

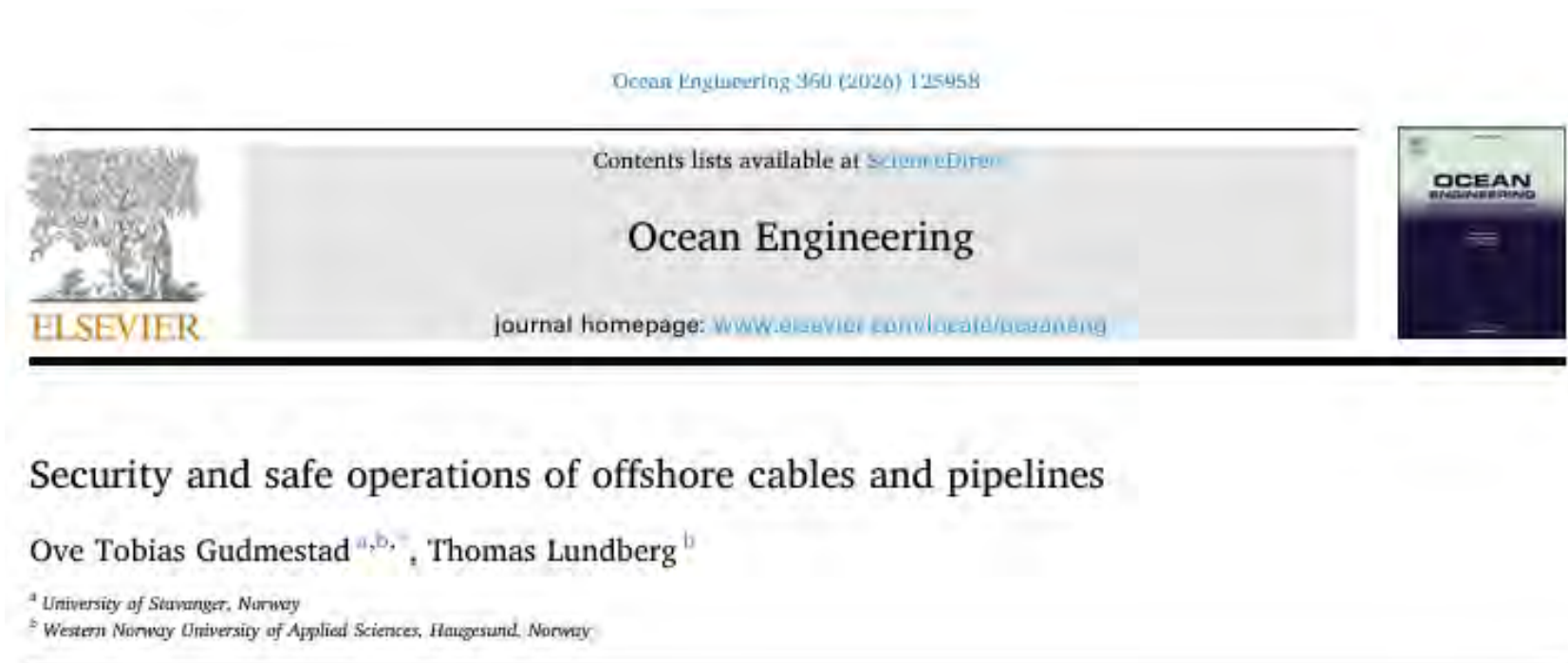
Sikring av offshore kabler og rørledninger

Ove Tobias Gudmestad, HVL, Haugesund

Presentasjon på “Subsea Operations conference”, August 4. – 5, 2026, Haugesund

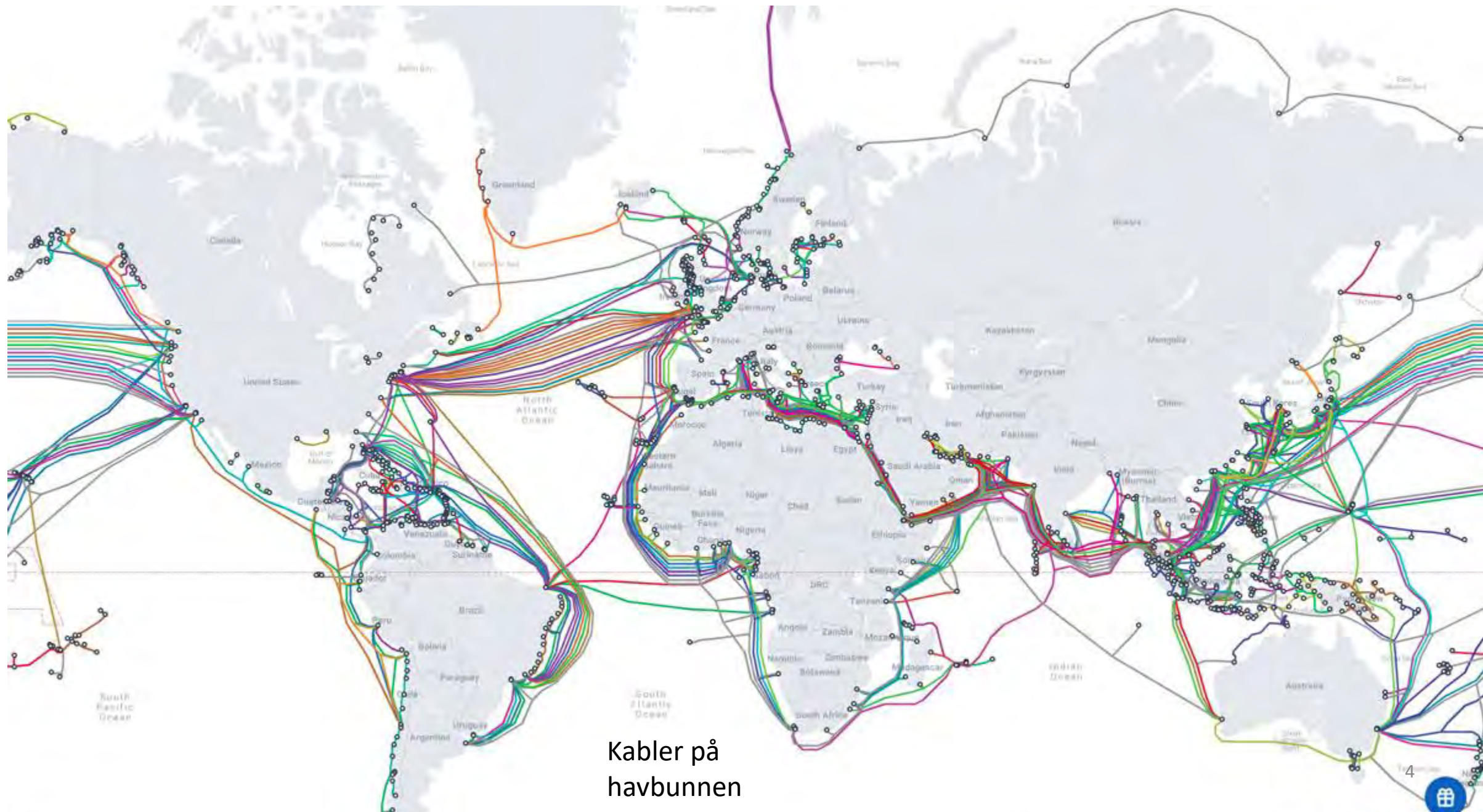
<https://www.airtel.in/b2b/insights/blogs/how-invisible-submarine-cables-are-powering-global-communications-growth>

Publisert artikkel



Bakgrunn

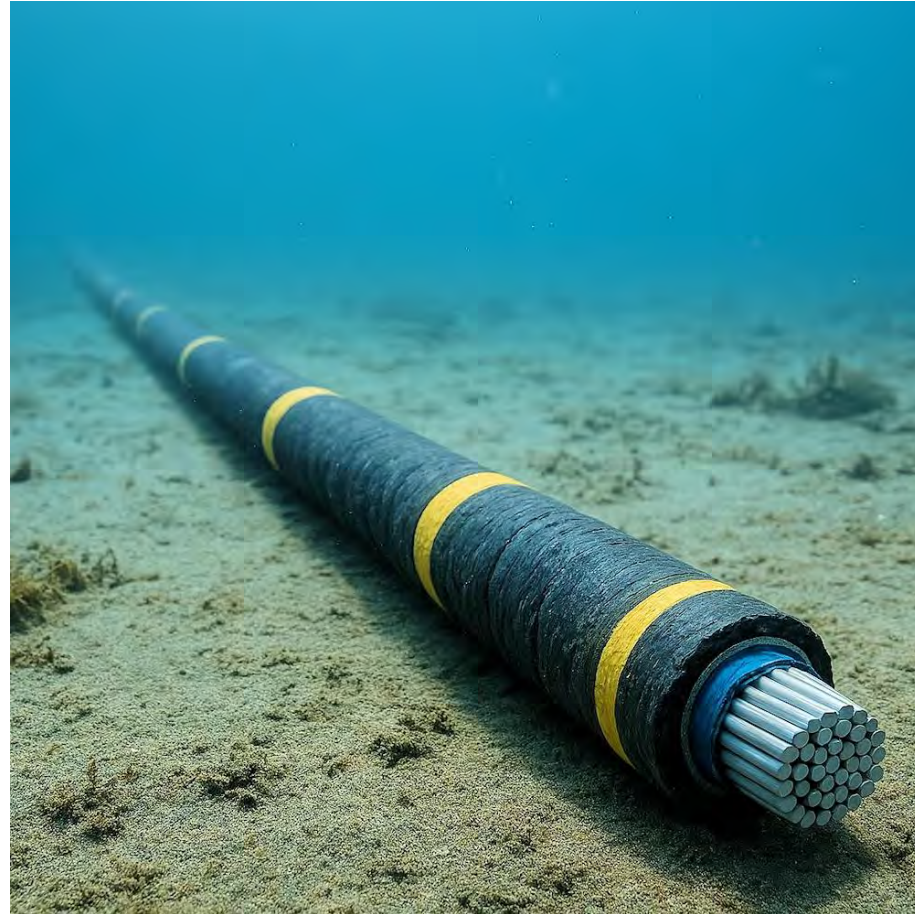
- Flere tilfeller av skader på offshore-rørledninger og kabler i Østersjøen og Barentshavet har nylig skjedd.
 - Ubeskyttede på havbunnen er disse anleggene sårbare for eksplosjoner, støt fra trålbord og ankre.
 - Hvordan kan viktig infrastruktur, som disse rørledningene og kablene, beskyttes mot uforutsette hendelser og sabotasje?
- Det skal bemerkes:
 - At tråling er tillatt i landenes økonomiske soner og internasjonale farvann.
 - At alle skip kan kaste anker i nødstilfeller.
- Den nye situasjonen er at hyppigheten av skader har økt på grunn av uregelmessige handlinger, og sannsynligheten for en uønsket hendelse har økt.



