

RISIKOVURDERING FOR SKIPSSTØT MOT NYBEBYGGELSE PÅ SIHOLMEN

Rapport

On arkitekter og ingeniører AS

Rapportnr.: 2020-0732, Rev. A

Dokumentnr.: 11HWOLGZ-1

Dato: 2020-08-11



Prosjektnavn:	RISIKOVURDERING FOR SKIPSSTØT MOT NYBEBYGGELSE PÅ SIHOLMEN	DNV GL AS Maritime Safety, Risk & Reliability
Rapporttittel:	Rapport	Veritasveien 1
Oppdragsgiver:	On arkitekter og ingeniører AS	1363 Høvik
Kontaktperson:	Christian Bonvik	Tel:
Dato:	2020-08-11	
Prosjektnr.:	10244177	
Org. enhet:	Safety, Risk & Reliability	
Rapportnr.:	2020-0732, Rev. A	
Dokumentnr.:	11HWOLGZ-1	

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

Oppdragsbeskrivelse: Beregne forventet skipsstøt mot ny utbyggelse på Siholmen på Frøya, inkludert prognoser for skipstrafikk 30 år frem i tid, samt presentere skipstrafikken i det aktuelle området.

Utført av:	Verifisert av:	Godkjent av:
------------	----------------	--------------

Peter David Allan
Konsulent

Christine Krugerud
Konsulent

Peter N. Hoffmann
Head of Section Safety, Risk & Reliability

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (Åndsverkloven) © DNV GL 2020. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- ☐ ÅPEN. Fri distribusjon, internt og eksternt.
- ☒ INTERN. Fri distribusjon internt i DNV GL.
- ☐ KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste.*
- ☐ HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

Nøkkelord:

Risikoanalyse, navigasjonsrisiko, IWRAP, skipsstøt

*Distribusjonsliste:

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
A	2020-07-03	Førsteutkast for kommentarer	PETALLE	KRUGER/RUNSKA	PHOFF
0	2020-08-11	Revisjon 0	PETALLE	KRUGER/RUNSKA	PHOFF

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	1
1 INTRODUKSJON	2
1.1 Bakgrunn og formål	2
2 DATAGRUNNLAG	4
2.1 AIS-data og skipsinformasjon	4
2.2 Vinddata	4
2.3 Batymetri	5
2.4 Skipstrafikk i området	5
3 METODISK TILNÆRMING	7
3.1 IWRAP	7
4 AKSEPTKRITERIER	8
4.1 Ulykkeslaster	8
4.2 Variable laster	8
5 MODELLERING, FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER.....	9
5.1 Modelloppsett	9
5.2 Vindretningens påvirkning på drivende skip	13
5.3 Fremtidig skipstrafikk	13
5.4 Tørrfall	14
5.5 Mangelfull batymetridata	15
6 RESULTATER	16
6.1 Skipstrafikk og trafikk tetthet	16
6.2 Ulykkesfrekvenser	18
7 DISKUSJON OG KONKLUSJON	25
8 REFERANSER	26

SAMMENDRAG

DNV GL har på vegne av On Arkitekter utført en risikoanalyse for skipsstøt mot planlagt utbygging på Siholmen på Frøya. Bakgrunnen for analysen er On Arkitekters utvikling av området på Siholmen på Frøya til et flerfunksjonelt boligområde. Området ligger rett ved sjøkanten i et område med mye skipstrafikk.

Ifølge Eurokoden (/1/, /2/) må returperioden for skipsstøt mot bygninger være over 10 000 år for å unngå risikoreduserende (frekvens- og/eller konsekvensreduserende) tiltak. Resultatene fra analysen er derfor vurdert mot dette kriteriet.

DNV GL har analysert AIS-data for 2017 til og med 2019. Ved studie av AIS-dataen kan man se at skipstrafikken i området rundt Siholmen domineres av fritidsfartøy, andre servicefartøy, fiskefartøy og slepefartøy under 30 meter lengde. Videre er 99,8 prosent av alle fartøy som har vært registrert én eller flere ganger i området under 100 meter lange.

Basert på AIS-data, tilgjengelig data om vind- og dybdeforhold og forventet vekst i skipstrafikk, ble det beregnet en frekvens for skipsstøt mot utbyggingsområdet. Beregningene viser at returperioden for skipsstøt mot Siholmen er totalt 32,5 år, som vil si at det kan forventes et støt mot Siholmen omtrent hvert 33. år. Nærmere analyse av skipsstøtfrekvens mot det planlagte utbyggingsområdet på Siholmen viser en returperiode på 246,3 år, som vil si at et skipsstøt kan inntreffe omtrent hvert 246. år mot den planlagte utvidelsen av området.

Det er derimot ikke forventet skipsstøt mot de aktuelle leilighetsbyggene. Leilighetsbyggene ligger i en slik avstand fra sjøkanten at et skip på kollisjonskurs mot Siholmen først vil støte inn i land og/eller moloen utenfor byggene, uten å nå frem til selve bygningene.

1 INTRODUKSJON



Figur 1: Illustrasjonsplan. Kilde: Innledende vindanalyse, regulering Siholmen

1.1 Bakgrunn og formål

Området Siholmen på Frøya er planlagt å transformeres fra et industri- og næringsområde til et nytt flerfunksjonelt boligområde. Enkelte bygg er planlagt å ha en front relativt tett mot sjøkanten, som kan sees av Figur 1. Kystverket har gitt merknad til ON Arkitekter og Ingeniører (heretter kalt ON) at en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) for skipsstøt mot bebyggelse må gjennomføres, grunnet den planlagte bebyggelsen tett mot vannkanten. Nyttébåttrafikk passerer tett på området, og kan medføre

2 DATAGRUNNLAG

2.1 AIS-data og skipsinformasjon

Data fra AIS¹ er benyttet for å kartlegge skipstrafikken for analyseområdet, i trafikkmengde og komposisjon. AIS data for årene 2017, 2018 og 2019 er benyttet som grunnlag for denne analysen og brukes til å beregne ulykkesfrekvenser. I tillegg til AIS-data, har informasjon om skipene som i analyseperioden har trafikkert området blitt hentet fra IHS Fairplays database over skip. Etter at uttrekk av AIS-data er gjort søkes data om skipstype, samt skipenes lengde og bredde opp basert på hvert skips unike MMSI-nummer². Der det ikke finnes informasjon om skipene i IHS Fairplay har manuelle søk på MMSI-nummer blitt gjort.

2.2 Vinddata

Data om vindretning og -styrker har blitt hentet fra Meteorologisk institutts database for vær- og klimadata, eKlima /3/. Vinddata fra Sula har blitt brukt, som er den geografisk nærmeste målestasjonen til Siholmen. Vinddataene er gitt i frekvenser per 45-graders retningsintervall fra 0 til 360 grader, altså åtte sektorer med hver sin frekvens. Denne frekvensen gir tall på hvor mange prosent av tiden vinden blåser fra en gitt retning innenfor forskjellige hastighetsintervaller. Figur 3 viser vindrosen for Sula. Figuren viser at de dominerende vindretningene er fra sørvest, sørøst og nordøst. I tillegg viser figuren fordelingen av vindhastigheter for hver sektor. Det er grunn til å anta at vindhastighetene på Siholmen er lavere enn registrert på Sula, da dette fyret ligger utaskjærs, og Siholmen er delvis skjermet av Frøya og Inntian.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 45°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

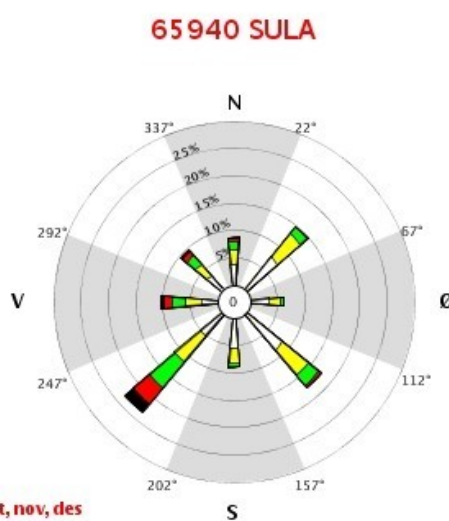
0



År: 1975 - 1990

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 1, 7, 13, 19 (NMT)



Figur 3: Vindrose for Sula fyr. Kilde: eKlima.no

¹ Automatisk Identifikasjons System

² Maritime Mobile Service Identity

2.3 Batymetri

Batymetri, eller dybde data, brukes for å beregne grunnstøtinger. Dersom det er grunt i området, vil dette føre til at et dyptstikkende skip med kurs for Siholmen vil grunnstøte før de kan treffe byggmassen. Tilsvarende, vil en bratt strandsone føre til at store skip kan komme helt inn på land, uten at det kan grunnstøte. Sjøkart over området rundt Siholmen kan sees på Figur 4. Ut fra dette kan man se at det er relativt dypt i området tett på Siholmen.



