

# Brandskydd i kallt klimat - en kartläggning

Peter Karlsson, Malika Piku Amen  
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

# Brandskydd i kallt klimat - en kartläggning

Fire Protection in Cold Climate - a survey

Peter Karlsson, Malika Piku Amen

OffshoreVäst

[www.offshorevast.com](http://www.offshorevast.com)

## Innehållsförteckning / Contents

1	<b>Brandskydd i kallt klimat – en litteraturstudie</b>	<b>6</b>
1.1	Forskning och provning	6
1.1.1	Metod	6
1.1.2	Artiklar	7
1.1.3	Sammanfattning	8
1.2	Rådande regelverk	9
1.2.1	Regelverk utvecklat av IMO	9
1.2.2	DNV-OS-A201	11
1.2.3	DNV-OS-D301	17
1.2.4	Regelverk - Norge	19
1.2.5	Regelverk - Grönland	21
1.2.6	Regelverk - Kanada	22
2	<b>Brandskyddsutrustning – en kartläggning av befintliga system</b>	<b>25</b>
2.1	Bakgrundsinformation om intervjuade företag	25
2.1.1	Aker Solutions	25
2.1.2	Bassoe Technology	25
2.1.3	FireNor	25
2.1.4	MariOff	25
2.1.5	Stena Teknik	26
2.1.6	Ultra Fog	26
2.2	Brandskyddsutrustning – Sammanställning av intervjuer	26
2.2.1	Användningsområden	26
2.2.2	Installation, förvaring och dimensionering	27
2.2.3	Service och underhåll	28
2.2.4	Anpassning till kalla förhållanden	28
3	<b>Fol-behov</b>	<b>29</b>
4	<b>Litteraturförteckning</b>	<b>30</b>

## Förord

Diskussionen om olje-och gas exploatering norr om 66 breddgraden har under de senaste åren varit intensiv. Länder som Kanada och USA har sedan lång tid haft oljeutvinning i området men i takt med att källor längre söderut töms ökar intresset för Arktis och dess tillgångar. Utmaningarna är dock stora; mörker och kyla gör miljön för både människor och utrustning extremt svår och farlig. Den kanske allra största utmaningen är hur man hanterar riskerna för miljökatastrofer, miljön är extremt känslig och olyckor får inte hända. Naturens återhämtning tar lång tid. Redan idag pågår aktiviteter i området, frågan om hur utvecklingen kommer att se ut hänger ihop med både den tekniska utvecklingen inom det förnybara energiområdet för att ersätta fossila bränslen, olje-och gasprisets nivå liksom samhällets attityder, internationella överenskommelser och lagstiftning.

Utbredningen av isarna i Arktis har minskat under de senaste decennierna och har också fått till följd att sjöfarten under vissa tider kan ta en nordlig rutt och spara både tid och bränsle. Även detta är förenat med risker och stora utmaningar.

Brand är alltid en mycket allvarlig situation till sjöss och brand i kallt klimat är en extra utmaning.

Syftet med den här rapporten är att göra en sammanfattning av kunskapsläget inom området med fokus på brandskydd, släcksystem och regelverk. Rapporten är baserad på litteraturstudier samt intervjuer med företag med verksamhet som har att ta hänsyn till detta.

Arbetet är en förstudie som en del i innovationsmiljön OffshoreVästs verksamhet, OffshoreVäst verkar för att "Utveckla industrisegment och teknikområden inom offshore där Sverige tillhör de internationellt ledande aktörerna genom starka FoU-miljöer, innovationsförmåga, hög kvalitet och konkurrenskraftig export med utgångspunkt i en hållbar utveckling."

Arbetet med förstudien pågick mellan augusti 2014 och oktober 2015.

## Preface

*The discussions concerning oil- and gas exploitation north of the 66<sup>th</sup> degree of latitude have been intense during the last years. Countries like Canada and the US have long had oil production running in the area, but as the wells further south are being depleted, the interest of the Arctic and its natural resources is growing. The challenges are, however, great; darkness and cold make the environment, for both personnel and equipment, extremely dangerous and hazardous. Perhaps the greatest challenge of all is coping with the risks of environmental disasters. The environment is very sensitive and serious accidents simply cannot be allowed to take place. The recovery time of the environment is very long. Already today there are activities in the area; the question of how it will develop is connected to how the technological development in renewable energy may enable the replacement of fossil fuels, to the oil- and gas price level as well as to the attitude of the society, international agreements and legislation.*

*The ice cover in the Arctic has consistently decreased the last decades. This has resulted in possibilities for the shipping industry to, during some months, take the Northern Sea Route, saving both time and fuel. This is also associated with risks and great challenges. Fire is always a very serious situation at sea and fire in a cold climate is even more challenging. The purpose of this report is to summarise the knowledge level within the area, focusing on fire protection, fire extinguishing systems and regulations. The report is based on literature studies and interviews with companies involved in businesses in these areas.*

*This work is a pre-study performed for the innovation environment OffshoreVäst. OffshoreVäst acts to "Develop industrial segments and technical areas within offshore where Sweden belongs to the internationally leading players with strong R&D-environments, innovation ability, high quality and competitive exports with its foundations in sustainable development".*

*The work on this pre-study took place between August 2014 and October 2015.*

## Sammanfattning

Projektets syfte har varit att kartlägga nuvarande läge för brandskydd i kallt klimat med fokus på aktiva system. En litteraturstudie har genomförts där publicerad forskning och provresultat inom området kartlagts och sammanställts. Vidare har en kartläggning av befintliga regelverk och riktlinjer för släcksystem i Arktis och i kalla klimat samt en studie av befintliga system för brandskydd genomförts. Det kan konstateras att mängden publicerad forskning inom området är liten. Det som finns omfattas till största delen isbildning och förhindrande av isbildning i rör. Resultaten är framtagna genom teoretiska modeller och simuleringar men utan validerade provningar.

Studien av regelverk innefattar regler och riktlinjer från IMO, DNVGL, Petroleumtillsynen, och NORSOK samt det nationella regelverket för Grönland och Kanada. Det konstaterades att regelverket i första hand innehöll funktionella krav beträffande hur system skall anpassas till yttre påfrestningar.

Befintliga system kartlades i första hand genom intervjuer med företag som har verksamhet eller på annat sätt är kopplad till relevant verksamhet i kallt klimat, det vill säga för offshoreinstallationer och fartyg. Studien beskriver aktiva system som finns installerade idag.

Kartläggningen har gett upphov till ett antal punkter där det finns behov av forskning, provning och innovation för att säkerställa att brandskyddssystemen upprätthåller sin skyddande funktion även under extremt kalla förhållanden. Dessa behov berör bland annat vilka förhållanden som krävs för att isbildning i rör skall uppstå, hur spraykaraktäristik påverkas av extremt låg lufttemperatur, hur frostskyddstillägg påverkar brandbekämpningsförmågan och hur de påverkar skumtillsatser i släckmedel.

## Summary

*The purpose of the project has been to perform a survey of the current knowledge level in the area of fire protection, mainly active systems when these are used in cold climates. A literature study was performed in order to survey published research and test results within the subject. It was followed by a survey on regulations and guidelines regarding active fire protection systems in the Arctic and cold climates as well as a study on existing fire protection systems.*

*It was established that only a small amount of articles was published on the subject and what was available focused mostly on freezing and the prevention of freezing in pipes. The published material was produced with theoretical methods and simulations without tests to validate the results.*

*The study on regulations included regulations and guidelines from IMO, DNV, Petroleumtillsynen, NORSOK, Greenland and Canada. It was established that these were mainly focused on functional requirements on how to adapt systems to handle harsh environmental conditions.*

*An, for the major part, interview based survey of existing fire protection systems on e.g. offshore installations and ships in cold climates was performed and it provides information on the active systems that are in use today. Extinguishing media, pipe- and nozzle dimensions as well as adaptations made to withstand cold has been described. Taking the results of the surveys into consideration a few areas where there is a need for further research, testing and innovation in order to ensure that the systems maintain their protective function even in extremely cold conditions were identified. The identified needs e.g. involves what kind of conditions it takes for freezing in pipes to occur, how the spray characteristics are influenced by extremely low air temperatures, how big the effect of antifreeze solutions is on fire suppression performance and how they affect the performance of foam agents.*

## 2 Brandskydd i kallt klimat – en litteraturstudie

Litteraturstudien är gjord i syfte att kartlägga publicerad forskning och eventuella provningsresultat inom brandskydd i arktiskt eller kallt till extremt kallt klimat. Studien syftar också till att kartlägga vilka regelverk och riktlinjer som gäller för brandskydd i dessa klimat och fokuserar på det som är aktuellt för fartyg och offshoreinstallationer. Kartläggningen i sig skall ge en introduktion och översikt av området. Denna presentation av tillgänglig information om nuvarande kunskapsläge och rådande regelverk visar på möjligheter att ytterligare öka kunskapen inom området och utveckla tekniken med hänsyn till de ramar som regelverken kan utgöra.

### 1.1 Forskning och provning

Fokus i litteraturstudien har legat på offentligt tillgängliga vetenskapliga publikationer, men där visade sig mängden relevant material vara begränsad. En del kommersiellt material, riktlinjer från myndigheter, räddningstjänster och tillverkare samt olika regelverk från exempelvis NFPA (National Fire Protection Association) påträffades också. Regelverk och riktlinjer var alla huvudsakligen funktionsbaserade och relativt allmänt skrivna med fokus på att det inte skall ske någon isbildning i rörsystemen för aktiva släcksystem.<sup>1</sup>

#### 1.1.1 Metod

Litteraturstudien genomfördes med hjälp av olika webbplatser som samlar in vetenskapliga publikationer, forskningsrapporter och patent samt några olika forskningsinstituts listor över publicerat material. Sökmotorerna som användes var Google, Science Direct, Scopus och Scifinder samt LUBsearch som är en tjänst för Lunds Universitets bibliotek som baseras på EBSCOhost. De forskningsinstitut vars publikationer söktes igenom var CNRC (National Research Council of Canada), DTI (Danish Technological Institute), SP Fire Research AS och VTT (Technical Research Centre of Finland).<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Se kartläggningen av regelverk i den här rapporten.

<sup>2</sup> De sökord som användes var: *Fire + Arctic, Fire + Cold, Firefighting + Cold, Firefighting + Arctic, Sprinkler + Cold, Suppressing system +cold, Suppressing system + arctic, Fire fighting in cold weather, Fire protection in cold weather, Fire safety in cold climate, Fire safety in cold environment, Fire protection in arctic conditions, Ice formation pipe, Offshore arctic, Sprinkler arctic, Fire suppression in arctic, Fire suppression in cold, Firefighting in arctic, Active fire safety systems, Fire protection arctic, Fire safety arctic.*

Motsvarande ord på svenska användes också i sökningarna.

## 1.1.2 Artiklar

**Tabell 1 Vetenskapliga publikationer**

Titel	År	Författare	Organisation/Utgivare
FIRE PROTECTION OF RØROS – A HISTORIC TOWN ON THE UNESCO WORLD HERITAGE LIST	2005	Wighus, Ragnar	Sintef NBL (nuvarande SP Fire Research AS)
Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles (Third Edition)	2014	Nolan, Dennis	Elsevier
Modes of ice formation and flow blockage that occur while filling a cold pipe	1981	Gilpin, R.R.	Cold Regions Science and Technology, Volume 5, Issue 2
Mathematical simulation of the freezing time of water in small diameter pipes	2014	McDonald A., Bschain B., Sullivan E., Marsden R.	Applied Thermal Engineering, Volume 73, Issue 1
Accelerated Pipe Freezing in Non-Circular Sections	2003	Richardson R.N., Bowen R.J., Sharman A.	Chemical Engineering Research and Design, Volume 81, Issue 4
Safety and environment requirements and systems for offshore installations operating in arctic environments	2002	Medonos S., Brewerton R.W., Jouravel V.I.	OMAE, 21:a konferensen
Application of principles of inherently safe design methodology into the development of offshore platforms	2006	Umar, A., An, M., Odoki, J.B.	ESREL 2006, Konferens

**Tabell 2 Artiklar**

Titel	År	Författare	Organisation/Utgivare
Tips for Wintertime Firefighting Operations	2011	Pindelski, Jeffrey	Firehouse
Preventing Fire Sprinkler Freezing	2011		Colorado Springs Fire Department
PREVENTING FIRE SPRINKLER FREEZE-UPS	2006		Boilinger Insurance
THE EXTREMES: Hot Strategies for Cold Conditions	2011		Life Safety Magazine
Fire and Ice	2013	Hughes, Kirk	FIREfighting in Canada
ANTIFREEZE SPRINKLER SYSTEMS IN COLD CLIMATES	2011	Stavish, Joe	Willis Strategic Outcomes Practice
Arctic FPSO: Technical Feasibilities and Challenges	2012	Guang Li	ASME 2012 31 <sup>st</sup> International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering

**Tabell 3 Kommersiellt material**

Titel	Organisation/ Utgivare
Vanquish Sprinkler System	Wormald (Tyco)
EXTEND THE LIFE OF YOUR PUMP WITH TIPS FROM THE PROS. Cold Weather Operations	Waterous Co
HI-FOG Balcony Fire Protection [1]	MariOff
Fire Fighting Solutions for Marine Applications [2]	Danfoss Semco
We provide the solution for ships [3]	MiniMax
Quell Fire Sprinkler System [4] [5]	Tyco

### 1.1.3 Sammanfattning

Vi kan efter litteraturstudien konstatera att resultaten av den forskning och provning som genomförts på området antingen ägs av industrin och inte är allmänt tillgänglig eller att forskning kring hur brandskydd fungerar eller bör fungera i arktiskt eller riktigt kallt klimat är mycket begränsat. Tillgängligt material tyder snarare på att man följer logiska resonemang än att prova om ett system för brandskydd verkligen fungerar. I vattenbaserade släcksystem ligger fokus på att vätskan inte skall frysa. I milda till kalla klimat används därför ibland frostskyddstillsetser i vätskan. Där det blir riktigt kallt används torrörssystem där sprinklersystemets rör är fria från släckmedel till dess att det aktiveras vilket minskar risken för isbildning i rören. Med reservation för tillverkares egna opublicerade material så kan vi konstatera att det saknas tekniska utvärderingar av systemens verkliga funktion, skydd mot isbildning innan och under aktivering samt brandskyddsförmåga i det klimat det skall installeras i. Brandskyddssystemens designparametrar kan möjligtvis vara framtagna ur antaganden och logiska resonemang.



## 1.2 Rådande regelverk

I dagsläget finns olika regelverk, riktlinjer och standarder som gäller för fartyg och offshoreanläggningar som bedriver verksamhet i Arktis. För fartyg gäller IMO-standarder och utöver det har klassningssällskap som t.ex. DNVGL, utvecklat detaljerade standarder för fartyg som opererar i det klimat som råder vid polerna. För offshoreanläggningar finns i tillägg nationella föreskrifter och regler.

### 1.2.1 Regelverk utvecklat av IMO

IMO (The International Maritime Organization) godkände 2009 *Guideline for ships operating in polar waters*. Krav på brandsläckningssystem i denna guideline beskrivs i kapitel 10.3, 10.4 samt 10.5. I dessa kapitel står följande om brandsläcknings system:

*10.3.1 Fire-extinguishing systems should be designed or located so that they are not made inaccessible or inoperable by ice or snow accumulation or low temperature such that:*

*.1 equipment, appliances, systems and extinguishing agents should be protected from freezing for minimum temperature for the intended voyage;*

*.2 precautions should be taken to prevent nozzles, piping and valves of any fire-extinguishing system from becoming clogged by impurities, corrosion or ice build-up; and*

*.3 exhaust gas outlets and pressure vacuum arrangements should be protected from*

*ice build-up that could interfere with effective operation.*

*10.3.2 Water or foam extinguishers should not be located in any position that is exposed to freezing temperatures. These locations should be provided with extinguishers capable of operation under such conditions.*

*10.4.1 Where a fixed fire-extinguishing system or alternative fire-extinguishing system situated in a space separate from the compartment containing the main fire pumps utilizes its own independent sea suction, this sea suction should be capable of being cleared of accumulations of slush ice.*

*10.4.2 Fire pump(s) including emergency fire pump(s) should, wherever reasonable and practicable, be installed in heated compartment(s) and in any event should be adequately protected from freezing at minimum temperature for the intended voyage.*

*10.4.3 Isolating valves should be located so that they are accessible. Any isolating valves located in exposed positions should not be subject to icing from freezing spray. The fire main should be arranged so that external sections can be isolated and draining devices should be provided.*

*10.4.4 Hydrants should be positioned or designed to remain operable under all anticipated temperatures. Ice accumulation and freezing should be taken into account.*

*10.4.5 All hydrants should be equipped with an efficient two-handed valve handle.*

De delar av brandsläckningssystemet som kan utsättas för isbildning till en sådan grad att systemet förhindras från att fungera normalt, ska skyddas tillräckligt (10.5).

IMO har vidare utformat ett internationellt regelverk benämnt "Polar Code" för SOLAS-klassade fartyg som opererar i Arktis eller Antarktis. Koden som kommer att träda i kraft 2017 ska beskriva mål samt funktionella krav i samband med skeppsdesign, konstruktion, utrustning, drift, övning samt räddning.

Uppdelningen i koden kommer att vara följande:

*Part I-A Safety*

*Part II-A Pollution prevention*

*Part I-B and II-B Recommended provisions for both*

Del A anger obligatoriska krav medan del B innehåller rekommendationer.

Utgivning av koden beräknas äga rum i slutet av 2015. Det senaste utkastet finns i dokument MEPC 68/WP.7. Kapitel 7 i detta dokument handlar om brandskydd. Följande står i dess målformulering, *Fire Safety/Protection*:

*"The goal of this chapter is to ensure that fire safety systems and appliances are effective and operable, and that means of escape remain available so that persons on board can safely and swiftly escape to the lifeboat and liferaft embarkation deck under the expected environmental conditions."*

Vidare gäller följande funktionella krav:

*7.2.1 In order to achieve the goal set out in paragraph 7.1 above, the following functional requirements are embodied in the regulations of this chapter:*

*.1 all components of fire safety systems and appliances if installed in exposed positions shall be protected from ice accretion and snow accumulation;*

*.2 local equipment and machinery controls shall be arranged so as to avoid freezing, snow accumulation and ice accretion and their location to remain accessible at all time;*

*.3 the design of fire safety systems and appliances shall take into consideration the need for persons to wear bulky and cumbersome cold weather gear, where appropriate;*

*.4 means shall be provided to remove or prevent ice and snow accretion from accesses; and*

*.5 extinguishing media shall be suitable for intended operation.*

*7.2.2 In addition, for ships intended to operate in low air temperature, the following apply:*

*.1 all components of fire safety systems and appliances shall be designed to ensure availability and effectiveness under the polar service temperature; and*

*.2 materials used in exposed fire safety systems shall be suitable for operation at the polar service temperature.*

För att uppfylla de funktionella kraven i kapitel 7.2 ska de redovisade kraven i kapitel 7.3 uppfyllas. Under kapitel 7.3 står bland annat följande: Brandpumpar, pumpar för vattendimma och vattenspray ska placeras i sektioner med en temperatur över frysnings Temperaturen. Brandslangar och munstycken behöver inte kontinuerligt vara anslutna till vattennätet och kan eventuellt förvaras i skyddade utrymmen nära brandposterna. Brandkläder ska förvaras på varma platser. I de fall fasta släcksystem är avskilda från huvudbrandpumparna så ska eventuell ackumulation av is i systemet beaktas. Bärbara och delvis bärbara släcksystem ska i den mån det är möjligt placeras i utrymmen så att de skyddas från isbildning. I utrymmen med temperaturer nära frysnings Temperaturen ska brandsläckare fungera som normalt. Brandsläckningssystem godkänns av Administrationen (flaggstaten) eller en organisation som godkänts av Administrationen, som bedömer om de funktionella kraven som finns beskrivna i 7.2.2.1 uppfylls. Även eventuella standarder som tillämpas ska godkännas av Administrationen. Exempel på en godkänd standard som kan tillämpas är "IACS URI Requirements concerning Polar Class" från 2011. Andra standarder än den nämnda standarden kan användas om det bidrar till en lika hög säkerhetsnivå.

### 1.2.2 DNV-OS-A201

DNV GL gav 2013 ut en standard kallad DNV-OS-A201 "Winterization for cold climate operations". Standarden är framtagen för att kunna användas internationellt och inte bara på norsk sockel. Standarderna angivna nedan är giltiga enligt DNV-OS-A201 och enligt DNV-OS-A201 kan statlig lagstiftning utöver de bestämmelser som finns i standarden komma i tillägg beroende på typ, lokalisering och avsedd service med enheten eller installationen.

*DNV-OS-A101 Safety Principals and Arrangements*

*DNV-OS-B101 Metallic Materials*

*DNV-OS-C101 Design of Offshore Steel Structures, General (LRFD Method)*

*DNV-OS-C301 Stability and Watertight Integrity*

*DNV-OS-D101 Marine and Machinery Systems and Equipment*

*DNV-OS-D201 Electrical Installations*

*DNV-OS-D202 Automation, Safety, and Telecommunication Systems*

*DNV-OS-D301 Fire Protection*

*DNV-OS-E101 Drilling Plant*

*DNV-OS-E201 Oil and Gas Processing Systems*

*DNV-OS-E301 Position Mooring*

*DNV-OS-E401 Helicopter Decks*

DNV-OS-A201 kan ses som ett tillägg till DNV-OS-D301 om brandskydd i kalla förhållanden. Utöver dessa standarder så kan följande standarder och koder användas som ett tillägg:

*ISO 19906 Arctic Offshore Structures*

*Dept. of Justice, Canada Oil and Gas Installations Regulations (SOR/96-118), §14 Winterization*

*NMD Regulations for Mobile Offshore Units 856/87 Construction Regulations, §7 Operation in areas with temperatures considerably lower than 0°C.*

*NORSOK N-001 Integrity of Offshore Structures*

*NORSOK N-003 Actions and action effects*

*NORSOK P-001 Process design*

*NORSOK S-002 Working environment*

Operationer i kallt klimat delas i denna standard upp i tre kategorier:

- *Basic*: -15 °C

- *Cold*: -30 °C

- *Polar*: -45 °C

Vinteriseringstemperaturen, benämnd  $t_w$  ska motsvara den lägsta lufttemperaturen på platsen enligt ISO 19906, sektion 3.48.

Vinteriseringstemperaturen ska specificeras av slutanvändaren och det ska stämmas av med klassningssällskapet att den är korrekt.

För att hantera de situationer som kan uppstå i kalla förhållanden så kan vissa åtgärder vidtas, i standarden nämnda "Winterisation measures". Exempel på "Wintersisation measures" är:

- *Anti-icing*: åtgärder för att förhindra isbildning på ytor, strukturer samt utrustning. Avsikten med "antic-icing" åtgärderna är att ytorna, strukturerna samt utrustningen ska vara omedelbart tillgängliga (4.2.2).

- *Anti-freezing*: åtgärder för att förebygga att fluider förfrysar i system, strukturer eller utrustning. Avsikten med "anti-freezing" är att system, strukturer samt utrustning förblir funktionella och att dess funktion inte försämras av att fluiden förfrysar (4.2.3).

-*De-icing*: Åtgärder för att avlägsna snö samt is som ackumulerats på ytor, strukturer samt utrustning. Avsikten med "de-icing" är att ytor, strukturer och utrustning kan vara funktionellt tillgängliga inom en rimlig tid (4.2.5).

Exempel på åtgärder för "anti-icing" och "anti-freezing" är inneslutna rum, vrån med ridåer, filter, användning av låg temperaturfluider, uppvärmning samt tillsatsmedel för att förhindra isbildning. Generellt sätt är skärmning det enklaste sättet att motverka isbildning och passiva skydd uppmanas användas i system vid extremt kallt klimat. Uppvärmning kan vara ett alternativ vid mildare förhållanden och elektriska värmefiltar kan exempelvis användas för att skydda utrustning på öppna däck samt ouppvärmda utrymmen. Med ouppvärmda utrymmen menas utrymmen där temperaturen inte överstiger 1°C vid den aktuella vinteriseringstemperaturen.

Arrangemang för att förhindra isbildning genom uppvärmning ska kunna hålla det flytande mediet 3°C ovan frysningstemperaturen. I de fall som frystillsatser används så ska dessa klara av att ge ett skydd ner till en temperaturer motsvarande 5°C under  $t_w$ . Kraven för olika material, utrustning samt system enligt denna standard anges i tre nivåer:

- Functional requirement* (funktionella krav)
- Performance requirement* (prestandakrav)
- Prescriptive requirement* (preskriptiva krav)

*Functional requirements* (funktionella krav) föreskriver den logiska bakgrunden bakom en regel och **måste** uppfyllas. *Performance requirements* (prestandakrav) förklarar mer i detalj vilken typ av prestanda vinteriseringsåtgärder måste uppfylla för att delvis eller helt uppfylla funktionskravet. *Prescriptive requirements* (preskriptiva krav) anger "generellt accepterade lösningar" för vinteriseringsåtgärder som delvis eller helt uppfyller funktions- samt prestandakrav. Andra lösningar för att uppfylla funktionskravet än de som angivits under standardens prestandakrav och preskriptiva krav kan övervägas om de förmår att uppfylla relevanta delar av funktionskravet.

#### 1.2.2.1 Bärbara släcksystem

För bärbara släcksystem gäller följande:

*Funktionellt krav*: Diverse släckutrustning på öppna däck samt ouppvärmda utrymmen (inkluderande bärbara släcksystem) ska fungera som normalt vid kalla förhållanden.

*Preskriptiva krav*: Bärbara släcksystem på öppna däck och ouppvärmda utrymmen ska fungera normalt vid vinteriseringstemperaturen.

#### 1.2.2.2 Brandbekämpningssystem (generellt)

För brandbekämpningssystem gäller följande:

*Funktionellt krav*: Brandsläckningsutrustning och system på öppna däck eller ouppvärmda utrymmen ska förbli funktionella under kalla förhållanden.

*Prestandakrav*: Brandsläckningssystem såsom vattenposter, blandningsutrustning, deluge munstycken, etc. får inte erhålla en försämrad funktion på grund av isbildning invändigt eller utvändigt.

*Preskriptiva krav*: Brandsläckningsutrustning samt brandsläckningssystem ska ha skydd motsvarande anti-icing samt anti-freezing i miljöer motsvarande vinteriseringstemperaturen.

Vidare ges följande vägledning: Skydd mot isbildning i vattenledningssystem för brandbekämpning kan uppnås genom att placera dessa system på en uppvärmd plats eller placera delar av systemet som ett torrt, självdränerande system (self-

draining system) där man försäkras sig om att vattnet inte förblir stillastående i U-svängar, låga punkter och "dead-ends".

### 1.2.2.3 Brandbekämpningssystem (släckmedel)

För släckmedel gäller följande:

*Funktionellt krav:* Brandsläckningssystem och tillhörande utrustning ska vara klart för användning i kallt klimat.

*Prestandakrav:* Val av brandsläckningssystem och släckmedel ska vara lämpliga för kalla förhållanden och de effekter som den låga temperaturen kan ha på det aktuella släckmedlet.

*Preskriptiva krav:* Brandsläckningssystem (inkluderande fördelning och blandningssystem) på helikopterdeck, öppna deck och uppvärmda utrymmen ska kunna användas omedelbart vid den aktuella vinteriseringstemperaturen.

### 1.2.2.4 Rörsystem

*Funktionella krav:* Rörsystem skall oavsett funktion inte skadas av intern isbildning.

*Prestandakrav:* Rör- och dräneringssystem på öppna deck och icke uppvärmda utrymmen som innehåller vätskor som riskerar att frysa till is skall förses med skydd mot isbildning (anti-freezing protection).

*Preskriptiva krav:* I de fall tillsatser mot isbildning används i isolering, ska dessa vara av en sådan koncentration att det ger skydd vid temperaturer 5°C under  $t_w$ . Isbildning kan även förhindras genom uppvärmda passager eller genom att arrangera rören som ett självdränerande system. I det senare fallet ska dräneringen placeras i den lägsta punkten i systemet och utformas så att inga vätskor blir stillastående i U-svängar, låga punkter och "dead-ends".

Beredskapsplaner ska finnas till hands för hur man ska hantera värmeförluster eller minskad cirkulation i rör. Vidare ska HAZOP studier genomföras som en del av designprocessen för varje system som potentiellt kan utsättas för isbildning.

### 1.2.2.5 Flexibla brandslangar

*Funktionellt krav:* flexibla brandslangar placerade på öppna deck och uppvärmda utrymmen, skall oavsett funktion vara lämpade för ett kallt klimat.

*Preskriptiva krav:* Från tillverkarens uppgifter skall det kunna påvisas att slangar klarar av maximalt arbetstryck vid den aktuella vinteriseringstemperaturen,  $t_w$ . Om de flexibla slangarna är en del av ett system som inte kommer vara i funktion vid  $t_w$ , skall tillverkarens uppgifter bekräfta att brandslangarna är lämpliga för lagring utan att de försämras vid maxtryck vid den aktuella vinteriseringstemperaturen.

I Tabell 2-10 i standarden finns kraven på släcksystem sammanfattade. Detta i Tabell 4 nedan.

**Tabell 4 Krav på brandsläckningssystem i Table 2-10 från DNV-OS-A201.**

<b>Table 2-10 Requirements relating to firefighting, fire protection, F&amp;G detection ESD and general alarms</b>					
<i>Ref.</i>	<i>Object</i>	<i>Basic</i>	<i>Cold</i>	<i>Polar</i>	<i>Rule</i>
1	Fire extinguishing equipment, mobile	X	X	X	<p>Functional requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Miscellaneous fire-fighting equipment in open decks or unheated spaces (including but not limited to portable fire extinguishers, fire blankets, etc.) shall function normally in cold-climate conditions.</li> </ul> <p>Prescriptive requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Portable fire extinguishers in open decks or unheated spaces shall function normally to an ambient air temperature of tw.</li> <li>— Portable fire extinguishers and miscellaneous fire-fighting equipment shall be located in areas where it is readily available and protected from icing and other adverse conditions. The storage facilities shall be afforded anti-icing protection to ensure it is readily accessible.</li> </ul>
2	Fire-fighting systems (general)	X	X	X	<p>Functional requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Fire-fighting equipment and systems in open decks or unheated spaces shall remain fully functional in cold-climate conditions.</li> </ul> <p>Performance requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Fire-fighting equipment and systems (including but not limited to hydrants, hoses, nozzles, valves, actuators, pressure regulating devices, mixing devices, manifolds, deluge nozzles/spray heads, etc.) shall not have functionality impaired by external icing or by internal freezing</li> </ul> <p>Prescriptive requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Fire-fighting equipment and systems shall have anti-icing and anti-freezing protection based on an external ambient temperature of tw.</li> </ul> <p><b>Guidance note:</b></p> <p>Anti-freezing protection of the fire mains and fire-fighting system piping may be achieved by locating them in a heated space, by providing them with heat tracing, or, upon special consideration, by arranging parts of the system as a dry, self-draining system. Where a particular sections of fire system piping is arranged as a dry, self-draining system (e.g. deluge line to drill floor, water curtain at lifeboats, well testing equipment, etc.), drains should be located at the lowest points in the system, and the piping layout should ensure all residual water will drain to them without being trapped in U-bends, low points or dead-ends. All such piping sections and associated drain points should be identified in the Winterization Operations Manual, with sufficient background information provided, to allow reliable implementation in the operations phase.</p>

3	Fire-fighting systems (extinguishing agents)	X	X	X	<p>Functional requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Fire-fighting systems and associated equipment shall remain readily available in cold climate.</li> </ul> <p>Performance requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— The choice of fire-fighting systems and extinguishing agents shall be appropriate for the cold-climate conditions, taking into account low temperature effects on the extinguishing agents.</li> </ul> <p>Prescriptive requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Fire extinguishing agents (foams, powders, gases) shall be suitable for operation to tw unless stored in a designated heated space and identified accordingly in the Winterization Operations Manual.</li> <li>— Fire-fighting systems exposed on helideck, open decks or unheated spaces shall be suitable for immediate operation to tw, including the accuracy of the associated fire-fighting foam proportioning/mixing equipment.</li> </ul>
4	Passive Fire Protection	X	X	X	<p>Functional requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Passive fire protection systems are to remain fully functional in cold-climate conditions.</li> </ul> <p>Prescriptive requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Passive fire protection materials are to be protected from damage from de-icing activities in the adjacent area.</li> <li>— Intumescent passive fire protection materials in open or unheated spaces are to be suitable for ongoing exposure to cold-climate conditions, including ambient air temperature of tw without deterioration in properties or in the bonding to the supporting structure.</li> </ul>
5	Fire and gas detection and alarm systems (including associated dampers)	X	X	X	<p>Functional requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Fire and gas detection and alarm systems shall function normally and shall not be obstructed by ice or snow.</li> </ul> <p>Performance requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— The electronic components of the vessels F&amp;G systems located outside or in unheated spaces shall be tested to confirm functionality/reliability at an external ambient temperature of tw.</li> <li>— Fire and gas detection sensors and system located outside or in unheated spaces shall function normally at an external ambient temperature of tw.</li> </ul> <p>Prescriptive requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Manufacturer of the vessel's F&amp;G system systems shall provide specific declaration (Test Report) confirming the above performance requirements are satisfied.</li> <li>— Fire and gas detection sensors and dampers located outside shall be provided anti-icing protection to ensure functionality is not impaired by accumulation of snow or ice.</li> </ul>
6	Emergency Shutdown Systems	X	X	X	<p>Functional requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Emergency shutdown (ESD) systems (including emergency blow-down systems, riser and mooring quick disconnect systems), where fitted, shall remain functional in cold-climate conditions.</li> </ul> <p>Performance requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— The ESD systems located outside or in unheated spaces shall function normally at an external ambient temperature of tw.</li> </ul>

				<p>— The ESD systems, irrespective of location, shall continue to function at an ambient temperature of <math>t_w</math>, including after a prolonged period of heating system failure.</p> <p>Performance requirements:</p> <p>— ESD systems (including associated valves, actuators and exposed moving parts) shall be arranged with anti-icing and anti-freezing protection.</p> <p>— ESD systems located in unheated spaces, where water spray is used for de-icing/ wash-down purposes shall be suitably protected from icing or arranged with anti-icing protection.</p> <p>— ESD systems located in unheated spaces protected by water deluge system shall be arranged with anti-icing protection.</p> <p>— Hydraulic fluids and any other fluid-based system necessary for the satisfactory operation of the ESD system, irrespective of location, shall be provided with passive anti-freeze protection.</p>
7	PA/GA Sound signals	X	X	<p>Functional requirements:</p> <p>— The vessel's Communication and Alarm systems located in open areas or unheated spaces shall function normally in cold-climate conditions.</p> <p>Performance requirements:</p> <p>— The PA/GA sound signals (and complementary flashing beacons in high-noise areas, if fitted) located outside or in unheated spaces shall be capable of immediate operation to <math>t_w</math>.</p> <p>Prescriptive requirements:</p> <p>— Manufacturer of the vessel's Communication and Alarm systems shall provide specific declaration (Test Report) confirming the above performance requirements are satisfied.</p> <p>— The alarm sounding devices (such as bells, flashing beacons and/or loudspeakers) located in external locations shall be protected by antiicing measures to ensure functionality is not impaired by accumulation of snow or ice.</p>



### 1.2.3 DNV-OS-D301

I DNV-OS-D301 anges minimum krav för brandskydd på flytande enheter samt offshore-installationer. Standarden har skrivits för att kunna tillämpas internationellt (globalt) och har bl.a. tagits fram i syftet att det ska kunna användas som en guideline för designers, köpare och företag samt i samband med DNV certifiering och klassificering.

Släcksystem beskrivs specifikt i Kapitel 3, som är uppdelat i följande underkapitel:

- delkapitel 2: huvudbrandledning, brandpump, brandposter samt slangar
- delkapitel 3: lokala fasta släcksystem
- delkapitel 4: portabla släcksystem

Följande står under delkapitel 2, *Fire Fighting systems*: "Active fire protection systems and equipment shall be designed for testing without interruption of normal operation" (2.1.2). Vidare står följande om krav kopplat till kyla: "All fire-fighting equipment must be protected against freezing to the extent necessary" (2.1.3).

#### 1.2.3.1 Avsnitt 2.3: Huvudbrandledning (Fire Main)

Kraven på uppbyggnaden av vattenledningssystemet i DNV-OS-D301 bygger på regler ur MODU Code.

I början till detta stycke står det: "A fixed fire main shall be provided and be so equipped and arranged as to meet the requirements of 2.3.2 to 2.3.10". I de hänvisade styckena 2.3.2 till 2.3.10 är det bara vid två punkter som något nämns om termiskt skydd.

-2.3.4 "The fire main shall, where practicable, be routed clear of hazardous areas and be arranged in such a manner as to make maximum use of any thermal shielding or physical protection afforded by the structure of the unit".

-2.3.7 "All practical precautions consistent with having water readily available shall be taken to protect the fire main against freezing".

#### 1.2.3.2 Avsnitt 2.4: Fire hydrants and hoses

Stycket under "*Fire hydrants and hoses*" beskriver huvudsakligen installationskrav samt dimensioner av slangar och munstycken. Kraven är baserade på MODU Code, FSS Code samt IACS. Det står inget nämnt om krav kopplat till temperaturer.

Enligt punkt 2.4.5 så kan munstycken till brandslangar tillverkas av plaster som exempelvis polykarbonat om det finns dokumentation på att munstycket klarar av den marina miljön.

#### 1.2.3.3 Avsnitt 3.1: Fixed gas fire-extinguishing system

Stycket "*Fixed gas fire-extinguishing system*" beskriver hur släcksystem med gas ska installeras, dimensioneras, aktiveras samt hur gasen ska lagras. Följande står om lagring och installation:

-3.1.5 Containers for the storage of fire-extinguishing medium and associated pressure components shall be designed to pressure codes of practice having regard to their locations and maximum ambient temperature expected in service.

-3.1.12 Pressure containers required for the storage of fire-extinguishing medium, other than steam, shall be located outside the protected spaces in accordance with regulation II-2/10.4.3 of SOLAS

-3.1.6 (sista meningen) The pipes shall not pass through refrigerated spaces

Det finns dock inga krav på nedre temperaturgränser för gasläcksystem i DNV-OS-D301-standard.

#### 1.2.3.4 **Avsnitt 3.2: Fixed foam fire-extinguishing systems**

Följande står om fasta installerade skumsystem:

-3.2.1 "Fixed foam fire-extinguishing systems shall be capable of generating foam suitable for extinguishing oil fires".

Högexpansionsskum ska uppfylla kraven i MSC/Circ.670 och lågexpansionsskum ska uppfylla kraven i MSC/Circ.582. I sista raden till avsnitt 3.2.10 står det att man måste påvisa att man har en effektiv fördelning av släckmediet genom beräkningar eller tester.

#### 1.2.3.5 **Avsnitt 3.3: Vattendimma**

Vattendimmsystem ska uppfylla kraven i FSS koden. Vattendimmsystem som ska installeras i maskinrum eller "cargo pump-rooms" ska uppfylla kraven i MSC/Circ.1165 med ändringar som finns i MSC.1./Circ.1237/1269/1385/1386.

#### 1.2.3.6 **Avsnitt 3.6: Sprinkler system**

Sprinklersystem ska uppfylla kraven i FSS koden, kapitel 8. Vanligtvis installeras automatiska sprinklersystem i områden där man finner en stor mängd cellulosa-baserat material och där brandtillväxten bedöms vara låg. Ett exempel på ett sådant område är logiområden.

#### 1.2.3.7 **Avsnitt 3.4.4: Deluge systems**

Val av munstycke, lokalisering samt orientering ska vara lämplig för de bränder som kan uppstå samt miljöförhållanden.

#### 1.2.3.8 **Avsnitt 4.1: Bärbara släcksystem**

Kraven på bärbara släcksystem är baserat på krav i FSS-koden, SOLAS samt MODU Code. I DNV-OS-D301 standarden finns inget direkt nämnt om krav i samband med kyla för dessa system.

## 1.2.4 Regelverk - Norge

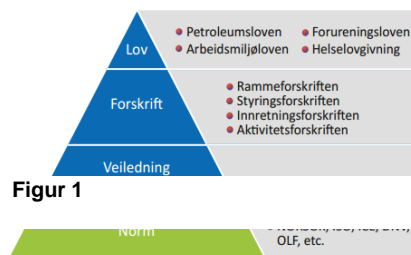
HSEQ (Health, Safety, Environment and Quality)-regelverken som Petroleumsstilsynet i Norge arbetar med omfattar fyra skrifter: *Rammeforeskriften* som är ett övergripande dokument, *Styringsforeskriften* som anger överordnade krav (och fungerar som dokumentation av kvalitetsfrågor), *Innretningsforeskriften* där det till viss del tas upp en del om brandskyddssystem och ges hänvisningar till eventuella standarder som ska tillämpas för brandsläcknings system och slutligen finns *Aktivitetsforeskriften*.

**Rammeforskriften** ger ramarna för en helhetlig och försvarlig verksamhet och innehåller bestämmelser om bland annat tillämpning, pliktsubjekt (ansvar), principer för riskreducering, hälsa, miljö och säkerhets kultur (EHS) och i tillägg även arbetstidsreglering samt fritid och uppehållsperioder. Foreskriften ger även möjlighet för användning av maritima regelverk på vissa områden som ett alternativ till tekniska krav i petroleumregelverket men gäller enbart för flyttbara inrättningar som följer ett maritimt driftkoncept.

**Styringsforskriften** samlar alla överordnade krav till styrning på hälsa, miljö och säkerhet och innehåller krav till bland annat riskreducering, barriärer, styrningselement, resurser, processer, analyser, mätning, avvikelsebehandling och förberedning. I tillägg har den krav till material och upplysningar som skall sändas eller finnas tillgängliga för myndigheterna.

**Innretningsforskriften** reglerar utformning och utrustning av inrättningar och sätter krav till bland annat robusta lösningar, säkerhetsfunktioner och laster, material, arbets- och uppehållsområden, fysiska barriärer, beredskap, borrh- och brunnssystem samt maritima anläggningar.

**Aktivitetsforskriften** reglerar utförandet av olika aktiviteter och sätter krav till bland annat planläggning och övervakning, operationella förutsättningar för uppstart och användning, arbetsmiljöfaktorer, tillrättläggning av arbete, hälsomässiga förhållanden, yttre miljö, beredskap, borrh och brunnaktiviteter, maritima operationer och bemannade undervattensoperationer. I tillägg innehåller den bestämmelser om underhåll.



I Rammeforeskriften, Paragraf 3: "Anvendelse av maritimt regelverk i petroleumsvirksomheten till havs" står det att följande alternativ till regler kan tillämpas:

- Rödboka + DNVGL regler
- Internationella flaggstatsregler + klassregler
- Tekniska krav enligt petroleumloven

Utöver dessa alternativ så kan petroleumstilsynet av säkerhetsskäl ställa ytterligare krav.

#### 1.2.4.1 **Krav på släcksystem i "Innretningsforeskriften"**

Följande paragrafer föreföll relevanta i "Innretningsforeskriften". Det viktigaste från varje avsnitt har summerats upp i texten som följer nedan.

##### 1.2.4.1.1 **Paragraf 15: Kemikalier och kemisk påverkan**

Kemikalier och tekniska lösningar ska väljas som har en så liten skadlig påverkan som möjligt på människa och miljö samt ger upphov till en låg kemikalieförbrukning.

##### 1.2.4.1.2 **Paragraf 36: Brandvattensförsörjning**

Anger krav på vattenförsörjning i samband med släckning av en brand eller att man vill minska konsekvenserna av en gasexplosion. Här anges ganska generella krav samt krav på pumpar och hur de ska kunna styras. Noggrannare kravbeskrivning finns i hänvisad vägledningen till paragrafen. Vägledningen hänvisar i sin tur till NORSOK S-001, kapitel 20 *Fire Fighting system*. Här finns det specificerat vilka internationella standarder som ska tillämpas för olika typer av system där man släcker med vatten. Tabell 5 visar de hänvisningar som anges i NORSOK S-001 samt citerar meningar där något kopplat till kyla finns angivet. För flytande anläggningar som inte är produktionsanläggningar och som är registrerade i ett nationellt skeppsregister kan istället DNV-OS-D301, kapitel 2, sektion 3,6 och 7 tillämpas. I introduktionen till DNV-OS-D301 står det dock att standarden har tagits fram för släcksystem för alla typer av flyttbara (översättning av "mobile") offshore installationer och enheter. Informationen som hittades i DNV-OS-D301 om släcksystem finns sammanfattade i stycke 1.2.3.

##### 1.2.4.1.3 **Paragraf 37: Fastmonterade system för brandbekämpning**

I explosionsfarliga områden och områden med stor brandrisk skall fasta system för brandbekämpning installeras. Systemen ska vara dimensionerade för att hantera utrustning som innehåller stora mängder kolväten. Vid aktivering av branddetektions systemet ska släckningen kunna aktiveras automatiskt. Vid gasdetektion ska anläggningen kunna starta automatiskt för att reducera explosionstrycket. I vägledningen till paragrafen står det att vattendimsystem kan användas för de fall det utförts realistiska tester som visat att systemet kan uppfylla sin tilltänkta funktion. I helhet hänvisar vägledningen till NS-EN ISO 13702, kapitel 11 och bilaga B.8 samt NORSOK S-001, kapitel 20.

##### 1.2.4.1.4 **Paragraf 46: Manuell brandbekämpning och brandutrustning**

Hänvisar till standard NS-EN ISO 13 702, bilaga B.8.12 och NORSOK S-001, kapitel 20.4.7 samt 20.4.8 samt 22.4.2.6. Det som är relevant i dessa kapitel är sammanfattat i Tabell 5.

**Tabell 5: Kapitel i NORSOK S-001 för släcksystem på produktionsenheter. Kommentarer ur standarden kopplade till kyla anges under kolumnen kommentarer.**

Kapitel i NORSOK S-001	Typ av system	Kommentar	Refererar till följande standarder för vidare vägledning.
20.4.2	Fire water supply systems	"The pressure source shall have the capacity of flow through frost protection bleed lines plus two hydrant houses".	P-001 and L-002
20.4.3	Fire pump arrangement	Describes the requirements on pump capacity and its arrangements.	NFPA 20
20.4.4	Deluge systems		NFPA 13, NFPA 15 or NFPA 16
20.4.5	Sprinklers		NFPA 13
20.4.6	Foam systems		.*
20.4.7	Manual fire fighting	"Manual fire fighting equipment shall have adequate frost protection, e.g. by heat tracing and/or drain possibilities as applicable".	.*
20.4.8	Hydrant and hoses	"Hydrants shall be located in weather resistant cabinets fitted with heating unit were required"	NFPA 14
20.4.11	Water mist systems		NFPA 750

.\*Inte angiven

#### 1.2.4.1.5 Paragraf 57: Rörledningssystem

Rörledningssystem ska utformas så att invändigt underhåll kan genomföras. Vidare ska rörlednings systemen uppfylla kriterierna som är angivna i DNV-OS-F101. Vad det ska tas hänsyn till i samband med isbildning eller flytande isflak finns beskrivet under C400 *Ice loads*, sidan 57 i DNV-OS-F101 standarden.

#### 1.2.4.1.6 Paragraf 76: Aerosolbehållare

Hänvisar till direktiv 75/364/EØF samt 94/1/EØF.

### 1.2.5 Regelverk - Grönland

Myndigheten som ansvarar för säkerheten i samband med utvinning av naturresurser på Grönland är MLSA- *The Mineral License and Safety Authority*. Denna myndighet ansvarar för inspektioner, utreder olyckor, utvärderar säkerhet samt utformar regelverken. Överordnade regler kopplade till hälsa, miljö och säkerhet i samband med offshoreaktiviteter finns beskrivna i avsnitt 79 i "*The Mineral Resources Act*" (Greenland Parliament Act no.7 of 7 december 2009 on mineral resources and mineral resource activities). Detta dokument ska tillämpas för fasta och flytande offshoreenheter, till exempel borrhartyg. Enligt detta dokument så är det den som håller i licensen för offshoreverksamheten som ansvarar för säkerheten på offshoreenheten samt att eventuella risker har identifierats, utvärderats och minimerats till den grad som är praktiskt möjlig. The Mineral Resources Act ger dock inte någon större vägledning till några andra regelverk i avsnitt 79. På hemisidan till MLSA står det att den som har licens för

att bedriva olje- samt gasutvinningsverksamhet, förutom att följa de nationella regelverken för att reducera riskerna kopplade till hälsa och säkerhet även ansvarar för att tillämpa internationell praxis i framkant. Dokumentet "Greenland Bureau of minerals and petroleum drilling guidelines" togs fram 2011 för att ge operatörer vägledning för hur kraven i "The Mineral Act" skulle uppfyllas. Mycket av materialet i detta dokument är hämtat från den danska energimyndigheten samt norska regelverk och standarder, speciellt NORSOK standarderna. Enligt denna guideline ansvarar operatören för att identifiera alla faror kopplade till borrhingsverksamheten. För att identifiera farorna samt kunna hantera dem ska operatören använda sig av en systematisk metod och ett loggningssystem som HAZID, HAZOP och riskanalyser som NORSOK standard Z-013 (Risk and emergency preparedness assessment). Faror som måste undersökas är bland annat bränder, isberg och större olyckor.

### 1.2.6 Regelverk - Kanada

Det regelverk som tagits fram i Kanada för att säkerställa säkerheten på offshore installationer är *Canada oil and gas installation regulations* (SOR/96-118).

Enligt detta dokument ska varje ny installation designas, konstrueras, och installeras enligt kvalitetssäkringsprogramen utgivna av "the Canadian standards association (quality assurance program, quality control program, quality verification program and inspection program)".

För att säkerställa säkerheten på installationen ska ingen operatör använda installationen om utrustning inte uppfyller följande;

- Säkerställandet av personalens säkerhet
- Minimering av skadlig inverkan på miljön
- Möjliggörandet av utrustningens tillgänglighet

Följande avsnitt ur *Canada oil and gas installation regulations* (SOR/96-118) ansågs vara relevanta:

- Avsnitt 14 Vinterisering
- Avsnitt 24 Brandposter
- Avsnitt 25 Deluge systems på områden med petroleum
- Avsnitt 26 Generella krav för brandpumpar och vattenledningssystem
- Avsnitt 27 Sprinklersystem i logiområden
- Avsnitt 28 Brandsläckningssystem i maskinrum och områden med brandfarliga vätskor
- Avsnitt 20 Brandsläckare
- Avsnitt 35 Rörsystem

I texten som följer har information sammanställts från de olika kapitlena nämnda ovan.

#### 1.2.6.1 Avsnitt 14: Vinterisering

Under avsnitt 14 står följande: Varje offshoreinstallation ska vara designad, konstruerad, utrustad och isolerad på ett sådant sätt att det vid den lägsta lufttemperaturen på platsen:

- vid de fall som enheten är en produktionsenhet, att all produktionsutrustning och tillhörande utrustning kan fungera på ett effektivt och säkert sätt.
- att fluider inte förfrysar i utrustning som exempelvis används för brandbekämpning såsom brandpumpar och tillhörande rör, brandposter, brandslangar och brandmunstycken.

Arbetsområden, gångvägar samt helikopterdäck och embarkeringsdäck ska hållas fria från is och snö genom installation av ångproducerande utrustning eller dylikt.

#### 1.2.6.2 **Avsnitt 24: Brandposter**

Varje bemannad offshoreinstallation ska förses med en brandpost. Brandposten ska vara ansluten till ett trycksatt vattennät och ansluten till minst två åtskilda pumpsystem. Antalet brandposter och dess placering skall vara sådan att en brand kan nås var som helst på installationen. Brandposterna ska uppfylla kraven givna i "Standard on fire hose, National fire protection association, 1961".

#### 1.2.6.3 **Avsnitt 25: Deluge systems på områden med petroleum**

Varje bemannad offshoreinstallation skall utrustas med ett "water deluge system" eller om utrymmet är ett öppet utrymme, med ett vattenövervakningssystem i varje del av installationen som lagrar, forslar eller processerar petroleum som inte används som bränsle för installationen. Systemet ska vara kopplat till ett kontinuerligt trycksatt system som är kopplat till minst två pumpar. Vidare ska systemet bland annat:

- kunna förse det största utrymmet med en applicerad vattendensitet av 12,2 liter/min/m<sup>2</sup> när en av pumparna är ur funktion
- operera automatiskt
- kunna opereras manuellt från en kontroll station och utrymmen i närhet till kontroll stationen
- uppfylla kraven i "Standard for water spray fixed systems for fire protection (NFPA 15)"

#### 1.2.6.4 **Avsnitt 27: Sprinklersystem i logiområden**

Logiområden i varje bemannad offshoreinstallation ska förses med sprinklersystem. Sprinklerpumpen ska endast betjäna sprinklersystemet och drivas av minst två källor. Placeringen av sprinklerhuvudena ska vara sådan att den genomsnittliga applicerade vattendensiteten är 6 liter/minut/m<sup>2</sup> i varje bostadsutrymme. Sprinklersystemet ska installeras enligt "*Standard for the installation of sprinkler systems (NFPA13)*" och testas samt underhållas enligt "*Recommended practice for inspection, testing and maintenance of sprinkler systems (NFPA 13A)*".

#### 1.2.6.5 **Avsnitt 28: Brandsläckningssystem i maskinrum och i områden med brandfarliga vätskor**

Varje offshoreinstallation, i de områden som benämns nedan ska förses med fasta brandsläcknings system som använder sig av antingen: koldioxid, trycksatt vattenspray, eller för de fall bränderna inte involverar gaser: högexpansionsiskum.

Detta ska installeras i utrymmen där det finns:

- förbränningsmotorer med en total effekt av minst 750 kW
- olje- eller gaseldade pannor med en termisk effekt av minst 75 kW
- färger eller brandfarliga vätskor enligt definitionen i "*Standard on basic classification of flammable and combustible liquids*".

I varje sektion där det finns en pump som överför olja ska det finnas ett koldioxidssystem eller släcksystem med trycksatt vattenspray. Koldioxid system som beskrivs i detta avsnitt ska uppfylla kraven i "*Standard on carbon dioxide extinguishment systems (NFPA 12)*". Släcksystem med trycksatt vattenspray som beskrivs i detta avsnitt ska uppfylla kraven i "*Standard for water spray fixed systems for fire protection (NFPA 15)*". I fasta system där högexpansionsiskum används som släckmedel ska detta uppfylla kraven i "*Standard on deluge Foam-water sprinkler and foam-water spray systems (NFPA 16)*".

#### 1.2.6.6 **Avsnitt 29: Brandsläckare**

På varje offshoreinstallation ska handbrandsläckare förse:

- inom 10 m från ett läge där det finns personal vid maskin, borrhåls eller produktionsutrymmen
- inom 15 m för övriga utrymmen
- vid ingången till de ovannämnda utrymmena

Mediet i brandsläckaren ska vara anpassad till utrymmet där den ska släcka en eventuell brand. Vidare ska kraven i "*Standard for portable fire extinguishers (NFPA 10)*" uppfyllas.

#### 1.2.6.7 **Avsnitt 30: Brandskyddsutrustning**

Varje bemannad offshoreinstallation ska förse med tio uppsättningar av brandkläder och på varje obemannad enhet ska det finnas två uppsättningar med brandkläder. Dessa uppsättningar ska:

- bestå av stövlar och handskar.
- uppfylla kraven i "*Standard on protective clothing for structural fire fighting*"
- ska skydda huden från att brännas av värme och ånga
- ha en vattenresistent yta
- brandskyddshjälm med visir ska uppfylla kraven i "*CAN/CSA-Z94.1-92, Industrial protective headwear*".

#### 1.2.6.8 **Avsnitt 35: Rörsystem**

Rörsystem och tillhörande utrustning på varje installation ska designas och installeras i enhet med "*American petroleum institute RP14E, Recommended practice for design and installation of offshore production platform piping systems*".



## 2 Brandskyddsutrustning – en kartläggning av befintliga system

En intervjubaserad studie av befintliga släcksystem på fartyg och plattformar i klimat med inslag av riktigt svåra och även kalla förhållanden utfördes inom ramen för detta projekt.<sup>3</sup> Fokus låg på hur man idag löser de problem som kan uppstå på grund av kylan, till exempel att vätskan i rörsystemen fryser. Studien omfattade intervjuunderlag från sex olika företag. Nedan följer kortfattad information om de sex företagen och en sammanfattning av den information som samlades in från intervjuerna.

### 2.1 Bakgrundsinformation om intervjuade företag

De sex intervjuade företagen har alla erfarenhet inom offshoreindustrin. De är släcksystemstillverkare, plattformägare och designers. Alla jobbar delvis i klimat som stundtals är extremt såsom Nordsjön mot gränsen till Arktis.

#### 2.1.1 Aker Solutions

Aker Solutions har sitt huvudkontor i Oslo. De är en global leverantör av produkter, system och tjänster till olje- och gasindustrin. De levererar utrustning för undervattensproduktion och arbetar med oljefältsdesign. Deras produkter och tjänster sträcker sig från konceptstudier till underhåll, drifttjänster och livsförlängande lösningar för olje- och gasfält. [6]

#### 2.1.2 Bassoe Technology

Bassoe Technology utvecklar, designar och bidrar med konsultation för konstruktion av flytande offshoreenheter. Företaget som har sitt säte i Göteborg har genom åren genomfört ett flertal stora internationella projekt. 2014 ingick företaget bland annat ett avtal med CIMC Raffles för att utveckla en ny form av kostnadseffektiva och säkra rigggar. [7]

#### 2.1.3 FireNor

FireNor har sitt huvudkontor i Kristiansand i Norge och säljer skräddarsydda släcksystem för oljeplattformar samt fartyg. De levererar olika system för släckning med vatten, skum, pulver och olika sorters gas. Utöver detta så arbetar företaget även med att dimensionera släcksystem, utföra brand- och flödestester samt sköter underhåll efter installation. Företaget säljer produkter som har utvecklats mot standarder från bland annat DNVGL, NORSOK, FM, UL och NFPA. [8]

#### 2.1.4 MariOff

Marioff har sitt huvudkontor i Finland. Företaget säljer sprinkler och deluge system under handelsnamnet HI-FOG. HI-FOG-systemet används idag på över 2000 fartyg, flertalet rigggar samt plattform supply vessels (PSV). HI-FOG-systemet är möjligt att bygga upp antingen som ett våtrörs-, deluge- eller torrörsystem. Marioffs produkter är vidare typgodkända för att uppfylla kraven i IMO-standarder för användning i maskinrum, bostadskvarter, ro-ro-däck samt balkonger. [9]

<sup>3</sup> Studien genomfördes inom ramen för ett examensarbete på Brandingenjörsprogrammet på Luleå Tekniska Universitet. Studien genomfördes av Fabian Mattsson. Under rubrik 2 Brandskyddsutrustning – en kartläggning av befintliga system sammanfattas studiens innehåll fram till 2015-08-24.

### 2.1.5 Stena Teknik

Stena Teknik är ett företag inom Stenasfären och är dotterbolag till Stena AB och systerbolag till Stena Drilling, Stena Roro och Stena Bulk.

Stena Teknik är en teknisk resurs för all maritim verksamhet i Stenasfären och fungerar som experter inom primärt marin teknik. Man genomför nybyggnadsprojekt från idé till leverans av ett helt skepp eller borrhartyg såväl som ledande forskning och utveckling av marin teknologi. [10]

### 2.1.6 Ultra Fog

Ultra Fog har kontor i Sverige, England samt USA. Huvudkontoret ligger i Sverige där design och tillverkning till stor del äger rum. Vattendimmunstyckena tillverkas såväl med bulb som utan bulb (öppna system). Områden där munstyckena används är bland annat på offshoreplattformar, färjor och frakthartyg. Ultra Fogs produkter är testade och typgodkända enligt bland andra FM- och IMO-standarder. [11]

## 2.2 Brandskyddsutrustning – Sammanställning av intervjuer

Informationen som presenteras nedan är baserad på svar från de intervjuade företagen. Sammanställningen är av generell karaktär och ger en nulägesbeskrivning av vilka tekniker som idag används och inte hur en specifik aktör löser sina utmaningar.

### 2.2.1 Användningsområden

I följande avsnitt presenteras några former av släcksystem samt de områden på fartyget/den flytande plattformen där släcksystemet installeras. Eftersom tre av de tillfrågade företagen bara utvecklar släckutrustning som de levererar till marknaden så har de kunnat lämna väldigt begränsad information om användning av systemet efter installation. Släcksystem som utvecklats av dessa företag är huvudsakligen vattendimsystem, men här finns också exempel på system baserade på pulver, inert gas och andra former av vattenbaserade släcksystem som till exempel deluge-system. Flera av systemen kan också använda skum som släckmedel.

Det system som täcker störst områden är huvudbrandledningen (*eng. fire main*). Huvudbrandledningen är ofta ett rörnätverk, exempelvis en centralledning fylld med uppumpat havsvatten, som förser de deluge-system som är kopplade till det med vatten. Ofta trycksätts vattnet i ett mellansteg mellan huvudbrandledningen och själva släcksystemet, dess lite tunnare rörsystem och dess munstycken för att erhålla högre flödeshastigheter. Hur huvudbrandledningen skall utformas regleras av SOLAS och MODU Code. Vissa aktörer föredrar att använda torrörsystem och andra håller rörsystemet vattenfyllt.

Deluge-systemen används bland annat i områden som borrholv, livbåtsstationer, *shaker houses*, *moon pools*, källardäcksområden (*eng. cellar deck areas*), källprovsningsområden (*eng. well test areas*), helikopterbränsleenheter (*eng. helifuel units*) och syre/acetylen-flaskstationer (*eng. Oxygen/Acetylene bottle stations*).

För vattendimsystem används primärt färskvatten och både torrörsystem och våtrörsystem utnyttjas. Om rören är vattenfyllda eller ej kan till exempel bero på vad som skall skyddas, om vattendimsystemet är installerat i ett område där automatisk aktivering inte medför alltför stora konsekvenser så angav ett företag

att de använde våtrörsystem, men att de i exempelvis kontrollrum, motorrum eller på kommandobryggan höll systemen torra. Utrymmen som i första hand skyddas med hjälp av vattendimsystem bör vara av begränsad storlek. Förutom de utrymmen som nämndes ovan används systemen i exempelvis separatorrum, propellerrum, nödgeneratorrum, cementrum, lerpumprum, logiområden, förvaringsutrymmen samt fläkt, ventilation och fritös i kabyssen.

Skumsystem används på samma sätt som deluge-systemen fast med en tillsats av skumkoncentrat för att öka släckförmågan gentemot oljebränder. Vatten tas från huvudbrandledningen, trycksätts och blandas med skumkoncentrat innan det når munstycket. Skumsystemen installeras främst där det finns oljeprodukter som riskerar att fatta eld, det vill säga på helikopterdäck, vid lergropar (*eng. mud pits*), på borrområden, *shaker houses* samt källprovningsområden (*eng. well test areas*).

Olika sorters gas- och pulversystem installeras också på fartyg. Gas kan användas i hermetiskt slutna maskinrum medan torra kemikalier kan användas på helikopterdäck och i kabyssen.

### 2.2.2 Installation, förvaring och dimensionering

Enligt de tillfrågade företagen så är släcksystem samt rördragningar till största delen placerade inomhus, men även om det försöker undvikas så förekommer rördragningar utomhus. Vid behov utför vissa av de tillfrågade aktörerna rördragningar utomhus, men bara den sista biten fram till sprinklersystemet. Andra anger att rördragningar utomhus inte är ovanligt, framförallt inte till huvudbrandledningen, helikopterdäck och de skum- eller delugesystem som finns placerade utomhus. Vad gäller gastankar så placeras de ofta en lång sträcka ifrån området som ska skyddas och gassläcksystem har därför långa rör som delvis är dragna utomhus.

Informationen om mängden släckmedel som förvaras på riggar varierar mellan de olika tillfrågade företagen. Några som huvudsakligen använder vatten som släckmedel menar att det inte finns något behov för att lagra släckmedel då havsvatten används till släcksystemet, men för sitt system brukar de kräva 10 minuters appliceringstid med färskvatten (motsvarande 4000 liter). Oftast använder man sig i första hand av vatten från en färskvattentank, en eventuell flyttbar vattentank i pontonerna som första backup och havsvatten som sista utväg om det skulle behövas. Saltet i havsvattnet har en korrosiv verkan på både rör och eventuell utrustning som blöts ner och havsvatten undviks därför av många tills det verkligen behövs, eventuell korrosion är att föredra gentemot en okontrollerad brand.

För dimensionering av släcksystemen vänder sig aktörerna till de regelverk som finns för skyddsobjektet. För dimensionering av gas- och skumsystem så anger ett företag att de använder sig av de krav som finns föreskrivna i SOLAS och för dem räcker det därför med gas för att skydda det största utrymmet. Ingen backup krävs utifall släckningen skulle misslyckas. Skumbaserade system går utan problem att använda enbart med vatten som backup när skummet tagit slut. De pulverbaserade systemen designar ett annat företag efter kraven i NORSOK S-001 beträffande pulver på helikopterdäck. Andra aktörer dimensionerar sina system efter IMOs krav, brandtester eller standarder som NFPA.

**Tabell 6 Exempel på dimensioner samt flöden för rör och munstycken från tre tillfrågade aktörer**

Företag	Rördiameter	Munstycksdiameter [mm]	Flöde [l/min]
a	½ - 24 tum	- *	≈ 3-400 or >400**
b	12 - 60 mm	0,7-1,2	10-40
c	12 – 50 mm	0,4-0,8	8-36

\*Inte angivet

\*\*Företaget levererar allt från vattendimmunstycken till stora munstycken, därav den stora variationen i vattenflöde (3-400 l/min eller mer än 400 liter/min).

### 2.2.3 Service och underhåll

Det finns riktlinjer för hur service, underhåll och funktionstester skall genomföras. Vanligast är att systemägaren genomför regelbundna funktionstester som i inte kräver specialverktyg eller djupgående systemkunskap. De här testerna kan genomföras veckovis, månadsvis, kvartalsvis eller till och med vartannat år beroende på behov.

Service, underhåll och mer avancerade funktionstester rekommenderar man att återförsäljarens serviceingenjörer genomför.

### 2.2.4 Anpassning till kalla förhållanden

För att undvika isbildning förvaras och installeras vattentakar och rör vanligtvis inomhus. För de delar som trots allt blir utsatta för utomhusklimat genomförs skyddande åtgärder för att motverka isbildningen. Torrörssystem används därför i högre utsträckning utomhus än inomhus, frostskyddstillsatser kan blandas i vattnet och rören kan förses med isolering och värmespårning.

Frostskyddstillsatserna som enligt uppgift används är baserade på kaliumacetat och kaliumformiat. Ett företag har ett skum som är specialutformat för användning vid låga temperaturer och angav att tillsatserna i skummet har en viss negativ inverkan på släckförmågan, men att det inte tas någon särskild hänsyn till det när utrustning levereras.

### 3 Fol-behov

Det finns behov av forskning och innovation för att säkerställa att brandskyddssystem upprätthåller en skyddande funktion även i extremt kalla förhållanden. Innan ett system installeras i en påfrestande miljö bör dess skyddande förmåga för den miljön det installeras och förväntas verka i utvärderas. Är det minusgrader där ett sprinklersystem skall installeras måste det skyddas mot kylan. Hur de skyddsåtgärder som vidtas påverkar systemets skyddande förmåga bör utvärderas. Regelverken är huvudsakligen funktionsbaserade och ger ingen tydlig bild kring hur anpassningen till kyla skall genomföras och den publicerade forskningen kring det är mycket begränsad. Det tycks därför finnas ett stort behov av forskning och provning i syfte att påvisa vilka krav som bör ställas och möjligheterna att möta dem. Om det tydliggörs och tillgängliggörs så förenklas vägen till nya innovationer och förbättrat brandskydd.

Inom SP Fire Research diskuterades frågan kring Fol-behov och följande punkter är de som framförallt anses upplevs vara nödvändiga att utreda och utveckla:

- Vilka förhållanden som krävs för att isbildning i rör skall uppstå, både för rent vatten och för frotskyddsmedel.
- Hur extremt låga lufttemperaturer påverkar spraykaraktär och branddämpningsförmåga
- Hur frotskyddstillägg påverkar branddämpningsförmåga
- Vilka egenskaper skumtillsatser har i kalla förhållanden och hur de fungerar i kombination med frotskyddsmedel, samt hur väl de med sådana förutsättningar kan dämpa en brand
- Hur väl dräneringssystem, exempelvis öppen dränering kan ta hand om använt släckvatten i syfte att motverka isbildning, som kan påverka ett fartygs mekaniska stabilitet.

Med kunskap om ovanstående punkter går det sen att utforma både släcksystem och regelverk som berör dem för att säkerställa deras funktion även i extremt kallt klimat.

#### 4. Litteraturförteckning

- [1] Marioff, "Marioff.com," [Online]. Available: <http://www.marioff.com/fire-protection/fire-protection-for-marine-offshore/hi-fog-protects-all-spaces-onboard/balcony-fire>. [Använd 12 06 2015].
- [2] Danfoss Semco, "Danfoss Semco," [Online]. Available: <http://danfoss.ipapercms.dk/DanfossSemco/Marine/FireFightingSolutionsforMarineApplications> . [Använd 12 06 2015].
- [3] Minimax, "Minimax," [Online]. Available: <http://www.minimax.de/en/branchen/schiff/index.html> . [Använd 12 06 2015].
- [4] Tyco, "tyco-fire.com," [Online]. Available: <http://www.tyco-fire.com/quell/QuellBrochure.pdf>. [Använd 12 06 2015].
- [5] Zurich Insurance Group, "zurichservices.com," [Online]. Available: [http://www.zurichservices.com/ZSC/REEL.nsf/e7d01e983421df7fc125710e00503352/c8df49ffe50fcefcc1257b01004c362f/\\$FILE/rt\\_Tyco%20QUELL%E2%84%A2%20Fire%20Sprinkler.pdf](http://www.zurichservices.com/ZSC/REEL.nsf/e7d01e983421df7fc125710e00503352/c8df49ffe50fcefcc1257b01004c362f/$FILE/rt_Tyco%20QUELL%E2%84%A2%20Fire%20Sprinkler.pdf) . [Använd 12 06 2015].
- [6] Aker Solutions, "Aker Solutions," [Online]. Available: <http://www.akersolutions.com/en/Global-menu/About-us/Who-we-are-and-what-we-do/>. [Använd 09 09 2015].
- [7] Bassoe Technology, "Bassoe Technology," [Online]. Available: <http://www.basstech.se/web/news.php>. [Använd 23 06 2015].
- [8] FireNor, "FireNor," [Online]. Available: <http://www.firenor.no/>. [Använd 25 08 2015].
- [9] Marioff, "Marioff," [Online]. Available: <http://www.marioff.com/fire-protection/fire-protection-for-marine-offshore>. [Använd 23 06 2015].
- [10] Stena Teknik, "stenateknik," [Online]. Available: <http://www.stenateknik.com/AboutStenaTeknik/Pages/default.aspx>. [Använd 23 06 2015].
- [11] Ultrafog, "Ultrafog," [Online]. Available: <http://www.ultrafog.com/technology/> . [Använd 23 06 2015].
- [12] J. Edvardsson, L. Kjellerup, M. Piku Amen, K. Hindrum och T. Hertzberg, "FLOT - Förprojekt Lättviktskonstruktioner Offshore Topside (SP Rapport 2013:28 )," SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, 2013.
- [13] International Maritime Organization, "IMO GUIDELINES FOR SHIPS OPERATING IN POLAR WATERS," IMO, 2009.
- [14] DNV, Winterization for Cold Climate Operations (DNV-OS-A201), DNV, 2013.
- [15] DNV, Fire Protection, Høvik: DNV, 2009.
- [16] Greenland Self-Government, The mineral resources act, 2009.
- [17] Canada Oil and Gas Installations Regulations (SOR/96-118), Minister of Justice, 2009.
- [18] Standard Norge, NORSOK S-001 (Technical Safety), 2008.
- [19] NFPA, NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems, NFPA, 2013.
- [20] IMO, International Code for Fire Safety Systems (FSS Code) Resolution MSC.98(73), London: IMO, 2001.
- [21] IMO, SOLAS: International Convention for the Safety of Life at Sea, 2011.
- [22] IMO, Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units (MODU Code), IMO, 2009.
- [23] DNV, Submarine Pipeline Systems (DNV-OS-F101), DNV, 2012.
- [24] ISO, Petroleum and natural gas industries - Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations - Requirements and guidelines (ISO 13702:1999), ISO, 1999.
- [25] Sjøfartsdirektoratet, Sjøfartsdirektoratets regelverk for flyttbare innretninger (Rødboka), 2013.



OffshoreVäst arbetar för att stärka och utveckla svensk industri inom offshoresegmentet. Genom samarbete vill OffshoreVäst bidra till nya innovationer, efterfrågad och spetsig forskning, samordning av testbäddar, demoanläggningar m.m.

OffshoreVäst ägs av ett konsortium av engagerade företag, universitet, institut och myndigheter vilka bidrar med ekonomiska och andra insatser. Vinnova och Västra Götalandsregionen bidrar med delfinansiering.

VÄRDORGANISATION



OFFSHOREVÄST STÖDS AV

