

**INJURY AND MUSCULOSKELETAL PROBLEM REDUCTION OF
ROLLER CLEANING WORKERS: A CASE STUDY OF A
HYGIENIC PLASTIC FILM MANUFACTURER**

PUNNATUT WONGSASAN

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF
SCIENCE (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2015**

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

Thesis
entitled
**INJURY AND MUSCULOSKELETAL PROBLEM REDUCTION OF
ROLLER CLEANING WORKERS: A CASE STUDY OF A
HYGIENIC PLASTIC FILM MANUFACTURER**

.....
Miss Punnatut Wongsasan
Candidate

.....
Assoc.Prof. Pramuk Osiri,
Sc.D. (Industrial Hygiene)
Major advisor

.....
Assoc.Prof. Somporn Kantharadussadee-
Triamchaisri,
Ph.D. (Neuroscience)
Co-advisor

.....
Assoc.Prof. Dusit Sujirarat,
M.Sc. (Biostatistics)
Co-advisor

.....
Prof. Patcharee Lertrit,
M.D., Ph.D. (Biochemistry)
Dean
Faculty of Graduate Studies
Mahidol University

.....
Lect. Noppanun Nankongnab,
Ph.D. (Energy Technology)
Acting Program Director
Master of Science Program in
Occupational Health and Safety
Faculty of Public Health,
Mahidol University

Thesis
entitled
**INJURY AND MUSCULOSKELETAL PROBLEM REDUCTION OF
ROLLER CLEANING WORKERS: A CASE STUDY OF A
HYGIENIC PLASTIC FILM MANUFACTURER**

was submitted to the Faculty of Graduate Studies, Mahidol University
for the degree of Master of Science (Occupational Health and Safety)

on
February 28, 2015

.....
Miss Punnatut Wongsasan
Candidate

.....
Assoc.Prof. Yuthachai Bunterngchit,
Ph.D. (Safety Science),
Chair

.....
Assoc.Prof. Pramuk Osiri,
Sc.D. (Industrial Hygiene),
Member

.....
Assoc.Prof. Somporn Kantharadussadee-
Triamchaisri,
Ph.D. (Neuroscience),
Member

.....
Assoc.Prof. Dusit Sujirarat,
M.Sc. (Biostatistics)
Member

.....
Prof. Patcharee Lertrit,
M.D., Ph.D. (Biochemistry)
Dean
Faculty of Graduate Studies
Mahidol University

.....
Assoc.Prof. Prayoon Fongsathitkul,
Ph.D. (Environmental Engineering)
Dean
Faculty of Public Health
Mahidol University

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis can be successeded by the attentive support and guidance from my major advisor, Associate Professor Dr. Pramuk Osiri. A high appreciation was also, herein, conveyed to Associate Professor Dr. Somporn Kantharadussadee-Triamchaisri, Associate Professor Dusit Sujirarat were my co-advisors.

Special thanks to Assoc.Prof. Yuthachai Bunternngchit for become chairman of examination for the thesis defence examination and provided benefit recommendation to fulfill my research.

I would like to thanks participant who was the subjects in this study and special thanks for the supporting from management of the place where I had experimental this thesis.

I sincerely thanks to Mr. Chumnoom Khuankla for kindly supporting, helpful and good consultancy throughout this thesis.

Finally, I am deeply grateful to my Wongsasan family members including my friends for their cheerfulness and entirely care which inspired and encouraged me to do completely the research.

Punnatut Wongsasan

**INJURY AND MUSCULOSKELETAL PROBLEM REDUCTION OF ROLLER
CLEANING WORKERS: A CASE STUDY OF A HYGIENIC PLASTIC FILM
MANUFACTURER**

PUNNATUT WONGSASAN 5536391 PHOH/M

M.Sc. (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)

**THESIS ADVISORY COMMITTEE: PRAMUK OSIRI, Sc.D.,(INDUSTRIAL HYGIENE),
SOMPORN KANTHARADUSSADEE TRIAMCHAI SRI, Ph.D.,(NEUROSCIENCE), DUSIT
SUJIRARAT, Sc.M.,(BIOSTATISTICS)**

ABSTRACT

The improper working conditions for cleaning a hot roller machine of 100 - 140 degrees Celsius, 400-600 rpm, using 99% methanol in a kneeling posture (#1), squatting posture (#2) and then bent over close to the platform to clean the rollers. 100% of the workers experienced knee pain, 85.71% had wrist pain, 75% of their hands slipped on the roller machine, and 62.5% suffered from methanol exposure. Therefore, to prevent occupational hazards among workers, therefore, this study aimed to (1) study muscular problems and injury risks, (2) study elapsed cleaning time and the volumes of methanol used, and (3) to compare muscular problems and injuries, elapsed cleaning time, and methanol volume used before and after installing a cleaning machine. This was quasi-experimental design. There were eight male workers, aged 22-28 years old. Repeated REBA measurements were applied for posture #1, 96 times, for posture #2, 96 times, and (posture #3) after installing the cleaning tool, 96 times including abnormal index questionnaire, risk assessment pre- and post- instalment a new roller cleaning press, respectively.

Before using a new roller cleaning tool, the REBA scores of posture #1 and #2 among workers were at high levels. After using a new tool, the scores for posture #3 were significantly reduced to a medium score level significantly ($p < 0.05$). For abnormal index, pre- instalment of the hot roller cleaning tool, the lowest, highest, and average score were 3.30, 3.50 and 3.30, respectively. For post- instalment of the hot roller cleaning tool, the lowest, highest and, average score of abnormal index were 1.00, 2.00 and, 1.55, respectively. Elapsed cleaning time and methanol volumes were higher than pre- instalment the cleaning tool. The injury risk level before and after the experiment for hand being caught in the machine, pain knee pain, burns, and exposure to methanol were reduced.

A roller cleaning tool would efficiently reduce muscular problems and injury risk, even it took a longer time and higher methanol volume to clean the hot roller.

**KEY WORDS: RISK ASSESSMENT/ REBA/ ABNORMAL INDEX/ HYGIENIC PLASTIC
FILM/ CLEANING MACHINE**

109 pages

การลดการบาดเจ็บและปัญหาทางกล้ามเนื้อและกระดูกในคนงานทำความสะอาดลูกกลิ้ง: กรณีศึกษาโรงงานผลิตแผ่นพลาสติกปลอดเชื้อ

INJURY AND MUSCULOSKELETAL PROBLEM REDUCTION OF ROLLER CLEANING WORKERS: A CASE STUDY OF A HYGIENIC PLASTIC FILM MANUFACTURER

บัณฑิต วงษาสันต์ 5536391 PHOH/M

วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ประมุข โอศิริ, Sc.D.(INDUSTRIAL HYGIENE), สมพร กันทรคุยฎี เตรียมหัยศรี, Ph.D., (NEUROSCIENCE), คุณิต สุจิรารัตน์, M.Sc., (BIostatistics)

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยคนงานต้องเข้าไปทำความสะอาดลูกกลิ้งซึ่งมีอุณหภูมิที่หน้าสัมผัสของลูกกลิ้งสูงถึง 100 -140 องศาเซลเซียส หมุนด้วยความเร็ว 400 – 600 รอบต่อนาที ด้วยท่าทางที่ยากลำบาก คือ ทำนั่งคุกเข่า (ท่าที่ 1) และทำนั่งพับเพียบ (ท่าที่ 2) แล้วก้มตัวลงเช็ดทำความสะอาดลูกกลิ้งร้อนด้วยผ้าดิบที่ชุบเมทานอลที่มีความเข้มข้นถึง 99% ซึ่งบิดให้หมาด และไหลตัวไปเรื่อยๆ บนพื้นทางเดินของเครื่องจักร พบว่าพนักงาน 100% เคยมีอาการเจ็บเข่า 85.71% เคยมีอาการเจ็บที่ข้อมือ 75% มือเคยลื่นไหลไปตามแนวการหมุนของลูกกลิ้ง 62.5% เคยสัมผัสกับเมทานอลโดยตรง เพื่อเป็นการป้องกันอุบัติเหตุของคนงาน ดังนั้น การศึกษานี้จึงได้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาความเสี่ยงของปัญหาของกล้ามเนื้อและความเสี่ยงจากการบาดเจ็บ (2) เพื่อศึกษาเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด ปริมาณเมทานอลที่ใช้ (3) เพื่อเปรียบเทียบความเสี่ยงของปัญหาการบาดเจ็บ ปัญหาทางด้านกล้ามเนื้อ เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด และปริมาณเมทานอลที่ใช้ ก่อนและหลัง การติดตั้งเครื่องทำความสะอาดลูกกลิ้งร้อน ออกแบบการศึกษาแบบกึ่งการทดลอง คนงานชายจำนวน 8 คน อายุระหว่าง 22 – 28 ปี โดยการวัดซ้ำๆ ด้วย REBA สำหรับท่าที่ 1 จำนวน 96 ครั้ง, ท่าที่ 2 จำนวน 96 ครั้ง และท่าที่ 3 (หลังการติดตั้งเครื่องทำความสะอาดลูกกลิ้ง) จำนวน 96 ครั้ง รวมทั้งมีการประเมินดัชนีความผิดปกติ และการประเมินความเสี่ยงก่อนและหลังการติดตั้งเครื่องทำความสะอาดลูกกลิ้ง

ก่อนการติดตั้งเครื่องทำความสะอาดลูกกลิ้งร้อน พบว่าคะแนน REBA ของท่าที่ 1 และท่าที่ 2 มีความเสี่ยงสูงมาก หลังการติดตั้ง พบว่าความเสี่ยงของท่าที่ 3 ลดลงเป็นระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$). สำหรับดัชนีความผิดปกติ ก่อนการติดตั้งมีค่าต่ำสุด สูงสุด และค่าเฉลี่ย ดังนี้ 3.30 3.50 และ 3.30 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับ ทนไม่ได้ หลังการติดตั้งมีค่าต่ำสุด สูงสุด และค่าเฉลี่ย ดังนี้ 1.00 2.00 และ 1.55 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับ ปัญหาเล็กน้อยพอทนได้ เวลาและปริมาณเมทานอลที่ใช้ในการทำความสะอาดมีค่าเพิ่มมากขึ้น ความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการถูกหนีบ เจ็บเข่า สัมผัสกับลูกกลิ้งร้อน ผิวหนังสัมผัสกับเมทานอล และเมทานอลกระเด็นเข้าตา หลังจากติดตั้งลดลงทุกกรณี

เครื่องทำความสะอาดลูกกลิ้งสามารถลดปัญหาทางด้านกล้ามเนื้อและการบาดเจ็บ ได้เป็นอย่างดี ถึงแม้ว่าจะใช้เวลาปริมาณเมทานอลในการทำความสะอาดเพิ่มมากขึ้นก็ตาม

CONTENTS

	Page
ACKNOWLEDGEMENTS	iii
ABSTRACT (ENGLISH)	iv
ABSTRACT (THAI)	v
LIST OF TABLES	vii
LIST OF FIGURES	ix
CHAPTER I INTRODUCTION	1
CHAPTER II LITERATURE REVIEW	18
CHAPTER III RESEARCH METHODOLOGY	34
CHAPTER IV RESULTS	50
CHAPTER V DISCUSSION	76
CHAPTER VI CONCLUSION AND RECOMMENDATION	81
REFERENCES	85
APPENDICES	87
Appendix A	88
Appendix B	96
Appendix C	97
Appendix D	98
Appendix E	107
Appendix F	108
BIOGRAPHY	109

LIST OF TABLES

Table	Page
2.1 Severity classifications that affect on humans and property.	20
2.2 Severity classifications that affect on community.	21
2.3 Criteria of probability.	21
2.4 Probability classification.	23
2.5 Risks Assessment is determined by Probability and Severity.	23
4.1 Results of risk assessment in pre-installing hot-roller cleaning tool.	51
4.2 Results of risk assessment in post-installing the hot-roller cleaning tool.	53
4.3 Results of comparison in pre- and post-installing hot-roller cleaning tool.	55
4.4 The average and standard deviation of each operator.	60
4.5 Results of REBA score in pre-(posture 1 and 2) and post-installing (posture 3) hot-roller cleaning tool.	61
4.6 Comparing REBA scores between posture 1, 2 and 3.	62
4.7 Abnormal Index in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.	63
4.8 Comparing Abnormal Index in pre-installing and post-installing hot roller cleaning tool.	63
4.9 Methanol usage to clean in pre- and post-installing.	64
4.10 Comparing of methanol volume to clean in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.	64
4.11 Time to clean in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.	65
4.12 Comparing of time to clean in pre- and post-cleaning hot roller cleaning tool.	65
4.13 Number of times that film was wrapped up roller/100 cleanings.	66
4.14 Load of knees and left wrist of pre-installing hot roller cleaning tool.	69
4.15 Relationships between body weight, knees and left wrist for cleaning hot roller in pre-installing hot roller cleaning tool.	71

LIST OF TABLES (cont.)

Table	Page
4.16 The average of pushing force to clean hot roller in pre- and post-installing hot roller cleaning tool in posture 1, 2 and 3.	72
4.17 Comparing of a wrist to clean hot roller in each posture.	73
4.18 Satisfaction of post-installing hot roller cleaning tool.	74
4.19 Comparing of worker knowledge about using hot roller cleaning tool in pre- and post-training knowledge.	75

LIST OF FIGURES

Figure	Page
1.1 Direction of roller's spin and a point that might have accident from pulling from roller.	2
1.2 Improper working postures of roller cleaning.	3
1.3 Work postures and hazards of roller cleaning.	5
1.4 Concepts to Design Hot Rollers Cleaning Tool.	6
1.5 Posture 1 (Pre-installing).	10
1.6 Posture 2 (Pre-installing).	10
1.7 Posture 3 (Post-installing).	11
1.8 Main components of a tool for cleaning hot rollers.	12
1.9 Posture 1: Pressure on knees and hands for 4 positions from 1 to 4.	14
1.10 Posture 2: Pressure on hands and hip for 4 positions from 5 to 8.	15
1.11 Posture 1: Pressure on knees and hands for 4 positions from 9 to 12.	16
1.12 Posture 2: Pressure on hands and hip for 4 positions from 13 to 16.	17
2.1 Loss Causation Model of Bird & Germain(1986).	18
2.2 Human muscle structures.	24
2.3 Cross section of muscles.	25
2.4 Digital Force Gauge	28
2.5 Designed Handle level for adjustable height.	30
2.6 Designed cleaning head for cleaning cloth replacement.	31
2.7 Show two stations of loading and unloading cleaning cloth.	32
2.8 Show work posture of pre- and post-installing hot roller cleaning tool.	33
3.1 Tools for Hot Roller Cleaning.	37
3.2 Calibration weight scales by the standard weight.	38
3.3 Weighting of employees' weight.	39
3.4 Positions of weighting scale for posture 1: kneeling (non- movement)	39

LIST OF FIGURES (cont.)

Figure	Page
3.5 Positions of weighting scale for posture 2: squatting (non-movement).	40
3.6 Position of the weighting scales for posture 1 and posture 2 at position 4 and 8, respectively.	41
3.7 Calibration weight scales by the standard weight.	41
3.8 weighting of employees' weight.	42
3.9 The positions of set weighting scale for posture 1: kneeling (movement).	43
3.10 The positions of set weighting scales for posture 2: squatting (movement).	44
3.11 The positions of a digital force gauge for measuring force of posture 3 : post- installing hot roller cleaning.	45
3.12 The process of data collection for methanol consumption in cleaning hot roller.	46
3.13 The process of data collection for cleaning cloth in pre-improvement.	47
3.14 The process of data collection for cleaning cloth in post-improvement.	48
4.1 The Major risks on accident in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.	59
4.2 Reference position of posture 1 (kneeling) and posture 2 (squatting), non-movement.	67
4.3 Reference position of posture 1 (kneeling) and posture 2 squatting, while moving.	68

CHAPTER I

INTRODUCTION

1.1 Background and Significance of Problems

Statistics of Accident from the Office of Labor Safety, Department of Labor and Welfare under Ministry of Labor during 2003 – 2011, the tendencies of the accidents are declining. The highest injury is still from cutting. For accidents from pulling is ranked no.5 of 10 in workplace where working with roller or machines that can pull fingers¹.

There are many workplace have roller machines or pulling or pressing. For workplace where producing hygienic plastics are main raw materials for infant products, for example, infant napkins, female products; sanitary napkins, sanitary pads and elderly products; absorptive pants, tape diaper, supplementary permeation sheets and urinary incontinence pads, etc. These products are necessary products in daily life. Thus, industries of the products grow up rapidly, the production process use rollers to melt plastic pellets to get filaments and the filaments will pass through hot rollers for its combinations. Normally, the surface rollers' temperature is about 100 – 140 Celsius, speed at 400 – 600 rounds/min. The hot rollers emit vapors of monomer that sticks on the rollers and may wrap up that can cause the emergency shutdowns. The emergency case will affect to down time for cleaning and starting again about 0.5 – 1 hour in each time.

Therefore, the methods to prevent filaments stick on the rollers and emergency shutdowns, operators need to clean the rollers in every 2.5 – 3 hours or every time before starting each production at an average of 8 – 12 times daily. Each cleaning must be done while the rollers are at 400 – 600 rounds/min. In the cleaning process, operators may expose to methanol. The cleaning process may be a cause of accident as follows;

- 1) Hazards on accidents of working with rollers.

Rollers are typically diameters of 0.3 meters, length of 5 meters, are made by metal coating with ceramics, at 400 – 600 rounds/min as shown in figure: 1.1

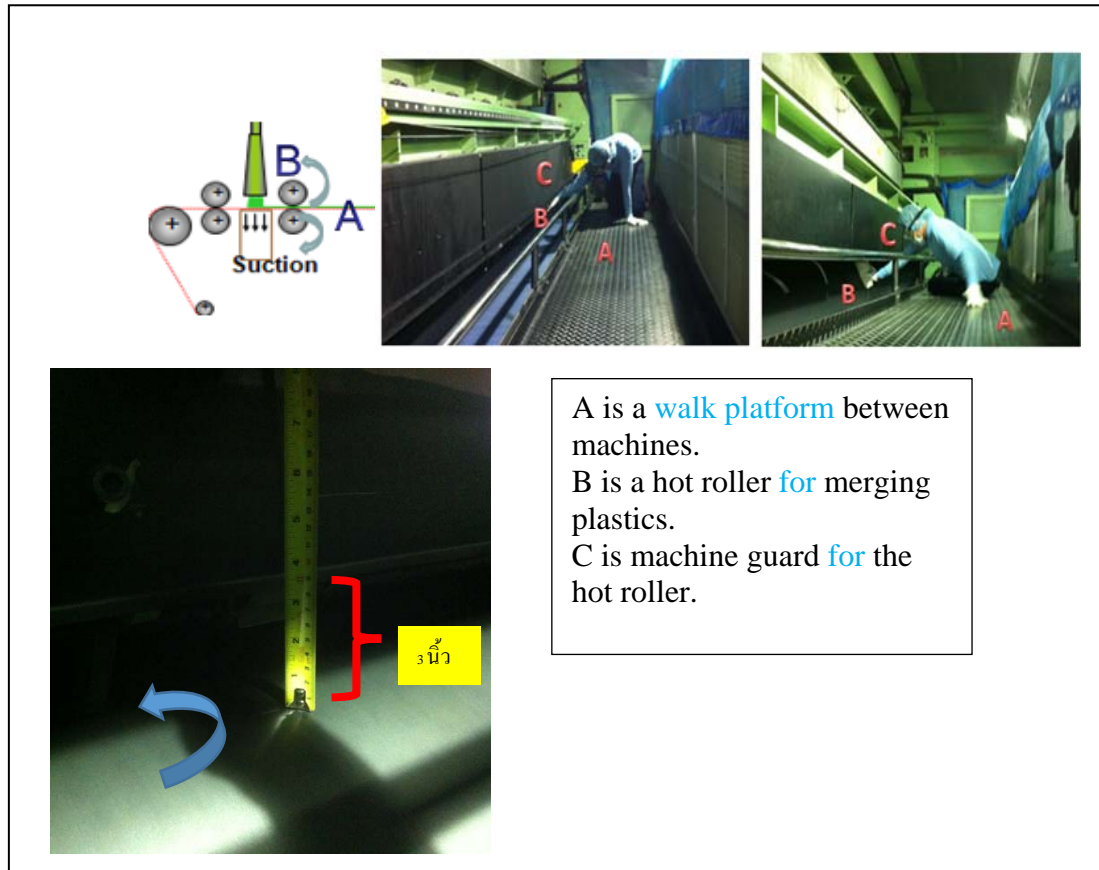


Figure 1.1: Direction of roller's spin and a point that might have accident from pulling from roller.

Operators must kneeling or sliding on Platform – A while cleaning the hot roller with methanol dipped cloth, which temperature on the roller's surface about 100 – 140 Celsius and speed at 400 – 600 rounds/min. in anti-clockwise from front view. Operator's hand may get caught between rollers and may results in lost day away from work.

2) Hazard from improper postures

Each roller cleaning, employees are necessary to crawl their knees and their knees can be injured. This symptom is Medial Meniscus², osteoarthritis of the knees, due to kneeling for a long time as shown in figure 1.2. Operator uses left hand

to support his body and uses his right hand to clean rollers by sliding along the roller. It makes his left hand supporting his own weight and the right ligament of wrist muscle may be inflamed and injured. The right hand of the operator need to press on the roller hardly. The right hand wrist may be injured as shown in figure 1.3.



Figure 1.2: Improper working postures of roller cleaning.

3) Hazards on hot-surface.

Operator's hand might touch hot roller with 100 – 140 Celsius and can get burn.

4) Hazards of methanol effect³

Inhalation: Causes mild central nervous system (CNS) depression with nausea, headache, vomiting, dizziness, incoordination and an appearance of drunkenness. Metabolic acidosis and severe visual effects can occur following an 8-24 hour latent period. Coma and death, usually due to respiratory failure, may occur if medical treatment is not received. Visual effects may include reduced reactivity and/or increased sensitivity to light, blurred, double and/or snowy vision, and blindness.

Eye Contact: Moderate eye irritant.

Skin Contact: In general, primary alcohols such as methanol are not considered to be irritant to the skin. Repeated or prolonged exposure to methanol may cause dry, itchy, scaling skin (dermatitis).

Skin Absorption: Can be absorbed through the skin and cause harmful effects as described in “Inhalation” above.

Skin Sensitization: Not considered to be a sensitizer.

Respiratory Sensitization: Not considered to be a sensitizer

Ingestion: There have been reports of accidental or intentional ingestion of methanol although ingestion is not a typical route of occupational exposure. Ingestion of as little as 10 ml of methanol can cause blindness and 30 ml (1 ounce) can cause death if victim is not treated. Ingestion causes mild central nervous system (CNS) depression with nausea, headache, vomiting, dizziness, incoordination and an appearance of drunkenness. Metabolic acidosis and severe visual effects can occur following an 8-24 hour latent period. Coma and death, usually due to respiratory failure, may occur if medical treatment is not received. Visual effects may include reduced reactivity and/or increased sensitivity to light, blurred, double and/or snowy vision, and blindness.

Fire and Explosion

Consideration of fire and explosion will determine from the percentage of LEL (Lower Explosive Limit) and UEL (Upper Explosive Limit). LEL is the minimum concentration (% in air) of a substance in air which is required for ignition, concentrations below the LEL will not ignite. UEL is the maximum concentration (% in air) of a substance in air which is required for ignition. Concentration above the UEL will not ignite. LEL - UEL range of methanol is between 6 – 36.5.

It may conclude that cleaning the rollers; operators will be at risk by getting caught between hot rollers, expose to hot rollers, and methanol including muscle injury due to improper postures as shown in figure 1.3.

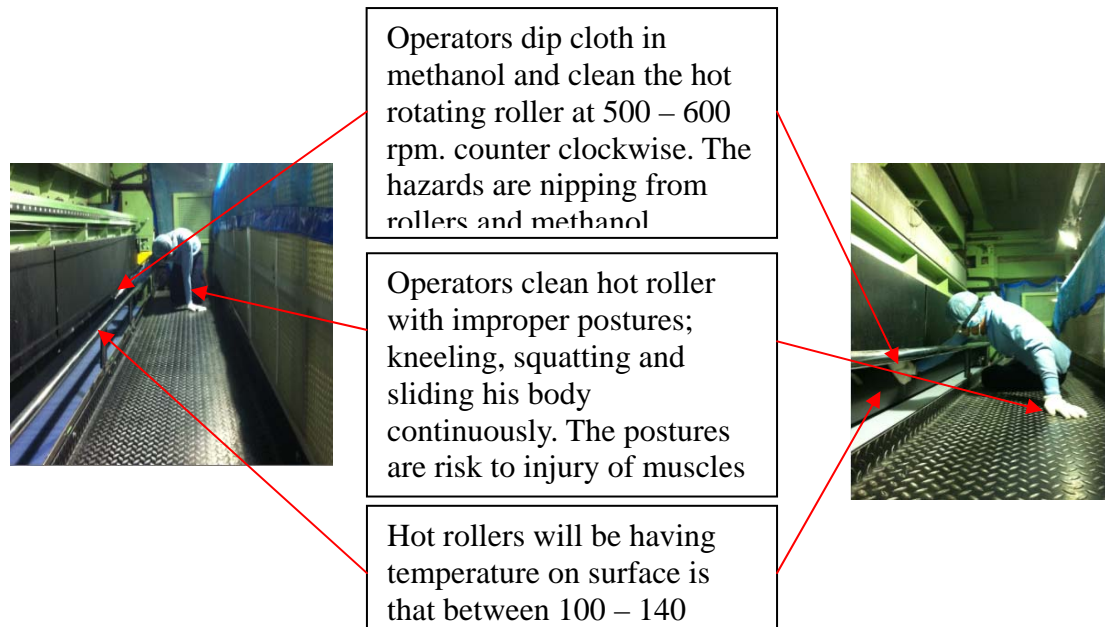


Figure 1.3: Work postures and hazards of roller cleaning.

From the questionnaires, it found that 100% of workers who clean the hot roller have pain on knees, after cleaning hot roller from squatting, 85.71% pain on wrist from kneeling or squatting, 75% hands slip and jerk by the direction of hot roller and 62.5% expose to methanol directly.

