

Kartlegging av bløtbunnsfauna

Ørin Nord, Verdal kommune 2022



Foto: Trondheim Havn IKS

Sammendrag

Sweco Norge AS har på oppdrag fra Verdal kommune gjennomført en kartlegging av bløtbunnsfauna i Ørin Nord. Hovedhensikten med undersøkelsene er å danne et grunnlag for å kunne vurdere hvordan en utvidelse av dagens industriområde kan påvirke naturmangfold og tilstanden i området, og til å vurdere mulige avbøtende tiltak. Kartleggingen er utført i strandsonen i et brakkvannsystem, og er tilpasset metodikken i vannforskriftens klassifiseringssystem og DN Håndbok 19.

Resultatene fra kartleggingen, kombinert med kunnskap fra offentlige databaser, fugleundersøkelser og supplerende litteratur, viser at bløtbunnsområdet i og ved planområdet er en nasjonalt viktig naturtypelokalitet. Kunnskapen som er lagt til grunn i denne vurderingen er naturtypens størrelse, produktionsrate og områdets funksjon for sjeldne arter. Våre beregninger viser samtidig at ca. 23% av naturtypen i vannforekomsten «Verdal Havn» allerede er fylt ut eller forringet som følge av utbygging i strandsonen.

Undersøkelsene viser også at bløtbunnsområdet i Ørin Nord er tydelig påvirket av ferskvannstilførsel fra Verdalselva, og dette legger føringer for artssammensetningen i hele området. Makroalgene og bløtbunnsfaunaen består i stor grad av brakkvanstolerante arter, og antall arter var relativt lavt sammenlignet med bløtbunnsfunn i åpne kystområder. Sammenlignet med andre grunne bløtbunnsområder er artsantallet i deler av utredningsområdet likevel innenfor normalområdet. Undersøkelsene viser derimot at området som er delvis innesluttet av moloen (sone 2) bærer preg av forringelse og en artsfattig bløtbunnsfauna dominert av enkeltarter.

Artssammensetningen i Ørin Nord skiller seg fra tilsvarende undersøkelser ved at det ble påvist svært høy dominans av enkeltarter i deler av området, henholdsvis fåbørstemark (*Oligochaeta*) og mudderfjæresnegl (*Peringia ulvae*). Svært høye antall av forurensningsindikerende fåbørstemark i sone 2 har trolig sammenheng med at området er preget av stedvis oksygenfattig bunnsstrat og potensielt også høyere grad av ferskvannspåvirkning sammenlignet med øvrige deler av utredningsområdet. Forekomst av mygglarver (*Chironomidae larve*) i sone 2 indikerer også at dette området er svært ferskvannspåvirket.

I referanseområdet utenfor moloen (sone 3) var det høy dominans av mudderfjæresnegl. Tette forekomster av fjæremarkhauger, samt intakte blåskjell og strandsnegl antyder likevel at det biologiske samfunnet i sone 3 tilsvarer det som normalt forbindes med brakkvannsdelta under uberørte forhold.

Det ble påvist flest arter i området som er helt innesluttet av moloen (sone 1), men svært få individer av hver art. I tillegg er det påvist noe kjemisk forurensning i området, og moloen danner en konstruksjon som gjør at området har mistet viktige økologiske funksjoner, bla. for fisk.

Systemet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften er ikke gyldig for brakkvannslokalteter, men vi har gjort en faglig vurdering av tilstand basert på tilgjengelig kunnskap etter ønske fra miljøforvaltningen. Oppsummert vurderer vi tilstanden som moderat i sone 1, svært dårlig i sone 2 og god i sone 3. Vurderingen må ansees som veiledende ettersom sammenligningsgrunnlaget for å vurdere hvorvidt artssammensetningen avviker fra naturlig tilstand er veldig svakt

Prosjekt:	Verdal kommune - Ørin Nord Miljøundersøkelser
Prosjektnummer:	10228921-002
Kunde:	Verdal kommune
Rev:	002
Dato:	18.11.2022
Opprettet av:	Kine Øren
Dokumentreferanse	Øren K., Myhre S.K., Esdar L. & Stølan A. (2022). Kartlegging av bløtbunnsfauna, Ørin Nord, Verdal kommune. Sweco Norge AS

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	4
1.1	Bakgrunn for tiltaket.....	4
1.2	Formål med undersøkelsene.....	5
1.3	Resipienten og miljømål	6
2.	Materialer og metoder	7
2.1	Valg av metodikk	7
2.1.1	Vannforskriftens klassifiseringssystem	8
2.1.2	DN Håndbok 19	8
2.2	Feltbeskrivelser	9
2.2.1	Stasjoner og prøvetaking	9
2.2.2	Filtrering og grovsortering	10
2.2.3	Visuelle registreringer.....	11
2.2.4	Støtteparametere	11
2.3	Analyser.....	12
2.3.1	Analyse av bløtbunnsfauna	12
2.3.2	Analyse av støtteparametere	12
2.3.3	Statistisk analyse.....	13
3.	Resultater og diskusjon	13
3.1	Visuelle registreringer.....	13
3.1.1	Utforming	13
3.1.2	Algevekst.....	13
3.1.3	Beskrivelse av sone 1, 2 og 3	14
3.2	Avgrensning og verdivurdering av bløtbunnsområdet.....	17
3.2.1	Oppdatert avgrensning iht. DN Håndbok 19	17
3.2.2	Oppdatert verdivurdering iht. DN Håndbok 19	19
3.3	Fysisk-kjemiske støtteparametere.....	21
3.3.1	Salinitet og temperatur	21
3.3.2	Næring i sedimentet (TOC og TN)	23
3.3.3	Kornfordeling	24
3.4	Indikatorarter	25
3.5	Artsmangfold	27
3.6	Hydromorfologisk støtteparameter	30
3.6.1	Metode og resultater	30
4.	Konklusjon	33
4.1	Artsmangfold og dominante arter	33
4.2	Organisk belastning i sedimentet	33
4.3	Arts sammensetning og indikatorarter	33
5.	Tilstandsklassifisering	34
5.1	Økologisk tilstand	34
5.1.1	Indekser	34
5.1.2	Faglig vurdering.....	35
6.	Referanser.....	37
7.	Vedlegg	38

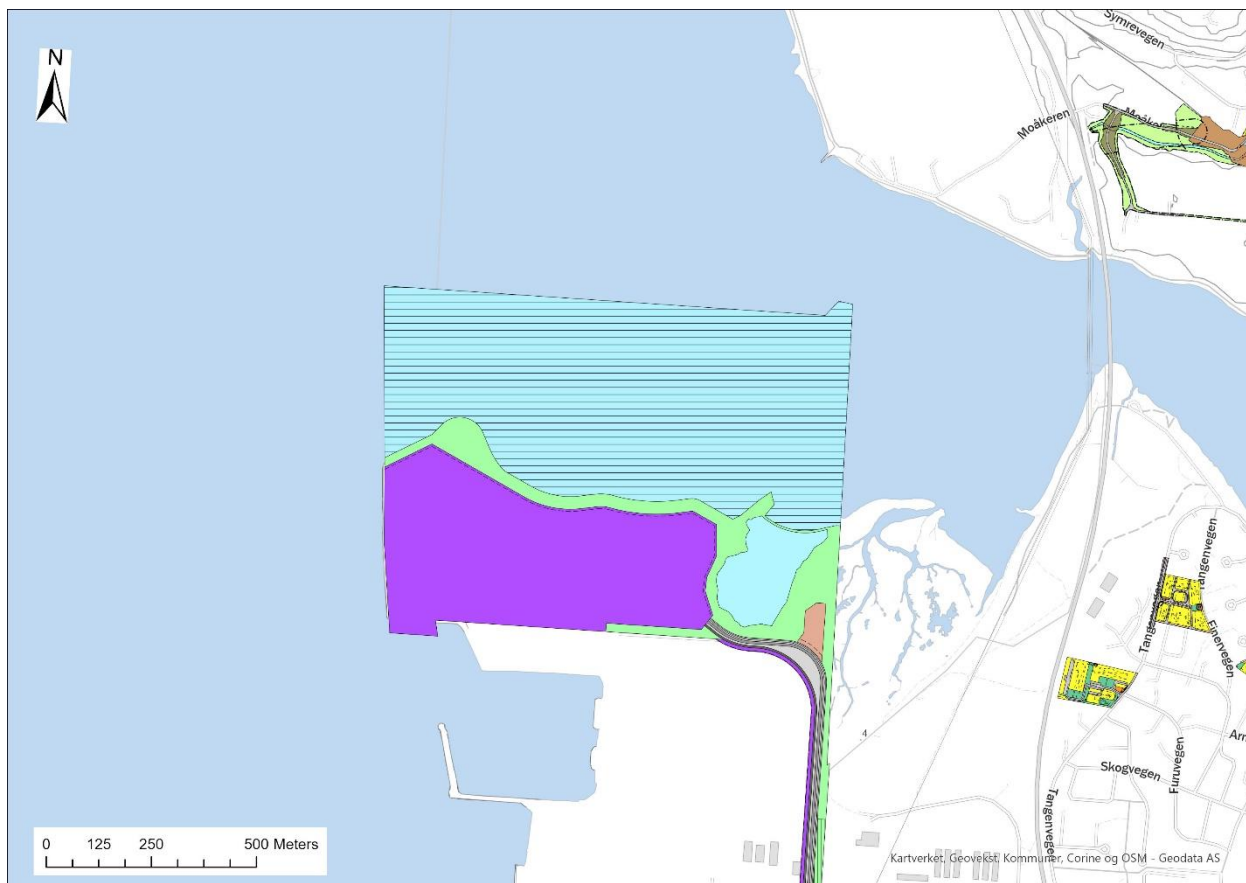
1. Innledning

1.1 Bakgrunn for tiltaket

Ørin Nord er et område regulert til industri og lager i Verdal kommune og som er lokalisert i deltaområdet ved utløpet til Verdalselva. Samtidig ligger Ørin Nord like ved Verdal industripark, som i dag er Norges tredje største industripark og omfatter nærmere 200 bedrifter som til sammen sysselsetter 3100 personer. Aker Solutions er den klart største i omsetning og antall ansatte, og bedriftens aktivitet er av svært stor betydning for Verdalsamfunnet og hele regionen. Bedriften ønsker å bli konkurransedyktig i «det grønne skiftet» og planlegger nå omstilling av produksjonen for å kunne bygge konstruksjoner rettet mot bla. havvind og oppdrett.

Ny produksjonsvirksomhet hos Aker Solutions vil medføre behov for mer areal i nær fremtid. I flatereguleringsplanen som ble vedtatt i 2007 er deler av området i Ørin Nord regulert til industri/lager, og planen hjemler mulighet til å søke utfylling av sjøarealene avsatt til dette formålet (Figur 1.1).

Som en del av videre utvikling av industriområdet har Verdal kommune nå planlagt å gjennomføre utfylling i sjø innenfor planområdet. Utfyllingen er planlagt å foregå i 2 trinn, hvor det i første omgang vil fylles ut i vestlig del av planområdet (området som er helt innesluttet av moloen). Deretter er det planlagt å fylle ut i østlig del av området som er regulert for utfylling.



Figur 1.1: Kartillustrasjon av flatereguleringsplan for Ørin Nord ved utløpet av Verdalselva. Lilla areal er området regulert for utfylling (Kommunene - kommuneplaner, 2022). Målestokk 1:10000.

1.2 Formål med undersøkelsene

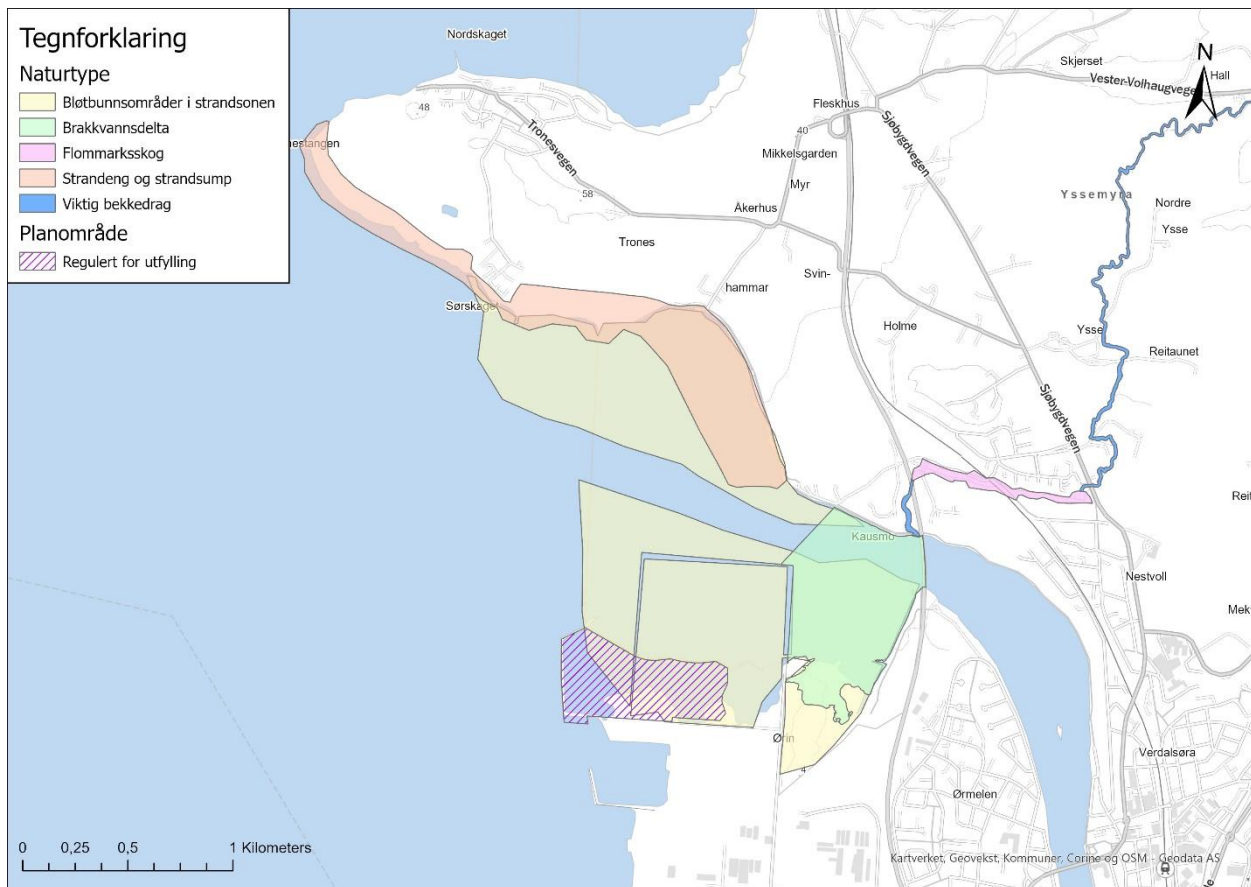
Sweco har utført en kartlegging av bløtbunnsfauna i og ved planområdet fordi dagens kunnskapsgrunnlag er for svakt til å vurdere en eventuell påvirkning på naturverdier som følge av utfyllinger.

Det er registrert to svært viktige lokaliteter av naturtypen «bløtbunnsområder i strandsonen» i utløpet av verdalselva, hvorav den ene lokaliteten er delvis innenfor planområdet (Figur 1.2). Verdivurderingen «svært viktig» betyr at naturtypen er vurdert å ha nasjonal verdi (A-lokaliteter). Denne verdivurderingen favner generelt større sammenhengende områder med viktige økologiske funksjoner, sjeldne naturtyper og stor betydning for rødlistede arter.

I naturbase er naturtypen avgrenset vha. ortofoto og terrengmodeller som en del av Nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold – kyst, og er ikke undersøkt i felt tidligere. Verdisettingen er basert på at det er et stort bløtbunnsområde (> 500 000 m²). Det er for omfattende i dette prosjektet å kartlegge bløtbunnsfauna i hele denne lokaliteten, men arealet innenfor planområdet, samt et referanseområde utenfor moloen er omfattet av undersøkelsene.

Det er også registrert svært viktige naturtypelokaliteter av «brakkvannsdelta» og «strandeng og strandsump» i øvrige deler av deltaområdet. Likevel er det kun naturtypen «bløtbunnsområde i strandsonen» som blir direkte berørt av eventuelle tiltak i planområdet. Omfanget av kartleggingen er derfor begrenset til bløtbunnsområdet i og ved planområdet.

Kartleggingen skal bidra til å vurdere mulig påvirkning på naturmangfold og økologisk funksjon i området som følge av de planlagte tiltakene i sjø, og til å vurdere mulige avbøtende tiltak. Denne rapporten bidrar samtidig til å oppfylle kravene i vannforskriften og naturmangfoldloven når det gjelder kunnskap om berørte naturverdier og tilstand i vannforekomstene. Resultatene i denne rapporten inngår i en samlet konsekvensutredning av selve utfyllingstiltaket hvor flere temaer knyttet til naturmangfold er nærmere omtalt (Sweco, 2022).



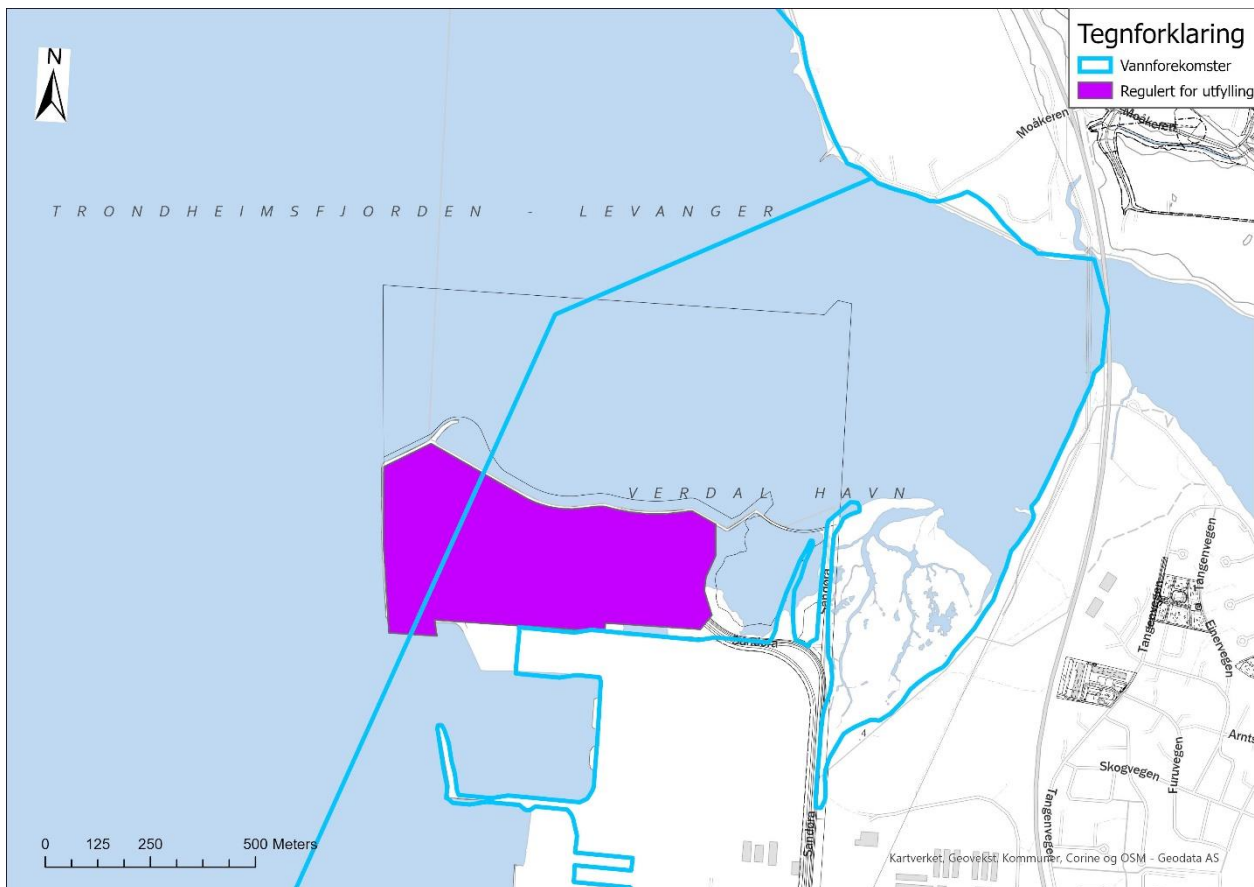
Figur 1.2: Registrerte naturtyper i og ved planområdet Ørin Nord i utløpet av Verdalseelva. Det er registrert to naturtypelokaliteter for bløtbunn i strandsonen (gule arealer), én sør i deltaområdet (ID BM00120407) og én nord i deltaområdet (ID BM00120408). I tillegg er det registrert naturtypene brakkvannsdelta og strandeng/strandsump i elvosen. Kilde: Miljødirektoratet/Naturtyper – DN Håndbok 13 og 19. Målestokk 1:20000.

1.3 Resipienten og miljømål

Planområdet ligger innenfor vannforekomstene «Verdal havn» (vannforekomst-ID: 0320041200-4-C) og «Trondheimsfjorden – Levanger» (vannforekomst-ID: 0320041200-10-C) (Figur 1.3). Begge vannforekomstene er karakterisert som beskyttet kyst/fjord og inngår i økoregion Norskehavet Sør (Direktoratsgruppen for vannforvaltning, 2022a; Direktoratgruppen for vannforvaltning, 2022b).

For «Verdal havn» er det satt mål om å oppnå god kjemisk og økologisk tilstand innen 2027 iht. miljømålene i vannforskriften. Dagens økologiske tilstand er satt til god og kjemisk tilstand er satt til udefinert, men presisjonen for begge klassifiseringene er lav grunnet manglende datagrunnlag. Oppdaterte vurderinger av økologisk tilstand er nærmere omtalt i kapittel 5. I tillegg er det utført kartlegging av kjemisk forurensning i området som skal bidra til å styrke kunnskapsgrunnlaget om kjemisk tilstand (Sweco, 2021a; Sweco, 2021b).

For «Trondheimsfjorden – Levanger» er det satt mål om å oppnå god kjemisk tilstand og svært god økologisk tilstand innen 2027 iht. miljømålene i vannforskriften. Dagens økologiske tilstand er satt til moderat som følge av moderat tilstand på kvalitetselementet ålegress som ble undersøkt i 2021. Kjemisk tilstand er satt til udefinert grunnet manglende datagrunnlag.



