

# ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง

"ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณี งานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่"

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON BUILDING CONSTRUCTION PROCESS CASE

STUDY OF CAST-IN-PLACE CONCRETE PILES



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

ปริญญานิพนธ์ : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง  
"ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณี งานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่"  
COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ONBUILDING  
CONSTRUCTION PROCESS CASE STUDY OF CAST-IN-PLACE  
CONCRETE PILES

นักศึกษา : นายธนวัฒน์ จิตภักดี รหัส 45035055

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์เบญจวรรณ อุบลศรี

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชา : วิศวกรรมสถาปัตยกรรม

สาขาวิชา : สถาปัตยกรรม

.....  
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะกรรมการตรวจปริญญานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณาและเห็น  
ชอบด้วยจึงอนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรม  
กรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2547  
คณะกรรมการดำเนินการตรวจวิทยานิพนธ์

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม  
( รศ.ดร.วิจิตร ชินะตระกูล )

.....ประธานกรรมการ  
( อาจารย์ พัสตราภรณ์ มีศิริ )

.....กรรมการ

( อาจารย์ สมิทธิ์ หวังเจริญ )

.....กรรมการ

( ผศ. สมพล ดำรงเสถียร )

.....กรรมการ

( ผศ. สุรศักดิ์ กิ่งขาว )

.....กรรมการ

( ผศ. สุทัศน์ จุฬามานี )

.....กรรมการ

( ดร. คุ่มพงศ์ หนูบรรจง )

.....กรรมการ

( อาจารย์ สันติ กวินวงศ์ไพบลูย์ )

.....กรรมการ

( อาจารย์ เบญจวรรณ อุบลศรี )



.....กรรมการ

( อาจารย์ ทศพร โสดาบรรลุ )

..... กรรมการ

( อาจารย์ ชูเกียรติ แซ่ตั้ง )

.....กรรมการและเลขานุการ

( อาจารย์ชาติไท จันเสน )

.....กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

( อาจารย์ อัครพงศ์ อนุพันธ์พงศ์ )



ปริญญาานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณี งานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่” COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON BUILDING CONSTRUCTION PROCESS CASE STUDY OF CAST-IN-PLACE CONCRETE PILES
นักศึกษา	นายธนวัฒน์ จิตภักดี รหัส 45035055
ที่ปรึกษา	อาจารย์เบญจวรรณ อุบลศรี
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม

### บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้จัดทำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณี งานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่” ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 80 ของนักศึกษาที่ทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้วิจัยได้สร้างในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 3 หน่วยดังนี้

1. ประเภทของเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่
2. ขั้นตอนการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่
3. สิ่งที่ต้องทราบในการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรมวิทยาลัยเทคนิคชลบุรีและนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ทั้งหมด 40คน และแบ่งกลุ่มย่อยสถานศึกษาละ 20 คน ด้วยวิธี การสุ่มอย่างง่าย โดยให้นักศึกษาเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทำแบบทดสอบทุกหน่วยหลังจากจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วให้ทำแบบทดสอบท้ายบทอีกครั้งจากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และประเมินผลดังนี้

## การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา
2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา วิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ วิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับ ดีมาก
3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 64.10/89.90 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 เนื่องจากมีภาพประกอบมากเกินไปทำให้ผู้เรียนอาจสับสนในตอนต้น

### อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะสามารถให้ความรู้ความเข้าใจอย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้สามารถให้ความรู้กับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส 2 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการมีค่าเฉลี่ยมากกว่าค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งอาจเกิดจากผลความคงทน เรียนรู้เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาแต่ละเรื่องจบแล้วทำแบบฝึกหัดทันที นักเรียนส่วนใหญ่จึงตอบคำถามได้ เพราะเป็นความจำระยะสั้น ส่วนค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ที่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ อาจเกิดจากการลืมของนักเรียน

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการปริญญาโทฉบับนี้ได้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยคามมานะพยายามและความกรุณาให้คำแนะนำ และคำปรึกษาจากผู้ทรงคุณวุฒิและอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโททั้งที่ปรึกษาโครงการ และที่ปรึกษาร่วมโครงการผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ชี้แนะแนวทางต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการศึกษา

- |                      |   |
|----------------------|---|
| อ. เบญจวรรณ อุบลศรี  | อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้คำปรึกษา และข้อแนะนำต่างๆ ที่ทำให้ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี |
| ผศ. อรรถพร ฤทธิเกิด  | ช่วยให้คำปรึกษา ตรวจสอบด้านเทคนิคการผลิตสื่อ  |
| อ. ไพฑูรย์ พิมพ์     | แนะนำทางด้านการประมวลผลข้อมูล   |
| อ. ชูเกียรติ แซ่ตั้ง | ขอบคุณสำหรับความคิดดีๆ ในการปรับปรุงเนื้อหา   |

และขอขอบคุณรุ่นพี่และเพื่อนๆทุกคน โดยเฉพาะพี่อ้อด พี่ตึก และพี่ที่ให้ความช่วยเหลือทุกคนที่ไม่ได้ออกนาม ขอขอบคุณ เต็ก ต้น ตริ แซ่ม ก๊ก สำหรับความสบายใจทุกครั้งที่ได้เจอขอบคุณที่สุดก็คือ คุณพ่อและคุณแม่ สำหรับทุกอย่าง สุดท้ายขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับช่วงเวลาที่ดีๆและอนาคตที่สดใส

ธนวัจน์ จิตภักดี

## สารบัญ

	หน้า
<b>บทคัดย่อ</b>	ก
<b>กิตติกรรมประกาศ</b>	ค
<b>สารบัญ</b>	ง
<b>สารบัญตาราง</b>	ฉ
<b>สารบัญแผนภูมิ</b>	ช
<b>สารบัญภาพ</b>	ฉ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3. สมมุติฐานการวิจัย	3
1.4. ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5. ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย	3
1.6. อภิธานศัพท์	4
1.7. วิธีดำเนินการวิจัย	4
1.8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
<b>บทที่ 2 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	7
2.1 การศึกษาหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	7
2.2 การศึกษาเนื้อหารายวิชา	14
2.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	54
2.4 การศึกษาความรู้เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	57
2.5 การศึกษาโปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	65
2.6 การศึกษาการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	69
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย</b>	78
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	78
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	78

## สารบัญ( ต่อ )

	หน้า
3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	89
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	90
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95
4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน	95
4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน	98
4.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ กับบทเรียนปกติ	100
4.4 การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน	101
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	104
5.1 สรุปผลการวิจัย	104
5.2 อภิปรายผล	106
5.3 ข้อเสนอแนะ	106
หนังสืออ้างอิง	108
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	
ภาคผนวก ข แบบประเมินสื่อการสอน	
ภาคผนวก ค จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ภาคผนวก จ หนังสือราชการและขอความอนุเคราะห์	

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งหน่วยการสอนของเนื้อหาวิชาวัสดุ	
วิธีการก่อสร้าง 2	13
ตารางที่ 2.2 แสดงรายชื่อสถานศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษา	55
ตารางที่ 2.3 แสดงรายชื่อสถานศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษา	56
ตารางที่ 3.1 แสดงการวัดระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน	83
ตารางที่ 3.2 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับคุณภาพสื่อด้านเนื้อหา	87
ตารางที่ 3.3 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	88
ตารางที่ 4.1 แสดงประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 20 คน	97
ตารางที่ 4.2 แสดงประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 20 คน	97
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความแตกต่างของประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณี การทำเสาเข็มเจาะ ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	98
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	99
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	99
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	99
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	100

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

	หน้า
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	100
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความต่างระหว่างการเรียนรู้โดยบทเรียนปกติและ คะแนนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	100
ตารางที่ 4.10 แสดงผลการประเมินจากแบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้เรียน จำนวน 40 คน	102



สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 2.1 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	74
แผนภูมิที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	82
แผนภูมิที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	85



## สารบัญภาพ

	หน้า	
ภาพที่ 2.1	ขั้นตอนการก่อสร้างเข็มเจาะขนาดใหญ่	16
ภาพที่ 2.2	ลำดับการทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่	17
ภาพที่ 2.3	ลำดับการทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่	18
ภาพที่ 2.4	การทดสอบคุณสมบัติของเบนโทไนท์ก่อนใช้งาน	21
ภาพที่ 2.5	การวางหมุดตำแหน่งเสาเข็มเจาะ	23
ภาพที่ 2.6	เทพวดระยะสำหรับวางหมุดเสาเข็ม	23
ภาพที่ 2.7	เสาเข็มเจาะที่เทคโนโลยีถึงระดับผิวดิน	23
ภาพที่ 2.8	ปลอกเหล็กป้องกันดินพัง	24
ภาพที่ 2.9	การขุดปากหลุมเจาะ	24
ภาพที่ 2.10	การขุดหลุมลึกประมาณ 1-3 เมตร ที่ปากเจาะก่อนกดปลอกเหล็ก	25
ภาพที่ 2.11	การยกปลอกเหล็กขึ้นตั้งเพื่อใช้กดลงดิน	26
ภาพที่ 2.12	ปลอกเหล็กมีความยาว 15 เมตร ถูกยกปักลงไปในดิน	26
ภาพที่ 2.13	การตรวจตั้งของปลอกเหล็กด้วยกล้องหรือระดับน้ำ	27
ภาพที่ 2.14	การควบคุมตำแหน่งของปลอกเหล็ก	27
ภาพที่ 2.15	การตรวจจุดศูนย์กลางขุดตำแหน่งเสาเข็ม	28
ภาพที่ 2.16	เครื่องกดและถอนปลอกเหล็ก	28
ภาพที่ 2.17	การกดและถอนปลอกเหล็กโดยใช้ไวโบร์ แฮมเมอร์	28
ภาพที่ 2.18	เครื่องกดปลอกเหล็ก	29
ภาพที่ 2.19	การทำความสะอาดบริเวณรูเจาะเสาเข็ม	29
ภาพที่ 2.20	การถอนปลอกเหล็กเข็มคอนกรีต	29
ภาพที่ 2.21	เครื่อง ไวโบร์ แฮมเมอร์	30
ภาพที่ 2.22	ปลอกเหล็กซ้อน	30
ภาพที่ 2.23	การต่อปลอกเหล็กด้วยเกลียว	30
ภาพที่ 2.24	การต่อปลอกเหล็กด้วยวิธีเชื่อม	31
ภาพที่ 2.25	การตรวจตั้งของการเจาะเสาเข็ม	31
ภาพที่ 2.26	หัวเจาะดินแบบสว่าน	33

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 2.27 การเจาะดินก่อนเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์	33
ภาพที่ 2.28 การเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์	33
ภาพที่ 2.29 การเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์	34
ภาพที่ 2.30 ก้านเจาะดินเสาะเข็ม	34
ภาพที่ 2.31 หัวเจาะดินแบบถั้ว	34
ภาพที่ 2.32 การวัดระดับความลึกของรูเจาะ	35
ภาพที่ 2.33 การเก็บตัวอย่างชั้นดิน	35
ภาพที่ 2.34 กระจกแก้วดวงสำหรับใส่ตัวอย่างทราย	36
ภาพที่ 2.35 กรวดในรูเจาะที่ความลึก 50 เมตร	36
ภาพที่ 2.36 ตัวอย่างทรายที่ระดับปลายเสาะเข็มเจาะ	36
ภาพที่ 2.37 ลูกป้อนหมุนเหล็กเสาะเข็มเจาะ	37
ภาพที่ 2.38 การนำเหล็กเสริมเสาะเข็มหย่อนลงไปรูเจาะ	37
ภาพที่ 2.39 การต่อเหล็กเสริมเสาะเข็ม	38
ภาพที่ 2.40 กรวยสำหรับเทคอนกรีต	38
ภาพที่ 2.41 ท่อสำหรับเทคอนกรีต	40
ภาพที่ 2.42 การต่อท่อเทคอนกรีต	40
ภาพที่ 2.43 ท่อเทคอนกรีตสำหรับเสาะเข็มขนาดใหญ่	41
ภาพที่ 2.44 การตัดต่อท่อเทคอนกรีต	41
ภาพที่ 2.45 โฟมเม็ดที่ใช้เป็นวัสดุไล่น้ำออกจากท่อ	41
ภาพที่ 2.46 การใส่โฟมเม็ดผ่านกรวยบริเวณปากท่อคอนกรีต	42
ภาพที่ 2.47 การทำความสะอาดท่อเทคอนกรีต	42
ภาพที่ 2.48 การเทคอนกรีตเสาะเข็มเจาะ	43
ภาพที่ 2.49 การดึงปลอกเหล็กขึ้น	43
ภาพที่ 2.50 การตรวจค่ายุบตัวของคอนกรีต	45
ภาพที่ 2.51 การเก็บตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่ใช้หล่อเสาะเข็ม	46
ภาพที่ 2.52 การดูงานการทำเสาะเข็มเจาะ	46
ภาพที่ 2.53 การเทคอนกรีตเสาะเข็ม	47

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 2.54 ปากปลอกเหล็กเมื่อเห็นคอนกรีตเต็มรูเจาะ	47
ภาพที่ 2.55 ปากรูเจาะที่ระดับผิวดินจะมีถังเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าครอบเป็นคอกไว้	47
ภาพที่ 2.56 การขุดดินออกจากพื้นที่เจาะเสาเข็ม	48
ภาพที่ 2.57 ถังเก็บน้ำสารละลายเบนโทไนท์	48
ภาพที่ 2.58 เครื่องผสมเบนโทไนท์	49
ภาพที่ 2.59 ถังเก็บน้ำสารละลายเบนโทไนท์	49
ภาพที่ 2.60 เครื่องแยกสิ่งสกปรกออกจากน้ำสารละลายเบนโทไนท์	49
ภาพที่ 2.61 การสูบน้ำสารละลายเบนโทไนท์	50
ภาพที่ 2.62 กองทรายละเอียด ที่ถูกแยกออกจากน้ำสารละลายเบนโทไนท์	50
ภาพที่ 2.63 ดินเมื่อถูกแดดจะจับตัวเป็นแผ่นแข็ง	50
ภาพที่ 2.64 อุปกรณ์สำหรับใช้ตรวจคุณสมบัติของสารละลายเบนโทไนท์	51
ภาพที่ 2.65 การตรวจกรดต่างของสารละลายเบนโทไนท์	51
ภาพที่ 2.66 การวัดค่าความหนืดของสารละลายเบนโทไนท์	51
ภาพที่ 2.67 อุปกรณ์สำหรับตรวจปริมาณทรายที่เจือปนในสารละลายเบนโทไนท์	52
ภาพที่ 2.68 การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม	53
ภาพที่ 2.69 บริเวณเก็บอุปกรณ์การทดสอบเสาเข็มเจาะ	54
ภาพที่ 2.70 กราฟและแผนภูมิแสดงข้อมูลของการทำงาน	54

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเป็นโลกแห่งการสื่อสารไร้พรมแดน การติดตามข่าวสารเพื่อจะก้าวทันยุคสมัย เป็นไปอย่างง่ายดายไม่ว่าจะอยู่มุมไหนของโลกเมื่อเทคโนโลยีเข้าไปถึงก็จะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้และสามารถรับรู้ความเคลื่อนไหวและความเป็นไปของเหตุการณ์ในโลกปัจจุบันซึ่งหมุนไปอย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยทำให้มนุษย์ไม่ล้าหลัง และทันต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ เทคโนโลยีส่วนใหญ่ในปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์มาใช้ เพราะด้วย ประสิทธิภาพและความสามารถที่เกิดจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้โดยขึ้นอยู่กับการสร้างสรรคขึ้นมา ซึ่งสามารถนำไปสู่การพัฒนาในหลายๆด้านต่างๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นด้านการสื่อสาร ด้านธุรกิจ สังคม ฯลฯ รวมไปถึงการพัฒนาด้านการศึกษาด้วย ซึ่งในการจัดการศึกษาต้องคำนึงถึงความแตกต่างกันระหว่างบุคคลโดยผู้เรียนจะเป็นผู้ศึกษาด้วยตนเองตามความสนใจและความถนัด จึงจะสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ โดยรู้จักคิดวิเคราะห์ และมีวิจารณญาณในการเลือกสื่อที่มีคุณภาพ ที่สำคัญต้องคำนึงถึงสิทธิของผู้เรียน ที่จะเรียนได้มากที่สุดและเร็วที่สุดเท่าที่ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนจะอำนวยได้ ดังนั้น บทบาทของครูผู้สอน ที่ทำหน้าที่สอนในห้องเรียนเหมือนสมัยก่อนจะค่อยลดความสำคัญลงและเปลี่ยนแปลงไป แต่จะเป็นผู้ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยคอยให้คำแนะนำเสนอแนะแนวทาง ช่วยเหลือแก้ปัญหา ตลอดจนนำเสนอเทคโนโลยีและสื่อต่างๆ มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อความสะดวกและเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ และทำให้เกิดการพัฒนาตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพในปัจจุบันมีการใช้สื่อการสอนประกอบการเรียนการสอน และมีการฝึกอบรมอย่างมากมาย อาทิเช่น สื่อประกอบรูปและเสียง สไลด์และภาพยนตร์ประกอบการศึกษา ชุดการสอนรายวิชา ตลอดจนวิทยาการก้าวหน้าต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการด้านการศึกษา ซึ่งด้วยประสิทธิภาพและความสามารถของคอมพิวเตอร์นั้น นับว่าเป็นเทคโนโลยีอย่างหนึ่งที่สามารถใช้ได้ทั้งด้านการบริหารและใช้ในการด้านการเรียนการสอนที่เรียกว่าComputerBasedInstruction : CBI คือการใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลัก ในการสอนเพื่อให้มีปฏิสัมพันธ์ ระหว่าง

ผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียน CBI แบ่งออกเป็นคอมพิวเตอร์จัดการสอน (CMI) และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน จะสอดคล้องกับการสอนแบบเอกัตบุคคลซึ่งเป็นการสอนที่สอดคล้องกับความแตกต่างกันระหว่างบุคคล และการสอนแบบโปรแกรมหรือ บทเรียนสำเร็จรูป ตามแนวคิดของ Skinner ผู้คิดค้นทฤษฎีของการเรียนรู้ ซึ่งได้กล่าวเอาไว้ว่า “การศึกษาจะดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้ ถ้าเรายังไม่สามารถแยกแยะ เรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้” ดังนั้นการเรียนแบบโปรแกรมตามแนวคิดของ Skinner จึงถูกนำมาใช้เพื่อผู้เรียนจะสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามความสามารถของตนเอง และความสนใจตลอดจนความถนัดของแต่ละบุคคล จากแนวคิดดังกล่าวตลอดจนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ จึงนำไปสู่การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนในรูปแบบต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการทางการศึกษา อันจะนำไปสู่การพัฒนาและก้าวหน้าของบุคคลในปัจจุบันและอนาคตข้างหน้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถอธิบายเนื้อหา แสดงภาพประกอบ แสดงการเคลื่อนไหวของภาพ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย และได้เห็นถึงส่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ นอกจากนั้นแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถที่จะให้ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ เมื่อไม่เข้าใจในเนื้อหา ก็สามารถย้อนกลับไปที่ศึกษาใหม่ได้ และยังสามารถตอบสนองต่อผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ผู้เรียน ได้ทราบผลการเรียนรู้ของตนเอง ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เห็นเด่นชัดอีกประการ ก็คือ สามารถช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนให้เกิดการอยากเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาที่นำมาทำเป็นบทเรียนช่วยสอน เนื่องจากการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีภาพ เสียง และสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว การให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในด้านการเป็นตัวเสริมแรง ซึ่งทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจการเรียนรู้ มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ และความพัฒนาก้าวหน้าของตน เกิดการเรียนรู้ขณะให้ข้อมูลป้อนกลับทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองได้ และวิธีการทำให้รู้ผลการกระทำอย่างทันทีทันใดว่าคำตอบนั้น ถูกหรือผิด ซึ่งถือว่าเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) เพราะถือว่าการรู้ผลการเรียนจะช่วยให้การเรียนดีขึ้น ซึ่งตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นตัวช่วยในการอธิบายเนื้อหาและทดสอบ เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้เพียงใดระดับใด ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาตนเองของผู้เรียนต่อไปได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง2(3108-2101)สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม หลักสูตรกรมอาชีวศึกษา

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ ตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 ของนักศึกษาที่ทดลองเรียนบทเรียน

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่าง ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่

## 1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

1.3.2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเรียนด้วยการบรรยาย

1.3.3 สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนมีค่าต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ 0.01

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหา เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นหน่วยในแผนการสอนรายวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง2(3108-2101)ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.4.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี และ วิทยาลัยเทคนิคยะลา สถานศึกษาละ 40 คน และแบ่งกลุ่มย่อยสถานศึกษาละ 20 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

## 1.5 ข้อยกเว้นเบื้องต้นของการวิจัย

1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึงความแตกต่างทางด้านอายุ เพศ เศรษฐกิจ อากรมณ์ สังคม รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน

1.5.2 ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานความรู้ เรื่อง โครงสร้างทางสถาปัตยกรรม มาก่อนแล้ว

1.5.3 คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จะชี้ถึงความสามารถทางการเรียนวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่

1.5.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่สร้างขึ้นเป็นแบบเพื่อสอน โดยใช้โปรแกรม Marcromedia FlashMX, Marcromedia Authorwere 6.5 ,3D MAX5 บนเครื่อง PC Pentuim4

Processor /AMD Processor หรือเทียบเคียง ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 98/ME/XP/2000

## 1.6 อภิธานศัพท์

**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน** (Computer Assisted Instruction) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาเรื่องต่างๆ และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักศึกษา โดยรูปแบบการดำเนินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นแบบต่อตรง โดยผู้เรียนสามารถเข้าสู่รายการเลือกได้ตลอดเวลา และสามารถแสดงผลคะแนนการทดสอบได้ สามารถบันทึกชื่อ เลขที่ วันเวลาที่ใช้ในการเรียนได้ และรายงานผลได้ทั้งบนจอคอมพิวเตอร์และ Printers

**ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง คะแนนของกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบทดสอบเรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ หลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และจากการเรียนปกติโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 80/80** หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน ซึ่ง

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด ที่ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มในแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด ที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มในแบบฝึกหัดหลังเรียน

**นักศึกษา** หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิค

**แบบทดสอบ** หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินผลนักเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง ประตูลื่นอัตโนมัติแบบปรนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผ่านการหาคุณภาพของแบบทดสอบแล้ว โดยตัวเลือกจะถูกสุ่มด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## 1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ จึงกำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยดังขั้นตอนต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อ

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ
2. ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาวิชา เพื่อความสมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

- วางแผนการผลิตแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยกำหนดขั้นตอน ดัง
  - กำหนดเนื้อหาและจัดประสบการณ์เป็นหมวดหมู่
  - แบ่งเนื้อหารายวิชาออกเป็นหน่วยย่อย
  - กำหนดหัวเรื่อง
  - กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการสอน
  - กำหนดแบบการประเมินผล
- สร้างแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และจัดทำคู่มือการสอน
- นำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน
  - ทดลองแบบ 1:1 เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง
  - ทดลองแบบกลุ่มเล็ก เพื่อทำการปรับปรุงแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - ทดลองภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง
- ทดลองใช้สื่อ
- หาประสิทธิภาพของแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามเกณฑ์มาตรฐานและวิเคราะห์ผล
  - หาค่า pre-test
  - บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
  - หาค่าทาง post-test
  - หาค่าของ T-test
- สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
- นำเสนอผลงานวิจัย

## 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.8.1 เป็นการนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ ในการปรับปรุงระบบวิธีสอน ให้บรรลุตามความมุ่งหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติ
- 1.8.2 ผลของการวิจัย จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการ การเรียนการสอนทางด้านสถาปัตยกรรม ให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพเศรษฐกิจ สังคม ของประเทศ

1.8.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่สร้างขึ้น จะเป็นแนวทางให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้มองเห็นประโยชน์ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)และนำไปใช้เพื่อทำให้การสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.8.4 เป็นการรวบรวมเนื้อหาวิชาไว้เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางด้านสถาปัตยกรรม ในโอกาสต่อไป

1.8.5 ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ สำหรับการเรียนการสอนนิสิตและวิธีการก่อสร้าง2ซึ่งช่วยให้เกิดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ



## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การศึกษาหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

หลักสูตรการศึกษาที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาจากหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2546 โดยมีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

##### 2.1.1 หลักการ

2.1.1.1 เป็นหลักสูตรที่มุ่งผลิตและพัฒนาแรงงานระดับผู้ชำนาญการเฉพาะสาขาอาชีพ ตามความต้องการของตลาดแรงงาน ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ

2.1.1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้เรียนตามความถนัด ความสามารถ และความสนใจสามารถถ่ายโอนผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการสถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระ

2.1.1.3 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษาจัดวิธีเรียน วิธีสอนที่หลากหลาย สอดคล้องตามความต้องการของผู้เรียนและท้องถิ่น

2.1.1.4 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชน ท้องถิ่น ทั้งในภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมพัฒนาหลักสูตรและจัดการศึกษา เพื่อให้ตรงตามความต้องการ สอดคล้องกับสภาพชุมชนและท้องถิ่นนั้นๆ

##### 2.1.2 จุดมุ่งหมาย

2.1.2.1 เพื่อให้มีความรู้และทักษะในวิชาสามัญสำหรับเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ทนต่อการเปลี่ยนแปลงทาง ด้านวิชาการและเทคโนโลยีต่างๆที่เกิดขึ้น

2.1.2.2 เพื่อให้มีทักษะในงานอาชีพระดับผู้ชำนาญงานเฉพาะทางสามารถนำไปใช้ ประกอบอาชีพและนำไปใช้ในตลาดแรงงานได้

2.1.2.3 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและความภาคภูมิใจในงานอาชีพรักงานรักหน่วยงานสามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี

2.1.2.4 เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีนิสัยใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการจัดการการตัดสินใจและการแก้ปัญหา รู้จักแสวงหาแนวทางใหม่ๆ มาพัฒนาตนเอง พัฒนางาน

2.1.2.5 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม ชยัน ซื่อสัตย์ มีวินัย มีสุขภาพกายและใจที่สมบูรณ์แข็งแรง

2.1.2.6 เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปะและวัฒนธรรมไทย ภูมิปัญญาท้องถิ่น ตระหนักในปัญหาและความสำคัญของสิ่งแวดล้อม

2.1.2.7 เพื่อให้เห็นคุณค่าและดำรงไว้ซึ่งสถาบันชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ ปฏิบัติตนในฐานะพลเมืองดีตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

2.1.3 จุดประสงค์ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม

ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม สามารถปฏิบัติงานในระดับช่างเทคนิค ผู้ควบคุมงาน ผู้ช่วยวิศวกรหรือประกอบอาชีพส่วนตัว มีความรู้ ความสามารถ เจตคติ และประสบการณ์ ในด้านต่างๆ ดังนี้

2.1.3.1 เพื่อให้มีความรู้และทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับภาษา สังคม มนุษยศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการค้นคว้า พัฒนาตนเองและวิชาชีพสถาปัตยกรรม ให้เกิดความเจริญก้าวหน้า

2.1.3.2 เพื่อให้มีความรู้และทักษะในหลักการ และกระบวนการทำงานพื้นฐานของช่างเทคนิคที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการและการวางแผนในงานอุตสาหกรรม และสามารถติดตามความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นำมาพัฒนางานอาชีพสถาปัตยกรรม ให้มีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผล

2.1.3.3 เพื่อให้มีความคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาสร้างสรรค์และนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนางานสถาปัตยกรรม

2.1.3.4 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ครอบครัวและสังคม มีคุณธรรม จริยธรรมและก่นนิสัยที่ดีในงานอาชีพ

2.1.3.5 เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพในสถานประกอบการอุตสาหกรรม หรือ  
สร้างสรรค์หรือประกอบอาชีพอิสระในสาขาวิชาสถาปัตยกรรม

#### 2.1.4 มาตรฐานวิชาชีพ

2.1.4.1 สื่อสารทางเทคนิคในงานอาชีพ

2.1.4.2 จัดการระบบฐานข้อมูลในงานอาชีพ

2.1.4.3 แก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการ  
แก้ปัญหา

2.1.4.4 จัดการ ควบคุม และพัฒนาคุณภาพงาน

2.1.4.5 แสดงบุคลิกภาพและคุณลักษณะของช่างเทคนิค

2.1.4.6 ออกแบบสถาปัตยกรรม

2.1.4.7 เขียนแบบอาคารเพื่อการก่อสร้าง

2.1.4.8 บริหารและควบคุมงานก่อสร้างอาคาร

2.1.4.9 ประเมินราคางานก่อสร้าง

#### 2.1.5 รายวิชาสาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม

โครงสร้างรายวิชาที่ต้องศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ใน  
สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรมมีดังนี้คือ

##### 2.1.5.1 วิชาชีพพื้นฐาน

ให้เรียนรายวิชา ลำดับที่ 1-4 และเลือกเรียนรายวิชากลุ่มบริหารงานคุณ  
ภาพ 3000-0101X และกลุ่มวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 3000-020X กลุ่มละ 1 รายวิชา

รหัส	รายวิชา	หน่วยกิต	(ชั่วโมง)
3100-0107	ความแข็งแรงของวัสดุ	3	(3)
3108-1001	การประมาณราคา	2	(2)
3108-1002	กฎหมายและสัญญา	2	(2)
3108-1003	สถาปัตยกรรมไทย 1	2	(4)
3000-010X	กลุ่มบริหารคุณภาพ	3	(3)
3000-020X	กลุ่มเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์	3	(4)

##### 2.1.5.2 วิชาชีพสาขาวิชา

รหัส	รายวิชา	หน่วยกิต	(ชั่วโมง)
3108-2001	การออกแบบสถาปัตยกรรม 1	3	(6)
3108-2002	การออกแบบสถาปัตยกรรม 2	3	(6)
3108-2003	การออกแบบสถาปัตยกรรม 3	3	(6)
3108-2004	การออกแบบสถาปัตยกรรม 4	3	(6)
3108-2005	การเขียนแบบก่อสร้าง 1	3	(6)
3108-2006	การเขียนแบบก่อสร้าง 2	3	(6)
3108-2007	การเขียนแบบก่อสร้าง 3	3	(6)
3108-2008	ทฤษฎีโครงสร้าง	2	(2)
3108-2009	การออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก	2	(2)
3108-2010	การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	2	(2)
3108-2011	วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 1	2	(2)
3108-2012	ประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรม	2	(2)
3108-2013	สภาวะแวดล้อม 1	2	(2)
3108-2014	ผังเมือง	2	(2)
3108-2015	อุปกรณ์อาคาร	2	(2)

### 2.1.5.3 วิชาชีพสาขางาน

รหัส	รายวิชา	หน่วยกิต	(ชั่วโมง)
3108-2101	วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2	2	(2)
3108-2102	อุปกรณ์อาคาร 2	2	(2)
3108-2103	ปฏิบัติงานวิชาชีพสถาปัตยกรรม 1	5	(10)
3108-2104	ปฏิบัติงานวิชาชีพสถาปัตยกรรม 2	4	(8)
3108-2105	สถาปัตยกรรมไทย 2	2	(2)
3108-2106	สภาวะแวดล้อม 2	2	(2)
3108-2107	การบริหารและการจัดการงานก่อสร้าง	2	(2)
3108-2108	การออกแบบเขียนแบบภูมิสถาปัตยกรรม 1	2	(4)
3108-2109	การออกแบบเขียนแบบสถาปัตยกรรมภายใน	2	(4)
3108-2110	การเขียนแบบภูมิสถาปัตยกรรมด้วยคอมพิวเตอร์	2	(4)
3108-2111	การถ่ายภาพ	2	(3)

3108-2112	การวิบัติของอาคาร	2	(2)
3108-2113	การสำรวจ	2	(4)
3108-2114	วัสดุและอุปกรณ์ตกแต่งภายใน	2	(2)
3108-2115	วัสดุและอุปกรณ์ตกแต่งสวน	2	(2)
3108-2116	การเสนอโครงการงานสถาปัตยกรรม	2	(2)
3108-2117	โครงการงานสถาปัตยกรรม	3	(*)
3108-2118	การออกแบบเขียนแบบภูมิสถาปัตยกรรม 2	2	(4)
3108-2119	การออกแบบเขียนแบบสถาปัตยกรรมภายใน 2	2	(4)
3108-2120	การเขียนแบบภูมิสถาปัตยกรรมด้วยคอมพิวเตอร์	2	(4)
3108-4001	ปฏิบัติงานเทคนิคสถาปัตยกรรม 1	4	(*)
3108-4002	ปฏิบัติงานเทคนิคสถาปัตยกรรม 2	4	(*)
3108-4003	ปฏิบัติงานเทคนิคสถาปัตยกรรม 3	4	(*)
3108-4004	ปฏิบัติงานเทคนิคสถาปัตยกรรม 4	4	(*)

(ที่มา : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม  
กรมอาชีวศึกษา )

#### 2.1.6 ลักษณะรายวิชาที่ใช้ในการวิจัย

- รหัสและชื่อวิชา 3108-2101 วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2
- สภาพรายวิชา วิชาชีพเฉพาะสาขา ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
- ระดับรายวิชา ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 2
- พื้นฐาน -
- เวลาศึกษา 36 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ – คาบต่อสัปดาห์
- จำนวนหน่วยกิต 2 หน่วยกิต

## 7. จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจหลักการวิเคราะห์แรงกระทำโครงสร้างช่วงกว้างและวัสดุก่อสร้างที่ใช้
2. เลือกใช้โครงสร้างช่วงกว้าง
3. จำแนกวัสดุก่อสร้างที่ใช้ทำโครงสร้างช่วงกว้างได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานระบบอาคารกับงานก่อสร้าง อาคารได้
5. จำแนกความแตกต่างระหว่าง วิธีการผลิตคอนกรีตทั่วไป กับ คอนกรีตอัดแรงได้

## 8. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการวิเคราะห์แรงกระทำโครงสร้างอาคารช่วงกว้าง วัสดุและวิธีการก่อสร้าง งานระบบต่างๆของอาคาร งานคอนกรีตอัดแรง



### 2.1.7 การกำหนดขอบเขตเนื้อหา

ในการศึกษาเนื้อหา ในรายวิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ กรณีงานเสาเข็ม สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยได้ดังนี้

**ตารางที่ 2.1** แสดงการแบ่งหน่วยการสอนของเนื้อหา วิชาวัสดุและวิธีการ  
ก่อสร้าง 2

หน่วยการสอน	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	กำหนดวันที่สอน
ครั้งที่ 1 ทบทวนความรู้พื้นฐาน แนะนำบทเรียน	2	0	
ครั้งที่ 2 แรงกระทำโครงสร้างช่วงกว้างและวัสดุก่อสร้างที่ใช้	2	0	
ครั้งที่ 3 แรงกระทำโครงสร้างช่วงกว้างและวัสดุก่อสร้างที่ใช้	2	0	
ครั้งที่ 4 วัสดุก่อสร้างที่ใช้กับโครงสร้างช่วงกว้าง	2	0	
ครั้งที่ 5 วัสดุก่อสร้างที่ใช้กับโครงสร้างช่วงกว้าง	2	0	
ครั้งที่ 6 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่	2	0	
ครั้งที่ 7 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่	2	0	
ครั้งที่ 8 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่	2	0	
ครั้งที่ 9 สอบกลางภาค	-	0	
ครั้งที่ 10 งานระบบอาคารสัมพันธ์กับการก่อสร้าง	2	-	
ครั้งที่ 11 งานระบบอาคารสัมพันธ์กับการก่อสร้าง	2	0	
ครั้งที่ 12 งานระบบอาคารสัมพันธ์กับการก่อสร้าง	2	0	
ครั้งที่ 13 การเลือกใช้โครงสร้างช่วงกว้าง	2	0	
ครั้งที่ 14 การเลือกใช้โครงสร้างช่วงกว้าง	2	0	
ครั้งที่ 15 การเลือกใช้โครงสร้างช่วงกว้าง	2	0	
ครั้งที่ 16 ความแตกต่างระหว่างวิธีการผลิตคอนกรีตทั่วไปกับคอนกรีตอัดแรง	2	0	
ครั้งที่ 17 ความแตกต่างระหว่างวิธีการผลิตคอนกรีตทั่วไปกับคอนกรีตอัดแรง	2	0	
ครั้งที่ 18 สอบปลายภาค	-	-	

