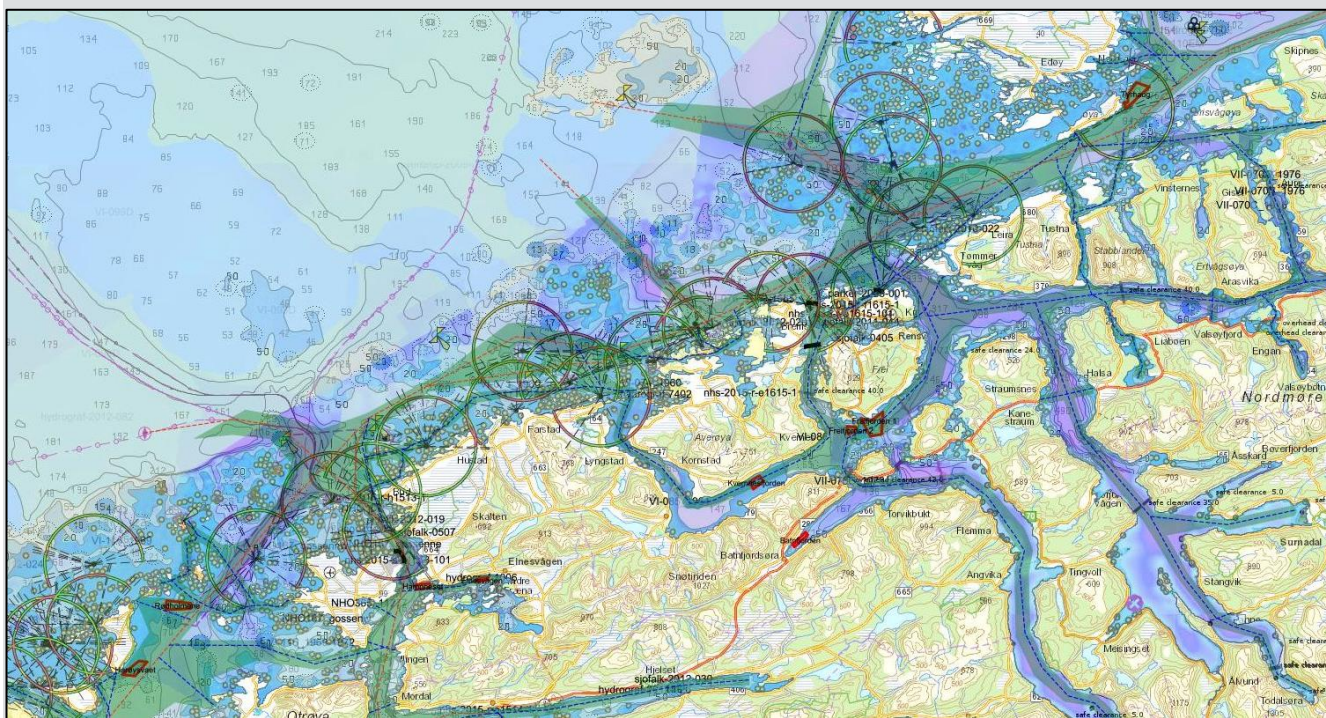


Bergmesteren Raudsand AS

Risiko- og sårbarhetsvurdering av sjøtransport

Gjenvinningsanlegget for uorganisk farlig avfall

Raudsand



Oppdragsnr.: 5168063 Dokumentnr.: 5168063-501-1 Versjon: D02
2018-05-03

Oppdragsgiver: Bergmesteren Raudsand AS

Oppdragsgivers kontaktperson: Keith Roebuck, HMS leder

Rådgiver: Norconsult AS, Apotekergaten 14, NO-3187 Horten

Oppdragsleder: Siv Sundgot, Landskapsarkitekt/Arealplanlegger

Fagspesialister: Jørn Harald S. Andersen, siv.ing marin teknikk
 Gunn Lise Haugestøl, Master i miljøtoksikologi & forurensningskjemi
 Pernille Bechmann, KS
 Bente Gjerstad, KS

D02	2018-05-03	Etter nye innspill	JHA/GLHA	BG/PEBEC	SIKSU
D01	2018-04-30	Til kunde for godkjenning	JSA/GLHA	BG/PEBEC	SIKSU
A02	2018-04-30	1. utkast til kommentar og KS	JSA/GLHA	BG/PEBEC	SIKSU
A01	2018-04-16	Disposisjon og objektbeskrivelse	JSA	BG	SIKSU
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Tiltaket på Raudsand er todelt: Den første delen gjelder deponier for ordinært avfall. Den andre delen omfatter etablering av et nytt anlegg for håndtering av uorganisk farlig avfall. Sistnevnte består av mottak, behandling, gjenvinning, lagring av stabiliserte masser i fjellhaller, et pukkverk, igjenfylling og tetting av rasområde ved fv. 666 med rene masser samt etablering av et administrasjons- og forskningsbygg.

Transporten til nytt behandlingsanlegg for farlig avfall vil i all hovedsak skje sjøveien. Denne risiko- og sårbarhetsanalysen omfatter både en sammenlikning med øvrig sjøtransport i Norge, og risikovurdering av den konkrete sjøtransporten til Raudsand i form av "worst-case" hendelser med tap av all last til sjø.

Figuren nedenfor viser risikobildet for følgende hendelser **A**: Akutt utslipp av 7 000 tonn 25 % svovelsyre i ytre farled, **B**: Akutt utslipp av 7 000 tonn 25 % svovelsyre ved Sognaskjæret, **C**: Akutt utslipp av 17 000 tonn flyveaske i ytre farled og **D**: Akutt utslipp av 17 000 tonn flyveaske ved Kvalvågholman.

Akseptkriteriene for risiko er gitt av de ulike fargede sonene i risikomatrisen nedenfor.

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENS (h = liv/helse, m = miljø, s = samfunnsverdier)				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Meget stor
5. Svært sannsynlig					
4. Meget sannsynlig					
3. Sannsynlig					
2. Moderat sannsynlig					
1. Lite sannsynlig	A ^h , C ^h	A ^s , C ^s	A ^m , B ^{h,s} , D ^h	B ^m , C ^m , D ^s	D ^m

Risikomatrise

GRØNT område i figuren representerer akseptabel risiko som ikke krever særskilte tiltak. GULT område krever fokus på daglig risikostyring (rutiner og kompetanse), mens RØD representerer uakseptabel risiko der tiltak er helt nødvendig. Kriteriene for sannsynlighet og konsekvens er gitt i kapittel 3.4

Konklusjon

Utredningen viser at sjøtransporten til Raudsand er risikomessig fullt ut akseptabel. Transporten til Raudsand vil utgjøre om lag 1-1,5 % av total årlig utseilt distance for denne type fartøy i norsk farvann.

Myndighetene vurderer farvannet som oversiktlig. Trafikktettheten er lav. Selv om konsekvensene av en "worst case" hendelse kan være betydelige i et avgrenset tidsrom, viser sjøsikkerhetsanalyser at sannsynligheten for et stort utslipp av flyveaske eller tynnsyre er mindre enn 0,01 % pr. år. Dette er en lavere sannsynlighet for hendelser enn sammenliknbar aktivitet i andre geografiske områder, slik som transport av farlig gods på veg og ferge, eller seilas i mer krevende farvann med høyere trafikktetthet.

Tilrådninger om tiltak

Selv om sannsynligheten for store hendelser er svært lav, kreves aktiv risikostyring som sikrer at sannsynligheten for hendelser forblir lav. Bruk av los eller farledsbevis, skip med høy teknisk standard og personell med lokalkunnskap bidrar til økt sikkerhet.

Bergmesteren Raudsand AS bør føre en aktiv dialog med næringsinteresser (fiske- og oppdrettsvirksomheter) om varsling ved hendelser og skadebegrensende tiltak dersom en ulykke inntreffer. (beredskapsplan akutt forurensning).

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Forutsetninger og avgrensninger	5
1.3	Styrende dokumenter & dokumentasjonsunderlag	5
1.4	Begreper og forkortelser	6
2	Om analyseobjektet	7
2.1	Strekningen fra Oslofjorden/Skagerrak og kontinentet til Grip	7
2.2	Farleden fra Grip til Raudsand	8
2.3	Svovelsyre 25% og flyveaske - egenskaper	10
2.4	Transport på sjø – mengde og antall laster	12
2.5	Fakta om fartøyene som skal benyttes	12
3	Metode	14
3.1	Generelt	14
3.2	Fareidentifikasjon	14
3.3	Sårbarhetsvurdering	14
3.4	Risikoanalyse	14
3.5	Risikoreduserende tiltak.	15
4	Resipienter	16
4.1	Miljøressurser i havet	16
4.2	Miljøressurser i fjordsystemet	16
4.2.1	Sjø	16
4.2.2	Land	17
4.2.3	Kommersielle verdier - oppdrett	17
5	Fareidentifikasjon	19
5.1	Farekartlegging	19
5.2	Stedfesting	19
5.3	Uønskede hendelser som skal risikovurderes	20
6	Sårbarhetsvurdering	21
6.1	Potensialet for store ulykker ved transport på sjø	21
6.2	Relativ sammenlikning med øvrig sjøtransport	21
6.3	Liv og helse	22
6.4	Ytre miljø	22
6.5	Samfunnsverdier	23
7	Konklusjon og tilrådninger	24
7.1	Risikobilde	24
7.2	Konklusjon og tilrådninger	24
	Vedlegg A – Risikovurdering	25

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Tiltaket på Raudsand er todelt: Den første er å avslutte eksisterende deponi og etablere nye deponi for ordinært avfall. Den andre delen omfatter etablering av et nytt anlegg for håndtering av uorganisk farlig avfall. Sistnevnte består av mottak, behandling, gjenvinning, lagring av stabiliserte masser i fjellhaller, et pukkverk, igjenfylling og tetting av rasområde ved fv. 666 med rene masser samt etablering av et administrasjons- og forskningsbygg.

Transporten vil skje sjøveien som i dag. Vurderingen omfatter både en sammenlikning med dagens kysttrafikk, og miljørisikovurdering av skipshavari av fartøy med henholdsvis 7 000 tonn 25 % svovelsyre (tynn-syre) og 17 000 tonn flyveaske.

1.2 Forutsetninger og avgrensninger

Følgende forutsetninger og avgrensninger er gjeldende for denne analysen:

- Den bygger på informasjon om analyseobjektet og resipienten, slik dette fremstår i april 2018.
- Den omhandler risiko knyttet til ytre miljø, mennesker og samfunnsverdier.
- Den er avgrenset til analyseobjektet (sjøtransport til Raudsand), herunder de farleder som benyttes til kommersiell sjøtransport
- Analysen fokuserer på store hendelser ("worst case") knyttet til utslipp av flyveaske og 25 % svovelsyre (tynnsyre).

