

- Unrestricted

Rapport

Appendix E Telemedisinske løsninger i maritime operasjoner og redningstjeneste

Forfatter(e)

Ashenafi Zebene Woldaregay (UiT)

Gunnar Hartvigsen (UiT)

Ståle Walderhaug



Rapport

Appendix E Telemedisinske løsninger i maritime operasjoner og redningstjeneste

EMNEORD:
telemedisin, arktis,
systematisk litteratur
analyse, SAR

RAPPORTNR

VERSJON

DATO

1.0

2015-12-17

FORFATTER(E)

Ståle Walderhaug

OPPDRAGSGIVER(E)

DNV GL AS

OPPDRAGSGIVERS REF.

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

46+ vedlegg

GRADERING

Unrestricted

GRADERING DENNE SIDE

Unrestricted

ISBN

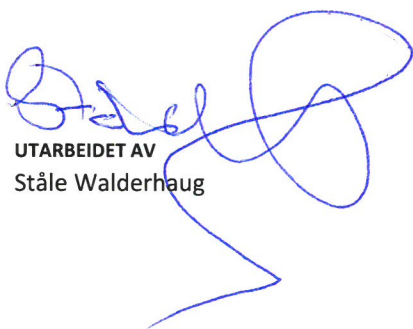
[ISBN]

SAMMENDRAG

Til tross for det økende antall yrkesfiskere og sjømenn har maritime arbeidsforhold vært preget av fravær av lett tilgang til adekvate helsetjenester. Denne utviklingen er ytterligere forverret for sjøfolk som arbeider i de arktiske områdene. Selv om telemedisin har vært en suksess på land, har telemedisin kun i begrenset grad blitt tatt i bruk til havs. Dette skyldes blant annet fravær av gode kommunikasjonsløsninger, dårlige værforhold, store avstander og lange perioder utenfor rekkevidde for søk- og rednings- (SAR) helikopter, noe som reduserer muligheten for medisinsk evakuering (MEDEVAC). Adopsjon av landbasert teknologi kan fremstå som en rask løsning for å fremskaffe tilgang til medisinsk faglig kompetanse, men dette er ofte utfordrende av ulike grunner. Siden maritim og landbasert telemedisin både kan være konvergent og divergent med hensyn til strukturelle, praktiske og politiske forskjeller så er det nødvendig å identifisere disse forskjellene og nøye studere disse før overføring av teknologi og forskningsresultater til maritime forhold.

Til tross for disse begrensningene har vi nylig erfart at maritim telemedisin har lyktes i å levere telemedisinske tjenester i Arktis, Antarktis og i andre områder med ekstremvær. Disse tjenestene inkluderer telekonsultasjon, teleradiologi, telekardiologi, tele-ØNH (øre-nese-hals), og teledermatologi. De fleste av disse tjenestene har vært realisert ved hjelp av ulike former for kommunikasjon inkludert satellitt, mobil, radio og andre. Dessuten har alle disse studiene vist bruk av ulike telemedisinske modaliteter inkludert

video, stillbilder, lyd og medisinske data. Imidlertid er bruk av telemedisin i forhold til søk og redningstjenester (SAR) ennå ikke fullt utnyttet. Vi ser for oss disse implementert og evaluert slik at telemedisinske tjenestene vil danne en underliggende modell for en vellykket gjennomføring av fremtidige søk og redningstjenester. Formålet med denne rapporten er å anslå og analysere nåværende status til telemedisinske tjenester i sammenheng med maritim, ulykker og akuttmedisinske behov under ekstremvær og i arktiske områder. Videre gjennomgås nåværende state-of-the-art systemer for å gjennomføre vellykkede telemedisinske tjenester i arktiske og fjerntliggende områder. Rapporten avsluttes med konkrete anbefalinger for å kunne møte eksisterende problemer med hensyn til søke- og redningsoperasjoner i arktiske strøk.



UTARBEIDET AV
Ståle Walderhaug

KONTROLLERT AV
Gunnar Hartvigsen, UiT

GODKJENT AV
Hilde Færevik

Historikk

| VERSJON | DATO | VERSJONSBEKRIVELSE |
|---------|--------|---------------------------------------|
| 1.0 | 250116 | Norsk oversettelse i endelig versjon. |

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-----------|
| Innholdsfortegnelse | 4 |
| 1 Innledning | 5 |
| 2 Metode | 6 |
| 2.1 Inklusjons- og eksklusjonskriterier | 6 |
| 2.2 Datainnsamling og -kategorisering | 7 |
| 3 Resultat | 7 |
| 3.1 11 | |
| 3.2 Evaluering og analyse av litteratur | 11 |
| 4 Diskusjon | 15 |
| 1. Telemedisin i maritim sammenheng, offshore, og i fjerntliggende strøk | 16 |
| 1.1. Maritim, offshore, og fjerntliggende strøk | 16 |
| 1.2. Arktis og ekstreme værforhold | 23 |
| 2. Telemedisin ved ulykker og i akuttmedisinske situasjoner | 27 |
| 2.1. Ulykkes og akuttmedisinsk respons | 27 |
| 2.2. Søk og redning | 32 |
| 3. Teknologi for offshore telemedisinske tjenester | 33 |
| 5 Konklusjon | 39 |
| 5.1 40 | |
| 5.2 Praktiske råd (basert på litteraturanalysen) | 40 |
| 6 Referanser | 41 |

1 Innledning

Informasjons- og kommunikasjonsteknologi har i stor grad revolusjonert hvordan helsetjenester tilbys og gjennomføres, herunder praktiseringen av telemedisinske tjenester. Telemedisinske tjenester har en stor innvirkning på å forbedre behandlingstilbudet til pasienten ved å tilby fjerndiagnostisering og behandling uten begrensning av avstand og tid. Mange grupper har utført og evaluert ulike kliniske studier på landbasis og rapportert om vellykkede telemedisinske tjenester (Hartvigsen G, 2007; Hartvigsen, 2015; Hild, 2000; Nesbitt et al., 2013; Pedersen et al., 2013). Imidlertid er disse suksesshistoriene begrenset til landbaserte løsninger, hvor det er en tilstrekkelig infrastruktur. Maritim telemedisin har fått lite oppmerksomhet til tross for et økende antall sjøfolk fra ulike nasjoner spredt over hele kloden (Horneland, 2009). For eksempel, i sin vurdering av tannhelse-relaterte problemer innen Shell Expro, rapporterte (Duffy, 1996) at de fleste tannproblemer som resulterte i evakuering kunne ivaretas ombord. Studien viser at offshorearbeidere ofte har ubehandlet tannsykdom, noe som resulterer i unødvendige evakueringer med tilhørende kostnader (Duffy, 1996). I følge (Guitton, 2015) kan maritim og landbasert telemedisin både være konvergent og divergent med hensyn til strukturelle, praktiske og politiske forskjeller. Derfor er det nødvendig å identifisere disse forskjellene og nøye vurdere dem før en overfører teknologi og forskningsresultater til havs (Guitton, 2015; Horneland, 2009). Til tross for forskjellene, er det viktig å merke seg at det er et område hvor direkte adopsjon av landbaserte telemedisinske tjenester kan være fruktbart, nemlig pasientrettet telemedisinske tiltak slik som radio-konsultasjoner supplert med bilder og video og videokonferanser (Guitton, 2015). Videre fremhever (Pedersen et al., 2013) de ulike faktorene som er nødvendig for å overføre kunnskap fra onshore til offshore, dvs. tilgang, kvalitet på omsorg, kostnadseffektivitet, og akuttmedisinske tjenester. Videre kan erfaringer fra Antarktis være overførbare til arktiske forhold (Hild, 2000).

Til tross for det økende antall yrkesfiskere og andre sjømenn, er de maritime arbeidsforhold preget av fravær av tilgang til helsetjenester (Horneland, 2009). Det er mange faktorer som påvirker en vellykket gjennomføring av maritim eller offshore telemedisin, som for eksempel lange avstander, ekstreme værforhold, fravær av god kommunikasjonsdekning og lange perioder utenfor rekkevidde for søk og redningshelikopter (SAR) noe som reduserer muligheten for medisinsk evakuering (MEDEVAC) (Basharat & Knut, 2014; Horneland, 2009; Thorvik et al., 2014; Walderhaug et al., 2015). Ifølge A.H. Gundersen, seniorrådgiver ved Hovedredningssentralen for Nord-Norge (HRS NN) i Bodø, er tid den knappeste ressursen i en nødssituasjon, spesielt i Arktis på grunn av den lange avstanden og tøffe miljø- og værforhold (Rottem, 2013). Videre vil fravær av sykepleier eller lege ombord, begrenset utstyr og utvalg av medisiner, og medisinskfaglig veiledning begrenset til radiobasert legetjeneste ytterligere forverret situasjonen (Horneland, 2009). Forholdene er verst for sjøfolk som arbeider i de arktiske områdene. For tiden er det økt interesse for Arktis i forbindelse med funn av store gass- og oljeressurser (Bjarte, 2013; Lloyd & Perry, 2013). Imidlertid gjenstår det fortsatt å løse hvordan hensiktsmessige helsetjenester kan tilbys i dette området. Avsidesliggende områder, arktisk vintermørke, ekstreme værforhold, og dårlig kommunikasjon og nettverksdekning i området utgjør en utfordring for bruk av eksterne telemedisinske tjenester (Barnes, 2013; Bjarte, 2013; Haagenen et al., 2004; Hild, 2000; Norum, 2010; Walderhaug et al., 2015). Kaldt klima vil ytterligere forverre redningsoperasjoner. Ved ulykker som skipsforlis kan lufttemperaturen ofte være under -40°C (Barnes, 2013; Marsden et al., 2013; Steinicke & Albrecht, 2012) noe som ytterligere

forkorter levetiden til ofrene under søk- og redningsoperasjoner. Denne situasjonen gir ekstra utfordringer for gjennomføring av vellykkede telemedisinske tjenester i den arktiske regionen.

Flere omtaler av telemedisinske tjenester vedrørende akuttmedisin, mindre skader, eksterne tjenester og lignende har blitt publisert (Ahjoku et al., 2014; Bengler, 2000; Keane, 2009; Ward et al., 2015). For eksempel har (Bengler, 2000) foretatt en omfattende gjennomgang av akutt-telemedisinske tjenester globalt, diskutert juridiske og etiske problemstillinger og vurdert tele-røntgen for akutt CT-skanning og mindre skader. Videre har (Keane, 2009) gjennomført en omfattende gjennomgang av suksessfaktorer for telemedisin ved ulykker og beredskapstjenester. Dette arbeidet har analysert status for akutt telemedisin med hensyn til mindre skader, spesialist henvisninger, fjernsupport og trombolysse tjenester. (Ahjoku et al., 2014) har gjennomført en omfattende gjennomgang for å undersøke historien og eksisterende applikasjoner til telemedisin i prehospitale miljø, hvor telemedisin antas å utvide rekkevidden av spesialisttjenester til å håndtere prehospital behandling av akutte kriser hvor behandlingsforsinkelser kan påvirke kliniske utfall. De forrige studiene har analysert telemedisinske tjenester med fokus på prehospital og akuttberedskap.

Målet med denne gjennomgangen er å vurdere og analysere status for telemedisinske tjenester i en større sammenheng og omfang, inkludert telemedisinske tjenester for maritim, offshore og avsidesliggende områder, akuttmedisin, og for Arktiske forhold og under ekstremvær. Videre presenteres state-of-the-art for systemer for å implementere telemedisinske tjenester i de arktiske og fjerntliggende områder, innenfor rammen av søk og redningstjenester (SAR). Avslutningsvis gir rapporten anbefalinger og forsøker å synliggjøre de utfordringer som de ekstreme forholdene skaper.

2 Metode

Vi har i denne studien gjennomført litteratursøk i ulike databaser: Google Scholar, PubMed/-Medline, Science direkte, ACM Digital Library, IEEE Xplore, Onepetro, Journal of American Medical Informatics Association, Journal of Telemedicine and Telecare og Journal of International Maritime Health. Videre er ytterligere artikler identifisert fra referanselistene i selekterte artikler. Dette for å få en fullstendig oversikt over state-of-the-art for dette området.

Litteratursøkene er gjennomført med utgangspunkt i ulike kombinasjoner av begrepene "Arctic", "Gas and oil", "Shipping", "Telemedicine", "Search and rescue", "Maritime medicine", "offshore", "extreme weather", og "Telehealth", samt ulike kombinasjoner med "AND" og "OR". Relevante artikler er identifisert ved å studere titler, søkeord og abstrakter/oppsummeringer. Basert på en første utvelgelse ble så hele teksten for artikler som virket relevante gjennomgått.

2.1 Inklusjons- og eksklusjonskriterier

For å bli inkludert i litteraturstudiet må artikkelen omhandle telemedisin og e-helse i følgende scenarier:

- ✓ *Maritime, offshore and shipping*
- ✓ *Oil and gas*
- ✓ *Search and rescue*

- ✓ *Arctic and extreme weather*
- ✓ *Accident and emergency*

Studier som falt utenfor de ovennevnte begreper ble ekskludert fra gjennomgangen. I tillegg ble ikke-engelskspråklige artikler ekskludert fra gjennomgangen.

2.2 Datainnsamling og -kategorisering

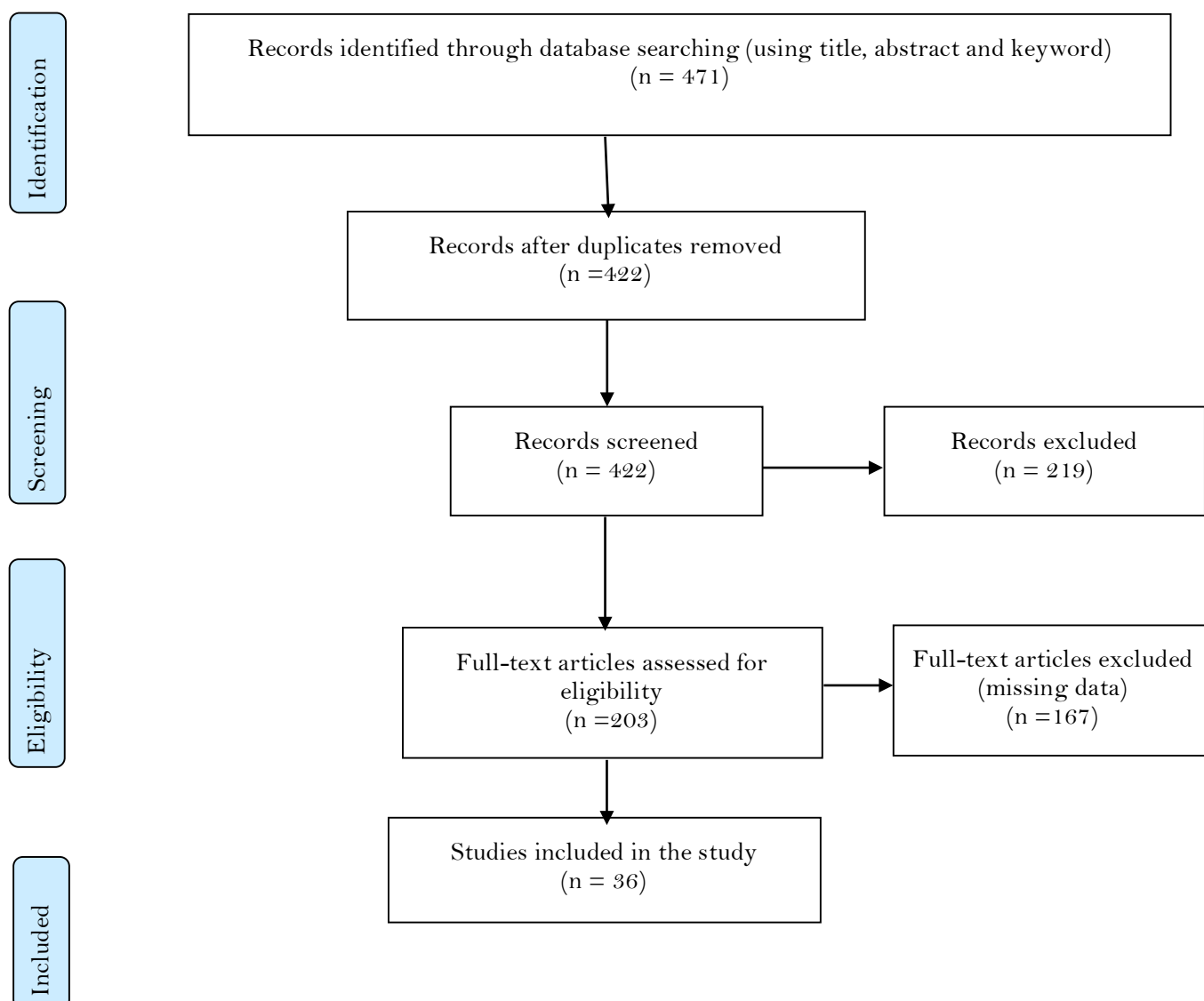
Kategoriene er definert for kunne å trekke ut informasjon fra litteraturen, som var basert på tidligere forskning og litteratur anmeldelser og videre utdypet via iterativ brainstorming. Inkluderte kategorier var utelukkende valgt for å kunne vurdere den nåværende status av telemedisinske tjenester i fjerntliggende områder, offshore, og akuttmedisinske- og arktiske forhold. Kategoriene som ble inkludert var:

- *Kommunikasjonsforbindelse*: denne kategorien definerer ulike kommunikasjonslinker som brukes for å drive telemedisinske tjenester. Dette omfatter ulike former for kommunikasjon som satellitt, mobil, dial-up, DSL og bredbånd.
- *Telemedisin modaliteter*: denne kategorien definerer tjenester som muliggjør å drive telemedisinske tjenester. Det inkluderer ulike virkemidler for å drive telemedisinsk praksis som radio og telefon, videokonferanse, e-post, og stillbilder. Sistnevnte kan være en av tre alternativer: store-and-forward, fjernovervåking og (real-time) interaktiv. Store-and-forward er den asynkrone form av å levere telemedisinske tjenester som teleradiologi, som innebærer overføring av stillbilder. Fjernovervåking er en type telemedisin som innebærer overvåking av kroniske pasienter med for eksempel diabetes og KOLS. Interaktiv er synkron form for å levere telemedisinske tjenester, for eksempel tele-konsultasjon via videokonferanse.
- *Telemedisinske tjenester*: denne kategorien definerer den type telemedisinske tjenester som leveres i løpet av studieperioden. Dette kan være teleradiologi, tele-konsultasjon, radio-basert rådgivning, tele-dermatologi og andre.

Evaluering og analyse av den inkluderte litteraturen er gjennomført i ulike perspektiver, som inkluderer trend sammenligning av litteratur publisert fra år 1995 fram til 2015 med fem års mellomrom. Denne analysen er gjennomført for telemedisinske tjenester og også for scenarier innen søk og redning. Den første analysen er gjort for å undersøke og sammenligne utviklingen av telemedisinske tjenester i maritim, offshore og fjerntliggende områder, arktisk strøk og for ekstremvær og akuttmedisinske sammenhenger. Den andre analysen er gjort for scenarioer innen søk og redning og sammenligner trenden mot publiseringsår. Dessuten er den type kommunikasjonslink brukt i ulike forhold, som inkluderer satellitt, bredbånd, mobil, DSL og andre. Analysen av telemedisinske modaliteter brukt i litteraturen er også gjennomført, inkludert telefon og radio, videokonferanser, e-post og stillbilder. Videre er telemedisinske tjenester i ulike scenario slik akuttmedisin, offshore og maritim, og arktisk og ekstremvær også sammenlignet og analysert.

3 Resultat

Ved hjelp av tittel, sammendrag og stikkord fant litteratursøket (antall treff) totalt 471 artikler. Etter å ha fjernet duplikater fra gruppen, stod vi igjen med 422 poster. Som illustrert i figur 1, screening, ble det, basert på inklusjons- og eksklusjonskriteriene, ytterligere eliminert 219 artikler, og etterlot 203 relevante papirer. Deretter ble en full artikkelvurdering utført for å identifisere de mest relevante artikler. Dette resultatet i 36 artikler som ble kritisk analysert. Forklaring gitt som "manglende data" i figur 1 viser at studien enten ikke har en implementering, design og evaluering av systemet eller ikke er innenfor rammen av vår gjennomgang.



Figur 1: Flytkart (flow chart) for studerte artikler

Tabell 1: Litteratur som inngår i studien sortert fra nyeste til den eldste

| Author | Systems/- Company/- Project | Type (Arctic, emergency or maritime) | Communication Link | Telemedicine modalities | Telemedicine Services |
|---|--|--|--|---|---|
| (Castellano <i>et al.</i> , 2015) | A real-time emergency telemedicine system | Emergency/- Remote | Red hybrid radio-modem internet (ADSL, fibreoptics, mobile phones) | Transmission of biomedical data | Telemonitoring, teleambulance |
| (Berg <i>et al.</i> , 2015) | Remote Health Care Strategy (RHC) (Shell's Medical Emergency Response) | Arctic/Remote | Satellite | Still images, videoconferencing | Teleradiology, Real time video consultation, tele-ENT |
| (Guitton, 2015) | British Antarctic Survey Medical Unit (BASMU) | Antarctica/- Emergency/- Remote | Radio telephone, satellite | Still images, E-mail, fax, telephone | Teleradiology, Teledermatology, tele-interpretation, Telespirometry, real time consultation, Real-time data sharing and decision making, thrombolysis, real time telemonitoring, teleeducation (Training) |
| (Dim & Aliyu, 2014) | Upstream Nigeria Telemedicine Pilot | Emergency/- Remote | Mobile | Vendor-NuPhysicia (video, still images) | Real time-Tele-consultation (ENT exam, discuss lab result, discusses prescribed medications) |
| (Thorvik <i>et al.</i> , 2014) | The future of Telemedicine in O&G 2013 | Emergency/- Remote and offshore | ---- | Dedicated software | Real-time data sharing and decision making |
| (Dahl, 2014) | Telemedical assistance services (TMAS) | Maritime or offshore | Satellite | e-mail and still images | Teledermatology |
| (Todnem <i>et al.</i> , 2013) | Statoil | Emergency/- Remote and offshore | Private LAN/- Broadband | Video conferencing | Real time teleconsultation and Tele-sonography |
| (Mika & Panait, 2013) | TCP (Saipem Telecardiology Program) | Emergency/- Remote and offshore | Dial-Up | Telephone and e-mail (written recommendations as a pdf) | Telecardiology |
| (Kevlishvili <i>et al.</i> , 2013) | Kashagan Project | Emergency/- Remote and offshore | Satellite | Videoconferencing (Skype), E-mail, and still images | Real time Teleconsultation, Telecardiology |
| (Amenta <i>et al.</i> , 2013) | Centro Internazionale Radio Medico (CIRM) | Maritime or offshore | Satellite | Radio and telephone, e-mail | Teleconsultation and Telemedical Maritime Assistance Service (TMAS) |
| (Mortaram <i>et al.</i> , 2013) | Eni Oil and Gas company | Remote | GSM, PSTN, ISDN, LAN, Satellite | E-mail, telephone, still images | Telecardiology, asynchronous tele-consultation ,Real-time datasharing |
| (Rortgen <i>et al.</i> , 2013) | Emergency medical services (EMSs) | Emergency | Local network-- (peeq-Box) and a server (Asterisk, Digium Inc) | Continuous audio, vital data and video transmission | Tele-EMS |
| (Dehours <i>et al.</i> , 2012) | French Tele-medical Assistance Service (TMAS) | Emergency/- Maritime or offshore | ----- | Telephone, still images, videoconference with Skype | Teleconsultation, telecardiology, real-time videoconsultation, telephone advice |
| (Ohno, 2011), (Ohno <i>et al.</i> , 2012) | Japan Syowa station | Antarctica/- Emergency/- Remote | Radiotelegraph, radio, Satellite radio-telephone and satellite radio facsimile, Mobile | E-mail, still and moving pictures (video) | Real time teleconsultation, Teleradiology, Teledermatology, orthopaedics, ophthalmology, internal medicine, urology and dentistry |
| (Bergrath <i>et al.</i> , 2012) | Emergency medical service (EMS) | Emergency/- Remote | Peeq-box, P3 communications, mobile networks | E-mail, video, audio, Still pictures, fax, vital data | Teleconsultation, tele-EMS |
| (Boniface <i>et al.</i> , 2011) | Sonography for Trauma examination | Emergency/- Remote | Radio | Video and 2-way radio | Teleultrasound, Telesonography |
| (Anscombe, 2010) | Tempus IC Telemedicine | Emergency/- Remote and offshore | satellite, Internet, or cell phone | voice, images, data, and video | ----- |
| | InPlace Medical | Emergency/- | ----- | Videoconferencing, still | Teledermatology, Tele-ENT |

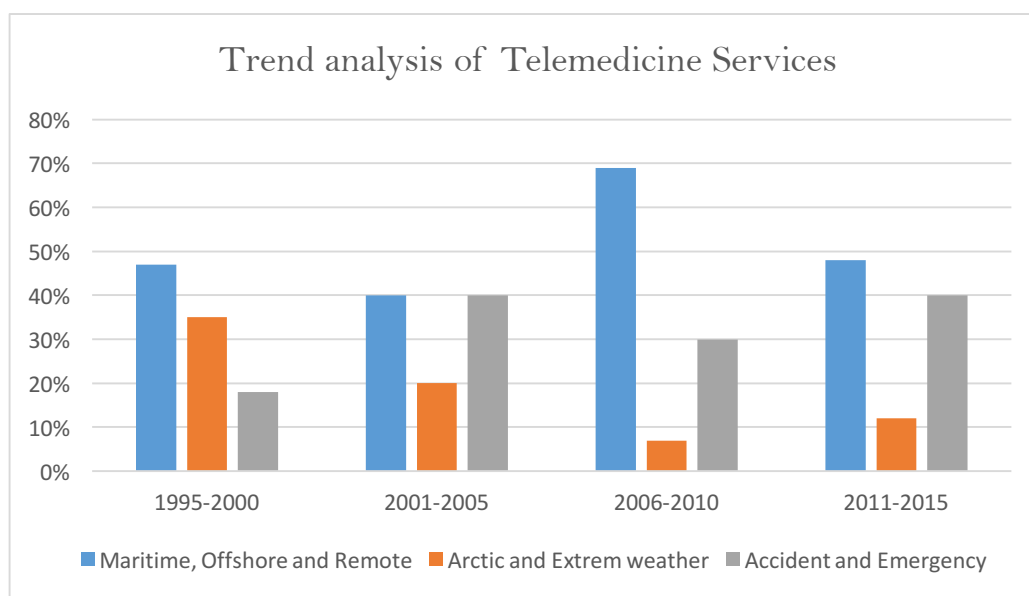
| | | | | | |
|---|--|---|--|---|--|
| | | Remote and offshore | | image, and audio | |
| (<i>Latifi et al., 2009</i>) | Amazon Virtual Medical Team (AVMT) | Remote/- Maritime or offshore | Satellite, Mobile | Videoconferencing (Skype), satellite phone, telephone | Telepresence, Real time teleconsultations |
| (<i>Boultinghouse & Fitts Jr., 2009</i>) | Scorpion Offshore | Emergency/- Maritime or offshore | Rig bandwidth | Video conferencing | Real time specialty heart visit and urgent care visit (examine, manage and treat), tele-ENT, Teledermatology |
| (<i>Webster et al., 2008</i>) | Aberdeen Royal Infirmary | Maritime or offshore | NHS network | E-mail and still images, telephone | Electrocardiogram (ECG) interpretation and advice (TMAS) |
| (<i>Mair et al., 2008</i>) | Alwyn North oil platform operated by Total | Maritime or offshore | Satellite | Videoconferencing | Real-time teleconsultation and Tele sonography |
| (<i>Miller et al., 2008</i>) | Minor injuries telemedicine service (Aberdeen ED) | Emergency | ---- | Videoconferencing | Teleconsultation |
| (<i>Anogeianaki et al., 2007</i>) | Minimum medical emergency data-set (MMEDS) | Remote | Virtual private network (VPN), Mobile phones | Data, SMS messages | Real-time data sharing and decision making |
| (<i>Kyriacou et al., 2006</i>) | “Multi-purpose” and “all-weather” telemedicine system | Emergency/- Remote or offshore | GSM, GPRS, Satellite and Plain Old Telephony System (POTS) | Still images | Bidirectional tele pointing capability, images and real time one ECG lead waveform transmission |
| (<i>Kang et al., 2006</i>) | (CDMA)-based emergency telemedicine system (CETS) | Emergency/- Remote | CDMA-based networks (Mobile) | Bio signal transmission | Telemonitoring, teleambulance |
| (<i>Uldal et al., 2004</i>) | Mobile telemedicine unit (MTU) | Emergency/- Arctic | Mobile | Still images | Teleradiology, tele-ECG, tele-electroencephalography, asynchronous teleconsultation |
| (<i>Hild, 2004</i>) | Arctic health information and research | Arctic | Satellite, mobile, radio | Video conferencing | Teleducation (Training) |
| (<i>Pillon & Todini, 2004</i>) | Italian Antarctic Base at Terra Nova Bay | Antarctica/- Emergency/- Remote | INMARSAT (Satellites), Mobile phones, VPN | medical data, still images, E-mail, fax ,video | Video conference, Teleconsultation, Teleradiology, on-line and off-line teleconsultation (ophthalmic, radiology and orthopaedic) |
| (<i>Aujla et al., 2003</i>) | Aberdeen Royal Infirmary’s accident and emergency department | Emergency/- Remote or offshore | Radio | Radio and telephone | Radio medical advice |
| (<i>Bowman et al., 2003</i>) | Moorfields Eye Hospital. | Accident and Emergency | Not specified (384 kbit/s) | Videoconferencing, telephone | Real time teleconsultations, Teleophthalmology |
| (<i>Brebner et al., 2002</i>) | Aberdeen accident and emergency department | Accident and Emergency/- Remote | ISDN at 384 kbit/s | videoconferencing, Still images | Real time teleconsultations, Teleradiology |
| (<i>Melcer, Hunsaker, Crann, Caola, & Deniston, 2002</i>) | Military treatment facilities (MTFs) | Maritime or offshore | NMCS (“hub-and-spoke”) | Videoconferencing (VC) | ENT teleconsultations |
| (<i>Anogianakis & Maglavera, 2000</i>) | MERMAID | Remote/- Maritime or offshore/- Emergency | ISDN, digital land lines, cellular/- wireless, satellite and broadband | Video conferencing | Teleducation (Training) |
| (Hild, 2000) | Alaska Telemedicine Project | Arctic/Remote | Single-side band radio, satellite radio and television, | Videoconferencing, medical messaging and internet email, still images | Clinical decision support, teleradiology, tele-ENT and dermatology |
| | Turku University hospital | Arctic/Remote | ISDN | Still images | Teleradiology |
| | Greenland | Arctic | ----- | Video, still images | Video consultations, teleradiology |
| | Arkhangelsk Region (PC-based) | Arctic/Remote | ---- | Still images, audio-telephone | Teleconsultations, Teleducation (Training) |

| | | | | | |
|--|--|---|--|--|---|
| | system) | | | | |
| (Otto, 1999) | Mount Logan and Mount McKinley Telemedicine Projects | Arctic/Remote | Mobile satellite communication | Physiological data | Telemonitoring |
| | Baffin Telehealth Project | Arctic/Remote | Satellite | Video, still images | Real time teleconsultations, video conferencing, digital imaging, and various medical diagnostics |
| (Anogianakis, Maglavera, Pomportsis, et al., 1998) | MERMAID | Remote/- Maritime or offshore/- Emergency | ISDN, digital land lines, cellular/- wireless, satellite and broadband | Video conferencing, audio, multimedia ,flat file and still image | Telepresence , Real time teleconsultations |
| (Anogianakis, Maglavera, & Pomportsis, 1998) | MERMAID | Remote/- Maritime or offshore/- Emergency | ISDN, digital land lines, cellular/- wireless, satellite and broadband | Video conferencing, audio, multimedia ,flat file and still image | Telepresence ,Real time teleconsultations |

3.1

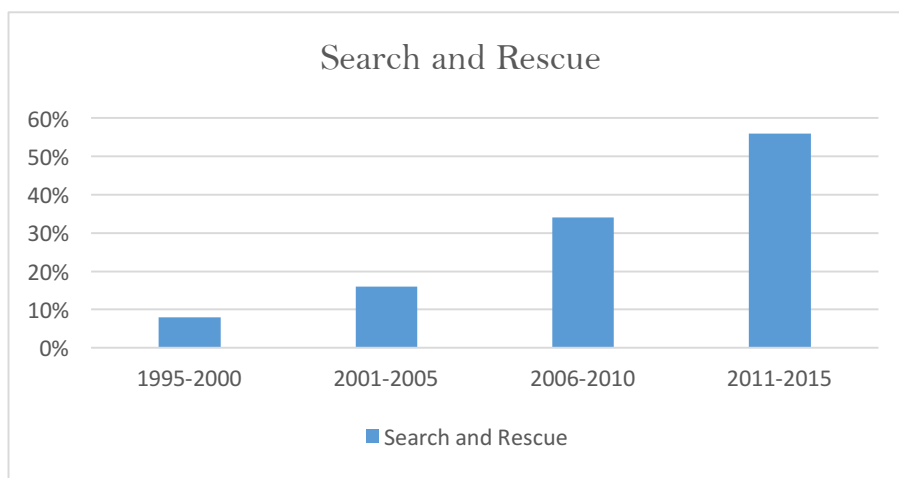
3.2 Evaluering og analyse av litteratur

Avhengig av kategoriene som er gjenstand for studien, er analyse og evaluering av de inkluderte artiklene gitt i følgende tall. Den første analysen er gjort for å evaluere forskningsinnsatsen i å utvikle telemedisinske tjenester i maritim, offshore og fjerntliggende områder, Arktis og ekstremvær, og akuttmedisinske sammenheng de siste 20 årene, som vist i Figur 2. Figuren viser at telemedisin har vist nesten en jevn fremgang i maritim, offshore og eksterne tjenester, med en topp i tidsperioden fra 2006 til 2010.



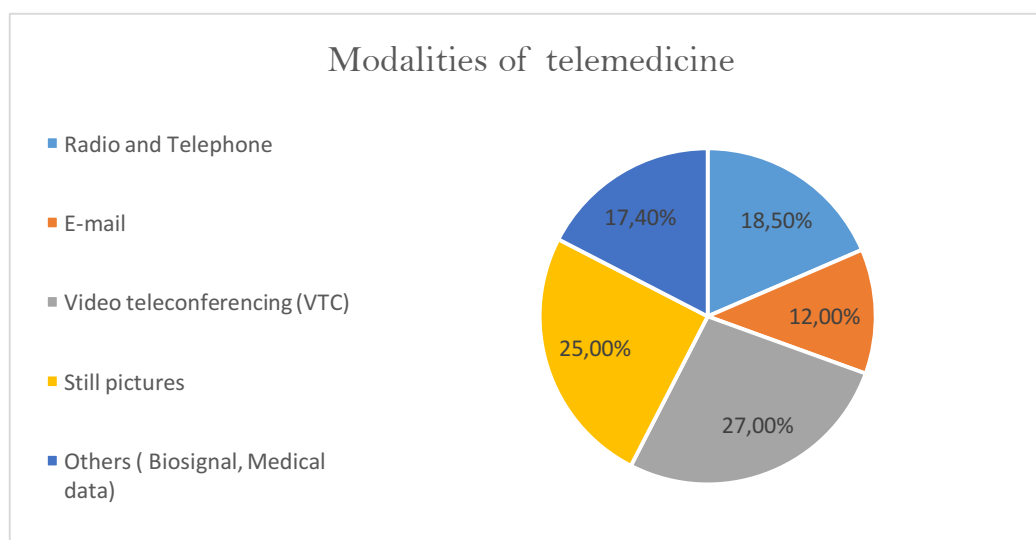
Figur 2: Sammenligning av litteratur publisert i rollen telemedisin innen maritime, offshore og fjerntliggende områder, Arktis og ekstremvær, og ulykkes- og akuttberedskap.

Imidlertid har telemedisinske tjenester i arktisk strøk og ekstremvær vist store svingninger, noe som viser utfordringen som kommer av dårlig vær, fravær av kommunikasjonsnettverk og fravær av arktisk forbedret telemedisinutstyr i denne regionen. Den andre analysen vi har gjennomført er å evaluere i hvor stor grad vellykket søk og redning i arktiske strøk har vært gjennomført (som vist i Figur 3). Ifølge figur 3 har søk og redning sett stor fremgang siden 1995. Denne veksten kan være direkte knyttet til økende interesse fra ulike bedrifter, profesjonelle aktører og sjøfolk i området som følge av oppdagelsen av enorme naturgass og oljeressurser, noe som igjen initierer nødvendigheten av å ha god sikkerhet og beskyttelse for mennesker som bor i området.



