



**THESIS APPROVAL**  
**GRADUATE SCHOOL, KASETSART UNIVERSITY**

Master of Engineering (Environmental Engineering)  
**DEGREE**

Environmental Engineering

**FIELD**

Environmental Engineering

**DEPARTMENT**

**TITLE:**     Software for Safe Storage of Chemicals and Hazardous Materials

**NAME:**     Miss Parita Khongsiroj

**THIS THESIS HAS BEEN ACCEPTED BY**

..... **THESIS ADVISOR**

( Assistant Professor Narumol Vongthanasunthorn, D.Eng )

..... **COMMITTEE MEMBER**

( Assistant Professor Sanya Sirivithayapakorn, Ph.D. )

..... **COMMITTEE MEMBER**

( Mr. Suchat Leungprasert, Ph.D. )

..... **DEPARTMENT HEAD**

( Assistant Professor Mongkol Damrongsri, Dr.Eng. )

**APPROVED BY THE GRADUATE SCHOOL ON** .....

..... **DEAN**

( Associate Professor Gunjana Theeragool, D.Agr. )

THESIS

SOFTWARE FOR SAFE STORAGE OF CHEMICALS AND  
HAZARDOUS MATERIALS

PARITA KHONGSIROJ

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of  
the Requirements for the Degree of  
Master of Engineering (Environmental Engineering)  
Graduate School, Kasetsart University

2009

Parita Khongsiroj 2009: Software for Safe Storage of Chemicals and Hazardous Material. Master of Engineering (Environmental Engineering), Major Field: Environmental Engineering, Department of Environmental Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Narumol Vongthanasunthorn, D.Eng. 122 pages.

This software was developed for the facilities in chemical and hazardous material storage in Thailand. It helps classifying chemical and hazardous materials for safe storage according to related laws in Thailand. The software was constructed by the PHP and JavaScript language using MySQL as the database and use Internet Explorer on Window XP as an operator. The database of the software contains information about chemicals and hazardous materials from related Thai regulations.

Main functions of the software consist of detail of the facility, classification of chemicals/hazardous materials for storage, identification of chemical storage area, request-issue record (warehouse management), specific requirement related to chemical storage.

The program usability test was performed by responsible persons in the selected facility, 9 officers and one of the management who has responsibility for whole plant management. The objective of this test is to get the response from direct and indirect program users. The result shows that all of the testers could operate this program.

The result from index score of questionnaire shows that the software is acceptable by the testers. Therefore the software is usable.

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Student's signature                      Thesis Advisor's signature

## ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my sincere gratitude and appreciation to number of individuals for their assistance leading to meet with success of this thesis.

First of all, I would like to deeply express my gratitude to my major advisor, Asst. Prof. Dr. Narumol Vongthanasunthorn, for her valuable advice, guidance, supervision and encouragement throughout the work enabling me to carry out this thesis successfully. I would sincerely like to thank Asst. Prof. Dr.Sanya Sirivithayapakorn and Dr. Suchart Leungprasert, my committees, and also Asst. Prof. Dr.Piya Chotickai from Graduate School for their valuable comments and suggestion.

I must deeply thank Mr.Nattapon Raksamanee for his assist on the software, PHP and JavaScript language.

I cordially thank staffs of W.R.Grace (Thailand) Ltd. especially Ms.Tuangtip Puntanitisarn for her encouragement, Ms.Areeya Bunkliang and Mr.Chuchart Pinsupan for all assistance in the software program and valuable comment.

Finally, I would like to thank my parents and my sisters for their love and contribution at all times.

Benefit from this thesis may arise for the public sector. I will be grateful for this and offer any praise to the persons mentioned above.

Parita Khongsiroj

October 2009

## TABLE OF CONTENTS

|  | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| TABLE OF CONTENTS                                  | i           |
| LIST OF TABLES                                     | ii          |
| LIST OF FIGURES                                    | iii         |
| LIST OF ABBREVIATIONS                              | v           |
| INTRODUCTION                                       | 1           |
| OBJECTIVES   | 3           |
| LITERATURE REVIEW                                  | 5           |
| MATERIALS AND METHODS                              | 50          |
| RESULTS AND DISCUSSION                             | 54          |
| Result   | 54          |
| Discussion   | 87          |
| CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS                     | 89          |
| Conclusion   | 89          |
| Recommendation                                     | 89          |
| LITERATURE CITED                                   | 91          |
| APPENDICES   | 93          |
| Appendix A Manual for “Thai Safe Storage” Software | 94          |
| Appendix B Evaluating Software Usability Form      | 115         |
| Appendix C Thai Safe Storage Software              | 119         |
| CURRICULUM VITAE                                   | 122         |

## LIST OF TABLES

| <b>Table</b> |   | <b>Page</b> |
|--------------|---|-------------|
| 1            | Summary of the selected reviewed programs                             | 10          |
| 2            | Type of extinguisher agents   | 16          |
| 3            | Hazardous chemical storage area and pit capacity                      | 17          |
| 4            | Class 5.1 A Rapid reaction oxidizing agent                            | 20          |
| 5            | Class 5.1 B Moderate reaction oxidizing agent                         | 22          |
| 6            | Mixed hazardous storage requirement                                   | 35          |
| 7            | Small chemical and hazardous material storage requirement             | 38          |
| 8            | IMDG Segregation Table  | 45          |
| 9            | Summary of program used in the software development                   | 52          |
| 10           | Component of the developed software                                   | 56          |
| 11           | Characteristics of software usability testers                         | 83          |
| 12           | Software usability attitude   | 84          |
| 13           | Software Satisfactory, Strength , Weak Point and Software Improvement | 85          |

## LIST OF FIGURES

| <b>Figure</b> |   | <b>Page</b> |
|---------------|---|-------------|
| 1             | Sample of CHEM Master 2000 program – page 1   | 6           |
| 2             | Sample of CHEM Master 2000 program – Inventory Module                                       | 6           |
| 3             | Main page of ChemTrack 2009 program   | 7           |
| 4             | Main menu of CAMEO® program   | 8           |
| 5             | Chemical Hazard Class identification process  | 30          |
| 6             | Login page of the software  | 57          |
| 7             | Change password page  | 58          |
| 8             | Forget password page  | 59          |
| 9             | Home page: Menu of the software function  | 60          |
| 10            | Description of facility   | 61          |
| 11            | Edit page of description of facility  | 63          |
| 12            | Add size and type of container  | 64          |
| 13            | Classification of chemical by inserting chemical name                                       | 66          |
| 14            | Classification of chemical by inserting UN Number of the chemical                           | 67          |
| 15            | Manual classification of chemical by using the information in<br>Material Safety Data Sheet | 68          |
| 16            | Classification of the chemical and safe storage requirement                                 | 69          |
| 17            | Print report function   | 70          |
| 18            | Detail in Chemical Information report   | 70          |
| 19            | Designating of storage - Chemical waiting for designating of storage                        | 71          |
| 20            | Designating of storage - Chemical that is already kept in the database                      | 72          |
| 21            | Edit data of Chemical that is already kept in the database                                  | 73          |
| 22            | Duplication of chemical data  | 74          |
| 23            | Check storage history   | 75          |
| 24            | Detail in Storage History report  | 75          |
| 25            | Detail in Request-Issue page  | 76          |
| 26            | Request-Issue chemical when select the chemical   | 77          |

**LIST OF FIGURES (Continued)**

| <b>Figure</b> |  | <b>Page</b> |
|---------------|--|-------------|
| 27            | Check request-issue history            | 77          |
| 28            | Detail in Request-issue history report | 78          |
| 29            | Regulation for safe storage            | 79          |
| 30            | Detail of safe storage requirement     | 80          |
| 31            | Regulation for chemical classification | 81          |
| 32            | Regulation for responsible person      | 82          |

## LIST OF ABBREVIATIONS

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| B.E.      | = | Before Era  |
| CAS No.   | = | Chemical Abstract Service Registry Number   |
| CFR       | = | Code of Federal Regulations   |
| DIW       | = | Department of Industrial Works  |
| EPA OEM   | = | The U.S.Environmental Protection Agency's Office of<br>Emergency Management                 |
| IMDG      | = | International Maritime Dangerous Goods  |
| MSDS      | = | Material Safety Data Sheet  |
| NFPA      | = | National Fire Protection Association  |
| NOAA OR&R | = | The National Oceanic and Atmospheric Administration's Office<br>of Response and Restoration |
| TP1       | = | Thailand Transpiration Requirement Volume 1   |
| UN No.    | = | United Nations Number   |

# **SOFTWARE FOR SAFE STORAGE OF CHEMICALS AND HAZARDOUS MATERIALS**

## **INTRODUCTION**

Nowadays the growth of industry in Thailand has accelerated the import of new technology and materials from overseas. Without control measure, these materials might increase the risk to human health, properties and the environment in case of explosion, fire and chemical leakage.

To prevent any incident that might occur from unsafe storage of chemical and hazardous materials, Department of Industrial Works (DIW) has announced Chemical Substances and Hazardous Material Storage Manual on November 27, B.E 2550. The manual intends to be a guidance for factories and business to handle with chemical substance or hazardous materials safely.

In April 2008, Ministry of Industry has issued a Notification of Ministry of Industry on Hazardous Material Storage under the control of the Department of Industrial Works B.E.2551. The regulation mentions that all factories whose business is related with hazardous materials have to implement safe storage management in their plant. It includes classification for storage, safety control measure, and special requirement for hazardous materials. The regulation will be fully effective in year 2010. Therefore, staffs of factories have to prepare themselves prior to fully comply with the regulations.

Besides the new laws, there are other local laws and regulations concerning about storage, transportation, and usages of chemical substances and hazardous materials. The regulations are as follows;

- Hazardous Material Acts B.E. 2535
- Factory Acts B.E. 2535
- Revolution Group Announcement Edition 103

Since these requirements are separated due to they have been issued by other organizations, they may be overlooked by responsible person of the factories. The competency of responsible persons who control hazardous materials is still doubt. Most of them have less knowledge about chemical. It will be difficult for them especially in the step of classification

Thus, to provide a tool for the responsible person to work on appropriate storage of chemical substances and hazardous materials, computer software should be developed. It should include classification of chemical for storage, condition requirement for storage warehouse and other concerned regulation. Proper chemical storage controls health and physical hazards posed by chemical compounds during storage.

This research focuses on management of chemical storage according to Chemical Substances and Hazardous Material Storage Manual issued by Department of Industrial Work on November 27, B.E 2550. Moreover, the researcher has reviewed other concerned regulations and processes that could be advantage.

## **OBJECTIVES**

1. To review Thai and national regulations related to chemical substances and hazardous materials.
2. To design and develop software to classify chemicals and identify its safety storage in industries in Thailand based on Thai Laws.
  - 2.1 To classify chemical correctly according to Hazardous Material and Chemical Storage Manual.
  - 2.2 To check available storing area of chemicals where it is suitable by comply with Thai laws
3. To evaluate the developed chemical storage software by applying with case study.

## **Scope of the study**

1. This software is developed for industries in Thailand based on Notification of Ministry of Industry on Hazardous Material Storage under the control of the Department of Industrial Works B.E.2552.
2. This study focuses only on hazardous substance storage according to Hazardous Material Acts B.E. 2535.
3. In order to serve the factories in Thailand, Thai language is used in the interface of the software.

## **Outcomes of the study**

1. The developed software will assist the warehouse person to classify chemical easily and practically.

2. Application of the developed software will help improve safety for the company, workers and to the environment.

## LITERATURE REVIEW

Many chemical management softwares have been developed but they do not directly concern about storage for safety. The available chemical softwares were reviewed in order to develop proper software for safe storage. This part is divided into three parts as follows.

- I. Chemical management software
- II. Related laws and regulations
- III. Characteristics of software database

### 1. Chemical management softwares

A. Chem Master ® 2000 (EHS Innovators, n.d.) This software has been developed by EHS Innovators. CHEM Master® 2000 is a software system which is designed for managing hazardous materials and right-to-know reporting. The software consists of

1. Identification of material information
2. Emergency information
3. Physical data
4. Ingredients and regulatory information.
5. Information about Inventory and supplier and other function such as searching function.

CHEM Master® 2000 is compatible with Microsoft Windows 32-bit operating systems, Window NT40 and other local area network systems. Sample of the program is shown in Figure 1 and 2.



**Figure 1** Sample of CHEM Master 2000 program – page 1

Source: EHS Innovators (n.d.)

| Inventory For Your Facility Name (BLANK) |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| Material Name                            |  |  |  |  |  |
| FORMALIN                                 |  |  |  |  |  |
| FORMALIN                                 |  |  |  |  |  |
| HYDROCHLORIC ACID                        |  |  |  |  |  |

| Summary       |  |  |                             |  |  |
|---------------|--|--|-----------------------------|--|--|
| Material Name |  |  | Material's Location         |  |  |
| FORMALIN      |  |  | Research Chemical Stockroom |  |  |

| Quantity and Usage Information |                 |                |              |               |                    |
|--------------------------------|-----------------|----------------|--------------|---------------|--------------------|
|                                | # of Containers | Container Size | Quantity     | Quantity Unit | Quantity In Pounds |
| Average Daily                  |                 |                | 8,000        | Liters        | 18                 |
| Maximum Daily                  | 3,000           |                | 12,000       | Liters        | 27                 |
| Annual Usage                   | Process         | Otherwise Used | Manufactured | Quantity Unit |                    |

| Physical State | Storage Container | Storage Pressure | Storage Temperature |
|----------------|-------------------|------------------|---------------------|
| Liquid         | Plastic Bottle    | Ambient Pressure | Ambient Temperature |

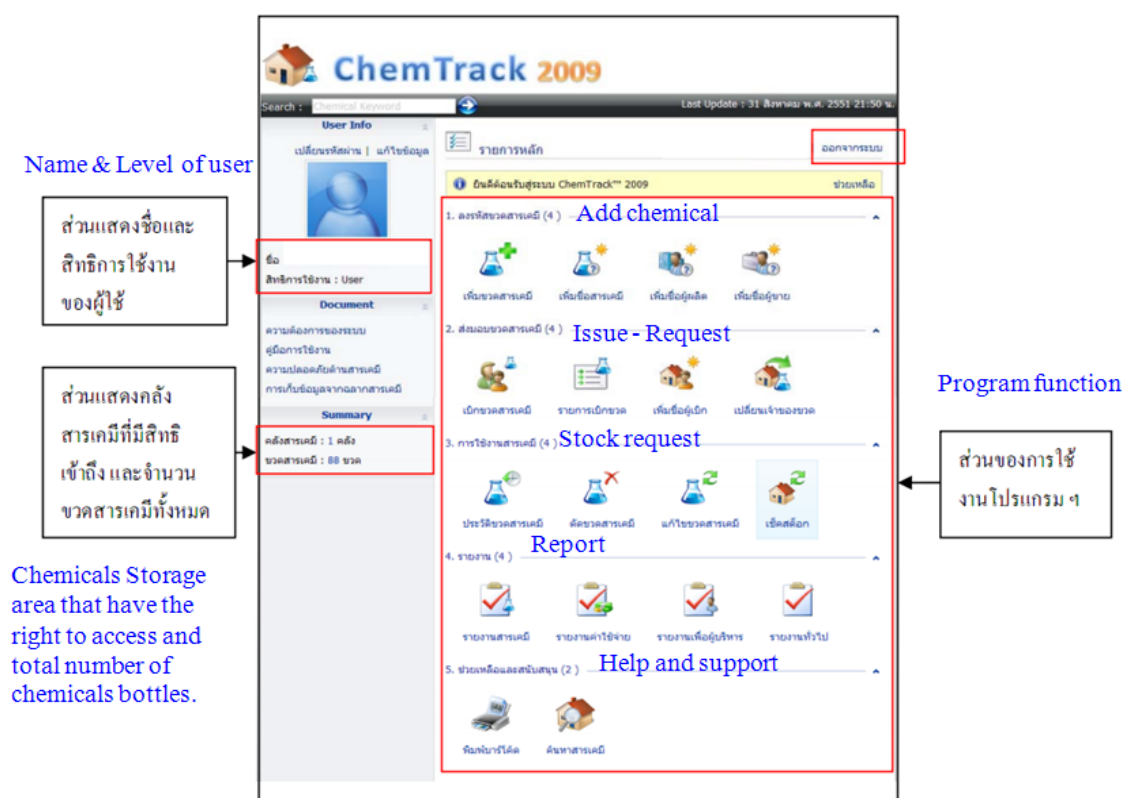
| Locator Code | Process Name/Description | Inventory Date | - Days Adj | First Date | Last Date |
|--------------|--------------------------|----------------|------------|------------|-----------|
| SHELF1       |                          | / /            |            | 11/15/1987 | / /       |

**Figure 2** Sample of CHEM Master 2000 program – Inventory Module

Source: EHS Innovators (n.d.)

B. ChemTrack 2009 (Chulalongkorn University, 2009) This program has been developed and copyright since year 2007 by Chulalongkorn University, Thailand. Then, it has been revised in year 2009.

ChemTrack 2009 is a software system for chemical management in term of type and quantity of chemicals usage in Chulalongkorn University. It intends to consolidate chemical data in one or many storage locations. The software requires user record data such as incoming, requisition and transfer chemicals for monitoring. Main menu of ChemTrack 2009 program is shown in Figure 3.



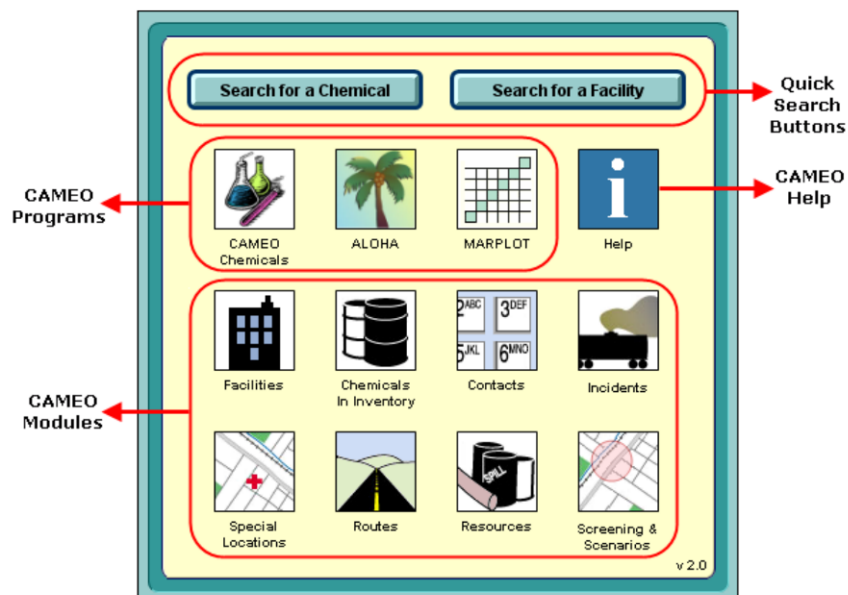
**Figure 3** Main page of ChemTrack 2009 program

**Source:** Chulalongkorn University (2009)

C. CAMEO® (National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration [NOAA OR&R] and the U.S.Environmental Protection Agency's Office of Emergency Management [EPA OEM], n.d.) CAMEO Chemicals

was developed by the National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration (NOAA OR&R) and the U.S. Environmental Protection Agency's Office of Emergency Management (EPA OEM). CAMEO® is registered trademarks of the United States Government.

CAMEO Chemicals is a database of hazardous chemicals that emergency responders and planners can use it to get response recommendations and predict the possible hazards. Main menu of CAMEO® program is shown in Figure 4.



**Figure 4** Main menu of CAMEO® program

**Source:** NOAA OR&R and EPA OEM (n.d.)

#### Key Program Features

(1) Extensive Chemical Database: CAMEO Chemicals uses a chemical database, which contains response recommendations for thousands of chemicals. Find a chemical of interest by searching on a name, identification number, or other search criteria.

(2) Critical Response Information: Chemical datasheets provide physical properties, health hazards, information about air and water hazards, and

recommendations for firefighting, first aid, and spill response. UN/NA datasheets provide response information from the Emergency Response Guidebook and shipping information from the Hazmat Table (49 CFR 172.101).

(3) Chemical Reactivity: This tool predicts what hazards could arise if chemicals were to mix.

- Online and Standalone Versions: Use the CAMEO Chemicals site to get quick, convenient access to all of the response datasheets and the reactivity prediction tool. All of the same functionality is also included in a standalone version that you can download and run from your own computer so that you do not have to rely on an Internet connection to get your response information.

The web site is maintained by NOAA's Office of Response and Restoration.

CAMEO Modules consist of 8 modules i.e. Facilities, Chemicals in inventory, Contacts, Incidents, Special Locations, Routes, Resources, and Screening and Scenarios. Chemicals in Inventory Module - Use the Chemicals in Inventory module to maintain inventory records for stored chemicals, including descriptions of each chemical's physical state, storage conditions and locations, and quantities routinely on site. It could be also kept track of chemicals that are commonly transported on routes in the community.

Summary of the review output is shown in Table 1. From the review, it was found that CHEM Master 2000 and CAMEO were developed based on U.S. regulations and there is no software developed for appropriate storage of hazardous materials according to Thai regulations. As a result, it is necessary to develop software for safe storage and management of chemical and hazardous materials in the factory.

**Table 1** Summary of the selected reviewed programs

| Program                    | Developer      | Functions  | Advantage   | Limitation   |
|----------------------------|----------------|--|---|--|
| <b>1. CHEM Master 2000</b> | EHS Innovators | <p>1. Material<br/>Identify data and its details such as physical data , Emergency information include Hazardous label, CAS.No. , Regulatory control and Supplier.</p> <p>2. Inventory<br/>Identify quantity and usage information such as container size and material location.<br/>Report shows information of average usage, maximum and minimum usage.</p> <p>3. MSDSs<br/>Identify detail in Safety Datasheet sheet such as Product and company identification, Composition/Information on Ingredients , Hazard Identification and etc.</p> <p>4. Form "R"<br/>Form "R" or The Toxics Release Inventory used by facilities to report their toxics release inventory data to EPA</p> <p>5. Other that are Spills, IH and Mass Balance module are not available for DEMO version.</p> | <p>1. It contains all data about the chemical including MSDS</p> <p>2. The report could be printed out.</p> <p>3. Comply to EPA about Toxic Release Report.</p> | <p>1. There is no requirement of safe storage.</p> |

**Table 1** (Continued)

| Program                  | Developer                          | Functions  | Advantage  | Limitation   |
|--------------------------|------------------------------------|--|--|--|
| <b>2. ChemTrack 2009</b> | Chulalongkorn University, Thailand | <p>1. Record of chemical use in stock<br/>This function to record chemical including information of manufacturing and supplier</p> <p>2. Request-Issue chemical<br/>To request chemical in stock , add new requester and transfer chemical to other owner.</p> <p>3. Report<br/>To print the report of using , expense , general information and report for the management</p> <p>4. Support function<br/>- Bar code printing and search of chemical</p> | <p>1. Good control stock of chemical.</p> <p>2. The report could be selected separately for the chemical user and the management.</p>      | <p>1. There is no requirement of safe storage.</p> <p>2. The program has been developed to use only in Chulalongkorn University.</p> |
| <b>3. CAMEO®</b>         | NOAA OR&R                          | <p>1. Extensive chemical database</p> <p>2. Critical Response information</p> <p>3. Predict chemical reactivity</p>  | <p>1. The program could predict chemical reactivity.</p> <p>2. The program could be used on internet download or stand alone computer.</p> | <p>There is no requirement of safe storage.</p>  |

## 2. The related laws and regulations

In Thailand, a law directly related to chemical and hazardous material storage has been established since B.E. 2550 by the Department of Industrial Works (DIW). The purpose is for control all factories under responsibility of DIW. The laws will be effective in year 2011. In the same year, DIW also announced related law about the specialized responsible person. All mention laws are under Hazardous Substance Act B.E. 2535.

A. Notification of Department of Industrial Works on Storage of chemical and hazardous substance manual B.E. 2550. (Department of Industrial Works,2007)

1. Definition of “Hazardous Substance” means the following substance.

- a) Explosives
- b) Flammable substance
- c) Oxidizing agent and peroxide
- d) Toxic substance
- e) Substance causing diseases
- f) Radioactive substances
- g) Mutant causing substance
- h) Corrosive substance
- i) Irritating substance
- j) Other substances either chemicals or otherwise which may cause injury to

the persons, animals, plants, property, or environments.

However, the hazardous substance segregation regarding to the Hazardous Substance Act B.E. 2535 is similar to the classification of transportation regulation. But for the hazardous material storage area, there is another specific requirement since it is designed by considering large volume of the materials stored inside.

2. Storage Building Design Requirement

- a) Wall and Fire Compartment

(1) Wall must be fire-resistance. To ensure that fire does not spread to other area, fire compartment must be higher 0.3 – 1.0 meter than a roof and longer 0.3 – 0.5 meters (m) than other wall. Wall must resist any hitting to prevent chemical falling down. Generally, the wall must have retention rating 30 minutes, made by cement brick and must prevent air passing. Plastic tent is allowed for temporary storage for less than 3 months. For separated room, a wall inside the building must be constructed according to any requirement for fire wall.

(2) For hazardous material warehouse that its length less than 30 meters and total area more than 1,200 square meters , fire compartment or more than one must be constructed every 40 meters.

(3) If the distance of hazard material storage is less than 10 meters from other building, its wall next to other building must be fire compartment with retention rating of 90 minutes, except for non-flammable material.

Remark: Fire-resistant wall is divided to 5 classes by type and thickness of material. It is 30, 60, 90, 120 and 180 minute resistant time.

b) Floor

(1) Floor must be strong enough for all chemicals and hazardous materials.

(2) The material of the floor must be water and chemical resistance material.

(3) Floor must prevent of electrostatic for flammable liquid, flammable gas or explosives.

(4) Bumper, fissure or slope is not allowed, to ensure spills cannot penetrate underneath floor and can be ease to clean.

c) Door and emergency exit door

(1) Specification of location, amount, size and material of the door depend on the design and usage.

(2) There must be at least 2 doors include emergency exit door in the opposite side.

(3) The doors for loading or unloading products must safe for workers, no

obstacles and have clear sign.

(4) Emergency exit door must be easily opened from inside only. The width must be at least 1.10 meters. It must not be locked with keys and not open to the dead end. Sliding door must not be allowed using as fire exit.

(5) Emergency light must be installed near emergency exit door. The safety sign must be posted, no obstacles and can be observed in the dark.

(6) Big building must have emergency exit every 35 meters.

(7) Fire-resistant door must be a part of fire-resistant wall. Resistant time must be same as fire wall.

(8) Fire door must be automatic close during emergency and must be connected with fire alarm.

(9) Sliding door must be installed with a safety device to protect the door out of the rail. Vertical-Sliding door must have appropriate fall protection device.

#### d) Roof

(1) Roof must be designed for releasing heat and smoke in case of fire.

(2) Main structure must be covered with non-combustible material.

(3) Roof must be made of fire resistance material with retention time 30 minutes.

(4) Roof must not be covered with insulator. If necessary, it must be non-combustible material and smoke detector must be installed.

#### e) Ventilation

(1) Good ventilation is necessary. The design of ventilation system depends on type of chemical inside.

(2) Natural air ventilation must be maintained.

#### f) Electricity, Electrical and Emergency Light

(1) Design must be complied with Engineering standard

(2) Electrical system must be explosion and fire proof.

(3) Light bulb must be located above over the goods at least 0.5

(4) meters. Type and space of light bulb must not generate heat.

- (5) Mercury and metal halide light bulb must be covered.
- (6) Electrical must be grounded and has electric shock protection.
- (7) Explosion proof must be considered for flammable storage.

g) Lighting

- (1) Lightning rod must be installed in warehouses.
- (2) Building in 30 meters around explosive and flammable warehouse must be equipped with lightning rod.
- (3) The lightning rod must be installed by specialists.

h) Emergency Alarm System

- (1) Emergency alarm is classified into 2 types;
  - (a) Fire Alarm: It can be manual or automatic detector. The siren must be loud enough for everybody. Generally it will alarm in 1 minute.
  - (b) Gas Leak Alarm: Gas is detected by detector. The siren must be loud enough for everybody. Generally it will alarm in 1 minute then the sound is reducing.
- (2) Manual alarm must be installed every 30 meters. Its sound must be different from other sound.
- (3) Detector must be designed for fire more than one fire-pattern e.g. heat detector, smoke detector, flame detector or gas detector. Selection of detector must be done by considering chemical, or many types of detector can be used.

i) Fire Protection System

- (1) Fire Equipment
  - (a) Chemical storage rooms must have proper and sufficient fire extinguishers. Every 200 meters must have at least ABC type, 12 kilograms extinguisher and 50 pounds extinguishers for flammable liquid storage area. The extinguisher must be inspected at least every 6 times per month.
  - (b) Fire equipment must be installed at the suitable area. Fire equipments lay-out must be set up and maintained.
  - (c) Fire equipment must be readily and convenient to use.

(d) Use red color for emergency sign.

(e) Class of fire:

Class A: Fire that is generated by combustible material such as wood, cloth, rubber, paper and plastic.

i) Class B: Fire that is generated by flammable liquid, flammable gas such as oil, crude oil, solvent, natural gas and LPG gas.

ii) Class C: Fire that is generated by electrical.

iii) Class D: Fire that is generated by auto-ignition metal such as Magnesium, Lithium and Sodium.

(f) Recommended extinguisher agents is shown in table 2.

**Table 2** Type of extinguisher agents

| Extinguisher<br>Agents          | Class of Fire |                                       |             |             |
|---------------------------------|---------------|---------------------------------------|-------------|-------------|
|                                 | Class A       | Class B                               | Class C     | Class D     |
| Water                           | Used          | Cannot used                           | Cannot used | Cannot used |
| Dry Chemical : ABC              | Used          | Used                                  | Used        | Cannot used |
| Dry Chemical : BC               | Cannot used   | Used                                  | Used        | Cannot used |
| Foam                            | Used          | Used on liquid,<br>Cannot used on gas | Cannot use  | Cannot used |
| Aqueous Film<br>Forming (AFFF ) | Used          | Used                                  | Cannot used | Cannot used |
| Carbon dioxide                  | Cannot used   | Used                                  | Used        | Cannot used |
| Dry Chemical : D                | Cannot used   | Cannot used                           | Cannot used | Used        |

**Source:** Department of Industrial Works (2007)

## (2) Water Supply system

(a) Water Sprinkling System: must be installed at the appropriate position that can cover all area. In-rack sprinkle must be installed every 2 shelf.

(b) Water Hydrant: amount and distance between the hydrants depends on the length of fire hose and water pressure. Normally distance between the hydrants is 50 meters.

(c) Hose: length and number of hose is sufficient to use and must be

the same type as the local officer use.

(d) Sizing of water: it must be enough for fire fighting for two hours. Reserved water should be 100 cubic meter per hour for storage area less than 2,500 square meter and 200 cubic meters per hour for storage area more than 4,000 square meter.

(e) Design and Installation must be audited by license engineer.

j) Storage for contaminated water after fire fighting

(1) Contaminated water must be drained to a pit for appropriate treatment

(2) Wastewater pit must have enough capacity, volume of water is depended on area as shown in table 3.

**Table 3** Hazardous chemical storage area and pit capacity

| Hazardous Chemical Storage Area<br>(square meter) | Capacity of sump pit<br>(Cubic Meter) |
|---|---------------------------------------|
| 25  | 6                                     |
| 50  | 12                                    |
| 75  | 18                                    |
| 100   | 25                                    |
| 150   | 40                                    |
| 200   | 55                                    |
| 250   | 7                                     |
| 300   | 90                                    |
| 400   | 125                                   |
| ≥ 500   | 150                                   |

**Source:** Department of Industrial Works (2007)

(3) Contaminated water pit can be constructed with cement or can be slope at warehouse area to prevent water flow to outside.

### 3. Outside storage design requirement

To prevent sunlight and rain, barrier and roof are needed as same as mention in building requirement.

1) The selection of the site shall be such to minimize the risk of landslide or flood damage. Select area by consider Material Safety Data Sheet (MSDS).

2) To avoid groundwater and surface water contamination, floor must construct with heat and water resistant material. Avoid asphalt floor because it is weak when exposing to heat or some chemicals.

3) Pump with valve must be installed at barriers. It should be closed in normal condition. Only responsible persons open the valve to drain rainwater.

4) Chemical store at outside area must be inspected to prevent contamination to the drainage.

5) Chemical in temperature tolerance container such as 200 liters iron drum is possible to keep at outside if the chemical is not effect from high temperature and security is good. To store the chemical outside, maintain some space to reach in case emergency case or fire. For some chemical such as high flammable, gas pipeline or liquid chlorine, it should be placed outside.

### 4. Hazardous Material Classification for Storage

Hazardous material should be classified by their hazard; the first qualification priorities are flammability, explosion and oxidation, next are toxicity, corrosion. For irritation, human health effect and environmental hazard are not consideration for storage.

#### a) Chemical and Hazardous Material Classification

(1) Class 1 Explosive substance: materials that have explosive properties according to Explosive Laws of Ministry of Defence or class 1 in UN recommendations or Thailand Hazardous Material Transportation Requirement Volume 1 (TP1)

(2) Class 2A Compressed air , Liquefied and dissolved gases : a material or a mixture of materials which is a gas at 20 °C of less at 101.3 Kilopascal include gas in class 2 by UN recommendations or Thailand Transpiration Requirement Volume 1 (TP1), and gas in other class in Hazardous Material Transportation requirement (such as Hydrogen Fluoride in Class 8). However it does not include compressed air in aerosol can and refrigerated liquefied gas or cryogenic liquefied gas.

(3) Class 2B Pressurized small gas containers, aerosol can/aerosol container: pressure receptacles, aerosol dispensers or compressed gas in any container.

(4) Class 3A Flammable liquids: a liquid having a flash point below 60 °C in closed cup test. High viscosity liquid must be in this class or Class 10 depends on the viscosity, spread out and a potentially explosive atmosphere.

(5) Class 3B Flammable liquids: a liquid having a flash point 60 to 93 °C in closed cup test and is insoluble.

(6) Class 4.1A Flammable Solids: a solid substance, other than one which is defined as a blasting agent of explosive. A substance in class 4.1 of UN recommendation than can explode, or in Thailand Transpiration Requirement Volume 1 (TP1) is an explosive substance that is inert by alcohol or water, or diluted by other solid desensitized explosive.

(7) Class 4.1B Flammable Solids : a substance in Class 4.1 of UN recommendation or in Thailand Transpiration Requirement Volume 1 (TP1) is an Class 4.1 that is not explosive but is liable to cause fire through friction or spread rapidly , test result is less than 45 second in 100 millimeters or having speed combustible more that 2.2 millimeters/second. For metal or alloy metal, it is flammable.

(8) Class 4.2 Substances liable to spontaneous combustibile: Substances in Class 4.2 of UN Recommendation or in Thailand Transpiration Requirement Volume 1 (TP1) that is;

i) Pyrophoric substances that is generated from oxidation. The oxidation will occur in 5 minutes, after that its temperature will be raised to auto-ignition temperature.

ii) Self-heating substances from the chemical reaction between substance and oxygen. The temperature will rise until auto-ignition. And it will be happened in large quantity and in long time.

(9) Class 4.3 Substances which in contact with water emit flammable gases: Substances in Class 4.3 of UN Recommendation or in Thailand Transpiration Requirement Volume 1 (TP1) that when react with humidity can generate flammable gas to the air in the ignition concentration.

(10) Class 5.1 A, 5.1 B and 5.1 C Oxidation substances: Substances in Class 5.1 of UN Recommendation or in Thailand Transpiration Requirement Volume 1 (TP1). This substance will release oxygen.

i) Class 5.1 A is rapid reaction oxidizing agent shown in Table 4.

**Table 4** Class 5.1 A Rapid reaction oxidizing agent

| UN-Number | Substance  |
|-----------|--|
| 1445      | BARIUM CHLORATE  |
| 1447      | BARIUM PERCHLORATE   |
| 1449      | BARIUM PEROXIDE  |
| 1450      | BROMATES, INORGANIC, N.O.S.  |
| 1452      | CALCIUM CHLORATE   |
| 1453      | CALCIUM CHLORITE   |
| 1455      | CALCIUM PERCHLORATE  |
| 1461      | CHLORATES, INORGANIC, N.O.S.   |
| 1462      | CHLORITES, INORGANIC, N.O.S.   |
| 1470      | LEAD PERCHLORATE   |
| 1471      | LITHIUM HYPOCHLORITE , DRY or LITHIUM<br>HYPOCHLORITE-MIXTURES with more than 39% available<br>Chlorine (8,8 % available Oxygen) |
| 1472      | LITHIUM PEROXIDE   |
| 1475      | MAGNESIUM PERCHLORATE  |
| 1479      | OXIDIZING SOLID, N.O.S.  |
| 1481      | PERCHLORATES, INORGANIC N.O.S.   |
| 1483      | PEROXIDES, INORGANIC, N.O.S.   |
| 1484      | POTASSIUM BROMATE  |
| 1485      | POTASSIUM CHLORATE   |

Table 4 (Continued)

| UN-Number | Substance   |
|-----------|---|
| 1489      | POTASSIUM PERCHLORATE   |
| 1491      | POTASSIUM PEROXIDE  |
| 1494      | SODIUM ROMATE   |
| 1495      | SODIUM CHLORATE   |
| 1496      | SODIUM CHLORITE   |
| 1502      | SODIUM PERCHLORATE  |
| 1504      | SODIUM PEROXIDE   |
| 1506      | STRONTIUM CHLORATE  |
| 1508      | STRONTIUM PERCHLORATE   |
| 1510      | TETRANITROMETHANE   |
| 1513      | ZINC CHLORATE   |
| 1745      | BROMINE PENTAFLUORIDE   |
| 1746      | BROMINE TRIFLUORIDE   |
| 1748      | CALCIUM HYPOCHLORITE , DRY or CALCIUM<br>HYPOCHLORITE-MIXTURES more than 39% available<br>Chlorine (8,8 % available Oxygen) |
| 1873      | PERCHLORIC ACID with more than 50% but not more than<br>72% acid by mass  |
| 2015      | HYDROGEN PEROXIDE, STABILIZED or HYDROGEN<br>PEROXIDE, AQUEOUS SOLUTION,STABILIZED, with more<br>than 60% hydrogen peroxide |
| 2466      | POTASSIUM SUPEROXIDE  |
| 2495      | IODINE PENTAFLUORIDE  |
| 2547      | SODIUM SUPEROXIDE   |
| 2723      | MAGNESIUM CHLORATE  |
| 2741      | BARIUM HYPOCHLORITE with more than 22% available<br>Chlorine  |
| 2880      | CALCIUM HYPOCHLORITE, HYDRATED or CALCIUM<br>HYPOCHLORITE, HYDRATED MIXTURE, with not less                                  |

**Table 4** (Continued)

| UN-Number | Substance                             |
|-----------|---------------------------------------|
|           | than 5,5% but not more than 10% water |
| 3085      | OXIDIZING SOLID, CORROSIVE, N.O.S.    |
| 3087      | OXIDIZING SOLID, TOXIC, N.O.S         |
| 3098      | OXIDIZING LIQUID, CORROSIVE, N.O.S.   |
| 3099      | OXIDIZING LIQUID, TOXIC, N.O.S        |
| 3212      | HYPOCHLORITES, INORGANIC, N.O.S.      |
| -         | POTASSIUM METAPERIODATE               |
| -         | SODIUM METAPERLODATE                  |
| -         | PERIODINE ACID                        |

**Source:** Department of Industrial Works (2007)

ii) Class 5.1 B is Moderate reaction oxidizing agents shown in Table 5.

**Table 5** Class 5.1 B Moderate reaction oxidizing agent

| UN-Number | Substance  |
|-----------|--|
| 1438      | ALUMINIUM NITRATE                                      |
| 1446      | BARIUM NITRATE   |
| 1448      | BARIUM PERMANGANATE                                    |
| 1454      | CALCIUM NITRATE  |
| 1456      | CALCIUM PERMANGANATE                                   |
| 1457      | CALCIUM PEROXIDE                                       |
| 1458      | CHLORATE AND BORATE, MIXTURE                           |
| 1459      | CHLORATE AND MAGNESIUM CHLORIDE, MIXTURE ;<br>SOLUTION |
| 1463      | CHROMIUM TRIOXIDE ; ANHYDROUS                          |
| 1469      | LEAD NITRATE   |

**Table 5** (Continued)

| <b>UN-Number</b> | <b>Substance</b>   |
|------------------|--|
| 1473             | MAGNESIUM BROMATE  |
| 1476             | MAGNESIUM PEROXIDE   |
| 1477             | NITRATES, INORGANIC , N.O.S.   |
| 1479             | OXIDIZING SOLID, N.O.S.  |
| 1482             | PERMANGANATES, INORGANIC, N.O.S.   |
| 1486             | POTASSIUM NITRATE  |
| 1487             | POTASSIUM NITRATE AND SODIUM NITRATE, MIXTURE  |
| 1488             | POTASSIUM NITRITE  |
| 1490             | POTASSIUM PERMANGANATE   |
| 1498             | SODIUM NITRATE   |
| 1199             | SODIUM NITRATE and POTASSIUM NITRATE   |
| 1500             | SODIUM NITRITE   |
| 1503             | SODIUM PERMANGANATE  |
| 1509             | STRONTIUM PEROXIDE   |
| 1515             | ZINC PERMANGANATE  |
| 1516             | ZINC PEROXIDE  |
| 1796             | NITRATING ACID MIXTURE   |
| 1802             | PERCHLORIC ACID, with not more than 50% acid by mass   |
| 1826             | NITRATING ACID MIXTURE , SPENT with more than 50% nitric acid  |
| 2014             | HYDROGEN PEROXIDE, AQUEOUS SOLUTION, with not less than 20% but not more than 60 % hydrogen peroxide |
| 2032             | NITRIC ACID, RED FUMING  |
| 2427             | POTASSIUM CHLORATE, AQUEOUS SOLUTION   |
| 2488             | SODIUM CHLORATE, AQUEOUS SOLUTION  |
| 2429             | CALCIUM CHLORATE, AQUEOUS SOLUTION   |
| 2469             | ZINC BROMATE   |
| 2573             | THALLIUM CHLORATE  |
| 2626             | CHLORIC ACID; AQUEOUS SOLUTION, with not more than   |

**Table 5** (Continued)

| <b>UN-Number</b> | <b>Substance</b>                                      |
|------------------|---|
|                  | 10% chloric acid                                      |
| 2627             | NITRITES, INORGANIC, N.O.S.                           |
| 2719             | BARIUM BROMATE  |
| 2721             | COPPER CHLORATE                                       |
| 2722             | LITHIUM NITRATE                                       |
| 2726             | NICKEL NITRITE  |
| 2976             | THORIUM NITRATE, SOLID                                |
| 2381             | URANYL NITRATE, SOLID                                 |
| 3084             | CORROSIVE SOLID; OXIDIZING, N.O.S.                    |
| 3085             | OXIDIZING SOLID, CORROSIVE, N.O.S.                    |
| 3086             | TOXIC SOLID; OXIDIZING; N.O.S.                        |
| 3087             | OXIDIZING SOLID, TOXIC, N.O.S.                        |
| 3093             | CORROSIVE LIQUID; OXIDIZING, N.O.S.                   |
| 3098             | OXIDIZING LIQUID, CORROSIVE, N.O.S.                   |
| 3099             | OXIDIZING LIQUID, TOXIC, N.O.S.                       |
| 3122             | TOXIC LIQUID; OXIDIZING; N.O.S.                       |
| 3139             | OXIDIZING LIQUID, N.O.S.                              |
| 3210             | CHLORATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION, N.O.S.        |
| 3211             | PERCHLORATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION,<br>N.O.S.  |
| 3213             | BROMATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION, N.O.S.         |
| 3214             | PERMANGANATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION,<br>N.O.S. |
| 3218             | NITRATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION, N.O.S.         |
| 3219             | NITRITES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION, N.O.S.         |
| 3247             | SODIUM PEROXOBORATE, ANHYDROUS                        |
| -                | CHROMYL CHLORIDE                                      |
| -                | POTASSIUM IODATE                                      |
| -                | SODIUM IODATE   |

**Table 5** (Continued)

| <b>UN-Number</b> | <b>Substance</b>   |
|------------------|--|
| 1451             | CAESIUM NITRATE  |
| 1465             | DIDYMIUM NITRATE   |
| 1466             | FERRIC NITRATE   |
| 1474             | MAGNESIUM NITRATE  |
| 1477             | NITRATES, INORGANIC, N.O.S.  |
| 1479             | OXIDIZING SOLID, N.O.S.  |
| 1482             | PERMANGANATES, INORGANIC, N.O.S.   |
| 1492             | POTASSIUM PERSULFATE   |
| 1493             | SILVER NITRATE   |
| 1505             | SODIUM PERSULFATE  |
| 1507             | STRONTIUM NITRATE  |
| 1514             | ZINC NITRATE   |
| 1872             | LEAD DIOXIDE   |
| 2014             | HYDROGEN PEROXIDE, AQUEOUS SOLUTION, with not less than 20% but not more than 40 % hydrogen peroxide |
| 2208             | CALCIUM HYPOCHLORITE-MXTURES, DRY with more than 10 %, but not more than 39 % available Chlorine     |
| 2464             | BERYLLIUM NITRATE  |
| 2465             | DICHLOROISOCYANURIC ACID, DRY or<br>DICHLOROISOCYANURIC ACID SALTS                                   |
| 2467             | SODIUM PERCARBONATE  |
| 2468             | TRICHLOROISOCYANURIC ACID, DRY   |
| 2627             | NITRITES, INORGANIC, N.O.S.  |
| 2720             | CHROMIUM NITRATE   |
| 2724             | MANGANESE NITRATE  |
| 2725             | NICKEL NITRATE   |
| 2727             | THALLIUM NITRATE   |
| 2728             | ZIRCONIUM NITRATE  |
| 3085             | OXIDIZING SOLID, CORROSIVE, N.O.S.   |

**Table 5** (Continued)

| <b>UN-Number</b> | <b>Substance</b>                                      |
|------------------|---|
| 3087             | OXIDIZING SOLID, TOXIC, N.O.S.                        |
| 3098             | OXIDIZING LIQUID, CORROSIVE, N.O.S.                   |
| 3099             | OXIDIZING LIQUID, TOXIC, N.O.S.                       |
| 3122             | TOXIC LIQUID; OXIDIZING; N.O.S.                       |
| 3139             | OXIDIZING LIQUID, N.O.S.                              |
| 3210             | CHLORATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION, N.O.S.        |
| 3211             | PERCHLORATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION,<br>N.O.S.  |
| 3213             | BROMATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION, N.O.S.         |
| 3214             | PERMANGANATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION,<br>N.O.S. |
| 3215             | PERSULFATES, INORGANIC, N.O.S.                        |
| 3216             | PERSULFATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION,<br>N.O.S.   |
| 3217             | PERCARBONATES, INORGANIC, N.O.S.                      |
| 3218             | NITRATES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION, N.O.S.         |
| 3219             | NITRITES, INORGANIC, AQUEOUS SOLUTION, N.O.S.         |
| -                | SODIUM PERBORATE – MONOHYDRATE                        |
| -                | IODINE ACID   |
| -                | CALCIUM IODATE  |
| -                | IODINE PENTOXIDE                                      |

**Source:** Department of Industrial Works (2007)

iii) Class 5.1 C is a substance contain Ammonium nitrate and Ammonium nitrate.

(11) Class 5.2 Organic peroxides: Substances in Class 5.2 of UN Recommendation or in Thailand Transpiration Requirement Volume 1 (TP1). Substances that comprise with 2 oxygen atoms -O-O- (peroxide), oxygen atom is

replaced with other 1-2 organic radical. And include compound that contain organic peroxide since 5% or more than. This organic peroxide is not stable; it will be heat and increasing temperature.

(12) Class 6.1A and 6.1B Toxic substances: Substance that intake by eating, inhalation or skin absorb causing death or severity sickness immediately or chronic.

(a) Class 6.1 A Combustible toxic substances ;

i) Soluble flammable liquid having flash point more than 60 to 93 °C test by closed cup

ii) Insoluble flammable liquid having flash point more than 93 °C test by closed cup.

iii) Flammable solid which is not classified as a substance in Class 4.1 B

(b) Class 6.2 B Non-combustible toxic substances i.e. Non-flammable liquid and non-flammable solid

(13) Class 6.2 Infectious substances: Microorganisms or substances comprise of some microorganisms or parasites causing sickness in human and animals. These microorganisms are bacteria, viruses, rickettsias, fungi and mutation microorganism.

(14) Class 7 Radioactive substances: Substances or compounds that can decompose by release radiation.

(15) Class 8A and 8B Corrosive substances: Substances having chemical reaction when contact to body tissue cause severity damage or in case of leakage will destroy material include the vehicles. These substances can also cause other hazard.

(a) Class 8A – Combustible corrosive substances

i) Soluble flammable liquid having flash point more than 63 to 93 °C

ii) Insoluble flammable having flash point more than 93 °C

iii) Flammable solid which is not classified as a substance in Class 4.1 B

(b) Class 8B – Non-combustible corrosive substances that are non-flammable liquid and non-flammable solid.

(16) Class 9 Other hazardous materials in transportation system, not consider in safety storage.

(17) Class 10 Combustible liquids that is not classify as 3A and 3B

(18) Class 11 Combustible solids that is not in flammable solid class

4.1B

(19) Class 12 Non-combustible liquid

(20) Class 13 Non-combustible solid

b) Procedure to classify Chemical and Hazardous Material

(1) Study chemical safety data

(2) Storage procedure; the separations for keeping have the key important by following

(a) Substance causing diseases or Infectious Substance – Class 6.2

(b) Radioactive substance – Class 7

(c) Explosive – Class 1

(d) Compressed Gases, Compressed liquid gases, the solution gas with pressure and the small quantity packaging with pressure – Class 2A and 2B

(e) Substances liable to spontaneous combustible – Class 4.2

(f) Substances which in contact with water emit flammable gases –

Group 4.3

(g) Organic peroxide – Class 5.2

(h) Oxidizing agent – Class 5.1A, 5.1B, and 5.1C

(i) Flammable solids – Class 4.1A and 4.1B

(j) Flammable liquids – Group 3A and 3B

(k) Combustible toxic substances – Class 6.1A

(l) Non-combustible toxic substances – Class 6.1B

(m) Combustible corrosive substances – Class 8A

(n) Non-combustible corrosive substances – Class 8B

(o) Combustible liquids that is not classify as 3A and 3B – Class 10

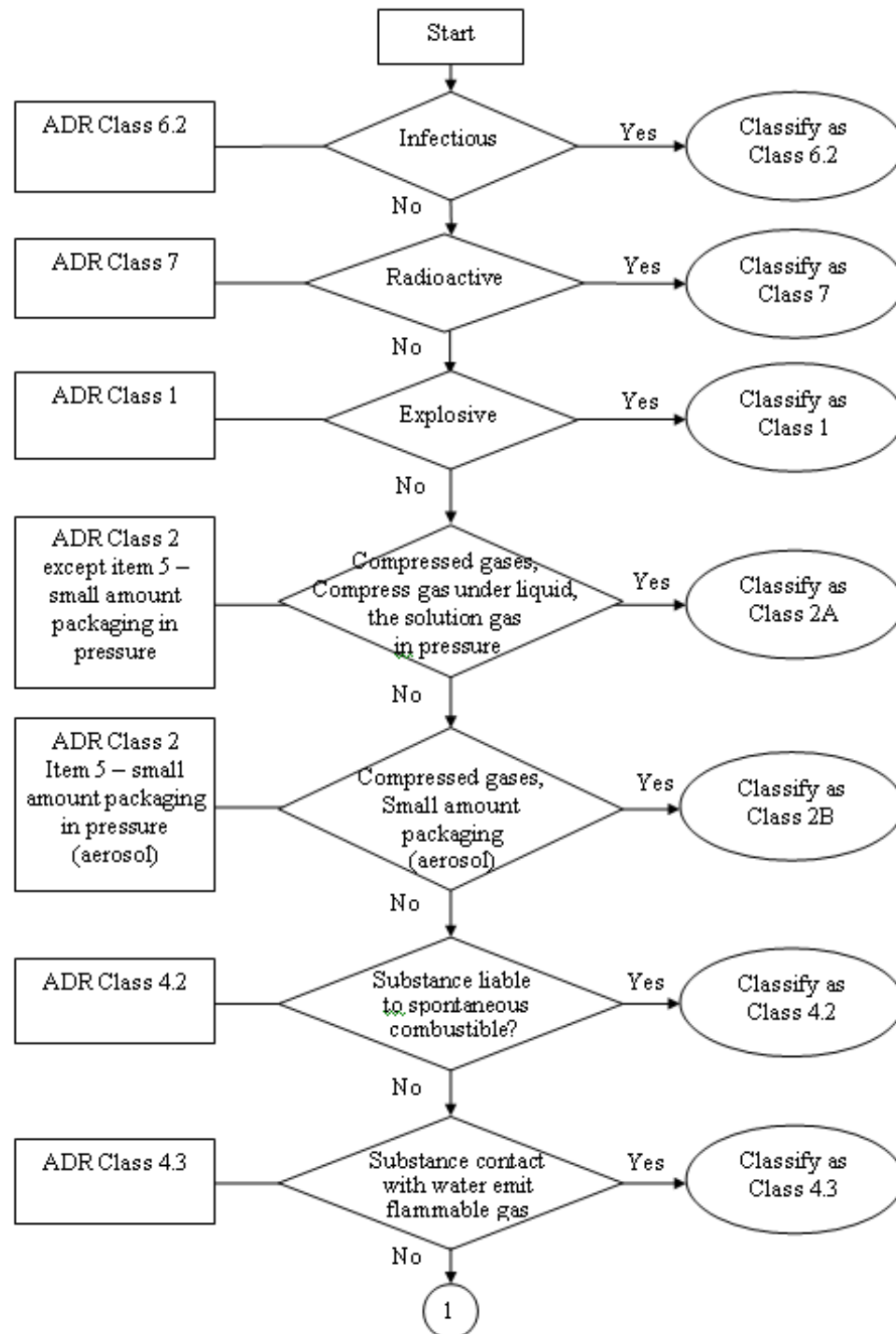
(p) Combustible solids that is not in flammable solid class 4.1B –

Class 11

(q) Non-combustible liquid – Class 12

(r) Non-combustible solid – Class 13

In case of mixing compound, the consideration depends on main chemical property. Procedure to classify chemical and hazardous material is shown in Figure 5.



**Figure 5** Chemical Hazard Class identification process

**Source:** Department of Industrial Works (2007)

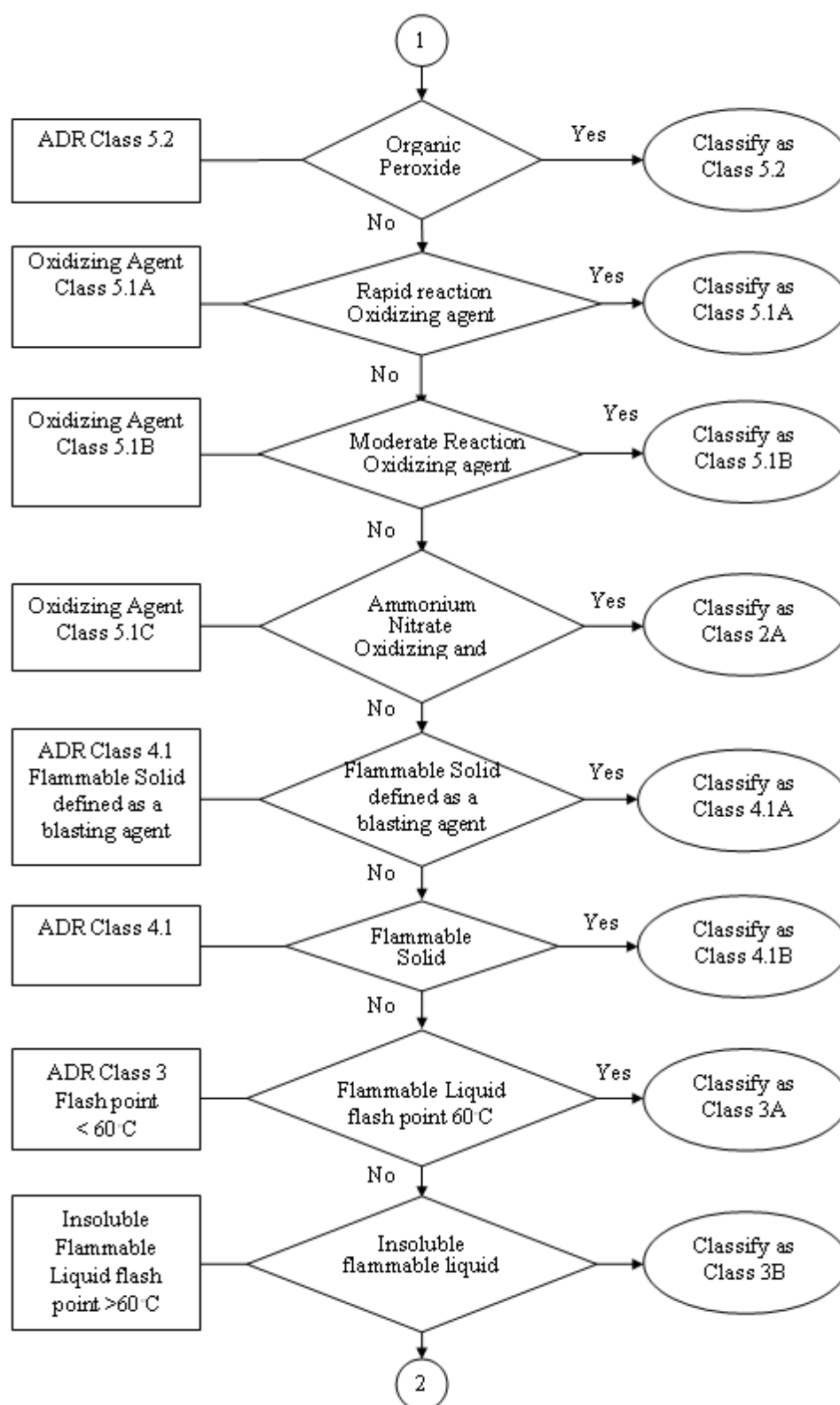
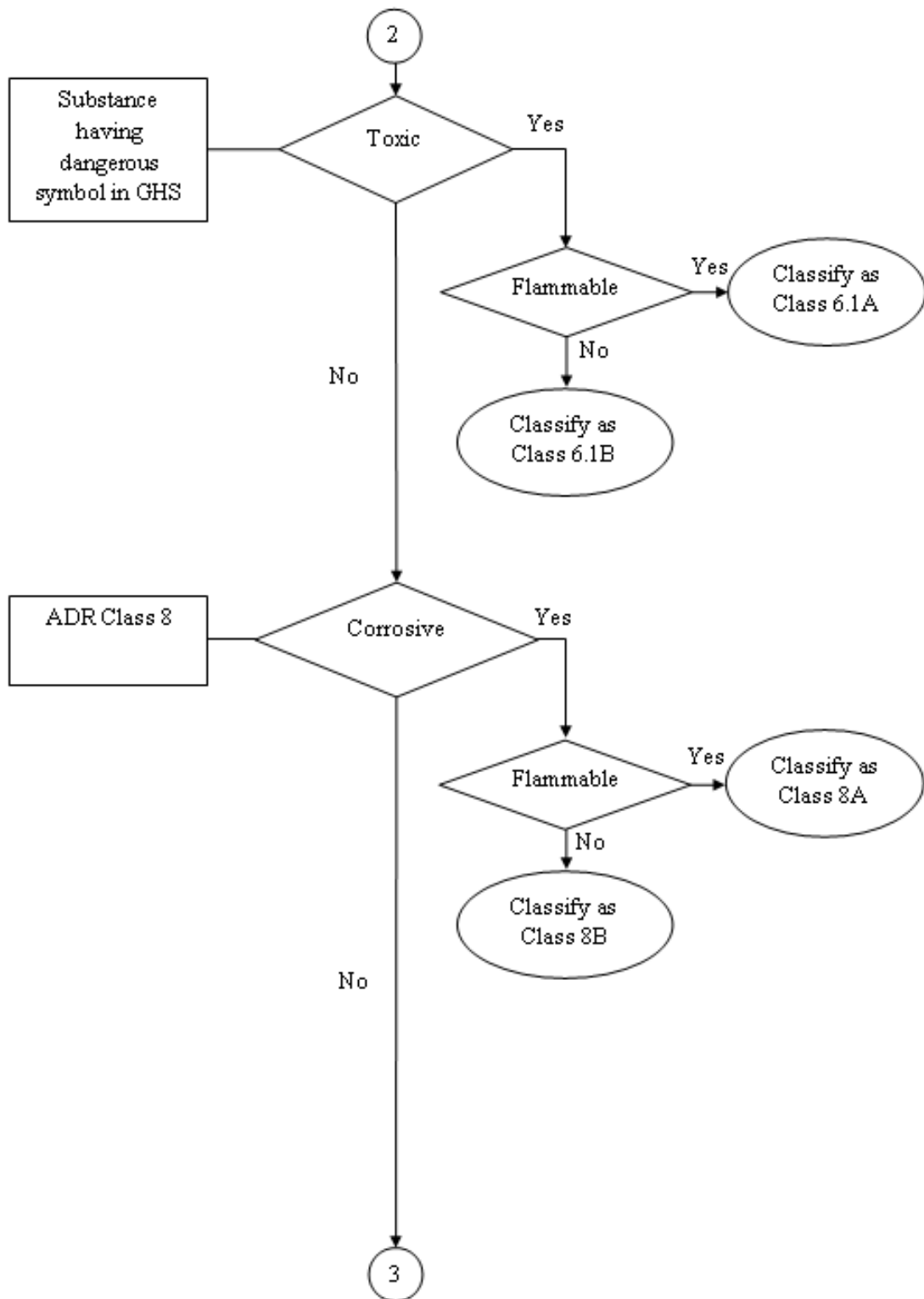
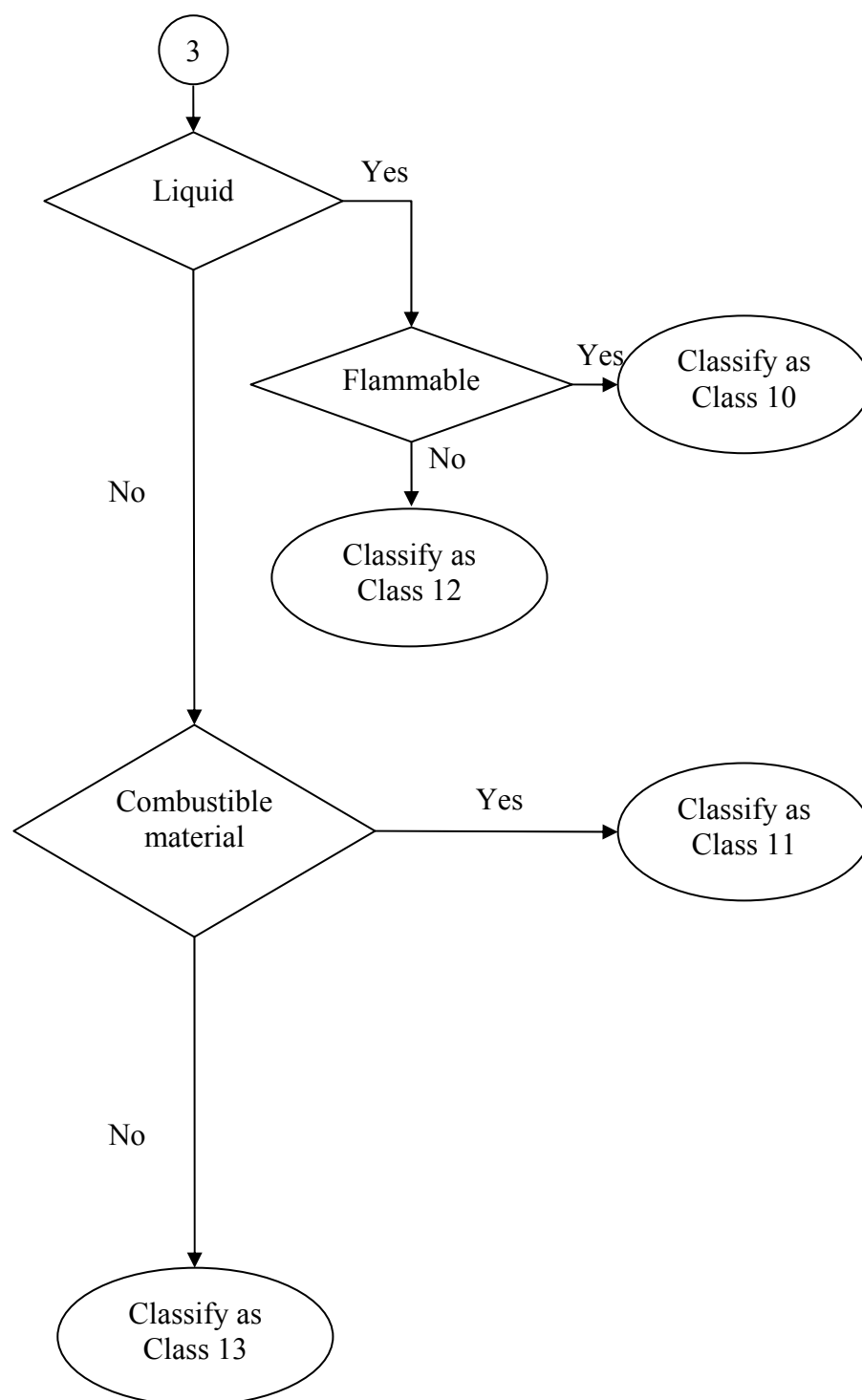


Figure 5 (Continued)

**Figure 5** (Continued)



**Figure 5** (Continued)

5. Procedure to store chemical and hazardous material. Two storages are classified;

a) Separate Storage: Separate all hazardous and chemical substances.


(1) Storage in one warehouse must have fire compartment with retention rating 90 minutes


(2) Storage outside warehouse (Outdoor), substances must be separated in proper distance such as 5 meters between flammable and inflammable or 10 meters between other substances or separate by fire compartment retention rating 90 minutes.

b) Segregate Storage: means storage of hazardous chemical since 2 classes in the same area. There must be proper prevention procedure, specific requirement must be considered as shown in table 6.

**Table 6** Mixed hazardous storage requirement table

| Storage Class  |      | 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 |    |
|--|------|----|----|----|----|----|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|------|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Explosive Substances   | 1    | 17 | -  | -  | -  | -  | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Compressed Gases liquified and Dissolved gas                 | 2A   | -  | 17 | 4  | -  | -  | -    | -    | -   | -   | -    | -    | 10   | -   | -    | -    | -   | 18 | 5  | -  | -  | 5  | -  | -  | -  |
| Pressurized small gas containers                             | 2B   | -  | 4  | -  | 1  | 1  | -    | -    | -   | -   | -    | -    | 10   | -   | 2    | 2    | -   | 18 | 4  | 4  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  |
| Flammable liquids  | 3A   | -  | -  | 1  | 17 | -  | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -   | 18 | 9  | 9  | -  | 5  | -  | -  | -  |
| Flammable liquids  | 3B   | -  | -  | 1  | -  | -  | 12   | 4    | -   | 4   | -    | -    | -    | 7   | -    | -    | -   | 18 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Flammable Solids   | 4.1A | -  | -  | -  | -  | 12 | 17   | 12   | -   | -   | -    | -    | -    | 14  | -    | -    | -   | -  | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Flammable Solids   | 4.1B | -  | -  | -  | -  | 4  | 12   | -    | 4   | 4   | -    | -    | -    | 15  | 8    | -    | -   | 18 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Substances liable to spontaneous combustible                 | 4.2  | -  | -  | -  | -  | -  | -    | 4    | -   | 4   | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -   | 18 | 4  | 4  | 4  | 4  | -  | -  | -  |
| Substances which emit flammable gases contact with water     | 4.3  | -  | -  | -  | -  | 4  | -    | 4    | 4   | -   | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -   | 18 | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | -  | -  |
| Oxidizing substances   | 5.1A | -  | -  | -  | -  | -  | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Oxidizing substances   | 5.1B | -  | -  | -  | -  | -  | -    | -    | -   | -   | -    | -    | 10   | -   | 15   | 15   | -   | 18 | 11 | -  | 11 | 11 | -  | -  | -  |
| Oxidizing substances   | 5.1C | -  | 10 | 10 | -  | -  | -    | -    | -   | -   | -    | 10   | 17   | -   | -    | -    | -   | 18 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Organic peroxides  | 5.2  | -  | -  | -  | -  | 7  | 14   | 13   | -   | -   | -    | -    | -    | 17  | -    | -    | -   | -  | -  | -  | -  | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Combustible toxic substances                                 | 6.1A | -  | -  | 2  | -  | -  | -    | 8    | -   | -   | -    | 15   | -    | -   | -    | -    | -   | 18 | -  | -  | -  | 5  | -  | -  | -  |
| Non-combustible toxic substances                             | 6.1B | -  | -  | 2  | -  | -  | -    | -    | -   | -   | -    | 15   | -    | -   | -    | -    | -   | 18 | -  | -  | -  | 5  | -  | -  | -  |
| Infectious substances  | 6.2  | -  | -  | -  | -  | -  | -    | -    | -   | -   | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Radioactive substances                                       | 7    | -  | 18 | 18 | 18 | 18 | -    | 18   | 18  | 18  | -    | 18   | 18   | -   | 18   | 18   | -   | -  | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Combustible corrosive substances                             | 8A   | -  | 5  | 4  | 9  | -  | 12   | -    | 4   | 4   | -    | 11   | 10   | -   | -    | -    | -   | 18 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Non-combustible corrosive substances                         | 8B   | -  | -  | 4  | 9  | -  | 12   | -    | 4   | 4   | -    | -    | 10   | -   | -    | -    | -   | 18 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Combustible liquids that is not classify as 3A and 3B        | 10   | -  | -  | 6  | -  | -  | 12   | -    | 4   | 4   | -    | 11   | 10   | 16  | -    | -    | -   | 18 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Combustible solids that is not in flammable solid class 4.1B | 11   | -  | 5  | 6  | 5  | -  | 12   | -    | 4   | 4   | -    | 11   | 10   | 16  | 3    | 3    | -   | 18 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Non-combustible liquids                                      | 12   | -  | -  | 6  | -  | -  | 12   | -    | -   | 4   | -    | -    | 10   | 16  | -    | -    | -   | 18 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Non-combustible solids                                       | 13   | -  | -  | 6  | -  | -  | 12   | -    | -   | -   | -    | -    | 10   | 16  | -    | -    | -   | 18 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

 Mixed storage is permitted in principle

 Mixed storage is permitted only with restrictions (See number)

 Separate storage is required

Source: Department of Industrial Works (2007)

**Table 6** (Continue)**Remark:** Condition

1. The jointed storage of flammable liquids and pressured gas packages is permitted if a) Good ventilation b) The storage room is covered filled to not more than a maximum of 60% of its area with goods of any kind. c) Total quantity limit is 100,000 liters.
2. Pressured gas packages may be stored together with toxic and very toxic substances if a) The storage has fire compartment and its area and amount limits is 60 square meter and 60% accordingly. b) Room temperature limits 50 °C. c) Good ventilation d) There are two emergency exits, each exit door has a fire extinguisher dry chemical type ABC, size 6 kilograms.
3. Combustible materials such as packaging should be separated from toxic substance and flammable liquid.
4. Inert substance may be stored together with other substance but segregation by a compartment, keep some space or in safety container.
5. In storage room, pressurized gas cylinders is limited 50 cylinders, and among those, not more than 25 are filled with flammable, oxidizing or very toxic gases . Combustible material (Class 8A and 11 except flammable liquid) can be stored in this room if separate by at least by a 2 m high wall, made from a non- flammable material, and a space of at least 5 m.
6. The Storage is permitted if the safety technological requirements for the whole amount of all stored material are adapted to the requirements of storage class 2B.
7. The joint storage with flammable liquid having flash point more than 60 °C is allowed if there is no chemical reaction with other hazardous material but if there are, should keep space at least 5 meters.
8. Toxic substances class 6.1 A can store with flammable solid class 4.1B
9. Do not allow to store flammable liquid Class 3A together with corrosive substance in fragile containers. This also applies also if the products can be stored in

the storage room in such a way that they cannot influence each other in the case of an accident.

10. The joint storage is allowed except flammable gas.

11. The additional prevention must be set up and allow by the Department of Industry Works.

12. Substances with highly flammable or flammable materials class 4.1 A that is explosive may be kept together with Class 3B ,4.1B, 8A, 8B, 10, 11, 12 or 13 if the protection and safety distances that are intended to avoid an amplification of the danger for the surrounding of the stock are sufficient or are increased. This has to be checked for every case.

13. Organic peroxide substances class 5.2 can store with flammable solid class 4.1B

14. Propellants and radical initiators are allowed to store if there is no heavy metal contain.

15. The storage of oxidizing agent Class 5.1 B together with combustible toxic material (Class 6.1A) and non-combustible toxic material is allowed but not over 20 tons. There must be additional safety requirement that is the storage warehouse must have fire alarm, sprinkle and advance fire fighting team with fire engine. If the storage is not more than 1 metric ton, the requirement is not necessary.

16. When storing organic peroxides together with other flammable materials, it has to be carried out a checked case-by-case as certain whether the safety distances measures to avoid a possible amplification of the danger in the case of an accident for the surrounding of the stock are sufficient or have to be increased.

17. Safety specific requirement for each hazardous substance must be considered.

18. Radioactive substances must be separated by the Safety Requirement of IAEA and permitted by Government Office.

c) Small Amount Storage: Storage of hazardous material (e.g. Class 2B, 3A,3B,4.1B, 4.3, 5.1B, 5.1C, 5.2 ,6.1A 6.1B,8A, 8B, 10, 11, 12 and 13) in small quantity together with large quantity of other substances in the same warehouse is not allowed but if necessary , temporary storage is allowed within the requirement ;

- (1) Meet the requirement for hazardous material safe storage.
- (2) Small quantity hazardous material will not react with other substances.
- (3) Addition requirement is needed such as space out at least 3 meters, store in specific container and separated room.
- (4) Storage of aerosol must have a compartment or metal sheet.

Requirement to keep small quantity of chemicals and hazardous materials is shown in table 7.

**Table 7** Small chemical and hazardous material storage requirement

| Classification | Capacity of storage limit  | Capacity of storage more than                                     |
|----------------|--|---|
|                | 5,000 kilogram   | 5,000 kilogram  |
| 1              | -  | -   |
| 2A             | -  | -   |
| 2B             | 500 aerosol cans   | 500 aerosol cans  |
| 3A             | Flammable liquid having flash point<br>23 °C limit 100 liters                              | Flammable liquid having flash point<br>23 °C limit 100 liters     |
|                | Flammable liquid having flash point<br>23-60 °C limit 200 liters                           | Flammable liquid having flash point 23-<br>60 °C limit 200 liters |
| 3B             | Less than 5,000 kilograms  | Less than 5,000 kilograms   |
| 4.1A           | -  | -   |
| 4.1B           | 200 kilograms  | 200 kilograms   |
| 4.2            | -  | -   |
| 4.3            | 200 kilograms  | -   |
| 5.1A           | -  | -   |
| 5.1B           | 200 kilograms  | 200 kilograms   |
| 5.1C           | 100 kilograms  | -   |
| 5.2            | 100 kilograms (must keep in packaging<br>less than 100 g for solid and 25 ml for<br>liquid | -   |
| 6.1A           | 50 kilograms   | 50 kilograms  |
| 6.1B           | 200 kilograms  | 200 kilograms   |
| 6.2            | -  | -   |
| 7              | -  | -   |

**Table 7** (Continued)

| Classification | Capacity of storage limit<br>5,000 kilogram | Capacity of storage more than<br>5,000 kilogram |
|----------------|---|---|
| 8A             | Less than 5,000 kilograms                   | 5,000 kilograms                                 |
| 8B             | Less than 5,000 kilograms                   | 5,000 kilograms                                 |
| 10             | Less than 5,000 kilograms                   | 5,000 kilograms                                 |
| 11             | Less than 5,000 kilograms                   | 5,000 kilograms                                 |
| 12             | Less than 5,000 kilograms                   | 5,000 kilograms                                 |
| 13             | Less than 5,000 kilograms                   | 5,000 kilograms                                 |

**Source:** Department of Industrial Works (2007)

For substances in Class 1, 2A, 4.1A, 4.2, 5.1A, 6.2 and 7 are not allowed to store with other substances even small quantity. The storage must comply with the requirement.

## 6. Special Requirement

### a) Special requirement for explosive substance

(1) Defence Industrial Department Rogation of The Defence Industry Energy Center classifies bullet and explosive material into 6 classes by the hazardous and appearance of the damage.

(2) Specific requirement for explosive substance should comply with Defence Ministry Law – The storage of bullets and explosive substances.

### b) Specific requirement for gas

(1) All kind of gases must be filled in the packaging passing the test and valves must be covered.

(2) Good ventilation, window should be installed by engineering.

(3) Gas detector must be installed for Toxic gas.

(4) Explosive detector must be installed to detect flammable gas

(5) Electrical system must be covered with explosion proof system.

(6) To store flammable gas, the floor must be non-electrostatic

(7) Toxic gas must store at the control area.

(8) Flammable or oxidizing gas cylinders must be segregate at least 2 meters.

(9) Storage of aerosol can together with other substance should separated by a compartment or metal net.