In addition, the results from Abnormal Index⁴ of physical and mental fatigue by subjective showed the average of AI 3.29 with the minimum of 3.00 and maximum of 3.68 from roller cleaning workers. This AI was very high as unacceptable.

To follow the company's policy for accident prevention, medical treatment case, especially pulling or pressing from critical spinning point of rollers, falling down from different steps and get crash from machines, the company assigns worker to identify hazards to improve working conditions especially hot roller cleaning.

From consideration of hazards that might occur by cleaning the rollers. The author therefore designs a tool for cleaning the hot rollers, cooperating with

production and technology development department to reduce risk of accident and muscles problems.

To design the tool for cleaning hot rollers, the principles are operators must not contact rotating point or nipping point directly. Cleaning postures must meet the ergonomics design; type of handle often affects on force capacity. Typically, maximum pulling force in common people are able to handle with two hands without overlap between hands. Diameters of this handle should be 3.8 – 5.1 cm.⁵ and also should have the average length of 13 cm. The above size is recommended in various performances related to handling materials with hand including grabbing force. Pulling force and postures are related in each other. Stability of body is originated when standing and forcing with legs. Standing push-pull strength is more than kneeling push-pull strength. However, from the study of Davis and Stubbs (1980)⁵ the strength will increase when legs apart⁵. For pushing, one leg should lean to front and another is back. Different of height (distance of floor to handle) will be indicated in both female and male, in the case around 135 – 157 cm. and 144 – 164 cm. as Maximal Acceptable Force Limits (MAFs) by Snook and Ciriello (1991)⁶, etc.

Thus, the results from risk assessment of cleaning hot rollers showed an unacceptable risk. The researches designed a tool for cleaning rollers based on ergonomics⁵, cooperating with production department and technology development as figure 1.4. To reduce risks of accidents and also muscle problems that might be occurred with operators who perform cleaning the hot rollers.

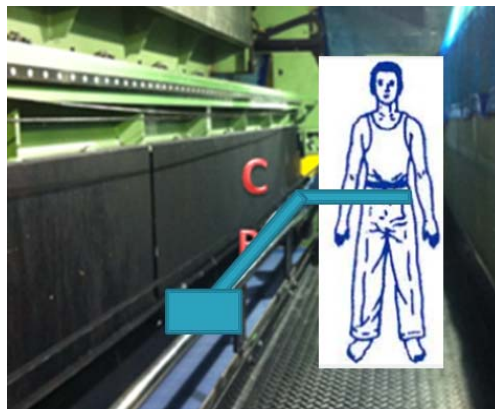


Figure 1.4: Concepts to Design Hot Rollers Cleaning Tool

1.2 Research Problems

Using a tool for cleaning hot rollers can reduce risks of accident and also muscle injury of roller cleaning operators.

1.3 Objectives of the Research

General objective

To study the outcome of a designed tool for hot roller cleaning on reducing risks of accidents and injury.

Specific objective

- 1) To assess risks from injury, using methanol, thermal contact and nip points, workers' postures to press and clean rollers.
- 2) To reduce injury of muscle from improper work postures.
- 3) To reduce volume of methanol.
- 4) To increase cleanness of rollers, to reduce number of times of wrap up film and also to reduce quantity of cloth in cleaning and time.

1.4 Research Assumptions

- 1) The risk of working with designed tool for roller cleaning is lower than present operation.
- 2) Injury of muscles from using designed cleaning roller tool is less than the present operation.
- 3) Volume of methanol using is less than the present operation.
- 4) Cleanness of rollers, number of times of wrap up film and also quantify of cloth in cleaning and time are better than the present operation.

1.5 Research Scopes

The study is at a non-woven hygienic plastic production department in a manufacturer in Eastern Industry Estate. The hot rollers are made of steel with ceramic coating. The temperature of hot rollers is 100⁰C to 140⁰C. The roller speed is 400 to 600 rpm.

1.6 Variables

1.6.1 Independent variables

Method of cleaning roller by hand and by designed tool for roller cleaning.

1.6.2 Dependent variables

1) Injury risk (pulling, nipping, expose to methanol, thermal contact from rollers)

2) Result of the assessment of REBA.

3) Abnormal Index.

4) Volume of methanol to clean rollers.

5) Time to clean.

6) Cleanness of rollers.

7) Quantity of cloth for cleaning.

1.6.3 Control variables

1) Types of cloth for cleaning.

2) Concentration of methanol.

3) Size of cloths.

1.7 The expected outcome.

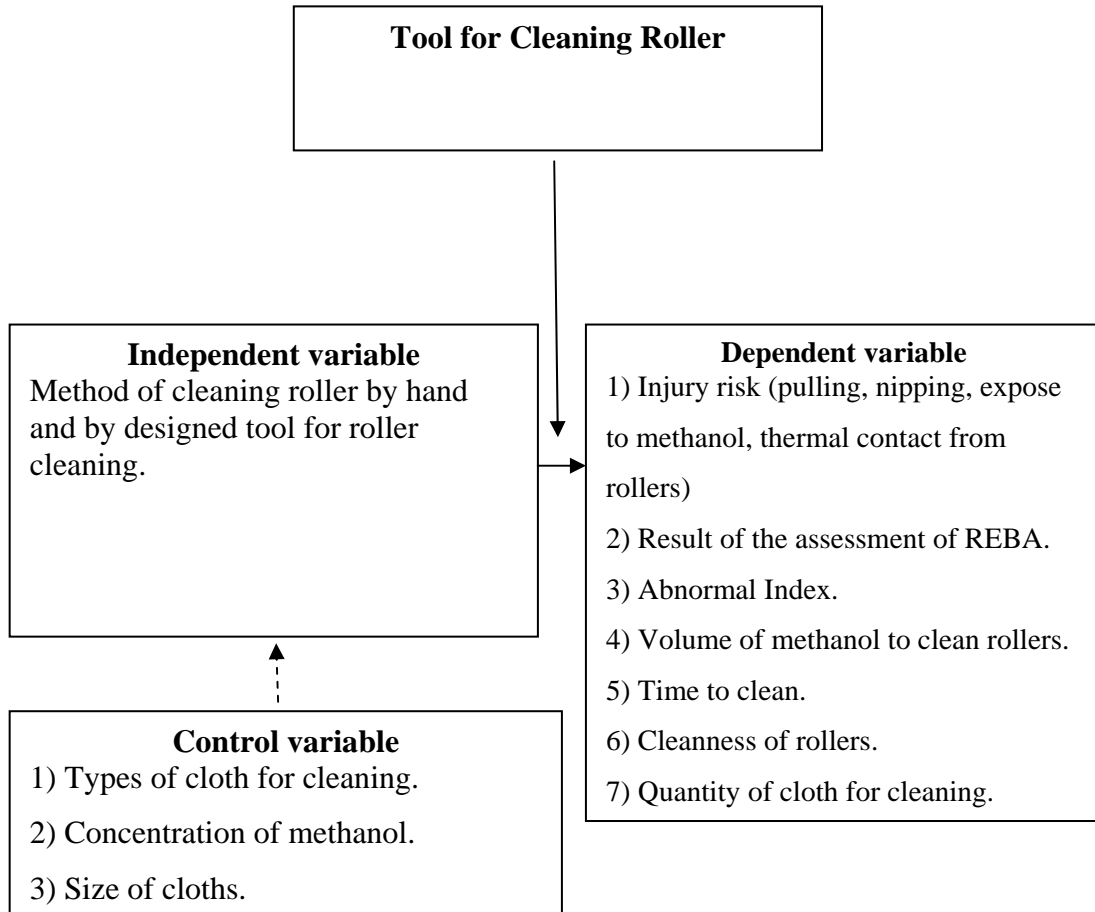
- To reduce opportunities of workers' accidents from pulling, nipping, and inflame, because operators do not touch the hot rotating rollers directly.

- To reduce opportunities of injury from improper work postures of workers.

- Volume of methanol will be reduced for cleaning hot rollers.

- To develop a higher safety standard.

1.8 Conceptual framework



1.9 Operational Definitions

1. Improvement to clean hot rollers means the designing and installing a tool for cleaning hot rollers.

2. Risks mean the results of probability and severity by referring results of risk assessment based on the company's procedure.

3. Risks level means the level of risks from 1-5 (low risk to very high risk)

4. Injury means losing or damage done to operator due to accidents.

5. Injury of muscles mean any ligament of muscle gets injury and it also might be affected to other organs.

6. Hazard areas mean methanol expose area and risky area at rollers.

7. Personal factors in work operation mean workers get muscle injury, for example; Gout, etc. Even some employees have experienced by accidents and surgery that might be affected on muscle's pain.

8. Abnormal Index means the index for fatigue evaluation in both physical and psychological after working to complete cycle using their feelings.

9. Working postures mean worker postures to clean pre- and post-installing a tool for cleaning hot rollers which consist of 3 postures as follows:

Posture 1: Kneeling (Pre-installing)



Figure 1.5: Posture 1 (Pre-installing)

Posture 2: Squatting (Pre-installing)



Figure 1.6: Posture 2 (Pre-installing)

Posture 3: Post-Installing.



Figure 1.7: Posture 3 (Post-installing)

10. To clean rollers with machine means workers use a tool to clean hot rollers instead of kneeling or squatting to clean hot rollers as follows:

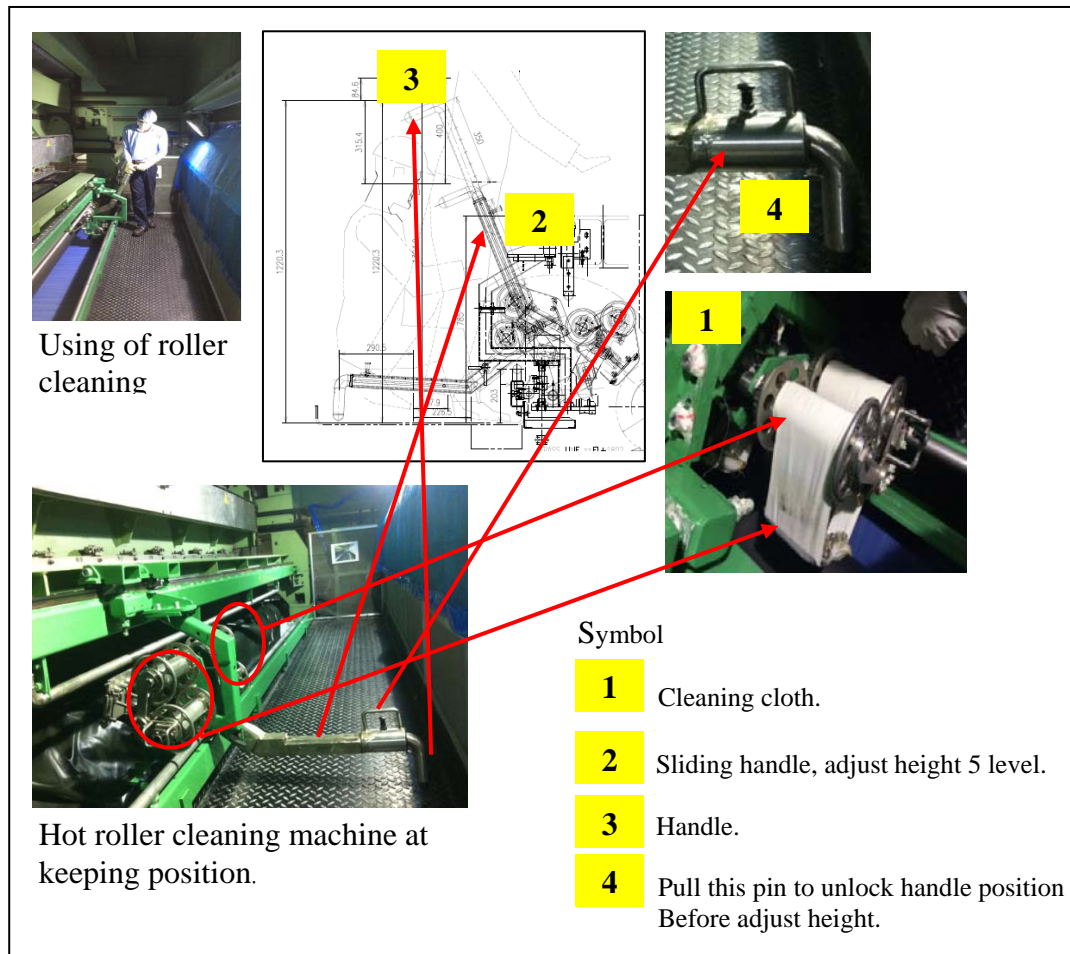


Figure 1.8: Main components of a tool for cleaning hot rollers.

11. Training how to use a tool for cleaning hot rollers means training employee to clean hot rollers safety.

12. Injury risk means the probability of workers to be pulled or nipped by hot rollers.

13. Risk on methanol exposure means the probability and severity of methanol exposure.

14. Risk on contacting hot surface of roller means the probability and severity of contacting hot roller at 100⁰C to 140⁰C.

1.5 Pressing force to clean rollers means that pressure by hand presses down to cloth for cleaning hot rollers.

1.6 Result of REBA assessment means the scores that are calculated by the REBA form of posture 1; kneeling (pre-installing), posture 2; squatting (pre-installing) and posture 3; post-installing a tool for cleaning hot roller.

1.7 Volume of methanol uses to clean rollers means that volume of methanol that cleans hot rollers in each time.

1.8 Cleanness of roller means the hot roller with no monomer causing of wrap up film and shut down the operation.

1.9 Number of times of wrap up film means the number of times in wrap up hot rollers with plastic film due to monomer.

20. Quantity of cloth to clean in each time means the quantity of cloth for cleaning hot roller.

21. Time of cleaning means working hours of employee to clean hot roller.

22. Satisfaction on cleaning means the satisfactory scores of employees to clean hot roller.

23. Knowledge of pre- and post-training means the pretest/posttest training in using a tool for cleaning hot roller.

24. Distance to machine means the distance that employee cleans hot roller from one end to another.

25. Type of cleaning cloth means the cotton cloth.

26. Concentration of methanol means the 99.98% methanol for cleaning hot roller.

27. Force measuring point means that point of force measuring the contacting point of the body.

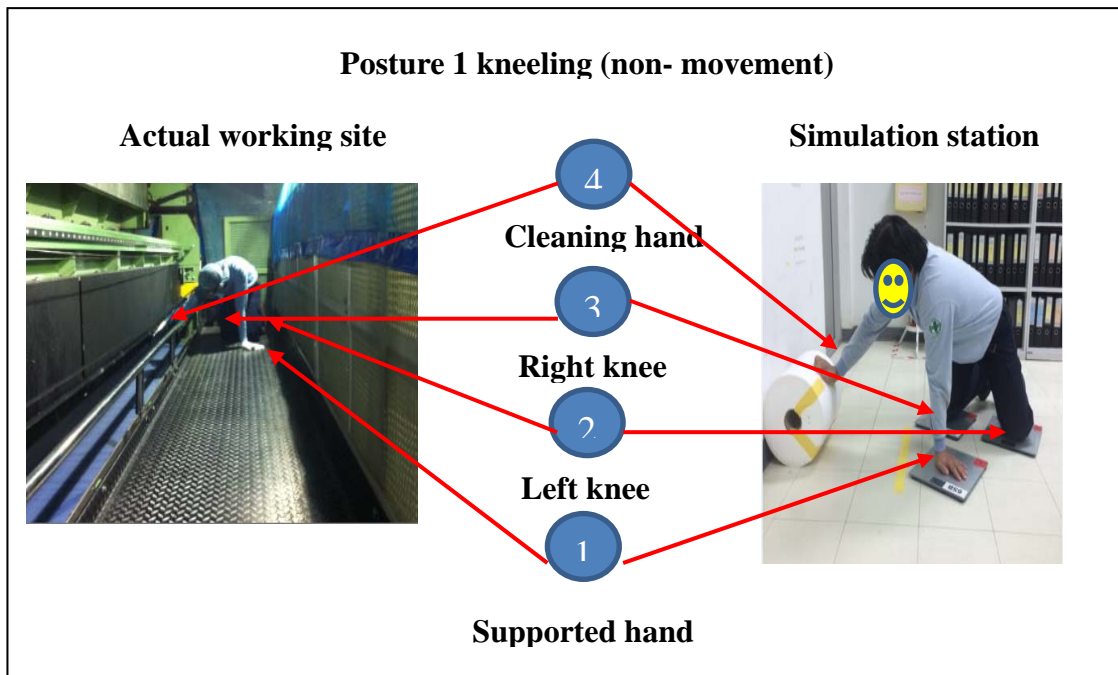


Figure 1.9 Posture 1: Pressure on knees and hands for 4 positions from 1 to 4.

Position 1: Left hand supports body in posture 1: kneeling (pre-installing, non- movement)

Position 2: Left knee in posture 1: kneeling (pre-installing, non- movement)

Position 3: Right knee in posture 1: (pre-installing, non- movement)

Position 4: Right hand pushing against roller with methanol cloth in posture 1: kneeling (pre-installing, non- movement)

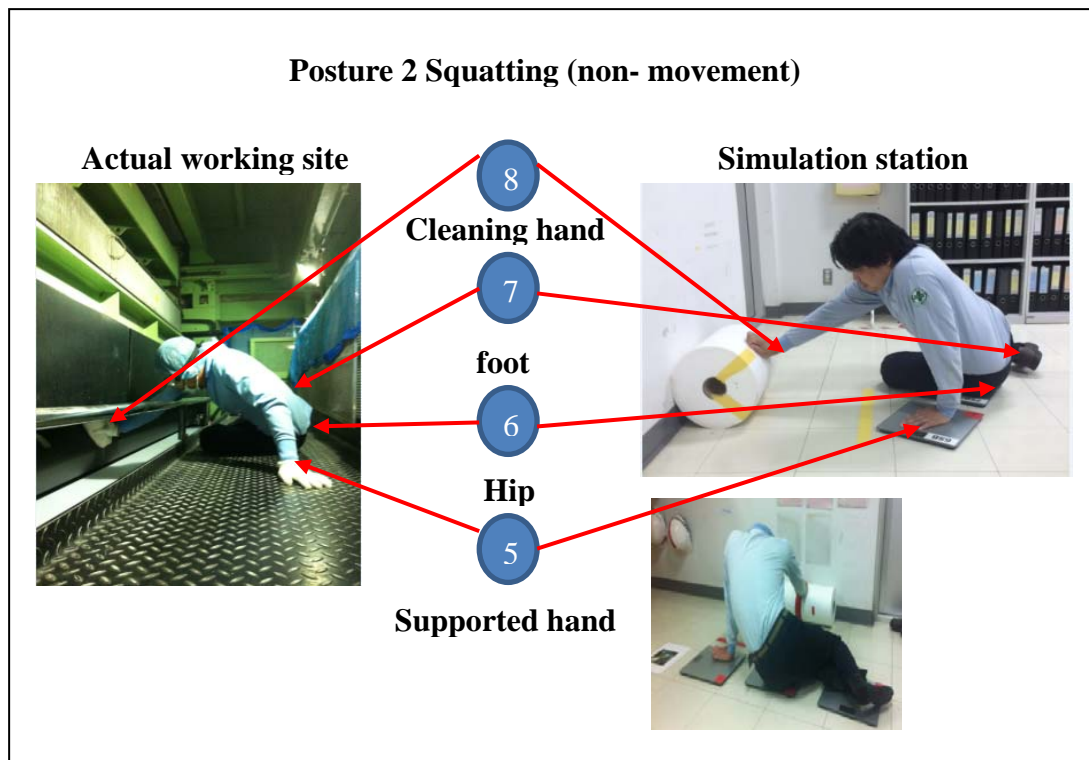


Figure 1.10 Posture 2: Pressure on hands and hip for 4 positions from 5 to 8.

Position 5: Left hand supports body in posture 2: squatting (pre-installing, non- movement)

Position 6: Hip in posture 2: squatting (pre-installing, non- movement)

Position 7: Feet in posture 2: squat sit (pre-installing, non- movement)

Position 8: Right hand pushing against roller with methanol cloth in posture 2: squatting (pre-installing, non- movement)

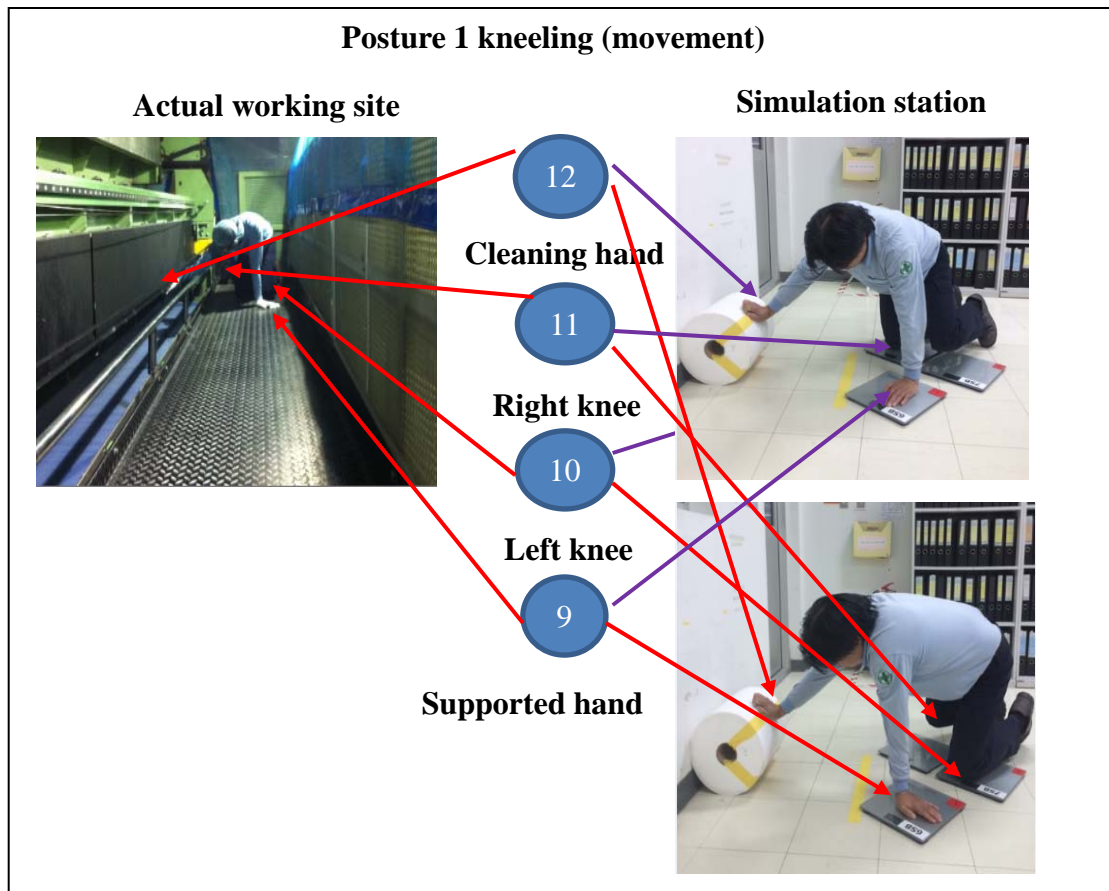


Figure 1.11 Posture 1: Pressure on knees and hands for 4 positions from 9 to 12.

Position 9: Left hand supports body in posture 1: kneeling (pre-installing, movement)

Position 10: Left knee in posture 1: kneeling (pre-installing, movement)

Position 11: Right knee in posture 1: kneeling (pre-installing, movement)

Position 12: Right hand pushing against roller with methanol cloth in posture 1: kneeling (pre-installing, movement)

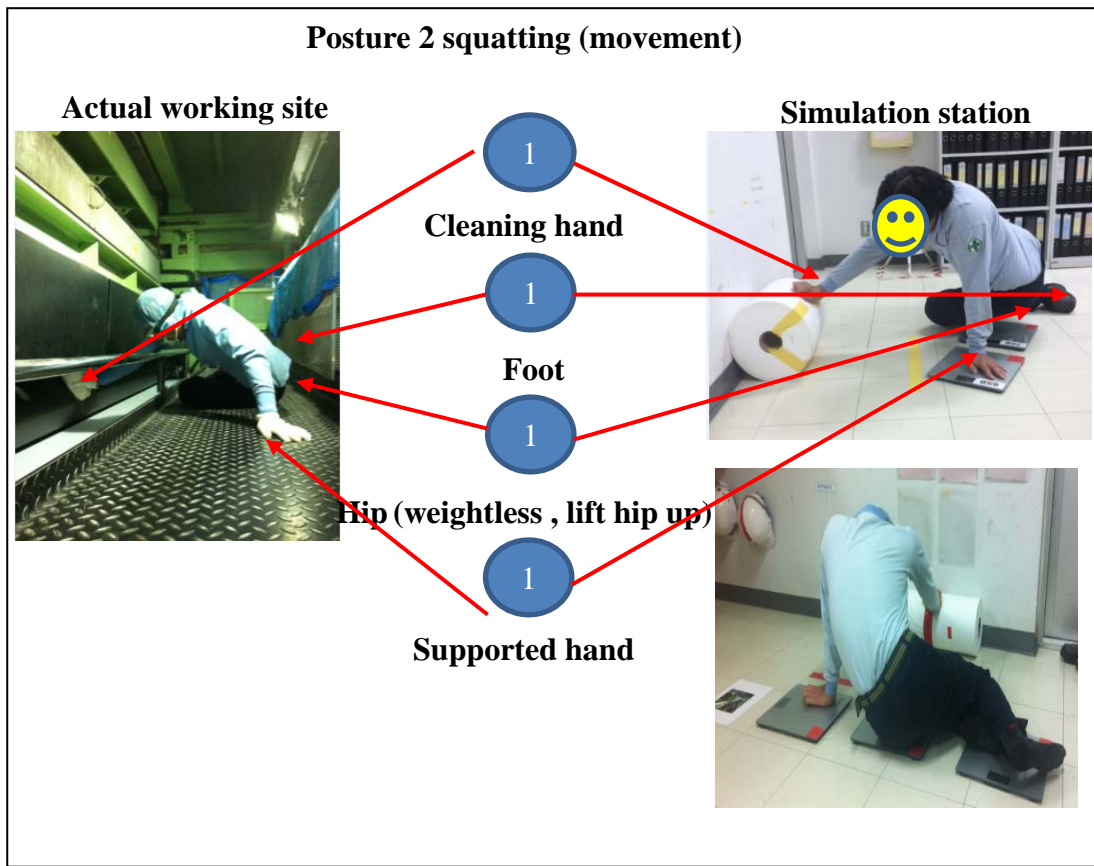


Figure 1.12 Posture 2: Pressure on hands and hip for 4 positions from 13 to 16.