## 2.2 การศึกษาเนื้อหารายวิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม

### 2.2.1 เสาเข็มหล่อในที่ (Cast-in-place Concrete Piles)

เสาเข็มหล่อในที่ทำโดยเจาะรูลงไปดิน จนได้ความลึกตามที่ต้องการ แล้วเทคอนกรีตจนเต็มรูที่เจาะอาจใช้ส่วานเจาะ ตอกแบบหรือปลอกเหล็ก หรืออาจจะกดปลอกเหล็กลงไปชุดดินภายในปลอกเหล็กขึ้น แล้วจึงเทคอนกรีต

โดยปกติเข็มหล่อในที่แบ่งตามลักษณะได้ 3 ชนิด คือ Shell type (case type), Shell-less type (Uncased type) และ Pedestal (enlarged bulb)

Shell type ทำโดยตอกปลอกเหล็กกลวงปิดปลายลงไปดิน เมื่อถึงระดับที่ต้องการแล้วจึงเทคอนกรีตลงไปภายในปลอกเหล็ก โดยทิ้งปลอกเหล็กไว้เป็นส่วนหนึ่งของเสาเข็ม

Shell-less type ทำโดยตอกหรือกดปลอกเหล็กกลวงลงไปดิน ถ้าเป็นปลอกเหล็กชนิดตอก มักจะมีแกนกลางสำหรับตอก เมื่อตอกถึงระดับที่ต้องการ ดึงแกนกลางออกแล้วเทคอนกรีตลงไป กระแทกคอนกรีตให้แน่นแล้วค่อย ๆ ดึงปลอกขึ้นก่อนที่คอนกรีตจะก่อตัว ถ้าเป็นปลอกเหล็กชนิดใช้กดลงไปมักจะเปิดปลาย เมื่อกดถึงระดับที่ต้องการจึงชุดดินออก แล้วจึงเทคอนกรีต และค่อย ๆ ดึงปลอกเหล็กขึ้นเป็นระยะ ๆ ก่อนคอนกรีตก่อตัวเช่นเดียวกัน

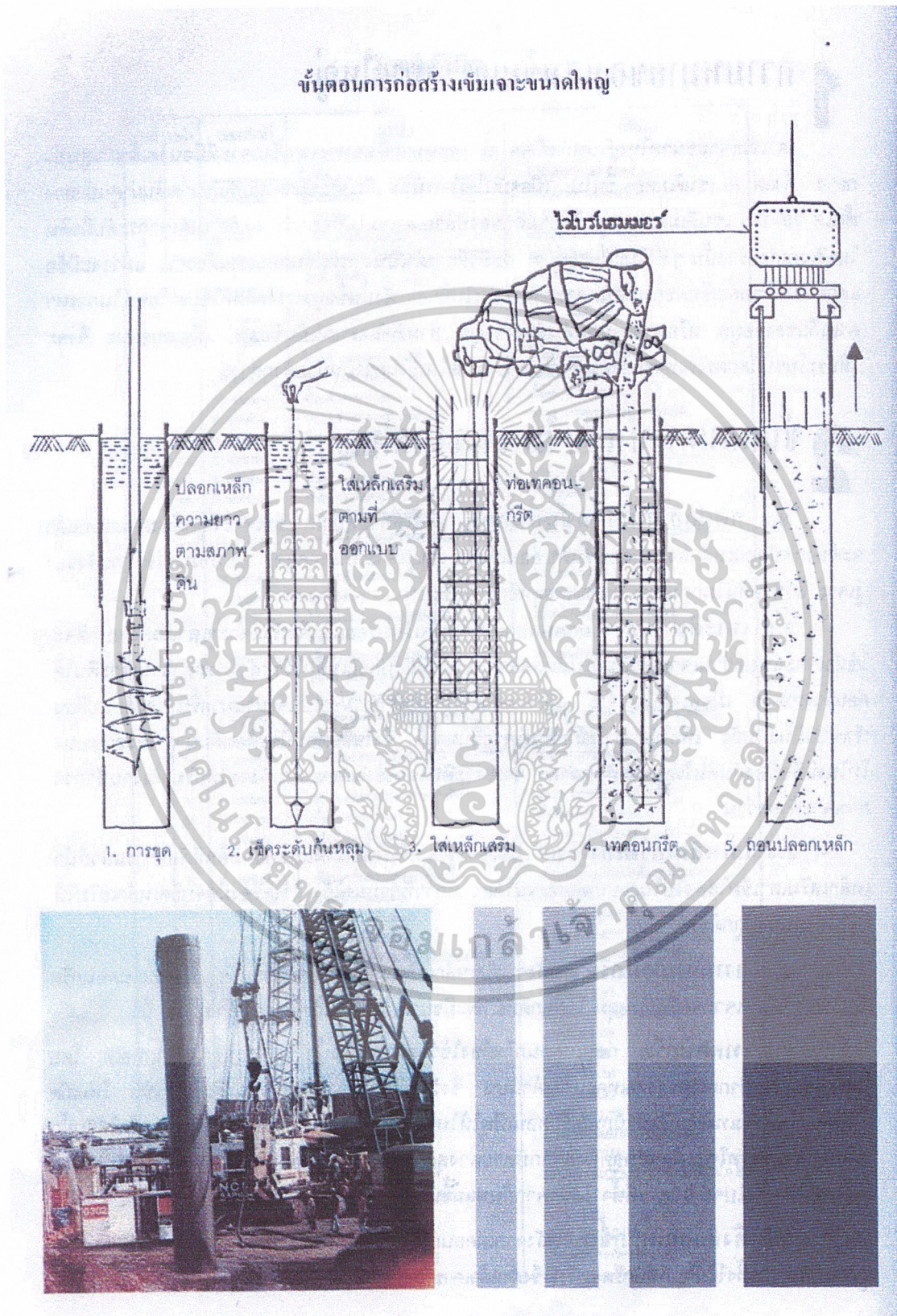
Pedestal type เป็นเสาเข็มชนิดที่มีเชิง หรือ กระจาปะอยู่ที่ปลายเสาเข็ม เชิงหรือ กระจาปะ อาจเป็นคอนกรีตหล่อสำเร็จ รูปกรวย (ของบริษัท Western Piles) หรือ อาจจะทำคอนกรีต ที่เพิ่งผสมใหม่ด้วยลูกตุ้มหนัก ๆ ให้ลูกตุ้มดันดินกระจายออกไปรอบ ๆ ปลายปลอกเหล็ก คอนกรีตก็จะแข็งเป็นเชิงอยู่ที่เสาเข็มในชั้นดินลึก ๆ (Franki Piles)

### 2.2.2 ความหมายของเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ หมายถึงเสาเข็มเจาะที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 70 เซนติเมตร ขึ้นไป (ปัจจุบันได้มีการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 70-150 เซนติเมตร) และมีความลึกของปลายเสาเข็มไม่น้อยกว่า 40.00 เมตรจากระดับผิวดินในบริเวณก่อสร้างนั้น ๆ ซึ่งในแต่ละขนาด จะมีวิธีการดำเนินงานที่มีขั้นตอนเช่นเดียวกัน แม้ว่าจะมีข้อแตกต่างในรายละเอียดของเทคนิคการทำงานกันไปบ้าง ดังนั้นข้อมูลทางสถิติที่ใช้ประโยชน์ในการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล หรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูล สำหรับวิเคราะห์เป็นข้อสรุป เพื่อเสนอแนะ จึงจะให้ประโยชน์โดยตรงเฉพาะการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ในความหมายดังกล่าวนี้

### 2.2.3 ขั้นตอนการทำเสาเข็มขนาดใหญ่

1. กดปลอกเหล็กในชั้นดินอ่อน เมื่อได้ตำแหน่งเสาเข็มเจาะที่ถูกต้องตามแบบแล้วจะต้องกดปลอกเหล็กลงไปตลอดชั้นดินอ่อนเพื่อป้องกันรูเจาะเป็นคอขวดป้องกันน้ำและการพังของรูเจาะ สำหรับดินในกรุงเทพฯจะใช้ปลอกเหล็กยาวประมาณ 12-15 เมตร
2. เจาะดิน หลังจากกดปลอกเหล็กเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงเริ่มเจาะรูเสาเข็มโดยปกติจะใช้หัวเจาะแบบสว่านเจาะเอาดินขึ้นได้ตลอดความยาวที่ฝังปลอกเหล็กสามารถทำงานเจาะดินได้ค่อนข้างรวดเร็ว เมื่อพบน้ำในรูเจาะ และลักษณะชั้นดินมีทรายรวมอยู่เป็นจำนวนมากขึ้น จะต้องเปลี่ยนหัวเจาะเป็นแบบถัง เพื่อให้สามารถเก็บดินที่เจาะขึ้นมาได้ซึ่งในชั้นตอนนี้จะต้องเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์เพื่อป้องกันดินในรูเจาะพังทลาย การเจาะดินโดยใช้หัวเจาะแบบถังจะได้ปริมาณงานช้ากว่าการเจาะด้วยสว่าน
3. ใส่เหล็กเสริมเสาเข็ม เมื่อเจาะรูเสาเข็มได้ขนาดและความลึกที่ต้องการแล้วก็ให้นำเหล็กเสริมเสาเข็มใส่ลงไปในรูเจาะต่อกันจนได้ความยาวที่กำหนดไว้ ใช้เครื่องมือจับยึดเหล็กเสริมให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
4. ลงท่อเทคอนกรีต หลังจากใส่เหล็กเสริมเสาเข็มครบจำนวนแล้ว ก็นำท่อเทคอนกรีตหย่อนลงไปในรูเจาะจนถึงก้นหลุม โดยปกติท่อเทจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 6-8 นิ้ว
5. เทคอนกรีต ก่อนเทคอนกรีตต้องใช้วัสดุสำหรับไล่น้ำในรูเจาะออกไปจากท่อเท โดยใส่วัสดุลงไปปากกรวยของท่อคอนกรีตด้านบน ซึ่งวัสดุที่ใช้จะต้องได้รับอนุมัติแล้ว เช่น โฟมเม็ดเป็นต้น แล้วจึงเทคอนกรีตผ่านกรวยรับคอนกรีตให้ไหลลงไปในท่อเท คอนกรีตจะดันเม็ดโฟมให้ขยับน้ำออกไปจากท่อเทโฟมเม็ดจะหลุดออกจากปลายล่างสุดของท่อเทแล้วลอยน้ำขึ้นมาที่ปากรูเจาะ ส่วนคอนกรีตที่ไหลไปจะเข้าแทนที่น้ำ ไล่น้ำจากก้นหลุมขึ้นมาจนเต็มรูเจาะ
6. ดึงปลอกเหล็กขึ้น หลังจากเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการดึงปลอกเหล็กขึ้นจากรูเจาะทันที ถ้าทิ้งไว้นานคอนกรีตจะเริ่มแข็งตัวแล้วเกาะยึดปลอกเหล็กทำให้ไม่สามารถดึงขึ้นได้

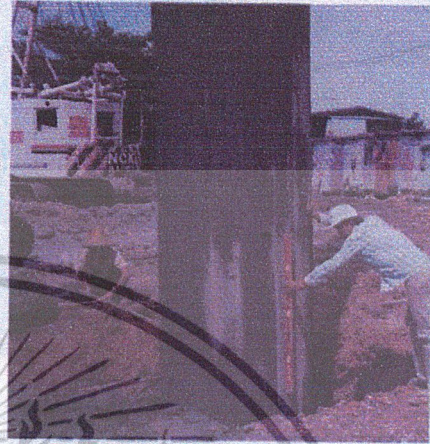


ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการก่อสร้างเข็มเจาะขนาดใหญ่

### 3 ลำดับการทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่



3.1 กดรปลอกเหล็กชั่วคราวก่อนเจาะดิน



3.2 ตรวจสอบแนวตั้งของปลอกเหล็ก



3.3 ตรวจสอบตำแหน่งของศูนย์เสาเข็ม



3.4 ปลอกเหล็กชั่วคราวที่ตกลงในดินแล้ว



3.5 เจาะดินด้วยหัวเจาะแบบสว่าน



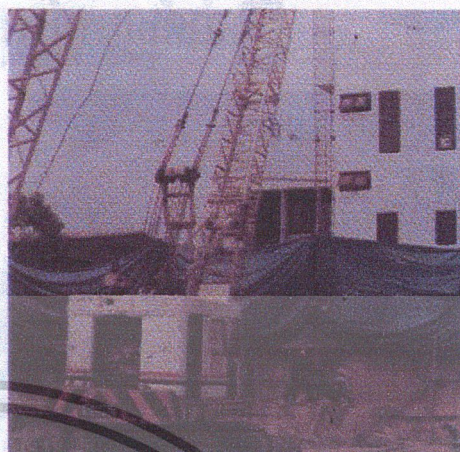
3.6 เปลี่ยนหัวเจาะแบบถึงในชั้นทราย

3

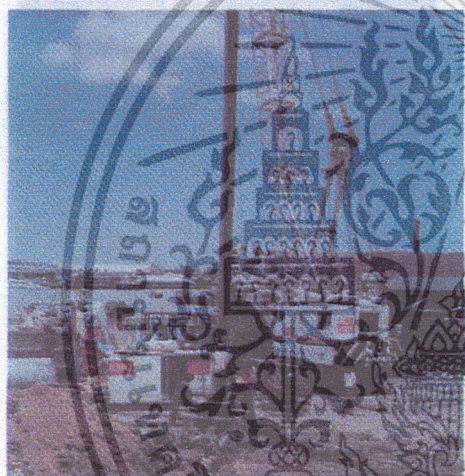
ภาพที่ 2.2 ลำดับการทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่



3.7 ใส่สารละลายเบนโทไนท์



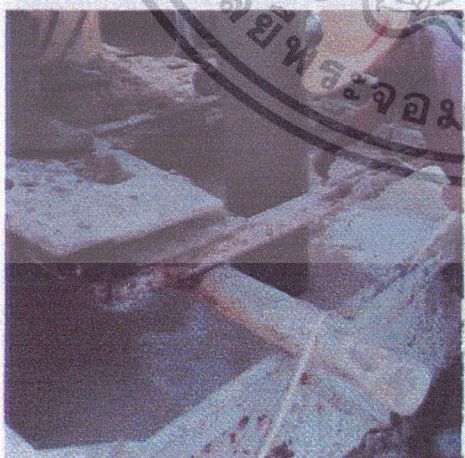
3.8 ใส่กรงเหล็กเสริมเสาเข็ม



3.9 ใส่ท่อเทคอนกรีต



3.10 เทคอนกรีตได้น้ำ



3.11 วัดระยะของคอนกรีตที่เท



3.12 ถอนปลอกเหล็กเมื่อเทคอนกรีตเสร็จ

4

ภาพที่ 2.3 ลำดับการทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

วิศวกรผู้ออกแบบมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ในงานก่อสร้าง แต่เนื่องจากเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่จะต้องออกแบบให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกทุกต่อต้นได้สูง เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.20 เมตร ความลึกจากผิวดิน 46 เมตร สามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 600 ตัน การควบคุมงานการทำเสาเข็มเจาะจึงต้องมีความละเอียด และถูกต้องตามข้อกำหนด ในหัวข้อต่อ ๆ ไป กล่าวถึงข้อควรรู้เพื่อการควบคุมงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่โดยสังเขป

#### 2.2.4 รายการที่ผู้ควบคุมงานจะต้องตรวจสอบการทำเสาเข็มเจาะ

1. ตรวจสอบตำแหน่งที่จะเจาะให้ถูกต้อง
2. ตรวจสอบการใส่ casing ชั่วคราว ตรวจสอบตั้งของ casing และแกนของเครื่องเจาะด้วยระดับน้ำหรือกล้อง theodolite
3. ตรวจสอบความลึกของรูเจาะด้วยลูกดิ่งหรือวิธีอื่นที่วิศวกรอนุมัติ
4. ตรวจสอบโครงเหล็กเสริมให้ถูกต้องตาม shop drawing และตรวจสอบการเชื่อมเหล็ก
5. ก่อนเทคอนกรีตต้องตรวจสอบความลึก และการพังทลายของดินข้างหลุมตลอดจนตะกอนก้นหลุมอีกครั้ง
6. ในกรณีที่ใช้ bentonite หมุนเวียน ให้ตรวจสอบคุณภาพ ความหนาแน่น viscosity เปอร์เซ็นต์ทราย ค่า ph ให้ถูกต้องตามบทกำหนด
7. ตรวจสอบส่วนผสมคอนกรีตให้ตรงตาม mix design ที่ได้รับอนุมัติแล้ว
8. ตรวจสอบความยาวเท่าเท ในครั้งแรกปลายจะอยู่ห่างจากก้นหลุมประมาณ 10 ซม. จากนั้นจะต้องจมอยู่ในคอนกรีตไม่น้อยกว่า 2 เมตร ตลอดเวลา ก่อนใช้ท่อเททุกครั้ง ท่อเทจะต้องสะอาดและผนึกแน่น
9. ตรวจสอบปริมาณคอนกรีตที่เทไปแล้วเทียบกับค่าที่คำนวณไว้เป็นระยะ ๆ
10. ทำระเบียบบันทึกเวลาทำงาน ปริมาณคอนกรีต และสิ่งผิดปกติต่าง ๆ

#### 2.2.5 ข้อควรปฏิบัติสำหรับผู้ควบคุมงานการทำเสาเข็มเจาะ

ศึกษารายละเอียดการทำเสาเข็มเจาะ รูปแบบรายการของวิศวกรผู้ออกแบบตลอดจนข้อกำหนดต่าง ๆ ( มีรายละเอียดในหนังสือของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ดังนี้ 1. เอกสารวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา เล่ม 1 พ.ศ. 2524 เรื่องการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่และอื่น ๆ 2. เกียรติความรู้เกี่ยวกับการควบคุมงานก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก)

1. ศึกษาขั้นตอนการทำงานจากบริษัท ผู้ทำงานเสาเข็มเจาะ
2. ทำแบบฟอร์มเพื่อบันทึกข้อมูลสำหรับการควบคุมงาน

3. ทำรายการต่าง ๆ ที่ผู้ทำเสาเข็มเจาะจะต้องขออนุมัติก่อนการทำงานโดยดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อยก่อนเริ่มงาน
4. ทำหน้าที่อย่างมีเหตุผล ประสานงาน แก้ไขและหาข้อยุติของปัญหาต่าง ๆ ด้วยความถูกต้องรวดเร็ว ไม่เกิดความล่าช้าต่อการทำงาน

#### 2.2.6 แผนภูมิการทำงานที่ผู้ควบคุมงานควรจะทำ

1. รายละเอียดของประเภทงานรายวัน
2. เวลาทำงานของผู้รับจ้าง
3. สภาพอากาศ และ อุณหภูมิ
4. ปริมาณบุคลากรประเภทต่าง ๆ
5. ระดับความลึกปลายเสาเข็มเจาะ
6. ความก้าวหน้าของการทำงาน
7. ปริมาณการใช้คอนกรีตและเหล็กเสริม
8. ฯลฯ

#### 2.2.7 การเตรียมตัวทำหน้าที่ควบคุมงาน

เนื่องจากการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ ต้องทำงานติดต่อดังแต่เริ่มต้นเจาะดินไปจนเทคอนกรีตเสร็จซึ่งใช้เวลา 6 ชั่วโมงต่อหนึ่งต้น ถ้าวันหนึ่งทำ 2 ต้น จะเลิกงานตีึกมาก ดังนั้นผู้ควบคุมงานจึงจะต้องมีทีมงานที่มีจำนวนเหมาะสม มีใจรัก และอดทน สามารถสละเวลาให้กับงานได้อย่างเต็มที่ และเป็นผู้ที่มีสุขภาพสมบูรณ์

#### 2.2.8 ข้อกำหนดโดยทั่วไปที่ควรทราบ

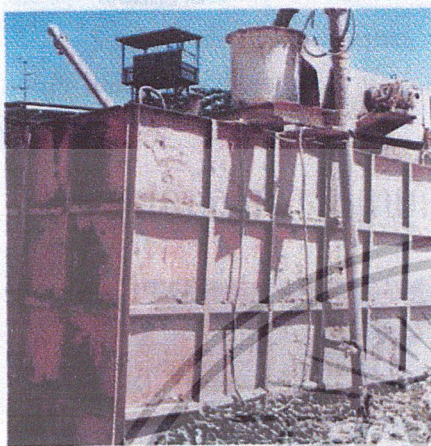
##### 2.2.8.1 คุณสมบัติของคอนกรีต

1. มี cement content 375 กิโลกรัมต่อ 1 ลบม.
2. มี slump อยู่ระหว่าง 15-23 ซม.
3. ผสมน้ำยาโดยมี retardation time ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
4. สามารถทนกำลังอัดได้ไม่น้อยกว่า 240 กิโลกรัมต่อตร.ซม.

##### 2.2.8.2 คุณสมบัติของสารละลายเบนโทไนท์ที่ใช้งานในปัจจุบัน

1. density อยู่ระหว่าง 1.02-1.1 ตัน / ม<sup>3</sup>
2. viscosity อยู่ระหว่าง 30-50 วินาที
3. ph อยู่ระหว่าง 7.5-12
4. sand content ไม่เกิน 6%

## 9 การทดสอบคุณสมบัติของเบนโทไนท์ก่อนใช้งาน



9.1 ดึงเก็บเบนโทไนท์



9.2 ผสมสารละลายเบนโทไนท์



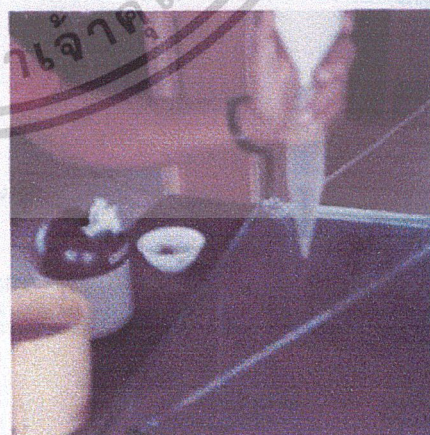
9.3 ตรวจสอบค่า PH



9.4 หาค่าความหนาแน่น



9.5 หาค่าความหนืด



9.6 หาเปอร์เซ็นต์ทราย

ภาพที่ 2.4 การทดสอบคุณสมบัติของเบนโทไนท์ก่อนใช้งาน

## 2.2.9 การควบคุมงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

1. การตรวจสอบสภาพพื้นที่ และสภาพแวดล้อม ก่อนเริ่มงานทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ ผู้คุมงานและผู้รับเหมาควรสำรวจสภาพแวดล้อมของพื้นที่ทำงานให้ทั่วโดยละเอียดเพื่อตรวจดู และบันทึกของมูลที่จะเป็นประโยชน์ในการวางแผนป้องกันปัญหาและบันทึกเพื่อเป็นหลักฐาน เช่น การสำรวจสภาพสิ่งก่อสร้างอาคารข้างเคียงที่ติดกับพื้นที่ก่อสร้างว่ามีสภาพอย่างไร มีรอยร้าว แตกชำรุดหรือไม่ ซึ่งอาจบันทึกไว้ด้วยภาพถ่ายเป็นหลักฐานในการแสดงเมื่อมีปัญหาการร้องเรียนว่าเกิดการเสียหายขึ้นเนื่องจากงานก่อสร้าง เป็นต้น ควรสำรวจสิ่งกีดขวาง และอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อวางแผนแก้ไขไว้ล่วงหน้า เช่น สิ่งกีดขวางที่เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ โครงสร้างเก่าเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กฝังอยู่ในดิน หลุมบ่อ ซึ่งจะต้องถมเพื่อให้เครื่องจักรเคลื่อนผ่าน สายไฟฟ้าแรงสูง แรงต่ำ ตลอดจนเสาไฟอยู่ในรัศมีการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรหรือไม่ จะต้องย้ายเสาไฟ หรือหุ้มฉนวนสายไฟชั่วคราวหรือไม่ สิ่งเหล่านี้เมื่อทราบข้อมูลแต่เนิ่น ๆ จะมีเวลาที่จะแก้ไขเตรียมการได้ทันท่วงที ไม่ทำให้การดำเนินงานล่าช้ากว่าสัญญา
2. การตรวจรับผังบริเวณ เป็นสิ่งที่สำคัญมากเรื่องหนึ่ง ที่จะต้องความรอบคอบและทำให้ถูกต้อง ได้รับการอนุมัติยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรให้ใช้ทำงานตามแบบผังบริเวณจากเจ้าของโครงการ หรือผู้ได้รับมอบอำนาจให้ทำการแทนเสียก่อน ถึงแม้จะมีแบบก่อสร้างอยู่แล้วก็ตามผู้รับเหมาควรทำการสำรวจระยะและตำแหน่ง แล้วทำแบบผังบริเวณที่มีรายละเอียดครบถ้วน เสนอขออนุมัติก่อนที่จะทำเสาเข็มเจาะต่อไป
3. การตรวจแบบแปลนเสาเข็ม ทุกระยะแสดงตำแหน่งเสาเข็ม และจุดอ้างอิงต่าง ๆ ที่สำคัญหากมีรายละเอียดไม่ครบถ้วน หรือขัดแย้งกันเอง ผู้รับเหมาควรมีเวลาที่จะทำหนังสือขอรายละเอียดเพิ่มเติมจากผู้ออกแบบได้ทันเวลาต่อไป และผู้รับเหมาควรตรวจระยะต่าง ๆ ในสนามเพื่อเทียบกับแบบก่อสร้าง แล้วจัดทำแบบแปลนเสาเข็มเพื่อขออนุมัติใช้ทำงานได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 2.5 การวางหมุดตำแหน่งเสาเข็มเจาะ

การวางหมุดตำแหน่งเสาเข็มเจาะ โดยเครื่องมือสำรวจที่มีคุณภาพดีและโดยช่างที่มีประสบการณ์ความชำนาญตลอดจนการวางแผนการทำงานได้อย่างถูกต้องจะช่วยให้งานดำเนินไปได้รวดเร็วไม่เกิดความเสียหาย



ภาพที่ 2.6 เทปวัดระยะสำหรับวางหมุดเสาเข็ม

เทปวัดระยะ สำหรับการวางหมุดเสาเข็มควรใช้ชนิดโลหะ แทนชนิดผ้าหรือไนลอน เพราะชนิดหลังมีค่าความคลาดเคลื่อน จากการยืดตัวเนื่องจากแรงดึงสูง และเมื่อตำแหน่งเสาเข็มเจาะคลาดเคลื่อนเกินข้อกำหนดแล้วจะเสียค่าใช้จ่ายสูงในการแก้ไขโครงสร้าง



ภาพที่ 2.7 เสาเข็มเจาะที่เทคอนกรีตถึงระดับผิวดิน

เสาเข็มเจาะที่เทคอนกรีต ถึงระดับผิวดิน เมื่อทำความสะอาดแล้วใช้ทำเป็นหมุดสำหรับตรวจสอบตำแหน่งเสาเข็มต้นอื่น ๆ ในโครงการได้ว่า เมื่อมีการขุดดินเพื่อทำฐานรากเสาเข็มมีการเคลื่อนตัว เนื่องจากการขุดดินหรือไม่ ใช้เป็นประโยชน์ในการลดข้อขัดแย้งในกรณีดังกล่าวได้ดี



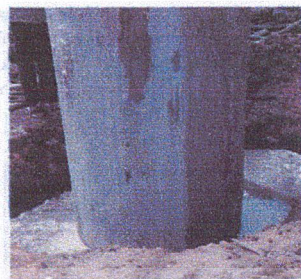
ภาพที่ 2.8 ปลอกเหล็กป้องกันดินพัง

ปลอกเหล็กป้องกันดินพังจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเท่ากับ หรือมากกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มเจาะและมีความหนาประมาณ 1 นิ้ว ยาวประมาณ 15 เมตร สำหรับใช้งานในโครงการในกรุงเทพ ซึ่งบางโครงการอาจจะต้องใช้ปลอกเหล็กยาวประมาณ 20 เมตร



ภาพที่ 2.9 การขุดปากหลุมเจาะ

การขุดปากหลุมเจาะก่อนกดปลอกเหล็กเพื่อเพิ่มความเสถียรในขณะกดปลอกเหล็ก เมื่อพบสิ่งกีดขวางที่ทำให้กดปลอกเหล็กไม่ลง ก็จะมีการขุดออกโดยปกติจะขุดลึกประมาณ 1-3 เมตร ตามความจำเป็น



ภาพที่ 2.10 การขุดหลุมลึกประมาณ 1-3 เมตร ที่ปากภูเขาจะก่อนกดปลอกเหล็ก

การขุดหลุมลึกประมาณ 1-3 เมตรที่ปากภูเขาจะก่อนกดปลอกเหล็กลงไปในดิน มีความจำเป็นเพื่อตรวจสอบว่ามีวัสดุใดเป็นสิ่งที่ขัดขวางที่จะกดปลอกเหล็กหรือไม่และยังช่วยให้เกิดความสะดวกในการตั้งปลอกเหล็กให้ได้ตำแหน่งเสาเข็มที่ต้องการ

4. การเตรียมแผนภูมิแสดงข้อมูลการทำงาน ใช้แสดงข้อมูลต่าง ๆ ที่สำคัญของการทำงานในรูปแบบภูมิต่าง ๆ เช่น แผนภูมิวงกลม แผนภูมิแท่ง และกราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ปริมาณงานต่อเวลา เพื่อให้เจ้าของโครงการ ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องใช้ประโยชน์ในการรับทราบความก้าวหน้าพิจารณาเพื่อวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนงานให้ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างของแผนภูมิแสดงข้อมูลการทำงาน ซึ่งจะทำขึ้นโดยผู้ควบคุมงานก่อสร้างของบริษัทที่ปรึกษา
5. การเตรียมบุคลากรทำหน้าที่ควบคุมงานของบริษัทที่ปรึกษา สำหรับงานควบคุมเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ซึ่งเป็นงานที่จะต้องบันทึกข้อมูลการทำงานแต่ละขั้นตอนค่อนข้างละเอียดต้องทำงานกรำแดดกรำฝน ในช่วงเวลาการทำงาน ตั้งแต่ 10-16 ชั่วโมงต่อวัน และอาจจะไม่มีวันหยุดและเป็นการทำงานกลางแจ้ง ดังนั้นผู้ควบคุมงานจะต้องเป็นผู้มีสุขภาพดี แข็งแรง อุดม สามารถอุทิศเวลาให้กับงานได้ตลอดเวลา โดยเฉพาะช่างคุมงานระดับช่างเทคนิค จะต้องทำหน้าที่ตรวจสอบงานให้เป็นไปตามข้อกำหนด และบันทึกข้อมูลการทำงานโดยละเอียด จะต้องทำหน้าที่อยู่ในสนามตลอดเวลาตั้งแต่ทำงานจนถึงเลิกงาน และสำหรับวิศวกรคุมงานควรจะมีอยู่ในสนามตลอดเวลาที่มีการเทคอนกรีตเสาเข็ม เพราะจะต้องตัดสินใจให้คำแนะนำผู้รับเหมาโดยทันทีเมื่อมีปัญหาขณะเทคอนกรีต

6. การบันทึกข้อมูลการทำงาน ผู้คุมงานระดับช่างเทคนิคจะเป็นผู้บันทึกข้อมูลการทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่โดยละเอียดและตลอดเวลา เช่น เวลาเริ่มและเวลาเสร็จของงานแต่ละขั้นตอนลักษณะชั้นทรายของปลายเสาเข็ม ความลึกของการเจาะ ความยาวของเหล็กเสริมเสาเข็ม ปริมาณคอนกรีตที่คำนวณได้และคอนกรีตที่ใช้งานจริง สภาพอากาศ สิ่งกีดขวาง อุปสรรคและปัญหาการปฏิบัติงาน หรือหลีกเลี่ยงข้อกำหนด อุบัติเหตุ ช็อน่าสังเกต ข้อควรระวัง โดยการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ลงในแบบฟอร์มที่ได้จัดทำขึ้นให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน มีความง่ายและความสะดวกต่อการบันทึกและตรวจสอบ
7. การตรวจสอบตำแหน่งเสาเข็มเจาะ ชั้นแรกต้องตรวจสอบจากแบบสำหรับก่อสร้างแล้วจึงตรวจโดยการวัดในสนามโดยใช้กล้อง และเทปวัดระยะ เมื่อกดปลอกเหล็กบนตำแหน่งที่ทำไว้แล้วก็ต้องตรวจดูว่าถ้ามีระยะคลาดเคลื่อนเกินระยะที่ยอมให้ ก็ต้องแก้ไขโดยการถอนและกดใหม่ หากมีระยะคลาดเคลื่อนเล็กน้อยก็ต้องบันทึกไว้ ซึ่งในกรณีที่เป็นเสาเข็มกลุ่มในฐานรากเดียวกันก็อาจมีการปรับแก้ตำแหน่งเสาเข็มในกลุ่มให้อยู่ในตำแหน่งที่มี ซีจียู่ในจุดเดิมตามแบบ



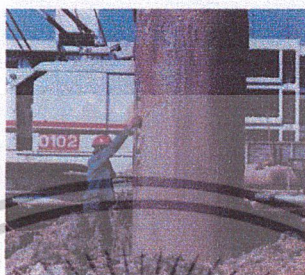
ภาพที่ 2.11 การยกปลอกเหล็กขึ้นตั้งเพื่อใช้กดลงดิน

ในการยกปลอกเหล็กขึ้นตั้ง เพื่อจะใช้กดลงดินต่อไปนั้น จะต้องใช้ตาขอเหล็กเกี่ยวยกขึ้นตั้งกับดินแล้วปลดตาขอออกเพื่อยกไกวโบร์ แฮมเมอร์ ขึ้นมากดปลอกเหล็กในระหว่างนี้ปลอกเหล็กไม่มีอะไรยึด อาจะล้มเกิดอันตรายได้ จึงควรเพิ่มความระมัดระวังให้มาก



ภาพที่ 2.12 ปลอกเหล็กมีความยาว 15 เมตร ถูกยกปักลงไปในดิน

ปลอกเหล็กมีความยาว 15 เมตรถูกยกปักลงไปบนดิน ซึ่งจุดเป็นหลุมเล็กเพื่อตรวจดูว่ามีสิ่งกีดขวางหรือไม่ หลังจากนั้นจะใช้ไวบอร์ แสมเมอร์ กดปลอกเหล็กลงไปบนดินโดยให้ปากปลอกเหล็กอยู่เหนือระดับดินประมาณ 20-50 ซม. ใช้เวลากดปลอกเหล็กเพียง 5 นาทีก็เสร็จ



ภาพที่ 2.13 การตรวจดึงของปลอกเหล็กด้วยกล้องหรือระดับน้ำ

การตรวจดึงของปลอกเหล็กด้วยกล้องหรือระดับน้ำในขณะที่กดปลอกเหล็กลงไปบนดิน เพื่อควบคุมความดึงของเสาเข็มให้อยู่ในข้อกำหนด เช่น ไม่เกิน 1:100 จะทำให้เสาเข็มรับน้ำหนักได้ตามต้องการไม่เกิดแรงดันในเสาเข็มเนื่องจากเสาเข็มเอียง ในการถอนปลอกเหล็กก็ต้องทำเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 2.14 การควบคุมตำแหน่งของปลอกเหล็ก

