

**Memo to:**  
Kystverket

**Memo No:** 11IAG9JP-2/ JAPEVA

**From:** Janne Valkonen

**Date:** 2020-11-03

**Copied to:**  
Menon Economics

**Prep. By:** Janne Valkonen

## Avrop 5 - Oppdatering Risikoanalyse Innseiling Moss

### Revisjoner

Revisjon	Dato	Kommentar	Forfatter	Kontrollert	Godkjent
Rev 0	06.10.2020	Final versjon	Janne Valkonen (DNV GL)	Christine Krugerud (DNV GL)	Peter Nyegaard Hoffmann (DNV GL)
Rev 1	03.11.2020	Oppdatert versjon basert på Kystverket kommentarer	Janne Valkonen (DNV GL)	Christine Krugerud (DNV GL)	Peter Nyegaard Hoffmann (DNV GL)

## 1 INTRODUKSJON

DNV GL har fått i oppdrag av Kystverket om å oppdatere den kvantitative risikoanalyse for innseilingen til Moss, Avrop 5. Tiltakspakken for innseilingen til Moss har blitt endret siden opprinnelige analyser. I denne oppdateringen har de opprinnelige tiltakspakkene blitt lagt sammen, og det er planlagt to nye merker sør for Revlingen. Dette resulterte i et behov for å kjøre ulykkesfrekvensanalyser på nytt.

I dette endringsnotatet presenteres endringer i modellen for ulykkesfrekvensberegninger, samt resultater fra ulykkesfrekvensanalyseen.

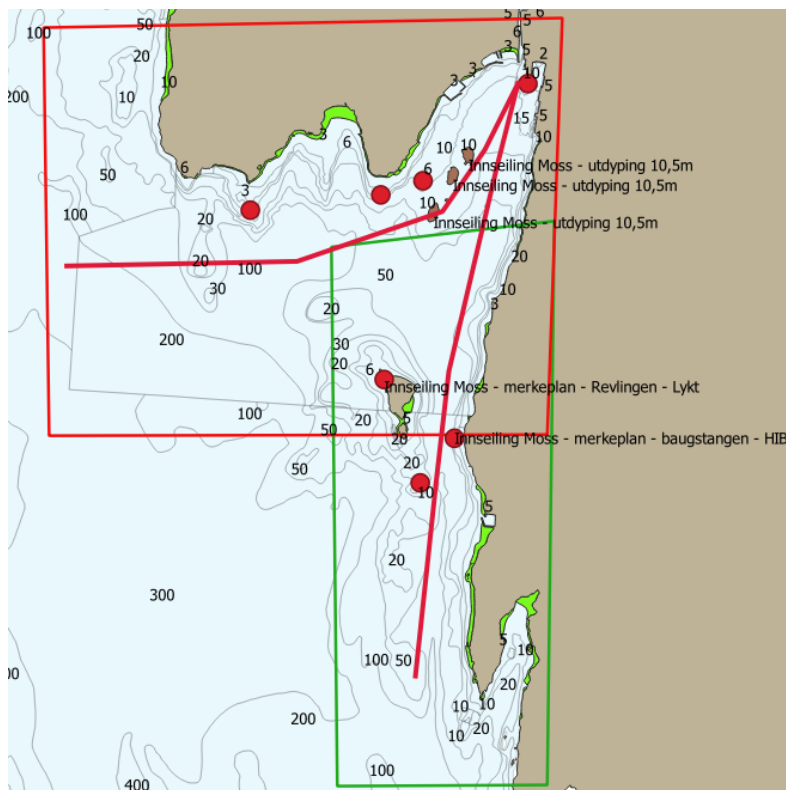
## 2 TILTAKSPAKKE

Tiltakspakken har blitt endret siden sist analyse. Opprinnelige tiltakspakker 19 og 20 er slått sammen til en ny tiltakspakke 19. Den planlagte utdypingen av Steinrunnen er ekskludert. De gjenstående utdypingene og merketiltakene skal vurderes samlet i en tiltakspakke. I tillegg til eksisterende merketiltak analysert i forrige runde er det lagt til to nye merketiltak (to HIBer) sør for Revlingen (Revlingen brukes i dette notatet som samlebetegnelse for de to øyene Store og Lille Revlingen). Følgende tiltak er inkludert i den oppdaterte tiltakspakken:

- To IALA skjerminger av sektorlykt
- Tre HIBer på nordsiden av farleden innseiling Moss havn erstatter eksisterende flytemerker
- Fire utdypinger til 10,5 m på Espenes-grunnen og i Verlebukta
- To nye HIBer sør for Revlingen

De ble bestemt at analysen for estimering av ulykkesfrekvenser skulle deles inn i to analyseområder. Dette grunnet at de lokale forholdene, samt trafikk, sør for Revlingen er forskjellige sammenlignet med

den nordlige delen av tiltakspakken. I tillegg kan man separere effekten for tiltakene som påvirker den store trafikkmengden, inkludert fergene inn i Moss havn, fra effekten av de sørlige HIBene. Figur 1 viser tiltakene og de to analyseområdene.



**Figur 1 Analyseområder og tiltak for tiltakspakke 19. Analyseområde 1 er indikert med rød firkant og analyseområde 2 med grønn firkant.**

### 3 IWRAP MODEL

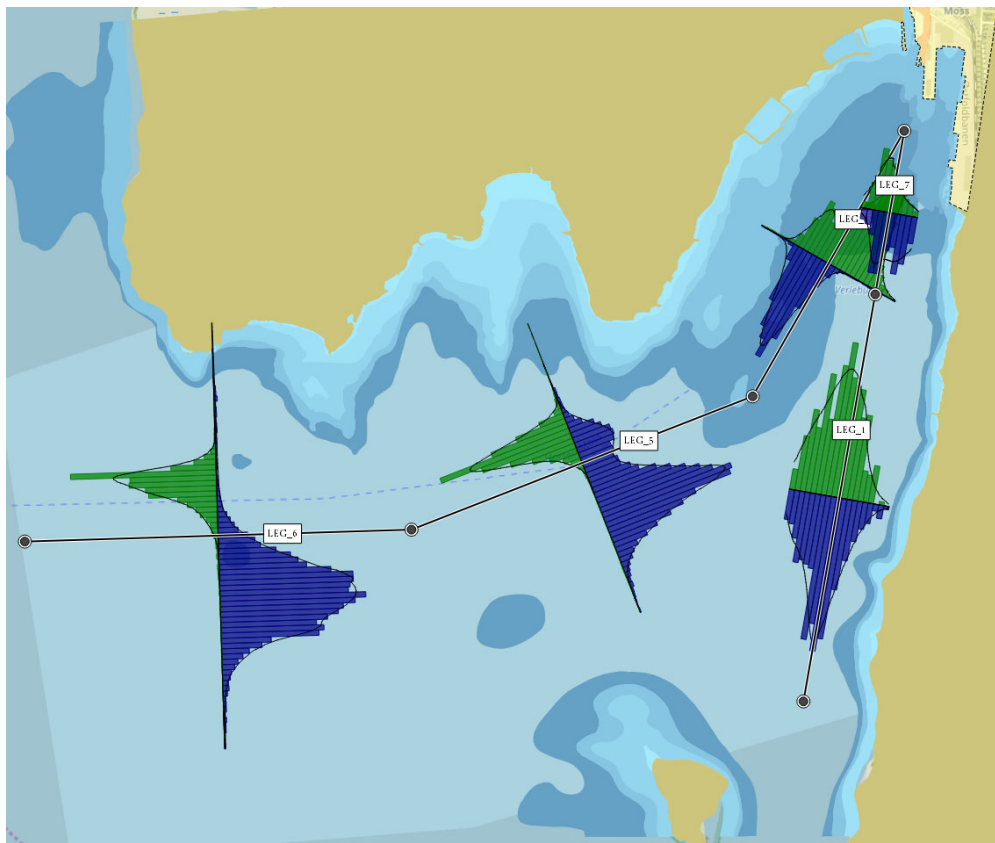
Grunnet svært høye grunnstøtingsfrekvenser i opprinnelig analyse var det behov for å oppdatere analysemodellen i IWRAP. Videre er det satt opp en ny modell for analyseområde 2. Endringene i modelloppsett er summert i påfølgende kapitler.