Figur 4: Sjøkart rundt Siholmen. Kilde: Kartverket.no

2.4 Skipstrafikk i området

Bileden som passerer mellom Frøya og Inntian (blå i Figur 5) går relativt nært Siholmen. Fra bileden svinger en stor del av trafikken inn til kaiområdene på nord- og sørsiden av Siholmen. På nordsiden er det stort sett fritidsbåter som legger til kai, mens på sørsiden er det for det meste trafikk relatert til oppdrettsnæringen som anløper samt enkelte fritidsfartøy. Frøy Akvaservice har et næringsbygg, markert med rødt i Figur 6, på sørsiden av Siholmen, hvor en del service- og slepefartøy samt brønnbåter ankommer. Frøy Akvaservice drifter et oppdrettsanlegg sørøst for Siholmen, og har egne brønnbåter i forbindelse med dette anlegget. Ifølge ON har disse brønnbåtene fast liggeplass ved kaien sørøst på utbyggingsområde (markert i gult i Figur 6).



Figur 5: Sjøkart med biled mellom Frøya og Inntian. Kilde: kystinfo.no



Figur 6: Satelittbilde av Sjøholmen. Frøy Akvaservice markert i rødt, fast liggeplass for brønnbåter markert med gult. Kilde: Google Maps

3 METODISK TILNÆRMING

3.1 IWRAP

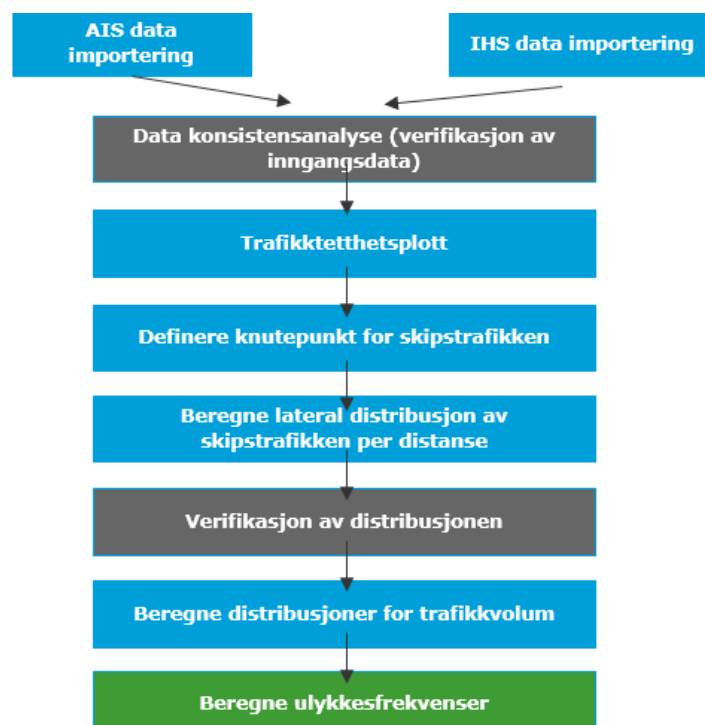
For beregning av ulykkesfrekvenser er verktøyet IWRAP Mk2 benyttet. Dette er et modelleringsverktøy for maritime risikovurderinger som beregner sannsynlighet for kollisjon, grunnstøting og skipsstøt mot land- og vannliggende konstruksjoner. IWRAP beregner dette basert på informasjon om trafikkmengde/komposisjon og rutegeometri. For detaljert beskrivelse av metodikken i IWRAP henvises det til produktets manual /4/. De neste avsnittene gjengir den overordnede beskrivelsen av arbeidsprosessen.

Den anvendte teorien for å beregne hyppigheten av grunnstøting eller kollisjon innebærer bruk av såkalte kausale sannsynligheter (årsaksbestemte parametere) som multipliseres med et teoretisk antall grunnstøtings- eller kollisjonskandidater. Med andre ord; sannsynligheten for en feilhandling av vakthavende, gitt at fartøyet befinner seg i en potensiell kritisk situasjon. Formelen for dette er:

$$F = P \times N$$

Der F er ulykkesfrekvensen, P er sannsynlighet for feil av vakthavende og N er antall ganger fartøyet befinner seg i en kritisk situasjon. Den numeriske verdien av den kausale sannsynligheten er en fast verdi, men kan variere for ulike geografiske steder, fartøystyper og menneskelig ytelse («human factors»).

Figur 7 viser de overordnede stegene som gjøres i analyser ved bruk av IWRAP. Først importeres AIS-data og skipsinformasjon. Deretter lages det tetthetsplott over trafikken, før knutepunkt og «legs» langs trafikkruter defineres. Basert på dette blir det beregnet en lateral distribusjon av trafikken langs ruten. Dette verifiseres manuelt, før analysemodellen til slutt kjøres og ulykkesfrekvenser beregnes.



Figur 7: Overordnet arbeidsprosess i IWRAP

4 AKSEPTKRITERIER

Følgende Eurokoder er gjeldende for prosjektering av konstruksjoner:

- NS-EN 1990:2002+NA:2008, Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner /1/
- NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008, Laster på konstruksjoner – Del 1-7: Allmenne laster – Ulykkeslaster /2/

4.1 Ulykkeslaster

Det relevante avsnittet i Eurokoden sier at dersom ikke annet er bestemt, regnes en ulykkeslast som en last med årlig sannsynlighet mellom 10^{-4} og 2×10^{-2} for å opptre. Dersom ulykkesfrekvensen er i dette intervallet, skal konstruksjonen dimensjoneres for å tåle en slik ulykke uten større konsekvenser. Dette tilsvarer en minste returperiode mellom hendelser på 10 000 år, altså at én enkelt hendelse kan forventes hvert ti tusen år. Det gis også i Eurokodene en tabell for veiledende krefter forårsaket av støt fra havgående fartøyer, ved to ulike hastigheter avhengig av farvannet. Disse verdiene er gjengitt i Tabell 1. Her representerer F_{dx} og F_{dy} krefter i henholdsvis x- og y-retning, i kilonewton.

Tabell 1: Veiledende verdier for dynamiske interaksjonskrefter forårsaket av støt fra havgående fartøyer

Hastighet			5 m/s = 10 knop		2 m/s = 4 knop	
Skipsklasse	Lengde (m)	Masse (tonn)	F_{dx} (kN)	F_{dy} (kN)	F_{dx} (kN)	F_{dy} (kN)
Liten	50	3 000	30 000	15 000	14 000	7 000
Middels	100	10 000	80 000	40 000	35 000	17 500
Stor	200	40 000	240 000	120 000	100 000	50 000
Svært Stor	300	100 000	460 000	230 000	190 000	95 000

4.2 Variable laster

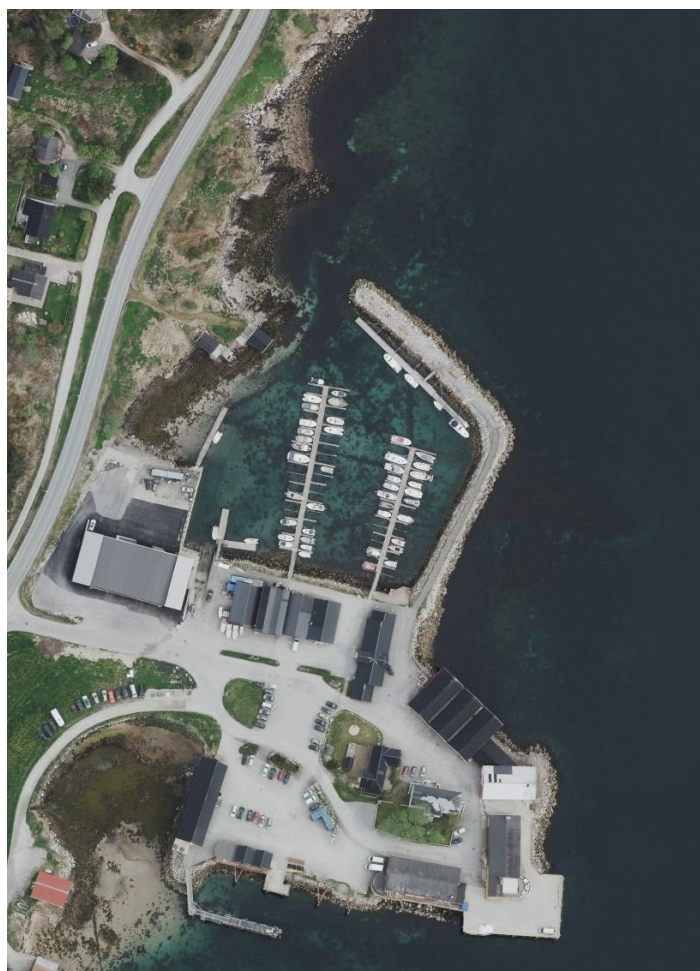
En variabel last regnes som en last med årlig sannsynlighetsfrekvens mellom 2×10^{-2} og 1×10^0 for å opptre. Dette tilsvarer en minste returperiode på 50 år. Dersom ulykkesfrekvensen er i dette intervallet, skal konstruksjonen dimensjoneres for å tåle slike støt jevnlig.