Figur 1.3: Illustrert plassering av planområdet regulert for utfylling i Ørin Nord og grensene for vannforekomstene «Verdal havn» og «Trondheimsfjorden – levanger». Målestokk 1:10000.

2. Materialer og metoder

2.1 Valg av metodikk

Det er generelt gjennomført få undersøkelser av bløtbunnsfauna i littoralsonen (fjæresonen) på landsbasis, i motsetning til sublittoralen som rutinemessig inngår i miljøundersøkelser iht. vannforskriftens klassifiseringssystem (Veileder 02:2018 rev., 2020). Således er det heller ingen standardisert metodikk for feltinnsamling og behandling og tolkning av resultater. Metoden beskrevet i denne rapporten er basert på overførbare elementer fra NS 16665¹ og vannforskriftens klassifiseringssystem. I tillegg har vi brukt liknende fremgangsmetode som tidligere kartlegginger av bløtbunnsfauna i strandsonen ved tilsvarende lokaliteter (Øxnevad, et al., 2017; Haugen, 2016; Brkljacic, Borgersen, Gitmark, Rinde, & Tveiten, 2016).

Videre har vi registrert informasjon som kan brukes til supplerende vurderinger av allerede kartlagte og verdivurderte marine naturtyper (bløtbunnsområde i strandsonen) iht. DN Håndbok 19 (Miljødirektoratet, 2007; NIVA, 2020). Se avsnitt 2.1.1 og 2.1.2 for nærmere beskrivelse av vurderinger som er gjort av eksisterende veiledninger og rapporteringssystem for kartlegging av bløtbunnsystemer.

Samtidig som valgt metodikk er tilpasset kriterier i eksisterende veiledninger og rapporteringssystem er kartleggingen tilpasset slik at vi får nødvendig kunnskap om påvirkning fra det aktuelle tiltaket.

¹ Guidelines for sampling and processing of marine soft-bottom fauna (NS 16665:2014)

Artssammensetningen for bløtbunnsfauna og fysiske støtteparametere skal gi en orientering om tilstanden og eventuelle forskjeller mellom området innenfor moloen (tiltaksområdet) og utenfor moloen (referanseområdet). Dette har påvirket stasjonsplassering og størrelsen på utredningsområdet.

2.1.1 Vannforskriftens klassifiseringssystem

Hovedprinsippet for Vannforskriftens klassifiseringssystem er at økologisk tilstand i en vannforekomst skal klassifiseres på grunnlag av biologiske kvalitetselementer, med fysiske og kjemiske forhold som støtteparametere (Veileder 02:2018 rev., 2020). Minstekravet er at det biologiske kvalitetselementet som er «mest sensitivt for den gitte påvirkningen» skal overvåkes, sammen med relevante støtteparametere.

For økoregion «Norskehavet Sør» og vanntypen «beskyttet kyst/fjord», som både Verdals havn og Trondheimsfjorden karakteriseres under (se avsnitt 1.3), finnes det klassegrenser for følgende «biologiske kvalitetselementer»:

- a) Planteplankton
- b) Makroalger
- c) Bløtbunnsfauna

Ettersom tiltaket i dette tilfellet vil gjøre beslag på arealer med naturtypen «bløtbunn i strandsonen» anser vi bløtbunnsfauna som det biologiske kvalitetselementet som er mest sensitivt for den gitte påvirkningen. Samtidig vil vi understreke at klassifiseringssystemet er beregnet for prøvetaking av marine system og dybder >10 m som prøvetas med grabb. Planområdet i Ørin Nord er lokalisert i fjæresonen og i et brakkevannsystem. Det har derfor vært nødvendig å tilpasse metoden for prøvetaking, tolkningen av resultatene og bruk av indeksene for rapportering av økologisk tilstand.

For bløtbunnsfauna stilles det krav om analyse følgende støtteparametere: totalt nitrogen (TN), total organisk karbon (TOC) og sedimentets kornfordeling iht. Wentworths skala. I tillegg stilles det krav om å måle temperatur og salinitet i vannmassene ved hver stasjon.

2.1.2 DN Håndbok 19

Naturtypen «bløtbunnsområder i strandsonen» kartlegges også iht. DN Håndbok 19 ved bruk av feltobservasjoner og informasjon fra kart/flyfoto (Miljødirektoratet, 2007). Det registrerte bløtbunnsområdet ved utløpet av Verdalselva er kartlagt gjennom modellering og fotoverifisering i forbindelse med «Nasjonalt program for kartlegging av marint mangfold», som ble gjennomført i perioden 2013-2019 (NIVA, 2020). Bløtbunnsområdet er derfor ikke fysisk undersøkt i felt tidligere.

I verdivurderingen av naturtypen er arealutbredelse/størrelse et sentralt kriterium. I tillegg anbefales det at verdivurderingen suppleres med informasjon om bla. naturtyperikdom, sjeldne arter, naturtypens sjeldenhet og grad av avvik fra naturtilstand (se Tabell 2.1 for detaljert illustrasjon av poengfordelingen i verdissetingssystemet). I forbindelse med bløtbunnskartleggingen i Ørin Nord ble det gjort supplerende feltregistreringer som kan bidra med ytterligere informasjon til verdivurderingen av det registrerte bløtbunnsområdet.

Tabell 2.1: Utsnitt fra «Ny revisjon av kriterier for verdisetting av marine naturtyper og nøkkelområder for arter» (NIVA, 2020). Tabellen viser kvantifisering av de foreslåtte kriteriene for verdisetting av «bløtbunnsområder i strandsonen». Tabellen er delt inn i kriterier som legges til grunn for faggruppens verdisetting i forbindelse med Nasjonal kartlegging av marine naturtyper.

Kriterier benyttet i faggruppens verdisetting			
Størrelse – areal av forekomst	0 < 200 000 m ² < 100 000 m ² sør for Stad < 50 000 m ² i Skagerrak	3 200 000 - 500 000 m ² ≥ 100 000 m ² sør for Stad ≥ 50 000 m ² i Skagerrak	6 ≥ 500 000 m ² ≥ 250 000 m ² sør for Stad, inkl. Skagerrak
Informasjon faggruppen anbefaler legges til grunn i forvaltningens vurdering av total verdi			
Naturtyperikdom - nærhet til og overlapp med samhørende* naturtyper og arter (f. eks. fisk eller fugl)	-	6 (< 1 km unna, men ikke overlappende)	9 (overlappende)
Sjeldne arter - forekomsten er funksjonsområde** for rødlistet(e) art(er)	- (ingen/ett individ)	3 (vanlig eller mange individer)	6 (populasjon/bestand)
Produksjonsrate	1 (utforming I0801) (svært lite/ingen aktivitet på overflaten) (ev. kun noe løstliggende grønnalger i strandsonen)	3 (utforming I0803) (fjæremark/snegl/skjell til stede, <10ind/m ²) (< 50 % dekning av blåskjell, takrør, tang, tare eller ålegras)	6 (utforming I0802) (høy tetthet (>10ind/m ²) av fjæremark eller snegl/skjell) (blåskjellbanker, >50 % dekning)
Avvik fra naturtilstand (dvs. grad av menneskelig påvirkning mht. artsmangfold eller funksjon)	- (sterkt påvirkede forekomster)	- (noe påvirkede forekomster)	6 (upåvirkede forekomster)
Sjeldenhet	1 (enkelte forekomster)	3 (eneste gjenværende forekomst i kommunen)	6 (eneste gjenværende forekomst i fylket)

*«Samhørende» betyr at de artene og naturtypene som forekomsten er i nærheten av eller overlapper med må ha en tilhørighet til forekomsten

**«Funksjonsområde» betyr at forekomsten har en viktig funksjon for arten

2.2 Feltbeskrivelser

2.2.1 Stasjoner og prøvetaking

Feltarbeidet fant sted 4-5 mai 2022 og ble gjort delvis fra båt og delvis til fots i fjæra. Utredningsområdet dekker ca. 0,5 km² av dagens registrerte bløtbunnsområde iht. DN Håndbok 19. Basert på den fysiske avgrensningen knyttet til moloen har vi valgt å dele utredningsområdet i 3 soner for å kunne kartlegge eventuell variasjon i artsmangfold og tilstand som følge av denne (Figur 2.1). Det ble samlet prøver fra totalt 7 stasjoner som dekker området innenfor moloen/planområdet (sone 1 og 2) og et referanseområde utenfor moloen (sone 3). Stasjonsplasseringen er basert på et rutenett-system som er egnet for oversiktsundersøkelser og kartlegging av soneinndelinger.

Stasjon P1 ligger i Sone 1, et område med redusert tidevannspåvirkning som følge av begrenset vannutskiftning gjennom steinmolen. Ved denne stasjonen ble prøvetakingen utført fra båt og med en håndholdt Van Veen grabb som dekker 0,025 m². Håndgrabben er mindre enn en vanlig van Veen grabb som har et areal på 0,1 m², og er vanlig å benytte for prøvetaking i grunne områder siden den kan senkes og heves med håndkraft.

Ved stasjon P1 ble det samlet 3 replikate prøver langs et transekt med ca. 100 m avstand mellom hvert replikat. Prøvene ble samlet i en blandprøve for videre filtrering, fiksering og analyse. Ettersom sedimentene var svært kompakte og håndgrabben er relativt lett, var det krevende å få fullverdige grabbhogg. Det var kun mulig å prøveta de øvre 5 cm, og totalt prøvevolum fra stasjonen var ca. 5 liter.

Stasjon P2-P7 ligger i sone 2 og 3 som er tidevannspåvirket, og prøvene ble tatt ved lavvann da strandflaten var delvis tørrlagt. Ved disse stasjonene ble det samlet 3 replikate prøver langs et transekt med 10 m avstand mellom hvert replikat. Med transektutstyr og tommestokk ble det målt opp et kvadrat på 25x25 cm og benyttet en håndspade til å grave opp sedimentet ned til 10 cm dybde. Prøvene ble samlet i en blandprøve for videre filtrering, fiksering og analyse. Samlet volum fra hvert replikat var 5 liter, og totalt antall prøvevolum fra hver stasjon var ca. 15 liter.



Figur 2.1: Plassering av prøvestasjoner (inkludert replikate prøver) og soneinndeling i utredningsområdet for bløtbunnskartleggingen. Målestokk: 1:6000.

2.2.2 Filtrering og grovsortering

Prøvebøtten fra hver stasjon (blandprøven) ble fylt med sjøvann og sedimentet ble ført gjennom en grovsil (4 mm) og finsil (1mm) (Figur 2.2). Store steiner, tomme skjell, kvister o.l. (uten synlig fastsittende fauna) ble tatt ut i grovsorteringen for å unngå skade på øvrig prøvemateriale (iht. ISO 16665). Den resterende sikteresten ble spylt forsiktig i prøveglass før fiksering. Sikteresten ble fiksert i 70 – 80 % etanol og lagt på kjøll for videresending til taksonomisk analyse hos Åkerblå.



Figur 2.2: Illustrasjon av silingsprosess. Foto: Kine Øren/Sweco

2.2.3 Visuelle registreringer

I tillegg til selve sedimentprøvetakingen ble det registrert observasjoner av epifauna (fjæremarkhauger, snegl, muslinger – særlig blåskjell) og makroalger ved hver stasjon. Stasjonene ble vurdert i henhold til kategoriene for «produksjonsrate» i verdsettningssystemet for DN Håndbok 19 og naturtypen «bløtbunn i strandsonen» (Tabell 2.1). Registreringene gir supplerende kunnskap til eksisterende verdivurdering av naturtypelokaliteten i Ørin Nord. Basert på observasjonene ble hver av stasjonene tildelt en underkategori for bløtbunnsområder, henholdsvis:

- Bølgepåvirkede strender av ren sand (I0801),
- Strandflater av mudderblandet sand med skjell og sandmark («makkfjære») (I0802), eller
- Strandflater med bløtt mudder i beskyttede områder (I0803)

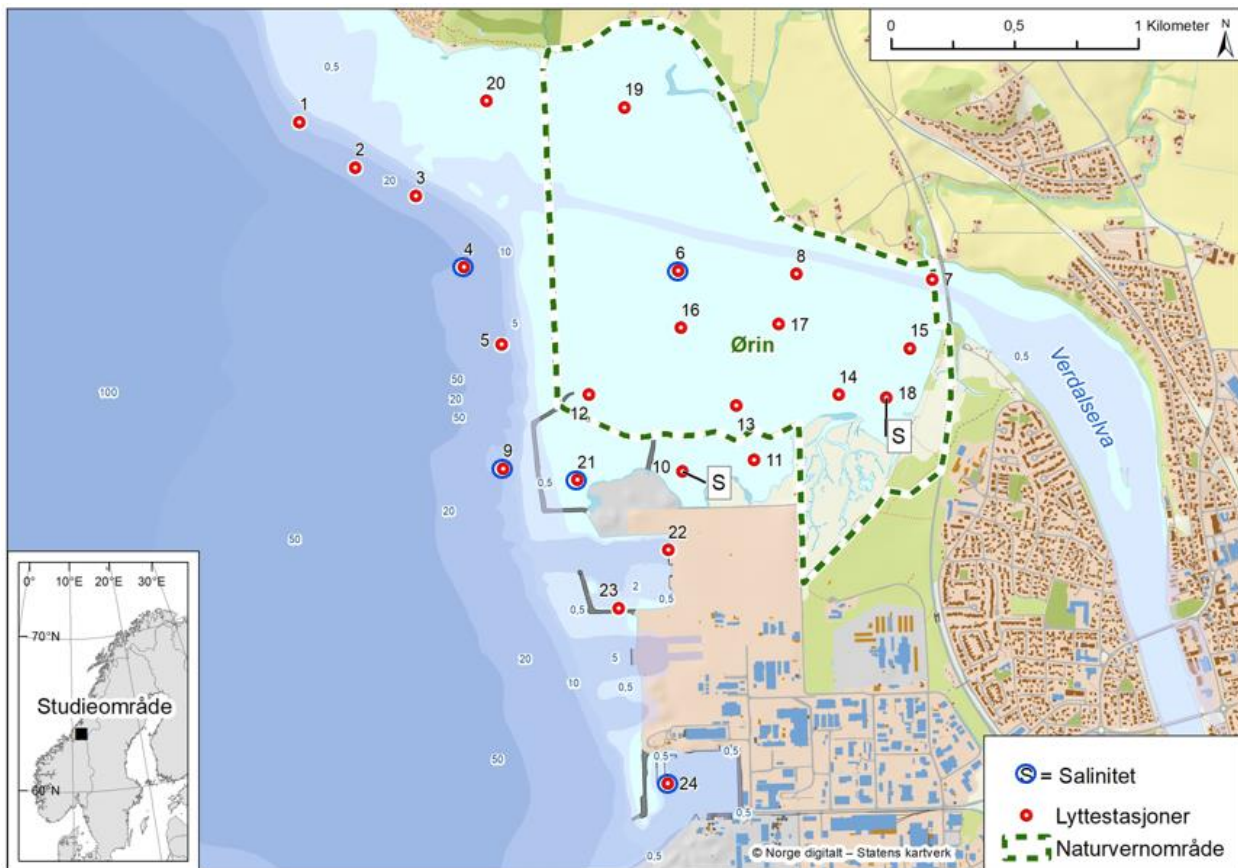
2.2.4 Støtteparametere

Salinitet og temperatur i vannmassene, samt innhold av totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN) og kornfordeling i sedimentet benyttes som støtteparametere for bløtbunnsfauna, men inngår ikke i klassifiseringen av økologisk tilstand (Veileder 02:2018 rev., 2020, s. 169). Disse parameterne gir likevel viktig informasjon om sedimentene og de overliggende vannmassene, og bidrar dermed til å øke forklaringsgraden for resultatene om artssammensetningen i området.

Det ble samlet blandprøver av overflatesediment² (0-10 cm) fra 3 replikate prøver ved hver stasjon for analyse av kornfordeling, TN og TOC. Sedimentets kornfordeling ble analysert iht. Wentworths skala for sedimentets innhold av både finstoff og alle størrelsesfraksjoner større enn 0,063mm.

Ettersom hovedvekten av prøvetakingen ble utført i fjæresonen ved lavvann er det ikke gjort målinger av temperatur og salinitet ved hver stasjon, men dette er målt med en profilerende CTD sonde ved 5 ulike stasjoner i deltaområdet ved høyvann (Figur 2.3). Av praktiske hensyn ble CTD profilene målt i august 2022, samtidig som det ble satt ut utstyr for telemetriundersøkelser av sjøørret i elvedeltaet. Vi vurderer likevel at målingene kan bidra til å øke forklaringsgraden av resultatene for bløtbunnsundersøkelsene.

² Iht. klassifiseringssystemet skal prøvene tas fra øvre 0-1 cm og 0-5 cm. Dette må hensyntas hvis resultatene skal sammenlignes med tilsvarende undersøkelser utført iht. Veileder 02:2018 rev. 2020.



Figur 2.3: Plassering av stasjoner hvor det er gjennomført målinger av vannprofiler (salinitet og temperatur) med profilerende CTD-sonde (blå sirkel). Ved stasjoner markert med «S» er det plassert loggere som kontinuerlig vil måle salinitet og temperatur fra høsten 2022-høsten 2023 i forbindelse med telemetristudie på sjørret. Resultatene fra disse målerne er derfor ikke tilgjengelig før i 2023. Kilde: NTNU Vitenskapsmuseet.

2.3 Analyser

2.3.1 Analyse av bløtbunnsfauna

Analysen av bløtbunnsfauna ble utført av Åkerblå (akkreditert laboratorium for disse analysene), og omfattet registrering av artssammensetning og beregning av utvalgte indekser iht. Vannforskriftens klassifiseringssystem. Det ble i tillegg målt biomasse (våttvekt) til de ulike faunagrupperne for hver stasjon. Vi viser til analyserapport fra Åkerblå (vedlegg 3) for nærmere beskrivelse av analysemetode og supplerende oppsummering av resultater. Vi understreker at tilstandsklassifiseringen i rapport fra Åkerblå er basert på indekser for marine miljø i vannforskriftens klassifiseringssystem, og dette er ikke direkte overførbart for brakkvannsystem. Vi har derfor gjort en egen vurdering av økologisk tilstand basert på faglig skjønn (se kapittel 5).

2.3.2 Analyse av støtteparametere

Analyse av støtteparametere ble utført av ALS Laboratory Group Norway AS (akkreditert for disse analysene). Vi viser til analyserapport fra ALS (vedlegg 4) for nærmere beskrivelse av analysemetode og supplerende oppsummering av resultater.

2.3.3 Statistisk analyse

Det er utført en multivariat analyse (Non-metric multidimensional scaling = NMDS) basert på artsregistreringene fra Åkerblå. En NMDS er en statistisk metode for å kvantifisere forskjellene i artspopulasjoner mellom forskjellige steder. Det finnes ulike måter å kalkulere denne forskjellen på i en NMDS. Vi har brukt Bray Curtis Dissimilarity index som er godt egnet for økologisk data og artsregistreringer basert på tellinger (count data). Den håndterer blant annet data med mange null-er godt, noe som er vanlig i slike datasett.

Bray Curtis er derimot følsom for store forskjeller i antall registrerte individ for hver art, noe som gjør at tallrike arter vektet mer enn sjeldne arter. Vi har derfor kvadratrot-transformert dataene før analyse. Arter som kun er registrert ved 1 stasjon er ikke tatt med i analysen da dette ikke gir tilstrekkelig informasjon for å analysere forskjell mellom stasjoner. Vi har likevel testet å kjøre analysen med alle artsregistreringer og fikk bekreftet at disse tilførte lite tilleggsinformasjon da resultatene ble tilnærmet like.

3. Resultater og diskusjon

3.1 Visuelle registreringer

3.1.1 Utforming

De visuelle registreringene av epifauna og makroalger viser at det er variasjon i utforming og biologisk aktivitet på sedimentoverflaten ved de ulike stasjonene i utredningsområdet. Stasjonene på innsiden av moloen fremstod som strandflater med bløtt mudder i beskyttede områder (bløtbunnstype I0803), og stasjonene på utsiden av moloen fremstod som strandflater av mudderblandet sand med skjell og sandmark, også kalt «makkfjære» (bløtbunnstype I0802) (Figur 3.1).



Figur 3.1: Illustrasjonsbilder av det tørrlagte området på innsiden av moloen (t.v.) og utsiden av moloen (t.h.).

3.1.2 Algevekst

I forbindelse med undersøkelsene utført i mai 2022 ble det registrert at høvringtang (*Fucus ceranoides*) var dominerende i hele utredningsområdet (særlig langs moloen og i sone 2), men forekomster av spiraltang (*Fucus spiralis*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*) ble også observert (Figur 3.2). Høvringtang er en karakteristisk tangart som bare finnes i brakkvannshabitater i nærheten av bekkeutløp og elvemunninger. Spiraltang og blæretang er også brakkvannstolerante arter som er vanlig å finne i fjæresonen.



Figur 3.2: Illustrasjon av de vanligste makroalgene i området; høvringtang (t.v.), spiraltang og bæretang (t.h.).

Vi har også registrert at alge- og plantevekst i sone 2 varierer med sesong. I forbindelse med kartlegging av kjemisk forurensning høsten 2021 ble det registrert at omtrent hele det tørrlagte området innenfor moloen var dekket av et grønt «teppe» av filamentøse alger og stedvis tette forekomster av strandarve (*Honckenya peploides*) (Figur 3.3). Dette samsvarer med vekstsesongen for begroingsalger, som generelt forekommer i høyere tetthet på sensommeren.



Figur 3.3: Illustrasjon av alge og plantevekst i Sone 2, registrert i forbindelse med sedimentprøvetaking og kartlegging av kjemisk forurensning 21. september 2021 (Sweco, 2021a; Sweco, 2021b).

3.1.3 Beskrivelse av sone 1, 2 og 3

Sone 1 var preget av kompakt, leirholdig sediment og tette forekomster av tomme muslingskjell. Samtidig ble det observert noen få intakte individ av strandsnegl og sporadiske forekomster av fjæremarkhauger (Figur 3.4). Langs steinmoloen ble det observert forekomster av blåskjell.



Figur 3.4: Illustrasjon av stasjon P1 og en typisk grabbprøve fra stasjon P1 med kompakt sediment og mange tomme skjell (særlig saueskjell).

