บริเวณอันตราย
(Hazardous Locations)

โดย กิตติพงษ์ วีระโพธิ์ประสิทธิ์
การไฟฟ้านครหลวง

บริเวณอันตราย ?

บทที่ 7 เป็นข้อกำหนดสำหรับการออกแบบและติดตั้งฯ สำหรับบริเวณอันตราย แบ่งเป็น 2 แบบ

- แบบที่ 1 NEC ประเภท(Class) และแบบ(Division)
- แบบที่ 2 IEC โซน(Zone)

บริเวณอันตราย ?

ได้แก่สถานที่ซึ่งเกิดแก๊สที่ติดไฟหรือมีแก๊สออกมาตลอดเวลา อาจเป็นเหตุให้เกิดไฟลุกหรือเกิดระเบิด เช่น

- โรงกลั่นน้ำมัน
- สถานประกอบการเกี่ยวกับบรรจุก๊าซและปิโตรเลียม
- โรงงานผลิตวัตถุระเบิดและดินปืน จำพวกโรงงานทำพุ
- โรงงานพ่นสี
- โรงงานเฟอร์นิเจอร์
- โกดังเก็บสินค้าไซโล
- โรงงานแป้งมัน
- โรงงานทอผ้า

โรงกลั่นน้ำมันใหญ่ที่สุดในโลกระเบิด

- เกิดเหตุระเบิดที่โรงกลั่นน้ำมันใหญ่ที่สุดในโลกที่เวเนซุเอลา เมื่อวันเสาร์ 26 ส.ค. 55 เมื่อเวลา 01.00 น.
- มีผู้เสียชีวิต 39 คน ผู้บาดเจ็บอีก 86 คน นับเป็นหนึ่งในอุบัติเหตุครั้งเลวร้ายที่สุดของอุตสาหกรรมน้ำมัน

โรงกลั่นน้ำมันบางจาก สุขุมวิท 64 ระเบิด! ไฟลุกท่วมสูง

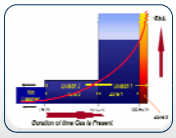
- 4 ก.ค. 2555 เวลาประมาณ 07.30 น.

โรงงานแป้งมันระเบิด ที่โคราช บาดเจ็บ 9

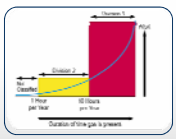
- 6 กรกฎาคม 54 เกิดเหตุระเบิดขึ้นที่โรงงานผลิตแป้งมัน โรงงานอีสาน ถนนบายพาส โคราช

1.บริเวณอันตรายที่ถูกจำแนกเป็นประเภทที่ 1 โซน 0, โซน 1 และ โซน 2 ให้เป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 7.7

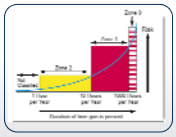
บทที่ 7



ข้อกำหนดการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับบริเวณอันตราย



แบบที่ 1 ตามที่กำหนดในข้อ 7.2 ถึง ข้อ 7.6 บริเวณอันตรายที่ถูกจำแนกเป็นประเภทที่ (Class) และแบบที่ (Division)

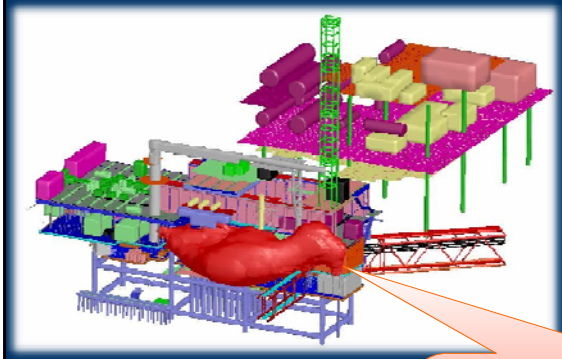


แบบที่ 2 ตามที่กำหนดในข้อ 7.7 บริเวณอันตรายที่ถูกจำแนกเป็นโซน(Zone) (IEC 60079)

หัวข้อการบรรยาย

- ขอบเขตการบังคับใช้
- พื้นฐานการเกิดระเบิด
- มาตรฐานการติดตั้งฯ NEC
- มาตรฐานการติดตั้งฯ IEC

ขอบเขตการบังคับใช้



- ไม่อนุญาต ให้นำวิธีการในการจำแนกบริเวณอันตรายที่แตกต่างกันมาใช้ผสมกันในการจำแนกบริเวณอันตรายบริเวณเดียวกัน

การเดินสายและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องทำตามข้อกำหนดในบทที่ 7

- **ครอบคลุมบริภัณฑ์ไฟฟ้าและบริภัณฑ์ อิเล็กทรอนิกส์ และวิธีการเดินสายทุกระดับแรงดัน**

เช่น ในพื้นที่บริเวณอันตรายหนึ่งประกอบด้วยส่วนย่อยหลายๆ ส่วน ไม่อนุญาตให้มีการจำแนก

- พื้นที่บางส่วนใช้ระบบ **Zone**
- พื้นที่อีกบางส่วนใช้ระบบ **Class & Division**

หัวข้อการบรรยาย

- ขอบเขตการบังคับใช้
- พื้นฐานการเกิดระเบิด
- มาตรฐานการติดตั้งฯ NEC
- มาตรฐานการติดตั้งฯ IEC

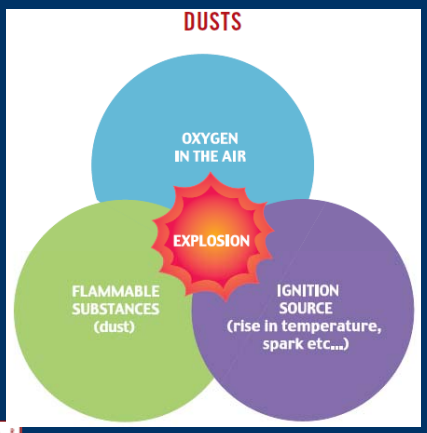
พื้นฐานการเกิดระเบิดBasic of Explosion

จากทฤษฎีการเกิดไฟหรือเรียกกันว่าสามเหลี่ยมของการติดไฟจะต้องมีองค์ประกอบร่วม 3 อย่าง คือ

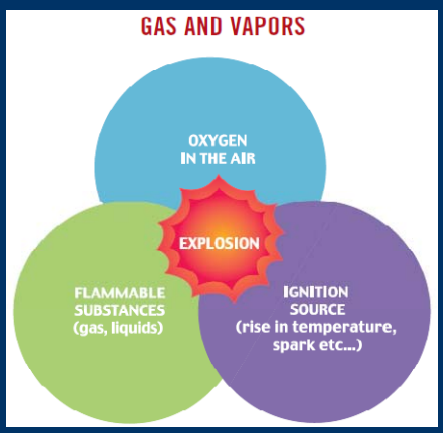
- มีสารไวไฟ (Flammable Material) ปริมาณมากพอที่จะจุดติดไฟได้
- มีปริมาณ Oxygen ที่เพียงพอ (ในอากาศปกติจะมีประมาณ 21%)
- มีแหล่งจุดติดไฟ (Ignition Source)

พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion

สถานที่ซึ่งมีฝุ่นที่ลุกไหม้ได้



สถานที่ซึ่งมีก๊าซเกิดระเบิดได้



พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion Fire and Explosion Hazard Data

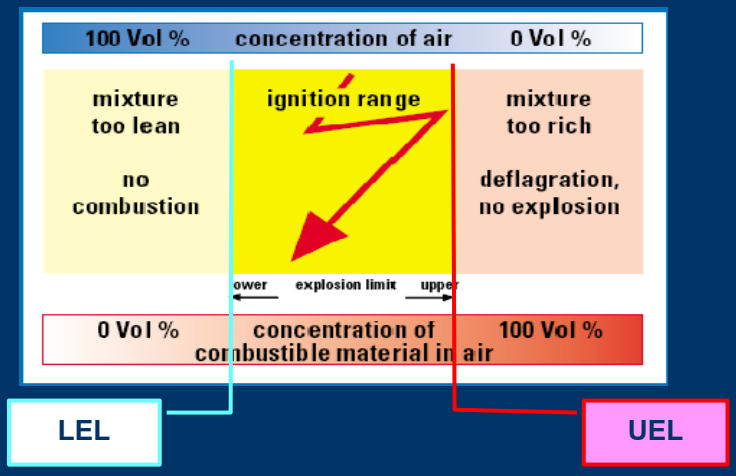
- Flash Point คือค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดที่สารเหลวจะเริ่มระเหยกลายเป็นไอที่มีความเข้มข้นมากเพียงพอให้เกิดการจุดติดไฟได้
- Flammable Limits คือช่วงร้อยละโดยปริมาตรของไอระเหยของสารในอากาศที่ทำให้สามารถจุดติดไฟได้
  - ค่าต่ำสุดคือ Lower Explosive Limit (LEL)
  - ค่าสูงสุดคือ Upper Explosive Limit (UEL)
- Vapor Density คือความหนาแน่นของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟเมื่อเทียบกับอากาศ

พื้นฐานการเกิดระเบิด:**Basic of Explosion**

คุณสมบัติที่สำคัญของสภาพบรรยากาศที่จุดติดไฟได้ (Explosive Atmosphere) มี 5 ประการ คือ

- Lower Explosive Limit (LEL)
- Upper Explosive Limit (UEL)
- Flash Point
- Auto-Ignition Temperature
- Vapor Density

พื้นฐานการเกิดระเบิด:**Basic of Explosion**



พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion

Basic physic principles : LEL ?

LEL = Lower Explosive Limit

- คือ ปริมาณ % ของแก๊สหรือไอระเหยขั้นต่ำ ที่ผสมกับอากาศ จนเกิดเป็นส่วนผสมที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการระเบิดได้ (Explosive mixture)
- ถ้ามีปริมาณ % ของแก๊สไวไฟเจือปนในอากาศเข้มข้นน้อยกว่านี้จะไม่เพียงพอให้จุดติดไฟได้

พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion
Basic physic principles: UEL?

UEL? = Upper Explosive Limit

- คือ ปริมาณ % ของแก๊สหรือไอระเหยมากที่สุดที่ผสมกับอากาศ จนเกิดเป็นส่วนผสมที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการระเบิดได้ (Explosive mixture)
- " ถ้ามีปริมาณ % ของแก๊สไวไฟเจือปนในอากาศเข้มข้นมากกว่านี้จะไม่เพียงพอให้จุดติดไฟได้"

พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion
ตัวอย่าง ค่า LEL - UEL

ชื่อสารไวไฟ	Flammable Limits Percent by Volume		IEC	NEC
	LEL	UEL	Group	Group
Acetaldehyde	4.0	60.0	IIB	C
Acetone	2.5	13.0	IIA	D
Acetylene	2.5	100.0	IIC	A

พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion
Basic physic principles: Flash Point

คือ ค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้สารไวไฟ ระเหยจากของเหลวจนกลายเป็นไอระเหย ในปริมาณเพียงพอให้เกิดการจุดติดไฟได้เหนือของเหลวนั้น

- ของเหลวที่มีค่า Flash Point < 37.8 ^{O}C (100 ^{O}F) จะเรียกว่า "Flammable Liquid"
- ส่วนของเหลวที่มีค่า Flash Point > 37.8 ^{O}C (100 ^{O}F) จะเรียกว่า "Combustible Liquid"
- ถ้าเราจัดเก็บหรือใช้สารไวไฟในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าค่า Flash Point ก็จะไม่ทำให้เกิดสภาพของพื้นที่อันตรายขึ้นได้

พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion
ตัวอย่างค่า Flash Point

ชื่อสารไวไฟ	Flash Point Temperature		IEC	NEC
	^{O} F	^{O} C	Group	Group
Acetaldehyde	- 38.0	- 39.0	IIB	C
Acetone	- 4.0	- 20.0	IIA	D
Acetylene	อยู่ในสภาพแก๊สเสมอ		IIC	A

พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion
Auto-Ignition Temperature

คือ ค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดที่ทำให้แก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟซึ่งผสมอยู่ในบรรยากาศ จะเกิดลุกติดไฟได้เองโดยไม่จำเป็นต้องมีประกายไฟ

ในบริเวณที่มีการรั่วไหลของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟ ถ้ามีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำให้เกิดความร้อนสูงที่ส่วนใดส่วนหนึ่ง(Hot Spot) โดยความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ มีอุณหภูมิสูงกว่าค่า Auto-Ignition Temperature ของแก๊สหรือไอระเหยนั้นๆ อาจจะทำให้สารไวไฟในบรรยากาศเกิดการลุกติดไฟขึ้นเองได้

พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion
ตัวอย่างค่า Auto-IgnitionTemperature

ชื่อสารไวไฟ	Auto-Ignition Temperature		IEC	NEC
	^{o}F	^{o}C	Group	Group
Acetaldehyde	347.0	75.0	IIB	C
Acetone	869.0	465.0	IIA	D
Acetylene	531.0	305.0	IIC	A

พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion
Basic physic principles: Vapor Density

คือ ความหนาแน่นของแก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟเมื่อเทียบกับอากาศ

- ค่าความหนาแน่นของแก๊สหรือไอ
- ถ้า > 1.0 แสดงว่า แก๊สหรือไอนี้หนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดมีการรั่วไหล แก๊สหรือไอนี้จะลอยอยู่ในระดับต่ำ
- แต่ถ้า < 1.0 แสดงว่าแก๊สหรือไอชนิดนี้เบากว่าอากาศ เมื่อเกิดมีการรั่วไหล แก๊สหรือไอนี้จะลอยขึ้นสูง

พื้นฐานการเกิดระเบิด:Basic of Explosion
ตัวอย่างค่า Vapor Density

ชื่อสารไวไฟ	Vapor Density [Air density = 1.0]	IEC Group	NEC Group
Acetaldehyde	1.5	IIB	C
Acetone	2.0	IIA	D
Acetylene	0.9	IIC	A

ตย.สารไวไฟ Acetone
Material Safety Data Sheet: MSDS

สารนี้มีช่วงการติดไฟ
- ตั้งแต่ 2.6% (LEL) ถึง 13% (UEL)
- ถ้าช่วงของการจุดติดไฟได้กว้างมาก แสดงว่าสารนี้มีอันตรายมาก

อุณหภูมิต่ำสุดที่เกิดลุกติดไฟได้เองที่ 465 ^{o}C

ค่าความหนาแน่นสัมพันธ์ = 2 แสดงว่าสารนี้หนักกว่าอากาศ เมื่อเกิการรั่วไหลจะลอยต่ำลง

Physical and Chemical Properties	
Physical state	Liquit
Colour	Clear colourless
Odour	Pugent
Boiling point	50 C
Melting point	- 95 C
Explosion limits	2.6% to 13%
Solubility in water	Easily soluble in cold water
Partition coefficient(log Pow)	- 0.24
Vapour pressure	24.7kPa at 20C
Density	0.79 g/cm
Auto-flammability	465 C
Relative vapor density (air = 1)	2
Evaporation rate	9.46(compared to Butyl Acetate)

หัวข้อการบรรยาย

- ขอบเขตการบังคับใช้
- พื้นฐานการเกิดระเบิด
- มาตรฐานการติดตั้งฯ NEC
- มาตรฐานการติดตั้งฯ IEC

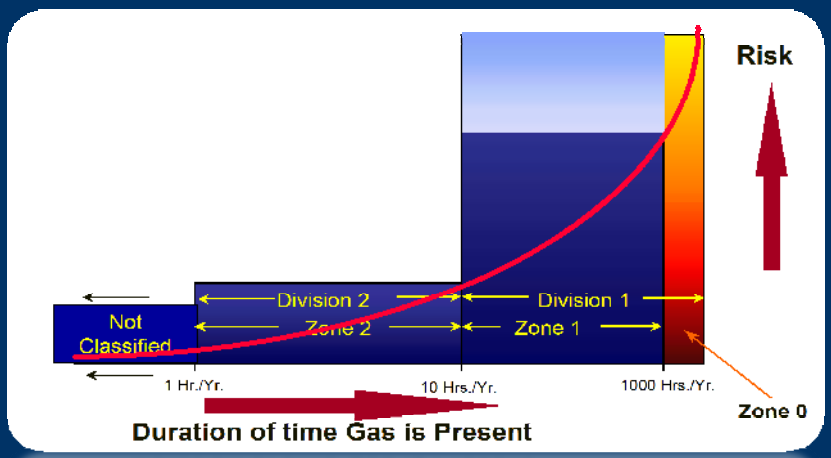
หัวข้อบรรยาย
Division Systems

- การจำแนกบริเวณอันตราย(Area Classification)
- การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ(Explosion Groups)
- เทคนิคการป้องกัน(Types of Protection)
- วิธีการเดินสาย(Wiring Methods)

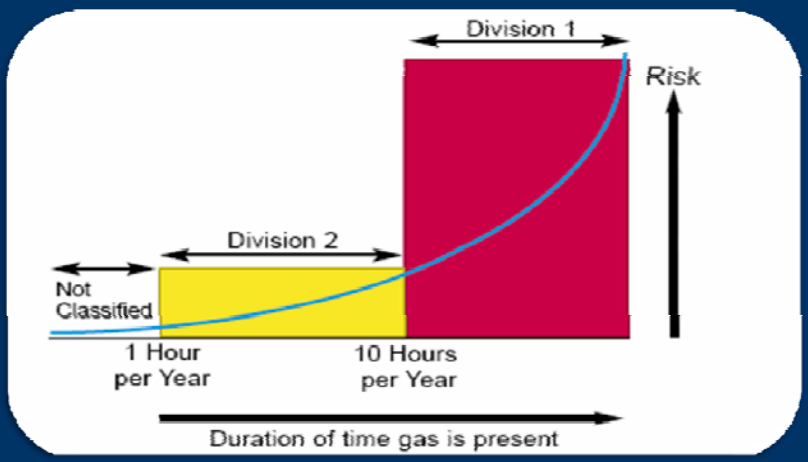
เปรียบเทียบการจำแนกบริเวณอันตราย
Class-Division vs. Zone

Hazardous Materials	Class/Division System		Zone System
ก๊าสหรือไอ Gasses or Vapors	Class I	Division 1	Zone 0, Zone 1
		Division 2	Zone 2
ฝุ่นที่ลุกไหม้ได้ Combustible Dusts	Class II	Division 1	Zone 20,Zone 21
		Division 2	Zone 22
เส้นใยหรือละออง Fiber or Flyings	Class III	Division 1	No Equivalent
		Division 2	

การจำแนกบริเวณอันตราย
Class-Division vs. Zone



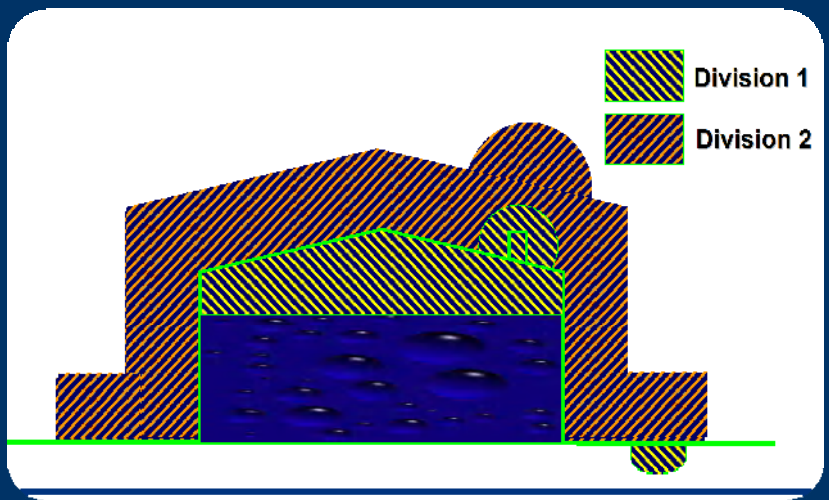
การจำแนกบริเวณอันตราย
Division systems



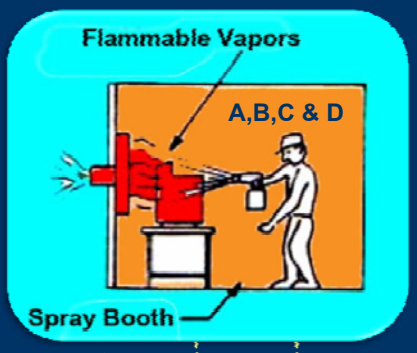
การจำแนกประเภทของกลุ่มก๊าซ ประเภทที่ 1 (Class I)

Caribbean Petroleum Corp's ,Puerto Rico, early October 23, 2009.

การจำแนกบริเวณอันตราย Division systems

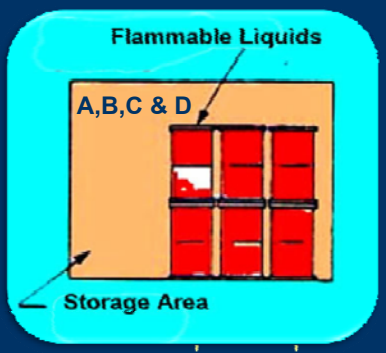


บริเวณอันตรายประเภทที่ 1(Class I)



ประเภทที่ 1 แบบที่ 1

Class I Division I



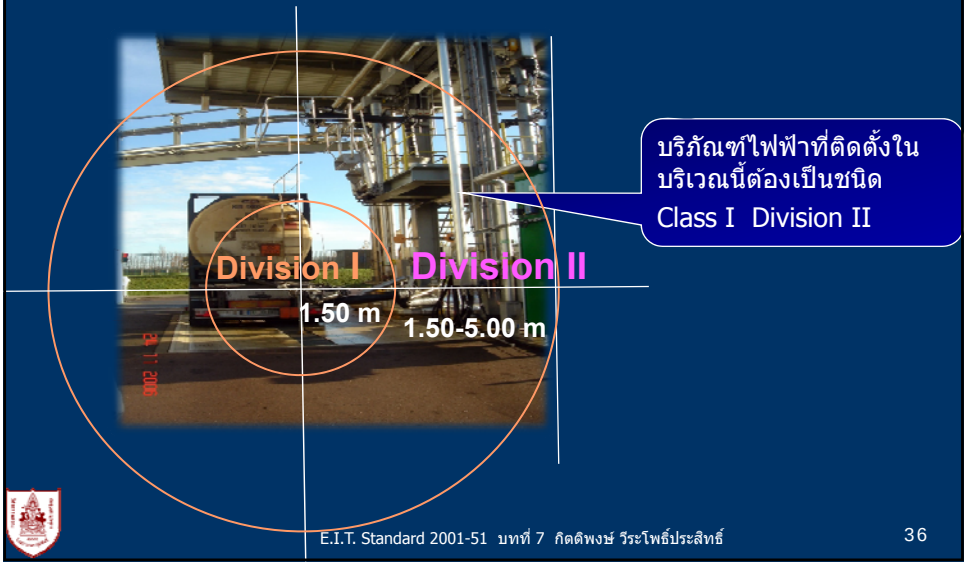
ประเภทที่ 1 แบบที่ 2

Class I Division II

การจำแนกประเภทของกลุ่มก๊าซ ประเภทที่ 1 (Class I)

การจำแนกบริเวณอันตราย ประเภทที่ 1(Class I, Division 1)

ตย. ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน หัวท่อรับและจ่ายก๊าซที่ใช้รับและจ่ายก๊าซให้แก่ยานพาหนะขนส่งก๊าซ



การจำแนกบริเวณอันตราย ประเภทที่ 1(Class I, Division 2)

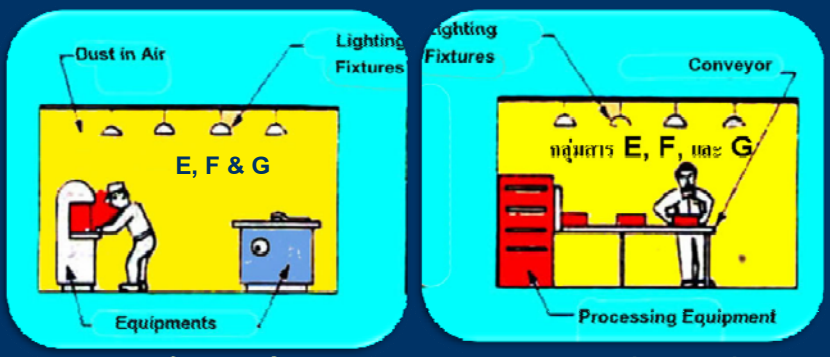
Areas where volatile liquids are stored are normally

classified as Class 1 Division 2.

Cooper Crouse-Hinds Ex Digest 13
Classification

ตัวอย่างร้านจำหน่ายก๊าซ

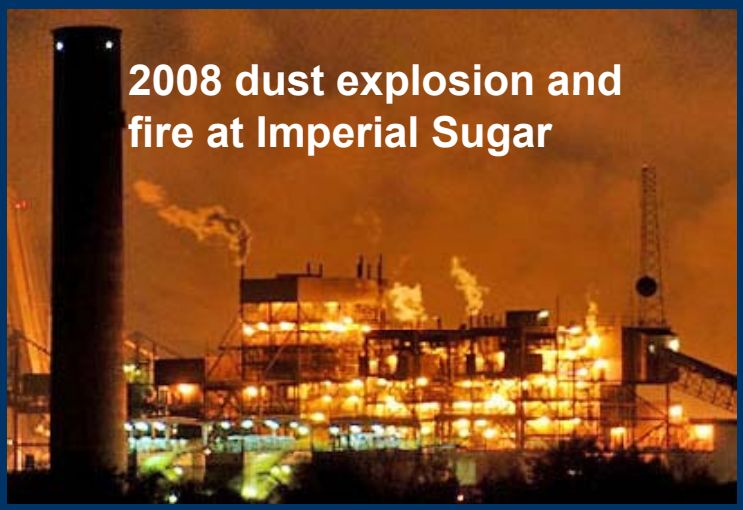
บริเวณอันตรายประเภทที่ 2



ประเภทที่ 2 แบบที่ 1
Class II Division I

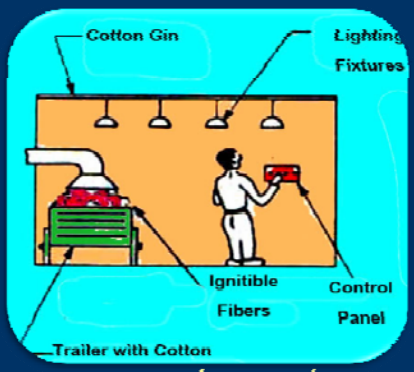
ประเภทที่ 2 แบบที่ 2
Class II Division II

การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ ประเภทที่ 2 (Class II)

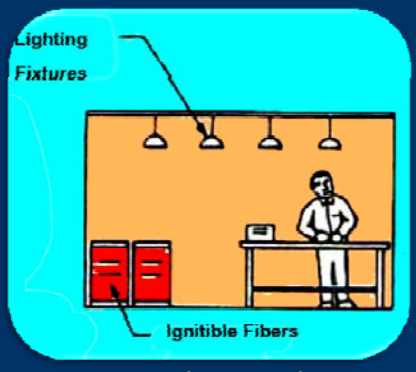


การแบ่งกลุ่มสารไวไฟประเภทที่ 2 (Class II)

บริเวณอันตรายประเภทที่ 3(Class III)



ประเภทที่ 3 แบบที่ 1
Class III Division I



ประเภทที่ 3 แบบที่ 2
Class III Division II

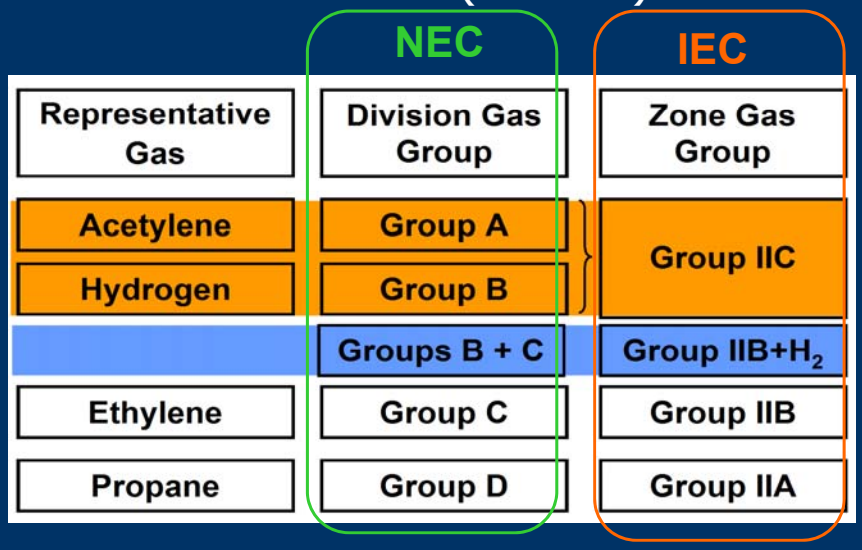
บริเวณอันตรายประเภทที่ 3 (Class III)

ประเภทที่ 3 ได้แก่สถานที่ๆ มีพวกปุยนุ่นลอยอยู่ใน อากาศ เช่นโรงงาน กระสอบ โรงงานผ้าห่ม โรงงานทอผ้า

หัวข้อบรรยาย
Division Systems

- การจำแนกบริเวณอันตราย(Area Classification)
- การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ(Explosion Groups)
- เทคนิคการป้องกัน(Types of Protection)
- วิธีการเดินสาย(Wiring Methods)

การจำแนกประเภทของกลุ่มก๊าซ ประเภทที่ 1 (Class I)



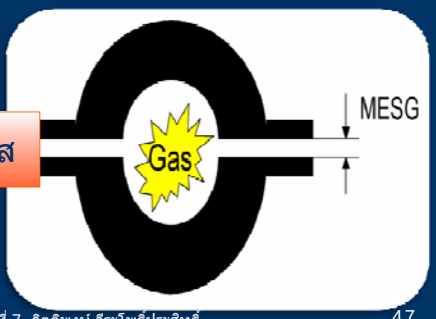
ตัวอย่างค่าการแบ่งกลุ่มสารไวไฟ MESG & MIC

Typical Gas	Chemical Characteristic			
	Group Division	Group Zone	MESG (mm)	MIC ratio
Acetylene	A	IIC	0.25	0.28
Hydrogen	B	IIC	0.28	0.25
Ethylene	C	IIB	0.65	0.53
Propane	D	IIA	0.97	0.82

การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ (Class I)
Maximum Experimental Safe Gap(MESG)

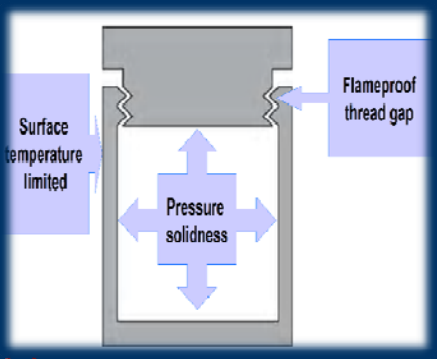
- MESG = คือค่าความกว้างของช่องเปิดมากที่สุดที่จะสามารถป้องกันการแพร่ขยายของเปลวไฟที่เกิดจากการจุดระเบิดของแก๊สผ่านช่องเปิดไปสู่ภายนอก ที่มีแก๊สชนิดเดียวกันเจือปนอยู่
- "การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันระเบิด(Explosion proof) ต้องให้ที่มีค่า MESG ของอุปกรณ์ ไม่เกินค่า MESG ของแก๊ส"

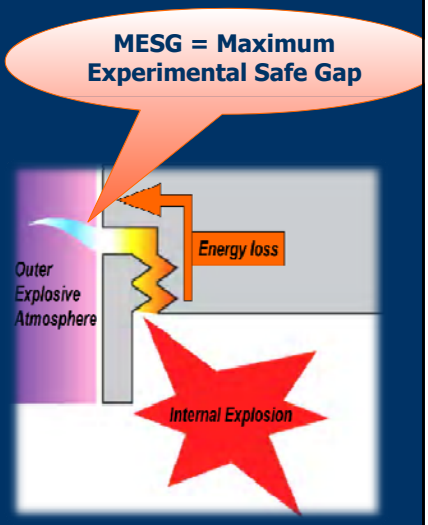
MESG อุปกรณ์ ex ≤ MESG ของแก๊ส



IEC: เทคนิคการป้องกัน
Flameproof Enclosure: Ex d

- Principle operation of a flameproof gap



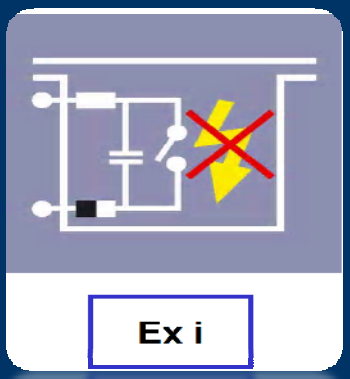


การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ (Class I)
Minimum Ignition Current Ratio(MIC)

- MIC = Minimum Ignition Current Ratio

  คือค่ากระแสไฟฟ้าน้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดสปาร์กจนเกิดการลุกติดไฟของแก๊สหรือไอระเหย

- "ถ้าแก๊สชนิดหนึ่งมีค่า MIC น้อย แสดงว่าแก๊สนั้นสามารถติดไฟได้ง่าย
- ดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องมีกระแสต่ำกว่าค่า MIC"



MIC อุปกรณ์ Ex ≤ MIC ของแก๊ส

การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ
ประเภทที่ 2 (Class II)

กลุ่ม E บรรยากาศประกอบด้วยฝุ่นโลหะ(Metal Dusts) ที่ลุกไหม้ได้ คือ อลูมิเนียม(Aluminum) แทนทาลัม

กลุ่ม F ประกอบด้วยฝุ่นสารอินทรีย์ที่ลุกไหม้ได้คือ ถ่านดำ(Carbon black) ถ่านไม้ ถ่านหิน(Coal)

กลุ่ม G ประกอบด้วยฝุ่นที่ลุกไหม้ได้อื่นๆ เช่นฝุ่นสารสังเคราะห์ พลาสติก เรซิน เป็นต้น

การแบ่งกลุ่มสารไวไฟประเภทที่ 3 (Class III)

ตัวอย่าง อุปกรณ์ไฟฟ้าที่
โรงงานทอผ้า

เส้นใยผ้า

หัวข้อบรรยาย
Division Systems

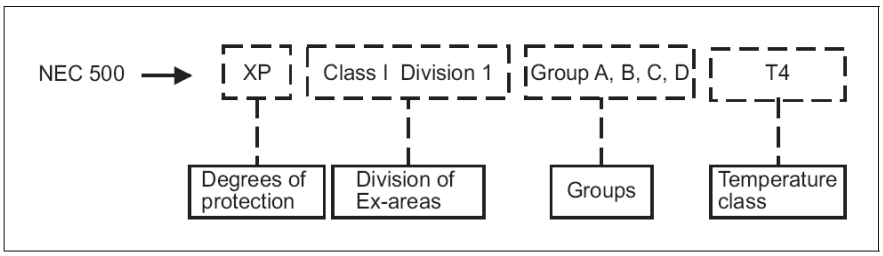
- การจำแนกบริเวณอันตราย(Area Classification)
- การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ(Explosion Groups)
- เทคนิคการป้องกัน(Types of Protection)
- วิธีการเดินสาย(Wiring Methods)

เทคนิคการป้องกัน
Division Systems

NEC 500-504	IEC, CENELEC,NEC 505
Explosionproof enclosure	**Flameproof enclosure (Ex d)**
	Increased safety (Ex e)
Intrinsic safety	**Intrinsic safety (Ex i)**
	Encapsulation (Ex mb)
Purged an pressurized	**Purged an pressurized (Ex p)**
	Powder filling (Ex q)
	Oil Immersion (Ex o)
	Type of protection "n" (Ex n)

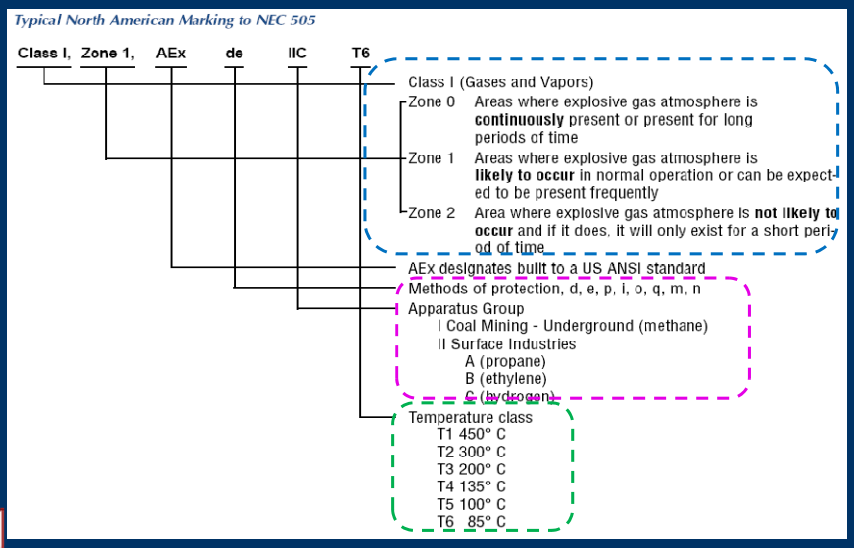
เครื่องหมายรับรองของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ในบริเวณอันตราย NEC (NEC 500-504)

The identification according to Divisions is used in the USA and Canada.



ef.Explosion protection A5E00265440

เครื่องหมายรับรองของบริภัณฑ์ไฟฟ้าในบริเวณอันตราย IEC (NEC 505)



ระดับอุณหภูมิสูงสุดที่ผิวของบริภัณฑ์ Temperature classification

Article 505	Article 500	Max. °C	Max. °F
T1	T1	**450**	**842**
T2	T2	**300**	**572**
	T2A	280	536
	T2B	260	500
	T2C	230	446
	T2D	215	419
T3	T3	**200**	**392**
	T3A	180	356
	T3B	165	329
	T3C	160	320
T4	T4	**135**	**275**
	T4A	120	248
T5	T5	**100**	**212**
T6	T6	**85**	**185**

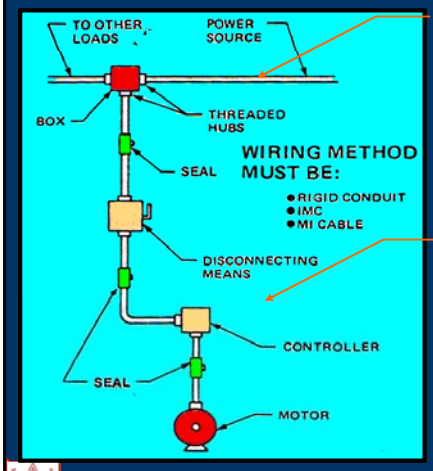
หัวข้อบรรยาย
Division Systems

- การจำแนกบริเวณอันตราย(Area Classification)
- การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ(Explosion Groups)
- เทคนิคการป้องกัน(Types of Protection)
- วิธีการเดินสาย(Wiring Methods)

วิธีเดินสายไฟฟ้าในบริเวณอันตราย

- **บริเวณอันตรายประเภทที่ 1** (ข้อ 7.3)
- **บริเวณอันตรายประเภทที่ 2** (ข้อ 7.4)
- **บริเวณอันตรายประเภทที่ 3** (ข้อ 7.5)

วิธีเดินสายบริเวณอันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 1(Class I Division I)



การเดินสายในบริเวณฯ ติดตั้งได้ 2 วิธี

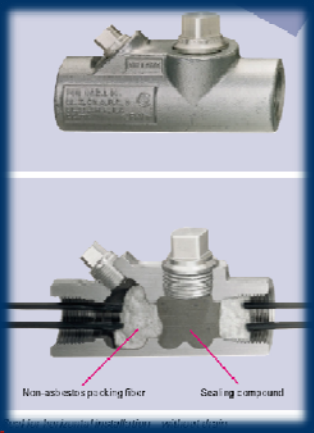
- ด้วยท่อร้อยสาย ชนิด RSC, IMC
- ด้วยสายเคเบิลชนิด MI หรือสายเคเบิลที่ใช้กับสารไวไฟโดยเฉพาะ

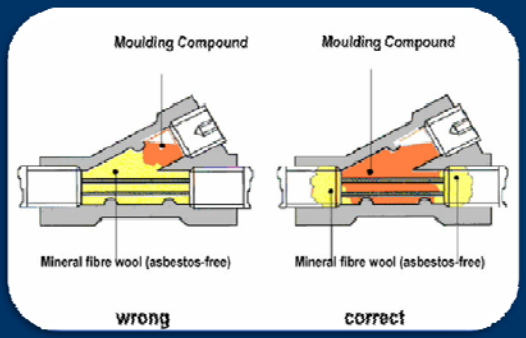
เครื่องประกอบและข้อต่อต่างๆ และบริภัณฑ์ที่ใช้บริเวณอันตรายต้องเป็นชนิดที่ได้การรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น UL,PTB,CSA หรือ CSI เป็นต้น

Control Panel in Conduit Technique

ท่อร้อยสายที่ต่อเข้ากับเครื่องห่อหุ้มของสวิตช์หรือบริภัณฑ์อื่น ๆต้องมีการปิดผนึก(Sealing) ติดตั้งก่อนเข้ากล่องระยะไม่เกิน ในระยะ 457 mm. (450มม. หรือ 18 นิ้ว)

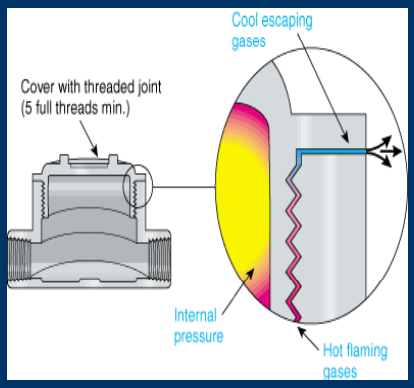
ตัวอย่างเครื่องประกอบการปิดผนึกท่อ (sealing fitting)



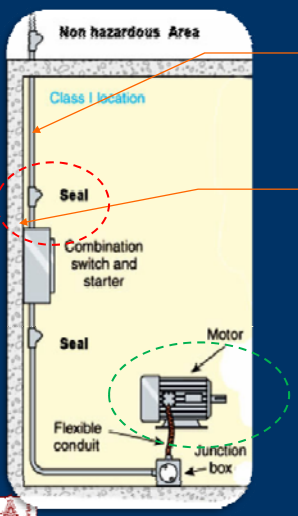


เครื่องประกอบและข้อต่อต่างๆ ต้องมีอย่างน้อย 5 เกลียว

An explosion proof junction box with a screw-type cover.
Ref. National Electrical Code Handbook 2002



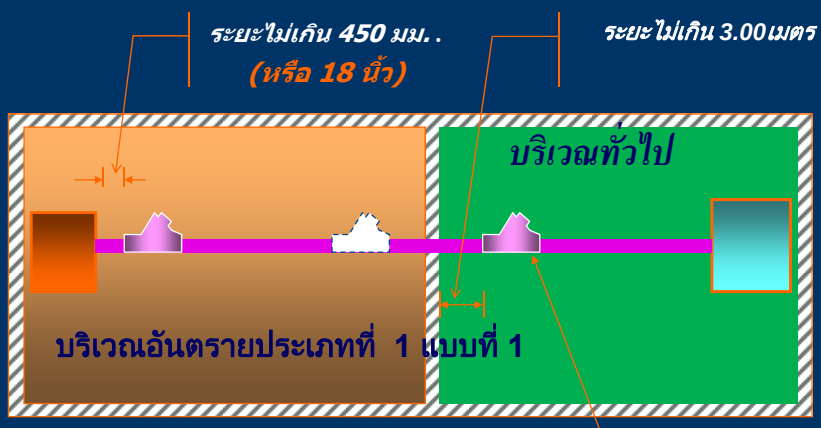
วิธีเดินสายบริเวณอันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 1(Class I Division I)



ต้องใช้ท่อโลหะชนิด RSC หรือ IMC ซึ่งทำเกลียวไม่น้อยกว่า 5 เกลียว

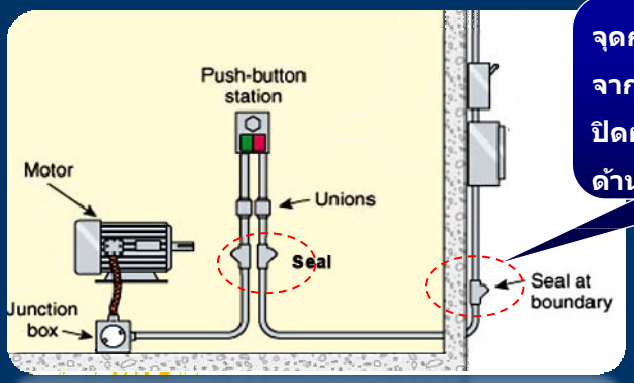
ต้องติดตั้ง sealing fitting ก่อนเข้ากล่องสวิตช์ควบคุม ในระยะไม่เกิน 450 มม.หรือ18 นิ้ว

การปิดผนึก ระหว่างบริเวณอันตรายกับบริเวณทั่วไป



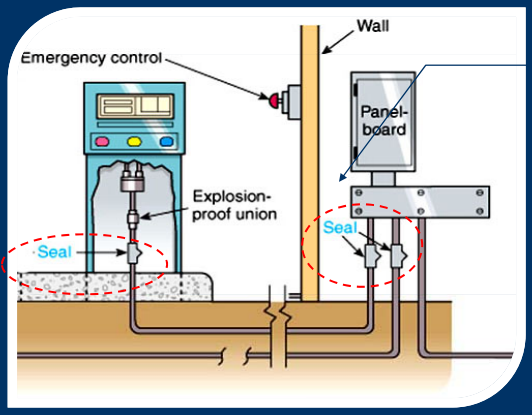
ต้องมีการปิดผนึก(Sealing) ของท่อร้อยสายที่ออกจากที่ด้านใดด้านหนึ่งภายในระยะ 3.00 เมตร

วิธีเดินสายบริเวณอันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 1(Class I Division I)



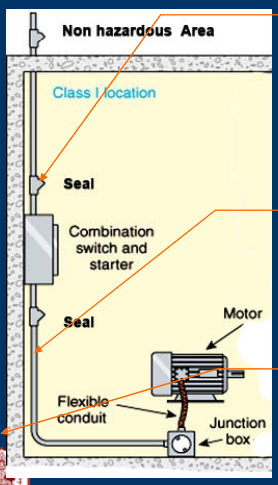
จุดการเดินสายเข้า-ออกจากพื้นที่อันตราย ต้องมีการปิดผนึก(Sealing) ที่ด้านใดด้านหนึ่งระยะ ≤ 3.00 เมตร

ตัวอย่างการปิดผนึกท่อสายเข้า-ออก



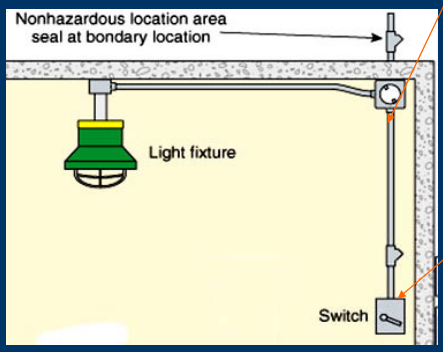
ต้องมีการปิดผนึก(Sealing) ของท่อร้อยสายที่ออกจากบริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 ที่ด้านใดด้านหนึ่งภายในระยะ 3.00 เมตร

วิธีการเดินสายบริเวณอันตราย ประเภทที่ 2 แบบที่ 1 (Class II Division I)



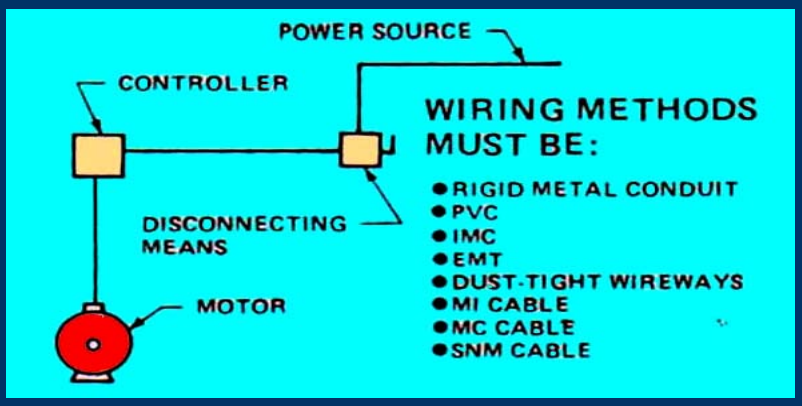
- การปิดผนึกในบริเวณ แบบที่1 และ 2
  - ช่องเดินสายในแนวนอนและมีความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร
  - ช่องเดินสายที่ติดตั้งในแนวดิ่งและมีความยาวไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร
  - กรณีช่องเดินสายอยู่ระหว่างเครื่องห่อหุ้มชนิดทนฝุ่นที่จุดระเบิดได้กับเครื่องห่อหุ้มที่ไม่อยู่ในบริเวณอันตรายไม่ต้องมี **Seal** ก็ได้
- การเดินสายต้องเป็นดังนี้
  - ท่อโลหะแบบมีเกลียว **RSC,IMC**
  - **MI cable**
  - ท่อโลหะอ่อน ต้องได้รับการรับรองให้ใช้ได้
- เครื่องประกอบและกล่อง
  - ต้องมีที่ต่อแบบมีเกลียว
  - ต้องมีฝาปิดมิดชิด และไม่มีช่องเปิด
  - ได้รับการรับรอง **Dust –ignition Proof**

การเดินสายบริเวณอันตราย ประเภทที่ 2 แบบที่ 2 (Class II Division II)



- **WIRING METHOD MUST BE**
  - **RSC**
  - **IMC**
  - **EMT**
  - **Dust tight raceway**
  - **MI cable**
  - **MC Cable**
- **เครื่องห่อหุ้ม สวิตช์และอุปกรณ์อื่น ๆ ต้องเป็นชนิดกันฝุ่น**

วิธีการเดินสายบริเวณอันตราย ประเภทที่ 3 แบบที่ 1 (Class III Division I)



หัวข้อการบรรยาย

- ขอบเขตการบังคับใช้
- พื้นฐานการเกิดระเบิด
- มาตรฐานการติดตั้งฯ NEC
- มาตรฐานการติดตั้งฯ IEC

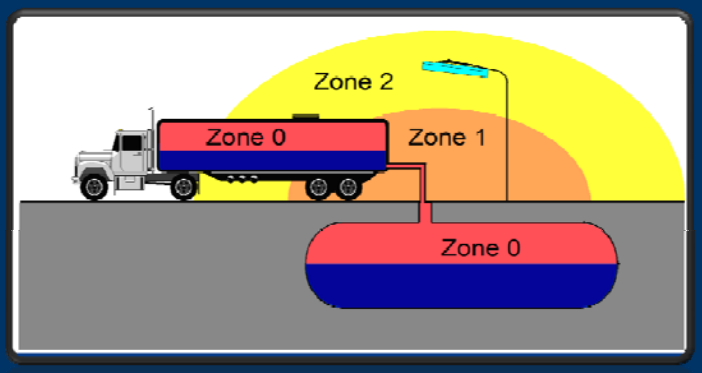
มาตรฐานที่ใช้ในประเทศต่างๆ ทั่วโลก

cf. Appleton GUIDE FOR USE OF ELECTRICAL PRODUCTS IN HAZARDOUS LOCATIONS

หัวข้อบรรยาย
IEC:Zone Systems (ตามข้อ 7.7)

- การจำแนกบริเวณอันตราย(Area Classification)
- การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ(Explosion Groups)
- เทคนิคการป้องกัน(Types of Protection)
- วิธีการเดินสาย(Wiring Methods)

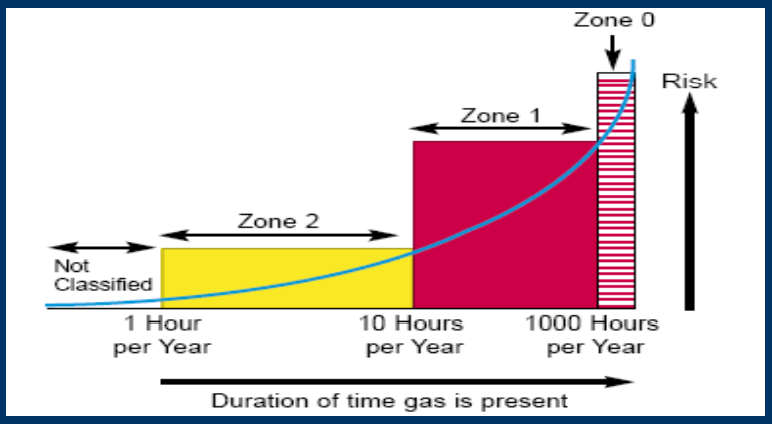
การจำแนกบริเวณอันตราย
Area Classification
(Zone 0, Zone 1,Zone 2)



IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย
NEC vs. IEC

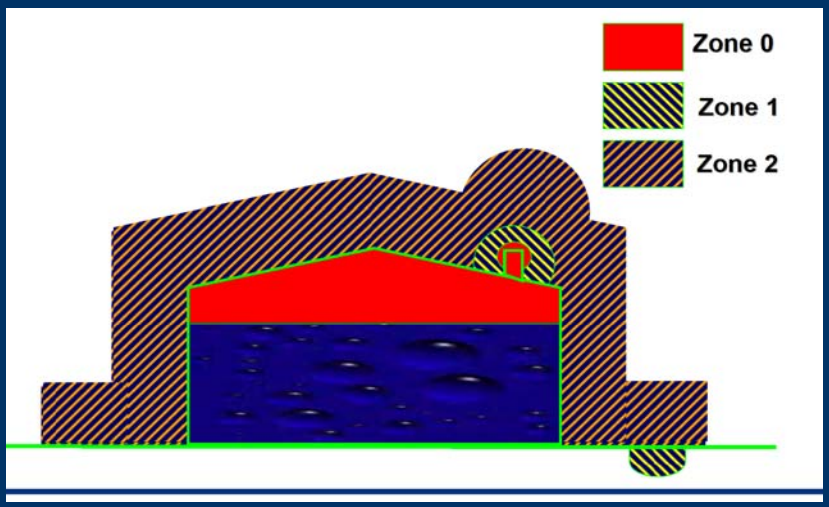
Frequency of Occurrence	CEC / NEC Division System	IEC/CENELEC/CEC /NEC Zone System
Continuous		Zone 0
Intermittent Periodically	Class I, Division 1	Zone 1
Abnormal Condition	Class 1, Division 2	Zone 2

IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย Zone Systems

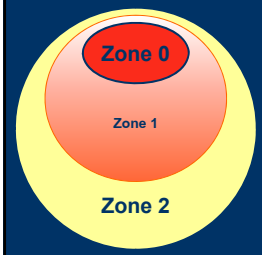


- Continuous Grade (1000 hours/year) leads to a Zone 0.
- Primary Grade (100 hours/year) leads to a Zone 1.
- Secondary Grade (10 hours/year in total) leads to a Zone 2.

IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย Zone Systems



IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย



บริเวณอันตราย โซน 0 ได้แก่

- สถานที่ซึ่งมีก๊าซอย่างต่อเนื่องและมีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้ตลอดเวลา
- สถานที่ซึ่งมีก๊าซตลอดเวลาและมีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้

บริเวณอันตราย โซน 1 ได้แก่

- บริเวณที่ในภาวะการทำงานปกติ อาจมีก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้
- บริเวณที่อาจมีก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้อยู่บ่อย ๆ เนื่องจากการซ่อมแซม บำรุงรักษา หรือรั่ว

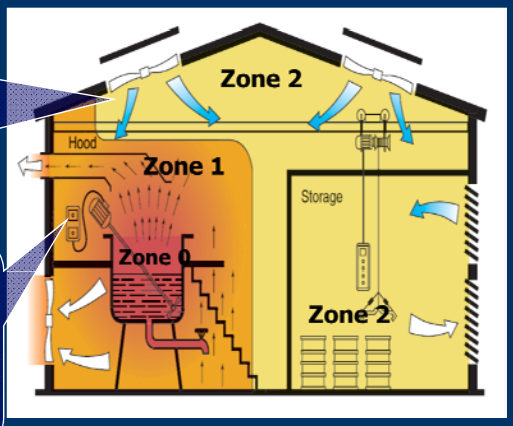
บริเวณอันตรายโซน 2 ได้แก่

- สถานที่ซึ่งในภาวะการทำงานปกติ เกือบจะไม่มีก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้ และถ้ามีก๊าซจะมีช่วงเวลาสั้น ๆ เท่านั้น
- สถานที่ซึ่ง ก๊าซนี้ ถูกเก็บไว้ในภาชนะหรือระบบปิด โดยอาจรั่วออกมาได้ จากการทำงานของอุปกรณ์ที่ผิดปกติในขณะที่มีการเคลื่อนย้าย ผลิต หรือใช้งานก๊าซ

IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย
IEC:Zone 0,1,2 และ 3

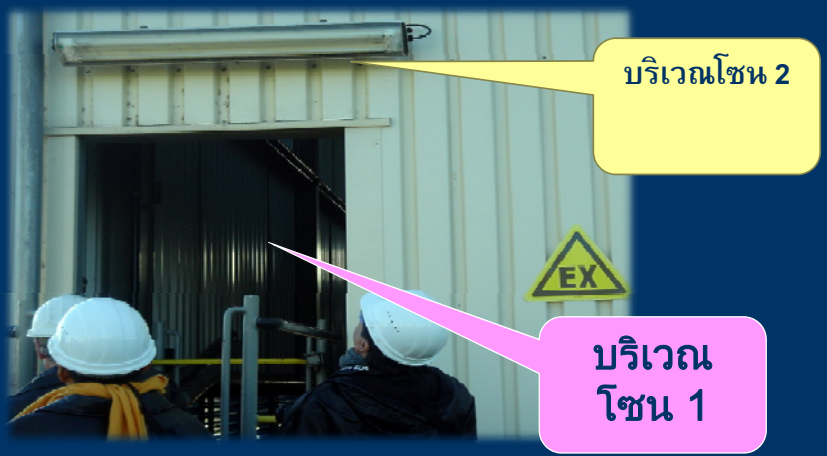
บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งในบริเวณนี้ ต้องเป็นชนิดมีเครื่องหมายโดยเฉพาะสำหรับโซน 2 และวิธีการเดินสายต้องเป็นไปตาม 7.7.10 หรือ IEC60079-14

บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งในบริเวณนี้ ต้องเป็นชนิดใช้เฉพาะในโซน 1 และวิธีการเดินสายต้องเป็นไปตามข้อ 12.3 หรือ IEC60079-14



IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย
ตย.การจำแนกบริเวณอันตราย

IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย
ตย.วิธีการแบ่งโซน

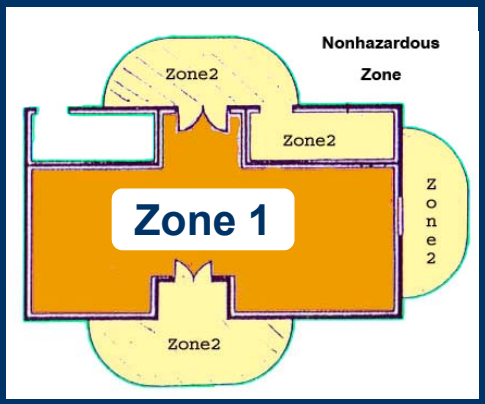


IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย
บริเวณอันตรายโซน 2

คือพื้นที่ห้องหรือบริเวณที่ก๊าซถูกเก็บไว้ในภาชนะ ที่ปิด โดยอาจรั่วออกมาได้จากการทำงานของอุปกรณ์ที่ผิดปกติในขณะที่มีการเคลื่อนย้าย ผลิต หรือใช้งานก๊าซ

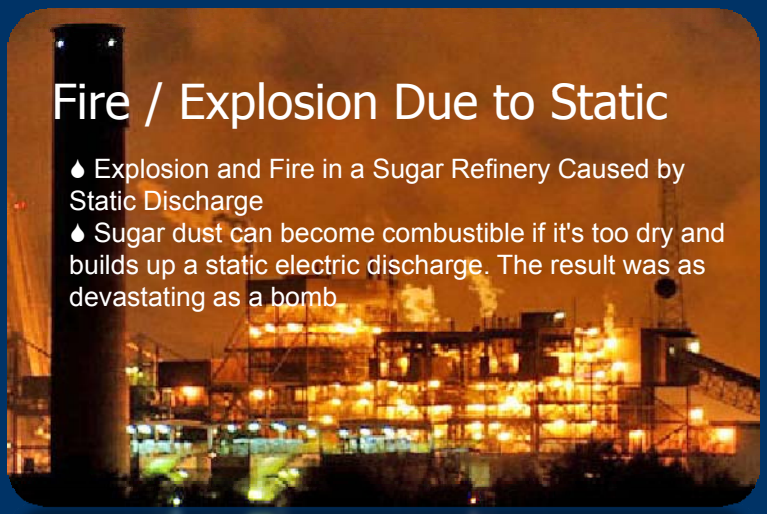
Ref. Cooper Crouse-Hinds Ex Digest 13, Area Classification

IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย
บริเวณอันตราย โซน 2

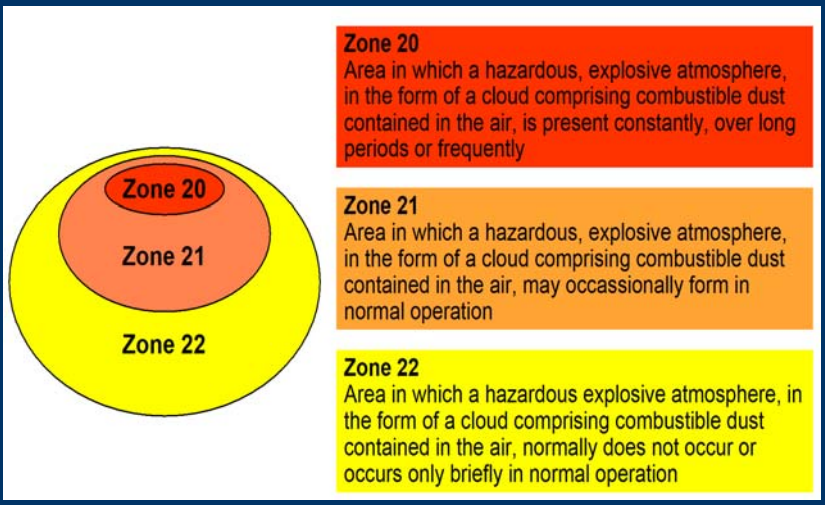


- คือบริเวณที่มีไอระเหยของสารไวไฟมีอยู่ตลอดเวลา แต่มีความเข้มข้นไม่พอที่จะจุดระเบิดได้ เช่น บริเวณติดกับประตู โซน 1
- บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งในบริเวณนี้ต้องเป็นชนิดมีเครื่องหมายโดยเฉพาะสำหรับโซน 2 และวิธีการเดินสายต้องเป็นไปตาม 7.7.10 หรือ IEC60079-14

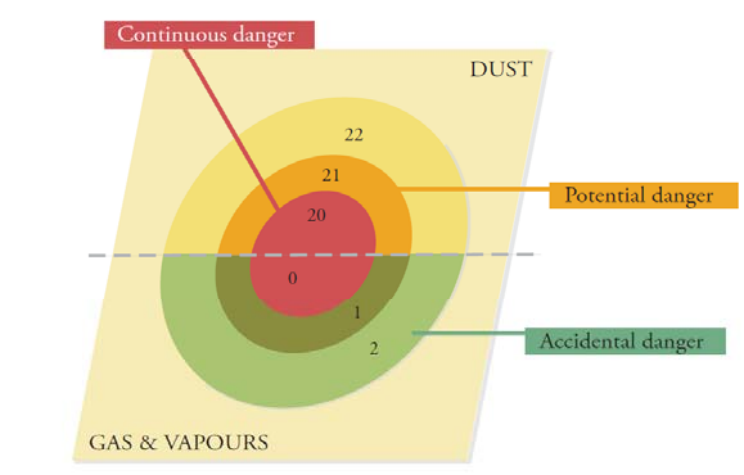
ฝุ่นระเบิดได้จริงหรือ ??
Dust Explosion at Imperial Sugar



IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย
Dust Explosion

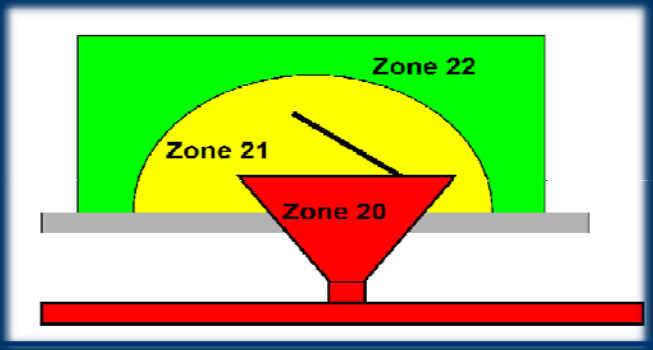


IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย Dust Explosion (Zone 20, Zone 21,Zone 22)



IEC:การจำแนกบริเวณอันตราย Dust Explosion

- Example: Sack emptying station



หัวข้อบรรยาย
IEC:Zone Systems

- การจำแนกบริเวณอันตราย(Area Classification)
- การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ(Explosion Groups)
- เทคนิคการป้องกัน(Types of Protection)
- วิธีการเดินสาย(Wiring Methods)

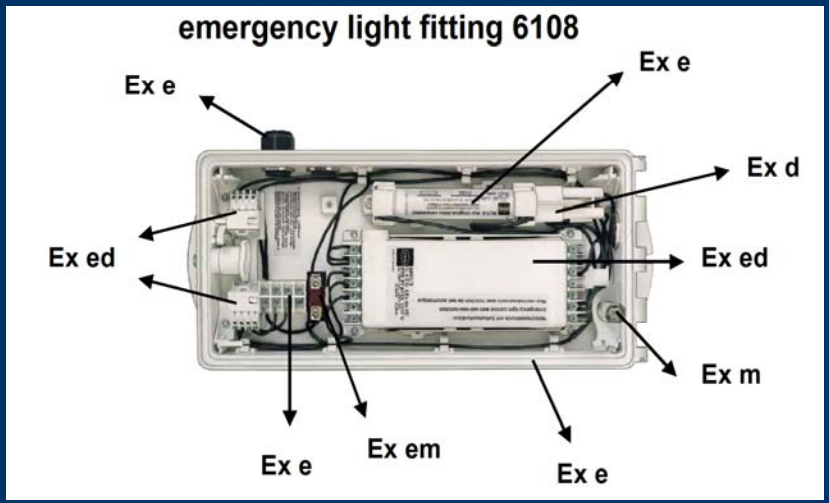
การจำแนกประเภทของกลุ่มก๊าซ
(Gas groups) NEC vs. IEC

Representative Gas	NEC Division Gas Group	IEC Zone Gas Group
Acetylene	Group A	Group IIC
Hydrogen	Group B	
	Groups B + C	Group IIB+H_2
Ethylene	Group C	Group IIB
Propane	Group D	Group IIA

หัวข้อบรรยาย
IEC:Zone Systems

- การจำแนกบริเวณอันตราย(Area Classification)
- การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ(Explosion Groups)
- เทคนิคการป้องกัน(Types of Protection)
- วิธีการเดินสาย(Wiring Methods)

IEC: มีเทคนิคการป้องกัน ?



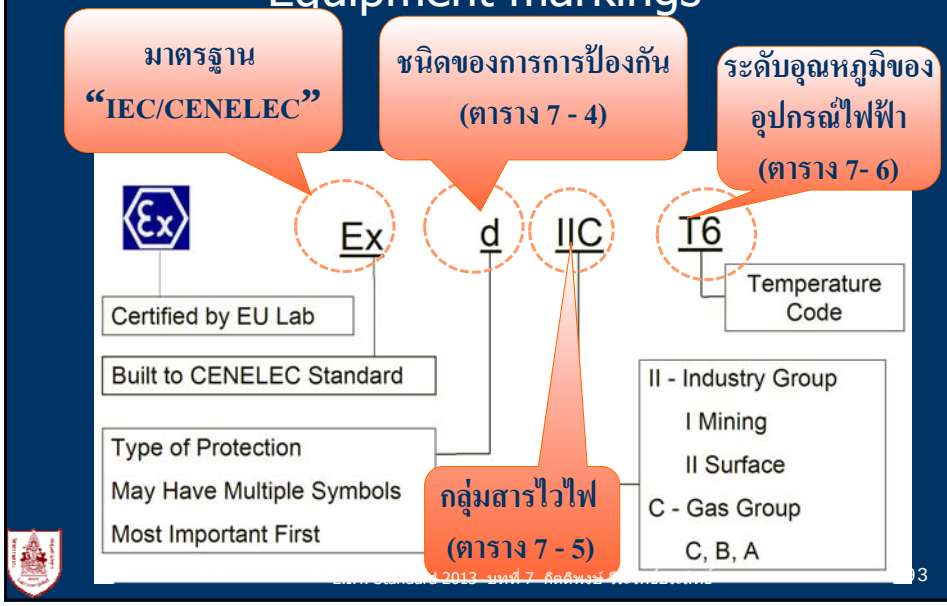
IEC:เทคนิคการป้องกัน

	Type of protection	standard symbol	alternate symbol	Zone	Main application	Standard
	increased safety	e	eb	1	terminal and junction boxes, cage induction motors, light fittings	IEC 60079-7 EN 60079-7
	flameproof enclosures	d	db	1	switchgear, control stations, motors,	IEC 60079-1 EN 60079-1
	pressurized enclosures	px py pz p	pxb pyb pzc pb pc	1 1 2 21 22	switchgear and control cabinets, analysers, large motors	IEC 60079-2 / IEC 61241-4 EN 60079-2 / EN 61241-4
	intrinsic safety	ia ib ic	ia ib ic	0, 20 1, 21 2	instrumentation technology, field-bus technology, sensors, actuators	IEC 60079-11 / IEC 61241-11 EN 60079-11 / EN 61241-11
	oil immersion	o	ob	1	transformers, starting resistors	IEC 60079-6 EN 60079-6
	powder filling	q	qb	1	sensors, electronic ballasts, electronic devices	IEC 60079-5 EN 60079-5
	encapsulation	ma mb mc	ma mb mc	0, 20 1, 21 2, 22	display units, sensors, electronic devices	IEC 60079-18 / IEC 61241-18 EN 60079-18 / EN 61241-18
	type of protection „n"	n_	n_c	2	electrical apparatus for Zone 2	IEC 60079-15 EN 60079-15
	protection by enclosures	ta tb tc	ta tb tc	20 21 22	switchgear and control station, terminal and connection boxes, control boxes, motors, light fittings	IEC 60079-31 / IEC 61241-1 EN 60079-31 / EN 61241-1

IEC:เทคนิคการป้องกัน

Protection Technique	Zone 0	Zone 1	Division 1
Intrinsic Safety	X	X	X
Explosionproof		X	X
Purged & Pressurized		X	X
Intrinsic Safety (ia)	X	X	X
Intrinsic Safety (ib)		X	
Increased Safety (e)		X	
Flameproof (d)		X	
Encapsulation (m)		X	
Oil Immersion (o)		X	
Pressurized (p)		X	

IEC :เทคนิคการป้องกัน Equipment markings



IEC: อุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดของบริภัณฑ์ (Max. Surface Temperature)

Temperature class	Ignition temperature of the gas	Max. surface temperature of the apparatus
T1	> 450°C	450 °C
T2	> 300°C ≤ 450°C	300 °C
T3	> 200°C ≤ 300°C	200 °C
T4	> 135°C ≤ 200°C	135 °C
T5	> 100°C ≤ 135°C	100 °C
T6	> 85°C ≤ 100°C	85 °C

Applies to an ambient temperature of up to +40 °C

IEC: อุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดของบริภัณฑ์ ตย. การเลือกใช้ Temperature Class

TEMPERATURE CLASS OF THE EQUIPMENT

SPONTANEOUS IGNITION TEMPERATURE OF THE GASES (T°)	TEMPERATURE CLASS OF THE EQUIPMENT					
	T6 (85°)	T5 (100°)	T4 (135°)	T3 (200°)	T2 (300°)	T1 (450°)
85°≤ T° ≤100 °C						
100° < T° ≤ 135 °C						
135° < T°≤ 200 °C						
200° < T°≤ 300 °C						
300° < T° ≤ 450 °C						
450 °C < T°						

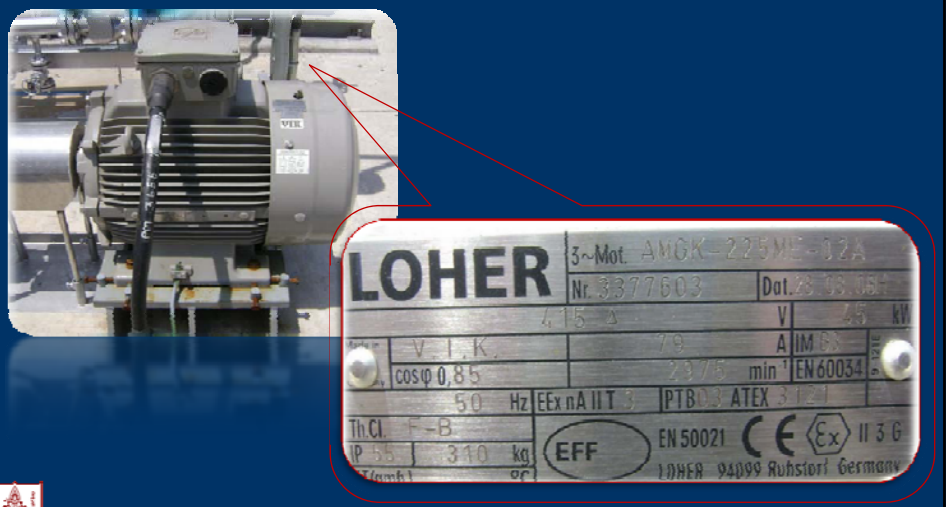
EXPLOSION

Danger : explosion

Equipment which can be used.

- ตย. เช่น สารไวไฟ Acetaldehyde มีค่า 175 Cº
- ฉะนั้น อุปกรณ์ จะต้องเลือกใช้ ไม่ต่ำกว่า T4, T5 หรือ T6

IEC :เทคนิคการป้องกัน Electrical apparatus & Certificate

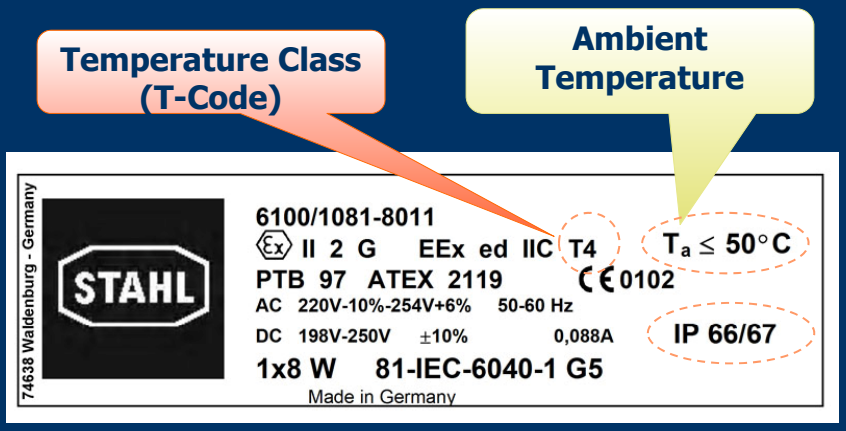


IEC:เทคนิคการป้องกัน
Major certifying authorities

Authority	Country	Marks Used
BASEEFA	United Kingdom	Ex FLP
SCS		
PTB	Germany	Ex Sch
BVS		
INERIS	France	MS AE
LCIE		
LOM	Spain	
CESI	Italy	AD-PE
ISSEP	Belgium	Ex
KEMA	The Netherlands	KEMA EUR
All		Ex

IEC :เทคนิคการป้องกัน
Equipment marking;IEC/CENELEC

IEC :เทคนิคการป้องกัน
Equipment marking –IEC/CENELEC



IEC :เทคนิคการป้องกัน
Electrical apparatus & Certificate

Technical data

Ex-Safety switch 20 A		
Marking to 94/9/EC		II 2 G EEx ed ia IIC T6 / II 2 D IP66 T 55 °C
EC-Type Examination Certificate		PTB 99 ATEX 1161
IECEx Certificate of Conformity		BKI 07.0012
Marking accd. to IECEx		Ex ed ia IIC T6
		Ex tD A21 IP66 T55 °C
Permissible ambient temperature		-20 °C to +40 °C
		-55 °C to +55 °C (option)
Rated voltage		up to max. 690 V
Rated current		max. 20 A
Frequency		50/60 Hz
Switch rating AC3	230 V AC	20 A
	400 V AC	20 A
	500 V AC	16 A

IEC :เทคนิคการป้องกัน
Electrical apparatus & Certificate

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Braunschweig und Berlin

EC-TYPE-EXAMINATION CERTIFICATE

(Translation)

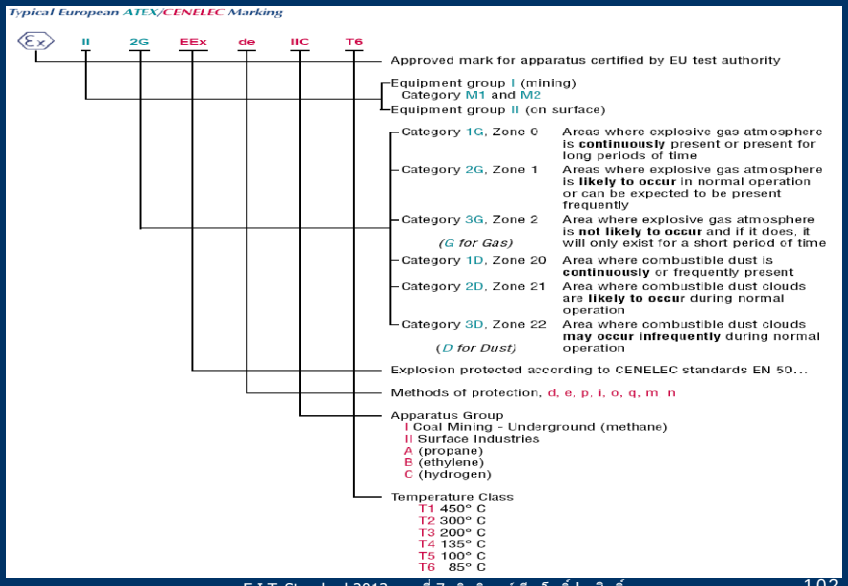
PTB 99 ATEX 1161

IECEx Certificate of Conformity

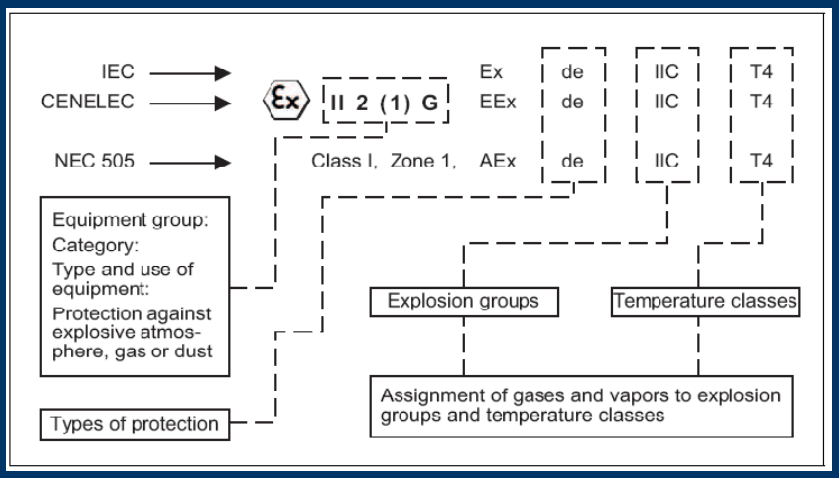
INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC Certification Scheme for Explosive Atmospheres

IEC :เทคนิคการป้องกัน
Equipment marking;IEC/ATEX/CENELEC

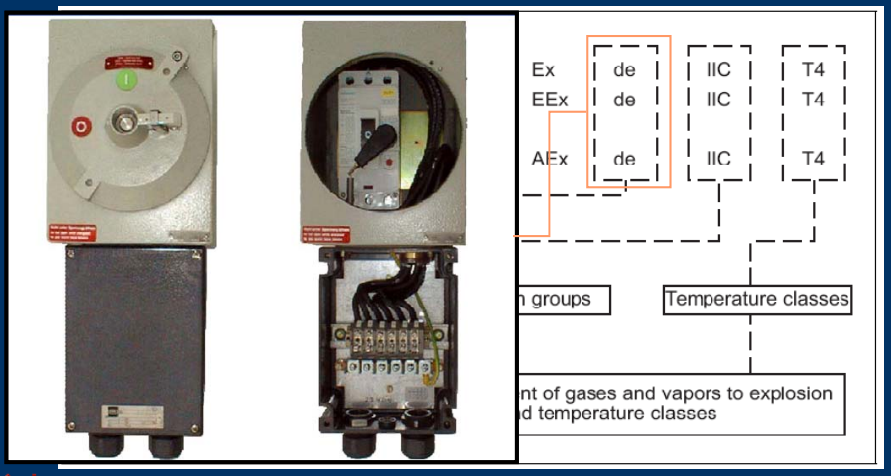


IEC :เทคนิคการป้องกัน
Equipment marking;IEC/CENELEC/NEC 505



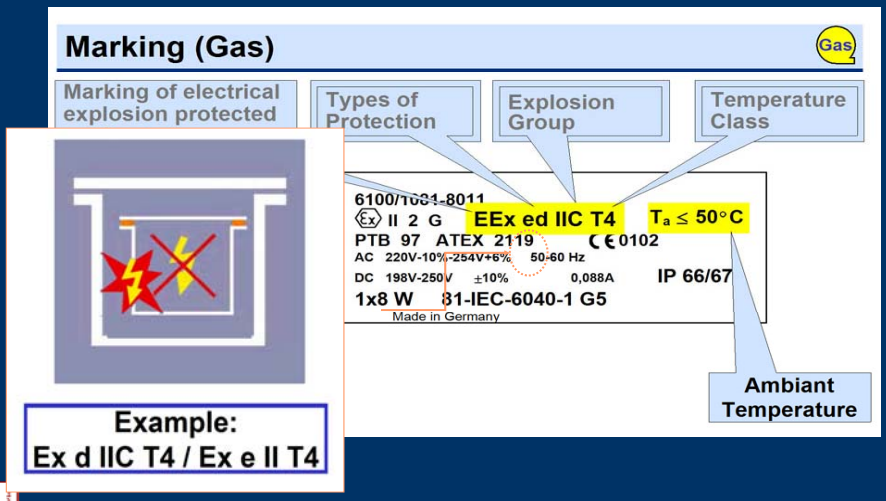
Ref.Explosion protection A5E00265440

IEC :เทคนิคการป้องกัน
Equipment arking;IEC/CENELEC/NEC 505



Ref. Explosion protection A5E00265440

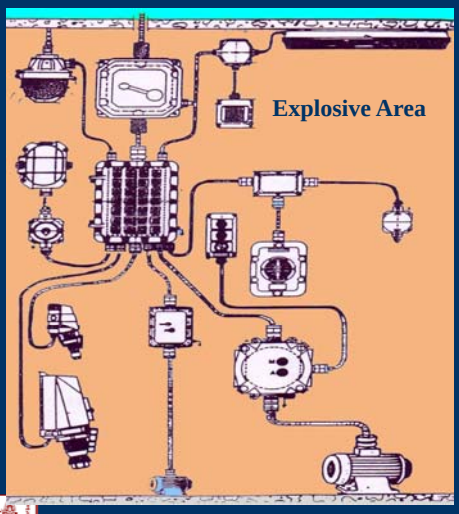
IEC :เทคนิคการป้องกัน
Markings of explosion IEC/CENELEC



หัวข้อบรรยาย
IEC:Zone Systems

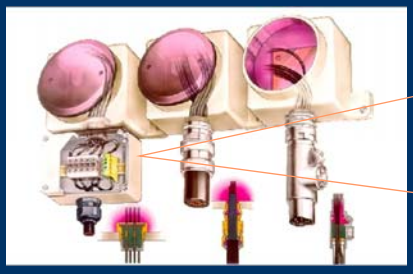
- การจำแนกบริเวณอันตราย(Area Classification)
- การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ(Explosion Groups)
- เทคนิคการป้องกัน(Types of Protection)
- วิธีการเดินสาย(Wiring Methods)

IEC:วิธีเดินสายและบริภัณฑ์ไฟฟ้า ตามข้อ 7.7

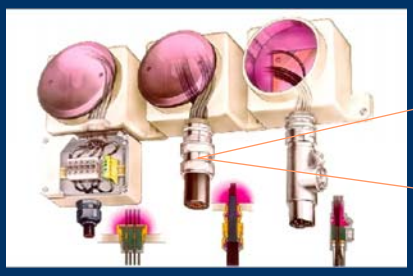


- Cables
- Cable Entries
- Stopping plugs
- Adapters

IEC:วิธีเดินสายและบริภัณฑ์ไฟฟ้า

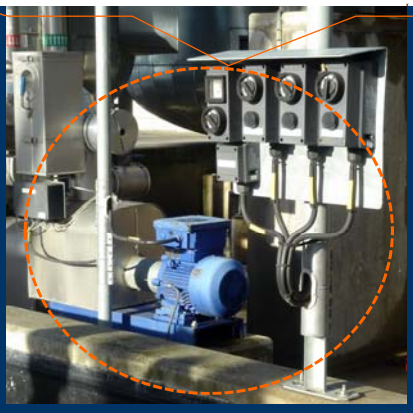


ตย.วิธีเดินสายและบริภัณฑ์ไฟฟ้าตาม IEC

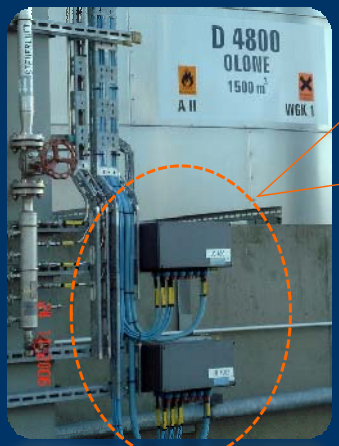


วิธีเดินสายและบริภัณฑ์ไฟฟ้าตาม IEC

7.7.10.1.1 วิธีเดินสายต้องเป็นไปตามที่กำหนดในบทที่ 5 ยกเว้น ข้อ 5.3 และ ข้อ 5.14 หรือเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60079-14 โดยเป็นอุปกรณ์และบริภัณฑ์ต้องเป็นชนิดที่ได้รับการรับรองแล้วสำหรับบริเวณอันตราย จากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น UL, NEMA, FM, CSA, ECCS, PTB, LCIE หรือ DEMKO เป็นต้น ตามที่ระบุในข้อ 7.7.4

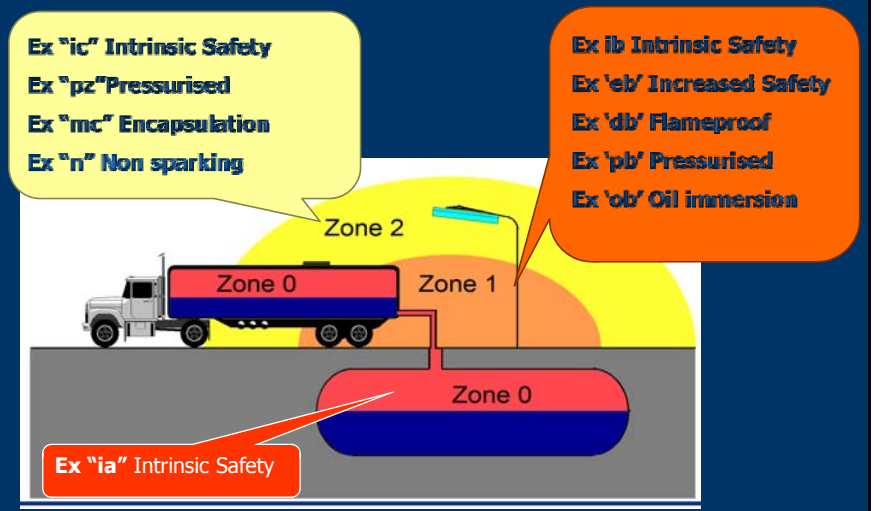


IEC:วิธีเดินสายและบริภัณฑ์ไฟฟ้า



- โซน 1 และ โซน 2
- การเดินสายเคเบิลสำหรับบริภัณฑ์ฯ ติดตั้งถาวร
- ใช้สายเคเบิลฉนวนแร่หุ้มเปลือกโลหะหรือ สายเคเบิลหุ้มเปลือกเทอร์โมพลาสติก เช่น MI, MC, AC, CV หรือ NYY เป็นต้น

สรุป
IEC: (Zone 0, Zone 1,Zone 2)



ถาม-ตอบ ????