#### 3.1 Trafikk

Trafikkgrunnlaget i analysene har blitt oppdatert for bedre å samsvare med skipstrafikkdata fra Kystdatahuset. Legsene i analyseområde 1 ble noe forenklet sammenlignet med tidligere modelloppsett, ved at to parallelle ruter med legs inn til Moss havn ble erstattet med én rute med bredere legs (se Figur 2). De nye legsene ble modellert bredere enn i original modell for å fange opp relevant skipstrafikk, og vinkelen for trafikk i legsene ble satt til  $40^\circ$ . Videre ble alle «leg extensions» trukket til land for alle legs. Det grunnleggende i IWRAP-modellen er at fartøyenes bevegelser tilordnes i et nettverk av ruter bestående av enkeltsegmenter kalt «legs». Ruter defineres på bakgrunn av trafikk tetthet som genereres ved av AIS-data. Disse «legs» har utstikkere lange nok til å kunne treffe landområder/øyer/skjær der man ønsker å analysere grunnstøtinger på disse før/etter et tiltak. I opprinnelig analyse var disse utstikkere ikke trakk på land for å redusere grunnstøting i fart frekvens i selve havn område. Hvordan opprinnelig modell var lagt og beskrivelse av tekniske detaljer kan finnes i *Hovedrapport for Strekning Svenskegrensen-Larvik* /1/.

Den statiske skipsdata-filen ble oppdatert for å korrekte kategorisere en av Bastøfergene som passasjer/ro-ro skip.

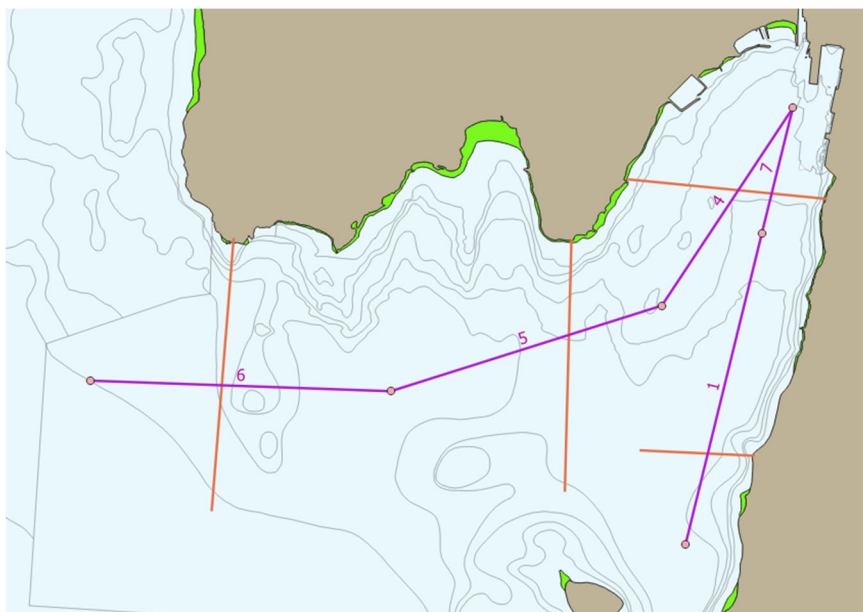
For analyseområde 2 ble en vinkel på  $40^\circ$  for å fange opp all trafikk brukt. Parameteren vinkel, bestemmer hvor stor differanse en skipstrack kan ha fra å være parallell med en leg. Hvis en leg er  $80^\circ$  fra nord, og vinkel er satt til  $5^\circ$ , inkluderes kun skipstrafikk med course over ground mellom  $75^\circ$  og  $85^\circ$



**Figur 2 IWRAP model for analyseområde 1 for innseiling Moss.**

Skipstrafikken i analyseområdet ble videre sammenlignet med trafikkdata fra Kystdatahuset. Trafikk for fire tellelinjer ble hentet fra Kystdatahuset. Figur 3 viser Kystdatahusets tellelinjer og samsvarende IWRAP legs for analyseområde 1. I Tabell 2 er både trafikk tallene fra Kystdatahusets tellelinjer og IWRAPs legs presentert. Fra tabellen kan man se at trafikkmengden er relativt lik for de to ulike tellemåtene.

Det skal allikevel nevnes at det ofte kan være litt forskjell i verdiene fra IWRAP sine legs og tellelinjer man tar ut fra Kystdatahuset, men at de små forskjellene i denne analysen anses som akseptable. En faktor som kan forklare de små forskjellene er at ved å bruke tellelinjer i Kystdatahuset fanges tilnærmet all trafikk opp, mens i IWRAP sine legs fanger man kun opp trafikken som befinner seg innenfor en  $40^\circ$  vinkel fra retningen til legsene. I tillegg avgjør også bredden på hvert leg hvorvidt man klarer å fange opp den relevante trafikken. I denne analysen er det veldig brede legs, omtrent like brede som tellelinjene i Kystdatahuset, og dette bør derfor ikke ha noen nevneverdig innvirkning på forskjellene i trafikk tall.



**Figur 3 Kystdatahusets tellelinjer (røde) og IWRAP legs (lilla) for analyseområde 1.**

**Tabell 1 Skipstrafikk i justerte legs for analyseområde 1 sammenlignet med trafikkdata fra Kystdatahuset.**

Leg	IWRAP trafikk	Kystdatahuset	Forskjell
5	35179	35485	-306
4 og 7	35886	36387	401
1	747	902	-155
6	34676	35751	-572

### 3.1.1 Trafikkprognose 2050

Fremtidsprognoser for skipstrafikk i 2050 benyttet i denne analysen er tilsvarende som benyttet for hele Oslofjorden, men oppdatert for å ta høyde for ny trafikk som kommer fra ASKO sjødroner. Denne nye trafikken fra ASKO ble tatt høyde for ved å legge til 2024 båter i hver retning for leg 4, 5 og 6 i kategorien Roro 50-70 m. Tallet 2024 er basert på åtte avganger per virkedag, og et gjennomsnittlig antall virkedager per år lik 253. Disse estimatene er gitt basert på innspill fra og diskusjoner med Øystein Høstelund Sundby som er havnesjef i Moss havn.

