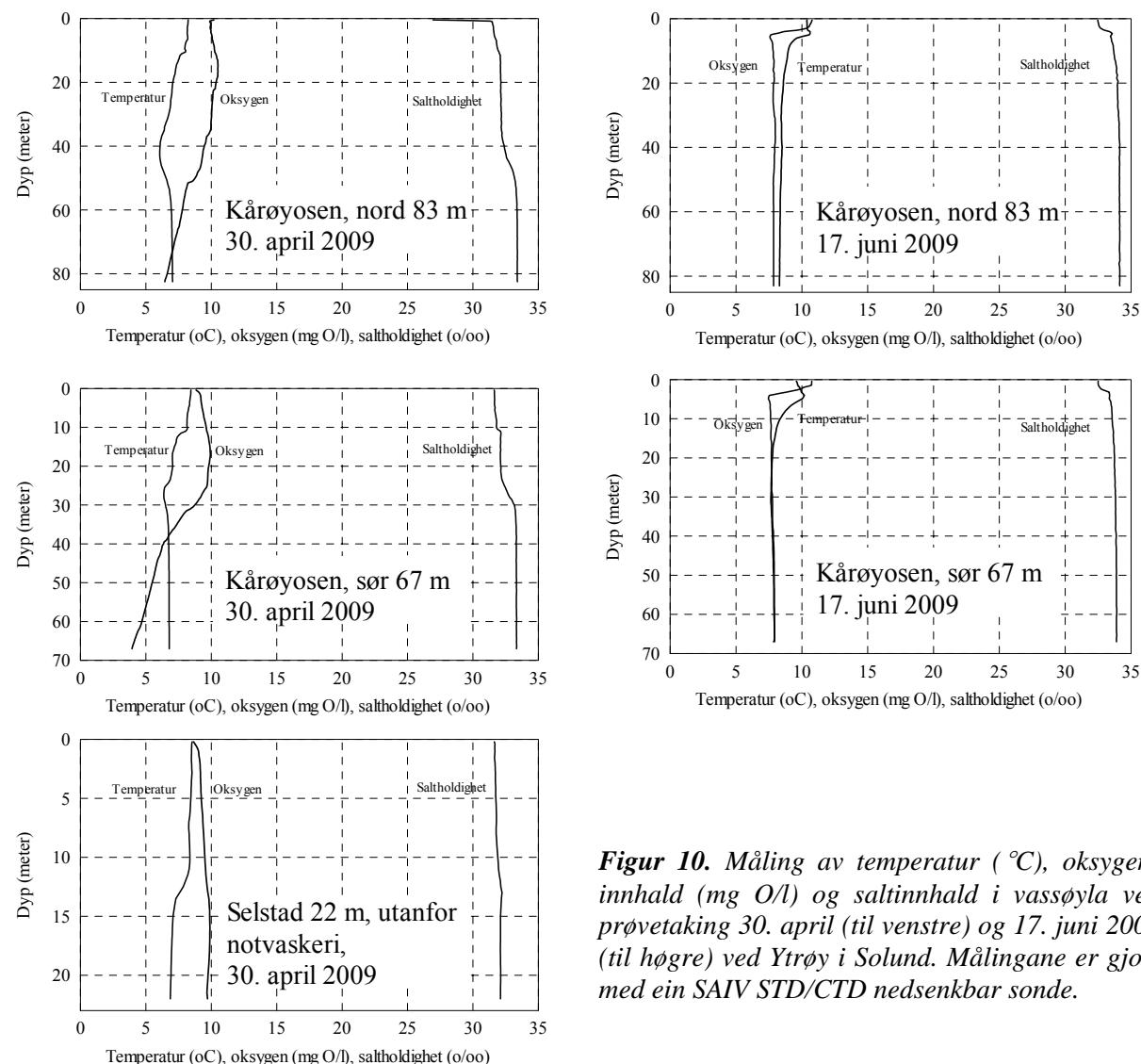
## OMRÅDESKILDING MED RESULTAT

### SJIKTNINGTILHØVE

Innhaltet av temperatur, oksygen og salt i vassøyla vart målt to gonger, 30. april og 17. juni 2009, i Kårøyosen nord, Kårøyosen sør og i djupområdet ved notvaskeriet (figur 10).

I slutten av april var det ein liten reduksjon i oksygenet i djupvatnet i Kårøyosen nord, spesielt merkbart frå ca 50 m djup og nedover. Frå same djupne og nedover var også saltinnhaldet noko høgare, men stabilt, og temperaturen var også relativt stabil. Det tyder på eit stagnerande botnvatn under ca 50 m djup i denne delen av osen. I Kårøyosen sør var det ein større reduksjon i oksygenet, og denne byrja allereie på ca 30 m djup. Elles var det same utvikling for saltinnhaldet og temperaturen som i Kårøyosen nord, berre frå 30 m djup og nedover. Oksygenmettinga var ca 66 % ved botnen i Kårøyosen nord, og ca 44 % ved botnen i Kårøyosen sør, tilsvarende høvesvis SFT tilstandsklasse I = "meget god" og tilstandsklasse III = "mindre god" på dette tidspunktet. I djupområdet ved notvaskeriet var det tilnærma full oksygenmetting til botn i april, og dei ulike parametrane tilsvarte det ein fann på tilsvarende djup i sjøområdet utanfor (Kårøyosen sør).

Til midten av juni hadde det vore utskifting i sjøområda, og det var tilnærma full oksygenmetting til botn både i Kårøyosen nord og Kårøyosen sør.



**Figur 10.** Måling av temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ), oksygeninnhold (mg O/l) og saltinnhold i vassøyla ved prøvetaking 30. april (til venstre) og 17. juni 2009 (til høgre) ved Ytrøy i Solund. Målingane er gjort med ein SAIV STD/CTD nedsenkbar sonde.

## SEDIMENTKVALITET

- **Stasjon C1** ligg rett utanfor notvaskeriet til Selstad AS, i ei lokal djuphole på ca 22 m djup. Her fekk ein opp om lag fulle grabbar med eit mjukt til laust lag av svart, noko H<sub>2</sub>S-luktande sediment (mudder) oppå ein fastare og meir grøngrå såle med noko fin skjelsand iblanda (**figur 11**).
- **Stasjon C2** ligg i Kårøyosen sør, på ca 65 m djup. Her fekk ein opp om lag fulle grabbar med eit mjukt, svart, noko H<sub>2</sub>S-luktande sediment (mudder) (**figur 11**).
- **Stasjon C3** ligg i Kårøyosen nord, på ca 86 m djup. Her fekk ein opp nesten fulle grabbar med eit mjukt, grøngrått og luktfritt sediment (**figur 11**).



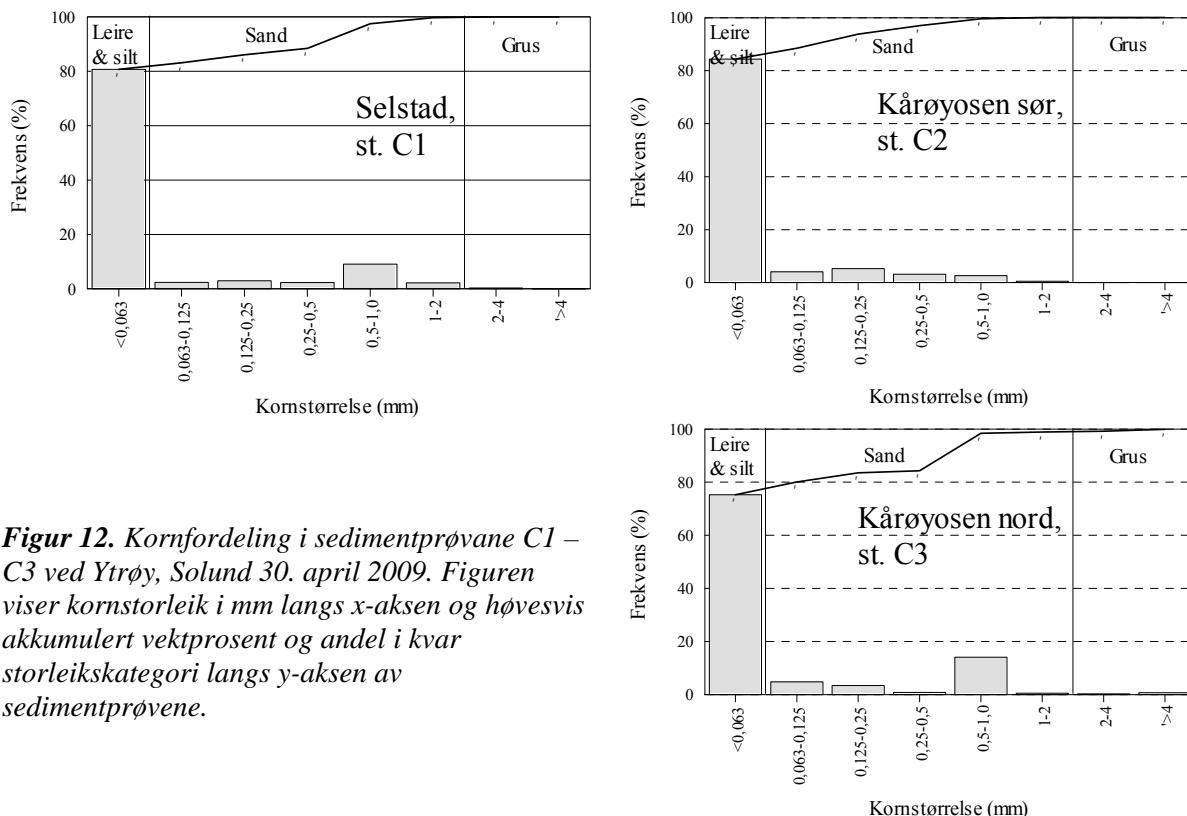
**Figur 11.** Bilete av sediment frå stasjon C1 (djupområdet utanfor notvaskeriet) oppe til venstre, stasjon C2 (Kårøyosen sør) oppe til høgre, samt frå stasjon C3 (Kårøyosen nord) til høgre.

## KORNFORDELING

Det vart teke prøver for analyse av tørrstoff, glødetap og kornfordeling av sedimentet frå dei tre stasjonane C1 – C3. Glødetapet var relativt høgt på alle dei tre stadane, mellom 25,9 og 29,3 %, noko som gav eit normalisert innhald av totalt organisk stoff (TOC) på mellom 120 og 108 mg/g (**tabell 5**). Dette er høge verdiar som tilsvrar SFT sin tilstandsklasse V = "meget dårlig", men denne klassifiseringa vert ikkje lagt for stor vekt på, av di dette ikkje er uvanleg, og tilnærma naturtilhøva i denne type terskla sjøbasseng. Kvar haust vert desse bassenga tilført betydelege mengder av naturleg organisk materiale frå tang og tare som vert skylt inn. Kornfordelingane på dei tre stadane syner også at det i desse sjøbassenga er sedimentterande tilhøve, då andelen finkorna materiale (leire og silt) utgjer om lag 80 % (**tabell 5, figur 12**).

**Tabell 5.** Tørrstoff, organisk innhald og kornfordeling i sedimentet frå tre stasjonar tekne 30. april 2009 i sjøområda ved Ytrøy, Solund.

Stasjon	Ved Selstad AS Stasjon C1	Kårøyosen sør Stasjon C2	Kårøyosen nord Stasjon C3
Tørrstoff (%)	14,36	14,80	14,87
Glødetap (%)	29,30	28,10	25,90
TOC (mg/g)	117,2	112,4	103,6
Normalisert TOC (mg/g)	120,7	115,2	108,1
Leire & silt i %	80,7	84,4	75,3
Sand i %	19,3	15,6	24
Grus i %	0,0	0,0	0,7



**Figur 12.** Kornfordeling i sedimentprøvane C1 – C3 ved Ytrøy, Solund 30. april 2009. Figuren viser kornstorleik i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent og andel i kvar storleikskategori langs y-aksen av sedimentprøvene.

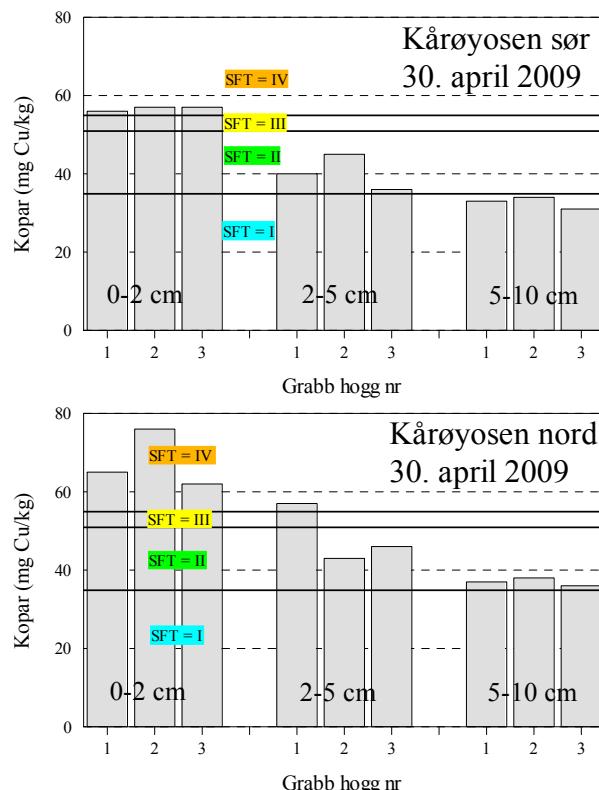
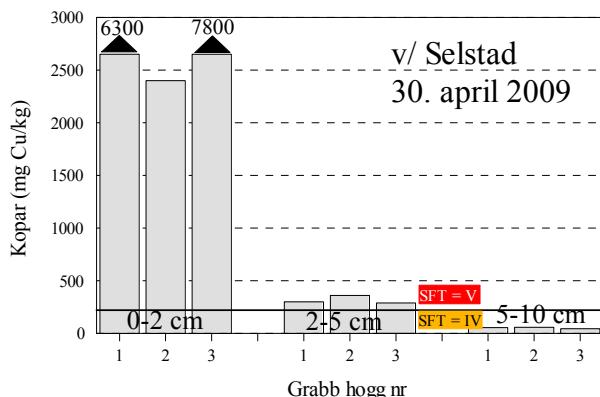
## MILJØGIFTER I SEDIMENTA

### Kopar

Innhaltet av kopar i dei øvste 2 cm av sedimentet var høgast i bassenget ved Selstad AS, med konsentrasjonar i gjennomsnitt på 5.500 mg Cu/kg. Grensa for SFT sin tilstandsklasse V = "svært dårlig" ligg på 220 mg Cu/kg. Også i begge bassenga i Kårøyosen var det høgare verdiar enn naturleg, med høvesvis 57 og 68 mg Cu/kg sør og nord i Kårøyosen, tilsvarande SFT sin tilstandsklasse IV = "dårlig" for begge (**figur 13**). Desse verdiane er likevel nær tilstand II = "god", der grensa er sett til 52 mg Cu/kg. Det er likevel tydeleg at alle sjøområda har hatt tilførslar av kopar i nyare tid.

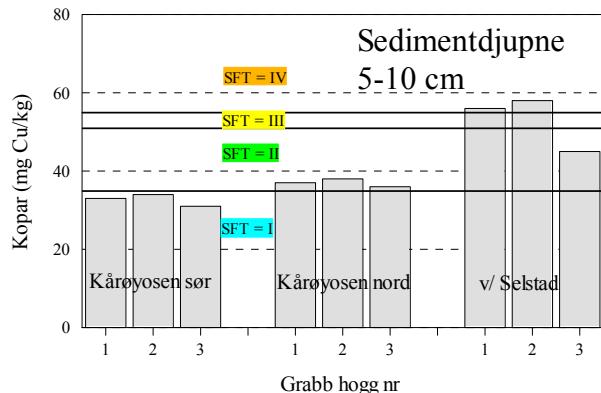
Djupare nede i sedimentet var konsentrasjonene mykje lågare. I sjiktet 2-5 cm var det framleis i gjennomsnitt 317 mg Cu / kg ved Selstad AS, medan det i Kårøyosen sør og nord var høvesvis 40 og 49 mg Cu/kg. Dette tilsvarar SFT sin tilstand II = "god" for desse to, og er nær den naturlege bakgrunnen (tilstand I).

Prøvene frå 5-10 cm ned i sedimentet hadde også høgare konsentrasjon ved Selstad AS enn ved dei to andre stadane i Kårøyosen. Ved Selstad AS var gjennomsnittet på 53 mg Cu/kg – tilsvarande tilstand II = "moderat", medan det i Kårøyosen sør og nord var høvesvis 33 og 37 mg Cu/kg (**figur 14**). Grensa for tilstandsklasse I = "bakgrunn" ligg på 35 mg Cu/kg, så innhaldet av kopar nede i sedimentet i Kårøyosen tilsvarar omlag det naturlege bakgrunnsnivået.



**Figur 13.** Innhold av kopar i tre ulike sjikt (0-2, 2-5 og 5-10 cm) nedover i sedimentet for tre parallelle prøver (grabbhogg 1-3) på stasjon C1 (opp til venstre), stasjon C2 (opp til høgre) og på stasjon C3 (til høgre) for sedimentprøver tekne ved Ytrøy i Solund 30. april 2009.

I Kårøyosen sør og Kårøyosen nord var innhaldet av kopar rundt bakgrunnsnivå for 10-50 år sidan, medan det utanfor notvaskeriet til Selstad AS tilsynelatande var ein del høgare (**figur 14**).



**Figur 14.** Ei samanlikning av innhaldet av kopar ca 5-10 cm ned i sedimentet for tre parallelle prøver på høvesvis stasjon C3, C2 og C1 tekne ved Ytrøy i Solund 30. april 2009.

## BIOLOGISK MANGFALD

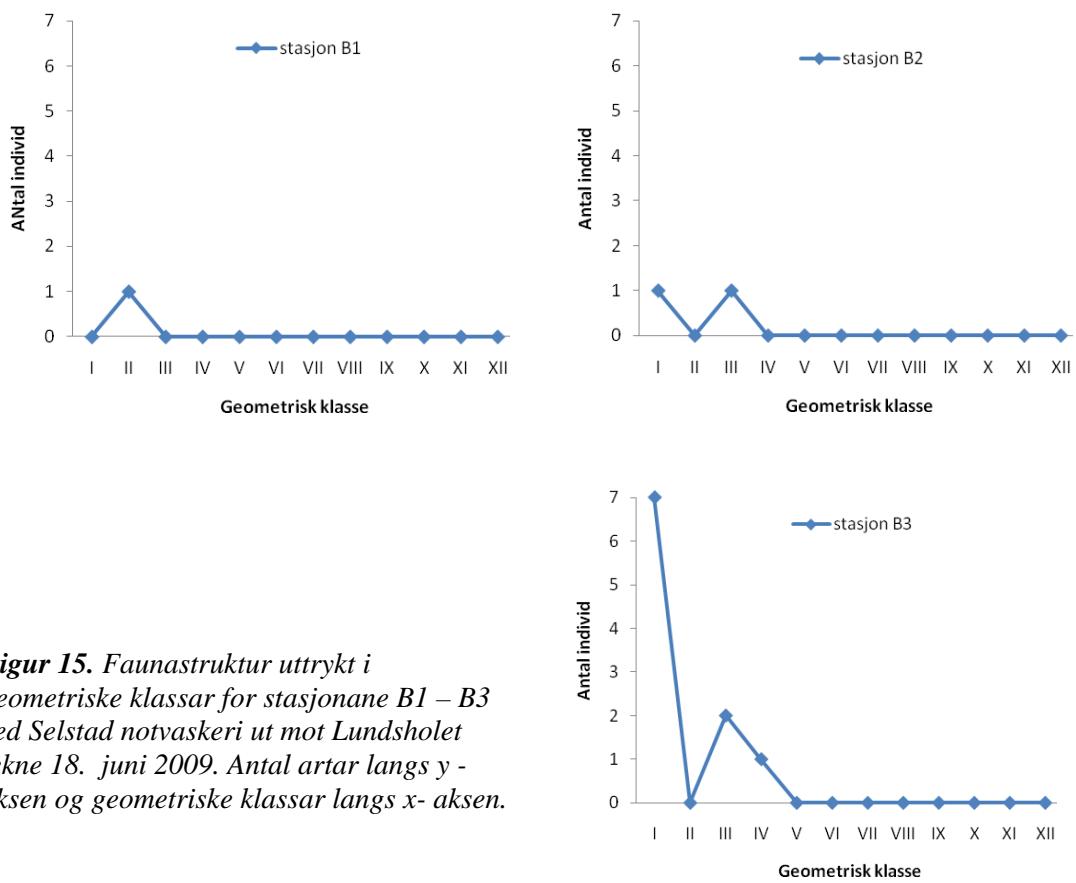
### BLAUTBOTNFAUNA

Det vart teke to parallele grabbhogg med ein  $0,1 \text{ m}^2$  stor vanVeen-grabb på stasjon C1 i djupområdet på 22 m djup utanfor notvaskeriet til Selstad AS (jf. **figur 7 og 8**) den 30. april 2009. Desse vart analysert for dyr, men det vart ikkje påvist botnfauna i nokon av dei. Den 18. juni 2009 vart det i tillegg teke prøver på tre stasjonar (B1 – B3) med ein  $0,025 \text{ m}^2$  stor vanVeen-grabb for å gjere ei grov vurdering av tilhøva for botnfauna i området frå djupområdet ved notvaskeriet og søraustover mot Lundsholet (jf. **figur 8**). På stasjon B1 var det fjellbotn med spreidde forekomstar av grå skjelsand og skjelrestar. Det vart gjort sju forsøk for å få opp noko prøvemateriale, og ein tok vare på innhaldet i dei fire siste grabbane, til saman eit par dl materiale. På stasjon B2 fekk ein på andre forsøk opp ca  $\frac{1}{4}$  grabb med ein luktfrig og gråsvart prøve innehaldande hovudsakleg grov skjelsand og litt mudder/silt. På stasjon B3 fekk ein opp ca  $\frac{1}{2}$  grabb med ein gråsvart, luktfrig prøve, innehaldande skjelrestar og mudder/silt. Skjelsanden i sundet hadde ein meir gul og frisk farge samanlikna med dei andre prøvane.

På stasjon B1 nærmast notvaskeriet vart det funne tre individ av børstemakken *Capitella capitata*, medan det på stasjon B2 vart funne fem makkar fordelt på artane *C. capitata* og *Heteromastus filiformis*. Prøve B3 inneheldt nokre fleire dyr, med 27 individ fordelt på 10 artar (**tabell 6**), og diversiteten vart berekna til 2,69. Grafar over geometriske klassar for dei tre stasjonane viser at det generelt er svært få individ, som saman med dominans av enkelte artar indikerer at områda er påverka (**figur 15**).

**Tabell 6.** Dei ti mest dominerande artane av botndyr tatt på stasjonane B1 – B3 frå Selstad notvaskeri mot Lundsholet 18. juni 2009. Prøvearealet er ca  $0,028 \text{ m}^2$  per stasjon.

Stasjon B1			Stasjon B3		
Art	%	Kum %	Art	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	100,00	100,00	<i>Scoloplos armiger</i>	33,33	100,00
<b>Stasjon B2</b>					
Art	%	Kum %	<i>Heteromastus filiformis</i>		
<i>Capitella capitata</i>	80,00	100,00	22,22	66,67	
<i>Heteromastus filiformis</i>	20,00	20,00	<i>Nemertinea</i> sp.	18,52	44,44
			<i>Corophium bonelli</i>	3,70	25,93
			<i>Capitella capitata</i>	3,70	22,22
			<i>Exogone hebes</i>	3,70	18,52
			<i>Lumbrineris</i> spp.	3,70	14,81
			<i>Notomastus latericeus</i>	3,70	11,11
			<i>Gari</i> sp.	3,70	7,41
			<i>Thyasira</i> spp.	3,70	3,70



**Figur 15.** Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjonane B1 – B3 ved Selstad notvaskeri ut mot Lundsholet 18. juni 2009. Antal artar langs y - aksen og geometriske klassar langs x- aksen.

*Scoloplos armiger* og *H. filiformis* var i fleirtal på stasjon B3, og begge er indikatorartar som er lite sensitive og/eller har høg toleranse for ugunstige forhold, som til dømes tilførslar av organisk materiale og miljøgifter. Ein "Indicator Species Index" (ISI) kan seie oss noko om den økologiske tilstanden på botndyrsamfunnet i høve til kva artar som opptrer. Artar som er sensitive for miljøpåverknadar har høge sensitivitetsverdiar, medan artar med høg toleranse har låge verdiar (Rygg 2002). Indikatorindeksen er eit gjennomsnitt av sensitivitetsverdiane til alle artane som er til stades, og for stasjon B3 er denne på 6,91 (**tabell 7**). Dette tilseier at den økologiske tilstanden til botndyrsamfunnet er mindre god på denne stasjonen, noko som her samsvarar med diversitetsindeksen ( $H'$ ) (**tabell 8**). *C. capitata* og *H. filiformis*, som vart funne på stasjon B1 og B2, har begge svært låge sensitivitetsverdiar på høvesvis 2,46 og 3,76. Dette plasserer desse to stasjonane i tilstandsklasse V = svært dårlig (Rygg 2002).

**Tabell 7.** Kalkulasjon av ISI indeksverdi ved stasjon B3 i Lundsholet 18. juni 2009.

Stasjon B3 Taxa	Sensitivitetsverdi (ES <sub>100min</sub> )
<i>Scoloplos armiger</i>	6,55
<i>Heteromastus filiformis</i>	3,76
<i>Nemertinea</i> sp.	4,43
<i>Corophium bonelli</i>	7,72
<i>Capitella capitata</i>	2,46
<i>Exogone hebes</i>	8,99
<i>Lumbrineris</i> spp.	7,81
<i>Notomastus latericeus</i>	10,95
<i>Gari</i> sp.	-
<i>Thyasira</i> spp.	9,49
<b>Indikator art indeks, ISI</b>	<b>6,91</b>

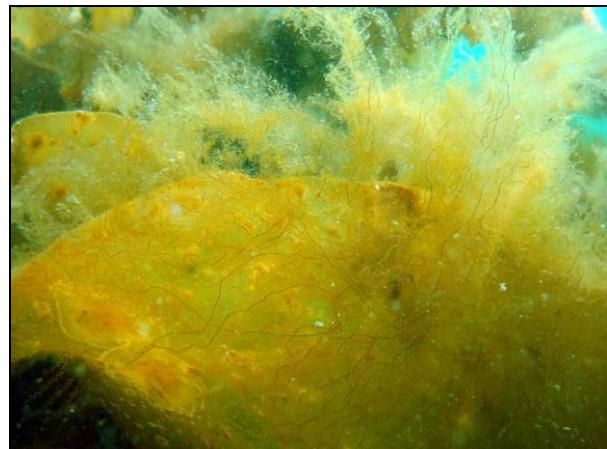
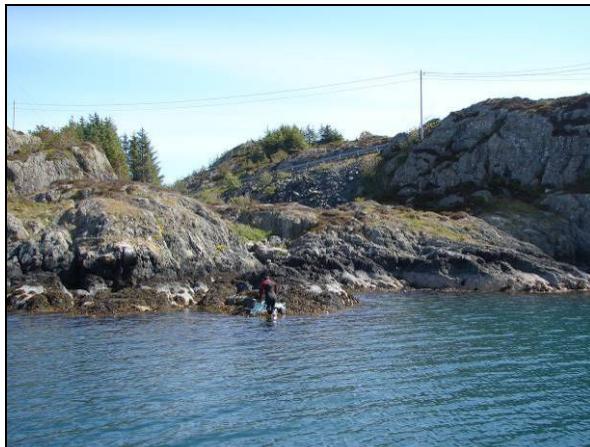
**Tabell 8.** Klassifikasjonssystem for blautbotnfauna basert på diversitet ( $H'$ ) (Molvær & al. 1997) og ein forsøksvis klassifisering ved bruk av indikator art indeks (ISI) (Rygg 2002).

		Klassar				
	Parameter	I Svært god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
<b>Diversitet til indikator artar av blautbotsfauna</b>	Shannon-Wiener index ( $H'$ , log <sub>2</sub> )	>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Indicator species index (ISI)	>8,75	8,75-7,5	7,5-6	6-4	4-0

## HARDBOTN FLORA OG FAUNA

### Transektdykk T4, Kårøyosen nord

Transektdykket vart utført sør for innløpet til Kårøyosen fra 15 m og opp til fjøra (jf. **figur 9**). Substratet er fast berggrunn, samt noko skjelsandbotn på det djupaste (**figur 16**). Dette er den mest eksponerte stasjonen, med ei moderat helling (30-70 %). Frå 15 m og opp til 2 m var det rik og tett sukkertareskog (*Saccharina latissima*), som gjekk over i stortare (*Laminaria hyperborea*) og sagtang (*Fucus serratus*) på det grunnaste. Det var svært store individ av sukkertare og i somme tilfeller var skogen så tett at det var vanskeleg å registrere artar av flora og fauna under taredekket. Samtidig var det noko dårlig sikt og mykje partiklar i vassøyla som gjorde registrering av små artar vanskeleg. Dette var tilfellet for alle stasjonar. Makroalgar som vart registrert er blant anna stift kjerringhår (*Desmarestia aculeata*), mjukt kjerringhår (*Desmarestia viridis*), raudlo (*Bonnemaisonia hamifera*), raudhand (*Callophyllis laciniata*), eikeving (*Phycodrus rubens*), teinebusk (*Rhodomela confervoides*), krusflik (*Chondrus crispus*), fiskeløk (*Cystoclonium purpureum*), bleiktuste (*Spermatochthrus paradoxus*), rekeklo (*Ceramium rubrum s. lat.*), japansk sjølyng (*Heterosiphonia japonica*), havsalat (*Ulva lactuca*) og vorterugl (*Lithothamnion cf. glaciale*), sjå **vedleggstabell 19** for fullstendig liste. Makrofauna som vart registerert er blant anna vanleg korstroll (*Asterias rubens*), kameleonsjøstjerne (*Henricia* sp.), hvitflekket slangestjerne (*Ophiura albida*), parallellogram-sekkedyr (*Corella parallelogramma*), skjevsekkedyr (*Ascidia obliqua*), Bjellehydroide (*Obelia geniculata*), sik-sak hår (*Laomedea flexuosa*), membranmosdyr (*Membranipora membranacea*), *Electra pilosa*, posthornmark (*Spirorbis spirorbis*), korktrekkerorm (*Circeis spirillum*), hvitrørsorm (*Hydroides norvegicus*), kjempeslimorm (*Lineus longissimus*) og Caprellidea.



**Figur 16.** Bilete frå transektdykk T4 nord i Kårøyosen utført 17. juni 2009. Øvst t.v.: Oversiktbilete av lokaliteten. Øvst t.h: Bilete av sukkertareskog på 15 m djup. Høgre: Mjukt kjerringhår på sukkertare.

## Transektdykk T3, Selstad notvaskeri

Transektdykket vart utført noko sør for notvaskeriet til Selstad AS, frå 15 m og opp til fjøra. Substratet er fast berggrunn med moderat til bratt helling. Berggrunnen var generelt kledd med eit teppe av slam, blåskjelrestar, *Beggiatoa* og trådforma algar (**figur 17**). På det djupaste var det svært liten dekningsgrad av trådforma algar, men mykje slam og blåskjelrestar. Mengda av trådforma algar auka tydeleg ettersom ein bevegde seg oppover mot fjøra. Det vart samla inn trådforma algar for nærmere identifisering under lupe og mikroskop. Det var ikkje mogleg å identifisere i felt, delvis på grunn av mykje slam og dårlig sikt. Av artar som vart identifisert i lab kan ein nemne brunslis (*Ectocarpus siliculosus*), grønndusk (*Cladophora* sp.) og fjøretufs (*Sphaerelaria plumosa*). Det vart registrert restar av kalkalgar av krasing (*Corallina officinalis*) på bergveggen. Det var tydeleg ikkje levande individ av krasing, då kalkalgar vert kvite når dei dør. Ved dei to øvste meterane vart det registrert nokre fleire artar som vanleg tarmgrønske (*Ulva intestinalis*), rysjegrønske (*Ulva linza*), mjukt kjerringehår, viklesnøre (*Rhizoclonium* sp.), perlesli (*Pylaiella littoralis*), bleiktuste og grisetur. Bjellehydroider, fjøreblomst (*Ectopleura larynx*) og juvenile blåskjel var blant den registrerte faunaen ved Selstad AS (**vedleggstabell 18**).

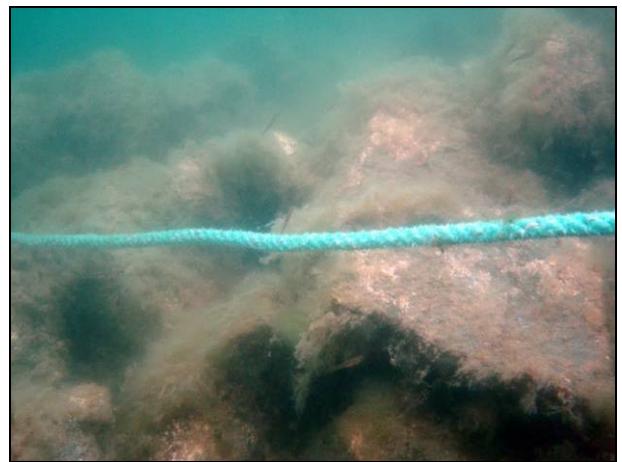
*Beggiatoa* er eit bakteriebelegg som ein ofte observerer seinhaustes når algar råtnar og vert nedbrotne. Slamlaget er sannsynlegvis i stor grad organisk materiale i form av plante- og dyrerestar som sedimenterer og legg seg på botnen og i dei trådforma algane. Slam på botnen og på algar kan hindre rekruttering av større algar. Slam var tilstades på alle lokalitetar, men lokalitetar som T4 og T1 hadde likevel frodig sukkertareskog med mange ulike artar av fastsittande algar og dyr.



**Figur 17.** Bilete frå transektdykk T3 ved Selstad notvaskeri utført 17. juni 2009. Øvst t.v.: Oversiktbilete av lokaliteten. Øvst t.h.: Bilete av bergvegg kledd med trådforma algar på 2 m djup. Nedst t.v.: tepper av slam, trådforma algar og skjelrestar på 7 m djup. Nedst t.h.: Nærbilete av slam, trådforma algar og skjelrestar på 12 m djup.

## Transektdykk T2, Lundøyna

Transektdykket vart utført ca 300 m nord for Selstad notvaskeri frå 5 m og opp til fjøra. Substratet er fast berggrunn i øvste delar av sublitoralen og store steinblokker ned til 5 m. Det gjekk over i skjelsand og mudder/siltbotn frå 5 m og nedover mot det djupaste på 9 m. Dette var ein moderat bratt og lite eksponert lokalitet, der transekten gjekk frå Lundøyna og ut mot holmar i vest (**figur 18**). Steinblokkene var kledd med tepper av trådforma algar, og kun nokre få individ av tare (*Laminaria* sp.) vart registrert. Først ved dei øvste 2 m var det enklare å skilje ulike artar frå kvarandre blant all den trådforma algen og det organiske materialet som var der. Det vart registrert ein del grønndusk, vanleg tarmgrønske, grisetang, krasing, bleiktuste, brei vortesmokk, martaum, krusflik, og piperenserålge (**vedleggstabell 17**). Enkeltfunn av fjærresjørose, langcella brunskjegg (*Stictyosiphon tortilis*) og kortcella brunskjegg (*S. soriferus*) vart registrert. Grisetang dominerte øvste del av sjøsona og litoralsona. Det var generelt mykje slam på trådforma algar som vaks på stein og berggrunn. Området er noko beskytta, men ikkje særleg meir enn ved T1, som hadde relativt frodig sukkertareskog med mange artar av fastsittande dyr og algar.



**Figur 18.** Bilete frå transektdykk T2 ved Lundøy utført 18. juni 2009. Øvst t.v.: Oversiktbilete av lokaliteten. Øvst t.h.: Bilete av bergvegg kledd av trådforma algar, grønndusk, brei vortesmokk og blåskjelrestar på 2 m djup. Nedst t.v.: tepper med trådforma algar og slam på 4 m djup. Nedst t.h.: Substratet på lokaliteten var fjellberg og større steinblokker.

## Transektdykk T1, Ytrøygrend

Transektdykket vart utført ut frå eit skjær, inni ei vik ved Ytrøygrend, ca 500 m sør for Selstad notvaskeri (**figur 9** og **figur 19**). Substratet er fast berggrunn, med moderat helling ned til 9 m, der det går over i skjelsand og mudder-siltbotn. På 9 m djup var blautbotnen dekka av blant anna algar frå slekta *Cladophora* sp. og *Ulva* sp., og det var også mykje tunikater av arten parallelogram-sekkedyr (*Corella parallelogramma*) som vaks på små steinar eller laustliggende tareblad som låg på botnen. Frå 7 m og oppover var det sukkertareskog på berggrunnen, men ikkje like tett og stor som nord i Kårøyosen. Det var mykje slam og trådforma algevekst somme stader på tare og berg (**figur 19**).