Figur 3: Sammenligning av publisert litteratur om vellykkede søk og redningsoperasjoner

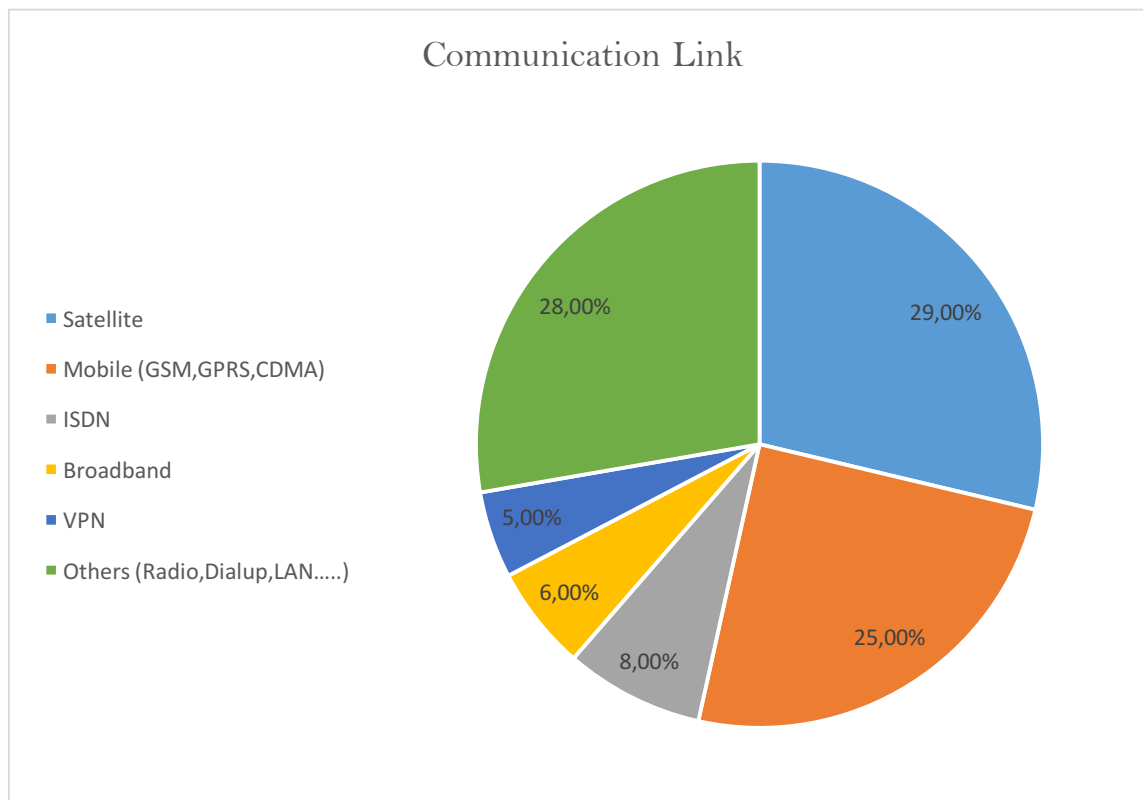
Den tredje analysen er utført for å evaluere og sammenligne telemedisinske modaliteter som brukes, kommunikasjonsadresse og telemedisinske tjenester i sammenheng med maritim og offshore, ekstremvær (Arktis og Antarktis) og akuttmedisin som vist i figurene 4-8.



Figur 4: Sammenligning av publisert litteratur basert på modaliteter av telemedisin

Telemedisinske tjenester kan utvikles basert på annen tilnærming kjent som telemedisinske modaliteter. Dette inkluderer bruk av video, stillbilder, bio-signal eller medisinsk, lyd og epost. I henhold til figur 4, er videobasert telekonferanse den mest brukte formen for å levere telemedisin (27%). Overføring av stillbilder er også en hyppig brukt form for å levere telemedisin (25%). Radio og telefon er rangert på tredje plass (19%), etterfulgt av andre (Bio-signaloverføring inkludert EKG, medisinske data) (18%) og e-post som er rangert sist (12%).

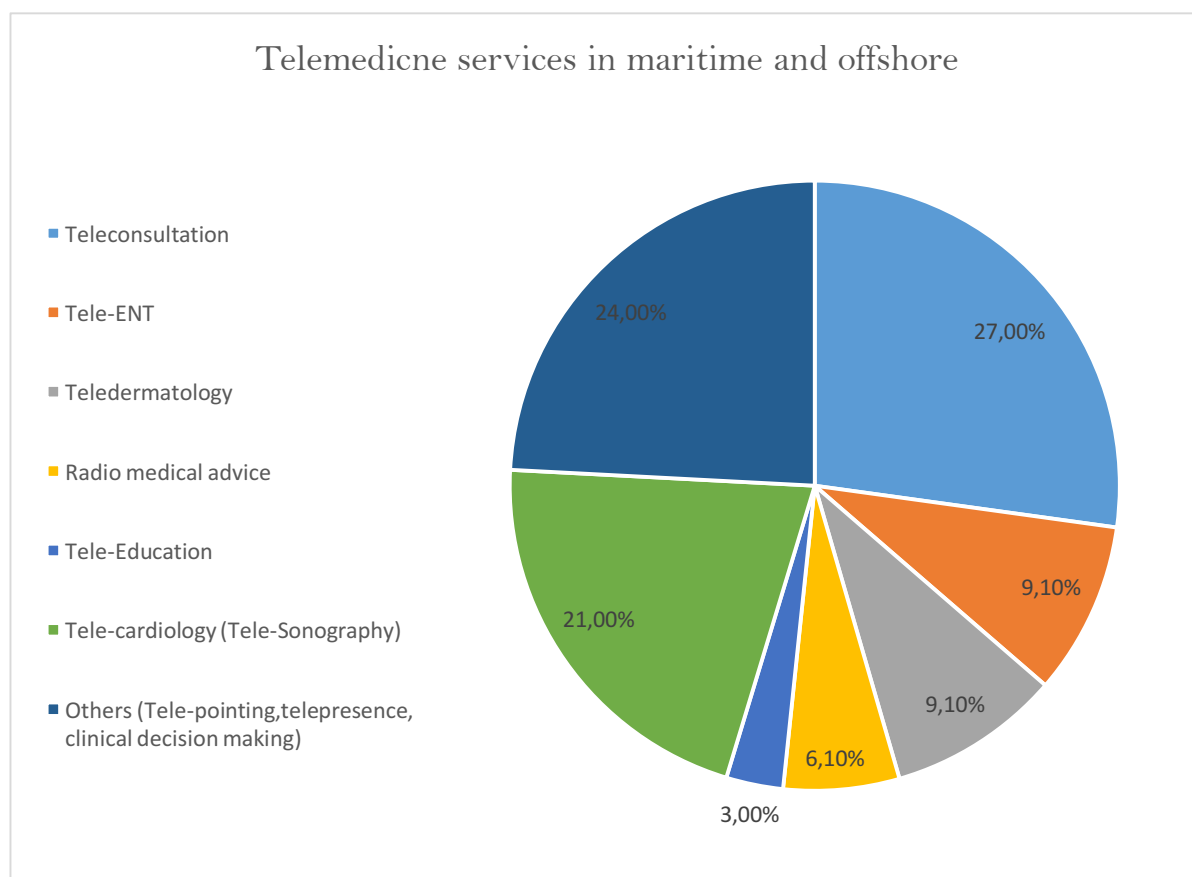
Forskjellige midler for kommunikasjonsforbindelser (systemer) kan brukes til utvikling av noen telemedisinske tjenester. Dette kan omfatte satellitt, mobil (GSM, GPRS og CDMA), ISDN, bredbånd, og Virtual Private Network (VPN), avhengig av tilgjengelighet og egnethet. I henhold til figur 5, er satellitt den vanligste brukte av kommunikasjonsforbindelsen (29%). Andre kommunikasjonsforbindelser som radio, LAN, oppringt, etc. Er rangert som nummer to (28%). Den tredje typen kommunikasjon er mobil (25%), som innbefatter GSM, GPRS, CDMA, osv. ISDN rangeres på fjerdeplass (8%), etterfulgt av bredbånd (6%) og VPN (5%).



Figur 5: Utbredelse av ulike teknologier for å kommunikasjon

Det finnes ulike typer av landbaserte telemedisinske tjenester som er testet og evaluert i både krisesituasjoner og ikke-akutt kontekst, inkludert teleradiologi, telekonsultasjon, teledermatologi, telekardiologi, teleovervåking, teleutdanning, tele-ØNH og andre. Omfanget og typer av slike

tjenester i forbindelse med maritim og offshore, akutt, og ekstremvær (Arktis og Antarktis) er vurdert og sammenlignet i figurene 6, 7 og 8. Blant de telemedisinske tjenester utviklet i maritim og offshore så er tele-konsultasjon den mest brukte (27%), se figur 6. Dette omfatter både sanntid (online) og offline telekonsultasjon. Den nest mest brukte typen av telemedisinske tjenester har vi plassert i gruppen andre (24%), som omfatter kliniske beslutningsprosesser, tele-peker, tele-tilstedeværelse m.fl. Telekardiologi (telesonography) følger deretter (21%), etterfulgt av tele-ØNH (9,1%), teledermatologi (9,1%), radio-lege (6,1%) og teleutdanning (3 %).

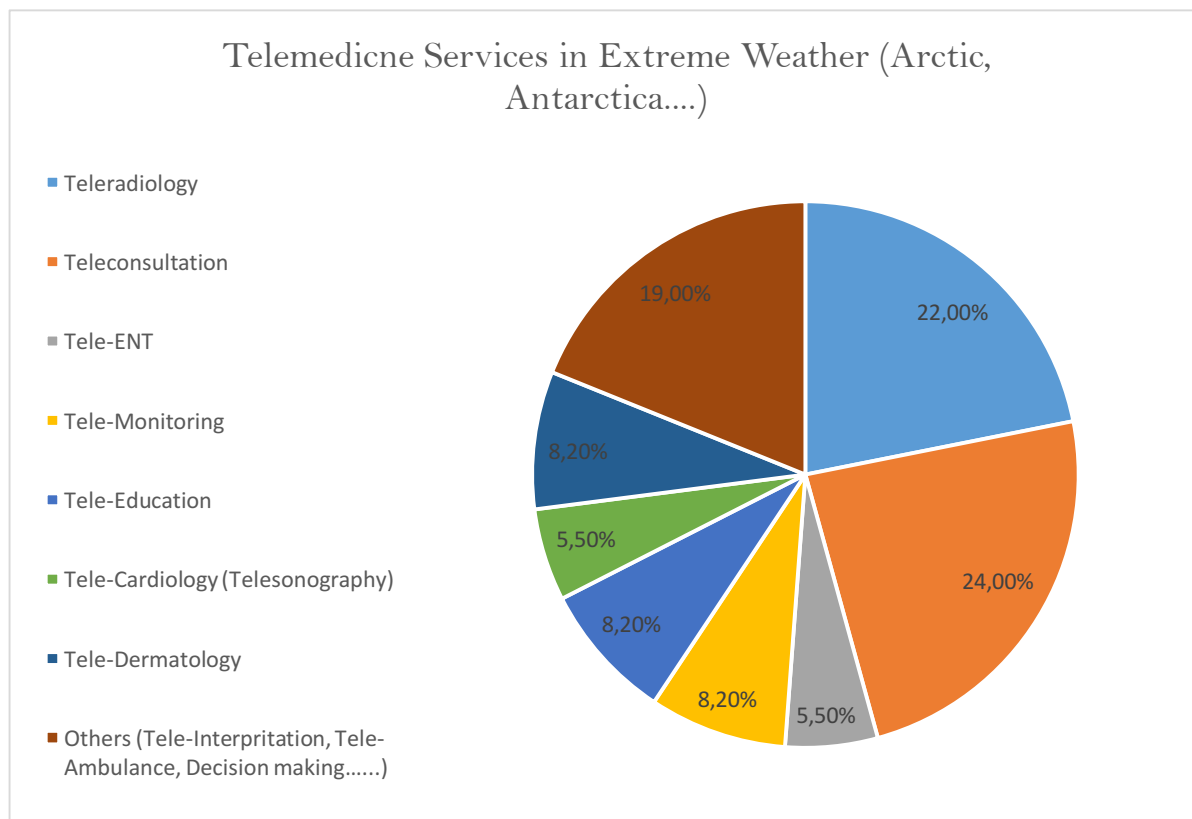


Figur 6: Sammenligning av telemedisinske tjenester i maritim- og offshore-sammenheng rapportert i publisert litteratur

Når det gjelder telemedisinske tjenester i ekstremvær (Arktis og Antarktis), er telekonsultasjon den mest praktiserte formen for telemedisin (24%), etterfulgt av teleradiologi (22%). Gruppen telemedisinske tjenester som teletolkning, teleambulans, klinisk beslutningstaking og andre rangert som den tredje mest brukte (19%). Teledermatologi, teleutdanning, og teleovervåking er merket likt som den fjerde mest brukte telemedisinske tjenesten (8,2%). Telekardiologi (tele-sonography) og tele-ENT følger deretter (5,5%).

Som vist i Figur 8, er telekonsultasjon mest brukt til telemedisin under akutte forhold (29%). Andre typer inkluderer teleoftalmologi, tele-EMS, teleambulans og andre rangert som den nest mest brukte (27%). Den tredje mest brukte er telekardiologi (telesonography) (12,5%), etterfulgt av tele-radiologi

(9%), teledermatologi (7,2%) og teleovervåking (5,3%). Den siste gruppen er radio-baserte medisinske råd, teleutdanning, og tele-ØNH (4%).



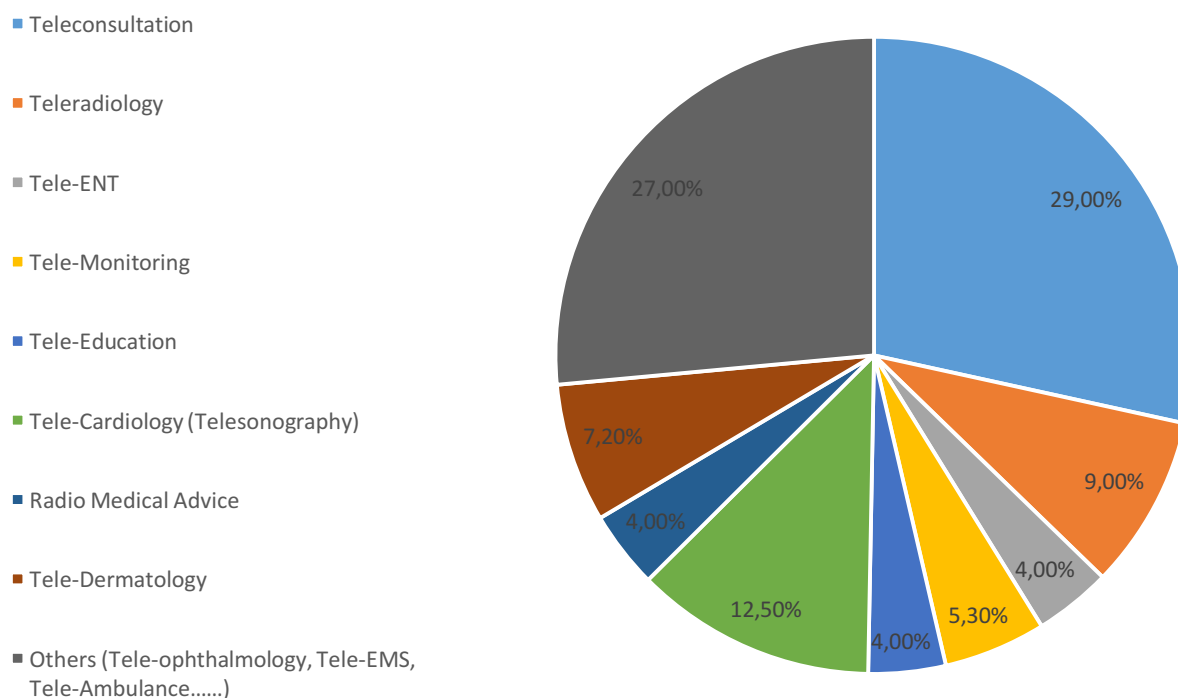
Figur 7: Sammenligning av telemedisinske tjenester i Arktiske strøk rapportert i publisert litteratur

4 Diskusjon

Telemedisin har en viktig rolle i å levere helsetjenester uten begrensning av tid og rom. I følge (Ekeland et al., 2010) har telemedisin vist seg å være kostnadseffektiv og til å ha en positiv innvirkning på forskjellige scenarier som terapeutiske effekter, økt effektivitet i helsevesenet, og økt teknisk brukervennlighet. Det er et uunnværlig faktum at telemedisin også har en transformerende effekt innen maritim/offshore og beredskap/ulykker (Anogianakis, Maglavera, & Pomportsis, 1998).

For å øke forståelsen for telemedisin i arktiske strøk så vil vi presentere eksisterende status for telemedisin i tre seksjoner. Merk at telemedisin og ”telehealth” brukes om hverandre i denne rapporten. For å forenkle presentasjonen benyttes telemedisin som betegnelse for begge begrepene. I den første delen diskuteres rollen telemedisin spiller innen maritim og offshore miljøet, inkludert de arktiske områdene. Den andre seksjoner presenterer status for telemedisin i ulykkes- og beredskapssammenheng med vekt på søke- og rednings-scenarier. Til slutt presenteres ulike selskaper som tilbyr telemedisinske løsning innen maritim og offshore miljøet.

Telemedicine service in Accident and Emergency



Figur 8: Sammenligning av telemedisinske tjenester i akutt sammenheng rapportert i publisert litteratur

1. Telemedisin i maritim sammenheng, offshore, og i fjerntliggende strøk

1.1. Maritim, offshore, og fjerntliggende strøk

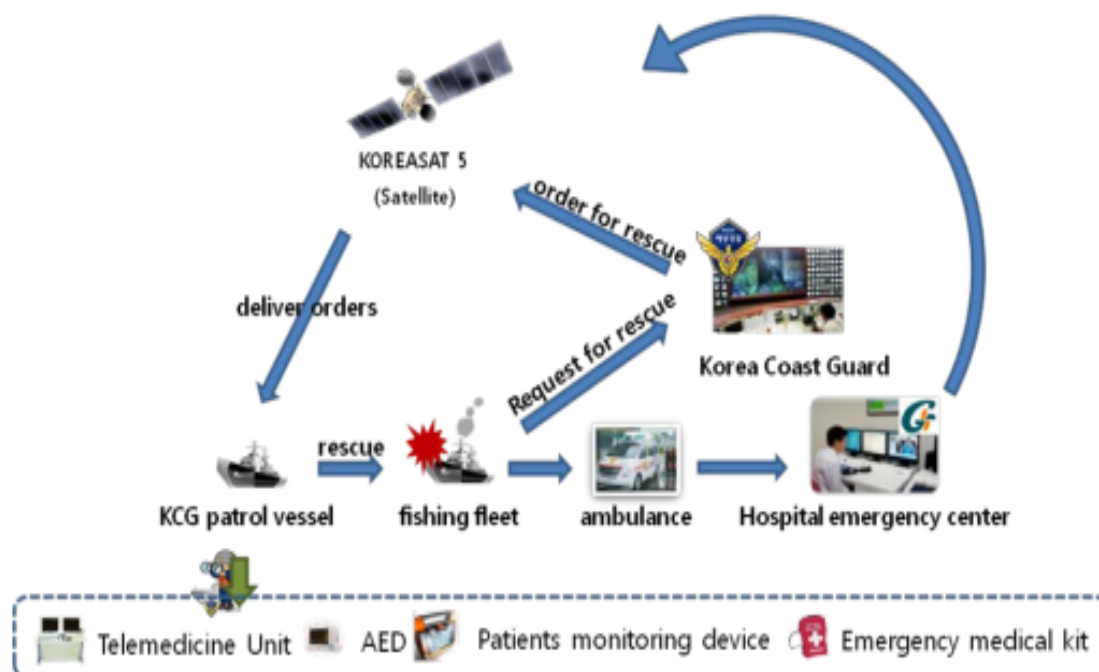
Tidligere er arbeidsforholdene i maritimt miljø preget av fravær av tilgang til helsetjenester og helseinstitusjoner. (Horneland, 2009) beskriver begrensning som hindrer tilgang til helsetjenester og –institusjoner, Disse omfatter enorme avstander og lengre tid ute av rekkevidde for SAR helikopter noe som igjen reduserer muligheten for MEDEVAC (medisinsk evakuering). For å bøte på disse utfordringene er telemedisin det eneste valget for å levere helsetjenester på åstedet/-ulykkesstedet. Det er åpenbart at telemedisin er en stor fordel for offshorepersonell ved å gi dem tilgang til et bedre helsevesen innen kortere responstid (Fernandes, 2014). Akuttmedisin og medisinske spesialister på land kan ved hjelp av telemedisin foreta en grundig undersøkelse av pasienten for derved å kunne nøyaktig vurdere pasienten og bestemme en plan for omsorg (Ancombe, 2010). For eksempel, har (Duchesne et al., 2008) har evaluert effekten av telemedisin i krise og traumebehandling. Studien har analysert resultatene før (pre-TM) og etter (post-TM) implementering av telemedisin i forvaltningen

av landlige traumepasienter som i utgangspunktet har vært behandlet på lokalsykehus (LCH) før overføring til traumesenter (TC). Studien konkluderte med at telemedisin kan forbedre landlig LCH evaluering og forvaltning av traumepasienter. Videre gir telemedisin fordel for selskapet ved å minimere unødvendig medisinsk evakuering og omdragering av skip for å søke legehjelp ([Anscombe, 2010](#); [Fernandes, 2014](#); [SOS](#)). For eksempel så har ([Patel, 2000](#); [Stoloff et al., 1998](#)) gjennomført en nytte-kostnadsanalyse av fartøysbasert telemedisin, som viser en klar fordel med telemedisin for skip som befinner seg på en avstand av over 200 nautiske mil (370 km) fra land. I slike tilfeller vil bruk av helikopter være for kostbart. Men fraværet av utdannet sykepleier eller lege ombord, begrenset tilgang til utstyr og medisiner, og begrensning på land hvor faglige råd avgrenses til kun å omfatte radio-lege så vil det fortsatt være en utfordring å etablere vellykket telemedisinske tjenester ([Horneland, 2009](#)). ([Horneland, 2009](#)) mener at maritim telemedisin er et området som bør vurderes med tanke på forbedring av telemedisin innenfor rammen av maritimt helsevesen. Følgelig tar utdanning og opplæring av sjøfolk prioritet for bedre forbedring av tjenestene ([Amenta et al., 2013](#)). Dessuten kan forberede medisinske håndbøker og manualer for sjøfolk kunne forbedre kvaliteten på helsetjenester levert via telemedisin. Videre må pre-sea og periodisk medisinsk undersøkelse vurderes for å redusere den høye risikoen for medisinsk nødhjelp mens mannskapet er ombord ([Anscombe, 2010](#); [Horneland, 2009](#)).