1.3 Styrende dokumenter & dokumentasjonsunderlag

Følgende dokumenter er benyttet som underlag for denne analysen:

Tabell 1.3A - Styrende dokumenter

Ref.	Tittel	Dato	Utgiver
A	NS 5814:2008 Krav til risikovurderinger	2008	Standard Norge
B	Forurensningsloven	1981*	Klima- og miljødep.
D	Sikkerhetsdatablad, tynnsyre, avfallsvovelsyre	26.09.2013	Kronos Titan
E	Sikkerhetsdatablad, flyveaske	2012	Norcem AS
F	Miljørettet risikoanalyse, Raudsand	2017	Norconsult AS
G	Analyse av sannsynligheten for ulykker med tap av menneskeliv og akutt forurensning fra skipstrafikk i norske farvann, kap 5.4.5	2014	Kystverket/DNV GL
H	Konsekvensutredning (KU), infrastruktur og samfunn	2017	Norconsult AS
I	Forsuring av havet	2017	Miljøstatus
J	Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN-håndbok 19-2001	2007	Direktoratet for naturforvaltning

Ref.	Tittel	Dato	Utgiver
K	Aquatic Chemistry, chemical equilibria and rates in natural waters	1996	Stumm, W. and Morgan, J.j. (eds) (3 rd ed, New York: John Wiley & Sons, Inc) 1022.
L	Registration dossier, Ashes (residues), coal	(hentet ut informasjon april 2018)	ECHA
M	National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria Table https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table .		EPA (United States Environmental Protection Agency)
N	«OECD SIDS Sulfuric acid» Screening Information Dataset http://www.inchem.org/documents/sids/sids/7664939.pdf		OECD

* Sist endret 2016

1.4 Begreper og forkortelser

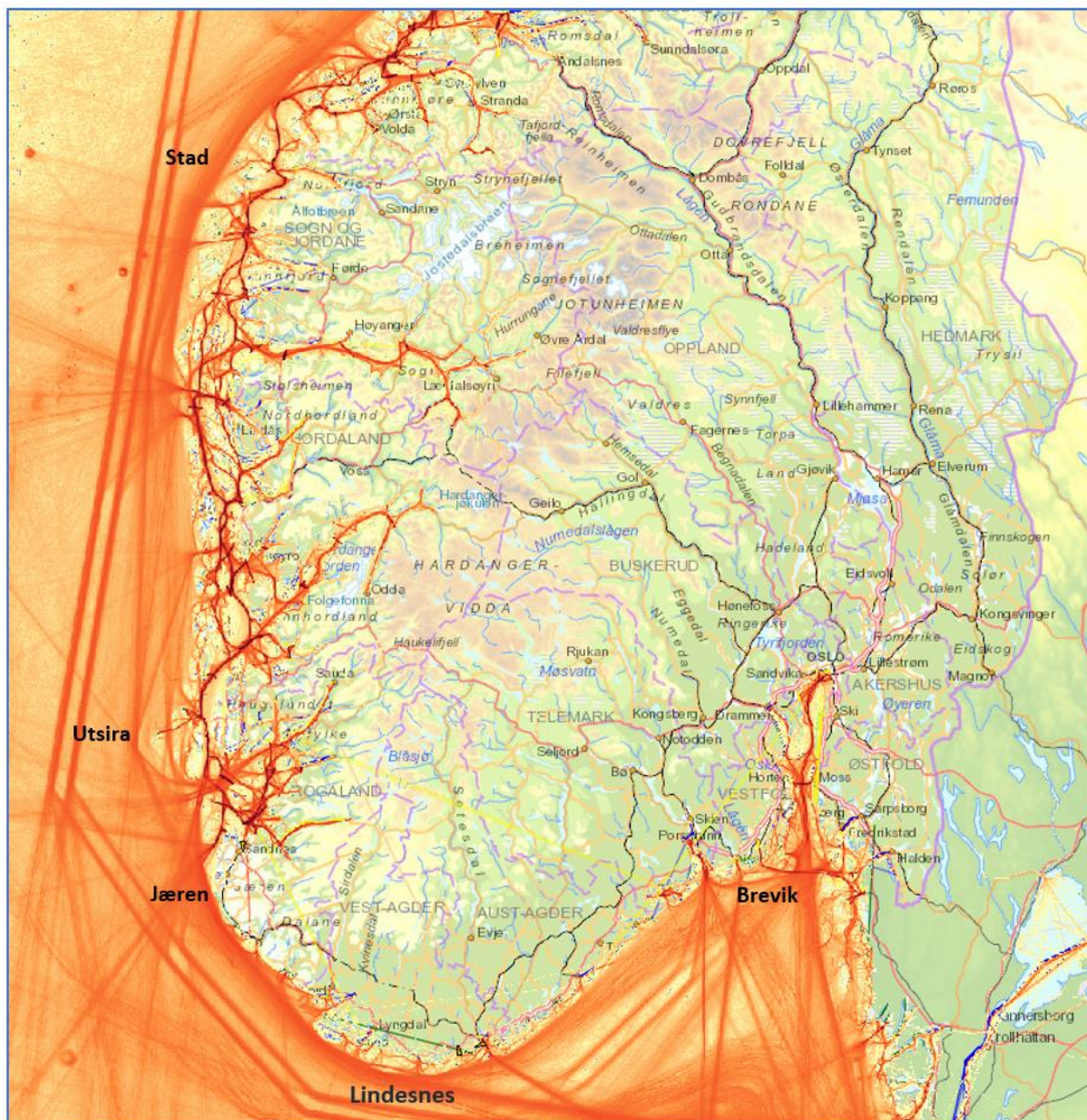
Tabell 2 - Begreper og forkortelser

Uttrykk	Beskrivelse
Konsekvens	Mulig følge av en uønsket hendelse. Konsekvenser kan uttrykkes med ord eller som en tallverdi for omfanget av skader på mennesker, miljø eller materielle verdier.
Miljørisiko	Uttrykk for kombinasjonen av sannsynlighet for og miljøkonsekvens av en uønsket hendelse.
Miljøriskovurdering	Systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller beregne miljørisiko. Risikovurderingen utføres ved kartlegging av uønskede hendelser, deres årsaker, sannsynlighet og konsekvenser.
Risikoreduserende tiltak	Tiltak som påvirker sannsynligheten for-, eller konsekvensen av-, en uønsket hendelse. Risikoreduserende tiltak består av forebyggende tiltak og konsekvensreduserende tiltak (beredskap).
Sannsynlighet	I hvilken grad det er trolig at en hendelse vil kunne inntreffe.
Sårbarhet	Resipientens manglende evne til å motstå virkninger av akutt forurensning fra analyseobjektet, og evne til å gjenoppta normaltilstanden etter slik påvirkning.
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
Mdir	Miljødirektoratet
KYV	Kystverket

2 Om analyseobjektet

2.1 Strekningen fra Oslofjorden/Skagerrak og kontinentet til Grip

Seilingsdistansen fra Oslofjorden til Raudsand er om lag 600 nautiske mil (1100 km). Med 12 knop vil denne seilasen ta om lag 2 døgn. Fra kontinentet vil seilingstiden variere, men om lag 500 nautiske mil vil være i Norges økonomiske sone med store deler i betydelig avstand fra grunnlinjen (kysten).



Figur 2.1A: Trafikktetthet (AIS statistikk 2016-7) fra Oslofjorden til Møre kysten. (Kilde: Kystinfo)

Seilingsforholdene fra Oslofjorden/Skagerrak til Jæren

Underveis fra Oslofjorden til Raudsand vil fartøyene passere Brevik sjøtrafikksentral. Den ligger ved Brevikstrømmen i Porsgrunn kommune og dekker innseilingene til det omfattende industriområdet i Grenland, hvor store deler av skipstrafikken består av gasstankere og fartøyer med annen farlig last.

Den norske kyststrømmen er på sitt sterkeste syd-østover 4-8 nautiske mil fra land langs Sørlands-kysten og Lindesnes der den kan nå opp i over 2 knops hastighet, spesielt i perioder etter kraftig vestlig vind der vannmasser blir oppstuvet i Skagerrak. Navigasjonsmessig er seilasen enkel.

Seilingsforholdene fra Jæren til Grip

På vei fra Oslofjorden eller kontinentet, forventes sjøtransporten til Raudsand å skje i åpent farvann utenfor kysten, i en linje fra vest av Kvitsøy i Rogaland (Jærens rev) til Stad/Hustadvika og videre mot Grip.

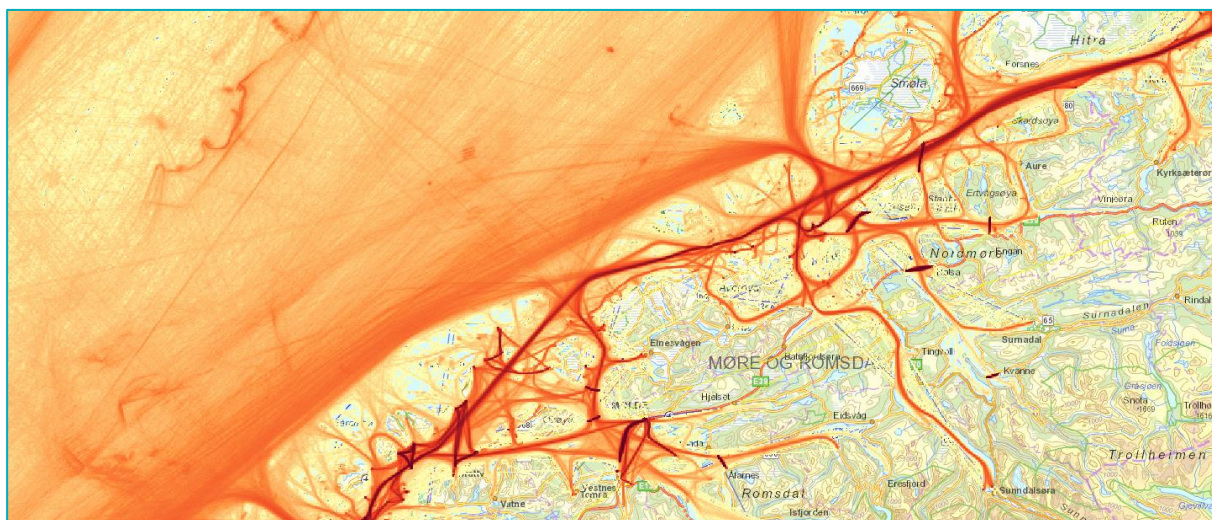
Den norske kyststrømmen dannes ved at vann fra Østersjøen og fra norske elver blir blandet med omkringliggende sjøvann og transportert nordover langs kysten. Tidevann, vind, bunntopografi og blanding med vannmasser fra Atlanterhavet fører til at strømforholdene er svært variable, men normalt under 1 knop. Navigasjonsmessig er seilasen enkel, noe som fremkommer tydelig i statistikk over hendelser /G/ som viser at seiling i indre kystfarvann har vesentlig høyere hendelsesfrekvens pr. tilbakelagt seilingsdistanse enn seilas i ytre farvann. Blant annet vil transporten til Raudsand skje utenfor de fem definerte farlige bølgeområdene (jf. Den Norske Los 3, side 36). I perioden november til april er det flere dager med redusert sikt sammenliknet med perioden mai – oktober. Tåke er spesielt hyppig om våren, spesielt i april.

Det er trafikksentraler på Kvitsøy og Fedje. Sistnevnte dekker området Hjeltefjorden til Sognesjøen, fra Herdla i syd til Sogneoksen i nord og inn Fensfjorden til Halsvikklubben i øst. Kvitsøy trafikksentral dekker området fra Jærens rev i Rogaland i sør til Bømlahuk, Hordaland, i nord.

