
RAPPORT

Utbedring av farleden til Leirpollen i Tana kommune. Fagrappport sil.

OPPDRAKSGIVER

Kystverket

EMNE

Sil (tobis)

DATO / REVISJON: 7. juni 2019 / 03

DOKUMENTKODE: 713364-RIM-RAP-002



Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

Forsida: Sil. Foto: Multiconsult Norge v/ Finn Gregersen.

RAPPORT

OPPDRAAG	Utbedring av farleden til Leirpollen, Tana	DOKUMENTKODE	713364-RIM-RAP-002
EMNE	Konsekvensutredning for sil (tobis)	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Kystverket	OPPDRAAGSLEDER	Kjetil Mork
KONTAKTPERSON	Arnt Edmund Ofstad	SAKSBEHANDLER	Finn Gregersen, Morten Kraabøl, Odin Kirkemoen & Jonathan Colman
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10105050 Naturressurser

SAMMENDRAG

Alternativer

Kystverket har utarbeidet en reguleringsplan for farleden inn til Leirpollen i Tana kommune, der formålet er å legge til rette for en utbedring av deler av farleden. Utbedringen av farleden vil bestå av en kombinasjon av seks nye sjømerker og utdyping av enkelte områder som i dag er for grunne. Det er kun de grunneste og smaleste delene i den nordlige delen av farleden som må utdypes, og i disse områdene er farleden planlagt utbedret til en bredde på 120 m og en plandybde på 9 m. På det smaleste er farleden i dette området i dag ca. 80 m bred og på det grunneste ca. 5,6 meter dyp.

Følgende alternativer er vurdert:

Alternativ		Mudringsdybde (m)	Mudringsvolum (m ³)	Berørt areal (m ²)	Vedlikeholdsintervall (år) ¹	
Mudringsalternativer	1A	Mudring ned til 9 m plandybde innenfor planlagt farled (120 m bred), felt 1. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret.	9,3	75 000	44 000	20 (10-31)
		Mudring ned til 9 m plandybde innenfor planlagt farled (120 m bred), felt 2 og 3. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret.	9,3	135 000	84 000	60 (32-89)
	1B	Samme som alt. 1A, men mudringen gjennomføres i <u>sommer</u> halvåret				
	2A	Mudring for å oppnå og beholde 9 m plandybde lengre innenfor planlagt farled (120 m bred), felt 1. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret.	10,3	140 000	70 000	40 (19-57)
		Mudring for å oppnå og beholde 9 m plandybde lengre innenfor planlagt farled (120 m bred), felt 2 og 3. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret.	10,3	270 000	140 000	120 (65 – 182)
2B	Samme som for alt. 2A, men mudringen gjennomføres i <u>sommer</u> halvåret					

¹ Det første tallet angir middelveiden, mens tallene i parentes angir ytterpunktene basert på ulike scenarier for sandvandring.

Områdebeskrivelse

Tanamunningen har flere økologiske nivåer med store naturverdier, der silen er et hovedbindeledd mellom lavere og høyere trofiske nivåer i næringskjeden. Tanamunningen er svært produktiv og tilføres næringsstoffer og sedimenter fra Tanaelva ved flom, og av tidevannsstrømmer ut og inn av Leirpollen. I følge lokal kunnskap er det store forekomster av sil i dette området, noe som også ble bekreftet ved feltundersøkelsene i 2017 og 2018.

Undersøkelsene viser at havsilen i Tanamunningen er genetisk forskjellig fra andre silbestander i Norge og består av flere genetisk atskilte delbestander, som kan medføre biologisk relevante forskjeller. Noe mer enn dette er ikke mulig å slå fast ut fra de genetiske undersøkelsene som er utført. De antas å være tilpasset variasjoner i fysisk livsmiljø i økosystemet i Tanamunningen og Leirpollen. I tillegg ble det funnet små mengder av både storsil og småsil i Tanamunningen, noe som øker verdien til dette området.

Havsilen er hovedsakelig knyttet til sandbunn i Tanamunningen. Tanamunningen generelt, og Lavvonjarsundet spesielt, er derfor klassifisert som et svært viktig gyte-, overvintrings- og oppvekstområde. Bestandsestimatene viser at

det kan være over 1,1 milliard individer av sil i Tanamunningen i gytetiden i november-desember, og tettheten er beregnet til 132 individer pr kvadratmeter. Feltundersøkelsene tyder på at mellom 85% og 95% av silbestandene i Tanamunningen finnes innenfor farleden i Lavvonjargsundet, og videre viser modellberegninger at 5,0 % (alt. 1) til 9,2 % (alt. 2) finnes innenfor planlagte mudringsområder.

Analyser av innsamlet sil fra sandbunnsområdene viser at Tanamunningen er et yngleområde for sil. Dette betyr at egg, ett- og toårig sil tilbringer de første årene av sitt liv i dette området. Gytingen foregår i november-desember, og deretter drar antagelig den voksne silen ut i fjorden eller til havs. Dette betyr at planområdet har meget stor verdi for silbestanden. Det står absolutt mest sil i området når voksen sil er på gytevandring (november-desember) og absolutt minst sil på sommerstid (mai - juli og trolig også august).

Anleggsfasen

Mudring vinterstid i perioden primo oktober – ultimo april

Basert på utarbeidet habitatmodell for sil er det anslått at konvensjonell mudring i denne perioden vil medføre et direkte tap av hhv. 5,0 % (alt. 1) eller 9,2 % (alt. 2) av den totale silpopulasjonen i Tanamunningen, forutsatt at dødeligheten ved mudring er 100 %. I tillegg til mudringens direkte påvirkning på silens viktigste habitat, vil en betydelig andel av disse delbestandene også kunne bli påvirket indirekte, som for eksempel gjennom partikkelforurensning i vannmassene eller nedslamming av nærliggende gyte-, oppvekst- og dvaleområder. Hvordan tapet fordeler seg på de ulike delbestandene er ikke kjent, og denne usikkerheten tillegges vekt ved vurdering av samlet konsekvens. Dette tilsier middels til stort negativt omfang. Kombinert med stor verdi gir dette *middels til stor negativ konsekvens* (---/---) for alt. 1A og *stor negativ konsekvens* (---) for alt. 2A i anleggsfasen. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til denne vurderingen. For eksempel er det vanskelig å vurdere hvor mange årsklasser av voksen sil som står skjermet for dette tiltaket til havs under mudringen, størrelsen på disse årsklassene, aktivitetsnivå og atferdsrespons til sil i området i perioden oktober-april, akutt og forsinket dødelighet ved mudring, og dermed hvor stor andel av den totale bestanden som faktisk vil gå tapt. Dette gir usikkerhet i konklusjonene vedrørende virkningene i anleggsfasen og evt. ettervirkninger som forplanter seg over i driftsfasen (se under).

Mudring sommerstid i perioden primo mai – ultimo juli

Sommermudring er vurdert betydelig mindre negativt for silbestandene i Tanamunningen. Dersom mudringen utføres i den perioden sil er mest aktiv i vannmassene (primo mai – juli/august), og i mye mindre grad har tilhold i sanden i mudringsområdet, vil konsekvensene for sil bli vesentlig mindre både i anleggs- og driftsfasen. Konsekvensen av alt. 1B og 2B vurderes derfor som *liten negativ* (-) i anleggsfasen. Mudring i denne perioden vil kunne være noe mer utfordrende for bl.a. steinkobbe, laksefisk og enkelte arter av fugl, men dette er vurdert i egne fagrapporter.

Oppsummering

Den mest avgjørende faktoren med tanke på mudringens konsekvenser for sil er årstiden. Det kan kanskje benyttes mudringsteknikker og tilpasninger vinterstid for å dempe de negative konsekvensene, men det foreligger per i dag lite kunnskap om dette og potensialet her kan bare besvares ved oppfølgende undersøkelser/FoU før, under og etter mudring. Inntil resultatene fra slike undersøkelser eventuelt foreligger, er sommermudring vurdert som det eneste alternativet som kan redusere skadeomfanget på silbestanden i Tanamunningen til et akseptabelt nivå.

Driftsfasen

I driftsfasen vil konsekvensene avhenge av flere forhold, deriblant 1) i hvor stor grad silbestanden påvirkes negativt i anleggsfasen (jf. diskusjonen ovenfor), samt følgene av dette på videre reproduksjon, 2) i hvilken grad de fysiske forholdene som definerer silhabitatet endres som følge av mudringen, 3) de ulike delbestandenes evne til å hente seg inn dersom det blir stor dødelighet, 4) om det kan dannes nye og lokaltilpassede delbestander gjennom naturlig seleksjon og 5) om det finnes effektive avbøtende/kompenserende tiltak som kan dempe de negative virkningene i anleggsfasen (gjelder primært ved vintermudring) i tilstrekkelig grad.

Det er overveiende sannsynlig at konsekvensene utover i driftsfasen, dvs. frem mot neste vedlikeholdsmudring, vil være ubetydelige eller små målt opp imot konsekvensene i anleggsfasen og de første årene av driftsfasen. En gjennomgang av det fysiske grunnlagsmaterialet som er foreliggende for Lavvonjargsundet/Tanamunningen tyder på at det sannsynligvis ikke vil skje vesentlige hydrologiske og geomorfologiske endringer på silhabitatet i mudringsområdet etter at anleggsfasen er over. Habitatevalueringene indikerer at mudrede bunnområder senkes til et mer optimalt nivå for sil, noe som kan være gunstig på sikt. Et usikkerhetsmoment i denne vurderingen er imidlertid silens snevre toleranser for

¹ Tidspunktet silen går opp av sanden for å beite etter vinterens dvale kan variere fra år til år, og er trolig knyttet til isløsning/vårflom. Kaskadeeffektene dette setter i gang med økt næringstilførsel til havet medfører oppblomstring av plankton (raudåte, silens hovedføde, gyter på senvinteren/våren og forekommer i stort antall i overflaten). Man bør derfor ideelt sett tilpasse anleggstarten til tidspunktet for isgang/vårflom i Tanaelva.

sandforekomstenes tekstur og porøsitet. Dette er momenter som må undersøkes nærmere gjennom oppfølgende undersøkelser før, under og etter mudring.

Oppsummering

Samlet sett vurderes tiltaket å kunne medføre *middels til stor negativ konsekvens* (---/---) for sil i anleggsfasen ved valg av alt. 1A eller *stor negativ konsekvens* (---) ved valg av alt. 2A, som begge innebærer mudring i vinterhalvåret, og *liten negativ konsekvens* (-) for alt. 1B og 2B, som innebærer mudring i sommerhalvåret. Denne vurderingen representerer en generalisering i forhold til delbestandene som er identifisert.

Når det gjelder de langsiktige virkningene utover i driftsfasen så er det, som nevnt ovenfor, enkelte usikkerhetsmomenter. Mudring sommerstid (alt. 1B eller 2B) vil med stor sannsynlighet medføre minst konsekvenser, også på lang sikt, siden vesentlig færre sil forventes å gå tapt som følge av direkte eller indirekte påvirkning i anleggsfasen, mens mulig påvirkning på silhabitatet i driftsfasen vil være den samme, uavhengig av mudringstidspunkt. Hvis antagelsene om at dybdeforhold og sandforekomstenes tekstur/porøsitet viser seg å være gunstig for silen, også etter mudring, vil bestanden trolig hente seg inn igjen utover i driftsfasen. Dette er det mest sannsynlige scenarioet basert på de geologiske undersøkelsene og strømningsmodelleringene som foreligger. Om konsekvensene av mudringen blir *liten negativ* (-), *ubetydelig* (0) eller *liten positiv* (+) i et langsiktig perspektiv kan kun klargjøres gjennom oppfølgende undersøkelser før, under og etter mudring.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	8
2	Tiltaket	8
2.1	Influensområdet	10
3	Oppdragsbeskrivelse.....	12
3.1	Definisjon av utredningstemaet sil/tobis	12
3.2	Todelt tiltak.....	12
3.3	Parallellutredninger på sil, laks/laksefjord, fugl, sjøpattedyr.....	12
4	Materiale og metode	12
4.1.1	Datagrunnlag og –kvalitet	12
4.1.2	Verdi- og omfangskriterier	13
4.1.3	0-alternativene	13
5	Områdebeskrivelse	14
5.1	Tanamunningen og Leirpollen	14
5.1.1	Beskrivelse av fiskeundersøkelsene	14
5.1.2	Beskrivelse av genetikkundersøkelsene.....	17
5.1.3	Verdivurdering	17
5.2	Deponiområdet ved Stangnes	18
5.2.1	Beskrivelse	18
5.2.2	Verdivurdering	18
6	Omfang og konsekvenser av tiltaket	18
6.1	Generelt om sumvirkninger på sil	19
6.2	Konsekvenser av de ulike mudringsalternativene i anleggsfasen	19
6.3	Konsekvenser av de ulike mudringsalternativene i driftsfasen.....	23
7	Konklusjon / oppsummering.....	26
8	Avbøtende tiltak	26
9	Oppfølgende undersøkelser / FoU	26
10	Referanser	28
10.1	Skriftlige kilder	28
10.2	Øvrig bakgrunnsmateriell	29
10.3	Prosjektutredninger og rapporter.....	31

FIGURER

Figur 2-1. Oversikt over planområdet, mudringsområdet og –alternativer, deponiområdet utenfor Stangnes, nye sjømerker samt Tanamunningen naturreservat Kilde: Kystverket.	9
Figur 2-2. Definisjon av det utvidede influensområdet til tiltaket. Området er avgrenset til indre deler av Tanafjorden inklusive Leirpollen med innseilingsrenna, et stykke opp i Julelva og Tanaelva. Kartgrunnlag: Google Satellite WMS (2019).....	11
Figur 2-3. Lavvonjargsundet (markert med blått) utgjør ca. 3 500 daa, mens områdene som skal utdypes er på ca. 160 daa (markert med rødt). Totalt er det rundt 4-5 % av arealet i Lavvonjargsundet som blir direkte berørt av tiltaket, mens det sentrale influensområdet er større.	11
Figur 5-1. Substrat og registrert fordeling av sil. Kilde: Kirkemoen et al 2019.	15
Figur 5-2. Plott av estimerte havsiltettheter basert på den utvalgte ZIP-modellen anvendt på krigingmodeller for dybde også substratsammensetning. Det foreslåtte mudringsområdet er indikert i rødt. Områder som er uegnet for havsil innenfor undersøkelsesområdet er indikert som rosa skravur. Kilde: Kirkemoen et al 2019.	16
Figur 6-1. Strandsonen i deltaet av den undulerende sanden med grove til middels grove sandkorn med størrelse 0,25-1,0 mm (Foto: Finn Gregersen).	24

TABELLER

Tabell 2-1. Oversikt over alternativer som er utredet i denne rapporten.....	10
Tabell 6-1. Samlet vurdering for anleggsfasen.	22

VEDLEGG

Vedlegg 1. Feltnotat - sampling av sil innenfor og utenfor Leirpollen, Tanafjorden. Data fra seks tokt mars-juni 2017 og tre vintertokt 2018 (NaturRestaurering AS).