Fremtidsprognosene for Oslofjorden ble brukt for analyseområde 2. 2050-prognosene for Oslofjorden er presentert i rapporten *Hovedrapport for Strekning Svenskegrensen-Larvik /1/*.

### 3.1.2 Lokale faktorer

Justeringsfaktorer som tar høyde for lokale faktorer og vurdert effekt av merketiltak har mye å si for analyseresultatene. Spørreskjemaet for analyseområde 1 ble derfor oppdatert i denne analysen, og et nytt spørreskjema for analyseområde 2 ble utarbeidet.

Spørreskjema for innseiling Moss analyseområde 1 ble oppdatert basert på diskusjoner med Frode Seiersnes, Geir Solberg og Steinar Hansen fra Kystverket.

Steinar Hansen bidro også med vurderinger av merking i spørreskjemaet for analyseområde 2. Losene Rune Haukland og Henning Andreasen fra Kystverket ga innspill til lokale forhold for analyseområde 2. Innspillene til spørreskjemaene indikerte at forholdene er vesentlig forskjellig fra analyseområde 1.

Det ble videre nevnt at seilas øst for Revlinger er vanlig for å unngå fergetrafikken i innseilingen til Moss havn. Området øst for Revlingen beskrives som ikke spesielt vanskelig, likt som andre tilsvarende farleder, men mangel på referansepunkt som merking gjør det allikevel utfordrende. For å kunne ta i bruk ruten i mørketid er man dog avhengig av å ha radar på båten. De nye HIBene vil gjøre det enklere å orientere seg i farleden.

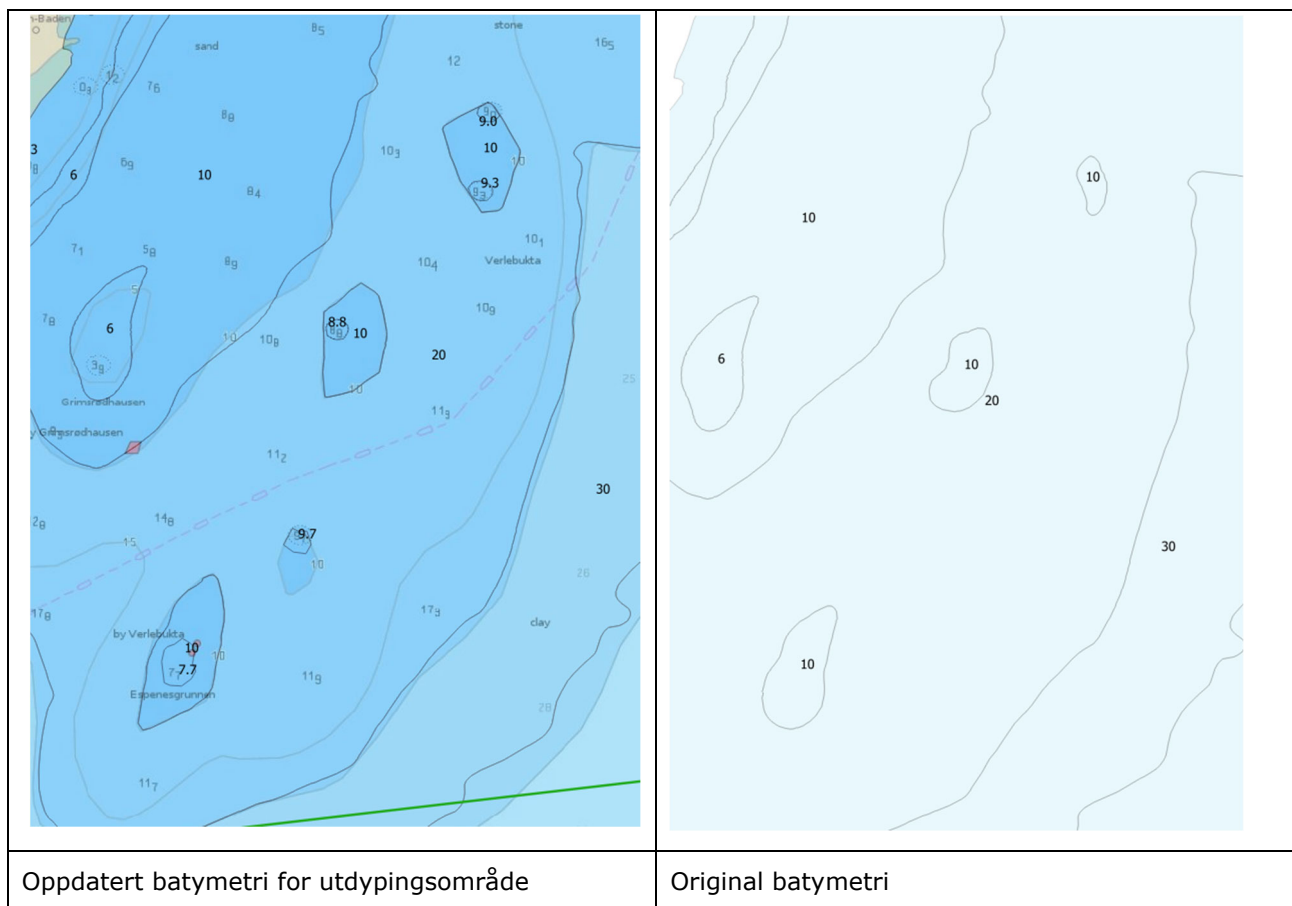
Oppdaterte lokale kausale sannsynlighetsfaktorer og merkeeffekt ble brukt i analysene, og i prosessering av resultater. Justeringsfaktorene for merketiltak for begge analyseområder er presentert i Tabell 2.

**Tabell 2 Justeringsfaktorer merkeeffekt**

	Merketiltak effekt
Analyseområde 1	39,71 %
Analyseområde 2	45,15 %

### 3.1.3 Batymetri

Batymetrien for analysen av tiltakspakken ble oppdatert for utdypingsområdet i analyseområde 1. Mer nøyaktig batymetri ble tegnet manuelt basert på informasjon fra «electronic nautical chart» i Kystinfo.



**Figur 4 Oppdatert og original batymetri.**

### 3.1.4 «Mean time between checks»

I IWRAP er parameteren «Mean time between checks» (MTBC) en viktig parameter som har mye å si for beregningen av ulykkesfrekvenser. I opprinnelige analyser var denne parameteren satt til 180 sekunder for alle legs.

