การพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมไทย

นางสาวเพียงเพ็ญ พัวโสพิศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SUPPORT SYSTEM DEVELOPMENT OF CHEMICAL SUBSTANCE STORAGE FOR THAI INDUSTRIES

Miss Piangpen Puasopis

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมไทย
โดย	นางสาวเพียงเพ็ญ พัวโสพิศ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เพียงเพ็ญ พัวโสพิศ : การพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมไทย. (SUPPORT SYSTEM DEVELOMENT OF CHEMICAL SUBSTANCE STORAGE FOR THAI INDUSTRIES) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช, 129 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมไทยขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันนี้การจัดเก็บสารเคมีมีความยุ่งยากซับซ้อน ต้องทำการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก รวมทั้งต้องเป็นไปตามระเบียบข้อกำหนดกฎหมายของประเทศไทย ดังนั้นเพื่อให้การจัดเก็บสารเคมีมีความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้องและปลอดภัยยิ่งขึ้น จึงได้มีการศึกษาและพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมไทยขึ้น

ผลลัพธ์ของระบบสนับสนุนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งในการจัดเก็บ ระยะห่างในการจัดเก็บและลักษณะโครงสร้างอาคารจัดเก็บ อีกทั้งสามารถเสนอแนะแนวทางที่ต้องแก้ไขเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดกฎหมายได้ ระบบที่พัฒนาได้นำไปใช้จริงในโรงงาน 3 แห่ง พบว่าหลังจากนำระบบไปใช้สามารถลดค่าระดับความเสี่ยงของการเกิดเหตุอันตรายจากการจัดเก็บสารเคมีอันตรายที่ผิดวิธีได้ผลระดับความเสี่ยงดังนี้

กรณีศึกษาที่ 1 ความเสี่ยงก่อนใช้ระบบ 7.38 ความเสี่ยงหลังใช้ระบบ 4.37

กรณีศึกษาที่ 2 ความเสี่ยงก่อนใช้ระบบ 8.33 ความเสี่ยงหลังใช้ระบบ 6.00

กรณีศึกษาที่ 3 ความเสี่ยงก่อนใช้ระบบ 5.88 ความเสี่ยงหลังใช้ระบบ 5.12

จากการทดลองใช้งานจริงในโรงงาน 3 แห่ง ได้ผลลัพธ์จากระบบสนับสนุนว่า โรงงานทั้ง 3 ควรต้องมีการปรับปรุงแผนผังการจัดเก็บรวมทั้งลักษณะโครงสร้างของอาคารจัดเก็บใหม่ เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดกฎหมาย เนื่องจากเดิมโรงงานทั้ง 3 มีการแบ่งโซนการจัดเก็บสารเคมีอันตรายไม่ถูกต้อง และลักษณะโครงสร้างอาคารจัดเก็บยังไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต เพียงเพ็ญ พัวโสพิศ

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ปิยะ ภู่ระหงษ์

ปีการศึกษา 2551

4971455521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: CHEMICAL SUBSTANCES STORAGE / SUPPORT SYSTEM / SUPPORT SYSTEM OF CHEMICAL SUBSTANCES STORAGE / CHEMICAL SUBSTANCES / CHEMICAL SUBSTANCES STORAGE LAYOUT

PIANGPEN PUASOPIS : SUPPORT SYSTEM DEVELOPMENT OF CHEMICAL SUBSTANCE STORAGE FOR THAI INDUSTRIES.THESIS PRINCIPAL ADVISOR : ASSOC. PROF. JITTRA RUKIJKANPANICH,Ph.D.,129 pp.

The purposes of this research is to develop a Support System of Chemical Substances Storage for Thai Industries. There are various variables and regulations concerning the consideration of Chemical Substances Storage. Therefore, this system is designed and developed to provide and convenience, speed, precision and safety in the Chemical Substances Storage System.

As a result, the support system can properly check location and distance of chemical storage, as well as the structure of storage building. The solutions can also be recommended in accordance with the regulations determined. The system developed has been employed in 3 factories. It is found that following the installation of the said system, the risk level of accidence occurred from the incorrect storage of dangerous chemical material can be reduced, which are shown as

Case study 1: The risk level before system employment is 7.38
The risk level after system employment is 4.37

Case study 2: The risk level before system employment is 8.33
The risk level after system employment is 6.00

Case study 3: The risk level before system employment is 5.88
The risk level after system employment is 5.12

Following the employment of the said system in 3 factories, it is found that the layout and building structure of chemical storage should be improved to meet the determined regulations because its layout and building structure do not follow the standard.

Department :Industrial Engineering Student's : .....
Field of study :Industrial Engineering Principal Advisor's : .....
Academic year : 2008

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆของวิทยานิพนธ์นี้มาโดยตลอด

ขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน ที่กรุณาสละเวลา เป็นประธานและกรรมการสำหรับการสอบวิทยานิพนธ์นี้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอบพระคุณ บริษัท SPRC จำกัดและโรงานกรณีศึกษาทั้ง 2 แห่งที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลและการเข้าไปเก็บข้อมูลอย่างดียิ่ง

ขอบคุณ นายไพรัช กิจวรวุฒิ และ นายราเมศร์ ปานพรหมมาศ ผู้ให้ความปรึกษาและช่วยแก้ไขปัญหาในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ นายศักดิ์ชัย และ นางพันธ์เรือง พัวโสพิศ บิดามารดา ผู้มีพระคุณอย่างยิ่งที่คอยให้การสนับสนุนผู้เขียนในทุกๆเรื่อง ทำให้ผู้เขียนประสบความสำเร็จในวันนี้ ตลอดจน นางสาว บุญยนุช กุลณาวรรณ น้องสาว ที่คอยดูแลและให้ความช่วยเหลือเป็นธุระให้ในทุกๆเรื่อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……จ

กิตติกรรมประกาศ……ฉ

สารบัญ……ช

สารบัญตาราง……ฌ

สารบัญภาพ……ฎ

บทที่ 1……1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย……5

1.3 ขอบเขตของการวิจัย……5

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……6

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย……6

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……11

2.1 แนวคิดและทฤษฎี……11

2.2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……50

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย……54

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล…… 54

3.2 การออกแบบระบบ……58

3.3 การพัฒนาระบบ……67

3.4 การทดสอบและประเมินผล……71

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน……72

4.1 กรณีศึกษาที่ 1……72

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารจัดเก็บสารเคมี……72

4.1.2 วิธีเดิมในการจัดเก็บสารเคมี……75

4.1.3 สภาพปัญหาของระบบเดิม……76

4.1.4 การประเมินความเสี่ยงจากอันตรายของระบบเดิม……77

หน้า

4.1.5 ผลการดำเนินงานด้วยระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี.....79
4.1.6 ประเมินความเสี่ยงจากอันตรายเมื่อใช้ระบบสนับสนุน
ช่วยในการออกแบบ 83
4.2 กรณีศึกษาที่ 2.....85
4.2.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารจัดเก็บสารเคมี.....85
4.2.2 วิธีเดิมในการจัดเก็บสารเคมี.....87
4.2.3 สภาพปัญหาของระบบเดิม.....88
4.2.4 การประเมินความเสี่ยงจากอันตรายของระบบเดิม.....89
4.2.5 ผลการดำเนินงานด้วยระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี.....92
4.2.6 ประเมินความเสี่ยงจากอันตรายเมื่อใช้ระบบสนับสนุน
ช่วยในการออกแบบ 97
4.3 กรณีศึกษาที่ 3.....99
4.3.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารจัดเก็บสารเคมี.....99
4.3.2 วิธีเดิมในการจัดเก็บสารเคมี.....101
4.3.3 สภาพปัญหาของระบบเดิม.....102
4.3.4 การประเมินความเสี่ยงจากอันตรายของระบบเดิม.....103
4.3.5 ผลการดำเนินงานด้วยระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี.....105
4.3.6 ประเมินความเสี่ยงจากอันตรายเมื่อใช้ระบบสนับสนุน
ช่วยในการออกแบบ 109

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ และ ข้อจำกัด.....112
5.1 สรุปผลการวิจัย.....112
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....116
5.3 ข้อเสนอแนะ.....116
5.4 ข้อจำกัด.....117

รายการอ้างอิง.....118
ภาคผนวก.....119
ภาคผนวก ก ตัวอย่างตารางจัดทำฐานข้อมูลสารเคมี.....120

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....129

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1.1 จำนวนการเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีทั้งหมดรายปี....2

1.2 ตัวอย่างเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีและสาเหตุของการเกิดปีพ.ศ. 2528-2536....3

1.3 สถิติปริมาณการนำเข้าและการผลิตสารเคมีภายในประเทศไทยข้อมูลปีปี....4

2.1 คำอธิบายสัญลักษณ์ของระดับอันตราย....21

2.2 การจัดเก็บวัตถุอันตราย....30

2.3 กฎการจัดแยกสารเคมีอันตรายต่างชนิดกัน....33

2.4 ตารางการจัดเก็บสารเคมี....34

2.5 แสดงรายชื่อสารเคมีและวัตถุอันตรายที่เข้ากันไม่ได้ห้ามเก็บรวมกัน....35

2.6 แสดงประเภทการจัดเก็บของวัตถุอันตราย....40

2.7 แสดงข้อมูลและความหมายของรหัสแฮสแคม (Hazchem Code)....46

2.8 แสดงรายละเอียดอันตรายและสีแสดงอันตรายตามมาตรฐาน NPFA....47

2.9 แสดงรายละเอียดระดับความรุนแรงของอันตรายตามมาตรฐาน NFPA....47

3.1 ตารางคุณสมบัติของสารเคมี (tbl_chem)....59

3.2 ตารางข้อกำหนดระยะจัดเก็บของสารเคมี (tbl_distance)....60

3.3 ตารางข้อมูลอันตรายของสารเคมี (tbl_hazard)....60

3.4 ตารางประเภทอันตรายของสารเคมี (tbl_hazardtype)....61

3.5 ตารางแนวทางป้องกันอันตรายจากสารเคมี (tbl_plan) 61

3.6 ตารางรายละเอียดเกณฑ์การจัดเก็บสารเคมี (tbl_rule) 61

3.7 ตารางรายละเอียดการจัดเก็บสารเคมี (tbl_storage)....62

3.8 ตารางรหัสการจัดเก็บสารเคมี (tbl_storagecode)....62

3.9 ตารางเงื่อนไขการจัดเก็บสารเคมีร่วมกัน (tbl_storagerule)....63

3.10 ตารางแสดงสัญลักษณ์การจัดเก็บสารเคมี (tbl_symbol)....63

3.11 ตารางรายละเอียดสารเคมีย่อย (tbl_subchem)....63

3.12 ตารางแสดงรายละเอียด UN class (tbl_unclass)....64

3.13 ระดับโอกาสในการเกิดเหตุอันตรายจากสารเคมีแต่ละตัว....65

3.14 ระดับความรุนแรงจากการเกิดเหตุอันตราย....66

3.15 การจัดระดับความเสี่ยงอันตราย....66

4.1 รายชื่อสารเคมีที่ทำการจัดเก็บในอาคารจัดเก็บของกรณีศึกษาที่ 1....74

4.2 การแบ่งสารเคมีน้ำมันออกเป็น 2 กลุ่มของกรณีศึกษาที่ 1.....75
4.3 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆของกรณีศึกษาที่ 1.....77
4.4 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้ของกรณีศึกษาที่ 1.....78
4.5 ผลจากระบบสนับสนุนในการประเมินข้อกำหนดในการเก็บแบบคละกันได้
ของกรณีศึกษาที่ 1.....79
4.6 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆของกรณีศึกษาที่ 1.....83
4.7 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้ของกรณีศึกษาที่ 1.....84
4.8 รายชื่อสารเคมีที่ทำการจัดเก็บในอาคารจัดเก็บของกรณีศึกษาที่ 2.....86
4.9 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆของกรณีศึกษาที่ 2.....89
4.10 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้ของกรณีศึกษาที่ 2.....91
4.11 ผลจากระบบสนับสนุนในการประเมินข้อกำหนดในการเก็บแบบคละกันได้
ของกรณีศึกษาที่2.....92
4.12 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆของกรณีศึกษาที่ 2.....97
4.13 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้ของกรณีศึกษาที่ 2.....98
4.14 รายชื่อสารเคมีที่ทำการจัดเก็บในอาคารจัดเก็บของกรณีศึกษาที่ 3.....101
4.15 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆของกรณีศึกษาที่ 3.....103
4.16 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้ของกรณีศึกษาที่ 3.....104
4.17 ผลการประเมินการจัดเก็บสารเคมีแบบคละกันของโรงงานกรณีศึกษาที่ 3.....105
4.18 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆของกรณีศึกษาที่ 3.....109
4.19 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้ของกรณีศึกษาที่ 3.....110
5.1 การเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงก่อนและหลังการใช้ระบบสนับสนุนการจัดเก็บสำหรับ
กรณีศึกษาที่ 1.....113
5.1 การเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงก่อนและหลังการใช้ระบบสนับสนุนการจัดเก็บสำหรับ
กรณีศึกษาที่ 2.....114
5.1 การเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงก่อนและหลังการใช้ระบบสนับสนุนการจัดเก็บสำหรับ
กรณีศึกษาที่ 3.....115

สารบัญภาพ

บทที่ หน้า

1.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนในการดำเนินการ.....9

1.2 แผนภาพแสดงระยะเวลาในการดำเนินการ.....10

2.1 แสดงสัญลักษณ์ของระดับอันตราย.....20

2.2 รหัสแฮสแคม (Hazchem Code).....45

2.3 แสดงตัวอย่างรหัสแฮสแคม (Hazchem Code).....46

2.4 แสดงตัวอย่างขนาดความรุนแรงของสารเคมีอันตรายตามมาตรฐาน NFPA…….47

3.1 ขั้นตอนในการพิจารณาแยกประเภทในการจัดเก็บสารเคมี……...55

3.2 ตัวอย่างขั้นตอนการตัดสินใจในการจัดเก็บสารเคมีที่คัดเลือกมาเป็นตัวอย่าง.....58

3.3 โครงสร้างระบบฐานข้อมูลของระบบจัดเก็บสารเคมี.....59

3.4 แสดงหน้าจอฐานข้อมูล My SQL…….....67

3.5 แสดงหน้าจอการเขียนCode ภาษา PHP และ SQL……68

3.6 แสดงหน้าจอเมนู Chemistry……..68

3.7 แสดงหน้าจอเมนู Warehousing……69

3.8 แสดงตัวอย่างการกรอกข้อมูลในเมนูหน้า Layout……69

3.9 ตัวอย่างการแสดงผลการประเมินระยะห่างในการจัดเก็บในเมนูหน้า Layout……...70

3.10 การแสดงผลการประเมินโครงสร้างอาคารในการจัดเก็บในเมนูหน้า Layout……..70

4.1 บริเวณอาคารเก็บสารเคมีของกรณีศึกษา1.....73

4.2 ขั้นตอนการพิจารณาการจัดเก็บสารเคมีของโรงงานกรณีศึกษาที่ 1.....76

4.3 แสดง Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้ของกรณีศึกษา1.....81

4.4 แผนผังการออกแบบอาคารโดยใช้ระบบสนับสนุนเข้ามาช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ของกรณีศึกษา1…….....82

4.5 แผนผังแสดงการจัดเก็บสารเคมีในอาคารที่มีอยู่เดิมของกรณีศึกษาที่ 2……..…….....86

4.6 บริเวณอาคารเก็บสารเคมีของกรณีศึกษาที่ 2……..……..…..…..86

4.7 ขั้นตอนการพิจารณาการจัดเก็บสารเคมีของโรงงานกรณีศึกษาที่ 2.....88

4.8 แสดง Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้ของกรณีศึกษาที่ 2…...…96

4.9 แสดง Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้ของกรณีศึกษาที่ 2…....96

4.10 แผนผังแสดงการจัดเก็บสารเคมีในอาคารที่มีอยู่เดิมของกรณีศึกษาที่ 3.....100

4.11 บริเวณอาคารเก็บสารเคมีของกรณีศึกษาที่ 3.....100

บทที่ หน้า

4.12 ขั้นตอนการพิจารณาการจัดเก็บสารเคมีของโรงงานกรณีศึกษาที่ 3…….....102
4.13 แสดง Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้ของ
กรณีศึกษาที่ 3.....107
4.14 แสดง Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้.....109

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการทบทวนข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีในอดีตมาจนถึงปัจจุบัน (ข้อมูลปี พ.ศ. 2521-2550 ดังแสดงในตารางที่1.1) จะพบว่าตัวเลขของการเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีมีแนวโน้มของจำนวนครั้งของการเกิดที่สูงขึ้นอีกทั้งระดับความรุนแรง หรือความเสียหายก็มีมากขึ้นด้วยเช่นกัน โดยมีตัวอย่างข้อมูลทางสถิติของการเกิดและสาเหตุของการเกิดเหตุแสดงในตารางที่ 1.2 ทั้งนี้เนื่องจากการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมในประเทศไทยที่มีการพัฒนาไปอย่างมาก มีการนำเข้าของสารเคมีมากขึ้นดังแสดงในตารางที่ 1.3 จำนวนโรงงานมากขึ้น มีการนำเอาสารเคมีเข้ามาใช้ในการผลิตมากขึ้น ส่งผลให้ผู้ที่ต้องทำงานเกี่ยวข้อกับสารเคมีก็มีจำนวนมากขึ้นด้วยเช่นกัน ขณะที่ปัจจุบันยังไม่มีระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีอย่างชัดเจน จึงส่งผลให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บสารเคมีมีความเสี่ยงอย่างสูงในการเกิดอันตรายจากการจัดเก็บ โดยสามารถสรุปปัญหาในการจัดเก็บสารเคมีอันตรายได้ว่า ปัญหาในการจัดเก็บสารเคมีนั้นอยู่ตรงที่ขั้นตอนในการจัดเก็บสารเคมีนั้นมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากสารเคมีแต่ละตัวมีความเป็นอันตรายที่แตกต่างกันไปในแต่ละตัว ซึ่งวิธีในการจัดเก็บก็จะต้องทำการจัดเก็บที่แตกต่างกันไปตามแต่คุณลักษณะทางเคมีของแต่ละตัวซึ่งข้อมูลคุณลักษณะทางเคมีเหล่านี้จะต้องนำมาพิจารณาทุกข้อสำหรับการจัดเก็บ และจากความหลากหลายของจำนวนสารเคมีในอุตสาหกรรมการผลิต จึงส่งผลให้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อจัดทำการจัดเก็บสารเคมีนั้นมีปริมาณอย่างมาก ทำให้เกิดความยุ่งยาก ซับซ้อน และอาจทำให้เกิดความผิดพลาดหรือบกพร่องในการเปิดตำรา ข้อกำหนดหรือ กฎหมายต่างๆได้ อันจะนำมาซึ่งความเสียหายที่อาจเกิดได้จากการจัดเก็บสารเคมีที่ไม่ถูกต้อง โดยสามารถสรุปปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณาแนวทางการจัดเก็บได้ดังนี้

- ประเภทของอันตรายของสารเคมีทางกายภาพ
- ประเภทของอันตรายของสารเคมีต่อสุขภาพ
- ประเภทของภาชนะบรรจุ
- สถานที่ตั้งโกดัง
- โครงสร้างของโกดังที่จัดเก็บ
- ลักษณะเฉพาะทางเคมีของสารเคมีแต่ละตัว
- ประเภทของการจัดเก็บสารเคมี
- มาตรการการป้องกันอันตราย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากความยุ่งยากนี้อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานสืบค้นข้อมูลได้ไม่ครบถ้วนหรือต้องใช้เวลานานจนอาจเกิดความละเลยในบางหัวข้อของข้อกำหนดได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการด้านความรู้ของการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดเก็บและขนส่งสารเคมีมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมไทย

ด้วยเหตุนี้เองจึงได้มีโครงการจัดทำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีในอุตสาหกรรมไทยขึ้นเพื่อให้วิศวกรสามารถออกแบบและบริหารจัดการเกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมีได้อย่างเป็นระบบครบถ้วน และรวดเร็วยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานและเป็นแนวทางในการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดได้จากการจัดเก็บสารเคมีในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆในประเทศไทยได้ และเพื่อให้เป็นการสะดวกและรวดเร็วต่อการนำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีไปใช้งานจึงได้มีการจัดทำระบบโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้งานผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ท(Website) ทั้งนี้เพื่อความง่ายดายและสะดวกรวดเร็วในการใช้งานโปรแกรมและค้นหาข้อมูลจากได้จากอินเตอร์เน็ท ทำให้ง่ายต่อผู้ที่ต้องการข้อมูลที่อยู่ห่างไกลจากแหล่ง ข้อมูลก็สามารถที่จะได้รับข้อมูลข่าวสารอย่างทั่วถึงและรวดเร็ว

ตารางที่ 1.1 จำนวนการเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีทั้งหมดรายปี

ปี พ.ศ.	จำนวนอุบัติภัย (ครั้ง)	ปี พ.ศ.	จำนวนอุบัติภัย (ครั้ง)
2521	1	2538	5
2523	1	2539	1
2524	1	2541	4
2528	2	2542	6
2530	2	2543	23
2531	2	2544	27
2532	2	2545	25
2533	1	2546	30
2534	4	2547	30
2535	3	2548	55
2536	6	2549	100
2537	5	2550	81

ข้อมูลเหตุการณ์อุบัติภัยวัตถุเคมีเหล่านี้รวบรวมมาจาก 3 แหล่ง คือ

1. หนังสือมหันตภัยจากวัตถุเคมี โดย ภิญโญ พานิชพันธ์ และพิณทิพ รื่นวงษา จัดพิมพ์โดย บวท. สวทช. สกว. (ธันวาคม 2544)

2. สุเมธา วิเชียรเพชร ฝ่ายติดตามและฟื้นฟูกองจัดการสารอันตราย และกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ

3. รศ. สุชาตา ชินะจิตร ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีและสาเหตุของการเกิดปีพ.ศ. 2528-2536

ครั้งที่	สถานที่เกิดอุบัติภัยจากสารเคมี	พ.ศ.	สาเหตุที่เกิด
1	โรงงานยูเนี่ยนบัทที่น ลาดพร้าว เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ	2528	เกิดจากเศษฝุ่น Polyester ที่ใช้ผลิตกระดุมลุกไหม้ (Solid Flammable) ในโกดังเก็บกากขยะที่ไม่ใช้แล้ว
2	กรมสรรพาวุธทหารบก สะพานแดง บางซื่อ กรุงเทพฯ	2530	คลังแสงเก็บเครื่องกระสุนปืนและวัตถุระเบิด เกิดระเบิดขึ้นโดยไม่ทราบสาเหตุ มีผู้เสียชีวิตและทรัพย์สินเสียหายมาก
3	Thai Petrochemicals Industry Ltd.(TPI) ระยอง	2530 และ 2538	เกิดการรั่วไหลของ Ethylene ในระบบการผลิตทำให้เกิดเพลิงลุกไหม้
4	ท่าเรือคลองเตย กรุงเทพฯ	2531	เกิดการระเบิดของถังบรรจุ Dimethoate แล้วเกิดไฟลุกไหม้สารเคมีในโกดังสินค้าอันตราย(ภายในโกดังเก็บสารเคมีไว้หลายชนิด)
5	บริษัท เคมี เอเชีย จำกัด เขตยานนาวา กรุงเทพฯ	2532	เกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่าง Hydrogen peroxide และ Triethanolamine ให้ความร้อนและไฟลุกไหม้โกดังเก็บสารเคมี(ภายในโกดังเก็บสารเคมีไว้หลายชนิด)
6	กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ยศเส กรุงเทพฯ	2532	เกิดการรั่วไหลของ Phosphorus trichloride ในห้องแล็ป ทำให้เกิดควันของ Hydrochloric acidเป็นจำนวนมากสามารถระงับเหตุได้ไม่มีความเสียหาย
7	รถบรรทุกแก๊ส LPG ของบริษัทสยามแก๊ส พลิกคว่ำบนถนนเพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพฯ	2533	รถบรรทุกถังแก๊สขนาดใหญ่พลิกคว่ำเกิดแก๊สรั่วไหลออกจากถังเป็นจำนวนมากแล้วเพลิงลุกไหม้ มีผู้เสียชีวิตและทรัพย์สินเสียหายมาก
8	รถบรรทุกแก๊ปจุดชนวนระเบิดพลิกคว่ำบนทางหลวง อำเภอท้ายเหมือง ภูเก็ต	2534	มีประกายไฟไปสัมผัสกับแก๊ปจุดชนวนระเบิด ที่ตกบนถนน มีผู้เสียชีวิต(ไทยมุง)จำนวนมาก
9	ท่าเรือคลองเตย กรุงเทพฯ	2534	เกิดการลุกไหม้ของสารเคมีในโกดังสินค้าอันตรายแล้วลุกลามไปคลังสินค้าอื่น และแหล่งที่อยู่อาศัย

ครั้งที่	สถานที่เกิดอุบัติภัยจากสารเคมี	พ.ศ.	สาเหตุที่เกิด
10	ถนนบางนา-ตราด กม.ที่20 บางพลี สมุทรปราการ	2534	รถบรรทุกถังคอนเทเนอร์ที่บรรจุ Nitric acid รั่วทำให้เกิดหมอกควันปกคลุมบนถนนเป็นบริเวณกว้าง (ของบริษัทไนโตรเคมีอุตสาหกรรม จำกัด)
11	โรงไฟฟ้าบางปะกง อ.บางปะกง ฉะเชิงเทรา	2535	เชื่อมโลหะในบริเวณที่มีแก๊ส LPG รั่วเกิดระเบิดมีคนงานเสียชีวิต
12	บริษัท ยูนิแก๊ส จำกัด สุราษฎร์ธานี	2535	อุปกรณ์สูบถ่าย Ammonia ชำรุดเกิดแก๊สแอมโมเนียรั่ว
13	ห้างสรรพสินค้าเวลโก้ ถนนปิ่นเกล้า-นครชัยศรี ธนบุรี กรุงเทพฯ	2535	เชื่อมโลหะในอาคารที่มีไอทินเนอร์ทีเกิดจากการทาสีทำให้เกิดไฟลุกไหม้
14	แม่น้ำเจ้าพระยา เขตพระประแดง สมุทรปราการ	2536	เรือบรรทุกถังบรรจุ Vinylchloride monomer จมทำให้เกิดสารเคมีรั่วไหล
15	บริษัท เจนนิโดซิต้า จำกัด บางปะกง ฉะเชิงเทรา	2536	ถังบรรจุแก๊ส Ammonia รั่ว
16	ห้องเย็น จ.ฉะเชิงเทรา	2536	แก๊ส Ammonia รั่วภายในอาคารโรงงานมีคนงานได้รับบาดเจ็บระบบทางเดินหายใจจำนวนมาก

ตารางที่ 1.3 สถิติปริมาณการนำเข้าและผลิตสารเคมีภายในประเทศไทยข้อมูลปีปี พ.ศ.2531-2548

ปี พ.ศ.	ปริมาณการนำเข้าสารอันตราย (ล้านตัน)	ปริมาณการผลิตสารอันตรายในประเทศ (ล้านตัน)
2531	1.31	
2532	1.37	
2533	1.75	1.23
2534	1.76	1.44
2535	2.26	2.4
2536	2.79	2.74
2537	3.01	5.88
2538	3.23	6.61

ปี พ.ศ.	ปริมาณการนำเข้าสารอันตราย (ล้านตัน)	ปริมาณการผลิตสารอันตรายในประเทศ (ล้านตัน)
2539	3.4	8.89
2540	3.22	9.7
2541	3.11	9.8
2542	3.37	9.87
2543	3.54	14.23
2544	4.59	24.74
2545	5.38	28
2546	4.6	22.3
2547	4.81	24.68
2548	5.22	26

(กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม,2549)

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่าโครงการนี้ เป็นประโยชน์แก่ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บสารเคมีในอุตสาหกรรมต่างๆในประเทศไทย ซึ่งมีจำนวนมาก และอุตสาหกรรมเหล่านั้น มิได้มีแต่ในกรุงเทพและปริมณฑลเท่านั้น หากแต่มีโรงงานกระจายทั่วทั้งประเทศ ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบให้มีระบบโปรแกรมสำเร็จรูปฐานข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์อีกด้วย เพื่อตอบสนองความต้องการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยในการจัดเก็บสารเคมีในอุตสาหกรรมไทยได้อย่างทั่วถึงทุกเขตพื้นที่ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 จัดทำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับประเทศไทย โดยสารเคมีที่นำมาพิจารณาทั้งหมดคือสารเคมีที่มีระบุไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2549และเนื้อหาแนวทางในการจัดเก็บสารเคมีกำหนดให้มีความสอดคล้องกับ กฎหมาย พ.ร.บ.วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

1.3.2 นำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมไทยไปทำการทดสอบใช้งานจริงในโรงงานจำนวน 3 โรงงานอุตสาหกรรม โดยไม่จำเป็นที่จะต้องทำการทดสอบกับทุกประเภทของวัตถุอันตรายที่มีการแบ่งประเภทไว้ในบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2549

1.3.3 ระบบจะถูกพัฒนาขึ้นให้มีการทำงานบนระบบอินเตอร์เน็ท คือสามารถมีการโต้ตอบไปกลับได้ระหว่างระบบสนับสนุนและผู้ใช้ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ทในรูปแบบของ Web Application

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เป็นแนวทางในการปฏิบัติให้แก่ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ เรื่องการจัดเก็บสารเคมีอุตสาหกรรมต่างๆ ในประเทศไทย เพื่อให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและลดความเสี่ยง ในการเกิดอันตรายจากการทำงาน

1.4.2 ช่วยให้ง่ายแก่ผู้ใช้ในการนำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอันตรายไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว และตรงประเด็นผ่านการทำงานของระบบที่ง่ายต่อผู้ใช้โดยสามารถระบุเป้าหมายที่ต้องการหรือ สารเคมีที่สนใจได้โดยตรง

1.4.3 เป็นฐานความรู้ (Knowledge base) สำหรับการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สำหรับผู้ที่ต้องการทราบเกี่ยวกับรายละเอียดของแนวทางปฏิบัติในการจัดเก็บสารเคมีเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอันตราย

1.4.4 ช่วยให้การจัดการกับฐานข้อมูลให้มีความเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น และสามารถเรียกนำมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง อีกทั้งลดความผิดพลาดจากการเลือกข้อมูลมาใช้ผิดประเด็น

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานของการพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้พัฒนาได้แบ่งวิธีการดำเนินงานออกเป็น ขั้นตอนดังนี้

1.5.1. <u>การเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1.5.1.1 การศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและรวบรวมข้อมูลแนวทางในการจัดเก็บสารเคมีของโรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นกรณีศึกษา

1.5.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูลคุณสมบัติของสารเคมี และการจัดประเภทของสารเคมีและวัตถุอันตรายเพื่อทำการแบ่งประเภทของอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากสารเคมีแต่ละชนิด โดยทำการสืบค้นข้อมูลจากกฎกระทรวงและมาตรฐานต่างๆของต่างประเทศที่มีการใช้กันอย่างสากล

1.5.1.3 เก็บรวบรวมวิธีหรือแนวทางในการจัดเก็บสารเคมีในแต่ละประเภทของสารเคมีเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดทำเป็นแนวทางการปฏิบัติต่อไป

1.5.2. <u>การออกแบบระบบ</u>

1.5.2.1 ทำการออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี ให้สอด คล้องกับกฎหมายและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง

1.5.2.2 ทำการออกแบบระบบโครงสร้างฐานข้อมูล ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของสมบัติสารเคมีทั้งหมดและข้อกำหนดต่างๆที่ใช้ในการพิจารณาการจัดเก็บของสารเคมี เพื่อให้ง่ายต่อการนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงผล

1.5.2.3 ทำการออกแบบระบบโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อการตอบคำถามเกี่ยวกับแนวทางในการจัดเก็บสารเคมีบนเว็บไซด์

1.5.2.4 ออกแบบแนวทางในการวัดผล และประเมินผลจากการนำเอาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีไปใช้

1.5.3. <u>การพัฒนาระบบ</u>

กระบวนการในการพัฒนาระบบมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

1.5.3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด คือ คุณสมบัติสารเคมีแต่ละตัว, การจัดเก็บสารเคมีที่ถูกต้องตามที่กฎหมายบัญญัติไว้

1.5.3.2 ออกแบบผังโครงสร้างของระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี เพื่อให้ทราบถึงโครงสร้างกระบวนการการทำงานของระบบสนับสนุน และออกแบบผังการทำงานของระบบโปรแกรมตอบถามคำถามบนอินเตอร์เน็ท

1.5.3.3 จัดทำบทสรุปแนวทางการสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี

1.5.3.4 พัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมี

1.5.3.5 พัฒนาระบบการค้นหาข้อมูล (Search Engine) เพื่อดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลหรือส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับระบบฐานข้อมูลเพื่อการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมี

1.5.3.6 พัฒนาเมนูสำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในการป้อนค่านำเข้า (Input Data) และแสดงข้อมูลความรู้ (Output Data) เกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมี

1.5.4. <u>การทดสอบและประเมินผล</u>

หลังจากขั้นตอนการพัฒนาระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องทำการหาประสิทธิภาพและผลของการนำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีอันตรายไปใช้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

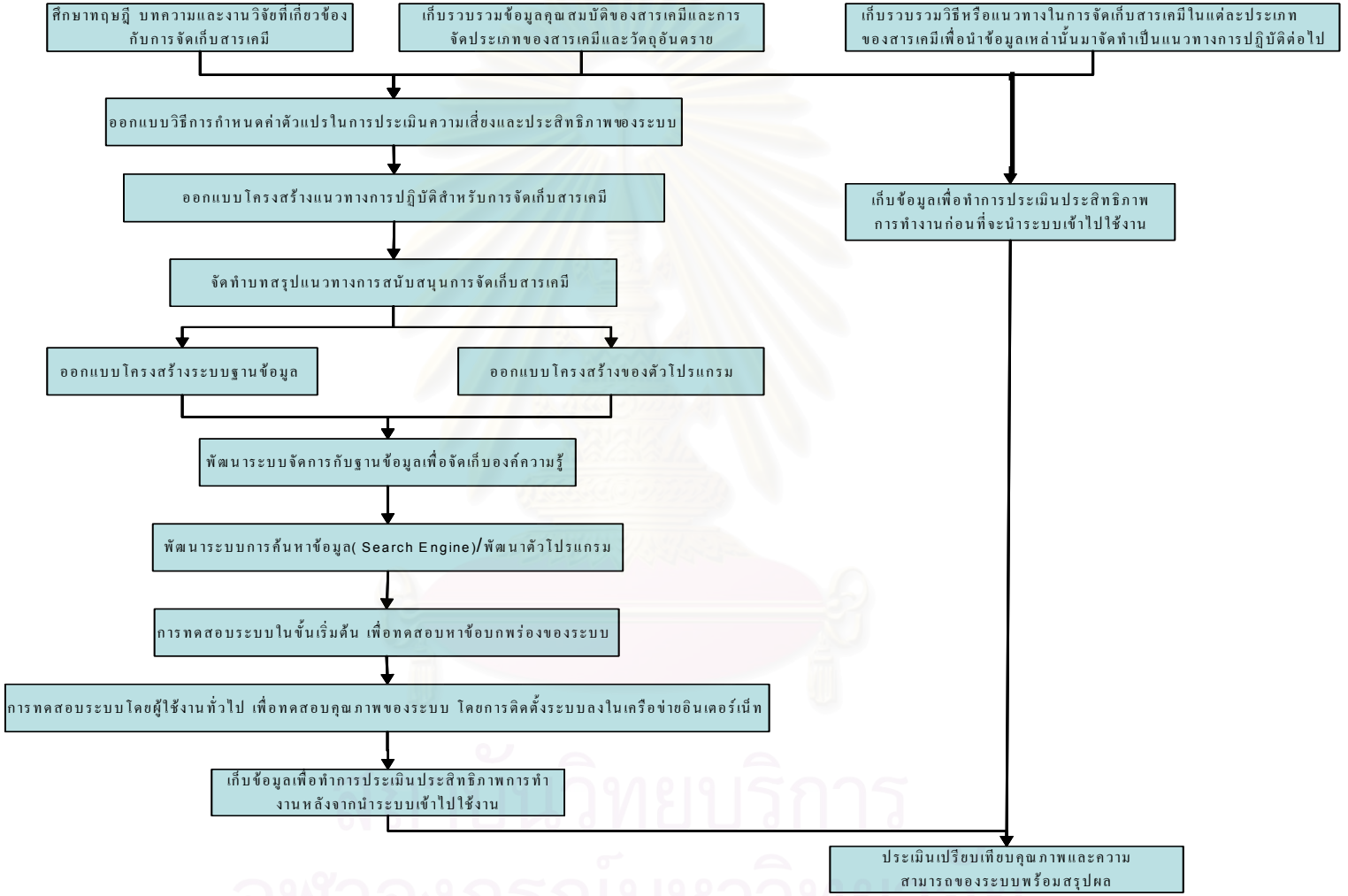
1.5.4.1 การทดสอบระบบในขั้นเริ่มต้น เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของระบบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบเอง หลังจากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงระบบให้ดีขึ้นเมื่อพบข้อบกพร่องของระบบ การทดสอบโดยผู้พัฒนาโปรแกรม ใช้วิธีการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ (Black Box Testing) เป็นกระบวนการทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมดว่า มีกระบวนการทำงานถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ โดยทำการทดสอบการทำงานแต่ละฟังค์ชันการทำงานทั้งหมด เพื่อหาข้อบกพร่องของโปรแกรม หลังจากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ดีขึ้น

1.5.4.2 การทดสอบระบบโดยนำระบบไปใช้จริงกับกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการจัดเก็บสารเคมีอันตราย โดยนำระบบเข้าทดลองใช้งานจริงในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดจำนวน 3 โรงงาน เพื่อทำการประเมินค่าความเปลี่ยนแปลงจากการนำเอาระบบเข้าไปใช้จริงแทนการทำงานแบบเดิม

1.5.4.3 ประเมินและวิเคราะห์ผลของการนำเอาระบบเข้าไปใช้จริง โดยอาศัยตัวแปรด้านความเสี่ยงจากการจัดเก็บสารเคมีอันตรายแบบเดิมที่มีการจัดเก็บอยู่จริง เปรียบเทียบกับความเสี่ยงที่เปลี่ยนไปหลังจากการนำเอาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีอันตรายเข้าไปใช้แทน ว่ามีการเปลี่ยนไปอย่างไร

1.5.4.4 สรุปและเสนอแนะผลของการพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีอันตราย

ขั้นตอนการดำเนินการทั้งหมดและระยะเวลาในการดำเนินการแสดงดังในรูปที่ 1.1 และรูปที่ 1.2 ตามลำดับ



รูปที่ 1.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนในการดำเนินการ

1.6 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

ลำดับที่	รายละเอียดงาน	ช่วงเวลา(พ.ศ. 2551)								
		มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
1	ศึกษารวบรวมข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทั้งหมด									
2	ยื่นข้อเสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์									
3	ออกแบบโครงสร้างองค์ความรู้เรื่องการจัดเก็บสารเคมี									
4	จัดทำข้อสรุปแนวทางการจัดเก็บสารเคมี									
5	ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล									
6	ออกแบบรูปแบบการทำงานของระบบโปรแกรมตอบคำถาม									
7	ออกแบบระบบประเมินผลและวัดประสิทธิภาพ									
8	ติดต่อกลุ่มอุตสาหกรรมตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบระบบ									
9	เก็บข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่มอุตสาหกรรมตัวอย่างก่อนการนำเอาระบบไปใช้งาน									
10	พัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบโปรแกรมตอบคำถาม									
11	ทดสอบระบบเบื้องต้นโดยผู้จัดทำโครงการ									
12	แก้ไขข้อผิดพลาดเบื้องต้น									
13	ทดสอบระบบโดยนำไปปฏิบัติจริงในกลุ่มอุตสาหกรรมตัวอย่าง									
14	เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบใช้จริง									
15	ประเมินและวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของระบบ									
16	สรุปและวิจารณ์ผลของโครงการวิทยานิพนธ์									
17	นำเสนอผลงานการจัดทำวิทยานิพนธ์									
18	จัดทำรูปเล่ม									

รูปที่ 1.2 แผนภาพแสดงระยะเวลาในการดำเนินการ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

การตระหนักถึงอันตรายจากสารเคมีของผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่กับสารเคมีนับว่ามีความสำคัญมากที่จะปฏิบัติงานให้เกิดความปลอดภัย การที่ผู้ปฏิบัติงานจะมีความตระหนักถึงอันตรายจากสารเคมีได้นั้น จะต้องมีความรู้และระบุได้ถึงอันตรายจากสารเคมี ตลอดจนมีความสำนึกอยู่ตลอดเวลาว่าสารเคมีต่างๆ ล้วนมีอันตรายทั้งสิ้น ดังนั้นในการป้องกันอันตรายจากสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในขณะปฏิบัติงานเอง จะต้องมีความรู้ในสิ่งต่างๆ เช่น สารเคมีที่ใช้อยู่นั้นคืออะไร จะเข้าสู่ร่างกายได้อย่างไร และมีพิษต่อร่างกายเพียงใด เป็นต้น การควบคุมและป้องกันจึงจะสามารถกระทำได้อย่างตรงจุดและได้ผล

ดังนั้นถ้าผู้ปฏิบัติงานไม่ทราบว่าสารเคมีที่ใช้อยู่นั้นคืออะไร ให้ยึดหลักว่าสารเคมีทุกชนิดมีอันตรายและให้ปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวัง สำหรับผู้ที่มีหน้าที่ในการควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีจะต้องควบคุมและป้องกันมิให้สารเคมีทำอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานอื่นๆ ในโรงงานด้วย

2.1.1 สารเคมีอันตรายคืออะไร

สารเคมีอันตรายคือ สารที่มีสมบัติทางเคมีหรือทางกายรูปที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ ทรัพย์สินหรือต่อสภาพแวดล้อมได้ภายใต้เงื่อนไข หรือสภาวการณ์ที่เหมาะสมสำหรับสารนั้นๆ สารเคมีทุกชนิดจัดเป็นสารเคมีอันตราย ดังนั้นการปฏิบัติงานกับสารเคมี จะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันอุบัติภัยที่อาจเกิดขึ้นและถือว่าเป็นภาระหน้าที่และความรับผิดชอบของทุกคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีที่จะต้องเรียนรู้เรื่องอันตรายจากสารเคมีและสามารถปฏิบัติงานได้โดยปลอดภัย

2.1.2 ลักษณะต่างๆ ของสารเคมี

สารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้อยู่ในโรงงาน ซึ่งอาจจะใช้เป็นวัตถุดิบหรือเป็นผลผลิตหรือเป็นของเสียที่ต้องกำจัดที่เกี่ยวข้องกับการก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานหรือผู้เกี่ยวข้องในสถานประกอบการนั้น อาจจะอยู่ในรูปของฝุ่น ละออง ไอระเหย ก๊าซ ควัน หรืออยู่ในรูปของเหลว เช่น สารตัวทำละลายต่างๆ เป็นต้น และเพื่อให้ได้เข้าใจในความหมายของคำต่างๆ ดังกล่าว จึงอาจสรุปนิยามของลักษณะต่างๆ ของสารเคมีได้ดังนี้

2.1.2.1 ฝุ่น (Dust)

หมายถึง อนุภาคของของแข็งที่มีขนาดเล็กๆ เกิดขึ้นจากการที่ของแข็งถูกย่อย บด กระแทกของสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ มีขนาด 0.1-25 ไมครอน เช่น ฝุ่นของหิน ฝุ่นทราย ฝุ่นถ่านหิน ฝุ่นโลหะต่างๆ ฝุ่นแป้ง เป็นต้น

2.1.2.2 ฟูม (Fume)

หมายถึง อนุภาคของของแข็ง ซึ่งมีขนาดเล็กมากๆ โดยทั่วไปจะมีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 1.0 ไมครอน เกิดขึ้นเนื่องจากการควบแน่นของไอโลหะ โดยทั่วไปมักเกิดจากการระเหยของโลหะที่หลอมเหลว เช่น ฟูมของตะกั่ว ฟูมของเหล็ก ฟูมของสังกะสี เป็นต้น

2.1.2.3 ละออง (Mist)

หมายถึง อนุภาคของเหลวที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ เกิดจากการที่ของเหลวเมื่อได้รับแรงกดดัน จนเกิดการแตกตัวเป็นอนุภาค เช่น ในการพ่นสารฆ่าแมลงซึ่งจะใช้ปั๊มหรือกระบอกฉีด ทำให้ของเหลวแตกตัวแล้วกลายเป็นละอองเล็กๆ

2.1.2.4 ไอระเหย (Vapor)

หมายถึง เป็นภาวะที่เป็นก๊าซของสารที่เป็นของเหลวหรือของแข็งที่อุณหภูมิและความดันปกติ เช่น ไอสารของลูกเหม็น เบนซิน เป็นต้น ไอระเหยเหล่านี้สามารถจะเปลี่ยนรูปกลับเป็นของเหลวหรือของแข็งตามสภาวะเดิมได้ โดยการเพิ่มความดันหรือลดอุณหภูมิลง

2.1.2.5 ก๊าซ (Gas)

หมายถึง ของไหล (Fluid) ซึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับภาชนะที่ใช้บรรจุ สามารถเปลี่ยนเป็นของเหลวหรือเป็นของแข็งได้ โดยการเปลี่ยนอุณหภูมิและ/หรือเปลี่ยนความดัน เช่น ก๊าซหุงต้มตามบ้านเรือน เมื่อบรรจุลงในถังที่มีความดันสูงๆ จะกลายเป็นของเหลว เมื่อเราปล่อยออกมาสู่บรรยากาศ ของเหลวในถังก็จะกลายเป็นก๊าซ

2.1.2.6 ควัน (Smoke)

หมายถึง อนุภาคเล็กละเอียดที่ลอยอยู่ในอากาศซึ่งโดยทั่วไปจะมีขนาดเล็กกว่าหนึ่งไมครอน ส่วนประกอบทางเคมีของควันนั้นค่อนข้างจะซับซ้อน ปกติควันจะเป็นผลที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของวัตถุที่มีธาตุคาร์บอนเป็นส่วนประกอบ เช่น ถ่านหิน และน้ำมัน เป็นต้น

2.1.2.7 ของเหลว (Liquid)

หมายถึง เป็นของเหลวที่มีรูปร่างไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ เช่น สารตัวทำละลาย(Solvents) ต่างๆ เป็นต้น

2.1.3 การแบ่งประเภทตามมาตรฐานสากล

ในการแบ่งประเภทของสารเคมีมีวิธีในการจำแนกหลายระบบด้วยกัน โดยมีการแบ่งประเภทตามแบบสากล ดังนี้

2.1.3.1 ระบบ UN

United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods ได้จำแนก สารที่เป็นอันตรายและเป็นเหตุให้ถึงแก่ความตายได้หรือก่อให้เกิดความพินาศเสียหาย ออกเป็น 9 ประเภท (UN-Class) ตามลักษณะที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสี่ยงในการเกิดอันตราย รวมทั้งกำหนดสัญลักษณ์อันตราย เพื่อใช้ในการขนส่ง ดังนี้

(http://www.chemtrack.org/UNClass-Intro.asp)

1) ประเภท 1 - ระเบิดได้ (Explosives)

สารระเบิดได้ หมายถึง ของแข็งหรือของเหลว หรือสารผสมที่สามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีด้วยตัวมันเองทำให้เกิดก๊าซที่มีความดันและความร้อนอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการระเบิดสร้างความเสียหายแก่บริเวณโดยรอบได้ ซึ่งรวมถึงสารที่ใช้ทำดอกไม้เพลิง และสิ่งของที่ระเบิดได้ด้วย แบ่งเป็น 6 กลุ่มย่อย คือ

- สารหรือสิ่งของที่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรงทันทีทันใดทั้งหมด (Mass Explosive) ตัวอย่างเช่น เชื้อปะทุ ลูกระเบิด เป็นต้น

- สารหรือสิ่งของที่มีอันตรายจากการระเบิดแตกกระจาย แต่ไม่ระเบิดทันทีทันใดทั้งหมด ตัวอย่างเช่น กระสุนปืน ทุ่นระเบิด ชนวนปะทุ เป็นต้น

- สารหรือสิ่งของที่เสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ และอาจมีอันตรายบ้างจากการระเบิดหรือการระเบิดแตกกระจาย แต่ไม่ระเบิดทันทีทันใดทั้งหมด ตัวอย่างเช่น กระสุนเพลิง เป็นต้น

- สารหรือสิ่งของที่ไม่แสดงความเป็นอันตรายอย่างเด่นชัด หากเกิดการปะทุหรือปะทุในระหว่างการขนส่งจะเกิดความเสียหายเฉพาะภาชนะบรรจุ ตัวอย่างเช่น พลุอากาศ เป็นต้น

- สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่หากมีการระเบิดจะมีอันตรายจากการระเบิดทั้งหมด

- สิ่งของที่ไวต่อการระเบิดน้อยมากและไม่ระเบิดทันทีทั้งหมด มีความเสี่ยงต่อการระเบิดอยู่ในวงจำกัดเฉพาะในตัวสิ่งของนั้น ๆ ไม่มีโอกาสที่จะเกิดการปะทุหรือแผ่กระจาย

2) <u>ประเภทที่ 2 - ก๊าซ (Gases)</u>

ก๊าซ หมายถึง สารที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีความดันไอมากกว่า 300 กิโลปาสกาล หรือมีสภาพเป็นก๊าซอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีความดัน 101.3 กิโลปาสกาล ได้แก่ ก๊าซอัด ก๊าซพิษ ก๊าซในสภาพของเหลว ก๊าซในสภาพของเหลวอุณหภูมิต่ำ และรวมถึงก๊าซที่ละลายในสารละลายภายใต้ความดัน เมื่อเกิดการรั่วไหลสามารถก่อให้เกิดอันตรายจากการลุกติดไฟ และ/หรือเป็นพิษ และแทนที่ออกซิเจนในอากาศ แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

- ก๊าซไวไฟ (Flammable Gases) หมายถึง ก๊าซที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีความดัน 101.3 กิโลปาสกาล สามารถติดไฟได้เมื่อผสมกับอากาศ 13 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่าโดยปริมาตร หรือมีช่วงกว้างที่สามารถติดไฟได้ 12 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปเมื่อผสมกับอากาศโดยไม่คำนึงถึงความเข้มข้นต่ำสุดของการผสม โดยปกติก๊าซไวไฟหนักกว่าอากาศ ตัวอย่างของก๊าซกลุ่มนี้ เช่น อะเซทิลีน ก๊าซหุงต้มหรือก๊าซแอลพีจี เป็นต้น

- ก๊าซไม่ไวไฟและไม่เป็นพิษ (Non-flammable Non-toxic Gases) หมายถึง ก๊าซที่มีความดันไม่น้อยกว่า 280 กิโลปาสกาล ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หรืออยู่ในสภาพของเหลวอุณหภูมิต่ำ ส่วนใหญ่เป็นก๊าซหนักกว่าอากาศ ไม่ติดไฟและไม่เป็นพิษ หรือแทนที่ออกซิเจนในอากาศและทำให้เกิดสภาวะขาดแคลนออกซิเจนได้ ตัวอย่างของก๊าซกลุ่มนี้ เช่น ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ อาร์กอน เป็นต้น

- ก๊าซพิษ (Poison Gases) หมายถึง ก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือถึงแก่ชีวิตได้จากการหายใจ โดยส่วนใหญ่หนักกว่าอากาศ มีกลิ่นระคายเคือง ตัวอย่างของก๊าซในกลุ่มนี้ เช่น คลอรีน เมทิลโบรไมด์ เป็นต้น

3) <u>ประเภทที่ 3 - ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids)</u>

ของเหลวไวไฟ หมายถึง ของเหลว หรือของเหลวผสมที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ไม่เกิน 60.5 องศาเซลเซียสจากการทดสอบด้วยวิธีถ้วยปิด (Closed-cup Test) หรือไม่เกิน 65.6 องศาเซลเซียสจากการทดสอบด้วยวิธีถ้วยเปิด (Opened-cup Test) ไอของเหลวไวไฟพร้อมลุกติดไฟเมื่อมีแหล่งประกายไฟ ตัวอย่างเช่น อะซีโตน น้ำมันเชื้อเพลิง ทินเนอร์ เป็นต้น

4) <u>ประเภทที่ 4 - ของแข็งไวไฟ สารที่ลุกไหม้ได้เอง และสารที่สัมผัสกับน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ</u>

แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

- ของแข็งไวไฟ (Flammable Solids) หมายถึง ของแข็งที่สามารถติดไฟได้ง่ายจากการได้รับความร้อนจากประกายไฟ/เปลวไฟ หรือเกิดการลุกไหม้ได้จากการเสียดสี ตัวอย่างเช่น กำมะถัน ฟอสฟอรัสแดง ไนโตรเซลลูโลส เป็นต้น หรือเป็นสารที่มีแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนที่รุนแรง ตัวอย่างเช่น เกลือไดอะโซเนียม เป็นต้น หรือเป็นสารระเบิดที่ถูกลดความไวต่อการเกิดระเบิด ตัวอย่างเช่น แอมโมเนียมพิเครต (เปียก) ไดไนโตรฟีนอล (เปียก) เป็นต้น

- สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง (Substances Liable to Spontaneous Combustion) หมายถึง สารที่มีแนวโน้มจะเกิดความร้อนขึ้นได้เองในสภาวะการขนส่งตามปกติหรือเกิดความร้อนสูงขึ้นได้เมื่อสัมผัสกับอากาศ และมีแนวโน้มจะลุกไหม้ได้

- สารที่สัมผัสกับน้ำแล้วทำให้เกิดก๊าซไวไฟ (Substances which in Contact with Water Emit Flammable Gases) หมายถึง สารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำแล้ว มีแนวโน้มที่จะเกิดการติดไฟได้เอง หรือทำให้เกิดก๊าซไวไฟในปริมาณที่เป็นอันตราย

5) <u>ประเภทที่ 5 - สารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์</u>

แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

- สารออกซิไดส์ (Oxidizing Substances) หมายถึง ของแข็ง ของเหลวที่ตัวของสารเองไม่ติดไฟ แต่ให้ออกซิเจนซึ่งช่วยให้วัตถุอื่นเกิดการลุกไหม้ และอาจจะก่อให้เกิดไฟเมื่อสัมผัสกับสารที่ลุกไหม้และเกิดการระเบิดอย่างรุนแรง ตัวอย่างเช่น แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ โซเดียมเปอร์ออกไซด์ โซเดียมคลอเรต เป็นต้น

- สารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Organic Peroxides) หมายถึง ของแข็ง หรือของเหลวที่มีโครงสร้างออกซิเจนสองอะตอม -O-O- และช่วยในการเผาสารที่ลุกไหม้ หรือทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วก่อให้เกิดอันตรายได้ หรือเมื่อได้รับความร้อนหรือลุกไหม้แล้วภาชนะบรรจุสารนี้อาจระเบิดได้ ตัวอย่างเช่น อะซีโตนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น

6) <u>ประเภทที่ 6 - สารพิษและสารติดเชื้อ</u>

แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

- สารพิษ (Toxic Substances) หมายถึง ของแข็ง หรือของเหลวที่สามารถทำให้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บรุนแรงต่อสุขภาพของคน หากกลืน สูดดมหรือหายใจรับสารนี้เข้าไป หรือเมื่อสารนี้ได้รับความร้อนหรือลุกไหม้จะปล่อยก๊าซพิษ ตัวอย่างเช่น โซเดียมไซยาไนด์ กลุ่มสารกำจัดแมลงศัตรูพืชและสัตว์ เป็นต้น

- สารติดเชื้อ (Infectious Substances) หมายถึง สารที่มีเชื้อโรคปนเปื้อน หรือสารที่มีตัวอย่างการตรวจสอบของพยาธิสภาพปนเปื้อนที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคในสัตว์และคน ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเพาะเชื้อ เป็นต้น

7) <u>ประเภทที่ 7 – วัสดุกัมมันตรังสี</u>

วัสดุกัมมันตรังสี (Radioactive Materials) หมายถึง วัสดุที่สามารถแผ่รังสีที่มองไม่เห็นอย่างต่อเนื่องมากกว่า 0.002 ไมโครคูรีต่อกรัม ตัวอย่างเช่น โมนาไซด์ ยูเรเนียม โคบอลต์-60 เป็นต้น

8) <u>ประเภทที่ 8 - สารกัดกร่อน</u>

สารกัดกร่อน (Corrosive Substances) หมายถึง ของแข็ง หรือของเหลวซึ่งโดยปฏิกิริยาเคมีมีฤทธิ์กัดกร่อนทำความเสียหายต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตอย่างรุนแรง หรือทำลายสินค้า/ยานพาหนะที่ทำการขนส่งเมื่อเกิดการรั่วไหลของสาร ไอระเหยของสารประเภทนี้บางชนิด ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูกและตา ตัวอย่างเช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น

9) ประเภทที่ 9 - วัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด

วัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Dangerous Substances and Articles) หมายถึง สารหรือสิ่งของที่ในขณะขนส่งเป็นสารอันตรายซึ่งไม่จัดอยู่ในประเภทที่ 1 ถึงประเภทที่ 8 ตัวอย่างเช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรต เป็นต้น และให้รวมถึงสารที่ต้องควบคุมให้มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสในสภาพของเหลว หรือมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 240 องศาเซลเซียสในสภาพของแข็งในระหว่างการขนส่ง

2.1.3.2 ระบบ EEC

ตามข้อกำหนดของประชาคมยุโรป ที่ 67/548/EEC สัญลักษณ์แสดงอันตรายจะแบ่งออกตามประเภทของอันตราย โดยใช้รูปภาพสีดำเป็นสัญลักษณ์แสดงอันตรายบนพื้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีส้ม และมีอักษรย่อกำกับที่มุมขวา ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้ปรากฏอยู่ที่ฉลากของสารเคมีที่ใช้ในสหภาพยุโรป สัญลักษณ์ดังกล่าว แสดงดังต่อไปนี้

1) ประเภท 1 - ระเบิดได้ (Explosives)

2) ประเภทที่ 2 - วัตถุออกซิไดซ์(Oxidizing)

3) ประเภทที่ 3 - ไวไฟ (Highly Flammable) และวัตถุไวไฟสูงมาก (Extremely Flammable)

Highly flammable

Extremely flammable

4) ประเภทที่ 4 - วัตถุมีพิษ(Toxic) และ วัตถุมีพิษรุนแรง(Very Toxic๗)

Toxic

Very toxic

5) ประเภทที่ 5 - วัตถุอันตราย(Harmful)

Harmful

6) ประเภทที่ 6 – วัสดุระคายเคือง (Irritating)

Irritating

7) ประเภทที่ 7 - วัตถุกัดกร่อน(Corrosive)

Corrosive

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8) ประเภทที่ 8 – วัสดุอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (Dangerous for Environment)

2.1.3.3 USA – NFPA

The National Fire Protection Association ของสหรัฐอเมริกา กำหนดสัญลักษณ์แสดงอันตรายเป็นรูปเพชร (Diamond-shape) เพื่อใช้ในการป้องกันและตอบโต้เหตุเพลิงไหม้ สัญลักษณ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่วางตั้งตามแนวเส้นทแยงมุม ภายในแบ่งออกเป็นสี่เหลี่ยมย่อยขนาดเท่ากัน 4 รูป ใช้พื้นที่กำกับ 4 สี ได้แก่ สีแดง แสดงอันตรายจากไฟ (Flammability) สีน้ำเงิน แสดงอันตรายต่อสุขภาพ (Health) สีเหลือง แสดงความไวต่อปฏิกิริยาของสาร (Reactivity) สีขาวแสดงคุณสมบัติพิเศษของสาร และใช้ตัวเลข 0 ถึง 4 แสดงถึงระดับอันตราย ดังรูปที่ 2.1

(กองควบคุมความปลอดภัย กระทรวงอุตสาหกรรม คู่มือการระงับอุบัติภัยจากสารเคมี กรุงเทพฯ, 2538)

รูปที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์ของระดับอันตราย

ตารางที่ 2.1 แสดงคำอธิบายสัญลักษณ์ของระดับอันตราย

 สีน้ำเงิน	0 ไม่มีอันตรายนอกบริเวณที่สารตั้งอยู่ 1 ก่อให้เกิดการระคายเคืองอย่างมาก ระคายเคืองเล็กน้อยต่อ ระบบทางเดินหายใจ ตา หรือผิวหนัง 2 ก่อให้เกิดการเสื่อมความสามารถชั่วคราวหรือร่องรอยการบาดเจ็บ ระคายเคืองเล็กน้อยต่อ ระบบทางเดินหายใจ ตา (กลับคืนสภาพเดิมได้) ระคายเคืองต่อผิวหนัง หรือก่อให้เกิดการแพ้ทางผิวหนังขั้นต้น 3 ก่อให้เกิด การบาดเจ็บรุนแรงหรือถาวร กัดกร่อนทางเดินหายใจ ตา ก่อให้เกิดการระคายเคืองรุนแรงหรือกัดกร่อนผิวหนัง 4 สามารถทำให้ตายได้ ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
 สีแดง	0 สารที่ไม่ติดไฟจนถึง อุณหภูมิ 932 องศา F 1 สารที่ต้องทำให้ร้อนก่อนที่ตัวมันจะติดไฟ ส่วนใหญ่เป็นสารติดไฟได้ มีจุดวาบไฟมากกว่า 200 องศา F (ประเภท IIIB) หรือมีจุดวาบไฟมากกว่า 95 F แต่ต้องไม่มีคุณสมบัติลุกติดไฟได้อย่างต่อเนื่อง เป็นสารละลายหรือสารกระจายที่มีสารติดไฟกระจายผสมอยู่น้อยกว่า 15% 2 สารที่ต้องทำให้มีอุหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อยก่อนที่ตัวมันจะติดไฟ มีจุดวาบไฟ 100-200 องศา F (ประเภท II และ IIIA) ฝุ่นผงหยาบที่ลุกติดไฟได้อย่างรวดเร็วแต่ไม่เกิดฝุ่นระเบิด ของแข็งที่คายไอที่ติดไฟได้ 3 ของเหลวและของแข็งที่ลุกติดไฟที่อุหภูมิสูงห้อง มีจุดวาบไฟน้อยกว่า 73 องศา F และจุดเดือดเท่ากับหรือมากกว่า 100 องศา F (ประเภท IB) มีจุดวาบไฟ 73-100 องศา F (ประเภท IC) สารที่สามารถก่อให้เกิดส่วนผสมของฝุ่นระเบิดกับอากาศ สารที่ลุกไหม้อย่างรวดเร็ว (เช่น Nitrocellulose, Peroxides) 4 ก๊าซไวไฟ และสาร Pyrophoric มีจุดวาบไฟน้อยกว่า 73 องศา F และจุดเดือดน้อยกว่า 100 องศา F (ประเภท IA)

(http://www.diw.go.th)

<table>
<tr>
<td>
สีเหลือง</td>
<td>0 มีความเสถียรแม้จะอยู่ท่ามกลางไฟ
ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ (ความร้อนที่เกิดน้อยกว่า 30 แคลลอรี่/กรัม)
ไม่มีปฏิกิริยาคายความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 932 องศา F
1 ปกติมีความเสถียร
ไม่มีความเสถียร ภายใต้อุณหภูมิและความดันที่สูงขึ้น
ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ (ความร้อนที่เกิด 30-100 แคลลอรี่/กรัม)
2 มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างรุนแรงภายใต้อุณหภูมิและความดันที่สูงขึ้น
ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ (ความร้อนที่เกิด 100-600 แคลลอรี่/กรัม) หรือ
ปฏิกิริยากับน้ำให้เกิดส่วนผสมที่สามารถระเบิดได้
3 สามารถแตกสลายตัวระเบิดทำลายล้างหรือระเบิดได้หากสัมผัสกับตัวจุดชนวน
เส้นด้ายที่ลุกไหม้ หรือเกิดระเบิดได้เฉพาะในภาชนะที่ดับแคบแข็งแรงเท่านั้น
ไวต่อการถูกอัด กระแทก ขีดข่วน ภายใต้อุณหภูมิและความดันที่สูงขึ้น
4 สามารถแตกสลายตัวระเบิดทำลายล้างหรือระเบิดได้ที่อุณหภูมิและความดันปกติ
ไวต่อการถูกอัด กระแทก ขีดข่วน</td>
</tr>
<tr>
<td>
สีขาว</td>
<td>ความอันตรายอื่นๆ
W ทำปฏิกิริยากับน้ำ
OX สารที่มีคุณสมบัติออกซิไดซ์
*CORR สารกัดกร่อน
*ACID กรด
 วัสดุกัมมันตรังสี</td>
</tr>
</table>

(http://www.diw.go.th)

2.4.4 ระบบGHS

GHS (The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals) เป็นระบบการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์เคมีและการติดฉลากที่องค์การสหประชาชาติได้กำหนดขึ้น เพื่อให้เป็นระบบสากลในการจำแนกหรือการจัดกลุ่มความเป็นอันตราย และการสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมีในรูปแบบของการแสดงฉลาก และเอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS) ที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก ซึ่งสัญลักษณ์ที่ปรากฏในระบบ GHS นั้น หากไม่นับรวม

สัญลักษณ์ใหม่ที่ทำขึ้นมาใช้สำหรับความเป็นอันตรายต่อสุขภาพบางชนิด ตัวอย่างเช่น เครื่องหมายตกใจ (exclamation mark) และปลากับต้นไม้ (fish and tree) สัญลักษณ์มาตรฐานดังกล่าวได้มีการนำมาใช้ในข้อกำหนดของสหประชาชาติที่เป็นต้นแบบเกี่ยวกับการขนส่งสินค้าอันตราย (ระบบ UN ที่กล่าวข้างต้น) อยู่แล้ว

1) ประเภท 1 – ระเบิดได้ (Explosives)

2) ประเภทที่ 2 – ก๊าซ (Gase)

3) ประเภทที่ 3 – วัตถุออกซิไดซ์ (Oxidizing)

4) ประเภทที่ 4 ไวไฟ (Highly Flammable) และวัตถุไวไฟสูงมาก (Extremely Flammable)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) ประเภทที่ 5 วัตถุมีพิษ (Toxic) และ วัตถุมีพิษรุนแรง (Very Toxic)

6) ประเภทที่ 6 วัสดุระคายเคือง (Irritating)

7) ประเภทที่ 7 วัตถุกัดกร่อน (Corrosive)

8) ประเภทที่ 8 วัสดุอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (Dangerous for Environment)

9) ประเภทที่ 9 วัสดุอันตรายต่อร่างกาย (Health Hazard Symbol)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.4 <u>ประเภทวัตถุอันตรายสำหรับการจัดเก็บ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)</u>

แบ่งออกเป็น 13 ประเภท แสดงได้ดังต่อไปนี้

1	:	วัตถุระเบิด
2A	:	ก๊าซอัด ก๊าซเหลว หรือก๊าซที่ละลายภายใต้ความดัน
2B	:	ภาชนะบรรจุขนาดเล็กที่บรรจุก๊าซภายใต้ความดัน (กระป๋องสเปรย์)
3A	:	ของเหลวไวไฟ (จุดวาบไฟ < 60ºC)
3B	:	ของเหลวไวไฟ (จุดวาบไฟ 60-93ºC)
4.1A	:	ของแข็งไวไฟที่มีคุณสมบัติการระเบิด
4.1B	:	ของแข็งไวไฟที่ไม่มีคุณสมบัติการระเบิด สามารถลุกติดไฟได้ง่าย
4.2	:	สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง
4.3	:	สารให้ก๊าซไวไฟเมื่อสัมผัสกับน้ำ
5.1A	:	สารออกซิไดส์ที่มีความไวในการทำปฏิกิริยามาก
5.1B	:	สารออกซิไดส์ที่มีความไวปานกลางในการทำปฏิกิริยามาก
5.1C	:	สาร Ammonium nitrate และสารผสมที่มี Ammonium nitrate เป็นส่วนประกอบ
6.1A	:	สารติดไฟมีคุณสมบัติความเป็นพิษ
6.1B	:	สารไม่ติดไฟมีคุณสมบัติความเป็นพิษ
7	:	วัสดุกัมมันตรังสี
8A	:	สารติดไฟที่มีคุณสมบัติการกัดกร่อน
8B	:	สารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติการกัด กร่อน
9	:	ไม่นำมาพิจารณาในการจัดเก็บ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10 : ของเหลวติดไฟที่ไม่จัดอยู่ในประเภท 3A หรือ 3B

11 : ของแข็งติดไฟ ที่ไม่ได้จัดอยู่ใน ประเภท 4.1B

12 : ของเหลวที่ไม่ติดไฟ

13 : ของแข็งที่ไม่ติดไฟ

2.1.5 ลักษณะอันตรายของสารเคมีทางกายภาพ

เนื่องจากสารเคมีมีเป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ เพื่อให้สามารถบอกได้อย่างรวดเร็วว่าเป็นสารเคมีประเภทใด รู้ถึงอันตรายการจัดเก็บและการจัดการเมื่อเกิดภาวะฉุกเฉิน ตามหลักเกณฑ์ของสหประชาชาติ จะจำแนกประเภทของสารเคมีอันตรายออกเป็น 9 ประเภท ตามสถานะและอันตรายของสารเคมีนั้นๆ ดังนี้

2.1.5.1 วัตถุระเบิด (Explosives) แบ่งออกเป็น 6 ชนิด ดังนี้

1) ชนิด 1 สารหรือสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายโดยการระเบิดอย่างรุนแรงฉับพลัน

2) ชนิด 2 สารหรือสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายโดยการกระจายของสะเก็ดระเบิด แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรงฉับพลัน

3) ชนิด 3 สารหรือสิ่งซึ่งก่อให้เกิดอันตรายโดยเปลวไฟตามด้วยการระเบิด หรืออันตรายจากการกระจายตัวของสะเก็ดบ้าง หรือเกิดอันตรายทั้งสองอย่าง แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรงฉับพลัน

4) ชนิด 4 สารหรือสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายมากนัก ผลของการระเบิดจำกัดอยู่ในเฉพาะหีบห่อไม่มีการกระจายของสะเก็ด

5) ชนิด 5 สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่ถ้าเกิดการระเบิด จะก่อให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรง เช่นเดียวกับสารในข้อ 1.1

6) ชนิด 6 สารที่ไม่ว่องไวหรือเฉื่อยมากต่อการระเบิด ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายรุนแรงจากการระเบิด

2.1.5.2 ก๊าซต่างๆ (Gases) แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1) ชนิด 1 ก๊าซไวไฟ (Flammable Gases)

2) ชนิด 2 ก๊าซอัดและไม่ติดไฟ (Non-Flammable Compressed Gases)

3) ชนิด 3 ก๊าซพิษ (Poison Gases)

4) ชนิด 4 ก๊าซกัดกร่อน (Corrosive Gases)

2.1.5.3 ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquid) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) ชนิด 1 ของเหลวที่มีจุดวาบไฟน้อยกว่า -18˚C (0˚F)

2) ชนิด 2 ของเหลวที่มีจุดวาบไฟตั้งแต่ -18˚C ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 23˚C (73˚F)

3) ชนิด 3 ของเหลวที่มีจุดวาบไฟตั้งแต่ 23˚C ถึง 61˚C (141˚F) ซึ่งการทดสอบจุดวาบไฟ ใช้วิธีทดสอบแบบถ้วยปิด (Closed – Cup)

2.1.5.4 ของแข็งลุกติดไฟได้ (Flammable Solids) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) ชนิด 1 ของแข็งลุกติดไฟได้ (Flammable Solids) เป็นของแข็งที่สามารถเกิดติดไฟและลุกไหม้อย่างรุนแรงซึ่งอาจมีสาเหตุจากการเสียดสีหรือจากความร้อนที่ยังหลงเหลืออยู่จากกระบวนการผลิตหรือปฏิกิริยาของสารเอง

2) ชนิด 2 สารที่ลุกไหม้ได้เอง (Spontaneously Combustible Substances) เป็นของแข็งที่ลุกติดไฟได้เอง ภายใต้สภาวะปกติ หรือเมื่อสัมผัสกับอากาศแล้วเกิดความร้อนจนถึงจุดติดไฟ

3) ชนิด 3 สารเมื่อเปียกจะทำให้เกิดก๊าซไวไฟ (Substance Emitting Flammable Gases When Wet) เป็นสารที่เมื่อสัมผัสกับน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟหรือเกิดการลุกไหม้ได้เองเมื่อสัมผัสกับน้ำ/ไอน้ำ

2.1.5.5 ตัวเติมออกซิเจนและสารประกอบอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Oxidizing Agents and Organic Peroxide)

1) ชนิด 1 ตัวเติมออกซิเจน (Oxidizing Agents) เป็นสารซึ่งทำให้ หรือช่วยให้สารอื่นติดไฟโดยการให้ออกซิเจน หรือสารออกซิไดซ์อื่น ซึ่งตัวมันเองจะติดไฟหรือไม่ก็ตาม

2) ชนิด 2 สารประกอบอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Organic Peroxides) เป็นสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารออกซิไดซ์ที่รุนแรง และสามารถระเบิด สลายตัวหรือไวต่อความร้อน การกระทบกระเทือนหรือการเสียดสี

2.1.5.6 สารพิษและสารที่ทำให้เกิดโรคติดต่อ (Poisonous Substances and Infections Substances)

1) ชนิด 1 สารพิษ Poisonous (Toxic) Substances ได้แก่ สารที่เป็นพิษ เมื่อหายใจเข้าสู่ร่างกาย รับประทานหรือสัมผัสผิวหนัง

2) ชนิด 2 วัตถุที่เป็นอันตรายที่ต้องวางห่างจากอาหาร (Stow Away From Foodstuffs)

3) ชนิด 3 วัตถุที่เป็นตัวทำให้เกิดโรคติดต่อ (Infectious Substances) ได้แก่ พวกจุลินทรีย์ที่อาจก่อให้เกิดโรคแต่มนุษย์และสัตว์

2.1.5.7 สารกัมมันตรังสี (Radioactive Materials)

คือสารกัมมันตรังสี ซึ่งให้รังสีมากกว่า 74 kBq/Kg

2.1.5.8 สารกัดกร่อน (Corrosive Substances)

สารที่เป็นสาเหตุในการทำลายผิวหนัง หรือกัดกร่อนเหล็ก หรืออลูมิเนียมที่ไม่ได้มีการเคลือบผิว

2.1.5.9 สารหรือวัตถุอื่นที่อาจเป็นอันตรายได้ (Miscellaneous Products or Substances)

1) ชนิด 1 สารที่เป็นอันตราย ซึ่งยังไม่ได้จัดอยู่ในประเภทใดใน 8 ประเภทข้างต้น แต่สามารถก่อให้เกิดอันตรายได้

2) ชนิด 2 สารที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาวะแวดล้อม

3) ชนิด 3 ของเสียอันตราย

2.1.6 <u>ขั้นตอนการจำแนกประเภทวัตถุอันตราย</u>

ผู้ทำการจำแนกประเภทสารเคมีควรจัดเก็บ และศึกษาข้อมูลความปลอดภัยเบื้องต้นที่ปรากฏอยู่ในฉลาก เอกสารกำกับการขนส่งวัตถุอันตราย หรือข้อมูลความปลอดภัย เพื่อพิจารณาจำแนกประเภทวัตถุอันตรายสำหรับการจัดเก็บ โดยจัดลำดับความสำคัญดังนี้

2.1.6.1 สารติดเชื้อ

2.1.6.2 วัสดุกัมมันตรังสี (7)

2.1.6.3 วัตถุระเบิด (1)

2.1.6.4 ก๊าซอัด ก๊าซเหลว หรือก๊าซที่ละลาย ภายใต้ความดัน (2A)

2.1.6.5 ภาชนะบรรจุขนาดเล็กที่บรรจุก๊าซภายใต้ความดัน (กระป๋องสเปรย์) (2B)

2.1.6.6 สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง (4.2)

2.1.6.7 สารให้ก๊าซไวไฟเมื่อสัมผัสกับน้ำ (4.3)

2.1.6.8 สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์

2.1.6.9 สารออกซิไดส์ที่มีความไวในการทำปฏิกิริยามาก (5.1A)

2.1.6.10 สารออกซิไดส์ที่มีความไวปานกลางในการทำปฏิกิริยามาก (5.1B)

2.1.6.11 สาร Ammonium nitrate และ สารผสมที่มี Ammonium nitrate เป็นส่วนประกอบ (5.1C)

2.1.6.12 ของแข็งไวไฟที่มีคุณสมบัติการระเบิด (4.1A)

2.1.6.13 ของแข็งไวไฟที่ไม่มีคุณสมบัติการ ระเบิด สามารถลุกติดไฟได้ง่าย (4.1B)

2.1.6.14 ของเหลวไวไฟ (จุดวาบไฟ < 60ºC) (3A)

2.1.6.15 ของเหลวไวไฟ (จุดวาบไฟ 60-93ºC) (3B)

2.1.6.16 สารติดไฟมีคุณสมบัติความเป็นพิษ (6.1A)

2.1.6.17 สารไม่ติดไฟมีคุณสมบัติความเป็นพิษ (6.1B)

2.1.6.18 สารติดไฟที่มีคุณสมบัติการกัดกร่อน (8A)

2.1.6.19 สารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติการกัดกร่อน (8B)

2.1.6.20 ของเหลวติดไฟที่ไม่จัดอยู่ในประเภท 3A หรือ 3B (10)

2.1.6.21 ของแข็งติดไฟ ที่ไม่ได้จัดอยู่ในประเภท 4.1B (11)

2.1.6.22 ของเหลวที่ไม่ติดไฟ (12)

2.1.6.23 ของแข็งที่ไม่ติดไฟ (13)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 การจัดเก็บวัตถุอันตราย

ประเภทการจัดเก็บ		1	2A	2B	3A	3B	4.1A	4.1B	4.2	4.3	5.1A	5.1B	5.1C	5.2	6.1A	6.1B	6.2	7	8A	8B	10	11	12	13
วัตถุระเบิด	1	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ก๊าซอัด ก๊าซเหลว หรือก๊าซที่ละลายภายใต้ความดัน	2A	-	17	4	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	18	5		-	5		
ก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก(กระป๋องสเปรย์)	2B	-	4		1	1	-	-	-	-	-	-	10	-	2	2	-	18	4	4	6	6	6	6
ของเหลวไวไฟ	3A	-	-	1	17		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	18	9	9		3		
	3B	-	-	1			12	4	-	4	-	-	-	7			-	18						
ของแข็งไวไฟ	4.1A	-	-	-	-	12	17	12	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	12	12	12	12	12	12
	4.1B	-	-	-	-	4	12		4	4	-	-	-	13	8	-	-	18						
สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง	4.2	-	-	-	-	-	-	4		4	-	-	-	-	-	-	-	18	4	4	4	4		
สารที่ให้ก๊าซไวไฟเมื่อสัมผัสกับน้ำ	4.3	-	-	-	-	4	-	4	4		-	-	-	-	-	-	-	18	4	4	4	4	4	
สารออกซิไดส์	5.1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.1B	-	-	-	-	-	-	-	-	-			10	-	15	15	-	18	11		11	11		
	5.1C	-	10	10	-	-	-	-	-	-	-	10	17	-	-	-	-	18	10	10	10	10	10	10
สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์	5.2	-	-	-	-	7	14	13	-	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	16	16	16	16
สารติดไฟที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ	6.1A	-	-	2			-	8	-	-	-	15	-	-			-	18				3		
สารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ	6.1B	-	-	2	-		-	-	-	-	-	15	-	-			-	18				3		
สารติดเชื้อ	6.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-
วัตถุกัมมันตรังสี	7	-	18	18	18	18	-	18	18	18	-	18	18	-	18	18	-		18	18	18	18	18	18
สารติดไฟที่มีคุณสมบัติการกัดกร่อน	8A	-	5	4	9		12		4	4	-	11	10	-			-	18						
สารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติการกัดกร่อน	8B	-		4	9		12		4	4	-		10	-			-	18						
ของเหลวติดไฟ ที่ไม่อยู่ในประเภท 3A หรือ 3B	10	-	-	6			12		4	4	-	11	10	16			-	18						
ของแข็งติดไฟ	11	-	5	6	3		12		4	4	-	11	10	16	3	3	-	18						
ของเหลวไม่ติดไฟ	12	-		6			12			4	-		10	16			-	18						
ของแข็งไม่ติดไฟ	13	-		6			12				-		10	16			-	18						

โดยหลักการจัดเก็บแบบผสม สามารถกระทำได้

ตัวเลข จัดเก็บผสมได้โดยมีเงื่อนไข

ไม่จัดเก็บในโกดังเดียวกันโดยเด็ดขาด

(คู่มือการเก็บรักษาวัตถุอันตราย กรมโรงงาน ,2550)

2.1.7 <u>เงื่อนไขการจัดเก็บวัตถุอันตรายตามตารางการจัด</u>

2.1.7.1 การจัดเก็บของเหลวไวไฟ และก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์) สามารถจัดเก็บได้โดยมีเงื่อนไขดังนี้ ต้องจัดให้มีการระบายอากาศ และปริมาณการจัดเก็บสารต้องไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการจัดเก็บทั้งหมด ทั้งนี้ปริมาณรวมของของเหลวไวไฟและก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์) ต้องไม่เกิน 100,000 ลิตร

2.1.7.2 ก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์) เก็บคละกับสารพิษได้ โดยมีเงื่อนไขต่อไปนี้ ห้องที่มีผนังทนไฟ ขนาดพื้นที่ต้องไม่เกิน 60 ตารางเมตร และปริมาณการจัดเก็บสารไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการจัดเก็บทั้งหมด อุณหภูมิของห้องต้องไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส ต้องมีการระบายอากาศและต้องมีทางออกฉุกเฉิน 2 ทาง ทางออกฉุกเฉินทั้งสองทางต้องมีอุปกรณ์ดับเพลิงประเภทผงเคมีแห้ง ABC ขนาด 6 กิโลกรัม แห่งละ 1 เครื่อง ถ้าห้องเก็บมีขนาดใหญ่กว่า 60 ตารางเมตร การเก็บวัตถุอันตรายเหล่านี้ต้องจัดเก็บแบบแยกห่างด้วยวิธีการที่เหมาะสมหรือแยกบริเวณ

2.1.7.3 วัสดุที่เป็นสาเหตุให้เกิดการลุกติดไฟหรือลุกล่ามได้อย่างรวดเร็ว เช่น วัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ ควรจัดเก็บแยกบริเวณออกจากสารพิษหรือของเหลวไวไฟ

2.1.7.4 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นในขณะเกิดอุบัติเหตุ สามารถเก็บคละกันได้โดยการจัดเก็บแบบแยกห่าง เช่น แยกออกจากกันโดยมีกำแพงกั้น เว้นระยะปลอดภัยให้ห่าง เก็บในบ่อแยกจากกัน หรือในตู้เก็บที่ปลอดภัย

2.1.7.5 ห้องเก็บรักษาวัตถุอันตราย ให้จัดเก็บก๊าซภายใต้ความดันได้ไม่เกิน 50 ท่อ ในจำนวนดังกล่าวอนุญาตให้เก็บเป็นก๊าซภายใต้ความดันที่มีคุณสมบัติไวไฟ ออกซิไดส์ หรือก๊าซพิษ เก็บรวมกันได้ไม่เกิน 25 ท่อ สารติดไฟได้ (ประเภท8A และ11) (ยกเว้นของเหลวไวไฟ) อาจนำมาเก็บรวมได้ โดยจัดเก็บแบบแยกห่างจากก๊าซภายใต้ความดันด้วยผนังที่ทำจากวัสดุที่ไม่ติดไฟ ที่มีความสูงอย่างน้อย 2 เมตร และมีระยะห่างจากผนังอย่างน้อย 5 เมตร

2.1.7.6 อนุญาตให้เก็บคละได้ ถ้ามีข้อกำหนดความปลอดภัยสำหรับสินค้าคงคลังทั้งหมดโดยให้เป็นไปตามข้อกำหนดการจัดเก็บวัตถุอันตรายประเภท 2B

2.1.7.7 อนุญาตให้เก็บคละกับของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส ถ้าการเก็บคละกันนี้ไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่เป็นอันตราย (การลุกติดไฟและ/หรือให้ความร้อนออกมา หรือให้ก๊าซไวไฟ หรือให้ก๊าซที่ทำให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจน หรือให้ก๊าซพิษ หรือทำให้เกิดบรรยากาศของการกัดกร่อน หรือทำให้เกิดสารที่ไม่เสถียร หรือเพิ่มความดันจนเป็นอันตราย) หากพบว่ามีโอกาสเกิดอันตรายตามที่กล่าว ให้จัดเก็บโดยเว้นระยะห่าง ที่ปลอดภัย (5 เมตร)

2.1.7.8 สารติดไฟที่มีคุณสมบัติเป็นพิษเก็บคละกับของแข็งไวไฟ (ประเภท 4.1B) ได้

2.1.7.9 ห้ามเก็บของเหลวไวไฟ (ประเภท 3A) คละกับสารกัดกร่อนที่บรรจุในภาชนะที่แตกง่าย ยกเว้นมีมาตรการป้องกันไม่ให้สารทำปฏิกิริยากันได้ ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุขึ้น