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av Kystverket for å utrede mulige virkninger for sil (tobis) som følge av planlagt utbedring av farleden inn til Leirpollen i Tana. Et eget feltarbeid for å kartlegge forekomster av sil løp parallelt med denne konsekvensutredningen, gjennomført i samarbeid med NaturRestaurering, med Fiskeriforskningen ved Universitet i Tromsø som underleverandører. Undersøkelsen har til hensikt å avklare om silen i Tanamunningen er lokaltilpasset sil med bestandsstrukturering, og hvilken funksjon sandbunnsområdene omkring Tanamunningen har for sil i ulike livsfaser.

Mudringen av farleden griper direkte inn i silens viktigste funksjonsområder. Mudringsområdet har vitale habitater for sil i form av gyte-, oppvekst/ernærings- og overvintringsområder. Dersom tiltaket påvirker disse områdene negativt, vil dette kunne påvirke hele økosystemet via silbestandene, ettersom sil er en nøkkelart midt i næringskjedene/-nettverket. Silen lever av raudåte i fjord- og havsystemet og blir selv spist av både sjøfugl, sjøpattedyr, ferskvannsfisk og marine fiskearter. Som et eksempel er det anslått at den samlede bestanden av laksand spiser 650 tonn sil hvert år i dette deltaområdet (Bye & Hauge, 2014). Mengden av sil i slike områder tilsier at predasjonstrykket på andre små fiskearter, som for eksempel smolt og ungfisk av laksefisk, blir redusert sammenlignet med de fleste andre lakseelver i Norge (Svenning et al, 2005a, 2005b). En negativ påvirkning av silbestandene i dette området kan derfor utløse en såkalt økologisk kaskadeeffekt både oppover og nedover i næringskjeden (Lynam et al, 2017). Spesielt negativ kan mudringen være dersom silforekomstene er segregert i ulike delbestander med varierende bestandsstørrelse og livshistorier.

I tillegg til denne rapporten på sil er det utarbeidet en tilsvarende konsekvensutredning for laksefisk (Kraabøl, 2019), hvor vurderingene foretas med utgangspunkt i utredningene om silbestandene. Videre utarbeides det en mer helhetlig og sammenfattende konsekvensutredning for temaet naturmangfold, som i tillegg til sil og laksefisk inkluderer bl.a. fugl, havpattedyr, bunndyr og økosystemvurderinger (Mork et al, 2019).

2 Tiltaket

Kystverket har startet arbeidet med å utarbeide en detaljregulering for farleden til Leirpollen i Tana kommune. Formålet med planen er å legge til rette for utdyping av tre delfelt (figur 2-1) av farleden med tilhørende navigasjonsinstallasjoner for å sikre skipsleden (som stadig blir grunnere som følge av tilført sand), samt å etablere et deponi for rene masser ved Stangnesodden i Tanafjorden.

Utbedringen av farleden vil bestå av en kombinasjon av nye sjømerker og utdyping av enkelte områder som er for grunne. Farleden er planlagt utbedret til en bredde på 120 m og en plandybde på 9 m. Dette kan oppnås ved å enten mudre til 9,3 m (alt. 1) eller 10,3 m (alt. 2), der sistnevnte alternativ vil medføre at plandybden på 9 m opprettholdes over lenger tid og øker intervallet mellom hver vedlikeholdsmudring. Det er i hovedsak de grunneste og smaleste delene i den midtre og nordlige delen av farleden som det er nødvendig å utbedre. På det grunneste er farleden i dette området i dag ca. 5,6 meter dyp og på det smaleste ca. 80 m bred.

Totalt er det planlagt å ta ut mellom 210 000 m³ (alt. 1) og 410 000 m³ (alt. 2) masse fra farleden. Området som blir direkte berørt av selve mudringen utgjør mellom 128 (alt. 1) og 210 dekar (alt. 2). Massene er planlagt deponert ved Stangnesodden i Tanafjorden. Det er per i dag ikke avklart hvilket utstyr som skal benyttes til mudringen eller hvordan massene skal deponeres.



Figur 2-1. Oversikt over planområdet, mudringsområdet og –alternativer, deponiområdet utenfor Stangnes, nye sjømerker samt Tanamunningen naturreservat Kilde: Kystverket.

Vedlikeholdsmudring vil skje med ulike gjentakintervaller i fremtiden (tabell 2-1). For 0-alternativ B er dette estimert til 10 år, mens for de øvrige alternativene vil det gå opptil flere tiår mellom hver gang farleden skal mudres.

Det er planlagt totalt seks nye sjømerker (se figur 2-1). De nye merkene vil sannsynligvis fundamenteres med tre peler per merke (tripod). Utfordringen er løs sand kombinert med isvandring, noe som krever kraftige fundamenter.

Tabell 2-1. Oversikt over alternativer som er utredet i denne rapporten.

Alternativ			Mudringsdybde (m)	Mudringsvolum (m ³)	Berørt areal (m ²)	Vedlikeholdsintervall (år) ¹
Nullalternativer	0A	Ingen mudring (naturen går sin gang)	-	-	-	-
	0B	Jevnlig vedlikeholdsmudring innenfor felt 1 for å opprettholde dagens minimumsdybde innenfor dagens farled (80 m bred).	5,6	2 500	4 500	10
Mudringsalternativer	1A	Mudring ned til 9 m plandybde innenfor planlagt farled (120 m bred), felt 1. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret.	9,3	75 000	44 000	20 (10-31)
		Mudring ned til 9 m plandybde innenfor planlagt farled (120 m bred), felt 2 og 3. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret.	9,3	135 000	84 000	60 (32-89)
	1B	Samme som alt. 1A, men mudringen gjennomføres i <u>sommer</u> halvåret				
	2A	Mudring for å oppnå og beholde 9 m plandybde lengre innenfor planlagt farled (120 m bred), felt 1. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret.	10,3	140 000	70 000	40 (19-57)
		Mudring for å oppnå og beholde 9 m plandybde lengre innenfor planlagt farled (120 m bred), felt 2 og 3. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret.	10,3	270 000	140 000	120 (65 – 182)
	2B	Samme som for alt. 2A, men mudringen gjennomføres i <u>sommer</u> halvåret				

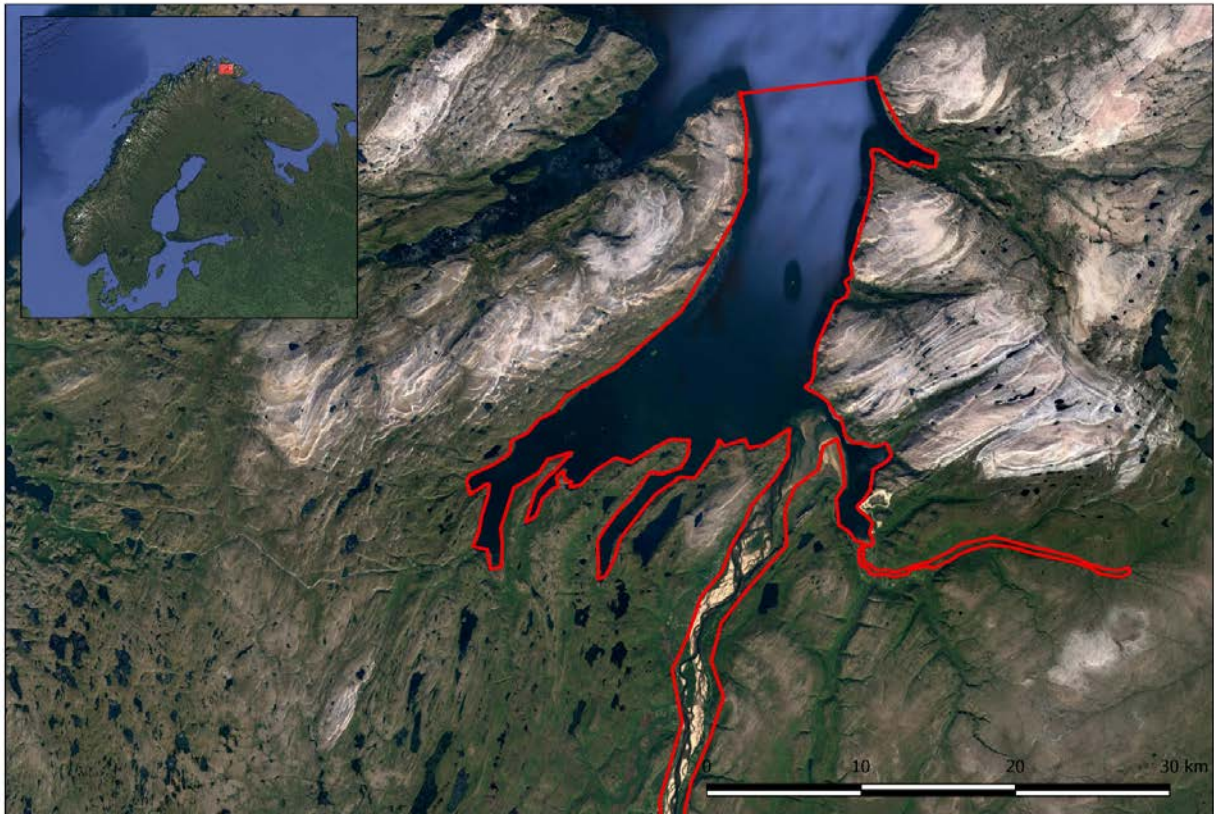
¹ Det første tallet angir middelværdien, mens tallene i parentes angir ytterpunktene basert på ulike scenarier for sandvandring.

2.1 Influensområdet

Plan- og tiltaksområdet er vist i figur 2-1.

Et utvidet influensområde utgjør hele fjordsystemet ut til sokkelen. En påvirkning av silbestandene som bruker Tanamunningen vil i ytterste konsekvens kunne påvirke bestandene av voksen sil som oppholder seg langs kysten, men dette inngår ikke i våre vurderinger.

Av metodiske hensyn settes influensområdet et stykke ut i Tanafjorden, og nord for det planlagte deponiet (figur 2-2). Det er innenfor denne sonen at hovedeffekten av tiltaket vil kunne påvirke silbestandene, både som følge av endringer i miljøet og for bestandene. Partikler som virvles opp i vannmassene, påfølgende tilslamming av nærliggende bunnområder og forurensning vil bli definert av strømretning og -hastighet. Deponistedet ved Stangnes er også inkludert, ettersom tilsvarende miljøpåvirkninger kan oppstå som følge av deponi.



Figur 2-2. Definisjon av det utvidede influensområdet til tiltaket. Området er avgrenset til indre deler av Tanafjorden inklusive Leirpollen med innseilingsrenna, et stykke opp i Julelva og Tanaelva. Kartgrunnlag: Google Satellite WMS (2019).



Figur 2-3. Lavvonjargsundet (markert med blått) utgjør ca. 3 500 daa, mens områdene som skal utdypes utgjør mellom 128 og 210 daa (markert med rødt), avhengig av hvilket alternativ som velges. Totalt er det rundt 3,6 - 6 % av arealet i Lavvonjargsundet som blir direkte berørt av tiltaket.

Området som blir direkte berørt av selve mudringen utgjør 3,6 - 6 % av det som Kystverket i denne saken har definert som Lavvonnjårgsundet (figur 2-3). Dette omfatter det antatt viktigste leveområdet for silbestandene, og spesifikke fiskebiologiske undersøkelser på sil rapporteres av NaturRestaurering (Kirkemoen et al 2019).

3 Oppdragsbeskrivelse

3.1 Definisjon av utredningstemaet sil/tobis

Vurderinger av konsekvensene av tiltaket for sil er gjort opp mot andre temaer som også skal verdsettes og konsekvensvurderes, slik at man ikke teller den samme virkningen flere ganger. Med virkninger på sil menes i denne rapporten:

1. Fysiske påvirkninger og endringer i silhabitatene som er forårsaket av tiltaket. Utredningen omhandler direkte og indirekte virkninger på silbestandene som kan oppstå som følge av mudring.
2. Bestandsmessige responser som følge av fysiske endringer av mudringstiltaket.