Makroalgar som vart registrert er blant anna stift kjerringehår, mjukt kjerringehår, krusflik, bleiktuste, langcella brunskjegg, røddokke (*Polysiphonia stricta*), stilkdokke (*Polysiphonia elongata*) hummerblekke (*Coccotylus truncatus*), raudkluft (*Polyides rotundus*), krasing, brei vortesmokk, raudlo, bruntevl, rekeklo, teinebusk, og *Sphacelaria plumula* vart registrert som mangfaldige (**vedleggstabell 16**). Enkeltfunn av gaffelgreina havpryd (*Callithamnion corymbosum*) og kortcella brunskjegg vart også registrert. Makrofauna som vart registerert er blant anna vanleg korstroll, stankelbeinkrabbe (*Macropodia rostrata*), parallelogram-sekkedyr, fjærerjøroser (*Urticina felina*), sjønellik (*Metridium senile*), bjellehydroider, sik-sak hår, membranmosdyr, juvenile blåskjel, *Botryllus schlosseri*, *E. pilosa*, posthornmark, korktrekkerorm, kvitrørmark, og Caprellidea.



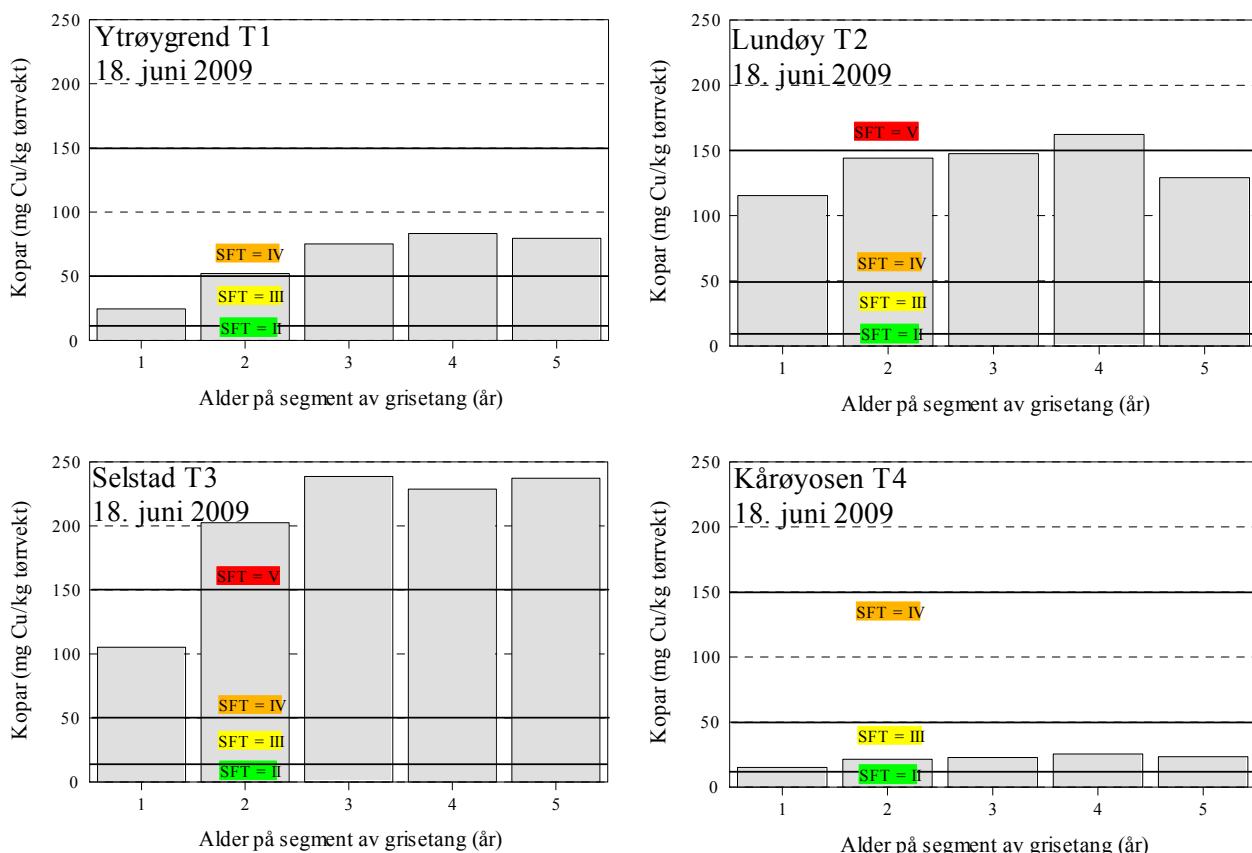
**Figur 19.** Bilete frå transektdykk T1 ved Ytrøygrend utført 18. juni 2009. Øvst t.v.: Oversiktbilete av lokalitetten. Øvst t.h.: Bilete av fjærerjørose, krusflik, membranmosdyr og fingertare på 2 m djup. Nedst t.v.: Pepper av slam, trådforma algar på 7 m djup. Nedst t.h.: Nærbilete av sukkertare.

## MILJØGIFT I MARINE ORGANISMAR

### Grisetang

Det vert anlagt ei ny blære hjå grisetang kvar vår, den første blæra kjem først etter 2-3 år. Det vart samla inn delar av grisetang frå dei siste fem år ved å kutte like under ytste blære, deretter like under kvar blære suksesivt innover mot basis av gristetanga, slik at ein fekk prøver for kvart år tilbake.

Det vart registrert svært høge verdiar av kopar i grisetang på samtlege stasjonar, forutan stasjon T4 ved Kårøyosen nord (**figur 20**). Grisetang samla like ved Selstad notvaskeri hadde høgast konsentrasijsn, med verdiar frå 105-239 mg Cu/kg tørvekt, tilsvarende SFTs tilstandsklasse IV-V = "Sterkt forurenset-meget sterkt forurenset". Ved Kårøyosen nord, med størst avstand frå notvaskeriet, vart det registrert verdiar tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset". Det vart registrert ulike konsentrasijsn mellom dei ulike årssegmenta frå grisetanga, med lågast konsentrasijsn i dei yngste delane, og høgast konsentrasijsn i dei 3-4 år gamle segmenta.

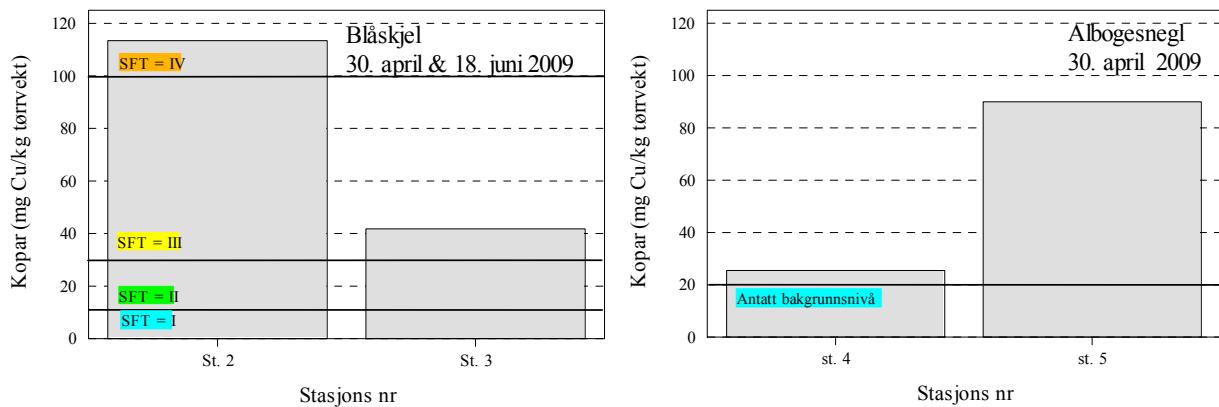


**Figur 20.** Innhold av kopar i fem årssegment av grisetang ved Ytrøygrend (T1, opp til venstre), Lundøy (T2, opp til høgre), ved Selstad AS (T3, nedst til venstre) og nord i Kårøyosen (T4, nedst til høgre) ved Ytrøy i Solund 30. april 2009.

### Blåskjel og albogesnegl

Det vart registrert høge koparkonsentrasijsn i blåskjel ved stasjon 2 og 3, og i albogesnegl ved stasjon 5 ved utøpet av Lundsholet. Det vart kun funne 5 stk blåskjel ved stasjon 1 og prøven vart ikkje analysert pga. for lite materiale. Høgast koparinhald vart funne i blåskjel på Lundøyna, ca 200 m nord for Selstad notvaskeri, i nærleiken av dykkestasjon T2. Verdien av kopar var tilsvarende SFTs tilstandsklasse IV = "Sterkt forurenset", med 113,4 mg Cu/kg tørvekt (**figur 21**). Stasjon 3 ved Ytrøygrend, ca 500 m sør for Selstad notvaskeri, viste også høge konsentrasijsn, med 41,8 mg Cu/kg, tilsvarende tilstandsklasse III = "Markert forurenset".

Det var generelt lite blåskjel å finne ved Ytrøy, og ved to stasjonar vart det samla inn albogesnegl i mangel på blåskjel. Albogesneglane på stasjon 4 i Kårøyosen, ca 300 m nord for Selstad AS (jf. figur 9) hadde eit innhald av kopar litt over antatt høgaste bakgrunnsnivå, med 25,5 mg Cu/kg. Bakgrunnsnivå av kopar i albogesnegl i lite påverka område er anslått til mellom 5 og 20 mg Cu/kg tørrvekt (Knutzen 1986). På stasjon 5 ved utløpet av Lundsholet, ca 300 m søraust for Selstad AS, var innhaldet av kopar 90,0 mg Cu/kg tørrvekt, som er 4-5 gonger antatt bakgrunnsnivå (figur 21).



**Figur 21.** Innhald av kopar i blåskjel og albogesnegl ved Ytrøy i Solund 30. april og 18. juni 2009.

## Fisk

Det vart fiska med garn av lokal fiskar på to lokalitetar ved Ytrøy i perioden april til juni 2009. Det vart til saman samla inn 19 torskar ved Selstad AS og 4 hyser og ein torsk ved Øyasund som ein analyserte muskulatur og lever for innhald av kopar (tabell 9). Det vart registrert kopar i lever av torsk/hyse ved Selstad AS og Øyasund med verdiar på høvesvis 1,5 og 0,58 mg Cu/100g. I muskel av torsk/hyse vart det registrert høvesvis 0,018 og 0,037 mg Cu /100g.

**Tabell 9.** Resultat frå analysar av kopar i fisk fanga ved Selstad AS og ved Øyasund. Resultata er i våtvekt prøve, og er analysert ved Eurofins Analycen.

	ved Selstad AS	ved Øyasund
Torsk (rundvekt, kg)	19 stk (0,50-2,25 kg)	1 stk (1,4 kg)
Hyse (rundvekt, kg)	0 stk	4 stk (1,2-1,9 kg)
Samleprøve, lever	1,5 mg Cu/100g	0,58 mg Cu/100g
Samleprøve, kjøt	0,018 mg Cu/100g	0,037 mg Cu/100g

## DISKUSJON MED RISIKOVURDERING

Sjøområda ved Ytrøy i Solund kommune har dei siste åra vore utsett for ei betydeleg koparureining, og konsentrasjonane i sediment og i organismar, samt fråverande alge- og dyresamfunn, syner at kjelda ligg i området ved Selstad AS notvaskeri. Her er det tydelege og omfattande miljøskadar på marint naturmiljø, og den tydelege påverknaden strekkjer seg også 3-400 meter nordover med dominante straumretning, medan påverknaden ved Ytrøygrend 4-500 meter sør for notvaskeriet er merkbar, men vesentleg mindre. Det er ikkje umogleg at andre og tidlegare verksemder med koparutslepp ved Ytrøy også kan ha hatt ein negativ påverknad på det marine naturmiljøet. Det synes heva over tvil at det har vore særstak koparureining ved notvaskeriet dei siste åra, men resultata tyder på at utsleppa er kraftig redusert siste året.

### SEDIMENTKVALITET

Det vart funne svært høge konsentrasjonar av kopar i det lokale djupområdet utanfor notvaskeriet til Selstad AS. Verdiane av kopar i sedimentet var langt over det ein reknar som grensa for omfattande akutt-tokiske effektar (= grensa for SFT tilstandsklasse V). Det øvste sjiktet (0-2 cm) hadde eit særskilt høgt innhald av kopar med eit gjennomsnitt på 5.500 mg Cu/kg, og grensa for SFTs tilstandsklasse V= "svært dårlig" ligg på 220 mg Cu/kg. Djupare nede i sedimentet (2-5 og 5-10 cm) var konsentrasjonane mykje lågare, men framleis toksiske.