Seilasen forbi Stad kan være krevende, men stadig bedre værvarsling gjør også denne strekningen mindre ulykkesbelastet enn i tidligere tider. Bølgemålinger fra met.no viser at det i om lag 10 % av tiden er sjøtilstander med over 6 meters signifikant bølgehøyde (maks-bølger over 12 meter) i dette området.

2.2 Farleden fra Grip til Raudsand

Innseilingen til fjorden skjer gjennom Gjemnes-sundet. Farvannet benyttes i dag hovedsakelig av fartøy som skal til Sunndalsøra, som vist nedenfor.



Figur 2.2A: Trafikktetthet (AIS statistikk 2016-7), Møre-kysten og inn til Sunndalsøra. (Kilde: Kystinfo)

Den Norske Los, bind 4, omtaler farvannet slik (utdrag): Det er flytebru over Bergsøysundet i forbindelse med fastlandsforbindelsen til Kristiansund, seilløp på N-siden, høyde 6 m. I rolig vær skifter strømmen i Gjemnessundet med tidevannet. Den går inn sundet med stigende vann og ut med fallende. Den sterkeste tidevannsstrømmen er beregnet til ca 0,5 knop (25-30 cm/s). Under dårlig vær observeres

strømhastigheter 4 -5 ganger høyere enn tidevannsstrømmen. Bru over Gjemnessundet har friseilingshøyde 43 m. Bergsøyfjorden har ganske rent farvann. De grunner som er farlige for seilassen, er merket.

Tingvollfjorden, med forlengelsen Sunndalsfjorden, skjærer seg om lag 25 nautiske mil sør-østover inn i landet fra Bergsøyfjorden. Fjorden er omgitt av skog-kledde åser og fjell. Langs ytre og midtre del av fjorden er det atskillig bebyggelse, for det meste samlet i grender. I den indre delen av fjorden er bebyggelsen noe mer sparsom. Fjorden er ganske ren, og seilassen er grei.

Kystverket v/Losoldermann Emil Heggelund har gitt følgende nautiske vurdering 18.09.2017:

"Bergmesteren Raudsand har bedt lostjenesten v/Losoldermannen Møre & Trøndelag om en nautisk vurdering av sikkerheten i farleden fra Grip losbording til Raudsand i Nesset. Ved vurderingen har man lagt vekt på følgende: Dimensjonerende fartøy er tørrlast/bulkskip fra 70 meter opp til ca 150 meter LOA, - og kjemikalietankskip med lengde ca 115 meter LOA. Begge oppgitte fartøystypene er omfattet av losplikt.

Farleden omfattes i sin helhet av norske sjøkart nr 36 og 128.

Pr dags dato benyttes leden av fartøyer fra 70 meter LOA og oppover til fartøyer med største lengde 200 meter LOA. Hovedtyngden av denne trafikken er konsentrert rundt Hydro Aluminium på Sunndalsøra. Grip losbordingsfelt har 2 bordingsområder, det ytre merke 1 nautisk mil nord av Grip fyr, og det indre merke 2 nautiske mil øst av Grip fyr. Ytre merke brukes vanligvis av større fartøy, tankskip, rigger og en del cruiseskip som skal videre på ytre Hustadvika.

Seilassen starter fra losmerket og går videre SØ over i Griphølen mellom Hilbåen lykt FI W (RC) og Godtaren lysbøye FI 2W. Bredden på farleden her er ca 1,5 nautisk mil og dybden mellom 300 m og 30 m. Videre går leden sørover Ytrefjorden til Talgsjøen. Her er farvannet åpent og rent med gode dybder mellom 80 og 150 m. Seilassen fortsetter så SØ over inn Talgsjøen, med farvannsbredde på mer enn 1,5 nautisk mil og dybder rundt 300 m hele fjorden. Det er etablert sjøkabler over fjorden mellom Golma på Tustna og østsiden av Nordlandsøya.

Fra Talgsjøen / Årsundfjorden fortsetter seilassen sørover Freifjorden mellom østsiden av Frei og Årsundøya. Farvannsbredde her er mer enn 1,5 nautisk mil, og dybder rundt 250 meter. Mellom Ørnvika Frei og Straumsnes er det etablert sjøkabler/rørledning. Ved passering Kvalvågholman går seilassen sørvestover mot Freineset. Bredden i farled er større enn 1 nautisk mil og dybde ca 200 meter som avtar når man nærmer seg Freineset. På dette strekket er det også etablert sjøkabler mellom Bøyfoten på Aspøya og Vorsvik på Frei.

Ved Freineset ligger Freifjorden ankrings felt. Dybder mellom 25-40 meter, dette er et område som er mye brukt av fartøy som venter på last, ledig kaiplass etc.

Seilassen fortsetter så mellom Frei og Bergsøya. Dette området er litt urent med en del grunner under 10 meter, men disse er meget godt merket med bøyer og sektor lykter, noe som gjøre seilassen enkel, trygg og sikker. Deretter svinger leden sydover mot Gjemnessundet. Her passerer Gjemnessundet bro, fri seilingshøyde 43 meter v/høyeste astronomiske høyvann. Farvannsbredden under broen er ca 600 meter og dybde i området ca 200 meter.

Etter Gjemnessundet svinger leden ØNØ over i Bergsøyfjorden. Her er fjorden bred og dybder ca 200-300 meter. Ved passering Kvalvågholmane lykt, svinger leden SØ over i Tingvollfjorden. Her er fjorden dyp og ren uten noen grunner å ta hensyn til. Dybder mellom 200-300 meter. Ved passering Sognskjæret lykt settes kursen S over i Tingvoll fjorden. Her passerer Almvikskjæret og Tingvollflu varde om babord. Disse er i seg selv godt merket og videre skjermet av sektorlykten på Sognskjæret.

Seilassen fortsetter S-over i fjorden mot Raudsand gruver. Her er fjorden helt ren uten noen grunner å ta hensyn til. Kaien ved Raudsand ligger i nord / syd retning langs med fjorden, og gjør kai tillegg ved dagens kaianlegg enkelt. Generelt går strømmen i fjordene inn på stigende vann, og ut ved fallende vann. Dette gjør strømforholdene i området forutsigbart.

Merking

Hele farleden fra Grip losbording til Raudsand gjennom Freifjorden er godt merket med sektorlykter, faste blinker og flytende merker med lys på. Seilas i dagslys er også godt dekket med synlige merker / navigasjons innretninger som vises både dag og natt. Det anses derfor ikke nødvendig med ytterligere merking av farvannet.

Selve innseilingen ved Grip er ekstra godt dekket ved at både Grip Fyr og Hilbåane m/blink også er utstyrt Racon signal for god og sikker radar navigering.

Trafikkforhold

I Griphølen og i området rundt, er det generelt mye trafikk. Her møtes fartøy som skal inn til de forskjellige havner både i Møre og oppover til Trøndelag. De fleste offshore fartøy til og fra Haltenbanken / Vestbase Kristiansund, bruker også dette området. Også fartøy i transitt langs leia nord / syd, passerer i Ytrefjorden mellom Kristiansund, Tustna og Smøla. Dette området er åpent og rent og innebærer ingen spesielle utfordringer i forhold til møtende og kryssende trafikk. En del mindre fiskebåter/sjarker driver også fiske i området Grip/Griphølen.

Videre inn Talgsjøen møter vi fergene som trafikkerer mellom Tømmervåg – Seivika. To ferger opererer her daglig.

Ved ankerplassen på Freineset, ligger ofte fartøy og venter på last, kaiplass og bedring av værforhold. Hovedsakelig er dette skip som skal til Hydro aluminium på Sunndalsøra, men også tankskip på veg til Tjeldbergodden bruker plassen jevnlig. I perioder med dårlig vær kan det være mange skip til ankers ved Freineset i «shelter». Annen, mindre trafikk i fjordene, er i hovedsak fartøy tilknyttet laksenæringen og fraktefartøyer med sand og asfalt.

Losoldermannens konklusjon

Basert på mottatt informasjon om dimensjonerende fartøyer, last og estimert volum på anløp kan lostjenesten v/losoldermannen ikke se noen åpenbare hindringer eller nye, forhøyede risikomomenter for bruk av leden, i det man tar utgangspunkt i dagens trafikk tetthet og en estimert økning på mellom 30 – 50 %

2.3 Svovelsyre 25 % og flyveaske - egenskaper

Flyveaske

Flyveaske er et luktfritt grå-brunt pulver og regnes som farlig avfall, men ikke som farlig gods, hverken ved transportert i bulk eller som big bags. Det er ikke klassifisert som miljøskadelig, men flyveaske inneholder en rekke ulike metaller. Den hentes fra mange ulike forbrenningsanlegg i bl.a. Sverige og på kontinentet. Den planlegges transportert til Raudsand i tørr-bulk skip. Noen komponenter i flyveaske har vesentlig høyere tetthet enn vann og vil synke ved utslipp til sjø. Flyveaske er stabilt og svært lite reaktivt med andre stoffer. Flyveaske påvirker surhetsgraden (pH-verdien) i vannmiljøet.

Flyveaske består hovedsakelig av aluminumsilikatglass. Den relativt høye pH (ca.12) kommer fra tilsatsen av kalk i renseanleggene på forbrenningsanleggene. Den kan også inneholde kvarts, mullit, hematitt, magnetitt, kalsiumoksid, kalsitt og kalsiumsulfat samt spor av diverse metaller som sink, bly, krom, nikkel og vanadium. For å unngå støv ved håndtering, fuktes flyveasken før håndtering i åpne systemer. Flyveasken har da en jordfuktig konsistens.

Det er hentet informasjon om økotoksiske effekter av flyveaske for marine organismer i databasen/ kjemikalie-dossier fra ECHA (European Chemical Agency). Flyveaske er samlet i registreringsdossier for «Ashes (residues), coal» (EC number: 931-322-8, samme EC-nummer som flyveaske i HMS-datablad, Norcem AS). Flyveaske har variabel sammensetning og produktet fra søppelforbrenning som benyttes her, kan derfor forventes å være noe annerledes enn fra forbrenning av kull. PNEC (predicted

no effect concentration) for marine organismer er oppgitt å være 0,004 mg/L. Denne konsentrasjonen er benyttet i vurderinger av volum av resipienten som vil påvirkes over grenseverdi.

Det er ikke oppgitt grenseverdi for sedimentlevende organismer (dvs. grenseverdi for konsentrasjon i sediment).

Svovelsyre 25 %

Svovelsyre (H_2SO_4) er etsende og regnes som både farlig avfall og farlig gods, men er ikke brennbar. Den skal transporteres fra Fredrikstad i Østfold til Raudsand i kjemikalietankere som tynnnsyre. Den består av 15-30 % svovelsyre, noe jernsulfat og noe magnesiumsulfat, mens de resterende 50-70 % vann samt noe metall og titandioksid. Tynnnsyre kan reagere med enkelte metaller og er fullstendig løselig i vann. Når det slippes ut i sjøvann frigjøres varme – såkalt eksoterm reaksjon. Svovelsyre er det kjemikalie som det fremstilles og transporteres mest av i verden

Produktet er ikke klassifisert som miljøskadelig og inneholder kun uorganiske forbindelser. I følge databladet har det ikke potensiale for bioakkumulasjon, men kan gi lokalt lav pH "med fare for fiskedød".