Etter at trafikkgrunnlaget og det nye modelloppsettet av legs var på plass, ble det gjort flere prøvekjøringer i IWRAP for å kartlegge effekten av ulike verdier for MTBC, og hvilke verdier som ville være mest realistiske å bruke for denne parameteren. MTBC lik 60, 40 og 20 sekunder for alle legs ble testet, samt en kombinasjon av disse verdiene for individuelle legs. Det antas at man er mer oppmerksom på kurs og retning når man seiler nærme land og spesielt med retning inn mot havn. I tillegg må fartøyene som seiler inn og ut gjennom hele analyseområdet forholde seg til store mengder annen trafikk i området, og det antas at man derfor må være vesentlig mer oppmerksom i dette analyseområdet sammenlignet med seilas i helt åpent farvann. Den estimerte grunnstøtingsfrekvensen ved bruk av de ulike verdiene for MTBC ble videre sammenlignet med ulykkeshistorikk.

**Grunnstøtingsfrekvensene som beregnes i IWRAP er en sum av drivende grunnstøt og grunnstøt under maskinkraft (powered grounding). Det største bidraget til grunnstøtings under maskinkraft kommer fra leg 4 og 5. I disse legsene er det mest trafikk (sammenlignet med andre legs i området) og de befinner seg relativt nært land, samtidig som at retningen til skipene som seiler i disse legsene er inn mot land. I opprinnelige analyser ga grunnstøt under maskinkraft høyere grunnstøtingsfrekvens enn det som vises i ulykkesstatistikk. Denne forskjellene resulterte i at man tok et valg om å redusere verdien for MTBC for legsene som er nærme land, sammenlignet med leg 6 som befinner seg ytterst i innseilingen. De valgte**

verdiene for MTBC gir relativt gode resultater for grunnstøtingsfrekvensene sammenlignet med ulykkesstatistikken for området, se Tabell 3. De ulike MTBC-verdiene benyttet for individuelle legs i de to analyseområdene er vist i

**Tabell 3 Ulykkesfrekvens sammenlignet med ulykkesstatistikk (antall ulykker per år)**

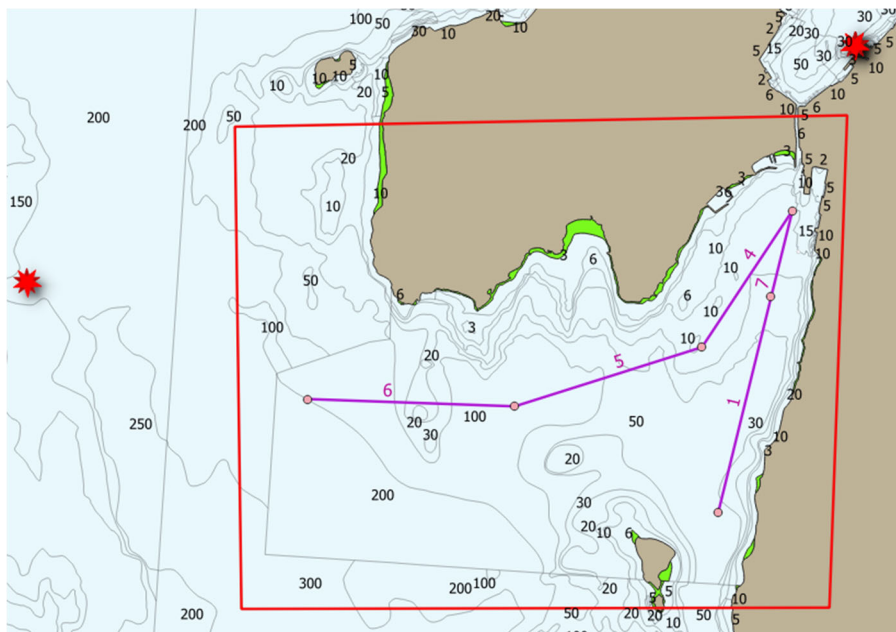
	Ulykkesstatistikk	Oppdatert analyse
Grunnstøting	0,000	0,160
Kollisjon	0,158	0,156
Kontaktskade	0,368	0,180
SUM	0,526	0,496

**Tabell 4 'Mean time between checks' brukt i analyser.**

	Leg	Verdi
Analyseområde 1	1,4, 5 og 7	20 s
Analyseområde 1	6	40 s
Analyseområde 2	1 og 2	40 s

I ulykkesstatistikken fra Sjøfartsdirektoratet /2/ kan man se at det ikke er rapportert noen grunnstøtinger i det aktuelle analyseområde, men flere tilfeller i nærområdet rundt selve analyseområdet, se Figur 5. Det er rapportert tre tilfeller i Mossesundet og én hendelse midt ute på fjorden. Det er også verdt å merke seg at det kan være noe usikkerhet rundt selve lokasjonene for de rapporterte hendelsene grunnet måten dataene er samlet inn på. I tillegg har det vært en hendelse som nesten resulterte i grunnstøting i 2008 da Bastø II drev mot land /3/. Bastø II er én av fartøyene som har et høyt antall seilaser i området. Det er derfor rimelig å anta at en realistisk grunnstøtingsfrekvens må være ganske lav. En grunnstøtingsfrekvens på 0,16 tilsvarer en returperiode på litt mer enn seks år.

Da kan vi konkludere at realistisk grunnstøting frekvens må være noe realistisk lave tall. Grunnstøting frekvens gir returperiod av 6,3 år som i sammenlignet med ulykkesstatistikk for period 1981-2019 gir inntrykk at frekvens er i god nivå i forhold til statistikk og forventet grunnstøting. I generell område har det skjedd 4 rapportert ulukker og en nesten ulykke av drivende skip. Hvis alle de tas med blir returperiod på 7,8 for ulykkesstatistikk over 39 år.



**Figur 5 Rapporterte grunnstøtinger i nærheten av analyseområde 1. Tre tilfeller i Mossesundet og én midt ute på fjorden.**