2.1.7.10 อนุญาตให้เก็บคละกันได้ ยกเว้นก๊าซไวไฟ

2.1.7.11 ต้องจัดทำมาตรการป้องกันเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการเก็บรักษาโดยได้รับความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.7.12 วัตถุอันตรายของแข็งไวไฟ (ประเภท 4.1 A) ที่มีคุณสมบัติการระเบิดอาจเก็บคละกับวัตถุอันตรายอื่นคือ ประเภท 3B 4.1B 8A 8B 10 11 12 หรือ 13ได้ถ้าระยะห่างที่ปลอดภัยซึ่งจัดไว้เพื่อป้องกันอันตรายที่จะมีต่อบริเวณโดยรอบอาคารคลังสินค้ามีเพียงพอหรืออาจต้องกำหนดให้มากขึ้น ซึ่งต้องตรวจสอบเป็นกรณี ๆ ไป

2.1.7.13 อนุญาตให้เก็บวัตถุอันตรายเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (ประเภท 5.2) คละกับของแข็งไวไฟ (ประเภท 4.1B) ได้

2.1.7.14 อนุญาตให้เก็บคละกับดินขับ (propellants) และตัวจุดชนวน (radical initiators) ถ้าสารนั้นไม่มีส่วนผสมของโลหะหนัก

2.1.7.15 การเก็บสารออกซิไดส์ ประเภท 5.1B อาจอนุญาตให้เก็บคละกับวัตถุอันตรายประเภท 6.1A 6.1Bได้ซึ่งสามารถเก็บได้ปริมาณสูงถึง 20 เมตริกตัน โดยต้องมีมาตรการความปลอดภัย คือ อาคารคลังสินค้าต้องมีระบบเตือนภัยไฟไหม้ ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ และทีมผจญเพลิงระดับกึ่งมืออาชีพของบริษัท (พนักงานบริษัททำหน้าที่ดับเพลิงอย่างเดียวพร้อมมีรถดับเพลิงของบริษัท) ถ้ามีสารไม่ถึง 1 เมตริกตัน ไม่ต้องมีมาตรการเสริมดังกล่าว

2.1.7.16 การเก็บวัตถุอันตรายประเภทเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ รวมกับวัตถุอันตรายอื่นๆ จำเป็นต้องออกแบบและตรวจสอบแต่ละกรณีว่าระยะห่างปลอดภัย (ระหว่างอาคารคลังสินค้าและชุมชน) ที่กำหนดขึ้นโดยรอบอาคารคลังสินค้ามีเพียงพอหรือต้องกำหนดให้มากขึ้น เพื่อป้องกันโอกาสที่จะเกิดอันตราย

2.1.7.17 ให้พิจารณาตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยเฉพาะของวัตถุอันตรายแต่ละประเภท

2.1.7.18 วัสดุกัมมันตรังสี ควรแยกจัดเก็บตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน IAEA และได้รับการอนุมัติจากหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง

2.1.8 <u>หลักการของการจัดเก็บสารเคมีแต่ละประเภท</u>

การเก็บรักษาสารเคมีอันตราย ควรจะให้ระยะเวลาเก็บรักษาสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งเป็นการลดปริมาณสารเคมีอันตรายที่จัดเก็บใน Warehouse และมีผลทำให้ความเสี่ยงภัยลดน้อยลงด้วย การจัดเก็บสารเคมีจะต้องคำนึงถึงหลักการจัดแยกสารเคมีอันตรายต่างชนิดในที่เดียวกันอย่างเข้มงวด ทุกคนที่

เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานจัดเก็บสารเคมี จะต้องเรียนรู้ถึงหลักการจัดแยกเก็บสารเคมีอันตรายต่างชนิดกันและต้องทราบสถานที่ที่กำหนดไว้เพื่อเก็บสารเคมีอันตรายแต่ละประเภท ตาม Segregation rule

2.1.8.1 กฎการจัดแยกสารเคมีอันตรายต่างชนิดกัน (General Segregation Rule)

ตารางที่ 2.3 แสดงกฎการจัดแยกสารเคมีอันตรายต่างชนิดกัน

Segregation rule	**ระยะห่างในการจัดเก็บ**
1	3 เมตร
2	6 เมตร
3	12 เมตร
4	24 เมตร

ดูรายละเอียดในตารางที่ 2.4 ตารางการจัดเก็บสารเคมี

ความหมายของตัวเลขและเครื่องหมายในตาราง

3	=	เก็บห่างในรัศมี	3	เมตร
6	=	เก็บห่างในรัศมี	6	เมตร
12	=	เก็บห่างในรัศมี	12	เมตร
24	=	เก็บห่างในรัศมี	24	เมตร
X	=	ข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้นๆ		

คำอธิบายตารางจัดแยก

ประเภท 2.1,2.2,2.3,6.1,9 ส่วนใหญ่จะเก็บรวมกันได้ แต่ควรดูรายละเอียดสินค้านั้นๆเพิ่มเติมด้วย

ประเภท 4.1,8 ให้จัดแยกกันอย่างน้อย 3 เมตร

ประเภท 3,4.2,5.1,5.2 ให้จัดแยกกันอย่างน้อย 6 เมตร

ประเภท 6.2 ให้จัดแยกกันอย่างน้อย 24 เมตร

ประเภท 4.3 การจัดเก็บให้ดูจากข้อมูล

ตารางที่ 2.4 ตารางระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี

ประเภทสารเคมี	1.1 1.2 1.5	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	6.3	7	8	9
วัตถุระเบิด 1.1 1.2 1.5	X	X	X	24	6	6	24	24	24	24	24	24	6	24	6	24	X
วัตถุระเบิด 1.3	X	X	X	24	6	6	24	12	12	24	24	24	6	24	6	6	X
วัตถุระเบิด 1.4	X	X	X	6	6	3	3	6	6	6	6	6	X	24	6	6	X
ก๊าซไวไฟ 2.1	24	24	6	X	X	X	6	3	6	X	6	6	X	24	6	3	X
ก๊าซอัดและไม่ติดไฟ 2.2	6	6	3	X	X	X	3	X	3	X	X	3	X	6	3	X	X
ก๊าซพิษ 2.3	6	6	3	X	X	X	6	X	6	X	X	6	X	6	3	X	X
ของเหลวไวไฟ 3	24	24	6	6	3	6	X	X	6	3	6	6	X	12	6	X	X
ของแข็งลุกติดไฟได้ 4.1	24	12	6	3	X	X	X	X	3	X	3	6	X	12	6	3	X
สารที่ลุกไหม้ได้เอง 4.2	24	12	6	6	3	6	6	3	X	3	6	6	3	12	6	3	X
สารเมื่อเปียกทำให้เกิดก๊าซไวไฟ 4.3	24	24	6	X	X	X	3	X	3	X	6	6	X	6	6	3	X
ถังเติมออกซิเจน 5.1	24	24	6	6	X	X	6	3	6	6	X	6	3	12	3	6	X
สารประกอบอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ 5.2	24	24	6	6	3	6	6	6	6	6	6	X	3	12	6	6	X
สารพิษ 6.1	6	6	X	X	X	X	X	X	3	X	3	3	X	3	X	X	X
วัตถุที่เป็นตัวทำให้เกิดโรคติดต่อ 6.3	24	24	24	24	6	6	12	12	12	6	12	12	3	X	12	12	X
สารกัมมันตรังสี 7	6	6	6	6	3	3	6	6	6	6	3	6	X	12	X	6	X
สารกัดกร่อน 8	24	6	6	3	X	X	X	3	3	3	6	6	X	12	6	X	X
สารหรือวัตถุอื่นที่อาจเป็นอันตรายได้ 9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

(คู่มือความปลอดภัยในการเก็บรักษาเคมีภัณฑ์อันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม ,2540)

2.1.8.2 สารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible Chemicals)

สารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ คือ สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากันแล้วก่อให้เกิดอันตราย แต่หากอยู่เดี่ยวๆ อาจไม่เกิดอันตรายก็ได้ อันตรายที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาของสารที่เข้ากันไม่ได้ เช่น ทำให้เกิดสารที่ไวไฟ ก๊าซพิษ หรือให้สารที่เกิดการระเบิดได้ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัย ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีจึงควรมีความรู้ ความเข้าใจ และทราบว่าสารเคมีใดบ้างที่เข้ากันไม่ได้ ดังตารางแสดงสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible Chemicals) เพื่อให้สามารถใช้งานและจัดเก็บสารเคมีได้อย่างปลอดภัย ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงรายชื่อสารเคมีและวัตถุอันตรายที่เข้ากันไม่ได้ห้ามเก็บรวมกัน

สารเคมีและวัตถุอันตราย	**กลุ่มของสารเคมีและวัตถุอันตรายที่เข้ากันไม่ได้**
กรดอะซีติค	กรดโครมิค, กรดไนตริค, สารประกอบไฮดรอกซิล, เอททิลลีนไกลคัล, กรดเปอร์คลอริค, เปอร์ออกไซด์,เปอร์แมงกาเนส
อะซีติคแอนไฮไดรด์	สารประกอบไฮดรอกซิล ได้แก่ เอททิลลีน ไกลคัล, กรดเปอร์คลอริค
อะซีโตน	ของผสมระหว่างกรดเข้มข้นของไนตริคและ ซัลฟูริคและเบส
อะเซททีลีน	คลอรีน, โบรมีน, ทองแดง, ฟลูออรีน, เงิน, ปรอท
แอคติเวเตด คาร์บอน	แคลเซียม ไฮดปคลอไรท์,สารออกซิไดส์
โลหะแอลคาไล	น้ำ, คาร์บอน เตตราคลอไรด์, สารไฮโดรคาร์บอน คลอริเนเตด, คาร์บอนไดออกไซด์, ฮาโลเจน
อะลูมิเนียม	สารออกซิไดส์, กรด, แอลคาไล,สาร ไฮโดรคาร์บอนฮาโลจิเนเตด, เปอร์ออกไซด์
อะลูมิเนียม แอลคิล	น้ำ
แอมโมเนีย แอนไฮดรัส	ปรอท,คลอรีน, แคลเซียม ไฮดปคลอไรท์, ไอโอดีน , โบรมีน, กรดไฮโดรฟลูออริค
แอมโมเนียม ไนเตรท	กรด, ผงโลหะ ของเหลวไวไฟ, คลอเรท, ไนไตรท์, ซัลเฟอร์ สารอินทรีย์ที่เป็นผงละเอียด หรือสารติดไฟ
อะนีลีน	กรดไนตริค,ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์
อาร์ซีนิค	สารรีดิวส์
เอไซด์	กรด

สารเคมีและวัตถุอันตราย	กลุ่มของสารเคมีและวัตถุอันตรายที่เข้ากันไม่ได้
โบรมีน	แอมโมเนีย, อะเซททีลีน,บิวทาไดอีน, บิวเทน, มีเทน, โพรเพน, ไฮโดรเจน, โซเดียม คาร์ไบด์, เทอร์เพนไทน์, เบนซีน, ผงโลหะ
แคลเซียม ออกไซด์	น้ำ
คาร์บอน เตตราคลอไรด์	โซเดียม
คลอเรท	เกลือแอมโมเนียม, กรด, ผงโลหะ,ซัลเฟอร์ สารอินทรีย์ที่เป็นผงละเอียด หรือสารติดไฟ
กรดโครมิคและโครเมียม ไตรออกไซด์	กรดอะซีติค, แนพทาลีน, แคมเฟอร์, กลีเซอรอล, กลีเซอรี,เทอร์เพนไทน์,แอลกอฮอล์,ของเหลวไวไฟ
คลอรีน	แอมโมเนีย, อะเซททีลีน,บิวทาไดอีน, บิวเทน, มีเทน , โพรเพน, ไฮโดรเจน, โซเดียม คาร์ไบด์, เทอร์เพนไทน์, เบนซีน, ผงโลหะ
คลอรีน ไดออกไซด์	แอมโมเนีย, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
อะซีโตน	ของผสมระหว่างกรดเข้มข้นของไนตริคและซัลฟูริค และเบส
ทองแดง	อะเซททีลีน, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
คิวมีน ไฮโดรเปอร์ออกไซด์	กรดที่เป็นทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์
ไซยาไนด์	กรด
ของเหลวไวไฟ	แอมโมเนียม ไนเตรท, กรดโครมิค, ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์, กรดไนตริค, โซเดียม เปอร์ออกไซด์, ฮาโลเจน
ไฮโดรคาร์บอน	ฟลูออรีน, คลอรีน, โบรมีน, กรดโครมิค, โซเดียม เปอร์ออกไซด์
กรดไฮโดรไซยานิค	กรดไนตริค, แอลคาไล
กรดไฮโดรฟลูออริค	แอมโมเนียม (น้ำ และก๊าซ)
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	ทองแดง, โครเมียม, เหล็ก, โลหะและเกลือของ โลหะ, แอลกอฮอล์, อะซีโตน, สารอินทรีย์, อะนีลีน, ไนโตรมีเทน, ของเหลวไวไฟ
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	กรดไนตริค, กรดต่าง ๆ ก๊าซออกซิไดส์,
ไฮโดรคลอไรท์	กรด, แอคติเวเตด คาร์บอน, อะเซททีลีน, แอมโมเนียม (น้ำ และก๊าซ), ไฮโดรเจน
ไอโอดีน	อะเซททีลีน,แอมโมเนียม (น้ำ และก๊าซ), ไฮโดรเจน
ปรอท	อะเซททีลีน, กรดฟัลมินิค, แอมโมเนียม

สารเคมีและวัตถุอันตราย	กลุ่มของสารเคมีและวัตถุอันตรายที่เข้ากันไม่ได้
ไนเตรท	กรดซัลฟูริค
กรดไนตริคเข้มข้น	กรดอะซีติค, อะนีลีน,กรดโครมิค,ไฮโดรเจน ซัลไฟด์, กรดไฮดโรไซยานิค, ของเหลวไวไฟ, ก๊าซ ไวไฟ, ทองแดง, ทองเหลือง, โลหะหนัก
ไนไตรท์	กรด
ไนโตรพาราฟีน	เบสที่เป็นสารอนินทรีย์, เอมีน
กรดออกซาริค	เงิน,ปรอท
ออกซิเจน	น้ำมัน, กรีส, ไฮดรเจน, ของเหลวไวไฟ, ของแข็ง ไวไฟ, ก๊าซ ไวไฟ
กรดเปอร์คลอริค	อะซีติค แอนไฮไดรด์, บิสมัทและอัลลอยด์ของ บิสมัท, แอลกอฮอล์, กระดาษ, ไม้, น้ำมัน, กรีส
สารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์	กรด
ฟอสฟอรัส ขาว	อากาศ, ออกซิเจน, แอลคาไล, สารรีดิวส์
โปแตสเซียม	คาร์บอน เตตราคลอไรด์, คาร์บอนไดออกไซด์, น้ำ
โปแตสเซียม คลอเรทและเปอร์คลอเรท	กรดซัลฟูริค และกรดอื่นๆ
โปแตสเซียม เปอร์แมงกาเนท	กลีเซอรีน, เอททิลลีน ไกลคัล, เบนซัลดีไฮด์, กรดซัลฟูริค
ซีรีไนด์	สารรีดิวส์
เงิน	อะเซททัลีน, กรดออกซาริค, กรดทาร์ทาริค, สารประกอบแอมโมเนียม, กรดฟัลมินิค
โซเดียม	คาร์บอน เตตราคลอไรด์, คาร์บอนไดออกไซด์, น้ำ
โซเดียม ไนไตรท์	แอมโมเนียม ไนไตรท์, สารประกอบแอมโมเนียม
โซเดียม เปอร์ออกไซด์	เอททิลหรือเมททิล แอลกอฮอล์, กรดเกลเซียล อะซีติค, อะซีติค แอลไฮไดรด์, เบนซัลดีไฮด์, คาร์บอน ไดซัลไฟด์, กลีเซอรีน, เอททิลลีน ไกลคัล, เอททิล อะซีเตท, เมททิล อะซีเตท เฟอร์ฟูรัล

สารเคมีและวัตถุอันตราย	กลุ่มของสารเคมีและวัตถุอันตรายที่เข้ากันไม่ได้
ซัลไฟด์	กรด
กรดซัลฟริค	โปแตสเซียม คลอเรท,โปแตสเซียม เปอร์คลอเรท, โปแตสเซียม เปอร์แมงกาเนท หรือสารประกอบของ โซเดียม , ลิเทียม
สารเคมีและวัตถุอันตราย	**กลุ่มของสารเคมีและวัตถุอันตรายที่เข้ากันไม่ได้**
ซัลเฟอร์	โลหะ, สารออกซิไดส์
สังกะสี	สารรีดิวส์, กรด, แอลคาไล, สารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนฮาโลจิเนเตด, เปอร์ออกไซด์
เทลลูไรด์	สารรีดิวซ์

(http://www.diw.go.th)

2.1.8.3 <u>หลักเกณฑ์การเก็บรักษาวัตถุอันตรายอย่างปลอดภัยต้องคำนึงถึง</u>

1) ความเป็นอันตรายของวัตถุอันตรายตามประเภทของวัตถุอันตรายที่จำแนก ตามมาตรฐาน

2) ชนิดและความแข็งแรงของภาชนะต้องมั่นคงแข็งแรงและไม่เกิดปฏิกิริยากับ วัตถุอันตรายที่บรรจุ ซึ่งสามารถอ้างอิงได้จากประกาศมติคณะกรรมการ วัตถุอันตราย เรื่อง การขนส่งวัตถุอันตรายทางบก พ.ศ. 2545 ซึ่งจะบอก ชนิดของภาชนะบรรจุทั้งภายใน เช่น แก้ว พลาสติก โลหะ กระดาษ ไฟ เบอร์ เป็นต้น และภายนอก เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ไม้ แผ่นไฟเบอร์ ที่ เหมาะสมในการใช้บรรจุวัตถุอันตราย เป็นต้น

3) หลักสำคัญในการจัดเก็บ

- ไม่เก็บสารที่เข้ากันไม่ได้ไว้ด้วยกัน
- ไม่เก็บวัตถุอันตรายที่มีอันตรายต่างกันไว้รวมกัน
- จัดเก็บของเหลวไวไฟสูงและก๊าซไวไฟไว้นอกอาคาร
- วัตถุอันตรายประเภทวัตถุระเบิดได้ ต้องแยกเก็บจากวัตถุอันตรายทุก ประเภท เช่นเดียวกับสารกัมมันตรังสี

4) สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาคือความเป็นอันตรายของวัตถุอันตราย โดยเฉพาะการ ทำให้เกิดอุบัติภัยร้ายแรง ด้วยลักษณะสมบัติของวัตถุอันตราย ซึ่งได้แก่ ความเป็นพิษ การทำให้ เกิดโรค ระคายเคือง และกัดกร่อน ซึ่งสามารถทำอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนและทำความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมได้โดยการสัมผัสหรือการได้รับวัตถุอันตรายนั้น ๆ โดยตรง

และ จากลักษณะสมบัติของวัตถุอันตรายที่มีความไวไฟ ระเบิดได้ มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมี หรือเป็นสารออกซิไดซ์ ก็สามารถคร่าชีวิตและทำลายทรัพย์สินได้หากมีการรั่วไหลสู่ สิ่งแวดล้อม และสภาพแวดล้อมในขณะรั่วไหลเป็นปัจจัยที่ทำให้วัตถุอันตรายนั้นเกิดลุกไหม้และ หรือระเบิด หรือในขณะลุกไหม้วัตถุอันตรายบางตัวทำให้เกิดสารพิษขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งวัตถุอันตรายที่เข้ากันไม่ได้ทำปฏิกิริยากันเกิดความร้อนขึ้นจน ลุกไหม้หรือระเบิด หรือเกิดสารพิษ โดยที่สารพิษเหล่านี้อาจอยู่ในสรูปที่เป็นก๊าซหรือไอระเหย ระเหยระเหย และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยต่อประชาชนโดยตรง

2.1.8.4 <u>วิธีการจัดเก็บวัตถุอันตราย</u>

การจัดเก็บวัตถุอันตรายแบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

1) การจัดเก็บแบบแยกบริเวณ(Separate Storage) หมายถึง การจัดเก็บวัตถุอันตรายแยกบริเวณออกจากกัน

- กรณีอยู่ในอาคาร(ภายในคลังสินค้าเดียวกัน) จะถูกแยกจากสารอื่นๆ โดยมีผนังทนไฟ ซึ่งสามารถทนไฟได้อย่างน้อย 90 นาที

- กรณีอยู่กลางแจ้ง(ภายนอกอาคารคลังสินค้า) จะถูกแยกออกจากบริเวณอื่นด้วยระยะทางที่เหมาะสม เช่น 5 เมตรระหว่างสารไวไฟกับสารไม่ไวไฟ หรือ 10 เมตรระหว่างวัตถุอันตรายอื่นๆ หรือการกั้นด้วยกำแพงทนไฟซึ่งสามารถทนไฟได้อย่างน้อย90นาที

2) การจัดเก็บแบบแยกห่าง(Segregate Storage) หมายถึง การจัดเก็บวัตถุอันตรายตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไปในบริเวณเดียวกัน ทั้งนี้ต้องมีมาตรการป้องกันที่เพียงพอสำหรับการจัดเก็บวัตถุอันตรายนั้นๆ โดยจะต้องนำข้อกำหนดพิเศษเพิ่มเติม สำหรับการจัดเก็บวัตถุอันตรายที่มีคุณสมบัติเฉพาะ เช่น วัตถุระเบิดสารออกซิไดส์ หรือสารไวไฟ เป็นต้น มาพิจารณาประกอบตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในตารางการจัดเก็บวัตถุอันตรายอันตราย

3) การจัดเก็บวัตถุอันตรายที่มีปริมาณน้อยในคลังสินค้า หมายถึง การจัดเก็บวัตถุอันตรายที่มีปริมาณน้อยบางประเภทได้แก่ วัตถุอันตรายประเภท 2B, 3A, 3B, 4.1B, 4.3, 5.1B, 5.1C, 5.2, 6.1A, 6.1B, 8A, 8B, 10, 11, 12 และ 13 จัดเก็บวัตถุอันตรายประเภทอื่นๆ บางประเภทที่มีปริมาณมากได้ ซึ่งโดยปกติจะไม่อนุญาตให้ทำได้ แต่หากจำเป็นต้องจัดเก็บในปริมาณน้อยระยะเวลาชั่วคราวอนุโลมให้จัดเก็บได้ โดยก่อนการจัดเก็บต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

- มาตรการด้านความปลอดภัยที่จำเป็นสำหรับวัตถุอันตรายประเภทอื่นๆ ที่เก็บในคลังสินค้านั้น มีเพียงพอ
- วัตถุอันตรายปริมาณน้อยที่จะนำมาจัดเก็บรวม ต้อง ไม่ทำปฏิกิริยากับวัตถุอันตรายประเภทอื่นๆ ที่จัดเก็บอยู่แล้ว

- เพิ่มมาตรการป้องกัน เช่น เว้นระยะห่างปลอดภัยอย่างน้อย 3 เมตร เก็บในตู้พิเศษสำหรับเก็บวัตถุอันตราย หรือห้องที่สร้างเพื่อการจัดเก็บแยกบริเวณ เป็นต้น
- หากจัดเก็บกระป๋องสเปรย์ (Aerosol) ต้องมีวัสดุกั้น เช่น กำแพงกั้น หรือตาข่ายเหล็ก เป็นต้น
- วัตถุอันตรายปริมาณน้อยที่อนุญาตให้จัดเก็บได้ มีรายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงประเภทการจัดเก็บของวัตถุอันตราย

ประเภทการจัดเก็บ	คลังสินค้าที่มีความจุ(capacity) ไม่เกิน5,000 กิโลกรัม	คลังสินค้าที่มี ความจุ(capacity) เกิน5,000กิโลกรัม
1	-	-
2A	-	-
2B	500 กระป๋อง	500 กระป๋อง
3A	ของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียส จำนวน100 ลิตร ของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟระหว่าง 23 ถึง60 องศาเซลเซียส จำนวน200ลิตร	ของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 23องศาเซลเซียส จำนวน 100 ลิตรของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟระหว่าง23 ถึง 60 องศาเซลเซียส จำนวน 200 ลิตร
3B	น้อยกว่า 5,000 กก.	5,000 กก.
4.1A	-	-
4.1B	200 กก.	200 กก.
4.2	-	-
4.3	200 กก.	-
5.1B	200 กก.	200 กก.
5.1C	100 กก.	-
5.2	100 กก(ต้องเก็บในบรรจุ ภัณฑ์ขนาดเล็กที่มีของแข็ง บรรจุอยู่กว่า 100 กรัมและ สำหรับของเหลว บรรจุอยู่น้อยกว่า25 มิลลิลิตร เท่านั้น)	-

ประเภทการจัดเก็บ	คลังสินค้าที่มีความจุ(capacity) ไม่เกิน5,000 กิโลกรัม	คลังสินค้าที่มี ความจุ(capacity) เกิน5,000กิโลกรัม
6.1A	50 กก.	50 กก.
6.1B	200 กก.	200 กก.
6.2	-	-
7	-	-
8A	น้อยกว่า 5,000 กก.	5,000 กก.
8B	น้อยกว่า 5,000 กก.	5,000 กก.
10	น้อยกว่า 5,000 กก.	5,000 กก.
11	น้อยกว่า 5,000 กก.	5,000 กก.
12	น้อยกว่า 5,000กกก.	5,000 กก.
13	น้อยกว่า 5,000 กก.	5,000 กก.

(คู่มือการเก็บรักษาวัตถุอันตราย กรมโรงงาน ,2550)

สำหรับวัตถุอันตรายประเภทที่ 1, 2A, 4.1A, 4.2, 5.1A, 6.2 และ 7 แม้มีปริมาณน้อยก็ไม่อนุญาตให้เก็บรวมกับวัตถุอันตรายประเภทอื่นได้โดยต้องปฏิบัติตามเงื่อน ไขที่กำหนดไว้ในตารางการจัดเก็บวัตถุอันตรายเท่านั้น

2.1.8.5 <u>หลักเกณฑ์การจัดเก็บจากสารเคมีแต่ละประเภทมีดังนี้</u>

1) ก๊าซไวไฟ

ปกติการลุกไหม้เกิดขึ้นระหว่างออกซิเจนและเชื้อเพลิงในรูปที่เป็นไอหรือละอองเล็กๆ ดังนั้น สารที่ระเหยได้ง่ายมีความดันไอสูงจะติดไฟได้ง่าย ละอองหรือฝุ่นของสารเคมีที่ไวไฟก็สามารถลุกติดไฟได้ง่ายพอๆกับสารที่เป็นก๊าซหรือไอ สารที่ลุกติดไฟได้ง่ายในสภาพอุณหภูมิและความดันปกติ จะถือว่าเป็นสารไวไฟ ตัวอย่างของสารเหล่านี้ ได้แก่ ผงละเอียดของโลหะไฮโดรของโบรอน ฟอสฟอรัส ของเหลวที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 30°C และก๊าซไวไฟต่างๆ

<u>วิธีการจัดเก็บ</u>

- เก็บห่างจากสารกัดกร่อน 3 เมตร
- เก็บห่างจากของเหลวไวไฟ ของแข็งติดไฟได้เอง 6 เมตร
- เก็บในที่เย็นอากาศถ่ายเทได้ และอยู่ห่างจากแหล่งจุดติดไฟ เช่น ความร้อนประกายไฟ หรือเปลวไฟ

- เก็บไว้ในภาชนะที่ปลอดภัย หรือตู้เก็บสารไวไฟซึ่งตรวจสอบดูแล้วว่าปลอดภัยภาชนะที่เก็บต้องมีฝาปิดแน่นไม่ให้อากาศเข้าได้
- เก็บแยกจากสารพวก oxidizers สารที่ลุกติดไฟเองได้ สารที่ระเบิดได้ และสารที่ทำปฏิกิริยากับอากาศหรือความชื้น และให้ความร้อนออกมาเป็นจำนวนมาก
- มีป้ายห้ามสูบบุหรี่ หรือห้ามจุดไม้ขีดไฟ
- พื้นที่นั้นควรต่อสายไฟลงในดินเพื่อลดไฟฟ้าสถิตย์ที่อาจเกิดขึ้นได้

2) สารระเบิดได้ (explosives)

คือ สารซึ่งที่อุณหภูมิหนึ่งๆจะเกิดการ decompose อย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดการสั่นสะเทือน หรือเกิดปฏิกิริยารุนแรง จะให้ก๊าซออกมาจำนวนมาก รวมทั้งความร้อนด้วย ซึ่งทำให้อากาศรอบๆ ตัวเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้เกิดการระเบิดขึ้นได้ สิ่งที่มีผลต่อสารที่ระเบิดได้ คือ ความร้อนหรือเย็นจัดๆ อากาศแห้ง หรือขึ้นในการเก็บ ความไม่ระมัดระวังในการ handle ระยะเวลาในการเก็บ ระยะเวลาที่เอาออกมาจากภาชนะเริ่มแรกก่อนใช้

<u>วิธีการจัดเก็บ</u>

- เก็บห่างจากอาคารอื่นๆ
- มีการล๊อคอย่างแน่นหนา
- ไม่ควรเก็บในที่มีเชื้อเพลิง หรือสารที่ติดไฟได้ง่าย
- ต้องห่างเปลวไฟอย่างน้อย 20 ฟุต
- ไม่ควรมีชนวนระเบิด (detonators), เครื่องมือและสารอื่นๆอยู่ด้วย
- ไม่ควรซ้อนกันเกิน 6 ฟุต
- ต้องเคลื่อนย้ายด้วยความระมัดระวัง
- ห้ามไม่ให้ผู้อื่นเข้าไปในที่เก็บสารได้

3) ก๊าซอัดไม่ติดไฟ

<u>วิธีการจัดเก็บ</u>

- เก็บห่างจากของเหลวไวไฟ ของแข็งลุกติดไฟได้เอง และสารให้ออกซิเจนอย่างน้อย 3 เมตร
- เก็บห่างจากสารพิษ 6 เมตร

4) ของเหลวไวไฟ

<u>วิธีการจัดเก็บ</u>

- เก็บห่างจาก ก๊าซอัดไม่ติดไฟ 3 เมตร

- เก็บห่างจาก ก๊าซไวไฟ ก๊าซพิษ ของแข็งลุกติดไฟได้เอง สารให้ออกซิเจน เป็นระยะ 6 เมตร

<u>เมื่อเกิดการหกรั่วไหล</u>

- พยายามอยู่เหนือลม
- ห้ามทำให้เกิดความร้อน หรือประกายไฟในที่เกิดเหตุ
- พยายามหยุดการรั่วไหลในกรณีที่ทำได้
- ฉีดโฟมรอบๆบริเวณที่เกิดเหตุ เพื่อป้องกันการลุกไหม้

5) สารที่ลุกไหม้ได้เอง

<u>วิธีการจัดเก็บ</u>

- เก็บห่างจากก๊าซอัดไม่ติดไฟ สารพิษ และสารกัดกร่อน 3 เมตร
- เก็บห่างจากสารไวไฟ สารพิษ ของเหลวไวไฟ สารให้ออกซิเจน 6 เมตร

6) สารพิษ

สารเป็นพิษ (toxic chemicals) คือ สารซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะใดๆ ซึ่งทั้งนี้จะรวมถึงสารกัมมันตรังสี (radioactive) ด้วย

<u>วิธีการจัดเก็บ</u>

- เก็บห่างจากสารให้ออกซิเจนและสารออร์แกนิคเปอร์ออกไซค์ 3 เมตร
- ภาชนะต้องปิดฝาสนิทอากาศเข้าไม่ได้
- ห่างจากแหล่งจุดติดไฟ
- ต้องมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอทั้งภาชนะที่เก็บ และบริเวณที่เก็บสารนั้นๆ

สารที่ไวต่อแสง ต้องเก็บไว้ในขวดสีชา ในสถานที่เย็น แห้งและมืด

7) สารกัดกร่อน

<u>วิธีการจัดเก็บ</u>

- เก็บห่างจากก๊าซไวไฟ ของแข็งไวไฟ ของแข็งลุกติดไฟได้เอง 3 เมตร
- เก็บห่างจากสารให้ออกซิเจน และสารเปอร์ออกไซค์อินทรีย์ 6 เมตร
- เก็บห่างสารพิษ 12 เมตร

8) สารที่เข้ากันไม่ได้ (incompatible materials)

สารที่เข้ากันไม่ได้ คือ สารที่เมื่อมาใกล้กันจะทำปฏิกิริยากันอย่างรุนแรง เกิดการระเบิด เกิดความร้อน หรือให้ก๊าซพิษออกมาได้ สารพวกนี้จะต้องเก็บแยกต่างหากห่างจากกันมากที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการจัดเก็บ

- ต้องเก็บในที่อากาศเย็น และแห้ง ห่างไกลจากน้ำ
- เตรียมเครื่องดับเพลิง class D ไว้ในกรณีเกิดไฟไหม้oxidizers
- เก็บห่างจากเชื้อเพลิง และวัสดุติดไฟได้
- เก็บห่างจาก reducing agents เช่น zinc, alkaline metal หรือ formic acid

9) สารอันตรายเบ็ดเตล็ด

วิธีการจัดเก็บ : ขึ้นอยู่กับลักษณะการเกิดอันตรายของสารนั้นๆ

2.1.8.6 ข้อควรระวังทั่วไปในการจัดเก็บสารเคมี

1) เก็บสารที่เผาไหม้ได้ให้เก็บห่างจากแหล่งที่อาจเกิดประกายไฟ
2) เก็บสารไวไฟในภาชนะป้องกันที่เหมาะสม
3) แยกหีบห่อที่เสียหายออก
4) เก็บหีบห่อในที่ที่ปลอดภัยจากการเกิดอุบัติเหตุ และห่างจากความร้อน
5) ให้แยกหีบห่อออกจากสารเริ่มจะติดไฟ
6) สารเคมีอันตราย ควรวางในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้ เมื่อเกิดไฟไหม้ ทำให้สามารถเข้าป้องกันการลุกลามได้
7) ห้ามสูบบุหรี่ในบริเวณที่เก็บสินค้าอันตราย และควรมีเครื่องหมาย “ห้ามสูบบุหรี่” ติดไว้
8) สายไฟต่างๆต้องทำการดูแลรักษาให้อยู่ในสรูปที่ดีอยู่เสมอ ถ้ามีสายไฟที่เห็นว่าอาจเกิดอันตรายได้ ต้องทำการตัดแยกทันที

2.1.9 การแสดงข้อมูลสารเคมีอันตราย

ในปัจจุบันมีการสื่อข้อมูลของสารเคมีอันตรายตามระบบสากลอยู่หลายวิธี โดยแต่ละวิธีจะแสดงข้อมูลให้ทราบถึงคุณสมบัติที่สำคัญของสารเคมีอันตราย วิธีการปฏิบัติต่อสารเคมีอันตราย เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีอาจจะมีการใช้ประโยชน์ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบันจำนวน 4 วิธี ดังนี้

2.1.9.1 สัญลักษณ์สารเคมีอันตราย แบ่งตามหลักสากลของสารเคมีอันตราย 9 ประเภท

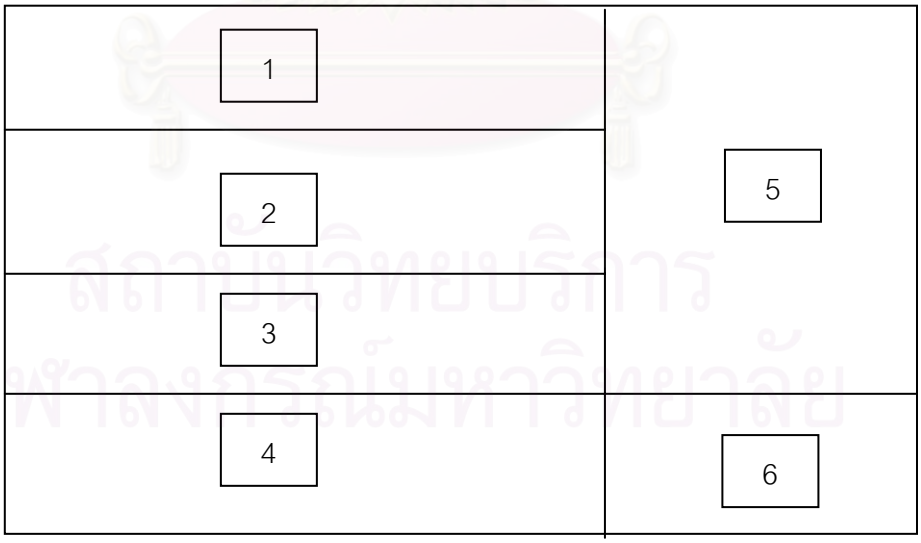
2.1.9.2 ข้อมูลอันตรายของสารเคมี (Material Safety Data Sheet : MSDS)

MSDS นับว่ามีความสำคัญมาก ที่แต่ละบริษัทควรมีการจัดทำตามสารเคมีที่ในบริษัทมีใช้อยู่ เพื่อให้พนักงานได้ทราบข้อมูลเบื้องต้นของสารเคมีนั้นๆ โดยทั่วไปการจัดทำ MSDS ควรมีหัวข้อที่กล่าวถึงสารเคมี ดังนี้

1) ชื่อเรียกอื่นๆ
2) คุณสมบัติทางกายภาพ
3) อันตรายต่อสุขภาพ
4) อันตรายอื่นๆ
5) ค่า TLV
6) การปฐมพยาบาล
7) การหกหรือรั่วไหล
8) การเก็บรักษา

2.1.9.3 รหัสแฮสแคม (Hazchem Code)

รหัสแฮสแคมจะใช้กับ Tank Car ที่บรรจุสารเคมีใช้ในการขนส่ง จัดทำเป็นป้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 50 ซม. ยาว 80 ซม. โดยแบ่งออกเป็น 5 ช่อง ในแต่ละช่องจะระบุข้อมูลและความหมาย สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2 และ 2.3



(http://www.diw.go.th)

รูปที่ 2.2 รหัสแฮสแคม (Hazchem Code)

ตารางที่ 2.7 แสดงข้อมูลและความหมายของรหัสแฮสแคม (Hazchem Code)

ช่อง	แสดงข้อมูลและความหมายเกี่ยวกับ
ซ้ายด้านบน (1)	ชื่อสารเคมี
ซ้ายถัดลงมา (2)	รหัสอันตรายและวิธีปฏิบัติต่อสารเคมี
ซ้ายถัดลงมา (3)	UN-NUMBER
ซ้ายด้านล่าง (4)	ชื่อส่วนราชการที่อาจขอคำแนะนำได้ พร้อมเบอร์โทรศัพท์
ขวาด้านบน (5)	สัญลักษณ์สารเคมีอันตรายตามการแบ่ง 9 ประเภท
ขวาด้านล่าง (6)	บริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่ายพร้อมเบอร์โทรศัพท์

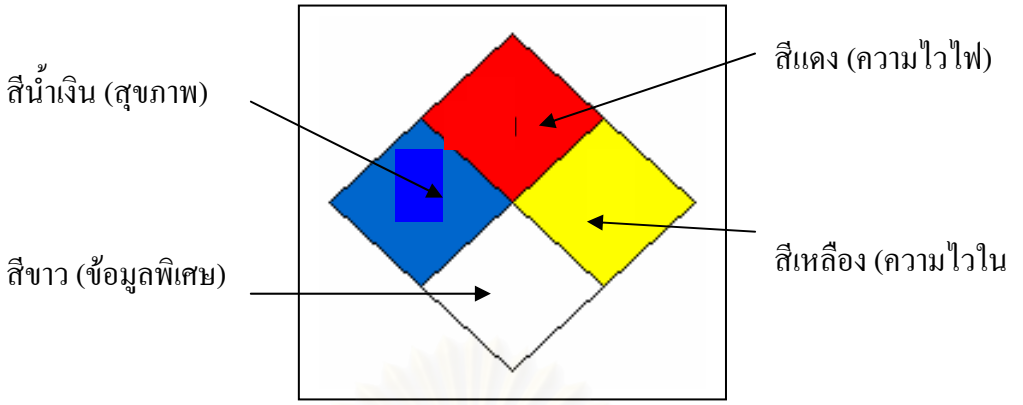
HYDROCHLORIC ACID	
HAZCHEM 2R	
UN.NO 1789	
ชื่อส่วนราชการที่อาจขอคำแนะนำได้ **โทร.....**	**ชื่อบริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่าย** **โทร.....**

(กองควบคุมความปลอดภัย กระทรวงอุตสาหกรรม คู่มือการระงับอุบัติภัยจากสารเคมี กรุงเทพฯ ,2538)

รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างรหัสแฮสแคม (Hazchem Code)

2.1.9.4 ขนาดความรุนแรงของสารเคมีอันตรายตามมาตรฐาน NFPA

หลักสากลในการบ่งบอกขนาดความรุ่นแรงของสารเคมีอันตรายทั้งหลายจะต้องมีฉลากรูปสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่องเล็กๆ ในแต่ละช่องจะมีสีที่แตกต่างกันและระบุถึงขนาดของอันตรายที่เกี่ยวข้องกับเรื่องต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4 และตารางที่ 2.8 -2.9



(http://www.diw.go.th)

รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างขนาดความรุนแรงของสารเคมีอันตรายตามมาตรฐาน NFPA00844

ตารางที่ 2.8 แสดงรายละเอียดอันตรายและสีแสดงอันตรายตามมาตรฐาน NPFA

ช่อง	ระบุอันตรายที่เกี่ยวข้อง	สี
ซ้ายมือ	สุขภาพ	สีน้ำเงิน
ช่องบน	ความไวไฟ	สีแดง
ขวามือ	ความไวไฟในปฏิกิริยา	สีเหลือง
ช่องล่าง	ข้อมูลพิเศษ เช่น กัมมันตรังสี (Radioactive)	ไม่มีสี

ความรุนแรงของอันตรายในแต่ละช่อง จะให้เป็นตัวเลขจากเลขศูนย์ (ปลอดภัยมากที่สุด) ถึงเลข 4 (อันตรายได้มากที่สุด) ดังรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.9 แสดงรายละเอียดระดับความรุนแรงของอันตรายตามมาตรฐาน NFPA

สี	**ระบุอันตราย**	**ระดับ**	**ลักษณะอันตรายที่ได้รับ**
น้ำเงิน	สุขภาพ Health	0	อันตรายน้อยสุดถึงแม้จะแตะหรือถูกต้อง ก็จะไม่เกิดอันตรายใดๆทั้งสิ้น
		1	อันตรายน้อยอาจทำให้เกิดความระคายเคือง และถ้าไม่ทำการรักษาก็อาจทำให้เกิดบาดแผลเล็กน้อยได้
		2	อันตรายปานกลางอาจทำให้ทุพพลภาพชั่วคราวหรืออาจจะเกิดบาดแผลขึ้นถ้าไม่มีการรักษาอย่างถูกต้อง
		3	อันตรายสูงอาจทำให้เกิดอันตรายและบาดเจ็บอย่างร้ายแรงชั่วคราว แม้จะมีการรักษาอย่างถูกต้องแล้วก็ตาม
		4	อันตรายสูงสุด อาจทำให้ตายหรือบาดเจ็บอย่างถาวรและรุนแรงโดยไม่มีการรักษา

สี	ระบุอันตราย	ระดับ	ลักษณะอันตรายที่ได้รับ
สีแดง	ความไวไฟ Flammability	0 1 2 3	ไม่ติดไฟ ต้องทำให้ร้อนหรือแตะต้องกับสิ่งที่อุณหภูมิสูงก็จะติดไฟได้ (จุดวาบไฟสูงกว่า 93 C) ต้องทำให้ร้อนหรือแตะต้องกับสิ่งที่อุณหภูมิสูงก็จะติดไฟได้ (จุดวาบไฟต่ำกว่า 93 C) ระเหยเป็นไอที่ความดันบรรยากาศและพร้อมที่จะติดไฟในอุณหภูมิรอบๆโดยทั่วไป (จุดวาบไฟต่ำกว่า 22 C)
สีเหลือง	ความไวในปฏิกิริยา Reactivity	0 1 2 3 4	มีเสถียรภาพและความอยู่ตัวมากที่สุด ถึงแม้จะอยู่ภายใต้สรูปที่ติดไฟก็ไม่สลายและไม่เกิดปฏิกิริยากับน้ำ อยู่ตัว แต่อาจจะสลายได้ที่อุณหภูมิสูง และความดันสูง หรืออาจทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วเกิดความร้อนแต่ไม่รุ่นแรง ปกติไม่อยู่ตัวและพร้อมที่จะเกิดการเปลี่ยน แปลงทางเคมีอย่างรุ่นแรง แต่ไม่ถึงขนาดทำให้เกิดการระเบิดกัมปนาท (Detonation) นอกจากนั้นอาจทำปฏิกิริยารุ่นแรงกับน้ำและพร้อมที่จะระเบิดได้ถ้าปนกับน้ำไม่อยู่ตัว เกิดปฏิกิริยา ระเบิดธรรมดาหรือระเบิดกัมปนาท อย่างรุนแรงถ้ามีเชื้อเพลิงอื่นที่เป็นชนวนให้ความร้อนภายใต้ขอบเขตที่จำกัดหรือทำปฏิกิริยากับน้ำรุ่นแรงถึงระเบิดได้ รุนแรงที่สุดจนทำให้เกิดการระเบิดกัมปนาท หรือระเบิดธรรมดาได้ที่อุณหภูมิและความดันปกติ
สีขาว	ข้อมูลพิเศษ		0XY = ออกซิไดซ์ ACID = กรด ALK = ด่าง ~~W~~ = ห้ามผสมน้ำ RAD = กัมมันตรังสี COR = กัดกร่อน

(http://www.diw.go.th)

2.1.10 การปฏิบัติงานกับสารเคมีอย่างปลอดภัย

2.1.10.1 ข้อควรปฏิบัติ

1) อ่านฉลากข้างภาชนะบรรจุและ MSDS ก่อนเริ่มงาน
2) จัดสถานที่ทำงานให้สะอาด
3) ใช้ PPE ที่เหมาะสมและถูกต้อง
4) ปฏิบัติตามกฎระเบียบความปลอดภัย
5) ใช้ภาชนะบรรจุที่มีการตรวจเช็คแล้ว สำหรับบรรจุและขนส่งสารเคมีอันตราย
6) ปฏิบัติตาม procedure การขนส่งสารเคมีอย่างเคร่งครัด (ถ้ามีการขนส่ง)
7) ต้องแน่ใจว่ามีการระบายอากาศที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่อับอากาศ
8) เก็บสารไวไฟ ก๊าซที่เก็บในรูปของเหลว หรือสารที่อาจระเบิดได้ให้ห่างจากความร้อน
9) ตรวจเช็คภาชนะบรรจุและสถานที่จัดเก็บให้สะอาดเป็นระเบียบ
10) สนใจอย่างจริงจัง กับการอบรมด้านความปลอดภัย

2.1.10.2 ข้อควรระวัง

1) ห้ามเปิดฝาภาชนะบรรจุสารเคมีทิ้งไว้ เมื่อไม่ใช้งาน
2) ห้ามใช้ปากดูดสารเคมี อย่าสูดดมไอของสารเคมี
3) อย่าใช้กลิ่นของสารเคมีเป็นตัวเตือนอันตราย เพราะสารบางชนิดไม่มีกลิ่น
4) อย่างผสมสารเคมีเข้าด้วยกัน ถ้าไม่รู้จริง และอย่าเทน้ำลงในกรด
5) อย่าดื่มน้ำ รับประทานอาหาร สูบบุหรี่ ขณะปฏิบัติงาน
6) อย่างเก็บสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากันไว้ใกล้กัน
7) อย่าข้ามขั้นตอนการทำงาน

2.10.3 หลังจากทำงานกับสารเคมี

1) ทำความสะอาดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และเสื้อผ้าให้สะอาดทันทีในที่ทำงาน
2) อาบน้ำเปลี่ยนเสื้อผ้าใหม่
3) กำจัดสารเคมีตาม procedure

2.10.4 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่จำเป็น

1) แว่นนิรภัย แว่นครอบตา หรือกะบังหน้า
2) ถุงมือ

3) รองเท้านิรภัย

4) ชุดกันสารเคมี

5) หน้ากากกรองสารเคมี

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การจัดการวัตถุอันตรายและกากของเสียอันตราย,สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (บุญจง ขาวสิทธิวงษ์, 2538)

สืบค้นปัญหาและแนวทางในการป้องกันปรับปรุงแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับวัตถุอันตราย และกากของเสียอันตราย จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิและจากเอกสารสิ่งพิมพ์ต่างๆ ผลการศึกษาว่า ปัญหาวัตถุอันตรายและกากของเสียอันตรายในประเทศไทย กำลังเพิ่มความรุนแรง ขณะที่ศักยภาพในการจัดการค่อนข้างจำกัดส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของประชาชนอย่างกว้างขวาง ปัญหาที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งรีบได้แก่ ปัญหาความปลอดภัยในการเก็บรักษา ขนส่ง ผลิต และใช้วัตถุอันตราย และการจัดการกากสารพิษโดยถูกหลักวิชาการอย่างเหมาะสมเพียงพอ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญของปัญหาได้แก่ 1)มาตรฐานไทยยังไม่อยู่ในระดับสากล 2)การจัดการยังขาดประสิทธิภาพและ 3)ขาดมาตรการเชิงรุกในการเจรจาต่อรองระหว่างประเทศเกี่ยวกับสารพิษและกากสารพิษ อย่างไรก็ดีปัจจุบันประเทศไทยมีระบบการจัดการ วัตถุอันตรายและกากของเสียอันตรายอยู่แล้ว ความจำเป็นในขณะนี้คือ การเร่งพัฒนาระบบที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเป็นสากลมากขึ้น เพิ่มศักยภาพในการจัดการกากของเสียอันตรายทั้งหมดที่มีอยู่ในประเทศอย่างเพียงพอและถูกหลักวิชาการ ควรกำหนดนโยบายของชาติให้ชัดเจนในการไม่นำเข้ากากของเสียอันตรายจากต่างประเทศไม่ว่าด้วยเหตุผลใดๆ ต้องปรับปรุงให้มีองค์ประกอบพื้นฐานของการจัดการวัตถุอันตรายที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น เช่นจัดให้มีกฎหมายที่มีคุณภาพและครอบคลุมมากขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการบังคับใช้กฎหมาย มีระบบและองค์กรรับผิดชอบด้านการจัดเก็บ ประสานและเผยแพร่ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ มีศักยภาพในการประเมินความเสี่ยงและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีศักยภาพในการฟื้นฟูแหล่งมลพิษและรักษาฟื้นฟูผู้ได้รับพิษจากวัตถุอันตรายชนิดต่างๆ จัดให้มีระบบการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ และมีศักยภาพในการป้องกันแก้ไขอุบัติภัยเคมีภัณฑ์ด้วย

2.2.2 ระบบสารสนเทศสำหรับการจัดการการขนส่งของผู้รับจ้างวัตถุอันตราย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อรวรรณ ศรีเตียเพ็ชร , 2547)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบสารสนเทศสำหรับการจัดการการขนส่งของผู้รับจ้างขนส่งวัตถุอันตราย การพัฒนาระบบสารสมเทศเป็นไปตามขั้นตอนของวงจรการพัฒนาระบบ ได้แก่

2.2.2.1 การศึกษาความต้องการทางสารสนเทศ

2.2.2.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

2.2.2.3 การพัฒนาระบบและการทดสอบ

ระบบที่พัฒนาขึ้นแบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนการทำงานหลัก ส่วนของข้อมูลพื้นฐาน และส่วนข้อมูลระบบ ระบบงานในส่วนการทำงานหลักเป็นส่วนที่ใช้ในการดำเนินงานประจำวันของฝ่ายบริหารงานขนส่ง ทั้งนี้การศึกษาได้ใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และระบบจัดการฐานข้อมูลของออราเคิล เพื่อการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูล ระบบที่พัฒนาขึ้นได้ถูกทอสอบด้วยวิธีการทดสอบการใช้งานได้ ผลการใช้งานพบว่า ระบบช่วยลดความผิดพลาดจากข้อจำกัดพิเศษในการขนส่งสอนค้าจากสถานที่รับไปยังสถานที่ส่งสินค้าแต่ละแห่ง ช่วยลดข้อผิดพลาดในการวางแผนการจัดส่งสินค้า ได้แก่ ลดโอกาสความผิดพลาดในการจัดรถขนส่งผิดประเภทและจัดงานให้พนักงานขับรถที่ไม่มีคุณสมบัติในการขับขี่หรือไม่มีคุณสมบัติในการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าชนิดนั้นๆ ช่วยให้เจ้าหน้าที่วางแผนจัดส่งสามารถจัดงานขนส่งได้ครบถ้วนตามที่คำสั่งส่งสินค้าของลูกค้า รวมทั้งยังเป็นการชี้บ่งและสอบกลับปัญหาได้แม่นยำมากขึ้นอีกด้วย

2.2.3 การพัฒนาระบบฐานข้อมูล จีเอ็มพี ด้านวัตถุอันตราย ในความรับผิดชอบของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ,มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช(สรพล แก้วแดง, 2547)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูล จีเอ็มพี ด้านวัตถุอันตรายสำหรับใช้จัดเก็บข้อมูลของการใช้การรับรองด้านมาตรฐานจีเอ็มพี ที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ระบบฐานข้อมูลนี้มีลักษณะการทำงานแบบ Client/Server ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ระบบฐานข้อมูลได้หลายๆคนพร้อมกัน

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลนี้ได้ครอบคลุมกิจกรรมต่างๆซึ่งประกอบด้วย การศึกษาความต้องการของระบบ ความต้องการขององค์กร การเชื่อมโยงฐานข้อมูลเดิมขององค์กรกับฐานข้อมูลที่ได้ ทำการพัฒนาขึ้นมาใหม่โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์และออกแบบระบบโดยใช้ภาษายูเอ็มแอลซึ่งเป็นภาษาสำหรับเทคโนโลยีเชิงวัตถุ เพื่อสร้างแบบจำลองเชิงวัตถุซึ่งใช้ในการออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูล การออกแบบซอฟท์แวร์คอมโพเนนต์ ใช้อธิบายขั้นตอนการทำงานต่างๆของระบบในด้านการจัดการฐานข้อมูลใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูล Informix Dynamic Server version 9.40 TCI และ ใช้โปรแกรม PowerBuider version 6.0 ในการสร้างโปรแกรมเชิงวัตถุเพื่อใช้ร่วมกับระบบฐานข้อมูลซึ่งประกอบด้วยระบบงานต่างๆดังต่อไปนี้ คือ ระบบบันทึกรับคำตรวจรับรอง ระบบบันทึกผล การตรวจประเมิน ระบบการยกเลิกหนังสือรับรองมาตรฐานการผลิต ระบบ

บันทึกสถานการณ์ลงนาม หนังสือรับรอง ระบบการสืบค้นข้อมูล ระบบรายงาน และระบบการพิมพ์หนังสือรับรอง

2.2.4 การพัฒนาโปรแกรมควบคุมปริมาณการนำเข้าวัตถุอันตรายในประเทศไทย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ภัสราพร พลับเจริญสุข,2547)

วัตถุอันตรายเป็นสิ่งที่สำคัญอันดับต้นๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย ทั้งนี้เพราะวัตถุอันตรายมักจะเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดอันตรายที่ร้ายแรงดังจะเห็นได้จากเหตุการณ์ร้ายแรงที่เกิดขึ้นในประเทศไทย นอกจากนั้นวัตถุอันตรายยังเป็นสารที่สามารถนำไปใช้ในทางที่ไม่ถูกต้องได้ เช่น ใช้เป็นวัตถุระเบิดในการก่อวินาศกรรม ใช้เป็นสารเริ่มต้นในการผลิตยาเสพติด หากมีการจัดเก็บที่ไม่ถูกต้องก็จะทำให้เกิดเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้

การควบคุมวัตถุอันตรายที่มีประสิทธิภาพ จะทำให้เกิดความปลอดภัยต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมตลอดจนชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน วิทยานิพนธ์นี้เป็นการดำเนินงานเพื่อจัดทำระบบควบคุมปริมาณวัตถุอันตรายในประเทศไทย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมนี้ถูกออกแบบขึ้นมาตามความต้องการของผู้ใช้งานในสำนักงานควบคุมวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งรับผิดชอบด้านการนำเข้าวัตถุอันตรายในประเทศไทย โปรแกรมนี้จึงมีความเหมาะสมกับสภาพการทำงาน โดยสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน และง่ายต่อการใช้งานของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง และใช้ได้ง่ายกว่าโปรแกรมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุอันตราย และจัดเก็บไว้อย่างมีประสิทธิภาพในรูปแบบของฐานข้อมูล ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้งานร่วมกันได้ โดยจะมีบุคคลกลุ่มหนึ่งทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลและบันทึกปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยอยู่ตอดเวลา และในขณะเดียวกันสามารถค้นหาและนำเอาข้อมูลไปวิเคราะห์จัดทำเป็นรายงานในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างสะดวกตามความต้องการของผู้ใช้งาน หรืออาจจะนำเอาข้อมูลต่างๆมาศึกษาหรือวิเคราะห์ผลทางสถิติได้ ฐานข้อมูลวัตถุอันตรายนี้ยังช่วยให้เราได้รู้เกี่ยวกับปริมาณและการกระจายของวัตถุอันตรายได้อย่างชัดเจน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมตลอดจนชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

2.2.5 การศึกษาและสำรวจหลักเกณฑ์ของการเก็บรักษาวัตถุอันตราย กลุ่มไอโซไซยาเนต ในโรงงานอุตสาหกรรม ,มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (ธนศักดิ์ เรืองสุวรรณ, 2547)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

2.2.5.1 ศึกษาหลักเกณฑ์ของการเก็บรักษาวัตถุอันตรายกลุ่มไอโซไซยาเนตในโรงงานอุตสาหกรรมให้ได้ตามกฎหมายและมาตรฐานต่างๆ

2.2.5.2 ศึกษาสรูปที่แท้จริงของโรงงานที่เก็บรักษาวัตถุอันตรายกลุ่มไอโซไซยาเนตของประเทศไทย

2.2.5.3 จัดทำหลักเกณฑ์การเก็บรักษาวัตถุอันตรายกลุ่มไอโซไซยาเนตในโรงงานอุตสาหกรรมของประเทศไทย

การศึกษาทำโดยศึกษาหลักเกณฑ์ของการเก็บรักษาวัตถุอันตรายกลุ่มไอโซไซยาเนตของต่างประเทศและกฎกระทรวงตามพ.ร.บ.วัตถุอันตราย 2535 โดยใช้มาตรฐานสูงกว่าเป็นเกณฑ์ในการจัดทำหลักเกณฑ์ของการเก็บรักษา , การสำรวจข้อมูลในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีดารเก็บรักษาวัตถุอันตรายกลุ่มไอโซไซยาเนตในเขตกรุงเทพ และปริมณฑลที่อยู่นอกเขตนิคมอุตสาหกรรม, สอบถามความคิดเห็น เหตุผล ข้อเสนอแนะรวมทั้งปัญหาและอุปสรรคของผู้ควบคุมและกำกับดูแลรับผิดชอบสถานที่เก็บรักษาวัตถุอันตราย ในการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ของการเก็บรักษาวัตถุอันตรายกลุ่มไอโซไซยาเนต และสุดท้ายนำรายละเอียดทั้งหมดมาประมวลโดยใช้ข้อมูลจากการศึกษา และเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาร่วมสนับสนุนในการกำหนดแนวทางในการจัดทำหลักเกณฑ์ของการเก็บรักษาวัตถุอันตรายกลุ่มไอโซไซยาเนตในโรงงานอุตสาหกรรมของประเทศไทย

ผลการวิจัยพบว่า โรงงานที่เก็บรักษาวัตถุอันตรายกลุ่มไอโซไซยาเนตยังไม่สารถปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ทางกฎหมายได้ทั้งหมด และในกรณีของโรงงานอุตสาหกรรมที่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ ทั้งหมดของการเก็บรักษาได้ค่าเฉลี่ยทั้งหมด 67.8 ส่วนที่โรงงานอุตสาหกรรมปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ไม่ได้ มีรายละเอียดที่สำคัญที่อาจส่งผลกระทบต่อการเกิดอุบติเหตุร้ายแรงเช่น เพลิงไหม้ สารเคมีรั่วไหล การระเบิด โดยสาเหตุเกิดจากการเก็บรักษาวัตถุอันตรายกลุ่มไอโซไซยาเนตไว้รวมกันหรือใกล้เคียงกับสารที่ทำปฏิกิริยาและวัสดุที่ติดไฟได้ ระยะห่างในการเก็บรักษากับสารที่ทำปฏิกิริยาต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน การป้องกันการรั่วไหลและพื้นที่รองรับและกักเก็บวัตถุอันตรายเกิดการตกหล่นรั่วไหล และอุปกรณ์ดับเพลิงที่เหมาะสมในการเก็บรักษา ซึ่งทั้งหมดเป็นส่วนที่สำคัญในเรื่องความปลอดภัยของสถานที่เก็บรักษาและโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความใจในเรื่องของวัตถุอันตราย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา และออกแบบระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมไทย โดยออกแบบมาสำหรับใช้ในงาน 2 ประเภท คือ 1) การนำเอาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีอันตรายไปทำการตรวจสอบอาคารเก็บสารเคมีเดิมที่มีอยู่แล้ว ว่ามีระบบการจัดเก็บที่ถูกต้องตามหลักทฤษฎี มาตรฐานและข้อกำหนดกฎหมายหรือไม่ และ 2) การนำเอาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีไปเป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบอาคารเก็บสารเคมีใหม่ เพื่อให้การออกแบบอาคารเก็บสารเคมีเป็นไปอย่างถูกต้องตามหลักทฤษฎี มาตรฐาน และข้อกำหนดกฎหมาย ดังนั้น จึงได้มีการคัดเลือกกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่าง โดยแบ่งกลุ่มโรงงานเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

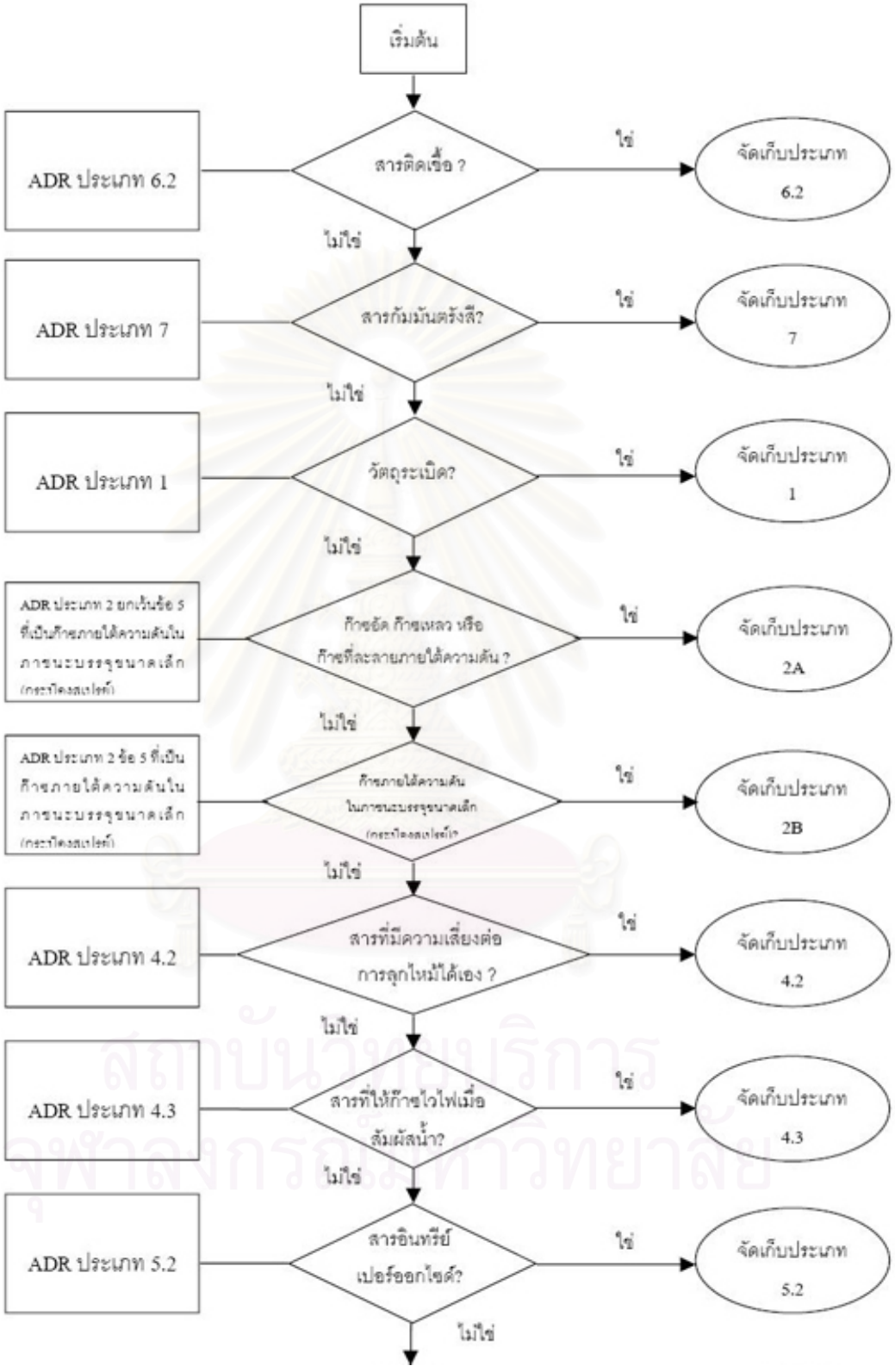
กลุ่มที่ 1) โรงงานที่ยังไม่มีอาคารจัดเก็บสารเคมีและต้องการนำระบบไปช่วยสนับสนุนการออกแบบอาคารจัดเก็บสารเคมีอันตราย จำนวน 1 โรงงาน ได้แก่ โรงงานSPRC จำกัด

กลุ่มที่ 2) โรงงานที่มีอาคารจัดเก็บสารเคมีและต้องการตรวจสอบแผนผังและอาคารเดิมที่มีอยู่แล้วว่าถูกต้องหรือไม่ จำนวน 2 โรงงาน

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

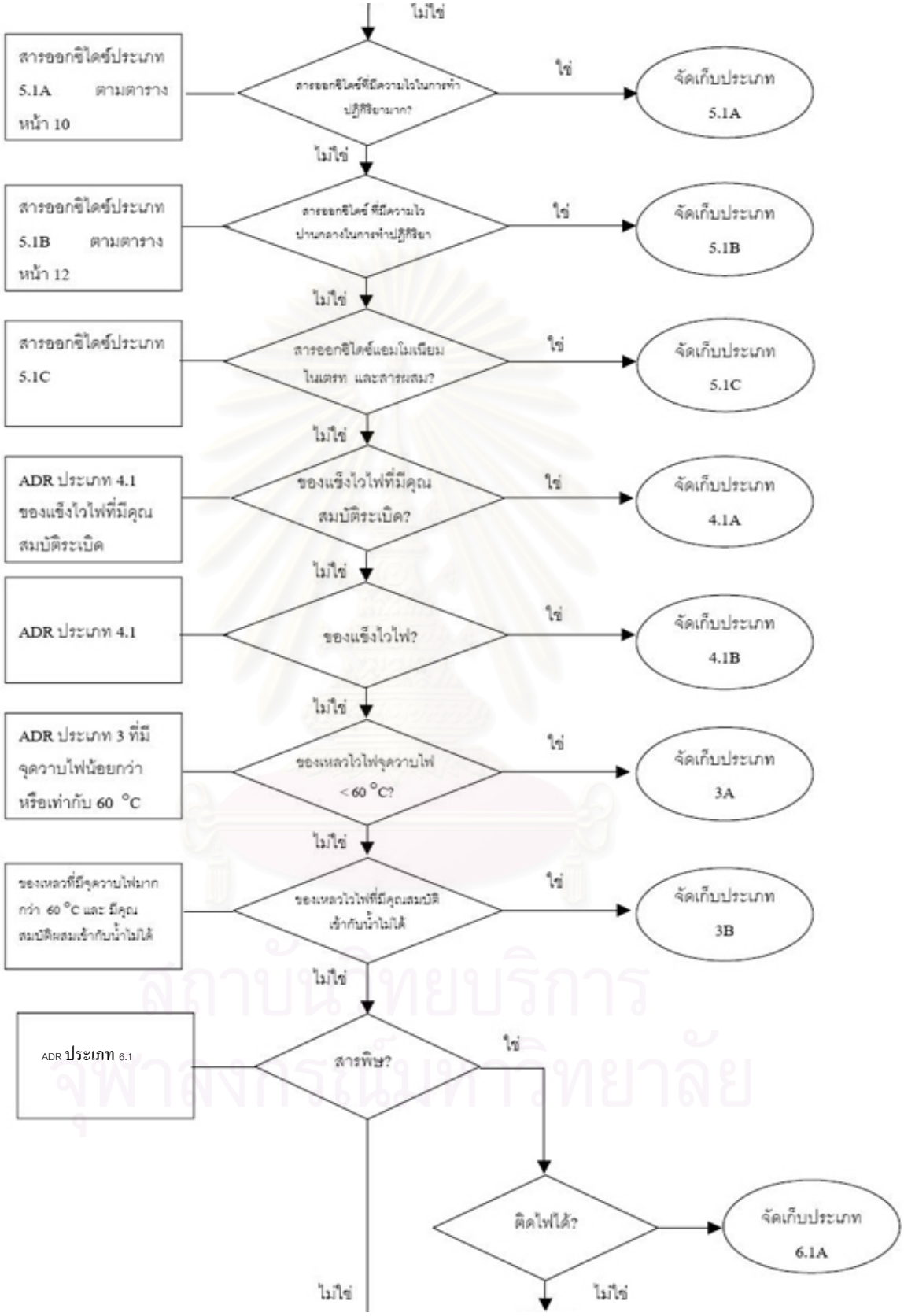
3.1.1 ทำการศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและรวบรวมข้อมูลแนวทางในการจัดเก็บสารเคมีของโรงงานอุตสาหกรรมทั้ง 3 โรงงาน

3.1.2 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเฉพาะของสารเคมีแต่ละตัว เช่น ลักษณะสมบัติทางกายภาพ ลักษณะสมบัติทางเคมี ข้อมูลด้านการป้องกันภัย ข้อมูลด้านความปลอดภัยในการใช้สารเคมี ขอกำหนดเฉพาะในการจัดเก็บ ข้อกำหนดเฉพาะในการดำเนินงานกับสารเคมี มาตรการในการป้องกันและจัดการกับอุบัติภัยจากสารเคมีอันตราย โดยสารเคมีที่นำมาพิจารณาทั้งหมดคือสารเคมีที่มีระบุรายชื่อไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2549(พิจารณาเฉพาะที่อยู่ในความดูแลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม) รวมทั้งศึกษาวิธีการแบ่งประเภทของสารเคมีและวัตถุอันตรายเพื่อทำการแบ่งประเภทของอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากสารเคมีแต่ละชนิด โดยทำการสืบค้นข้อมูลจากกฎกระทรวงและมาตรฐานต่างๆ ที่มีการใช้กันอย่างสากล โดยมีขั้นตอนในการพิจารณาการแบ่งประเภทการจัดเก็บดังแสดงในรูปที่ 3.1



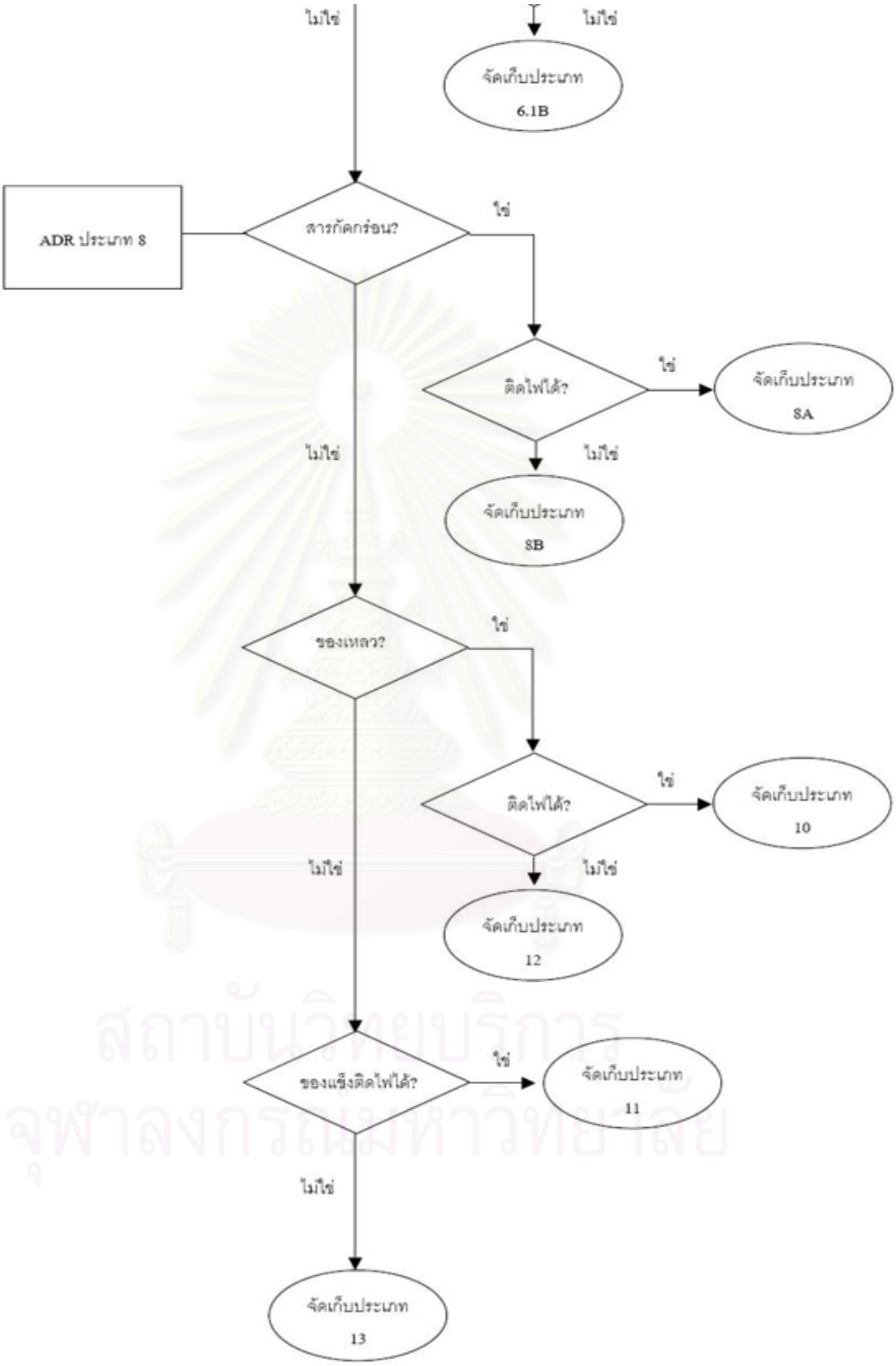
(คู่มือการเก็บรักษาวัตถุอันตราย กรมโรงงาน ,2550)

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนในการพิจารณาแยกประเภทในการจัดเก็บสารเคมี



(คู่มือการเก็บรักษาวัตถุอันตราย กรมโรงงาน ,2550)

รูปที่ 3.1 (ต่อ) ขั้นตอนในการพิจารณาแยกประเภทในการจัดเก็บสารเคมี



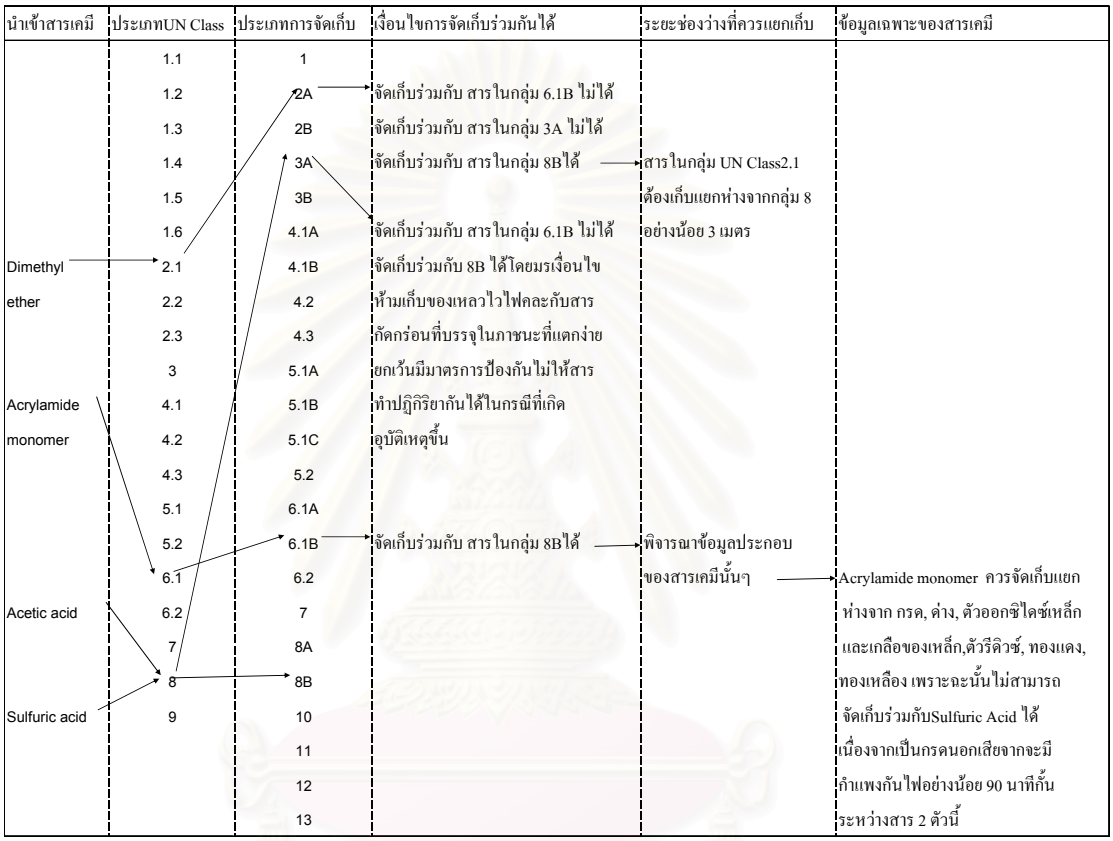
(คู่มือการเก็บรักษาวัตถุอันตราย กรมโรงงาน ,2550)

รูปที่ 3.1 (ต่อ) ขั้นตอนในการพิจารณาแยกประเภทในการจัดเก็บสารเคมี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

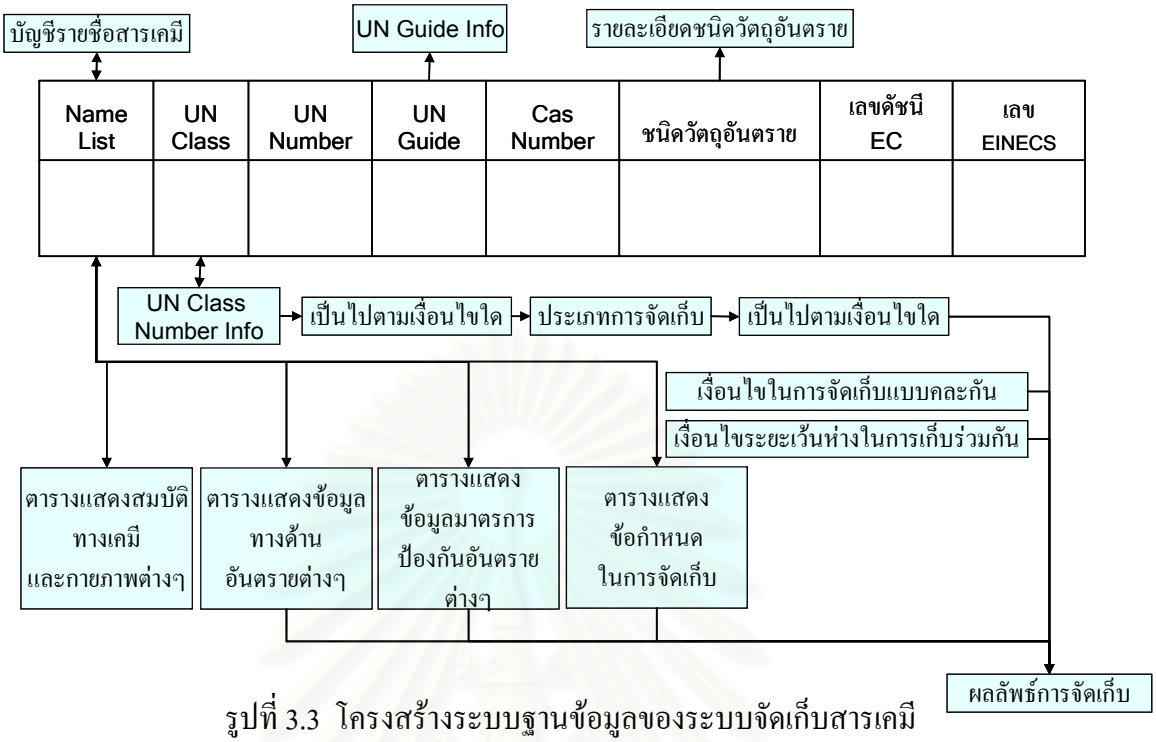
3.2 ออกแบบระบบ

3.2.1 ทำการออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น กฎหมายและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องโดยมีวิธีการทำงานโดยสรุปตามแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างขั้นตอนการตัดสินใจในการจัดเก็บสารเคมีที่คัดเลือกมาเป็นตัวอย่าง

3.2.2 ทำการออกแบบระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของสมบัติสารเคมีทั้งหมดและข้อกำหนดต่างๆที่ใช้ในการพิจารณาการจัดเก็บของสารเคมี เพื่อให้ง่ายต่อการนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงผล โดยมีโครงสร้าง และรายละเอียดการจัดเก็บข้อมูลของระบบฐานข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1 -3.12 ตามลำดับ



รูปที่ 3.3 โครงสร้างระบบฐานข้อมูลของระบบจัดเก็บสารเคมี

ตารางที่ 3.1 ตารางคุณสมบัติของสารเคมี (tbl_chem)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
ID	AutoNumber			PK
chem_id	int	รหัสสารเคมี	11	
chem_name	varchar	ชื่อสารเคมี	255	
chem_keyword	longtext	คำค้นสารเคมี		
chem_unclass	varchar	เลข unclass	255	
chem_formula	varchar	สูตรเคมี	255	
chem_status	varchar	สถานะของสารเคมี	255	
chem_color	varchar	สีของสารเคมี	255	
chem_smell	varchar	กลิ่นของสารเคมี	255	
chem_melt	varchar	จุดหลอมเหลว	255	
chem_boil	varchar	จุดเดือด	255	
chem_firetemp	varchar	อุณภูมิติดไฟ	255	
chem_fire	varchar	จุดวาบไฟ	255	
chem_explose	varchar	ขอบเขตการระเบิด	255	

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
chem_steampressure	varchar	ความดันไอ	255	
chem_density	varchar	ความหนาแน่น	255	
chem_steamdensity	varchar	ความหนาแน่นของไอ	255	
chem_stable	varchar	ความเสถียร	255	

ตารางที่ 3.2 ตารางข้อกำหนดระยะจัดเก็บของสารเคมี (tbl_distance)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
id	AutoNumber			PK
unclass1	varchar	unclass ของสารเคมี 1	10	
unclass2	varchar	unclass ของสารเคมี 2	10	
distance	varchar	ระยะจัดเก็บของสารเคมี	10	

ตารางที่ 3.3 ตารางข้อมูลอันตรายของสารเคมี (tbl_hazard)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
chem_id	int	รหัสสารเคมี	11	PK
h_statusavoid	varchar	สภาวะที่ควรหลีกเลี่ยง	255	
h_substanceavoid	longtext	สารที่ควรหลีกเลี่ยง		
h_decompose	varchar	ผลิตภัณฑ์อันตรายที่เกิดจากการสลายตัว	255	
h_polymer	varchar	โพลิเมอร์ไรเซชั่นที่เป็นอันตราย	255	
h_environment	longtext	ข้อบ่งชี้สำหรับอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม		
h_indication	longtext	ข้อชี้บ่งและอาการของการได้รับสาร		
h_more	longtext	ข้อมูลอื่นๆ		

ตารางที่ 3.4 ตารางประเภทอันตรายของสารเคมี (tbl_hazardtype)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
id	Autonumber			PK
ht_id	varchar	รหัสประเภทอันตรายของสารเคมี	5	
ht_detail	varchar	รายละเอียดประเภทอันตรายของสารเคมี	1000	

ตารางที่ 3.5 ตารางแนวทางป้องกันอันตรายจากสารเคมี (tbl_plan)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
chem_id	int	รหัสสารเคมี	11	PK
p_smell	varchar	การปฏิบัติเมื่อสูดดม	255	
p_touch	varchar	การปฏิบัติเมื่อสัมผัส	255	
p_eye	varchar	การปฏิบัติเมื่อเข้าตา	255	
p_eat	longtext	การปฏิบัติเมื่อกลืนกิน		
p_fireout	varchar	สารดับไฟที่เหมาะสม	255	
p_risk	varchar	ความเสี่ยงเฉพาะ	255	
p_fireequip	varchar	อุปกรณ์ป้องกันพิเศษสำหรับผู้ผจญเพลิง	255	
p_protect	varchar	วิธีป้องกันภัยของบุคคล	255	
p_clean	varchar	วิธีการทำความสะอาดหลังการปนเปื้อน หรือรั่วไหล	255	

ตารางที่ 3.6 ตารางรายละเอียดเกณฑ์การจัดเก็บสารเคมี (tbl_rule)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
id	AutoNumber			PK
rule_id	varchar	รหัสเกณฑ์การจัดเก็บ	10	
rule_detail	varchar	รายละเอียดเกณฑ์การจัดเก็บ	1000	

ตารางที่ 3.7 ตารางรายละเอียดการจัดเก็บสารเคมี (tbl_storage)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
chem_id	varchar	รหัสสารเคมี	11	PK
s_type	varchar	ประเภทการจัดเก็บ	30	
s_container	varchar	ภาชนะที่ใช้จัดเก็บ	100	
s_annex	varchar	ฉลาก	100	
s_note	varchar	รหัส Note	100	
s_r	varchar	รหัส R	100	
s_s	varchar	รหัส S	100	
s_unclass	varchar	UN Hazard Class	100	
s_risk	varchar	UN Subsidiary Risks	100	
s_waterpollute	varchar	ระดับมลพิษต่อแหล่งน้ำ	100	
s_store	longtext	การเก็บรักษา		
s_statusavoid	varchar	สภาวะที่ควรหลีกเลี่ยง	100	
s_substanceavoid	longtext	สารที่ควรหลีกเลี่ยง		
s_maxdensity	varchar	MAK German (ความเข้มข้นสูงสุดในที่ทำงาน)	100	
s_individualprotect	longtext	เครื่องป้องกันส่วนบุคคล		
s_engcontrol	varchar	การควบคุมเชิงวิศวกรรม	100	
s_general		สุขลักษณะทั่วไป	100	

ตารางที่ 3.8 ตารางรหัสการจัดเก็บสารเคมี (tbl_storagecode)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
id	varchar			PK
chem_id	int	รหัสสารเคมี	11	
code	varchar	รหัสการจัดเก็บสารเคมี	255	

ตารางที่ 3.9 ตารางเงื่อนไขการจัดเก็บสารเคมีร่วมกัน (tbl_storagerule)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
id	Autonumber			PK
storagetype1	varchar	รหัสการจัดเก็บสารเคมี 1	10	
storagetype2	varchar	รหัสการจัดเก็บสารเคมี 2	10	
result	varchar	ผลการจัดเก็บ	10	
rule	varchar	กฎการจัดเก็บ	10	

ตารางที่ 3.10 ตารางแสดงสัญลักษณ์การจัดเก็บสารเคมี (tbl_symbol)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
id	Autonumber			PK
chem_id	int	รหัสสารเคมี	11	
symbol	varchar	สัญลักษณ์สารเคมี	255	

ตารางที่ 3.11 ตารางรายละเอียดสารเคมีย่อย (tbl_subchem)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
subchem_id	int	รหัสสารเคมีย่อย	11	PK
subchem_name	varchar	ชื่อสารเคมีย่อย	6	
subchem_chem_id	Int	รหัสสารเคมีหลัก	11	
subchem_unclass	varchar	UN class สารเคมีย่อย	255	
subchem_unnum	varchar	UN number สารเคมีย่อย	255	
subchem_unguide	varchar	UN guide สารเคมีย่อย	255	
subchem_casnum	varchar	CAS number สารเคมีย่อย	255	
subchem_hazardtype	varchar	ประเภทการจัดเก็บสารเคมีย่อย	255	
subchem_ec	varchar	เลข EC สารเคมีย่อย	255	
subchem_einecs	varchar	เลข EINECS สารเคมีย่อย	255	

ตารางที่ 3.12 ตารางแสดงรายละเอียด UN class (tbl_unclass)

ชื่อข้อมูล	ชนิดของข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด	คีย์
id	Autonumber			PK
unclass	int	เลข UN class	11	
unclass_detail	varchar	รายละเอียด UN class	500	

3.2.3 ทำการออกแบบระบบโปรแกรมสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี โดยมีเมนูหลักทั้งหมดจำนวน 7 เมนู โดยแต่ละเมนูสามารถทำการสืบค้นข้อมูลรายละเอียดเฉพาะของสารเคมีแต่ละตัวได้ โดยพิมพ์ชื่อสารเคมีที่ต้องการทราบข้อมูลในช่องค้นหา ซึ่งแต่ละเมนูมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.3.1 หน้าหลัก(Home) เป็นหน้าหลักที่แสดงข้อมูลทั่วไปของงานวิจัยนี้

3.2.3.2 เมนู Chemistry เป็นหน้าที่แสดงข้อมูลการแบ่งประเภทตามมาตรฐานสากล ลักษณะสมบัติต่างๆของสารเคมีแต่ละตัวโดยมีรายละเอียดดังนี้ UN Class UN Number Un Guid Cas Number เลขดัชนี EC เลข EINECS ประเภทวัตถุอันตราย สูตรทางเคมี สถานะ จุดหลอมเหลว จุดเดือด จุดวาบไฟ อุณหภูมิที่ติดไฟได้เอง ขอบเขตการระเบิด ความเสถียร ฯ

3.2.3.3 เมนู Hazard เป็นหน้าที่แสดงข้อมูลด้านอันตรายของสารเคมีแต่ละตัว โดยมีรายละเอียดดังนี้ สภาวะที่ควรเลี่ยง สารที่ควรเลี่ยง ผลิตภัณฑ์อันตรายที่เกิดจากการสลายตัว โพลิเมอร์ไรเซชั่นที่เป็นอันตราย ข้อชี้บ่งสำหรับอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ข้อชี้บ่งและอาการของการได้รับสาร ข้อมูลอื่นๆ

3.2.3.4 เมนู Safety Info เป็นหน้าที่แสดงข้อมูลด้านมาตรการป้องกันและบรรเทาอันตรายจากสารเคมีโดยมีรายละเอียดดังนี้ มาตรการปฐมพยาบาล มาตรการผจญเพลิง มาตรการเมื่อมีอุบัติเหตุสารหกรั่วไหล

3.2.3.5 เมนู Storage เป็นหน้าที่แสดงข้อมูลด้านการจัดเก็บและสัญลักษณ์ฉลากและรหัสในการแสดงอันตรายของสารเคมีแต่ละตัว โดยมีรายละเอียดดังนี้ ประเภทการจัดเก็บ สัญลักษณ์แสดงอันตราย ภาชนะที่บรรจุ ฉลาก ข้อกำหนดในการเก็บรักษา MAK German (ความเข้มข้นสูงสุดในที่ทำงาน) เครื่องป้องกันส่วนบุคคล การควบคุมเชิงวิศวกรรม สุขลักษณะทั่วไปฯ

3.2.3.6 เมนู warehousing เป็นเมนูที่แสดงข้อกำหนดของการจัดเก็บสารเคมีอันตรายแบบคละกันว่า สารอันตรายตัวใดต้องทำการจัดเก็บแบบแยกบริเวณหรือสามารถจัดเก็บแบบคละกันได้ โดยในเมนูนี้ผู้ใช้สามารถทำการคัดเลือกรายการสารเคมีที่จะทำการจัดเก็บในคลังจัดเก็บ

ทั้งหมดและสามารถให้โปรแกรมประมวลผลและแสดงให้ทราบได้ว่าสารเคมีตัวใดสามารถเก็บร่วมกันได้และตัวใดจำเป็นต้องทำการแยกเก็บแบบแยกบริเวณกัน

3.2.3.7 เมนู Layout เป็นเมนูที่ทำหน้าที่ประเมินแผนผังและโครงสร้างอาคารที่ใช้จัดเก็บสารเคมีว่าถูกต้องเป็นไปตามข้อกำหนดเงื่อนไขของกฎหมายหรือไม่โดยผู้ใช้สามารถเลือกสารเคมีที่ทำการจัดเก็บในอาคาร กำหนดขนาดตัวอาคาร กำหนดพื้นที่ที่ใช้จัดเก็บสารเคมีแต่ละตัวและรายละเอียดโครงสร้างอื่นๆที่จำเป็น เพื่อให้ระบบสนับสนุนทำการประเมินข้อมูลว่าเป็นไปตามกฎหมายกำหนดหรือไม่ โดยเมนูนี้สามารถใช้ในการตรวจสอบอาคารจัดเก็บที่มีอยู่แล้วว่าถูกต้องหรือไม่และยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการออกแบบอาคารจัดเก็บใหม่ได้อีกด้วย

3.2.4 ทำการออกแบบแนวทางในการวัดผล และประเมินผลจากการนำเอาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีไปใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้การวัดระดับความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุจากการจัดเก็บสารเคมีมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลก่อนและหลังการนำระบบไปใช้จริง โดยทำการวัดระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์อันตราย เช่น การระเบิด เพลิงไหม้จากสารเคมีอันตราย สารเคมีอันตรายหกรั่วไหล ฯ ที่อาจะเกิดขึ้นได้จากสารเคมีอันตรายแต่ละตัว และ ทำการวัดระดับความเสียหายจากการเกิดเหตุอันตรายจากสารเคมีดังกล่าวมาแล้ว โดยมีเกณฑ์การให้ระดับคะแนนและการคำนวณความเสี่ยงดังแสดงในตารางที่ 3.13-3.15

ผลลัพธ์ระดับความเสี่ยง = ระดับการป้องกันอันตราย × ระดับความรุนแรง

ตารางที่ 3.13 ระดับการป้องกันการเกิดเหตุอันตรายจากสารเคมีแต่ละตัว

ระดับ	รายละเอียด	ตัวอย่าง
1	มีมาตรการป้องกันและมาตรการระงับเหตุอันตรายอย่างดีเยี่ยม	มีการแยกเก็บสารเคมี/ระยะห่างในการเก็บเป็นไปตาม Segregation rule (ดูตารางที่ 2.4)และมีกำแพงกันการลุกลามของไฟ,โครงสร้างอาคารถูกต้องตามกฎหมาย
2	มีมาตรการป้องกันเฉพาะที่ตัวต้นเหตุของการเกิดอันตราย	ระยะห่างการเก็บเป็นไปตาม Segregation rule (ดูตารางที่ 2.4) แต่ยังอยู่ในบริเวณ/อาคารเดียวกัน,โครงสร้างอาคารส่วนใหญ่ถูกต้องตามกฎหมาย
3	มีมาตรการป้องกันการเกิดอันตรายเฉพาะเหตุรุนแรง	เก็บระยะห่างกันแต่ยังไม่เป็นไปตาม Segregation rule (ดูตารางที่ 2.4) สภาพอาคารเสี่ยงต่อการเกิดอันตราย

		และง่ายต่อการลุกลามของเหตุอันตราย
4	ไม่มีเครื่องมือหรือวิธีการป้องกันอันตรายเลย	เก็บใกล้กันมากและระบบอาคารไม่มีการป้องกันการเกิดและการลุกลามของอันตรายเลย

ตารางที่ 3.14 ระดับความรุนแรงจากการเกิดเหตุอันตราย

ระดับ	ความเสียหายต่อทรัพย์สิน	ความเสียหายต่อบุคคล	ความเสียหายต่อชุมชน
1	ความเสียหายน้อยกว่า 1 ล้านบาท	มีการบาดเจ็บเล็กน้อยในระดับปฐมพยาบาล	ไม่มีผลกระทบหรือมีผลกระทบเล็กน้อยมากต่อชุมชนรอบโรงงาน
2	ความเสียหายอยู่ระหว่าง 1-10 ล้านบาท	มีการบาดเจ็บต้องได้รับการรักษาทางการแพทย์	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงานและแก้ไขได้ในระยะเวลาสั้น
3	ความเสียหายอยู่ระหว่าง 10-50 ล้านบาท	มีการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่รุนแรง	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงานและต้องใช้เวลาในการแก้ไข
4	ความเสียหายมากกว่า 50 ล้านบาท	ทุพลภาพหรือเสียชีวิต	มีผลกระทบรุนแรงต่อชุมชนเป็นบริเวณกว้างหรือหน่วยงานของรัฐต้องเข้าดำเนินการแก้ไข

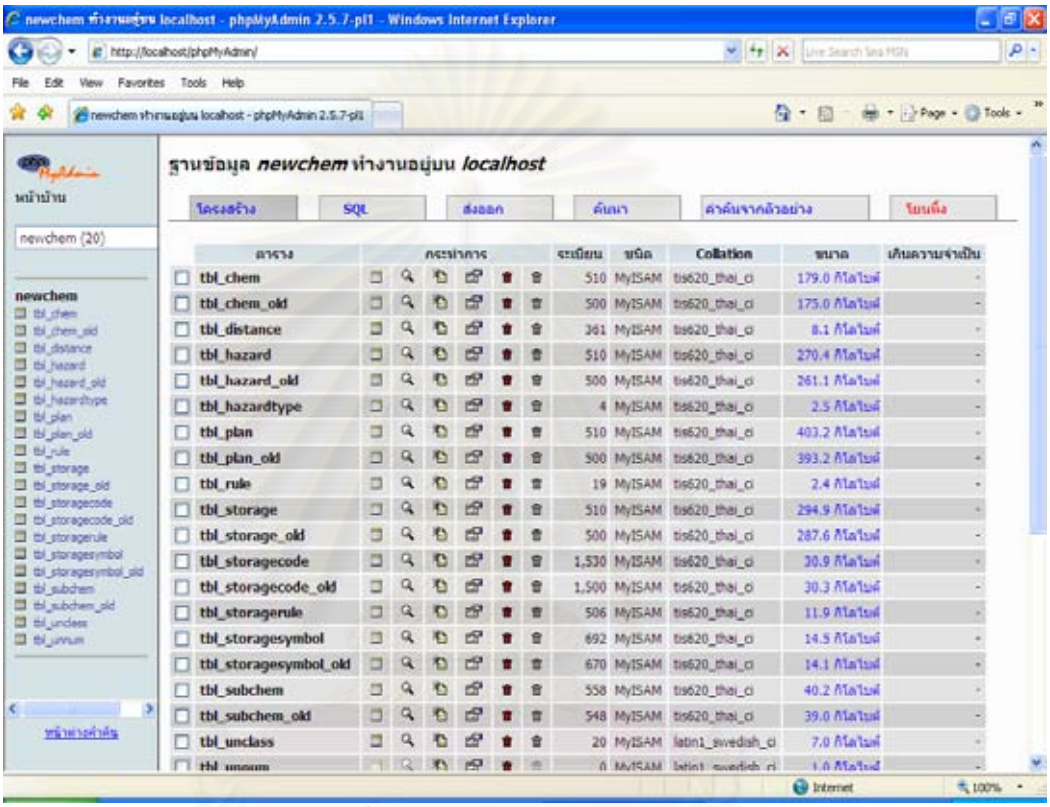
ตารางที่ 3.15 การจัดระดับความเสี่ยงอันตราย

ระดับความเสี่ยง	ผลลัพธ์	ความหมาย
1	1-2	ความเสี่ยงเล็กน้อย
2	3-6	ความเสี่ยงปานกลาง
3	7-11	ความเสี่ยงสูง
4	12-16	ความเสี่ยงสูงมาก

3.3 การพัฒนาระบบ

3.3.1 จัดทำบทสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนในการพิจารณาข้อมูลเพื่อการจัดเก็บสารเคมี

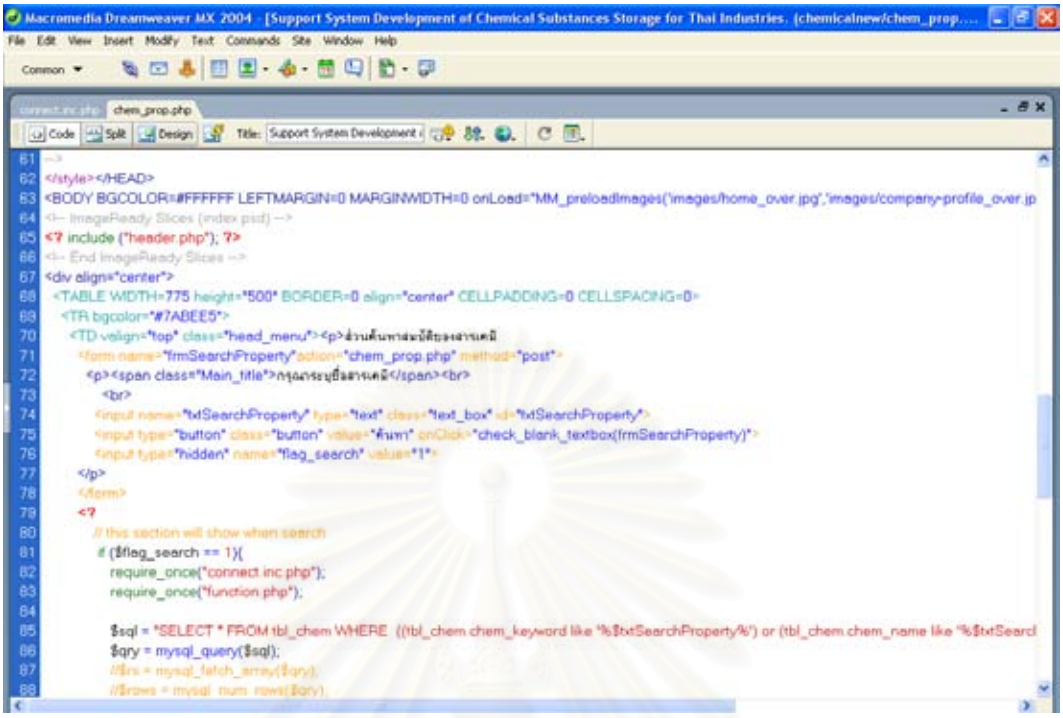
3.3.2 พัฒนาระบบจัดการกับฐานข้อมูลโดยใช้เครื่องมือโปรแกรม My SQL เพื่อจัดเก็บองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมีดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 หน้าจอฐานข้อมูล My SQL

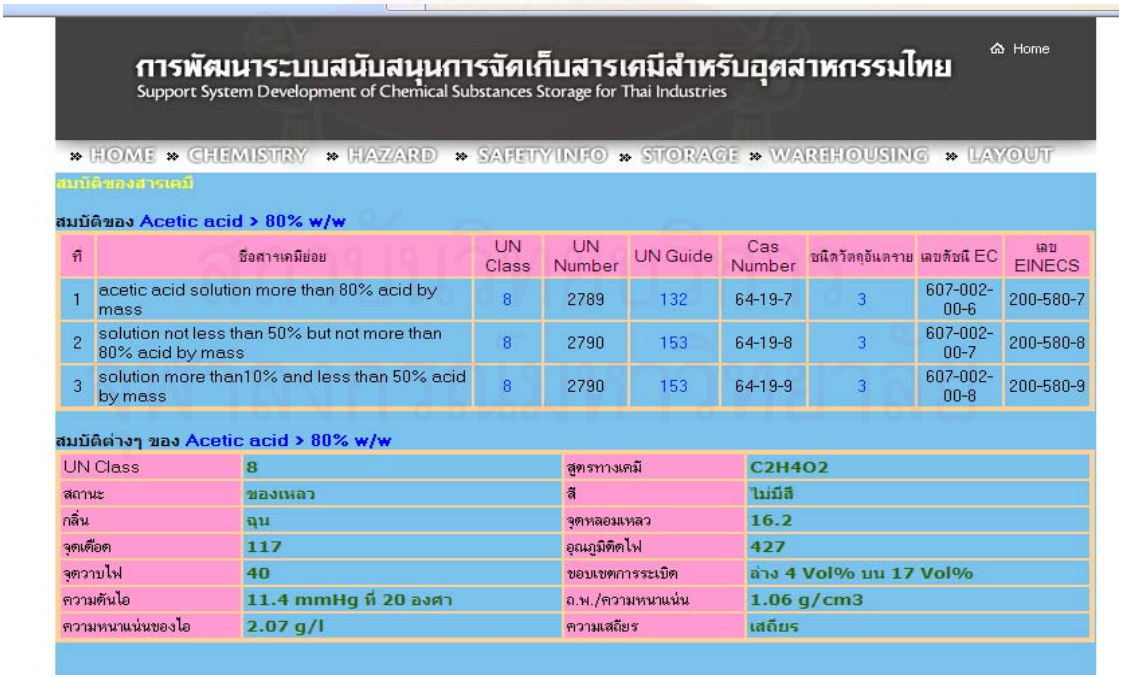
3.3.3 พัฒนาระบบการค้นหาข้อมูล เพื่อดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลหรือส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับระบบฐานข้อมูลเพื่อการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมี โดยใช้เครื่องมือภาษา SQL และ PHP ดังแสดงในรูปที่ 3.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



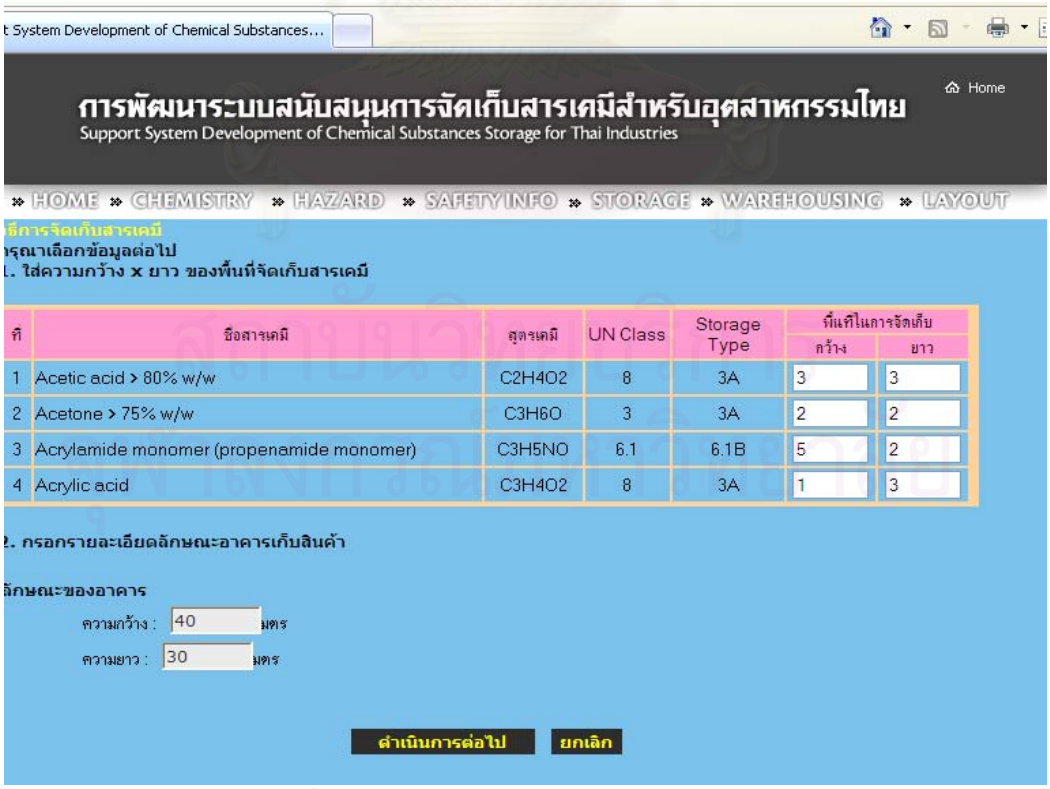
รูปที่ 3.5 หน้าจอการเขียนCode ภาษา PHP และ SQL

3.3.4 พัฒนาเมนูสำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในการป้อนค่านำเข้า(Input Data) และแสดงข้อมูลความรู้(Output Data) เกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมี โดยใช้เครื่องมือภาษาทางคอมพิวเตอร์ PHP โดยตัวอย่างหน้าจอการทำงานของระบบเป็นดังแสดงในรูปที่ 3.6-3.10



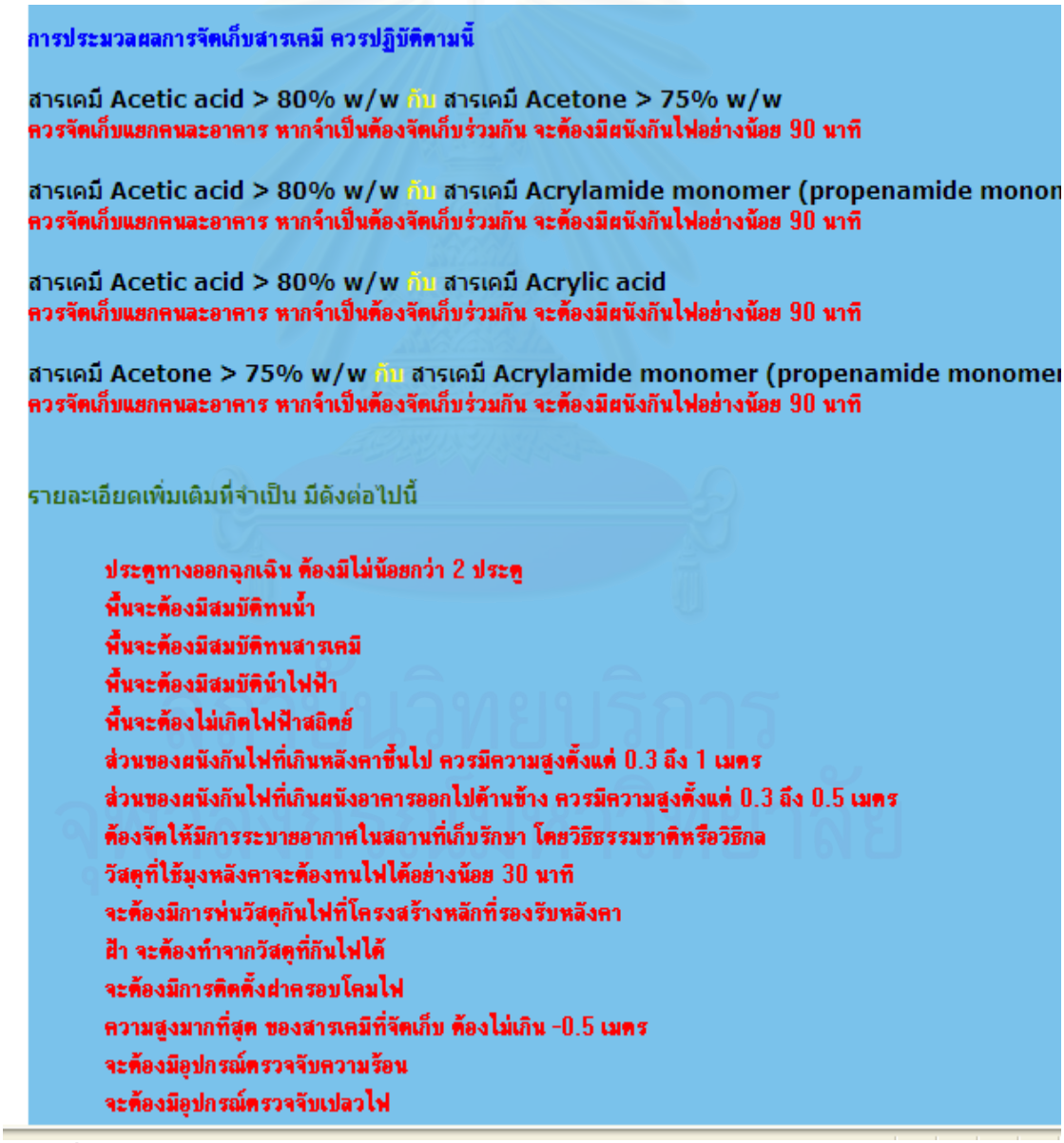
รูปที่ 3.6 หน้าจอเมนู Chemistry

รูปที่ 3.7 หน้าจอเมนู Warehousing



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลในเมนูหน้า Layout

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการแสดงผลการประเมินระยะห่างในการจัดเก็บในเมนูหน้า Layout



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการแสดงผลการประเมินโครงสร้างอาคารในการจัดเก็บในเมนูหน้า Layout

3.4 การทดสอบและประเมินผล

หลังจากขั้นตอนการพัฒนาระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องทำการหาประสิทธิภาพและผลของการนำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีอันตรายไปใช้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.4.1 การทดสอบระบบในขั้นเริ่มต้น เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของระบบ โดยผู้จัดทำวิจัยเป็นผู้ทดสอบเอง หลังจากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงระบบให้ดีขึ้นเมื่อพบข้อบกพร่องของระบบ การทดสอบโดยผู้พัฒนาโปรแกรม ใช้วิธีการทดสอบแบบแบล็กบอกซ์ (Black Box Testing) เป็นกระบวนการทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมด ว่ามีกระบวนการทำงานถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ โดยทำการทดสอบการทำงานแต่ละฟังค์ชันการทำงานทั้งหมด หาข้อบกพร่องของโปรแกรม หลังจากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ดีขึ้น

3.4.2 การทดสอบระบบโดยนำระบบไปใช้จริงกับกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการจัดเก็บสารเคมีอันตราย โดยนำระบบเข้าทดลองใช้งานจริงในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดจำนวน 3 โรงงาน เพื่อทำการประเมินค่าความเปลี่ยนแปลงจากการนำเอาระบบเข้าไปใช้จริงแทนการทำงานแบบเดิม

3.4.3 ประเมินและวิเคราะห์ผลของการนำเอาระบบเข้าไปใช้จริง โดยอาศัยตัวแปรด้านความเสี่ยงจากการจัดเก็บสารเคมีอันตรายแบบเดิมที่มีการจัดเก็บอยู่จริง เปรียบเทียบกับความเสี่ยงที่เปลี่ยนไปจากการนำเอาระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีอันตรายเข้าไปใช้แทนว่ามีการเปลี่ยนไปอย่างไร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

การดำเนินการทดสอบระบบกับโรงงานอุตสาหกรรม 2 กลุ่ม จำนวน 3 โรงงาน ได้แก่

กลุ่มที่ 1) โรงงานที่ยังไม่มีอาคารจัดเก็บสารเคมีและต้องการนำระบบไปช่วยสนับสนุนการออกแบบอาคารจัดเก็บสารเคมีอันตราย จำนวน 1 โรงงาน ได้แก่ บริษัท SPRC จำกัด

กลุ่มที่ 2) โรงงานที่มีอาคารจัดเก็บสารเคมีและต้องการตรวจสอบแผนผังและอาคารเดิมที่มีอยู่แล้วว่าถูกต้องหรือไม่ จำนวน 2 โรงงาน ได้แก่ โรงงานกรณีศึกษาที่ 2 และโรงงานกรณีศึกษาที่ 3

จากการเก็บข้อมูลและศึกษาระบบการจัดเก็บเดิมของแต่ละโรงงานและหลังจากนำระบบสนับสนุนไปทดลองตรวจสอบระบบเดิมเพื่อหาข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความถูกต้องของระบบเดิมและออกแบบอาคารจัดเก็บใหม่มีผลการดำเนินการแยกตามแต่ละโรงงานดังนี้

4.1 กรณีศึกษาที่ 1 การนำระบบไปช่วยสนับสนุนการออกแบบอาคารจัดเก็บสารเคมีอันตรายสำหรับ SPRC จำกัด

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารจัดเก็บสารเคมี

การจัดเก็บสารเคมีของบริษัท SPRC จำกัด นั้นเป็นการจัดเก็บแบบนอกอาคาร ลักษณะเป็นอาคารเปิดโล่งมีโครงหลังคาเหล็กสูง เพื่อป้องกันสารเคมีจากแสงแดดเท่านั้นดังแสดงในรูปที่ 4.1 และเนื่องจากระบบการจัดเก็บแบบเดิมเป็นการจัดเก็บชั่วคราวจึงยังไม่มีการวางแผนผังการจัดเก็บอย่างแน่นอน ซึ่งรายละเอียดโครงสร้างอาคารจัดเก็บสารเคมีสรุปได้ดังนี้

- อาคารจัดเก็บมีขนาด กว้าง 31 เมตร ยาว 31 เมตร อยู่ห่างจากอาคารอื่น 30 เมตร
- ไม่มีผนังอาคาร
- วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างพื้นทนต่อน้ำและสารเคมี นำไฟฟ้าได้ ไม่เกิดไฟฟ้าสถิต พื้นอาคารไม่ดูดซับของเหลว เรียบ ไม่ลื่น และทำความสะอาดง่าย
- มีประตูสำหรับการเข้า-ออก 3 ประตู รวมถึงประตูทางออกฉุกเฉิน มีความกว้างประตู 2 เมตร อยู่ 2 ทางในทิศทางตรงกันข้าม และด้านหน้าเป็นประตูขนาดใหญ่ 4 เมตรเป็นลักษณะประตูรั้วเหล็กผลักเข้าออกสองข้าง ไม่สามารถทนไฟได้
- หลังคากันฝนได้ และมีการระบายความร้อนและควันขณะเกิดเพลิงไหม้ได้ โดยวิธีธรรมชาติระบายอากาศผ่านช่องระบายอากาศระหว่างหลังคา 2 ชั้นที่ซ้อนกันอยู่กลางห้อง (หลังคากรงนก) วัสดุที่ใช้มุงหลังคาคือแผ่นโลหะคล้ายสังกะสี ไม่มีฝ้า โครงหลังคาเป็นโครงเหล็กไม่มีการเคลือบด้วยสารกันไฟ

- การติดตั้งหลอดไฟอยู่เหนือเส้นทางการเคลื่อนย้าย และสูงเหนือจากวัตถุอันตรายไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร หลอดไฟเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีฝาครอบป้องกันหลอดตกสู่พื้น
- มีระบบสัญญาณเตือนภัยแบบกด
- สถานที่เก็บรักษามีเครื่องดับเพลิงที่มีขนาดเล็กอยู่ที่ประตูทุกบาน
- อุปกรณ์การดับเพลิงเคลื่อนย้ายได้โดยง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน
- มีอุปกรณ์ดับเพลิงและป้ายแสดงที่เก็บอุปกรณ์
- มีระบ่อกักเก็บสารเคมีที่หกรั่วไหลที่โดยวิธีทำทางลาดที่คลังสินค้าเพื่อป้องกันของเหลว ไม่ให้ไหลออกสู่ภายนอก

รูปที่ 4.1 บริเวณอาคารเก็บสารเคมี

อาคารการจัดเก็บสารเคมีที่ต้องการออกแบบนี้จะเป็นอาคารจัดเก็บสารเคมีขนาดใหญ่ที่เก็บทั้งสารเคมีอันตรายและสารเคมีที่เป็นส่วนผสมของน้ำมันซึ่งมีทั้งสามารถติดไฟได้เอง และไม่ลุกไหม้ติดไฟด้วยตัวเอง ดังแสดงรายชื่อสารเคมีทั้งในตารางที่ 4.1 และเนื่องจากรายการสารเคมีที่เป็นน้ำมันที่ทำการจัดเก็บในโกดังนี้มีค่อนข้างมากและไม่สามารถนำระบบเข้าไปใช้ได้กับทุกรายการ เนื่องจากเป็นสารเคมีที่มีส่วนผสมจากสารเคมีหลายตัว ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะทำการแบ่งสารเคมีที่เป็นน้ำมันออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ สารไวไฟสูงและสารไวไฟต่ำ โดยมีรายชื่อดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายชื่อสารเคมีที่ทำการจัดเก็บในอาคารจัดเก็บ

ลำดับที่	รายชื่อสารเคมี	อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากสารเคมี
1	Potassium Permanganate	อันตรายจากการระเบิดของฝุ่น ทำให้ไฟลุกลาม เมื่อเกิดเพลิงไหม้จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย
2	Sodium Carbonate	ระคายเคืองต่อตา
3	Acetone	ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไอระเหย ภาชนะอาจระเบิดเมื่อโดนไฟลุกไหม้ติดไฟได้ ทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้
4	Toluene	ลุกไหม้ติดไฟได้ ทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้
5	Ethyleneglycol	ลุกไหม้ติดไฟได้ ไอระเหยทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย ลุกไหม้ติดไฟได้ อันตรายเมื่อทำปฏิกิริยากับ พลาสติกชนิดต่างๆ
6	N-Heptane	ไวไฟมาก ไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้
7	ของเหลวไวไฟสูง	ลุกไหม้ติดไฟได้ (รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.2)
8	ของเหลวไวไฟต่ำ	ลุกไหม้ติดไฟ (รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.2)

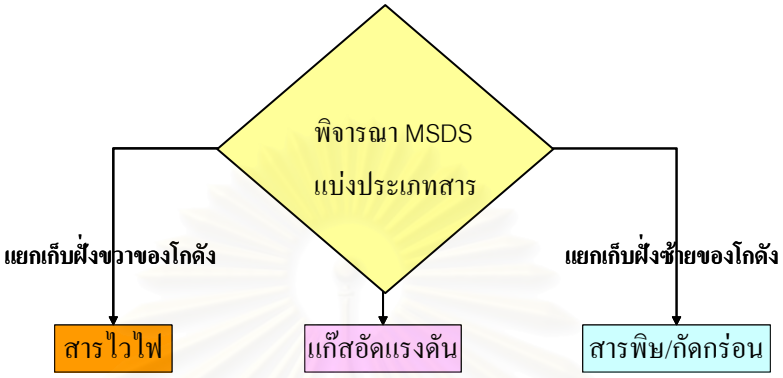
ตารางที่ 4.2 การแบ่งสารเคมีน้ำมันออกเป็น 2 กลุ่ม

สารไวไฟสูง	สารไวไฟต่ำ
Fuel additive	Lube oil-32
silicone oil cleaner p-mc	engine oil
silicone antifoam	delo400-40
transformer hydraulic chemolube	texmatic 1888
hydraulic pando hd150	brake fluid
engine coolant	lube oil 20w-50
perchlopoethylene	multifakep2
therminal 66	rust proof oil
hydraulic pando HD62	pefpigepant oil
Tools coolant	lapping abpasive
uconp-10	lube oil 320
isoctane fuel oil	engine oil 20w50
fuel octane 20	spindura oil-10
	gear oil-90
	gear oil-140
	Veno
	catalyst merox FB

4.1.2 วิธีเดิมในการจัดเก็บสารเคมี

เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษานี้มีพื้นที่กว้างมาก และพื้นที่ที่จัดเก็บสารเคมีเป็นที่โล่งกว้างมากจึงสามารถทำการเก็บสารเคมีแบบไม่พิจารณาลงลึกถึงอันตรายเฉพาะของสารเคมีแต่ละตัว อาศัยเพียงจัดเก็บให้ห่างจากกันให้มากที่สุด โดยระเบียบวิธีในการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิมหลักๆ คือ เมื่อมีการนำเข้าสารเคมีจะทำการพิจารณาข้อมูล MSDS และ Safety Sheet ของสารเคมีตัวนั้นว่ามีข้อกำหนดทางด้านลักษณะสมบัติทางเคมี กายภาพ อันตราย มาตรการป้องกันฯอย่างไรบ้างโดยจะทำการแบ่งแยกสารเคมีออกเป็น 3 พวกใหญ่ คือ ของเหลวติดไฟได้ (Flammable) สารกัดกร่อนหรือเป็นพิษ และก๊าซอัดแรงดัน และจะทำการแยกเก็บสารเคมีออกเป็น 3 โซน คือโซนที่เก็บของเหลว

ติดไฟได้ โซนที่เก็บสารกัดกร่อนหรือเป็นพิษ และโซนเก็บก๊าซอัดแรงดันแยกออกห่างจากอาคารดังกล่าวออกไปเป็นระยะทาง 30 เมตร โดยขั้นตอนการจัดเก็บเป็นดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการพิจารณาการจัดเก็บสารเคมีของโรงงานกรณีศึกษา

4.1.3 <u>สภาพปัญหาของระบบเดิม</u>

จากการศึกษาแนวทางในการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิมของโรงงานกรณีศึกษานี้พบว่าปัญหาในการจัดเก็บคือควรทำการออกแบบใหม่ทั้งหมดเนื่องจาก

- สารเคมีส่วนใหญ่ที่ทำการจัดเก็บเป็นน้ำมันที่มีจุดวาบไฟไม่ต่ำมากนัก เนื่องจากโรงงานSPRC เป็นโรงงานกลั่นน้ำมันที่มีการเดินเครื่องจักรมากเพราะฉะนั้นสารเคมีที่ทำการจัดเก็บจะเป็นสารน้ำมันหล่อลื่นสำหรับในการเดินเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ซึ่งสารเหล่านี้มีอันตรายไม่มากและไม่ได้มีรายชื่ออยู่ในบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย แต่อย่างไรก็ตามสารเหล่านี้ก็ยังคงเป็นสารเคมีที่มีสมบัติในการติดไฟเนื่องจากเป็นน้ำมัน อีกทั้งในการจัดเก็บยังมีสารเคมีอันตรายบางตัวที่มีระบุชื่ออยู่ในบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายถึงแม้จะเป็นเพียงส่วนน้อยในการจัดเก็บเมื่อเทียบกับสารอื่นๆแต่ก็มีอาจละเลยข้อกำหนดกฎหมายและอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้หากทำการจัดเก็บสารเหล่านั้นอย่างไม่ถูกวิธียัง

- ปัญหาหลักของโรงงาน SPRC คือยังไม่มีอาคารจัดเก็บสารเคมีอย่างถาวรเนื่องจากอาคารที่จัดเก็บอยู่นั้นไม่สามารถป้องกันความร้อนจากอุณหภูมิภายนอกได้ เพราะเป็นเพียงอาคารจัดเก็บชั่วคราวเท่านั้น และผู้ที่มีหน้าที่ควบคุมอาคารนี้มีความต้องการของบประมาณในการก่อสร้างอาคารจัดเก็บสารเคมีอย่างถูกต้องตามที่กฎหมายกำหนด เพื่อใช้ในการจัดเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย

4.1.4 <u>การประเมินความเสี่ยงจากอันตรายของระบบเดิม</u>

ตารางที่ 4.3 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆ

พื้นที่อันตราย	อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากสารเคมี	ลักษณะการจัดเก็บ	ระดับการป้องกัน	ระดับความเสียหาย
Potassium Permanganate	- การระเบิดของฝุ่นทำให้ไฟลุกลาม	เก็บใกล้ 3B	3	2
	- เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย	ไม่มีผนังอาคารกันแก๊สรั่วไหลไปด้านนอก	3	3
Sodium Carbonate	- ระคายเคืองต่อตา	พนักงานใส่แว่นตาแบบกันไม่ได้ 100 %	2	2
Acetone	- ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไอระเหย	อาคารเปิด	3	3
	- ภาชนะระเบิดเมื่อโดนไฟลุกไหม้	ควันพิษอาจรั่วไหล	3	3
	- ลุกไหม้ติดไฟได้เอง	ไม่สามารถควบคุมความ	3	2
	- ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	ร้อนได้	2	3
Toluene	- ลุกไหม้ติดไฟได้เอง	ควบคุมอุณหภูมิ	3	2
	- ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	ไม่ได้	2	3
Ethyleneglycol	- ลุกไหม้ติดไฟได้เอง	ไม่มีผนังอาคาร	3	2
	- ไอระเหยทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	ไม่สามารถกันความร้อนได้	3	3
	- เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย	อาจทำให้เกิดไอระเหยยที่อาจจะรั่วไหลไปด้านนอกได้	3	3
	- อันตรายเมื่อทำปฏิกิริยากับ		1	1

	พลาสติกชนิดต่างๆ			
N-Heptane	- ลุกไหม้ติดไฟได้ไวมาก - ไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้	กันความร้อนไม่ได้/อาจทำให้เกิดไอระเหย	3 3	2 3
ของเหลวไวไฟสูง	- ลุกไหม้ติดไฟได้เอง	กันความร้อนไม่ได้	3	3
ของเหลวไวไฟต่ำ	- ลุกไหม้ติดไฟ		2	3

ตารางที่ 4.4 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้

พื้นที่อันตราย	ระดับโอกาสการเกิด	ระดับความเสียหาย	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง	ความหมาย
Potassium Permanganate	3 3	2 3	6 9	3	ความเสี่ยงสูง
Sodium Carbonate	2	2	2	1	ความเสี่ยงน้อย
Acetone	3 3 3 2	3 3 2 3	9 9 6 6	3	ความเสี่ยงสูง
Toluene	3 2	2 3	6 6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
Ethyleneglycol	3 3 3 1	2 3 3 1	6 9 9 1	3	ความเสี่ยงสูง
N-Heptane	3 3	2 3	6 9	3	ความเสี่ยงสูง
ของเหลวไวไฟสูง	3	3	9	3	ความเสี่ยงสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ของเหลวไวไฟต่ำ	2	3	6	2	ความเสี่ยงปานกลาง

4.1.5 ผลการดำเนินงานด้วยระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี

หลังจากการนำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีไปประเมินรูปแบบและวิธีการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิม ได้ผลการประเมินการจัดเก็บสารเคมีแบบคละกันดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลจากระบบสนับสนุนในการประเมินข้อกำหนดในการเก็บแบบคละกันได้

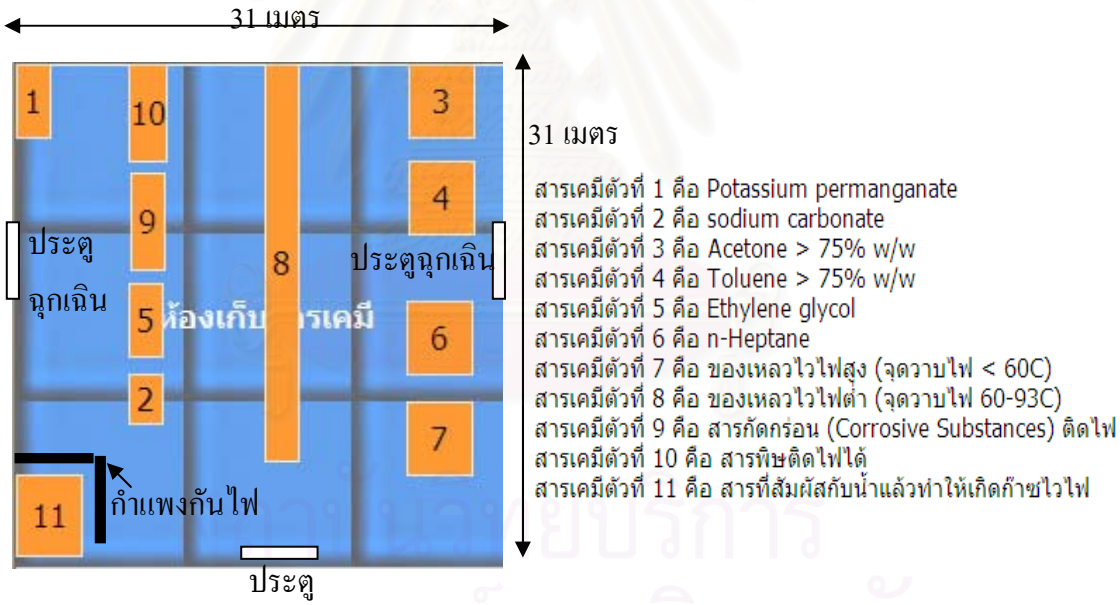
ที่	สารเคมี 1	สารเคมี 2	ผล	เงื่อนไขเพิ่มเติม
1	Potassium permanganate	Acetone > 75% w/w	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
2	Potassium permanganate	Toluene > 75% w/w	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
3	Potassium permanganate	Ethylene glycol	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.11 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
4	Potassium permanganate	n-Heptane	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
5	Potassium permanganate	ของเหลวไวไฟต่ำ (จุดวาบไฟ 60-93C)	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
6	Potassium permanganate	ของเหลวไวไฟสูง (จุดวาบไฟ < 60C)	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-

7	Acetone > 75% w/w	Toluene > 75% w/w	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
8	Acetone > 75% w/w	n-Heptane	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
9	Acetone > 75% w/w	ของเหลวไวไฟสูง (จุดวาบไฟ < 60C)	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
10	Toluene > 75% w/w	n-Heptane	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
11	Toluene > 75% w/w	ของเหลวไวไฟสูง (จุดวาบไฟ < 60C)	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
12	n-Heptane	ของเหลวไวไฟสูง (จุดวาบไฟ < 60C)	จัดเก็บคละกันได้	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม

จากตาราง 4.5 สรุปได้ว่า Potassium permanganate ควรทำการจัดเก็บแยกอาคารกับสารเคมีตัวอื่นๆ หรือต้องจัดทำมาตรการป้องกันเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการเก็บรักษาโดยได้รับความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนสารเคมีอื่นๆ ได้แก่ Acetone > 75% w/w, Toluene > 75% w/w และ n-Heptane สามารถจัดเก็บคละกันได้ แต่ต้องพิจารณาเงื่อนไขตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยเฉพาะของวัตถุอันตรายแต่ละประเภท และจากการประเมินลักษณะโครงสร้างของอาคารและแผนผังการจัดเก็บสารเคมีพบว่ารูปแบบการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิมนั้นมีข้อควรปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้

จากOutput จะเห็นว่ามีการเพิ่มเติมกลุ่มสารเคมีขึ้นมา 3 กลุ่ม รองรับการเพิ่มประเภทของสารเคมีในอนาคต โดยทำการแบ่งโซนการจัดเก็บไว้สำหรับสาร กลุ่มประเภทกัดกร่อน เป็นพิษ และ สารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดก๊าซไวไฟ ทั้งนี้เนื่องจากกรณีนี้เป็นกรณีศึกษาเกี่ยวกับการนำระบบมาใช้สนับสนุนการออกแบบอาคารจัดเก็บ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะมีการเพิ่มประเภทสารเคมีอันตราย จึงได้มีการออกแบบวการวางแผนผังไว้สำหรับสารดังกล่าวที่อาจมีการเพิ่มเติมในอนาคต และในกรณีที่ยังไม่มีการจัดเก็บกลุ่มสารที่ออกแบบมาเผื่อนั้น ก็สามารถนำสารอื่นๆที่ถูกออกแบบไว้ในบริเวณใกล้เคียงกับกลุ่มสารดังกล่าวมาจัดเก็บแทนที่ได้ โดยการออกแบบนี้ได้ทำการแบ่งโซนสำหรับสารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดก๊าซที่ไวไฟเก็บในห้องแยกต่างหากจากสารตัวอื่นโดยมีผนังกันไฟเป็นตัวแบ่งกั้นซึ่งถ้าในความเป็นจริงยังไม่มีการจัดเก็บสารประเภทนี้ ก็สามารถนำสารอันตรายอื่นเช่นสารออกซิไดซ์(ในกรณีนี้ คือ Potassium Permanganate) หรือสารไวไฟสูงมาเก็บในห้องที่จัดแยกไว้นี้ได้ เพื่อไม่ให้เป็นการเสียประโยชน์ และแผนผังการออกแบบได้แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนผังการออกแบบอาคารโดยใช้ระบบสนับสนุนเข้ามาช่วยตรวจสอบความถูกต้อง

4.1.6 <u>การประเมินความเสี่ยงจากอันตรายเมื่อใช้ระบบสนับสนุนช่วยในการออกแบบ</u>

ตารางที่ 4.6 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆ

พื้นที่อันตราย	อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากสารเคมี	ลักษณะการจัดเก็บ	ระดับการป้องกัน	ระดับความเสียหาย
Potassium Permanganate	- การระเบิดของฝุ่นทำให้ไฟลุกลาม - เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี มีผนังอาคารกันแก๊สรั่วไหลไปด้านนอก	2 2	2 3
Sodium Carbonate	- ระคายเคืองต่อตา	พนักงานใส่แว่นตาแบบกันไม่ได้ 100 %	2	2
Acetone	- ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไอระเหย - ภาชนะระเบิดเมื่อโดนไฟลุกไหม้ - ลุกไหม้ติดไฟได้เอง - ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	มีผนังอาคารกันควันพิษรั่วไหลไปด้านนอก สามารถควบคุมความร้อนได้	2 3 2 2	3 3 2 3
Toluene	- ลุกไหม้ติดไฟได้เอง - ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	ควบคุมอุณหภูมิได้	1 2	2 3
Ethyleneglycol	- ลุกไหม้ติดไฟได้เอง - ไอระเหยทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้ - เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะ	มีผนังอาคารสามารถกันความร้อนได้ กันการเกิดไอระเหยยที่อาจจะ	1 2 2	2 3 3

	ก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย - อันตรายเมื่อทำปฏิกิริยากับพลาสติกชนิดต่างๆ	รั่วไหลไปด้านนอกได้	1	1
N-Heptane	- ลุกไหม้ติดไฟได้ไวมาก - ไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้	กันความร้อนได้/ไม่ทำให้เกิดไอระเหย	2 2	2 3
ของเหลวไวไฟสูง	- ลุกไหม้ติดไฟได้เอง	กันความร้อนได้	1	3
ของเหลวไวไฟต่ำ	- ลุกไหม้ติดไฟ	กันความร้อนได้	1	3

ตารางที่ 4.7 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้

พื้นที่อันตราย	ระดับโอกาสการเกิด	ระดับความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง	ความหมาย
Potassium Permanganate	2 2	2 3	4 6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
Sodium Carbonate	2	2	2	1	ความเสี่ยงน้อย
Acetone	2 3 2 2	3 3 2 3	6 9 4 6	3	ความเสี่ยงสูง
Toluene	1 2	2 3	2 6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
Ethyleneglycol	1 2 2 1	2 3 3 1	2 6 6 1	2	ความเสี่ยงปานกลาง
N-Heptane	2 2	2 3	4 6	2	ความเสี่ยงปานกลาง

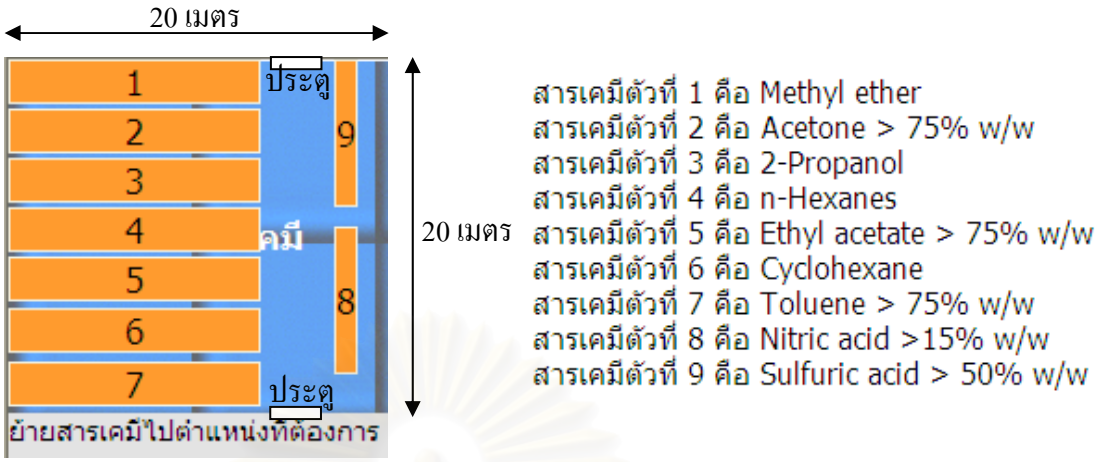
ของเหลวไวไฟต่ำ	1	3	3	2	ความเสี่ยงปานกลาง
ของเหลวไวไฟสูง	1	3	3	2	ความเสี่ยงปานกลาง

4.2 กรณีศึกษาที่ 2 การนำระบบไปตรวจสอบความถูกต้องของอาคารจัดเก็บสารเคมีอันตรายที่มีอยู่แล้วสำหรับโรงงานกรณีศึกษาที่ 2

4.2.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารจัดเก็บสารเคมี

จากการทำการเก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของโครงสร้างอาคารจัดเก็บสารเคมี พบว่ามีการวางแผนผังการจัดเก็บสารเคมีในอาคารดังแสดงในรูปที่ 4.5 และมีรายชื่อสารเคมีที่ทำการจัดเก็บในอาคารแสดงในตารางที่ 4.8 ซึ่งรายละเอียดโครงสร้างอาคารจัดเก็บสารเคมีแสดงในรูปที่ 4.6 และสรุปได้ดังนี้

- อาคารจัดเก็บมีขนาด กว้าง 20 เมตร ยาว 20 เมตร อยู่ห่างจากอาคารอื่น 30 เมตร
- ไม่มีผนังอาคารกันไฟและกำแพงกันไฟ วัสดุที่ใช้เป็นผนังอาคารคือโลหะทางสี
- วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างพื้นทนต่อน้ำและสารเคมี นำไฟฟ้าได้ ไม่เกิดไฟฟ้าสถิต พื้นอาคารไม่ดูดซับของเหลว เรียบ ไม่ลื่น และทำความสะอาดง่าย
- มีประตูสำหรับการเข้า-ออก 2 ประตู รวมถึงประตูทางออกฉุกเฉิน ความกว้างประตู 3 เมตร วางอยู่ในทิศทางตรงข้ามกัน เป็นลักษณะประตูเหล็กม้วนขึ้นด้านบน ทนไฟไม่ได้
- หลังคากันฝนได้ และมีการระบายความร้อนและควันขณะเกิดเพลิงไหม้ได้ โดยวิธีธรรมชาติ วัสดุที่ใช้มุงหลังคาคือแผ่นโลหะคล้ายสังกะสี ไม่มีฝ้า
- การติดตั้งหลอดไฟอยู่เหนือเส้นทางการเคลื่อนย้าย และสูงจากวัตถุอันตรายไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร หลอดไฟเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีฝาครอบป้องกันหลอดตกสู่พื้น
- ไม่มีอุปกรณ์การตรวจจับควัน ความร้อน เปลวไฟ และก๊าซ มีเครื่องดับเพลิงติดตั้งอยู่ที่ประตูทางออกทั้ง 2 ทาง



รูปที่ 4.5 แผนผังการจัดเก็บสารเคมีในอาคารที่มีอยู่เดิม

รูปที่ 4.6 บริเวณอาคารเก็บสารเคมี

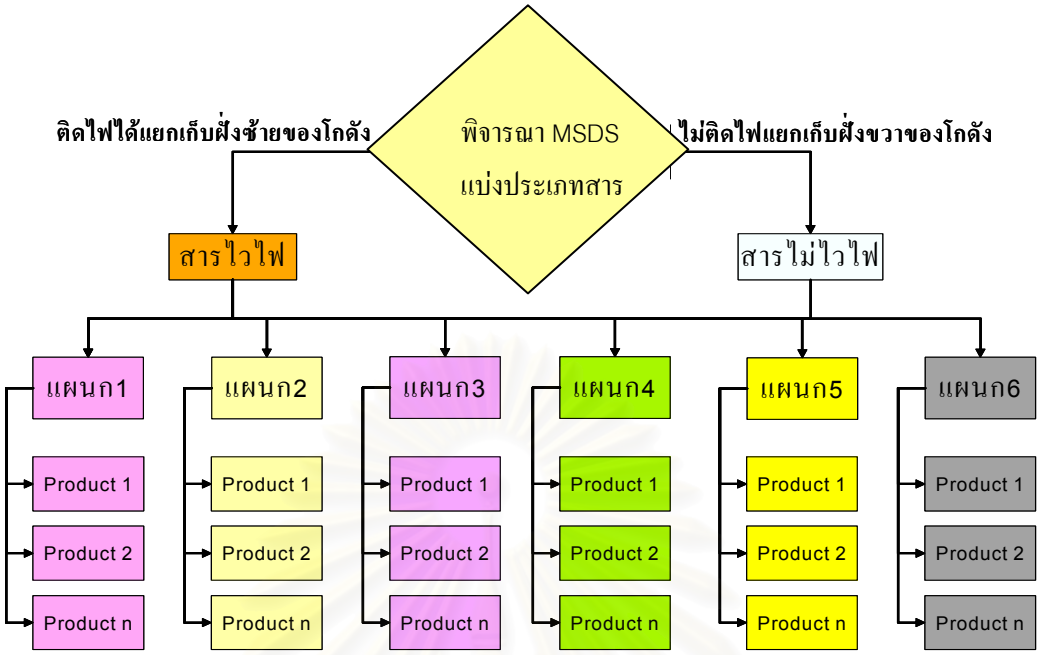
ตารางที่ 4.8 รายชื่อสารเคมีที่ทำการจัดเก็บในอาคารจัดเก็บเป็นดังนี้

ลำดับ	ชื่อสารเคมี	อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากสารเคมี
1	Dimethyl ether	ลุกไหม้ติดไฟได้ ทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดสารผสมที่ระเบิดได้ในกรณีที่เกิดการสลายตัว: อันตรายจากการระเบิด
2	Acetone > 75% w/w	ภาชนะอาจระเบิดเมื่อโดนไฟลุกไหม้ ไอระเหยหนักกว่าอากาศ เมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้ ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไอระเหย
3	2-propanol	ไอระเหยหนักกว่าอากาศ ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมระเบิดได้

4	n-Hexane	ลุกไหม้ติดไฟได้ สารเคมีในสรูปที่เป็นไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้
5	Ethyl acetate	ลุกไหม้ติดไฟได้ ไอระเหยหนักกว่าอากาศ เมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย
6	Cyclo hexane	ไวไฟมาก สารเคมีในสรูปที่เป็นไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้ ลุกไหม้ติดไฟได้
7	Toluene	ลุกไหม้ติดไฟได้ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยอันตราย
8	Nitric Acid	ไม่ลุกไหม้ติดไฟ ช่วยให้เกิดการเผาไหม้อย่างมาก เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย เมื่อผสมกับโลหะ ก่อให้เกิดแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งอาจระเบิดได้
9	Sulfuric acid	กัดกร่อนเนื้อเยื่อของโลหะ สัตว์/พืช เมื่อถูกวัสดุที่เป็นผงละเอียดอาจจุดติดไฟ

4.2.2 <u>วิธีเดิมในการจัดเก็บสารเคมี</u>

ระเบียบวิธีในการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิม คือ เมื่อมีการนำเข้าสารเคมีจะทำการพิจารณาข้อมูล MSDS และ Safety Sheet ของสารเคมีตัวนั้นว่ามีข้อกำหนดทางด้านลักษณะสมบัติทางเคมี กายภาพ อันตราย มาตรการป้องกันฯอย่างไรบ้างโดยจะทำการแบ่งแยกสารเคมีออกเป็น 2 พวกใหญ่ คือ สารติดไฟได้ (Flammable) และ สารไม่ติดไฟ (Non Flammable) และจะทำการแยกเก็บสารเคมีออกเป็น 2 โซน คือโซนที่เก็บสารติดไฟได้อยู่ทางด้านซ้ายของโกดัง และโซนที่เก็บสารไม่ติดไฟได้อยู่ทางด้านขวาของโกดัง โดยมีทางเดินระยะห่าง 5 เมตร เป็นตัวแบ่งแยกระหว่างสองพื้นที่นี้ เมื่อพิจารณาสมบัติการติดไฟของสารเคมีแล้วจากนั้นจะทำการแยกเก็บสารเคมีโดยใช้การแบ่งแยกเก็บสารเคมีตามโซนของแผนกการผลิต คือ แผนกเดียวกันเก็บในโซนเดียวกัน เพื่อให้ง่ายและสะดวกในการเบิกสารเคมีไปใช้ในการผลิต โดยขั้นตอนในการจัดเก็บเป็นดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ขั้นตอนการพิจารณาการจัดเก็บสารเคมีของโรงงานกรณีศึกษา

4.2.3 <u>สภาพปัญหาของระบบเดิม</u>

จากการศึกษาแนวทางในการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิมของโรงงานกรณีศึกษานี้จะเห็นว่ายังไม่ถูกต้องเนื่องจาก

- การแบ่งประเภทของสารเคมีตามลักษณะการติดไฟอย่างเดียวนั้น ไม่เพียงพอสำหรับการแบ่งประเภทอันตรายของสารเคมีในแต่ละตัว เนื่องจากสารเคมีบางตัวมีลักษณะของอันตรายหลายประเภทเช่น ติดไฟและเป็นพิษ หรือกัดกร่อนและเป็นสารออกซิไดซ์ด้วย ถ้าพิจารณาเฉพาะสมบัติการติดไฟเพียงอย่างเดียวก็จะทำให้มองข้ามลักษณะของอันตรายในด้านอื่นๆไป จะทำให้การจัดประเภทการจัดเก็บสารเคมีอันตรายนั้นผิดไปจากประเภทของอันตรายที่มีความสำคัญมากที่สุด
- การแบ่งโซนการจัดเก็บสารเคมีตามแผนกของการผลิตนั้นไม่ถูกต้อง แม้ว่าจะสะดวกในการเบิกวัตถุดิบจริงแต่เป็นการมองข้ามข้อกำหนดหรือ มองข้ามโอกาสในการเกิดอันตรายจากสารเคมีไป เนื่องจากสารเคมีอันตรายบางตัวจะเป็นตัวช่วยในการทำให้อันตรายนั้นลุกลามใหญ่โตได้เมื่ออยู่ใกล้กับสารที่ไม่ถูกกัน ดังนั้นการจะจัดเก็บสารเคมีอันตรายที่เหมาะสมนั้นควรพิจารณาสมบัติของอันตรายและสมบัติของการเกิดปฏิกิริยาของสารแต่ละตัว

- จากรายชื่อสารเคมีที่ทำการจัดเก็บจะพบว่ามีสารเคมีบางตัวที่เป็นตัวไวไฟสูงและแก๊สไวไฟ จากข้อกำหนด ไม่สามารถจัดเก็บแบบคละกันได้ เพราะฉะนั้นสมควรทำการแยกเก็บคนละอาคารหรือไม่ควรมีผนังกันไฟกั้นแยกกันระหว่างสารสองประเภทนี้
- ระยะห่างของการจัดเก็บสารเคมีบางตัวยังน้อยเกินไปควรทำการแยกห่างออกอีกเพิ่มลดโอกาสของการลุกลามของอันตรายได้
- โครงสร้างอาคารจัดเก็บสารเคมีบางข้อยังไม่เป็นไปตามข้อกำหนดกฎหมาย เช่น ผนังอาคารของโกดังเก็บสารเคมีนั้นไม่สามารถกันไฟได้เนื่องจากวัสดุที่ใช้ก่อสร้างผนังทำจากโลหะคล้ายสังกะสีทาสี เมื่อถูกความร้อนสามารถยุบหรืออ่อนตัวพังทลายลงได้เพียงไม่นาน อาจทำให้เกิดการลุกลามของไฟไปยังอาคารด้านข้างได้ เช่นเดียวกันกับประตูที่ไม่สามารถกันไฟได้
- ยังไม่มีระบบตรวจดักจับความร้อน ควัน ก๊าซ และเปลวไฟ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไม่สามารถทราบถึงเหตุร้ายได้อย่างทันถ่วงที

4.2.4 <u>การประเมินความเสี่ยงจากอันตรายของระบบเดิม</u>

ตารางที่ 4.9 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆ

พื้นที่อันตราย	อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากสารเคมี	ลักษณะการจัดเก็บ	ระดับการป้องกัน	ระดับความเสียหาย
Dimethyl ether	- ลุกไหม้ติดไฟ - ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดสารผสมที่ระเบิด	ประตูโล่งไม่สามารถควบคุมความร้อนได้	3 2	2 3
Acetone > 75% w/w	- ภาชนะระเบิดเมื่อโดนไฟลุกไหม้ - ไอระเหยทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมระเบิดได้ -ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไอระเหย	ระยะการจัดเก็บไม่เป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี ประตูกันแก๊สรั่วไหลไปด้านนอกไม่ได้	3 3 3	2 3 3

2-propanol	- ไอระเหยเมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	ไม่สามารถควบคุมความร้อนได้อาจทำให้เกิดไอระเหย	3	3
n-Hexane	- ลุกไหม้ติดไฟได้ - สารเคมีในสรูปที่ไอระเหยหรือแก๊สผสมกับอากาศก่อให้เกิดการระเบิดได้	ควบคุมอุณหภูมิไม่ได้	3 3	2 3
Ethyl acetate	- ลุกไหม้ติดไฟได้ - ไอระเหยทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมระเบิดได้ - เกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊ส/ไอระเหยที่เป็นอันตราย	ควบคุมอุณหภูมิไม่ได้ ไอระเหยและแก๊สพิษรั่วไหลไปด้านนอกได้	3 3 3	2 3 3
Cyclohexane	- ลุกไหม้ติดไฟเอง - สารเคมีในสภาพไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศก่อให้เกิดการระเบิดได้	กันความร้อนไม่ได้/ทำให้เกิดไอระเหย	3 3	2 3
Toluene	- ลุกไหม้ติดไฟเอง - เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย	กันความร้อนไม่ได้/ทำให้เกิดไอระเหย	3 3	2 3
Nitric Acid	- ช่วยให้เกิดการเผาไหม้อย่างมากเมื่อติดไฟ - เมื่อเกิดเพลิงไหม้ก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย - เมื่อผสมกับโลหะ ก่อให้เกิดแก๊สไฮโดรเจน ที่อาจระเบิดได้	ระยะการจัดเก็บไม่เป็นไปตามตารางที่ 2.4 แก๊สพิษรั่วไหลไปด้านนอกได้ อาจหกรั่วไหลได้	2 3 2	2 3 3
Sulfuric	- กัดกร่อนเนื้อเยื่อของ สัตว์/	มีโอกาสการหก	2	3

acid	พืช - ถูกวัสดุที่เป็นผงละเอียด อาจจุดติดไฟ.	รั่วไหล	2	2

ตารางที่ 4.10 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้

พื้นที่อันตราย	ระดับโอกาสการเกิด	ระดับความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง	ความหมาย
Dimethyl ether	3 2	2 3	6 6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
Acetone > 75% w/w	3 3 3	2 3 3	6 9 9	3	ความเสี่ยงสูง
2-propanol	3	3	9	3	ความเสี่ยงสูง
n-Hexane	3 3	2 3	6 9	3	ความเสี่ยงสูง
Ethyl acetate	3 3 3	2 3 3	6 9 9	3	ความเสี่ยงสูง
Cyclohexane	3 3	2 3	6 9	3	ความเสี่ยงสูง
Toluene	3 3	2 3	6 9	3	ความเสี่ยงสูง
Nitric Acid	2 3 2	2 3 3	4 9 6	3	ความเสี่ยงสูง
Sulfuric acid	2 2	3 2	6 4	2	ความเสี่ยงปานกลาง

4.2.5 ผลการดำเนินงานด้วยระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี

หลังจากการนำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีไปประเมินรูปแบบและวิธีการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิม ได้ผลการประเมินการจัดเก็บสารเคมีแบบคละกันดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลจากระบบสนับสนุนในการประเมินข้อกำหนดในการเก็บแบบคละกันได้

ที่	สารเคมี 1	สารเคมี 2	ผล	เงื่อนไขเพิ่มเติม
1	Methyl ether	Acetone > 75% w/w	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
2	Methyl ether	2-Propanol	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
3	Methyl ether	n-Hexanes	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
4	Methyl ether	Ethyl acetate > 75% w/w	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
5	Methyl ether	Cyclohexane	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
6	Methyl ether	Toluene > 75% w/w	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
7	Acetone > 75% w/w	2-Propanol	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
8	Acetone > 75% w/w	n-Hexanes	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
9	Acetone > 75% w/w	Ethyl acetate > 75% w/w	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม

10	Acetone > 75% w/w	Cyclohexane	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
11	Acetone > 75% w/w	Toluene > 75% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
12	Acetone > 75% w/w	Nitric acid >15% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
13	Acetone > 75% w/w	Sulfuric acid > 50% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
14	2-Propanol	n-Hexanes	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
15	2-Propanol	Ethyl acetate > 75% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
16	2-Propanol	Cyclohexane	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
17	2-Propanol	Toluene > 75% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
18	2-Propanol	Nitric acid >15% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม

19	2-Propanol	Sulfuric acid > 50% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
20	n-Hexanes	Ethyl acetate > 75% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
21	n-Hexanes	Cyclohexane	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
22	n-Hexanes	Toluene > 75% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
23	n-Hexanes	Nitric acid >15% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
24	n-Hexanes	Sulfuric acid > 50% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
25	Ethyl acetate > 75% w/w	Cyclohexane	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
26	Ethyl acetate > 75% w/w	Toluene > 75% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม

27	Ethyl acetate > 75% w/w	Nitric acid >15% w/w	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
28	Ethyl acetate > 75% w/w	Sulfuric acid > 50% w/w	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
29	Cyclohexane	Toluene > 75% w/w	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
30	Cyclohexane	Nitric acid >15% w/w	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
31	Cyclohexane	Sulfuric acid > 50% w/w	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
32	Toluene > 75% w/w	Nitric acid >15% w/w	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
33	Toluene > 75% w/w	Sulfuric acid > 50% w/w	จัดเก็บคละกันได้โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม

จากตาราง 4.11 สรุปได้ว่า Methyl ether ควรทำการจัดเก็บแยกอาคารกับสารเคมีตัวอื่นๆหรือไม่ควรมีกำแพงกันไฟกั้นระหว่างสารเคมีตัวอื่นๆ และจากการประเมินลักษณะโครงสร้างของอาคารและแผนผังการจัดเก็บสารเคมีพบว่ารูปแบบการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิมนั้นมีข้อควรปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 4.8

การประมวลผลการจัดเก็บสารเคมี ควรปฏิบัติตามนี้

สารเคมี Methyl etherกับ สารเคมี Acetone > 75% w/w
เก็บห่างกันน้อยเกินไป ไม่ควรเก็บห่างกันน้อยกว่า 6 เมตร

สารเคมี Methyl etherกับ สารเคมี 2-Propanol
เก็บห่างกันน้อยเกินไป ไม่ควรเก็บห่างกันน้อยกว่า 6 เมตร

สารเคมี Methyl etherกับ สารเคมี Sulfuric acid > 50% w/w
เก็บห่างกันน้อยเกินไป ไม่ควรเก็บห่างกันน้อยกว่า 6 เมตร

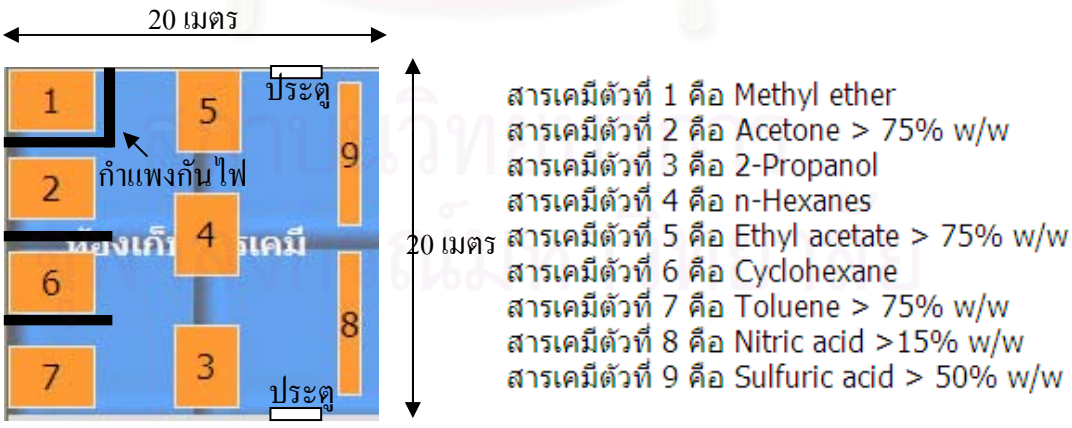
สารเคมี Acetone > 75% w/w กับ สารเคมี 2-Propanol
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

รายละเอียดเพิ่มเติมที่จำเป็น มีดังต่อไปนี้

ความลาดเอียงของพื้นไปยังบ่อกักเก็บ ต้องมีความลาดเอียงอย่างน้อย 1 เปอร์เซ็นต์
ผนังด้านนอกของอาคารจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 90 นาที
ส่วนของผนังกันไฟที่เกินหลังคาขึ้นไป ควรมีความสูงตั้งแต่ 0.3 ถึง 1 เมตร
ส่วนของผนังกันไฟที่เกินผนังอาคารออกไปด้านข้าง ควรมีความสูงตั้งแต่ 0.3 ถึง 0.5 เมตร
วัสดุที่ใช้มุงหลังคาจะต้องทนไฟได้อย่างน้อย 30 นาที
จะต้องมีการพ่นวัสดุกันไฟที่โครงสร้างหลักที่รองรับหลังคา
ความสูงมากที่สุด ของสารเคมีที่จัดเก็บ ต้องไม่เกิน 3.5 เมตร
จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับควัน
จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน
จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ
จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส
ความจุของบ่อกักเก็บต้องอย่างน้อย 6 ลูกบาศก์เมตร
จะต้องมีระบบจ่ายน้ำดับเพลิง

รูปที่ 4.8 Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวางแผนผังในการจัดเก็บสารเคมีขึ้นใหม่โดยใช้ระบบสนับสนุนการจัดเก็บเป็นเครื่องมือช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้

4.2.6 <u>การประเมินความเสี่ยงจากอันตรายเมื่อใช้ระบบสนับสนุนช่วยในการออกแบบ</u>

ตารางที่ 4.12 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆ

พื้นที่อันตราย	อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากสารเคมี	ลักษณะการจัดเก็บ	ระดับการป้องกัน	ระดับความเสียหาย
Dimethyl ether	- ลุกไหม้ติดไฟ - ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดสารผสมที่ระเบิด	สามารถควบคุมความร้อนได้	1 2	2 3
Acetone > 75% w/w	- ภาชนะระเบิดเมื่อโดนไฟลุกไหม้ - ไอระเหยทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมระเบิดได้ -ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไอระเหย	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี ประตูกันแก๊สรั่วไหลไปด้านนอกไม่ได้	2 2 2	2 3 3
2-propanol	- ไอระเหยเมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	สามารถควบคุมความร้อนได้อาจทำให้เกิดไอระเหย	2	3
n-Hexane	- ลุกไหม้ติดไฟได้ - สารเคมีในสรูปที่ไอระเหยหรือแก๊สผสมกับอากาศก่อให้เกิดการระเบิดได้	ควบคุมอุณหภูมิไม่ได้	1 2	2 3
Ethyl acetate	- ลุกไหม้ติดไฟได้ - ไอระเหยทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมระเบิดได้ - เกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊ส/ไอระเหยที่เป็นอันตราย	ควบคุมอุณหภูมิได้ ไอระเหยและแก๊สพิษรั่วไหลไปด้านนอกไม่ได้ เก็บห่างจากสารติดไฟ	1 2 2	2 3 3

Cyclohexane	- ลุกไหม้ติดไฟเอง - สารเคมีในสภาพไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศก่อให้เกิดการระเบิดได้	กันความร้อนได้/ไม่ทำให้เกิดไอระเหย	1 2	2 3
Toluene	- ลุกไหม้ติดไฟเอง - เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย	กันความร้อนได้/ไม่ทำให้เกิดไอระเหย	1 2	2 3
Nitric Acid	- ช่วยให้เกิดการเผาไหม้อย่างมากเมื่อติดไฟ - เมื่อเกิดเพลิงไหม้ก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย - เมื่อผสมกับโลหะ ก่อให้เกิดแก๊สไฮโดรเจน ที่อาจระเบิดได้	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 แก๊สพิษรั่วไหลไปด้านนอกไม่ได้ อาจหกรั่วไหลได้	2 2 2	2 3 3
Sulfuric acid	- กัดกร่อนเนื้อเยื่อของ สัตว์/พืช - ถูกวัสดุที่เป็นผงละเอียด อาจจุดติดไฟ.	มีโอกาสการหกรั่วไหล	2 2	3 2

ตารางที่ 4.13 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้

พื้นที่อันตราย	ระดับโอกาสการเกิด	ระดับความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง	ความหมาย
Dimethyl ether	1 2	2 3	2 6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
Acetone > 75% w/w	2 2 2	2 3 3	4 6 6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
2-propanol	2	3	6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
n-Hexane	1	2	2	2	ความเสี่ยง

	2	3	6		ปานกลาง
Ethyl acetate	1 2 2	2 3 3	2 6 6	2	ความเสี่ยง ปานกลาง
Cyclohexane	1 2	2 3	2 6	2	ความเสี่ยง ปานกลาง
Toluene	1 2	2 3	2 6	2	ความเสี่ยง ปานกลาง
Nitric Acid	2 2 2	2 3 3	4 6 6	2	ความเสี่ยง ปานกลาง
Sulfuric acid	2 2	3 2	6 4	2	ความเสี่ยง ปานกลาง

4.3 กรณีศึกษาที่ 3 การนำระบบไปตรวจสอบความถูกต้องของอาคารจัดเก็บสารเคมีอันตรายที่มีอยู่แล้วสำหรับโรงงานกรณีศึกษาที่ 3

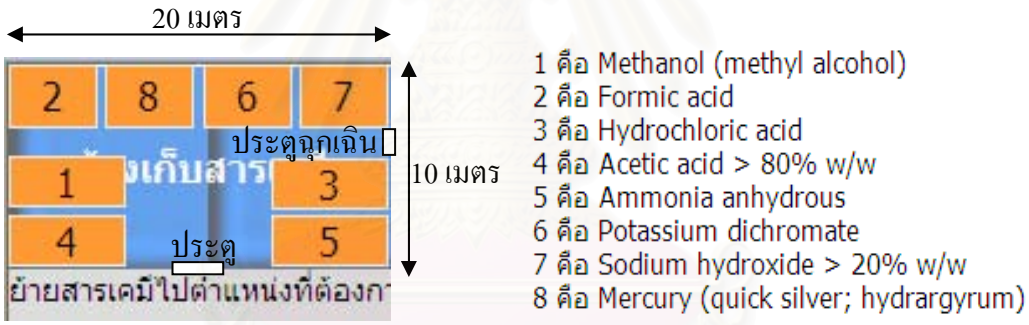
4.3.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารจัดเก็บสารเคมี

จากการทำการเก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของโครงสร้างอาคารจัดเก็บสารเคมี พบว่ามีการวางแผนผังการจัดเก็บสารเคมีในอาคารดังแสดงในรูปที่ 4.10 และมีรายชื่อสารเคมีที่ทำการจัดเก็บในอาคารแสดงในตารางที่ 4.14 ซึ่งรายละเอียดโครงสร้างอาคารจัดเก็บสารเคมีแสดงในรูปที่ 4.11 และสรุปได้ดังนี้

- อาคารจัดเก็บมีขนาด กว้าง 20 เมตร ยาว 10 เมตร อยู่ห่างจากอาคารอื่น 12 เมตร
- ผนังอาคารก่ออิฐฉาบปูนสามารถทนไฟได้ในระดับหนึ่ง ไม่มีผนังกันไฟ
- วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างพื้นทนต่อน้ำและสารเคมี นำไฟฟ้าได้ ไม่เกิดไฟฟ้าสถิต พื้นอาคารไม่ดูดซับของเหลว เรียบ ไม่ลื่น และทำความสะอาดง่าย
- มีประตูสำหรับการเข้า-ออก 2 ประตู และประตูทางออกฉุกเฉิน 1 ประตู ประตูทางเข้า-ออกมีความกว้างประตู 4 เมตร เป็นลักษณะประตูเหล็กเลื่อนขนาดใหญ่

ส่วนประตูทางออกฉุกเฉิน เป็นประตูเหล็ก มีความกว้าง 1.5 เมตร อยู่ในทิศตรงข้ามกับประตูทางเข้า-ออก

- ลักษณะหลังคาเป็นเหล็กคล้ายสังกะสี มีระบบระบายความร้อนและควันขณะเกิดเพลิงไหม้ ไม่มีฝ้า
- ระบบไฟฟ้าและแสงสว่างออกแบบติดตั้งเพื่อป้องกันการเกิดระเบิด โคมไฟเป็นแบบ Metal halide ไม่มีฝาครอบป้องกันหลอดตกลงสู่พื้นอยู่เหนือจากสารเคมีที่จัดเก็บมากกว่า 1.5 เมตร
- อาคารมีการติดตั้งสายล่อฟ้า
- ไม่มีอุปกรณ์การตรวจจับควัน ความร้อน เปลวไฟ และก๊าซ แต่มีการติดตั้งสัญญาณเตือนภัยแบบกด ในตำแหน่งใกล้กับประตูทางออกฉุกเฉิน
- มีรถเข็นดับเพลิงติดตั้งบริเวณด้านหน้าทางเข้าอาคารจัดเก็บสารเคมี และมีการติดตั้งถังดับเพลิงบริเวณด้านในอาคาร และริมทางออกประตูฉุกเฉิน ไม่มีระบบน้ำดับเพลิงภายในอาคารจัด



รูปที่ 4.10 แผนผังการจัดเก็บสารเคมีในอาคารที่มีอยู่เดิม

รูปที่ 4.11 บริเวณอาคารเก็บสารเคมี

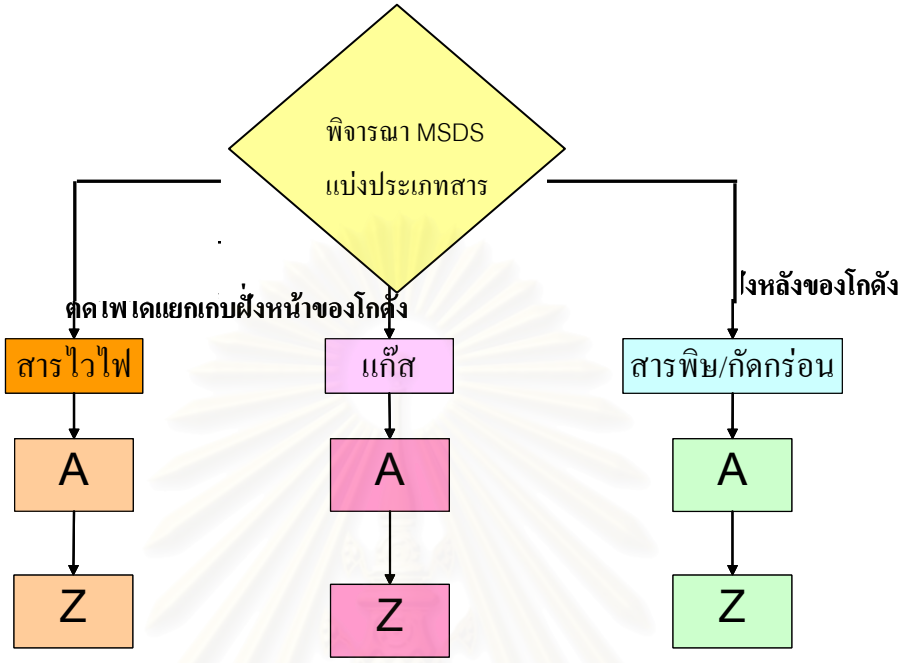
ตารางที่ 4.14 รายชื่อสารเคมีที่ทำการจัดเก็บในอาคารจัดเก็บเป็นดังนี้

ลำดับที่	รายชื่อสารเคมี	อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากสารเคมี
1	Methanol Alcohol	ลุกไหม้ติดไฟได้ ทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดสารผสมที่ระเบิดได้ในกรณีที่เกิดการสลายตัว: อันตรายจากการระเบิด!
2	formic acid	ลุกไหม้ติดไฟได้ สารเคมีในสรูปที่เป็นไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้
3	Hydrochloric acid	ไอระเหยหนักกว่าอากาศ เมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้
4	acetic	ไอระเหยหนักกว่าอากาศ สารเคมีในสรูปที่เป็นไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้
5	ammonia	ไม่ลุกไหม้ติดไฟได้ ไอระเหยหนักกว่าอากาศ เมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้ ป้องกันไม่ให้น้ำที่ใช้ดับเพลิงแล้วไหลลงสู่แหล่งน้ำ
6	Potassium dichromate	ไม่ลุกไหม้ติดไฟได้ ป้องกันไม่ให้น้ำที่ใช้ดับเพลิงแล้วไหลลงสู่แหล่งน้ำ ผลิตภัณฑ์จัดเป็นสารช่วยเพิ่มการลุกลามของไฟ
7	Sodium hydroxide	เมื่อผสมกับโลหะเบาก่อให้เกิดแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งอาจเกิดระเบิดได้ ไม่ลุกไหม้ติดไฟได้ ป้องกันไม่ให้น้ำที่ใช้ดับเพลิงแล้วไหลลงสู่แหล่งน้ำ
8	mercury	ไอระเหยหนักกว่าอากาศ สารเคมีในสรูปที่เป็นไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้

4.3.2 <u>วิธีเดิมในการจัดเก็บสารเคมี</u>

ระเบียบวิธีในการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิม คือ เมื่อมีการนำเข้าสารเคมีจะทำการพิจารณาข้อมูล MSDS และ Safety Sheet ของสารเคมีตัวนั้นว่ามีข้อกำหนดทางด้านลักษณะสมบัติทางเคมี กายภาพ อันตราย มาตรการป้องกันฯอย่างไรบ้างโดยจะทำการแบ่งแยกสารเคมีออกเป็น 3 พวกใหญ่ คือ สารติดไฟได้ (Flammable) แก๊ส(Gas) และ สารกัดกร่อน(Corrosive)/สารเป็นพิษ (Toxic) และจะทำการแยกเก็บสารเคมีออกเป็น 3 โซน คือโซนที่เก็บสารติดไฟได้และก๊าซ อยู่ทางด้านหน้าของโกดัง และโซนที่เก็บสารกัดกร่อน/สารเป็นพิษ อยู่ทางด้านหลังของโกดัง โดยมีทางเดินระยะห่าง 3 เมตร เป็นตัวแบ่งแยกระหว่างสองฝั่ง เมื่อพิจารณาแยกสารได้ 3 ประเภทแล้วจะ

ทำการจัดเก็บสารเคมีไล่เรียงตามตัวอักษร A ไปถึง Z ในแต่ละโซนของการจัดเก็บ โดยขั้นตอนในการจัดเก็บเป็นดัง



รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการพิจารณาการจัดเก็บสารเคมีของโรงงานกรณีศึกษา

4.3.3 <u>สภาพปัญหาของระบบเดิม</u>

จากการศึกษาแนวทางในการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิมของโรงงานกรณีศึกษานี้จะเห็นว่ายังไม่ถูกต้องเนื่องจาก

- การแบ่งประเภทของสารเคมีตามลักษณะการติดไฟอย่างเดียวนั้น ไม่เพียงพอสำหรับการแบ่งประเภทอันตรายของสารเคมีในแต่ละตัว เนื่องจากสารเคมีบางตัวมีลักษณะของอันตรายหลายประเภทเช่น ติดไฟและเป็นพิษ หรือกัดกร่อนและเป็นสารออกซิไดซ์ด้วย ถ้าพิจารณาเฉพาะสมบัติการติดไฟเพียงอย่างเดียวก็จะทำให้มองข้ามลักษณะของอันตรายในด้านอื่นๆไป จะทำให้การจัดประเภทการจัดเก็บสารเคมีอันตรายนั้นผิดไปจากประเภทของอันตรายที่มีความสำคัญมากที่สุด
- การจัดเรียงสารเคมีตามตัวอักษรนั้นยังไม่ถูกต้อง แม้ว่าจะสะดวกในการเบิกแต่เป็นการมองข้ามข้อกำหนด หรือมองข้ามโอกาสในการเกิดอันตรายจากสารเคมีไป เนื่องจากสารเคมีอันตรายบางตัวจะเป็นตัวช่วยในการทำให้อันตรายนั้นลุกลามใหญ่โตได้เมื่ออยู่ใกล้กับสารที่ไม่ถูกกัน ดังนั้นการจะจัดเก็บสารเคมี

อันตรายที่เหมาะสมนั้นควรพิจารณาสมบัติของอันตราย และสมบัติของการเกิดปฏิกิริยาของสารแต่ละตัว แต่เนื่องจากในกรณีอาคารเก็บสารเคมีโรงงานนี้มีการจัดเก็บที่มีจำนวนไม่มากจึงทำให้ความเสี่ยงของอันตรายไม่สูงมาก แต่ถึงแม้ว่าจะมีจำนวนสารเคมีในการจัดเก็บน้อย แต่อย่างไรก็ตามสารเคมีที่ทำการจัดเก็บในอาคารนี้ล้วนแล้วแต่เป็นสารเคมีที่มีรายชื่ออยู่ในบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายทั้งสิ้น เพราะฉะนั้นจะต้องทำการจัดเก็บให้ถูกต้องตามหลักกฎหมาย

- จากรายชื่อสารเคมีที่ทำการจัดเก็บ จะพบว่ามีสารเคมีบางตัวที่เป็นตัวไวไฟสูงและก๊าซไวไฟ จากข้อกำหนด ไม่สามารถจัดเก็บแบบคละกันได้ เพราะฉะนั้นสมควรทำการแยกเก็บคนละอาคารหรือไม่ควรมีผนังกันไฟกั้นแยกกันระหว่างสารสองประเภทนี้
- ระยะห่างของการจัดเก็บสารเคมีบางตัวยังน้อยเกินไปควรทำการแยกห่างออกอีกเพิ่มลดโอกาสของการลุกลามของอันตรายได้
- โครงสร้างอาคารจัดเก็บสารเคมีบางข้อยังไม่เป็นไปตามข้อกำหนดกฎหมาย
- ยังไม่มีระบบตรวจดักจับความร้อน ควัน ก๊าซ และเปลวไฟ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไม่สามารถทราบถึงเหตุร้ายได้อย่างทันถ่วงที

4.3.4 <u>การประเมินความเสี่ยงจากอันตรายของระบบเดิม</u>

ตารางที่ 4.15 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆ

พื้นที่อันตราย	อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากสารเคมี	ลักษณะการจัดเก็บ	ระดับการป้องกัน	ระดับความเสียหาย
Methanol Alcohol	- ลุกไหม้ติดไฟเอง - ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดสารผสมที่ระเบิด - ทำให้ไฟลุกลาม	ระยะการจัดไม่เก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	1 2 3	2 3 2
formic acid	- ลุกไหม้ติดไฟเอง - ไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิด	ระยะการจัดไม่เก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	1 2	2 3

	การระเบิดได้ - ทำให้ไฟลุกลาม		3	2
Hydrochloric acid	- ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	ระยะการจัดไม่เก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	2	3
acetic	- ไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้	ระยะการจัดไม่เก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	2	3
ammonia	- ไอระเหยทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	ระยะการจัดไม่เก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	2	3
Potassium dichromate	- ช่วยเพิ่มการลุกลามของไฟ	ระยะการจัดไม่เก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	4	2
Sodium hydroxide	- ผสมกับโลหะเบาก่อให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนที่อาจเกิดระเบิดได้	ระยะการจัดไม่เก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	1	3
mercury	- ไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้	ระยะการจัดไม่เก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	2	3

ตารางที่ 4.16 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้

พื้นที่อันตราย	ระดับโอกาสการเกิด	ระดับความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง	ความหมาย
Methanol Alcohol	1 2 3	2 3 2	2 6 6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
formic acid	1 2 3	2 3 2	2 6 6	2	ความเสี่ยงปานกลาง

Hydrochloric acid	2	3	6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
acetic	2	3	6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
ammonia	2	3	6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
Potassium dichromate	4	2	8	3	ความเสี่ยงสูง
Sodium hydroxide	1	3	3	2	ความเสี่ยงปานกลาง
mercury	2	3	6	2	ความเสี่ยงปานกลาง

4.3.5 ผลการดำเนินงานด้วยระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี

หลังจากการนำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีไปประเมินรูปแบบและวิธีการจัดเก็บสารเคมีแบบเดิม ได้ผลการประเมินการจัดเก็บสารเคมีแบบคละกันดังแสดงในตารางที่ 4.17

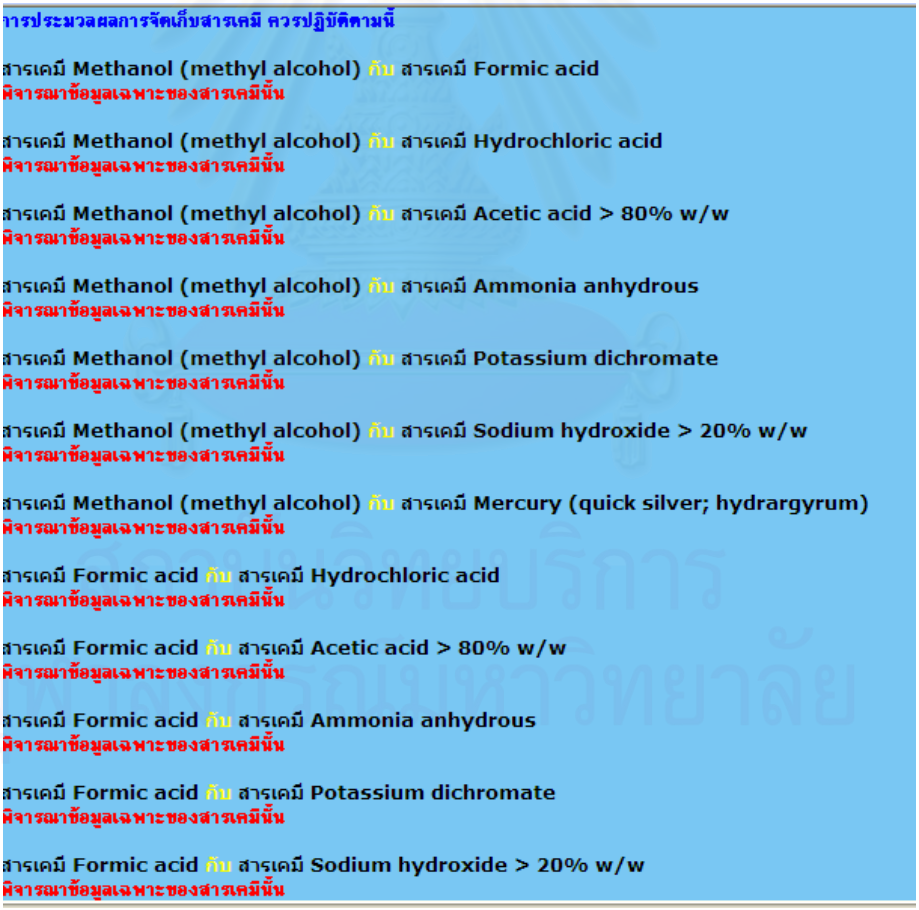
ตารางที่ 4.17 ผลการประเมินการจัดเก็บสารเคมีแบบคละกันของโรงงานกรณีศึกษาที่ 3

ที่	สารเคมี 1	สารเคมี 2	ผล	เงื่อนไขเพิ่มเติม
1	Methanol (methyl alcohol)	Hydrochloric acid	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
2	Methanol (methyl alcohol)	Acetic acid > 80% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
3	Methanol (methyl alcohol)	Ammonia anhydrous	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
4	Methanol (methyl alcohol)	Potassium dichromate	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-

5	Methanol (methyl alcohol)	Sodium hydroxide > 20% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
6	Methanol (methyl alcohol)	Mercury (quick silver; hydrargyrum)	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
7	Hydrochloric acid	Acetic acid > 80% w/w	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
8	Hydrochloric acid	Ammonia anhydrous	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.17 (หน้า 32) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
9	Hydrochloric acid	Potassium dichromate	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
10	Hydrochloric acid	Mercury (quick silver; hydrargyrum)	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
11	Acetic acid > 80% w/w	Ammonia anhydrous	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
12	Acetic acid > 80% w/w	Potassium dichromate	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
13	Acetic acid > 80% w/w	Sodium hydroxide > 20% w/w	จัดเก็บคละกันได้ โดยดูเงื่อนไข	ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.1.7.9 (หน้า 31) ที่มา: คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม
14	Acetic acid > 80% w/w	Mercury (quick silver; hydrargyrum)	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-

15	Ammonia anhydrous	Potassium dichromate	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-
16	Ammonia anhydrous	Mercury (quick silver; hydrargyrum)	จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ	-

จากตาราง 4.17 สรุปได้ว่า มีสารที่จะต้องทำการจัดเก็บแบบแยกบริเวณกันคือสารกลุ่มของเหลวไวไฟและกลุ่มแก๊ส โดยควรทำการแยกบริเวณกันในการจัดเก็บหรือจัดเก็บร่วมกันแต่มีกำแพงกันไฟกั้นระหว่างสารทั้งสองกลุ่มและจากการประเมินลักษณะโครงสร้างของอาคารและแผนผังการจัดเก็บพบว่ารูปแบบการจัดเก็บแบบเดิมนั้นมีข้อควรปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้

สารเคมี Formic acid กับ สารเคมี Mercury (quick silver; hydrargyrum)
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Hydrochloric acid กับ สารเคมี Acetic acid > 80% w/w
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Hydrochloric acid กับ สารเคมี Ammonia anhydrous
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Hydrochloric acid กับ สารเคมี Potassium dichromate
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Hydrochloric acid กับ สารเคมี Sodium hydroxide > 20% w/w
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Hydrochloric acid กับ สารเคมี Mercury (quick silver; hydrargyrum)
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Acetic acid > 80% w/w กับ สารเคมี Ammonia anhydrous
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Acetic acid > 80% w/w กับ สารเคมี Potassium dichromate
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Acetic acid > 80% w/w กับ สารเคมี Sodium hydroxide > 20% w/w
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Acetic acid > 80% w/w กับ สารเคมี Mercury (quick silver; hydrargyrum)
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Ammonia anhydrous กับ สารเคมี Potassium dichromate
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Potassium dichromate กับ สารเคมี Sodium hydroxide > 20% w/w
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

สารเคมี Potassium dichromate กับ สารเคมี Mercury (quick silver; hydrargyrum)
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

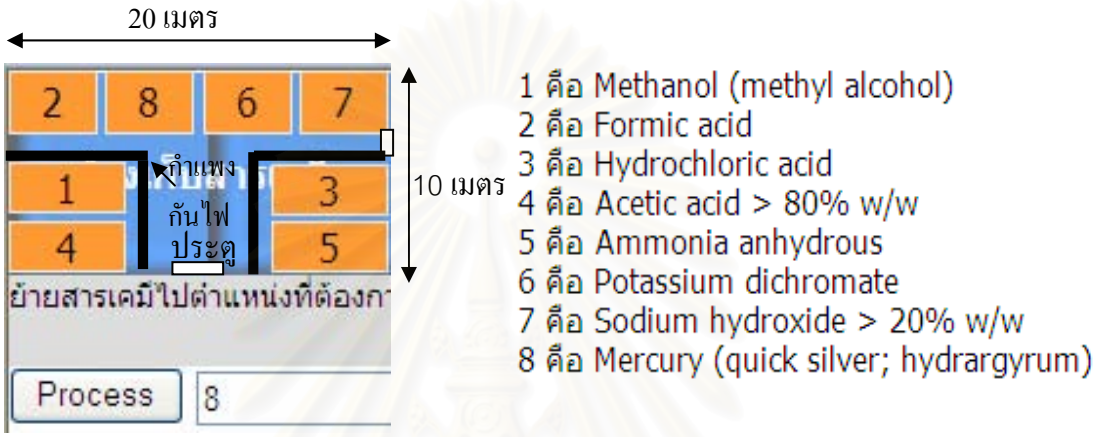
สารเคมี Sodium hydroxide > 20% w/w กับ สารเคมี Mercury (quick silver; hydrargyrum)
พิจารณาข้อมูลเฉพาะของสารเคมีนั้น

รายละเอียดเพิ่มเติมที่จำเป็น มีดังต่อไปนี้

- ประตูทางออกฉุกเฉิน ต้องมีไม่น้อยกว่า 2 ประตู
- ประตูทางออกฉุกเฉิน ต้องมีความกว้างไม่น้อย 1.1 เมตร
- ความลาดเอียงของพื้นไปยังบ่อกักเก็บ ต้องมีความลาดเอียงอย่างน้อย 1 เปอร์เซ็นต์
- ผนังด้านนอกของอาคารจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 90 นาที
- ส่วนของผนังกันไฟที่เกินหลังคาขึ้นไป ควรมีความสูงตั้งแต่ 0.3 ถึง 1 เมตร
- ส่วนของผนังกันไฟที่เกินผนังอาคารออกไปด้านข้าง ควรมีความสูงตั้งแต่ 0.3 ถึง 0.5 เมตร
- วัสดุที่ใช้มุงหลังคาจะต้องทนไฟได้อย่างน้อย 30 นาที
- จะต้องมีการพ่นวัสดุกันไฟที่โครงสร้างหลักที่รองรับหลังคา
- จะต้องมีการติดตั้งฝาครอบโคมไฟ
- ความสูงมากที่สุด ของสารเคมีที่จัดเก็บ ต้องไม่เกิน 4.5 เมตร
- จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับควัน
- จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน
- จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ
- จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส
- อุปกรณ์เตือนภัยจะต้องหากันไม่เกิน 30 เมตร
- ความจุของบ่อกักเก็บต้องอย่างน้อย 6 ลูกบาศก์เมตร
- จะต้องมีระบบจ่ายน้ำดับเพลิง

รูปที่ 4.13(ต่อ) แสดง Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้

จากรูปที่ 4.13 จะสังเกตเห็นว่าสารทุกตัวถ้าต้องการทำการเก็บร่มกันจะต้องทำการพิจารณาระยะห่างในการจัดเก็บทีละคู่เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจัดประเภทอันตรายไว้ในUN Class ที่ 3 (Flammable) และ 8 (Corrosive) ซึ่งโดยปกติแล้วUN Class 2 ประเภทนี้ไม่สามารถจัดเก็บแบบคละกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวางแผนผังในการจัดเก็บสารเคมีขึ้นใหม่โดยใช้ระบบสนับสนุนการจัดเก็บเป็นเครื่องมือช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 Output ข้อเสนอแนะที่ระบบสนับสนุนการจัดเก็บประเมินได้

4.3.6 <u>การประเมินความเสี่ยงจากอันตรายเมื่อใช้ระบบสนับสนุนช่วยในการออกแบบ</u>

ตารางที่ 4.18 การประเมินความเสี่ยงการเกิดอันตรายประเภทต่างๆ

พื้นที่อันตราย	อันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากสารเคมี	ลักษณะการจัดเก็บ	ระดับการป้องกัน	ระดับความเสียหาย
Methanol Alcohol	- ลุกไหม้ติดไฟเอง - ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดสารผสมที่ระเบิด - ทำให้ไฟลุกลาม	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	1 2 1	2 3 2
formic acid	- ลุกไหม้ติดไฟเอง - ไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้ - ทำให้ไฟลุกลาม	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	1 2 1	2 3 2

Hydrochloric acid	- ทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	2	3
acetic	- ไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	2	3
ammonia	- ไอระเหยทำปฏิกิริยากับอากาศ ก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	2	3
Potassium dichromate	- ช่วยเพิ่มการลุกลามของไฟ	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	1	2
Sodium hydroxide	- ผสมกับโลหะเบาก่อให้เกิดแก๊สไฮโดรเจน ที่อาจเกิดระเบิดได้	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	1	3
mercury	- ไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้	ระยะการจัดเก็บเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ระยะห่างการจัดเก็บสารเคมี	2	3

ตารางที่ 4.19 ค่าระดับความเสี่ยงที่วิเคราะห์ได้

พื้นที่อันตราย	ระดับโอกาสการเกิด	ระดับความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง	ความหมาย
Methanol Alcohol	1 2 1	2 3 2	2 6 2	2	ความเสี่ยงปานกลาง
formic acid	1 2 1	2 3 2	2 6 2	2	ความเสี่ยงปานกลาง

Hydrochloric acid	2	3	6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
acetic	2	3	6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
ammonia	2	3	6	2	ความเสี่ยงปานกลาง
Potassium dichromate	1	2	2	1	ความเสี่ยงน้อย
Sodium hydroxide	1	3	3	2	ความเสี่ยงน้อย
mercury	2	3	6	2	ความเสี่ยงปานกลาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการนำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับอุตสาหกรมไทยไปทดสอบใช้จริงใน 2 กลุ่มโรงงานกรณีศึกษาจำนวนทั้งหมด 3 โรงงาน พบว่ามีผลการทดสอบดังนี้ (1) มีการออกแบบแผนการวางผังการจัดเก็บสำหรับโกดังที่ใช้จัดเก็บสารเคมีสำหรับอาคารจัดเก็บสารเคมีใหม่ (2) มีการปรับปรุงผังการจัดเก็บสารเคมีในโกดังสำหรับโรงงงานที่มีอาคารจัดเก็บสารเคมีเดิมอยู่แล้ว และการนำระบบไปช่วยสนับสนุนการออกแบบแผนผังการจัดเก็บและการตรวจสอบความถูกต้องของแผนผังการจัดเก็บ โดยใช้เครื่องมือการประเมินความเสี่ยงในการวัดประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนในแง่ของความสามารถในการลดความเสี่ยงได้ในระดับใด โดยทำการประเมินค่าระดับความเสี่ยงกับระบบการทำงานเดิม และทำการเปรียบเทียบค่าระดับความเสี่ยงหลังจากการนำระบบเข้าไปใช้ พบว่ามีผลการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงของทั้ง 3 โรงงานกรณีศึกษาดังแสดงในตารางที่ 5.1 5.2 และ5.3 ตามลำดับ

พบว่าการประเมินความเสี่ยงที่ได้จากการนำเอาระดับโอกาสในการเกิดเหตุอันตรายคูณด้วยระดับความเสียหายจากอันตรายนั้นๆ มีค่าผลลัพธ์ที่ลดลงในทุกกรณีศึกษาหลังจากที่ได้นำระบบการจัดเก็บสารเคมีไปใช้ ซึ่งมีผลผลค่าระดับความเสี่ยงอันตรายจากพื้นที่การจัดเก็บสารเคมีเฉลี่ยของแต่ละโรงงานทั้ง 3 ดังนี้

กรณีศึกษาที่ 1 ก่อน : ผลลัพธ์ 6.70 ความเสี่ยง 7.38 เป็นระดับความเสี่ยงปานกลาง
หลัง : ผลลัพธ์ 4.47 ความเสี่ยง 4.375 เป็นระดับความเสี่ยงปานกลาง
ผลลัพธ์ลดลงแต่ยังคงอยู่ในระดับความเสี่ยงระดับเดิม

กรณีศึกษาที่ 2 ก่อน : ผลลัพธ์ 7.15 ความเสี่ยง 8.33 เป็นระดับความเสี่ยงสูง
หลัง : ผลลัพธ์ 4.70 ความเสี่ยง 6.00 เป็นระดับความเสี่ยงปานกลาง
ผลลัพธ์ลดลงแต่ยังคงอยู่ในระดับความเสี่ยงระดับเดิม

กรณีศึกษาที่ 3 ก่อน : ผลลัพธ์ 5.25 ความเสี่ยง 5.88 เป็นระดับความเสี่ยงปานกลาง
หลัง : ผลลัพธ์ 4.08 ความเสี่ยง 5.12 เป็นระดับความเสี่ยงปานกลาง
ผลลัพธ์ลดลงแต่ยังคงอยู่ในระดับความเสี่ยงระดับเดิม

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงก่อนและหลังการใช้ระบบสนับสนุนการจัดเก็บสำหรับกรณีศึกษาที่ 1

พื้นที่อันตราย	ก่อน		หลัง	
	ผลลัพธ์	ค่าเฉลี่ยผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ค่าเฉลี่ยผลลัพธ์
Potassium Permanganate	6 9	9	4 6	6
Sodium Carbonate	2	2	2	2
Acetone	9 9 6 6	9	6 9 4 6	9
Toluene	6 6	6	2 6	6
Ethyleneglycol	6 9 9 1	9	2 6 6 1	6
N-Heptane	6 9	9	4 6	6
ของเหลวไวไฟต่ำ	9	9	3	3
ของเหลวไวไฟสูง	6	6	3	3
เฉลี่ย	6.7	7.375	4.47	4.375

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงก่อนและหลังการใช้ระบบสนับสนุนการจัดเก็บสำหรับกรณีศึกษาที่ 2

พื้นที่อันตราย	ก่อน		หลัง	
	ผลลัพธ์	ค่าเฉลี่ยผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ค่าเฉลี่ยผลลัพธ์
Dimethyl ether	6 6	6	2 6	6
Acetone > 75% w/w	6 9 9	9	4 6 6	6
2-propanol	9	9	6	6
n-Hexane	6 9	9	2 6	6
Ethyl acetate	6 9 9	9	2 6 6	6
Cyclohexane	6 9	9	2 6	6
Toluene	6 9	9	2 6	6
Nitric Acid	4 9 6	9	4 6 6	6
Sulfuric acid	6 4	6	6 4	6
เฉลี่ย	7.15	8.33	4.7	6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงก่อนและหลังการใช้ระบบสนับสนุนการจัดเก็บสำหรับกรณีศึกษาที่ 3

พื้นที่อันตราย	ก่อน		หลัง	
	ผลลัพธ์	ค่าเฉลี่ยผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ค่าเฉลี่ยผลลัพธ์
Methanol Alcohol	2 6 6	6	2 6 2	6
formic acid	2 6 6	6	2 6 2	6
Hydrochloric acid	6	6	6	6
acetic	6	6	6	6
ammonia	6	6	6	6
Potassium dichromate	8	8	2	2
Sodium hydroxide	3	3	3	3
mercury	6	6	6	6
เฉลี่ย	5.25	5.88	4.08	5.12

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการพิจารณาผลการประเมินความสามารถในการลดความเสี่ยงของระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมไทย พบว่าผลลัพธ์ของการประเมินความเสี่ยงที่ได้จากการนำโอกาสในการเกิดเหตุอันตรายมาคูณด้วยระดับมูลค่าความเสียหายจากอันตรายนั้นๆ ค่าผลลัพธ์มีค่าลดลงในทุกกรณีศึกษา แต่เมื่อทำการจัดแบ่งระดับความเสี่ยงหลังจากการนำระบบเข้าไปใช้จะยังเห็นว่าส่วนใหญ่ระดับความเสี่ยงมิได้มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการลดลงของค่าผลลัพธ์ในแต่ละกรณีศึกษานั้นมีการลดลงเพียงเล็กน้อย ด้วยเหตุนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า การนำระบบสนับสนุนเข้ามาใช้ในการจัดเก็บสารเคมีนั้นสามารถช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอันตรายได้ในบางส่วนของขั้นตอนในการจัดเก็บสารเคมีเท่านั้น ระบบจัดเก็บสารเคมีเป็นเพียงระบบสนับสนุนที่ช่วยในการตรวจสอบระบบเดิมหรือตรวจสอบการออกแบบเท่านั้น มิใช่เครื่องมือหลักในการพิจารณาการจัดเก็บสารเคมี หากแต่เป็นผู้ปฏิบัติงานที่เป็นผู้ตัดสินใจในการวางแผนผัง เพราะอันตรายที่อาจเกิดได้จากการจัดเก็บสารเคมีนั้นมิใช่ขึ้นอยู่กับการวางแผนผังเท่านั้น แต่ยังมีปัจจัยอีกหลายด้านที่มีผลต่อการเกิดอันตรายจากการจัดเก็บสารเคมี ซึ่งความรู้และประสบการณ์ในการเข้าใจถึงลักษณะของสารเคมีและสภาพแวดล้อมจึงมีส่วนสำคัญในการตัดสินใจที่ถูกต้องเพื่อการจัดเก็บสารเคมีที่ปลอดภัยที่สุด

ประโยชน์ของระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมีนี้คือช่วยให้การตัดสินใจในการออกแบบหรือการตรวจสอบระบบเดิมมีความรวดเร็วขึ้น กว่าการใช้ระบบเปิดตำราซึ่งจะใช้เวลานานกว่าอีกทั้งยังช่วยลดโอกาสของการเกิดข้อผิดพลาดจากการพิจารณาข้อมูลจากหลายๆ ข้อมูลอีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการนำระบบสนับสนุนการจัดเก็บไปใช้งานจริงในกรณีศึกษาพบว่ายังมีข้อจำกัดในอีกหลายด้าน ที่ทำให้ไม่สามารถนำโปรแกรมไปใช้ได้ เช่น

- สารเคมีที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของระบบนี้มีเพียงสารเคมี ที่มีระบุชื่ออยู่ในไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2549 เท่านั้นแต่ในความเป็นจริงแล้ว การจัดเก็บสารเคมีในอาคารของโรงงานแต่ละแห่งมีทั้งที่เป็นสารเคมีที่อยู่ในบัญชีรายชื่อ และไม่อยู่ในบัญชีรายชื่อ(ไม่ถือว่าเป็นวัตถุอันตราย) เหตุนี้จึงทำให้ไม่สามารถนำระบบไปใช้ได้อย่างเต็มที่ในอาคารจัดเก็บนั้น เพราะสามารถพิจารณาได้เฉพาะสารที่มีรายชื่อเท่านั้น ทำให้ผลของการนำระบบไปใช้อาจมีข้อผิดพลาด เพราะในการพิจารณาจัดเก็บสารเคมีนั้นไม่สมควร

พิจารณาเฉพาะตัวที่เป็นวัตถุอันตรายเท่านั้นแต่ควรพิจารณาทั้งหมดที่มีการจัดเก็บร่วมกัน เพราะสารเคมีทุกตัวเมื่ออยู่ด้วยตัวเองอาจไม่เป็นอันตรายแต่เมื่ออยู่ร่วมกับสารวัตถุอันตรายอาจจะเป็นตัวเร่งให้อันตรายนั้นลุกลามใหญ่โตได้ ดังนั้น เพื่อให้ระบบนี้สามารถใช้ได้จริงในทุกอุตสาหกรรมควรมีการเพิ่มเติมข้อมูลฐานข้อมูลให้ครอบคลุมรายชื่อสารเคมีให้มากที่สุด

- สารเคมีบางตัวที่จัดเก็บในอาคารเป็นสารเคมีเฉพาะของแต่ละโรงงาน หรือสารที่มีการผสมกันระหว่างสารเคมีหลายตัวทำให้สมบัติทางเคมีและทางกายภาพเปลี่ยนไป ทำให้ไม่สามารถทรายถึงลักษณะทั้งหมดได้ เพราะไม่มีการกำหนดเป็นมาตรฐานตามที่สากลใช้ จึงทำการนำระบบสนับสนุนนี้เข้าไปใช้ เป็นการยากที่จะจัดการกับสารเหล่านั้นได้ เนื่องจากระบบสนับสนุนนี้ถูกออกแบบมาให้มีข้อมูลของฐานข้อมูลที่อ้างอิงกับระบบสากลที่กฎหมายอ้างอิงเท่านั้น มิได้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้ป้อนค่าลักษณะสมบัติของสารเคมีได้เอง

- ในส่วนของการประเมินความเสี่ยงในที่นี้ เกิดปัญหาในเรื่องของการประเมินโอกาสในการเกิดเหตุอันตรายที่จากเดิมตามคู่มือการประเมินความเสี่ยงของกรมโรงงาน โอกาสในการเกิดเหตุอันตรายจะอาศัยข้อมูลทางสถิติของการเกิดเหตุแต่ในงานวิจัยนี้ไม่สามารถเก็บข้อมูลสถิติของการเกิดเหตุได้จึงใช้ระดับการป้องกันการเกิดเหตุแทนค่าระดับโอกาสในการเกิดเหตุแทน โดยถ้าระดับโอกาสในการเกิดสูงแสดงว่ามีระดับการป้องกันต่ำ

- ระบบสนับสนุนการจัดเก็บนี้เป็นเพียงระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ เนื่องจากระบบสนับสนุนนี้เป็นผลงานส่วนหนึ่งของการศึกษา ซึ่งยังมิได้มีการรับรองจากหน่วยงานของรัฐ ดังนั้นการนำระบบไปใช้ควรพิจารณาตรวจสอบกับมาตรฐานและกฎหมายอีกที เพื่อลดโอกาสของการผิดพลาดในการจัดทำฐานข้อมูลในระบบสนับสนุนการจัดเก็บนี้

- เนื่องจากอันตรายจากสารเคมีมิได้เกิดจากเฉพาะปัจจัยของตำแหน่งที่วางจัดเก็บเท่านั้นแต่ยังมีปัจจัยอีกหลายๆด้านที่ผู้ใช้ต้องทำการตัดสินใจด้วยตัวเองโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เฉพาะตัว

5.4 ข้อจำกัด

- ข้อมูลของสารเคมีที่ถูกบรรจุอยู่ในระบบสนับสนุนนี้ มีเฉพาะสารเคมีที่มีจัดเป็นวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานเป็นผู้ควบคุมเท่านั้น ฉะนั้นระบบจะไม่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างครอบคลุมกับในทุกสารเคมี เนื่องจากบางโรงงานใช้สารเคมีที่เป็นสารผสมเฉพาะหรือสารเคมีบางตัวไม่จัดเป็นวัตถุอันตราย จึงควรมีการพัฒนาฐานข้อมูลให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นเพื่อการใช้งานที่มีประสิทธิภาพในทุกๆกรณีของอาคารจัดเก็บสารเคมี

รายการอ้างอิง

กองควบคุมความปลอดภัย, กระทรวงอุตสาหกรรม. คู่มือการระงับอุบัติภัยจากสารเคมี. 2538.

ธนศักดิ์ เรืองสุวรรณ. การศึกษาและสำรวจหลักเกณฑ์ของการเก็บรักษาวัตถุอันตราย กลุ่มไอโซไซยาเนต ในโรงงานอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2547.

บุญจง ขาวสิทธิวงษ์. การจัดการวัตถุอันตรายและกากของเสียอันตราย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2538.

ภัสราพร พลับเจริญสุข. การพัฒนาโปรแกรมควบคุมปริมาณการนำเข้าวัตถุอันตรายในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

โรงงานอุตสาหกรรม,กรม. ประกาศ กรมโรงงานอุตสาหกรรมเรื่อง คู่มือการเก็บรักษาวัตถุอันตราย 2550, 2550.

โรงงานอุตสาหกรรม,กรม. พระราชบัญญัติวัตถุอันตรายพ .ศ. 2535, 2535.

โรงงานอุตสาหกรรม,กรม. คู่มือความปลอดภัยในการเก็บรักษาเคมีภัณฑ์อันตราย, 2540

สรพล แก้วแดง. การพัฒนาระบบฐานข้อมูล จีเอ็มพี ด้านวัตถุอันตราย ในความรับผิดชอบของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสารสนเทศศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2547.

อรวรรณ ศรีเตียเพ็ชร. ระบบสารสนเทศสำหรับการจัดการการขนส่งของผู้รับจ้างวัตถุอันตราย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ศูนย์สารสนเทศโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม. Kwowledge Management [Online]. 2007 . Available From: http://www.diw.go.th [2008, March 15]

หน่วยข้อสนเทศวัตถุอันตรายและความปลอดภัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [Online]. 2003. Available From: http://www.chemtrack.org/UNClass-Intro.asp [2008, March 15]

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
ตารางจัดทำฐานข้อมูลสารเคมี

จากการจัดทำระบบสนับสนุนการจัดเก็บสารเคมี จำเป็นต้องจัดทำฐานข้อมูลเพื่อเป็นข้อมูลในการที่ระบบสนับสนุนจะทำการนำไปประมวลผล โดยตารางฐานข้อมูลต่างๆมีดังแสดงในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 4 ในภาคผนวก โดยมีรายชื่อตารางฐานข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างฐานข้อมูลลักษณะสมบัติของสารเคมีแต่ละตัว

ตารางที่ 2 ตัวอย่างฐานข้อมูลด้านอันตรายของสารเคมีแต่ละตัว

ตารางที่ 3 ตัวอย่างฐานข้อมูลมาตรการป้องกันอันตรายของสารเคมีแต่ละตัว

ตารางที่ 4 ตัวอย่างฐานข้อมูลเกี่ยวกับการจัดเก็บของสารเคมีแต่ละตัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ตัวอย่างฐานข้อมูลลักษณะสมบัติของสารเคมีแต่ละตัว

ลำดับ	Name	ชื่อพ้อง	สูตร	สถานะ	สี	กลิ่น	จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)	จุดเดือด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)	จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)	ขอบเขตการระเบิด	ความดันไอ	ถพ./ความหนาแน่น	ความหนาแน่นของไอ	ความเสถียร	sub	UN Class	UN Number	UN Guid	Cas Number	ชนิดวัตถุอันตราย	เลขดัชนีอีซี	เลขอีไอเอ็นอีซีเอส
1	Acetic acid > 80% w/w	Acetic acid Acide acetique Acido acetico Azijnzuur Essigsaeure Kyselina octova Octowy kwas Acetic acid, solution, more than 10% but not more than 80% acid Ethanoic acid Ethylic acid Glacial acetic acid Methanecarboxylic acid Pyroligeneous acid Shotgun TCLP extraction fluid 2 vinegar Vinegar acid	$C_2H_4O_2$	ของเหลว	ไม่มีสี	ฉุน	16.2	117	427	40	ล่าง 4 Vol% บน 17 Vol%	11.4 mmHg ที่ 20 องศา	1.06 g/cm3	2.07 g/l	เสถียร	acetic acid solution more than 80% acid by mass	8	2789	132	64-19-7	3	607-002-00-6	200-580-7
2	Acetone > 75% w/w	chevron acetone Dimethyl formaldehyde dimethylketal Dimethyl ketone ketone propane beta-ketopropane Methyl ketone Propanone 2-Propanone pyroacetic acid pyroacetic ether อะซีโตน Aceton Dimethylformaldehyde Ketone RCRA waste number U002 C3H6O	C3H6O	ของเหลว	ไม่มีสี	เฉพาะตัว	-94	56	465	-17	ล่าง 2 Vol% บน 13 Vol%	184 mmHg ที่ 20 องศา	0.79 g/cm3	2.00 g/l	เสถียร	None	3	1090	127	67-64-1	3	606-001-00-8	200-662-2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ตัวอย่างฐานข้อมูลลักษณะสมบัติของสารเคมีแต่ละตัว

ลำดับ	Name	ชื่อพ้อง	สูตร	สถานะ	สี	กลิ่น	จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)	จุดเดือด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)	จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)	ขอบเขตการระเบิด	ความดันไอ	ถพ./ความหนาแน่น	ความหนาแน่นของไอ	ความเสถียร	sub	UN Class	UN Number	UN Guid	Cas Number	ชนิดวัตถุอันตราย	เลขดัชนีอีซี	เลขอีไอเอ็นอีซีเอส
3	Acetylene tetrabromide (1,1,2,2-tetra bromoethane)	ACETYLENE DICHLORIDE (TETRABROMOETHANE) Acetylene tetrabromide muthmann's liquid sym-Tetrabromoethane TBE Tetrabromoacetylene tetrabromoethane s-Tetrabromoethane 1,1,2,2-tetrabromoethylene 1,1,2,2-Tetrabromoetano 1,1,2,2-Tetrabroomethaan C2H2Br4 เททระโบรไมอีเทน	C2H2Br4	ของเหลว	เกือบจะไม่มีสี	เฉพาะตัว	-1 - 1	223- 229	335	N/A	N/A	0.1 mmHg ที่ 20 องศา	2.963 g/cm3	11.9 g/l	เสถียร	None	6.1	2504	159	79-27-6	1	602-016-00-9	201-191-5
4	Acrylamide monomer (propenamide monomer)	Acrylic acid amide Acrylic amide Ethylene carboxamide Ethylenecarboxamide propenamide 2-Propenamide 2-Propeneamide propenoic acid, amide vinyl amide อะคริลาไมด์ Acrylamide Akrylamid Amid kyseliny akrylove C3H5NO RCRA waste number U007	C3H5NO	ของแข็ง	ไม่มีสี	เกือบไม่มีกลิ่น	84	125	424	138	N/A	1.6 mmHg ที่ 84.5 องศา	N/A	2.45 g/l	เสถียร	Solid Solution	6.1 6.1	2074 3426	153P 153P	79-06-1 79-06-1	2 2	616-003-00-0 616-003-00-0	201-173-7 201-173-7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ตัวอย่างฐานข้อมูลด้านอันตรายของสารเคมีแต่ละตัว

ลำดับ	Name	สภาวะที่ควรเลี่ยง	สารที่ควรหลีกเลี่ยง	ผลิตภัณฑ์อันตรายที่เกิดจากการสลายตัว	โพลิเมอร์ไรเซชั่นที่เป็นอันตราย	ข้อชี้บ่งสำหรับอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	ข้อชี้บ่งและอาการของการได้รับสาร	ข้อมูลอื่นๆ
1	Acetic acid > 80% w/w	ความชื้น	ตัวออกซิไดซ์ คาร์บอเนตและฟอสเฟต ที่ละลายได้ ไฮดรอกไซด์ ออกไซด์ โลหะ เปอร์ออกไซด์ เปอร์แมงกาเนต เอมีน แอลกอฮอล์	คาร์บอนมอนอกไซด์, คาร์บอนไดออกไซด์	ไม่เกิด	ไวไฟ ทำให้เกิดแผลไหม้อย่างรุนแรง	และผิวหนัง. การสูดดมอาจทำให้เกิดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ อักเสบ การบวมน้ำของ สารนี้ก่อให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรงต่อ เยื่อเมือก, ระบบทางเดินหายใจส่วนบน, ดวงตา , larynxand bronchi, chemical pneumonitis และอาการบวมน้ำที่ปอด. อาการที่เกิดจาก การได้รับสารนี้อาจได้แก่ รู้สึกแสบร้อน, ไอ, หายใจมีเสียง, หลอดลมตอนบนอักเสบ, หายใจถี่, ปวดหัว,คลื่นไส้, และอาเจียน. การกลืนกินหรือสูดดม กรดอะซีติกที่เข้มข้น จะทำลายเนื้อเยื่อของทางเดินหายใจและเนื้อเยื่อบริเวณทางเดินอาหาร. อาการที่เกิด ได้แก่: อาเจียนเป็นเลือด, ท้องร่วงเป็นเลือด, อาการบวมน้ำ และ/หรือ หลอดอาหารและ กระเพาะส่วนปลายทะลุ, hematuria, ภาวะไร้ปัสสาวะ, ภาวะโลหิตเป็นพิษ เนื่องจากไต บกพร่อง, ภาวะปัสสาวะมีแอลบูมิน, เม็ดเลือดแดงแตก, การชัก, หลอดลมอักเสบ, อาการบวมน้ำที่ปอด, โรคปอดอักเสบ, ภาวะล้มเหลวของหัวใจร่วมหลอดเลือด, ช็อค และตายได้. การสัมผัสหรือได้รับไอของสารความเข้มข้นสูงโดยตรงที่ผิวหนังหรือตา สามารถเกิดลักษณะผิวหนังแดง, คุ่มพอง, การทำลายเนื้อเยื่อกับการรักษาช้า ๆ, การทำ ให้ผิวหนังดำ, หนังคางคก, แผลรอและทางพิษวิทยาอย่างละเอียดยยแยก, การกร่อน กระจกตา, opacification, ม่านตาอักเสบ, เยื่อตาอักเสบ และอาจตาบอดได้. เท่าที่ทราบ ยังไม่มีการตรวจสอบสมบัติทางเคมี, ทางร่างกาย,	ไวไฟ อาจเกิดปฏิกริยาที่รุนแรง / เป็นอันตรายเมื่อทำปฏิกริยากับ โลหะชนิดอื่นๆ สารเคมีในสภาพที่เป็นไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้
2	Acetone > 75% w/w	การให้ความร้อน	เบส ตัวออกซิไดซ์ ตัวรีดิวซ์ อะซิโตนทำปฏิกิริยารุนแรงกับ ฟอสฟอรัสออกซิคลอไรด์ ไฮดรอกไซด์ของโลหะอัลคาไล ฮาโลเจน ฮาโลจิเนตเตด ไฮโดรคาร์บอน ไฮดรอกไซด์ของโลหะอัลคาไล สารประกอบของฮาโลเจน-ฮาโลเจน ตัวออกซิไดซ์ (เช่น โครเมียม (VI) ออกไซด์ สารประกอบเปอร์รอกซี กรดไนตริก กรดที่ใช้ทำไนเตรต ฮาโลเจน ออกไซด์ โลหะอัลคาไล สารประกอบไนโตรซิล	คาร์บอนมอนอกไซด์, คาร์บอนไดออกไซด์	ไม่เกิด	ไวไฟสูง ระคายเคืองต่อตา การได้รับซ้ำๆ อาจทำให้ผิวหนังแห้งและแตก ไอของสารอาจทำให้ซึมและง่วงนอน	เมื่อสูดดมไอระเหย: ระคายเคืองต่อเยื่อเมือก เมื่อได้รับในปริมาณมากก่อให้เกิดอาการ ปวดศีรษะ , น้ำลายไหล , คลื่นไส้ , อาเจียน , เวียนศีรษะ , ง่วงซึม รวมไปถึง สลบ เมื่อเข้าตา: อาจก่อให้เกิดด้อในตา เมื่อกลืนกิน: ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ ปวดศีรษะ , น้ำลายไหล คลื่นไส้ , อาเจียน , เวียนศีรษะ ,ง่วงซึม, สลบ	ไวไฟ ของเหลวไวไฟ. ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไอ ระเหยอาจเคลื่อนที่ไปในระยะทางที่ห่างไกลออกไปจากแหล่งกำเนิด ประกายไฟและย้อนกลับมาติดไฟ ภาชนะอาจระเบิดเมื่อโดนไฟลุกไหม้ ติดไฟได้ ไอระเหยหนักกว่าอากาศ เมื่อทำปฏิกริยากับอากาศ ก่อให้เกิด ของผสมที่ระเบิดได้ เก็บห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟ ป้องกันการเกิด ไฟฟ้าสถิต ว่องไวต่อแสง ; ไวต่ออากาศ ; ตัวทำละลาย ; ไม่หมาะสมกับพลาสติก ชนิดต่างๆ สารเคมีในสภาพที่เป็นไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อผสมกับอากาศ ก่อให้เกิดการระเบิดได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ตัวอย่างฐานข้อมูลด้านอันตรายของสารเคมีแต่ละตัว

ลำดับ	Name	สภาวะที่ควรเลี่ยง	สารที่ควรหลีกเลี่ยง	ผลิตภัณฑ์อันตรายที่เกิดจากการสลายตัว	โพลิเมอร์ไรเซชั่นที่เป็นอันตราย	ข้อชี้บ่งสำหรับอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	ข้อชี้บ่งและอาการของการได้รับสาร	ข้อมูลอื่นๆ
3	Acetylene tetrabromide (1,1,2,2-tetra bromoethane)	การให้ความร้อน	เบสแก่ ตัวออกซิไดซ์แรง โลหะที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาทางเคมี อะลูมินัม แมกนีเซียม สังกะสี โลหะอัลคาไล โลหะอัลคาไลน์เอิร์ธ โลหะ ในสภาพที่เป็นผง เอไมด์	คาร์บอนมอนอกไซด์, คาร์บอนไดออกไซด์, แก๊สไฮโดรเจนโบรไมด์ เมื่อเกิดเพลิงไหม้: ไฮโดรเจนโบรไมด์ , โบรมีน	ไม่เกิด	จะเป็นพิษมากเมื่อสูดดม. ระคายเคืองต่อตา. เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ, อาจเกิดผลกระทบที่เป็นผลเสียในระยะยาวต่อสภาวะแวดล้อมในน้ำ	การได้รับสารสามารถก่อให้เกิด: คลื่นไส้ เวียนหัว และปวดศีรษะ. ภาวะเบื่ออาหาร. Cholestatic jaundice. เท่าที่ทราบ ยังไม่มีการตรวจสอบสมบัติทางเคมี, ทางร่างกาย, และทางพิษวิทยาอย่างระเอียดถี่ถ้วน เมื่อหายใจเข้าไป: ก่อให้เกิดการระคายเคืองของเยื่อเมือก, ไอ และ หายใจลำบาก เมื่อถูกผิวหนัง: ระคายเคือง ระวังอันตรายจากการซึมผ่านผิวหนัง เมื่อเข้าตา: ระคายเคือง เมื่อกลืนกิน: ระคายเคืองต่อเยื่อบุในปาก หลอดลม หลอดอาหารและระบบลำไส้ เมื่อดูดซึมจนถึงระดับที่ก่อให้เกิดพิษ: ง่วงซึม ทำอันตรายต่อ	ไวต่อความร้อน ; ว่องไวต่อแสง ;อาจเกิดปฏิกริยาที่รุนแรง / เป็นอันตรายเมื่อทำปฏิกริยากับ โลหะชนิดต่างๆ , พลาสติกชนิดต่างๆ
4	Acrylamide monomer (propenamide monomer)	แสง และอากาศ	หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับกรดและด่าง ตัวออกซิไดซ์เหล็กและเกลือของเหล็ก ตัวรีดิวซ์ ทองแดง ทองเหลือง ตัวกระตุ้นอนุมูลอิสระ	คาร์บอนมอนอกไซด์, คาร์บอนไดออกไซด์, แอมโมเนีย, แก๊สไนตรัส	อาจเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันที่เป็นอันตราย อาจพอลิเมอไรซ์เมื่อสัมผัสแสง	อาจทำให้เกิดมะเร็ง อาจทำให้เกิดความเสียหายด้านพันธุกรรมซึ่งถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้ เป็นอันตรายด้วยเมื่อสูดดมและเมื่อสัมผัสผิวหนัง. เป็นพิษด้วยเมื่อกลืนกิน. ระคายเคืองต่อตาและผิวหนัง การสัมผัสทางผิวหนัง อาจทำให้เกิดอาการแพ้. เป็นพิษด้วย เป็นอันตรายและก่อให้เกิดผลเสีย อย่างร้ายแรงต่อสุขภาพจากการได้รับสารเป็นเวลานานเมื่อสูดดม, เมื่อถูกผิวหนัง และเมื่อกลืนกิน อาจมีความเสี่ยงของการเกิดภาวะเจริญพันธุ์บกพร่อง ก่อมะเร็ง ประเภท 2 ต่อ	พิษจากอะคริลาไมด์นั้นก่อให้เกิดความผิดปรกติของเส้นประสาทรับความรู้สึกการเคลื่อนไหวส่วนปลาย อาการที่เกิดได้แก่: ง่วงนอน, สูญเสียสมดุล, สับสน, สูญเสียความทรงจำ, ประสาทหลอน, อาการชา, ความรู้สึกสัมผัสเพี้ยน (อาการตากระตุก, อาการสั่น, อาการพูดไม่เป็นความ) และอาการไม่ประสานงานกัน การสัมผัสทางผิวหนัง: ทำให้เกิดความระคายเคืองผิวหนัง. การดูดซึมทางผิวหนัง: เป็นพิษเมื่อถูกดูดซึมผ่านทางผิวหนัง. ดูดซึมผ่านผิวหนังทันที. การสัมผัสทางตา: ทำให้เกิดความระคายเคืองต่อดวงตา. การสูดดม: สารนี้อาจจะทำให้เกิดการระคายเคืองที่แผ่นเยื่อเมือก และบริเวณทางเดินหายใจส่วนบน. เป็นอันตรายเมื่อสูดดม. การกลืนกิน: เป็นพิษเมื่อกลืน	ลุกไหม้ติดไฟได้ และก่อเกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นพิษในกรณีที่ติดไฟ อันตรายจากการระเบิดของฝุ่น ในกรณีเพลิงไหม้อาจก่อให้เกิด: คาร์บอนมอนอกไซด์ , แอมโมเนีย , แก๊สไนตรัส
5	Acrylic acid		ตัวออกซิไดซ์แรง เบสแก่ ด่างแก่	คาร์บอนมอนอกไซด์, คาร์บอนไดออกไซด์	จะเกิด	ไวไฟ เป็นอันตรายเมื่อสูดดม , สัมผัสผิวหนัง และเมื่อกลืนกิน ทำให้เกิดแผลไหม้อย่างรุนแรง เป็นพิษมากต่อสิ่งมีชีวิต	สารนี้ก่อให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรงต่อ เยื่อเมือก, ระบบทางเดินหายใจส่วนบน, ดวงตา, และผิวหนัง. การสูดดมอาจทำให้เกิดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ อักเสบ การบวมน้ำของ larynxand bronchi, chemical pneumonitis และอาการบวมน้ำที่ปอด. อาการที่เกิดจากการได้รับสารนี้อาจได้แก่ รู้สึกแสบร้อน, ไอ, หายใจมีเสียง, หลอดลมตอนบนอักเสบ, หายใจถี่, ปวดหัว,คลื่นไส้, และอาเจียน. เมื่อหายใจเข้าไป: ก่อให้เกิดการระคายเคืองของเยื่อเมือก, ไอ และ หายใจลำบาก การสัมผัสทางผิวหนัง: ทำให้เกิดแผลไหม้อย่างรุนแรง. การดูดซึมทางผิวหนัง: เป็นอันตรายเมื่อถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง. การสัมผัสทางตา: ทำให้เกิดแผลไหม้อย่างรุนแรง.	สารที่ทำให้เสถียร : ไฮโดรควิโนนโมโนเมธิลอีเธอร์ (4-เมธอกซีฟีนอล) ไวต่อความร้อน เก็บห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟ ลุกไหม้ติดไฟได้ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย

ตารางที่ 3 ตัวอย่างฐานข้อมูลมาตรการป้องกันอันตรายของสารเคมีแต่ละตัว

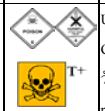
ลำดับ	Name	มาตรการปฐมพยาบาล				มาตรการพจญเพลิง			มาตรการเมื่อมีอุบัติเหตุสารหกรั่วไหล	
		เมื่อสูดดมสาร	เมื่อสัมผัสสาร	เมื่อสารเข้าตา	เมื่อกลืนกิน	สารดับไฟที่เหมาะสม	ความเสี่ยงเฉพาะ	อุปกรณ์ป้องกันพิเศษสำหรับผู้ผจญเพลิง	วิธีป้องกันภัยของบุคคล	วิธีการทำความสะอาดหลังการปนเปื้อน หรือรั่วไหล
1	Acetic acid > 80% w/w	ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจ ให้การช่วยหายใจ ถ้าหายใจลำบาก ให้ออกซิเจน	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ถอดเสื้อและรองเท้าที่เปื้อนสาร ไปพบแพทย์	ให้ล้างด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ต้องแน่ใจว่าได้ล้างตาอย่างเพียงพอ โดยใช้นิ้วมือแยกเปลือกตาออกจากกันระหว่างล้าง ไปพบแพทย์	ให้ใช้น้ำบ้วนปากในกรณีที่ผู้ป่วยที่ยังมีสติอยู่ ไปพบแพทย์ ห้ามทำให้อาเจียน	Carbon dioxide, โฟมดับเพลิง, ผงเคมีดับเพลิง, น้ำ	ลุกไหม้ติดไฟได้ ไอระเหยที่หนักกว่าอากาศ ทำปฏิกริยากับอากาศ ก่อให้เกิดสารผสมที่ระเบิดได้ เก็บห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟ เมื่อเกิดเพลิงไหม้จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย ในกรณีเพลิงไหม้อาจก่อให้เกิด: ไอระเหยของกรด	สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัสกับผิวหนังและควรตาห้ามอยู่บริเวณที่อันตรายโดยปราศจากชุดป้องกันสารเคมีที่เหมาะสม และเครื่องช่วยหายใจ	สวมอุปกรณ์ช่วยหายใจแบบครบชุดและถุงมือยางแบบหนา	กลบด้วยปูนขาวแห้งหรือโซดาแอช เก็บกวาด เก็บในภาชนะปิด และรอการกำจัด ระบายอากาศในบริเวณนั้น และล้างตำแหน่งที่สารหกรั่วไหลหลังจากเก็บสารออกหมดแล้ว
2	Acetone > 75% w/w	ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจ ให้การช่วยหายใจ ถ้าหายใจลำบาก ให้ออกซิเจน	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก ถอดเสื้อและรองเท้าที่เปื้อนสาร ไปพบแพทย์	ให้ล้างตาด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที พบจักษุแพทย์	ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำปริมาณมากทันที การปฏิบัติขั้นต่อไป: ให้คาร์บอนกัมมันต์ (200-400 กรัมในน้ำ 200-400 มิลลิลิตร) ห้ามทำให้อาเจียน ห้ามให้กินนมหรือน้ำมันที่ย่อยสลายได้ ทำให้ผู้ป่วยหายใจสะดวก นำส่งแพทย์ ให้ยาระบาย: โซเดียมซัลเฟต (1 ช้อนโต๊ะในน้ำ 0.25 ลิตร) เมื่อกลืนกินปริมาณมากให้ล้างท้อง	Carbon dioxide, โฟมดับเพลิง, ผงเคมีดับเพลิง, ละอองน้ำ	ลุกไหม้ติดไฟได้ ไอระเหยที่หนักกว่าอากาศ ทำปฏิกริยากับอากาศ ก่อให้เกิดสารผสมที่ระเบิดได้ เก็บห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟ ป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต	สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัสกับผิวหนังและควรตาห้ามอยู่บริเวณที่อันตรายโดยปราศจากชุดป้องกันสารเคมีที่เหมาะสม และเครื่องช่วยหายใจ	สวมอุปกรณ์ช่วยหายใจแบบครบชุดรองเท้าบูทและถุงมือยางแบบหนา	คลุมด้วยปูนขาวแห้ง, ทราย, หรือโซดาแอช เก็บในภาชนะที่ปิดโดยใช้เครื่องมือที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟและเคลื่อนย้ายออกสู่ที่โล่ง ระบายอากาศในบริเวณนั้น และล้างตำแหน่งที่สารหกรั่วไหลหลังจากเก็บสารออกหมดแล้ว
3	Acetylene tetrabromide (1,1,2,2-tetra bromoethane)	ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจ ให้การช่วยหายใจ ถ้าหายใจลำบาก	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ถอดเสื้อและรองเท้าที่เปื้อนสาร ไปพบแพทย์	ให้ล้างตาด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที แยกตาออกจากกันระหว่างล้าง พบจักษุแพทย์	ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำปริมาณมากทันที การปฏิบัติขั้นต่อไป: กระตุ้นให้อาเจียน ให้กินคาร์บอนกัมมันต์ (20-40 กรัม ในน้ำ	Carbon dioxide, โฟมดับเพลิง, ผงเคมีดับเพลิง,	ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไฟ โดยปกติ ไม่ลุกไหม้ติดไฟ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่	สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัสกับผิวหนังและควรตาห้ามอยู่บริเวณที่	สวมอุปกรณ์ช่วยหายใจแบบครบชุดรองเท้าบูทและถุงมือยางแบบหนา	ให้ดูดซึมบนทรายหรือเวอร์มิคูไลต์และบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทสำหรับนำไปกำจัด. ระบายอากาศในบริเวณนั้น และล้างตำแหน่งที่สารหกรั่วไหลหลังจากเก็บสารออก
4	Acrylamide monomer (propenamide monomer)	ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจ ให้การช่วยหายใจ ถ้าหายใจลำบาก	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ถอดเสื้อและรองเท้าที่เปื้อนสาร ไปพบแพทย์	ให้ล้างตาด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที แยกตาออกจากกันระหว่างล้าง พบจักษุแพทย์	ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำปริมาณมากทันที กระตุ้นให้อาเจียน แล้วนำส่งแพทย์ทันที	Carbon dioxide, โฟมดับเพลิง, ผงเคมีดับเพลิง,	**อันตรายเฉพาะ:** ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไฟ. อันตรายจากการระเบิด: การระบายระบาย	สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัสกับผิวหนังและควรตาห้ามอยู่บริเวณที่	สวมอุปกรณ์ช่วยหายใจแบบครบชุดรองเท้าบูทและถุงมือยางแบบหนา	กวาด, เก็บไว้ในถุงและรอการกำจัด. หลีกเลี่ยงการทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย ระบายอากาศในบริเวณนั้น และล้างตำแหน่งที่สารหกรั่วไหลหลังจากเก็บสารออกหมดแล้ว
5	Acrylic acid	ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจ ให้การช่วยหายใจ ถ้าหายใจลำบาก ให้ออกซิเจน	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ถอดเสื้อและรองเท้าที่เปื้อนสาร ทาด้วยพอลิเอทิลีนไกลคอล 400 ไปพบแพทย์	ให้ล้างด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ต้องแน่ใจว่าได้ล้างตาอย่างเพียงพอ โดยใช้นิ้วมือแยกเปลือกตาออกจากกันระหว่างล้าง ไปพบแพทย์	ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำปริมาณมาก (หลายลิตรถ้าจำเป็น) ไม่ควรทำให้อาเจียน (อาจทำให้เกิดการกัดจนทะลุ) นำส่งแพทย์ทันที ห้ามปรับสภาพสารให้เป็นกลาง	Carbon dioxide, โฟมดับเพลิง, ผงเคมีดับเพลิง, ละอองน้ำ	ของเหลวซึ่งไหม้ไฟได้ ลุกไหม้ติดไฟได้เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย	สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัสกับผิวหนังและควรตาห้ามอยู่บริเวณที่อันตรายโดยปราศจากชุดป้องกันสารเคมีที่เหมาะสม และเครื่องช่วยหายใจ	สวมอุปกรณ์ช่วยหายใจแบบครบชุดและถุงมือยางแบบหนา	ให้ดูดซึมบนทรายหรือเวอร์มิคูไลต์และบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทสำหรับนำไปกำจัด. ระบายอากาศในบริเวณนั้น และล้างตำแหน่งที่สารหกรั่วไหลหลังจากเก็บสารออกหมดแล้ว
6	Acrylonitrile	ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจ ให้การ	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ถอดเสื้อและ	ให้ล้างด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ต้องแน่ใจว่าได้	ให้ใช้น้ำบ้วนปากในกรณีที่ผู้ป่วยที่ยังมีสติอยู่ ไปพบแพทย์ทันที	Carbon dioxide, โฟมดับเพลิง, ผง	**อันตรายเฉพาะ:** ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไฟ.	สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัส	สวมอุปกรณ์ช่วยหายใจแบบครบชุดรองเท้าบูท	คลุมด้วยปูนขาวแห้ง, ทราย, หรือโซดาแอช เก็บในภาชนะที่ปิดโดยใช้เครื่องมือที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟและ
7	Acryloyl chloride	ให้รับอากาศบริสุทธิ์ นำส่งแพทย์	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ถอดเสื้อและ	ชะออกด้วยน้ำปริมาณมากเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที โดยถืมตากว้าง	ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำปริมาณมาก (หลายลิตรถ้าจำเป็น), ไม่ควรทำให้อาเจียน (อาจทำให้	Carbon dioxide, โฟมดับเพลิง, ผง	**ไม่มีข้อมูล**	สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัส	จำเป็นจ้องมีระบบการป้องกันระบบหายใจ การ	ซับด้วยวัสดุดูดซับของเหลว เช่น เคมิซอบ ส่งไปกำจัด ทำความสะอาดบริเวณที่ปนเปื้อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ตัวอย่างฐานข้อมูลมาตรการป้องกันอันตรายของสารเคมีแต่ละตัว

ลำดับ	Name	มาตรการปฐมพยาบาล				มาตรการพจญเพลิง			มาตรการเมื่อมีอุบัติเหตุสารหกรั่วไหล	
		เมื่อสูดดมสาร	เมื่อสัมผัสสาร	เมื่อสารเข้าตา	เมื่อกลืนกิน	สารดับไฟที่เหมาะสม	ความเสี่ยงเฉพาะ	อุปกรณ์ป้องกันพิเศษสำหรับผู้ผจญเพลิง	วิธีป้องกันภัยของบุคคล	วิธีการทำความสะอาดหลังการปนเปื้อน หรือรั่วไหล
8	Adiponitrile	ให้รับอากาศบริสุทธิ์ ถ้าจำเป็นให้ใช้การช่วยหายใจแบบปากต่อปาก หรือใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจ	ชะล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก ถอดเสื้อผ้าที่เปื้อนออกทันที	ชะออกด้วยน้ำปริมาณมากเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที โดยลืมตากว้าง พบจักษุแพทย์	ให้กินพาราฟินเหลว ไม่ควรทำให้อาเจียน เพราะอาจก่อให้เกิดการสำลัก นำส่งแพทย์	Carbon dioxide, โฟมดับเพลิง, ผงเคมีดับเพลิง	ลุกไหม้ติดไฟได้ ไอระเหยที่หนักกว่าอากาศ ทำปฏิกริยากับอากาศ ก่อให้เกิดสารผสมที่ระเบิดได้ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะก่อให้เกิดแก๊สหรือไอระเหยที่เป็นอันตราย ในกรณีเพลิงไหม้อาจก่อให้เกิด: ไฮโดรเจนไซยาไนด์	สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัสกับผิวหนังและควงตาห้ามอยู่บริเวณที่อันตรายโดยปราศจากชุดป้องกันสารเคมีที่เหมาะสม และเครื่องช่วยหายใจ	จำเป็นจ้องมีระบบการป้องกันระบบหายใจ การป้องกันตา, การป้องกันมือ, เปลี่ยนเสื้อผ้าที่เปื้อน สารเคมีทันที ทาครีมป้องกันผิวหนัง ล้างมือและหน้าหลังทำงานกับสาร ห้ามกินอาหาร/ดื่มในบริเวณทำงาน ทำงานภายใต้ผู้ควัน ห้ามสูดดมสาร	ซับด้วยวัสดุดูดซับของเหลว เช่น เคมิซอบ ส่งไปกำจัด ทำความสะอาดบริเวณที่ปนเปื้อน
9	Allyl alcohol (2-propen-1-ol)	ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจ ให้การช่วยหายใจ ถ้าหายใจลำบากให้ออกซิเจน	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ถอดเสื้อและรองเท้าที่เปื้อนสาร ไปพบแพทย์	ให้ล้างด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ต้องแน่ใจว่าได้ล้างตาอย่างเพียงพอ โดยใช้นิ้วมือแยกเปลือกตาออกจากกันระหว่างล้าง ไปพบแพทย์	ให้กินพาราฟินเหลว ไม่ควรทำให้อาเจียน เพราะอาจก่อให้เกิดการสำลัก นำส่งแพทย์	Carbon dioxide, โฟมดับเพลิง, ผงเคมีดับเพลิง, น้ำ	**อันตรายเฉพาะ:** ของเหลวไวไฟ. ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไฟ. **อันตรายจากการระเบิด:** ไอระเหยอาจเคลื่อนที่ไปในระยะทางที่ห่างไกลออกไปจากแหล่งกำเนิดประกายไฟและย้อนกลับมาติดไฟ. ภาชนะอาจระเบิดเมื่อโดนไฟ ไอระเหยอาจเคลื่อนที่ไปในระยะทางที่ห่างไกลออกไป จากแหล่งกำเนิดประกายไฟและย้อนกลับมาติดไฟ.	สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัสกับผิวหนังและควงตาห้ามอยู่บริเวณที่อันตรายโดยปราศจากชุดป้องกันสารเคมีที่เหมาะสม และเครื่องช่วยหายใจ	เมื่อมีไอระเหย/ละอองต้องมีระบบการป้องกันระบบหายใจ ตัวกรองชนิด A (ตามมาตรฐาน DIN 3181) สำหรับไอระเหยของสารอินทรีย์ ถุงมือชนิดที่ทนสารเคมี รองเท้าบูทแว่นตาแบบก๊อกเกิลส์ที่ป้องกันสาร	คลุมด้วยปูนขาวแห้ง, ทราย, หรือโซดาแอช เก็บในภาชนะที่ปิดโดยใช้เครื่องมือที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟและเคลื่อนย้ายออกสู่ที่โล่ง ระบายอากาศในบริเวณนั้น และล้างตำแหน่งที่สารหกรั่วไหลหลังจากเก็บสารออกหมดแล้ว
10	Allyl chloride (3-chloro-1-propene)	ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจ ให้การช่วยหายใจ ถ้าหายใจลำบากให้ออกซิเจน	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ถอดเสื้อและรองเท้าที่เปื้อนสาร ไปพบแพทย์	ให้ล้างด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ต้องแน่ใจว่าได้ล้างตาอย่างเพียงพอ โดยใช้นิ้วมือแยกเปลือกตาออกจากกันระหว่างล้าง ไปพบแพทย์	ให้ใช้น้ำบ้วนปากในกรณีที่ผู้ป่วยที่ยังมีสติอยู่ ให้กินพาราฟินเหลว ไม่ควรทำให้อาเจียน เพราะอาจก่อให้เกิดการสำลัก นำส่งแพทย์ หากผู้ป่วยหมดสติให้นอนตะแคง	Carbon dioxide, โฟมดับเพลิง, ผงเคมีดับเพลิง, ละอองน้ำ	**อันตรายเฉพาะ:** ของเหลวไวไฟ. ปล่อยควันพิษออกมาภายใต้สภาวะที่เกิดไฟ. **อันตรายจากการระเบิด:** ไอระเหยอาจเคลื่อนที่ไปในระยะทางที่ห่างไกลออกไปจากแหล่งกำเนิดประกายไฟและย้อนกลับมาติดไฟ. ภาชนะอาจระเบิดเมื่อโดนไฟ ไอระเหยอาจเคลื่อนที่ไปในระยะทางที่ห่างไกลออกไป จากแหล่งกำเนิดประกายไฟและย้อนกลับมาติดไฟ.	สวมเครื่องช่วยการหายใจแบบครบชุดและเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกัน เพื่อป้องกันการสัมผัสกับผิวหนังและควงตาห้ามอยู่บริเวณที่อันตรายโดยปราศจากชุดป้องกันสารเคมีที่เหมาะสม และเครื่องช่วยหายใจ	สวมอุปกรณ์ช่วยหายใจแบบครบชุด, รองเท้าบูทและถุงมืออย่างแบบหนา	ให้ดูดซึมบนทรายหรือเวอร์มิคูไลต์และบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทสำหรับนำไปกำจัด. ระบายอากาศในบริเวณนั้น และล้างตำแหน่งที่สารหกรั่วไหลหลังจากเก็บสารออกหมดแล้ว
11	(4-Aminobutyl) diethoxymethylsilane	ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจ ให้การช่วยหายใจ ถ้าหายใจลำบากให้ออกซิเจน	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ถอดเสื้อและรองเท้าที่เปื้อนสาร ไปพบแพทย์	ให้ล้างด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ต้องแน่ใจว่าได้ล้างตาอย่างเพียงพอ โดยใช้นิ้วมือแยกเปลือกตาออกจากกันระหว่างล้าง ไปพบแพทย์	ให้ใช้น้ำบ้วนปากในกรณีที่ผู้ป่วยที่ยังมีสติอยู่ ไปพบแพทย์ทันที	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
12	m-Aminodimethylaniline (dimethyl-m-phenylenediamine)	ให้ย้ายผู้ป่วยไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าไม่หายใจ ให้การช่วยหายใจ ถ้าหายใจลำบากให้ออกซิเจน	ให้ล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ถอดเสื้อและรองเท้าที่เปื้อนสาร ไปพบแพทย์	ให้ล้างด้วยน้ำปริมาณมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ต้องแน่ใจว่าได้ล้างตาอย่างเพียงพอ โดยใช้นิ้วมือแยกเปลือกตาออกจากกันระหว่างล้าง ไปพบแพทย์	ให้ใช้น้ำบ้วนปากในกรณีที่ผู้ป่วยที่ยังมีสติอยู่ ไปพบแพทย์ทันที	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4 ตัวอย่างฐานข้อมูลเกี่ยวกับการจัดเก็บของสารเคมีแต่ละตัว

ลำดับ	Name	ประเภทการจัดเก็บ	สัญลักษณ์	ภาชนะ	ฉลาก	ระดับมลพิษต่อแหล่งน้ำ	การเก็บรักษา	การควบคุมการสัมผัสสาร/ การป้องกันส่วนบุคคล			
								MAK German (ความเข้มข้นสูงสุดในที่ทำงาน)	เครื่องป้องกันส่วนบุคคล	การควบคุมเชิงวิศวกรรม	สุขลักษณะทั่วไป
1	Acetic acid > 80% w/w	3A		UN Packing Group: II	ANNEX I: 607-002-00-6 Note: B C symbol R: 10-35 S: 1/2-23-26-45 UN Hazard Class: 8 UN Subsidiary Risks: 3 NFPA Code: H2; F2; R0;	**ระดับ 1** (สารก่อมลพิษระดับต่ำ)	ปิดให้แน่น เก็บในที่แห้ง บริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ฉ. อุณหภูมิ+15 ถึง +25 องศาเซลเซียส เก็บให้ห่างจากความร้อนและเปลวไฟ เก็บห่างจากแหล่งกำเนิดป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต ประกายไฟ ป้องกันความชื้น จัดเก็บแยกกับอาหาร	10 มิลลิลิตร ต่อ ลูกบาศก์เมตร หรือ 25 มิลลิกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร	การป้องกันระบบหายใจ:เมื่อมีไอระเหย/ละออง การป้องกันมือ: ถุงมือชนิดที่ทนสารเคมี. การป้องกันดวงตา: แว่นตาแบบก๊อกเกิลส์ที่ป้องกัน	ฝึกบัวนิรภัยและอ่างล้างตา ใช้ในตู้ดูดควันสารเคมีเท่านั้น	ทำความสะอาดเสื้อผ้าที่เปื้อนก่อนนำมาใช้ใหม่ ทิ้งรองเท้าที่เปื้อน ล้างให้สะอาดหลังการสัมผัส
2	Acetone > 75% w/w	3A		UN Packing Group: II	ANNEX I : 606-001-00-8 NOTA 6 F symbol Xi symbol R: 11-36-66-67 S: 2-9-16-26 UN Hazard Class: 3 NFPA Code: H1; F3; R0	**ระดับ 0** (โดยปกติไม่ก่อให้เกิดมลพิษ)	ปิดให้แน่น เก็บในที่แห้ง บริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ฉ. อุณหภูมิ+15 ถึง +25 องศาเซลเซียส เก็บให้ห่างจากความร้อนและเปลวไฟ จัดเก็บแยกกับStrong Oxididants จัดเก็บให้ห่างจากท่อระบายน้ำ	500 มิลลิลิตร ต่อ ลูกบาศก์เมตร หรือ 1200 มิลลิกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร	การป้องกันระบบหายใจ:เมื่อมีไอระเหย/ละออง ตัวกรองชนิด AX (EN371) การป้องกันมือ: ถุงมือชนิดที่ทนสารเคมี. การป้องกันดวงตา: แว่นตาแบบก๊อกเกิลส์ที่ป้องกัน	ฝึกบัวนิรภัยและอ่างล้างตา ใช้เครื่องมือที่ไม่เกิดประกายไฟ ต้องมีเครื่องระบายอากาศ	ทำความสะอาดเสื้อผ้าที่เปื้อนก่อนนำมาใช้ใหม่ ทิ้งรองเท้าที่เปื้อน ล้างให้สะอาดหลังการสัมผัส
3	Acetylene tetrabromide (1,1,2,2-tetra bromoethane)	6.1B		UN Packing Group: III	**ANNEX I:** 602-016-00-6 T+ symbol R: 26-36-52/53 S: 1/2-24-27-45-61 UN Hazard Class: 6.1 NFPA Code: H3; F0; R1	**ระดับ 3** (สารก่อมลพิษระดับสูง)	ปิดให้แน่น เก็บในที่แห้ง บริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ฉ. อุณหภูมิ+15 ถึง +25 องศาเซลเซียส เก็บให้ห่างจากความร้อนและเปลวไฟ จัดเก็บแยกกับStrong Oxididants จัดเก็บแยกกับ Strong Base จัดเก็บแยกกับอาหาร เข้าได้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาต	1 มิลลิลิตร ต่อ ลูกบาศก์เมตร หรือ 14 มิลลิกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร	**การป้องกันระบบหายใจ:**เมื่อมีไอระเหย/ละออง ตัวกรองชนิด A (ตามมาตรฐาน DIN 3181) สำหรับไอระเหยของสารอินทรีย์ การป้องกันมือ: ถุงมือชนิดที่ทนสารเคมี. การป้องกันดวงตา: แว่นตาแบบก๊อกเกิลส์ที่ป้องกัน	ฝึกบัวนิรภัยและอ่างล้างตา ใช้เครื่องมือที่ไม่เกิดประกายไฟ ต้องมีเครื่องระบายอากาศ	ทำความสะอาดเสื้อผ้าที่เปื้อนก่อนนำมาใช้ใหม่ ทิ้งรองเท้าที่เปื้อน ล้างให้สะอาดหลังการสัมผัส
4	Acrylamide monomer (propenamide monomer)	6.1B		UN Packing Group: III วัสดุที่ใช้ทำ package เป็นวัสดุพิเศษเฉพาะ	**ANNEX I:** 616-003-00-0 NOTA : D,E T symbol R: 45-46-20/21-25-36/38-43-48/23/24/25-62 S: 53-45 UN Hazard Class: 6.1 NFPA Code: H3; F2; R2	**ระดับ 3** (สารก่อมลพิษระดับสูง)	ปิดให้แน่น เก็บในที่แห้ง บริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ฉ. อุณหภูมิ+15 ถึง +25 องศาเซลเซียส เก็บให้ห่างจากความร้อนและเปลวไฟ จัดเก็บแยกกับStrong Oxididants จัดเก็บแยกกับ Strong Base เข้าได้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาต เก็บในที่ไม่มีแสงแดดเข้าถึง อย่าหายใจเอาฝุ่นเข้าไป. ระวังอย่าให้เข้าตา, โดนผิวหนัง, หรือเสื้อผ้า. หลีกเลี่ยงการได้รับสารเป็นเวลานานหรือซ้ำหลายครั้ง	N/A	**การป้องกันระบบหายใจ:**เมื่อมีฝุ่น การป้องกันมือ: ถุงมือชนิดที่ทนสารเคมี. การป้องกันดวงตา: แว่นตาแบบก๊อกเกิลส์ที่ป้องกัน	ฝึกบัวนิรภัยและอ่างล้างตา ใช้เครื่องมือที่ไม่เกิดประกายไฟ ต้องมีเครื่องระบายอากาศ	ทำความสะอาดเสื้อผ้าที่เปื้อนก่อนนำมาใช้ใหม่ ทิ้งรองเท้าที่เปื้อน ล้างให้สะอาดหลังการสัมผัส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ตัวอย่างฐานข้อมูลเกี่ยวกับการจัดเก็บของสารเคมีแต่ละตัว

ลำดับ	Name	ประเภทการจัดเก็บ	สัญลักษณ์	ภาชนะ	ฉลาก	ระดับมลพิษต่อแหล่งน้ำ	การเก็บรักษา	การควบคุมการสัมผัสสาร/ การป้องกันส่วนบุคคล			
								MAK German (ความเข้มข้นสูงสุดในที่ทำงาน)	เครื่องป้องกันส่วนบุคคล	การควบคุมเชิงวิศวกรรม	สุขลักษณะทั่วไป
5	Acrylic acid	3A	F	UN Packing Group: II ภาชนะบรรจุต้องเป็นแก้ว สแตนเลส สตีล อลูมิเนียมหรือ โพลีเอทธีลีน ไลน์ เท่านั้น	**ANNEX I:** 607-061-00-8 Note: D C symbol N symbol R: 10-20/21/22-35-50 S: 1/2-26-36/37/39-45-61 UN Hazard Class: 8 UN Subsidiary Risks: 3 NFPA Code: H3; F2; R2	**ระดับ 1** (สารก่อมลพิษระดับต่ำ)	ปิดให้แน่น เก็บในที่แห้ง บริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ณ. อุณหภูมิ+15 ถึง +25 องศาเซลเซียส เก็บให้ห่างจากความร้อนและเปลวไฟ เก็บห่างจากแหล่งกำเนิดป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต ประกายไฟ ป้องกันความชื้น จัดเก็บแยกกับอาหาร เก็บในที่มืด จำเป็นต้องมีสารดูดชื้น		การป้องกันระบบหายใจ:เมื่อมีไอระเหย/ละออง การป้องกันมือ: ถุงมือชนิดที่ทนสารเคมี. การป้องกันดวงตา: แว่นตาแบบก๊อกเกิลส์ที่ป้องกัน	ฝึกบัวนิรภัยและอ่างล้างตา ใช้เครื่องมือที่ไม่เกิดประกายไฟ ต้องมีเครื่องระบายอากาศ	ทำความสะอาดเสื้อผ้าที่เปื้อนก่อนนำมาใช้ใหม่ ทิ้งรองเท้าที่เปื้อน ล้างให้สะอาดหลังการสัมผัส
6	Acrylonitrile	3A	F T	UN Packing Group: I	Note: D, E F symbol T symbol N symbol R: 45-11-23/24/25-37/38-41-43-51/53 S: 9-16-53-45-61 UN Hazard Class: 3 UN Subsidiary Risks: 6.1	**ระดับ 3** (สารก่อมลพิษระดับสูง)	ปิดให้แน่น เก็บในที่แห้ง บริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ณ. อุณหภูมิ+15 ถึง +25 องศาเซลเซียส เก็บให้ห่างจากความร้อนและเปลวไฟ เข้าได้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาต	ไม่มีข้อมูล	การป้องกันระบบหายใจ:เมื่อมีไอระเหย/ละออง การป้องกันมือ: ถุงมือชนิดที่ทนสารเคมี. การป้องกันดวงตา: แว่นตาแบบก๊อกเกิลส์ที่ป้องกัน	ฝึกบัวนิรภัยและอ่างล้างตา ใช้เครื่องมือที่ไม่เกิดประกายไฟ ต้องมีเครื่องระบายอากาศ	ทำความสะอาดเสื้อผ้าที่เปื้อนก่อนนำมาใช้ใหม่ ทิ้งรองเท้าที่เปื้อน ล้างให้สะอาดหลังการสัมผัส
7	Acryloyl chloride	3 A	F C	UN Packing Group: II	**ANNEX I:** ไม่มีข้อมูล F symbol C symbol R 11-35-37 S 7/9-16-26-36/37/39-45-51 UN Hazard Class: 3 NFPA Code: ไม่มีข้อมูล	**ระดับ 2** (สารก่อมลพิษระดับปานกลาง)	ปิดให้แน่น เก็บในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก เก็บห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟและความร้อน เก็บในที่แห้ง เก็บในที่เย็น (อุณหภูมิ +2 ถึง +8 องศาเซลเซียส)	ไม่มีข้อมูล	การป้องกันระบบหายใจ:จำเป็นต้องมี การป้องกันมือ: จำเป็นต้องมี การป้องกันดวงตา: จำเป็นต้องมี	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
8	Adiponitrile	3B	T	UN Packing Group: III	**ANNEX I:** ไม่มีข้อมูล T symbol R 23/25 S 24/25-37-45 UN Hazard Class: 6.1 NFPA Code: H4; F2; R1	**ระดับ 1** (สารก่อมลพิษระดับต่ำ)	ปิดอย่างแน่น , เก็บในที่เย็น , เก็บในที่แห้ง เก็บแยกห่างจากตัวออกซิดส์แก่ กรดแก่,อาหาร	ไม่มีข้อมูล	การป้องกันระบบหายใจ:จำเป็นต้องมี การป้องกันมือ: จำเป็นต้องมี การป้องกันดวงตา: จำเป็นต้องมี	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวเพียงเพ็ญ พัวโสพิศ เกิดเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2522 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีพุทธศักราช 2546 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีพุทธศักราช 2549

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย