

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
Visuell observasjon					
Ad hoc visuell deteksjon av olje fra innretning/skip/helikopter/fly	<p>Visuell observasjon jf. rutiner for bruk ved streifvakter, akutte behov mv.</p> <p>Ingen tekniske hjelpemidler trengs, men håndholdt kikkert, foto/video, GPS for avstandsmålinger kan/bør benyttes.</p>	<p>Gode operative prosedyrer kan gi stor nytteverdi til lav kostnad. Visuelle vurderinger av mengde og bekjempbarhet krever systematisk kartlegging jf. neste punkt.</p>	<p>Ikke mulig i mørket og redusert sikt. Krever moderat kompetanse. Andre fenomener enn olje kan gi falsk deteksjon, f.eks. strømskjær/stille-belter, alger mm. Bare tykk olje med egenfarge gir sikker deteksjon.</p>	<p>Deteksjon er moden gitt at observatøren har nødvendig kompetanse.</p> <p>Metodikk og skjema for visuell observasjon er lett tilgjengelig.</p>	<p>Deteksjon: I daglys og god sikt og er de fleste større utslipp visuelt synlige i vind 0-15 m/s. Normalt er bare store utslipp visuelt synlig ved 15+ m/s vind. Sikker deteksjon (dvs. av oljens egenfarge) bare mulig ved observasjon med betrakningsvinkel på minst 45 grader.</p>
Systematisk visuell deteksjon og kartlegging fra skip/helikopter/fly/drone	<p>Visuell observasjon jf. operative rutiner for systematisk fjernmåling.</p> <p>Fly og helikopter bør benytte stabilisert video/foto sensor, avstandsmåling i kart (eventuelt manuell bruk av GPS).</p>	<p>Primær metode for enhver fjernmåling i dagslys. Observasjon gjøres jf. Bonn Agreement Appearance Code (BAOAC) der både deteksjon og kartlegging av bekjempbarhet inngår.</p> <p>www.bonnagreement.com</p>	<p>Hyppighet og kvalitet påvirkes av tilgang på dagslys og sikt. Krever god kompetanse og operativ erfaring. Pålitelig deteksjon og mengdeestimat avhenger i stor grad av sikt, lys, sjøtilstand og mengde olje. Systematisk kartlegging normalt ikke mulig fra stasjonær innretning med mindre utslipp ligger ved/under denne.</p>	<p>Eksisterende metode (BAOAC) er moden og brukes for å understøtte og utfylle automatiske systemer.</p> <p>Gode rutiner finnes for deteksjon og kartlegging av mengde og bekjempbarhet.</p>	<p>Visuell deteksjon og kartlegging av utslipp over store områder krever fly, helikopter eller drone.</p> <p>Forøvrig samme ytelser som foregående punkt.</p>
Plattform- og skipsbaserte radar sensorer					