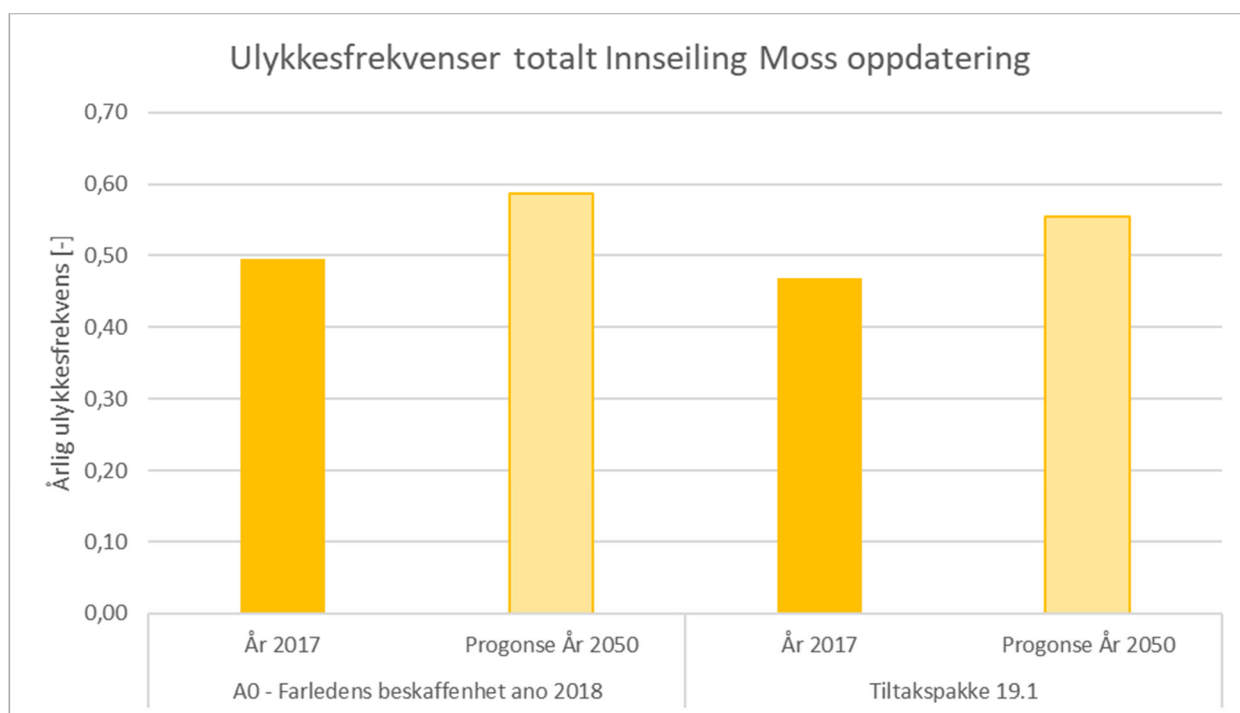


## 4 RESULTATER

Ulykkesfrekvensene i dette kapittelet presenteres for begge analyseområder, samt totalt for hele tiltakspakke 19.

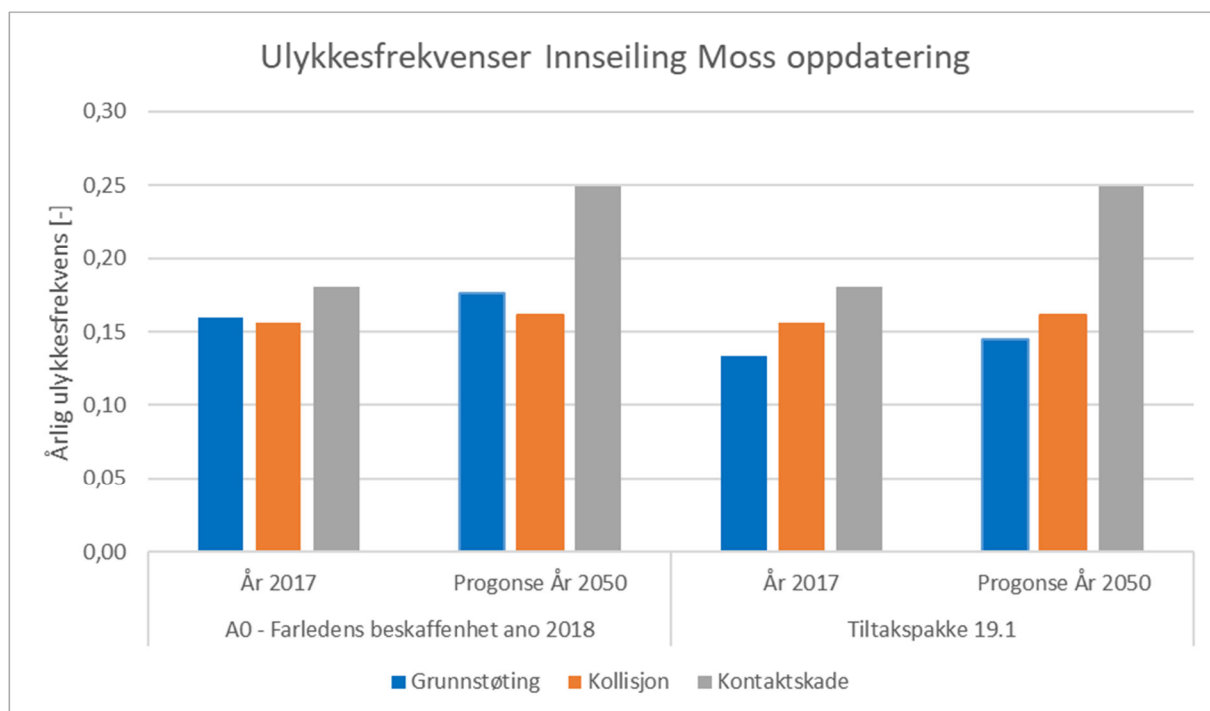
### 4.1 Analyseområde 1

Ulykkesfrekvensene summert opp for analyseområdet, både dagens situasjon med og uten tiltak og fremtidig situasjon, er illustrert i Figur 6.



**Figur 6 Ulykkesfrekvenser totalt for Moss analyseområde 1, merking og utdyping.**

Figur 7 viser den beregnede årlige ulykkesfrekvensen, med og uten implementering av deltiltakspakke 19.1, for dagens situasjon (A0) og fremtidig år 2050, fordelt på ulykkestype. Tabell 5 oppsummerer ulykkesfrekvensene numerisk.



