

VEDLEGG 2

SKIBSTRAFIKANALYSE

ADRESSE COWI A/S
 Parallevej 2
 2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00
 FAX +45 56 40 99 99
 WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Introduktion	1
2	Skibstrafik databasen	2
2.1	Databasen from Kystdatahuset	2
2.2	AIS Data fra Kystverket	3
2.3	Fordeling på størrelser og typer	3
2.4	Skibenes længde	5
2.5	Sammenligning med AIS data	8
3	Skibskollisionskræfter mod bropiller	9
4	Konklusion	10
5	Referencer	11

1 Introduktion

Dette notat beskriver den årlige skibstrafik i Tønsberg området samt estimerer skibenes størrelse og typer. Desuden har notatet et formål til at estimere skibskollisionskræfter mod bropiller, som er under overvejelse, og til sidst på den baggrund komme med anbefalinger/konklusioner om det videre arbejde med hensyn til den planlagte bro. Broens tilnærmede placering er vist nedenfor på søkort for området, se Figur 1-1.

PROJEKTNR.

DOKUMENTNR.

VERSION

UDGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

KONTROLLERET

GODKENDT

01

15-10-2019

MRIL

IBK



Figur 1-1 Søkort med broens tilnærmede plassering i farvandet nær Tønsberg [1]

2 Skibstrafik databasen

Skibstrafikdatabasen er samlet fra to forskjellige kilder fra Kystverket i Norge.

2.1 Databasen from Kystdatahuset

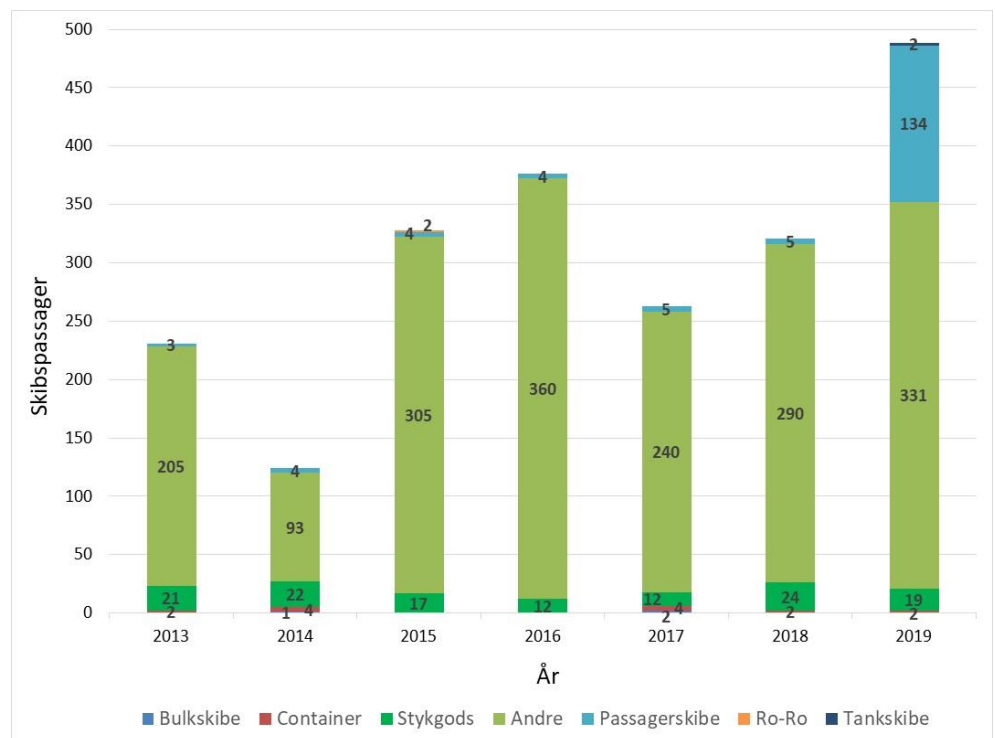
En af dem er Kystdatahuset [2], som indeholder skibstrafik databasen for hele landet. Kystdatahuset giver en mulighed for at tegne en passagelinje i broens området, som indsamler alle skibspassager over den passagelinje. Passagelinjen er et snit vinkelret gennem sejlrueten, og i dette snit er registreret alle skibspassager med nogle vigtige informationer samt deres kurs, navn, skibstype osv. Skibstrafikdata for knap 6 år fra januar 2013 til september 2019 er indsamlet ved hjælp at den passagelinje.