Notvaskeriet kom i drift i mars 2006, men før denne tid har og fleire andre sjø-tilknytta aktivitetar med potensielle koparutslepp vore i området, td. fiskeoppdrett, notvaskar, mellomlagring av oppdrettsnøter, båtslipp og båthavn m.v. I følgje lokale fiskarar har det ikkje vore liv i området ved Selstad AS dei siste 10 åra. Det finst ingen sedimentprøvar frå før Selstad AS vart etablert som viser at botnen ikkje var forureina allereie på den tida. Likevel er det tydeleg at dei særskilt høge koparkonsentrasjonane i det øvste sedimentlaget i det lokale djupområdet ved notvaskeriet har komme til dei siste åra.

I sjøsediment vil sedimenteringsfarten variere ein del i høve til kva tilførslar det er i området og korleis nedbrytinga er. I slike djupbasseng som ved Ytrøy i Solund, vert det frakta inn mykje organisk materiale av rotnande tang og tare kvart år, men etterkvart som dette vert nedbrote og nye lag vert sedimentert oppå år for år, vert dei årlege sjikta tynnare. I mange djupe fjordområde utan slike tilførslar, reknar ein at dei årlege sedimentsjikta kan vere mellom 0,5 og 1 mm, medan dei nyaste og øvste sjikta er tjukkare. I tillegg skjer det og ei delvis blanding av dei aller øvste laga, der det kan vere både biologisk aktivitet og annan fysisk påverknad frå rørsler i vassøyla. Propellvatn frå middels store fartøy kan t.d. påverke sedimentoverflata ned mot 20 meters djupne, og det aller meste av arealet i djupområdet ved notvaskeriet ligg grunnare enn 20 m. Ein kan dermed seie at prøvane frå dei øvste 2 cm i sedimentet representerar dei aller siste åra, prøvane frå 2-5 cm djupne er truleg frå om lag 5 til 10 år attende i tid, medan prøvane frå 5-10 cm sedimentdjupne kan vere frå 10-50 år gamle.

Det var langt mindre konsentrasjon av kopar i sedimentet både i Kårøyosen sør og nord, sjølv om det var høgare enn naturleg bakgrunn begge desse stadene. Koparinnhaldet var noko overraskande høgare i Kårøyosen nord, sjølv om denne stasjonen ligg lengre vekke frå Selstad AS enn Kårøyosen sør. Tidlegare har det lege eit oppdrettsanlegg i Kårøyosen nord, og ein kan ikkje utelukke påverknad frå dette, men det har også tidlegare lege oppdrettsanlegg i Kårøyosen sør. Vass-straumen forbi notvaskeriet går sannsynlegvis i hovudsak nordover, og såleis kan sedimentet i Kårøyosen nord ha vorte noko meir påverka enn i Kårøyosen sør, sjølv om større partiklar nok ikkje vert transportert med vassmassane særleg langt frå eit utslepp. Det er ikkje utført straummålingar i området.

At koparkonsentrasjonen var mykje høgare i det nedste (5-10 cm) sjiktet utanfor notvaskeriet enn ved Kårøyosen sør og Kårøyosen nord, kan skuldast også eldre tilførslar av kopar til området. Det er også mogleg at omfang av tilførslar av sedimenterande stoff her er større enn naturleg, og at alderen på sedimentet 5-10 cm nedifor ikkje er så høg som elles antatt. Sidan djupområdet ved notvaskeriet er kun 21 m djupt vil det og vere meir utsett for straum og propellgenerert oppkvervling av sedimentet,

og difor blanding av sedimentsjikta. Det er også mogleg at dei nedste sjikta kan ha vorte påverka ved prøvetakinga, ved at ein ikkje har fått skrapet vekk alt det overliggjande materialet ved uttak av prøven.

## BIOLOGISK MANGFALD

### BLAUTBOTNFAUNA

Det vart ikkje funne blautbotsfauna i djupområdet utanfor notvaskeriet til Selstad AS. Akkumulering av tungmetall i sedimentet vil kunne verke som ei stresskjelde for organismar i eller nær botnen. Kopar er giftig for marine planter, botnlevande dyr og fisk (Johnsen mfl 1996, Tveranger & Johnsen 2002).

Sannsynlegvis er det dei store konsentrasjonane av kopar i sedimentet som har ført til at botnfaunaen i djupområdet utanfor notvaskeriet til Selstad AS er fråverande. Det er ikkje nokon andre ytre tilhøve, som t.d. oksygenmangel, som skulle tilseie at det ikkje skulle vere botndyr i dette området. Det vart målt oksygenrikt vatn ned til botnen i djupområdet. Verdiane av kopar i sedimentet her var langt over det ein reknar som grensa for omfattande akutt-toksiske effektar. Johnsen mfl. (1996), viste at ved å eksponere sedimentlevande fauna for kopar, var det dødelegheit allereie ved tilsetting av 192 mg Cu/kg i sedimentet. Botnfauna døydde innan ein time etter tilsetting av 3.400 mg/kg Cu i sedimentet. Kopar konsentrasjonar som vart funne i sedimentet i djupområdet ved Selstad notvaskeri var på det meste 7.800 mg Cu /kg, og ein vil kunne konkludere med at dette er konsentrasjonar som utslettar alt liv på botnen.

Den sterke ureininga av kopar synest i hovudsak å vere relativt lokal. Nokre grabbhogg med ein liten grabb i aukande avstand frå notvaskeriet synte at det var aukande forekomst av botndyr frå ytterkanten av djupområdet ved notvaskeriet sør austover til midten av Lundsholet. Det vart registrert kun nokre få individ av dei forureiningstolerante artane *Capitella capitata* og *Heteromastus filiformis* ved dei to første stasjonane nærmast notvaskeriet. Det vart imidlertid funne 27 individ fordelt på ti artar på stasjon B3, i sjølve Lundsholet. Diversiteten og økologisk tilstand i prøven var likevel mindre god på grunn av dominans av forureiningstolerante artar. Lundsholet er eit relativt grunt og smalt, straumrikt sund, og sedimentet bestod av grov skjelsand, henta frå 6 m djup. Ein reknar med at under slike forhold er dyrelivet naturleg høgt. Årsaka til den låge diversiteten kan mogleg vere at tidevatnstraumen tidvis også går sør over frå notvaskeriet og har frakta med seg koparhaldig vatn og sediment gjennom Lundsholet. Ein kombinasjon av eldre koparureining frå tidlegare aktivitetar med båtslipp i Lundsholet og nyare tids koparutslepp er truleg årsaka til den fattige og forureiningstolerante botnafaunen. Sedimentet vart ikkje analysert for kopar og ein kan dermed ikkje sei noko om kor toksisk sedimentet var her.

### HARDBOTN FLORA OG FAUNA

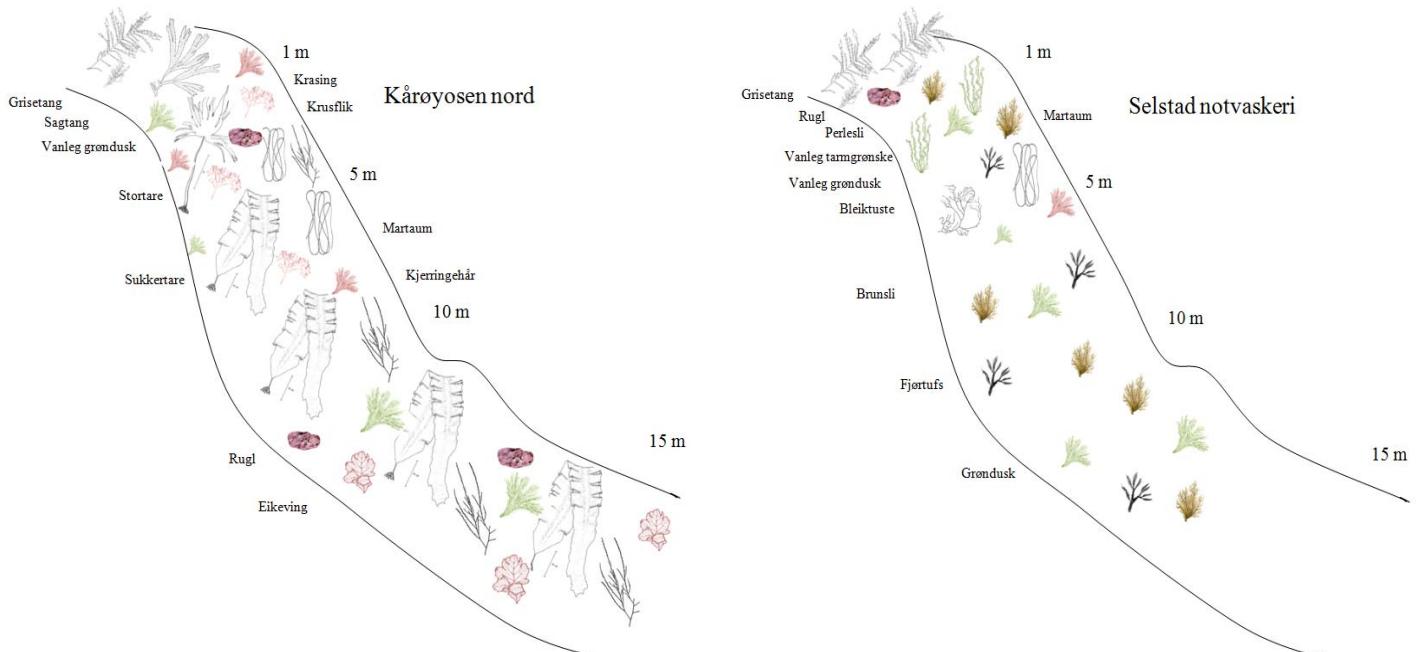
Transektdykket ved Selstad notvaskeri registrerte svært få habitatbyggjande algar og berre trådforma eller fjørgreina algar. På sublitoral hardbotn finn ein normalt eit rikt tang- og tareskogsamfunn av ulik utforming i høve til eksponering og andre fysiske parametrar. Som i ei fjøre, er det og sonering av ulike artar i sjøsona. Normalt kan ein finne for eksempel denne rekkefølgja av habitatbyggjande algar nedover i sjøsona: grisetang, sagtang, fingertare, stortare og sukkertare. Sukketare trivs på middels eksponerte til beskytta lokalitetar, medan stortare trivs på sterkt eksponerte lokalitetar.

Det var store forskjellar mellom biomangfaldet ein fann ved Kårøyosen nord og ved Selstad notvaskeri. Ved Kårøyosen fann ein normale forhold i høve til naturtilstanden, med rik tang- og tareskog og med tilhøyrande flora og fauna (**figur 22**). Ved notvaskeriet vart det ikkje registrert nokon habitatbyggjande algar i sjøsona, anna enn at det vart registrert mykje grisetang i fjøra. Fleirårige habitatbyggjande artar har ved Selstad notvaskeri blitt erstatta av eittårige algar med rask vekst (opportunistar). Øvre delar av sjøsona var tydeleg påverka med tjukke matter av trådforma algar. Algeslekter som dominerte ved Selstad notvaskeri, er algar som er forbunde med overgjødsling eller forureining i mange område i verda, t.d. *Ectocarpus*, *Pylaiella*, *Ulva* og *Cladophora*.

Vidare nedover mot 15 m djup var det svært liten vekst av algar i det heile. Slam, blåskjelrestar og beggiatoa dekka bergveggen. Truleg har ureining ført til at habitatbyggjande og fleirårige algar ikkje har overlevd og ført til omlag golde tilhøve på den sublitorale hardbotnen. Førekomstane av opportunistiske og kortlevde algar har truleg utspring frå algeoppblomstringa tidlegare på våren 2009. Før algeoppblomstringa kan ein tenkje seg at førekomstar av algar har vore enno mindre.

Liknande situasjon vart også observert på Lundøyna ca 300 m nord for Selstad notvaskeri. Her var det algetepper som dekka fjellberg og store steinblokker ned til ca 5 m før ein traff blautbotnen. Av habitatbyggjande algar vart det registrert enkeltfunn av tare (*Laminaria sp.*), samt grisetang i øvre delar av sjøsona og fjøresona. Lokaliteten var imidlertid noko betre enn ved sjølve notvaskeriet på grunn av eit større biomangfald. Ved Ytrøygrend sør for notvaskeriet var makroalge- og faunasamfunnet noko påverka av slam og trådforma algar, men her vaks det tilnærma like mange artar som nord i Kårøyosen, samstundes med at det også vart registrert friske førekomstar av sukkertare og andre habitatbyggjande artar her.

Resultata syner hovudsakleg lokal påverknad rundt notvaskeriet. Nord i Kårøyosen fann ein eit friskt samfunn av marine algar og dyr, medan det marine samfunnet sør for notvaskeriet ved Ytrøygrend var noko påverka. Her var det likevel gode førekomstar av habitatbyggjande artar og tilhøyrande fauna. Det er tydeleg at det har vore og er store miljøskadar på marint naturmiljø ved notvaskeriet og noko lenger nord på Lundøyna.