5 MODELLERING, FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER

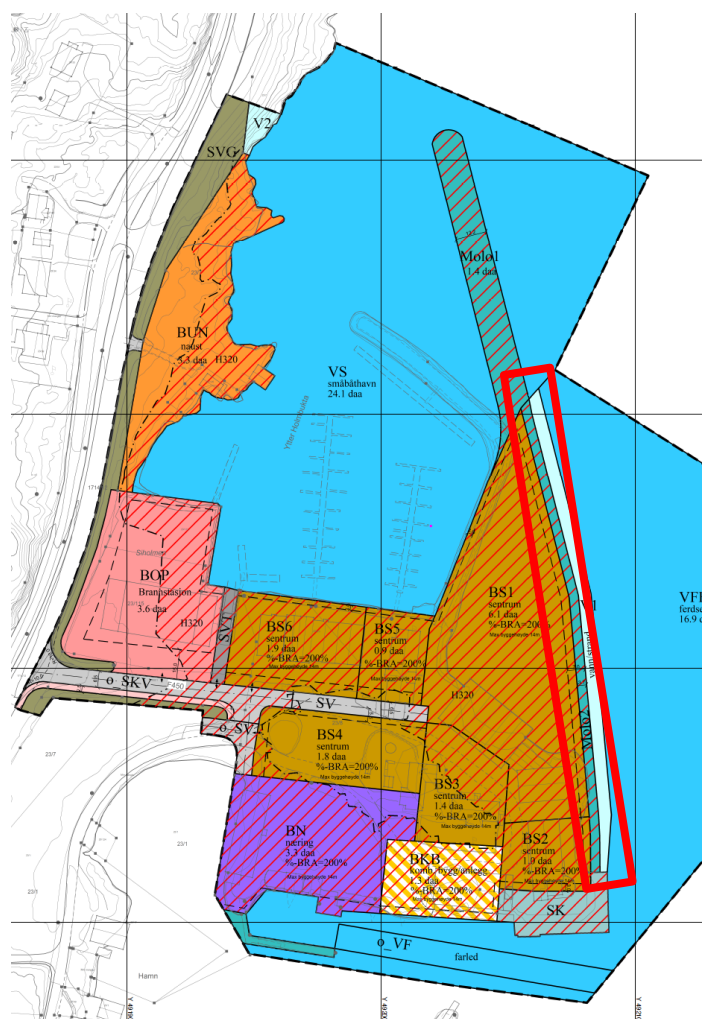
5.1 Modelloppsett

5.1.1 Modellering av Siholmen

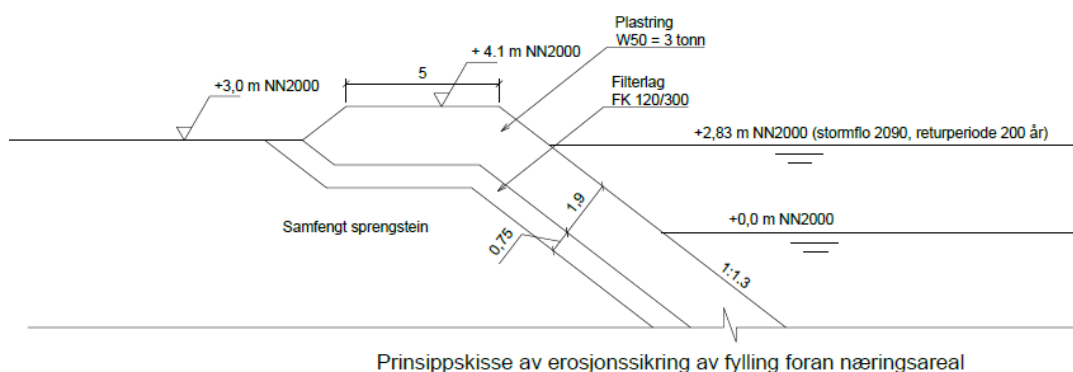
Figur 8 og Figur 9 viser Siholmen henholdsvis før og etter den planlagte utbyggingen. Mot øst på Siholmen er det planlagt å bygge en utfylling 'Molo 2' med forhøyning, skissert i Figur 10 og merket i rødt i Figur 9. Utfyllingen er ikke modellert i analysen grunnet manglende polygonfiler, men det er nærliggende å anta at fartøy som av ulike grunner skulle miste manøvreringsevne samt ha retning mot det aktuelle området, vil støte inn i denne utfyllingen. Avstand fra ytre kant av utfyllingen over vann til planlagte bygninger er seks meter. I modellen er avstand fra sjøkant til bygninger tilsvarende seks meter.



Figur 8: Satellittbilde av Siholmen, dagens utforming. Kilde: kystinfo.no

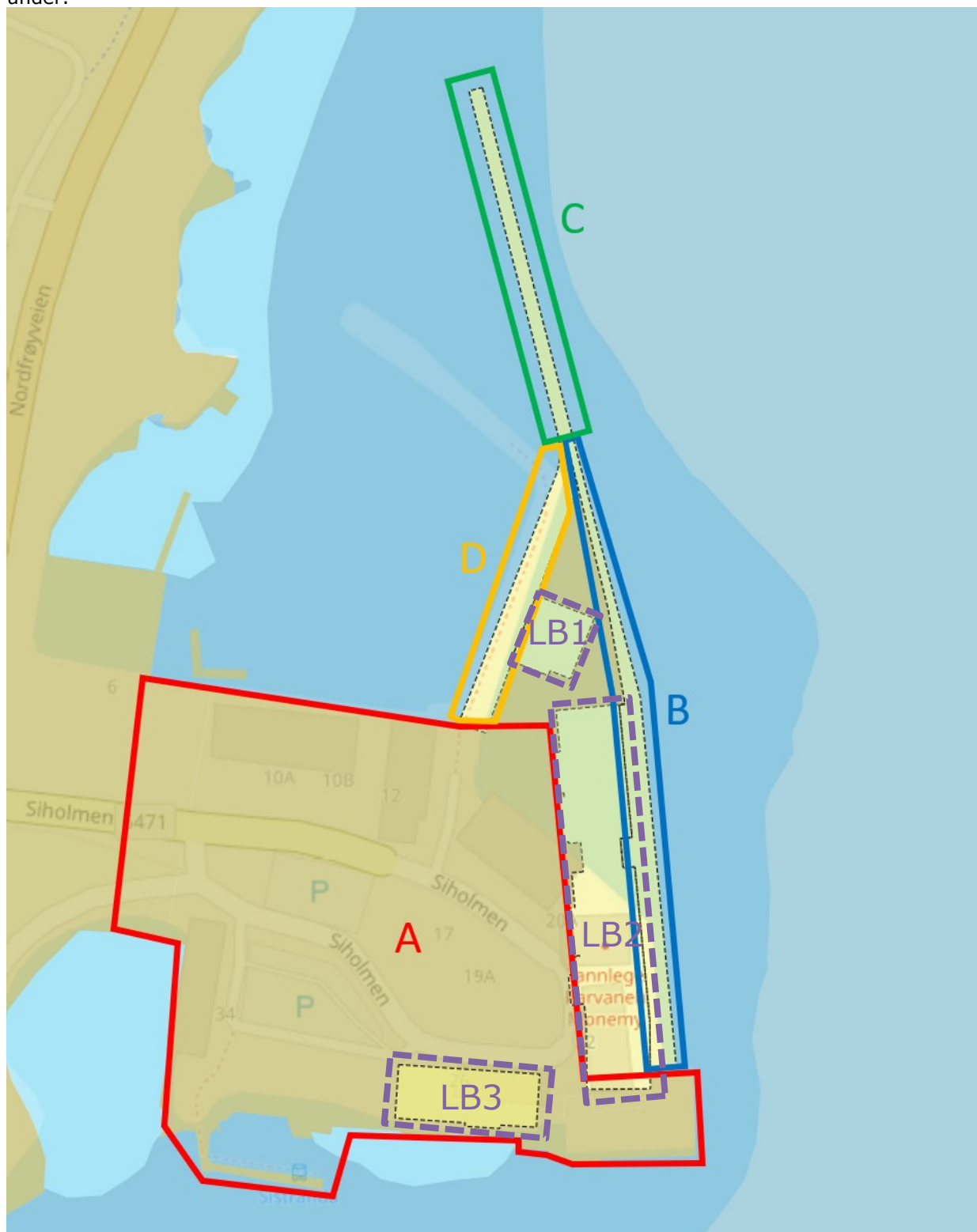


Figur 9: Fremtidig utbygging av Siholmen, med 'Molo2' fremhevet i rødt. Kilde: Reguleringsplan



Figur 10: Prinsippskisse av forhøyning. Kilde: On Arkitekter

Modellen for oppbygning av landområder sees i Figur 11. For å kunne angi hvor i modellen skip støter, skiller vi mellom fire områder, betegnet med A, B ('Molo 2'), C ('Molo 1') og D. Områdene B, C og D dekker den nye utbyggingen som er planlagt på Siholmen. Videre er de planlagte leilighetsbyggene nærmest sjøkanten modellert som strukturer i IWRAP, og er indikert som LB1, LB2 og LB3 i figuren under.



Figur 11: Modelloppsett med analyseområder. Kilde: IWRAP

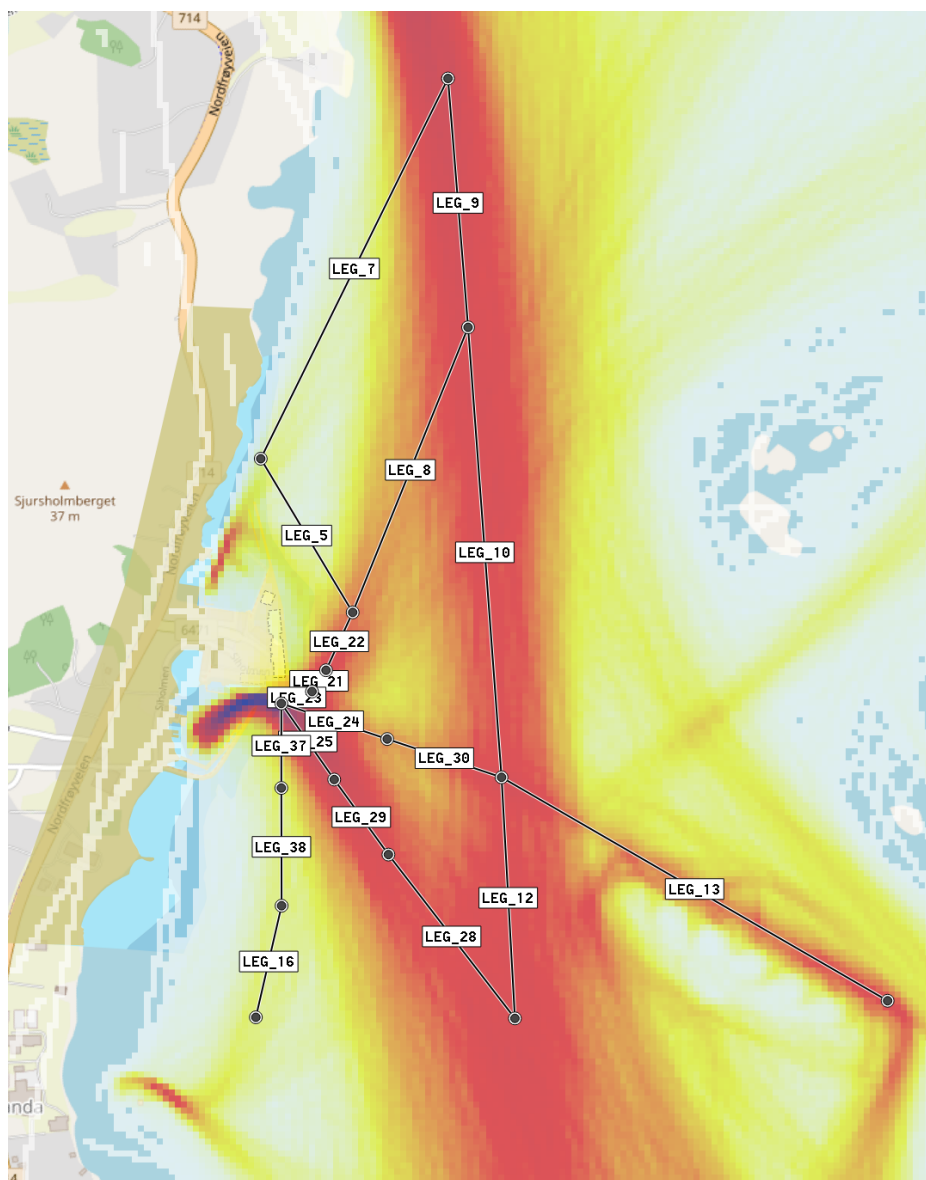
5.1.2 Modellering av skipstrafikk

Modellen for analysen ble satt opp i henhold til dagens trafikkbilde, som vist i Figur 12. I figuren er skipenes seilaser representert i et tetthetsplott der mørkere farge indikerer høyere tetthet av skip. Det er forsøkt tatt høyde for alle seilaser i området ved oppsett av «legs», men den gule fargen rundt den tetteste trafikken i rødt viser at flere fartøy seiler uten å følge spesifikke ruter.

For hver «leg» blir trafikktettheten trukket ut, og det tilpasses en lateral tetthetsfordeling som benyttes i den videre beregningen av ulykkesfrekvensen.

Som man kan se av Figur 12 er det en mengde trafikk som seiler inn til kaianlegget på sørsiden av Siholmen. Som forklart i kapittel 2.4 holder Frøy Akvaservice til ved Siholmen, og en stor del av trafikken inn til deres anlegg omfatter slepebåter, servicefartøy og brønnbåter.

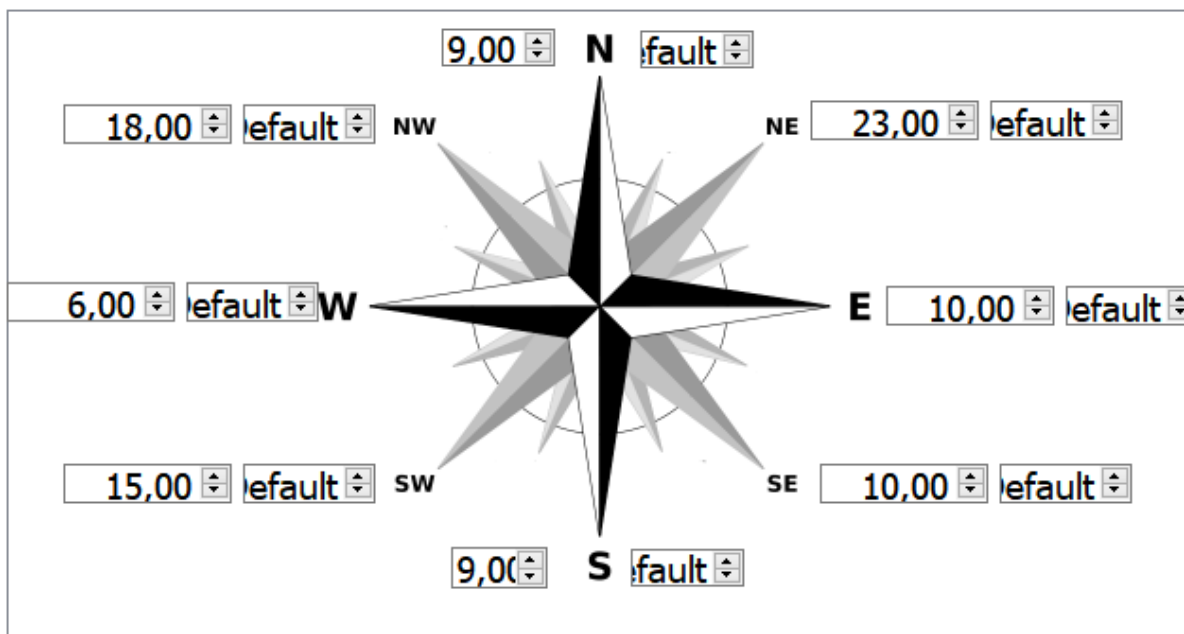
AIS-dataene fra 2017 til 2019 (ref. kapittel 6.1) viser at fritidsbåter, fiskefartøy og servicefartøy hovedsakelig er de skipstypene som utgjør det meste av trafikken i området. I tillegg er det noen stykkgods fartøy og passasjerbåter som seiler i området.



Figur 12: Trafikktetthet i område Siholmen. Kilde: IWRAP

5.2 Vindretningens påvirkning på drivende skip

I kapittel 2.2 ble vinddata for området presentert, og disse kommer inn i IWRAP-modellen i form av en drivrose. Skip som mister fremdriftsevnen vil drive i disse retningene. Drivrosen defineres ved åtte himmelretninger, som sammen gir et relativt bilde på drivretningen i området. Denne kan sees i Figur 13, der prosent sannsynlighet for at et skip skal drive i hver av de åtte himmelretningene er beskrevet.



Figur 13: Drivrose

5.3 Fremtidig skipstrafikk

I samtale med Trondheim Havn /5/ er det ikke identifisert noen konkrete endringer i fremtidig skipstrafikk i området, men det er nevnt at det i fremtiden vil kunne være følgende endringer i trafikk og seilingsmønstre:

- Frøya kan være en fremtidig destinasjon for ekspedisjonsskip, slik at enkelte seilas med denne skipstypen kan forekomme
- Dersom det bygges hurtigbåtterminal på Sistranda, kan det forekomme en del hurtigbåttrafikk
- Det kan bli en økning i antall større fritidsbåter (over 30 meters lengde)
- Det kan bli en del trafikk av selvkjørende transportdroner knyttet til oppdrettsnæringen