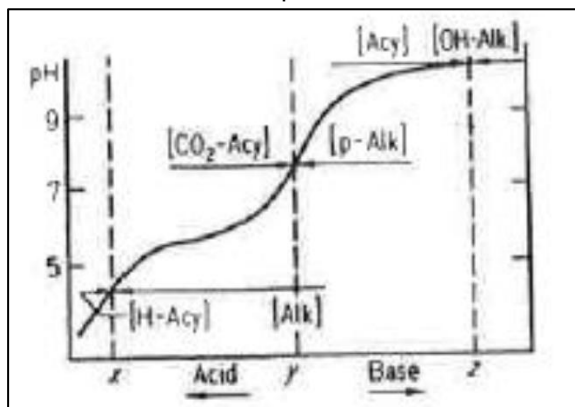
Sammensetningen er oppgitt å være følgende forbindelser:

- Vann (50-70 %)
- Svovelsyre (15-30 %),
- Jern(II)sulfat (5-15 %)
- Magnesiumsulfat, (2-3 %)
- Titandioksid (1-2 %)
- Innholdet av de ulike ingrediensene kan variere. Kjemikalie inneholder også sulfater av Cr, Zn, V og Cu i små konsentrasjoner

Hovedeffekten av et akutt utslipp vil være endring av pH. Syren vil føre til lav pH, som vil ha konsekvenser for naturverdier før syren nøytraliseres av sjøvannets bufferegenskaper. Produktet er også oppgitt å inneholde sulfater av krom, sink, vanadium og kobber i små konsentrasjoner. Disse metallene vil kunne ha effekter for vannlevende organismer dersom konsentrasjonen er tilstrekkelig. Konsentrasjonene av disse metallene er derimot ikke kjent. Vurderingen av konsekvenser er derfor knyttet til påvirkning av svovelsyre med effekter av lavere pH i en innblandingssone (til syren er nøytralisert av sjøvannet).

Faktorer som bl.a. tettheten til produktet vil påvirke hvordan innblandingen vil være i resipienten (som hvorvidt det vil synke raskt), i tillegg til lokale faktorer som vannutskiftning og strømforhold.

Havet har stor bufferkapasitet, hvorav den relative andelen av uorganiske karbonforbindelser (HCO_3^- ,



Figur 2.3A Teoretisk titreringskurve for sjøvann (Stumm og Morgan, 1996). Ved nøytraliseringen av syrer vil også temperatur påvirkes/øke som følge av reaksjoner i sjøvannet.

CO_3^{2-} , H_2CO_3) i stor grad styrer pH. Alkalinitet er et mål på hvor mye syre som kan tilsettes før vannet når en bestemt pH. I vann med uorganisk karbon er dette sluttpunktet pH 4,5.

Ved tilsetning av sterk syre til en sjøvannsprøve vil pH variere som ved forflytning fra punkt y til x mot venstre langs x-aksen i figuren til venstre.

Utslipssted vil ha mye å si for grad av konsekvens, samt hvilke naturressurser som er på stedet hvis en ulykke skjer. For enkeltutslipp vil effektene være lokale og begrenset i tid.

Innblandingen og lokale forhold vil være styrende for hvor lang tid dette vil ta.

2.4 Transport på sjø – mengde og antall laster

Samlet sett forventes 2-3 skipsanløp ukentlig. Det innebærer at omtrent 98-99 % av transporten til Raudsand skjer med skip.

Nesten 60 % av den samlede årlige transportmengden (vekt) vil være i form av ca. 600 000 tonn flyveaske. Antall årlige anløp med slike bulkfartøy vil være om lag 65.

Om lag 35 % av den årlige transporten vil være tynnssyre fraktet med kjemikalietankskip på inntil 20 000 dødvekt tonn. Antall årlige anløp med slike skip vil være om lag 50.

All planlagt transport på sjø er vist i tabellen nedenfor, med angivelse av eksempler på fartøy /H/

Tabell 2.4A Forventet transport til Raudsand

Beskrivelse av transport	Type fartøy (eksempel i parentes)	Anløp (gj.snitt) pr uke	Anløp (gj.snitt) pr år	Merknad
Tørr bulk uorganisk farlig avfall og pukk	Selvlosser (MS Trimnes fra CSL, 17.000 t.)	1	65	Uttransport av pukk og grus (ca. 1 mill. tonn/år), mens inntransport av uorganisk farlig avfall (maks 0,6 mill. tonn flyveaske/bunnaske). Omtrent annet hvert anløp vil levere aske som returlast. I tillegg vil noen skip ta med ordinært avfall som returlast.
Våt bulk uorganisk farlig avfall (syre)	Kjemikalietanker (MT Havstraum fra Utkilen eller andre, 6-7.000 t.)	1	50	Inntransport Kronos syre (inntil 0,3 mill. tonn/år).
Div. uorganisk farlig avfall (små emballasje)	Mindre fartøy		10	Hentet fra 'hubber' langs kysten, levert Raudsand, nord eller sør gående trafikk.
Ordinært avfall (deponi 2 er i dagen)	Mindre selvlosser (MS Hopsfjord eller MS Dantic, 1.500-2.000 t.)	1	40	Inntransport av ca. 75.000 tonn/år, Inert og lettere til moderat forurensede masser. Ledig kapasitet på returen fra eksport av pukk/grus vil bli utnyttet (se aktivitet ovenfor).
Totalt antall anløp (gjennomsnitt)		2-3	120-200	

2.5 Fakta om fartøyene som skal benyttes

Som eksempler på de to typer fartøy, presenteres her kjemikalietankeren Havstraum og tørrbulk fartøyet MS Trimnes.

Kjemikalietanker for tynnssyre

Havstraum (LEBC3) er en 115 meter lang kjemikalietanker på 7975 DWT som kan laste om lag 8000 kubikkmeter tynnssyre. Skipet ble bygget i 1991, er norskregistrert (NIS), klasset i DNV og eid av Utkilen AS. Skipets dypgang er 6,5 meter og bredden er 18,25 meter. Skipets hjemmehavn er Bergen.



Fig. 2.5A Kjemikalie-/produkt-tankeren Havstraum (Foto: Thomas Østberg-Jacobsen)

Tørr-bulk skip for flyveaske

CSL Trimnes (9HA2707) er et 150 meter langt bulkfartøy på 17309 DWT. Skipet ble bygget i 1990, er registrert på Malta (NIS), klasset i DNV og eid av CSL Group. Skipets dypgang er 6,1 meter og bredden er 24 meter. Maksimal lastekapasitet er 17 027 kubikkmeter. Hjemmehavn er Valletta.

Fartøyet har laste/losse arrangement (selv-losser) med kapasitet 2500 tonn pr. time.



Fig. 2.5B Bulkfartøyet CSL Trimnes)

3 Metode

3.1 Generelt

Denne risiko- og sårbarhetsanalysen følger hovedprinsippene i NS 5814:2008. Risiko knyttes til uønskede hendelser, dvs. hendelser som i utgangspunktet ikke skal inntreffe. Det er derfor knyttet usikkerhet til både om hendelsen inntreffer (sannsynlighet) og omfanget (konsekvens) av hendelsen dersom den inntreffer.

Gjennom fareidentifikasjon, sårbarhetsanalyse og risikovurderinger fremmes tilrådninger om tiltak.

3.2 Fareidentifikasjon

I fareidentifikasjonen er det foretatt en helhetsvurdering av transporten og *stedfesting* av hendelsene som vurderes i risikoanalysen.

Hendelsene skal belyse "worst case" scenarioer, dvs. utslipp som innebærer tap av all last.

3.3 Sårbarhetsvurdering

I denne analysen er det også gjort en samlet overordnet sårbarhetsvurdering av transporten.

Sårbarhet er definert som:

*Verdienes** manglende evne til å motstå virkninger av uønskede hendelser, og til å gjenopprette normaltilstand etter hendelser.*

Gjennom sårbarhetsvurderingen er det spesielt gjort vurdering av forhold som ikke dekkes av analyse av enkelthendelser, blant en mer detaljert vurdering av sannsynlighet for slike "worst case" hendelser.

3.4 Risikoanalyse

Kriteriene for sannsynlighet er identisk som for øvrige risikoanalyser i KU Raudsand prosessen:

Tabell 3.4A - Sannsynlighetskategorier

Sannsynlighetskategori	Beskrivelse (frekvens)
1. Lite sannsynlig	Sjeldnere enn en gang hvert 1000 år
2. Moderat sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 100-1000 år
3. Sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 10-100 år
4. Meget sannsynlig	Gjennomsnittlig hvert 1-10 år
5. Svært sannsynlig	Oftere enn en gang per år *

* Med dette menes at hendelsen i gjennomsnitt oppstår oftere enn én gang pr. år sett over en lang tidsperiode (f.eks. noen år uten en slik hendelse, andre år har flere hendelser).

** Med **verdier** menes her menneskers liv og helse, ytre miljø og samfunnsverdier

Tabell 3.4B - Konsekvenskategorier

Konsekvensnivå	Kriterier (Miljøpåvirkning)
K1 – Svært liten	Ingen miljø- eller påvirkning av helse*, ubetydelig påvirkning av samfunnsverdier (økonomi, omdømme og tjenesteproduksjon)
K2 – Liten	Mindre miljøskader uten påvirkning av helse*, liten lokal påvirkning av samfunnsverdier
K3 – Middels	Betydelige, men reversible skader på miljøet, helse/livskvalitet påvirkes noe, moderat lokal påvirkning av samfunnsverdier.
K4 – Stor	Alvorlige langvarig skade på miljøverdier, helse/livskvalitet blir betydelig påvirket i lengre tid lokalt, regional påvirkning av samfunnsverdier
K5 – Meget stor	Svært alvorlige og langvarige skader på miljø og helse, langvarig stor regional påvirkning av samfunnsverdier.

* Helse for 3. person (befolkning), ikke personell på fartøy

Vurdering av risiko

De uønskede hendelsene vurderes i forhold til mulige årsaker, sannsynlighet og konsekvens. Risiko-reducerende tiltak blir så vurdert. I en slik grovanalyse plasseres uønskede hendelser inn i en risikomatrise gitt av hendelsenes sannsynlighet og konsekvens.

Risikomatrisen har 3 soner:

Høy risiko	Uakseptabel risiko, risiko <u>må</u> reduseres – dvs. gjennomføring av forebyggende tiltak og/eller beredskapstiltak er helt nødvendig
Middels risiko	Aktiv risikostyring – dvs. fokus på prosedyrer og kompetanse for sikker drift. Beredskapstiltak skal vurderes.
Lav risiko	Akseptabel risiko. Tiltak som ikke medfører betydelig ulempe eller kostnader, skal likevel vurderes implementert.

Akseptkriteriene for risiko er gitt av de ulike fargede sonene i risikomatrisen nedenfor.

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENNS				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Meget stor
5. Svært sannsynlig					
4. Meget sannsynlig					
3. Sannsynlig					
2. Moderat sannsynlig					
1. Lite sannsynlig					

Figur 1 - Risikomatrise

3.5 Risikoreducerende tiltak

Med risikoreducerende tiltak menes sannsynlighetsreducerende tiltak (forebygging) eller konsekvens-reducerende tiltak (inkludert beredskap), som bidrar til å redusere risiko, f.eks. fra rød sone og ned til akseptabel gul eller grønn sone i risikomatrisen. De risikoreducerende tiltakene medfører at klassifisering av risiko for en hendelse forskyves vertikalt, horisontalt eller på skrå i matrisen.