**Figur 22.** Skjematiske framstilling av dominante artar frå dykketransekt ved Kårøyosen nord og ved Selstad notvaskeri. Biomangfaldet ved Kårøyosen nord er mykje høgare enn det som er vist på skjematiske framstilling. Sjå vedleggstabell for fullstendig artsliste, samt figur 16 og 17. Teikningar av algeflore er henta frå illustrert algeflore av Per Arvid Åsen 1980 og frå nettsida <http://herba.msu.ru/hyperkey/ws-algae/g4/chaetopt.htm>.

## KOPAR I ORGANISMAR

### GRISETANG

I årsskot av grisetang vart det registrert svært høge verdiar av kopar på samlede stadar. Grisetang samla like ved Selstad notvaskeri hadde dei høgaste konsentrasjonane, tilsvarende SFTs tilstandsklasse IV-V = "sterkt - meget sterkt forurenset". Nord i Kårøyosen vart det registrert verdiar tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset", og dette var dei lågaste registrerte verdiane. Grisetang ved Lundøy like nord for notvaskeriet hadde dei nest høgaste verdiane, medan tang frå Ytrøygrend sør for

notvaskeriet hadde dei nest lågaste verdiane. Det vart og registrert klårt lågare verdiar for blærene frå 2009. Koparinnhaldet i årsskot av grisetang viser såleis at sjøområda har hatt omfattande tilførslar av kopar i nyare tid, men mindre det siste året.

Koparutslepp har hatt tydelege effektar på grisetang over store delar av sjøområdet ved Ytrøy, og med særhøge konsentrasjonar ved notvaskeriet. På referansestasjonen nord i Kårøyosen vart det og registrert markert forureining i grisetang, sjølv med stor avstand til notvaskeriet, større eksponering og betre straumforhold. Grisetang tek opp kopar frå vassmassane, og dominante straumretning langs kysten er nordover, med lokale periodevis sorgåande tidevassstraumar. Kjelda til koparen i grisetangen nord i Kårøyosen kan difor også ligge sør for sjølve prøvestaden.

Laboratorieforsøk har vist at ved tilførslar av kopar, har yngre delar av grisetanga høgast konsentrasjon, og er meir sensitive til endringar i metallkonsentrasjonar i vatnet enn eldre delar. I naturen har ein funne at konsentrasjonen av kopar minkar i yngre delar av thallus ved ein reduksjon i tilførslar av kopar eller ved auka vassutskifting i vassøyla (Stengel & Dring 2005). Sidan grisetang ikkje berre dannar nye skot og blærer ytst kvart år, men også dannar eit nytt ytre cellelag (epidermisceller) årleg også på dei gamle skota, kan dette resultere i at nyare ureining også kan påverke eldre skot.

Femte årssegment av grisetanga er frå 2005, og inneheldt om lag like mykje kopar som segmenta frå 2006 og 2007. Blæra som vart danna i 2005, har fått fire nye cellelag fram mot 2009, som alle kan ha teke opp kopar. Desse resultata syner såleis ikkje at det også må ha vore tilsvarende store utslepp av kopar før Selstad notvaskeri starta opp vinteren 2006, men ein kan heller ikkje utelukke dette. Dei lågare verdiane frå blærer som vart danna i 2009, tyder imidlertid på at det har vore mindre tilførslar av kopar det siste året, og også blærene frå 2008 hadde noko lågare innhald enn dei eldste.

## BLÅSKJEL OG ALBOGESNEGL

Det vart registrert høge konsentrasjonar av kopar i blåskjel og albogesnegl. Høgast koparinnhald vart funne i blåskjel rett nord for Selstad notvaskeri, tilsvarende tilstandsklasse IV = "sterkt forurenset". Ved Ytrøygrend, ca 500 m sør for Selstad notvaskeri, var konsentrasjonane noko lågare, tilsvarende tilstandsklasse III = "Markert forurenset". Ved sjølve notvaskeriet var det for få blåskjel til at ein kunne få ein analyse. På stasjon 4 i Kårøyosen, ca 300 m nord for Selstad notvaskeri hadde albogesneglane eit innhald av kopar litt over antatt høgaste bakgrunnsnivå, medan innhaldet var 4-5 gonger antatt bakgrunnsnivå ved utløpet av Lundsholet, ca 300 m sør aust for notvaskeriet.

Innhaldet av kopar i blåskjel og albogesnegl på dei fire stadane rundt notvaskeriet synter jamt over same mønster som ureininga av grisetanga, med avtakande konsentrasjonar til større avstand frå notvaskeriet. Unntaket var for albogesneglane, der dei to stasjonane låg om lag like langt frå Selstad AS, men hadde nokså ulike verdiane. Noko av dette kan truleg forklaast ved at stasjonen nord i Kårøyosen ligg ope til, og eventuell ureining som kjem sørfrå vil bli fortynna ein god del. Ved utløpet av Lundsholet er det berre ein trøng kanal, og ei eventuell ureining som kjem med straumen frå området ved Selstad AS vil i liten grad bli fortynna før etter at utløpet er passert. Ein kan ikkje utelukke at ureininga sør i Lundsholet skuldast andre kjelder i området. Det har tidlegare vore båtslipp med potensielle utslepp av kopar i Lundsholet og dette kan ha hatt ein påverknad.

I høve til blåskjel som vart samla inn både i mai og juni 2009, er det tydeleg at det har vore koparutslepp i nyare tid. I motsetnad til grisetang har blåskjel ei evne til å regulere opptak av kopar, spesielt ved eksponering for moderate konsentrasjonar, og dei er såleis mindre gode indikatorar når eksponering skjer periodevis. Det vil seie at i ein periode utan utslepp eller eksponering av t.d. kopar, har blåskjel evna til å kvitte seg med ein del av ureininga (Johnsen mfl. 1996, Molvær mfl. 2007). Då det framleis var høge verdiar av kopar i både blåskjel og albogesnegl anno 2009, tyder dette på at det framleis er tilførslar av kopar til vassmassane i området, eller at ein har hatt så store tilførslar nyleg at skjela enno ikkje har klart å kvitte seg med ureininga. Albogeskjel har ikkje same evna til regulering av kopar som blåskjel (Knutzen 1986).

## FISK

Det vart funne kopar i torskefisk fanga frå to lokalitetar i sjøområdet ved Ytrøy. Det vart registrert høgast innhald av kopar i lever, og verdien var høgast ved notvaskeriet, medan innhaldet av kopar i muskelprøver var høgare i Øyasund. Verdiane i muskelvev var relativt låge, og koparkonsentrasjonar er ofte høgare i lever enn muskelvev (Neff 2002). Torsk er følsam for akkumulering av kvikksølv og dette er det einaste metallet som inngår i SFT sitt system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al 1997). Det er dermed vanskeleg å vurdere verdiane av kopar funne i lever og muskel av torsk, men kopar finst vanlegvis i svært små mengder med om lag 0,02 mg Cu/100g (NIFES). Det vart registrert 0,018 og 0,037 mg Cu /100g ved høvesvis Selstad AS og Øyasund, og dette syner at det er noko ureining av kopar i området, men konsentrasjonane er nær naturleg bakgrunn, og moglege utslepp frå notvaskeriet kan ikkje åleine forklare variasjonen i innhald av kopar i torsk.

## RISIKOVURDERING

Ei risikovurdering skal beskrive risikoene for miljø- eller helseskade som den aktuelle ureininga utgjer, og skal avgjere om risikoen er akseptabel eller ikkje. Dette vert utført i tre trinn i høve til SFT sin vgleiar TA 2230 (SFT 2007b).

### TRINN 1

**Trinn 1** omhandlar kun risiko for økologiske effektar, og det er utarbeida grenseverdier for 45 einskilde stoff og stoffgrupper, der verdiane samsvarar med grensa mellom tilstandsklasse II og III i SFT sitt reviderte system for miljøkvalitetsklassifisering av marine sediment TA 2229 (SFT 2007a).

Sjøområda ved Ytrøy i Solund kommune har altfor høge verdiar av kopar i sedimenta, i grisetang og i skjel. Dette gjeld særleg områda ved Selstad notvaskeri og 3-400 m lenger nord på Lundøy, men dei nyaste og øvste sedimentlaga både sør og nord i Kårøyosen hadde også for høge verdiar (**tabell 10**). Økosystema er også tydeleg skadd på dei mest ureina stadane.

**Tabell 10.** SFT klassifikasjon av resultata for koparinnhald i sediment, grisetang og skjel frå sjøområda ved Ytrøy i Solund kommune.

Innsamlingsstad	Kopar i sediment			Kopar i årssegment av grisetang					Kopar i skjel
	0-2cm	2-5cm	5-10cm	2009	2008	2007	2006	2005	
Ved Selstad AS	V	V	III	IV	V	V	V	V	-
Ved Lundøy	-	-	-	IV	IV	IV	V	IV	IV
Kårøyosen sør	IV	II	I	III	IV	IV	IV	IV	III
Kårøyosen nord	IV	II	II	III	III	III	III	III	-

Det er ikkje gjennomført toksisitetstest på algar frå prøver av porevatnet frå det aktuelle sedimentet. Johnsen mfl (1996) fann at innhald av kopar i porevatnet var avhengig av elektrodepotensialet i sedimentet, og at kopar i sterkt anoksiske sediment ofte var bunden opp som tungtløyseleg koparsulfid. Dei utførte også giftigheitstestar på algar ved aukande konsentrasjonar av kopar i vekstmediet, og fann at kopar hemma veksten sjølv ved låge konsentrasjonar i vatnet.

Konklusjonen på **trinn 1** er at ureininga har hatt store økologiske effektar, og ein går vidare til **trinn 2** for å vurdere risiko for helseskade på menneske.

## TRINN 2

**Trinn 2** har som mål å fastslå om ein må vurdere tiltak eller om risikoen for skade på miljø eller helse i samband med dei ureina sedimenta der dei ligg er akseptabel. Dette gjeld:

- Risiko for spreiling av miljøgifter
- Risiko for human helse – knytta til bruk av områda – for blant anna bading og fritidsfiske
- Risiko for økosystema

Dersom trinn 2 syner at risikoen frå sedimenta er uakseptabel, skal trinn 3 gjennomførast.

SFT har utarbeidd eit omfattande opplegg for å kunne gjennomføre denne vurderinga i detalj, med eit tilhøyrande omfattande formelverk basert på ei rad med forutsetnader. Dette er ikkje gjennomført i detalj i denne samanheng.

### Risiko for spreiling av sediment

Det er oppkvervling frå propellvatn under skipsmanøvrering som er den viktigaste transportmekanismen for spreiling av sediment. Ein reknar at propellgenerert erosjon frå middels store fartøy førekjem ned til vassdjupner på om lag 20 m. Sjøbassenget ved Selstad AS er 22 m på det djupaste, så det aller meste av dette arealet ligg grunnare enn 20 m. Sedimenta er også finkorna, og sjøområda antas å ha gode straumtilhøve i overflatevassmassane. Kyststraumen og tidevassbølgja går nordover, slik at hovudstraumen går mot nord. Når tidevassbølgja har passert, kan ein også vente at det periodevis er noko svakare vassstraum mot sør. Tilsaman vert det vurdert å vere **stor risiko for spreiling av kopar bunden til dei finkorna sedimenta**. Resultata syner også at ureininga var nest høgast ved Lundøy om lag 3-400 nord for notvaskeriet.

### Risiko for human eksponering

Dette vert vurdert ut frå aktuelle transportvegar til menneske etter korleis eit område med ureina sediment vert nytta. Den viktigaste eksponeringsvegen er via konsum av fisk og skaldyr, men inntak av og kontakt med ureina sediment og vatn er også aktuelt der det kan vere ein del rekreasjon og bading.

Dei ureina sedimenta ligg så djupt at det ikkje er naturleg at badande kjem i kontakt med dette. Vidare er vassutskiftinga i området sannsynlegvis meget god, slik at konsentrasjonane i vatnet er liten. Det er difor eksponering frå inntak av fisk og skaldyr som vil vere den viktigaste eksponeringsvegen for kopar.