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
Navigasjonsradar, med OSD	Automatisk prosessering av X-bånd radardata med intern eller ekstern OSD prosessor. Oljeutslipp fremstår som mørke skygger (krusningsdempring) på en lysere omliggende sjøoverflate.	Kun deteksjon av olje på sjøoverflaten. Mulighet for kontinuerlig overvåkning og automatisk deteksjon.	Ingen kartlegging av tykkelse/oljemengde. Falske alarmer og manglende alarmer må påregnes. Virker ikke ved lite vind/ "blank sjø".	Moden og utprøvd teknologi. Flere leverandører. Dersom dedikert OSD radar med VV-polarisasjon benyttes, bedres påliteligheten.	Dekker areal rundt installasjon/skip opp til 3 km rekkevidde, under ideelle vindforhold (5-12 m/s) mer enn 5 km. Ytelse avhenger betydelig av vind, oljetype og mengde.
Millimeterbølge radarsystem (ISPAS)	Ku-bånd radarsensor som måler bølgedempning og relativ tykkelse av oljefilmer.	Som OSD, men med større følsomhet og detaljeringsgrad. Ingen bevegelige deler (elektronisk styrt antenne)	Teknisk kompleks og mer kostbar sensor enn OSD, men noe større værvindu (vind). Måling av oljetykkelse er i liten grad testet operativt.	Operativt testet for deteksjon og funnet moden på innretninger og skip.	Deteksjonsrekkevidde 30-50% lengre enn OSD med vanlig, ikke modifisert X-bånd radar med HH polarisasjon.
Mikrobølge radiometer (MWR)	Måling av termisk egenutstråling fra sjøoverflaten.	Direkte måling av tykkelsen av tykke oljefilmer. Lavere nytteverdi enn IR.	Ytelsen påvirkes av vindforhold og nedbør.	Eksisterer kun som eksperimentelle systemer og i enkelte overvåkingsfly.	Minimum oljefilmtykkelse 5-100 µm. Kort rekkevidde.
Gassmålere montert på/nær installasjoner	Deteksjon av hydrokarboner gjøres med selektive sensorer	Eksisterende gassdetektorer på plattformer kan ha som tilleggsfunksjon å varsle om mulig utslipp av hydrokarboner	Lokasjonene til sensorene er ikke nødvendigvis optimalisert for lekkasjer mot sjø-/sjøoverflate	Eksisterende sensorer er lokalisert på kritiske steder. Moden teknologi.	Detekterer selektivt konsentrasjoner som er relevante for indikasjon på utslipp
Plattform-/skipsbaserte optiske sensorer					
Overvåknings-kamera (EO) med eller uten	Stasjonære overvåknings-kamera kan rettes mot installasjoner eller over sjøen. Slike kamera kan	Gir god situasjonsoversikt og er egnet for å understøtte visuelle vurderinger med synet.	Kun nyttig i dagslys. 4K/8K sensorer egnet for å dokumentere og supplerevisuelle vurderinger med Bonn	Moden teknologi med økende oppløsning og lysfølsomhet samt tilbehør som	Praktisk rekkevidde sterkt varierende og styres av observasjonsvinkler. Sikker deteksjon og BAOAC

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
<i>zoom/styring/ stabilisering</i>	også monteres i drone og aerostat.		Agreement Appearance Code (BAOAC).	stabilisering og projeksjon til GIS.	bare mulig ved betrakningsvinkel over 45°.
Håndholdte IR kamera, <u>ukjølt</u> (8-14 μm - LWIR)	Ulik termisk utstråling fra hhv sjøvann og olje detektert med ukjølt detektor som mørke, lyse eller fargekodede areal. Kan benyttes i både dagslys og mørke.	Enkel sensor for observasjon av tykk olje på sjø. Kan også gi en situasjonsoversikt i mørke (for å navigere eller bevege seg i mørke områder)	Uforutsigbar deteksjonsevne som følge av enkel sensor og innvirkning fra temperatur, luftfuktighet, nedbør, oljens termiske egenskaper mm	Robust, moden og enkel teknologi. Termofotografi brukes bl.a. innen brann, redning, overvåking av perimeter mm.	Deteksjonsrekkevidde styres av observatørens høyde over sjøen, sikt og parametre nevnt under "svakheter". Kan gi deteksjon også ved lav betrakningsvinkel.
Fastmonterte eller styrbare IR kamera, <u>ukjølt</u> (8-14 μm - LWIR)	Ulik termisk utstråling fra hhv sjøvann og olje detektert med ukjølt sensor i form av mørke, lyse eller fargekodede areal. Kan benyttes i både dagslys og mørke.	Enkel sensor for observasjon av tykk olje på sjø. Fastmontert utstyr har normalt en noe bedre sensor enn håndholdt, men enkel. Gir situasjonsoversikt.	Uforutsigbar deteksjonsevne som følge av enkel sensor og innvirkning fra temperatur, luftfuktighet, nedbør, oljens termiske egenskaper mm	Kommersielle systemer nå tilgjengelig fra flere leverandører. Tilbehør som stabilisering og projeksjon til GIS mulig.	Deteksjonsrekkevidde styres av observatørens høyde over sjøen, sikt og parametre nevnt under "svakheter". Kan gi deteksjon også ved lav betrakningsvinkel.
Fastmontert, styrbart IR kamera, <u>kjølt</u> (3-5 μm - MWIR)	Deteksjon og tykkelsesgradering av tykke oljefilmer på sjøoverflaten pga ulik termisk utstråling fra hhv sjøvann og olje. Kjølt sensor 10-50 ganger mer følsom enn ukjølt.	Høy følsomhet gir lang rekkevidde og mer forutsigbar deteksjon og kartlegging. Kan kombineres med andre sensorer (OSD) inn i GIS system.	Kjølt teknologi krever årlig tilsyn og vedlikehold. Krever kompetanse for optimal utnyttelse. Krever sikt men kan gi nytte også i disig vær.	Moden. Tilbys ofte i et system der flere sensorer kan inngå i en kartbasert konsoll koblet til nettverk (gir et lokalt Common Operating Picture – COP)	Deteksjonsrekkevidde styres av sensorens høyde over sjøen. Relativ tykkelsesvurdering mulig ved betrakningsvinkel over ca. 20°
UV (ultraviolet) skanner	Direkte deteksjon av hydrokarboner basert på belysning av olje med UV kilde og registrering av respons (fluorescens).	Gir direkte deteksjon av hydrokarboner, fluorens-spektrum. Potensial til å skille mellom ulike typer hydrokarboner.	Aktiv UV krever lokal belysning. Passiv UV krever dagslys. Detekterer også tynne filmer, men ikke relative tykkelsesforskjeller. Andre stoffer enn olje kan gi slik signatur.	Systemer for test og in situ bruk finnes, men innen oljedeteksjon og stasjonær bruk er det ikke kommersielt tilgjengelig.	Deteksjon og klassifikasjon på avstander opp til 100 m.

