

2017:00629 – Åpen

Rapport

Kontroll av ikke-elektriske tennkilder

Kunnskapsinnhenting fra utvalgte innretninger og landanlegg

Forfattere

Tony Kråkenes, Tor Onshus, Snorre Sklet



Rapport

Kontroll av ikke-elektriske tennkilder

Kunnskapsinnhenting fra utvalgte innretninger og landanlegg

EMNEORD:

Tennkilder
Petroleum
Innretninger
Landanlegg

VERSJON

1.0

DATO

2017-12-19

FORFATTERE

Tony Kråkenes, Tor Onshus, Snorre Sklet

OPPDRAGSGIVER

Petroleumstilsynet

OPPDRAGSGIVERS REF.

Bård Johnsen

PROSJEKTNR

102015689

ANTALL SIDER

27

SAMMENDRAG

Denne rapporten oppsummerer et kunnskapsinnhentingsprosjekt som SINTEF har utført på oppdrag fra Petroleumstilsynet innenfor temaet kontroll av ikke-elektriske tennkilder. Rapporten belyser praksis og erfaringer i næringen knyttet til dette temaet, og peker på enkelte mulige forbedringsområder. Arbeidet er basert på dokumentstudier og arbeidsmøter med utvalgte operatører av landanlegg og innretninger offshore.

UTARBEIDET AV

Tony Kråkenes

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Stein Hauge

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Anita Øren, Forskningsleder

SIGNATUR**RAPPORTNR**

2017:00629

ISBN

978-82-14-06737-8

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
Utkast	2017-11-15	Utkast
1.0	2017-12-19	Endelig versjon

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Formål	8
1.3 Omfang og begrensninger	8
1.4 Forkortelser.....	9
2 Metodikk og fremgangsmåte	9
2.1 Dokumentgjennomgang	9
2.2 Arbeidsmøter med næringen.....	10
2.3 Analyse og rapportering.....	10
3 Regelverkskrav og standarder for ikke-elektriske tennkilder	10
3.1 Oversikt over regelverk og standarder	10
3.2 Innretningsforskriftens og Teknisk og operasjonell forskrifts § 10a om tennkildek kontroll.....	12
3.3 Standard ISO 80079-36 om ikke-elektriske tennkilder	13
4 Beskrivelse av ikke-elektriske tennkilder iht. ISO 80079-36	13
4.1 Varme overflater	13
4.2 Flammer og varme gasser	14
4.3 Mekanisk generert gnist og varm overflate.....	14
4.4 Tilfeldig strøm og katodisk korrosjon	14
4.5 Statisk elektrisitet	14
4.6 Adiabatisk kompresjon, sjokkbølger	15
4.7 Eksotermiske reaksjoner, inkl. selvantennelse av støv.....	15
4.8 Andre mulige ikke-elektriske tennkilder	15
5 Resultater	15
5.1 Muligheter og begrensninger i dagens regelverk og standarder.....	15
5.2 Erfaringer med anvendelsen av § 10a om tennkildek kontroll	16
5.3 Ansvar og roller knyttet til oppfølging av ikke-elektriske tennkilder.....	16
5.4 Kartlegging av ikke-elektriske tennkilder.....	18
5.5 Faktorer som påvirker beslutningen om valg og plassering av ikke-elektriske tennkilder.....	18
5.6 Selskapsinterne strategier og krav til ikke-elektriske tennkilder	19
5.7 Vedlikeholdsstyring, systemer for oppfølging av ytelseskrav og rapportering av svikt og svekkelser.....	19

5.8	Systemer for kompetanse, opplæring og trening av personell	19
5.9	Optimaliserings- og robustgjøringstiltak relatert til ikke-elektriske tennkilder.....	19
5.10	Hendelser og potensielle feilmodi – erfaringer, årsaksforhold og robustgjøringstiltak.....	20
5.11	Automatiseringsgrad og tilstandsovervåking	21
6	Konklusjoner	21
	Referanser	24
	Vedlegg A: Underlag for arbeidsmøter	25
	Vedlegg B: Innretningsforskriftens § 10a	27

Sammendrag

Mangelfull tennkildek kontroll har vært en medvirkende årsak til flere alvorlige hendelser i internasjonal petroleumsvirksomhet. I 2015 ble tennkildek kontroll fremhevet i en egen paragraf (§ 10a) både i Innretningsforskriften (IF) og Teknisk og operasjonell forskrift (TOF). Tennkilder kan grovt kategoriseres som enten elektriske eller ikke-elektriske. *Elektriske* tennkilder inkluderer alle typer elektrisk drevet utstyr og strømforsyningen til disse (inkludert batteridrift). *Ikke-elektriske* tennkilder kan typisk være varme overflater, flammer og gnister, men også andre fenomener som statisk elektrisitet, stråling, støv, lyd, kjemiske reaksjoner m.m. Det har nylig (2016) blitt utgitt en egen ISO-standard om ikke-elektriske tennkilder (ISO 80079-36)

SINTEF har på oppdrag fra Petroleumstilsynet (Ptil) gjennomført et kunnskapsinnhentingsprosjekt innenfor temaet kontroll av ikke-elektriske tennkilder. Prosjektets hovedformål har vært å:

- Fremskaffe oversikt over utvalgte operatørers arbeids- og beslutningsprosesser for kartlegging av omfang og typer av ikke-elektriske tennkilder med tilhørende beskyttelsestiltak.
- Se nærmere på metoder for kartlegginger og risikovurderinger som gjennomføres på dette området i de ulike fasene i et utbyggingsprosjekt og i driftsfasen.

Kartleggingen har omfattet to operatørselskap for faste innretninger offshore og to operatører for landanlegg. Det har blitt gjennomført et arbeidsmøte med hvert av disse selskapene, der prosedyrer, praksis og erfaringer vedrørende ikke-elektriske tennkilder ble kartlagt og diskutert.

De viktigste observasjonene fra kartleggingen hos de fire selskapene er som følger:

- Erfaringen med IF/TOF § 10a og ISO 80079-36 er begrenset hos selskapene. Alle de undersøkte innretningene og anleggene ble bygget før § 10a trådte i kraft i 2016.
- Utførende aktører i selskapene har fokus på å tilfredsstille intern styrende dokumentasjon, og legger til grunn at selskapenes interne krav, retningslinjer og prosesser er utformet i henhold til gjeldende regelverk og standarder.
- Temaet ikke-elektriske tennkilder bør fremheves i selskapenes interne styrende dokumentasjon, prosedyrer og opplæringsprogrammer. Med små grep vil man kunne øke bevisstheten rundt ikke-elektriske tennkilder og etablere en "beste praksis" for kontroll av disse.
- Det foregår en del systematisk kartleggingsarbeid av ikke-elektriske tennkilder i de fire selskapene. Eksempler er bruk av termografi, studie av varme overflater, gjennomgang og vurdering av spesifikke utstyrstyper, samt vurdering av forhold som kan gi statisk elektrisitet. Basert på kartleggingene blir tiltak iverksatt.
- Selskapene har i ulik grad gjennomført kartlegginger av hvorvidt eldre utstyr bygd etter tidligere krav – spesielt mekanisk roterende utstyr – tilfredsstiller *gjeldende* ATEX-krav.
- Oppfølging av ikke-elektriske tennkilder omfatter ulike aktiviteter i selskapene, f.eks. vedlikehold av utstyr, tennkildek kontroll/utkobling, inspeksjon/overvåking, kontroll av varmt arbeid, oppfølging av midlertidig utstyr og kontroll med bilkjøring på landanlegg. Oppfølgingen baseres til dels på kritikalitetsvurderinger, hvor tennkildepotensialet spiller en begrenset rolle.
- Vanlige ikke-elektriske bidragsyttere til tennsannsynlighet i risikoanalyser er varme overflater (ekskoskanaler m.m.), varmt arbeid og roterende utstyr. Selskapenes risikoanalyser forutsetter at anleggsdesign og god praksis ivaretar behovet for kontroll av ikke-elektriske tennkilder.
- Kompetansen og forståelsen rundt varmt arbeid og risiko forbundet med dette synes god i selskapene.

- Viktigheten av erfaringsoverføring mellom anlegg/innretninger innad i selskap, og gjerne på tvers av selskap, understrekes av mange. Det er ønske om å ha fora der sentralt personell kan møtes for å dele innsikt og erfaring.

Selv om det gjøres en del godt og systematisk arbeid for å holde kontroll med ikke-elektriske tennkilder, har kartleggingen avdekket noen utfordringer:

- Ansvar for tennkildek kontroll tilligger i hovedsak elektrofaget. Det synes som om mekaniske tennkilder ikke blir vurdert i samme grad som elektriske tennkilder.
- Det er ingen spesifikke kompetansekrav relatert til ikke-elektriske tennkilder, og derfor heller ingen spesifikk opplæring. ATEX-kurs er primært for elektropersonell. Det synes også som om det er noe mangelfull kunnskap om ATEX-krav i leverandørindustrien for å kunne levere utstyr som oppfyller kravene og er sertifisert.
- Det etterlyses kunnskap om hvilke krav som gjelder for sikkerhetsvurderinger og samsvarsvurdering av "sammensatte" maskiner, dvs. tilfeller hvor operatørselskapet monterer sammen komponenter og utstyr fra ulike leverandører. Det er behov for erfaringsutveksling rundt dette temaet.
- Statisk elektrisitet håndteres mer eller mindre bevisst gjennom god praksis, men det er eksempler på forhold som er utfordrende: bruk av plastmaterialer, tømning/fylling av væsker i plastdunker, friksjon fra rust ved bruk av aluminiumsmaterialer, kompositt-gitterrister og filter i ventilasjonsanlegg.
- Isolering av enkelte varme overflater er vanskelig å få "tett" pga. store temperatursvingninger.
- Det er et forbedringspotensial knyttet til *oppfølging* av rutiner for kontroll av midlertidig utstyr. Dette gjelder spesielt mindre utstyr (som håndverktøy) og mekanisk utstyr, der kontroll i større grad overlates til kontraktør/bruker av utstyret.
- Luftinntak for gassturbiner anses som en potensiell tennkilde som ikke er tilstrekkelig kartlagt.