#### Berekning 1 (frå Faktaboks 12 i SFTs TA 2230)

$$IEI_f = \frac{DI_f * KE_f * af * C_{fisk}}{KV} = \frac{0,028 * 0,5 * 1 * 0,27}{15} = 0,000252 \text{ mg Cu / kg / dag for born}$$

$$IEI_f = \frac{DI_f * KE_f * af * C_{fisk}}{KV} = \frac{0,138 * 0,5 * 1 * 0,27}{70} = 0,00026 \text{ mg Cu / kg / dag for vaksne}$$

$IEI_f$  = indirekte eksponering via inntak av fisk og skaldyr (mg/kg/dag)

$DI_f$  = dagleg inntak av fisk og skaldyr: Born 0,028 kg vv/dag og vaksne 0,138 kg vv/dag

$KE_f$  = kontaminert fraksjon, her satt til 0,5

$af$  = absorpsjonsfaktor = 1

$C_{fisk}$  = målt konsentrasjon i fisk, 0,18 mg Cu/kg ved Selstad AS og 0,37 Øyasund = snitt 0,27 mg Cu/kg

$KV$  = kroppsvekt born = 15 kg, voksen = 70 kg

$$\text{DOSE} = \frac{1}{70} * (6 * IEI_{fborn} + 64 * * IEI_{fvaksne}) = 0,00025 \text{ mg Cu / kg / dag}$$

$\text{DOSE}$  = gjennomsnittleg livstids dagleg eksponering

Sidan innhaldet av kopar i muskel frå torskefisk ligg om lag ved venta bakgrunnsnivå, er ikkje denne berekna livstidsdosen på 0,25 µg Cu/kg/dag anteke å vere høg. Det er såleis ikkje grunn til å avgrense inntak av fisk i dette området, men blåskjell frå nærområda til notvaskeriet bør ikkje konsumerast av menneske. Inntil ein har analysert innhald av kopar i eventuelle andre organismar i området, som t.d. botnfisk og krabbe, bør ein ikkje konsumere desse.

Ei samla vurdering tilseier at det er *liten risiko for human helse knytta til eksponering for dei ureina sedimenta. Tiltak er difor ikkje nødvendig.*

### Risiko for økosystema

Økosystemet vert påverka av miljøgifter på ulike måtar, men eksisterande kunnskap om desse tilhøva er særsmangfull. Retningslinene har som prinsipielt mål å beskytte minst 95 % av artane i eit økosystem, sjølv ved lang tids eksponering. Risiko for skade på økosystema er akseptabel dersom minst 95 % av artane ikkje vert påverka.

Ved notvaskeriet var det ikkje levelege tilhøve for blautbotnfauna, og i nærområda vart det berre funne avgrensa mengder med særskilt ureingstolerante artar også eit stykke unna. Transektdykka syner store miljøskadar på marint naturmiljø ved notvaskeriet og lenger nord på Lundøyna.

Ei samla vurdering tilseier at det er *omfattande skadar på økosystema grunna eksponering for koparureininga.*

## TRINN 3

**Trinn 3** kan innehalde ei tiltaksverdning og ei samla risikovurdering som ein kombinasjon av **sannsynlegheita** for at ei hending skal skje og **konsekvensen** av at hendinga verkeleg skjer. I denne samanhanga er det lagt vekt på at hendinga – ureininga – har skjedd og at konsekvensane i all hovudsak utgjer lokale og omfattande skadar på økosystema. Det vert ansett å vere liten risiko for at ureininga skal ha skadeverknad for menneske i områda, samstundes med at det kan synast som om omfanget av ureininga allereie er sterkt redusert siste året.

### Avbøtande tiltak

Det er sidan oppstarten av Selstad AS notvaskeri gjort ei rekke med tiltak for å avgrense tilførslar av kopar til sjøområda, men framleis kan det tenkast tiltak selskapet åleine ikkje rår med. Dette gjeld mellom anna at oppdrettarane framleis spylar nøtene for organisk materiale rett på sjøen utanfor anlegget. I tillegg vert sjølege industriområdet nytta av fleire oppdrettarar som base til lagring av nøter utan å hindre avrenning til sjø.

- Det bør gjennomførast tiltak på heile industriområdet som hindrar avrenning til sjø
- Det bør etablerast prosedyrer for miljøriktig handsaming av nøtene for heile handteringsprosessen av nøtene i området

### Oppfølgjande granskinger

Dersom utsleppa av kopar verkeleg er redusert det siste året, kan ein følgje situasjonen gjennom granskinger av dei same lokalitetane for å sjå på moglege verknadar av dette. I første omgang kan undersøkinga av grisetang repeterast, og etter nokre år kan også meir omfattande granskinger gjennomførast for å vurdere i kva grad økosistema er i stand til å restituere seg.

## REFERANSAR

- JOHNSEN, M.T., SCHAAANNING, M.; HYLLAND, K. 1996.  
Koparbelastning i forbindelse med vasking og impregnering av fiskenøter.  
NIVA. Rapport nr 3483-96. 51 s.
- KNUTZEN, J. 1986.  
Bakgrunnsnivåer av metaller i strandsnegl (*Littorina* spp.), albuskjell (*Patella vulgata*) og purpursnegl (*Nucella lapillus*).  
NIVA. Rapport nr O-85167. 30 s.
- 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.
- NEFF, J.M 2002  
Bioaccumulation in marine organisms. Effect of contaminants from oil well produced water.  
Elsevier Science, Oxford. 452 pp.
- NORSK STANDARD NS-EN ISO 5667-19:2004  
Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder  
Standard Norge, 14 sider
- NORSK STANDARD NS-EN ISO 19493:2007  
Vannundersøkelse - Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn  
Standard Norge, 21 sider
- NORSK STANDARD NS-EN ISO 16665:2005  
Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna  
Standard Norge, 21 sider
- RUENESS, J. 1977.  
Norsk algeflora.  
Universitetsforlaget, Oslo, Bergen, Tromsø, 266 pp.
- RUENESS, J. 1985.  
Japansk drivtang- *Sargassum muticum* – Biologisk forurensing av europeiske farvann. – *Blyttia* 43: 71-74.
- RYGG, B. 2002  
Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway.  
NIVA . Rapport nr 40114. 32 s.
- SFT 2007a  
Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann –  
Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter  
SFT-veileder TA-2229, ISBN-nummer 978-82-7655-537-0, 12 sider.
- SFT 2007b  
Veileder for risikovurdering av forurenset sediment  
SFT-veileder TA-2230, ISBN-nummer 978-82-7655-538-7, 65 sider.

SFT 2007c

Bakgrunnsdokumenter til veiledere for risikovurdering av forurenset sediment og for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter  
SFT-veileder TA-2231, ISBN-nummer 978-82-7655-539-4, 204 sider.

SHANNON, C.E. & W. WEAVER 1949.

The mathematical theory of communication.  
University of Illinoian Press, Urbana, 117 s

STENGEL, D.B. & DRING, J.M. 2000.

Copper and iron concentrations in *Ascophyllum nodosum* (Fucales, Phaeophyta) from different sites in Ireland and after culture experiments in relation to thallus age and epiphytism  
Journal of experimental marine biology and ecology. Vol. 246, pp. 145-161

TVERANGER, B. & G.H. JOHNSEN 2002.

Miljøvurdering av utslipp fra notvasker/notimpregnering på Serklau på Moster, Bømlo kommune. Rådgivende Biologer AS, rapport nr 576, ISBN 82-7658-384-9, 13 sider.

ÅSEN, P.A. 1980.

Illustrert algeflosa.  
Cappelen. 63 s.

Internettkjelder

[www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)

[www.nifes.no](http://www.nifes.no) –næringsinnhold i torsk

## VEDLEGGSTABELLAR

**Tabell 11.** Analyseresultat sedimentprøver, tørrstoff i %. Analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS.

Innsamlingsstad	0-2 cm djupne				2-5 cm djupne				5-10 cm djupne			
	1	2	3	snitt	1	2	3	snitt	1	2	3	snitt
C1 Ved Selstad AS	13,6	12,9	26,0	17,5	17,5	17,2	14,0	16,2	34,2	26,0	29,7	30,0
C2 Kårøyosen sør	13,0	13,1	13,5	13,2	15,5	14,6	16,1	15,4	18,3	18,4	17,8	18,2
C3 Kårøyosen nord	15,6	16,9	17,5	16,7	16,2	18,4	16,6	17,1	19,3	19,4	18,4	19,0

**Tabell 12.** Analyseresultat sedimentprøver, koparinhald i mg Cu / kg. Analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS. Resultata er klassifisert i høve til SFT (2007) sin klassifisering – synt med fargekodane under.

Innsamlingsstad	0-2 cm djupne				2-5 cm djupne				5-10 cm djupne			
	1	2	3	snitt	1	2	3	snitt	1	2	3	snitt
C1 Ved Selstad AS	6300	2400	7800	5500	300	360	290	317	56	58	45	53
C2 Kårøyosen sør	56	57	57	57	40	45	36	40	33	34	31	33
C3 Kårøyosen nord	65	76	62	68	57	43	46	49	37	38	36	37

I = "bakgrunn" < 35 mg Cu / kg	II = "god" 35 – 51 mg Cu/kg	III = "moderat" 51 – 55 mg Cu/kg	IV = "dårlig" 55-220 mg Cu/kg	V = "svært dårlig" > 220 mg Cu/kg
-----------------------------------	--------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------

**Tabell 13.** Analyseresultat biologiske prøver av tang (mg Cu/kg våtvekt). Analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet Eurofins Analycen AS i Moss.

Innsamlingsstad/Årskot	2009	2008	2007	2006	2005
T1 Ytrøygrend	7,3	19	28	31	30
T2 Lundøy	33	49	54	53	50
T3 Selstad notvaskeri	28	66	89	89	89
T4 Kårøyosen nord	6,2	9,1	10	11	9,6

**Tabell 14.** Analyseresultat biologiske prøver av tang (mg Cu/kg tørrvekt). Analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet Eurofins Analycen AS i Moss. Resultata er klassifisert i høve til SFT (1997) sin klassifisering av ureiningsgrad – synt med fagekodane under.

Innsamlingsstad/Årskot	2009	2008	2007	2006	2005
T1 Ytrøygrend	24,6	52,2	75,2	83,3	79,6
T2 Lundøy	115,4	144,1	147,5	162,3	129,2
T3 Selstad notvaskeri	105,3	202,5	238,6	228,8	237,3
T4 Kårøyosen nord	15,2	21,4	22,8	25,5	23,4

I = "ubetydelig" < 5 mg Cu / kg	II = "moderat" 5 – 15 mg Cu/kg	III = "moderat" 15 – 50 mg Cu/kg	IV = "sterkt" 50-150 mg Cu/kg	V = "meget sterkt" > 150 mg Cu/kg
------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------

**Tabell 15.** Analyseresultat biologiske prøver av blåskjel og albogesnegl (mg Cu/kg tørrvekt)  
Analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet Eurofins Analycen AS i Moss. Blåskjel er klassifisert i høve til SFT (1997) sin klassifisering av ureiningsgrad – synt med fargekodane under.

Innsamlingsstad	Blåskjel	Albogesnegl
St. 2 Lundøy	113,4	-
St. 3 Ytrøygrend	41,8	-
St. 4 Kårøyosen nord	-	25,5
St. 5 Lundsholet	-	90

I = "ubetydelig" < 10 mg Cu / kg	II = "moderat" 10 - 30 mg Cu/kg	III = "moderat" 30 - 100 mg Cu/kg	IV = "sterkt" 100-200 mg Cu/kg	V = "meget sterkt" > 150 mg Cu/kg
-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

**Tabell 16.** Transektdykk granskningar på hardbotn den 18. juni 2009 ved T1 Ytrøygrend i Solund kommune. Registrering av makroalgar og makrofauna (>1 mm) vert angitt som 1 = enkeltfunn, 2 = spreidde førekommstar, 3 = vanleg og 4 = dominerande. + Artar som vart identifisert i ettertid eller kun registrert som tilstades i felt. Prøvetaking og artsbestemming er utført av M. Sc Mette Eilertsen.