Position 13: Left hand that supports body in posture 2: squatting (pre-installing, movement)

Position 14: Hip in posture 2: squatting (pre-installing, movement)

Position 15: Feet in posture 2: squatting (pre-installing, movement)

Position 16: Right hand pushing against roller with methanol cloth in posture 2: squatting (pre-installing, movement)

CHAPTER II

LITERATURE REVIEW

2.1 Risks of Accident

Refer to Loss Causation Model of Bird & Germain (1986)⁷ shows the cause of accident as Figure 2.1.

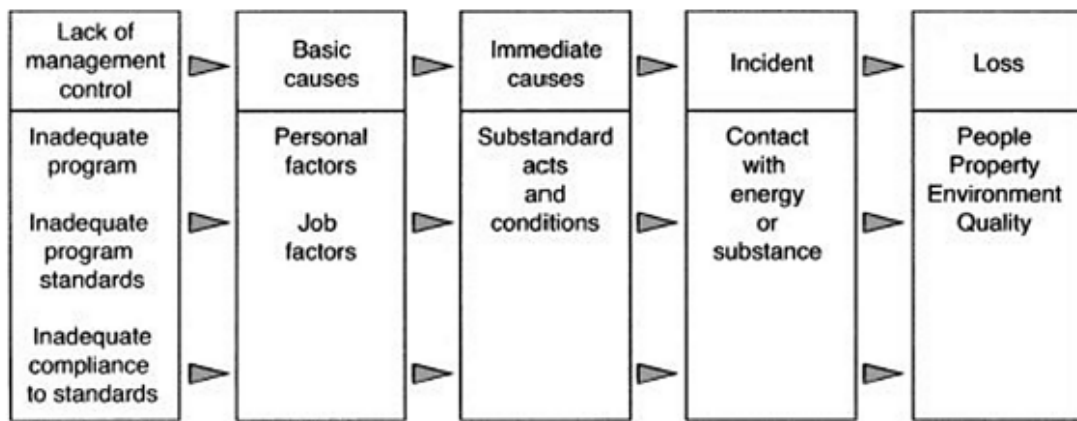


Figure 2.1 Loss Causation Model of Bird & Germain (1986)

Root Cause is a lack of control to perform a management system, system standard by laws or company standard.

Basic cause is personal factors and work factors.

Immediate causes is substandard practices and conditions.

The above factors are all causes of accident that become injury and loss.

2.2 Principles of Risk Assessment

By the rules of Department of Industrial Works for hazard identification in risk assessment and risk management plan B.E. 2543 requires the industries have to proceed the risk assessment as follows:

- 1) Checklist
- 2) What if analysis
- 3) Hazard and Operability Study (HAZOP)
- 4) Fault Tree Analysis
- 5) Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)
- 6) Event Tree Analysis

In addition to six methods of the above risk assessments, the Department of Industrial Works allows other risk assessments for those industries, if there is an approval by this department.

Risk assessment guideline by the Thai Industrial Standard is another method accepted by the Department of Industrial Works. The company applies this method to meet the company requirement. The results of risk assessment are from probability and severity as following:

Severity classification

Hazard effects are considered in 3 sections: people, property and community as follows:

Table 2.1 Severity classifications that affect on humans and property

Level	Severity	Description
1	Low	<p>1. A minor injury in First Aid treatment Case (FAC).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Injury in First Aid treatment Case (FAC). - Temporary hearing loss. - Fatigue. - Respiratory irritation. <p>2. Property damage less than 10,000 bath.</p>
2	Medium	<p>Receive medical treatment or gotten accident and cannot work in the same operation (Medical Treatment Case; MTC)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Injury with specific treatment. -Tearing wound or deep cut wound. -Burn. -Strong impaction. -Extreme sprained ankle and wrist. -A small crack bone. -A minor injury from work eg. dermatitis. -Hearing loss. -Bad reputation in some group only. -Property damage between 10,000 – 100,000 Baht.
3	High	<p>Serious injury or loses some organs or disability.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Any injury or illness that is caused by working and cannot back to work in the next day (day-off from doctor's approval is must) including pass away. -Lost reputation in national. -Chronic eg. Cancer. -Property damage more than 100,000 Baht. -Illegal in occupational health laws and safety.

Table 2.2 Severity classifications that affect on community

Level	Severity	Description
1	Low	No affect on community in 500 meters or a little nuisance on neighborhoods and be able to solve problems within 24 hours.
2	Medium	Affects on community > 500 meters and be able to solve problems within 2 weeks
3	High	Affects on community to be hospitalize or evacuation and death or property damage and more than 2 weeks for solving problems or government organizations intervene.

Probability classification:

Table 2.3 Criteria of probability.

Score Title	1 (Low)	2 (Medium)	3 (High)	Weight
1. No. of exposed persons.	1-3	4-6	> 6	3
2. Frequency and Duration of exposure.	< 16 hours per week.	Between 16-32 hours per week.	> 32 hours per week.	3
3. No. of past accidents.	No incident in a year.	1 – 3 times in a year.	> 3 times in a year.	3
4. Provide Work Instructions/ Procedures/ Regulations on Safety.	Available in written document and appropriate with risks.	Available in written document but no appropriate with risks.	Unavailable in written document.	3
5. Provide training for Work Instructions/Procedures/Safety rule.	Everybody gets training.	Some person gets training.	Nobody gets training.	2

Table 2.3 Criteria of probability (cont.)

Score Title	1 (Low)	2 (Medium)	3 (High)	Weight
5. Provide training for Work Instructions/Procedures/ Safety rule.	Everybody gets training.	Some person gets training.	Nobody gets training.	2
6. Follow Work Instructions/Regulations on Safety (See Safety Audit in article no. 9).	Everybody follows work instructions/regulations on safety correctly.	-	Some person do not follow work instructions/regulations on safety.	2
7. Personal Protective Equipment (PPE) and use.	Available and everybody uses	-	Available, but somebody uses/never/no PPE.	3
8. Safety design for equipment in hazardous area (Engineering Control/PM)	Available including PM on schedule.	Available, PM is not on the schedule.	No equipment or misuses	3
9. Safety Inspection.	Safety inspection and Record are available continuously.	Safety inspection is available but not continuously or never record.	No safety inspection.	2
10. Hazardous Warning	Hazardous Warning to related persons.	-	No warning or existed warning but not appropriate.	2

The percentage of hazardous probability is caused by:

$$\% \text{ hazardous probability} = \frac{\text{total score after weighting} \times 100}{(78 - \text{total score after weighting of none assessment title})}$$

Table 2.4: Probability classification.

Hazardous Probability Level	Score
Level 1: Low	0-34%
Level 2: Moderate	35-67%
Level 3: High	68-100%

Table 2.5: Risks Assessment is determined by Probability and Severity.

Probability	Severity		
	Level 3: High	Level 2: Moderate	Level 3: Low
Level 3: High 60-100%	Unacceptable Risk (5)	High Risk (4)	Moderate Risk (3)
Level 2: Moderate 35-67%	High Risk (4)	Moderate Risk (3)	Acceptable Risk (2)
Level 1: Low	Moderate Risk (3)	Acceptable Risk (2)	Low Risk (1)

2.3 Injury of Muscles

Muscles System¹⁰

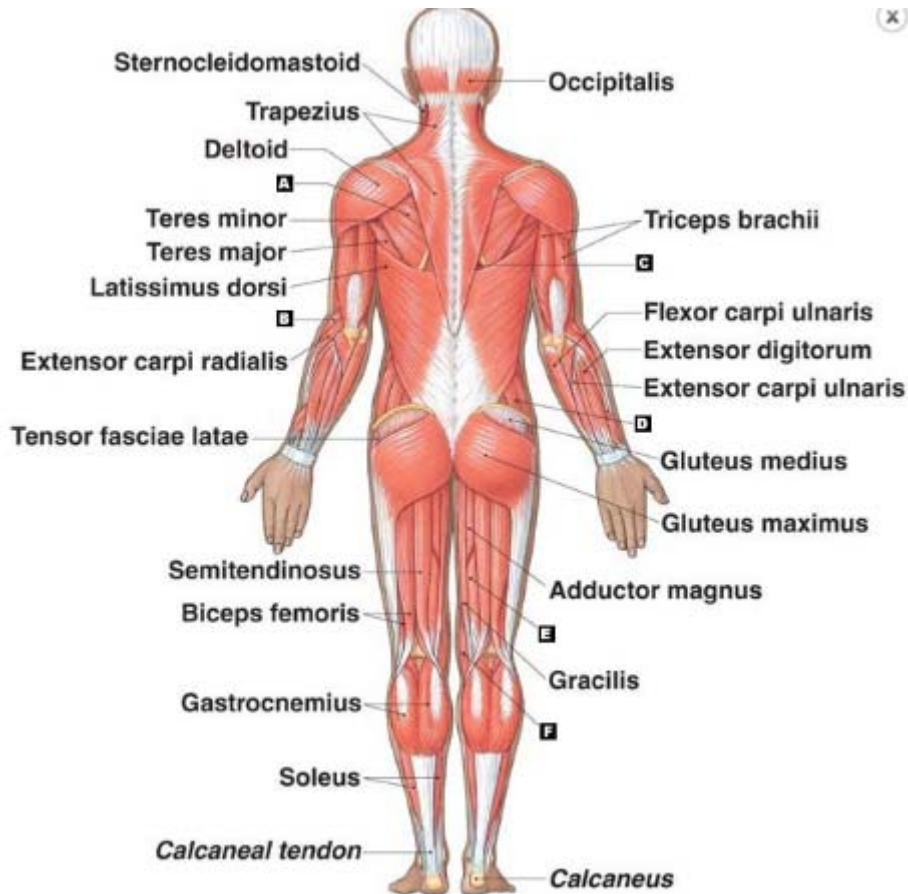


Figure 2.2 Human muscle structures.

Muscles in body are classified by 3 types as follows:

1) Skeletal muscle is a single muscle that joints with bones, which consists of high strength and shrinkage, is controlled by central nervous system, for example; arm muscles, legs, body, etc.

2) Smooth muscle can be shrinked, consumes low energy, automatic nervous system control, for example; intestine's wall, lung, stomach coat, etc.

3) Cardiac muscle is cells of heart's muscles and control by automatic nervous system.

The muscular system is responsible for the movement of the human body. Attached to the bones of the skeletal system are about 700 named muscles that make up roughly half of a person's body weight. Each of these muscles is a discrete organ constructed of skeletal muscle tissue, blood vessels, tendons, and nerves. Muscle tissue is also found inside of the heart, digestive organs, and blood vessels. In these organs, muscles serve to move substances throughout the body.

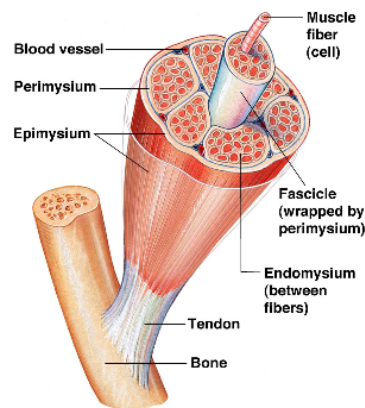


Figure 2.3: Cross section of muscles.

Injury of muscles is often caused by over use or impaction. Most of this injury are contusion and muscle strain. Contusion is any part of muscle that is affected directly until appearing bruise because of capillary tearing, bloods are congested in the muscles. If there is no skin tearing, it will swell. Then, the muscles cannot contact and work easily. The cause is due to extreme bumping from no-sharp objects. Muscle strain is due to muscles or tendon over stretch, which can be classified in 3 severities: mild strain, moderate strain and severe strain.

From the 17 of 40 cohort studies of Keith T.Palmer¹⁵ found that osteoarthritis was caused by squatting or kneeling.

2.4 Ergonomics

Ergonomics is a word from Greek, “ergon” means work and “nomos” means Natural Laws. When combining these words it becomes “ergonomics” or “laws of work”. That might be meant “rules of work”, which is a science of improving work condition to fit the operator systematically.

Ergonomics are classified for 3 types¹¹ as follows:

1) Physical Ergonomics are related to anatomy of humans, physiology, bio- mechanic concerning with other physical activities; related topics including work postures, materials lifting, repeated-movement, abnormal bones and muscles relating to work, work office design, health and safety.

2) Psychology Ergonomics are related to mental process, for example; perception, memory, reasonable, responsibility. These effect the interact between humans and the system, mentality, decision making, skills, computer-relative skills of humans and humans’ reliability, work stress and training, these might be related to the design of humans.

3) Organizational Ergonomics is concerned with the optimization of sociotechnical systems, including their organizational structures, policies, and processes. (Relevant topics include communication, crew resource management, work design, design of working times, teamwork, participatory design, community ergonomics, cooperative work, new work paradigms, virtual organizations, telework, and quality management.)

Main problems from ergonomics that affect on operator’s health in work of industrial consist of 4 causes as follows:

- 1) Hazards from lifting or moving heavy things.
- 2) Hazards from work postures.
- 3) Injury from moving heavy things.
- 4) Injury from work postures.

2.5 Injury Assessment

Methods of ergonomic assessment consisted of many methods, for examples:

1) QEC. Quick Exposure Check (David et al. 2003, 2008; Li and Buckle, 1999c)¹² is the basic posture assessment with observation and questions to operators by questionnaires, to assess muscle's injury on back, arms, neck and upper-arm which are scored whole and partial body. Additionally, it assesses work factors, postures, movement, force and shift work (psychology factors) and vibration exposure.

2) JSI. Job Strain Index (Moore and Garg, 1995)¹³ is the abnormal muscle assessment of hands and wrists. The index is classified by exposure, forcing, percentile of force duration of entire work, number of forcing, postures of arms and wrists, speed of work and duration of work, time determination and frequency from all-time movement.

3) HAL. The Hand Activity Level (American Conference of Government Industrial Hygienists, 2000)¹⁴ is the risk assessment on hands and wrists. It considers of repeated-work and duration of 10-scale forcing. Load of highest arm forcing is assessed by Borg Scale and 5 percentile of females' strength working in industries, number of forcing per second and duration of their works as percentage on work cycle, which observed by actual performance.

4) OCRA (Colombini, 1998; Occhipinti, 1998)¹⁵ is assessed by the ratio of ATA (Actual Technical Action) for task assessment and RTA (Reference Technical Action). The assessment is calculated by number of frequency and repeated-motion, forcing, postures and duration of recovery and other factors, for example; vibration and pressure on tissues, etc. The method of this assessment is classified by 2 parts: shoulders and elbows/wrists/arms in each arm.

5) RURA. The Rapid Upper Limb Assessment Method (McAtamney and Nigle Corlett, 1993)¹⁶ is the overall assessment by considering tasks in each posture; neck, body, shoulders, arms, wrists through duration of tasks in each posture, force and repeated-motion.

6) REBA. The Rapid Entire Body Assessment Method (Hignett and McAtamney, 2000)¹⁷ is the overall assessment method by considering tasks in each

part of the body (e.g. trunk, legs, neck, head, arms and wrists). Each score will be considered additional factors in similar to RURA, as well as hands quality assessment.

The REBA (Rapid Entire Body Assessment) is chosen to assess in overall, also consideration of load in each work of body (trunk, legs, neck, head, arms and wrists) by REBA form.

2.6 Digital Force Gauge



Figure 2.4 Digital Force Gauge

The author used Digital Force Gauge Model DS/DH/DF as specific tool to measure pressing, pushing force as refer to Quality Control manual.

To install a force gauge at simulation station to measure pressure from workers on hot rollers to clean hot roller by hand and by designed cleaning tool.

2.7 Injury from Hot Surface.

Hazard from hot-roller is classified by the damage to skin which consists of 3 temperature ranges as follows:

< 40 °C: cells do not damage.

Between 40 °C – 60 °C: some cells are damaged especially at 50 °C or higher, protein is damaged.

> 60 °C and longer than 1 minute: Cells are damaged starting from protein and cell tissue will be distorted.

2.8 Designs for Hot Roller Cleaning Tool.

Roller's diameters are 0.3 meters, length of 5 meters, made by metal and ceramics coated, in type LC4, speed at 400-600 round a minute, surface temperature at 100 °C-140 °C.

The author designs the hot-roller cleaning tool to prevent employees from any hazard.

Design for Hot Roller Cleaning Tool.

2.8.1 System

Considering SDS from methanol was a flammable chemical. Therefore, electricity tools need to be an explosion proof or designed as custom.

Manual design, due to the limit of budget (budget 750,000 baht)

Remark: Explosion-proof motor, starting from 1,000,000 baht (approximately)/unit, usage at least 2 units (one for in case of calico replace and another for sliding left-right position)

2.8.2 Handle Level.

From the study of K.S Lee¹⁸ found that the height level of appropriate handle should be at 1090 mm or more. Refer to the employees' surveys, it therefore set up the handle's height that was adjustable height, 90-1200 mm, which consisted of 5 levels as shown in figure 2.5.

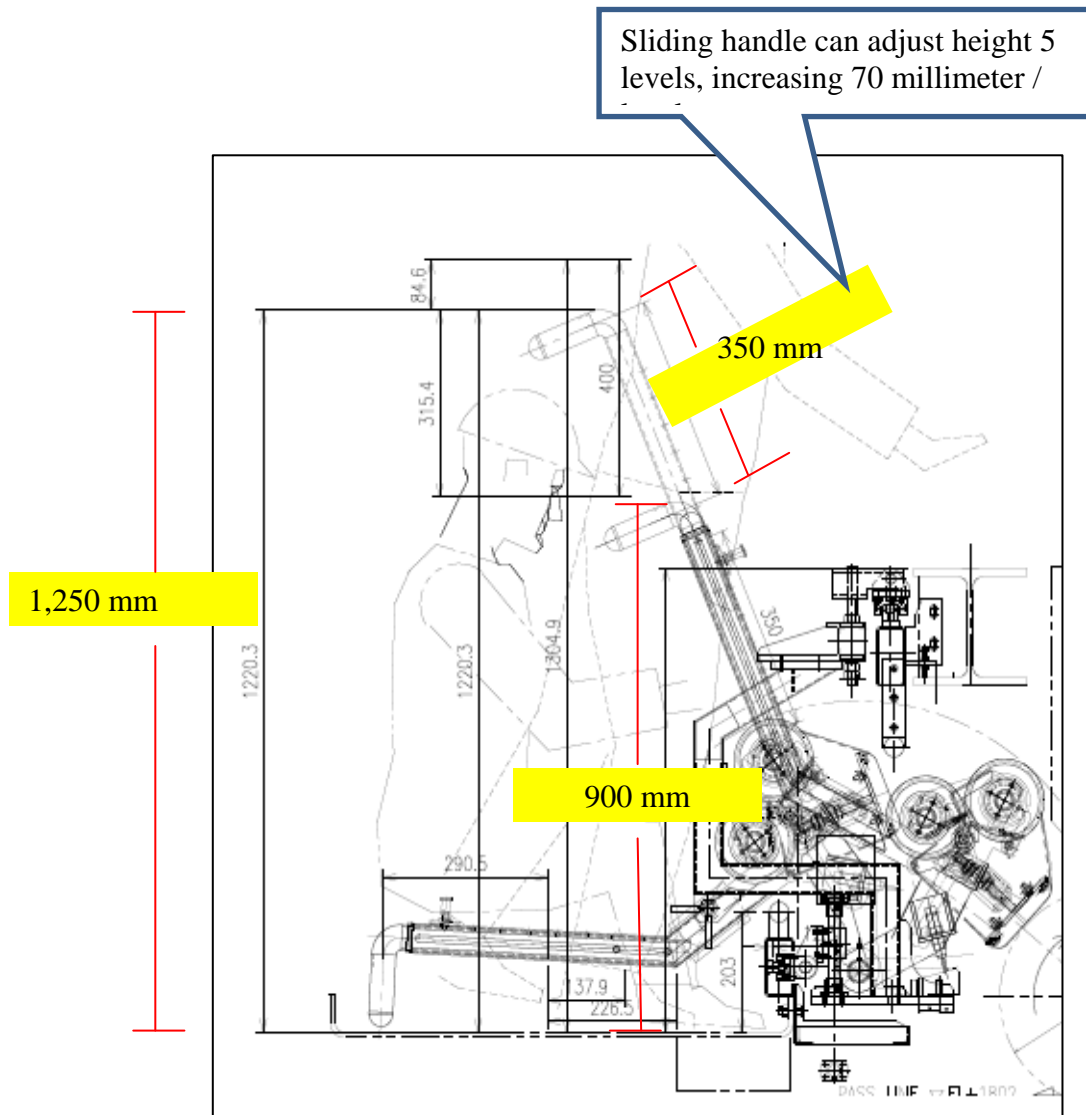


Figure 2.5: Designed Handle level for adjustable height.

2.8.3 Cleaning cloth Replacement.

To reduce walking time for cleaning cloth replacement and ease in filling methanol, it thus was designed to increase the cleaning cloth surface for two sides or call cleaning head and also easy for replacement.

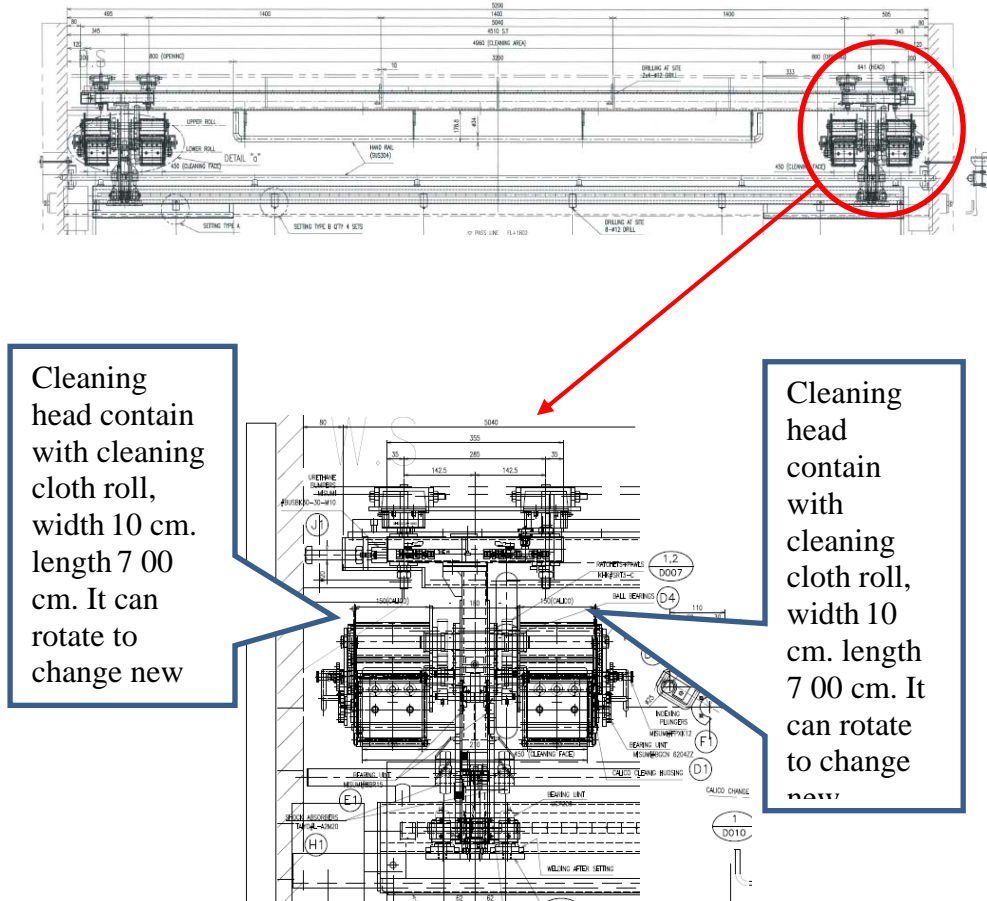


Figure 2.6: Designed cleaning head for cleaning cloth replacement.

2.8.4 Weight of cleaning head pressing on Hot Roller.

The weight of cleaning head is designed by using the studied results of manual pressuring and it is designed to be pressed adjustable.

2.8.5 The design for left-right sliding adjustable rail with two stations of cleaning cloth.

Loading and unloading as shown in figure 2.7.

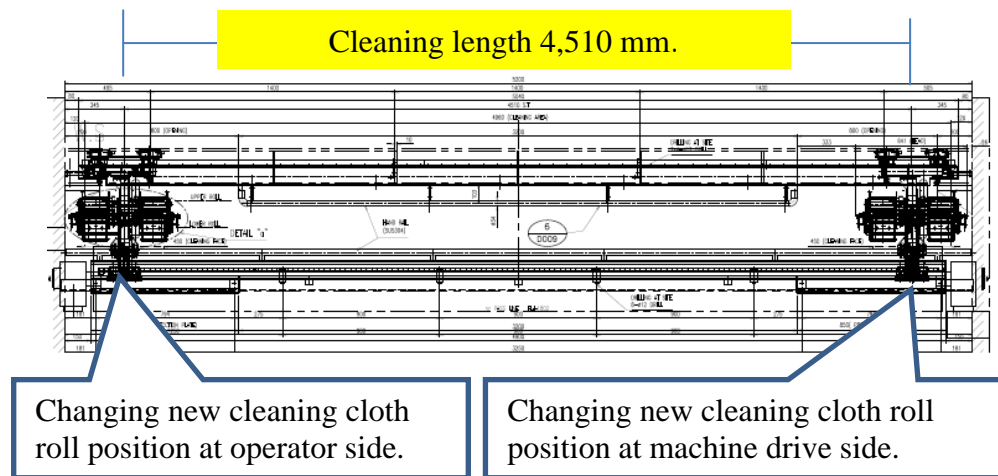
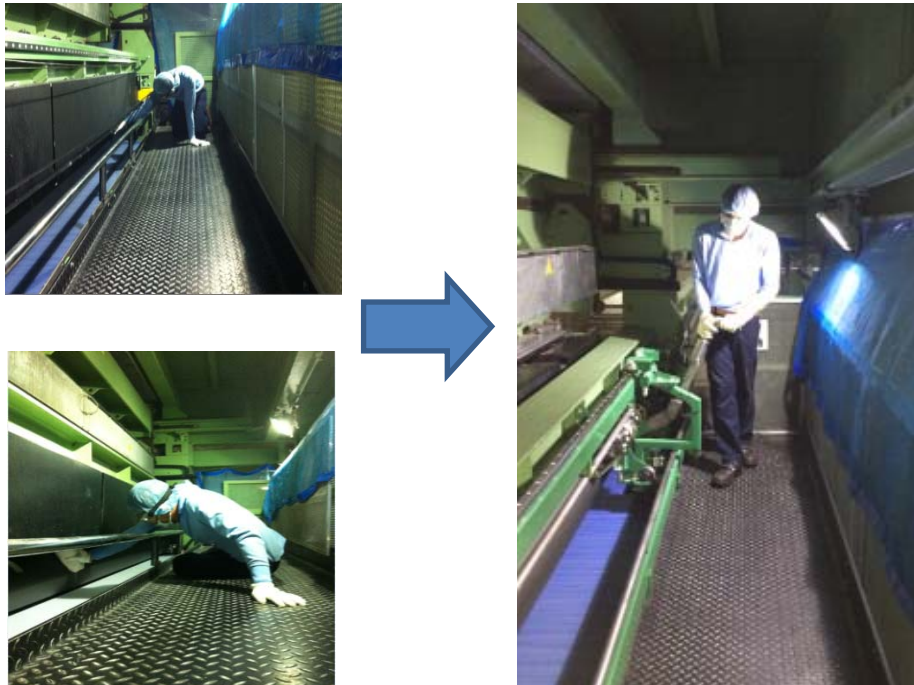


Figure 2.7: Show two stations of loading and unloading cleaning cloth.

2.9 Patterns of Hot-Roller Cleaning Tool.

After the installation of cleaning tool, the operator just hold the handle with two hands and push the cleaning tool slide on rail to clean the roller.

Cleaning pattern of pre – and post – installing cleaning tool.



Pre- installing hot roller cleaning tool.

Post- installing hot roller cleaning tool

Figure 2.8: Show work posture of pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

From concepts of hot roller cleaning tool, it could reduce risks on accidents, for example; pull into the machine and expose to methanol including solving problem of muscles injury.

From the literature review, the researcher had a concept of designing the hot roller cleaning tool, instead of cleaning roller by hand. The new design could reduce risks of accidents, for example; pulling, nipping, exposing to methanol and hot roller and also reduce muscles injury from inappropriate work postures by comparing pre- and post-installing.

CHAPTER III

RESEARCH METHODOLOGY

This was a Quasi-Experimental research by one group pretest-posttest design.

3.1 Subjects

Subjects of this study were workers working in hygienic plastic sheets operation. Their responsibilities were in-charge directly on hot-roller cleaning. Eight workers have worked in company in Eastern industries Estate.

Sample size was calculated by the below equation.

$$n = \frac{P(1-P)}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{P(1-P)}{N}}$$

When n = size.

N = total population, 8 subjects.

P = Proportion of studied subjects mean that proportion of number of employees who clean hot rollers at 0.5.

Z_{α} shows significant α at 0.05 from Standard Deviation.

$\alpha = 0.05$ (Two-Tail): $Z_{\alpha} = 1.96$.

E means error between proportion of subjects and sample group will be not above $+5\% = 0.05$.

Substitute in the formula.

$$n = \frac{0.5(1-0.5)}{(0.05)^2 + \frac{0.5(1-0.5)}{8}}$$

$$n = \frac{(0.250000)}{(0.031901)}$$

$$n = 7.836$$

Number of sample from the calculation was 8 persons.

Sample collection was repeated measurement in pretest for 192 times (posture 1 and 2) and in posttest for 96 times (posture 3) to compare forcing on wrists, knees before and after installing cleaning machine. Eight persons were grouped in 2 shifts: day shift (8.00-20.00) and night shift (20.00-8.00). Each person in the group worked each shift per 3 days and each shift would be measured 3 times. We summed up that each person would be measured 36 times for 8 persons as 288 times in total.

3.1.1 Inclusion criteria, the author verified qualifications of the sample group as follows:

- 1) Welcome to attend the study as specified continuously.
- 2) Never been serious accident or any operation caused by chronic muscle injury.
- 3) No permanent disease that affects on body pains, for example; Gout, etc.
- 4) Completely consciousness, communicable Thai language.

3.1.2 Exclusion Criteria, the author verified qualifications of the sample group as follows:

- 1) Experienced in accident or disease that affects on muscle during the study.
- 2) Not allow to provide answer for questionnaires and check-up body.
- 3) Participants cannot attend pressure forcing measurement.

3.2 Materials.

3.2.1 Tools for Data Collection.

3.2.1.1 Personal general questionnaire for pretest in cleaning hot rollers.

3.2.1.2 Data questionnaire for posttest in cleaning hot rollers.

3.2.1.3 Data record sheet for installing pretest-posttest hot rollers.

3.2.1.4 Data record sheet for using ethanol in pretest-posttest cleaning hot rollers.

3.2.1.5 Data collection sheet for pretest-posttest hot rollers cleaning.

3.2.1.6 Cognitive questionnaire for workers in pretest-posttest hot rollers cleaning.

3.2.1.7 Risks assessment form.

3.2.1.8 REBA assessment form.

3.2.1.9 Abnormal Index.

3.2.2 Instrument for this study.

3.2.2.1 Digital weighting scale.

Omron model HN-286.

3.2.2.2 Digital Pushing Force Gauge.

Product of DESIK model DS.

3.2.2.3 Tape measurement.

Product of STANLEY model Power Lock.

3.2.2.4 Beaker

Beaker size of 50 / 100 /1,000 milliliters

3.2.2.5 Tools for Hot Roller Cleaning by manualing.

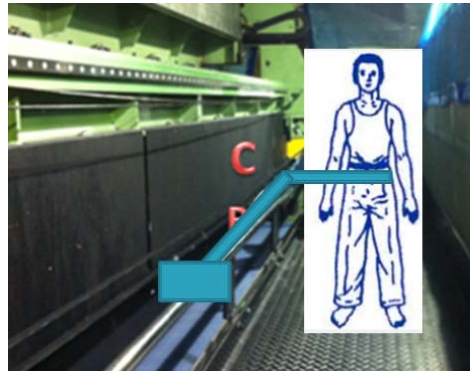


Figure 3.1 Tools for Hot Roller Cleaning.

3.2.2.6 Cloth.

3.3 Process

First, it is necessary to request a letter from Head of the Occupational Health and Safety Department under the Faculty of Public Health at Mahidol University for studying in the enterprise.

3.4 Data Collection Process

To declare objectives of this study and participants will sign up their name in the permission form for this study.

3.4.1 Preparation

To request a letter from Head of the Occupational Health and Safety Department under the Faculty of Public Health at Mahidol University for studying in the enterprise.

3.4.2 Data Collection Process.

3.4.2.1 Risk Assessment.

To assess the risk by dividing 3 parts:

- To assess the risk pre- installing tools for hot roller cleaning.
- To assess the risk post- installing tools machine.

- To assess the risk for machine maintenance.

3.4.2.2 Ergonomics Work Assessment.

- To assess ergonomics work before installing hot roller cleaning tools by REBA Employee Assessment Check sheet.

- To assess ergonomics work after installing hot roller cleaning tools by REBA Employee Assessment Check sheet.

3.4.2.3 Abnormal Index.

- To assess Abnormal Index before and after installing hot rollers cleaning tools by Abnormal Index. This will be collected the data of last day of that shift, before employees go home. For the assessment form, the author will responsible to assess.

3.4.2.4 Pressure force measurement of muscles.

3.4.2.4.1 To assess push-force pre- installing cleaning tool.

Posture 1

1) None movement.

1.1) Calibrate the weighting scale before the measurement by 1-kg standard weight and record as figure 3.2.



Figure 3.2: Calibration weight scales by the standard weight.

1.2) Weigh employees' weight and record as figure

3.3.

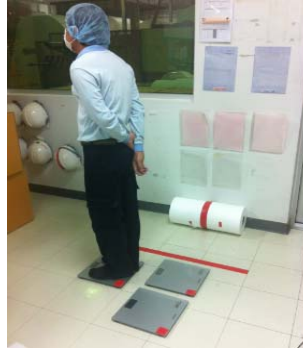


Figure 3.3: Weighting of employees' weight.

1.3) Set a weighting scale at position 1, 2 and 3 for posture 1 and at position 5, 6 and 7 for posture 2, read and record. However, the study could not be done at the site due to the limited area. Therefore, the work station model was set up as shown in figure 3.4 and 3.5.

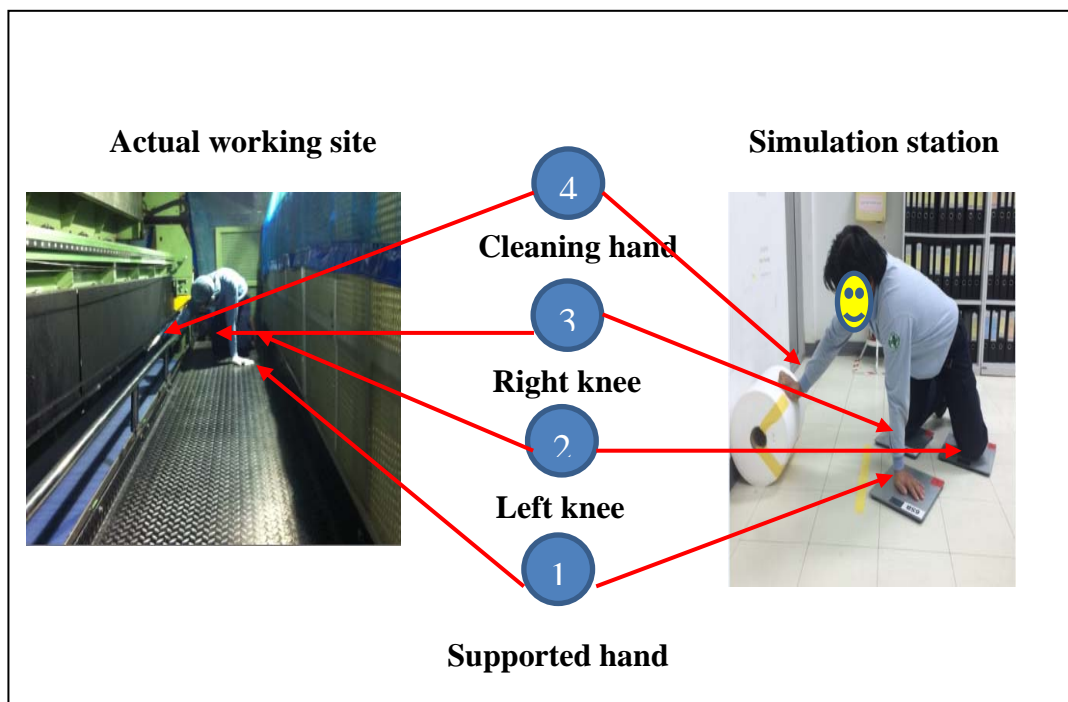


Figure 3.4: Positions of weighting scale for posture 1: kneeling (non- movement)

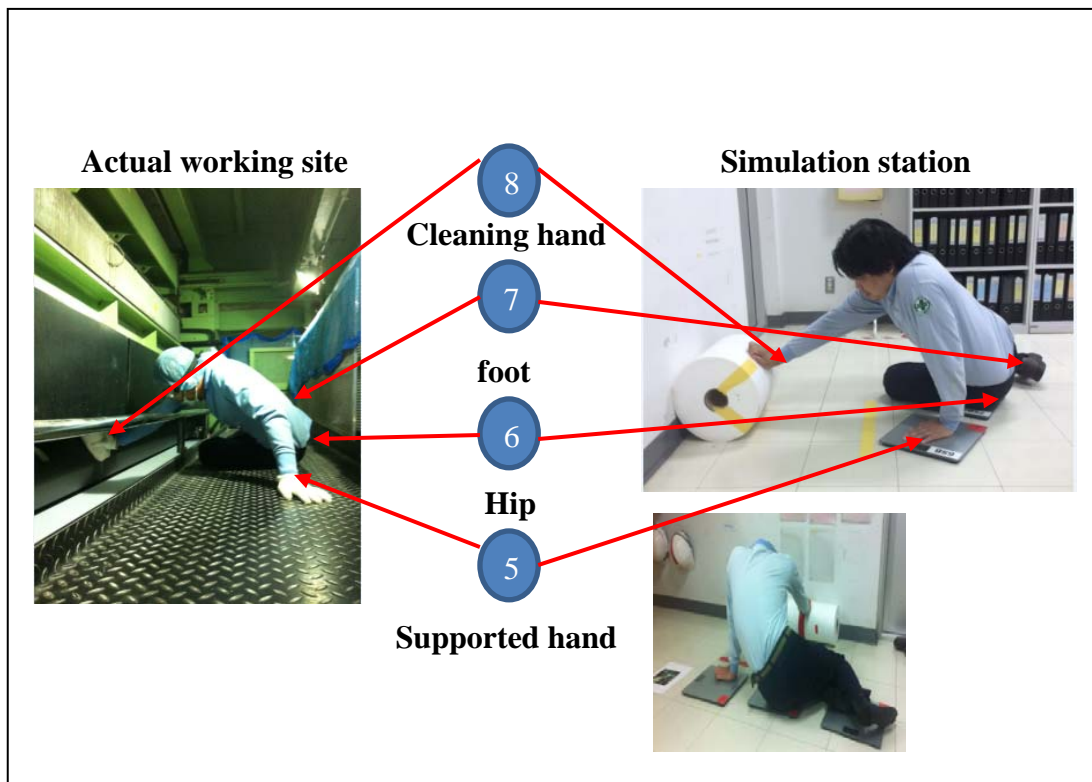


Figure 3.5: Positions of weighting scale for posture 2: squatting (non-movement).

1.4) For measurement at the position 4 and 8, a work station model would be set up near the work station. After finish cleaning hot rollers, the worker apply the same pressing force to the scale then record the reading as shown in figure 3.6.

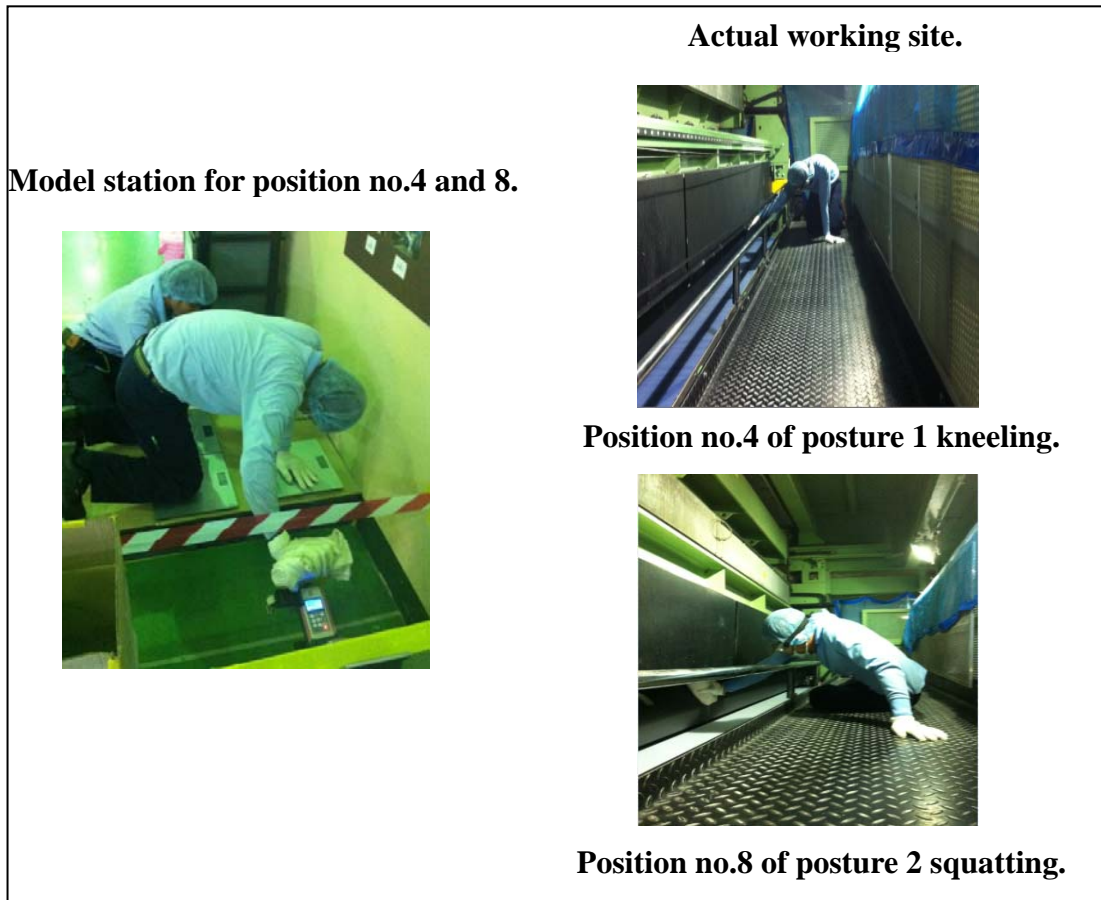


Figure 3.6: Position of the weighting scales for posture 1 and posture 2 at position 4 and 8, respectively.

2) Motion posture.

2.1) Calibrate the weighting scale by 1-kg standard weight and record as figure 3.7.



Figure 3.7: Calibration weight scales by the standard weight.

2.2) To weigh employee's weight and record as figure 3.8.

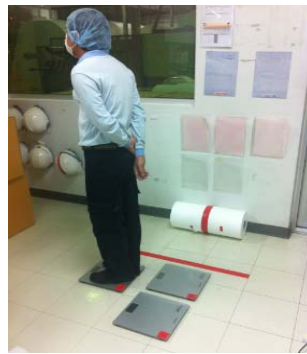


Figure 3.8 weighting of employees' weight.

2.3) Set up weighting scales at position 9, 10 and 11 for posture 1: kneeling and at positions 13 and 15 for posture 2: squatting (not position 14, it was due to the area where employees needed to move their hips up), read and record. For cleaning time, it starts from cleaning hot roller on one side to another. In order to weigh on actual site but it can not measure because of limited area. Thus, the simulation is set up as work station to weigh as shown in figure 3.9 and 3.10.

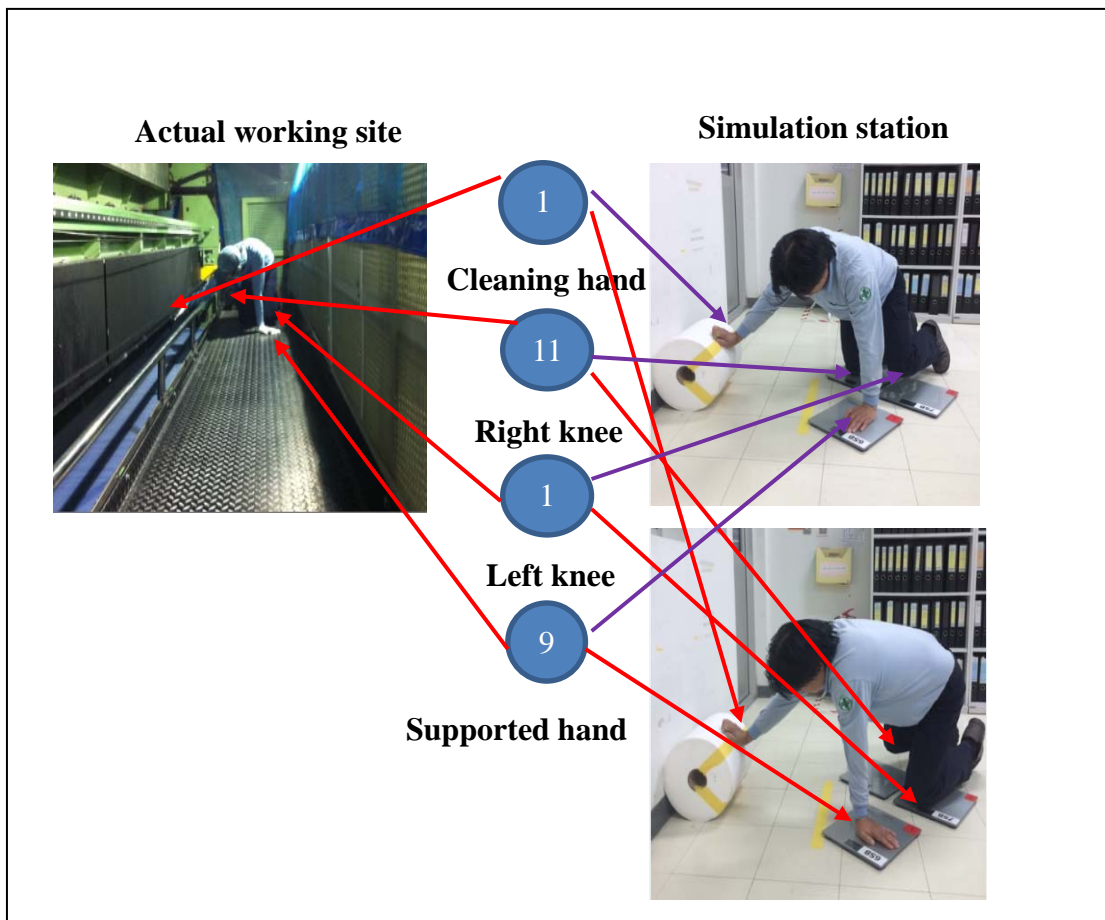


Figure 3.9 The positions of set weighting scale for posture 1: kneeling (movement).

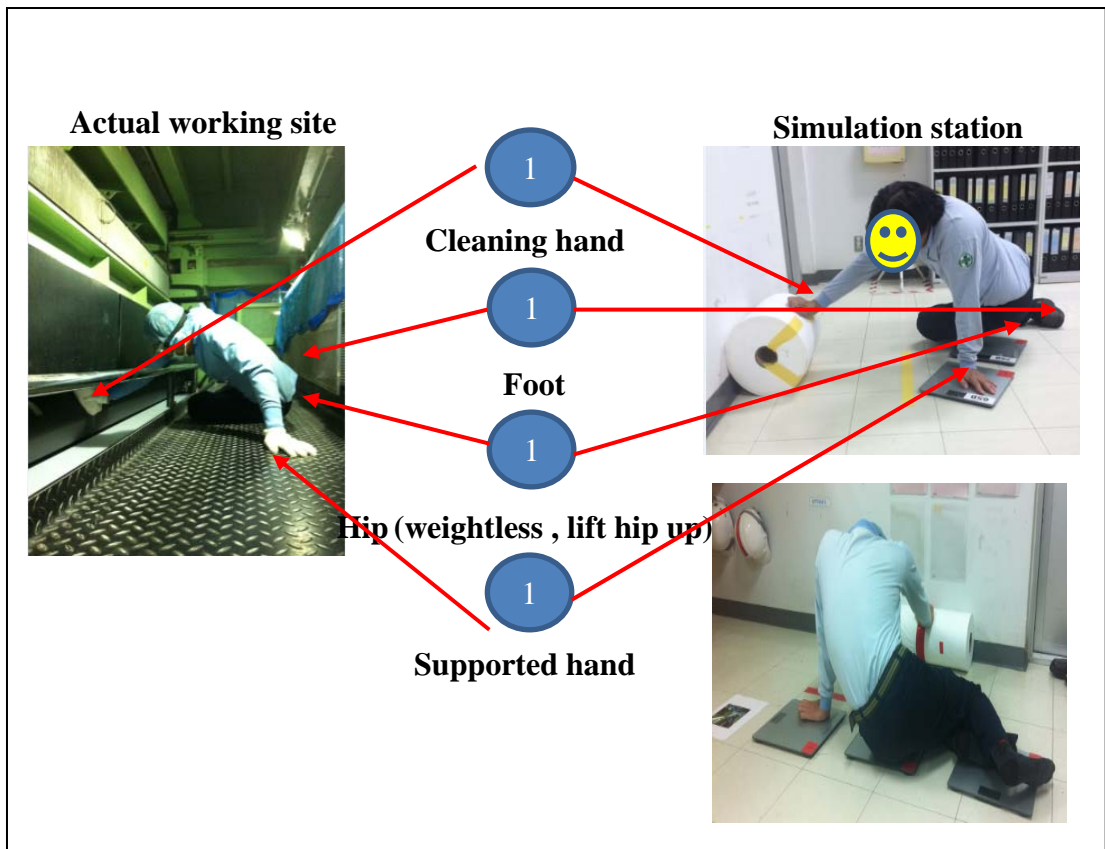


Figure 3.10 The positions of set weighting scales for posture 2: squatting (movement).

2.4) For measurement at position 12 and 16, a simulation station is set as same as reading value from position 4 and 8.

Sample collections are repeated measure for 192-time before the improvement for posture 1 and posture 2 of the sample group of 8 persons in each two shift: day shift (8.00-20.00) and night shift (20.00- 08.00). Each person worked each shift for 3 days and each shift measures 3 times a shift.

3.4.2.4.2 To assess push-forcing after installing cleaning tool.

1) Handle a digital force gauge and put it on handle of hot roller cleaning tool. Then push the cleaning tool to move, reading while pushing for one cycle with stopwatch from one side of hot roller to another and record the reading as figure 3.11.

