ความรู้ทางด้านอาวุธชีวภาพและอาวุธทางเคมี ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบปรับอากาศ

โดย ศาสตราภิชาน ทวี เวชพฤติ
ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

1. บทนำ

สืบเนื่องจากได้มีการใช้อาวุธทางเคมี (Chemical Weapon, CW) สังหารผู้คนที่ทำการต่อต้านรัฐบาลของประเทศซีเรีย (Seria) โดยใช้ก๊าซซารี (Sarin Nerve Gas) ฆ่าคนล้มตายโดยบอมส์ไปใส่ฝูงชนสูดก๊าซพิษนี้ตายไปประมาณ 1,400 คน เมื่อเดือนกันยายน 2556 นี้ ทางคนของ UN (United Nation, สหประชาติ) ได้ส่งคนเข้าไปตรวจสอบและมีรายงานว่ามีการใช้ก๊าซซาริน (Sarin) สังหารผู้คน (จากข่าวเมื่อ 16 กันยายน 2556) ซึ่งถือว่าเป็นการกระทำต่อมนุษย์อย่างโหดร้ายมากที่สุด ประชาคมทั่วโลกช๊อคกับข่าวนี้ ชาติมหาอำนาจ (สหรัฐอเมริกา) ก็ถึงจะบุกซีเรียเพื่อกวาดล้างอาวุธเคมีนี้ แต่ทางสหะประชาชาติ (UN) เข้ามาขวางขอให้มีการตรวจสอบและก็พบว่ามีการใช้ก๊าซซารินในครั้งนี้

ผู้เขียนได้เขียนบทความลงหนังสือวิชาการประจำปีในหัวข้อ “เทคโนโลยีการออกแบบอาคารเพื่อการป้องกันการก่อการร้ายทางชีวภาพ” (Bioterrorism and Immune Building Technology) ตีพิมพ์มาแล้วจึงอยากจะขยายความรู้ทางด้านนี้ต่อไป โดยเฉพาะจะเน้นว่าวิศวกรผู้ออกแบบระบบปรับอากาศจะรับมือและป้องกันอย่างไรบ้าง

2. ประวัติ

ตารางที่ 1 จะแสดงให้เห็นถึงจากอดีตมาถึงปัจจุบันได้มีการใช้อาวุธทางเคมี (CW) และทางชีวภาพ (BW) ตั้งแต่สมัยโบราณ (Ancient World) สมัยยุกกลาง (Middle Ages) ยุคสมัยใหม่ (Modern Age)

TABLE 1.1 Historical Timeline of Chemical and Biological Warfare

	Ancient world
—	Prehistoric hunting use of poison-tipped arrows
2000 B.C.E.*	Use of toxic smokescreens in India
1250 B.C.E.	Use of poison arrows in war
600 B.C.E.	Greeks poison water supplies in war
500 B.C.E.	Use of poison in wars in ancient China
336 B.C.E.	First mass poisonings in Rome
	Middle Ages
1155	Barbarossa poisons wells with bodies
1346	Kaffa attacked with plague corpses
1422	Bodies catapulted into Carolstein during siege
1456	Toxic smoke used by Belgrade Christians
1500	Epidemics decimate Native Americans
	Modern age
1763	British Colonial Army defeats Native Americans by spreading smallpox
1764	Virginia Militia victorious after smallpox decimates Native Americans
1777	General Washington defends against British smallpox threat
1781–1783	Canadian traders spread smallpox among western Native Americans
1800s	U.S. Army spreads smallpox to Plains and West Coast Native Americans
1863	Wells poisoned with bodies in the U.S. Civil War
1890	British use chemical shells against Boers
1915–1916	Germans infect Allied horses with glanders
1915–1918	All-out chemical warfare in World War I
1930	Several countries begin research on biological weapons
1936	Italy drops mustard gas bombs on Abyssinians
1937–1945	Japan attacks China with chemical and biological agents
1942	Soviets release tularemia against Germans at Stalingrad
1943	German Nazis use poison gas against Jewish resistance fighters
1943	Czechoslovakian resistance uses anthrax against Germans
1944	Polish underground uses typhus against German troops
1948	Israel uses typhus to poison wells in Arab towns
1960–1980	Soviet Union weaponizes biological agents
1975–1991	Purported use of CBW agents in Afghanistan, Laos, Cambodia, and Cuba
1979–1980	Massive anthrax attacks on black tribal lands in white-ruled Rhodesia
1980	Apartheid South Africa uses cholera and anthrax against black insurgents
1980	Iraq uses chemical weapons against Iran
1984	Rajneeshee cult contaminants food with salmonella in Oregon
1988	Iraq uses mustard gas against Kurdish rebels
1991	Right-wing extremists develop ricin in Minnesota
1990–1993	Aum Shinrikyo releases anthrax and botulinum in Japan
1994	Aum Shinrikyo sarin gas attacks in Japan
1996	Shigella food contamination in Texas
1998	Yugoslav forces poison water supplies in Kosovo with chemicals
1998	Christian Identity/Aryan supremacists acquire plague and order anthrax
2001	Anthrax spore mailings in U.S.—unknown extremists suspected

*B.C.E. = Before the Common Era; an archaeological dating term that replaces B.C. (i.e., Jesus was born in 4 B.C.E.).

3. อาวุธชีวภาพ (Biological Weapon, BW) และอาวุธเคมี (Chemical Weapon, CW)

3.1 อาวุธชีวภาพ (Biological Weapon, BW) มาจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ทำให้เกิดโรคหรือทำให้เกิดสารพิษ อาวุธชีวภาพเหล่านี้ได้แก่พวกเชื้อไวรัส, เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อรา ฯลฯ เป็นต้น อาวุธชีวภาพที่สำคัญเคยใช้เช่น แอนแทรค (Anthrax), อีโบล่า (Ebola) ฯลฯ เป็นต้น

3.2 อาวุธเคมี (Chemical Weapon, CW) คนทำสารเคมีขึ้นมาแล้วใช้เป็นอาวุธทำลายล้างคน เท่าที่เคยใช้มีก๊าซซาริน (ใช้ในญี่ปุ่นและซีเรีย) ฟอสจีน (Phosgene) ก๊าซมัสตาด (Sesqui-Mustard) ฯลฯ เป็นต้น

