



Statoil

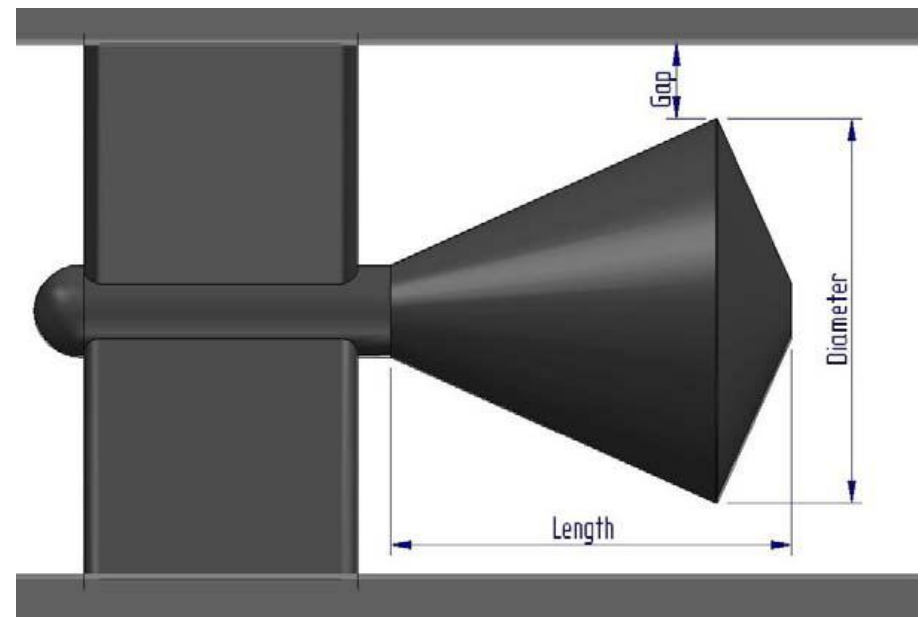
# Risiko for tretthetsbrudd i cone-baserte differensialtrykkmålere.

Eirik Åbro, Fagleder Flerfasemåling

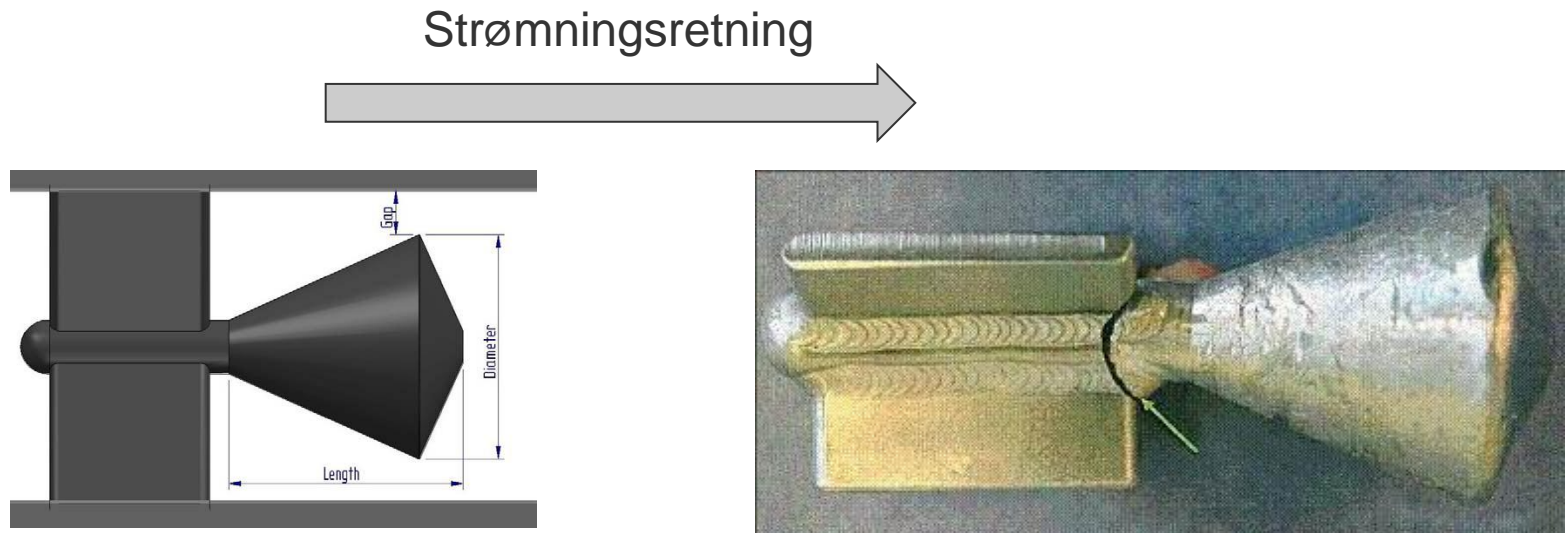
NFOGM Temadag 15. mars 2013

# Introduksjon

- To WGM coner løsnet i felt
  - Subsea våtgassmåler
  - Topside våtgassmåler
- En tredje WGM cone løsnet under test på K-lab
- Designkriteria
- Vibrasjonsmoder
- Sammenheng mellom Vortex shedding og strømningshastigheter
- Fremtidig produksjon
- Sammendrag fra arbeidet



# Bakgrunn for arbeidet



- Årsak til brudd

- Flow-indusert vibrasjon
- Samsvar mellom egenfrekvens og frekvens i vortex shedding

# Arbeidet har omfattet

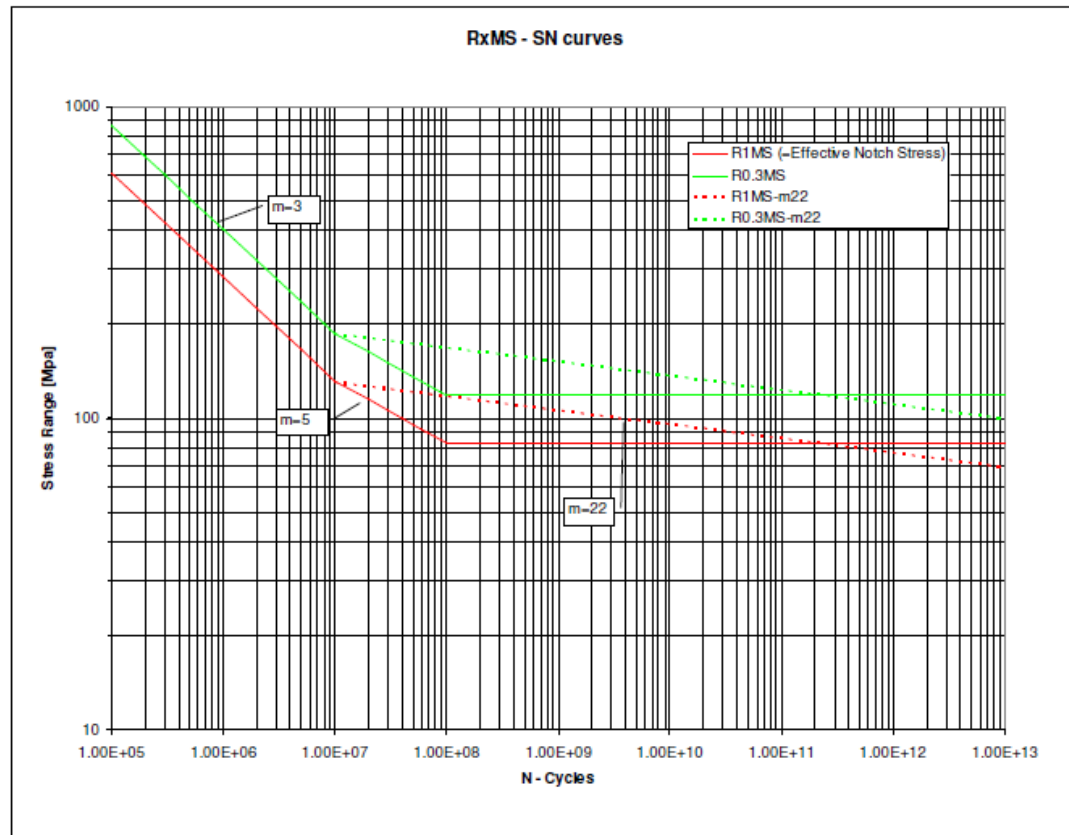
Felt		Type prosjekt
Sleipner	Subsea 2 phase WGM 5" and 12"	Root cause analysis
Vega	Single phase cone 9"	Design analyse
Snøhvit	Subsea 2 phase WGM 5"	Design analyse
Åsgård Subsea compression	Single phase 6"	Design analyse
Alve	Subsea 2 phase WGM 8"	Design analyse
Kvitebjørn	Topside 2 phase WGM 5,4"  2 versjoner	Design analyse
Mikkel, Yttergryta, Smørbukk	Subsea 2 phase WGM 5"	Design analyse