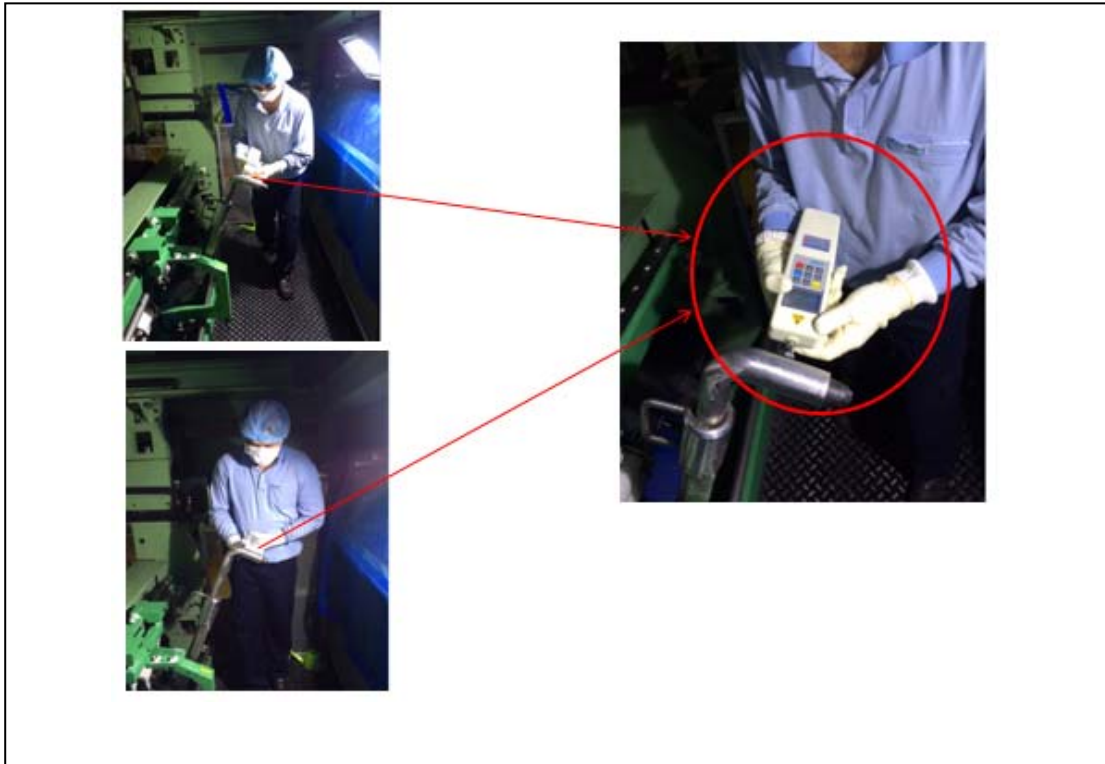


Figure 3.11: The positions of a digital force gauge for measuring force of posture 3: post- installing hot roller cleaning.

Sample collections are repeated measure for 96-time after the improvement for posture 3 in comparison of 8-person sample group in each two shift (day shift was 8.00 – 20.00 and night shift 20.00 – 08.00) which each person works 3 days a shift and each shift is measured for 3 times.

3.4.2.5 Methanol Volume Measurement.

Pre-Improvement

1) Employees poured methanol from 18-kg container into bucket, reading its height in centimeters and record. In case of height of methanol-contained bucket is able to dip with cloth, employees will not fill additional methanol and read the height and record.

2) Employees dipped cloth into methanol-contained bucket, and squeeze it out to clean hot roller.

3) Employees read the height level of methanol in centimeters and record.

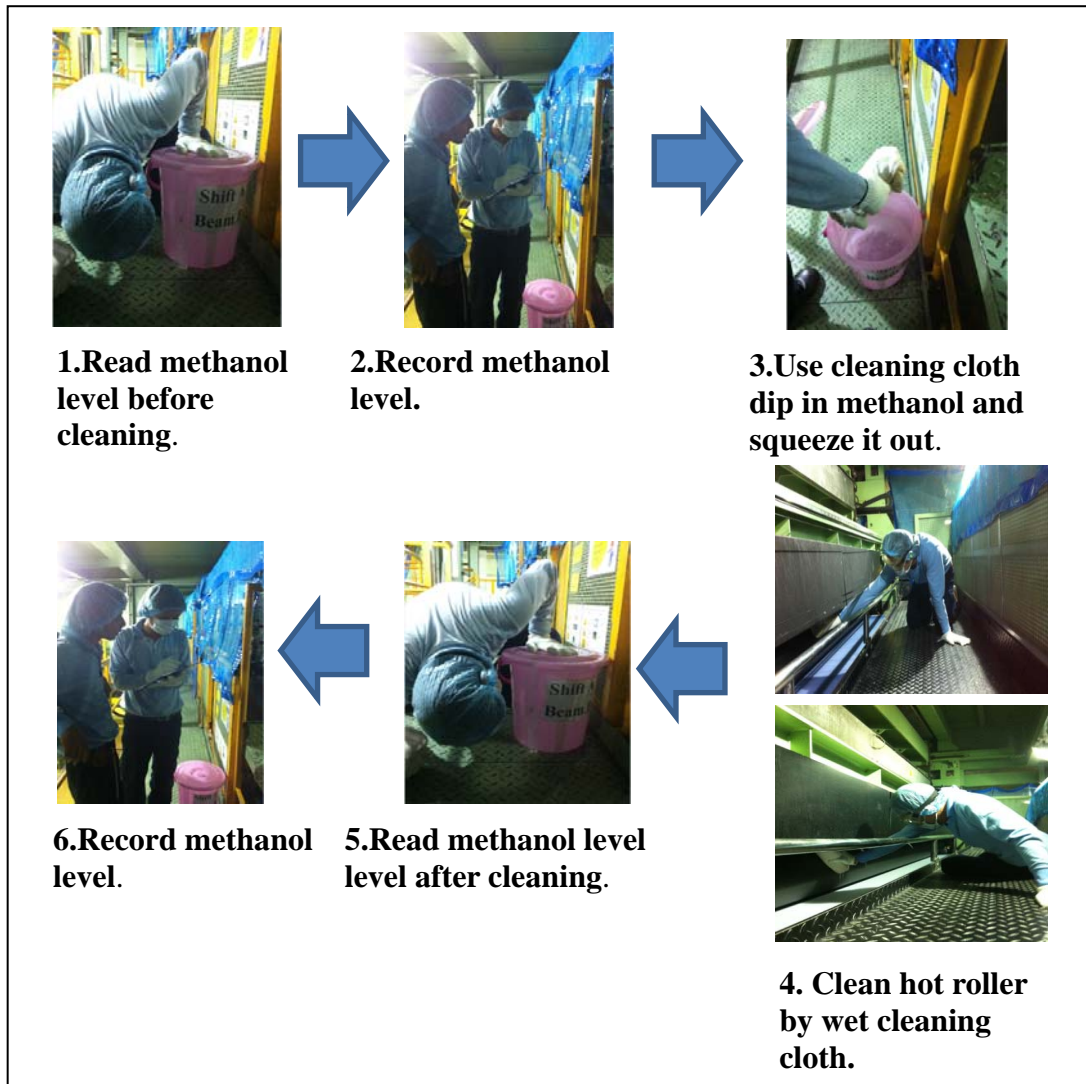


Figure 3.12: The process of data collection for methanol consumption in cleaning hot roller.

Remark: The changing of different height level of methanol before and after cleaning hot roller is performed by the researcher.

Post-Improvement

Methanol volume for the best cleaning for one-round hot roller and also to prepare container for suitably fill are determined. The frequency of filling methanol is recorded (methanol volume = container volume x frequency of filling)

3.4.2.6 Hot Roller Cleaning.

Pre-Improvement

To specify size of cloth for cleaning hot roller at 30 x 700 cm, dipping it with methanol, squeeze and then clean hot roller for one time. Keep the cloth in container and reuse it again in the next time until unavailable. Keep the cloth in plastic bag, and numbered frequency of using the cloth on the bag, and finally change the new cloth.



Figure 3.13: The process of data collection for cleaning cloth in pre-improvement.

Post-Improvement.

The hot-roller cleaning tool is moved for one round from one end to another, marking on cloth and move for new surface cloth, continue cleaning until completed cleaning hot roller and keep the used cloth in bag.

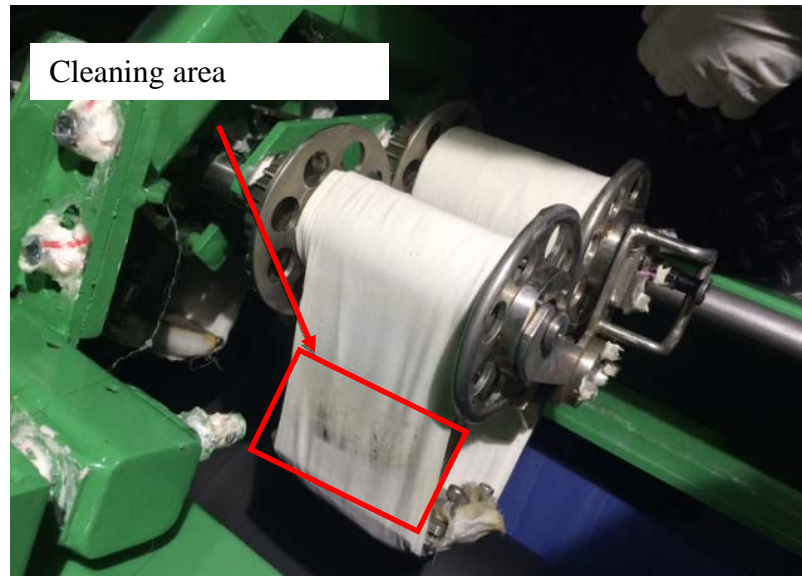


Figure 3.14: The process of data collection for cleaning cloth in post-improvement.

The cleanness of hot roller is determined by the frequency of cleaning and wrap up film on roller.

3.4.2.7 Knowledge of Operators before and after training on Hot-Roller Cleaning Tool.

The “Pre- and Post-Training Test for operating hot-roller cleaning tool with operators both in pre - and post - training on hot roller cleaning tool are applied to compare the improvement.

3.4.2.8 Data analysis.

Reliability and Validity Test

1) Digital Force Gauge.

1.1) To calibrate the accuracy annually.

1.2) Zero adjustment are required by Quality

Control Manual.

1.3) Anybody who use the digital force gauge must

be trained by the researcher.

2) Digital Weighting Scale.

- 2.1) To calibrate the accuracy annually.
- 2.2) Zero adjustment are required by Quality Control Manual.
- 2.3) To calibrate with standard weight before measuring force.
- 2.4) Anybody who use the digital weight scale must be trained by the researcher.

3.5 Data Analysis and Research Statistics

3.5.1 To analyze data and general characteristics of sample group; general data, health, work, cloth cleanness in pre- and post-improvement by frequency distribution, percentage, means and standard deviation.

3.5.2 To test the different force, REBA scores, Abnormal Index and volume of methanol usage in pre- and post-installing of hot-roller cleaning tool by Paired T-test, and also correlation in the relationships between body weight and pressure force.

CHAPTER IV

RESULTS

The study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were to study results of hot-roller cleaning tool on reducing risks from accident and muscles' problem for operators who have worked with hygienic-plastic plate machine in a manufacturer of Thailand Eastern Industrial Estate. Subjects of this study were 8 male operators in-charge directly to clean hot roller for ironing plastic, repeated-measure both pre- and post-improvement as follows:

Section 1: Personal data, general information, history of work and hazardous exposure to hot-roller cleaning

The average age of 8 operators were between 22-33 years old, the average weight was 63.7 kg, minimum weight at 47.7 kg and maximum at 70 kg.

The study found that they experienced pain on their knees after cleaning hot roller (from posture 1: kneeling). 85.71% in experience of wrists pain (from posture 1 or 2: kneeling or squatting), 75% in experience of hands slide along hot roller and 62.5% in experience of exposing to methanol directly.

Section 2: Results of the improvement.

2.1 Risk assessment

Results of risk assessment on injury in pre- and post-installing hot-roller cleaning tool consists of:

2.1.1 Risk assessment in pre-installing hot-roller cleaning tool.

2.1.2 Risk assessment in post-installing hot-roller cleaning tool.

2.1.3 Lists of risk assessments comparing between pre- and post-installing hot-roller cleaning tool.

2.1.1 Risk Assessment in Pre-Installing Hot-Roller Cleaning Tool.

Results of risk assessment in pre-installing hot-roller cleaning tool found 13 risks. It was a risk level 3 (moderate risk level) for 2 hazards, caught in machine between hot rollers and machine guard and pain on knees, a risk level 2 (acceptable risk level) for 8 hazards, expose to methanol and hot surface of roller. Finally, a risk level 1 (low risk level) for 3 hazards were caused by material lifting and inhale methanol vapors as shown in Table 4.1.

Table 4.1 Results of risk assessment in pre-installing hot-roller cleaning tool.

Activity/Job /Hazard	Incident	Results	Effect	Severity	Probability	Risk Level
1. Pour methanol from gallon to bucket.	Lifting 16-kg gallon	Back pain	Operator	1	1	1
	Skin exposure to methanol	Irritant on skin	Operator	2	1	2
	Methanol exposure to eyes	Irritant on eyes	Operator	2	1	2
	Inhale methanol vapors	dizziness	Operator	1	1	1
2. Dipping cleaning cloth in methanol and squeeze.	Methanol exposure to skin	Irritant on skin	Operator	2	1	2
	Methanol exposure to eyes	Irritant on eyes	Operator	2	1	2
	Inhale methanol vapors	Dizziness	Operator	1	2	2

Table 4.1 Results of risk assessment in pre-installing hot-roller cleaning tool (cont.)

Activity/Job /Hazard	Incident	Results	Effect	Severity	Probability	Risk Level
3. Cleaning hot roller	Hand may caught in machine between hot roller and machine guard	Arm broken arm	Operator	3	1	3
	Hand may get burn by touching hot roller	Burn	Operator	2	1	2
	Skin contact to methanol	Irritant on skin	Operator	2	1	2
	Methanol exposure to eyes	Irritant on eyes	Operator	2	1	2
	Inhale methanol vapors	Dizziness	Operator	1	1	1
	Working by knees	Knees pain	Operator	3	1	3

2.1.2 Lists of Risk Assessment in Post-Installing Hot-Roller Cleaning Tool.

Results of risk assessment in post-installing hot-roller cleaning tool found 9 risks. It was a risk level 3 (moderate risk level) for two hazards; bolt of hot-roller cleaning tool may drop in the machine while working or while installing or maintenance, a risk level 2 (acceptable risk level) for 3 hazards; the hand may impact between the sliding handle and fence of that machine, cleaning cloth's tail may get

tangle into the machine and hand may be trapped in the hot-roller cleaning tool, a risk level 1 (low risk level) for 4 hazards; inhale methanol vapors, the machine fence may bump by sliding handle as shown in Table 4.2.

Table 4.2 Results of risk assessment in post-installing the hot-roller cleaning tool.

Activity/Job /Hazard	Incident	Results	Effect	Severity	Probability	Risk Level
1.Pour methanol from gallon to bucket.	Inhale methanol vapors	Dizziness	Operator	1	1	1
2.Pour methanol to soaking calico	Inhale methanol vapors	Dizziness	Operator	1	1	1
3.Unlock the cleaning tool and push to clean	Sliding handle to bump machine fence due to careless of set up lowest position	Hedge damage	Property	1	1	1
	Sliding handle may bump to machine fence.	Hand injury	Operator	2	1	2
	bolt of hot-roller cleaning tool may drop in the machine while cleaning	Machine damage	property	3	1	3

Table 4.2 Results of risk assessment in post-installing the hot-roller cleaning tool (Cont.)

Activity/Job /Hazard	Incident	Results	Effect	Severity	Probability	Risk Level
4. Changing new calico	Cleaning cloth's tail is pulled into the machine	Machine damage	Property	2	1	2
5. Installing/ Maintenance	Bolt may drop in the machine	Machine damage	Property	3	1	3
	Lifting the cleaning tool by hand	The cleaning tool hit hand while set it down	Operator	2	1	2
		Back pain	Operator	1	1	1

2.1.3 Lists of Risk Assessment in Comparison between Pre- and Post-Installing Hot-Roller Cleaning Tool.

The risks comparison between pre- and post-installing hot-roller cleaning tool was found that the cleaning tool eliminated 5 risks; hand may get caught between hot roller and machine guard, knee pain, hand may get burn by touching hot roller, skin and eyes exposure to methanol which consisted of risk levels as 3, 3, 2, 2 and 2, respectively. The risk level 1 was still the same (low risk level) for methanol vapors inhalation. There was a new risk level 1 (low risk level) of sliding handle of hot-roller cleaning tool bumps the machine fence due to careless of setup lowest position and

may cause fence damage. There were new risk level 2 (acceptable risk level) for three hazards; sliding handle bumps machine fence due to careless of setup lowest position and may cause hand injury, Cleaning cloth may be pulled into the machine while changing new cleaning cloth of hot-roller cleaning tool and a risk of lifting the cleaning tool from installing area, it might bump worker hands. There was a new risk level 3 (moderate risk level), which is necessary to make risk control standard. That was a risk from bolt of the cleaning tool dropping in the machine while working/installing/maintenance. Control countermeasure was to setup standard to control quantity of bolts in pre- and post-installing/maintenance as shown in Table 4.3.

Table 4.3 Results of comparison in pre- and post-installing hot-roller cleaning tool

No.	Incident	Results of Hazard	Risk Comparison		Control measure
			Pre-Installing	Post-Installing	
1	Hand may caught in machine between hot roller and machine guard	Arm broken	3	0	N/A
2	Hand may get burn by touching hot roller	Burn	2	0	N/A

Table 4.3 Results of comparison in pre- and post-installing hot-roller cleaning tool (cont.)

No.	Incident	Results of Hazard	Risk Comparison		Control measure
			Pre-Installing	Post-Installing	
3	Skin contact to methanol	Irritant on skin	2	0	N/A
4	Eyes contact to methanol	Irritant on eyes	2	0	N/A
5	Inhale methanol vapor	Dizziness	1	1	N/A
6	Bolt may drop in the machine while working/installing/repairing/maintenance	Machine damage	0	3	Quantity counts in pre- and post-installing/repairing/maintenance machine

Table 4.3 Results of comparison in pre- and post-installing hot-roller cleaning tool (cont.)

No.	Incident	Results of Hazard	Risk Comparison		Control measure
			Pre-Installing	Post-Installing	
7	Sliding handle of the cleaning tool bumps the machine fence due to careless of setup lowest position	Fence damage	0	1	N/A
8	Sliding handle bumps the machine fence due to careless of setup lowest position	Hand injury	0	2	N/A
9	Cleaning cloth is pulled into the machine while changing new cleaning cloth	Machine damage	0	2	N/A

Table 4.3 Results of comparison in pre- and post-installing hot-roller cleaning tool (cont.)

No.	Incident	Results of Hazard	Risk Comparison		Control measure
			Pre-Installing	Post-Installing	
10	Lifting the cleaning tool up and down from installing point	Hand may get caught under tool	0	2	N/A
11	Working by knees	Knees pain	3	0	N/A

The major risks of hand caught, exposure to methanol and heat were eliminated as shown in Figure 4.1.

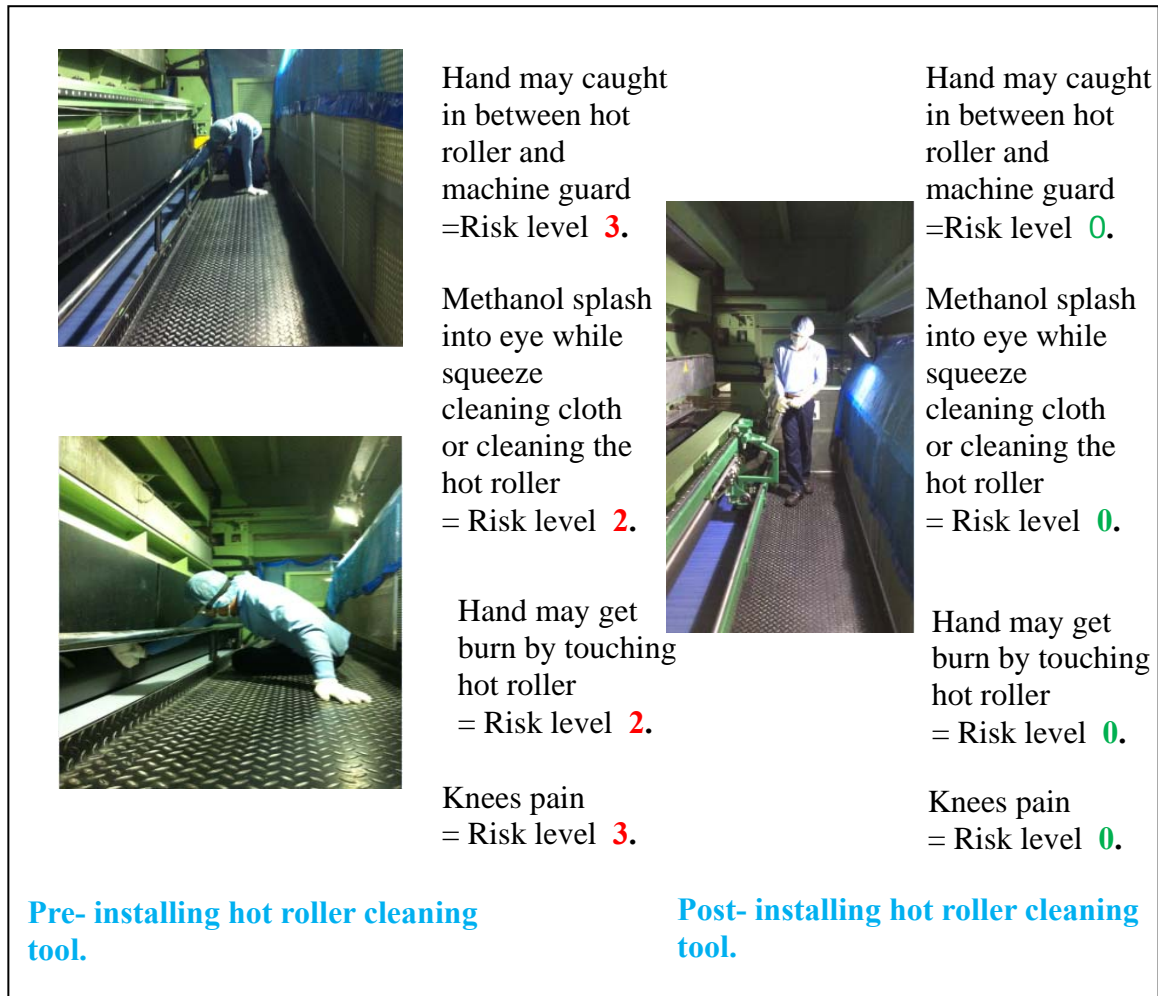


Figure 4.1: The Major risks on accident in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

2.2 REBA assessment in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

From the REBA scoring assessment in pre- and post-installing the hot roller cleaning tool, it found that the average and standard deviation from the study of posture 1: kneeling (pre-installing), posture 2: squatting (pre-installing) and posture 3 (post-installing) from 8 participants and 12-time repeated assessment a participant/posture as shown in Table 4.4.

Table 4.4 The average and standard deviation of each operator.

Code	Posture1 Kneeling (12 times) \bar{x}	Posture1 Kneeling (12 times) SD	Posture2 Squat (12 times) \bar{x}	Posture2 Squat (12 times) SD	Posture3 Post- installing (12 times) \bar{x}	Posture3 Post- installing (12 times) SD
001	13.00	0.00	12.92	0.29	6.67	0.78
002	12.42	0.51	12.83	0.39	7.00	0.00
003	13.00	0.00	12.92	0.29	6.83	0.58
004	13.00	0.00	13.00	0.00	6.83	0.58
005	13.00	0.00	12.92	0.29	6.83	0.58
006	12.67	0.49	12.83	0.39	7.00	0.00
007	12.83	0.39	12.75	0.45	7.00	0.00
008	12.83	0.39	12.75	0.45	6.83	0.58

REBA score at lowest and highest from posture 1(kneeling) and posture 2 (squatting) was 12 and 13, which these scores were very high risk level respectively. Post- installing the hot-roller cleaning tool (posture 3) the REBA score at lowest and highest were 5 and 7. These scores were medium risk as shown in Table 4.5.

Table 4.5 Results of REBA score in pre-(posture 1 and 2) and post-installing (posture 3) hot-roller cleaning tool.

Posture	Mean	SD	Maximum	Minimum
Posture 1 kneeling	12.84	0.37	13.00	12.00
Posture 2 squatting	12.86	0.34	13.00	12.00
Posture 3 post-installing	6.88	0.49	7.00	5.00

REBA scoring from posture 1 and 2 had no significant different. However, REBA from posture 3 had different from posture 1 and 2 statistical significantly different (p-value < 0.05) as shown in Table 4.6.

Table 4.6 Comparing REBA scores between posture 1, 2 and 3

Main posture	Comparing posture	Mean Difference (Main posture – comparing posture)	Std. Error	p-value
Posture 1 kneeling	Posture 2 squat	-0.021	0.057	1.00
	Posture 3 post- installing	5.969*	0.057	0.00
Posture 2 squat	Posture 1 kneeling	0.021	0.057	1.00
	Posture 3 post- installing	5.990*	0.057	0.00
Posture 3 post- installing	Posture 1 kneeling	-5.969*	0.057	0.00
	Posture 2 squat	-5.990*	0.057	0.00

2.3 Comparing Abnormal Index in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

Based on Abnormal Index in pre- and post-installing hot-roller cleaning tool at lowest, highest and mean were 3.30, 3.50 and 3.30, respectively. More problems came with unbearable and abnormal index in post-installing were 1.00, 2.00 and 1.55; lowest, highest and mean, respectively. These scores were just acceptable as shown in Table 4.7.

Table 4.7 Abnormal Index in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

Abnormal Index	Difference of the variable			
	Mean	SD	Maximum	Minimum
1. Pre-installing hot roller cleaning tool	3.30	0.16	3.50	3.00
2. Post-installing hot roller cleaning tool	1.55	0.36	2.00	1.00

In addition, the Abnormal Index in post-installing the hot roller cleaning tool was reduced statistical significantly (p – value < 0.05) as shown in Table 4.8.

Table 4.8 Comparing Abnormal Index in pre-installing and post-installing hot roller cleaning tool.

Variable	Difference of the variable				
	Mean	SD	t	df	p - value
AI pre- installing - AI post- installing	1.75	0.40	12.31	7.00	0.00

2.4 Comparing of methanol volume use in cleaning in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

The average methanol volume to clean hot roller in pre- and post-installing the hot roller cleaning tool were 499.78 ml. and 600, respectively as shown in Table 4.9.

Table 4.9 Methanol usage to clean in pre- and post-installing.

Methanol volume to clean hot roller (ml)	Maximum	Minimum	Mean	SD
Pre-installing hot roller cleaning tool	2,877.50	120.00	499.78	328.43
Post-installing hot roller cleaning tool	600.00	600.00	600.00	0.00

The increasing of methanol volume in post-installing hot roller cleaning tool was significantly different (p – value < 0.05) as shown in Table 4.10.

Table 4.10 Comparing of methanol volume to clean in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

Variable (milliliter)	Diff of variables				
	Mean	SD	t	df	p - value
Methanol volume to clean in pre- and post-installing hot roller cleaning tool	117.07	354.79	3.23	95	0.002

2.5 Comparing of time to clean in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

Time to clean in pre-installing hot roller cleaning tool was average at 29.26 second and post-installing was at 46.57 second as shown in Table 4.11.

Table 4.11 Time to clean in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

Hot roll cleaning time (second)	Maximum	Minimum	Mean	SD
Pre- installing the hot roll cleaning tool	55	20	29.26	5.94
Post-installing the hot roll cleaning tool	92	14.4	46.57	20.55

After post-installing hot roller cleaning tool, it found that time to clean hot roller was increased statistical significantly ($p - \text{value} < 0.05$). Due to using the hot roller cleaning tool, workers would not know either the roller clean or not, while pushing the cleaning tool. This procedure was different from cleaning manually, the employees could know how much the roller cleans. Therefore, they would work the cleaning tool slowly to ensure cleanness. Through using the cleaning tool, it needs to unlock sliding handle for working. Cleaning hot roller with the cleaning tool has more working processes than cleaning by hand as shown in Table 4.12.

Table 4.12 Comparing of time to clean in pre- and post-cleaning hot roller cleaning tool

Variables(second)	Diff of variables				
	Mean	SD	t	df	p - value
Cleaning time after installing the hot roll cleaning machine – Cleaning time for before installing the hot roll cleaning machine	19.39	21.7	8.75	95	0.00

2.6 Comparing of cleanness of hot roller in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

To compare cleanness of hot roller, it would take number of times in wrapping up film as comparison variables. Data showed that wrapping up film since 2013 until the end of May 2014 in total 17 months (pre- installing the cleaning tools) due to dirty at 0.08 times/100 cleanings. And data since June 2014 – October 2014 in

total 5 months (post-installing hot roller cleaning tool), average of wrap up film due to dirty at 0.08 times/100 cleanings, which had no statistical significantly different.

Table 4.13 Number of times that film was wrapped up roller/100 cleanings.

Variables	Number of Cleaning Times	Number of Times of Wrapped Film	Time average of Wrapped Film/100 Cleanings
1.Pre- installing the hot roll cleaning tool (Jan 2013 –May 2014, 17 month)	3,648.00	3.00	0.08
2.Post-installing the hot roll cleaning tool (Jun 2014 – October 2014, 5 month)	1,224.00	1.00	0.08

2.7 Comparing number of cleaning cloth used to clean in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

Moreover, when comparing number of cleaning cloth that were used to clean in pre- and post-installing hot roller cleaning tool. Pre-installing, operators would use cleaning cloth to dip in methanol and squeeze it out to clean the hot roller; a cleaning cloth could clean many times until it was too dirty, hard and not able to clean anymore, it would be replaced. Average, a cleaning cloth could clean hot roller at 6 rounds, 5,833 cm²/round. For post-installing, to replace cleaning cloth per a cleaning round, if calculated, it was used 900 cm²/round. It found that cleaning cloth using to clean in pre-installing hot roller cleaning tool was 6 times of the cleaning cloth using in post-installing hot roller cleaning tool.

Part 3: Other benefits from this study.

3.1 Knees load and a wrist but another wrist to clean hot roller that was excluded, in post-installing hot roller cleaning tool.

It indicated that reference position of load in posture 1; kneeling and 2; squat sit of static posture as shown in Figure 4.2 and 4.3, respectively.

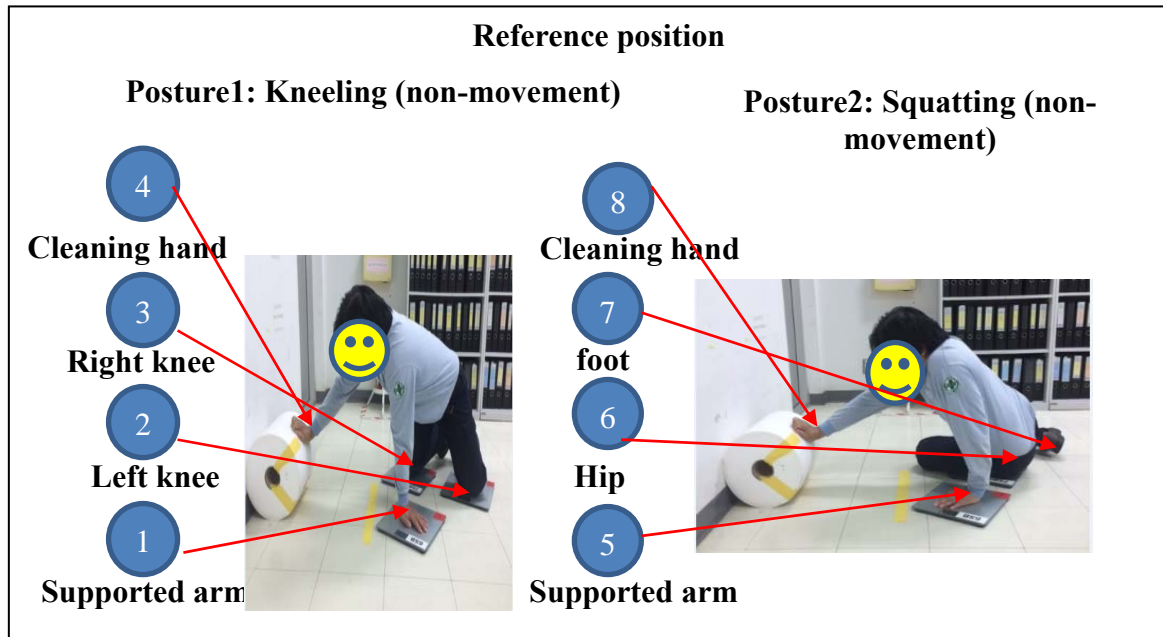


Figure 4.2: Reference position of posture 1 (kneeling) and posture 2 (squatting), non-movement.

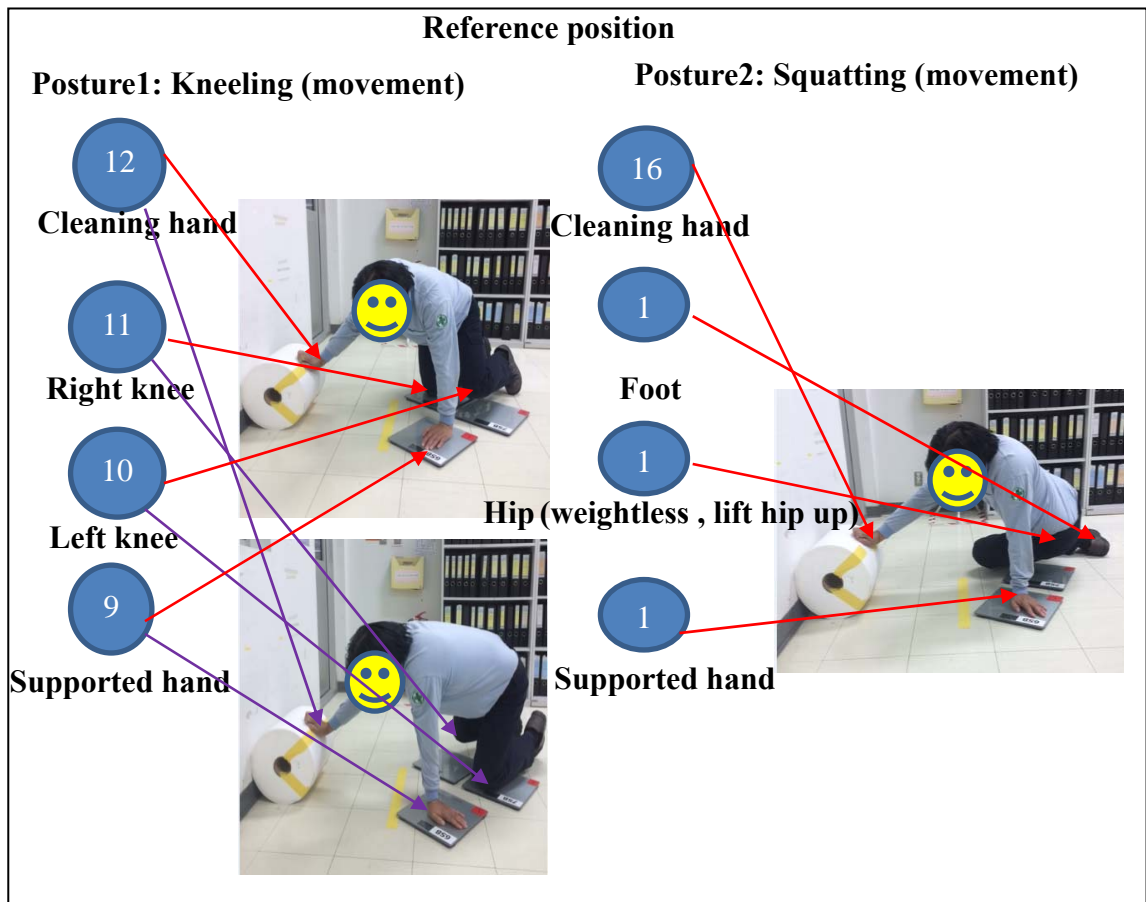


Figure 4.3: Reference position of posture 1 (kneeling) and posture 2 squatting, while moving.

It found that knees load and a left wrist load for dynamic posture, the average of work load of left knee in posture 1 (left knee), posture 1(right knee) and an arm to support body in posture 2 were 37.3, 36.67 and 34.57 kg, respectively. When comparing of static in the same posture, it found that dynamic posture had more load than static posture as shown in Table 4.14.

Table 4.14 Load of knees and left wrist of pre-installing hot roller cleaning tool.

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	SD
	(Male)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
1. Weight	8	47.7	70.0	63.7	7.8
2. Load for posture 1 non-movement (kneeling)					
-An arm to support body (position 1)	8	12.6	19.8	16.1	2.3
-Left knee (position 2)	8	10.4	30.1	20.9	6.2
-Right knee (position 3)	8	13.12	22.2	17.8	3.0
3. Load for posture 2 non-movement (squat)					
-An arm to support body (position 5)	8	14.1	18.7	15.9	1.6
-Hip (position 6)	8	18.6	41.4	33.4	7.5
-Foot (position 7)	8	7.9	13.5	9.9	1.9
4. Load for posture 1 movement (kneeling)					
-An arm to support body (position 9)	8	14.9	20.9	18.8	2.4
-Left knee (position 10)	8	22.6	44.4	37.3	8.2
-Right knee (position 11)	8	26.6	40.0	36.7	4.3

Table 4.14 Table 4.14 Load of knees and left wrist of pre-installing hot roller cleaning tool (cont.)

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	SD
	(Male)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
5. Load for posture 2					
movement (squat)					
-An arm to support body (position 13)	8	27.7	39.8	34.6	4.3
-Hip (position 14)	8	0	0	0	0
-Foot (position 15)	8	9.2	23.4	12.6	4.5

From the study of relationships between weight and knees load and wrists were found that non-movement of posture 1 (kneeling), body weight was related to load of left arm to support body as statistical significantly different ($p - \text{value} = 0.004$). As same as posture 2 (squatting), body weight was related to load of hip side to support body as statistical significantly different ($p\text{-value} < 0.05$) as shown in Table 4.15

When considering load in movement of posture 1 (kneeling), body weight was related to load of left arm to support body, also related to left and right knees as statistical significantly different ($p\text{-value} < 0.05$). As same as posture 2 (squatting), body weight was related to load of both arms to support body as statistical significantly different as shown in Table 4.15.

Table 4.15 Relationships between body weight, knees and left wrist for cleaning hot roller in pre-installing hot roller cleaning tool.

Variable	Result		
	N	Correlation	Sig.
1.Non movement for posture1			
-An arm to support body (Position 4)	8	0.875	0.004
-Left knee (Position 5)	8	0.757	0.030
-Right knee (Position 6)	8	0.087	0.838
2.Non-Movement of posture2			
-An arm to support body (Position 8)	8	0.667	0.071
-Hip (Position 9)	8	0.978	0.000
-Foot (Position 10)	8	0.629	0.095
3.Movement of posture 1			
-An arm to support body (Position 12)	8	0.794	0.019
-Left knee (Position 13)	8	0.959	0.000
-Right knee (Position 14)	8	0.947	0.000
4.Movement for posture2			
-An arm to support body (Position 16)	8	0.884	0.004
-Foot (Position 18)	8	0.493	0.214

3.2 Results of hands push force to clean hot roller in pre- and post-installing hot roller cleaning tool.

The average of push force of a wrist to clean hot roller in pre-installing hot roller cleaning tool of posture 1 and 2 were 131.37 N and 135.93 N, respectively. The average push force of the wrist to clean hot roller in movement (posture 3) was 66.89 N as shown in Table 4.16.

Table 4.16 The average of pushing force to clean hot roller in pre- and post-installing hot roller cleaning tool in posture 1, 2 and 3.

Posture	Mean (Newton)	Std. Error
1. Pre- installing the hot roll cleaning tool		
-kneeling (posture1)	131.4	3.027
-squatting (posture2)	135.9	3.027
2. Post-installing the hot roll cleaning tool (posture3)	66.9	3.027

Wrist push force to clean hot roller in pre- and post-installing hot roller cleaning tool in posture 1 and 2 had no difference. Push force in posture 3 was the lowest. Comparing these 3 postures found that wrist push forces in posture 1 and 2 had a statistical significantly different (p -value < 0.05) from push forces to sliding handle of hot roller cleaning tool in posture 3 as shown in Table 4.17.

Table 4.17 Comparing of a wrist to clean hot roller in each posture.

Main posture	Compared posture	Mean Difference (Main posture - Compared posture)	Std. Error	Sig. ^b
posture1 (kneeling)	Posture 2 (squat)	-4.557	4.281	0.864
	Posture 3 (post- installing the hot roll cleaning tool)	64.478*	4.281	0.000
posture2 (squat)	posture1 (kneeling)	4.557	4.281	0.864
	Posture 3 (post- installing the hot roll cleaning tool)	69.035*	4.281	0.000
posture3 (post- installing the hot roll cleaning tool)	posture1 (kneeling)	-64.478*	4.281	0.000
	Posture 2 (squat)	-69.035*	4.281	0.000

3.3 Satisfaction of post-installing hot roller cleaning tool.

The survey of workers' satisfaction who have used hot roller cleaning tool. The assessment was done in 10 subjects (each subjects: 1 = least, 2 = less, 3 = moderate, 4 = much, 5 = most). The most satisfaction score to prevent pulling, caught in machine from roller was at the average of 4.87. Second was proper of sliding handle height at the average of 4.75, the sliding handle had 5-level adjustment. Third, it could prevent to touch hot roller at the average of 4.62, due to those workers did not need to touch the rotating hot roller directly as shown in Table 4.18.

Table 4.18 Satisfaction of post-installing hot roller cleaning tool.

Assessment items	Minimum	Maximum	Mean	SD
1.Able to prevent pulling or nipping from roller	4	5	4.9	0.35
2. Able to prevent touching hot roller	4	5	4.6	0.52
3.Levels in knees pain and wrists pain from pushing the cleaning tool	4	5	4.5	0.53
4.Appropriateness of tool weight to push	2	5	3.4	0.92
5.Ease to replace cleaning cloth	2	4	3.1	0.64
6. Appropriateness of tool for filling up methanol	3	4	3.4	0.52
7. Cleanness of roller after using the cleaning tool	2	4	3.3	0.71
8. Able to slide the cleaning tool while pushing	4	5	4.5	0.53

Table 4.18 Satisfaction of post-installing hot roller cleaning tool (cont.)

Assessment items	Minimum	Maximum	Mean	SD
9. Appropriateness of sliding handle height	4	5	4.6	0.46
10. Able to prevent skin expose to methanol	3	5	4.3	0.71

3.4 Comparing of worker knowledge about using hot roller cleaning tool in pre- and post-training knowledge.

Before, workers could use hot roller cleaning tool, they were necessary to get train. It found that workers had knowledge score on using the cleaning tool in pre- and post-training: 4.75 and 7.75, respectively. It found that after training, workers had more knowledge to use the hot roller cleaning tool as statistical significantly different (p -value < 0.05) as shown in Table 4.19.

Table 4.19 Comparing of worker knowledge about using hot roller cleaning tool in pre- and post-training knowledge.

	Mean	SD	t	df	P - value
Compare knowledge between post- and pre – training	3	1.06904	7.937	7	0.00

CHAPTER V

DISCUSSION

The study was a quasi - experimental research to study the results of hot roller cleaning tool installation to reduce the risks on accidents and also muscles injury in group of workers who have worked for hygienic plastic sheet production machine in a manufacturer of Industrial Eastern Seaboard Estate Thailand. Subjects of this study were 8 workers who have worked in hygienic plastic plate production department. They were in-charge directly to clean hot roller for ironing plastics sheet among. The subjects were repeated measure in pre- and post-improvement as follows:

1. Risks on injury from working with hot roller and methanol.

Results of this research in post-installing hot roller cleaning tool, it found that injury risks from pulling or caught in between roller and machine guard and touching hot roller were eliminated. These supported an assumption 1; when install the hot roller cleaning tool workers did not need to touch the hot roller that run with high speed directly. They might get skins expose to methanol. All of these problems were eliminated, which supported the assumption 1. There was no different risk in case of using tool to fill methanol instead of holding dipped cleaning cloth by-hand, the risks of methanol vapor exposure were still same. In practice, every worker was controlled by wearing carbon masks to prevent methanol vapor.

Criteria of risk assessments were determined by severity and probability. To determine the probability, 10-related probability were considered entirely. Those probability consisted of number of concerned persons, duration of job, number of accident times in 1 year, work instruction, training, process instruction, personal protective equipment, engineering control, hazardous resources check and warning. The risk assessments were probably estimation in case of highest severity, therefore the number of annual accident in pre- and post-installing was 1 equally (Annually, there had no accident in that assessed probability). However, the assessor estimated

that if any probability might cause accident, the action must be taken, immediately for operators' safety.

Although, installing the hot-roller cleaning tool could reduce risks on injury, due to the above cleaning tool contained with embedded bolts, It therefore still had risks for installing or during or maintenance. Those bolts might fell down in machine, and then it might damage rollers, so it was determined as risk level 3 (moderate level). The above risks prevented by providing standard: bolt management as follows:

- 1) To mark signs at bolt head (make straight line between line of bolt's top and framework to fix that bolt. If bolt is unwinding, it shows the line sign is not straight.

- 2) To count entire number of bolts for hot roller cleaning tool.

- 3) To check signs on top of bolts and to count number of bolts monthly. It found that bolt was unwinding, that bolt needed to be screwed or if lost, the machine must be stopped and find the bolt.

- 4) To repair hot-roller cleaning tool, it only would perform in case of film-produced machine shutdown to prevent bolts or tools fall down machine.

In addition, rails of hot-roller cleaning tool still had tray to prevent falling of bolts from the cleaning tool. Other risks from installing the hot roller cleaning tool was risk level 2 (acceptable risks) for example, workers forget to setup lowest position of sliding handle of the machine and the sliding handle might bump his or her hand or even the machine's hedge. Moving or lifting the cleaning tool to maintenance or to install might be bump his or her hand.

2. Muscles injury from post-installing hot roller cleaning tool.

From the experiment, it found that pre-installing hot roller cleaning tool workers had inappropriate posture to clean the roller; kneeling and clean continuously (posture 1) and squat sit and sliding his body to clean continuously (posture 2). The results were workers' knees bearing average weight at 36.67 kg or 369.60 N. There was different from suggestion of CCOH (Canadian Centre for Occupational Health and Safety)¹⁹ reviewed that knee's safety should be not loaded over 188 N. However, the data was showed that the knees load was more than the above suggestion at 1.97

times and knees would be injured. In accordance with the study of Keith T. Palmer² in aspect of cohort, which entire 40 reports, it found that 17 reports, either crouch sit or squat while working could deteriorated knees.

After installing the hot roller cleaning tool, it found that average force of workers pushing the hot roller cleaning tool was 66.89 N, which in accordance with suggestion of CCOH (Canadian Centre for Occupational Health and Safety)¹⁹ that push force in x axis should not over 225 N. The force was assumed that appropriate force to push the tool or objects in horizon, without injury of muscles.

When considering risks from REBA scores, it found that risks in pre-installing the hot roller cleaning tool were high risks (score 12 and 13). The study found that after installing the hot roller cleaning tool were moderate risks (score 5 and 7). It also found that those risks on muscles injury declined as statistical significantly different ($p - \text{value} < 0.05$), in accordance with the assumption 2.

When considering Abnormal Index, the study found that this index in post-installing the hot roller cleaning tool declined as statistical significantly different ($p - \text{value} < 0.05$). From the average score of 3.3 (unacceptable problem) declined to the average score of 1.55 (acceptable), in accordance with the assumption 2.

3. Methanol volume to clean in post-installing hot roller cleaning tool.

Methanol volume using in post-installing hot roller cleaning tool increased as statistical significantly different ($p - \text{value} < 0.05$), not in accordance with the assumption 3.

4. Time consumption for cleaning hot roller in post-installing hot roller cleaning tool.

It found that time to clean hot roller increased as statistical significantly different ($p - \text{value} < 0.05$) in post-installing hot roller cleaning tool. Because there were more work step instructions. Additionally, the workers could not check cleanness while running the cleaning tool. Therefore, they needed to push the cleaning tool slowly to ensure its cleanness, not in accordance with the assumption 4.

5. Cleanness of hot roller in post-installing hot roller cleaning tool.

It found that cleanness of hot roller in pre- and post-installing the hot roller cleaning tool had an average of wrap up for 0.08 times/100-time of hot roller cleaning in equal. It showed no different as statistical significantly, not in accordance with the assumption 4.

6. Cleaning cloth quantity to clean hot roller in post-installing hot roller cleaning tool.

In post-installing hot roller cleaning tool, cleaning cloth for cleaning hot roller declined to 6 times, when comparing with number of cleaning cloth for cleaning in pre-installing the hot roller cleaning tool, in accordance with the assumption 4.

Other benefit from this Study.

1. Satisfaction on using hot roller cleaning tool.

After using hot roller cleaning tool, it found that roller pulling accident prevention was the highest satisfaction of 4.87. Second, it was appropriateness of handle's height at the average score of 4.75, due to 5-level height adjustable. Third, the cleaning tool could prevent exposing to hot roller at the average score of 4.62. However, it found that replacement of cleaning cloth in each time was little problem at lowest satisfaction at the average of 3.12 that should be continual improvement.

2. Employees' knowledge on using hot roller cleaning tool.

Before any worker uses hot roller cleaning tool, they need to be trained in using the cleaning tool. In post-training, they have more knowledge to use the cleaning tool as statistical significantly different ($p - \text{value} < 0.05$)

Summary

Using hot roller cleaning tool, instead of humans to touch hot roller directly, it found that risks either pulling or caught in machine between roller and machine guard, skin exposure to thermal and methanol was eliminated. Even though, other risks were still moderate (property lost). And there was work instruction to control the moderate risk and some could be acceptable risk. Through risks on REBA injury and Abnormal Index declined as statistical significantly different. The cleanliness of the hot roller in case of using the hot roller cleaning tool, it found that has no difference but number of cleaning cloth declined to 6 times. It however found that volume of methanol and more time consumption to clean with the tool. Workers scored satisfaction for using the hot roller cleaning tool at 5 in each topic, due to prevention, either pulling or nipping, ergonomic handle and avoidable touching hot roller as 4.87, 4.75 and 4.62, respectively. Before using the hot roller cleaning tool, they were trained, in pre- and post-training scores at 4.75 and 7.75, respectively.

CHAPTER VI

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

Hot-roller cleaning is an essential job for hygienic plastic plate production, to prevent dirty of the roller or sticky caused by monomer vapor of pellet plastic. The causes will be wrap-up in film and stop the production line for cleaning and restart again. Thus, it is necessary to prevent the wrap-up problem, by cleaning hot roller every time after finishing one production process (every 3 hours). That is why employees expose to the risks of hot roller; pulling, caught in between hot roller and machine guard, methanol exposure and hot roller burn. Including inappropriate postures to clean that hot roller may cause muscles injury.

Therefore, the study was to assess risks on injury, muscles (REBA), Abnormal Index, Included cleanness of hot roller (number of wrap up), methanol volume, time and number of cleaning cloth to clean hot roller. In post-installing the hot roller cleaning tool, the researcher collected data by of 8 persons in a manufacturer of hygienic plastic plate in Industrial Eastern Seaboard Estate Thailand.

Instruments of this study consisted of general questionnaire, injury risk assessment, REBA assessment, Abnormal Index, digital weight scale, digital force gauge and the hot roller cleaning tool, from May – October 2014, in total 6 months.

Descriptive statistics analysis was used to determine Mean, Standard Deviation, including Differential Data Analysis within the experiment group by statistics of Univariate Analysis of Variance, paired T-test and Correlation.

Results of this Study.

1. Risks on injury in post-installing hot roller cleaning tool.

In pre-installing hot roller cleaning tool, there were totally 13 risks. For post-installing the cleaning tool found that 9 risks in total, the hot roller cleaning tool

could eliminate entire of 5 risks: hand may caught in between hot roller and machine guard, knee pain, sliding hand may touch with hot roller, methanol exposure on skin and eyes at 3, 3, 2, 2 and 2, respectively. There was one same risk remaining at risk level 1: exposing to methanol vapor.

2. Risks on muscle injury in post-installing hot roller cleaning tool.

REBA scores in pre-installing hot roller cleaning tool of posture 1 (kneeling) and 2 (squat sit) were 12 and 13, very high risk level respectively. After-installing the hot roller cleaning tool (posture 3), it found that REBA score at lowest and highest were 5 and 7, in medium risk, respectively. The researcher also found installing the hot roller cleaning tool could reduce muscle risks as statistical significantly different ($p - \text{value} < 0.05$).

Abnormal index in post-installing the hot roller cleaning tool declined as statistical significantly different ($p - \text{value} < 0.05$). From the average score at 3.30, was unacceptable risk problems became 1.55 (acceptable risk).

3. Methanol volume in post-installing hot roller cleaning tool

Volume of methanol in pre- and post-installing hot roller cleaning tool was average at 499 and 600 ml/time, respectively. It found that volume of methanol was higher as statistical significantly different.

4. Time to clean hot roller in post-installing hot roller cleaning tool

Average time to clean hot roller in pre- and post-installing hot roller cleaning tool was at average of 29.26 sec and 46.57 sec, respectively. Time to clean the hot roller by the cleaning tool were longer than by hand as statistical significantly different ($p - \text{value} < 0.05$).

5. Cleanness of hot roller in post-installing hot roller cleaning tool.

Using number of wrap-up film on roller was compared cleaning of hot roller in pre- and post-installing the hot roller cleaning tool. The researcher found that cleanness of the hot roller in pre- and post-installing at average from wrap-up film

(dirty cause) at 0.08 time/100-time of hot roller cleaning equally, no difference as statistical significantly.

6. Cleaning cloth quantity to clean of hot roller cleaning tool in post-installing hot roller cleaning tool.

The data found that in post-installing hot roller cleaning tool, cleaning cloth was used to clean hot roller down to 6 times, when comparing with number of cleaning cloth to clean in pre-installing the hot roller cleaning tool.

Other benefit from this Study

1. Employees' satisfaction on hot roller cleaning tool

Employees had most satisfactory on hot roller cleaning tool; to prevent pulling, hand may caught in between roller and machine guard at the average score of 4.87, due not to expose with that rotating roller directly. Second, it was appropriateness of handle height at the average score of 4.75, due to 5-level height adjustment. Third, the cleaning tool could prevent exposing the hot roller at the average score of 4.62.

2. Employees' satisfaction on using hot roller cleaning tool

Before any worker uses hot roller cleaning tool, they need to be trained to use the cleaning tool. In post-training, they had more knowledge to use the cleaning tool as statistical significantly different ($p - \text{value} < 0.05$).

Limitation of this Study

For this study, pressure force determination process in case of cleaning hot roller in posture 1 (kneeling) and 2 (squatting) were postures in pre-installing hot roller cleaning tool. It could not determine the hand pressing force on hot roller directly, due to running roller. Because it is risk on workers and the pressure scale might be damaged or fell down in hygienic plastic plate machine. The machine could be serious damaged. Therefore, the author set up a simulation station as same as a hot-roller cleaning point and determined push force from the workers to press cleaning

cloth on the hot roller. The determination might be not exactly as pressing force to clean hot roller directly.

Further Suggestion

1. Even though hot roller cleaning tool would reduce risks on muscles' injury from very high risk to medium risk, reducing Abnormal Index from unacceptable level to acceptable. However, it should have continual development to reduce processes of humans work. For example, creating the hot roller cleaning tool as mechanically, reduce time of work, also reducing time to replace new calico, etc.

2. Provide an auto fill-up methanol machine to avoid touching with methanol vapor, this is a remaining risk and can control methanol volume efficiency.

REFERENCES

- 1 กลุ่มงานยุทธศาสตร์ความปลอดภัยแรงงาน สำนักความปลอดภัยแรงงาน. สถานการณ์การดำเนินงานด้านความปลอดภัยและอาชีวอนามัยของประเทศไทย ปี 2555
<http://www.labour.go.th/th%20/attachments/article/13745/safety2012.pdf> (accessed 10 December 2013).
- 2 Keith T. Palmer. Occupational activities and osteoarthritis of the knee. British Medical Bulletin 2012; 102(1): 147-170.3 Thailoil. ข้อมูลความปลอดภัยเมทานอล.
http://www.topsolvent.com/th/images/stories/Products/MSDS/c1_ghs_th_meoh_2.1.pdf (accessed 15 December 2013).
- 4 กิตติ อินทรานนท์. การยศาสตร์, 1 ed. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2548.
- 5 Waldemar Karwowski, William S. Marras. The Occupational Ergonomics Handbook, 2nd ed. United States of America: Copyright Clearance Center; 1999.
- 6 Snook SH, Ciriello VM. The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. Ergonomics 1991; 34(9): 197-213.
- 7 Marvin Rausand. Risk Assessment theory method and applications, 2nd ed. Canada: John Wiley & Sons, Inc; 2011.
- 8 กรมโรงงานอุตสาหกรรม. ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้ป่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543.
http://www.diw.go.th/diw_web/html/versionthai/laws/regulation4.pdf (accessed 25 November 2013).
- 9 สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย: ข้อกำหนด. <http://cste.sut.ac.th/cste/web1/web/mainfile/downloadfiles303.pdf> (accessed 10 March 2014).

- 10 Richard L. Lieber. *Skeletal Muscle Structure, Function and Plasticity*, 3rd ed. China: Lippincott Wilkins; 2002.
- 11 International Ergonomics Association. Definition and Domains of ergonomics. <http://www.iea.cc/whats/> (accessed 20 December 2013).
- 12 Geoffrey Davida, Valerie Woods, Guangyan Li, Peter Buckle . The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics* 2008; 39(1): 57-69.
- 13 J. Steven Moorea, Arun Gargb . The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs For Risk of Distal Upper Extremity Disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1995; 56(5): 443-458.
- 14 American Conference of Governmental Industrial Hygienists. ACGIH TLV for Hand Activity Level (HAL). http://www.ttl.fi/en/ergonomics/methods/workload_exposure_methods/table_and_methods/Documents/ACGIHTLVforHandActivityLevel_HAL_.pdf (accessed 26 November 2013).
- 15 E. OCCHIPINTI . OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics* 1998; 41(9): 1290-1311.
- 16 Lynn McAtamney, E.Nigel Corlett. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 1993; 24(2): 91-99.
- 17 Sue Hignetta, Lynn McAtamney. Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics* 2000; 31(2): 201-205.
- 18 K.S. Lee, D.B. Chaffin, G.D. Herrin, A.M. Waikar. Effect of handle height on lower-back loading in cart pushing and pulling. *Applied Ergonomics* 2003; 22(2): 117-123.
- 19 Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Pushing & Pulling - General. <http://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/push1.html> (accessed 20 December 2014).

APPENDICES

APPENDIX A

QUESTIONNAIRS

1.แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปส่วนบุคคลก่อนทำการติดตั้งเครื่องทำความสะอาดลูกกลิ้งร้อน

คำชี้แจง กรุณาตอบคำถามเกี่ยวกับตัวท่าน โดยเติมคำลงในช่องว่าง หรือทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน

หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปส่วนบุคคล

1.เพศ ชาย หญิง

2.อายุ.....ปี

3. อายุงาน ปี (ที่บริษัทที่ท่าน ปัจจุบัน)

4. เคยทำงานที่บริษัทอื่นๆ ปี

5. ระยะเวลาที่ท่านทำงาน ทำความสะอาดลูกกลิ้ง ปี เดือน

6. ส่วนสูง.....ซม. น้ำหนัก.....กก.

7. ท่านมีประสบการณ์การทำงานด้านความสะอาดลูกกลิ้งหรือไม่ ก่อนมาทำงานที่บริษัทนี้หรือไม่
 ไม่มี มี โปรดระบุ (สถานที่)..... ระยะเวลา ปี เดือน

8. ก่อนที่จะมาทำหน้าที่ทำงานทำความสะอาด ท่านเคยได้รับการอบรมมาก่อนหรือไม่
 ไม่ได้รับการอบรม ได้รับการอบรม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ (ย้อนหลัง 6 เดือน)

9.ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่หรือไม่

ไม่สูบบุหรี่ สูบบุหรี่

10.ก่อนการทำงานท่านดื่มเครื่องดื่มที่ทำให้สดชื่นไม่อ่อนเพลียหรือไม่

ไม่ดื่ม ดื่ม (โปรดระบุ ชนิดของเครื่องดื่ม)

(โปรดระบุ ความถี่ของการดื่ม ดื่ม เช่น ทุกวัน, วันเว้นวัน, หรือกี่วันต่อสัปดาห์
 เป็นต้น)

หลังเลิกงานท่านดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์หรือไม่

ไม่ดื่ม ดื่ม (โปรดระบุ ความถี่ของการดื่ม เช่น ทุกวัน, วันเว้นวัน, หรือกี่วันต่อสัปดาห์
 เป็นต้น)

11.ท่านออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาบ่อยแค่ไหนใน 1 สัปดาห์

ไม่ได้ออกกำลังกาย ออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้ง

ออกกำลังกาย 3-5 ครั้ง ออกกำลังกายมากกว่า 5 ครั้ง

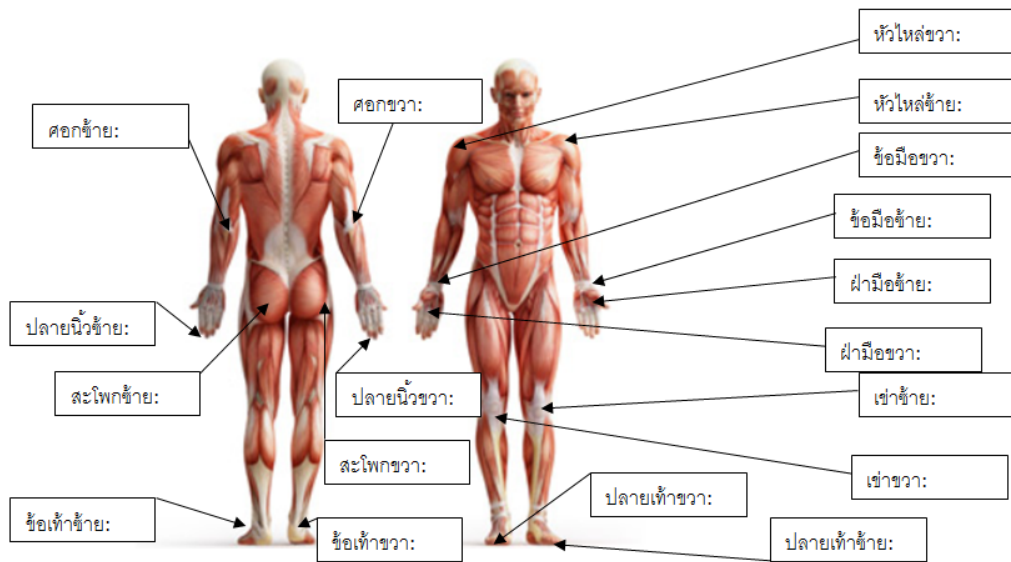
12.ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ไม่มี มี โรคอะไร..... เป็นมานาน.....ปี
- โรคเบาหวาน โรคไต โรคเก๊าต์
- อื่นๆ (โปรดระบุ)

13. ท่านเคยได้รับการผ่าตัดหรือเคยประสบอุบัติเหตุหรือไม่

- ไม่เคย
- เคย (โปรดระบุ)

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการทำความสะอาดลูกgingร้อน



ขอให้ทำสัญลักษณ์ดังต่อไปนี้ในกล่องสี่เหลี่ยม (ทำได้มากกว่า 1 สัญลักษณ์ใน 1 กล่อง) บนรูปจำลองร่างกายมนุษย์

- สัญลักษณ์ 1 = จุดที่มีอาการ/ เคยมีอาการ บาดเจ็บของกล้ามเนื้อหรือปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อ
- สัญลักษณ์ 2 = จุดที่สัมผัส/ เคยสัมผัสลูกgingร้อน
- สัญลักษณ์ 3 = จุดที่สัมผัส/ เคยสัมผัสกับเมทานอล

หมายเหตุ ถ้ามีจุดอื่นเพิ่มเติมขอให้ทำสัญลักษณ์วงกลมล้อมรอบ และเขียนหมายเลขภายในกล่องสี่เหลี่ยม

ให้ทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ท่านคิดว่าท่านได้รับหรือมีอาการ

ข้อ	เรื่อง	ความถี่			หมายเหตุ
		ทุกครั้ง	ก็ครั้ง/รอบการเข้า กะ (3 วัน) โปรด ระบุ	ไม่เคย	
1	ท่านเคยมีอาการเจ็บเข้าหลังจากทำความสะอาด ลูกกลิ้งร้อน				
2	ท่านเคยมีอาการเจ็บข้อมือที่ใช้พุงร่างกายจากการ ทำความสะอาดลูกกลิ้งร้อน				
3	ท่านเคยมีอาการเจ็บข้อมือที่ใช้เช็ดทำความสะอาด ลูกกลิ้งร้อน				
4	มือของท่านเคยพลาดไปสัมผัสกับลูกกลิ้งร้อนขณะ ทำความสะอาด				
5	ท่านเคยมีอาการปวดหลังจากการทำความสะอาด ลูกกลิ้งร้อน				
6	เมทานอลเคยกระเด็นเข้าตาขณะทำความสะอาด ลูกกลิ้งร้อน				
7	เมทานอลเคยกระเด็นถูกหน้าขณะทำความสะอาด ลูกกลิ้งร้อน				
8	เมทานอลเคยสัมผัสมือโดยตรงขณะทำความ สะอาดลูกกลิ้ง				
9	ขณะวางมือบนลูกกลิ้งร้อนเพื่อทำความสะอาด มือ เคยลื่นไถล หรือสะดุ้งขึ้นข้างบนตามทิศทางการ หมุนของลูกกลิ้งร้อน				
10	มีอาการเพี้ยน เมื่อยล้าหลังทำความสะอาดลูกกลิ้ง				
11	หายใจไม่สะดวก อึดอัดหลังทำความสะอาด ลูกกลิ้ง				
12	ครั่นเนื้อครั่นตัวหลังทำความสะอาดลูกกลิ้ง				
13	นอนไม่ค่อยหลับ				
14	ปัญหาอื่น ๆ ระบุ.....				

ขอขอบคุณอย่างสูงในการตอบแบบสอบถาม

คะแนนที่ได้
คะแนนเต็ม

2.แบบทดสอบก่อน/ หลังการฝึกอบรมการใช้เครื่องทำความสะอาดลูกกลิ้งร้อน

ว/ด/ป ที่ทำการทดสอบ เวลา

ให้ทำสัญลักษณ์ ✓ (ถูก) หรือ ✗ (ผิด) ตามข้อเท็จจริง หน้าประโยคดังต่อไปนี้

1. ___ ท่านสามารถเปลี่ยนผ้าม้วนใหม่ได้เฉพาะตำแหน่ง O/S (operator side) เท่านั้น
2. ___ ท่านสามารถเปลี่ยนหน้าผ้าได้ทุกตำแหน่ง และตลอดเวลา เมื่อพบว่าหน้าผ้าสกปรก
3. ___ ท่านสามารถปรับตำแหน่งความสูงของด้ามจับได้ทั้งหมด 5 ระดับ ตามความเหมาะสม
4. ___ ท่านต้องดึงสลักด้านข้างตลอดเวลา จึงจะสามารถปรับระดับของด้ามจับได้
5. ___ ก่อนที่ท่านจะวางด้ามจับลงที่พื้น ท่านจะต้องปรับระดับของด้ามจับให้อยู่ตำแหน่งต่ำสุดก่อน จึงจะสามารถวางลงได้
6. ___ ผู้ที่จะใช้เครื่องทำความสะอาดลูกกลิ้งร้อนจะต้องเป็นผู้ที่ผ่านการอบรมเท่านั้น
7. ___ เมื่อท่านจะทำการเปลี่ยนผ้าม้วนใหม่ ให้ท่านถอดม้วนผ้าออกมาทั้งม้วน และนำม้วนผ้าสำรองม้วนใหม่ซึ่งได้เตรียมไว้แล้วใส่เข้าไปแทนที่
8. ___ ก้อนผ้าที่เป็นตัวดูดซับเมทานอล ให้ทำการเปลี่ยนทุกครั้งที่ทำความสะอาดลูกกลิ้ง
9. ___ เมื่อจะทำการเปลี่ยนหน้าผ้า ให้ท่านหมุนวงล้อด้านบนไปในทิศทางหมุนเข้าหาตัวเอง
10. ___ ตำแหน่งที่สามารถเปลี่ยนหน้าผ้าได้คือ ตำแหน่งที่ 1 เท่านั้น

3.แบบสัมภาษณ์พนักงานดัชนีความผิดปกติ

1. ความล้าโดยทั่วไป (general fatigue) เมื่อทำงานครบรอบการทำงาน (full work cycle)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ไม่มีปัญหา

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ล้ามากที่สุด

No problem

most fatigue

ต่อไปพยายามแบ่งการทำงานของพนักงานออกเป็นกิจกรรมย่อย หลายกิจกรรม ให้ครบรอบงานหนึ่ง (full work cycle) แล้วระบุระดับความล้าของแต่ละกิจกรรมลงในตารางของแต่ละกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1										
กิจกรรมที่ 2										
กิจกรรมที่ 3										
กิจกรรมที่ 4										
กิจกรรมที่ 5										
ระดับ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ไม่มีปัญหา

ล้ามากที่สุด

No problem

most fatigue

2. ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวด การบาดเจ็บ (risk perception to pain and Injury)

ไม่เสี่ยง

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

เสี่ยงมากที่สุด

No risk

high risk

ต่อไปพยายามแบ่งการทำงานของพนักงานออกเป็นกิจกรรมย่อย หลายกิจกรรม ให้ครบรอบงานหนึ่ง (full work cycle) แล้วระบุระดับความเสี่ยงของแต่ละกิจกรรมลงในตารางของแต่ละกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1										
กิจกรรมที่ 2										
กิจกรรมที่ 3										
ระดับ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ไม่เสี่ยง

เสี่ยงมากที่สุด

no risk

high risk

3. ระดับความสนใจต่องานที่ทำ (level of interest in the present job)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ไม่น่าสนใจ

น่าสนใจมากที่สุด

No interest

very interesting

ต่อไปพยายามแบ่งการทำงานของพนักงานออกเป็นกิจกรรมย่อย หลายกิจกรรม ให้ครบรอบงานหนึ่ง (full work cycle) แล้วระบุระดับความสนใจของแต่ละกิจกรรมลงในตารางของแต่ละกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1										
กิจกรรมที่ 2										
กิจกรรมที่ 3										
กิจกรรมที่ 4										
ระดับ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ไม่น่าสนใจ

น่าสนใจมากที่สุด

no interest

very interesting

4. ความซับซ้อนของงานที่ทำ (complexity of the present job)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ไม่ซับซ้อน

ซับซ้อนมากที่สุด

no complex

very complex

5. ความยากง่ายของงานที่ทำ (difficulty of the present job)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ง่ายมาก

ยากมากที่สุด

Very easy

very difficult

6. จังหวะของการทำงาน (work rhythm)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ไม่มีปัญหา

มีปัญหามากที่สุด

No problem

many problems

7. ความรับผิดชอบในการทำงาน (work responsibility)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ไม่ต้องรับผิดชอบ

ต้องรับผิดชอบสูง

no responsibility

high responsibility

8. อิสระในการทำงาน (freedom of work)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ต้องทำตามคำสั่งเท่านั้น

จะทำงานอย่างไรก็ได้

Follow order

work freedom

การคำนวณดัชนีความไม่ปกติ (Calculation of Abnormal Index = AI)

$$\frac{\sum[1, 2, 4, 5, 6, 7] - \sum[3, 8]}{8} = AI$$

ถ้า (If)	$AI \leq 0$	= ไม่มีปัญหาอะไร (no problem)
	$0 < AI \leq 2$	= มีปัญหาเล็กน้อยพอทนได้ (little problem)
	$2 < AI \leq 3$	= ต้องเอาใจใส่ ระมัดระวัง (attention and be alert)
	$3 < AI \leq 4$	= มีปัญหามากขึ้นจะรับไม่ได้ (problem increases, unbearable)
	$4 < AI$	= รับไม่ได้ แก้ไขทันที (unacceptable, must be corrected)

APPENDIX B

REBA EMPLOYEE ASSESSMENT WORKSHEET

REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Vigliani, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 205-207

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Step 1a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position

Step 2a: Adjust...
 If trunk is rotated: +1
 If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs

Adjust: 30-60° Add +1, 60° Add +2

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Step 5: Add Force/Load Score
 If load < 11 lbs: +0
 If load 11 to 22 lbs: +1
 If load > 22 lbs: +2
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Step 6: Score A, Find Row in Table C
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Scoring:
 1 = negligible risk
 2 or 3 = low risk, change may be needed
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
 11+ = very high risk, implement change

SCORES

		Neck		
		1	2	3
Trunk Posture Score	Legs	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
	1	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
	2	2 3 4 5	3 4 5 6	4 5 6 7
	3	2 4 5 6	4 5 6 7	5 6 7 8
	4	3 5 6 7	5 6 7 8	6 7 8 9

		Lower Arms	
		1	2
Upper Arm Score	Wrist	1 2 3	1 2 3
	1	1 2 3	1 2 3
	2	1 2 3	2 3 4
	3	3 4 5	4 5 5
	4	4 5 5	5 6 7

		Score B, (make it value +coupling score)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Score A, (Score from table A + load/force score)	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8
	3	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9
	4	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10
	5	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10
	6	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
	7	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11	11
	8	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	11	11	11
	9	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11
	10	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11
	11	7	7	8	8	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11
	12	7	8	8	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:

Step 7a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 8: Locate Lower Arm Position:

Step 9: Locate Wrist Position:

Step 9a: Adjust...
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Step 11: Add Coupling Score
 Well fitting handle and mid range power grip: good: +0
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1
 Hand hold not acceptable but possible: poor: +2
 No handles, awkward, unsafe with any body part, unacceptable: +3

Step 12: Score B, Find Column in Table C
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Step 13: Activity Score
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Table C Score + Activity Score = Final REBA Score

APPENDIX D

ข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี: เมทานอล



เมทานอล (Methanol)
Version 2.1
มีผลบังคับใช้วันที่ 1 มิถุนายน 2555

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อผลิตภัณฑ์	: เมทานอล (Methanol)
การใช้ประโยชน์	: ใช้เป็นสารทำละลายในอุตสาหกรรม ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล
ผู้จำหน่าย	: บริษัท ทีโอที โกลบอล จำกัด เลขที่ 555/1 ศูนย์เลขเนอวี่ คอมเพล็กซ์ อาคารเอ ชั้น 11 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจตุจักร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย
โทรศัพท์	: +66 2 299 0003 หรือ +66 2 797 2993
โทรสาร	: +66 2 797 2983
โทรศัพท์ฉุกเฉิน	: +66 2 299 0003 [ในเวลาทำงาน]หรือ +66 38 683090 ต่อ 103 [นอกเวลาทำงาน]

2. ข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นอันตราย

การจำแนก GHS	: FLAMMABLE LIQUIDS, Category 2 Acute toxicity (Oral), Category 3 Acute toxicity (Dermal), Category 3 Acute toxicity (inhalation), Category 3 Specific target organ toxicity - single exposure Category 1 (central nervous system, visual organ)
--------------	---

สัญลักษณ์ GHS



คำสัญญาณ	: อันตราย
ข้อความแสดงความเป็นอันตรายทางกายภาพ	: ของเหลวและไอระเหยไวไฟสูง
ข้อความแสดงความเป็นอันตรายทางสุขภาพ	: เป็นพิษกรณกลืนกิน เป็นพิษกรณสัมผัสผิวหนัง เป็นพิษกรณสูดดมทางหายใจ อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบประสาทส่วนกลาง อวัยวะมองเห็น
ทางสิ่งแวดล้อม	: ไม่จำแนก
ข้อความแสดงข้อควรระวังมาตรการป้องกัน	: เก็บให้ห่างจาก แหล่งกำเนิดประกายไฟ เช่น ความร้อน/ประกายไฟ/เปลว



เมทานอล (Methanol)
Version 2.1
มีผลบังคับใช้ที่ 1 มิถุนายน 2555

- ไฟ – ห้ามสูบบุหรี่
เก็บภาชนะบรรจุให้ปิดแน่น ต่อสายดินเชื่อมต่อกับภาชนะบรรจุและอุปกรณ์อื่น
ใช้อุปกรณ์ป้องกัน/ถ่ายเทอากาศ/แสงสว่าง/.../ที่ป้องกันการระเบิด
ใช้เฉพาะเพื่อจุดประสงค์ที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ
ดำเนินการจัดการป้องกันการเกิดการคายประจุไฟฟ้าสถิตย์
สวมถุงมือ / สวมใส่ชุดป้องกัน และสวมอุปกรณ์ ปกป้องดวงตา / หน้า
หลีกเลี่ยงการสูดดม ฝุ่น/ขุ่น/ก๊าซ/ละออง/ไอระเหย/ละอองลอย
ใช้เฉพาะภายนอกอาคารหรือในพื้นที่ที่มีการระบายอากาศที่ดี
ล้างมือให้ทั่วหลังจากปฏิบัติงานกับผลิตภัณฑ์ชนิดนี้
หลีกเลี่ยงการปล่อยสารสู่สิ่งแวดล้อม
- มาตรการบรรเทา** :
- 1. ถ้าสัมผัสผิวหนัง (หรือเสื้อผ้า): ให้กำจัด/ถอดเสื้อผ้าที่ได้รับปนเปื้อนออกทันที ล้างผิวหนังด้วยน้ำ/สบู่ทันที
 - 2. ในกรณีเกิดเพลิงไหม้ ใช้สารดับเพลิงที่เหมาะสมเพื่อการดับเพลิง
 - 3. ถ้าสูดดมเข้าไป: ให้ออกไปไปยังที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์และให้พักผ่อนในที่ที่สามารถหายใจได้สะดวก
 - 4. ถ้ารู้สึกผิดปกติในโทรศัพท์กับพิษวิทยา ศูนย์พิษวิทยา หรือปรึกษาแพทย์
 - 5. ถ้ากลืนกินเข้าไป: ถ้ารู้สึกผิดปกติให้โทรศัพท์กับพิษวิทยา ศูนย์พิษวิทยา หรือปรึกษาแพทย์
- การจัดเก็บที่ปลอดภัย** :
- 1. จัดเก็บในพื้นที่ที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก
 - 2. เก็บภาชนะบรรจุให้ปิดแน่น
- วิธีการจัดการกับผลิตภัณฑ์** :
- 1. ทำจิตสำนึก/ภาชนะบรรจุ ตามข้อบังคับที่กฎหมาย

3. ส่วนผสม / ชื่อสามัญทางเคมีของสารและเปอร์เซ็นต์ของสารที่ผสมอยู่

- ชื่อสามัญทางเคมี : Methyl alcohol, Methanol
CAS No. : 67-56-1
EINECS No. : 200-659-6

ส่วนประกอบที่เป็นอันตราย

Chemical Name	Synonyms	CAS	Hazard Class (category)	Hazard statement	Conc.
Methanol		67-56-1	Flam. Liq. - 2, Act. Oral - 3, Act. Dermal - 3, Act. Inhalation - 3, STOT SE. - 1	H225, H301, H311, H331, H370	99.8 %

4. การปฐมพยาบาล

- ข้อมูลทั่วไป** :
- 1. นำตัวออกจากอากาศบริสุทธิ์ หากอยู่บริเวณที่ปนเปื้อนแล้ว ให้นำตัวส่งศูนย์พยาบาลที่ใกล้ที่สุดเพื่อรับการรักษาค่ะ



ข้อมูลความปลอดภัย

เมทานอล (Methanol)

Version 2.1

มีผลใช้บังคับที่ 1 มิถุนายน 2555

การสัมผัสกับผิวหนัง	• ถอดเสื้อผ้าที่ใส่ารเป็นเชือกออก ใช้ผ้าจำนวนมากล้างบริเวณที่สัมผัสกับสารเคมี แล้วล้างด้วยน้ำและสบู่ ถ้ามี พยายามหลีกเลี่ยง ให้รีบหาแพทย์
เมื่อสูดดม	• ถอดคอนแทกเลนส์ที่ติด สวมหน้ากากใส่สารเคมีที่ป้องกันแก๊ส อย่างน้อย 15 นาทีหากมีกลิ่นอาการระคายเคือง ให้รีบหาแพทย์
เมื่อรับประทานทางเดินอาหาร	• การสูดดมแบบพ่นกลีบอาจมีอันตรายถึงตาย อาการอาจเกิดขึ้นหลังจากได้รับ 18-24 ชั่วโมง ห้ามส่งกลีบไปกำจัด : ให้รีบนำผู้สัมผัสมาพบแพทย์โดยเร็วที่สุดเพื่อรับการรักษาค่าต่อไป
ห้ามสูดดมไอระเหย	• การสูดดมเมทานอลโดยการสูดดมไอระเหยจากถังเมทานอลอาจมีอาการปรากฏขึ้นหลังจาก 48 ชั่วโมง 72 ชั่วโมง อาการที่ปรากฏมักเกี่ยวข้องกับระบบประสาทส่วนกลาง ตา ทางเดินอาหาร เป็นกรดสีเขียว มีนงง พบอาเจียน ความง่วง ใจสั่น และปวดศีรษะ อาการอาจเกิดขึ้นหลังจากได้รับ 18-24 ชั่วโมง การรับประทานเมทานอลในชีพ ค่าบีเอสเอช ซีบีบี โคลด์ซีบีบีเมทานอล ซีบีบี เมทานอล (Methanol) สามารถลดความเป็นพิษของเมทานอลได้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาในร่างกายเป็นเอเทอร์ และใช้รักษาพิษจากเมทานอลได้

5. การปฏิบัติเมื่อเกิดไฟไหม้

อพยพบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องหรือเกี่ยวข้องกับเพลิงไหม้ออกจากบริเวณที่มีไฟไหม้

อันตรายที่อาจเกิดขึ้น	• แผลไหม้ที่เกิดจากเมทานอลสามารถลุกลามได้ยาก การเผาไหม้อาจเกิดควันพิษและแก๊สพิษ แก๊สพิษและไอระเหยที่ระเหยในถังเมทานอล ขาดไฟในชีพ เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ภาชนะที่ติดสนิท จะถูกแรงระเบิดและเพลิงไหม้อาจวางจำหน่ายในปริมาณมาก ห้ามสูดดม เมื่อสัมผัสกับไฟหรือความร้อนควรเข้าไปสูดดมในช่องเวลาที่ปลอดภัยตลอดเวลา ใช้อุปกรณ์ป้องกันหากสามารถเดินทางไกลจากแหล่งกำเนิดของการเผาไหม้
สารที่ไวไฟ	• ไฟไหม้เมทานอล - ควบคุมด้วย สารดับเพลิงเหลวแห้ง ดับเพลิงน้ำที่ผสมน้ำ (ดู สารที่ไม่เหมาะสมในการใช้ดับไฟ)
สารที่ไม่เหมาะสมในการดับไฟ	• ไฟไหม้เมทานอลใหญ่ - ดับเพลิงน้ำที่ผสมน้ำ (ดู สารที่ไม่เหมาะสมในการดับไฟ) โฟมและผงเคมีแห้ง (2% หรือ 6% โฟม)
อุปกรณ์ป้องกันสำหรับ ผู้เผชิญเพลิง	• ใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟไหม้ที่ทนทานได้ และป้องกันการสัมผัสกับประกายไฟหรือเปลวไฟจากเมทานอลที่เผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงการดับไฟได้
คำแนะนำเพิ่มเติม	• เมื่อเผชิญเหตุเพลิงไหม้ควรสวมหน้ากากป้องกันพิษจากเมทานอล 20% สามารถดับไฟได้ ควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันสุขภาพและเครื่องมือช่างตามใจไว้

6. การปฏิบัติเมื่อเกิดการรั่วไหล

ปฏิบัติตามระเบียบหรือข้อกำหนดทางประเทศและในท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับไฟไหม้

มาตรการที่นำไป	• เมื่อพบเพลิงที่รั่วไหลจากเมทานอลควรเก็บใส่ถัง การรั่วไหลอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้เมื่อสูดดมได้ ค่าบีเอสเอชเอชซีบีบีเมทานอล
-----------------------	---



เมทานอล (Methanol)
Version 2.1
มีผลบังคับใช้ที่ 1 มิถุนายน 2555

<p>การป้องกันส่วนบุคคล</p> <p>ข้อควรระวังต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>มาตรการป้องกัน</p> <p>เมื่อผลิตภัณฑ์รั่วไหล</p>	<p>หยุดการรั่วไหลและการใช้วัสดุติดขึ้น ฟลูออโรโพลีเอทิลีนแอลกอฮอล์อาจจะนำไปใช้เพื่อลด ไรระเหยและการติดไฟ ควรนำเมทานอลออกซิเจนมาไปใหม่ จำกัดการเข้าถึงพื้นที่จนกว่าจะเสร็จสิ้นการทำความสะอาด</p> <p>ควรระมัดระวังเป็นพิเศษในการล้างทำความสะอาดดำเนินการโดยบุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมเท่านั้น ส่วนอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เพียงพอและกำจัดภาชนะบรรจุภาชนะไฟและความร้อน แจ้งหน่วยงานของรัฐตามที่กฎหมายบัญญัติ</p> <p>สวมใส่ชุดป้องกันอันตรายและเครื่องมือช่วยหายใจที่สามารถทนกับสารเคมีที่เฉพาะสม</p> <p>สามารถลดค่าได้จำกัดในน้ำ เมทานอลในน้ำจืดหรือน้ำทะเลอาจมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อสัตว์น้ำ การศึกษาเกี่ยวกับสารพิษเมทานอลของแบคทีเรียในช่องท้องของน้ำเสีย พบว่ามีผลเพียงเล็กน้อยต่อการย่อยที่ %0.1 ในขณะที่ 0.5%จะมีผลต่อการย่อยสลาย เมทานอลสามารถกำจัดด้วยการบำบัดโดยออกซิเจนและน้ำ</p> <p>ถ้ารั่วไหลอาจทำให้เกิดอันตรายจากไฟไหม้ /ระเบิดได้ทันที กำจัดแหล่งกำเนิดประกายไฟ ป้องกันการรั่วไหลหรือการไหลวัสดุติดขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงผลิตภัณฑ์ที่รั่วไหล นำเบลินผ่านบริเวณที่ผลิตภัณฑ์ที่รั่วไหล</p> <p>รั่วไหลเล็กน้อย - ใช้วัสดุติดขึ้นที่ไม่ติดไฟ นำกลับมาใช้ใหม่หรือกำจัดจากตัวน้ำเพื่อลดอันตรายจากการติดไฟ ผลิตภัณฑ์ไม่ใช้ที่รั่วไหลลงสู่สถานที่อื่นอากาศ, พยายามนำหรือแหล่งน้ำ ทำบุคคลที่ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันเข้าออกบริเวณที่เกิดการรั่วไหล</p> <p>รั่วไหลปริมาณมาก - หากจำเป็น ยกเว้นสารที่รั่วไหล อาจใช้โพลีเอทิลีนแอลกอฮอล์เพื่อลดการรั่วไหลของไอระเหยและอันตรายจากไฟไหม้ มีเก็บรวบรวมเพื่อทำการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำใช้ใหม่ ควรใช้พื้นที่สามารถป้องกันการระเบิด</p>
--	---

7. การใช้และการจัดเก็บ

<p>ข้อควรระวัง</p> <p>การจัดเก็บที่ปลอดภัย</p>	<p>ต้องเก็บไว้ในบริเวณซึ่งมีที่เก็บ มีการถ่ายเทอากาศอย่างดี ห่างไกลจากแสงแดด แหล่งไฟฟ้า และแหล่งความร้อนอื่นๆ อุณหภูมิการเก็บ : สภาพแวดล้อมตามปกติ ต่อสายดินอุปกรณ์ต่างๆ</p> <p>จัดเก็บไว้ในบริเวณที่มืดสนิท ห่างไกลจากแหล่งไฟฟ้า และมีอุปกรณ์สำรองดิน สิ่งเก็บจะต้องมีสายดินและมีระบบควบคุมไอน้ำระเหย สิ่งเก็บต้องมีการถ่ายเทอากาศในกรณีเก็บหรือถอนส่งสามารถติดไฟได้ ควรใช้ตราสัญลักษณ์ที่เหมาะสมเพื่อลดความเสี่ยงจากไฟไหม้ ควรกำจัดแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่นำไปกำจัดเมื่อเป็นในถังบรรจุ อุปกรณ์ที่หมดลงต้องส่งสายดิน หลีกเลี่ยงการจัดเก็บด้วยวัสดุที่เป็นภาชนะที่ไม่ได้ เมทานอลปราศจากน้ำไม่ก่อกร่อนโลหะที่อุณหภูมิปกติ ยกเว้น นิกเกิล, Monel, เหล็กและเหล็กกล้าชนิดสูง ไม่ควรใช้วัสดุที่เก็บที่เคลือบด้วย ทองแดง หรือโลหะผสมทองแดง, สังกะสี รวมถึงเหล็กชุบสังกะสีหรือ (อลูมิเนียม) โลหะผสมเหล่านี้สามารถจะถูกกัดกร่อนอย่างช้าๆโดยเมทานอล พลาสติกสามารถรับน้ำหนักในการจัดเก็บขอยกเว้น ไม่แนะนำสำหรับการจัดเก็บระยะยาว เนื่องจากอาจทำให้พลาสติกล่อนสภาพและอาจมีการการปนเปื้อน</p> <p>อัตราการกัดกร่อนสำหรับวัสดุต่างๆ:</p>
--	--



เมทานอล (Methanol)
Version 2.1
ฉบับแก้ไขครั้งที่ 1 มิถุนายน 2553

< 0.508mm : 0 / .เพสิกันแอล, monel, สรกีว, ฉกนกีว
< 0.051mmเพสิกัน : 0 / .ซีซีคอนสูง
กีกร่อน : โพลีเอทิลีน
กีกร่อน เล็กน้อย : 0โบริน เรซินทีนอล โพลีเอสเตอร์ ยาง
ธรรมชาติ ยางอีพ็อกซี
หนักร่อนกีกร่อน : โพลีไวนิลคลอไรด์

8. ค่ามาตรฐานความปลอดภัย/การควบคุม/การป้องกันส่วนบุคคล

ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยที่ยอมให้มีได้ในบรรยากาศการทำงาน

ผลิตภัณฑ์	ที่มา		ppm	mg/m3	หมายเหตุ
Methanol	ACGIH	TLV-TWA (skin)	200	262	มีความเป็นพิษ เฉียบพลันต่อสัตว์
		TLV-STEL (skin)	250	328	
		PEL-TWA (skin)	200		
		PEL-STEL (skin)	250		
		IHDL	6000		

การควบคุมทางวิศวกรรม : ในสถานที่อื่นอากาศ ควรรักษาความเข้มข้นของสารลอยตัวในอากาศให้คงอยู่ในระดับที่แนะนำสมด้วยระบบควบคุมทางวิศวกรรม

อุปกรณ์ป้องกัน การหายใจ : NIOSH / OSHA แนะนำสำหรับความเข้มข้นของเมทานอลในอากาศ
--ไม่เกิน 2000 ppm : ใช้หน้ากากช่วยหายใจ
--ไม่เกิน 5000 ppmเพื่อช่วยหายใจ : ที่มีระบบการไหลของอากาศอย่างต่อเนื่อง
--ไม่เกิน 6000 ppmเพื่อช่วยหายใจ : อากาศที่มีอุปกรณ์ป้องกัน หน้าและมีระบบการไหลของอากาศอย่างต่อเนื่อง หรือหน้ากากช่วยหายใจแบบเต็ม
-- ไม่แนะนำหน้ากากช่วยหายใจแบบใส่กรองอากาศ
การเลือกเครื่องช่วยหายใจที่จะต้องทำโดยบุคคลที่มีคุณสมบัติและจะขึ้นอยู่กับประเมินความเสี่ยงของการทำงาน

อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย : ถุงมือยางอีพ็อกซี โนไตรล์ ควรตรวจสอบกับผู้ผลิต ส่วนใส่กางเกงหรือเสื้อคลุมที่ทนต่อสารเคมีที่ทำงานจากยางอีพ็อกซี โนไตรล์

อุปกรณ์ป้องกันใบหน้าและดวงตา รองเท้า/อื่นๆ : แว่นตาชนิดที่สามารถป้องกันใบหน้าและทนสารเคมี
คอนแทคเลนส์ไม่ควรสวมใส่
: สวมรองเท้าบูตป้องกันสารเคมี
อุปกรณ์ล้างตาและฝักบัวชำระล้างควรจะต้องอยู่ใกล้กับพื้นที่ทำงาน
หมายเหตุ : การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลไม่ถูกพิจารณาว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาในระยะยาวเพื่อการควบคุมการสัมผัส

9. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี



เมทานอล (Methanol)

Version 2.1

มีผลบังคับใช้วันที่ 1 มิถุนายน 2555

Appearance	: Colourless Liquid.
Odour	: Characteristic alcohol odour
Odour threshold	: Detection 4.2 -5960 ppm. (geometric mean 160ppm) Recognition 53 -8940 ppm. (geometric mean 690ppm)
pH	: Not Applicable
Boiling point	: 64.7 °C
Melting / freezing point	: Typical -97.8 °C
Flash point	: Typical 11 °C (Closed cup)
Explosion / Flammability limits in air	: 6 – 36.5 %
Auto-ignition temperature	: 464 °C
Vapour pressure	: 12.8 kPa at 20 °C / 68 °F
Density	: Typical 791 kg/m3 at 20 °C (ASTM D-1298)
Water solubility	: Completely miscible.
n-octanol/water partition coefficient (log Pow)	: 0.82
Decomposition temperature	: Note: Stable under normal conditions of use.
Evaporation rate	: 4.1 (ASTM D 3539, nBuAc=1)
Vapour density (air=1)	: 1.105 at 15 °C
Appearance	: Colourless Liquid.

10. ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา

การคงตัว	: คงตัวในสภาพการใช้อตามปกติทั่วไป
กรณีที่มีความเสี่ยงสูง	: พลิกเสถียร ความร้อน ประกายไฟ ระเบิดไฟ และแหล่งติดไฟอื่นๆ
สารที่ควรหลีกเลี่ยง	: สารออกซิไดซิ่ง กรดแก่ กรดอินทรีย์ อาจทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรง สารระเบิดได้ ทำให้เกิดการกัดกร่อนตะกั่ว อลูมิเนียม แมกนีเซียม แพลตตินัม อาจทำปฏิกิริยากับโลหะอัลลอยด์ แมกนีเซียม เกิดแก๊สไฮโดรเจน อาจเกิดการพลาสมาสติก ราง วัตถุเคลื่อน
สารอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว	: ฟอสจีนไดออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์

11. ข้อมูลด้านพิษวิทยา

พื้นฐานการประเมิน	: ข้อมูลที่ได้มาจากการทดสอบสัตว์และ/หรือ ผลิตภัณฑ์คล้ายคลึงกัน และ/หรือ ส่วนประกอบ
พิษเฉียบพลันโดยทางปาก	: ความเข้มข้นพิษต่ำ : LD50 > 6,200mg/kg , หนู
พิษเฉียบพลันโดยทางผิวหนัง	: ความเข้มข้นพิษต่ำ : LD50 15,800 mg/kg , หนู
พิษเฉียบพลันโดยการสูด	: ความเข้มข้นพิษต่ำ LC50 (8ชม) 22,500 pp,



เมทานอล (Methanol)
Version 2.1
มีผลบังคับใช้วันที่ 1 มิถุนายน 2555

- น้ำหนัก
- พิษต่อผิวหนัง : ระคายเคืองปานกลางหลังได้รับสาร 24 ชั่วโมง (สัตว์ทดสอบ กระต่าย)
ไม่พบข้อมูลการทดสอบใน 4 ชั่วโมง ดังนั้น ไม่สามารถจำแนกได้
- พิษต่อตา
- พิษต่อระบบหายใจ
- พิษที่อาจก่อให้เกิดภูมิแพ้
- พิษที่เกิดจากการสำลัก
- พิษต่อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม
- พิษในการก่อมะเร็ง : ไม่มีข้อมูล
- พิษที่อาจก่อให้เกิดผลผิดปกติหรือมีผลต่อการสืบพันธุ์
- พิษต่ออวัยวะเป้าหมาย
- พิษต่ออวัยวะเป้าหมายเมื่อสูดดมอย่าง ต่อเนื่อง : อาจทำให้เกิดอันตรายต่อการปฏิสนธิหรือทารกในครรภ์
- พิษต่ออวัยวะเป้าหมายเมื่อสูดดมอย่าง ต่อเนื่อง : ทำให้เกิดระบบประสาทส่วนกลาง อาจสูญเสียระบบการมองเห็น ระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ
- พิษต่ออวัยวะเป้าหมายเมื่อสูดดมอย่าง ต่อเนื่อง : ทำให้เกิดระบบประสาทส่วนกลาง อาจสูญเสียระบบการมองเห็น

12. ข้อมูลผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

- พิษเฉียบพลัน
- ปลา : ไม่มีข้อมูล
- สัตว์น้ำที่ไม่ใช่กระดูก สัตว์น้ำใส
- พืชตระกูลสาหร่าย
- พิษเฉียบพลัน : LC50 (24hr) 900.3 mg/L Crustacea (Brine shrimp)
- พิษเฉียบพลัน : ไม่มีข้อมูล
- พิษเฉียบพลัน : ไปจากเนก เนื่องจากมีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำและสามารถละลายน้ำได้ดี (ค่าการละลาย 1.00 x 10⁻⁶ mg/L)
- ความคงอยู่/การสลายตัวของสาร : สามารถย่อยสลายได้ง่ายในน้ำและดิน

13. การกำจัด/การกำจัด

- การกำจัดผลิตภัณฑ์ : ควรนำกลับไปที่หน่วยงานใหม่ ผู้ที่ก่อให้เกิดขยะของเสียมีหน้าที่รับผิดชอบในการพิจารณาความเป็นพิษและคุณสมบัติทางกายภาพของสารที่เกิดขึ้น เพื่อพิจารณาเลือกประเภทของเสียและวิธีการกำจัดที่เหมาะสมตามระเบียบบังคับที่เกี่ยวข้อง
- การกำจัดภาชนะบรรจุ : ภาชนะบรรจุควรถูกกำจัดอย่างปลอดภัย โดยนำภาชนะบรรจุที่ว่างไปทิ้งในถังขยะอันตราย หรือในถังขยะอันตรายที่ปิดสนิท ไม่ควรใช้ถังขยะของเสียประเภทอื่นเช่น น้ำ
- การกำจัดภาชนะบรรจุ : ภาชนะบรรจุควรถูกกำจัดอย่างปลอดภัย โดยนำภาชนะบรรจุที่ว่างไปทิ้งในถังขยะอันตราย หรือในถังขยะอันตรายที่ปิดสนิท ไม่ควรใช้ถังขยะของเสียประเภทอื่นเช่น น้ำ
- กฎหมายในประเทศ : ควรกำจัดของเสียอย่างปลอดภัยตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องในท้องถิ่น ประเทศ



เมทานอล (Methanol)
Version 2.1
มีผลบังคับใช้ 1 ตุลาคม 2555

พริอเบตพื้นที่ ระบุโดยชื่อเบตพื้นที่ในท้องถิ่นอาจเข้มงวดกว่าชื่อเบตพื้นที่ของ
ประเทศไทยเขตภูมิภาค และต้องยึดถือใช้ปัดตาม

14. ข้อมูลสำหรับการขนส่ง

Land (as per ADR classification) : Regulated
Class : 3 (ความเป็นอันตรายต่อ 6.1)
Packing group : II
Hazard identification no. : 33
UN No. : 1230
Proper shipping name : METHANOL
Environmentally Hazardous : No

IMDG

Identification number : UN 1230
Proper shipping name : METHANOL
Class / Division : 3 (ความเป็นอันตรายต่อ 6.1)
Packing group : II
Marine pollutant : No

IATA (Country variations may apply)

UN No. : 1230
Proper shipping name : Methanol
Class / Division : 3
Packing group : II

15. สัญลักษณ์ของวัตถุอันตราย (ข้อมูลเกี่ยวกับชื่อเบตพื้นที่)

ข้อมูลเกี่ยวกับระเบียบชื่อเบตพื้นที่มีในสิ่งที่ควรระมัดระวังทุกด้าน อาจมีระเบียบชื่อเบตพื้นที่ๆ ที่ใช้กันสารนี้คือ

Chemical Inventory Status

AICS : Listed.
DSL : Listed.
INV (CN) : Listed.
ENCS (JP) : Listed.
TSCA : Listed.
EINECS : Listed. 200-659-6
KECI (KR) : Listed.
PICCS (PH) : Listed.



เมทานอล (Methanol)

Version 2.1

มีผลบังคับใช้วันที่ 1 มิถุนายน 2555

16. ข้อมูลอื่นๆ

ความเป็นพิษเฉียบพลันอาจถูกประเมินเป็นกลุ่มที่ 1 โดยใช้ข้อมูลประเมินการที่่เกิดขึ้นกับคน การประเมินนี้ไม่ใช้สำหรับข้อมูลกำหนดการขนส่งโดยอันตราย (Transport of Dangerous Goods, Model Regulations Special Provision 279.)

การขึ้นกับเมทานอลในปริมาณเล็กน้อยอาจทำให้ลาบอด หรือเสียชีวิตได้ อาจทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ เวียนศีรษะ ปวดท้อง อาเจียน พร่ามัว หรือสูญเสียการมองเห็น

MSDS Version Number	: 2.1
วันที่ประกาศใช้	: 1 มิถุนายน 2555
การไปและย้อนกลับ	: ไซเป็นสารทำลายในอุตสาหกรรม ไซในการผลิตไบโอดีเซล
การเผยแพร่ข้อมูล ความปลอดภัย	: ข้อมูลต่างๆในเอกสารนี้จะส่งมอบแพร่ให้แก่บุคคลที่ทำงานเกี่ยวกับสารเคมี
การปฏิเสธสิทธิ	: ข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันซึ่งไซได้ทำหรับบรรยายลักษณะของผลิตภัณฑ์ เพื่อวัตถุประสงค์ด้านสุขภาพอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อมเท่านั้น ไซไซเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยส่วนผสมต่างๆของผลิตภัณฑ์

APPENDIX E
CERTIFICATE OF APPROVAL ETHICAL COMMITTEE FOR
HUMAN RESEARCH FACULTY OF PUBLIC HEALTH,
MAHIDOL UNIVERSITY



Certificate of Approval
Ethical Review Committee for Human Research
Faculty of Public Health, Mahidol University

COA. No. 16/PH 2014-110

Protocol Title : ARE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY INNOVATION TO REDUCE INJURY AND MUSCLE PROBLEMS AMONG ROLLER CLEANING WORKERS OF HYGIC PLASTIC FILM MAKER MACHINE

Protocol No. : 20/2557

Principal Investigator : Wis Punnatut Wongpar

Affiliation : Master of Science Program in Occupational Health and Safety
Faculty of Public Health, Mahidol University

Approval includes :
1. Project proposal
2. Information sheet
3. Informed consent form
4. Data collection form/Program or Activity plan

Date of Approval : 7 May 2014
Date of Expiration : 6 May 2015

The abovementioned project have been reviewed and approved according to the Declaration of Helsinki by Ethical Review Committee for Human Research Faculty of Public Health, Mahidol University.


Assoc. Prof. Dr. Suthan Naiton (Chairman)
Chairman of Ethical Review Committee for Human Research


Assoc. Prof. Dr. Pittaya Chanuakornpol
Dean of Faculty of Public Health

420/1 Rajvithi Road, Bangkok, Thailand 10400
Tel. (662) 5485143-4 ext. 1127, 7404 Fax: (662) 5409854

APPENDIX F
BEAT POSTER AWARD FROM THE 46th APACPH
CONFERENCE



BIOGRAPHY

NAME	PunnatutWongsasan
DATE OF BIRTH	1 June 1983
PLACE OF BIRTH	Ubonratchathani, Thailand
INSTITUTION ATTENDED	Khonkean University (2002 - 2006) Occupational Health and Safety Mahidol University (2012 - 2014) Occupational Health and Safety
POSITION AND OFFICE	Mitsui Hygiene Materials (Thailand), Co., Ltd Position : Environmental Health & Safety Assistant Section Manager Tel. 66 38 955 092 (AUTO)Ext. 193 E-mail: kh1wongsasan@gmail.com
HOME ADDRESS	41/160 The Light condo B Bangsean SoiMabmayomSeangsukMaengchonburi Chonburi, 20130.