กิตติพงษ์ วีระโพธิ์ประสิทธิ์

การไฟฟ้านครหลวง

โทร 02-2563315 Fax 02-2563683 kittipong.w @ mea.or.th

THE END

เทคนิคการป้องกันบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Types of protection)

สาเหตุการจุดระเบิดที่สำคัญ (Ignition Sources)

- เปลวไฟ(Open Flame)
- พื้นผิวที่มีความร้อนสูง(Hot Surfaces)
- การอาร์ก และการสปาร์กของอุปกรณ์ไฟฟ้า(Electrical Arcs and Sparks)
- การถ่ายเทประจุของไฟฟ้าสถิตระหว่างวัตถุที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า (Electrostatic Discharge)
- การเกิดฟ้าผ่า หรือการถ่ายเทประจุไฟฟ้าจาก บรรยากาศ ลงสู่พื้นดิน: Lightning (Atmospheric Discharge)
- การเกิดการเสียดสีของเครื่องจักรกลหรือการกระทบอย่างรุนแรงของโลหะ(Mechanical Friction or Impact Sparks)
- การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความเข้มสูง(Electromagnetic Radiation)
- การเกิดคลื่นอัลตร้าโซนิกที่มีพลังงานสูง(Ultrasonic)
- คลื่นพลังงานกระแทกอย่างรุนแรง : Shock Waves (Adiabatic Compression)
- การแผ่คลื่นพลังงานจากปฏิกิริยาการแยกตัวของไอออน(Ionizing Radiation)
- การแผ่คลื่นแสงที่มีความเข้มสูง(Optical Radiation)
- ปฏิกิริยาเคมีอย่างรุนแรงและเกิดพลังงานความร้อนสูง(Chemical Reaction)

Standard for hazardous Location

- NFPA = National Fire Protection Association
  - NEC = National Electrical Code (NFPA 70,Chapter 5)
- IEC = International Electrotechnical Commission
  - IEC 60079-10
- CENELEC = European Committee for Electrotechnical Standardization
  - EN = European Norm (EN 60079-10)
- Other National Standards: API , AGA , CSA ,AS, CEI, VDE, JSA etc

Standard for Equipment Used in Hazardous Location

- UL = Underwriter Laboratories Inc.
- FM = Factory Manual Research Corporation
- ISA = Instrument Society of America
- MSHA = Mine Safety and Health Administration
- CEC = CE Code and CSA Standard
- IEC = IEC 60079- xx Series
- CENELEC = EN 60079-xx Series and ATEX95 (Directive 94/9/EC),ATEX137 (Directive 99/92/EC),
- JIS = JIS C0931….0935

Supplementary: Electrical equipment category 1

Types of protection for Zone 0

Ex Technic	symbol	Standard
Special Encapsulation	Ex ma	EN 60 079-18 / IEC 60 079-18
Intrinsic safety	Ex ia	EN 50 020 / IEC 60 079-11

Supplementary: Electrical equipment category 2

Types of protection for Zone 1	Symbol	Standard
Oil immersion	Ex o	EN 50 015 / IEC 60 079-6
Powder filling	Ex q	EN 50 017 / IEC 60 079-5
Encapsulation	Ex mb	EN 60 079-18 / IEC 60 079-18
Pressurized apparatus	Ex px	EN 60 079-2 / IEC 60 079-2
Increased safety	Ex e	EN60 079-7 / IEC 60 079-7
Flameproof enclosure	Ex d	EN 60 079-1 / IEC 60 079-1
Intrinsic safety	Ex ib	EN 50 020 / IEC 60 079-11

Standard for Electrical equipment for gas atmospheres

General requirements	Symbol	EN60079-0	IEC 60079-0
Oil immersion	Ex o	EN 50015	IEC 60079-6
Powder filling	Ex q	EN 50 017	IEC 60079-5
Encapsulation	Ex mb	EN 60 079-18	IEC 60079-18
Pressurized apparatus	Ex px	EN 60 079-2	IEC 60079-2
Increased safety	Ex e	EN60 079-7	IEC 60079-7
Flameproof enclosure	Ex d	EN 60 079-1	IEC 60079-1
Intrinsic safety	Ex i	EN 50 020	IEC 60079-11
Type of protection .n	Ex n	EN 60 079-15	IEC 60079-15

Supplementary: Standard equipment Installation in dust-atmospheres

Standard for	EN	IEC
Electrical Installations in hazardous areas	EN 61241-1	IEC 61241-14
Inspection and maintenance	EN 61241-17	IEC 61241-17
Classification of hazardous areas	EN 661241-10	IEC 61214-10

IEC :เทคนิคการป้องกัน
Equipment Group Overview

Equipment Group I Overview

Equipment intended for use in underground parts of mines, and to those parts of surface installations of such mines, liable to be endangered by firedamp and/or combustible dust.

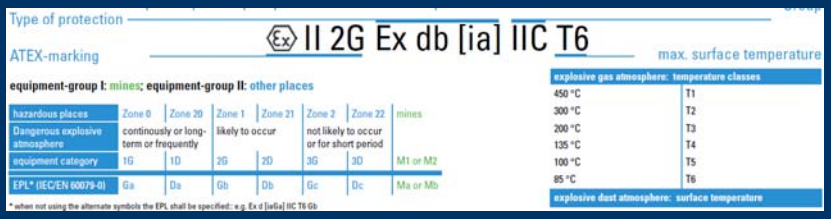
Equipment Category	Protection	Comparison To Current IEC Classification
M1	2 levels of protection; or 2 independent faults	Group I
M2	1 level of protection based on normal operation	Group I

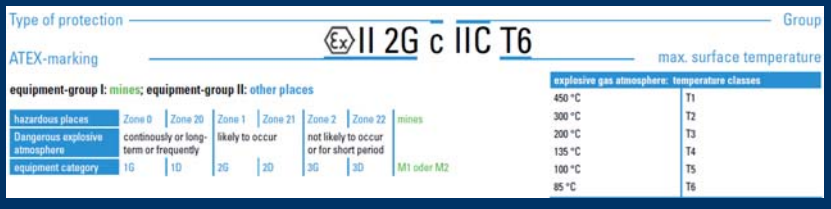
Equipment Group II Overview

Equipment intended for use in other than Equipment Group I places that are liable to be endangered by explosive atmospheres.

Equipment Category	Protection	Comparison To Current IEC Classification
1G 1D	2 levels of protection; or 2 independent faults	Group II, Zone 0 (gas) Zone 20 (dust)
2G 2D	1 level of protection based on frequent disturbances; or equipment faults	Group II, Zone 1 (gas) Zone 21 (dust)
3G 3D	1 level of protection based on normal operation	Group II, Zone 2 (gas) Zone 22 (dust)

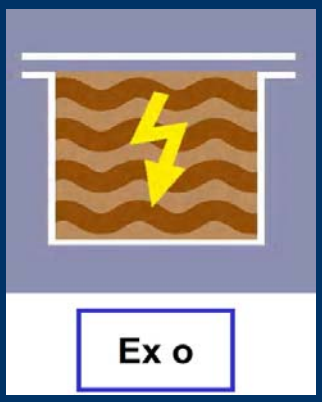
IEC :เทคนิคการป้องกัน
Type of protection





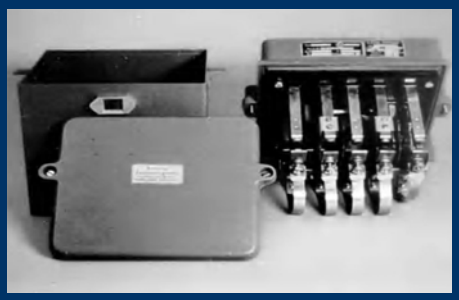
IEC :เทคนิคการป้องกัน Oil immersion

- การป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีจุ่มแช่อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนที่มีการอาร์กหรือสปาร์กลงไปใน Mineral Oil
- เพื่อไม่ให้ประกายไฟสัมผัสกับเชื้อเพลิงโดยตรง
- นอกจากนี้น้ำมันที่ใช้แช่ซึ่งมีการหมุนเวียนยังช่วยทำหน้าที่ระบายความร้อนในบริเวณที่เกิดอาร์คด้วย
- เมื่อเกิดการอาร์ก จะทำให้มีน้ำมันบางส่วนเกิดปฏิกิริยาเคมีและได้แก๊ส Hydrogen และ Acetylene ออกมา
- หากเกิดการลัดวงจรอย่างรุนแรงน้ำมันนี้ก็จะติดไฟและทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ วิธีการป้องกันแบบนี้จึงไม่นิยมใช้ในพื้นที่อันตรายเพราะมีความเสี่ยงสูง
- เทคนิคการป้องกันแบบนี้นิยมใช้กับ สวิตช์เกียร์ และหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่เป็นต้น



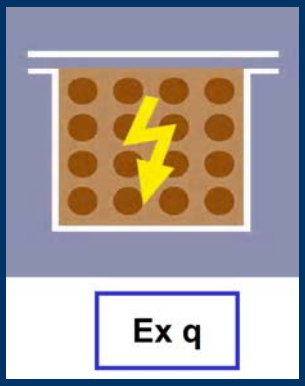
IEC :เทคนิคการป้องกัน Contactor with oil immersion

- Applications
  - Transformers,
  - contactors,
  - switches
- Hardly used any more



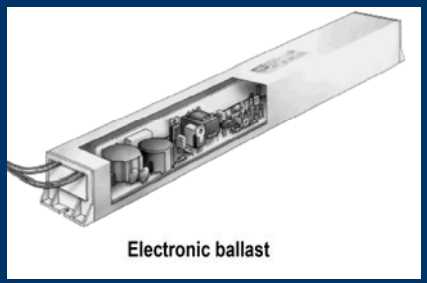
IEC :เทคนิคการป้องกัน Powder filling

- Principle:
  - The enclosure of an electrical apparatus is filled with a material in a finely granulated state so that, in the intended conditions of service, any arc occurring within the enclosure will not ignite the surrounding atmosphere.
  - No ignition shall be caused either by flame or by excessive temperature of the surface of the enclosure.



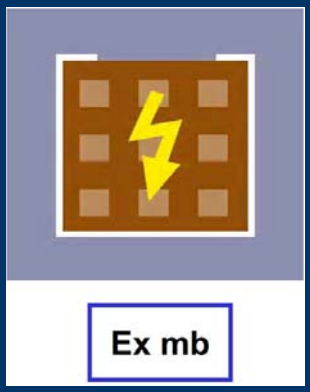
IEC :เทคนิคการป้องกัน Powder filling

- Applications:
  - Transformers,
  - capacitors,
  - electronic components



IEC :เทคนิคการป้องกัน Encapsulation

- การป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีการเคลือบปิดส่วนที่อาจมีการอาร์คหรือสปาร์กไว้ด้วยฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันมิให้มีไอระเหยของสารไวไฟแทรกเข้าไปสัมผัสกับความร้อนที่เกิดขึ้นได้โดยตรง
- ฉนวนปิดกั้นการอาร์คที่นิยมใช้ คือ Epoxy Resin,Thermoplastic, thermosetting และ Elastrometic Material เป็นต้น
- เทคนิคการป้องกันแบบนี้มักใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น Solenoid Valve, Rapid Starter, Resistor, Capacitor, Optoisolatorและ Diode เป็นต้น



IEC :เทคนิคการป้องกัน Encapsulation

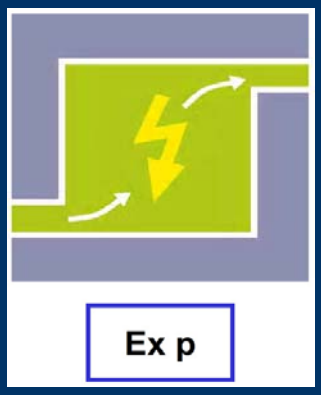
Encapsulation »m« EN 60079-18 ISA 60079-18 IEC 60079-18		Parts that are capable of igniting an explosive atmo¬sphere are enclosed in a compound in such a way that ignition of an explosive atmosphere is pre-vented.	ma = use in Zone 0, 1, 2 mb = use in Zone 1, 2

IEC :เทคนิคการป้องกัน Ex. Encapsulation

- Applications:
  - switchgear for low power,
  - electronic devices
  - display devices,
  - sensors

IEC :เทคนิคการป้องกัน Pressurized Apparatus

- การป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีการอัดอากาศบริสุทธิ์เข้าไปในเครื่องห่อหุ้ม เพื่อไล่ไอระเหยของสารไวไฟออกนอกเครื่องห่อหุ้ม พร้อมกับรักษาระดับความดันอากาศภายในนั้นให้สูงกว่าภายนอกเล็กน้อย
- เพื่อป้องกันไอระเหยของสารอันตรายจากภายนอกแพร่เข้ามาในเครื่องห่อหุ้มที่มีส่วนประกอบวงจรไฟฟ้าซึ่งอาจเกิดการสปาร์กได้
- โดยปกติจะออกแบบให้มีความดันอากาศแตกต่างประมาณกัน 0.5 mbar หรือ 50 Pa
- ในบางกรณีอาจจะใช้แก๊สเฉื่อยอัดเข้าไปในเปลือกหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้าแทนที่จะใช้อากาศซึ่งมีออกซิเจนผสมอยู่ประมาณ 21%เพื่อป้องกันการระเบิดได้ดีมากขึ้น แก๊สเฉื่อยที่ใช้ เช่น แก๊สไนโตรเจน เพราะไม่เป็นอันตรายและมีอยู่ในอากาศทั่วไป

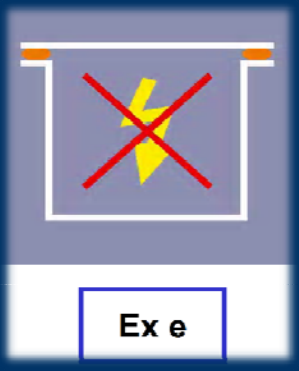


IEC :เทคนิคการป้องกัน Pressurized Apparatus

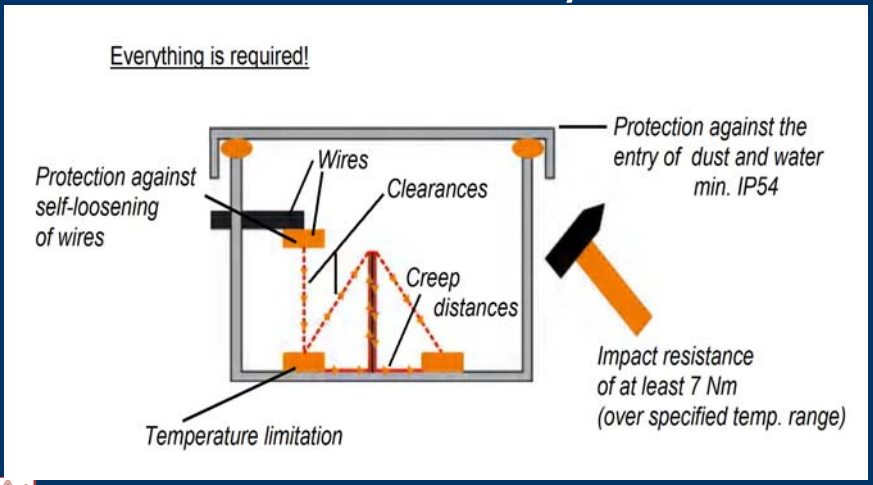
Pressurized enclosure »p« EN 60079-2 NFPA 496 IEC 60079-2		The formation of a potentially explosive atmosphere in-side an enclosure is prevented by maintaining a positive internal pressure of protective gas in relation to the surrounding atmosphere and, where necessary, by supplying the inside of the enclosure with a constant flow of protective gas which dilutes any com-bustible mixtures.	Switching and control cabinets, analysers, large motors px = use in Zone 1, 2 py = use in Zone 1, 2 pz = use in Zone 2

IEC: เทคนิคการป้องกัน Increased Safety :Ex e

- การป้องกันแบบนี้จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งตามปกติจะไม่มีการเกิดอาร์ก หรือสปาร์กขึ้นได้ นอกจากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น
- เทคนิคการป้องกันแบบนี้นิยมใช้กับอุปกรณ์การต่อสายไฟ, ระบบแสงสว่าง, มอเตอร์, และเครื่องมือวัดเป็นต้น
- กล่องต่อสายไฟ แนวคิดการป้องกันคือไม่ให้มีการต่อสายหนาแน่นเกินไป, อุปกรณ์ต่อสายที่มั่นคงไม่หลุดง่าย, ใช้ฉนวนไฟฟ้าที่ทนความร้อนสูงได้, และหลีกเลี่ยงการต่อสายไฟที่ต้องนำกระแสไฟฟ้ามากๆมาไว้ในกล่องต่อสายเดียวกัน

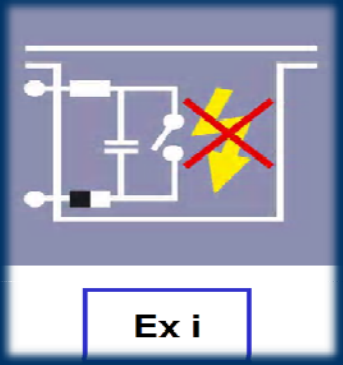


IEC: เทคนิคการป้องกัน Increased Safety :Ex e

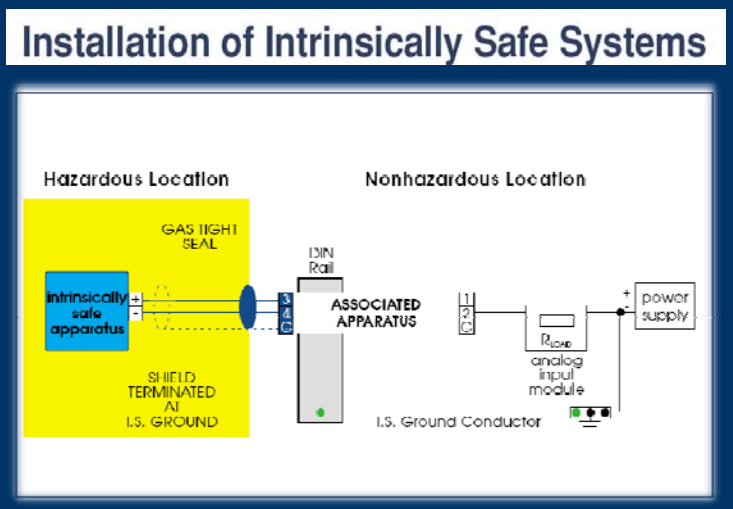


IEC: เทคนิคการป้องกัน Intrinsic safety:Ex i

- Intrinsic Safety Type "ia"
  - การป้องกันแบบนี้จะใช้กับกระแสไฟและแรงดันไฟฟ้าต่ำมาก
  - ผลของการเกิดลัดวงจรภายในอุปกรณ์ 2 จุดในเวลาเดียวกัน ก็จะไม่ก่อให้เกิดจุดติดไฟได้
- Intrinsic Safety Type "ib"
  - การป้องกันแบบนี้จะใช้กับกระแสไฟและแรงดันไฟฟ้าต่ำมาก
  - ผลของการเกิดลัดวงจรภายในอุปกรณ์ดังกล่าวเพียง 1 จุดก็จะไม่ก่อให้เกิดการจุดติดไฟได้

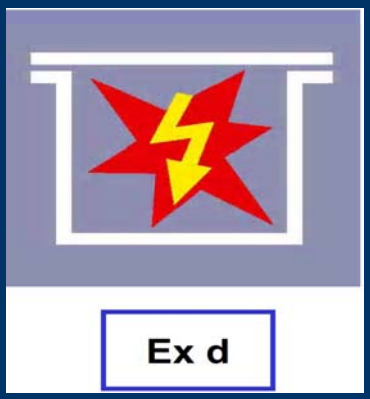


IEC: เทคนิคการป้องกัน Intrinsic safety:Ex i



IEC: เทคนิคการป้องกัน Flameproof Enclosure:Ex d

- การป้องกันแบบนี้สามารถเกิดการจุดระเบิดภายในได้หากมีแก๊สหรือไอระเหยแทรกเข้าไปภายใน
- ความดันที่เกิดขึ้นจากการระเบิดจะไม่ทำความเสียหายกับเปลือกหุ้มและไม่ทำให้เปลวไฟขยายออกสู่ภายนอกได้
- ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มักทำให้เกิดอาร์ก หรือสปาร์ก เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์, โคมไฟ ,สวิตช์ควบคุม, เต้ารับ และเต้าเสียบ เป็นต้น



IEC: เทคนิคการป้องกัน Ex ….Flameproof Enclosure:Ex d

Ex-d flameproof enclosure

Ex-d floodlight in flameproof enclosure

Ex-d motor in flameproof enclosure

Ex-d control unit with flameproof-encapsulated components

Ex-d switchgear with flameproof-encapsulated components

Ex-d safety switch with flameproof-encapsulated individual contacts

CEAG Sicherheitstechnik GmbH

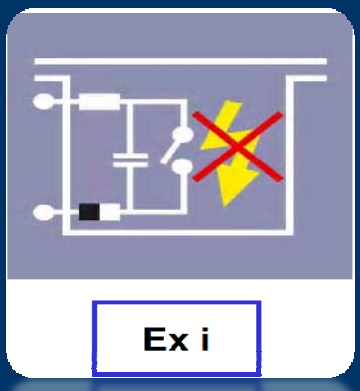
IEC :เทคนิคการป้องกัน Flameproof enclosure

- Applications:
  - Switchgear control equipment control panels motors light fittings other arcing parts

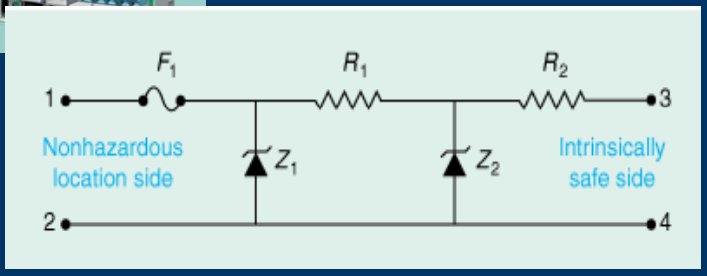
IEC: เทคนิคการป้องกัน Flameproof Enclosure:Ex d

IEC: เทคนิคการป้องกัน Intrinsic safety:Ex i

- Intrinsic Safety Type "ia"
  - การป้องกันแบบนี้จะใช้กับกระแสไฟและแรงดันไฟฟ้าต่ำมาก
  - ผลของการเกิดลัดวงจรภายในอุปกรณ์ 2 จุดในเวลาเดียวกัน ก็จะไม่ก่อให้เกิดจุดติดไฟได้
- Intrinsic Safety Type "ib"
  - การป้องกันแบบนี้จะใช้กับกระแสไฟและแรงดันไฟฟ้าต่ำมาก
  - ผลของการเกิดลัดวงจรภายในอุปกรณ์ดังกล่าวเพียง 1 จุดก็จะไม่ก่อให้เกิดการจุดติดไฟได้



IEC: เทคนิคการป้องกัน Intrinsic safety:Exi



Ref. Basics of Explosion Protection R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH

IEC :เทคนิคการป้องกัน Intrinsic Safety

Faults may happen with any component/isolation/separation/connection where intrinsic safety is based on

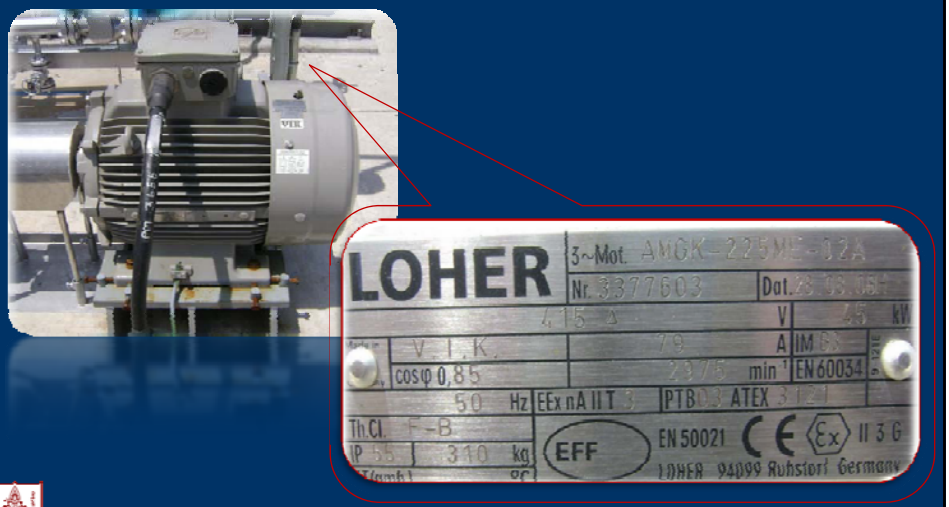
Ex ia
Intrinsic Safety with 2 faults
Zone 0, 1 and 2

Ex ib
Intrinsic Safety with 1 fault
Zone 1 and 2

IEC :เทคนิคการป้องกัน
Intrinsic Safety

Intrinsic Safety ฝ่าย EN 60079-11 ISA 60079-11 IEC 60079-11		Equipment that is used in a potentially explosive area only con-tains intrinsically safe electric circuits. An electric circuit is intrinsically safe if any spark or ther-mal effect produced under specified test conditions (which include normal operation and specifiied fault conditions) is not capable of causing ignition of a given explosive atmosphere.	Measurement and control technology, field bus technology, sensors, actuators ia = use in Zone 0, 1, 2 ib = use in Zone 1, 2 ic = use in Zone 2 [Ex ib] = associated electrical apparatus — installation in the safe area

IEC :เทคนิคการป้องกัน
Non-sparking(Exn)



IEC :เทคนิคการป้องกัน
Type of protection

Type of protection »n_« EN 60079-15 ISA 60079-15 IEC 60079-15		Electrical equipment cannot ignite an explosive atmosphere surrounding it (during normal operation and under defined abnormal operating conditions).	All electrical equipment for Zone 2 nA = non-sparking apparatus nC = fittings and components nR = restricted breathing nL = limited energy

IEC :เทคนิคการป้องกัน
ATEX: Classification

ATEX CLASSIFICATION

ZONES	0	20	1	21	2	22
TYPE OF ATMOSPHERE	G	D	G	D	G	D
Potentially explosive atmosphere	Continuous presence		Intermittent presence		Occasional presence	
Equipment category	1		2		3	

CHARACTERISTICS OF PRODUCT MARKINGS (FOR EXAMPLE, FLUORESCENT CAT. NO FEB236BUSN)

ENVIRONMENT	GAS	DUST
Marking	CE 0081 Ex II2G	CE 0081 Ex II2D
ATEX/IEC marking	Ex de IIC	Ex tD A 21 T 75 °C
Temperature class	T4 or T5	
EC type-examination certificate	LCIE 07 ATEX 6017	
IEC certificate	IECEx LCI 04.0017	
Ambient temperature	-40°C≤ Ta ≤ 55 °C	
Protection index	IP66/67 / IK10	

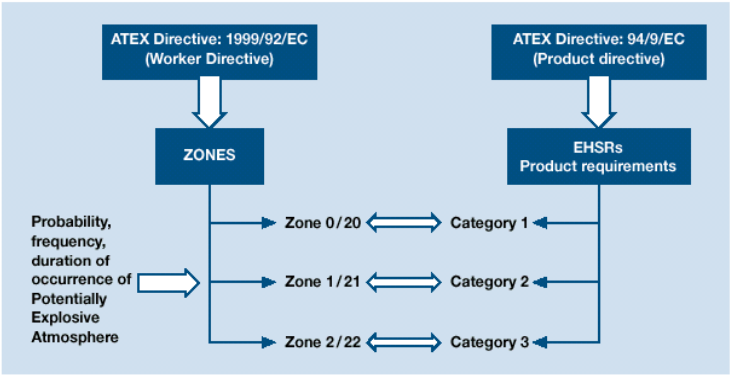
IEC :เทคนิคการป้องกัน ATEX Certificated

ATEX Certified

July 2003 is the dead line for the enforcement of key European directives:

- **Directive 94/9/EC (ATEX 100a)** for all the products, electrical and non-electrical, to be installed in hazardous areas and defines the duties of the manufacturers
- **Directive 1999/92/EC (ATEX 137)** for the respect of the workers protection working in these hazardous areas and defines the duties of the end users.

IEC :เทคนิคการป้องกัน ATEX Certificated

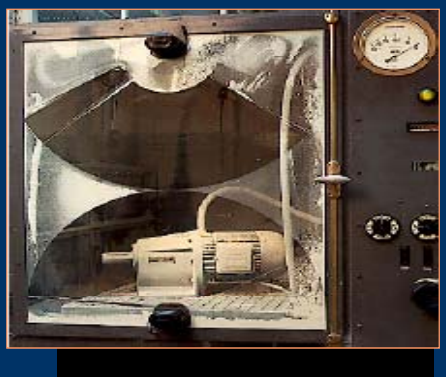


(IP XX);Index of protection (IEC 60529)

PROTECTION INDEXES FOR ELECTRICAL ENCLOSURES IN ACCORDANCE WITH EN/IEC 60529 STANDARDS

1ST FIGURE: PROTECTION AGAINST SOLID BODIES			2ND FIGURE: PROTECTION AGAINST LIQUIDS		
IP	TESTS		IP	TESTS	
0		No protection	0		No protection
1	Ø 50 mm	Protected against solid bodies larger than 50 mm (e.g. accidental contact with the hand)	1		Protected against vertically-falling drops of water (condensation)
2	Ø 12,5 mm	Protected against solid bodies larger than 12.5 mm (e.g. finger of the hand)	2	15°	Protected against drops of water falling at up to 15° from the vertical
3	Ø 2,5 mm	Protected against solid bodies larger than 2.5 mm (tools, wires)	3	60°	Protected against drops of rainwater at up to 60° from the vertical
4	Ø 1 mm	Protection against solid bodies larger than 1mm (fine tools, small wires)	4		Protected against projections of water from all directions
5		Protected against dust (no harmful deposit)	5		Protected against jets of water from all directions
6		Completely protected	6		Completely protected against jets of water of similar force to heavy seas

เทคนิคการป้องกัน IP Ratings



IP5X (1st Digit)

IP X4/5 (2nd Digit)

IEC :เทคนิคการป้องกัน
NEMA vs. IEC

NEMA Enclosure Type Number	IEC 60529 Enclosure IP Number
1	IP 10
2	IP 11
3	IP 54
3R	IP 14
3S	IP 54
4 & 4X	IP 65
5	IP 52
6 & 6P	IP 67
12 & 12K	IP 52
13	IP 54

NEC:การแบ่งกลุ่มของสารไวไฟ
ประเภทที่ 1 (Class I)

GAS AND VAPOR CLASSIFICATION

GROUP		
IEC	NEC (NORTH AMERICA)	GAS OR VAPOR
II C	A	Acetylene
II C	B	Hydrogen
II B	C	Ethylene
II B	C	Ethyl ether
II B	C	Cyclopropane
II B	C	Butadene 1-3
II A	D	Propane
II A	D	Ethane
II A	D	Butane
II A	D	Benzéne
II A	D	Pentane
II A	D	Heptane
II A	D	Acetone
II A	D	Methyl Ethyl
II A	D	Methyl Alcohol
II A	D	Ethyl Alcohol

NEC:การแบ่งกลุ่มของสารไวไฟ ประเภทที่ 1 (Class I)

IEC/CENELEC/NEC COMPARISON

INFLAMMABLE MATERIAL	IEC/CENELEC				NEC		
	PROTECTION	ZONE	GROUP	SUBDIVISION	CLASS	DIVISION	GROUP
GASES AND VAPORS							
Acetylene	d - e	1,2	II	C	I	1 - 2	A
Hydrogen	d - e	1,2	II	C	I	1 - 2	B
Propylene Oxide Ethyl oxide Butadiene	d - e	1,2	II	B	I	1 - 2	B
Cyclopropane Ethyl Ether Ethylene	d - e	1,2	II	B	I	1 - 2	C
Acetone Benzene Butane Propane Hexane Paint Solvents Natural Gas	d - e	1,2	II	A	I	1 - 2	D

NEC:การแบ่งกลุ่มสารไวไฟ ประเภทที่ 2 (Class II)

INFLAMMABLE MATERIAL	IEC/CENELEC		NEC		
	PROTECTION	ZONE	CLASS	DIVISION	GROUP
COMBUSTIBLE DUSTS					
Magnesium Aluminium or metallic dusts with R ≤ 105 Ohms x cm	IEC / CENELEC / NEC Comparison	21-22	II	1	E
Coal	D/DIP	21-22	II	1	F
Floor Non metallic dusts with R > 105 Ohms x cm	D/DIP	21-22	II	2	G
FIBERS AND FLYINGS					
Rayon Cotton Linen Wood Hemp Flax bast Tow Coconut fiber Oakum	IEC / CENELEC / NEC Comparison		III	1 - 2(1)	

ตารางที่ 7-1 ระดับอุณหภูมิสูงสุดที่ผิว บริเวณอันตรายประเภทที่ 1

ตารางที่ 7-1
ระดับอุณหภูมิสูงสุดที่ผิว สำหรับบริภัณฑ์บริเวณอันตรายประเภทที่ 1

อุณหภูมิสูงสุด		เครื่องหมาย T-Code (Temperature Class)
องศาเซลเซียส (°C)	องศาฟาเรนไฮต์ (°F)	
450	842	T1
300	572	T2
280	536	T2A
260	500	T2B
230	446	T2C
215	419	T2D
200	392	T3
180	356	T3A
165	329	T3B
160	320	T3C
135	275	T4
120	248	T4A
100	212	T5
85	185	T6

ตารางที่ 7-2 ระดับอุณหภูมิสูงสุดที่ผิว บริเวณอันตรายประเภทที่ 2

ตารางที่ 7-2
ระดับอุณหภูมิสูงสุดที่ผิว สำหรับบริภัณฑ์บริเวณอันตรายประเภทที่ 2

บริเวณอันตราย ประเภทที่ 2	บริภัณฑ์ที่ไม่มีการใช้โหลดเกิน		บริภัณฑ์ที่อาจใช้โหลดเกิน เช่น มอเตอร์ หรือหม้อแปลง			
			ทำงานปกติ		ทำงานไม่ปกติ	
กลุ่ม	°C	°F	°C	°F	°C	°F
E	200	392	200	392	200	392
F	200	392	150	302	200	392
G	165	329	120	248	165	329

ตารางที่ 7-3
เทคนิคการป้องกัน

ตารางที่ 7-3

เทคนิคการป้องกัน (Protection Techniques)

สัญญลักษณ์	เทคนิคการป้องกัน	บริเวณอันตราย
XP	Explosionproof Equipment	ประเภทที่ 1 แบบที่ 1
IS	Intrinsic Safety	ประเภทที่ 1 แบบที่ 1
d	Flameproof enclosure	ประเภทที่ 1 แบบที่ 1
e	Increased safety	ประเภทที่ 1 แบบที่ 2
ia	Intrinsic safety	ประเภทที่ 1 แบบที่ 1
ib	Intrinsic safety	ประเภทที่ 1 แบบที่ 2
m	Encapsulation	ประเภทที่ 1 แบบที่ 2
nA	Nonsparking equipment	ประเภทที่ 1 แบบที่ 2
o	Oil immersion	ประเภทที่ 1 แบบที่ 2
p	Purged and pressurized	ประเภทที่ 1 แบบที่ 2
q	Powder filled	ประเภทที่ 1 แบบที่ 2

IEC:ตารางที่ 7-5
การจำแนกประเภทของกลุ่มก๊าซ

ตารางที่ 7-5

การจำแนกประเภทของกลุ่มก๊าซ

กลุ่มก๊าซ	หัวข้อ
II C	7.7.6.1
II B	7.7.6.2
II A	7.7.6.3

IEC:ตารางที่ 7-4 เทคนิคการป้องกัน

ตารางที่ 7-4
เทคนิคการป้องกัน (Protection Techniques)

ประเภทการออกแบบ	เทคนิคการป้องกัน	โซน
d	Flameproof enclosure	1
db	Flameproof enclosure	1
e	Increased safety	1
eb	Increased safety	1
ia	Intrinsic safety	0
ib	Intrinsic safety	1
ic	Intrinsic safety	2
[ia]	Associated apparatus	Unclassified
[ib]	Associated apparatus	Unclassified
[ic]	Associated apparatus	Unclassified
m	Encapsulation	1
ma	Encapsulation	0
mb	Encapsulation	1
nA	Nonsparking equipment	2
nAc	Nonsparking equipment	2
nC	Sparking equipment in which the contacts are suitably protected other than by restricted breathing enclosure	2
nCc	Sparking equipment in which the contacts are suitably protected other than by restricted breathing enclosure	2

IEC: ตารางที่ 7-4 เทคนิคการป้องกัน

ประเภทการออกแบบ	เทคนิคการป้องกัน	โซน
nR	Restricted breathing enclosure	2
nRc	Restricted breathing enclosure	2
o	Oil immersion	1
ob	Oil immersion	1
p	pressurization	1
pxb	pressurization	1
py	pressurization	1
pyb	pressurization	1
pz	pressuization	2
pzc	pressurization	2
q	Powder filled	1
qb	Powder filled	1

IEC: ตารางที่ 7-6 การจำแนกประเภทอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด สำหรับบริภัณฑ์ไฟฟ้ากลุ่มก๊าซ II

ตารางที่ 7-6
การจำแนกประเภทอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดสำหรับบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ประเภทอุณหภูมิใช้งาน (Temperature Class) (T Code)	อุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด (Maximum SurfaceTemperature) (°C)
T1	≤450
T2	≤300
T3	≤200
T4	≤135
T5	≤100
T6	≤85

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เล่ม ๑๒๔ ตอนพิเศษ ๑๙๘ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ธันวาคม ๒๕๕๐

- เรื่อง การกำหนดบริเวณอันตราย อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า
- มาตรฐานขั้นต่ำระบบไฟฟ้า ของสถานที่บรรจุก๊าซและสถานที่เก็บก๊าซ

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
การจำแนกบริเวณอันตราย ของสถานที่ใช้ก๊าซ

บริเวณอันตรายของสถานที่ใช้ก๊าซแบ่งเป็น 3 โซน ดังนี้

- (1) บริเวณอันตราย โซน 0 ได้แก่บริเวณดังต่อไปนี้
  - (ก) สถานที่ซึ่งมีก๊าซอย่างต่อเนื่องและมีความเข้มข้นพอที่จะเกิดการระเบิดได้
  - (ข) สถานที่ซึ่งมีก๊าซตลอดเวลาและมีความเข้มข้นพอที่จะเกิดการระเบิดได้

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
การจำแนกบริเวณอันตราย ของสถานที่ใช้ก๊าซ

- (2) บริเวณอันตราย โซน 1 ได้แก่บริเวณดังต่อไปนี้
  - (ก) สถานที่ซึ่งในภาวะ การทำงานปกติ อาจมีก๊าซที่มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้
  - (ข) สถานที่ซึ่งอาจมีก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้อยู่บ่อย ๆ เนื่องจากการซ่อมแซม บำรุงรักษา หรือรั่ว
  - (ค) สถานที่ซึ่งเมื่ออุปกรณ์เกิดความเสียหาย หรือทำงานผิดพลาดอาจทำให้เกิดก๊าซที่มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้ และในขณะเดียวกันอาจทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งเป็นสาเหตุให้อุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าวเป็นแหล่งกำเนิดของการระเบิดได้
  - (ง) สถานที่ซึ่งอยู่ใกล้บริเวณอันตรายโซน 0 และอาจได้รับการถ่ายเทก๊าซที่มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้ ถ้าไม่มีการป้องกันโดยการระบายอากาศโดยดูดอากาศเข้ามาและมีระบบรักษาความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพหากระบบระบายอากาศทำงานผิดพลาด

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
การจำแนกบริเวณอันตราย ของสถานที่ใช้ก๊าซ

- (3) บริเวณอันตราย โซน 2 ได้แก่บริเวณดังต่อไปนี้
  - (ก) สถานที่ซึ่งในภาวะ การทำงานปกติ เกือบจะไม่มีก๊าซที่มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้ และถ้ามีก๊าซดังกล่าวเกิดขึ้นก็จะมีช่วงเวลาสั้นๆ เท่านั้น
  - (ข) สถานที่ซึ่งก๊าซนี้ จะถูกเก็บไว้ในภาชนะหรือระบบปิดโดยอาจรั่วออกมาได้จากการทำงานของอุปกรณ์ที่ผิดปกติในขณะที่มีการหยิบยก ผลิต หรือใช้งานก๊าซ
  - (ค) สถานที่ซึ่งมีการป้องกันการระเบิด เนื่องจากก๊าซ ที่มีความเข้มข้นเพียงพอ โดยใช้ระบบระบายอากาศ ที่ทำงานโดยเครื่องจักรกลและอาจเกิดอันตรายได้หากระบบระบายอากาศขัดข้องหรือทำงานผิดปกติ
  - (ง) สถานที่ซึ่งอยู่ใกล้กับบริเวณอันตรายโซน 1 และอาจได้รับการถ่ายเทก๊าซ ที่มีความเข้มข้นพอที่จะจุดระเบิดได้ ถ้าไม่มีการป้องกันโดยการระบายอากาศโดยดูดอากาศเข้ามาและมีระบบรักษาความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพหากระบบระบายอากาศทำงานผิดพลาด

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เล่ม ๑๒๔ ตอนพิเศษ ๑๙๘ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ธันวาคม ๒๕๕๐
เรื่อง การกำหนดบริเวณอันตราย อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า มาตรฐานขั้นต่ำระบบไฟฟ้า

ตำแหน่ง	ขอบเขตของระยะห่าง	ประเภทของบริเวณอันตราย
๑. ถังเก็บและจ่ายก๊าซ (ในที่โล่ง)	ภายในระยะ ๗.๕๐ เมตร ทุกทิศทางรอบบริเวณถังเก็บและจ่ายก๊าซ	โซน ๑

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เล่ม ๑๒๔ ตอนพิเศษ ๑๙๘ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ธันวาคม ๒๕๕๐
เรื่อง การกำหนดบริเวณอันตราย อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า มาตรฐานขั้นต่ำระบบไฟฟ้า

ตำแหน่ง	ขอบเขตของระยะห่าง	ประเภทของบริเวณอันตราย
๒. ปลายท่อของกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย	ก. ภายในเส้นทางที่ก๊าซผ่าน	โซน ๐ หมายเหตุ ห้ามติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบประจำที่
	ข. ภายในระยะ ๑.๕๐ เมตรทุกทิศทางจากจุดที่ระบาย (พื้นที่อันตรายตามประกาศกระทรวงพลังงาน ฯ)	โซน ๑
	ค. ภายในระยะ ๑.๕๐ เมตรขึ้นไปถึง ๔.๐๐ เมตร ในแนวตั้งเหนือระดับ	โซน ๑

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เล่ม ๑๒๔ ตอนพิเศษ ๑๙๘ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ธันวาคม ๒๕๕๐
เรื่อง การกำหนดบริเวณอันตราย อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า มาตรฐานขั้นต่ำระบบไฟฟ้า

ตำแหน่ง	ขอบเขตของระยะห่าง	ประเภทของบริเวณอันตราย
๓. เครื่องสูบอัดก๊าซ สถานีควบคุม ถังเก็บและจ่ายก๊าซ (ในอาคาร)	ก. ภายในห้องที่มีเครื่องดังกล่าว	โซน ๑
	ข. ภายในระยะ ๕.๐๐ เมตร ภายนอกห้องที่มีเครื่องดังกล่าวหรือหลังคาที่ไม่กันไอก๊าซหรือภายในระยะ ๕.๐๐ เมตรของช่องเปิดภายนอกใด ๆ	โซน ๑

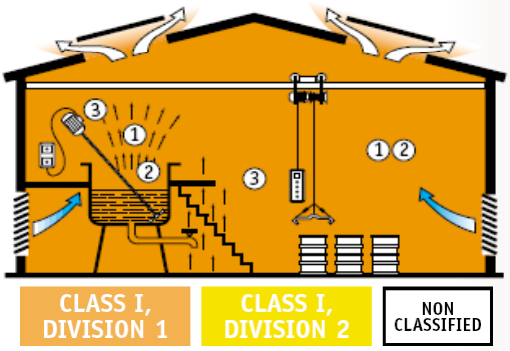
ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เล่ม ๑๒๔ ตอนพิเศษ ๑๙๘ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ธันวาคม ๒๕๕๐
เรื่อง การกำหนดบริเวณอันตราย อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า มาตรฐานขั้นต่ำระบบไฟฟ้า

ตำแหน่ง	ขอบเขตของระยะห่าง	ประเภทของบริเวณอันตราย
๔. ระบบท่อ	ก. ภายในระยะ ๑.๕๐ เมตรทุกทิศทาง	โซน ๑
๕. จุดจ่ายก๊าซ และจุดรับก๊าซ	ก. ภายในระยะ ๑.๕๐ เมตรทุกทิศทางจากจุดที่มีการจ่ายก๊าซ และรับก๊าซ	โซน ๑
	ข. ตั้งแต่ระยะ ๑.๕๐ เมตร ขึ้นไปถึงระยะ ๕.๐๐ เมตรทุกทิศทางจากจุดที่มีการจ่ายก๊าซหรือรับก๊าซ	โซน ๒

Example of Class Division Classification Situation 2

CONDITIONS:

1. Class I, Division 1 hazard exists during normal operation conditions
   - Open air mixing tank
   - Products stored in work area
2. Area classified based on properties of vapors present
3. Electrical equipment must use approved Div. 1 NEC® protection techniques and wiring methods

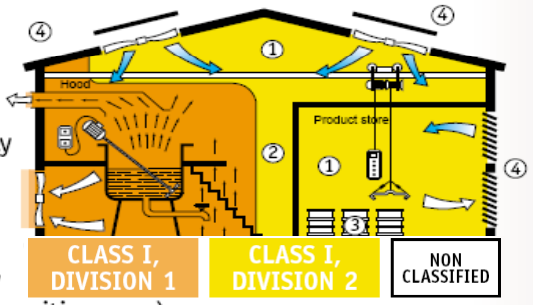


Example of Class Division Classification Situation 2

CONDITIONS:

(1) Division 2 area can exist where vapors are normally in closed system or containers

(2) Division 1 and 2 areas separated by barrier or space (transition zone)



- Hazardous areas properly documented
- Div. 2 must use approved NEC® wiring methods and products

(3) Stored products outside Div. 1 work area

(4) Non hazardous area

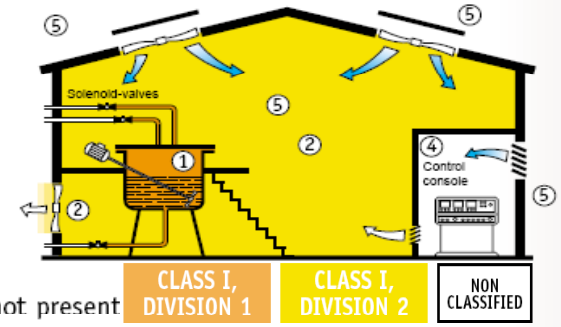
Example of Class Division Classification Situation 3

CONDITIONS:

(1) Closed tank and piping confines Div. 1

(2) Yellow area qualifies as Div. 2

(3) Stored products not present



(4) Purged/pressurized control room qualifies as "non hazardous" is sealed off from Div. 2 area

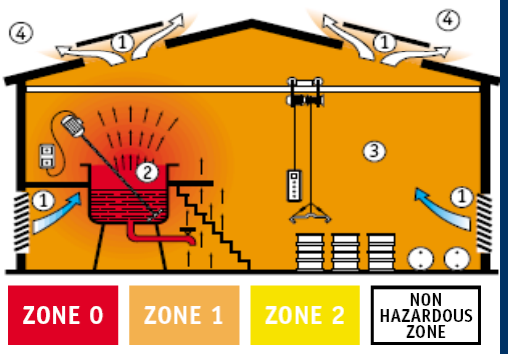
(5) Electrical equipment in Div. 2 must use approved Div. 2 protection techniques and products

Example of Zone Classification Situation 1

CONDITIONS:

1. All manual ventilation
2. Zone 0 area
3. Zone 1 area
4. Non hazardous area

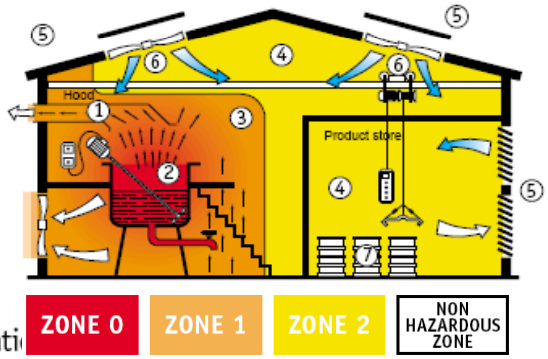
- Open air mixing tank
- No mechanical ventilation
- Products stored in work area



Example of Zone Classification Situation 2

CONDITIONS:

1. Hood over tank
2. Zone 0 area
3. Zone 1 area
4. Zone 2 area
5. Non hazardous area
6. Mechanical ventilati
7. Stored products separated from work area

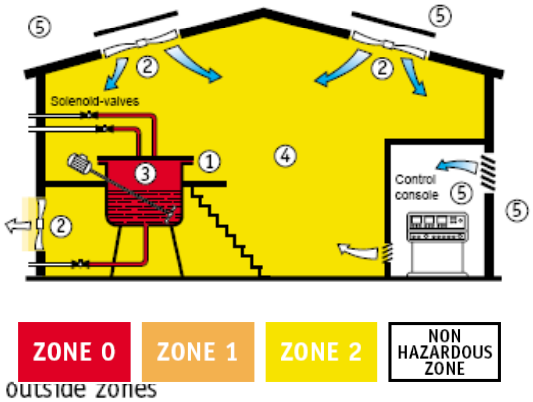


Example of Zone Classification Situation 3

CONDITIONS:

1. Tank closed
2. Mechanical ventilation
3. Zone 0
4. Zone 2
5. Non hazardous area

- Operations control outside zones



การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์
ตัวอย่างประเทศผู้มีอำนาจในการรับรองมาตรฐาน

- Australia : Safety in Mines Testing and Research Station (SIMTARS)
- Austria : Technishe Uberwachung Verein Product Services (TUV)
- Brazil : Centro de Pesquisas de Energia Eletrica (CEPEL)
- Canada : Canada Standards Association (CSA)
- Denmark : DEMKO
- Finland : Technical Research Centre of Finland (VTT)
- France : Institut National de I'Environnement Industriel et des Risques(INERIS)

การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์

ตัวอย่างประเทศผู้มีอำนาจในการรับรองมาตรฐาน

- France : Laboratorie Central des Industries Electriques (LCIE)
- Germany : Forschungsgesellshaft fur Angewandte Systemsichereit und Arbeitsmedizin mbH (FSA)
- Germany : DMT-Gesellshaft fur forschung und Prufung mbH Fachstelle fur Sicherheit elektrischer Betriebsmttel Bergbau-Versuchsstrecke (BVS)
- Germany : Institut fur Sicherheitstechnik GmbH Institut an der Bergakademie Freiberg (IBExU)
- Germany : Technishe Uberwachung Verein (TUV)

การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์

ตัวอย่างสถาบันที่ให้การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์

- Germany : Physikalisch-Technische Bundesanstilt (PTB)
- Italy : Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano (CESI)
- Japan : The Technical Institution of Industrial Safety (TIIS)
- Netherlands : Keuring van Elektrotechnische Materialen (KEMA)
- Norway : NEMKO
- Republic Korea Korea : Industrial Safety Corp. (KISCO)
- Republic of South Africa : South African Bureau of Standards (SABS)

การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์

ตัวอย่างสถาบันที่ให้การรับรองมาตรฐานอุปกรณ์

- Russia : Test Centre for Explosion-proof Electrical Apparatus (VNIIEF)
- Spain : Laboratorio Official Jose Maria Madariage (LOM)
- Sweden : Swedish National Testing and Research Institute (SP)
- Switzerland : Eidgenossisches Starkstrominspektorat (ESTI)
- United Kingdom : Electrical Equipment Certification Services (EECS)
- United Kingdom : SIRA Certification Services (SCS)
- United States : Factory Mutual Research Corporation (FM)
- United States : Underwriters Laboratories, Inc. (UL)

ตัวอย่างที่ 1

บริเวณที่มีสารไวไฟ มีค่า MESG $\leq$ 0.45 มม. MIC Ratio $\leq$ 0.40 เป็นบริเวณอันตรายประเภทใด และเป็นสารไวไฟกลุ่มใด?

ก) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 กลุ่ม A

ข) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 กลุ่ม B

ค) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 กลุ่ม C

ง) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 กลุ่ม D

จ) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 กลุ่ม E

มาตรฐาน วสท. 2545 ข้อ 7.2.2.1.2

ตัวอย่างที่ 2

บริเวณที่มีสารไวไฟ มีค่า

- MESG ≤ 0.50 มม.
- MIC Ratio ≤ 0.45

ตามมาตรฐาน IEC เป็นบริเวณอันตรายประเภทใด และเป็นสารไวไฟกลุ่มใด?

ก) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 กลุ่ม IIA
ข) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 กลุ่ม IIB
ค) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 กลุ่ม IIC
ง) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 กลุ่ม IID
จ) บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 กลุ่ม IIE

ตัวอย่างที่ 3

- โรงงานแห่งหนึ่งมีการใช้สารไวไฟในปริมาณมากหลายชนิดและอาจมีก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้อยู่บ่อยๆ คือ
  - Acetone(อุณหภูมิจุดติดไฟ 465°C, temp-class T1, กลุ่มสาร IIA หรือ D)
  - Ammonia (อุณหภูมิจุดติดไฟ 498°C, temp-class T1, กลุ่มสาร IIA หรือ D)
  - Ethanol(อุณหภูมิจุดติดไฟ 363°C, temp-class T2, กลุ่มสาร IIA หรือ D)
  - Ethane (อุณหภูมิจุดติดไฟ 472°C, temp-class T1, กลุ่มสาร IIA หรือ D)
  - Acetylene (อุณหภูมิจุดติดไฟ 305°C, temp-class T2, กลุ่มสาร IIC หรือ A)

ให้พิจารณาเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้า ประเภทป้องกันการระเบิด

ตัวอย่างที่ 3 (ต่อ)

ให้พิจารณาเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้า ประเภทป้องกันการระเบิด

ก) ก. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าสัญลักษณ์ Ex de IIA T1

ข) ข. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าสัญลักษณ์ Ex de A T2

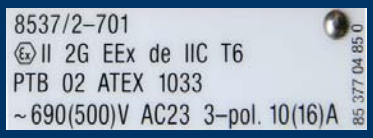
ค) ค. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าสัญลักษณ์ Ex de IIC T2

ง) ง เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าสัญลักษณ์ Ex de D T2

จ) จ. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าสัญลักษณ์ Ex de D T2

มาตรฐาน วสท. 2545 ข้อ 7.7.5, 7.7.8 ตารางที่ 7-4, 7-5 และ 7-6

ตัวอย่างที่ 4



➢ จงระบุเทคนิคที่ใช้ในการป้องกันการระเบิด ของบริภัณฑ์ไฟฟ้านี้

ก) Nonsparking equipment

ข) Intrinsic Safety & Increased Safety

ค) Flameproof enclosure & Increased Safety

ง) Power Filled

จ) Flameproof enclosure & Encapsulation