



แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกของโครงการก่อสร้าง  
เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ของบริษัทตัวอย่าง

โดย

นายวัชชัย ธรรมเกษตรรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกของโครงการก่อสร้าง  
เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ของบริษัทตัวอย่าง

โดย

นายวัชชัย ธรรมเกษตรรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**AN APPROACH FOR THE EFFICIENCY IMPROVEMENT OF BORED PILE  
CASTING IN WET PROCESS SYSTEM OF LARGE SIZE CONSTRUCTION PROJECT  
OF SAMPLE FACTORY**

**By**

**Thawatchai Thampetrarak**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree**

**MASTER OF ENGINEERING**

**Department of Industrial Engineering and Management**

**Graduate School**

**SILPAKORN UNIVERSITY**

**2008**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกของโครงการก่อสร้างเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ของบริษัทตัวอย่าง” เสนอโดย นายรัชชัย ธรรมเกษตรรักษ์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

.....  
รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตั้งกูร  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
รองศาสตราจารย์ ดร. อาณัติ วัฒนสังสุทธิ

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร. สิทธิชัย แซ่เหล่ม)  
...../...../.....

..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. เชิดชนินทร์ หมดมลทิน)  
...../...../.....

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. อาณัติ วัฒนสังสุทธิ)  
...../...../.....

48405306 : สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

คำสำคัญ : เสาค้ำเข็มเจาะในระบบเปียก การถอดขอยลจิสติกส์ เทคนิคการจัดการงานวิศวกรรม

รัชชัช ธรรมเกตุราษฎร์ : แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกของโครงการก่อสร้างเสาค้ำเข็มเจาะขนาดใหญ่ของบริษัทตัวอย่าง. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ. ดร.อาณัติ วัฒนสังสุทธิ. 100 หน้า.

งานวิจัยฉบับนี้ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์ทางสถิติซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์การถดถอยลจิสติกส์ เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพหัวคอนกรีตเสาค้ำเข็มเจาะที่อยู่สูงกว่าระดับใช้งาน (Pile Cut - Off) ของโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ จากคุณภาพของข้อมูลที่บันทึกจากกรณีศึกษาโครงการก่อสร้างตัวอย่าง จำนวน 465 ชุด ซึ่งตัวแปรตอบสนองเป็นแบบพหุนาม ผลการทดลองพบว่า ปัจจัยผู้ปฏิบัติงานผสมสารละลาย และผู้ควบคุมงานมีนัยสำคัญต่อคุณภาพของหัวคอนกรีตเสาค้ำเข็มเจาะ ที่ค่า p-value 0.003 และ 0.006 ตามลำดับ และค่าสารูปสนิทธิโดยวิธีการเพียร์สันเท่ากับ 0.98 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้แผนภาพสาเหตุและผลเพื่อนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาคด้วยการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงาน โดยใช้คู่มือปฏิบัติงานผสมสารละลายที่ได้ปรับปรุงใหม่ สุดท้ายทำการประเมินความเสียหายของหัวคอนกรีตเสาค้ำเข็มเจาะที่อยู่สูงกว่าระดับใช้งาน ก่อนและหลังการแก้ไข้ปัญหา ตลอดจนประเมินผลความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงานรวมทั้งตัวแทนของเจ้าของโครงการซึ่งพบว่าทุกฝ่ายมีความพึงพอใจในระดับมาก

---

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ .....

48405306 : MAJOR : ENGINEERING MANAGEMENT

KEY WORD : BORED PILE CASTING IN WET PROCESS SYSTEM, LOGISTIC  
REGRESSION, ENGINEERING MANAGEMENT TECHNIQUE

THAWATCHAI THAMPETRARAK : AN APPROACH FOR THE EFFICIENCY  
IMPROVEMENT OF BORED PILE CASTING IN WET PROCESS SYSTEM OF LARGE SIZE  
CONSTRUCTION PROJECT OF SAMPLE COMPANY. THESIS ADVISORS : ASSOC.PORF.  
ARNAT WATANASUNGSUIT, Ph.D. 100 pp.

This paper used survey methodology and statistical analysis which was the application of Logistic Regression Analysis to determine the factors affecting to the quality of the bored pile above pile cut-off level of large scale construction project. The quality of 465 sets of data collected form sample construction project of which the response variables were dichotomous. Results showed that the factors of worker preparing slurry solution and supervisor had the significance to the quality of bored pile at p-value 0.003 and 0.006 respectively and at goodness-of-fits test by Pearson's method of 0.98. Then, the obtained data was analyzed by using cause and effect diagram in order to propose the problem solving approach of the training program for operators and supervisors with improved working manual for slurry solution preparation. Finally ,the loss of the bored pile above pile cut-off level before and after problem solving,and the satisfaction level of operators and supervisors including project owner representatives were evaluated. All of the parties were satisfied at high level.

---

Department of Industrial Engineering and Management Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2007

Student's signature THAWATCHAI T.

Thesis Advisor's signature .....

*Arnat Watanasungsuit*

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณบริษัท ไพลอนจำกัด(มหาชน) ซึ่งได้มอบโอกาส และทุนการศึกษา ให้ผู้วิจัยได้เข้ามาศึกษาต่อในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ในสาขาการจัดการงานวิศวกรรม จนประสบความสำเร็จ และด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงของท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ วัฒนสังสุทธิ์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำในทุกๆ ด้าน รวมทั้งให้คำแนะนำทางด้านวิชาการ และแนวทางในการศึกษาค้นคว้า ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างละเอียดจนงานวิจัยนี้สำเร็จ ลุล่วงผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูง รวมทั้งขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ ดร. สิทธิชัย แซ่เหล่ม และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชิดชนินทร์ หมคมลทิน ที่สละเวลาอันมีค่ามาร่วมเป็นคณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า อีกทั้งยังให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์กับผู้วิจัยอย่างมาก อีกทั้งขอขอบคุณ อาจารย์ปิ่นฉัตร เจียรธรวานิชในการแนะนำและคำปรึกษาแหล่งความรู้ทางสถิติ ที่ใช้ในการวิจัย และคุณนิคม สุพรรณดี ในการช่วยจัดรวบรวมข้อมูลที่นำมาใช้ในงานวิจัยของข้าพเจ้า อีกทั้งตัวแทนของผู้อุปถัมภ์และพนักงานผู้ได้บังคับบัญชาของผู้วิจัยในการตอบแบบสอบถาม และ คุณสุภาณี ประสิทธิ์กุลวัฒน์ ที่สละเวลาในการจัดรูปเล่มของวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า รวมทั้ง คุณจินตนา ประสิทธิ์กุลวัฒน์ ภรรยาของผู้วิจัยที่สละเวลาและคอยดูแลเอาใจใส่เป็นกำลังใจให้ผู้วิจัย ดำเนินการวิจัยจนสำเร็จ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่	
1    บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
กรอบแนวคิด.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย .....	7
นิยามศัพท์.....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
2    ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
แนวคิด.....	9
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	9
กระบวนการผลิตเสาเข็มเจาะ .....	9
เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะในระบบเปียก.....	9
การก่อสร้างเสาเข็มเจาะในระบบเปียก.....	10
คุณสมบัติของสารละลาย .....	16
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการงานวิศวกรรม.....	17
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคุณภาพ .....	18
ทฤษฎีที่เกี่ยวกับเครื่องมือในการแก้ปัญหา.....	18
การถอดรอยลจิสติกส์ .....	19
การทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วนของประชากรสองกลุ่ม .....	21
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม .....	22
ความสามารถในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ .....	24

บทที่	หน้า
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	26
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	29
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	29
กลุ่มตัวอย่าง .....	29
ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย .....	29
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	30
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	31
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
ขั้นตอนในการวิจัย .....	32
4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล .....	33
ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีคุณภาพของเสาเข็มเจาะในระบบเปียก .....	33
การวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีนัยสำคัญ.....	34
แผนการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงาน .....	37
เปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิภาพ .....	38
ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแนวทางการปรับปรุงคุณภาพ ของงานหล่อเสาเข็มเจาะของผู้ปฏิบัติงาน ผู้ควบคุมงาน และตัวแทนเจ้าของโครงการ .....	40
การทดสอบสมมติฐานของงานวิจัย.....	41
5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ .....	43
สรุปผลงานวิจัย.....	43
อุปสรรคที่พบในงานวิจัย .....	43
ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป.....	44
บรรณานุกรม .....	45
ภาคผนวก .....	47
ภาคผนวก ก ชุดข้อมูลคุณภาพของเสาเข็มเจาะในระบบเปียกก่อนการปรับปรุง...	48
ภาคผนวก ข แบบสอบถามความพึงพอใจ.....	74
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์การถดถอยลดจิสติกส์ .....	79
ภาคผนวก ง แนวทางแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพของเสาเข็มเจาะในระบบเปียก	81
ภาคผนวก จ ชุดข้อมูลคุณภาพของเสาเข็มเจาะในระบบเปียกหลังการปรับปรุง...	83

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ฉ การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ.....	92
ภาคผนวก ช ค่าซิกแนลทูนอยส์เรโซของคุณสมบัติของสารละลายที่ใช้ใน เสาเข็มเจาะในระบบเปียก.....	96
ประวัติผู้วิจัย .....	100

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ข้อกำหนดค่าการทดสอบสารละลายเบนโทไนท์ที่ ใช้ในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะในระบบเปียก .....	16
2	ข้อกำหนดค่าการทดสอบสารละลายโพลีเมอร์ที่ ใช้ในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะในระบบเปียก .....	17
3	ผลการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกส์ .....	34
4	ประเด็นปัญหาของการปฏิบัติงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียก .....	35
5	แนวทางแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพของเสาเข็มเจาะในระบบเปียก .....	37
6	แผนการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงาน .....	39
7	ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงานต่อการฝึกอบรม...	40
8	ผลการประเมินความพึงพอใจของตัวแทนของเจ้าของโครงการ ต่อความสำเร็จของโครงการ .....	41

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความบกพร่องของหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่ระดับใช้งาน (PILE CUT - OFF).....	2
2	การตัดหัวคอนกรีตส่วนที่อยู่สูงกว่าระดับใช้งาน.....	2
3	หัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่บกพร่องที่ระดับใช้งาน .....	3
4	หัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่บกพร่องที่ระดับใช้งาน .....	3
5	การซ่อมแซมหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่บกพร่องที่ต่ำกว่าระดับใช้งาน .....	4
6	การซ่อมแซมหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่บกพร่องที่อยู่ต่ำกว่าระดับใช้งานมาก ๆ ซึ่งต้องใช้เครื่องจักรพิเศษ .....	4
7	การก่อสร้างฐานรากบนหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่ระดับใช้งาน .....	5
8	การก่อสร้างฐานรากของอาคารบนหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่ระดับใช้งาน .....	5
9	กรอบแนวความคิดของงานวิจัย .....	6
10	การกดปลูกเหล็ก (CASING) ลงในตำแหน่งตามแบบก่อสร้างเสาเข็มเจาะ ที่ขุดสำรวจวางตำแหน่งไว้โดยการกดปลูกเหล็กจะต้องควบคุมได้ดัง โดยใช้ลูกดิ่งถึง 2 ตำแหน่งตั้งจากกันโดยให้เอียงได้ไม่เกิน 1:100 และต้อง ควบคุมให้ตรงตำแหน่งโดยยอมให้ผิดพลาดได้เกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนด .....	12
11	การขุดเจาะดินในช่วงประมาณ 18 เมตรแรกที่อยู่ในปลูกเหล็กซึ่งเป็น ดินเหนียวอ่อนจะใช้หัวเจาะดินแบบสว่าน (AUGER) การขุดเจาะดินขึ้นมา ...	12
12	การขุดเจาะดินลึกเกินกว่าปลูกเหล็กจะต้องเติมสารละลายเพื่อรักษา เสถียรภาพไม่ให้ผนังของหลุมเจาะพังทลาย .....	13
13	การควบคุมและตรวจสอบคุณสมบัติของสารละลายเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด..	13
14	การขุดเจาะดินด้วยหัวเจาะแบบถัง (BUCKET) ลงไปจนถึงระดับปลายเสาเข็ม ที่กำหนด .....	14
15	การลงเหล็กเสริมของเสาเข็มเจาะลงในหลุมเจาะ.....	14
16	การติดตั้งท่อสำหรับเทคอนกรีต (TREMIE PIPE) ลงไปจนถึงก้น ของหลุมเสาเข็มเจาะ .....	15
17	การเทคอนกรีตผ่านท่อ TREMIE PIPE ลงไปจนถึงก้นหลุมแล้วดันตะกอน และสารละลายขึ้นมาเรื่อยๆ โดยปลายท่อ TREMIE PIPE จะต้องจมอยู่ใน คอนกรีตไม่น้อยกว่า 3 เมตรตลอดเวลา .....	15

ภาพที่		หน้า
18	การถอนปลอกเหล็ก (CASING) ขึ้น โดยก่อนถอนจะต้องมั่นใจว่าคอนกรีต ที่ระดับใช้งานต้องไม่มีตะกอนเจือปนอยู่ในเนื้อคอนกรีต .....	16
19	โครงสร้างของแผนภาพก้างปลาแบบกำหนดรายการสาเหตุ .....	19
20	ขั้นตอนในการวิจัย .....	32
21	แผนผังสาเหตุและผลของงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียก .....	35

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันมีการก่อสร้างอาคารสูง อาคารสาธารณะขนาดใหญ่ และโครงการขนส่งมวลชนขนาดใหญ่จำนวนมาก ซึ่งต้องใช้เสาเข็มเจาะที่มีความลึก และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 60 เซนติเมตรขึ้นไปเป็นตัวรับน้ำหนักของอาคารดังกล่าว การก่อสร้างเสาเข็มเจาะในระบบเปียก (WET PROCESS) ต้องใช้สารละลายในการป้องกันผนังหลุมเจาะทั้งปัญหาที่พบหลังจากการทำการก่อสร้างเสาเข็มเจาะแล้วเสร็จเมื่อเปิดหน้าดินทำการก่อสร้างฐานรากจะต้องตัดเนื้อคอนกรีตส่วนที่อยู่สูงกว่าระดับใช้งาน (PILE CUT – OFF) ผลการปฏิบัติงานที่ผ่านมาพบว่าหากคุณภาพของน้ำยารักษาเสถียรภาพของหลุมเสาเข็มเจาะไม่เป็นไปตามข้อกำหนดจะพบหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่ระดับใช้งาน (PILE CUT - OFF) ไม่สมบูรณ์ต้องทำการสกัดเนื้อคอนกรีตของเสาเข็มเจาะจนถึงบริเวณเนื้อคอนกรีตที่ใช้งานได้ ในบางกรณีหากเนื้อคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่เสียหายมีความลึกมากๆ ตั้งแต่ 2 เมตร และอยู่ใกล้เคียงกับเสาเข็มเจาะต้นอื่นหรือสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงจึงต้องทำการติดตั้งระบบป้องกันดินพังและใช้เครื่องจักรพิเศษซึ่งทำให้งานล่าช้ามาก และยังมีค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ สุดท้ายจากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดความเสียหายกับบริษัทเพราะไม่สามารถส่งมอบงานได้ตามกำหนด ผู้วิจัยปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งผู้จัดการ โครงการและรับผิดชอบงานฐานรากโดยตรง จึงเป็นมูลเหตุจูงใจในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียก โดยใช้แนวคิดและทฤษฎีการจัดการงานวิศวกรรม มาเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว



ภาพที่ 1 ความบกพร่องของหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่ระดับใช้งาน (PILE CUT - OFF)



ภาพที่ 2 การตัดหัวคอนกรีตส่วนที่อยู่สูงกว่าระดับใช้งาน



ภาพที่ 3 หัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่บกร่องที่ระดับใช้งาน



ภาพที่ 4 หัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่บกร่องที่ระดับใช้งาน



ภาพที่ 5 การซ่อมแซมหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่บกร่องที่ต่ำกว่าระดับใช้งาน



ภาพที่ 6 การซ่อมแซมหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่บกร่องที่อยู่ต่ำกว่าระดับใช้งานมาก ๆ ซึ่งต้องใช้เครื่องจักรพิเศษ



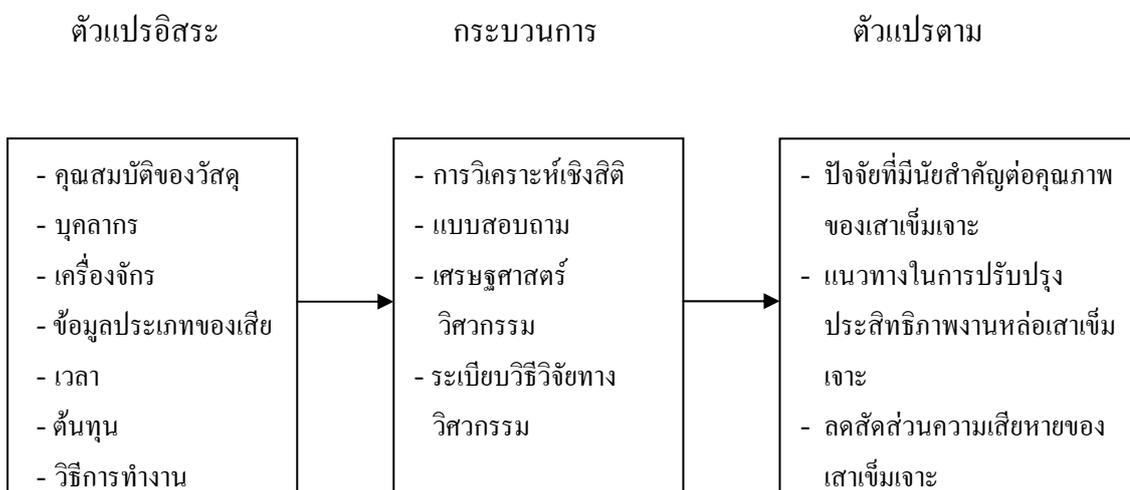
ภาพที่ 7 การก่อสร้างฐานรากบนหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่ระดับใช้งาน



ภาพที่ 8 การก่อสร้างฐานรากของอาคารบนหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่ระดับใช้งาน

## 1.2 กรอบแนวความคิด

ในงานวิจัยนี้เป็นการหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ งานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกของโครงการก่อสร้างเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ของบริษัทตัวอย่าง เพื่อศึกษาตัวแปรอิสระ ได้แก่คุณสมบัติของวัสดุ บุคลากร เครื่องจักร ข้อมูลประเภทของเสีย เวลา ต้นทุน และวิธีการทำงาน โดยใช้แนวคิดและทฤษฎีการจัดการงานวิศวกรรม ได้แก่ การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม แบบสอบถาม เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรม เพื่อศึกษาและออกแบบงานวิจัยโดยมีเป้าหมายให้สามารถลดความบกพร่องของหัวเสาเข็มเจาะลงร้อยละ 10 เพิ่มความพึงพอใจของลูกค้าได้อย่างน้อยร้อยละ 80 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมของหัวเสาเข็มเจาะลดลง และเวลาในการก่อสร้างลดลง โดยกรอบแนวความคิดนี้สามารถอธิบายได้โดย ภาพที่ 9



ภาพที่ 9 กรอบแนวความคิดของงานวิจัย

## 1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ งานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียก โดยใช้แนวคิดและทฤษฎีการจัดการงานวิศวกรรม

#### 1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1. แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกที่ได้จากงานวิจัยสามารถลดความบกพร่องของหัวเสาเข็มเจาะลง ร้อยละ 10
2. แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกสามารถเพิ่มความพึงพอใจให้กับเจ้าของโครงการได้อย่างน้อย ร้อยละ 80

#### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจและประยุกต์ ซึ่งใช้แนวคิดและทฤษฎีการจัดการงานวิศวกรรมเพื่อลดปริมาณหัวคอนกรีตเสียของเสาเข็มเจาะ และเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้าโดยใช้กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างของบริษัทตัวอย่าง โดยมีช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2549 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551

#### 1.6 นิยามศัพท์

เสาเข็มเจาะ (BORED PILE) คือ การใช้เครื่องจักรเจาะดินขึ้นมาและทำการลงเหล็กเสริมและเทคอนกรีตหล่อเสาเข็มในพื้นที่หน่วยงานก่อสร้างที่ใช้งานเสาเข็มนั้น โดยมีระบบการเจาะแยกได้ 2 แบบ คือ 1) เสาเข็มเจาะระบบแห้ง (DRY PROCESS) เป็นเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 0.35-0.60 เมตร และความลึกไม่เกินชั้นทรายชั้นที่ 1 โดยประมาณ 18-21 เมตร และ 2) เสาเข็มเจาะระบบเปียก (WET PROCESS) เป็นเสาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่และความลึกมากโดยในประเทศไทยปัจจุบันเสาเข็มมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.60 -2.00 เมตร ความลึกประมาณ 60 เมตร ใช้สำหรับนำหน้าอาคารสูงขนาดใหญ่