4 Resipienter

4.1 Miljøressurser i havet

Ytre kystområde langs Vestlandet regnes blant såkalte særskilt verdifulle og sårbare områder (SMO) og beskrives slik i Kystinfo.no:

"Kystsonen er definert til å være begrenset fra grunnlinja utad til 12 nautiske mil fra grunnlinja, altså den mest kystnære delen av Norskehavet. Også området innenfor SVO Kystsonen er svært viktig, og verdiene i dette området må sees i sammenheng med verdiene i SVO Kystsonen. Mange arter bruker dette kystnære område som leveområde og område for næringssøk, og særlig finner man mange viktige områder for sjøfugl langs kysten av Norskehavet. Områdene fra Stadt til Runde, Trøndelagskysten med Froan, Vikna og Sklinna, Helgelandskysten med Sømna og Vega, Remman og Vestfjorden er vurdert som særlig verdifulle. Sjøpattedyr som havert, steinkobbe, nise og spekkhogger finnes langs hele kyststrekningen. Tareskog er viktig leveområde for et stort antall marine organismer i kystsonen."

For Møre-kysten beskrives miljøressursene slik:

"Mørebankene er et viktige gyte- og tidlig oppvekstområde for norsk vårgytende sild og sei. På grunn av sildegytinga er spekkhoggeren tilknyttet Mørebankene tidlig på våren. Seien gyter på Mørgekysten mellom Stadt og Grip. For sjøfugl er området viktig i forbindelse med næringssøk i og utenfor hekketiden".

4.2 Miljøressurser i fjordsystemet

Fjordene inn til Raudsand er omtalt i Konsekvensutredningen. Den har geografisk mindre, men godt dokumenterte lokale gyteområder, særlig i ytre deler. Fjordsystemet har verdi som funksjonsområde for laks (utvandrende smolt) og sjørøret (oppvekstområde i sjøfase), og indre deler har status som nasjonal laksefjord. Driva, som har sitt utløp ca. 30 km fra planområdet, er et nasjonalt laksevasdrag med redusert bestandstilstand for sjørøret og svært dårlig bestandstilstand for laks. Korallrev er kartlagt . nord for Flemma på vestsiden av fjorden, og ved Kvalvåg. For øvrig er det få registreringer og lite eksisterende kunnskap om naturmangfoldet i fjordsystemet.

4.2.1 Sjø

Tingvollfjorden/Sunndalsfjorden er 2-3 km bred og omgitt av skogkledte åser og fjell opp til 600-700 meters høyde. Fjorden benyttes til rekreasjon, fritidsfiske o.l. Nærmeste småbåthavner er Raudsand, Eidsøra, Angvika og Tingvoll. Sunndalsfjorden mottar avrenning fra et relativt stort område, - 3 455 km² inkludert Batnfjord-området. Fjorden er relativt dyp (120-300 m). Næringssalt tilstanden er god (tilstandsklasse II).

Områdene like ved Raudsand er klassifisert med ikke god kjemisk tilstand og dårlig økologisk tilstand. Dette er basert på resipientundersøkelser fra 2003 og 2013 (NIVA). Årsaken er forurensning i sedimentene, som er påvirket av tidligere virksomhet ved Rødsand Gruber (jern, vanadium) samt utslipp fra industrielle virksomheter i nyere tid (PCB, bly, sink, kobber og nikkel). I noe avstand (1,5 km) er sedimentene mindre forurenset av primært sink og kobber, men den økologiske tilstanden er her god.

I Fiskeridirektoratets database er Øraneset rett syd for Raudsand, og kystlinjen nordover frem til Angvika registrert som fiskeplass (passive redskap). Det samme gjelder områdene langs land på motsatt side av fjorden for Raudsand. Områdene midt i fjorden er registrert som rekefelt, og registrerte fiskebestander er sei (nord for Raudsand). Områdene ved Tingvoll og Angvika er registrert som gyteområder. Indre del av Sunndalsfjorden er nasjonal laksefjord.

I Tingvollfjorden/Sunnalsfjorden er det syv lokaliteter avsatt til akvakultur. Ulike miljøundersøkelser i Tingvollfjorden, med unntak av nærområdene ved Raudsand og Sunndalsøra, viser at miljøtilstanden er god.

For ytterligere detaljer viser vi til temarapportene *Miljøpåvirkning* og *Ikke prissatte konsekvenser* /H/.

4.2.2 Land

Lokalt

Planområdet ligger nordøstvendt ut mot Sunndalsfjorden i et område med gjennomgående næringsfattige grunnfjellsbergarter. I henhold til Naturbase (Miljødirektoratet 2017) er det tidligere ikke registrert verdifulle naturtyper innenfor planområdet. Av rødlistearter er det tre punktregistreringer. Litt sør for planområdet ligger naturtypelokaliteten Raudsandelva (BN00022235), en liten bekkekløft der rødlistearten bruntelg (VU) og den uvanlige knappenålslaven skyggenål er registrert. Avstanden fra naturtypen til planområdet er om lag 700 meter.

Av fugl er det registrert to intakte hekkelokaliteter for kongeørn i fjellene vest for planområdet, samt en eldre, trolig utgått mulig hekkelokalitet for hubro nordvest for planområdet. For øvrig er det registrert gaupe i området.

Regionalt

Normørskysten er rik på naturkvaliteter, kulturhistorie og friluftsmuligheter. Kystlandskapet er variert, og overgangen mellom land og hav, med øyer, holmer, fjorder og viker er viktige friluftsområder. Utøvelse av friluftsliv er dels en viktig kulturbærende aktivitet, og dels en aktivitet der folk flest kan være med og få store helsemessige gevinster av det. Sikring av attraktive friluftsområder kan derfor være en viktig del av folkehelsearbeidet.

For ytterligere detaljer viser vi til temarapportene *Miljøpåvirkning* og *Ikke prissatte konsekvenser* /H/.

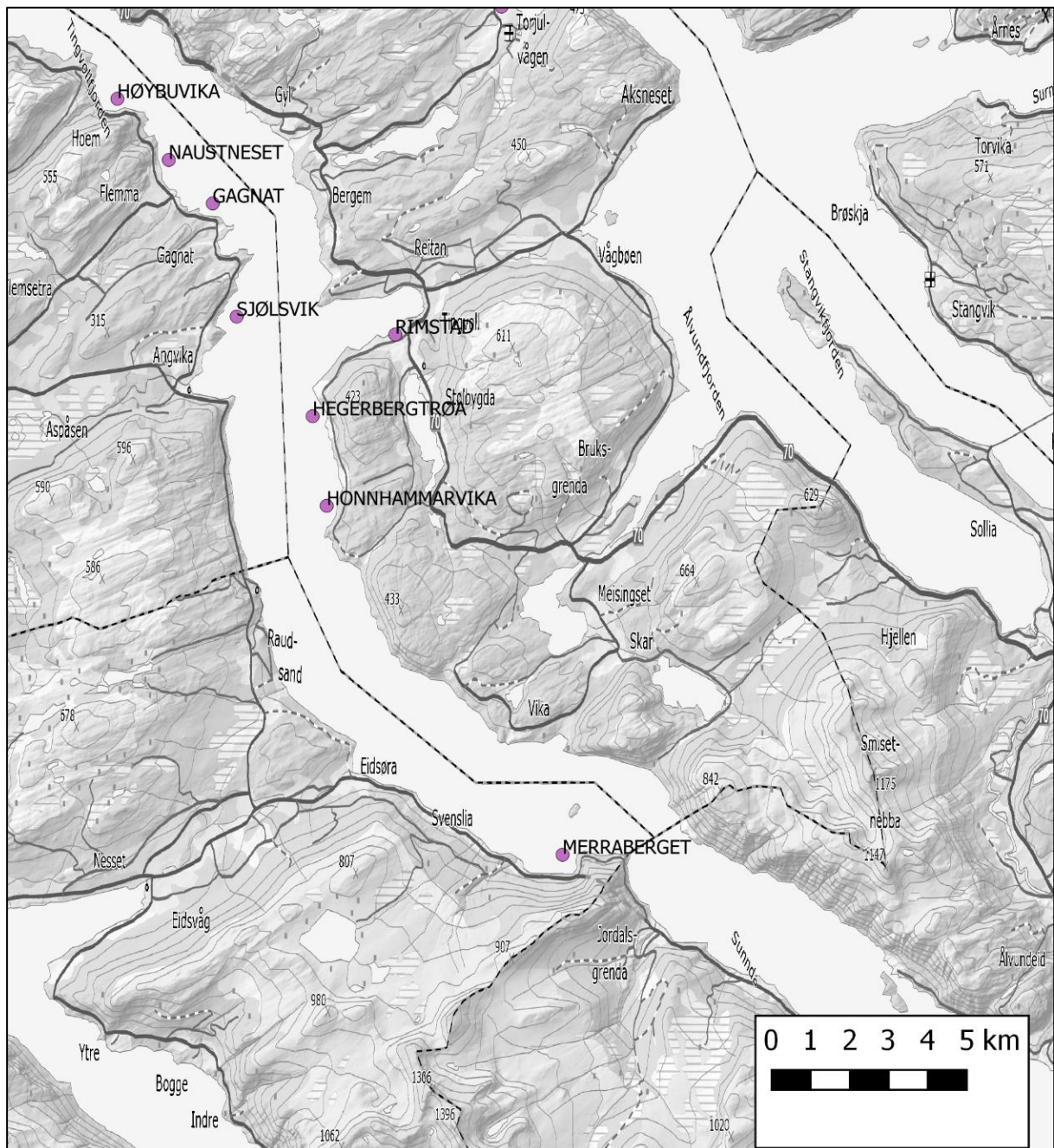
4.2.3 Kommersielle verdier - oppdrett

Registreringer i Fiskeridirektoratets karttjeneste viser at det er aktivt fiske i fjorden. Innsynsmodellen «plan og sjøareal» samt Yggdrasil fra Fiskeridirektoratet er videre benyttet for å hente ut mer utfyllende data om fiskeri. Det er registrerte områder for fiske både med aktive og passive redskap i fjorden utenfor Raudsand. Dette inkluderer områder like utenfor gruveområdet og midt i fjorden utenfor Raudsand.

Midt i fjorden er det registrert fiske etter reke (4-5 fartøy). Det er flere områder der det er registrert fiske med passive redskaper. Her er det registrert fiske med fartøy fra ulike kommuner, samt fritidsfiske.

Sunnalsfjorden har status som nasjonal laksefjord, etter vedtak i stortinget (Stortingsproposisjon 32, 2006-2007). Nasjonale laksefjorder skal gi et utvalg av de viktigste laksebestandene i Norge en særlig beskyttelse mot inngrep og aktiviteter i vassdragene og mot oppdrettsvirksomhet i de nærliggende fjord- og kystområdene.

Registrerte akvakulturlokaliteter i Fiskeridirektoratets karttjeneste Yggdrasil er vist i kartet på neste side - fig. 4.2.3A. .