Punkt 1 er omfangsvurdert i denne rapport, mens punkt 2 er en komplisert virkning på delbestandsstørrelse som også virker inn på de andre utredningstema. Slike ringvirkninger kan springe ut fra endringer i bestandsstørrelse hos sil, og kan adresseres langs flere akser i økosystemet. Dette omhandles grundigere i samlerrapporten for naturmangfold (Mork et al, 2019).

3.2 Todelt tiltak

Tiltaket består i utgangspunktet av etablering av sjømerker, mudring og deponering. Vi anser etableringen av nye sjømerker som et marginalt tiltak som berører svært små arealer med sjøbunn sammenliknet med mudringen og deponeringen, og dette momentet er derfor ikke videre vektlagt eller omtalt i denne rapporten.

3.3 Parallellutredninger på sil, laks/laksefjord, fugl, sjøpattedyr

Det gjennomføres flere ulike biologiske utredninger som grunnlag for den samlede konsekvensutredningen for temaet naturmangfold, dvs. en på sil (denne rapporten), en på laksefisk og laksefjord (Kraabøl et al 2019) i tillegg til separate kapitler på fugl, sjøpattedyr, bunndyr m.m. i den overordnede konsekvensutredningen (Mork et al 2019). De ulike utredningene er begrenset til å gjelde for sine respektive tema, og vurderingene trekkes inn i den sammenfattende utredningen for naturmangfoldet. Bestandene av laks, sjøørret og sjørøye er i noe varierende grad avhengig av sil som diett, og dermed vil konsekvenser for sil direkte påvirke laksefiskenes næringsgrunnlag. Det samme gjelder for en rekke arter av sjøfugl og sjøpattedyr. Konklusjoner vedrørende konsekvenser fra silutredningen blir derfor implementert i lakseutredningen og i den overordnede konsekvensutredningen for naturmangfold.

4 Materiale og metode

4.1.1 Datagrunnlag og -kvalitet

Diverse datagrunnlag har vært tilgjengelig via offentlige databaser, offentlige myndigheter og ulike institutter. Feltundersøkelsen på sil (Kirkemoen et al 2019), inkludert opplysninger fra lokalkjente, har vært hovedgrunnlaget for kunnskapen om sil lokalt. Det ble også samlet inn mye nyttig miljøinformasjon under silundersøkelsen. Det er for øvrig utarbeidet en del relevante utredninger i

innledende runder av planleggingen, bl.a. på strømningsforhold, partikkelspredning/sedimentasjon, etc (se referanseliste).

Datagrunnlaget vurderes generelt som godt, spesielt data på silens genetiske karakteristika og habitatpreferanser i sandbunnen gjennom året. Silens habitatpreferanser og forekomst er videre understøttet av flere lokale ressurspersoner (bl.a. Øystein Breivik, John Olav Guttorm og Øystein Haugen, pers. medd.).

Det er identifisert flere usikkerhetsmomenter som reduserer presisjonen på konsekvensvurderingene. Følgende momenter er såpass uavklarte at de gir en viss usikkerhet i vurderingene: 1) bestandsstørrelsen til de ulike delbestandene og andel voksen sil i kyst- og havområder, 2) silens overlevelse ved mudring (med og uten avbøtende tiltak), 3) fysiske påvirkninger i anleggsfasen, 4) habitatkvalitet i mudringsområdet etter anleggsfasen, 5) delbestandenes resilienskapasitet og mer inngående kunnskap om silens habitatbruk om sommeren. Disse usikkerhetsmomentene ligger til grunn for et forslag til oppfølgende undersøkelser/FoU-program som planlegges gjennomført før, under og etter mudring (foreligger som eget notat). Videre er det samlet inn et relativt godt kunnskapsgrunnlag på silens bruk av sanden på vinteren, mens det for sommeren er et litt mer åpent spørsmål hvor silen står og hvor sensitiv den da er for mudring.

4.1.2 Verdi- og omfangskriterier

Vi viser til den overordnede konsekvensutredningen (Mork et al 2019) for en beskrivelse av verdi- og omfangskriteriene for temaet naturmangfold, herunder sil.

4.1.3 0-alternativene

Det er definert to ulike 0-alternativer:

OA) Ingen mudringstiltak i farleden. Dette innebærer at de naturlige sedimentasjonsprosessene går sin gang i deltaområdet.

OB) En jevnlig vedlikeholdsmudring (ca. hvert 10 år) innenfor felt 1 for å opprettholde dagens minimumsdybde innenfor dagens 80 m brede farled. Alt. OB er beregnet å medføre et tap av 0,18% av silbestanden dersom den gjennomføres vinterstid, og vesentlig mindre dersom den gjennomføres sommerstid.

Silbestandene i utbredelsesområdene i havet, langs kysten og i fjordene har vært avtakende over tid, spesielt på grunn av høyt fisketrykk på 1990- og tidlig 2000-tallet. Totalfangsten av sil i norske har økt noe de senere år (SSB 2019).

I 0-alternativet legges det til grunn at denne utviklingen på regionalt og lokalt nivå vil fortsette for silbestandene i Tanamunningen. Det antas at dette vil skje uavhengig av mudringstiltaket, og eventuelle negative effekter vil derfor komme i tillegg. Vi forutsetter at fangsttrykket på silbestandene øker siden det trengs mere fiskefôr til oppdrettsbransjen og proteinbaserte produkter til næringsmiddelindustrien, noe som i sum forventes å gi en videre negativ bestandsutvikling. Ettersom det planlegges mudringer over hele landet, og sikkert i flere land, så bør dette sees i sammenheng. Den samlede belastningen av flere mudringsprosjekter, samt økt beskatning, vil kunne forsterke den negative utviklingen for sil, både på lokalt nivå og på metapopulasjonsnivå.

Innenfor influensområdet er det forventet få nye tiltak/inngrep som skulle tilsi påvirkninger i silbestanden fremover i tid. Videreutviklingen av kvartstittbruddet vil medføre tilnærmet konstant produksjon og uendret omfang av skipstrafikk gjennom sundet, og det forventes derfor ingen endringer i forurensningsrisikoen som følge av dette. Risikoen for uhellsutslipp/forurensning knyttet til skipstrafikken i sundet eksisterer også i dag, men vil trolig øke noe i årene som kommer som følge

av at Lavvonjargsundet gradvis fylles opp med sedimenter (dvs. at seilingsleden blir smalere og grunnere). Behovet for mudring av skipsleden er derfor godt begrunnet, både i forhold til risiko for miljøpåvirkning og menneskers liv og helse.

Kongekrabbe er en viktig, men ukjent variabel, og predasjon på sil er ukjent men høyst sannsynlig, spesielt vinterstid når silen er i dvale i sanden. En endring i kongekrabbebestanden, negativ eller positiv, kan derfor medføre en tilsvarende positiv eller negativ endring av silbestanden.

De meget kompliserte og uoversiktlige økologiske interaksjonene, samt mangelfull innsikt i det naturlige systemets dynamikk, tilsier at 0-alternativet ikke kan karakteriseres som en stabil situasjon for økosystemkomponentene. De pågående klimaendringene i de fleste vannforekomster (varmere vann) og et økende kommersielt fiske påvirker silbestandene på en uoversiktlig måte (Lynam et al, 2017). Påvirkninger fra den øvrige næringskjeden som predatorbestandene (f.eks. torsk, laks, sjøfugl eller sel), eller de underbyggende plante- og dyreplanktonbestandene, er derfor vanskelig å predikere. 0-alternativet beskrives hovedsakelig som en fortsatt avtakende tendens i silbestandene som følge av flere faktorer som er styrt av klimaendringer, markedsmekanismer for fiskeprodukter og øvrige inngrep/påvirkninger i silbestandenes vitale leveområder.

Konkvensene av begge 0-alternativene settes pr definisjon som *ubetydelig/ingen (0)*.

5 Områdebeskrivelse

5.1 Tanamunningen og Leirpollen

Her gjengis hovedtrekkene i undersøkelsene som er foretatt i Tanamunningen i 2017 og 2018. Det henvises til Kirkemoen et al (2019) og Præbel et al (2019) for en mer detaljert beskrivelse av området, silbestanden, genetisk struktur m.m.

5.1.1 Beskrivelse av fiskeundersøkelsene

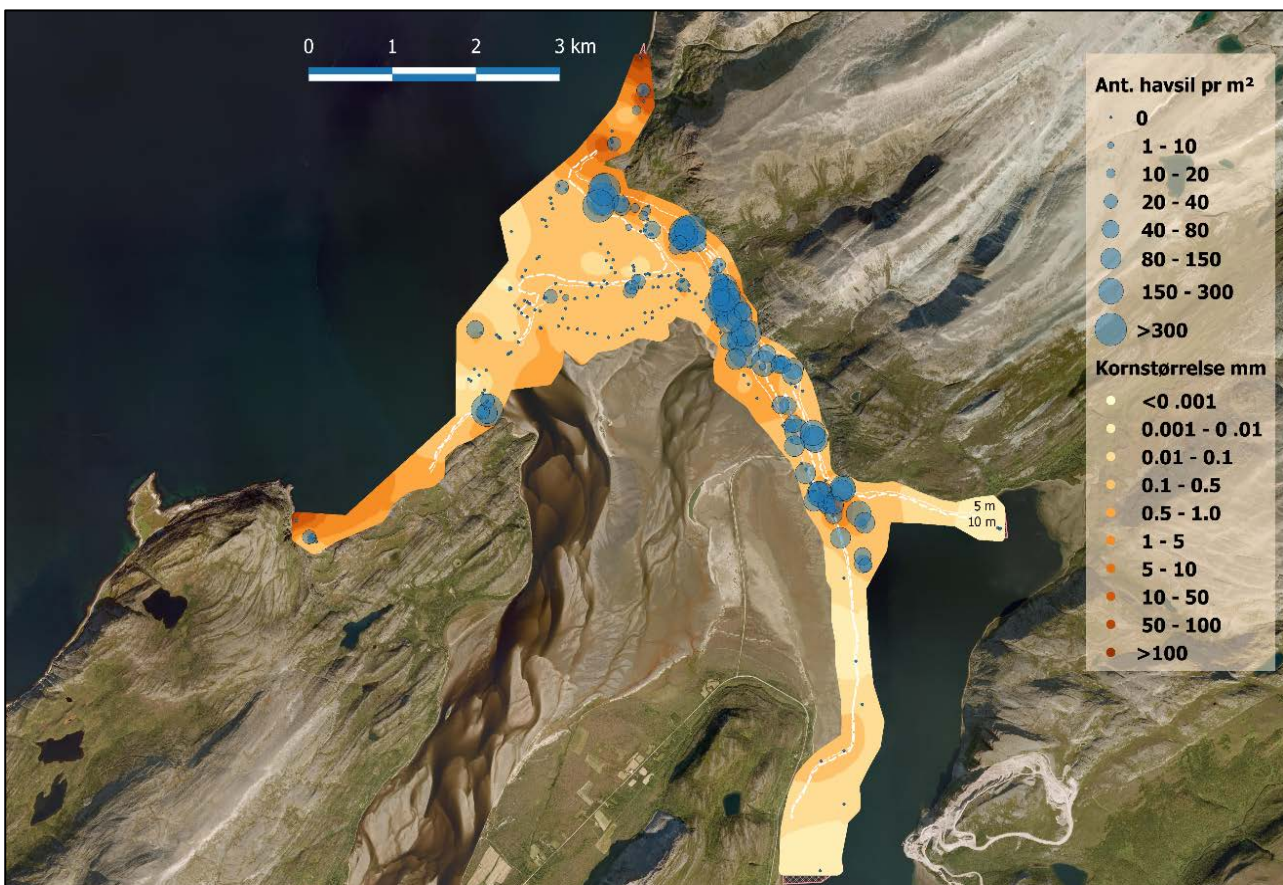
Sil er en nøkkelart i marine økosystemer. Det ble derfor igangsatt genetiske og fiskeribiologiske undersøkelser av silen i Tanamunningen og Leirpollen i forbindelse med mudringen som planlegges i området. Her er det viktige habitater for sil som brukes til flere nøkkelfunksjoner, som gyting, oppvekst, næringssøk og overvintring. Det optimale silhabitatet er sannsynligvis den største minimumsfaktor i den perioden sil bruker sanden mest. Det ble i perioden mars – juni 2017 og januar – mars 2018 og slutten av november 2018 gjennomført ni feltundersøkelser for å dokumentere tilstedeværelse, habitatbruk, demografiske trekk og enkle bestandsparametere for sil i Tanamunningen og Leirpollen (Kirkemoen et al 2019). Undersøkelsesopplegget var i prinsippet etter samme mal som Fiskeriforskningen i Tromsø to år tidligere hadde foreslått, men da med bruk av FoU-kapasitet og studenter. Målet med undersøkelsene var å avdekke hvor silen oppholder seg, og hvilke områder som den ikke bruker. Dette ble satt i sammenheng med bl.a. bunnforhold og habitatvalg. Silens bruk av influensområdet gjennom samplingsperioden, herunder hvorvidt det er snakk om nærings- og gytevandring, eller vinteropphold, var også viktige problemstillinger. Sil som ble samlet inn under toktene ble analysert for artsbestemmelse og genetisk strukturering.