การควบคุมตำแหน่งของปลอกเหล็กทำได้ในขณะที่กำลังกดปลอกเหล็กลงไปบนดินโดยใช้ไม้ซึ่งมีความยาวเท่ากันทาบจากหมุดบนดินไปยังด้านทั้งสองของปลอกเหล็ก



ภาพที่ 2.15 การตรวจจุดศูนย์กลางขอตําแหน่งเสาเข็ม

เมื่อกดปลอกเหล็กลงไปในดินแล้ว และต้องตรวจจุดศูนย์กลางของตำแหน่งเสาเข็มก็สามารถทำได้โดยใช้ไม้พาดบนปากปลอกเหล็กเพื่อหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางเสาเข็ม แล้วสอบระยะ กับหมุดอ้างอิงที่ได้ทำไว้ ว่าจะมีความเคลื่อนหรือไม่



ภาพที่ 2.16 เครื่องกดและถอนปลอกเหล็ก

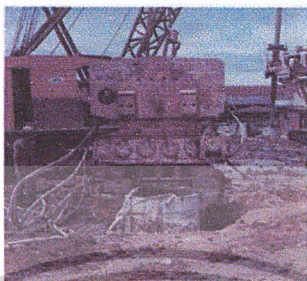
เครื่องกดและถอนปลอกเหล็กซึ่งมีน้ำหนักกดบรรทุกมากกว่า 5 ตันวางนอนอยู่บนดินมองเห็นได้ล่าง ซึ่งมีอุปกรณ์สำหรับยึดจับปากเหล็ก ซึ่งปรับระยะเลื่อนให้กว้าง หรือแคบได้ตามขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของปลอกเหล็ก เครื่องนี้ทำงานโดยระบบไฮดรอลิกส์



ภาพที่ 2.17 การกดและถอนปลอกเหล็กโดยใช้ไฮโดร แสมเมอร์

การกดและถอนปลอกเหล็กโดยใช้ไฮโดร แสมเมอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทำงาน

ร่วมกับเครื่องอัดอากาศ ทำหน้าที่กัดและเขย่าหรือดึงและเขย่า เพื่อกัดหรือถอนปลอกเหล็กถ้า เครื่องมือชนิดนี้เสีย การกัดและถอนปลอกเหล็กจะทำได้



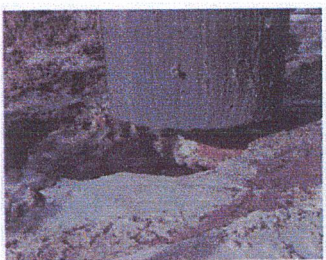
ภาพที่ 2.18 เครื่องกดปลอกเหล็ก

เครื่องกดปลอกเหล็ก มีน้ำหนักมากกว่า 5 ตัน และทำงานด้วยการสั่นในขณะที่กดเรียกว่า ไวโบร์ แฮมเมอร์ จะใช้เวลาในการกัดและถอนปลอกเหล็กประมาณ 5-15 นาที สำหรับ ปลอกเหล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 80-120 ซม.และมีความยาว 15 เมตร



ภาพที่ 2.19 การทำความสะอาดบริเวณรูเจาะเสาเข็ม

หลังจากเทคอนกรีตเต็มรูเจาะเสาเข็มแล้ว จะต้องทำความสะอาดบริเวณปากรู เจาะจนเห็นปากปลอกเหล็กได้ชัดเจนแล้วจึงนำเครื่องถอนปลอกเหล็กคือ ไวโบร์ แฮมเมอร์ มา จับยึดถอนขึ้นซึ่งในระหว่างถอนจะต้องตรวจดึงปลอกเหล็กด้วยกล้อง หรือระดับน้ำด้วย



ภาพที่ 2.20 การถอนปลอกเหล็กเข็มคอนกรีต

เมื่อเทคอนกรีตเต็มรูเสาเข็มเจาะแล้วก็ถอนปลอกเหล็กขึ้น คอนกรีตจะยุบตัวลงไปแทน ความหนาของปลอกเหล็กโดยอาจจะยุบลงไปได้ลึก 2-4 เมตร และดินที่บริเวณปากรูเจาะ ก็จะยุบกลับปากรูเจาะไปบนคอนกรีตที่เท



ภาพที่ 2.21 เครื่อง ไวบอร์ แฮมเมอร์

ไวบอร์ แฮมเมอร์ เป็นเครื่องมือสำหรับกดและถอนปลอกเหล็กซึ่งจะต้องใช้งานร่วมกับ เครื่องอัดอากาศ จึงควรมีการตรวจสภาพ และบำรุงรักษาอยู่เสมอ เพราะเมื่อเกิดขัดข้องขึ้นกับ เครื่องใดเครื่องหนึ่ง จะไม่สามารถใช้งานได้ เป็นเหตุให้ต้องทิ้งปลอกเหล็กไว้ใต้ดิน



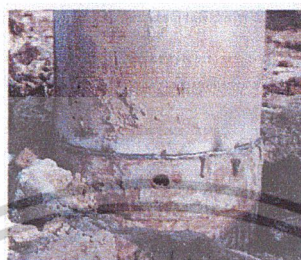
ภาพที่ 2.22 ปลอกเหล็กซ้อน

ปลอกเหล็กซ้อน เป็นเทคนิคของการทำงานเพื่อแก้ปัญหาความล่าช้าในการเจาะดิน มีวิธีการคือใช้ปลอกเหล็กสองขนาดลดลงไปในรูเจาะเดียวกันเพื่อให้กดปลอกเหล็กได้ลึกมากขึ้นเป็นการป้องกันน้ำใต้ดินลดอุปสรรคในการเจาะ



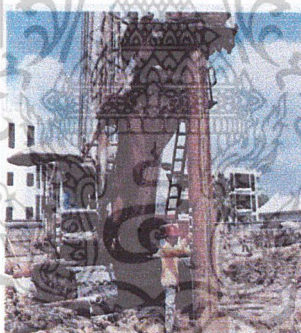
ภาพที่ 2.23 การต่อปลอกเหล็กด้วยเกลียว

การตอปลอกเหล็กด้วยเกลียวจะช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการตอปลอกเหล็กให้ยาวขึ้นตามต้องการ วิธีนี้จะประหยัดเวลาได้มากเมื่อเทียบกับวิธีตอด้วยการเชื่อม การตอปลอกเหล็กให้ยาวขึ้นนี้จะช่วยให้เจาะดินได้เร็วขึ้น โดยใช้หัวเจาะแบบสว่าน



ภาพที่ 2.24 การตอปลอกเหล็กด้วยวิธีเชื่อม

การตอปลอกเหล็กด้วยวิธีเชื่อมจะเสียเวลามากกว่าการตอด้วยเกลียว ความแข็งแรงของการใช้งานจะขึ้นอยู่กับฝีมือเชื่อมซึ่งไม่มีความแน่นอนเหมือนการใช้ระบบเกลียวดังนั้นถ้าไม่มีความจำเป็นก็ควรใช้ระบบเกลียวจะรวดเร็วและดีกว่า



ภาพที่ 2.25 การตรวจตั้งของการเจาะเสาเข็ม

การเจาะรูเสาเข็มจะต้องทำการตรวจดินโดยใช้กล้อง หรือระดับน้ำ ในภาพคนงานใช้ระดับน้ำตรวจตั้งของการเจาะในขณะที่กำลังเจาะดิน เพื่อให้รูเจาะไม่เอียงจนเสียความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก

8. การตรวจตั้งเสาเข็มเจาะ จะทำในขณะที่เริ่มกดปลอกเหล็กลงดิน โดยใช้กล้องหรือระดับน้ำซึ่งมีความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร (โดยปกติจะยอมให้มีความคลาดเคลื่อนในแนวตั้งไม่น้อยกว่า 1:100) ทาบที่ปลอกเหล็กสองด้านที่ตั้งฉากกันจะทำให้ปลอกเหล็กได้ตั้ง ซึ่งจะช่วยให้การเจาะรูเสาเข็มได้ตั้งด้วย เพราะปลอก

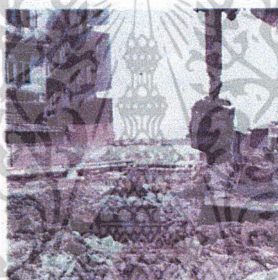
เหล็กจะช่วยบังคับหัวเจาะไปในตัว และควรตรวจตั้งของก้านเจาะในขณะที่เจาะดินและตรวจตั้งของปลอกเหล็กในขณะที่ถอนขึ้นหลังเทคอนกรีตเสร็จด้วยวิธี

9. เดียวกันจะช่วยให้เสาเข็มเจาะได้ตั้งตามต้องการ
10. การวัดความลึกเสาเข็มเจาะ โดยใช้สายวัดระยะถ่วงปลายด้วยก้อนน้ำหนัก เช่น ลูกดิ่งหรือเศษเหล็กที่มีน้ำหนัก และขนาดเหมาะสม หย่อนลงไปในรูเจาะจนถึงก้นหลุม เพื่อบันทึกข้อมูลของความลึกใช้ในการคำนวณปริมาตรคอนกรีตที่จะสั่งเข้ามาและเปรียบเทียบกับปริมาณคอนกรีตที่แท้จริงเพื่อพิจารณาคว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่ การวัดความลึกนี้ควรวัดประมาณ 2-3 จุด แล้วหาค่าความลึกเฉลี่ย ซึ่งในระหว่างเทคอนกรีตก็ควรมีการวัดระดับคอนกรีตที่เทได้เทียบกับการคำนวณเป็นระยะ ๆ ด้วยวิธีเดียวกันเพื่อพล็อตกราฟคว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นที่จุดใดหรือไม่
11. การตรวจความสะอาดก้นหลุมเสาเข็มเจาะ เมื่อเจาะถึงระดับชั้นทรายได้ระยะ 3 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็มตามข้อกำหนดแล้ว ควรตรวจดูความสะอาดของทรายก้นหลุมที่หัวเจาะแบบถึงจุดขึ้นมาว่ามีความสะอาดหรือไม่ ซึ่งในบางครั้งอาจพบเศษวัสดุ เช่น เศษไม้ผุเก่าๆ ปะปนอยู่หรือมีเศษดินหรือก้อนผสมอยู่เนื่องจากหลุดล่องจากผนังรูเจาะลงไป ก็ต้องขุดต่อไปอีกเล็กน้อยเพื่อนำสิ่งสกปรกดังกล่าวขึ้นให้หมดจนเหลือแต่ชั้นทรายแน่นที่สะอาด จะช่วยให้ค่าหลุดตัวของเสาเข็มเมื่อมีน้ำหนักบรรทุกแล้วมีค่าไม่มากจนเกิดความเสียหายต่ออาคาร
12. การกำหนดระดับปลายเสาเข็มเจาะในสนาม ระดับปลายเสาเข็มเจาะที่ระบุในแบบก่อสร้างจะเป็นระดับโดยประมาณที่มาจากข้อมูลการเจาะสำรวจดิน ดังนั้นระดับปลายเสาเข็มเจาะจริง ๆ จะต้องกำหนดขึ้นจากการเจาะดินให้ได้ตามข้อกำหนด เช่นต้องถึงระดับชั้นทรายแน่น และมีระยะปลายเสาเข็มฝังอยู่ในทรายไม่น้อยกว่า 3 เท่า เส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มต้นนั้น และทรายก้นหลุมจะต้องสะอาดและผืนแน่นปราศจากสิ่งสกปรก หรือเศษดินที่ร่วงหล่นลงไป ซึ่งในระดับปลายเข็มดังกล่าวโดยปกติผู้รับเหมาจะเป็นผู้พิจารณาร่วมกับผู้ควบคุมงาน ถ้ามีข้อขัดแย้ง ผู้คุมงานควรรายงานข้อมูลเพื่อขอความเห็นต่อวิศวกรออกแบบเพื่อใช้ปฏิบัติได้ถูกต้องต่อไป



ภาพที่ 2.26 หัวเจาะดินแบบสว่าน

หัวเจาะดินแบบสว่านกำลังจะถูกหย่อนลงไปในโลกเหล็กกันดินทั้งเพื่อเจาะดินชั้นในระบบเจาะแห้ง ซึ่งขณะนั้นยังไม่มีน้ำใต้ดินในรูเจาะ การเจาะด้วยสว่านจะได้งานเจาะที่รวดเร็วกว่าการเจาะในระบบเปียกด้วยหัวเจาะแบบถัง



ภาพที่ 2.27 การเจาะดินก่อนเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์

หัวเจาะแบบสว่านจะใช้เจาะดินก่อนที่จะเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์ในรูเจาะในภาพจะเห็นหัวเจาะสว่านซึ่งถูกดึงขึ้นหลังการเจาะโดยมีดินติดขึ้นมาซึ่งจะสลัดดินออกไปได้ โดยการเดินเครื่องให้หัวเจาะหมุนไปเร็ว ๆ



ภาพที่ 2.28 การเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์

น้ำสารละลายเบนโทไนท์จะถูกเติมลงในรูเจาะจนเต็มเมื่อมีน้ำใต้ดินไหลเข้าไปข้างในขณะเจาะดิน และจะต้องคอยเติมเป็นระยะในขณะเจาะดินขึ้น เพราะน้ำในรูเจาะจะค่อย ๆ ยุบแทนที่เนื้อดินที่ถูกเจาะขึ้นรวมทั้งน้ำบางส่วนจะถูกตักขึ้นมาพร้อมกับดินที่เจาะด้วย



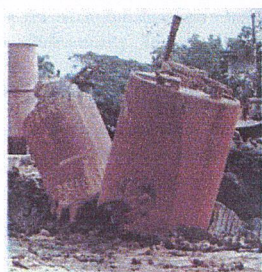
ภาพที่ 2.29 การเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์

การเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์ในรูเจาะจะทำต่อเมื่อไม่สามารถเจาะด้วยระบบแห้งต่อไปอีกได้ เพราะมีน้ำไหลเข้ามาในรูเจาะ และจะทำให้รูเจาะพังทลาย จึงต้องเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์ในรูเจาะซึ่งจะทำให้มีน้ำใต้ดินหยุดการไหลผ่านรูเจาะ



ภาพที่ 2.30 ก้านเจาะดินเสาเข็ม

ก้านเจาะดินเสาเข็ม เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับงานเจาะซึ่งยังไม่สามารถผลิตขึ้นในประเทศเพื่อใช้งานได้ดังนั้นเมื่อก้านเจาะขาดในขณะเจาะเนื่องจากทนแรงบิดไม่ไหว จะทำให้งานหยุดหลายวันเนื่องจากต้องรอสั่งซื้ออุปกรณ์ใหม่จากต่างประเทศ



ภาพที่ 2.31 หัวเจาะดินแบบถั่ง

หัวเจาะดินแบบถัง ใช้สำหรับการเจาะในระบบเปียกเมื่อเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์ในรูเจาะแล้ว หัวเจาะแบบสว่านจะไม่สามารถใช้เจาะดินขึ้นมาได้ เพราะดินจะไม่เกาะที่ดอกสว่านจะลื่นหล่นลงไป ในรูเจาะจึงต้องใช้หัวเจาะแบบถังเจาะดินต่อไปจนกว่าจะเสร็จ



ภาพที่ 2.32 การวัดระดับความลึกของรูเจาะ

การวัดระดับความลึกของรูเจาะจะใช้เทปวัดระยะผูกกับลูกตึง หรือวัสดุที่มีน้ำหนัก แล้วหย่อนลงไปที่ยก้นหลุม เพื่อทราบความลึกของรูเจาะ หรือความลึกของระดับคอนกรีตที่ได้เทลงไป เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผน แก้ไขป้องกัน และการควบคุมงานในทุก ๆ ขั้นตอน



ภาพที่ 2.33 การเก็บตัวอย่างชั้นดิน

เก็บตัวอย่างชั้นดินของเสาเข็มเจาะต้นแรก ๆ ทุกครั้งเมื่อพบว่า ลักษณะดินเปลี่ยนแปลงไป อาจจะใช้ถุงพลาสติกแล้วมัดให้แน่น โดยบันทึกระดับความลึก และความหนาชั้นดินไว้ข้างถุงเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการเจาะสำรวจ



ภาพที่ 2.34 กระบอกแก้วตวงสำหรับใส่ตัวอย่างทราย

กระบอกแก้วตวง ขนาด 500 ซี.ซี ใช้สำหรับใส่ตัวอย่างทราย ที่ระดับปลายเสาเข็มโดยผสมน้ำสะอาดแล้วเขย่าทิ้งไว้เพื่อดูขนาดเม็ดทราย และความสะอาดของทรายได้ชัดเจน และใช้เก็บตัวอย่างทรายไว้ดูได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.35 กรวดในรูเจาะที่ความลึก 50 เมตร

ที่ระดับปลายเสาเข็มลึก 50 เมตร จากระดับผิวดินของเสาเข็มบางต้นพบกรวดขนาดโตดูเปรียบเทียบกับแท่งเหล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าเหรียญบาท กรวดเหล่านี้ผสมอยู่กับทรายแต่มีที่พบไม่มากนัก



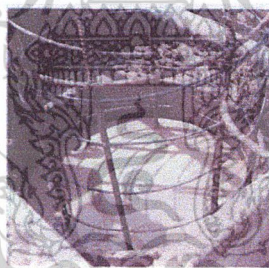
ภาพที่ 2.36 ตัวอย่างทรายที่ระดับปลายเสาเข็มเจาะ

ตัวอย่างทรายที่ระดับปลายเสาเข็มเจาะเมื่อนำตัวอย่างที่เจาะขึ้นมาได้ใส่ขวดพลาสติก บันทึกตำแหน่งและความลึกของการเจาะไว้ที่ขวดจะเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นตัวอย่างสำหรับผู้เกี่ยวข้องได้ดู เพื่อศึกษาตรวจสอบลักษณะของชั้นทรายปลายเสาเข็ม



ภาพที่ 2.37 ลูกป้อนหมุนเหล็กเสาเข็มเจาะ

ลูกป้อนหมุนเหล็กเสาเข็มเจาะใช้ป้องกันเหล็กไม่ให้อากาศซึมเข้าดินในรูเจาะ โดยใช้เหล็กขนาด 2 นิ้ว ร้อยตรงกลางลูกป้อนเส้นละ 3-4 ลูกแล้วมัดไว้กับเหล็กเสริมเสาเข็มเป็นจุด ๆ ห่างกันตามความเหมาะสมแล้วจึงหย่อนเหล็กเสริมลงไปในรูเจาะ



ภาพที่ 2.38 การนำเหล็กเสริมเสาเข็มหย่อนลงไปในรูเจาะ

เมื่อเจาะดินได้ความลึกที่ต้องการแล้ว ก็นำเหล็กเสริมเสาเข็มหย่อนลงไปในรูเจาะ โดยต่อกันจนได้ความยาวที่กำหนดจะเห็นน้ำสารละลายเบนโทไนท์มีเกือบเต็มรูเจาะ ซึ่งเมื่อเทคอนกรีตน้ำสารละลายเบนโทไนท์ ถูกแทนที่ด้วยคอนกรีตไหลล้นออกมาจนหมด



ภาพที่ 2.39 การต่อเหล็กเสริมเสาเข็ม

การต่อเหล็กเสริมเสาเข็มแต่ละท่อนโดยการทาบให้ได้จำนวนรอยทาบตามกำหนด โดยใช้การเชื่อมเต็มรอยทาบเป็นบางเส้นเพื่อยึดรอยต่อระหว่างท่อนของเหล็กเสริมไม่ให้เกิดการหลุดออกจากกันในขณะที่หย่อนลงไปในรูเจาะ



ภาพที่ 2.40 กรวยสำหรับเทคอนกรีต

กรวยสำหรับเทคอนกรีต ใช้ต่อกับท่อเทควรจะมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของปลอกเหล็กเล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อป้องกันท่อเทหล่นลงไปในรูเจาะขณะเทคอนกรีตเนื่องจากคนงานทำหลุดมือลงไป ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายอย่างมาก อาจจะต้องนำคอนกรีตที่เทไปแล้วขึ้นทั้งหมด

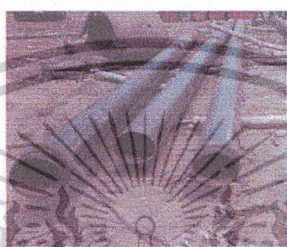
13 การพิจารณาลักษณะทรายที่ปลายเสาเข็ม ในบางโครงการพบปัญหาขัดแย้งในเรื่องการพิจารณาทรายที่ระดับปลายเสาเข็ม โดยมีความเห็นต่างกันระหว่างเจ้าหน้าที่ของเจ้าของโครงการกับผู้รับเหมา ผู้ควบคุมงานอาจต้องรับหน้าที่เป็นผู้ตัดสิน ดังนั้นผู้คุมงานต้องมีวิธีตรวจสอบลักษณะทรายที่ให้ผลได้ชัดเจน ซึ่งทำได้วิธีง่าย ๆ โดยใช้กระบอกตวงชนิดแก้ว ขนาดจุ 500-1000 ซี.ซี. นำทรายตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบใส่ในกระบอกตวง แล้วเติมน้ำสะอาด ทั้งทรายและน้ำที่ใส่ลงไปต้องมีปริมาณ

คงที่ในการทดลองทุกครั้งเพื่อสามารถเปรียบเทียบกันได้ แล้วเขย่าทรายที่ผสมน้ำให้กระจายตัว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาทีที่จะเห็นสี และขนาดของเม็ดทรายตัวอย่าง ตลอดจนตะกอนที่ตกค้างอยู่บนเนื้อทรายสามารถเปรียบเทียบกับทราย ในบริเวณเสาะเข้มทดสอบได้อย่างชัดเจน หลังจากนั้นก็เก็บตัวอย่างใส่ขวดพลาสติก พร้อมบันทึกตำแหน่ง และระดับความลึกของเสาะเข้มต้นนั้นไว้แสดงต่อผู้ที่ต้องการตรวจดูภายหลัง ได้อย่างดี สำหรับตัวอย่างทรายที่จะเก็บควรเก็บจากระดับปลายเสาะเข้ม และชั้นที่ถัดขึ้นมาหนึ่งชั้นใส่ขวดพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว สูง 2 นิ้ว

14 ระดับหัวเสาะเข้มกับวิธีการเทคอนกรีต เนื่องจากการยุบตัวของคอนกรีตเสาะเข้มเจาะภายหลังถอนปลอกเหล็กขึ้นจะมีค่าสูงตั้งแต่ 2-4 เมตรดังนั้นวิธีการเทคอนกรีตเสาะเข้มเจาะที่มีระดับหัวเสาะเข้มใกล้ผิวดิน เช่น ระดับหัวเสาะเข้มมีค่า 2 เมตรขึ้นมาใกล้ผิวดินอาจจะต้องเทคอนกรีตด้วยวิธีดึงปลอกเหล็กขึ้นสูงจากระดับผิวดินประมาณ 2 เมตรแล้วเทคอนกรีตเพื่อการยุบตัวไว้จนเต็มเมื่อถอนปลอกออก คอนกรีตจะยุบตัวลงไปโดยมีระดับหัวเสาะเข้มไม่ต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ ซึ่งการเทคอนกรีตวิธีนี้จะต้องเทคอนกรีตไล่สิ่งสกปรก เช่นน้ำเบนโทไนท์ และเศษดินต่าง ๆ ให้ไหลล้นขึ้นมาที่ปากปลอกเหล็ก จนมีแต่คอนกรีตที่ดีล้วน ๆ เต็มอยู่ที่ปากปลอกเหล็กแล้วยกปลอกเหล็กขึ้นให้สูงจากระดับผิวดินตามที่ต้องการด้วยไวโบรแฮมเมอร์ หลังจากนั้นจึงเทคอนกรีตเต็มลงไปในปลอกเหล็กจนได้ปริมาณที่พอต่อการเผื่อค่ายุบตัว แล้วจึงถอนปลอกเหล็กออกจากรูเจาะสำหรับเสาะเข้มเจาะที่มีระดับหัวเสาะเข้มตั้งแต่ 4 เมตรลงไปในดิน สามารถเทคอนกรีตด้วยวิธีปกติคือเทคอนกรีตไล่สิ่งสกปรกจนเห็นเนื้อคอนกรีตล้วนที่ปากปลอกเหล็ก แล้วก็ถอนปลอกเหล็กขึ้นได้เลย

15 การตรวจคุณสมบัติคอนกรีต สำหรับงานเสาะเข้มเจาะ คอนกรีตจะต้องมีค่ายุบตัวไม่น้อยกว่า 15 ซม. เพื่อสามารถเทผ่านท่อได้ง่าย และรวดเร็ว คอนกรีตสามารถไหลเข้าไปตามซอกต่าง ๆ ได้จนเต็มไม่เกิดโพรง กำลังของคอนกรีตที่ใช้จะมีความมากกว่า 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และจะต้องใช้สารผสมตัวหน่วง เพื่อยืดเวลาแข็งตัวออกไปให้มากกว่า 4 ชั่วโมงดังนั้นการตรวจคุณสมบัติคอนกรีต จึงต้องทำการทดสอบค่ายุบตัว

ของคอนกรีตทุกคันรถ และบันทึกค่าไว้ ซึ่งในบางครั้งค่ายุบตัวจะวัดได้น้อยกว่ากำหนด ผู้คุมงานจะยอมให้เติมน้ำหรือไม่ ในกรณีนี้ผู้คุมงานควรขอความเห็นผู้ออกแบบเพื่อให้ปฏิบัติไว้ก่อนที่จะเริ่มงาน การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังของคอนกรีตอาจเก็บโดยการสุ่มจากรถคอนกรีตสามคัน คันละสามก้อนรวมเก้าก้อนต่อเสาเข็มหนึ่งต้น



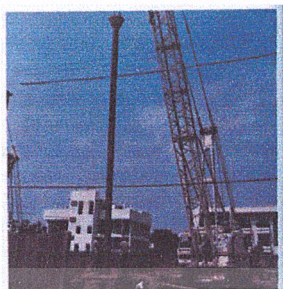
ภาพที่ 2.41 ท่อสำหรับเทคอนกรีต

ท่อเทคอนกรีตจะต้องมีความยาวอย่างน้อยเท่ากับความยาวของเสาเข็มเจาะโดยต่อกันจนถึงก้นรูเจาะให้ปลายท่อวางบนดินกันหลุม จากนั้นจึงยกท่อเทขึ้นจากก้นรูประมาณ 10 ซม. แล้วจึงเทคอนกรีตลงไป



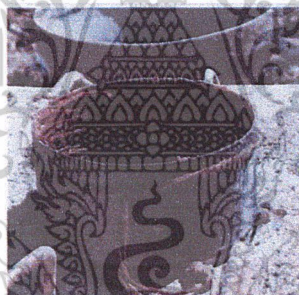
ภาพที่ 2.42 การต่อทำเทคอนกรีต

ท่อเทคอนกรีตแต่ละท่อที่นำมาต่อกันเพื่อให้ได้ความยาวถึงก้นรูเจาะจะมีน้ำหนักมากต้องใช้รถเข็นยกท่อแต่ละท่อมาต่อกัน เมื่อยกท่อแรกหย่อนลงไปนรูเจาะแล้วจะต้องมีอุปกรณ์จับยึดที่เชื่อมต่อ แล้วจึงนำท่อท่อนต่อไปมาขันเกลียวต่อกัน



ภาพที่ 2.43 ท่อเทคอนกรีตสำหรับเสาเข็มขนาดใหญ่

ท่อเทคอนกรีตสำหรับเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ จะต้องต่อกันให้มีความยาวลงไปถึงปลายล่างสุดของเสาเข็มเจาะ โดยต่อกันด้วยเกลียวท่อซึ่งทาวจรวบ และพันเชือกกระสอบได้ที่เกลียวเพื่อต่อกันได้รวดเร็ว และผนึกแน่น ป้องกันน้ำภายนอกไม่ให้ไหลเข้าไปในท่อเทคอนกรีต



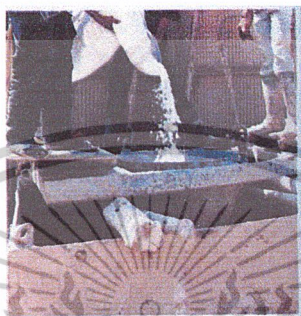
ภาพที่ 2.44 การตัดต่อท่อเทคอนกรีต

การตัดต่อท่อเทคอนกรีต เพื่อให้ได้ความยาวตามที่ต้องการ โดยต่อด้วยเกลียวทาวจรวบ ใช้เชือกกระสอบพันเกลียวซึ่งมีความรวดเร็วในการต่อท่อรอยต่อกระชับแน่นป้องกันน้ำไม่ให้ไหลเข้าไปตามรอยต่อของท่อในระหว่างเทคอนกรีต



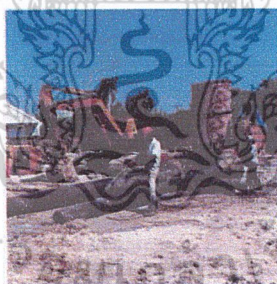
ภาพที่ 2.45 โฟมเมัดที่ใช้เป็นวัสดุไล่น้ำออกจากท่อ

โฟมเม็ดที่ใช้เป็นวัสดุไล่น้ำออกจากท่อเทในขณะเทคอนกรีตใช้ใส่ที่ปากท่อเทแล้วเทคอนกรีตทับลงไป คอนกรีตจะดันโฟมเม็ดอัดไล่น้ำออกไปจากท่อเทที่ปลายล่างสุดทำให้คอนกรีตไม่ปะปนผสมกับน้ำสารละลายเบนโทไนท์ในขณะเทคอนกรีตเสาะเข้มเจาะ



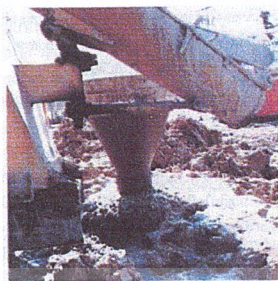
ภาพที่ 2.46 การใส่โฟมเม็ดผ่านกรวยบริเวณปากท่อคอนกรีต

กำลังใส่โฟมเม็ดผ่านกรวย ให้เต็มบริเวณปากท่อคอนกรีต เพื่อไล่น้ำออกในขณะเทคอนกรีต วัสดุประเภทเดียวกันโฟมเม็ดที่อาจใช้งานแทนกันได้ ได้แก่ ลูกบอลซึ่งมีขนาดพอดีกับปากท่อหรือเวอร์มิคูไลท์ซึ่งวัสดุดังกล่าวจะต้องผ่านการอนุมัติจึงจะนำไปใช้งานได้



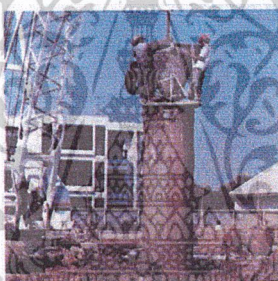
ภาพที่ 2.47 การทำความสะอาดท่อคอนกรีต

ท่อคอนกรีต จะต้องทำความสะอาดทันทีเมื่อเทคอนกรีตเสร็จโดยใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดเกลียวท่อแล้วทาด้วยจารบีวางไว้ในที่ที่เหมาะสม พร้อมทั้งจะนำมาใช้งานได้ทันที



ภาพที่ 2.48 การเทคอนกรีตเสาเข็มเจาะ

การเทคอนกรีตเสาเข็มเจาะ ทำได้โดยเทผ่านท่อเท คอนกรีตจะค่อย ๆ ไหลแทนที่น้ำในรูเจาะ ตั้งแต่ส่วนปลายล่างสุดของเสาเข็มขึ้นมาข้างบนจนเต็มในภาพจะเห็นคอนกรีตไหลล้นขึ้นมาที่ปากรูเจาะ เมื่อสังเกตดูเห็นว่าคอนกรีตสะอาดดีแล้วก็หยุดเทได้



ภาพที่ 2.49 การดึงปลอกเหล็กขึ้น

เมื่อเทคอนกรีตเต็มรูเจาะแล้วดึงปลอกเหล็กขึ้นคอนกรีตจะยุบตัวลงไป 2-4 เมตรดังนั้น ถ้าต้องการให้ได้ระดับหัวเสาเข็มเจาะอยู่ใกล้ระดับผิวดินจะต้องดึงปลอกเหล็กขึ้นสูง เพื่อเทคอนกรีตเผื่อค่ายุบตัว ไว้ให้เพียงพอซึ่งค่ายุบตัวนี้จะสังเกตได้ในขณะทำงาน

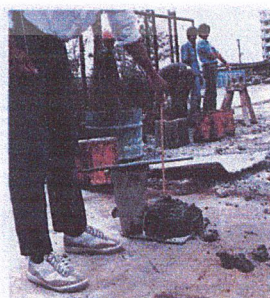
16. การตรวจเหล็กเสริมเสาเข็ม เหล็กเสริมควรตัดตัวอย่างไปทดสอบวัดแรงดึง และพื้นที่หน้าตัดเพื่อเสนอผลการทดสอบต่อผู้ออกแบบเมื่อได้รับการอนุมัติแล้ว จึงนำเข้าหน่วยงานก่อสร้างแล้วให้ผู้คุมงานเป็นผู้เลือกกลุ่มตัวอย่างนำไปทดสอบอีกครั้งหนึ่ง เมื่อได้รับการอนุมัติแล้วจึงนำไปใช้งานต่อไปได้ ในกรณีที่จะต้องมีการต่อเหล็กด้วยงานเชื่อมก็ควรส่งตัวอย่างการเชื่อมเพื่อทดสอบเพื่อขออนุมัติใช้งานต่อไป
17. การประชุมเพื่อแก้ปัญหาการดำเนินงาน ควรจะให้มีเป็นประจำทุกสัปดาห์ ต่อครั้งระหว่างผู้รับเหมากับผู้ควบคุมงานของบริษัทที่ปรึกษา จัดประชุมให้มีประจำเดือนละ 1 ครั้ง โดยเชิญฝ่ายเจ้าของโครงการ และผู้ออกแบบที่เกี่ยวข้อง

ข้องกับการดำเนินงานในปัจจุบัน เข้าร่วมประชุมเพื่อตรวจการดำเนินงาน ความก้าวหน้าของงาน อุปสรรค และปัญหาที่ทำให้เกิดความล่าช้า ตลอดจนเสนอความเห็นเป็นมติที่ประชุมเพื่อใช้ปฏิบัติต่อไป