I stasjon P2 var det generelt lite aktivitet å spore på overflaten, og det ble observert få forekomster av fjæremarkhauger og intakte strandsnegl (Figur 3.5). Samtidig var det tette ansamlinger spiraltang og høvringtang langs steinmoloen og innerst i stasjon P2 (ved stasjon P2). Prøvene hadde varierende innslag av svarte sjikt i sedimentet og H₂S lukt (særlig ved P2, men også i enkelte prøver ved P3 og P4), noe som tyder på stedvis oksygenfattige bunnforhold (Figur 3.6).



Figur 3.5: Illustrasjon av stasjon P2-P4 (f.v.) i stasjon 2 som viser varierende grad av tang-ansamlinger og generelt lite spor av epifauna.



Figur 3.6: Illustrasjon av sedimentet ved stasjon P2-P4 (f.v.) i sone 2 som viser innslag av svart sediment og som også hadde lukt av hydrogensulfid (H_2S), særlig ved P2.

I sone 3 var det økende tetthet av fjæremark og blåskjellforekomster ved økende avstand fra elveutløpet (Figur 3.7). Blåskjellene var generelt festet til tang-ansamlinger på sedimentet og langs steinmoloen, særlig ved P5. Sedimentet var lysebrunt i farge, med innslag av lysegrått sediment i dypere sjikt, noe som tyder på gode oksygenforhold sammenlignet med sone 2.



Figur 3.7: Illustrasjon av stasjon P5-P7 (f.v.) i sone 3 som viser ulik tetthet av fjæremarkhauger (tette forekomster ved P5 til omtrent ingen forekomster ved P7).



Figur 3.8: Illustrasjon av sedimentet ved stasjon P5-P7 (f.v.) i sone 3 som viser lysebrunt, sandig sediment, med høy vannmetning og innslag av lysegrå farge i dypere sjikt.

3.2 Avgrensning og verdivurdering av bløtbunnsområdet

3.2.1 Oppdatert avgrensning iht. DN Håndbok 19

Basert på oppdatert kunnskap fra feltregistreringer, offentlige dybde data og flyfoto har vi korrigert grensene til naturtypen «bløtbunn i strandsonen» ved utløpet av Verdalselva. Hensikten er å gi et oppdatert grunnlag for å (1) kunne vurdere påvirkningen av tiltaket på dagens tilstand, og (2) økologisk tilstand i vannforekomsten «Verdal havn» basert på historisk arealbeslag i naturtypen. Vi har derfor angitt korrigert areal for (1) dagens utbredelse og (2) historisk utbredelse (Figur 3.9).

1. Korrigert areal for dagens utbredelse av bløtbunnsområdet følger kystlinja slik den ser ut i dag basert på flyfoto og feltobservasjoner. På grunn av moloen er bløtbunns-lokaliteten i sørlig del av deltaområdet (ID BM00120407) delt inn i 2 lokaliteter. Vestlig del av denne lokaliteten er i dag helt innesluttet av moloen og har dermed mistet sentrale økologiske funksjoner for blant annet fisk som vanligvis er forbundet med bløtbunnsområder i strandsonen. Vi har derfor skilt ut dette området som en egen lokalitet (se grønt skravert areal i Figur 3.9).
2. Historisk korrigert areal følger kystlinja slik den er angitt i Naturbase fordi historisk areal skal representere arealet slik det så ut før moloen og nye utfyllinger i planområdet ble etablert. Unntaket er grensen mot sørøst innenfor verneområdet. I dette området viser feltundersøkelser at naturtypen i området mer sannsynlig tilsvarer «strandeng og strandsump», men området er ikke systematisk kartlagt (Figur 3.10). Vi vurderer likevel at det er grunnlag for å ekskludere dette området i korrigert areal for naturtypen «bløtbunn i strandsonen».

Videre er korrigert areal utvidet mot vest langs dybdekote -0.5 m. Begrunnelsen for dette er at «bløtbunnsområder i strandsonen» generelt defineres som arealer med bløtbunn mellom strandlinja og ned til dybdekote -2 m. I mangel på mer presise dybde data har vi basert oss på en grense lik -0.5 m, som er kotelinjen nærmest -2 m i offentlig tilgjengelige dybde data.



Figur 3.9: Arealutbredelse av naturtypen «bløtbunn i strandsonen» registrert iht. DN Håndbok 19 i Naturbase (grønt omriss), og korrigert areal basert på ny kunnskap fra feltundersøkelser, flyfoto og dybdedata. De korrigerte arealene er vist både for dagens utbredelse (skraverte areal) og historisk utbredelse (lysebrunt areal). Dagens utbredelse er delt inni 3 lokaliteter i stedet for de opprinnelige 2, fordi området vest i planområdet (grønt skravert) kan ansees som en egen lokalitet i det nye landskapsbildet. Målestokk 1:15000.



Figur 3.10: Bilde av strandeng innenfor Ramsarområdet, et område som i dag er registrert som «bløtbunn i strandsonen» i Naturbase. Foto: Magne Husby

3.2.2 Oppdatert verdivurdering iht. DN Håndbok 19

Nasjonalt viktige «bløtbunnsområder i strandsonen» (A-lokaliteter) inkluderer større strandflater ($\geq 500\,000\text{ m}^2$ nord for Stad) og/eller forekomster som oppnår en poengsum på ≥ 15 i verditabellen (NIVA, 2020). I tillegg til oppdatert arealutbredelse for naturtypen i Ørin Nord har vi beregnet den samlede poengscoren for naturtyperikdom, sjeldne arter, naturtypens sjeldenhet og grad av avvik fra naturtilstand i lokalitetene som overlapper med planområdet.

Verdivurderingen av naturtypelokaliteten sør i deltaområdet og som er delvis innesluttet av moloen (ID BM00120407) får en totalsum på 28 (Tabell 3.1), og vurderingen bekrefter at dette fortsatt er et bløtbunnsområde av nasjonal verdi. Verdivurderingen av naturtypelokaliteten vest i planområdet som er helt innesluttet av moloen (ny lokalitet) får en totalsum på 16 (Tabell 3.2). Til tross for at størrelsen på området er relativt liten får lokaliteten nasjonal verdi.

Tabell 3.1: Verdivurdering av bløtbunnsområdet med lokalitets-ID BM00120407 i Ørin Nord basert på poengfordelingskriterier for naturtypen iht. DN Håndbok 19 (NIVA, 2020).

Parameter	Begrunnelse	Poeng
Størrelse	1 071 546 m ² , i.e. \geq 500 000 m ²	6
Naturtyperikdom	Bløtbunnsområdet overlapper med et deltaområde av nasjonal verdi og med økologisk funksjon for laks og sjøørret. Det overlapper også med et Ramsarområde for fugl som er vernet på grunn av områdets viktige økologiske funksjon for bla. næringssøkende trekkfugl (Husby, 2022).	9
Sjeldne arter	Området er viktig for laksebestanden i Verdalselva, sjøørret og en rekke ulike fuglearter (inkludert truede og rødlistede arter) (Husby, 2022).	6
Produksjonsrate	Produksjonsraten varierer mellom ulike deler av lokaliteten, men en stor del av lokaliteten kategoriseres som makkfjære og har en utforming tilsvarende I0802 (se avsnitt 3.1). Vi har lagt vekt på det mest produktive arealet i vår verdivurdering.	6
Avvik fra naturtilstand	Bløtbunnsområdet er sterkt påvirket av nedbygging (se avsnitt 3.6).	-
Sjeldenhet	Det finnes flere registreringer av naturtypen i kommunen (sør for havneområdet) og fylket (øvrige deler av Trondheimsfjorden).	1
SUM		28

Tabell 3.2: Verdivurdering av bløtbunnsområdet som er helt innesluttet av moloen (ny lokalitet) i Ørin Nord basert på poengfordelingskriterier for naturtypen iht. DN Håndbok 19 (NIVA, 2020).

Parameter	Begrunnelse	Poeng
Størrelse	53 993 m ² , i.e. $<$ 200 000 m ²	0
Naturtyperikdom	Bløtbunnsområdet overlapper ikke, men ligger $<$ 1 km unna et deltaområde av nasjonal verdi og økologisk funksjon for laks og sjøørret, samt et Ramsarområde for fugl som er vernet på grunn av områdets viktige økologiske funksjon for bla. næringssøkende trekkfugl (Husby, 2022).	6
Sjeldne arter	Området er et viktig funksjonsområde for tjeld (NT) som er en rødlistet art (Husby, 2022).	6
Produksjonsrate	Det er påvist høy tetthet av tomme muslingskjell, men få intakte individ. Det er likevel påvist fjæremark, og intakte skjell og snegl til stede og området har en utforming tilsvarende I0803 (se avsnitt 3.1).	3
Avvik fra naturtilstand	Bløtbunnsområdet er sterkt påvirket av nedbygging (se avsnitt 3.6).	-
Sjeldenhet	Det finnes flere registreringer av naturtypen i kommunen (sør for havneområdet) og fylket (øvrige deler av Trondheimsfjorden).	1
SUM		16

3.3 Fysisk-kjemiske støtteparametere

3.3.1 Salinitet og temperatur

Målte CTD-profiler viser at hele deltaområdet er dominert av brakkvann (i.e salinitet i området 0,5 til 29 ‰) (Figur 3.11 og Figur 3.12). Stasjonsplasseringen er vist i Figur 2.3. Resultatene viser samtidig varierende konsentrasjoner av salinitet og lagdeling i vannsøylen, noe som blant annet samsvarer med at stasjonene er plassert med varierende avstand fra utløpet av Verdalselva.

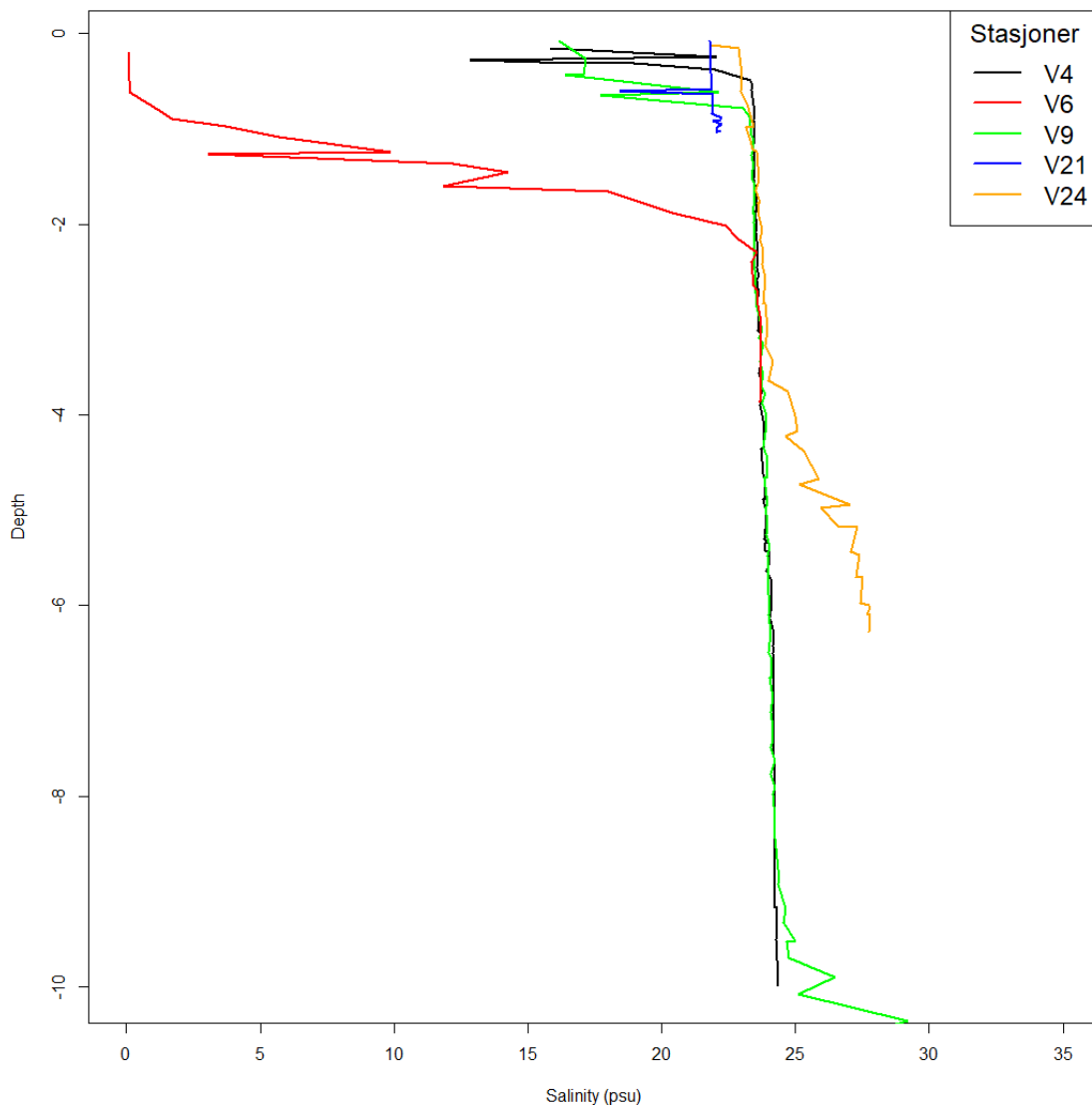
Vi understreker at slike profiler vil variere mye avhengig av sesong, vannføring i Verdalselva, tidevannssyklus og værforhold (bla. vind og nedbør). Resultatene her illustrerer likevel typiske geografiske variasjoner i slike deltaområder, styrt av avstand til elveutløpet og landskapsutforming.

Stasjon V6 er som forventet mest ferskvannspåvirket da denne stasjonen er plassert nærmest utløpet av verdalselva (Figur 2.3). Resultatene viser en lagdeling med ferskvann (<0,5 psu) i den øvre halvmetere (ned til ca. 0,6 m dybde), og gradvis økende salinitet mot dypere vannlag ned til ca. 4 m dybde (Figur 3.11). Salinitet i de dypeste vannmassene ved stasjon V6 (23-24 psu, > 2,3m dybde) tilsvarer målte verdier ved stasjoner som er lokalisert lengere ut i fjorden. Saltvann har høyere tetthet enn ferskvann og resultatene illustrerer hvordan ferskvannstilførsel fra Verdalselva «flyter» over et dypere lag av mer sjøvannspåvirket brakkvann. Målt temperatur er relativt stabil rundt 15 °C gjennom hele vannsøylen (Figur 3.12). Temperatur utgjør derfor ingen synlig påvirkning på lagdelingen ved V6 på det tidspunktet målingene ble utført.

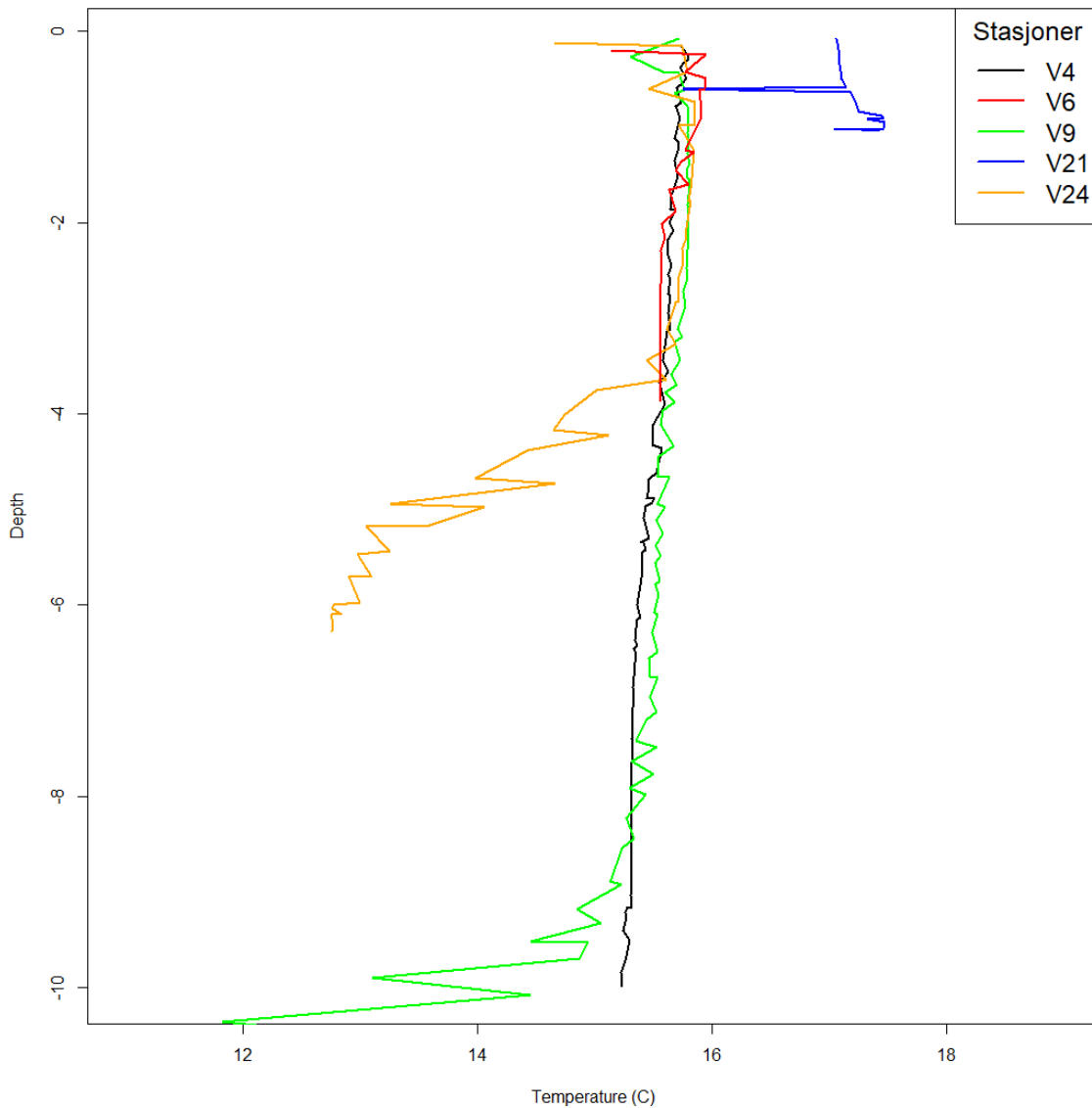
Stasjon V4 og V9 er begge plassert ytterst i deltaområdet hvor det grunne bløtbunnsområdet brått blir dypere (Figur 2.3). Også her var det lagdeling i vannsøylen med lavere salinitet i øvre vannlag (15-18 psu ned til ca. 0,5 m dybde) og høyere salinitet i dypere vannlag (23-24 psu fra ca. 0,5-10 m dybde). Målt temperatur er relativt stabil rundt 15 °C gjennom omtrent hele vannsøylen (Figur 3.12). Ved stasjon V9 er det derimot en lagdeling ved ca. 9m dybde mot dypere vannmasser med gradvis stigende salinitet og synkende temperatur. Kaldt vann har høyere tetthet enn varmt vann, og kombinert med forskjell i salinitet medfører dette en lagdeling i de dypeste vannmassene. Årsaken til forskjellen mellom de to stasjonene kan ha sammenheng med ulik plassering i forhold til elveutløpet og dermed ulike strømforhold og grad av «oppvirvling» av dypere vannmasser.

Stasjon 24 er plassert i havneområdet sør for deltaområdet (Figur 2.3). Resultatene viser at saliniteten ligger stabilt rundt 23 psu i de øvre 4 m, og at ved 4 m dybde er det en lagdeling mot vannmasser med gradvis økende salinitet og synkende temperatur (i.e. vannmasser med høyere tetthet). Kontrastene mellom de ulike vannlagene er mindre utpreget sammenlignet med overnevnte stasjoner. Resultatene tyder derfor på at vannmassene her er mer stabile, noe som henger sammen med at området sannsynligvis er mindre strømpåvirket.

Stasjon 21 er plassert i et grunt område (ca. 1m dybde) hvor vannmassene er fullstendig innesluttet av moloen (Figur 2.3). Salinitet er omtrent lik konsentrasjonen i de øvre vannmassene ved V4, V9 og V24 (Figur 3.11), men temperaturen er ca. 1 °C høyere (Figur 3.12). Resultatene tyder på at salinitet i Sone 1 er mer påvirket av vanngjennomstrømminger styrt av tidevann som siger gjennom steinmoloen enn vannstrømmer fra elva. Mindre bevegelse i vannmassene gjør samtidig at vannmassene varmes opp mer enn ved stasjoner i de åpne områdene.



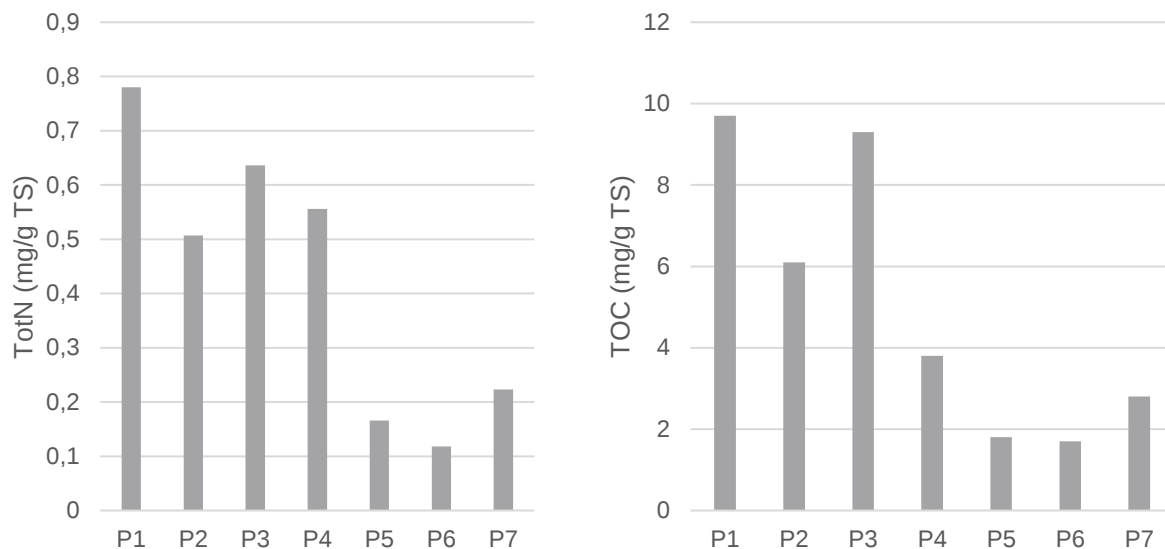
Figur 3.11: Målte profiler av salinitet ved 5 ulike stasjoner i og ved utløpet av Verdalselva. Plassering av stasjonene er illustrert i Figur 2.3. Kilde: NTNU Vitenskapsmuseet.