St.	Taxa	Djup (m)	0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
<b>CHLOROPHYTA - grønalgar</b>												
T1	<i>Cladophora</i> sp.	2	3	3	3		1	2	2	-	-	-
T1	<i>Cladophora rupestris</i>	2	1							-	-	-
T1	<i>Rhizoclonium riparium</i>						+			-	-	-
T1	<i>Ulva lactuca</i>	2								-	-	-
<b>PHAEOPHYCAEA - brunalgar</b>												
T1	<i>Laminaria digitata</i>	1								-	-	-
T1	<i>Laminaria hyperborea</i>	3	3	2		3		2		-	-	-
T1	<i>Saccharina latissima</i>		1	3	3					-	-	-
T1	<i>Fucus serratus</i>	3	1							-	-	-
T1	<i>Ascophyllum nodosum</i>	1								-	-	-
T1	<i>Desmarestia viridis</i>	2	2	2	2		2	2		-	-	-
T1	<i>Desmarestia aculeata</i>			2	2					-	-	-
T1	<i>Sphacelaria plumosa</i>		1	1	1		2	+		-	-	-
T1	<i>Sphacelaria</i> sp.								+			
T1	<i>Stictyosiphon tortilis</i>			1	1		+	+	3	-	-	-
T1	<i>Stictyosiphon soriferus</i>				1		+			-	-	-
T1	<i>Chorda filum</i>		1	1	1				+	-	-	-
T1	<i>Spermatocnus paradoxus</i>			2	2		2	+	2	-	-	-
T1	<i>Cladostephus spongiosus</i>			1	1				+	-	-	-
T1	<i>Asperococcus bullosus</i>	1		1	1		1	1		-	-	-
T1	<i>Mesogloia vermiculata</i>								+			
T1	<i>Spongonema tomentosum</i>		1	2			+	1		-	-	-
T1	<i>Pylaiella littoralis</i>								+			
T1	<i>Ectocarpus</i> sp.			+	+				+	-	-	-
T1	<i>Elachista fucicola</i>	2								-	-	-
<b>RHODOPHYTA – raudalgar</b>												
T1	<i>Coccotylus truncatus</i>			1	1		+	1		-	-	-
T1	<i>Chondrus crispus</i>		1	1	1					-	-	-
T1	<i>Ceramium rubrum s. lat.</i>	1	1	2	2		2	2		-	-	-
T1	<i>Ceramium cimbricum</i>								+	-	-	-
T1	<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	1	2	2	2		2			-	-	-
T1	<i>Polyides rotundus</i>			1	1		1			-	-	-
T1	<i>Corallina officinalis</i>	1	3	2	2		2	1		-	-	-
T1	<i>Rhodomela confervoides</i>									-	-	-
T1	<i>Polysiphonia stricta</i>			1	1				+	-	-	-
T1	<i>Polysiphonia elongata</i>				1					-	-	-
T1	<i>Calliothamnion corymbosum</i>			+	+					-	-	-
T1	<i>Rhodophyllis divaricata</i>					1				-	-	-
T1	<i>Lithothamnion cf. glaciale</i>	2	3	3	3		3	2		-	-	-
<b>FAUNA</b>												
T1	<i>Corallina parallelogramma</i>						2	1	3	-	-	-
T1	<i>Electra pilosa</i>	2	2	2	2		2		+	-	-	-
T1	<i>Membranipora membranacea</i>	2	2	2	2		2			-	-	-
T1	<i>Obelia geniculata</i>		1				1			-	-	-
T1	<i>Laomeda flexuosa</i>	2					+			-	-	-
T1	<i>Hydroides norvegicus</i>						2	1		-	-	-
T1	<i>Mytilus edulis</i>			1	1		+			-	-	-
T1	<i>Caprellidae</i>			+	+				+	-	-	-
T1	<i>Macropodia rostrata</i>									-	-	-
T1	<i>Spirorbis spirorbis</i>				3					-	-	-
T1	<i>Metridium senile</i>				1					-	-	-
T1	<i>Hormantia digitata</i>									-	-	-
T1	<i>Botryllus schlosseri</i>					1	1			-	-	-
T1	<i>Urticina felina</i>		2							-	-	-
T1	<i>Semibalanus balanoides</i>	3								-	-	-

**Tabell 17.** Transektdykk granskinger på hardbotn ved **T2 Lundøyna** den 18. juni 2009 i Solund kommune, Registrering av makroalgar og makrofauna (>1 mm) vert angitt som 1= enkeltfunn, 2= spreidde førekommstar, 3 = vanleg og 4 = dominerande. + Artar som vart identifisert i ettertid eller kun registrert som tilstades i felt. Prøvetaking og artsbestemming er utført av M. Sc Mette Eilertsen

St.	Taxa	Djup (m)	0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
<b>CHLOROPHYTA - grønalgar</b>												
T2	<i>Cladophora</i> sp.		2	2	3	+	3	-	-	-	-	-
T2	<i>Cladophora rupestris</i>		2	2			-	-	-	-	-	-
T2	<i>Ulva intestinalis</i>		1	3			-	-	-	-	-	-
<b>PHAEOPHYCAEA – brunalgar</b>												
T2	<i>Laminaria</i> sp.				1		1	-	-	-	-	-
T2	<i>Saccharina latissima</i>				1		-	-	-	-	-	-
T2	<i>Ascophyllum nodosum</i>	3					-	-	-	-	-	-
T2	<i>Stictyosiphon tortilis</i>				2	+	2	-	-	-	-	-
T2	<i>Stictyosiphon soriferus</i>						1	-	-	-	-	-
T2	<i>Chorda filum</i>		1				1	-	-	-	-	-
T2	<i>Spermatochhus paradoxus</i>				2		-	-	-	-	-	-
T2	<i>Asperococcus bullosus</i>		1				-	-	-	-	-	-
T2	<i>Spongonema tomentosum</i>	1					-	-	-	-	-	-
T2	<i>Ectocarpus</i> sp.		2	3	+		3	-	-	-	-	-
<b>RHODOPHYTA – raudalgar</b>												
T2	<i>Bonnemaisonia hamifera</i>				2			-	-	-	-	-
T2	<i>Chondrus crispus</i>	1					-	-	-	-	-	-
T2	<i>Ceramium rubrum s. lat.</i>		2				-	-	-	-	-	-
T2	<i>Corallina officinalis</i>		1				-	-	-	-	-	-
T2	<i>Lithothamnion cf. glaciale</i>	3	2	2	2		2	2	-	-	-	-
<b>FAUNA</b>												
T2	<i>Balanus balanus</i>						1	-	-	-	-	-
T2	<i>Henricia</i> sp.							1	-	-	-	-
T2	<i>Urticina felina</i>			1				-	-	-	-	-

**Tabell 18.** Transektdykk granskinger på hardbotn ved T3 Selstad notvaskeri den 17. juni 2009 i Solund kommune. Registrering av makroalgar og makrofauna (>1 mm) vert angitt som 1 = enkeltfunn, 2 = spreidde førekomstar, 3 = vanleg og 4 = dominerande. + Artar som vart identifisert i ettertid eller kun registrert som tilstades i felt. Prøvetaking og artsbestemming er utført av M. Sc Mette Eilertsen

St.	Taxa	Djup (m)	0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
<b>CHLOROPHYTA - grønalgar</b>												
T3	<i>Cladophora</i> sp.			1							2	
T3	<i>Rhizoclonium riparium</i>		1	1								
T3	<i>Ulva linza</i>				1							
T3	<i>Ulva intestinalis</i>		3	3								
<b>PHAEOPHYCAEA – brunalgar</b>												
T3	<i>Ascophyllum nodosum</i>		3	2								
T3	<i>Desmarestia viridis</i>			1								
T3	<i>Sphacelaria plumosa</i>									2		
T3	<i>Chorda filum</i>			1								
T3	<i>Petalonia fascia</i>				1	1						
T3	<i>Spermatochonus paradoxus</i>					1						
T3	<i>Pylaiella littoralis</i>		1	1								
T3	<i>Ectocarpus</i> sp.		3	3	3						3	
T3	<i>Ectocarpus siliculosus</i>											
<b>RHODOPHYTA – raudalgar</b>												
T3	<i>Corallina officinalis</i>			1	1		Daudt frå 2-13 m					
T3	<i>Lithothamnion cf. glaciale</i>		2	2	2							
<b>FAUNA</b>												
T3	<i>Littorina littorea</i>		1									
T3	<i>Ectopleura larynx</i>		1	1	1			+			+	
T3	<i>Mytilus edulis</i> juv		1	1								
T3	<i>Obelia geniculata</i>		1	1								
T3	<i>Laomeda flexuosa</i>		1	1								
T3	<i>Semibalanus balanoides</i>		1									

**Tabell 19.** Transektdykk granskinger på hardbotn ved **T4 Kårøyosen nord** den 17. juni 2009 i Solund kommune. Registrering av makroalgar og makrofauna (>1 mm) vert angitt som 1 = enkeltfunn, 2 = spreidde førekommstar, 3 = vanleg og 4 = dominerande. + Artar som vart identifisert i ettertid eller kun registrert som tilstades i felt. Prøvetaking og artsbestemming er utført av M. Sc Mette Eilertsen

St.	Taxa	Djup (m)	0	1	2	3	5	7	9	11	13	15
<b>CHLOROPHYTA - grønalgar</b>												
T4	<i>Cladophora</i> sp.		1	+	+	+	+	1	1			
T4	<i>Cladophora rupestris</i>	2		+								
T4	<i>Spongomorpha aeruginosa</i>									+ +		
T4	<i>Ulva</i> sp.										+ +	
T4	<i>Ulva lactuca</i>					+	1		+			
T4	<i>Ulva intestinalis</i>											
<b>PHAEOPHYCAEA – brunalgar</b>												
T4	<i>Laminaria digitata</i>	2	2									
T4	<i>Laminaria hyperborea</i>	2	2	2								
T4	<i>Saccharina latissima</i>			3	4		4	4	3	3	3	3
T4	<i>Fucus serratus</i>	3	2									
T4	<i>Ascophyllum nodosum</i>	2										
T4	<i>Halidrys siliquosa</i>									1		
T4	<i>Dictyota dichotoma</i>				+							
T4	<i>Desmarestia viridis</i>	2	2	2	2		2	2	2	1	2	+
T4	<i>Desmarestia aculeata</i>		3	3	3		2	2	1		2	2
T4	<i>Sphacelaria plumosa</i>					+	+			1	+	+
T4	<i>Sphacelaria cirrosa</i>		+	+			+	+				
T4	<i>Stictyosiphon tortilis</i>					+	+					
T4	<i>Chorda filum</i>							2	1			
T4	<i>Chordaria flagelliformis</i>								1			
T4	<i>Spermatochnus paradoxus</i>			+	+							
T4	<i>Asperococcus bullosus</i>			1	1	1			1	1	1	
T4	<i>Mesogloia vermiculata</i>					+	+					
T4	<i>Spongonema tomentosum</i>				+	+	+					
<b>RHODOPHYTA – raudalgar</b>												
T4	<i>Coccylus truncatus</i>				1	+	+					
T4	<i>Chondrus crispus</i>		1	1	+		+					
T4	<i>Ceramium rubrum s. lat.</i>	2	2	2	+		+			1	+	2
T4	<i>Ceramium cimbricum</i>		+									
T4	<i>Ceramium diaphanum</i>		+									
T4	<i>Bonnemaisonia hamifera</i>			3	3	1	3	3		3	2	1
T4	<i>Corallina officinalis</i>			+	1	+						
T4	<i>Rhodomela confervoides</i>										+	+
T4	<i>Callophyllis laciniate</i>											1
T4	<i>Chylocladia verticillata</i>			+	+						2	
T4	<i>Cystoclonium purpureum</i>										+	+
T4	<i>Lomentaria clavellosa</i>			+	+		+				+	
T4	<i>Phycodrys rubens</i>			1	1				1	2		2
T4	<i>Polysiphonia</i> sp.							1				
T4	<i>Phyllophora crispa</i>					+						+
T4	<i>Polysiphonia stricta</i>		+								1	
T4	<i>Polysiphonia fucoides</i>			+	1							
T4	<i>Polysiphonia fibrillosa</i>			+	+		+					+
T4	<i>Heterosiphonia japonica</i>			+	+		+				+	+

T4	<i>Pterothamnion plumula</i>											+ +
T4	<i>Rhodophyllis divaricata</i>											
T4	<i>Lithothamnion cf. glaciale</i>	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>FAUNA</b>												
T4	<i>Corralina parallelogramma</i>			1	1	1	2	2	2	2	2	2
T4	<i>Clavelina lepadiformis</i>			1	1	1	1	1	1	1	1	1
T4	<i>Ascidia virginea</i>			1	1	1	1	1	1	1	1	1
T4	<i>Ascidia obliqua</i>											+
T4	<i>Electra pilosa</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
T4	<i>Membranipora membranacea</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
T4	<i>Crisia eburna</i>											2
T4	<i>Obelia geniculata</i>	+	+	1	1	1	2	2	2	1	2	1
T4	<i>Laomeda flexuosa</i>	+	+	1	1	1	2	2	2	1	2	1
T4	<i>Mytilus edulis juv</i>	+	+	+								
T4	<i>Gibbula cineraria</i>			1	1	1						
T4	<i>Caprellidae</i>			+	+	+						
T4	<i>Arenicola marina</i>								1			
T4	<i>Hydroides norveicus</i>	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
T4	<i>Spirorbis spirorbis</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
T4	<i>Circeis spirillum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T4	<i>Asterias rubens</i>									2	1	1
T4	<i>Henricia</i> sp.								1	1		1
T4	<i>Botryllus schlosseri</i>				+							
T4	<i>Rissoa parva</i>		+									
T4	<i>Lineus longissimus</i>				+							
T4	<i>Ophiura albida</i>							1	1	1	1	2