Figur 4.2.3A: Kart som viser akvakulturlokaliteter i Tingvollfjorden og Sunndalsfjorden

5 Fareidentifikasjon

5.1 Farekartlegging

Nedenfor følger en oversikt over relevante farer knyttet til sjøtransport til Raudsand:

Tabell 5.1A - Farer

Tiltak/årsaker	Vurdering
Farer ved seilas i åpent farvann	
<u>Årsaker:</u>	Farer: - Kollisjon skip mot skip - Fysisk skade på skip på grunn av varme - Fysisk skade på skip på grunn av ytre påkjenninger - Fysisk skade på skip, villedede handlinger - Forlis som følge av vanninntrenging - Forlis som følge av lastforskyvning/ballastering
Feilhandlinger Feilvurderinger Teknisk svikt (navigasjon) Teknisk svikt (fremdrift) Teknisk svikt (ror) Uvær Sabotasje Terror	
Farer ved seilas i kystfarvann	
<u>Årsaker:</u>	Farer: - Kollisjon skip mot land/kai - Kollisjon skip mot bunn (grunnstøting) - Kollisjon skip mot skip - Fysisk skade på skip på grunn av varme - Fysisk skade på skip, villedede handlinger
Feilhandlinger Feilvurderinger Teknisk svikt (navigasjon) Teknisk svikt (fremdrift) Teknisk svikt (ror) Uvær Sabotasje Terror	

5.2 Stedfesting

Seilas i åpent farvann

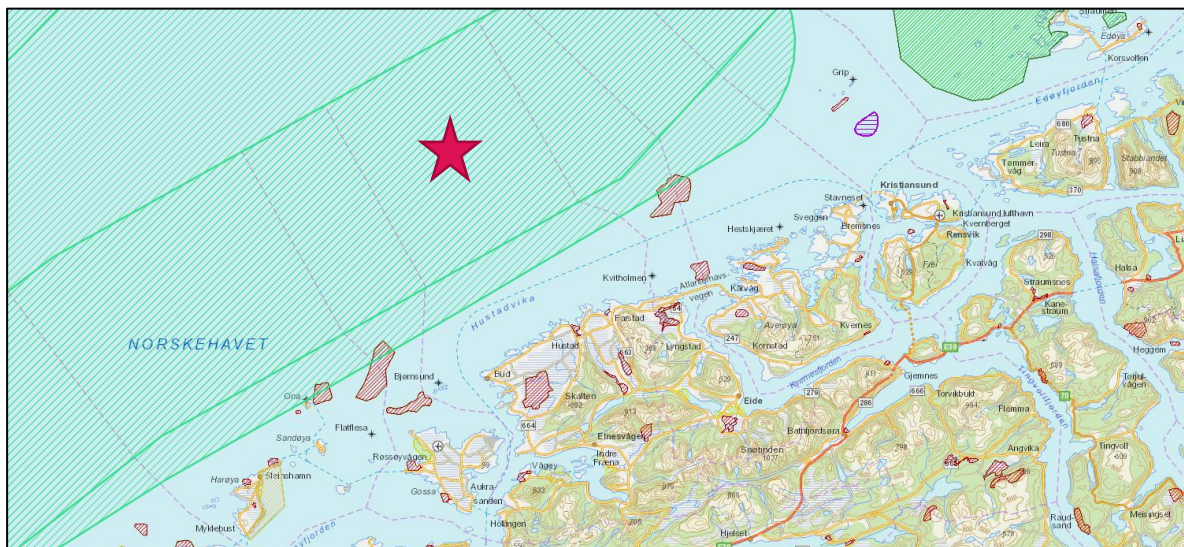
Når fartøy nærmer seg innseilingen til Raudsand forbi Grip fyr, vil avstanden til kysten avta. Trafikktettheten øker og vi har derfor valgt å stedfeste hendelser i åpent farvann utenfor Møre-kysten der miljøssårbarheten også er betydelig.

Figur 5.2A viser en valgt lokalitet. Særlig verdifulle og sårbare områder er markert med grønt, og naturvernområder er skravert med rødt og turkis.

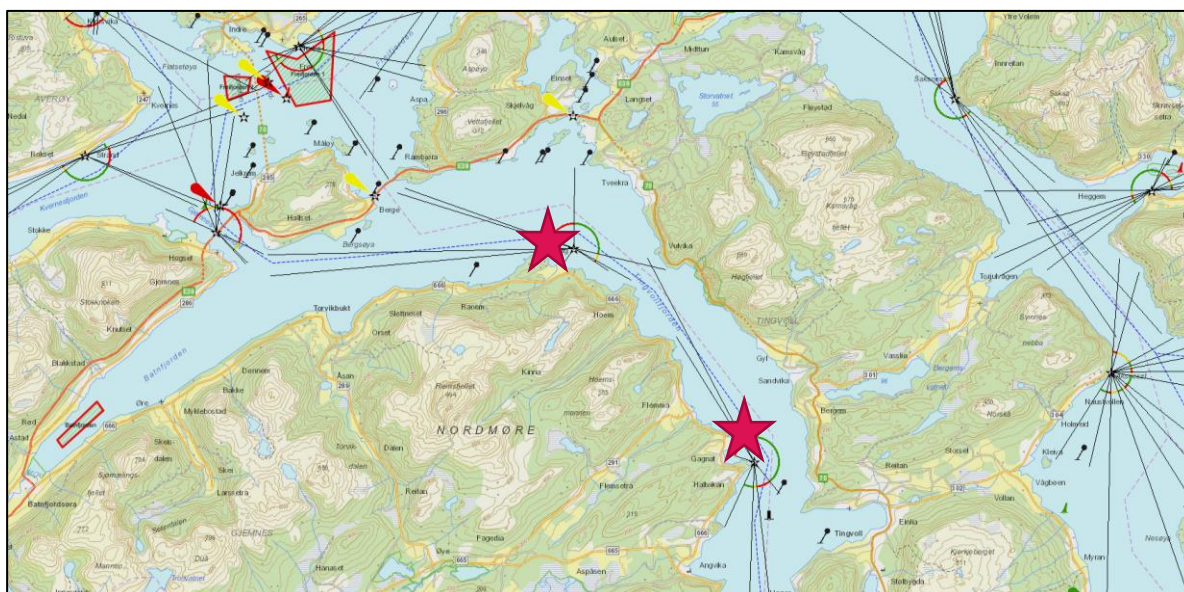
Seilas i kystfarvann

Tingvollfjorden har miljøssårbare områder og næringsvirksomhet (fiskeoppdrett). Seilasen har kort varighet og det er derfor svært lite sannsynlig at en hendelse forårsakes av forhold om bord i skipet. Fjorden har også lav trafikktetthet slik at kollisjon mellom skip vil være lite representativt.

Derfor har vi valgt to lokaliteter for grunnstøting, i de deler av seilassen fartøy skifter kurs. Tap av kontroll kan skyldes fremdrift, styring (ror) eller menneskelig feilhandling. De to posisjonene er angitt i figur 5.2B og er Kvalvågholman og Sognaskjæret i Gjemnes kommune. Ved førstnevnte er det nærhet til 3. person (bl.a. hyttefelt), mens sistnevnte ivaretar mulig påvirkning av næringsinteresser ved nordgående strøm i fjorden.



Figur 5.2A - Stedfesting av hendelse i åpent farvann



Figur 5.2B - Stedfesting av hendelse i kyst/fjord-farvann (Kvalvågholman lengst nord)

5.3 Uønskede hendelser som skal risikovurderes

På basis av farekartleggingen er følgende representative "worst-case" scenarier valgt:

- A: Akutt utslipp av 7 000 tonn 25 % svovelsyre i ytre farled
- B: Akutt utslipp av 7 000 tonn 25 % svovelsyre ved Sognaskjæret,
- C: Akutt utslipp av 17 000 tonn flyveaske i ytre farled
- D: Akutt utslipp av 17 000 tonn flyveaske ved Kvalvågholman.

6 Sårbarhetsvurdering

Med sårbarhet menes verdienes manglende evne til å motstå virkninger av hendelser med akutt utslipp av svovelsyre eller flyveaske fra skip. Med verdier menes mennesker, ytre miljø og samfunnsverdier.

6.1 Potensialet for store ulykker ved transport på sjø

I Kystverkets sjøsikkerhetsanalyse 2014 /G/, analyseres et vidt spekter av hendelser i forskjellige geografiske områder kategorisert ut fra type skip, seilingsdistanser, type farvann mv. Utseilt distanse er en svært viktig parameter for hendelsesfrekvens.

Bulkskip med flyveaske til Raudsand forventes å laste stein for sin returseilas. Kjemikalietankskip med tynnnsyre til Raudsand vil returnere uten last.

For transporten til Raudsand vil dermed totale årlige seilingsdistanser med forurensende last bli som følger, dersom seilasen skjer gjennom Skagerrak og opp kysten av Vestlandet:

- Tørrbulk (flyveaske), 65 anløp à 600 nautiske mil = 39 000 nautiske mil pr. år.
- Kjemikalietank (tynnnsyre), 50 anløp à 600 nautiske mil = 30 000 nautiske mil pr. år.

Sjøsikkerhetsanalysen gir en estimert sannsynlighet for ulike typer skipsulykker i ulike deler av landet. På overordnet regionalt nivå viser statistikken at det forventes om lag 47 ulykker pr. år (alle ulykkeskategorier og alle typer fartøy) i region Vest for en samlet seilingsdistanse på 12,1 millioner nautiske mil. For region sørøst er tallene 16 ulykker og 5,5 millioner nautiske mil /G figur 4 side 25, og figur 26 side 43/. Dette tilsier om lag 1 ulykke pr. 300 000 nautisk mil. De fleste vil ikke medføre tap av last.

Sjøsikkerhetsanalysen konkluderer slik om kjemikalieskip /G, side 6/: "Utslippsfrekvens for kjemikalier er høyest i kystsonen som dekker Vestlandskysten og Mørkekysten, omtrent fra Stavanger til Trondheim, i likhet med utslipp av bunkers (MGO/MDO, IFO og HFO). Det er beregnet en årlig frekvens for utslipp av kjemikalier på 0,01, dvs. hvert 100. år." Siden transporten til Raudsand vil utgjøre om lag 1,5 % av den totale kjemikalietransporten, tilsier dette en utslippshendelse langt sjeldnere enn hvert 1000 år.

Når det gjelder utslipp av last, slik som bulklast med flyveaske, indikeres en hendelse pr. 250 år (vest) og 500 år (sørøst). Transporten til Raudsand utgjør i størrelsesorden 1 % av den samlede bulklast transporten i Norge. Dette tilsier at en "worst case" utslippshendelse også forventes å oppstå langt sjeldnere enn hvert 1000 år.

Trender

Trafikksentraler, sann-tids overvåking av skip (AIS) og stadig bedre navigasjonshjelpemidler har redusert antall alvorlige transporthendelser på sjø. Mens vi opplevde et stort havari hvert 1-2 år på 1990-tallet, oppstår slike hendelser nå om lag hvert 5. år (statlige aksjoner mot akutt forurensning). For tiden arbeider Kystverket med å utnytte AIS data til maskinlæring, slik at enhver skipsbevegelse vurderes opp mot "hva som er normal seilas" (sammenlikning med store mengder AIS data). Dette såkalte MADART verktøyet (Machine Learning Anomaly Detection with AIS in Real Time) vil bli testet ut i 2018 og kan gi trafikksentraler varsling som kan forhindre ulykker, for eksempel grunnstøting.