Figur 3.12: Målte profiler av temperatur ved 5 ulike stasjoner i og ved utløpet av Verdalselva. Plassering av stasjonene er illustrert i Figur 2.3. Kilde: NTNU Vitenskapsmuseet.

3.3.2 Næring i sedimentet (TOC og TN)

Totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) er parametere som angir mengden næring i sedimentet. Resultatene viser høyere konsentrasjoner av TOC og TN i sedimentene i sone 1 (P1) og sone 2 (P2-4) sammenlignet med sone 3 (P5-7). Forskjellene i organisk belastning har sannsynligvis sammenheng med at vannutskiftningen i sone 1 og 2 er dårligere enn i sone 3, noe som medfører opphopning av næring i sedimentet.



Figur 3.13: Målte konsentrasjoner av a) TOC og b) TN i sedimentene ved stasjon P1-P7.

C/N-forholdet kan brukes til å belyse hva slags organisk materiale som sedimenterer fordi ulike typer organisk materiale har ulikt innhold av nitrogen. Sedimenter med stor tilførsel av terrestrisk plantemateriale har gjerne et C/N-forhold >10 - 12 . Alle stasjonene (med unntak av P4) var C/N-forholdet fra 10,8-14,62 (Tabell 3.3), hvilket kan indikere bidrag fra terrestrisk plantemateriale.

Til tross for at sedimentene viser tegn til høyere organisk belastning i sone 1 og 2, tilsvarer alle målinger av TOC i sedimentet god eller svært god iht. vannforskriftens klassifiseringsveileder (Tabell 3.3).

Tabell 3.3: Innhold av finstoff, organisk karbon (TOC), normalisert organisk karbon, totalt nitrogen (TN) og C/N-forholdet i fjæresonen i Ørin Nord. Normalisert organisk karbon er klassifisert etter vannforskriftens klassifiseringssystem (Veileder 02:2018 rev., 2020, s. 170): Blå=svært god tilstand, grønn=god tilstand.

Parameter	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Fraksjon $<0,063$ mm	0,706	0,291	0,0244	0,135	0,0239	0,00603	0,0597
TOC (mg/g)	9,7	6,1	9,3	3,8	1,8	1,7	2,8
TOC ₆₃ *	14,992	18,862	26,8608	19,37	19,3698	19,59146	19,7254
TN (mg/g)	0,78	0,507	0,636	0,556	0,166	0,118	0,223
C/N	12,44	12,03	14,62	6,83	10,84	14,41	12,56

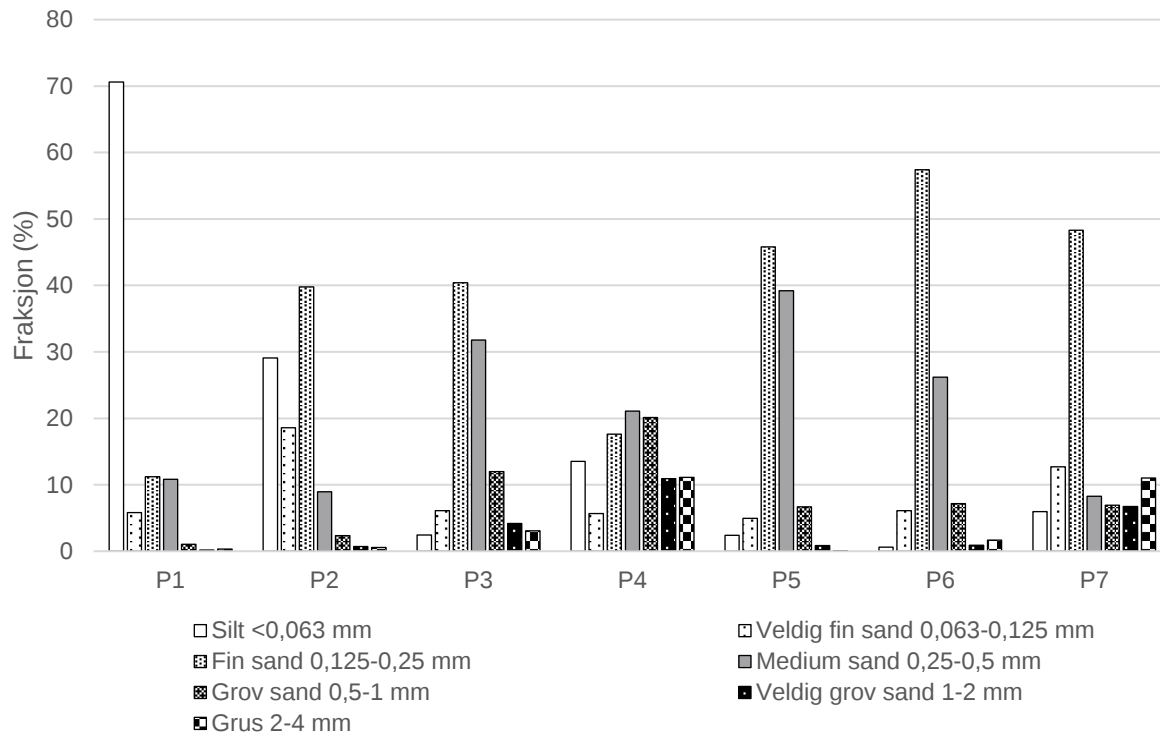
* TOC₆₃ tilsvarer TOC korrigert for innhold av finstoff i sedimentet

3.3.3 Kornfordeling

Resultatene fra kornfordelingsanalysen viser at sone 1 (P1) skiller seg ut fra øvrige stasjoner i utredningsområdet ved at bunnssubstratet er dominert av siltholdig sediment. Dette har trolig sammenheng med at sone 1 er helt innesluttet av moloen og er lite strømpåvirket, noe som medfører opphopning av finkornet sediment. Ved øvrige stasjoner bestod hovedvekten av sedimentet av fin sand, bortsett fra ved P4 hvor det var nokså jevn fordeling mellom ulike fraksjoner.

Resultatene antyder også at landskapsutforming, inkludert moloen, påvirker strømforhold og dermed kornfordelingen i bunnssubstratet. Det er gradvis økende innhold av grovere sedimentfraksjoner i stasjonene fra P2→P4 og fra P5→P7. Stasjon P4 ligger nærmest åpningen i moloen hvor man kan

forvente sterkere strømpåvirkning enn ved P2, og P7 ligger nærmest elveutløpet hvor man forventer høyere strømpåvirkning fra elva enn ved P5.



Figur 3.14: Illustrasjon av resultatene fra kornfordelingsanalysen ved stasjon P1-P7.

3.4 Indikatorarter

De fleste registrerte artene i Ørin Nord er brakkvannstolerante og typiske arter for fjæresonen (Tabell 3.4). Alle artene er oppført som livskraftige i Norsk Rødliste for Arter 2021 (Artsdatabanken, 2021).

De mest tallrike og hyppigst registrerte artene i hele utredningsområdet kan også kjennetegnes ved at de er brakkvannstolerante og vanlige i fjæresonen, herunder fåbørstemark (*Oligochaeta*), flerbørstemarken *Hediste diversicolor* og mudderfjæresnegl (*Peringia ulvae*). Ved stasjon P3 og P4 i sone 2 ble det påvist svært høye antall av fåbørstemark. I tillegg til at fåbørstemark tolererer store variasjoner i salinitet og temperatur er den kjent for å tolerere høy organisk belastning. Forekomst av myggglarver (*Chironomidae larve*) i sone 2 kan også indikere at dette området er spesielt ferskvannspåvirket. Ved stasjon P2 er artsammensetningen stort sett preget av arter som lever oppå sedimentet, med uttak av fåbørstemark. Antallet fåbørstemark er likevel betraktelig lavere ved P2 sammenlignet med øvrige stasjoner i sone 2, noe som trolig har sammenheng med at denne stasjonen var svært preget av svart sediment og oksygenfattige forhold.

Mudderfjæresneglen var svært dominerende i sone 3 (stasjoner P5, P6 og P7) sammenlignet med sone 1 og 2. Dette er i utgangspunktet en marin art, men den er også anslått å være forurensningstolerant, tolerer brakkvann og forekommer ofte i elvemunninger. Den rovlevende børstemarken *Hediste diversicolor* er også svært tolerant for lav saltholdighet og forekommer typisk i fjæresonen, hvor den er en viktig art som byttedyr for fugl og fisk.

Tabell 3.4: Artsliste og registrerte antall individer av hver art i sedimentprøvene fra sone 1 (P1), sone 2 (P2-4) og sone 3 (P5-7).

TAXA	Sone 1	Sone 2			Sone 3		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Capitella capitata kompleks				2	1		
Erinaceusyllis erinaceus					1		
Fabriciidae	2						
Phyllodoce mucosa	5						
Polynoidae	1						
Scoloplos armiger kompleks	8						
Oligochaeta	1	18	1065	809	5	6	72
Tubificoides benedii	13				3		
Macoma balthica	1					7	2
Macoma calcarea					28		
Mya arenaria		1			9	4	7
Mya truncata	1						1
Mytilus edulis	1				3		
Polyplacophora	1						
Gammarus sp.		5					
Philomedes globosus			1				
Calanoida (order)				1			
Nematoda (phylum)	1			1			
Pygospio elegans	55				34		12
Hediste diversicolor	1	73	7	1	6	8	25
Chironomidae larve		101		19			
Littorina littorea	2				1	1	1
Peringia ulvae	29	36	24		1981	243	304
Cerastoderma glaucum	3						
Carcinus maenas	1						
Crangon crangon					1		

3.5 Artsmangfold

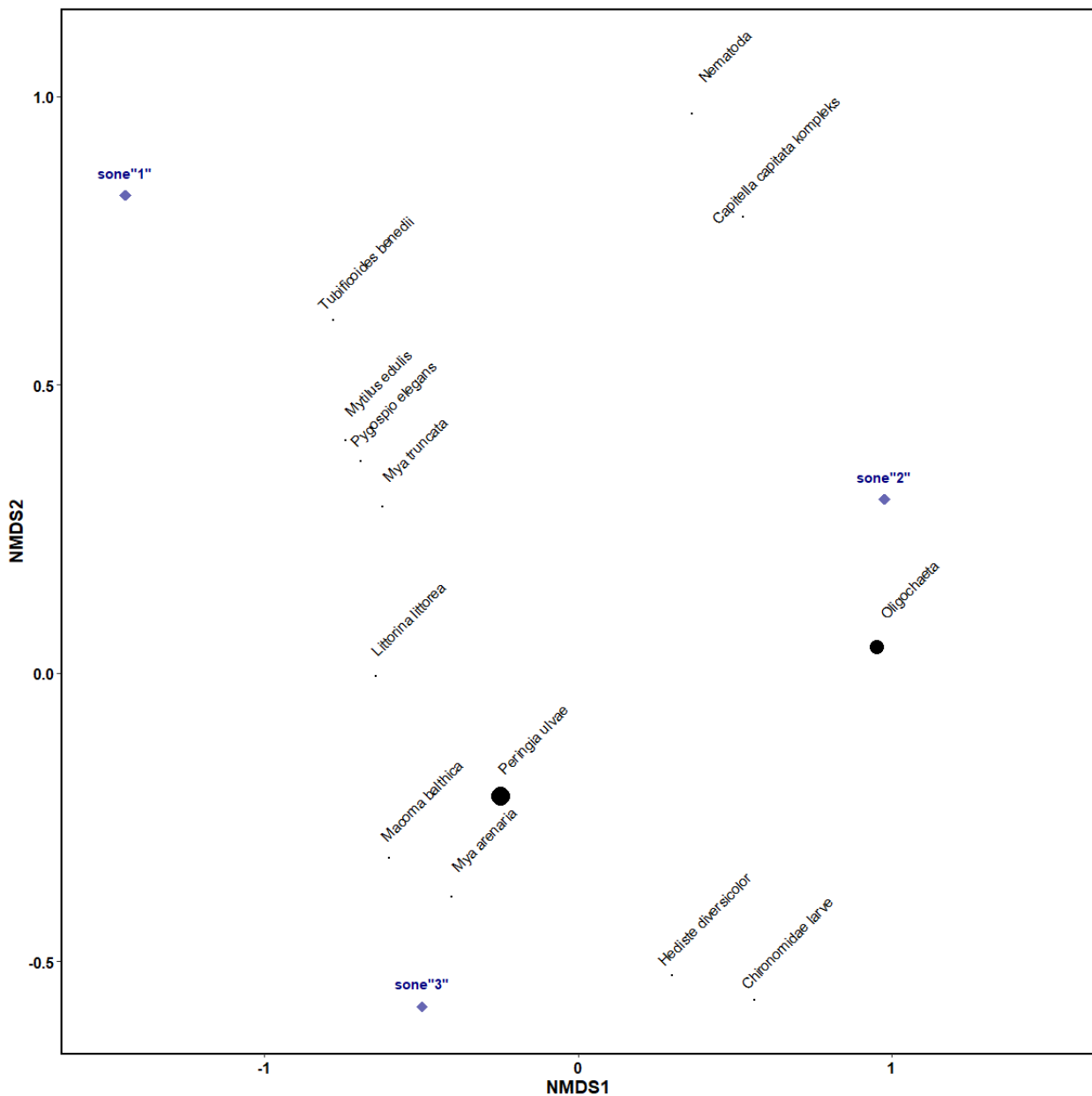
Det ble registrert svært få arter ved de fleste stasjonene (4-17 arter) og stor variasjon i antall individ (126-2073 (Tabell 3.5). Det ble påvist flest arter i sone 1 (P1) som er helt innesluttet av moloen. Antall individ var relativt lavt, men samtidig jevnt fordelt mellom de ulike artsgruppene (Tabell 3.4). Resultater fra sone 1 er ikke direkte sammenlignbar med øvrige soner ettersom det er brukt ulik prøvetakingsmetodikk (utstyr, prøvevolum og prøvedybde). Likevel kan vi se at antall individ korrigert for ulikt prøvetatt areal (individ/m²) for P1 er mer likt øvrige stasjoner (Tabell 3.5). Sone 2 var noe mer artsfattig enn sone 3, og i begge sonene var det dominerende enkeltarter som gir høyt utslag på antall individ (Tabell 3.4). Det er særlig registreringer av fåbørstemark (*Oligochaeta*) og mudderfjæresnegl (*Peringia Ulvae*) som gir høyt utslag på antall individ.

Tabell 3.5: Tabelloversikt som viser totalt antall arter og individer registrert ved hver stasjon. Individ/m² tilsvarer antall individ korrigert for ulikt prøvetatt areal.

	Sone 1		Sone 2		Sone 3		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Total arter	17	6	4	6	12	6	8
Total individer	126	234	1097	833	2073	269	424
Prøvetatt areal (m ²)	0,08	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Individ/m ²	1680	1232	5774	4384	10911	1416	2232

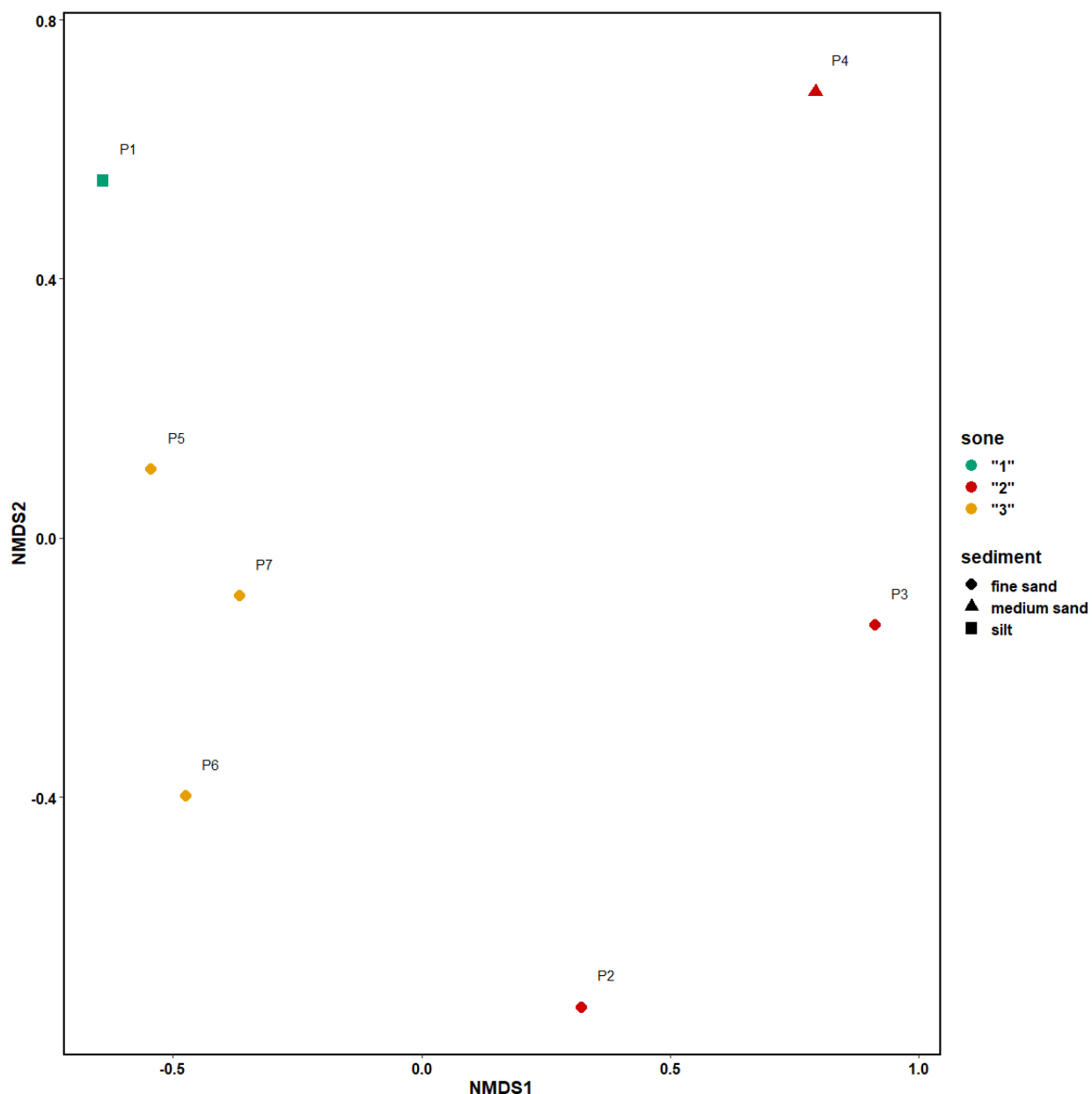
NMDS-analysen har en stress-verdi på 0.04, noe som tyder på at analysen gir en god representasjon av dataene. Antall observasjoner er likevel lavt for enkelte arter, og dette må hensyntas når man tolker resultatene.

Resultatene fra NMDS-analysen viser at de tre sonene i utredningsområdet skiller seg fra hverandre som følge av ulik artssammensetning (Figur 3.15). Analysen viser at sone 2 er forbundet med høy forekomst av *Oligochaeta* og sone 3 er forbundet med høy forekomst av *Peringia ulvae*, samt høyere forekomst av *Mya arenaria* og *Macoma baltica* sammenlignet med øvrige stasjoner. Sone 1 er forbundet med høyere forekomst av *Tubificoides benedii* og *Pygospio elegans*. Vi minner om at arter registrert ved kun én stasjon er ekskludert fra analysen. Arter med få individ og som er registrert ved få stasjoner har mindre innflytelse på vektingen og avstandsmatrisen og blir derfor ikke nærmere omtalt her.



Figur 3.15: Figur av NMDs analysen som viser hvordan de ulike artene fordeler seg i forhold til hverandre basert på forskjeller i artssammensetning og antall mellom ulike stasjoner. Størrelse på sirkelen ved de ulike artene illustrerer relativ forskjell i antall individ.

NMDS-analysen viser også at de tre stasjonene i sone 3 er mer lik hverandre i artssammensetning enn de tre stasjonene i sone 2 (punktene ligger nærmere hverandre i NMDS figuren). Resultatene tyder derfor på at det er større lokale variasjoner i artssammensetning på innsiden av moloen. Den fysiske driveren for dette er uvisst og analysen viser ingen klar sammenheng mellom dominerende substrattype og ulikheter mellom stasjoner (Figur 3.16).



Figur 3.16: Figur av NMDS analysen som viser hvordan de ulike stasjonene (P1-P7) fordeler seg i forhold til hverandre basert på forskjeller i artssammensetning (arter og antall). Figuren viser også hvilken sone stasjonene hører til, og hvilken substrattype som dominerer ved hver enkelt stasjon. Oppsummert viser figuren at P1 skiller seg ut med siltholdig sediment, men for øvrig er det ingen klar sammenheng mellom substrat og forskjeller/likheter mellom stasjonene. Samtidig viser figuren at stasjoner i Sone 3 er mer lik hverandre enn stasjoner i Sone 2.

3.6 Hydromorfologisk støtteparameter

I tillegg til analyse av bløtbunnsfaunaen har vi gjort beregninger av påvirkning (arealbeslag og forringelse) på naturtypen «bløtbunn i strandsonen» i vannforekomsten «Verdal havn» som helhet. Metoden og resultatene er nærmere beskrevet i avsnitt 3.6.1. Beregningene viser at 23 % av naturtypen er utfylt eller forringet. Når påvirkningen vektet opp for at naturtypen er av nasjonal verdi vurderes tilstanden for den hydromorfologiske påvirkningen som svært dårlig.

Vi understreker at det har vært en gradvis nedbygging av deltaområdet siden 1950-tallet og at avgrensningen av vannforekomsten «Verdal havn» tar utgangspunkt i et allerede nedbygd elvedelta. Det historiske tapet av bløtbunn og elvedelta er derfor større enn det som synliggjøres i våre beregninger for dagens vannforekomst.

Samtidig er mye av utbyggingen knyttet til samfunnsnyttig virksomhet. Det bør derfor vurderes om vannforekomsten skal utpekes som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF). Vannforekomster som er definert som en SMVF kan ikke oppnå miljømålet «god økologisk tilstand» uten tiltak som vil gå vesentlig ut over det samfunnsnyttige formålet, jf. §5 i Vannforskriften.