Toktene som ble gjennomført om våren og forsommeren 2017 samt om vinteren 2018 avdekket at mesteparten av silen finnes i Lavvonjargsundet. På vinterstid oppholder silen seg mest i sanden, og den oppholdt seg i stor grad i sandbunnen i selve farleden. Mudringsområdet i farleden ligger derfor i silens hovedutbredelsesområde. I slutten av november 2018 traff man tydeligvis gyteinnsiget av sil til Tanadeltaet og fangstene i antall var da 4 ganger så høye som tidligere maksimum og for første gang ble det fanget mye voksen sil.

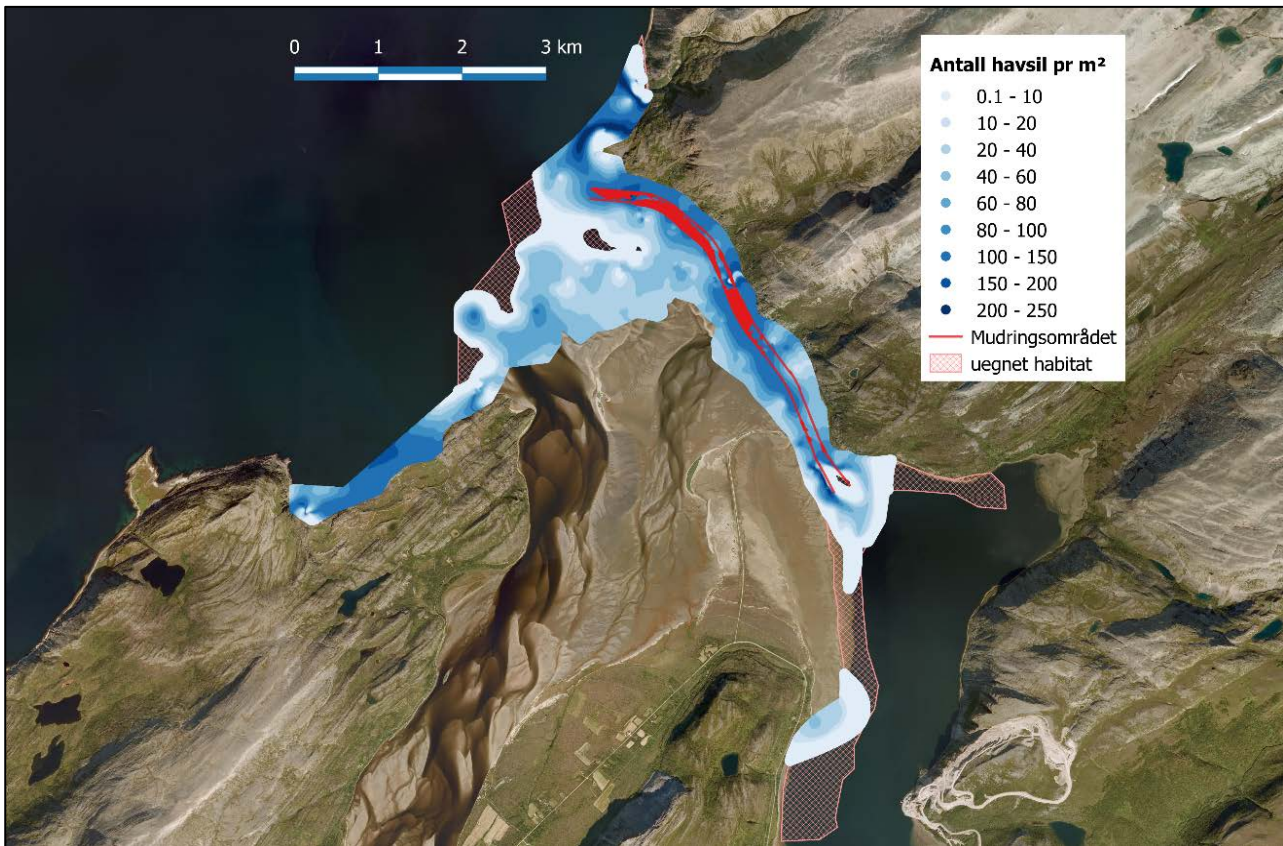
Bestandsestimatene viser at det kan være over 1,1 milliarder sil i Tanamunningen og tettheten når alle står sammen her undergytetiden i november-desember er 132 sil pr kvadratmeter. Fangstene fra feltundersøkelser tyder på at mellom 85-95% av silbestanden finnes i farleden og modellberegninger viser at fra 5,0 % (alt.1) til 9,2 % (alt. 2) av bestanden finnes i de planlagte mudringsområdene (figur 5-1 og 5-2).

Det ble funnet lite sil i bunnområdene rundt nedre fjæresone og opp til flomerke i Tanamunningen og nærliggende gruntvannsområder. Det ble også undersøkt områder noen meter dypere enn nedre fjæresone, og det ble kun gjort sporadiske funn av sil i disse områdene. Basert på resultatene i denne fiskebiologiske undersøkelsen kan vi med sikkerhet si at silen i området utenfor Tanadeltaet forekommer hyppigst og med høyest tettheter i Lavvonjargsundet, sammenlignet med omkringliggende nærområder med sandbunn (kontrollområdene). Dette mønsteret var gjeldende for alle toktene. De høye tetthetene av sil i farleden kan skyldes mange faktorer, men det beste bunnssubstratet for sil (grov sand med < 2% finstoff) er mest tilstede i disse områdene, og innslaget av finstoff øker sannsynligvis med økende avstand fra pollstrømmer (Wright et al 2005). De lokale strømningsforholdene som skapes av pollstrømmen/tidevannet og gjør at denne type sand blir deponert og vasket av vekslende strømretninger i dette området. Sandstrømmen danner porøse og undulerende sanddyner som silen lett kan grave seg ned i.

De andre undersøkte områdene virker å ha stedvis lik sandbunn som farleden, men kornstørrelse, strømnings- og sedimentasjonsforholdene der er ikke nødvendigvis like. Sil er kresen når den velger habitat til skjul og overvintring. Substratet og vannstrømmen i Lavvonjargsundet/farleden er derfor spesielt sammenlignet med områdene rundt, og kombinasjonen av de fysiske forholdene er trolig et suksesskriterium for at silen foretrekker disse sandforekomstene.



Figur 5-1. Substrat og registrert fordeling av sil. Kilde: Kirkemoen et al 2019.



Figur 5-2. Plott av estimerte havsiltettheter basert på den utvalgte ZIP-modellen anvendt på krigingmodeller for dybde også substratsammensetning. Det foreslåtte mudringsområdet er indikert i rødt. Områder som er uegnet for havsil innenfor undersøkelsesområdet er indikert som rosa skravur. Kilde: Kirkemoen et al 2019.

Resultatene tyder på at silen prefererer en dybde på mellom 12 og 17 meter, men silforekomstene styres nok i like stor grad av strømminger og salinitet. Silen unngår fjæresonen når den er i dvale og legger seg helst under ferskvannsjiktet.

Det er foreløpig beregnet at ca. 5,0 % (alt. 1) til 9,2 % (alt. 2) av silbestanden blir direkte berørt av mudringen (figur 5-2). Det er imidlertid ikke gitt at alle disse dør, siden noe sil erfaringsmessig vil kunne unnsnippe under mudringsprosessen. I tillegg vil partikler som virvles opp og spres over et større område kunne påvirke silen utenfor mudringsområdet. Det foreligger imidlertid ingen kunnskap om silens toleranse, eller grenseverdier, for sedimentasjon når den ligger i grusen. Det er derfor vanskelig å vurdere omfanget av denne påvirkningsfaktoren og eventuelle bestandsmessige konsekvenser.

Analysene av demografiske forhold for silen som ble fanget viser at den hovedsakelig består av ettåringer og toåringer, med unntak av fangstene i slutten av november 2018 da man traff gyteinnsiget. Dette betyr at Tanamunningen er et yngle- og oppvekstområde for umoden sil fra ulike genetisk adskilte bestander. Dette betyr videre at vi faktisk ikke vet hvor voksen sil oppholder seg under næringssøk, men ut fra generell kunnskap om sil er det grunn til å tro at den beveger seg i fjordsystemet og havområdene utenfor kysten.

Silens viktigste føde er raudåte. Sil som ble samlet i hele perioden hadde føde i magen, også i perioden før juni (mars, april og mai). Det er vist at dyreplankton og andre dyregrupper er aktive i pelagiske vannmasser gjennom hele vinteren i arktiske/polare områder (Berge et al 2015). Våre undersøkelser tyder på at silen i Tanamunningen var aktiv under samplingsperioden og inntok mat på vinterstid. Magefyllingsgraden og andelen med mat i magen vinterstid var imidlertid lav.

5.1.2 Beskrivelse av genetikundersøkelsene

De morfologiske og genetiske analysene av silmaterialet fra Tana (Præbel et al 2019) viser at det i all hovedsak er havsil (*Ammodytes marinus*) som har tilhold i Tanamunningen. Videre er det konkludert med at det er snakk om lokaltilpassede bestander i Tanamunningen med genetisk segregering i form av flere delbestander. En lokaltilpasset bestand vil ofte være vanskeligere å få reetablert dersom den blir svekket, noe som tilsier en høyere naturverdi.

Det ble derfor gjennom sesongen 2017 samlet inn sil fra Tana, Neiden, Alta, Finnmarkskysten, Sørlandet og Oslofjorden for å gi best mulig grunnlag til de genetiske analysene. Feltinnsamlingen er beskrevet i egen rapport (Kirkemoen et al 2019). Det ble valgt et genetisk analysedesign som var velegnet til å besvare slike spørsmål, men grunnet vanskeligheter med å skaffe stort nok referansemateriale har genetikkanalysene noen begrensninger i forhold til hva den kan besvare av bestandsstrukturelle spørsmål. Resultatene viser som nevnt at det er havsil som dominerer i Tanamunningen, at det er overordnede forskjeller mellom sil fra Tana og Alta, samt at det er ulike genetiske delbestander av havsil i Tanamunningen. Dette betyr at det er genetiske forskjeller på flere geografiske nivåer for havsil i Nord-Norge, noe som har stor relevans for forvaltningen av de nordlige marine økosystemene. Det betyr at de ulike delbestandene representerer tilpasninger til ulike miljøer og at de dermed også utgjør distinkte forvaltningsenheter.

Genetisk strukturering er drevet av mange faktorer, hvor tilpasninger til miljøet og ulike gytetidspunkt/-plasser er hoveddriverne for denne segregeringen. De genetiske undersøkelsene viste forskjeller mellom sil fra Altadeltaet og Tanamunningen, men også innad i Tanamunningen. Dette skyldes lokaltilpasning til småskala miljøgradienter innenfor et lite geografisk område. Dette innebærer at dersom man påvirker områdene negativt kan det ha konsekvenser for den enkelte delbestand og den samlede genetiske struktureringen. Endringer på delbestandsnivå kan gi økologiske ringvirkninger dersom det er slik at de har ulike livshistorier som medfører at de opptrer på forskjellige tidspunkt i Tanamunningen og fjord- og pollområdene.

Videre antas det at det vil ta flere generasjoner å gjenopprette slike tilpasninger, enten ved rekolonisering fra bestander i havet eller ved ny lokaltilpasning. Siden voksen sil lever til havs forventes det at disse fungerer som en genbank som kan reetablere seg i for eksempel Tanamunningen dersom silhabitat, gyteforhold og miljøforholdene generelt ikke endrer seg nevneverdig. Graden av homing og interaksjoner mellom genetiske grupper vil også påvirke utfallet av endringer, men dette er ikke tilstrekkelig kjent. Det vil derfor være stort spenn i mulig utfall av en eventuell vintermudring, spesielt på lang sikt, fordi usikkerhetsmomentene er såpass mange. Dette vil også påvirke konklusjonene i de andre fagutredningene. Før ytterligere undersøkelser er foretatt må vi betrakte dette silsystemet gjennom en føre-var tilnærming.

5.1.3 Verdivurdering

En viktig del av konsekvensutredningen består i å verdivurdere tiltaksområdet. Det er svært stor tetthet av sil i Lavvonjargsundet vinterstid, spesielt ved gyteinnsiget i november/desember. Gruntområdene rundt hele deltaet og Leirpollen er også viktig, men da i første rekke som ernæringsområde sommerstid. Det er liten tvil om at sil er en nøkkelart og en av de viktigste komponentene i dette økosystemet. De andre økologiske funksjoner og aspekter av dette (bl.a. andre trofiske nivåer og deler av økosystemet) er beskrevet i den overordnede konsekvensutredningen for naturmangfold. For tema sil har Tanamunningen utvilsomt stor verdi. Det skiller seg klart ut ved å være et stort overlapp mellom mudringsområdet og silens sentrale overvintrings- og gyteområder (figur 5-1 og 5-2). Ettersom den genetiske struktureringen er påvist innad i Tanamunningens nærområder, inkludert farleden, er verdivurderingene relatert til at silbestanden er fraksjonert i stedet for sammenhengende. Hver enkelt

delbestand har stor verdi fordi de representerer lokale tilpasninger til et miljø som er vernet for dette formålet (ivaretagelse av naturmangfoldet). Dette er et illustrerende eksempel på at vern av naturmangfold kan gå under artsnivå.