6.2 Relativ sammenlikning med øvrig sjøtransport

Sjøsikkerhetsanalysen viser at bulkskip samlet utgjør om lag 2,5 millioner nautiske mil utseilt distanse årlig (2013) mens produkttankere tilbakelegger om lag 3,0 millioner nautiske mil årlig i norske farvann. Dette innebærer at transporten til Raudsand vil utgjøre om lag 1,5 % av bulkskiptransporten og 1 % av all transport med produkttanker målt i utseilt distanse /G side 23/.

Den høyeste tettheten av skipstrafikk for seilas til Raudsand er ved passering Kristiansund (Talgsjøen til Freifjorden). Trafikktettheten er likevel betydelig lavere enn for andre geografiske områder med frakt av farlige stoffer i Norge /G/.

Farleden inn til Raudsand benyttes også av fartøy som skal til Sunndalsøra (250 anløp årlig), som blant annet transporterer aluminiumoksid. Fartøyene til Raudsand vil bli overvåket døgnekstetueerlig av Safepath AS.

Los eller farledsbevis vil kreves for fartøyene som skal til Raudsand.

6.3 Liv og helse

Transport på sjø utføres i betydelig avstand til befolkningen. Risiko knyttet til liv og helse er derfor hovedsakelig knyttet til mannskap på fartøy. Det er svært få eksempler på skipsrelaterte hendelser i Norge som har rammet 3. persons liv og helse, med mindre passasjerfartøy har vært involvert.

Branner, eller utslipp av gass, har det største potensialet for slik påvirkning.

6.4 Ytre miljø

Tynnsyre

Det er ikke tilgjengelig informasjon om økotoksiske effekter av svovelsyre for vannlevende marine organismer i databasen/ kjemikalie-dossier fra ECHA (European Chemical Agency).

I publikasjonen «OECD SIDS Sulfuric acid» oppgis akutt toksisitet ved eksponering av fisk i laboratorium (hhv 96 og 24 timer) /N/:

- LC50 96h = 16-28 mg/l (pH 3,25 til 3,5) (*Lepomis macrochirus*)
- LC50 24h = 82 mg/l (*Brachydanio rerio*)

I Norge er det ikke etablert egne grenseverdier for pH i sjøvann. Andre land har noen anbefalte grenseverdier, som kan være nyttige i denne sammenhengen. EPA (United States Environmental Protection Agency) har anbefalt at pH ikke bør endres utenfor intervallet 6,5 – 8,5 for sjøvann, for åpent vann der dyptet er betydelig større enn i den fotiske sonen. For grunne, produktive områder i kystområder og i estuarine områder bør endringer i pH unngås, men uansett ikke gå utenfor intervallet 6,5-9,0 /M/.

Utslipp av konsentrert syre har tidligere ført til store effekter lokalt der utslippet har funnet sted, i sjø. Utslipp av 1000 liter konsentrert svovelsyre fra bedriften Xtrata i Kristiansand (i 2008) førte til fiskedød lokalt, og effekter for fastsittende organismer i utslippsområdet (kilde: nyhetssak fra NRK om hendelsen).

Fisk i merder vil være spesielt utsatt, siden de ikke har mulighet til å bevege seg bort fra utslippsvannet.

Lav pH gir spesielt negative effekter for dyr som er avhengige av kalk for å bygge skall/ skjelett, fordi kalk i sjøen blir mindre tilgjengelig. Dette gjelder planktonarter, reker, hummer, snegl/muslinger, sjøstjerner, kråkeboller og koraller. Dette gjelder redusert pH over tid, men inntreer allerede ved små endringer i pH.

Korallrev er viktige økosystemer som sørger for mat og levested for mange marine arter og vil være sårbare ift endringer i pH. Revene består av øvre lag med levende polypper og en nedre del som består av døde koraller. Det er den døde delen av revet som potensielt er spesielt følsomt for endring i pH (Miljøstatus, 2017). Hvis den nederste delen av revstrukturen brytes ned som følge av endringer i surhet vil hele revstrukturen stå i fare for å kollapse. Vanligvis finnes koraller på dypere vann enn 100 m, men enkelte arter kan også etablere seg fra 30-40 meters dyp (DN-håndbok 19-2001). Hovedtrekkene i utbredelsen er at korallene finnes i områder med god vannutskifting.

De vanligste lokalitetene langs kysten er langs fjordsidene der det er god strøm, spesielt på de bratte partiene. Blir det for bratt kan det ikke dannes korallrev fordi koloniene brekkes ned av sin egen vekt. Koraller kan også finnes i tilknytning til israndavsetninger, der de grunneste delene av morenerygger gjerne utgjør voksestedet. Til havs finner en også de største korallforekomstene i områder med gode strømforhold.

Flyveaske

Effekter av et større utslipp av flyveaske til marint miljø kan variere. Transport og spredning av flyveaske i vannoverflaten og i vannsøylen vil avhenge av partiklenes størrelse, og strømningsforhold på stedet. Små partikler vil ha en lav synkehastighet, og dermed kunne transporteres over lange avstander fra hendelsesstedet.

Det kan oppstå økt partikkelinnhold (turbiditet) i vannsøylen før utslippet er blitt fortynnet og før partiklene har sedimentert. Dette vil kunne føre til nedsatt lysgjennomtrenging og sikt. Slik forhøyet partikkel-konsentrasjon kan føre til negative effekter på gjellene til fisk og for filtrerende organisme. Effekter ved nedslamming og tildekking av naturlig sjøbunn må påregnes. Dette kan gi påvirkning for organismer som er avhengig av fotosyntese, slik som alger og sjøgress. Lokalt kan tilgrising av strandsonen med aske-belegg oppstå dersom hendelsen skjer nær land.

Kontaminering av sjøbunnen med forurensede partikler (tungmetall) og endret pH kan ikke utelukkes.

6.5 Samfunnsverdier

Med samfunnsverdier menes tjenesteproduksjon, næringsvirksomhet, omdømme, friluftsliv/rekreasjon og materielle verdier. Det er utslipp av bunkersolje fra skip som historisk har rammet samfunnsverdier hardest gjennom langvarig og kostbart saneringsarbeid som rammer tjenesteproduksjon, påvirkning av friluftsliv, fiske og materielle verdier.

Når det gjelder tynnnsyre og flyveaske, vil slike utslipp ha tidsbegrenset effekt på samfunnsverdier, men påvirkningen kan i korte perioder være betydelig.

7 Konklusjon og tilrådninger

7.1 Risikobilde

Norconsult har vurdert hendelsene opp mot den risiko de representerer for liv/helse, ytre miljø og samfunnsverdier. Vurderingene er gitt i vedlegg A.

Figuren nedenfor viser hele risikobildet for "worst case" hendelsene;

- A:** Akutt utslipp av 7 000 tonn 25 % svovelsyre i ytre farled.
B: Akutt utslipp av 7 000 tonn 25 % svovelsyre ved Sognaskjæret.
C: Akutt utslipp av 17 000 tonn flyveaske i ytre farled.
D: Akutt utslipp av 17 000 tonn flyveaske ved Kvalvågholman.

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENSN (h = liv/helse, m = miljø, s = samfunnsverdier)				
	1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Meget stor
5. Svært sannsynlig					
4. Meget sannsynlig					
3. Sannsynlig					
2. Moderat sannsynlig					
1. Lite sannsynlig	A ^h , C ^h	A ^s , C ^s	A ^m , B ^{h,s} , D ^h	B ^m , C ^m , D ^s	D ^m

Figur 7.1A - Risikobilde, "worst case" utslipp, transport til Raudsand

Risikobildet bærer preg av at transporten skjer i betydelig avstand til 3. person, at svovelsyre er fullt ut løselig i vann og at flyveaske er et lite reaktivt produkt som kan påvirke omgivelsene på ulike måter. Felles for hendelsene er at virkningene vil ha begrenset varighet, men kan være betydelige.

7.2 Konklusjon og tilrådninger

Konklusjon

Utredningen viser at sjøtransporten til Raudsand er risikomessig fullt ut akseptabel. Transporten til Raudsand vil utgjøre om lag 1-1,5 % av total årlig utseilt distanse for disse type fartøy i norsk farvann.

Myndighetene vurderer farvannet som oversiktlig. Trafikktettheten er lav. Selv om konsekvensene av en "worst case" hendelse kan være betydelige i et avgrenset tidsrom, viser sjøsikkerhetsanalyser at sannsynligheten for et stort utslipp av flyveaske eller tynnnsyre er mindre enn 0,01 % pr. år. Dette er en lavere sannsynlighet for hendelser en sammenliknbar aktivitet i andre geografiske områder, slik som transport av farlig gods på veg og ferge, eller seilas i mer krevende farvann med høyere trafikktetthet.

Tilrådninger om tiltak

Selv om sannsynligheten for store hendelser er svært lav, kreves aktiv risikostyring som sikrer at sannsynligheten for hendelser forblir lav. Bruk av los eller farledsbevis, skip med høy teknisk standard og personell med lokalkunnskap bidrar til økt sikkerhet.

Bergmesteren Raudsand AS bør føre en aktiv dialog med næringsinteresser (fiske- og oppdrettsvirksomheter) om varsling ved hendelser og skadebegrensende tiltak dersom en ulykke inntreffer. (beredskapsplan akutt forurensning).

Vedlegg A – Risikovurdering

Hendelse A: Akutt utslipp av 7 000 tonn 25 % svovelsyre i ytre farled

Drøfting av sannsynlighet:

I ytre farvann sør-vest av Grip er det skipskollisjon, brann eller strukturelle skader som kan medføre havari og tap av all last. Sannsynligheten for at kjemikalietankfartøy til Raudsand skal havarere i ytre farled er lavere enn inne i kystfarvann. I gjennomsnitt (ytte farvann og kystfarvann) estimeres færre enn én hendelse hvert 1000 år med det omfang transporten til Raudsand representerer (1 % av samlet kjemikalietankskiptransport i Norge). Hendelsen vurderes derfor å inntreffe sjeldnere enn én gang hvert 5000 år (mindre enn 0,02 % årlig sannsynlighet).

Drøfting av konsekvenser:

Liv helse:

I åpent farvann representerer akutt utslipp av 7 000 tonn 25 % svovelsyre ingen/svært liten konsekvens for 3. persons liv og helse. (1)

Miljø:

Sjødyppet er om lag 100 meter i området syd-vest av Grip. Det forventes at effekter av et slikt stort utslipp av svovelsyre i ytre farled vil føre til lavere pH og økt temperatur i vannsøylen før innblanding har fortynnet utslippet og sjøvannets bufferkapasitet har nøytralisert syren i løsningen. Områdets egnethet til å fortynne utslippet vurderes å være svært god, med sterke strømmer (opp mot 1 knop (0,5 m/s)). For å oppnå LC50 24 h (82 mg/l) må utslippet fortynnes ca. 5 600 ganger. Det tilsvarer utblanding i et volum på ca. 40 millioner kubikkmeter vann. Dersom utslippet synker ned mot 100 m dyp og fordeler seg 200 m fra skipet i hver retning, må utslippet transporteres ca. 1 km med strømmen før dette volumet er nådd. Med en strømhastighet på 1 knop tar det ca. 0,5 timer, men strømhastigheten vil ikke være like stor i hele vannsøylen.