Mange grupper har utført og evaluert ulike kliniske studier på landbasert (on-shore) basis og rapportert om vellykkede telemedisinske tjenester ([Hartvigsen et al., 2007](#); [Hartvigsen, 2015](#); [Hild, 2000](#); [Nesbitt et al., 2013](#); [Pedersen et al., 2013](#)). Dette er imidlertid begrenset til landbaserte tjenester, hvor det er en god infrastruktur. I motsetning til dette har maritim telemedisin fått liten oppmerksomhet til tross for økende antall sjøfolk fra ulike nasjon på verdensbasis ([Horneland, 2009](#)). Derfor anses det nødvendig å vurdere å ta i bruk forskning og erfaringer fra landbaserte tjenester i sammenheng med offshore scenarier. For eksempel fremhever ([Horneland, 2009](#)) nødvendigheten av å ha en nøye gjennomgang før en vedtar å anvende landbasert telemedisin erfaring som grunnlag for offshore scenarier, og begrunner dette med erfaring fra bruk av EKG og trombolyse. Videre gir ([Guitton, 2015](#)) en kort forklaring om konvergens og divergenser av maritime og landbaserte telemedisinske tjenester ved å identifisere tre viktige forskjeller, nemlig strukturelle, praktiske og politiske forskjeller. Videre fremheves det å identifisere disse forskjellene for derved å få til en bedre overføring av teknologi og forskning fra landbasert til vannbasert (offshore). Til tross for sine forskjeller, er det et område hvor direkte adopsjon av landbasert telemedisinske tjenester kan være fruktbart, for eksempel pasientrettet telemedisinske tiltak, radio-konsultasjon utstyrt med bilder og video og videokonferanser ([Guitton, 2015](#)).

Selv om det ikke er tilfredsstillende, har forskjellige forskere utført en studie på å forbedre maritim telemedisin. For eksempel undersøker ([Fernandes, 2014](#)) om det er mulig å forlenge integrerte operasjoner og derved bedre tilgangen til medisinske tjenester med fokus på offshore telemedisin. ([Fernandes, 2014](#)) har utviklet en ny metode kjent som "Capability Development Resource Matrix", basert på "People - Capability Maturity Model" (P-CMM). Tilnærmingen tar sikte på å angi en guide for en organisasjon som kan brukes i planlegging, utvikling og implementering av telemedisin i Oil and Gas sammenheng. Videre gjennomførte ([Aujla et al., 2003](#)) en studie med mål om å rasjonalisere innsatsen fra skip til landbasert radiologe i Storbritannia. I følge ([Aujla et al., 2003](#)) er en radiologe mest effektiv når de demografiske data av befolkningen i fare er identifisert. Videre revisjon av natur og hyppigheten av medisinsk krise på ulike typer fartøy skal brukes som grunnlag for fremtidig anbefaling om hvilke medisinske minimums-fasiliteter som trengs. Videre bør det utvikles en veiledning for håndtering av ulike tilstander som behandling og alternative strategier for håndtering

av manglende evne til å evakuere pasienten på grunn av dårlig vær. Dette omfatter levering av tilstrekkelig opplæring for medisinsk personale som sørger for tjenestene på begge sider. Dessuten har (Jung et al., 2013) foreslått et maritimt telemedisinsk system basert på satellittkommunikasjon. Systemet besto av en telemedisinsk enhet, AED, pasientovervåkings-enheter og akuttmedisinske koblinger som vist i figur 9.



Figur 9: Eksempel på maritimt telemedisinsk system basert på satellittkommunikasjon (Jung et al., 2013)

Saipem's Medical Department har gjennomført et prosjekt for å undersøke og utvikle en telekardiologisk tjeneste ved å tilby eksterne nettsteder praktisk støtte i kardiologi samt å utvide selskapets forebyggende tilnærming mot hjerte-karsykdommer (Mika & Panait, 2013). Studien har vist at telekardiologi har spart mye unødvendig medisinsk evakuering, som vist i Figur 10. Det resulterer i tidlig påvisning av hjertesykdom, on-line vurdering av mistenkte akutte hendelser, tilstrekkelig filtrering og prioritetsgradering av henvisninger for pasienter som krever ytterligere etterforskning samtidig redusere belastningen av unødvendige henvisninger for primærdiagnose (Mika & Panait, 2013).

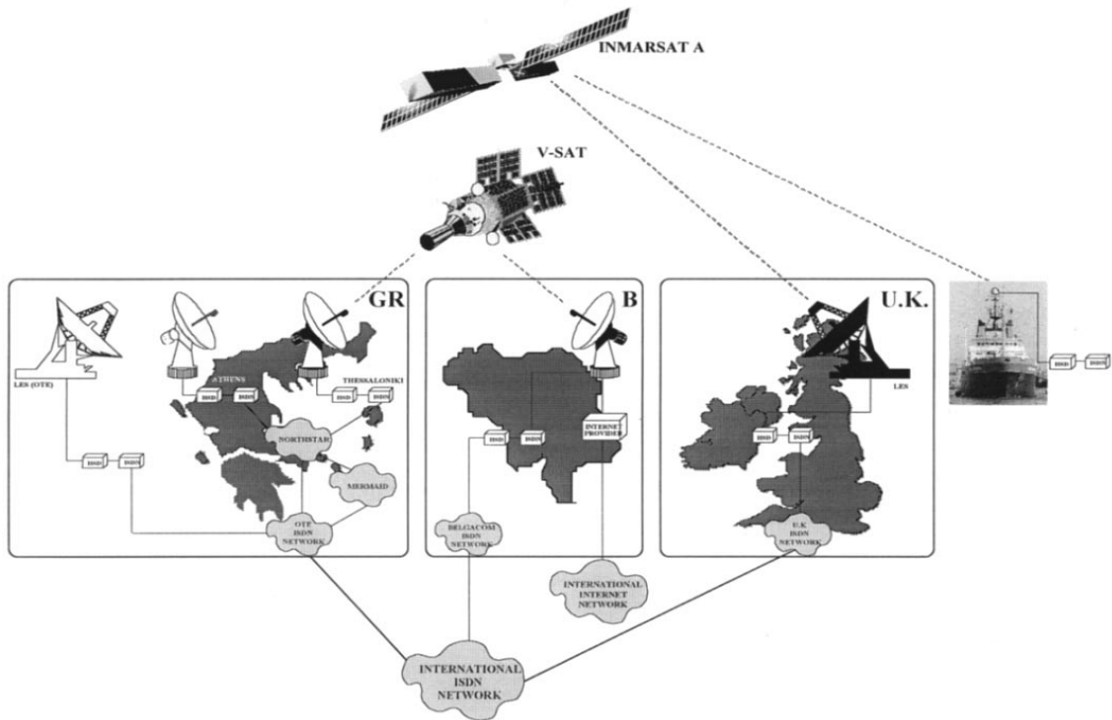
2011 - 2012 Tele-Cardiology Program

| | | | | |
|-------------|---|------|----------------|----|
| 2011 | Online interpretations (emergencies/urgencies) | 69 | Normal ECG | 39 |
| | | | Managed onsite | 23 |
| | | | MEDEVAC | 7 |
| | Offline interpretations (monitoring/routine) | 1256 | | |
| 2012 | Online interpretations (emergencies/urgencies) | 59 | Normal ECG | 11 |
| | | | Managed onsite | 38 |
| | | | MEDEVAC | 10 |
| | Offline interpretations (monitoring/routine) | 1692 | | |

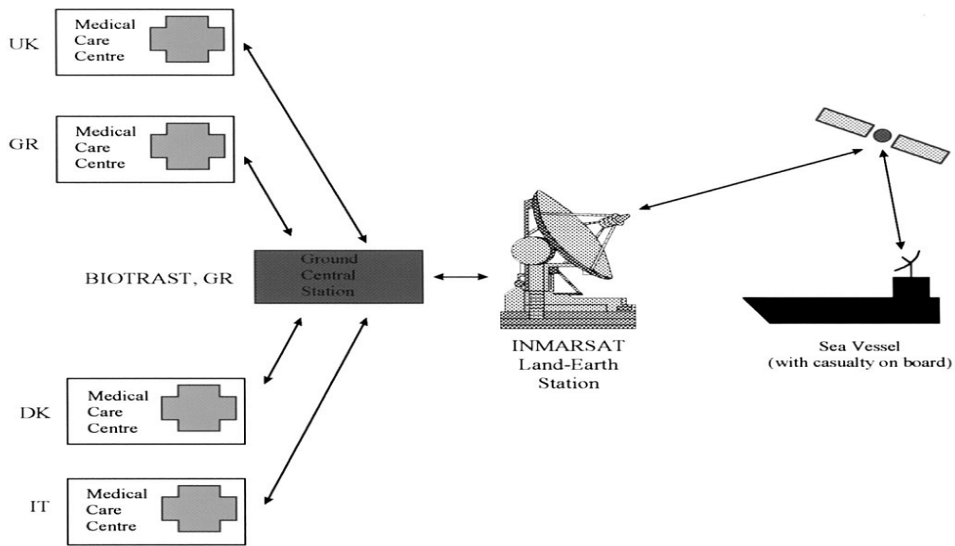
Figur 10: 2011-2012 Telekardiologiske resultat (Mika & Panait, 2013)

MERMAID er et annet grensesprengende prosjektet som er et telematikkbaserte svar på EUs krav til "medisinsk konsultasjon over lange avstander" for å beskytte helse og sikkerhet for maritime arbeidere og isolerte bestander. Systemet er i stand til å levere en integrert 24-timers flerspråklig verdensomspennende beredskap til å overføre medisinsk ekspertise via satellitt og bakkebaserte ISDN-nett. MERMAID forsøker å utforske og kombinere ulike kommunikasjonsløsninger, for eksempel mobil satellitt-teknologi, VSAT teknologi og ISDN-protokoller, gjennom på denne måten å utvide rekkevidden til systemene for de maritime næringer (Anogianakis & Maglavera, 2000; Anogianakis, Maglavera, & Pomportsis, 1998; Anogianakis, Maglavera, Pomportsis, et al., 1998; Anogianakis G, 1996).

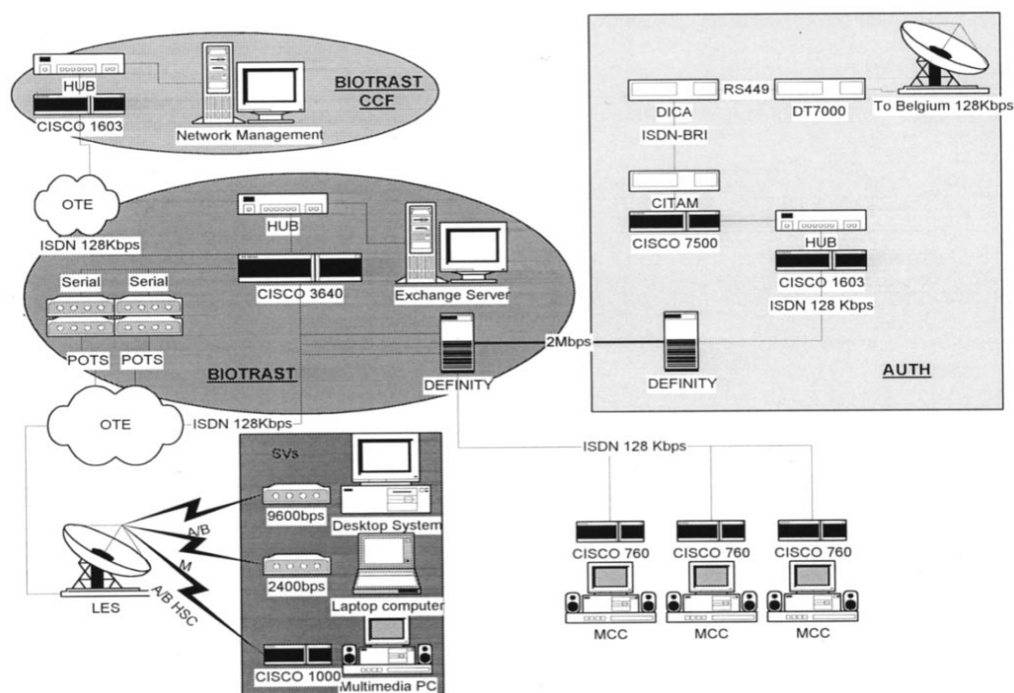
Til forskjell fra andre prosjekter så har dette prosjektet utforsket nesten alle kategorier av telemedisinske applikasjoner (lyd- og videokonferanser, multimedia kommunikasjon, fil og bildeoverføring med lav, middels og høy båndbredde) sammen med et bredt spekter av nettverkløsninger (digitale landbaserte linjer, mobil/trådløs, satellitt og bredbånd) med tanke på pris/ytelses avveininger. Dessuten gir det en rekke tjenester som for eksempel elektronisk overføring av medisinsk informasjon via ISDN-baserte videokonferanser. Dessuten er medisinsk telekommunikasjon programvare tatt i bruk. Denne inkluderer et pasientjournal system som kan veilede brukeren gjennom pasientens sykehistorie og støtte objektiv undersøkelse kombinert med en multimedia HJELPE-funksjon som er basert på WHO og EUs (DG V) krav til hjelp på sjøen, for på denne måten å kunne veilede ambulanspersonell. (Anogianakis & Maglavera, 2000) har gjennomført en studie som gir et middel for opplæring og utdanning av sjøfolk i bruk av MERMAID medisinsk kommunikasjonssystem siden dette utgjør det raskeste grunnlaget for å fremme riktig praktisering av telemedisin til sjøs. Hele kommunikasjonsnett-strukturen (figur 11a), maskinvarekonfigurasjon (figur 11b), og den totale programkonfigurasjon (figur 11c) i MERMAID prosjektet er gitt i Figur 11.



a) The MERMAID communications network layout



b) The MERMAID application overall configuration

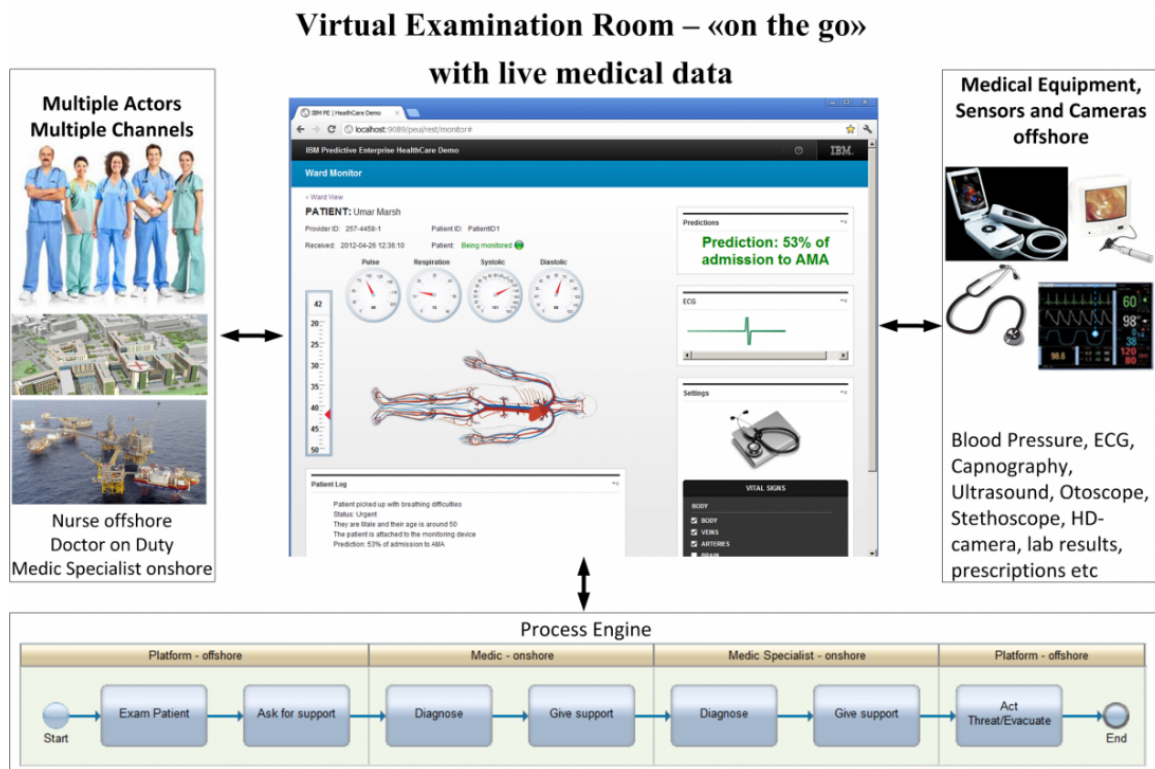


c) MERMAID hardware configuration

Figur 11: MERMAID prosjektet (Anogianakis, Maglaverá, & Pomportsis, 1998)

Det er et faktum at å ha tilgang til pasientenes journal kan forbedre behandlingsprosessen i helsevesenet, og dermed bedre beslutningsevnen til helsepersonell uten begrensning med hensyn til avstand. For eksempel så har (Thorvik et al., 2014) utviklet og testet en telemedisinsk prototype vist i Figur 12, som er et eksempel på programvare for deling av medisinske data, slik at samarbeid i ulike situasjoner og basert på optimale arbeidsflyt mellom offshore og landbaserte medisinske fasiliteter. Som det fremgår av figuren er det virtuelle undersøkelsesrommet selve ryggraden i systemet. Figuren illustrerer begrepet virtuelle undersøkelseslokale hvor medisinske eksperter, sykehus- og offshore sykepleier kan samtidig se, tolke og diskutere medisinsk informasjon tilgjengelig i den virtuelle undersøkelsesrommet som har blitt hentet fra tilkoblet medisinsk utstyr. Videre har (Anogianaki et al., 2007) implementert et "minimum medical emergency dataset" (MMEDS), som gjør det mulig for pasienten å spille inn sin egen helsetilstand, slik at informasjonen kan være tilgjengelig for eventuelle behandlende leger uavhengig av hvor pasientene befinner seg. Systemet ble testet og evaluert over den gresk-bulgarsk grensen (Anogianaki et al., 2007). (Boultinghouse & Fitts Jr, 2009) har rapportert om bruk av elektronisk pasientjournal i løpet av helseundersøkelser av olje- og riggarbeidere. Olje- og gasselskapet ENI har også implementert en programvare kalt MedForge som er i stand til å dele utvalgte medisinske data (Thorvik et al., 2014). Videre har (Amenta et al., 2013) utviklet en elektronisk pasientjournal hvor pasientdata vil bli oppdatert etter hver radiokontakt med skip eller fly hvor dette er installert. Online medisindatabase ble også utviklet og testet i en nødssituasjon (Kruger et al., 2010). (Boultinghouse & Fitts Jr, 2009) implementert en elektronisk pasientjournal som på en sikker måte kan lagre all helseinformasjon, holde denne organisert og tilgjengelig over avstand, og eliminerer problemer og forsinkelser man har med et tilsvarende papirbasert journalsystem. Denne typen felles elektroniske pasientjournal ble gjort tilgjengelig for helsepersonell i offshore sammenheng. (Anogianakis, Maglaverá, Pomportsis, et al., 1998) har utviklet et pasientjournal

system som kan veilede brukeren gjennom pasientens sykehistorie og en objektiv undersøkelse. I tillegg gir det en database som inneholder all informasjon om fartøyets beholdning av medisiner og medisinsk utstyr.