ปลอกเหล็กป้องกันดินพัง (CASING) คือ ท่อเหล็กขนาดเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มเจาะที่จะทำการก่อสร้างโดยมีความยาวที่ควรใช้ตั้งแต่ 14 เมตร ถึง 19 เมตร ขึ้นอยู่กับสภาพของชั้นดินว่ามีเสถียรภาพดีเพียงใด โดยในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ ต้องทำการสำรวจตำแหน่งเสาเข็มเจาะตามแบบก่อสร้างที่ทางผู้ออกแบบอนุมัติมาแล้ว โดยเมื่อได้ตำแหน่งที่วางหมุดจากช่างสำรวจแล้วจะต้องทำการติดตั้ง CASING ลงไปในดินเพื่อใช้สำหรับเริ่มงานขุดเจาะเสาเข็มต่อไป

สารละลายหรือน้ำยาเติมหลุมเจาะ (SLURRY) คือ สารละลายซึ่งผสมระหว่างสารเบนโทไนท์ (BENTONITES) สารโพลีเมอร์ (POLYMER) และน้ำผสมให้เข้ากัน เพื่อใช้รักษาเสถียรภาพผนังหลุมเจาะ ซึ่งก่อนการใช้งานสารละลายต้องได้คุณสมบัติตามค่าที่กำหนดซึ่งสามารถทดสอบได้จากเครื่องมือวัดเฉพาะ

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) คือ ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของสารละลายซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษวัดค่า pH (PAPER STRIPS) หรือ pH INDICATOR จุ่มลงไป ในสารละลายเพื่อวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ว่าได้ตามค่าที่ยอมรับหรือไม่ โดยวัดค่าเป็นตัวเลขไม่มีหน่วย

ความหนาแน่น (DENSITY) คือ ค่าความหนาแน่นของสารละลาย ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยเครื่องมือวัด MUD DENSITY BALANCE โดยนำสารละลายใส่ในเครื่อง MUD DENSITY BALANCE แล้วทำการอ่านค่าความหนาแน่นเปรียบเทียบกับข้อกำหนดว่าอยู่ในค่าที่ยอมรับหรือไม่ โดยค่าความหนาแน่นมีหน่วยเป็น g/ml

ความหนืด (VISCOSITY) คือ ความหนืดของสารละลายซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยเครื่องมือวัด MARSH CONE ว่าอยู่ในค่าที่ยอมรับได้

ระดับตัดหัวเสาเข็มเจาะ (PILE CUT - OFF) คือ ระดับที่ต้องตัดคอนกรีตส่วนที่ไม่ได้ใช้งานซึ่งอยู่เหนือระดับก่อสร้างรากทิ้งไป เพื่อก่อสร้างงานฐานรากของอาคารต่อไป

ความเป็นได้ทางเทคนิค คือ ความเป็นไปได้ในการนำเทคนิคใหม่มาประเมินโดยการประเมินเชิงปริมาณถึงความพึงพอใจที่ได้ปรับปรุงขึ้นมาใหม่

ไวโบรแฮมเมอร์ (VIRBO HAMMER) คือ เครื่องมือที่สร้างแรงสั่นสะเทือนเพื่อทำลายแรงเสียดทานระหว่างดินกับปลอกเหล็กป้องกันดินพัง

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางที่เหมาะสมและมาตรฐานในการปฏิบัติการใหม่สำหรับกระบวนการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ
2. ลดต้นทุนจากการซ่อมแซมหัวเสาเข็มเจาะ
3. เพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน และเจ้าของโครงการ

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แนวความคิด

งานวิจัยนี้จะดำเนินการวิจัยตามกรอบแนวความคิดซึ่งแสดงในภาพที่ 9

#### 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.2.1 กระบวนการผลิตเสาเข็มเจาะ

ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบเสาเข็มเจาะ (ชนันต์ แดงประไพ และเกรียงศักดิ์ จารุพรพานิช 2537) เนื่องจากปัจจุบันมีการก่อสร้างอาคารสูงจำนวนมากขึ้น เพื่อให้คุ้มค่ากับการลงทุน เนื่องจากที่ดินมีราคาแพง ความจำเป็นในการเลือกใช้เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่แทนเสาเข็มตอกจึงมีมากขึ้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นต่ออาคารข้างเคียง การควบคุมงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ซึ่งออกแบบให้รับน้ำหนักที่มีค่าสูงมาก ตั้งแต่ 300 – 1,000 ตันต่อต้น จึงมีความสำคัญที่จะต้องควบคุมงานตลอดจนการจัดการ ในเรื่องเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ จะต้องดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบเปียก (เอกสารขออนุมัติการก่อสร้างเสาเข็มเจาะของบริษัทตัวอย่าง 2549) วิธีการทำงานมาตรฐาน คือ วิธีการก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบเปียก (Wet Process) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 60 เซนติเมตรขึ้นไป โดยใช้สารเบนโทไนท์ หรือโพลีเมอร์ ในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบเปียก (บริษัทตัวอย่าง 2549: 1-15, อ้างจากเอกสารขออนุมัติการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ)

##### 2.2.2 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะในระบบเปียก

1. เครื่องเจาะแบบไฮดรอลิก (Hydraulic Drilling Machine) หรือเครื่องเจาะแบบ Mechanic (Mechanical Drilling) พร้อมหัวเจาะแบบสว่าน (Auger) และหัวเจาะเก็บดิน (Bucket)
2. รถครนดินตะขาบ สำหรับใช้ยกและติดตั้งเหล็กเสริมที่ขึ้นรูปแล้ว
3. ท่อทริมมี (Tremie Pipes) และปลอกเหล็กป้องกันดินพัง (Casting)

4. ไวโบรแฮมเมอร์ระบบไฮดรอลิก
5. รถขุดระบบไฮดรอลิก (Hydraulic Excavator)
6. ถังผสมเบนโทไนท์และโพลีเมอร์
7. เครื่องแยกตะกอนทรายจากสารละลายเบนโทไนท์ (Desander ไม่ต้องใช้ในกรณีใช้สารละลายโพลีเมอร์)
8. ถังเก็บสารละลายเบนโทไนท์ หรือโพลีเมอร์ และปั๊ม
9. อุปกรณ์ Airlifting (ในกรณีที่มีตะกอนก้นหลุมเกินข้อกำหนด)
10. ท่อทริมมี, ปลอกเหล็ก และเครื่องเชื่อม
11. ผู้สำนักงาน และผู้เก็บอุปกรณ์
12. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

### 2.2.3 การก่อสร้างเสาเข็มเจาะในระบบเปียก

ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดสากลในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะแบบเปียก

#### 2.2.3.1 ขั้นตอนการทำงาน

1. ช่างสำรวจวางหมุดตำแหน่งเข็มก่อนที่จะกดปลอกเหล็กลงดิน โดยใช้จุดตัดอ้างอิง 2 จุด
2. กดปลอกเหล็กลงดินให้อยู่ในตำแหน่งโดยใช้ไวโบรแฮมเมอร์ ซึ่งปลอกเหล็กที่ใช้ควรมีความยาวตั้งแต่ 14 ถึง 19 เมตรขึ้นอยู่กับความลึกของชั้นดินอ่อน
3. ตรวจสอบแนวตั้งตลอดการกดปลอกเหล็ก โดยการเล็งแนวจากลูกดิ่ง 2 ตำแหน่งที่ตั้งฉากกัน
4. เจาะดินออกผ่านชั้นดินเหนียวอ่อนโดยใช้หัวเจาะแบบสว่าน
5. เมื่อได้ระดับที่เหมาะสม เติมสารละลายเบนโทไนท์หรือโพลีเมอร์เพื่อป้องกันหลุมเจาะพัง โดยระหว่างการเจาะจะต้องรักษาระดับสารละลายโพลีเมอร์/เบนโทไนท์ให้อยู่ต่ำกว่าระดับปากปลอกเหล็กไม่เกิน 1-2 เมตร
6. เปลี่ยนหัวเจาะเป็นแบบหัวเจาะเก็บดิน (Bucket) แล้วทำการเจาะลงไปจนถึงระดับที่ต้องการ โดยต้องรักษาระดับของสารละลายเบนโทไนท์ หรือโพลีเมอร์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
7. หลังจากเจาะจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว ทิ้งหลุมเจาะไว้ประมาณ 1 ถึง 2 ชั่วโมงโดยตรวจสอบระดับของตะกอนตลอดเวลา หากพบว่ามีตะกอนใช้ถังเก็บตะกอนทำความสะอาดก้นหลุมเจาะ

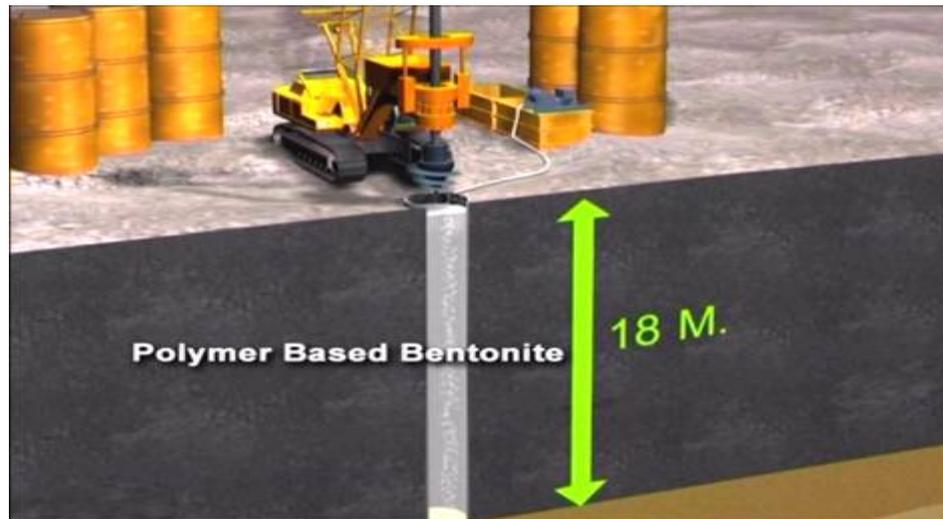
8. นำเหล็กเสริมที่ขึ้นรูปพร้อมแล้วมาติดตั้งลงในหลุมที่เจาะไว้
9. ที่รอยต่อระหว่างเหล็กเสริมท่อนบนและท่อนล่างควรมีการยึดไว้ด้วยกันโดยการเชื่อมหรือใช้ซอชยึด (Clamp) ในกรณีที่ต้องมีการติดตั้งท่อ Sonic Tube ให้ทำการติดตั้งตามลำดับพร้อมกับการติดตั้งเหล็กเสริมแต่ละส่วน
10. หลังจากลงเหล็กเสริมเสร็จ ทำการตรวจสอบความสะอาดของกันหลุมอีกครั้งหนึ่ง หากมีตะกอนเหลืออยู่เกินกว่า 30 cm. ให้ทำความสะอาดกันหลุมโดยการหมุนเวียนสารละลายผ่านท่อ Tremie หรือใช้ Airlift
11. ทำการตรวจสอบสารละลายที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ ให้มีคุณสมบัติตามที่มาตรฐานกำหนดไว้หรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำโดยการปั๊มสารละลายกลับขึ้นมาถึงเก็บ โดยผ่านเครื่องแยกตะกอนทราย (Desander) แล้วผสมสารละลายใหม่ลงไปเพื่อให้สารละลายมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ สำหรับในกรณีที่ใช้สารละลายโพลีเมอร์ ไม่ต้องใช้เครื่องแยกตะกอนทราย (Desander)
12. ติดตั้งท่อทริมมี่ (Tremie Pipe) ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในประมาณ 270 มม. และมีการเชื่อมต่อระหว่างท่อ โดยใช้ระบบเกลียว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนระหว่างคอนกรีตกับสารละลาย โดยรักษาระดับปลายท่อทริมมี่ให้อยู่เหนือกันหลุมไม่เกิน 500 มม
13. ก่อนเทคอนกรีตให้ใส่ Plug ซึ่งอาจจะเป็นเม็ดโฟมหรือวัสดุอื่นๆ เพื่อช่วยแยกให้คอนกรีตลอยตัวอยู่เหนือสารละลาย แล้วจึงเทคอนกรีตลงในหลุมจะผ่านท่อทริมมี่ ในระหว่างนี้คอนกรีตจะเคลื่อนตัวลงสู่กันหลุมและใส่สารละลายออกทางปลายท่อทริมมี่ด้วยความเร็วสูง เป็นผลให้ตะกอนกันหลุมบางส่วนที่หลงเหลืออยู่ถูกดันขึ้นมาโดยเนื้อคอนกรีต
14. เทคอนกรีตโดยมีการตรวจสอบระดับและปริมาณอย่างต่อเนื่อง
15. เมื่อเทคอนกรีตได้ระดับหนึ่ง ท่อทริมมี่จะถูกถอดให้สั้นลงโดยรักษาระดับปลายท่อให้อยู่ภายในเนื้อคอนกรีตที่ดีไม่น้อยกว่า 3 เมตร ตลอดเวลา
16. สารละลายที่ล้นขึ้นมา จะถูกนำไปปรับสภาพให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่กำหนดและนำไปเก็บในถังเก็บเพื่อรอการนำกลับมาใช้อีกครั้ง
17. การเทคอนกรีตในชั้นตอนสุดท้าย จะต้องเทคอนกรีตให้อยู่สูงกว่า ระดับตัดหัวเข็มประมาณ 1 ถึง 2 เมตรเพื่อรับประกันว่าจะไม่มีคอนกรีตที่ปนเปื้อนสารละลายหรือตะกอนหลงเหลืออยู่ต่ำกว่าระดับตัดหัวเข็ม



ภาพที่ 10 การกดบล็อกเหล็ก (CASING) ลงในตำแหน่งตามแบบก่อสร้างเสาเข็มเจาะที่ชุดสำรวจวางตำแหน่งไว้ โดยการกดบล็อกเหล็กจะต้องควบคุมได้ตั้ง โดยใช้ลูกดิ่งตั้ง 2 ตำแหน่งตั้งฉากกัน โดยให้เอียงได้ไม่เกิน 1:100 และต้องควบคุมให้ตรงตำแหน่งโดยยอมให้ผิดพลาดได้เกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนด



ภาพที่ 11 การขุดเจาะดินในช่วงประมาณ 18 เมตรแรกที่อยู่ในบล็อกเหล็กซึ่งเป็นดินเหนียวอ่อน จะใช้หัวเจาะดินแบบสว่าน (AUGER) การขุดเจาะดินขึ้นมา



ภาพที่ 12 การขุดเจาะดินลึกเกินกว่าปลอกเหล็กจะต้องเติมสารละลายเพื่อรักษาเสถียรภาพไม่ให้ผนังของหลุมเจาะพังทลาย



ภาพที่ 13 การควบคุมและตรวจสอบคุณสมบัติของสารละลายเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด



ภาพที่ 14 การขุดเจาะดินด้วยหัวเจาะแบบถัง (BUCKET) ลงไปจนถึงระดับปลายเสาเข็มที่กำหนด



ภาพที่ 15 การลงเหล็กเสริมของเสาเข็มเจาะลงในหลุมเจาะ



ภาพที่ 16 การติดตั้งท่อสำหรับเทคอนกรีต (TREMIE PIPE) ลงไปจนถึงก้นของหลุมเสาเข็มเจาะ



ภาพที่ 17 การเทคอนกรีตผ่านท่อ TREMIE PIPE ลงไปจนถึงก้นหลุมแล้วดันตะกอนและสารละลายขึ้นมาเรื่อยๆโดยปลายท่อ TREMIE PIPE จะต้องจมอยู่ในคอนกรีตไม่น้อยกว่า 3 เมตรตลอดเวลา



ภาพที่ 18 การถอนปลอกเหล็ก (CASING) ขึ้นโดยก่อนถอนจะต้องมั่นใจว่าคอนกรีตที่ระดับใช้งานต้องไม่มีตะกอนเจือปนอยู่ในเนื้อคอนกรีต

## 2.2.4 คุณสมบัติของสารละลาย

### 2.2.4.1 สารละลายเบนโทไนท์

สารละลายเบนโทไนท์ ต้องได้รับการควบคุมให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐานอย่างต่อเนื่อง โดยการทดสอบตามตารางข้างล่างนี้เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ของสารละลายเบนโทไนท์ ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบจะต้องอยู่ในช่วงที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดค่าการทดสอบสารละลายเบนโทไนท์ที่ใช้ในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะในระบบเปียก

Description	Method of Sample Company		Test Method
	ก่อนเจาะ	หลังเจาะ	
Density	1.05 –1.10 g/ml	1.05 –1.10 g/ml	Mud Density Balance
Viscosity	29-50 Sec	29-50 Sec	Marsh Cone
pH	7-12	7-12	pH Indicator (Paper Strips)
Sand Content	< 4%	< 4%	Sand Screen

#### 2.2.4.2 สารละลายโพลีเมอร์

สารละลายโพลีเมอร์ที่จะใช้ในโครงการนี้ จะมีการนำสารเบนโทไนท์ มาใช้เป็นสารผสมเพิ่ม เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการป้องกันการพังทลายของหลุมเจาะในกรุงเทพฯ และค่าจากการทดสอบสารละลายโพลีเมอร์จะต้องอยู่ในช่วงที่กำหนดในตารางที่ 2 ซึ่งมี อัตราส่วนของการผสมและขั้นตอนการผสมมีดังต่อไปนี้

ก. ผสมสารเบนโทไนท์ 10 – 15 กก. ต่อ ลบ. ม. ลงในน้ำที่มีการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้เหมาะสม เพื่อให้สารละลายไม่จับตัวเป็นก้อน

ข. เติมสารโพลีเมอร์ 0.4 – 0.9 กก. ต่อ ลบ. ม. ในส่วนผสมข้างต้น แล้วคนจนเป็นเนื้อเดียวกัน

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดค่าการทดสอบสารละลายโพลีเมอร์ที่ใช้ในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะในระบบเปียก

Description	Method of Sample Company		Test Method
	ก่อนเจาะ	หลังเจาะ	
Density	< 1.10 g/ml	< 1.05 g/ml	Mud Density Balance
Viscosity	37 – 90 SEC	40 – 90 SEC	Marsh Cone
pH	8 - 12	8 – 12	pH Indicator (Paper Strips)
Sand Content	Maximum < 1%	Maximum < 1%	Sand Screen

#### 2.2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการงานวิศวกรรม

(อานัติ วัฒนสังสุทธิ์ 2548 )ในการแก้ปัญหาต่างๆ ผู้จัดการจะต้องเป็นผู้มีวิสัยทัศน์และใช้การแก้ปัญหาแบบเป็นระบบโดยใช้ “แนวคิดของการจัดการงานวิศวกรรมเชิงบูรณาการ” มาช่วยในการแก้ปัญหาซึ่งต้องใช้ความรู้หลายๆแขนงมาประยุกต์ใช้ร่วมกันอย่างเป็นระบบคือ การวางแผน การจัดองค์กร การสั่งการและการควบคุมในการวิเคราะห์การแก้ปัญหาต่างๆ ถ้าการวิเคราะห์ที่ช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจยังไม่เหมาะสม ก็จะเริ่มเข้าสู่กระบวนการตามแนวคิดการจัดการงานวิศวกรรมอย่างต่อเนื่องเช่นนี้เรื่อยไป ปัญหาที่ร้ายแรงจนถึงขั้นต้องปิดกิจการลงจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้ยาก

## 2.2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพ

(กะทซึยะ โฮโซทานิ (Katsuya Hosotani) 2549) คือกระบวนการใช้กิจกรรมต่างๆ ที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างต่อเนื่องอย่างมีเหตุผลและประสิทธิภาพเพื่อให้งานนั้นๆ บรรลุเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ จะต้องทำกิจกรรมต่างๆโดยใช้วงจรเดมมิงหรือใช้วงล้อ PDCA อย่างไม่จบสิ้นเพราะเราต้องมีการวางแผน ปฏิบัติตามแผน ตรวจสอบผลการปฏิบัติ และนำผลการแก้ปัญหาปฏิบัติ จากนั้นก็นำปัญหาใหม่มาแก้ปัญหาต่อไปตามกระบวนการเดิมอย่างต่อเนื่องไม่สิ้นสุด

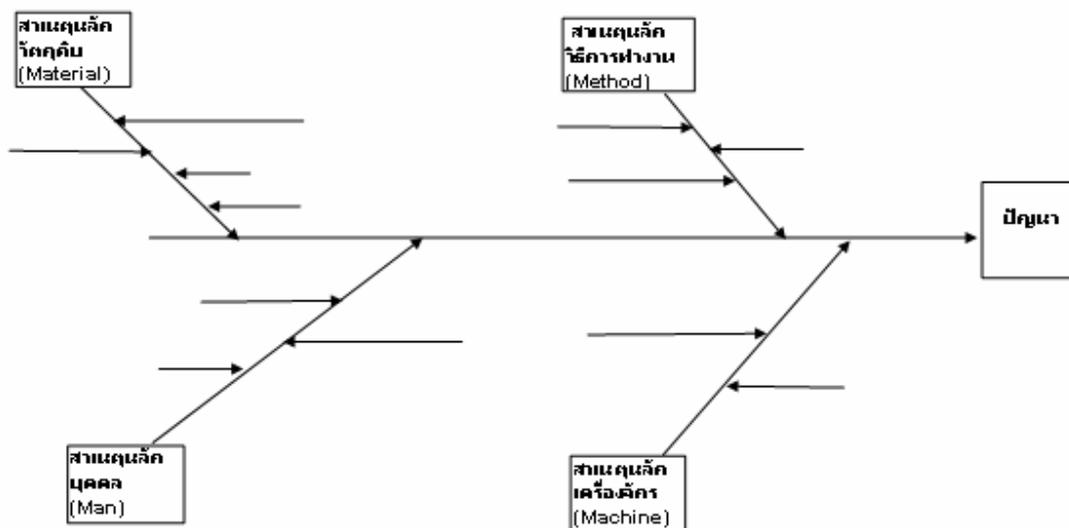
## 2.2.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องมือในการแก้ปัญหา

(เจ็ดศักดิ์ อนุทัต 2545) โดยทั่วไปมีอยู่ 7 อย่าง หรือที่เรียกว่า ชุดเครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) โดยเลือกเครื่องมือในการแก้ปัญหาออกเป็น 3 กลุ่มประยุกต์ ดังนี้ 1) ชุดเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ความมีเสถียรภาพของข้อมูล มีจุดประสงค์เป็นการศึกษาผ่านการประเมินผล (Enumerative Study) เพื่อการพิจารณาว่าประชากรที่พิจารณาได้รับการทำให้เป็นมาตรฐานแล้วหรือไม่

(เจ็ดศักดิ์ อนุทัต 2545) ชุดเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ความผันแปรในข้อมูล มีจุดประสงค์ผ่านการประเมินผลและศึกษาผ่านการวิเคราะห์ ซึ่งในจุดประสงค์แรกจะประกอบด้วย ใบตรวจสอบ กราฟและฮิสโตแกรม สำหรับจุดประสงค์แบบวิเคราะห์จะใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับแยกความผันแปร สาเหตุแบบไม่ธรรมชาติออกจากความผันแปรสาเหตุแบบธรรมชาติ

(เจ็ดศักดิ์ อนุทัต 2545) ชุดเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์เหตุและผล ซึ่งโดยปกติจะเป็นการศึกษาแบบวิเคราะห์ และควรศึกษาผ่านสถิติเชิงอนุมานจึงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ด้วยหลักการแห่งการทำให้ง่ายโดย JUSE จึงมีการแนะนำให้ใช้สถิติเชิงพรรณนาแทนซึ่งประกอบด้วยแผนภูมิก้างปลา สำหรับการกำหนดสมมุติฐานของสาเหตุและการพิสูจน์สาเหตุและผลโดยอาศัยแผนภาพการกระจาย กราฟและฮิสโตแกรม

(เจ็ดศักดิ์ อนุทัต 2545) แผนภาพก้างปลาใช้ในการวิเคราะห์ความผันแปรเพื่อศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องดำเนินการระดมสมอง (Brainstorming) ถึงสาเหตุต่างๆของความผันแปร เพื่อการพิสูจน์ตามข้อเท็จจริงสำหรับการแก้ไขต่อไป เครื่องมือสำคัญตัวหนึ่งที่ใช้แสดงผล และใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลคือแผนภาพก้างปลา (Fish Bone Diagram) และอาจจะเรียกชื่ออื่นๆ ได้อีก อาทิ แผนภาพอิชิกาวา (Ishigawa Diagram) หรือแผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect (CE) Diagram)



ภาพที่ 19 โครงสร้างของแผนภาพก้างปลาแบบกำหนดรายการสาเหตุ

### 2.2.8 การถดถอยลอจิสติกส์

การวิเคราะห์การถดถอย เป็นการวิเคราะห์เชิงสถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต เพื่อหาความมีนัยสำคัญระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม รูปแบบที่ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวจะถูกรเรียกว่า รูปแบบเชิงเส้นทั่วไป (General Linear Model) หากแต่ในกรณีที่ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรสุ่มแบบทวิ (binary random variable) นั่นคือ ผลของตัวแปรตามมีเพียง สำเร็จ (success) หรือ ล้มเหลว (failure) รูปแบบเชิงเส้นทั่วไปที่นิยมใช้สำหรับข้อมูลลักษณะนี้ คือ การถดถอยลอจิสติกส์ (Logistic Regression)

กำหนดให้  $Y$  เป็นตัวแปรตาม โดย  $Y$  มีค่าที่เป็นไปได้เพียงสองค่า คือ 1 หรือ 0 และกำหนดให้  $X_1, X_2, \dots, X_k$  เป็นตัวแปรต้น รูปแบบการถดถอยลอจิสติกส์สามารถอธิบายได้ด้วยค่าเฉลี่ยของ  $Y$  ตามสมการ

$$\pi(x) = \frac{\exp\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i\right)}{1 + \exp\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i\right)}$$

เมื่อ  $\pi(X) = E(Y|X)$  ซึ่งการถดถอยลอจิสติกส์สมมติฐานว่า  $\pi(X)$  มีความสัมพันธ์กับ  $X$  เป็น Logit ฟังก์ชัน ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการ

$$\frac{\pi(X)}{1 - \pi(X)} = \exp\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i\right)$$

ค่าของ  $\exp(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)$  ทางด้านขวามือของสมการ มีชื่อเรียกว่า Odds ration ซึ่งเราสามารถแปลง (Transform) ฟังก์ชันดังกล่าวได้ดังนี้

$$\text{logit}(\pi) = \log\left(\frac{\pi(X)}{1 - \pi(X)}\right) = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i$$

สมการดังกล่าวเป็นสมการเชิงเส้นตรงในฟังก์ชันของ X ซึ่งสามารถแสดงได้ง่ายๆ ดังนี้

$$\text{logit}(\pi) = \beta X$$

การประมาณค่าพารามิเตอร์ และการวิเคราะห์ความมีนัยสำคัญของปัจจัยสามารถทำได้โดยวิธี Maximum Likely Hood ซึ่งมีอยู่ในโปรแกรมการคำนวณทางสถิติขั้นสูงทั่วไป จึงไม่ขอกล่าวรายละเอียดในที่นี้

การตรวจสอบรูปแบบที่เรียกว่าการตรวจสอบสารูปสถิติ (Goodness-of-Fit Test) ในที่นี้ จะนำเสนอวิธีการของเพียร์สัน (Pearson's method) ซึ่งมีชื่อสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติ - กส์ว่า “เพียร์สันไคสแควร์” โดยสามารถแสดงสมการและการคำนวณได้ดังนี้

$$e_i = \frac{y_i - n_i \hat{\pi}_i}{\sqrt{[n_i \hat{\pi}_i (1 - \hat{\pi}_i)]}}$$

เมื่อ  $y_i$  แทนจำนวนครั้งของการเกิดผลสำเร็จ จากการทดลอง  $n_i$  ครั้ง และ  $\hat{\pi}_i$  แทนความน่าจะเป็นของการเกิดสำเร็จ ที่ได้จากรูปแบบ (model) และสุดท้าย  $e_i$  คือ เศษเหลือ

จากสมการดังกล่าว การทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\chi^2 = \sum e_i^2$$

ซึ่งหากค่า P-value ที่ได้มีค่าเข้าใกล้ 1 จะกล่าวได้ว่ารูปแบบการถดถอยมีความเหมาะสม สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามผ่านฟังก์ชัน Logit ได้

### 2.2.9 การทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วนของประชากรสองกลุ่ม

เมื่อต้องการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนระหว่างประชากรสองกลุ่ม ที่มีขนาดของจำนวนชุดข้อมูลมาก ( $n \geq 30$ ) สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยการทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วน ซึ่งมีสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองดังนี้

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

การทดสอบสามารถกระทำผ่านการประมาณค่าด้วยการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน (Standard Normal Distribution) ซึ่งมีสูตรการประมาณค่าดังนี้

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2 - (p_1 - p_2)}{\sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}}$$

ซึ่งสามารถกำหนดพื้นที่แห่งการปฏิเสธ และยอมรับได้ตามค่าระดับนัยสำคัญ (Level of Significance) ที่ต้องการทดสอบ

นอกจากนี้ค่าความน่าจะเป็นของการผิดพลาดชนิดที่ 2 (Type II error) สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\beta = \Phi \left[ \frac{z_{\alpha/2} \sqrt{\bar{p}\bar{q}}(1/n_1 + 1/n_2) - (p_1 - p_2)}{\sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}} \right] - \Phi \left[ \frac{-z_{\alpha/2} \sqrt{\bar{p}\bar{q}}(1/n_1 + 1/n_2) - (p_1 - p_2)}{\sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}} \right]$$

ซึ่ง

$$\bar{p} = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} \quad \text{และ} \quad \bar{q} = \frac{n_1(1-p_1) + n_2(1-p_2)}{n_1 + n_2}$$

และ

$$\sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2} = \sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}$$

ซึ่งการคำนวณขนาดของข้อมูลที่เหมาะสม เพื่อให้ได้กำลังการทดสอบที่ต้องการ สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$n = \frac{[z_{\alpha/2} \sqrt{(p_1 + p_1)(q_1 - q_2)/2} + z_{\beta} \sqrt{p_1 q_1 + p_2 q_2}]^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

### 2.2.10 ทฤษฎีเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

(สมบูรณ์ ลูวีระ 2537) การวิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนของโครงการสามารถนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีค่าเงินปัจจุบันหรือวิธีจำนวนเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปีคือ

1. วิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนของโครงการเพื่อประกอบการพิจารณาตัดสินใจดำเนินงานตามโครงการถ้าอัตราผลตอบแทนสูงกว่าอัตราแทนขั้นต่ำที่กำหนดไว้ และยกเลิกโครงการในกรณีที่อัตราผลตอบแทนที่จะได้ต่ำกว่าเป้าหมายหรืออัตราดอกเบี้ยที่กำหนดไว้
2. วิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนของวิธีการดำเนินงานวิธีต่างๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบและพิจารณาเลือกวิธีการดำเนินงาน

อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) = อัตราดอกเบี้ยที่ทำให้มูลค่าเงินปัจจุบันของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์

$$IRR = (P_w) = 0$$

P แทนค่าเงินปัจจุบัน

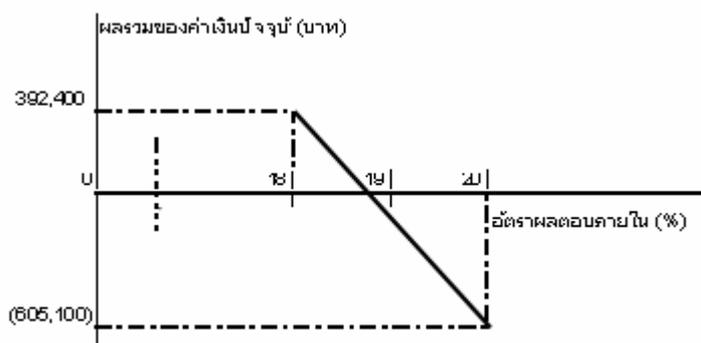
F แทนค่าเงินในอนาคต

A แทนจำนวนเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี

G แทนจำนวนเงินที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่ากันทุกปี

I แทนอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราผลตอบแทน

n แทนจำนวนปีหรือจำนวนครั้งที่คิดดอกเบี้ย



$$\begin{aligned} \text{อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)} &= 18\% + \frac{392,400}{392,400 + 605,100} (20\% - 18\%) \\ &= 18.8\% \end{aligned}$$

(ไพบูลย์ แยมเฟื่อน 2543) การวิเคราะห์ตัดสินใจทางเลือกลงทุนในโครงการต่างๆ บางครั้งจะต้องทราบว่าจำนวนผลผลิตที่จะผลิตคุ้มทุนควรเป็นเท่าใด เพื่อเป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจ จุดคุ้มทุน คือจุดที่รายได้เท่ากับรายรับ นั่นคือกำไรเป็นศูนย์นั่นเอง การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุน รายได้และผลกำไรที่ปริมาณการผลิตต่างๆ

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน(ปี)} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มต้น}}{\text{ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้เฉลี่ยต่อปี}}$$

$$N^* = \frac{F}{P - V}$$

เมื่อ

$N^*$  แทนระยะเวลาคืนทุน (ตามคาบเวลา)

$F$  แทนต้นทุนคงที่

$P$  แทนราคาขายต่อหน่วย

$V$  แทนต้นทุนแปรผันต่อหน่วย

### 2.2.11 ความสามารถในการตรวจจัดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์

(กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ 2550) ในการประเมินผลระบบการวัด มีประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณา 3 ประการด้วยกัน คือความไว (sensitivity) ความเสถียร ( stability ) และความสม่ำเสมอ (consistent) โดยคุณสมบัติความไวนี้จะหมายถึงความสามารถในการแยกความแตกต่าง (discrimination) ของระบบการวัดโดยอาศัยกฎเกณฑ์ “ 10 ต่อ 1 ” และสามารถทนสอบผ่านค่าพิสัยในพิสัยควบคุมของแผนภูมิควบคุม R จำนวนมากกว่า 4 ค่า มิฉะนั้นแล้วจะถือว่าระบบการวัดดังกล่าวขาดคุณสมบัติด้านความสามารถในการแยกความแตกต่าง นอกจากนี้แล้วระบบการวัดจะต้องมีคุณสมบัติด้านความไวในการตรวจจัดการความผันแปรของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิต โดยในกรณีนี้จะพิจารณาได้เบื้องต้นจากความแตกต่างของค่า  $\bar{X}$  ในแผนภูมิควบคุม  $\bar{X}$  และอาจจะวิเคราะห์เชิงปริมาณผ่านสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ( r ) กับอัตราส่วนซิกเนลทูนอยส์เรโซ ( S/N ) ในเทอมของอัตราจำแนกประเภท ( classification ratio ) หรือตัวเลขแสดงประเภทของข้อมูลที่แตกต่างกัน ( number of distinct categories, ndc ) ซึ่งโดยทั่วไปแนะนำให้ใช้ตัวเลข ndc ไม่ต่ำกว่า 5 สำหรับการวิเคราะห์ความผันแปรเพื่อการควบคุมผลิตภัณฑ์และกระบวนการ ถ้าหากพิจารณาถึงอัตราส่วนของความยาวของแกนยาวต่อความยาวของแกนสั้นของรูปวงรีแล้ว จะนิยามได้ว่าหมายถึงตัวเลขแสดงประเภทข้อมูลที่แตกต่างกัน ( number of distinct categories ; ndc ) ที่สามารถใช้กำหนดมิติของผลิตภัณฑ์ภายใต้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้เกิดของระบบการวัด และอาจเรียกอัตรส่วนนี้ว่า (classification ratio) ตัวเลขแสดงประเภทข้อมูลที่แตกต่างกัน (ndc) หรืออัตราส่วนจำแนกประเภทของข้อมูลนี้ จะมีความสัมพันธ์กับซิกเนลทูนอยส์เรโซ คือ

$$\text{ndc} = \frac{2}{\sigma_{\text{GR\&R}}} = \sigma_p \sqrt{\frac{2r}{1-r}}$$

โดยทั่วไปแล้วสามารถพิจารณาถึงความผันแปรของผลิตภัณฑ์ขึ้นต่อขึ้นได้จากแผนภูมิควบคุม  $\bar{X}$  โดยที่พิสัยควบคุมของแผนภูมิควบคุมจะพิจารณาจากค่ารีโพรดิวซิบิลิตี้

ดังนั้น ถ้าจุดทุกจุดอยู่ในพิสัยควบคุมจะแสดงว่าความคลาดเคลื่อนจากการวัดจะมีค่ามากกว่าความผันแปรระหว่างผลิตภัณฑ์ขึ้นต่อขึ้น ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลจากระบบการวัดนี้ไปประเมินถึงความผันแปรจากกระบวนการได้ แต่ในทางกลับกัน ถ้าหากมีจุดออกนอกพิสัยควบคุมของแผนภูมิควบคุม  $\bar{X}$  แล้ว แสดงว่าจุดดังกล่าวซึ่งแสดงถึงค่าประมาณค่าแท้จริงของชิ้นงานดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญจากค่าเฉลี่ยโดยรวมของกระบวนการได้

ในกรณีที่ผู้วิเคราะห์ต้องการตัดสินใจเชิงภาวะวิสัยนั้น มีความจำเป็นต้องพิจารณาค่าความผันแปรของสิ่งตัวอย่างทดลอง (part – to – part variation;  $\sigma_p$ ) เทียบกับความผันแปรจากระบบการวัด ( $\sigma_{GR\&R}$ ) โดยจะเรียกอัตราส่วนนี้ว่า ชิกเนลทูนอยส์เรโซ (signal – to – noise ratio ; S/N)

$$\text{กล่าวคือ S/N} = \frac{\sigma_p}{\sigma_{GR\&R}}$$

$$\text{โดย } (\sigma_p^2) = \frac{R(X)}{d_{2*}}$$

$$\text{และ } \sigma_{GR\&R} = \sqrt{\sigma_{EV}^2 + \sigma_{AV}^2}$$

ค่าชิกเนลทูนอยส์เรโซนี้จะเป็ฟังก์ชันแปลงค่า (transformation function) ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation coefficient) ซึ่งสามารถนิยามได้ว่า

$$\text{สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น } (r) = \frac{\text{ความผันแปรของสิ่งตัวอย่าง } (\sigma_p^2)}{\text{ความผันแปรของข้อมูลวัด } (\sigma_{TV}^2)}$$

$$\text{โดย } \sigma_{TV} = \sqrt{\sigma_{GR\&R}^2 + \sigma_p^2}$$

ค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น ( r ) นี้ จะใช้วัดถึงความเข้าใจใกล้เคียงกัน 45 องศาของจุดที่แสดงถึงกลุ่มข้อมูลในการวัดซ้ำ โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ยังมีค่าสูงยิ่งกว่ามีการเกาะกลุ่มกันแน่นขึ้น ( tighter clusters)

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(ปีฉัตร เจียรธรวานิช 2549) ทำการวิจัยเรื่อง การใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพเพื่อลดของเสียในสายงานผลิตวอยซ์คอยล์ โดยงานวิจัยเริ่มต้นจากการสัมภาษณ์พนักงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตและกลุ่มบริหารงานกลุ่มย่อยต่างๆเพื่อทำการเก็บข้อมูลสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียจากเดือน มกราคม ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2547 จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนภูมิสาเหตุและผลกระทบเป็นส่วนใหญ่ เพื่อเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาการทำงานโดยใช้ทฤษฎีการออกแบบการทดลองเพื่อหาเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสม ให้กับกลุ่มบริหารงานคุณภาพกลุ่มย่อยต่างๆทั้ง 9 กลุ่ม จากนั้นวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของผลการดำเนินงานตั้งแต่ เดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม 2547 โดยใช้อัตราผลตอบแทนภายใน และ ระยะเวลาคืนทุน

ผลงานวิจัยแสดงว่า โรงงานสามารถลดของเสียได้ตามเป้าหมายและมีอัตราผลตอบแทนภายในเฉลี่ยของโครงการเท่ากับ 4.68% ต่อเดือน และระยะเวลาการคืนทุน 3.48 เดือน นอกจากนี้การผสมผสานทฤษฎีเครื่องมือคุณภาพ การออกแบบการทดลอง และเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม สามารถทำให้ผู้บริหารตัดสินใจลงทุนเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

(เชิดศักดิ์ อนุทัต2545) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอแนวทางการปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพการผลิตของโรงงานเบเกอร์รี่ โดยเริ่มจากการเข้าไปศึกษากระบวนการผลิตและระบบควบคุมคุณภาพการผลิตของโรงงานตัวอย่าง และพบว่าการปฏิบัติงานส่วนใหญ่ยังขาดระบบควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมและตัวชี้วัดในการตัดสินใจ ส่งผลให้เกิดของเสียซึ่งจากวัดผลกระบวนการในรูปของเปอร์เซ็นต์ของเสียพบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่ที่ 5.21%

การปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพการผลิตนี้ ได้เริ่มจากการจัดตั้งทีมโครงการแบบข้ามสายงานทำการระดมสมองกำหนดปัจจัยการผลิต วิเคราะห์ปัจจัยการผลิตเพื่อกำหนดวิธีการควบคุมของระบบควบคุมคุณภาพ ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ การควบคุมกระบวนการมีกิจกรรมในการควบคุมคุณภาพการผลิต 9 กิจกรรมดังนี้ การเบิกจ่ายส่วนผสมวัตถุดิบ การจัดลำดับการใส่ส่วนผสมวัตถุดิบ การกำหนดความเร็วและระยะเวลาในการตีผสม การบันทึกความหนาแน่นของเนื้อเบทเทอร์ การกำหนดค่าความหนาแน่นของเนื้อเบทเทอร์ การเฝ้าพินิจน้ำหนักเนื้อเบทเทอร์ต่อแพ็ค การวัดค่าอุณหภูมิเตาล่าง การเฝ้าพินิจอุณหภูมิและความเร็วสายพาน ส่วนการควบคุมการดำเนินงานมีกิจกรรมในการควบคุมคุณภาพการผลิต 3 กิจกรรมดังนี้ จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน จัดทำคู่มือการใช้งานเตาอบโมังก์ จัดทำแผนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ และสุดท้ายส่วนกิจกรรมอื่นๆ ในการควบคุมคุณภาพการผลิต 7 กิจกรรมดังนี้ การตรวจสอบเครื่องจักรก่อนปฏิบัติงาน แผนการบำรุงเครื่องจักร การระบุภาคและหม้อที่