For å oppnå LC50 96 h (12 mg/l) må utslippet fortynnes ca. 38 000 ganger. Det tilsvarer utblanding i et volum på ca. 268 millioner kubikkmeter vann. Dersom utslippet synker ned mot 100 m dyp og fordeler seg 200 m fra skipet i hver retning, må utslippet transporteres 6,7 km med strømmen før dette volumet er nådd. Med en strømhastighet på 1 knop tar det ca. 3,5 timer, men strømhastigheten vil ikke være like stor i hele vannsøylen.

Ut fra et rent fortynningsperspektiv kreves 30 millioner ganger fortynning for å oppnå pH 6,5 ved utslipp av 25 % svovelsyre. Sjøvann har imidlertid god bufferkapasitet. En forenklet lineær beregning av forventet pH ved utslipp av syre til sjøvann viser et fortynningsbehov på mellom 10 000 og 100 000 ganger. Det tilsvarer utblanding i et volum på inntil ca. 70-700 millioner kubikkmeter vann. Dersom utslippet synker ned mot 100 m dyp og fordeler seg 200 m fra skipet i hver retning, må utslippet transporteres ca. 1,7-17 km med strømmen før dette volumet er nådd. Med en strømhastighet på 1 knop tar det ca. 1-9 timer, men strømhastigheten vil ikke være like stor i hele vannsøylen.

Utslippet må forventes å føre til lokale miljøeffekter (3). Pelagiske organismer i vannsøylen (som fisk og plankton) vil være mest utsatt for skadeeffekter av lav pH.

Samfunnsverdier:

En slik hendelse i åpent farvann representerer ubetydelig/svært lite tap av samfunnsverdier og noe tap av omdømme (2).

Oppsummering hendelse A:

	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
Verdi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv/helse	X					X					X		
Ytre miljø	X							X			X		
Samfunnsverdier	X						X				X		

Hendelse B: Akutt utslipp av 7 000 tonn 25 % svovelsyre ved Sognaskjæret

Drøfting av sannsynlighet:

I indre farvann slik som ved Sognaskjæret er det skipskollisjon eller grunnstøting som kan medføre havari og tap av all last. Sannsynligheten for at kjemikalietankfartøy til Raudsand skal havarere i indre farled er noe høyere enn i ytre led. I gjennomsnitt (ytre farvann og kystfarvann) estimeres færre enn én hendelse hvert 1000 år med det omfang transporten til Raudsand representerer (1 % av samlet kjemikalietankskip-transport i Norge). Hendelsen vurderes å inntreffe om lag én gang hvert 1000 år (om lag 0,1 % årlig sannsynlighet).

Drøfting av konsekvenser:

Liv helse: I kystfarvann representerer akutt utslipp av 7 000 tonn 25 % svovelsyre liten konsekvens for 3. persons liv og helse. Hendelsen kan imidlertid medføre etablering av sikkerhetsavstander knyttet til svovelsyrens reaksjon med sjøvann og gassdannelse. Dette kan gi kortvarig frykt og engstelse (3).

Miljø: Sognaskjæret ligger nord for Raudsand. Vanddypet øker raskt til 100 meter fra stedet fartøyet grunnstøter. Det forventes at et slikt stort utslipp av svovelsyre i fjorden vil føre til lavere pH og økt temperatur i vannsøylen, før innblandingen har fortynnet utslippet slik at sjøvannets bufferkapasitet har nøytralisert syren i løsningen. Områdets egnethet til å fortynne utslippet vurderes å være god (opp mot 0,5 knop (0,25 m/s). For å oppnå LC50 24 h (82 mg/l) må utslippet fortynnes ca. 5 600 ganger. Det tilsvarer utblanding i et volum på ca. 40 millioner kubikkmeter vann. Dersom utslippet synker ned mot 100 m dyp og fordeler seg 200 m fra skipet i hver retning, må utslippet transporteres ca. 1 km med strømmen før dette volumet er nådd. Med en strømhastighet på 0,5 knop tar det ca. 1 time, men strømhastigheten vil ikke være like stor i hele vannsøylen. For å oppnå LC50 96 h (12 mg/l) må utslippet fortynnes ca. 38 000 ganger. Det tilsvarer utblanding i et volum på ca. 268 millioner kubikkmeter vann. Dersom utslippet synker ned mot 100 m dyp og fordeler seg 200 m fra skipet i hver retning, må utslippet transporteres 6,7 km med strømmen før dette volumet er nådd. Med en strømhastighet på 0,5 knop tar det ca. 7 timer, men strømhastigheten vil ikke være like stor i hele vannsøylen.

Ut fra et rent fortynningsperspektiv kreves 30 millioner ganger fortynning for å oppnå pH 6,5 ved utslipp av 25 % svovelsyre. Sjøvann har imidlertid god bufferkapasitet. En forenklet lineær beregning av forventet pH ved utslipp av syre til sjøvann viser et fortynningsbehov på mellom 10 000 og 100 000 ganger. Det tilsvarer utblanding i et volum på inntil ca. 70-700 millioner kubikkmeter vann. Dersom utslippet synker ned mot 100 m dyp og fordeler seg 200 m fra skipet i hver retning, må utslippet transporteres ca. 1,7-17 km med strømmen før dette volumet er nådd. Med en strømhastighet på 0,5 knop tar det ca. 2-19 timer, men strømhastigheten vil ikke være like stor i hele vannsøylen. Utslippet må forventes å føre til betydelige lokale miljøeffekter. Det er usikkerhet knyttet til om eventuelle skader på korallrev vil være reversible, og hvorvidt de vil være av langvarig karakter. På grunn av dette legges konsekvensnivå til stor (4). Pelagiske organismer i vannsøylen (som fisk og plankton) vil være mest utsatt for skadeeffekter av lav pH og økt temperatur. I tillegg forventes bunnsamfunn lokalt å påvirkes innen syren er nøytralisert. Sognaskjæret ligger mindre enn 2 km fra nærmeste akvakulturanlegg (Sjølsvik). Til nærmeste registrerte korallrev i fjorden er avstanden om lag 4 km (Varvika).

Samfunnsverdier: Konsekvensene av utslipp av 25 % svovelsyre på næringsverdier slik som oppdrett, vil avhenge av avstand og strømningsforhold. Slike skader kan ikke helt utelukkes og kan være skadelige. Tap av verdier kan være betydelige men lokale (3) og omdømme vil kunne påvirkes i noe tid.

Oppsummering hendelse B:

	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
Verdi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv/helse	X							X			X		
Ytre miljø	X								X			X	
Samfunnsverdier	X							X			X		

Hendelse C: Akutt utslipp av 17 000 tonn flyveaske i ytre farled

Drøfting av sannsynlighet:

I ytre farvann sør-vest av Grip er det skipskollisjon, brann eller strukturelle skader som kan medføre havari og tap av all last. Sannsynligheten for at bulkfartøy til Raudsand skal havarere i ytre farled er lavere enn inne i kystfarvann. I gjennomsnitt (ytte farvann og kystfarvann) estimeres færre enn én hendelse hvert 1000 år med det omfang transporten til Raudsand representerer (1,5 % av samlet bulkskiptransport i Norge). Hendelsen vurderes derfor å inntreffe sjeldnere enn én gang hvert 5000 år (mindre enn 0,02 % årlig sannsynlighet).

Drøfting av konsekvenser:

Liv helse:

I åpent farvann representerer akutt utslipp av 17 000 tonn flyveaske ingen/svært liten konsekvens for 3. persons liv og helse. (1)

Miljø:

Utslipp av 17 000 tonn flyveaske i åpent hav forventes å føre til påvirkning i vannsøylen i et betydelig volum, uavhengig av resipient. En kubikkmeter flyveaske bør fortynnes ut i 235 kubikkmeter sjøvann for å oppnå konsentrasjoner under grenseverdien for miljøpåvirkning på 0,004 mg/L. I åpent hav vil en slik fortynning kunne oppnås innenfor en avstand fra havari-stedet på 1 km. Dette på grunn av sterke strømmer og stort vannutskiftning. Utslipet vil føre til negative effekter for vannlevende organismer i vannsøylen i et betydelig volum. Partiklene vil kunne transporteres langt fra utslippsstedet og spres utover et stort område. Det forventes likevel ikke store effekter fra nedslamming av (belegg på) bunnlevende organismer på grunn av innblanding, fortynning og stort vanddyp.

Samfunnsverdier:

En slik hendelse i åpent farvann representerer ubetydelig/svært lite tap av samfunnsverdier og noe tap av omdømme (2).

Oppsummering hendelse C:

	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
Verdi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv/helse	X					X					X		
Ytre miljø	X								X			X	
Samfunnsverdier	X						X				X		

Hendelse D: Akutt utslipp av 17 000 tonn flyveaske ved Kvalvågsholman

Drøfting av sannsynlighet:

I indre farvann, slik som ved Kvalvågsholman, er det skipskollisjon eller grunnstøting som kan medføre havari og tap av all last. Sannsynligheten for at et bulkfartøy til Raudsand skal havarere i indre farled er noe høyere enn i ytre led. I gjennomsnitt (ytre farvann og kystfarvann) estimeres færre enn én hendelse hvert 1000 år med det omfang transporten til Raudsand representerer (1,5 % av samlet bulkskiptransport i Norge). Hendelse med utslipp av all last er svært usannsynlig og vurderes å inntreffe sjeldnere enn én gang hvert 1000 år (under 0,1 % årlig sannsynlighet).

Drøfting av konsekvenser:

Liv helse: I kystfarvann representerer akutt utslipp av flyveaske middels konsekvens for 3. persons liv og helse (3). Selv om 3. person vil kunne unngå direkte kontakt med asken, vil en slik hendelse nær bosetting kunne påvirke livskvalitet i en avgrenset tidsperiode, herunder frykt og engstelse.

Miljø: Akutt utslipp av 17 000 tonn flyveaske i kystfarvann vil føre til påvirkning i vannsøylen i et betydelig volum. En kubikkmeter flyveaske bør fortynnes i 235 kubikkmeter vann for å oppnå konsentrasjoner under grenseverdien for miljøpåvirkning på 0,004 mg/L. Utslipet vil føre til negative effekter for vannlevende organismer i vannsøylen i et betydelig volum. Partiklene vil kunne transporteres langt fra Kvalvågsholman og nå et stort område. Hendelsen skjer nær land, og vil føre til tilgrising av strandsonen og negative effekter for bunnlevende organismesamfunn.

Det er registrerte korallrev innen en avstand på ca. 1,5 km fra Kvalvågsholman. Det kan ikke utelukkes at disse vil påvirkes negativt av et utslipp av denne størrelsesorden.

Vandrende laksefisk i fjorden kan også påvirkes negativt av et utslipp dersom det skjer i periode med fiskevandring. Kvalvågsholman ligger ca. 3,5- 4 km fra akvakulturlokaliteter (Tveekrem og Høybuvika). Det må påregnes at disse vil bli rammet, men omfanget vil avhenge av synkehastigheten til flyveasken og strømforholdene på ulykkestidspunktet.

Samfunnsverdier: Konsekvensene av flyveaske-utslipp på næringsverdier slik som oppdrett, vil avhenge av avstand og strømningsforhold. Slike skader må påregnes og vil være skadelige. Tap av verdier forventes å være betydelige for fjordområdet (4) og omdømme vil kunne påvirkes.

Oppsummering hendelse D:

	Sannsynlighet					Konsekvens					Risiko		
Verdi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Liv/helse	X							X			X		
Ytre miljø	X									X		X	
Samfunnsverdier	X								X			X	