5.2 Deponiområdet ved Stangnes

5.2.1 Beskrivelse

Deponiområdet ved Stangnes skiller seg fra mudringsområdet når det gjelder dyp, bunnsedimenter, avstand fra deltaet, og dyrelivet reflekteres ut i fra dette. I tidligere rapporter presentert i referanselisten (blant annet Sømme et al 2015) står det beskrevet for deponiområdet ved Stangnes (mye av dette ble også dokumentert av undervannsvideoer):

*I deponiområdet ved Stangnes var blandingsbunn av stein, skjell og fin sand/silt mellom 55 og 75 m dyp. Fra 75 m dyp og nedover til 120 m dyp var det finsediment på bunnoverflaten, med noen skjellrester. Det er sannsynlig at sedimentsjiktet kun er noen centimeter tykt, fordi under prøvetakingen av sediment på åtte stasjoner var det kun få centimeter med sediment i grabben, eller grabben var tom. Det var mye fisk og annen makrofauna i området. Flatfisk som skrubbe, sandflyndre og kveite var tallrike, samt at hyse og hvitting var vanlige. Spesielt i den nordligste delen av tiltaksområdet var det flere individer av tverrhalet langebarn (*Leptoclinus maculatus*). Av makrofauna ble det observert flere arter av sjøanemoner og noen kongesnegl (*Buccinum undatum*). I tillegg ble det dokumentert ni individer av den svartlistete arten kongekrabbe. Det er registrert et gyteområde for rognkjeks like ved deponiområdet.*

5.2.2 Verdivurdering

Deponiområdet er tilsynelatende et viktig gyte- og leveområde for flere arter av fisk, men for silen har området ingen vesentlig verdi. At sil kan furasjere i overflatelagene i dette området er sannsynlig, men dette overflatelaget har ikke større verdi enn andre overflatelag i Tanafjorden.

6 Omfang og konsekvenser av tiltaket

Det er ingen dokumentert forskning på hvordan storskala mudring av optimalt silhabitat påvirker berørte silbestander, og nettopp dette gjør denne saken spesiell i verdenssammenheng. Mudring er en kostbar affære med høy døgnpris, som gjør at det vil være vanskelig å stoppe opp og modifisere metoden når mudringen først har startet. Siden det er vanskelig å endre mudringsmetoden når tiltaket først er i gang, vil den viktigste faktoren for å redusere dødelighet på sil være når på sesongen tiltaket gjennomføres. Mudringstidspunkt vil være helt avgjørende for hvilke konsekvenser tiltaket får for sil. Kystverket vurderer to mulige tidspunkt for gjennomføring, et på sommeren og et på vinteren. Mudring i vintermånedene, når silen ligger i dvale i sanden, og sommermudring, når silen bruker sanden i betydelig mindre grad, vil derfor bli vurdert opp mot hverandre. Man vil i denne sammenheng unngå det som har skjedd ved liknende mudringer for eksempel i USA. Det er et kjent eksempel fra Nord-Amerika ved mudring av The Pamet River i Truro, Cape Cod, Massachusetts. Her fantes det en silbestand som brukte sanden i elvedeltaet, og forholdene er sammenlignbare med Tanamunningen, men på en mye mindre skala. Silen som fantes i sanden ble borte i løpet av den samme perioden som det skjedde mudring av skipskanalen og utmunningen, i løpet av de siste 4-6 årene. Mudringsarbeidet foregikk i perioden desember-februar. Mengde sil har avtatt i omkringliggende hav- og kystområder i dette området, men man har ikke studert årsaks-sammenhengen (Tony Jacket og John Bloom, pers.med. 2017).

Det henvises til overordnet konsekvensutredning (Mork et al 2019) for en nærmere beskrivelse av

prosjektet, alternativene og aktuelle avbøtende tiltak. Det skal i tillegg lages et eget program for oppfølgende undersøkelser / FoU som vil følge opp tiltaket. Dette vil gi et bedre kunnskapsgrunnlag for fremtidige vedlikeholdsmudringer i Lavvonjarsundet.

Ettersom anleggsfasevirkningen er så vidt forskjellig fra driftsfasen diskuteres den i eget kapittel. Den største negative virkningen vurderes nettopp å komme under anleggsfasen. Det må poengteres at det meste av det negative omfanget av tiltaket er knyttet til vintermudring når silen oppholder seg i dvale i sanden og gjelder ikke på samme måte for sommermudring når silen er mer mobil.

6.1 Generelt om sumvirkninger på sil

Ved vurdering av konsekvenser for sil er sumvirkninger som følger av det planlagte og tidligere gjennomførte tiltak (samlet belastning) en del av det totale bildet. Det finnes lite systematisert kunnskap om tidligere mudringsprosjekter i Tana og andre fjord/elvesystem i Finnmark, men det finnes flere havner ved elveutløp der tidligere mudring har vært gjennomført. Det er sannsynlig at dette har slått negativt ut på lokale silbestander i en del tilfeller. Elveutløpet og sandbankene ved Tanamunningen er unikt store i norsk sammenheng og er derfor spesielt viktige som silhabitat. Dette betyr at samlet belastning på sil kan øke vesentlig ved vintermudring i dette området, mens sommermudring i betydelig mindre grad vil øke den samlede belastningen.

Direkte effekter av støy og forstyrrelser fra mudringsfartøy/lektere kan påvirke silens atferd og oppholdssteder, men det er behov for mer spesifikk kunnskap for å kunne utrede dette nærmere. Vann er et meget godt egnet medium for transmisjon av lydbølger. Lydens hastighet i vann er fem ganger raskere enn i luft. I tillegg bevarer den sin styrke over lengre distanser enn andre signaler som for eksempel lys og oppløste stoffer (Hawkins & Myrberg 1983). Det naturlige bakgrunnsnivået av lyd i ferskvann er varierende, og avhenger av fysiske påvirkninger i vannet som for eksempel strømmen, regnvær, bevegelse i bunnsubstratet, vindbølger og biotiske bevegelser og prosesser (Hawkins & Johnstone 1978, Rogers & Cox 1988, Lugli & Fine 2003). Tilleggsstøy fra menneskelige aktiviteter vil kunne gi en betydelig økning i støynivået. På generelt grunnlag er det grunn til å tro at sil og andre mobile dyregrupper vil unngå de mest belastede områdene omkring anleggsaktiviteten. Evnene til å unngå er lavere når den er i dvale om vinteren og da kan belastningen være større. På den annen side vil denne støyen på sommeren oppfattes som en trussel og da søker sil som står i vannmassene ned i sanden. Dette vil kunne forsterke det ellers lave direkte tapet av sil på sommeren. Omfanget av dette antas å være lite, men likevel noe som bør vurderes nærmere.

6.2 Konsekvenser i anleggsfasen

Anleggsfasen kan ha innvirkning på den perioden det tar for bestanden å normalisere seg etter at anleggsfasevirkninger er tilbaketrukket. Dette kan ta flere måneder, eventuelt år, i de mest alvorlige tilfellene. For silbestandene vil dette avhenge av bestandsreduksjonen for hver enkelt delbestand. Det er valg av alternativ for mudring som bestemmer omfanget av denne virkningen og det er det mest omfattende vinteralternativet (2A) som har den lengste restitusjonsfasen. Når dette så repeteres med noen års mellomrom, og med begrenset restitusjonsfase, vil dette kunne bli en mer permanent skade.

Forskjellen i skadeomfang mellom sommer- og vintermudring er i stor grad styrende for konsekvensen av anleggsfasen.

Innledningsvis vurderes de ulike mudringsalternativene 0A/B, 1A/B, 2A/B og forskjellen på 0-alternativene, ulikt gjentaksintervall på de ulike feltene, ulikt mudringsareal og –dyp.

Årsaken til at det mudres med ulike gjentaksintervall i felt 1 vs felt 2 og 3 er at det er registrert større sedimentasjonsrate i felt 1 sammenlignet med felt 2 og 3. Lengre gjentaksintervall øker sjansen for at økosystemet kan gjenopprette balansen mellom hver vedlikeholdsmudring.

0-alternativene

Mudring ned til 5,6 meter (alt. 0B) i felt 1 skiller seg ikke mye fra alt. 0A (ingen mudring), spesielt hvis den gjøres i sommerhalvåret. Mudring ned til 9,3 og 10,3 meter utgjør et betydelig omfang når det gjelder arealinngrep sammenlignet med alt. 0A eller 0B. Herunder vil også farledens økte bredde bety en del for påvirket bunnareal. Sil oppholder seg i de øvre sandlag, og den befinner seg sjelden dypere enn 0,5 m ned i sandbunnen (oftest kun de øverste 8 cm).

Alt. 1A

Dette alternativet innebærer vintermudring ned til 9,3 m innenfor felt 1, 2 og 3. Nedenfor gis en vurdering av konsekvenser for sil.

Den største påvirkningen på silbestanden i Tanamunningen forventes i anleggsfasen dersom den utføres vinterstid. Negativ påvirkning i form av akutt og/eller forsinket dødelighet forventes å skje som følge av mekaniske skader på fisk under mudring og oksygenmangel ved evt. lagring på lekter/pram. Dette skyldes at silen ligger inaktiv i dvale i sanden og dermed vil den være svært utsatt. Indirekte skader kan oppstå som følge av at silens foretrukne habitat blir forandret såpass mye at de fysiske habitat-parametrene faller utenfor prefererte rammer hos sil, men dette vurderes som mindre sannsynlig. Andre indirekte skader kan oppstå som følge av at oppvirvlet finmasse vil spres opp i vannmassene og sedimentere på andre steder i silhabitatet enn i selve mudringsområdet. Den samlede negative påvirkningen kan bli stor dersom avbøtende tiltak ikke iverksettes. For å sette dette i perspektiv så viser beregningene at 9,2% (348 tonn) av estimert totalbestand på 1,1 milliarder sil (7009 tonn) trolig vil mudres til døde ved det mest omfattende mudringsalternativet (2A). Til sammenligning er det estimert at laksener i området spiser 650 tonn sil årlig. Dette kan bli alvorlig da undersøkelsene tyder på at silen er konsentrert om farleden, at den sannsynligvis består av flere mulige bestander og at det er nettopp her gytingen foregår.

Mudringsrelatert dødelighet om vinteren vil kunne endre demografiske forhold fordi to av de yngste årsklassene kan svekkes og mye av gyteinnsiget av voksen sil kan rammes. For de enkelte delbestandene vil dette kunne slå ut vesentlig mer enn 9,2%. Hvor mye av den totale bestanden som rammes indirekte er usikkert, men dette kommer i tillegg til akutt dødelighet som følge av fysisk påvirkning under mudring. Vi regner det som mulig at flere av delbestandene i sum kan bli vesentlig redusert som følge av mudring vinterstid. Skadeomfanget på de to yngste årsklassene vil dempes betydelig dersom det står en reserve av voksen sil ute i fjorden eller til havs som en buffer. På den annen side kan dette bli mye mer alvorlig dersom mudring foregår samtidig som gyteinnsiget av voksen sil.

Virkningen av partikkel- og forurensningsproblematikk er ulik mellom vinter og sommer da silen står i eller utenom sanden. Det forventes ingen vesentlig belastning på sil grunnet partikkeltransport og suspendert materiale ut i fjorden vinterstid, nettopp fordi sil ikke, eller i svært liten grad, furasjerer i vannmassene. Nedslamming av nærliggende bunnområder med sil kan imidlertid gi større belastninger fordi silens preferanser for habitat stiller spesifikke krav til tekstur og porøsitet. Omfanget av dette er usikkert, men sedimentasjon av silhabitat i umiddelbar nærhet til mudringsområdet vil kunne få konsekvenser. Graden av usikkerhet rundt nedslamming og partikkelproblematikk er stor, og det er behov for mer spesifikk kunnskap. Sedimentering av elvetransportert sand og annet finstoff er naturlige prosesser i slike deltaområder, men de skjer som en følge av naturlige fysiske forhold. Sammenhengen mellom vannhastighet og sedimentering av partikler med ulik størrelse og egenvekt er utformende krefter som danner naturlige elvedelta, mens mudring av bunnstoff i alle fraksjoner ute i farleden vil kunne medføre unaturlige sedimentasjonsmønstre som påvirker silens habitat på en måte som ikke faller innenfor preferanseområdet. I Lavvonjarsundet består mesteparten av partiklene i

bunnssubstratet av relativt grov sand som ikke lett virvles opp og forblir løst i vannmassene, denne sanden bunnfelles fort og bunntransporteres videre. Det er imidlertid behov for innhenting av mer kunnskap som kan relateres direkte til mudringsinngrepet i farleden for å avklare dette potensielle problemet for de omkringliggende silhabitatene. Sandpartikler som feller/sedimenteres under mudringen vil legge seg oppå sil som ligger i dvale nede i sandbunnen, noe som kan medføre forsinket dødelighet som følge av økt mektighet, redusert porøsitet og oksygenviskt. Kritiske grenseverdier kjenner vi ikke til, men dette vil kunne undersøkes nærmere gjennom oppfølgende undersøkelser/FoU.

Vinterstid er det lavere planktonproduksjon enn på sommeren, og silen spiser i begrenset omfang. Undersøkelsene vinterstid dokumenterte at det var en relativt lav andel av silen som hadde mat i magen, og magefyllingsgraden var lav. Dette gjør at en eventuell reduksjon i planktonproduksjon på grunn av partikkelforurensing av vannmassene er lite aktuell for silbestanden på vintersid.

Mudringsarealet er proporsjonalt med skadeomfanget på sil. Ved alternativ 1 utgjør berørt areal 60% av alternativ 2. Gjentakintervallet er kortere for alternativ 1, og det gir minst mudringsvolum. Dette betyr at skadeomfanget vil bli noe lavere enn for alternativ 2, men det er vanskelig å kvantifisere forskjellene. Samlet sett vurderes alternativ 1A å medføre *middels til stor negativ konsekvens* (--/--).

Alt. 1B

Dette alternativet er det samme som alt. 1A, men mudringen gjennomføres i sommerhalvåret. Dette vil medføre vesentlig mindre konsekvenser på silbestandene på grunn av den i all hovedsak oppholder seg i de frie vannmassene på dette tidspunktet.

På sommeren er silen mer mobil og robust, og ikke like knyttet til sanden i tiltaksområdet. Den bruker antagelig et større område til næringssøk og er derfor mindre eksponert. Derfor er mudring på sommeren mindre problematisk, men det finnes også på dette tidspunkt negative sider ved mudringen, spesielt ovenfor andre økosystemkomponenter (se Mork et al. 2019, Kraabøl et al. 2019).

Det beste for silbestanden er å mudre om sommeren når silen bruker sanden i betydelig mindre grad. På sommeren er fangstene pr arealenhet rundt 10 ganger lavere enn om vinteren og tapet i form av direkte dødelighet blir tilsvarende lavere. Det kan da hende at silbestanden ikke blir påvirket i form av akutt og forsinket dødelighet som følge av fysiske skader under oppmudring, men eventuelle forringelser/forbedringer i habitatkvaliteten vil bli den samme uansett hvilken årstid mudringen gjennomføres. Den er også mer aktiv og mobil om sommeren, tåler å bli håndtert bedre, tåler oppvirvlede bunnsedimenter bedre og har større kapasitet til unnvikende atferd for å komme unna belastede vann- og bunnmasser. En isolert vurdering for best mulig ivaretagelse av silbestandene tilsier derfor at sommermudring utgjør det klart beste alternativet. Dette omtales i en større sammenheng i overordnet KU-rapport, som har et økosystemperspektiv.

Sommerstid er virkningsmekanismene for partikkel- og forurensningsproblematikk litt annerledes da silen står over sanden og i strømmende vann på næringssøk og er derved mer utsatt for turbid vann og partikler. Økologiske effekter av partikler i vann er et komplekst tema og inkluderer mange mekanismer og årsakssammenhenger. Effekter av partikler i vann på akvatiske organismer avhenger av konsentrasjon, størrelse, form og fysisk-kjemiske egenskaper (type), samt ytre miljø (samvirkende faktorer). Studier viser at partikler i seg selv, under realistiske forhold for fisk, ikke er noe problem, men at boreslam fra fiberaktige, bløte bergarter kan være skadelig da de inneholder nåleformede og klebrige partikler. Følgende hypoteser er fremmet: Disse kan potensielt irritere og skade fiskegjeller, føre til økt slimproduksjon, lavere O₂ opptak og klebes over vitale organer. Bløte bergarter (som grønnstein og kleberstein) har nåleformede, fiberliknende partikler som er mer skadelig for gjellene enn partikler fra hardere bergarter (granitt, gneis etc.) som er kubiske i formen. Det er også viktig med partikkelens fysisk-kjemiske bindingsevne – de kan polymerisere og danne kjeder eller legge seg som

belegg over vitale organer. Dette er en problemstilling som kompliserer da det heller er metallenes polymeriserende (toksiske) egenskaper som er virkningen og ikke partikkelform. Se for eksempel generell litteratur vedrørende aluminiumskjemi.

Det er ikke tvil om at partikler ved høye konsentrasjoner er skadelige med komplekse virkningsmekanismer. Likevel må vi se dette i lys av at partikler er vanlig og forekommer naturlig i høye konsentrasjoner i mange vannsystemer, og da spesielt i Tanavassdraget. I Tana finner vi naturlig eroderte, transporterte og sedimenterte sandpartikler som i utgangspunktet er ufarlige. Kun noe slam som har ligget på bunnen virvles opp midlertidig og består for det meste av ufarlige stoffer (organisk og uorganisk) som hovedsakelig naturlig hjemmehørende i vannsystemet og nedbørfeltet. Når dette sedimenterer er systemet tilbake til utgangspunktet. Anslagsvis skjer dette på kort tid etter anleggsfasen.

Redusert siktedyp som reduserer planktonproduksjonen kan være en utfordring og vil ramme sil indirekte. Dette er en meget relevant problemstilling sommerstid, og varighet av anleggsfasen bestemmer påvirkningen. Dette vil svekke planktonsamfunnet for en periode og påvirke hele økosystemet som lever direkte/indirekte av plankton.

For sommermudring er problemstillingen mer relevant ettersom stort partikkeltransport i hele vannsøylen (og ikke i hovedsak langs bunnen) kan påvirke gjellefunksjon hos fisk, redusere fødeinntak og reduserer siktedyp slik at primærproduksjon synker. Raudåte, som er dominerende dyreplankton, påvirkes av redusert siktedyp og partikkeleksponering, og at fødeinntak kan reduseres ved at den konsumerer disse uorganiske partiklene. Skadeomfang er direkte knyttet til konsentrasjon og partikkelstørrelse. Tette skyer av leirpartikler er mer skadelige enn grovere partikler som sedimenter relativt raskt. Dersom dette varer gjennom den viktigste fødesesongen (sommeren) vil det få konsekvenser for silens overlevelse og årsklassestyrke. Da mudringsmassene er dominert av sand, og mudringen skjer i et elvedelta med naturlig høy turbiditet i perioder av året, er det negative omfanget vurdert å være mindre, men likevel noe som bør vurderes nærmere.

For å sette dette i perspektiv tilmåles sommermudringstapet til 46 tonn for alternativ 1 og dette vurderes å gi *liten negativ konsekvens (-)*.

Alt. 2A

Dette alternativet innebærer vintermudring ned til 10,3 m, i den hensikt å oppnå og beholde 9 m plandybde innenfor planlagt farled (120 m bred) over lengre tid. Dette tiltaksalternativet vurderes å gi større negative konsekvenser enn det som er beskrevet for alt. 1A, fordi omfanget av mudringsvolum og berørt areal (og dermed tap av sil) er vesentlig større. Konsekvensen vurderes til *stor negativ (---)*.

Alt. 2B

Dette alternativet innebærer det samme fysiske inngrepet som omtalt i alternativ 2A, men det gjennomføres i sommerhalvåret (som alt. 1B). Det er et dypere inngrep over et større areal enn for alternativ 1B, men mengden sil som vil bli berørt av tiltaket i anleggsfasen er fortsatt liten. Dette tiltaksalternativet vurderes derfor å kunne *liten negativ konsekvens (-)*.

Oppsummering

Tabell 6-1. Samlet vurdering for anleggsfasen.

Alternativ		Omfang						Konsekvens
		Stort neg.	Middels neg.	Lite neg.	Lite pos.	Middels pos.	Stort pos.	
1A	Mudring ned til 9,3 m i felt 1, 2 og 3. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret.	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Middels til stor negativ (---/---)
				▲				

Alternativ		Omfang						Konsekvens
1B	Samme som alt. 1A, men mudringen gjennomføres i <u>sommer</u> halvåret	Stort neg.	Middels neg.	Lite neg.	Lite pos.	Middels pos.	Stort pos.	Liten negativ (-)
2A	Mudring ned til 10,3 m i felt 1, 2 og 3. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret.	Stort neg.	Middels neg.	Lite neg.	Lite pos.	Middels pos.	Stort pos.	Stor negativ (---)
2B	Samme som for alt. 2A, men mudringen gjennomføres i <u>sommer</u> halvåret	Stort neg.	Middels neg.	Lite neg.	Lite pos.	Middels pos.	Stort pos.	Liten negativ (-)

6.3 Konsekvenser i driftsfasen

Silen er det desidert viktigste bindeleddet mellom lavere og høyere trofiske nivåer i dette systemet. Endringen i silbestanden virker oppover ved at sil er et viktig næringsgrunnlag for laksefisk, fugl og havpattedyr. Den virker nedover ved at sil er en planktonspiser. Dette diskuteres i egne fagrappporter.

Det er knyttet noen usikkerhetsmomenter til de langsiktige virkningene utover i driftsfasen, spesielt ved vintermudring. Først og fremst baserer dette seg på hvor raskt silbestanden kan hente seg inn igjen ved en at en del av bestanden blir borte under mudring, men også hvordan den tilvenner seg det nye habitatet og om dette habitatet er like optimalt som i dag. Det er grunn til å tro at økt kapasitet/tverrsnitt på farleden vil redusere vannstrømmens styrke noe, som igjen vil gi økt sedimentasjonsrate og en gjenoppretting av naturtilstanden. Dette betyr at tiltaket fort vil kunne miste sin virkning og at naturkreftene trolig reverserer prosessen. Dette betyr at silhabitat over tid restaureres, og at dette trolig skjer i løpet av få år. At man kan forvente en slik naturlig prosess, er også styrket gjennom muntlig informasjon fra lokalkjente i dette området. Bunnen i mudrede områder senkes fra 5-7 meter til 9-10 meter, og basert på geologiske/geotekniske undersøkelser av bunnområdene, skal disse inneha har fysiske habitatkvaliteter som silen foretrekker, også lengre ned i dypet (Dr. Tech Olav Olsen, 2017).

Geotekniske undersøkelser viser at det er relativt ensformige, massive sandforekomster i mudringsområdet og at sandforekomstene er mektige og uten innslag av grunnfjell (Multiconsult, 2014, 2016). Dette bekreftes av undervannsbilder og film fra mye av tiltaksområdet (Rambøll, 2014, 2015), samt feltundersøkelsene for sil (Kirkemoen et al 2019). De bunnområdene som huser mest sil er preget av bølge/strømeksposering, noe som gir en bølgeformet overflate på sandbunnen (bølgelengde på sandbølgene 10-20 cm, se figur 6-1). Dette gir et bevegelig/løsere sandlag øverst. I tillegg består sjøbunnen i tiltaksområdet av grove sandkorn (Kirkemoen et al, 2019).

Det er grunn til å tro at det er strømforholdene, og da spesielt pollstrømmene langs bunnen som strukturerer sanden som silen anvender til skjul og dvale. Dersom bunnstrømmer som skaper bølgeformet sand med en viss kornstørrelse blir endret, kan dette redusere kvaliteten på verdifulle silhabitat (Kirkemoen et al 2019). Endring av naturforhold knyttet til endrede strømningsforhold vurderes imidlertid å bli av begrenset omfang med bakgrunn i de overordnede vurderingene som er gjennomført i denne fasen.

Strømningsundersøkelsene viser at partikkelspredningen vil være begrenset både fra mudringsområdet og ved deponeringen. Flere eksperter vurderer at dette systemet vil stabilisere seg tilbake til utgangspunktet etter relativt kort tid (8-14 år) (Dr. Tech. Olav Olsen, 2017). Sanden lengre ned i dypet er mer kompakt, men dette vil mest sannsynlig løses opp og danne sanddyner som vi ser langs bunnen i farleden i dag (Dr. Tech. Olav Olsen, 2017). Sedimentprøvene som ble tatt i mudringsområdet gikk kun ned til 2-3 m dyp, og det er derfor en viss usikkerhet knyttet til de områdene hvor det skal fjernes

mest sand. Vi anser, basert på de geologiske undersøkelsene, at det er sannsynlig at sandlaget er homogent og at det derfor vil kunne være et godt silhabitat også etter mudring.



Figur 6-1. Strandsonen i deltaet av den undulerende sanden med grove til middels grove sandkorn med størrelse 0,25-1,0 mm (Foto: Finn Gregersen).

Ettersom sil foretrekker sandhabitater ned til 12-17 meter, vil det kunne virke positivt for sil at det mudres noen meter dypere enn først planlagt, gitt at alle andre variabler forblir like som før. Silen prefererer turbulente sandområder med riktig type sandkorn, salinitet, mye oksygen, strømforhold, temperatur og dyp. Per i dag finnes det meste av det optimale bunnhabitatet i influensområdet kun i blandsonen mellom Tanaelva og Leirpollen. Deler av strekningen er nå muligens for grunn for sil og er sandbanker i farleden.

Svært mye tilsier derfor at det nye bunnhabitatet der mudringen gjennomføres blir et tilsvarende godt silhabitat som før mudring, men dette bør bekreftes gjennom oppfølgende undersøkelser / FoU.

Det må presiseres at selv om strømningsmessige forhold er kvantitativt utredet ved modellering er fortsatt den biologiske tolkningen preget av usikkerhet knyttet til de detaljerte og mangfoldige habitatkravene hos sil. I dag finnes ingen god modell som kan predikere komplekse endringer i komplekse økosystemer (Lynam et al, 2017).

0-alternativene

Forskjellen mellom alt. 0A og alt. 0B er marginal også i driftsfasen. Arealet som mudres ved alt. 0B (ca. 4,5 daa) er såpass lite at dette påvirker en liten del av silbestanden (0,18%), også over tid. Det kan hende at den økte dybden vil gjøre substratet mer attraktivt for sil, men samlet sett vurderes både 0A og 0B å ha *ubetydelig / ingen konsekvens (0)* i driftsfasen.

Alt. 1A

Dette alternativet innebærer vintermudring ned til 9,3 m innenfor felt 1, 2 og 3.

Gjennomføringen på vinterhalvåret vil medføre at bestanden har fått en større reduksjon i starten av driftsperioden, og det vil ta noe lengre tid før den er tilbake der den var før tiltaket.

Med antatt midlertidig og begrenset skade på silhabitatet, og reduksjon i silbestanden, vurderes dette alternativets konsekvens som *liten til middels negativ (-/-)* i tidlig driftsfasen og *ubetydelig (0)* i sen

driftsfase.

Alt. 1B

Dette alternativet tilsvarer en anleggsvirksomhet som tilsvarer alternativ 1A, men gjennomføringen skjer i sommerhalvåret.

Enten det gjennomføres sommer- eller vintermudring vil konsekvensen i sen driftsfase trolig bli noenlunde den samme, mens forskjellen i tidlig driftsfase vil være vesentlig større. Forskjellen er som omtalt at «anleggsfasevirkningen» kan vedvare lenger ved vintermudring, men dette unngås stort sett ved valg av sommermudring. Enten det blir mudret på sommer eller vinter, vil området mest sannsynlig gå tilbake til samme type habitat etter en viss tid. Sanderosjon og sedimentasjon er dynamiske likevektsprosesser som vil fortsette over tid uavhengig av tiltaket.

Samlet sett vurderes konsekvensen som *ubetydelig til liten negativ (0/-)* i tidlig driftsfase og *ubetydelig (0)* i sen driftsfase.

Alt 2A

Dette tiltaket innebærer et noe større inngrep enn alternativ 1A, men det vurderes likevel nokså likt når det gjelder konsekvenser i driftsfasen. En større usikkerhet knyttet til arealet av tilgjengelig egnet silhabitat, medfører at dette alternativet vurderes til *middels negativ konsekvens (-)* for tidlig driftsfase og *ubetydelig (0)* for sen driftsfase.

Alt. 2B

Dette tiltaket er i samme størrelsesorden som alternativ 2A, men ved at flere individer har overlevd er bestanden mer rustet for fremtiden. Dette medfører at konsekvensen i driftsfasen vurderes mindre negativt.

Samlet sett vurderes konsekvensen som *liten negativ (-)* for tidlig anleggsfase og *ubetydelig (0)* for sen anleggsfase.

Oppsummering

Tabell 6-2. Samlet vurdering for driftsfasen.

Alternativ		Omfang i tidlig (▲) og sen (▲) driftsfase	Konsekvens tidlig driftsfase ¹	Konsekvens sen driftsfase ²
1A	Mudring ned til 9,3 m i felt 1, 2 og 3. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret. Vedlikeholdsmudring hvert 20 (10-31) år i felt 1 og 60 (32-89) år i felt 2/3.		Liten til middels negativ (-/--)	Ubetydelig / ingen (0)
1B	Samme som alt. 1A, men mudringen gjennomføres i <u>sommer</u> halvåret.		Ubetydelig til liten negativ (0/-)	Ubetydelig / ingen (0)
2A	Mudring ned til 10,3 m i felt 1, 2 og 3. Mudringen gjennomføres i <u>vinter</u> halvåret. Vedlikeholdsmudring hvert 40 (19-57) år i felt 1 og 120 (65-182) år i felt 2/3.		Middels negativ (-)	Ubetydelig / ingen (0)

Alternativ		Omfang i tidlig (▲) og sen (▲) driftsfase	Konsekvens tidlig driftsfase ¹	Konsekvens sen driftsfase ²
2B	Samme som for alt. 2A, men mudringen gjennomføres i sommerhalvåret.		Ubetydelig til liten negativ (0/-)	Ubetydelig / ingen (0)

¹ Tidlig driftsfase = de første årene etter gjennomført mudring.

² Sen driftsfase = de siste årene før neste vedlikeholdsmudring.

7 Konklusjon / oppsummering

Den viktigste konklusjonen i denne utredningen er at det gunstigste for silbestanden er å gjennomføre mudringen i en tid på året hvor silen ikke ligger nedgravd i sanden. Dette ville kunne minimere den direkte og indirekte dødeligheten som følge av de fysiske påkjenninger som sil utsettes for ved mekanisk og/eller hydraulisk mudring. Det vurderes at anleggsfasen vil gi betydelig større negative konsekvenser for sil enn driftsfasen, i og med tiltaket høyest sannsynlig ikke vil medføre langsiktige, negative virkninger for silhabitatet i mudringsområdene (men dette må bekreftes gjennom oppfølgende undersøkelser / FoU).

De forventede konsekvensene av tiltaket i anleggs- og driftsfasen er angitt i Tabell 6-1 og 6-2. Vurderingene omfatter tiltaket uten implementering av avbøtende tiltak, i og med at det per i dag ikke foreligger aktuelle avbøtende tiltak med dokumentert effekt. Dette må utredes senere og eventuelt på basis av en oppfølgende undersøkelser / FoU.

Det anbefales at mudring gjennomføres i sommerhalvåret. Dette vil redusere både de kortsiktige og langsiktige konsekvensene for sil, som er en nøkkelart i dette økosystemet, og dermed også konsekvensene for øvrige arter oppover og nedover i næringskjeden.

Dersom reguleringsplanen vedtas og prosjektet gjennomføres, anbefaler vi følgende av hensyn til havsilen i tiltaksområdet:

- At Kystverket detaljerer et program for oppfølgende undersøkelser / FoU i forkant av anleggsoppstart med tanke på å øke kunnskapsnivået knyttet til bestandene av sil i området samt effekten av mudring og aktuelle avbøtende tiltak. Dette vil gi viktig kunnskap som en kan dra nytte av ved senere vedlikeholdsmudringer.
- At Kystverket benytter effektive mudringsmetoder som reduserer lengden på anleggsperioden og mengden suspendert materiale, slik at omfanget av redusert siktedyp, forstyrrelser på silen og dens byttedyr minimeres. Dette vil igjen dempe ringvirkningene på resten av økosystemet.

8 Avbøtende tiltak

Konkrete forsøksoppsett i et FoU-program som gjennomføres parallelt med mudringstiltaket vil kunne avklare de mest miljøvennlige mudringsteknikkene med tilhørende avbøtende tiltak ved håndteringen av massene fram til deponi. Denne kunnskapen kan så benyttes ved fremtidige vedlikeholdsmudringer for å forbedre gjennomføringen og redusere påvirkningen på sil og andre organismer i området. Det bemerkes at overføringsverdien av denne kunnskapen til andre mudringsprosjekter er meget stor.

9 Oppfølgende undersøkelser / FoU

Vi viser til et eget program for oppfølgende undersøkelser / FoU som vil bli utarbeidet som et frittstående dokument på et senere tidspunkt. Dette dokumentet vil både ta for seg anbefalte

oppfølgende undersøkelser / FoU for sil og andre arter/artsgrupper.

Tradisjonell mudring dreper trolig mye sil ved opphenting av silt- og sandholdige masser og midlertidig lessing opp på lekter før mudderet deponeres i endelig deponi. Teknikker som medfører bedre overlevelse bør stå som en sentral problemstilling i dette FoU-programmet.

For sil er det også mangel på kunnskap for sommer/høst og spesielt i forhold til arealbruk og hva den gjør når den ikke står i sanden. Dette kunnskapshullet bør også tettes. Det må da brukes andre teknikker for å samle kunnskap slik som ekkolodd, sonar, ultralyd eller trål.

10 Referanser

10.1 Skriftlige kilder

- Hawkins, A.D. & Johnstone, A.D.F. 1978. The hearing of of the Atlantic salmon, *Salmo salar*. J. Fish Biol. 13: 655-673.
- Hawkins, A.D. & Myrberg, A.A. 1983. Hearing and sound communication underwater. I: Lewis, B. (red.): Bioacoustics: A compararive approach,. London Academic Press, side 347-405.
- Lugli, M. & Fine, M.L. 2003. Acoustic communication in two freshwater gobies: Ambient noise and and short-range propagation in shallow streams. J. Acoust. Soc. Am. 114: 512-521.
- Rogers, P.H. & Cox, M. 1988. Underwater sound as a biological stimulus. I: Atema, J., Fay, R.R., Popper, A.N. & Tabolga, W.N. (red.): Sensory biology of aquatic animals. Springer, New York, side 131-149.
- Kraabøl, M. 2019. Utbedring av farleden til Leirpollen i Tana kommune. Konsekvensutredning for laksefisk og nasjonal laksefjord. Rapportnr. 713364-RIM-RAP-002. Multiconsult Norge AS, Oslo.
- Præbel, K., Andrews, A. & Bhat, S. 2019. Delrapport 1: Artssammensetning og lokal populasjonsstruktur av sil i Tanafjorden. Universitetet i Tromsø.
- Præbel, K., Andrews, A., Figueiredo, F. & Bhat, S. 2019. Delrapport 2: Artssammensetning og lokal populasjonsstruktur av sil i Tanafjorden. Universitetet i Tromsø.
- Kirkemoen, O., Colman, J, Haugen, T. & Ruud, T. 2019. Feltnotat - sampling av sil innenfor og utenfor Leirpollen, Tanafjorden. Data fra seks tokt mars-juni 2017 og tre vintertokt 2018. NRAS-notat 2018-04-20. Oppdatert 20.05.2019. Naturrestaurering AS, Oslo.
- Mork, K., Gregersen, M. & Kraabøl, M. 2019. Utbedring av farleden til Leirpollen i Tana kommune. Konsekvensutredning for naturmangfold. Rapportnr. 713364-RIM-RAP-003. Multiconsult Norge AS, Oslo.
- Bye, Ø. F. Hauge & Å., 2014. Tanamunningen - Et av Europas best bevarte elvedeltaer.
- Svenningen, M.A. et al., 2005. The impact of marine fish predation on Atlantic salmon smolts (*Salma salmar*) in the Tana eustary, North Norway, in the presence of an alternative prey, lesser sandeel (*Ammodytes marinus*). Fisheries research, 2005, Vol. 76.
- Svenning, M. A. et al., 2005. Gosander predation and its potential impact on Atlantic salmon smolts in the River Tana Eustary, Northern Norway. Journal of fish biology, 2005, Vol. 66.
- Lynam, C. P., et al., 2017. Interaction between top-down and bottom up control in marine food webs. s.l. : Proc Natl Acad Sci USA,
- Multiconsult, 2014. Innseiling Leirpollen. Grunndersøkelser- orienterende geotekniske vurderinger. Rapport nr. 711856-RIG-RAP01_rev00.
- Multiconsult, 2016. Innseiling Leirpollen. Datarapport med orienterende geoteknisk vurdering. Multiconsult rapport nr. 713364-RIG-RAP001rev00.
- Rambøll, 2015. Leirpollen, Tana. Kartlegging av marint miljø og effekter av mudring og deponering.
- Rambøl, 2014. Marin naturkartlegging i Leirpollen, Finnmark- Tolkning av videomateriale, notat 04.
- Dr. Tech. Olav Olsen AS, 2017. Sandvandring Leirpollen - kvalitativ vurdering.
- Koij, Van de og B.E. Scott, S. Mackinson, 2008. The effects of enviromental factors on daytime sandeel distrubution and abundance on the Dogger Bank. Journal of Sea Research, 2008, Vol. 60.
- Statens Vegvesen, 2014. Konsekvensanalyser - Veiledning- Håndbok V712.

- Corner, G.D., Steinsund, P.I. og Aspelid, R., 1996. Distribution of recent benthic foraminifera in a subarctic fjorddelta: Tana, Norway. *Marine Geology*, 1996, Vol. 134.
- Fylkesmannen i Finnmark, 1985. Verneverdig havstrandvegetasjon - Tanamunningen, Tana kommune og Neiden-Munkefjord, Sør-Varanger kommune. Rapport nr. 20, 1985.
- Fylkesmannen i Finnmark, 1983. Næringsøkologi og populasjonsforhold hos laksand (*Mergus merganser*) i Tanamunningen. Rapport nr. 2, 1983.
- Laksebreveierforeningen for Tanavassdraget, 2007. Kunnskapsstatus Tanavassdraget, Biologisk delplan 2007-2011.
- Bjørge, A. 1991. Status of the harbour seal *Phoca vitulina* in Norway. *Biological conservation*, 1991, Vol. 58.
- Fylkesmannen i Finnmark, 1996. Konflikt mellom kystsel og laksefiske i Tanaelva og Tanafjorden. Rapport nr. 2, 1996.
- Corner, G. D., et al., 1994. Geology of the Tana Delta; a morphological, sedimentological and geophysical study of a regressive, sandy Holocene fjord-delta. Project report Norsk Hydro. Universitet i Tromsø.
- NVE, 2001. Erosjon og sedimenttransport i Tanaelva, NVE-rapport nr. 3, 2001.
- Fylkesmannen i Finnmark, 2015. Forvaltningsplan for Tanamunningen naturreservat.
- Artsdatabanken. Fremmede arter i Norge- med norsk svarteliste 2012. 2012.
- Identifying sandeel *Ammodytes marinus* sediment habitat preferences in the marine environment. Gayle Holland et. s.l. : *Marine Ecology Progress Series*, 2005, Vol. 303.
- Oxygen dynamics around buried lesser sandeels *Ammodytes tobianus* (Linnaeus 1785): Mode of ventilation and oxygen requirements. Behrens, J.W., et al. s.l. : *Journal of experimental Biology*, 2007, Vol. 210.
- Behrens, J.W. og Steffens, J.F. 2007. The effect of hypoxia on behavioural and physiological aspects of lesser sandeel, *Ammodytes tobianus* (Linnaeus, 1785). *Marine Biology*, Vol. 15.
- Xu, J., et al. 2012. Seasonal trophic niche shift and cascading effects of a generalist predator fish.

10.2 Øvrig bakgrunnsmateriell

- Bergstad, O.A., Johannessen, T., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T. 2013. Fagrapport for tobis (*Ammodytidae*) på norskekysten – Kunnskapsoversikt med forslag til tiltak. Miljødirektoratet m% 2013.
- Corbin, P.G. & Vati, V. xxxx. The post-larval sand eels (*Ammodytidae*) of the Celtic sea and Plymouth area. Bokk chapter *Journal of Mar Biol Assoc.* XXVIII
- Daidsen, J., Svenning, M.-A., Orell, P., Yoccoz, N., Dempson, J. B., Niemelä, E., Klemetsen, A. & Erkinaro, J. 2005. Spatial and temporal migration of wild Atlantic salmon smolts determined from a video camera array in the sub-Arctic River Tana. *Fisheries research*, 74: 210-222.
- DN. 2011. Utredning om havsil med særlig fokus på dens betydning i økosystemet og behov for tverrsektorielle tiltak. DN-rapport 1-2011.
- Elven, R. 1985. Verneverdig havstrandvegetasjon - Tanamunningen, Tana kommune og Neiden-Munkefjord, Sør-Varanger kommune. Fylkesmannen i Finnmark. Rapport nr. 11.
- Elven, R. & Johansen, V. 1983. Havstrand i Finnmark. Flora, vegetasjon og botaniske verneverdier. Rapport T-541 Miljøverndepartementet.

- Fjelland, M. 1982. Subartiske strandenger i Finnmark. Økologiske variasjoner som følge av tidevannet, og salttoleranse hos utvalgte strandengplanter. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Tromsø.
- Greenstreet, S. P. R., Armstrong, E., Mosegaard, E., Jensen, H., Gibb, I. M., Fraser, H. M., Scott, B. E., Holland, G. J., and Sharples, J. 2006. Variation in the abundance of sandeels *Ammodytes marinus* off southeast Scotland: an evaluation of area-closure fisheries management and stock abundance assessment methods. *e ICES Journal of Marine Science*, 63: 1530e1550.
- Greenstreet, S. P. R., Holland, G. J., Guirey, E. J., Armstrong, E., Fraser, H. M., and Gibb, I. M. 2010. Combining hydroacoustic seabed survey and grab sampling techniques to assess "local" sandeel population abundance. – *ICES Journal of Marine Science*, 67: 971–984.
- Halvorsen, M. 2012. Sjørøyevasdragene i Nord-Norge; 100 av 400 mulige. En zoogeografisk analyse av de aktuelle vassdragene. Utredning for DN 1-2012. Direktoratet for naturforvaltning. 36 sider.
- Herstrøm, K. 2013. Fine scale haul-out behaviour of harbour seals (*Phoca vitulina*) at different localities in northern Norway. BIO-3950 Master's thesis in Biology, May 2013. Faculty of Biosciences, Fisheries and Economics, Department of Arctic and Marine Biology, University of Tromsø. 58 pp.
- Huru, H. 1981. Julelva. Hydrografi og ebv\vertebratfauna i Julelva, Øst-Finnmark, i 1979. Universitetet i Tromsø. Institutt for museumsvirksomhet. Tromsø Naturvitenskap, nr 23.
- IUCN. 2017. *Coregonus lavaretus*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <http://www.iucnredlist.org/details/5369/0>
- Mitchell, A., McCarthy, E. & Verspoor, E. 1997. Discrimination of the North Atlantic lesser sandeels *Ammodytes marinus*, *A. tobianus*, *A. dubius* and *Gymnammodytes semisquamatus* by mitochondrial DNA restriction fragment patterns. *Fisheries Research* 36: 61-65
- Niemelä, E., Hassinen, E., Haantie, J., Länsman, M., Johansen, M. & Johnsen K.M. 2011. Den atlantiske laksen (*Salmo salar*, L.) i Tanavassdraget IV; Vinterstøinger; utvandring til sjøen, populasjonsstruktur sammenlignet med førstegangsgytende og flergangsgytende laks. Fylkesmannen i Finnmark, Miljøvernavdelinga 1-2011. 44 sider.
- Niemelä, E., Hassinen, E., Muladal, R., Brørs, S. & Sandring, S. 2009a. Den atlantiske laksen (*Salmo salar*, L.) i Tanavassdraget I; Miljøforholdene i det subarktiske Tanavassdraget og virkningene av dem på laksefisket og laksen. Fylkesmannen i Finnmark, Miljøvernavdelinga 5-2009. 47 sider.
- Niemelä, E., Länsman, M., Hassinen, E., Brørs, s., Sandring, S., Johansen, M. & Muladal, R. 2009b. Den atlantiske laksen (*Salmo salar*, L.) i Tanavassdraget II; Svingninger i fangstmengder i kilo og antall etter fangstmetode, samt faktorer som påvirker fangstmengden. Fylkesmannen i Finnmark, Miljøvernavdelinga 6-2009. 66 sider.
- Niemelä, E., Länsman, M., Hassinen, E., Kuusela, J., Johansen, N., Johnsen, K.M., Hantie, J. & Kalske, T.H. (red) 2016. Sjørørreten (*Salmo trutta*, L.) i Tanavassdraget, fangst og økologi. Fylkesmannen i Finnmark, Miljøvernavdelinga 1-2016. 110 sider.
- Nordhagen, R. 1954. Studies on the vegetation of salt and brackish marshes in Finnmark (Norway). *Vegetatio* 5-6: 381-394.
- Reay, P.J. 1973. Some Aspects of the Biology of the Sandeel, *Ammodytes Tobianus* L., in Langstone Harbour, Hampshire. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 53: 325-346.
- Rikardsen, A.H., Haugland, M., Bjørn, P.A., Finstad, B., Knudsen, R., Dempson, J.B., Holst, J.C., Hvidsten, N.A., & Holm, M. 2004. Geographic differences in marine feeding of Atlantic salmon post-smolts in Norwegian fjords. *Journal of Fish Biology*, 64: 1655–1679.

- Riksdal, A., & Niemelä, E. 2009. Tanalaksens vandringer. Resultater fra merkinger av laksesmolt i Tanavasdraget 1974-1981. Fylkesmannen i Finnmark, Miljøvernvedlegg nr 4-2009. 10 sider.
- Rosendal, E. (2011). Utredning om havsil, med særlig fokus på dens betydning i økosystemet og behov for tverrsektorielle tiltak. DN-rapport 1-2011. Direktoratet for naturforvaltning.
- Sharples, R.J., Arrizabalaga, B. & Hammond, P.S. 2009. Seals, sandeels and salmon: diet of harbour seals in St. Andrews Bay and the Tay Estuary, southeast Scotland. *Mar Ecol Prog Ser* 390: 265–276.
- Sollid, J. L., Jelmert, L.T., Kristiansen, K., og Tessem, B. 1978. Rapport over kvartærgeologi - geomorfologi for verneobjekt 204 - Julelva. 10-års vernede vassdrag. Gografisk institutt. Universitetet i Oslo. Rapport.
- Stubbraten Johansen, N. 2017. Er det anadrom fisk i Tanamunningen vinterstid? Rapport: 2017-01
- Traaen, T.S. 2000: Overvåking av Tanavassdraget. Årsrapport for 1998. NIVA-rapport 4178-2000.
- Traaen, T.S. 2000: Overvåking av Tanavassdraget. Årsrapport for 1999. NIVA-rapport 4258-2000
- Vähä, J. P., Erkinaro, J., Falkegård, M., Orell, P. & Niemelä, E. 2016. Genetic stock identification of Atlantic salmon and its evaluation in a large population complex. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 00: 1-12.
- Vähä, J. P., Erkinaro, J., Niemela, E. & Primmer C. R. 2007. Life-history and habitat features influence the within-river genetic structure of Atlantic salmon. *Molecular Ecology*, 16: 2638–2654.
- Vähä, J. P., Erkinaro, J., Niemelä, E., Primmer, C. R., Salonemi, I., Johansen, M., Svenning, M. & Brørs, S. 2010. Temporally stable population-specific differences in run timing of one-sea-winter Atlantic salmon returning to a large river system. *Evolutionary Applications*, 4: 39-53.
- Winslade, P. 1974. Behavioural studies on the lesser sandeel *Ammodytes marinus* (Raitt) I. The effect of food availability on activity and the role of olfaction in food detection. *Journal of Fish Biology* Volume 6, Pages 565–576
- Winslade, P. 1974. Behavioural studies on the lesser sandeel *Ammodytes marinus* (Raitt) II. The effect of light intensity on activity. *Journal of Fish Biology* Volume 6, Pages 577–586
- Winslade, P. 1974. Behavioural studies on the lesser sandeel *Ammodytes marinus* (Raitt) III. The effect of temperature on activity and the environmental control of the annual cycle of activity. *Journal of Fish Biology* Volume 6, Pages 587–599
- Worsøe Clausen, Lotte (chair of the workshop, corresponding author), Craig G. Davis, Susanne Hansen 2006. Report of the Sand Eel Otolith Ageing Workshop. ICES Planning Group on Commercial Catch, Discards and Biological Sampling (PGCCDBS)
- Wright, P.J., Jensen, H. & Tuck, I. 2000. The influence of sediment type on the distribution of the lesser sandeel, *Ammodytes marinus*. *Journal of Sea Research* 44 (2000) 243±256

10.3 Prosjektutredninger og rapporter

Geoteknikk

Menessier, T. (2014) Innseiling Leirpollen. Grunnundersøkelser – orienterende geotekniske vurderinger. Multiconsult. Rapport 711856-RIG-RAP-001_rev00. Omhandler geotekniske undersøkelser i farleden.

Lorås, S. (2016). Innseiling Leirpollen. Datarapport med orienterende geoteknisk vurdering. Multiconsult. Rapport 713364-RIG-RAP-001_rev00. Omhandler geotekniske undersøkelser i merkefundamentene.

Forurensing

Johnsen, I. (2013) Leirpollen Tana miljøundersøkelse og videoopptak. Multiconsult. Rapport 711856-RIGm-Rap-001_rev01. Omhandler sedimentundersøkelser med tanke på forurensing i farleden, samt videoopptak.

Strøm- og turbiditetsmålinger

Børve, E. (2014) Del 1: Resultater fra strømmålinger ved Leirpollen i Finnmark, mars – mai 2014. Akvaplan-niva. Rapport nr. 6969.01. Omhandler strømmålinger i farleden.

Børve, E. (2014) Del 2: Resultater fra strømmålinger ved Leirpollen i Finnmark, april – mai 2014. Akvaplan-niva. Rapport nr. 6969.01. Omhandler strømmålinger i farleden.

Borge, J. (2015) Strømrapport, Stangnes, Tana. Multiconsult. Rapport 712828-1-RIMT-RAP-001_Strømrapport_Stangnes. Omhandler strøm- og hydrografimålinger i deponi et ved Stangnes.

Borge, J. (2015). Sedimentspredning ved Stangneset, Tana kommune. Multiconsult. Rapport 712828-1-RIMT-RAP-002_Sedimentspredning_Stangnes.

Falck, H.M. (2015). Strømrapport med hydrografi, Leirpollen, Tana kommune. Multiconsult. Rapport 712828-1-RIMT-RAP-003_Strømrapport_Leirpollen_med_turbiditet. Omhandler strøm, hydrografi og turbiditet i farleden

Falck, H.M. (2015). Sammendrag av strøm- og turbiditetsmålinger ved Leirpollen og Stangnes, Tana kommune. Multiconsult. Rapport 712828-1-RIMT-RAP-004_Leirpollen_Stangnes_Tanavassdraget. Omhandler sammendrag av strøm, hydrografi og turbiditet i tiltaksområdet

Nautiske risikoanalyser

Oltedal, S. (2014) Innseilingen til Leirpollen i Tana – Kvalitativ risikoanalyse. Safetec. Rapport nr. ST-10380-1. Omhandler kvalitativ nautisk risikoanalyse.

Madsen, C.S. Fjørtoft, H. Hassel, M. (2016). Risikoanalyse Innseiling Leirpollen

Samfunnsøkonomiske analyser

Grünfeld, L.A og Løge, T.H. (2016). Utbedring av innseilingen til Leirpollen i Tana – en samfunnsøkonomisk analyse. MENON. Rapport nr. 29/2016.

Marin kartlegging

Sømme, H.O.O og de Ruiten, H. (2015) Leirpollen, Tana. Kartlegging av marint miljø og effekter av mudring og deponering. Rambøll. Miljørapport.

Sømme, H.O.O, (2014) Marin naturkartlegging i Leirpollen, Finnmark - Tolkning av videomateriale. Rambøll. Notat 004.

Todt, C. (2016) Innseilingen til Leirpollen og mulige deponier i Tanafjorden. Kartlegging av naturtyper. Rådgivende biologer AS. Notat.

Johansen, N.S. (2017) Er det anadrom fisk i Tanamunningen vinterstid? Tanavassdragets fiskeforvaltning. Rapport 2017/01.

Todd, C. 2016. Innseiling til Leirpollen og mulige deponiområder i Tanafjorden. Kartlegging av naturmangfold. Notat. Rådgivende Biologer, Bergen.

Multiconsult