18. การควบคุมงานของวิศวกรในขณะเทคอนกรีตเสาเข็มเจาะ เป็นหน้าที่สำคัญที่จะต้องปฏิบัติในสนาม เพราะเมื่อเกิดปัญหาขัดข้องจากการเทคอนกรีตเช่น รวดคอนกรีตขาดระยะนานทำให้ระยะเวลาเทคอนกรีตเกินกำหนดที่ขออนุมัติไว้ เกิดการอุดตันในท่อเทคอนกรีตเทต่อไม่ได้ ท่อเทคอนกรีตหลุดลงไปในรูเจาะขณะเทคอนกรีต เหล็กเสริมเสาเข็มลอยขึ้นมาขณะเทคอนกรีต วิศวกรจะต้องตัดสินใจที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ในทันทีเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายมากยิ่งขึ้นต่อไป
19. การป้องกันเสียงรบกวนและเศษดิน เสียงรบกวนอาจป้องกันได้โดยใช้วัสดุกันลှอมเป็นกำแพงกันเสียงไม่ให้เสียงผ่านเข้าไปโดยตรง แต่วิธีนี้ก็ลดเสียงได้ไม่มากนัก ควรป้องกันเสียงรบกวนผู้อยู่อาศัยข้างเคียง โดยวางแผนเวลาทำงานให้เหมาะสม งดใช้เครื่องมือ เครื่องจักรที่มีเสียงดังในเวลาากลางคืน หากมีความจำเป็นที่จะต้องทำงานกลางคืนผู้รับเหมาควรติดต่อแจ้งให้ผู้อยู่อาศัยบริเวณนั้นทราบเพื่อสร้างมนุษยสัมพันธ์อันดี ในกรณีนี้ผู้คุมงานควรสังเกตถ้าที่ของคนที่ชุมนุมกันได้ด้วยถ้าเห็นว่ามึปัญหาจะได้หาวิธีป้องกันแก้ไขได้ทัน สำหรับการป้องกันเศษดินกระเด็นไปอาคารข้างเคียงขณะเจาะดินอาจใช้พลาสติกชนิดที่ทากะสอบปูยั้งกันไว้ในบริเวณนั้น และผู้รับเหมาควรจัดคนงานให้ทำความสะอาดเศษดินที่ตกลงตามถนนสาธารณะโดยรอบพื้นที่โครงการ เนื่องจากรถขนดินรวดคอนกรีตวิ่งเข้าออกอยู่ตลอดเวลา
20. การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเสาเข็มเจาะ เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่จะใช้คอนกรีตตั้งแต่ 25 ม.3 - 60 ม.3 ต่อต้นซึ่งจะเห็นว่ามีปริมาณมากจึงควรมีการเก็บตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้งานทุกต้นต้นละไม่น้อยกว่า 9 ก้อนตัวอย่าง โดยสุ่มเก็บจากรวดคอนกรีต 3 ต้น ต้นละ 3 ก้อน ไม่ควรเก็บต้นละก้อนเพราะถ้าผลการทดสอบไม่ผ่านอาจจะถือได้ว่าคอนกรีตในรุดดินนั้นต่ำกว่าข้อกำหนดจะเป็นปัญหาในการทำงาน ตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บแล้วจะต้องจัดเก็บให้เหมาะสม ห่างจากการสั่นสะเทือนจากรถวิ่งและโดยเฉพาะเครื่องไวโบร์แฮมเมอร์ที่ซ้กัด ถอนปลอกเหล็กซึ่งมีแรงสะเทือนมากบางโครงการขาดการระวัง

ในเรื่องนี้ ทำให้ตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บไว้จำนวนมากได้รับการกระทบกระเทือนและไม่ผ่านการทดสอบทั้งหมดทำให้เกิดปัญหา

21. การทดสอบคุณสมบัติเบนโทไนท์ เบนโทไนท์ชนิดที่ผลิตจำหน่ายอยู่ในรูปของผงละเอียดเป็นถุงถุงละ 50 กิโลกรัม มีคุณสมบัติดูน้ำได้ดี แต่ละอองภาคจะพองตัวเปียกกัน ทำให้น้ำไหลผ่านระหว่างอนุภาคได้ยาก ใช้สำหรับป้องกันผนังรูเจาะไม่ให้พังทลาย โดยผสมน้ำแล้วใส่ลงไปในรูเจาะขณะเจาะดินด้วยระบบเปียก น้ำสารละลายเบนโทไนท์จะช่วยมิให้น้ำได้ดินไหลผ่านรูเจาะและรูเจาะจะไม่เกิดพังทลาย ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการตรวจคุณสมบัติของเบนโทไนท์ก่อนได้แก่ความหนาแน่น ความหนืด ความเป็นกรดต่าง และปริมาณทรายที่เจือปน ซึ่งจะต้องมีการทดสอบคุณสมบัติทุกวันก่อนใช้งานแล้วบันทึกไว้
22. ความสะอาดของพื้นที่การทำงาน เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับกองดินที่ได้จากการเจาะดิน ถ้าทิ้งไว้เพียงวันเดียวจะมีกองขนาดใหญ่กีดขวางการทำงานต่าง ๆ อย่างมาก ดังนั้นควรจะต้องมีการขนดินออกไปนอกบริเวณตลอดเวลาที่มีการเจาะดิน
23. เครื่องจักรและอุปกรณ์การทำเสาเข็มเจาะจะมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก โดยปกติควรมีชนิดและจำนวนดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย คือรถเครนติดตั้งเครื่องเจาะ 1 คัน รถเครนสำหรับบริการทั่วไปเช่นใช้ยกไวโบร์แฮมเมอร์ยกท่อคอนกรีต ยกเหล็กเสริม ซึ่งถ้ามีจำนวน 2 คัน จะช่วยให้งานมีความซื้องตัวมากขึ้น รถตักดิน 1 คัน รถบรรทุกดิน 1 คัน เครื่องสูบน้ำเบนโทไนท์ ถังเก็บ ถังผสม น้ำเบนโทไนท์ เครื่องมือทำความสะอาดน้ำสารละลายเบนโทไนท์ ปลอกเหล็กหัวเจาะดินแบบต่าง ๆ ท่อเทคอนกรีตหัวเข่าเป็นต้น



ภาพที่ 2.50 การตรวจค่ายุบตัวของคอนกรีต

ค่ายุบตัวของคอนกรีต ที่ใช้เสาะเข็มเจาะจะต้องมีค่ายุบตัวไม่น้อยกว่า 15 ซม. เพื่อให้คอนกรีตสามารถไหลผ่านท่อเทได้ง่ายและเข้าไปได้ทุกซอกมุมไม่เกิดโพรง ดังนั้นจึงควรตรวจค่ายุบตัวของคอนกรีตที่ใช้งานทุกคันแล้วบันทึกไว้



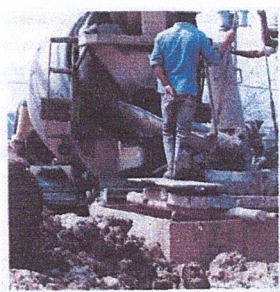
ภาพที่ 2.51 การเก็บตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่ใช้หล่อเสาะเข็ม

การเก็บตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่ใช้หล่อเสาะเข็มเจาะขนาดใหญ่ปกติจะต้องเก็บตัวอย่างจากทุกต้น โดยสุ่มตัวอย่างเก็บจากรถคอนกรีต 3 คัน คันละ 3 ก้อน เป็นอย่างน้อย และจะต้องนำผลการทดสอบส่งให้วิศวกรออกแบบพิจารณาพร้อมกับข้อมูลอื่น ๆ ด้วยเสมอ



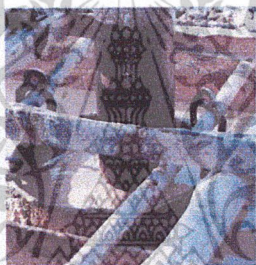
ภาพที่ 2.52 การดูงานการทำเสาะเข็มเจาะ

การมาดูงานการทำเสาะเข็มเจาะจะต้องมีความระมัดระวังอันตรายเพราะเครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้งานมีขนาดใหญ่จึงควรยืนในตำแหน่งที่ห่างจากรัศมีการทำงานของเครื่องจักร ตลอดจนถึงต้องระวังหลุมบ่อของหลุมเจาะและการเดินหกล้ม



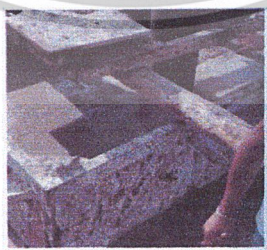
ภาพที่ 2.53 การเทคอนกรีตเสาเข็ม

การเทคอนกรีตเสาเข็มจะเทลงไปในกรวยรับคอนกรีตผ่านท่อเทลงไปที่ปลายล่างสุดของเสาเข็มโดยปกติสามารถเทได้รวดเร็วกว่างานแบบหล่อทั่ว ๆ ไปเช่นอาจเทได้ 5 ม.ในเวลาเพียง 5 นาทีคอนกรีตที่ใช้ควรมีค่ายุบตัวไม่น้อยกว่า 15 ซม.



ภาพที่ 2.54 ปากปลอกเหล็กเมื่อเห็นคอนกรีตเต็มรูเจาะ

เมื่อเทคอนกรีตผ่านท่อเทคอนกรีตจะค่อย ๆ ไหลแทนที่น้ำสารละลายเบนโทไนท์ในรูเจาะ ตั้งแต่ปลายล่างสุดของเสาเข็มขึ้นมาด้านบนในภาพจะเห็นน้ำสารละลายเบนโทไนท์ค่อย ๆ ไหลล้นออกมาจากปากปลอกเหล็กตลอดเวลาที่เทคอนกรีต เมื่อเต็มรูเจาะจะเห็นคอนกรีตไหลล้นขึ้นมาแทนที่



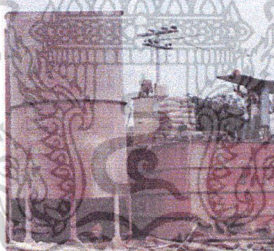
ภาพที่ 2.55 ปากรูเจาะที่ระดับผิวดิน จะมีถังเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าครอบเป็นคอกไว้

ปากกูเจาะที่ระดับผิวดิน จะมีถึงเหล็กกรุปสี่เหลี่ยมผืนผ้าครอบเป็นคอกไว้เพื่อกันน้ำสารละลายเบนโทไนท์ ที่ล้นขึ้นมาจากกูเจาะในขณะที่เทคอนกรีต โดยใช้เครื่องสูบน้ำสารละลายเบนโทไนท์ที่ล้นขึ้นมาไปยังถังเก็บ และทำความสะอาดก่อนนำมาใช้งานใหม่



ภาพที่ 2.56 การขนดินออกจากพื้นที่เจาะเสาเข็ม

การขนดินที่เจาะขึ้นมาออกไปจากพื้นที่ทำเสาเข็มเจาะอย่างรวดเร็วจะช่วยให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการทำงานเช่น นำดินออกไปทันทีขณะเจาะจะไม่เกิดขวางการเทคอนกรีต ไม่เกิดอุบัติเหตุในการล้นล้มเป็นต้น



ภาพที่ 2.57 ถังเก็บน้ำสารละลายเบนโทไนท์

ถังเก็บน้ำสารละลายเบนโทไนท์สำหรับใช้ใส่ในรูเจาะเสาเข็มเพื่อป้องกันรูเจาะพังทลาย ต้องมีจำนวนที่มากเพียงพอต่อการใช้งานและมีตำแหน่งที่ตั้งอย่างเหมาะสมซึ่งอาจแบ่งตามประเภทการใช้งานเช่นถังเก็บ ถังตะกอน



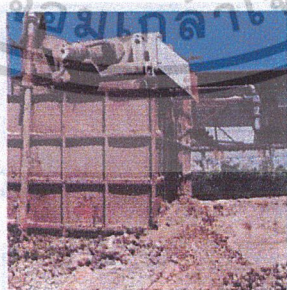
ภาพที่ 2.58 เครื่องผสมเบนโทไนท์

เครื่องผสมเบนโทไนท์ จะทำหน้าที่ปั่นหรือกวนผงเบนโทไนท์ซึ่งมีลักษณะคล้ายผงซีเมนต์ให้ละลายกับน้ำที่ใช้ผสมด้วยอัตราความเร็วรอบสูงอย่างเหมาะสม จึงจะได้สารละลายเบนโทไนท์ที่คุณสมบัติดี



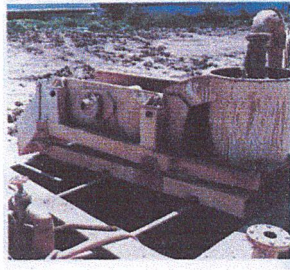
ภาพที่ 2.59 ถังเก็บน้ำสารละลายเบนโทไนท์

ถังเก็บน้ำสารละลายเบนโทไนท์ควรมีขนาดและจำนวนตลอดจนตำแหน่งที่เหมาะสมกล่าวคือไม่กีดขวางหรือต้องเคลื่อนย้ายในระหว่างการทำงาน ทำความสะอาดสะดวก



ภาพที่ 2.60 เครื่องแยกสิ่งสกปรกออกจากน้ำสารละลายเบนโทไนท์

เครื่องมือแยกสิ่งสกปรกออกจากน้ำสารละลายเบนโทไนท์ ซึ่งตั้งอยู่ด้านบนถังเก็บ เครื่องตรวจที่อยู่ใกล้ใช้แยกกรวดและวัสดุที่โตกว่าเม็ดทราย เครื่องที่อยู่ถัดไปใช้แยกทรายละเอียดที่เจือปนอยู่ออกมาทิ้ง



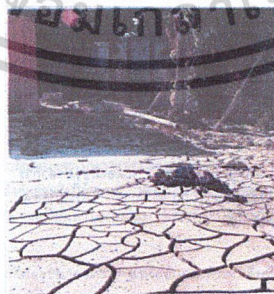
ภาพที่ 2.61 การสูบน้ำสารละลายเบนโทไนท์

น้ำสารละลายเบนโทไนท์ ที่ใช้งานแล้วนั้น ก่อนจะสูบเข้ามายังถังเก็บควรจะได้ผ่านอุปกรณ์แยกสิ่งสกปรก เพื่อขจัดวัสดุที่ไม่ต้องการเช่นเศษไม้ เศษดินเป็นต้น



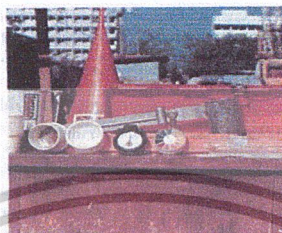
ภาพที่ 2.62 กองทรายละเอียด ที่ถูกแยกออกจากน้ำสารละลายเบนโทไนท์

น้ำสารละลายเบนโทไนท์ที่ใช้งานแล้วจะผ่านอุปกรณ์แยกสิ่งสกปรก และกรองขนาดใหญ่ แล้วจึงผ่านเครื่องแยกกรวดละเอียดที่เห็นในภาพเป็นกองทรายละเอียด ที่ถูกแยกออกจากน้ำสารละลายเบนโทไนท์ซึ่งตามข้อกำหนดจะมีทรายเจือปนได้ไม่เกิน 6 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2.63 ดินเมื่อถูกแดดจะจับตัวเป็นแผ่นแข็ง

น้ำสารละลายเบนโทไนท์ที่ไหลล้นออกจากการทำงานเสาเข็มเจาะ มีลักษณะขุ่นข้นถ้า ปกคลุมผิวดินจะไม่ยอมให้น้ำไหลผ่านลงไปไนดินเมื่อถูกแดดจะจับตัวเป็นแผ่นแข็งในพื้นที่ที่จะ ปลุกต้นไม้จึงไม่ควรให้มี



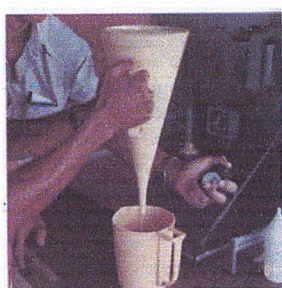
ภาพที่ 2.64 อุปกรณ์สำหรับใช้ตรวจสอบคุณสมบัติของสารละลายเบนโทไนท์

อุปกรณ์สำหรับใช้ตรวจสอบคุณสมบัติของสารละลายเบนโทไนท์เช่นความหนืด ความหนาแน่น ความเป็นกรดต่างและปริมาณทรายที่เจือปน



ภาพที่ 2.65 การตรวจกรดต่างของสารละลายเบนโทไนท์

การตรวจสภาพกรดต่างของสารละลายเบนโทไนท์โดยใช้กระดาษลิตมัสจุ่มลงในน้ำสารละลาย แล้วเทียบสีที่ระบุค่า ph กับสีที่ข้างตลับจะต้องมีค่า ph เท่ากับ 7.5-12 ซึ่งเป็นข้อกำหนดการใช้งานเบนโทไนท์



ภาพที่ 2.66 การวัดค่าความหนืดของสารละลายเบนโทไนท์

การวัดค่าความหนืดของสารละลายเบนโทไนท์ โดยใส่น้ำเบนโทไนท์ให้เต็มกรวยมาตรฐาน แล้วจับเวลาการไหลออกจากกรวยจนหมด ซึ่งตามข้อกำหนดความหนืดที่ยอมให้ใช้งานจะต้องมีช่วงเวลาการไหล 30-90 วินาที



ภาพที่ 2.67 อุปกรณ์สำหรับตรวจปริมาณทรายที่เจือปนในสารละลายเบนโทไนท์

อุปกรณ์สำหรับตรวจปริมาณทรายที่เจือปนอยู่ในสารละลายเบนโทไนท์จะเห็นทรายตกตะกอนอยู่ในหลอดแก้ว ซึ่งจะต้องมีการตรวจวัดปริมาณทรายทุก ๆ วันถ้ามีค่าเกิน 6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรผู้คุมงานจะไม่อนุญาตให้นำมาใช้งาน

24. การทดสอบเสาเข็ม มักจะทำการทดสอบเสาเข็มสองวิธีด้วยกันคือ seismic test และ load test สำหรับวิธีแรกใช้ทดสอบเสาเข็มเช่น เสาเข็มร้าวขาดจากกัน พื้นที่หน้าตัดโป่งออกหรือคอด เป็นคอขวดส่วนวิธีที่สองเป็นการทดสอบโดยการบันทึกน้ำหนักให้ได้ 2.5 เท่าของน้ำหนักที่ออกแบบโดยมีค่าการทรุดตัวไม่เกิน 12 มิลลิเมตร เป็นต้นบางโครงการอาจทำการทดสอบเสาเข็มด้วยวิธีแรกทุกต้นเพราะค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก และจะทำการทดสอบด้วยการบันทึกน้ำหนัก 1 หรือ 2 ต้น

25. ปัญหาต่าง ๆ จากการดำเนินงาน ปัญหาดังต่อไปนี้เป็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ ถ้าท่านจะต้องเป็นผู้ทำหน้าที่ควบคุมงานก่อสร้าง ท่านควรจะทราบเพื่อหาทางแก้ไขไว้ล่วงหน้า

- เทคอนกรีตไม่เสร็จในระยะเวลาที่ได้รับการอนุมัติไว้
- คอนกรีตค่อนข้างแห้งเกินไป จะเติมน้ำในรถผสมได้หรือไม่
- ขณะเทคอนกรีตคนงานยกท่อเทสูงเกินไปจนหลุดจากระดับคอนกรีตที่เทไว้ทำให้น้ำไหลเข้ามาในท่อแทน

- เจ้าของเป็นผู้ซื้อคอนกรีตตามสัญญา ผู้รับเหมาสั่งคอนกรีตมาใช้งานเกินกำหนดมาเหลือทิ้ง
- ผู้รับเหมาเป็นผู้ซื้อคอนกรีตตามสัญญา จึงพยายามประหยัดการใช้คอนกรีตในการเทไล่สิ่งสกปรกทำให้เกิดปัญหาในเรื่องความสะอาดของคอนกรีตหัวเสาเข็ม
- ผู้รับเหมาต้องการเทคอนกรีตเผื่อไว้มาก ๆ เพื่อจะได้แน่ใจว่าระดับหัวเสาเข็มจะไม่ต่ำกว่าแบบที่กำหนดไม่ต้องมาซ่อมหัวเสาเข็มภายหลังเปิดหน้าดินเพราะค่าใช้จ่ายสูงแต่เจ้าของโครงการไม่ยอมให้เผื่อมากเพราะสิ้นเปลืองคอนกรีตและเสียเวลาในการสกัดหัวเข็ม
- เมื่อเกิดปัญหาเหล็กลอย เจ้าของโครงการต้องการให้ผู้รับเหมาเสริมเหล็กเพื่อการลอยตัวโดยผู้รับเหมารับผิดชอบค่าใช้จ่ายเอง
- ผู้รับเหมาไม่สามารถเจาะเสาเข็มในตำแหน่งตามแบบได้เพราะมีสิ่งกีดขวางใต้ดินที่ไม่อาจกำจัดออกได้
- ผู้รับเหมาทำงานไม่เสร็จตามสัญญาเพราะติดเสาไฟบริเวณรอบ ๆ พื้นที่โครงการ



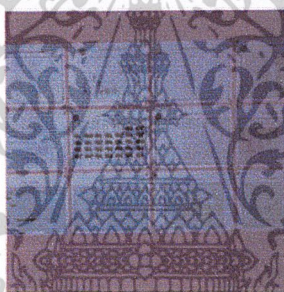
ภาพที่ 2.68 การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

การทดสอบเสาเข็มจะเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง ที่จำเป็นจะต้องทำขึ้นในทุกโครงการ เพื่อความมั่นใจต่อการใช้งานเสาเข็มเจาะซึ่งจะต้องรับน้ำหนักสูงมากต่อต้นในภาพจะเห็นแม่แรงขนาดใหญ่ซึ่งอยู่ระหว่างหัวเสาเข็มทดสอบกับคานเหล็ก



ภาพที่ 2.69 บริเวณเก็บอุปกรณ์การทดสอบเสาเข็มเจาะ

การทดสอบเสาเข็มเจาะจะใช้น้ำหนักบรรทุกสูงมากเช่นเสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เมตรจะใช้น้ำหนักบรรทุกสูงสุดมากกว่า 1500 ตัน ดังนั้นเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆจึงมีขนาดใหญ่ซึ่งต้องใช้เวลาติดตั้งนานกว่าการทดสอบเสาเข็มตอกทั่วไป



ภาพที่ 2.70 กราฟและแผนภูมิแสดงข้อมูลของการทำงาน

กราฟและแผนภูมิแสดงข้อมูลของการทำงานและความก้าวหน้าของงานผู้ทำหน้าที่ควบคุมงาน ฝ่ายเจ้าของโครงการควรจัดทำขึ้น เพื่อแสดงให้เห็นทราบถึงสภาพข้อมูลของงานปัจจุบัน อยู่ตลอดเวลา เพื่อประโยชน์ใช้เป็นข้อมูลในการจัดการโครงการให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

## 2.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

### 2.3.1 ศึกษาประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

การศึกษาเรื่องระบบการปกครองและประชากรศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดลักษณะด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มเป้าหมายและประชากร ที่จะนำมาใช้ในการทำการวิจัย โดยที่การศึกษา จะเน้นไปที่ลักษณะพื้นฐาน สภาพความเป็นอยู่และสถิติต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดตามหัวข้อ ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงรายชื่อสถานศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษา กองวิทยาลัย  
เทคนิค ที่เปิดการเรียน-การสอน ในสาขาวิชาช่างเทคนิค  
สถาปัตยกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ดังต่อไปนี้

ลำดับที่	สถานศึกษา	หลักสูตร	สาขาวิชา
	<b>ภาคกลาง</b>		
1.	เขตกรุงเทพมหานคร - วิทยาลัยเทคนิคดุสิต - วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง - วิทยาลัยราชสีหราชาราม	ปวส. ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
2	เขตการศึกษา 1 - วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
3	เขตการศึกษา 5 - วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
	<b>ภาคใต้</b>		
4	เขตการศึกษา 2 - วิทยาลัยเทคนิคยะลา	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
5	เขตการศึกษา 3 - วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
	<b>ภาคเหนือ</b>		
6	เขตการศึกษา 7 - วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก - วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์	ปวส. ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม

ที่มา : สรุปรายงานชื่อสถานศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษา รายงานจังหวัด ปี พ.ศ.2544

ตารางที่ 2.3 แสดงรายชื่อสถานศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษาของวิทยาลัยเทคนิค  
ที่เปิดการเรียน-การสอน ในสาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม  
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ลำดับที่	สถานศึกษา	หลักสูตร	สาขาวิชา
7	<b>ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</b> เขตการศึกษา 9 - วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
	เขตการศึกษา 10 - วิทยาลัยเทคนิคนครพนม	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
	- วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
	- วิทยาลัยเทคนิคยโสธร	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
8	<b>เขตการศึกษา 11</b> - วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
9	<b>ภาคตะวันออก</b> เขตการศึกษา 12 - วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
	- วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี	ปวส.	ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม

ที่มา : สรุปรายงานชื่อสถานที่ศึกษาสังกัดกรมอาชีวศึกษารายงานจังหวัด ปี พ.ศ.2544

### 2.3.2 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัย

- ประชากร หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิค สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

- กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2546 แผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 40 คน

## 2.4 การศึกษาความรู้เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กระบวนการเรียนการสอน คือ การสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เมื่อผู้เรียนรับรู้ข้อมูลแล้วแปรผล แสดงว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น

การสื่อสารในกระบวนการเรียนการสอน มี 2 ลักษณะ ได้แก่

**การสื่อสารทางเดียว** หรือระบบวงจรมเปิด (Open-loop system) คือ การสื่อสารผ่านสื่อต่างๆ ไปยังผู้เรียนทางเดียว ผู้เรียนไม่สามารถสื่อสารไปยังผู้สอนได้ เช่น การอ่านจากเอกสารและตำรา เป็นต้น

**การสื่อสารสองทาง** หรือระบบวงจรมปิด (Closed-loop system) คือ การสื่อสารที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถโต้ตอบกันได้ เช่น การสอนในห้องเรียน การสาธิต เป็นต้น การสื่อสารแบบสองทางเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้เรียนสามารถแปรผลหรือรับรู้ข่าวสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และเมื่อไม่เข้าใจก็สามารถซักถามได้

### การจัดการศึกษาตามเอกัตภาพ

ในกระบวนการเรียนการสอนนั้น ผู้เรียนมีศักยภาพแตกต่างกัน ทั้งทางร่างกาย ความรู้ความสามารถ และระดับมันสมอง แม้จะมีการจัดการเรียนการสอนสองทางแล้วก็ตาม ผู้เรียนแต่ละคนจะรับรู้ได้ไม่เท่ากัน ทำให้ผู้เรียนที่เรียนช้าต้องใช้เวลามากในการเรียนรู้ ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ได้เร็ว ต้องเสียเวลารอผู้ที่ยังเรียนช้า ทำให้เกิดอาการเบื่อหน่ายได้ จึงได้มีนักการศึกษาทำการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้เป็นเอกภาพตามระดับความสามารถของผู้เรียน เรียกว่า การศึกษาตามเอกัตภาพ

การศึกษาตามเอกัตภาพ มีอยู่ 3 ลักษณะ ได้แก่

**บทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction)** เป็นบทเรียนที่จัดเป็นหน่วยๆ มีกระบวนการเรียนรู้ และวัดผลเบ็ดเสร็จ เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์ในหน่วยหนึ่งแล้ว จึงจะผ่านไปเรียนในหน่วยต่อไปได้ บทเรียนโปรแกรมนี้นี้ สกินเนอร์ เป็นผู้คิดค้นขึ้น

**บทเรียนโมดูล (Module Instruction)** เป็นบทเรียนที่จัดเป็นชุด (Package) ซึ่งประกอบไปด้วย บทเรียน อุปกรณ์ และสื่อ เพื่อประกอบการเรียนรู้ครบวงจร อยู่ในชุดการเรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทดลอง หาประสบการณ์ได้ด้วยตนเอง

**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI: Computer Assisted Instruction)** พัฒนาจากบทเรียนโปรแกรมของ สกินเนอร์ ตามวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอบทเรียน

บทเรียนทั้งสามประเภทที่กล่าวมานั้น บทเรียน CAI มีประสิทธิภาพมากที่สุด ประกอบกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ได้มีการพัฒนาความสามารถเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ราคาลดต่ำลงมาตามลำดับในอนาคตคาดว่าจะมีบทบาทมาก ในการจัดกระบวนการเรียนการสอน

### ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

บทเรียน CAI เป็นบทเรียนที่ประยุกต์มาจากโปรแกรมของ สกินเนอร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์นำเสนอบทเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นโมเดล 2 แบบ คือ

1.แบบเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นบทเรียนที่ต้องเรียนทีละหน่วย ตามลำดับ จะข้ามไม่ได้

2.แบบสาขา (Branching Programming) เป็นบทเรียนที่โยงระหว่างหน่วยถึงกันได้ตามความต้องการ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่างๆ ที่จัดไว้ตามระดับความสามารถของตนเองได้

#### 2.4.1 การศึกษาการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกิจกรรมการเรียนการสอน

##### 2.4.1.1 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ช่วยสอนในภาคทฤษฎี

การเรียนการสอนสมควรให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการได้เห็น ได้ยิน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนวิชาด้านสถาปัตยกรรม ควรมีส่วนประกอบที่สามารถแสดงภาพนิ่ง เสียง หรือภาพยนตร์ได้จึงทำให้การช่วยสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

##### 2.4.1.2 การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในกิจกรรมการศึกษา

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกิจกรรมการศึกษานี้ ครูศึกษานอกจากจะเกี่ยวกับการเรียนการสอนแล้ว ยังต้องเกี่ยวข้องกับการบริหารทางการศึกษาอีกด้วย การที่คอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติในการประมวลข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก คอมพิวเตอร์จึงสามารถนำมาใช้ได้ผล กับการสอนวิชาทางด้านสถาปัตยกรรมทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ รวมทั้งยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการจัดระเบียบและคิดคำนวณข้อมูลทางการบริหารอีกด้วย

#### 2.4.2 ข้อได้เปรียบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบการเรียนการสอน

เนื่องจากข้อได้เปรียบของตำราเรียนเมื่อเทียบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction Lesson) นั้นมีอยู่บ้าง ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ไม่ยากนัก เนื่องจากเป็นเรื่องที่ทุกท่านทราบกันดีอยู่แล้ว ดังนั้นในส่วนที่จะกล่าวต่อไปนี้จะเน้นเฉพาะข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านต่าง ๆ เมื่อเทียบกับตำราเรียนเท่านั้น

**ด้านสีสันทัน** การพัฒนาทางด้านสีสันทันให้มีความสวยงาม จึงเริ่มกันอย่างจริงจัง ตัว Monitor สี ถูกพัฒนาให้มีความละเอียดสูงพอกับจอภาพ (Monitor) ขาว – ดำ หรือที่เรียกกันว่า จอ Monochrome ตัวฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือแผงวงจร (Card) ที่ใช้ควบคุมการให้สีบนจอภาพก็ได้รับการพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ จนปัจจุบันนี้สามารถแสดงสีได้นับร้อย ๆ สี การใช้สี ในบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้หลายลักษณะจะเป็นสีของพื้นหลัง (Background) พื้นหน้า (Foreground) และสีของกรอบนอกจากนั้นในเรื่องของการสลับสี การเปลี่ยนสีจะเป็นสีของตัวอักษรหรือกราฟิกก็สามารถทำได้บทเรียนที่มีสีล้นย้อมดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าสีขาวดำ

**ด้านกราฟฟิก** ด้วยการพัฒนาทางด้าน ฮาร์ดแวร์ Hardware และซอฟต์แวร์ software ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถที่จะสร้างภาพประกอบบทเรียนได้ไม่ยากนัก ซึ่งนอกจากผู้เขียนโปรแกรมจะสร้างไว้ให้แล้ว

การสร้างตำราเรียนในปัจจุบันได้พัฒนาขึ้นมากการใช้ภาพ หรือกราฟฟิกประกอบคำอธิบายเนื้อหาเมื่ออยู่เกือบทุกเล่ม หากเปรียบเทียบกับการสร้างภาพ และกราฟฟิกในไมโครคอมพิวเตอร์ ข้อได้เปรียบนั้นไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่ถ้ามองในแง่ของการที่ผู้เรียนสามารถสร้างภาพได้เอง และที่สำคัญที่สุดคือ การทำให้ภาพเคลื่อนไหวแล้ว ไมโครคอมพิวเตอร์ได้เปรียบในข้อนี้มาก เรียนจากตำราซึ่งมีภาพ และคำอธิบายที่ละขั้นตอนมีภาพหลาย ๆ ภาพและคำอธิบายยาวติดกันหลาย ๆ บรรทัด กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเคลื่อนไหวของการผสมสารเคมีจากหลอดแก้วหนึ่งไปยังอีกหลอดแก้วหนึ่ง สีของสารเคมีที่เปลี่ยนไป รวมทั้งขั้นตอนของคำอธิบายซึ่งปรากฏจากภาพเป็นช่วง ๆ ตามการทดลอง จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง และยิ่งซับซ้อนเท่าไรคอมพิวเตอร์ก็ได้เปรียบมากกว่านั้น

**ด้านการศึกษารายบุคคล** นักการศึกษาส่วนมากเชื่อและเห็นค่าของการศึกษารายบุคคล ซึ่งหากผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเองแล้ว การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุด ความเชื่อในแง่นี้ยังเป็นเพียงความเชื่อเท่านั้น เพราะในสภาพการจริงทั้งนักการศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการสอนคือครู ไม่สามารถที่จะกระทำตามความเชื่อของตนเองได้

**ด้านกิจกรรมร่วม** เป็นที่ยอมรับในวงของนักศึกษา การเรียนรู้ที่ดีนั้นผู้เรียนควรจะได้มีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบในด้านนี้อย่างไม่มีข้อสงสัย เพราะตามลักษณะของบทเรียนนั้นจะเป็นการพูดคุยระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะมีโอกาสเลือก ตัดสินใจ หรือแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ด้วยการ INPUT ข้อมูลทางแป้นพิมพ์ หรือทางอุปกรณ์ช่วยอย่างอื่น ๆ ซึ่งในตำราเรียนนั้นทำไม่ได้ดีเท่า

**ด้านความรู้สึก** ด้วยอิทธิพลจากการที่ได้ยินได้ฟัง หรือได้เห็นจากสิ่งพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์บันเทิง และสารคดีต่าง ๆ เกี่ยวกับมนุษย์คอมพิวเตอร์หรือความสัมพันธ์

ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ ทำให้คนส่วนมากเกิดความรู้สึกกลัว ๆ ว่าคอมพิวเตอร์คือมนุษย์คนหนึ่ง  
หนึ่งที่แฝงอยู่ในรูปเครื่องมือหรือหุ่นยนต์

**ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ ( feedbacks )** ในลักษณะของการเรียนการสอนใน  
ชั้นเรียนปกติ การให้ข้อมูลย้อนกลับถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะบอกให้ผู้เรียนได้  
ทราบว่าสิ่งที่ตนเองทำหรือตอบไปนั้นถูกหรือผิดอย่างไรแล้ว การให้ข้อมูลย้อนกลับยังเป็นตัวช่วย  
ตัวเสริมแรงอีกทางหนึ่งด้วย ในด้านกราฟิกหรือภาพก็เช่นกัน ข้อมูลย้อนกลับอาจถูกสร้างให้เป็น  
ภาพ เช่น ภาพใบหน้าที่ยิ้มเมื่อตอบถูก ใบหน้าบึ้งเมื่อตอบผิด หรือใช้เป็นสัญลักษณ์อื่น ๆ ที่สื่อให้ผู้  
เรียนเข้าใจได้ นอกจากนี้แล้วยังใช้เทคนิคอื่น ๆ เช่น ต่อภาพที่ละส่วนเมื่อตอบถูกจนกระทั่งต่อภาพ  
ให้สมบูรณ์ เมื่อตอบถูกครบเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หรือการกำหนดเป้าหมายที่จะต้องไปให้ถึงโดยการ  
ตอบคำถามให้ถูกต้อง เช่น การตั้งเป้าหมายว่าต้องไปให้ถึงหลุมทรัพย์ เป็นต้น

**ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น** ในการวิจัยถึงสาเหตุที่ทำให้ไม่เด็กจึงชอบ  
เล่นเกมคอมพิวเตอร์ และเกมคอมพิวเตอร์ชนิดใดที่เด็กชอบเล่นมากที่สุดพบว่าความอยากรู้อยาก  
เห็นเป็นสิ่งจูงใจสำคัญ ประการหนึ่งที่ทำให้เกิดความชอบและความสนใจ เป็นหนังสือแบบเรียน  
เมื่อผู้เรียนอยากรู้อะไรหน้าต่อไป บทต่อไป จะเป็นเรื่องอะไร จะจบลงอย่างไร หรือจะมีภาพอะไร  
เด็กสามารถที่จะเปิดดูได้ แต่หากเป็นคอมพิวเตอร์เด็กไม่สามารถ จะเล่นได้และการที่ไม่สามารถ  
รู้ว่าเฟรมต่อไปจะเป็นอะไร จะมีเนื้อหาอย่างไร ภาพอย่างไร มีเสียง มีสี หรือไม่เหล่านี้เองจะช่วยให้  
ผู้เรียนตั้งใจศึกษาในเนื้อหาและสิ่งที่จะปรากฏขึ้นในจอภาพ ( สุกวี . 2532 : 39 – 45 )