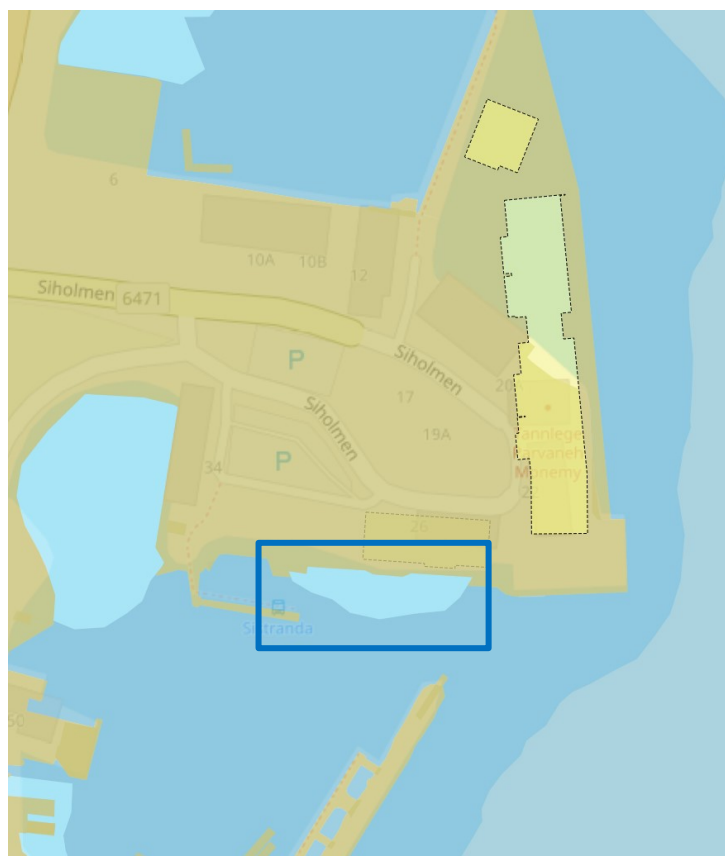
Da det ikke foreligger konkrete data på endring i skipstrafikk for Frøya, er det tatt i bruk Kystverkets prognoser for fremtidig skipstrafikk for strekningen Hitra-Rørvik. Tabell 2 viser prosentvise endringer for trafikk for denne strekningen for år 2050 i forhold til 2017. Det antas at dette også vil være gjeldende for området rundt Siholmen. Det er i tillegg til denne prognosen forespeilet en dobling av fritidsbåttrafikk i kommende år, basert på On Arkitekters informasjon om Siholmen.

Tabell 2: Trafikkprognoser. Kilde: Kystverket/On Arkitekter

Skipslengde (m)	Oljetankerskip	Kjemikalie/Produktskip	Gastankerskip	Bullerskip	Sykkegods/Roro-skip	Containerskip	Passasjerbåt	Passasjerskip/Roro	Cruiseskip	Offshore supplyskip	Andre offshorefartøy	Brennbåt	Slepefartøy	Andre servicefartøy	Fiskefartøy	Annet (Fritidsbåter, seilskip og annet)
0-30	9 %	9 %	9 %	13 %	34 %	10 %	4 %	0 %	16 %	-44 %	-44 %	38 %	-19 %	30 %	-41 %	100 %
30-70	9 %	9 %	9 %	13 %	34 %	10 %	4 %	0 %	16 %	-44 %	-44 %	38 %	-19 %	30 %	9 %	100 %
70-100	9 %	9 %	9 %	34 %	38 %	10 %	4 %	0 %	16 %	-44 %	-44 %	38 %	-19 %	30 %	9 %	100 %
100-150	9 %	9 %	9 %	34 %	38 %	10 %	4 %	0 %	16 %	-44 %	-44 %	38 %	-19 %	30 %	9 %	100 %
150-200	-58 %	-58 %	-70 %	132 %	38 %	10 %	4 %	0 %	16 %	-44 %	-44 %	38 %	-19 %	30 %	9 %	100 %
200-250	-58 %	-58 %	-70 %	132 %	38 %	10 %	4 %	0 %	16 %	-44 %	-44 %	38 %	-19 %	30 %	9 %	100 %
250-300	-58 %	-58 %	-70 %	132 %	38 %	10 %	4 %	0 %	16 %	-44 %	-44 %	38 %	-19 %	30 %	9 %	100 %
300-350	-58 %	-58 %	-70 %	132 %	38 %	10 %	4 %	0 %	16 %	-44 %	-44 %	38 %	-19 %	30 %	9 %	100 %
350-	-58 %	-58 %	-70 %	132 %	38 %	10 %	4 %	0 %	16 %	-44 %	-44 %	38 %	-19 %	30 %	9 %	100 %

5.4 Tørrfall

Ved sjøkanten på Sørsiden av Siholmen er det et tørrfall med snittdybde 0,5 meter, vist ved blå firkant i Figur 14. Tørrfall defineres som del av kysten som ligger i dybdeområdet fra middels høyvann til 0,5 meter under sjøkartnull /6/. Det kan antas at alle skip som mister manøvreringsevne og/eller maskinkraft og har retning mot det markerte området vil grunnstøte før det treffer kaien eller bygninger i området.



Figur 14: Siholmen med grunt område (tørrfall) fremhevet. Kilde: IWRAP



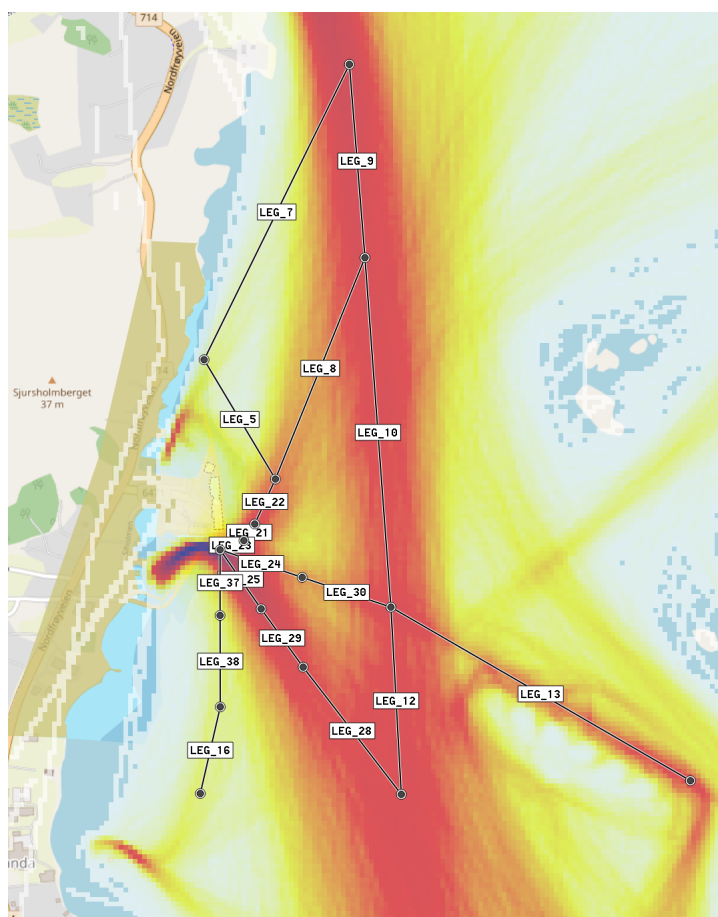
5.5 Mangelfull batymetridata

Det foreligger ingen nøyaktig dybdedata for området rundt Siholmen. I sjøkart er hele området beskrevet med en dybde på 10 meter, mens det i realiteten vil være en del grunnere nærmere land. Det er derfor nærliggende å anta at en del fartøy vil grunnstøte før de vil kunne støte i land på sørsiden av Siholmen.

6 RESULTATER

6.1 Skipstrafikk og trafikk tetthet

I analysen er det hentet AIS-data fra tre år med skipstrafikk i området rundt Siholmen. Figur 15 viser trafikk tettheten i området, der hvit og gul farge indikerer lav trafikk, mens rødt og blått indikerer den høyeste trafikk tettheten. Trafikk tetthetsplottet i figuren viser at mesteparten av trafikken går i nordlig eller sørlig retning i bileden mellom Siholmen og Inntian, vist i Figur 5. Både fra nord og fra sør svinger en del av trafikken inn mot kaiområdet på sørsiden av Siholmen, der det er tilgang til en del næringsbygg.



Figur 15: Trafikk tetthet i område Siholmen. Kilde: IWRAP

For å best mulig kartlegge alle skipstrafikken i området, ble området avgrenset som vist i figuren over. Innenfor dette området ble registrerte seilaser trukket ut. Andel unike skip³ fordelt på type og størrelse registrert med minst én seilas innenfor dette området er presentert i Tabell 3. Andel seilaser er presentert i

Tabell 4.

Fra tabellene kan man se at omtrent alle skip som seiler i området rundt Siholmen er under 100 meter lange, og at opp 85 prosent av unike fartøy registrert i området er under 30 meter lange. Videre ser man

³ Skip med unike MMSI-nummer

at de vanligste fartøystypene og størrelsene som seiler mot, og i nærheten av, Siholmen er i kategorien 'annet' som innbefatter fritidsfartøy og seilskip under 30 meters lengde, fiskefartøy under 30 meters lengde, andre servicefartøy under 30 meters lengde samt slepefartøy under 30 meters lengde. Disse utgjør over 90 prosent av skipstrafikken i området rundt Siholmen. En liten mengde trafikk fra sør og nord svinger også inn mot kaiområdet på nordsiden av Siholmen, for det meste båter i kategorien 'annet' (fritidsbåter og seilskip) under 30 meter. Den høye forekomsten av slepefartøy skyldes et fåtall slepebåter (4 prosent av alle fartøy) med et høyt antall seilaser (27,4 prosent av alle seilasene registrert i hele området).

Tabell 3: Andel unike fartøy registrert minst en gang i området, fordelt på skipstype og lengdeintervall, i tidsrommet 2017 til 2019

Skipstype/lengde	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	150-200 m	200-250 m	Sum
Andre offshorefartøy	1,1%	-	0,4%	-	-	-	1,5%
Andre servicefartøy	13,7%	1,3%	-	-	-	-	15,0%
Annet (fritidsbåter, seilskip og annet)	36,3%	0,2%	-	-	-	-	36,5%
Brønnbåt	-	0,2%	0,6%	-	-	-	0,8%
Containerskip	-	-	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	20,3%	3,6%	0,6%	-	-	-	24,5%
Gasstankskip	-	-	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/Produktskip	-	0,2%	-	-	-	-	0,2%
Offshore supplyskip	-	0,2%	-	-	-	-	0,2%
Oljetankskip	0,2%	0,8%	-	-	-	-	1,0%
Passasjerbåt	4,0%	0,6%	-	-	-	-	4,6%
Passasjerskip	0,4%	-	-	0,2%	-	-	0,6%
Slepefartøy	4,0%	0,6%	0,2%	-	-	-	4,8%
Stykkogods/Roro-skip	4,8%	5,1%	0,6%	-	-	-	10,5%
SUM	84,8%	12,7%	2,3%	0,2%	0,0%	0,0%	100%

Tabell 4: Andel seilaser i området fordelt på skipstype og lengdeintervall i tidsrommet 2017 til 2019

Skipstype/lengde	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	150-200 m	200-250 m	Sum
Andre offshorefartøy	1,2%	-	-	-	-	-	1,2%
Andre servicefartøy	22,2%	0,72%	-	-	-	-	22,9%
Annet (fritidsbåter, seilskip og annet)	16,0%	-	-	-	-	-	16,1%
Brønnbåt	-	0,5%	1,9%	-	-	-	2,4%
Containerskip	-	-	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	14,9%	1,8%	0,4%	-	-	-	17,2%
Gasstankskip	-	-	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/Produktskip	-	-	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-	-	-
Oljetankskip	-	0,1%	-	-	-	-	0,1%
Passasjerbåt	3,0%	0,1%	-	-	-	-	3,1%
Passasjerskip	0,7%	-	-	-	-	-	0,7%
Slepefartøy	27,4%	0,1%	-	-	-	-	27,5%
Stykkogods/Roro-skip	7,0%	1,4%	0,5%	-	-	-	8,9%
SUM	92,4%	4,7%	2,9%	-	-	-	100%

6.2 Ulykkesfrekvenser

6.2.1 Ulykkesfrekvenser med dagens trafiksituasjon

I følgende kapittel er frekvensene for skipsstøt mot Siholmen presentert. Resultatene er delt opp i støt mot henholdsvis område A, B, C og D (som vist i Figur 11) og presentert for hver skipstype og lengdekategori. Analysen er basert på skipstrafikk fra 2017 til 2019, og resultatene er skalert for å representere årlig ulykkesfrekvens.

Resultatene er presentert videre i følgende tabeller:

- Tabell 5 viser den årlige frekvensen av skipsstøt mot de fire områdene A, B, C og D.
- Tabell 6 gir beregnet årlig frekvens for skipsstøt mot område A, fordelt på skipstyper og lengdekategorier
- Tabell 7 gir beregnet årlig frekvens for skipsstøt mot område B, fordelt på skipstyper og lengdekategorier
- Tabell 8 gir beregnet årlig frekvens for skipsstøt mot område C, fordelt på skipstyper og lengdekategorier
- Tabell 9 gir beregnet årlig frekvens for skipsstøt mot område D, fordelt på skipstyper og lengdekategorier
- Tabell 10 gir beregnet årlig frekvens for skipsstøt totalt mot hele utbyggingsområdet, fordelt på skipstyper og lengdekategorier

Tabell 5: Årlig ulykkesfrekvens fordelt på område

Område	Ulykkesfrekvens	Prosent av total ulykkesfrekvens
A	2,67E-02	86,8 %
B	1,80E-03	5,9 %
C	2,22E-03	7,2%
D	4,49E-05	0,1 %
Sum	3,07E-02	100 %

Tabell 6: Område A: Ulykkesfrekvenser fordelt på skipstype og -størrelse

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Andre offshorefartøy	4,80E-04	-	3,18E-09	-	4,80E-04
Andre servicefartøy	1,24E-02	1,98E-04	-	-	1,26E-04
Annet	3,16E-03	5,53E-09	-	-	3,16E-03
Brønnbåt	-	5,20E-05	2,11E-04	-	2,63E-04
Bulkskip	-	-	-	-	-
Containerskip	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	3,18E-03	1,21E-04	5,44E-06	-	3,33E-03
Gasstankskip	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/produkttskip	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-
Oljetankskip	-	-	-	-	-
Passasjerbåt	7,34E-04	-	-	-	7,34E-04

⁴ Frekvenser i sum-felt i fet skrift indikerer en ulykkesfrekvens på mer enn 0,0001 skipsstøt i året (returperiode under 10000 år)

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Passasjerskip/Roro	2,52E-04	-	-	-	2,52E-04
Slepefartøy	4,97E-03	1,53E-03	1,52E-08	-	4,99E-03
Stykkogods/Roro-skip	5,83E-04	2,11E-04	4,09E-05	-	8,35E-04
SUM	2,58E-02	6,54E-04	2,58E-04	-	2,67E-02

Tabell 7: Område B: Ulykkesfrekvenser fordelt på skipstype og -størrelse

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Andre offshorefartøy	2,92E-05	-	3,35E-08	-	2,92E-05
Andre servicefartøy	4,03E-04	5,48E-05	-	-	4,58E-04
Annet	2,30E-04	4,14E-08	-	-	2,30E-04
Brønnbåt	-	1,03E-05	1,40E-04	-	1,50E-04
Bulkskip	-	-	-	-	-
Containerskip	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	2,27E-04	3,18E-05	1,38E-05	-	2,72E-04
Gasstankskip	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/produkt tankskip	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-
Oljetankskip	1,35E-07	2,02E-06	-	-	2,16E-06
Passasjerbåt	2,36E-05	5,12E-07	-	-	2,41E-05
Passasjerskip/Roro	1,25E-05	-	-	-	1,25E-05
Slepefartøy	3,46E-04	3,24E-07	1,28E-07	-	3,46E-04
Stykkogods/Roro-skip	1,47E-04	1,18E-04	7,64E-06	-	2,73E-04
SUM	1,42E-03	2,18E-04	1,61E-04	-	1,80E-03

Tabell 8: Område C: Ulykkesfrekvenser fordelt på skipstype og -størrelse

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Andre offshorefartøy	1,91E-05	-	2,32E-08	-	1,91E-05
Andre servicefartøy	1,59E-04	3,40E-05	8,69E-08	-	1,93E-04
Annet	1,06E-03	3,62E-08	-	-	1,06E-03
Brønnbåt	-	3,62E-06	1,09E-04	-	1,13E-04
Bulkskip	-	-	-	-	-
Containerskip	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	1,93E-04	2,15E-05	6,20E-06	-	2,21E-04
Gasstankskip	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/produkt tankskip	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-
Oljetankskip	1,65E-07	4,55E-07	-	-	6,20E-07
Passasjerbåt	1,89E-04	4,74E-07	-	-	1,90E-04
Passasjerskip/Roro	3,96E-05	-	-	-	3,96E-05
Slepefartøy	2,15E-04	5,54E-08	8,69E-08	-	2,16E-04
Stykkogods/Roro-skip	8,33E-05	7,61E-05	3,80E-06	-	1,63E-04
SUM	1,96E-03	1,36E-04	1,19E-04	-	2,22E-03

Tabell 9: Område D: Ulykkesfrekvenser fordelt på skipstype og -størrelse

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Andre offshorefartøy	4,82E-08	-	5,36E-10	-	4,87E-10
Andre servicefartøy	2,20E-06	1,28E-07	-	-	2,32E-06
Annet	2,68E-05	-	-	-	2,68E-05
Brønnbåt	-	-	9,02E-09	-	9,02E-09

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Bulkskip	-	-	-	-	-
Containerskip	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	4,28E-06	2,65E-07	3,37E-08	-	4,57E-06
Gasstankskip	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/produkt tankskip	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-
Oljetankskip	9,84E-10	6,42E-10	-	-	-
Passasjerbåt	5,30E-06	1,31E-09	-	-	5,30E-06
Passasjerskip/Roro	1,39E-06	-	-	-	1,39E-06
Slepefartøy	3,05E-06	-	7,77E-10	-	3,05E-06
Stykkogods/Roro-skip	8,32E-07	5,88E-07	4,24E-09	-	1,42E-06
SUM	4,39E-05	9,83E-07	4,83E-08	-	4,50E-05

Tabell 10: Alle områder: Ulykkesfrekvenser fordelt på skipstype og - størrelse

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Andre offshorefartøy	5,28E-04	-	6,04E-08	-	5,28E-04
Andre servicefartøy	1,30E-02	2,87E-04	-	-	1,33E-02
Annet	4,48E-03	8,31E-08	-	-	4,48E-03
Brønnbåt	-	6,60E-05	4,60E-04	-	5,26E-04
Bulkskip	-	-	-	-	-
Containerskip	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	3,60E-03	1,75E-04	2,55E-05	-	3,80E-03
Gasstankskip	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/produkt tankskip	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-
Oljetankskip	3,15E-07	5,87E-05	-	-	-
Passasjerbåt	9,52E-04	1,04E-06	-	-	9,53E-04
Passasjerskip/Roro	3,06E-04	-	-	-	3,06E-04
Slepefartøy	5,53E-03	1,56E-03	2,31E-07	-	5,55E-03
Stykkogods/Roro-skip	8,14E-04	4,06E-04	5,24E-05	-	1,27E-03
SUM	2,92E-02	1,01E-03	5,385E-04	-	3,07E-02

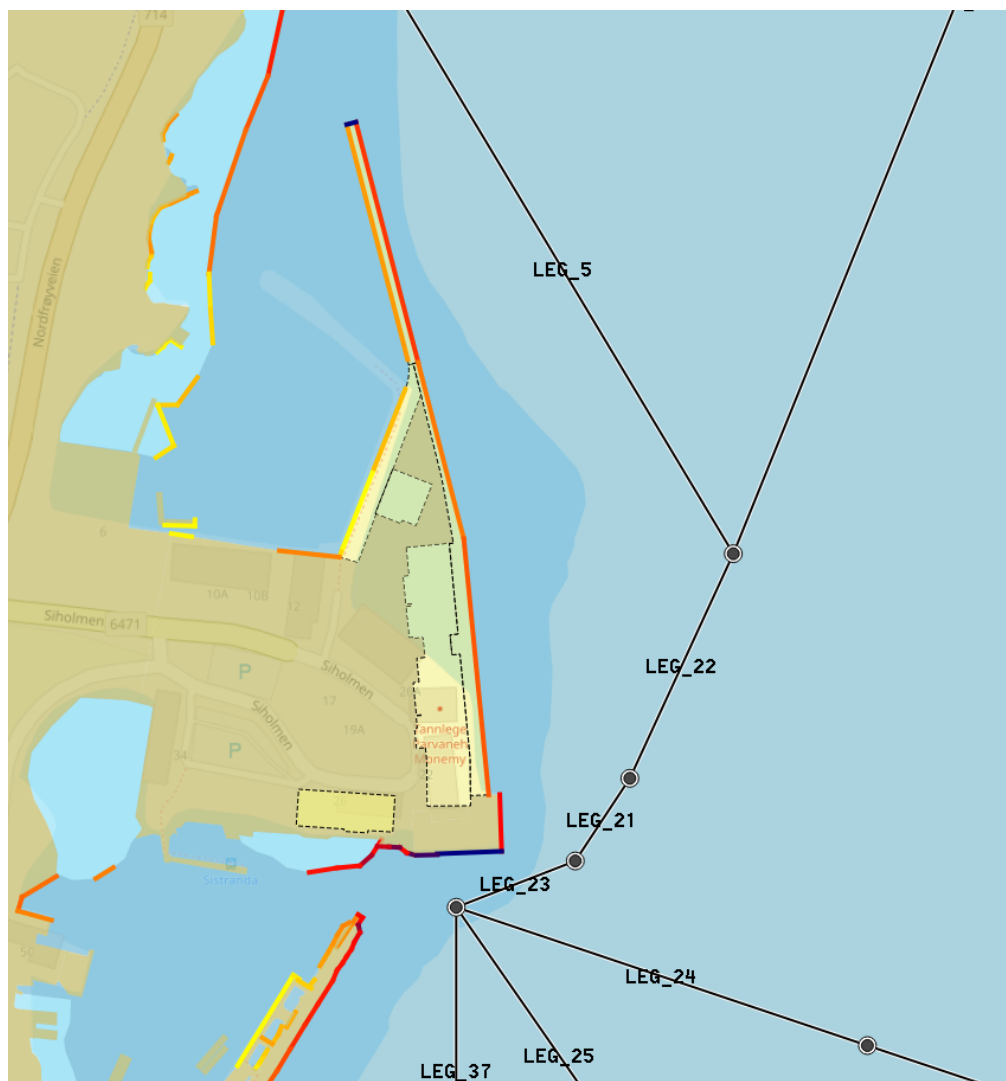
Tabell 10 viser at det kan forventes en total ulykkesfrekvens på 0,0307 mot Siholmen, noe som tilsvarer en returperiode på 32,5 år. Det vil si at man estimerer at det vil være et skipsstøt mot Siholmen hvert 32,5. år.

Dersom vi skiller mellom eksisterende landmasse (område A i Figur 11) og ny utbygging (område B, C og D i Figur 11), er ulykkesfrekvens for nye områder (B, C og D) er 0,0041. Dette tilsvarer en returperiode på 246,3 år.

Videre er det ikke forventet noen skipsstøt mot de aktuelle leilighetsbyggene LB1, LB2 og LB 3, som vist i Figur 11 (ingen farge som indikerer støt langs disse byggene). IWRAP verktøyet fungerer slik at de fartøyene som enten mister manøvreringsevne under maskinkraft eller i drivende tilstand vil støte inn i den landmassen som grenser mot sjøen (utfylling og molo) før de treffer byggene. Derfor får vi ingen skipsstøt mot selve leilighetsbyggene i modellen.

Resultatplottet for skipsstøt mot Siholmen (Figur 16) viser at de fleste sammenstøtene forekommer i det sørøstre hjørne av Siholmen samt på nordenden av 'Molo 1'. Det sørøstre hjørnet av Siholmen er ikke en

del av utbyggingsplanen og vil være lik før og etter utbyggingen på Siholmen, og disse skipsstøtene vil derfor også være forventet uavhengig av utbyggingen.



Figur 16: Resultatplott av støt mot Siholmen (relativ fargeskala: gult indikerer lavere sammenstøtsfrekvens mens rødt og blått indikerer høyere sammenstøtsfrekvens)

6.2.2 Ulykkesfrekvenser med prognoser for fremtidig trafikk

Basert på prognoser for fremtidig skipstrafikk beskrevet i kapittel 5.3, er det beregnet ulykkesfrekvenser for år 2050.

Resultatene er presentert videre i følgende tabeller:

- Tabell 11 viser den årlige frekvensen av skipsstøt mot de fire områdene A, B, C og D i år 2050.
- Tabell 12 gir beregnet årlig frekvens for skipsstøt mot område A i år 2050, fordelt på skipstyper og lengdekategorier
- Tabell 13 gir beregnet årlig frekvens for skipsstøt mot område B i år 2050, fordelt på skipstyper og lengdekategorier

- Tabell 14 gir beregnet årlig frekvens for skipsstøt mot område C i år 2050, fordelt på skipstyper og lengdekategorier
- Tabell 15 gir beregnet årlig frekvens for skipsstøt mot område D i år 2050, fordelt på skipstyper og lengdekategorier
- Tabell 16 gir beregnet årlig frekvens for skipsstøt totalt mot hele utbyggingsområdet i år 2050, fordelt på skipstyper og lengdekategorier

Tabell 11: Årlig ulykkesfrekvens fordelt på område, år 2050

Område	Ulykkesfrekvens	Prosent av total ulykkesfrekvens
A	4,87E-02	87,5%
B	3,55E-03	6,4%
C	3,39E-03	6,1%
D	9,88E-06	0,02%
Sum	5,56E-02	100%

Tabell 12: Område A: Ulykkesfrekvenser fordelt på skipstype og -størrelse, år 2050

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Andre offshorefartøy	1,64E-04	-	2,33E-09	-	1,64E-04
Andre servicefartøy	2,26E-02	5,07E-04	-	-	2,31E-02
Annet	1,38E-02	2,02E-08	-	-	1,38E-02
Brønnbåt	-	5,33E-04	1,54E-03	-	2,08E-03
Bulkskip	-	-	-	-	-
Containerskip	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	2,31E-03	3,26E-04	3,99E-05	-	2,68E-03
Gasstankskip	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/produkttankskip	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-
Oljetankskip	2,57E-08	6,83E-05	-	-	6,38E-05
Passasjerbåt	8,45E-04	7,06E-08	-	-	8,45E-04
Passasjerskip/Roro	2,61E-04	-	-	-	2,61E-04
Slepefartøy	3,48E-03	1,78E-05	1,57E-08	-	3,50E-03
Stykkgods/Roro-skip	1,19E-03	8,46E-04	1,96E-04	-	2,23E-03
SUM	4,46E-02	2,30E-02	1,78E-03	-	4,87E-02

Tabell 13: Område B: Ulykkesfrekvenser fordelt på skipstype og -størrelse, år 2050

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Andre offshorefartøy	1,09E-05	-	1,91E-08	-	1,09E-05
Andre servicefartøy	7,82E-04	1,08E-04	-	-	8,90E-04
Annet	1,01E-03	1,68E-07	-	-	1,01E-03
Brønnbåt	-	2,99E-05	3,58E-04	-	3,88E-04
Bulkskip	-	-	-	-	-
Containerskip	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	1,81E-04	4,26E-05	1,26E-05	-	2,36E-04
Gasstankskip	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/produkttankskip	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-
Oljetankskip	2,21E-07	2,83E-06	-	-	3,05E-06
Passasjerbåt	2,86E-05	6,32E-07	-	-	2,92E-05