2.2 AIS Data fra Kystverket

Anden kilden er AIS data, som giver også oplysninger om skibspassager når skibene sejler igennem et farvand. Hvert skib sender et signal til en landbaseret AIS station, som indsamler vigtige informationer om skibsposition, hastighed, kurs, navn, dybgang osv. I denne opgave er AIS data for et år fra 1. oktober 2018 til 30. september 2019 indsamlet, behandlet og sammenlignet med data fra Kystdatahuset [2] i samme periode.

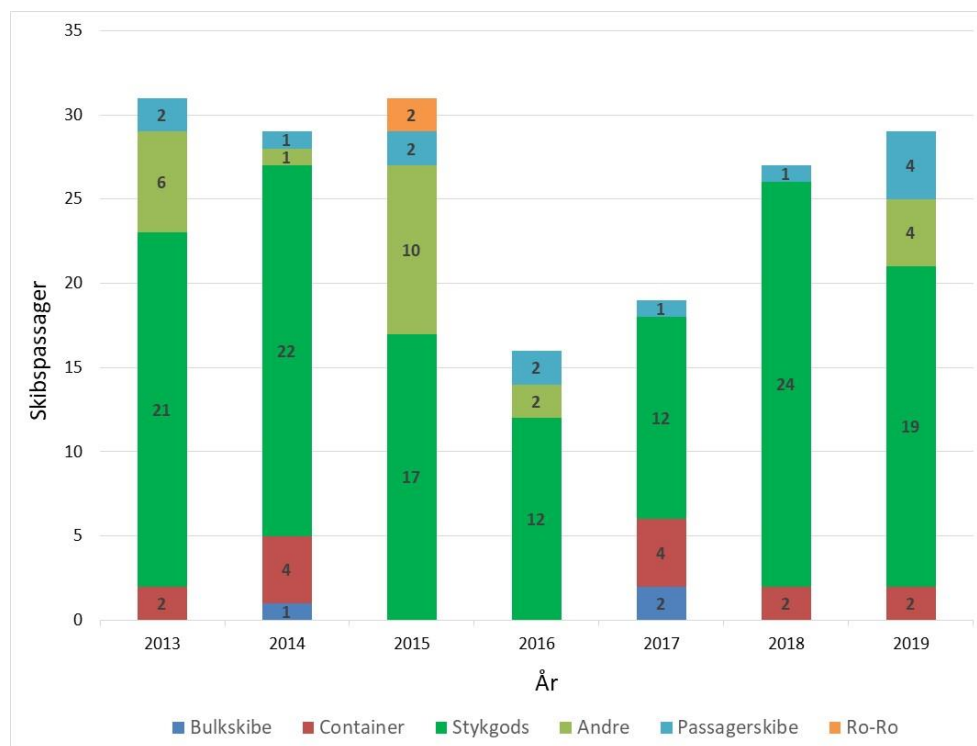
2.3 Fordeling på størrelser og typer

Skibstrafikdatabasen for 6 år i Kystdatahuset er fordelt på årsbasis, som er vist i Figur 2-1. Desuden er antallet af skibspassager også fordelt på skibenes størrelser og typer, se Tabel 2-1 nedenfor.



Figur 2-1 Antallet af skibspassager fordelt på årsbasis.
* Data fra 2019 inkluderer kun de første 9 måneders data.

I Figur 2-1 er der vist antallet af skibspassager, som viser at antallet af skibspassager er steget fra 231 i året 2013 til 488 for alene de første 9 måneder af året 2019. Det er mere end en fordobling for året 2019 sammenlignet med året 2013. En stor del af passager består dog af "andre" skibstype, som inkluderer fiskerfartøj, lystfartøj, slæbebåd osv. Ses alene på de større skibe er der heller ikke tendens til, at antallet har været faldende igennem de seneste 6 år, se Figur 2-2.



Figur 2-2 Antallet af skibspassager med skibslængde mere end 50 m fordelt på årsbasis. * Data fra 2019 inkluderer kun de første 9 måneders data.

Tabel 2-1 Antallet af skibspassager fordelt på størrelse og type

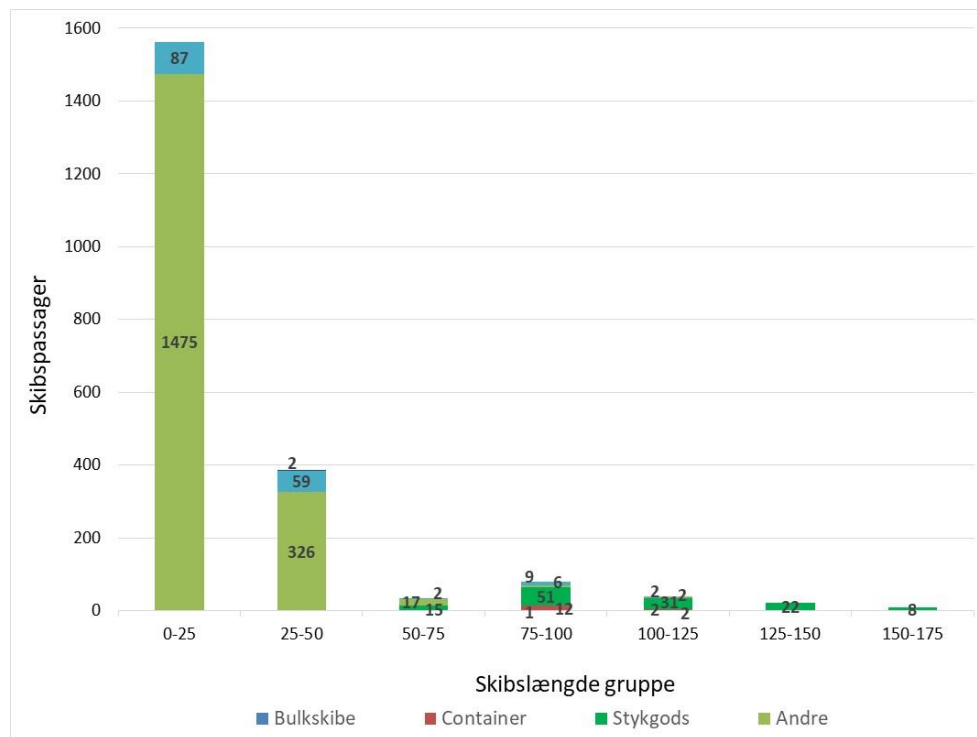
DWT-klasse	DWT low	DWT up	Bulkskibe	Container	Stykgods	Andre	Passagerskibe	Ro-Ro	Tankskibe	Total	Procent
1	0	500				1797	146		2	1945	91,3%
2	500	1000			6	15	11			32	1,5%
3	1000	1500			18	2				20	0,9%
4	1500	2000			9		2			11	0,5%
5	2000	2500			5	2				7	0,3%
6	2500	3000		12	5	6				23	1,1%
7	3000	3500			15					15	0,7%
8	3500	4000	1		16					17	0,8%
9	4000	4500		2	9	2		2		15	0,7%
10	4500	5000			4					4	0,2%
12	6000	7000	2		3					5	0,2%
13	7000	8000			2					2	0,1%
14	8000	9000			6					6	0,3%
15	9000	10000			15					15	0,7%
16	10000	12000			2					2	0,1%
17	12000	14000			4					4	0,2%
18	14000	16000			2					2	0,1%
20	18000	20000			6					6	0,3%
Total			3	14	127	1824	159	2	2	2131	100,0%
%			0,1%	0,7%	6,0%	85,6%	7,5%	0,1%	0,1%	100,0%	

I Tabel 2-1 er der anført skibspassager inddelt i størrelsesklasser i DWT, hvor den mindste klasse er 0 – 500 DWT, og den største klasse er 18.000 – 20.000 DWT. Der er total 2131 skibspassager registreret i 6 år fra 2013 til 2019. Den altovervejende del af passager ligger i DWT-klasse 1 (0 – 500) dvs. 91,3% efterfulgt af DWT-klasse 2 (1,5%). Den overvejende del af passager i henhold til skibstyper er 85,6% fra typen "Andre", som inkluderer fiskefartøj, lystfartøj, slæbebåd osv., se Tabel 2-1 for flere detaljer.

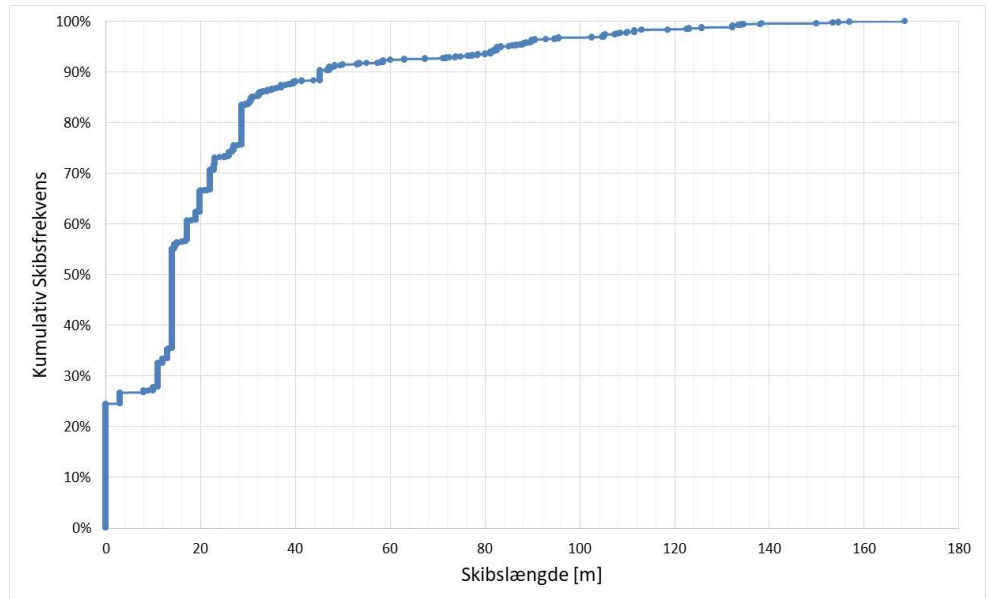
2.4 Skibenes længde

Skibslængde er en vigtig dimension for skibene. Denne dimension er en hovedparameter ved beregning af kollisionskræfter ved kollision mod bropiller, når kollisionskræfter beregnes ved Pedersens metode [3], se afsnit 3. Den største længde er 168 m fra et stykgods skib med navnet "HHL Fermantle", der har sejlet gennem farvandet i året 2013. Det næststørste skib er også et stykgods skib med navnet "Happy Delta" og længde 157 m, der har sejlet en gang i året 2017 og to gang i året 2019, se Figur 2-5 af skibet "Happy Delta" med nogle

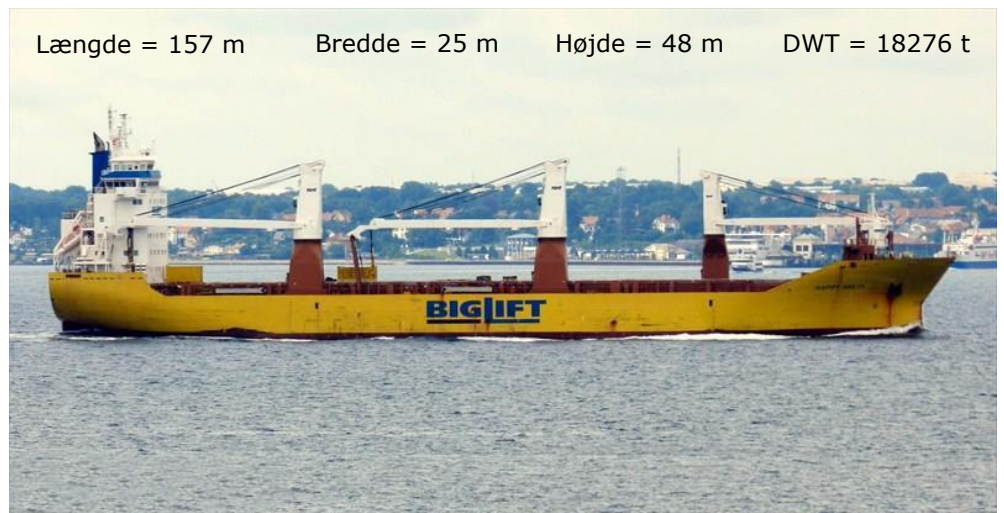
hoveddimensioner. Der var total 69 skibspassager med en længde på mere end 100 m i 6 år. Skibene er inddelt i 7 forskellige grupper baseret på længde, og antallet af skibspassager i den enkelte gruppe er vist i Figur 2-3. En kumulativ skibsfrekvens i henhold til skibslængde er også vist i Figur 2-4.



Figur 2-3 Skibspassager inddelt i 7 forskellige gruppe baseret på længde



Figur 2-4 Kumulativ skibsfrekvens i henhold til skibslængde.
* Der kan være fejl i skibslængde for de mindste skibe i DWT-klasse 1 [0-500 DWT] på grund af utilstrækkelig information i databasen



Figur 2-5 Skib "Happy Delta" med hoveddimensioner.
*48m er maksimum højde af skibet fra havoverflade til mastetop i ballast

Udover at beskrive selve skibet, så er skibslængden også en parameter der bruges til at beskrive den zone der skal være omkring skibet for at opnå sikker navigation, også kaldet skibsdømænet. Er det andre skibe eller forhindringer så som bropiller i skibsdømænet, så øges sandsynligheden for afvigemanøvre og dermed ulykkessandsynligheden. Skibsdømænets bredde er almindeligvis 3.2 gange skibslængden, men i snævre og afgrænsede farvande reducerer dømænbredden til 1.6 gange skibslængden. Kan man ud fra dømæneteorien ikke sikre tilstrækkelig bredde på navigationsprofilet anbefales det at lave manøvresimuleringer for at sikre sikker navigation under broen.

2.5 Sammenligning med AIS data

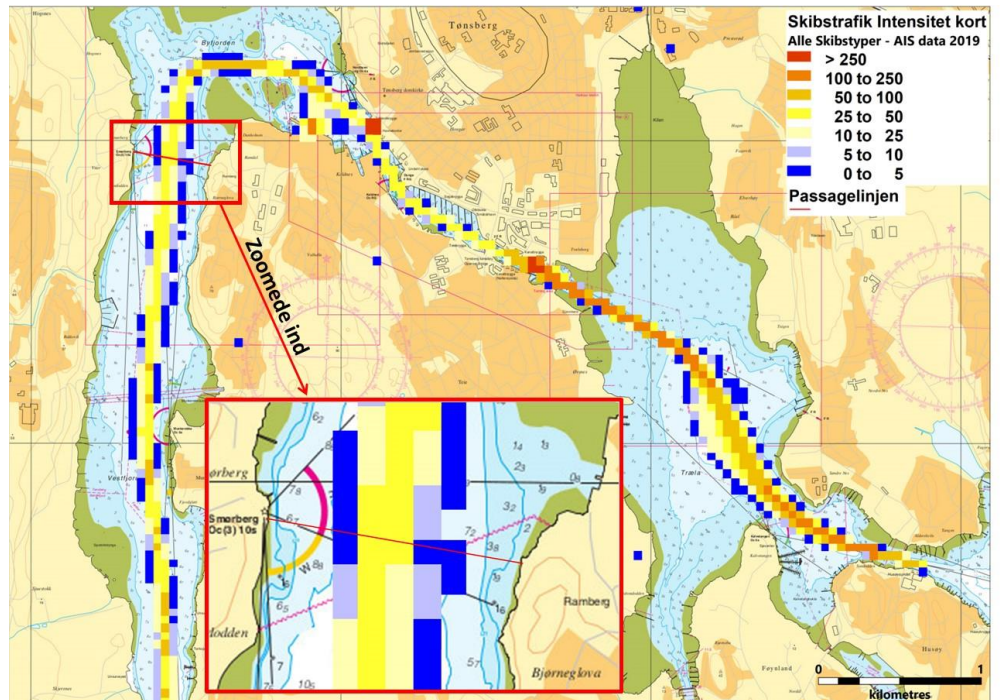
Oplysningerne, som er trukket ud ved hjælp af databasen fra Kystdatahuset, er også sammenlignet med AIS data for at verificere informationen trukket ud fra Kystdatahuset databasen i samme perioden. AIS data dækker perioden fra 1. oktober 2018 til 30. september 2019. Disse oplysninger om skibspassager er vist i Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Skibspassager i perioden fra 1. oktober 2018 til 30. september 2019

Skibstype	Skibspassager	
	Kystdatahuset	AIS data
Container	2	2
Stykgods	27	28
Andre	361	4
Passagerskibe	134	40
Tankskibe	2	-
Total	526	74

I Tabel 2-2 er det tydeligt at der er en stor forskel i totalantallet af skibspassager mellem Kystdatahuset og AIS data i et år i samme perioden, men der er ikke stor forskel i skibspassager for alle skibstyper. Antallet af skibspassager mellem containerskibe og stykgodsskibe passer godt. Der er en betydelig forskel i antallet af skibspassager blandt andre og passagerskibe, som ud fra Tabel 2-1 generelt synes at være små skibe. Så forskellen kunne skyldes, at oplysningerne om små skibe mindre end 300 bruttotonnage (GT) allerede er filtreret fra i AIS data modtaget fra Kystverket.

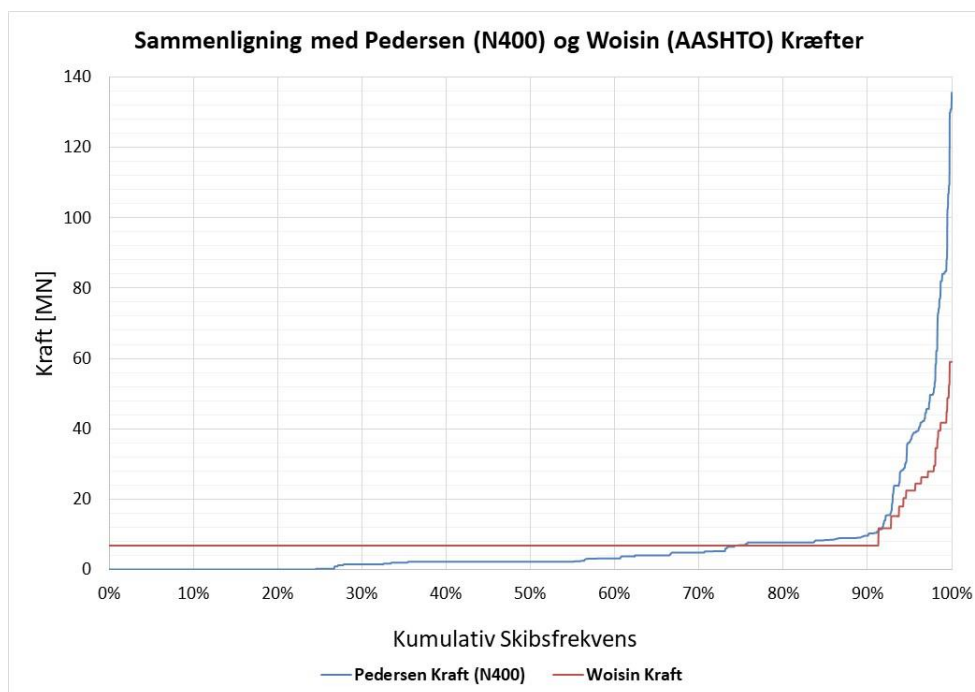
Et intensitetskort er forberedt for alle skibspassager i farvandet nær Tønsberg baseret på AIS data. Intensiteten er vist på søkort i Figur 2-6.