#### 2.4.3 ประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อการศึกษา

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา มีดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามความเร็วของตัวผู้เรียน ทำให้สามารถ  
ควบคุมอัตราการเร่งได้ด้วยตนเอง
2. การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ รวด  
เร็วด้วย
3. อาจจัดทำโปรแกรมให้มีบรรยากาศที่น่าชื่นชม ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เรียนที่เรียน  
ช้าได้
4. สามารถเอาเสียงดนตรี สี สัน กราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งทำให้อุณหภูมิของ  
จริงและน่าเข้าใจ ในการทำการฝึกปฏิบัติ หรือสถานการณ์จำลองได้เป็นอย่างดี

5. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนแบบเอกัตบุคคลเป็นไปได้อย่างง่ายดาย ซึ่งครูผู้สอนสามารถออกแบบให้เรียนได้โดยลำพัง
6. ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของผู้เรียนได้ เพราะคอมพิวเตอร์จะบันทึกการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้
7. ความแปลกของคอมพิวเตอร์จะเพิ่มความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนมากขึ้น
8. คอมพิวเตอร์ให้การสอนที่เชื่อถือได้แก่ผู้เรียนที่ไม่เกี่ยวกับผู้สอนแต่อย่างใด
9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยให้การเรียนมีทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีประสิทธิภาพในแง่ที่ลดเวลา และลดค่าใช้จ่าย และประสิทธิผลในแง่ที่ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

#### 2.4.4 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันได้ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนตามห้องเรียนปกติ คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันทีซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบต่างๆ ในแต่ละบทเรียนจะมีตัวอักษร ภาพกราฟฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียง การใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจำแนกรูปแบบต่าง ๆ 7 ประเภท ดังนี้

##### 2.4.4.1 การสอน (Tutorial Instruction)

บทเรียนในแบบการสอนจะเป็นโปรแกรมการสอนที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีกจะมีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่ายังคงเรียนในเนื้อหาบทนั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป บทเรียนการสอนนี้นับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้ในแทบทุกสาขาวิชานับตั้งแต่ด้านมนุษยศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงเพื่อการเรียนรู้ด้านกฎเกณฑ์ หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ

##### 2.4.4.2 การฝึกหัด (Drills and Practice)

บทเรียนในการฝึกหัดเป็น โปรแกรมที่ไม่มีภาระเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถาม หรือแก้ปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้อง เพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกับการให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีก จนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถาม หรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับน่าพอใจ ดังนั้น ในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอด และมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีมาก่อนแล้ว จึงสามารถตอบคำถามหรือแก้ไขปัญหาได้ โปรแกรมบทเรียนการฝึกหัดนี้ จะสามารถใช้ได้ในหลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ และการแปรภาษา เป็นต้น

#### 2.4.4.3 สถานการณ์จำลอง ( Simulation )

การสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นสถานการณ์จำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยตัดรายละเอียดต่าง ๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงให้ผู้เรียนได้มาศึกษานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์เพื่อการฝึกทักษะ และการเรียนรู้ได้ โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองอาจประกอบไปด้วยการเสนอความรู้ข้อมูลการแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องตัว และการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ในบทเรียนจะประกอบไปด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้หรือมีเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้ ในโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองจะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมการสาธิต(demonstration ) โปรแกรมนี้ไม่ใช่เป็นการสอนเหมือนโปรแกรมการสอนแบบธรรมดา ซึ่งเป็นการเสนอเนื้อหาความรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนทำกิจกรรม แต่โปรแกรมการสาธิตเป็นเพียงการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมเท่านั้น เช่น ในการเสนอสถานการณ์จำลองของระบบสุริยจักรวาลว่ามีดาวนพเคราะห์อะไรบ้างที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ในโปรแกรมนี้จะมีการสาธิตแสดงการหมุนรอบตัวเองของดาวนพเคราะห์เหล่านั้นและการหมุนรอบดวงอาทิตย์ให้ชมด้วยดังนี้ เป็นต้น

#### 2.4.4.4 เกมส์เพื่อการสอน ( Instructional Games )

การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ได้โดยง่าย เราสามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกันในเรื่องของกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบ กระบวนการทัศนคติ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอย หรือฝืนกลางวันซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันกันจึงทำให้

ผู้เรียนต้องตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบโปรแกรมบทเรียนของเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย

#### 2.4.4.5 การค้นพบ ( Discovery )

การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกหรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อมูลที่ดีที่สุด

#### 2.4.4.6 การแก้ปัญหา ( Problem – Solving )

เป็นการให้ผู้เรียนฝึกคิด การตัดสินใจโดยมีการกำหนดเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาถ้าเป็นโปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหา และเขียนโปรแกรม สำหรับการแก้ปัญหานั้นโดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณ และหาคำตอบที่ถูกต้องในกรณีนี้คอมพิวเตอร์ จึงเป็นเครื่องช่วย เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะ ของการแก้ปัญหาโดยการคำนวณข้อมูล และจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่ผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณ ในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง

#### 2.4.4.7 การทดสอบ ( Tests )

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้นแต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่า ๆ ของปรนัยหรือคำถามจากบทเรียน มาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนหรือผู้ที่ได้รับการทดสอบซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำควารู้ต่าง ๆ มาใช้ในการตอบอีกด้วย ( กิดานันท์ . 2536 : 187 – 191 )

ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณลักษณะเฉพาะตัวที่เด่น ๆ หลายประการ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดีดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้เร็วก็ไม่ต้องรอคนอื่นด้วยความเบื่อหน่าย จำค่าญ ส่วนผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้ช้าก็ไม่ประสบปัญหาตามบทเรียนไม่ทัน ไม่วิตกต่อความรู้สึกของคนอื่น ๆ จึงมีความสบายใจในการเรียน
2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ตนต้องการ ไม่จำเป็นต้องกำหนดเวลายตายตัว
3. ในบทเรียนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะสามารถเลือกบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับความ ต้องการและหรือสอดคล้องกับระดับความสามารถของตน คอมพิวเตอร์จะจดจำคำตอบของผู้เรียนให้คะแนนคำตอบ แล้วจัดให้ได้เรียนบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียนคนนั้น
4. ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับ ( feedback ) ทันทีเป็นความเข้าใจและการเรียนรู้
5. สามารถใช้เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้หลาย ๆ เทคนิคอย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะใช้เทคนิคเดียวกัน เช่น การแสดงด้วยเส้นกราฟ ดนตรี การใช้สี การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียงและการพูดตอบโต้กับผู้เรียน เป็นต้น
6. สามารถทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด หลายแบบ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำ จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางและลุ่มลึก
7. เหมาะสำหรับการสอนทักษะที่เป็นงานเลี้ยงอันตรายในระยะต้น ๆ ของการฝึกทักษะนั้นเช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น
8. เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจริง เช่น สภาวะไร้ น้ำหนัก ความเฉื่อย เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้การจำลองสถานการณ์คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีความเหน็ดเหนื่อย ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย

### ปัญหาในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีนักศึกษาบางท่านแสดงความคิดเห็นว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์จะทำให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น ปัญหาการติดต่อสื่อสารกับคนอื่น ๆ การใช้คอมพิวเตอร์สอนเกี่ยวกับจริยธรรม จะไม่ได้ผลเป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นเป็นวิธีหนึ่งของการสอนซึ่งไม่ได้นำมาใช้แทนครูทั้งหมด เช่นเดียวกับถึงแม้ว่าจะมีตำราเรียนที่ดีเยี่ยม แต่ก็ยังจำเป็นต้องใช้ครูสอนอยู่ในปัจจุบัน

### สื่อและเทคโนโลยีการสอน

สื่อการสอนหมายถึง สิ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้ช่วยในการเรียนรู้ สื่อการสอนรู้จักกันในชื่อของโสตทัศนวัสดุ ซึ่งเป็นการเรียกในลักษณะของสิ่งของ หรือเครื่องมือสำหรับสอน ปัจจุบัน สื่อการสอนมิได้จำกัดอยู่แต่เพียงเฉพาะในเรื่องของเครื่องมือ เช่น กระดานดำ เครื่องเทปบันทึกเสียงตลอดจนโทรทัศน์และคอมพิวเตอร์เท่านั้น (ไชยยศ. 2526 : 4)

### คุณลักษณะของผู้สร้างบทเรียน

เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพดีเยี่ยม จึงควรเกิดจากความร่วมมือกันระหว่างบุคลากร 3 ฝ่าย คือผู้เชี่ยวชาญวิชา นักออกแบบการสอน และนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้เชี่ยวชาญวิชาจะมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาวิชาและความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียน นักออกแบบการสอน จะมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการวางแผนการสอนอย่างมีระบบและการให้หลักการเรียนรู้ในระหว่างที่มีกระบวนการสอน ส่วนนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะอธิบายถึงสมรรถภาพของคอมพิวเตอร์ว่าจะทำอะไรได้บ้าง รวมทั้งเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามผู้เชี่ยวชาญวิชาและนักออกแบบการสอนได้วางแผนเอาไว้ กรณีที่จะทำการสร้างบทเรียนโดยบุคคลคนเดียวไม่ได้ทำเป็นกลุ่มคณะ ผู้สร้างบทเรียนจะต้องดำเนินบทบาททั้งสามด้านดังกล่าวนี้ จึงจะช่วยให้สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการสอนได้

## 2.5 การศึกษาโปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### คุณลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างบทเรียน CAI

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่นำมาใช้สร้างบทเรียน CAI ประยุกต์มาจากโปรแกรมนำเสนอผลงาน (Presentation Software) ซึ่งมีอยู่ 3 ประเภทคือ

1. โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพนิ่ง (Slide Presentation Software)
2. โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว (Animation Presentation Software)

### 3. โปรแกรมสื่อผสม (Multimedia or Interactive Video)

โปรแกรมภาพเคลื่อนไหว และโปรแกรมสื่อผสม เป็นสื่อในการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ต้องมีโปรแกรม (Software) และอุปกรณ์ (Hardware) เพิ่มมากขึ้น แต่ก็มีค่าใช้จ่ายสูง ขึ้นเช่นเดียวกัน

การศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นประกอบด้วยโปรแกรมหลายโปรแกรมด้วยกัน คือ

#### 2.5.1 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพ 3 มิติ มีรายละเอียดดังนี้คือ

โปรแกรม 3D STUDIO MAX 3.1 , 4.2., 5ความสามารถของโปรแกรม 3D Studio MAX ใช้ในการสร้างภาพกราฟิกทั้งในแบบภาพนิ่งและภาพ ANIMATION ให้กับวัตถุต่างๆ มีลักษณะเป็น 3 มิติคือ มีทั้งความกว้าง ความยาวและความลึกส่งผลให้ภาพที่ออกมาสมจริงสมจัง และบางครั้งเหนือความเป็นจริง เช่น ภาพบรรยากาศใต้น้ำ บรรยากาศในอวกาศ เป็นต้น ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรมอื่นได้

โปรแกรม MAYA 4.0MAYA เป็นโปรแกรม คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างรูปทรง 3 มิติ (MODEL) ที่มีความสมบูรณ์ อีกทั้งโปรแกรมยังมีชุดคำสั่งมากมาย สามารถใช้งานได้สะดวก แต่ข้อเสียก็มีคือ ต้องทำงานกับระบบปฏิบัติการ (OPERATION SYSTEM) WINDOWS 2000 เท่านั้น

โปรแกรม LIGHT WAVE 6.5-7.0LIGHT WAVE เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้าง 3มิติ (MODEL) ที่มีความสามารถสูงโปรแกรมหนึ่งเนื่องจากมีคำสั่งที่ปรับแต่งรูปในระดับ POLYGON จึงทำให้รูปทรง 3 มิติ ที่ได้ มีความสวยงามสมจริงมาก แต่ตัวโปรแกรมเองย่อมมีข้อด้อย นั่นคือต้องทำงานบนระบบปฏิบัติการ (OPERATION SYSTEM) WINDOWS 2000 เท่านั้นอีกทั้งในขั้นตอนการทำงาน ก็ค่อนข้างยุ่งยากมาก

โปรแกรม ULEAD cool 3d ulead cool 3d เป็นโปรแกรมเฉพาะด้านที่ต้องการสร้าง text 3d และสามารถแปลงเป็นไฟล์ .gif ได้ด้วย e ไฟล์ gif คือ file movie clip ที่มีการเคลื่อนไหวของภาพและมีขนาดไม่ใหญ่มาก

#### 2.5.2 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพ 2 มิติ มีรายละเอียดดังนี้คือ

โปรแกรม ADOBE PHOTOSHOP 6.0 - 7.0PHOTOSHOP เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพตกแต่งภาพ 2 มิติ สามารถสร้างภาพได้ทั้งแบบ VECTOR และ RASTOR

สามารถ EXPORT ไฟล์ ได้หลายรูปแบบเช่น JPEG GIF PSD เป็นต้น ตัวโปรแกรมเองมีการสร้างชุดข้อมูลสำเร็จรูป จึงทำให้ใช้งานได้ง่าย มีลูกเล่น [EFFECT] เพื่อใช้ในการตกแต่งภาพมากมาย

โปรแกรม COREL DRAW 9 -10 -11 COREL DRAW โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างและตกแต่งภาพ 2 มิติ อีกทั้งยังมีลูกเล่นในการสร้าง TEXT EFFECT ในลักษณะต่าง ๆ มากมาย การปรับแต่งและใช้งานค่อนข้างง่าย มีการสามารถในการแปลงไฟล์เช่นเดียวกับโปรแกรม PHOTOSHOP ตัวโปรแกรมเองโดนโปรแกรมมาสำหรับสร้างงานด้วย TEXT DUCOMMENT ดังนั้นข้อเด่นคือการจัด ARTWORK มากกว่าตกแต่งภาพ

โปรแกรม ACDSEE 3.2 - 4.0 ACDSEE เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการ PREVIEW ภาพต่างๆ ในลักษณะของ SLIDE แต่ในตัวโปรแกรมเอง และก็มี PLUGINS ที่ใช้ในการตกแต่งภาพ IMPORT และ EXPORT ภาพได้หลายแบบ ถึงตัว PLUGINS เอง จะแต่งภาพได้น้อยแต่ก็มีประโยชน์ ในการตกแต่งภาพที่ไม่ต้องการลูกเล่น [EFFECT] สะดวกต่อการใช้งานรวดเร็วและสวยงาม

โปรแกรม IDEA WORKS 3D VECTA [3D] STANDALONE VECTA STAND ALONE เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการแปลงไฟล์ ภาพ 3DS ( ไฟล์ที่เป็นโมเดล 3 มิติ ) ให้เป็นภาพ 2 มิติ ที่สวยงามและสมบูรณ์ ตัวโปรแกรมเองสามารถภาพ 2 มิติ แบบปกติและสามารถ สร้างเป็นแบบ ANIMATION ได้อีกด้วย (AVI , SWF)

### 2.5.3 โปรแกรมที่ใช้ในสร้างภาพเคลื่อนไหว มีรายละเอียดดังนี้คือ

โปรแกรม MACROMEDIA FLASH 5 , MX ความสามารถของโปรแกรม Macromedia FLASH เป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างเว็บได้เป็นอย่างดี อีกทั้งความสามารถของโปรแกรมที่สามารถสร้างงานแบบเป็นเว็บ Multimedia ที่สมบูรณ์แบบ กำหนดงานแบบภาพเคลื่อนไหว อีกทั้งมีความคล่องตัวในการสร้างเว็บอิสระไม่สลับซับซ้อนจนเกินไป

โปรแกรม SWISH V.20S WISH คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการสร้างงาน PRESENTATION ANIMATION ที่ใช้ง่ายสะดวกลูกเล่นมีมากมาย ส่วนใหญ่จะใช้กับ TEXT FILE และสำหรับทำ TEXT ANIMATION มาก สามารถ IMPORT EXPORT หลายรูปแบบ

โปรแกรม MACROMEDIA DIRECTOR 7-8ความสามารถของโปรแกรม Macromedia Director โปรแกรมทำงานในเชิงกราฟิก ประกอบด้วยรูปภาพกราฟิก เสียงและการเขียนสคริปต์สำเร็จรูป

โปรแกรม Macromedia Director เป็นซอฟต์แวร์สำหรับสร้าง InteractiveMedia สำหรับงานด้าน Presentation , CD – ROM และ Internet โดยการนำภาพเสียง และวิดีโอเข้ามา รวมกัน แล้วการกำหนดทำงานของสื่อต่างๆที่นำเข้ามา (Behavior) เพื่อให้สามารถตอบโต้กับผู้ใช้ ได้ (Interactive)

โปรแกรม MACROMEDIA AUTHORWARE 6.5ความสามารถของโปรแกรม Authorware By Example เป็นโปรแกรมนำเสนอชิ้นงานที่น่าสนใจคล้ายกับ Power Point แต่ต่าง กันที่โปรแกรมนี้ สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ดี เช่น การนำเสนอในผลงานต่างๆ บทเรียนสำเร็จรูป บทเรียนการ์ตูน เกมต่างๆ สร้างแบบทดสอบได้และเหมาะกับการนำเสนอผลงานหลายๆประเภท

โปรแกรม ULEAD VIDEO EDITORULEAD VIDEO EDITOR เป็นโปรแกรมที่ใช้ ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว ที่มีประสิทธิภาพ สามารถตัดต่อไฟล์ ได้หลายรูปแบบ เป็นต้น ข้อเด่น คือรูปแบบและลักษณะการใช้งานที่ง่ายและสะดวก

#### 2.5.4 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างเสียงประกอบ มีรายละเอียดดังนี้คือ

โปรแกรม VCD CUTTERVCD CUTTER เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการตัดเสียง โดยหลักแล้วโปรแกรมใช้เพื่อตัดต่อ ซึ่งเป็นการตัดต่อเสียงหรือนำเสียงมาต่อกัน แต่ก็มีตัวช่วยสำหรับ แปลงให้เป็นไฟล์เสียงต่าง ๆ ได้ด้วยซึ่งใช้ง่ายสะดวกและรวดเร็ว

โปรแกรม WINDOWS RECORDERWINDOW RECORDER เป็นโปรแกรม สำหรับสร้างเสียงจากภายนอกเช่นการพูดบรรยาย ซึ่งจะต้องพูดผ่านไมโครโฟน เครื่องบันทึกเสียง จุดเด่นคือ สามารถใช้งานง่ายสะดวก แต่ก็มีข้อด้อยคือคุณภาพของเสียงไม่ค่อยชัดเจน

โปรแกรม ULEAD SOUND EDITORULEAD SUND EDITOR เป็นโปรแกรมที่ ใช้ในการแปลงไฟล์เสียง ตัดต่อเพิ่มเติม ใส่ เสียงต่างๆ จุดเด่นคือ มีลูกเล่นค่อนข้างมาก จุดด้อย คือการใช้งานค่อนข้างสลับซับซ้อนมาก

โปรแกรม MP3 TO WAVE CONVERTORMP3 TO WAVE CONVERTOR คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับ แปลงไฟล์ MP ไปเป็นไฟล์ซึ่งจะทำให้เสียงของเรามีขนาดไฟล์ที่เล็กลง เมื่อเอาไปใช้งานและคุณภาพก็ไม่ได้ด้อยลงไปเลย จุดเด่นคือการใช้งานที่ค่อนข้างง่าย

โปรแกรม GOLDWAVEGOLDWAVE คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างเสียง บันทึกเสียง และปรับแต่งเสียง ซึ่งลักษณะ ไฟล์เสียงที่ได้จะเป็นไฟล์ MP 3 และ ไฟล์ WAVE ซึ่งทำให้เสียงของเรามีขนาดไฟล์ที่เล็ก จากคุณสมบัติของตัวโปรแกรมเอง กรณีที่ต้องการคุณสมบัติต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความคมชัด ของเสียง ระยะเวลาในการแสดงเสียงผู้ใช้งานสามารถกำหนดและศึกษาได้ด้วยตัวเองซึ่งคงจะเป็นการยากเกินไป เพื่อให้ได้เสียงที่มีคุณภาพที่ดีต่อไป

การเลือกโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ประยุกต์สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีหลายบริษัทสร้างขึ้นและมีการพัฒนาอยู่เสมอจึงคุณสมบัติคล้ายคลึงกันแต่จะต่างกันเฉพาะรูปแบบ เช่น Macromedia Authorware, Macromedia Flash, PC – Storyboard เป็นต้น ซึ่งในการพิจารณาเลือกโปรแกรมที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้
2. สร้างภาพได้ง่าย
3. สร้างตัวอักษรภาษาไทย – อังกฤษได้
4. นำเสนอบทเรียนต่อเนื่องด้วยเทคนิคต่างๆได้
5. จับภาพจากโปรแกรมอื่นได้
6. นำโปรแกรมอื่นมาต่อรวมได้
7. สร้างแบบทดสอบและวัดผลได้ในตัวของโปรแกรมเอง

จากการวิเคราะห์และทดสอบใช้โปรแกรม โปรแกรมที่น่าจะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Macromedia Authorware ซึ่งเป็นคุณสมบัติครบถ้วน ง่ายต่อการพัฒนาและสามารถสร้างแบบทดสอบ ประมวลผลผลสอบได้ในโปรแกรมเอง อีกทั้งยังสามารถต่อรวมใช้กับโปรแกรมอื่นได้

## 2.6 การศึกษาการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียน CAI ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. สร้างภาพ (Graphic) ได้
2. สร้างอักษร (Text) ได้

3. นำเสนอบทเรียนแบบต่อเนื่องได้
4. ทำแบบทดสอบได้
5. การจำและนำไปใช้

### ขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน CAI

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปเป็นหลักในการออกแบบเรียน CAI เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด โดยกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne คือ

1. ได้รับความสนใจ
2. บอกวัตถุประสงค์
3. ทวนความรู้เดิม
4. เสนอเนื้อหาใหม่
5. ชี้แนวทางการเรียนรู้
6. กระตุ้นการตอบสนอง
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ
8. ทดสอบความรู้

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนการทำงานดังนี้  
ออกแบบในการนำเสนอ ผู้วิจัยได้เลือกการนำเสนอแบบเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นบทเรียนที่ต้องเรียนทีละหน่วย ตามลำดับ จะข้ามขั้นตอนไม่ได้

1. สร้างแผนภูมิการนำเสนอ ( FLOW PRESENTATION CHART ) เพื่อแสดงรูปแบบและลำดับขั้นการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำเสนอเนื้อหาที่ได้กำหนดรูปแบบไว้แล้วมาเขียนกรอบเนื้อหา ทีละกรอบโดยเขียนเป็นบทสคริปไว้ก่อน
2. นำเนื้อหาบทสคริปที่กำหนดไว้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะทำการสร้างจริง
3. จัดหาเสียงประกอบ ภาพนิ่ง และโปรแกรมที่สนับสนุนการสร้างบทเรียน
4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การป้องกันความร้อนและแสงแดด โดยอาศัยโปรแกรม MICROMEDIA AUTHORWARE 6.5 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. จัดทำเอกสารคู่มือสำหรับการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้เรียน และผู้ควบคุมระบบคอมพิวเตอร์

6. นำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท และผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อหาข้อบกพร่อง และแก้ไขจนสมบูรณ์
7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

#### 2.6.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 รหัส (3108-2101) เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ กรณีงานเสาเข็ม ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียน ตามลำดับดังนี้

2.6.1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ศึกษาจาก วารสาร ตำรา ผลงานที่เกี่ยวข้อง และคู่มือการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Window 98, 2000, XP, me เพื่อใช้เป็นสื่อนำเสนอเนื้อหาทฤษฎีวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม โดยใช้เวลาประมาณ 50 นาที

#### 2.6.1.2 ศึกษาเนื้อหา

ศึกษาจากในหลักสูตร หลักการ จุดมุ่งหมาย แนวดำเนินการ จุดประสงค์ของกลุ่มวิชาชีพ และคำอธิบายรายวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 สาขาวิชา ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม ซึ่งเป็นวิชาบังคับและกำหนดให้นักศึกษาได้ศึกษา

เนื้อหาที่จัดในรายวิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ กรณีงานเสาเข็มจัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่น่าสนใจเรื่องหนึ่ง ในรายวิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 ทั้งนี้จากการศึกษาเนื้อหาได้สัมพันธ์กับการเรียน ตามหลัก สูตร เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม ซึ่งตัวผู้ทำการ วิจัยเองเล็งเห็นว่า การสอนที่ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ดี ผู้เรียนควรเห็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจริงๆ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ปัญหา คือ เนื้อหาที่เป็นการบรรยายและรูปภาพนิ่งประกอบเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ดังนั้น การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “**ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม**” จึงมีความเหมาะสมเนื่องการเป็นการจำลองให้ผู้เรียนเห็นลักษณะของรูปแบบและขั้นตอนที่เกิดขึ้นจริง และบางสิ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ อีกประการหนึ่ง คือ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการประหยัดเวลาในกระบวนการเรียนการสอนของทั้งผู้เรียน และผู้สอนด้วย

การวิเคราะห์ผู้เรียน ผู้เรียนเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม

การวิเคราะห์เนื้อหาแยกเป็นส่วนย่อย จากการวิเคราะห์เนื้อหาวิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง "ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม" ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการกำหนดเนื้อหาแยกเป็นหัวข้อ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ขั้นตอนการทำเสาเข็ม
2. ข้อกำหนดโดยทั่วไปที่ควรทราบ

-คุณสมบัติของคอนกรีต

-คุณสมบัติของสารละลายเบนโทไนท์ที่ใช้งานปัจจุบัน

3. การควบคุมงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

#### 2.6.1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จากการประมวลการสอน ความคาดหวังให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และทักษะต่างๆ หลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ดังนี้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถอธิบายถึงขั้นตอนการทำเสาเข็มได้
2. นักศึกษาสามารถนำทฤษฎีต่างๆ มาใช้ประกอบการออกแบบได้
3. นักศึกษาสามารถรู้ข้อกำหนดต่างๆเกี่ยวกับการทำเสาเข็ม

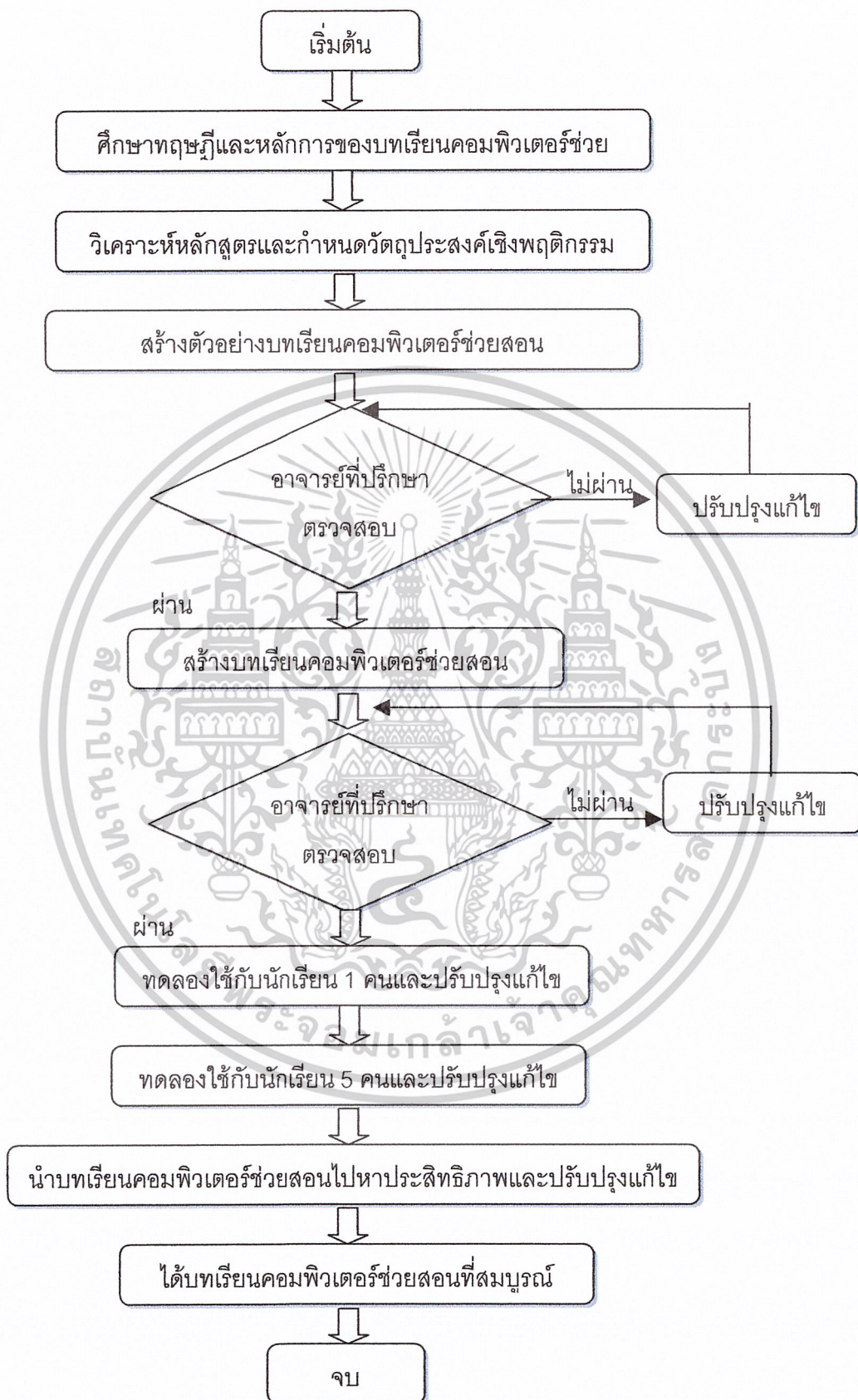
#### 2.6.1.4 นำเนื้อหามาเขียน STORY BOARD

เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินของเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น จะนำเสนอโดยแบ่งเนื้อหารายละเอียด ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ เรียงลำดับตามเนื้อหาหัวข้อ กำหนดภาพ และการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสร้างเป็นแผนผังว่าจะให้บทเรียนมีการทำงานแบบใด แล้วนำ STORY BOARD ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณารวบรวมพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องให้ถูกต้อง

### 2.6.1.5 วิธีการสร้างบทเรียน

ออกแบบในการนำเสนอ ผู้วิจัยได้เลือกการนำเสนอแบบเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นบทเรียนที่ต้องเรียนทีละหน่วย ตามลำดับ จะข้ามขั้นตอนไม่ได้

1. สร้างแผนภูมิการนำเสนอ ( FLOW PRESENTATION CHART ) เพื่อแสดงรูปแบบและลำดับขั้นการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนนำเสนอเนื้อหาที่ได้กำหนดรูปแบบไว้แล้วมาเขียนกรอบเนื้อหา ทีละกรอบโดยเขียนเป็นบทสคริปไว้ก่อน
2. นำเนื้อหาบทสคริปที่กำหนดไว้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะทำการสร้างจริง
3. จัดหาเสียงประกอบ ภาพนิ่ง และโปรแกรมที่สนับสนุนการสร้างบทเรียน
4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ กรณีงานเสาเข็ม โดยอาศัยโปรแกรม MICROMEDIA AUTHORWARE 6.5 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. จัดทำเอกสารคู่มือสำหรับการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้เรียน และผู้ควบคุมระบบคอมพิวเตอร์
6. นำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท และผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อหาข้อบกพร่อง และแก้ไขจนสมบูรณ์
7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง



แผนภูมิที่ 2.1 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## จิตวิทยาของสี (COLOR PSYCHOLOGY)

ในเลือกใช้สีกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จำเป็นต้องอาศัยหลักการและศึกษาถึงความรู้สึกมนุษย์ที่มีต่อสีแต่ละสีเสียก่อน ซึ่งการเลือกสีถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ ถึงแม้ว่าจะเป็นเพียงรายละเอียดเล็กๆ น้อยๆ ที่จะช่วยเสริมสร้างความน่าสนใจให้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ และเป็นส่วนช่วยกระตุ้นในการต้องการที่จะเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

ตัวอย่างสีที่มีปฏิกิริยาต่อความรู้สึกของมนุษย์โดยตรง

สีเทา	ให้ความรู้สึกเคร่งขรึม สุภาพ ผู้ดี เรียบร้อย เยียบส่งัด
สีดำ	ให้ความรู้สึก ลึกลับ มีด ทุกข์โศก น่ากลัว ให้ความแข็งแรง มีพลัง
สีขาว	ให้ความรู้สึกตื่นเต้น ใจดี ใจใส สดชื่น อันทรงเกียรติ เบิกบาน ต้อนรับ อ่อนนุ่ม รบกวนไม่สบายแทรกอยู่
สีแดง	ให้ความรู้สึก เบี้ยว ร่าเริง ใจดี มีอำนาจ ชักจูง ความมั่นคง
สีแสด	ให้ความรู้สึก มั่งคั่งสมบูรณ์ ความสวย ความสุข ต้อร้อน ทำทนาย กระตุ้น ความหวาน ความอบอุ่น กระตือรือร้น ร้อน ดุร้าย แรงกล้า
สีน้ำเงิน	ให้ความรู้สึกสุภาพ ถ่อมตน หนักแน่น เยือกเย็น สุขุม ปลอดภัย
สีม่วง	ให้ความรู้สึก ในด้านความรัก ความเศร้า สง่างาม คงสภาพ มีฐานะมั่นคง ศักดิ์ ลึกลับ มั่นคง
สีเขียว	ให้ความรู้สึก ร่าเริง สดชื่น กระชุ่มกระชวย สุขุม เยือกเย็น สันติ

การศึกษาลักษณะของสีที่มีผลต่อความรู้สึก

สีแดง	ให้ความรู้สึกมั่นคงสมบูรณ์ ขวนลุ่มหลง การใช้สัญลักษณ์แดง เพียงเล็กน้อยก็ จะทำให้เป็นตัวเด่น สีแดงไม่เพียงทำให้รู้สึกตื่นเต้นเท่านั้น แต่ยังให้ความ รู้สึกเข้าใจได้เหมือนกัน นอกจากนั้นยังสามารถจะเป็นภัยทางด้านจิต วิทยาได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น จุดที่เป็นปุ่ม ทางออก ปิด คำเตือน เป็นต้น
สีเหลือง	ให้ความรู้สึกร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนจะให้ความรู้สึกของความสะอาด ความสว่าง สีเหลืองเข้มมากจะทำให้สมองเกิดความหงุดหงิดได้ สีเหลือง ที่ใกล้ไปทางสีส้ม จะมองดูคล้ายของเทียม ให้ความสนใจไม่น้อย สี เหลืองเนย (BUTTER YELLOW) จะทำให้ดูรู้สึกกว้างขึ้น สีเหลือง เขียว (YELLOW GREEN) ช่วยให้เย็น สบายตามากขึ้น

- สีเขี้ยว** ไม่ทำให้ดวงตาเวลามอง ไม่ควรใช้กับสีแดงในจำนวนที่เท่ากัน สีเขี้ยวให้ความสดชื่น กระชุ่มกระชวยเสมอ และใช้พັกสายตาได้โดยธรรมชาติ จะใช้สีเขี้ยวเป็นสีที่ส่งเสริมทุกๆสีให้ดูสดใสขึ้น สีเขี้ยวสมควรใช้ในการสร้างความรู้สึกสงบ
- สีน้ำเงิน** สีน้ำเงินเข้มให้ความรู้สึกสงบ และลึกซึ้ง น้ำเงินอ่อน เช่นน้ำเงินหรือฟ้าที่มีความสดใสของสีเขี้ยวอยู่ด้วย แม้ว่าจะปราศจากตัวสีเขี้ยวก็ตาม แต่ถ้าใช้ในปริมาณที่มาก ก็จะทำให้รู้สึกสด ไม่เบิกบาน
- สีกลุ่มดำ** เทา ขาว เรียกว่าสีเอกรงค์ ไม่ควรใช้รวมกันระหว่างแม่สี(น้ำเงิน เหลือง แดง)
- สีขาว** ให้ความรู้สึกสะอาด บริสุทธิ์ จะใช้ในส่วนที่เป็นความรู้สึกปกติ ซึ่งรู้สึกเรียบง่าย สดชื่น
- สีดำ** การใช้สีดำบ้าง ขาวบ้าง ในพื้นที่ร่วมกับสีอื่นๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกกระปรี้กระเปร่า และทำให้เกิดความมีชีวิตชีวา ร่าเริง ใช้เป็นตัวช่วยสร้างความสนใจ และกระตุ้นให้เกิดการตื่นตัวได้