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Passasjerskip/Roro	1,68E-05	-	-	-	1,68E-05
Slepefartøy	2,88E-04	9,00E-07	1,29E-07	-	2,89E-04
Stykkgoods/Roro-skip	3,78E-04	2,83E-04	1,98E-05	-	6,81E-04
SUM	2,70E-03	4,68E-04	3,90E-04	-	3,55E-03

Tabell 14: Område C: Ulykkesfrekvenser fordelt på skipstype og -størrelse, år 2050

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Andre offshorefartøy	6,33E-06	-	8,42E-09	-	6,34E-06
Andre servicefartøy	2,20E-04	5,70E-05	-	-	2,77E-04
Annet	2,22E-03	1,43E-07	-	-	2,22E-03
Brønnbåt	-	6,79E-06	2,13E-04	-	2,20E-04
Bulkskip	-	-	-	-	-
Containerskip	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	9,04E-05	1,43E-05	4,75E-06	-	1,09E-04
Gasstankskip	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/produkttankskip	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-
Oljetankskip	1,94E-07	5,58E-07	-	-	7,52E-07
Passasjerbåt	8,85E-05	5,13E-07	-	-	8,90E-05
Passasjerskip/Roro	1,29E-05	-	-	-	1,29E-05
Slepefartøy	1,38E-04	3,74E-08	6,80E-08	-	1,39E-04
Stykkgoods/Roro-skip	1,69E-04	1,44E-04	7,67E-06	-	3,21E-04
SUM	2,95E-03	2,23E-04	2,26E-04	-	3,39E-03

Tabell 15: Område D: Ulykkesfrekvenser fordelt på skipstype og -størrelse, år 2050

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Andre offshorefartøy	2,80E-10	-	-	-	2,80E-10
Andre servicefartøy	2,39E-07	1,92E-09	-	-	2,41E-07
Annet	8,80E-06	6,10E-12	-	-	8,80E-06
Brønnbåt	-	-	8,19E-12	-	8,19E-12
Bulkskip	-	-	-	-	-
Containerskip	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	1,80E-07	5,45E-11	1,52E-10	-	1,80E-07
Gasstankskip	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/produkttankskip	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-
Oljetankskip	2,92E-12	6,36E-12	-	-	9,28E-12
Passasjerbåt	4,50E-07	5,91E-12	-	-	4,50E-07
Passasjerskip/Roro	1,04E-07	-	-	-	1,04E-07
Slepefartøy	9,43E-08	1,39E-12	1,92E-12	-	9,43E-08
Stykkgoods/Roro-skip	4,86E-09	3,85E-09	3,68E-11	-	8,74E-09
SUM	9,88E-06	5,84E-06	1,99E-10	-	9,88E-06

Tabell 16: Alle områder: Ulykkesfrekvenser fordelt på skipstype og -størrelse, år 2050

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Andre offshorefartøy	1,81E-04	-	2,98E-08	-	1,81E-04
Andre servicefartøy	2,36E-02	6,72E-04	-	-	2,42E-02
Annet	1,70E-02	3,31E-07	-	-	1,70E-02
Brønnbåt	-	5,70E-04	2,12E-03	-	2,68E-03

	0-30 m	30-70 m	70-100 m	100-150 m	Sum ⁴
Bulkskip	-	-	-	-	-
Containerskip	-	-	-	-	-
Cruiseskip	-	-	-	-	-
Fiskefartøy	-	-	-	-	-
Gasstankskip	-	-	-	-	-
Kjemikalie-/produkttankskip	-	-	-	-	-
Offshore supplyskip	-	-	-	-	-
Oljetankskip	4,41E-07	7,17E-05	-	-	7,21E-05
Passasjerbåt	9,63E-04	1,22E-06	-	-	9,64E-04
Passasjerskip/Roro	2,90E-04	-	-	-	2,90E-04
Slepefartøy	3,91E-03	1,80E-05	2,13E-07	-	3,93E-07
Stykkogods/Roro-skip	1,74E-03	1,27E-03	2,23E-04	-	3,23E-03
SUM	5,02E-02	2,99E-03	2,40E-03	-	5,56E-02

Tabell 16 viser at total ulykkesfrekvens for Siholmen i 2050 er forventet til 0,0556. Dette tilsvarer en returperiode på 18 år eller et forventet skipsstøt mot Siholmen hvert 18. år.

Dersom vi skiller mellom eksisterende landmasse (område A i Figur 11) og ny utbygging (område B, C og D i Figur 11) er ulykkesfrekvensen for nye områder (B, C og D) i 2050 beregnet til 0,007. Dette tilsvarer en returperiode på 144 år.

Resultatplottet for skipsstøt mot Siholmen i 2050 (Figur 17), ser vi at det er i sørøstre hjørne av Siholmen samt på nordenden av 'Molo 1' at de fleste sammenstøt forekommer. Dette samsvarer med resultatene for dagens trafikksituasjon (Figur 16).



Figur 17: Resultatplott av støt mot Siholmen (relativ fargeskala: gul farge indikerer lavere sammenstøtfrekvens mens rødt og blått indikerer høyere sammenstøtfrekvens)

7 DISKUSJON OG KONKLUSJON

Som det fremkommer av resultatene vil det med dagens trafikksituasjon forventes et skipsstøt mot Siholmen omtrent hvert 32. år, inkludert både mot eksisterende land og den planlagte utbyggingen. Basert på fremtidige trafikkprognoser i området og en forventet økning i skipstrafikk forventes et skipsstøt å inntreffe hvert 18. år i 2050.

Det er beregnet høyest skipsstøtfrekvens mot området for fartøy under 30 meter, fulgt av fartøy mellom 30 og 70 meter. For de skipene som er mellom 70 og 100 meter lange, er det brønnbåter som utgjør den største andelen av støt mot området. Som beskrevet i innledningen, drifter Frøy Akvaservice oppdrettsanlegg lenger sørøst ut i farvannet, og det vil være rimelig å anta at fartøyene som betjener dette anlegget er godt kjent og meget erfarne hva gjelder å manøvrere inn og ut fra Siholmen. Videre kan man se at kategorien 'andre servicefartøy' utgjør en stor andel av den beregnede frekvensen for støt mot Siholmen i lengdegruppen 0-70 meter, og det er rimelig å anta at disse har opphav i Frøy Akvaservice sin flåte. Denne flåten består blant annet av vaskebåter, dykkerbåter og arbeidsbåter som alle faller innunder kategorien 'andre servicefartøy'.

Det er ikke forventet skipsstøt mot de planlagte leilighetsbyggene. Leilighetsbyggene ligger i en slik avstand fra sjøkanten at det er forventet at skip med retning mot Siholmen vil støte inn i land og/eller moloen utenfor byggene og ikke treffe selve leilighetsbyggene.

Det er også verdt å nevne at den planlagte utfyllingen i sin helhet ikke er modellert, grunnet manglende polygonfiler for den delen av utfyllingen som strekker seg fra vannoverflaten til havbunnen. Denne skrå utfyllingen vil kunne medføre at skip med større dypgang vil grunnstøte (treffe utfyllingen) enda lenger fra leilighetsbyggene enn de seks meterne som er inkludert i denne analysen. Dette vil si at analysen gir et konservativt estimat for sannsynligheten for skipsstøt mot Siholmen.

8 REFERANSER

- /1/ NS-EN 1990:2002+NA:2008, *Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*.
- /2/ NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008, *Laster på konstruksjoner – Del 1-7: Allmenne laster – Ulykkeslaster*.
- /3/ «eKlima.no: Meteorologisk institutts vær- og klimadata fra historiske data til sanntidsobservasjoner,» [Internett].
- /4/ «IWRAP Mk2 v6.3.6 Manual,» [Internett]. Hentet fra:
<https://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/images/d/d0/Iwrapmk2.pdf>.
- /5/ Telefonsamtale med Trondheim Havn. [Intervju]. Juni 2020.
- /6/ «Tørrfall,» [Internett]. Available: <https://www.kartverket.no/Systemsider/Ordbok/T1/Torrfall/>.
- /7/ Siholmen AS, «Reguleringsplan for Siholmen,» Frøya Kommune, 2019.





Om DNV GL

DNV GL er et internasjonalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering. Siden 1864 har vårt formål vært å sikre liv, verdier og miljøet. Vi bistår våre kunder med å forbedre deres virksomhet på en sikker og bærekraftig måte.

Vi leverer klassifisering, sertifisering, teknisk risiko- og pålitelighetsanalyse sammen med programvare, datahåndtering og uavhengig ekspertrådgivning til maritim sektor, til olje- og gass-sektoren, og til energibedrifter. Med 80,000 bedriftskunder på tvers av alle industrisektorer er vi også verdensledende innen sertifisering av ledelsessystemer.

Med høyt utdannede ansatte i 100 land, jobber vi sammen med våre kunder om å gjøre verden sikrere, smartere og grønnere.