4. วิธีการปล่อยอาวุธทางชีวภาพและอาวุธทางเคมี

การปล่อยอาวุธ BW หรือ CW นั้น จะมีเครื่องพ่น (spray) ซึ่งมีหลายรูปแบบหรือใช้ก๊าซที่มีความดัน (pressurized gas) เช่น CO_2 บางทีก็ใช้รวมกับระเบิดหรือใช้เครื่องบินโปรย BW หรือ CW ดังแสดงในรูป

Figure 5.1 Crop dusting is one method that could be used to disperse CBW agents outdoors. (*Original photo provided courtesy of Basil Frasure.*)

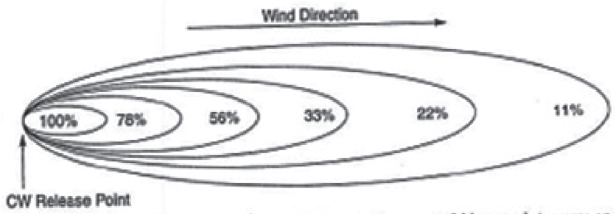

Figure 5.2 Contours for concentrations of CW agents from a wind-blown point source on the ground. Values represent percentages of lethal dose.

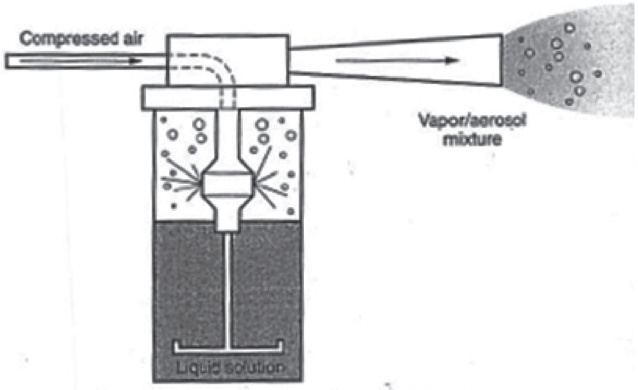

Figure 5.9 Diagram of typical nebulizer for aerosolizing liquids.

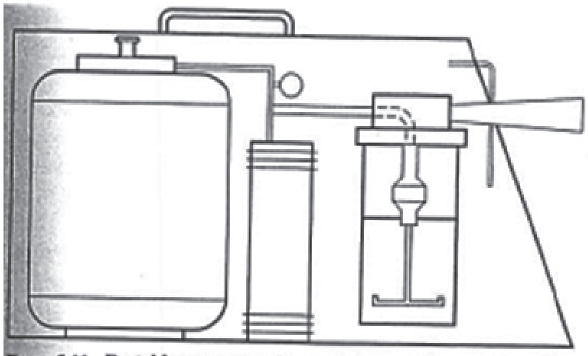

Figure 5.11 Portable compact suitcase-style aerosol generator with a compressor and a compressed air tank.

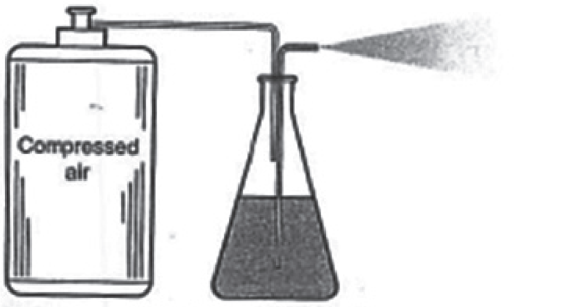

Figure 5.10 Hypothetical device for aerosolizing liquid or powder.

5. การปล่อยสารพิษทางด้านชีวิภาพ (BW)

จากรูปจะแสดงให้เห็นถึงการปล่อยสาร BW เข้าสู่เครื่องเป่าลมเย็น (Air Handling Unit) โดยตรงและเป่าลมเย็นไปสู่คนในสถานที่ปรับอากาศโดยใช้ท่อส่งลมเย็น ส่วนอีกภาพจะแสดงให้เห็นการปล่อย BW ณ บริเวณด้านล่างของอาคารจากนั้นกระจายออกไปด้วยท่อลมกลับ (ดูดสารพิษเข้าท่อ) และสารพิษเป่าผ่านเข้าเครื่องเป่าลมเย็นและกระจายไปยังท่อลมจ่ายยังแต่ละชั้น (กรณีนี้ใช้เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ทำความเย็นทุกชั้นดังรูป

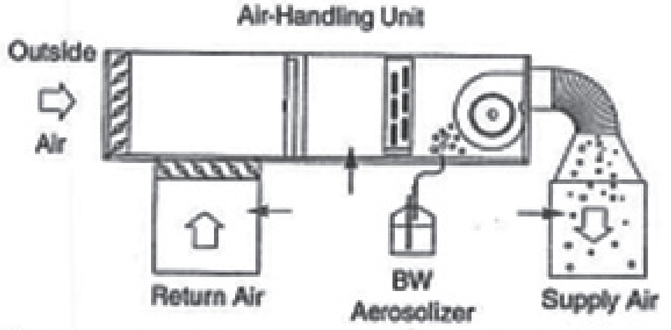

Figure 5.12 BW aerosolizer with a venturi nozzle attached to an air-handling unit. Arrows show alternative locations.