## 2.7 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นภ คงดดี ( 2544 : 102 ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบขนส่งทางราง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ( ป.ว.ส. ) สถาบันพัฒนบริหารศาสตร์ เทคโนโลยีราชมงคล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

สมบัติ น้อยประเสริฐ ( 2532 : 43 – 44 ) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การใช้ซอฟต์แวร์ Auto cad ช่วยในการเขียนแบบ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ( ป.ว.ส. ) ปรากฏว่า บทเรียนโปรแกรมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ( 96.96/84.55 ) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 80/80

ไพรัชมพล บุญช่วย ( 2535 : 52 ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการเสนองาน 3 มิติ ต่างกัน 2 แบบ ทำการทดลองกับนักศึกษา 2536 จำนวน 70 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบมีระบบ

systematic sampling ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบภาพ ชี้นงาน 3 มิติ แบบหมุนสูงกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบภาพชี้นงาน 3 มิติ แบบคงที่ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์ ( 2536 : 55-57 ) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลอง ที่มุ่งเน้นศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนวิชา การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ( ปวส . ปีที่ 5 แผนกอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือจำนวน 38 คน ผลการทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดทดลองเท่ากับ 85.46/89.22 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 80/80

ธรรมบุญ นิลวรรณ ( 2537 : 53-54 ) ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ความแตกต่างทางการเรียนของนักเรียนที่มีบุคลิกภาพต่าง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาการเขียนภาพฉาย เรื่องการเขียนภาพไอโซเมตริกที่มีส่วนโค้งวงกลมประกอบกลุ่มทดลองใช้นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิชาออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ ( เจ็ดยอด ) เชียงใหม่ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ซึ่งไม่เคยเรียนเนื้อหาใหม่มาก่อน 90 คน แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบบุคลิกภาพ m.p.i. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มปรากฏผลดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของกลุ่มบุคลิกภาพแบบแสดงตัว (กลุ่มทดลองที่ 1) สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่มีบุคลิกภาพแบบปกติ (กลุ่มทดลองที่ 2) และสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบเก็บตัว (กลุ่มทดลองที่ 3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .0.5 หรือไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของกลุ่มบุคลิกภาพปกติ (กลุ่มทดลองที่ 2) แตกต่างจากกลุ่มบุคลิกภาพเก็บตัว (กลุ่มทดลองที่ 3) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .0.5 หรือไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) วัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้ คือ

- 3.1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา มีจำนวนนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม ซึ่งลงทะเบียนเรียนรายวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 ในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2546 มีจำนวน 20 คน

วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวนนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม ซึ่งลงทะเบียนเรียนรายวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 ในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2546 มีจำนวน 20 คน

##### 3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ในรายวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 ปีการศึกษา 2546 ของวิทยาลัยเทคนิค จำนวน 40 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ( Simple Random Sampling )

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

- 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 3.2.2 แบบทดสอบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

### 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียน ตามลำดับดังนี้

3.2.1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ศึกษาจาก วารสาร ตำรา ผลงานที่เกี่ยวข้อง และคู่มือการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Window 98, 2000, XP, me เพื่อใช้เป็นสื่อนำเสนอเนื้อหาทฤษฎีวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม โดยใช้เวลาประมาณ 50 นาที

3.2.1.2 ศึกษาเนื้อหา ศึกษาจากในหลักสูตร หลักการ จุดมุ่งหมาย แนวดำเนินการ จุดประสงค์ของกลุ่มวิชาชีพ และคำอธิบายรายวิชา ในรายวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม ซึ่งเป็นวิชาบังคับและกำหนดให้นักศึกษาได้ศึกษา

เนื้อหาที่จัดในรายวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม จัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่น่าสนใจเรื่องหนึ่ง ในรายวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 ทั้งนี้จากการศึกษาเนื้อหาได้สัมพันธ์กับการเรียน ตามหลักสูตร เรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม ซึ่งตัวผู้ทำการวิจัยเองเล็งเห็นว่า การสอนที่ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ดี ผู้เรียนควรเห็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจริงๆ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ปัญหา คือ เนื้อหาที่เป็นการบรรยายและรูปภาพประกอบเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ดังนั้น การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม” จึงมีความเหมาะสมเนื่องจากการเป็นการจำลองให้ผู้เรียนเห็นลักษณะของสภาวะแวดล้อมและธรรมชาติที่เกิดขึ้นจริง และบางสิ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ อีกประการหนึ่ง คือ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการประหยัดเวลาในกระบวนการเรียนการสอนของทั้งผู้เรียน และผู้สอนด้วย

การวิเคราะห์ผู้เรียน ผู้เรียนเป็นนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม

การวิเคราะห์เนื้อหาแยกเป็นส่วนย่อย จากการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง “ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม” ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการกำหนดเนื้อหาแยกเป็นหัวข้อ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ขั้นตอนการทำเสาคีม
2. รายการที่ผู้ควบคุมงานจะต้องตรวจสอบ
3. ข้อกำหนดโดยทั่วไปที่ควรทราบ
4. การควบคุมงานเสาคีมเจาะขนาดใหญ่

3.2.1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากการประมวลการสอน ความคาดหวังให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และทักษะต่างๆ หลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ดังนี้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถเข้าใจและอธิบายขั้นตอนการทำเสาคีมได้ถูกต้อง
2. นักศึกษาสามารถรู้ข้อกำหนดต่างๆเกี่ยวกับการทำเสาคีม
3. นักศึกษาสามารถนำทฤษฎีต่างๆไปใช้ในการออกแบบอาคารได้ถูกต้อง

3.2.1.4 นำเนื้อหาเขียน STORY BOARD เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินเรื่องของเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น จะนำเสนอโดยแบ่งเนื้อหารายละเอียด ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ เรียงลำดับตามเนื้อหาหัวข้อ กำหนดภาพ และการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสร้างเป็นแผนผังว่าจะให้บทเรียนมีการทำงานแบบใด แล้วนำ STORY BOARD ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องให้ถูกต้อง

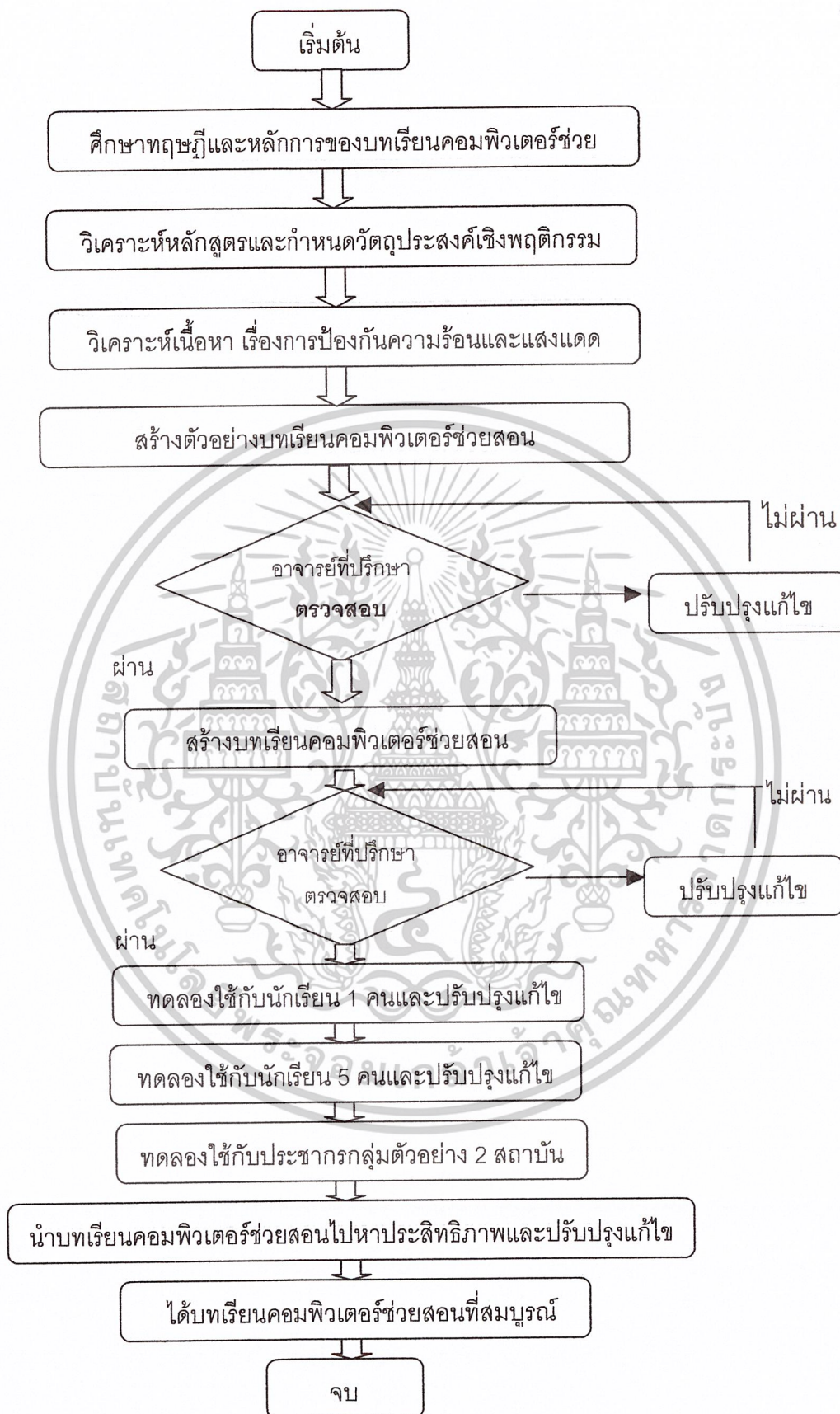
3.2.1.5 วิธีการสร้างบทเรียน

ออกแบบในการนำเสนอ ผู้วิจัยได้เลือกการนำเสนอแบบเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นบทเรียนที่ต้องเรียนทีละหน่วย ตามลำดับ จะข้ามขั้นตอนไม่ได้

1. สร้างแผนภูมิการนำเสนอ ( FLOW PRESENTATION CHART ) เพื่อแสดงรูปแบบและลำดับขั้นการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำเสนอเนื้อหาที่ได้กำหนดรูปแบบไว้แล้วมาเขียนกรอบเนื้อหา ทีละกรอบโดยเขียนเป็นบทสคริปไว้ก่อน
2. นำเนื้อหาบทสคริปที่กำหนดไว้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะทำการสร้างจริง
3. จัดหาเสียงประกอบ ภาพนิ่ง และโปรแกรมที่สนับสนุนการสร้างบทเรียน

4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม โดยอาศัยโปรแกรม MICROMEDIA AUTHORWARE 6.5 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. จัดทำเอกสารคู่มือสำหรับการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้เรียน และผู้ควบคุมระบบคอมพิวเตอร์
6. นำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท และผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเพื่อหาข้อบกพร่อง และแก้ไขจนสมบูรณ์
7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง





แผนภูมิที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 3.2.2 แบบทดสอบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3.2.2.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาบทเรียน แล้วสร้างตารางวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรม

3.2.2.3 ในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้พิจารณาความสำคัญของเนื้อหาในแต่ละเรื่อง เพื่อสร้างข้อสอบให้มีความครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเป็นผู้ประเมิน และแก้ไข ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงการวัดระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์	พฤติกรรมที่จะวัด				จำนวนข้อ	น้ำหนักร้อยละ
	รู้จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์		
1. นักศึกษาสามารถเข้าใจและอธิบายหลักการทำเสาเข็มได้ถูกต้อง	3	4			7	25
2. นักศึกษาสามารถทราบข้อแตกต่างของเสาเข็มแต่ละแบบ	1	3		2	6	25
3. นักศึกษาสามารถทราบข้อกำหนดต่างๆเกี่ยวกับงานเสาเข็ม	3		2	2	7	25
รวม	7	7	2	4	20	100

จากตารางการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปสู่การสร้างจำนวนข้อสอบ ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถสรุปเป็นจำนวนข้อสอบ ตามลักษณะการวัดผลดังต่อไปนี้

1) วัดความรู้ความจำ	จำนวน	7	ข้อ
2) วัดความเข้าใจ	จำนวน	7	ข้อ
3) การนำไปใช้	จำนวน	2	ข้อ
4) การวิเคราะห์	จำนวน	4	ข้อ
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>จำนวน</b>	<b>20</b>	<b>ข้อ</b>

จากจำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ สามารถแบ่งข้อทดสอบตามเนื้อหาบทเรียน ได้ดังนี้

1. ชั้นตอนการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่	10	ข้อ
2. รายการที่ผู้ควบคุมงานต้องตรวจสอบ	5	ข้อ
3. ข้อกำหนดโดยทั่วไปที่ควรทราบ	5	ข้อ
<b>รวม</b>	<b>20</b>	<b>ข้อ</b>

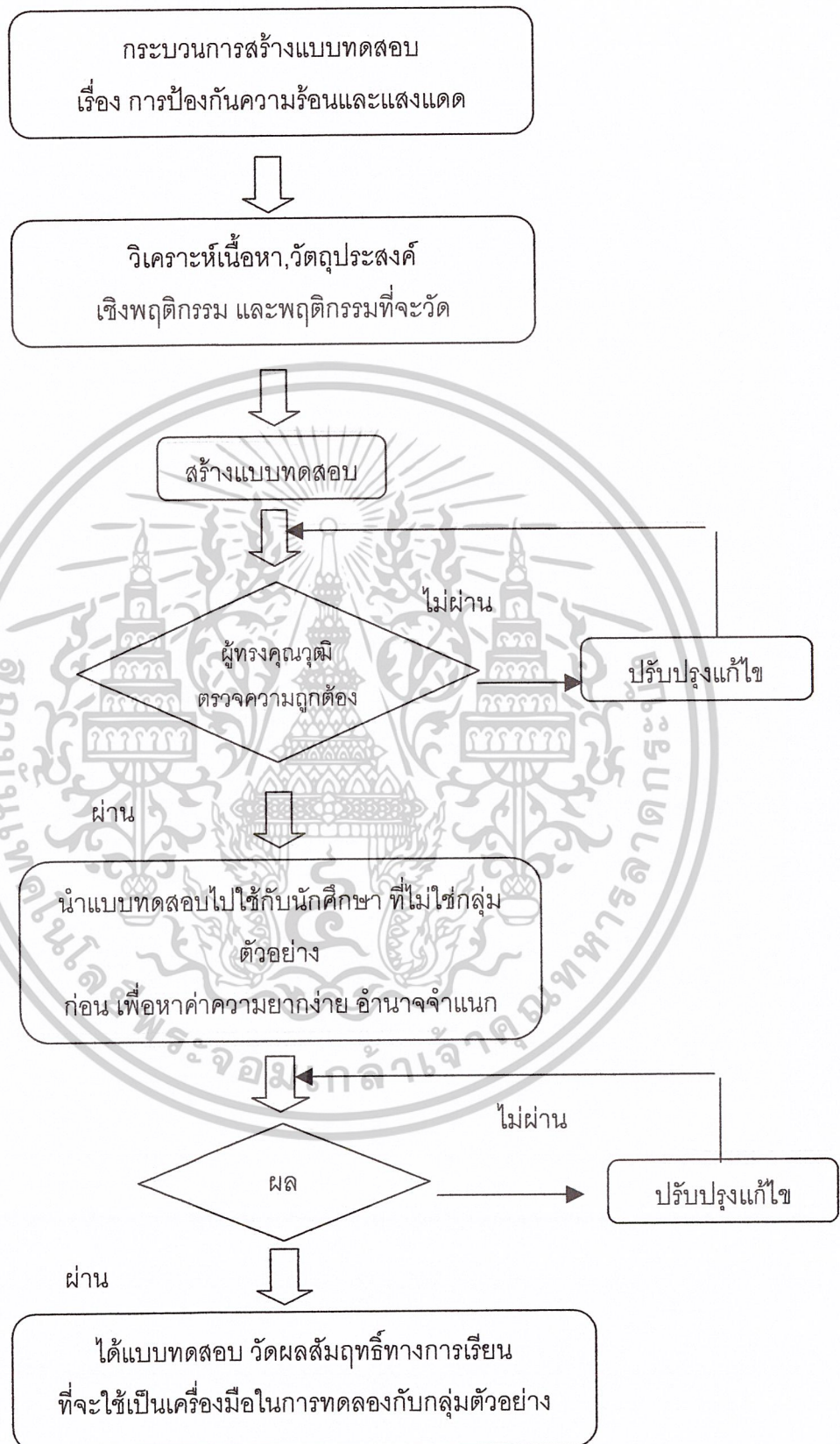
3.2.2.4 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกโดยให้ครอบคลุมเนื้อหา และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน จำนวน 20 ข้อ

3.2.2.5 นำแบบทดสอบไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน โดยกำหนดคะแนนความสอดคล้อง คือ ข้อที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะให้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหา ค่าความสอดคล้อง (IOC)

3.2.2.6 ผลการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของข้อสอบ ถ้าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง +0.8 ถึง +1 หมายความว่าข้อสอบทั้ง 20 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.2.2.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษาระดับปวส. 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 และการตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ตอบ หรือข้อที่ตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกในข้อเดียวกัน ให้ 0 คะแนน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.2.2.8 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (ค่า p) ค่าอำนาจจำแนก (ค่า r) ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกที่เป็นบวกไม่น้อยกว่า 0.20 และคัดเลือกข้อสอบไว้ใช้เป็นแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ นำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR – 20 ของ KUDER – RICHARDSON ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ



แผนภูมิที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินสื่อการสอน โดยได้แบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 แบบ คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.3.1 กำหนดหัวข้อที่จะประเมิน แล้วออกแบบการประเมินสื่อ ทั้งด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อ ได้แบ่งเรื่องที่จะประเมินออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

- 1 ด้านเนื้อหา และการนำเสนอ
- 2 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- 3 ด้านเวลา

การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้นำบทเรียนด้านเนื้อหาที่ผสมบุรณรีียบร้อยแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่าน เพื่อประเมินด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเวลาเพื่อพัฒนาความเหมาะสมด้านคุณภาพ โดยเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ และเกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับมีดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ	5	=	คุณภาพดีมาก
ระดับ	4	=	คุณภาพดี
ระดับ	3	=	คุณภาพปานกลาง
ระดับ	2	=	คุณภาพพอใช้
ระดับ	1	=	คุณภาพควรปรับปรุง

เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น จัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ

คะแนนเฉลี่ย	4.55 – 5.00	หมายถึง	มีคุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.55 – 4.54	หมายถึง	มีคุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ย	2.55 – 3.54	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	มีคุณภาพพอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	มีคุณภาพควรปรับปรุง

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนน

แบบอิงเกณฑ์ ได้ผลของเกณฑ์เป็นการแสดงความคิดเห็น สรุปลงได้ผลตามที่แสดงในตารางที่.3.2. และตารางที่.3.3

ตารางที่3.2 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับ  
คุณภาพสื่อด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
<b>1.เนื้อหาและการนำเสนอ</b>					
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.3 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา					
1.4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
1.5 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
1.6 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
<b>2. รูปภาพและอักษร</b>					
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย					
2.2 ความถูกต้อง และเหมาะสมของภาษาที่ใช้					
2.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้นำเสนอ					
2.4 ความเหมาะสมของขนาดรูปภาพที่ใช้นำเสนอ					
<b>3. เวลา</b>					
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา					
3.2 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด					
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>					

โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน คือ

- 1).....
- 2).....
- 3).....

**สรุป** การประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีผลดังนี้

1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	ค่าเฉลี่ย	=
2. รูปภาพและตัวอักษร	ค่าเฉลี่ย	=
3. เวลา	ค่าเฉลี่ย	=
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>		=

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับ  
คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
<b>1. เนื้อหาและการนำเสนอ</b>					
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา					
1.2 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการสอน					
1.3 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา					
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
1.5 เนื้อหาเหมาะสมในการใช้คอมพิวเตอร์					
1.6 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
<b>2. รูปภาพและอักษร</b>					
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านการสื่อความหมาย					
2.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้นำเสนอ					
2.3 ความเหมาะสมของขนาดรูปภาพที่ใช้นำเสนอ					
2.4 ความเหมาะสมของสีที่ใช้ในการนำเสนอ					
2.5 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบ					
<b>3. เวลา</b>					
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา					
3.2 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด					
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>					

โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน..... ท่าน คือ

- 1).....
- 2).....
- 3).....

**สรุป** การประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีผลดังนี้

1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง      ค่าเฉลี่ย      =
2. รูปภาพและตัวอักษร              ค่าเฉลี่ย      =
3. เวลา                                      ค่าเฉลี่ย      =
- ค่าเฉลี่ยรวม      =

จากการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิต จะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ และ ... ตามลำดับ เมื่อนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยรวมได้เท่ากับ... นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

### 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างนั้น ได้มีการดำเนินการดังนี้

3.3.1 ทำหนังสือขออนุญาต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และดำเนินการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 ติดต่อทางวิทยาลัยเทคนิคที่เลือกเป็นประชากรกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขออนุญาตทำการทดลองเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิจัย

3.3.3 ก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยต้องตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องเรียน รวมทั้งตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ เช่น การตั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ให้พร้อมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องได้ทันที

3.3.4 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ( Pre – test )

3.3.5 ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาวิชาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้ผู้เรียนใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 คนต่อ 1 เครื่อง โปรแกรมจะบันทึกผลคะแนน การทำแบบทดสอบท้ายบทของผู้เรียน

3.3.6 เมื่อศึกษาเนื้อหาจบให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ( Post – test) โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน แต่สลับข้อคำถาม และข้อคำตอบ

3.3.7 นำผลคะแนนที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล และเปรียบเทียบผลตามวิธีทางสถิติ

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ผลแบบประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

-แบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา 3 ท่าน

-แบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการเทคนิคผลิต 3 ท่าน

3.4.2 การวิเคราะห์หาความยากง่าย และหาอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (ค่า P) ,(ค่า R)

3.4.3 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ( KR-20 )

3.4.4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (  $E_1 / E_2$  )

3.4.5 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ผลแบบประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีงานเสาเข็ม โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาประเมินคุณภาพของสื่อจำนวน 3 ท่าน แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน ค่าเฉลี่ยรวมที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์ผลโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามหลักสถิติโดยอาศัยสูตรคำนวณ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 95 )

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N} \quad \text{เมื่อ}$$

$$\bar{X} = \text{ค่าเฉลี่ย}$$

$$f = \text{ค่าความถี่}$$

$$X = \text{ระดับคะแนน}$$

$$N = \text{จำนวนคน}$$

นำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานดังต่อไปนี้ (Best. 1970 : 179 –

187)

ระดับ	4.55 – 5.00	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ	3.55 – 4.54	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับ	2.55 – 3.54	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ	1.55 – 2.54	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ	1.00 – 1.54	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ในการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กำหนดเกณฑ์ประเมินต้องอยู่ในระดับไม่ต่ำกว่า 3.55 จึงถือยอมรับได้ว่า สื่อนั้นมีประสิทธิภาพ

3.4.2 การวิเคราะห์หาความยาก-ง่าย และหาอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (ค่า P) ,(ค่า R)

3.4.2.1 การหาค่าความยาก-ง่ายใช้สูตร ดังนี้ ( บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 81)

สูตรค่าความยากง่าย 
$$P = \frac{R}{N}$$

โดยที่ P = แทนระดับความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N = จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

นำค่าที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานดังต่อไปนี้

ข้อสอบที่มีค่า เท่ากับ 0.05 แสดงว่า ข้อสอบนั้นมีความยากปานกลางพอดี

ข้อสอบที่มีค่า ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อสอบนั้นค่อนข้างไปทางยาก

ข้อสอบที่มีค่า สูงกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อสอบนั้นค่อนข้างไปทางง่าย

ข้อสอบที่มีค่า ต่ำกว่า 0.20 แสดงว่า ข้อสอบนั้นยากเกินไป

ข้อสอบที่มีค่า สูงกว่า 0.20 แสดงว่า ข้อสอบนั้นง่ายเกินไป

ข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลางคืออยู่ในช่วงประมาณ 0.20 – 0.80

3.4.2.2 การหาค่าอำนาจจำแนก ใช้สูตร ดังนี้ ( บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 81)

$$\text{สูตรค่าอำนาจจำแนก } r = \frac{R_u - R_L}{N/2}$$

โดยที่ $r$	=	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
$R_u$	=	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
$R_L$	=	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
$N$	=	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดคือมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ถ้าค่าอยู่ในช่วง 0.40 ขึ้นไป หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีมาก

ถ้าค่าอยู่ในช่วง 0.30 – 0.39 ขึ้นไป หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีพอควร

ถ้าค่าอยู่ในช่วง 0.20 – 0.29 ขึ้นไป หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกพอใช้

ถ้าค่าอยู่ในช่วง 0.00 – 0.19 ขึ้นไป หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกน้อย

### 3.4.3 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR - 20 )

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR - 20 ของ Kuder - Richardson ( พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123 ) เครื่องมือชุดนี้ต้องวัดลักษณะเดียวกัน และมีระบบการให้คะแนน คือตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน สูตรนี้ต้องหาสัดส่วนของคนทำผิดและคนที่ทำถูกในแต่ละข้อด้วย

$$\text{สูตร KR - 20} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_r^2} \right\}$$

โดยที่ $n$	=	จำนวนข้อสอบ
$p$	=	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
$q$	=	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( 1 - p )
$s_r^2$	=	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น + 1 แสดงว่า มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบสอบถามนี้เชื่อถือได้

แบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น 0 หรือเข้าใกล้กับ 0 แสดงว่าแบบทดสอบนี้ไม่มีค่าความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้

แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น - 1 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

### 3.4.4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( $E_1 / E_2$ )

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำได้โดยนำผลการทดสอบหลังเรียนมาเปรียบเทียบกับผลการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้ ( ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136 )

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

โดยที่  $E_1$  = คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดคิดเป็นร้อยละ  
 $E_2$  = คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ  
 $\sum$  = คะแนนที่รวมที่ตอบถูกของแบบฝึกหัด  
 $\sum F$  = คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน  
 $N$  = จำนวนผู้เรียน  
 $A$  = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด  
 $B$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

### 3.4.5 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน(พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 : 138)

#### 3.4.5.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\text{สูตร } X = \frac{\sum fx}{N}$$

โดยที่  $X$  = ค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม  
 $N$  = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.4.5.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$$\text{สูตร S.D.} = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[ \frac{\sum fx}{N} \right]^2}$$

โดยที่  $\sum fx$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum fx^2$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$N$  = จำนวนคะแนนทั้งหมด

3.4.5.3 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ t – test (dependent Sample) ( ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 101 )

$$\text{สูตร } t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

โดยที่  $D$  = ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

$n$  = จำนวนคู่

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ปฏิญานิพนธ์ครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ แบ่งออกเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยที่ 1 ประมวลเสาเข็มเจาะ

หน่วยที่ 2 ขั้นตอนการหล่อเสาเข็ม

หน่วยที่ 3 สิ่งที่ต้องทราบการทำเสาเข็มเจาะ

เนื้อหาการเรียนการสอนทั้งหมดถูกสร้างขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Macromedia Flash MX และ Macromedia Authorware 6.5 เมื่อสร้างเสร็จแล้วได้นำไปทดลองใช้กับ นักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเทคนิค สถาปัตยกรรม เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน
2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน
3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับบทเรียนปกติ

4. การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน

#### 4.1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

จากการนำแบบทดสอบ เรื่อง “ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ” ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองเครื่องมือ ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 20 คน เพื่อต้องการคัดเลือกข้อสอบนำไปใช้ในการทดลอง โดยแบบทดสอบที่จะนำไปใช้ในการทดสอบนั้นจะต้องนำไปวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ผู้วิจัยหาค่าความยากง่ายของข้อสอบเฉลี่ยที่ได้คือ 0.66 แสดงว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ในช่วงปานกลาง และค่าอำนาจจำแนกได้คือ 0.45 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกดี และวิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร

KR - 2 (Kuder Richardson 20) เพื่อให้เป็นแบบทดสอบในการวิจัย ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้เท่ากับ 8.40 สรุปว่าแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ของบทเรียนมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นแบบทดสอบในการวิจัยต่อไป

การทดสอบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน โดยให้ 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง การทดสอบครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจหาข้อมูลที่บกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะได้ผลดังนี้

1. ข้อความเนื้อหาบางส่วนของเรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ พิมพ์ผิด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการจดบันทึกเพื่อการแก้ไข
2. ภาพบางภาพอธิบายเนื้อหาไม่ชัดเจน ผู้วิจัยได้ทำการจดบันทึกเพื่อนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเพื่อแก้ไข

ข้อบกพร่องต่างๆ นี้ได้ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง เขียนข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแบบประเมินสื่อที่แจกให้ เมื่อรับแบบประเมินสื่อคืนแล้วผู้วิจัยได้รวบรวมข้อคิดเห็นเหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 1 และนำไปใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป

การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม จำนวน 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 20 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน E1	20	20	12.35	61.75	80
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน E2	20	20	18.10	90.50	80

จากตารางที่ 4.1 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 12.35 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.75 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 18.10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.50 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 61.75% / 90.50% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80) เนื่องจากมีภาพประกอบมากเกินไปทำให้ผู้เรียนอาจสับสนในตอนต้น

กลุ่มที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 20 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน E1	20	20	13.30	66.50	80
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน E2	20	20	17.85	89.25	80

จากตารางที่ 4.2 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 13.30 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.50 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 17.85 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.25 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $66.50\% / 89.25\%$  ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80) เนื่องจากมีภาพประกอบมากเกินไปทำให้ผู้เรียนอาจสับสนในตอนต้น

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความแตกต่างของประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน E1	40	20	12.82	64.10	80
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน E2	40	20	17.98	89.90	80

จากตารางที่ 4.3 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 12.82 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.10 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 17.98 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.90 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $64.10\% / 89.90\%$  ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80) เนื่องจากมีภาพประกอบมากเกินไปทำให้ผู้เรียนอาจสับสนในตอนต้น

#### 4.2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน

กลุ่มที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	0	S.D	t
แบบทดสอบก่อนเรียน	20	20	180	9.10	2.14	18.493
แบบทดสอบหลังเรียน	20	20	357	18.10	1.16	

กลุ่มที่ วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	0	S.D	t
แบบทดสอบก่อนเรียน	20	20	182	9.00	2.00	18.76
แบบทดสอบหลังเรียน	20	20	362	17.85	1.26	

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	0	S.D	t
แบบทดสอบก่อนเรียน	40	20	362	9.05	2.07	18.626
แบบทดสอบหลังเรียน	40	20	359.5	17.97	1.21	

สรุปได้ว่า ค่าคะแนนเฉลี่ย(0) ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนคือ 9.05 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.07 และค่าคะแนนเฉลี่ย (0) ของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนคือ 17.97 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.21

#### 4.3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับบทเรียนปกติ

กลุ่มที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน  
ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

บทเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	<b>0</b>	S.D	t
ปกติ	20	20	292	14.60	1.603	9.414
คอมพิวเตอร์ฯ	20	20	355	17.75	1.118	

กลุ่มที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน  
ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

บทเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	<b>0</b>	S.D	t
ปกติ	20	20	288	14.40	1.603	14.046
คอมพิวเตอร์ฯ	20	20	365	18.25	1.020	

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความต่างระหว่างการเรียนโดยบทเรียนปกติและคะแนน  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

บทเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	<b>0</b>	S.D	t
ปกติ	40	20	580	14.5	1.603	11.73
คอมพิวเตอร์ฯ	40	20	720	18	1.069	

สรุปได้ว่า ค่าคะแนนเฉลี่ย(**0**) ของการเรียนด้วยบทเรียนปกติคือ 14.5 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.603 และค่าคะแนนเฉลี่ย (**0**) ของ

การเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ 18 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.069

#### 4.4. การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน

ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การวางผังอาคารเพื่อการขึ้นตอน การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ทำการประเมินโดยนักศึกษาจาก 2 สถาบันที่เลือกใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม จำนวน 40 คน เป็นชาย 20 คน และหญิงอีก 20 คน เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์ ได้ผลของเกณฑ์เป็นการแสดงความคิดเห็นสรุปได้ผลตามที่แสดงตารางดังต่อไปนี้

โดยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ และเกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ มีดังนี้

ระดับ	5	=	คุณภาพดีมาก
ระดับ	4	=	คุณภาพดี
ระดับ	3	=	คุณภาพปานกลาง
ระดับ	2	=	คุณภาพพอใช้
ระดับ	1	=	คุณภาพควรปรับปรุง

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการประเมินจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน  
จำนวน 40 คน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย (x)
	5	4	3	2	1	
1. รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน	27 (135)	10 (40)	3 (9)			4.60
2. ขนาดของอักษรที่ใช้ภายในบทเรียน	25 (125)	14 (56)	1 (3)			4.60
3. สีของตัวอักษรที่ใช้ภายในบทเรียน	31 (155)	9 (36)				4.77
4. ดนตรีและเสียงประกอบอื่นๆ	25 (125)	11 (44)	4 (12)			4.52
5. ความรู้สึกร่วมมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	21 (105)	14 (56)	5 (15)			4.40
6. ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน	21 (105)	15 (60)	4 (12)			4.42
7. ความเข้าใจเนื้อหาโดยรวม	30 (150)	9 (36)	1 (3)			4.72
8. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมการเรียนรู้	32 (160)	6 (24)	2 (6)			4.75
9. ความเพลิดเพลินและสนุกสนานกับบทเรียน	16 (80)	17 (68)	7 (21)			4.22
10. ความชอบในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	34 (170)	6 (24)				4.85
รวมค่าเฉลี่ย (x)						4.58

จากเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น จัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ มีดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.55 – 5.00	หมายถึง	มีคุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.55 – 4.54	หมายถึง	มีคุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ย	2.55 – 3.54	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	มีคุณภาพพอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	มีคุณภาพควรปรับปรุง

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ค่าคะแนนเฉลี่ย คือ 4.58 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารเพื่อขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ อยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพดีมาก



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรมได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.2 สมมุติฐาน

##### 5.3 วิธีดำเนินการ

##### 5.4 สรุปผล

##### 5.5 อภิปรายผล

##### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

##### 5.1.2 ประชากร

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส 2 วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี ภาคการศึกษา 2546 จำนวน 20 คน และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 20 คน รวม 40 คน

##### 5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ

3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

#### 5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับชั้น ปวส 2 แผนกวิชาช่างเทคนิค สถาบันตยกรรม โดยได้ดำเนินการดังนี้

1. ให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้
2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
3. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ
4. ให้กลุ่มตัวอย่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาให้แก่นักเรียน 1 คน ต่อ 1 เครื่อง เมื่อเรียนจบจะให้ทำแบบฝึกหัดประจำหน่วย มีจำนวนแบบฝึกหัดรวมทุกหน่วย 30 ข้อเมื่อกลุ่มตัวอย่างเรียนจบแล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 30 ข้อ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติ

#### 5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา
2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 5.1.6 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา วิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ วิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับ ดีมาก
3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2

เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 64.10/89.90 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 เนื่องจากมีภาพประกอบมากเกินไปทำให้ผู้เรียนอาจสับสนในตอนต้น

## 5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะสามารถให้ความรู้ความเข้าใจอย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้สามารถให้ความรู้กับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปวส 2 สาขาวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการมีค่าเฉลี่ยมากกว่าค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งอาจเกิดจากผลความคงทนเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาแต่ละเรื่องจบแล้วทำแบบฝึกหัดทันที นักเรียนส่วนใหญ่จึงตอบคำถามได้เพราะเป็นความจำระยะสั้น ส่วนค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ที่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ อาจเกิดจากการลืมของนักเรียน

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

1. ควรกระทำการศึกษาและทดลองการใช้โปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ซึ่งจะต้องนำมาใช้ร่วมกันในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ควรกระทำการศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ พร้อมทั้งศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดก่อน เพื่อให้เกิดแนวคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ด้วย
3. ควรทำการศึกษารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการสร้างไว้แล้วให้เข้าใจเพื่อที่จะได้นำมาซึ่งเทคนิควิธีการ
4. ในการออกข้อสอบสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรออกให้มีจำนวนมากข้อและครอบคลุมเนื้อหา

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำปฏิญานิพนธ์ครั้งต่อไป

1. ควรส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2 ให้ครบทุกหน่วย รวมถึงวิชาอื่น ๆ ด้วย

2. ควรนำหลักสูตรไปเทียบกับระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อทำการเก็บตัวอย่างและรวบรวมข้อมูลเป็นต้น

3. ศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทำปริญญานิพนธ์ เพื่อจะได้ทราบถึงเวลาในการทำและเวลาที่ใช้ทดลองและเก็บข้อมูลด้วย



ภาคผนวก ก  
ตัวอย่างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่องขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

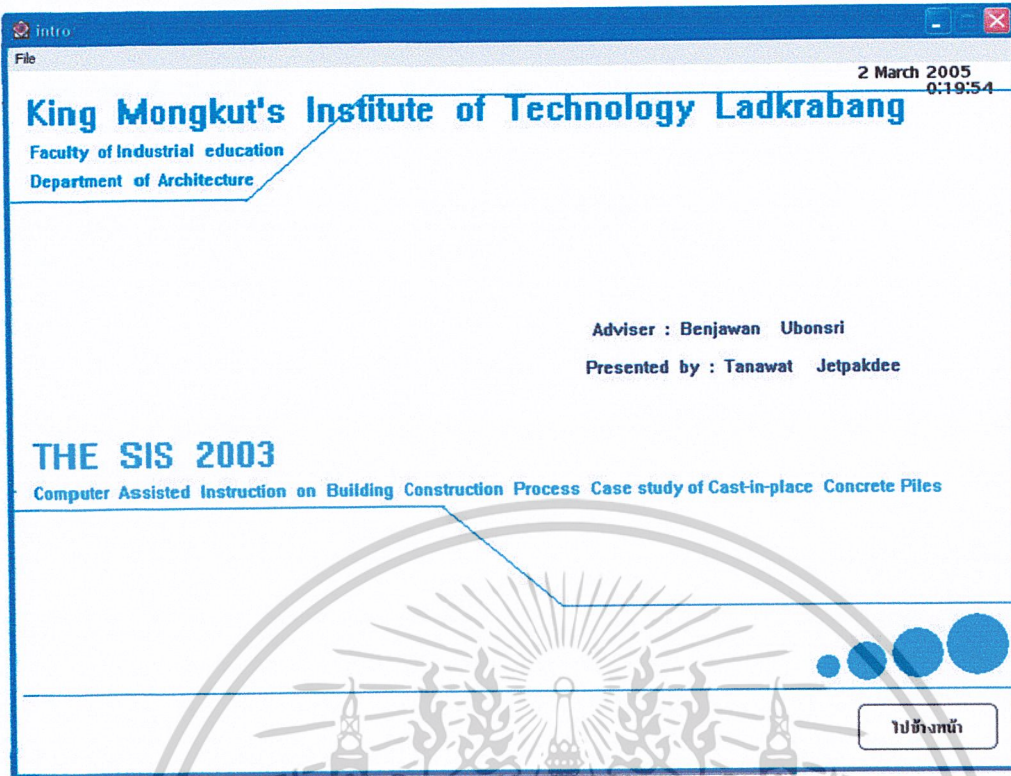




รูปที่ 1 ตัวอย่างก่อนเข้าบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



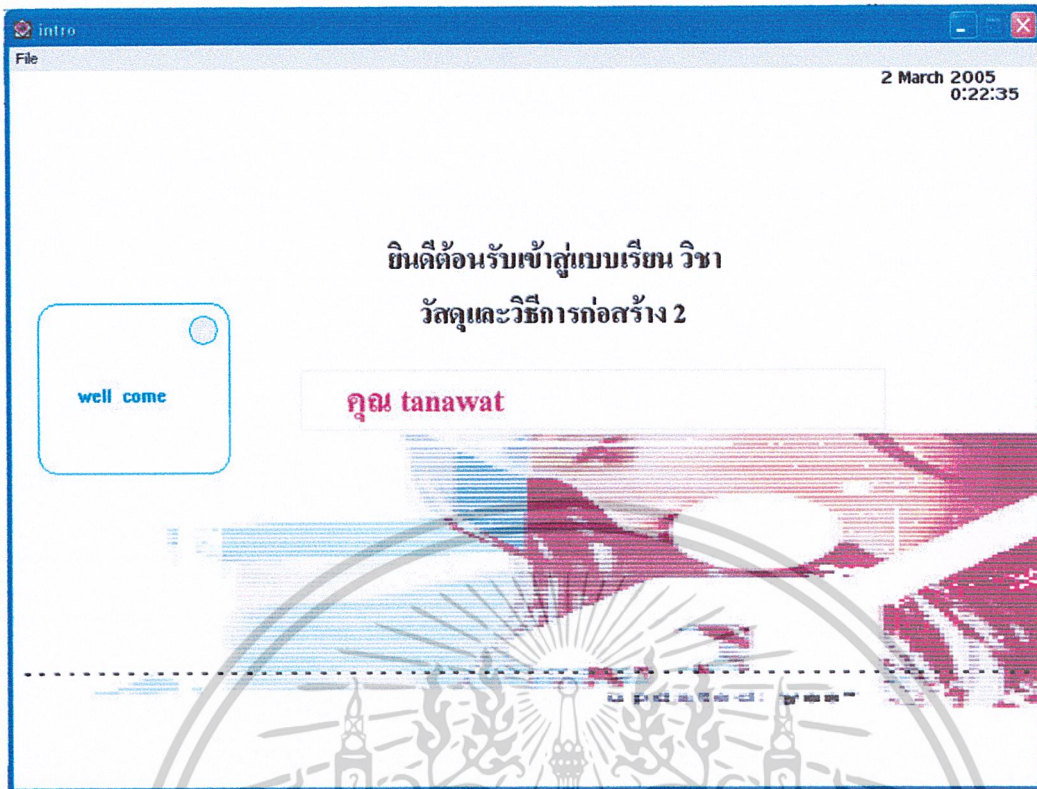
รูปที่ 2 ตัวอย่างแนะนำก่อนเข้าสู่บทเรียน



รูปที่ 3 ตัวอย่างแนะนำตัวผู้จัดทำ



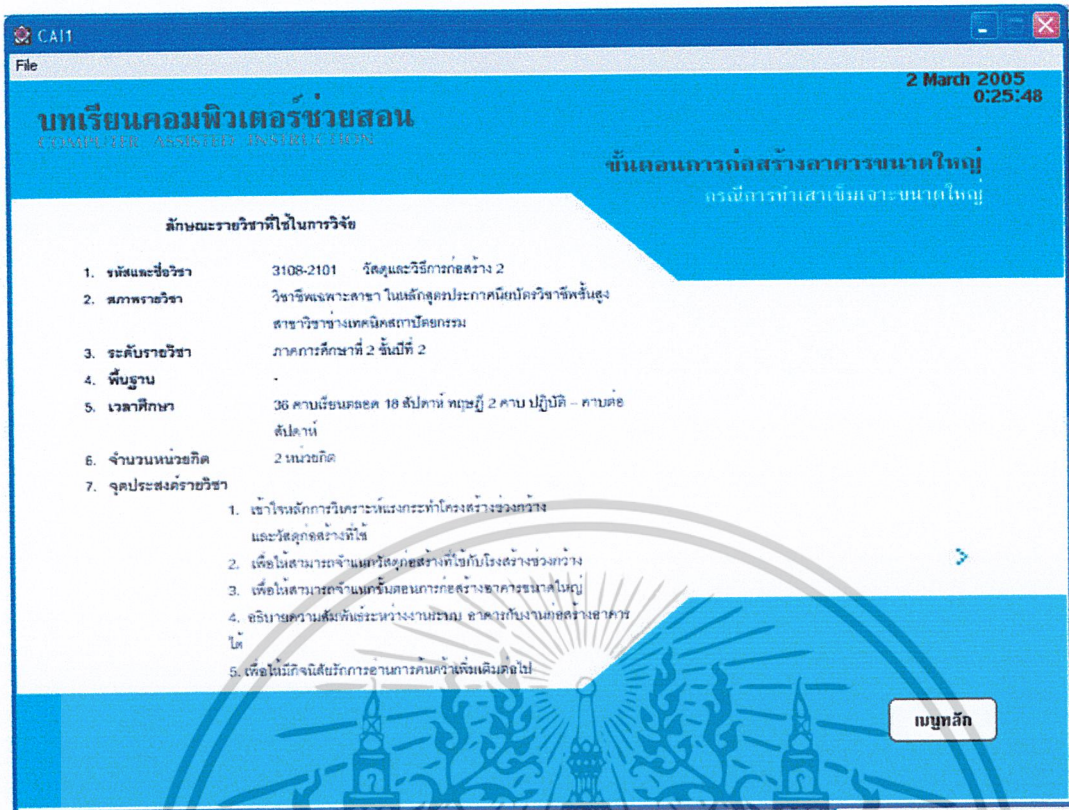
รูปที่ 4 ตัวอย่างการนำเข้าสู่บทเรียน



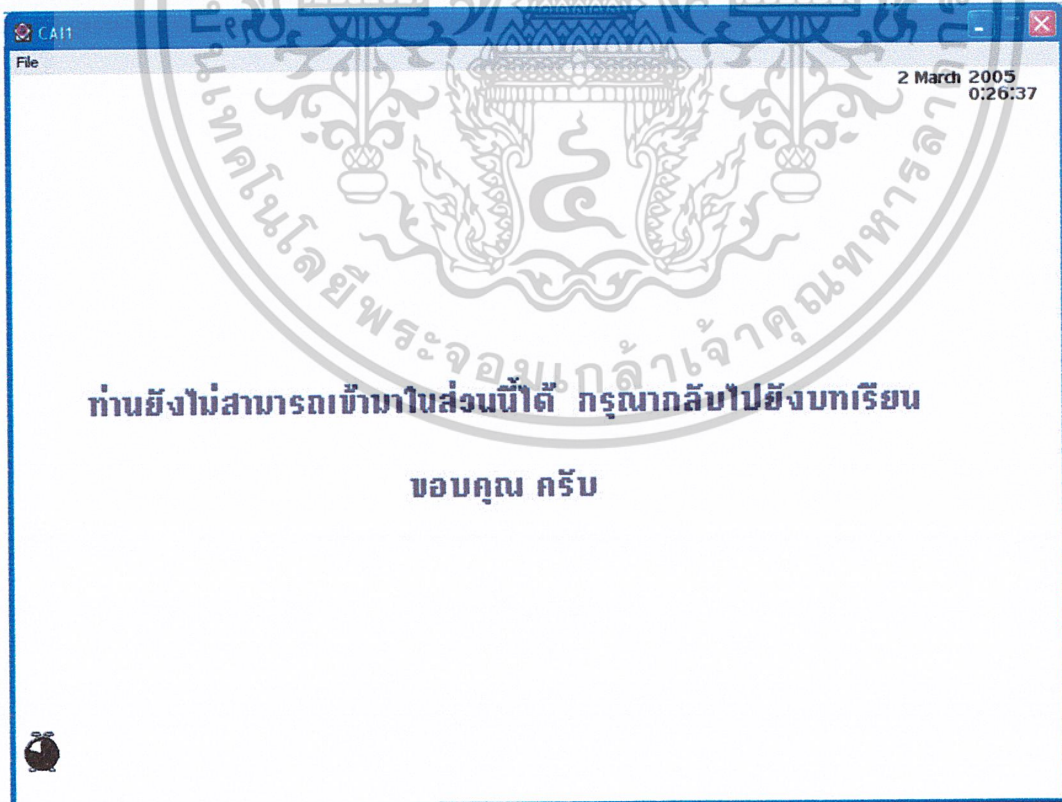
รูปที่ 5 ตัวอย่างหน้าจอต้อนรับเข้าสู่บทเรียน



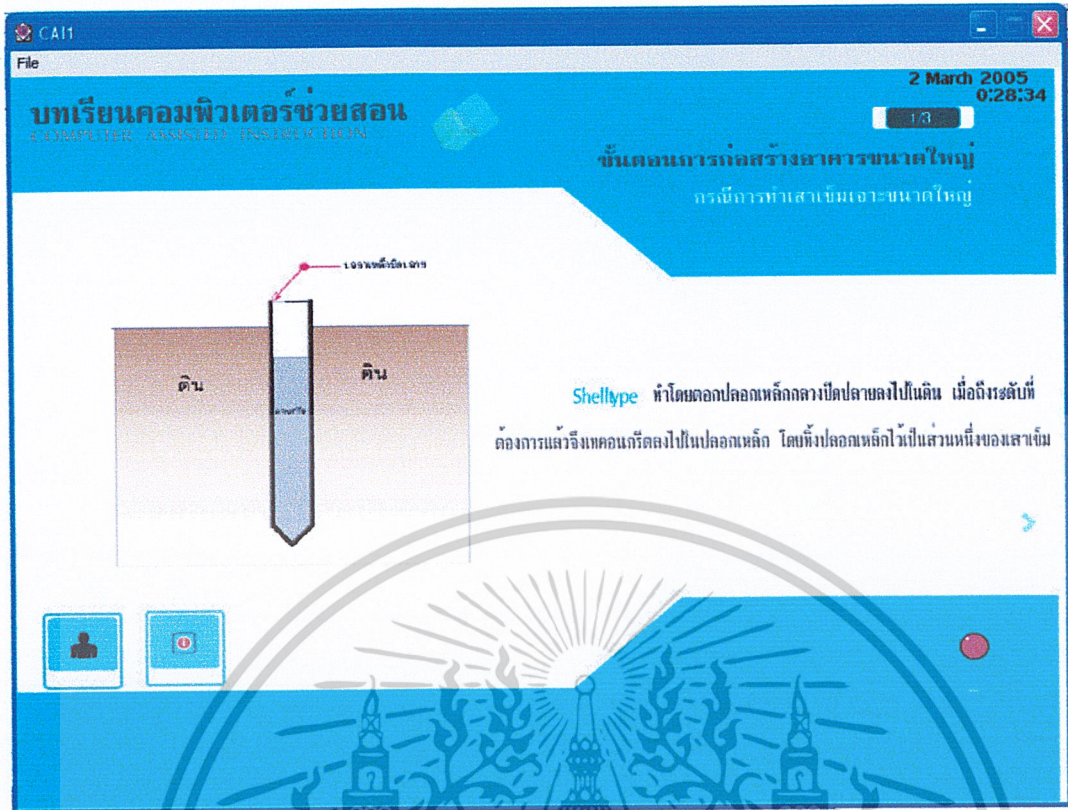
รูปที่ 6 ตัวอย่างหน้าจอหลักของโปรแกรม



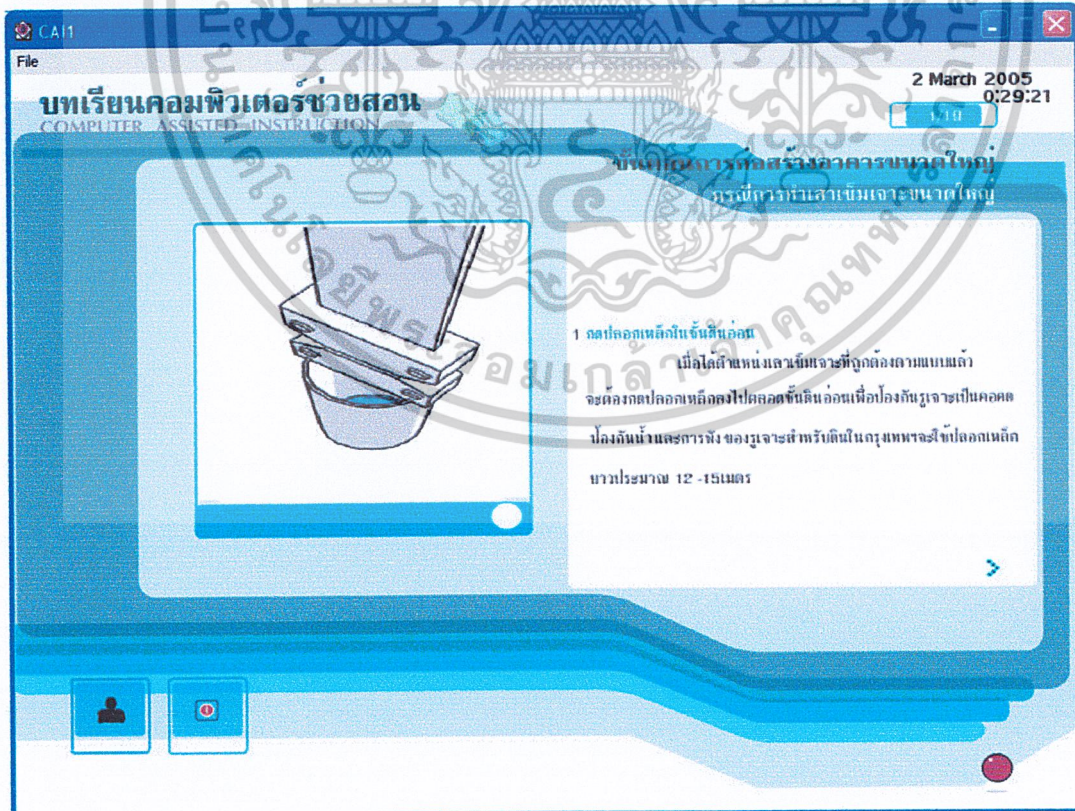
รูปที่ 7 ตัวอย่างเมนูแนะนำของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



รูปที่ 8 ตัวอย่างหน้าจอเมื่อไม่เข้าตามเมนูที่กำหนด



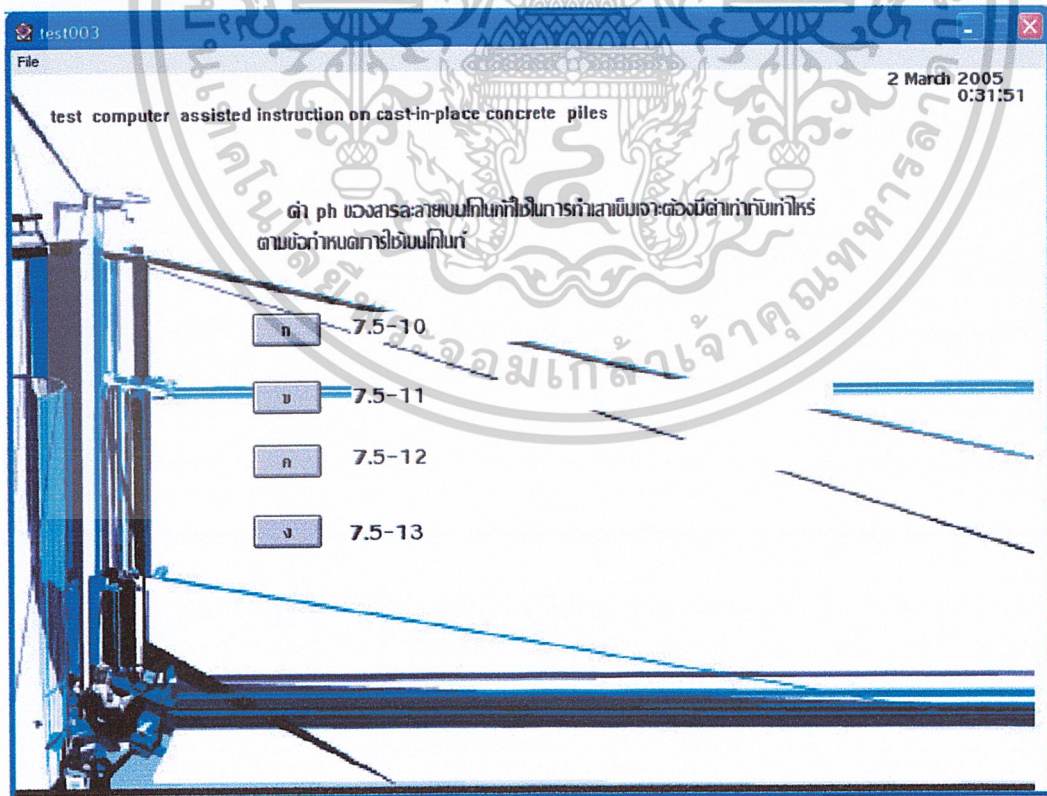
รูปที่ 9 ตัวอย่างบทเรียนหน่วยที่ 1



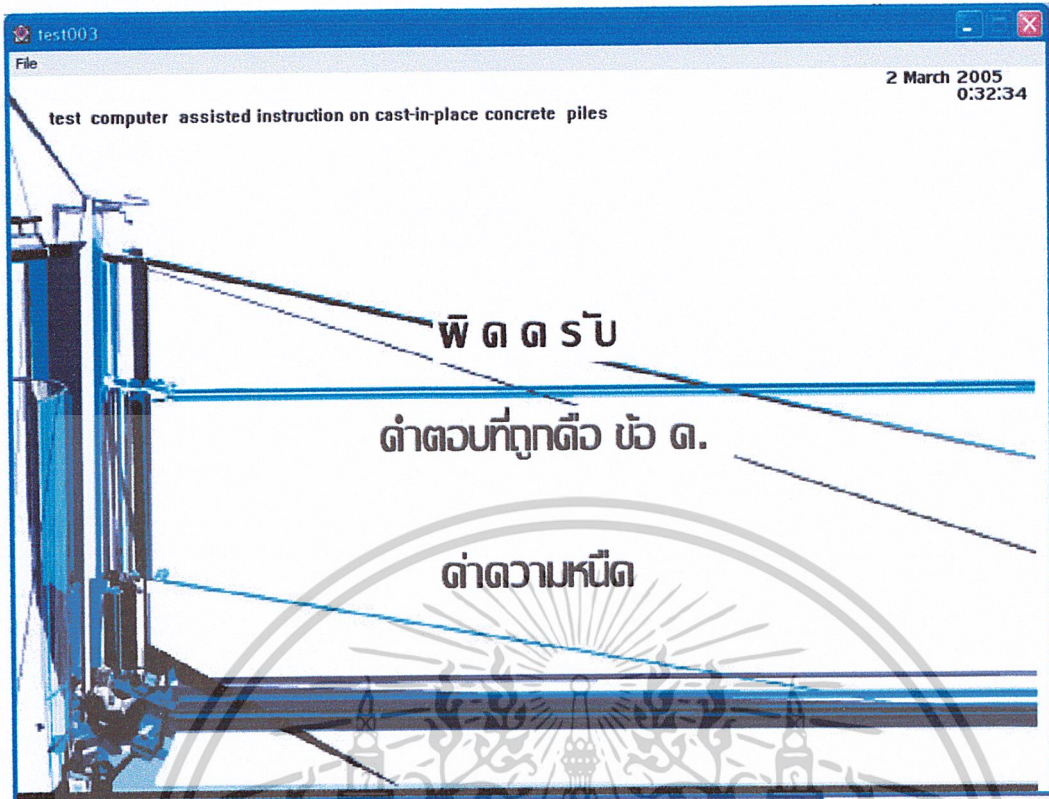
รูปที่ 10 ตัวอย่างบทเรียนหน่วยที่ 2



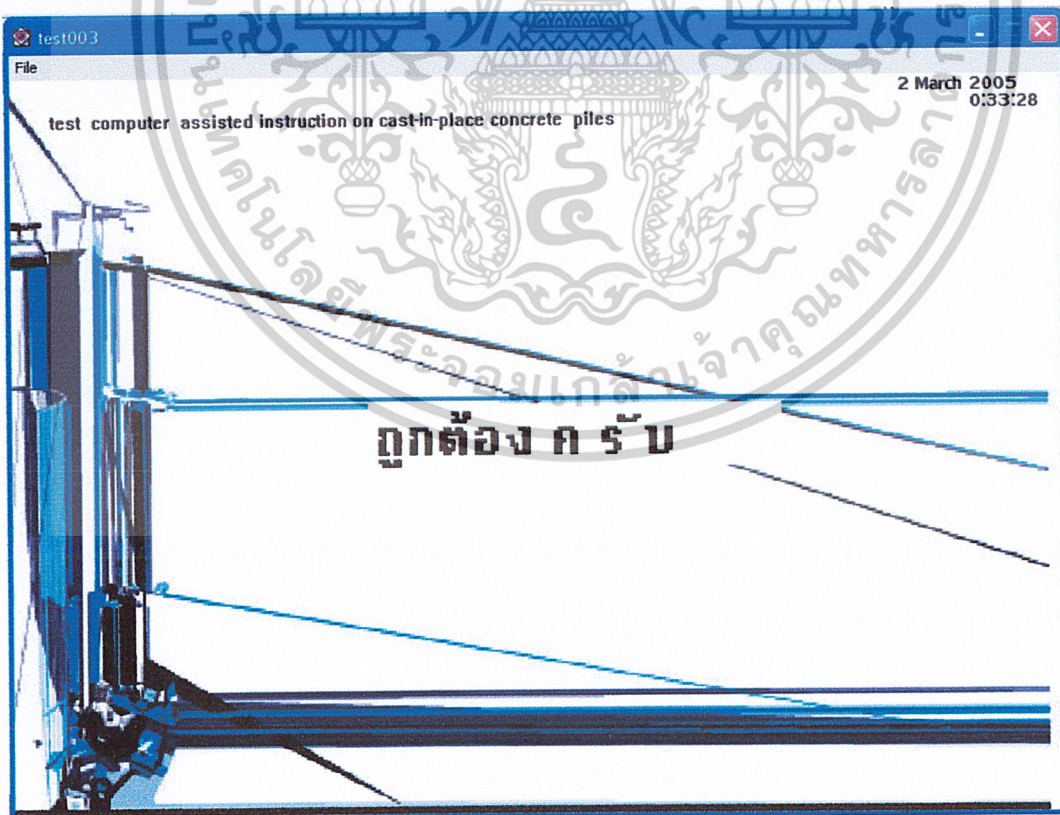
รูปที่ 11 ตัวอย่างบทเรียนหน่วยที่ 3



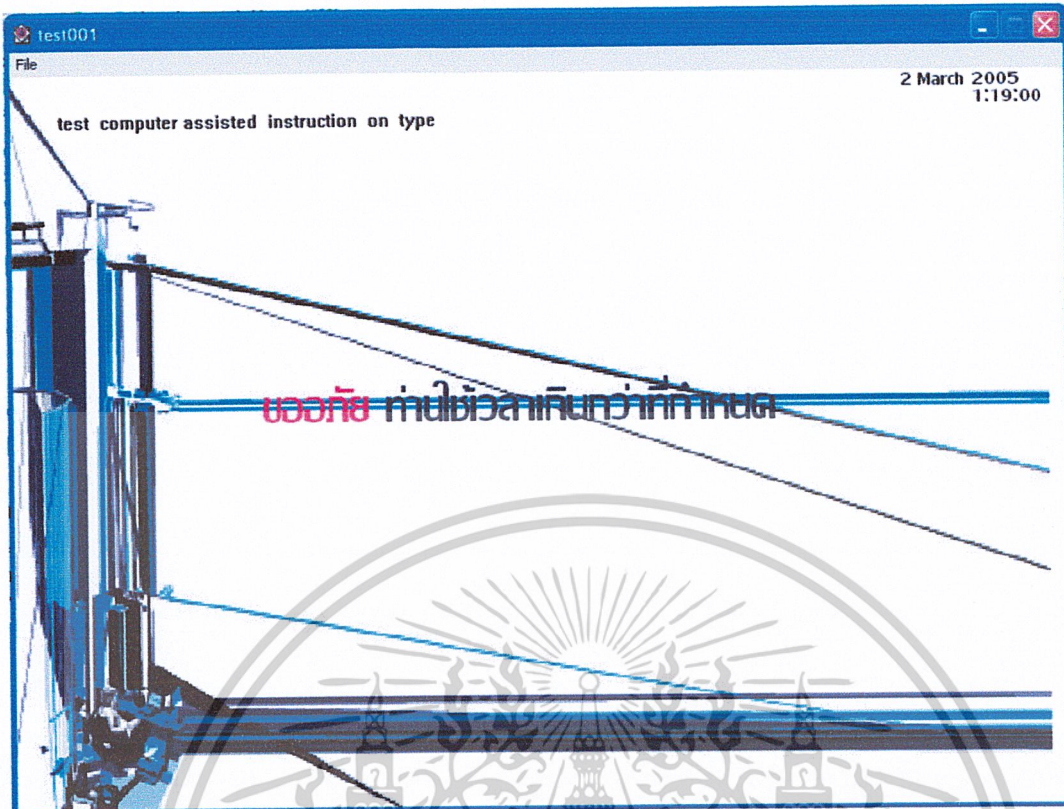
รูปที่ 12 ตัวอย่างแบบทดสอบ



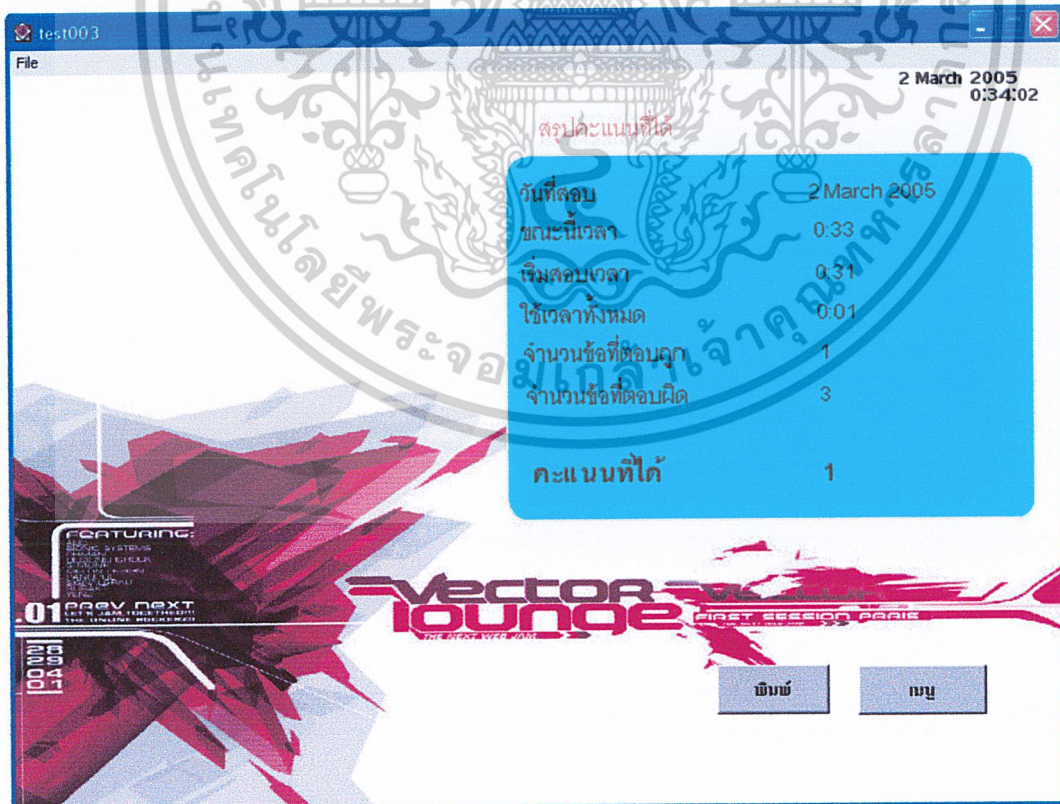
รูปที่ 13 ตัวอย่างคำตอบที่ผิด



รูปที่ 14 ตัวอย่างคำตอบที่ถูก



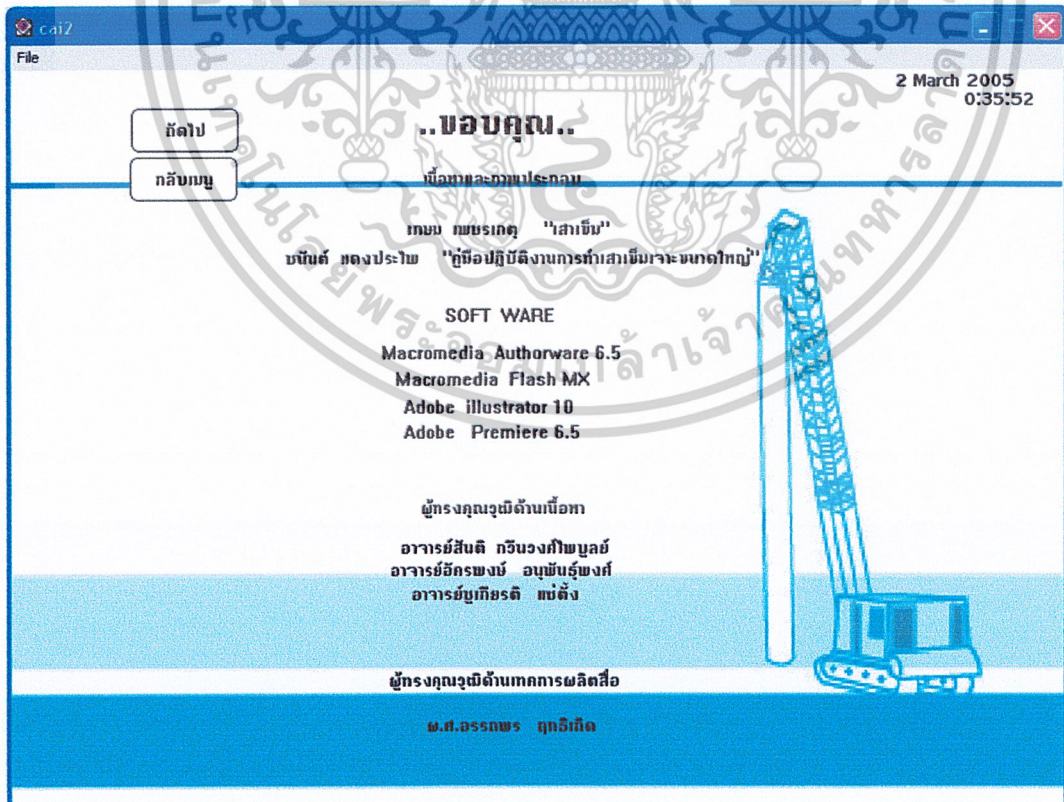
รูปที่ 15 ตัวอย่างการตอบช้าเกินกว่าเวลาที่กำหนด