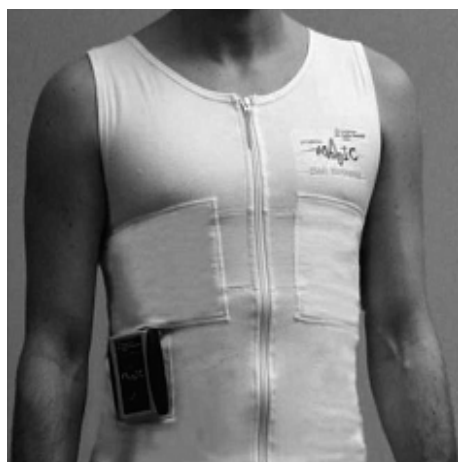
Figur 12: The Virtual Examination Room (Thorvik et al., 2014)

Avslutningsvis vil vi si det å gjennomføre en vurdering av brukertilfredshet er en god tilnærming for å oppnå god kvalitet på helsetjenestene. En brukertilfredshetsvurdering av bruk av maritim telemedisin har blitt utført av (Dehours et al., 2012). Studien ble gjennomført på CCMM Telehealth Services, operatører av "French Tele-Medical Assistance Service" (TMAS). I løpet av studien ble 385 undersøkelser mailet, hvorav 165 ble ferdigstilt og brukt for å analysere brukertilfredshet. Samlet sett viser resultatet at tilfredsstillende av on-board helsetjenester var høy. Innringerne var fornøyd med telefonbaserte råd, kompetansen til leger involvert, ventetiden for helsetjenesten, resepter og medisinske råd. Studien har også gitt en del nyttige anbefalinger for en vellykket gjennomføring av on-board EKG og stillbilder (Dehours et al., 2012). (Mair et al., 2008) har gjennomført en telemedisin prøvetjenester for å analysere effekten av telemedisin med hensyn til å redusere unødvendig evakuering. Systemet er avhengig av satellittkommunikasjon for å gi tilgang til videokonferansetjenester for å diagnostisere og behandle olje- og riggarbeidere som befinner seg i fjerntliggende områder. Studien konkluderte med at de deltakende landbaserte legene var veldig fornøyd med kommunikasjon og diagnostiske data og bildeklaritet, inkludert ultralyd screening utført av leverandøren av riggen. Studien avdekket at eksterne spesialist råd via videokonferanse reduserte unødvendig og/eller upassende pasientevakueringer til sykehus eller til land for medisinsk undersøkelse. I tillegg har (Kevlishvili et al., 2013) studert effekten av tele-konsultasjoner i kliniske

settinger. Studien gjennomførte videokonferanse med Skype, epost og stillbilde tjenester for å støtte fjerndiagnostisering og behandling i beslutningsprosessen. Selv om studien er liten, konkluderte studien med at telemedisinske løsninger har en stor effekt for å forenkle fjern-behandling og -diagnostisering.

1.2. Arktis og ekstreme værforhold

Å jobbe i ekstremt kaldt vær kompliserer helsearbeid (Barbey et al., 2013). Ekstreme temperaturer får store konsekvenser for kroppens varmereaksjon og risikoen for ulykker øker når temperaturen nærmer seg 0 ° C. Til tross for disse helserisikoene, er det for tiden en enorm interesse for Arktisk fra ulike bedrifter i forbindelse med funn av store naturressurser. For å overleve i et ekstremt kaldt miljø, bør det settes krav til en legeundersøkelse som undersøker evnen til å jobbe, vaksinasjoner, opplæring i førstehjelp for ekstrem kulde, samt klær og annet personlig verneutstyr (PVU) (Barbey et al., 2013). Arktiske områder er også kjennetegnet ved mangel på gode helsetjenester. På grunn av denne mangelen innførte man luftambulansse / helikopterevakuering for å få medisinske tjenester fra spesialister på land. Imidlertid har driften av luftambulansen mange utfordringer knyttet til blant annet mørketid og tåke. Norum har (Norum, 2010) analysert luftambulanssevirkosomheten med fokus på kardiovaskulær sykdom (CVD) i Arktis fra 1999 til 2009. Studien forsøker å analysere utfordringen med operasjon av luftambulansse i de arktiske områdene som har lang avstander, tøffe værforhold og nesten ikke noe alternativ for landing. Ifølge studien (Norum, 2010), er telemedisin med ekstern konsultasjon og behandling en viktig komponent for mannskap på skip og rigger. Utvikling av telemedisinske tjenester for bruk i arktiske strøk utfordres av noen sterke faktorer. Dette omtales i (Walderhaug et al., 2015) som har et spesielt fokus på bruk av telemedisin i søk og redningsaksjonen. I følge (Walderhaug et al., 2015) er lang avstander, dårlige værforhold, mørketid og dårlig kommunikasjonsinfrastruktur sentrale utfordringer for å utvikle vellykkede telemedisinske tjenester. Til tross for dette jobber forskningsgrupper med løsninger som adresserer disse utfordringene. Baffin Telehealth-prosjektet er utformet for å tilby telemedisinske tjenester i fjerntliggende områder i det nordlige Canada. Prosjektet tok sikte på å gi bedre tilgang til helsetjenester til folk som bodde i Baffin-regionen (Otto, 1999) ved å benytte ulike teknologier fra eksterne telemedisinske systemer for å overkomme problemer tilknyttet geografisk isolasjon og tøffe miljøforhold. Systemet baserte seg på å tilby sanntids videokonferanse, digital bildebehandling, og diverse medisinsk diagnostikk for å støtte eksterne helsestasjoner på Baffin Island (Otto, 1999) gjennom bruk av satelittkommunikasjon med høy båndbredde. Videre er Mount Logan og Mount McKinleys Telemedisinprosjekter ytterligere eksempler på telemedisinske prosjekter som tilbys i eksterne miljøer (Otto, 1999). (Latifi et al., 2009) presenterer også et system som kalles Amazon Virtual Medical Team (AVMT), som brukte telemedisinske tjenester for å tilby helsetjenester for Martin Strel da han svømte fra Peru til Brasil gjennom amasonaselven.. Systemet støttet seg på avansert teknologi og en lav båndbredde satelittforbindelse, for å hjelpe et samlet virtuelt medisinsk team for å sikre tilgjengelighet og tilstedeværelse til en hver tid gjennom hele oppdraget. Et annet eksempel, (Di Rienzo et al., 2010), utviklet en omfattende anvendelse av et smart plagg kalt MagIC, som vist i figur 13, for overvåking av EKG, respirasjon, og bevegelse. Denne typen smart plagg har et stort potensial for å levere ekstern tele-overvåking.



Figur 13: MagIC system brukt i en telemedisinsk applikasjon (Di Rienzo et al., 2010).

I (Todnem et al., 2013) diskuteres prosjektet gjennomført av Statoil for å implementere telemedisinske tjenester på alle Statoil-opererte installasjoner på norsk kontinentalsokkel (NCS), etter et innledende pilotprosjekt fra 2007-2008. Tjenestene som tilbys inkluderer videokonferanser for møter og pedagogiske formål, samt muligheten for å spre viktig medisinsk informasjon til mange steder og anlegg samtidig; noe som har vært viktig under epidemiske situasjoner (Svineinfluensa, Noro virus etc.). Studien har også vist at det er mulig, ved hjelp av eksisterende telemedisinsk utstyr, å eksternt lede en sykepleier offshore i fokuserte ultralydundersøkelser med lege / sakkyndig på land.

Tilsvarende har et annet olje- og gasselskap, Shell, utviklet et eksternt telemedisin-system for å tilby helsetjenester for sine arbeidstakere (Berg et al., 2015). Prosjektet foreslår en Remote Health Care (RHC), som vist i Figur 14, som innebærer en integrert tilnærming for levering av helsetjenester i arktiske områder. Systemet oppfyller både beredskap og ikke-akutte behov for å levere de beste helsetjenestene tilgjengelig. RHC omfatter ulike aspekter som forebygging; teknologi; forsyninger og utstyr; kompetanse og kommunikasjon (Berg et al., 2015). RHC fungerer som et virtuelt sykehus hvor pasienten kan bli behandlet om bord ved å la legen på fartøyet eller installasjonen kommunisere i sanntid med spesialister onshore og visualisere pasienten ved hjelp av High-Definition mobilkameraer. Systemet er basert på en forbedret medisinsk teknologi for diagnose og behandling inkludert det siste innen pasientnær laboratorietesting, digital røntgen og "lomme-ultralyd" utstyr som knyttes til sykehusets røntgenavdelingen via satellitt (Berg et al., 2015). Studien presenterer utfallet av systemet på Grønland, Sibir og W-Afrika.

Når det gjelder telemedisinske tjenester i Antarktis regionen har flere nasjoner eksperimentert med forskjellige måter å tilby helsetjenester til turister og forskere i Antarktis. Et eksempel, (Grant, 2004), rapporterer erfaringer med å bruke telemedisinske tjenester i den antarktiske regionen. Ifølge rapporten har The British Antarctic Medical Survey Unit (BASMU) i Aberdeen utviklet et verktøy som heter Medical Assessment Questionnaire (MAQ). Dette verktøyet ble laget for å guide, og å gjøre det enklere, for ikke-medisinsk personell å dokumentere og undersøke pasienter før kontakt med leger utnefor ble kontaktet. MAQ viste seg å redusere antall feil, samt å redusere lengden på telefonsamtaler, noe som gir mer nøyaktig og feilfri tele-diagnose og muligens kan redusere medisinske evakueringer (Grant, 2004). Studien har også gjennomført tester av ulike telemedisinske tjenester, inkludert vellykket overføring av Elektrokardiogram- (EKG) målinger via fax og e-post for

å diagnostisere, mulig bruk av trombolyse, Telemetri (selv om utstyret viste seg å være upålitelig og hadde dårlig batterilevetid), digital røntgenutstyr, ultralydundersøkelse, nettbasert utdanning og tele-tolkning (Grant, 2004). Rapporten sier også at Tele-spirometri og mer nyttige systemer for tele-konsultasjon antas å være mulig. Lignende presenterte (G. Ohno, 2011 ; G. Ohno et al., 2012) også en studie for å levere tele-medisinske løsninger som skulle brukes av Syowa Station, Japanese Antarctic Research Expedition (JARE), som vist i Figur 14 (a). Det utviklede systemet var ment å håndtere ulike praktiske tilfeller, inkludert nødstilfeller. systemet har med suksess vist hvordan telemedisin kan benyttes i håndtering av ulike medisinske operasjoner som kirurgi, ortopedi, oftalmologi, dermatologi, indremedisin, urologi og odontologi, som vist i figur 14 (b).

REMOTE HEALTHCARE STRATEGY

Healthcare quality in remote locations will approximate non-remote locations

| RISKS | KEY STRATEGY COMPONENTS | | BENEFITS |
|--|--|--|---|
| Distance from care impacts people and project timeline | Planning & prevention | People, competency and mindset change | Better diagnostics & health outcomes |
| Evacuations are high risk | Equipment & supplies: x-ray, ultrasound, labs | Communications & telemedicine – medical networks | Minimise both unnecessary and high risk evacuations |
| Deviations consistently required | Collaboration with governments, industry, academia | | Reduced operational downtime operations |
| Cost of helicopter support | | | Evidence of innovation - differentiator |



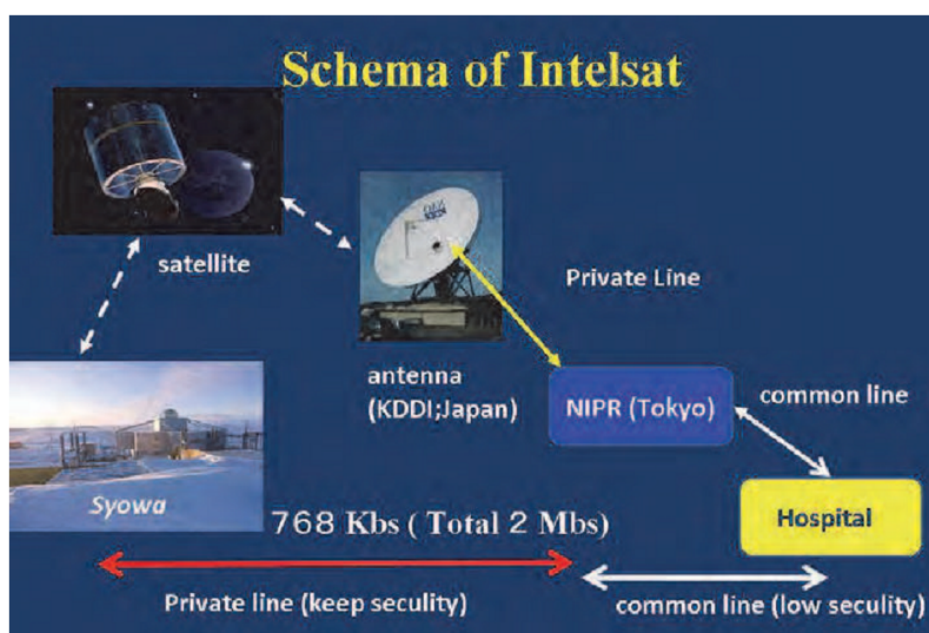



Figur 14: Remote Health Care Strategy (Berg et al., 2015)

Et annet eksempel presenteres i (Pillon & Todini, 2004), som diskuterer erfaringer og suksess med å utvikle en tele-medisinsk løsning principal Italian Antarctic Base på Terra Nova Bay. Systemet ble utviklet for å knytte området med det største italienske sykehuset, San Camillo i Roma. Fulle tele-konsultasjoner via videokonferanse har blitt utviklet inkludert oftalmisk spesialist, ortopedisk og radiologiske konsultasjoner.

Ulike telemedisinprosjekter i Alaska har også blitt gjennomført (Hild, 2004), som inkluderer The Alaska telemedisin Testbed Project (ATTP), Alaska Federal Healthcare partnership

(AFHCP), AFHCP Tele-radiology Project, Alaska Federal Health Care Access Network (AFHCAN), AFHCAN Telemedicine Hardware and Software, og AFHCAN Connectivity & Network (WAN). Videre diskuterer (Hild, 2004) utfordringen og suksessfaktorer for vellykket implementering av telemedisinske tjenester i Alaska, og viser til en tidligere rapport som konkluderer med at det er fire faktorer som er nødvendige for at et telemedisinsystem skal bli en suksess, og knytter erfaringer opp mot disse suksessfaktorene; fysisk infrastruktur, opplæringsstrukturer, retningslinjer for interoperabilitet, og tilpasninger til samfunnsstrukturer (Hild, 2000).



a) Overordnet arkitektur til implementert telemedisinsk løsning

Practical cases of Telemedicine

2005 Feb. ~ 2006 January

| | case | telemedicine | TV-system case(times) | email |
|-------------------|------------|--------------|-----------------------|----------|
| total | 185 | 22 | 17(29) | 5 |
| Internal med. | 42 | 1 | 1 (3) | |
| Surgery | 35 | 1 | 1 (3) | |
| Orthopedics | 66 | 13 | 13(20) | |
| Ophthalmology | 9 | 1 | | 1 |
| Dermatology | 17 | 4 | 1 (1) | 3 |
| Otorhinaryngology | 2 | | | |
| Urology | 1 | 1 | 1 (2) | |
| Dentistry | 13 | 1 | | 1 |

b) Situasjoner hvor telemedisin ble benyttet ved stasjonen mellom 2005-2006

Figur 14: Telemedisinsk system for Syowa Station, Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) (G. Ohno, 2011 ; G. Ohno et al., 2012)

2. Telemedisin ved ulykker og i akuttmedisinske situasjoner

2.1. Ulykkes og akuttmedisinsk respons

Telemedisin er en ideell kandidat for å håndtere fjernakutte situasjoner. Imidlertid må det betraktes som en støtte for beredskap, og ikke som en sluttløsning (Ponsonby et al., 2009). Etter en ulykke eller i en krisesituasjon kan ulike former for kommunikasjon som sanntid, lagre-og-videresend, og datautveksling brukes som (Ponsonby et al., 2009):

- Først vurdering - f.eks. X-ray eller elektrokardiogram (EKG) tolkning (Ponsonby et al., 2009).
- Annet synspunkt for å definere om saken er en krise er å definere hastenivået og behov for evakuering, eller for å få råd om behandling før og under evakueringen (Ponsonby et al., 2009).