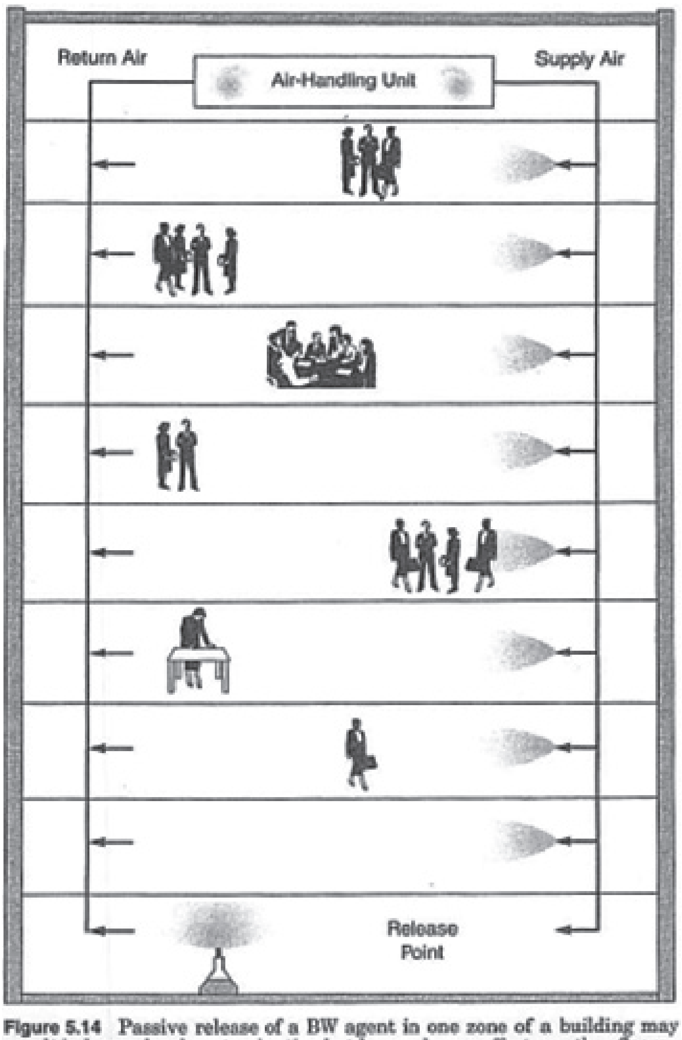

Figure 5.14 Passive release of a BW agent in one zone of a building may result in heavy local contamination but have a lesser effect on other floors.

6. การปล่อยอาวุธสารเคมี (CW)

สารพิษเคมี (CW) นี้กระทำคล้ายกับการปล่อย BW โดยจะมีเครื่องช่วยระเบิด CW แล้วกระจายในชั้นต่าง ๆ หรือมีเครื่องพ่น CW ดังแสดงวิธีการต่าง ๆ ในรูป

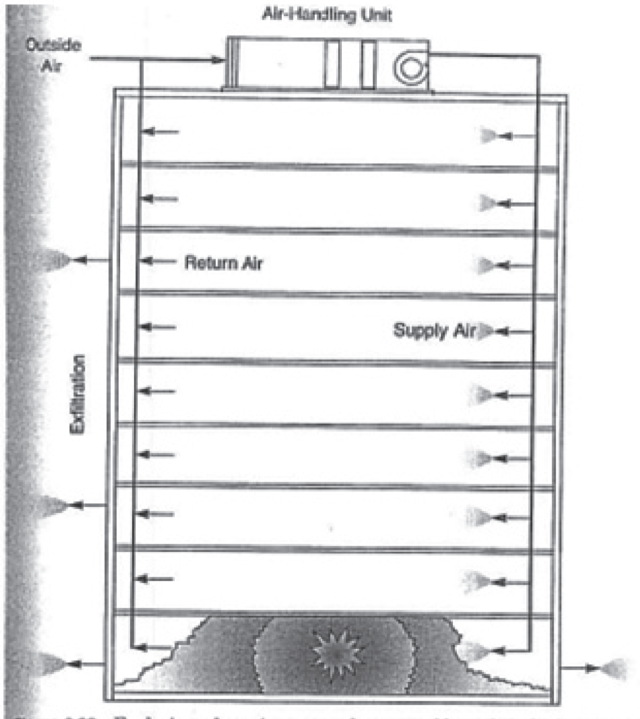

Figure 6.22 Explosive release in a general area would result in high contamination and exfiltration from that area. Other areas would receive diluted concentrations by recirculation.

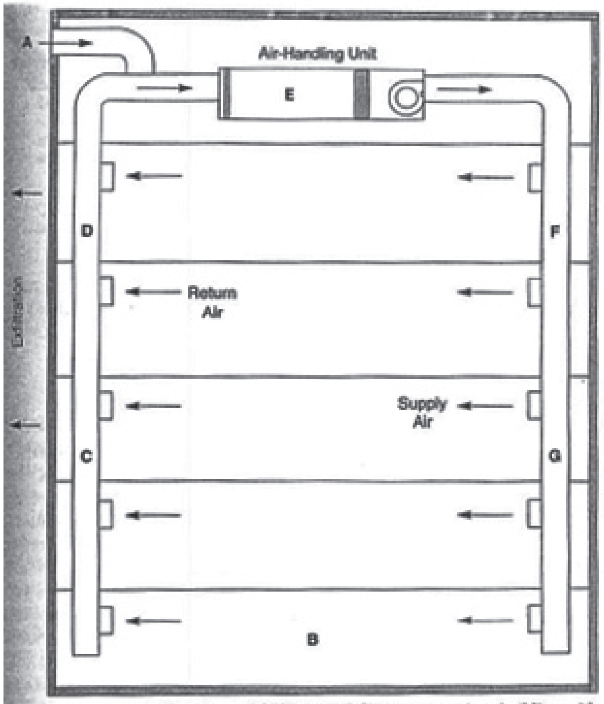

Figure 6.24 Potential locations of CBW aerosol disseminators in a building with supply and return ducts.

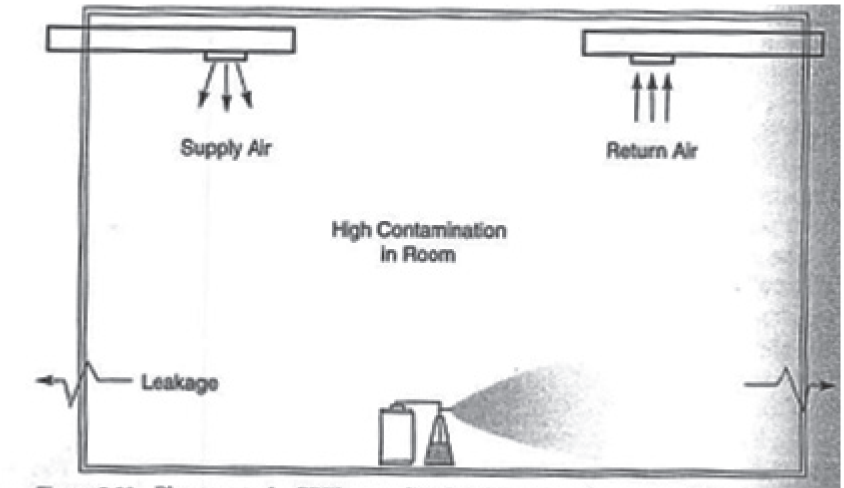

Figure 6.23 Placement of a CBW aerosolization device inside a room will tend to highly contaminate that room only.