ตีผสม การเฝ้าพินิจดูน้ำหนักแพ็คหลังอบ คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ การจัดเก็บข้อมูลการผลิต การประมวลผลข้อมูลการผลิต รวมทั้งสิ้น 19 กิจกรรม

หลังจากที่ได้ปรับปรุงและดำเนินการใช้ระบบควบคุมการผลิตแล้วนั้น รวมทั้งได้ทำการสร้างโปรแกรมวิเคราะห์ผลการผลิต Waste 1.0 ขึ้นมาใช้คู่กับระบบเอกสารของระบบควบคุมคุณภาพที่ปรับปรุงขึ้น พบว่ามีปริมาณของเสีย 420 แพ็ค จากการผลิตทั้งสิ้น 28,424 แพ็ค คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่ที่ 1.48%

(ธีระพงษ์ กังเสนารักษ์ 2539) การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งสำหรับผู้ผลิตควรที่จะให้ความสนใจ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้ใช้งานเช่น รางสายไฟฟ้าและตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพในสายการผลิตรางสายไฟฟ้าและตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมกับโรงงานตัวอย่าง จากการสำรวจสภาพทั่วไปของโรงงานตัวอย่างพบว่าทางโรงงานยังไม่มีข้อกำหนดทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ วิธีการปฏิบัติงานและเอกสารต่างๆทางด้านคุณภาพซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบควบคุมคุณภาพ

โดยในการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพได้นำเทคนิคการควบคุมคุณภาพมาใช้ ได้แก่ ไบตรวสอบแผนภูมิแสดงเหตุและผล วิธีการทางสถิติและการศึกษาสมรรถภาพกระบวนการผลิตมาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินผล เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำเสนอระบบควบคุมคุณภาพสำหรับสายการผลิตรางสายไฟฟ้าและตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า โดยมีแนวทางการพัฒนาดังนี้

1. การจัดผังองค์กรด้านควบคุมคุณภาพ
2. การจัดระบบเอกสารที่ใช้งานด้านควบคุมคุณภาพ
3. การกำหนดมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ ของรางสายไฟฟ้าและตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าตั้งแต่การตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตและการตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

การตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

(พนิดา สรรพนุเคราะห์และคณะ 2545) งานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้วิธีการของ Six Sigma เพื่อลดและควบคุมปริมาณของเสียในสายการผลิตคอนเดนเซอร์: กรณีศึกษา การวิเคราะห์เพื่อลดปัญหาการรั่วซึมของคอนเดนเซอร์ โดยงานวิจัยนี้เสนอการประยุกต์ใช้หลักการของวิธีการปรับปรุงความสามารถของระบบการผลิตด้วยวิธี ซิกซ์ ซิกมา (Six Sigma) กับปัญหา คอนเดนเซอร์ (Condenser) รั่วจากการผลิตของบริษัทที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณของเสียที่เกิดจากการรั่วโดยเฉลี่ย 6.05% การประยุกต์หลักการสำคัญของวิธีการ ซิกซ์ ซิกมา นี้ เริ่มตั้งแต่การศึกษากระบวนการผลิตของคอนเดนเซอร์ และกำหนดปัญหาที่จะศึกษาและเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะ

ทำการแก้ปัญหา (DEFINE PHASE) จนถึงกระบวนการวางแผนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น (IMPROVE PHASE) ซึ่งจากการดำเนินงานตามขั้นตอนพบว่าปัญหาพร้อมทั้งสาเหตุของการรั่วที่มีความถี่ในการเกิดขึ้นมากที่สุด 5 ลำดับแรก ส่งผลถึงปริมาณคอนเดนเซอร์รั่วเฉลี่ย 7300 ชิ้นต่อปี หรือคิดเป็น 84.02% ของการรั่วทั้งหมด ปัญหาและสาเหตุเหล่านี้ได้ถูกนำมาพิจารณาวางแผนแนวทางแก้ไขตามขั้นตอนของ ซิกซ์ ซิกมา และจากการประยุกต์ใช้ของแนวทางกลุ่มนำเสนอ คาดว่าจะสามารถลดปริมาณการรั่วของคอนเดนเซอร์ ประเภท Parallel ลงได้ 5057 ชิ้นต่อปี หรือ 3.53% หรือคิดเป็นเงิน 2,130,622 บาทต่อปี ซึ่งดีกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

### บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่องแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียก ของโครงการก่อสร้างเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ของบริษัทตัวอย่าง ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ และระเบียบการวิจัยเชิงสำรวจแบ่งการศึกษาออกเป็น 7 ส่วนดังนี้

#### 3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

เสาเข็มเจาะของบริษัทตัวอย่าง

#### 3.2 กลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ผลิตรถยนต์เสาเข็มเจาะระบบเปียกขนาดใหญ่ของโครงการก่อสร้างจำนวน 465 คัน เก็บข้อมูลร้อยละร้อย (ภาคผนวก ก)

3.2.2 เจ้าของโครงการ

3.2.3 ผู้ปฏิบัติงาน

#### 3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data)

คุณสมบัติของสารละลายที่มีผลต่อคุณภาพของเสาเข็มเจาะซึ่งเก็บตัวอย่างจากจำนวนเสาเข็มเจาะที่ทำการก่อสร้างร้อยละร้อย

ประเภทของเสียของเสาเข็มเจาะ

แบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจของลูกค้า

3.3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data)

มาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพของเสาเข็มเจาะ

### 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยออกเป็นส่วนใหญ่ๆ โดยมียุทธศาสตร์ดังนี้

#### 3.4.1 ชุดเครื่องมือทดสอบคุณสมบัติของสารละลาย

1) ชุดเครื่องทดสอบ ค่าความหนาแน่นของสารละลายยี่ห้อ NL BAVOID ผลิตที่ HOUSTON TEXAS MADE IN U.S.A โดยสามารถวัดค่าความหนาแน่นได้ตั้งแต่ 1.00-2.80 g / ml

2) ชุดเครื่องทดสอบค่าความหนืดของสารละลายยี่ห้อ NL BAVOID ผลิตที่ HOUSTION TEXAS MADE IN U.S.A โดยสามารถวัดค่าความหนืดได้มีหน่วยเป็นวินาทีโดยใช้นาฬิกาแบบดิจิทัลเป็นตัวจับเวลา

3) นาฬิกาแบบดิจิทัลยี่ห้อ SEIKO รุ่น S051-4000 เป็นตัวจับเวลาการไหลของสารละลาย

4) ชุดเครื่องทดสอบค่าความเป็นกรดเป็นด่างโดยใช้กระดาษ PH ในการตรวจสอบโดยมีสเกลตั้งแต่ 1-14

5) ชุดเครื่องทดสอบค่าปริมาตรตะกอนทรายของสารละลายยี่ห้อ NL BAVOID ผลิตที่ HOUSTION TEXAS MADE IN U.S.A โดยสามารถวัดค่าปริมาตรตะกอนทรายของสารละลายตั้งแต่

6) ใบตรวจสอบคุณภาพเป็นแบบฟอร์มมาตรฐานของบริษัทตัวอย่างใช้เก็บข้อมูลการก่อสร้างเสาเข็มเจาะรูรายละเอียดในภาคผนวก

#### 3.4.2 โปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ Minitab R 14

#### 3.4.3 แบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ตอน (ภาคผนวก

ข)

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของเสาเข็มเจาะของบริษัท

ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในสินค้าและบริการของบริษัท

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม

ซึ่งแบบสัมภาษณ์จะมีการเก็บข้อมูลต่อกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มดังนี้

1. เจ้าของโครงการ

2. พนักงานบริษัทตัวอย่าง

### 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ใช้แบบสอบถามในการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง และเก็บผลการทดลองจากชุดทดสอบ การวิจัย ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล แล้วสรุปวิธีการแก้ปัญหาเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2549 – เดือนมีนาคม พ.ศ.2551

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.6.1 การวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรม MINITAB R14

การทดสอบความมีนัยสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อความเสียหายของหัวเสาเข็ม คือ คุณสมบัติของสารละลายเบนโทไนท์ ผู้ผสมสารละลาย และผู้ควบคุมงาน

การทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วนของประชากรสองกลุ่ม ระหว่างก่อน การปรับปรุง และหลังการปรับปรุง

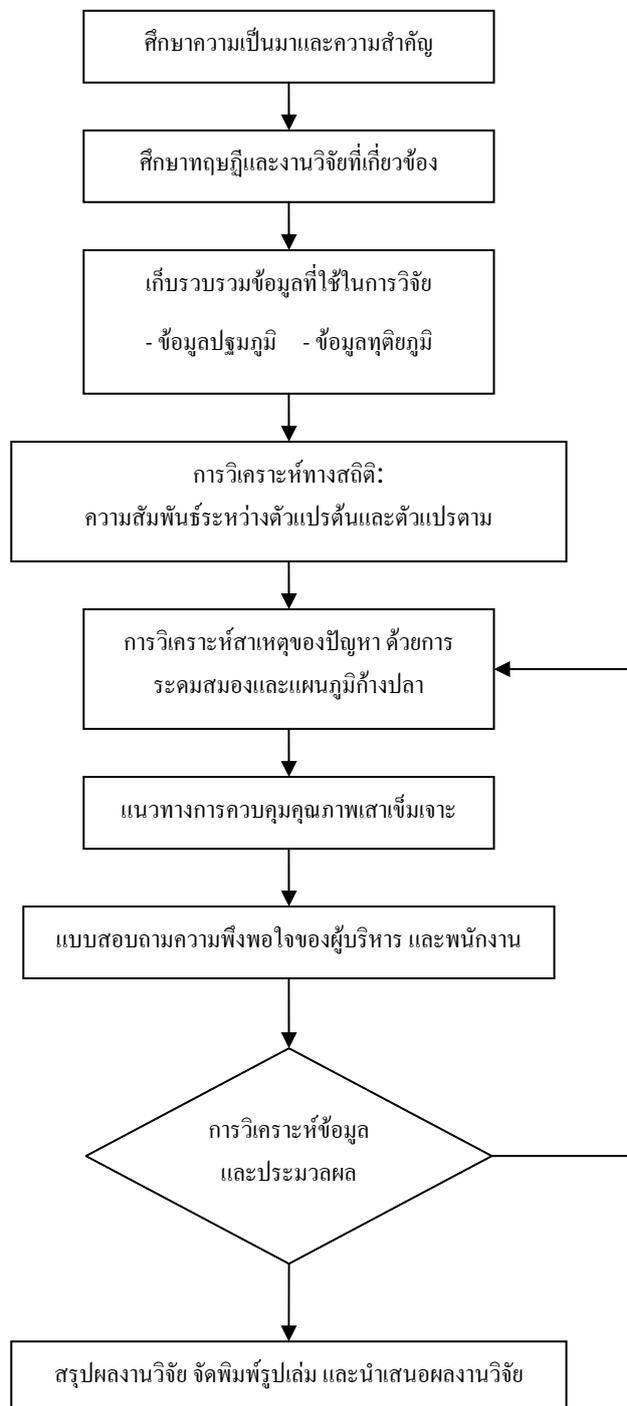
#### 3.6.2 การวิเคราะห์แบบสอบถามใช้โปรแกรม MINITAB R14

#### 3.6.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

หาอัตราผลตอบแทนภายใต้การเปรียบเทียบระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต

หาระยะเวลาการคืนทุนโดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต

### 3.7 ขั้นตอนในการการวิจัย



## บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง แนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกของโครงการก่อสร้างเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ ของบริษัทตัวอย่าง ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงสถิติ และระเบียบการวิจัยเชิงสำรวจ แบ่งการศึกษาออกเป็น 6 ส่วนดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเสาเข็มเจาะในระบบเปียก
2. การวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีนัยสำคัญ
3. แผนการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงาน
4. เปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิภาพ
5. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแนวทางการปรับปรุงคุณภาพของงานหล่อเสาเข็มเจาะของผู้ปฏิบัติงาน ผู้ควบคุมงานและตัวแทนของเจ้าของโครงการ
6. การทดสอบสมมติฐานของงานวิจัย

### 4.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเสาเข็มเจาะในระบบเปียก

จากข้อมูลของโครงการในอดีต จำนวน 465 ชุด (ภาคผนวก ก) ตัวแปรต้นที่สนใจศึกษา ได้แก่ ขนาดของเสาเข็มเจาะ คุณสมบัติของสารละลาย ซึ่งประกอบด้วย ค่าความหนืด ค่าความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปัจจัยผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงาน ผลจากการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกส์ ด้วยโปรแกรม Minitab (ภาคผนวก ค) สรุปผลได้ดังตารางที่ 3

ซึ่งจากตารางพบว่า ค่า p-value ของปัจจัย ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงาน อยู่ที่ 0.033 และ 0.006 ตามลำดับ หากกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05 เราสามารถสรุปในทางสถิติได้ว่า ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงาน ที่แตกต่างกันให้ผลของคุณภาพเสาเข็มเจาะที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาปัจจัยเรื่องขนาดของเสาเข็ม และคุณสมบัติของสารละลาย พบว่าไม่มีนัยสำคัญต่อสมการการถดถอยเลย แสดงให้เห็นว่า หากสามารถควบคุมคุณสมบัติของสารละลายดังกล่าว ให้อยู่ในช่วงพิสัยความถี่ตามมาตรฐานงานก่อสร้าง จะทำให้ไม่ส่งผลถึงคุณภาพของเสาเข็มเจาะแต่อย่างใด ส่วนผลการทดสอบสารูปสนธิของรูปแบบการถดถอยด้วยวิธีการ เพียร์สัน ไคสแควร์

ได้ผลเท่ากับ 149.010 ซึ่งให้ค่า p-value เท่ากับ 0.984 นั่นคือรูปแบบการถดถอย ลอจิสติกส์สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้เป็นอย่างดี ในทาง สถิติ หนึ่งในการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกส์นี้ ไม่ได้ทำการวิเคราะห์อันตรกิริยาระหว่าง ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงาน

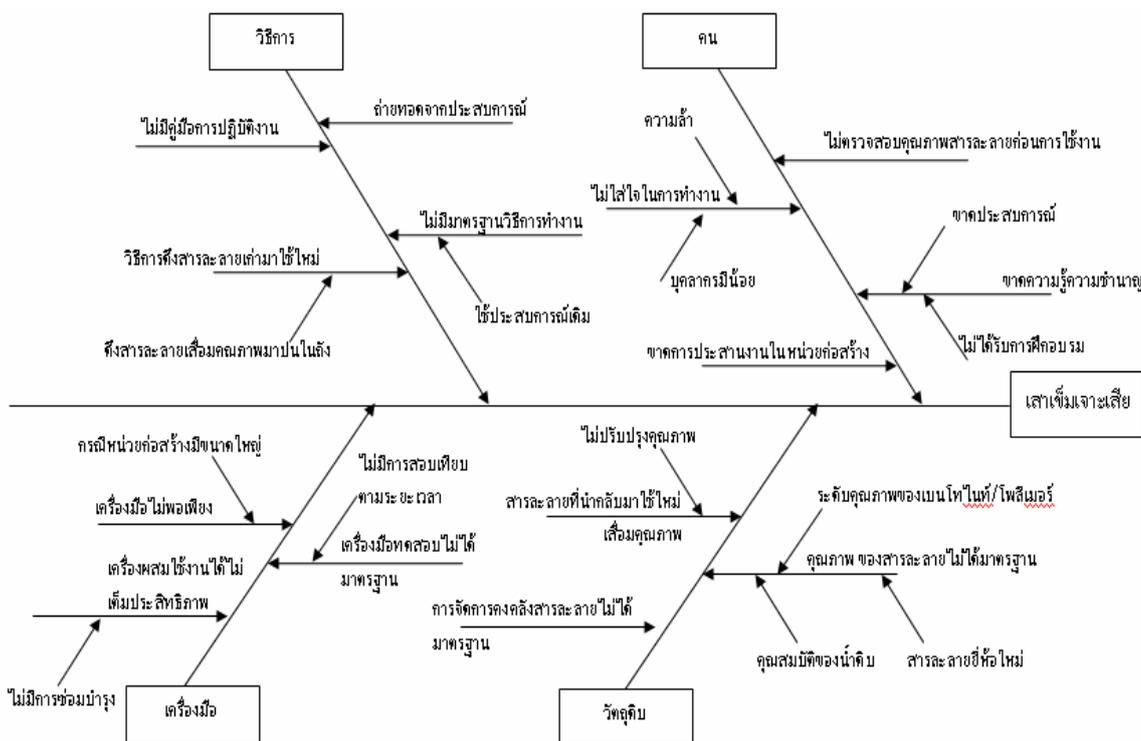
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกส์

ตัวแปรต้น	สัมประสิทธิ์	ค่าผิดพลาด มาตรฐาน	ค่า Z	P-value	หมายเหตุ S/N
ค่าคงที่	0.719611	7.29705	0.10	0.921	
ขนาดเสาเข็ม	0.0001319	0.0011688	0.11	0.910	
ค่าความหนืดของสารละลาย	0.0275114	0.0498675	0.55	0.581	14.89
ค่าความหนาแน่นของสารละลาย	-0.916761	5.33020	-0.17	0.863	12.05
ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย	-0.436680	0.381046	-1.15	0.252	74.74
ผู้ปฏิบัติงาน	-0.521054	0.245004	-2.13	0.033	
ผู้ควบคุมงาน	1.09319	0.396101	2.76	0.006	

#### 4.2 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีนัยสำคัญ

จากผลข้อที่ 4.1 ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาปัญหาของการปฏิบัติงาน และการควบคุมงานโดยใช้ แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เป็นเครื่องมือ และระดมความคิดจากการ ประชุมกลุ่มย่อยของผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงาน ซึ่งจะมุ่งประเด็นไปที่ลักษณะการปฏิบัติงาน คุณสมบัติของทั้งผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงาน ดังแสดงในภาพที่ 21

จากการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงาน มีผลต่อ คุณภาพของเสาเข็มเจาะ ส่วนประเด็นที่คุณสมบัติของสารละลายไม่มีนัยสำคัญเพราะคุณสมบัติของ สารละลายที่ใช้มีค่า ndc สูง คือความผันแปรของการวัดจะน้อยกว่าความผันแปรของกระบวนการ ผลิต โดยค่า ndc สูงก็จะมีค่า S/N Ratio สูงด้วย (ภาคผนวก ข) จึงไม่ถูกนำมาพิจารณา นอกจากนี้ ผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงาน ได้เตรียมสารละลายให้มีคุณสมบัติอยู่ในช่วงข้อกำหนดอยู่แล้ว แต่ ผู้วิจัยยังสนใจที่จะนำปัจจัยดังกล่าวมาพิจารณาในประเด็นว่ามีการตรวจสอบคุณสมบัติก่อนใช้งาน จริงหรือไม่ จึงได้กำหนดเหตุดังกล่าวในแผนภูมิสาเหตุและผล และได้รับการยืนยันดังกล่าวตามผล การประเมินในตารางที่ 4



ภาพที่ 21 แผนผังสาเหตุและผลของงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียก

จากแผนผังผู้วิจัยได้สรุป ประเด็นปัญหาและแนวทางแก้ไขจากการระดมความคิดในระหว่างผู้ควบคุมงาน และผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งในการประเมินนี้ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ ผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงานรวมทั้งสิ้น 10 คน และตัวแทนของเจ้าของโครงการกรณีศึกษารวมทั้งสิ้น 3 ราย โดยสามารถสรุปได้ดัง ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประเด็นปัญหาของการปฏิบัติงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียก

ที่	รายละเอียดของปัญหา	ประเภทของสาเหตุ	ผลกระทบ (A)	โอกาสในการเกิด (B)	คะแนน (AxB)
1	ไม่ตรวจสอบตรวจสอบคุณภาพสารละลายก่อนการใช้งาน	คน	3	3	9
2	ขาดประสบการณ์ในการทำงาน	คน	3	2	6
3	ขาดการประสานงานในภายในหน่วยก่อสร้าง	คน	3	3	9
4	ไม่ใส่ใจในการทำงาน เนื่องจากความล้าและมีบุคคลากรน้อย	คน	3	1	3