Styring av ulykker og beredskap er en avgjørende del av helsetjenester både onshore og offshore. En ulykke kan være noe alvorlig som truer liv og helse, og krever øyeblikkelig hjelp fra ambulanse. Noen ganger kan en ulykke skje i et avsidesliggende område, for eksempel i den arktiske regionen hvor det kan ta en betydelig mengde tid anskaffe en spesialist. Ytterligere tidsforsinkelser etter en ulykke kan redusere overlevelsessjansen for ofrene. Derfor er det nødvendig å ha en form for behandling av ofrene under transport for å øke sjansen for overlevelse. Telemedisinske systemer designet for sanntids nødhjelp har banet vei for nye perspektiver for ekstern medisinsk diagnose (Castellano et al., 2015). Sikkerheten i de arktiske farvann er mer utfordrende på grunn av sin avsides og manglende beredskapsstruktur (Einar et al., 2011; Haagensen et al., 2004; Hild, 2000). I følge (Einar et al., 2011) er det nødvendig for å redusere frekvensen av ulykker i de arktiske farvann å forbedre regionalt samarbeid, utvikle flere faglige krav til sjøfolk, samt å gi opplæring for å kunne tilby kunnskapsoverføring fra seniorer som jobber i regionene., (Buschmann et al., 2009) presenterer et medisinsk utdanningskonsept, "SAR-First Responder Sea", for å hjelpe ambulansepersonell i å gi behandling og diagnostisering under søke- og redningsprosedyrer. (Miller et al., 2008) beskriver en retrospektiv gjennomgang for å analysere potensialet for akuttsykepleiere til å tilby telemedisinske råd for mindre skader. Resultatet er i tråd med (Buschmann et al., 2009), som støtter at vurderingen av alle småskader via et telemedisinsk nettverk av medisinsk personell er unødvendig og en akuttsykepleier tjeneste tilbyr et realistisk og attraktivt alternativ. Tilsvarende utførte (Boniface et al., 2011) en studie for å undersøke ambulansepersonell sin evne til å ta Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) bilder under veiledning av kriseleger. Resultatene viste at ambulansepersonell uten tidligere ultralyderfaring kunne ta bilder under ekstern veiledning fra erfarne kriseleger på mindre enn 5 minutter. Dette resultatet har en potensiell fordel for å håndtere fjernulykker ved å behandle pasienten gjennom dataoverføring (Boniface et al., 2011). I en annen studie utførte (Kruger et al., 2010) en randomisert, kontrollert simuleringsstudie for å sammenligne krisebehandling mellom legebemannede EMS lag (kontrollgruppen) og ambulansepersonellteam som ble støttet telemedisinsk av en EMS lege (telemedisingruppen). Den telemedisinske funksjonaliteten brukt under studien omfattet toveis kommunikasjon, overføring av vitale data (tallverdier og kurver), og videostreaming fra simuleringsstedet til den eksternt plasserte EMS legen. Studien konkluderte med at telemedisin-assisterte ambulansepersonells behandling var på høyde med og ikke dårligere sammenlignet med standard EMS lag med en lege på skadested i disse scenariene. Dette styrker teorien om at telekonsultasjon i EMS kan vurderes som en mulighet til å gjøre fagkunnskap og beslutninger tilgjengelig i felt. Lignende undersøkte (Bergrath et al., 2012) gjennomførbarhet og

effekt av prehospital tele-konsultasjon for å overføre det samme konseptet til akuttmedisinske tjenester. Studien ble gjennomført i ekte kliniske settinger ved å sammenligne telemedisin-assistert pre-sykehus (telemedisingruppen) med den lokale EMS-gruppen(kontrollgruppen). Studien konkluderte med at tele-konsultasjon er gjennomførbart, men teknisk ytelse og pålitelighet må forbedres. Videre har resultatet viste det fremtidige potensialet for prehospital tele-takts konsultasjoner for å forbedre legevakt spesielt når det ikke befinner ser høyt utdannet personell på ulykkesstedet(Bergrath et al., 2012).

(Ahjoku et al., 2014) utfører en omfattende gjennomgang for å undersøke erfaringer med eksisterende applikasjoner for telemedisin i prehospital miljøer hvor telemedisin antas å utvide rekkevidden av spesialisttjenester til å håndtere prehospital behandling av akutte kriser der behandlingsforsinkelser kan påvirke kliniske utfall. Studien antyder suksess i bruk av telemedisin i håndtering av akutt medisinsk behandling, prehospital diagnose av hjerneslag og hjerteinfarkt, levering av vev thromboplastinogen aktivator i akutt iskemisk hjerneslag og pasientbehandling. Videre presenterer (Keane, 2009) en omfattende gjennomgang av suksesser i telemedisin i omfang av ulykker og nødsituasjoner. Gjennomgangen analyserte status for akutt telemedisin med hensyn til mindre skader, spesialisthenvisninger, og fjernsupport og trombolysjetjenester. Ifølge rapporten kan telemedisin støtte krisespesialisert sykepleiere i mindre skadeenheter ved hjelp av telefonsamtaler og overføring av stillbilder, for eksempel røntgen, EKG og blodresultat. Videre har spesialisthenvisning blitt gjennomført i nødstilfeller, og også oftalmologi henvisninger blir også nøyaktig gjennomført ved hjelp av videokonferanser. Videre har fjernsupport nytte av å bruke telemedisin for offshore førstehjelp for olje- båter og rigger, samt lokal legevakt ved fjerne øysamfunn . For eksempel kan brystmerter løses ved å se på EKG, Medisinske råd fungerer som en akutt, simulert hjertestans håndteres riktig ved hjelp av videokonferanser, og lekfolk var vellykket i å gi HLR akkurat som erfarne og trente mennesker gjør. I tillegg har prehospital trombolyse sett suksess i akuttsituasjoner(Keane, 2009).

Videre har bruken av tele-beredskap en viktig rolle i å redde livet til skadde i nødstilfeller. Ifølge gjennomgangen utført av (Ward et al., 2015) har tele-beredskap vist seg å ha en betydelig støtte i nesten alle studier om teknisk kvalitet og brukertilfredshet. En evaluering utført av (Brebner et al., 2002) undersøkte et telemedisinsk pilotnettverk for akuttarbeid. Studien vurderte behandling og diagnostisering av nødsituasjoner gjennom videokonferanser over en periode på 15 måneder. Studien viste at akutt-telekonsultasjoner kan være teknisk pålitelig og effektive i å redusere antall evakueringer og akseptabel for henvisende leger. En annen studie utført av (Bowman et al., 2003) gjennomførte en kontrollert studie for å vurdere nøyaktigheten av telemedisin i diagnostisering og håndtering av øyeproblemer fra ulykker og krisesituasjoner. Studien viste at telemedisin med videobilder fra spaltelampe var effektivt, sikker, og nøyaktig for å diagnostisere og håndtere denne typen pasienter. Tilsvarende utfører (Benger, 2000) en omfattende vurdering av akutt telemedisinske tjenester orienteringen en opplevelse av ulike grupper globalt i betraktning med juridiske og etiske problemstillinger. Videre gir vurderingen korte forklaringer på tele-røntgen for akutte CT skanner og mindre skader. Vurderingen indikerer også de tekniske standarder for telemedisin innen mindre skader, samt spørsmål verdt å vurdere. Studien vurderer også telemedisin for ulykker og krisesituasjoner i fremtiden i forskjellige perspektiver.

(Castellano et al., 2015) gjennomfører en studie for å håndtere nødstilfeller i pre-sykehusmiljø. Studien designet et real-time akutt-telemedisinsystem for fjernmedisinsk diagnose (en ambulanse) med bruk av et hybridnettverk som muliggjør sikker langdistanse-kommunikasjon fra en ambulanse. Videre viser studien et bestemt scenario ved å utføre hematologiske tester i en ambulanse i form av

en internasjonal normalisert ratio (INR) ved hjelp av trådløs overføring, nøyaktig og i sanntid, til det henviste sykehuset. Resultatet indikerte at det ikke var noen signifikante forskjeller mellom de verdier som ble oppnådd fra prøven analysert fra ambulansen og de i laboratoriet ([Castellano et al., 2015](#)).

([Kang et al., 2006](#)) utført en innledende studie som evaluerte bruk av et kodedelt multippel aksess (CDMA) -basert telemedisinsk nødsystem som vist i figur 15, for å bli brukt av ambulanspersonell til å gi førstehjelpsbehandling for pasienter. Den evaluerte prototypen bestod av utstyr for måling av non-invasiv arterielt blodtrykk (NBP), arteriell oksygenmetning (SpO₂), seks-kanal elektrokardiogram (EKG), blodsukker-konsentrasjon og kroppstemperatur. Disse pasientdataene overføres til legens datamaskin via CDMA og TCP / IP-nettverk ved hjelp av en innebygd personlig digital assistent (PDA) telefon. Resultatet viser at systemene gav pålitelige verdier. Videre ble prototypen evaluert gjennom bruk på 15 ekte nøddestedte på Jeju Island i løpet av en to måneders periode. De målte verdiene ble overført uten betydelige CDMA forbindelses-tap eller overføringsfeil.

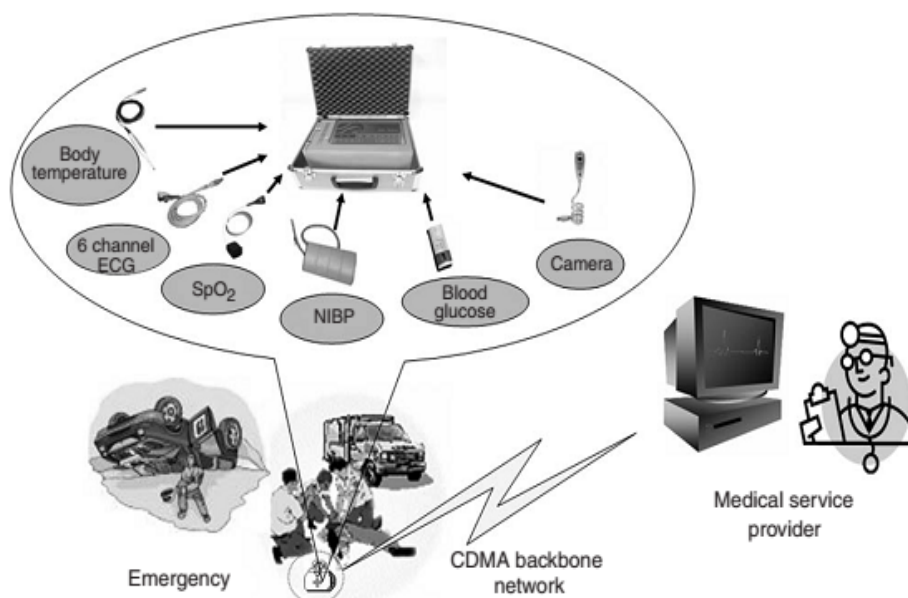


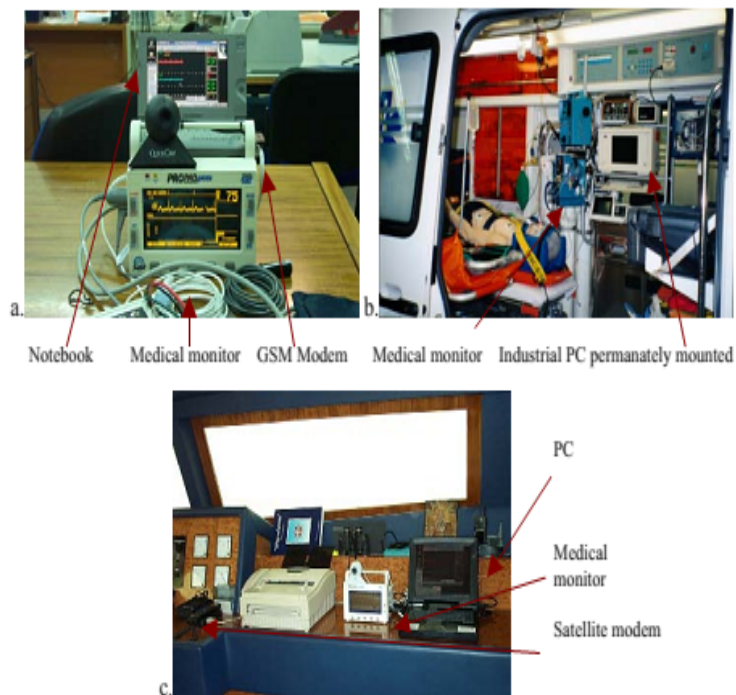
Figure 15: Brukssenario for CETS ([Kang et al., 2006](#))

([Uldal et al., 2004](#)) utviklet en mobil telemedisinsk enhet for krise- og screeningformål som inkluderer ulike funksjoner som endoskopi, EKG og digital fotografering. I dette systemet ble dataoverføring gjort via en vanlig telefonlinje.

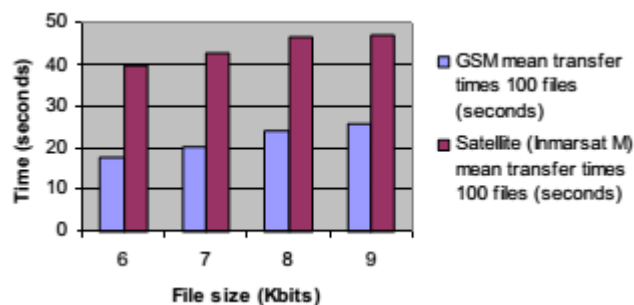


Figur 16: Mobil telemedisinsk enhet. Denne inkluderer et modem, en bærbar PC, et endoskop, utstyr for elektrokardiogram (EKG), et digitalt kamera, en skriver og en avbruddsfri strømforsyning (UPS) (Uldal et al., 2004).

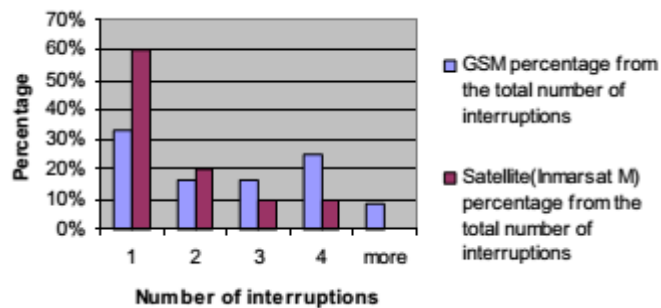
(Kyriacou et al., 2006) utviklet en bærbar medisinsk enhet som støtter akutt-telemedisin med tele-diagnose og tele-konsultasjon for mobilt helsepersonell med støtte fra dyktige leger. Systemet kombinerer både sanntid og lagre-og-videresend kommunikasjon ved hjelp av en telemedisinsk enhet ved pasienten / ulykkesstedet og en baseenheten hvorfra eksperten kan gi medisinsk rådgivning. Dette integrerte systemet kan bli brukt i forskjellige nødsituasjoner, for eksempel under behandling i et ambulanskjøretøy, i et landlig helsesenter eller ombord på et skip. Det utviklede systemet er et "Multi-purpose" telemedisinsystem og består av to hoveddeler: En telemedisin-enhet (ligger nær pasienten) og en baseenhet (ligger på et sentralt sykehus). Telemedisinenheten, som vist i figur 17, består hovedsakelig av et maskinvare- og programvarekomponenter som biosignal-innsamling modul, bildeopptaksmodulen, hovedmodulen, og kommunikasjonsmodulen. Systemet baserer seg på GSM eller GPRS-modem, samt Plain Old Telephone Service(POTS) eller satellitt-modem for kommunikasjonsformål. Systemet ble klinisk evaluert, installert og testet i to forskjellige land; i Hellas (i ambulanser, landlige helsestasjoner, og ombord i skip) og på Kypros (i ambulanser og landlige helsestasjoner) (Kyriacou et al., 2006). Studien utførte også en sammenligning i forbindelse med ytelse av kommunikasjonsmedier i form av GSM og satellitt, som vist i Figur 18. Resultatene indikerte at satellittkommunikasjon fungerer godt til å håndtere større filstørrelser (Kyriacou et al., 2006).



Figur 17: Bilder fra forskjellige versjoner av telemedisinske enheter; a) Portabel enhet, b) Ambulanse enhet permanent installert, og c) Yacht-enhet (Kyriacou et al., 2006)



a) Image files transfer times, GSM and Satellite links



b) Interruptions percentage for GSM and Satellite connections

Figure 18: Ytelse sammenligning av kommunikasjonsmedier (GSM og satellitt) (Kyriacou et al., 2006)

2.2. Søk og redning

Et av de kritiske elementene for sikkerheten til arbeidere på offshoretjenester inkluderer rømning, evakuering og redning (RER). Ifølge den nye Arctic Offshore Structures koden, ISO 19906, er RER presentert som en resultatbasert tilnærming som gir nok spillerom for operatørene til å oppfylle standarden og samtidig velge de riktige løsningene for spesifikke miljøer (Haagensen et al., 2004; Marsden et al., 2013; Radloff & Bercha, 2007). Forskjellen mellom resultatbaserte standarder (RBS) og den tradisjonelle normative standarden er at den siste beskriver en fullstendig løsning mens RBS beskriver hva som må gjøres i forhold til de ønskede resultatene (Frank G. Bercha, 2006; Radloff & Bercha, 2007). Dette kravet er satt for alle selskaper som opererer i de arktiske regionene, inkludert Barentshavet, for å ha en beredskapsstandard som tilsvarer det området krever (Bjarte, 2013). I (Bercha & Brooks, 2003; Radloff & Bercha, 2007) beskrives en prestasjonsbasert arktisk RER som er utviklet av Transport Canadas transportutvikling, ISO-standarder, smat utvikling av prosjekter basert på disse standardene. Det pekes også på utfordringer og de viktigste faktorene som bør være oppfylt for å gjøre RBS realistisk. (Marsden et al., 2013) gir korte beskrivelser av Shells erfaringer med utvikling av en robust RER løsning for Alaskas OCS driftsmiljø. Utviklingen av mekanismen er også basert på ytelsesbaserte standarder satt i ISO 19906. I tillegg har (Basharat & Knut, 2014) vist betydningen av å ha en systematisk analyse av tidligere ulykker i de arktiske regionene for å gi en kunnskapsbase i forhold til beredskap og respons, med fokus på de ulike faser og typer ulykker (Kum & Sahin, 2015). Det er også viktig å analysere status på søk og redning i Arktis for å identifisere svakheter og å iverksette nødvendige tiltak (Steinicke & Albrecht, 2012).