สำหรับการออกแบบระบบปรับอากาศของวิศวกรไทยจะแตกต่างกับต่างประเทศ จะใช้เครื่องเป่าลมเย็นหลายๆ ชุดในแต่ละชั้น ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยห้องเครื่องเป่าลมเย็นแต่ละห้องจะต้องติดกุญแจปิดล๊อคอย่างดี

7. การทำความสะอาดหรือการฆ่าเชื้อสาร CW และ BW

จากตารางจะมีอุปกรณ์และวิธีการทำความสะอาดบริเวณที่มีสารพิษดังรูป

TABLE 8.1 Common Air-Cleaning Technologies and Applications

Technology	Application	Advantages	Disadvantages
Dilution ventilation	Purging of interior contaminants	Effective against all CBW agents	Requires high air exchange rates to be effective; can be costly
Filtration	Removal of airborne particulates	Effective against large airborne particles	Effectiveness depends on efficiency; high efficiency can be costly
UVGI	Disinfection of airborne pathogens	Effective against viruses and many bacteria	High power required for spores; can be costly
Carbon adsorption	Removal of gases and vapors	Effective against airborne chemical agents	Has little effect on microbes

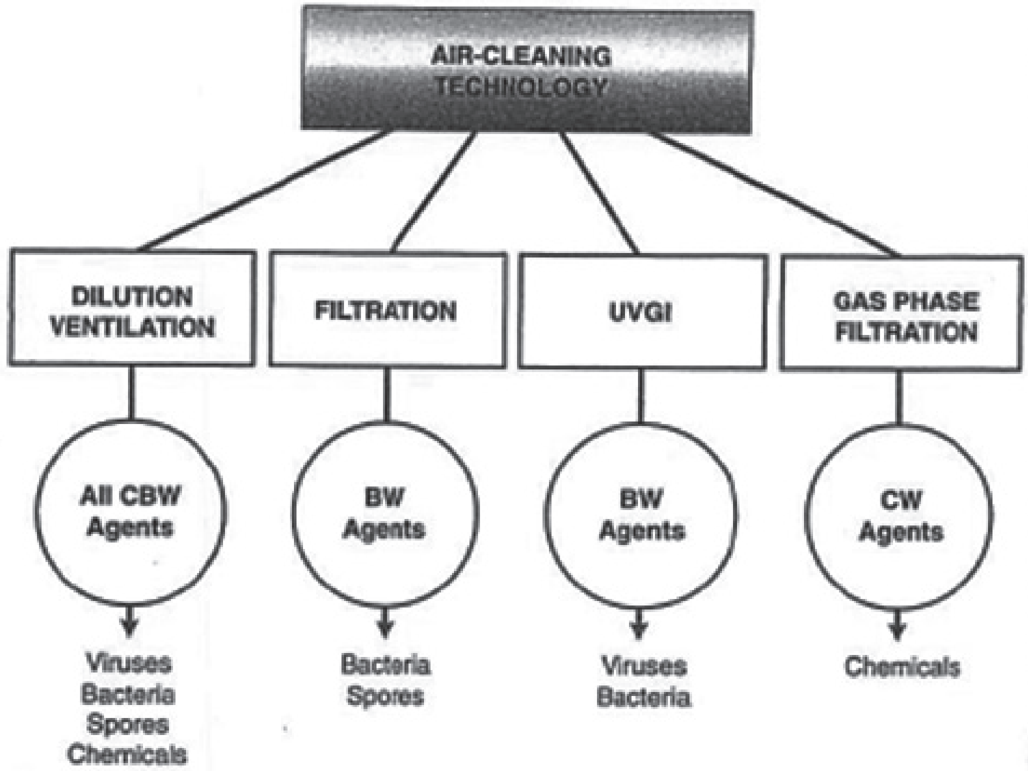

Figure 8.1 Breakdown of technologies for air cleaning and disinfection.

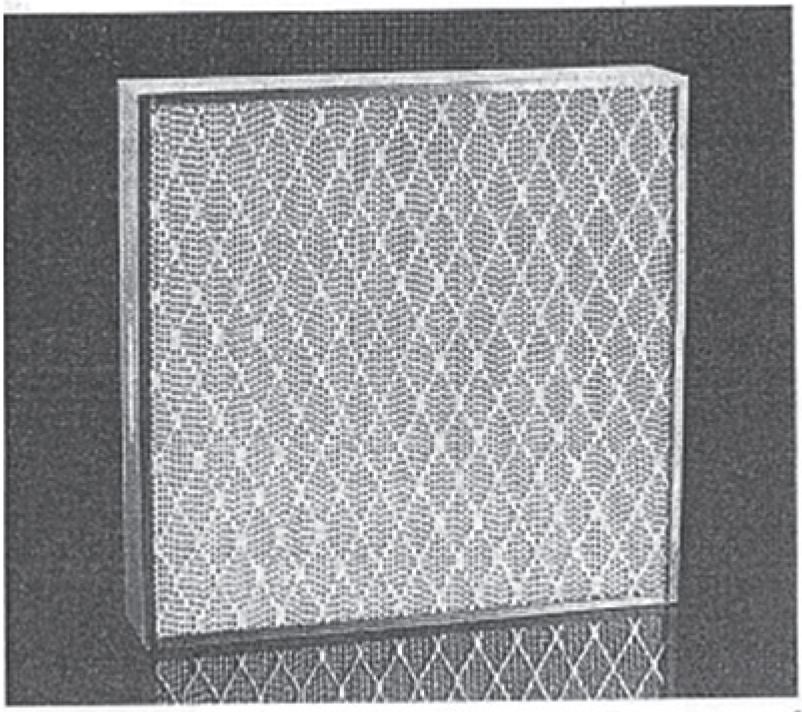

Figure 8.2 Example of a high-efficiency pleated filter. (*Image courtesy of Donaldson Company, Inc., Minneapolis, MN.*)

การใช้หลอดไฟฆ่าเชื้อโรค (UVGI) ก็มีการนิยมใช้กันมาก

Air-Cleaning and Disinfection Systems

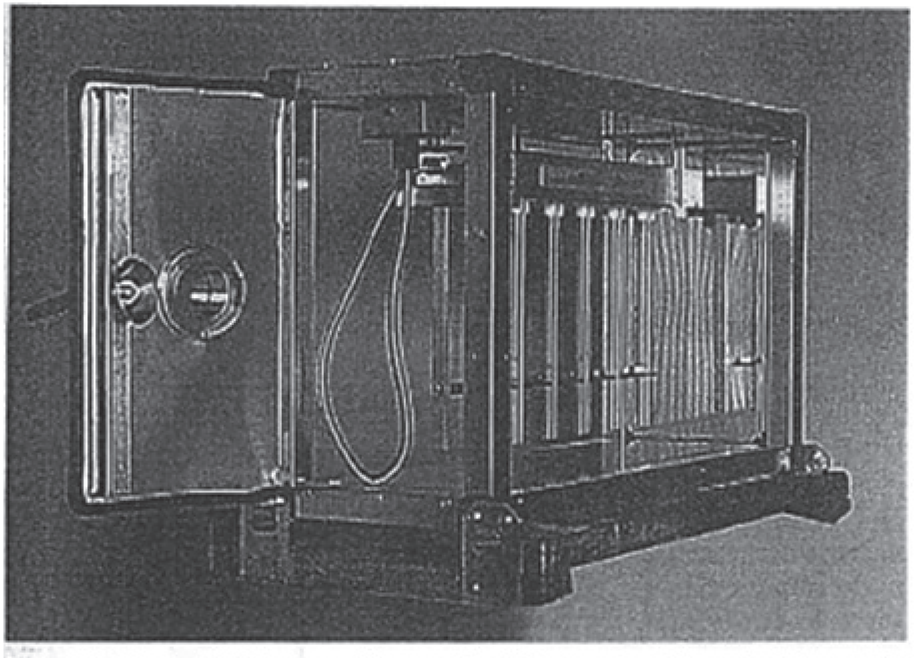

Figure 8.18 In-duct UVGI system with access door. (*Photo courtesy of Lumalier / Commercial Lighting Design.*)

Air-Cleaning and Disinfection Systems

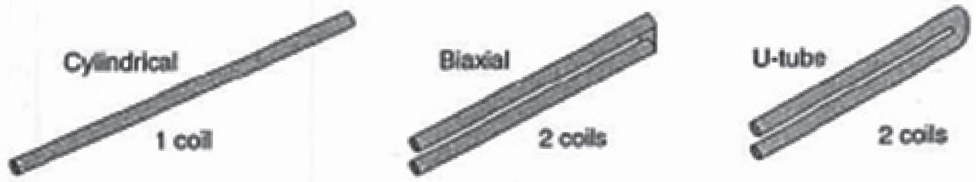

Figure 8.23 Types of UV lamps currently available that can be modeled by the view factor for cylinders. The biaxial and U-tube lamps can be divided into two or more cylinders.

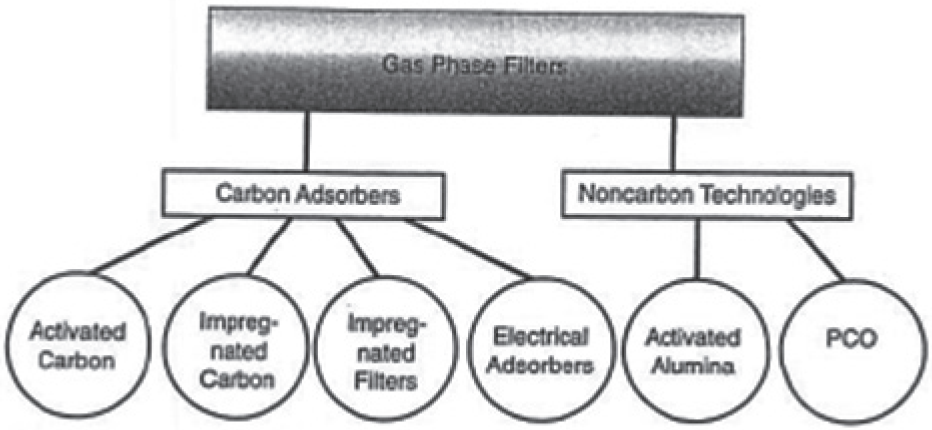

Figure 8.32 Breakdown of some of the more common gas phase filtration technologies.

Air-Cleaning and Disinfection Systems

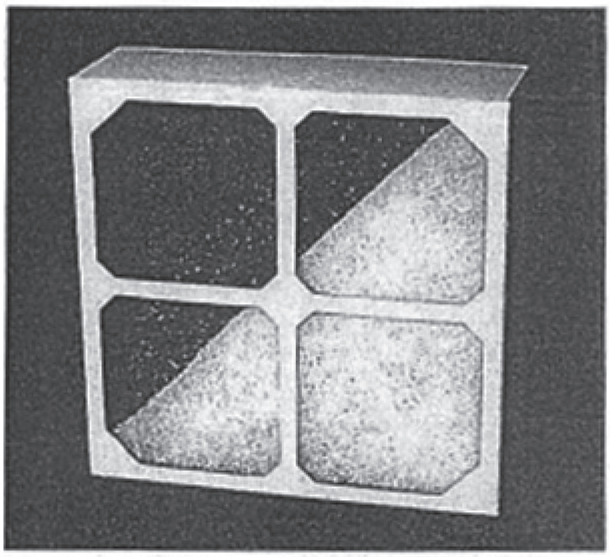

Figure 8.33 Cutaway model showing carbon media located behind filter media. (*Model provided courtesy of D-Mark, Inc., Chesterfield, MI.*)

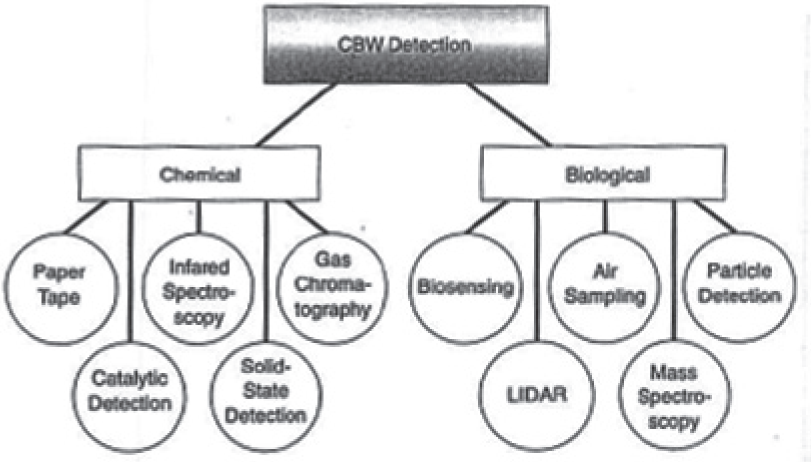

Figure 10.1 Breakdown of the most common types of chemical and biological detection systems (LIDAR = light detection and ranging, a developmental military technology). Additional sensing technologies are described in the text.

จะเห็นว่าการป้องกันการแพร่กระจายสารพิษต้องใช้ท่อลมยาวกว่า 3 เท่าของการเดินท่อลมส่งตามปกติเนื่องจากเมื่อ Sensor ตรวจจับสารพิษได้จะต้องใช้เวลาในการส่งสัญญานไปปิด Damper งดการจ่ายลมออกไป

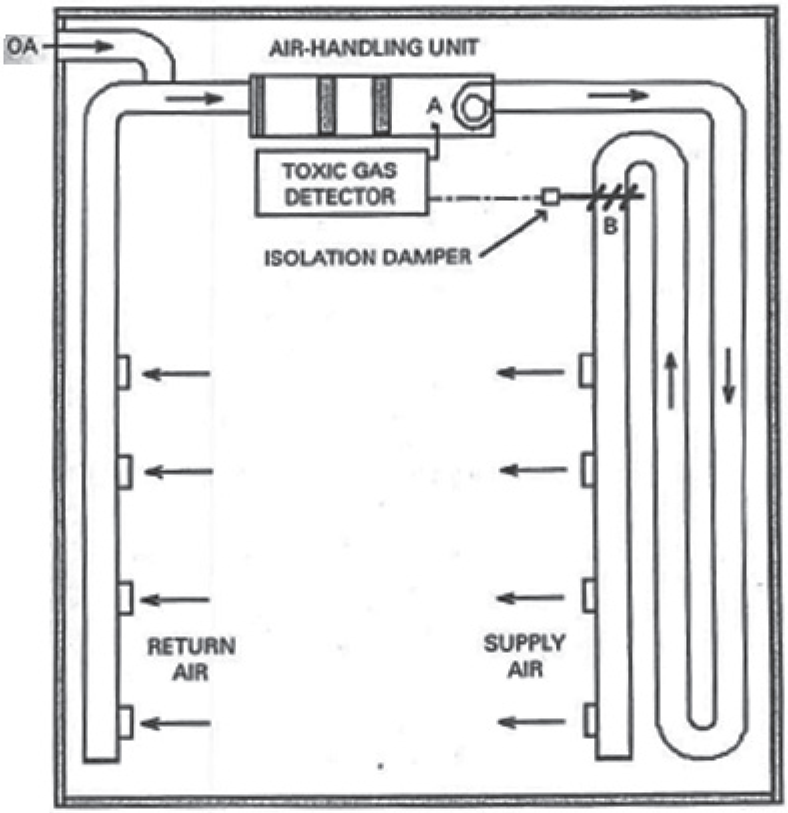

Figure 10.7 Ventilation system with extended supply ductwork to allow toxic gas detection at point A to isolate the system before gas reaches point B.

8. การใช้เครื่องระบายควันทิ้ง (Smoke Unit)

ในอาคารบางแห่งถ้าเราทราบว่ามีการแพร่กระจายของสารพิษแล้วเราสามารถประยุกต์เอาพัดลมที่ทำหน้าที่เป็น Smoke Vent มาช่วยไล่สารพิษออกไปได้ดังรูป

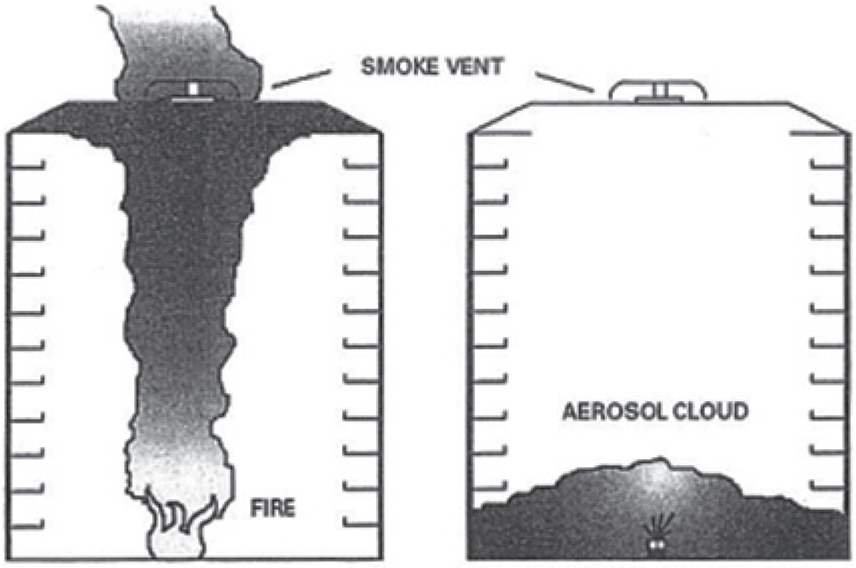

Figure 11.12 Smoke plume dispersion in a tall open atrium (left) compared with dispersion of a heavy gas in the same area (right).

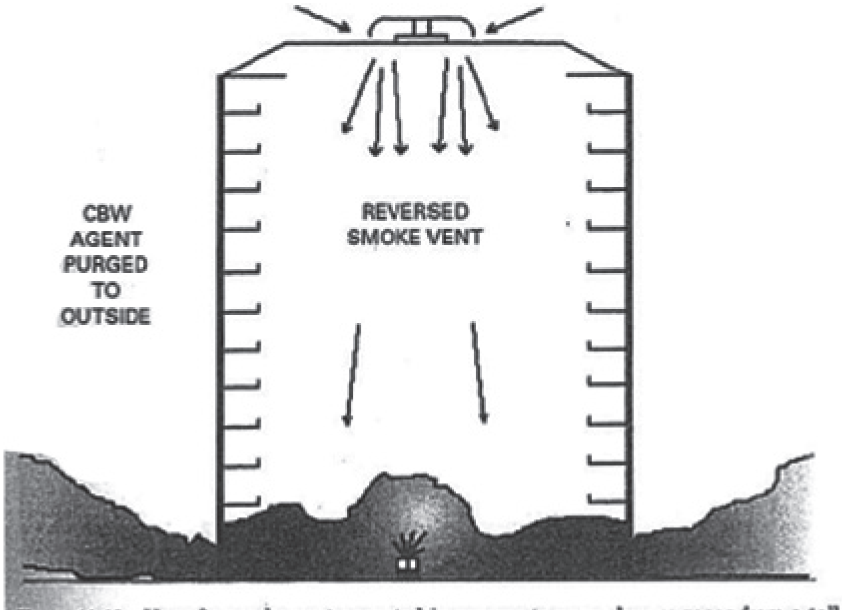

Figure 11.13 Use of a smoke vent operated in reverse to purge heavy gases from a tall open atrium.

9. การป้องกันสารพิษของ CW

พวก CW นั้นจะทำให้เกิดอาการต่อคนหลายอย่าง นอกจากนี้เราสามารถออกแบบให้บางชั้นของอาคารเป็นที่หลบภัยของสารพิษนี้ดังรูป

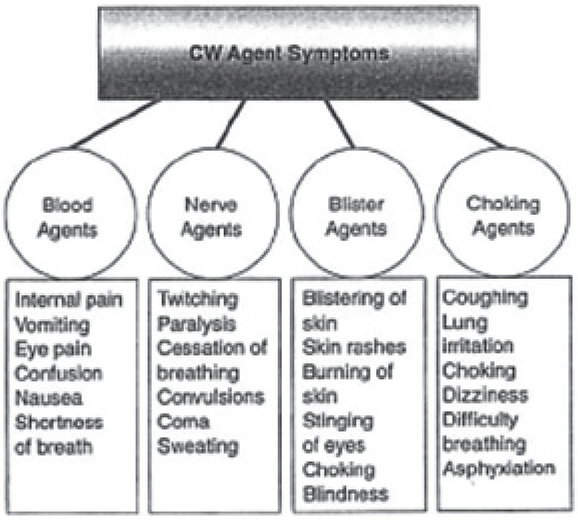

Figure 12.8 Breakdown of symptoms often associated with each of the four major categories of chemical weapons.

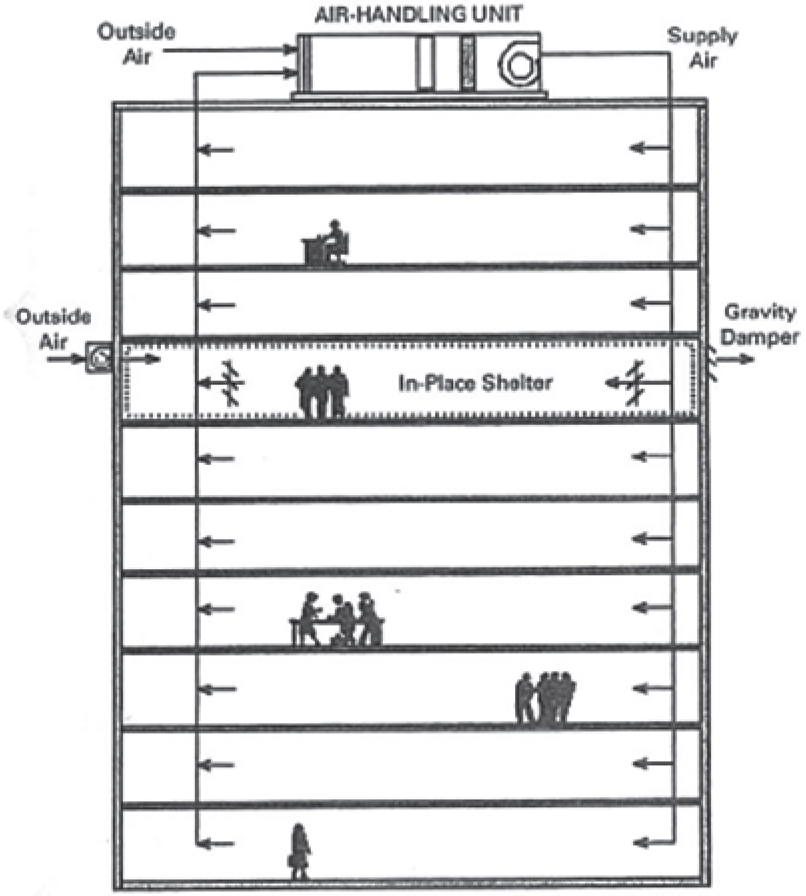

Figure 12.14 In-place sheltering against internal releases for high-rise buildings. One zone is isolated from the main system and pressurized with outside air.

10. วิธีการต่าง ๆ ในการตรวจสอบและป้องกัน CBW แพร่กระจาย

ดังภาพด้านล่างจะมีวิธีป้องกัน CBW แพร่กระจายในระบบปรับอากาศได้

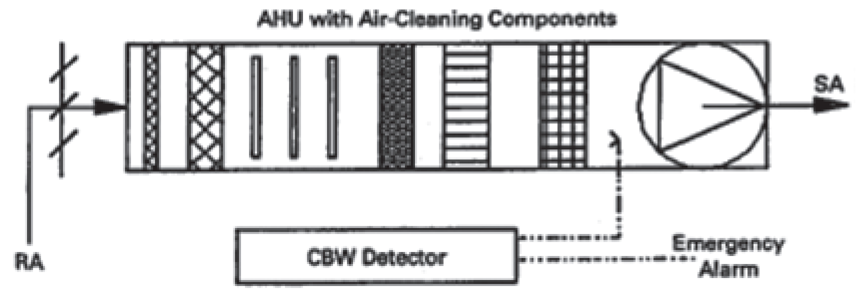

Figure 11.3 Detect-to-alarm system with a single sample point in the AHU. RA and SA indicate the return air and the supply air, respectively.

