

EKSPLOSJONSFARLIGE OMRÅDER (EX-OMRÅDER)

ATEX-direktivet

Det omfatter (obligatorisk f.o.m. 1. juli 2003) utstyr og sikkerhetssystemer til bruk i eksplosjonsfarlige atmosfærer. Direktivet er nedfelt i norsk lovgiving gjennom FUSEX-forskriften.

- Omfatter utstyr og sikkerhetssystemer
- Skiller ikke mellom elektriske og ikke-elektriske produkter
- Gjelder ikke for havgående fartøyer og flyttbare offshore-installasjoner
- Implementert i norsk lovverk gjennom FUSEX-forskriften (Forskrift for utstyr og sikkerhetssystemer til bruk i eksplosjonsfarlige atmosfærer)

Typiske EX-industrier:

- Oljeindustri
- Gruveindustri
- Prosessindustri
- Distribusjonsledd for petroleumsprodukter

Områdekategorier

Områder hvor det er fare for eksplosjon, deles gjerne inn i fire områder, avhengig av hva som kan forårsake eksplosjon.

Kategori a: Områder hvor eksplosjonsfaren skyldes gasser, damper eller svevende væskedråper som er blandet med luft.

Kategori b: Områder hvor eksplosjonsfaren skyldes at lufta er blandet med brennbart støv. Eksempel: kornsiloer, tekstilindustri og industri hvor det forekommer mye slipestøv, osv. En støveksplasjon kan i noen tilfeller være like kraftig som en gasseksplasjon.

Kategori c: Områder hvor eksplosjonsfaren skyldes eksplosiver (dynamitt, krutt, osv.). Eksempel: ammunisjonslagre, sprengstoffindustrien, osv.

Kategori d: Oksygenrike atmosfære; områder hvor eksplosjonsfaren skyldes gasser eller støv og hvor lufta inneholder mer oksygen enn normalt (21%).

Utstyrsgupper

Elektrisk utstyr for bruk i eksplosjonsfarlige områder deles inn i utstyrsgupper som angir hvor utstyret kan installeres.

Utstyrsgruppe I: Utstyr for bruk i kullgruver.

Utstyrsgruppe II: Utstyr for bruk i andre eksplosjonsfarlige områder (unntatt kullgruver).

For å kunne foreta korrekt valg av egnet Ex-utstyr for bruk i eksplosjonsfarlig område er følgende opplysninger nødvendig:

- Klassifisering av eksplosjonsfarlig område (soneinndeling)
- Gass- eller dampklassifisering (væske- og gassklasser)
- Tenntemperatur for den gass eller damp i området (temperaturklasser)

Soneinndeling

Basert på hyppigheten av utslipp deles et anlegg inn i soner.

Sone 0: Områder hvor eksplosiv blanding med luft og brennbare stoffer i form av gass, damp eller tåke er til stedet kontinuerlig eller i lange perioder.

Sone 1: Områder hvor eksplosiv blanding med luft og brennbare stoffer i form av gass, damp eller tåke kan forekomme ved normal drift.

Sone 2: Områder hvor eksplosiv blanding med luft og brennbare stoffer i form av gass, damp eller tåke sannsynligvis ikke forekommer, eller unntaksvis i korte perioder.

Sone 20, 21, 22 har samme karakteristikker som sone 0, 1 og 2, men med støv i stedet for gass, damp eller tåke.

<i>Division NEC</i>	<i>Zone IEC and CENELEC</i>	<i>Flammable condition</i>
1	0 (Gases and vapours)	Continuously present or present for long periods—typically > 1000 hours/year
	20 (Dusts)	
	1 (Gases and vapours)	Possible but unlikely to be present for long periods—typically between 10 and 1000 hours/year
	21 (Dusts)	
2	2 (Gases and vapours)	Not likely to occur and if it occurs it will only exist for a short term—typically < 10 hours/year
	22 (Dusts)	

Soneinndeling, eksempler

Sone 0

- Inne i prosessutstyr som utvikler brennbar gass/damp.
- Inne i lukkede trykkbeholdere, lagertanker eller lukkede containere.
- Rundt lufterør med kontinuerlig utslipp.
- Direkte over væskeoverflate på brennbare væsker.

Sone 1

- Over tak og utenfor vegger av lagertanker.
- Over flytende tak i lagertanker.
- I en viss radius rundt ventilasjonsåpninger fra sone 0.
- Rundt tappe og fyllplasser.
- Rundt fleksible rør og slanger.
- Rundt pakninger for pumper og kompressorer o.l. innendørs.