# Metodikk og antagelser lagt til grunn i studiene

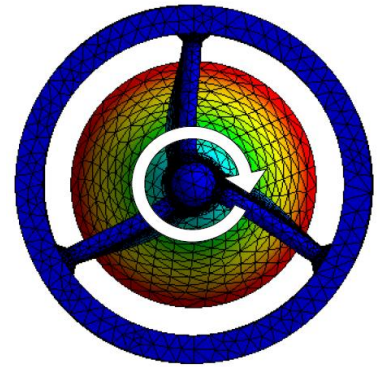
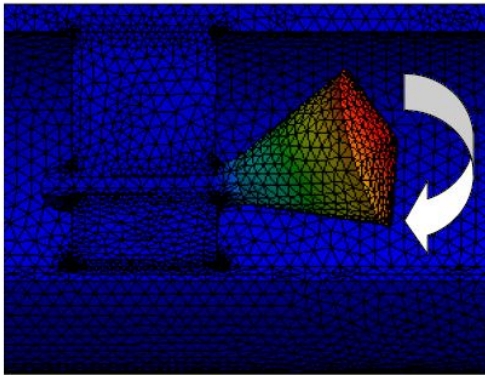
- Kildekarakterisering
  - Vortex shedding
  - Kan bare oppstå om væskefraksjonen er mindre enn 5% i gassdominerte system eller at gassfraksjonen er mindre enn 15% i væskedominerte system
  - Bestemme frekvens responsen (Strouhal nummer) og eksitasjonsamplitude
- Mekanisk analyse
  - Bestemme eigenmode og egenfrekvens
- Analyse av mekanisk stress fra ulike kilder (en og en)
  - Ulik belastning for ulik egenfrekvens
  - Total belastning er sum av enkeltkilder
- Sammenlignet med tillatt belastning
- Det er antatt at frekvenser samsvarer om de er innenfor +/- 25% av egenfrekvens
- Evaluering av belastninger er gjort iht DNV RP 203

# Design kriteria - SN kurve DNV RP 203

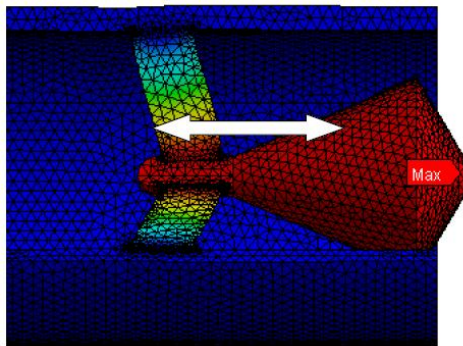
- Utstyr må operere over en gitt tidsperiode
  - Kilder til vibrasjon er kjent
  - Gir det totale antallet sykluser
- Tillatt belastning følger fra SN-kurve
- Eksempel; 20 år drift @ 1000 Hz gir  $6.3 \times 10^{11}$  sykluser.



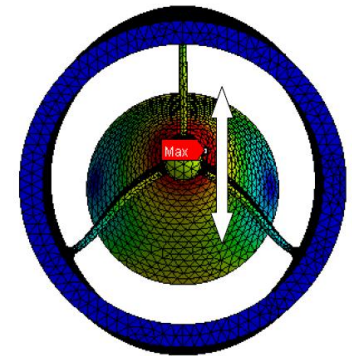
# Vibrasjonsmoder og egenfrekvenser



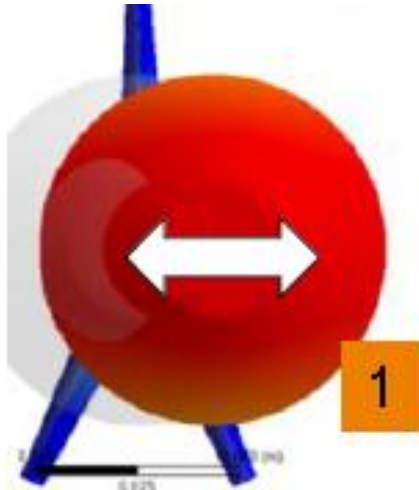
Mode	Eigen frequencies [Hz]		
	5" Cone	8" Cone	12" Cone
1	930	250	136
2	1801	250	149
3	2790	326	516
4	-	1100	1508



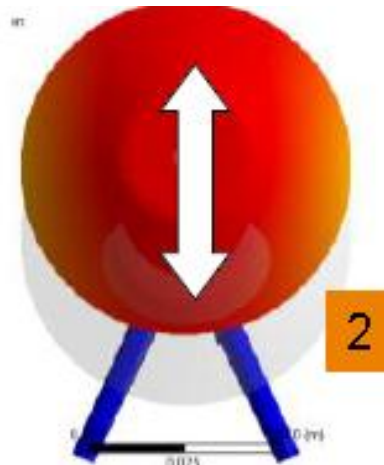
Avhengig av Cone-størrelse



# Konsekvens av asymmetri i support plater - Kvitebjørn



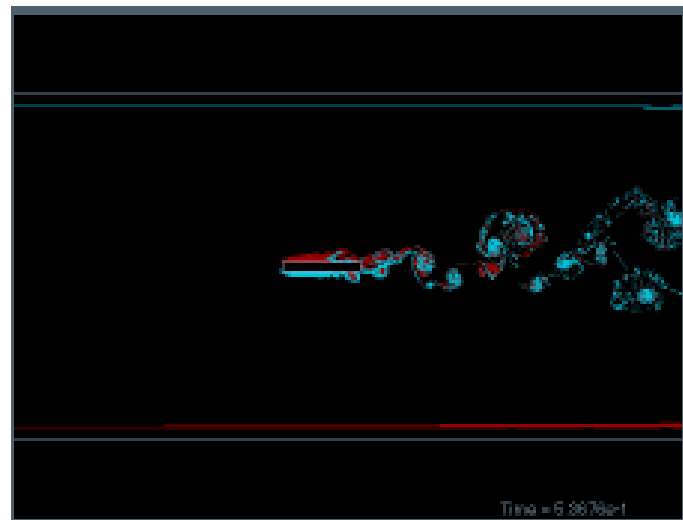
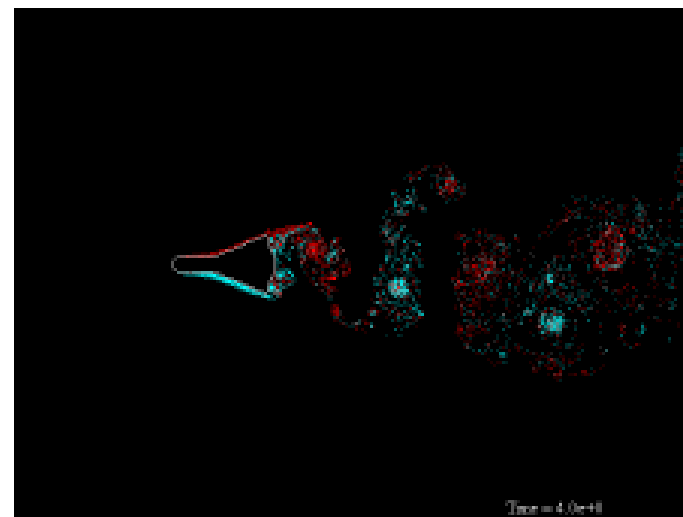
Mode	Eigen frequencies [Hz] – 5,4''	
	120° -120° -120°	155° -155°-50°
1	994	645
2	994	1128
3	1385	1381
4	3054	2994



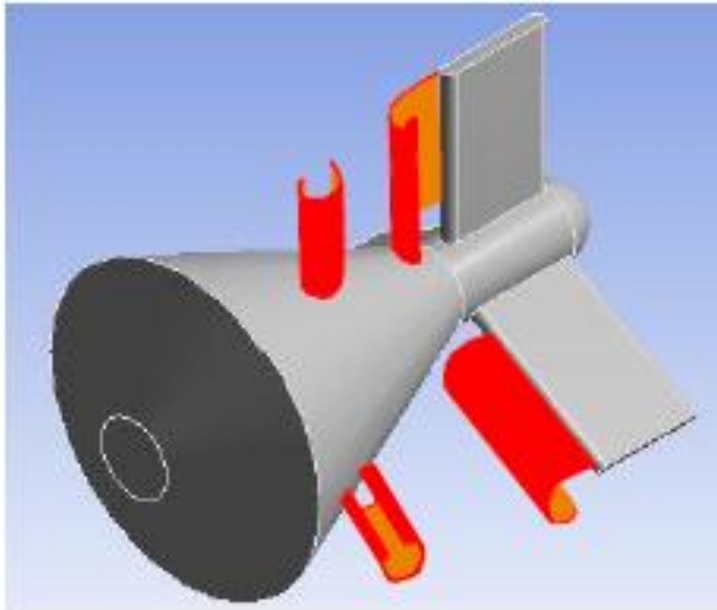


# Eksitering av vibrasjon i coner

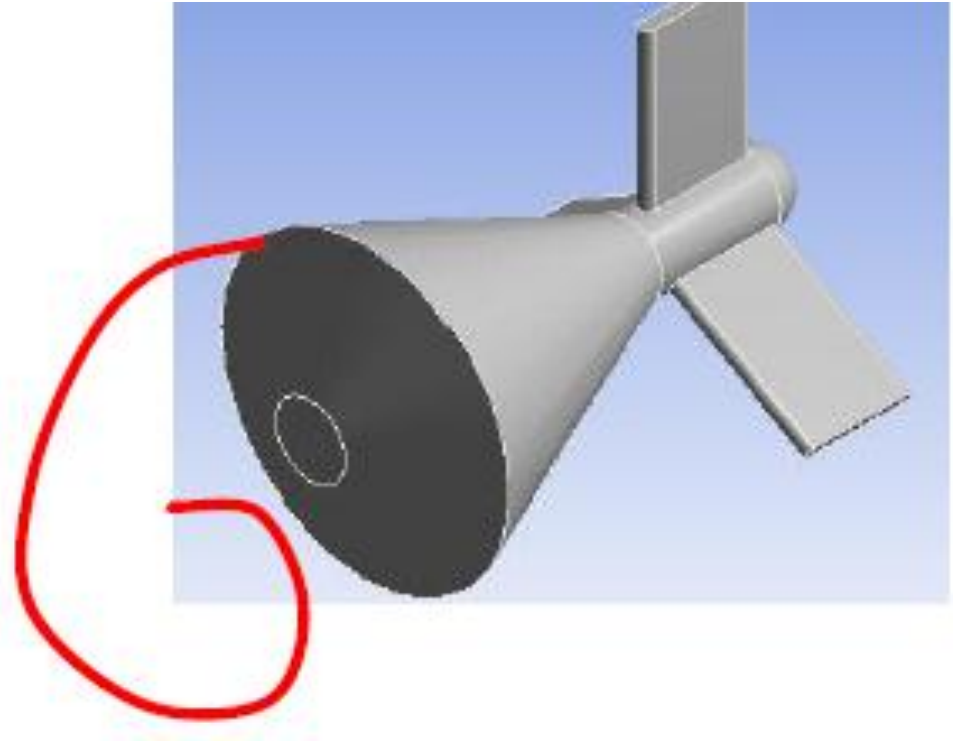
- Noen typiske kilder
  - Vortex shedding i T-bend oppstrøms og nedstrøms piping.
  - Akustisk støy fra choke
  - Cone elements: support plater, cylindrical support and Cone body
  - Turbulent flow - trykkpulseringer
  - Forstyrrelser i flowen fra bend.



# To kilder til Vortex shedding



Support plater

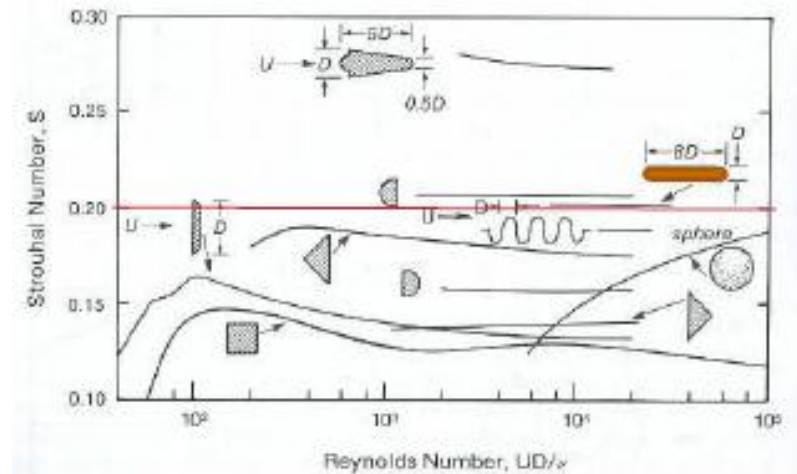
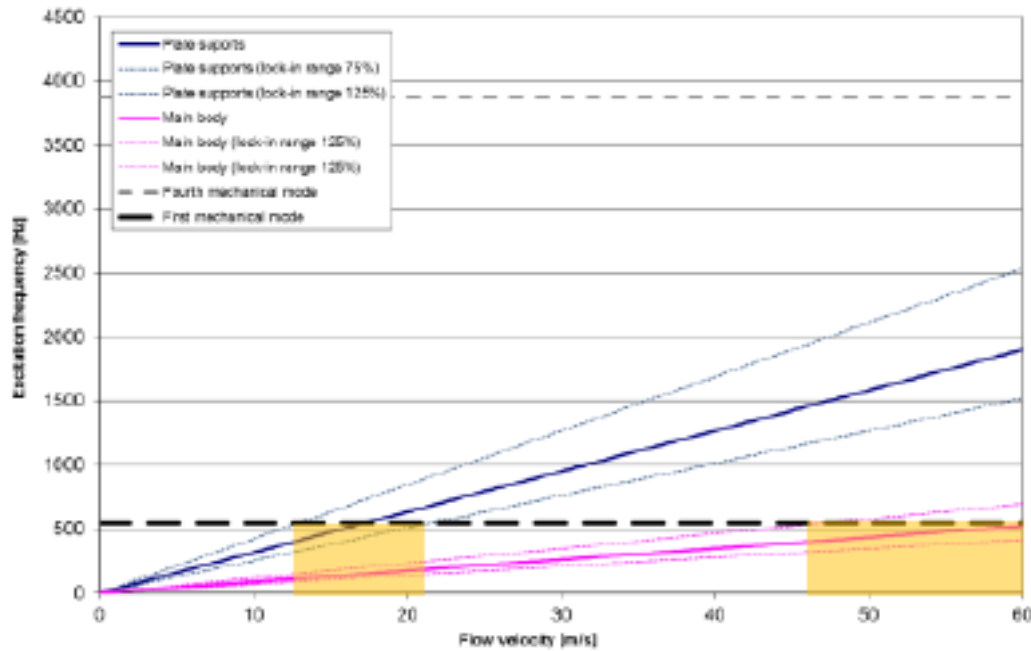


V-cone body

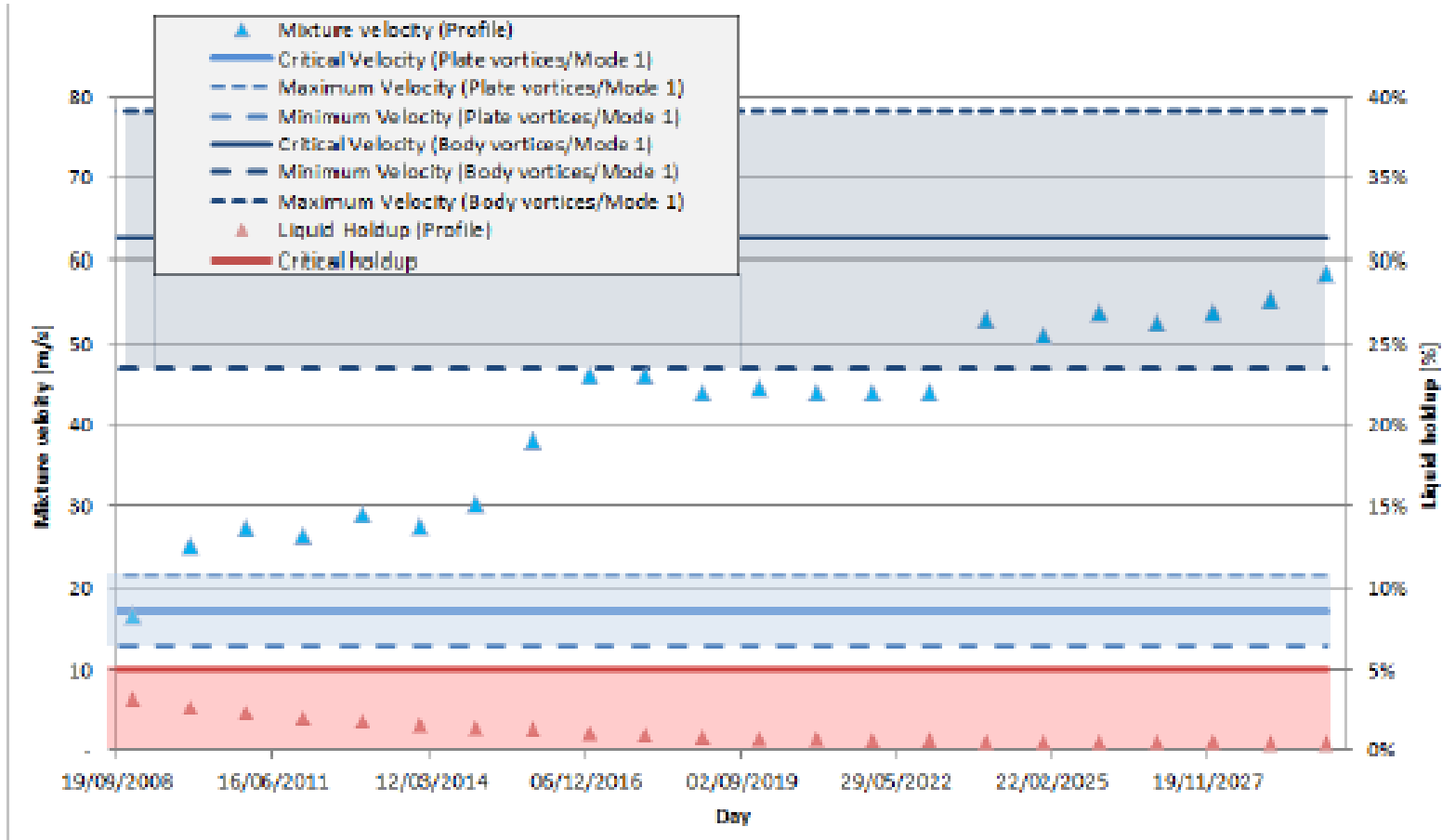
# Flowhastighet og vortex shedding frekvenser

- Vortex shedding frekvens bestemt av Strouhal tallet

$$Sr = \frac{f \cdot L}{U}$$



# Konsekvenser for fremtidig produksjon



# Sammendrag fra arbeidet

- Tillatt stress nivå er 88MPa iht DnV RP 203
- For en 5" subsea måler, viste beregninger et stressnivå opp mot 1000 MPa @ 996 Hz
- For en 12" subsea måler, viste beregninger et stressnivå opp mot 25000 MPa @ 136 Hz
- To ulike kilder til vibrasjon:
  - For 5" Cone genererte support plater vortex shedding
  - 12" Cone genererte body vortex shedding
- For omtrent 90% av alle installerte 2 phase WGM cone I Statoil viser beregninger at man er eller ville komme inn I et kritisk hastighetsområde med risiko for at conen kunne løsne ved ordinære produksjonsrater. Om coner eksiteres går det kun minutter før den løsner.
- For Åsgard Subsea Compression viste høy risiko for at single phase cone ville løsne under ordinær drift.
- For våtgassfelt med fremtidige installasjon kompressorer, forventes det at hastigheten øker, og at dette gir betydelig økt risiko for at ulike typer coner kan løsne. Denne type vurderinger må gjøres for å kartlegges
- Designkriteria for våtgassmålere må settes til å kunne operere med hastigheter 70 m/s – 100 m/s