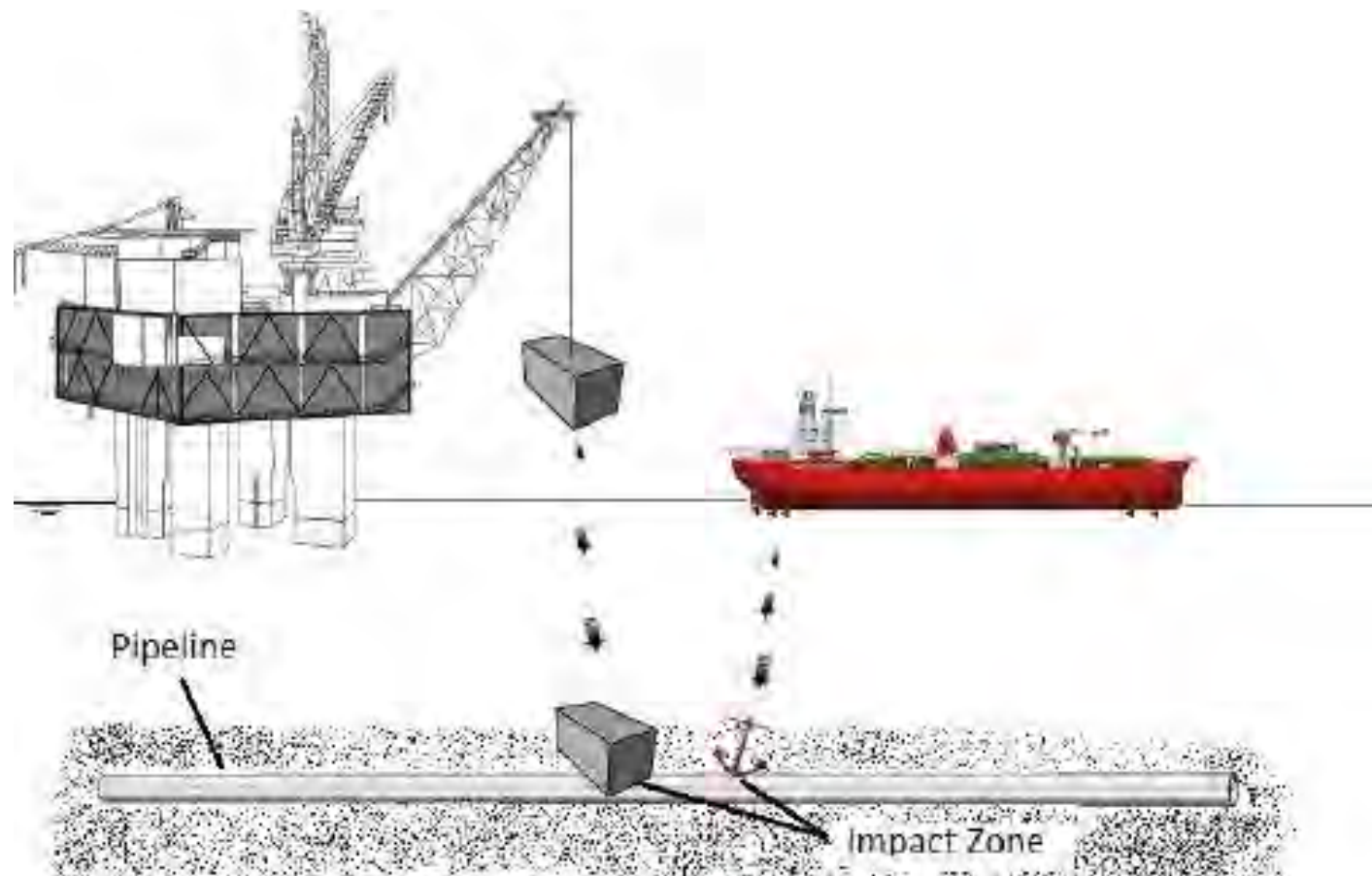
Kabler på
havbunnen



Undervannskabel



Støt fra fallende gjenstander



Støt fra trålbord

<https://www.rpsonline.com.sg/proceedings/esrel2020/pdf/4064.pdf?v=2.1>

Støt: den innledende fasen der et trålbord eller en klumpvekt treffer en rørledning. Denne fasen varer vanligvis i flere sekunder. Den lokale motstanden i røret, inkludert eventuelle beskyttende belegg og/eller tilkoblet beskyttelsesstruktur for elektriske ledninger, spiller en viktig rolle med tanke på mulige konsekvenser (fig. 3);

Overtrekking: den andre fasen, der et trålbord eller en klumpvekt trekkes over rørledningen. Denne fasen kan vare fra omtrent ett sekund til rundt ti sekunder, avhengig av vanndybde, spennhøyde og andre faktorer (fig. 4);

Fastlåsing: Hvis trålutstyret sitter fast under rørledningen, kan krefter så store som varplinens bruddstyrke bli påført rørledningen (fig. 5).

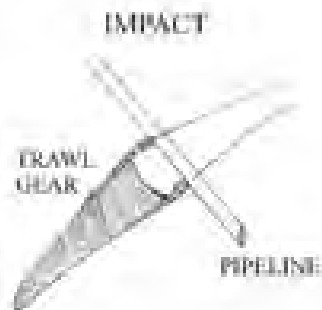


Fig. 3 - Impact mechanism

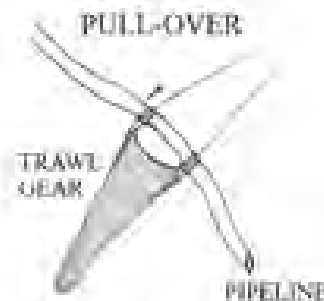
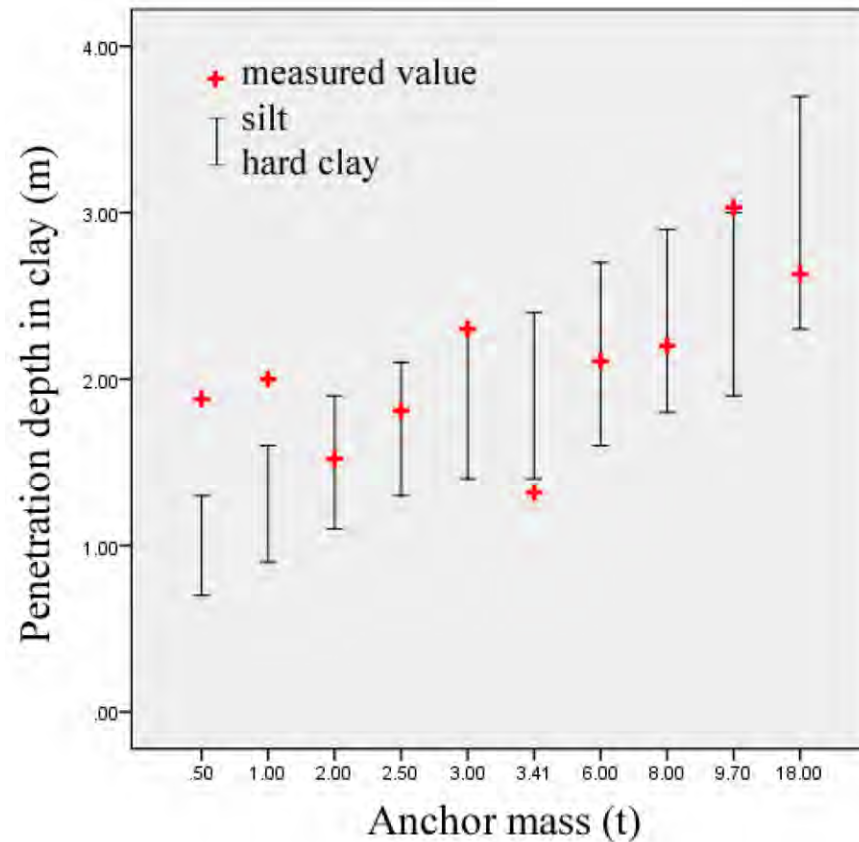


Fig. 4 - Pull-over mechanism

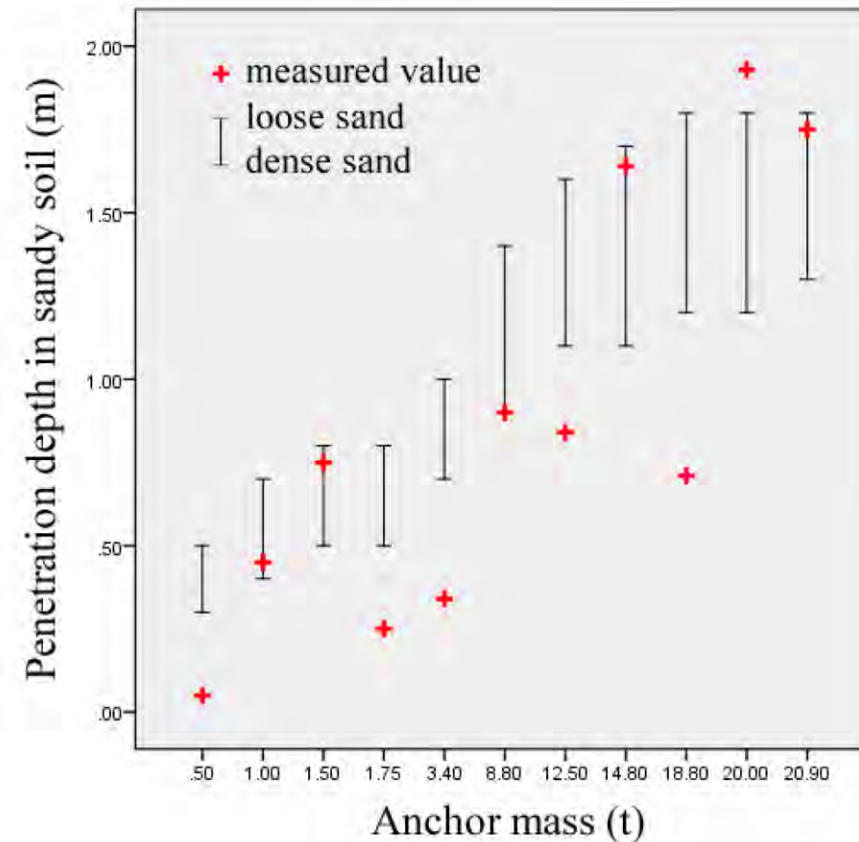


Fig. 5 - Hooking mechanism

Hvor langt trenger ankeret ned, og hva er nødvendig dybde for nedgraving?



(a)



(b)

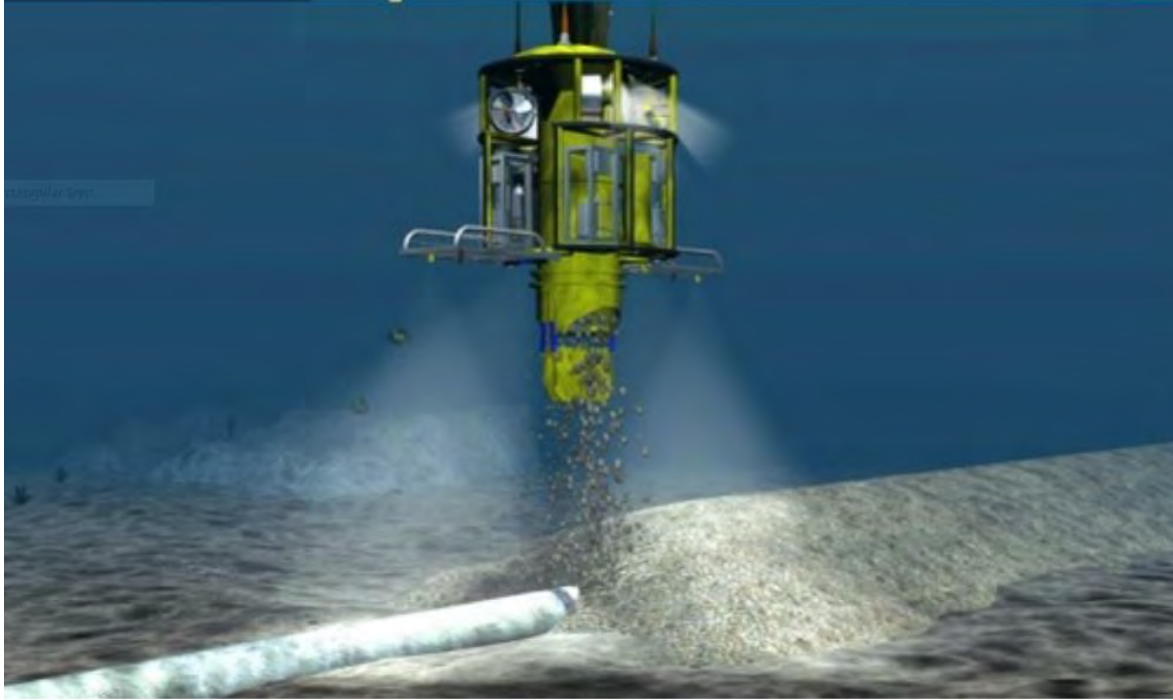
Zhu et al. Buried Depth of a Submarine Pipeline Based on Anchor Penetration, J. Mar. Sci. Eng. 2019, 7(8), 257; <https://doi.org/10.3390/jmse7080257>

Matter til beskyttelse



<https://www.subseaprotectionsystems.co.uk/products/15-products>

Dumping av stein

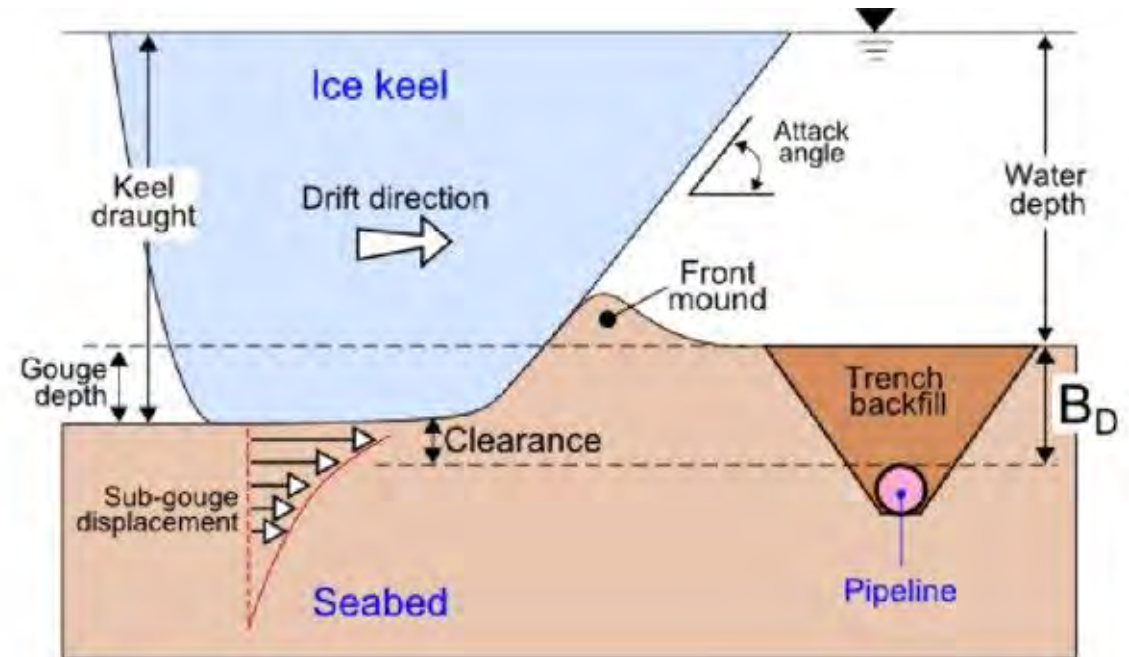


Behov for økt beskyttelse

- De nåværende hensynene rundt beskyttelse av rørledninger og kabler har blitt utfordret i det siste på grunn av flere hendelser som muligens skyldes sabotasje.
- Diskusjonen om beskyttelse er derfor svært relevant.
- Begrensninger i bruk av havet til kommersielle formål (som fiske eller skipstrafikk) er kun mulig innenfor sikkerhetssonen til produksjonsenheterne.
- Eventuelle restriksjoner på bruk av ankere utenfor denne sonen vil redusere beskyttelsen av skip, mannskap og passasjerer og vil forhåpentligvis aldri bli akseptert av IMO.

Kan vi lære fra kunnskap om isfjellskuring?

- Beskyttelse av rørledninger og kabler forårsaket av støt fra skrugarder og isfjell er på plass.
- Beskyttelse mot skrugarder er mulig (Liferov, 2005 og ISO, 2019).
- Ingen fysiske midler er tilgjengelige for å stoppe et drivende isfjell, og isfjellhåndtering (tauing av isfjellet) må implementeres.



Nylige hendelser_1

- North Stream-rørledningene (48 tommer), installert for å transportere gass fra Russland til det europeiske markedet, ble skadet med eksplosiver 26. september 2022.
- Rørledningene var ikke beskyttet mot sabotasje.
- Mengden eksplosiver som trengs for alvorlig å skade en rørledning med stor diameter er ikke spesielt stor (Liu et al., 2022).
 - Liu og kollegaer sin studie er knyttet til bekymringen for at miner fra andre verdenskrig, som fortsatt finnes i norske fjorder, kan skade rørledninger til havs. Resultatene som ble funnet er imidlertid relevante for sabotasjetilfeller.



Nylige hendelser_2

- Den 151 km lange Baltic Connector-rørledningen som fraktet gass mellom Finland og Estland mistet trykket 8. oktober 2023.
 - Rørledningen med diameter (Ø 20–28 tommer) ble skadet av et anker som ble dratt langs havbunnen. Det var ingen bunnbeskyttelse på plass.
 - Det kunne ikke føres avgjørende bevis for at skaden skyldtes sabotasje.



Nylige hendelser_3

- Eastlink-2-kabelen, 105 km lang, som fører strøm mellom Finland og Estland, ble skadet den 25. desember 2024 av et anker.
- Et fartøy «mistet» ankeret i området i denne perioden, og sabotasje anses som dokumentert.



Nylig hendelse_4

- To fiberoptiske kabler ble installert mellom Norge og Longyearbyen i 2003 for å sikre datautveksling mellom fastlandet og antennene på Spitsbergen, som mottar data fra satellitter.
 - En av kablene ble skadet 7. januar 2022.
 - AIS-data viste at et fiskefartøy hadde trålet over kabelen og krysset den 30 ganger.
 - Det kunne ikke dokumenteres at skadene var forårsaket av sabotasje, da trålere fanger fisk der de identifiserer fisk.



Nylig hendelse_5

- Den 1. november 2007, under en rutinemessig inspeksjon, ble det oppdaget alvorlige skader som skyldtes anker på den 30-tommers rørledningen som fraktet rikgass fra Kvitebjørn, omtrent 10 km fra plattformen på 210 m vanndyp.
- Skaden besto av en lokal bulk og en 17-graders knekk, men ingen lekkasje (Gjertveit og kollegaer, 2010). Sabotasje ble ikke ansett som årsak til denne ulykken.



Konsekvensklasser_1

- Paragraf 1604.5 i IBC-byggeforskriften (2023) krever at risikokategorier tildeles alle bygninger og konstruksjoner.
- Eurokodene for utforming av konstruksjoner (Eurokode 8) definerer konsekvensklasser som gitt i tabell 2 nedenfor (SN-EN 1990:2023, implementert som norsk standard 18. november 2024).
 - Tabellen gjenspeiler at de ulike nasjonene som bruker eurokodene kan definere ulike verdier ved at konsekvensklassen regnes som en nasjonalt definert parameter, NDP.



Table 2 (NDP) Consequence classes according to Eurocodes

Consequence Class	Indicative qualification of consequences	
	Loss of human life or personal injury	Economic, social, or environmental consequences
CC4 - Highest	Extreme	Huge
CC3 - High	High	Very great
CC2 - Normal	Medium	Considerable
CC1 - Low	Low	Small
CC0 - Lowest	Very low	Insignificant
Note: The consequence class is chosen based on the more severe of these two columns		

Konsekvensklasser_2

- Byggverk bør anses å tilhøre konsekvensklasse CC2 med mindre annet er spesifisert.
- Konsekvensklasse CC3 kan deles inn i to underklasser, CC3-a og CC3-b, avhengig av konstruksjonenes betydning for offentlig sikkerhet og samfunnssikkerhet i perioden umiddelbart etter jordskjelvet.
 - Byggverk som tilhører konsekvensklasse CC4 dekkes ikke fullt ut av Eurokodene. Kategoriene av konstruksjoner i konsekvensklasse CC4 som Eurokode 8 eller deler av den gjelder for kan spesifiseres i et nasjonalt tillegg.
- Eksempel: last fra seismisk aktivitet:

Table 3 (NDP) Return periods of seismic action in years for different consequence classes.

Limit state	Consequence class			
	CC1	CC2	CC3-a	CC3-b
ND	600	1600	2500	5000
SD	275	475	1300	2500
DL	100	115	125	140

NC = Near Collapse, SD = Significant damage limit state, DL = Damage limitation limit state.

Beskyttelse av rørledninger og kabler

- Når det gjelder beskyttelse mot sabotasje, bør spesielle hensyn tas, ettersom sabotasje kan forventes hvor som helst på norsk sokkel.
 - Fra et risikoperspektiv har sannsynligheten for en hendelse økt, mens konsekvensene ikke er redusert.
- Valget av konsekvensklasser for disse anleggene, slik det gjøres i standarder for bygninger, kan gjøres slik at anleggene med høyest konsekvens har det høyeste beskyttelsesnivået.
 - Dette kan for eksempel organiseres som foreslått i tabell 4 nedenfor.

Foreslåtte konsekvensklasser for rørledninger

Type konstruksjon	Konsekvens i tilfelle sabotasje		Risikoreduserende tiltak
	Ytre miljø	Skade på konstruksjonselement	
Rørledninger og kabler på feltet, blant annet til undervannsutstyr	Sikker nedstengning i tilfelle hurtig tap av trykk, CC2	Begrenset produksjonstap. Reparasjon er nødvendig, CC2	Dumping av stein er nødvendig for å unngå skade fra element som mistes Nedgravning nær produksjonsenheter bør vurderes
Rørledninger som sender gass mellom produksjonsenheter og kabler mellom produksjonsenheter	For større oljerørledninger vil det bli meget store miljøkonsekvenser, CC3-b. For gass rørledninger er konsekvensene betydelig lavere	Tap av produksjon fra mindre felt vil ikke i signifikant grad påvirke den norske produksjonen av hydrokarboner, CC2	Steindumping for å unngå skade fra tråling Nedgravning til 2m overdekning nær produksjonsenheter bør vurderes Vaktbåt passer på at andre fartøy ikke kommer for nær produksjonsenheter
Store rørledninger som frakter olje eller kondensat til lands	Svært store konsekvenser, CC4	Tapet av produksjon kan innhentes senere, CC3-a	Det er krav om beskyttelse langs rørledningen Nedgravning til 2 m overdekning i harde bunnmasser, dypere i bløtere bunnmasser
Store gassrørledninger som frakter rikgass eller tørrgass	Konsekvensene for miljøet er begrenset til gass utstrømning, CC3-a	Den tapte produksjonen vil forstyrre leveranse av gass til markedet og føre til store problemer for kundene, CC4	Det er krav om beskyttelse langs rørledningen Nedgravning til 4 m* overdekning i harde bunnmasser, dypere i bløtere bunnmasser Rørledningen bør overvåkes av vaktbåt og også ved kontinuerlig overvåking av AIS-informasjon
Note 1: Vedrørende nødvendig gravdybde, se figur 1 nedenfor Note 2: Produksjonsenheter for olje og gass har en sikkerhetssone på 500 meter der skipstransport og fiskeri ikke er tillatt.			

Foreslåtte konsekvensklasser for kabler

Type konstruksjon	Konsekvens i tilfelle sabotasje		Risikoreduserende tiltak
	Ytre miljø	Skade på konstruksjonselement	
Kabler som leverer strøm til enheter som produserer olje og kondensat	Liten skade på miljøet, CC1	Produksjonstapet kan hentes inn senere, CC3-a	Dumping av stein for å forhindre skader som skyldes tråling. Nedgravning til 2 meter i tilfelle større produksjonstap. (For eksempel kabel til Johan Sverdrup-feltet). Kabelen bør overvåkes av vaktbåt og sjekking av AIS-informasjon. Reservekabel bør vurderes. Som et alternativ til en reservekabel, bør det vurderes om eksisterende generatorer på plattformen kan beholdes i reservemodus.
Kabler som leverer strøm til enheter som produserer gass	Liten skade på miljøet, CC1	Produksjonstapet vil forstyrre det europeiske gassmarkedet og føre til store problemer for kundene, CC4	Beskyttelse er nødvendig langs hele kabelen. Spesielt kritisk er ilandføringssonen Steinfylling eller nedgravning til 2 m overdekning i hardere bunnmasser, dypere bløtere bunnmasser Kabelen bør overvåkes av vaktbåt og kontinuerlig overvåking av AIS-informasjon. Reservekabel bør legges. Som et alternativ til en reservekabel bør det vurderes om eksisterende generatorer på plattformen kan beholdes i reservemodus.

Identifikasjon av situasjoner som kan forårsake skade

- Situasjoner som kan forårsake skade på undersjøisk infrastruktur er vanskelige å identifisere.
 - Elektronisk vakthold kan muligens bare identifisere skadens sted, tidspunkt og omfang.
 - Å opprettholde fysisk overvåking ved fysisk tilstedeværelse, for eksempel ved hjelp av vaktbåt, ville gi bedre kontroll over situasjoner som ved et uhell kan forårsake skade.
 - Bruk av droner kan imidlertid være til stor hjelp.
- Å kunne identifisere potensielle terrortrusler eller planlagt skade i tide ville være svært utfordrende og muligens utenfor teknologiens kapasitet.
 - En ny trussel er undervannsglidere som frakter eksplosiver. Disse kan skytes opp langveisfra og holdes inaktive over lengre tid.
 - Forskning for å identifisere avbøtende tiltak er presserende.
 - Skader kan imidlertid identifiseres raskt etter en hendelse.