Sone 2

- Rundt flenser, koblinger, ventiler o.l.
- I en viss radius rundt ventilasjonsåpninger fra sone 1.

Væskeklasser

Flammepunktet er den laveste temperaturen en brennbar væske kan ha under normale forhold for å avgi tilstrekkelig mengde med damp/gass i en antenkelig konsentrasjon slik at den kan antennes av en gnist, åpen flamme eller liknende.

Temperaturen som er nødvendig for selvantennning (tenntemperatur) er normalt høyere. Flammepunktet avgjør hvilken fareklasse disse brennbare væskene hører til, og disse deles inn i følgende væskeklasser:

Klasse A: Væsker med flammepunkt under 23 grader, f.eks. bensin, aceton, lynol.

Klasse B: Væsker med flammepunkt mellom 23 og 55 grader, f.eks. parafin, hvit sprit.

Klasse C: Væsker med flammepunkt over 55 grader, f.eks. diesel, fyringsolje.

Gassklasser

Alle gasser har forskjellig eksplosjonsegenskaper, dessuten kreves det forskjellig tennenergi for å tenne dem. Disse to egenskapene ligger til grunn for en fordeling av de brennbare gassene i såkalte gassgrupper (gassklasser).

Gassgruppe I: Den er kun metangass og gjelder kun for kullgruver.

Gassgruppe II: Den deles inn i undergruppene A, B, og C. Gassgruppe II gjelder for alle andre eksplosjonsfarlige områder enn kullgruver.

<i>Apparatus</i>	<i>Representative material</i>	<i>IEC</i>	<i>USA and Canada</i>	<i>MIE</i> mJ (approx)
Gases and vapours	Acetylene	Group IIC	Class I, Group A	0.02
	Hydrogen	Group IIC	Class I, Group B	0.02
	Ethylene	Group IIB	Class I, Group C	0.06
	Propane	Group IIA	Class I, Group D	0.3
	Methane	Group I	No classification	0.47
Dusts	Aluminium	No classification	Class II, Group E	15.0
	Coal	Ditto	Class II, Group F	60.0
	Wheat	Ditto	Class II, Group G	240.0
Fibres	All	No classification	Class III	

Temperaturklasser

Utstyr som skal brukes i et eksplosjonsfarlig område (gassgruppe II) klassifiseres etter den maksimale overflatetemperatur som utstyret har. Elektrisk utstyr skal være slik at den høyeste overflatetemperaturen ikke blir høyere enn tenntemperaturen for enhver gass eller damp som kan forefinnes i omgivelsene.

<i>Maximum surface temperature, (°C)</i>	<i>Class</i>
450	T1
300	T2
200	T3
135	T4
100	T5
85	T6

IP-klassifisering, kapslingsgrader for elektrisk utstyr

<i>1st digit</i>	<i>Solid particle protection against</i>	<i>2nd digit</i>	<i>Liquid ingress protection against</i>
0	Nothing.	0	Nothing.
1	Foreign objects of size > 50 mm.	1	Vertically falling water drops.
2	Foreign objects of size > 12.5 mm.	2	Vertically dripping water when the enclosure is tilted at an angle up to 15°.
3	Foreign objects of size > 2.5 mm.	3	Water falling as a spray at any angle up to 60° from the vertical.
4	Foreign objects of size > 1 mm.	4	Water splashing against the enclosure from any direction.
5	Dust.	5	Water projected by a nozzle (6.3 mm diameter) against the enclosure from any direction.
6	Dust-tight.	6	Water projected in powerful jets (12.5 mm diameter nozzle) against the enclosure from any direction.
		7	Ingress of water when the enclosure is immersed in water up to 1 m of submersion.
		8	Continuous immersion of the equipment in water under conditions to be specified by the manufacturer.

Beskyttelsesarter

Utstyr for bruk i eksplosjonsfarlig område (områdekategori a) klassifiseres i hovedgrupper avhengig av hvordan beskyttelsen er utført.

<i>Technique</i>	<i>Protection type</i>	<i>IEC code</i>	<i>USA, Canada Class (Division)</i>	<i>Suitable for zones</i>	<i>Typical applications</i>
Energy limiting	Intrinsic safety	Ex ia	I(1, 2)	0, 1, 2	Instrumentation, control gear
		Ex ib	Not recognised	1, 2	
Segregation	Pressurisation	Ex p	I(1, 2)	1, 2	Control room, analysers
	Oil immersion	Ex o	I(1, 2)	1, 2	Transformers, switchgear
	Powder filling	Ex q	Not recognised	1, 2	Instrumentation
	Encapsulation	Ex m	Not recognised	1, 2	Instrumentation, control
Refined	Increased safety	Ex e	Not recognised	1, 2	Motors, lighting fittings
Mechanical design	Non-incendiary	Ex m(n)	Not recognised	2	Motors, lighting
Containment	Flameproof	Ex d	I(1, 2)	1, 2	Switchgear, motors, pumps
Special	Special	Ex s	Not recognised	1, 2	

Ex o (oljefylt utførelse)

Elektrisk utstyr der alle deler hvor lysbuer kan oppstå under normal drift er nedsenket i olje for å forhindre antennelse av eksplosive blandinger av gasser og damper som finnes over oljeoverflaten. Tillatt å bruke i Ex-sone 1 og 2.

Ex p (overtrykkskapsling)

Kapsling hvor eksplosive blandinger av gasser eller damper er forhindret fra å trenge inn i kapslingen. Dette gjøres ved at kapslingen er fylt med luft eller gass med lavt oksygeninnhold (inertgass) slik at vi får et innvendig overtrykk på minimum 0,5 mBar (50 Pa) i forhold til atmosfæren som omgir kapslingen. Tillatt å bruke i Ex-sone 1 og 2.

Ex q (sandfylt utførelse)

Elektrisk utstyr der alle elektriske deler er fullstendig dekket av en masse av kvartssand eller annet pulvermateriale, slik at en lysbue som oppstår inne i kapslingen ikke vil kunne antenne en eksplosiv blanding av gass eller damp. Tillatt å bruke i Ex-sone 1 og 2.

Ex m (innstøpt utførelse)

Elektrisk utstyr der de deler som kan antenne en eksplosiv blanding av gass eller damp enten ved gnist eller varme, er innstøpt i en masse på en slik måte at den eksplosive atmosfæren ikke kan antennes. Tillatt å bruke i Ex-sone 1 og 2.

Ex d (eksplosjonssikker utførelse)

Elektrisk utstyr der kapslingen er konstruert på en slik måte at kapslingen tåler en indre eksplosjon av de gasser og damper den er beregnet for, og slik at eksplosjonen ikke sprer seg til den omliggende atmosfære eller at kapslingen skades. Tillatt å bruke i Ex-sone 1 og 2.

Ex e (tennsikker utførelse)

Kapsling hvor det er tatt spesielle konstruktive hensyn, slik at det er økt sikkerhet mot utillatelige temperaturer og mot dannelse av gnister på og inne i utstyret. En Ex e kapsling skal aldri inneholde gnistgivende eller varme komponenter (temperaturer over temperaturklassen). Det er også krav til at kapslingen skal være beskyttet mot skadelig inntrenging av vann og støv (minimum IP-54). Tillatt å bruke i Ex-sone 1 og 2.

Ex s (spesial utførelse)

Elektrisk utstyr som ikke tilfredsstiller noen bestemt beskyttelsesmetode, men hvor det er tatt spesielle konstruktive forholdsregler for å hindre antennelse av en eksplosiv blanding av gass eller damp. Ex s metoden er tillatt for å kunne gi åpninger for nye løsninger innen beskyttelsesarter. Tillatt å bruke i Ex-sone 1 og 2.

Ex i (egensikker utførelse)

Elektrisk utførelse der strømkretsen ikke kan frambringe gnister eller oppvarming av en slik art at strømkretsen kan antenne eksplosive blandinger av de gasser eller damper den er beregnet for under normal drift (bryting og slutting av strømkretsen) eller ved spesifiserte feil (f. eks. kortslutning, brudd eller jordfeil).

- **Ex ia:** Strømkretsen skal ikke kunne forårsake antenning av en eksplosiv blanding av gass eller damp under normal drift, eller ved en enkel feil, eller ved enhver kombinasjon av to feil. Tillatt å bruke i Ex-sone 0, 1 og 2. Ex ia er mest aktuell for instrumenteringsutstyr.
- **Ex ib:** Strømkretsen skal ikke kunne forårsake antenning av en eksplosiv blanding av gass eller damp under normal drift, eller ved en enkel feil. Tillatt å bruke i Ex-sone 1 og 2.

