



Rømmingshindring

Østen Jensen

SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Dagens tema

- Gjennomgang av rømmingstilfeller
- Viktige endringer i NS9415
- Forskningsprosjekt og rømmingshindring

Vestlandsrømming/havari

Havari og rømming fra et gammelt rustent og usertifisert anlegg

- Havarinatten - vind opp i sterk storm styrke fra NV.
- Deler av anlegget tok inn vann og sank under overflaten.
- Da røkterne ankom anlegget og satte i gang tiltak for å forsøke å berge anlegget.
- Det ble besluttet å redde den flytende delen av anlegget og de to nedsunkne burene med fisk ble skilt ifra og sank til bunns.



Havari og rømming fra gammelt rustent usertifisert anlegg

- Anlegg fra 1990.
 - Vært i bruk på ulike lokaliteter.
- Dugelighetsbeviset var midlertidig
 - Utstedt uten befaring på anlegget.
 - Førte til at inspeksjonsorganets mistet akkreditering.
- Eksponert lokalitet.
 - Antatt at vindgenerert sjø fra vest dominerer.
 - Bølger fra NV ble neglisjert
 - Havdønninger ble neglisjert.
 - Røkterne bekreftet at verste bølgeretningen var fra NV.

Havari og rømming fra gammelt rustent usertifisert anlegg

- Fortøyningsberegningene er datert etter at fortøyningene kom i sjøen
- Ikke samsvar mellom fortøyningskissene som er levert av oppdretter og akkreditert inspeksjonsorgan.
 - I oppdretters skisse er det 3 fortøyninger mot vest og 2 fortøyninger mot øst,
 - I fortøyningsberegning 5 fortøyninger både mot øst og vest.
 - Anlegget lagt ut oktober/november 2006
 - Fortøyningsanalyse fra januar 2007

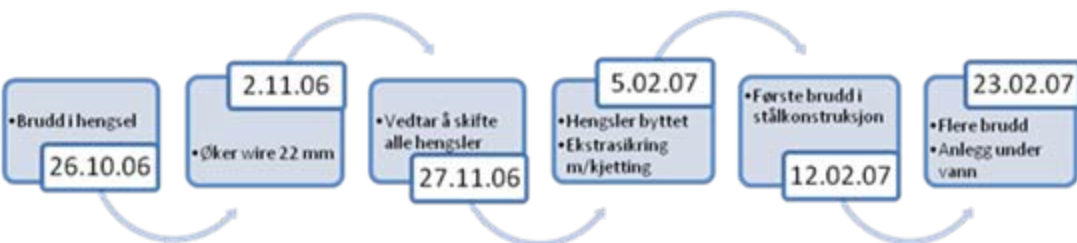
Havari og rømming fra gammelt rustent usertifisert anlegg

Rømmingskommisjonens kommentarer og konklusjoner

- Ansvaret for drift og sikkerhet av akvakulturanlegg ligger hos oppdretter.
 - Anlegg var i dårlig forfatning.
 - Anlegget hadde store svekkelser på grunn av utmatting.
 - Ble gitt klare advarsler mot å bruke anlegget
 - Utsatt lokalitet
 - Lokalitetsklassifiseringen tok ikke hensyn til bølger fra nordvest
 - Totalt for "snill".
 - Havariet skyldes ikke spesielle uventete hendelser.
- Fortøyningsutleggingen var mangelfull
 - Dette bidro trolig til havariet

Havari av nytt produktsertifisert stålanlegg

- Kun vært i drift 4-5 måneder
- Havari under uvær pga brudd i flytekrage
- Nytt anlegg på ny lokalitet
- Lokalitet klasset til Cc.
- Produktsertifisert:
 - Flytekrage (Max Cc).
 - Notpose.
- Sertifisert fortøyning.



Havari av nytt produktsertifisert stålanlegg

- Uenighet om hvor værhardt det er på lokaliteten.
 - To uavhengige selskap har klasset lokalitet til Cc.
 - Dårlig vær ved havaritidspunkt
 - Men mildere enn anlegget er sertifisert for.
- Anlegget kan ha vært underdimensjonert
 - Sprekker i stålkonstruksjonen.
 - Utmatting er mulig årsak.
 - Designen kan ha hatt svake punkter i skjøter og sveis.
 - Lokalitetsklasse Cc påstås å være med retningsbegrensninger men dette er ikke nevnt i produktsertifikat
- Flytekragen var oppskalert.
- Gummihengsler tålte ikke belastningen de ble utsatt for
 - Ingen sprekkdannelser eller brudd i stålstrukturen før gummikoblinger ble byttet ut med konvensjonelle hengsler.

Havari av nytt produktsertifisert stålanlegg

Rømmingskommisjonen kommenterer:

- **Fungerer produktsertifiseringsordningen?**
 - Manglende tegninger/skisser gjør det umulig å vurdere hvor godt konstruksjonen er representert i modellen
 - NS 9415 er blitt feiltolket.
 - Mangler analyse av konstruksjonsdetaljer
 - Levetidsanalyse er feil
 - Konklusjoner er upresise og utydelige.
 - RKA har ikke mottatt det som skulle være grunnlaget for produktsertifiseringen. Det stilles derfor spørsmål ved hvorvidt produktsertifiseringen reelt sett har vært en tredjeparts verifikasjon?

Havari av nytt produktsertifisert stålanlegg

Rømmingskommisjonen kommenterer:

- Behov for økt kompetanse?
- Konsekvens av tøff konkurransesituasjon?
- Ansvarsfraskrivelse innen NYTEK?
- Strengere oppfølging fra Norsk Akkreditering anbefales
- Ville anleggssertifikat (for hele anlegget) avdekket rømmingsrisikoen?
- Trolig ville rett bruk av dagens NYTEK-system avdekket svakhetene ved denne hovedkomponenten.

Rømming på grunn av revne i not

- Rømming skjedde om natta
 - Sterk vind
 - Antatt lavere strømhastighet og bølgehøyde enn dimensjonerende
- All fisk i en merd rømt
 - Brudd i sidetau
 - Horisontal 11.9 meter revne på 10 meters dyp
 - Rørlignende fremmedlegeme funnet i not
 - Stedvis mye begroing på not
- Anlegget hadde forskjøvet seg
 - Skyldtes brudd i rammefortøyning
 - Kordelene skåret rent av



Rømming på grunn av revne i not

■ Dugelighetsbevis

- Nytt dugelighetsbevis skal utstedes ved vesentlige endringer.
 - Foreligger tre dugelighetsbevis.
 - Et er utstedt etter rømmingen.
 - Uklart om det er faktiske endringer på anlegget som er årsaken til utstedelse av nye dugelighetsbevis.
- Dugelighetsbevisene angir maksimum dybde på not til 30m. Aktuelle nota var en 45m dyp spissnot.
- Ved utstedelse av dugelighetsbevis forutsettes det at det akkrediterte inspeksjonsorganet har analysert og inspisert anlegget.

Rømming på grunn av revne i not

■ Lokalitetsklassifisering

- Signifikant bølgehøyde fra NNØ beregnet uten å omregne til effektiv strøklengde.
- Signifikant bølgehøyde fra SØ antas det at samme metodikk er benyttet; i tilfelle er strøklengden for lavt angitt.
- NS 9415 meget uklar med hensyn til omregning til effektiv strøklengde.

■ Notsertifisering

- Manglende sporing
- Oppdretter aksepterte et notsertifikat med manglende sporing

Rømming på grunn av revne i not

■ Brudd i rammefortøyning

- Rene bruddflatene indikere skarp gjenstand.
 - Kan være propellskade
 - Tauet er normalt på ca 3-4 meters dybde ved stille sjø. Ved urolig sjø kan selvfølgelig dette variere sterkt.
- Usikkert hvem som har sertifisert fortøyningen.
- Oppdretter har ikke mottatt brukerhåndbok.

Rømming på grunn av revne i not

■ Brudd i sidetau

- Begroing indikerer brudd før revnen oppstod.
- Ingen ytre mekanisk påvirkning på notlinet ved bruddstedet.
 - Primær skade begrenset til sidetau.
- Bruddet i sidetauet kunne vært oppdaget ved dykkerinspeksjon.
 - Enklere å oppdage hvis nota er skikkelig rengjort.
- Med brudd i sidetau er det bare et tidsspørsmål før nota revner f.eks. ved opplining.

Rømming på grunn av revne i not

■ Revne i not

- Grunnet begroing på tautampen er det grunn til å tro at sidetauet helt eller delvis var røket en tid før revnen i nota oppstod.
- Bruddet i sidetauet antas ha vært en direkte foranledning til revnen i nota. Da sidetauet røk helt av, overføres krefter fra sidetau til omkringliggende notlin og notposen vil da revne.
- Fordi tydelige spor etter ytre mekanisk påvirkning på notlinet på bruddstedet er ikke observert, kan det se ut som den primære skaden er begrenset til sidetauet.

Åtte havari/rømminger på mindre enn
en måned

Rømmingsundersøkelse i 2006

Mål

- Finne årsak til rømmingene
- Gi anbefalinger for forbedringer

Metode

- Innhenting av informasjon
 - Meteorologiske data
 - Lokalitetsrapporter
- Besøke anlegg
- Samtaler med røktere, driftsledere, fortøyningsansvarlige etc
- Alle resultater skulle anonymiseres

Erfaringer

- Kom sent i gang, men allikevel mulig å få en del svar

Deltakere

- SINTEF Fiskeri og havbruk AS
 - Østen Jensen
 - Egil Lien
 - Arne Fredheim
 - Ulf Winther
- Barlindhaug Norfico AS
 - Gjermund Bahr
 - Torfinn Larsen

Når skjedde rømmingene

- To uværsperioder
 - Første halvdel av januar
 - Sterk vind fra sørvest
 - Slutten av januar (Narve)
 - Langvarig vind fra sørøst + ekstrem kulde



Hvorfor rømte fisk?

| Anlegg # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Totalt |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|
| Driftsfeil | X | X | | | X | X | | X | 5 |
| Drivgoods | | | X | | | | | | 1 |
| Ising | X | X | | | X | X | | | 4 |
| Havdønninger | | | O | X | O | | X | O | 2+3 |
| Strøm | O | O | | | X | | | O | 1+3 |
| Bølger | X | X | | | X | | | O | 3+1 |
| Fortøyning | | | | | | | X | | 1 |
| Innfesting | | | | X | X | X | | | 3 |
| Flyter | X | X | | X | | | X | | 4 |

Is

- Spesifiserte verdier i standard er for lave.
 - 30 kg/m² (horisontale flater)
 - Tilsvareer kun ca 3 cm med is.
 - Hentet fra "Den Norske Skipskontrollens regler av 1998, paragraf 12 stabilitet"
- Anlegg var i ferd med å synke.



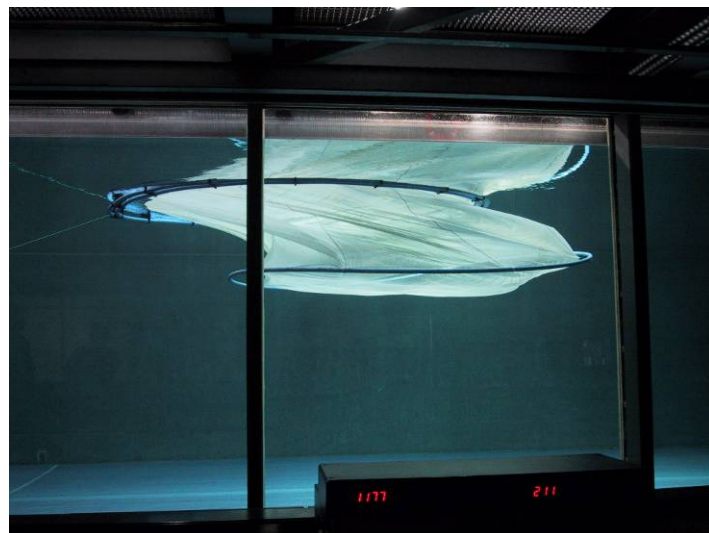
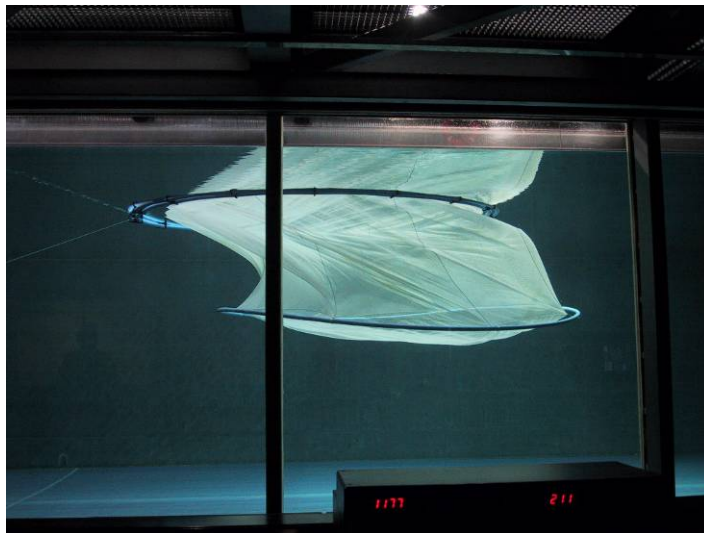
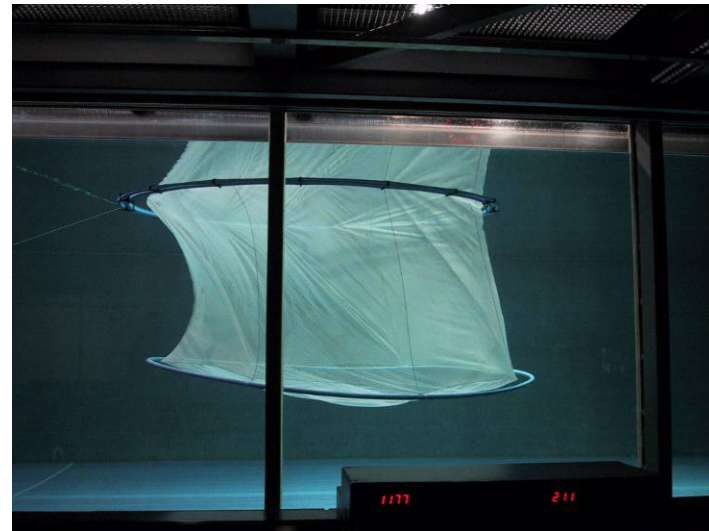
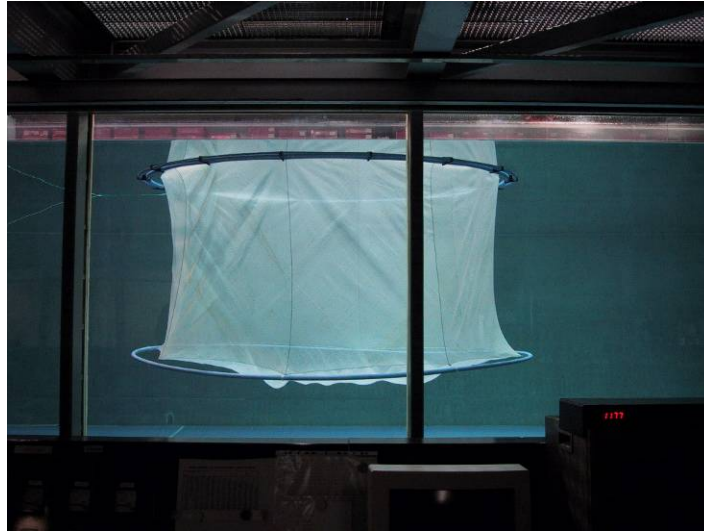
Loddsetting

- Loddveker ble hengt opp for høyt i forhold til dybde på not.
 - NS 9415:2003:
 - "Lodd som henger i bunnen av noten, skal være plassert slik at det ikke fører til gnag på noten ved opphaling av dødfiskhov"
 - Kontaktskade mellom not og bunnlodd, på grunn av langvarig sterk strøm og bølger



Not deformasjon i strøm

Det du ikke ser har kanskje både nota og fisken vondt av?

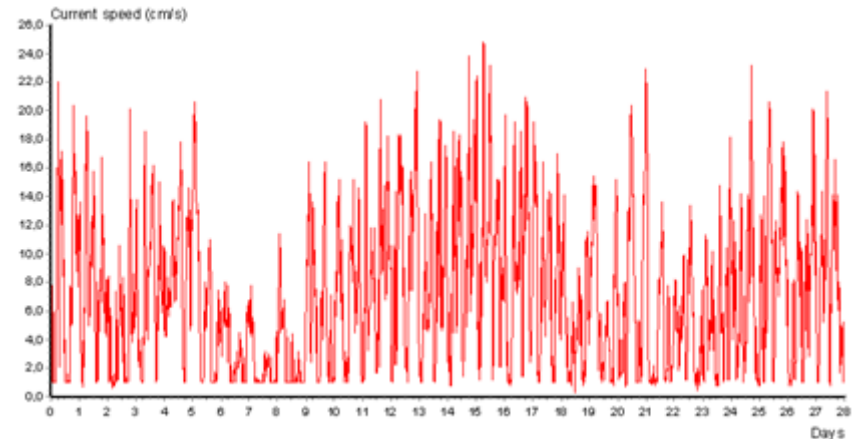


Havdønninger/sjødrag

- Oppstår på grunn av store bølger til havs/utaskjærs forplanter seg inn forbi holmer og skjær
- Lange bølger med en bølgelengde på 150 - 300 meter og en bølgehøyde på 1 - 3 meter
- Opplevs som en oscillerende strøm med hastighet på 0,5-0,7m/s og perioder på 10-15 sekunder avhengig av vandyp etc.
- Estimering av bølgehøyde/lengde er komplisert.
 - Refraksjon/diffraksjons analyse verktøy.
 - Krever detaljert modellering bunnforhold og lokal

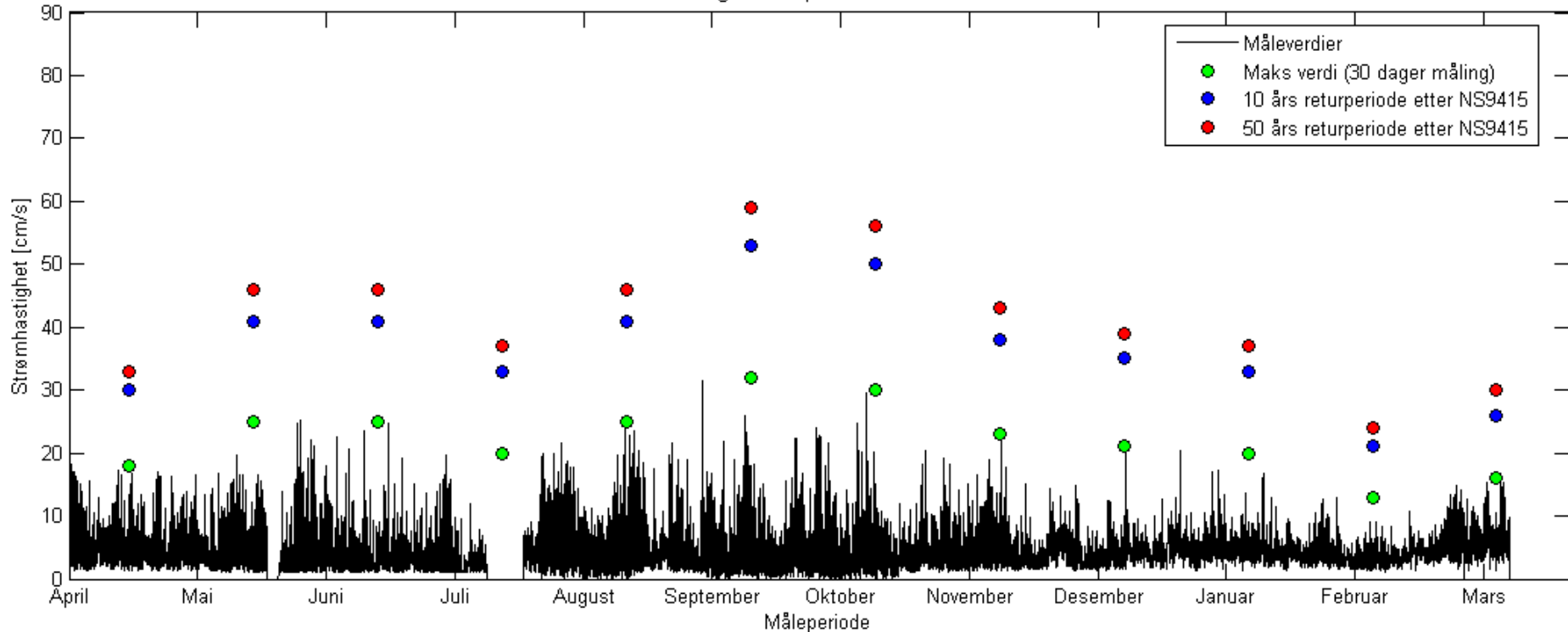
Strøm

- Hva påvirker strømbildet?
 - Tidevann
 - Utbrudd fra kyststrøm
 - Is smelting og flom
 - Vindgenerert overflatestrøm
- Enkelte bruker 2 ukers måling til tross for at standard spesifiserer 4 uker. Dette blir godtatt av enkelte akkrediterte sertifiseringsorgan.
- Selv med 4 uker måling kan man få ikke-konservative verdier.
- Flere oppdrettere oppga at dimensjonerende strømhastighet med 10 års returperiode virket for lav.



Strøm

Strømmålinger fra april 2002 til mars 2003



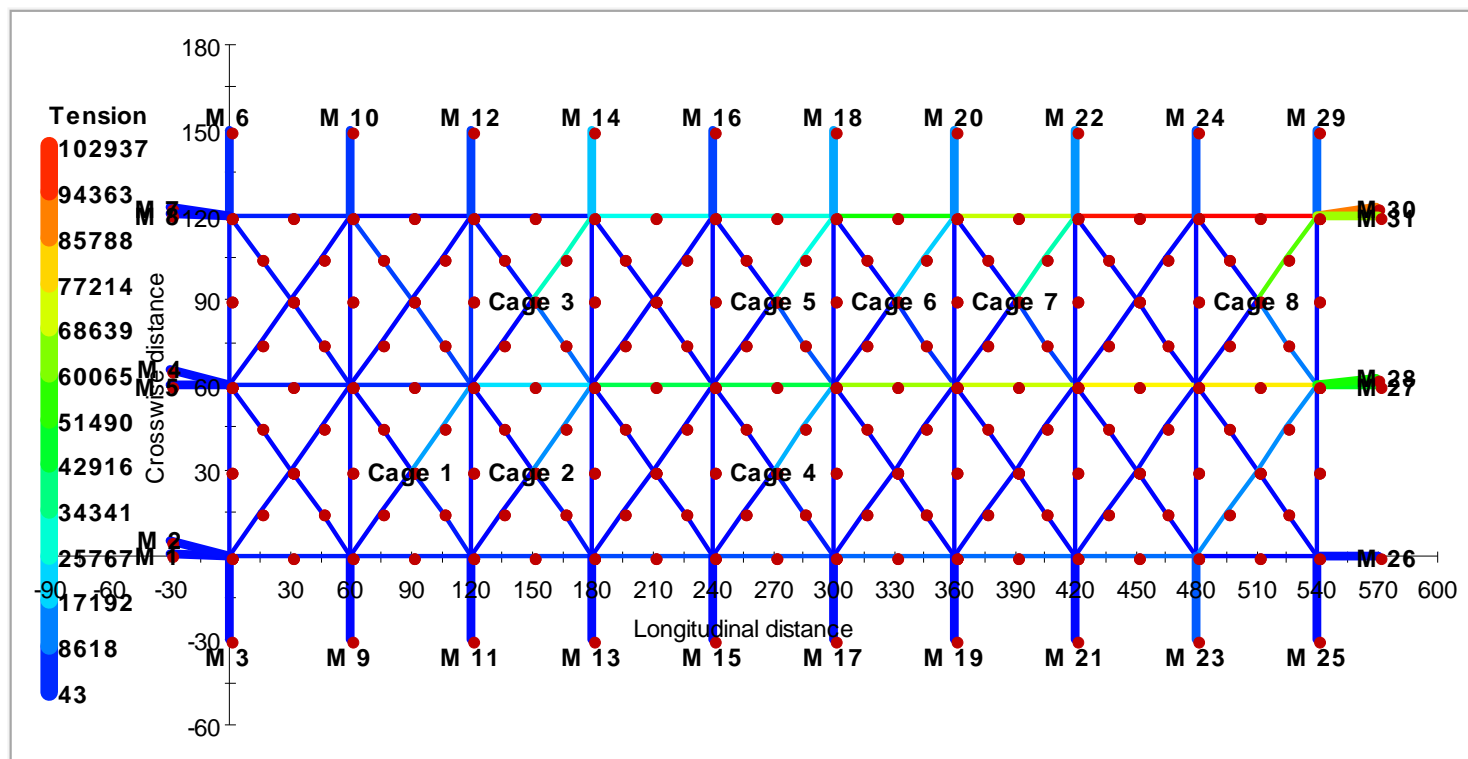
- Basert på målinger i februar
 - 10 års returperiode overskrides i 6 av årets måneder
 - 50 års returperiode overskrides 5 ganger

Progressive brudd i fortøyning

- restsikkerhet/sekundærsikring

- Brudd i forankring eller hovedstrek i ramme/stigefortøyning kan føre til progressive brudd.

Frame - 14 bur 60x60 9+5



Progressive brudd mellom not og flyter

- Stor avstand mellom festene mellom not og flyter kan føre til progressive brudd.

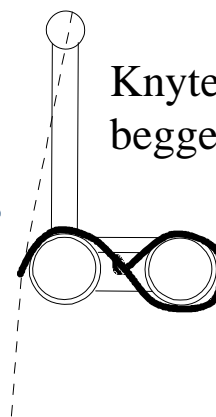
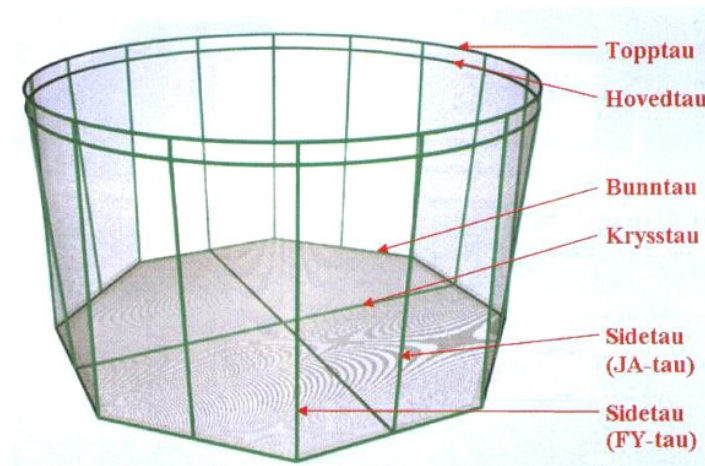
- Krav til antall festepunkt?
- Geometri
- Lokalitet?

- Hvilke knuter er sikre?

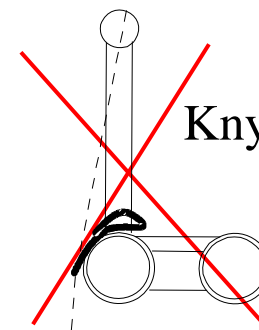
- Spesifiseres i standard?

- Hvor skal not festes?

- Ring
- Indre, ytre eller begge?
- Rekke?
- Rekkestøtte?
- Klammer?



Knytes mellom støttene rundt begge flyterør



Knytes rundt rekkestøtta

Sammenbrudd flyter

■ Plast

- Kompliserte materialegenskaper i forhold til metall
 - Varighet
 - Temperatur
- Dimensjonerende verdier
- Dimensjonering av rekke og rekkestøtter

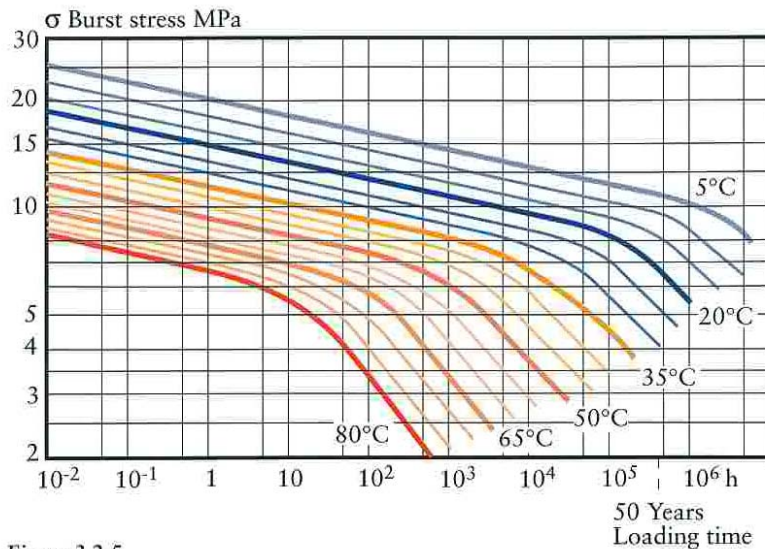
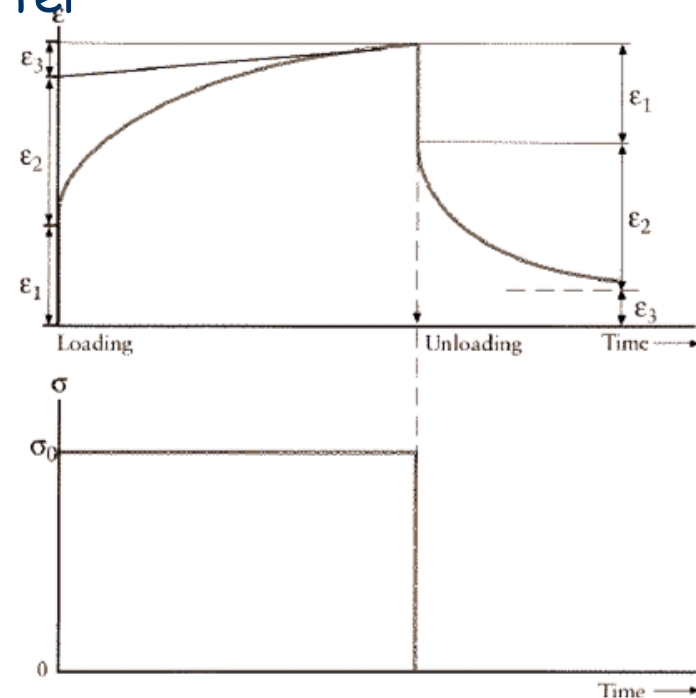


Figure 3.2.5



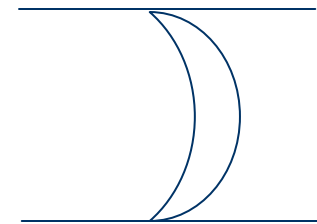
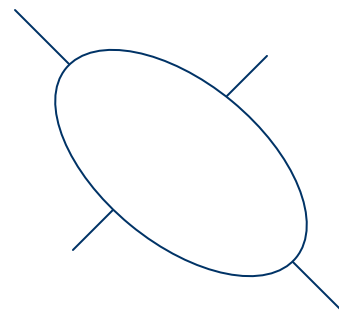
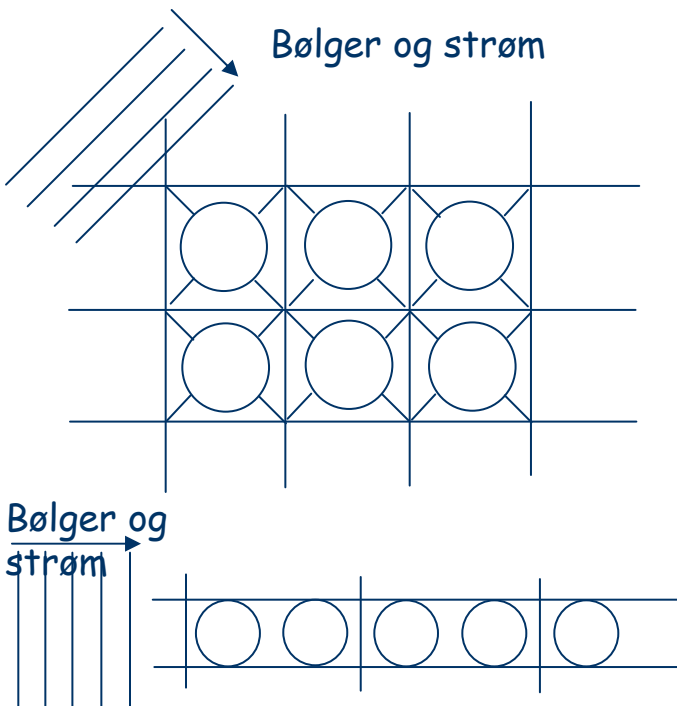
Sammenbrudd flyter forts.

■ Plast

- Lokal knekking pga ovalisering

$$R_b = \frac{D}{1.12s/D_m}$$

- Stigefortøyning og haneføtter

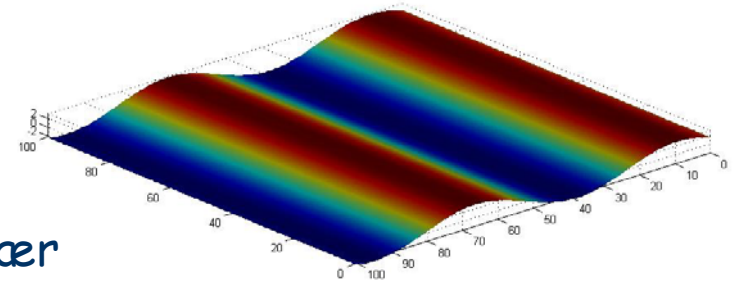
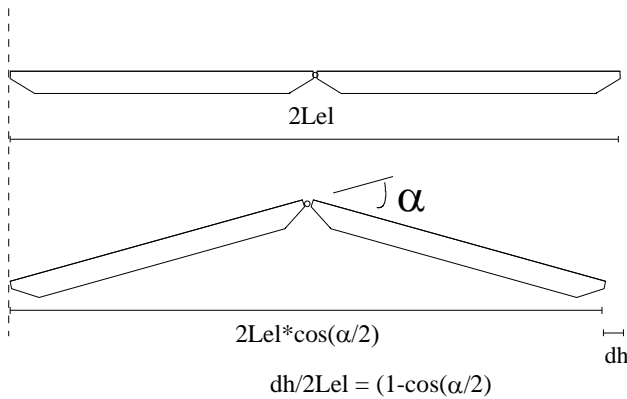
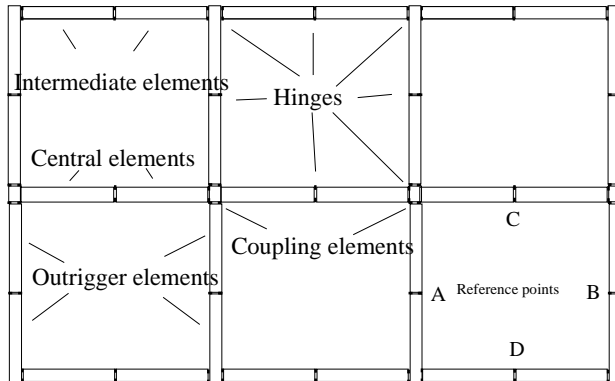


Sammenbrudd flyter forts.

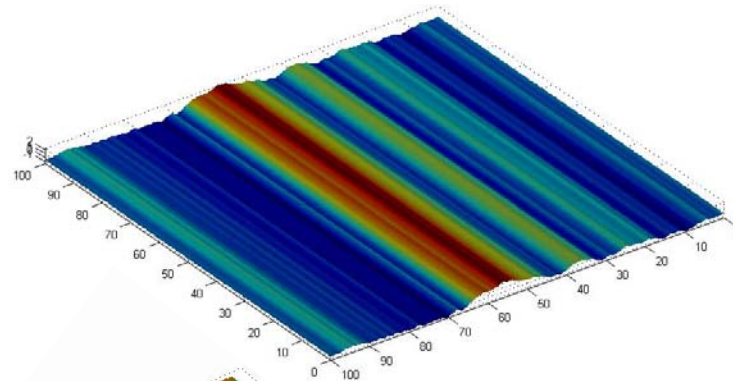
■ Stål

- Tvungen deformasjon
 - Skjær og torsjon
 - Fare for at sprekker oppstår
- Hvis man jevnlig finner sprekker og må utføre reparasjoner er dette en indikasjon på at anlegget ikke er egnet for denne lokaliteten, eventuelt fortøyningsarrangement eller orientering ikke er optimalt.

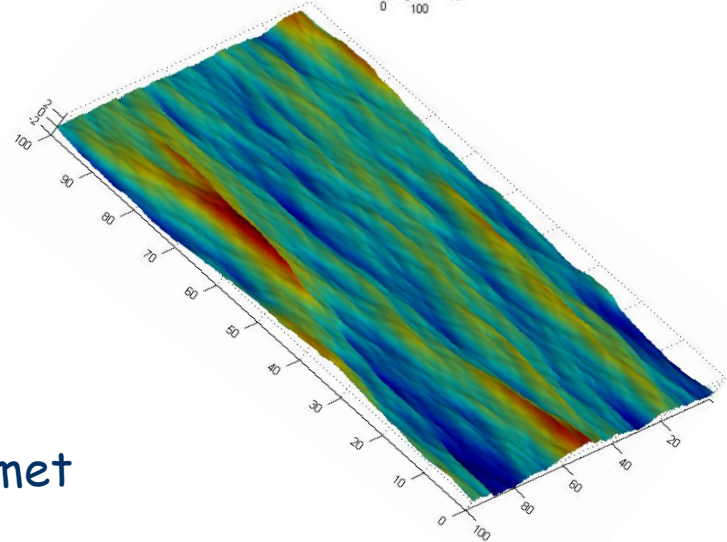
Bølgemodellering



Regulær



Irregulær langkammer



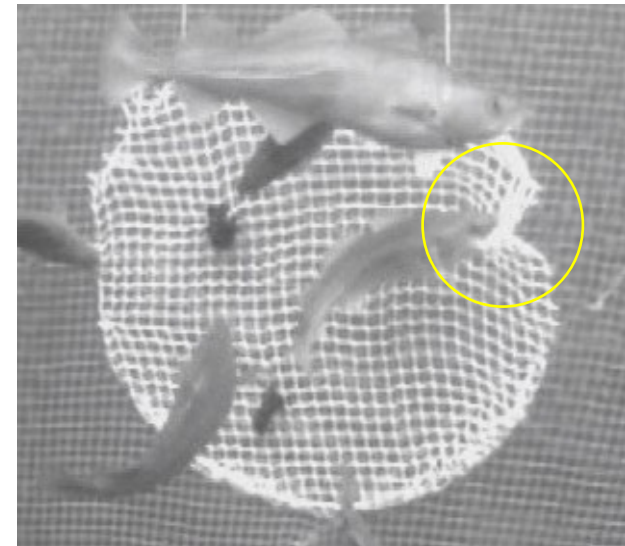
Irregulær kortkammer

Torskerømming



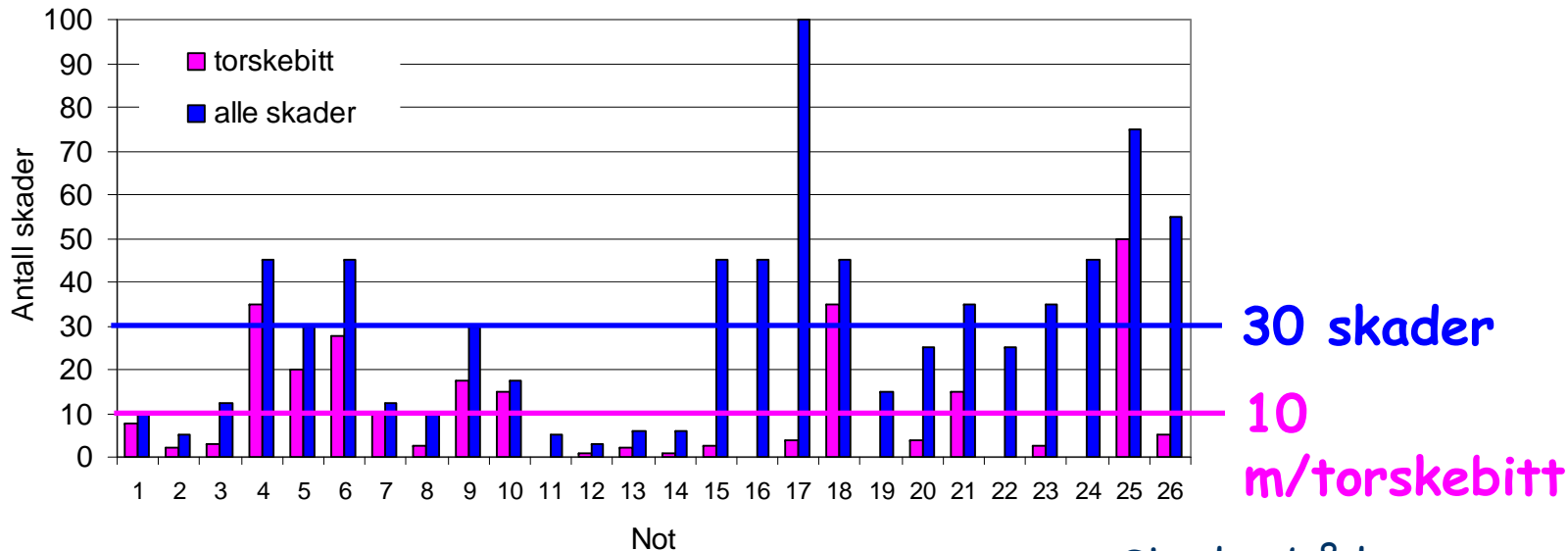
Hvorfor rømmer torskene?

- Av samme årsak som laks.
- Torskene er mer rømmingsvillig
 - Ca 2 % av torskene er registrert som rømt de siste årene
- Anleggene har vært for dårlige
- Settefiskene er mindre
- Torskene biter hull i nota
 - Kraftig angrep
 - Fisk i alle størrelser
 - Alle dyp
 - 100 angrep på 4 timer



Resultater fra torsknot prosjektet (<http://www.sintef.no/torsknot>).
Prosjektleder Heidi Moe (Heidi.Moe@sintef.no). <http://www.sintef.no/torsknot>

Skader på torskenøter, notbøteri



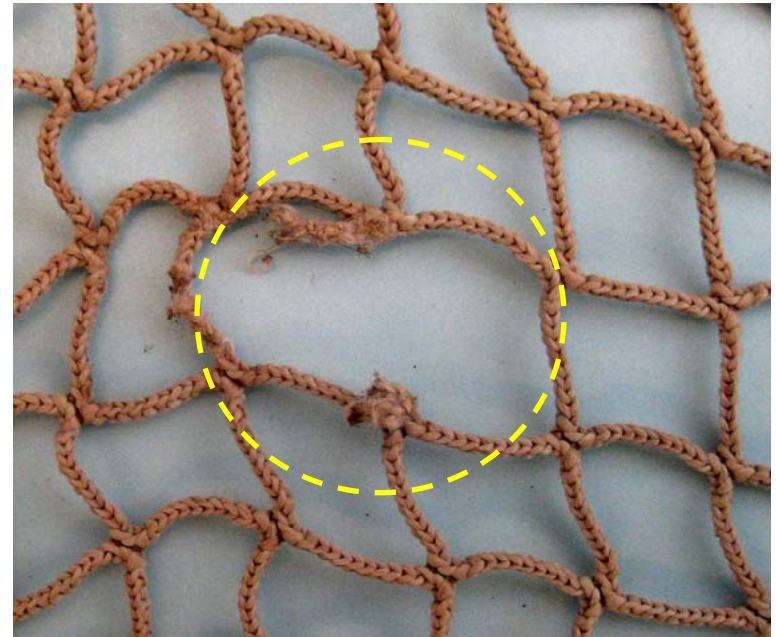
- Oppfliset notlin
- Maskebrudd/hull.
- 2/3 av skadene ved tau
- 2/3 av skadene i nedre del av nota
- Flere skader i samme område

- Skader både
 - svart og hvitt notlin
 - med og uten knuter
- Store biteskader funnet etter to uker i sjøen
- Notlin med biteskader
 - reduksjon i maskestyrke på 35-47 %.

Valg av maskestørrelse

- Vanlig å finne maskebrudd
- Et maskebrudd bør ikke kunne føre til rømming

$$\text{Halvmaskevidde} \leq \frac{O_{fisk}}{10}$$



For fisk med en omkrets på 10 cm:

$$\text{Halvmaskevidde} \leq \frac{100 \text{ mm}}{10} = 10 \text{ mm}$$

Hvilken not bør man velge / utvikle?

Kort sikt:

- Hardslått notlin
- Overflatebehandling som "limer" filamentene

Løsningen: To strategier:

- Notlin/overflatebehandling som tåler å bli spist på
- Notlin som torsken ikke biter i (mangler kunnskap)
- Viktig å ha driftsaspektet med i vurderingen!



Hvordan hindre rømming av torsk?

- Følg generelle råd
- Kontroller maskestørrelsen
- Sørg for at torskene er mett.
- Bruk nøter av god kvalitet med hardslått notlin.
- Unngå småskader
- Inspiser nota for hull og still krav til kvaliteten på bøtinga.
- Hold nota ren.
- Sørg for at nota er godt utspilt.
- Sorter fisken.



NS9415



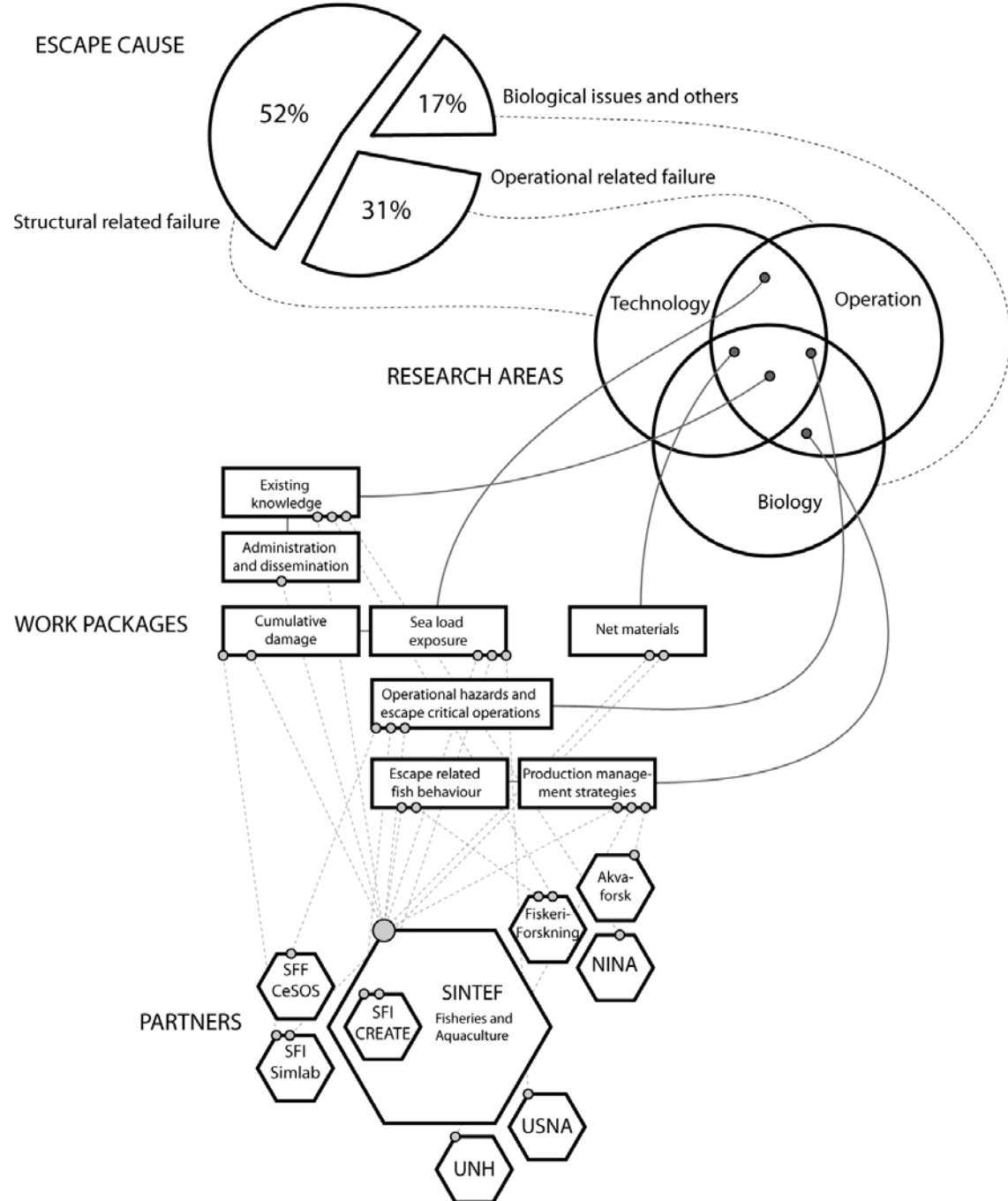
Viktigste endringer

- Lastfaktorer og lastkombinasjoner samlet i eget kapittel
- Økt fokus på pålitelighet og dokumentasjon
- Henvises i større grad til andre standarder
- Endringer og tilleggskrav ved lokalitetsklassifisering
- Nye krav til stålanlegg

Forskningsprosjekt og betydning for rømming

SECURE

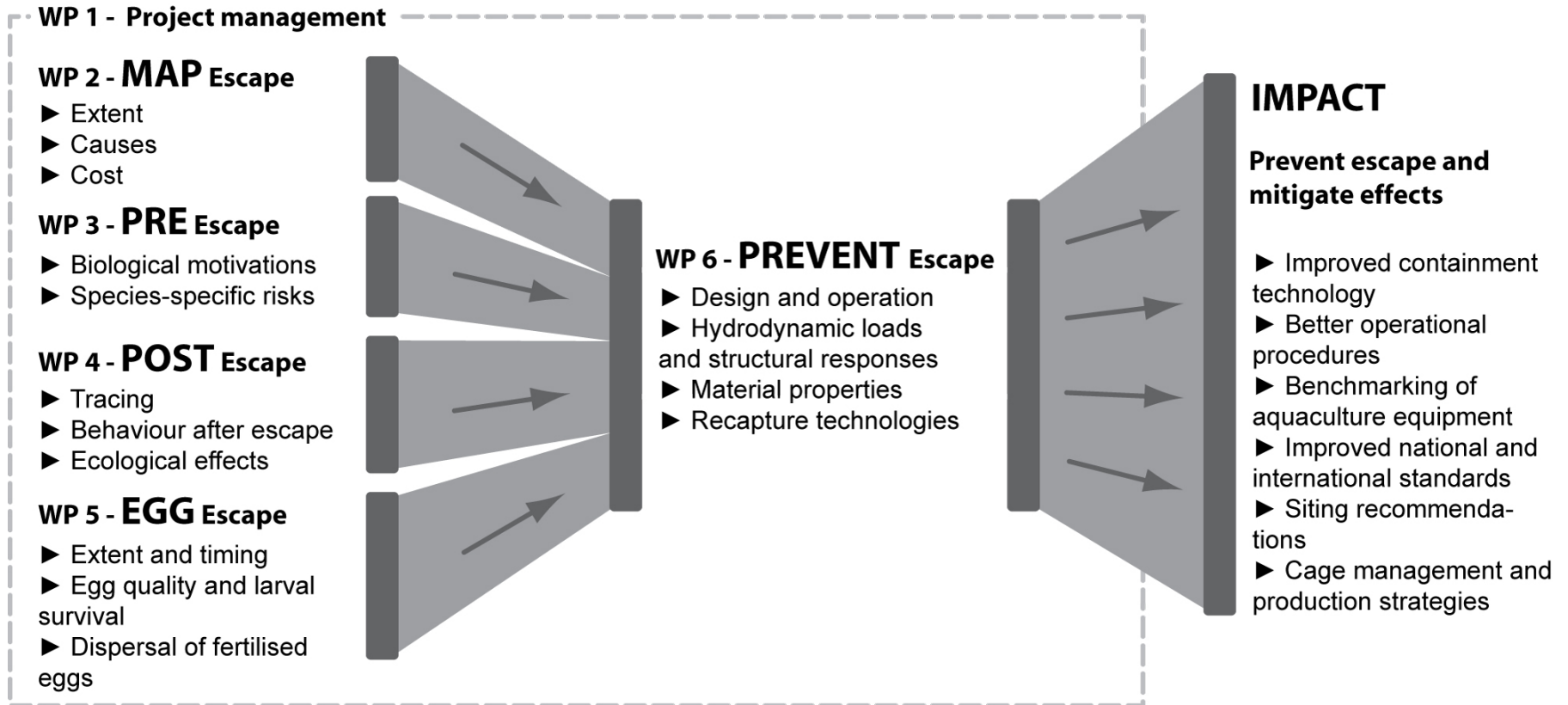
- Finansiert av Forskningsrådet
- Forskerstyrt
 - SINTEF
 - NOFIMA
 - NINA
 - SIMLab (NTNU)
 - CeSOS (NTNU)
 - UNH (USA)
 - USNA (USA)
- 2008-2011



PREVENT ESCAPE

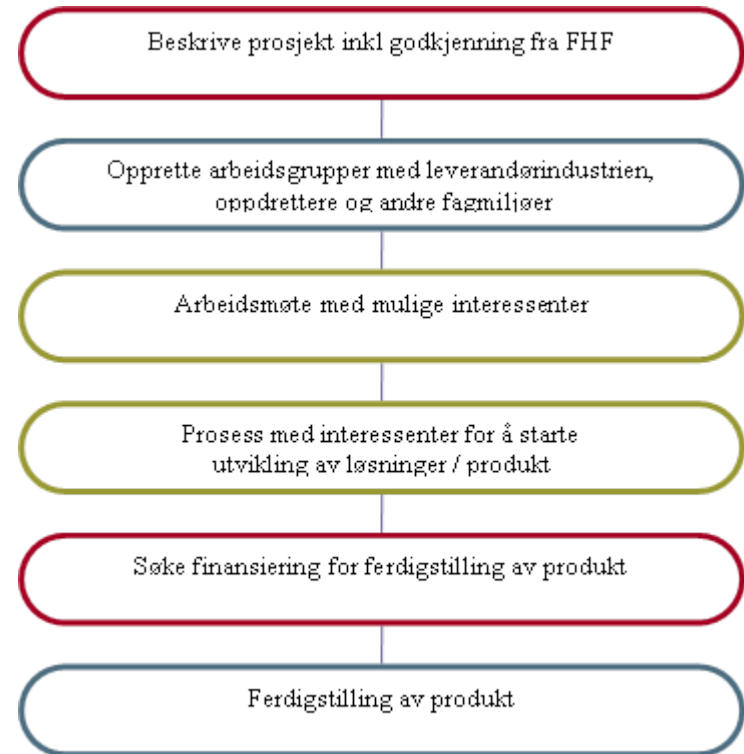
- Finansiert av EU
- Small Collaborative Project
 - SINTEF (Norway)
 - Hellenic Centre of Marine Research (Greece)
 - University of Alicante (Spain)
 - Scottish Association of Marine Science (United Kingdom)
 - Norwegian Institute for Nature Research (Norway)
 - NOFIMA (Norway)
 - University of Crete (Greece)
 - Marine Institute (Ireland)
 - University of Malta (Malta)
 - Tecnalia-AIE (Spain)
 - University of Las Palmas de Gran Canaria (Spain)
- 2009-2011

PREVENT ESCAPE



FHF Rømmingsprogram

- Finansiert av FHF
- 2007-2008
- Ledet av SINTEF
- Tema
 - Forankringssystemer
 - Måling av miljøkrefter.
 - Strøm.
 - Ising.
 - Brukerhåndbøker
 - innfesting not/flyter
 - Håndtering av store mengder død fisk



Takk for oppmerksomheten