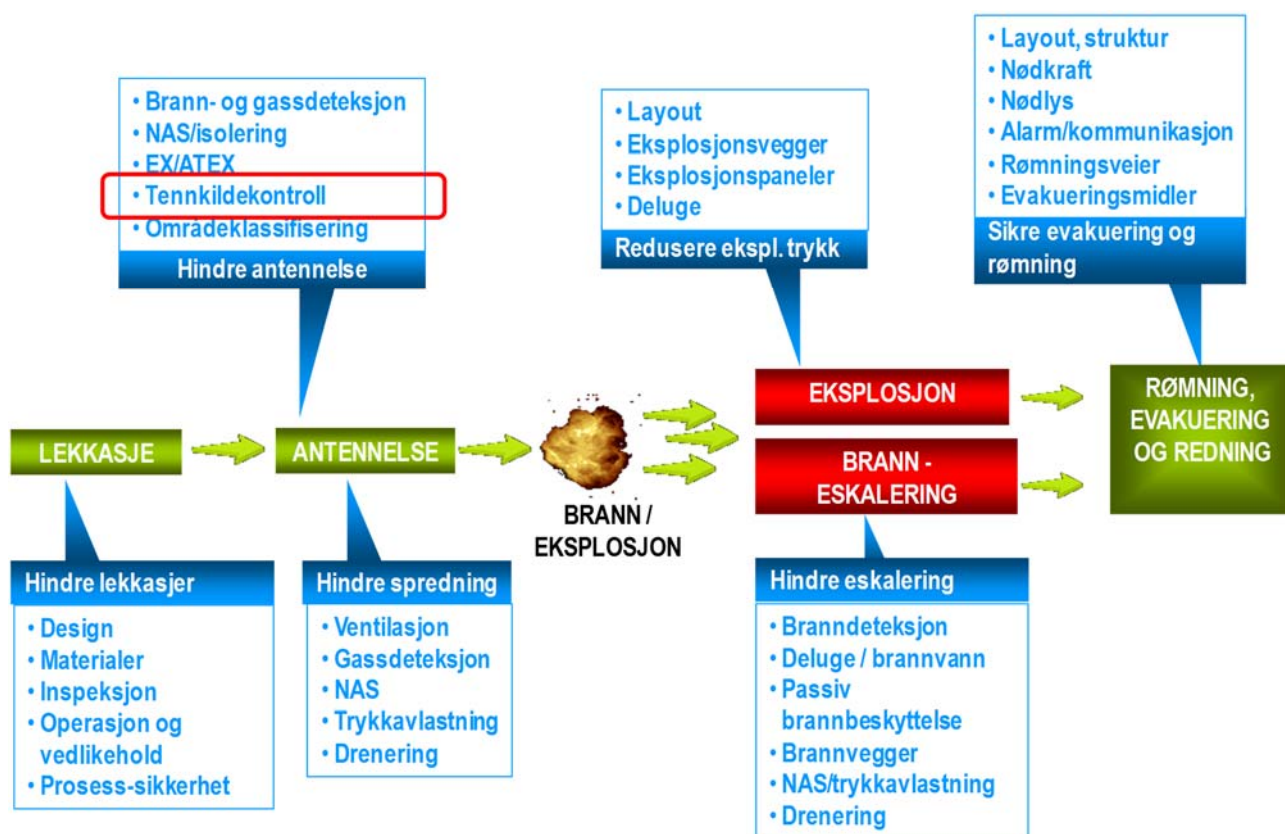
På grunnlag av kartleggingen hos de fire selskapene er SINTEFs vurdering at det ikke synes å være behov for å gjøre større og umiddelbare grep på regelverksiden. Petroleumstilsynet bør vurdere å inkludere en direkte referanse til ISO 80079-36 i veiledning til IF/TOF § 10a for ytterligere å styrke arbeidet med ikke-elektriske tennkilder.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Petroleumstilsynet (Ptil) har høsten 2017 gjennomført et kunnskapsinnhentingsprosjekt innenfor temaet kontroll av ikke-elektriske tennkilder. Prosjektet er forankret i Ptils tildelingsbrev pkt. 3.1 om at risikoen for storulykker skal reduseres samt pkt. 3.3 at det skal være høy kunnskap om HMS og sikring i petroleumsvirksomheten. SINTEF har gjennomført prosjektet på vegne av Ptil.

Hydrokarbonlekkasjer kan forekomme i petroleumsanlegg, og det er derfor viktig å forhindre antennelse for å unngå branner og eksplosjoner. Tennkildek kontroll inngår som et viktig element i barriererefunksjonen "Hindre antennelse" (Figur 1.1). Det overordnede kravet til tennkildek kontroll iht. HMS-forskriftene er at en skal ha oversikt og kontroll på innretningens/anleggets tennkilder slik at antennelse kan forhindres ved at tennkildene er i Ex-utførelse (dvs. er designet for bruk i eksplosjonsfarlige atmosfærer) eller isoleres/blokkeres ved en hydrokarbonlekkasje.



Figur 1.1: Barriererefunksjoner med tilhørende barriereelementer i en uønsket hendelseskjede. Tennkildek kontroll inngår som et element i barriererefunksjonen "Hindre antennelse".

For faste innretninger er krav om tennkildek kontroll forankret i Styringsforskriften (SF) § 4 om risiko-reduksjon og § 5 om barrierer, samt Innretningsforskriften (IF) § 10a og § 78 om hhv. tennkildek kontroll og ATEX. For landanlegg vises det til SF § 4 og § 5 om risikoreduksjon og barrierer, samt Teknisk og operasjonell forskrift (TOF) § 10a om tennkildek kontroll, samt forskrift om utstyr og sikkerhetssystem til bruk

i eksplosjonsfarlig område (ATEX-forskriften) og forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer.

Mangelfull tennkildekontroll har vært en medvirkende årsak til flere alvorlige hendelser i internasjonal petroleumsvirksomhet. Spesielt kan nevnes Deepwater Horizon-ulykken i 2010, som blant annet var sterkt medvirkende til at § 10a om tennkildekontroll kom inn i regelverket i 2015.

Tennkilder kan grovt kategoriseres som enten elektriske eller ikke-elektriske. *Elektriske* tennkilder inkluderer alle typer elektrisk drevet utstyr og strømforsyningen til disse (inkludert batteridrift). *Ikke-elektriske* tennkilder kan typisk være varme overflater, flammer og gnister, men også andre fenomener som statisk elektrisitet, stråling, støv, lyd, kjemiske reaksjoner m.m. En nærmere beskrivelse av ulike typer ikke-elektriske tennkilder gis i kapittel 4.

1.2 Formål

Prosjektets hovedformål har vært å:

- Fremskaffe oversikt over utvalgte operatørers arbeids- og beslutningsprosesser for kartlegging av omfang og typer av ikke-elektriske tennkilder med tilhørende beskyttelsestiltak basert på gjeldende forskrifter og relevante anerkjente standarder.
- Se nærmere på metoder for kartlegginger og risikovurderinger som gjennomføres på dette området i de ulike fasene i et utbyggingsprosjekt og i driftsfasen.

For næringen vil prosjektet gi grunnlag for kunnskaps- og erfaringsdeling på tvers av operatører, anlegg og innretninger. Dette kan bidra til økt grad av samarbeid og åpenhet mellom aktørene og redusere usikkerhet rundt temaet ikke-elektriske tennkilder. Spesielt er målet å oppnå en felles forståelse av beste praksis på området, samt avdekke kunnskapshull og spesielle utfordringer.

For Ptil vil prosjektet bidra til et dokumentert underlag for erfaringsoverføring og felles forståelse og likebehandling i sin saksbehandling (herunder tilsynsaktiviteter, PUD og andre samtykker). Prosjektet vil videre danne grunnlag for regelverksutvikling og -forbedring.

1.3 Omfang og begrensninger

Kartleggingen er begrenset til ikke-elektriske tennkilder på landanlegg og permanent plasserte innretninger offshore.

Kartleggingen har omfattet to utvalgte aktører fra faste innretninger offshore og to aktører for landanlegg. Utvelgelsen er langt på vei tilfeldig, men det er etterstrebet en viss variasjon i alder, størrelse, kompleksitet og produksjon. Dette for å dekke et større spekter av utfordringer og maksimere kunnskapsgrunnlaget. Det understrekes at de fire utvalgte innretningene/anleggene naturligvis ikke er representative for alle innretninger og anlegg. Likevel vil praksis og erfaringer fra disse anleggene/innretningene i mange tilfeller kunne generaliseres.