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ที่	รายละเอียดของปัญหา	ประเภทของสาเหตุ	ผลกระทบ (A)	โอกาสในการเกิด (B)	คะแนน (AxB)
5	ไม่มีมาตรฐานของวิธีการทำงาน	วิธีการ	3	3	9
6	ใช้ความรู้เดิมประสบการณ์เดิมจากที่ทำงานเก่า	วิธีการ	3	3	9
7	ถ่ายทอดวิธีการทำงานจากประสบการณ์	วิธีการ	3	3	9
8	ไม่มีคู่มือปฏิบัติงาน	วิธีการ	3	3	9
9	คุณสมบัติของน้ำดิบไม่ได้มาตรฐาน	วัตถุดิบ	3	1	3
10	ระดับคุณภาพของเบนโทไนท์/โพลีเมอร์ไม่ได้มาตรฐาน	วัตถุดิบ	3	1	3
11	การเก็บคั่งคลังของสารละลาย น้ำยา ไม่ได้มาตรฐาน	วัตถุดิบ	3	1	3
12	สารละลายที่นำกลับมาใช้ใหม่ไม่ได้มาตรฐานเนื่องจากไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพก่อน	วัตถุดิบ	3	2	6
13	ไม่สอบเทียบเครื่องมือทดสอบตามระยะเวลา	เครื่องมือ	1	1	1
14	เครื่องมือไม่ได้รับการซ่อมบำรุงอย่างเพียงพอ	เครื่องมือ	1	1	1
15	เครื่องมือมีไม่เพียงพอ	เครื่องมือ	2	1	2

หมายเหตุ:

- 1) ผลกระทบแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ
  - 1 แทนมีผลกระทบต่อคุณภาพของเสาเข็มเจาะน้อย
  - 2 แทนมีผลกระทบต่อคุณภาพของเสาเข็มเจาะปานกลาง
  - 3 แทนมีผลกระทบต่อคุณภาพของเสาเข็มเจาะมาก
- 2) โอกาสในการเกิดแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ
  - 1 แทนมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยครั้ง
  - 2 แทนมีโอกาสเกิดขึ้นปานกลาง
  - 3 แทนมีโอกาสเกิดขึ้นมาก

จากตารางที่ 4 ประเด็นปัญหาที่มีคะแนนสูง หมายถึง เป็นปัญหาที่สำคัญมีผลกระทบต่อคุณภาพของงานมาก จึงจำเป็นต้องแก้ไขโดยเร่งด่วน และเมื่อรวมประเด็นปัญหาที่มีคะแนนสูงกว่า 5 พบว่ามีประเด็นปัญหาดังนี้

- 1) ไม่ตรวจสอบคุณภาพสารละลายก่อนการใช้งาน
- 2) ขาดการประสานงานภายในหน่วยก่อสร้าง
- 3) ไม่มีมาตรฐานของวิธีการทำงาน
- 4) ใช้ความรู้เดิมประสบการณ์เดิมจากที่ทำงานเก่า
- 5) ถ่ายทอดวิธีการทำงานจากประสบการณ์
- 6) ไม่มีคู่มือปฏิบัติงาน
- 7) สารละลายที่นำกลับมาใช้ใหม่ไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพก่อนจากประเด็นปัญหาดังกล่าว สามารถกำหนดมาตรการแก้ไขได้ดังนี้

ตารางที่ 5 แนวทางแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพของเสาเข็มเจาะในระบบเปียก

ปัญหาที่	แนวทางแก้ไข	ระยะเวลาที่ใช้ (เดือน)	เงินลงทุน (บาท)	ผลตอบแทนทาง เศรษฐศาสตร์
1)	จัดตั้งมาตรฐานการตรวจสอบ และฝึกอบรม	3	50,000	IRR = 80%
2)	กำหนดให้มีการประชุมกลุ่มย่อยก่อนเริ่มงาน 15 นาที			
3)	จัดทำมาตรฐานวิธีการทำงาน			
4)	กำหนดให้มีคอร์สฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานใหม่ทุกครั้ง และมีการฝึกภาคสนามกับผู้ปฏิบัติงานเก่าที่ได้รับอนุมัติจากผู้จัดการ โครงการ			
5)	ผู้ถ่ายทอด หรือผู้ฝึกอบรมต้องผ่านการฝึกอบรมจากบริษัทก่อน และต้องได้รับอนุมัติจากผู้จัดการ โครงการ ก่อนจะเป็นผู้ให้การฝึกอบรมต่อไป			
6)	จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน			
7)	กำหนดมาตรฐาน วิธีการทำงานการดึงสารละลายกลับมาใช้ใหม่			

#### 4.3 แผนการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงาน

ก่อนทำการฝึกอบรม ผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางแก้ไข รวมถึงคู่มือปฏิบัติงานที่ปรับปรุงใหม่ เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับงานหล่อเสาเข็มได้ หลังจากมีการอนุมัติคู่มือปฏิบัติงานฉบับดังกล่าวแล้ว จึงได้ทำแผนการฝึกอบรม โดยแบ่งกลุ่มเป็นผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงาน ใช้ช่วงเวลาของวันอาทิตย์ ซึ่งมีการจ่ายค่าแรงตามปกติเสมือนมาทำงานล่วงเวลาในวันอาทิตย์ เป็น

เวลาทั้งหมด 4 สัปดาห์ จากนั้นจึงสอบปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานที่อบรมใหม่ พบว่า ผู้ปฏิบัติงานมีขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน ตรงตามคู่มือระบุไว้ และเข้าใจถึงความสำคัญของงานที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเสาเข็มเจาะได้ดี ในส่วนของผู้ควบคุมงาน มีความเข้าใจถึงขั้นตอนที่สำคัญ ที่ผู้ควบคุมงานต้องเอาใจใส่มากเป็นพิเศษ และเข้าใจบทบาทของตนเองที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเสาเข็มเจาะได้

จากปัจจัยผู้ปฏิบัติงานผสมสารละลาย และผู้ควบคุมงานซึ่งมีนัยสำคัญต่อคุณภาพของหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะ ซึ่งถูกนำมาวิเคราะห์ในแผนภาพสาเหตุและผลเพื่อนำเสนอแนวทางการลดความสูญเสียของหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่อยู่สูงกว่าระดับใช้งาน ผู้วิจัยได้เสนอแผนการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงานซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 6

#### 4.4 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิภาพ

หลังจากการกำหนดมาตรฐานงานหล่อเสาเข็มขึ้นมาใหม่ จัดทำเป็นคู่มือมาตรฐาน และจัดฝึกอบรมแก่ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงานที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ติดตามผลการปฏิบัติงานในแง่คุณภาพของเสาเข็มที่ได้ จากโครงการหนึ่งของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งมีการเก็บข้อมูลทั้งโครงการจำนวน 150 ชุดข้อมูล พบว่ามีจำนวน 1 ชุดข้อมูลที่บ่งชี้ว่า เสาเข็มเจาะไม่ได้คุณภาพและต้องมีการซ่อมแซม (ภาคผนวก จ) ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานทางสถิติเพื่อทดสอบค่าสัดส่วนของเสียของประชากรสองกลุ่มระหว่าง ก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพ และหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพ พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าสัดส่วนของเสียของประชากรก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง แตกต่างกัน และก่อนการปรับปรุงมีค่าสัดส่วนของเสียของประชากรก่อนการปรับปรุงมากกว่าค่าสัดส่วนของเสียของประชากรหลังการปรับปรุง และเมื่อหาค่าความน่าจะเป็นของการผิดพลาดชนิดที่ 2 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.0918 นั้นหมายถึงกำลังของการทดสอบ (Power of Test) ในครั้งนี้เท่ากับ 0.9802 ซึ่งอยู่ในระดับที่น่าพอใจ (ภาคผนวก ฉ)

ตารางที่ 6 แผนการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงาน

วัตถุประสงค์	เป้าหมาย	แผนการดำเนินงาน	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	งบประมาณ (บาท)	ดัชนีวัดประสิทธิภาพ	ประโยชน์ของแผนที่คาดไว้	ระยะเวลา (สัปดาห์)*			
							1	2	3	4
<p>1. เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงานมีความรู้และความเข้าใจในขั้นตอนการเตรียมสารละลาย</p> <p>2. เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงานมีความรู้และความเข้าใจในผลกระทบของสารละลายที่มีต่อคุณภาพของเสาเข็มเจาะ</p>	<p>พนักงานและผู้ควบคุมงานผ่านการทดสอบภายหลังการฝึกอบรมโดยมีระดับการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80</p>	<p>1. ขออนุมัติค่าแรงให้กับผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงานในการมาฝึกอบรม</p> <p>2. ขออนุมัติงบประมาณในการฝึกอบรม</p> <p>3. จัดเตรียมสถานที่และคัดเลือกวิทยากร</p> <p>4. จัดเตรียมแบบทดสอบทั้งภาคปฏิบัติและข้อเขียน</p>	<p>ผู้จัดการโครงการก่อสร้าง</p>	50,000	<p>1. ผู้เข้าฝึกอบรมต้องใช้เวลาฝึกอบรมร้อยละ 100</p> <p>2. ผู้เข้าฝึกอบรมต้องผ่านการทดสอบทั้งภาคปฏิบัติและข้อเขียนโดยมีคะแนนอย่างน้อยร้อยละ 80</p> <p>3. ความเสียหายของเสาเข็มเจาะลดลงอย่างน้อยร้อยละ 10</p>	<p>1. ลดต้นทุนการหล่อเสาเข็มเจาะ</p> <p>2. ลดระยะเวลาโครงการ</p> <p>3. เพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้า</p>				

\* ฝึกอบรมเฉพาะวันอาทิตย์

#### 4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแนวทางการปรับปรุงคุณภาพของงานหล่อเสาเข็มเจาะของผู้ปฏิบัติงาน ผู้ควบคุมงานและตัวแทนของเจ้าของโครงการ

ผู้วิจัยได้ออกแบบสัมภาษณ์เพื่อวัดผลความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงานรวมทั้งสิ้น 10 คน และตัวแทนของเจ้าของโครงการก่อสร้างกรณีศึกษา รวมทั้งสิ้น 3 ราย โดยให้ระดับความพึงพอใจ 1 = น้อย, 2 = ปานกลาง และ 3 = มาก รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการทำงานและการฝึกอบรม ซึ่งผลการประเมินแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงานต่อการฝึกอบรม

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ความพึงพอใจ ระดับเฉลี่ย (ร้อยละ)	ข้อเสนอแนะ
1) ความรู้ที่ได้รับจากภาคทฤษฎี	2.8	0.42	93.33	ขอให้มีการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง
2) ความรู้ที่ได้รับจากภาคปฏิบัติ	2.9	0.32	96.67	ขอให้มีการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง
3) ความปลอดภัยในการทำงาน	2.7	0.48	90.00	ขอให้บริษัทฯ จัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากสารเคมีเพิ่มขึ้น
4) ประสิทธิภาพการทำงานที่เพิ่มขึ้น	2.9	0.32	96.67	ขอให้บริษัทฯ ให้รางวัลกับทีมงานหากสามารถลดความสูญเสียของเสาเข็มเจาะได้อย่างต่อเนื่องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ร่วมกัน
5) ความเครียดที่ลดลงจากการประสานงานของผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงาน	2.2	0.42	73.33	-
6) ความง่ายและรายละเอียดของกลุ่มปฏิบัติงานที่ปรับปรุงใหม่	2.7	0.48	90.00	ควรมีการทบทวนคู่มืออย่างต่อเนื่องจากทีมงาน

จากตารางที่ 7 พบว่า ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงานมีระดับความพึงพอใจในแผนการฝึกอบรม และคู่มือปฏิบัติงานในภาพรวม เท่ากับร้อยละ 90.00

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความพึงพอใจของตัวแทนของเจ้าของโครงการต่อความสำเร็จของโครงการ

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ความพึงพอใจระดับเฉลี่ย (ร้อยละ)	ข้อเสนอแนะ
1) ความคาดหวังในการลดระยะเวลาโครงการ	3.00	0	100.00	-
2) ความคาดหวังในการลดราคาประมูลของโครงการ (ในสำนักงานเสาเข็ม)	2.67	0.58	88.89	-
3) ความคาดหวังในการลดราคาประมูลของโครงการ (ในภาพรวมของโครงการ)	2.67	0.58	88.89	-
4) ความคาดหวังในการลดความขัดแย้งของทีมงานของผู้รับเหมา	2.67	0.58	88.89	-
5) ความคาดหวังในการเพิ่มคุณภาพงานของโครงการ	3.00	0	100.00	-
6) ความคาดหวังในการลดอุบัติเหตุในงานหล่อเสาเข็ม	2.67	0.58	88.89	-

จากตารางที่ 8 พบว่า ตัวแทนของเจ้าของโครงการก่อสร้างกรณีศึกษามีระดับความพึงพอใจในความคาดหวังของความสำเร็จของโครงการในภาพรวม เท่ากับร้อยละ 92.59

#### 4.5 การทดสอบสมมติฐานของงานวิจัย

1. แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกที่ได้จากงานวิจัยสามารถลดความบกพร่องของหัวเสาเข็มเจาะลงร้อยละ 10
2. แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกสามารถเพิ่มความพึงพอใจให้กับตัวแทนเจ้าของโครงการ ได้อย่างน้อย ร้อยละ 80

#### สมมติฐานที่ 1

จากการทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วนของเสียของประชากรสองกลุ่ม ระหว่างก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง ในหัวข้อ 3.6.1 ยังไม่เป็นการยืนยันสมมติฐานนี้ เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบสองทาง ผู้วิจัยจึงได้ทดสอบแบบทางเดียวโดยตั้งสมมติฐานหลัก และสมมติฐานรองดังนี้

$$H_0 : \hat{p}_1 - \hat{p}_2 = 0.10$$

$$H_1 : \hat{p}_1 - \hat{p}_2 < 0.10$$

จากการคำนวณทางสถิติพบว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ภาคผนวก ก) ดังนั้นค่าสัดส่วนของเสียของประชากรหลังการปรับปรุง มากกว่าค่าสัดส่วนของเสียของประชากรก่อนการปรับปรุง อย่างน้อยร้อยละ 10

### สมมติฐานที่ 2

จากการประเมินแบบสอบถามที่ได้จากตัวแทนเจ้าของโครงการ พบว่าระดับความพึงพอใจ อยู่ที่ร้อยละ 92.59 ดังนั้นสมมติฐานของงานวิจัยถูกต้อง

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกของโครงการก่อสร้างเข็มเจาะขนาดใหญ่ของบริษัทตัวอย่างซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงสถิติ และระเบียบวิธีการวิจัยเชิงสำรวจแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลงานวิจัย

การประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกส์ เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่อยู่สูงกว่าระดับใช้งาน (Pile Cut – Off) ของโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ ร่วมกับเครื่องมือคุณภาพ (ในงานวิจัยนี้ใช้แผนภาพสาเหตุและผลสามารถเสนอแนวทางการลดความสูญเสียของงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกโดยใช้แผนการฝึกอบรมการเตรียมสารละลายเบนสำหรับผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงาน โดยใช้คู่มือปฏิบัติงานซึ่งได้รับการปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญของบริษัทตัวอย่าง เมื่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงานผ่านการทดสอบภาคปฏิบัติและข้อเขียนภายหลังการฝึกอบรม ผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงานดังกล่าวได้ปฏิบัติงานจริงในโครงการซึ่งพบว่า สามารถลดความสูญเสียของงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกลงอย่างน้อยร้อยละ 10 ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงานต่อความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรมอยู่ในระดับดี ส่วนตัวแทนของเจ้าของโครงการมีความพึงพอใจต่อผลงานของบริษัทตัวอย่างที่สามารถส่งมอบงานได้ตรงเวลา สุดท้ายการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของแนวทางการลดความสูญเสียของงานหล่อเสาเข็มเจาะในระบบเปียกที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ให้ผลตอบแทนการลงทุนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 80

#### 5.2 อุปสรรคที่พบในงานวิจัย

5.2.1 ในการวิเคราะห์หาปัจจัย ที่มีผลต่อคุณภาพหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่อยู่สูงกว่าระดับใช้งาน (Pile Cut – Off) ของโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ นั้น ไม่สามารถทำการออกแบบการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลปัจจัยอิสระและปัจจัยตามได้ เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาโครงการและค่าใช้จ่ายที่สูง

5.2.2 ผลจากข้อ 5.2.1 อาจทำให้การวิเคราะห์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีความคลาดเคลื่อนได้บ้าง

### 5.3 ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

ควรทำการออกแบบการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลปัจจัยอิสระได้แก่ คุณสมบัติของสารละลาย ชนิดและคุณสมบัติของสารตั้งต้นสารละลาย (สารเบนโทไนท์ สารโพลีเมอร์ น้ำดิบ เป็นต้น) และปริมาณร้อยละของทรายในชั้นดิน ส่วนปัจจัยตามคือ คุณภาพหัวคอนกรีตเสาเข็มเจาะที่ระดับใช้งาน (Pile Cut – Off) ในห้องทดลองและในภาคสนามร่วมกัน จากนั้นทำการวิเคราะห์เชิงสถิติด้วยวิธีการออกแบบการทดลองน่าจะให้ผลการวิเคราะห์ที่แม่นยำกว่า

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- การประยุกต์ใช้วิธีการของ six sigma เพื่อลดของเสีย ในสายการผลิตคอนเดนเซอร์กรณีศึกษา  
การวิเคราะห์เพื่อลดปัญหาการรั่วของคอนเดนเซอร์ [Online]. Accessed 3 March 2007.  
Available from <http://www.irpus.org>
- กิตศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. สถิติวิศวกรรม (ประมวลผลด้วย MINITAB) เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 5.  
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2547.
- คะทชียะ โฮโซทานิ. การแก้ปัญหาแบบทิวซี วิธีการแก้ปัญหาในงานตามแบบฉบับญี่ปุ่น.  
แปลโดย วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริม  
เทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2549.
- ชนันต์ แดงประไพ และ เกียรติศักดิ์ จารุพรพาณิชย์ . คู่มือการปฏิบัติงานการทำเสาเข็มเจาะ  
ขนาดใหญ่. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น),  
2535.
- เชิดศักดิ์ อนุทัต. “การปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพการผลิตของโรงงานเบเกอร์รี่.” วิทยานิพนธ์  
ปริญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- ธีระพงษ์ กังสนารักษ์. “การพัฒนากระบวนการควบคุมคุณภาพสำหรับสายการผลิตราง สายไฟและ  
ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า.” วิทยานิพนธ์ปริญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- ปัญหาในงานเสาเข็มเจาะที่เกิดจากคุณภาพคอนกรีต. กรุงเทพมหานคร:  
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544. (พิมพ์ในงานการประชุมวิชาการ  
วิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 7 พฤษภาคม 2544).
- ปิ่นนธร เจียรธรวานิช และคณะ “การใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพเพื่อลดของเสียในสายงานผลิต  
วอยซ์คอยล์.” วิทยาสารกำแพงแสน 4 , 1 (2549) :101-108 .
- ปารเมศ ชูติมา. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2545.
- ไพบูลย์ แยมเพื่อน. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2547.
- ศุภชัย นาทะพันธ์ ความน่าจะเป็นและสถิติ .2547

สมบูรณ์ คูวีระ. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ. กรุงเทพมหานคร :

โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. มาตรฐานการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ. กรุงเทพมหานคร :

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2545.

สำนักงานก่อสร้างสะพานกรมทางหลวงชนบท ขั้นตอนการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ [Online].

Accessed 5 March 2007. Available from [http:// www.bbc.go.th](http://www.bbc.go.th)

สุวรรณ สุทธิขจรกิจการ. MANUFACTURING KPI เพื่อมุ่งสู่ TPM. กรุงเทพมหานคร :

บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด(มหาชน), 2547.

### ภาษาอังกฤษ

Agresti, Alan. An Introduction to Categorical Data Analysis. New York : John Wiley & Sons, 1996.

Hosmer, David W., and Stanley Lemeshow. Applied Logistic Regression. New York : John Wiley & Sons, 1989.

Montgomery, Douglas C., and George C, Runger. Applied Statistics and Probability for Engineers. 4<sup>th</sup> ed. Singapore : John Wiley & Sons, 2007.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ชุดข้อมูลคุณภาพของเสาเข็มเจาะในระบบเปียกก่อนการปรับปรุง

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
1	AB002	1200	-7.60	0.032	-0.031	61	1.01	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
2	AB063	1200	-3.35	0.029	0.014	57	1.03	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
3	AB072	1200	-5.35	-0.035	0.010	58	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
4	AB068	1200	-6.80	-0.016	0.025	57	1.03	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
5	AB069	1200	-5.35	-0.015	0.033	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
6	AB075	1200	-2.85	0.031	0.020	57	1.03	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
7	AB036	1200	-6.80	-0.012	0.009	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
8	AB047	1200	-6.80	0.009	0.030	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
9	AB033	1200	-6.80	0.011	-0.021	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	NO GOOD
10	AB065	1200	-6.80	-0.011	-0.020	57	1.03	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	NO GOOD
11	AB070	1200	-5.35	0.033	0.012	57	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	NO GOOD
12	AB061	1200	-6.80	-0.021	-0.016	57	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
13	AA007	1000	-0.85	-0.014	0.002	57	1.03	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
14	AB071	1200	-5.35	0.004	0.008	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
15	AB051	1200	-6.80	-0.011	0.003	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
16	BB033	1200	-4.10	0.004	-0.013	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
17	AA001	1000	-3.90	-0.009	-0.008	55	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
18	AB034	1200	-6.80	0.015	-0.009	55	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
19	AB027	1200	-5.40	0.011	-0.020	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
20	AB050	1200	-6.80	-0.009	0.018	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
21	AA006	1000	-0.85	0.003	-0.008	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
22	AB066	1200	-6.80	-0.002	0.018	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
23	AA005	1000	-0.85	0.007	0.002	58	1.03	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	NO GOOD
24	AB030	1200	-5.40	-0.021	0.006	58	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
25	AB074	1200	-1.85	-0.025	-0.003	57	1.03	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
26	AB012	1200	-2.25	0.041	0.013	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
27	AB062	1200	-6.80	-0.026	-0.007	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
28	AB007	1200	-7.15	-0.015	-0.038	58	1.03	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
29	AA002	1000	-3.90	-0.009	-0.020	55	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
30	AB049	1200	-6.80	-0.031	-0.009	56	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
31	AB073	1200	-1.85	0.037	0.024	57	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
32	AA004	1000	-0.85	-0.036	0.032	56	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
33	AB013	1200	-2.25	0.031	0.033	56	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
34	AB039	1200	-6.80	-0.005	0.007	57	1.03	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
35	AB018	1200	-2.25	0.032	-0.007	58	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
36	AB060	1200	-6.80	0.005	0.012	57	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK
37	BB077	1200	-1.75	-0.011	-0.003	54	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	NO GOOD
38	AB008	1200	-2.25	0.002	-0.021	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	OK

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
39	AB056	1200	-6.80	0.023	0.004	58	1.03	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
40	AA010	1000	-0.85	0.014	0.037	56	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
41	AB031	1200	-5.40	-0.003	0.031	57	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	NO GOOD
42	AB067	1200	-6.80	-0.009	-0.013	58	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
43	AA009	1000	-0.85	-0.032	-0.031	53	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
44	AB019	1200	-2.25	0.024	0.001	56	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
45	AB032	1200	-6.80	0.016	0.007	55	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
46	AB064	1200	-6.80	-0.031	0.001	55	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
47	AB028	1200	-5.40	-0.013	0.018	50	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
48	AB059	1200	-6.80	-0.030	-0.007	49	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
49	AB009	1200	-2.25	0.020	0.030	52	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	NO GOOD
50	AB016	1200	-2.25	-0.008	-0.035	49	1.02	8	บัวเรี่ยน	วิทยา	NO GOOD
51	AB023	1200	-5.40	-0.007	0.004	53	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
52	AB045	1200	-6.80	-0.020	0.011	54	1.02	9	บัวเรี่ยน	วิทยา	GOOD
53	AB041	1200	-6.80	-6.800	0.007	45	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
54	AB017	1200	-2.25	0.010	-0.022	50	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
55	AB029	1200	-5.40	-0.006	-0.014	49	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
56	AB014	1200	-2.25	0.023	0.027	56	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
57	AB057	1200	-6.80	-0.038	-0.007	55	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
58	AB005	1200	-7.15	0.034	-0.001	60	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
59	AB024	1200	-5.40	0.033	-0.026	55	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
60	AB037	1200	-0.60	-0.015	-0.017	56	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
61	AC007	1500	-1.80	-0.001	-0.006	50	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
62	AB026	1200	-5.40	0.010	-0.023	50	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
63	AB048	1200	-6.80	-0.044	0.001	52	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
64	AC004	1500	-1.80	0.040	0.018	54	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
65	AB006	1200	-7.15	0.031	0.015	51	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
66	AB058	1200	-6.80	0.031	0.021	50	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
67	AB053	1200	-6.80	-0.015	-0.032	51	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
68	AC008	1500	-1.80	0.002	0.040	56	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	NO GOOD
69	AB015	1200	-2.25	0.019	-0.002	51	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
70	AB035	1200	-6.80	0.007	-0.007	50	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
71	AC002	1500	-1.80	0.003	-0.015	51	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
72	AB003	1200	-7.15	0.021	-0.036	52	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
73	AC005	1500	-1.80	0.014	0.004	55	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
74	AB038	1200	-6.80	0.019	-0.019	51	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
75	AB043	1200	-6.80	0.019	-0.026	50	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
76	AA008	1000	-0.85	-0.019	0.033	50	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
77	AB004	1200	-7.15	0.014	-0.015	51	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
78	AB020	1200	-2.25	0.027	0.000	51	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
79	AA011	1000	-0.85	0.029	0.003	52	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
80	AC001	1500	-1.80	-0.012	-0.005	55	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
81	AA016	1000	-1.30	-0.007	0.013	54	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
82	AB055	1200	-6.80	-0.024	-0.007	55	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
83	AA015	1000	-1.30	-0.008	0.010	51	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
84	AB036	1200	-6.80	-0.010	0.010	52	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
85	AB021	1200	-2.25	-0.007	-0.030	49	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
86	AB052	1200	-6.80	0.005	-0.040	52	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
87	AA013	1000	-1.10	0.027	0.008	50	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
88	AC003	1500	-1.80	0.022	0.006	52	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	NO GOOD
89	AB010/1	1200	-2.25	0.021	-0.023	50	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	NO GOOD
90	AC006	1500	-1.80	0.031	0.010	53	1.03	8	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
91	AB022	1200	-2.25	-0.022	-0.024	54	1.03	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
92	AA014	1200	-1.10	0.008	0.008	54	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
93	AB025	1200	-5.40	0.033	-0.011	53	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
94	AB010/2	1200	-2.25	0.001	-0.028	51	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
95	AB040	1200	-6.80	-0.011	-0.016	45	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
96	AB046	1200	-5.40	0.033	-0.011	45.00	1.02	8	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
97	BB080	1200	-2.25	0.001	-0.028	54.47	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
98	BB089	1200	-6.80	-0.011	-0.016	55.30	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
99	AB054	1200	-6.80	-0.000	0.000	56.00	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
100	BB031	1200	-1.75	-0.004	0.004	54.47	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
101	BB092	1200	-2.80	-0.009	0.008	55.40	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
102	AA003	1000	-6.80	-0.010	0.023	56.00	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
103	BB075	1200	-4.10	0.015	-0.009	54.39	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
104	BB087	1200	-2.15	0.008	-0.012	55.31	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
105	BB034	1200	-3.90	-0.043	-0.007	55.09	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
106	BB072	1200	-2.80	-0.017	0.014	54.49	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
107	BB076	1200	-2.80	-0.021	-0.011	55.47	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
108	BB083	1200	-4.10	0.016	0.004	55.48	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
109	BB032	1200	-2.80	-0.030	-0.360	55.40	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
110	BB073	1200	-2.80	-0.037	-0.011	53.57	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
111	BB085	1200	-1.75	-0.030	0.038	55.47	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
112	BB079	1200	-4.10	-0.003	-0.010	55.42	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
113	BB035	1200	-2.80	0.018	0.015	55.00	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
114	BB081	1200	-2.80	-0.033	0.005	56.00	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
115	BB090	1200	-2.80	-0.038	0.004	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
116	BB063	1200	-2.85	-0.012	-0.027	55	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
117	BB069	1200	-2.85	-0.010	0.009	55	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
118	BB050	1200	-7.00	-0.013	-0.016	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
119	BB062	1200	-2.85	0.004	-0.002	55	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
120	BB084	1200	-1.75	-0.016	-0.005	55	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
121	BB067	1200	-2.85	-0.015	0.017	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
122	BB074	1200	-2.80	-0.015	-0.029	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
123	BB093	1200	-2.15	-0.004	-0.002	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
124	BB086	1200	-2.80	-0.005	0.004	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
125	BB094	1200	-2.90	0.035	0.038	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
126	BB021	1200	-2.50	0.026	-0.008	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
127	BB066	1200	-2.85	-0.020	0.005	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
128	BB057	1200	-7.00	-0.018	-0.029	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
129	BB088	1200	-2.80	0.025	-0.002	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
130	BB095	1200	-2.90	0.001	-0.013	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
131	BB015	1200	-2.50	-0.004	-0.021	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
132	BB030	1200	-4.10	0.018	0.028	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
133	BB040	1200	-7.00	-0.020	0.027	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
134	BB091	1200	-2.15	-0.020	-0.020	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
135	BB008	1200	-2.50	0.001	-0.006	51	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
136	BB082	1200	-1.75	-0.024	-0.019	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
137	BB022	1200	-2.50	-0.016	-0.007	51	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
138	BB027	1200	-2.85	0.012	-0.005	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
139	BB011	1200	-2.50	0.035	-0.006	51	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
140	BB060	1200	-7.00	-0.009	0.016	50	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
141	AB011	1200	-2.25	0.009	-0.012	54	1.02	9	เนรมิตร	วิทยา	NO GOOD
142	BB036	1200	-7.00	-0.028	0.025	51	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
143	BB065	1200	-2.85	0.011	-0.027	45	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
144	BB020	1200	-2.50	0.026	-0.021	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
145	BB039	1200	-0.60	-0.026	-0.008	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
146	BB070	1200	-2.85	0.003	0.020	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
147	BB071	1200	-2.80	-0.013	-0.030	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
148	BB024	1200	-2.85	0.010	0.025	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
149	BB059	1200	-7.00	0.003	-0.026	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
150	BB068	1200	-2.85	0.013	-0.017	50	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
151	BB016	1200	-2.50	0.005	0.016	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
152	BB045	1200	-7.00	-0.013	-0.020	51	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
153	BB029	1200	-4.10	-0.018	-0.035	51	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
154	BB058	1200	-0.60	-0.033	-0.009	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
155	BB018	1200	-2.50	-0.033	0.003	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
156	BB052	1200	-7.00	-0.017	0.014	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
157	BB010	1200	-2.50	0.033	0.015	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
158	BB026	1200	-2.85	-0.028	0.035	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
159	BB047	1200	-7.00	0.006	-0.012	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
160	BB023	1200	-2.50	-0.027	0.014	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
161	BB061	1200	-7.00	-0.025	0.030	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
162	BB048	1200	-7.00	-0.020	-0.008	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
163	BB064	1200	-2.85	-0.015	0.026	49	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
164	BB012	1200	-2.50	-0.013	-0.003	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
165	BB051	1200	-7.00	-0.023	0.024	45	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
166	BB053	1200	-7.00	-0.021	-0.019	45	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
167	BB037	1200	-7.00	-0.033	0.020	50	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
168	BB078	1200	-1.75	0.027	-0.009	45	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
169	BB028	1200	-4.10	-0.026	0.024	48	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
170	BB014	1200	-2.50	-0.026	-0.031	47	1.01	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
171	BB042	1200	-7.00	0.030	-0.024	47	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
172	BB009	1200	-2.50	-0.024	0.010	47.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
173	BB055	1200	-7.00	0.033	0.023	47.00	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
174	BB006	1200	-4.20	-0.027	0.036	48.00	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
175	BB005	1200	-5.65	-0.013	-0.012	46.00	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
176	BB019	1200	-2.50	-0.023	-0.015	44.32	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
177	BB043	1200	-7.00	0.021	-0.005	45.00	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
178	BB007	1200	-4.20	0.020	-0.030	42.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
179	BB054	1200	-7.00	-0.000	-0.026	43.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
180	BB004	1200	-5.65	0.003	-0.004	43.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
181	BB013	1200	-2.50	0.032	-0.003	41.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
182	BB038	1200	-7.00	-0.004	0.035	43.00	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
183	BB002	1200	-0.65	-0.015	0.018	42.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
184	BB003	1200	-0.70	-0.012	0.009	53.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
185	BB056	1200	-7.00	-0.024	-0.020	41.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
186	BB017	1200	-2.50	-0.007	-0.028	42.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
187	BA006	1000	-4.20	0.001	0.017	41.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
188	BB044	1200	-7.00	0.014	-0.022	42.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
189	BA005	1000	-1.90	0.018	0.012	42.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
190	BA007	1000	-4.20	0.012	-0.004	52.00	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
191	BA009	1000	-1.30	-0.004	0.036	40	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
192	BB025	1200	-2.85	0.035	-0.008	41	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
193	BA010	1000	-1.30	-0.023	0.022	52	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
194	BB046	1200	-7.00	0.029	-0.025	41	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
195	BB001	1200	-0.25	-0.011	0.027	40	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
196	BA008	1000	-1.30	-0.018	0.030	42	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
197	BB049	1200	-7.00	0.003	-0.040	42	1.01	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
198	AA017	1000	-6.80	0.000	0.000	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
199	BA004	1000	-5.65	-0.017	0.002	45	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
200	AA012	1000	-0.70	0.003	-0.017	44	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
201	BA002	1000	-0.70	-0.021	0.020	43	1.01	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
202	AA018	1000	-6.80	0.000	0.00	47	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
203	AB001	1200	-7.15	0.000	0.000	50	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
204	AB044	1200	-6.80	0.000	0.000	48	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
205	BB041	1200	-7.00	0.019	-0.048	47	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
206	BA001	1000	-0.70	0.007	-0.016	48	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
207	BA003	1000	-5.65	0.000	0.000	50	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
208	BA012	800	-1.00	-0.020	-0.009	53	1.02	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
209	BB014	1000	-1.00	0.016	-0.034	53	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
210	BA002	800	-1.00	0.028	-0.002	53	1.02	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
211	BA050	800	-1.00	0.013	-0.009	57	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
212	BB020	1000	-1.00	0.032	0.006	53	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
213	BA011	800	-1.00	0.028	-0.015	54	1.02	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
214	BB007	1000	-1.00	0.003	-0.031	54	1.02	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
215	BB002	1000	-1.00	0.004	0.005	54	1.02	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
216	BA053	800	-1.00	-0.016	-0.037	51	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
217	BB046	1000	-1.00	0.014	0.026	55	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
218	BB049	1000	-1.00	-0.003	0.010	54	1.02	8	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
219	BB004	1000	-1.00	0.015	0.037	51	1.02	8	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
220	BA051	800	-1.00	-0.003	-0.042	54	1.02	8	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
221	BB016	1000	-1.00	0.020	-0.010	54	1.03	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
222	BA047	800	-1.00	0.008	0.013	54	1.03	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
223	BB001	1000	-1.00	0.049	-0.001	54	1.02	8	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
224	BA049	800	-1.00	0.024	0.003	56	1.03	9	เนรมิตร	วิทยา	GOOD
225	BB048	1000	-1.00	0.036	-0.016	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
226	BB011	1000	-1.00	0.050	0.021	55	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
227	BA052	800	-1.00	0.044	-0.019	55	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
228	AB002	1000	-1.85	-0.005	-0.004	50	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
229	BB055	1000	-1.00	0.038	0.043	57	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
230	BA001	800	-1.00	-0.009	0.011	57	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
231	AB007	1000	-1.85	0.021	-0.007	50	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
232	AB013	1000	-1.85	-0.008	-0.009	53	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
233	BB005	1000	-1.00	-0.033	-0.022	57	1.03	9	สีไคร	วิทยา	GOOD
234	BA062	800	-1.00	-0.015	0.005	56	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
235	AA013	800	-1.85	0.001	0.006	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
236	AB022	1000	-1.85	0.037	0.044	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
237	BA064	800	-1.00	-0.040	0.026	57	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
238	BA045	800	-1.00	0.032	0.008	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
239	AA016	800	1.85	0.036	-0.017	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
240	AA007	800	-1.85	-0.029	0.003	54	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
241	BA004	800	-1.00	-0.006	0.018	57	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
242	BA020	800	-1.45	0.005	0.040	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
243	BA048	800	-1.00	0.018	-0.037	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
244	AA049	800	-1.85	0.041	-0.001	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
245	BA013	800	-1.45	-0.012	-0.012	57	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
246	BB053	1000	-1.00	0.006	0.020	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
247	AB025	1000	-1.85	-0.009	-0.024	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
248	AA014	800	-1.85	0.013	-0.004	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
249	BB008	1000	-1.00	-0.044	0.050	57	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
250	BA046	800	-1.85	0.015	-0.012	56	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
251	AA006	800	-1.85	-0.004	-0.030	53	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
252	AB024	1000	-1.85	0.015	-0.012	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
253	BA010	800	-1.85	0.023	-0.011	57	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
254	BB038	1000	0.00	0.013	0.037	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
255	BB013	1000	0.00	-0.018	-0.007	55	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
256	BA018	800	-2.30	-0.023	-0.001	55	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
257	BB058	1000	0.00	0.009	-0.011	57	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
258	AA017	800	-1.85	-0.030	-0.004	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
259	AB001	1000	-1.85	-0.012	0.036	54	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
260	AA048	800	-1.85	-0.011	0.004	53	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
261	AA043	800	-1.85	0.048	-0.016	52	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
262	AB009	1000	-1.85	0.012	0.031	53	1.02	10	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
263	BA061	800	-1.85	0.019	0.004	54	1.03	10	บุญชู	วิทยา	GOOD
264	BA014	800	-2.30	0.002	-0.007	53	1.02	9	สีไคร	วิทยา	GOOD
265	BB017	1000	0.00	-0.048	0.041	57	1.03	9	สีไคร	วิทยา	GOOD
266	BB044	1000	0.00	0.039	0.024	57	1.03	9	สีไคร	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
267	AB017	1000	-1.85	-0.030	-0.006	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
268	AB026	1000	-1.85	-0.021	-0.036	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
269	AA050	800	-1.85	0.011	-0.050	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
270	BB056	1000	0.00	-0.004	-0.008	54	1.03	9	สีไคร	วิทยา	GOOD
271	AA012	800	-1.85	-0.002	-0.021	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
272	AB003	1000	-1.85	0.024	-0.035	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
273	BA055	800	-1.85	-0.046	-0.001	53	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
274	BA063	800	-1.85	-0.029	-0.042	52	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
275	BA063	800	-1.85	-0.029	-0.042	52	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
276	BB012	1000	0.00	0.001	0.027	57	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
277	AA001	800	-1.85	0.036	0.001	54	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
278	AA047	800	-1.85	0.014	-0.015	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
279	AA015	800	-1.85	-0.021	0.116	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
280	BB045	1000	0.00	0.009	-0.023	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
281	BB050	1000	0.00	0.017	0.024	51	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
282	AA046	800	-1.85	-0.006	0.028	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
283	BA057	800	-1.85	-0.006	0.000	51	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
284	BA019	800	-2.30	0.029	-0.015	57	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
285	BB019	1000	0.00	0.024	-0.004	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
286	BB059	1000	0.00	0.005	0.001	57	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
287	AB008	1000	-1.85	0.002	-0.040	54	1.03	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
288	AB014	1000	-1.85	0.010	0.043	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
289	AA008	800	-1.85	0.043	0.015	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
290	BB057	1000	0.00	0.031	-0.004	54	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
291	BA006	800	-1.85	0.002	0.042	58	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
292	AB005	1000	-1.85	0.015	0.002	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
293	AA025	800	-1.85	-0.016	0.036	54	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
294	AA042	800	-1.85	0.003	-0.001	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
295	BA017	800	-2.30	0.042	-0.032	53	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
296	BB041	1000	0.00	0.023	0.004	57	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
297	BA054	800	-1.85	0.031	0.006	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
298	BB027	1000	0.00	0.030	-0.004	56	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
299	AB021	1000	-1.85	0.009	-0.048	58	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
300	AA019	800	-1.85	-0.017	-0.050	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
301	BA023	800	-2.30	0.010	0.010	57	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
302	BA035	800	0.00	0.012	-0.015	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
303	BB028	1000	0.00	0.001	0.020	57	1.03	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
304	AB016	1000	-1.85	-0.010	-0.020	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
305	AA045	800	-1.85	-0.008	0.008	54	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
306	AB023	1000	-1.85	0.033	0.046	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
307	BA056	800	-1.85	-0.009	-0.020	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
308	BB024	1000	0.00	0.037	-0.040	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
309	BA007	800	-1.85	-0.003	0.023	56	1.03	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
310	AA052	800	-1.85	-0.008	-0.030	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
311	AB019	1000	-1.85	0.007	-0.002	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
312	AB004	1000	-1.85	0.004	-0.044	55	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
313	BA058	800	-1.85	0.030	0.010	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
314	BA021	800	-2.30	-0.002	-0.041	58	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
315	BB051	1000	0.00	0.014	-0.050	57	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
316	BB021	1000	0.00	0.002	-0.011	57	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
317	AA010	800	-1.85	0.012	0.014	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
318	BA060	800	-1.85	-0.041	0.005	53	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
319	BB023	1000	0.00	-0.001	-0.006	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
320	BA003	800	-1.85	0.004	0.230	53	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
321	BA043	800	-1.85	-0.028	-0.026	54	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
322	BA059	800	-1.85	0.023	-0.002	52	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
323	AA026	800	-1.85	0.025	-0.025	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
324	BB039	1000	0.00	-0.014	-0.032	52	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
325	BB006	1000	0.00	0.023	-0.015	53	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
326	BB009	1000	0.00	-0.030	-0.002	53	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
327	BB047	1000	0.00	0.023	-0.030	54	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
328	AA018	800	-1.85	0.044	-0.350	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
329	AB020	1000	-1.85	0.013	-0.020	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
330	BB029	1000	0.00	0.003	-0.010	52	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
331	AA054	800	-1.85	0.012	0.014	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
332	AB006	1000	-1.85	0.043	-0.003	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
333	BA031	800	-1.85	-0.043	0.002	53	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
334	BB052	1000	0.00	0.028	-0.027	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
335	BB018	1000	-3.60	0.005	0.049	54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	NO GOOD
336	BA009	800	-1.85	0.008	0.026	54	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
337	AA029	800	-1.85	0.009	-0.014	53	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
338	AA056	800	-1.85	0.021	-0.020	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
339	AA063	800	-1.85	0.012	-0.024	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
340	AA066	800	-1.85	0.025	-0.050	54	1.03	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
341	AB018	1000	-1.85	-0.031	-0.002	54	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
342	BB032	1000	-1.85	-0.019	-0.009	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
343	BB025	1000	-1.85	-0.022	-0.030	53	1.02	9	บุญชู	วิทยา	NO GOOD
344	BB003	1000	-1.85	-0.014	-0.016	54	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
345	AA065	800	-1.85	0.020	-0.040	53	1.02	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
346	AA023	800	-2.30	0.025	-0.007	54	1.02	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
347	BB010	1000	-1.00	0.001	-0.033	57	1.02	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
348	BA022	800	-2.30	-0.004		54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
349	BA032	800	-1.85	0.009	-0.033	53	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
350	BB037	1000	-3.60	-0.250	-0.016	54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
351	BA040	800	-1.85	-0.035	-0.036	55	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
352	AA053	800	-1.85	-0.011	0.029	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
353	AA077	800	-1.85	0.003	-0.035	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
354	AB027	1000	-1.85	0.013	-0.005	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
355	BA038	800	-1.85	-0.001	-0.330	54	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
356	BB035	1000	-3.60	0.023	-0.041	54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
357	BB015	1000	-3.60	-0.008	0.018	54	1.03	9	สีไคร	วิทยา	GOOD
358	AA079	800	-1.85	0.010	-0.012	54	1.02	9	สีไคร	วิทยา	GOOD
359	AA002	800	-1.85	0.038	0.044	54	1.02	9	สีไคร	วิทยา	GOOD
360	AB036	1000	-1.85	-0.005	-0.005	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
361	AB015	1000	-1.85	0.043	-0.043	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
362	BB022	1000	-1.85	-0.006	0.004	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
363	AA009	800	-1.85	0.015	-0.006	53	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	NO GOOD
364	AA051	800	-1.85	0.028	0.039	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
365	AA067	800	-1.85	0.018	-0.018	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
366	BB030	1000	-1.85	-0.030	-0.039	57	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
367	BA034	800	-1.85	-0.011	-0.044	54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
368	AB031	1000	-2.30	-0.015	0.025	54	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
369	BB042	1000	-3.60	-0.032	0.007	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
370	AA069	800	-1.85	0.036	-0.001	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
371	AA081	800	-1.85	0.044	-0.005	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
372	AB012	1000	-1.85	-0.026	0.013	55	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
373	BA037	800	-1.85	-0.010	-0.004	55	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
374	BA024	800	-2.30	-0.018	-0.027	53	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
375	BB033	1000	-1.85	-0.044	0.021	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
376	AA004	800	-1.85	0.002	0.037	54	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
377	AB032	1000	-2.30	-0.024	0.029	53	1.02	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
378	AA083	800	-1.85	-0.005	0.006	53	1.02	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
379	BB043	1000	-3.60	0.004	-0.036	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
380	BA026	800	-2.30	0.010	-0.024	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
381	AA027	800	-2.30	0.047	-0.023	54	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
382	AA041	800	-1.85	-0.031	0.029	54	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
383	BA041	800	-1.85	-0.041	0.022	55	1.03	9	สีไกร	วิทยา	GOOD
384	BB034	1000	-3.60	-0.019	-0.001	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
385	AA020	800	-2.30	0.024	-0.018	52	1.02	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
386	AA034	800	-2.30	0.019	0.001	54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
387	AB037	1000	-2.30	0.014	-0.023	53	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
388	BA033	800	-1.85	0.021	-0.044	56	1.03	10	บุญชู	วิทยา	GOOD
389	BA027	800	-1.85	0.050	-0.002	53	1.03	10	บุญชู	วิทยา	GOOD
390	BB031	1000	-1.85	-0.005	0.032	57	1.03	10	บุญชู	วิทยา	GOOD
391	AB029	1000	-2.30	0.018	-0.011	52	1.02	10	บุญชู	วิทยา	GOOD
392	BB040	1000	-3.60	0.010	-0.012	56	1.03	10	บุญชู	วิทยา	GOOD
393	BA015	800	-2.30	0.005	-0.045	54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
394	AB010	1000	-1.85	-0.004	-0.034	50	1.01	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
395	AA028	800	-1.85	-0.010	-0.008	50	1.01	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
396	AA039	800	-1.85	-0.015	0.015	50	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
397	BA008	800	-1.85	-0.001	-0.039	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
398	AB038	1000	-2.30	0.006	-0.010	50	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
399	AA003	800	-1.85	-0.040	-0.001	50	1.02	9	สีไกร	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
400	AA036	800	-2.30	0.013	-0.005	49.00	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
401	AA062	800	-1.85	0.009	-0.016	50.00	1.02	8	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
402	BB036	1000	-3.60	-0.024	-0.002	54.00	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
403	BA036	800	-1.85	-0.011	-0.038	49.00	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
404	AA011	800	-1.85	0.007	-0.038	50.00	1.01	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
405	AA031	800	-2.30	0.022	-0.044	50.00	1.01	9	បុណ្យ	វិក្សា	NO GOOD
406	AB011	1000	-1.85	0.011	0.016	49.00	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
407	BA030	800	-1.85	0.012	-0.007	50.00	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
408	BA029	800	-2.30	-0.005	-0.012	54.00	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
409	AA005	800	-1.85	0.002	-0.021	49.00	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
410	AA076	800	-1.85	-0.017	-0.005	50.00	1.01	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
411	AB034	1000	-2.30	-0.038	-0.025	49.00	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
412	BA025	800	-2.30	-0.008	-0.015	56.00	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
413	BA044	800	-1.85	-0.022	-0.015	0.52	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
414	AA035	800	-2.30	0.001	0.031	49.00	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
415	AA044	800	-1.85	0.019	-0.020	50.00	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
416	AA078	800	-1.85	-0.012	0.011	50.00	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
417	BA039	800	-1.85	-0.006	-0.011	54.00	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
418	BA016	800	-2.30	-0.027	-0.009	54.00	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
419	AA066	800	-1.85	0.023	-0.023	54	1.03	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
420	AB035	800	-2.30	0.045	-0.009	50	1.02	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
421	BA042	1000	-1.85	-0.010	-0.016	49	1.02	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
422	BA028	800	-2.30	0.009	-0.024	55	1.03	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
423	AA061	800	-1.85	0.021	-0.002	55	1.03	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
424	AA064	800	-1.85	0.039	-0.011	54	1.03	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
425	AA068	800	-1.85	0.025	-0.018	50	1.01	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
426	AA075	800	-1.85	0.023	0.028	50	1.01	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
427	AA070	800	-1.85	0.018	-0.022	53	1.03	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
428	AB038	800	-1.85	0.035	-0.015	50	1.01	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
429	AA090	1000	-1.85	-0.004	0.025	56	1.03	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
430	AA040	800	-1.85	0.003	0.038	54	1.03	10	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
431	AA080	800	-1.85	-0.020	0.021	55	1.03	10	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
432	AA073	800	-1.85	-0.017	0.002	50	1.02	10	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
433	AA082	800	-1.85	-0.147	0.853	53	1.03	10	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
434	AA082	800	-1.85	-0.147	0.853	50	1.02	10	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
435	AA071	800	-1.85	0.012	0.040	50	1.02	10	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
436	AA055	800	-1.85	0.020	-0.017	50	1.02	10	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
437	AA084	800	-1.85	-0.017	0.012	53	1.03	10	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
438	CA005	800	-1.00	-0.003	-0.001	54	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
439	AA074	800	-1.85	0.020	0.000	56	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
440	AA086	800	-1.85	0.037	0.006	50	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
441	AA055	800	-1.85	-0.035	-0.015	50	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
442	AA032	800	-2.30	-0.031	0.014	53	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	NO GOOD
443	AA085	800	-1.85	0.008	-0.001	50	1.01	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
444	AA088	800	-1.85	0.004	0.032	49	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
445	CA008	800	-1.00	-0.002	-0.044	48	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
446	AB030	1000	-2.30	0.014	0.045	53	1.03	8	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
447	AA072	800	-1.85	-0.021	-0.040	49	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
448	AA060	800	-1.85	0.004	0.035	55	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
449	CA001	800	-1.00	0.036	-0.001	49	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
450	CA004	800	-1.00	-0.046	-0.003	49	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
451	AB028	1000	-2.30	-0.026	-0.034	54	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
452	CA006	800	-1.00	-0.033	-0.020	54	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
453	CA007	800	-1.00	0.004	-0.028	50	1.03	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
454	AA091	800	-1.85	-0.013	0.030	49	1.01	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
455	CA002	800	-1.00	0.045	0.016	49	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD
456	CA003	800	-1.00	0.025	-0.001	49	1.02	9	បុណ្យ	វិក្សា	GOOD

ITEM	NO.	DIA (mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DEV.N(mm.)	CASING DEV.E(mm.)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
457	AA021	800	-2.30	0.034	-0.013	53	1.03	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
458	AA033	800	-2.30	0.012	-0.011	49	1.01	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
459	AA058	800	-1.85	-0.015	-0.045	54	1.03	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
460	AA037	800	-2.30	0.023	-0.012	49	1.01	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
461	AA022	800	-2.30	0.013	0.006	49	1.02	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
462	AA024	800	-2.30	-0.035	-0.001	49	1.02	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
463	AA057	800	-1.85	-0.002	0.032	48	1.02	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
464	AA092	800	-1.85	-0.011	-0.002	49	1.02	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD
465	AA030	800	-2.30	0.026	0.029	49	1.02	9	បុណ្យរូ	វិທយា	GOOD

ภาคผนวก ข  
แบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงานต่อการฝึกอบรม

### แบบสัมภาษณ์

กรุณาให้ข้อมูลส่วนตัวของท่านในตอนที 1 ของแบบสัมภาษณ์และความคิดเห็นต่อการฝึกอบรมที่ท่านได้รับในตอนที 2

**ตอนที่ 1**      ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบ

ชื่อ..... นามสกุล.....

การศึกษาขั้นสูงสุด.....

อายุการทำงานในบริษัท.....ปี

หน้าที่ความรับผิดชอบ.....

โครงการที่ทำ.....

**ตอนที่ 2**      โปรดแสดงความคิดเห็นโดยการทำเครื่องหมาย / ในช่องระดับความพึงพอใจโดย

1 = น้อย, 2 = ปานกลาง และ 3 = มาก และให้ข้อเสนอแนะในแต่ละหัวข้อการประเมิน

หัวข้อการประเมิน	ระดับของความพึงพอใจ			ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	
1) ความรู้ที่ได้รับจากภาคทฤษฎี				
2) ความรู้ที่ได้รับจากภาคปฏิบัติ				
3) ความปลอดภัยในการทำงาน				
4) ประสิทธิภาพการทำงานที่เพิ่มขึ้น				
5) ความเครียดที่ลดลงจากการประสานงานของผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงาน				
6) ความง่ายและรายละเอียดของกลุ่มปฏิบัติงานที่ปรับปรุงใหม่				
7) ความสามารถของวิทยากร				

แบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจของตัวแทนของเจ้าของโครงการต่อความสำเร็จของโครงการ

## แบบสัมภาษณ์

กรุณาให้ข้อมูลส่วนตัวของท่านในตอนต้นที่ 1 ของแบบสัมภาษณ์และความคิดเห็นต่อการฝึกอบรมที่ท่านได้รับในตอนต้นที่ 2

### ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบ

ชื่อ..... นามสกุล.....

การศึกษาขั้นสูงสุด.....

อายุการทำงานในบริษัท.....ปี

หน้าที่ความรับผิดชอบ.....

โครงการที่คุณดูแล.....

บริษัท.....

**ตอนที่ 2** โปรดแสดงความคิดเห็นโดยการทำเครื่องหมาย / ในช่องระดับความพึงพอใจ โดย 1 = น้อย, 2 = ปานกลาง และ 3 = มาก และให้ข้อเสนอแนะในแต่ละหัวข้อการประเมิน

หัวข้อการประเมิน	ความพึงพอใจระดับเฉลี่ย			ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	
1) ความคาดหวังในการลดระยะเวลาโครงการ				
2) ความคาดหวังในการลดราคาประมูลของโครงการ (ในสำนักงานเสาเข็ม)				
3) ความคาดหวังในการลดราคาประมูลของโครงการ (ในภาพรวมของโครงการ)				
4) ความคาดหวังในการลดความขัดแย้งของทีมงานของผู้รับเหมา				
5) ความคาดหวังในการเพิ่มคุณภาพงานของโครงการ				
6) ความคาดหวังในการลดอุบัติเหตุในงานหล่อเสาเข็ม				

ขอขอบคุณที่สละเวลาในการให้ข้อคิดเห็น บริษัทฯจะนำข้อคิดเห็นของท่านไปทำการปรับปรุงการดำเนินงานเพื่อให้ท่านได้รับความพึงพอใจสูงสุดต่อไป

ภาคผนวก ค  
การวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกส์

## ผลการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกส์ด้วย Minitab

### Binary Logistic Regression: Result versus DIA(mm.), VISCOSITY, ...

Link Function: Logit

#### Response Information

Variable	Value	Count	
Result	1	40	(Event)
	0	425	
	Total	465	

#### Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds	95% CI	
					Ratio	Lower	Upper
Constant	0.719611	7.29705	0.10	0.921			
DIA(mm.)	0.0001319	0.0011688	0.11	0.910	1.00	1.00	1.00
VISCOSITY	0.0275114	0.0498675	0.55	0.581	1.03	0.93	1.13
DENSITY	-0.916761	5.33020	-0.17	0.863	0.40	0.00	13772.60
PH	-0.436680	0.381046	-1.15	0.252	0.65	0.31	1.36
Operator	-0.521054	0.245004	-2.13	0.033	0.59	0.37	0.96
Supervisor	1.09319	0.396101	2.76	0.006	2.98	1.37	6.49

Log-Likelihood = -128.701

Test that all slopes are zero: G = 15.306, DF = 6, P-Value = 0.018

#### Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	149.010	188	0.984

จากผลการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกส์ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบการถดถอยดังกล่าว คือ Operator และ Supervisor ซึ่งในที่นี้คือ ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมงาน ตามลำดับ โดยค่า p-value อยู่ที่ 0.033 และ 0.006 ตามลำดับ พิจารณาการทดสอบสารูปสันติติของรูปแบบการถดถอย ด้วยวิธีเพียร์สันไคสแควร์ ได้ผลเท่ากับ 149.010 ได้ค่า p-value = 0.984

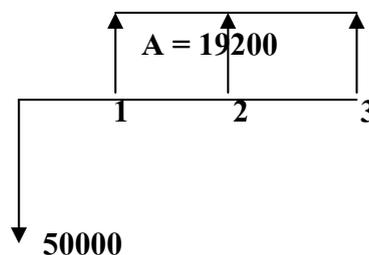
ภาคผนวก ง

แนวทางแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพของเสาเข็มเจาะในระบบเปียก

ปัญหา ที่	แนวทางแก้ไข	ระยะเวลาที่ ใช้ (เดือน)	เงินลงทุน (บาท)	ผลตอบแทนทาง เศรษฐศาสตร์
1)	จัดตั้งมาตรฐานการตรวจสอบ และฝึกอบรม	3	50,000	IRR = 80%
2)	กำหนดให้มีการประชุมกลุ่มย่อยก่อนเริ่มงาน 15 นาที			
3)	จัดทำมาตรฐานวิธีการทำงาน			
4)	กำหนดให้มีคอร์สฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานใหม่ทุกครั้ง และมีการฝึกภาคสนามกับผู้ปฏิบัติงานเก่าที่ได้รับ อนุมัติจากผู้จัดการโครงการ			
5)	ผู้ถ่ายทอด หรือผู้ฝึกอบรมต้องผ่านการฝึกอบรมจาก บริษัทก่อน และต้องได้รับอนุมัติจากผู้จัดการ โครงการ ก่อนจะเป็นผู้ให้การฝึกอบรมต่อไป			
6)	จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน			
7)	กำหนดมาตรฐาน วิธีการทำงานการสื่อสารละลาย กลับมาใช้ใหม่			

หาอัตราผลตอบแทนภายใน

$$\text{จาก } i/\text{time} = \left[ \frac{1 + (r/\text{time})}{m} \right]^m - 1$$



$$A (P/A, i/\text{months}, 3) - P = 0$$

$$(P/A, i/\text{months}, 3) = \frac{50000}{19200} = 2.604$$

$$(P/A, 6\%/\text{months}, 3) = 2.673$$

$$(P/A, 8\%/\text{months}, 3) = 2.571$$

$$i/\text{months} = 6.67 \%$$

$$\text{IRR} = 80\%$$

ภาคผนวก จ

ชุดข้อมูลคุณภาพของเสาเข็มเจาะในระบบเปียกหลังการปรับปรุง

ITEM	NO.	DIA(mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DIV.N(mm)	CASING DIV.E(mm)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
1	61	1000	-2.00	0.027	-0.016	57	1.02	9	อนุชา	สุวัฒน์	GOOD
2	8	1000	-2.00	0.029	-0.040	49	1.01	9	อนุชา	สุวัฒน์	GOOD
3	32	1000	-2.00	-0.023	0.038	48	1.02	9	อนุชา	สุวัฒน์	GOOD
4	96	1000	-2.00	-0.001	-0.004	48	1.01	9	อนุชา	สุวัฒน์	GOOD
5	7	1000	-2.00	0.035	-0.032	49	1.02	9	อนุชา	สุวัฒน์	GOOD
6	90	1000	-2.00	-0.005	0.014	48	1.01	9	อนุชา	สุวัฒน์	GOOD
7	73	1000	-2.00	0.002	-0.018	47	1.01	9	อนุชา	สุวัฒน์	GOOD
8	81	1000	-2.00	-0.016	0.018	45	1.01	9	บุญชู	สุวัฒน์	GOOD
9	51	1000	-2.00	0.059	-0.011	57	1.02	9	บุญชู	สุวัฒน์	GOOD
10	85	1000	-2.00	-0.015	0.000	47	1.01	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
11	78	1000	-2.00	-0.020	0.030	44	1.02	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
12	54	1000	-2.00	0.015	0.012	58	1.02	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
13	17	1000	-2.00	-0.011	-0.033	43	1.02	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
14	86	1000	-2.00	-0.006	0.003	55	1.03	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
15	6	1000	-2.00	-0.004	0.013	49	1.01	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
16	91	1000	-2.00	0.011	0.009	55	1.03	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
17	26	1000	-2.00	-0.019	0.022	52	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
18	60	1000	-2.00	0.010	0.008	50	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
19	41	1000	-2.00	-0.028	0.043	46	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA(mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DIV.N(mm)	CASING DIV.E(mm)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
20	14	1000	-2.00	-0.026	-0.020	69	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
21	84	1000	-2.00	0.011	-0.029	56	1.02	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
22	5	1000	-2.00	0.018	-0.001	68	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
23	16	1000	-2.00	0.025	0.033	54	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
24	74	1000	-2.00	-0.004	-0.010	53	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
25	23	1000	-2.00	0.006	-0.014	61	1.03	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
26	93	1000	-2.00	-0.005	0.012	60	1.03	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
27	50	1000	-2.00	0.006	0.029	56	1.02	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
28	52	1000	-2.00	0.001	0.036	64	1.03	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
29	22	1000	-2.00	0.001	0.025	54	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
30	4	1000	-2.00	0.022	0.026	50	1.03	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
31	95	1000	-2.00	0.052	0.047	73	1.03	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
32	38	1000	-2.00	0.034	0.025	55	1.02	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
33	65	1000	-2.00	-0.027	-0.042	50	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
34	11	1000	-2.00	0.018	-0.024	53	1.02	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
35	35	1000	-2.00	-0.046	0.026	55	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
36	69	1000	-2.00	0.014	0.000	51	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
37	92	1000	-2.00	-0.033	0.001	51	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
38	37	1000	-2.00	0.002	-0.032	51	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA(mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DIV.N(mm)	CASING DIV.E(mm)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
39	39	1000	-2.00	-0.007	0.000	53	1.02	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
40	21	1000	-2.00	0.011	0.006	51	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
41	20	1000	-2.00	-0.031	0.026	51	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
42	72	1000	-2.00	-0.016	-0.021	51	1.02	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
43	56	1000	-2.00	-0.011	0.039	51	1.01	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
44	15	1000	-2.00	-0.059	0.042	49	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
45	34	1000	-2.00	-0.021	-0.069	50	1.02	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
46	80	1000	-2.00	-0.046	-0.006	50	1.02	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
47	83	1000	-2.00	0.018	0.001	56	1.03	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
48	58	1000	-2.00	0.050	0.051	50	1.02	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
49	33	1000	-2.00	-0.021	-0.030	48	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
50	59	1000	-2.00	0.011	-0.023	45	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
51	48	1000	-2.00	0.014	0.035	45	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
52	46	1000	-2.00	-0.042	-0.005	46	1.03	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
53	82	1000	-2.00	-0.017	-0.022	40	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
54	57	1000	-2.00	0.014	-0.031	41	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
55	40	1000	-2.00	-0.005	0.005	44	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
56	64	1000	-2.00	-0.036	-0.044	52	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
57	45	1000	-2.00	-0.032	-0.042	47	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA(mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DIV.N(mm)	CASING DIV.E(mm)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
58	66	1000	-2.00	0.012	0.019	40	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
59	71	1000	-2.00	0.019	0.035	52	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
60	30	1000	-2.00	0.023	-0.036	43	1.01	8	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
61	29	1000	-2.00	0.055	0.032	52	1.02	8	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
62	24	1000	-2.00	0.030	-0.013	43	1.01	8	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
63	63	1000	-2.00	-0.037	0.033	43	1.01	8	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
64	68	1000	-2.00	0.040	-0.005	39	1.01	8	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
65	3	1000	-2.00	-0.004	0.062	44	1.01	8	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
66	77	1000	-2.00	-0.034	-0.022	41	1.01	8	บุญชู	ชาญชัย	NO GOOD
67	43	1000	-2.00	0.023	0.015	41	1.01	8	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
68	19	1000	-2.00	0.014	0.056	42	1.01	7	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
69	79	1000	-2.00	-0.005	0.004	42	1.01	8	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
70	18	1000	-2.00	-0.019	-0.019	43	1.01	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
71	88	1000	-2.00	0.015	-0.005	41	1.01	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
72	62	1000	-2.00	0.036	-0.020	44	1.01	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
73	70	1000	-2.00	0.022	0.036	45	1.01	8	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
74	55	1000	-2.00	-0.047	0.032	48	1.01	7	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
75	49	1000	-2.00	0.028	-0.018	41	1.01	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
76	75	1000	-2.00	-0.015	0.007	48	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA(mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DIV.N(mm)	CASING DIV.E(mm)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
77	2	1000	-2.00	-0.027	-0.041	44	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
78	44	1000	-2.00	0.004	-0.068	48	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
79	27	1000	-2.00	-0.058	0.032	46	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
80	28	1000	-2.00	-0.024	-0.047	42	1.01	7	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
81	67	1000	-2.00	0.041	0.051	44	1.02	7	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
82	1	1000	-2.00	0.035	-0.034	45	1.02	7	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
83	87	1000	-2.00	-0.026	-0.025	45	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
84	47	1000	-2.00	0.031	0.004	45	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
85	89	1000	-2.00	0.000	0.000	46	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
86	94	1000	-2.00	0.046	0.036	46	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
87	53	1000	-2.00	0.031	0.027	45	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
88	9	1000	-2.00	0.024	0.055	49	1.03	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
89	76	1000	-2.00	0.000	0.000	49	1.03	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
90	42	1000	-2.00	-0.004	0.025	47	1.03	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
91	36	1000	-2.00	-0.031	0.012	42	1.01	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
92	31	1000	-2.00	-0.018	-0.019	56	1.03	9	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
93	12	1000	-2.00	-0.037	-0.018	53	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
94	10	1000	-2.00	0.015	0.026	48	1.03	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
95	67	1000	-2.00	0.005	0.016	45	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD

ITEM	NO.	DIA(mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DIV.N(mm)	CASING DIV.E(mm)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
96	15	1000	-2.00	-0.017	-0.035	46	1.03	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
97	25	1000	-2.00	0.001	0.021	46	1.02	8	อนุชา	ชาญชัย	GOOD
98	10	800	-1.85	0.012	0.014	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
99	35	1000	-1.85	0.043	-0.003	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
100	34	800	-1.85	-0.043	0.002	53	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
101	51	1000	0.00	0.028	-0.027	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
102	71	1000	-3.60	0.005	0.049	54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
103	16	800	-1.85	0.008	0.026	54	1.03	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
104	16	800	-1.85	0.009	-0.014	53	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
105	67	800	-1.85	0.021	-0.020	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
106	73	800	-1.85	0.012	-0.024	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
107	49	1000	-1.85	0.015	-0.010	54	1.03	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
108	25	1000	-1.85	-0.031	-0.002	54	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
109	91	1000	-1.85	-0.019	-0.009	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
110	82	1000	-1.85	-0.022	-0.030	53	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
111	29	1000	-1.85	-0.014	-0.016	54	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
112	58	800	-1.85	0.020	-0.040	53	1.02	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
113	21	800	-2.30	0.025	-0.007	54	1.02	9	บุญชู	ชาญชัย	GOOD
114	64	1000	-1.00	0.001	-0.033	57	1.02	8	บุญชู	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA(mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DIV.N(mm)	CASING DIV.E(mm)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
115	22	800	-2.30	-0.004	-0.041	54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
116	24	800	-1.85	0.009	-0.033	53	1.02	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
117	56	1000	-3.60	-0.250	-0.016	54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
118	83	800	-1.85	-0.035	-0.036	55	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
119	7	800	-1.85	-0.011	0.029	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
120	30	800	-1.85	0.003	-0.035	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
121	43	1000	-1.85	0.013	-0.005	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
122	47	800	-1.85	-0.001	-0.330	54	1.03	8	บุญชู	วิทยา	GOOD
123	38	1000	-3.60	0.023	-0.041	54	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
124	11	1000	-3.60	-0.008	0.018	54	1.03	9	สีไคร	วิทยา	GOOD
125	51	800	-1.85	0.010	-0.012	54	1.02	9	สีไคร	วิทยา	GOOD
126	41	800	-1.85	0.038	0.044	54	1.02	9	สีไคร	วิทยา	GOOD
127	48	1000	-1.85	-0.005	-0.005	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
128	67	1000	-1.85	0.043	-0.043	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
129	10	1000	-1.85	-0.006	0.004	56	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD
130	8	800	-1.85	0.015	-0.006	53	1.02	8	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
131	69	800	-1.85	0.028	0.039	54	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
132	13	800	-1.85	0.018	-0.018	53	1.02	9	สีไคร	ชาญชัย	GOOD
133	29	1000	-1.85	-0.030	-0.039	57	1.03	9	บุญชู	วิทยา	GOOD

ITEM	NO.	DIA(mm.)	PILE CUT OFF(m.)	CASING DIV.N(mm)	CASING DIV.E(mm)	SLURRY TEST			OPERATOR	SUPERVISOR	RESULT
						VISCOSITY(sec)	DENSITY(g/ml)	PH			
134	23	800	-1.85	-0.011	-0.044	54	1.03	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
135	75	800	-1.85	-0.020	0.021	50	1.02	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
136	71	800	-1.85	-0.017	0.002	53	1.03	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
137	85	800	-1.85	-0.147	0.853	50	1.02	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
138	69	800	-1.85	-0.147	0.853	50	1.02	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
139	21	800	-1.85	0.012	0.040	50	1.02	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
140	77	800	-1.85	0.020	-0.017	53	1.03	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
141	54	800	-1.85	-0.017	0.012	50	1.02	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
142	94	800	-1.00	-0.003	-0.001	54	1.03	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
143	37	800	-1.85	0.020	0.000	56	1.03	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
144	13	800	-1.85	0.037	0.006	50	1.03	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
145	36	800	-1.85	-0.035	-0.015	50	1.02	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
146	68	800	-2.30	-0.031	0.014	53	1.03	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
147	42	800	-1.85	0.008	-0.001	50	1.01	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
148	20	800	-1.85	0.004	0.032	49	1.02	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
149	17	800	-1.00	-0.002	-0.044	48	1.02	9	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD
150	22	1000	-2.30	0.014	0.045	53	1.03	8	បុណ្យឫ	វិທយា	GOOD

ภาคผนวก จ  
การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

### การทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วนของเสียของประชากรสองกลุ่ม

ข้อมูลค่าสัดส่วนของเสียของประชากรสรุปได้ดังนี้

ประชากร	จำนวนข้อมูล	ของเสีย	สัดส่วน (p)
ก่อนการปรับปรุง	465	40	0.0860
หลังการปรับปรุง	150	1	0.0067

สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0 : p_1 = p_2$$

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2 - (p_1 - p_2)}{\sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}}$$

พื้นที่แห่งการยอมรับอยู่ในช่วง (-1.96, +1.96) ของการกระจายแบบปกติมาตรฐาน

ทดสอบด้วย Minitab

Sample	X	N	Sample p
1	40	465	0.086022
2	1	150	0.006667

Difference = p (1) - p (2)

Estimate for difference: 0.0793548

95% CI for difference: (0.0507348, 0.107975)

Test for difference = 0 (vs not = 0): Z = 5.43 P-Value = 0.000

Fisher's exact test: P-Value = 0.000

พบว่าค่า  $Z = 5.43$  เป็นผลให้เกิดการปฏิเสธ  $H_0$  นั้นหมายความว่าค่าสัดส่วนของเสียจากประชากรกลุ่มที่ 1 ไม่เท่ากับค่าสัดส่วนของเสียจากประชากรกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นไปในลักษณะค่าสัดส่วนของเสียจากประชากรกลุ่มที่ 1 มากกว่าของกลุ่มที่ 2 นั้นการปรับปรุงคุณภาพมีผลให้ลดค่าสัดส่วนของเสียอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และค่า  $p\text{-value} = 0.000$

เมื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นของโอกาสการเกิดข้อผิดพลาดชนิดที่ 2 ( $\beta$  error) ซึ่งเป็นไปตามสมการ

$$\beta = \Phi \left[ \frac{z_{\alpha/2} \sqrt{\bar{p}\bar{q}(1/n_1 + 1/n_2)} - (p_1 - p_2)}{\sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}} \right] - \Phi \left[ \frac{-z_{\alpha/2} \sqrt{\bar{p}\bar{q}(1/n_1 + 1/n_2)} - (p_1 - p_2)}{\sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}} \right]$$

เมื่อ

$$\bar{p} = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2} \quad \text{และ} \quad \bar{q} = \frac{n_1(1 - p_1) + n_2(1 - p_2)}{n_1 + n_2}$$

และ

$$\sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2} = \sqrt{\frac{p_1(1 - p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1 - p_2)}{n_2}}$$

พบว่า  $\beta = 0.0918$  นั้นแสดงว่ากำลังการทดสอบอยู่ที่ 0.9082 หรือ 90.82% ซึ่งเพียงพอแล้ว

**การทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วนของเสียของประชากรสองกลุ่ม**

ข้อมูลค่าสัดส่วนของเสียของประชากรสรุปได้ดังนี้

ประชากร	จำนวนข้อมูล	ของเสีย	สัดส่วน (p)
ก่อนการปรับปรุง	465	40	0.0860
หลังการปรับปรุง	150	1	0.0067

สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0 : p_1 - p_2 = 0.10$$

$$H_1 : p_1 - p_2 < 0.10$$

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2 - (p_1 - p_2)}{\sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}}$$

พื้นที่แห่งการยอมรับอยู่ในช่วง  $(-1.64, +\infty)$  ของการกระจายแบบปกติมาตรฐาน

ทดสอบด้วย Minitab

Sample	X	N	Sample p
1	40	465	0.086022
2	1	150	0.006667

Difference = p (1) - p (2)

Estimate for difference: 0.0793548

95% lower bound for difference: 0.0553362

Test for difference = 0.1 (vs > 0.1): Z = -1.41 P-Value = 0.921

พบว่าค่า  $Z = -1.41$  เป็นผลให้เกิดการยอมรับ  $H_0$  นั้นหมายความว่าค่าสัดส่วนของเสียจากประชากรกลุ่มที่ 1 มากกว่าค่าสัดส่วนของเสียจากประชากรกลุ่มที่ 2 อย่างน้อย 10% และค่า  $p\text{-value} = 0.921$

ภาคผนวก ข

ค่าชดเชยต้นทุนยี่ห้อของคุณสมบัติของสารละลายที่ใช้ในเสาเข็มเจาะในระบบเปียก

Gage R&R

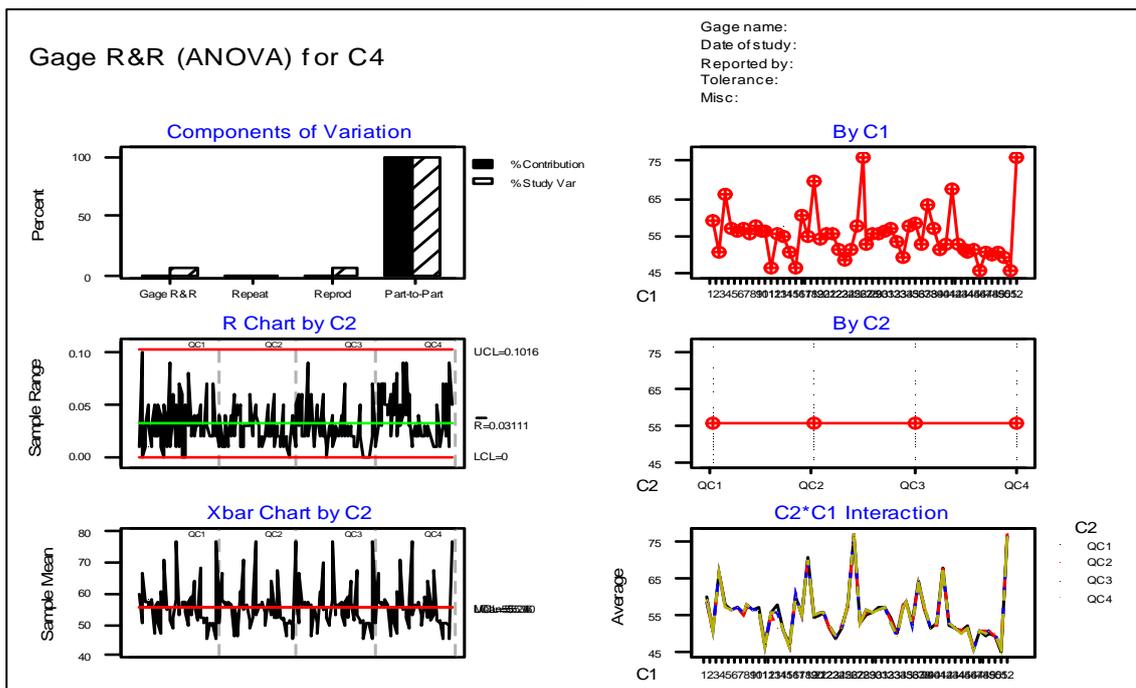
Source	VarComp	%Contribution	(of VarComp)
Total Gage R&R	0.197	0.44	
Repeatability	0.001	0.00	
Reproducibility	0.197	0.44	
C2	0.000	0.00	
C2*C1	0.197	0.44	
Part-To-Part	44.664	99.56	
Total Variation	44.861	100.00	

Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.44424	2.2878	6.63
Repeatability	0.02673	0.1377	0.40
Reproducibility	0.44343	2.2837	6.62
C2	0.00000	0.0000	0.00
C2*C1	0.44343	2.2837	6.62
Part-To-Part	6.68308	34.4178	99.78
Total Variation	6.69783	34.4938	100.00

Number of Distinct Categories = 21

S/N VISCOSITY = 14.89

r = 1.044



Gage R&R

Source	%Contribution	VarComp	(of VarComp)
--------	---------------	---------	--------------

Total Gage R&R	1.30E-06	0.68	
Repeatability	1.30E-06	0.68	
Reproducibility	0.00E+00	0.00	
C2	0.00E+00	0.00	
Part-To-Part	1.89E-04	99.32	
Total Variation	1.90E-04	100.00	

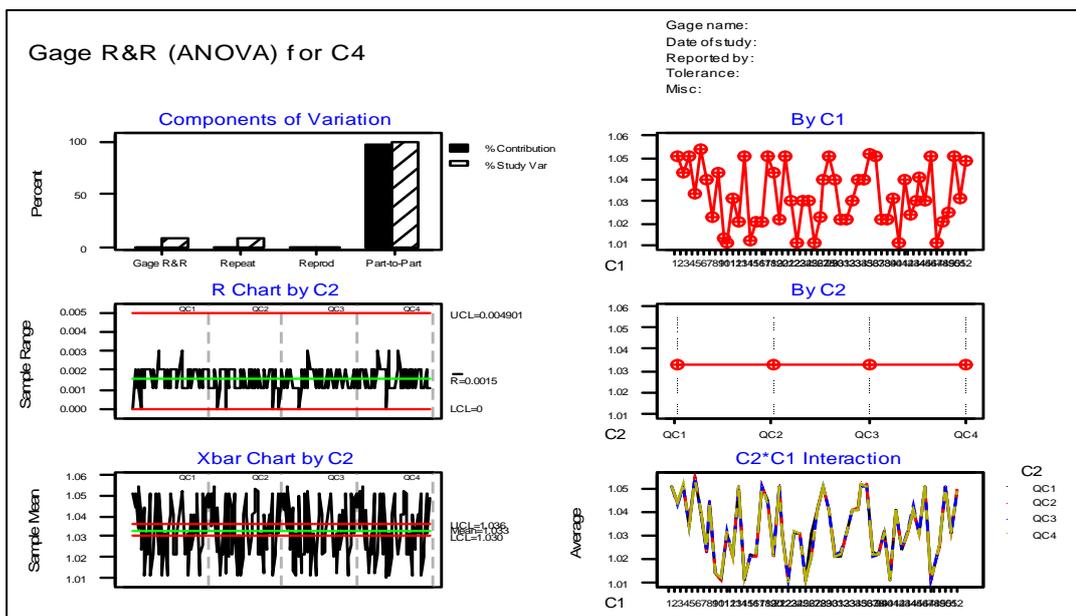
Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)
--------	-------------	---------------------	------------------

Total Gage R&R	1.14E-03	5.88E-03	8.27
Repeatability	1.14E-03	5.88E-03	8.27
Reproducibility	0.00E+00	0.00E+00	0.00
C2	0.00E+00	0.00E+00	0.00
Part-To-Part	1.37E-02	7.08E-02	99.66
Total Variation	1.38E-02	7.10E-02	100.00

Number of Distinct Categories = 17

S/N DENSITY = 12.05

r = 0.845



### Gage R&R

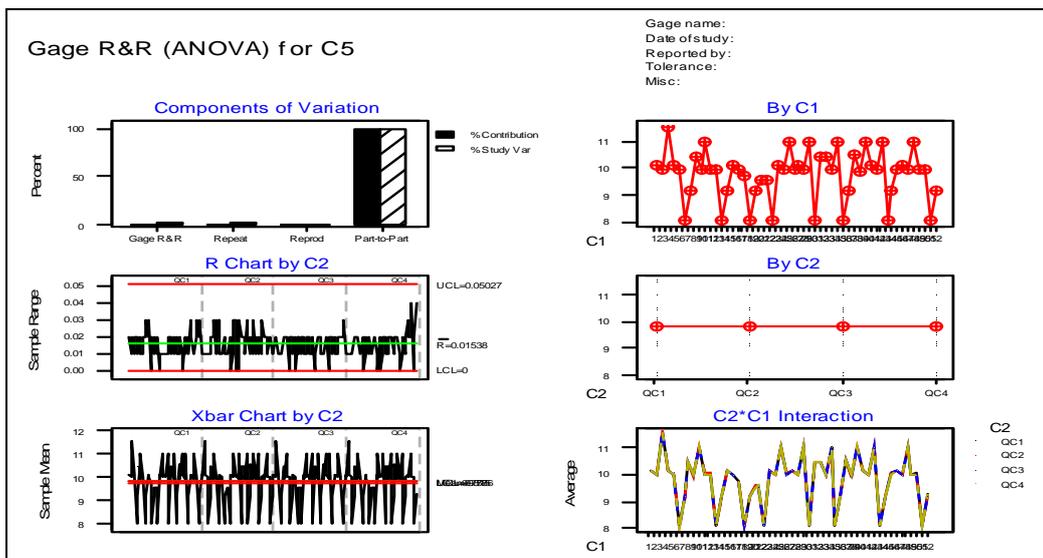
Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.00015	0.02
Repeatability	0.00015	0.02
Reproducibility	0.00000	0.00
C2	0.00000	0.00
Part-To-Part	0.86097	99.98
Total Variation	0.86112	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.012420	0.06396	1.34
Repeatability	0.012420	0.06396	1.34
Reproducibility	0.000000	0.00000	0.00
C2	0.000000	0.00000	0.00
Part-To-Part	0.927884	4.77860	99.99
Total Variation	0.927967	4.77903	100.00

Number of Distinct Categories = 105

S/N PH = 74.47

r = 3.71



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายวิชชัย ธรรมเกษตรรักษ์
ที่อยู่	19/320 หมู่ 9 แขวงบางแค เขตบางแค จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สถานที่ทำงาน	ฝ่ายวิศวกรรม บริษัท ไพลอน จำกัด (มหาชน)
<b>ประวัติการศึกษา</b>	
พ.ศ. 2534	สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ก่อสร้าง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาอานนท์
พ.ศ. 2537	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)
พ.ศ. 2548	ศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการงานงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร