
Globalanalyse

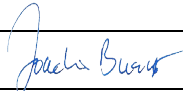
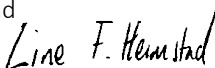
TR-30976-4281-1

Revisjon 1



Kunde: Astorplast AS

Globalanalyse

Rapport nr.:	TR-30976-4281-1		
Oppdragsgiver:	Astorplast AS		
Referanseperson hos kunde:	Atle Storvik		
Dato denne revisjon:	31.07.2017		
Type sertifisering:	<input checked="" type="checkbox"/> Produktsertifisering <input type="checkbox"/> Hovedkomponentbevis		
Antall sider:	30		
Tilgjengelighet:	Ingen distribusjon uten tillatelse fra kunde eller ansvarlig organisatorisk enhet.		
Utarbeidet av:	Joachim Buarø 	Emneord:	Bølgedemper
Kontrollert av:	Line Fludal Heimstad 		Globalanalyse NS9415

Sammendrag:

Det er foretatt en globalanalyse i henhold til NS 9415. Formålet med analysen er å kontrollere kapasitet til komponent i forbindelse med produktsertifisering iht NS9415. Analysen avdekker høyeste tillatte miljølaster.

Komponent er en bølgedemper som skal plasseres på anlegg for å redusere bølgepåvirkning på andre deler av det flytende oppdrettsanlegget på lokalitet.

Analysen dokumenterer at bølgedemper har kapasitet til å tåle følgende miljø representert ved kombinasjon signifikant bølgehøyde og strømhastighet:

Hs 50-års [m]	Vc 50-års [m/s]
3.0	0.50
2.5	0.75
2.0	1.50

1	31.07.2017	JB	LFH	Første versjon
Revisjonsnr	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Beskrivelse

Innhold

1	Definisjoner.....	4
2	Analyseprogram.....	5
3	Oppdrag.....	5
4	Modell.....	6
4.1	Komponent 101&102 - Flyterør.....	7
4.2	Komponent 103&104 - Bunnrør	8
4.3	Komponent 105&106 – Rør i rammeverk.....	9
4.4	Komponent 107 - Fortøyning.....	10
4.5	Not og utspillingssystem	11
4.6	Vekt og oppdrift	12
4.7	Modelloppbygning	12
4.8	Miljølast	13
4.9	Tidssimulering.....	18
5	Kapasitetskontroll	19
5.1	Last- og materialfaktorer benyttet i analysen.....	20
6	Resultater	21
6.1	Intakt tilstand: Spenninger i rør strømhastighet 50 cm/s.....	22
6.2	Intakt tilstand: Spenninger i rør strømhastighet 75 cm/s.....	23
6.3	Intakt tilstand: Spenninger i rør strømhastighet 1 m/s	24
6.4	Intakt tilstand: Spenninger i rør strømhastighet 1.25 m/s	25
6.5	Intakt tilstand: Spenninger i rør strømhastighet 1.5 m/s	26
6.6	Ulykkestilstand: Spenninger i flyter.....	27
6.7	Konvergens og validitet resultater.....	28
7	Diskusjon	29
8	Konklusjon.....	29
9	Referanser	30

1 Definisjoner

Spenning	Von Mises spenning i form av skjær- trykk- eller strekkspenning som opptrer i materialet.
Last	Påførte konsentrerte og fordelte krefter som virker på konstruksjonen og påførte forskyvninger eller tøyninger i konstruksjonen.
Vertikal last	Den dekomponerte lasten i et element som virker vertikalt.
Horisontal last	Den dekomponerte lasten i et element som virker horisontalt.
Miljølaster	Laster som påføres det flytende oppdrettsanlegget fra miljøforhold som vind, bølger, strøm og is.
Hs	Dimensjonerende signifikant bølgehøyde
Vc	Strømhastighet
Tp	Bølgeperiode.
Lastfaktor	Partialfaktor for last, som gir uttrykk for mulige avvik for lastene i forhold til karakteristiske kapasiteter. Redusert sannsynlighet for at forskjellige laster opptrer samtidig med sine karakteristiske kapasiteter og usikkerheter ved modellering av analyse ved bestemmelse av lastvirkning.
Materialfaktor	Faktor som gir uttrykk for mulige avvik i styrke av materialer i forhold til karakteristiske verdier, mulig styrkereduksjon av materialer i konstruksjoner som helhet i forhold til karakteristiske verdier avledet fra prøvninger og usikkerheter ved modellering og bestemmelse av konstruksjonens kapasitet, innbefattet spesifiserte toleranser.
Utnyttelse	Hvor stor andel av kapasiteten til en komponent som er utnyttet.
MBL	Minste bruddlast
Utmattingsgrensetilstand	Grensetilstand som kvantifiserer faren for brudd i løpet av det flytende oppdrettsanlegget dimensjonerende brukstid på grunn av repeterende laster

2 Analyseprogram

AquaSim er et analyse- og simuleringsverktøy basert på Finite Element Method(FEM). Programmet beregner reaksjoner og respons i slanke, marine konstruksjoner og koblede systemer når de utsettes for dynamiske miljølaste av ulik størrelse og retning.

AquaSim håndterer globale analyser og vurderer interaksjon og kraftoverføring mellom stive og fleksible komponenter av ulike materialer, tverrsnitt og elastisitet.

3 Oppdrag

Aquastructures AS er engasjert for å foreta en globalanalyse i henhold til NS 9415.

Formålet med analysen er å kontrollere kapasitet til komponent i forbindelse med produktsertifisering iht NS9415. Analysen avdekker høyeste tillatte miljølaste.

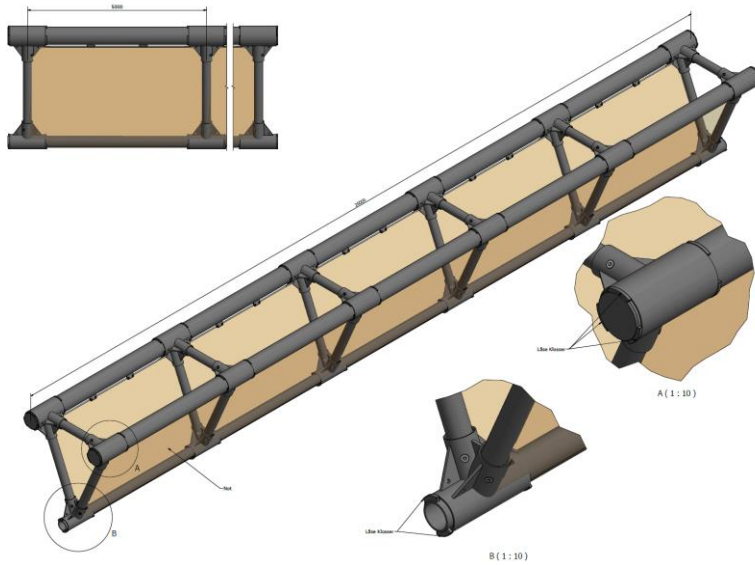
Komponent er en bølgedemper som skal plasseres på anlegg for å redusere bølgepåvirkning på andre deler av det flytende oppdrettsanlegget på lokalitet.



Figur 1: Bølgedemper i sjø

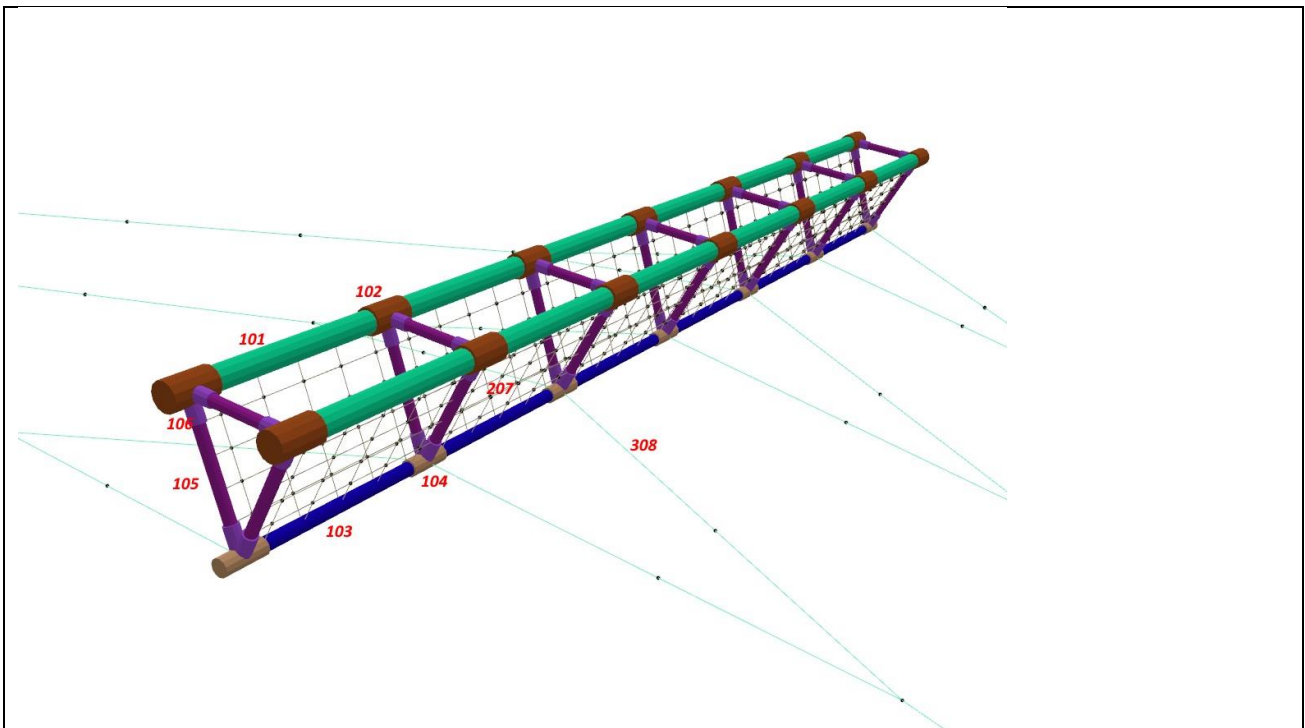
Analyse skal dokumentere hvilke miljøforhold som bølgedemper har kapasitet til å tåle representert ved signifikant bølgehøyde og strømhastighet.

4 Modell



Figur 2: Skisse av bølgedemper

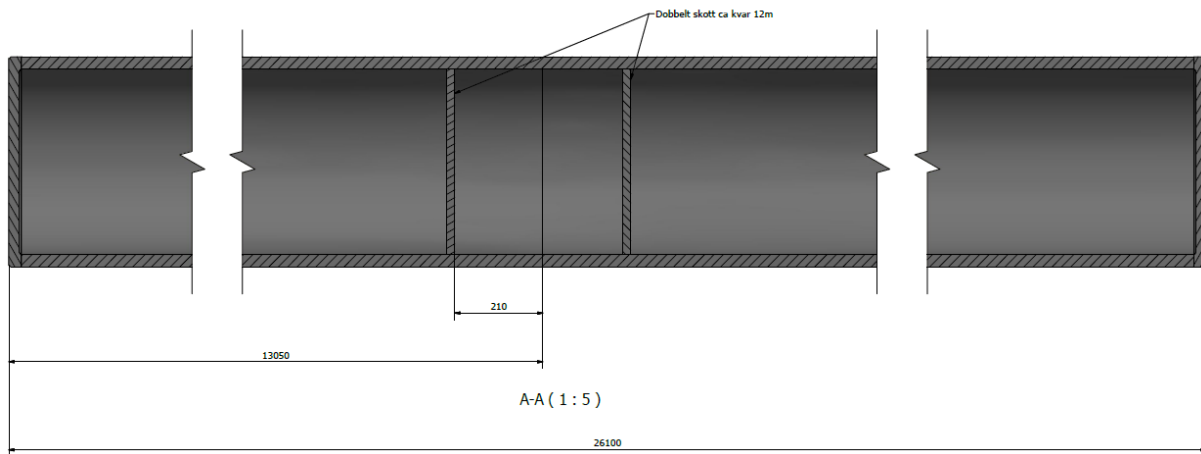
Bølgedemper er 26m lang og består av ulike rør i HDPE100. Oppdrift oppnås med 2 500SDR17 rør. Disse er sammensatt med et nedre rør 300SDR17 ved å benytte 250SDR17 rør som rammeverk. Alle elementer er koblet sammen med tilpassede klammer. Videre detaljer er gitt i tabell 1.



Figur 3 Figur med komponentnummer

Alle detaljer er tatt fra referanse [7] til [11].

4.1 Komponent 101&102 - Flyterør



Figur 4: Flyterør

Oppdrift oppnås med HDPE-rør 500SDR17, vist i figur 4.

Figur 3 viser plassering av komponenter på anlegget. Tverrsnitts parametere for komponent er vist i tabell 1.

Tabell 1 Tverrsnittparametere, flyterør

Navn	Flyterør	Klammer til 500
Nr	101	102
Material	HDPE100	HDPE100
Flytespenning [MPa]	25	25
Diameter [mm]	500	560
Veggtykkelse [mm]	29.4	51
I_y [m ⁴]	1.2084E-3	5.5991E-3
I_z [m ⁴]	1.2084E-3	5.5991E-3
I_t [m ⁴]	2.4167E-3	0.011198
Areal [m ²]	0.043482	0.147982
Vekt [kg/m]	41.438585	141.026

4.2 Komponent 103&104 - Bunnrør

Bunnrør består av HDPE-rør 300SDR17.

Figur 3 viser plassering av komponenter på anlegget. Tverrsnitts parametere for komponent er vist i tabell 2.

Tabell 2 Tverrsnittsparemetere, bunnrør

Navn	Bunnrør	Klammer til 315
Nr	103	104
Material	HDPE100	HDPE100
Flytespenning [MPa]	25	25
Diameter [mm]	315	400
Veggtykkelse [mm]	18.5	42
Iy [m ⁴]	1.9035E-4	9.1799E-4
Iz [m ⁴]	1.9035E-4	9.1799E-4
It [m ⁴]	3.8071E-4	1.836E-3
Areal [m ²]	0.017258	0.060429
Vekt [kg/m]	16.446975	57.588963

4.3 Komponent 105&106 – Rør i rammeverk

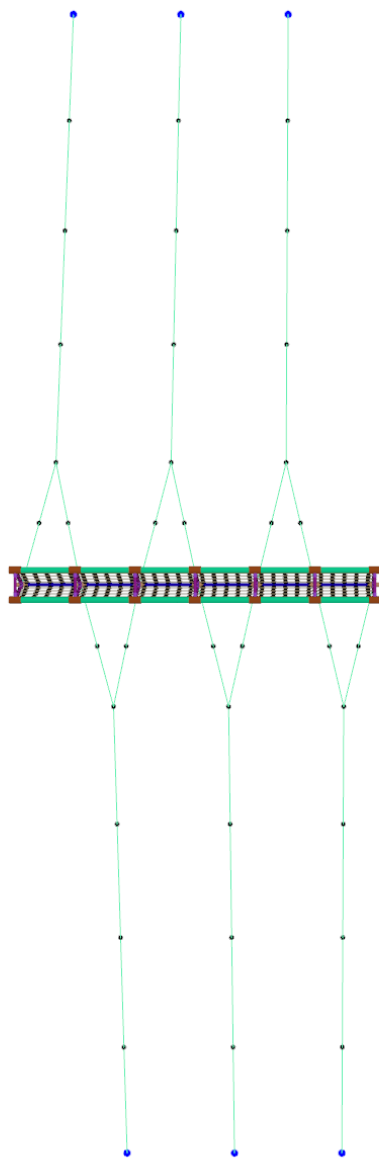
Rammeverk består av HDPE-rør 250SDR17.

Figur 3 viser plassering av komponenter på anlegget. Tverrsnitts parametere for komponent er vist i tabell 2.

Tabell 3 Tverrsnittsparemetere, rør i rammeverk

Navn	Rammeverk	Klammer til 250
Nr	105	106
Material	HDPE100	HDPE100
Flytespenning [MPa]	25	25
Diameter [mm]	250	315
Veggykkelse [mm]	14.7	32.2
I_y [m ⁴]	7.5523E-5	3.3359E-4
I_z [m ⁴]	7.5523E-5	3.3359E-4
I_t [m ⁴]	1.5105E-4	6.6718E-4
Areal [m ²]	0.010871	0.034558
Vekt [kg/m]	10.359646	32.933316

4.4 Komponent 107 - Fortøyning



Figur 5: Oversikt fortøyning

Fortøyningen består av 6 fortøyningliner. Det er modellert et standardisert fortøyningssystem med 65 meter utstrekning og 10 meter dybde. Videre detaljer om fortøyningssystemet er vist i tabell 4.

Tabell 4 Fortøyningskonfigurasjon

Navn	Nr	Type	Dimensjon [mm]	Lengde [m]	Dybde [m]	EA [N]	Vekt [kg/m]
Ankerline	-	3-slått	36mm	65	10	1.91E6	1.00

4.5 Not og utspillingsystem

Mellom de to flyterørene og bunnrør er det satt på notlin som vist i figur 6. Videre detaljer vist i tabell 5



Figur 6: Notlin på bølgedemper

Tabell 5 Notparametere

Not	Dybde bunnrør [m]	Trådtykkelse [mm]	Halvmaske- vidde [mm]	Faktor begroing	Soliditet inkl. begroing
Braided Polyethylene	2.9	5	88.5	1.5	17

4.6 Vekt og oppdrift

Vekt og oppdrift og total lengde dette er fordelt på for de forskjellige komponentene er vist i tabell 6.

Tabell 6 Vekt, oppdrift og total lengde av komponentgrupper

<i>Komponent nr</i>	<i>Navn</i>	<i>Vekt [N]</i>	<i>Oppdrift [N]</i>	<i>Lengde [m]</i>
1	500SDR17	1.95E+04	9.48E+04	4.80E+01
2	500SDR17+klammer	1.94E+04	4.39E+04	1.40E+01
3	315SDR17	3.87E+03	0.00E+00	2.40E+01
4	315SDR17+klammer	3.96E+03	0.00E+00	7.00E+00
5	250SDR17	3.61E+03	0.00E+00	3.55E+01
6	250SDR17+klammer	8.60E+03	0.00E+00	2.66E+01
7	membran	8.89E+02	8.89E+02	4.50E+03
8	Ankerliner	4.44E+03	4.05E+03	3.95E+02

4.7 Modeloppbygning

Det er totalt 8 komponenter og 620 elementer i analysemodell.

4.8 Miljølaster

Tabell 7 viser lasttilfeller som er simulert for anlegget.

Tabell 7 Lastkondisjoner

Lasttilfelle	HS [m]	TP [s]	Bølgesteilhet	Bølgeretning fra [°]	Strøm [m/s]	Strømretn. mot [°]	Vindhast. [°]	Kommentar
1	2	4.1	1/7	0	0.5	180	0	
2	2	4.1	1/7	22.5	0.5	202.5	0	
3	2	4.1	1/7	45	0.5	225	0	
4	2.5	4.6	1/7	0	0.5	180	0	
5	2.5	4.6	1/7	22.5	0.5	202.5	0	
6	2.5	4.6	1/7	45	0.5	225	0	
7	3	5	1/7	0	0.5	180	0	
8	3	5	1/7	22.5	0.5	202.5	0	
9	3	5	1/7	45	0.5	225	0	
10	3.5	5.4	1/7	0	0.5	180	0	
11	3.5	5.4	1/7	22.5	0.5	202.5	0	
12	3.5	5.4	1/7	45	0.5	225	0	
13	4	5.8	1/7	0	0.5	180	0	
14	4	5.8	1/7	22.5	0.5	202.5	0	
15	4	5.8	1/7	45	0.5	225	0	
16	4.5	6.2	1/7	0	0.5	180	0	
17	4.5	6.2	1/7	22.5	0.5	202.5	0	
18	4.5	6.2	1/7	45	0.5	225	0	
19	5	6.5	1/7	0	0.5	180	0	
20	5	6.5	1/7	22.5	0.5	202.5	0	
21	5	6.5	1/7	45	0.5	225	0	
22	2	4.1	1/7	0	0.75	180	0	
23	2	4.1	1/7	22.5	0.75	202.5	0	
24	2	4.1	1/7	45	0.75	225	0	

25	2.5	4.6	1/7	0	0.75	180	0	
26	2.5	4.6	1/7	22.5	0.75	202.5	0	
27	2.5	4.6	1/7	45	0.75	225	0	
28	3	5	1/7	0	0.75	180	0	
29	3	5	1/7	22.5	0.75	202.5	0	
30	3	5	1/7	45	0.75	225	0	
31	3.5	5.4	1/7	0	0.75	180	0	
32	3.5	5.4	1/7	22.5	0.75	202.5	0	
33	3.5	5.4	1/7	45	0.75	225	0	
34	4	5.8	1/7	0	0.75	180	0	
35	4	5.8	1/7	22.5	0.75	202.5	0	
36	4	5.8	1/7	45	0.75	225	0	
37	4.5	6.2	1/7	0	0.75	180	0	
38	4.5	6.2	1/7	22.5	0.75	202.5	0	
39	4.5	6.2	1/7	45	0.75	225	0	
40	5	6.5	1/7	0	0.75	180	0	
41	5	6.5	1/7	22.5	0.75	202.5	0	
42	5	6.5	1/7	45	0.75	225	0	
43	2	4.1	1/7	0	1	180	0	
44	2	4.1	1/7	22.5	1	202.5	0	
45	2	4.1	1/7	45	1	225	0	
46	2.5	4.6	1/7	0	1	180	0	
47	2.5	4.6	1/7	22.5	1	202.5	0	
48	2.5	4.6	1/7	45	1	225	0	
49	3	5	1/7	0	1	180	0	
50	3	5	1/7	22.5	1	202.5	0	
51	3	5	1/7	45	1	225	0	
52	3.5	5.4	1/7	0	1	180	0	

53	3.5	5.4	1/7	22.5	1	202.5	0	
54	3.5	5.4	1/7	45	1	225	0	
55	4	5.8	1/7	0	1	180	0	
56	4	5.8	1/7	22.5	1	202.5	0	
57	4	5.8	1/7	45	1	225	0	
58	4.5	6.2	1/7	0	1	180	0	
59	4.5	6.2	1/7	22.5	1	202.5	0	
60	4.5	6.2	1/7	45	1	225	0	
61	5	6.5	1/7	0	1	180	0	
62	5	6.5	1/7	22.5	1	202.5	0	
63	5	6.5	1/7	45	1	225	0	
64	2	4.1	1/7	0	1.25	180	0	
65	2	4.1	1/7	22.5	1.25	202.5	0	
66	2	4.1	1/7	45	1.25	225	0	
67	2.5	4.6	1/7	0	1.25	180	0	
68	2.5	4.6	1/7	22.5	1.25	202.5	0	
69	2.5	4.6	1/7	45	1.25	225	0	
70	3	5	1/7	0	1.25	180	0	
71	3	5	1/7	22.5	1.25	202.5	0	
72	3	5	1/7	45	1.25	225	0	
73	3.5	5.4	1/7	0	1.25	180	0	
74	3.5	5.4	1/7	22.5	1.25	202.5	0	
75	3.5	5.4	1/7	45	1.25	225	0	
76	4	5.8	1/7	0	1.25	180	0	
77	4	5.8	1/7	22.5	1.25	202.5	0	
78	4	5.8	1/7	45	1.25	225	0	
79	4.5	6.2	1/7	0	1.25	180	0	
80	4.5	6.2	1/7	22.5	1.25	202.5	0	

81	4.5	6.2	1/7	45	1.25	225	0	
82	5	6.5	1/7	0	1.25	180	0	
83	5	6.5	1/7	22.5	1.25	202.5	0	
84	5	6.5	1/7	45	1.25	225	0	
85	2	4.1	1/7	0	1.5	180	0	
86	2	4.1	1/7	22.5	1.5	202.5	0	
87	2	4.1	1/7	45	1.5	225	0	
88	2.5	4.6	1/7	0	1.5	180	0	
89	2.5	4.6	1/7	22.5	1.5	202.5	0	
90	2.5	4.6	1/7	45	1.5	225	0	
91	3	5	1/7	0	1.5	180	0	
92	3	5	1/7	22.5	1.5	202.5	0	
93	3	5	1/7	45	1.5	225	0	
94	3.5	5.4	1/7	0	1.5	180	0	
95	3.5	5.4	1/7	22.5	1.5	202.5	0	
96	3.5	5.4	1/7	45	1.5	225	0	
97	4	5.8	1/7	0	1.5	180	0	
98	4	5.8	1/7	22.5	1.5	202.5	0	
99	4	5.8	1/7	45	1.5	225	0	
100	4.5	6.2	1/7	0	1.5	180	0	
101	4.5	6.2	1/7	22.5	1.5	202.5	0	
102	4.5	6.2	1/7	45	1.5	225	0	
103	5	6.5	1/7	0	1.5	180	0	
104	5	6.5	1/7	22.5	1.5	202.5	0	
105	5	6.5	1/7	45	1.5	225	0	
106	3	5	1/7	0	0.5	180	0	Brudd ankerline
107	2.5	4.6	1/7	0	0.75	180	0	Brudd ankerline
108	2	4.1	1/7	22.5	1.0	202.5	0	Brudd ankerline

109	2	4.1	1/7	22.5	1.25	202.5	0	Brudd ankerline
110	2	4.1	1/7	0	1.5	180	0	Brudd ankerline

4.9 Tidssimulering

Analysene i AquaSim er utført med analyseparameter beskrevet i tabell 8. Analysene i AquaSim gjennomføres ved først å kontrollere statisk likevekt av konstruksjonen uten strøm eller bølger. Deretter kjøres det et sett initielle steg hvor strøm påføres i inkrement til strømmen er fullt utviklet. Så påføres en bølge hvor bølgehøyde øker lineært til fullt utviklet bølge i løpet av en bølgeperiode. Påfølgende bølger har full amplitude i henhold til det som er angitt i input.

Analysene er utført med regulær sjø, hvor bølgehøyde er lik:

$$H = H_{max} = 1,9 \times H_s$$

Og regulær bølgeperiode er lik pikperiode, T_p .

Tabell 8 Nøkkelparametere i tidssimulering regulære bølger

<i>Antall steg hvor strøm påføres inkrement</i>	<i>Antall bølger som analyseres</i>	<i>Antall steg per bølge</i>
5	2	12

Detaljer angående teori og formuleringer i AquaSim kan sees i [2] [4] og [6]. I disse referanser kan det også finnes videre referanser til relevant litteratur.

5 Kapasitetskontroll

Det er utført beregninger for å dokumentere at anlegget tåler krefter som påføres for den gjeldende lokalitetsklasse.

Resultater er tatt ut i form av:

- Spenninger i rør

Følgende er tatt hensyn til:

- Alle laster fra vekt av anlegg og oppdrift er inklusive.
 - Der anlegget er forspent vil kraften fra denne også være inklusive. Likeledes er kraftvirkningen fra vind, bølge og strøm tatt med.
- Kontroll av aktuell grensetilstand
 - Bruddgrensetilstand
 - Grensetilstand knyttet til brudd eller andre lignende former for konstruksjonsvikt.
 - Tilsvarende vanligvis den maksimale bæreevnen/kapasitet til fortøyning
 - Ulykkesgrensetilstand er vurdert og kontrollert ut fra følgende hendelser:
 - Brudd i ankerline

5.1 Last- og materialfaktorer benyttet i analysen

Kapasitet er funnet ved å sammenligne opptredende spenning med tillatt spenning. Tillatt spenning finne ved å benytte følgende uttrykk:

$$\sigma_{maks} \leq \frac{\sigma_{krit}}{\gamma_m \times \gamma_f}$$

Lokal knekking i plastrør oppstår gjerne der rørene er utsatt for store bøyemomenter, for eksempel i områder med lokale punktlaster. Dersom kapasitet for knekking blir mindre enn for flyt, skal knekkkapasitet være dimensjonerende. Knekkning beregnes som følger:

$$Knekkspenning = \frac{t}{2 \times D} \times E - modul = 26MPa$$

Vi ser at flytspenning blir dimensjonerende.

Tabell 9 Forklaringer til uttrykk, last og materialfaktor

Utrykk	Forklaring	Verdier	
σ_{maks}	Maks spenning i komponent		
σ_{krit}	Flytspenning	25MPa	
γ_f	Lastfaktor primær struktur	1.3	Dynamisk analyse
	Lastfaktor sekundær struktur	1.1	Dynamisk analyse
γ_f Ulykkestilstand	Lastfaktor	1	Dynamisk analyse
γ_m	Materialfaktor	<i>Plast</i>	<i>Stål</i>
		1.25	1.1
γ_m Ulykkestilstand	Materialfaktor	<i>Plast</i>	<i>Stål</i>
		1.0	1.0

Alle data er hentet fra NS9415:2009, Tabell 4, 13 og punkt 11.2.2 samt NS-EN 1990.

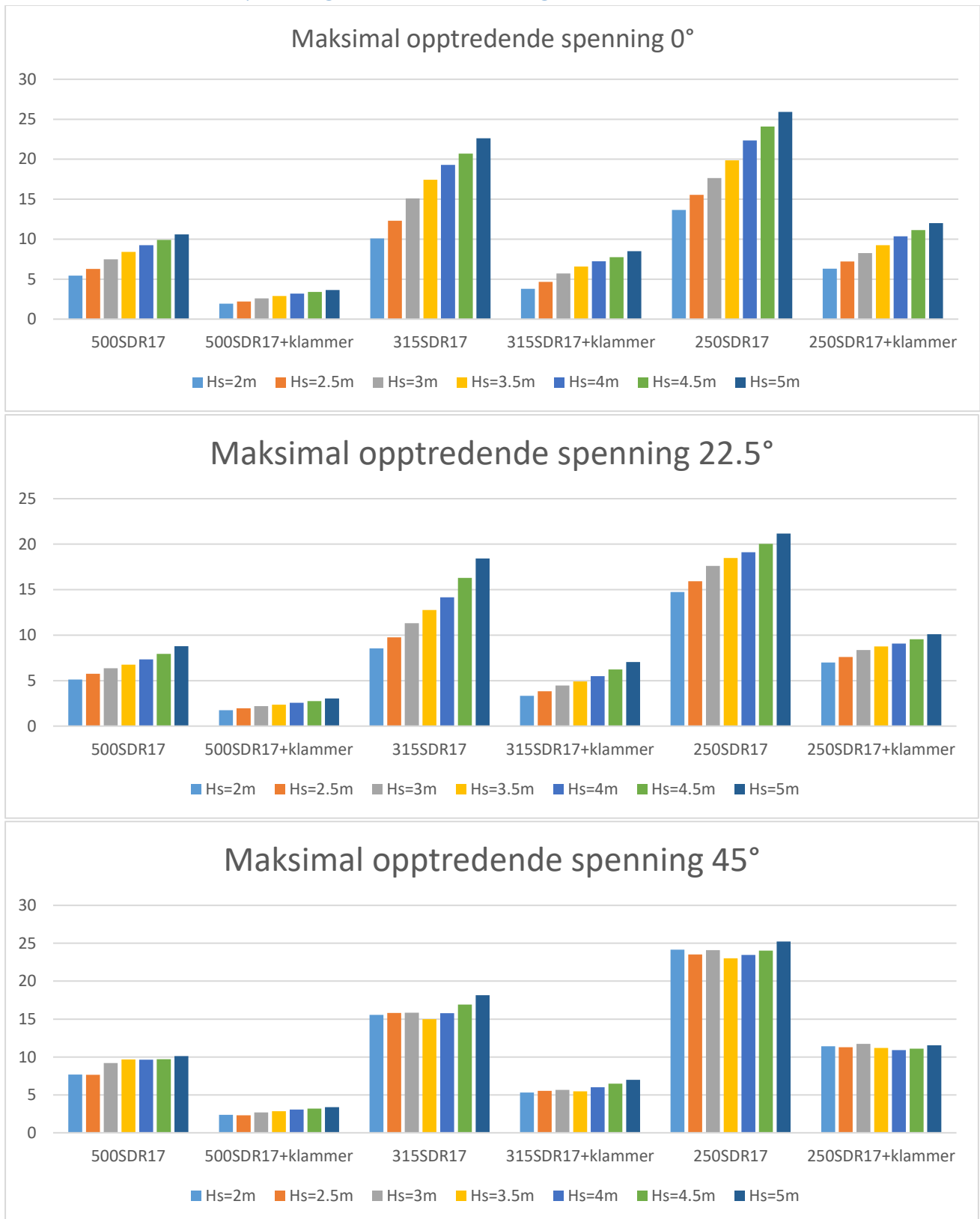
Flyterør og bunnrør med sine klammer er i denne sammenheng definert som primær struktur og resterende er definert som sekundær da omfang ved brudd vil være forskjellige. Ulykkestilstand tar bare hensyn til spenninger i primær struktur.

Maksimal tillatt spenning i flyterør og bunnrør med sine klammer er 15.4MPa og for resterende 18.2MPa.