Figur 2-6 Intensitetskort for alle skibspassager i perioden 1. oktober 2018 til 30. september 2019

3 Skibskollisionskræfter mod bropiller

Skibskollisionskræfter ved kollision mod bropiller er beregnet ved hjælp af to forskellige metoder dvs. Pedersen [3] og Woisin [4]. Skibets displacement, længde og hastighed er hovedparametre til at beregne kollisionskræfter ved Pedersens metoden, mens skibets DWT er brugt til af beregne kollisionskræfter ved Woisins metoden samt skibshastigheden. Skibshastighederne er estimeret ved hjælp af AIS data. Skibene sejler med en gennemsnitlig hastighed på 7 knob i farvandet. 7 knob hastighed er derfor brugt til at beregne kollisionskræfter mod bropiller. Kollisionskræfterne, beregnet fra begge to metoder, er vist i grafen samt kumulativfrekvens af skibspassager, se Figur 3-1.



Figur 3-1 Kumulativfrekvens af skibspassager samt kollisionskræfter mod bropiller
 * Woisin kraft for skibe, hvor DWT ikke er angivet i data er baseret på gennemsnitlig DWT for DWT-klassen, hvilket giver meget konservative kræfter for de mindste skibe i DWT-klasse 1 [0-500 DWT].

4 Konklusion

Farvandet vest for Tønsberg hvor Færder broen planlægges bygget har de seneste 6 år været besejlet af skibe med længder op til 168m og DWT 19382t. Hovedparten af de 2131 passager af brolinje der har været de seneste knap 6 år har været med mindre skibe og sejlbåde, men der er en kontinuerlig trafik af større skibe også.

Skibenes fart nær den planlagte brolinje er ca. 7 knob og på denne basis kan kvasi-statistiske stødlaster for de passerende skibe estimeres. Ifølge den norske Statens vegvesens Hb. N400 [5] skal Eurocode [3] bruges. Følges retningslinjerne i Eurocode [3] kan stødkræfter på op til 135MN forekomme.

Tilsvarende kræfter beregnet med Wosins formel fra AASHTO [4] er for reference 59MN, hvilket indikerer en stor usikkerhed i de estimerede kræfter. En nærmere analyse af baggrund for forskelle i værdier falder uden for formålet med denne analyse, men det kan ikke desto mindre konkluderes, at det er risiko for betragtelige vandrette laster i tilfælde af skibsstød med de største skibe.

Desuden observeres det, at den anbefalede sejlroute for de største skibe, der har besøgt Tønsberg i året 2019, er med ca. 50m højde og 25m bredde. En højde på 40m vil begrænse skibsstørrelsen, som sejler til byen i dag. Derudover vil sejlbredde på 80m også være udfordrende for skibene med længde større end ca. 50m.

5 Referencer

- [1] Kartverket, »POD - 468 Tønsberg havn,« 2019.
- [2] Kystverket, 01 10 2019. [Online]. Available:
<https://kystdatahuset.no/tallogstatistikk/passeringslinjer>.
- [3] Eurocode, DS EN 1991-1-7. (2007). DS/EN 1991-1-7:2007. Eurocode 1 - Actions on structures. Part 1-7: General actions - Accidental actions.
- [4] AASHTO, AASHTO Guide Specifications and Commentary for Vessel Collision Design of Highway Bridges, 2nd Edition, 2009.
- [5] S. vegvesens, Håndbok N400, Bruprosjektering, Prosjektering av bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner, 2015.