3.6.1 Metode og resultater

Vannforskriftens klassifiseringssystem åpner opp for å benytte hydromorfologiske kvalitetselement som støtteparameter i en vannforekomst. Metoden baserer seg på tap eller forringelse av prioriterte naturtyper langs kysten (innenfor grunnvannssonen, i.e. kote 0 til -10 m). Påvirkningen vurderes som høyere dersom arealbeslaget skjer i en naturtype av nasjonal verdi (A-lokalitet), og lavere hvis naturtypen er av regional eller lokal verdi (B og C lokaliteter). Metoden er fortsatt under utvikling og er etter vår kunnskap aldri brukt i Norge før. Tilstandsklassene for ulike arealpåvirkninger er vist i Tabell 3.6.

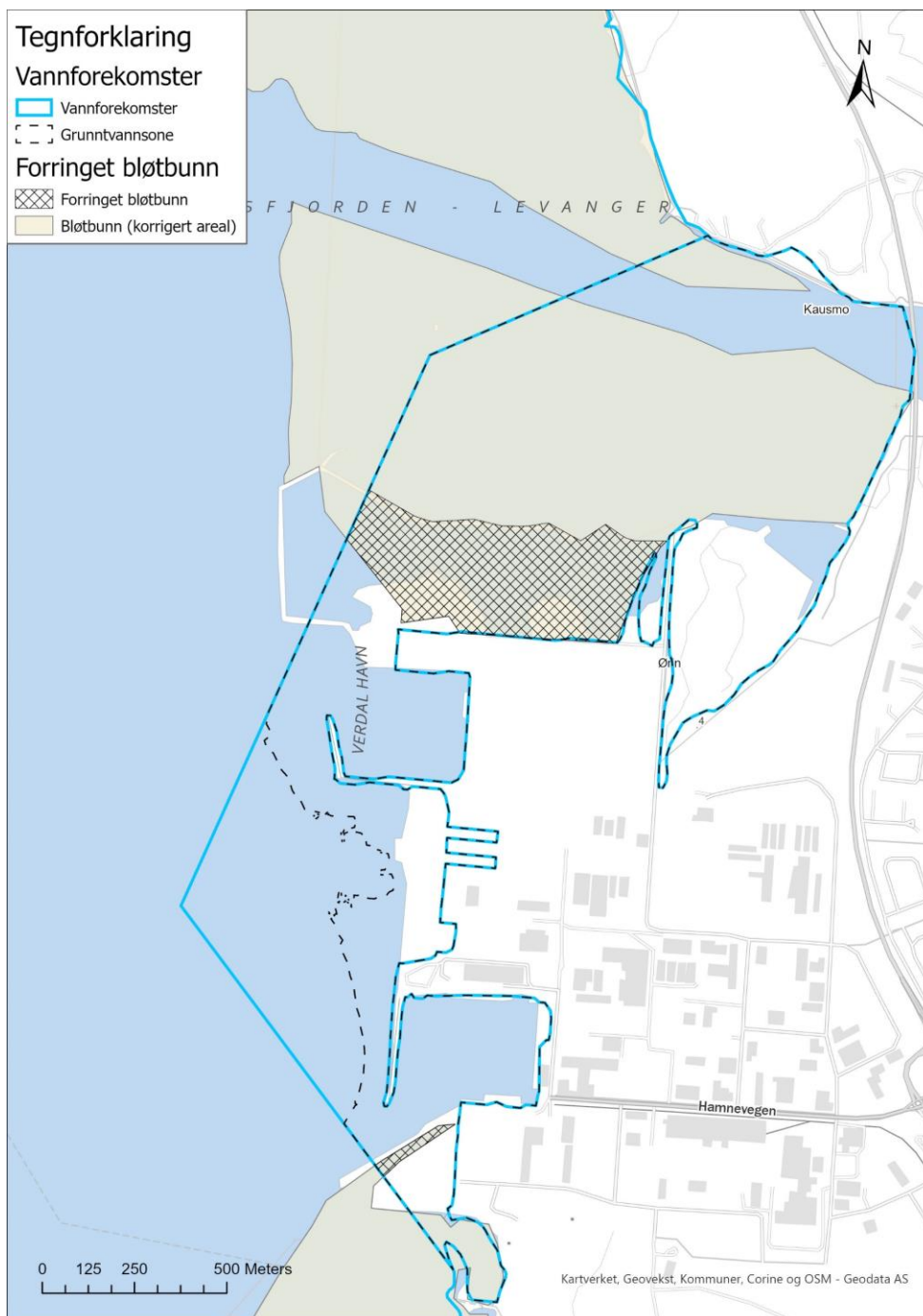
Tabell 3.6: Klassegrenser av hydromorfologisk påvirkning for naturtyper innen vannforekomster.

Naturtype	Verdisetting	Kommentar
Svært god		Praktisk talt upåvirket
	5 %	
God		Påvirket i beskjedent grad
	15 %	
Moderat		Redusert utstrekning av viktige naturtyper
	30 %	
Dårlig		Betydelig redusert utstrekning
	50 %	
Svært dårlig		Areal viktige naturtyper halvert

Våre beregninger viser at omtrent 23 % av det registrerte bløtbunnsområdet i vannforekomsten «Verdal Havn» er enten fylt ut eller forringet. Når dette vektet opp for at naturtypen er av nasjonal verdi beregnes påvirkningen som 69 %. I vår beregning har vi lagt til grunn at deler av bløtbunnsområdene i vannforekomsten allerede er fylt ut, og at en stor del av bløtbunnsområdet i Ørin Nord bærer preg av forringelse (området innenfor moloen). Beregningene av påvirkningen er nærmere beskrevet i Tabell 3.7 og illustrert i Figur 3.17.

Tabell 3.7: Beregninger iht. metoden for hydromorfologiske kvalitetselement i vannforskriftens klassifiseringssystem basert på kalkulerte arealer i ArcGIS pro (Figur 3.17).

Parameter	Beskrivelse	Verdi
Totalt bløtbunnsareal i grunnvannsonen (km ²)	Tilsvare arealet innenfor vannforekomsten «Verdal havn» hvor naturtypen «bløtbunn i strandsonen» er registrert. Naturtypens areal i Naturbase er korrigert iht. avsnitt 3.2.1.	ca. 0,96 km ²
Påvirket bløtbunnsareal i grunnvannsonen (km ²)	Tilsvare arealet (innenfor vannforekomsten) hvor vi har registrert «bløtbunn i strandsonen», men som i dag allerede er utfylt eller er innesluttet av steinmoloen. Bløtbunnskartleggingen viser at området innenfor moloen har en artsammensetning og organisk belastning som er påvirket av moloen og vi har derfor kategorisert hele dette området som påvirket areal.	ca. 0,22 km ²
Påvirket bløtbunn i grunnvannsonen (%)	Prosent påvirket innenfor totalt bløtbunnsareal i grunnvannsonen (km ²)	ca. 23 %
Påvirket bløtbunn (med vektning = 3)	Oppjustert påvirket areal fordi bløtbunnsområdet har nasjonal verdi (A-lokalitet). Vektingen tilsvare angitte verdier i Vannforskriftens klassifiseringssystem. For naturtyper med nasjonal verdi multipliseres prosentvis påvirket areal med 3.	ca. 69 %



Figur 3.17: Illustrasjon av påvirkningen på naturtypen «bløtbunn i strandsonen» innenfor vannforekomsten «Verdal Havn».

4. Konklusjon

4.1 Artsmangfold og dominante arter

Bløtbunnsområdet i Ørin Nord er tydelig påvirket av ferskvannstilførsel fra Verdalselva og dette legger føringer for artssammensetningen i området. Makroalgene og bløtbunnsfaunaen består av brakkvannstolerante arter, og det totale antall arter var lavt sammenlignet med bløtbunn i åpne kystområder. I området utenfor moloen (referanseområdet) og i vestlig del av planområdet (sone 1) varierte antall arter fra 6-17. Sammenlignet med andre grunne bløtbunnsområder og brakkvannsystem er slike artsantall innenfor normalområdet (Øxnevad, et al., 2017; Haugen, 2016; Borgersen & Walday, 2021). I østlig del av planområdet som er delvis innesluttet av moloen varierte antall arter fra 4-6, og sammenlignet med undersøkelser i tilsvarende områder vurderer vi antallet arter i her som relativt lavt.

Videre ble det påvist svært høy dominans av enkeltarter i sone 2 og 3 sammenlignet med tilsvarende undersøkelser hvor antall individ generelt er mer jevnt fordelt over de ulike artsgruppene (Øxnevad, et al., 2017; Haugen, 2016; Borgersen & Walday, 2021). Dette har betydning for områdets arts mangfold og økologiske tilstand, fordi høy dominans av enkeltarter i et relativt artsfattig miljø kan gi mindre stabilitet i økosystemet (Cleland, 2011). Vi anser arts mangfoldet som særlig lavt i sone 2 hvor observasjoner av fjæremark og epifauna var tilnærmet fraværende sammenlignet med sone 3.

Det ble påvist flest arter i sone 1, men svært få individer av hver art. Artsdiversiteten i dette området er likevel relativt høy fordi ingen arter dominerer og individene er jevnt fordelt over de ulike artsgruppene. Sone 1 er derimot ikke direkte sammenlignbar med øvrige deler av utredningsområdet ettersom det er brukt ulik prøvetakingsmetodikk og dette kan påvirke forskjeller i resultatene.

4.2 Organisk belastning i sedimentet

Den organiske belastningen i sedimentet er høyest på innsiden av moloen. Opphopning av næring i sedimentet indikerer at vannutskiftningen på innsiden av moloen er dårligere enn på utsiden av moloen. Likevel tilsvarer konsentrasjonen av TOC god og svært god tilstand iht. klassifiseringsveilederen.

Samtidig viser feltundersøkelsene at sedimentene i sone 2 bærer preg av eutrofiering og stedvis dårlige oksygenforhold, særlig ved stasjon P2. Sedimentet var svært bløtt, med varierende grad av svart farge og lukt av hydrogensulfid (H₂S). Hydrogensulfid dannes ved nedbrytning av organisk materiale under anoksiske forhold. Når det ikke er oksygen til stede, bruker de sulfatreduserende bakteriene sulfat i stedet for oksygen, og sulfat blir redusert til hydrogensulfid.

Hydrogensulfid i høye konsentrasjoner er giftig for de aller fleste dyr. Eutrofi og redusert oksygenkonsentrasjon vil generelt føre til redusert arts mangfold og endringer i forekomst av ømfintlige og tolerante arter. Ved stor påvirkning kan artsantallet bli sterkt redusert, og individtettheten kan enten bli veldig lav eller ekstremt høy fordi noen få tolerante arter dominerer.

4.3 Artsammensetning og indikatorarter

Det ble påvist ulik artssammensetning ved stasjoner på innsiden av moloen sammenlignet med stasjoner på utsiden av moloen (referanseområdet). Forskjellen har sannsynligvis sammenheng med ulike fysiokjemiske forhold, bla. strømpåvirkning og eutrofi.

I området som var delvis innesluttet av moloen (sone 2) var det svært høy dominans av forurensningsindikerende fåbørstemark (*Oligochaeta*). I tillegg til at fåbørstemark tolererer store variasjoner i salinitet og temperatur er den kjent for å tolerere høy organisk belastning og dårlige oksygenforhold. Distribusjonsmønsteret til fåbørstemark kan derfor ha sammenheng med forskjeller i tilstanden til bunnsstratet i utredningsområdet. Resultatene tyder samtidig på at forholdene i

sedimentet lengst vest i sone 2 (stasjon P2) er så oksygenfattige at også antallet fåbørstemark er lavt, og artssammensetningen ved denne stasjonen er hovedsakelig preget av arter som lever oppå sedimentet.

Vi understreker at artene i fjæresonen og i brakkvannsystem generelt har høy grad av toleranse ettersom de er tilpasset store fluktasjoner i bl.a. temperatur, saltholdighet og oksygen. De samme egenskapene gjør at artene generelt også er robuste ovenfor andre forstyrrelser og forurensning. Slik sett blir det også vanskelig å detektere forurensningseffekter basert på artssammensetning.

Samtidig har tidligere studier av bløtbunnsfauna i kystområder vist at organisk forurensning påvirker distribusjonen av arter (Coelho, Pérez-Ruzafa, & Gamito, 2015). Coelho et al. (2015) fant at fåbørstemark var assosiert med områder med høy organisk belastning, mens mudderfjæresnegl (*Peringia ulvae*) var assosiert med områder hvor den organiske belastningen var lavere. Dette samsvarer med resultatene fra Ørin Nord, hvor det var høy dominans av mudderfjæresnegl på utsiden av moloen hvor den organiske belastningen var lavere.

Studier av mudderfjæresnegl har også vist at salinitet og kornstørrelse er sentrale drivere for artens distribusjon (El Asri, et al., 2022). Det er mulig at ferskvannspåvirkningen i sone 2 er høyere enn i sone 3 og at utbredelsen av mudderfjæresnegl også er påvirket av dette. Påviste myggglarver i sone 2 underbygger teorien om at dette området er særlig ferskvannspåvirket. Ferskvannspåvirkningen i sone 2 vil undersøkes nærmere når resultatene fra pågående overvåkning av salinitet i deltaområdet ferdigstilles i løpet av 2022 og 2023.

Resultatene antyder også at landskapsutforming, inkludert moloen, påvirker strømforhold og dermed kornfordelingen i bunnsstratet. Det er likevel ikke påvist en klar sammenheng mellom substrattype og artssammensetning i Ørin Nord. Undersøkelser utført i ytre del av Trondheimsfjorden har derimot vist sammenheng mellom substrattype og artssammensetning (Øxnevad, et al., 2017). Vi kan derfor ikke utelukke at kornfordelingen i bunnsstratet også påvirker artssammensetningen i Ørin Nord.

5. Tilstandsklassifisering

5.1 Økologisk tilstand

5.1.1 Indekser

Indeksene beregnet for Ørin Nord antyder moderat til svært dårlig tilstand i hele utredningsområdet, inkludert i referanseområdet (Tabell 5.1). Årsaken til dette er at artssammensetningen er relativt lav, høy forekomst av dominante arter og forekomst av forurensningsindikerende arter. Høy dominans av enkeltarter fører til redusert artsdiversitet (indeksen H'), mens høy forekomst av tolerante bunndyr (for eksempel fåbørstemark) gjør at også sensitivitetsindeksene får lave verdier.

Det er likevel viktig å påpeke at klassifiseringssystemet for marint miljø er ikke gyldig for brakkvannslokaliteter og kan ofte gi uforholdsmessig dårlig tilstandsklassifisering som følge av naturlig lav artssammensetning. Klassifiseringssystemet er også utviklet for dypere områder (under 10 m dyp) som ligger under haloklinen (altså under den vertikale lagdelingen mellom vannmasser med ulik salinitet). Det finnes per i dag ikke noe klassifiseringssystem for grunnere områder slik som i Ørin Nord.

Tabell 5.1: Kalkulert Shannon-wiener indeks (H') og økologisk kvalitetsratio (nEQR) for stasjon P1-P7 iht. Veileder 02:2018 (hentet fra vedlegg 3, analyserapport fra Åkerblå). Verdiene er angitt med farge iht. tilstandsklassene for økologisk tilstand i klassifiseringssystemet; moderat=gul, dårlig=oransje og svært dårlig=rød.

Stasjon	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Parameter							
H'	2,555	1,607	0,218	0,039	0,372	0,663	1,34
nEQR	0,538	0,245	0,158	0,087	0,245	0,238	0,324

5.1.2 Faglig vurdering

Ettersom indeksene bløtbunnsfauna ikke kan brukes for Ørin Nord har vi gjort en faglig vurdering av tilstand basert på artssammensetningen etter ønske fra miljøforvaltningen. Vi understreker at det generelt er gjennomført få undersøkelser av bløtbunnsfauna i fjæresonen på landsbasis, og sammenligningsgrunnlaget for å vurdere hvorvidt artssammensetningen avviker fra naturlig tilstand er derfor svakt. Dette medfører en usikkerhet i våre vurderinger. Samtidig vurderer vi datagrunnlaget fra utredningsområdet som svært godt, og i vår vurdering av tilstanden i området har vi basert oss på kunnskap om eventuelle avvik mellom planområdet og referanseområdet, supplert med kunnskap fra tilgjengelig litteratur. I vår vurdering har vi også lagt til grunn de de generelle normative definisjonene for de økologiske tilstandsklassene (Veileder 02:2018 rev., 2020, s. 18). Flytskjema for vurdering av tilstandsklasse er illustrert i Figur 5.1.

Sone 1

Sone 1 hadde en arts- og individfattig fauna, men sammenlignet med andre grunne bløtbunnsområder og referanseområdet er artsantallet innenfor normalområdet. Den organiske belastningen var noe høyere enn i referanseområdet (sone 3), men det var ikke tegn til svart farge eller lukt av hydrogen sulfid (H₂S) i sedimentet. Samtidig viser kartleggingen av forurensning i sedimentene moderat tilstand som følge av forhøyde nivåer av nikkell (Sweco, 2021b), et prioritert stoff i vannforkriftens klassifiseringssystem. I tillegg får området svært dårlig tilstand for den hydromorfologiske støtteparameteren (se avsnitt 3.6). Hydromorfologiske støtteparametere kan kun nedgradere tilstanden fra svært god til god, mens fysisk-kjemiske støtteparametere kan nedgradere tilstanden til god eller moderat (Veileder 02:2018 rev., 2020, s. 38). Samlet sett vurderes tilstanden i dette området som moderat.

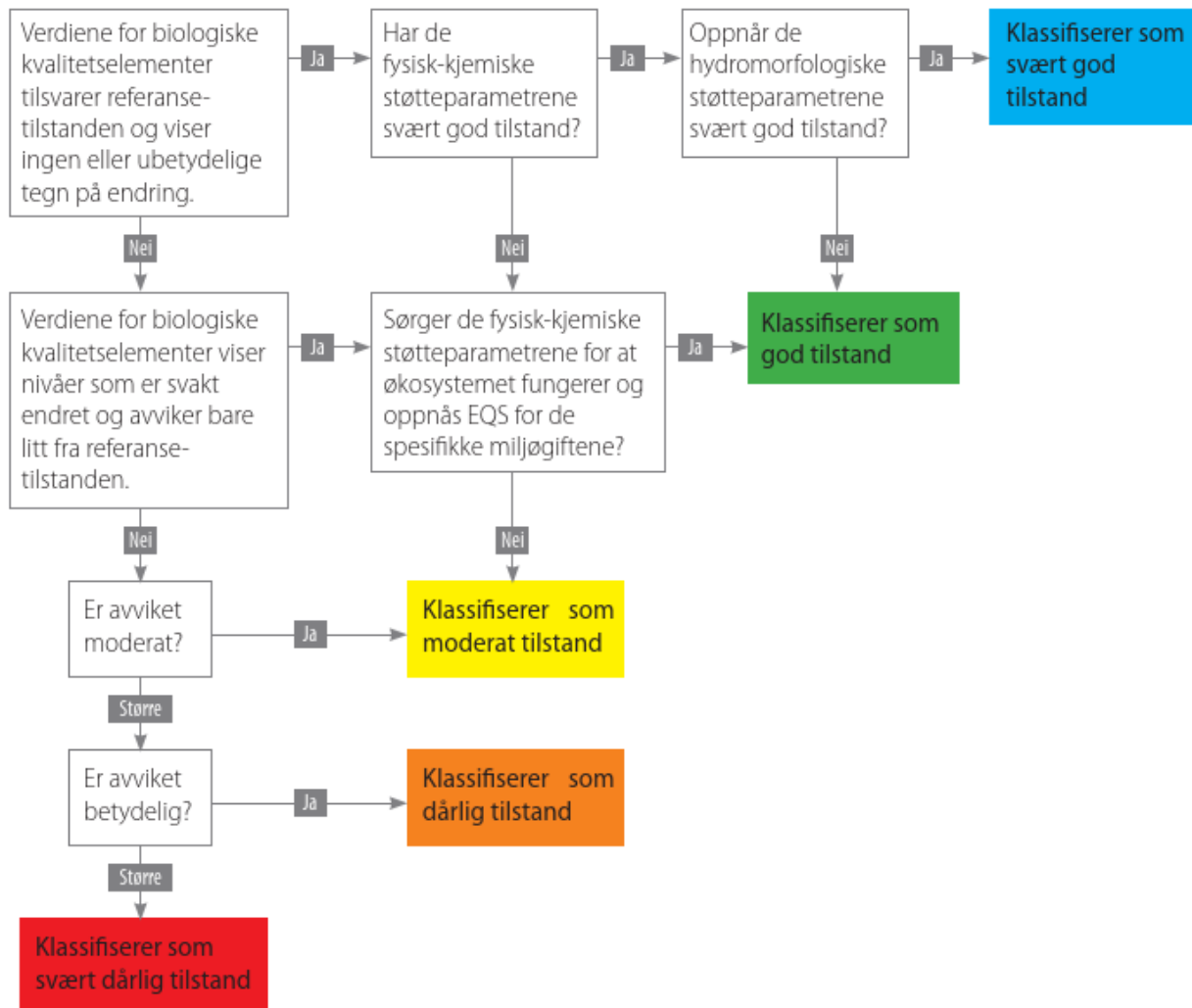
Sone 2

En sammenligning med referanseområdet (sone 3) antyder at artssammensetningen innenfor moloen (sone 2) avviker svært mye fra naturlig tilstand. Det ble påvist kun 4-6 arter ved de ulike stasjonene, samt dominerende antall av forurensningsindikerende fåbørstemark og omtrent ingen forekomster av fjæremarkhauger, eller intakte individ av strandsnegl og blåskjell. De få artsforekomstene og dominans av fåbørstemark skiller seg også ut fra tilsvarende undersøkelser av bløtbunnsfauna i fjæresonen. Undersøkelsene viser at området bærer preg av eutrofiering og stedvis oksygenfattig bunnsbunnsstrat. Samlet sett vurderer vi at området viser tegn på alvorlige endringer og at tilstanden i sone 2 er svært dårlig.

Sone 3

Sone 3 hadde en artsfattig fauna, men sammenlignet med andre grunne bløtbunnsområder er artsantallet innenfor normalområdet. Samtidig skiller området seg ut fra liknende undersøkelser ved svært høy dominans av mudderfjæresnegl (*Peringia ulvae*). Tette forekomster av fjæremark, samt intakte blåskjell og strandsnegl tyder likevel på at det biologiske samfunnet tilsvarer det som normalt forbindes med brakvannsdelta under uberørte forhold, og sedimentet bar preg av gode oksygenforhold. Samtidig får

også dette området svært dårlig tilstand for den hydromorfologiske støtteparameteren (se avsnitt 3.6). Hydromorfologiske støtteparametere kan kun nedgradere tilstanden fra svært god til god, og samlet sett vurderes tilstanden i dette området som god.