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
Laserkamera, nær infrarød	Bruk av øyesikkert infrarød belysning gir meget lang rekkevidde og detektert avbildning av sjøoverflaten	Detaljert avbildning sjøoverflaten med høy oppløsning og lang rekkevidde	Påvirkes av tett tåke og regn. Usikkerhet ifm tolkbarhet av data fra oljefilmer på sjø.	Kommersielle produkter, anvendelse mot oljeutslipp er ikke kommersielt tilgjengelig.	Opptil 10 km rekkevidde, oppløsning bedre enn 10 cm lateral, ned til 1m avstandsopløsning
Hyperspectral Laser Induced Fluorescence (HLIF) LIDAR	Direkte deteksjon, klassifisering og kvantifisering av hydrokarbon i vannmassene fra overflaten og ned til ca 3 m dyp. Det benyttes laserpulser og en hyperspektral detektor som registrerer fluoroscens spektrumet til HC molekyler for identifisering og kvantifisering.	Opererer uavhengig av lys og sjøtilstand. Detekterer olje på overflaten og i vannsøylen.	Nærsone deteksjon. Måler HC i et begrenset punkt fra skip i bevegelse eller skanner sjøoverflaten fra ginbal på plattform. Begrenset evne til måling av mengde ved tykk oljefilm (>1 mm).	TRL 7 Testet og benyttet ved overvåking av HC forurensning.	Deteksjonsavstand – 50m-300m ombord skip og plattform. HC i vannsøylen ned til 3 meter vanddyb. Sensitivitet fra 1 ppm eller 1 µm film tykkelse
Fly/helikopter/aerostat/drone-baserte systemer					
Side Looking Airborne Radar (SLAR) i fly eller drone	Robust, "analog" radar montert i fly eller drone. Gir avbildning sideveis som avscannes med flyets bevegelse. Detekterer oljeutslipp som dempning av krusninger på sjøoverflaten.	Robust deteksjon og arealbestemmelse av oljeutslipp i dagslys og mørke. Stor arealdekning og egnet for rutinemessig overvåking.	Er avhengig av moderat vindstyrke. Kun deteksjon. Kan ikke kartlegge film-tykkelse eller type olje. Strømskjær, alger mm kan generere falske positive deteksjoner.	Etablert og utprøvd teknologi. Krever kompetent operatør.	Linescanner, opptil 40 km deteksjon ut til hver side av flyet. Kan brukes i flyhastighet opptil 500 km/h. Primær deteksjons-sensor i overvåkingsfly.
Syntetisk Aperture Radar (SAR)	Kompakt radar for bruk i bevegelige plattformer. Gir stor romlig oppløsning	Kan gi høyoppløselig bilder på lange avstander. Grad av	Kompetansekrevene pga mange modi/	Moden teknologi. Men anvendelse og kalibrering for	Typisk 1000 m x 1000 m pr bilde (SPOT mode) 10000m x

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
	uavhengig av avstand, Deteksjon av oljeutslipp ved demping av krusninger.	krusningsdemping måles, korrelasjon mot oljetykkelse usikker. God deteksjonsevne.	operasjonsparametre. Robust forutsigbar ytelse tilpasset mange ulike sjøtilstander er krevende.	oljedeteksjon er begrenset.	10000m (SCAN mode), ned til 10 cm oppløsning, maksimal rekkevidde 30km fra fly eller drone.
Fastmonterte eller styrbare IR kamera, <u>ukjølt</u>	Ulik termisk utstråling fra hhv sjøvann og olje detektert med ukjølt sensor i form av mørke, lyse eller fargekodete areal. Kan benyttes i både dagslys og mørke.	Enkel sensor for observasjon av tykk olje på sjø. Fastmontert utstyr har normalt en noe bedre sensor enn håndholdt, men enkel. Gir situasjonsoversikt.	Uforutsigbar deteksjonsevne som følge av enkel sensor og innvirkning fra temperatur, luftfuktighet, nedbør, oljens termiske egenskaper mm	Moden teknologi. Mest aktuell for droner der lav vekt og pris er styrende. For fly velges kjølte system.	Deteksjonsrekkevidde styres av observatørens høyde over sjøen, sikt og parametre nevnt under "svakheter". Kan gi deteksjon også ved lav betrakningsvinkel..
Fastmonterte eller styrbare IR kamera, <u>kjølt</u> (3-5 µm - MWIR)	Deteksjon og tykkelsesgradering av tykke oljefilmer på sjøoverflaten pga ulik termisk utstråling fra hhv sjøvann og olje. Ofte levert i i stabilisert gimball	Høy følsomhet gir lang rekkevidde og mer forutsigbar deteksjon og kartlegging. Ofte koblet til GIS system.	Kjølt teknologi krever årlig tilsyn og vedlikehold. Krever kompetanse for optimal utnyttelse. Krever god sikt.	Moden og kostbar teknologi. Kjølte system tilpasses normalt fly eller helikoptre. Meget god situasjonsoverblikk i dagslys og mørke.	Deteksjonsrekkevidde styres av sensorens høyde over sjøen. Relativ tykkelse av oljesjikt, angir bekjempbarhet.
Hyperspektral kamera i fly og drone.	Kamera eller scanner som analyserer reflektert lys i et stort antall bølgelengdeområder, herunder IR.	Identifikasjon og klassifisering av olje i form av IR signatur og "farger" i det visuelle spektrum.	Krever god sikt, og dagslys for de visuelle bølgelengdene. Mye informasjon, krevende å kalibrere, operere og tolke.	Moden. Praktisk anvendelse for olje er begrenset. Potensial for automatisert bruk av Bonn Agreement Appearance Code (BAOAC).	Romlig oppløsning ned mot 10 cm, anvendbar fra fly- og drone opp til 3000 fot
Hyperspectral Laser Induced Fluorescence (HLIF) LIDAR	Direkte deteksjon, klassifisering og kvantifisering av hydrokarbon i vannmassene fra overflaten og ned til ca 3 m dyp. Det benyttes laserpulser og en hyperspektral detektor som registrerer fluoroscens	Opererer uavhengig av lys og sjøtilstand. Detekterer olje på overflaten og i vannsøylen.	Nærsone deteksjon. Måler HC I et begrenset punkt fra skip i bevegelse eller skanner sjøoverflaten fra gimball på plattform.	TRL 7 Testet og benyttet ved overvåking av HC forurensning.	Deteksjonsavstand – 50m-300m ombord skip og plattform. HC I vannsøylen ned til 3 meter vanddyb. Sensitivitet fra 1 ppm eller 1 µm film tykkelse

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
	spektrumet til HC molekyler for identifisering og kvantifisering.		Begrenset evne til måling av mengde ved tykk oljefilm (>1 mm).		
Satellittbaserte system					
Synthetic Aperture Radar (SAR)	Satellittbasert radar med stor romlig oppløsning og arealdekningssevne. Indirekte deteksjon av oljeutslipp ved demping av krusninger.	Planlagt, rutinemessig overvåkning av avtalte sjøareal. Deteksjon upåvirket av lys/mørke /skyer/tåke. Mange satellitter med noe ulik ytelse og sensorteknologi.	Deteksjon avhengig av vindhastighet mellom 2-15 m/s og overflate volum/areal. Andre fenomen enn olje kan gi indikasjon av lekkasje og må vurderes manuelt,	Etablert teknologi og tjenester med god ytelse. Kombineres med AIS data og GIS informasjon. Viktig kilde for Common Operating Picture (COP).	En rekke ulike produkter med ulik areal og oppløsning. Jo mindre arealdekning, jo høyere oppløsning. Olje-deteksjon er lite påvirket av oppløsning
Satellitt SAR - polarimetrisk	Polarimeterisk radar gir ekstra informasjon om bølgedempningen og spredemekanismene	Ekstra prosessering gir økning av værvinduet for korrekt operasjon	Uavklart ytelse for oljedeteksjon.	Eksperimentell bruk for mer pålitelig deteksjon og klassifikasjon av utslipp/hendelser	1km x 1km, opp til 100km x 100km pr scene, maksimalt 2x pr døgn dekning
Satellitt optisk avbildning, geostasjonær	Avbildning fra geostasjonær satellitt i IR eller synlig område, hyperspektral avbildning.	Optisk avbildning fra geostasjonær satellitt over store havområder	Oppløsning begrenset til kun grove bilder av store områder.	Operasjonell tilgjengelighet.	Bare aktuelt ved ekstreme hendelser som dekke store havområder.
Optisk avbildning, fra satellitt i lav bane	Dedikert høyoppløsnings-kamera i polarbane satellitter. Fungerer som et "teleskop"-kamera rettet ned mot jord-overflaten.	Detaljerte optiske bilder med ned til 25 cm oppløsning. Krever god kunnskap om sikt, lys og vær-forhold før bestilling.	Arealdekning er begrenset. Kunnskap om eksakt posisjon for utslipp nødvendig. Ytelse styres i stor grad av lys og sikt-forhold på utslippssted.	Operasjonelt tilgjengelig fra flere tjenesteleverandører. Tid fra bestilling til levering kan være lang.	Fra 1km x 1km dekning, opp til 100km x 100km pr scene.

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
Radiometrisk sensor, termisk eller mikrobølge	Måling av radiometrisk utstråling i mikrobølgeområdet	Generelle oversiktsbilder med lav oppløsning, kan gi deteksjon av store utslipp	Meget begrenset romlig oppløsning	Etablert dataprodukt, eksperimentelt for bruk mot olje.	Fra 100km x 100km dekning, oppløsning fra 100m (infrarød), 10km mikrobølge
Tjenesteleveranse med multisatellitt-løsning	Tjenesten/systemet bruker ulike satellittsensorer fra ulike leverandører. Leverer sammensatte fremstillinger basert på ulike bildegivende sensorer.	Forhåndsbestilt leveranse av oljedeteksjonsprodukter i nær sann tid.	Må planlegges på forhånd og bestilles som en tjeneste. Løsningen innebærer at en leverandør sammenstiller og tolker et situasjonsbilde.	Et fåtall leverandører eksisterer (i Europa). Dataprodukter under kontinuerlig utvikling Cluster-satellitter skytes opp i 2019. "time-laps" SAR av samme område mulig.	Eksempel: SAR Radar, Optiske bilder, IR og Radiometri sammenstilt i kart. Fra 1m – 100m oppløsning, opptil 2 situasjonsbilder pr. døgn. Tid fra datafangst til sammenstilling 1-6 t.
Støttesystemer					
Vind, sikt, nedbør måling	Bruk av dedikerte værstasjoner, ofte tilkoblet modeller eller prognoser.	Støttesystem for manuell eller automatisk vurdering. Benyttes for å vurdere om operative forutsetninger, oljevern.	Sensorer gir punktmålinger.	Gode og pålitelige løsninger er kommersielt tilgjengelige.	Nøyaktighet varierer, f.eks. Lufttemperatur < 1 grad, Vindhastighet < 1m/s. Målinger påvirkes av strukturer rundt/nær sensorer.
Informasjonsportal for miljø og meteorologi	Bruk av sanntids innsamlingssystemer, bruk av historiske data	Nowcast, forecast av meteorologiske forhold, data om bølger, strøm vindfelt og nedbør. For vurdering av operative betingelser for utøvelse av oljevern.	Lokale data er generelt ikke tilgjengelige, eller kan være upålitelige. Modeller avhenger av gode inngangsdata.	Modne løsninger eksisterer fra nasjonale og internasjonale leverandører, stadig nye dataprodukter inngår	Målenøyaktigheter og datahyppighet - se omtale av de enkelte datakilder/sensorer
HF radar for måling av havstrømninger	Havstrømmåling med bruk av radiobølger i HF båndet. Havstrømmen måles med sekundær Doppler for havbølger som resonnerer	Gir sanntids kunnskap om overflate-havstrømmer.	Rekkevidde og dekning varierer etter ulike atmosfæriske forhold, trenger fusjonering med havstrømmodeller for	Etablerte produkter fra leverandør i USA og Tyskland, kjeder av systemer er montert og i drift i USA (CODAR).	Rekkevidde er ut til 70km fra installasjonen, måler radiell overflate strøm med 10-50% relativ nøyaktighet, strømvektor måles med

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
	med HF frekvensen (bølgelengde 10m eller 30m)		pålitelig visning av strømvektor	Mobilt utstyr testet ut for Goliat over en periode på noen måneder.	20 – 60 grader nøyaktighet med triangulering, bedre med fusjon havstrømmodeller
Drivbøyer	Måling av oljens bevegelse på havet i sann tid ved at bøyen driver sammen med oljen – settes/droppes på sjøen når oljeutslipp er konstatert	Gir faste referansepunkter under en aksjon, plasseres i endepunkt på utslippen eller i områder med tykk, bekjempbar olje.	Krever forhåndslagring, vanligvis ikke gjenbrukbare.	Eksisterer fra flere leverandører. Kan levere data inn i Common Operating Picture (COP).	Lokaliseres som et AIS-objekt, eller bruker SATCOM for posisjonsmelding, kan styres med sensorer for insitu målinger.
System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet *	Nøkkeldata
SUBSEA - Kontinuerlig overvåkning					se også DNV GL F302
Aktiv akustisk deteksjon	Sonarsystem som overvåker et 3D-volum av havet ut til maks 1000 m for lekkasje av gass (mindre for olje).	Deteksjon og kartlegging av akutt forurensning fra hydrokarbon gass og olje, hydraulikk olje, og CO2 i vannsøylen i stor områder, fra havbunn til overflate. Mest sensitiv til deteksjon av gasslekkasjer utover en rekkevidde på 400m.	Følsom overfor konstruksjoner og nærliggende utstyr (skyggevirkning). Direkte oljedeteksjon begrenset til <400m radius fra sensor på grunn av stigningshastighet. Utover 400 meter brukes den målte gasslekkasjeraten til å estimere oljelekkasjeraten basert på gass/oljeforhold (GOR) i flerfasesystemer.	TRL7 per API17N Kvalifisert i henhold til API17F v4 og Equinor TR1233. 25 års levetid validert med akselerert levetidstesting av flere enheter. Gjennomført ytelsestest av Equinor på Troll B	Høy følsomhet og alarm sensitivitet. < 8 l/minutt alarmnivå innenfor 500m rekkevidde Kartlegger: • utbredelse, • drivretning, • utslippsmengde, • lokalisering • egenskaper (gass, olje eller flerfase).

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
Lokal aktiv akustikk	Punktsensorer basert på aktive akustikk som kan detektere lekkasjer lokalt.	Deteksjon lokalt på strukturer. En versjon med kontinuerlig måling som angir størrelsen på lekkasjen	Må lokaliseres nær kritiske punkter slik at gass/oljedråper passerer gjennom instrumentet.	Er levert på flere eksisterende felt, som retrofit	
Fiberoptisk måling av trykkendringer	Fiber som går langs rørledning og måler trykkendring som følge av lekkasje enten ved å måle temperaturendringer eller berøring (lydbølger).	Områdedekning. Mulighet for å lokalisere lekkasje langs en rørledning.	Primært for rørledninger foreløpig.	Kommersielt levert for rørledninger, konseptversjon for subsea	Detekterer temperaturforskjeller, trykk, vibrasjoner/strekk (um)
Fluorescens	Bruker en lyskilde med en presis bølgelengde til å eksitere molekyler til målobjektet til et høyere energinivå	Punktsensor, eventuelt med sikotlinje på 3-5 meter. Brukes sammen med ROV. Har blitt kommersielt levert for rørledning og konseptversjon for subsea.	Sensitiv til marin begroing.	I bruk sammen med ROV, kommersielt levert for rørledning, konseptversjon for subsea	Høy følsomhet (ppm), Høy spesifikk klassifikasjonsevne for hydrokarboner, Rekkevidde > 100m gjennom luft, 1-10m under vann
Kapasitans	Måler dielektrisitetets-konstant til omgivelsene (veldig stor forskjell på olje og sjøvann)	Punktsensor til bruk rundt brønnrammer, SSIV, manifolds etc. Avhengig av oppsamler.	Må ha oppsamler. Havstrømmer kan lede lekkasje vekk fra sensor, shallow gas/naturlig lekkasje fra havbunnen kan samles opp og gi "falske" alarmer. Momentum fra stor lekkasje kan gi utblanding med sjøvann og ikke gi	Leveres kommersielt. Utfordringer med robusthet og pålitelighet, høy andel rapporterte falske alarmer og feil på sensor	Deteksjon av hydrokarboner ved 10-50% fylt probe-volum

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
			tilstrekkelig oppsamlet mengde for deteksjon		
Metan-sniffer	Kontinuerlig direkte måling av metan løst i vann. Diffusjon av metan (oppløst i vann) over membran og inn i deteksjonskammer	Punktsensor som kan detektere alle slags hydrokarboner med metaninnhold. Kan benyttes lokalt og for area coverage. Deteksjon er ikke avhengig av bobler eller trykkforskjeller og støy	Eldre sensorer trenger tilsyn hvert to år. Nye sensorer har 25 års levetid. Sensoren måler direkte metanmolekyler i omgivende vann og registrerer endring av konsentrasjon. I områder med store naturlige variasjoner i bakgrunnsnivå, vil dette påvirke hvilken alarmgrense som kan settes (sensitivitet) og kan derfor påvirke påliteligheten i drift (falske alarmer).	Kommersielt levert, og i drift over 3 år. Noen typer sensor er kvalifisert i henhold til API17F v4 og Equinor TR1233. Innebygd selvtesting	Avhengig av leverandør, for enkelte er teoretisk sensitivitet 2-3 ppmv. Feltspesifikk ytelse må vurderes
Optisk kamera (EO)	Videokamera til overvåkning under vann	Avbildning av lekkasje gir klassifikasjonsevne. Kamerabilde kan gjøres tilgjengelig i kontrollrom, men ingen automatisk deteksjon	Partikler og forurensning i vannet kan gjøre sikten til objektet vanskelig. Utfordringer med overtrålbarhet og vedlikehold.	Flere system i drift i opptil 3 år. Tilleggs-overvåking vha. videoanalyse er under utarbeidelse.	Område +/- 45 grader i alle retninger med fast montert lys. Avstand til objekt: 1-10 m.
Laser optiske systemer	Bruk av range gated vision/ LIDAR og LADAR	Gir 3-dimensjonal avbildning og kontinuerlig eller intermittent operasjon,	Optiske systemer krever rensing og vedlikehold	Eksperimentelle systemer under utprøving	Kan avbilde volum innenfor en rekkevidde av 10 -50m

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
Passiv akustisk	<p>Hydrofoner fanger opp lyd fra lekkasjer. Sensor kan angi retning til lekkasjen. Kontinuerlig måling</p>	<p>funksjonerer i begrenset sikt</p> <p>Områdedekning innenfor template (manifold og XMT), samt dekning for omkringliggende strukturer (eks. PLET, PLEM, ILT). Kan også brukes til tilstandsovervåking (vibrasjoner eks. FIV-FLIP, choke/ventil, roterende maskineri)</p>	<p>Passer ikke for lekkasjer med differensialtrykk ned mot 0 bar. Påvirkes av akustisk bakgrunnsstøy, alarmnivå må kalibreres ved commissioning</p>	<p>Kvalifisert til ISO 13628-6, API17F 4th ed. med Equinor tillegg til TR1233. Nærmere 100 systemer levert. Operasjonserfaring siden 2007. Innebygd redundans og selvtesting. Etablert metode for å funksjonsteste sensor iht. myndighetskrav etter installasjon ved bruk av lekkasjesimulator (ROV/EROV operert lekkasjesimulator)</p>	<p>Rekkevidde begrenset av trykkforskjell på lekkasje og omgivelser</p>

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
<p>Massebalanse med - a)Sanntid simuleringsmodell b)Software - korreksjonsledd c)Statistiske algoritmer</p>	<p>Måledata fra instrumentering distribuert over produksjons-systemet som input til: a) Sanntid flowsimuleringer b) Korrigert massebalanse basert på estimat av inventarledd c) Statistisk beslutningsalgoritme som definerer et unikt mønster (endring) for lekkasjer, basert på driftsdata for normale forhold og operasjonelle scenario. Kan enten lages selvstendig eller på toppen av a) eller b)..</p>	<p>Lekkasjealarm ved overskridelse av forhåndsdefinerte alarmgrenser for tap av masse. Estimerer lekkasjerate og lekkasjelokasjon Egnethet og ytelse må vurderes i hvert tilfelle.</p>	<p>Redusert sensitivitet (rate/tid til deteksjon) eller redusert pålitelighet (falske alarmer) ved ustabil produksjon og operasjonelle scenario som start/stopp av produksjon, pigging e.l.</p> <p>Krever regelmessig tuning og oppfølging for å ivareta ytelse</p>	<p>Moden teknologi for enfase</p> <p>Begrenset operasjonell erfaring for flerfase</p>	<p>Ytelse er i hovedsak avhengig av nøyaktige og pålitelige målinger, samt system transienter.</p> <p>Sensitivitet er avhengig av installasjon: Enfase:-1-5 % av nominell strømning Flerfase: 10-30 % av nominell strømning</p>
<p>Trykk-/temperatur-sensorer i produksjons-/kontrollsystem</p>	<p>Alarm basert på trykkfall i produksjonssystemet.</p> <p>Manuell overvåking av måledata fra instrumentering distribuert over produksjons-systemet.</p>	<p>Større lekkasje kan gi alarm eller mindre utslag som en operatør potensielt kan registrere. Sensor er normalt inkludert i produksjonsanlegg, men er tiltenkt</p>	<p>Redusert nøyaktighet ved ustabil produksjon og har liten effekt ved start/stopp av produksjon e.l. Vil kunne være vanskelig å fange opp en gradvis økende lekkasje. Betydelig lavere</p>	<p>Sensor er normalt inkludert i produksjonsanlegg, men er tiltenkt produksjonsstyring og ikke lekkasjedeteksjon</p>	<p>Forutsetter at trykk nedstrøms choke er vesentlig større enn omgivelsestrykk.</p>

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

System	Beskrivelse	Nytteverdi	Svakheter	Modenhet	Nøkkeldata
		<i>produksjonsstyring og ikke lekkasjedeteksjon</i>	<i>sensitivitet enn massebalanse. Egnethet og ytelse må vurderes i hvert tilfelle.</i>		
Periodisk overvåkning					
Innvendig inspeksjon av rørledning ved pigging		<i>Egnet for riser og rørledninger</i>			
Periodisk inspeksjon med ROV og AUV (både rør og havbunnsinstallasjon)		<i>Kontroll av alt synlig utstyr</i>	<i>Svakheter er avhengig av sensortype som benyttes. Enkelte vil kunne kreve klar sikt. Flere sensortyper vil produsere store mengder data som må analyseres.</i>	<i>Moden teknologi</i>	
Periodisk inspeksjon med AUV (primært av rørledning)		<i>Utvendig inspeksjon av utstyr</i>	<i>Svakheter er avhengig av sensortype som benyttes. Enkelte vil kunne kreve klar sikt. Flere sensortyper vil produsere store mengder data som må analyseres.</i>		
Periodisk testing (funksjons- og barrieretesting) av ventiler på juletre		<i>Kontroll av juletre og manifold</i>		<i>Moden teknologi</i>	

VEDLEGG: SENSORER FOR DETEKSJON AV AKUTTE UTSLIPP

<i>System</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Nytteverdi</i>	<i>Svakheter</i>	<i>Modenhet</i>	<i>Nøkkeldata</i>