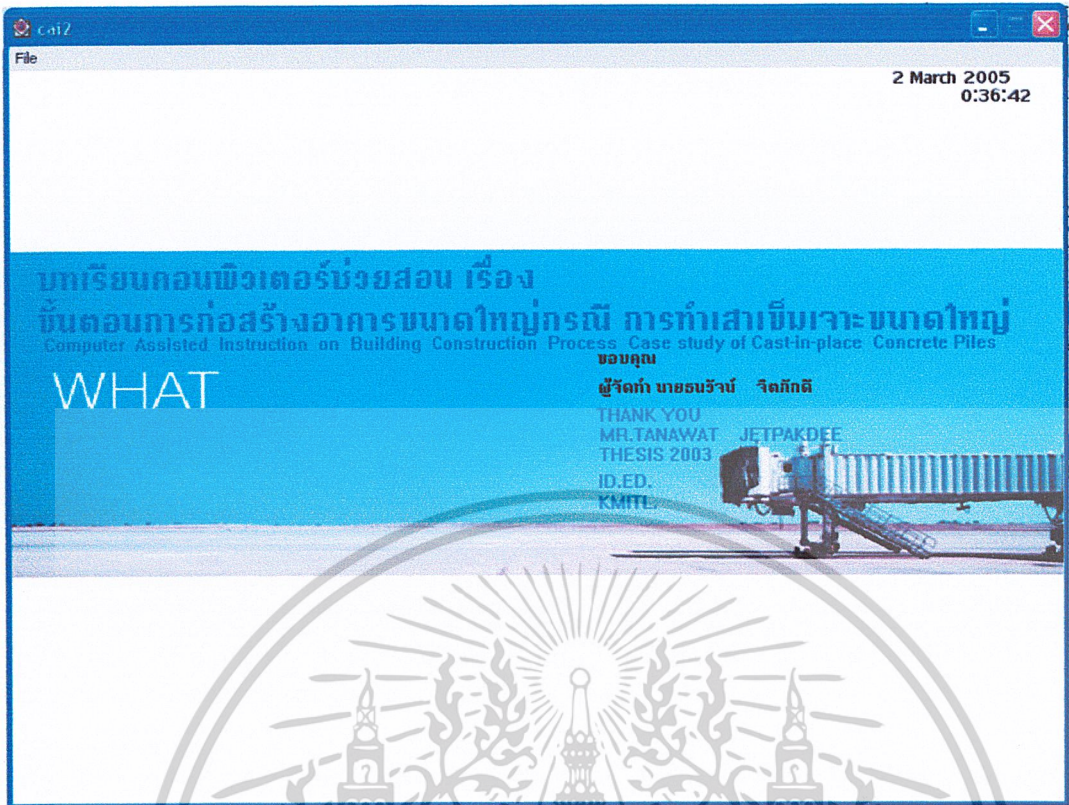
รูปที่ 16 ตัวอย่างการสรุปคะแนน



รูปที่ 17 หน้าออกจากโปรแกรม



รูปที่ 18 ตัวอย่างหน้าอ้างอิง



รูปที่ 19 ตัวอย่างหน้าขอบคุณ



ภาคผนวก ข  
แบบประเมินสื่อการสอน





ภาคผนวก ค

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

## ลักษณะรายวิชา

1. รหัสและชื่อวิชา 3108-2101 วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 2  
(materials and construction 2)
2. สภาพรายวิชา วิชาชีพในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง  
สาขาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
3. ระดับรายวิชา ภาคเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 2
4. พื้นฐาน วัสดุและวิธีการก่อสร้าง 1
5. เวลาศึกษา 36 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ-คาบต่อสัปดาห์  
และนักศึกษาต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
6. จำนวนหน่วยกิต 2 หน่วยกิต
7. จุดมุ่งหมายรายวิชา
  1. เข้าใจหลักการวิเคราะห์แรงกระทำโครงสร้างช่วงกว้างและวัสดุก่อสร้างที่ใช้
  2. เลือกใช้โครงสร้างช่วงกว้าง
  3. จำแนกวัสดุก่อสร้างที่ใช้ทำโครงสร้างช่วงกว้างได้
  4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานระบบอาคารกับงานก่อสร้างอาคารได้
  5. จำแนกความแตกต่างระหว่างวิธีการผลิตคอนกรีตทั่วไปกับคอนกรีตอัดแรงได้
8. คำอธิบายรายวิชา  
ศึกษาหลักการวิเคราะห์แรงกระทำโครงสร้างอาคารช่วงกว้าง วัสดุและวิธีการก่อสร้าง งานระบบต่างๆของอาคาร งานคอนกรีตอัดแรง

## การแบ่งหน่วย

### รายชื่อหน่วยการสอน

หน่วยที่ 1	แรงกระทำโครงสร้างช่วงกว้างและวัสดุก่อสร้างที่ใช้	ท.6 คาบ ป.-คาบ
หน่วยที่ 2	วัสดุก่อสร้างที่ใช้กับโครงสร้างช่วงกว้าง	ท.6 คาบ ป.-คาบ
หน่วยที่ 3	ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่	ท.6 คาบ ป.-คาบ
หน่วยที่ 4	งานระบบอาคารสัมพันธ์กับการก่อสร้าง	ท.6 คาบ ป.-คาบ
หน่วยที่ 5	การเลือกใช้โครงสร้างช่วงกว้าง	ท.4 คาบ ป.-คาบ
หน่วยที่ 6	ความแตกต่างระหว่างวิธีการผลิตคอนกรีตทั่วไป กับคอนกรีตอัดแรง	ท.4 คาบ ป.-คาบ



### จุดประสงค์การสอน

1. แรงกระทำโครงสร้างช่วงกว้างและวัสดุก่อสร้างที่ใช้ ท.6 คาบ ป.-คาบ
  - เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการวิเคราะห์แรงกระทำโครงสร้างช่วงกว้างและวัสดุก่อสร้างที่ใช้
2. วัสดุก่อสร้างที่ใช้กับโครงสร้างช่วงกว้าง ท.6 คาบ ป.-คาบ
  - เพื่อให้สามารถจำแนกวัสดุก่อสร้างที่ใช้ทำโครงสร้างช่วงกว้างได้
3. ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ ท.6 คาบ ป.-คาบ
  - เพื่อให้สามารถจำแนกขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่
4. งานระบบอาคารสัมพันธ์กับการก่อสร้าง ท.6 คาบ ป.-คาบ
  - สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานระบบอาคารกับงานก่อสร้างอาคารได้
5. การเลือกใช้โครงสร้างช่วงกว้าง ท.4 คาบ ป.-คาบ
  - สามารถเลือกใช้โครงสร้างช่วงกว้างได้ตรงตามคุณสมบัติของโครงสร้างนั้น
6. ความแตกต่างระหว่างวิธีการผลิตคอนกรีตทั่วไปกับคอนกรีตอัดแรง ท.4 คาบ ป.-คาบ
  - เพื่อให้สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างวิธีการผลิต คอนกรีตทั่วไปกับคอนกรีตอัดแรง

## พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542

### หมวด 1 บททั่วไป ( ความมุ่งหมาย และหลักการ )

การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ และการจัดระบบโครงสร้าง และกระบวนการจัดการศึกษา จะยึดหลักการมีเอกภาพด้านนโยบาย และความหลากหลายในการปฏิบัติ

### หมวด 3 ระบบการศึกษา

การศึกษาตามอัธยาศัย เป็นการศึกษาที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความสนใจ ศักยภาพ ความพร้อม และโอกาสโดยศึกษาจากบุคคล ประสบการณ์ สังคม สภาพแวดล้อม สื่อ หรือแหล่งความรู้อื่นๆ

### หมวด 8 ทรัพยากรและการลงเพื่อการศึกษา

รัฐจัดสรรงบประมาณแผ่นดินให้กับการศึกษา ดังนี้

1. จัดสรรเงินอุดหนุนทั่วไปเป็นค่าจ่ายรายบุคคล
2. จัดสรรทุนเพื่อการศึกษาในรูปแบบของกองทุนกู้ยืม
3. จัดสรรงบประมาณ และทรัพยากรทางการศึกษาอื่นเป็นพิเศษ
4. จัดสรรงบประมาณเป็นค่าใช้จ่ายดำเนินการ และงบลงทุนให้สถานศึกษา
5. จัดสรรงบประมาณในลักษณะเงินอุดหนุนทั่วไป
6. จัดสรรกองทุนกู้ยืมดอกเบียดำให้สถานศึกษาเอกชน
7. จัดตั้งกองทุนเพื่อพัฒนาการศึกษาของรัฐ และเอกชน

### หมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

1. รัฐต้องจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการศึกษา
2. รัฐต้องส่งเสริมให้มีการวิจัย การผลิต และการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
3. ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิต และผู้ใช้เทคโนโลยี
4. จัดตั้งกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

## บทเฉพาะกาล

การดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เป็นไปตามบทบัญญัติ แห่งพระราชบัญญัตินี้ ต้องทำภายใน 5 ปี นับตั้งแต่วันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ

## แผนพัฒนาการศึกษา

แผนงานหลักเพื่อพัฒนาการศึกษา สำหรับเป็นกรอบงานในการจัดทำรายละเอียดโครงการ และจัดทำของงบประมาณ ดังนี้

- แผนงานหลักที่ 1 การยกระดับการศึกษาพื้นฐานของปวงชน
- แผนงานหลักที่ 2 การพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน
- แผนงานหลักที่ 3 การพัฒนาการผลิตครู และการฝึกอบรมพัฒนาครูประจำการ
- แผนงานหลักที่ 4 การผลิต และพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและด้านสังคมศาสตร์
- แผนงานหลักที่ 5 การวิจัย และพัฒนา
- แผนงานหลักที่ 6 การพัฒนาระบบบริหาร และการจัดการ
- แผนงานหลักที่ 7 การพัฒนาระบบอุดมศึกษา
- แผนงานหลักที่ 8 การระดมสรรพกำลังเพื่อจัดการศึกษา
- แผนงานหลักที่ 9 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการศึกษา

### หลักสถิติที่ใช้ในการคำนวณ

1. หาความยากง่ายของแบบทดสอบ
2. หาอำนาจจำแนก
3. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต
4. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
5. หาประสิทธิภาพของบทเรียน
6. หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 1. สูตรหาความยากง่ายของแบบทดสอบ

$$P = R/N$$

P = แทนระดับความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N = จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

#### 2. สูตรหาค่าอำนาจจำแนก

$$r = R_u - R_l \\ N/2$$

โดยที่ r = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

$R_u$  = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

$R_l$  = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

#### 3. สูตรหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

$\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ย

fx = ผลคูณของความถี่กับคะแนน

N = จำนวนคน

4. สูตรหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$SD. = \frac{\sum fx}{N}$$

$\sum fx^2$  = ผลรวมผลคูณของความถี่กับคะแนน



## บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction)

### บทนำ

กระบวนการเรียนการสอน คือ การสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เมื่อผู้เรียนรับรู้ข้อมูล แล้วแปรผล แสดงว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น

การสื่อสารในกระบวนการเรียนการสอน มี 2 ลักษณะ ได้แก่

1. **การสื่อสารทางเดียว** หรือระบบวงจรเปิด (Open-loop system) คือ การสื่อสารผ่านสื่อต่าง ๆ ไปยังผู้เรียนทางเดียว ผู้เรียนไม่สามารถสื่อสารไปยังผู้สอนได้ เช่น การอ่านจากเอกสารและตำรา เป็นต้น

2. **การสื่อสารสองทาง** หรือระบบวงจรปิด (Closed-loop system) คือ การสื่อสารที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถโต้ตอบกันได้ เช่น การสอนในห้องเรียน การสาธิต เป็นต้น

การสื่อสารแบบสองทางเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้เรียนสามารถแปรผลหรือรับรู้ข่าวสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และเมื่อไม่เข้าใจก็สามารถซักถามได้

### การจัดการศึกษาตามเอกัตภาพ

ในกระบวนการเรียนการสอนนั้น ผู้เรียนมีศักยภาพแตกต่างกัน ทั้งทางร่างกาย ความรู้ ความสามารถ และระดับมันสมอง แม้จะมีการจัดการเรียนการสอนสองทางแล้วก็ตาม ผู้เรียนแต่ละคนจะรับรู้ได้ไม่เท่ากัน ทำให้ผู้เรียนที่เรียนช้าต้องใช้เวลามากในการเรียนรู้ ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ได้เร็วต้องเสียเวลารอผู้ที่เรียนช้า ทำให้เกิดอาการเบื่อหน่ายได้ จึงได้มีนักการศึกษาทำการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้เป็นเอกภาพตามระดับความสามารถของผู้เรียน เรียกว่า การศึกษาตามเอกัตภาพ

**การศึกษาตามเอกัตภาพ** มีอยู่ 3 ลักษณะ ได้แก่

1. **บทเรียนโปรแกรม** (Programmed Instruction) เป็นบทเรียนที่จัดเป็นหน่วย ๆ มีกระบวนการเรียนรู้ และวัดผลเบ็ดเสร็จ เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์ในหน่วยหนึ่งแล้ว จึงจะผ่านไปเรียนในหน่วยต่อไปได้ บทเรียนโปรแกรมนี้น สกินเนอร์ เป็นผู้คิดค้นขึ้น

2. **บทเรียนโมดูล (Module Instruction)** เป็นบทเรียนที่จัดเป็นชุด(Package) ซึ่งประกอบไปด้วย บทเรียน อุปกรณ์ และสื่อ เพื่อประกอบการเรียนรู้ครบวงจร อยู่ในชุดการเรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทดลอง หาประสบการณ์ได้ด้วยตนเอง

3. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Asisted Instruction)** พัฒนากบบทเรียนโปรแกรมของ สกินเนอร์ ตามวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอ บทเรียน

บทเรียนทั้งสามประเภทที่กล่าวมานั้น บทเรียน CAI มีประสิทธิภาพมากที่สุด ประกอบกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาความสามารถเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ราคาลดต่ำลงมาตามลำดับ ในอนาคตคาดว่าจะมีบทบาทมาก ในการจัดกระบวนการเรียนการสอน

#### ลักษณะของบทเรียน CAI

บทเรียน CAI เป็นบทเรียนที่ประยุกต์มาจากโปรแกรมของ สกินเนอร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์นำเสนอบทเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นโมดูล 2 แบบ คือ

1. **แบบเชิงเส้น (Linear Programming)** เป็นบทเรียนที่ต้องเรียนทีละหน่วย ตามลำดับจะข้ามไม่ได้
2. **แบบสาขา (Branching Programming)** เป็นบทเรียนที่โยงระหว่างหน่วยถึงกันได้ตามความต้องการ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่างๆ ที่จัดไว้ตามระดับความสามารถของตนเองได้

#### ประเภทของ CAI

บทเรียน CAI จำแนกได้ 7 ประเภท ดังนี้

1. **แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill and Practice)** เป็นลักษณะแบบเรียนโปรแกรมที่สามารถเลือกบทเรียนที่จะเรียนได้ ตามระดับความสามารถของผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อทดสอบระดับความรู้ และสามารถทบทวนบทเรียนได้ เมื่อยังไม่เข้าใจหรือมีความรู้ไม่เพียงพอ
2. **แบบเจรจา (Dialogue)** เป็นลักษณะบทเรียนที่พูดคุยได้ โต้ตอบได้ ใช้ในการเรียนด้านภาษา หรือกับนักเรียนระดับอนุบาล หรือระดับประถมศึกษาตอนต้น เป็นต้น

3. **แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)** ใช้กับการเรียนที่เรียนกับของจริงได้ยาก หรือเสี่ยงอันตราย เช่น จำลองการเรียนการบิน การเดินทางในอวกาศ เป็นต้น

4. **แบบเกมส์การสอน (Games)** เป็นการเรียนรู้จากเกมส์ที่จัดทำด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น เกมส์ต่อภาพ เกมส์ต่อคำศัพท์ เกมส์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

5. **แบบการแก้ปัญหาต่าง ๆ (Problem Solving)** เป็นการเรียนที่ให้คอมพิวเตอร์สุ่มข้อมูลมา แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา เช่น ในวิชาสถิติ วิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

6. **การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ (Investigation)** เป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้น แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อเท็จจริง เช่น การผสมพหุคูณ หรือคำศัพท์ โดยคอมพิวเตอร์จะบอกความหมายคำตรงข้าม คำใกล้เคียง เป็นต้น

7. **แบบการทดสอบ (Testing)** เป็นการทดสอบความรู้ และความสามารถของผู้เรียน โดยคอมพิวเตอร์จะจัดข้อสอบให้และทำการประมวลผลให้ทราบทันที เช่น การทดสอบพื้นฐานความรู้ การทดสอบ I.Q. เป็นต้น

### **คุณลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างบทเรียน CAI**

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่นำมาใช้สร้างบทเรียน CAI ประยุกต์มาจากโปรแกรมนำเสนอผลงาน (Presentation Software) ซึ่งมีอยู่ 3 ประเภทคือ

1. โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพนิ่ง (Slide Presentation Software)
2. โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว (Animation Presentation Software)
3. โปรแกรมสื่อผสม (Multimedia or Interactive Video)

โปรแกรมภาพเคลื่อนไหว และโปรแกรมสื่อผสม เป็นสื่อในการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ต้องมีโปรแกรม (Software) และอุปกรณ์ (Hardware) เพิ่มมากขึ้น แต่ก็มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นเช่นเดียวกัน

### การสร้างบทเรียน CAI ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. สร้างภาพ (Graphic) ได้
2. สร้างอักษร (Text) ได้
3. นำเสนอบทเรียนแบบต่อเนื่องได้
4. ทำแบบทดสอบได้

### ขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน CAI

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปเป็นหลักในการออกแบบบทเรียน CAI เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด โดยกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne คือ

1. ได้รับความสนใจ
2. บอกวัตถุประสงค์
3. ทวนความรู้เดิม
4. เสนอเนื้อหาใหม่
5. ชี้แนวทางการเรียนรู้
6. กระตุ้นการตอบสนอง
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ
8. ทดสอบความรู้
9. การจำและนำไปใช้

1. เสาเข็มที่เทคอนกรีตแล้วทิ้งปลอกเหล็กไว้เป็นส่วนหนึ่งของเสาเข็มเลยคือเสาเข็มชนิดใด

- ก. franki piles
- ข. shell-less type
- ค. shell-type
- ง. pedestal type

2. เสาเข็มที่มีแกนกลางสำหรับไว้ตอกเมื่อตอกได้ระดับที่ต้องการแล้วดึงแกนกลางออกแล้วค่อยเทคอนกรีตคือเสาเข็มชนิดใด

- ก. shell-type
- ข. franki piles
- ค. pedestal type
- ง. shell-less type

3. เสาเข็มชนิดใดที่มีเชิง หรือ กระเปาะอยู่ที่ปลายเสาเข็ม

- ก. pedestal type
- ข. franki piles
- ค. shell-less type
- ง. shell-type

4. เสาเข็มหล่อถ้าแบ่งตามลักษณะแล้วแบ่งได้กี่ชนิด

- ก. 2 ชนิด
- ข. 3 ชนิด
- ค. 4 ชนิด
- ง. 5 ชนิด

5. เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่หมายถึงเสาเข็มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่กี่เซนติเมตร

- ก. 50 เซนติเมตร
- ข. 60 เซนติเมตร
- ค. 70 เซนติเมตร
- ง. 80 เซนติเมตร

6. เสาค้ำเข็มเจาะขนาดใหญ่ควรมีความลึกของปลายเสาค้ำอย่างน้อยเท่าไร

- ก. 40 เมตร
- ข. 30 เมตร
- ค. 50 เมตร
- ง. 60 เมตร

7. ในการกดปลอกเหล็กเมื่อกดเสร็จแล้วควรทิ้งให้ปลายปลอกเหล็กห่างจากระดับดินประมาณกี่เซนติเมตร

- ก. 30-60 เซนติเมตร
- ข. 40-80 เซนติเมตร
- ค. 10-30 เซนติเมตร
- ง. 20-50 เซนติเมตร

8. ในการกดปลอกเหล็กเครื่องมือที่ใช้กดปลอกเหล็กเรียกว่าอะไร

- ก. ปั่นจัน
- ข. เครน
- ค. เบนโทไนท์
- ง. ไวเบอร์แฮมเมอร์

9. ในการเจาะดินเมื่อพบน้ำในรูเจาะควรใช้หัวเจาะแบบใด

- ก. แบบสว่าน
- ข. แบบปากเปิด
- ค. แบบผสม
- ง. แบบถัง

10. ถ้าในการเจาะดินมีน้ำไหลผ่านรูเจาะควรทำอย่างไรเพื่อให้ น้ำหยุดไหล และ ป้องกันรูเจาะพังทลาย

- ก. เติมสารละลายเบนโทไนท์
- ข. หยุดทำการเจาะและสูบน้ำออกก่อน
- ค. ย้ายรูเจาะใหม่
- ง. ใส่เม็ดโฟม

11. ขั้นตอนหลังจากเจาะดินออกจากกรุเสาเข็มแล้ว ต่อไปควรทำอะไร

- ก. เทคอนกรีตลงในรูเจาะ
- ข. ใส่เหล็กเสริมเสาเข็ม
- ค. ดึงปลอกเหล็กออกจากรูเจาะ
- ง. ใส่เม็ดโฟม

12. โดยปกติแล้วท่อเทคอนกรีตจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกี่นิ้ว

- ก. 6-8 นิ้ว
- ข. 8-10 นิ้ว
- ค. 10-12 นิ้ว
- ง. 4-6 นิ้ว

13. ในการเทคอนกรีตควรหย่อนท่อลงไปในรูเจาะ ไหวห่างจากก้นรูประมาณกี่เซนติเมตร

- ก. 20 เซนติเมตร
- ข. 15 เซนติเมตร
- ค. 25 เซนติเมตร
- ง. 10 เซนติเมตร

14. ในการต่อท่อคอนกรีตให้ได้ความยาวที่ต้องการควรต่อด้วยวิธีใด

- ก. เชื่อม
- ข. หมุนเกรียวและทาบเรียบ
- ค. ทากาวชนิดพิเศษกันน้ำ
- ง. ใช้ไฟหลอมปลายท่อเข้าด้วยกัน

15. โฟมเม็ดที่ใส่ก่อนเทคอนกรีตมีไว้เพื่อประโยชน์อะไร

- ก. เพื่อให้มีอากาศผสมในคอนกรีต
- ข. ประหยัดปริมาณคอนกรีต
- ค. ไล่น้ำและสารละลายเบนโทไนท์ที่ไม่ให้ผสมกับคอนกรีต
- ง. ลดน้ำหนักของเสาเข็ม

16. การทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่แบ่งเป็นขั้นตอนหลักๆกี่ขั้นตอน
- ก. 6 ขั้นตอน
  - ข. 5 ขั้นตอน
  - ค. 7 ขั้นตอน
  - ง. 8 ขั้นตอน
17. ขั้นตอนใดถือว่าเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่
- ก. เทคอนกรีต
  - ข. ดึงปลอกเหล็กออก
  - ค. ใส่เหล็กเสริม
  - ง. ใส่สารละลายเบนโทไนท์
18. การเจาะดินในการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่แบ่งออกเป็นกี่ลักษณะ
- ก. 2 ลักษณะ
  - ข. 3 ลักษณะ
  - ค. 4 ลักษณะ
  - ง. 5 ลักษณะ
19. การเจาะดินในการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่วิธีใดถือว่าทำได้รวดเร็วที่สุด
- ก. ใช้รถตักดิน
  - ข. ใช้หัวเจาะแบบถัง
  - ค. ใช้หัวเจาะแบบสว่าน
  - ง. ใช้หัวเจาะแบบผสม
20. ถ้ามีทรายปะปนในสารละลายเบนโทไนท์เกินกี่เปอร์เซ็นต์จึงจะไม่นำมาใช้
- ก. 7 เปอร์เซ็นต์
  - ข. 8 เปอร์เซ็นต์
  - ค. 5 เปอร์เซ็นต์
  - ง. 6 เปอร์เซ็นต์

21. กรวยสำหรับใช้เทคอนกรีตจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าปลอกเหล็กเล็กน้อยเพราะเหตุใด

- ก. คอนกรีตจะไหลผ่านได้สะดวก
- ข. ง่ายต่อการเทไม่หกเลอะเทอะ
- ค. ป้องกันการทำให้หลุดลงไปในรูเจาะ
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

22. คอนกรีตต้องมีค่ายุบตัวไม่น้อยกว่าเท่าไรจึงจะไม่ทำให้เกิดโพรงและการไหลผ่านได้ทุกซอกมุม

- ก. 15 เซนติเมตร
- ข. 20 เซนติเมตร
- ค. 5 เซนติเมตร
- ง. 10 เซนติเมตร

23. ค่า pH ของสารละลายเบนโทไนท์ที่ใช้ในการทำเสาเข็มเจาะต้องมีค่าเท่ากับเท่าไรตามข้อกำหนดการใช้เบนโทไนท์

- ก. 7.5-10
- ข. 7.5-11
- ค. 7.5-12
- ง. 7.5-13

24. ใส่น้ำสารละลายเบนโทไนท์เต็มกรวยมาตรฐานและจับเวลาดูการไหลออกมาเป็นการวัดหาค่าคุณสมบัติข้อใดของสารละลายเบนโทไนท์

- ก. ค่าการเปลี่ยนแปลงสภาพ
- ข. ค่าการทรงตัว
- ค. ค่าความหนืด
- ง. ถูกหมดทุกข้อ

25. ในการหาค่าความหนืดของสารละลายเบนโทไนท์ตามข้อกำหนดค่าที่ยอมให้คือเท่าไร
- ก. 30-60 วินาที
  - ข. 30-90 วินาที
  - ค. 45-60 วินาที
  - ง. 45-90 วินาที
26. ในการทำเสาเข็มเจาะจำเป็นต้องกดปลอกเหล็กลงไปก่อนเพราะเหตุใด
- ก. ป้องกันรูเจาะเป็นคอขวด
  - ข. สะดวกในการเจาะ
  - ค. ขอบเขตในการเจาะที่แน่นอน
  - ง. ไม่มีข้อใดถูก
27. เมื่อเติมน้ำสารละลายเบนโทไนท์ในรูเจาะเสร็จแล้วเราจะมีวิธีไล่สารละลายเบนโทไนท์ออกจากรูเจาะอย่างไร
- ก. รอให้ละลายไปเอง
  - ข. สูบออกเลย
  - ค. เทคอนกรีตลงไปแทนที่ สารละลายเบนโทไนท์จะดันออกมา
  - ง. ถูกหมดทุกข้อ
28. ถ้าเหล็กเสริมเสาเข็มมีความยาวไม่พอเราจะทำการต่อด้วยวิธีใด
- ก. ใช้ลวดมัดให้แน่น
  - ข. ใช้ความร้อนหลอมเหล็กต่อกันเป็นบางเส้น
  - ค. เชื่อมแต่มีรอยทาบทุกเส้น
  - ง. เชื่อมแต่มีรอยทาบเป็นบางเส้น
29. ขั้นตอนแรกในการเริ่มปฏิบัติงานทำเสาเข็มคือ
- ก. เจาะดิน
  - ข. กดปลอกเหล็กลงในชั้นดินอ่อน
  - ค. ใส่สารละลายเบนโทไนท์
  - ง. เทคอนกรีต

30. หลังจากกดปลอกเหล็กลงในชั้นดินอ่อนแล้วขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอนใด

- ก. ใส่อาร์ลวดลายเบนโทไนท์
- ข. กดปลอกเหล็กลงในชั้นดินอ่อน
- ค. เจาะดิน
- ง. เทคอนกรีต

31. เมื่อเทคอนกรีตเต็มรูเจาะแล้วดึงปลอกเหล็กออกจากรูทันทีเพราะเหตุใด

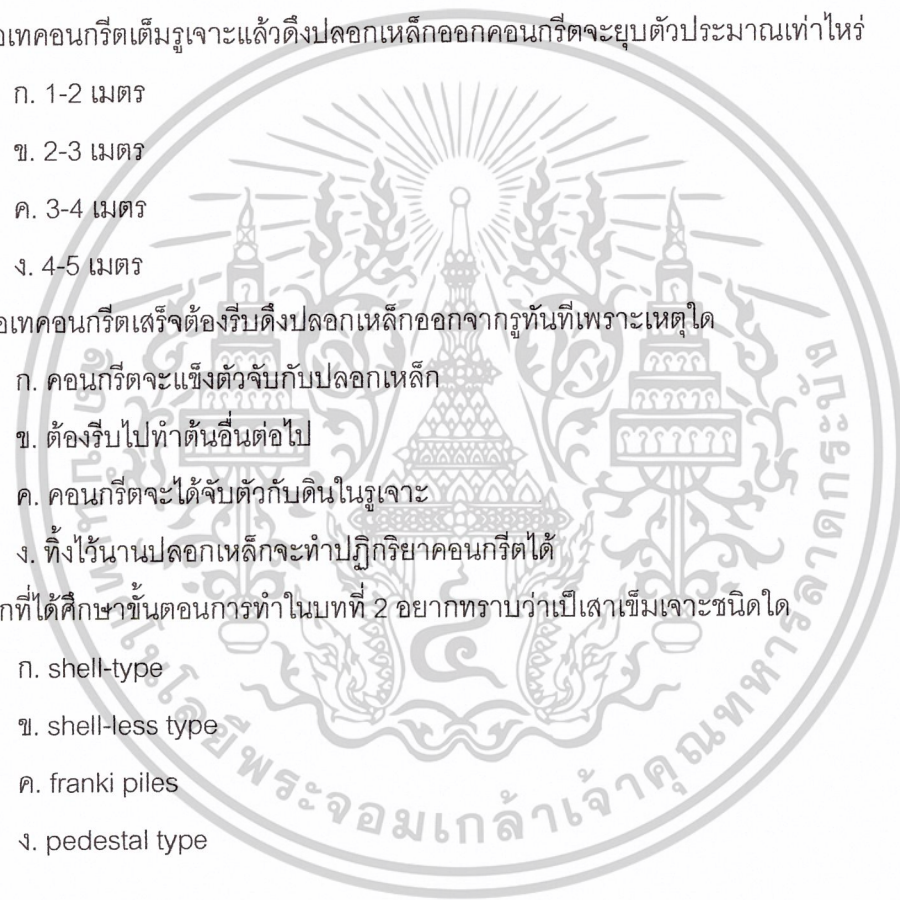
- ก. 1-2 เมตร
- ข. 2-3 เมตร
- ค. 3-4 เมตร
- ง. 4-5 เมตร

32. เมื่อเทคอนกรีตเสร็จต้องรีบดึงปลอกเหล็กออกจากรูทันทีเพราะเหตุใด

- ก. คอนกรีตจะแข็งตัวจับกับปลอกเหล็ก
- ข. ต้องรีบไปทำต้นอื่นต่อไป
- ค. คอนกรีตจะได้จับตัวกับดินในรูเจาะ
- ง. ทิ้งไว้นานปลอกเหล็กจะทำปฏิกิริยากับคอนกรีตได้

33. จากที่ได้ศึกษาขั้นตอนการทำในบทที่ 2 อยากทราบว่าเป็เสาเข็มเจาะชนิดใด

- ก. shell-type
- ข. shell-less type
- ค. franki piles
- ง. pedestal type





ภาคผนวก ง  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

## การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

กลุ่มที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 20 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน E1	20	20	12.35	61.75	80
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน E2	20	20	18.10	90.50	80

จากตารางที่ 1 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 12.35 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.75 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 18.10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.50 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 61.75% / 90.50% ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80) เนื่องจากมีภาพประกอบมากเกินไปทำให้ผู้เรียนอาจสับสนในตอนต้น

กลุ่มที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 20 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน E1	20	20	13.30	66.50	80
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน E2	20	20	17.85	89.25	80

จากตารางที่ 2 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 13.30 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.50 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 17.85 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.25 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $66.50\% / 89.25\%$  ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80)เนื่องจากมีภาพประกอบมากเกินไปทำให้ผู้เรียนอาจสับสนในตอนต้น

**ตารางที่ 3** แสดงค่าความแตกต่างของประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน E1	40	20	12.82	64.10	80
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน E2	40	20	17.98	89.90	80

จากตารางที่ 3 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ ที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 12.82 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.10 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 17.98 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.90 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $64.10\% / 89.90\%$  ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80)เนื่องจากมีภาพประกอบมากเกินไปทำให้ผู้เรียนอาจสับสนในตอนต้น

#### การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน

กลุ่มที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	0	S.D	t
แบบทดสอบก่อนเรียน	20	20	180	9.10	2.14	18.493
แบบทดสอบหลังเรียน	20	20	357	18.10	1.16	

กลุ่มที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	0	S.D	t
แบบทดสอบก่อนเรียน	20	20	182	9.00	2.00	18.76
แบบทดสอบหลังเรียน	20	20	362	17.85	1.26	

ตารางที่ 6 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	0	S.D	t
แบบทดสอบก่อนเรียน	40	20	362	9.05	2.07	18.626
แบบทดสอบหลังเรียน	40	20	359.5	17.97	1.21	

สรุปได้ว่า ค่าคะแนนเฉลี่ย(0) ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนคือ 9.05 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.07 และค่าคะแนนเฉลี่ย (0) ของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนคือ 17.97 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.21

การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับบทเรียนปกติ

กลุ่มที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

บทเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	0	S.D	t
ปกติ	20	20	292	14.60	1.603	9.414
คอมพิวเตอร์	20	20	355	17.75	1.118	

กลุ่มที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 8 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

บทเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	0	S.D	t
ปกติ	20	20	288	14.40	1.603	14.046
คอมพิวเตอร์	20	20	365	18.25	1.020	

ตารางที่ 9 แสดงค่าความต่างระหว่างการเรียนโดยบทเรียนปกติและคะแนนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

บทเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	0	S.D	t
ปกติ	40	20	580	14.5	1.603	11.73
คอมพิวเตอร์	40	20	720	18	1.069	

สรุปได้ว่า ค่าคะแนนเฉลี่ย(0) ของการเรียนด้วยบทเรียนปกติคือ 14.5 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.603 และค่าคะแนนเฉลี่ย(0) ของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ 18 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.069

### การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน

ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การวางผังอาคารเพื่อการขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ทำการประเมินโดยนักศึกษาจาก 2 สถาบันที่เลือกใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม จำนวน 40 คน เป็นชาย 20 คน และหญิงอีก 20 คน เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์ ได้ผลของเกณฑ์เป็นการแสดงความคิดเห็นสรุปได้ผลตามที่แสดงตารางดังต่อไปนี้

โดยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ และเกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ มีดังนี้

ระดับ	5	=	คุณภาพดีมาก
ระดับ	4	=	คุณภาพดี
ระดับ	3	=	คุณภาพปานกลาง
ระดับ	2	=	คุณภาพพอใช้
ระดับ	1	=	คุณภาพควรปรับปรุง



ตารางที่ 10 แสดงผลการประเมินจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน

จำนวน 40 คน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )
	5	4	3	2	1	
1. รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน	27 (135)	10 (40)	3 (9)			4.60
2. ขนาดของอักษรที่ใช้ภายในบทเรียน	25 (125)	14 (56)	1 (3)			4.60
3. สีของตัวอักษรที่ใช้ภายในบทเรียน	31 (155)	9 (36)				4.77
4. ดนตรีและเสียงประกอบอื่นๆ	25 (125)	11 (44)	4 (12)			4.52
5. ความรู้สึกร่วมในกิจกรรมการเรียน	21 (105)	14 (56)	5 (15)			4.40
6. ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน	21 (105)	15 (60)	4 (12)			4.42
7. ความเข้าใจเนื้อหาโดยรวม	30 (150)	9 (36)	1 (3)			4.72
8. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมการเรียน	32 (160)	6 (24)	2 (6)			4.75
9. ความเพลิดเพลินและสนุกสนานกับบทเรียน	16 (80)	17 (68)	7 (21)			4.22
10. ความชอบในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	34 (170)	6 (24)				4.85
รวมค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )						4.58

จากเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น จัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ มีดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.55 – 5.00	หมายถึง	มีคุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.55 – 4.54	หมายถึง	มีคุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ย	2.55 – 3.54	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	มีคุณภาพพอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	มีคุณภาพควรปรับปรุง

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ค่าคะแนนเฉลี่ย คือ 4.58 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารเพื่อขั้นตอนการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่กรณีการทำเสาเข็มเจาะ อยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพดีมาก