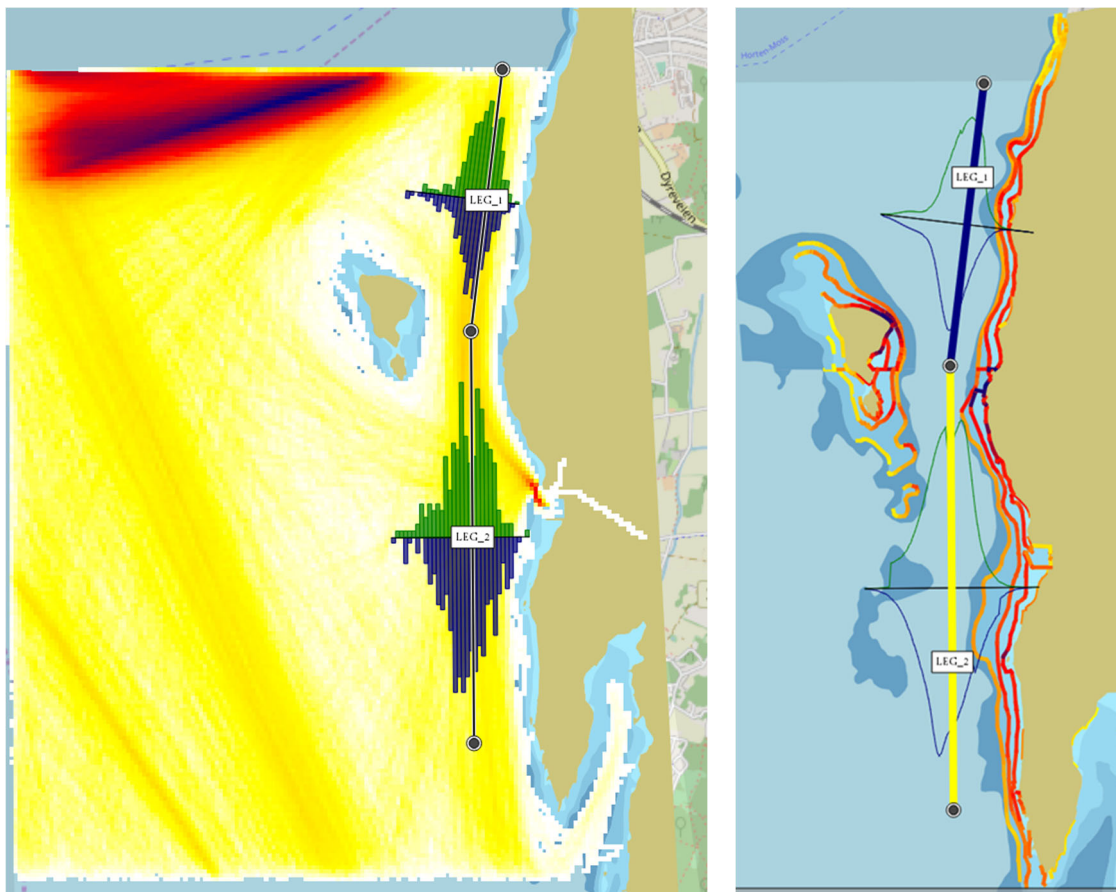
**Figur 7 Ulykkesfrekvenser for Moss analyseområde 1, merking og utdyping, fordelt på ulykkestype.**

**Tabell 5 Ulykkesfrekvenser for Moss analyseområde 1, merking og utdyping, fordelt på ulykkestype.**

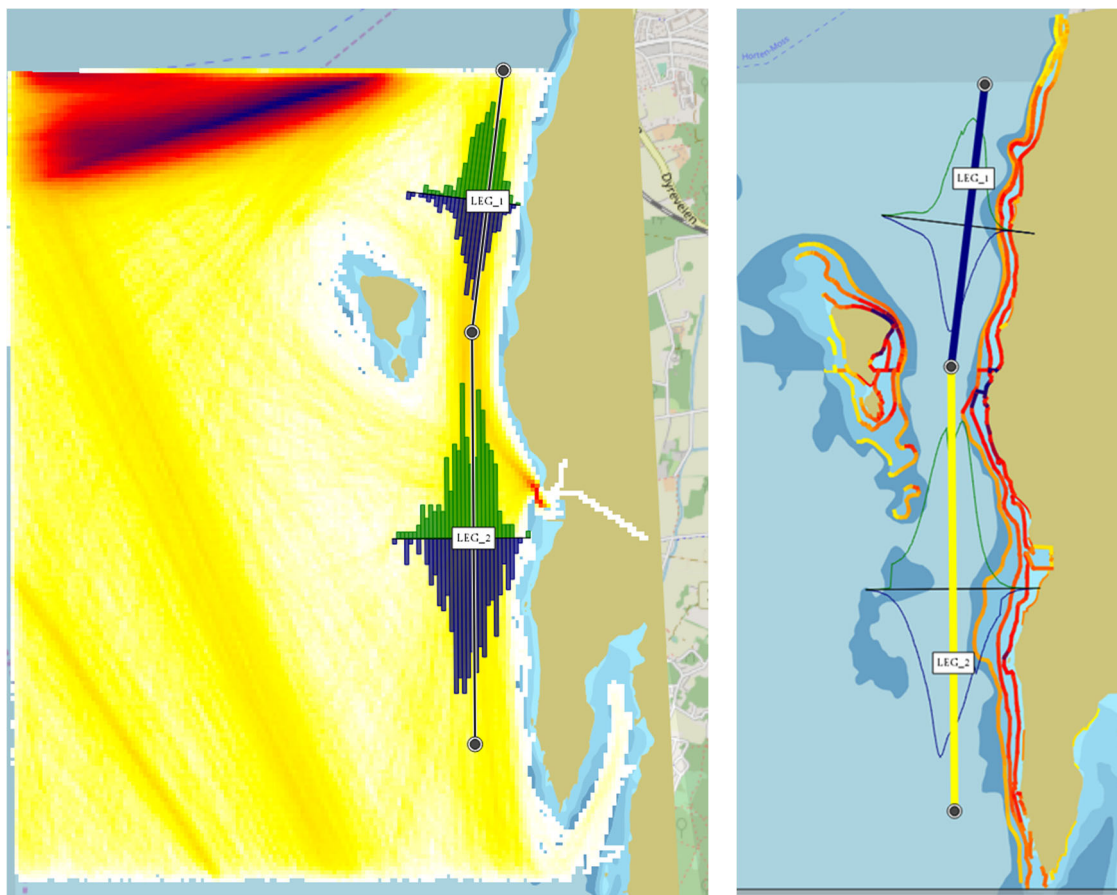
	A0 - Farledens beskaffenhet ano 2018		Tiltakspakke 19.1	
	År 2017	Prognose År 2050	År 2017	Prognose År 2050
Grunnstøting	0,160	0,176	0,133	0,145
Kollisjon	0,156	0,162	0,156	0,162
Kontaktskade	0,180	0,249	0,180	0,249
Totalt	0,496	0,587	0,469	0,555
Prosent forbedring	-	-	-5,35 %	-5,34 %
Differanse totalt antall hendelser	-	-	0,027	0,031

## 4.2 Analyseområde 2

Tiltakene sør for Revlingen (to HIBer) ble analysert separat og er referert til som en del av tiltakspakke 19 som «19.2» videre i resultatene.

