



ผลการบริหารสภาวะแวดล้อมของโรงงานถ่านไฟฉาย  
ที่มีต่อสุขภาพอนามัยของคนงาน

หน่วยวิจัยสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ประจำปี 2528

สถาบันวิจัยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

615.925  
541  
U787 ค  
ศ.2

ผู้วิจัย

เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐี

สิงหาคม 2528



ผลการบริหารสภาวะแวดล้อมของโรงงานถ่านไฟฉาย  
ที่มีต่อสุขภาพอนามัยของคนงาน



ทุนวิจัยสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ประจำปี 2528



ผู้วิจัย  
เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐ์

สิงหาคม 2532

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดินของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม  
ประจำปี 2528 แต่ได้เริ่มดำเนินการวิจัยในปี 2530 และสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีก็ด้วยการ  
สนับสนุนและความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิ และหน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชนต่าง ๆ อาทิ  
ศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ เศรษฐมานิต , ผู้อำนวยการสถาบันและหัวหน้าโครงการนี้ ซึ่งได้  
ให้โอกาส กำลังใจ และคำแนะนำในการวิจัย , คุณชัยยะ พงษ์พานิช ผู้อำนวยการศูนย์อาชีพ  
อนามัยที่ 1 สว.โรงใต้ และคุณแสงจันทร์ อนันต์มี หัวหน้าฝ่ายสถิติและบริการที่ได้แนะนำข้อมูล  
ที่มีประโยชน์ และการติดต่อประสานงานกับโรงงาน , ผู้จัดการโรงงานก้านโพลาย และคุณสุชิน  
สุขพันธ์ ที่ได้ให้ความสะดวกและความร่วมมือด้วยดีตลอดการวิจัย , แพทย์หญิงอัญญาพร อ่วมสำอางค์  
และแพทย์หญิงพรทิพย์ หุຍประเสริฐ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบภาพคนงาน และ  
ให้คำแนะนำเกี่ยวกับเส้นผม , คุณธีรพล คังคะเกตุ , คุณจันทร์ ทองคาภา ฝ่ายวิจัยสถาบันฯ  
ที่ช่วยวิเคราะห์ด้วยเครื่อง atomic absorption ตลอดจนนางสมศรี ลิงห์ทอง เจ้าหน้าที่  
พิมพ์ดีด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ. โอกาสนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทคัดย่อ

การตรวจวัดแมงกานีสในอากาศ และในเส้นผมของคนงานแผนกบัด และผสมของโรงงานถ่านไฟฉายที่มีการจัดการสภาวะแวดล้อมที่ดีโรงงานหนึ่งในเขตสมุทรปราการ ได้ดำเนินการติดต่อกันตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกรกฎาคม 2530 สำหรับแมงกานีสในอากาศเก็บโดยวิธีเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัวขณะที่คนงานกำลังทำงานประเภทต่าง ๆ ในแผนกของตน ซึ่งได้แก่ การส่งแร่ รับแร่ โยกแร่ และกวาดพื้น สำหรับในเส้นผมตัดเก็บเดือนละครั้งที่อยู่ปลายผมบริเวณ occipital

ผลการวิเคราะห์พบว่า แมงกานีสในเส้นผมมีค่าสูงเกินมาตรฐาน (20 ไมโครกรัม/กรัม) คือมีค่า 28.45 - 38.45 ไมโครกรัม/กรัม (54 ตัวอย่างจาก 63 ตัวอย่าง) แสดงว่าคนงานตกอยู่ในภาวะเสี่ยงอันตรายต่อฝุ่นแมงกานีส และมีโอกาสจะเกิดโรครทางระบบประสาทได้ปริมาณดังกล่าวไม่พบว่าเพิ่มขึ้น หรือลดลงตามเวลาอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากระบบ และประสิทธิภาพของการกำจัดสารพิษของร่างกายแต่ละคน แต่หากพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะ เดือนมกราคมและ เดือนกรกฎาคมเห็นชัดว่าเพิ่มขึ้นมากทุกคนในแผนกบัด คนงานหมายเลข 1 มีชั่วโมงทำงานมากกว่าเพื่อนในแผนกนี้แต่ทำงาน 2 ปีเท่านี้พบว่า แมงกานีสในเส้นผมมากกว่าคนอื่นในแผนกเดียวกัน ซึ่งมีชั่วโมงทำงานน้อยกว่าแต่ทำงานนานกว่า สำหรับแผนกผสมคนงานหมายเลข 6 และ 7 ทำงานแผนกนี้ 4 และ 6 ปี หมายเลข 8 และ 9 ทำงานแผนกนี้ 2 ปีเหมือนกัน มีสูxonามัยส่วนบุคคลคล้าย ๆ กัน ไม่พบความแตกต่างในเส้นผมของคนงาน 2 กลุ่มนี้มากนัก ส่วนแมงกานีสในอากาศมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน (5 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) คือมีค่า 29.45 - 913.45 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (318 ตัวอย่างจาก 417 ตัวอย่าง) งานประเภทที่ได้รับฝุ่นแมงกานีสมากที่สุดสำหรับแผนกบัดเรียงตามลำดับดังนี้ ส่งแร่ - กวาดพื้น - โยกแร่ - รับแร่ และ กวาดพื้น - รับแร่ - ส่งแร่ สำหรับแผนกผสม และผู้ที่สูดแมงกานีสมากที่สุดในแต่ละวันเรียงตามลำดับดังนี้ หมายเลข 1-3-2-4-6-7-9-8-5 สังเกตได้ว่าเป็นคนงานแผนกบัดทั้งสิ้นใน 4 ลำดับแรก สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างแมงกานีสในเส้นผมกับในอากาศ หรือกับในอากาศของงานประเภทต่าง ๆ ยังไม่สามารถสรุปว่ามีหรือไม่มีและยากที่จะทราบแน่ชัด เนื่องจากตัวแปร เช่น ระบบ และประสิทธิภาพของการกำจัดสารพิษของร่างกาย ประเภทของอาหาร เครื่องดื่มที่รับประทานไม่สามารถควบคุมได้ตลอดการศึกษาวิจัย

ความแตกต่างของแมงกานีสในเส้นผมตั้งแต่เริ่มศึกษาและต่อเนื่องจนสิ้นสุดการศึกษา ไม่พบความแตกต่างเลย เช่นเดียวกับแมงกานีสในอากาศของการทำงานแต่ละประเภท งานประเภทเดียวกันไม่พบความแตกต่าง

อาการแพ้พิษแมงกานีสที่ตรวจพบเป็นเพียงอาการเริ่มแรก ซึ่งอาจมีสาเหตุจากความเครียด ความเมื่อยล้า ความร้อนของอากาศ หรือจากโรค ก็เป็นไปได้เหมือนกัน



## ABSTRACT

Measurement of manganese in air and hair of workers in the crushing and mixing section of a dry cell factory having good environmental management in Samut Prakan has been continued from January to July 1987. Manganese in air was collected using Personal Sampling Pump attached to the body of the worker while performing work in his section which included the delivery, receiving and shovelling of ore and sweeping of floor. For the manganese in hair, once a month the hair tip was cut at the occipital region and collected.

The analysis has shown that the value of manganese in hair is high and exceeded the standard (20 microgram/gm) i.e. the value was 28.45-38.45 microgram/gm (54 samples from 63 samples). This means that workers are under risk hazard by manganese dust or they are likely to contract diseases of nervous system. This level was not found to increase or decrease clearly according to time, partly because of the efficiency of toxic substance eliminating system within the body of each individual. However, if comparison is made only in January and July, it is obvious that all workers in the crushing section had significant increase of the substance. No. 1 worker has more working hours than his friends in this section, but he has been in work for only two years. He was found to have more manganese in his hair than other workers in the same section who worked less hours but have been in work longer. In the mixing section, among No. 6 and 7 workers . . . who worked in this section for 4 and 6 years, and No. 3 and 9 workers who worked in this section for 2 years with similar personal health behavior, not any significant difference in their hair was found. The manganese in air was found to have lower value than standard (5 mg/cu.m.), i.e. the value was 29.45-913.45 microgram/cu.m. (318 samples out of 417 samples). The type of work than receives largest amount of manganese dust in the crushing section are as follows: delivery of ore-floor sweeping-shoveling of ore-receiving of ore and floor sweeping-receiving of ore-delivery of ore in the mixing section. There are workers, who inhaled largest amount of manganese

in each day as follows: No. 1-3-2-4-6-7-9-8-5. It is to be noted that the first four workers were in the crushing section. For the relationship between manganese in hair and that in air or with air of various types of work, conclusion still cannot be drawn, if there is such relationship or not. And it is difficult to learn, because several factors such as the system and efficiency of eliminating toxic substances in the body, the type of food, refreshments consumed cannot be controlled throughout the study.

Difference of manganese in hair since the beginning of study which was continued until the end of study did not show any difference in the same way as manganese in air of each type of work. The same type of work did not show difference.

The allergy to manganese discovered was only an initial symptom may attributable to stress, fatigue, high room temperature or of other possible diseases.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	1-1
1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย	1-1
1.2 ความสำคัญและแหล่งที่มาของแมงกานีส	1-1
1.3 การดูดซึมและการขับถ่าย	1-2
1.4 การสะสมและการกระจาย	1-4
1.5 ความเป็นพิษเรื้อรัง	1-4
1.6 การวินิจฉัยโรค	1-4
1.7 การรักษาโรค	1-5
1.8 การวิเคราะห์เส้นผม และความเชื่อที่ผิด	1-5
1.9 การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1-6
(1) กับคนงาน	1-6
(2) ทัวไป	1-9
1.10 มาตรฐานของแมงกานีสในอากาศและ เส้นผม	1-10
1.11 กระบวนการผลิตถ่านไฟฉาย	1-10
บทที่ 2 การวิจัย	2-1
2.1 ลักษณะการทำงาน	2-1
(1) แผนกบด	2-1
(2) แผนกผสม	2-1
2.2 สภาพแวดล้อมของการทำงาน	2-2
2.3 การเก็บตัวอย่าง	2-2
(1) การเก็บตัวอย่างอากาศ	2-2
(2) การเก็บตัวอย่างผม	2-3

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 การวิเคราะห์	
(1) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์	2-3
(2) สารเคมี	2-4
(3) วิธีการเตรียมน้ำยาเคมี	2-4
(4) การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียจากตัวอย่างอากาศ	2-4
(5) การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียในเส้นผม	2-5
(5.1) การล้าง เส้นผม	2-5
(5.2) การเตรียมตัวอย่าง	2-6
2.5 การป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	2-7
(1) อุปกรณ์ป้องกันอันตราย	2-7
(2) สุขอนามัยส่วนบุคคล	2-7
บทที่ 3 ผลการศึกษา	3-1
3.1 แอมโมเนียในเส้นผม	3-1
(1) แอมโมเนียในเส้นผมของพนักงานอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่	3-1
(2) แอมโมเนียในเส้นผมของพนักงานเปลี่ยนแปลงตามเวลาหรือไม่	3-1
(3) แอมโมเนียในเส้นผมของพนักงานแต่ละคนต่างกันหรือไม่	3-4
(4) เส้นผมดูดแอมโมเนียจากอากาศโดยตรงได้หรือไม่	3-13
(5) แอมโมเนียในอากาศที่เกาะอยู่ที่เส้นผม	3-13
3.2 แอมโมเนียในบรรยากาศการทำงาน	3-13
(1) แอมโมเนียในบรรยากาศการทำงานประเภทต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่	3-13
(2) พนักงานทำงานประเภทต่าง ๆ จะสูดแอมโมเนียอยู่ในช่วงกี่ไมโครกรัม/ลบ.ม./นาที	3-20
(3) พนักงานปัจจุบันสูดแอมโมเนียอย่างต่ำวันละเท่าใด พนักงานใหม่ที่น่าที่ เช่นคนปัจจุบันมีสิทธิ์สูดแอมโมเนีย ได้ใกล้เคียงกัน	3-51
(4) แอมโมเนียในเส้นผมกับในอากาศมีความสัมพันธ์กันหรือไม่	3-53
(5) ความแตกต่างของแอมโมเนียในขณะทำงานประเภทต่าง ๆ	3-53
(6) แอมโมเนียในเส้นผมกับในอากาศขณะทำงานประเภทต่าง ๆ มีความสัมพันธ์หรือไม่	3-55
3.3 อาการแพ้พิษแอมโมเนีย	3-55



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 สรุปผลการศึกษา ข้อคิดเห็น และ เสนอแนะ	4-1
4.1 สรุปผลการศึกษา	4-1
4.2 สรุปข้อคิดเห็นและ เสนอแนะ	4-4
เอกสารอ้างอิง	อ-1
ภาคผนวก	ผ-1



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	แมงกานีส เจลี่ยาน เส้นผมของคนงานกลุ่มตัวอย่างกรณี ก. (ล้าง เส้นผม) (หน่วย เป็น มคก./ก.)	3-2
3.2	แมงกานีส เจลี่ยาน เส้นผมของคนงานกลุ่มควบคุม (หน่วย เป็น มคก./ก.)	3-3
3.3	การแจกแจงความถี่และ เปอร์ เซ็นโตลล์ของแมงกานีสในเส้นผม	3-4
3.4	แมงกานีส เจลี่ยาน เส้นผมของคนงานกลุ่มตัวอย่างกรณี ข. (ไม่ได้ล้าง เส้นผม) (หน่วย เป็น มคก./ก.)	3-14
3.5	ความแตกต่าง ของแมงกานีสในเส้นผมของคนงานกลุ่มตัวอย่าง เมื่อล้าง เส้นผม และไม่ได้ล้าง เส้นผม (หน่วย เป็น มคก./ก.)	3-15
3.6	การแจกแจงความถี่และ เปอร์ เซ็นโตลล์ของแมงกานีสในเส้นผมคนงาน เมื่อล้าง เส้นผมและ ไม่ได้ล้าง เส้นผม	3-16
3.7	ความแตกต่าง ของปริมาณแมงกานีสในเส้นผมของคนงานกลุ่มควบคุม เมื่อ ล้าง เส้นผมและ ไม่ได้ล้าง เส้นผม (หน่วย เป็น มคก./ก.)	3-16
3.8	แมงกานีสที่ เกาะบน เส้นผมคนงาน (หน่วย เป็น มคก./ก.)	3-17
3.9	แมงกานีสที่ เกาะบน เส้นผมคนงานกลุ่มควบคุม (หน่วย เป็น มคก./ก.)	3-17
3.10	แมงกานีส เจลี่ยานอากาศตามลักษณะ งานของคนงานในแผนกบัดและผสม (หน่วย เป็น มคก./ลบ.ม.)	3-18
3.11	การแจกแจงความถี่และ เปอร์ เซ็นโตลล์ของแมงกานีสในอากาศ (มคก./ลบ.ม.)	3-21
3.12	แมงกานีส เจลี่ยานอากาศตามลักษณะ งานของคนงานในแผนกบัดและผสม (หน่วย เป็น มคก./ลบ.ม./นาที)	3-22
3.13	การแจกแจงความถี่และ เปอร์ เซ็นโตลล์ของแมงกานีสในอากาศ : งานสั่งแร่, แผนกบัด (มคก./ลบ.ม./นาที)	3-25
3.14	การแจกแจงความถี่และ เปอร์ เซ็นโตลล์ของแมงกานีสในอากาศ : งานรับแร่, แผนกบัด (มคก./ลบ.ม./นาที)	3-25
3.15	การแจกแจงความถี่และ เปอร์ เซ็นโตลล์ของแมงกานีสในอากาศ : งานโกยแร่, แผนกบัด (มคก./ลบ.ม./นาที)	3-26
3.16	การแจกแจงความถี่และ เปอร์ เซ็นโตลล์ของแมงกานีสในอากาศ : งานกวาดพื้น, แผนกบัด (มคก./ลบ.ม./นาที)	3-26
3.17	การแจกแจงความถี่และ เปอร์ เซ็นโตลล์ของแมงกานีสในอากาศ : งานสั่งแร่, แผนกผสม (มคก./ลบ.ม./นาที)	3-27
3.18	การแจกแจงความถี่และ เปอร์ เซ็นโตลล์ของแมงกานีสในอากาศ : งานรับแร่, แผนกผสม (มคก./ลบ.ม./นาที)	3-27

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.19	การแจกแจงความถี่และ เบอร์เชินโตล์ของแมงกานีสในอากาศ : งานภาคพื้น, แผนกผสม (มคก./ลบ.ม./นาที่)	3-28
3.20	แมงกานีสที่คนงานสูดเข้าไปในแต่ละวัน (หน่วย มคก.)	3-52
3.21	การแจกแจงความถี่และ เบอร์เชินโตล์ของแมงกานีสที่สูดต่อวัน	3-52
3.22	เปรียบเทียบเมตริกซ์ค่า $\epsilon$ จากการคำนวณและจากตารางเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแมงกานีสในเส้นผมกับในอากาศ	3-53
3.23	เปรียบเทียบค่า $F$ จากการคำนวณและจากตารางเพื่อหาความแตกต่างของแมงกานีสในเส้นผม และของงานประเภทต่าง ๆ	3-54
3.24	เปรียบเทียบค่า $F$ จากการคำนวณและจากตารางเพื่อหาสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	3-56



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงการดูดซึมและการขับถ่ายแมงกานีสออกจากร่างกาย	1-3
1.2 กระบวนการผลิตถ่านไฟฉาย	1-12
3.1ก แมงกานีสในเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มคก./ก.) ในเดือนมกราคม และ กุมภาพันธ์ 2530	3-5
3.1ข แมงกานีสในเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มคก./ก.) ในเดือนมีนาคม และ เมษายน 2530	3-6
3.1ค แมงกานีสในเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มคก./ก.) ในเดือนพฤษภาคม และ มิถุนายน 2530	3-7
3.1ง แมงกานีสในเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มคก./ก.) ในเดือนกรกฎาคม 2530	3-8
3.2ก แมงกานีสในเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มคก./ก.) ในเดือนมกราคม และ กุมภาพันธ์ 2530	3-9
3.2ข แมงกานีสในเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มคก./ก.) ในเดือนมีนาคม และ เมษายน 2530	3-10
3.2ค แมงกานีสในเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มคก./ก.) ในเดือนพฤษภาคม และ มิถุนายน 2530	3-11
3.2ง แมงกานีสในเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มคก./ก.) ในเดือนกรกฎาคม 2530	3-12
3.3ก แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานสำเร็จ (แผนกบด) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที)	3-29
3.3ข แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานรับแร่ (แผนกบด) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที) มกราคม และ กุมภาพันธ์	3-30
3.3ค แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานรับแร่ (แผนกบด) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที) มีนาคม และ เมษายน	3-31
3.3ง แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานรับแร่ (แผนกบด) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที) พฤษภาคม และ มิถุนายน	3-32
3.3จ แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานรับแร่ (แผนกบด) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที) มกราคม ถึง มิถุนายน	3-33
3.3ฉ แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานโดยแร่ (แผนกบด) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที) มกราคม และ กุมภาพันธ์	3-34
3.3ช แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานโดยแร่ (แผนกบด) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที) มีนาคม และ เมษายน	3-35



## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.3ซ	3-36
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานบ่อยแร่ (แผนกบด) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) พฤษภาคม และ มิถุนายน	
3.3ฅ	3-37
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานบ่อยแร่ (แผนกบด) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) มกราคม ถึง มิถุนายน	
3.3ญ	3-38
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานกวาดพื้น (แผนกบด) อย่างเดียว	
3.4ก	3-39
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานรับแร่ (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) มกราคม และ กุมภาพันธ์	
3.4ข	3-40
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานรับแร่ (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) มีนาคม และ เมษายน	
3.4ค	3-41
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานรับแร่ (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) พฤษภาคม และ มิถุนายน	
3.4ง	3-42
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานรับแร่ (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) มกราคม ถึง มิถุนายน	
3.4จ	3-43
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานส่งแร่ (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) มกราคม และ กุมภาพันธ์	
3.4ฉ	3-44
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานส่งแร่ (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) มีนาคม และ เมษายน	
3.4ช	3-45
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานส่งแร่ (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) พฤษภาคม และ มิถุนายน	
3.4ซ	3-46
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานส่งแร่ (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) มกราคม ถึง มิถุนายน	
3.4ฌ	3-47
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานกวาดพื้น (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) มกราคม และ กุมภาพันธ์	
3.4ญ	3-48
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานกวาดพื้น (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) มีนาคม และ เมษายน	
3.4ด	3-49
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานกวาดพื้น (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) พฤษภาคม และ มิถุนายน	
3.4ต	3-50
แมงกานีสเจือปนในอากาศในการทำงานกวาดพื้น (แผนกผสม) อย่างเดียว (มคก./ลบ.ม./นาที่) มกราคม ถึง มิถุนายน	

# บทที่ 1

## บทนำ



การวิจัย เพื่อติดตามผลการบริหารสภาวะแวดล้อมของโรงงานถ่านไฟฉายที่มีผลต่อสุขภาพอนามัย ได้เลือกโรงงานถ่านไฟฉายแห่งหนึ่งในเขตสมุทรปราการ ซึ่งมีระดับการบริหารสภาวะแวดล้อมอยู่ในเกณฑ์ดีโรงงานหนึ่ง โดยที่ทางโรงงานได้เอาใจใส่และจัดหาเครื่องป้องกันอันตรายต่าง ๆ ให้กับคนงาน จัดสภาพแวดล้อมของสถานที่ทำงานให้มีระบบระบายอากาศ ให้มีการหมุนเวียนงานในแผนกที่มีความเสี่ยงสูง ให้เงินเพิ่มเป็นค่าสับและแซมพูเพื่อใช้ทำความสะอาดร่างกาย ฯลฯ และปฏิบัติตามกฎหมายแรงงาน อาทิ ให้มีการตรวจสุขภาพทุก 6 เดือน รวมทั้งมีแพทย์และพยาบาลประจำ ด้วยเหตุนี้ การศึกษาจะสะท้อนให้เห็นว่าระดับการจัดการดีเช่นนี้แล้วสุขภาพอนามัยของคนงานจะยังมีความเสี่ยงสูงอีกหรือไม่เพราะเหตุใด โดยได้ใช้เส้นผมและผลการตรวจสุขภาพเป็นตัววัด ดังมีรายละเอียดดังนี้

### 1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา :

- เพื่อให้ทราบสภาวะแวดล้อมการทำงานและความเสี่ยงอันตรายของคนงาน
- เพื่อพิสูจน์ความสัมพันธ์ของแมงกานีสที่มีในเส้นผมและในอากาศ

ขอบเขตการวิจัย :

- ประชากรศึกษา ได้แก่ คนงานโรงงานถ่านไฟฉายที่มีการบริหารสภาวะแวดล้อมอยู่ในเกณฑ์ดี และ เจพาะคนงานที่มีอัตราการเสี่ยงสูงในการได้รับพิษ ซึ่ง ได้แก่ แผนกบดและผสม
- โลหะหนักที่ทำการศึกษา ได้แก่ แมงกานีสในอากาศและในเส้นผม

### 1.2 ความสำคัญและแหล่งที่มาของแมงกานีส

แมงกานีสเป็นโลหะสีชาว-เทา แข็งแต่เปราะ พบปรากฏอยู่ในธรรมชาติเป็นจำนวนมาก มีคุณสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกับธาตุเหล็ก และบ่อยครั้งที่พบอยู่ด้วยกันในธรรมชาติ แมงกานีสปรากฏอยู่ในแร่หลายชนิดและกระจายอยู่ทั่วไปบนพื้นผิวโลก แร่ที่สำคัญทางการค้าคือ แร่ไพโรลูไซต์ (Pyrolusite,  $MnO_2$ ) นอกจากนี้ก็ได้แก่ แมงกานีท์ (Manganite,  $MnOOH$ ), โรโดโครไซต์ (Rhodocrosite,  $MnCO_3$ ) ออสมานีท์ (Hausmanite,  $Mn_3O_4$ ) และซิโรมิเลน (Psilomelane)

แมงกานีสเป็นธาตุจากจำนวนน้อยที่จำเป็นสำหรับมนุษย์และสัตว์ โดยมีความสำคัญในการสร้างเนื้อเยื่อ (connective tissue) และกระดูก การพัฒนาตัวอ่อนในหูส่วนในและหน้าที่ในระบบสืบพันธุ์ ผลการศึกษาประมาณไว้ว่าความต้องการแมงกานีสสำหรับผู้ใหญ่เท่ากับ 2.3 มิลลิกรัม/วัน และสำหรับเด็ก น้อยกว่า 1.25 มิลลิกรัม/วัน

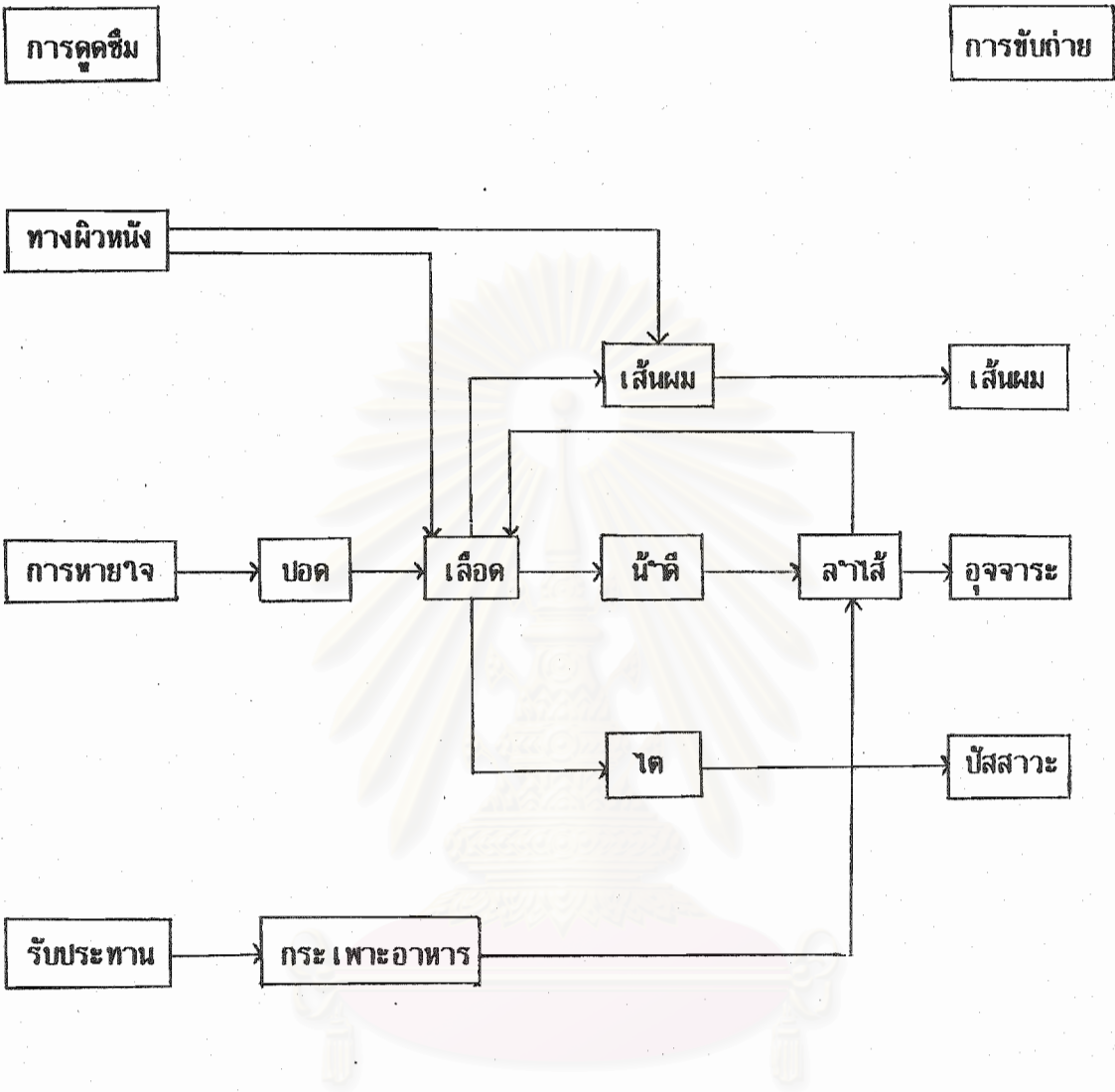
แหล่งใหญ่ที่มนุษย์ได้รับแมงกานีสคือ มาจากอาหารได้รับวันละ 2-9 มิลลิกรัม ขึ้นอยู่กับประเภทของอาหาร โดยเฉพาะพวกธัญพืชอาจมีแมงกานีสสูงถึง 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยเฉพาะใบชาอาจมีถึง 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในน้ำดื่มจะมีประมาณ 5-25 ไมโครกรัม/ลิตร สำหรับอากาศบริเวณที่ไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมจะได้รับวันละ 2 ไมโครกรัม หากเป็นบริเวณโรงงานหล่อหลอมเหล็กอาจได้รับถึง 4-6 ไมโครกรัม/วัน หากเป็นโรงงาน ferro & silico-manganese จะได้รับถึง 10 ไมโครกรัม/วัน หรือใน 24 ชั่วโมงจะมีช่วงเวลาหนึ่งที่ได้รับเกิน 200 ไมโครกรัม นอกจากนี้แล้วในดินจะมีแมงกานีสเฉลี่ย 500-900 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในน้ำทะเลประมาณ 0.1-5 ไมโครกรัม/ลิตร น้ำผิวดินประมาณ 1-500 ไมโครกรัม/ลิตร

การหายใจเป็นทางใหญ่ทางหนึ่งที่ร่างกายสามารถดูดซึมเข้าไปได้ และทำให้เกิดพิษสะสม ทางผิวหนังก็สามารถดูดซึมได้เช่นกัน

### 1.3 การดูดซึมและการขับถ่าย

จากการทดลองในหนูพบว่า เพียง 4% ของที่ได้รับจะถูกดูดซึมอยู่ในน้ำดี (bile) อย่างรวดเร็ว และถูกกำจัดทิ้งทางการอุจจาระ สำหรับข้อมูลในคน ได้จากการสังเกตขณะรักษาพยาบาล และการศึกษาทางระบาดวิทยา กล่าวคือ

แมงกานีสเกือบทั้งหมดขับถ่ายออกทางระบบทางเดินอาหารออกมากับอุจจาระ โดยผ่านทางผนังลำไส้และกำจัดออกทางน้ำดี มีบางส่วนกลับเข้าไปในวงจรการย่อยและกำจัดสารพิษของร่างกายอีกครั้ง ภายใต้อิทธิพลของปฏิกิริยาของน้ำดีเป็นเส้นทางใหญ่ของการขับถ่ายและกลไกสำคัญของการควบคุมในขณะเดียวกัน การขับถ่ายก็ปรากฏทางตับอ่อนเช่นเดียวกัน และทาง duodenum, jejunum และ ileum โดยเป็นลักษณะ auxilliary routes มีปริมาณแมงกานีสเล็กน้อยที่ถูกขับถ่ายทางปัสสาวะ (ประมาณ 6%) เส้นผมก็เป็นทางขับออกอีกทางหนึ่งไม่ว่าร่างกายจะได้รับทางใดจะมีระบบทำลายสารพิษแล้วขับถ่ายออกจากร่างกายหนึ่ง กรณีได้รับมากเกินไปทำให้การขับถ่ายเป็นไปได้ช้าเกิดการสะสม ซึ่งทำให้สามารถตรวจพบในร่างกายได้ (ดูรูปที่ 1.1)



รูปที่ 1.1 แสดงการดูดซึมและการขับถ่ายแมงกานีสออกจากร่างกาย



#### 1.4 การสะสมและการกระจาย

ความเข้มข้นของแมงกานีสในอวัยวะและเนื้อเยื่อของร่างกายแตกต่างกันไปตามประเภทและชนิดของอวัยวะ และเนื้อเยื่อนั้น ๆ โดยที่แมงกานีสโดยทั่วไปจะสะสมอยู่ใน mitochondria นอกจากนี้ปริมาณแมงกานีสจะมีมากขึ้นโดยมักจะเกี่ยวข้องกับเม็ดสี (pigmented) เช่น ผมหงอก เข้ม ผิวเข้ม

โดยปกติแล้วที่ pituitary gland, ตับอ่อน, ตับ, ไต, กระดูก จะมีแมงกานีสสูงกว่าส่วน skeletal muscle ส่วนเส้นผมจะสะสมอยู่ค่อนข้างสูง ความสามารถในการเก็บสะสมของตับค่อนข้างจำกัด ซึ่งตรงกันข้ามกับเหล็กและทองแดง ในตับของคนที่มีสุขภาพดีจะมีแมงกานีสประมาณ 6-8 พีพีเอ็มต่อน้ำหนักแห้ง ซึ่งตรงข้ามกับโลหะหนักที่มีจำนวนน้อยประเภทอื่น แมงกานีสจะไม่สะสมแปรตามอายุอย่างมีนัยสำคัญในบอดบดที่มีเฉลี่ย 0.22 พีพีเอ็ม

#### 1.5 ความเป็นพิษเรื้อรัง

ความเป็นพิษเรื้อรังของแมงกานีสเป็นที่รู้จักกันมากกว่า 100 ปีแล้ว อันตรายส่วนใหญ่เกิดกับ CNS หรือ pneumonia โดยเริ่มแรกจะปรากฏชัดถึงความสามารถควบคุมจิตใจ ได้ Flinn et al., Rodier et al. and Penalver ได้สรุปลักษณะอาการดังนี้ แรกเริ่มจะมีอาการเหม็นเฉย เบื่ออาหาร อ่อนเพลียและจะมีอาการของจิตพิการต่อมา โดยมีลักษณะชัดของการหัวเราะอย่างไม่มีเหตุผล ซึ่พจรเต้นแรง นอนไม่หลับ ต่อมาก็วังเวงเพาหวานอน บวดีรชะบ่อย เป็นตะคริวที่ขา ตื่นเต้นทางเพศ แล้วตามด้วยอาการหย่อนสมรรถภาพทางเพศ พุดลาบากโดยจะพุดช้าและยากที่จะพุดให้ชัด พุดขาดตอนหรือแม้กระทั่งเป็นบ้า เดินงุ่มง่าม เดินกล่าไปข้างหน้าข้างหลัง เหมือนไก่ น้ำลายพุ่มปาก เหงื่อออกท่วมตัว อย่างไรก็ตามพิษของแมงกานีสไม่ทำให้เสียชีวิต

ระยะเริ่มแรกจะมีอาการปรากฏเฉลี่ยระหว่าง 6 เดือนถึง 2 ปี แต่ก็มีเหมือนกันที่เกิดก่อน 6 เดือน (ได้มีรายงานจากเหมืองแร่ที่ซีลี คนงานเกิดพิษได้ในเวลา 178 วัน) หรือหลังจาก 16 ปีแล้ว แล้วแต่สภาพรับไว้ได้ของร่างกายของแต่ละคนซึ่งได้แก่ โรคพิษสุราเรื้อรัง การติดเชื้อของโรค เช่น ซิฟิลิส, วัณโรค, ตับพิการ, โรคขาดวิตามิน เป็นต้น และลักษณะธรรมชาติของแมงกานีส Rodier กล่าวว่า braunite ( $Mn_2O_3$  &  $MnSiO_3$ ) อันตรายกว่าไพโรลูไซต์ ( $MnO_2$ )

#### 1.6 การวินิจฉัยโรค

โดยการตรวจหาแมงกานีสในเลือด บัสสาวะและในเส้นผม ถ้าอาการแสดงมากอาจตรวจพบโกลบูลินในน้ำจากสมอง ปริมาณฮีโมโกลบินผิดปกติ และจะตรวจพบการเพิ่มของบิลิรูบิน และเอนไซม์ตัวอื่น ๆ ในตับ

## 1.7 การรักษาโรค

แรกเริ่มให้ผู้ป่วยพักผ่อนหรือแยกตัวออกจากสิ่งแวดล้อมที่มีแมงกานีสและให้ยา Calcium edetate เพื่อไปจับกับแมงกานีสและขับออกจากร่างกาย ซึ่งใช้ได้ผลเฉพาะผู้ป่วยที่มีอาการเริ่มต้นเท่านั้น ในรายที่มีอาการทางสมองแล้วอาจให้ทาน Oral levodopa เริ่มต้นด้วยขนาดครึ่งละ 0.1 กรัม 3-5 ครั้ง/วัน แล้วค่อย ๆ เพิ่มเป็นวันละ 8 กรัม หรือให้ยา D, L-5-hydroxytryptophan วันละ 3 กรัม ซึ่งเคยมีรายงานว่าได้ผลในการรักษาอาการทางระบบประสาทส่วนกลาง

## 1.8 การวิเคราะห์เส้นผมและความเชื่อถือได้

เส้นผมเป็นตัวอย่างทางชีววิทยาที่ใช้แสดงการได้รับและสะสมของโลหะหนักได้ดีระดับหนึ่ง มีรายงานบางฉบับสนับสนุนว่าบ่อยครั้งที่ธาตุซึ่งได้รับจากอาหารจะพบปรากฏในเส้นผมมากกว่าในเลือด (อ้างโดย Henley et al 1976) และไม่ว่าแร่ธาตุหรือโลหะหนักที่ได้รับทางอาหาร ทางผิวหนังหรือทางการหายใจ สารเหล่านี้จะเข้าไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย บางส่วนจะถูกกลไกของร่างกายขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ อุจจาระ เหงื่อ เล็บ และเส้นผม (กองอาชีวอนามัย 2526 และ Clarke et. al 1974) เส้นผมจึงปรากฏว่าสามารถเป็นดัชนีชี้การสะสมของโลหะหนักต่าง ๆ ได้ (อ้างโดย Clarke. et al 1974) เช่น สารประกอบปรอท และตะกั่ว (อ้างโดย Norburg & Nishiyama 1972) มีผลการศึกษาวิจัยหลายฉบับให้ความเห็นสนับสนุนว่า ปริมาณโลหะหนักในเส้นผมจะสะท้อนให้เห็นปริมาณที่ร่างกายได้รับและเป็นตัวอย่างที่เหมาะสมในการประเมินการสะสมของโลหะหนักได้ (อ้างโดย Hopps 1974) แต่ก็มีบางรายงานเช่น ของ Schroeder & Nason 1969 ไม่เห็นด้วยที่จะใช้เส้นผมเป็นดัชนีแสดงปริมาณการได้รับโลหะหนัก (อ้างโดย Gordus 1973) เนื่องจากว่ามีปัจจัยต่าง ๆ มากมาย อาทิเช่น อายุ, เพศ, รุ่น (race) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ (geographic location) พบบริเวณใดของศีรษะ ส่วนใดของผมที่ใช้วิเคราะห์ การใช้แชมพู การย้อมผม การรักษาทางยา เหล่านี้ ทำให้ไม่สามารถบอกได้แน่ชัดถึงความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักได้ (อ้างโดย Hopps 1974)\*. ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงการปนเปื้อนหรือการดูดซับโลหะหนักของเส้นผมขณะล้างเส้นผมเพื่อวิเคราะห์ด้วย A.A. (Clarke et al 1974) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาวิจัยของ Hammer et al 1971, Petering, Yeager & Witherup 1971 และ Mc. Bean, Mahlongji, Reinhold & Halsted 1971 ก็ได้ควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ อายุ เพศ สีมผม เข้าด้วยแล้ว ปรากฏว่าผลการศึกษามีความหมายและประโยชน์มากทีเดียว (อ้างโดย Gordus 1973) จึงเชื่อได้ว่าหากได้ศึกษาด้วยความระมัดระวัง โดยการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ รวมทั้งวิธีการล้างเส้นผมที่เหมาะสมจะ ทำให้ได้ค่าที่เชื่อถือได้ (Clarke et al 1974) นับได้ว่าเส้นผมจะมีประโยชน์มากทีเดียว ซึ่งหากเปรียบเทียบกับตัวอย่างทางชีววิทยาอื่น ๆ เช่น เซรุ่ม เลือด จากการศึกษาก่อนของ Menas & Cotziar 1970 (อ้างโดยกรมแรงงาน, 2530) พบว่า ระดับแมงกานีสในเซรุ่มและเลือดปกติ

ขณะคนงานที่แพ้พิษแมงกานีสได้แสดงอาการทางประสาทแล้ว เป็นต้น นอกจากเส้นผมมีความคงทน (Stable) แห้งง่ายต่อการเก็บและรักษา ยังสะท้อนให้เห็นปริมาณแร่ธาตุบางชนิดที่ร่างกายได้รับทั้งหมดได้ดีกว่าเลือด และปัสสาวะ เสียอีก จึงอาจกล่าวได้ว่าเส้นผมเป็นเครื่องวัดปริมาณโลหะที่ปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมได้ดีในทางปฏิบัติ (อ้างโดย Gordus 1973 และ Henley et al 1976)

## 1.9 การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### (1) กบคนงาน

Saric, M, et al, 1977 ศึกษาคนงานชายในโรงงานกลึงเหล็ก (ferromanganese) จำนวน 369 คน ปรากฏพบคนงาน 1 คนเท่านั้นที่แสดงอาการของแมงกานีสซึมระยะเริ่มต้น โดยคนงานผู้นี้ได้รับแมงกานีสมากกว่า 20 ปี ที่ปริมาณตั้งแต่ 5 ถึง 16 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร อีก 62 คน แสดงอาการทางระบบประสาทโดยเน้นที่การสั่นของนิ้วและมือขณะพัก และอาการล้ามากขึ้นเมื่อเคลื่อนไหว เมื่อเปรียบเทียบกับคนงานควบคุมจากโรงงานที่ขั้วไฟฟ้า (electrode) จำนวน 190 คน และโรงงานทำอลูมิเนียมจำนวน 204 คน ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณโรงงานกลึงเหล็กและอยู่ต่างหากจากโรงงานกลึงเหล็ก 5 กิโลเมตรตามลำดับ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันของอาการทางระบบประสาทใน 3 กลุ่มคนงานนั้น กล่าวคือ อาการทางระบบประสาทมีมากในผู้ได้รับแมงกานีส แต่ในกลุ่มผู้ได้รับแมงกานีสน้อย ก็ยังตรวจพบอาการนอนไม่หลับ (irritability), อ่อนเพลีย (fatigue), การสั่นกระตุก (tremor), ขาแข็ง (stiff leg)\* นอกจากนี้มีข้อสังเกตว่าการได้รับแมงกานีสกับการสูบบุหรี่ด้วยจะทำให้เกิดการเสริมฤทธิ์ (Synergistic) คนงานกลึงเหล็กที่สูบบุหรี่ปานกลางและสูบบุหรี่หนักมีอัตราการอ่อนเพลีย และ irritability สูงกว่าผู้สูบบุหรี่น้อย อาการตะคริวที่แขนขาที่เกิดบ่อยกว่า สำหรับกลุ่มคนงานควบคุมอาการทางระบบประสาทเกือบเท่า ๆ กันในผู้สูบบุหรี่ต่าง ๆ ยกเว้นอาการอ่อนเพลีย ซึ่งเกิดบ่อยกับผู้ไม่สูบบุหรี่ และอารมณ์ไม่ดีพบบ่อย ๆ กับผู้สูบบุหรี่ปานกลางมากกว่าผู้สูบบุหรี่หนัก และผู้ไม่สูบบุหรี่มากกว่าผู้สูบบุหรี่ อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบอาการของระบบประสาทไม่มีความสัมพันธ์กับอุปนิสัยการสูบบุหรี่ การศึกษานี้ไม่สามารถบอกจำนวนสารพิษที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาตอบโต้ได้ (dose-response relationship) เนื่องจากแมงกานีสในอากาศมีไม่คงที่ นอกจากนี้คนงานก็หมุนเวียนไปในพื้นที่ต่าง ๆ

---

\* สำหรับอาการที่ไม่เฉพาะ (non-specific) แต่อาจเกี่ยวข้องกับอาการเบื้องต้นของ (Subclinical Phase) ของแมงกานีสซึม ก็ไม่พบแตกต่างกันในกลุ่มคนงานที่ได้รับกับกลุ่มควบคุม



Horiguchi et al. (อ้างโดย Saric, M, et al) ได้รายงานเกี่ยวกับคนงานในโรงงาน Mn refining, โรงงานถ่านไฟฉาย, welding rods ปรากฏพบว่าคนงานโรงงาน Mn refining, 4 คน ซึ่งได้รับแมงกานีส 2.3-17.1 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร มีอาการและลักษณะของระบบประสาทส่วนกลางบกพร่อง (CNS) อีก 7 คน จากจำนวน 47 คน เชื่อว่ามีอาการทางประสาท คนงาน welding rods 4 คน จาก 32 คน ซึ่งได้รับแมงกานีส 3.1-8.1 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และคนงานโรงงานถ่านไฟฉาย 7 คนจาก 55 คน ซึ่งได้รับแมงกานีส 1.9-2.1 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เชื่อว่ามีความผิดปกติระดับหนึ่งของระบบประสาท

Emara, A.M., et al, 1971 สํารวจคนงานโรงงานถ่านไฟฉายจำนวน 36 คน พบคนงาน 8 คน ในแผนกบัด-ผสมที่แสดงอาการพิษของแมงกานีส กล่าวคือ มี 6 คนที่มีความผิดปกติของจิตเรื้อรัง (chronic psychosis) อีก 2 คน มีพฤติกรรมเคลื่อนไหวต่อสิ่งกระตุ้น (left hemiparkinsonism) และมีอาการกระตุกเองของนิ้วมือนิ้วเท้าด้านซ้าย (left choreo-athetosis) ตามลำดับ คนงานเหล่านี้มีอายุตั้งแต่ 22-36 ปี ทำงานมาแล้ว 1-16 ปี โดยได้รับแมงกานีส 6.2-7.2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตรในแผนกบัด และ 28.9-32.8 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ในแผนกผสม ซึ่งเป็นปริมาณเกินขีดสูงสุดที่อนุญาตให้มีได้ ส่วนแมงกานีสในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติตั้งแต่ 0.02-2.3 ไมโครกรัม/100 ซีซี ข้อสังเกตอย่างหนึ่งคือ สภาพรับไวได้ (susceptability) นั้นมีจริง และระยะเวลาสั้นที่สุดคือ 1 ปี

Tanaka et al. (1969) ได้รายงานผลการศึกษาศึกษาของกองอาชีวอนามัย กรมอนามัย แห่งมลรัฐเพนซิลวาเนีย โดยการสำรวจรวบรวมโรงงานต่าง ๆ ที่คนงานอาจจะได้รับพิษของแมงกานีสได้ 75 แห่งประกอบด้วย Steel Castings, Nonferrous metal Castings, Metal manufacturing, โรงงานทำเซรามิค อิฐ, Chemical manufacturing, Processing of Manganese Ore or ferromanganese และได้สรุปว่าโรงงาน Steel casting และโรงงาน Metal manufacturing มีจำนวนมากกว่าโรงงานประเภทอื่น ๆ แต่โรงงานประเภทที่มีแนวโน้มทำให้ระดับการได้รับแมงกานีสสูงได้แก่ โรงงาน Processing Mn ore or ferromanganese และ Chem manufacturing กล่าวคือปริมาณแมงกานีสในอากาศเกินค่ามาตรฐาน (Threshold limit value, 5 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นจำนวน 3 ใน 5 โรง และทุกโรงตามลำดับ

ในรายงานนี้ได้แสดงผลการตรวจสอบประสาทที่แสดงความผิดปกติของแมงกานีสกับคนงานจำนวน 117 คน จากงานประเภทต่าง ๆ พบว่า มีเพียง 7 คนเท่านั้น ที่แสดงลักษณะอาการของพิษแมงกานีส โดยมาจากโรงงานถลุงแร่แมงกานีส (manganese ore crushing mill) 2 คน, จากโรงงานเหล็กที่เกี่ยวข้องกับ Casting & Crushing ferromanganese alloy 4 คน และจาก arc burning of Mn Steel 1 คน

ปริมาณแมงกานีสในปัสสาวะก็ได้รายงานไว้เช่นกัน กล่าวคือ กลุ่มที่ได้รับแมงกานีสเกินค่ามาตรฐานจะพบปริมาณแมงกานีสในปัสสาวะสูงด้วย และผู้ที่ปริมาณแมงกานีสในปัสสาวะสูงดังกล่าวไม่จำเป็นต้องแสดงอาการพิษของแมงกานีสก็ได้เช่นกัน ผู้ที่แสดงอาการพิษของแมงกานีสไม่จำเป็นต้องพบปริมาณแมงกานีสในปัสสาวะสูง



ผู้รายงานได้เพิ่มเติมว่า โรงงานขนาดเล็ก โรงงานยา สีเคลือบ และน้ำยารักษา สบู่ และน้ำยารักษาเนื้อไม้ มีการใช้สารประกอบของแมงกานีสเป็นครั้งคราว ซึ่งยากต่อการศึกษา เช่นเดียวกับโรงงานทำป้าย อาหารสัตว์ ซึ่งจะมีการใช้แมงกานีสเพียง 5 วันต่อเดือน และเวลาที่ ใช้จะมีฝุ่นแมงกานีสเกิดขึ้นสูง ส่วนโรงงาน nonferrous metal casting และโรงงานหล่อ เหล็ก ส่วนใหญ่จะพบแมงกานีสในอากาศต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานหากของไหลมีแมงกานีสอยู่ 1% หรือน้อยกว่า (โดยน้ำหนัก) อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่เก็บขณะที่มีการเทของเหลว (pouring) มักพบว่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แม้จะมีแมงกานีสต่ำก็ตาม ซึ่งเป็นเครื่องชี้ว่า จำเป็นจะต้องมี ระบบระบายอากาศที่เหมาะสมและตัวอย่างส่วนใหญ่ที่เก็บจากงานเชื่อมหรือเผาไหม้มีแมงกานีสน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ถ้าวัสดุนั้นมีแมงกานีส 1% หรือน้อยกว่า ดังนั้นภายใต้สภาวะปกติ และมีระบบ ระบายอากาศพอใช้ได้ งานเชื่อมและเผาเหล็กที่มีแมงกานีสต่ำ จะไม่ทำให้เกิดอันตรายในการสูดดม อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่เก็บโดยตรงจากกลุ่มควัน (smoke plume) จะมีแมงกานีสสูงมาก ดังนั้นหากช่างเชื่อมและเผาทำงานอยู่ในที่ที่จำกัดโดยไม่มีระบบระบายอากาศ เขาจะได้รับแมงกานีส เกินค่ามาตรฐานแม้ว่าในโลหะผสมจะมีแมงกานีส 1% หรือน้อยกว่าก็ตาม และถ้ามีแมงกานีสสูงถึง 5% อันตรายก็ยิ่งมากขึ้นและจำเป็นต้องมีระบบระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพ มีการรายงานไว้ว่า ผู้ป่วยด้วยพิษแมงกานีสเคยได้รับไอของโลหะผสมซึ่งมีแมงกานีสอยู่ถึง 14%

กองอาชีวอนามัย (2525) ได้เก็บตัวอย่างอากาศ 49 ตัวอย่างในแผนกต่าง ๆ ของโรงงานถ่านไฟฉายจำนวน 11 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดปทุมธานีพบว่า แมงกานีสในอากาศมีค่า 0.0022-2.0169 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยเฉพาะที่แผนกบัดและ แผนกผสมมีค่า 0.00304-2.0169 และ 0.0458-1.1261 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ค่าต่ำที่ได้เนื่องจากโรงงานนั้นมีระบบการควบคุมฝุ่นที่ทันสมัยเป็นแบบปิด ฝุ่นโรงงานสะอาด

กองอาชีวอนามัย (2525) ได้รายงานผลการติดตามตรวจสอบโรงงานถ่านไฟฉาย 10 แห่ง เป็นเวลาต่อเนื่องทุกปี เริ่มตั้งแต่ปี 2522-2524 พบว่า แมงกานีสในอากาศมีค่าตาม ลำดับดังนี้ 0.00284-4.94848, 0.02894-24.8001 และ 0.0033-20.7036 มิลลิกรัม/ ลูกบาศก์เมตรอากาศ ส่วนแมงกานีสในเส้นผมมีค่า 5.6675-44.7109 ไมโครกรัม/กรัม ใน จำนวนคนงานเหล่านี้พบอาการผิดปกติ 72 คนจาก 127 คน, 8 คนจาก 110 คน ในปี 2522 และ 2523 ตามลำดับ

ศูนย์อาชีวอนามัยที่ 1 (2525) รายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศที่เก็บจาก โรงงานถ่านไฟฉายจำนวน 3 โรง ซึ่งมีคนงานรวม 139 คน แมงกานีสในอากาศมีค่าเท่ากับ 0.009-2.059, 0.012-0.802, 0.031-1.490 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ศูนย์อาชีวอนามัยที่ 1 (2526) รายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศที่เก็บจาก โรงงานถ่านไฟฉาย 3 โรง ซึ่งมีคนงานรวม 203 คน แมงกานีสในอากาศมีค่าเท่ากับ 0.01- 0.22, 0.024-1.056, 0.016-0.303 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่อยู่ใน เกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย แต่เมื่อได้ตรวจดูความเข้มข้นของแมงกานีสใน เลือดและปัสสาวะของคนงานจำนวน 125 ตัวอย่าง มีแมงกานีสเกินมาตรฐานถึง 34 ตัวอย่าง และแมงกานีสในเลือดเกินค่ามาตรฐานเพียง 2 ตัวอย่าง

เพริศพรหม เกรียวสกุล, 2525 รายงานผลการศึกษาปริมาณแมงกานีสในอากาศ ในโรงงานถ่ายโพลายแท่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ปรากฏผลว่าห้องอัดก้อนแมงกานีสไดออกไซด์ หรือแผ่นยาคา ซึ่งมีลักษณะของงานคือ เป็นการอัดผงแมงกานีสไดออกไซด์ให้เป็นก้อน โดยจะมีการร่อนและผสมผงวัสดุเคมี มีปริมาณแมงกานีสสูงกว่าอากาศในห้องอื่น ๆ ค่าสูงสุดที่ได้พบคือ 1339.3 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร สำหรับโรงบดแร่แมงกานีสจะมีปริมาณสูงรองลงมา ส่วนห้องประกอบหรือบรรจุก้อนแมงกานีสไดออกไซด์เป็นถ่านโพลายสำเร็จรูปมีปริมาณสูงใกล้เคียงกับโรงบดแร่ เนื่องมาจากห้องนี้อยู่ในบริเวณเดียวกันกับแผ่นยาคาและเช่นเดียวกันโรงรีดแผ่นสังกะสีซึ่งควรจะมีระดับความเข้มข้นของแมงกานีสใกล้เคียงกับอากาศในบริเวณนอกอาคารโรงงาน แต่ผลกลับมีค่าสูงกว่าทั้งนี้เนื่องจากโรงรีดแผ่นสังกะสีอยู่ใกล้กับห้องอัดก้อนแมงกานีสไดออกไซด์

ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศสูงสุดที่ได้พบในโรงงานนี้คือ 973.3 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งพบในห้องอัดก้อนแมงกานีสในเดือนธันวาคม 2524 ส่วนค่าต่ำสุดที่ได้พบมีค่าเท่ากับ 56.1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ในโรงอาหารเมื่อเดือนเมษายน 2525

ฤดูกาลก็มีผลทำให้ปริมาณแมงกานีสในอากาศในสถานที่ใดสถานที่หนึ่งเปลี่ยนแปลง ค่าเฉลี่ยของปริมาณแมงกานีสในอากาศที่เก็บเมื่อธันวาคม 2524 ซึ่งเป็นฤดูหนาว มีค่าสูงกว่าฤดูกาลอื่น ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศในฤดูหนาวต่ำกว่า การเคลื่อนย้ายมวลของอากาศจึงไม่เร็วเท่ากับในฤดูกาลอื่น ในฤดูฝนนี้ฝนจะช่วยละลายหรือพามลสารในอากาศให้ตกลงสู่พื้นดิน จึงทำให้ความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศต่ำกว่าในฤดูกาลอื่น

## (2) กับคนทั่วไป

Hambidge K.M., et al (1974) รายงานผลการหาธาตุที่ปริมาณน้อย (trace element) (ซึ่งรวมทั้งแมงกานีส) ในเส้นผมของผู้ใหญ่ เด็ก และทารก ของชาวเมืองจันดีการ์ ประเทศอินเดีย ชาวเมืองเดนเวอร์ สหรัฐอเมริกา และคนกรุงเทพมหานคร โดยเลือกตัดเส้นผมบริเวณ occipital สำหรับความยาวของเส้นผม Hambidge ได้ศึกษาแล้วว่า สำหรับแมงกานีสนั้น รวมทั้งโครเมียม และสังกะสี จะมีปริมาณไม่เปลี่ยนแปลงตามความยาวของเส้นผมซึ่งต่างจากทองแดงและเหล็ก ผลการศึกษาปรากฏว่าปริมาณแมงกานีสเฉลี่ยของคนกรุงเทพมหานครสูงเป็น 20 เท่า และ 10 เท่าของชาวเมืองเดนเวอร์และจันดีการ์ ตามลำดับ สาเหตุนี้ยังไม่สามารถตอบได้ เนื่องจากไม่พบรายงานว่าคนกรุงเทพมหานครได้เป็นโรคเกี่ยวกับระบบประสาทส่วนกลางกันมาก กล่าวคือ พบแมงกานีสน้อยกว่า 20 พีพีบี ในชาวเดนเวอร์ และพบมากกว่า 15 พีพีเอ็ม ในคนกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นค่าที่มีผู้รายงานว่า สามารถก่อให้เกิดโรคพิษแมงกานีสเรื้อรังได้ แต่อย่างไรก็ดี กลุ่มตัวอย่างที่เลือกศึกษาค่อนข้างเสี่ยงในการเป็นตัวแทนของคนกรุงเทพมหานคร ซึ่งเก็บตัวอย่างเส้นผมผู้ใหญ่เพียง 25 คน ชาวจันดีการ์ 11 คน, ชาวเดนเวอร์ 18 คน ส่วนแมงกานีสในเส้นผมเด็กสูงกว่าผู้ใหญ่ สำหรับชาวจันดีการ์ไม่พบความแตกต่างสำหรับคนกรุงเทพมหานคร ดังนั้นอายุกับแมงกานีสจึงขึ้นอยู่กับประชากรที่ศึกษาสรุปผลการศึกษากล่าวว่าไม่มีหลักฐานแน่ชัดที่แสดงว่าคนกรุงเทพมหานคร ชาวจันดีการ์ ได้รับแมงกานีสมากกว่าชาวเดนเวอร์และคิดว่า

สีของผงน่าจะ เป็นปัจจัยสำคัญนอกเหนือจากอาหารและสิ่งแวดล้อม ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างอาหารกับปริมาณแมงกานีสยังขาดการยืนยันที่แน่นอน

กองอาชีวอนามัย (2526) รายงานผลการศึกษาเส้นผมของคนไทยที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับโลหะหนักจําพวกตะกั่วและแมงกานีส จำนวน 239 คน เป็นชาย 136 คน หญิง 103 คน และมีอายุตั้งแต่ 11-40 ปี เป็นคนที่อาศัยอยู่ในภาคต่าง ๆ ของประเทศ โดยที่เป็นคนภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุดคือ 73.63% รองลงมาเป็นคนภาคกลางคือ 16.24% และทำการตัดเส้นผมให้ติดโคนหนังศีรษะ ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของแมงกานีสในเส้นผมเท่ากับ 3.19 ไมโครกรัม/กรัม ปริมาณต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.27 และ 18.24 ตามลำดับ (ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนายแพทย์สมพล กฤตลักษณ์ ที่ยินยอมมาให้คนปกติมีระดับแมงกานีสในเส้นผมได้ไม่เกิน 20 ไมโครกรัม/กรัม และคนส่วนใหญ่ (69.0%) จะมีแมงกานีส 0-2.99 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมา (20.9%) มีแมงกานีส 3.00-4.99 ไมโครกรัม/กรัม

### 1.10 มาตรฐานของแมงกานีสในอากาศและ เส้นผม

สำหรับประเทศไทย กรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย ได้กำหนดมาตรฐานของแมงกานีสในอากาศเท่ากับของ ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) และ OSHA (Occupational Safety and Health act) กล่าวคือ ให้มีค่าได้ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ของอากาศ ไม่ว่าระยะเวลาใดของการทำงานปกติ (ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) หมวดที่ 1 ข้อ 3) ส่วนค่าปกติของแมงกานีสตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กรมแรงงานยังมีได้กำหนดแต่ตามมาตรฐานของ ACGIH มีดังนี้

ในเส้นผมไม่ควรเกิน 20 ไมโครกรัม/กรัม

ในเลือดไม่ควรเกิน 0.008 มิลลิกรัม/ %

ในปัสสาวะไม่ควรเกิน 0.0025 มิลลิกรัม/ %

### 1.11 กระบวนการผลิตถ่านไฟฉาย (ธัชชัย สุมิตร, 2527)

กระบวนการผลิตถ่านไฟฉายสามารถแยกขั้นตอนการผลิตที่สำคัญ ๆ ได้ดังนี้ (รูปที่ 1.2)

(1) แผนกบดแร่ (grinding section) จะรับเอาแร่แมงกานีสที่แยกและแต่งให้มีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้นไปมาบดให้ละเอียด โดยจะทำการบดหยาบด้วยลูกกลิ้ง (roller) หรือทุบให้แตก (jaw crusher) แล้วจึงนำมาบดให้ละเอียดด้วยบอลมิลล์ (ball mill) แล้วคัดขนาดด้วยตะแกรงลม ส่วนที่ขนาดใหญ่เกินกว่าการนำไปใช้ประโยชน์ได้จะนำไปบดใหม่ ส่วนที่ขนาดเล็กละเอียดเกินไปจะนำไปทิ้งหรือนำไปผสมกับแมงกานีสที่ถุกคัดขนาดแล้วบางส่วน



(2) แผนกผสม (mixing section) จะนำเอาเมงกานีสไดออกไซด์จากแผนกบดมาผสมกับสารอื่น ๆ ได้แก่ แอมโมเนียมคลอไรด์ ซิงค์ไดออกไซด์ แกรไฟต์ และผงเขม่าดำ แล้วใช้น้ำฉีดลงไปเพื่อทำให้ส่วนผสมมีความชื้น และทำให้มีการเกาะตัวไม่แตกร้าว เมื่อนำไปอัดเป็นก้อนถ่าน ส่วนผสมนี้คือ ดีโพลาริเซอร์มิกซ์ (depolarizer mix) หรือที่เรียกว่า ดินดำผสม

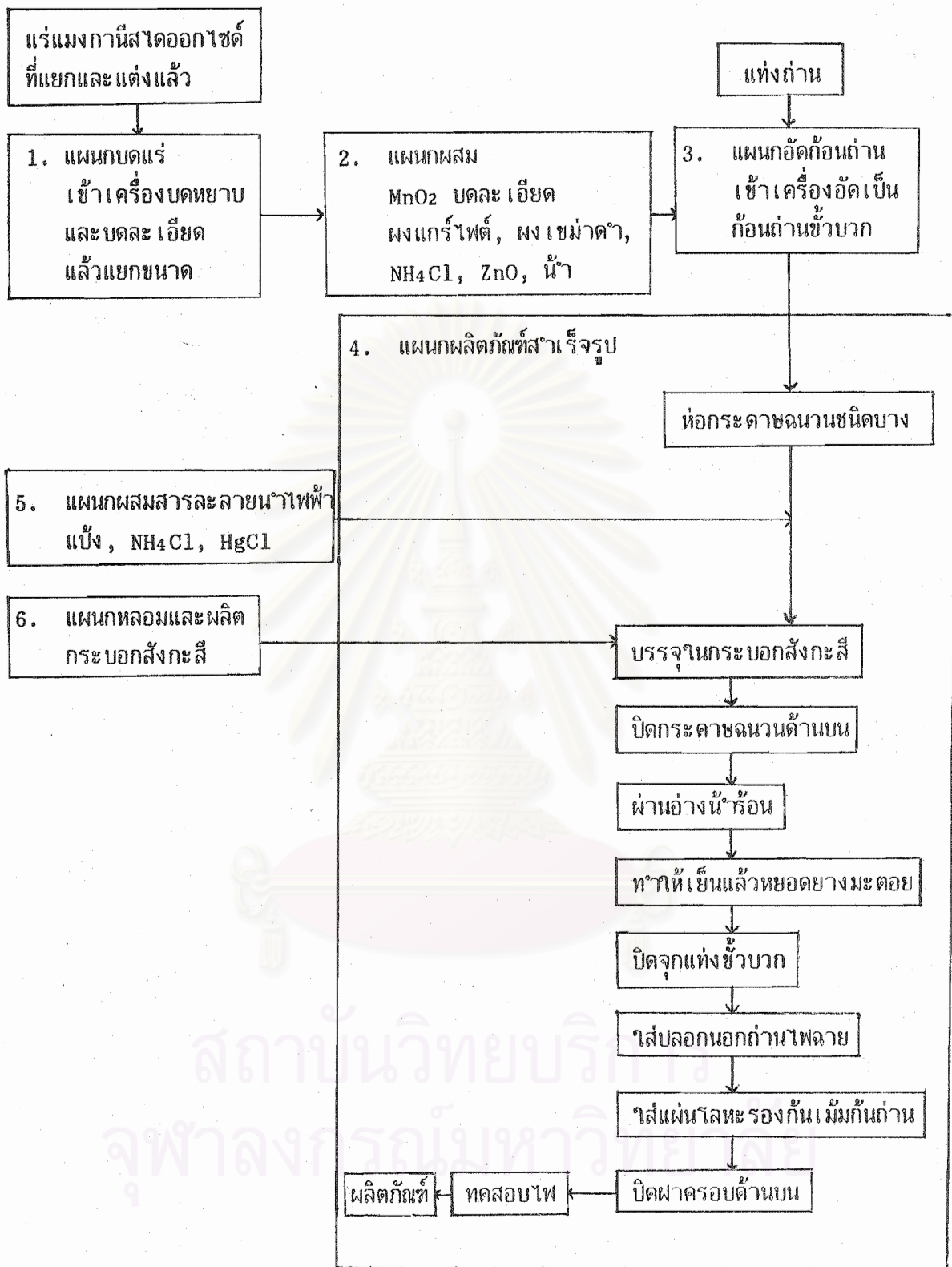
(3) แผนกอัดก้อนถ่าน (tamping section) จะนำเมงกานีสที่ผสมแล้วมาอัดเป็นก้อน โดยมีแท่งคาร์บอนอยู่ตรงกลาง ส่วนของก้อนถ่านที่อัดขึ้นจะเป็นส่วนที่ใช้เตรียมเป็นขั้วบวกของก้อนถ่านไฟฉาย

(4) แผนกผลิตก้อนสำเร็จรูป (finishing section) ส่วนนี้จะรวมตั้งแต่การนำแท่งถ่านขั้วบวกลงในกระบอกสังกะสีที่เติมสารละลายนำไฟฟ้าแล้ว จากนั้นปิดฝาบนด้วยกระดาษฉนวนชนิดหนา แล้วนำไปผ่านอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส นานราว 2-3 นาที เพื่อทำให้แห้งสนิท เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนำฝาบนด้วยยางมะตอย และปิดจุกโลหะที่แท่งคาร์บอนใส่ปลอกถ่านไฟฉาย ใส่แผ่นโลหะรองกันแล้วเม้มให้เรียบร้อย จึงทดสอบไฟแล้วนำไปบรรจุลงกล่อง

(5) แผนกผสมสารละลายนำไฟฟ้า หรือน้ำยาเคมี หรือน้ำแข็ง ประกอบด้วยถังแอมโมเนียมคลอไรด์ และ เมอร์คิวรีคลอไรด์ นำมาผสมให้เข้ากัน แล้วเติมลงในกระบอกสังกะสีขั้วลบซึ่งรองกันไว้ด้วยกระดาษฉนวนชนิดหนา

(6) แผนกหลอมและผลิตกระบอกสังกะสี จะเริ่มตั้งแต่การนำเอาสังกะสีมาเข้าเข้าหลอมแล้วรีดออกเป็นแผ่น จากนั้นนำมาตัดเป็นรูบางกลมหรือหกเหลี่ยม แล้วบีบให้เป็นรูปทรงกระบอกกันปิดและตัดให้ได้ขนาด สำหรับกระบอกสังกะสีนี้ใช้เป็นขั้วลบของถ่านไฟฉาย





รูปที่ 1.2 กระบวนการผลิตถ่านไฟฉาย



## บทที่ 2

### การวิจัย

#### 2.1 ลักษณะการทำงาน

##### (1) แผนกบด

คนงานในแผนกนี้มีทั้งหมด 4 คน เป็นชายล้วน ระดับหัวหน้า 1 คน และลูกน้องอีก 3 คน ได้แก่ คนงานตัวอย่างหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ลักษณะงานประจำมีดังนี้ คนงานหมายเลข 1 จะทำการขึ้นแร่เวลาประมาณ 8.00 น. โดยใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที เริ่มจากใช้รถตักแร่แถมกานีสจากหน้าห้องบดมาลงที่เครื่องบด หลังจากบดเสร็จแล้ว คนงานหมายเลข 2-3-4 จะช่วยกันรับแร่ลงถุง มัดปากถุงยกใส่รถเข็นเพื่อลากไปกองไว้ในบริเวณแผนกบดนั้น ซึ่งใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณชั่วโมงครึ่ง ต่อมา 13.00 น. คนงานหมายเลข 1 ก็จะทำการขึ้นแร่อีกครั้งหนึ่ง เช่นเดียวกับเวลาเช้า เวลา 15.00 น. คนงานหมายเลข 2-3-4 จะมารับแร่ลงถุงอีกครั้งหนึ่ง เช่นเดียวกัน เมื่อถึงเวลา 16.30 น. คนงานหมายเลขหนึ่งจะมากวาดพื้นที่ซึ่งใช้เวลาประมาณ 10-20 นาที และทุกครั้งที่เสร็จจากงานขึ้นแร่หรือรับแร่ คนงานทั้งสี่มักจะรออยู่ในห้องพักซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณแผนกบดนั่นเอง (ดูรูปในภาคผนวก)

ในสัปดาห์หนึ่ง ๆ ส่วนใหญ่จะเป็นวันศุกร์ คนงานทั้งสี่คนจะช่วยกันยกยแร่ที่หกเรียรดใส่เครื่องบด ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 30 นาที

##### (2) แผนกผสม

คนงานมีทั้งหมด 5 คน เป็นชายล้วน ระดับหัวหน้า 1 คน และลูกน้อง 4 คน ได้แก่ คนงานหมายเลข 5, 6, 7, 8, 9 ตามลำดับ ลักษณะงานประจำวันมีดังนี้ คนงานหมายเลข 6 และ 7 จะส่งถุงแร่แถมกานีสที่บดแล้วและส่วนผสมอื่นขึ้นทางสายพานใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ขณะเดียวกันคนงานหมายเลข 8 จะคอยรับถุงแร่แล้วกรีดปากถุง เทแร่ลงโมพร้อมทั้งส่วนผสมอื่น ๆ ใช้เวลาประมาณ 10 นาที แร่ที่ผสมเสร็จแล้วในโม คนงานหมายเลข 9 จะเทลงบนสายพานเพื่อลำเลียงสู่เครื่องร่อนแล้วตักใส่รถเข็นซึ่งรออยู่ด้านล่าง ทุกเย็นคนงานหมายเลข 6-7-8-9 จะผลัดกันกวาดพื้นที่ซึ่งใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที จากนั้นคนงานจะเข็นรถที่มีแร่ผสมแล้วส่งไปยังแผนกอัดก้อนถ่าน การผสมครั้งหนึ่ง ๆ ใช้เวลาประมาณ 45-60 นาที วันหนึ่ง ๆ ผสม 7-9 ครั้ง สำหรับคนงานหมายเลข 5 จะทำงานแทนผู้ที่ไม่มีมาทำงานหรือลางานเท่านั้น ในช่วงบ่ายของแต่ละวันคนงานหมายเลข 6 และ 7 จะเปลี่ยนสลับงานกับคนงานหมายเลข 8 และ 9 ดังนี้ทุกวัน และส่วนคนงานหมายเลข 8 และ 9 เองก็จะสลับงานกันทำเช่นกัน (ดูรูปในภาคผนวก)

## 2.2 สภาพแวดล้อมของแผนกคและแผนกผสม

### (1) แผนกค

เป็นอาคารชั้นเดียวเพดานสูง มีผนังโดยรอบแยกออกจากแผนกอื่นโดยห่างจากแผนกผสมประมาณ 60 เมตร ไม่มีระบบระบายอากาศทั่วไปและเฉพาะที่ แร่แมงกานีสที่รอบตบรรจุเก็บไว้ในอาคาร เครื่องบดเป็นระบบปิดทั้งหมด บริเวณเครื่องซึ่งมีตู้ปิด สามารถควบคุมการซึ่งได้จากภายนอกถ้าต้องการ

ห้องพักคนงานอยู่ในอาคารเดียวกันเป็นห้องกระจก มีเครื่องปรับอากาศ ส่วนห้องน้ำอยู่ติดกันกับห้องพัก (ดูรูปในภาคผนวก)

### (2) แผนกผสม

เป็นอาคารชั้นเดียว เพดานสูง มีผนังด้านติดเครื่องไม้เป็นช่องลม ผนังอีกด้านหนึ่งติดกับแผนกอัดก้อนถ่านโดยมีประตูปิด-เปิด ไม่มีระบบระบายอากาศทั่วไป แต่มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่ตรงกับโม่มผสมซึ่งเป็นแบบไซโคลน (cyclone)

ห้องพักคนงานอยู่ในอาคารเดียวกัน เป็นห้องกระจกและมีเครื่องปรับอากาศ (ดูรูปในภาคผนวก)

## 2.3 การเก็บตัวอย่าง

### (1) การเก็บตัวอย่างอากาศ

คนงานในแผนกคและแผนกผสมทุกคนจะได้รับการติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศติดกับตัวทุกครั้งที่ทำงานส่งแร่ รับแร่ กวาดพื้น และโกยแร่ ตามลักษณะการทำงานจริงของแต่ละคนโดยจะใช้เข็มขัดคล้องตัวปั๊มและคาดไว้ที่ระดับเอว ส่วนตลับใส่กระดาษกรองจะใช้ท่อสายยางต่อยาวออกไปอยู่บริเวณปกคอเสื้อแล้วใช้ที่หนีบ (clip) หนีบไว้ ในการทำงานส่งแร่และกวาดพื้นจะใช้เวลาเก็บตัวอย่างเท่าที่ใช้จริง ส่วนการทำงานรับแร่และโกยแร่ยากจะใช้เวลาจริง แต่เนื่องจากเวลาที่ใช้จริงยาวนาน จึงเลือกเก็บเพียงครั้งชั่วคราวเท่านั้น โดยทำการเก็บตัวอย่างจากคนงานทุกคนสัปดาห์ละครั้งเป็นเวลา 24 สัปดาห์ กล่าวคือ คนงานหมายเลข 1 จะเก็บตัวอย่างขณะส่งแร่ กวาดพื้น และโกยแร่สัปดาห์ละครั้ง คนงานหมายเลข 2 จะเก็บตัวอย่างขณะรับแร่และโกยแร่สัปดาห์ละครั้ง คนงานหมายเลข 3 และ 4 เช่นเดียวกับกับคนงานหมายเลข 2 ส่วนคนงานหมายเลข 5 จะเก็บตัวอย่างขณะทำงานแทนผู้อื่นสัปดาห์ละครั้ง เป็นต้น กระดาษกรองพร้อมตัวอย่างที่เก็บได้จะถ่ายออกจากตลับเมื่อถึงห้องปฏิบัติการ แล้วนำใส่ในถ้วยกระเบื้องเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

## (2) การเก็บตัวอย่างผม

ใช้กรรไกรสแตนเลสตัดเส้นผมให้ชิดโคนผม ทว่าการตัดทุกวันจันทร์ที่ 2 ของเดือนเป็นเวลา 7 เดือน สำหรับตัวอย่างผมในเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกรกฎาคม 2530 เป็นตัวอย่างผมที่เก็บที่ปลายผมทั่วศีรษะ (ผลการศึกษาของ Hambidge 1974 ปริมาณแมงกานีสในเส้นผมเท่ากันตลอดเส้น) เนื่องจากคนงานไม่ให้ความร่วมมือ เส้นผมที่ได้จะแยกเก็บใส่ถุงพลาสติกที่สะอาดแล้วใช้ยางรัดไว้

## 2.4 การวิเคราะห์

### (1) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

1) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศแบบติดกับตัวบุคคล (Personal Sampling Pump) ประกอบด้วยปั๊มซึ่งมีแบตเตอรี่ในตัว ซึ่งสามารถชาร์ตไฟเพื่อให้ทำงานติดต่อกันได้หลายชั่วโมง มีหมุดสำหรับตั้งอัตราการไหลของอากาศตั้งแต่ 0-3 ลิตรต่อนาที และมีสายยางติดอยู่กับที่หนีบ (clip) เพื่อใช้หนีบที่ปกเสื้อ อีกส่วนหนึ่งเป็นตัวยึดใส่กระดาษกรองชนิด 3 ชั้น (3-piece cassette filter holder) ขนาด 37 มิลลิเมตร

2) กระดาษกรองแบบมิกซ์เซลลูโลส เอสเตอร์ เมมเบรน (mixed cellulose ester membrane) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร และขนาดรูกรอง 0.8 ไมครอน (micron)

3) กรรไกรสแตนเลส

4) นาฬิกาจับเวลา

5) ถุงพลาสติกและยางรัด

6) ถ้วยกระเบื้อง (crucible)

7) จานเพาะเชื้อ (petri-dish)

8) เตาเผา (muffle)

9) เตาแผ่นความร้อน (hot-plate)

10) เตาอบ (oven)

11) Atomic Absorption Spectrophotometer ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 4000

12) เครื่องแก้วต่าง ๆ ได้แก่ บีกเกอร์ (beaker), ขวดตวง (volumetric flask), แท่งแก้วสำหรับกวน (glass rod), กระจกนาฬิกา (watch glass), บีเบต (pipette)

หมายเหตุ เครื่องแก้วทุกชนิดจะต้องผ่านการล้างพิเศษกล่าวคือ ภายหลังจากล้างด้วย metal-free nonionic detergent ให้กลั้วด้วยน้ำท็อก, กรดไนตริก 1+1 และน้ำกลั่นตามลำดับ

## (2) สารเคมี

- 1) กรดไนตริกเข้มข้น (conc.  $\text{HNO}_3$ ) : เกรดงานวิเคราะห์ (AR grade)
- 2) กรดไนตริก 10 %
- 3) กรดไนตริก 1 + 1
- 4) อะซิโตน (acetone)
- 5) อีดีทีเอ ( $\text{EDTA Na}_2$  : Ethylene diaminetetraacetic acid disodium salt)
- 6) ฟองซักฟอก 1 % (detergent) ใช้ชนิด metal-free nonionic detergent ที่เรียกว่า Triton x-100
- 7) น้ำกลั่น (metal-free distilled water)

## (3) วิธีการเตรียมน้ำยาเคมี

- 1) ฟองซักฟอก 1 % : ตวง Triton x-100 1 ซีซี ด้วยกระบอกตวง เติมน้ำกลั่นให้เป็น 100 ซีซี
- 2) อีดีทีเอที่อิ่มตัวและร้อน (saturated hot EDTA) : เติมน้ำกลั่นน้อยๆ และตั้งอยู่บนเตาแผ่นความร้อน ให้เติมน้ำกลั่น EDTA ไปเรื่อยๆ ทีละน้อยพร้อมกับคนให้ละลาย จนกระทั่ง EDTA เริ่มไม่ละลายก็ให้ความร้อนต่อไปจนเริ่มจะเดือด จึงยกกลงแล้วเทผ่านกระดาษกรองลงในบีกเกอร์ที่ต้องการล้างเส้นผม
- 3) สารละลายแมงกานีสมาตรฐาน ชั่งแมงกานีสซัลเฟต ( $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 3.076 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 ซีซี แล้วเติมน้ำกลั่น conc.  $\text{HNO}_3$  1.5 ซีซี เขย่าให้ละลาย แล้วจึงทำให้มีปริมาตร 1 ลิตรด้วยขวดตวง จากสารละลายนี้ 1 ซีซี จะมี แมงกานีส (Mn) 1 มิลลิกรัม
- 4) กรดไนตริก 10 % : ตวงกรดไนตริกเข้มข้น 10 ซีซี และน้ำกลั่น 90 ซีซี ด้วยกระบอกตวง (cylinder) แล้วเทกรดลงในน้ำกลั่นจะทำได้กรดไนตริก 10%
- 5) กรดไนตริก 1 + 1 : ตวงกรดไนตริกเข้มข้น 1 ส่วน และน้ำกลั่น 1 ส่วนด้วยกระบอกตวงแล้วจึงเทกรดลงในน้ำกลั่น จะทำได้กรดไนตริก 1 + 1

## (4) การวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสจากตัวอย่างอากาศ

ใช้วิธีเผาแห้ง (dry ashing) โดยการใส่กระดาษกรองที่มีตัวอย่างอยู่ลงในถ้วยกระเบื้อง (crucible) แล้วนำไปเผาในเตาเผา ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจนถึง 450 เซลเซียส แล้วจึงเผาต่อไปอีก 4-5 ชั่วโมง จนได้เถ้าสีขาวหลังจากทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่น กรดไนตริกเข้มข้น 0.5 ซีซี ถ้วยของเหลวในถ้วยกระเบื้องลงในขวดตวง ล้างถ้วยกระเบื้องให้สะอาดและทำให้มีปริมาตรเป็น 50 ซีซี ด้วยน้ำกลั่น เขย่าแล้วจึงนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

(5) การวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสในเส้นผม

(5.1) การล้างเส้นผม

ใช้วิธี EDTA Wash ซึ่งปรากฏว่าให้ผลดีกว่า Ether Wash หรือ Detergent Wash ซึ่งสามารถขจัดตะกั่วที่ถูกเส้นผมดูดซับเข้าไป (clarke. et al 1974) การล้างเส้นผมใช้วิธีของ clarke ดังนี้

1) ล้างตัวอย่างผมลงในบีกเกอร์เติมน้ำกลั่นประมาณ 200 ซีซี ใช้แท่งแก้วกวนไปมา แล้วเทน้ำกลั่นนั้นทิ้งไป ทำเช่นนี้ 5 ครั้ง

2) ล้างด้วย 1 % detergent 200 ซีซี และให้ตั้งบนแผ่นความร้อน (hot plate) ที่อุณหภูมิประมาณ 75 องศาเซลเซียส ขณะเดียวกันก็ใช้แท่งแก้วกวนไปมาแล้วเท detergent นั้นทิ้งไป ทำเช่นนี้ 5 ครั้ง

3) ล้างด้วยน้ำกลั่นเช่นเดียวกับข้อ 1)

4) ล้างด้วย 1 % detergent เช่นเดียวกับข้อ 2)

5) ล้างด้วย acetone 200 ซีซี กวนไปมาแล้วเททิ้งไป ทำเช่นนี้ 2 ครั้ง

6) ล้างด้วย sat hot EDTA ทั้งไว้ 5 นาที แล้วเททิ้งไป ทำเช่นนี้ 2 ครั้ง

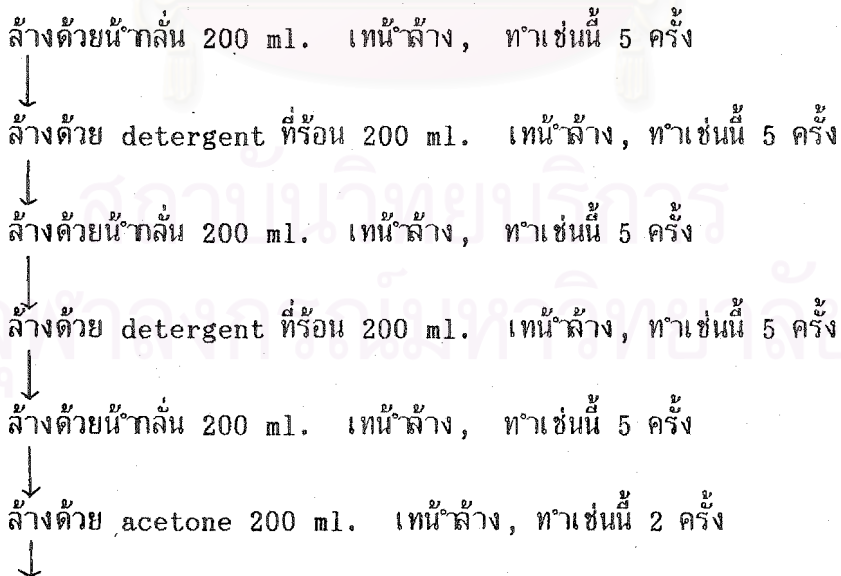
7) ล้างด้วยน้ำกลั่นเช่นเดียวกับข้อ 1)

8) ล้างด้วย sat hot EDTA เช่นเดียวกับข้อ 6)

9) ล้างด้วยน้ำกลั่นเช่นเดียวกับข้อ 1)

10) ถ่ายเส้นผมลงมาจากเพาะเชื้อแล้วอบที่ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปิดฝาทิ้งไว้เย็นใน dessicator ประมาณ 15 นาที จึงซึ่ง

ผังแสดงวิธีการล้างเส้นผม





ล้างด้วย EDTA ที่ร้อนและอ้อมตัว 200 ml., ทิ้งไว้ 5 นาที เทน้ำล้าง, ทำเช่นนี้ 5 ครั้ง  
 ↓  
 ล้างด้วยน้ำกลั่น 200 ml. เทน้ำล้าง, ทำเช่นนี้ 5 ครั้ง  
 ↓  
 ล้างด้วย EDTA ที่ร้อนและอ้อมตัว 200 ml., ทิ้งไว้ 5 นาที เทน้ำล้าง, ทำเช่นนี้ 5 ครั้ง  
 ↓  
 ล้างด้วยน้ำกลั่น 200 ml. เทน้ำล้าง, ทำเช่นนี้ 5 ครั้ง  
 ↓  
 อบแห้งที่ 103 - 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

### หมายเหตุ

1. วิธีของ clarke et al นั้น ใช้ deionized water แต่เนื่องจากในห้องปฏิบัติการมีน้ำกลั่นซึ่งได้ผ่านการ deionized มาก่อนแล้ว ซึ่งนับว่ามีคุณภาพดีกว่า จึงได้ใช้น้ำดังกล่าวแทน
2. การล้างด้วยน้ำกลั่น detergent และ EDTA วิธีของ clarke et al ล้างทีเดียว 1 ลิตร คิดว่าไม่สะอาดพอ จึงทำการล้างครั้งละ 200 ml. 5 ครั้ง ซึ่งดูเหมาะสมกว่าในทางปฏิบัติ
3. การปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ได้เปลี่ยนเป็นอบแห้งในเตาอบแทน เนื่องจากเกรงจะได้รับการปนเปื้อนอีกครั้งระหว่างทิ้งให้แห้งเองในห้องปฏิบัติการ
4. การใช้งานเพาะเชื้อ เพราะเป็นภาชนะปากกว้างและมีฝาปิด เหมาะจะใช้ในการอบและการเก็บ (โดยใช้ parafilm หุ้มปิดไว้) อีกประการหนึ่งเป็นเครื่องแก้วที่มีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการ

#### (5.2) การเตรียมตัวอย่าง

- 1) ชั่งตัวอย่างเส้นผมประมาณ 500 มิลลิกรัม อย่างละเอียดแล้วใส่ในถ้วยกระเบื้อง
- 2) เติมกรดไนตริก 10 % 10 ซีซี แล้วตั้งบนแผ่นความร้อนระเหยให้แห้งใน hood เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง
- 3) นำถ้วยกระเบื้องใส่เตาเผา ค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิจนถึง 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จนเป็นแก้วสีขาว
- 4) เติมกรดไนตริกเข้มข้น 0.5 ซีซี ในถ้วยกระเบื้อง แล้วถ่ายใส่ขวดตวงขนาด 50 ซีซี ทำให้มีปริมาตร 50 ซีซี ด้วยน้ำกลั่น
- 5) นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

**หมายเหตุ** 1. ตัวอย่างเส้นผมที่เก็บมาได้จะแบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกทำการล้างเส้นผมและเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับที่กล่าวในหัวข้อ (2.5.1) และ (2.5.2) ซึ่งจะเรียกว่ากรณี ก. ส่วนที่สองเหมือนส่วนแรกแต่ไม่ผ่านการล้างด้วย EDTA ซึ่งจะเรียกว่ากรณี ข. ส่วนที่สามไม่ผ่านการล้างใด ๆ แต่นำไปชั่งเลขตามหัวข้อ (2.5.2) ซึ่งจะเรียกว่ากรณี ค. ตัวอย่างเส้นผมของคนงานแต่ละคนบางครั้งจะมีไม่วิเคราะห์ทั้งสามส่วนเนื่องจากคนงานบางคนผมน้อย บางคนผมบาง และในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ จะเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ ใน 2 ส่วนแรกเท่านั้น เพราะการตัดเส้นผมในครั้งแรก ๆ คนงานยังกลัวอยู่ กลัวว่าผมจะแห้ง เสียรูปบ้าง ผู้วิจัยจะไม่ได้ได้รับความร่วมมือในครั้งต่อ ๆ มาจึงเก็บมาวิเคราะห์เพียง 2 ส่วนแรก ต่อเมื่อคุ้นเคยแล้วจึงเพิ่มส่วนที่สามในเดือนต่อมา

2. หากเส้นผมไม่ถูก oxidised หมด พวกสารอินทรีย์จะถูกดูดซึมขจัดด้วย A.A. ที่ 2170 แอ่งสตรอม ทาให้อ่านค่าได้สูง

3. Calibration curve จัดทำโดย A.A. อย่างอัตโนมัติ

## 2.5 การป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

(1) **อุปกรณ์ป้องกันอันตราย** ได้แก่ ชุดหมวก หมวกปีกหน้า ถุงมือผ้า หน้ากากผ้า หน้ากากแบบใส่กรอง (ดูรูปในภาคผนวก)

(2) **สขอนามัยส่วนบุคคล**

คนงานหมายเลข 1 : อายุ 34 ปี จบชั้น ม.ศ. 3 แต่งงานแล้ว เริ่มทำงานที่โรงงานนี้มา 17 ปี โดยเริ่มทำงานในแผนกผลิต 15 ปี และแผนกบด 2 ปี ตามลำดับ ไม่สูบบุหรี่ การดื่มน้ำในระหว่างเวลายานจะล้างมือก่อนเป็นบางครั้ง ถุงมือผ้าจะใส่บางครั้งและเปลี่ยนทิ้งทุกวัน ส่วนหน้ากากจะใส่ทั้งหน้ากากผ้าและหน้ากากที่มีใส่กรองพร้อมกันทุกครั้ง หน้ากากผ้าใช้ 1-2 วันก็ทิ้งไป ส่วนใส่กรองจะซักทุก 2 วัน คนงานคนนี้มีหน้าที่ขึ้นแร่ จะอาบน้ำหลังเสร็จงานเวลาประมาณ 11.00 และ 14.00 น. และสระผมด้วยวันละครั้ง จะล้างมือทุกครั้งก่อนกินข้าว และมักจะทานข้าวกลางวันที่โรงอาหาร มีน้อยครั้งที่จะทานในห้องพัก

คนงานหมายเลข 2 : อายุ 35 ปี จบชั้น ม.ศ. 5 โสัด ทำงานที่โรงงานนี้ 13 ปี โดยเริ่มทำงานที่แผนกผลิต 10 ปี และแผนกบด 3 ปี เคยทำงานอยู่แผนกขายของบริษัทขายรถยนต์มาก่อน 1 ปี ไม่สูบบุหรี่ นาน ๆ ครั้งถึงสูบตอกินเหล้า ใส่ถุงมือผ้าทุกครั้งและเปลี่ยนทิ้งทุก 2 วัน และมักใช้หน้ากากที่มีใส่กรองโดยซักทุก 5 วัน และสวมหมวกทุกครั้ง บางครั้งจะเดินไปที่แผนกผสมเพื่อใช้เครื่อง เป่าลมเป่าฝุ่นออกจากตัว การทานอาหารกลางวันจะทานที่โรงอาหาร โดยจะอาบน้ำทุกครั้งก่อนทานข้าวและก่อนกลับบ้าน และสระผมด้วยวันละครั้ง การดื่มน้ำระหว่างเวลายานจะล้างมือก่อนทุกครั้ง

คนงานหมายเลข 3 : อายุ 27 ปี จบชั้น ม.ศ. 3 แต่งงานมีลูกแล้ว 1 คน เคยทำงานที่กำแพงเพชร 1 ปี โดยไปกับรถแทรกเตอร์ ทำงานที่โรงงานนี้ 8 ปี โดยเริ่มงานที่แผนก UM 3 TN 4 ปี และแผนกค็อก 4 ปี สิบบุหรีมาแล้ว 8 ปี เพิ่งเลิกสูบเมื่อ พฤศจิกายน 2530 ใส่ถุงมือผ้าทุกครั้งและเปลี่ยนทั้งทุกวัน มักใส่หน้ากากที่มีไส้กรองและซักไส้กรองทุก 2 วัน และสวมหมวกเป็นประจำ ทานข้าวที่โรงอาหาร จะอาบน้ำก่อนทานข้าวและก่อนเลิกงาน และสระผมวันละ 2 ครั้ง

คนงานหมายเลข 4 : อายุ 22 ปี จบชั้น ม.ศ. 3 โสด เริ่มงานที่โรงงานนี้โดยที่ที่แผนกคด 4 ปี สิบบุหรีมาแล้ว 2 ปี ปัจจุบันยังสูบอยู่ประมาณ 1 ชองต่อวัน ก่อนสูบล้างมือทุกครั้ง สูบทั้งในเวลาทำงานและเวลาพักรองานหรือพักเที่ยง จะล้างมือทุกครั้งที่ตั้งนี้ในระหว่างเวลาทำงาน ใส่ถุงมือผ้าทุกครั้งและเปลี่ยนทั้งวันละคู่ มักใส่หน้ากากที่มีไส้กรองโดยจะซักทุก 2 วัน และสวมหมวกเป็นประจำ ทานข้าวที่โรงอาหารจะอาบน้ำก่อนทานข้าวและก่อนเลิกงานโดยสระผมวันละ 2 ครั้ง

คนงานหมายเลข 5 : อายุ 32 ปี จบชั้น ม.ศ. 3 แต่งงานมีลูกแล้ว 2 คน ทำงานที่โรงงานนี้ 14 ปี อยู่แผนกปั้มกระบอกมาก่อน 7 ปี จึงมาอยู่แผนกผสมจนถึงปัจจุบัน สิบบุหรีมาแล้ว 10 ปี และเลิกสูบตั้งแต่มกราคม 2530 ระหว่างเวลางานจะดื่มน้ำบ่อยแต่ล้างมือเป็นบางครั้ง ถุงมือมักใส่เป็นบางครั้งและเปลี่ยนทั้งวันละคู่ ใส่หน้ากากที่มีไส้กรองเป็นบางครั้งและซักอาทิตย์ละครั้ง ส่วนหมวกใส่ประจำและมักใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นออกจากตัว ทานข้าวที่โรงอาหารจะอาบน้ำวันละ 1-2 ครั้ง ก่อนทานข้าวเป็นบางครั้งและก่อนเลิกงานทุกครั้ง โดยจะสระผมวันละครั้งเท่านั้น

คนงานหมายเลข 6 : อายุ 35 ปี จบชั้น ม.ศ. 3 แต่งงานมีลูก 2 คน สอนหนังสือที่อำเภอบางคล้า จะเขิงเทรามา ก่อน 2 ปี เริ่มงานที่โรงงานนี้ที่แผนกทาบลอก 10 ปี แล้วมาที่ที่แผนกผสมจนถึงปัจจุบัน 4 ปี สิบบุหรีมา 10 ปีเศษ ปัจจุบันสูบอยู่วันละ 1 ชอง ทั้งในเวลาทำงาน พักรงาน หรือพักเที่ยง บางครั้งจะล้างมือก่อนสูบ แต่จะถอดถุงมือ จะดื่มน้ำบ่อยในระหว่างเวลาทำงานหรือพักรองานแต่จะล้างมือก่อนเป็นบางครั้ง ใส่ถุงมือผ้าทุกครั้งและเปลี่ยนทั้งวันละคู่ มักใส่หน้ากากที่มีไส้กรองทุกครั้งโดยซักทุก 2 วัน สวมหมวกเป็นประจำ และใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นออกจากตัวบ่อย ๆ ทานอาหารที่โรงอาหาร จะอาบน้ำก่อนทานข้าวและก่อนเลิกงาน และสระผมวันละ 2 ครั้ง

คนงานหมายเลข 7 : อายุ 30 ปี จบชั้น ม.ศ. 3 แต่งงานมีลูกแล้ว 2 คน เริ่มงานที่โรงงานนี้ที่แผนกโรงหลอมสังกะสี 6 เดือน แผนกซ่อมบำรุง 1 ปี และแผนกผสมอีก 6 ปี จนถึงปัจจุบัน สิบบุหรีมา 15 ปี ปัจจุบันสูบอยู่วันละประมาณ 10 มวน ทั้งในเวลาทำงาน พักรงานหรือพักเที่ยง บางครั้งจะล้างมือก่อนสูบและบางครั้งจะสูบทั้งที่ใส่ถุงมือ จะดื่มน้ำบ่อยในระหว่างเวลาทำงานหรือพักรองาน โดยล้างมือก่อนเป็นบางครั้ง ใส่ถุงมือผ้าเป็นบางครั้งและเปลี่ยนทั้งวันละคู่ ใส่หน้ากากที่มีไส้กรองเป็นบางครั้งโดยซักอาทิตย์ละครั้ง สวมหมวกเป็นบางครั้ง ถ้าภาคพื้นจะใส่หน้ากากทุกครั้งและใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นออกจากตัวเป็นบางครั้ง ทานอาหารที่โรงอาหารโดยล้างมือก่อนทุกครั้ง และจะอาบน้ำก่อนทานข้าวและก่อนเลิกงาน สระผมวันละ 2 ครั้ง

คนงานหมายเลข 8 : อายุ 24 ปี จบชั้น ม.ศ. 3 แต่งงานมีลูก 1 คน เริ่มงานที่บริษัทกระเบื้อง 2 ปี ทำงานที่แผนกเบร็ลลิ่งหม้อแบดเตอร์ 1 ปี แล้วจึงมาอยู่ที่แผนกผสมอีก 2 ปี จนถึงปัจจุบัน สิบหรีมาแล้ว 6 ปี สิบในระหว่างเวลาทำงาน พักรองาน หรือพักเที่ยง แต่จะล้างมือก่อนเป็นบางครั้ง และใส่ถุงมือสับเป็นบางครั้ง ดื่มน้ำบ่อยในระหว่างเวลาทำงานหรือพักรองาน และล้างมือก่อนเป็นบางครั้ง ใส่ถุงมือผ้าเป็นบางครั้งและ เปลี่ยนทั้งวันละคู่ มักใส่หน้ากากที่มีไส้กรองโดยใส่บางครั้งและ ซักอาทิตย์ละครั้ง สวมหมวกเป็นบางครั้งแต่ถ้ากวาดพื้นจะใส่หน้ากากและใช้เครื่องเป่าลมบ่อย ๆ ทานอาหารกลางวันในโรงอาหารและล้างมือก่อนทุกครั้ง จะอาบน้ำและสระผมก่อนทานข้าวและก่อนเลิกงาน

คนงานหมายเลข 9 : อายุ 37 ปี จบชั้น ม.ศ. 3 แต่งงานมีลูก 2 คน เคยทำงานที่โครงการกักตักไซ้มาเลเรีย 2 ปี แล้วมาที่บริษัทเนชั่นแนล เริ่มที่แผนกแบดเตอร์ 15 ปี และแผนกผสม 2 ปีเศษ ตามลำดับ สิบหรีมาแล้ว 20 ปี วันละสอง ครั้งในเวลาทำงาน พักรองาน หรือพักเที่ยง โดยล้างมือก่อนสับเป็นบางครั้ง บางครั้งก็ยังไม่สวมถุงมืออยู่ ดื่มน้ำบ่อยในระหว่างเวลาทำงานหรือพักรองานและล้างมือก่อนเป็นบางครั้งจะใส่ถุงมือผ้าทุกครั้ง และ เปลี่ยนทั้งวันละคู่ มักใส่หน้ากากที่มีไส้กรองทุกครั้งและ ซักอาทิตย์ละครั้ง จะใส่หมวกทุกครั้งและใช้เครื่องเป่าลมบ่อย ๆ ทานอาหารในโรงอาหารและล้างมือก่อนกินข้าวจะอาบน้ำ ก่อนกินข้าวเป็นบางครั้ง แต่จะอาบน้ำสระผมทุกครั้งตอนเลิกงาน

หมายเหตุ การสับหรี และดื่มน้ำสุรา ทำให้ร่างกายอาจอยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์ทำให้การขับถ่ายสารพิษออกจากร่างกายได้ไม่เต็มที่

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### บทที่ 3

#### ผลการศึกษา

#### 3.1 แมกานีสในเส้นผม

##### (1) แมกานีสในเส้นผมของคนงานอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่

ตัวอย่าง เส้นผมที่เก็บได้เมื่อวิเคราะห์แล้วผลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 และ

##### 3.2 หน่วยเป็น ไมโครกรัม/กรัม โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

สมมติค่าที่อ่านจาก A.A. คือ X มิลลิกรัม/ลิตร

น้ำหนักเส้นผม Y กรัม

ตัวอย่างเส้นผม digest แล้ว make up vol เป็น 50 ซีซี.

$$\text{แมกานีสในเส้นผม} = \frac{50 \times X}{Y} \text{ ไมโครกรัม/กรัม}$$

ตารางที่ 3.3 แสดงการแจกแจงความถี่และ เปอร์เซ็นไทล์ของแมกานีสในเส้นผม จากตัวอย่างทั้งหมด 63 ตัวอย่าง พบว่า ปริมาณส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในเส้นผมเท่ากับ 28.45-38.45 ไมโครกรัม/กรัม (25 ตัวอย่าง) ปริมาณรองลงมาเท่ากับ 18.45-28.45 ไมโครกรัม/กรัม (17 ตัวอย่าง) เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ของคนปกติเท่ากับ 20 ไมโครกรัม/กรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2523) จะมีเพียง 9 ตัวอย่างเท่านั้นที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ค่าสูงสุดต่ำสุดที่มีในเส้นผมเท่ากับ 65.33 และ 9.22 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ พิสัยเท่ากับ 56.11

สำหรับตัวอย่างกลุ่มควบคุม 12 ตัวอย่าง ซึ่งทำการเก็บในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2530 (ตารางที่ 3.2) มีเพียง 7 ตัวอย่างเท่านั้นที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

##### (2) แมกานีสในเส้นผมของคนงานเปลี่ยนแปลงตามเวลาหรือไม่

จากตารางที่ 3.1 ทำการจับกลุ่มข้อมูลของ เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์, มีนาคม-พฤษภาคม, มิถุนายน-กรกฎาคม, ชุดหนึ่ง และมกราคม-กุมภาพันธ์, มีนาคม-เมษายน, พฤษภาคม-มิถุนายน อีกชุดหนึ่ง แล้วทำการทดสอบด้วย ANOVA (ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว) เพื่อทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม ผลการทดสอบปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันเลยในเส้นผมของคนงานทั้งหมด แม้เวลาจะผ่านไป 7 เดือนแล้วก็ตาม



ตารางที่ 3.1 แผนงานสี่เหลี่ยมเส้นผมของคนงานกลุ่มตัวอย่าง กรณี ก (ล้างเส้นผม) (หน่วยเป็น มคก./ก.)

เดือน	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD
มกราคม	46.02	21.68	25.22	0.68	9.22	0.78	26.19	0.64	19.86	0.28	31.44	0.94	29.21	1.00	18.71	1.90	19.80	2.02	18.05	0.92
กุมภาพันธ์	32.98	15.36	27.12	0.56	16.78	1.41	**		27.00	0.38	34.63	0.86	37.67	2.38	24.07	2.17	28.11	1.51	17.67	0.49
มีนาคม	56.64	12.25	45.59	4.86	21.51	1.47	**		29.78	0.42	39.61	2.89	33.75	0.57	23.96	1.03	23.79	0.18	15.84	4.00
เมษายน	40.30	4.50	36.12	0.95	23.49	1.22	28.56	8.37	25.55	0.31	43.75	2.47	32.21	0.01	26.85	0.57	30.51	7.45	-	
พฤษภาคม	44.68	2.88	42.81	0.50	25.40	0.23	18.01	2.33	25.83	2.04	34.45	2.89	39.78	1.61	30.71	0.65	30.98	0.73	-	
มิถุนายน	57.29	1.68	36.74	4.01	29.01	1.94	30.7	0.60	29.38	1.49	33.28	0.51	43.13	0.41	36.76	0.18	30.07	0.58	-	
กรกฎาคม	65.33	0.08	35.88	3.85	42.34	5.80	35.84	2.73	33.57	6.41	**		42.87	5.06	37.22	0.62	48.28	0.81	-	

3-2

หมายเหตุ

\*\* ล้างผม

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 แมงกานีสเฉลี่ยในเส้นผมของคนงานกลุ่มควบคุม (หน่วยเป็น มคก./ก.)

คนงาน	11				12				13			
	ก		ข		ก		ข		ก		ข	
เดือน	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
พฤษภาคม 2530	22.80	7.07	26.11	.02	10.11	0.7	10.47	0.42	37.61	3.15	46.01	3.25
มิถุนายน 2530	-		-		17.29	0.32	17.76	0.85	31.80	4.26	40.31	1.60

คนงาน	14				15				16				17			
	ก		ข		ก		ข		ก		ข		ก		ข	
เดือน	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
พฤษภาคม 2530	11.65	0.16	12.68	0.32	7.56	0.35	*		10.61	1.22	10.88	0.34	34.07	3.00	*	
มิถุนายน 2530	10.19	0.48	12.52	0.47	-	-			8.69	0.12	10.19	21.18	25.59	1.07	*	

**หมายเหตุ**

- ก หมายถึง เมื่อล้างตัวอย่างด้วย EDTA
- ข หมายถึง เมื่อไม่ได้ล้างตัวอย่างด้วย EDTA
- \* หมายถึง ตัวอย่างหมด

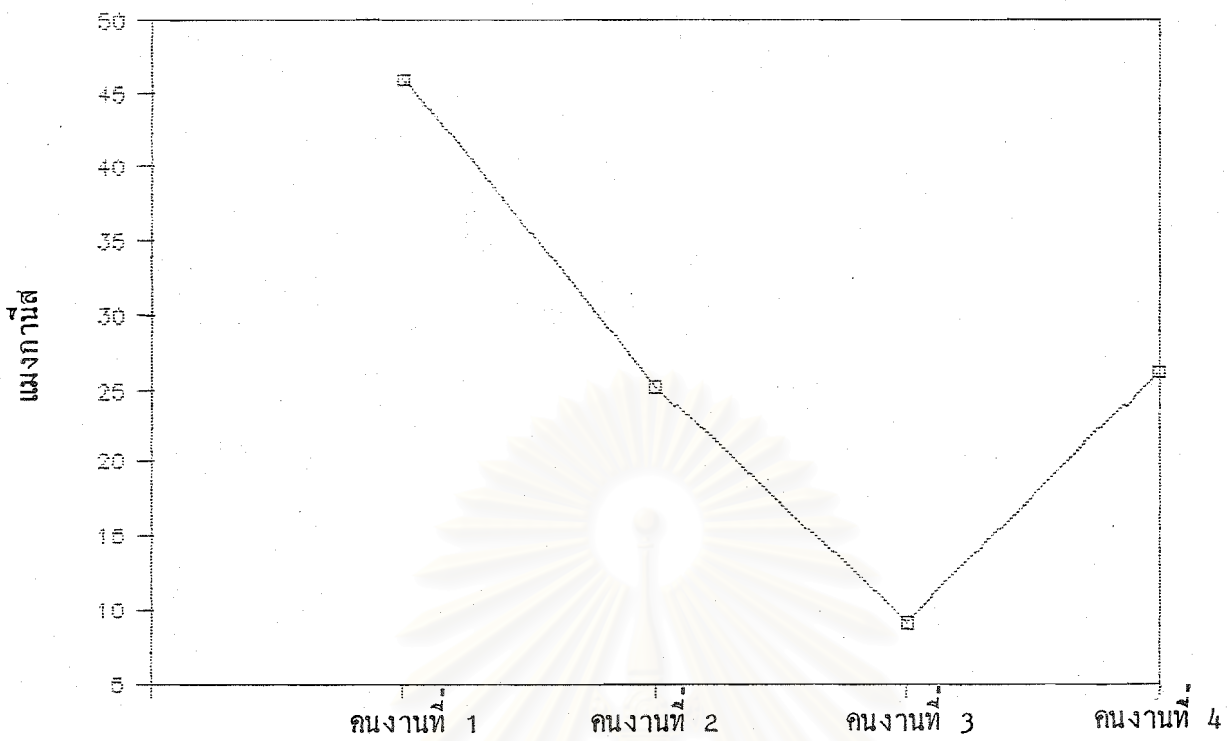
ตารางที่ 3.3 การแจกแจงความถี่และ เปอร์เซนต์ของแมงกานีสในเส้นผม

ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซนต์
8.50-18.00	8.45-18.45	13.45	6	6	9.52
18.50-28.00	18.45-28.45	23.45	17	23	36.51
28.50-38.00	28.45-38.45	33.45	25	48	76.19
38.50-48.00	38.45-48.45	43.45	12	60	95.24
48.50-58.00	48.45-58.45	53.45	2	62	98.41
58.50-68.00	58.45-68.45	63.45	1	63	100.00

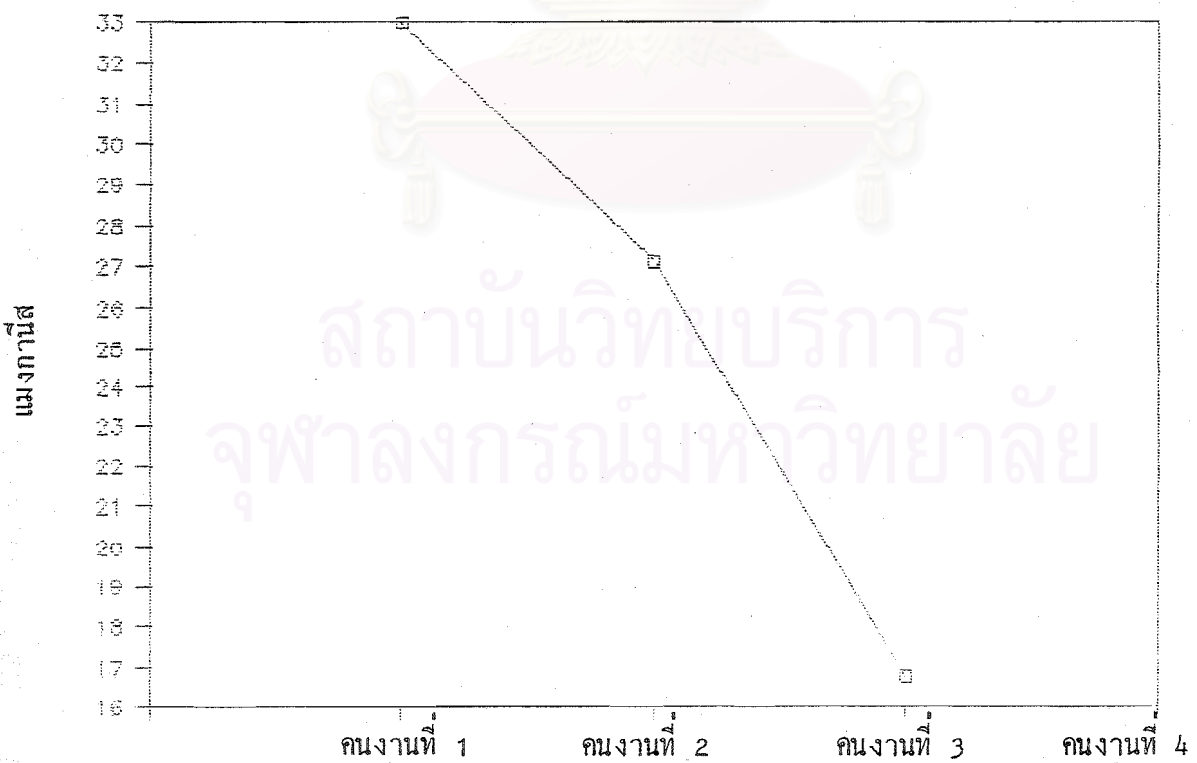
(3) แมงกานีสในเส้นผมของคนงานแต่ละคนต่างกันหรือไม่

รูปที่ 3.1 ก-3.1 ง และรูปที่ 3.2 ก-ง เป็นกราฟแสดงปริมาณแมงกานีสในเส้นผมของคนงานในแต่ละเดือน ซึ่งให้เห็นเด่นชัดว่าในกลุ่มคนงานที่ 1-4 (แผนกบด) คนงานที่ 1 จะมีแมงกานีสในเส้นผมมากที่สุด และคนงานที่ 2 มีมากรองลงมา เป็นเช่นนี้ตลอดระยะเวลาเก็บตัวอย่าง และในกลุ่มคนงานที่ 5-9 (แผนกผสม) ก็เช่นกัน ส่วนใหญ่คนงานที่ 6-7 จะมีแมงกานีสในเส้นผมมากที่สุด

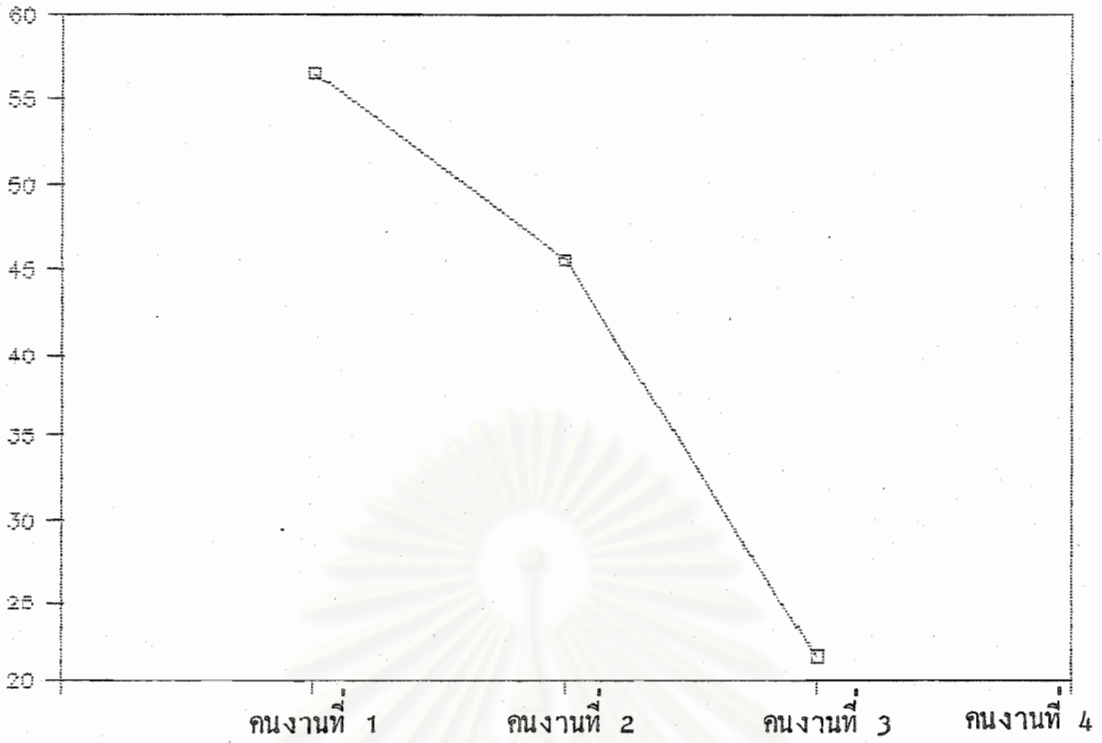
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 ก แอมกานีสในเส้นสมของคณงาน (หน่วยเป็น มกค./ก.)  
ในเดือนมกราคม และธุมภาพันธ์ 2530

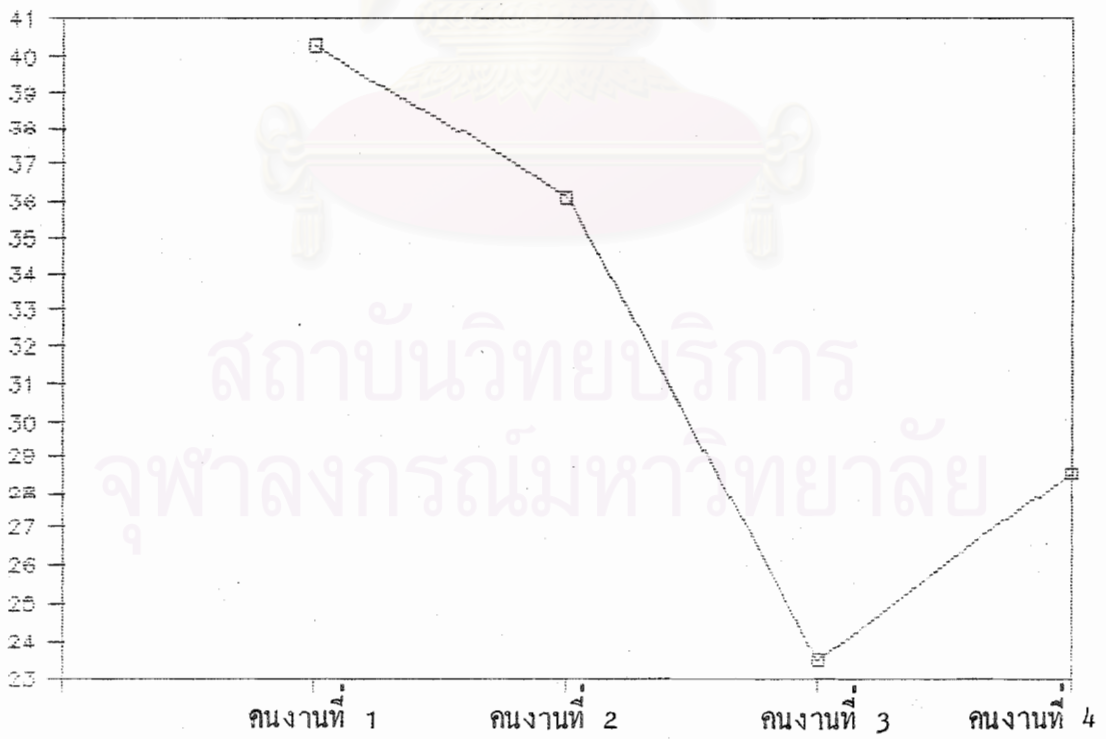


แมงกานีส



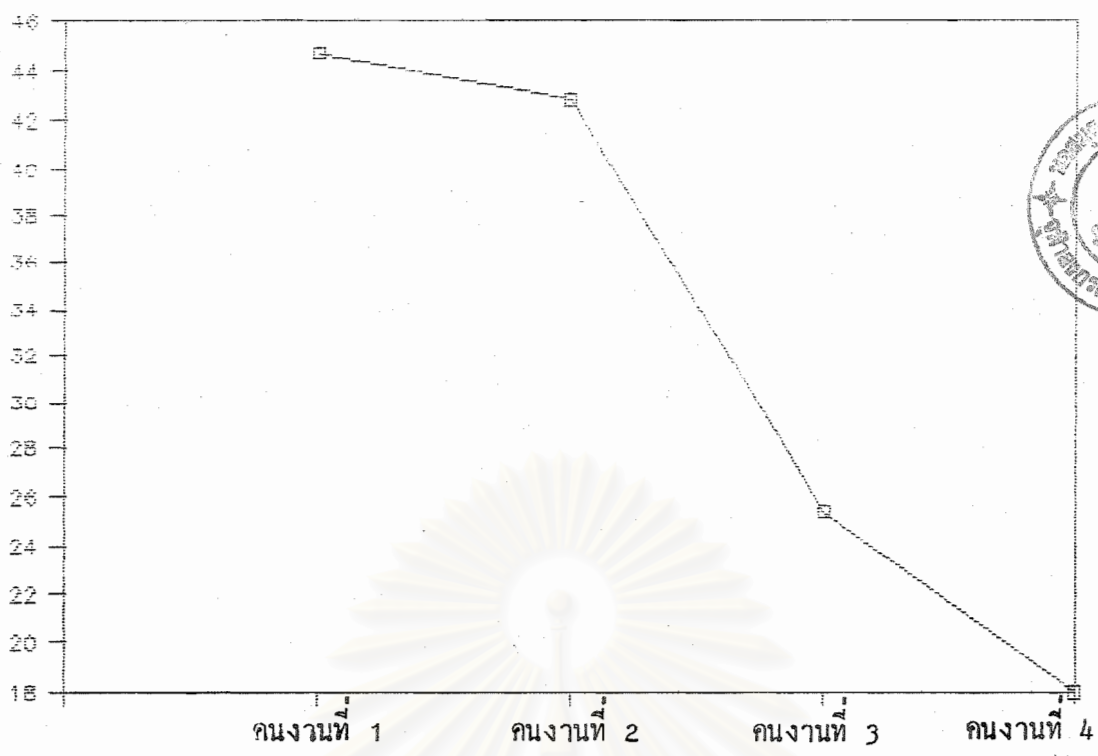
รูปที่ 3.1 ข แมงกานีสในดินของโรงงาน (หน่วยเป็น มก./กก.)  
ในเดือนมีนาคม และเมษายน 2530

แมงกานีส



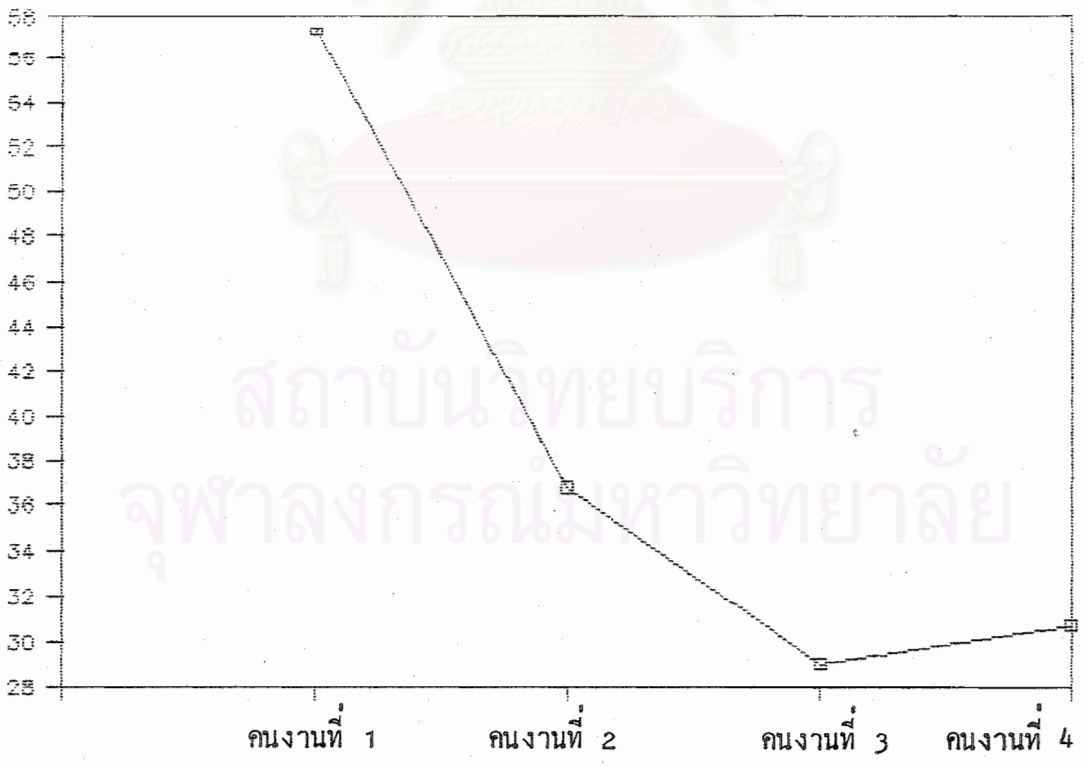


แมงกานีส



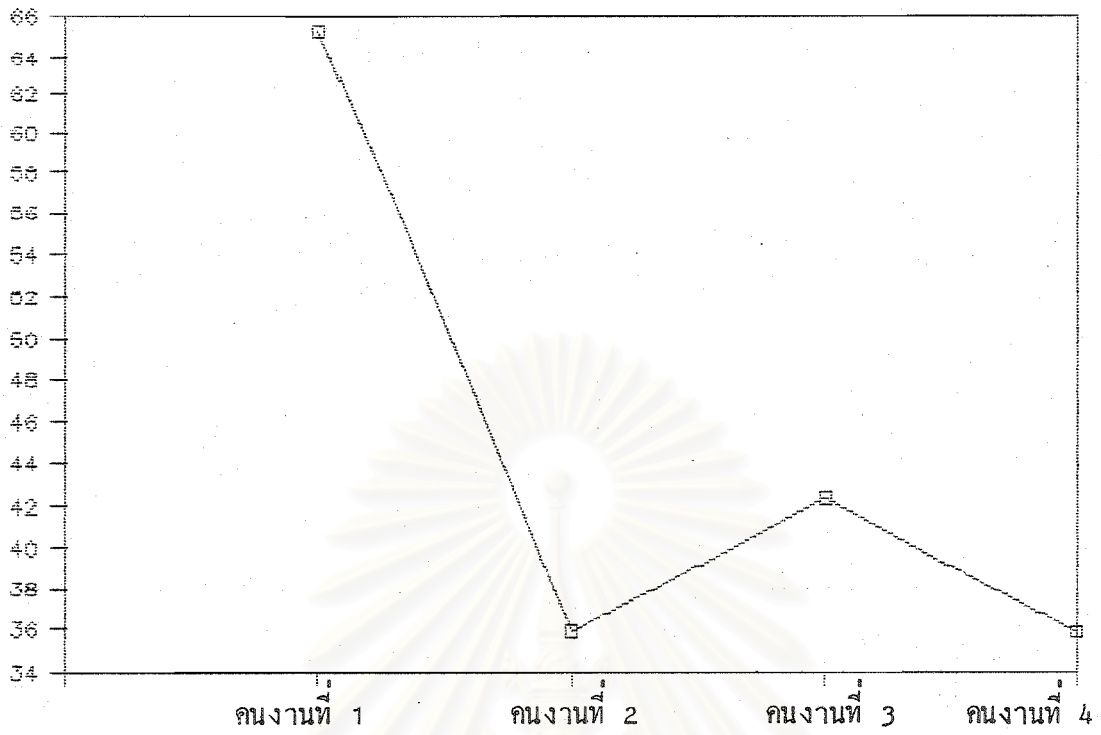
รูปที่ 3.1 ค แมงกานีสในเส้นผมของพนักงาน (หน่วยเป็น มก./ก.)  
ในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน 2530

แมงกานีส



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เม็ดเงิน

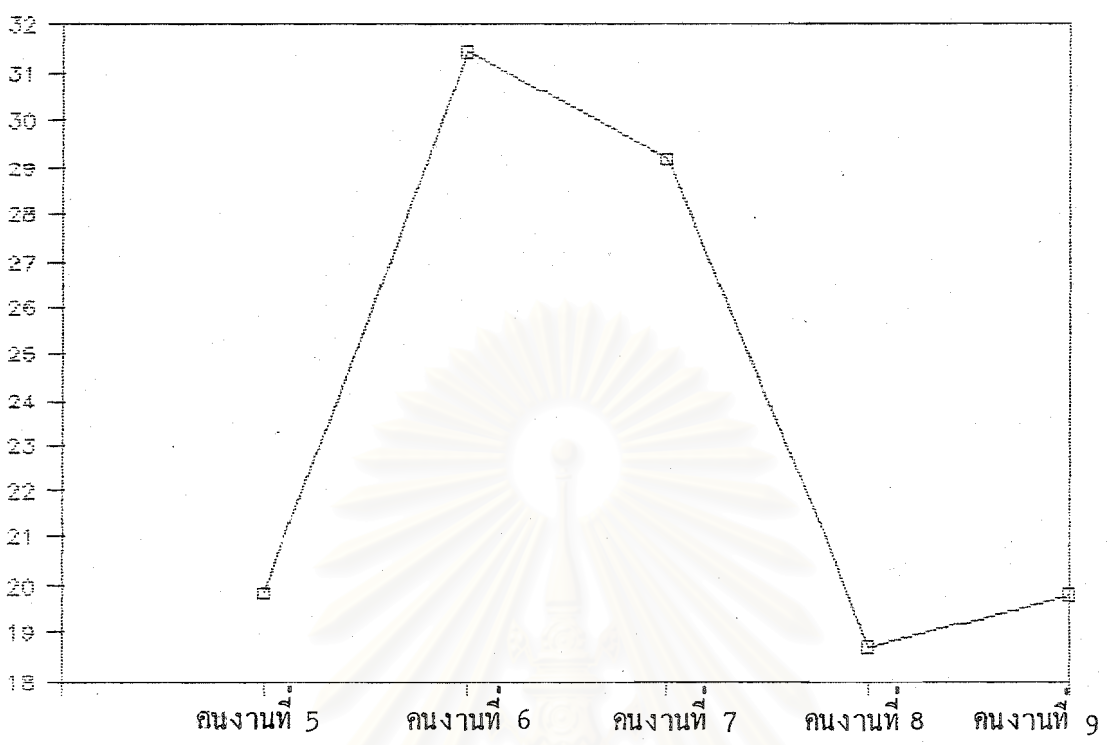


รูปที่ 3.1 ง เม็ดเงินในเส้นผมของคณงาน (หน่วยเป็น มกค./ก.)

ในเดือนกรกฎาคม 2530

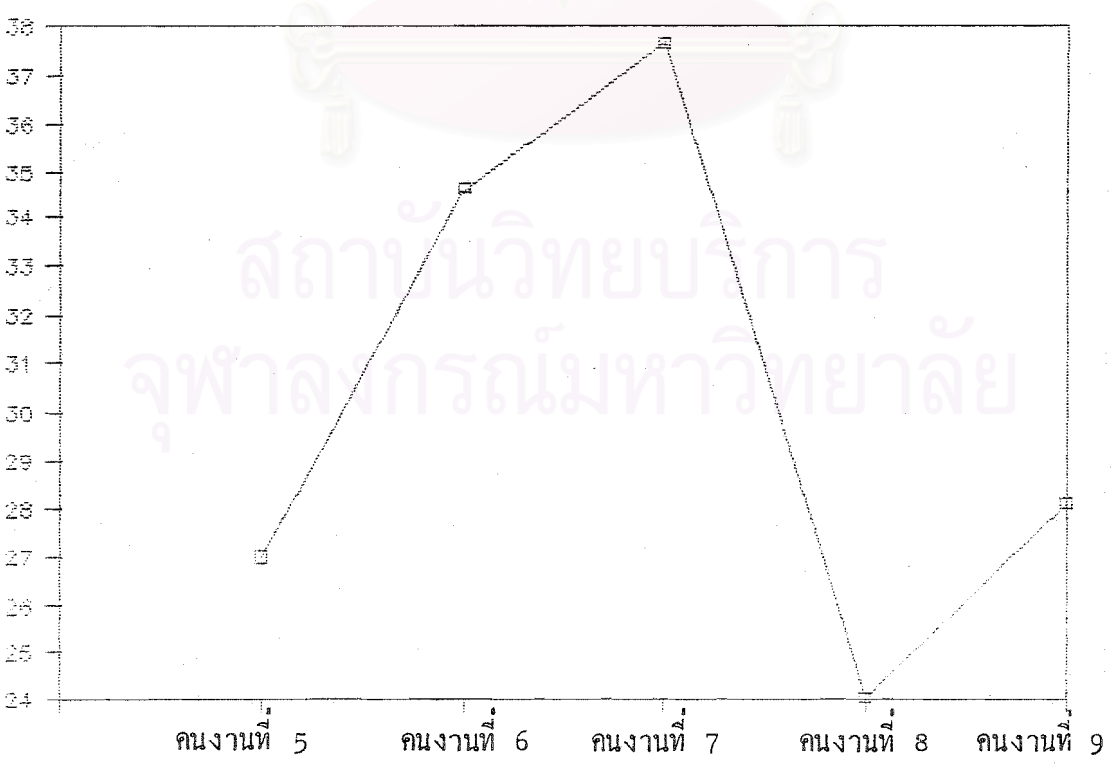
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แมงกานีส

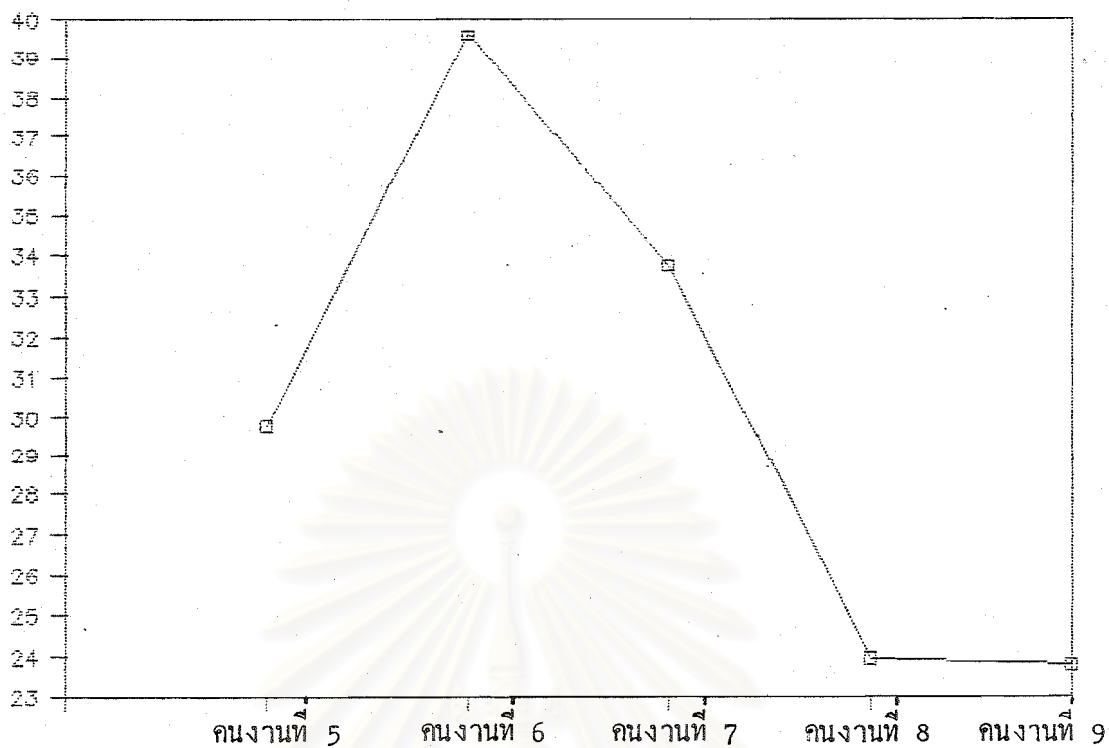


รูปที่ 3.2 ก แมงกานีสในเส้นผมของแรงงาน (หน่วยเป็น มก./ก.)  
ในเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ 2530

แมงกานีส

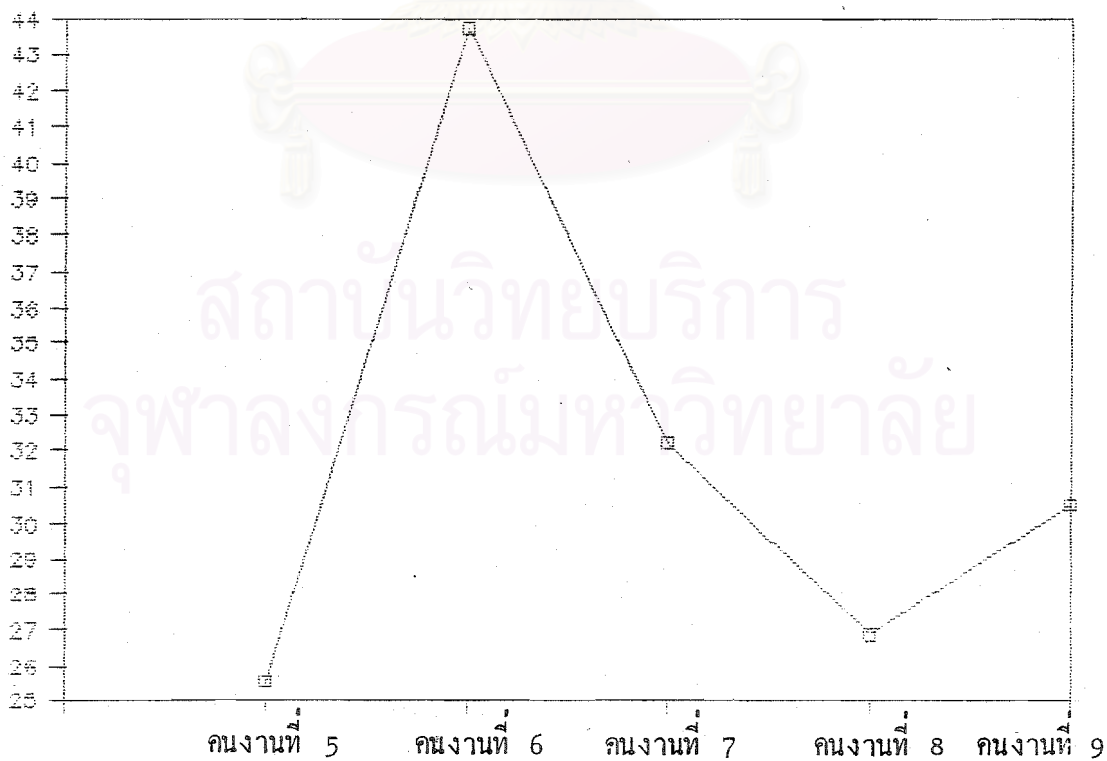


แมงกานีส

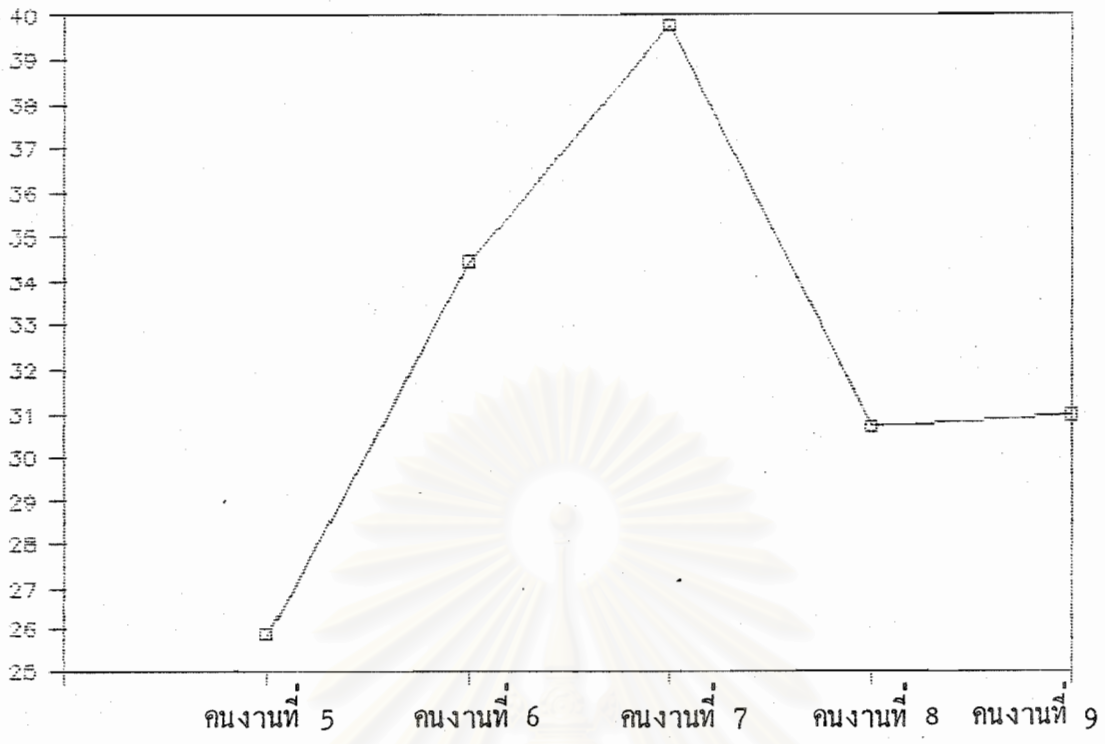


รูปที่ 3.2 ข แมงกานีสในเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มก./ก.)  
ในเดือนมีนาคม และเมษายน 2530

แมงกานีส

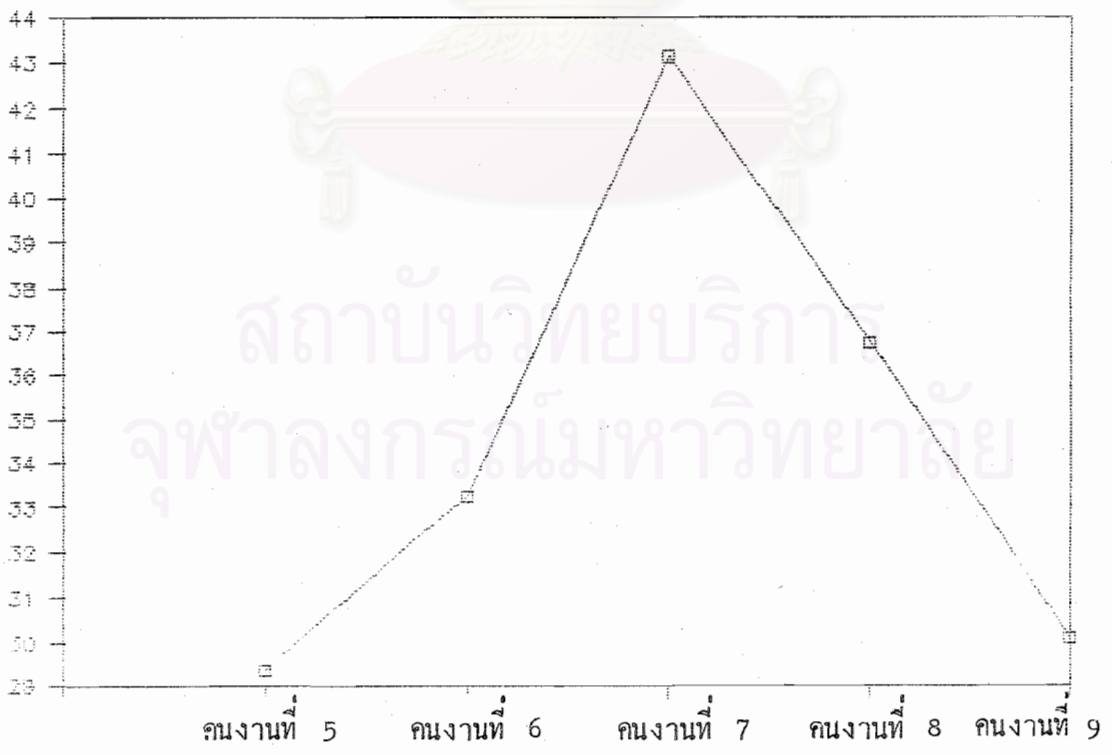


แมงกานีส



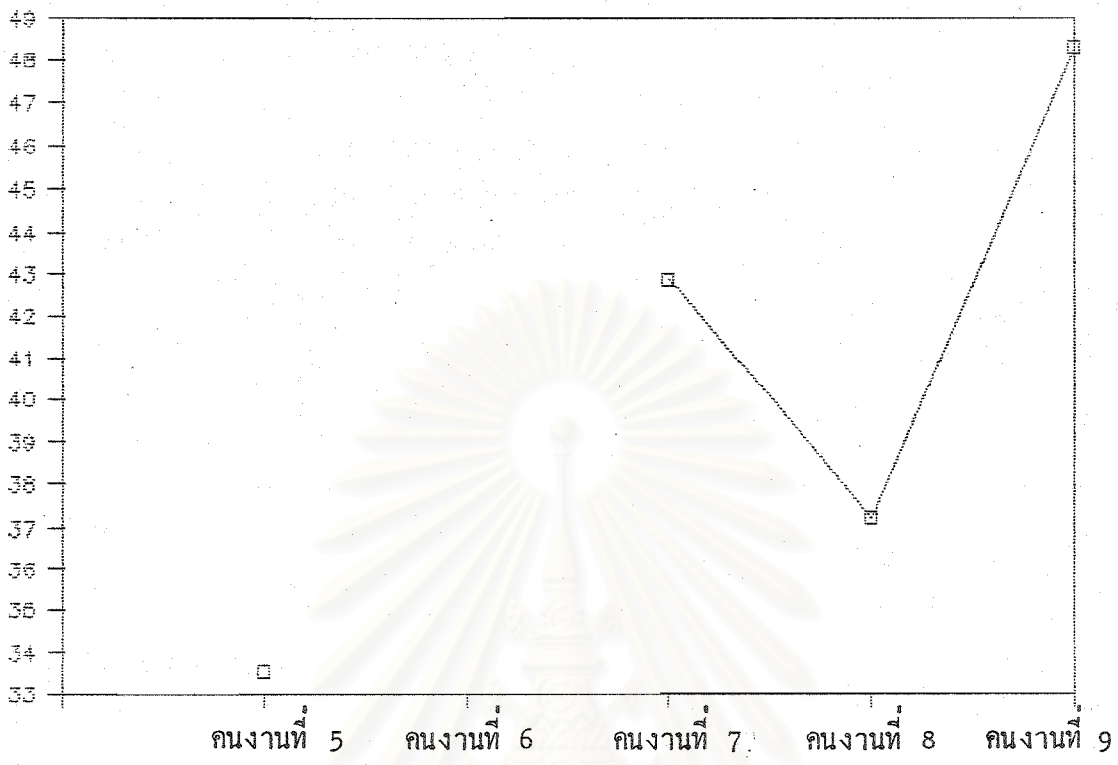
รูปที่ 3.2 ค แมงกานีสในเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มก./ก.)  
ในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน 2530

แมงกานีส





แมงกานีส



รูปที่ 3.2 ง แมงกานีสในเส้นผมของคณาจารย์ (หน่วยเป็น มก./ก.)  
ในเดือนกรกฎาคม 2530

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**(4) เส้นผมคัดแมงกานีสจากอากาศโดยตรงได้หรือไม่**

ตารางที่ 3.4 แสดงผลของแมงกานีสในเส้นผมของคนงานเมื่อไม่ผ่านการล้างด้วย EDTA เพื่อเปรียบเทียบผลกับการล้างเส้นผมด้วย EDTA (ตารางที่ 3.1) เมื่อนำผลทั้งสองตารางมาหักลบกันจะได้ตารางที่ 3.5 ซึ่งให้ผลสรุปว่า แมงกานีสถูกดูดจากอากาศเข้าไปในเส้นผมได้ตั้งแต่ 0.93-36.44 ไมโครกรัม/กรัม (พิสัย) ปริมาณส่วนใหญ่ที่ถูกดูดเท่ากับ 0.45-11.45 ไมโครกรัม/กรัม (30 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 52 ตัวอย่าง) (ตารางที่ 3.6) แต่เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างนี้ในกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 3.7) พบว่า สามารถดูดได้เพียง 0.27-8.51 ไมโครกรัม/กรัม (พิสัย)

**(5) แมงกานีสในอากาศที่เกาะอยู่ที่เส้นผม**

จากการเปรียบเทียบตัวอย่างผมที่ทำการวิเคราะห์หาแมงกานีสเลย กับตัวอย่างที่ผ่านการล้างตามขั้นตอนของ Clark et al แล้ว ปรากฏผลว่าแมงกานีสที่เกาะอยู่บนเส้นผมมีค่าตั้งแต่ 16.9-767.86 ไมโครกรัม/กรัม (พิสัย) ตามตารางที่ 3.8 กับแมงกานีสที่หาได้จากกลุ่มควบคุมมีค่าตั้งแต่ 3.04-66.88 ไมโครกรัม/กรัม (พิสัย) ตามตารางที่ 3.9

**3.2 แมงกานีสในบรรยากาศการทำงาน**

**(1) แมงกานีสในบรรยากาศการทำงานประเภทต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่**

ตัวอย่างอากาศที่เก็บได้จากเครื่องมือตรวจวัดอากาศชนิดติดกับตัวบุคคล เมื่อวิเคราะห์แล้วผลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.10 ผลที่ได้ดังกล่าวหน่วยเป็นไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งแต่ละตัวอย่างที่เก็บจะใช้เวลาประมาณ 10-30 นาที แล้วแต่ประเภทของงาน ดังนั้นไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรที่ได้จึง เป็นค่าต่อระยะเวลาที่เก็บนั้น ๆ โดยมีวิธีการคำนวณผลดังนี้

สมมติค่าที่อ่านได้จาก A.A. คือ	X	มิลลิกรัม/ลิตร
อัตราการไหลของปั๊มตั้งไว้ที่	1.5	ลิตร/นาที
ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง	Y	นาที

ดังนั้นปริมาณอากาศที่ผ่านเครื่อง =  $Y \times 1.5 \times 10^{-3}$  ลูกบาศก์เมตร

ตัวอย่างอากาศ digest แล้ว make up vol เป็น 50 ซีซี.

$$\text{แมงกานีสในอากาศ} = \frac{50 \times X \times 10^3}{Y \times 1.5} \text{ ไมโครกรัม/กรัม}$$

ตารางที่ 3.4 แมงกานีสเฉลี่ยในเส้นผมของคนงานกลุ่มตัวอย่าง กรณี ข (ไม่ได้ล้างเส้นผม) (หน่วยเป็น มคก./ก.)

คนงาน เดือน	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD
มกราคม	*		*		10.15	0.63	29.47	1.32	25.79	4.32	37.94	0.91	32.93	0.08	19.75	0.13	28.15	3.61	20.59	1.32
กุมภาพันธ์	*	36.64	1.97	20.47	1.79	**		40.73	0.46	43.15	2.75	47.25	1.39	40.07	0.82	49.24	0.42	21.29	0.53	
มีนาคม	*	49.25	5.07	33.63	2.75	**		40.97	0.47	48.68	3.88	44.56	0.52	33.15	1.18	40.87	0.88	17.84	0.61	
เมษายน	72.68	3.07	49.77	3.81	52.92	2.24	*		32.14	0.42	64.75	9.54	48.63	4.39	37.54	0.95	47.77	2.40	-	
พฤษภาคม	81.12	8.10	52.63	4.83	31.17	0.92	31.36	0.16	32.28	2.86	58.69	3.88	49.84	0.29	65.92	17.41	38.52	6.09	-	
มิถุนายน	*		40.60	2.81	*		72.42	10.53	30.40	0.94	*		49.39	4.46	51.21	4.57	43.89	0.87	-	
กรกฎาคม	*	*		54.47	0.59	61.22	1.46	47.07	0.11	**		*		47.59	0.65	75.46	4.72	-		

หมายเหตุ \* ตัวอย่างหมด

\*\* ล้างแล้ว

ตารางที่ 3.5 ความแตกต่างของแมงกานีสในเส้นผมของคนงานกลุ่มตัวอย่าง เมื่อล้างเส้นผม  
และไม่ได้ล้างเส้นผม (หน่วยเป็น มคก./ก.)

คนงาน เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
มกราคม 2530	*	*	0.93	3.28	5.93	6.5	3.72	1.04	8.35	2.54
กุมภาพันธ์ 2530	-	9.52	3.69	-	13.73	8.52	9.58	16	21.13	3.62
มีนาคม 2530	-	3.66	12.12	-	11.19	9.07	10.51	9.19	17.08	2.0
เมษายน 2530	32.38	13.65	29.43	-	6.59	21.0	16.42	10.69	17.26	-
พฤษภาคม 2530	36.44	9.22	5.77	13.35	6.45	24.24	10.06	35.21	7.54	-
มิถุนายน 2530	-	3.86	*	41.72	1.02	*	6.26	14.45	13.82	-
กรกฎาคม 2530	-	-	12.13	25.38	13.5	-	-	10.37	27.18	-

หมายเหตุ \* ตัวอย่างหมด

ตารางที่ 3.6 การแจกแจงความถี่และ เบอร์เซ็นไทล์ของแมงกานีสในเส้นผมคนงาน เมื่อล้างเส้นผมและไม่ได้ล้างเส้นผม

ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เบอร์เซ็นไทล์
0.5-11	0.45-11.45	5.95	30	30	57.69
11.5-22	11.45-22.45	16.95	14	44	84.62
22.5-33	22.45-33.45	27.95	5	49	94.23
33.5-44	33.45-44.45	38.95	3	52	100.00

ตารางที่ 3.7 ความแตกต่างของปริมาณแมงกานีสในเส้นผมของคนงานกลุ่มควบคุมเมื่อล้างเส้นผมและไม่ได้ล้างเส้นผม (หน่วยเป็น มก./ก.)

คนงาน เดือน	11	12	13	14	15	16	17
พฤษภาคม 2530	3.31	0.36	8.4	1.03	*	0.27	*
มิถุนายน 2530	-	0.47	8.51	2.33	-	1.5	*

หมายเหตุ \* ตัวอย่างหมด



ตารางที่ 3.8 แผนงานสี่ที่เกาะบนเส้นผมของคนงาน (หน่วยเป็น มคก./ก.)

คนงาน เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
มีนาคม 2530	*	120.93	66.8	**	28.12	109.44	117.57	104.63	243.06	30.27
เมษายน 2530	106.0	146.51	119.32	*	38.96	227.37	139.43	16.9	-	-
พฤษภาคม 2530	594.65	394.64	523.23	767.86	72.98	96.31	161.26	351.21	320.04	-
มิถุนายน 2530	56.66	286.22	49.26	165.09	127.18	58.23	53.4	132.14	61.57	-
กรกฎาคม 2530	231.03	239.09	35.46	114.21	67.53	-	113.62	33.01	139.3	-

หมายเหตุ

\* ตัวอย่างหมด

\*\* ลาวาช

ตารางที่ 3.9 แผนงานสี่ที่เกาะบนเส้นผมของคนงานกลุ่มควบคุม (หน่วยเป็น มคก./ก.)

คนงาน เดือน	11	12	13	14	15	16	17
พฤษภาคม 2530	66.88	14.77	13.8	12.01	7.19	3.04	7.1
มิถุนายน 2530	-	6.05	14.27	12.42	-	11.55	5.78

ตารางที่ 3.10 แผนกนิเวศวิทยาอากาศตามลักษณะงานในแผนกและผล (หน่วยเป็น มก./ลบ.ม.)

แผนงาน เดือน	1				2				3				4				5			6			7			8			9				
	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ก	ข	ค	ก	ข	ค	ก	ข	ค	ก	ข	ค		
งบรวม ลำดับที่ 1	2966.67	-	1033.33	555.56	-	1033.33	-	-	-	544.44	-	-	-	1700	-	-	130.43	288.89	1194.44	222.22	617.28	1666.67	393.94	839.51	233.33	500.0	511.11	128.21	ล.	ล.	ล.		
ลำดับที่ 2	666.67	-	538.46	1944.44	-	422.22	-	700.0	-	1444.44	-	555.56	-	1000	-	1744.44	-	-	-	188.89	611.11	300.0	166.67	768.12	393.94	111.11	844.44	766.67	200.00	1580.25	-		
ลำดับที่ 3	712.12	-	333.33	2555.56	-	333.33	-	388.89	-	188.89	-	388.89	-	1188.89	-	633.33	-	-	-	133.33	544.44	133.33	311.11	366.67	200.0	305.56	166.67	ค.	233.33	333.33	ค		
ลำดับที่ 4	2016.67	-	222.22	555.56	-	77.78	-	733.33	-	411.11	-	711.11	-	444.44	-	บ.	111.11	-	-	122.22	255.56	181.82	200.0	444.44	574.07	122.22	666.67	ค.	ล.	1300.0	ค.		
งบภายใน ลำดับที่ 1	1405.80	600.0	629.63	277.78	-	400.0	-	200.0	-	1853.33	-	222.22	บ.	บ.	บ.	บ.	-	-	-	66.67	1764.71	333.33	66.67	74.07	714.29	246.38	66.67	416.67	66.67	980.39	400.0		
ลำดับที่ 2	722.22	377.78	962.96	658.89	-	200.0	-	1955.56	-	111.11	-	430	บ.	บ.	บ.	บ.	-	896.3	-	363.64	ล.	470.83	177.78	77.78	454.55	211.11	238.10	857.14	74.07	ล.	2133.33		
ลำดับที่ 3	684.62	785.56	962.96	ล.	-	311.11	-	681.11	-	1858.89	-	814.44	บ.	บ.	บ.	503.33	-	-	-	222.22	681.61	544.44	252.22	652.28	410.26	88.89	185.56	714.81	222.22	458.89	779.17		
ลำดับที่ 4	1047.62	-	779.17	963.33	-	185.56	-	822.22	-	303.33	-	755.56	-	166.67	-	1311.11	-	577.77	-	192.22	333.33	1623.33	577.78	430.00	504.44	125.56	358.73	423.33	177.78	ล.	1333.33		
มีนาคม ลำดับที่ 1									ค.									30	-	333.33	103.35	509.88	1554.17	52.22	118.89	1966.67	88.89	118.89	1395.24	-	966.67	-	
ลำดับที่ 2									ค.									36.66	-	320.37	36.67	245	-	52.22	30	-	7.78	570	733.33	629.63	281.11	583.33	-
ลำดับที่ 3	1333.33	-	619.05	1922.22	-	770	-	1400.00	-	363.33	-	1866.67	-	422.22	-	133.33	-	-	-	125.56	696.67	538.46	363.33	1044.44	638.89	125.56	373.33	566.67	555.56	555.56	637.5		
ลำดับที่ 4	784.31	-	939.39	1188.89	-	522.22	-	1177.78	-	966.67	-	1922.22	-	833.33	-	944.44	-	-	-	638.89	1300.00	800.00	253.56	1022.22	666.67	750.00	888.89	833.33	155.56	506.67	600.00		
ลำดับที่ 5	369.84	-	1966.67	ล.	-	177.78	-	ล.	-	766.67	-	ล.	-	644.44	-	-	-	-	-	423.08	488.89	-	1024.69	259.26	875.00	144.44	835.56	666.67	492.06	2053.33	-		

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

คณ./เดือน	1				2				3				4				5			6			7			8			9			
	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ก	ข	ค	ก	ข	ค	ก	ข	ค	ก	ข	ค	
เมษายน สัปดาห์ที่ 1	ล.	-	ล.	522.22	-	-	-	877.78	-	ล.	-	1144.44	-	-	-	288.89	-	-	-	-	-	1700.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.67
สัปดาห์ที่ 2	3016.67	-	1000.00	844.44	-	800.00	-	1688.89	-	755.56	-	2000.00	-	255.56	-	611.11	-	-	-	466.67	433.33	1041.67	333.33	1111.11	1033.33	1122.22	200.00	791.67	277.78	588.89	1208.33	
สัปดาห์ที่ 3	1844.44	-	142.86	ล.	-	611.11	-	-	-	666.67	-	ล.	-	5333.33	-	ล.	-	-	-	200.00	800.00	733.33	66.67	211.11	300.00	933.33	66.67	-	411.11	188.89	1333.33	
สัปดาห์ที่ 4	1900.00	-	422.22	555.56	-	355.56	-	477.78	1050.00	411.11	-	555.56	-	433.33	-	488.89	211.11	-	-	-	133.33	666.67	577.78	444.44	981.48	411.11	66.67	1095.24	144.44	200.00	305.56	
สัปดาห์ที่ 5	1066.67	-	866.67	500.00	-	344.44	-	777.78	-	700.00	-	1988.89	-	244.44	-	355.56	-	-	-	88.89	555.56	866.67	317.46	233.33	166.67	222.22	477.78	458.33	77.78	244.44	533.33	
พฤษภาคม สัปดาห์ที่ 1	1666.67	1333.33	703.70	-	-	600.00	-	222.22	-	-	-	2833.33	-	566.67	-	611.11	-	-	-	88.89	571.43	2000.0	155.56	500.0	1857.14	244.44	655.55	303.03	66.67	166.67	333.33	
สัปดาห์ที่ 2	3377.78	-	1133.33	1111.11	-	700.0	-	1122.22	-	511.11	-	1844.42	-	633.33	-	200.0	-	-	-	44.44	822.22	466.67	66.67	377.78	750	177.98	400.0	291.67	355.56	933.33	1611.11	
สัปดาห์ที่ 3	577.78	-	275.36	1755.36	-	511.11	-	811.11	-	2600.0	-	677.78	-	222.22	-	1466.67	344.44	-	-	88.89	665.56	222.22	106.67	466.67	1487.18	-	222.22	708.33	373.33	500	958.33	
สัปดาห์ที่ 4	1533.33	-	1200.0	-	-	288.89	-	177.78	-	622.22	-	1222.22	-	111.11	-	188.89	477.78	-	-	322.22	211.11	1095.24	188.89	44.44	1333.33	111.11	333.33	185.19	-	166.67	1375.0	
มิถุนายน สัปดาห์ที่ 1	1785.71	-	583.33	522.22	-	211.11	266.67	255.56	-	233.33	-	155.56	236.11	622.22	-	377.78	-	-	-	322.22	177.78	428.57	188.89	244.44	916.67	33.33	333.33	375.0	388.89	966.67	904.76	
สัปดาห์ที่ 2	1280	-	333.33	400.00	152.78	-	200.0	677.78	-	788.89	-	1066.67	236.11	200.0	-	388.89	-	88.89	200.0	-	-	-	250.0	188.89	-	133.33	233.33	1148.15	-	411.11	-	
สัปดาห์ที่ 3	777.78	122.22	666.67	644.44	477.78	666.67	333.33	1744.44	-	644.44	-	1311.11	-	955.56	-	266.67	333.33	333.33	377.78	-	-	-	-	811.11	-	88.89	300.0	-	516.67	611.11	866.67	
สัปดาห์ที่ 4	-	-	-	-	35.56	-	866.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

หมายเหตุ 1) คณวาทที่ 1-4 เป็นคณวาทแผนกคณบดี , คณวาทที่ 5-9 เป็นคณวาทแผนกคณสม 2) ก. หมายถึง ส่งนร. ข. หมายถึง รับนร. ค. หมายถึง การดพ. ง. หมายถึง วิทยนร. 3) ล. หมายถึง ลางาน บ. หมายถึง ลางบข ค. หมายถึง เดินเครื่องนร.เต็มที หลดองเครื่อง

จากตาราง 3.11 แสดงการแจกแจงความถี่และเบอร์เซ็นไตล์ของแมงกานีสในอากาศทำให้สามารถเห็นภาพได้ว่า สภาพบรรยากาศการทำงานของคนงานส่วนใหญ่ (ความถี่) มีแมงกานีสอยู่ในช่วง 29.45-913.45 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ 913.45-1797.45 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และค่าต่ำสุด สูงสุดของบรรยากาศการทำงาน (ฟิลล์) มีค่าเท่ากับ 30.0 และ 5333.33 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับและมีเพียงตัวอย่างเดียวที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ก็เกินค่าที่ได้ในระยะเวลาเก็บนาน 30 นาที

**(2) คนงานทำงานประเภทต่าง ๆ จะสูดแมงกานีสอยู่ในช่วงกี่ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที**

ผลที่ได้ในตารางที่ 3.10 นำมาเฉลี่ยเป็นค่าต่อนาที (ตารางที่ 3.12) โดยการหารค่าของไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ด้วยจำนวนเวลาที่เก็บตัวอย่างนั้น ๆ จะได้เป็นไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที ดังนั้นงานประเภทต่าง ๆ จะมีแมงกานีสในอากาศอยู่ในช่วงต่าง ๆ (ฟิลล์) เรียงตามลำดับมากน้อยดังนี้

**แผนกบด**

- ส่งแร่ สูดแมงกานีส 55.44-111.06 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที
- กวาดพื้น สูดแมงกานีส 30.09-108.76 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที
- โยกแร่ สูดแมงกานีส 11.48-81.86 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที
- รับแร่ สูดแมงกานีส 4.07-56.67 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที

**แผนกผสม**

- กวาดพื้น สูดแมงกานีส 19.26-188.06 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที
- รับแร่ สูดแมงกานีส 5.93-66.1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที
- ส่งแร่ สูดแมงกานีส 2.84-22.41 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที

จากตาราง 3.13-3.19 แสดงให้เห็นว่า การส่งแร่ รับแร่ โยกแร่ และกวาดพื้นในแผนกบด จะสูดแมงกานีสเข้าไปส่วนใหญ่ อยู่ในช่วง 54.45-84.45 (4 ตัวอย่างจาก 6 ตัวอย่าง), 3.45-21.45 (13 ตัวอย่างจาก 20 ตัวอย่าง), 10.45-28.45 (12 ตัวอย่างจาก 24 ตัวอย่าง), 29.45-71.45 (4 ตัวอย่างจาก 6 ตัวอย่าง) ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที สำหรับแผนกผสม การส่งแร่ รับแร่ และกวาดพื้น จะสูดแมงกานีสส่วนใหญ่เท่ากับ 1.45-13.45 (22 ตัวอย่างจาก 27 ตัวอย่าง), 4.45-26.45 (21 ตัวอย่างจาก 27 ตัวอย่าง), 18.45-105.45 (15 ตัวอย่างจาก 25 ตัวอย่าง) ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที

ตารางที่ 3.11 การแจกแจงความถี่และ เปอร์เซนต์ของแมงกานีสในอากาศ (มคก./ลบ.ม.)

ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซนต์
29.50- 913.00	29.45- 913.45	471.45	318	318	76.26
913.50-1797.00	913.45-1797.45	1355.45	74	392	94.00
1797.50-2681.00	1797.45-2681.45	2239.45	20	412	98.80
2681.50-3565.00	2681.45-3565.45	3123.45	4	416	99.76
3565.50-4449.00	3565.45-4449.45	4007.45	0	416	99.76
4449.50-5333.00	4449.45-5333.45	4891.45	1	417	100.00



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 3.12 แมงภาวีสีเจดีย์ในอากาศตามลักษณะงานของคนงานในแผนกคและผสม (หน่วยเป็น มคก./ลบ.ม./นาที)

คนงาน เดือน	1										2						3					
	ส่งแร่		รับแร่		กวาดพื้น		โรยแร่		เจดีย์		รับแร่		โรยแร่		เจดีย์		รับแร่		โรยแร่		เจดีย์	
	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD
มกราคม	65.26	29.03	-	-	47.92	37.91	46.76	33.65	53.51	10.07	15.55	13.50	20.24	6.33	17.30	3.32	21.58	18.38	18.39	5.37	19.99	2.26
กุมภาพันธ์	62.20	9.23	19.59	6.81	95.34	17.51	21.11	11.45	49.56	36.35	9.14	3.36	30.49	24.78	19.81	15.10	34.22	31.65	18.52	9.31	26.37	11.01
มีนาคม	55.44	43.23	-	-	108.76	78.86	51.85	17.28	72.01	31.87	16.34	9.91	42.99	5.24	29.66	18.83	23.30	10.24	63.15	1.31	43.23	28.18
เมษายน	94.61	40.04	-	-	30.09	31.26	20.19	5.36	51.30	38.68	17.59	7.31	81.86	17.25	24.73	10.09	21.11	5.09	47.41	23.44	34.26	18.60
พฤษภาคม	111.06	80.49	56.67	-	61.43	33.02	47.78	15.19	69.24	28.45	20.00	8.71	19.44	15.36	19.72	0.40	41.48	39.18	54.81	30.83	48.15	9.43
มิถุนายน	76.87	43.89	4.07	-	52.89	15.28	17.41	4.07	37.81	33.20	14.63	10.74	29.75	25.58	22.19	10.69	18.52	9.61	28.15	20.30	23.33	6.81

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

เดือน	คณงาน		4								5								6							
	รับแร่		โขยแร่		เฉลี่ย		ส่งแร่		รับแร่		กวาดหิน		เฉลี่ย		ส่งแร่		รับแร่		กวาดหิน		เฉลี่ย					
	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD				
มกราคม	36.11	17.29	39.63	26.19	37.87	2.49	4.69	1.39	9.63	-	99.54	-	38.04	-	6.67	2.03	17.48	6.27	55.52	74.61	26.56	26.66				
กุมภาพันธ์	-	-	30.24	19.04	17.07	18.63	-	-	31.79	-	-	-	31.79	-	8.14	6.03	46.14	50.33	80.84	54.99	45.04	36.36				
มีนาคม	21.11	6.86	17.96	19.12	19.54	2.23	-	-	-	-	-	-	22.93	31.01	16.67	21.18	22.80	12.15	96.34	85.02	45.27	44.33				
เมษายน	52.22	83.75	14.54	4.78	33.38	26.64	-	-	-	-	-	-	2.35	4.06	8.40	6.48	16.02	9.24	125.76	34.91	50.06	65.67				
พฤษภาคม	12.78	8.52	20.56	20.00	16.67	5.5	13.71	3.15	-	-	-	-	13.71	0.00	4.54	4.19	20.88	9.58	131.47	116.23	52.30	69.67				
มิถุนายน	19.75	12.62	11.48	2.25	16.19	5.04	11.11	-	7.04	5.76	19.26	8.38	12.47	6.22	10.74	-	5.93	-	61.22	-	25.96	30.63				

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

คณงาน เดือน	7								8								9							
	ส่งแร่		รับแร่		กวางคัพ		เฉลี่ย		ส่งแร่		รับแร่		กวางคัพ		เฉลี่ย		ส่งแร่		รับแร่		กวางคัพ		เฉลี่ย	
	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD	Y	SD
มกราคม	10.13	5.58	28.99	50.67	24.84	11.06	21.32	21.87	12.48	10.55	18.24	9.60	43.27	47.27	24.66	16.37	7.23	0.78	66.10	48.36	0.00	0.00	24.44	36.26
กุมภาพันธ์	8.96	7.33	10.42	9.30	52.14	35.53	23.84	24.52	6.23	3.44	8.50	6.28	78.41	33.28	31.05	41.03	4.58	2.50	36.49	29.96	188.06	161.68	76.38	98.03
มีนาคม	12.41	14.96	23.54	28.30	138.67	98.59	58.19	69.92	9.94	15.50	19.21	10.56	107.00	54.18	45.38	53.56	20.53	12.34	35.72	29.76	90.87	25.45	49.04	37.01
เมษายน	11.93	7.28	16.67	14.03	46.69	42.23	25.10	18.85	22.41	14.16	6.67	6.48	104.24	49.80	44.47	52.35	7.59	4.93	18.52	22.97	120.38	95.14	48.83	62.20
พฤษภาคม	4.49	1.73	11.57	6.94	147.59	86.02	54.55	80.65	3.8	2.08	13.43	6.13	43.28	30.87	20.17	20.58	9.67	6.63	15.94	11.09	156.71	86.03	60.77	83.14
มิถุนายน	9.40	4.38	13.85	11.48	114.58	-	45.94	59.49	2.84	1.67	10.93	0.85	87.22	57.06	33.66	46.56	19.40	9.10	13.84	6.47	151.29	31.17	61.51	77.50

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.13 การแจกแจงความถี่และ เปอร์เซนต์ของแมงกานีสในอากาศ: งานส่งแร่,  
แผนกบด (มคก./ลบ.ม./นาถึ)

ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซนต์
54.50- 64.00	54.45- 64.45	59.45	2	2	33.33
64.50- 74.00	64.45- 74.45	69.45	1	3	50.00
74.50- 84.00	74.45- 84.45	79.45	1	4	66.67
84.50- 94.00	84.45- 94.45	89.45	0	4	66.67
94.50-104.00	94.45-104.45	99.45	1	5	83.33
100.50-114.00	104.45-114.45	109.45	1	6	100.00

ตารางที่ 3.14 การแจกแจงความถี่และ เปอร์เซนต์ของแมงกานีสในอากาศ: งานรับแร่,  
แผนกบด (มคก./ลบ.ม./นาถึ)

ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซนต์
3.50-21.00	3.45-21.45	12.45	13	13	65.00
21.50-39.00	21.45-39.45	30.45	4	17	85.00
39.50-57.00	39.45-57.45	48.45	3	20	100.00

ตารางที่ 3.15 การแจกแจงความถี่และ เปอร์เซนต์ของแมงกานีสในอากาศ: งานโยธาเร่ง,  
แผนกบด (มคก./ลบ.ม./นาที่)

ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซนต์
10.50-28.00	10.45-28.45	19.45	12	12	50.00
28.50-46.00	28.45-46.45	37.45	5	17	70.83
46.50-64.00	46.45-64.45	55.45	6	23	95.83
64.50-82.00	64.45-82.45	73.45	1	24	100.00

ตารางที่ 3.16 การแจกแจงความถี่และ เปอร์เซนต์ของแมงกานีสในอากาศ: งานกวาดพื้น,  
แผนกบด (มคก./ลบ.ม./นาที่)

ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซนต์
29.50- 43.00	29.45- 43.45	36.45	1	1	16.67
43.50- 57.00	43.45- 57.45	50.45	2	3	50.00
57.50- 71.00	57.45- 71.45	64.45	1	4	66.67
71.50- 85.00	71.45- 85.45	78.45	0	4	66.67
85.50- 99.00	85.45- 99.45	92.45	1	5	83.33
99.50-113.00	99.45-113.45	106.45	1	6	100.00



ตารางที่ 3.17 การแจกแจงความถี่และ เบอร์เซ็นไทล์ของแมงกานีสในอากาศ: งานส่งแร่,  
แผนกผสม (มคก./ลบ.ม./นาถึ)

ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เบอร์เซ็นไทล์
1.50- 5.00	1.45- 5.45	3.45	6	6	22.22
5.50- 9.00	5.45- 9.45	7.45	8	14	51.85
9.50-13.00	9.45-13.45	11.45	8	22	81.48
13.50-17.00	13.45-17.45	15.45	2	24	88.89
17.50-21.00	17.45-21.45	19.45	2	26	96.30
21.50-25.00	21.45-25.45	23.45	1	27	100.00

ตารางที่ 3.18 การแจกแจงความถี่และ เบอร์เซ็นไทล์ของแมงกานีสในอากาศ: งานรับแร่,  
แผนกผสม (มคก./ลบ.ม./นาถึ)

ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เบอร์เซ็นไทล์
4.50-15.00	4.45-15.45	9.95	11	11	40.74
15.50-26.00	15.45-26.45	20.95	10	21	77.78
26.50-37.00	26.45-37.45	31.95	4	25	92.59
37.50-48.00	37.45-48.45	42.95	1	26	96.30
48.50-59.00	48.45-59.45	53.95	0	26	96.30
59.50-70.00	59.45-70.45	64.95	1	27	100.00

ตารางที่ 3.19 การแจกแจงความถี่และ เปอร์เซ็นไทล์ของแมงกานีสในอากาศ: งานกวาดพื้น, แผนกผสม (มคก./ลบ.ม./นาที)

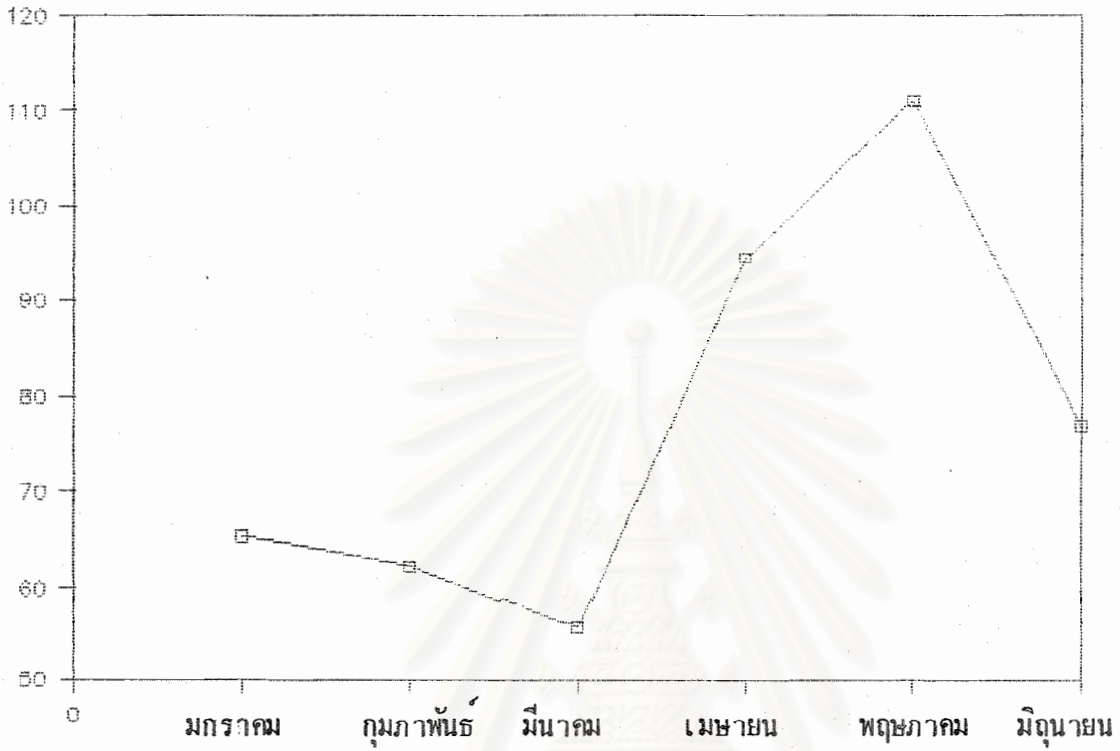
ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซ็นต์
18.50- 47.00	18.45- 47.45	32.95	5	5	20.00
47.50- 76.00	47.45- 76.45	61.95	3	8	32.00
76.50-105.00	76.45-105.45	90.95	7	15	60.00
105.50-134.00	105.45-134.45	119.95	5	20	80.00
134.50-163.00	134.45-163.45	148.95	4	24	96.00
163.50-192.00	163.45-192.45	177.95	1	25	100.00

รูปที่ 3.3 ก-ฉ เป็นกราฟสรุปแมงกานีสในอากาศขณะทำงานประเภทต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่าง การทำงานส่งแร่ของแผนกบด (โดยหมายเลข 1 แต่ผู้เดียว) ในช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน เป็นช่วงที่มีแมงกานีสมากกว่า 3 เดือนแรก ส่วนการรับแร่ดูเหมือนว่าหมายเลข 2 จะได้รับฝุ่นน้อยกว่าหมายเลข 3 และ 4 ซึ่งทำงานอย่างเดียวกัน (ยกเว้นในเดือนพฤษภาคม) การทยอยแร่แต่ละคนก็ผลัดกันได้รับมากบ้างน้อยบ้าง ส่วนงานกวาดพื้นซึ่งหมายเลข 1 ทำคนเดียว ดูเหมือนว่า 3 เดือนแรกจะสูงกว่า 3 เดือนท้าย

ส่วนรูปที่ 3.4 ก-ฉ เป็นกราฟสรุปแมงกานีสในอากาศขณะทำงานประเภทต่าง ๆ ของคนงานแผนกผสม การทำงานรับแร่ของคนงานหมายเลข 6-7-8-9 จะได้รับแมงกานีสเป็นรูปแบบคล้ายกันตลอดระยะเวลาเก็บตัวอย่าง มีเพียงบางเดือนและบางคนที่แตกต่างออกไปแต่ก็ไม่หนีจากรูปแบบเท่าใดนักกล่าวคือ หมายเลข 8 จะได้รับน้อยที่สุด หมายเลข 9 มากที่สุด มี 2 เดือนสุดท้ายที่หมายเลข 6 และ 7 ผลัดกันได้รับน้อยที่สุด ส่วนหมายเลข 5 เป็นหัวหน้าจะไม่มีข้อมูลอากาศนี้เนื่องจากไม่มีหน้าที่ปฏิบัติงานโดยตรง

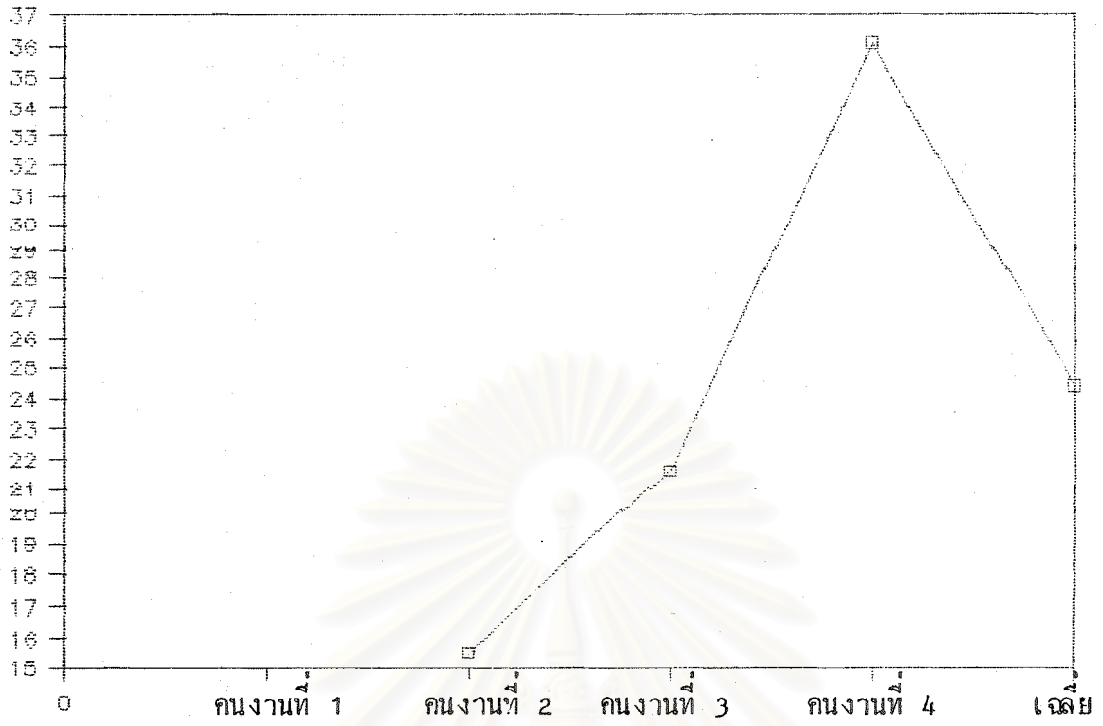
ส่วนการส่งแร่ รูปแบบการได้รับแมงกานีสของหมายเลข 6-7-8-9 จะเป็นรูปตัววี (V) 3 เดือน และรูปตัววีคว่ำอีก 3 เดือน

สำหรับงานกวาดพื้น รูปแบบการได้รับแมงกานีสของหมายเลข 6-7-8-9 จะเป็นรูปตัววี (V) 3 เดือน รูปตัวเอ็น (N) 2 เดือน และรูปตัววีคว่ำ 1 เดือน

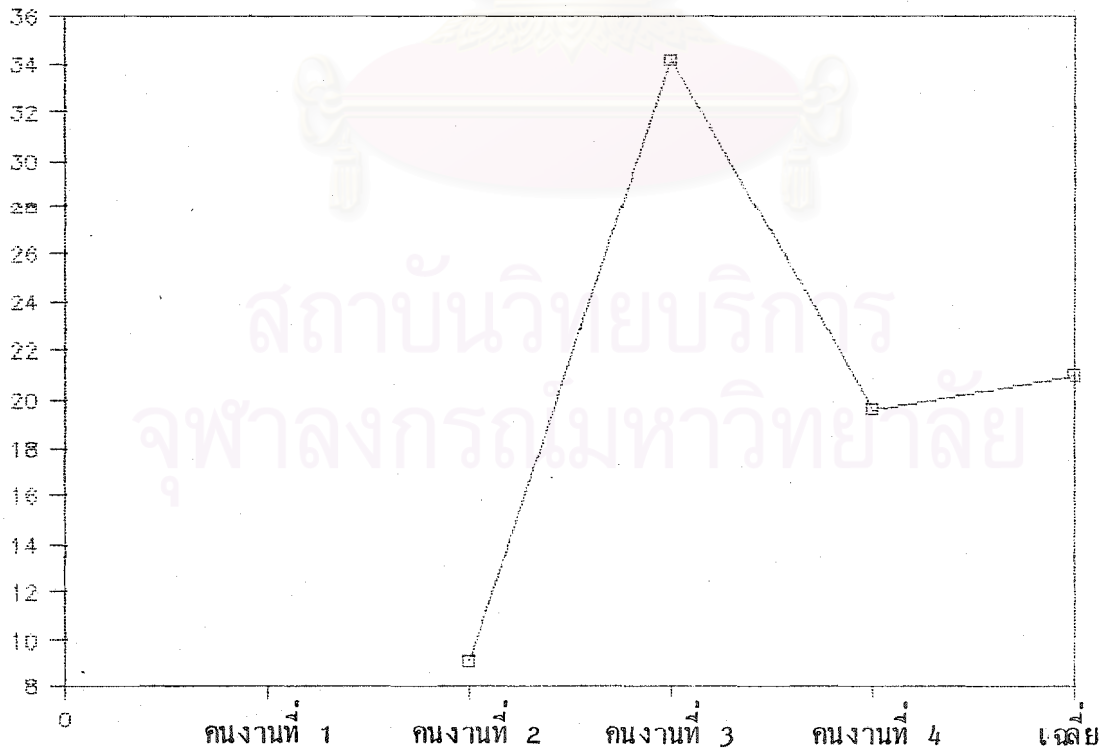


รูปที่ 3.3 ก แอมกานีสเฉลี่ยในอากาศในการทำงานส่งแร่ (ในแผนกบด) อย่างเดียว (หน่วยเป็น มกค./ลบ.ม./นาที)

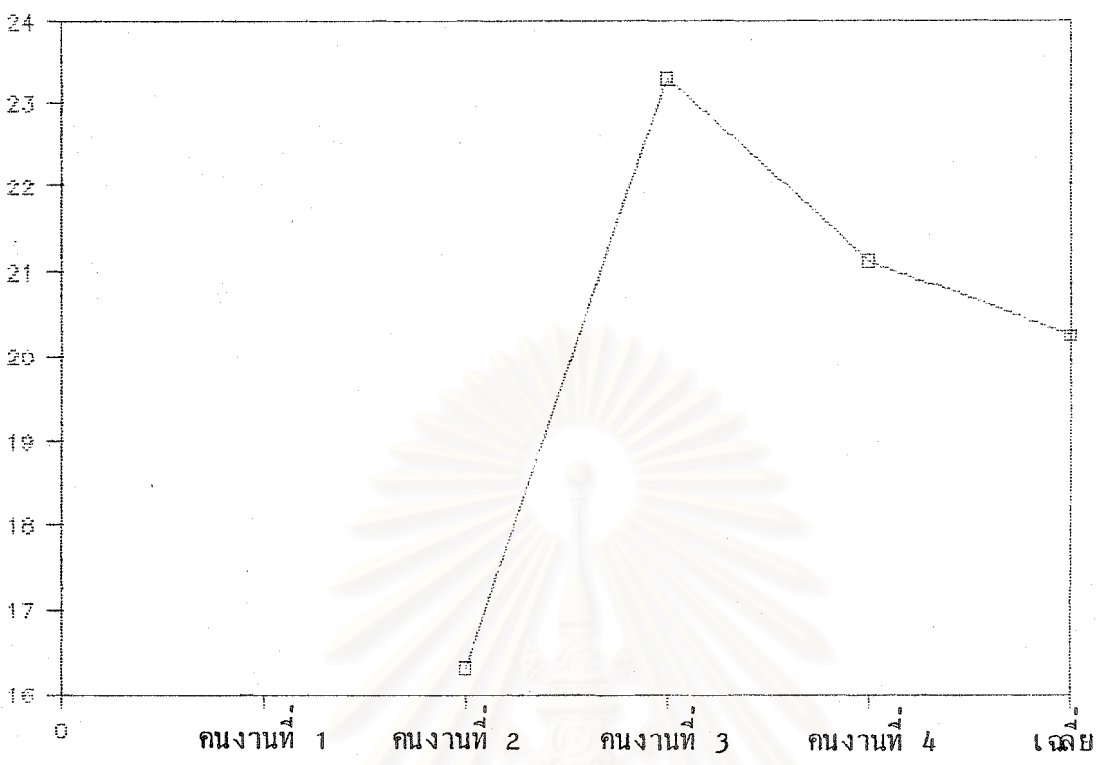
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 ข แมงกานีสเฉลี่ยในอากาศในการทำงานรับแร่อย่างเดี่ยว (แผนกค) (หน่วยเป็น มก./ลบ.ม./นาที) ในเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์

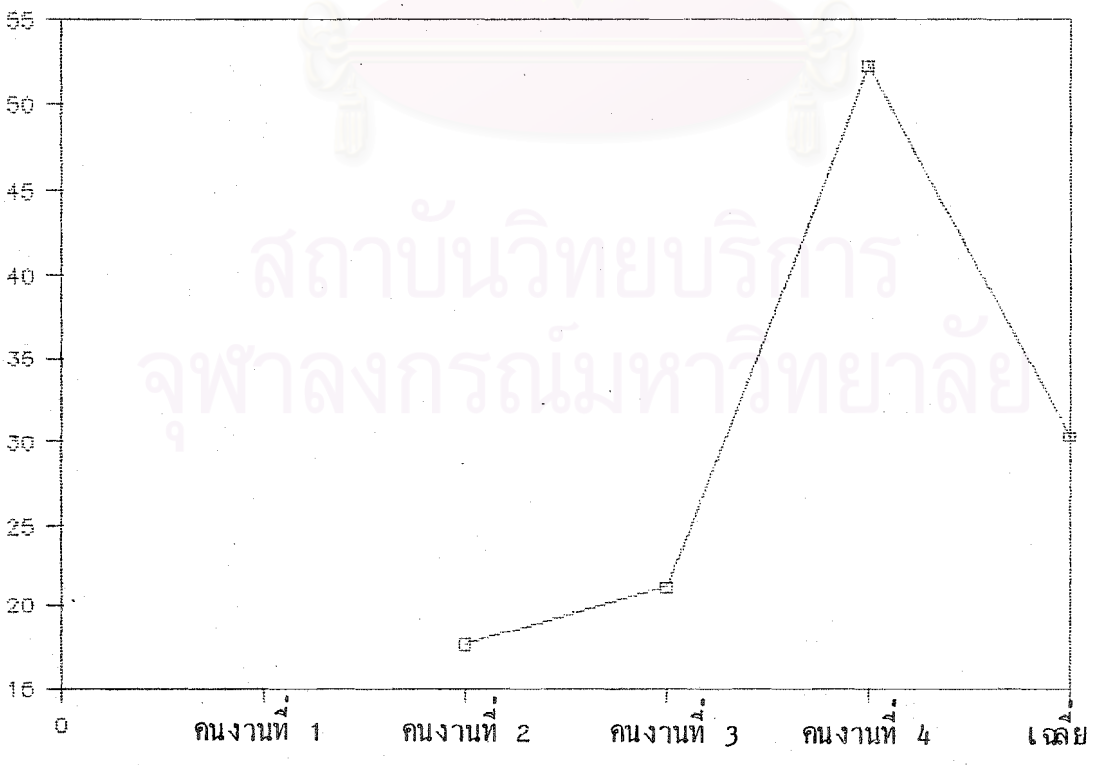


แมงกานีส



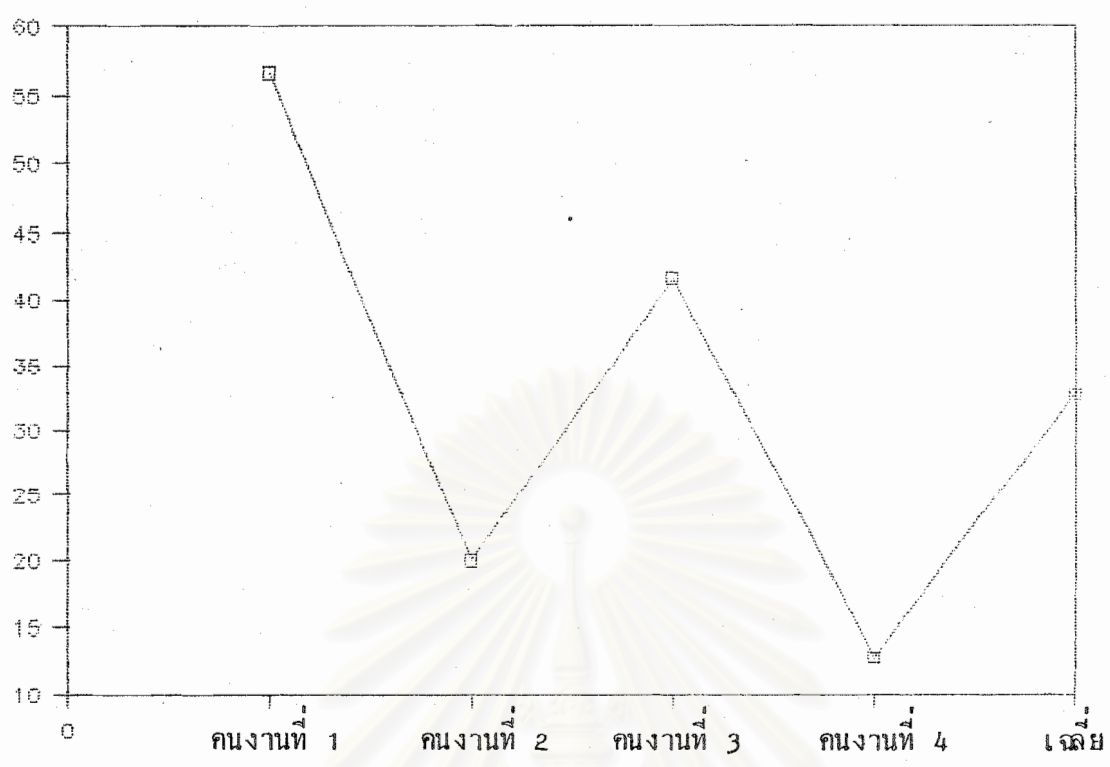
รูปที่ 3.3 ค แมงกานีสเฉลี่ยในอากาศในการทำงานรับแร่อย่างเดี่ยว (แผนกค)  
(หน่วยเป็น มกค./ลบ.ม./นาท) ในเดือนมีนาคม และเมษายน

แมงกานีส



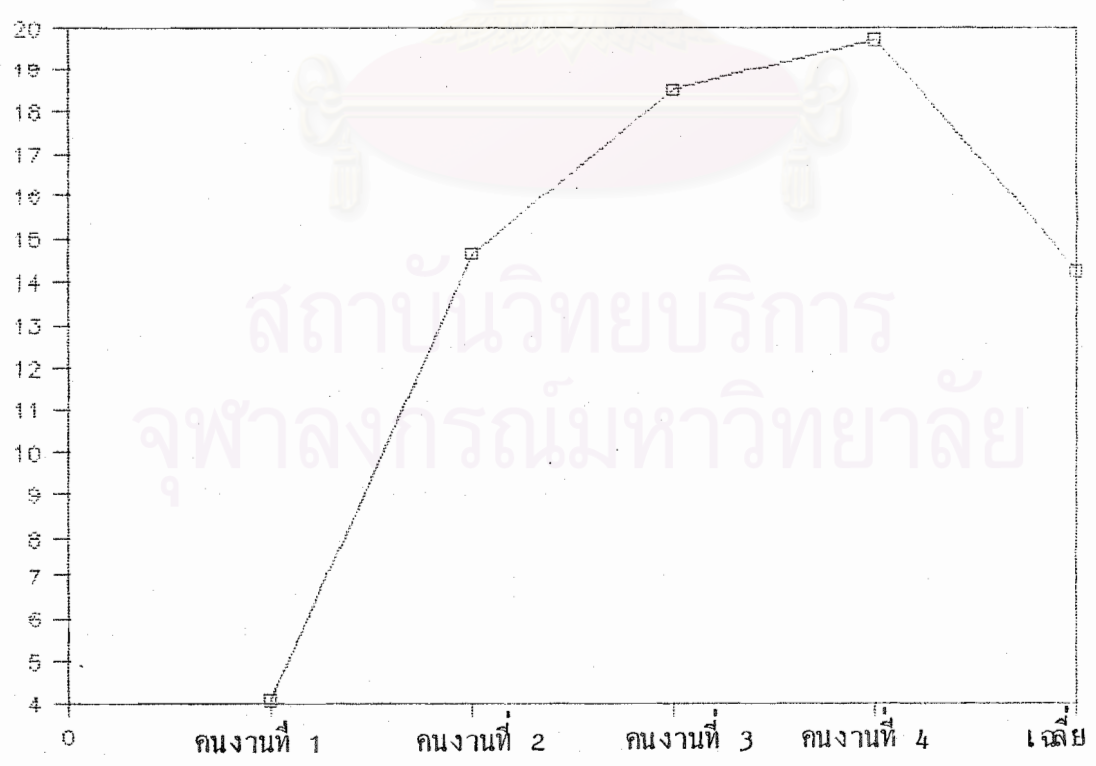


เมงกานีส

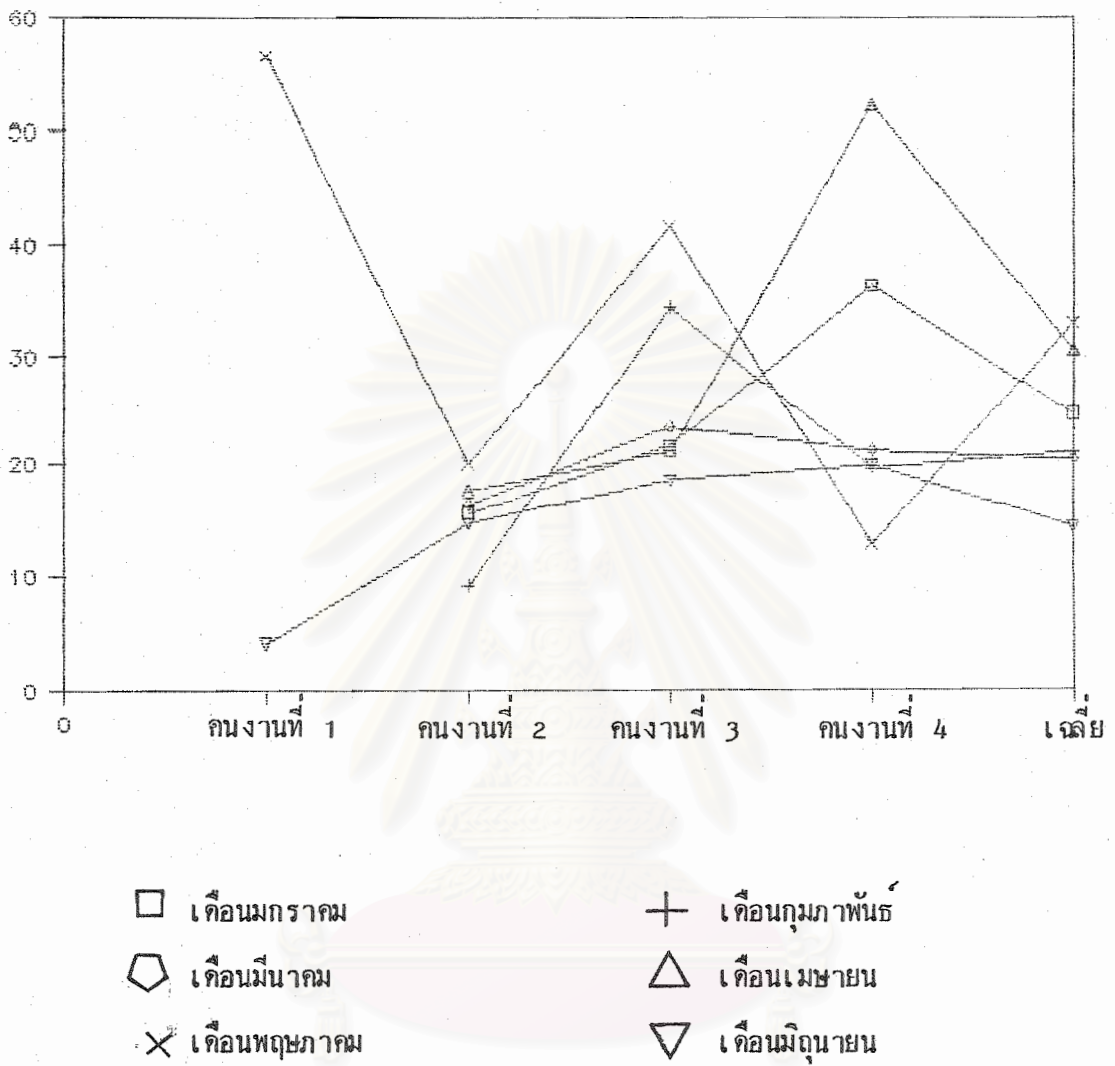


รูปที่ 3.3 ง เมงกานีสเฉลี่ยในอากาศ ในการทำงานรับแร่อย่างเดี่ยว (แผนกบค)  
(หน่วยเป็นมกค./ลบ.ม./นาที่) ในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน

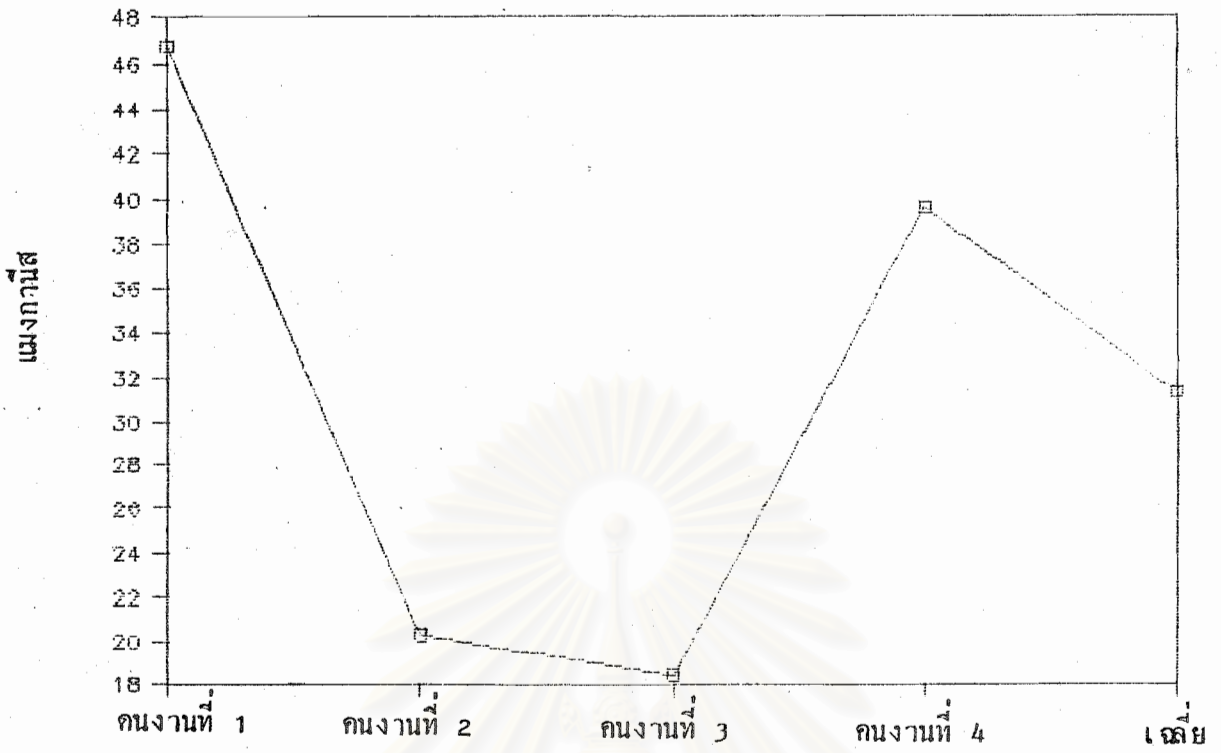
เมงกานีส



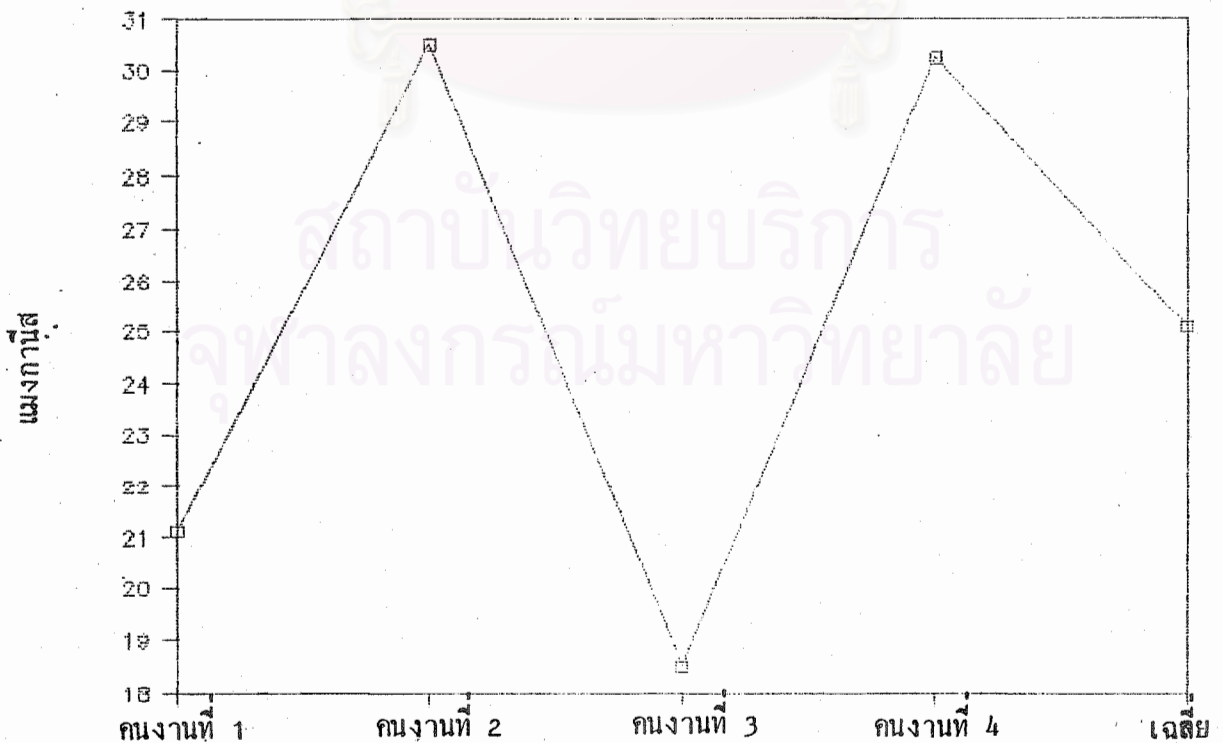
แมงกานีส

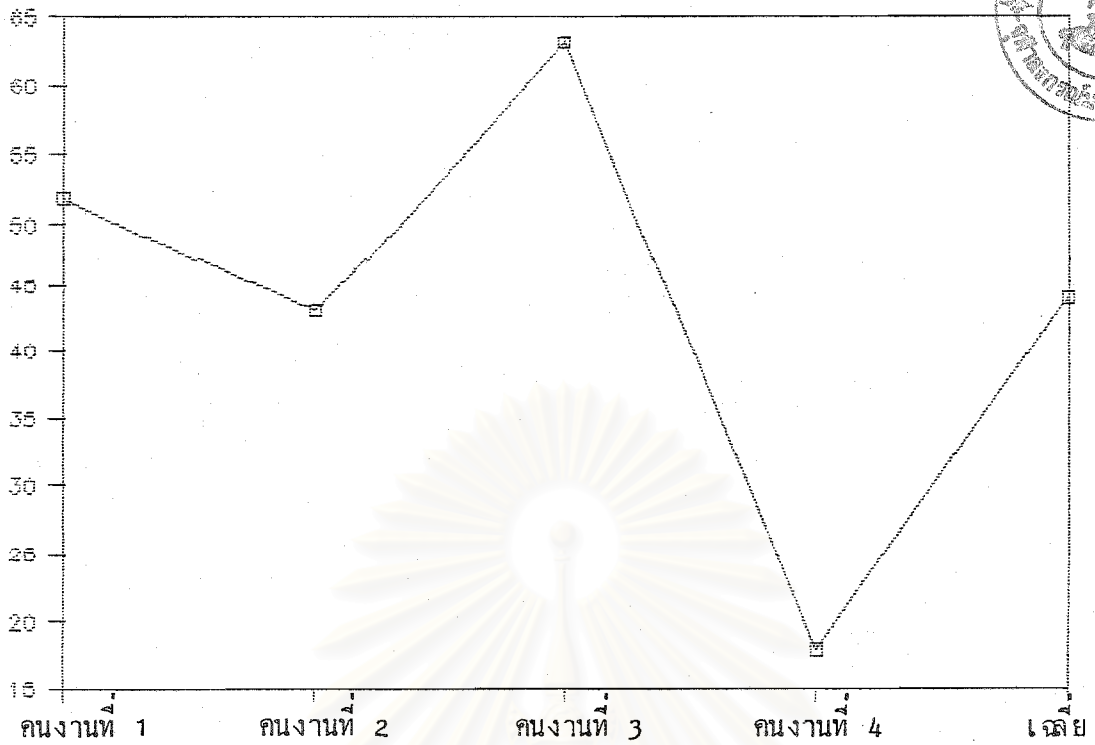


รูปที่ 3.3 จ แมงกานีสเฉลี่ยในอากาศในการทำงานรับแร่อย่างเดี่ยว (แผนกค) (หน่วยเป็น มก./ลบ.ม./นาที) ในเดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน

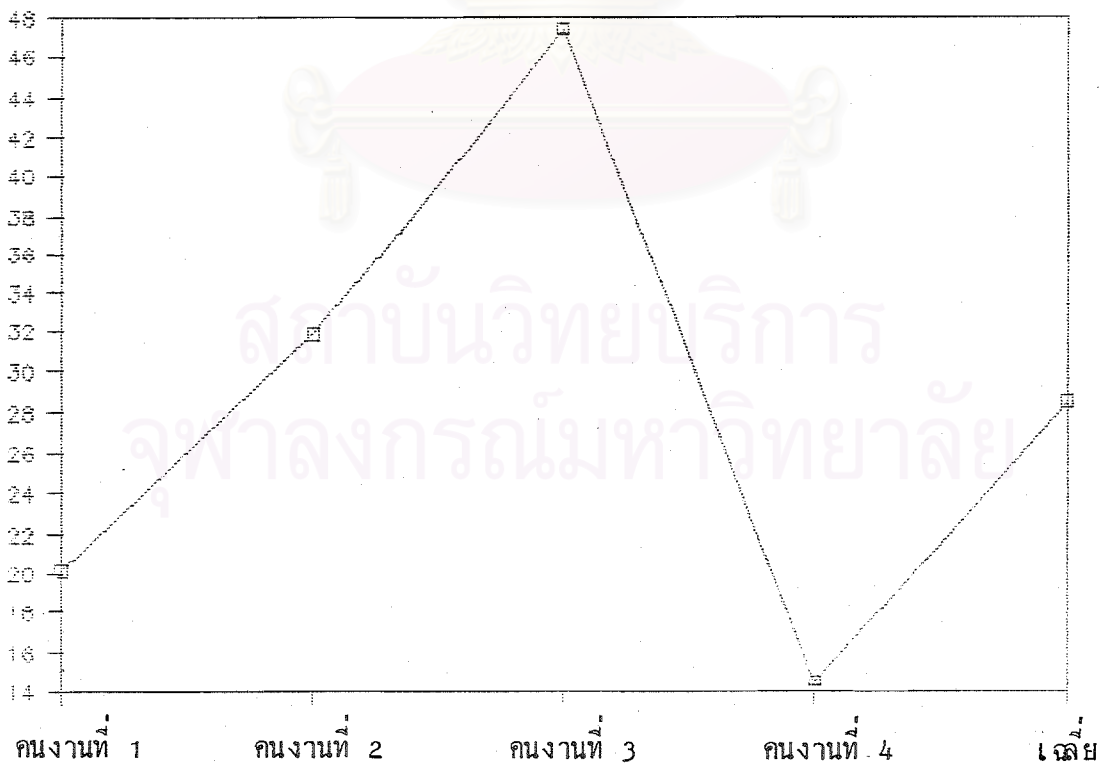


รูปที่ 3.3 ฉ แฉงกานีสเจ็ยในอากาศในการทํางานโกยรํออยํางเต็ยว (แผนกบค)  
 (หน่วยเป็น มกค./ลบ.ม./นาทึ) ในเค็ยอนมกราคม และกุมภาพันธึ

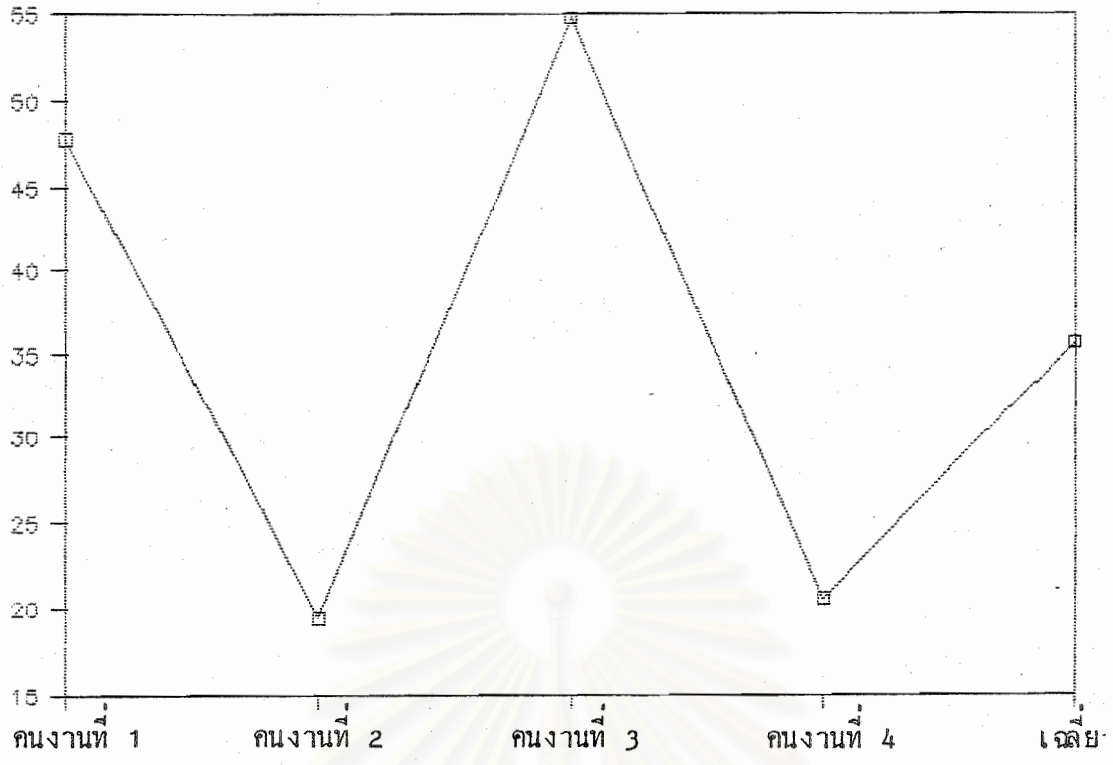




รูปที่ 3.3 ช ลมกานีสเฉลี่ยในอากาศในการทำงานโดยร่อย่างเดียว (แผนกค) (หน่วยเป็น มคก./ลบ.ม./นาท) ในเดือนมีนาคม และเมษายน

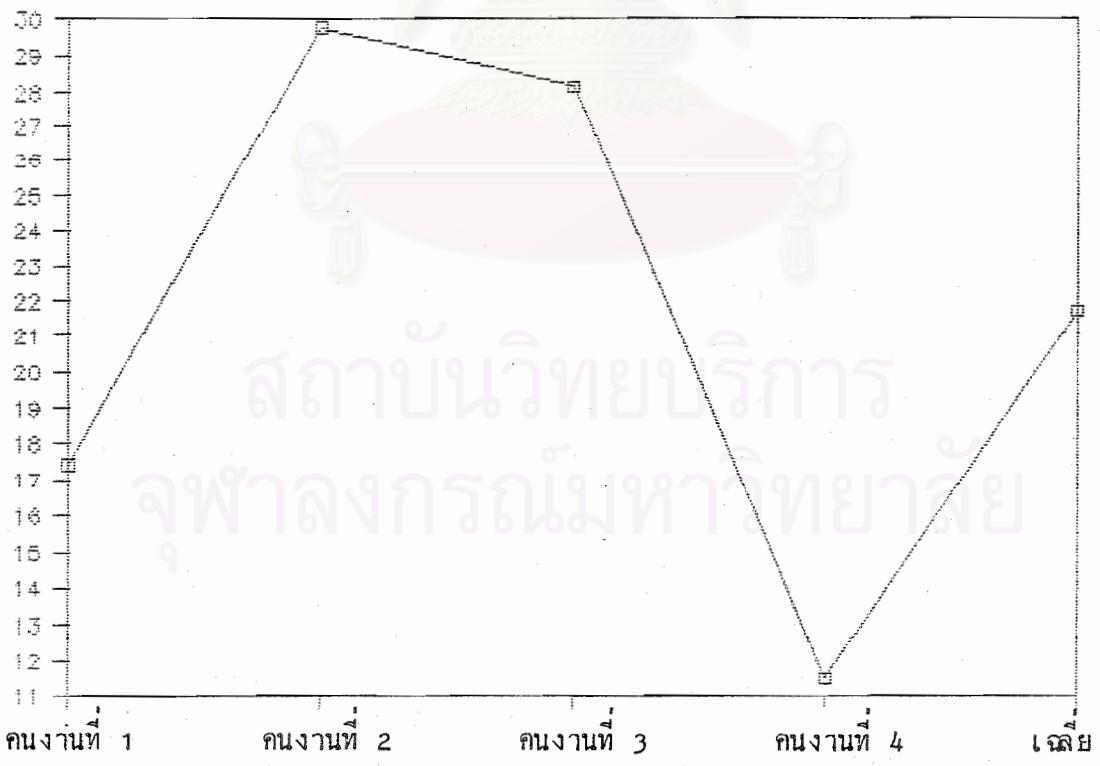


แสงกานีส



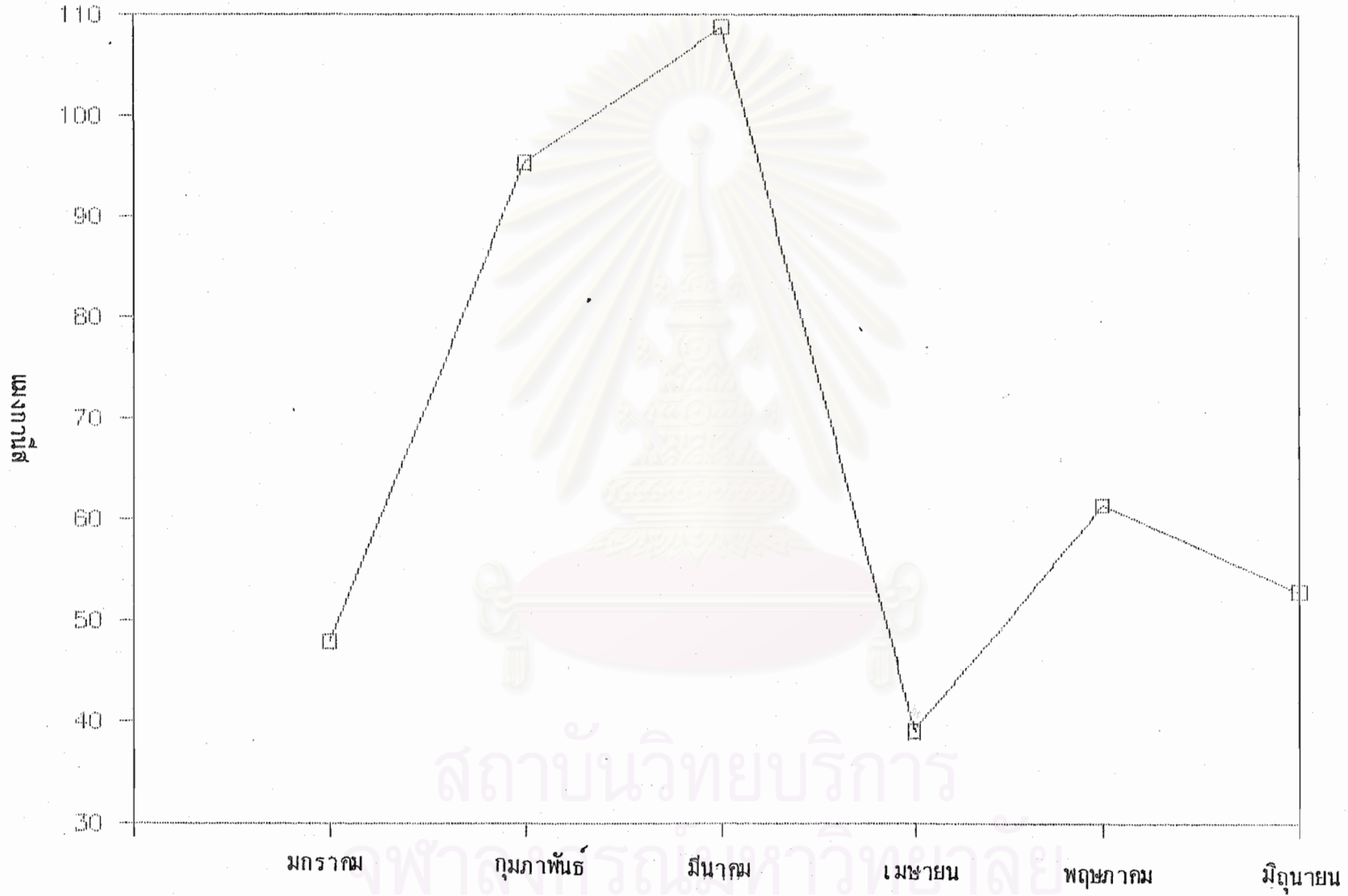
รูปที่ 3.3 ซ แสงกานีสเจ็ยในอากาศในการทำงานโกยร่อย่างเจ็ย (แผนกค) (หน่วยเป็น มคก./ลบ.ม./นาทึ) ในเค็ยนพฤษภาคม และเม็ยถุนายน

แสงกานีส



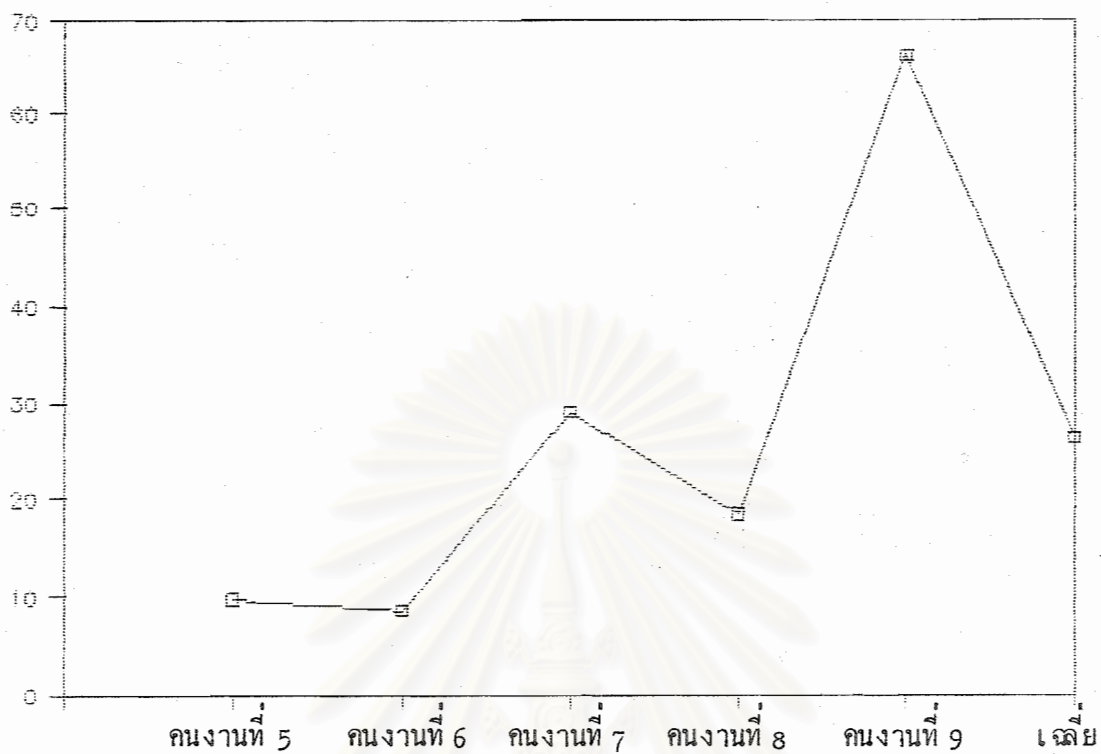






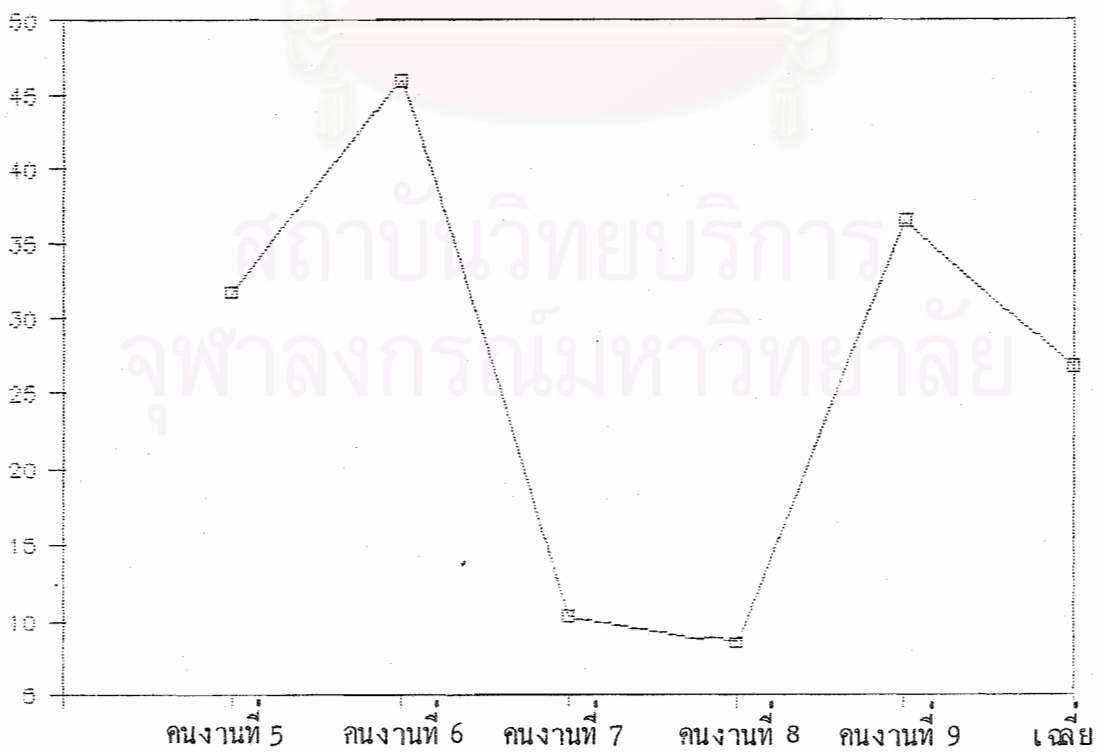
รูปที่ 3.3 อุณหภูมิเฉลี่ยในอากาศในการทำงานกวาดพื้นอย่างเดียว (แผนกค) (หน่วยเป็น มกค./ลบ.ม./นาที่)

เมฆกานีส

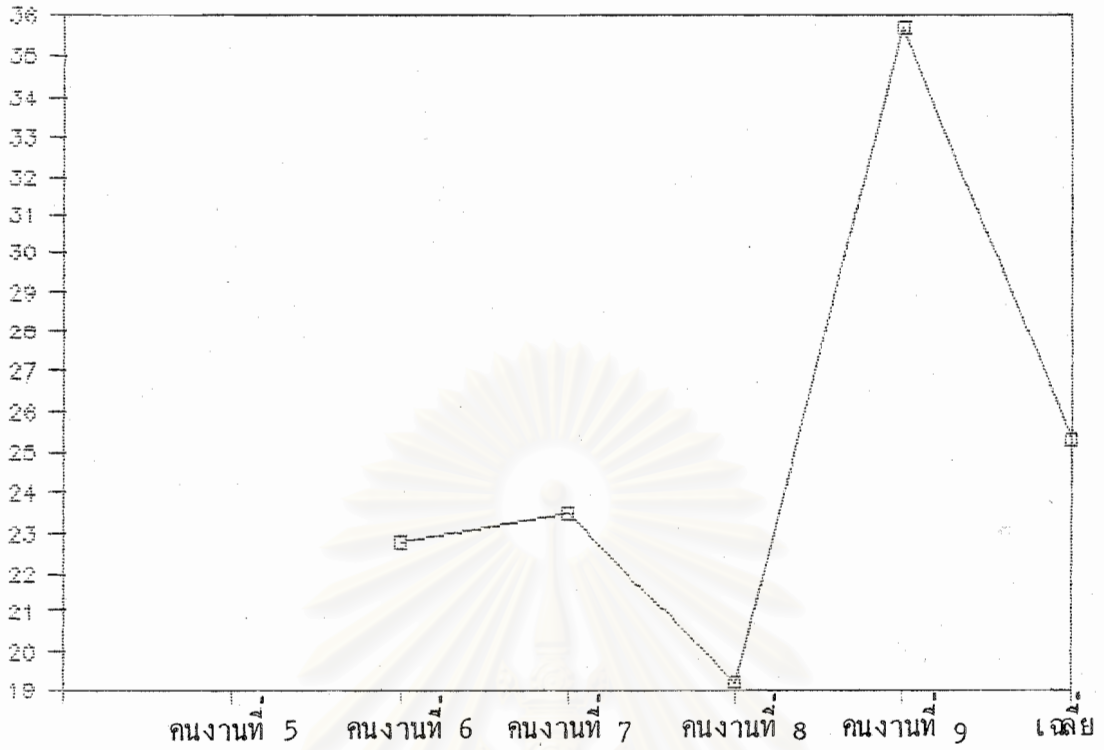


รูปที่ 3.4 ก เมฆกานีสเฉลี่ยในอากาศในการทำงานรับแร่อย่างเดี่ยว (แผนกผสม)  
(หน่วยเป็น มกค./ลบ.ม./นาที่) ในเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์

เมฆกานีส

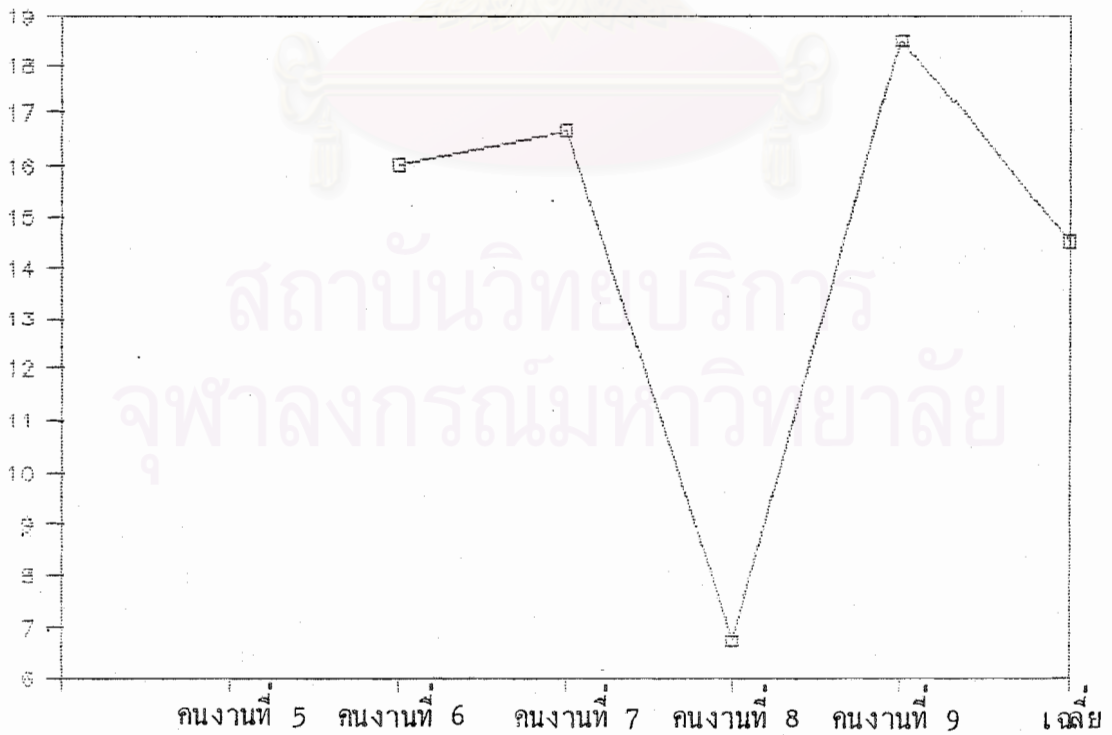


แมงกานีส

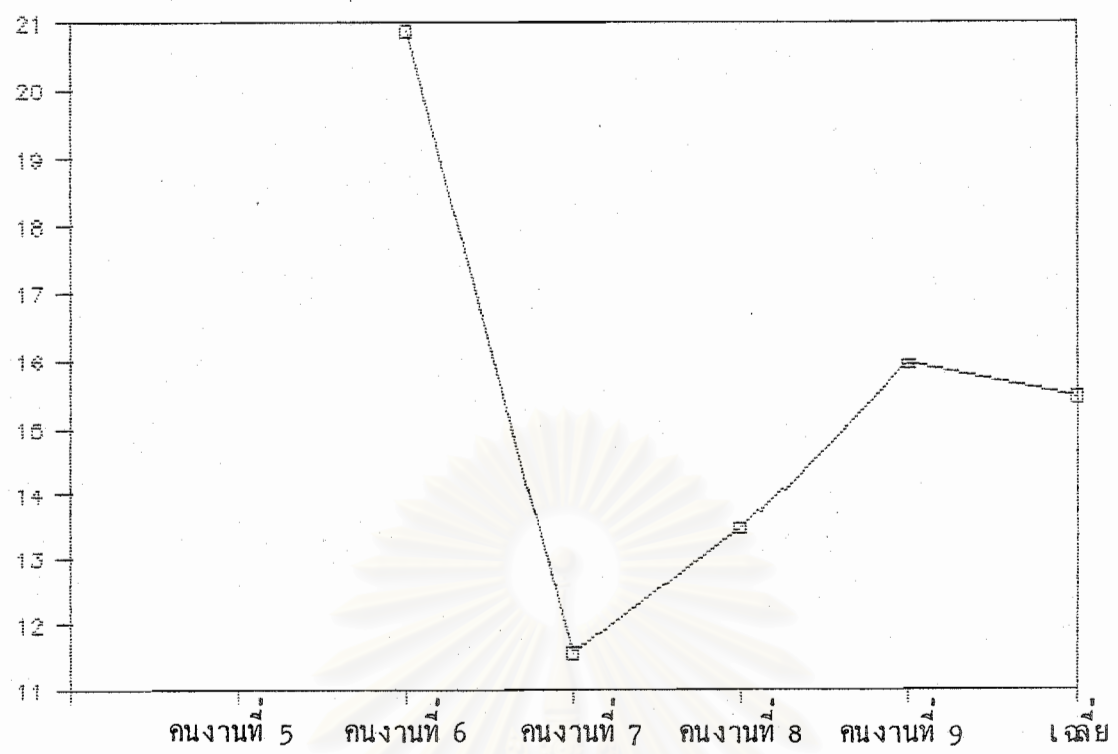


รูปที่ 3.4 ข แมงกานีสเฉยในอากาศในการทำงานรับแร่อย่างเฉย (แผนกผสม)  
(หน่วยเป็น มก./ลบ.ม./นาท) ในเดือนมีนาคม และเมษายน

แมงกานีส

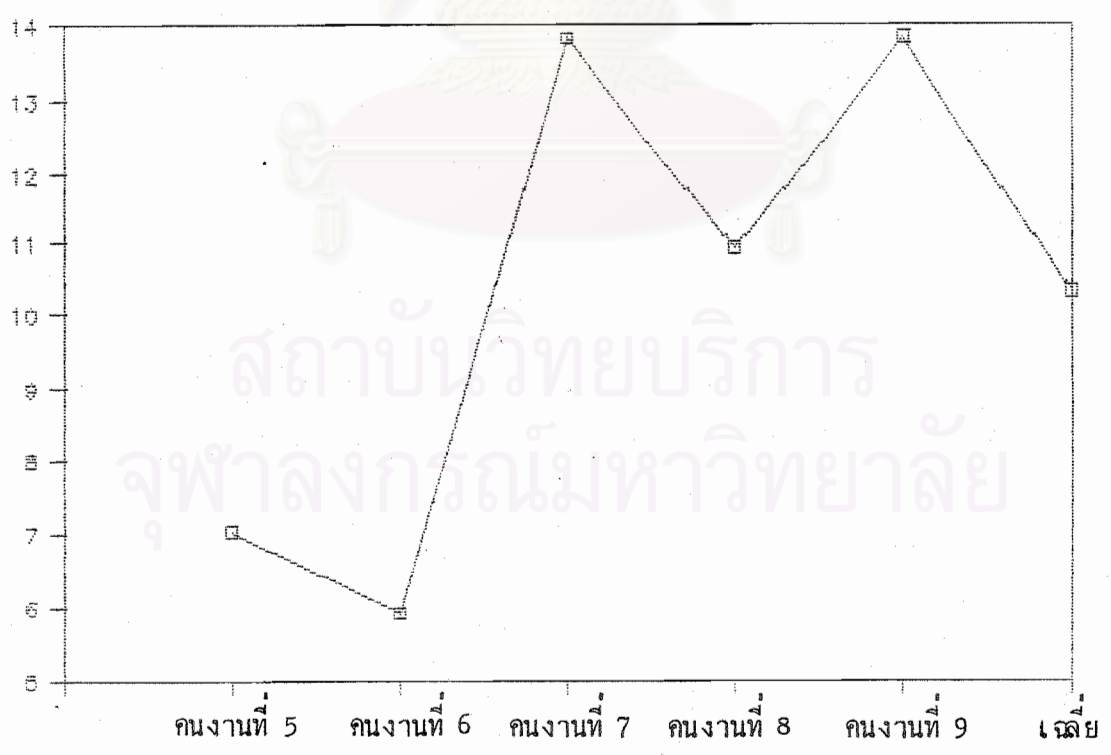


แอมป์



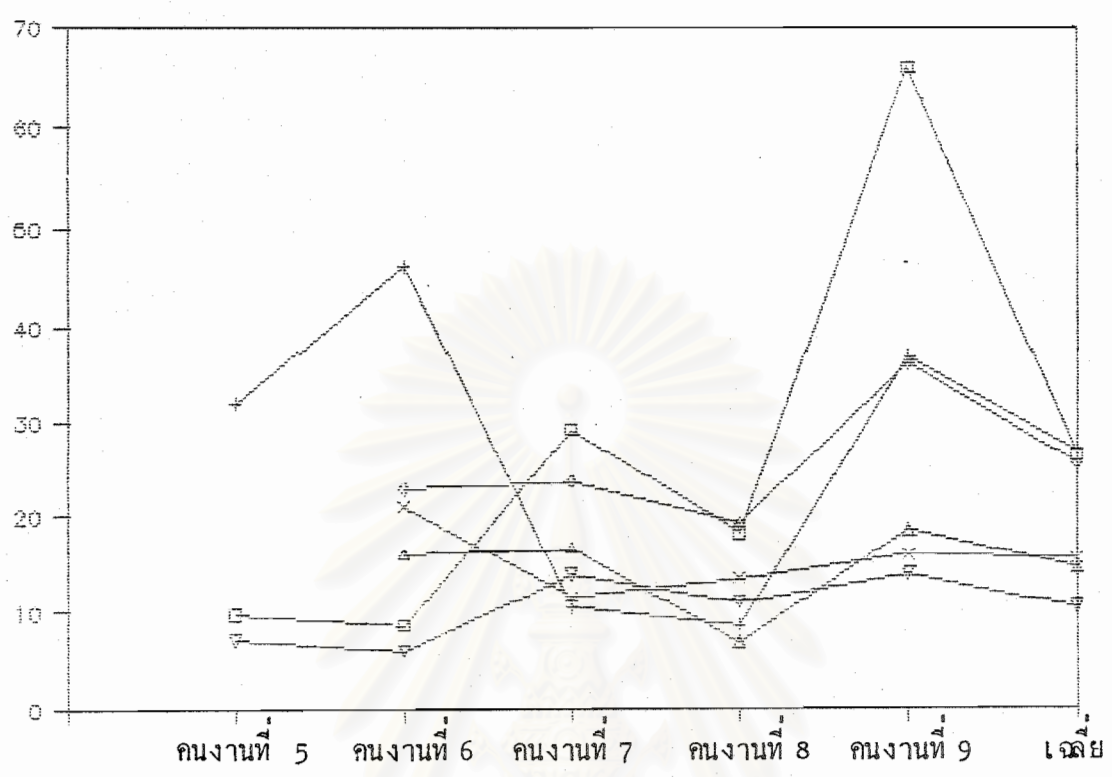
รูปที่ 3.4 ค แอมป์เฉลี่ยในอากาศในการทำงานรับร้อย่างเดียว (แผนกผสม)  
(หน่วยเป็น มกค./ลบ.ม./นาที) ในเดือนพฤษภาคม และ มิถุนายน

แอมป์





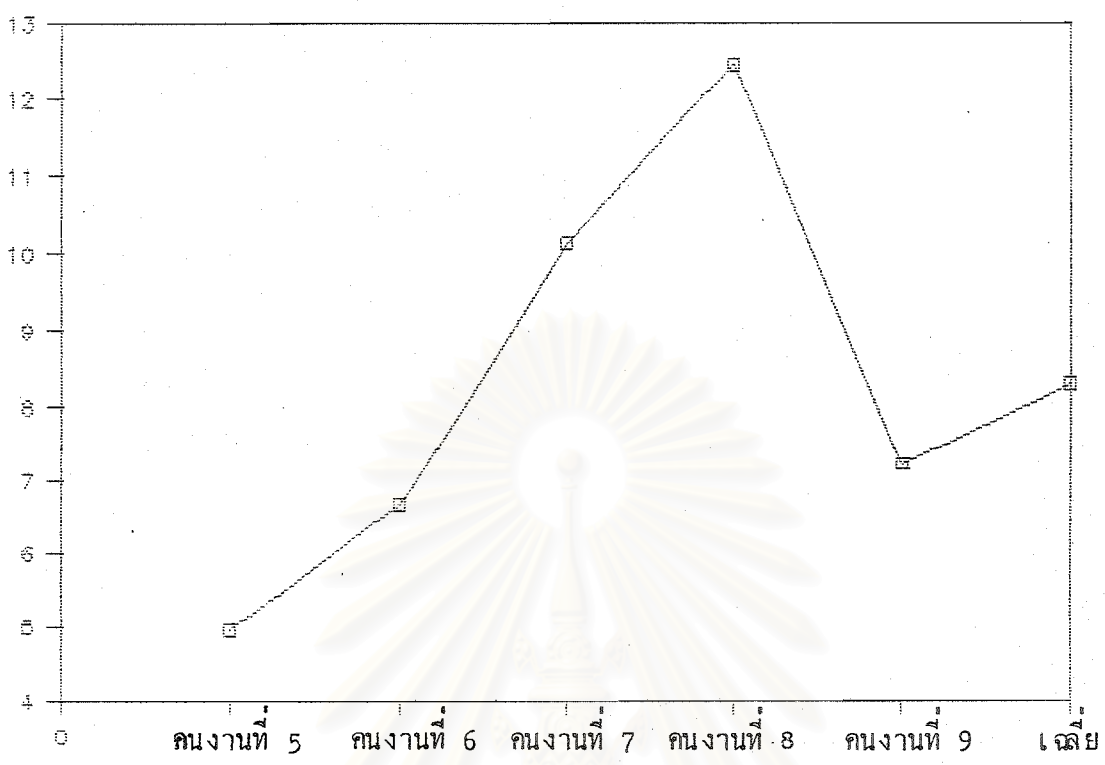
แมงกานีส



- เดือนมกราคม
- + เดือนกุมภาพันธ์
- ◇ เดือนมีนาคม
- △ เดือนเมษายน
- × เดือนพฤษภาคม
- ▽ เดือนมิถุนายน

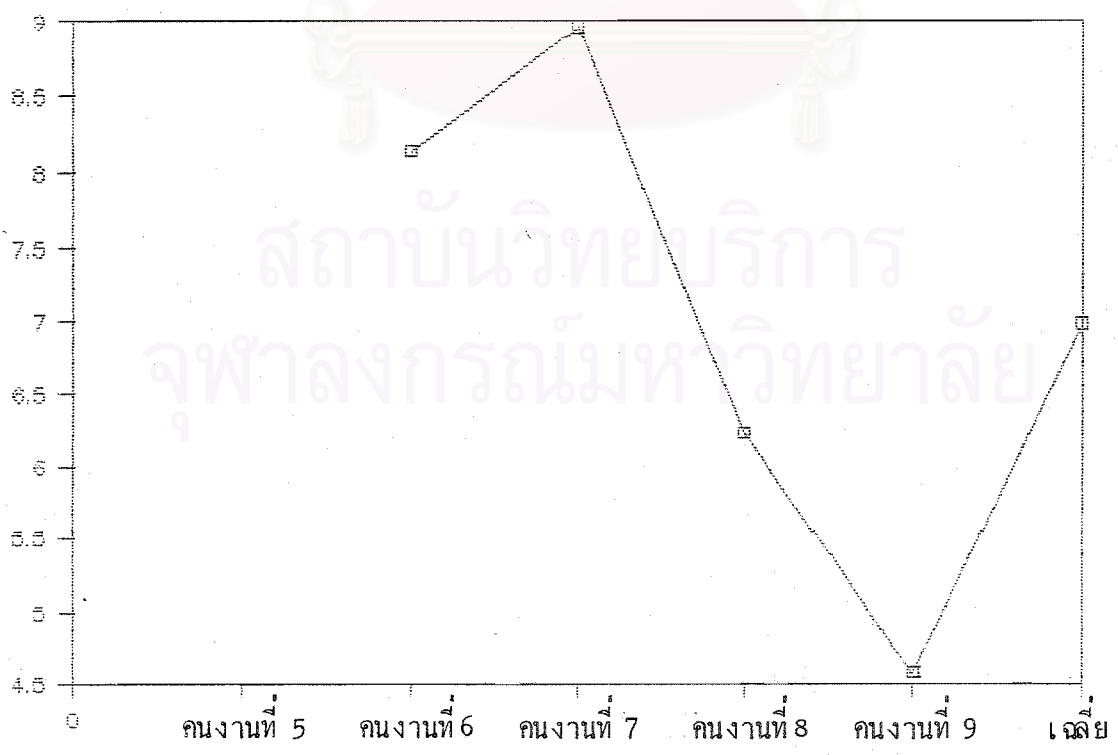
รูปที่ 3.4 ง แมงกานีสเฉลี่ยในอากาศในการทำงานรับแร่อย่างเดี่ยว (แผนกผสม) (หน่วยเป็น มก./ลบ.ม./นาที่) ในเดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน

แมงกานีส

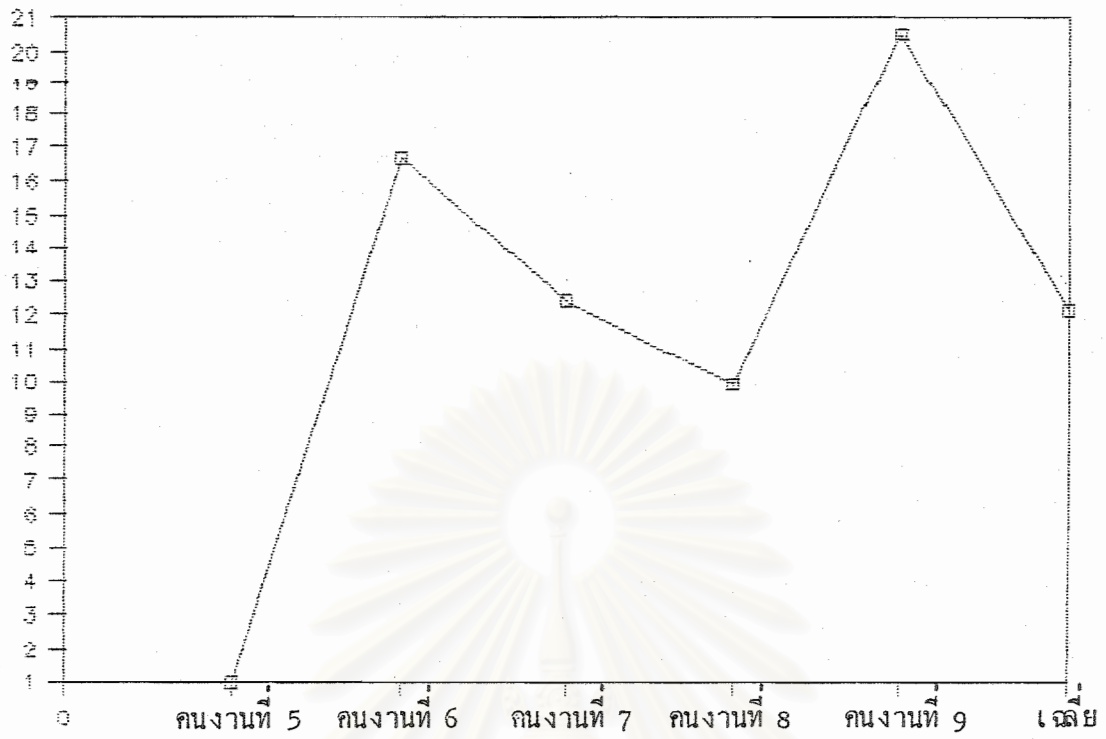


รูปที่ 3.4 จ แมงกานีสเฉลี่ยในอากาศ ในการทำงานส่งร่อย่างเดียว (แผนกผสม)  
(หน่วยเป็น มก./ลบ.ม./นาท) ในเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์

แมงกานีส

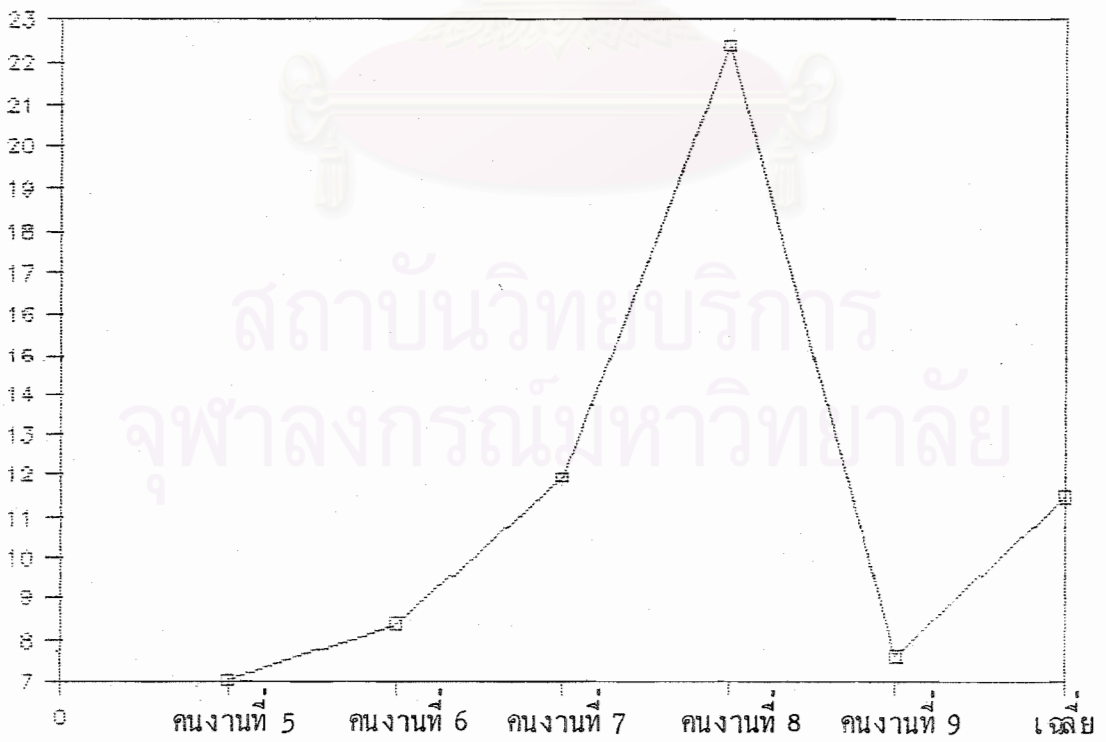


เมฆกาส

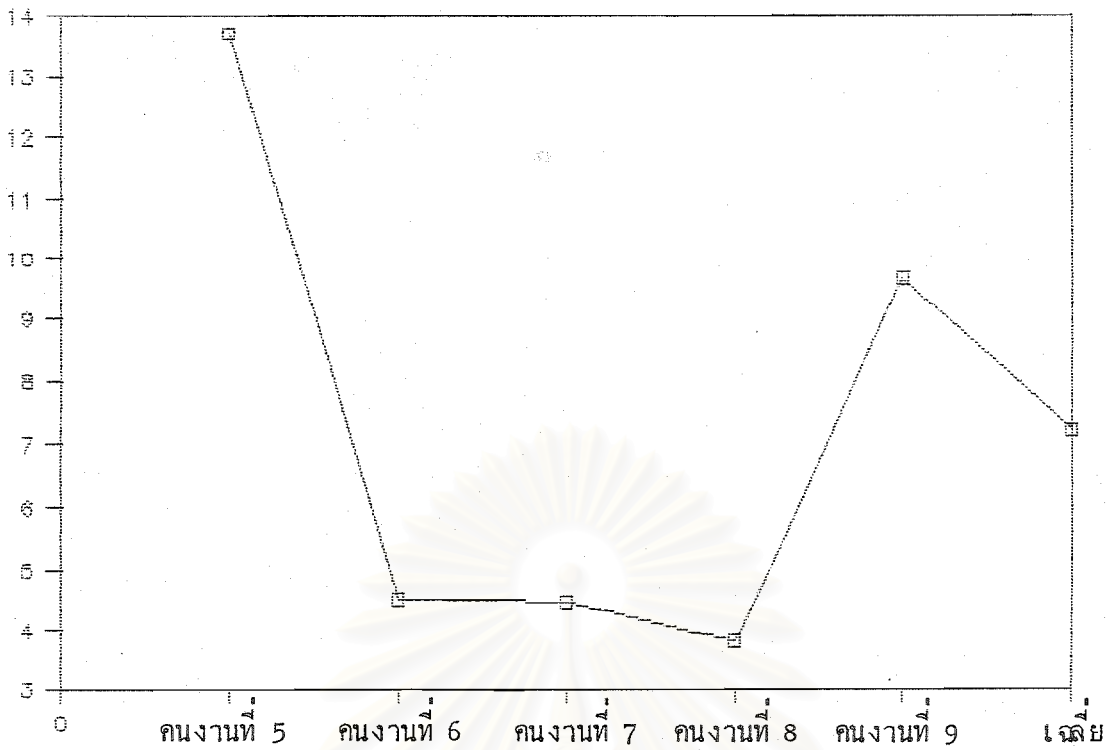


รูปที่ 3.4 ฉ เมฆกาสเฉลี่ยในอากาศ ในการทำงานส่งแระอย่างเดี่ยว (แผนกผสม)  
(หน่วยเป็น มก.ลบ.ม./นาที่) ในเดือนมีนาคม และเมษายน

เมฆกาส

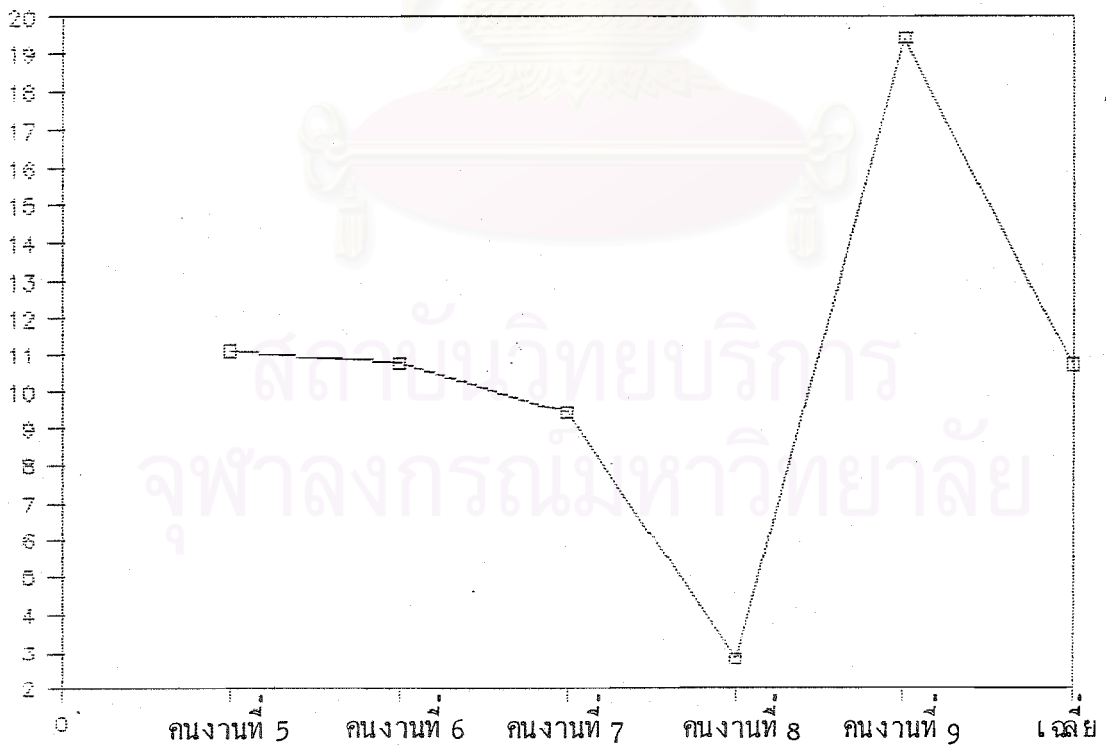


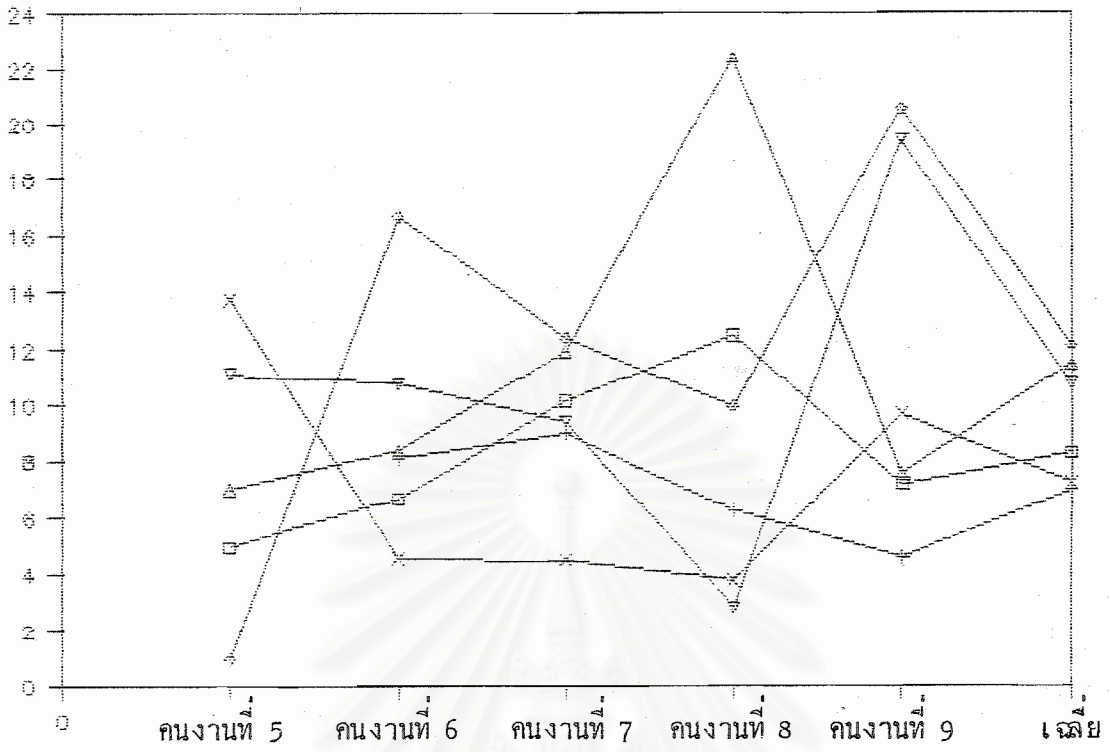
แสงอาทิตย์



รูปที่ 3.4 ช แสงอาทิตย์เฉลี่ยในอากาศ ในการทำงานส่งแรงแยงเดี่ยว (แผนกผสม)  
(หน่วยเป็น มกก./ลบ.ม./นาที) ในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน

แสงอาทิตย์





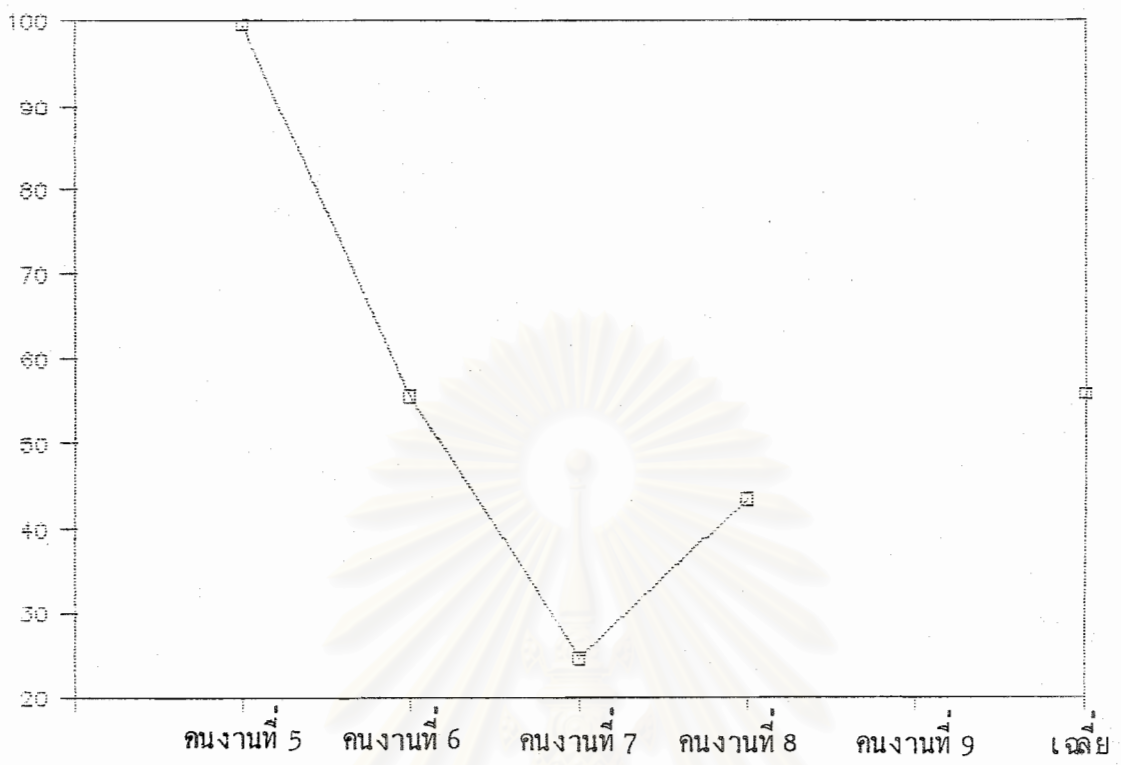
- |                |                   |
|----------------|-------------------|
| □ เดือนมกราคม  | + เดือนกุมภาพันธ์ |
| △ เดือนมีนาคม  | △ เดือนเมษายน     |
| × เดือนพฤษภาคม | ▽ เดือนมิถุนายน   |

รูปที่ 3.4 ข แมงกานีสเจดีย์ในอากาศ ในการทำงานส่งแร่อย่างเดี่ยว (แผนกผสม)  
(หน่วยเป็น มคก./ลบ.ม./นาทื) ในเดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

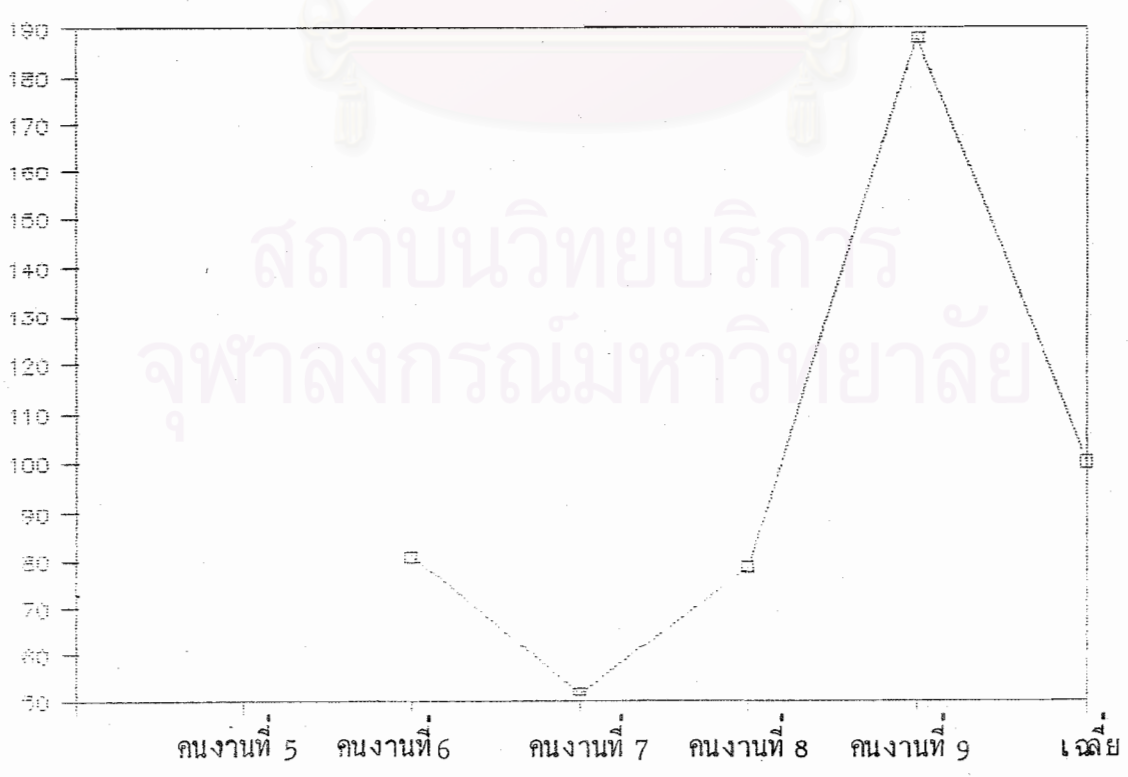


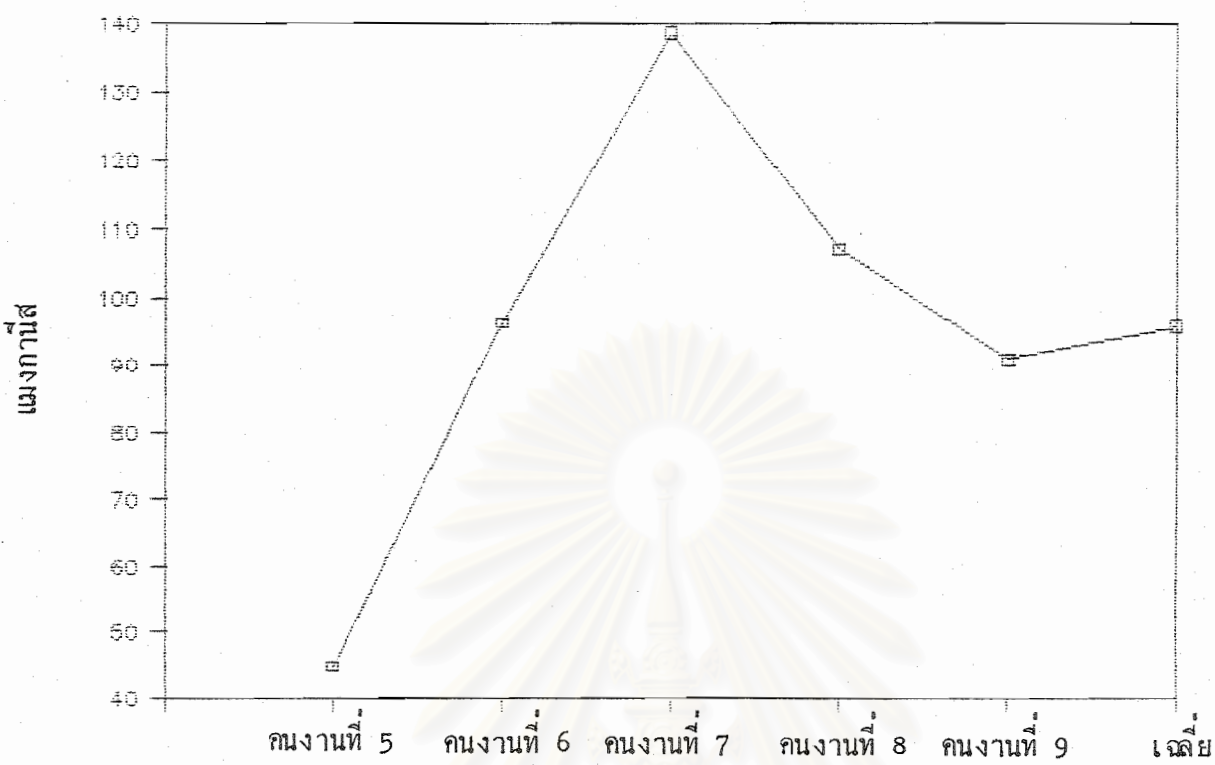
เมฆกานีส



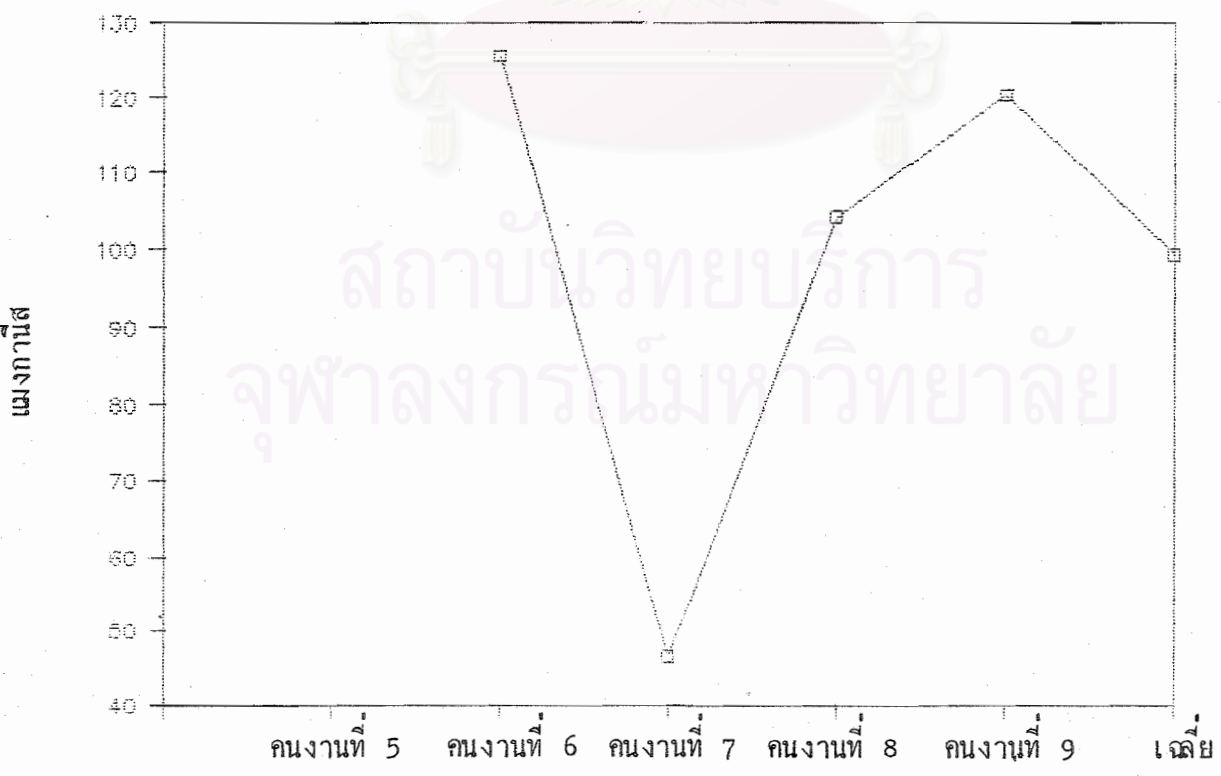
รูปที่ 3.4 ฃ เมฆกานีสเฉลี่ยในอากาศในการทำงานกวาดพื้นอย่างเดีว (แผนกผสม) (หน่วยเป็น มกค./ลบ.ม./นาทึ) ในเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์

เมฆกานีส

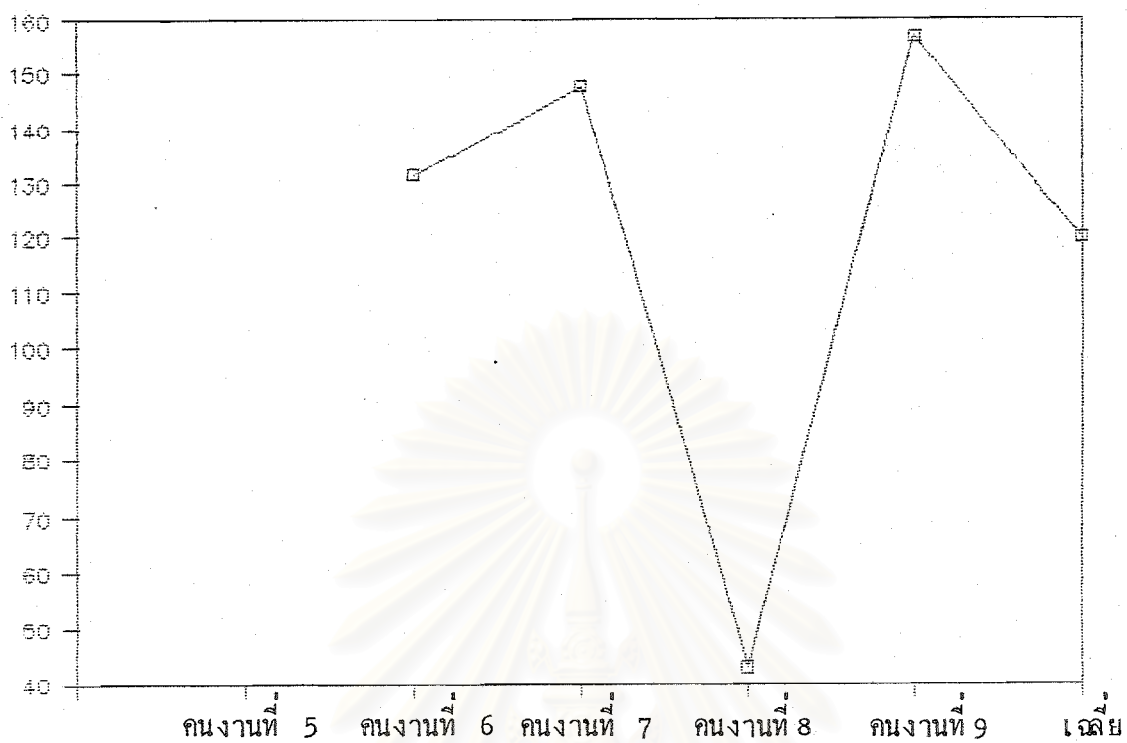




รูปที่ 3.4 ฃ แฉงกานีสเฉ็ยในอากาศในการทํางานกวาคพื้นอยางเฉ็ย (แผนกคสม)  
(หนวยเป็น มคก./ลบ.ม./นาท) ในเค็อนมีนาคม และเมษายน

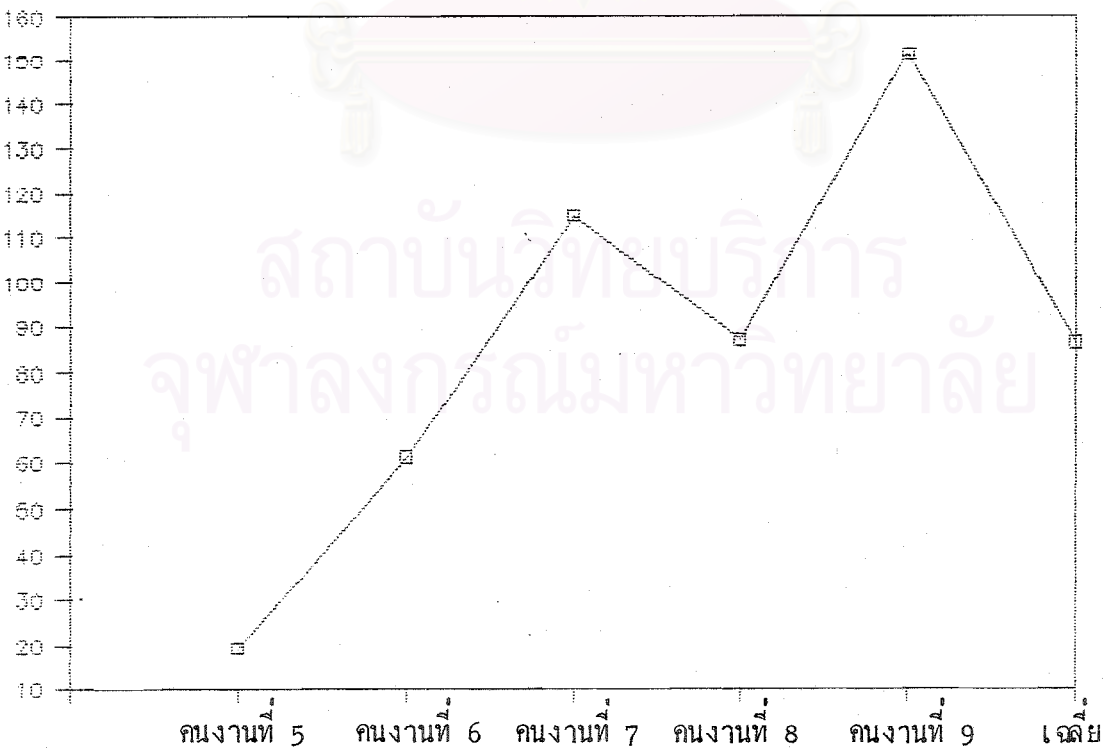


แมงกานีส

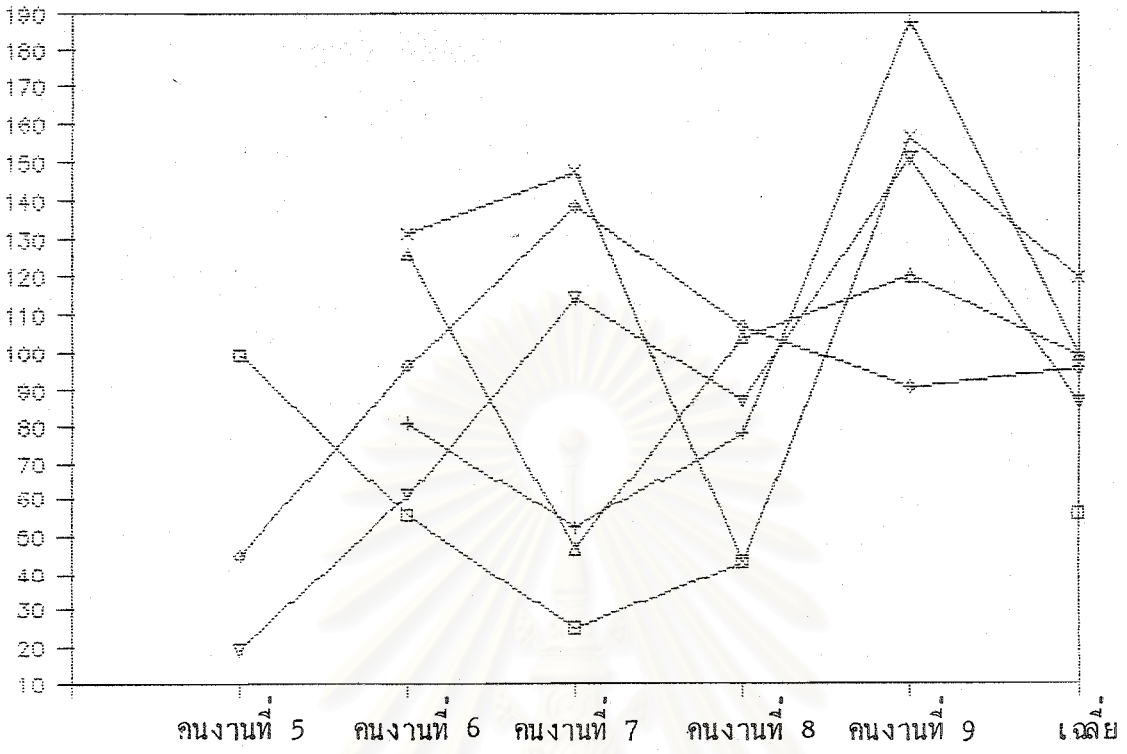


รูปที่ 3.4 ฎ แมงกานีสเฉลี่ยในอากาศในการทำงานกวาดพื้นอย่างเดี่ยว (แผนกผสม)  
(หน่วยเป็น มก./ลบ.ม/นาถ) ในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน

แมงกานีส



แสงภายใน



- เดือนมกราคม
- ◇ เดือนมีนาคม
- × เดือนพฤษภาคม
- + เดือนกุมภาพันธ์
- △ เดือนเมษายน
- ▽ เดือนมิถุนายน

รูปที่ 3.4 ฃ แสงภายในเฉลี่ยในอากาศในการทำงานกวาดพื้นอย่างเดี่ยว (แผนกผสม) (หน่วยเป็น มก./ลบ.ม./นาที) ในเดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**(3) คนงานปัจจุบันสุดแมงกานีสอย่างต่ำวันละ เท่าใด**

**คนงานใหม่ทำหน้าที่ เช่นคนปัจจุบันมีสิทธิ์สุดแมงกานีสได้ใกล้เคียงกัน**

ปริมาณแมงกานีสในอากาศ หน่วยไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที ที่ได้ในตารางที่ 3.12 เมื่อมาประมาณระยะเวลาเฉลี่ยที่ทำงานแต่ละงานแล้วเสร็จเป็นนาที และประมาณว่า ชายอายุ 30 ปี หายใจนาทีละ 16 ครั้ง ๆ ละ 600 ซีซี จะได้ว่าในเวลา 1 นาที สูดอากาศเข้าไปเท่ากับ  $16 \times 600 \times 10^{-6}$  หรือ 0.01 ลูกบาศก์เมตร การคำนวณหาแมงกานีสเป็นไมโครกรัมที่สูดเข้าไปในแต่ละวันจะ เป็นดังนี้

ปริมาณแมงกานีสของงานส่งแร่	Y <sub>1</sub>	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที
ปริมาณแมงกานีสของงานรับแร่	Y <sub>2</sub>	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที
ปริมาณแมงกานีสของงานโกยแร่	Y <sub>3</sub>	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที
ปริมาณแมงกานีสของงานกวาดพื้น	Y <sub>4</sub>	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/นาที
ระยะเวลางานส่งแร่แล้วเสร็จ	X <sub>1</sub>	นาที
ระยะเวลางานรับแร่แล้วเสร็จ	X <sub>2</sub>	นาที
ระยะเวลางานโกยแร่แล้วเสร็จ	X <sub>3</sub>	นาที
ระยะเวลางานกวาดพื้นแล้วเสร็จ	X <sub>4</sub>	นาที

ดังนั้นคนงานจะสูดแมงกานีสอย่างต่ำวันละ เท่ากับ  $(X_1 Y_1 (0.01 X_1) + (X_2 Y_2 (0.01 X_2) + (X_3 Y_3 (0.01 X_3) + (X_4 Y_4 (0.01 X_4)$  ไมโครกรัมแมงกานีสที่คนงานสูดเข้าไปอยู่ในช่วงเท่าใดนั้นเป็นค่าอย่างต่ำที่คนงานนั้น ๆ จะสูดเข้าไป เนื่องจากค่าที่ทำได้เป็นค่าแมงกานีสเฉพาะ เวลาทำงานของคนงานนั้น ๆ เพราะคนงานมิได้ทำงานติดต่อกันตลอดทั้งวัน แต่ทำงานเป็นช่วง ๆ ดังนั้นช่วงที่คนงานมิได้ทำงานแต่ก็ยังคงอยู่ในบริเวณแผนกบดและแผนกผสมของตัว ทรายอาจนั่งอยู่ในห้องพัก (ซึ่งมิได้ปลอดแมงกานีส) หรือเดินอยู่ในแผนก มิได้ห้ามารวมด้วย

ตารางที่ 3.20 แสดงปริมาณแมงกานีสที่คนงานสูดเข้าไปในแต่ละวัน จากตารางที่ 3.21 ทำให้ทราบว่าปริมาณแมงกานีสส่วนใหญ่ที่สูดเข้าไปในแต่ละวันเท่ากับ 274.45-480.45 ไมโครกรัม (24 ตัวอย่างจาก 52 ตัวอย่าง) รองลงมาเท่ากับ 68.45-274.45 ไมโครกรัม (15 ตัวอย่างจาก 52 ตัวอย่าง)

ค่าสูงสุดต่ำสุดที่สูดเข้าไปเท่ากับ 1,097.57 และ 69.07 ไมโครกรัม/วัน พิสัยเท่ากับ 1,028.5 ไมโครกรัม/วัน



ตารางที่ 3.20 แมงกานีสที่คนงานสูดเข้าไปบ้านแต่ละวัน (หน่วย มคก.)

คนงาน เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9
มกราคม 2530	693.21	322.11	359.73	681.66	214.80	268.94	249.42	380.41	69.07
กุมภาพันธ์ 2530	625.92	359.11	391.77	272.16	267.35	421.75	237.23	163.61	316.05
มีนาคม 2530	774.99	533.97	778.05	351.63	-	419.15	364.62	310.58	411.76
เมษายน 2530	690.85	895.05	616.68	600.84	-	300.27	346.95	331.81	304.52
พฤษภาคม 2530	1097.57	326.21	866.61	300.06	123.39	275.60	330.70	213.70	251.28
มิถุนายน 2530	502.59	382.45	420.03	281.07	206.69	180.03	256.73	166.32	300.27

ตารางที่ 3.21 การแจกแจงความถี่และ เบอร์เซ็นไตล์ของแมงกานีสที่สูดต่อวัน

ชั้นคะแนน	ขอบเขตจำกัด	จุดกึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม	เบอร์เซ็นไตล์
68.50- 274.00	68.45- 274.45	171.45	15	15	28.85
274.50- 480.00	274.45- 480.45	377.45	24	39	75.00
480.50- 686.00	480.45- 686.45	583.45	6	45	86.54
686.50- 892.00	686.45- 892.45	789.45	5	50	96.15
892.50-1098.00	892.45-1098.45	995.45	2	52	100.00

**(4) แมงกานีสในเส้นผมกับในอากาศมีความสัมพันธ์กันหรือไม่**

ได้ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างแมงกานีสในเส้นผมกับในอากาศ ด้วยวิธีการหาเมตริกซ์ค่า  $t$  โดยการใช้อุปกรณ์สำเร็จรูป S.P.S. หากค่า  $t$  จากเมตริกซ์มากกว่าค่า  $t$  จากตารางด้วย DF เดียวกัน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ก็จะสรุปได้ว่าแมงกานีสในเส้นผมกับในอากาศของเดือนนั้น ๆ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ผลที่แสดงในตารางที่ 3.22 ปรากฏว่าเฉพาะเดือนมกราคมและมกราคมเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงต่อกัน แต่ไม่สามารถหารูปของสมการถดถอยได้ และเมื่อหาข้อมูลทั้งหมด 6 เดือนมาคำนวณหาค่าเมตริกซ์ค่า  $t$  โดยไม่ต้องแยกคำนวณเป็นแต่ละเดือนก็ไม่พบความสัมพันธ์เช่นกัน

ตารางที่ 3.22 เปรียบเทียบเมตริกซ์ค่า  $t$  จากการคำนวณและจากตารางเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแมงกานีสในเส้นผมกับในอากาศ

เดือน	เมตริกซ์ค่า $t$	ค่า $t$ จากตาราง ( $\alpha = 0.05$ )
มกราคม 2530	2.241263	1.895
กุมภาพันธ์ 2530	1.137353	1.865
มีนาคม 2530	1.965343	1.895
เมษายน 2530	1.443981	1.895
พฤษภาคม 2530	1.456218	1.895
มิถุนายน 2530	.816824	1.895

**(5) ความแตกต่างของแมงกานีสในเส้นผมในขณะทำงานประเภทต่าง ๆ**

พบว่า แต่ละคนจะได้รับแมงกานีสในขณะทำงานต่าง ๆ แตกต่างกันไป แต่ในงานเดียวกันจะได้รับไม่แตกต่างกันเลย โดยการวิเคราะห์ด้วย ANOVA เปรียบเทียบ 2 เดือนแรก 2 เดือนต่อมา และ 2 เดือนสุดท้าย (ตารางที่ 3.23)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.23 เปรียบเทียบค่า F จากการคำนวณและจากตาราง เพื่อหาความแตกต่างของแมงกานีสในเส้นผมและของงานประเภทต่าง ๆ

คนงาน	เส้นผม		งานรับแร่		งานส่งแร่		งานกวาดพื้น		งานโกยแร่	
	จากการคำนวณ	จากตาราง	จากการคำนวณ	จากตาราง	จากการคำนวณ	จากตาราง	จากการคำนวณ	จากตาราง	จากการคำนวณ	จากตาราง
1	0.734	9.550	1.033	9.550	0.915	9.550	0.086	9.550	0.014	9.550
2	6.177	9.550		9.550	1.292	9.550		9.550	3.259	9.550
3	-1.500	9.550		9.550	-1.500	9.550		9.550	-1.500	9.550
4	0.276	9.550		9.550	0.659	9.550		9.550	7.755	9.550
5	8.479	9.550		9.550	0.282	9.550		9.550	4.333	9.550
6	9.517	9.550	0.922	9.550	0.969	9.550	0.908	9.550		9.550
7	3.207	9.550	3.186	9.550	0.522	9.550	2.523	9.550		9.550
8	0.362	9.550	2.539	9.550	0.017	9.550	1.332	9.550		9.550
9	2.135	9.550	1.049	9.550	3.499	9.550	2.746	9.550		9.550

# F VALUE WITH 2,3 d.f.

# ALPHA VALUE = 0.05

### (6) แมงกานีสในเส้นผมกับในอากาศขณะทำงานประเภทต่าง ๆ มีความสัมพันธ์หรือไม่

หากนำค่าแมงกานีสในเส้นผมของคนงานมาหาความสัมพันธ์กับแมงกานีสในอากาศ ขณะรับแร่, สังกะสี, กวาดพื้น, และโกยแร่ โดยวิธีโปรแกรมสำเร็จรูป S.P.S. วิเคราะห์ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงโดยหาค่าเมตริกซ์  $t$  ของสหสัมพันธ์ของประชากรระหว่างแมงกานีสในเส้นผมขณะรับแร่, สังกะสี, กวาดพื้น, โกยแร่

ปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกันเลย และหาสมการถดถอยเชิงเส้นไม่ได้ (ตารางที่ 3.24) ไม่ว่าจะเป็นคนงานคนใด ยกเว้นคนที่ 9 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งพบว่าแมงกานีสในเส้นผม ( $Y$ ) กับในอากาศขณะสังกะสี ( $X$ ) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงตามสมการ  $Y = 144.141 - 4.154 X$  และแมงกานีสในเส้นผม ( $Y$ ) กับในอากาศขณะกวาดพื้น ( $X$ ) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ตามสมการ  $Y = -227.781 + 12.704 X$

### 3.3 อาการแพ้พิษแมงกานีส

รายละเอียดลักษณะอาการแพ้พิษแมงกานีสได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1 หัวข้อ 1.5 จากผลการตรวจของแพทย์โดยวิธีแบบสอบถามอาการแพ้พิษแมงกานีส แบบเดียวกับของศูนย์อาชีวอนามัยที่ 1 (ดูในภาคผนวก) ไม่สามารถบ่งชี้ได้แน่ชัดว่าทำให้เกิดอาการแล้ว เนื่องจากอาการเหล่านี้ที่ตรวจพบได้แก่ ชาตามน่องและขา หงุดหงิด น้ำลายมาก เหนื่อยง่าย และเหงื่อออกมาก บาดศีรษะเป็นประจำ เจ็บคอบ่อย ๆ ก็อาจมีสาเหตุมาจากการทำงานติดต่อกันมากเกินไป การเคร่งเครียด อากาศร้อน หรือเนื่องจากโรคก็เป็นได้ โดยที่อาการที่กล่าวแล้วข้างต้นมิได้เกิดขึ้นกับคน ๆ เดียวกล่าวคือ บางคนมีอาการเดียว บางคนมี 2-3 อาการ บางคนปกติ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าทำให้เกิดอาการแพ้พิษแล้ว อย่างไรก็ตามก็ตีผลการตรวจสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเปรียบเทียบเมื่อเวลาได้ล่วงเลยไปแล้วระยะหนึ่ง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.24 เปรียบเทียบค่า F จากการคำนวณจากตารางเพื่อหาสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

คนงาน	งานรับแร่กับเส้นผม		งานส่งแร่กับเส้นผม		งานกวาดพื้นที่กับเส้นผม		งานโถยแร่กับเส้นผม	
	จากการคำนวณ	จากตาราง	จากการคำนวณ	จากตาราง	จากการคำนวณ	จากตาราง	จากการคำนวณ	จากตาราง
1	0.139	7.710	0.372	7.710	0.316	7.710	0.407	7.710
2		7.710	2.687	7.710		7.710	0.139	7.710
3		7.710	0.006	7.710		7.710	1.396	7.710
4		7.710	2.831	7.710		7.710	0.151	7.710
5	0.000	7.710	0.015	7.710	**9.487606	7.710		7.710
6		7.710	2.003	7.710	3.019	7.710		7.710
7	1.761	7.710	6.448	7.710	2.347	7.710		7.710
8	1.076	7.710	0.852	7.710	0.126	7.710		7.710
9	0.001	7.710	*31.1035	7.710	*10.96176	7.710		7.710

3-56

# F VALUE WITH 1,4 d.f.

# ALPHA VALUE = 0.05

\*\* ข้อมูลคลาดเคลื่อนเนื่องจากมีข้อมูล 2 ตัว



## บทที่ 4

### สรุปผลการศึกษา ข้อคิดเห็น และ เสนอแนะ

#### 4.1 สรุปผลการศึกษา

แมงกานีสในเส้นผมของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเกินมาตรฐาน (20 ไมโครกรัม/กรัม) เป็นส่วนใหญ่ (86% , 54 ตัวอย่างจาก 63 ตัวอย่าง) คือ มีค่า 28.45-38.45 ไมโครกรัม/กรัม ค่าสูงสุดคือ 65.33 ไมโครกรัม/กรัม พัลย์เท่ากับ 56.11 ส่วนในกลุ่มควบคุมมีค่าอยู่ในมาตรฐานเพียง 7 ตัวอย่างจาก 12 ตัวอย่าง (58%) ค่าสูงสุด 37.61 ไมโครกรัม/กรัม พัลย์ 30.05 เมื่อเทียบกับผลการศึกษากองอาชีวอนามัย (2526) เพื่อหาค่าเฉลี่ยแมงกานีสในเส้นผมคนไทยปกติ ซึ่งเท่ากับ 3.19 ไมโครกรัม/กรัม ค่าสูงสุด 18.24 ไมโครกรัม/กรัม พัลย์ 17.92 โดยที่คนไทยส่วนใหญ่ (69%) มีแมงกานีส 0-2.99 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมา (20.9%) มี 3.00-4.99 ไมโครกรัม/กรัม จะเห็นได้ว่าเส้นผมคนงานมีแมงกานีสสูงกว่าคนปกติหลายเท่าตัวและ เมื่อเทียบกับการศึกษาสภาพการทำงานของคนงานโรงงานถ่านไฟฉายของสถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย (2530) แมงกานีสในเส้นผม 23 ตัวอย่าง ค่าสูงสุด 55.25 ไมโครกรัม/กรัม ค่าต่ำสุด 3.32 ไมโครกรัม/กรัม จะเห็นว่าได้ค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นได้ 2 ประการดังนี้คือ หนึ่ง กลุ่มตัวอย่างตกอยู่ในภาวะเสี่ยงอันตรายต่อฝุ่นแมงกานีสและมีโอกาสจะเกิดโรคทางระบบประสาท ซึ่งเป็นผลจากได้รับแมงกานีสสะสมเรื้อรังเป็นระยะเวลาาน สอง กลุ่มควบคุมอาจไม่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวควบคุม (ประกอบด้วยคนงานแผนกต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับฝุ่นแมงกานีสและที่เคยทำงานเกี่ยวข้องกับโดยตรง) แต่ก็เป็นเครื่องชี้ได้ว่าผู้ที่เคยทำงานเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับแมงกานีสมาก่อนแล้วย้ายแผนก แมงกานีสในเส้นผมก็มีได้ลดลงเองอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะใช้เวลานานเท่าใดนั้นน่าที่จะมีการศึกษาติดตามต่อไป ซึ่งส่วนนี้ควรที่จะนำมาพิจารณาประกอบกรณีการย้ายกลับมาทำงานเกี่ยวข้องกับแมงกานีสอีก

แมงกานีสในเส้นผมไม่พบว่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างเห็นได้ชัดตามระยะเวลา (ตรวจสอบด้วย ANOVA) หากพิจารณาเพียงแค่เดือนแรก (มกราคม) และเดือนสุดท้าย (กรกฎาคม) เห็นชัดว่าเพิ่มขึ้นมากทุกคน ส่วนระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน ค่าแปรปรวนขึ้น ๆ ลง ๆ เล็กน้อย การที่ไม่เห็นความเปลี่ยนแปลงชัดเจนน่าจะมาจากกระบวนและประสิทธิภาพของการกำจัดสารพิษของร่างกายแต่ละคน ขณะที่ร่างกายแข็งแรงสุขภาพดี การกำจัดและเก็บสะสมจะทำงานปกติและปัจจัยประกอบอีกประการหนึ่งคือ ประวัติการทำงานเกี่ยวข้องกับสารประเภทของอาหารที่รับประทาน ระยะเวลาศึกษา 7 เดือน อาจจะสั้นเกินไป ซึ่งยากที่จะควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ให้เป็นบรรทัดฐานเดียวกันเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการตามสมมติฐาน

แมงกานีสในเส้นผมแตกต่างกันไปตามลักษณะและปริมาณง่ากล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างซึ่งอยู่ในแผนกบด 4 คน คนงานหมายเลข 1 ซึ่งรับหน้าที่ส่งแร่ กวาดพื้น และโกยแร่ เห็นชัดว่ามีค่าแมงกานีสสูงสุด เมื่อประกอบกับข้อมูลอากาศของแต่ละงานดังกล่าว (ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป) เป็นงานที่มีฝุ่นแมงกานีสมากกว่าคนอื่น ๆ ในแผนกเดียวกัน (โดยเฉพาะส่งแร่และกวาดพื้น) นอกจากนี้หมายเลข 1 ยังจะได้ฝุ่นเพิ่มเติมอีกจากการแทนงานรับแร่ เมื่อคนงานขาดหรือลาจึง เป็นข้อพิสูจน์ว่า เมื่อได้รับแมงกานีสมาก ก็จะสะสมหรือขับออกทางเส้นผมมากเช่นเดียวกัน (ในกรณีนี้หมายเลข 1 เพิ่งทำงานสัมผัสโดยตรงเพียง 2 ปี จึงน่าสงสัยว่าหากเขาทำงานนานเข้าและได้รับแมงกานีสมากเช่นปัจจุบันแมงกานีสในเส้นผมจะมากขึ้นหรือเท่าเดิม) กรณีที่ทำงานอย่างเดียวกันระยะเวลาทำงานสัมผัสโดยตรงใกล้เคียงกัน (3-4 ปี) ค่าตอบน่าจะได้แก่ ระบบกำจัดสารพิษและประสิทธิภาพของร่างกาย ลักษณะการทำงาน และสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล (โดยไม่กล่าวถึงประเภทของอาหาร) ซึ่งได้เกิดขึ้นกับหมายเลข 2-3-4 โดยที่หมายเลข 2 จะพบว่าสูงกว่าเพื่อน (ยกเว้นในเดือนสุดท้าย) ผลจากการสัมภาษณ์ทราบว่าหมายเลข 2 มักจะใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นออกจากตัวซึ่งน่าจะพิจารณาว่าเหมาะสมหรือไม่เนื่องจากมีส่วนทำให้ฝุ่นแมงกานีสฟุ้งขึ้นมาได้อีก

สำหรับแผนกผสมนั้น หมายเลข 5 เป็นหัวหน้าแผนก ทำงานแผนกนี้มาแล้ว 7 ปี ไม่มีหน้าที่ลงมือทำงานโดยตรงจะหาเฉพาะ เวลาคนขาด โอกาสสัมผัสจึงน้อยกว่าคนอื่น ๆ ในแผนกแมงกานีสในเส้นผมจึงต่ำกว่าคนในแผนกเดียวกัน แต่ก็ยังเกินมาตรฐานเล็กน้อย อาศัยว่าได้รับสะสมมานานจึงมีค่าสูงอยู่ ส่วนหมายเลข 6-7-8-9 จากกราฟทำให้เห็นชัดว่า หมายเลข 6 และ 7 มักสูงกว่าหมายเลข 8-9 อยู่เนื่อง ๆ เมื่อดูจากประวัติทั้งในเรื่องอายุ การสูบบุหรี่ และสุขภาพอนามัยส่วนบุคคล (ที่ไม่ค่อยถูกต้องนัก) ก็ไม่แตกต่างกันมากมายยกเว้นระยะเวลาทำงานที่หมายเลข 6 และ 7 (4 และ 6 ปี) มากกว่าหมายเลข 8, 9 (2, 2 ปี) อยู่เล็กน้อย ซึ่งอาจจะเป็นคำตอบสำหรับคำถามก่อนหน้าสำหรับหมายเลข 1 ว่า หากเขาทำงานนานกว่านี้จะมีแมงกานีสในเส้นผมมากขึ้นหรือเท่าเดิม

แมงกานีสในอากาศของกลุ่มตัวอย่างทั้งแผนกบดและผสม มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน (5 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) เป็นส่วนใหญ่ (76%, 318 ตัวอย่างจาก 417 ตัวอย่าง) คือมีค่า 29.45-913.45 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าสูงสุด 5333.33 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร พิสัย 5303 มีเพียงค่าเดียวที่สูงกว่ามาตรฐาน สงสัยว่าเหตุใดแมงกานีสในอากาศต่ำกว่ามาตรฐาน (เปรียบเทียบกับผลการศึกษาศึกษาของกรมอนามัย 2526 ซึ่งได้เก็บตัวอย่างอากาศ 17 ตัวอย่างในโรงงานถ่านไฟฉาย 3 แห่ง ที่สมุทรปราการเหมือนกัน มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.01-1.056 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และของกรมอนามัย 2522 ซึ่งเก็บตัวอย่างอากาศ 19 ตัวอย่าง ในโรงงานถ่านไฟฉายเช่นกัน 10 แห่ง มีค่าความเข้มข้น 0.01-3.985 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานเหมือนกัน) เป็นส่วนใหญ่ คนงานมีการใช้หน้ากากผ้าสลับกับหน้ากากที่มีไส้กรองบ่อย ๆ ซึ่งจะช่วยลดแมงกานีสได้บ้างอยู่แล้ว ข้อสังเกตสำหรับกรณีนี้คือ

1) หน้ากากผ้าก็ติหรือหน้ากากที่มีไส้กรองก็ติ วัสดุกรองอากาศที่เป็นผ้ามีประสิทธิภาพสู้แบบเป็นไส้กรองไม่ได้ แม้จะมีการทิ้งหรือทำความสะอาดทุก 2 วัน ก็ยังไม่เพียงพอควรจะเลิกใช้ได้แล้ว

2) เนื่องจากแมงกานีสถูกดูดซึมผ่านผิวหนังได้ จึงน่าจะ เป็นทางใหญ่ทางหนึ่งที่ทำ ให้แมงกานีสในผมมีจำนวนมาก คนงานส่วนใหญ่อายุสี่ห้าปีแต่แขนสั้นจะสามารถพบเห็นเสมอระหว่าง ทำงานว่าตามแขน มือ (ใส่ถุงมือผ้า ซึ่งไม่สามารถกรองได้หมด) มีแต่ผมแมงกานีสรวมทั้ง ส่วนอื่นของร่างกายที่ปกปิดได้ไม่หมด เช่น ตามคอ ใบหน้า ผม (ใส่หมวกแต่ไม่มีผัดและไม่ได้ใส่ ตลอดเวลา)

3) น่าจะ ได้พิจารณาพบทวนอีกครั้งว่ามาตรฐานแมงกานีสในอากาศควรจะต่ำกว่า 5 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร หรือไม่

4) งานบางอย่างเช่น กวาดพื้น ใช้เวลาประมาณ 10 นาทีเสร็จ จึงอาจไม่ ถึงเกณฑ์มาตรฐานการเก็บตัวอย่างอากาศที่ควรจะเป็น (ต่ำสุด 15 นาที) ค่าที่ได้อาจยังไม่ เหมาะสม การเปรียบเทียบงานแต่ละงานซึ่งใช้เวลาแล้วเสร็จไม่เท่ากันโดยการ เปลี่ยนค่าเป็นต่อ นาที ก็ช่วยปรับให้เห็นภาพความแตกต่างของอากาศในแต่ละงานได้

งานประเภทต่าง ๆ มีโอกาสได้รับผงแมงกานีสมากน้อยต่างกัน โดยส่วนใหญ่น่าจะ ได้ รับ (เรียงตามลำดับมากน้อย) ดังนี้

แผนกบด :	ส่งแร่	54.45-84.45	มคก./ลบ.ม./นาที (4 จาก 6 ตัวอย่าง)
	กวาดพื้น	29.45-71.45	มคก./ลบ.ม./นาที (4 จาก 6 ตัวอย่าง)
	โกยแร่	10.45-28.45	มคก./ลบ.ม./นาที (12 จาก 24 ตัวอย่าง)
แผนกผสม :	รับแร่	3.45-21.45	มคก./ลบ.ม./นาที (13 จาก 20 ตัวอย่าง)
	กวาดพื้น	18.45-105.45	มคก./ลบ.ม./นาที (15 จาก 25 ตัวอย่าง)
	รับแร่	4.45-26.45	มคก./ลบ.ม./นาที (21 จาก 27 ตัวอย่าง)
	ส่งแร่	1.45-13.45	มคก./ลบ.ม./นาที (22 จาก 27 ตัวอย่าง)

ข้อมูลดังกล่าวน่าจะ ได้พิจารณาในแง่ควมมีการสืบเปลี่ยนแปลงเวียนงานเฉพาะภายใน แผนกเอง เป็นครั้งคราว เพื่อกระจายความเสี่ยงอันตรายและ จะสังเกตได้ว่าอากาศในแผนกบดทั้ง กระจายมากกว่าแผนกผสม คนงานในแผนกบดมีความเสี่ยงอันตรายมากกว่าแผนกผสม จึงควรเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ อย่างไรก็ตามก็ตระบบระบายอากาศเฉพาะที่ในแผนกบด-ผสมเป็นสิ่งจำเป็น

แมงกานีสที่กลุ่มตัวอย่างสูงสุดเข้าไปในแต่ละวันส่วนใหญ่อายุในช่วง 68.45-686.45 ไมโครกรัม (45 ตัวอย่างจาก 52 ตัวอย่าง) โดยแต่ละคนจะได้รับดังนี้

หมายเลข 1	502.59-1097.57	เฉลี่ย 730.86	มคก./วัน
หมายเลข 2	322.11-895.05	เฉลี่ย 469.82	มคก./วัน
หมายเลข 3	359.73-866.617	เฉลี่ย 572.16	มคก./วัน
หมายเลข 4	272.16-681.66	เฉลี่ย 414.57	มคก./วัน
หมายเลข 5	123.39-267.35	เฉลี่ย 203.06	มคก./วัน
หมายเลข 6	180.03-421.75	เฉลี่ย 310.96	มคก./วัน
หมายเลข 7	237.23-364.62	เฉลี่ย 297.61	มคก./วัน



หมายเลข 8 163.6-380.41 เฉลี่ย 261.07 มคก./วัน

หมายเลข 9 69.07-411.76 เฉลี่ย 275.49 มคก./วัน

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างแมงกานีสในเส้นผมกับในอากาศโดยไม่แยกประเภทงาน ยังไม่สามารถสรุปได้ว่ามีหรือไม่มีความสัมพันธ์ เนื่องจากพบว่ามีค่าความสัมพันธ์ เฉพาะเดือนมกราคม และ มีนาคม จากทั้งหมด 6 เดือนเท่านั้น และยากที่จะทราบแน่ชัดเนื่องจากตัวแปรเช่น ระบบและประสิทธิภาพของการกำจัดสารพิษของร่างกาย ประเภทของอาหาร เครื่องดื่มที่รับประทาน ไม่สามารถควบคุมได้ตลอดการศึกษาวิจัย ส่วนความสัมพันธ์กับอากาศของงานประเภทต่าง ๆ ก็เช่นเดียวกัน ยกเว้นคนงานหมายเลข 9 ซึ่งพบว่า แมงกานีสในเส้นผม (Y) กับแมงกานีสในอากาศขณะกวาดพื้น (X) และรับแร่ (X) มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงตามสมการ  $Y = -227.781 + 12.704X$  และ  $Y = 144.141 - 4.154X$  ตามลำดับ

ความแตกต่างของแมงกานีสในเส้นผมตั้งแต่เริ่มศึกษาและต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดการศึกษา ไม่พบความแตกต่างเลย เช่นเดียวกับแมงกานีสในอากาศของการทำงานแต่ละประเภท งานประเภทเดียวกันไม่พบความแตกต่าง

สำหรับอาการแพ้พิษแมงกานีสที่ตรวจพบเป็นเพียงอาการเริ่มแรก ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้ว่าได้เกิดอาการแพ้แล้ว เนื่องจากอาการดังกล่าวอาจมีสาเหตุจากการทำงานติดต่อกันมากเกินไป การเคร่งเครียด หรือจากโรคก็เป็นได้

#### 4.2 สรุปข้อคิดเห็นและเสนอแนะ

โรงงานถ่านไฟฉายแห่งนี้เป็นโรงงานขนาดใหญ่แห่งหนึ่งที่มีความสนใจและตื่นตัวในเรื่องสิ่งแวดล้อมของการทำงานพอสมควร เช่น จัดหาเครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอันได้แก่ เครื่องแบบชุดหมวก ถุงมือ หน้ากาก หมวก จัดบริเวณที่พักระหว่างทำงานเป็นระบบปิด มีโรงอาหารแยกต่างหากจากสถานที่ทำงาน ซึ่งทำให้คนงานไม่ต้องทานอาหารในบริเวณที่ทำงาน (แต่ก็ปรากฏว่ามีคนงานบางคนและ เป็นบางครั้งก็นำอาหารมาทานในห้องพัก) ออกกระเบียบให้มีการกวาดทำความสะอาดพื้นทุกวัน เพื่อป้องกันฝุ่นแมงกานีสสะสมอยู่ในบริเวณที่ทำงาน มีแพทย์ตรวจสุขภาพคนงานใหม่เมื่อแรกเข้า และคนงานเก่าเป็นครั้งคราว เจาะเลือด ตรวจปัสสาวะปีละ 2 ครั้ง ตามกฎหมายแรงงาน หากพบว่ามีปริมาณสูง เกินเกณฑ์มาตรฐานก็จะย้ายให้ไปทำงานในแผนกอื่น หรือให้มีการหมุนเวียนการทำงาน

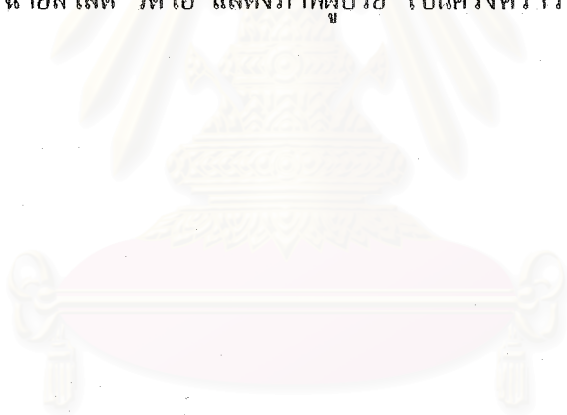
อย่างไรก็ดีโรงงานควรจะได้จัดเตรียมระบบระบายอากาศเฉพาะที่และทั่วไปที่แผนกบัด และระบบทั่วไปที่แผนกผสม (ปัจจุบันทางโรงงานได้มีการติดตั้งแล้วบางจุดตั้งรูปในภาคผนวก) เพื่อให้สิ่งแวดล้อมการทำงานปลอดภัยยิ่งขึ้น การตรวจตราประสิทธิภาพและการทำงานของเครื่องควรกระทำอย่างสม่ำเสมอเช่นกัน นอกจากนี้ควรส่งเสริมให้มิสซูชิวิทยาลัยส่วนบุคคล เช่น ให้อาบน้ำ ล้างหน้า ล้างแขน-มือก่อนทานน้ำและอาหารทุกครั้ง เป็นต้น สำหรับห้องพักควรกำชับให้มีการทำความสะอาดทุกวัน ด้วยปรากฏว่ามีฝุ่นแมงกานีสจับสะสมอยู่ไม่เหมาะที่จะใช้เป็นห้องพักผ่อน การ

หาความสะอาดพื้นที่เช่นกัน การใช้ไม้กวาดกวาดพื้นที่ทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจายมากขึ้น น่าจะนำเครื่องดูดฝุ่นมาใช้หรือการพรมน้ำที่พื้นเปียกขึ้นก่อนกวาดจะช่วยลดการฟุ้งกระจายได้ การใช้เครื่องเป่าลมฉีดเป่าเสื้อผ้ามีส่วนทำให้ฝุ่นตามเสื้อผ้าฟุ้งขึ้นไปอีก ควรจะเลิกใช้เสีย

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลได้แก่ ถุงมือ และ ไม้กวาด น่าจะเปลี่ยนไปใช้ที่เหมาะสม และให้ประสิทธิภาพการป้องกันได้มากกว่านี้ ชนิดที่ใช้เป็นผ้า ซึ่งไม่สามารถกรองอนุภาคของแมงกานีสได้ดี และการทำความสะอาดอุปกรณ์ป้องกันดังกล่าวควรได้กระทำทุกวัน เครื่องแบบควรบังคับให้ใส่แขนยาว เพื่อป้องกันการดูดซึมผ่านทางผิวหนัง

แม้ว่าจำนวนเวลาทำงานในแผนกบดและผสมหากใช้เวลาทำงานจริง ๆ จะไม่ถึง 8 ชั่วโมง/วัน เพราะทำงานเป็นช่วง ๆ แต่การเปลี่ยนตำแหน่งการทำงานเฉพาะในแผนกเองก็มีความจำเป็นเช่นกันคือ ควรมีการหมุนเวียนบ่อย ๆ ทำที่ที่จะทำได้เพื่อลดปริมาณแมงกานีสที่จะต้องสัมผัส นอกจากนี้แล้วอนุภาคน้ำที่จัดตั้งโรงงานหรือขยายโรงงานอุตสาหกรรมประเภทนี้ควรพิจารณาอย่างรอบคอบเรื่องชุมชนโดยรอบพื้นที่โรงงาน ควรหลีกเลี่ยงบริเวณที่เป็นที่อยู่อาศัย

แม้ว่าโรงงานนี้จะให้ความสำคัญในเรื่องสุขภาพอนามัยของคนงานอยู่ในระดับดีพอใช้ แต่เนื่องจากแมงกานีสเป็นสารซึ่งย่อมจะทำให้พิษแน่นอน ซึ่งเรื่องนี้จะต้องอาศัยความร่วมมือของคนงานเองด้วยการป้องกันตนเอง แม้โรงงานจะเฝ้าระวังให้ทุกอย่างแล้วหากคนงานไม่ปฏิบัติตามหรือช่วยตัวเองโรคภัยก็ย่อมจะเกิดขึ้นแน่นอน ในส่วนนี้โรงงานควรจะได้กระตุ้นให้คนงานตระหนักถึงพิษภัย เช่น ฉายสไลด์ วีดีโอ แสดงภาพผู้ป่วย เป็นครั้งคราว เป็นต้น



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## เอกสารอ้างอิง

1. อีซชัย สุมิตร, ชรรชัย เกரியงไกรอุดม, "การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสและโลหะหนักอื่นบางตัวในอากาศในโรงงานถ่านไฟฉาย", สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2527
2. เพรศพรธม เกரியงกุล, "ปริมาณตะกั่วและแมงกานีสในอากาศในโรงงานถ่านไฟฉาย", สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2525
3. ประยูร ชาญวิทย์สถาพร และสุชารัตน์ จันทโรจวงศ์, "ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากถ่านไฟฉาย", กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร, 2529
4. ประวิทย์ จงวิศาล, คู่มือการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย, ภาควิชาอาชีวอนามัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร,
5. แรงงาน, กรม, "การศึกษาสภาพการทำงานและผลของแมงกานีสต่อร่างกายคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย", กรมแรงงาน, กระทรวงมหาดไทย, 2530
6. อนามัย, กรม, "การศึกษาระดับตะกั่วและแมงกานีสในเส้นผมของคนไทยปกติ," กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข, 2526 (เอกสารอัดสำเนา)
7. อนามัย, กรม, "รายงานการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมของการทำงาน และสุขภาพอนามัยของคนงานที่เกี่ยวข้องกับแมงกานีส ตะกั่ว ยาฆ่าแมลง และเสียงในเขตจังหวัดสมุทรปราการ," กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข, 2526 (เอกสารอัดสำเนา)
8. อนามัย, กรม, "การศึกษาวิธีการล้างตัวอย่างผมเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก," กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข, 2525 (เอกสารอัดสำเนา)
9. อนามัย, กรม, "โครงการเฝ้าระวังโรคอันเนื่องมาจากการประกอบอาชีพเรื่องอันตรายจากแมงกานีสในโรงงานอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย และอุตสาหกรรมเหมืองแร่," กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข, 2525 ก (เอกสารอัดสำเนา)
10. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, "Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure indices," ACGIH, Cincinnati, 5th ed., 1986.
11. Clarke, Ann N., David J. Wilson, "Preparation of Hair for Lead Analysis," Arch. Environ. Health, 28, 292-296, 1974.
12. Committee on biologic Effects of Atmospheric Pollutants, "Manganese," National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1973.

13. Emara, A.M., S.H. EL-Ghawabi, O.I. Madkour and G.H.EL-Samra, "Chronic Manganese Poisoning in the Dry Battery Industry," British Journal of Industrial Medicine, 28, 78-82, 1971.
14. Fox, M.R. Spivey, "Manganese," Metallic Contaminants and Human Health (Lee, Douglas H.K.), pp. 197, Academic Press, New York and London, 1972.
15. Gordus, A, "Factors Affecting the Trace-metal content of Human Hair," J. Radionucl. Chem., 15, 229-243, 1973.
16. Hambidge, K. Michael, Philip Walravens, Vijay Kuman and Chanika Tuchinda, "Chromium Zinc, Manganese, Copper, Nickel, Iron and Cadmium Concentrations in the Hair of Residents of Chandigarh, India and Bangkok, Thailand," Proceedings on Trace Substances in Environmental Health-VIII (Hemphill, Delbert D.), pp. 39-44, University of Missouri-Columbia, U.S.A., 1974.
17. Henley, E.C., J.W. Nelson and M.E. Kassouny, "Single Human Hair Root Analysis by Nuclear Particle Accelerator Techniques," Proceedings on Trace Substances in Environmental Health-X (Hemphill, Delbert D.), pp. 333-341, University of Missouri-Columbia, U.S.A. 1976.
18. Hopps, Howard C., "The Biologic Bases for Using Hair and Nail For Analysis of Trace Elements," Proceedings on Trace Substances in Environmental Health VIII (Hemphill, Delbert D.), pp. 59-73, University of Missouri-Columbia, U.S.A., 1974.
19. International Labour Office, "Occupational Exposure Limits for Airborne Toxic Substances," International Labour Office, Geneva, 1980.
20. Norberg, G.F., Keitaro Nishiyama, "Whole-Body and Hair Retention of Cadmium in Mice," Arch Environ Health, 24, 209-214, 1972.
21. Petering, H.G., D.W. Yeager and S.O. Witherup, "Trace Metal Content of Hair, I Zinc and Copper Content of Human Hair in Relation to Age and Sex," Arch Environ Health, 23, 202-207, 1971.
22. Saric, M, A. Markicevic, and O. Hrustic, "Occupational Exposure to Manganese," British Journal of Industrial Medicine, 34(2), 114-118, 1977.

23. Schroeder, H.A., brattleboro, Vt, and Isabel H.T, Knoxville, "The Human body Burden of Lead," Arch Environ Health, 17, 965-977, 1968.
24. Smith, Ralph G., "Manganese," Metallic Contaminants and Human Health (Lee, Douglas H.K.), pp. 144-149, Academic Press, New York and London, 1972.
25. Tanaka S. and J. Leeben, "Manganese Poisoning and Exposure in Pennsylvania," Arch Environ Health, 19, 674-684, 1969.
26. Tepper, Lloyd B., "Manganese", Metallic Contaminants and Human Health (Lee, Douglas H.K.), pp. 238, Academic Press, New York and London, 1972.
27. World Health Organization, "Environmental Health Criteria 17 : Manganese," WHO, Geneva, 1981.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขที่.....  
วันที่.....

แบบสอบถามอาการแพ้ขนแมงกานีส

ชื่อ.....โรงงาน.....แผนก.....  
ระยะเวลาการทำงาน.....ปี อายุ.....ปี

ลำดับที่	อาการที่ได้จากการสอบถาม	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
1	อ่อนเพลีย			
2	เบื่ออาหาร			
3	เดินผิดปกติหรือเดินกระตุก ๆ เป็นบางครั้ง, เดินถลา			
4	ปวดศีรษะเป็นประจำ			
5	นอนไม่หลับตอนกลางคืน แต่ง่วงนอนตอนกลางวัน			
6	ปวดกล้ามเนื้อบ่น้อย ๆ หรือเป็นตะคริวที่น่อง, ขา			
7	มือสั่น, เหงื่อออกท่วมตัว, น้ำลายพุ่มปาก			
8	อารมณ์ผิดปกติ เช่น หงุดหงิด เจ็บ ๆ ไม่สนใจใคร, หัวเราะไม่มีเหตุผล			
9	ความรู้สึกทางเพศลดลง			
10	พุดจาผิดปกติ			
11	เป็นหวัดบ่อย ๆ			
12	เคยเป็นปอดบวม			

ลำดับที่	สิ่งที่ตรวจพบ	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
1	การเดินของซีพजर			
2	หน้าเฉย ๆ ไม่สนใจในสิ่งแวดล้อม			
3	เสียงพุดผิดปกติ (ไม่มีเสียงสูง-ต่ำ), พุดขาดตอนไม่ชัดเจน เป็นน้ำ			
4	มือสั่น			
5	ลายมือการเขียนหนังสือ ชื่อ (ตัวบรรจง)..... (ลายเซ็น) .....			

ลงชื่อ.....ผู้สัมภาษณ์



## แบบสอบถาม

### 1. ประวัติส่วนตัว

- (1) อายุ.....
- (2) ที่อยู่ปัจจุบัน.....
- (3) สถานที่เกิด (ภูมิลำเนาเดิม) อยู่อำเภอ.....จังหวัด.....
- (4) จบการศึกษาระดับสูงสุด.....
- (5) สถานภาพการสมรส
  - ว่าง
  - แต่งงานแล้วมีลูก.....คน
  - หม้าย
- (6) อายุการทำงาน.....ปี (เฉพาะที่บริษัท)  
เคยทำงานที่.....เป็นเวลา.....ปี  
.....เป็นเวลา.....ปี

### 2. การสับสนหรือเหนื่อยระหว่างงาน

- (1)
  - 1.1 ท่านสับสนหรือเหนื่อยหรือไม่
    - เป็น
    - เป็นแต่เล็กน้อย
    - ไม่เป็น
  - 1.2 สับสนแล้ว.....ปี เลิกสับสนแล้ว.....ปี อื่น ๆ.....
- (2) ถ้าสับสนและยังสับสนอยู่ ท่านสับสนเวลาไหน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
  - ระหว่าง เวลาทำงาน หรือพักรองาน
  - นอกเวลาทำงานหรือพักเที่ยง
- (3) ก่อนสับสนท่านล้างมือก่อนหรือไม่
  - ล้างทุกครั้ง
  - ล้าง เป็นบางครั้ง
  - ไม่ล้าง
- (4) ถ้าสับสนระหว่าง เวลาทำงานหรือพักรองาน ท่านยังคงสวมถุงมืออยู่หรือไม่
  - ใช่
  - เป็นบางครั้ง
  - ไม่ใช่

3. การค้ำน้ำกระหว่างงาน

- (1) ท่านค้ำน้ำกระหว่าง เวลาทำงานหรือพักรองานหรือไม่
- ค้ำบ่อย
  - ไม่ค้ำ
  - ค้ำเป็นบางครั้ง
- (2) ท่านล้างมือก่อนค้ำหรือไม่
- ล้างทุกครั้ง
  - ไม่ล้าง
  - ล้าง เป็นบางครั้ง

4. เครื่องป้องกันส่วนบุคคล

- (1) ขณะทำงานท่านใส่ถุงมือผ้าหรือไม่
- ใส่ทุกครั้ง
  - ไม่ใส่
  - ใส่บางครั้ง
- (2) ท่านเปลี่ยนถุงมือผ้าบ่อยแค่ไหน
- ทุกวัน
  - ทุก.....วัน
  - อื่น ๆ ระบุ.....
- (3) ขณะทำงานท่านใส่หน้ากากหรือไม่
- ใส่ทุกครั้ง
  - ไม่ใส่
  - ใส่บางครั้ง
- (4) หน้ากากประเภทไหนที่ท่านใช้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- หน้ากากผ้า
  - ฟิลเตอร์
  - ทั้งสองประเภท, ประเภทไหนใส่บ่อยกว่า.....
- (5) ท่านเปลี่ยนหรือซักหน้ากากบ่อยแค่ไหน
- หน้ากากผ้า.....
  - ฟิลเตอร์.....
- (6) ขณะทำงานท่านใส่หมวก
- ใส่ทุกครั้ง
  - ไม่ใส่
  - ใส่บางครั้ง

- (7) ขณะกวาดพื้นท่านใส่  หน้ากาก  ผ้าปิดปาก, จมูก
- ใส่ทุกครั้ง
- ไม่ใส่
- ใส่บางครั้ง
- (8) ท่านใช้เครื่อง เป่าลมเป่าฝุ่นออกจากตัวท่านหรือไม่
- บ่อย ๆ
- บางครั้ง
- ไม่เคย
- อื่น ๆ ระบุ.....

5. การกินข้าวกลางวัน

- (1) ท่านกินข้าวกลางวันที่ไหน
- นอกโรงงาน
- ในโรงงาน (ที่ใดโปรดระบุ).....
- ในห้องพักหรือห้องทำงาน
- ในโรงอาหาร
- อื่น ๆ.....
- (2) ท่านล้างมือก่อนกินข้าวหรือไม่
- ล้างทุกครั้ง
- ไม่ล้าง
- ล้าง เป็นบางครั้ง
- (3) ท่านอาบน้ำก่อนกินข้าวหรือไม่
- ทุกครั้ง
- ไม่อาบน้ำ
- อาบบางครั้ง

6. การอาบน้ำ

- (1) ตั้งแต่เริ่มงานถึงเลิกงาน ท่านอาบน้ำกี่วันละ.....ครั้ง
- เวลาไหน.....
- (2) ตั้งแต่เริ่มงานถึงเลิกงานท่านสระผม
- สระวันละ.....ครั้ง
- ไม่สระ
- สระบ้างไม่สระบ้าง
- .....วันสระครั้ง

7. เส้นผม

(1) ท่านใช้อะไรสระผม

- สบู่ ยี่ห้อที่ใช้ประจำ.....
- แชมพู ยี่ห้อที่ใช้ประจำ.....
- ทั้งสองอย่าง
- อื่น ๆ .....

(2) ท่านเคยข้อมผม โกรกผม หรือไม่

- เคย ..... ครั้ง ครั้งสุดท้ายเมื่อ.....
- ไม่เคย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประกาศ กระทรวงมหาดไทย  
เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน  
เกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 2 (7) แห่งประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 ลงวันที่ 16 มีนาคม 2515 กระทรวงมหาดไทยจึงกำหนดสวัสดิการเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยสำหรับลูกจ้างไว้ ดังนี้

ความทั่วไป

ข้อ 1 ในประกาศนี้

"เส้นใย" หมายความว่า สารที่มีลักษณะเหนียวและยาวคล้ายเส้นด้าย มีต้นกำเนิดจากแร่ พืช สัตว์ หรือใยสังเคราะห์

"ฝุ่น" หมายความว่า อนุภาคของแข็งที่สามารถฟุ้งกระจาย บลิว หรือลอยอยู่ในอากาศได้

"ละออง" หมายความว่า อนุภาคของของเหลวที่สามารถลอยตัวอยู่ในอากาศได้

"หมอก" หมายความว่า อนุภาคของของแข็งที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวของไอของสาร และสามารถลอยอยู่ในอากาศได้

"แก๊ส" หมายความว่า ของไหลมีปริมาตรหรือรูปร่างไม่แน่นอนที่สามารถฟุ้งกระจาย และเปลี่ยนแปลงเป็นของเหลวหรือของแข็งได้ โดยการเพิ่มความดันหรือลดอุณหภูมิ

"ไอเคมี" หมายความว่า ไอที่เกิดขึ้นจากสารเคมีที่เป็นของเหลวหรือของแข็งในสภาวะปกติ

"นายจ้าง" หมายความว่า ผู้ซึ่งตกลงรับลูกจ้าง เข้าทำงานโดยจ่ายค่าจ้างให้ และหมายความรวมถึงผู้ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำงานแทนนายจ้าง ในกรณีที่นายจ้าง เป็นนิติบุคคล หมายความว่า ผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคลนั้น และหมายความรวมถึงผู้ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำงานแทนผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคล



**"ลูกจ้าง"** หมายความว่า ผู้ซึ่งตกลงทำงานให้แก่นายจ้าง เพื่อรับค่าจ้าง ไม่ว่าจะ เป็นผู้รับจ้างด้วยตนเองหรือไม่ก็ตาม และหมายความรวมถึงลูกจ้างประจำและลูกจ้างชั่วคราว แต่ไม่รวมถึงลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานบ้าน

**"ลูกจ้างประจำ"** หมายความว่า ลูกจ้างซึ่งนายจ้างตกลงจ้างไว้เป็นการประจำ

**"ลูกจ้างชั่วคราว"** หมายความว่า ลูกจ้างซึ่งนายจ้างตกลงจ้างไว้ไม่เป็นการประจำ เพื่อทำงานอันมีลักษณะ เป็นครั้งคราว เป็นการจร หรือเป็นไปตามฤดูกาล

## หมวด 1

### สารเคมี

ข้อ 2 ตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ ภายในสถานที่ประกอบการที่ลูกจ้างทำงานจะมีปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศของการทำงาน โดยเฉลี่ยเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 1 ห้ามประกาศนี้

ข้อ 3 ไม่ว่าระยะเวลาใดของการทำงานปกติ ห้ามมิให้นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศของการทำงานเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 2 ห้ามประกาศนี้

ข้อ 4 ห้ามมิให้นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 3 ห้ามประกาศนี้

ข้อ 5 ห้ามมิให้นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีปริมาณฝุ่นแร่ในบรรยากาศของการทำงาน ตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ โดยเฉลี่ยเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 4 ห้ามประกาศนี้

ข้อ 6 ภายในสถานที่ประกอบการที่มีการใช้สารเคมีที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 1, 2, 3 หรือ 4 ซึ่งสภาพของการใช้นั้นอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้หรือผู้อยู่ใกล้เคียง ให้นายจ้างจัดห้องหรืออาคารสำหรับการใช้สารเคมีไว้โดยเฉพาะ

ข้อ 7 ในกรณีที่อยู่ภายในสถานที่ประกอบการที่มีสารเคมีหรือฝุ่นแร่ฟุ้งกระจาย สู้บรรยากาศของการทำงานเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 1, 2, 3 หรือ 4 ให้นายจ้างดำเนินการแก้ไขหรือปรับปรุง เพื่อลดความเข้มข้นของสารเคมีหรือปริมาณฝุ่นแร่มิให้เกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางดังกล่าวแล้ว หากแก้ไขหรือปรับปรุงไม่ได้ นายจ้างจะต้องจัดให้ลูกจ้างสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหมวด 2 ตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงานเกี่ยวกับสารเคมีที่มีลักษณะหรือปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายของลูกจ้างดังต่อไปนี้

- (1) ฝุ่น ละออง พุ่ม แก๊ส หรือไอเคมี ต้องสวมใส่ที่กรองอากาศหรือเครื่องช่วยหายใจที่เหมาะสม
- (2) สารเคมีในรูปของของเหลวที่เป็นพิษต้องสวมใส่ถุงมือยาง รองเท้าพื้นยางหุ้มแข้งกระบังหน้าชนิดใสและที่กันสารเคมีกระเด็นถูกร่างกาย
- (3) สารเคมีในรูปของของแข็งที่เป็นพิษ ต้องสวมใส่ถุงมือยางและรองเท้าพื้นยางหุ้มส้น

## หมวด 2

### มาตรฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

- ข้อ 8 ถุงมือยางต้องทำด้วยยางหรือวัสดุอื่นที่คล้ายกันมีความยาวหุ้มถึงข้อมือ มีลักษณะใช้สวมกับนิ้วมือได้ทุกนิ้ว มีความเหนียวไม่ฉีกขาดง่าย สามารถกันน้ำและสารเคมีได้
- ข้อ 9 รองเท้ายางหุ้มแข้งต้องทำด้วยยางหรือยางผสมวัสดุอื่น เมื่อสวมแล้วมีความสูงไม่น้อยกว่าครึ่งแข้ง ไม่ฉีกขาดง่ายสามารถกันน้ำและสารเคมีได้
- ข้อ 10 กระบังหน้าชนิดใส ตัวกระบังต้องทำด้วยพลาสติกใสหรือวัสดุอื่นที่มีลักษณะคล้ายกันมองเห็นได้ชัด สามารถป้องกันอันตรายจากสารเคมีกระเด็นหรือกรดและทนแรงกระแทกได้ ตัวครอบต้องมีน้ำหนักเบาและต้องไม่ติดไฟง่าย
- ข้อ 11 ที่กรองอากาศสำหรับใช้ครอบจมูกและปากกันสารเคมี ต้องสามารถลดปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีมิให้เกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 1, 2 และ 3
- ข้อ 12 ที่กรองอากาศสำหรับใช้ครอบจมูกและปากกันฝุ่นแร่ ต้องสามารถลดปริมาณฝุ่นแร่มิให้เกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 4

ข้อ 13 เครื่องช่วยหายใจที่ใช้กับ พุ่ม แก๊ส หรือไอเคมี ต้องเป็นแบบหน้าอากาศรอบเต็มหน้า ประเภทที่มีถังอากาศสำหรับหายใจในตัว หรือประเภทที่มีท่ออากาศต่อจากที่อื่น

ข้อ 14 ที่กั้นอันตรายจากสารเคมีกระเด็น ต้องทำด้วยผ้า พลาสติกหนัง หนังเทียม หรือวัสดุอื่นที่สามารถกั้นอันตรายจากสารเคมีได้

### หมวด 3

#### เบ็ดเตล็ด

ข้อ 15 ข้อกำหนดเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยที่กำหนดไว้ในประกาศนี้เป็นมาตรฐานขั้นต่ำที่จะต้องปฏิบัติเท่านั้น

ข้อ 16 งานใดที่มีลักษณะไม่เหมาะสมแก่การที่ให้ผู้จ้างใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ดังที่ระบุไว้ในประกาศนี้ นายจ้างอาจผ่อนผันให้ผู้จ้างระงับการใช้อุปกรณ์นั้น เฉพาะการปฏิบัติงานในลักษณะ เช่นว่านั้นเป็นการชั่วคราวได้

ข้อ 17 ในกรณีที่พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจพบว่า สารเคมีในบริเวณสถานประกอบการมิได้เป็นตามที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำ ตักเตือน เป็นหนังสือให้นายจ้างปฏิบัติการให้ถูกต้องภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้

ข้อ 18 ประกาศกระทรวงมหาดไทยฉบับนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 30 พฤษภาคม 2520

(ลงชื่อ) คณิ่ง ฤาไชย

(นายคณิ่ง ฤาไชย)

รัฐมนตรีช่วยว่าการ ฯ รักษาราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

ตารางหมายเลข 2

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	ปริมาณสารเคมี	
		ส่วนในล้านส่วน โดยปริมาตร (p.p.m)	มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร (mg/M <sup>3</sup> )
1.	อัลลิล ไกลซิดิล อีเทอร์ (Allyl glycidyl ether (AGE))	10	45
2.	โบรอน ไตรฟลูออไรด์ (Boron trifluoride)	1	3
3.	บิวทิลอะไมน์ (Butylamine)	5	15
4.	เทอเทียรี-บิวทิล โครเมต (Tert-Butyl chromate (as CrO <sub>3</sub> ))	-	0.1
5.	คลอรีนไตรฟลูออไรด์ (Chlorine trifluoride)	0.1	0.4
6.	คลอโรอะเซตัลดีไฮด์ (Chloroacetaldehyde)	1	3
7.	คลอโรฟอร์ม (ไตรคลอโรมีเทน) (Chloroform (trichloromethane))	50	240
8.	ออโธ-ไดคลอโรเบนซีน (O-Dichlorobenzene)	50	300
9.	ไดคลอโรเอทิล อีเธอร์ (Dichloroethyl ether)	15	90
10.	1, 1-ไดคลอโร-1-ไนโตรอีเทน (1, 1-Dichloro-1-nitroethane)	10	60
11.	ไดไกลซิดิล อีเทอร์ (ดีจีอี) (Diglycidyl ether (DGE))	0.5	2.8
12.	เอทิลเมอร์แคปแทน (Ethyl mercaptan)	10	25
13.	เอทิลลีน ไกลคอลไดไนเตรดและ/หรือ ไนโตรไกลเซอริน (Ethylene glycol dinitrate and/or Nitroglycerin)	0.2	1
14.	ไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen chloride)	5	7

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	ปริมาณสารเคมี	
		ส่วนในล้านส่วน โดยปริมาตร (p.p.m)	มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร (mg/M <sup>3</sup> )
15.	ไอโอดีน (Iodine)	0.1	1
16.	แมงกานีส (Manganese)	-	5
17.	เมทิลโบรไมด์ (Methyl bromide)	20	80
18.	เมทิล เมอร์แคปแทน (Methyl mercaptan)	10	20
19.	แอลฟาเมทิลสไตรีน (oc Methyl styrene)	100	480
20.	เมทิลีน บิสฟีนิล ไอโซไซยาเนต (เอ็มดีไอ) (Methylene bisphenyl isocyanate (MDI))	0.02	0.2
21.	โมนอเมทิล ไฮดราซีน (Monomethyl hydrazine)		
22.	เทอร์เฟนิลส์ (Torphenyls)	1	9
23.	โทลูอีน-2, 4- ไดไอโซไซยาเนต (Toluene-2, 4-Diisocyanate)	0.02	0.14
24.	ไวนิล คลอไรด์ (Vinyl chloride)	1	2.8

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางหมายเลข 4

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	ปริมาณสารเคมี	
		ล้าวนอนุภาคต่อ ปริมาตรของอากาศ 1 ลูกบาศก์ฟุต	มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร (mg/M <sup>3</sup> )
1.	ซิลิกา (Silica) คริสตัลลีน (Crystalline) - ควอทซ์ (Quartz) ฝุ่นขนาดที่สามารถ เข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้ (Respirable dust) - ควอทซ์ (Quartz) ฝุ่นทุกขนาด (Total dust) - คริสโตบาไลท์ (Cristobalite) - ทริดีไมท์ (Tridymite)		
2.	เอมอร์ฟัส รวมทั้งแร่ธรรมชาติ (Amorphous)	20	
3.	ซิลิเกต (ที่มีผสมซิลิกาต่ำกว่า 10%) (Silicates) - แอสเบสตอส (Asbestos) 5 - - ทรีโมไลท์ (Tremolite) 5 - ทอลด์ (Talc) พวกที่เป็นเส้นใย 5 - (Asbestos form) - ทอลด์ (Talc) พวกที่ไม่เป็นเส้นใย 20 - (non-asbestos form) - ไมกา (Mica) 20 - - โซปสโตน (Soapstone) 20 - - ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ (Portland Cement) 50 - - แกรไฟท์ (Graphite) 15 - - ฝุ่นถ่านหิน (Coal dust) ที่มี SiO <sub>2</sub> น้อยกว่า 5% - 2.5 mg/M <sup>3</sup>		



ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	ปริมาณสารเคมี	
		ล้านอนุภาคต่อ ปริมาตรของอากาศ 1 ลูกบาศก์ฟุต	มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร (mg/M <sup>3</sup> )
4.	ฝุ่นที่ก่อให้เกิดความรำคาญ (Inert or Nuisance dust)		
	- ฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมใน ถุงลมของปอดได้ (Respirable dust)	15	5 mg/M <sup>3</sup>
	- ฝุ่นทุกขนาด (Total dust)	50	15 mg/M <sup>3</sup>

\* หมายถึง จำนวนเส้นใย/ในอากาศ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ประกาศ กระทรวงมหาดไทย**  
**เรื่อง โรคซึ่งเกิดขึ้นเกี่ยวเนื่องกับการทํางาน**

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 2(6) แห่งประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 กระทรวงมหาดไทยจึงออกประกาศกำหนดโรคต่อไปนี้เป็นโรคซึ่งเกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือโรคซึ่งเกิดขึ้นจากการทํางานคือ

1. โรคเกิดจากสารหนูหรือสารประกอบเป็นพิษของสารหนู
2. โรคเกิดจากตะกั่วหรือสารประกอบเป็นพิษตะกั่ว
3. โรคเกิดจากแมงกานีส หรือสารประกอบเป็นพิษของแมงกานีส
4. โรคเกิดจากฟอสฟอรัสหรือสารประกอบเป็นพิษของฟอสฟอรัส
5. โรคเกิดจากฮาโลเจนที่เป็นพิษ ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของไฮโดรเจน กลุ่มน้ำมัน
6. โรคเกิดจากเบนซีน (Benzene) หรือสารคล้ายคลึงที่เป็นพิษ
7. โรคเกิดจากอนุพันธ์ไนโตร และอนุพันธ์อิมินซึ่งเป็นพิษของเบนซีน และสารคล้ายคลึง
8. โรคเกิดจากปรอทหรือสารประกอบเป็นพิษของปรอท
9. โรคเกิดจากโครเมียมหรือสารประกอบเป็นพิษของโครเมียม
10. โรคเกิดจากคาร์บอนไดซัลไฟด์
11. โรคแอนแทรกซ์
12. โรคแอสเบลโตซีส
13. โรคนิวโมโคนิโอซิส
14. โรคบิสซิโนซิส
15. โรคเกิดจากแบริลเลียมหรือสารประกอบเป็นพิษของแบริลเลียม
16. โรคเกิดจากกัมมันตรังสี
17. โรคเกิดจากอัลกอฮอล์กลั่นจากไม้
18. โรคเกิดจากคาร์บอนเตตราคลอไรด์ หรือสารประกอบเป็นพิษของคาร์บอน-เตตราคลอไรด์

19. โรคเกิดจากสารเคมีอื่น หรือสารประกอบเป็นพิษของสารเคมีอื่น
20. โรคผิวหนัง เกิดจากการสัมผัสสารเนื่องจากการทํางาน
21. โรคหรือการเจ็บป่วยอันเป็นผลจากความร้อน ความเย็น เสียง แสง ความสั่นสะเทือน ความเปลี่ยนแปลงของความกดดันของอากาศเนื่องจากการทํางาน
22. โรคหรือการเจ็บป่วยอย่างอื่นซึ่ง เป็นผลเนื่องจากการทํางาน

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 16 เมษายน พุทธศักราช 2515

พวง สุวรรณรัฐ  
ปลัดกระทรวงมหาดไทย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อนุสัญญาว่าด้วยผลประโยชน์ที่จะช่วยเหลือผู้ได้รับอันตรายจากการทํางาน

1964

ตาราง 1 บัญชีรายชื่อโรคที่เกิดเนื่องจากการทํางาน

(แก้ไข 1980)

โรคที่เกิดเนื่องจากการทํางาน	การทํางานที่ต้องสัมผัสสิ่งที่เป็นภัย
1. โรคปอดแข็ง ซึ่งเป็นสาเหตุจากฝุ่นแร่ (ซิลิโคซิส, แอนทราโคซิลิโคซิส แอสเบสโตซิส) และซิลิโคท-เบอควิลิซิส กำหนดว่าซิลิโคซิส เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการทพผลภาพหรือตาย	งานทุกชนิดซึ่งก่อให้เกิดการสัมผัสหรือเกี่ยวเนื่องกับภัยอันตราย
2. โรคที่เกิดกับปอดและหลอดลมอันเป็นสาเหตุเนื่องมาจากฝุ่นของโลหะแข็ง	"
3. โรคที่เกิดกับปอดและหลอดลมอันเป็นสาเหตุจาก ฝุ่นฝ้าย (บิสซิโนซิส) หรือปอ บาน หรือเยื่อไม้	"
4. โรคหืดที่เกิดจากการทํางาน สาเหตุจากสารที่ทําให้เกิดการแพ้หรือระคายเคือง ในขบวนการทํางาน	"
5. ภาวะลมปอดอักเสบหรือผลที่เกิดตามมา ซึ่งเกิดจากการแพ้โดยหายใจเอาสารภายนอก เช่น พวกฝุ่นอินทรีย์ ซึ่งกำหนดไว้แล้วในกฎหมาย	"
6. โรคที่เกิดจากเบอร์ลิเลียมหรือสารประกอบเป็นพิษของเบอร์ลิเลียม	"
7. โรคที่เกิดจากแคดเมียมหรือสารประกอบเป็นพิษของแคดเมียม	"
8. โรคที่เกิดจากฟอสฟอรัสหรือสารประกอบเป็นพิษของฟอสฟอรัส	"
9. โรคที่เกิดจากโครเมียมหรือสารประกอบเป็นพิษของโครเมียม	"
10. โรคที่เกิดจากแมงกานีสหรือสารประกอบเป็นพิษของแมงกานีส	"
11. โรคที่เกิดจากสารหนูหรือสารประกอบเป็นพิษของสารหนู	"
12. โรคที่เกิดจากปรอทหรือสารประกอบเป็นพิษของปรอท	"
13. โรคที่เกิดจากตะกั่วหรือสารประกอบเป็นพิษของตะกั่ว	"

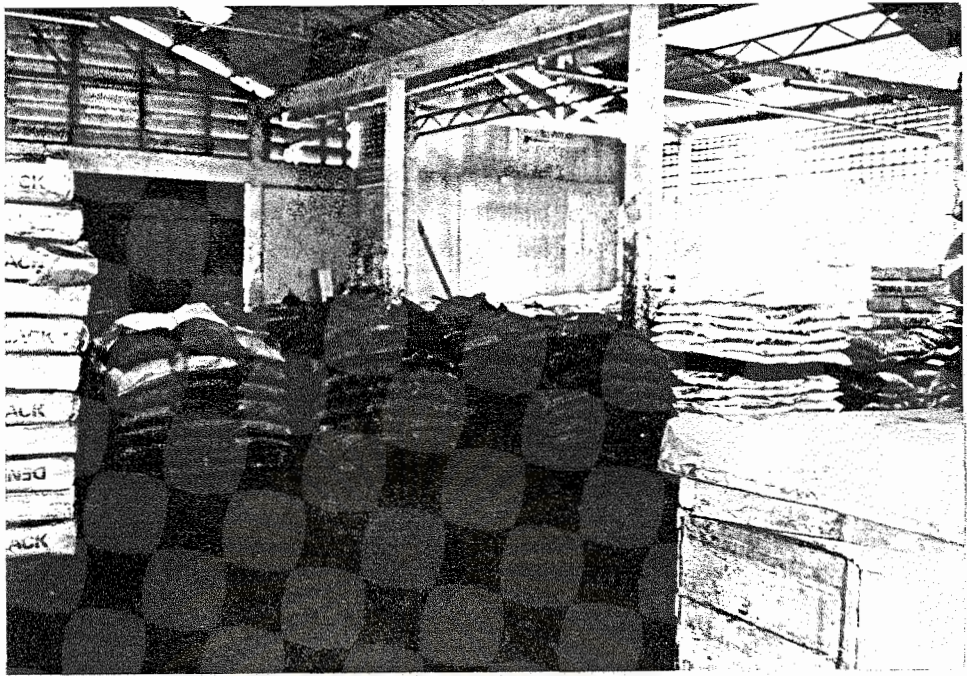
โรคที่เกิดเนื่องจากการทำงาน	การทำงานที่ต้องสัมผัสสิ่งที่เป็นภัย
14. โรคที่เกิดจากฟลูออรีนหรือสารประกอบเป็นพิษ	งานทุกชนิดซึ่งก่อให้เกิดการสัมผัสหรือเกี่ยวเนื่องกับภัยอันตราย
15. โรคที่เกิดจากคาร์บอนไดซัลไฟด์	"
16. โรคที่เกิดจากฮาโลเจนที่เป็นพิษ ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของอลิปาติก หรืออโรเมติก ไฮโดรคาร์บอน	"
17. โรคที่เกิดจากเบนซีนหรือสารคล้ายคลึงที่เป็นพิษ	"
18. โรคที่เกิดจากอนุพันธ์ไนโตรและอนุพันธ์อิมิโน ซึ่งเป็นพิษของ เบนซีนหรือสารคล้ายคลึง	"
19. โรคที่เกิดจากไนโตรกลีเซอรีหรือไนตริกแอซิด เอสเทอร์อื่น ๆ	"
20. โรคที่เกิดจากอัลกอฮอล์ โกลคอล และคีโตน	"
21. โรคที่เกิดจากสารที่ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจน ไซยาไนด์หรืออนุพันธ์ที่เป็นพิษของไฮโดรเจนไซยาไนด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์	"
22. การสูญเสียการได้ยินของหูที่เกิดจากเสียงดัง	"
23. โรคที่เกิดจากการสำลักฝุ่น (ความผิดปกติกับกล้ามเนื้อ เอ็นกระดูก ข้อต่อ ปลายหรือขอบหลอดเลือด ปลายเส้นประสาท	"
24. โรคที่เกิดจากการทำงานในที่ที่มีความกดดัน	"
25. โรคที่เกิดจากสารกัมมันตภาพรังสี	งานทุกชนิดซึ่งก่อให้เกิดการสัมผัสกับสารกัมมันตภาพรังสี

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โรคที่เกิดเนื่องจากการทํางาน	การทํางานที่ต้องสัมผัสสิ่งที่เป็นภัย
26. โรคผิวหนังที่เกิดจากตัวกระทำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งไม่รวมอยู่ในข้อหนึ่งข้อใด	งานทุกชนิดซึ่งก่อให้เกิดการสัมผัสหรือเกี่ยวเนื่องกับภัยอันตราย
27. มะเร็งของเซลล์ผิว ชั้นต้นซึ่งเป็นสาเหตุจากพวกน้ำมันดิน (Tar pitch bitumen) น้ำมันจากแร่ ถ่านหิน หรือส่วนประกอบที่ผลิตหรือของเหลือจากสารเหล่านี้	"
28. มะเร็งปอดหรือมะเร็งเยื่อหุ้มปอดซึ่งเป็นสาเหตุจากแอสเบสตอล	"
29. การติดเชื้อหรือโรคจากพาราไรต์ ซึ่งติดต่อจากการทํางาน	(ก) งานเกี่ยวกับด้านสุขภาพหรือห้องทดลอง (ข) งานสัตวแพทย์ (ค) งานที่ต้องจับต้องสัตว์ ซากสัตว์ ส่วนของซากสัตว์ หรือสินค้า ซึ่งอาจเป็นเบรอะ สกปรกจากสัตว์หรือซากสัตว์ (ง) งานอื่น ๆ ซึ่งอาจจะเป็นพาหะของพิษภัยต่าง ๆ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

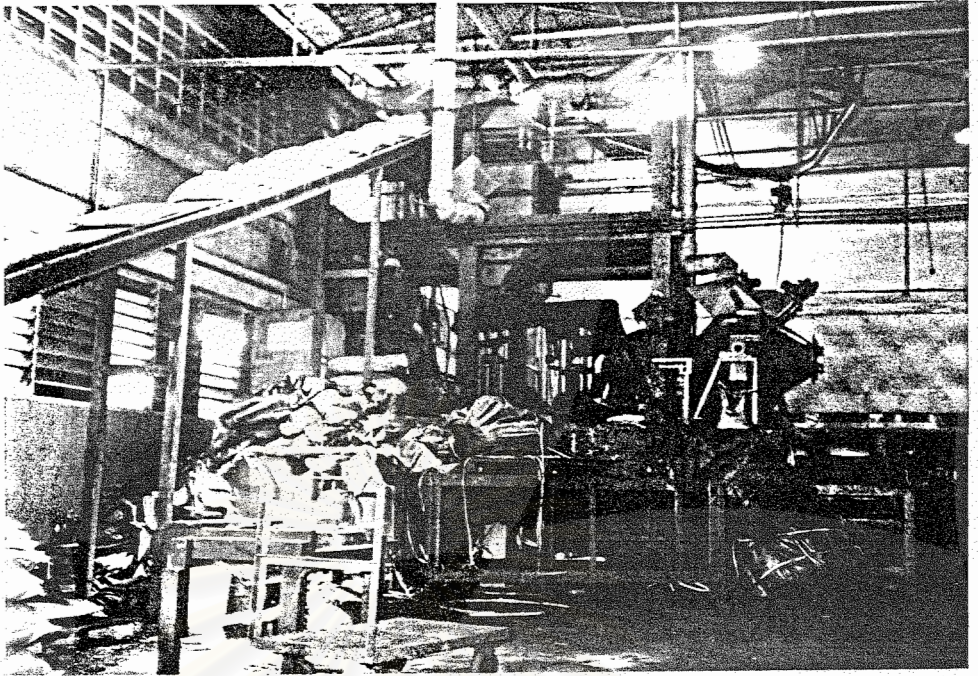




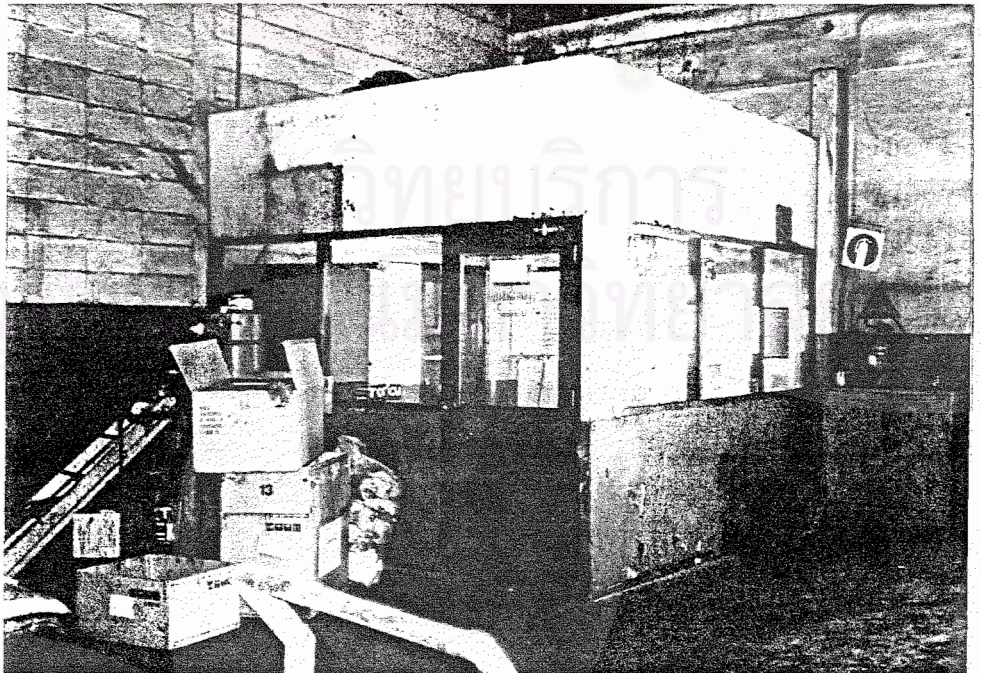
สภาพภายในและภายนอกแผนกคด



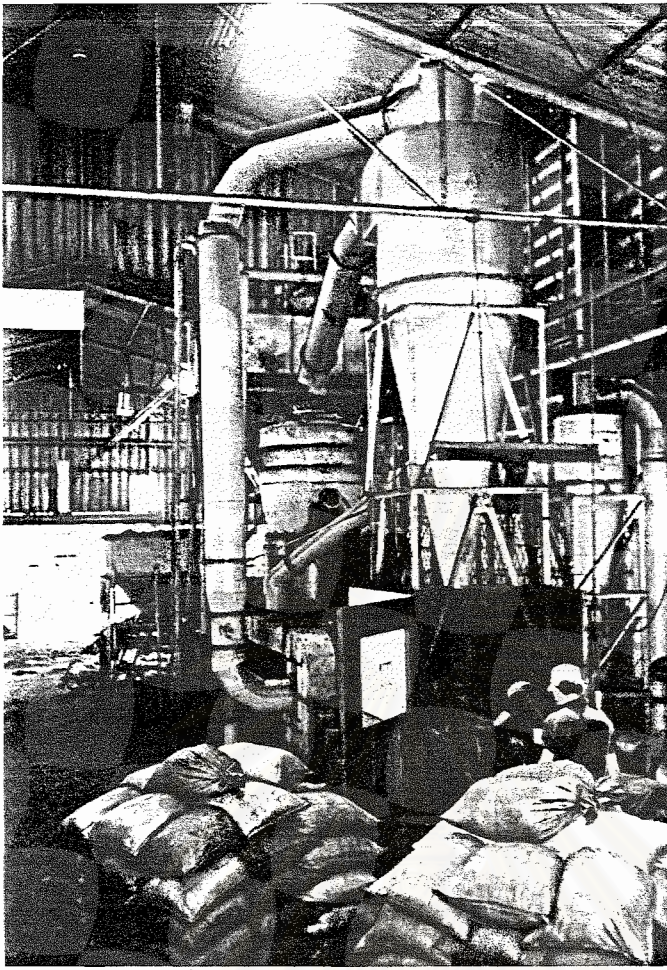




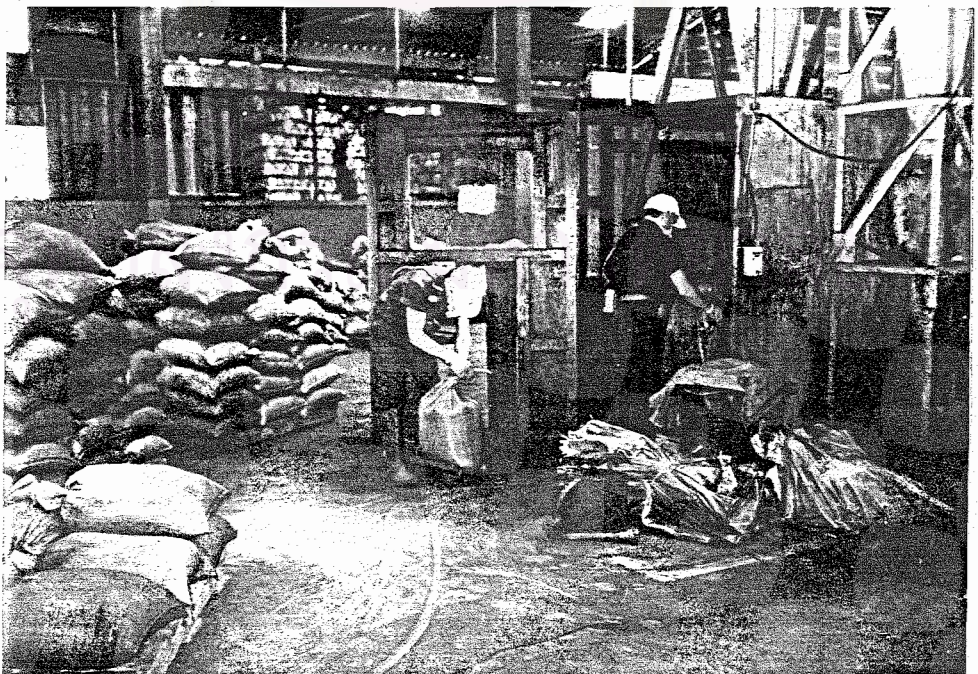
สภาพภายในแผนกผสม



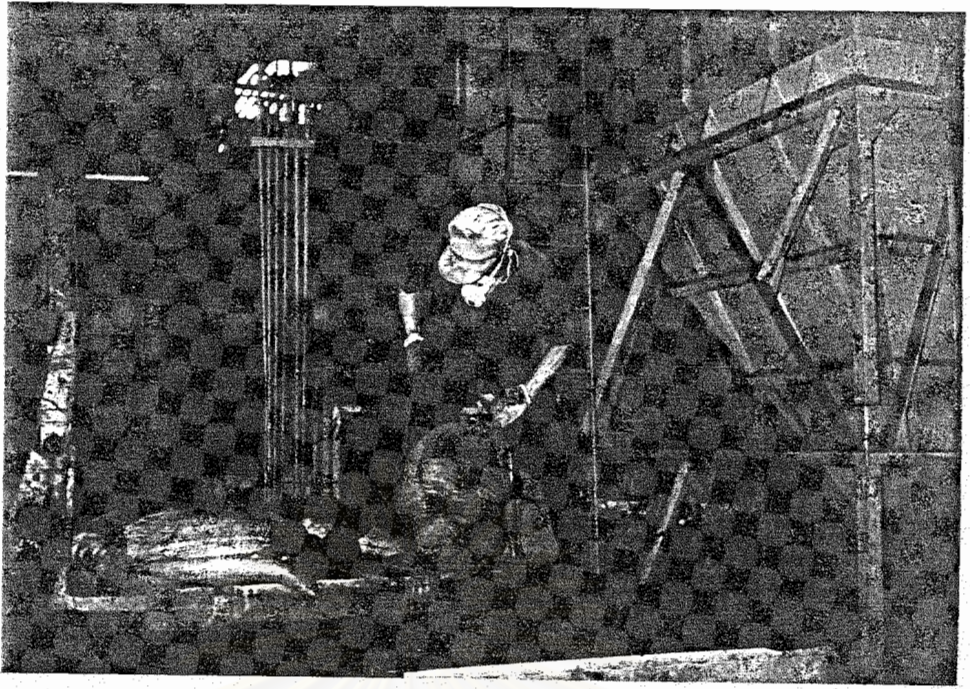




การทํางานในแผนกบด : ขณะรับแร่







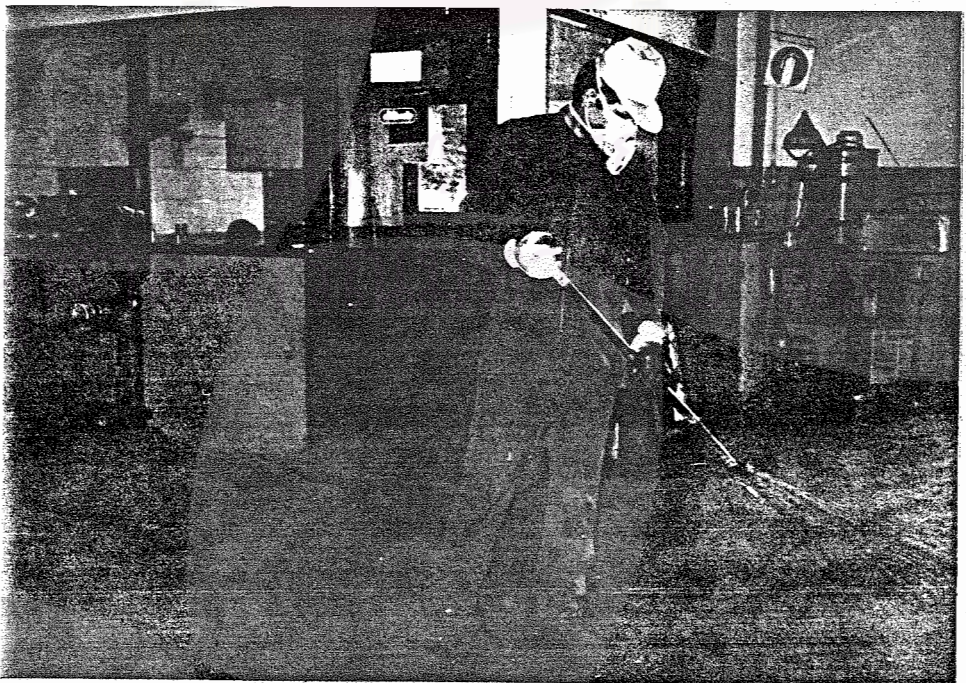
การทํานานแผนกบด : ขณะส่งแร่และโกยแร่







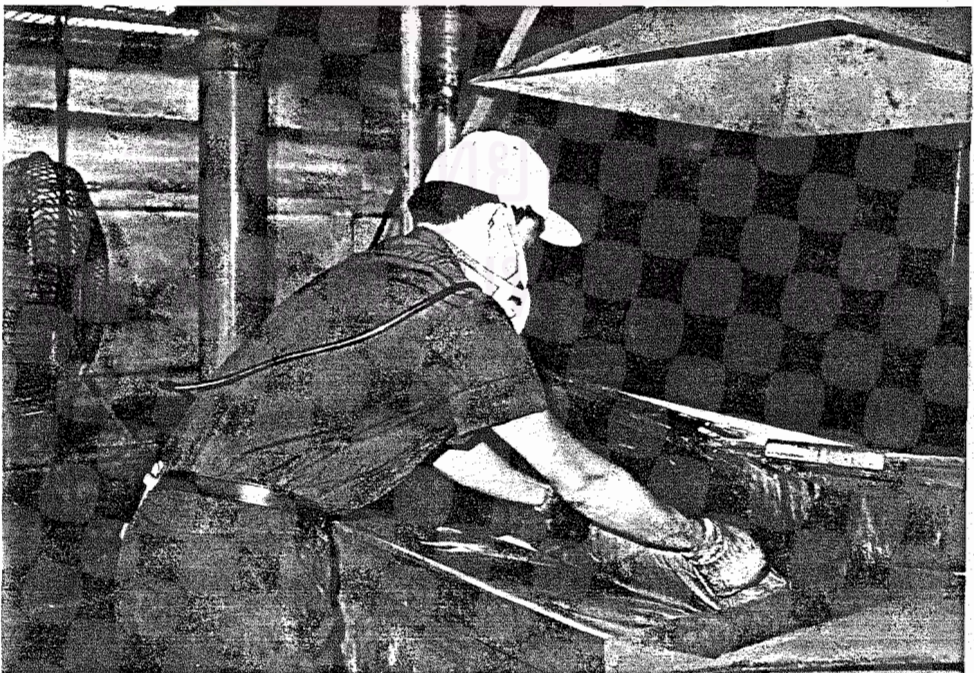
กวาดพื้นในแผนกคอกและผสม







การทํานานแผนกผสม : ชั่งส่งแร่, รับแร่







อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและการติดตั้ง เครื่อง เก็บตัวอย่างอากาศ

