

A27929 - Åpen

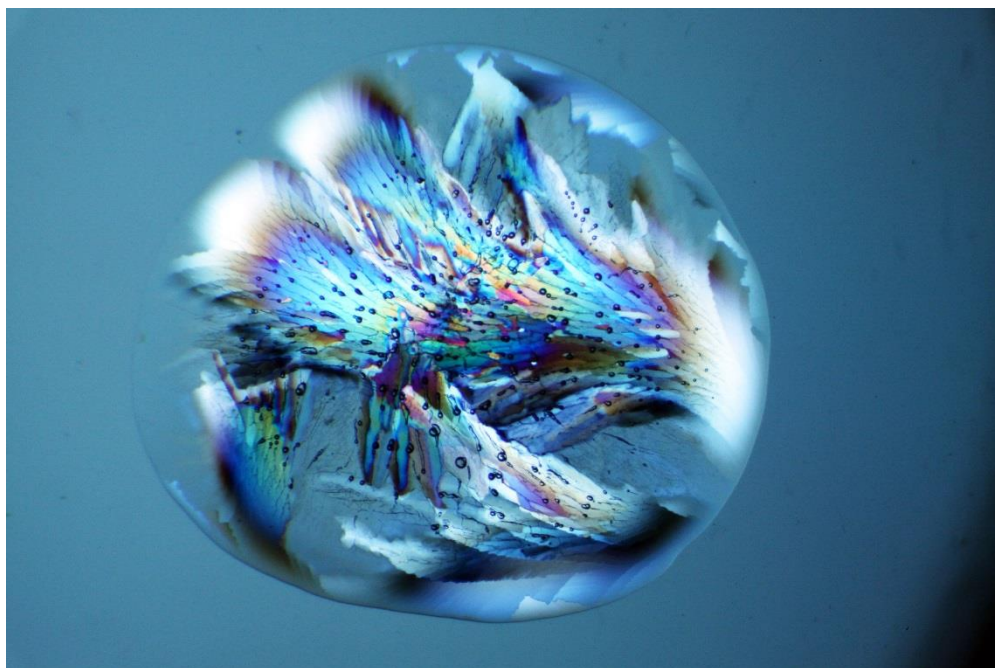
Rapport

Vinteriseringstiltak for innretninger i Barentshavet

Forfatter(e)

Lars Bodsberg, Solveig Guttormsen*, Per Kristian Bruun* og Irene Wærø

*Aker Solutions



Isdråpe - Märit Aronsson

SINTEF Teknologi og samfunn

Postadresse:
Postboks 4760 Sluppen
7465 Trondheim

Sentralbord: 73593000
Telefaks: 73592896

ts@sintef.no
www.sintef.no
Foretaksregister:
NO 948 007 029 MVA

Rapport

Vinteriseringstiltak for innretninger i Barentshavet

EMNEORD:
Sikkerhet
Petrolevmsvirkosmhet
Nordområdene

VERSJON
Endelig

DATO
2016-12-13

FORFATTER(E)

Lars Bodsberg, Solveig Guttormsen*, Per Kristian Bruun* og Irene Wærø
*Aker Solutions

OPPDRA GSGIVER(E)
Petrolevmsstilsynet

OPPDRA GSGIVERS REF.
K-G Dørum/S R Jacobsen

PROSJEKTNR
102013493

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
25

SAMMENDRAG

Rapporten beskriver temaer som hører hjemme under begrepet vinterisering, kjente og tilgjengelige løsninger og tiltak innenfor hvert tema, samt hvilke løsninger og tiltak som kan være anvendbare på ulike områder i Barentshavet. For å skille mellom ulike områder i Barentshavet er en enkel områdeinndeling foreslått.

Rapporten gir også en overordnet oversikt over emner og områder som er dekket eller mangler i tilgjengelige standarder vedrørende vinterisering av innretninger for leteboring og produksjon i områder åpnet for petroleumsvirkosmhet i Barentshavet.

Rapporten er blant annet basert på en gjennomgang av syv vinteriseringsmanualer fra produksjons- og boreoperatører. Hovedvekten er lagt på løsninger i forhold til ising, snø og lave temperaturer.

Oppdraget er gjennomført i et samarbeid mellom SINTEF og Aker Solutions

UTARBEIDET AV
Lars Bodsberg

SIGNATUR



KONTROLLERT AV
Knut Øien

SIGNATUR



GODKJENT AV
Stian Antonsen

SIGNATUR



RAPPORTNR
A27929

ISBN
978-82-14-06183-3

GRADERING
Åpen

GRADERING DENNE SIDE
Åpen

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	3
1 Bakgrunn.....	4
1.1 Målsetting.....	4
1.2 Arbeidsbeskrivelse	4
1.3 Begrensninger og forutsetninger	4
1.4 Noen relevante standarder.....	5
2 Foreslått områdeinndeling av del av Barentshavet.....	9
2.1 Område karakteristikk	10
3 Temaer som hører hjemme under begrepet vinterisering	11
3.1 Utfordringer.....	12
4 Kjente og tilgjengelige løsninger og tiltak	14
4.1 Generelle drift og organisasjonsmessige tiltak	14
5 Løsninger innenfor hvert tema som kan være anvendbare på ulike lokasjoner	16
6 Videre arbeid.....	18
Referanser	19

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg A KJENTE OG TILGJENGELIGE LØSNINGER OG TILTAK INNENFOR HVERT TEMA

Sammendrag

Dette oppdraget er en del av Petroleumsstilsynets satsing på nordområdene, og omhandler temaet vinterisering. Formålet har vært å identifisere og systematisere utfordringer og kjente løsninger og tiltak knyttet til lave temperaturer, snø og ising for innretninger som opererer i Barentshavet, samt gi en oversikt over emner og områder som er dekket eller mangler i tilgjengelige standarder vedrørende vinterisering.

Som en del av oppdraget har standarder og vinteriseringsmanualer for borerigger og produksjonsinnretninger blitt gjennomgått. Informasjon fra gjennomgangen har blitt oppsummert på et høyt nivå, sammen med prosjektteamets erfaring fra tidligere og pågående prosjekter. Oppdraget har vist at hovedutfordringene relatert til lave temperaturer, snø og ising for innretninger som opererer i Barentshavet kan forenkles og oppsummeres til:

- 1) Snø og is på eksponerte overflater
- 2) Frysing av væsker i rør/utstyr/tanker
- 3) Personell eksponert for lave temperaturer

Disse utfordringene har videre blitt konkretisert til å inkludere typiske områder og utstyrstyper. Flere løsninger og tiltak er listet for hver utfordring. Resultatet av oppdraget viser at de fleste løsninger og tiltak er aktuelle i de fleste områdene av åpnet del av Barentshavet, men at mer permanente og robuste løsninger/design bør velges i de kaldeste områdene.

Gjennomgangen av vinteriseringsmanualene viste også viktigheten av å ha fokus på organisatoriske tiltak. Utdanning og trening i riktig bruk av vinterteknologi og defensiv adferd med hensyn til fallende is og glatt dekke er vurdert som noen av de viktigste tiltakene for å unngå uønskede hendelser. Sjekklistene for inspeksjon, før og under vintersesong, er typisk benyttet for å sikre områder og utstyr når temperaturen faller mot frysepunkt.

Oppdraget har vist at det er stor variasjon i tilgjengelige løsninger og tiltak, som sammen med organisatoriske tiltak skal sikre operasjoner i disse områdene. Dette viser at utfordringen ikke er **om** det finnes løsninger og tiltak, men å finne den rette kombinasjonen av disse for et spesifikt område.

En generell observasjon fra arbeidet er at effekt av enkelttiltak eller samlet effekt av tiltak, ikke beskrives i særlig grad i de vinteriseringsmanualer som er gjennomgått.

Identifiserte kunnskapsgap og usikkerhet knyttet til operasjon i Barentshavet er:

- Hva er effekten av vinteriseringsløsninger og tiltak?
- Hvilke forhold påvirker effekten av vinteriseringsløsninger og tiltak?
- Hva er gode kombinasjoner av vinteriseringsløsninger og tiltak under ulike værforhold.

1 Bakgrunn

Dette oppdraget er en del av Petroleurstilsynets (Ptil) satsing på nordområdene. Ptil har definert totalt sju prosjekter som de skal arbeide med fremover med hensyn til utredning av risiko- og usikkerhetsfaktorer samt innhenting av kunnskap relatert til petroleumsvirksomhet i nordområdene.

De sju prosjektene er:

- ST1 Samhandling knyttet til lete- og boreoperasjoner i nordområdene
- ST2 Egnede boreinnretninger
- ST3 Kartlegging av is og snø forekomst
- ST4 Menneskelig yteevne ved arbeid i nordområde
- ST5 Konstruksjonssikkerhet
- ST6 Alternative personelltransport- og evakueringsløsninger
- ST8 Vinterisering (**Denne rapporten**)

1.1 Målsetting

Formålet med oppdraget har vært å identifisere og systematisere utfordringer og kjente løsninger og tiltak knyttet til lave temperaturer, snø og ising for innretninger som opererer i Barentshavet, samt gi en oversikt over emner og områder som er dekket eller mangler i tilgjengelige standarder vedrørende vinterisering.

Oppgaven har inkludert eksisterende eller nye innretninger for leteboring og produksjon og gjelder alle type innretninger som omfattes av petroleumsregelverkets virkeområde.

Oppdraget har vært begrenset til å omfatte områder åpnet for petroleumsvirksomhet i Barentshavet jf. Oljedirektoratets kart Den norske kontinentalsokkelen datert 20. juni 2016.

Sentrale spørsmål som adresseres i rapporten:

- Temaer som hører hjemme under begrepet vinterisering.
- Kjente og tilgjengelige løsninger eller tiltak innenfor hvert tema.
- Løsninger innenfor hvert tema som kan være anvendbare på ulike lokasjoner.
- Relevante standarder

1.2 Arbeidsbeskrivelse

Rapporten reflekterer en oppsummering av vinteriseringsutfordringer og vinteriseringstiltak på ett høyt nivå der arbeid er utført og presentert basert på en gjennomgang av følgende informasjon:

- Gjennomgang av syv vinteriseringsmanualer fra produksjons- og boreoperatører
- Prosjektteamets erfaring vedrørende vinterisering av flytende bore- og produksjonsenheter

1.3 Begrensninger og forutsetninger

- Studien viser typisk bredden i anvendbare løsninger og tiltak. Følgende vurderinger er ikke utført:
 - a) Effekten av løsninger og tiltak, samt kombinasjoner av ulike løsninger/tiltak og deres effekt.
 - b) Sommersesong versus vintersesong.
 - c) Hvilke løsninger som er best egnet (med hensyn på optimalt design) for de ulike områdene.

- Da arbeidet er utført på ett overordnet nivå vil den muligens ikke omfatte alle relevante vinteriseringshendelser, -problemstillinger og -tiltak som er relevant, men det vil være en indikator på typiske tiltak/design elementer som er inkludert i dagens praksis, spesielt opp mot flytende produksjons- og boreenheter. For bunnfaste produksjonsenheter (Jacket/betong understell) samt for Jack-up boreenheter kan det muligens være problemstillinger og tiltak som ikke er diskutert i denne rapporten, men som er dekket i andre Ptil prosjekter.

1.4 Noen relevante standarder

Dette kapittelet gir en oversikt over standarder som er gjennomgått, samt konklusjoner vedrørende relevans i forhold til vinterisering. Resultatet fra gjennomgangen er oppsummert i Tabell 1.

Klassifiseringen "Begrenset" eller "Lite relevans" indikerer at det er beskjeden omtale av vinteriseringskrav og/eller få nye krav sammenlignet med de standardene som er vurdert som meget relevante.

DNVGL-OS-A201 er den standarden som omtaler flest relevante forhold for vinterisering av bore- og produksjonsinnretninger i Barentshavet.

Standarden er spesielt relevant siden den omhandler flytende og faste innretninger og fokuserer på de negative effektene av snø, ising (sjøsprøyt og atmosfærisk), lave temperaturer og prosedyrer for sikker drift ved operasjoner i kaldt klima. Dette innebærer at fokuset samsvarer godt med de vinteriseringstema som er behandlet i dette prosjektet.

Standardens tredelte tilnærming ved fastsetting av krav (funksjonskrav, ytelseskrav og detaljkrav) er også i tråd med de grunnleggende prinsippene i Ptils funksjonsbaserte regelverk.

Standarden viser til tre vinteriseringsnivå: ('Basic', 'Cold' eller 'Polar') som vil kunne samsvare med dette prosjektets tredelte områdeinndeling.

To områder denne standarden **ikke** dekker er:

- Is/Slush i sjøvannsinntak (A6)
- Kondens i trykkluft system (C5)

Andre standarder og publikasjoner som er vurdert som meget relevante er:

- IMO Polar Code (2016) International code for ships operating in polar waters
- ISO 19906:2010 Petroleum and natural gas industries - Arctic Offshore Structures
- Lloyd's (2015) Provisional Rules for the Winterisation of Ships
- ABS (2016) Guide for vessels operating in low temperature environments
- NORSOK S-002:2004 Working environment
- ISO/DIS 35101 (2016) Petroleum and natural gas industries – Arctic operations – Working environment
- Arctic Operations Handbook (2013)

Tabell 1 Relevante standarder og publikasjoner vedrørende vinterisering av innretninger for leteboring eller produksjon i Barentshavet

Referanse	Tittel	Tema	Relevans
DNVGL-OS-A201 (2015)	Winterization for cold climate operations	Standarden gir krav til utforming av skip og flytende og faste bore- og produksjonsinnretninger ved operasjon i kaldt klima. Kravene er i form av funksjonskrav, ytelseskrav og detaljkrav. Standarden definerer tre ulike vinteriseringsnivå ("Basic, Cold and Polar").	Meget
IMO Polar Code (2016)	International code for ships operating in polar waters	Polarkoden gir krav og anbefalinger til skip som skal ferdes i polare farvann. Den er supplement til eksisterende krav i internasjonale konvensjoner (SOLAS og MARPOL). Polarkoden bygger på en risikobasert og helhetlig tilnærming ved vurdering av tiltak knyttet til personellsikkerhet og forebygging av forurensing fra skip.	Meget
ISO 19906:2010	Petroleum and natural gas industries - Arctic Offshore Structures	Standarden gir krav til vinterisering av innretninger i områder med lave temperaturer og mulighet for ising. Dette er en omfattende standard som primært omhandler krav til innretningers struktur i farvann med isforhold.	Meget
Lloyd's (2015)	Provisional Rules for the Winterisation of Ships	Standarden gir krav til beskyttelse og operasjon av skip i farvann med lave temperaturer og mulighet for ising. Standarden definerer en rekke vinteriserings-nivå for utstyr og systemer basert på temperatur og ising.	Meget
ABS (2016)	Guide for vessels operating in low temperature environments	Standarden gir krav til beskyttelse og operasjon av skip i farvann med lave temperaturer og mulighet for ising. I vedlegg til standarden gis utfyllende informasjon om de enkelte kravene.	Meget
NORSOK S-002:2004 (S-002 Draft edition 5, September 2015)	Working environment	Standarden gir krav til analyse av utendørs-arbeid på innretninger ved arbeid i kulde, inklusive beregninger av WCI ("Wind Chill Index"). En forenklet versjon av denne standarden er under utvikling (antatt utgitt i løpet av 2017).	Meget

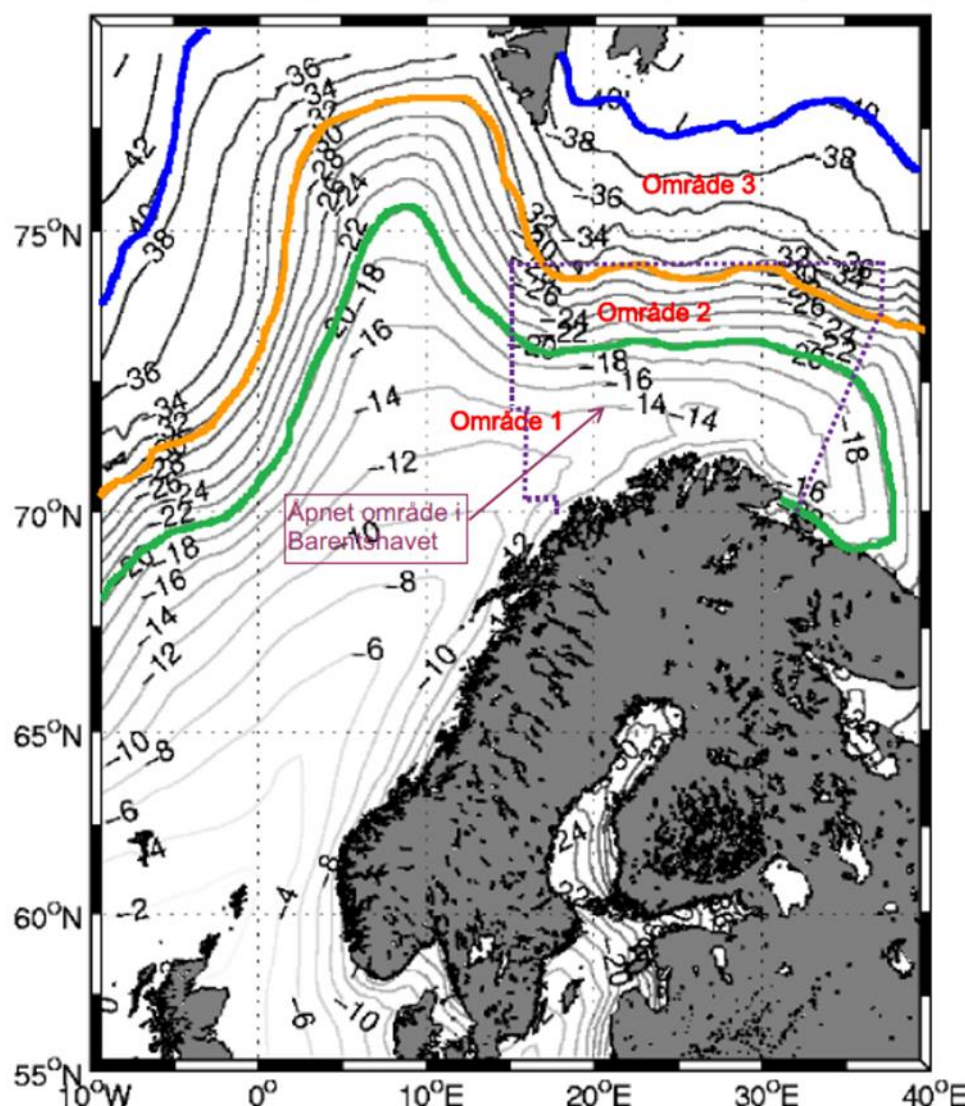
ISO/DIS 35101 (2016)	Petroleum and natural gas industries – Arctic operations – Working environment	Standarden gir krav til arbeidsmiljø og human factors på innretninger i arktisk miljø/klima. Både tekniske og operasjonelle løsninger og krav er beskrevet.	Meget
(2013)	Arctic Operations Handbook	Håndboken gir veiledning for sikker og bærekraftig petroleumsaktivitet i arktiske områder, inklusive logistikk og transport, værovervåking/varsling, opplæring, HMS ledelse, miljøskade, isforhold og ising. Begrepet arktisk refererer til områder med is, permafrost og lave temperaturer. Håndboken oppsummerer resultatene fra et to-årig multi-klient industriprosjekt.	Meget
IMO Res. A.1024 (2010)	Guidelines for ships operating in polar waters	Standarden gir anbefalinger for skip som skal ferdes i polare strøk. Standarden har vært utgangspunkt for etablering av obligatoriske krav (se Polarkoden ovenfor)	Begrenset
ISO 15743:2008	Ergonomics of the thermal environment – Cold workplaces, Risk assessment and management	Standarden dekker risikovurdering for personell som arbeider i kulde-eksponerte områder. Det gis forslag til forebyggende tiltak, både i forhold til organisatoriske, tekniske og menneskelige forhold	Begrenset
ISO 19901-1:2015	Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures. Part 1: Metocean design and operating considerations	Standarden har et avsnitt om snø og ising hvor det vises til ISO 19906 for spesifikke krav.	Begrenset
ISO 17776:2000	Petroleum and natural gas industries – Offshore production installations – Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment	Standarden omtaler utendørs arbeid i kaldt klima som et av mange tema som må tas hensyn til i en risikoanalyse. Utover dette har ikke standarden noe referanse til vinteriseringstiltak.	Begrenset
ISO 11079:2007	Ergonomics of the thermal environment - Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects	Standarden omhandler wind chill temperatur og tolkning av kuldebelastning. Dette inkluderer formel for beregning av IREQ. Relevant for C7 Vindavkjølings temperatur/vær-eksponering	Begrenset

ISO 13732-3:2005	Ergonomics of the thermal environment – Assessment of human responses to contact with surfaces. Part 3 – Cold surfaces	Standarden beskriver metoder for å vurdere risiko for kuldeskader ved berøring av kalde overflater. I appendiks E beskrives både tekniske, organisatoriske og menneskelige preventive tiltak som f.eks. isolering av objekt, oppvarming av arbeidssted, håndtak og verktøy med varmluft. Generell relevans for arbeid i kaldt klima og materialvalg	Begrenset
NORSOK N-003 (2007)	Action and action effects	Standardens hovedfokus er krav til struktur. Standarden har et eget avsnitt om og tabell for vurdering av snø og ising	Begrenset
NORSOK S-001 (2008)	Technical safety	Standarden gir krav til teknisk sikkerhet uten å omhandle spesifikke vinteriseringstiltak.	Lite

2 Foreslått områdeinndeling av del av Barentshavet

Barentshavet er foreslått inndelt i tre ulike områder for differensiering av temperatur- og værforhold. Inndelingen er basert på plot for ekstrem minimumstemperatur (24t) (10^{-2}) (se Figur 1), og bruker -20°C , -30°C og -40°C som grenser for de ulike områdene. Oppdelingen er valgt ettersom ekstrem minimums temperatur har en klar sammenheng med ulike designkriterier som blant annet sjøis, designtemperatur, vindavkjølingstemperatur og ising. Dette gjør forholdene innen de tre ulike områdene relativt uniforme. Merk at inndeling kun er et forslag basert på en forenklet vurdering, den skal derfor ikke oppfattes som absolutt. Før boring eller produksjon i Barentshavet, må lokasjonsspesifikke vær- og is forhold vurderes og ivaretas.

Extreme minimum temperature (24-hour duration)– annual probability 10^{-2}



Figur 1: Forslag til område inndeling i Barentshavet påtegnert kart for ekstrem minimums temperatur (24t) (10^{-2}) (Ersdal, 2014). Grønn linje indikerer ekstrem minimumstemperatur -20°C , oransje linje indikerer ekstrem minimumstemperatur -30°C og blå linje indikerer ekstrem minimumstemperatur -40°C , (NORA10). Åpnet området er skissert etter sokkelkart (ikke veiledende) (Oljedirektoratet, 2016).

2.1 Område karakteristik

Under følger en oppsummering av områdekarakteristikk for de ulike områdene. Værdata til områdekarakteristikken er basert på ulike plot med NORA10 data (Ersdal, 2014 og BaSEC, 2016).

Område 1: (Definert av ekstrem minimum temperatur (10^{-2}) (24t) – 20 °C)

- Minimumstemperatur (100 års retur periode): ≥ -20 °C
- Vindavkjølingstemperatur lavere enn -10 °C: Mindre enn 10 % av året
- Vindavkjølingstemperatur lavere enn -25 °C: Mindre enn 0,1 % av året
- Moderat sjøsprøytising: Mindre enn 5 % av året
- Sterk sjøsprøytising: Mindre enn 1 % av året
- Snø (100 års retur periode): 0,8kPa
- Polare lavtrykk forkommer

Område 2: (Definert av ekstrem min. temperatur (10^{-2}) (24t), området mellom -20 og – 30 °C)

- Minimumstemperatur (100 års returperiode): Mellom -20 °C og -30 °C
- Vindavkjølingstemperatur lavere enn -10 °C: Mindre enn 25 % av året
- Vindavkjølingstemperatur lavere enn -25 °C: Mindre enn 1 % av året
- Moderat sjøsprøytising: Mindre enn 10 % av året
- Sterk sjøsprøytising: Mindre enn 2 % av året
- Snø (100 års retur periode): 0,8kPa
- Polare lavtrykk forekommer

Område 3: (Definert av ekstrem min. temperatur (10^{-2}) (24t), området mellom -30 og – 40 °C)

- Minimumstemperatur (100 års retur periode): Mellom -30 °C og -40 °C
- Vindavkjølingstemperatur lavere enn -10 °C: Mindre enn 35 % av året
- Vindavkjølingstemperatur lavere enn -25 °C: Mindre enn 10 % av året
- Moderat sjøsprøytising: Mindre enn 20 % av året
- Sterk sjøsprøytising: Mindre enn 10 % av året
- Snø (100 års returperiode): 0,7kPa
- Polare lavtrykk forekommer

3 Temaer som hører hjemme under begrepet vinterisering

Vinterisering innebærer klargjøring av innretninger med utstyr og arbeidsplasser slik at de kan operere som normalt også i områder med strengt vinterklima (Petroleumstilsynet, 2004).

Nøkkel utfordringer relatert til kaldt klima i Barentshavet er:

- Sjøis
- Isfjell
- Ising
- Snø
- Lave temperaturer
- Polare lavtrykk
- Tåke
- Kombinasjonen av ovenstående punkter

For denne rapporten er følgende tema/miljøparameter foreslått inkludert i videre arbeid:

- A. Ising
- B. Snø
- C. Lave temperaturer

Følgende parametere er utelatt fra diskusjonen angående områdeinndeling, vinteriseringshendelser og løsninger/tiltak da disse er dekket i andre Ptil prosjekter:

- Sjøis
- Isfjell/berg bits
- Polare lavtrykk
- Tåke

Konsekvenser av tema/miljø parametere som påvirker innretningens globale integritet og dimensjonering av strukturelle komponenter er ikke inkludert i dette studiet, da disse er dekket i andre Ptil prosjekter, ST2 Egnede boreinnretninger og ST5 Konstruksjonssikkerhet. Dette betyr at følgende blant annet ikke er diskutert i rapporten:

- Styrkeberegninger for både lokal og global styrke for laster fra sjøis, isfjell/berg bits ising, snølast og vinteriseringstiltak
- Påvirkning av ising og snø samt vekt av vinteriseringstiltak på innretningens lastekondisjoner og stabilitet
- Forankringsdesign/DP system for sjøis, isfjell/berg bits og økt vindareal
- Station keeping (laster fra sjøis og isfjell interaksjon på forankringssystemet og skrog samt laster fra sjøis/isfjell/berg bits på thrustere)
- Interaksjon mellom sjøis/isfjell/berg bits og stigerør eller bore riser/annet bore relatert utstyr som kan befinne seg i vannlinjen som kill/choke liner etc.
- Kombinasjon av ovenstående punkter

3.1 utfordringer

Hvert vinteriseringstema er delt opp i ulike utfordringer. Utfordringene er valgt basert på en gjennomgang av ulike vinterisering manualer tilsendt av kunde, vinteriserings standarder, samt Aker Solutions erfaring fra design av flytende bore- og produksjonsenheter. Utfordringene er kategorisert generisk og gjelder alle systemer og utstyr på innretningen, de refererer ikke til ett spesielt utstyr eller system nivå. Dette er vurdert som mest hensiktsmessig ettersom hver enhet og selskap (bore eller produksjon) har ulike design/layout på utstyr og system, samt ulike vinteriseringsfilosofier.

Basert på funn fra gjennomgang av vinteriseringsmanualer og -standarder, kan hovedutfordringene knyttet til operasjoner i arktisk klima helt kort forenkles og oppsummeres til følgende:

- Ising og snø på eksponerte overflater (plattformdekke/utstyr/osv.)
- Frysing av fluider/væsker i rørsystemer, utstyr og tanker
- Personell eksponering for lave temperaturer/vær
- Interaksjon med sjøis og isfjell/berg bits (ikke inkludert i denne studien)

Hovedutfordringene er videre konkretisert med å dele disse opp i mer spesifikke utfordringer:

A: Ising

- A1: Ising/Snø på struktur/plattformdekke/Laydown områder
- A2: Ising/Snø på utstyr(generelt)
- A3: Ising/snø på sikkerhetskritisk utstyr (brannslukkere/redningsutstyr/B&G/PA/NAS/o.l)
- A4: Ising/Snø på evakueringsmidler
- A5: Ising/Snø i luftinntak/-avkast og tank-vente
- A6: Sjøis/Slush i sjøvannsinntak
- A7: Fallende is og snø

B: Snø

- B1: Snø og is på rømnings- og transportveier
- B2: Snø og is på helikopterdekk
- B3: Snø og is i dekk drenering

C: Lave temperaturer

- C1: Material og utstyrs egenskaper
- C2: Frostsikring av fluider i rørsystemer og slanger
- C3: Frostsikring av fluider i tanker og beholdere
- C4: Frostsikring av Smøreoljer/Hydraulikkoljer/Drivstoff
- C5: Kondens i trykkluft system
- C6: Kondens i HVAC system
- C7: Vindavkjølingstemperatur/Vær-eksponering

Når det gjelder ising og snø er disse fenomenene valgt skilt på et høyt nivå, ettersom at det er ulike fenomen. Merk at både snø og ising kan forekomme på både horisontale og vertikale flater (flater uansett orientering). For utfordringer og tiltak er det imidlertid så store likheter at det kun valgt å ha det med en gang (enten under ising eller snø).

Tabell 2 gir en oversikt over de tre aktuelle vinteriserings-temaene/miljøparameterne med tilhørende utfordringer, samt kritikaliteten av at det gjøres noe med disse. Generelt, vil alle utfordringene være

aktuelle ved operasjon i Barentshavet. Kritikaliteten av at det gjøres tiltak mot disse vil imidlertid øke ved lavere temperaturer.

Tabell 2 Oversikt over temaer som inngår i vinterisering, hvilke områder de er aktuelle å ta hensyn til og kritikaliteten av temaet i aktuelt område.

Tema/Miljøparameter	Utfordring	Område 1	Område 2	Område 3
Ising (marin og atmosfærisk ising, nedbør som blir til is) (A)	Ising/Snø på struktur/plattformdekke/Laydown områder (A1)	1	1	2
	Ising/Snø på utstyr (generelt) (A2)			
	Ising/Snø på sikkerhetskritisk utstyr (brannslukkere/redningsutstyr/B&G/PA/NAS/o.l) (A3)			
	Ising/Snø på evakueringsmidler (A4)			
	Ising/Snø i luftinntak/-avkast og venter (A5)			
	Is/Slush i sjøvannsinntak (A6)			
	Fallende is og snø (A7)			
Snø/(Is) (nedbør) (B)	Snø og is på rømnings- og transport veier (B1)	1	1	1
	Snø og is på helikopterdekk (B2)			
	Snø og is i dekk drenering (B3)			
Lave temperaturer (C)	Material og utstys egenskaper (C1)	1	2	2
	Frost sikring av fluider i rørsystemer og slanger (C2)			
	Frost sikring av fluider i tanker og beholdere (C3)			
	Frostsikring av smøreoljer/Hydraulikk oiljer/Drivstoff (C4)			
	Kondens i trykkluft system (C5)			
	Kondens i HVAC system (C6)			
	Vindavkjølings temperatur/vær-eksponering (C7)	1	2	3

Kritikalitetsnivå:

1 – Må håndteres, men anses ikke som veldig utforende

2 – Må håndteres, noe utfordrende, men håndterbart

3 – Må håndteres, utforderende, men håndterbart

4 Kjente og tilgjengelige løsninger og tiltak

Dette kapittelet beskriver kjente løsninger og tiltak innenfor hvert av de aktuelle temaene som inngår i vinterisering. Samt en oppsummering av generelle drifts og organisasjonsmessige tiltak. Formålet med tiltakene er å opprettholde sikkerheten på installasjonen og holde kontinuitet i operasjoner ved lave lufttemperaturer (typisk under 0 °C). Styringssystemet for vedlikehold bør inkludere vinteriseringstiltak for å sikre at dette blir tilstrekkelig ivarettatt.

I vedlegg A beskrives kjente løsninger og tiltak innenfor hvert av de aktuelle temaene som inngår i vinterisering. De foreslåtte løsningene og tiltakene er basert på gjennomgangen av mottatte vinteriserings-manualer fra kunde, kjente standarder og Aker Solutions egen erfaring. Alle foreslåtte tiltak er listet, det er ikke gjort noen vurdering av effektiviteten til disse, kombinasjonen av disse, eller hvorvidt det er fornuftige tiltak eller ikke. De opplistede tiltakene er knyttet til en generell utfordring fremfor systemvise og mer spesifikke utfordringer. Dette er gjort da ulike innretninger har ulike systemer, utstyr, layout, grad av eksisterende vinteriseringsdesign og vinteriseringsfilosofier. Formålet er å vise bredden i mulige løsninger innenfor hver utfordring. Merk at det kan være mange måter å oppnå ønsket effekt, for eksempel ved en kombinasjon av fysiske, tekniske og operasjonelle tiltak.

4.1 Generelle drift og organisasjonsmessige tiltak

Under følger eksempler på ulike drifts og organisasjonsmessige tiltak som foreslås i manualer. Merk at kulepunktene er eksempler på tiltak og ikke ment å være en uttømmende preskriptiv opplisting.

Generelt:

- Noen av de mest effektive tiltakene for å forebygge uønskede hendelser er gjennom utdanning og opplæring i riktig bruk av tilgjengelig vinter teknologi, samt defensiv atferd med hensyn til mulige fallende last, glatte arbeidsområder og atkomstveier.
 - Spesiell oppmerksomhet skal rettes mot:
 - Områder hvor snø og is kan bli et problem for sikker operasjon og normale arbeidsforhold
 - Utstyr som har spesielle problemer med hensyn på normal arbeidsforhold i kaldt vær, is og snø.
- Dersom viktig utstyr for systemer er ute av drift, arbeidsområder er glatte eller det er potensiale for fallende is og snø i områder hvor personell oppholder seg skal arbeidet stoppes inntil sikre og normale arbeidsforhold er gjenopprettet.
- Det må sikres at nødvendig kraft og varme er tilgjengelig for nødvendige vinteriseringsfunksjoner (varmekabler, HVAC, prosess varme, etc.) i ulike operasjons moduser.
- Det må sikres at lagerbeholdning for forbruks artikler relatert til vinterisering, og antall personer om bord er tilstrekkelig med hensyn på både vinterisering og operasjoner.

Før vintersesong:

- Sjekklister etableres typisk for å forberede innretning for vintersesong før den inntreffer (det må være klart definert hva som menes med vintersesong).
 - Når lave temperaturer er forventet skal plattformledelsen gå gjennom planlagte tiltak for inspeksjon og aksjon. Ansvarlige for ulike aktiviteter, områder og sjekklister skal være tydelig. Frekvensen på inspeksjonsintervallene bør øke etter hvert som temperaturen synker. Typiske eksempler som er gitt på inspeksjonsintervaller er:
 - For temperatur i intervall 3°C til 0°C: Områder og utstyr skal sjekkes hver 3. dag
 - For temperatur under 0°C: Områder og utstyr skal sjekkes hver dag
 - For temperatur i intervall -2°C og lavere: Områder og utstyr skal sjekkes hver 6. time
- Varmekabler, isolasjon, temporære vindvegger, arbeidstelt og utstyr for fjerning av is og snø sjekkes. Portable steamere, varmeovner, og lignende skal funksjonstestes.
- Nødvendig tilskudd til lager av forbruks artikler som frostvæske, vinter smøreoljer, salt, steam- slanger, isøkser, varm bekledning o.l. skal være om bord i god tid før hver vintersesong.
- Utstyr og systemer skal være påført / fylt opp med medium som er tilpasset lave temperaturen (drivstoff, hydraulikkolje, smøreolje, o.l.)
- Alle rør, koblinger og tanker skal være under kontroll (det skal ikke ligge væske som kan fryse i rør/koblinger/tanker som ikke er i aktivt bruk)
- Erfaringsoverføring fra operasjoner med lignende design/enheter og lignende utstyr bør gjennomføres

Under vintersesong:

- Utstyr som skal brukes skal inspiseres for potensiell ising (innvendig- og utvendig isdannelse) før og etter bruk dersom det er i ett område som er utsatt for lave temperaturer/ising.
- Egen vinterisering værmelding i forbindelse med operasjon i lave temperaturer og nedbør bør etableres.
 - Frekvens på værmeldingsprognose bør vurderes økt ved lavere temperaturer
- Erfaringsrapportering er viktig for å utnytte erfaring og kunnskap ervervet gjennom operasjoner utført i kaldt vær

5 Løsninger innenfor hvert tema som kan være anvendbare på ulike lokasjoner

Dette kapittelet gir en oversikt over løsninger og tiltak innenfor hvert tema som kan være anvendbare for innretninger for leteboring og produksjon innenfor de ulike områdene. Oversikten gir en indikasjon på mulige løsninger og tiltak for de ulike områdene, men er ikke normgivende da det kan være mange måter å oppnå ønsket effekt. Merk at inndelingen ikke skiller på årstid for operasjon eller grad av påvirkning fra kaldt klima (en breenhet trenger for eksempel bare å operere i sommermånedene, mens en permanent installert installasjon opererer året rundt).

De fleste løsninger og tiltak vil være aktuelle for de fleste områdene. Men dess kaldere klimaet er dess mer nødvendig vil det være med mer permanente og robuste løsninger (gjørne i tillegg til de helt enkle).

Når det gjelder ising, er tiltak mot dette aktuelt i alle områdene. Men isings hyppighet og isingsrate øker med kaldere klima, dette kan føre til økt behov og krav til avisings utstyr om bord i de nordligste områdene. Sjøis/slush i sjøvannsinntak er ikke forventet i område 1 ettersom dette området har høyere sjøvannstemperatur og lengere avstand til iskanten.

Snø og tiltak for fjerning av snø er like aktuelt i alle områder. Men løsninger som f.eks. fjerning av snø med sjøvann vil kun være aktuelt i den sørlige delen av Barentshavet ettersom sjøvannstemperaturen er høyere i dette området.

Lave temperaturer må tas høyde for i alle områder, ettersom væske fryser/ender viskositet i minus grader, kondens kan oppstå og personell kan bli nedkjølt. Alle tiltak foreslått her vil derfor gjelde for alle områdene. Eneste forskjell vil være hvor lang tid det tar før væske fryser/ender viskositet, før kondens oppstår og før personell blir nedkjølt.

Anvendbare løsninger og tiltak innenfor hvert område er oppsummert i Tabell 3.

En utdyping av anvendbare løsninger og tiltak innenfor hvert tema er gitt i Vedlegg A.

Tabell 3: Kjente løsninger og tiltak innenfor hvert tema som er anvendbare for leteboring og produksjon i de ulike områdene

Tema/Miljø-parameter	Utfordring	Område 1	Område 2	Område 3
Ising (marin og atmosfærisk ising, nedbør som blir til is) (A)	Ising/Snø på struktur/plattformdekke/Laydown områder (A1)	A1: 1-15*	A1: 1-14	A1: 1-14
	Ising/Snø på utstyr (generelt) (A2)	A2: 1-14	A2: 1-14	A2: 1-14
	Ising/Snø på sikkerhetskristisk utstyr (brannslukkere/redningsutstyr/B&G/PA/NAS/o.l) (A3)	A3: 1-19	A3: 1-19	A3: 1-19
	Ising/Snø på evakueringsmidler (A4)	A4: 1-13*	A4: 1-12	A4: 1-12
	Ising/Snø i luftinntak/-avkast og venter (A5)	A5: 1-10	A5: 1-10	A5: 1-10
	Sjøis/Slush i sjøvannsinntak (A6)		A6: 1-4	A6: 1-4
	Fallende is og snø (A7)	A7: 1-15*	A7: 1-14	A7: 1-14
Snø(/Is) (nedbør) (B)	Snø og is på rømnings- og transport veier (B1)	B1: 1-19*	B1: 1-18	B1: 1-18
	Snø og is på helikopterdekk (B2)	B2: 1-8*	B2: 1-7	B2: 1-7
	Snø og is i dekk drenering (B3)	B3: 1-6	B3: 1-6	B3: 1-6
Lave temperaturer (C)	Material og utstyrs egenskaper (C1)	C1: 1-3	C1: 1-3	C1: 1-3
	Frost sikring av fluider i rørsystemer og slanger (C2)	C2: 1-13	C2: 1-13	C2: 1-13
	Frost sikring av fluider i tanker og beholdere (C3)	C3: 1-12	C3: 1-12	C3: 1-12
	Frostsikring av smøreoljer/Hydraulikk oiljer/Drivstoff (C4)	C4: 1-6	C4: 1-6	C4: 1-6
	Kondens i trykkluft system (C5)	C5: 1-4	C5: 1-4	C5: 1-4
	Kondens i HVAC system (C6)	C6: 1-4	C6: 1-4	C6: 1-4
	Vindavkjølings temperatur/vær-eksponering (C7)	C7: 1-21	C7: 1-21	C7: 1-21

* Fjerning av snø og is med sjøvann vil kun være aktuelt i område 1.

Merk: Tabellen viser bredden i kjente løsninger og tiltak for ulike utfordringer i de ulike områdene, den beskriver ikke hvilke løsninger og tiltak som er mest hensiktsmessig (med hensyn på optimalt design) i de ulike områdene.

6 Videre arbeid

Viktige kunnskaps gap og usikkerhet knyttet til operasjon i Barentshavet er:

- Hva er effekten av vinteriseringsløsninger og tiltak?
- Hvilke forhold påvirker effekten av vinteriseringsløsninger og tiltak?
- Hva er gode kombinasjoner av vinteriseringsløsninger og tiltak under ulike værforhold?

Referanser

1. ABS Guide for vessels operating in low temperature environments (2016)
http://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/special_service/151_vesseloperatinginlowtemperatureenvironments/LTE_Guide_e-Feb16-New%20Logo.pdf
2. Arctic Operations Handbook (2013) <http://www.arctic-operations-handbook.info/>
3. BaSEC. (2016). BaSEC Rapport 1 - Fysisk miljø i Barentshavet sørøst
<https://www.norskoljeoggass.no/Global/BaSEC%20rapporter/BaSEC%20Rapport%201%20-%20Fysisk%20milj%C3%B8%20i%20Barentshavet%20s%C3%B8r%C3%B8st.pdf>
4. DNVGL-OS-A201 (2015). Winterization for cold climate operations.
<https://rules.dnvgl.com/docs/pdf/dnvgl/OS/2015-07/DNVGL-OS-A201.pdf>
5. Ersdal, G. (2014). Grunnlagsdata for naturforhold i nordområdene, seminar Oslo 8 april 2014
<https://www.youtube.com/watch?v=AYXGYsU8kwU>
6. IMO Polar Code (2016), International code for ships operating in polar waters,
<http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/polar/Documents/POLAR%20CODE%20TEXT%20AS%20ADOPTED.pdf>
7. ISO/DIS 35101 (2016) Petroleum and natural gas industries - Arctic operations - Working environment <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:35101:dis:ed-1:v1:en>
8. ISO 19906:2010 Petroleum and natural gas industries - Arctic offshore structures.
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19906:ed-1:v1:en>
9. ISO 15743:2008 Ergonomics of the thermal environment - Cold workplaces - Risk assessment and management
10. ISO 19901-1:2015 Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures. Part 1: Metocean design and operating considerations
11. ISO 17776:2000 Petroleum and natural gas industries – Offshore production installations – Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment
12. ISO 11079:2007 Ergonomics of the thermal environment - Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects
13. ISO 13732-3:2005 Ergonomics of the thermal environment -- Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces -- Part 3: Cold surfaces
14. Lloyd's Register Provisional Rules for the Winterisation of Ships (2015)
<http://www.lr.org/en/RulesandRegulations/Provisional-Rules-for-the-Winterisation-of-Ships.aspx>
15. NORSOK S-002 (2004) Working environment. (S-002 Draft edition 5, September 2015)
<https://www.standard.no/en/sectors/energi-og-klima/petroleum/norsok-standard-categories/s-safety-she/s-0021/>
16. NORSOK N-003 (2007) Action and action effects
17. NORSOK S-001 (2008) Technical safety
18. Oljedirektoratet. (2016). Sokkelkart. Hentet fra npd.no: http://www.npd.no/Global/Norsk/4-Kart/Sokkelkart2016/Kontinentalsokkelkart_2016.pdf
19. Petroleumstilsynet. (2004, 01 01). *Petroleumstilsynet*. Hentet fra Ord og uttrykk i petroleumsvirksomheten - bokstav V: <http://www.ptil.no/ord-og-uttrykk/ord-og-uttrykk-i-petroleumsvirksomheten-bokstav-v-article2880-38.html>

Vedlegg A

KJENTE OG TILGJENGELIGE LØSNINGER OG TILTAK INNENFOR HVERT TEMA

A.1 Ising

Tabell 1: Kjente løsninger og tiltak for ising og snø på struktur/plattformdekk/laydown områder

Ising og snø på struktur/plattformdekk/ Laydown områder (A1)	Løsning, tiltak
A1-1	Innretnings orientering/Layout
A1-2	Manuell fjerning ved bruk av mekanisk utstyr
A1-3	Steam (Stasjonær eller portable enheter)
A1-4	Is-fobiske overflatebehandling
A1-5	Varme medium (WHRU)
A1-6	Varmekabler
A1-7	Avising med kjemikalier (miljøvennlig)
A1-8	Periodisk inspeksjon
A1-9	Elektriske vifter
A1-10	Varme generatorer
A1-11	Diesel varmere
A1-12	Spyling/høytrykksspyling med varmt vann
A1-13	Snørydding med truck
A1-14	Salting
A1-15	Spyling med sjøvann (Sørlike del av Barentshavet)

Tabell 2: Kjente løsninger og tiltak for ising og snø på utstyr

Ising og snø på utstyr (generellt) (A2)	Løsning, tiltak
A2-1	Layout – Beskyttet med lokasjon
A2-2	Manuell fjerning ved bruk av mekanisk utstyr
A2-3	Steam (Stasjonær eller portable enheter)
A2-4	Varmekabler/varmeelement (på kritisk utstyr/tubing, ol)
A2-5	Mekanisk beskyttelse (hetter, kapsler, pressening, gardiner, struktur)
A2-6	Semi innebygd
A2-7	Innebygd
A2-8	Avising med kjemikalier (miljøvennlig)
A2-9	Varme i glass eller mekanisk beskyttelse (lavenergi belysning)
A2-10	Spyling/høytrykksspyling med varmt vann
A2-11	Varmematter
A2-12	Varmeovner
A2-13	Periodisk inspeksjon
A2-14	Periodisk testing

Tabell 3: Kjente løsninger og tiltak for ising og snø på sikkerhetskritiskutstyr

Ising og snø på sikkerhetskritisk utstyr (brannslukkere, redningsutstyr/B&G/PA/NAS/o.l.) (A3)	Løsning, tiltak
A3-1	Layout – Beskyttet med lokasjon
A3-2	Manuell fjerning ved bruk av mekanisk utstyr (enkel tilkomst for fjerning er nødvendig)
A3-3	Fjerning med steam (Stasjonær eller portable enheter)
A3-4	Varmekabler/varmeelement (tubing, instrumenter, ventiler, delugeskid, osv.)
A3-5	Varmetråder på linser og vindu for sikkerhetskritiske operasjoner (HLO, Lossebu, Kranhytte, Ankerhåndtering)
A3-6	Mekanisk beskyttelse (hetter, kapsler, pressening, gardiner, struktur)
A3-7	Semi innebygd
A3-8	Innebygd
A3-9	Avising med kjemikalier (miljøvennlig)
A3-10	Varme i glass eller mekanisk beskyttelse (lavenergi nødbelysning)
A3-11	Spyling/høytrykksspyling med varmt vann
A3-12	Varmematter
A3-13	Innebygde/ Oppvarmede satsjoner med sikkerhetsutstyr samlet
A3-14	Periodisk inspeksjon
A3-15	Periodisk manuell testing
A3-16	Periodisk automatisk testing
A3-17	Alarmer
A3-18	Rotasjon på (for roterende utstyr som antenner o.l.)
A3-19	Duplisering av sikkerhetsskilting

Tabell 4: Kjente løsninger og tiltak for ising og snø på evakueringsmidler

Ising og snø på evakueringsmidler (A4)	Løsning, tiltak
A4-1	Layout – Beskyttet med lokasjon
A4-2	Strukturell beskyttelse/delvis innebygd
A4-3	Innebygd
A4-4	Innbygging og oppvarming
A4-5	Intern oppvarming i livbåt/flåtesstasjon/mob-båt for å hindre utvendig ising
A4-6	Ha på motorvarmer (livbåt/MOB-båt)
A4-7	Fjering av is med steam (Stasjonær eller portable enheter)
A4-8	Avising med kjemikalier (miljøvennlig)
A4-9	Spyling/høytrykksspyling med varmt vann
A4-10	Manuell fjerning ved bruk av mekanisk utstyr
A4-11	Periodisk inspeksjon
A4-12	Periodisk testing
A4-13	Spyle med sjøvann (sørlige del av Barentshavet)

Tabell 5: Kjente løsninger og tiltak for ising og snø i luftinntak/-avkast og tank ventilasjon

Ising/Snø i luftinntak/-avkast og tank ventilasjon (A5)	Løsning, tiltak
A5-1	Layout/optimalisert design
A5-2	Beskyttet lokasjon
A5-3	Varmekabler (inntak, avkast, spjeld)
A5-4	Mekanisk beskyttelse (deksel/hetter)
A5-5	Selvdrenerende tank venter
A5-6	Periodisk Inspeksjon
A5-7	Alarm for indikasjon på blokkering
A5-8	Manuell fjerning ved bruk av mekanisk utstyr
A5-9	Manuell fjerning ved bruk av steam (Stasjonær eller portable enheter)
A5-10	Blåsing av snø med luft

Tabell 6: Kjente løsninger og tiltak for håndtering av is/slush i sjøvannsinntak

Sjøis/slush i sjøvannsinntak (A6)	Løsning, tiltak
A6-1	Design av sjøkister/sjøvannsinntak for å forhindre blokkering
A6-2	Sjøvannsinntak tilstrekkelig lavt for å unngå is akkumulering
A6-3	Økt sjøkiste volum
A6-4	Avisings-system i sjøkister

Tabell 7: Kjente løsninger og tiltak for beskyttelse mot fallende is og snø

Fallende is og snø (A7)	Løsning, tiltak
A7-1	Layout/Optimalisert design (knekk på fakkell, unngå gangveier under struktur med potensiale for fallende is/snø)
A7-2	Lokal struktur/mekanisk beskyttelse (stål konstruksjoner/duk beskyttelse)
A7-3	Overbygg over gangveier (buss skur)
A7-4	Is fobiske overflatebehandling
A7-5	Varmekabler
A7-6	Steam (Stasjonær eller portable enheter)
A7-7	Spyling/høytrykksspyling med varmtvann
A7-8	Skiling med advarseler på utsatte områder
A7-9	Periodisk Inspeksjon
A7-10	Manuell fjerning med mekanisk utstyr
A7-11	Beskyttelsesnett
A7-12	Beskyttelsesduk
A7-13	Sperre av områder
A7-14	Innbygging av utsatte områder
A7-15	Spyling med sjøvann

A.2 Snø

Tabell 8: Kjente løsninger og tiltak for snø og is på rømnings- og transportveier

Snø og is på rømnings- og transportveier (B1)	Løsning, tiltak
B1-1	Layout/Optimalisert design
B1-2	Manuell fjerning ved bruk av mekanisk utstyr(skuffler/koster/o.l.)
B1-3	Snørydding med truck
B1-4	Salting
B1-5	Strøing med sand
B1-6	Steam (Stasjonær eller portable enheter)
B1-7	Oppvarmede gangveier (varmekabler/varme medium)
B1-8	Varmekabler (trapper, dører, rekkverk, ledere > 3,5m)
B1-9	Spyling/høytrykksspyling med varmtvann
B1-10	Grating
B1-11	Overbygg (buss skur)
B1-12	Innelukking
B1-13	Anti-skli maling
B1-14	Periodisk inspeksjon
B1-15	Avising med kjemikalier (miljøvennlig)
B1-16	Blåsing av snø med luft
B1-17	Silikon på dører
B1-18	Varmeovner
B1-19	Spyling med sjøvann (sørlig del av Barentshavet)

Tabell 9: Kjente løsninger og tiltak for snø og is på helikopterdekk

Snø og is på helikopterdekk (B2)	Løsning, tiltak
B2-1	Manuell fjerning ved bruk av mekanisk utstyr (skuffler, koster, etc.)
B2-2	Blåsing av snø med luft
B2-3	Steam (Stasjonær eller portable enheter)
B2-4	Avisingsystem (f.eks. varme medium eller varmekabler)
B2-5	Dekke til helikopterdekk med pressenning utenom bruk
B2-6	Avising med kjemikalier (miljøvennlig)
B2-7	Spyling/høytrykksspyling med varmt vann
B2-8	Spyling med sjøvann (sørlig del av Barentshavet)

Tabell 40: Kjente løsninger og tiltak for snø og is i dekk drenering

Snø og is i dekk drenering (B3)	Løsning, tiltak
B3-1	Varmekabler og isolasjon på rørføring
B3-2	Design og layout (Dimensjonert for smeltevann/flere og større dreneringsåpninger)
B3-3	Varmekabler på dreneringsåpninger/drenbokser
B3-4	Lokalisert i oppvarmede områder
B3-5	Salting av væskelåser
B3-6	Selvdrenerende*

* For selvdrenerende systemer, og systemer som baserer seg på manuell drenering skal drenering være lokalisert på laveste punkt i systemet, og rør layout skal sikre at vann vil dreneres uten å bli fanget i U-bend, lavpunkt eller «dead ends».

A.3 Lave temperaturer

Tabell 51: Kjente løsninger og tiltak for å ivareta material og utstyrsegenskaper i lave temperaturer

Material og utstyrs egenskaper (C1)	Løsning, tiltak
C1-1	Rett design temperatur/material kvalitet
C1-2	Rett mekaniske egenskaper (tåle fjerning av snø og is hvis nødvendig)
C1-3	Kaldoppstart-prosedyrer

Tabell 12: Kjente løsninger og tiltak for frostsikring av fluider i rør og slanger i lave temperaturer

Frostsikring av fluider - Rørsystemer og slanger (C2)	Løsning, tiltak
C2-1	Lav temperatur fluider (drivstoff, smøreoljer, hydraulikk olje, brannskum o.l.)
C2-2	Selvdrenerende rør og utstyr*
C2-3	Dreneringsprosedyrer (Dreneres etter bruk)
C2-4	Sirkulasjon (Kontinuerlig eller periodisk)
C2-5	Frostvæske (tilsatt eller flushet)
C2-6	Isolasjon (varmekonservering)
C2-7	Varmekabler
C2-8	Flushing med luft
C2-9	Varmermatter
C2-10	Varmermedium
C2-11	Oppvarmede kabinett (delugeskid/prøvestasjoner/osv.)
C2-12	Steamerør (før bruk for å sørge for at de er isfrie)
C2-13	Lokalisert i oppvarmede områder

* For selvdrenerende systemer, og systemer som baserer seg på manuell drenering skal drenering være lokalisert på laveste punkt i systemet, og rør layout skal sikre at vann vil dreneres uten å bli fanget i U-bend, lavpunkt eller «dead ends». «Weep holes» og dreneringspunkter skal inspiseres før vintersesong, i vintersesong og etter bruk i vintersesong.

Tabell 63: Kjente løsninger og tiltak for frostsikring av fluider i tanker og beholdere i lave temperaturer

Frostsikring av fluider - Tanker og beholdere (C3)	Løsning, tiltak
C3-1	Fluider med lavt frysepunkt
C3-2	Dreneringsprosedyrer ved temperaturer under 0 °C
C3-3	Sirkulasjon (Kontinuerlig eller periodisk)
C3-4	Frostvæske
C3-5	Isolasjon (varmekonservering)
C3-6	Varmekabler
C3-7	Varmeelement
C3-8	Varmermatter
C3-9	Varmermedium
C3-10	Lokalisert under havnivå
C3-11	Lokalisert i oppvarmede områder
C3-12	Luft bobling system

Tabell 74: Kjente løsninger og tiltak for frostsikring av smøreoljer, hydraulikkoljer og drivstoff i lave temperaturer

Frostsikring av Smøreoljer/ Hydraulikkoljer/Drivstoff (C4)	Løsning, tiltak
C4-1	Lav temperatur fluider
C4-2	Sirkulasjon (Kontinuerlig eller periodisk)
C4-3	Isolasjon
C4-4	Varmekabler
C4-5	Varmeelement
C4-6	Lokaliser i oppvarmede områder

Tabell 85: Kjente løsninger og tiltak for å unngå kondens i trykkluftsystem i lave temperaturer

Kondens i trykkluftsystem (C5)	Løsning, tiltak
C5-1	Senke dugpunkt
C5-2	Duggpunkt overvåkning
C5-3	Drenering
C5-4	Frosthemmende middel

Tabell 96: Kjente løsninger og tiltak for å unngå kondens i HVAC system i lave temperaturer

Kondens i HVAC system (C6)	Løsning, tiltak
C6-1	Selvlukkende spjeld
C6-2	Isolasjon på ventilasjonskanaler
C6-3	Varmekolbe på inntaksluft
C6-4	Design – Kapasitet for lave temperaturer

Tabell 107: Kjente løsninger og tiltak for håndtering av lave vindavkjølingstemperaturer og værekspnering

Vindavkjølingstemperatur/Vær- ekspnering (C7)	Løsning, tiltak
C7-1	Layout/optimalisert design
C7-2	Planlegging av aktiviteter basert på værmeliding/WCT
C7-3	Personelig beskyttelse/bekledning tilpasset arbeid
C7-4	Redusert arbeidstid i eksponerte områder
C7-5	Økt automatikk for redusert behov for utendørs arbeid
C7-6	Åpne moduler med lokal og temporær/sesongbasert beskyttelse
C7-7	Semi åpne moduler (semi åpne vindvegger)
C7-8	Moduler med aktive værpaneler som åpnes ved lite vind/bekreftet gass
C7-9	Innebygde moduler med eksplosjons paneler (som ikke tettes av is/snø)
C7-10	Vindvegger
C7-11	Varmestasjoner (oppvarmede skur/beskyttelsesrom)
C7-12	Værbeskyttede kabinett/stasjoner
C7-13	Arbeidstelt/habitat (med/uten oppvarming)
C7-14	Midlertidig vindskjerming (duker)
C7-15	Varmeovner tilgjengelig i rom som kan skrus på etter behov
C7-16	Personell rotasjon
C7-17	Anemonmeter
C7-18	Planlegging av vedlikehold til sommerhalvåret
C7-19	WCT kart over innretningen
C7-20	Tilrettelegging for tørking av klær/hansker/sko innendørs
C7-21	Isolerte redningsdrakter



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no