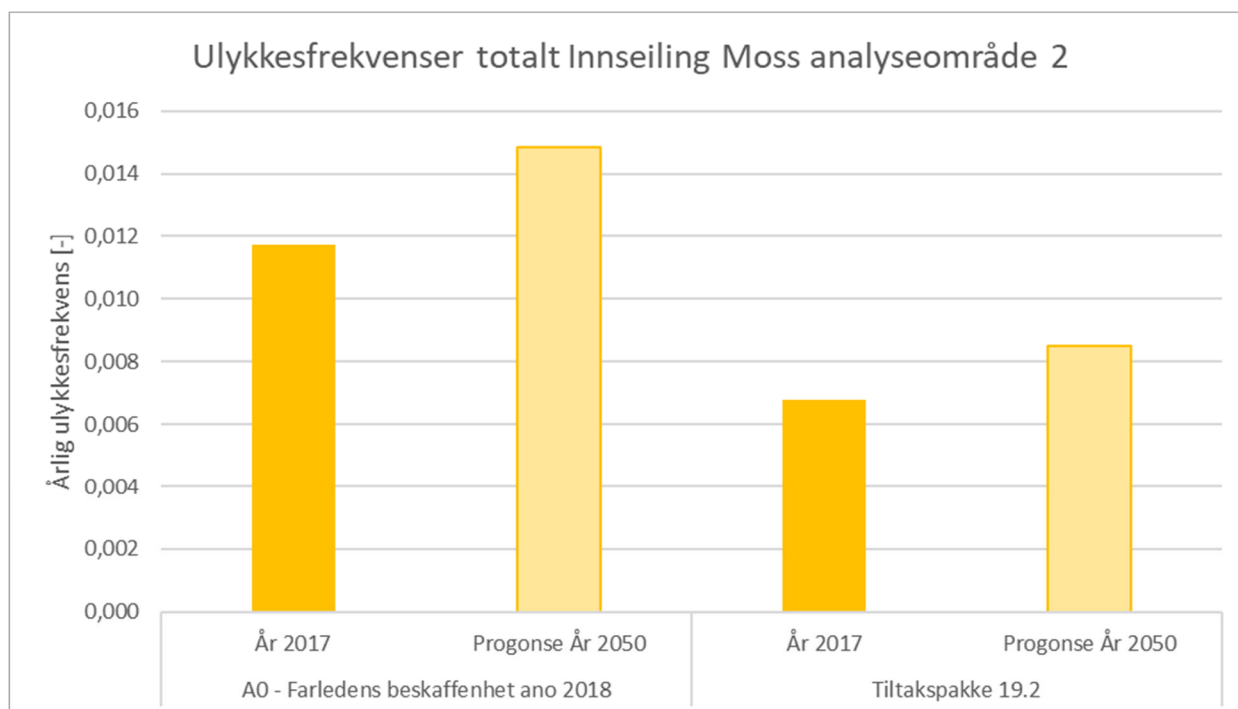


Figur 8 viser oppsett av legs og trafikk tetthet i området, samt visualisering av grunnstøttingsfrekvenser mot ulike dybdekonturer og land.



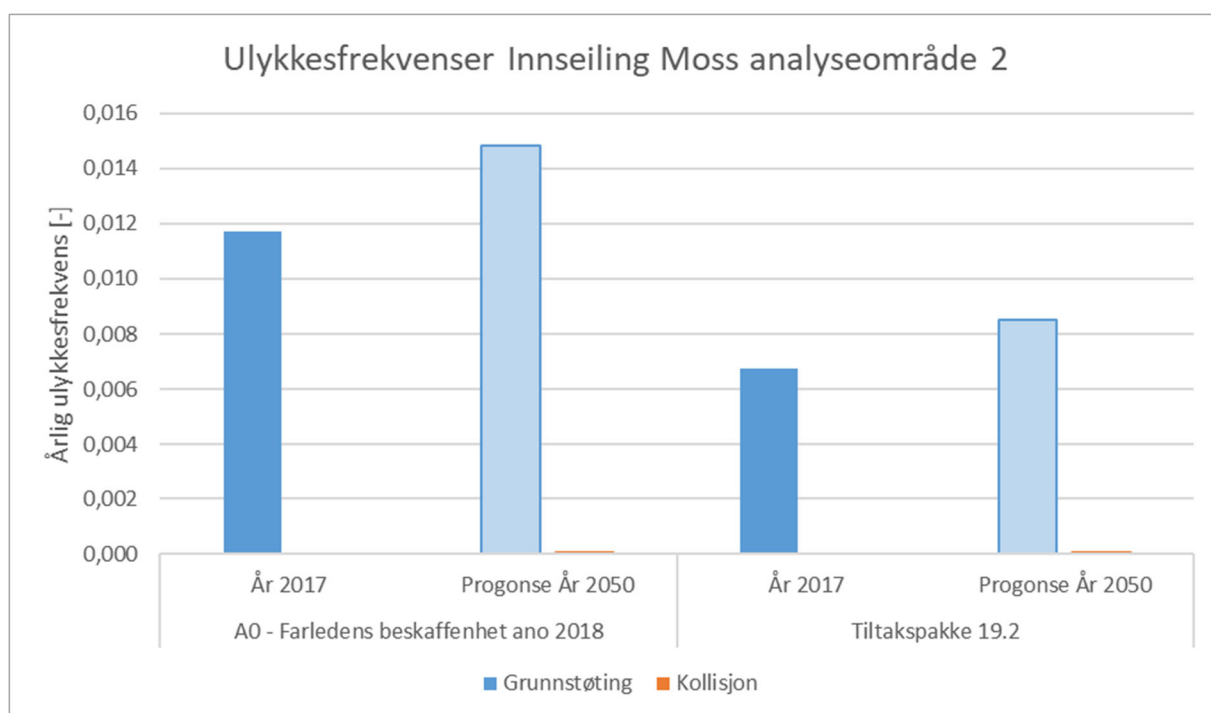
**Figur 8** Legs i analyse område 2 og grunnstøting resultater for analyseområde 2.

Ulykkesfrekvensene for analyseområdet, både dagens situasjon med og uten tiltak og fremtidig situasjon, er illustrert i Figur 9.



**Figur 9 Ulykkesfrekvenser totalt for Moss analyseområde 2, merking.**

Figur 10 viser den beregnede årlige ulykkesfrekvensen, med og uten implementering av tiltakspakke 19.2, for dagens situasjon (A0) og fremtidig år 2050, fordelt på ulykkestype. Tabell 6 oppsummerer ulykkesfrekvenser.



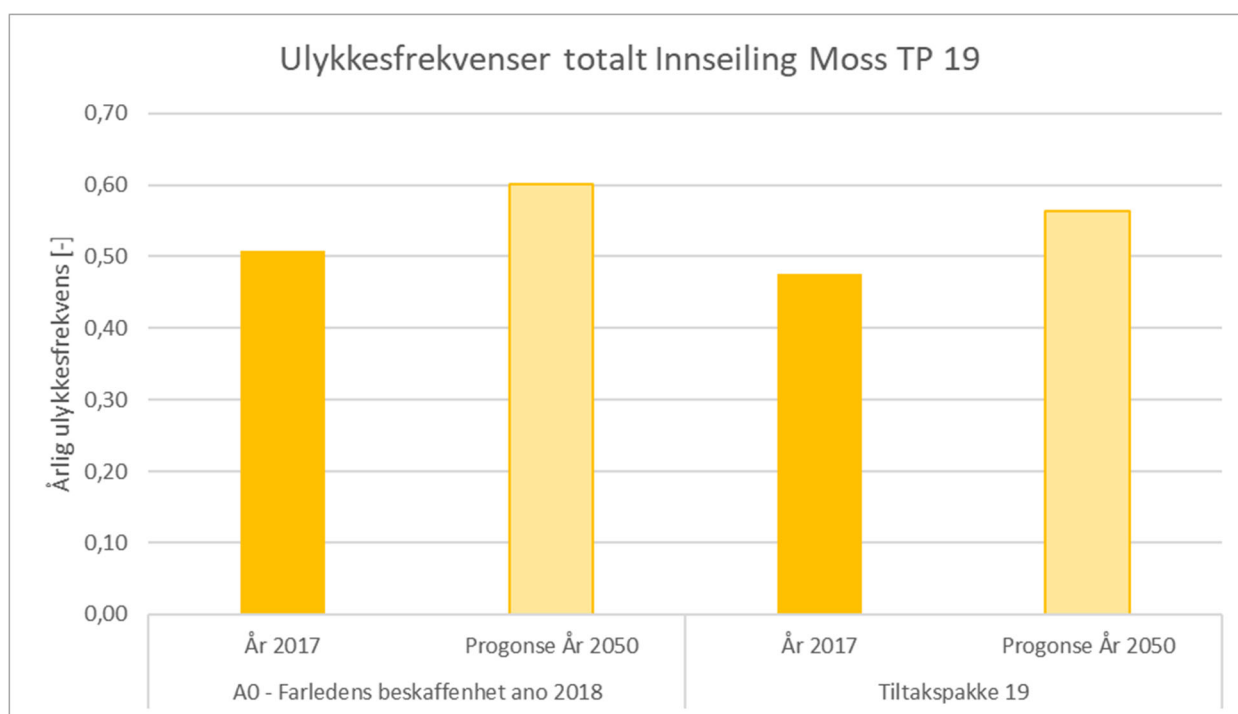
**Figur 10 Ulykkesfrekvenser for Moss analyseområde 2, merking, fordelt på ulykkestype.**

**Tabell 6 Ulykkesfrekvenser for Moss analyseområde 2, merking, fordelt på ulykkestype.**

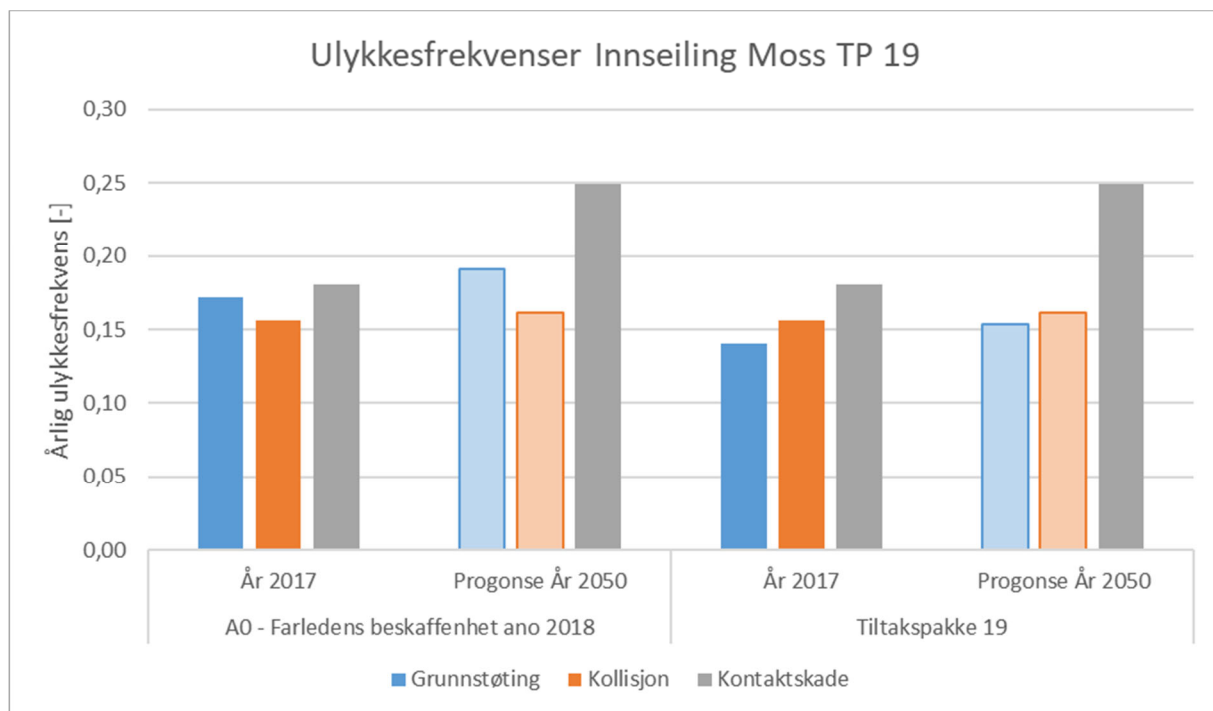
	A0 - Farledens beskaffenhet ano 2018		Tiltakspakke 19.2	
	År 2017	Prognose År 2050	År 2017	Prognose År 2050
Grunnstøting	0,012	0,0148	0,007	0,008
Kollisjon	0,000	0,0000	0,000	0,000
Kontaktskade	0,000	0,0000	0,000	0,000
Totalt	0,012	0,0148	0,007	0,009
Prosent forbedring	-	-	-42,34 %	-42,57 %
Differanse totalt antall hendelser	-	-	0,005	0,006

### 4.3 Total samlet resultater for tiltakspakke 19 innseiling Moss

Ulykkesfrekvensene summert opp fra tiltakspakke 19.1 og 19.2 for tiltakspakke 19 , både dagens situasjon med og uten tiltak og fremtidig situasjon, er illustrert i Figur 11.

**Figur 11 Ulykkesfrekvenser totalt for Moss tiltakspakke 19, merking og utdyping.**

Figur 12 viser den beregnede årlige ulykkesfrekvensen, med og uten implementering av tiltakspakke 19, for dagens situasjon (A0) og fremtidig år 2050, fordelt på ulykkestype. Tabell 7 oppsummerer ulykkesfrekvenser.



**Figur 12 Ulykkesfrekvenser for Moss tiltakspakke 19 merking og utdyping, fordelt på ulykkestype.**

**Tabell 7**

	A0 - Farledens beskaffenhet ano 2018		Tiltakspakke 19	
	År 2017	Prognose År 2050	År 2017	Prognose År 2050
Grunnstøting	0,172	0,1907	0,140	0,153
Kollisjon	0,156	0,1616	0,156	0,162
Kontaktskade	0,180	0,2490	0,180	0,249
Totalt	0,508	0,6014	0,476	0,564
Prosent forbedring	-	-	-6,21 %	-6,26 %
Differanse totalt antall hendelser	-	-	0,032	0,038

Det viser seg at ulykkesfrekvens i analyseområde 2 har bare litt påvirkning på total frekvens i hele tiltakspakke.

## 5 REFERANSER

/1/ DNV GL, 2019, Strekning 1 Svenskegrensen – Larvik, Kvantitativ risikoanalyse - Hovedrapport

/2/ Sjøfartsverket Ulykkesstatistikk, <https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-og-sikkerhet/ulykkesstatistikk/>

/3/ Fredrikstad Blad, 2008, <https://www.f-b.no/nyheter/drev-mot-fjarestenene/s/2-2.952-1.2516246>