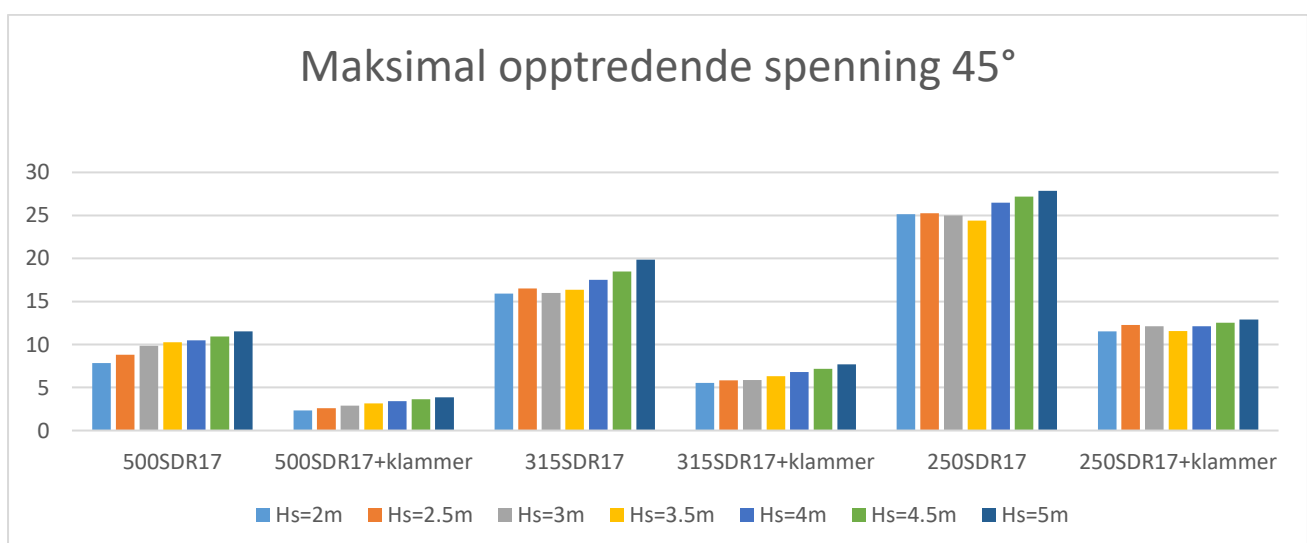
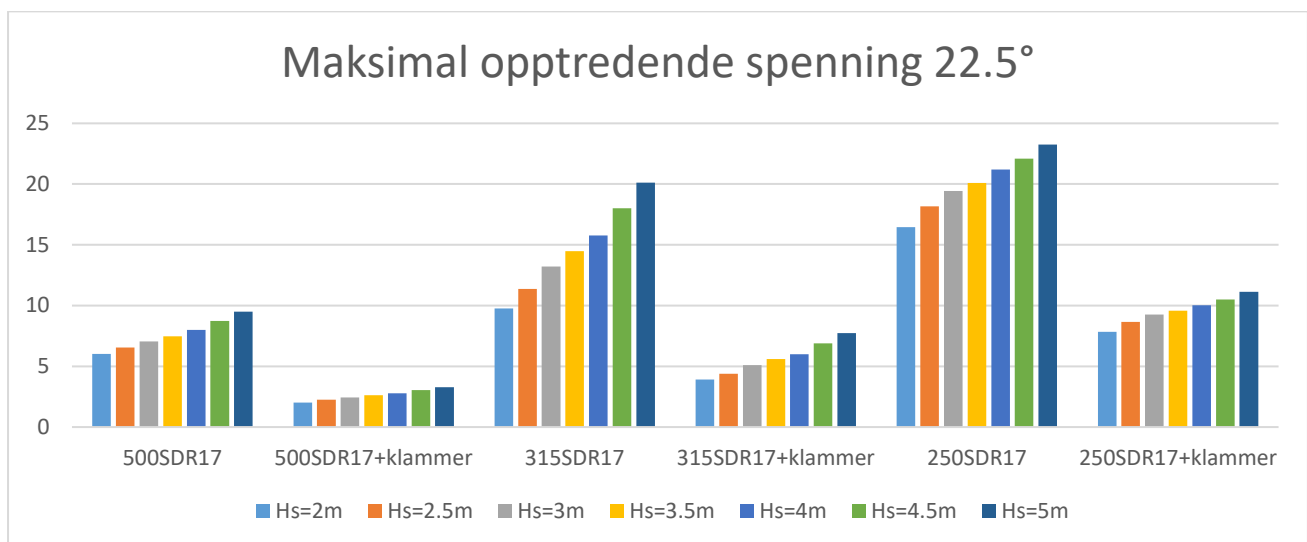
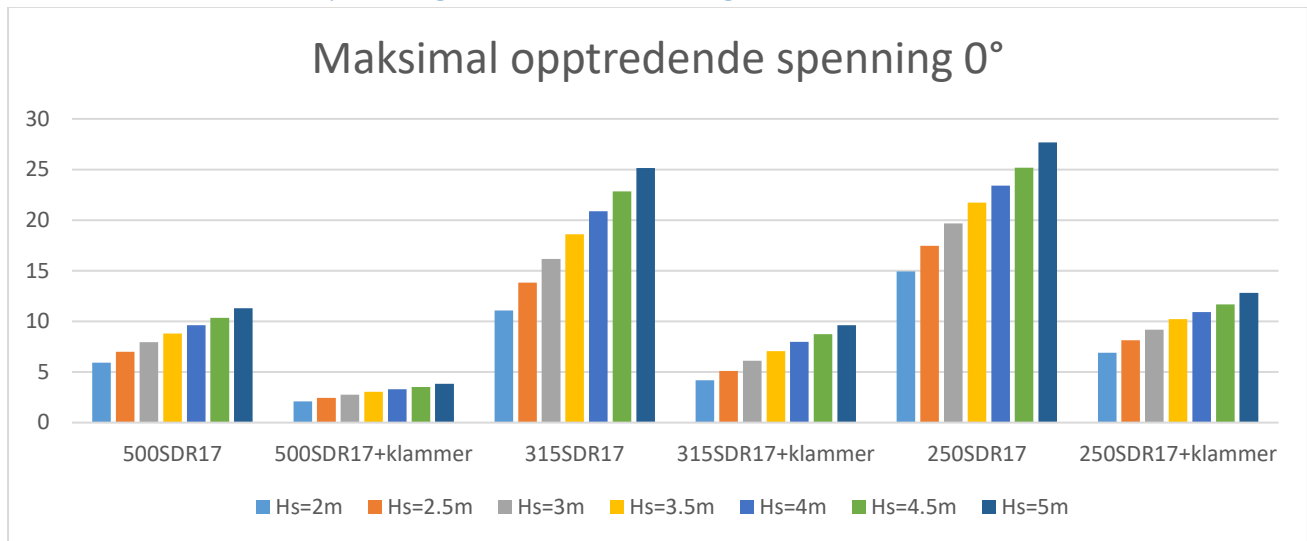
6 Resultater

Påfølgende kapitler viser resultater fra utført analyse.

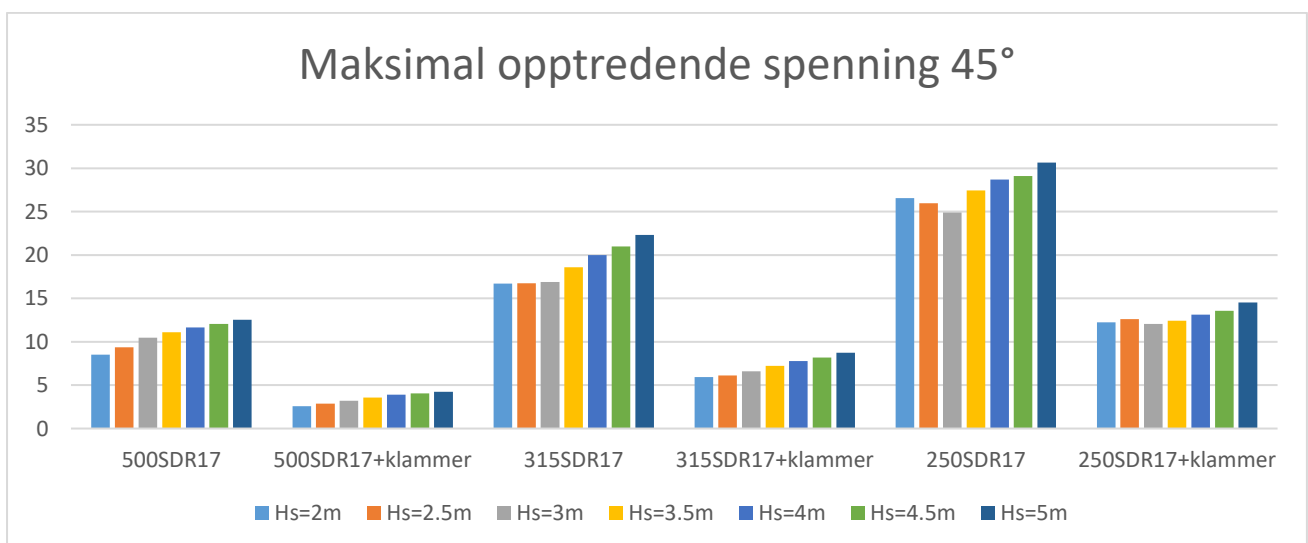
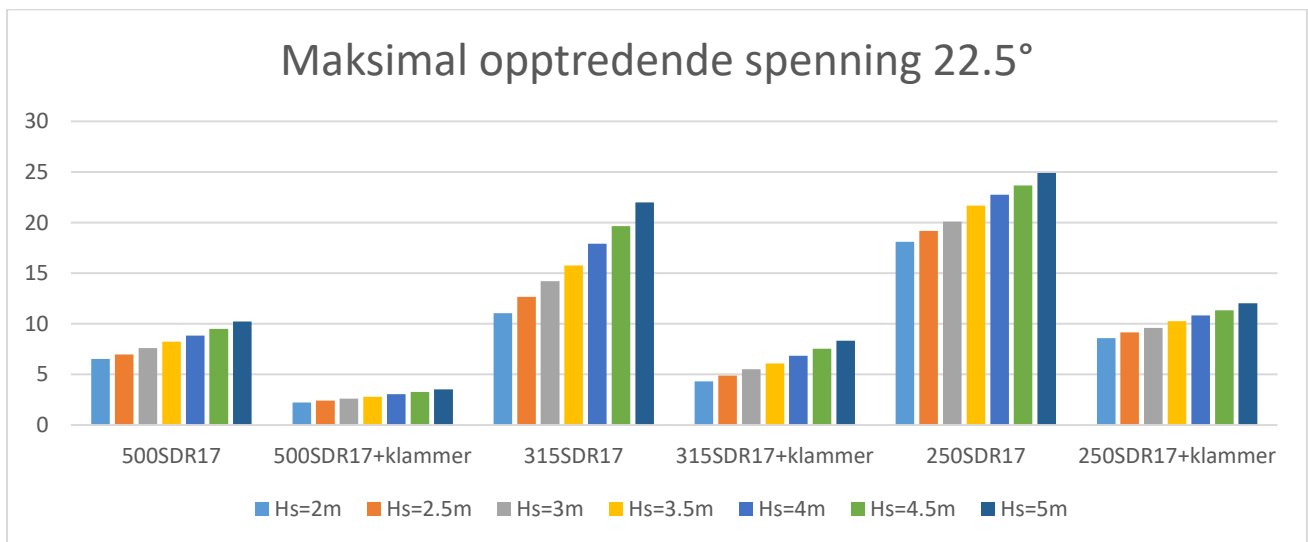
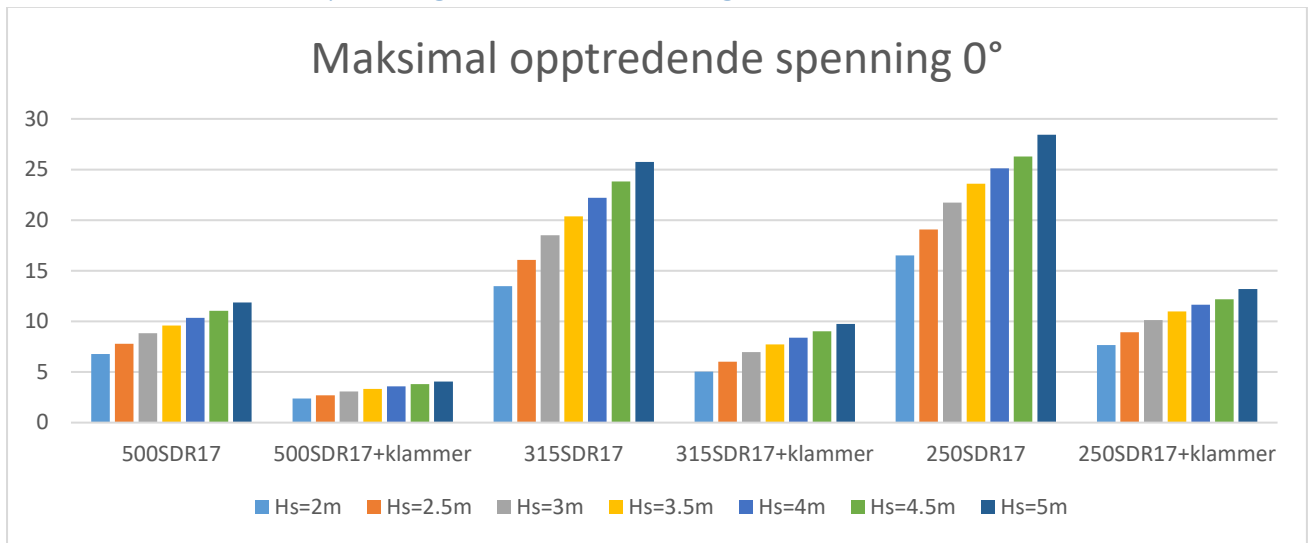
6.1 Intakt tilstand: Spenninger i rør strømhastighet 50 cm/s



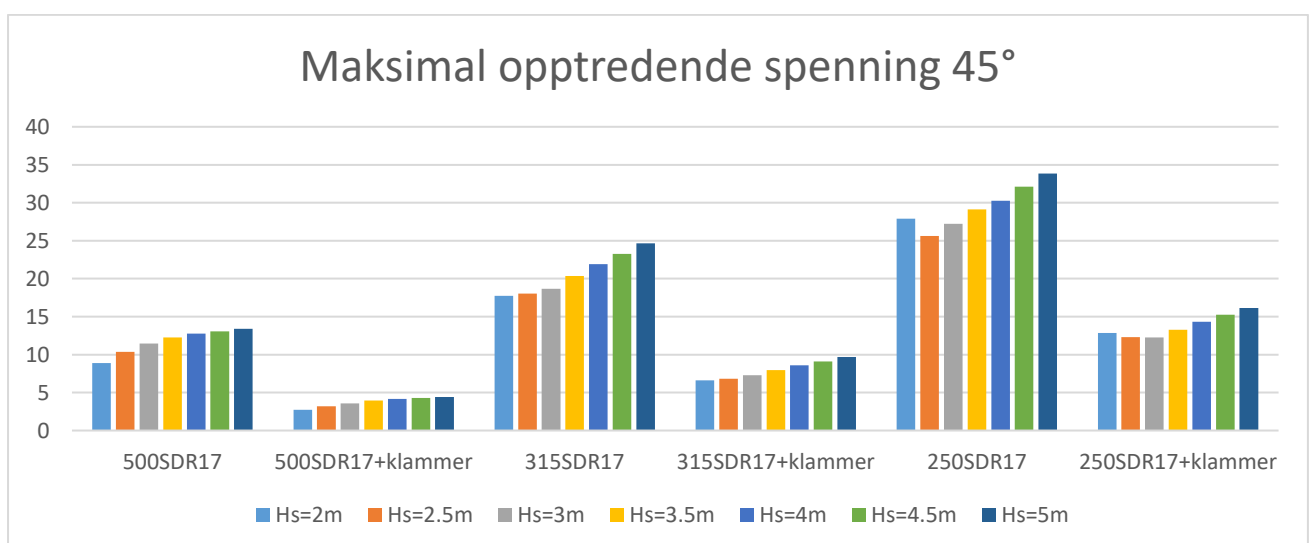
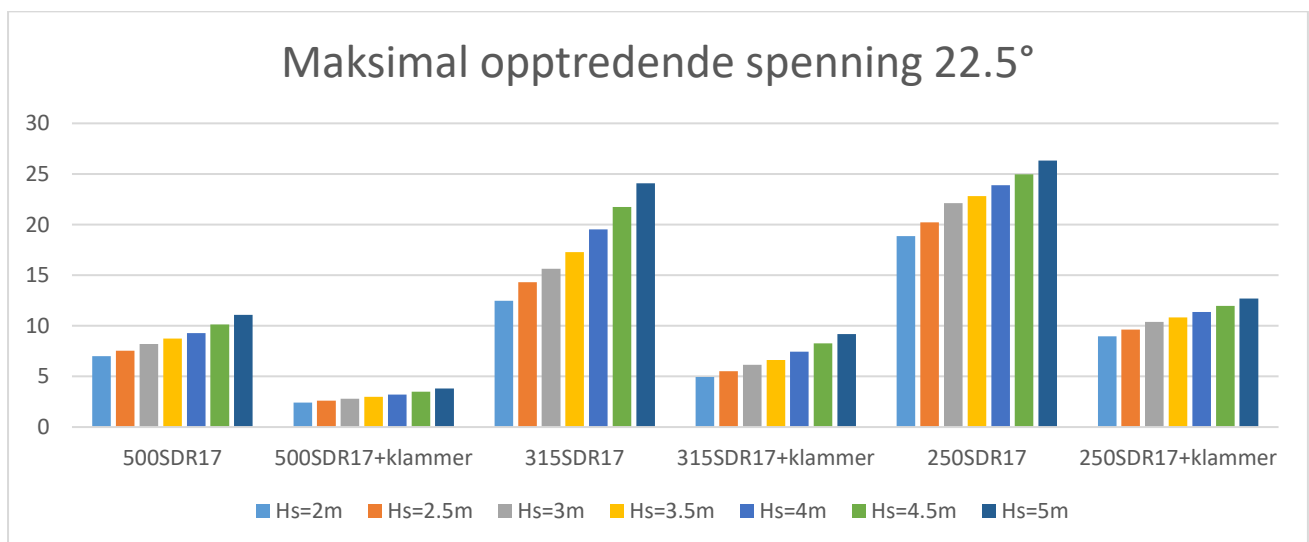
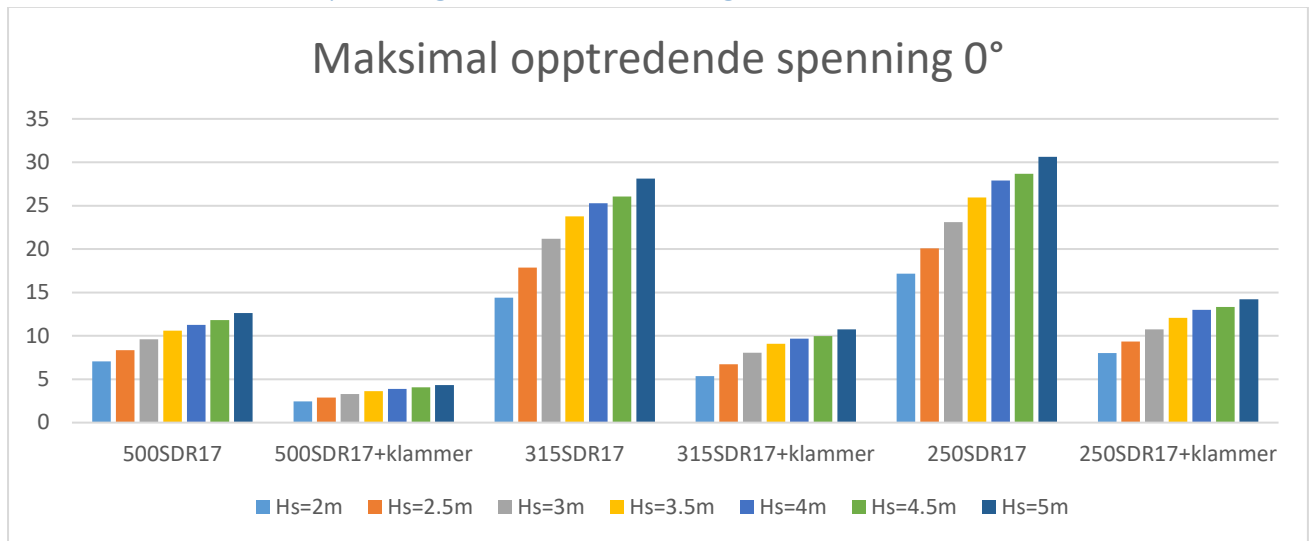
6.2 Intakt tilstand: Spenninger i rør strømhastighet 75 cm/s



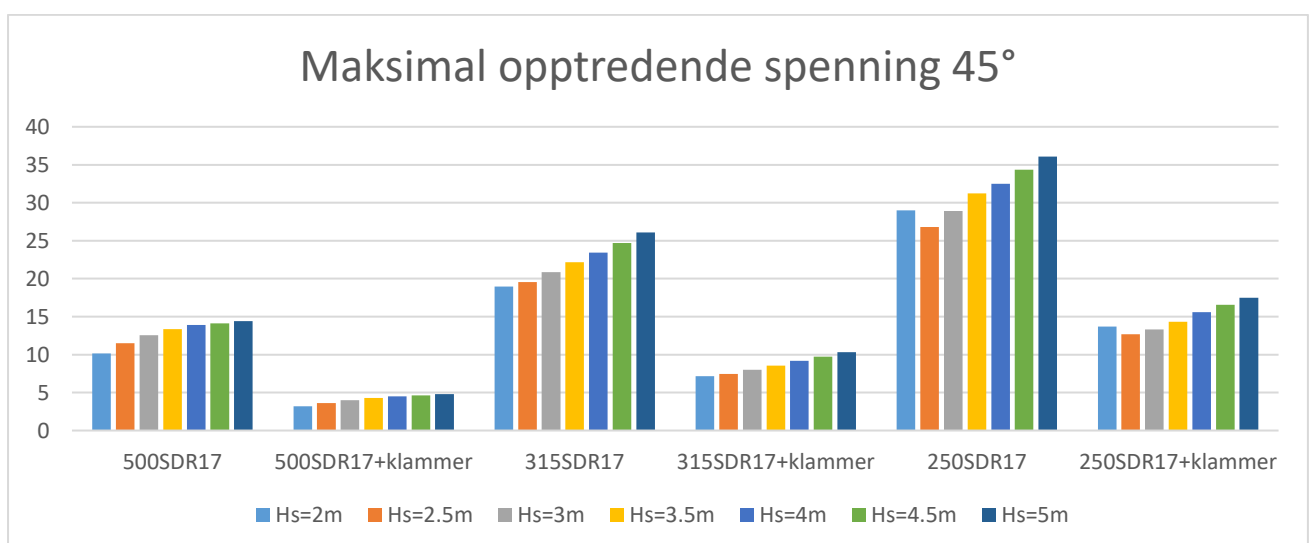
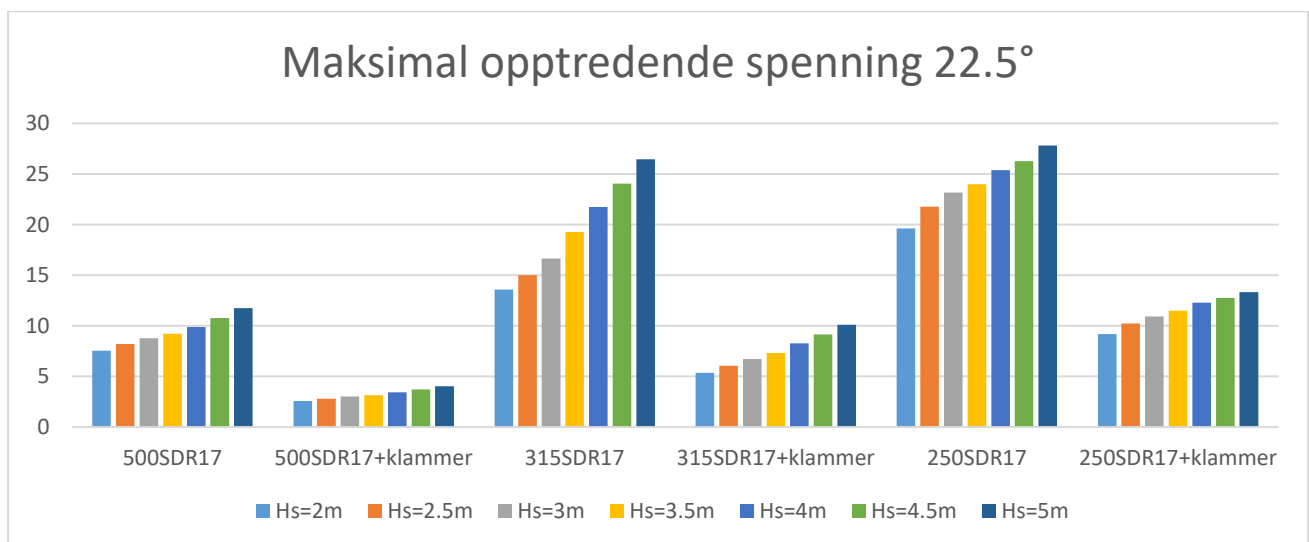
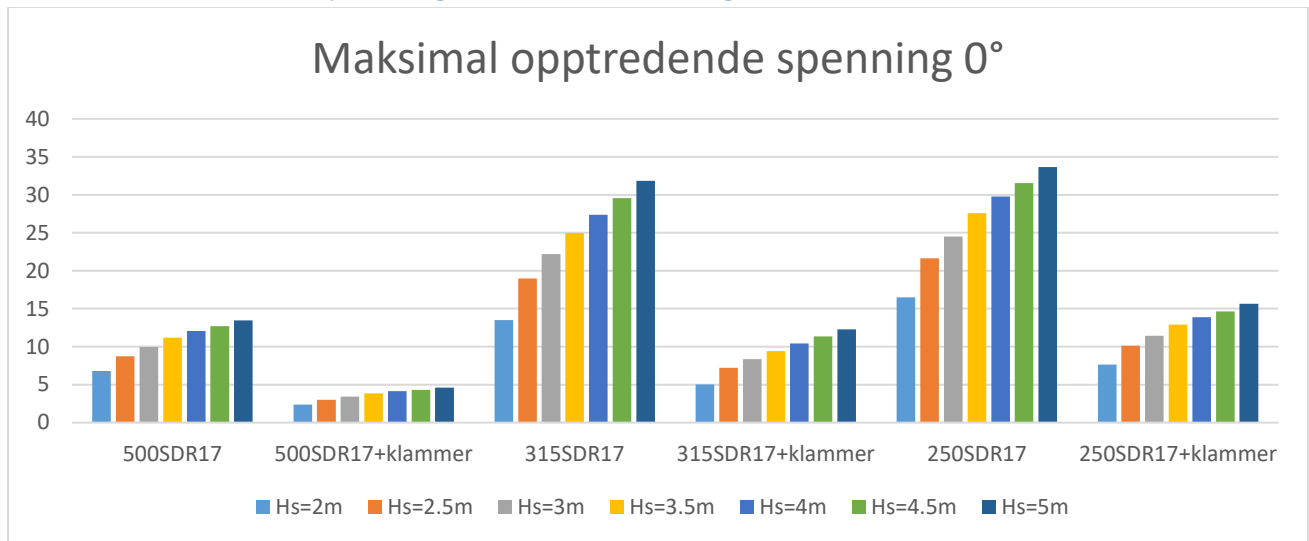
6.3 Intakt tilstand: Spenninger i rør strømhastighet 1 m/s



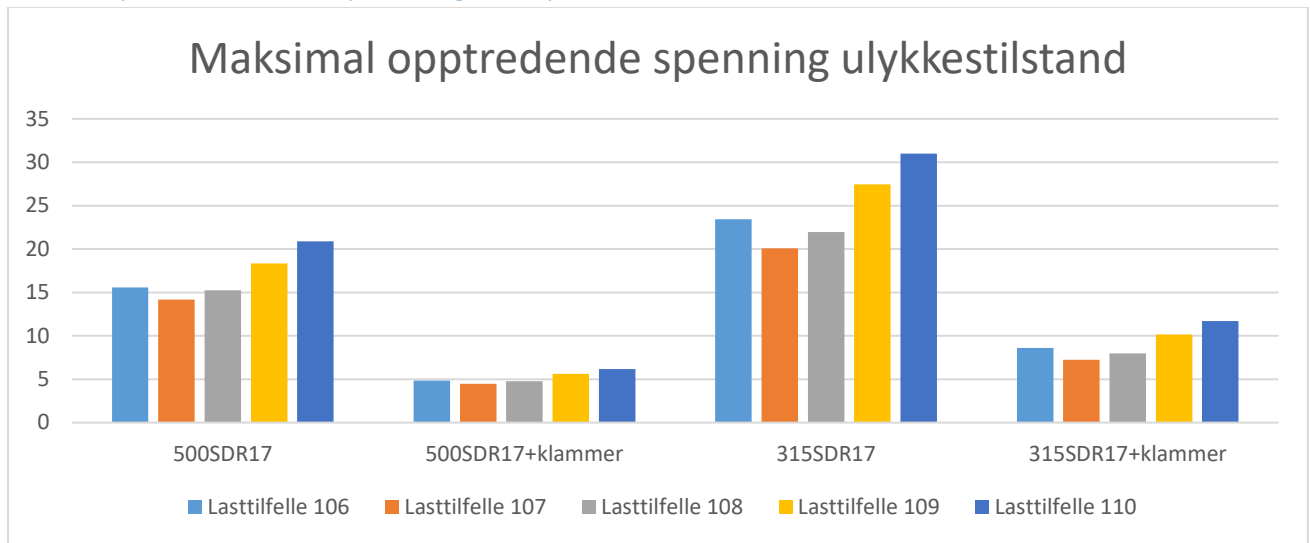
6.4 Intakt tilstand: Spenninger i rør strømhastighet 1.25 m/s



6.5 Intakt tilstand: Spenninger i rør strømhastighet 1.5 m/s



6.6 Ulykkestilstand: Spenninger i flyter



6.7 Konvergens og validitet resultater

For hvert lasttilfelle printes en conv.txt fil med antall iterasjoner som er utført for å oppnå gitt konvergenskriterium. I analysetilfeller hvor konvergenskriteriet ikke er oppfylt er antall iterasjoner økt for å sikre konvergens, før resultatene blir videre vurdert og prosessert.

Sensitivitetsanalyse er gjort for å sjekke innvirkningen av ulike konvergenskriterier. Lasttilfelle nr. 1 er kjørt med konvergenskriterium 1.0 og 0.1. Maks krefter for konvergenskriteriene er deretter sammenlignet for komponent 1 og 5. Et kriterium på 1.0 er brukt som basis i sammenligningen. Resultater er gitt i tabell 10.

Tabell 10 Konvergenskriterium. validitet av resultater

<i>Konvergenskriterium</i>	<i>1</i>	<i>0.1</i>		
<i>Komponent</i>	<i>Spenning [MPa]</i>	<i>Spenning [MPa]</i>	<i>Differanse [MPa]</i>	<i>Differanse [%]</i>
1	5.94	5.97	0.03	0.5
5	15.17	15.21	0.04	0.26

Ut i fra resultater i tabell 13 er konvergenskriterium på 1.0 ansett å være tilstrekkelig for å sikre valide resultater, og er brukt i analyser presentert i denne rapporten. Konvergens ble oppnådd i alle analyser.

Videre informasjon og dokumentasjon angående konvergens og kriterier kan finnes i [5].

7 Diskusjon

Som resultater viser er det viktig å orientere bølgedemper slik at det verste været kommer rett inn mot demper.

8 Konklusjon

På bakgrunn av resultatene i kapittel 6 og diskusjonen i kapittel 7 er det funnet at anlegg tilfredsstillende kriteriene i NS 9415 i forhold til strøm og bølger angitt i tabell 11.

Tabell 11 Tillatte miljøkombinasjoner

<i>Hs 50-års [m]</i>	<i>Vc 50-års [m/s]</i>
3.0	0.5
2.5	0.75
2.0	1.5

9 Referanser

1. NS9415:2009 Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.
2. Aquastructures (2006) «AquaSim the Aquastructuresimulator..Theoretical Formulation of structure and load modeling». Report no. Report NO. 2006-FO06.
3. Aquastructures(2010)»Teknisk Rapport. Klasse notat utmatting Aquastructures notat prosjekt 1219. 2010-08-10.
4. Aquastructures (2012)«Verification and Benchmarking of AquaSim, a Softwaretool for Simulation of Flexible Offshore Facilities Exposed to Environmental and Operational Loads» Report no. 2012-1755-1.
5. Aquastructures (2012b) AQUASIM "Manual for working directly in the AquaSim input file (advanced use) 2012 edition" Report FOU-2012-112
6. Berstad et al (2012) "Loads from Current and Waves on Net Structures" Proceedings of the ASME 2012 31st International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering. OMAE2012 July 1-6, 2012, Rio de Janeiro OMAE2012-83757
7. 1844_001.pdf – Braided Polyethylene
8. BOTTOM wavedamper.stp
9. Bunnrør Bølgedempar.stp
10. Bølgedemper 26m.stp
11. Klammer Seksjon.stp