Beskyttelsesarter, bruk på ulike soner

Sone 0: I sone 0 er kun elektrisk utstyr i egensikker utførelse Ex ia tillatt, samt utstyr spesielt sertifisert for sone 0.

Sone 1: I sone 1 tillates utstyr som nevnt for sone 0, samt:

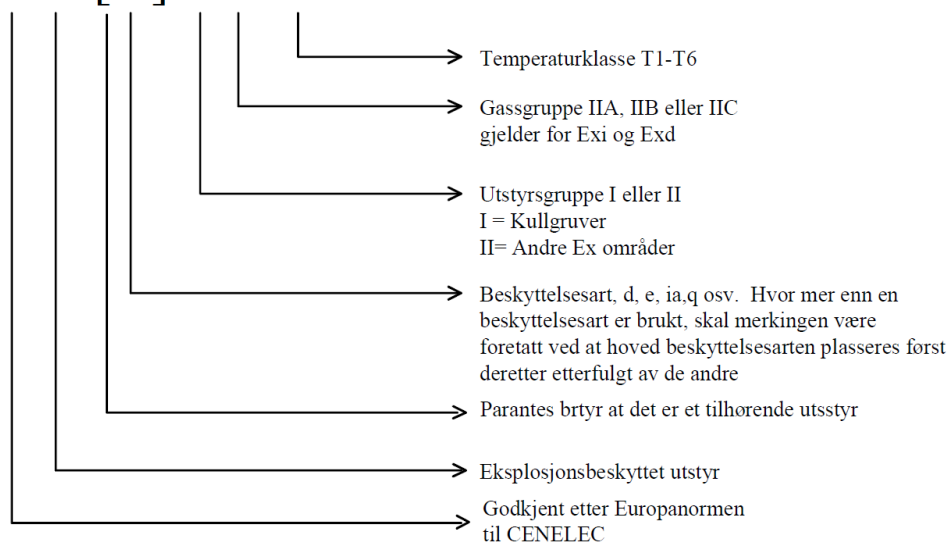
- Egensikker utførelse, Ex ib
- Eksplosjonssikker utførelse, Ex d
- Tennsikker utførelse, Ex e
- Overtrykksutførelse, Ex p
- Oljefylt utførelse, Ex o
- Sandfylt utførelse, Ex q
- Innstøpt utførelse, Ex m
- Spesialutførelse, Ex s

Sone 2: I sone 2 tillates utstyr som nevnt for sone 1, samt:

- Utstyr spesielt beregnet for sone 2 (Ex n utførelse, likner på Ex m).
- Utstyr med egenerklæring/samsvarserklæring fra fabrikant.
- Kapslet utstyr som normalt ikke danner gnister (minimum IP44).

Ex-sertifisering og merking

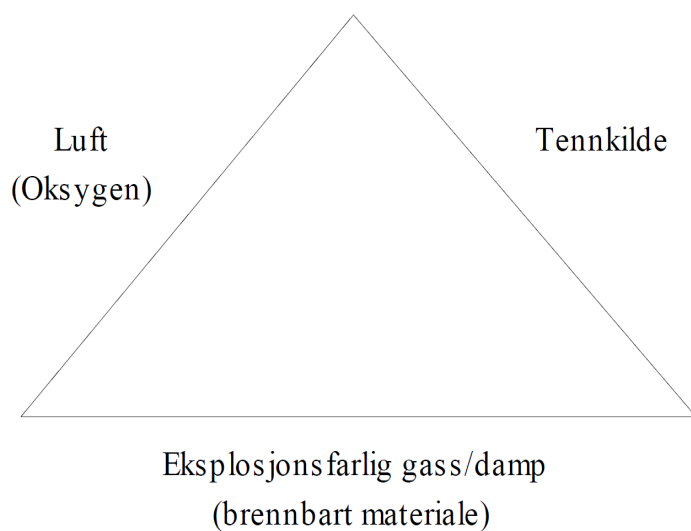
EEx [ia] IIC T6



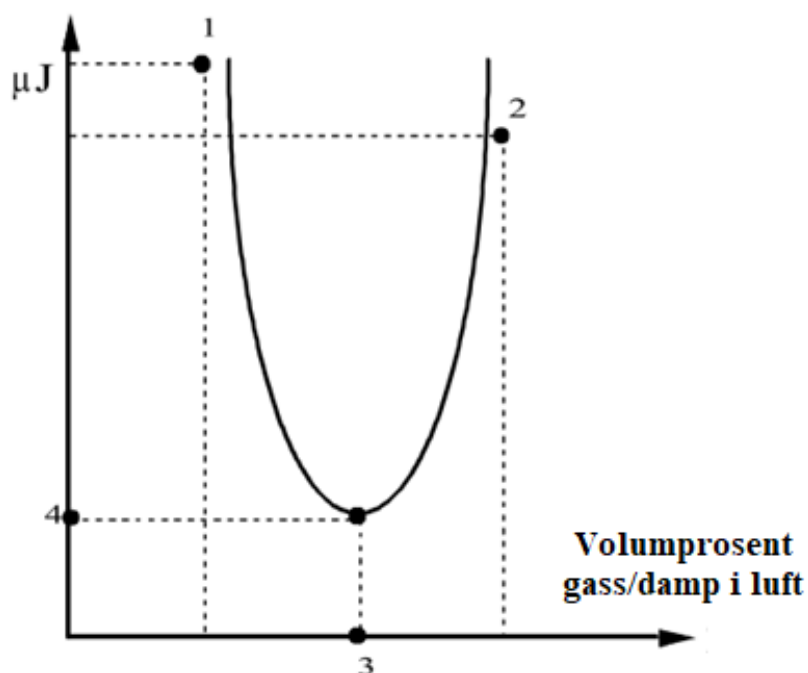
Branntrekanten

For at noe skal kunne brenne må det være minst tre faktorer til stedet:

- Tilgang på luft (oksygen)
- En tennkilde: elektrisk gnist, mekanisk gnist, statisk elektrisitet, atmosfæriske forstyrrelser, varme overflater og kjemisk reaksjon
- Eksplosjonsfarlig damp/gass eller et brennbart materiale



Typisk eksplosjonskurve



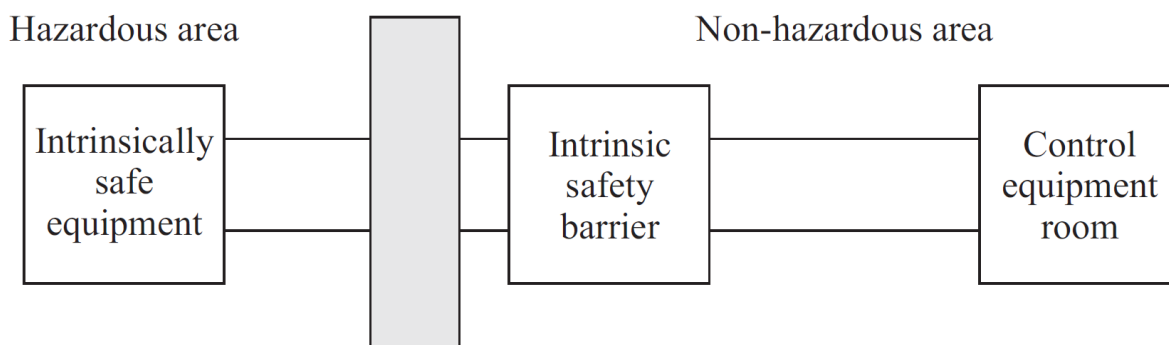
1: Nedre eksplosjonsgrense (LEL): Dersom blandingen inneholder for lite gass, sier vi at den er for «mager». Grenseskillet mellom «mager» og eksplosiv blanding kalles nedre eksplosjonsgrense.

2: Øvre eksplosjonsgrense (UEL): Dersom blandingen inneholder for mye gass, sier vi at den er for «fet» (eller for mett). Grenseskillet mellom «fet» og eksplosiv blanding kalles øvre eksplosjonsgrense.

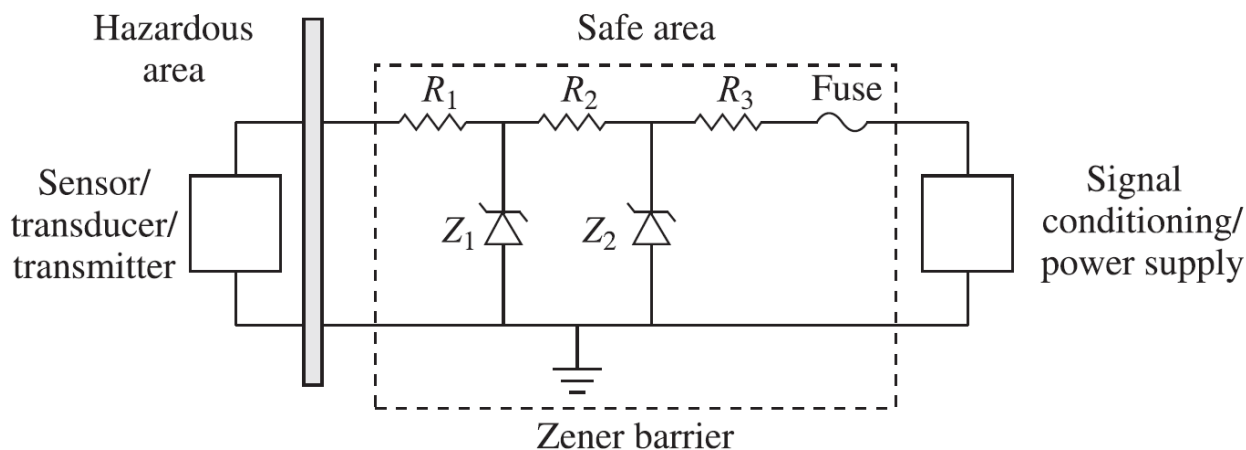
3: Optimal blanding: Den blandingen som inneholder optimal mengde (blandingsforhold) av gass og luft.

4: Minimum tennenergi (MIE): Den minste energien som trengs for å antenne den aktuelle blandingen. Minimum tennenergi inntreffer ved optimal blanding. Enheten for tennenergi er "J" (joule) eller "Ws" (Watt-sekund).

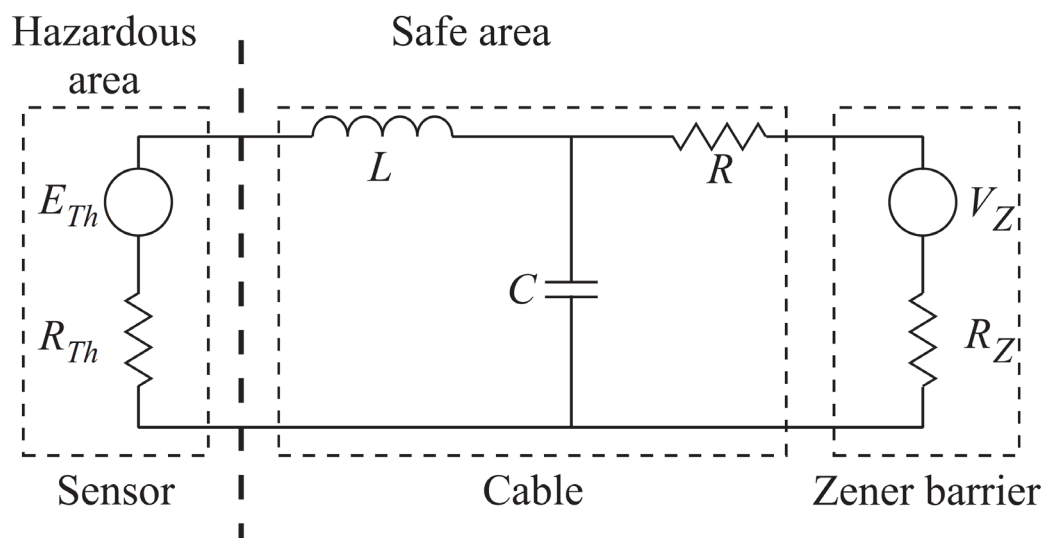
Ex i utførelse



Zenerbarrieren er en skillekomponent ved overgang fra sikker til Ex-sone. Utstyr til bruk i Ex-sone skal være godkjent som egensikkert utstyr (Ex i utførelse), dvs. at utstyret ikke har nok energi til å antenne en eksplosiv blanding av gass/damp. Zenerbarrieren skal sikre at strøm og spenning som tilføres utstyr i Ex-sone ikke overskrider tillatte grenser ved feil på utstyr i sikker sone. Kretsen består av tre motstander for strømbegrensning, en sikring som åpner ved for høy strøm og redundante zenerdioder som begrenser spenningen til et sikkert nivå. Barrieren er ikke reparerbar når sikringen i barrieren har gått. Zenerbarrierer finnes i flere konfigurasjoner. Ulemper: krever egen egensikker jording og kan ha problemer med signalstøy.



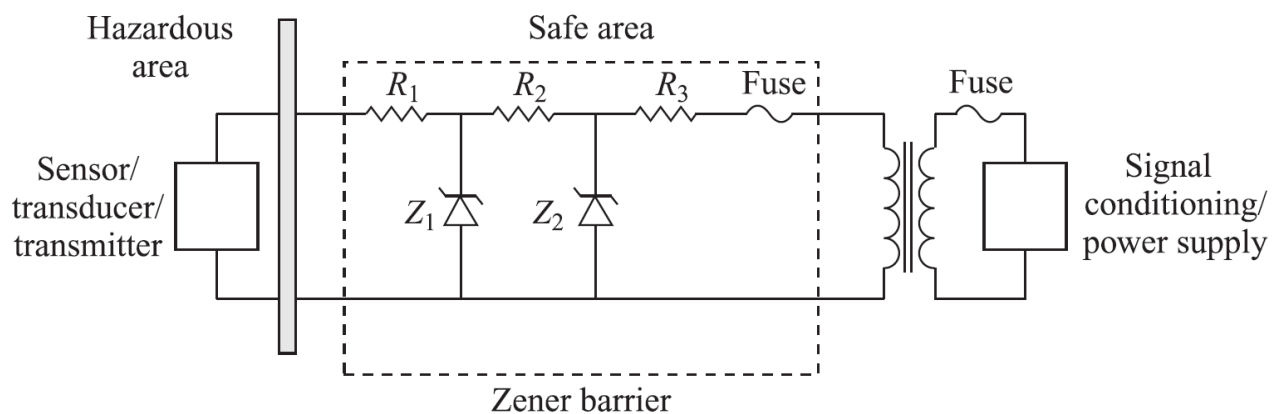
Ex i utførelse, måleomformer + kabel + zenerbarriere (ekvivalentskjema)



$$E_{\text{total}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 + \frac{1}{2} \cdot C \cdot V_Z^2 \quad \text{der} \quad I = \frac{V_Z}{R_Z}$$

Galvanisk-skilt zenerbarriere

Galvanisk-skilt barriere krever ikke en egensikker jording siden transformatoren isolerer utstyr i Ex-sone fra utstyr i sikker sone. Den inneholder en ekstra sikring på primærsiden av transformatoren slik at ved en eventuell kortslutning vil sikringen i zenerbarrieren og dermed barrieren selv beskyttes.



PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM (P&ID)

Definisjon

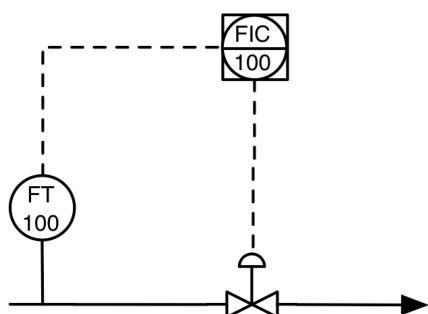
- P&ID er et detaljert, teknisk diagram som viser hvordan alt prosessutstyr er knyttet sammen, og som viser alle instrumenter og reguleringsløyper.
- P&ID er en forkortelse for det engelske uttrykket “**P**iping and **I**nstrumentation **D**iagram”. Dette er et skjema som beskriver mange detaljer om prosess- og instrumenteringsutstyret. På norsk kalles denne typen diagram av og til “teknisk flytskjema” (TFS), men det vanligste er å bruke P&ID også her.
- Et P&ID er ganske forskjellig fra et flytskjema. I et flytskjema er vi gjerne ute etter å lage et diagram som beskriver en prosess slik at det skal bli enklere å forstå “flyten” i denne. Hensikten med et P&ID er derimot å dokumentere funksjonaliteten til anlegget og utstyret. For å få til det må et P&ID være mye mer detaljert enn et flytskjema. Det betyr blant annet at alle reguleringsløyper er tegnet inn i et P&ID. Reguleringsløyper tar man vanligvis ikke med i et flytskjema.
- I et flytskjema bruker vi som oftest firkantede bokser for å vise enhetsoperasjoner. En enkelt enhetsoperasjon kan bestå av mange ulike utstyrsdeler. I et P&ID tegnes alle utstyrsdeler inn, uansett hvor små og uviktige de måtte virke. Alt skal med!
- Et P&ID er ikke tegnet i skala, det vil si at utstyrsdelene på diagrammet ikke har riktig størrelse i forhold til hverandre. Derfor kan pumper og ventiler på et P&ID ofte se veldig store ut sammenlignet med tanker og annet utstyr.
- Hvordan de ulike delene er plassert i forhold til hverandre, vises heller ikke i et P&ID. For eksempel kan utstyr som på skjemaet ser ut til å ligge langt fra hverandre, i virkeligheten være plassert tett sammen.
- I et P&ID brukes det en rekke symboler og koder som er standardiserte. For at du skal kunne klare å lese og forstå et P&ID, må du derfor lære deg de viktigste symbolene.

Bokstavkoder og nummer (tagnummer)

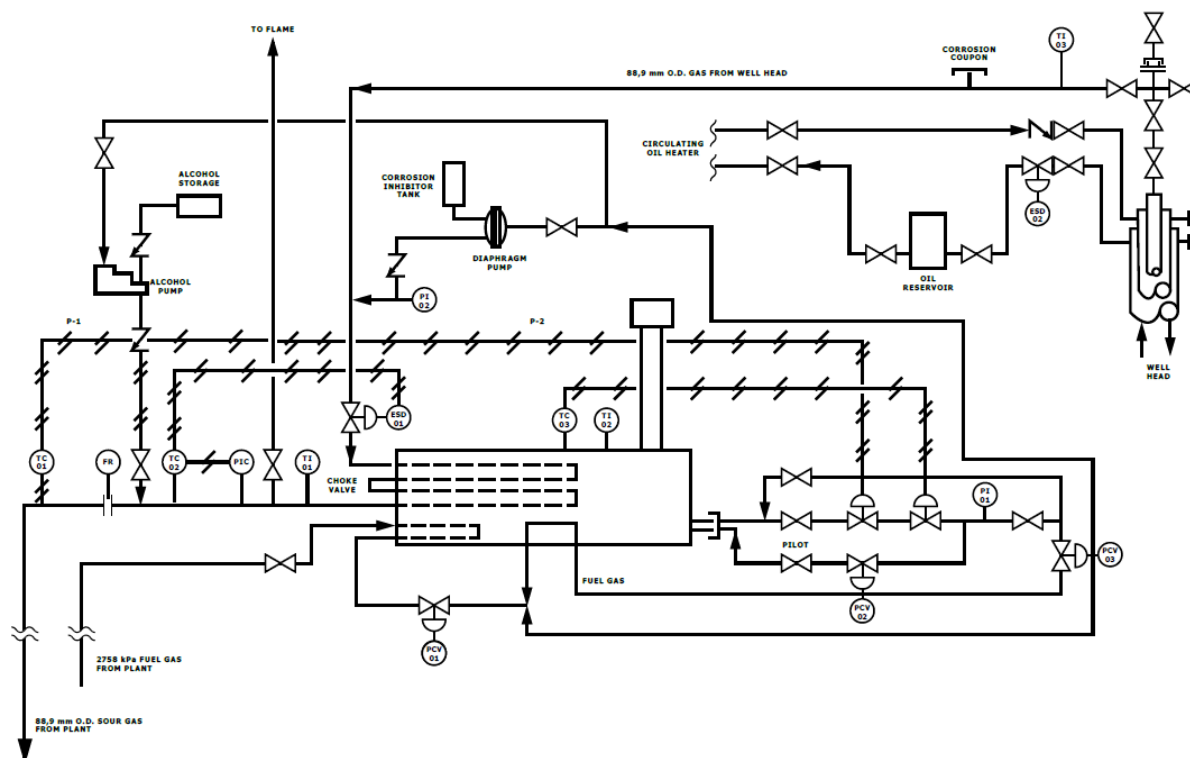
Inni sirklene som angir reguleringsutstyret, står det alltid en bokstavkode og et nummer. Bokstavkoden forteller hva slags instrument det er snakk om, og nummeret brukes som identifikasjon.

Se figuren under:

- Instrumentet **FT 100** (strømningsmåler) er montert på et rør, og måler væskestrømmen. Derfor er F («flow») den første bokstaven. Måleverdien overføres elektrisk (stiplet linje) til regulatoren **FIC 100**. Derfor er T («transmit») den andre bokstaven.
- Instrumentet (regulator) **FIC 100** er montert i kontrollrommet, og har to funksjoner. Det skal vise måleverdien til operatøren («indicator»), og det skal utføre reguleringsjobben («control»). Derfor har dette instrumentet fått I og C som andre og tredje bokstav.



P&ID eksempel



<https://kimray.com/training/how-read-oil-and-gas-pid-symbols>