Figur 5.1: Flytdiagram som viser hvordan biologiske kvalitetselement, samt hydromorfologiske og fysiskkjemiske støtteparametere påvirker klassifiseringen av en vannforekomst (Veileder 02:2018 rev., 2020, s. 40).

6. Referanser

- Artsdatabanken. (2021). *Norsk rødliste for arter 2021*. Hentet fra Artsdatabanken: <https://artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021?Name=Crangon+crangon&SortBy=ScientificName&Meta=Visited&IsCheck=Area&IsCheck=Insects&Redlisted=false&Endangered=false&PresumedExtinct=false>
- Borgersen, G., & Walday, M. (2021). *Vurdering av tilstanden i Stavern havn*. NIVA.
- Brkljacic, M. S., Borgersen, G., Gitmark, J., Rinde, E., & Tveiten, L. (2016). *Undersøkelser i kystvann i Østfold 2016 - Hunnebotn og Vauerkilen*. NIVA.
- Cleland, E. E. (2011). Biodiversity and Ecosystem Stability. *Nature Education Knowledge*, 3(10):14.
- Coelho, S., Pérez-Ruzafa, A., & Gamito, S. (2015). Effects of organic pollution and physical stress on benthic macroinvertebrate communities from two intermittently closed and open coastal lagoons (ICOLLs). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 167, 276-285.
- Direktoratsgruppen for vannforvaltning. (2022a). *Verdal havn*. Hentet fra Vann-nett: <https://vann-nett.no/portal/?fbclid=IwAR2Pgxa1nMKsOVNHFHUAOni4Vbg2eynthUBBzHasjPPb-4jLu7UHy3sZ6UA#/waterbody/0320041200-4-C>
- Direktoratsgruppen for vannforvaltning. (2022b). *Trondheimsfjorden - Levanger*. Hentet fra Vann-nett: <https://vann-nett.no/portal/?fbclid=IwAR2Pgxa1nMKsOVNHFHUAOni4Vbg2eynthUBBzHasjPPb-4jLu7UHy3sZ6UA#/waterbody/0320041200-10-C>
- El Asri, F., Errhif, A., Tamsouri, M.-N., Martin, D., Maanan, M., & Zidane, H. (2022). Analysis of the structural characteristics and spatial organization of macrobenthic fauna in Oualidia lagoon, Morocco. *Applied Water Science*.
- Haugen, G. S. (2016). *Kartlegging av marin bløtbunnsfauna*. NTNU.
- Husby, M. (2022). *Fugleregistreringer i og ved Verdalselvas utløp, Ørin Nord, Verdal kommune. Del 1: mars-juli 2022*. NTNU Vitenskapsmuseet.
- Kommunene - kommuneplaner. (2022). *Kommuneplaner WMS-tjeneste*. Hentet fra Geonorge: <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/kommuneplaner-wms/c09665da-f82b-4414-b2c2-daf5a54957d3>
- Miljødirektoratet. (2007). *DN-håndbok 19 Kartlegging av marint biologisk mangfold*.
- NIVA. (2020). *Nasjonal kartlegging – kyst 2019 Ny revisjon av kriterier for verdisetting av marine naturtyper og nøkkelområder for arter*.
- Sweco. (2021a). *Miljøtekniske sedimentundersøkelser (delområde 1)*.
- Sweco. (2021b). *Miljøtekniske sedimentundersøkelser (delområde 2)*.
- Sweco. (2022). *Konsekvensutredning for naturmangfold Ørin Nord, Verdal kommune*.
- Veileder 02:2018 rev. (2020). *Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*.
- Øxnevad, S., Trannum, H., Næss, R., Green, N., Moy, S., Borgersen, G., . . . Håvardstun, J. (2017). *Redegjørelse for miljøtilstanden i Grandfjæra ved Ørland flystasjon*. NIVA.

7. Vedlegg

1. Feltlogg
2. Artsliste inkludert sensitivetsindeks
3. Bløtbunnsanalyse (Åkerblå)
4. Sedimentanalyse (ALS)

Vedlegg 1: Feltlogg

Stasjon (rep)	Dato/tid	Tidevann (cm)	Vær	Ekkodyp (m)	Sediment	Hydrogensulfid i sedimentet observert visuelt/luft	Visuell observasjon av epifaunua	Blåskjell, alger eller vegetasjon på sedimentet	Sikterest	Kommentar
P1 P1-1 P1-2 P1-3	04.05.22 16:30	213	Overskyet 2 m/s 9 °C	1-3	Mudder og leire	Ingen lukt, brunt/grått sediment til >5 cm dybde	Strandsnegle, strandkrabbe, intakt blåskjell. Veldig mange tomme saueskjell og enkelte blåskjell.	Annsamlinger av blåskjell <50 % dekning av bunnflaten	Synlig høy tetthet av børtstemark v. sikting, bla. rørbyggende,	Utført med grabb, kun prøvetatt øvre ca. 5 cm pga. tett leire. Mange tomme skjell sortert ut v. siling iht. ISO 16665
P2 P2-1 P2-2 P2-3	05.05.22 08:24	94	Overskyet 5 m/s 9 °C	0	Mudder og sand	Sterk lukt, svart sediment under 1- 5 cm dybde	Tomme saueskjell, sandskjell og blåskjell	Tette tareansamlinger og løstliggende grønnalger til stede	Fast leire, mye organisk i sikterest	Faste leirklumper med spor av dyr og som ikke lot seg løse opp ble beholdt i sikterest >4mm iht. ISO 16665
P3 P3-1 P3-2 P3-3	05.05.22 09:50	91	Overskyet 7 m/s 7 °C	0	Ren sand	Svak lukt, kobberbrunt sediment og noe sverting av sediment under 5- 10 cm dybde	Tomme saueskjell, sandskjell og blåskjell	Tare til stede, mindre enn ved P2 og P4.	Mye organisk og grus i sikterest	Faste leirklumper med spor av dyr og som ikke lot seg løse opp ble beholdt i sikterest >4mm iht. ISO 16665
P4 P4-1 P4-2	05.05.22 10:50	95	Overskyet 7 m/s 7 °C	0	Sand og mudder i blanding	Svak lukt, sverting av sediment under 5- 10 cm dybde	Tomme sneglehus, saueskjell og blåskjell	Tare og løstliggende grønnalger til stede	Mye organisk og grus i sikterest	Faste leirklumper med spor av dyr og som ikke lot seg

Sweco | Kartlegging av bløtbunnsfauna

Prosjektnummer: 10228921-002

Dato: 18.11.2022

Rev: 002

Dokumentreferanse \\nostefs001\oppdrag\31282\10228921_verdal_kommune_-_ørin_nord_reguleringsplan\000\06 dokumenter\03 rapporter og notater\03-bløtbunn\10228921-002_rim_n02_bløtbunnrapport ørin nord.docx

P4-3										Løse opp ble beholdt i sikterest >4mm iht. ISO 16665
P5 P5-1 P5-2 P5-3	04.05.22 10:00	78	Overskyet 1 m/s 6 °C	0	Ren sand	Ingen lukt, sverting av sediment under 5-10 cm dybde	Fjæremark (tette forekomster), blåskjell (intakt), enkelte tomme saueskjell og strandsneglehus	Tare til stede, stedvis med blåskjell festet til seg	Litt organisk og småstein i sikterest,	Store stein uten spor av fastsittende dyr sortert ut v. sikting iht. ISO 16665
P6 P6-1 P6-2 P6-3	04.05.22 08:40	56	Sol, tynt skydekke 2-3 m/s 3 °C	0	Ren sand	Ingen lukt, lyst/brunt sediment til >10 cm dybde	Fjæremark (spredte forekomster), intakte blåskjell, enkelte tomme saueskjell, og blåskjell	Tare til stede, stedvis med blåskjell festet til seg	Litt organisk og småstein i sikterest	Store stein uten spor av fastsittende dyr sortert ut v. sikting iht. ISO 16665
P7 P7-1 P7-2 P7-3	04.05.22 11:00	102	Overskyet 1 m/s 6 °C	0	Ren sand og grus	Ingen lukt, lyst/brunt sediment til >10 cm dybde (noen mørke felt i replikat P7-3)	Tomme blåskjell, mye spor av fugl (fotspor, avføring)	Tare til stede, stedvis med blåskjell festet til seg	Mye småstein i sikterest	Store stein uten spor av fastsittende dyr sortert ut v. sikting iht. ISO 16665

Vedlegg 2: Artsliste for bunnfauna inkludert sensitivetsindeksen (NSI)

Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende for bløtbunnsindeksene (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013).

TAXA	NSI (EG)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Capitella capitata kompleks	5				2	1		
Erinaceusyllis erinaceus						1		
Fabriciidae	3	2						
Phyllodoce mucosa	5	5						
Polynoidae	2	1						
Scoloplos armiger kompleks	3	8						
Oligochaeta*	5	1	18	1065	809	5	6	72
Tubificoides benedii	5	13				3		
Macoma balthica	4	1					7	2
Macoma calcarea	4					28		
Mya arenaria	4		1			9	4	7
Mya truncata	3	1						1
Mytilus edulis	4	1				3		
Polyplacophora	1	1						
Gammarus sp.			5					
Philomedes globosus	1			1				
Calanoida					1			
Nematoda		1			1			
Pygospio elegans		55				34		12
Hediste diversicolor		1	73	7	1	6	8	25
Chironomidae larve			101		19			
Littorina littorea		2				1	1	1
Peringia ulvae**		29	36	24		1981	243	304
Cerastoderma glaucum		3						
Carcinus maenas		1						
Crangon crangon						1		

Vedlegg 3: Bløtbunnsanalyse (Åkerblå)

Bunndyrsundersøkelse

NS-EN ISO 16665:2014

for

Ørin Nord



Rapportdato

18.07.2022

Oppdragsgiver

SWECO

Bunndyrsundersøkelse for Ørin Nord		
Rapportnummer / Rapportdato	104806-01-002 / 27.07.2022	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
002	Lagt til måling av biomasse	August Rustad Nymoen
Lokalitet/Område		
Lokalitet/område	Ørin Nord	
	Verdal kommune, Trøndelag fylke	
Oppdragsgiver		
Selskap	SWECO	
Kontaktperson	Kine Øren	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Nathalie Skahjem	
Forfatter (-e)	August Rustad Nymoen, Nathalie Skahjem	
Godkjent av	Evelina Merkyte	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab AS, TEST 070 (NS/EN ISO/IEC 17025)	
Vilkår og betingelser	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis. Resultatene i denne undersøkelsen gjelder kun for beskrevne prøvestasjoner som representerer et definert og begrenset område ved et spesifikt prøvetidspunkt.</i>	
Sammendrag		
Denne rapporten omhandler en bunndyrsundersøkelse ved Ørin Nord i Verdal kommune, Trøndelag fylke. Undersøkelsen er utført etter ønske fra kunde og omfatter analyser av bunnfauna fra syv prøvestasjoner.		
Fire av syv stasjoner (P2, P5, P6 og P7) ble tildelt dårlig tilstand og to av syv stasjoner (P3 og P4) fikk svært dårlig tilstand. Den beste stasjonen var P1 med en moderat tilstand (Tabell 1). Stasjoner P3 og P4, viste høy dominans av forurensningsindikerende fåbørstemark (<i>Oligochaeta</i>). Sneglen <i>Peringia ulvae</i> var svært dominerende ved flere stasjoner (P5, P6 og P7) også, men denne arten er ikke tildelt noen NSI-gruppe. Det ble også registrert svært få arter ved de fleste stasjonene, noe som har medvirket til en lavere tilstandsklassifisering av disse.		
Rapporten presenterer kun analyseresultater fra tilsendte bunnprøver. Åkerblå har ikke ansvar for innsamlingsmetode, rapporteringskrav eller annet enn resultatet av artsidentifiseringen og målingen av biomasse som presenteres i denne rapporten.		

Tabell 1. Hovedresultater. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks (H') og økologisk kvalitetsratio (nEQR) er oppgitt etter Veileder 02:2018 (2018).

Stasjon	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Parameter							
Antall arter	16	5	4	3	12	6	8
Antall individ	125	133	1097	812	2073	269	424
H'	2,555	1,607	0,218	0,039	0,372	0,663	1,340
nEQR	0,538	0,245	0,158	0,087	0,245	0,238	0,324

Forord

Denne rapporten omhandler bunndyrsanalyser fra Ørin Nord i henhold til NS-EN ISO 16665 (2014). Rapporten omfatter artsantall, individantall og indekser for hver prøve som resulterer i gjennomsnitts- og stasjonsverdier per prøvestasjon.

Rapporten presenterer kun analyseresultater fra tilsendte bunnprøver. Åkerblå har ikke ansvar for innsamlingsmetode, rapporteringskrav eller annet enn resultatet av artsidentifiseringen og målingen av biomasse som presenteres i denne rapporten.

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter TEST 252; SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2018 (2018). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Revisjon 002

I revisjonen av denne rapporten er det kun lagt til målinger av biomasse.

Innhold

INNHold	3
1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODE	5
3 RESULTATER	6
3.1 BUNNDYRSANALYSER	6
3.1.1 P1.....	6
3.1.2 P2.....	8
3.1.3 P3.....	10
3.1.4 P4.....	11
3.1.5 P5.....	12
3.1.6 P6.....	14
3.1.7 P7.....	16
4 DISKUSJON	18
5 LITTERATURLISTE	19
6 VEDLEGG	20
VEDLEGG 1 - KLASIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	20
VEDLEGG 2 - INDEKSBEKRIVELSER	22
VEDLEGG 3 - REFERANSETILSTANDER	25
VEDLEGG 4 - ARTSLISTE	29

1 Innledning

Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2014).

Miljøforholdene er avgjørende for antall arter og antall individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av individer blant disse artene (ISO 16665 2014; Veileder 02:2018 2018). Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2018 2018).

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Miljøkvaliteten i et område vil dermed kunne vurderes med utgangspunkt i disse tilstandsklassene. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene, for at konklusjonene skal bli korrekte. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna (Veileder 02:2018 2018).

2 Materiale og metode

Faunaprøver er sortert og identifisert (Horton et al. 2016) av personell i avdelingen for Marine Bunndyr i Åkerblå AS (tabell 2.1).

Tabell 2.1 Utført arbeid og akkreditering

Leverandør	Arbeid	Personell	Akkreditert arbeid
SWECO AS	Feltarbeid	-	Ikke oppgitt
Åkerblå AS	Grovsortering	Jolanta Ziliukiene	Ja, (Test 252: P21)
Åkerblå AS	Artsidentifisering	August Rustad Nymoen, Nathalie Skahjem	Ja, (Test 252: P21)
Åkerblå AS	Vurdering og tolkning	August Rustad Nymoen, Nathalie Skahjem	Ja, (Test 252: P32)

Utrekningen av artsmangfold (ES_{100}) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:18 (2018). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:18 (2018; tabell 2.2; vedlegg 1-4).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 1 og 3). Klassifisering av tilstand for stasjonene gjøres etter beskrivelse i Veileder 02:18 (2018).

Tabell 2.2 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
H'_{max}	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ($= \log_2 S$)
ES_{100}	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$)
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks basert inkludert med individantall
\bar{G}	Grabbverdi: Gjennomsnittlig verdi for grabb 1 og 2
\bar{S}	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normaliserte verdier ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstand	Generalisert uttrykk som omfatter tilstandsklasse og miljøtilstand
Tilstandsverdi	Verdigrunnlaget for tilstandsvurdering

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyser

3.1.1 P1

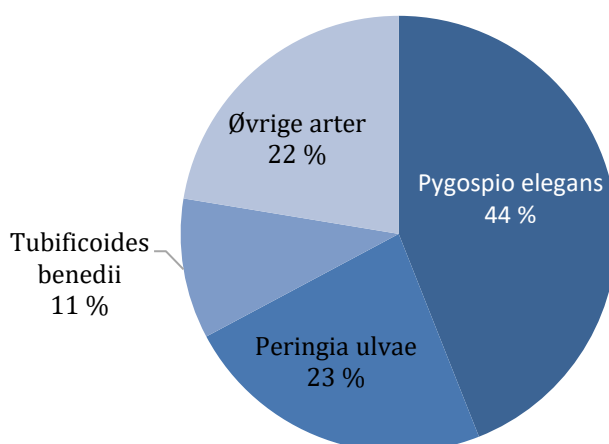
Ved P1 ble det registrert 125 individer fordelt på 16 arter (tabell 3.1.1.1, tabell 3.1.1.2 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **moderat tilstand** ut fra veileder 02:2018. Biomasse per familie er presentert i tabell 3.1.1.3.

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved P1 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pygospio elegans</i>		55	44,0
<i>Peringia ulvae</i>		29	23,2
<i>Tubificoides benedii</i>	5	13	10,4
<i>Scoloplos armiger kompleks</i>	3	8	6,4
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	5	4,0
<i>Cerastoderma glaucum</i>		3	2,4
Fabriciidae	3	2	1,6
<i>Littorina littorea</i>		2	1,6
Polynoidae	2	1	0,8
<i>Mytilus edulis</i>	4	1	0,8
Øvrige arter	-	6	4,8

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------

Figur 3.1.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved P1.



Tabell 3.1.1.2 Faunaresultater fra samlet vurdering av replikanter P1-1, P1-2 og P1-3 med totalt arts- og individantall i tillegg til indekser for stasjonen. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de tre replikantene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	P1	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	16	16	
N	125	125	
NQI1	0,577	0,577	0,524
H'	2,555	2,555	0,537
J	0,639	0,639	
H' max	4,000	4,000	
ES100	14,320	14,320	0,552
ISI	8,325	8,325	0,717
NSI	13,974	13,974	0,359
Grabbverdi			0,538

Tabell 3.1.1.3: Biomasse per art per familie målt i gram (g).

Taxa	P1	
	Antall ind.	Total vekt (g)
Fabriciidae	2	<0,0001
Phyllodocidae	5	0,0207
Polynoidae	1	0,0009
Orbiniidae	8	0,0214
Oligochaeta	1	<0,0001
Naididae	13	0,0063
Tellinidae	1	0,6172
Myidae	1	0,0061
Mytilidae	1	10,2748
Polyplacophora	1	0,0020
Spionidae	55	0,0750
Nereididae	1	<0,0001
Littorinidae	2	7,6175
Hydrobiidae	29	0,2229
Cardiidae	3	3,2080
Carcinidae	1	0,1064

3.1.2 P2

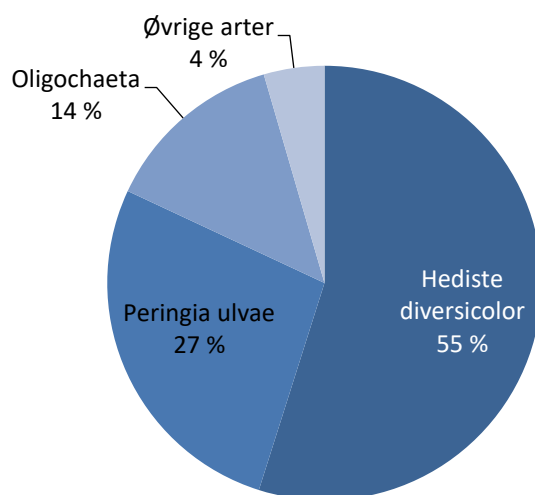
Ved P2 ble det registrert 133 individer fordelt på 5 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018. Biomasse per familie er presentert i tabell 3.1.2.3.

Tabell 3.1.2.1 Alle forekommende arter ved P2 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Hediste diversicolor</i>		73	54,9
<i>Peringia ulvae</i>		36	27,1
<i>Oligochaeta</i>	5	18	13,5
<i>Gammarus sp.</i>		5	3,8
<i>Mya arenaria</i>	4	1	0,8

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------

Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved P2.



Tabell 3.1.2.2 Faunaresultater fra samlet vurdering av replikanter P2-1, P2-2 og P2-3 med totalt arts- og individantall i tillegg til indekser for stasjonen. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de tre replikantene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	P2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	5	5	
N	133	133	
NQI1	0,447	0,447	0,352
H'	1,607	1,607	0,357
J	0,692	0,692	
H' max	2,322	2,322	
ES100	4,751	4,751	0,190
ISI	3,495	3,495	0,149
NSI	8,815	8,815	0,176
Grabbverdi			0,245

Tabell 3.1.2.3: Biomasse per art per familie målt i gram (g).

Taxa	P2	
	Antall ind.	Total vekt (g)
Oligochaeta	18	0,0044
Myidae	1	0,4865
Gammaridae	5	0,0024
Nereididae	73	0,3598
Hydrobiidae	36	0,1317

3.1.3 P3

Ved P3 ble det registrert 1097 individer fordelt på 4 arter (tabell 3.1.3.1 og tabell 3.1.3.2). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **svært dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018. Biomasse per familie er presentert i tabell 3.1.3.3.

Tabell 3.1.3.1 Alle forekommende arter ved P3 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Oligochaeta</i>	5	1 065	97,1
<i>Peringia ulvae</i>		24	2,2
<i>Hediste diversicolor</i>		7	0,6
<i>Philomedes globosus</i>	1	1	0,1

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------

Tabell 3.1.3.2 Faunaresultater fra samlet vurdering av replikanter P3-1, P3-2 og P3-3 med totalt arts- og individantall i tillegg til indekser for stasjonen. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de tre replikantene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	P3	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	4	4	
N	1097	1097	
NQI1	0,209	0,209	0,135
H'	0,218	0,218	0,048
J	0,109	0,109	
H'max	2,000	2,000	
ES100	2,482	2,482	0,099
ISI	5,860	5,860	0,336
NSI	8,528	8,528	0,171
Grabbverdi			0,158

Tabell 3.1.3.3: Biomasse per art per familie målt i gram (g).

Taxa	P3	
	Antall ind.	Total vekt (g)
Oligochaeta	1065	0,6935
Philomedidae	1	0,0009
Nereididae	7	0,1126
Hydrobiidae	24	0,0680

3.1.4 P4

Ved P4 ble det registrert 812 individer fordelt på 3 arter (tabell 3.1.4.1 og tabell 3.1.4.2). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet **svært dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018. Biomasse per familie er presentert i tabell 3.1.4.3.

Tabell 3.1.4.1 Alle forekommende arter ved P4 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Oligochaeta</i>	5	809	99,6
<i>Capitella capitata kompleks</i>	5	2	0,2
<i>Hediste diversicolor</i>		1	0,1

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------

Tabell 3.1.4.2 Faunaresultater fra samlet vurdering av replikanter P4-1, P4-2 og P4-3 med totalt arts- og individantall i tillegg til indekser for stasjonen. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de tre replikantene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	P4-1	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	3	3	
N	812	812	
NQI1	0,178	0,178	0,115
H'	0,039	0,039	0,009
J	0,024	0,024	
H'max	1,585	1,585	
ES100	1,354	1,354	0,054
ISI	1,995	1,995	0,085
NSI	8,506	8,506	0,170
Grabberverdi			0,087

Tabell 3.1.4.3: Biomasse per art per familie målt i gram (g).

Taxa	P4	
	Antall ind.	Total vekt (g)
Oligochaeta	809	0,4426
Nematoda	1	<0,0001
Nereididae	1	0,0172
Capitellidae	2	0,0012

3.1.5 P5

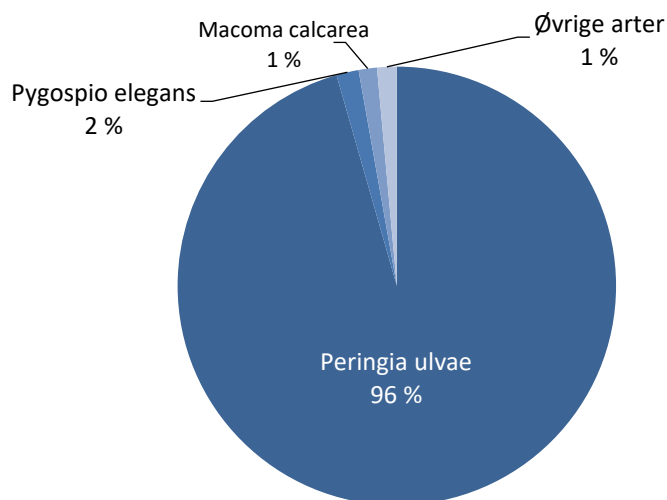
Ved P5 ble det registrert 2073 individer fordelt på 12 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018. Biomasse per familie er presentert i tabell 3.1.5.3.

Tabell 3.1.5.1 De ti hyppigst forekommende artene ved P5 oppgitt i antall og prosent, samt fargekodning for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Peringia ulvae</i>		1 981	95,6
<i>Pygospio elegans</i>		34	1,6
<i>Macoma calcarea</i>	4	28	1,4
<i>Mya arenaria</i>	4	9	0,4
<i>Hediste diversicolor</i>		6	0,3
<i>Oligochaeta</i>	5	5	0,2
<i>Tubificoides benedii</i>	5	3	0,1
<i>Mytilus edulis</i>	4	3	0,1
<i>Capitella capitata kompleks</i>	5	1	0,0
<i>Crangon crangon</i>		1	0,0
Øvrige arter	-	2	0,1

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------

Figur 3.1.5.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved P5.



Tabell 3.1.5.2 Faunaresultater fra samlet vurdering av replikanter P5-1, P5-2 og P5-3 med totalt arts- og individantall i tillegg til indekser for stasjonen. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de tre replikantene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	P5	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	12	12	
N	2073	2073	
NQI1	0,513	0,513	0,432
H'	0,372	0,372	0,083
J	0,104	0,104	
H'max	3,585	3,585	
ES100	3,873	3,873	0,155
ISI	3,765	3,765	0,160
NSI	14,932	14,932	0,397
Grabbverdi			0,245

Tabell 3.1.5.3: Biomasse per art per familie målt i gram (g).

Taxa	P5	
	Antall ind.	Total vekt (g)
Oligochaeta	5	0,0011
Naididae	3	0,0016
Tellinidae	28	1,3825
Myidae	9	0,2032
Mytilidae	3	6,2065
Spionidae	34	0,0284
Nereididae	6	0,0323
Littorinidae	1	0,0063
Hydrobiidae	1981	2,2340
Capitellidae	1	<0,0001
Decapoda	1	0,2365
Syllidae	1	<0,0001

3.1.6 P6

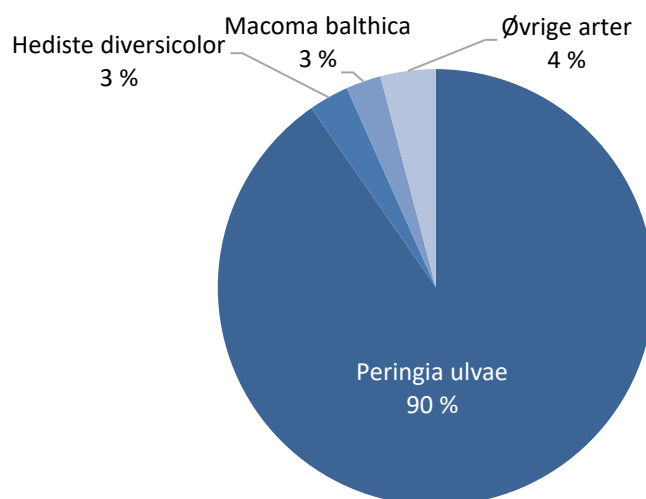
Ved P6 ble det registrert 269 individer fordelt på 6 arter (tabell 3.1.6.1, tabell 3.1.6.2 og figur 3.1.6.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018. Biomasse per familie er presentert i tabell 3.1.6.3.

Tabell 3.1.6.1 Alle forekommende arter ved P6 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Peringia ulvae</i>		243	90,3
<i>Hediste diversicolor</i>		8	3,0
<i>Macoma balthica</i>	4	7	2,6
<i>Oligochaeta</i>	5	6	2,2
<i>Mya arenaria</i>	4	4	1,5
<i>Littorina littorea</i>		1	0,4

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------

Figur 3.1.6.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved P6.



Tabell 3.1.6.2 Faunaresultater fra samlet vurdering av replikanter P6-1, P6-2 og P6-3 med totalt arts- og individantall i tillegg til indekser for stasjonen. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de tre replikantene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	P6	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	6	6	
N	269	269	
NQI1	0,472	0,472	0,380
H'	0,663	0,663	0,147
J	0,256	0,256	
H'max	2,585	2,585	
ES100	5,099	5,099	0,205
ISI	4,980	4,980	0,233
NSI	10,657	10,657	0,226
Grabbverdi			0,238

Tabell 3.1.6.3: Biomasse per art per familie målt i gram (g).

Taxa	P6	
	Antall ind.	Total vekt (g)
Oligochaeta	6	<0,0001
Tellinidae	7	0,3767
Myidae	4	0,6093
Nereididae	8	0,1499
Littorinidae	1	0,0125
Hydrobiidae	243	0,6006

3.1.7 P7

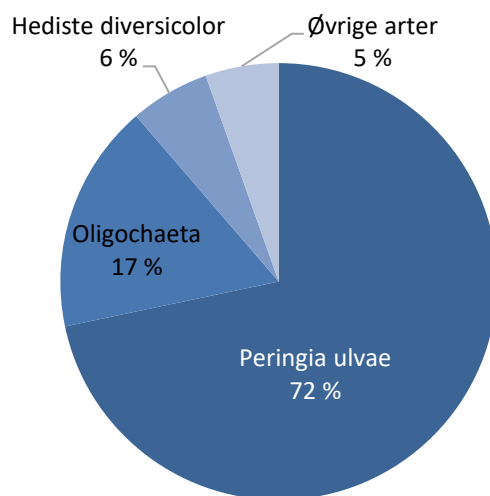
Ved P7 ble det registrert 424 individer fordelt på 8 arter (tabell 3.1.7.1, tabell 3.1.7.2 og figur 3.1.7.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet for **dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018. Biomasse per familie er presentert i tabell 3.1.7.3.

Tabell 3.1.7.1 Alle forekommende arter ved P7 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Peringia ulvae</i>		304	71,7
<i>Oligochaeta</i>	5	72	17,0
<i>Hediste diversicolor</i>		25	5,9
<i>Pygospio elegans</i>		12	2,8
<i>Mya arenaria</i>	4	7	1,7
<i>Macoma balthica</i>	4	2	0,5
<i>Littorina littorea</i>		1	0,2
<i>Mya truncata</i>	3	1	0,2

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------

Figur 3.1.7.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved P7.



Tabell 3.1.7.2 Faunaresultater fra samlet vurdering av replikanter P7-1, P7-2 og P7-3 med totalt arts- og individantall i tillegg til indekser for stasjonen. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de tre replikantene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	P7	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	8	8	
N	424	424	
NQI1	0,463	0,463	0,370
H'	1,340	1,340	0,298
J	0,447	0,447	
H' max	3,000	3,000	
ES100	5,700	5,700	0,235
ISI	7,340	7,340	0,534
NSI	9,219	9,219	0,184
Grabbverdi			0,324

Tabell 3.1.7.3: Biomasse per art per familie målt i gram (g).

Taxa	P7	
	Antall ind.	Total vekt (g)
Oligochaeta	72	0,0325
Tellinidae	2	0,1385
Myidae	8	1,5425
Spionidae	12	0,0018
Nereididae	25	0,2058
Littorinidae	1	0,0066
Hydrobiidae	304	1,1427

4 Diskusjon

Resultatene fra bunndyrsanalysen viser at det er relativt dårlige faunaforhold i området. Fire av syv stasjoner (P2, P5, P6 og P7) ble tildelt dårlig tilstand og to av syv stasjoner (P3 og P4) fikk svært dårlig tilstand. Den beste stasjonen var P1 med en moderat tilstand.

Generelt ble det registrert svært få arter og stor dominans av enkeltarter ved samtlige stasjoner utenom P1, hvor det ble observert noe flere arter fordelt på færre individer, i tillegg til arter med en lavere NSI-gruppe (NSI-2 og 3). Majoriteten av de mest fremtredende enkeltartene er ikke tildelt en NSI-gruppe, mens blant artene uten NSI-gruppe var det sneglen *Peringia ulvae* som dominerte ved flere av stasjonene (P5, P6 og P7). Blant artene med NSI-gruppe var det forurensningsindikerende (NSI-5) fåbørstemark (*Oligochaeta*, P3 og P4) som var mest fremtredende. Det ble også registrert få arter ved de fleste stasjonene, noe som har medvirket til en lavere tilstandsklassifisering av disse.

5 Litteraturliste

- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from [http: World Register of Marine Species](http://www.marinespecies.org). Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk Klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Revidert 2015. Direktoratgruppa for gjennomføring av vandirektivet/Miljøstandardprosjekt.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Klassifisering av forurensningsgrad

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V1.1) og språkbruk (V1.2).

V1.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling, 2013) har Åkerblå AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi istedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, -tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

Ettersom NSI er laget med bakgrunn i å dekke samme bruksområde som AMBI i norske resipienter, er den økologiske gruppeinndelingen basert på utgangspunktet for AMBI-indeksen (Borja et al., 2000). Artene som har blitt klassifisert i AMBI-systemet er delt inn i fem økologiske grupper basert på toleransen ovenfor organisk tilførsel i sedimentene. Utgangstilstanden er beskrevet som ikke tilført organisk materiale (lett ubalanse er noe organisk tilførsel osv):

Gruppe 1 – Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og arter som er tilstede ved ikke forurensete forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingssensitive).

Gruppe 2 – Arter som er helt, eller til en viss grad, likegyldig til organisk tilførsel. Alltid tilstede i lave tettheter med ikke-betydelige variasjoner over tid (fra utgangstilstand til lett ubalanse). I denne gruppe inkluderes «suspension feeders», mindre selektive karnivorer og åtseletere (Benevnelse - forurensingsnøytrale).

Gruppe 3 – Arter som er tolerante ovenfor organisk tilførsel. Disse artene kan også forekomme under normale tilstander, men blir stimulert av organisk tilførsel. Denne gruppen inkluderer overflate «deposit feeders» som noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingstolerante).

Gruppe 4 – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «subsurface deposit-feeders» som f.eks cirratulider (Benevnelse - Opportunistisk, forurensingstolerant)

Gruppe 5 – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikerende art).

V1.2 Språkbruk: Endringer

Etter en re-tolkning av Borja et al. (2000) velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene. Nedenfor har vi satt opp en oversiktstabell fra tidligere benevnelse til den nye benevnelsen:

Tabell V3.1 Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
1	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
2	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
3	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
4	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
5	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

V3.3 Endringer i NSI-grupper

Etter som ny informasjon blir tilgjengelig og arter splittes og bytter slekter har vi i noen tilfeller ansett det som nødvendig å endre arters tilhørende NSI-gruppe (tabell V3.2)

Tabell V3.2 Oversikt over endringer i NSI- og ISI-verdier gjort, hvor verdiene er hentet fra og kilder som viser til informasjonen avgjørelsen er basert på.

Art	Ny NSI/ISI hentet fra	Kilde
Tubificoides benedii	Oligochaeta (NSI 5)	Giere et. al. 1988; Giere et. al. 1999
Pista mediterranea	Pista cristata (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Pista cristata	Pista lornensis (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Owenia borealis	Oweina fusiformis	Koh et.al 2003
Terebellides sp.	Terebellides stroemii	Nygren et.al. 2018
Hermania sp.	Philine scabra (NSI 2)	Chaban et. al. 2015
Philinidae	Philine sp. (NSI 2)	Chaban & Lubin 2015

Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.

Chaban EM, Nekhaev IO, Lubin PA. (2015). *Hermania indistincta* comb. nov. (Gastropoda: Opisthobranchia: Cephalaspidae) from the Barents Sea – new species and genus for the fauna of the Russian Seas. *Zoosystematica Rossica* 24(2): 148-154.

Giere O, Rhode B, Dubilier N. (1987). Structural peculiarities of the body wall of *Tubificoides benedii* (Oligochaeta) and possible relations to its life in sulphidic sediments. *Zoomorphology* 108:29-39.

Giere O, Preusse J-H, Dubilier N. (1999). *Tubificoides benedii* (Tubificidae, Oligochaeta) — a pioneer in hypoxic and sulfidic environments. An overview of adaptive pathways. *Hydrobiologia* 406: 235-241.

Jirkov IA, Leontovich MK. (2017). Review of genera within the Axionice/Pista complex (Polychaeta, Terebellidae), with discussion of the taxonomic definition of other Terebellidae with large lateral lobes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(5): 911-934

Koh BS, Bhaud MR, Jirkov IA. (2003). Two new species of *Owenia* (Annelida: Polychaeta) in the northern part of the North Atlantic Ocean and remarks on previously erected species from the same area. *Sarsia* 88:175-188.

Nygren A, Parapar J, Pons J, Meißner K, Bakken T, et al. (2018). A mega-cryptic species complex hidden among one of the most common annelids in the North East Atlantic. *PLOS ONE* 13(6): e0198356.

Vedlegg 2 - Indeksbeskrivelser

V4.1 Diversitet og jevnhet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer relatert til fordeling av individer mellom artene) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen

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

hvor $p_i = N_i/N$, N_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, $H'_{\max} (= \log_2 S)$, er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte (Pielou 1966)

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

hvor H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter er representert med ett individ. Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien 1. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} er beskrevet som

$$ES_{100} = \sum_i^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

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

V4.2 Sensitivitet og tetthet

Sensitivitet beskrives av indeksene ISI (Indicator Species Index), NSI og AMBI (Azti Marin Biotic Index).

Beregning av ISI er beskrevet av Rygg, 2002 og NIVA-rapport 4548-2002. Formelen for utregning av en prøves ISI-verdi er gitt ved

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

hvor ISI_i er verdien for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

NSI er utviklet med basis i norske faunadata. Her er også hver art tilordnet en sensitivetsverdi (NSI-verdi) og individantall for hver art inngår i beregningen. Formelen for utregning av en prøves NSI-verdi er gitt ved

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

hvor N_i er antall individer og NSI_i er verdien for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivetsverdier.

Sensitivetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-1: sensitive arter, EG-2: indifferente arter, EG-3: tolerante, EG-4: opportunistiske, EG-5: forurensingsindikerende arter, og hvor hver enkelt økologiske gruppe har en toleranseverdi (AMBI-verdi) (Borja et al., 2000). Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved

$$AMBI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer med innenfor økologisk gruppe i , $AMBI_i$ er toleranseverdien for de ulike økologiske gruppene (henholdsvis 0, 1.5, 3, 3.5 og 6, for gruppe 1- 5, respektivt) og N_{AMBI} er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

AMBI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

Den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian quality status, version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold og sensitivitet (AMBI).

NQI-indeksen er gitt ved formelen

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

hvor *AMBI* er en sensitivitetsindeks, *S* er antall arter og *N* er antall individer i prøven.

V4.4 Normalisering

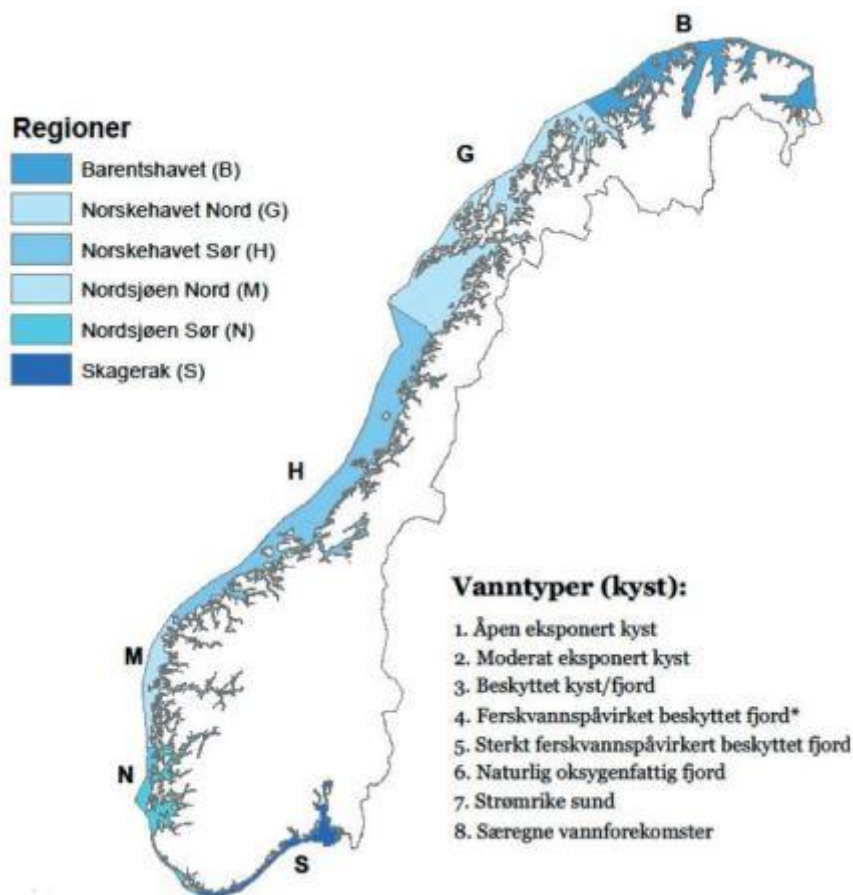
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeler i tilstandsklassen «God» (Tabell V.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

$$nEQR = \frac{abs|Indeksverdi - Klassens nedre verdi|}{Klassens øvre indeksverdi - Klassens nedre grenseverdi + Klassens nEQR Basisverdi} \cdot 0,2$$

Vedlegg 3 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V3.1-V3.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut i fra NS 9410 (2016; tabell V3.4) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2018 (2018) ved stasjoner utenfor anleggssonen.



Figur V3.1 Inndeling av økoregioner og forskjellige kystvanntyper langs norskekysten.

Tabell V3.1 Oversikt over klassegrenser og tilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2018 (2018)

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Skagerak	NQI	0.9 - 0.82	0.82 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-3	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(S1-3)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Skagerak	NQI	0.86 - 0.69	0.69 - 0.6	0.6 - 0.47	0.47 - 0.3	0.3 - 0
5	H	6 - 4	4 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(S5)	ES100	56 - 28	28 - 19	19 - 11	11 - 6	6 - 0
	ISI2012	11.8 - 7.6	7.6 - 6.8	6.8 - 5.6	5.6 - 4.1	4.1 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.94 - 0.75	0.75 - 0.66	0.66 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(N1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(N3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(M1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(M3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Norskehavet S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
1-3	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H1-3)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet S	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
4-5	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H4-5)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Norskehavet N 1-3 (G1-3)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet N 4-5 (G4-5)	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Barentshavet 1-5 (B1-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	4.8 - 3.2	3.2 - 2.5	2.5 - 1.6	1.6 - 0.8	0.8 - 0
	ES100	39 - 19	19 - 13	13 - 8	8 - 4	4 - 0
	ISI2012	13.5 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.5	6.5 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Tabell V3.2 nEQR-basisverdi for hver tilstand*.

nEQR basisverdi		Tilstand
Klasse I	0,8	Svært god
Klasse II	0,6	God
Klasse II	0,4	Moderat
Klasse IV	0,2	Dårlig
Klasse V	0	Svært dårlig

*Tilstandsklasse

Tabell V3.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2018 (2018). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstand*					
		I	II	III	IV	V	
		Svært god/ Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	O ₂ innhold**	mg O ₂ / l	>6,39	6,39- 4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O ₂ metning***	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
	TOC	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Sediment	Kobber	mg Cu/kg	<20	20-84		84-147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	0-90	91-139	140-750	751-6690	>6690

* Tilstandsklasse

** Regnet fra ml O₂/L til mg O₂/L hvor omregningsfaktoren til mg O₂/L er 1,42

*** Oksygenmetningen er beregnet for salinitet 33 og temperatur 6°C

Tabell V3.4 Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS 9410:2016).

Tilstand*	Krav
1 - Meget god	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
2 - God	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
3 - Dårlig	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .
4 - Meget dårlig	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

**Miljøtilstand*

Vedlegg 4 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert taksonomisk, for all fauna funnet ved Ørin Nord (Tabell V4.1).

Tabell V4.1 Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NSI (EG)	P1-1	P2-1	P3-1	P4-1	P5-1	P6-1	P7-1
Capitella capitata kompleks	5				2	1		
Erinaceusyllis erinaceus						1		
Fabriciidae	3	2						
Phyllodoce mucosa	5	5						
Polynoidae	2	1						
Scoloplos armiger kompleks	3	8						
Oligochaeta	5	1	18	1065	809	5	6	72
Tubificoides benedii	5	13				3		
Macoma balthica	4	1					7	2
Macoma calcarea	4					28		
Mya arenaria	4		1			9	4	7
Mya truncata	3	1						1
Mytilus edulis	4	1				3		
Polyplacophora	1	1						
Gammarus sp.			5					
Philomedes globosus	1			1				
Calanoida					1			
Nematoda		1			1			
Pygospio elegans		55				34		12
Hediste diversicolor		1	73	7	1	6	8	25
Chironomidae larve			101		19			
Littorina littorea		2				1	1	1
Peringia ulvae		29	36	24		1981	243	304
Cerastoderma glaucum		3						
Carcinus maenas		1						
Crangon crangon						1		

Vedlegg 4: Sedimentanalyse (ALS)



ANALYSERAPPORT

Ordrenummer	: NO2208669	Side	: 1 av 9
Kunde	: Sweco Norge AS	Prosjekt	: Verdal kommune - Ørin Nord Miljøundersøkelse
Kontakt	: Anna Tanem Stølan	Prosjektnummer	: 10228921-002
Adresse	: Professor Brochs gate 2 7030 Trondheim Norge	Prøvetaker	: ----
Epost	: anna.tanemstolan@sweco.no	Sted	: ----
Telefon	: ----	Dato prøvemottak	: 2022-05-10 09:05
COC nummer	: ----	Analysedato	: 2022-05-15
Tilbuds- nummer	: OF171793	Dokumentdato	: 2022-05-19 16:08
		Antall prøver mottatt	: 7
		Antall prøver til analyse	: 7

Om rapporten

Forklaring til resultatene er gitt på slutten av rapporten.

Denne rapporten erstatter enhver foreløpig rapport med denne referansen. Resultater gjelder innleverte prøver slik de var ved innleveringstidspunktet. Alle sider på rapporten har blitt kontrollert og godkjent før utsendelse.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultater gjelder bare de analyserte prøvene.

Hvis prøvetakingstidspunktet ikke er angitt, prøvetakingstidspunktet vil bli default 00:00 på prøvetakingsdatoen. Hvis datoen ikke er angitt, blir default dato satt til dato for prøvemottak angitt i klammer uten tidspunkt.

Kommentarer

Prøven for metod S-TOC1-IR er tørket ved 105 grader og pulverisert før analyse.

Underskrivere	Posisjon
Torgeir Rødsand	DAGLIG LEDER

Laboratorium	: ALS Laboratory Group avd. Oslo	Nettside	: www.alsglobal.no
Adresse	: Drammensveien 264 0283 Oslo Norge	Epost	: info.on@alsglobal.com
		Telefon	: ----



Analyseresultater

Submatriks: **SEDIMENT**

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

P1

NO2208669001

2022-05-04 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Tørrstoff								
Tørrstoff ved 105 grader	69.3	± 4.19	%	0.10	2022-05-15	S-DRY-GRCI	PR	a ulev
Fysikalsk								
Fraksjon <0,063 mm	70.6	± 7.06	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,063-0,125 mm	5.83	± 0.58	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,125-0,25 mm	11.2	± 1.12	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,25-0,5 mm	10.8	± 1.08	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,5-1 mm	1.06	± 0.11	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 1-2 mm	0.165	± 0.02	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 2-4 mm	0.319	± 0.03	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 4-8 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 8-16 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 16-31,5 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 31,5-63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon > 63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Næringsstoffer								
Total nitrogen (Tot-N)	780	± 160.00	mg/kg TS	50	2022-05-17	S-NTOT-PHO	CS	a ulev
Totalt organisk karbon (TOC)	0.97	± 0.15	% tørrvekt	0.10	2022-05-17	S-TOC1-IR	CS	a ulev



Submatris: **SEDIMENT**

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

Parameter	Resultat	MU	Enhet	P2		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
					NO2208669002			
					2022-05-04 00:00			
Tørrstoff								
Tørrstoff ved 105 grader	79.0	± 4.77	%	0.10	2022-05-15	S-DRY-GRCI	PR	a ulev
Fysikalsk								
Fraksjon <0,063 mm	29.1	± 2.91	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,063-0,125 mm	18.6	± 1.86	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,125-0,25 mm	39.8	± 3.98	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,25-0,5 mm	8.93	± 0.89	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,5-1 mm	2.35	± 0.24	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 1-2 mm	0.731	± 0.07	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 2-4 mm	0.560	± 0.06	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 4-8 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 8-16 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 16-31,5 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 31,5-63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon > 63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Næringsstoffer								
Total nitrogen (Tot-N)	507	± 107.00	mg/kg TS	50	2022-05-17	S-NTOT-PHO	CS	a ulev
Totalt organisk karbon (TOC)	0.61	± 0.09	% tørrvekt	0.10	2022-05-17	S-TOC1-IR	CS	a ulev



Submatriks: **SEDIMENT**

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

Parameter	Resultat	MU	Enhet	P3		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
NO2208669003 2022-05-04 00:00								
Tørrstoff								
Tørrstoff ved 105 grader	83.8	± 5.06	%	0.10	2022-05-15	S-DRY-GRCI	PR	a ulev
Fysikalsk								
Fraksjon <0,063 mm	2.44	± 0.24	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,063-0,125 mm	6.11	± 0.61	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,125-0,25 mm	40.4	± 4.04	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,25-0,5 mm	31.8	± 3.18	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,5-1 mm	12.0	± 1.20	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 1-2 mm	4.17	± 0.42	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 2-4 mm	3.06	± 0.31	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 4-8 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 8-16 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 16-31,5 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 31,5-63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon > 63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Næringsstoffer								
Total nitrogen (Tot-N)	636	± 131.00	mg/kg TS	50	2022-05-17	S-NTOT-PHO	CS	a ulev
Totalt organisk karbon (TOC)	0.93	± 0.14	% tørrvekt	0.10	2022-05-17	S-TOC1-IR	CS	a ulev

Dokumentdato : 2022-05-19 16:08
 Side : 5 av 9
 Ordrenummer : NO2208669
 Kunde : Sweco Norge AS



Submatriks: **SEDIMENT**

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

Parameter	Resultat	MU	Enhet	P4		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
				NO2208669004				
				2022-05-04 00:00				
Tørrstoff								
Tørrstoff ved 105 grader	85.1	± 5.14	%	0.10	2022-05-15	S-DRY-GRCI	PR	a ulev
Fysikalsk								
Fraksjon <0,063 mm	13.5	± 1.35	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,063-0,125 mm	5.68	± 0.57	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,125-0,25 mm	17.6	± 1.76	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,25-0,5 mm	21.1	± 2.11	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,5-1 mm	20.1	± 2.01	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 1-2 mm	10.9	± 1.09	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 2-4 mm	11.1	± 1.11	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 4-8 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 8-16 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 16-31,5 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 31,5-63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon > 63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Næringsstoffer								
Total nitrogen (Tot-N)	556	± 116.00	mg/kg TS	50	2022-05-17	S-NTOT-PHO	CS	a ulev
Totalt organisk karbon (TOC)	0.38	± 0.06	% tørrvekt	0.10	2022-05-17	S-TOC1-IR	CS	a ulev

Dokumentdato : 2022-05-19 16:08
 Side : 6 av 9
 Ordrenummer : NO2208669
 Kunde : Sweco Norge AS



Submatriks: **SEDIMENT**

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

Parameter	Resultat	MU	Enhet	P5		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
					NO2208669005			
					2022-05-04 00:00			
Tørrstoff								
Tørrstoff ved 105 grader	83.6	± 5.04	%	0.10	2022-05-15	S-DRY-GRCI	PR	a ulev
Fysikalsk								
Fraksjon <0,063 mm	2.39	± 0.24	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,063-0,125 mm	4.96	± 0.50	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,125-0,25 mm	45.8	± 4.58	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,25-0,5 mm	39.2	± 3.92	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,5-1 mm	6.67	± 0.67	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 1-2 mm	0.867	± 0.09	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 2-4 mm	0.066	± 0.007	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 4-8 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 8-16 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 16-31,5 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 31,5-63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon > 63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Næringsstoffer								
Total nitrogen (Tot-N)	166	± 47.00	mg/kg TS	50	2022-05-17	S-NTOT-PHO	CS	a ulev
Totalt organisk karbon (TOC)	0.18	± 0.04	% tørrvekt	0.10	2022-05-17	S-TOC1-IR	CS	a ulev



Submatriks: **SEDIMENT**

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

Parameter	Resultat	MU	Enhet	P6		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
					NO2208669006			
					2022-05-04 00:00			
Tørrstoff								
Tørrstoff ved 105 grader	82.8	± 5.00	%	0.10	2022-05-15	S-DRY-GRCI	PR	a ulev
Fysikalsk								
Fraksjon <0,063 mm	0.603	± 0.06	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,063-0,125 mm	6.10	± 0.61	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,125-0,25 mm	57.4	± 5.74	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,25-0,5 mm	26.2	± 2.62	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,5-1 mm	7.14	± 0.71	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 1-2 mm	0.895	± 0.09	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 2-4 mm	1.68	± 0.17	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 4-8 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 8-16 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 16-31,5 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 31,5-63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon > 63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Næringsstoffer								
Total nitrogen (Tot-N)	118	± 41.00	mg/kg TS	50	2022-05-17	S-NTOT-PHO	CS	a ulev
Totalt organisk karbon (TOC)	0.17	± 0.04	% tørrvekt	0.10	2022-05-18	S-TOC1-IR	CS	a ulev



Submatris: **SEDIMENT**

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

Parameter	Resultat	MU	Enhet	P7		Metode	Utf. lab	Acc.Key
				LOR	Analysedato			
					NO2208669007			
					2022-05-04 00:00			
Tørrstoff								
Tørrstoff ved 105 grader	84.0	± 5.07	%	0.10	2022-05-15	S-DRY-GRCI	PR	a ulev
Fysikalsk								
Fraksjon <0,063 mm	5.97	± 0.60	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,063-0,125 mm	12.7	± 1.27	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,125-0,25 mm	48.3	± 4.83	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,25-0,5 mm	8.27	± 0.83	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 0,5-1 mm	6.94	± 0.69	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 1-2 mm	6.74	± 0.67	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 2-4 mm	11.0	± 1.10	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 4-8 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 8-16 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 16-31,5 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon 31,5-63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Fraksjon > 63 mm	<0.010	----	%	0.010	2022-05-18	S-GRAINSIZ	CS	a ulev
Næringsstoffer								
Total nitrogen (Tot-N)	223	± 56.00	mg/kg TS	50	2022-05-17	S-NTOT-PHO	CS	a ulev
Totalt organisk karbon (TOC)	0.28	± 0.05	% tørrvekt	0.10	2022-05-17	S-TOC1-IR	CS	a ulev

Dette er slutten av analyseresultatdelen av analysesertifikatet

Kort oppsummering av metoder

Analysemetoder	Metodebeskrivelser
S-GRAINSIZ	CZ_SOP_D06_07_120 (CSN EN ISO 17892:BS ISO 11277:2009) Kornstørrelsesanalyse av faste prøver ved bruk av sikting og laserdiffraksjon
S-NTOT-PHO	CZ_SOP_D06_07_102 (CSN ISO 11261) Bestemmelse av total nitrogen ved modifisert Kjeldahl metode spektrofotometrisk.
S-TOC1-IR	CZ_SOP_D06_07_121.A (CSN ISO 29541, CSN EN ISO 16994, CSN EN ISO 16948, CSN EN 15407, CSN ISO 19579, CSN EN 15408, CSN ISO 10694, CSN EN 13137) Bestemmelse av totalt karbon (TC), totalt organisk karbon (TOC), total svovel og hydrogen ved forbrenningsmetode ved bruk av IR,-bestemmelse av total nitrogen ved forbrenningsmetode ved bruk av TCD og bestemmelse av oksygen ved utregning og totalt uorganisk karbon (TIC) og karbonater ved utregning fra målte verdier.
S-DRY-GRCI	CZ_SOP_D06_01_045 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346), CZ_SOP_D06_07_046 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346, CSN 46 5735) Bestemmelse av tørrstoff gravimetrisk og bestemmelse av vanninnhold ved utregning fra målte verdier.

Prepareringsmetoder	Metodebeskrivelser
*S-PPHOM.07	CZ_SOP_D06_07_P01 Prøvepreparering av faste prøver for analyse (knusing, kverning og pulverisering).
*S-PPHOM.03	CZ_SOP_D06_07_P01 Prøvepreparering av faste prøver for analyse (knusing, kverning og pulverisering).



Noter: **LOR** = Rapporteringsgrenser representerer standard rapporteringsgrenser for de respektive parameterne for hver metode. Merk at rapporteringsgrensen kan bli påvirket av f.eks nødvendig fortykning grunnet matriksinterferens eller ved for lite prøvemateriale

MU = Målesikkerhet

a = A etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av ALS Laboratory Norway AS

a ulev = A ulev etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av underleverandør

* = Stjerne før resultat angir ikke-akkreditert analyse.

< betyr mindre enn

> betyr mer enn

n.a. – ikke aktuelt

n.d. – Ikke påvist

Målesikkerhet:

Målesikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

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

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

Utførende lab

	Utførende lab
CS	Analysene er utført av: ALS Czech Republic, s.r.o., Bendlova 1687/7 Ceska Lipa 470 01
PR	Analysene er utført av: ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00



Attachment no. 1 to the certificate of analysis for work order NO2208669

RESULTS OF GRAIN SIZE ANALYSIS

Sample label:	P1	P2	P3	P4	P5
Lab. ID:	001	002	003	004	005
Total weight of sample: [g]	90.81	64.26	100.47	138.79	151.01
q < 0.002 mm [%]	1.87	0.21	0.02	0.36	0.03
q 0.002–0.004 mm [%]	5.87	1.26	0.13	0.98	0.19
q 0.004–0.008 mm [%]	10.40	3.00	0.31	1.84	0.45
q 0.008–0.016 mm [%]	15.02	4.71	0.50	2.59	0.61
q 0.016–0.032 mm [%]	21.25	8.54	0.75	3.77	0.62
q 0.032–0.063 mm [%]	16.20	11.37	0.73	3.98	0.49
q < 0.063 mm [%]	70.61	29.08	2.44	13.52	2.39
q 0.063–0.125 mm [%]	5.83	18.58	6.11	5.68	4.97
q 0.125–0.250 mm [%]	11.21	39.76	40.44	17.62	45.86
q 0.250–0.500 mm [%]	10.80	8.93	31.81	21.07	39.18
q 0.500–1.000 mm [%]	1.06	2.35	11.97	20.12	6.67
q 1.000–2.000 mm [%]	0.17	0.73	4.17	10.88	0.87
q 2.000–4.000 mm [%]	0.32	0.56	3.06	11.12	0.07
q 4.000–8.000 mm [%]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q 8.000–16.000 mm [%]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q 16.00–31.50 mm [%]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q 31.50–63.00 mm [%]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q > 63.00 mm [%]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q < 0,002 mm [%]	1.87	0.21	0.02	0.36	0.03
Q < 0.004 mm [%]	7.74	1.47	0.15	1.34	0.22
Q < 0.008 mm [%]	18.14	4.47	0.46	3.18	0.67
Q < 0.016 mm [%]	33.16	9.18	0.96	5.77	1.28
Q < 0.032 mm [%]	54.41	17.71	1.71	9.54	1.90
Q < 0.063 mm [%]	70.61	29.08	2.44	13.52	2.39
Q < 0.125 mm [%]	76.44	47.66	8.55	19.20	7.36
Q < 0.250 mm [%]	87.66	87.43	48.99	36.81	53.22
Q < 0.500 mm [%]	98.46	96.36	80.80	57.88	92.40
Q < 1.000 mm [%]	99.52	98.71	92.77	78.00	99.07
Q < 2.000 mm [%]	99.68	99.44	96.94	88.88	99.93
Q < 4.000 mm [%]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Q < 8.000 mm [%]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Q < 16.00 mm [%]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Q < 31.50 mm [%]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Q < 63.000 mm [%]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

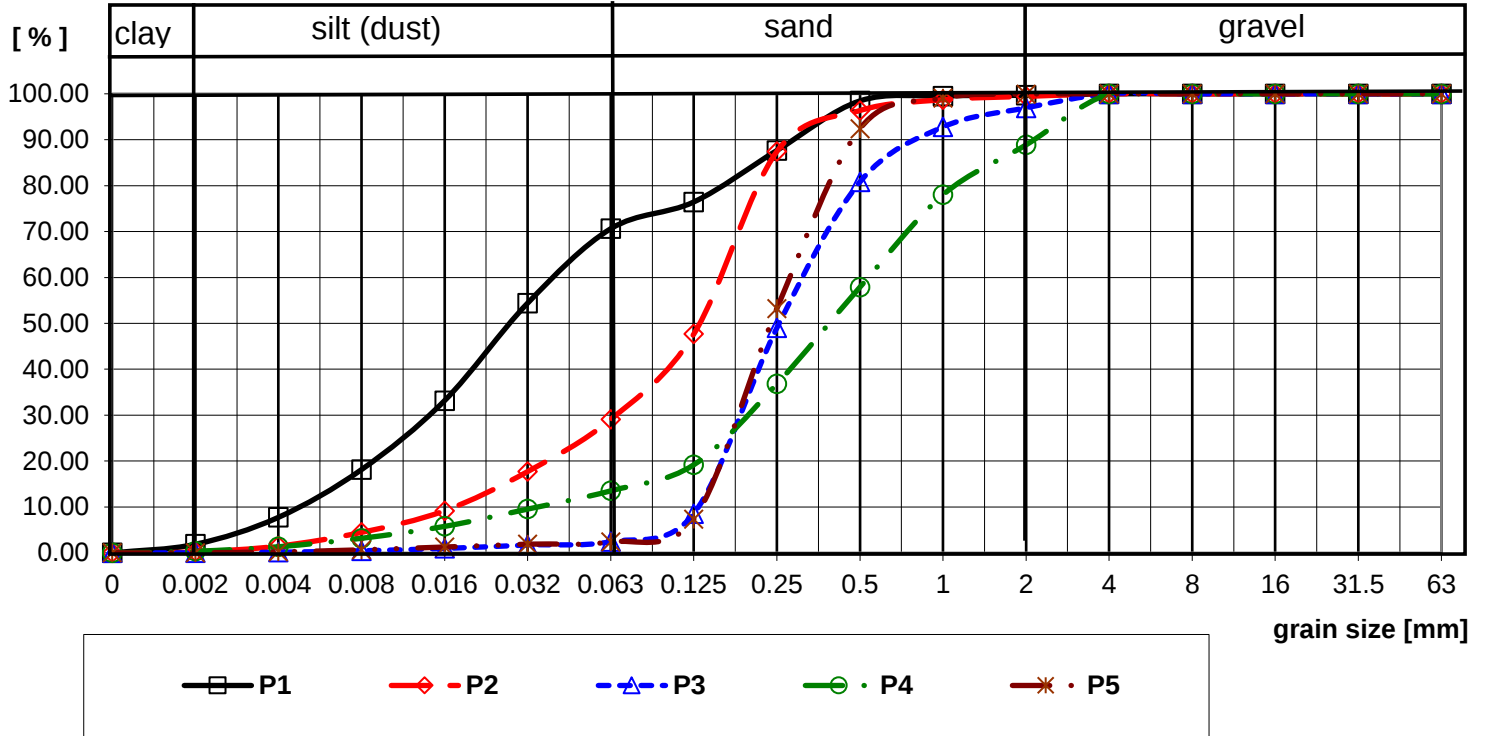
q – fraction percentage part, Q – fraction cumulative part.

Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm). Fractions > 63 mm, 31.5–63 mm, 16–31.5 mm, 8–16 mm, 4–8 mm, 2–4 mm, 1–2 mm, 0.5–1 mm, 0.25–0.50 mm, 0.125–0.25 mm and 0.063–0.125 mm were determined by wet sieving method, other fractions were determined from the fraction "<0.063 mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode.

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



RESULTS OF GRAIN SIZE ANALYSIS





Attachment no. 2 to the certificate of analysis for work order NO2208669

RESULTS OF GRAIN SIZE ANALYSIS

Sample label:	P6	P7
Lab. ID:	006	007
Total weight of sample: [g]	109.47	151.57
q < 0.002 mm [%]	0.01	0.06
q 0.002–0.004 mm [%]	0.04	0.30
q 0.004–0.008 mm [%]	0.09	0.66
q 0.008–0.016 mm [%]	0.12	0.93
q 0.016–0.032 mm [%]	0.14	1.58
q 0.032–0.063 mm [%]	0.21	2.45
q < 0.063 mm [%]	0.60	5.97
q 0.063–0.125 mm [%]	6.10	12.71
q 0.125–0.250 mm [%]	57.40	48.34
q 0.250–0.500 mm [%]	26.18	8.27
q 0.500–1.000 mm [%]	7.14	6.94
q 1.000–2.000 mm [%]	0.90	6.74
q 2.000–4.000 mm [%]	1.68	11.02
q 4.000–8.000 mm [%]	0.00	0.00
q 8.000–16.000 mm [%]	0.00	0.00
q 16.00–31.50 mm [%]	0.00	0.00
q 31.50–63.00 mm [%]	0.00	0.00
q > 63.00 mm [%]	0.00	0.00
Q < 0,002 mm [%]	0.01	0.06
Q < 0.004 mm [%]	0.04	0.35
Q < 0.008 mm [%]	0.13	1.01
Q < 0.016 mm [%]	0.25	1.94
Q < 0.032 mm [%]	0.40	3.52
Q < 0.063 mm [%]	0.60	5.97
Q < 0.125 mm [%]	6.70	18.68
Q < 0.250 mm [%]	64.10	67.02
Q < 0.500 mm [%]	90.28	75.29
Q < 1.000 mm [%]	97.42	82.23
Q < 2.000 mm [%]	98.32	88.98
Q < 4.000 mm [%]	100.00	100.00
Q < 8.000 mm [%]	100.00	100.00
Q < 16.00 mm [%]	100.00	100.00
Q < 31.50 mm [%]	100.00	100.00
Q < 63.000 mm [%]	100.00	100.00

q –fraction percentage part, Q – fraction cumulative part.

Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm). Fractions > 63 mm, 31.5–63 mm, 16–31.5 mm, 8–16 mm, 4–8 mm, 2–4 mm, 1–2 mm, 0.5–1 mm, 0.25–0.50 mm, 0.125–0.25 mm and 0.063–0.125 mm were determined by wet sieving method, other fractions were determined from the fraction "<0.063 mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode.

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



RESULTS OF GRAIN SIZE ANALYSIS