(10) Aerosol can must be store in the warehouse only, outdoor is not allowed.

c) Specific storage requirement for flammable substances (3A and 5.2)

a) Electrical devices and vehicle must be explosion proof.

b) Storage of flammable substances, there must be sprinkle in the suitable place and also the quantity.

c) Fire compartment having retention rating 90 minutes, it must space less than 10 meters from other building.

d) Good ventilation, wind change rate is 5 times of volume of the room per hour. Window should be installed by engineering.

e) Loading of flammable liquid

(a) Explosion proof should be used.

(b) Electrostatic prevention should be adapted.

(c) Use the ground with iron drum and all metal devices.

(d) Loading hose should be electrostatic prevention.

(e) The area should be open for the air pass through. Good ventilation

(f) In case of insoluble flammable substance, there must be slope for containing the spill.

d) Specific storage requirement for oxidizing agent

(1) Joint storage with other substances must comply with mix storage table.

(2) Do not allow to use any wood to support especially liquid oxidizing agent.

(3) Storage room must have only one floor, fire compartment 90 minutes, 1 meter higher than the roof and wider than side wall 0.5 meters.

(4) Combustible material is not allowed to store with oxidizing agent.

B. Notifications of Ministry of Industry on Hazardous Material Storage under the control of the Department of Industrial Works B.E.2551. (Department of Industrial Works, 2008)

The notification imposes the company business who import, export , produce and possess of chemical and hazardous material to implement safety management about hazardous material storage , hazardous material classification for storage , related special requirement by comply to the Notification of Department of Industrial Works on Chemical and Hazardous Material Storage Manual B.E. 2550.

C. Notifications of Ministry of Industry on Designating Hazardous Material Business to appoint Specialized Responsible Personnel for hazardous material storage under the control of the Department of Industrial Works B.E.2551. (Department of Industrial Works, 2008)

The notification imposes the company business involving hazardous material to appoint the specialized responsible personnel. The specific requirement of those companies includes

1. The importer, exporter or producer who has hazardous material type 1, 2 or 3 since 1000 metric tons per year
2. The possessor who has 300 square meter or more
3. The importer, exporter, producer or possessor who has hazardous materials which is flammable, oxidizing and peroxide.

The law imposes the responsibility of the business owner to appoint a specialized person within 90 days and report and confirm the report to the Department of Industrial Works.

Responsibility of the specialized person is to ensure the hazardous material storage area must comply with the the Notification of Department of Industrial Works on Chemical and Hazardous Material Storage Manual B.E. 2550 and report on the performance to DIW.

D. Notifications of Department of Industrial Works on Specific Criteria and procedure for register Specialized Responsible Personnel and report on hazardous material storage under the control of Department of Industrial Works B.E. 2551 (Department of Industrial Works, 2008)

The notification imposes the qualification of specialized person and registration form. The specialized person criteria must pass the test by DIW with score more than 80 percentages. A report criterion by the attached form is in this law.

E. The Hazardous Substance Act B.E. 2535 (Thai Government, 1992)

Hazardous Substance Act is intended to control hazardous materials management to be safe for human and environment. By integrated laws to use for others government offices that are Department of Industrial Works, Department of Agriculture, Food and Drug Administration, Department of Fisheries, Department of Livestock, Department of Energy Business and Office of Atoms for Peace. The Hazardous Substance Committee is authorized from these government offices to play an important role in determining hazardous material controlling policy.

The law identifies hazardous substances into 10 classes that is following substance.

1. Explosives.
2. Flammable substance.
3. Oxidizing agent and peroxide.

4. Toxic substance.
5. Substance causing diseases.
6. Radioactive substance.
7. Mutant causing substance.
8. Corrosive substance.
9. Irritating substance.
10. Other substance either chemicals or otherwise which may cause injury to the persons, animals, plants, property, or environments.

The hazardous substance is classified according to the needs for control as follows:

1. Type 1 hazardous substance is that of which the production, import, export, or having in possession must comply with the specified criteria and procedures.
2. Type 2 hazardous substance is that of which the production, import, export, or having in possession must first be notified to the authority and must also comply with the specified criteria and procedures.
3. Type 3 hazardous substance is that of which the production, import, export, or having in possession must obtain a permit.
4. Type 4 hazardous substance is that of which the production, import, export, or having in possession is prohibited.

#### F. International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code (IMDG, n.d.)

The International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code was developed as a uniform international code for the transport of dangerous goods by sea covering such matters as packing, container traffic and stowage, with particular reference to the segregation of incompatible substances.

Classification of dangerous goods in IMDG.

1. Class 1: Explosives
  - a) substances and articles which have a mass explosion hazard

- b) substances and articles which have a projection hazard not a mass explosion hazard
  - c) substances and articles which have a fire hazard and either a minor blast hazard or a minor projection hazard or both, but not a mass explosion hazard
  - d) substance and articles which present no significant hazard
  - e) very insensitive substances which have a mass explosion hazard
  - f) extremely insensitive articles which do not have a mass explosion hazard
2. Class 2: Gases
- a) flammable gases
  - b) non-flammable, non-toxic gases
  - c) toxic gases
3. Class 3: Flammable liquids
4. Class 4: Flammable solids; substances liable to spontaneous combustion; substances which, in contact with water, emit flammable gases
- a) flammable solids, self-reactive substances and desensitized explosives
  - b) substances liable to spontaneous combustion
  - c) substances which, in contact with water, emit flammable gases
5. Class 5: Oxidizing substances and organic peroxides
- a) oxidizing substances
  - b) organic peroxides
6. Class 6: Toxic and infectious substances
- a) Toxic substances
  - b) Infectious substances

Classification of dangerous goods in IMDG is shown as table 8.

**Table 8** IMDG Segregation Table

| CLASS DESCRIPTION   | CLASS       | 1.1,1.2<br>1.5 | 1.3,1.6 | 1.4 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 3 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 5.1 | 5.2 | 6.1 | 6.2 | 7 | 8 | 9 |
|---|-------------|----------------|---------|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|
| EXPLOSIVES  | 1.1,1.2,1.3 | *              | *       | *   | 4   | 2   | 2   | 4 | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 2   | 4   | 2 | 4 | X |
| EXPLOSIVES  | 1.3,1.6     | *              | *       | *   | 4   | 2   | 2   | 4 | 3   | 3   | 4   | 4   | 4   | 2   | 4   | 2 | 2 | X |
| EXPLOSIVES  | 1.4         | *              | *       | *   | 2   | 1   | 1   | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | X   | 4   | 2 | 2 | X |
| FLAMMABLE GASES   | 2.1         | 4              | 4       | 2   | X   | X   | X   | 2 | 1   | 2   | X   | 2   | 2   | X   | 4   | 2 | 1 | X |
| NON-TOXIC, NON-FLAMMABLE GASES                                    | 2.2         | 2              | 2       | 1   | X   | X   | X   | 1 | X   | 1   | X   | X   | 1   | X   | 2   | 1 | X | X |
| TOXIC GASES   | 2.3         | 2              | 2       | 1   | X   | X   | X   | 2 | X   | 2   | X   | X   | 2   | X   | 2   | 1 | X | X |
| FLAMMABLE LIQUIDS   | 3           | 4              | 4       | 2   | 2   | 1   | 2   | X | X   | 2   | 1   | 2   | 2   | X   | 3   | 2 | X | X |
| FLAMMABLE SOLIDS  | 4.1         | 4              | 3       | 2   | 1   | X   | X   | X | X   | 1   | X   | 1   | 2   | X   | 3   | 2 | 1 | X |
| SUBSTANCES LIABLE TO SPONTANEOUS COMBUSTION                       | 4.2         | 4              | 3       | 2   | 2   | 1   | 2   | 2 | 1   | X   | 1   | 2   | 2   | 1   | 3   | 2 | 1 | X |
| SUBSTANCES, WHICH, IN CONTACT WITH WATER, EMIT<br>FLAMMABLE GASES | 4.3         | 4              | 4       | 2   | X   | X   | X   | 1 | X   | 1   | X   | 2   | 2   | X   | 2   | 2 | 1 | X |
| OXIDIZING SUBSTANCES  | 5.1         | 4              | 4       | 2   | 2   | X   | X   | 2 | 1   | 2   | 2   | X   | 2   | 1   | 3   | 1 | 2 | X |
| ORGANIC PEROXIDES   | 5.2         | 4              | 4       | 2   | 2   | 1   | 2   | 2 | 2   | 2   | 2   | 2   | X   | 1   | 3   | 2 | 2 | X |
| TOXIC SUBSTANCES  | 6.1         | 2              | 2       | X   | X   | X   | X   | X | X   | 1   | X   | 1   | 1   | X   | 1   | X | X | X |
| INFECTIOUS SUBSTANCES   | 6.2         | 4              | 4       | 4   | 4   | 2   | 2   | 3 | 3   | 3   | 2   | 3   | 3   | 1   | X   | 3 | 3 | X |
| RADIOACTIVE MATERIAL  | 7           | 2              | 2       | 2   | 2   | 1   | 1   | 2 | 2   | 2   | 2   | 1   | 2   | X   | 3   | X | 2 | X |
| CORROSIVE SUBSTANCES  | 8           | 4              | 2       | 2   | 1   | X   | X   | X | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | X   | 3   | 2 | X | X |
| MISCELLANEOUS DANGEROUS SUBSTANCES & ARTICLES                     | 9           | X              | X       | X   | X   | X   | X   | X | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X | X | X |

**Source:** Dangerous Goods Legislation Consultants EC Logistics (2008)

**Table 8** (Continued)**Remark**

\* = Refer to special provisions for Explosives (Clause 7.2.7.2 of the IMDG Code)

1 = Away from: Effectively segregated so that the incompatible goods cannot interact dangerously in the event of an accident but may be transported in the same compartment or hold or on deck , provided a minimum horizontal separation of 3 meters , projected vertically is obtained

2 = Separated from: In different compartments or holds when stowed under deck. Provided the intervening deck is resistant to fire and liquid, a vertical separation, i.e. in different compartments, may be accepted as equivalent to this segregation. For “on deck” stowage, this segregation means a separation by a distance of at least 6 meters horizontally

3 = Separated by a complete compartment or hold from: Either a vertical or a horizontal separation. If the intervening decks are not resistant to fire and liquid, then only a longitudinal separation, i.e. by an intervening complete compartment or hold, is acceptable. For “on deck” stowage, this segregation means a separation by a distance of at least 12 meters horizontally. The same distance has to be applied if one package is stowed “on deck”, and the other one in an upper compartment

4 = Separated longitudinally by an intervening complete compartment or hold from: Vertical separation alone does not meet this requirement. Between a package “under deck” and one “on deck” a minimum distance of 24 meters, including a complete compartment, must be maintained longitudinally. For “on deck” stowage, this segregation means a separation by a distance of at least 24 meters longitudinally.

X = No segregation required except if specifically indicated in the Dangerous Goods List

#### G. The Factory Act B.E.2535 (Thai Government, 1992)

The act imposes operating standard and implementing requirement for controlling the factory. The act authorizes the minister to prescribe regulations related to:

- The location and environment of the factory and its buildings.
- The manufacturing process, provision of equipment and device to prevent, or control the factory's impact on its neighbors;
- The documents and material safety data sheet for hazardous materials.

#### H. Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS). (United Nations Economic Commission for Europe, n.d.)

The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS) focuses on the classification of chemicals by the types of hazards that they present. It also proposes standard hazard communication elements such as labels and material safety data sheets. This requirement aims to ensure that information on physical hazards and acute toxicity from chemicals is made available, in order to enhance the protection of human health and the environment during the handling, transport, and use of these chemicals. The GHS also provides a basis for harmonization of rules and regulations on chemicals at national, regional and world-wide level, an important factor for trade facilitation. This publication is extremely useful for national and regional governments as well as for those in industries that will ultimately implement the requirements that have been adopted.

#### I. Notifications of the Hazardous Material Committee Resolution on Land Transportation of hazardous materials B.E.2545 (Hazardous Material Committee, 1992)

The Notification is Thai regulations about hazardous material transportation on land. The law defines classification of hazardous materials, its

packaging and specific requirements, procedure for transport, label and manifest documents including training for responsible person.

J. Ministerial Regulation on criteria, procedure and regulations for controlling health-hazard activities, B.E.2545 (Ministry of Public Health, 2002)

The company must provide safety control measurement. In case they have possessed hazardous materials, the storage area for hazardous materials that could be harmful or ease of flammable must be safe and complied with specific and related law requirements.

### **3. Development of software/database**

To develop a suitable software, interesting software and database was reviewed. PHP and MySQL have been chosen as a software and database respectively.

#### **A. PHP**

PHP is a scripting language originally designed for producing dynamic web pages. It has evolved to include a command line interface capability and can be used in standalone graphical applications.

PHP is an open source software released under the PHP License; however it is incompatible with the GNU General Public License (GPL), due to restrictions on the usage of the term PHP.

PHP is a widely-used general-purpose scripting language that is especially suited for web development and can be embedded into HTML. It generally runs on a web server, taking PHP code as its input and creating web pages as output. It can be deployed on most web servers and on almost every operating system and platform

free of charge. PHP is installed on more than 20 million websites and 1 million web servers. (Anonymous, 2009)

## B. MySQL

MySQL is a relational database management system. MySQL stands for "My Structured Query Language". The program runs as a server providing multi-user access to a number of databases.

MySQL is owned and sponsored by a single for-profit firm, the Swedish company MySQL AB, now a subsidiary of Sun Microsystems. As of 2009 Oracle Corporation began the process of acquiring Sun Microsystems; Oracle holds the copyright to most of the MySQL codebase.

MySQL is often used in an open source software projects which require a full-featured database management system, such as WordPress, phpBB and other software built on the LAMP software stack. It is also used in very high-scale World Wide Web products including Wikipedia, Google and Facebook. (Anonymous, 2009)

## MATERIALS AND METHODS

This study aims to develop software for chemical substance and hazardous material storage. The purpose of the software is to rise up the ability of warehouse controllers to comply with concerned laws and to control chemical substance and hazardous material safely for worker and the environment.

Steps of research methodology

- I. Collecting data related to hazardous materials available in Thailand, regulations of chemical management, chemical management software.
- II. Design of software.
- III. Development of proposed software.
- IV. Software Usability Test

### **1. Collecting data related to hazardous materials available in Thailand, regulations of chemical management, chemical management software.**

1.1 Summarizing of regulations and safety requirement for storage of chemical substances and hazardous materials in Thailand.

1.2 Reviewing other regulations and standards related to chemical substance and hazardous materials including chemical classification and storage requirements.

1.3 Reviewing the available chemical storage softwares or programs by selecting programs involving hazardous material control and stocks as well as chemical classification.

### **2. Designing and selecting appropriate functions of software of development.**

The characteristic of the proper software should be:

- A common tool for the personal computer user.
- Easy to install and user-friendly.
- Stable and low cost.

2.1 Defining the detail of software development, data input user communicative screen feature and report appearance.

2.2 Designing the process operation sequence and feature screen by considering format and security of the software.

### **3. Development of proposed software**

The tool can be separated into 2 parts

3.1 Hardware and Software Devices

3.2 System Database

3.1 . Hardware and Software Devices

3.2.1 Hardware Devices

To develop a safe storage software for chemical substance and hazardous material, the following hardware were selected for server, client and intranet network:

- Server : Dell Optiplex 745 Desktop PC
- Client : Computer desktop in Intranet system in W.R.Grace (Thailand), Ltd
- Intranet Network: Intranet Network of W.R.Grace (Thailand), Ltd.

3.1.2 Software

To develop a safe storage software for chemical substance and hazardous material , the following program were selected:

- Operation system for server: Windows XP
- Web server : IIS (Internet Information Services)
- Operating system for client: Windows XP and Internet Explorer
- Database: MySQL for storage data
- PHP language and JavaScript were used for software development

Summary of programs used in the software development is shown in table 9.

**Table 9** Summary of program used in the software development

| Name of Software                       | Function  | Reason  |
|--|---|---|
| 1. Microsoft Windows XP                | Operating system of service providers and clients.  | - The operating system functionality for the Web Server and the database. A system is installed promptly in a computer since purchasing period. No cost is increased.       |
| 2. Internet Information Services (IIS) | Web Server System   | - This Web Server is installed with the operating system Microsoft Windows XP. The server can support the development of PHP and JavaScript programming language very well. |
| 3. Internet Explorer                   | A Web Browser for the system through the use of clients.                                      | Web Browser has already installed with Microsoft Windows XP.  |
| 4. MySQL                               | A database system   | MySQL is an open source system.   |
| 5. PHP and JavaScript Language         | A language for developing web application to make it connect between client and the database. | A programming language that users can understand easily.  |

## B. System Database

The safe storage for chemical substance and hazardous material software is developed as a web and database (Web-based technology) by HTML and PHP Language. Including use of JavaScript language associated with database technology MySQL database, the software can be used via any web browser.

### **4. Software Usability Test**

The software was tested by a selected chemical factory. To use the software, the responsible persons who have background in chemical storage warehouse were selected and trained. The testers consist of 9 of user software and one from the management.

After the test, the questionnaire was introduced to the testers. The questionnaire was adapted from the study of Chemical substances and hazardous materials database for safety officers in the electrical industrial group by Wangsri (2005). The questionnaire consists of three parts. The first part relates to general information of the tester. The second part is the tester's opinions of the software usability and the last part is the comments and suggestions.

All comments were collected and analyzed. The descriptive statistic included data from the questionnaires from which frequency distributions were created and means and standard deviations were calculated.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Results

#### 1. Review Thai and regulations related to chemical substances and hazardous materials.

There are 10 laws and regulations that were reviewed. The related laws that involve in the development of software are;

A. Notification of Department of Industrial Works on Storage of chemical and hazardous substance manual B.E. 2550. (Department of Industrial Works, 2007)

The related parts are

- Specification of hazardous storage warehouse
- Classification of hazardous material
- Hazardous storage warehouse regulation

The detail is described in literature review.

B. Notifications of Department of Industrial Works on Specific Criteria and procedure for register Specialized Responsible Personnel and report on hazardous material storage under the control of Department of Industrial Works B.E. 2551 (Department of Industrial Works, 2008)

The notification imposes the qualification of specialized person and registration form. The specialized person criteria must pass the test by DIW with score more than 80 percentages. A report criterion by the attached form is in this law.

C. Hazardous Substance Act B.E. 2535 (Thai Government, 1992)

Hazardous Substance Act intends to control hazardous materials management to be safe for human and environment. By integrated laws to use for others government offices that are Department of Industrial Works, Department of Agriculture, Food and Drug Administration, Department of Fisheries, Department of Livestock, Department of Energy Business and Office of Atoms for Peace. The Hazardous Substance Committee is authorized from these government offices to play an important role in determining hazardous material controlling policy.

The hazardous substance is classified according to the needs for control as follows:

1. Type 1 hazardous substance is that of which the production, import, export, or having in possession must comply with the specified criteria and procedures.
2. Type 2 hazardous substance is that of which the production, import, export, or having in possession must first be notified to the authority and must also comply with the specified criteria and procedures.
3. Type 3 hazardous substance is that of which the production, import, export, or having in possession must obtain a permit.
4. Type 4 hazardous substance is that of which the production, import, export, or having in possession is prohibited.

#### D. Factory Act B.E.2535 (Thai Government, 1992)

This act imposes operating standard and implementing requirement for controlling the factory. The act authorizes the minister to prescribe regulations related to the location and environment of the factory and its buildings.

F. Notifications of the Hazardous Material Committee Resolution on Land Transportation of Hazardous Materials B.E.2545 (Hazardous Material Committee, 2002)

UN number was used as a database for classification.

## 2. Design of software

The Safety Storage for chemical and hazardous materials has been developed by PHP and JavaScript language and using MySQL as the database.

After the summary of regulations and safety requirement for storage of chemical substances and hazardous materials in Thailand, laws concerned chemical and hazardous material as mentioned in the Literature Review were considered. Then the function in the software was set up.

Components of the developed software consist of seven storage files as shown in Table 10.

**Table 10** Component of the developed software

| No. | Name of Table | Detail of data in the table  |
|-----|---------------|--|
| 1   | Classno       | Storage requirements and restrictions of chemicals in each class number.     |
| 2   | Companydetail | Detail of the company  |
| 3   | Idpwd         | Usernames and passwords for access   |
| 4   | Typedefine    | Storage of chemical classification to indicate class number of chemicals.    |
| 5   | unNumber      | UN Number to indicate class number of chemicals.                             |
| 6   | Warehouse     | Total storage warehouse / storage. Size and ability of the material to store |
| 7   | Whype         | Type of storage warehouses   |

## 3. Development of proposed software

The software is named “Thai Safe Storage”. All requirements are considered and designed in the software. For security, the login page is designed. Then, the main menu will appear after login. The software contains 5 functions.

## A. Login Page

For security, the login page is designed as shown in Figure 6. Password can be changed by clicking on change password and the window for password changing will appear as Figure 7. In case the user forget password, the user must request for new password from the administrator as appear in Figure 8.

Require input:

1. Login name or username that receive from administration
2. Password that receive form administration

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

---

① Login Name:

② Password:

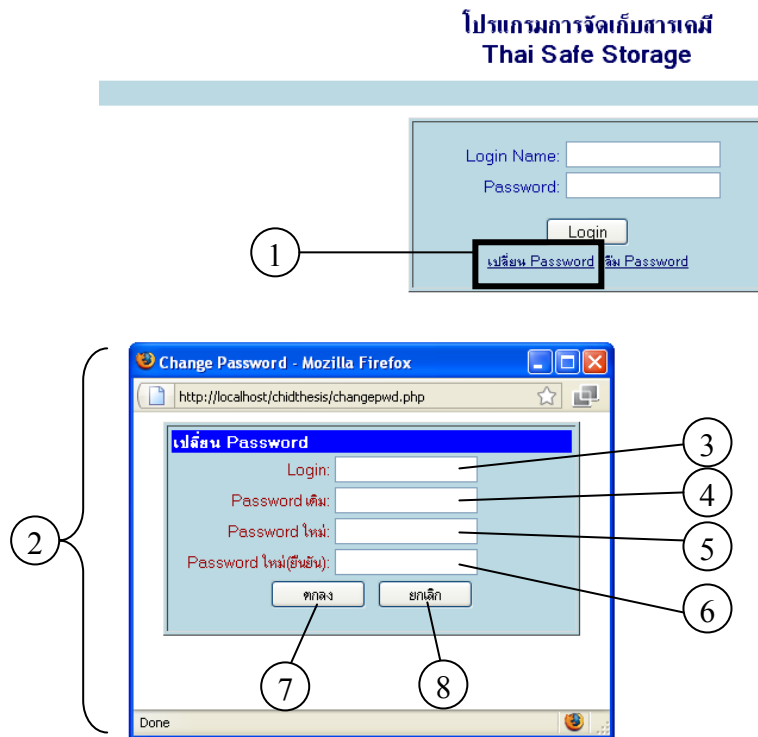
③

④ [เปลี่ยน Password](#) | [ลืม Password](#) ⑤

**Figure 6** Login page of the software

**Remark:** Explaining of Figure 6

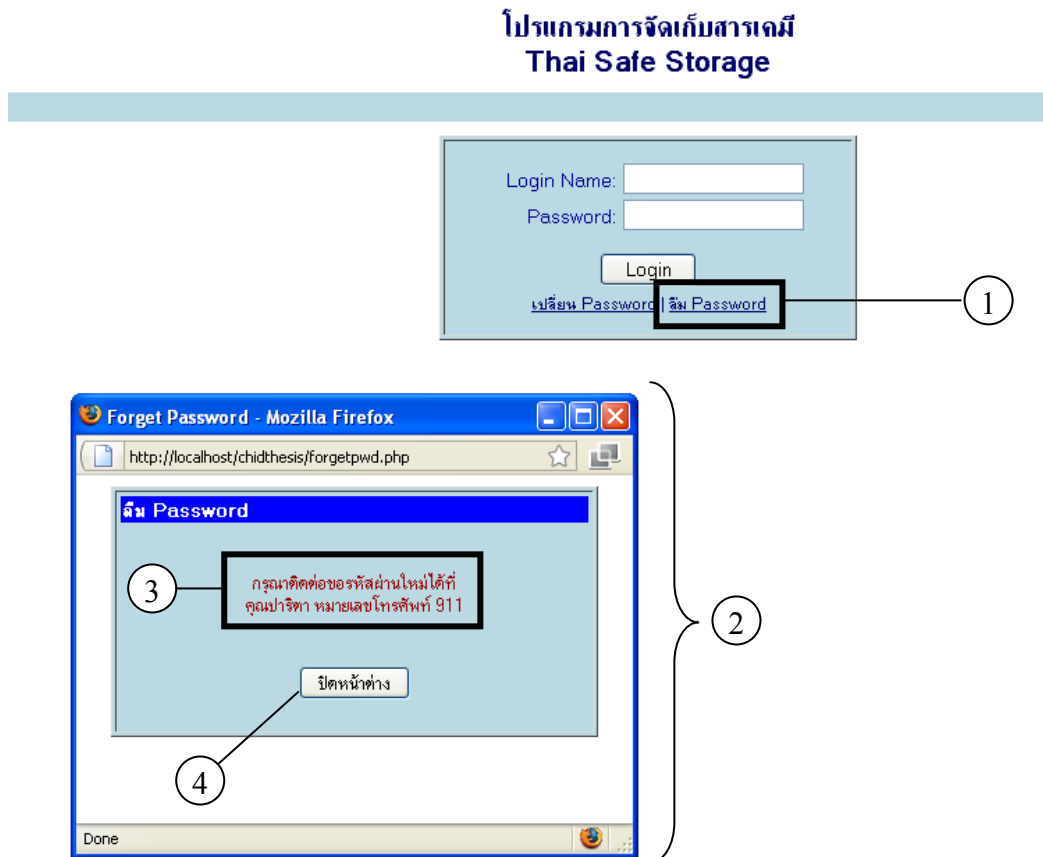
- ① Login name
- ② Password
- ③ Login – press login when finish input data to access the program
- ④ Change password – See detail in Figure 7.
- ⑤ Forget password – See detail in Figure 8.



**Figure 7** Change password page

**Remark:** Explaining of Figure 7

- ① Change password (Login page) : click it then window ② is appeared.
- ② Change password page: this page is appeared after click change password
- ③ Login: input current login
- ④ Current password
- ⑤ New password
- ⑥ Confirm new password
- ⑦ OK: Click OK for confirm changing
- ⑧ Cancel



**Figure 8** Forget password page

**Remark:** Explaining of Figure 8

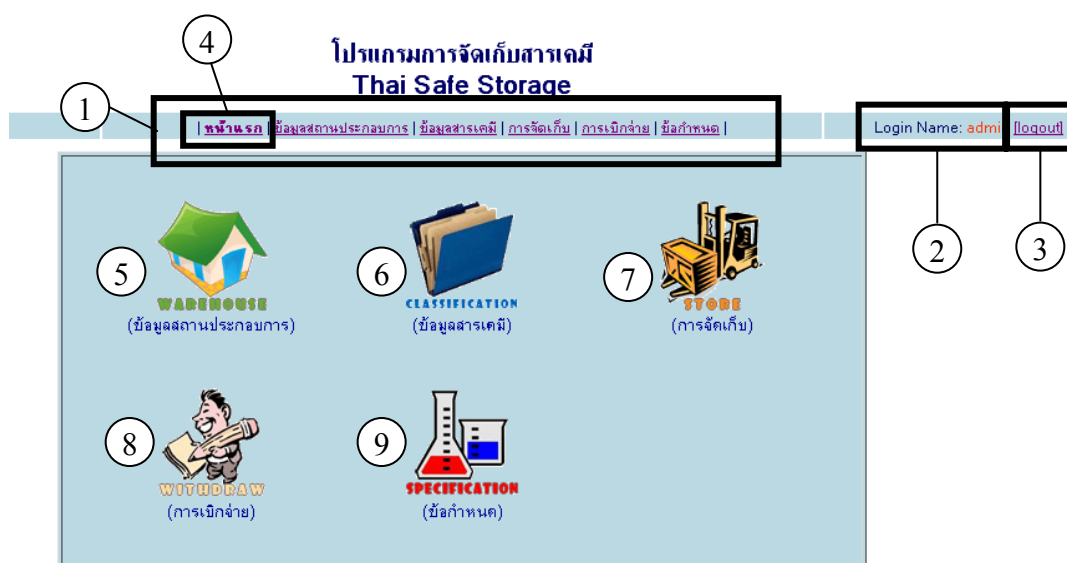
- ① Forget password (Login page): click it then window is appeared.
- ② Change password page: this page is appeared after click change password.
- ③ Information message: Please contact administrator to request new password
- ④ Close window

#### B. First Page: The menu software

There are 5 menus designed for easy usage. After login, the user can go to the function they want to use. Five function menus are;

1. Description of the facility
2. Classification of the chemical
3. Designating of storage area
4. Request - Issue of chemical
5. Regulation

Home page of the software is shown in Figure 9.



**Figure 9** Home page: Menu of the software function

**Remark:** Explaining of Figure 9

- ① Top menu bar. The menu is as same as the menu bar.
- ② Login Name: to show who is login
- ③ Logout: click when the user wants to logout from the program.
- ④ Main menu
- ⑤ Description of the facility
- ⑥ Classification of the chemical
- ⑦ Designating of storage area
- ⑧ Request - Issue of chemical
- ⑨ Regulation

### C. Description of the facility

This page will help the facility to clarify that they should have assigned a responsible person for hazardous warehouse control according to the law required. Moreover, this page can be printed as the report for the Department of Industrial Works.

There is an option to attached lay out of the facility therefore the user can see the overview of the facility. Overview page including require input is shown in Figure 10-12.

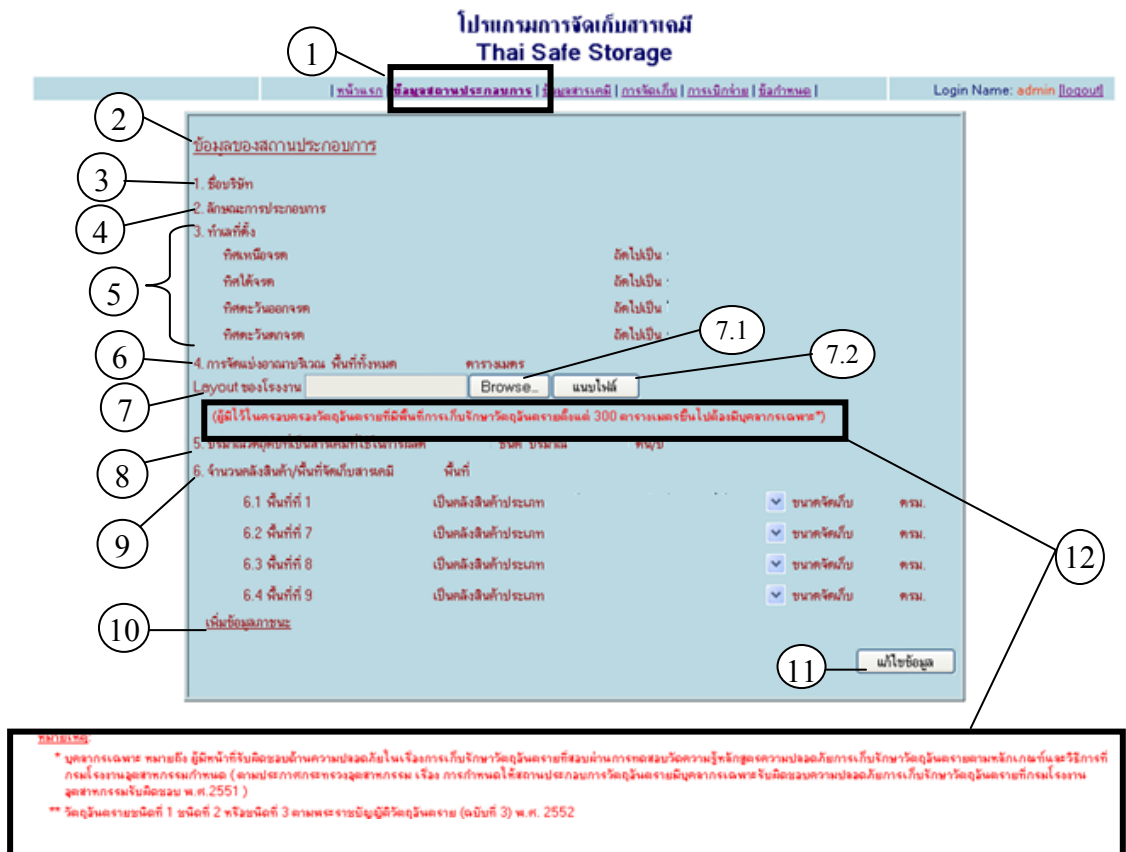


Figure 10 Description of facility

**Figure 10** (Continued)**Remark:** Explanation of Figure 10

- ① Description of the facility
- ② Heading: Description of the facility
- ③ Facility Name: require input
- ④ Scope of operation: require input
- ⑤ Location: require input
  - a) North to arrive at / next to
  - b) South to arrive at / next to
  - c) East to arrive at / next to
  - d) West to arrive at / next to
- ⑥ All area (square meter) (require input)
- ⑦ Attach layout (optional) ⑦.1 Browse (Find file) ⑦.2 Attached file
- ⑧ Total chemical in term of type and quantity. (require input)
- ⑨ Detail of storage area (require input)
  - a) Name of storage
  - b) Type of storage, classify as
    - (1) Separate Storage
    - (2) Segregate Storage
    - (3) Small Amount Storage
    - (4) Outside Storage
    - (5) Tank or Silo
    - (6) Portable /Bulk container Cryogenic Liquefied gas or Refrigerated liquefied gas
- ⑩ Add size and type of container: require input for use in Designating of Storage area
- ⑪ Edit
- ⑫ Regulation for responsible person

To edit or input data in Description of facility page, click edit as shown in Figure 10. Then, page will be shown as Figure 11.

**โปรแกรมการจัดการเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

Login Name: [admin](#) | [logout](#)

1

ข้อมูลของสถานที่ประกอบกิจการ

1. ชื่อบริษัท

2. ลักษณะการประกอบกิจการ

3. ทำเลที่ตั้ง

|                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| ทิศเหนือจรด <input type="text"/>    | ทิศใต้จรด <input type="text"/>     |
| ทิศตะวันออกจรด <input type="text"/> | ทิศตะวันตกจรด <input type="text"/> |

4. การจัดแบ่งอาณาบริเวณ พื้นที่ทั้งหมด  ตารางเมตร  
Layout ของโรงงาน  
(ผู้มีไว้ในครอบครองหรือดูแลรายที่มีพื้นที่การเก็บรักษารัดดูมีตั้งแต่ 300 ตารางเมตรขึ้นไปต้องมีบุคลากรเฉพาะ\*)

5. ปริมาณวัสดุศูนย์ที่เป็นสารเคมีที่ใช้ในการผลิต  ชนิด ปริมาณ  ตัน/ปี

6. จำนวนคลังสินค้า/พื้นที่จัดเก็บสารเคมี  พื้นที่  เพิ่มคลังสินค้า/พื้นที่

|    |                  |                      |                      |             |                      |      |
|----|------------------|----------------------|----------------------|-------------|----------------------|------|
| ลบ | 1.1 พื้นที่ที่ 1 | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="text"/> | ขนาดจัดเก็บ | <input type="text"/> | ตรม. |
| ลบ | 1.2 พื้นที่ที่ 7 | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="text"/> | ขนาดจัดเก็บ | <input type="text"/> | ตรม. |
| ลบ | 1.3 พื้นที่ที่ 8 | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="text"/> | ขนาดจัดเก็บ | <input type="text"/> | ตรม. |
| ลบ | 1.4 พื้นที่ที่ 9 | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="text"/> | ขนาดจัดเก็บ | <input type="text"/> | ตรม. |

2

3

4

**หมายเหตุ:**  
\* บุคลากรเฉพาะ หมายถึง ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยในโรงงานเก็บรักษารัดดูมีตั้งแต่ 300 ตารางเมตรขึ้นไปต้องมีบุคลากรเฉพาะที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด (ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำหนดใช้สถานที่ประกอบกิจการรัดดูมีบุคลากรเฉพาะรับผิดชอบความปลอดภัยการเก็บรักษารัดดูมีที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ พ.ศ.2551 )

**Figure 11** Edit page of description of facility

**Remark:** Explanation of Figure 11

- ① Description of the facility
- ② Add more storage area
- ③ Delete storage area
- ④ Save

Size and type of container is already in the database. The user must select the containers they use. To calculate the area for storage, estimated area for storage is provided. Common containers that are already provided are bag size 20-25 kilograms, drum 200 liters, drum 20 liters, drum 50 liters, bulk 1000 liters, big bag 500-1000 kilograms and bag size 100 kilograms. However, due to there are many type of container. The program is also available to add more containers ,as instruction in Figure 12.

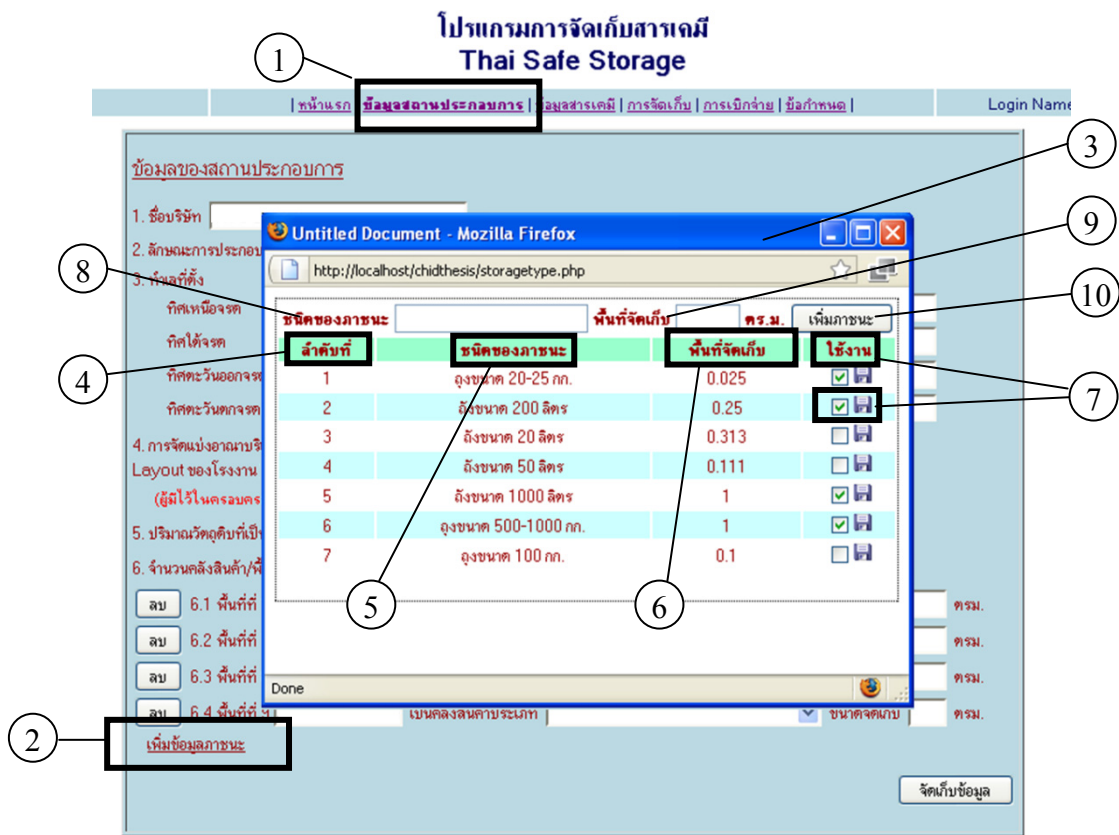


Figure 12 Add size and type of container

Remark: Explanation of Figure 12

- ① Description of the facility
- ② Add size and type of container: then window as ③ will appear.
- ③ Window container page

**Figure 12** (Continued)

- ④ Number
- ⑤ Type of container
- ⑥ Storage area (Square meter) for each container
- ⑦ Check when this container is use in the facility and press save
- ⑧ Type of container: input when there is other container in the database
- ⑨ Storage area (square meter) of the container in ⑧
- ⑩ Save

#### D. Classification of the chemical

This page will help the facility to clarify their chemical for storage. The detail of the classification is in material safety data sheet which mostly is in transportation class. The responsible person must classify by themselves. This page will help them to classify it correctly. The users can input data by name of chemical or the UN number then the class of material will appear. Some chemical might need more explanation. It is explained in Figure 13-14. If the users do not know UN number or the data is not available, the user must classify for chemical by them. The material safety data sheet is a necessary assistance in this function. The manual classification is explained as Figure 15.

The chemical database was collected from hazardous chemical list as announced by the laws. The regulation for safe storage of hazardous materials is concerned in the software.

There is an option to attach the Material Safety Data Sheet for more information and link to Hazardous Material Information Checking website of Department of Industrial Work.

CAS. No. is a necessary input as the database in the program for further searching.

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | **ข้อมูลสารเคมี** | การจัดเก็บ | การเบิกจ่าย | ข้อกำหนด |

ข้อมูลของสารเคมี

② ชื่อสาร  CAS No.  ③

④ MSDS  Browse... ④.1 แนบไฟล์ ④.2

⑤ ชื่อเคมี  Check ⑥

สถานะ:

⑥  พทราบ UN-Number ⑦  ไม่พทราบ UN-Number ⑧

⑨ ตรวจสอบข้อมูลสารเคมีกับเว็บไซต์กรมโรงงาน [สายด่วนตรวจสอบวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม](#)

**Figure 13** Classification of chemical by inserting chemical name

**Remark:** Explanation of Figure 13

- ① Classification of the chemical
- ② Trade name or other name of the chemical
- ③ CAS No.
- ④ Attach MSDS (optional) ④.1 Browse (Find file) ④.2 Attached file
- ⑤ Chemical Name
- ⑥ Check: To check chemical classification in the database
- ⑦ Status of the chemical
- ⑧ UN Number is known: Click if the user knows UN number
- ⑨ UN Number is unknown: Click if the user does not know UN number
- ⑩ Link to DIW website

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | **ข้อมูลสารเคมี** | การจัดเก็บ | การเบิกจ่าย | ข้อกำหนด |

**ข้อมูลของสารเคมี** 1

ชื่อสาร PICRAMIDE CAS No.

MSDS  Browse...

ชื่อเคมี TRINITROANILINE (PICRAMIDE)

สถานะ

**ทราบ UN-Number** 2  ไม่ทราบ UN-Number

UN Number   4

3

ตรวจสอบข้อมูลสารเคมีกับเว็บไซต์กรมโรงงาน [สายด่วนตรวจสอบวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม](#)

**Figure 14** Classification of chemical by inserting UN Number of the chemical

**Remark:** Explanation of Figure 14

- ① Classification of the chemical
- ② UN Number is known
- ③ Input UN Number of the chemical
- ④ Check: Click it to check chemical classification in the database. If the database can find the classification, then the classification and the regulation for safe storage appear.

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบกา | **ข้อมูลสารเคมี** | การจัดเก็บ | การเบิกจ่าย | ข้อกำหนด |

ข้อมูลของสารเคมี

ชื่อสาร PICRAMIDE CAS No.

MSDS  Browse...

ชื่อเคมี TRINITROANILINE (PICRAMIDE)

สถานะ

ทราบ UN-Number  **ไม่ทราบ UN-Number**

เลือกประเภทของสารเคมี

ตรวจสอบข้อมูลสารเคมีกับเว็บไซต์กรมโรงงาน [สายด่วนตรวจสอบวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม](#)

**Figure 15** Manual classification of chemical by using the information in Material Safety Data Sheet

**Remark:** Explanation of Figure 15

- ① Classification of the chemical
- ② UN Number is unknown
- ③ Manual select classification
- ④ Check classification requirement (optional)
- ⑤ Save

When the chemical class is specified, its requirement for storage is shown as Figure 16.

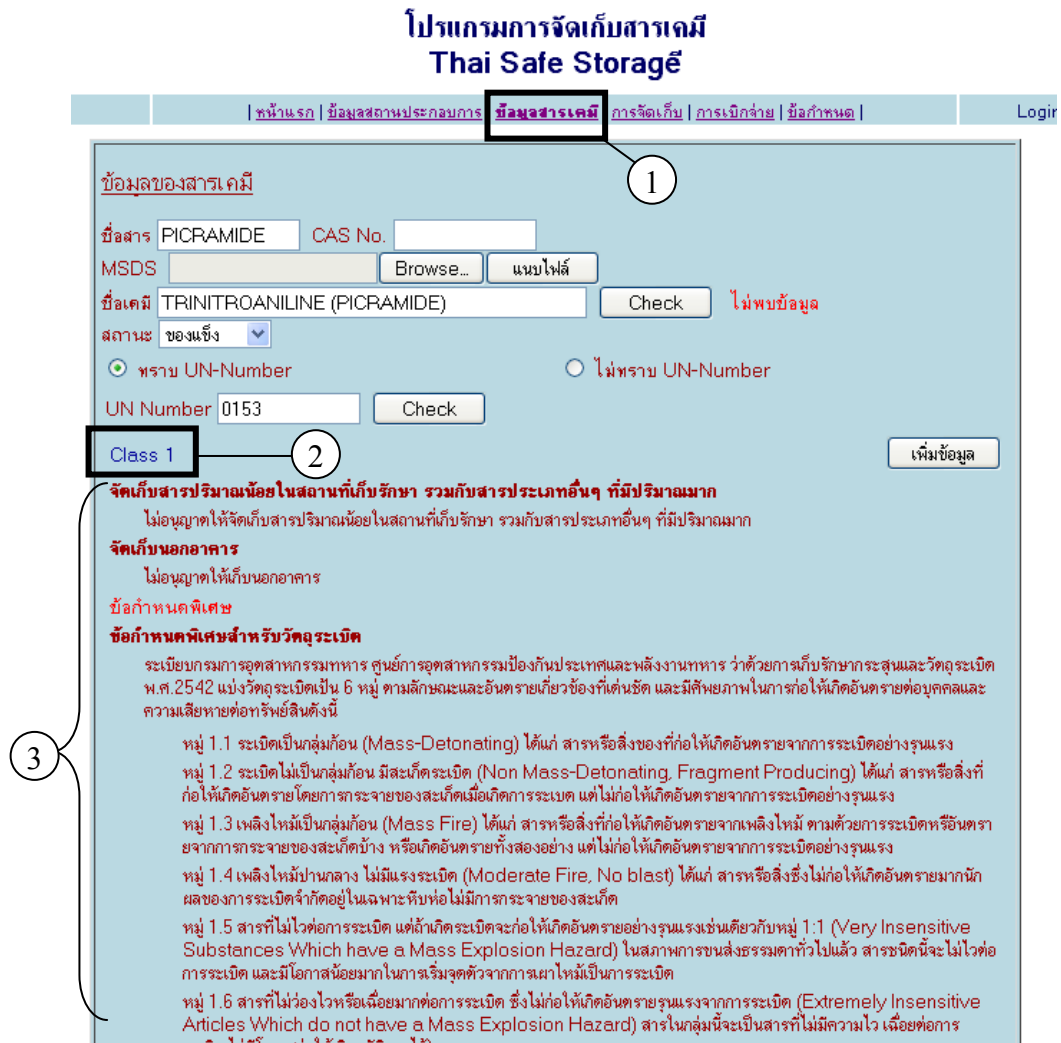


Figure 16 Classification of the chemical and safe storage requirement

Remark: Explanation of Figure 16

- ① Classification of the chemical
- ② Classification of chemical after classify
- ③ Safe storage requirement of classified chemical, as Figure 16 it is class1 and safety storage requirement for class 1

There is a print report for this part. To print report, print icon is in the bottom of page as shown in Figure 17 and the report format will transfer to Acrobat file. Detail in the report as shown in figure 18.

หมู่ 1.4 เพลิงไหม้ปานกลาง ไม่มีแรงระเบิด (Moderate Fire, No blast) ใต้แก้ว สารหรือสิ่งซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายมากนัก ผลของการระเบิดจำกัดอยู่ในเฉพาะที่บ่อไม่มีการกระจายของสะเก็ด

หมู่ 1.5 สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่ถ้าเกิดระเบิดจะก่อให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรงเช่นเดียวกับหมู่ 1:1 (Very Insensitive Substances Which have a Mass Explosion Hazard) ในสภาพการขนส่งธรรมดาทั่วไปแล้ว สารชนิดนี้จะไม่ไวต่อการระเบิด และมีโอกาสน้อยมากในการเริ่มจุดตัวจากการเผาไหม้เป็นการระเบิด

หมู่ 1.6 สารที่ไม่ไวต่อไฟหรือเฉื่อยมากต่อการระเบิด ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายรุนแรงจากการระเบิด (Extremely Insensitive Articles Which do not have a Mass Explosion Hazard) สารในกลุ่มนี้จะเป็นสารที่ไม่มีความไว เมื่อต่อการระเบิด ไม่มีโอกาสก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้)

ข้อกำหนดพิเศษสำหรับวัตถุระเบิด ให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการเก็บรักษากระสุนและวัตถุระเบิด กระทรวงกลาโหมดังนี้


คำสั่งคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ ฉบับที่ 37 ลงวันที่ 21 ตุลาคม 2519

พระราชบัญญัติควบคุมยุทธภัณฑ์ พ.ศ. 2530

พระราชบัญญัติอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง และสิ่งเทียมอาวุธปืน พ.ศ. 2490

ระเบียบกระทรวงกลาโหม ว่าด้วยการเก็บรักษากระสุนและวัตถุระเบิด สำหรับโรงงานผลิตอาวุธเอกชน พ.ศ. 2543

ระเบียบกรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ว่าด้วยการเก็บรักษากระสุนและวัตถุระเบิด พ.ศ. 2542

 1

ตรวจสอบข้อมูลสารเคมีกับเว็บไซต์กรมโรงงาน [สายด่วนตรวจสอบวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม](#)

**Figure 17** Print report function

**Remark:** Explanation of Figure 17

① Print report function

|   |
|---|
| <p><b>ข้อมูลสารเคมี (Chemical Information)</b></p> <p>ชื่อสาร (Trade Name)</p> <p>ชื่อเคมี (Chemical Name)</p> <p>สถานะ (Status)</p> <p>CAS number</p> <p>UN Number</p> <p>Class</p> <p>ข้อกำหนดการจัดเก็บ (Safe Storage Requirement)</p> |
|---|

**Figure 18** Detail in Chemical Information report

## E. Designating of storage area

At main menu, all storage areas are defined. The information of storage area will be used for chemical storage in this page. Then the storage requirement for each chemical will appear in the last column.

This page is separated two parts that are 1) chemical waiting for storage and 2) Chemicals in the storage. In case of any revision, the user must correct data in this part as shown in Figure 19- 20.

**โปรแกรมการจัดการเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

Login Name: admin [logout]

สารเคมีที่รอการจัดเก็บเข้าคลังสินค้า

| ลำดับที่ | ชื่อสาร  | ชื่อเคมี | CAS Number | MSDS | UN Number | ประเภท | ลักษณะ | จำนวน | คลัง   | พื้นที่ที่เหลือ | ข้อกำหนดทั่วไป | ข้อกำหนดเมื่อเก็บร่วมกับสารอื่น |
|----------|----------|----------|------------|------|-----------|--------|--------|-------|--------|-----------------|----------------|---------------------------------|
| 3        | Ethylene | Ethylene |            |      |           |        | ลักษณะ |       | Admixt | ehouse          |                |                                 |

สารเคมีที่จัดเก็บเข้าคลังสินค้าแล้ว

| ลำดับที่ | ชื่อสาร | ชื่อเคมี | CAS Number | MSDS | UN Number | ประเภท | ลักษณะ | จำนวน | คลัง | ข้อกำหนดทั่วไป | ข้อกำหนดเมื่อเก็บร่วมกับสารอื่น |
|----------|---------|----------|------------|------|-----------|--------|--------|-------|------|----------------|---------------------------------|
|          |         |          |            |      |           |        |        |       |      |                |                                 |

**Figure 19** Designating of storage - Chemical waiting for designating of storage

**Remark:** Explanation of Figure 19

- ① Designating of storage
- ② Chemical waiting for designating of storage
- ③ Number
- ④ Trade name
- ⑤ Chemical name
- ⑥ CAS Number
- ⑦ Attached MSDS
- ⑧ UN Number
- ⑨ Class
- ⑩ Container: require input

Figure 19 (Continued)

- ⑪ Quantity: require input
- ⑫ Storage area: require input by selecting in the list
- ⑬ Remain area
- ⑭ General safe storage requirement for this chemical class
- ⑮ Specific safe storage requirement for this chemical class in case of storage with other chemical in the same area
- ⑯ Save
- ⑰ Delete

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

Login Name: admin [logout]

สามารถที่รอกการจัดเก็บเข้าคลังสินค้า

| ลำดับที่ | ชื่อสาร | ชื่อเคมี            | CAS Number | MSDS | UN Number | ประเภท | ลักษณะ | จำนวน | คลัง | พื้นที่ที่เหลือ | ข้อกำหนดทั่วไป | ข้อกำหนดเมื่อเก็บร่วมกับสารอื่น |
|----------|---------|---------------------|------------|------|-----------|--------|--------|-------|------|-----------------|----------------|---------------------------------|
| 3        | 4       | Alky (acrylic type) | 6          | 7    | 8         | 9      | 10     | 11    | 12   | 13              | 14             | 15                              |

สามารถที่จัดเก็บเข้าคลังสินค้าแล้ว

Figure 20 Designating of storage - Chemical that is already kept in the database

**Remark:** Explanation of Figure 20

- ① Designating of storage
- ② Chemical that is already kept in the database
- ③ Number
- ④ Trade name
- ⑤ Chemical name
- ⑥ CAS Number
- ⑦ Attached MSDS

**Figure 20** (Continued)

- ⑧ UN Number
- ⑨ Class
- ⑩ Container
- ⑪ Quantity
- ⑫ Storage area
- ⑬ General safe storage requirement for this chemical class
- ⑭ Specific safe storage requirement for this chemical class in case of storage with other chemical in the same area
- ⑮ Edit
- ⑯ Duplicate

The data that is already saved in the database could be edited by click edit button as Figure 20 then it will appear as Figure 21.

**โปรแกรมการจัดการเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

Login Name: admin [logout]

สามารถจัดการเก็บเข้าคลังสินค้า

| ลำดับที่                           | ชื่อสาร      | ชื่อเคมี     | CAS Number | MSDS | UN Number | ประเภท | สถานะ             | จำนวน | คลัง                | พื้นที่ที่เหลือ | ข้อกำหนดทั่วไป | ข้อกำหนดเมื่อเก็บร่วมกับสารอื่น |
|------------------------------------|--------------|--------------|------------|------|-----------|--------|-------------------|-------|---------------------|-----------------|----------------|---------------------------------|
| สามารถจัดการเก็บเข้าคลังสินค้าแล้ว |              |              |            |      |           |        |                   |       |                     |                 |                |                                 |
|                                    | Ethylbenzene | Ethylbenzene | 100-41-    |      |           | 3A     | ถังขนาด 1000 ลิตร | 4     | Admixture Warehouse |                 |                |                                 |

① (1) points to the 'Thai Safe Storage' title.

② (2) points to the 'สามารถจัดการเก็บเข้าคลังสินค้าแล้ว' button.

③ (3) points to the 'ลำดับที่' (Trade name) column.

④ (4) points to the 'ชื่อสาร' (Chemical name) column.

⑤ (5) points to the 'ชื่อเคมี' (CAS Number) column.

⑥ (6) points to the 'MSDS' column.

⑦ (7) points to the 'จำนวน' (Quantity) column.

⑧ (8) points to the 'คลัง' (Storage area) column.

⑨ (9) points to the 'ข้อกำหนดเมื่อเก็บร่วมกับสารอื่น' (General safe storage requirement) column.

**Figure 21** Edit data of Chemical that is already kept in the database

**Remark:** Explanation of Figure 21

- ① Designating of storage
- ② Chemical that is already kept in the database
- ③ Trade name: could be changed



There is a function button to look at stock history. It is in the top right of page as shown in Figure 23 and the report format will transfer to Acrobat file. Detail in the report as shown in Figure 24.

**โปรแกรมการจัดการเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | ข้อมูลสารเคมี | **การจัดเก็บ** | การเบิกจ่าย | ข้อมูลหนอ | Login Name: admin | **logout**

สามารถที่รอกการจัดเก็บเข้าคลังสินค้า

| ลำดับที่ | ชื่อสาร | ชื่อเคมี | CAS Number | MSDS | UN Number | ประเภท | ภาชนะ | จำนวน | คลัง | พื้นที่ที่เหลือ | ข้อกำหนดทั่วไป | ข้อกำหนดเมื่อเก็บร่วมกับสารอื่น |
|----------|---------|----------|------------|------|-----------|--------|-------|-------|------|-----------------|----------------|---------------------------------|
|          |         |          |            |      |           |        |       |       |      |                 |                |                                 |

สามารถที่จัดเก็บเข้าคลังสินค้าแล้ว

| ลำดับที่ | ชื่อสาร | ชื่อเคมี                         | CAS Number | MSDS | UN Number | ประเภท | ภาชนะ            | จำนวน | คลัง                | ข้อกำหนดทั่วไป | ข้อกำหนดเมื่อเก็บร่วมกับสารอื่น |
|----------|---------|----------------------------------|------------|------|-----------|--------|------------------|-------|---------------------|----------------|---------------------------------|
| 1.       | UMPHB   | Alkyl phenolic (acrylamide type) | 100-41-3   |      | 1866      | 3A     | ถังขนาด 200 ลิตร | 10    | Admixture Warehouse | ข้อกำหนด       |                                 |

**Figure 23** Check storage history

**Remark:** Explanation of Figure 23

- ① Designating of storage
- ② Check history

ประวัติการจัดเก็บ

| ลำดับ (No.) | ชื่อสาร (Trade name) | ชื่อเคมี (Chemical Name) | CAS No. | UN No. | ประเภท (Class) | ภาชนะ (Container) | พื้นที่ (Storage area) | วันที่ (Date) | เวลา (Time) | ปริมาณจัดเก็บ (Quantity) | พื้นที่ที่เหลือ (Remain area-m <sup>3</sup> ) |
|-------------|----------------------|--------------------------|---------|--------|----------------|-------------------|------------------------|---------------|-------------|--------------------------|---|
|             |                      |                          |         |        |                |                   |                        |               |             |                          |   |

**Figure 24** Detail in Storage History report

## F. Request-Issue of chemical

This page is use for daily request and issue of the chemical in the storage area. It can be summarized and printed out. The user can select either by chemical or the storage area. Then quantity will be required to input and remain quantity in the warehouse will appear automatically as shown in Figure 25-26.

The screenshot shows the 'โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage' interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'หน้าแรก', 'ข้อมูลสถานประกอบการ', 'ข้อมูลสารเคมี', 'การจัดเก็บ', 'การเบิกจ่าย', and 'มือกำหนด'. A 'Login Name: ad' is displayed on the right. Below the navigation bar, there are two radio buttons for search criteria: 'ค้นหาจากสารเคมี' (circled 2) and 'ค้นหาจากคลังสินค้า' (circled 3). A 'ค้นหา' button is next to the first radio button. Below the search options, there is a table with columns: 'ลำดับที่' (4), 'ชื่อสาร' (5), 'ชื่อเคมี' (6), 'CAS Number' (7), 'UN Number' (8), 'ประเภท' (9), 'ภาชนะ' (10), 'จำนวนที่มีอยู่ในคลัง' (11), 'จำนวนที่ขอเบิก' (12), and 'จำนวนที่เหลือ' (13). A 'ดูประวัติการเบิกจ่าย' link is also visible.

**Figure 25** Detail in Request-Issue page

**Remark:** Explanation of Figure 26

- ① Request-Issue
- ② Searching chemical by chemical name
- ③ Select storage area
- ④ Number
- ⑤ Trade name
- ⑥ Chemical name
- ⑦ CAS Number
- ⑧ UN Number
- ⑨ Class
- ⑩ Container
- ⑪ Quantity in storage area
- ⑫ Request quantity
- ⑬ Remain quantity

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | ข้อมูลสารเคมี | การจัดเก็บ | **การเบิกจ่าย** | **ข้อมูล** | Login Name: admin | [ดูประวัติการเบิกจ่าย](#)

ค้นหา    ค้นหาจากสารเคมี  ค้นหาจากคลังสินค้า Admixture Warehouse

| ลำดับที่ | ชื่อสาร | ชื่อเคมี                         | CAS Number | UN Number | ประเภท | ภาษา            | จำนวนที่มีอยู่ในคลัง | จำนวนที่ขอเบิก       | จำนวนที่เหลือ        |             |
|----------|---------|----------------------------------|------------|-----------|--------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| 1.       | UMPHB   | Alkyl phenolic (acrylamide type) | 100-41-3   | 1866      | 3A     | อังกฤษ 200 ลิตร | 10                   | <input type="text"/> | <input type="text"/> | เบิกสารเคมี |

(1) (2) (3) (4)

**Figure 26** Request-Issue chemical when select the chemical

**Remark :** Explanation of Figure 26

- (1) Request-Issue
- (2) Request quantity: require input
- (3) Remain quantity: automatically shown
- (4) Request: click when finish input data

There is a function button to look at Request-Issuing history. It is in the top right of page as shown in Figure 27 and the report format will transfer to Acrobat file. Detail in the report as shown in Figure 28.

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | ข้อมูลสารเคมี | การจัดเก็บ | **การเบิกจ่าย** | **ข้อมูล** | Login Name: ad | [ดูประวัติการเบิกจ่าย](#)

ค้นหา    ค้นหาจากสารเคมี  ค้นหาจากคลังสินค้า **เลือกคลังสินค้า**

| ลำดับที่ | ชื่อสาร | ชื่อเคมี | CAS Number | UN Number | ประเภท | ภาษา | จำนวนที่มีอยู่ในคลัง | จำนวนที่ขอเบิก | จำนวนที่เหลือ |  |
|----------|---------|----------|------------|-----------|--------|------|----------------------|----------------|---------------|--|
|----------|---------|----------|------------|-----------|--------|------|----------------------|----------------|---------------|--|

(1) (2)

**Figure 27** Check request-issue history

**Figure 27** (Continued)**Remark:** Explanation of Figure 27

- ① Request-Issue
- ② Check history

ประวัติการเบิกจ่าย

| ลำดับ<br>(No.) | ชื่อสาร<br>(Trade name) | ชื่อเคมี<br>(Chemical Name) | CAS No. | UN No. | ประเภท<br>(Class) | ภาชนะ<br>(Container) | วันที่<br>(Date) | เวลา<br>(Time) | จำนวนที่มีอยู่<br>ในคลัง<br>(Quantity in Storage area) | จำนวนที่ขอ<br>เบิก<br>(Request Quantity) | จำนวนที่<br>เหลือ<br>(Remain Quantity) |
|----------------|-------------------------|-----------------------------|---------|--------|-------------------|----------------------|------------------|----------------|--|--|--|
|                |                         |                             |         |        |                   |                      |                  |                |  |  |  |

**Figure 28** Detail in Request-issue history report

### G. Regulation

This function is a reference for overall requirement for hazardous material storage. It is a design guidance for new chemical room. There are main three subjects as follow;

- Regulation for safe storage as shown in Figure 29-30
- Regulation for chemical classification as shown in Figure 31
- Regulation for responsible person as shown in Figure 32

To be good appearance, the detail is hided. To see the detail, the users must click on the topic which is underlay as shown in Figure 29-30.

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | ข้อมูลสารเคมี | การจัดเก็บ | การเบิกจ่าย | **ข้อกำหนด** | Lo

ข้อกำหนดสถานที่เก็บรักษา (2)    ข้อกำหนดประเภทสารเคมี    ข้อกำหนดเรื่องบุคลากรเฉพาะ

สถานที่เก็บรักษาต้องมีความมั่นคงแข็งแรงเป็นไปตามกฎหมายควบคุมอาคารและมีลักษณะดังนี้

1. **ผนังอาคารและกำแพงกันไฟ** (3)
2. พื้น
3. ประตูและทางออกฉุกเฉิน
4. หลังคา
5. ระบบระบายอากาศ
6. ระบบไฟฟ้า แสงสว่างฉุกเฉิน และอุปกรณ์ไฟฟ้า
7. การป้องกันฟ้าผ่า
8. ระบบเตือนภัย

**Figure 29** Regulation for safe storage

**Remark:** Explanation of Figure 29

- ① Regulation
- ② Regulation for safe storage
- ③ Topic of each requirement such as wall, floor and exit door: click to see more detail

## โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage

1

หน้าแรก | 
 ข้อมูลสถานประกอบการ | 
 ข้อมูลสารเคมี | 
 การจัดเก็บ | 
 การเบิกจ่าย | 
**ข้อกำหนด**

2
3

ข้อกำหนดสถานที่เก็บรักษา

ข้อกำหนดประเภทสารเคมี

ข้อกำหนดเรื่องบุคลากรเฉพาะ

สถานที่เก็บรักษาต้องมีความมั่นคงแข็งแรงเป็นไปตามกฎหมายควบคุมอาคารและมีลักษณะดังนี้

**1. ผนังอาคารและกำแพงกันไฟ**

1.1 ต้องสามารถทนไฟได้ กำแพงกันไฟมีความสูงขึ้นไปเหนือหลังคา 0.3 ถึง 1.00 เมตร และยื่นออกจากผนังด้านข้าง 0.3 ถึง 1.00 เมตร และยื่นออกจากผนังด้านข้าง 0.3 ถึง 0.5 เมตร ทั้งนี้เป็นไปตามรายละเอียดในข้อกำหนดพิเศษ หรือวิธีการอื่นๆ ที่สามารถป้องกันการลุกลามของไฟได้

1.2 อาคารเก็บรักษาวัตถุอันตรายที่มีความกว้างน้อยกว่า 30 เมตร และมีพื้นที่ตั้งแต่ 1,200 ตารางเมตรขึ้นไป จะต้องมียกกันไฟกันตัดตอนที่มีระยะห่างจากกันไม่เกิน 40 เมตร หรือโดยความเห็นชอบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

1.3 กรณีสถานที่เก็บรักษามีระยะห่างจากอาคารอื่นน้อยกว่า 10 เมตร ผนังอาคารด้านดังกล่าวต้องสร้างด้วยกำแพงกันไฟที่มีระยะเวลาทนไฟอย่างน้อย 90 นาที ยกเว้นสถานที่เก็บรักษาที่ใช้เก็บสารไม่ติดไฟเท่านั้น

**2. พื้น**

2.1 พื้นต้องแข็งแรง เพียงพอต่อการรับน้ำหนักสารเคมีและวัตถุอันตรายทั้งหมด

2.2 วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างต้องทนทานและสารเคมี

2.3 กรณีเก็บของเหลวไวไฟ ก๊าซไวไฟและวัตถุระเบิด พื้นต้องนำไฟฟ้าได้ ไม่เกิดไฟฟ้าสถิต

2.4 พื้นอาคารต้องไม่ติดกับของเหลว เจริญ ไม่ลื่น ไม่มีรอยแตก ร้าว และทำความสะอาดง่าย

**3. ประตูและทางออกฉุกเฉิน**

**4. หลังคา**

**5. ระบบระบายอากาศ**

**6. ระบบไฟฟ้า แสงสว่างฉุกเฉิน และอุปกรณ์ไฟฟ้า**

**7. การป้องกันฟ้าผ่า**

**8. ระบบเตือนภัย**

Figure 30 Detail of safe storage requirement

Remark: Explanation of Figure 30

- 1 Regulation
- 2 Regulation for safe storage
- 3 More detail after click the underlay topic

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | ข้อมูลสารเคมี | การจัดเก็บ | การเบิกจ่าย | **ข้อกำหนด** |

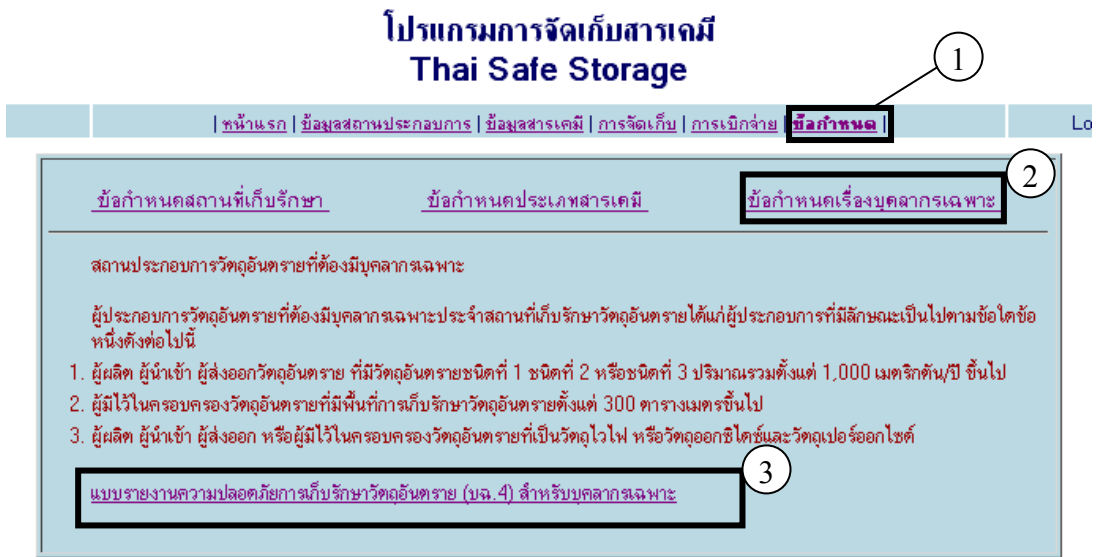
ข้อกำหนดสถานที่เก็บรักษา      **ข้อกำหนดประเภทสารเคมี**      ข้อกำหนดเรื่องบุคลากรเฉพาะ

**Class 1:** วัตถุระเบิด [Explosive substances]  
**Class 2A:** ก๊าซอัด ก๊าซเหลว หรือก๊าซที่ละลายภายใต้ความดัน [Compressed, Liquefied and dissolved gases]  
**Class 2B:** ก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์) [Pressurized small gas containers; aerosol can/aerosol container]  
**Class 3A:** ของเหลวไวไฟ [Flammable liquids]  
**Class 3B:** ของเหลวไวไฟ [Flammable liquids]  
**Class 4.1A:** ของแข็งไวไฟที่มีคุณสมบัติการระเบิด [Flammable solids]  
**Class 4.1B:** ของแข็งไวไฟ [Flammable solids]  
**Class 4.2:** สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง [Substances liable to spontaneous combustion]  
**Class 4.3:** สารที่ก่อก๊าซไวไฟเมื่อสัมผัสกับน้ำ [Substances which in contact with water emit flammable gases]  
**Class 5.1A:** สารออกซิไดซ์ [Oxidizing substances]  
**Class 5.1B:** สารออกซิไดซ์ [Oxidizing substances]  
**Class 5.1C:** สารออกซิไดซ์ [Oxidizing substances]  
**Class 5.2:** สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ [Organic peroxide]  
**Class 6.1A:** สารพิษที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ [Combustible toxic substances]  
**Class 6.1B:** สารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ [Non-combustible toxic substances]  
**Class 6.2:** สารติดเชื้อ [Infectious substances]  
**Class 7:** วัสดุกัมมันตรังสี [Radioactive substances]  
**Class 8A:** สารพิษที่มีคุณสมบัติการกัดกร่อน [Combustible corrosive substances]  
**Class 8B:** สารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติการกัดกร่อน [Non-Combustible corrosive substances]  
**Class 9:** ซึ่งเป็นวัตถุอันตรายประเภทอื่นๆ ตามการจำแนกเพื่อการขนส่ง ไม่นำมาพิจารณาในกระบวนการจัดเก็บ  
**Class 10:** ของเหลวติดไฟ [Combustible liquids]  
**Class 11:** ของแข็งติดไฟ [Combustible solids]  
**Class 12:** ของเหลวไม่ติดไฟ [Non-combustible liquids]  
**Class 13:** ของแข็งไม่ติดไฟ [Non-combustible solids]

**Figure 31** Regulation for chemical classification

**Remark:** Explanation of Figure 31

- ① Regulation
- ② Regulation for chemical classification



**Figure 32** Regulation for responsible person

**Remark:** Explanation of Figure 32

- ① Regulation
- ② Regulation for responsible person
- ③ Link of the report for responsible person to DIW

Manual of the developed software is provided in Appendix A.

Software must be installed in web server of the facility. Program file is referred in Appendix C.

#### 4. Result of Software Usability Test

The usability test of this software was performed by 10 users by using questionnaires.

A. The characteristics of software usability testers

The characteristics of software usability testers are shown in Table 11. The software usability testers were 10 persons in the W.R.Grace (Thailand) Ltd.

**Table 11** Characteristics of software usability testers

| <b>Characteristics of tester</b>                    | <b>Number</b> | <b>Percentage</b> |
|---|---------------|-------------------|
| Total   | 10            | 100               |
| 1. Gender   |               |                   |
| Male  | 4             | 40                |
| Female  | 6             | 60                |
| 2. Position   |               |                   |
| User  | 9             | 90                |
| Management  | 1             | 10                |
| 3. The knowledge of Chemical and Hazardous Material |               |                   |
| Yes   | 6             | 60                |
| No  | 4             | 40                |
| 4. Use of other chemical storage software           |               |                   |
| Yes   | 0             | 0                 |
| No  | 10            | 100               |
| 5. Age  |               |                   |
| < 30 years  | 1             | 10                |
| 30-35 years   | 3             | 30                |
| >35 years   | 6             | 60                |
| Mean of age   | <b>39.5</b>   |                   |
| Min – Max of age                                    | <b>27-56</b>  |                   |

The result shows that male is 40% and female is 60%. For position, the user as officer

## B. Result of the software usability test by questionnaire and interview

The questionnaire was developed for evaluating the software usability. The sample and filled of questionnaire were shown in Appendix B. It consisted of 17 questions for three parts, which were the general characteristics of the tester, the opinion of software usability and the comment and suggestions. The software was tested by 10 persons that are the users and the management of the site. The questionnaire was sent and collected along with the interview after testing.

**Table 12** Software usability attitude

| <b>Software usability</b>          | <b>Average score</b> | <b>SD</b> | <b>Index</b> |
|------------------------------------|----------------------|-----------|--------------|
| 1. Ease of data entry              | 2.5                  | 0.53      | Good         |
| 2. Format and order of the content | 2.9                  | 0.32      | Good         |
| 3. Completion of content           | 2.3                  | 0.48      | Fair         |
| 4. Data processing                 | 2.7                  | 0.48      | Good         |
| 5. Appearance and attraction       | 2.6                  | 0.52      | Good         |
| 6. Flexibility of software         | 2.8                  | 0.42      | Good         |
| 7. Enhance work capability         | 2.6                  | 0.52      | Good         |
| <b>Total</b>                       | <b>2.63</b>          |           |              |

The result showed the mean score of the software usability attitude. There were 3 scores that are 3= Good , 2= Fair and 1=Need improvement. It mean average score more than 0.5 is need improvement, more than 1.5 is Fair and more than 2.5 is Good. The software was evaluated as 2.63 mean that it is “Good” by users. The highest score was the format and content while the lowest score was found to be the completion of content.

**Table 13** Software Satisfactory, Strength , Weak Point and Software Improvement

| <b>Software usability</b>   | <b>Number</b> | <b>Percentage</b> |
|---|---------------|-------------------|
| <b>Total</b>  | <b>10</b>     | <b>100</b>        |
| 1. Satisfaction of software   |               |                   |
| Not satisfied   | 0             | 0                 |
| Fair  | 2             | 20                |
| Satisfied   | 8             | 80                |
| 2. The strength of the software (more than one item can be chosen)                |               |                   |
| Convenience and easy to use   | 7             | 35                |
| Completion of the outcome   | 9             | 45                |
| Format and process of data entry  | 2             | 10                |
| Correction and completion of data   | 2             | 10                |
| Etc   |               |                   |
| 3. The weak point of the software (more than one item can be chosen)              |               |                   |
| Difficult to enter data   | 6             | 60                |
| Difficult to understand   | 1             | 10                |
| Incompletion of data  | 2             | 20                |
| Software slow processing  | 0             | 0                 |
| Etc   | 1             | 10                |
| 4. Which part of this software should be improved? (Can chose more than one item) |               |                   |
| Ease of usability   | 2             | 17                |
| Linkage to other software   | 10            | 83                |
| Etc   |               |                   |
| 5. Should this software been improved in the future                               |               |                   |
| Yes   | 10            | 100               |
| No  | 0             | 0                 |

Table 13 shows that most of the subjects are satisfied in this software. It is shown that the software is satisfied by 80% of the testers. The strength of this software is the completion of outcome. The weak point of this software is the difficulty of data entering. The linkage to other softwares were suggested from the testers.

Comments from the testers.

1. There should be a search engine for CAS number of the chemical.
2. There should be more key word for chemical name searching due to there could be many chemical names for one substance.
3. It is very useful for warehouse management due to the calculation of space.
4. Detail in safety data sheet should be added or link
5. Lay out of the plant should be added to show the overall picture of the plant
6. Type and size of container should be added.
7. History of request-issue or stock should be added

## **5. Improvement according to the comment**

After the software usability test, the software is modified.

1. CAS number of chemicals could be added.
2. Lay out was added in the program.
3. Type and size of container was added.
4. History of request-issue or stock was added.

## Discussion

The software was constructed by the PHP and JavaScript language and using MySQL as the database while using Internet Explorer on Window XP to operate. The information in the database of the software contains requirements of related Thai Laws about chemical and hazardous material, which is necessary for the responsible person of chemical storage.

Main functions of the software consist of

1. Detail of the facility
2. Classification of chemicals/hazardous material for storage
3. Identification of chemical storage area
4. Request-Issue Record (Warehouse Management)
5. Specific requirement related to chemical storage

The software usability test was performed by responsible persons in the selected facility consisting of 9 officers and one management who has responsibility for whole plant management. The objective of software usability test is to get the response from direct and indirect software users including the management. The result shows that all of the testers could operate this software.

The result from index score of questionnaire shows that the software is acceptable by the testers and 80% of the testers feel satisfied with the software. Software usability is evaluated as “Good” in overview. Completion of content is suggested to be improved by the testers. The strength of this software is completion of outcome, and the format and content. The weak point of this software is the difficulty of data entering.

There are some weak points about searching function in the classification section. Due to more than one chemical name is available, the database should provide more available chemical name to assist the user.

The testers agree that this software should be further improved by recommendation. Due to the software helps the responsible person to manage warehouse safely and efficiently. The receiving-issuing function assists in stock balance. There is a recommendation to add a lay out of the plant to show the overall picture of the plant. The function is interesting however it is difficult to implement at present because of limitation of the software.

## CONCLUSION AND RECOMMENDATION

### Conclusion

1. The developed software is evaluated to be very useful by the responsible persons of the facility in classification of chemical according to the Hazardous Material and Chemical Storage Manual because they can comply with Thai regulations and make their job easier.
2. The usability test indicates that the software is usable to check available storing area of chemicals where complies with Thai laws
3. The software is usable for the chemical factory because the Material Safety Data Sheet of the materials is mostly available.

### Recommendation

#### Recommendation for database user

1. The user manual can increase the database efficiency, therefore users should read it carefully before
2. In future, there should be more safety data in the database. The information might come from MSDS.

#### Recommendation for further study

1. In this study, the software developed for Thailand factories only. For usage outside Thailand, other related regulations should be concerned.
2. In classification of chemical, it is recommended to use a guidance for prioritize classification such as diamond diagram in case of manual classification.
3. The capacity of racking is not considered in this software. It should be added into the software in the future.
4. It is recommended to add the information of shelf life of the chemical in the software. The benefit of shelf life function is to control the inventory of chemical.

5. In the description of the facility page, there should be the summary of chemical class and its quantity in the facility.

## LITERATURE CITED

Aromdee H., C. Chaikittiporn and S. Sakornnarun. 1998. **Storage of Hazardous Materials**. Department of Industrial Works, Ministry of Industry. translated from United Nations Environment Programme-UNEP. Translated from **Storage of Hazardous Materials: A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials**, n.d., n.d.

Chemical Management and Hazardous Waste Management Committee of Chulalongkorn University. 2009. **Manual ChemTrack 2009**. Manual ChemTrack 2009-April\_2. Available Source: <http://chemsafe.chula.ac.th/chemtrack/images/document/ManualChemTrack2009-April.pdf> , August 30,2009

Department of Industrial Works. n.d. **Related Laws**. Department of Industrial Works. Available Source: [http://www.diw.go.th/diw/m2\\_index.html](http://www.diw.go.th/diw/m2_index.html), March 15,2009

EHS Innovators. 2009. **CHEM Master 2000**. CHEM Master 2000. Available Source: [http://www.ehsinnovators.com/CHEM\\_Master.htm](http://www.ehsinnovators.com/CHEM_Master.htm), March 30,2009

**Royal Thai Government Gazette**. 1992. Volume 109 Part 39, 23

**Royal Thai Government Gazette**. 2002. Volume 119 Part 86 Go, 19

**Royal Thai Government Gazette**. 2002. Volume 119 Special part 95 Go, 19

**Royal Thai Government Gazette**. 2008. Volume 125 Special Volume 15 Ngo, 5

**Royal Thai Government Gazette**. 2008. Volume 125 Special part 72 Ngo, 11

**Royal Thai Government Gazette**. 2008. Volume 125 Special part 72 Ngo, 13

**Royal Thai Government Gazette.** 2008. Volume 125 Special part 72 Ngo, 16

Wangsri, P. 2005. **Chemical Substances and Hazardous Materials Database for Safety Officers in the electrical Industrial Group.** M.S. Thesis, Mahidol University.

United Nations Economic Commission for Europe. n.d. **Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS).** GHS Welcome. Available Sources:  
[http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_welcome\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html), March 10,2008

United States Environmental Protection Agency and National Oceanic and Atmospheric Administration. 2009. **CAMEO® User Manual.** CAMEOManual. Available source:  
<http://www.epa.gov/OEM/docs/cameo/CAMEOManual.pdf>.  
August 30, 2009.

**APPENDICES**

**Appendix A**

Manual for “Thai Safe Storage” Software

-1-

คู่มือ

การใช้งานโปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี

Manual for “Thai Safe Storage” Software

-2-

## สารบัญ

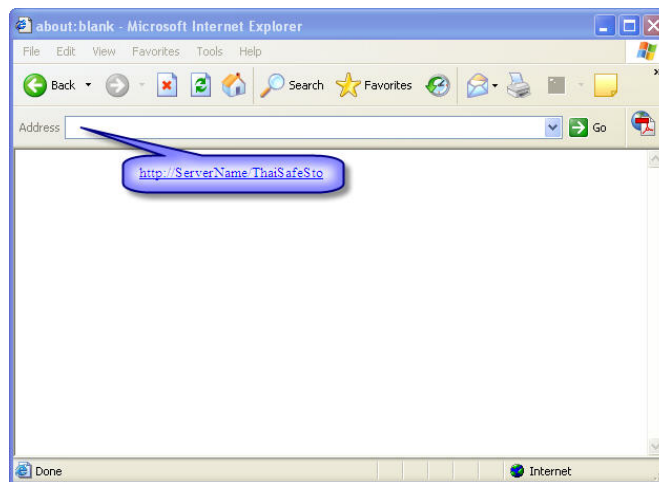
| หัวข้อ (Subject)   | หน้า (Page) |
|--|-------------|
| 1. การเปิดโปรแกรม<br>Access to the program                                       | 3           |
| 2. การเข้าใช้งานและการเปลี่ยนรหัสผ่าน<br>Login page and changing of the password | 4           |
| 3. การเข้าสู่โปรแกรมการใช้งาน<br>The menu software                               | 6           |
| 4. การเพิ่ม/แก้ไขข้อมูลสถานประกอบการ<br>Description of the facility              | 7           |
| 5. การเพิ่ม/แก้ไขข้อมูลสารเคมี<br>Classification of chemical                     | 9           |
| 6. การเพิ่ม/แก้ไขข้อมูลการจัดเก็บสารเคมี<br>Designating of storage area          | 15          |
| 7. การเบิก/จ่ายสารเคมี<br>Request-Issue of chemical                              | 17          |
| 8. ข้อกำหนดและแบบรายงาน<br>Regulations and reports                               | 18          |
| 9. การพิมพ์รายงาน<br>Report Printing   | 20          |

-3-

## 1. การเปิดโปรแกรม Access of the program

เมื่อทำการติดตั้งซอฟต์แวร์เรียบร้อยแล้ว ท่านสามารถเปิดโปรแกรมเพื่อใช้งานเปิดโปรแกรม Internet explorer และพิมพ์ URL <http://ServerName/ThaiSafeStorage/> ในช่อง Address Bar จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง ดังนี้

When the software is already installed, the user must open Internet Explorer and fill <http://ServerName/ThaiSafeStorage/> in address bar then the window will appear as the below figure.

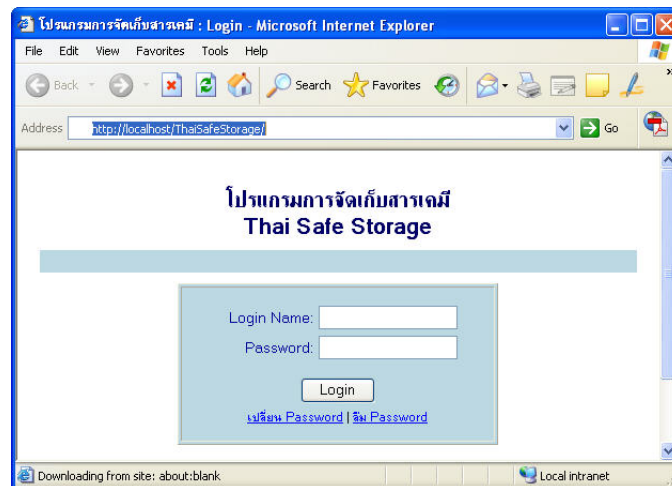


-4-

## 2. การใช้งานและการเปลี่ยนรหัสผ่าน Login page and changing of the password

เมื่อเข้าสู่หน้าแรก จะมีหน้าต่างเพื่อให้ผู้ใช้งานกรอก user name และ กรอกรหัสผ่านที่ได้จากผู้ดูแลระบบ จากนั้นจะเข้าสู่หน้าแรก (Homepage) ของระบบ

For security, the login page is designed. The user must fill user name and password that received from administration.



ท่านสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านได้โดยคลิกที่เมนู เปลี่ยนรหัสผ่าน จะปรากฏหน้าต่างสำหรับแก้รหัสผ่านดังรูป

Password can be changed by clicking on change password and the window for password changing will appear as below figure.

-5-

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี  
Thai Safe Storage**

Login Name:

Password:

[เปลี่ยน Password](#) | [ลืม Password](#)



หากลืมรหัสผ่านให้ติดต่อผู้ดูแลโปรแกรม เพื่อขอกรหัสผ่านใหม่ให้

In case the user forget password, the user must request for new password from the administrator

-6-

### 3. การเข้าสู่โปรแกรมการใช้งาน The menu software

เมื่อ login เข้ามาแล้ว จะพบหน้า Homepage จะมีเมนูทั้งหมด 5 รายการ

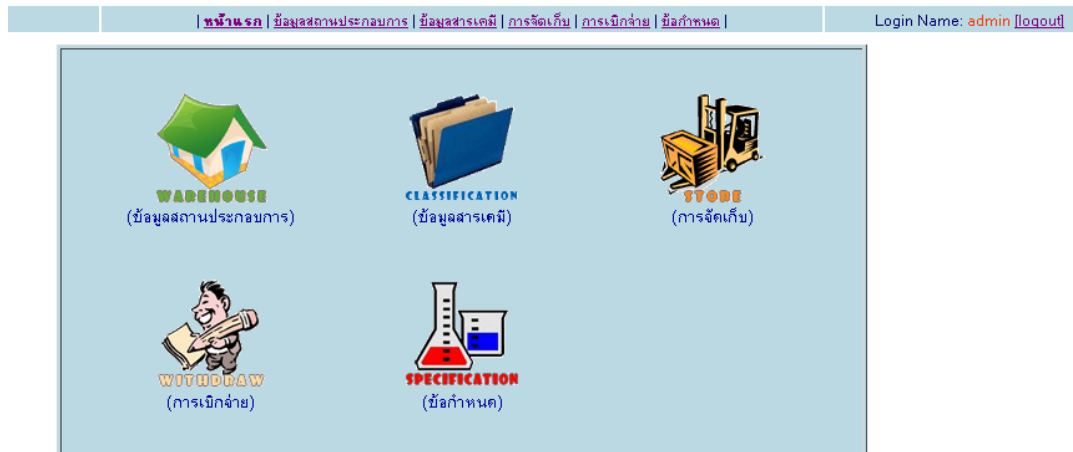
1. ข้อมูลสถานประกอบการ
2. ข้อมูลสารเคมี
3. ข้อมูลการจัดเก็บ
4. ข้อมูลการเบิกจ่าย
5. ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

After login, menus program will appear. There are 5 menus designed for easy usage.

Five function menus are;

1. Description of the facility
2. Classification of the chemical
3. Designating of storage area
4. Request - Issue of chemical
5. Regulation

#### โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage



#### 4. การเพิ่ม/แก้ไขข้อมูลสถานประกอบการ Description of the facility

4.1 เริ่มกรอกข้อมูลของสถานประกอบการ เพื่อเป็นฐานข้อมูล และใช้ประโยชน์ในการจัดเก็บในลำดับต่อไป.

Start by input data of the facility as the database for Storage function.

4.2 ข้อมูลที่จำเป็นต้องกรอกคือข้อมูลในข้อ 6 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะใช้สำหรับคัดแยกสารเคมีเพื่อจัดเก็บในลำดับต่อไป

Require input is item 6 in this function. The data will be used for designated of storage area.

4.3 ข้อมูลในข้อ 4 ข้อ 5 จะช่วยในการชี้บ่งว่าสถานประกอบการนั้นจำเป็นต้องมีบุคลากรเฉพาะตามกฎหมาย (ดูข้อกำหนดในหน้าข้อกำหนด)

Data in item 4 and 5 will help the facility to clarify that they should have assigned a responsible person for hazardous warehouse control according to the law required. (See more detail in Regulation Menu).

4.4 หากต้องการจะแก้ไขข้อมูลให้กดปุ่มแก้ไขข้อมูลด้านล่างทางขวามือ จากนั้นให้กดบันทึกข้อมูล

To edit data in the program, click Edit at the end of page then click save.

### โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | ข้อมูลสารเคมี | การซื้อเก็บ | การเบิกจ่าย | ข้อมูลฯ | Login Name: admin [Logout]

**ข้อมูลของสถานประกอบการ**

1. ชื่อบริษัท

2. ลักษณะการประกอบการ

3. ทำเลที่ตั้ง

|                |  |           |
|----------------|--|-----------|
| ทิศเหนือจรด    |  | ทิศไปเป็น |
| ทิศใต้จรด      |  | ทิศไปเป็น |
| ทิศตะวันออกจรด |  | ทิศไปเป็น |
| ทิศตะวันตกจรด  |  | ทิศไปเป็น |

4. การจัดแบ่งอาณาบริเวณ พื้นที่ทั้งหมด ตารางเมตร

Layout ของโรงงาน

(ผู้ใช้โปรแกรมควรจัดพื้นที่เก็บสารเคมีไว้ไม่น้อยกว่า 300 ตารางเมตรขึ้นไปต่อมีบุคลากรเฉพาะ\*)

5. ปริมาณวัสดุที่เป็นสารเคมีที่ใช้ในการผลิต ชนิด ปริมาณ ต้น/ปี

6. จำนวนคลังสินค้า/พื้นที่จัดเก็บสารเคมี พื้นที่

|                  |                      |                                      |      |
|------------------|----------------------|--------------------------------------|------|
| 6.1 พื้นที่ที่ 1 | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="checkbox"/> ขนาดจัดเก็บ | ตรม. |
| 6.2 พื้นที่ที่ 7 | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="checkbox"/> ขนาดจัดเก็บ | ตรม. |
| 6.3 พื้นที่ที่ 8 | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="checkbox"/> ขนาดจัดเก็บ | ตรม. |
| 6.4 พื้นที่ที่ 9 | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="checkbox"/> ขนาดจัดเก็บ | ตรม. |

[เพิ่มข้อมูลภาวะ](#)

**หมายเหตุ:**

\* บุคลากรเฉพาะ หมายถึง ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยใน เรื่องการเก็บรักษาวัตถุอันตรายที่สอบผ่านการทดสอบวัดความรู้เชิงอุตสาหกรรมความปลอดภัยการเก็บรักษาวัตถุอันตรายตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด (ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำหนดให้สถานประกอบการจัดเตรียมบุคลากรเฉพาะรับผิดชอบความปลอดภัยการเก็บรักษาวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ พ.ศ.2551 )

\*\* วัตถุอันตรายชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 หรือชนิดที่ 3 ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2552

### โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | ข้อมูลสารเคมี | การซื้อเก็บ | การเบิกจ่าย | ข้อมูลฯ | Login Name: admin [Logout]

**ข้อมูลของสถานประกอบการ**

1. ชื่อบริษัท

2. ลักษณะการประกอบการ

3. ทำเลที่ตั้ง

|                |                      |           |                      |
|----------------|----------------------|-----------|----------------------|
| ทิศเหนือจรด    | <input type="text"/> | ทิศไปเป็น | <input type="text"/> |
| ทิศใต้จรด      | <input type="text"/> | ทิศไปเป็น | <input type="text"/> |
| ทิศตะวันออกจรด | <input type="text"/> | ทิศไปเป็น | <input type="text"/> |
| ทิศตะวันตกจรด  | <input type="text"/> | ทิศไปเป็น | <input type="text"/> |

4. การจัดแบ่งอาณาบริเวณ พื้นที่ทั้งหมด  ตารางเมตร

Layout ของโรงงาน

(ผู้ใช้โปรแกรมควรจัดพื้นที่เก็บสารเคมีไว้ไม่น้อยกว่า 300 ตารางเมตรขึ้นไปต่อมีบุคลากรเฉพาะ\*)

5. ปริมาณวัสดุที่เป็นสารเคมีที่ใช้ในการผลิต ชนิด ปริมาณ ต้น/ปี

6. จำนวนคลังสินค้า/พื้นที่จัดเก็บสารเคมี  พื้นที่

|                                   |                  |                      |                      |                      |                                      |                      |      |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|------|
| <input type="button" value="ลบ"/> | 6.1 พื้นที่ที่ 1 | <input type="text"/> | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> ขนาดจัดเก็บ | <input type="text"/> | ตรม. |
| <input type="button" value="ลบ"/> | 6.2 พื้นที่ที่ 7 | <input type="text"/> | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> ขนาดจัดเก็บ | <input type="text"/> | ตรม. |
| <input type="button" value="ลบ"/> | 6.3 พื้นที่ที่ 8 | <input type="text"/> | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> ขนาดจัดเก็บ | <input type="text"/> | ตรม. |
| <input type="button" value="ลบ"/> | 6.4 พื้นที่ที่ 9 | <input type="text"/> | เป็นคลังสินค้าประเภท | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> ขนาดจัดเก็บ | <input type="text"/> | ตรม. |

[เพิ่มข้อมูลภาวะ](#)

**หมายเหตุ:**

\* บุคลากรเฉพาะ หมายถึง ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยใน เรื่องการเก็บรักษาวัตถุอันตรายที่สอบผ่านการทดสอบวัดความรู้เชิงอุตสาหกรรมความปลอดภัยการเก็บรักษาวัตถุอันตรายตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด (ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำหนดให้สถานประกอบการจัดเตรียมบุคลากรเฉพาะรับผิดชอบความปลอดภัยการเก็บรักษาวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ พ.ศ.2551 )

-9-

4.5 ปุ่ม “เพิ่มข้อมูลภาชนะ” มีไว้สำหรับสถานประกอบการที่มีการเก็บสารเคมีหรือวัตถุอันตรายในภาชนะที่แตกต่างจากที่โปรแกรมกำหนดมาให้

“Add container” is for adding new container that is not provided in the program.

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

| หน้าแรก | **ข้อมูลสถานประกอบการ** | ข้อมูลสารเคมี | การจัดเก็บ | การเบิกจ่าย | ข้อมูลกำหนด | Login Name

ข้อมูลของสถานประกอบการ

- ชื่อบริษัท
- ลักษณะการประกอบ
- ท่าผลิตภัณฑ์
  - กึ่งเนื้อจืด
  - กึ่งได้จืด
  - กึ่งตะวันออกจืด
  - กึ่งตะวันตกจืด
- การจัดแบ่งอาคารบริเวณ  
Layout ของโรงงาน  
(ผู้ใดไว้ในครอบครอง)
- ปริมาณวัตถุเคมีที่มี
- จำนวนคลังสินค้า/พื้นที่
  - ลบ 6.1 พื้นที่ที่
  - ลบ 6.2 พื้นที่ที่
  - ลบ 6.3 พื้นที่ที่
  - ลบ 6.4 พื้นที่ที่

[เพิ่มข้อมูลภาชนะ](#)

| ลำดับที่ | ชนิดของภาชนะ         | พื้นที่จัดเก็บ | ใช้งาน                              |
|----------|----------------------|----------------|-------------------------------------|
| 1        | ถุงขนาด 20-25 กก.    | 0.025          | <input type="checkbox"/>            |
| 2        | ถังขนาด 200 ลิตร     | 0.25           | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3        | ถังขนาด 20 ลิตร      | 0.313          | <input type="checkbox"/>            |
| 4        | ถังขนาด 50 ลิตร      | 0.111          | <input type="checkbox"/>            |
| 5        | ถังขนาด 1000 ลิตร    | 1              | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6        | ถุงขนาด 500-1000 กก. | 1              | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7        | ถุงขนาด 100 กก.      | 0.1            | <input type="checkbox"/>            |

จัดเก็บข้อมูล

## 5. การเพิ่ม/แก้ไขข้อมูลสารเคมี

5.1 วัตถุประสงค์ของ function นี้ คือเพื่อแยกประเภทของสารเคมีตามประเภทของสารเคมี และตรวจสอบข้อกำหนดการจัดเก็บ ดังนั้นเมื่อมีสารเคมีใหม่ ให้บุคลากรผู้รับผิดชอบกรอกข้อมูลในส่วนข้อมูลสารเคมี เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูล หากมี MSDS ท่านสามารถแนบไฟล์และจัดเก็บเพื่อเรียกดูเมื่อต้องการ ในช่องแนบไฟล์ MSDS

This page will help the facility to clarify their chemical for storage. Responsible person must input the data in this page. MSDS can be added in the program by attached in the page.

-10-

## 5.2 การกำหนดประเภทสารเคมีตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

Procedure to classify class of chemical by follow ;

5.2.1 กรอกชื่อสารเคมี กด Check เพื่อตรวจสอบประเภทสารเคมี ถ้าตรวจพบประเภทสารเคมีในฐานข้อมูลระบบจะปรากฏประเภทสารและข้อกำหนด หากไม่พบให้ใช้วิธีค้นหาตาม UN Number

The users can input data by name of chemical. Click “check” to check chemical classification in the database. If the database can find the classification, then the classification and the regulation for safe storage appear.

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | **ข้อมูลสารเคมี** | การจัดเก็บ | การเบิกจ่าย | ข้อกำหนด |

ข้อมูลของสารเคมี

ชื่อสาร  CAS No.

MSDS

ชื่อเคมี

สถานะ

ทราบ UN-Number  ไม่ทราบ UN-Number

ตรวจสอบข้อมูลสารเคมีกับเว็บไซต์กรมโรงงาน [สายด่วนตรวจสอบวัตถุอันตราย](#) กรมโรงงานอุตสาหกรรม

5.2.2 กรณีทราบ UN Number ให้กรอก UN Number โดยตรวจสอบ UN Number จาก MSDS และกดตรวจสอบ ถ้าตรวจพบประเภทสารเคมีในฐานข้อมูลระบบจะปรากฏประเภทสารและข้อกำหนด หากไม่พบให้ใช้วิธีค้นหาโดยเลือกช่อง “ไม่ทราบ UN Number”

If UN Number is known, the user can input UN Number of the chemical. Click “check” to check chemical classification in the database. If the database can find the classification, then the classification and the regulation for safe storage appear. If UN No. is unknown, click “UN No. is unknown” and go to next step.



-12-

5.3.3 กรณีไม่ทราบ UN Number ให้เลือกไม่ทราบ UN Number ระบบจะกำหนดให้ท่านเลือกประเภทสารเองโดยพิจารณาจาก MSDS ทั้งนี้ท่านสามารถเปรียบเทียบประเภทสารกับข้อกำหนดของกลุ่มการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตรายของกรมโรงงาน โดยกดที่ “ดูข้อกำหนดสารเคมี”

If the users do not know UN number or the data is not available, the user must classify for chemical by them. The material safety data sheet is a necessary assistance in this function. The manual classification is explained in Regulation function.

### โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | **ข้อมูลสารเคมี** | การจัดเก็บ | การเบิกจ่าย | ข้อกำหนด |

**ข้อมูลของสารเคมี**

ชื่อสาร  CAS No.

MSDS

ชื่อเคมี

สถานะ

ทราบ UN-Number       ไม่ทราบ UN-Number

[ดูข้อกำหนดสารเคมี](#)

ตรวจสอบข้อมูลสารเคมีกับเว็บไซต์กรมโรงงาน [สายด่วนตรวจสอบวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม](#)

-13-

เมื่อพบประเภทสารเคมีแล้ว จะปรากฏข้อกำหนดดังนี้

When the chemical is classified, the page will appear.

## โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage<sup>®</sup>

|  |                             |   |
|--|-----------------------------|---|
| หน้าแรก   ข้อมูลสถานประกอบการ   <b>ข้อมูลสารเคมี</b>   การจัดเก็บ   การเบิกจ่าย   ข้อกำหนด   |                             | Login   |
| <b>ข้อมูลของสารเคมี</b>  |                             |   |
| ชื่อสาร  | PICRAMIDE                   | CAS No. <input type="text"/>  |
| MSDS   | <input type="text"/>        | <input type="button" value="Browse..."/> <input type="button" value="แนบไฟล์"/>   |
| ชื่อเคมี   | TRINITROANILINE (PICRAMIDE) | <input type="button" value="Check"/> <span style="color: red;">ไม่พบข้อมูล</span> |
| สถานะ  | ของแข็ง                     |   |
| <input checked="" type="radio"/> พราะ UN-Number <input type="radio"/> ไม่พราะ UN-Number  |                             |   |
| UN Number  | 0153                        | <input type="button" value="Check"/>  |
| Class 1  |                             | <input type="button" value="เพิ่มข้อมูล"/>  |
| <b>จัดเก็บสารปริมาณน้อยในสถานที่เก็บรักษา ร่วมกับสารประเภทอื่นๆ ที่มีปริมาณมาก</b>   |                             |   |
| ไม่อนุญาตให้จัดเก็บสารปริมาณน้อยในสถานที่เก็บรักษา ร่วมกับสารประเภทอื่นๆ ที่มีปริมาณมาก  |                             |   |
| <b>จัดเก็บนอกอาคาร</b>   |                             |   |
| ไม่อนุญาตให้เก็บนอกอาคาร   |                             |   |
| <b>ข้อกำหนดพิเศษ</b>   |                             |   |
| <b>ข้อกำหนดพิเศษสำหรับวัตถุระเบิด</b>  |                             |   |
| <p>จะเทียบกรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ว่าด้วยการเก็บรักษากระสุนและวัตถุระเบิด พ.ศ. 2542 แบ่งวัตถุระเบิดเป็น 6 หมู่ ตามลักษณะและอันตรายเกี่ยวข้องที่เด่นชัด และมีศักยภาพในการก่อให้เกิดอันตรายต่อบุคคลและความเสียหายต่อทรัพย์สินดังนี้</p> <p>หมู่ 1.1 ระเบิดเป็นกลุ่มก้อน (Mass-Detonating) ได้แก่ สารหรือสิ่งของที่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรง</p> <p>หมู่ 1.2 ระเบิดไม่เป็นกลุ่มก้อน มีสะเก็ดระเบิด (Non Mass-Detonating, Fragment Producing) ได้แก่ สารหรือสิ่งของที่ก่อให้เกิดอันตรายโดยการกระจายของสะเก็ดเมื่อเกิดการระเบิด แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรง</p> <p>หมู่ 1.3 เพลิงไหม้เป็นกลุ่มก้อน (Mass Fire) ได้แก่ สารหรือสิ่งของที่ก่อให้เกิดอันตรายจากเพลิงไหม้ ตามด้วยการระเบิดหรืออันตรายจากการกระจายของสะเก็ดบ้าง หรือเกิดอันตรายทั้งสองอย่าง แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรง</p> <p>หมู่ 1.4 เพลิงไหม้ปานกลาง ไม่มีแรงระเบิด (Moderate Fire, No blast) ได้แก่ สารหรือสิ่งซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายมากนัก ผลของการระเบิดจำกัดอยู่ในเฉพาะหีบห่อไม่มีการกระจายของสะเก็ด</p> <p>หมู่ 1.5 สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่ถ้าเกิดระเบิดจะก่อให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรงเช่นเดียวกับหมู่ 1:1 (Very Insensitive Substances Which have a Mass Explosion Hazard) ในสภาพการขนส่งธรรมดาทั่วไปแล้ว สารชนิดนี้จะไม่ไวต่อการระเบิด และมีโอกาสน้อยมากในการเริ่มจุดตัวจากการเผาไหม้เป็นการระเบิด</p> <p>หมู่ 1.6 สารที่ไม่ไวต่อไฟหรือเฉื่อยมากต่อการระเบิด ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายรุนแรงจากการระเบิด (Extremely Insensitive Articles Which do not have a Mass Explosion Hazard) สารในกลุ่มนี้จะเป็นสารที่ไม่มีมีความไว เฉื่อยต่อการ</p> |                             |   |

-14-

สามารถสั่งพิมพ์ได้โดยคลิกปุ่มสั่งพิมพ์ด้านล่าง

The information can be printed out by click “Print” at the bottom of page.

หมู่ 1.4 เพลิงไหม้ปานกลาง ไม่มีแรงระเบิด (Moderate Fire, No blast) ได้แก่ สารหรือสิ่งซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายมากนัก ผลของการระเบิดจำกัดอยู่ในเฉพาะที่บ่อ ไม่มีภาวกระจายของสะเก็ด

หมู่ 1.5 สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่ถ้าเกิดระเบิดจะก่อให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรงเช่นเดียวกับหมู่ 1.1 (Very Insensitive Substances Which have a Mass Explosion Hazard) ในสภาพการขนส่งธรรมดาทั่วไปแล้ว สารชนิดนี้จะไม่ไวต่อการระเบิด และมีโอกาสน้อยมากในการเริ่มจุดตัวจากการเผาไหม้เป็นการระเบิด

หมู่ 1.6 สารที่ไม่ไวต่อไฟหรือเฉื่อยมากต่อการระเบิด ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายรุนแรงจากการระเบิด (Extremely Insensitive Articles Which do not have a Mass Explosion Hazard) สารในกลุ่มนี้จะเป็นสารที่ไม่มีความไว เพื่อต่อการระเบิด ไม่มีโอกาสก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้)

ข้อกำหนดพิเศษสำหรับวัตถุระเบิด ให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการเก็บรักษากระสุนและวัตถุระเบิด กระทรวงกลาโหมดังนี้


คำสั่งคณะกรรมการกฤษฎีกา ๓๗๓๖/๒๕๑๖ ลงวันที่ ๓๗ สิงหาคม ๒๕๑๖

พระราชบัญญัติควบคุมยุทธภัณฑ์ พ.ศ. ๒๕๓๐

พระราชบัญญัติอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง และสิ่งเทียมอาวุธปืน พ.ศ. ๒๔๙๐

ระเบียบกระทรวงกลาโหม ว่าด้วยการเก็บรักษากระสุนและวัตถุระเบิด สำหรับโรงงานผลิตอาวุธเอกชน พ.ศ. ๒๕๔๓

ระเบียบกรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ว่าด้วยการเก็บรักษากระสุนและวัตถุระเบิด พ.ศ. ๒๕๔๒

[สั่งพิมพ์](#) 

ตรวจสอบข้อมูลสารเคมีกับเว็บไซต์กรมโรงงาน [สายด่วนตรวจสอบวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม](#)

-15-

## 6. การเพิ่ม/แก้ไขข้อมูลการจัดเก็บสารเคมี Designating of storage area

6.1 วัตถุประสงค์ของ function นี้ คือเพื่อเป็นข้อมูลการจัดเก็บสารเคมี และตรวจสอบข้อกำหนดพิเศษเมื่อต้องการเก็บสารเคมีร่วมกับสารอื่น ๆ ในคลัง

At main menu, all storage areas are defined. The function is to check chemical regulation in case of storage of other chemical in same storage.

6.2 การทำงานจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

This page is separated two parts that are

6.2.1 ส่วนที่ 1 เพิ่มเติมข้อมูลเมื่อมีสารเคมีใหม่ หลังจากกำหนดประเภทในหน้าข้อมูลสารเคมีแล้ว จะต้องมากำหนดภาชนะ จำนวน และเลือกประเภทคลังสินค้าที่ต้องการจัดเก็บ หลังจากนั้นระบบจะประมวลผลจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้ทราบว่ามีข้อกำหนดพิเศษสำหรับสารนั้นในการเก็บร่วมกับสารอื่นในคลังหรือไม่ เมื่อต้องการแก้ไขข้อมูลให้กดปุ่มแก้ไขด้านขวามือสุดเพื่อแก้ไขข้อมูลในการรับเข้า เมื่อเสร็จแล้วให้กดบันทึก

Section 1 New chemical waiting for storage : The information of storage area will be used for chemical storage in this page. Then the storage requirement for each chemical will appear in the last column. To edit and save by click at the button in last column.

**โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

| หน้าแรก | ข้อมูลสถานประกอบการ | ข้อมูลสารเคมี | **การจัดเก็บ** | การเบิกจ่าย | มีสีกาหนด | Login Name: admin [Logout]

สารเคมีที่รอการจัดเก็บเข้าคลังสินค้า ดูประวัติการจัดเก็บ

| ลำดับที่ | ชื่อสาร      | ชื่อเคมี     | CAS Number | MSDS | UN Number | ประเภท | ภาชนะ             | จำนวน | คลัง                | พื้นที่ที่เก็บ | ข้อกำหนดทั่วไป             | ข้อกำหนดเมื่อเก็บร่วมกับสารอื่น |
|----------|--------------|--------------|------------|------|-----------|--------|-------------------|-------|---------------------|----------------|----------------------------|---------------------------------|
| 1.       | Ethylbenzene | Ethylbenzene | 100-41-4   |      |           | 3A     | ถังขนาด 1000 ลิตร | 4     | Admixture Warehouse | 46             | <a href="#">ดูข้อกำหนด</a> | <a href="#">แก้ไขข้อมูล</a>     |

สารเคมีที่จัดเก็บเข้าคลังสินค้าแล้ว

| ลำดับที่ | ชื่อสาร | ชื่อเคมี | CAS Number | MSDS | UN Number | ประเภท | ภาชนะ | จำนวน | คลัง | ข้อกำหนดทั่วไป | ข้อกำหนดเมื่อเก็บร่วมกับสารอื่น |
|----------|---------|----------|------------|------|-----------|--------|-------|-------|------|----------------|---------------------------------|
|----------|---------|----------|------------|------|-----------|--------|-------|-------|------|----------------|---------------------------------|

-16-

6.2.2 ส่วนที่ 2 แก้ไขข้อมูลสารเคมีที่จัดเก็บเข้าไปในคลังสินค้าแล้ว หากต้องการแก้ไขหรือบันทึกข้อมูลของสารเคมีที่มีอยู่ในคลังแล้ว ให้กดแก้ไขที่ปุ่มด้านขวามือ เมื่อแก้ไขแล้วจึงกด save ดังภาพด้านล่าง

Section 2 Chemicals in the storage : In case of any revision, the user must correct data in this part as shown in below figure.

**โปรแกรมการจัดการเก็บสารเคมี**  
**Thai Safe Storage**

| ลำดับที่ | ชื่อสาร | ชื่อเคมี                         | CAS Number | MSDS | UN Number | ประเภท | ลักษณะ           | จำนวน | คลัง                | วันที่ที่เหลือ | ข้อกำหนดทั่วไป | ข้อกำหนดเมื่อเก็บร่วมกับสารอื่น |
|----------|---------|----------------------------------|------------|------|-----------|--------|------------------|-------|---------------------|----------------|----------------|---------------------------------|
| 1.       | UMPHE   | Alkyl phenolic (acrylamide type) | 100-41-3   |      | 1866      | 3A     | ถังขนาด 200 ลิตร | 10    | Admixture Warehouse |                | ข้อกำหนด       |                                 |

6.3 ท่านสามารถดูประวัติการรับเข้า โดยเลือกปุ่มดูประวัติการแก้ไข

To check history page, the user can click “Check history” at the top right of page.

-17-

## 7. การเบิก/จ่ายสารเคมี Request-Issue of chemical

7.1 วัตถุประสงค์ของ function นี้ เพื่อเป็นการบริหารจัดการการเบิกจ่ายสารเคมี

This page is use for daily request and issue of the chemical in the storage area.

7.2 เริ่มต้นการใช้งานด้วยการเลือกค้นหาจากสารเคมี หรือค้นหาจากคลังสินค้า จากนั้นจึงเพิ่มจำนวนที่ต้องการเบิกและกดเบิกสารเคมี ระบบจะคำนวณปริมาณคงเหลือให้อัตโนมัติ

The user can select either by chemical or the storage area. Then quantity will be required to input and remain quantity in the warehouse will appear automatically.

7.3 ท่านสามารถดูประวัติการรับเข้า โดยเลือกปุ่มดูประวัติการแก้ไข

To check history page, the user can click “Check history” at the top right of page.

### โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage

Login Name: admin [logout]

[ดูประวัติการเบิกจ่าย](#)

ค้นหาสารเคมี  ค้นหา  ค้นหาจากคลังสินค้า Admixture Warehouse

| ลำดับที่ | ชื่อสาร | ชื่อเคมี                         | CAS Number | UN Number | ประเภท | สถานะ            | จำนวนที่มีอยู่ในคลัง | จำนวนที่ขอเบิก       | จำนวนที่เหลือ        |             |
|----------|---------|----------------------------------|------------|-----------|--------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| 1.       | UMPHB   | Alkyl phenolic (acrylamide type) | 100-41-3   | 1866      | 3A     | ถังขนาด 200 ลิตร | 10                   | <input type="text"/> | <input type="text"/> | เบิกสารเคมี |

## 8. ข้อกำหนดและแบบรายงาน Regulations and Reports

8.1 วัตถุประสงค์ของ function นี้ เพื่อรวบรวมข้อกำหนดสำหรับการออกแบบระบบความปลอดภัยของคลังจัดเก็บสารเคมี การแยกประเภทของสารเคมี และการประเมินความจำเป็นในการจัดตั้งบุคลากรเฉพาะอย่างถูกต้องตามกฎหมาย

This function is a reference for overall requirement for hazardous material storage. It is a design guidance for new chemical room. There are main three subjects as follow ; Regulation for safe storage , Regulation for chemical classification and Regulation for responsible person.

8.2 หากผู้ใช้งานต้องการทราบรายละเอียดในแต่ละหัวข้อ สามารถเลือกจากหัวข้อที่ขีดเส้นใต้ได้

Click underline to see description.

### โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage

|  |                 |
|--|-----------------|
| <a href="#">หน้าแรก</a>   <a href="#">ข้อมูลสถานประกอบการ</a>   <a href="#">ข้อมูลสารเคมี</a>   <a href="#">การจัดเก็บ</a>   <a href="#">การเบิกจ่าย</a>   <a href="#">ข้อกำหนด</a>   <a href="#">ข้อมูล</a>   | Login Name: adm |
| <a href="#">ข้อกำหนดสถานที่เก็บรักษา</a> <a href="#">ข้อกำหนดประเภทสารเคมี</a> <a href="#">ข้อกำหนดเรื่องบุคลากรเฉพาะ</a>  |                 |
| <p>สถานที่เก็บรักษาต้องมีความมั่นคงแข็งแรงเป็นไปตามกฎหมายควบคุมอาคารและมีลักษณะดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="#">ผนังอาคารและกำแพงกันไฟ</a></li> <li>2. <a href="#">พื้น</a></li> <li>3. <a href="#">ประตูและทางออกฉุกเฉิน</a></li> <li>4. <a href="#">หลังคา</a></li> <li>5. <a href="#">ระบบระบายอากาศ</a></li> <li>6. <a href="#">ระบบไฟฟ้า แสงสว่างฉุกเฉิน และอุปกรณ์ไฟฟ้า</a></li> <li>7. <a href="#">การป้องกันฟ้าผ่า</a></li> <li>8. <a href="#">ระบบเตือนภัย</a></li> </ol> |                 |

## โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage

|   |                     |               |                                       |             |  |  |
|---|---------------------|---------------|---------------------------------------|-------------|--|--|
| หน้าแรก   | ข้อมูลสถานประกอบการ | ข้อมูลสารเคมี | การจัดเก็บ                            | การเบิกจ่าย | ข้อกำหนด                                   | Login Name: <a href="#">admin</a> <a href="#">[logout]</a> |
| <a href="#">ข้อกำหนดสถานที่เก็บรักษา</a>  |                     |               | <a href="#">ข้อกำหนดประเภทสารเคมี</a> |             | <a href="#">ข้อกำหนดเรื่องบุคลากรเฉพาะ</a> |  |
| <p><b>Class 1:</b> วัตถุระเบิด [Explosive substances]</p> <p><b>Class 2A:</b> ก๊าซอัด ก๊าซเหลว หรือก๊าซที่ละลายภายใต้ความดัน [Compressed, Liquefied and dissolved gases]</p> <p><b>Class 2B:</b> ก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์) [Pressurized small gas containers; aerosol can/aerosol container]</p> <p><b>Class 3A:</b> ของเหลวไวไฟ [Flammable liquids]</p> <p><b>Class 3B:</b> ของเหลวไวไฟ [Flammable liquids]</p> <p><b>Class 4.1A:</b> ของแข็งไวไฟที่มีคุณสมบัติการระเบิด [Flammable solids]</p> <p><b>Class 4.1B:</b> ของแข็งไวไฟ [Flammable solids]</p> <p><b>Class 4.2:</b> สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง [Substances liable to spontaneous combustion]</p> <p><b>Class 4.3:</b> สารที่ก๊าซไวไฟเมื่อสัมผัสกับน้ำ [Substances which in contact with water emit flammable gases]</p> <p><b>Class 5.1A:</b> สารออกซิไดซ์ [Oxidizing substances]</p> <p><b>Class 5.1B:</b> สารออกซิไดซ์ [Oxidizing substances]</p> <p><b>Class 5.1C:</b> สารออกซิไดซ์ [Oxidizing substances]</p> <p><b>Class 5.2:</b> สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ [Organic peroxide]</p> <p><b>Class 6.1A:</b> สารติดไฟที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ [Combustible toxic substances]</p> <p><b>Class 6.1B:</b> สารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ [Non-combustible toxic substances]</p> <p><b>Class 6.2:</b> สารติดเชื้อ [Infectious substances]</p> <p><b>Class 7:</b> วัสดุกัมมันตรังสี [Radioactive substances]</p> <p><b>Class 8A:</b> สารติดไฟที่มีคุณสมบัติการกัดกร่อน [Combustible corrosive substances]</p> <p><b>Class 8B:</b> สารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติการกัดกร่อน [Non-Combustible corrosive substances]</p> <p><b>Class 9:</b> ซึ่งเป็นวัตถุอันตรายประเภทอื่นๆ ตามการจำแนกเพื่อการขนส่ง ไม่นำมาพิจารณาในกระบวนการจัดเก็บ</p> <p><b>Class 10:</b> ของเหลวติดไฟ [Combustible liquids]</p> <p><b>Class 11:</b> ของแข็งติดไฟ [Combustible solids]</p> <p><b>Class 12:</b> ของเหลวไม่ติดไฟ [Non-combustible liquids]</p> <p><b>Class 13:</b> ของแข็งไม่ติดไฟ [Non-combustible solids]</p> |                     |               |                                       |             |  |  |

8.3 ในส่วนข้อกำหนดเรื่องบุคลากรเฉพาะ ระบบได้เตรียมแบบรายงานตามที่กรมโรงงาน กำหนดและสามารถ print เพื่อส่งกรมโรงงานตามกำหนดระยะเวลาต่อไป

In section “Regulation for responsible person”, the software provides report form regarding to Department of Industrial Work Requirement.

-20-

## โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมี Thai Safe Storage

|  |  |  |
|--|--|--|
| <a href="#">หน้าแรก</a>   <a href="#">ข้อมูลสถานประกอบการ</a>   <a href="#">ข้อมูลสารเคมี</a>   <a href="#">การจัดเก็บ</a>   <a href="#">การเบิกจ่าย</a>   <a href="#">ข้อกำหนด</a>  | Login Name: <a href="#">admin</a>   <a href="#">logout</a> |  |
| <a href="#">ข้อกำหนดสถานที่เก็บรักษา</a>   | <a href="#">ข้อกำหนดประเภทสารเคมี</a>                      | <a href="#">ข้อกำหนดเรื่องบุคลากรเฉพาะ</a> |
| <p>สถานประกอบการวิฤตอันตรายที่ต้องมีบุคลากรเฉพาะ</p> <p>ผู้ประกอบการวิฤตอันตรายที่ต้องมีบุคลากรเฉพาะประจำสถานที่เก็บรักษาวิฤตอันตรายได้แก่ผู้ประกอบการที่มีลักษณะเป็นไปตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออกวิฤตอันตราย ที่มีวิฤตอันตรายชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 หรือชนิดที่ 3 ปริมาณรวมตั้งแต่ 1,000 เมตริกตัน/ปี ขึ้นไป</li> <li>2. ผู้มีไว้ในครอบครองวิฤตอันตรายที่มีพื้นที่การเก็บรักษาวิฤตอันตรายตั้งแต่ 300 ตารางเมตรขึ้นไป</li> <li>3. ผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก หรือผู้มีไว้ในครอบครองวิฤตอันตรายที่เป็นวิฤตไวไฟ หรือวิฤตออกซิไดซ์และวิฤตเปอร์ออกไซด์</li> </ol> <p><a href="#">แบบรายงานความปลอดภัยการเก็บรักษาวิฤตอันตราย (บจ.4) สำหรับบุคลากรเฉพาะ</a></p> |  |  |

### 9. การพิมพ์รายงาน Report Printing

ในการพิมพ์รายงาน ผู้ใช้งานสามารถเลือก function การพิมพ์จากหน้าโปรแกรมได้ โดยแบบรายงานจะออกมาในรูปแบบ Acrobat File

For report, it will be appeared in Acrobat file which is prompt for printing.

**Appendix B**  
Evaluating Software Usability Form

**แบบประเมินการใช้โปรแกรม  
(Evaluating Software Usability Form)**

**เรื่อง โปรแกรมการจัดเก็บสารเคมีและวัตถุอันตรายอย่างปลอดภัย  
(Safety Storage Software for Chemical and Hazardous Materials)**

**ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม (ทำเครื่องหมาย / หน้าข้อความที่เลือก)**

(Part 1 The characteristics of software usability testers)

1. เพศ (Gender) .....ชาย (Male) .....หญิง (Female)
2. ตำแหน่ง (Position) ..... ผู้ใช้งาน (User) .....ผู้บริหาร (Management)
3. มีความรู้เกี่ยวกับสารเคมีและวัตถุอันตรายมาก่อนหรือไม่ .....มี .....ไม่มี  
(Knowledge of Chemical and Hazardous Materials) (Yes) (No)
4. การใช้งานโปรแกรมจัดเก็บสารเคมีอื่นๆ ..... เคย .....ไม่เคย  
(Use of other chemical storage software) (Yes) (No)
5. อายุ (Age).....ปี

**ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมหลังจากที่ได้ทดลองใช้ (ใส่เครื่องหมาย / หน้าข้อความที่เลือก)**

(Part 2 Software usability attitude after test)

- | หัวข้อ (Subject)  | Not Good    | Fair         | Good      |
|---|-------------|--------------|-----------|
| 6. ความยาก-ง่ายในการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม<br>(Ease of data entry)  | .....ยาก    | .....ปานกลาง | .....ง่าย |
| 7. รูปแบบและลำดับของเนื้อหา<br>(Format and order of the content)      | .....ไม่ดี  | .....ปานกลาง | .....ดี   |
| 8. มีความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลที่น่าเสนอ<br>(Completion of content) | .....ไม่ครบ | .....ปานกลาง | .....ครบ  |
| 9. ความรวดเร็วในการนำเสนอข้อมูลที่ต้องการ<br>(Data processing)        | .....ช้า    | .....ปานกลาง | .....เร็ว |
| 10. ความสวยงามและความน่าใช้งาน<br>(Appearance and attraction)         | .....แย่    | .....ปานกลาง | .....ดี   |

11. โปรแกรมมีความสะดวกในการใช้งาน .....ไม่สะดวก .....ปานกลาง .....สะดวก  
(Flexibility of software)

12. ช่วยเพิ่มศักยภาพในการทำงานของท่านหรือไม่ .....ไม่ช่วย ....ช่วยปานกลาง ....ช่วยได้มาก  
(Enhance work capability)

13. ความพอใจของท่านในการใช้โปรแกรมนี้ .....ไม่พอใจ .....ปานกลาง .....พอใจ  
(Satisfaction of software)

14. ท่านคิดว่า จุดเด่นของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นคือ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)  
(Strength of the software - more than one item can be selected)

.....ความสะดวกรวดเร็วในการทำงานของซอฟต์แวร์ (Convenience and easy to use)

.....ความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูล (Completion of the outcome)

.....รูปแบบและขั้นตอนในการป้อนข้อมูล (Format and process of data entry)

.....ความสมบูรณ์ของผลลัพธ์ที่แสดง (Correction and completion of data)

.....อื่นๆ (โปรดระบุ) (Etc. – Please specify)

15. ท่านคิดว่าจุดด้อยของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นคือ  
(Weak point of the software - more than one item can be selected)

.....ป้อนข้อมูลยาก (Difficult to enter data)

.....ข้อมูลเข้าใจยาก (Difficult to understand)

.....ข้อมูลไม่ครบถ้วนตามที่ต้องการ (Incompletion of data)

.....ซอฟต์แวร์ประมวลผลช้า (Software slow processing)

.....อื่นๆ (โปรดระบุ) (Etc. – Please specify)

16. ท่านคิดว่าควรพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมนี้ในส่วนใดบ้าง (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)  
(Which part of this software should be improved? – More than one item can be selected)

.....ความง่ายในการใช้งาน (Ease of usability)

.....การเชื่อมโยงกับซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีอื่นๆ (Linkage to other softwares)

.....อื่นๆ (โปรดระบุ) (Etc. – Please specify)

17. โปรแกรมนี้ควรจะพัฒนาต่อไปหรือไม่ มากน้อยเพียงใด .....ไม่ควร .....ควร  
(Should this software been improved in the future?) (Yes) (No)

**ส่วนที่ 3 วิจารณ์และข้อเสนอแนะ (Part 3 Comments and Suggestions)**

.....

.....

.....

.....

**Appendix C**  
Thai Safe Storage Software

**List of program files** (All files is in Attached CD, in ThaiSafeStorage floder)**Folder**

- Attach
- connection
- css
- DB
- images

**Files**

- law2\_files
- add\_file.html
- add\_file.php
- addinv2.lphp
- addnv.php
- changepwd.php
- chemprogram.php
- companyEdit.php
- conditionclass.php
- Copy of page1.php
- Copy of page2.php
- Copy of page3.php
- Copy of page4.php
- Copy of storagetype.php
- forgetpwd.php
- home.php
- index1.php
- index.php
- inputdata.php
- laws.html
- login.php
- login\_chk.php

loginerror.php  
logout.php  
outputdata.php  
page1.php  
page1\_copy.php  
page2.php  
page3.php  
page4.php  
page5.php  
spec1.html  
spec1\_1.html  
spec2.html  
spect2\_1.html  
spec3.html  
spec3\_1.html  
specification.php  
storagetype.php  
sttypadd.php  
sttypesave.php  
template.php  
wh1.html  
whDel.php  
whEdit.php  
whrequirement1.htm  
whrequirement.htm  
whrequirement.php  
withdrawMatt.php

**CURRICULUM VITAE**

**NAME** : Ms. Parita Khongsiroj

**BIRTH DATE** : July 16, 1978

**BIRTH PLACE** : Bangkok

| <b>EDUCATION</b> | <b>: <u>YEAR</u></b> | <b><u>INSTITUTE</u></b>   | <b><u>DEGREE</u></b>     |
|------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|
|                  | 2000                 | Mahidol Univ.<br>Thailand | B.Sc.<br>(Public Health) |

**POSITION** : Safety Officer

**WORK PLACE** : W.R.Grace (Thailand) Ltd.