Dette ble tydeliggjort gjennom arbeidsmøtene med aktørene, der det ofte ble trukket inn generell informasjon om prosedyrer, praksis og erfaringer for naboinnretninger (på samme felt) eller andre anlegg/innretninger i samme selskap. Informasjon som ble gjentatt på tvers av aktører vil i sterkere grad kunne oppfattes som felles og allmenngyldig for landanleggene eller innretningene på sokkelen.

1.4 Forkortelser

Akronymer og forkortelser brukt i rapporten listes under.

AF	-	Aktivitetsforskriften
AT	-	Arbeidstillatelse
ATEX	-	Atmosphères Explosibles (eksplosjonsfarlige atmosfærer)
BES	-	Brann, entring, sikring (vakt)
EN	-	European Norm
Ex	-	Betegnelse for eksplosjonsbeskyttelse
HC	-	Hydrokarbon
HMS	-	Helse, miljø og sikkerhet
IF	-	Innretningsforskriften
ISO	-	International Organization for Standardization
Norog	-	Norsk olje og gass
NORSOK	-	Norsk sokkels konkurranseposisjon
Ptil	-	Petroleumstilsynet
PUD	-	Plan for utbygging og drift
SF	-	Styringsforskriften
SJA		Sikker-jobbanalyse
TOF	-	Teknisk og operasjonell forskrift
TRA	-	Totalrisikoanalyse

2 Metodikk og fremgangsmåte

Prosjektet er utført som en dybdestudie av emnet ikke-elektriske tennkilder i petroleumsvirksomheten, og har innbefattet følgende aktiviteter:

1. Dokumentgjennomgang
2. Arbeidsmøter med utvalgte aktører
3. Analyse og rapportering

2.1 Dokumentgjennomgang

SINTEF har gått gjennom relevante forskrifter, standarder og annen generell dokumentasjon for å etablere en god forståelse av problemstillinger som skulle belyses i prosjektet. Videre ble dokumentasjon fra innretninger og anlegg gjennomgått. Historiske hendelser med antent HC-lekkasje ble også gjennomgått for å identifisere typiske ikke-elektriske tennkilder.

Resultatene fra dokumentgjennomgangen ble brukt til å utarbeide intervjuguiden som grunnlag for arbeidsmøter. En samlet og noe bearbeidet versjon av intervjuguidene gjengis i Vedlegg A.

2.2 Arbeidsmøter med næringen

SINTEF har planlagt og gjennomført arbeidsmøter med nøkkelpersonell fra to utvalgte aktører fra faste innretninger offshore og to aktører for landanlegg. Ptil har hatt en observatørrolle i disse arbeidsmøtene og bidratt med innspill.

Varigheten på arbeidsmøtene har vært 1–2 dager. Det ble utarbeidet en kjøreplan og intervjuguide som dannet grunnlaget for gjennomføring av arbeidsmøtene. Etter møtene ble det laget separate og omforente notater som oppsummerte presentasjoner og diskusjoner i arbeidsmøtene. Notatene har inngått som et sentralt underlag for denne rapporten. Arbeidsmøtene ble ikke definert som tilsyn fra Ptils side. Dette innebærer at samtaler, dokumentasjonsunderlag og referater unntas offentlighet og ikke vil bli brukt i tilsynssammenheng.

2.3 Analyse og rapportering

Resultatene fra dokumentgjennomgangen og arbeidsmøtene med aktørene ble analysert, og analysen dannet basis for utarbeidelse av denne rapporten. Rapporten er omforent mellom SINTEF, Ptil og de involverte aktørene.

3 Regelverkskrav og standarder for ikke-elektriske tennkilder

3.1 Oversikt over regelverk og standarder

Før 2015 inneholdt HMS-forskriftene for petroleumsvirksomheten få og spredte krav til tennkildekontroll. Dette området ble likevel indirekte regulert gjennom mer generelle paragrafer om bl.a. risikoreduksjon og barrierer (SF § 4 og 5). I 2015 ble tennkildekontroll eksplisitt fokusert i en egen paragraf 10a i IF og TOF.

HMS-forskriftene (også før 2015) viser til anerkjente standarder som omhandler tennkildekontroll mer direkte. For eksempel viser den ferske § 10a videre til NORSOK-standard S-001 om Teknisk sikkerhet, som igjen støtter seg på internasjonale standarder.

I tillegg til HMS-forskriftene finnes det to sentrale norske forskrifter innenfor området eksplosjonsvern. Disse benevnes vanligvis som FUSEX (også kalt "ATEX-forskriften") og FHOSEX. Forskriftene er basert på tilsvarende EU-direktiver, hhv. kalt "Produktdirektivet" (eller "ATEX-direktivet") og "Brukerdirektivet".

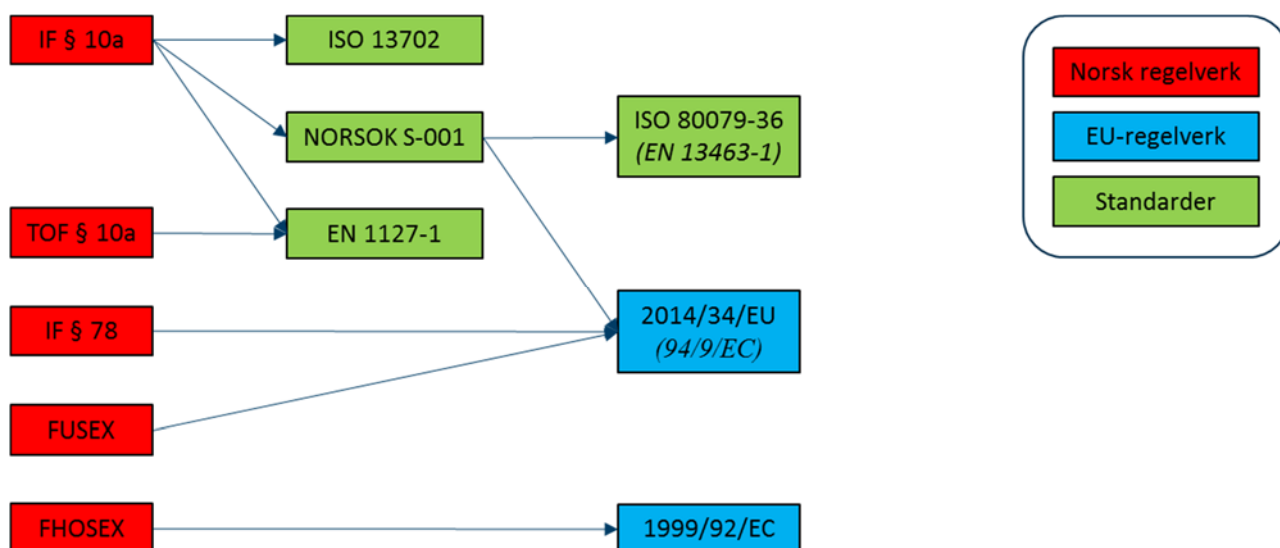
En oversikt over sentralt regelverk og standarder vises nedenfor i Tabell 3.1 og Tabell 3.2. Viktige relasjoner mellom regelverk og standarder er illustrert i Figur 3.1.

Tabell 3.1: Norsk og internasjonalt regelverk relevant for tennkildekontroll.

Regelverk	Fullt navn	Relevante deler / kommentarer
Aktivitetsforskriften (AF)	Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten	§ 26. Sikkerhetssystemer § 27. Kritiske aktiviteter §30. Sikkerhetsmessig klarering av aktiviteter §45. Vedlikehold
Styringsforskriften (SF)	Forskrift om styring og opplysningsplikt i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg	§ 4. Risikoreduksjon § 5. Barrierer
Innretningsforskriften (IF)	Forskrift om utforming og utrustning av innretninger med mer i petroleumsvirksomheten	§ 10a. Tennkildekontroll § 68. Avgasskanaler § 78. Utstyr i eksplosjonsfarlig område
Teknisk og operasjonell forskrift (TOF)	Forskrift om tekniske og operasjonelle forhold på landanlegg i petroleumsvirksomheten med mer	§ 10a. Tennkildekontroll
FUSEX	Forskrift om utstyr og sikkerhetssystem til bruk i eksplosjonsfarlig område	Også kjent som "ATEX-forskriften" Funksjonelle krav til tennkilder i vedlegg II Norsk forskrift basert på 2014/34/EU
FHOSEX	Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer	Norsk forskrift basert på 1999/92/EC
Produkt-direktivet 2014/34/EU	Equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres	Også kjent som "ATEX-direktivet" Testing og sertifisering av utstyr til bruk i eksplosjonsfarlig område. Rettet mot produsenter av utstyr <i>Erstatter tilbaketrunkne 94/9/EC</i>
Bruker-direktivet 1999/92/EC	Minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres	Rettet mot brukere av utstyr

Tabell 3.2: Norske og internasjonale standarder relevant for tennkildekontroll.

Standard	Fullt navn	Relevante deler / kommentarer
NORSOK S-001	Technical safety	Kap. 14 med funksjonelle krav til tennkildekontroll
ISO 80079-36	Explosive atmospheres – Part 36: Non-electrical equipment for explosive atmospheres – Basic method and requirements	ISO-standard for ikke-elektrisk utstyr. Inneholder en klassifisering/sortering av tennkilder. <i>Erstatter tilbaketrunkne EN 13463-1 (2009)</i>
EN 1127-1	Explosive atmospheres – Explosion prevention and protection – Part 1: Basic concepts and methodology	Relevant innhold er tatt inn i ISO 80079-36
ISO 13702	Petroleum and natural gas industries -- Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations -- Requirements and guidelines	Kap. 8 med overordnede funksjonelle krav til tennkildekontroll



Figur 3.1: Relasjoner mellom sentralt regelverk og standarder på området tennkildek kontroll.

Dokumentrelasjonene i Figur 3.1. er vist som piler, der en pil fra dokument A til dokument B indikerer at B omtales i A. Det er i hovedsak to typer relasjoner:

- Dokument A bygger på dokument B. Dette er typisk for nasjonale krav (A) som bygger på EU-krav (B).
- Dokument A viser videre til dokument B for detaljering og operasjonell forkrift. Dette er typisk for nasjonale krav (A) som viser videre til standarder (B).

3.2 Innretningsforskriftens og Teknisk og operasjonell forskrifts § 10a om tennkildek kontroll

I 2015 ble både Innretningsforskriften og Teknisk og operasjonell forskrift utvidet med en ny paragraf 10a om tennkildek kontroll, gyldig fra januar 2016. Denne paragrafen stiller krav om systematisk kartlegging av tennkilder og risikoreducerende tiltak forbundet med dette, samt Ex-sertifikat for relevant utstyr.

Hovedmomenter i IF § 10a gjengis nedenfor; full paragraftekst med veiledning gjengis i Vedlegg B. Ordlyden i TOF § 10a er omtrent identisk, med unntak av enkelte naturlige justeringer for landanlegg (gjengis ikke her).

Fra paragrafteksten:

- Krav om systematisk kartlegging av tennkilder
- Krav om risikoreducerende tiltak forbundet med tennkilder
- Ex-krav til utstyr i klassifiserte områder
- Krav til Ex eller innbygging av utstyr utenfor klassifiserte områder dersom utstyret er en potensiell tennkilde og skal være i drift under unormale situasjoner
- Krav til nedstenging av ikke-kritisk utstyr dersom utstyret er en potensiell tennkilde og *ikke* skal være i drift under unormale situasjoner

Fra veiledningen:

- Standardene ISO 13702, NORSOK S-001 og EN 1127-1 bør benyttes
- Utstyr og sikkerhetssystemer skal være i samsvar med ATEX-forskriften
- Ved gassdeteksjon bør i utgangspunktet alt utstyr/tennkilder i åpne og naturlig ventilerte områder kobles ut automatisk; utstyr/tennkilder i beskyttede rom bør kobles ut automatisk ved gassdeteksjon i rommet.

3.3 Standard ISO 80079-36 om ikke-elektriske tennkilder

En ny standard ISO 80079-36 om ikke-elektriske tennkilder ble publisert i 2016. Denne erstatter standarden EN 13463-1 fra 2009. Den inkluderer også relevant innhold fra standarden EN 1127-1. ISO-standarden fremstår som et relativt omfattende og grundig dokument innenfor området ikke-elektriske tennkilder.

Siden ISO 80079-36 er såpass ny, refereres den foreløpig lite i eksisterende regelverk og standarder. For eksempel har dagens NORSOK S-001 fremdeles referanse til den tilbaketrunkne standarden EN 13463-1, men ny S-001 (forventet 2018) vil derimot ha referanse til ISO 80079-36.

ISO 80079-36 identifiserer følgende mulige ikke-elektriske tennkilder (nummerert med kapittelreferanse i standarden):

- 6.2: Varme overflater (direkte antenne eller via annet brennbart materiale (støv))
- 6.3: Flammer og varme gasser (ved normal aktivitet)
- 6.4: Mekanisk generert gnist og varm overflate
- 6.6: Tilfeldig strøm og katodisk korrosjon
- 6.7: Statisk elektrisitet
- 6.8: Adiabatisk kompresjon, sjokkbølger
- 6.9: Eksotermiske reaksjoner, inkl. selvantennelse av støv

Disse potensielle ikke-elektriske tennkildene diskuteres i noe detalj i neste kapittel.

4 Beskrivelse av ikke-elektriske tennkilder iht. ISO 80079-36

Dette kapitlet inneholder en beskrivelse av ulike typer ikke-elektriske tennkilder iht. ISO 80079-36.

I det følgende brukes betegnelsen "brennbart medium" for stoff som kan antennes. Dette mediet vil i de aller fleste tilfeller være hydrokarboner, men også andre brennbare stoff kan tenkes. Videre vil det som regel være snakk om en gassky, men også damp, støvskyer, jetstråler (av gass eller væske) eller væskedammer kan være aktuelt.

4.1 Varme overflater

Et brennbart medium som kommer i kontakt med en varm overflate kan under gitte betingelser antenne. Dette gjelder spesielt om mediet tillates å ha kontakt med den varme overflaten over tid og dermed rekke å bli oppvarmet til over selvantennelsestemperatur.

Varme overflater på utstyr kan være en naturlig følge av normal bruk, eller det kan oppstå pga. utstysrfeil. Dersom normal drift gir varme overflater over gitte grenser, må overflaten isoleres eller på annet vis avskjermes fra omgivelsene; et typisk eksempel er eksosutløp fra maskiner. Utstysrfeil kan gi varmgang som igjen fører til varme overflater, og det er viktig å kunne oppdage slike feil raskt, enten vha. overvåking eller inspeksjon.

4.2 Flammer og varme gasser

Flammer, varme gasser og varme partikler kan bli eksponert under normal drift eller varmt arbeid, og disse kan være potensielle tenkilder. Det må vurderes om det er nødvendig å sette inn tiltak som enten reduserer forekomsten eller isolerer mot omgivelsene.

4.3 Mekanisk generert gnist og varm overflate

Utstyr og materialer i bevegelse kan oppleve friksjon, støt eller slitasje som kan varme opp overflater og avgir partikler til omgivelsene. Det refereres til kap. 4.1 for varme overflater som tenkilde. Avgitte partikler er gjerne varme pga. separasjonsenergien, og kan oppnå enda høyere temperaturer om de oksiderer, noe som er vanlig for jern og stål. Man har da gnister som kan antenne et brennbart medium. Videre kan gnister skape ulmebrann i støv, som igjen blir en tenkilde.

Eksempler på mekanisk generering av gnist kan være roterende maskineri med mangelfull beskyttelse, fallende objekter, løse materialer som tas med vinden, løfteoperasjoner (både kran og last), m.m. Kombinasjonen av stål og aluminium kan være uheldig dersom det forekommer rust.

4.4 Tilfeldig strøm og katodisk korrosjon

"Tilfeldig strøm" er utilsiktet strøm som av ulike grunner kan oppstå i utstyr og ledende materialer. Eksempler er kortslutninger eller jordingsstrøm pga. feil i det elektriske anlegget, lynnedslag og magnetisk induksjon. Returstrøm ifm. kraftdistribusjon kan også være en tilfeldig strømkilde.

Tilfeldig strøm kan være en potensiell tenkilde, på lik linje med annen elektrisk strøm.

4.5 Statisk elektrisitet

Statisk elektrisitet kan oppstå uventet og i forbindelse med mange typer operasjoner. Flere typer materialer kan lades elektrisk ved normal bruk og ved spesielle hendelser. Dersom to materialer med ulikt elektrisk potensial kommer i direkte kontakt, vil utladninger kunne forekomme, og gnisten fra utladningen kan potensielt antenne brennbare medier i området. Jording av utstyr er et vanlig tiltak mot statisk elektrisitet.

4.6 Adiabatisk kompresjon, sjokkbølger

Hurtig kompresjon av gass vil kunne gi opphav til temperaturøkning i gassen. Om kompresjonen foregår såpass raskt at systemet ikke rekker å utveksle varme med omgivelsene ("adiabatisk prosess"), vil gassen kunne bli varmet opp kraftig på kort tid, og i gitte tilfeller kunne selvantenne.

Adiabatisk kompresjon og sjokkbølger kan oppstå når to segmenter med veldig ulikt trykk skal kobles sammen. Dette skjer typisk via en ventil, så en måte å unngå hurtig kompresjon vil være å regulere ventilen gradvis. Sjokkbølger kan også oppstå utilsiktet i forbindelse med en plutselig, større lekkasje fra prosessanlegget (høyt trykk) til atmosfæren (lavt trykk).

4.7 Eksotermiske reaksjoner, inkl. selvantennelse av støv

Mange kjemiske reaksjoner produserer varme ("eksotermiske reaksjoner"), og noen i så stor grad at stoffene selv eller omgivelsene kan antenne, selv uten at man har en HC-lekkasje i tillegg. Det er derfor viktig med kunnskap om stoffene man håndterer, og sørge for sikker lagring så det ikke oppstår lekkasjer. Støvansamlinger kan også under gitte betingelser selvantenne.

4.8 Andre mulige ikke-elektriske tennkilder

ISO 80079-36 nevner også noen andre mulige tennkilder uten at det går i dybden på disse. For det første omtales elektromagnetisk **stråling** over et stort frekvensspekter (10^4 – 10^{12} Hz) som en potensiell tennkilde, samt ioniserende stråling generelt. Ultrasonisk **lyd** nevnes også.

5 Resultater

Dette kapitlet oppsummerer kunnskap som er fremkommet i studien som følge av gjennomgang av relevante dokumenter og arbeidsmøter med næringen. Kapitlet er strukturert rundt utvalgte tema som Ptil ønsket belyst i prosjektet og som det foreligger en viss mengde informasjon om.