For effektive og vellykkede redningsoperasjoner er det nødvendig å ha informasjon om meteorologiske data, økt situasjonsforståelse, gode beredskapsverktøy, gode navigasjonskart, og status til / fra fairway gjenstander (Basharat & Knut, 2014). Vanligvis er godt personell og fysiske mekanismer i beredskap en forutsetning for å kunne foreta feilfrie søk og redningsaksjoner. Personal beredskap undersøker menneskelige prestasjoner under redningsaksjoner, mens de fysiske mekanismene undersøker det underliggende utstyret og midler som brukes til å søke etter og redde ofrene. Som et eksempel på dette studerte (Bercha & Brooks, 2003) effekten av menneskelig ytelse i forhold til fysiske mekanismer i Arktiske offshore RER operasjoner, som viste en stor innvirkning på suksess i både arktisk og ikke-arktisk RER drift. De analyserte også effekten av å anvende den aktuelle åpent vann RER teknologien til polar RER, som har en uakseptabel høy feilrate. Menneskelige ytelse kan forbedres med tilsyn av riktig trening og distribusjon av arktisk-fokuser RER teknologi (Bercha & Brooks, 2003; Sande, 2013; Simões Ré & Veitch, 2008). Når det gjelder de fysiske mekanismer og utstyr som brukes, er det en rekke områder å undersøke for å møte de nødvendige kravene, noen eksempler er middel for å lokalisere det rammede området, rømningsmetoder, evakueringsmetoder, og midler for å redde de evakuerte ofrene i samsvar med værforhold. (F. G Bercha et al., 2013; Simões Ré & Veitch, 2008) har identifisert ulike sentrale problemstillinger som bør vurderes ved utforming og utvikling av rømning, evakuering og redningsmekanismer i kalde regioner hvor havis oppstår. I følge (Simões Ré & Veitch, 2008) er det flere avgjørende faktoren for vellykkede rømningsmekanismer , blant annet alarmer og kommunikasjon, personlig verneutstyr, og rømningsveier som fører til midlertidig oppholdssted og ombordstigningspunkter. Et Eksempel på dette er (Lilja et al., 2013) som designet og utviklet en redningsvest-integrert antenne for Global Search and Rescue Satellite System. Denne enheten er designet for å kunne sende ut nødalarmsignaler og posisjonsdata for å hjelpe til i redningsaksjoner.. En annen tilnærming finner vi i (Aase & Jabour, 2015) som beskriver mekanismer for å styrke polar søk og redning ved å overvåke maritime aktiviteter med satellittbaserte automatiske

identifikasjonssystemer. Å lage nøyaktige profiler av polare flåter fra en kombinasjon av AIS og andre verktøy kan øke situasjonsforståelse og maksimere responsevne i søke, rednings- og bergingshendelser. I (Peng & Yang, 2011) beskrives et fjernmålings overvåkingssystem for maritim søk og redning (RS-MSR). Systemet er designet for å skaffe satellittbilder for store vannområder som kan benyttes i redningsaksjoner og styrke beslutningsstøtte. I (Guoxiang & Maofeng, 2010) presenteres utviklingen av et geografisk informasjonssystem (GIS) basert verktøy, SARGIS, som gir støtteinformasjon som geografisk informasjon, søk og redningsressurser, fartøybevegelser og havmiljø for den maritime søk og redningstjenesten. Også (Cho et al., 2012) har utviklet et operativt modelleringsystem for søk og redning (SOR) som skal forutsi spor av ofre eller vrakrester fra flykrasjer eller skipsvrak. Dette systemet ble implementert i en reell situasjon for å støtte kystvakten i Korea i søket etter et lastefly som krasjet den 28. juli 2011. Testing viste at de forutsette sporingene var godt i samsvar med faktiske driftende bøyer(Cho et al., 2012).

Nødevakuering kan utføres via helikopter eller livbåter (Simões Ré & Veitch, 2008; Ulven, 2009). Angående evakuering undersøkte (Bjarte, 2013) forhold som er relevante for evakueringer og redning av personell fra anlegg som opererer i Barentshavet. Studien undersøkte og analyserte også kravene til å ha landbaserte SOR helikoptere og stasjonerte SAR helikoptere basert påforhånd definerte fare- og ulykkessituasjoner (Bjarte, 2013). Ifølge studien er stasjonerte SAR helikoptre til havs i en hangar vist å være en nødvendighet. Videre er det å plassere SAR helikoptre på et produksjonsanlegg sett på som et bedre alternativ enn å stasjonere dem på en flytende base som et beredskapsfartøy (Bjarte, 2013). Videre utfører (Haagensen et al., 2004) en retrospektiv studie som omfatter 147 ambulanser og 29 søk og redningsaksjoner oppdrag i Barentshavet i perioden 1994-1999 med spesiell vekt på operative forhold og medisinske resultater. Studien konkluderte med at bruk av tunge søk og redningshelikopter i Barentshavet var det riktige valget i forhold til medisinsk gevinst og operative risikoer.

(S. Williams & Dahl, 2014) beskrevet noen av de kliniske, operasjonelle og logistiske problemer forbundet med å bruke et helikopter for å overføre en pasient fra et skip til et sykehus på land. Undersøkelsen diskuterer også ulike problemstillinger som pasientkriterier for helikopterevakuering, flysikkerhet, feltkirurgens evaluering av evakueringsforespørselen, nødvendig klinisk utstyr, og pasientforberedelser. Studien konkluderte med at det vellykkede resultatet av helikopterevakueringer er svært avhengig av et glatt grensesnittet mellom skipets medisinske personale, skipets ledelse, selskapets medisinsk avdeling på landsiden, den lokale søk- og redningsavdelingen, eventuelle bistående luftambulanseselskap, og mottakende sykehus (S. Williams & Dahl, 2014). Videre utfører (R. G. Williams, 2013) en gjennomgang av helikopteroperasjoner og sikkerhet innen innen oljeindustrien verden over. Denne studien har fremhevet viktigheten av å ha en verdensomspennende database med helikoptres drifts- og sikkerhetsaktivitet, noe som kan gjøre det mulig for olje- og gasselskaper å sammenligne prestasjoner i ulike scenarier avhengig av ting som blant annet værforhold.

3. Teknologi for offshore telemedisinske tjenester

Sammenlignet med telemedisin på land har maritim telemedisin demonstrert liten suksess. Dette har flere årsaker, blant annet mangel på god informasjons- og kommunikasjonsteknologi, dårlig vær, store avstander og fravær av medics eller ambulanspersonell. Men i nyere tid har selskaper som kan tilby maritime telemedisinske tjenester for olje- og riggarbeidere dukker opp. Disse inkluderer Center for Tele-health Research and Policy at the University of Texas Medical Branch (UTMB) (UTMB) i Galveston, NuPhysicia, Maritime Medical Access program ved George Washington (GW) University Medical Faculty Associates Department of Emergency Medicine, en tilknytning av GW University

Medical Center i Washington, DC, Remote Medical og Abermed i Aberdeen (SOS), Skottland ([Anscombe, 2010](#)). Erfaringene fra disse selskapene sammen med utstyret som brukes er omtalt i de følgende avsnittene.

NuPhysicia ([NuPhysicia](#)) har utviklet ulike telemedisinkofferter med diagnoseverktøy og en videokonferansenhet som er nødvendig for å la brukeren kommunisere med leger på land ([Anscombe, 2010](#)) som vist i Figur 19. NuPhysicia tilbyr også en rekke tjenester som velvære, helseutdanning, og point of care, kolesterol og andre blodprøvetester. I tillegg kan de overvåke kroniske tilstander, som hypertensjon eller diabetes.



Figur 19: Telemedisinsk koffert ([Anscombe, 2010](#))

Inplace Medical er et varemerke for NuPhysicia. Det gir en komplett løsning av ambulanspersonell, leger, medisinsk utstyr og telemedisin teknologi for å tøffe miljøer ([Inplace, 2015](#)). For eksempel gir det telemedisinske støtteløsninger som telemedicine cart (T-Cart), Physician's Small Studio (PSS), Video Phone og B3 som vist i figuren. Denne teknologien har toveis video, sikker SSL Internett og ASP web-systemer for elektronisk pasientjournal og næringsliv analytisk ([Inplace, 2015](#)). Blant dette utstyret er det T-Cart som brukes på pasientsiden for å kommunisere med legen på den andre siden. Gjennom toveis videokommunikasjon, kan legen vurdere helsetilstanden til pasienten i sanntid med både pasienten og behandleren som vist i figur 20 (a). Physician's Small Studio (PSS) brukes til å koble legen på vakt til pasientens plassering, som er vist i figur 20 (b). Videre er Video Phone et hjelpemiddel for pasienten å gå ansikt til ansikt med leverandøren for medisinsk behandling. Vitale tegn og symptomer diskuteres med lege som vist i figur 20 (c). Til slutt er B3 et lite fotavtrykk av T-cart som brukeren bruker til å til å vise legen hva som skjer med pasienten. Også her har pasient og lege to-veis kommunikasjon, som vist i figur 20 (d).



a) Telemedicine cart (T-Cart)



b) Physician's Small Studio (PSS)



c) Video Phone



d) B3

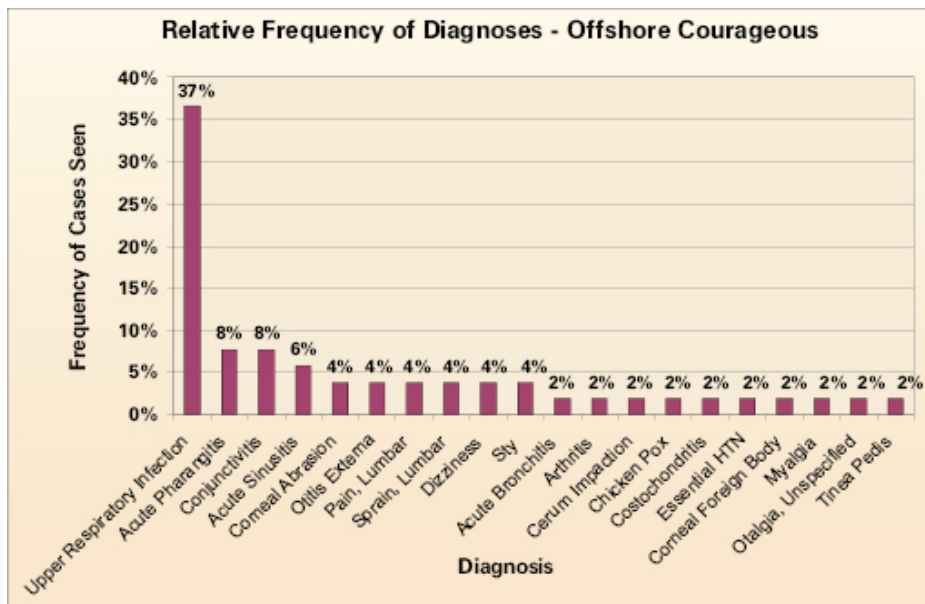
Figur 20: Inplace assistive telemedical solutions ([Inplace, 2015](#))

InPlace Medical tilbyr omsorg ombord i fartøy fremfor evakuerings- og transporttjenester. Telemedisinske tjenester blir effektivt brukt for å gi bedre beslutningsevne og dermed redusere unødvendige evakueringer. Telemedisinske tjenester løser 80-85% av situasjoner uten å evakuere pasienten. Videre tilbyr selskapet tjenester for å håndtere offshore situasjoner som å forsinke evakueringen fra noen risikable flyreiser om natten til tryggere helikopterturer på dagtid ([Anscombe, 2010](#)). InPlace Medical er også i stand til å levere velvære-programmer, helsefremmende programmer, og helse-risikoanalyse gjennom telemedisin. Pasienttilfredshet er også kartlagt, som indikerer suksess i bruk av selskapets telemedisintjenester ([Anscombe, 2010](#)). ([Dim & Aliyu, 2014](#)) gjennomført en telemedisin pilotstudie i Nigeria, et land som har et høyt antall offshore områder med begrenset helsefasiliteter. I løpet av studien ble utstyr fra Inplace Medical, et varemerke for NuPhysicia, utplassert for å evaluere brukertilfredsheten som vist i Figur 21. Spørreskjema ble distribuert for en tredjedel av klientene (50) med 33 svar, som ble brukt til å evaluere systemene.

Resultatet tyder på at flertallet var komfortable med å adressere de helsebekymringer de hadde, og den innovative teknologien som ble brukt ble rangert høyt av et flertall respondenter.



Figur 21: Utstyr utplassert i pilotstudie (Dim & Aliyu, 2014).



Figur 22: The “telemedicine” system was implemented on Scorpion Offshore’s Offshore rigg “Courageous” i januar 2009, slik at leger å behandle pasienter gjennom medisinsk kvalitet live video. Denne grafen viser de helse relaterte problemene som ble behandlet på riggen fra januar til april 2009 med den nye tjenesten (Boultinghouse & Fitts Jr, 2009).

I et annet eksempel har firmaet Scorpion Offshore brukt InPlace Medical utstyr for å gi forbedrede helsetjenester for sine riggarbeidere (Boultinghouse & Fitts Jr, 2009). Selskapet tilbyr en rekke helsetjenester som bruker den nye tjenesten, som vist i Figur 22.

Videre har de evaluert suksessen for den nye tjenesten i forhold til vanlige medisinske tjenester (ambulanspersonell guidet gjennom telefon) (Boultinghouse & Fitts Jr, 2009). Resultatet indikerte høy suksessrate for den nye tjenesten ved å redusere unødvendige sykefrakt, som vist i Figur 23.

| | |
|--|-----|
| Evacuation events indicated under standard protocols | 27 |
| Actual evacuation events with InPlace Medical | 4 |
| Percentage reduction in evacuation events | 85% |
| Questionable events | 0 |

Figure 23: Sammenligninger ble gjort av hvordan en sak ville ha blitt håndtert med normal service kontra med telemedisin service. Evakuering er definert som å sende noen til land for medisinsk behandling og kan være av en hvilken som helst metode eller modalitet (Boultinghouse & Fitts Jr, 2009).

Tempus IC er et annet gjennombrudd i telemedisin. Det integrerer over 10 år med forskning og utvikling, innovasjon, praktisk erfaring og unik kommunikasjonsteknologi. Dette gjør tilgang til den beste legehjelpen enkel, rask og pålitelig. Ledende designløsninger forenes med et komplett sett av medisinske parametre med sanntids tale- og videooverføring å aktivere sikker fjerndiagnose. Som vist i figur 24, har denne teknologien evnen til å benytte satellitt, internett eller mobiltelefon tjenester. Enheten har et integrert 12-EKG, pulsoksimeter, blodtrykksmåler, glukosemåler, kamera, og trommehinnetermometer. Tempus IC tilbyr sanntids toveis tale, data og videooverføring (Anscombe, 2010; TempusIC).

VitalLink kit er enda et steg fremover for tele-medisinsk offshore -utstyr. VitalLink kit er en liten, lett og slitesterk medisinsk godkjent telemedisin datamaskin (Anscombe, 2010; TeleMedic). Det har evnen til å koble til og kommunisere med eksterne enheter og medisinsk utstyr til å samle inn fysiologiske data som blodtrykk, hjerterytme, temperatur, 6 eller 12-leder EKG / EKG og oksygenmetning og organisere det, samt overføre det trådløst til en datamaskin eller håndholdte enheter som vist i Figur 25.

BroomWell Healthwatch er et annet telemedisinutstyr som tilbyr god støtte for helsetjenester offshore. Broomwell Health, som vist i Figur 26, er et heartview 12-EKG utstyr som tilbyr legekantor, medisinske sentre, og gir MIUs tilgang til umiddelbar klinisk eksperttolkning av EKG - via telefon / mobiltelefon / e-post / faks / internett (N3) - som gjør det mulig for EKG å tolkes umiddelbart, og innenfor allmennpraksis, og dermed redusere behovet for henvisninger (Anscombe, 2010; Healthwatch).

iAssist™ screens step you through every process

Highly robust, sand and water resistant










Daylight readable, impact resistant touch screen

Small lightweight and easy to carry

Six hour battery life with intelligent battery management keeps **Tempus IC** ready for use (subject to conditions of use)

A full set of integrated medical parameters

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |
| Glucometer | Breath gas analysis and respiration | Tympanic temperature | Blood pressure and pulse oximetry | Full diagnostic 12-lead electrocardiogram | Real time voice and data | Photo and real time video |

Integral camera for still and moving video, with back light for use in low-level light conditions

Wireless headset (Clips on top of the camera for protection and storage)



RapidPak™ clip ensures fast and easy deployment

Integrated communications



Figure 24: Tempus IC Telemedicine Devices (**TempusIC**)



Figure 25: The VitalLink kit (**TeleMedic**)



Figur 26: BroomWell Healthwatch (*Healthwatch*)

5 Konklusjon

Til tross for det økende antall profesjonelle, fiskere og handelstransport i nordområdene, er de maritime arbeidsforhold preget av fravær av tilgang til det normale helsevesenet. Denne tilstanden er ytterligere forverret for sjøfolk som arbeider i de arktiske områdene. Selv om telemedisin har sett en suksess på land, er det begrenset suksess innen offshore. Dette skyldes en mangel på gode kommunikasjonsnettverk, dårlig vær, store avstander, og lengre opphold utenfor rekkevidde for SAR helikopter som reduserer muligheten for MEDEVAC. Adopsjon av landbasert teknologi for offshore

kan kanskje virke som en rask løsning for saken, men dette innebærer en utfordring siden maritim og landbasert telemedisin kan være konvergent og divergent med hensyn til strukturelle, praktiske og politiske forskjeller. Derfor er det nødvendig å identifisere og adressere disse forskjellene før landbasert teknologi blir tatt i bruk innenfor offshoreindustrien.

Til tross for disse begrensningene har det nylig vært en rekke suksesser i å levere telemedisinske tjenester i de arktiske og andre ekstremvær scenarier. Disse tjenestene omfatter Tele-konsultasjon, Tele-radiologi, Tele-kardiologi, Tele-ØNH, Tele-dermatologi, og Tele-utdanning for å nevne noen. De fleste av disse studiene viser bruk av ulike former for kommunikasjon inkludert satellitt, mobil, radio og andre. Dessuten har alle disse studiene vist bruk av ulike telemedisinske modaliteter inkludert video, stillbilder, lyd og medisinske data. Imidlertid er bruk av telemedisin i forhold til søk og rednings- (SAR) tjenester ennå ikke fullt utnyttet. Derfor ser vi for oss at de implementerte og evaluerte telemedisinske tjenestene nevnt i denne artikkelen vil være en underliggende modell for en vellykket gjennomføring av fremtidens søk og redning (SAR) tjenester. Selv om tilbudet av telemedisin innen de arktiske og andre ekstremvær offshore scenarier krever god kommunikasjon og mer arktisk forbedret utstyr, kan ikke vellykkede telemedisinske tjenester bli møtt med bare disse teknologiene. Det er behov for en organisasjon som er engasjert, motivert og villig til å satse på et prosjekt, og også i stand til å mobilisere de menneskelige ytelsesfaktorer som trengs for å levere tjenestene.

5.1

5.2 Praktiske råd (basert på litteraturanalysen)

For å komme opp med en fungerende tele-medisinsk løsning er følgende punkter verdt å vurdere:

- Maritim og landbasert telemedisin kan være konvergent og divergent med hensyn til strukturelle, praktiske og politiske forskjeller. Det er derfor nødvendig å identifisere og evaluere disse forskjellene før overføring av teknologi og forskningsresultater til offshore scenarier
- Noen ganger kan evakuering være vanskelig i den arktiske områder. Det er derfor nødvendig å kunne vurdere telemedisin som en faktisk helsetjeneste, istedenfor å bare se det som et verktøy for informasjonsutveksling.
- Gjennomgang av omfang og hyppighet av medisinsk krise på ulike steder kan forbedre beredskapen.
- Mer telemedisinsk forskning fokusert på arktiske problemstillinger er nødvendig i tillegg til analyse av telemedisinske løsninger lokalisert i andre regioner som for eksempel Antarktis.
- Det er nødvendig å ha en systematisk analyse av tidligere ulykker i de arktiske regionene for å gi en kunnskapsbase i forhold til beredskap og respons, med fokus på de ulike faser og typer ulykker.
- Det er viktig å analysere status quo av søk og redningsaksjoner i Arktis for å identifisere svakheter og å kunne gjøre nødvendige tiltak for å forbedre disse.
- Siden anvendelsen av evakuering, evaluering, og redningsteknologi for åpent hav har en uakseptabelt høy strykprosent, er det nødvendig å ta i bruk mer arktisk forbedret teknologi.
- I store deler av litteraturen har vi observert mangel på å følge en felles internasjonal standard eller protokoll for dataoverføring, e.g. DICOM. Vi har imidlertid lagt merke til at noen artikler (Kyriacou et al., 2006; Pillon & Todini, 2004), baserer utviklingen på "Vital" og "DICOM"

standarder. Der er derfor nødvendig å ta i bruk en slik type standard for en velfungerende datakommunikasjon.

- Det er nødvendig å vurdere egenskaper ved begrepet ”integreerte operasjoner for telemedisinske tjenester offshore”.

6 Referanser

- Ahjoku, A.-O., Peadar, G., Niall, O., & Cathal, O. D. (2014). Telemedicine in pre-hospital care: a review of telemedicine applications in the pre-hospital environment. . *Int J Emerg Med*, 7(29).
- Amenta, F., Capone, L., & Sibilio, F. (2013). Telemedical Assistance of Patients on Board Ships Activity of Centro Internazionale Radio Medico (CIRM), the Italian Telemedical Maritime Assistance Service (TMAS).
- Anogeianaki, A., Papaliagkas, V., Guibas, G., & Anogianakis, G. (2007). Telemedicine services across the Greek–Bulgarian border. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 13(8), 1-3. doi:10.1258/135763307783247248
- Anogianakis, G., & Maglavera, S. (2000). Utilising multimedia for training merchant mariners as paramedics. *User Acceptance of Health Telematics Applications*, 72, 66-72. doi:10.3233/978-1-60750-916-5-66
- Anogianakis, G., Maglavera, S., & Pomportsis, A. (1998). Relief for maritime medical emergencies through telematics. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 2(4), 254-260. doi:10.1109/4233.737580
- Anogianakis, G., Maglavera, S., Pomportsis, A., Bountzioukas, S., Beltrame, F., & Orsi, G. (1998). Medical emergency aid through telematics: design, implementation guidelines and analysis of user requirements for the MERMAID project. *International Journal of Medical Informatics*, 52(1-3), 93-103. doi:10.1016/s1386-5056(98)00128-2
- Anogianakis G, M. S. (1996). Medical Emergency Aid through Telematics (MERMAID). *Stud Health Technol Inform*, 29, 255-264. doi:10.3233/978-1-60750-873-1-255
- Anscombe, D. L. (2010). Healthcare delivery for oil rig workers: telemedicine plays a vital role. *Telemed J E Health*, 16(6), 659-663. doi:10.1089/tmj.2010.9957
- Aujla, K., Nag, R., Ferguson, J., Howell, M., & Cahill, C. (2003). Rationalizing radio medical advice for maritime emergencies. *J Telemed Telecare*, 9 Suppl 1, S12-14. doi:10.1258/135763303322196178
- Barbey, A., Covil, M., Dahl-Hansen, E., Dawson, D., de Jong, G., Dugelay, F., . . . Thomas, I. (2013). Health Aspects of Work In Extreme Cold Within The E & P Industry. doi:10.2118/46685-ms
- Barnes, R. J. (2013). The Challenges of Russian Arctic Projects. doi:10.2118/149574-ms
- Basharat, S., & Knut. (2014). Accidents and Emergency Response in the Arctic Sea *Offshore Technology Conference*. doi:<http://dx.doi.org/10.4043/24609-MS>
- Benger, J. (2000). A review of telemedicine in accident and emergency: the story so far. *Emergency Medicine Journal*, 17(3), 157-164. doi:10.1136/emj.17.3.157
- Bercha, & Brooks. (2003). Human Performance In Arctic Offshore Escape, Evacuation, And Rescue. *International Society of Offshore and Polar Engineers*.
- Bercha, F. G. (2006). Recent Developments In Arctic EER *International Society of Offshore and Polar Engineers*. Retrieved from <https://www.onepetro.org/download/conference-paper/ISOPE-I-06-242?id=conference-paper%2FISOPE-I-06-242>

- Bercha, F. G., Churcher, A. C., & Cerovšek, M. (2013). Escape, Evacuation, and Rescue Modeling for Frontier Offshore Installations. doi:10.4043/12158-ms
- Berg, J., Toner, S., Stilz, R., Klein, S., Williams, H., Pearson, J., . . . Norman, N. (2015). Remote Health Care: A Game Changer for the Arctic. doi:10.4043/25549-ms
- Bergrath, S., Reich, A., Rossaint, R., Rortgen, D., Gerber, J., Fischermann, H., . . . Skorning, M. (2012). Feasibility of prehospital teleconsultation in acute stroke--a pilot study in clinical routine. *PLoS One*, 7(5), e36796. doi:10.1371/journal.pone.0036796
- Bjarte, I. (2013). *Emergency preparedness in Arctic oil and gas exploration*. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Boniface, K. S., Shokoohi, H., Smith, E. R., & Scantlebury, K. (2011). Tele-ultrasound and paramedics: real-time remote physician guidance of the Focused Assessment With Sonography for Trauma examination. *Am J Emerg Med*, 29(5), 477-481. doi:10.1016/j.ajem.2009.12.001
- Boultinghouse, O. W., & Fitts Jr, T. G. (2009). Telemedicine technologies enhance offshore healthcare, reduce illness-related departures. *Drilling It Safely*. Retrieved from <http://www.drillingcontractor.org/telemedicine-technologies-enhance-offshore-healthcare-reduce-illness-related-departures-1853>
- Bowman, R. J., Kennedy, C., Kirwan, J. F., Sze, P., & Murdoch, I. E. (2003). Reliability of telemedicine for diagnosing and managing eye problems in accident and emergency departments. *Eye (Lond)*, 17(6), 743-746. doi:10.1038/sj.eye.6700489
- Brebner, E. M., Brebner, J. A., Ruddick-Bracken, H., Wootton, R., & Ferguson, J. (2002). Evaluation of a pilot telemedicine network for accident and emergency work. *J Telemed Telecare*, 8 Suppl 2, 5-6. doi:10.1258/135763302320301803
- Buschmann, C., Niebuhr, N., Schulz, T., & Fox, U. (2009). "SAR-First-Responder Sea" - backgrounds to a medical education concept in German SAR service. *Int Marit Health.*, 60(1-2), 43-47.
- Castellano, N. N., Gazquez, J. A., García Salvador, R. M., Gracia-Escudero, A., Fernandez-Ros, M., & Manzano-Agugliaro, F. (2015). Design of a real-time emergency telemedicine system for remote medical diagnosis. *Biosystems Engineering*, 138, 23-32. doi:10.1016/j.biosystemseng.2015.03.017
- Cho, K.-H., Choi, J.-Y., Min, I.-k., Kim, S.-I., Park, K.-S., Kwon, J.-I., & Shin, K.-I. (2012). An operational search and rescue modeling system for the regional seas of Korea. 1-4. doi:10.1109/OCEANS-Yeosu.2012.6263598
- Dehours, E., Valle, B., Bounes, V., Girardi, C., Tabarly, J., Concina, F., . . . Ducasse, J. L. (2012). User satisfaction with maritime telemedicine. *J Telemed Telecare*, 18(4), 189-192. doi:10.1258/jtt.2012.110910
- Di Rienzo, M., Meriggi, P., Rizzo, F., Castiglioni, P., Lombardi, C., Ferratini, M., & Parati, G. (2010). Textile technology for the vital signs monitoring in telemedicine and extreme environments. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*, 14(3), 711-717. doi:10.1109/TITB.2010.2048921
- Dim, S., & Aliyu, B. (2014). Upstream Nigeria Telemedicine Pilot Program. doi:10.2118/168565-ms
- Duchesne, J. C., Kyle, A., Simmons, J., Islam, S., Schmiege, R. E., Jr., Olivier, J., & McSwain, N. E., Jr. (2008). Impact of telemedicine upon rural trauma care. *J Trauma*, 64(1), 92-97; discussion 97-98. doi:10.1097/TA.0b013e31815dd4c4
- Duffy, B. (1996). Dental problems in the offshore oil and gas industry: a review. *Occup Med (Lond)*. 46(1), 79-83.

- Einar, T. B., Beate, K., & Frode, K. (2011). Safety at Sea – a Review of Norwegian Activities. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 5(2), 195-201. Retrieved from http://www.transnav.eu/Article_Safety_at_Sea_-_a_Review_of_Norwegian_18,285.html
- Ekeland, A. G., Bowes, A., & Flottorp, S. (2010). Effectiveness of telemedicine: a systematic review of reviews. *Int J Med Inform*, 79(11), 736-771. doi:10.1016/j.ijmedinf.2010.08.006
- Fernandes, A., Reegård, K., Drøivoldsmo, A., Simensen, J.E., Rindahl, G. (2014). Development of telemedicine in oil & gas through the capabilities approach. *In Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014, Kraków, Poland 19-23 July 2014.*
- Grant, I. (2004). TELEMEDICINE IN THE BRITISH ANTARCTIC SURVEY. *Int J Circumpolar Health*, 63(4), 356-364.
- Guitton, M. J. (2015). Telemedicine at sea and onshore: divergences and convergences. *Int Marit Health*, 66(1), 18-21. doi:10.5603/IMH.2015.0005
- Guoxiang, L., & Maofeng, L. (2010). SARGIS: A GIS-Based Decision-making Support System for Maritime Search and Rescue. 1571-1574. doi:10.1109/icee.2010.398
- Haagensen, R., Sjøborg, K., Rossing, A., Ingilae, H., Markengbakken, L., & Steen, P. (2004). Long-Range Rescue Helicopter Missions in the Arctic. *Prehosp Disaster Med.*, 19(2), 158-163.
- Hartvigsen G, J. M., Hasvold P, Bellika JG, Arsand E, Arild E, Gammon D, Pettersen S, Pedersen S. (2007). Challenges in telemedicine and eHealth: lessons learned from 20 years with telemedicine. *Stud Health Technol Inform*, 129(1), 82-86.
- Hartvigsen, G. a. S. P. (2015). *Lessons learned from 25 years with telemedicine in Tromsø, Norway.* Tromsø, Norway: Norwegian Centre for Integrated Care and Telemedicine, University Hospital of North Norway.
- Healthwatch, B. 12 Lead ECG – Interpretation services. Retrieved from <http://www.broomwellhealthwatch.com/12-lead-ecg/>
- Hild. (2000). Arctic Telemedicine Project. Final Report. Presented to the Sustainable Development Working Group of the Arctic Council. *Institute for Circumpolar Health Studies, University of Alaska Anchorage: Anchorage, Alaska.* , 97.
- Hild. (2004). Arctic telehealth: north to the future. *Int J Circumpolar Health*, 63(2), 63-70.
- Horneland, A. M. (2009). Maritime telemedicine — where to go and what to do. *Int Marit Health.*, 60(1-2), 36-39.
- Inplace. (2015). SAVE A LIFE : A medical solution for extreme environments. Retrieved from <http://in0021.businesscatalyst.com/our-equipment.html>
- Jung, E. Y., Eun, S. J., Kang, H. W., Jeong, C. k., & Park, D. K. (2013). The Maritime Telemedicine System Using a Satellite Communications Network. *SERSC*, 25, 5-8.
- Kang, J., Chun, H., Shin, I. H., Shin, S. D., Suh, G. J., & Kim, H. C. (2006). Preliminary evaluation of the use of a CDMA-based emergency telemedicine system. *J Telemed Telecare*, 12(8), 422-427. doi:10.1258/135763306779378744
- Keane, M. G. (2009). A review of the role of telemedicine in the accident and emergency department. *J Telemed Telecare*, 15(3), 132-134. doi:10.1258/jtt.2009.003008
- Kevlishvili, G., Mika, F., & De Sanctis, S. (2013). Trial Teleconsultation Sessions On Castoro 12 In North Caspian Sea. doi:10.2118/140501-ms
- Kruger, A. J., Skogvoll, E., Castren, M., Kurola, J., Lossius, H. M., & ScanDoc Phase 1a Study, G. (2010). Scandinavian pre-hospital physician-manned Emergency Medical Services--same

- concept across borders? *Resuscitation*, 81(4), 427-433.
doi:10.1016/j.resuscitation.2009.12.019
- Kum, S., & Sahin, B. (2015). A root cause analysis for Arctic Marine accidents from 1993 to 2011. *Safety Science*, 74, 206-220. doi:10.1016/j.ssci.2014.12.010
- Kyriacou, E., Pavlopoulos, S., & Koutsouris, D. (2006). An Emergency Telemedicine System Based on Wireless Communication Technology: A Case Study. In R. H. Istepanian, S. Laxminarayan, & C. Pattichis (Eds.), *M-Health* (pp. 401-416): Springer US.
- Latifi, R., Stanonik Mde, L., Merrell, R. C., & Weinstein, R. S. (2009). Telemedicine in extreme conditions: supporting the Martin Strel Amazon Swim Expedition. *Telemed J E Health*, 15(1), 93-100. doi:10.1089/tmj.2008.0057
- Lilja, J., Pynttari, V., Kaija, T., Makinen, R., Halonen, E., Sillanpaa, H., . . . de Maagt, P. (2013). Body-Worn Antennas Making a Splash: Lifejacket-Integrated Antennas for Global Search and Rescue Satellite System. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 55(2), 324-341. doi:10.1109/map.2013.6529385
- Lloyd, C., & Perry, J. (2013). A Review of International Environmental and Social Guidelines for Offshore Arctic Oil and Gas Activities, Current Requirements and Future Trends. doi:10.2118/166977-ms
- Mair, F., Fraser, S., Ferguson, J., & Webster, K. (2008). Telemedicine via satellite to support offshore oil platforms. *J Telemed Telecare*, 14(3), 129-131. doi:10.1258/jtt.2008.003008
- Marsden, A., Totten, M., & Spring, W. (2013). Feasibility of Escape, Evacuation and Rescue for Facilities in Arctic Shear Zone Environments. doi:10.4043/22055-ms
- Mika, F., & Panait, D. C. (2013). Tele-Cardiology in Remote O&G Premises. doi:10.2118/164984-ms
- Miller, D. R., Alam, K., Fraser, S., & Ferguson, J. (2008). The delivery of a minor injuries telemedicine service by Emergency Nurse Practitioners. *J Telemed Telecare*, 14(3), 143-144. doi:10.1258/jtt.2008.003013
- Nesbitt, T. S., Dharmar, M., Katz-Bell, J., Hartvigsen, G., & Marcin, J. P. (2013). Telehealth at UC Davis--a 20-year experience. *Telemed J E Health*, 19(5), 357-362. doi:10.1089/tmj.2012.0284
- Norum, J. (2010). Cardiovascular disease (CVD) in the Norwegian Arctic. Air ambulance operations 1999–2009 and future challenges in the region. *Int Marit Health*, 62(3), 117-122.
- NuPhysicia. Retrieved from <http://www.nuphysicia.com/>
- Ohno, G. (2011). *Practical Results of Telemedicine System Between Antarctic Station and Japan*.
- Ohno, G., Watanabe, K., Okada, Y., & Higuchi, K. (2012). Practical experience of telehealth between an Antarctic station and Japan. *J Telemed Telecare*, 18(8), 473-475. doi:10.1258/jtt.2012.GTH111
- Otto, C. A. (1999). Telemedicine in the Canadian High Arctic and other remote environments. 2, 709. doi:10.1109/iembs.1999.803864
- Patel, T. (2000). A cost-benefit analysis of the effect of shipboard telemedicine in a selected oceanic region. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 6(suppl 1), 165-167. doi:10.1258/1357633001934546
- Pedersen, S., Gammon, D., & Sund, T. (2013). Telemedicine: A Means To Improve Health Care Services on Remote Oil and Gas Installations. doi:10.2118/27201-ms
- Peng, J., & Yang, D. (2011). Remote sensing monitoring system for maritime search and rescue. 101-106. doi:10.1109/SoCPaR.2011.6089122
- Pillon, S., & Todini, A. (2004). eHEALTH IN ANTARCTICA: A MODEL READY TO BE TRANSFERRED TO EVERY-DAY LIFE. *Int J Circumpolar Health*, 63(4), 436-442.

- Ponsonby, W., Mika, F., & Irons, G. (2009). Offshore industry: medical emergency response in the offshore oil and gas industry. *Occup Med (Lond)*, 59(5), 298-303. doi:10.1093/occmed/kqp075
- Radloff, E. A., & Bercha, F. G. (2007). Canadian Arctic Escape, Evacuation, And Rescue Standards. *International Society of Offshore and Polar Engineers*.
- Rottem, S. V. (2013). The Arctic Council and the Search and Rescue Agreement: the case of Norway. *Polar Record*, 50(03), 284-292. doi:10.1017/s0032247413000363
- Sande, A. (2013). A Medical Emergency Response System for North Sea Operations. doi:10.2118/73908-ms
- Simões Ré, A., & Veitch, B. (2008). Escape-Evacuation-Rescue Response In Ice-Covered Regions *International Society of Offshore and Polar Engineers*.
- SOS, I. Retrieved from <http://www.abermed.com/services/telemedicine.html>
- Steinicke, S., & Albrecht, S. (2012). Search and Rescue in the Arctic. *SWP Working Papers*.
- Stoloff, P. H., Garcia, F. E., Thomason, J. E., & Shia, D. S. (1998). A Cost-Effectiveness Analysis of Shipboard Telemedicine. *TELEMEDICINE JOURNAL*, 4(4), 293-304. doi:10.1089/tmj.1.1998.4.293
- TeleMedic. VitalLink. Retrieved from <http://www.telemedicsystems.com/index.php?id=9>
- TempusIC. Retrieved from <http://www.rdtltd.us/commercial-shipping/>
- Thorvik, K., Nystad, A., SkogÅs, J. G., Fernandes, A., Reegard, K., Simensen, J. E., . . . Evjemo, T. E. (2014). The Future of Telemedicine in O&G. doi:10.2118/167841-ms
- Todnem, K., Evensen, A. M. C., & Oveland, N. (2013). The Implementation of Telemedicine As An Integrated Part of The Health Service on The Statoil Operated Installations on The Norwegian Continental Shelf (NCS). doi:10.2118/157562-ms
- Uldal, S. B., Amerkhanov, J., Manankova Bye, S., Mokeev, A., & Norum, J. (2004). A mobile telemedicine unit for emergency and screening purposes: experience from north-west Russia. *J Telemed Telecare*, 10(1), 11-15. doi:10.1258/135763304322764121
- Ulven, A. (2009). Medical and psychological challenges in the offshore petroleum industry. *Int Marit Health.*, 60(1-2), 40-42.
- Walderhaug, S., Granja, C., Horsch, A., & Hartvigsen, G. (2015). Telemedicine Services in Arctic Environments – Challenges for Successful Implementation. In: Granja, C., Budrionis, A. (Red.). “SHI 2015. Proceedings of the 13th Scandinavian Conference on Health Informatics”. June 15-17, 2015, Tromsø, Norway. Linköping Electronic Conference Proceedings, No. 115. Linköping, Sweden: Linköping University Electronic Press, 2015, pp. 98-101. (ISSN: 1650-3686 (print) ISSN: 1650-3740 (online))
- Ward, M. M., Jaana, M., & Natafqi, N. (2015). Systematic review of telemedicine applications in emergency rooms. *Int J Med Inform*, 84(9), 601-616. doi:10.1016/j.ijmedinf.2015.05.009
- Webster, K., Fraser, S., Mair, F., & Ferguson, J. (2008). A low-cost decision support network for electrocardiograph transmission from oil rigs in the North Sea. *J Telemed Telecare*, 14(3), 162-164. doi:10.1258/jtt.2008.003021
- Williams, R. G. (2013). Worldwide Oil Industry Helicopter Operations and Safety Review. doi:10.2118/61084-ms
- Williams, S., & Dahl, E. (2014). Briefing notes on emergency medical disembarks by helicopter at sea in North America. *Int Marit Health*, 65(1), 7–12. doi:10.5603/IMH.2014.0002



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no