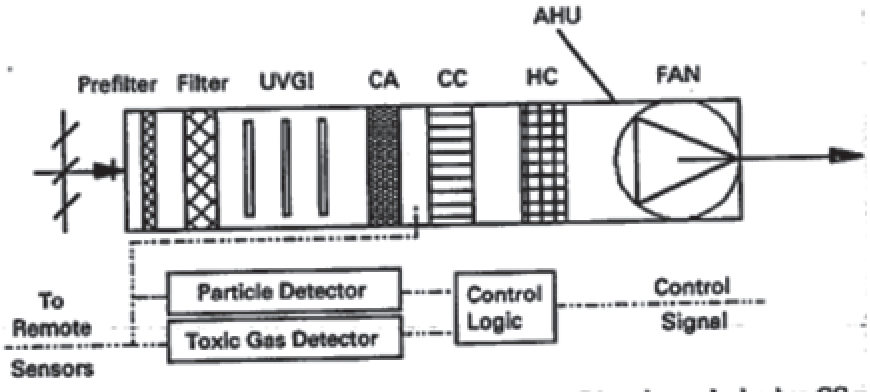

Figure 11.5 Basic components of a CBW detection system. CA = charcoal adsorber, CC = cooling coils, HC = heating coils.

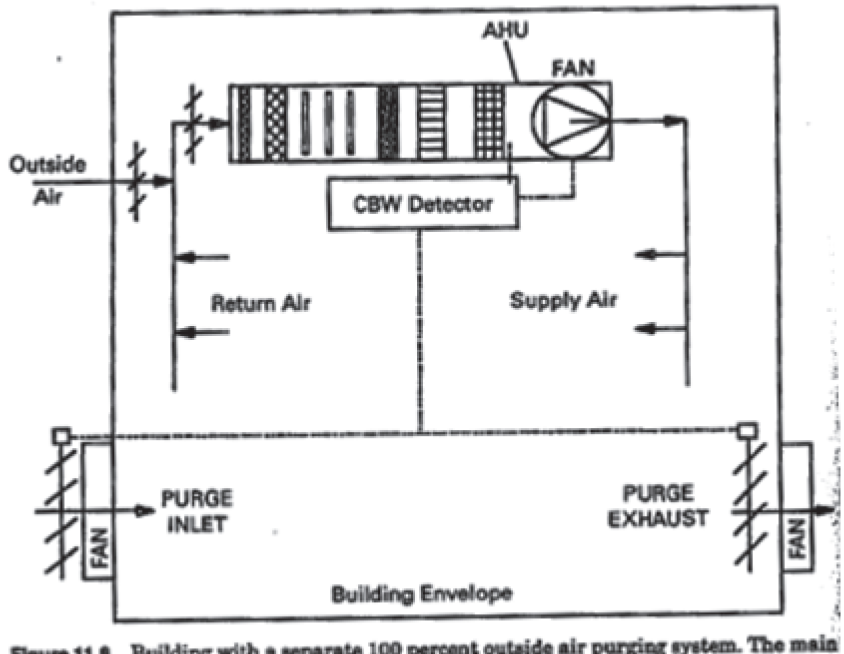

Figure 11.6 Building with a separate 100 percent outside air purging system. The main fan is shut down and the purge system is initiated on detection of CBW agents in the main ventilation system or general areas.

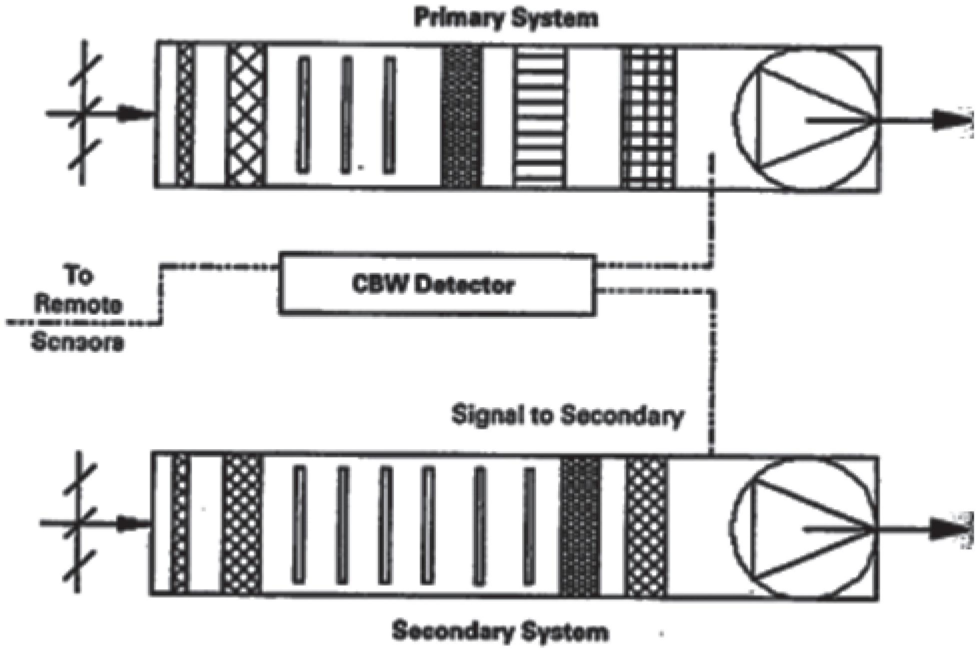

Figure 11.10 Example of a secondary AHU train, or an emergency train, engaged by a CBW detection signal that shuts down the primary train.

11. สรุป

มาตรการการป้องกันการก่อการร้ายในอาคารทั้ง CW และ BW ต้องมีการลงทุนสูงและอาคารนั้น ๆ เป็นอาคารสำคัญ เช่น รัฐสภา ทำเนียบรัฐบาล สำนักงานที่ต้องควบคุมความมั่นคงของประเทศ ฯลฯ เป็นต้น เท่าที่ทราบนานาประเทศในโลกนี้ได้เริ่มการป้องกัน CW และ BW ของอาคารที่สำคัญ ๆ ของประเทศ

ผู้เขียนขอขอบคุณเอกสารอ้างอิงจาก Website ต่าง ๆ และตำราของ Prof. Kowalski มา ณ ที่นี้ด้วยที่ใช้อ้างอิงในการเขียนบทความนี้

12. เอกสารอ้างอิง

1. W.J.Kowalski Dr., “Immune Building Systems Technology”, McGraw-Hill 2003.
2. รศ.ทวี เวชพฤติ, “เทคโนโลยี่การออกแบบอาคารเพื่อป้องกันการก่อการร้ายทางชีวภาพ”, สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย, หนังสือวิชาการประจำปี.