Det understrekes at resultatene baseres på arbeidsmøter med kun to offshore innretninger og to landanlegg. Resultatene er derfor strengt tatt å anse som *eksempler* på praksis og erfaringer fra næringen. Imidlertid kan resultatene i mange tilfeller og til en viss grad generaliseres til andre innretninger/anlegg, men dette er ikke undersøkt.

5.1 Muligheter og begrensninger i dagens regelverk og standarder

Selskapene er vant med et funksjonsbasert regelverk med henvisninger til standarder. Relevante NORSOK-standarder (S-001, E-001, Z-015, R-001) benyttes aktivt av selskapene og legges til grunn for selskapsinterne krav. Videre brukes bl.a. standardene IEC 61508 (funksjonell sikkerhet) og IEC 61511 (instrumenterte sikkerhetssystem).

ISO 80079-36 brukes i liten grad direkte av selskapene i dag. Imidlertid er mye av innholdet likevel ivaretatt gjennom etablerte prosedyrer og praksis på anleggene. Det er ikke vist til ISO 80079-36 i dagens regelverk,

men standarden vil komme inn i neste revisjon av NORSOK S-001. ISO-standarden erstatter da EN 13463-1 som er henvist til i dagens S-001. Ptil bør vurdere om ISO 80079-36 bør inn i veiledningen til § 10a.

Det etterlyses kunnskap om hvilke krav som gjelder for sikkerhetsvurderinger og samsvarsvurdering av "sammensatte" maskiner, dvs. tilfeller hvor operatørselskapet monterer sammen komponenter og utstyr fra ulike leverandører. Det er behov for erfaringsutveksling rundt dette temaet.

5.2 Erfaringer med anvendelsen av § 10a om tennkildek kontroll

Innføring av egen paragraf (§ 10a) om tennkildek kontroll i Innretningsforskriften og Teknisk og operasjonell forskrift representerte ikke noe nytt budskap, men var ment å tydeliggjøre behovet for bedre kontroll av ikke-elektriske tennkilder. IF/TOF § 10a om tennkildek kontroll er en ny paragraf som trådte i kraft i 2016 etter at de kartlagte innretningene/anleggene er bygd. Erfaringen med IF/TOF § 10a er derfor begrenset hos selskapene.

Utførende aktører i selskapene legger til grunn at selskapenes interne krav, retningslinjer og prosesser er utformet i henhold til gjeldende regelverk og standarder. I den daglige driften er det fokus på å tilfredsstille intern styrende dokumentasjon, og derigjennom antas det at myndighetenes regelverkskrav blir ivaretatt. Man forholder seg således i hovedsak indirekte til myndighetskrav (som IF/TOF § 10a) og standarder (som ISO 80079-36).

Det foregår mye godt og systematisk kartleggingsarbeid av ikke-elektriske tennkilder, men ofte gjøres dette som et resultat av interne vurderinger og behov, uten at det nødvendigvis er koblet eksplisitt til spesifikke myndighetskrav eller standarder som spesifiserer hvordan kartleggingen skal foregå.

5.3 Ansvar og roller knyttet til oppfølging av ikke-elektriske tennkilder

Oppfølging av ikke-elektriske tennkilder omfatter ulike aktiviteter og aksjoner i selskapene. Noen sentrale omtales i det følgende.

Vedlikehold

Vedlikeholdsprogrammer for forskjellige typer utstyr som kan være tennkilder blir etablert av basisorganisasjonene. Kritikalitetsvurdering av utstyret og anbefalinger fra leverandører er viktig bakgrunnsinformasjon for å etablere disse programmene (ref pkt. 5.7). Ansvar for selve utførelsen av vedlikeholdet ligger hos driftsorganisasjonene.

Tennkildek kontroll

Det er etablert praksis på de besøkte anleggene med automatisk utkobling av tennkilder ved alarm fra gassdetektorer (typisk singel detektor ~ 20 % LEL). Denne utkoblingen gjelder i all hovedsak elektriske tennkilder. Det meldes imidlertid også alarm om gass ved gassdeteksjon slik at manuelt arbeid stoppes og utførende fagpersoner skal stenge av andre tennkilder. Luftforsyningen til luftdrevet utstyr stenges ikke ned ved gassalarm, men utførende personell skal avslutte manuelt arbeid med luftdrevet utstyr ifm. gassalarm.

Ansvar for tennkildek kontroll tilligger i hovedsak elektrofaget, og det kan stilles spørsmål om i hvor stor grad elektro er ansvarlig for å rette fokus mot ikke-elektriske tennkilder i sine vurderinger. Oppfølging av ikke-elektriske tennkilder krever kompetanse utover elektrofaget. Dette er en organisatorisk utfordring i selskapene som må forhindre at kontroll av ikke-elektriske tennkilder faller mellom to stoler. Det kan også representere en utfordring dersom ansvaret blir stykket opp og fordelt mellom mange.

Inspeksjon og overvåking

Operatører går jevnlig runder i prosessanlegget for å inspisere utstyr og observere eventuelle feilfunksjoner. Hele sanseapparatet kan bidra til å registrere uvanlige forhold: berøring kan avsløre varme overflater; øyet kan observere røyk, glødende flater og overflateendringer; øret kan fange opp lekkasjelyder og ulyder fra maskineri; nesen kan lukte røyk eller andre lekkasjer.

Større motordrifter har normalt fjernovervåking av temperatur og vibrasjon (se kap. 5.11).

Varmt arbeid

Retningslinjen NOROG 088 *Anbefalte retningslinjer for felles modell for arbeidstillatelser* benyttes av alle selskapene for godkjenning og oppfølging av varmt arbeid. I retningslinjen skilles det mellom varmt arbeid klasse A og varmt arbeid klasse B. Varmt arbeid klasse A innebærer åpen flamme eller gnist (f.eks. sveising), og krever spesielle tillatelser og forholdsregler. Dette kan være å stenge ned utstyr eller isolere arbeidet fra omgivelsene, typisk ved å bruke habitat.

Varmt arbeid klasse A forekommer relativt sjelden, og i utgangspunktet forsøker alle selskapene å unngå eller begrense dette. Dersom varmt arbeid klasse A må utføres, har selskapene ulike rutiner for pre-kvalifisering av jobben med fokus på risikoreduserende tiltak. Arbeidet planlegges og samtaler med utførende personell gjennomføres. I tillegg kan det utføres en "sikker-jobbanalyse" (SJA) ved behov, typisk for arbeid som har ekstra risiko, ikke er rutine eller krever spesielt mye koordinering.

Det må søkes arbeidstillatelse (AT) for alt varmt arbeid på innretningene/anleggene. Enkelte selskap fører timeregnskap for varmt arbeid på sine anlegg. Varmt arbeid er en viktig bidragsyter til tennsannsynligheten modellert i TRA-en. Fra TRA foreligger det gjerne områderisikokart som viser sannsynlighet for gass-eksponering i ulike områder. Typiske risikoreduserende tiltak ifm. varmt arbeid kan være å begrense antall AT'er i bestemte områder og bruke habitat ved sveising. Det er krav om BES-vakt ifm. varmt arbeid klasse A i klassifisert område.

Kompetansen og forståelsen rundt varmt arbeid og risiko forbundet med dette synes god i selskapene. AT-systemer som visualiserer arbeidsoperasjoners lokalisering, samtidighet og mulige interaksjon har gjort det lettere å vurdere risiko ifm. varmt arbeid og andre jobber. Det er krav til opplæring i AT-systemet for alle som skal utføre arbeid på innretningene/anleggene.

Midlertidig utstyr

Midlertidig utstyr kan forstås som utstyr som ikke er en del av den faste innretningen/anlegget, men som tas inn på innretningen/anlegget og benyttes i forbindelse med definerte, tidsavgrensede jobber. Bruken av midlertidig utstyr reguleres av kravene i NORSOK Z-015. I tillegg har noen selskap interne styringsdokumenter for bruk av midlertidig utstyr, som et tillegg til eller operasjonalisering av Z-015. Avvik fra kravene vurderes i selskapenes systemer for avvikshåndtering.

Midlertidig utstyr skal kontrolleres og vedlikeholdes, og godkjennes for en viss periode – fra noen måneder og opptil ett år om gangen, avhengig av type utstyr og selskapspraksis. Elektrisk drevet utstyr blir kontrollert på land før utsendelse og på mottaksstedet før det kobles til strøm. Det er vanlig at elektrisk utstyr kobles på innretningens/anleggets arbeidsstrøm, dvs. ikke har separat strømforsyning (heller ikke batteri). Slikt utstyr vil da få strømforsyningen kuttet automatisk ved hendelser (f.eks. gassdeteksjon). Luftdrevet og håndholdt utstyr må manuelt stenges ned av den som opererer utstyret, noe som er standard prosedyre ved hendelser.

Oppfølgingen av midlertidig utstyr varierer mellom selskapene. Større utstyr og alt elektrisk utstyr kontrolleres og godkjennes, men det gjøres ikke alltid en tilsvarende kvalitetssjekk av ikke-elektrisk håndverktøy og mindre, mekanisk verktøy. Det forventes av operatørselskapene at kontraktører har tilstrekkelig kompetanse og kontroll på sitt utstyr iht. instruks fra innretningen/anlegget. Imidlertid foreligger det ikke fra

selskapenes side spesielle krav, informasjon eller opplæring knyttet til tennkildepotensialet til ikke-elektrisk utstyr, så det er usikkert hvilken kompetanse og kontroll kontraktørene egentlig har.

Det er et forbedringspotensial knyttet til *oppfølging* av rutiner for kontroll av midlertidig utstyr. Dette gjelder spesielt mindre utstyr (som håndverktøy) og mekanisk utstyr, der kontroll i større grad overlates til kontraktør/bruker av utstyret.

Bilkjøring på landanlegg

Det kreves innkjøringstillatelse for å kjøre inn i klassifisert område. Det kreves ikke spesiell tillatelse utover adgangskontroll for nyttekjøring på ringvegen rundt anleggene. Det er fokus på å redusere trafikken inne på anleggene og det stilles krav til at kjøretøyene har dieselmotor. Kjøretøy utstyres med gassalarm.

5.4 Kartlegging av ikke-elektriske tennkilder

Utstyr designes etter regler og standarder som er gyldige på det tidspunktet utstyret utvikles. Hvis designkravene senere endres, får dette i utgangspunktet ikke konsekvenser for eksisterende utstyr. ATEX-forskriften gir designkrav for nytt utstyr, men selskapene har en god del eldre utstyr som ikke har slike krav.

Selskapene har i ulik grad gjennomført kartlegginger av hvorvidt eldre utstyr – spesielt mekanisk roterende utstyr – tilfredsstillende *gjeldende* ATEX-krav. Kartlegginger som er gjennomført er utført iht. en anerkjent standard, som EN 1127-1 (som anbefalt i IF/TOF § 10a).

Eksempler på andre typer kartlegginger i selskapene:

- Termografi/IR-kamera for å kartlegge varme overflater. På enkelte anlegg gjennomføres termografi med faste intervaller (5-årig). I tillegg gjøres termografi etter modifikasjoner for å sjekke om ønsket effekt av tiltak er oppnådd.
- Kartlegging og inspeksjon av gnistfangere
- Studie av varme overflater: Kartlegging av hvilke brennbare medier disse varmekildene kan eksponeres for og vurdering av mulighet for antennelse
- Gjennomgang av tørre turboladere: arbeidet resulterte i tiltak som isolering av turbo og eksosrør
- Kartlegging av kompositt-gitterrister ("grating") for å vurdere om forskriftskrav var oppfylt

Kartlegging av eldre utstyr synes å bli gjennomført i varierende grad. Fokuset er på de presumptivt viktigste tennkildene. Kartleggingene er ikke påkrevd iht. IF/TOF § 10a, men kan ses i sammenheng med selskapenes plikt til barrierekontroll og kontinuerlig risikoreduksjon iht. SF § 4 og § 5.

I standarden ISO 80079-36 er det listet flere typer potensielle ikke-elektriske tennkilder (se kap. 4). Selskapene har i varierende grad adressert disse tennkildene. De tennkildene som ble mest diskutert på arbeidsmøtene var varme overflater og mekanisk generert gnist, samt statisk elektrisitet.

5.5 Faktorer som påvirker beslutningen om valg og plassering av ikke-elektriske tennkilder

Eksplisjonsfarlige områder klassifiseres i soner på grunnlag av hvor ofte det kan dannes en eksplosiv atmosfære og dens forventede varighet. Denne soneinndelingen danner grunnlaget for Ex/ATEX-krav til ulike typer utstyr.

Innretninger/anlegg er designet iht. gjeldende krav på designtidspunktet. Ved bestilling og installering av nytt utstyr spesifiseres ATEX-krav både for elektrisk og ikke-elektrisk utstyr. På et anlegg har utstyr i Sone 2 (eller uklassifisert sone) i utgangspunktet Ex-krav tilsvarende Sone 1, noe som gir økt robusthet og et strengere oppfølgingsregime.

5.6 Selskapsinterne strategier og krav til ikke-elektriske tennkilder

Selskapene har utarbeidet egne ytelsesstandarder for tennkildeutkobling. Hovedfokus er på elektriske tennkilder, og ikke-elektriske tennkilder dekkes i varierende grad.

5.7 Vedlikeholdsstyring, systemer for oppfølging av ytelseskrav og rapportering av svikt og svekkelser

Selskapene har ulike systemer for vedlikeholdsstyring, men prinsippene er like. Dokumentasjon av teknisk utstyr finnes i selskapenes systemer for vedlikeholdsstyring. Alt utstyret er kritikalitetsvurdert og denne vurderingen danner grunnlaget for å etablere et forebyggende vedlikeholdsprogram for utstyret sammen med anbefalinger fra leverandørene av utstyret. I kritikalitetsvurderingen tas det hensyn til både produksjonsregularitet og sikkerhet. Det synes imidlertid som om sannsynligheten for at utstyret kan være en tennkilde i liten grad er førende for kritikalitetsvurderingen.

Svikt og svekkelser av ikke-elektriske tennkilder registreres i form av notifikasjoner i selskapenes system for vedlikehold på lik linje med annet utstyr. Kritikalitetsvurderingen av utstyret blir i neste omgang førende for prioritering av korrigerende vedlikehold.

5.8 Systemer for kompetanse, opplæring og trening av personell

Det er ingen spesifikke kompetansekrav relatert til ikke-elektriske tennkilder hos selskapene. Generelt er problemstillinger relevant for dette temaet mangelfullt dekket i opplæring. ATEX-kurs er primært for elektropersonell. Det finnes mye god praksis mht. arbeid for å redusere sannsynligheten for gnister, osv., men lite er skrevet ned.

Det er heller ikke spesielt fokus på ikke-elektriske tennkilder i kompetansekrav for kontraktører. Dette gjenspeiles også i operatørens kursing av kontraktører; et unntak er bilkjøring på landanlegg. Selskapene gir inntrykk av at det også er mangelfull kunnskap om ATEX-krav i leverandørindustrien og de ligger litt etter for å levere utstyr som oppfyller kravene og er sertifisert.

5.9 Optimaliserings- og robustgjøringstiltak relatert til ikke-elektriske tennkilder

Selskapene presenterte flere tiltak som var gjennomført for å redusere mulighetene for antennelse fra ikke-elektriske tennkilder:

Isolering av varme overflater

Isolering av varme overflater er et vanlig tiltak for å redusere sannsynligheten for antennelse pga. eksponering av brennbare stoffer for høye temperaturer. Termografi og IR-kamera benyttes for å identifisere overflater med høye temperaturer. Design av eksosutløp er en utfordring, siden det er vanskelig å få

tilstrekkelig isolasjon av alle varme overflater pga. store temperatursvingninger. Det kan også være en utfordring å få isolert varme overflater som følge av vibrasjoner fra maskiner.

Gnistfangere

Montering av gnistfangere der det er fare for gnister. Kartlegging av godheten til gnistfangere og utskifting av defekte gnistfangere.

Flammesperre

Montering av flammesperre ("flame arrestor") på eksosutløp.

Roterende utstyr

Tilstandsovervåking av roterende utstyr (online og offline) se kap. 5.11.

Statisk elektrisitet

Statisk elektrisitet håndteres implisitt gjennom innarbeidet og god praksis. Eksempler er jording av utstyr, kjøretøy og fartøy, bruk av messing/kobber i deksler og verktøy (f.eks. kobberslegger), bruk av antistatisk arbeidstøy og antistatiske presenninger.

Eksempler på områder der statisk elektrisitet kan være en utfordring:

- Generell bruk av plastmaterialer. Tømming/fylling av væsker i plastdunker kan forårsake opplading av materialet. Ved pakking på land bør man ha fokus på utfordringene rundt plastmaterialer
- Friksjon fra rust ved bruk av aluminiumsmaterialer
- Bruk av kompositt-gitterrister
- Filter i ventilasjonsanlegg

Bilkjøring

Fokus på kjøretøytillatelse og reduksjon i biltransport på landanlegg.

Stråling fra antenner

Strålingseffekt begrenset til 1 W i fareområder.

Naturlig ventilasjon

Reduksjon i naturlig ventilasjon kan være en utfordring hvis man tildekker arbeidsstedet med presenning eller telt ifm. utførelse av overflatevedlikehold (kampanjer).

5.10 Hendelser og potensielle feilmodi – erfaringer, årsaksforhold og robustgjøringstiltak

En gjennomgang av noen utvalgte rapporterte hendelser med antent HC-lekkasje i norsk offshore og landbasert petroleumsvirksomhet viser at typiske ikke-elektriske tennkilder er:

- varmgang i motor/pumpe/roterende utstyr (lager, reimer, etc.)
- varme overflater, gjerne koblet med lekkasje av smøreolje, hydraulikkolje, diesel, eller HC
- statisk elektrisitet
- selvantennelse

Selskapene opplevde at de ikke hadde spesielle utfordringer med uønskede hendelser knyttet til ikke-elektrisk tennkildek kontroll. Under arbeidsmøtene ble det diskutert noen hendelser som dels var tilbake i tid og dels på andre innretninger.

Ikke-elektriske tennkilder er en viktig bidragsyter til tennsannsynligheten i TRA-ene. Sentrale bidragsytere på offshore innretninger er roterende utstyr, varme overflater og varmt arbeid, mens på landanleggene vil i tillegg biltransport være en viktig bidragsyter. Størrelsen på bidraget fra ikke-elektriske tennkilder er ikke eksplisitt estimert for alle innretningene/anleggene. Viktige forutsetninger i TRA-ene for ikke-elektriske tennkilder er at utstyr i felt er Ex/ATEX med mindre det foreligger avvik og at varme overflater er isolert og har en lav tennsannsynlighet ved eksponering av gass.

Tennsannsynlighetsmodellen som tradisjonelt har vært benyttet (i TRA) antas å være konservativ av selskapene. Næringen har utviklet en ny tennsannsynlighetsmodell som gir betydelig lavere tennsannsynlighet, men den er ikke anvendt av de innretningene/anleggene som ble kartlagt i dette prosjektet.

5.11 Automatiseringsgrad og tilstandsovervåking

Selskapene har online tilstandsovervåking (bl.a. vibrasjon og temperatur) av større roterende utstyr. I tillegg benyttes offline tilstandsovervåking i ulik grad på mindre roterende utstyr. Dette ligger inne i FV-maler for utstyret. Eventuelle avvik registrert ifm. tilstandsovervåking vil danne grunnlag for korrigerende vedlikehold før utstyret havarerer og dermed redusere sannsynligheten for at det kan være en tennkilde.

Strømvern på utstyr (motorer) gir automatisk utkobling ved strøm over definerte grenser (en faktor over merkestrøm). I normal drift trekker motorer strøm godt under denne grensen; det kreves derfor større feil for å gi utkobling på strømvern dersom ikke motoren har annet vern. Strømvern vil derfor ofte ikke kunne ta mindre mekaniske feil knyttet til vibrasjon, varmgang, m.m.

Økt grad av digitalisering er muliggjørende i og med at det ligger et potensial i bedre anvendelse av data som samles inn ifm. tilstandsovervåking.

6 Konklusjoner

Innretningsforskriftens (IF) og Teknisk og operasjonell forskrifts (TOF) § 10a om tennkildek kontroll er en ny paragraf som trådte i kraft i 2016 og etter at de kartlagte innretningene og anleggene ble bygd. Erfaringen med IF/TOF § 10a er derfor begrenset hos selskapene. Innholdet i § 10a om tennkildek kontroll er ikke noe nytt, men er ment å tydeliggjøre behovet for bedre kontroll av ikke-elektriske tennkilder.

Parallelt med økt vektlegging av tennkildek kontroll gjennom IF/TOF § 10a og ny internasjonal standard ISO 80079-36 om ikke-elektriske tennkilder, synes det naturlig å fremheve tennkildek kontroll også i selskapenes interne styrende dokumentasjon, prosedyrer og opplæringsprogrammer. Med små grep vil man kunne øke bevisstheten rundt ikke-elektriske tennkilder og etablere en "beste praksis" for kontroll av disse – og dermed gi personell nok et verktøy for å kunne bidra til sikker drift.

Utførende aktører i selskapene legger til grunn at selskapenes interne krav, retningslinjer og prosesser er utformet i henhold til gjeldende regelverk og standarder. I den daglige driften er derfor fokus på å tilfredsstille intern styrende dokumentasjon, og derigjennom antas det at også alle andre krav blir ivaretatt. Man forholder seg således i hovedsak indirekte til myndighetskrav (som IF/TOF § 10a) og standarder (som ISO 80079-36).

Utstyr designes etter regler og standarder som er gyldige på det tidspunktet utstyret utvikles. Hvis designkravene senere endres, får dette i utgangspunktet ikke konsekvenser for eksisterende utstyr. ATEX er i dag et

designkrav for nytt utstyr, men en god del eldre utstyr har ikke slike krav. Soneinndeling på innretningene/anleggene er styrende for Ex/ATEX-krav til utstyret.

Oppfølging av ikke-elektriske tennkilder omfatter ulike aktiviteter i selskapene, som vedlikehold av utstyr, tennkildekontroll/utkobling, inspeksjon/overvåking, kontroll av varmt arbeid, oppfølging av midlertidig utstyr og kontroll med bilkjøring på landanlegg. Kritikalitetsvurderinger av utstyret danner grunnlaget for forebyggende vedlikeholdsprogram sammen med leverandørens anbefalinger. HMS inngår i kritikalitetsvurderingene, men det synes imidlertid som om sannsynligheten for at utstyret kan være en tennkilde i liten grad er førende for kritikalitetsvurderingen.

Selskapene har i ulik grad gjennomført kartlegginger av hvorvidt eldre utstyr – spesielt mekanisk roterende utstyr – tilfredsstillende gjeldende ATEX-krav. Kartlegginger som er gjennomført er utført iht. en anerkjent standard, som EN 1127-1 (som anbefalt i IF/TOF § 10a). Eksempler på andre typer kartlegginger i selskapene er:

- Termografi/IR-kamera for å kartlegge varme overflater. På enkelte anlegg gjennomføres termografi med faste intervaller (5-årig). I tillegg gjøres termografi etter modifikasjoner for å sjekke om ønsket effekt av tiltak er oppnådd.
- Kartlegging og inspeksjon av gnistfangere.
- Studie av varme overflater: Kartlegging av hvilke brennbare medier disse varmekildene kan eksponeres for og vurdering av mulighet for antennelse.
- Gjennomgang av tørre turboladere: arbeidet resulterte i tiltak som isolering av turbo og eksosrør
- Kartlegging av kompositt-gitterrister for å vurdere om forskriftskrav var oppfylt.

En del ikke-elektriske tennkilder er eksplisitt beskrevet og vurdert i totalrisikoanalysen (TRA). Viktige ikke-elektriske bidragsyttere til tennsannsynlighet i TRA er varme overflater, varmt arbeid og roterende utstyr. Selskapene generelt forutsetter at anleggsdesign og god praksis ivaretar behovet for kontroll av ikke-elektriske tennkilder. Tennsannsynlighetsmodellen som tradisjonelt har vært benyttet antas å være konservativ av selskapene.

Kompetansen og forståelsen rundt varmt arbeid og risiko forbundet med dette synes god i selskapene.

Selv om det gjøres mye godt arbeid for å holde kontroll med ikke-elektriske tennkilder, har kartleggingen avdekket noen utfordringer:

- Ansvar for tennkildekontroll tilligger i hovedsak elektrofaget. Det synes som om mekaniske tennkilder ikke blir vurdert i samme grad som elektriske tennkilder.
- Det er ingen spesifikke kompetansekrav relatert til ikke-elektriske tennkilder, og derfor heller ingen spesifikk opplæring. ATEX-kurs er primært for elektropersonell. Det synes også som om det er noe mangelfull kunnskap om ATEX-krav i leverandørindustrien for å kunne levere utstyr som oppfyller kravene og er sertifisert.
- Det etterlyses kunnskap om hvilke krav som gjelder for sikkerhetsvurderinger og samsvarsvurdering av "sammensatte" maskiner, dvs. tilfeller hvor operatørselskapet monterer sammen komponenter og utstyr fra ulike leverandører. Det er behov for erfaringsutveksling rundt dette temaet.
- Statisk elektrisitet håndteres mer eller mindre bevisst gjennom god praksis, men det er eksempler på forhold som er utfordrende: bruk av plastmaterialer, tømning/fylling av væsker i plastdunker, friksjon fra rust ved bruk av aluminiumsmaterialer, kompositt-gitterrister og filter i ventilasjonsanlegg.
- Isolering av enkelte varme overflater er vanskelig å få "tett" pga. store temperatursvingninger.
- Det er et forbedringspotensial knyttet til *oppfølging* av rutiner for kontroll av midlertidig utstyr. Dette gjelder spesielt mindre utstyr (som håndverktøy) og mekanisk utstyr, der kontroll i større grad overlates til kontraktør/bruker av utstyret.

- Luftinntak for gassturbiner anses som en potensiell tennkilde som ikke er tilstrekkelig kartlagt. Det er initiativ i næringen for å undersøke denne risikoen nærmere.

Viktigheten av erfaringsoverføring mellom anlegg/innretninger innad i selskap – og gjerne på tvers av selskap – understrekes av mange. Det er derfor viktig å opprette, opprettholde og delta i fora der sentralt personell kan møtes for å dele innsikt og erfaring som kan være relevant for andre. Dette gjelder spesielt erfaringer knyttet til hendelser – både tilløp og ulykker.

På grunnlag av kartleggingen hos de fire selskapene er SINTEFs vurdering at det ikke synes å være behov for å gjøre større og umiddelbare grep på regelverksiden. Petroleumstilsynet bør vurdere å ha direkte referanse til ISO 80079-36 i veiledningen til IF/TOF § 10a. I dag viser IF/TOF § 10a til NORSOK S-001, som igjen (ny versjon 2018) viser til ISO 80079-36.

Referanser

- [1] Forskrift om styring og opplysningsplikt i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (Styringsforskriften), 2015-12-15, Fastsatt av Petroleumstilsynet, Miljødirektoratet og Helsedirektoratet.
- [2] Forskrift om utforming og utrustning av innretninger med mer i petroleumsvirksomheten (Innretningsforskriften), 2015-12-18, Fastsatt av Petroleumstilsynet, Miljødirektoratet, Helsedirektoratet og Mattilsynet.
- [3] Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (Aktivitetsforskriften), 2016-12-15, Fastsatt av Petroleumstilsynet, Miljødirektoratet, Helsedirektoratet og Mattilsynet.
- [4] Forskrift om tekniske og operasjonelle forhold på landanlegg i petroleumsvirksomheten med mer (Teknisk og operasjonell forskrift), 2016-12-15, Fastsatt av Petroleumstilsynet og Helsedirektoratet.
- [5] Deepwater Horizon-ulykken: Årsaker, lærepunkter og forbedringstiltak for norsk sokkel, SINTEF A19148, ISBN 978-82-14-05088-2, 2011-05-31.
- [6] NORSOK S-001 Technical safety, Edition 4, February 2008.
- [7] NORSOK Z-015 Temporary equipment, Rev. 4, September 2012.
- [8] ISO 80079-36:2016 Explosive atmospheres – Part 36 Non-electrical equipment for explosive atmospheres – Basic method and requirements.
- [9] NOROG 088 Anbefalte retningslinjer for felles modell for arbeidstillatelser, rev. 5, 2015-06-22.

Vedlegg A: Underlag for arbeidsmøter

Spørsmålene listet nedenfor reflekterer samlet sett innholdet i intervjuguidene som ble brukt i arbeidsmøter med selskapene. Spørsmålene er delvis overlappende for å kunne belyse tematikken fra ulike innfallsvinkler.

Generelle spørsmål

1. Gjøres det systematiske gjennomganger av teknisk tilstand, og hvilke resultater (observasjoner og funn) finnes vedr. ikke-elektriske tennkilder?
2. Finnes det en "beste praksis" for arbeid med ikke-elektriske tennkilder? Savnes dette?
3. Hvilke viktige dispensasjoner gjøres for ikke-elektriske tennkilder? Tidsbegrensninger?
4. Anses lasking relevant ifm. svekkelse av sikkerhetssystem?
5. Hvordan foregår lasking og hva er status for laskelogg? Hvordan følges loggen opp?
6. I hvilken grad, og hvordan, vurderes statisk elektrisitet som tennkilde?
7. Hvilke tennkilder koblet til statisk elektrisitet finnes på innretningen (eksempler)?
8. Hvordan sikres kompetansen til relevant personell om kontroll av ikke-elektriske tennkilder (alt relevant utstyr)?
9. Gjennomføres vibrasjonsmåling (online/offline) av alt roterende maskineri i eksplosjonsfarlig område?
10. Vurderes åpning av spenningssatte Ex-kapslinger som relevant for ikke-elektriske tennkilder?
11. Risikovurdering ved løft over trykksatte system / kritisk utstyr – inkluderer denne mulig antennelse (med ikke-elektrisk tennkilde)?
12. Er bruk av habitat relevant for ikke-elektriske tennkilder
13. Hvem er ansvarlig for å vurdere om portabelt utstyr som brukes i klassifiserte områder eller naturlig ventilerte områder kan være en tennkilde, og i så fall ATEX (Ex) godkjent?
14. Hvordan sikres at utførende vet hvilken tennkildeklasse som er relevant? Er det klart for utførende hva tennkildeklassene innebærer?
15. Forekommer redusert naturlig ventilasjon regelmessig? Eksempler?
16. Hvordan sørger dere for at utstyr og sikkerhetssystemer i klassifiserte områder oppfyller krav til bruk i eksplosjonsfarlige områder?
17. Ev. demonstrasjon/gjennomgang av deler av styringsverktøyene for innretningen.
18. Er det andre forhold eller krav som er relevante for kontroll av ikke-elektriske tennkilder?

Uønskede hendelser

En gjennomgang av rapporterte hendelser viser at typiske årsaksforhold knyttet til antennelse er

- (1) varmgang i motor/pumpe/roterende utstyr (lager, reimer, etc.),
- (2) varme overflater, gjerne koblet med lekkasje av smøreolje, hydraulikkolje, diesel, eller HC,
- (3) statisk elektrisitet og
- (4) selvantennelse.

1. Hvilke rutiner/prosedyrer/inspeksjonsprogram har en for å unngå varmgang i roterende maskineri (formelle og mer uformelle)? Hvordan er potensialet for varmgang kartlagt på innretningen?
2. Hvilke metoder/rutiner/programmer har en for å holde kontroll med normalt varme overflater, herunder spesielt uisolerte flater? Hvordan/hvorvidt er omfanget av potensielt varme flater kartlagt på innretningen/anlegget?
3. Har en egne FV-maler for inspeksjon av isolasjon på utstyr slik som dieselmotorer, pumper, eksoskanaler, roterende utstyr generelt for å avdekke mulig lekkasje av olje inn i isolasjon? Hvordan er potensialet for dette kartlagt på innretningen/anlegget?

Regelverk og standarder

1. Norsk regelverk er funksjonsbasert og relativt overordnet. Hvor nyttig oppleves regelverket sammenlignet med internasjonale standarder som ISO 80079-36?

2. Standarden ISO 80079-36 er relativt ny (2016). Hvilke erfaringer har dere med denne, og hvor aktivt brukes den i prosjektering og driften av innretningen/anlegget?
3. Spesielle kommentarer knyttet til spesifikke potensielle tennkilder (ref. ISO 80079-36):
 - 6.2: Varme overflater (direkte antennelse eller via annet brennbart materiale (støv))
 - 6.3: Flammer og varme gasser (ved normal aktivitet)
 - 6.4a: Mekanisk generert gnist (friksjon, støt)
 - 6.4b: Mekanisk generert varm overflate
 - 6.6: Tilfeldig strøm og katodisk korrosjon
 - 6.7: Statisk elektrisitet
 - 6.8: Adiabatisk kompresjon, sjokkbølger
 - 6.9: Eksotermiske reaksjoner, inkl. selvantennelse av støv
4. Har det vært hendelser eller tilløp til hendelser knyttet til tennkildene over? Eksempler?

Ptil

1. Muligheter, begrensninger i dagens regelverk og standarder
2. Erfaringer med anvendelsen av § 10a om tennkildekontroll
3. Ansvar og roller knyttet til oppfølging av ikke-elektriske tennkilder på anlegg/innretning
4. Kartlegging av aktive og passive ikke-elektriske tennkilder og tekniske, operasjonelle og organisatoriske tiltak for å redusere faren for antennelse
5. Faktorer som påvirker beslutningen om valg og plassering av aktive og passive ikke-elektriske tennkilder, herunder beskyttelsessystemer og vernetiltak
6. Selskapsinterne strategier og krav til ikke-elektriske tennkilder, relatert til spesifikasjoner, installasjon, ferdigstilling, drift og vedlikehold:
 - Ytelses-, integritets- og sårbarhetskrav
 - Dokumentasjon
 - Ex/ATEX sertifisering og merking
7. Vedlikeholdsstyring, systemer for oppfølging av ytelseskrav, rapportering av svikt og svekkelser, kompenserende tiltak mm.
8. Krav til og systemer for kompetanse, opplæring og trening av personell, herunder brukermanualer/driftshåndbøker
9. Eventuelle optimaliserings- og robustgjøringstiltak relatert til ikke-elektriske tennkilder
10. Hendelser og potensielle feilmodi – erfaringer, årsaksforhold og robustgjøringstiltak
11. Automatiseringsgrad og tilstandsovervåking – eksempler på potensielle og realiserte forbedringstiltak knyttet til fjernovervåking, -operering, vedlikeholds- og testrutiner

Vedlegg B: Innretningsforskriftens § 10a

Paragrafteksten med veiledning for Innretningsforskriftens § 10a gjengis nedenfor.

Forskriftstekst § 10a:

"For å forebygge og verne mot antennelse av brennbare væsker og eksplosjonsfarlig gass skal det foretas en systematisk kartlegging av potensielle elektriske og ikke-elektriske tennkilder. Det skal videre settes i verk nødvendige tekniske, operasjonelle og organisatoriske tiltak for å redusere faren for antennelse så langt som mulig.

Utstyr og sikkerhetssystemer i klassifiserte områder skal oppfylle krav til bruk i eksplosjonsfarlige områder.

Utstyr og sikkerhetssystemer som skal være i drift under unormale situasjoner der eksplosjonsfarlig atmosfære kan forekomme utenfor klassifiserte områder, skal oppfylle krav til minimum sone 2 eller være plassert i beskyttede rom. Øvrig ikke-kritisk utstyr som utgjør en tennkilde, skal kobles ut automatisk ved gassdeteksjon og med mulighet for manuell utkobling fra sentralt sted, i henhold til den innretningsspesifikke strategien for brann- og eksplosjonssikring."

Veiledning til § 10a:

"For å oppfylle kravene til tennkildekontroll som nevnt i første ledd, bør standardene ISO 13702 kapittel 8 og NORSOK S-001 kapittel 14 brukes. For systematisk kartlegging av potensielle tennkilder bør standarden EN 1127-1 brukes.

For permanent plasserte innretninger skal utstyr og sikkerhetssystemer i klassifiserte områder og naturlig ventilerte områder på åpent dekk oppfylle kravene i forskrift om utstyr og sikkerhetssystemer til bruk i eksplosjonsfarlig område, jf. denne forskriften § 78. For flyttbare innretninger vises det til MODU Code kapittel 6.6 for elektrisk utstyr og kapittel 6.7.2 for ikke-elektrisk (mekanisk) utstyr.

Utstyr som utgjør en potensiell tennkilde i naturlig ventilerte områder på åpent dekk, bør kobles ut automatisk ved gassdeteksjon hvor som helst på innretningen, med mindre dette kan innebære økt risiko. I slike tilfeller skal det gis alarm og mulighet for manuell utkobling fra sentralt eller strategisk sted. Utstyr plassert i beskyttede rom, bør kobles ut automatisk ved gassdeteksjon i rommet, med mulighet for manuell utkobling."



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no