



การศึกษาการนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยโดยใช้เทคโนโลยีสื่อผสม

โดย

นายกานต์ สงวนแก้ว

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง

ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การศึกษาการนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยโดยใช้เทคโนโลยีที่ผสม

โดย

นายกานต์ สงวนแก้ว

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง

ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**THE STUDY OF RESIDENTIAL CONSTRUCTION METHOD PRESENTATION WITH
MULTIMEDIA TECHNOLOGY**

By

Karn Sanguankeo

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Department of Architectural Technology

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2009

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้การคั่นคว่ำอิสระเรื่อง “การศึกษา
การนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยโดยใช้เทคโนโลยีสื่อผสม” เสนอโดย นายกานต์
สงวนแก้ว เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
การจัดการโครงการก่อสร้าง

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย ชินะตั้งกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาการคั่นคว่ำอิสระ

รองศาสตราจารย์ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์

คณะกรรมการตรวจสอบการคั่นคว่ำอิสระ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญา มหัทธนะทวิ)

...../...../.....

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.นนท์ คุณคำชู)

...../...../.....

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์)

...../...../.....

48055301 : สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง

คำสำคัญ : ขั้นตอนการก่อสร้าง, เทคโนโลยีสื่อผสม

กานต์ สงวนแก้ว : การศึกษานำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยโดยใช้เทคโนโลยีสื่อผสม. อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ : รศ. จุติพัฒน์ ประทานทรัพย์. 145 หน้า.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษานำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยเทคโนโลยีสื่อผสม เพื่อศึกษาและจัดทำเอกสารระบุขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัย ที่บุคคลธรรมดาทั่วไปสามารถเข้าใจได้ โดยทำการคัดเลือกเอาเทคโนโลยีสื่อผสมที่เหมาะสมในปัจจุบันมาประยุกต์ใช้ และทำการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายจากการทดลองใช้สื่อผสมที่จัดทำขึ้น

ผลการศึกษาพบว่า

1. สามารถจัดทำสื่อผสมนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
2. ความพึงพอใจจากการทดลองใช้สื่อผสมของผู้บริโภคจากกลุ่มตัวอย่างถือว่าอยู่ในเกณฑ์สูง อย่างไรก็ตามการนำไปใช้งานจริงก็ยังมีข้อจำกัดที่เกิดจากปัจจัยหลักซึ่งก็คือ ค่าใช้จ่ายในการจัดทำสื่อผสมที่มีราคาค่อนข้างสูง
3. ทางออกในการพัฒนาสื่อผสมสำหรับผู้บริโภคเบื้องต้นก็คือการจัดให้องค์กรที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ออกทุนและบุคลากรในการจัดทำขึ้นมา ซึ่งได้แก่สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และสุดท้ายสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา2552

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

48055301 : MAJOR : CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT

KEY WORD : CONSTRUCTION METHOD, MULTIMEDIA TECHNOLOGY

KARN SANGUANKEO : THE STUDY OF RESIDENTIAL CONSTRUCTION
METHOD PRESENTATION WITH MULTIMEDIA TECHNOLOGY. INDEPENDENT STUDY
ADVISORS : ASSOC. PROF. THITIPHAT PRATARNSUP. 145 pp.

The purpose of this study is to construct a construction method of a house with multimedia technology which normal people can comprehend. This study will search for the practical present technology to create the multimedia and allow the target group to test the multimedia.

The results of the study were:

1. It is possible to use current technology to create multimedia that provides construction method information.
2. The multimedia is accepted by the target group. The production cost of the multimedia is the key factor that the target group concern.
3. There are three organizations that are able to subsidise the production cost of the multimedia which are Architect association, Engineering association and Construction industrial organization of Thailand.

Department of Architectural Technology Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2009

Student's signature

Independent Study Advisors' signature

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าแบบอิสระฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์
ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์ ที่ให้โอกาสในการศึกษาค้นคว้า ให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัย
และแก้ปัญหาต่าง ๆ และตรวจแก้ไขการค้นคว้าแบบอิสระฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณะกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญามหัทธนนที และ อาจารย์
ดร.นนท์ คุณคำชู ที่ร่วมเป็นกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระและตรวจทานการค้นคว้าอิสระฉบับนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านและเจ้าหน้าที่ทุกๆ คน ตลอดจนเพื่อนๆทุกคนที่ได้ให้
คำแนะนำและสอนเทคนิคต่างๆ ตลอดจนความเอื้อเฟื้อและไม่ตรีจิตอันดีที่มีให้มาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ และช่วยสนับสนุนด้านการศึกษา
มาโดยตลอด สุดท้ายนี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยอย่างสูง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า
การค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจงานทางด้านนี้ต่อไป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
ขอบเขตของการศึกษา.....	3
ขั้นตอนการศึกษา.....	3
คำจำกัดความในการศึกษา.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
ลักษณะของการสื่อสารในการก่อสร้าง.....	6
ตัวกลางทางเทคนิคที่ใช้ในงานการก่อสร้าง.....	9
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	25
3 วิธีดำเนินการศึกษาและการจัดทำโครงการนำร่อง	29
วิธีดำเนินการศึกษา.....	29
ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาและแหล่งข้อมูล.....	30
การรวบรวมของข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษา.....	31
ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล.....	31
การเก็บข้อมูลของขั้นตอนการก่อสร้างมาตรฐานในปัจจุบัน.....	31
การเขียนร่างขั้นตอนการก่อสร้างมาตรฐาน.....	32
แนวทางการเลือกซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์สำหรับใช้ในโครงการนำร่อง.....	32
แนวผลิตสื่อผสมเป็นโครงการนำร่อง.....	32
จัดทำแบบสำรวจ.....	32

บทที่	หน้า
วิเคราะห์ข้อมูลผลที่ได้รับ ความสามารถของสื่อผสมแต่ละชนิด.....	33
บทสรุป.....	33
4 ผลการศึกษา	34
การเก็บข้อมูลของขั้นตอนการก่อสร้างมาตรฐาน.....	34
การสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่กองบรรณาธิการก่อสร้างให้กับบุคคลทั่วไป	35
ผลการเลือกฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ ซอฟต์แวร์ (Software).....	37
ผลการจัดทำสื่อผสมเพื่อทำการนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้าง.....	50
ลักษณะโครงการนำร่อง.....	50
การเตรียมแบบก่อสร้างในรูปแบบดิจิทัลด้วยซอฟต์แวร์ AutoCAD	51
สร้างหุ่นจำลองเสมือนจริงในซอฟต์แวร์3ds Max.....	51
การตัดต่อและทำคำบรรยายในซอฟต์แวร์ Adobe after Effect.....	52
การบันทึกเสียงบรรยายในซอฟต์แวร์ Windows Movie Maker.....	52
การโอนข้อมูลหุ่นจำลองสามมิติเพื่อจัดInteractiveด้วยซอฟต์แวร์Quest3D.....	53
การนำเสนอสื่อผสมในซอฟต์แวร์ Adobe Flash.....	54
สรุปขั้นตอนการก่อสร้างมาตรฐานเพื่อใช้จัดทำภาพเคลื่อนไหว.....	55
ผลการนำเสนอลำดับขั้นตอนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย.....	56
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญของสื่อผสมที่ได้จัดทำออกมา.....	58
การจัดทำแบบสำรวจเพื่อใช้ประกอบการประเมินผล.....	69
5 บทสรุป	73
สรุปผลการศึกษา.....	73
การอภิปรายผลการศึกษา.....	75
ข้อเสนอแนะ.....	76
บรรณานุกรม.....	77
ภาคผนวก	79
ภาคผนวก ก.....	80

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ข.....	86
ภาคผนวก ค.....	95
ภาคผนวก ง.....	102
ภาคผนวก จ.....	106
ภาคผนวก ฉ.....	109
ประวัติผู้วิจัย.....	145

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการเปรียบเทียบลักษณะการบันทึกเสียงแบบต่าง ๆ.....	20
2	แสดงการเปรียบเทียบวิธีการบีบอัดข้อมูลเสียง.....	21
3	แสดงการเปรียบเทียบ Codec ต่าง ๆ ที่ทำให้ได้คุณสมบัติของไฟล์ต่างกัน.....	22
4	แสดงปัจจัยที่มีการพิจารณาเลือกใช้ซอฟต์แวร์ในการจัดทำสื่อผสม.....	39
5	แสดงมูลค่าของซอฟต์แวร์พิจารณาเลือกใช้.....	49
6	โครงสร้างของสื่อผสมที่จะจัดทำขึ้น.....	58
7	ตัวอย่างแบบประเมินผลของ NECTEC.....	70
8	ความพึงพอใจต่อการใช้งานสื่อผสมเพื่อช่วยในการบริหารจัดการการก่อสร้างบ้าน	72
9	รายชื่อเอกสารหนังสือที่เกี่ยวข้อง 72 รายการจากการค้นหา.....	82
10	หลักสูตรที่เปิดอบรมของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานภาค 1 จังหวัดสมุทรปราการ.....	88
11	หลักสูตรที่เปิดอบรมของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานภาค 1 จังหวัดนนทบุรี.....	89
12	หลักสูตรที่เปิดอบรมของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานภาค 1 จังหวัดปทุมธานี.....	90
13	หลักสูตรที่เปิดอบรมของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานภาค 1 กรุงเทพมหานคร.....	90

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพแสดงลักษณะ ให้เห็นความจำเป็นของตัวกลาง ของการสื่อสารในโครงการระหว่างผู้จัดการการก่อสร้าง และ ส่วนงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง.....	7
2	แสดงตัวอย่างแบบรูปตัดของอาคารพักอาศัย2ชั้น.....	10
3	แสดงตัวอย่างแบบแปลนการก่อสร้างบ้านพักอาศัย.....	10
4	ภาพแสดงแบบก่อสร้างที่พิมพ์ออกมาในรูปขอบพิมพ์เขียว (Blue print).....	10
5	ตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเขียนแบบออกแบบ.....	11
6	หุ่นจำลองอาคารพาณิชย์.....	12
7	หุ่นจำลองอาคารพักอาศัย.....	12
8	ภาพแสดงพิกัดแคแดนแซนเนียน.....	13
9	ตัวอย่างการสร้าง Virtual space ภายในคอมพิวเตอร์.....	14
10	รูปแสดงความแตกต่างของไฟล์ Bitmap ทางซ้าย และ ไฟล์ Vector ทางขวา.....	18
11	แสดงเว็บไซต์กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน.....	36
12	รูปคอมพิวเตอร์แบบพกพาและหูฟังพร้อมไมโครโฟนที่ใช้ประกอบการศึกษา.....	38
13	รูปกล้องดิจิทัล และ สายเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประกอบการศึกษา.....	38
14	รูปแสดงหน้าเว็บไซด์ สถาบัน Netdesign และรายชื่อซอฟต์แวร์ที่เปิดสอน.....	39
15	แสดงเว็บไซต์โปรแกรม AutoCAD.....	41
16	ตัวอย่างการทำหุ่นจำลอง3มิติ บนโปรแกรมAutoCAD.....	41
17	แสดงเว็บไซต์โปรแกรม 3ds Max.....	42
18	แสดงหน้าต่างทำงานของโปรแกรม 3d max.....	43
19	แสดงหน้าต่างทำงานของโปรแกรม Quest 3D.....	44
20	แสดงเว็บไซต์โปรแกรม Microsoft Power Point.....	45
21	แสดงหน้าต่างใช้งาน โปรแกรม Microsoft Power Point.....	45
22	แสดงเว็บไซต์โปรแกรม Microsoft Windows Movie Maker.....	46
23	แสดงหน้าต่างทำงาน Microsoft Windows Movie Maker.....	47
24	แสดงเว็บไซต์โปรแกรม Adobe Flash.....	48
25	แสดงเว็บไซต์โปรแกรม Adobe after Effect.....	48

ภาพที่	หน้า
26	แสดงหน้าต่างใช้งานโปรแกรม Adobe after Effect..... 49
27	การสร้างคอนคอดินบนพื้นที่ด้วยซอฟต์แวร์ 3DS MAX..... 51
28	การสร้างการตั้งแบบเสาด้วยซอฟต์แวร์ 3DS MAX..... 52
29	แสดงไฟล์ hyper text ที่ได้จัดเตรียมไว้ในซอฟต์แวร์ Power point..... 53
30	แสดงInteractive ของโลกเสมือนจริงที่จัดทำด้วย Quest 3D..... 54
31	หน้าต่างแรกเข้าที่จัดทำด้วย โปรแกรม Adobe Flash..... 54
32	แสดงตัวอย่างการเปิดหน้าต่างข้อมูลส่วนต่างๆพร้อมกันเพื่อความสะดวก..... 59
33	แสดงการปักผังและการทำผังการชิงผัง..... 59
34	แสดงการการตอกเข็มด้วยเครื่องตอก..... 59
35	แสดงการเตรียมหลุมและเตรียมเหล็กคอดม่อ..... 60
36	แสดงการเตรียมการหาศูนย์เสาการตั้งแบบคานคอดิน..... 60
37	แสดงการเตรียมการหาศูนย์เสา..... 60
38	แสดงการเตรียมการหาศูนย์เสาการตั้งแบบคานคอดิน..... 61
39	แสดงการเตรียมการตั้งแบบคานคอดิน..... 61
40	แสดงการเตรียมการตั้งแบบคานคอดิน..... 61
41	แสดงการเตรียมการตั้งแบบคานเสา..... 62
42	แสดงการตั้งแบบเสาเทคอนกรีตเสา..... 62
43	แสดงการตั้งแบบคานชั้นสอง..... 62
44	แสดงการตั้งแบบคานชั้นสอง..... 63
45	แสดงหน้าแรกของสื่อผสมที่แล้วเสร็จ..... 67
46	แสดงการให้ข้อมูลวัสดุก่อสร้างที่ตอบโต้กับผู้ใช้..... 67
47	แสดงการให้อัตราผลผลิตการก่อสร้าง..... 67
48	แสดงการให้อัตราผลผลิตการก่อสร้าง..... 68
49	แสดงInteractive สามมิติที่ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนมุมมองได้ตามต้องการ..... 68
50	แสดงการจัดทำการสำรวจ..... 71
51	แสดงเว็บไซต์หอสมุดวังท่าพระมหาวิทยาลัยศิลปากร..... 80
52	แสดงเว็บไซต์ศูนย์หนังสือจุฬา..... 80
53	แสดงผู้เข้าร่วมหลักสูตรยกระดับฝีมือแรงงาน สาขาการก่ออิฐฉาบปูน..... 91

ภาพที่	หน้า	
54	แสดงการฝึกอบรมหลักสูตรยกระดับฝีมือแรงงาน สาขาช่างก่ออิฐฉาบปูน....	92
55	แสดงหลักสูตรสาขาการปูกระเบื้อง.....	93
56	แสดงเว็บไซต์สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี.....	94
57	แสดงหุ่นจำลองสามมิติภายในโปรแกรมช่วยเขียนแบบออกแบบ.....	97
58	แสดงการใช้ Electronic Glove และ Head-mounted display	98
59	แสดงการใช้คอมพิวเตอร์ทำ Physical Mock Up.....	99
60	แสดงภาพนิ่งต่อเนื่องของการยกคานเหล็ก.....	101
61	แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อ ฮาร์ดแวร์ต่างๆเข้ากับคอมพิวเตอร์.....	103
62	แสดงเครื่องสแกนเนอร์สำหรับบันทึกเอกสารเป็นรูปภาพเข้าไปในคอมพิวเตอร์....	103
63	แสดงการใช้กล้องดิจิทัลบันทึกภาพเพื่อนำเข้าไปใช้ในคอมพิวเตอร์.....	103
64	แสดงไมโครโฟนชนิดต่างที่ใช้บันทึกเสียงเพื่อนำเข้าไปใช้ในคอมพิวเตอร์.....	104
65	แสดงเครื่องเล่นซีดีทำหน้าที่อ่านไฟล์และบันทึกลงในคอมพิวเตอร์.....	104

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การดำเนินการก่อสร้างเป็นการดำเนินงานที่ประกอบเอาขั้นตอนจำนวนมากเข้าด้วยกัน มีทั้งที่ทำได้พร้อมกันได้และจำเป็นต้องทำตามลำดับ และมักจะมีผู้ร่วมงานหลายฝ่าย ซึ่งมีความรู้และความชำนาญแตกต่างกัน เช่น เจ้าของโครงการ สถาปนิก วิศวกร โครงสร้าง วิศวกรฐานราก วิศวกรด้านบริหารงานก่อสร้าง วิศวกรงานระบบ ผู้รับเหมา และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านต่างๆ ซึ่งก็แตกต่างกันไปตามชนิดของอาคารที่ดำเนินการก่อสร้าง ท้ายไปแล้วแต่ละฝ่ายจะทำงานที่ตนรับผิดชอบอย่างเป็นอิสระ อย่างไรก็ตามหากมีการตัดสินใจผิดพลาดของฝ่ายหนึ่งฝ่ายใด ผลเสียที่เกิดขึ้นก็จะส่งผลกระทบต่อฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างฝ่ายที่เกี่ยวข้องขณะดำเนินงานก่อสร้างจำเป็นต้องมีความถูกต้อง มีความเที่ยงตรงและสามารถสื่อสารข้อมูลให้ผู้ร่วมงานเกิดความเข้าใจตรงกันตามเวลาที่ได้ตกลงกันไว้ ความต้องการด้านการติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ดีจะมีความต้องการมากยิ่งขึ้นในกรณีที่โครงการก่อสร้างมีความไม่ชัดเจน มีความซับซ้อนหรือมีหลายหน่วยงานซึ่งเป็นอิสระจากกันเข้ามาเกี่ยวข้อง ธรรมนูญ แสงสรสิทธิ์ (2539 : 21)

ปัจจุบันข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างหน่วยงานก็คือแบบพิมพ์เขียวและขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) ซึ่งถือเป็นเครื่องมือติดต่อสื่อสารที่ใช้กันทั่วไปและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล อย่างไรก็ตามการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างขึ้นมาครั้งหนึ่งก็คือการจดบันทึกขั้นตอนการทำงานพื้นฐานทั่วไปที่มักจะต้องทำซ้ำๆกันในทุกๆ โครงการทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการนำเอาขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้ทำไว้มาใช้เป็นเครื่องมือสื่อสาร โดยมุ่งหวังที่จะลดเวลาค่าใช้จ่ายและมุ่งหวังผลงานที่ใกล้เคียงหรือดีกว่าผลงานเดิม ดังนั้นในองค์กรธุรกิจก่อสร้างขนาดใหญ่ หรือหน่วยงานก่อสร้างที่มีรูปแบบโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะคล้ายๆกัน อย่างเช่น การก่อสร้างถนน จึงได้จัดทำ ขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) ขึ้นมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการทำงาน

ในสภาพความเป็นจริงพบว่า องค์กรธุรกิจก่อสร้างขนาดกลาง และ เล็ก ซึ่งมักจะมีโครงการก่อสร้างที่แตกต่างกันไปอยู่เสมอไม่สามารถนำเอาขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) มาใช้งานได้อย่างเต็มที่เนื่องจากมักจะมีเงื่อนไขที่แตกต่างกันไปในหลายกรณี และเมื่อมี

ความประสงค์ที่จะจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างขึ้นมาใช้เอง ก็พบว่ามีการใช้จ่ายในการจัดทำและมีข้อจำกัดหลายอย่างในกระบวนการก่อสร้างที่ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลและจัดบันทึกขั้นตอนการก่อสร้างเหล่านั้นได้อย่างครบถ้วน ทำให้เอกสารขั้นตอนการก่อสร้างเป็นที่ต้องการสำหรับผู้เกี่ยวข้องกับธุรกิจก่อสร้าง เมื่อองค์กรใดได้จัดทำขึ้นก็มักจะเผยแพร่สู่สาธารณะเพราะถือเป็นข้อมูลที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมากในการผลิต

อาคารพักอาศัยนับเป็นโครงการก่อสร้างที่มีการปลูกสร้างขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่อยู่อาศัยซึ่งนับวันก็จะมีแต่จะมีความต้องการมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้มีผู้เปิดบริษัทรับเหมาสร้างบ้านเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด แต่เนื่องด้วยโครงการก่อสร้างอาคารพักอาศัยโดยมากล้วนเป็นโครงการก่อสร้างขนาดเล็ก ดำเนินการด้วยองค์กรธุรกิจก่อสร้างขนาดกลาง และ เล็ก ซึ่งโดยทั่วไปล้วนแต่ไม่มีการนำเอกสารขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) มาใช้เป็นเครื่องมือ อีกทั้งการที่เจ้าของโครงการจะจัดจ้างผู้ควบคุมงานมาช่วยบริหารจัดการติดต่อประสานงานดูแลการก่อสร้างโดยตลอดนั้นก็มักติดปัญหาเรื่องค่าใช้จ่าย ผู้ว่าจ้างหรือเจ้าของบ้านจำนวนมากจึงจำเป็นต้องติดต่อประสานงานกับผู้รับเหมาก่อสร้างด้วยตัวเองโดยไม่มีเครื่องมือใดๆ เข้าช่วยเหลือ ซึ่งที่ผ่านมามักจะเกิดปัญหาหรือเรียนไปถึงหน่วยงานของรัฐถึงการดำเนินงานที่ไม่ได้มาตรฐานของผู้รับเหมาซึ่งโดยมากมักจะเกิดจากการขาดความรู้ความรับผิดชอบ แม้ว่าหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องกำลังพยายามหาวิธีการแก้ไขปัญหาลำนี้ แต่ก็ยังไม่มีมาตรการที่ชัดเจนใดๆ ในการช่วยเหลือผู้บริโภคนั้นผู้บริโภคจึงต้องแบกรับภาระควบคุมดูแลการก่อสร้างที่พักอาศัยของตนเอง

จากปัญหาที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่า การที่ผู้ว่าจ้างที่ไม่มีความรู้เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง จะทำการกำกับควบคุมดูแลผู้รับเหมาให้ทำงานออกมาถูกต้องตามหลักการได้นั้น จำเป็นต้องมีเครื่องมือช่วยในการสื่อสาร ซึ่งนั่นก็คือเอกสารระบุขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) นั่นเอง แต่จะต้องมีวิธีการนำเสนอข้อมูลทางวิชาการที่สามารถทำความเข้าใจได้โดยง่าย และจัดทำอยู่ในรูปแบบที่ช่วยให้บุคคลธรรมดาทั่วไปสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองได้ขึ้นมา

ปัจจุบันการนำเอาเทคโนโลยีสื่อผสม (Multi-media) เข้ามาเป็นเครื่องมือในการนำเสนอองค์ความรู้ต่างๆ เริ่มเป็นที่นิยมและได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงข้อมูลความรู้ที่สลับซับซ้อนได้สะดวกยิ่งขึ้น อีกทั้งยังง่ายต่อการเผยแพร่ออกในวงกว้าง ดังนั้นจึงเห็นสมควรที่จะทดลองศึกษาค้นคว้าเพื่อนำเอาเทคโนโลยีสื่อผสมที่มีอยู่ในปัจจุบันมาใช้เป็นเครื่องมือนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างของอาคารพักอาศัย

2. ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาการนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยเทคโนโลยีสื่อผสม มีจุดประสงค์ในการศึกษา คือ

2.1 เพื่อศึกษาและจัดทำสื่อผสม(Multimedia) ที่ให้ข้อมูลและแสดงขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยที่บุคคลธรรมดาทั่วไปสามารถเข้าใจได้ และนำไปใช้ในการติดต่อประสานงานในช่วงดำเนินการก่อสร้าง โดยพิจารณาจากความเป็นไปได้ที่ผู้ศึกษาสามารถเรียนรู้ได้

2.2 เพื่อเป็นแนวทางในนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยในการบริหารโครงการก่อสร้างขนาดเล็ก

3. ขอบเขตของการศึกษา

ทำการศึกษา และจัดสื่อผสม (Multimedia) แสดงขั้นตอนการก่อสร้างอาคารตั้งเริ่มดำเนินการก่อสร้างจนถึงการขึ้นตอนการเทคอนกรีตคานชั้นที่สองของอาคารพักอาศัยสองชั้นอย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ด้วยเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันในขอบเขตที่บุคคลทั่วไปสามารถทำการศึกษารเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ที่สำคัญต้องเป็นที่เข้าใจของบุคคลธรรมดาทั่วไป ที่จะนำไปใช้ในฐานะเจ้าของบ้าน

4. ขั้นตอนการศึกษา

เพื่อให้การดำเนินการศึกษาดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ งานวิจัยนี้ได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการศึกษาไว้ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาเทคโนโลยีสื่อผสมมาประยุกต์ใช้งานก่อสร้างอันได้แก่

4.1.1 แนวคิดและทฤษฎีของเทคโนโลยีสื่อผสม และ มัลติมีเดีย

4.1.2 องค์ประกอบที่สำคัญต่างๆ ของเทคโนโลยีสื่อผสม และ มัลติมีเดีย

4.2 ศึกษาเทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยต่างๆเพื่อนำมาจัดทำกรนำเสนอ

4.2.1 ศึกษาทฤษฎีของการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างของต่างประเทศ

4.2.2 ศึกษาเทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยภายในประเทศไทย

4.2.3 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์เครื่องมือวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง

- 4.3 สํารวจซอฟต์แวร์ต่างๆที่มีความสามารถในการนำมาใช้สร้างสื่อผสมที่ต้องการ
 - 4.3.1 ซอฟต์แวร์ที่นำมาจัดทำภาพที่คนทั่วไปเข้าใจได้ง่าย
 - 4.3.2 ซอฟต์แวร์ที่นำมาจัดทำสื่อผสม
 - 4.3.3 ซอฟต์แวร์ที่นำมาจัดทำกรนำเสนอ
- 4.4 การจัดทำโครงการนำร่องเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการจัดทำขั้นตอนก่อสร้างด้วยสื่อผสม
 - 4.4.1 คัดเลือกโครงการนำร่องที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
 - 4.4.2 จัดหาแบบจำลองอาคารบนคอมพิวเตอร์
 - 4.4.3 จัดทำสื่อผสมที่ช่วยให้ความกระจ่างต่อข้อมูล
 - 4.4.4 ทดลองอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆเพื่อทดลองการนำเสนอข้อมูล
 - 4.4.5 วิเคราะห์ถึงผลที่เกิดขึ้นจากการขั้นตอนก่อสร้างด้วยสื่อผสมมาใช้งาน
- 4.5 วิเคราะห์อภิปรายถึงข้อมูลที่ได้ว่ามาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาหรือไม่
- 4.6 สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะแนวทางในการนำเอาสื่อผสมไปใช้ในการดำเนินจริง
- 4.7 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ CDบรรจุขั้นตอนการก่อสร้าง และการนำเสนอการสอบ

5. คำจำกัดความในการศึกษา

Construction Methods หมายถึง ขั้นตอนการก่อสร้างใดๆก็ตาม ซึ่งถูกจัดทำออกมาเป็นทั้งในรูปแบบของ ภาพยนตร์วีดีโอ, สไลด์ภาพนิ่งพร้อมคำอธิบาย และเอกสารสิ่งพิมพ์ เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องเข้าใจตรงกันถึงขั้นตอนการก่อสร้างนั้นๆ โดยทั่วไป มักจะระบุถึงเครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์ที่จำเป็นและห้วงเวลาที่ผันแปรไปตามเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งข้อมูลทั้งสองส่วนนี้เป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้บริหารจัดการการก่อสร้าง รวมไปถึงช่วยระบุถึงค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น

Multimedia สื่อผสม หรือ สื่อหลายแบบที่ไม่มีข้อจำกัด ซึ่งใช้ในการสื่อสาร ในปัจจุบันมักจะถูกจัดทำและนำเสนอผ่านคอมพิวเตอร์ เพราะเป็นเครื่องมือที่มีความสามารถในการผสมผสานสื่อหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น ข้อความ ข้อมูลตัวเลข ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ไว้ด้วยกัน ตลอดจน การนำเอาระบบโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive) เข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดี

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษานำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยเทคโนโลยีผสมในครั้งนี มุ่งหวังที่จะจัดทำเครื่องมือที่ช่วยให้บุคคลธรรมดาในฐานะเจ้าของบ้านสามารถบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอาคารพักอาศัยได้ ซึ่งจะไปช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้บริโภค รวมไปถึงตัวผู้รับเหมาก่อสร้างเอง ซึ่งส่วนหนึ่งก็ถือเป็นการยกระดับมาตรฐานด้านความรู้ของวิชาชีพในสาขานี้ และเป็นแนวทางหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ลักษณะของการสื่อสารในการก่อสร้าง

การศึกษารูปแบบของการสื่อสารในการก่อสร้างของโครงการ 20 โครงการมีมูลค่าโครงการอย่างน้อย 4 ล้านเหรียญสหรัฐ มีพื้นที่โครงการอย่างต่ำ 5000 ตารางเมตรโดยมุ่งประเด็นไปในการสื่อสารระดับผู้จัดการโครงการกับฝ่ายออกแบบ ในโครงการที่พักอาศัยในประเทศอิสราเอล โดยทำการแบ่งการสื่อสารเป็นกลุ่มๆ การสื่อสารที่เป็นทางการ (Formal) เช่น แฟกซ์ จดหมายแบบงานก่อสร้าง และการสื่อสารที่ไม่เป็นทางการ (Informal) เช่น การพูดคุยการใช้โทรศัพท์ ทีวีซ์ สมบูรณ์ทรัพย์ (2549 : 30)

ในการศึกษาพบว่าหัวข้อในการสื่อสารแบ่งออกเป็น

- | | |
|----------------------------------|-----|
| 1. คำแนะนำในงานก่อสร้าง | 30% |
| 2. เกี่ยวกับเครื่องจักรหรือวัสดุ | 11% |
| 3. เกี่ยวกับการจัดการคุณภาพ | 13% |
| 4. เกี่ยวกับการจัดสรรแรงงาน | 30% |
| 5. เกี่ยวกับการควบคุมค่าใช้จ่าย | 16% |

จากการศึกษาการประเมินประสิทธิภาพโครงการเป็นการประเมินในส่วนของตัวแปรพื้นฐาน 4 ส่วนคือ

1. Timeliness (เงื่อนเวลา)
2. Productivity (ผลผลิตของงาน)
3. Cost Effective (คุ้มค่าใช้จ่าย)
4. Safety (ความปลอดภัย)



ภาพที่ 1 ภาพแสดงลักษณะ ให้เห็นความจำเป็นของตัวกลาง ของการสื่อสารในโครงการระหว่าง ผู้จัดการการก่อสร้าง และ ส่วนงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาวิจัยโครงการก่อสร้างที่พักอาศัย ประสิทธิภาพของงานก่อสร้างนั้นผู้ที่ทำการวิจัยได้แบ่งหมวดหมู่ในการสำรวจเพื่อนำมาเปรียบเทียบดังภาพ จะเห็นได้ว่าการสื่อสารที่มีส่วนต่อประสิทธิภาพมากกว่าแบบมีประสิทธิภาพได้แก่การสื่อสารกับฝ่ายออกแบบ กับผู้รับเหมารายย่อย และกับเจ้าของงาน นั่นเอง ปัจจุบันจึงได้มีความพยายามที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารกับระหว่างเจ้าของงานซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปและผู้ดูแลจัดการการก่อสร้าง โดยการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยเหลือ ทั้งเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์, Software และการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วย ธีวัชร สมบูรณ์ทรัพย์ (2549 : 30)

การประยุกต์ระบบสารสนเทศมาใช้ในการจัดการข้อมูลในงานก่อสร้างอาคาร ฉัฐพล แสงสรสิทธิ์ (2539 : 91) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศมาใช้ในการจัดการข้อมูลในงานก่อสร้างอาคารที่มีมูลค่าก่อสร้างมากกว่า 200 ล้านบาทในเขตกรุงเทพฯและจังหวัดใกล้เคียง โดยเน้นในการศึกษาชนิดของข้อมูลที่เกิดขึ้นระหว่างผู้รับเหมาและเจ้าของงานในงานก่อสร้างอาคารที่อยู่ในรูปแบบบริษัท โดยทำการแบ่งชนิดของข้อมูลตามลักษณะของงาน เพื่อทำการวิเคราะห์ได้แก่

1. ด้านการวางแผนและเตรียมการก่อสร้าง
2. ด้านแบบและเทคนิคการก่อสร้าง
3. ด้านการปฏิบัติงานสนามและควบคุมคุณภาพงาน
4. ด้านการเงินและการเรียกกร้อง

โดยจากการแบ่งข้อมูลตามลักษณะของงานดังข้างต้นได้ทำการแบ่งย่อยตามลักษณะของวัตถุประสงค์การสื่อสารได้แก่

1. เพื่อขออนุมัติ
2. เพื่อแจ้งให้ทราบ
3. เพื่อพิจารณาและขอความเห็น
4. เพื่อดำเนินการ

จากการวิจัยพบว่าพบปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านการบริหารงานหรือการจัดการข้อมูลที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างผู้รับเหมาและเจ้าของงานจากปัญหาข้างต้นมาจากสาเหตุการจัดการกับข้อมูลทั้งหมดที่ผ่านเข้าออกอย่างไม่เป็นระบบและไม่มีการจัดข้อมูลหรือประมวลผล ของข้อมูลสำหรับการใช้งานหรืออ้างอิงต่างๆและสำหรับการประกอบการตัดสินใจของเจ้าของงาน

ในอดีตที่ผ่านมาการศึกษาการนำเทคโนโลยีของสื่อผสมมาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างจริงมีการศึกษาไม่มากนัก เนื่องจากการนำเทคโนโลยีสื่อผสมมาใช้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงโดยทั่วไปจะนิยมใช้ในขั้นตอนกระบวนการออกแบบมากกว่าเพราะสามารถแสดงทางเลือกต่างๆในการออกแบบซึ่งส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของโครงการ อีกทั้งความรู้ในเรื่องของเทคโนโลยีสื่อผสมมีความซับซ้อนซึ่งผู้ที่จะสามารถใช้งานได้จะต้องมีความรู้ในเรื่องโปรแกรมคอมพิวเตอร์ค่อนข้างดีซึ่งในปัจจุบันพบว่าความรู้เรื่องการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความแพร่หลายมากยิ่งขึ้นดังนั้นการนำเทคโนโลยีสื่อผสมมาใช้ประกอบการดำเนินการในกระบวนการต่างๆจึงมีความสะดวกมากขึ้นซึ่งรวมทั้งในการบริหารการก่อสร้าง

เทคโนโลยีสื่อผสมที่ได้รับความนิยมที่สุดที่ใช้ในกระบวนการออกแบบก็คือการสร้างหุ่นจำลองอาคารบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งถือเป็นรูปแบบหนึ่งของหุ่นจำลองเสมือนจริง(Virtual reality) เพื่อทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบ ในปัจจุบันการศึกษาด้านการนำเทคโนโลยีของหุ่นจำลองอาคารบนคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างจริงมีการศึกษาไม่มากนัก เนื่องจากการศึกษาเรื่องหุ่นจำลองอาคารบนคอมพิวเตอร์ยังคงเป็นเรื่องที่ค่อนข้างใหม่และมีลักษณะแตกต่างจากการดำเนินงานที่ปฏิบัติกันโดยทั่วไปในปัจจุบันซึ่งนิยมใช้ข้อมูลจากแบบพิมพ์เขียวซึ่งมีลักษณะสองมิติมาใช้ในการติดต่อสื่อสาร

นอกจากนี้ผู้สร้างหุ่นจำลองอาคารบนคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์พอสมควรอันได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการสร้างภาพกราฟิกสามมิติภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ และความรู้อันเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้ในการสร้างหุ่นจำลองอาคารบนคอมพิวเตอร์ในกรณีที่ต้องการใช้หุ่นจำลองนั้นสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต ผู้สร้างหุ่นจำลองอาคารบนคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

จากลักษณะดังกล่าว ทำให้ปัจจุบันการศึกษาเรื่องการนำหุ่นจำลองเสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างมีผู้ศึกษาไม่มากนัก ทั้ง ๆ ที่หุ่นจำลองเสมือนจริงของอาคารน่าจะเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างมากในการนำมาใช้พัฒนาการดำเนินงานก่อสร้าง

อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจเชิงเอกสารที่ผ่านมาสามารถแบ่งกลุ่มของการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการนำหุ่นจำลองอาคารบนคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างได้ 5 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก เป็นเรื่องของแนวคิดและทฤษฎีของหุ่นจำลองเสมือนจริง กลุ่มที่สองเป็นการแปลงข้อมูลและวิธีที่ใช้ในการสร้างหุ่นจำลองเสมือนจริง กลุ่มที่สามเป็นเรื่องของภาษา Virtual Reality Modeling Language (VRML) กลุ่มที่สี่เป็นเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของหุ่นจำลองเสมือนจริง และกลุ่มสุดท้ายเป็นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2. ตัวกลางทางเทคนิคที่ใช้ในการก่อสร้าง

การสื่อสารข้อมูล หมายถึงการถ่ายโอนหรือการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ที่ต้องการสื่อสาร ทั่วไปมีระบบสื่อสารข้อมูลมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. ผู้ส่งข้อมูล ทำหน้าที่ส่งข้อมูลข่าวสารไปยังผู้รับข้อมูล
2. ผู้รับข้อมูล ทำหน้าที่รับข้อมูลจากฝ่ายส่งข้อมูลข่าวสาร
3. ตัวกลางการสื่อสาร ได้แก่ สิ่งที่ใช้นำพาข้อมูลระหว่างผู้ส่งและผู้รับข้อมูล
4. ข้อมูล คือข่าวสารหรือข้อมูลที่ส่งผ่านตัวกลางการสื่อสาร

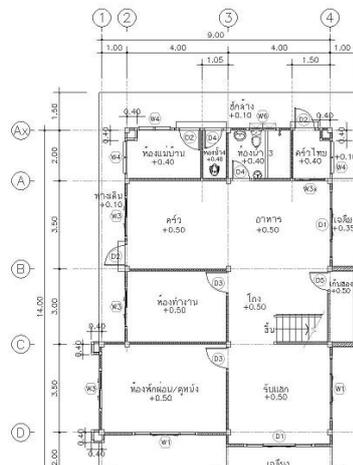
ในการก่อสร้างก็จำเป็นจะต้องจัดหาตัวกลางที่เหมาะสมการสื่อสารระหว่างหน่วยงานต่างๆในการก่อสร้าง โดยสามารถแบ่งตัวกลางในการก่อสร้าง ออกเป็นสามกลุ่มหลักได้ดังต่อไปนี้

2.1 ตัวกลางชนิด 2 มิติ คือตัวกลางที่จัดทำขึ้นบนพื้นผิวสองแบบราบ โดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆเป็นตัวแทนสื่อความหมายของสารที่ต้องการสื่อ ที่นิยมใช้มีดังต่อไปนี้

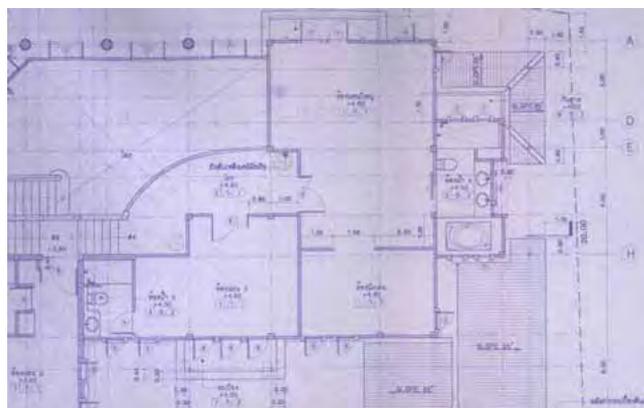
2.1.1 แบบก่อสร้าง แบบก่อสร้างนั้นก็ก็เป็นแบบที่จัดทำขึ้นในระบบ 2 มิติ เช่นเดียวกัน ที่อาศัยการแสดงภาพในมุมมองต่างๆกันแต่จะมีการเรียกชื่อที่แตกต่างกัน เช่น รูปด้านบน (Top View) จะเรียกว่า ผังพื้น (Plan) ออกเสียงว่า แพลน รูปด้านข้างจะเรียกว่าภาพตั้ง (Elevation) โดยแปลนจะมีอยู่หลายชนิดเช่น แปลนฐานราก แปลนพื้น แปลนคาน แปลนหลังคา โดยจะทำหน้าที่เป็นพื้นฐานในการเขียนแบบก่อสร้างที่จะบ่งบอกสิ่งของทิศทางในการก่อสร้างโดยจะมีสัญลักษณ์เป็นสิ่งบ่งบอกหากไม่มีสัญลักษณ์ทิศในการบ่งบอกจะไม่สามารถเข้าใจแบบแปลนดังกล่าวได้ แปลนอาคารจะกำหนดทิศทางของอาคาร ทำให้เมื่อเวลาอ่านแบบแปลน และรูปตั้งก็จะทำให้เข้าใจลักษณะของอาคารดังกล่าวได้ ดังนั้นหากแบบก่อสร้างขาด สัญลักษณ์ เพื่อบ่งบอกข้อมูล เช่นขนาดความสูง จะทำให้ไม่สามารถอ่านแบบได้ถูกต้องครบถ้วน



ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างแบบรูปตัดของอาคารพักอาศัย 2 ชั้น

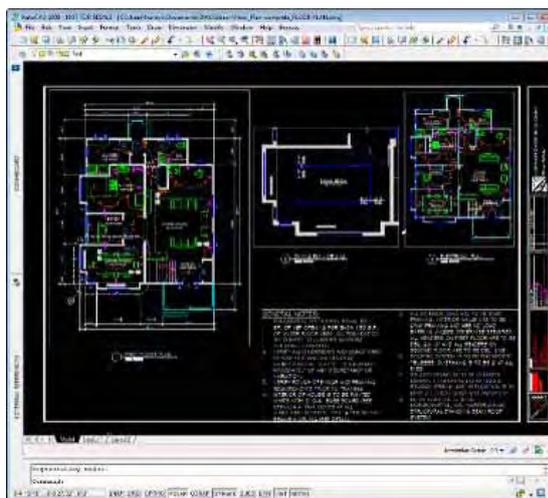


ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างแบบแปลนการก่อสร้างบ้านพักอาศัย



ภาพที่ 4 ภาพแสดงแบบก่อสร้างที่พิมพ์ออกมาในรูปขอบพิมพ์เขียว (Blue print)

2.1.2 คอมพิวเตอร์ช่วยเขียนแบบออกแบบ 2 มิติ (CAD) CAD ย่อมาจาก Computer Aid Design ด้วยความรวดเร็วแม่นยำของคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ จึงได้มีผู้พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการเขียนแบบก่อสร้างขึ้น ทำให้แทนที่จะต้องอาศัยแบบก่อสร้างในการติดต่อสื่อสารซึ่งจำเป็นต้องทำสำเนาหรือจัดส่งเอกสารขนาดใหญ่ไปมาระหว่างผู้เกี่ยวข้องซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อน ได้เปลี่ยนเป็นการจัดส่งไฟล์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ช่วยให้การงาน สะดวก ถูกต้อง แม่นยำขึ้นเป็นอย่างมาก



ภาพที่ 5 ตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเขียนแบบออกแบบ

2.2 ตัวกลางชนิด 3 มิติ คือตัวกลางที่จัดทำขึ้นเพื่อสร้างรูปแบบของสิ่งก่อสร้างให้สามารถรับชมได้ทั้งความกว้าง ลึก และ สูงในเวลาเดียวกัน โดยมีการเพิ่มเติมความสมจริงในเรื่องของวัสดุเพิ่มลงไป จำแนกออกเป็นชนิดต่างๆดังนี้

2.2.1 หุ่นจำลองเพื่อการก่อสร้าง เป็นการจำลองส่วนประกอบของสิ่งก่อสร้างที่จะทำการก่อสร้างจริง ที่แบบระบบการเขียน 2 มิติไม่อาจอธิบายได้ โดยใช้วัสดุที่มีบุคลิกลักษณะที่เมื่อรับชมแล้วมีความใกล้เคียงกับสิ่งปลูกสร้างที่จะสร้าง โดยจัดทำขึ้น ในลักษณะของหุ่นจำลองย่อส่วนจากขนาดจริง แต่ด้วยข้อจำกัดของขนาดของหุ่นจำลอง ทำให้ได้มีการพัฒนาการทำหุ่นจำลองเสมือนจริงขึ้นในคอมพิวเตอร์ซึ่งทำให้สามารถแก้ไข ตรวจสอบได้ในคราวเดียวกัน และยังสามารปรับมุมมองขยาย ตัดชิ้นส่วน แยกชิ้นงานหาปริมาตรเพื่อเพิ่มความเข้าใจในการอ่านแบบจากปกติมากยิ่งขึ้น อีกประการหนึ่งของหุ่นจำลอง 3 มิติที่สามารถดูเฉพาะส่วนที่ต้องการ โดยการเปิดปิดบางส่วนของหุ่นจำลองที่ไม่จำเป็น ก็ช่วยเพิ่มความชัดเจนและความสนใจและวิเคราะห์แบบ เฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่ง ได้โดยสะดวก



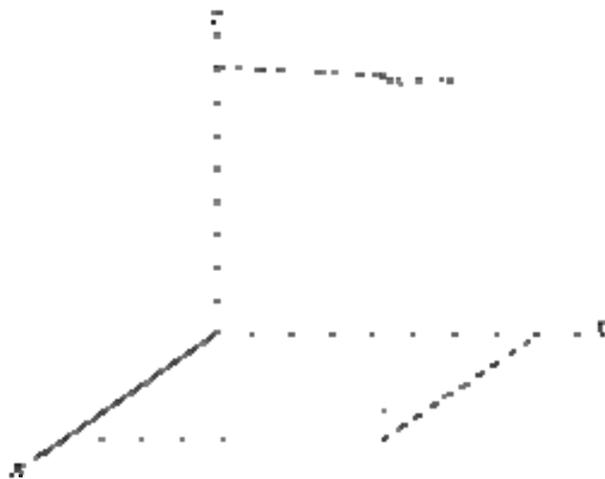
ภาพที่ 6 หุ่นจำลองอาคารพาณิชย์



ภาพที่ 7 หุ่นจำลองอาคารพักอาศัย

2.2.2 หุ่นจำลองเสมือนจริงในคอมพิวเตอร์ ในการสร้างหุ่นจำลองบนคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องใช้โปรแกรมสำหรับการออกแบบมาช่วยในการสร้างหุ่นจำลอง และโปรแกรมช่วยเขียนแบบส่วนใหญ่สามารถนำมาใช้งานร่วมได้ โดยในปัจจุบันโปรแกรมเหล่านี้ยังมีความสามารถในการสร้างหุ่นจำลองสามมิติและคำสั่งที่ใช้สำหรับการสร้างวัตถุ 3 มิติ อีกทั้งยังมีคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดฐานข้อมูลของวัตถุต่างๆ ที่สร้างขึ้น หุ่นจำลองที่ถูกสร้างขึ้นจะอยู่ในระบบคอร์ดออดิเนท 3 มิติ หรือ Cartesians coordinate system ซึ่งเหมือนกับระบบคอร์ดออดิเนทที่ใช้เขียนแบบ 2 มิติ แต่มีแกน Z เพิ่มขึ้นมาอีกแกนหนึ่ง ดังภาพที่แสดงถึงระบบ Cartesian coordinate system ที่ใช้ในการสร้างหุ่นจำลอง

ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการสร้างหุ่นจำลองนั้นนอกจากจะเป็นประโยชน์ในการระบุตำแหน่งหน้าจอกอมพิวเตอร์ว่าอยู่ในพิกัดใดแล้ว ยังใช้เป็นตำแหน่งของวัตถุต่างๆ ในหุ่นจำลองเปรียบเทียบกับตำแหน่งจริงในหน้างานก่อสร้างได้



ภาพที่ 8 ภาพแสดงพิกัดแคแดนเซียน

ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการสร้างหุ่นจำลอง 3 มิติ นั้นเป็นการกำหนดแกน 3 แกน เพื่ออ้างอิงในการสร้างวัตถุต่างๆ ซึ่งแกนดังกล่าวคือแกน X, Y, Z แต่ละแกนจะตั้งฉากซึ่งกันและกันมีค่าได้ทั้งบวกและลบ การระบุทิศทางของแต่ละแกนสามารถระบุได้โดยใช้กฎมือขวา (Right hand rule) เป็นเครื่องมือในการหาทิศทาง พิกัดทั้งสามนั้นก็ใช้แทนค่า ความ กว้าง สูง และ กว้าง ของวัตถุในโลกความจริงนั่นเอง

เมื่อนำเอาหุ่นจำลอง และหุ่นจำลองสามมิติมาประกอบกันเข้าเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ จนกลายเป็นสภาพเป็นเสมือนโลกจำลองในคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นสถานที่จำลองเอาสภาพความเป็นจริงภายนอกไว้ในระบบขนาดใหญ่ที่เราสามารถเข้าไปมีประสบการณ์ร่วมมากขึ้น จนก่อให้เกิดคำที่เรียกว่า โลกเสมือนจริง หรือ โลกจำลอง (Virtual Reality) จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า Virtual Reality และ Virtual Model (หุ่นจำลองเสมือนจริง)

ต่อมาได้การสร้างหุ่นจำลอง 3 มิติขึ้นในคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถถูกสร้างโดยโปรแกรมสำหรับช่วยเขียนแบบ (CAD) ชนิดต่างๆ โดยมักจะประกอบด้วยคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. พยายามควบคุมขนาดหรือมิติของหุ่นจำลองให้เท่ากับขนาดจริงของวัตถุที่ด้วยหุ่นจำลองเพื่อใช้ในการหาปริมาตร, ความยาว, ความสูง, หรือพื้นที่อย่างถูกต้อง
2. ระดับชั้นของวัตถุในการสร้างหุ่นจำลองจากโปรแกรมช่วยเขียนแบบ

(CAD) จะสามารถกำหนดชั้นของวัตถุ (Layer) เพื่อแบ่งแยกหมวดหมู่ของวัตถุแต่ละหมวดออกจากกันให้ชัดเจนเพื่อที่ว่าเราจะสามารถบริหารและจัดการวัตถุ 3 มิติดังกล่าวโดยใช้ Layers เพื่อแสดงหรือเปิด Layer เพื่อแสดงเฉพาะ Layers ที่ต้องการได้

เริ่มแรกได้มีการนำหลักการทางด้านหุ่นจำลองเสมือนจริงมาพัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมด้านความบันเทิง ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวการนำหุ่นจำลองเสมือนจริงมาใช้ยังไม่เป็นที่นิยมนัก ทั้งนี้เนื่องจากคอมพิวเตอร์ในยุคนั้นมีความสามารถไม่สูงนักและมีราคาสูง แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาจนมีความสามารถสูงและมีราคาต่ำ ทำให้การนำหลักหุ่นจำลองเสมือนจริงมาใช้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและเริ่มเป็นที่นิยมในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ใช้ในการดำเนินการออกแบบทางสถาปัตยกรรม ใช้ในการฝึกสอนทางการแพทย์ และได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนต่าง ๆ ของงานก่อสร้างซึ่ง



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการสร้าง Virtual space ภายในคอมพิวเตอร์

2.3 สื่อผสม (Multimedia ก็คือตัวกลาง (Medium) ที่ใช้ในการสื่อสาร และได้มีการวิวัฒนาการอย่างต่อเนื่องตามยุคสมัยที่เปลี่ยนไป และในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เปลี่ยนมาเป็นเครื่องมือที่สามารถนำเอาตัวกลางเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกันจนเกิดคำว่า สื่อผสม (Multimedia) ขึ้นมานั่นเอง ในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาถึงสื่อผสมในกรอบที่มีใช้งานอยู่ในคอมพิวเตอร์นั่นเอง

2.3.1 คำจำกัดความของคำว่า Multimedia (สื่อผสม) การให้คำจำกัดความของคำว่า สื่อผสมนับว่ายังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ยังดำเนินไป

อย่างต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดตัวกลางใหม่ๆ ขึ้นอยู่ตลอดเวลา แต่ อาจกล่าวได้ว่าสื่อผสมคือการ รวบรวมเอา ตัวกลาง (Medium) ที่มีอยู่แปลงสภาพให้สามารถใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ได้นั่นเอง โดยสรุปสามารถแบ่งออกเป็นองค์ประกอบสำคัญใหญ่ ๆ 3 กลุ่ม ได้แก่

1. ภาพ
2. เสียง
3. การตอบโต้ซึ่งกันและกัน

2.3.2 ขอบเขตของระบบ Multimedia (สื่อผสม) ขอบเขตของสื่อผสม ได้รับการพัฒนากว้างขวางมากขึ้น ทำให้ข้อจำกัดในการใช้งานมีน้อยลงตามลำดับ เดิมคาดกันแต่เพียงว่า ระบบสื่อผสมจะเหมาะสำหรับเสนองาน (Presentation) เท่านั้น แต่ด้วยองค์ประกอบที่มีอยู่เปิด โอกาสให้สามารถนำสื่อผสม (Multimedia) มาประยุกต์ใช้งานได้มากมาย ได้แก่ ประยุกต์ใช้ในการ ศึกษาด้านธุรกิจ ด้านการโฆษณา ด้านความบันเทิง ด้านการให้ข้อมูลตามสถานที่ต่าง ๆ เป็นต้น สิ่งจำเป็นสำหรับสื่อผสม (Multimedia) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน

2.3.3 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสื่อผสม เนื่องจากระบบคอมพิวเตอร์สื่อผสม เป็นการรวบรวมเทคโนโลยีหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในการทำงาน เทคโนโลยีเหล่านั้นจำแนกได้ดังนี้

1. การพัฒนาเทคโนโลยีในการบันทึกข้อมูลการทำงานของสื่อผสม ประกอบไปด้วย ภาพ และเสียง
2. การพัฒนาด้านระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย สิ่งที่ระบบคอมพิวเตอร์ สื่อผสมเข้าไปมีบทบาทร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย เช่น การติดต่อสื่อสารด้วยระบบ Electronics Mail ซึ่งเดิมเป็นการติดต่อที่เป็นลักษณะ Text Base เท่านั้น เป็นการนำเสนอเทคโนโลยี ร่วมกัน ทำให้การติดต่อสื่อสารในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทำได้ทั้งที่เป็นภาพและเสียง
3. การพัฒนาเทคนิคการย่อหรือบีบอัดขนาดข้อมูล การย่อข้อมูลที่มี ประสิทธิภาพจะเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง ในการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์สื่อผสม
4. การพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์ การทำงานของสื่อผสมเป็นการทำงานที่ เกี่ยวข้องกับข้อมูลในปริมาณมหาศาล กระบวนการย่อและขยายขนาดข้อมูลจะต้องเกิดอย่างรวดเร็ว และมากพอที่จะทำให้การติดต่อส่งข้อมูลย่อและขยายขนาดข้อมูลจะต้องเกิดอย่างรวดเร็ว และมาก พอที่จะทำให้การติดต่อส่งข้อมูลระหว่างหน่วยความจำและอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่เกิดการหยุดชะงัก เพราะถ้าเกิดเหตุการณ์เช่นนี้จะทำให้การแสดงผลทั้งภาพและเสียงอาจจะผิดเพี้ยนไปจากของจริงได้
5. การพัฒนาของจอภาพ
6. การพัฒนาอุปกรณ์ป้อนข้อมูล

7. การพัฒนาซอฟต์แวร์ ส่วนหนึ่งที่ทำให้โลกของสื่อผสมบนคอมพิวเตอร์เป็นจริง ก็คือ การพัฒนาซอฟต์แวร์ ให้มีประสิทธิภาพสูงและมีการใช้งานได้ง่ายขึ้น การพิจารณาเลือกซอฟต์แวร์เพื่อมาทำงานด้านสื่อผสม อาจพิจารณาได้จาก

1. ความง่ายในการใช้งาน
2. ความสามารถในการนำเสนองาน
3. ความสามารถในการติดต่อกับผู้ใช้
4. ความสามารถในการใช้ตัวแปรและฟังก์ชันในการคำนวณ
5. ความสามารถในการใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่น ๆ
6. มี Library ของโปรแกรมย่อยต่าง ๆ สนับสนุนการทำงาน
7. ความสามารถในการทำเอกสารประกอบโปรแกรม
8. ความสามารถในการส่งแอปพลิเคชัน (Application) ที่ทำเสร็จแล้วให้ผู้ใช้

2.3.4 การพิจารณาเลือกใช้รูปแบบของไฟล์สำหรับงานสื่อผสม

1. BMP (Bit-Mapped graphics) BMP เป็นรูปแบบไฟล์มาตรฐานของ Windows โปรแกรมส่วนใหญ่ของ Windows สามารถทำงานกับไฟล์ภาพนิ่ง หรือ still image ในรูปแบบนี้ได้ ซึ่งสามารถแสดงจำนวนสีได้มากถึง 16.7 ล้านสี (True Color 24 Bits) ข้อดีของไฟล์รูปแบบนี้คือ ไม่มีการใช้เทคโนโลยีการบีบข้อมูลเลย ทำให้ไฟล์มีขนาดค่อนข้างใหญ่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับไฟล์ในรูปแบบอื่น ๆ

2. GIF (Graphics Image Format) GIF เป็นไฟล์รูปแบบของบริษัท CompuServe ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล (Down Load, Up Load) ไฟล์รูปแบบนี้จะสามารถเรียกใช้ได้โดยโปรแกรมตกแต่งภาพ (Image Retouching) หลายโปรแกรม สามารถแสดงจำนวนสีได้ 256 สี (8 bits) มีการใช้เทคโนโลยีบีบข้อมูลเข้ามาช่วย เพื่อให้ขนาดของไฟล์ลดลง เพื่อประโยชน์ในการส่งผ่านข้อมูลคุณภาพของภาพหลังจากการบีบข้อมูลแล้ว ไม่มีการสูญเสียรายละเอียดของภาพแต่อย่างใดนิยมใช้ในระบบอินเทอร์เน็ต

3. JPEG (Joint Photographic Experts Group) เป็นรูปแบบของภาพนิ่งที่กำลังเป็นที่นิยมมากในการเก็บข้อมูลขณะนี้ เพราะว่าสามารถบีบข้อมูลได้มาก มีจำนวนสี 16.7 ล้านสี สามารถกำหนด Factor ของการบีบขนาดภาพได้ ข้อเสียคือมีการสูญเสียรายละเอียดของภาพบางส่วนตามอัตราการบีบข้อมูลในการทำโครงการสื่อผสมเราจะควรใช้รูปแบบไฟล์ JPEG เพื่อประหยัดเนื้อที่ในการเก็บภาพปัจจุบันยังมีรูปแบบไฟล์ ที่เรียกว่า PNG ที่พัฒนาเพิ่มขึ้นมาและเริ่มได้เป็นที่ได้รับความนิยม

2.4 เทคโนโลยีสื่อผสมในปัจจุบัน จากการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้มีการนำเอาเทคโนโลยีมาผสมผสานเข้ากับสื่อผสมที่มี ก่อให้เกิดสื่อผสมชนิดใหม่ขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สื่อที่จัดทำขึ้นสามารถทำการติดต่อสื่อสารระหว่างกันและกันได้อย่างถูกต้องจึงจำเป็นที่จะต้องจัดสร้างมาตรฐาน เพื่อแบ่งแยกประเภทและชนิดของ สื่อผสมเหล่านั้นอย่างมีระบบนั่นเอง

2.4.1 ภาพนิ่ง (Still Image) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของสื่อผสม แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ คือ

1. ตัวอักษร (Text)
2. รูปภาพ (Images)

โดยสามารถแบ่งตามลักษณะของภาพเป็นประเภทใหญ่ ได้อีก คือ ภาพนิ่ง (Still Image) และภาพไหว (Animation Image) ถ้าหากพิจารณาถึงที่มาของภาพแล้ว สามารถจำแนกออกเป็นสองลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. ภาพจากการจำลองแบบ (Imitated Image) ได้แก่ ภาพที่ถ่ายแบบมาจากของจริง โดยอาศัยเครื่องมือช่วยในการจำลองแบบ เช่น กล้องถ่ายภาพนิ่ง กล้องวิดีโอ เครื่องอ่านภาพสแกนเนอร์ (Scanner) เป็นต้น

2. ภาพจากการสร้าง (Creative Images) เป็นภาพที่สร้างขึ้นจากจินตนาการมนุษย์ เช่น ภาพวาด ภาพการ์ตูน รวมไปถึงหุ่นจำลองสามมิติเสมือนจริง เป็นต้น

เหตุที่เราไม่แยกตัวอักษรกับภาพออกจากกันก็เพราะ ถ้ามองในแง่ของการใช้งานคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ตัวอักษรจัดเป็นภาพจากการสร้าง โดยที่การสร้างแบบตัวอักษร (Font) แต่ละแบบนั้น จะมีลักษณะการสร้างเชิงรูป ในการนำเสนอข้อมูลแบบสื่อผสม เราจะต้องใช้ข้อมูลชนิดภาพนิ่งจำนวนมาก เพื่ออธิบายลักษณะของโครงการและทำให้การนำเสนอมีความน่าสนใจมากขึ้น รูปแบบของไฟล์ รูปภาพในปัจจุบันมีอยู่มากมายตามลักษณะการใช้งาน และในบางครั้งได้มีการกำหนดรูปแบบของไฟล์ขึ้นมาใหม่ เราสามารถแบ่งลักษณะของไฟล์รูปภาพเป็น 2 ประเภท

1. Bitmap File เป็นไฟล์ที่เก็บรายละเอียดของภาพในลักษณะของจุดภาพหรือ Pixel มีการกำหนดไว้อย่างแน่นอนว่าที่ตำแหน่งใดของภาพจะมีลักษณะของสีและรายละเอียดอย่างไร เมื่อเราย่อหรือขยายภาพของชนิดไฟล์ชนิด Bitmap นี้ เราจะสูญเสียความคมชัดของภาพ



ภาพที่ 10 รูปแสดงความแตกต่างของไฟล์ Bitmap ทางซ้าย และ ไฟล์ Vector ทางขวา

2. Vector File เป็นไฟล์ที่สามารถย่อและขยายภาพได้ โดยมีการสูญเสียรายละเอียดน้อยมาก เรามักใช้กับภาพที่ไม่มีรายละเอียดมาก ลักษณะของภาพที่มีการย่อขยายขนาด เช่น โลโก้ (Logo) และภาพในงานเขียนแบบต่าง ๆ เป็นต้น

2.4.2 ภาพเคลื่อนไหว (Animation Image) ในงานสื่อผสม ข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวเป็นข้อมูลที่น่าสนใจและสร้างความประทับใจให้กับผู้ใช้ได้มาก เพราะเป็นการผสมผสานระหว่างข้อมูลภาพและเสียง

ข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวจะมีวิธีการเก็บได้หลายวิธี มีทั้งชนิดที่ไม่ได้มีการบีบขนาดข้อมูลและที่มีการบีบขนาดข้อมูลด้วยการใช้ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ทำให้เกิดมีมาตรฐานของ Movie File ขึ้นมามากมาย และที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เช่น มาตรฐาน MPEG, มาตรฐาน Indio, Quick time, Video for Windows, Motion JPEG, Fractals เป็นต้น

สำหรับโครงการสื่อผสมที่คาดว่าจะสร้างขึ้นจะเลือกใช้มาตรฐานของ Video for Window ด้วยเหตุผลดังนี้

1. สามารถใช้กับ Codec (Compression/Decompress) ได้หลายชนิด
2. เป็นมาตรฐานของภาพเคลื่อนไหวของ Windows ทำให้มีโปรแกรมที่สร้างและแก้ไขรวมถึงการนำไปใช้ได้เป็นจำนวนมาก

3. ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการทำโครงการสามารถใช้มาตรฐานนี้ได้เท่านั้น

เราพิจารณา Codec ต่าง ๆ ที่สามารถใช้ได้ในจุดของ Video for Windows

1.1e ซึ่งจะมีมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้

1. Cinepak Codec โดย Super Match
2. Microsoft Video
3. Intel Indeo

2.4.3 เสียง (Sound) เสียงนับได้ว่าเป็นสื่อแรกที่มนุษย์ใช้ และเสียงหรือภาษาพูด ก็เป็นสื่อที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าภาษาเขียน การผลิตภาษาเชิงภาพจะมีขั้นตอนยุ่งยากมากกว่า ภาษาเสียง ซึ่งอาศัยหูเป็นตัวกลางเพียงอย่างเดียวก็ใช้งานได้แล้ว การถ่ายทอดเสียงมีข้อจำกัดที่ลดลงไปมากกว่าในอดีต เนื่องจากการพัฒนาสื่อทางเสียงได้รับการพัฒนาไปเร็วกว่าสื่อทางภาพ และที่สำคัญการพัฒนาสื่อทางเสียงจะไม่ร้ายแรงเท่า กับความผิดพลาดในเชิงภาพ(คุณภาพที่ลดลง ระหว่างการถ่ายทอดภาพอาจทำให้การสื่อสารผิดพลาดเช่น ภาพตัวเลขรหัสที่ไม่ชัดเจน) ทั้งนี้เพราะ ความผิดพลาดของเสียงจะมีผลแค่เพียงทำให้ความชัดเจนของเสียงลดลงหรือเพี้ยนไปจากเดิม เช่น ทุ่มเกินไป แห่ลมเกินไป เป็นต้น แต่ถ้าเป็นความผิดพลาดในลักษณะของสื่อทางภาพแล้ว อาจถึงขั้น ทำให้ใช้งานไม่ได้เลยทีเดียว ระบบสื่อผสมจึงเป็นการประสานกันระหว่างสื่อทางภาพกับสื่อทางเสียงนั่นเอง

1. Wave File (ไฟล์เสียงบนคอมพิวเตอร์) ในงานสื่อผสมเสียงมีความสำคัญมากในการนำเสนอความรู้เกี่ยวกับการใช้งาน Wave File ก็คือการเลือกชนิดของ Wave File และวิธีการบีบอัดข้อมูลของมัน การใช้งาน Wave File ใน Wave File มาตรฐานของ Windows ซึ่งทุก ๆ Application (โปรแกรม) บน Windows สามารถเรียกใช้ได้ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่มีมาให้แล้วกับ Windows คือ Sound Recorder สามารถกำหนดลักษณะการบันทึกเสียงได้ โดยเปลี่ยนค่า Property ในเมนู File ของซอฟต์แวร์ตัวนี้ คุณภาพเสียงสามารถบันทึกและเล่นกลับได้ตามความสามารถของ Sound Card ที่ต้องสามารถบันทึกและเล่นกลับเสียง ที่มีคุณภาพเสียง 16 Bits มีอัตราในการ Sampling สูงสุด 44.1 KHz (คุณภาพใกล้เคียง กับ เสียงที่ได้จากแผ่น CD)

2. การบีบขนาดข้อมูลเสียง การใช้ข้อมูลเสียง ถ้าเราไม่นำวิธีการบีบข้อมูลมาช่วยอาจทำให้เราต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลขนาดมหาศาล ในทางปฏิบัติโดยทั่วไป Wave File (ไฟล์เสียงพื้นฐานบนคอมพิวเตอร์) จะมีมาตรฐานว่าเป็นไฟล์ชนิดที่ไม่มีวิธีการบีบอัดข้อมูลเสียงเพื่อลดขนาดของเนื้อที่ที่ใช้เก็บ (เช่น ไฟล์ที่บันทึกจากแผ่น CD เพลงลงบนคอมพิวเตอร์โดยตรงนั่นเอง)

การบีบขนาดข้อมูลเสียงในปัจจุบันมีวิธีการอยู่หลายชนิด เช่น

1. PCM (Pulse Code Modulation)
2. Microsoft ADPCM (Adaptive Delta Pulse Code Modulation)
3. IMA ADPCM

3. การเปรียบเทียบ Wave File ที่ใช้วิธีการบีบอัดเสียงแบบต่าง ๆ สำหรับชนิดของข้อมูลเสียงที่นำมาทดสอบ มีปัจจัยที่ต่างกัน ดังนี้

1. อัตราการ Sampling เป็นความถี่ของการ Sampling มีค่าโดยทั่วไปเท่ากับ 10.025 KHz, 22.05 KHz, และ 44.1 KHz ถ้า Sampling Rate ค่ามากความคมชัดของเสียงจะมีมากขึ้น (44.1 KHz คือคุณภาพระดับ CD) ใน Sound card 16 Bits โดยทั่วไปจะสามารถบันทึกเสียงที่มีอัตราการ Sampling ได้สูงเท่ากับ 44.2 KHz

2. Channel สามารถกำหนดได้ว่าต้องการบันทึกเสียงแบบ Mono หรือ Stereo ทั้งนี้ ต้องขึ้นอยู่กับความสามารถของ Sound Card ที่เราใช้ด้วย

3. Sample Size ขนาดของการ Sampling กำหนดได้ว่าต้องการ Sampling Size เป็น 8 bits หรือ 16 bits ในการทดสอบจะทำการบันทึกเสียงผ่าน Microphone ให้มีคุณลักษณะดังนี้

4. Sampling Rate 44.1 KHz

5. Channel Stereo

6. Sampling size 16 bits

โดยใช้เป็นพื้นฐานแล้วทำการแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่เราต้องการใช้โดยใช้ Media Studio Audio Editor เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของ

1. ขนาดของ File

2. คุณภาพของเสียง

เสียงที่ใช้ทดสอบเป็นเสียงนับ 1 ถึง 10 เป็นเวลาทั้งหมดเท่ากับ 8.686 วินาที เมื่อผ่านการบีบข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ แล้วได้ข้อมูลดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะการบันทึกเสียงแบบต่าง ๆ

ชนิดของการบันทึกข้อมูล	16 Bits	8 Bits
PCM Stereo 44 KHz	1,532,380	766,212
PCM Stereo 11 KHz	383,128	191,586
Microsoft ADPCM Stereo 11 KHz	-	98,394
IMA ADPCM Stereo 11 KHz	-	98,364
PCM Mono 11 KHz	-	95,816
Microsoft Mono 11 KHz	-	49,242
IMA ADPCM Mono 11 KHz	-	49,212

จากตาราง คุณภาพของเสียงที่ได้ยิน พบว่า ในระดับงานนำเสนอ (Presentation) ที่เป็นการพูดบรรยายนั้น สามารถใช้ปัจจัยที่ทำให้ไฟล์ที่มีขนาดเล็กที่สุดได้ คือ IMA ADPCM MONO อัตราการ Sampling 8 bits จากการทดสอบโดยการฟังเสียงที่ทดสอบพบว่า คุณภาพของเสียงอยู่ในระดับที่น่าพอใจ แม้ว่าเราจะใช้การบันทึกเสียงแบบ Sampling size 8 bits, Mono, 11.025 KHz ก็ตาม และจากการทดสอบวิธีการบีบอัดข้อมูลเสียงสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการบีบอัดข้อมูลเสียง

วิธีการ	PCM	MS-ADPCM	IMA ADPCM
ความเร็วในการบันทึกข้อมูล	เร็วที่สุด	ช้าที่สุด	ช้าปานกลาง
ความเร็วในการเรียกข้อมูล	เร็วที่สุด	ช้ากว่าPCM	ช้ากว่าPCM
ขนาดของข้อมูลหลังการบันทึกข้อมูล	ใหญ่ที่สุด	เล็ก	เล็กที่สุด

โดยข้อมูลจากตารางด้านบน ทำให้เราสามารถพิจารณาเลือกใช้วิธี IMA (เหมาะสม) การพิจารณาวิธีการบีบอัดข้อมูลนี้ยังมีประโยชน์กับการสร้างไฟล์ AVI (ไฟล์วีดีโอ) อีกด้วย เพราะในการสร้างไฟล์ AVI นอกจากเราจะกำหนดวิธีการบีบอัดข้อมูลภาพแล้ว ยังสามารถระบุวิธีการบีบอัดข้อมูลเสียงในไฟล์ AVI ดังกล่าวด้วย แต่โดยทั่วไปแล้ว รูปแบบการบีบอัดไฟล์ ภาพ และ เสียงในระดับมือสมัครเล่นมักจะเป็นขั้นตอนที่ทำไปพร้อมกันในเวลาเดียวกัน ซอฟต์แวร์ที่ไม่มีควมซับซ้อนนัก โดยผู้ใช้เพียงแต่เลือกเอาขนาดของไฟล์ที่ต้องการ ซึ่งหากขนาดของไฟล์ถูกบีบอัดจนเล็กลงมากเท่าไร คุณภาพของภาพและเสียงก็จะลดลงตามลงไปนั่นเอง

2.4.4 Codec ชนิดต่างๆ Codec ก็คือการบีบอัดขนาดของไฟล์ให้เล็กลงซึ่งก็มีผู้จัดทำมาตรฐานการบีบอัดขึ้นมาเป็นจำนวนมาก ขึ้นอยู่กับผู้ใช้จะเลือกใช้ Codec ที่เหมาะสมกับซอฟต์แวร์ที่ตัวเองมีนั่นเอง หลังจากการทดสอบสร้างไฟล์ AVI (ไฟล์วีดีโอชนิดหนึ่ง) ด้วย Adobe Premiere 4.0 (ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ตัดต่อสื่อผสมที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง) ด้วย Codec ต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติบางประการที่จะนำมาช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธี (Codec) ที่จะใช้ โดยไฟล์ AVI ที่สร้างขึ้นจากไฟล์ AVI เดิมที่มีอยู่แล้วนำมาสร้าง Effect โดย Adobe Premiere ให้ได้ไฟล์ AVI ใหม่ มีความยาว 20 วินาที และมีการแทรกเสียง (Wave File) ด้วย โดยเสียงที่แทรกเข้าไปได้ใช้เทคโนโลยีการบีบอัดข้อมูลเสียงแบบ IMA ADPCM (รูปแบบการบีบอัดไฟล์เสียงโดยสมาคมสื่อผสมสารกหรือ International Multimedia Association) จะได้ข้อมูลต่าง ๆ ที่น่าสนใจดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบ Codec ต่าง ๆ ที่ทำให้ได้คุณสมบัติของไฟล์ต่างกัน

Codec	คุณภาพของภาพ	เวลาที่ใช้ในการสร้าง	ขนาดของข้อมูล	อัตราส่วนการบีบอัดข้อมูล
ไม่มีการบีบอัดข้อมูล	100%	2 นาที	23,163,722	1:1
Cinepak Codec	75%	16 นาที	1,933,560	12:1
Videol 256 สี	75%	3 นาที	2,640,638	9:1
Videol 1024 สี	75%	3 นาที	1,917,722	14:1
Intel Indeo R3.2	75%	6 นาที	1,204,422	19:1
Intel Indeo Raw	ไม่มีข้อมูล	2 นาที	6,603,722	4:1
Microsoft RLE	75%	1 นาที	4,477,386	5:1

จากตาราง 3 กรณีที่ไม่มีการบีบอัดข้อมูล จะได้คุณภาพของภาพสมบูรณ์มากที่สุด แต่ขนาดของข้อมูลก็มากที่สุดด้วย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ Codec แบบ Intel Indeo R3.2 จะสามารถบีบอัดข้อมูลได้มากถึง 19 เท่า ทำให้เราสามารถประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ

ในด้านคุณภาพของภาพ ทดลองใช้ Picture Publisher 4.0 เรียกไฟล์ AVI เพื่อดูภาพในเฟรมเดียวกันของแต่ละ Codec แล้วทำการขยายเพื่อพิจารณาคุณภาพของภาพปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

2.4.5 การโต้ตอบซึ่งกันและกัน คำว่า โต้ตอบกันได้ (Interactive) หมายถึง แสดงผลตอบสนองการทำงานแบบทันทีทันใดต่อระหว่างผู้ใช้และตัวระบบสื่อผสมที่ดีต้องมีการโต้ตอบกันได้จึงจะมีความสมบูรณ์ จากลักษณะอันนี้เองที่ทำให้ขอบเขตของสื่อผสมกว้างขวางออกไปจำแนกออกได้ดังนี้

1. การโต้ตอบกันได้ในลักษณะตัวเลือก มีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) จากปัญหาหนึ่งไว้หลายรูปแบบ โดยพิจารณาจากเงื่อนไขที่แตกต่างกัน หากสามารถจำลองสถานการณ์ได้มากและซับซ้อนครอบคลุมได้มากเท่าไร จะทำให้ระบบสื่อผสมนั้นสมบูรณ์มากขึ้นเท่านั้น

2. การโต้ตอบกันได้ในลักษณะการติดต่อสื่อสารใช้สมรรถนะของการคมนาคมที่ทันสมัยเข้าช่วยผลลัพธ์ที่ได้จะปรับเปลี่ยนตามเหตุการณ์ที่เปลี่ยนแปลงตามเหตุการณ์ที่เปลี่ยนไป เช่น เดิมถ้าต้องการทราบข้อมูลเพียงว่า มีโรงแรมอะไรบ้างเท่านั้น แต่ปัจจุบันเมื่อเราเลือกโรงแรมใดแล้ว เราจะทราบถึงขณะนี้ว่า โรงแรมนั้นมีห้องพักกี่ห้อง และห้องว่างหรือไม่ด้วย เป็นต้น

สำหรับในงานสื่อผสมเราควรจะทำความรู้จักกับ ไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ซึ่งเป็นรูปแบบของการจัดข้อมูล แต่จะมีความแตกต่างจากฐานข้อมูลหรือ Database โดยทั่วไปในด้านรูปแบบและหน้าที่การทำงานต่าง ๆ เช่น การ Browsing, nodes และการเชื่อมต่อ (Link)

2.4.6 Hypertext (ข้อความหลายมิติ) คือ สารบัญญการค้นหาในเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถกระโดดไปยังส่วนที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อแสดงความหมาย ความสัมพันธ์ หรือแสดงการโต้ตอบ (Interactive) กับผู้ใช้ เช่น ใน On-line Help ในวินโดวส์ ในปัจจุบันไฮเปอร์เท็กซ์ ถูกนำเสนอในรูปแบบของหน้าต่าง ที่สามารถจะใส่ข้อมูล เช่น ตัวอักษร (Text) กราฟิก (graphic) รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งได้มีการรวบรวมมาตรฐานต่าง ๆ ของ ไฮเปอร์เท็กซ์ เรียกว่า “standard General Markup Language (SGML)” ซึ่งจะอนุญาตให้โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อไปยังแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้

2.4.7 วิดีโอ (VIDEO) การผสมผสานภาพวิดีโอกับระบบคอมพิวเตอร์เป็นการริเริ่มใหม่ของการใช้งานทางคอมพิวเตอร์ และนับว่าเป็นการพัฒนาทางด้านสื่อผสมที่น่าทึ่ง โดยมีความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์กับงานได้กว้างขวาง เราสามารถเก็บภาพวิดีโอ หรือเป็นภาพนิ่งลงในงาน และบันทึกไว้เพื่อเรียกใช้งานภายหลัง พร้อมทั้งเสียงที่เกิดขึ้น ด้วยการนำภาพจากสัญญาณวิดีโอสู่ทางมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้เราสามารถดูวิดีโอทางคอมพิวเตอร์ได้ และยังสามารถนำภาพวิดีโอเหล่านั้นมารวมกับแอปพลิเคชันที่ใช้งานอยู่ในรูปของภาพนิ่งหรือภาพต่อเนื่องของวิดีโอก็ได้ หรือถ้ามีกล้องวิดีโอก็สามารถถ่ายภาพต่อเนื่องแบบวิดีโอ เข้ามาบนคอมพิวเตอร์ได้เช่นกัน

1. ความแตกต่างของสัญญาณวิดีโอกับสัญญาณคอมพิวเตอร์ เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเพราะสัญญาณวิดีโอ เป็นสัญญาณแบบแอนะล็อก แต่มอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์รับสัญญาณในรูปแบบของดิจิทัล จึงต้องมีสัญญาณในการแปลง ให้สัญญาณเข้าและสอดคล้องกัน และการบีบอัดสัญญาณและการเล่นกลับเรียกว่า Codec (Compression/Decompress) ซึ่งแบ่งประเภทของสัญญาณที่ควรทราบดังนี้

1. NTSC (National Television/Standards Committee) NTSC ได้รับการกำหนดขึ้นมาเป็นมาตรฐานของสัญญาณวิดีโอในทวีปอเมริกาเหนือ ซึ่งเครื่องเล่นในทวีปอเมริกาเหนือ ใช้สัญญาณ NTSC

2. PAL (Phase Alternating Line) PAL คือ มาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาโดยกลุ่มประเทศทางยุโรป ซึ่งเทียบได้กับระบบ NTSC ของอเมริกาเหนือ แต่ทั้ง PAL และ NTSC จะแตกต่างจากสัญญาณที่ใช้ในทวีปยุโรปโดยมากจะใช้ PAL เพื่อความแน่ใจทางด้าน ฮาร์ดแวร์ ซึ่งจะตรวจสอบสัญญาณ Input และ Output ด้วยสัญญาณ PAL

3. AVI (Audio Video Interleave) เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทไมโครซอฟต์ เพื่องานวิดีโอสำหรับผลิตภัณฑ์สำหรับวินโดวส์ และสำหรับซอฟต์แวร์ที่เล่นอย่างเดียวสำหรับการเคลื่อนไหวแบบวิดีโอโดยสมบูรณ์.

4. DVI (Digital Video Interactive) DVI คือ การรวมกันระหว่างฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ซึ่งพัฒนาโดยบริษัท Intel และ IBM โดยที่ DVI สามารถบีบอัดข้อมูลได้ในอัตราส่วน 150:1 และเล่นกลับได้อย่างสมบูรณ์

5. JPEG (Joint Photograph Experts Group) เป็นมาตรฐานการบีบอัดข้อมูลสำหรับภาพนิ่ง

6. MPEG (Motion Picture Experts Group) เป็นมาตรฐานการบีบอัดข้อมูลสำหรับภาพเคลื่อนไหว โดยมีสามมาตรฐาน คือ MPEG-1, MPEG-2 และ MPEG-4

7. Quick Time คือ วิดีโอ Codec ซึ่งพัฒนาโดยบริษัท Apple สำหรับเครื่อง Macintosh โดยเฉพาะ

อย่างไรก็ตามเนื่องจากกรอบการศึกษาที่ตั้งไว้คาดหวังที่จะจัดทำสื่อผสมที่ใช้งานบนคอมพิวเตอร์เป็นหลัก รูปแบบ AVI จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมเป็นอย่างมากเนื่องจากคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ในประเทศไทยทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการของบริษัทไมโครซอฟต์ซึ่งก็คือ โปรแกรมไมโครซอฟต์วินโดวส์นั่นเอง

ด้วยความแพร่หลายในการใช้คอมพิวเตอร์ในกิจกรรมต่างๆ ส่งผลให้ระบบสื่อผสมกลายเป็นเทคโนโลยีที่เข้าถึงกลุ่มบุคคลและกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถที่จะนำภาพ เสียง กราฟิก วิดีโอ และข้อความ มาผสมผสานกัน เพื่อนำเสนอข้อมูลให้ดึงดูดความสนใจได้อย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการนำไปใช้ในวงการภาพยนตร์ การผลิตงานโฆษณาทางโทรทัศน์ การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และนับวันยิ่งจะเป็นที่นิยมขึ้นไปเรื่อย ๆ แม้ระบบที่มีอยู่ในปัจจุบันจะยังมีข้อจำกัดอยู่มาก แต่ทางผู้ผลิตก็กำลังพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหาที่มีอยู่ในขณะนี้ อีกทั้งบริษัทซอฟต์แวร์ก็มีการผลิตซอฟต์แวร์ของสื่อผสมออกสู่ตลาดมากขึ้นด้วย ดังนั้นตลาดของสื่อผสม ซึ่งเคยจำกัดอยู่ในวงแคบ ๆ ก็กำลังขยายตัวออกไปอย่างกว้างขวาง ระบบสื่อผสมจึงเป็นสิ่งที่เข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อวงการคอมพิวเตอร์ ซึ่งปัจจุบันคงต้องยอมรับว่าคอมพิวเตอร์เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมทางสังคม เศรษฐกิจของโลก โดยไม่สามารถแยกออกจากกันได้อีกต่อไป รวมไปถึงธุรกิจก่อสร้างนั่นเอง

3. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ปัจจุบันได้มีการนำเอาความสามารถต่างๆของคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ประกอบในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง คอมพิวเตอร์กลายเป็นอุปกรณ์มาตรฐานที่สถานศึกษาให้ความสำคัญและถือเป็นอุปกรณ์การเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนปคตินันเอง

3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้ที่นิยามความหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้มากมายดังนี้

ศักดา ไชกกิจญ โณ (2536 : 9-13) ได้นำเสนอนิยามความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เครื่องมือช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนมักจะบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหา นั้นด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์เป็น ผู้ถ่ายทอด

3.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกเป็น5 ประเภทด้วยกัน คอมพิวเตอร์เพื่อการสอน (Tutorial) คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัด (Drilled and Practice) คอมพิวเตอร์ในสถานการณ์จำลอง(Simulation) คอมพิวเตอร์ในเกมส์การสอน (Instruction Games) คอมพิวเตอร์ในการทดสอบ (Test)

3.2.1 คอมพิวเตอร์เพื่อการสอน(Tutorial) เป็นคอมพิวเตอร์ที่พัฒนามาจำนวนมากทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้นเมื่อเวลาพูดถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คนส่วนมากมักนึกถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ชัดเจนกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทอื่น ๆ ซึ่งคอมพิวเตอร์เพื่อการสอน มีลักษณะเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมบ้างก็ตาม โดยอาจจะนำเสนอในรูปแบบของข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือในทุกๆ รูปแบบรวมกัน และจะมีคำถามเป็นระยะ ๆ เพื่อให้ผู้เรียนตอบสนอง ถ้าผู้เรียนตอบได้อย่างถูกต้องก็จะมี การ Feed back เพื่อเป็นการเสริมแรงทันทีทันใด แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิดอาจให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาใหม่ หรืออาจให้ผู้เรียนตอบใหม่1-2 ครั้ง แต่ถ้ายังผิดอีกจึงค่อยเฉลย เราไม่สามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่จะให้ผู้เรียนตอบไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะถูกต้อง เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียน จะมีการแสดงผลการเรียนให้ทราบทันที ซึ่งมีวิธีการนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับบทเรียนสำเร็จรูป แต่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อได้เปรียบกว่าบทเรียนสำเร็จรูปหลายประการคือ

1. สามารถสร้างบทเรียนสำเร็จรูป โดยที่ผู้เรียนไม่สามารถข้ามไปดูเนื้อหาอื่นก่อนได้ นอกจากจะต้องทำตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

2 . การตอบสนองของบทเรียนและการได้รับข้อมูลย้อนกลับ จะได้บันทึกต่อเมื่อ ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมนั้นๆ ไปแล้วเท่านั้น ผู้เรียนไม่มีโอกาสเปิดดูคำตอบก่อนทำกิจกรรม

3. สามารถควบคุมและติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนไว้ จะทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนตอบข้อใดถูกหรือตอบข้อใดผิด ผู้สอนสามารถนำข้อมูลที่บันทึกไว้มาวิเคราะห์ภายหลัง

4. น่าสนใจ เพราะสามารถสร้างบทเรียนให้เป็นภาพเคลื่อนไหว หรือมีเสียงประกอบได้ ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน่าสนใจกว่าบทเรียนสำเร็จรูป

3.2.2 คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัด(Drilled Practice) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่มีเนื้อหาให้แก่ผู้เรียน แต่จะมีการเสนอคำถามหรือปัญหาโดยมีรูปแบบต่างๆ เช่น การให้ผู้เรียนจับคู่, การเติมคำ, การเลือกคำตอบ, การเลือกถูกผิด เป็นต้น เมื่อผู้เรียนตอบถูกก็จะมีเสริมแรง ถ้าผู้เรียนตอบผิดก็จะนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำอีก เพื่อให้ผู้เรียนตอบใหม่อีก1-2ครั้ง ถ้าตอบผิดอีก บทเรียนก็จะเฉลย เป็นดังนี้เรื่อยๆ ไป จนจบบทเรียน เมื่อจบบทเรียนก็มีการแสดงผลการเรียนให้ผู้เรียนทราบ ดังนั้นในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวกฎเกณฑ์ เกี่ยวกับเรื่องนั้นเป็นอย่างดีมาก่อนแล้ว จึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ บทเรียนประเภทนี้พบส่วนมากมักจะเป็นบทเรียนด้านคณิตศาสตร์ ภาษา และวิทยาศาสตร์ โดยลักษณะของเนื้อหาจะเน้นด้านความรู้เป็นส่วนมาก

3.3 คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในปัจจุบันได้มีบริษัทต่างๆ ผลิตสื่อการสอนทางคอมพิวเตอร์ขึ้นมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งใช้สื่อผสม (Multimedia)ในการนำเสนอเนื้อหา โดยอยู่ในรูปซีดีรอม ทำให้เกิดความสับสนว่า สื่อเหล่านั้นเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่จริง ๆ แล้วสื่อเหล่านั้นเป็นเพียงแค่อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาเท่านั้น ไม่ได้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะขาดคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ ซึ่งก็มีหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ 4 ประการ คือ

3.3.1 สารสนเทศ (Information) คือเนื้อหาสาระในบทเรียนที่ได้มีการเรียงลำดับมาเป็นอย่างดี ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สร้างกำหนดเอาไว้ให้ ซึ่งการนำเสนอเนื้อหาสาระอาจนำเสนอในลักษณะทางตรง หรือทางอ้อมก็ได้ การนำเสนอเนื้อหาสาระทางตรงได้แก่การนำเสนอเนื้อหาสาระในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเพื่อสอน ซึ่งผู้เรียนจะได้รับความรู้โดยตรงไปตรงมาจากการอ่าน จำ และฝึกฝน การนำเสนอเนื้อหาสาระในลักษณะทางอ้อม ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมส์หรือสถานการณ์จำลอง ซึ่งเนื้อหาสาระจะถูกแฝงไว้ในรูปแบบต่างๆ ผู้เรียนจะได้รับความรู้ จากการได้ฝึกการคิด และตัดสินใจ

3.3.2 ความแตกต่างระหว่างบุคคล(Individualization) การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้นต้องออกแบบให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ได้มากที่สุด โดยจะต้องให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน สามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ เช่นสามารถที่จะเลือกเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด หรือออกจากบทเรียนได้เมื่อต้องการ ทั้งยังสามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการเรียนตามความสนใจได้ สามารถกำหนดเวลาการเรียนแต่ละหน้าจอได้ สามารถที่จะเลือกทำแบบทดสอบหรือไม่ได้ตามต้องการ

3.3.3 การโต้ตอบ (Interaction) การโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์เป็นลักษณะที่สำคัญ ประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีต้องมีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งบทเรียน การให้ผู้เรียนออกคำสั่งเปลี่ยนหน้าจอไปเรื่อยๆ ไม่พอเพียงสำหรับการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การโต้ตอบอาจจะอยู่ในรูปแบบของตารางให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบ, เลือกตอบ, จับคู่ หรือกาถูกกาผิด ปัจจุบันมีการโฆษณาจำหน่ายสื่อผสมที่ระบุว่าเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่เมื่อพิจารณาแล้ว พบว่ายังขาดความสมบูรณ์อยู่ สาเหตุเพราะบทเรียนที่ออกแบบมานั้น ไม่มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีเพียงให้ผู้เรียนกดปุ่มซ้ายบนเมาส์ (Mouse) เพื่อเปลี่ยนหน้าจอเท่านั้น นั่นเอง

3.3.4 การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feed back) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีบททดสอบหรือแบบฝึกหัด ให้ผู้เรียนทำ เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนว่า ผู้เรียนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ผู้เรียนตั้งไว้ โดยสามารถตรวจสอบผลการเรียนของตนเองได้ และเป็นการเสริมสร้างเพื่อให้กำลังใจแก่ผู้เรียนต่อไป ลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีเป็นสิ่งที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างไปจากสื่อผสม (Multimedia) เพราะสื่อผสม (Multimedia) ที่จัดจำหน่ายส่วนใหญ่มักจะนำเสนอเนื้อหา เรื่องราวต่างๆ เพียงอย่างเดียว จะไม่มีให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ดังนั้นจึงไม่มีข้อมูลย้อนกลับนั่นเอง

3.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4.1 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น เกิดความสนใจขึ้นและเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้

3.4.2 ผู้เรียนมีอิสระในการที่จะเลือกเรียนตามความสะดวกทั้งเวลาและสถานที่

3.4.3 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ไปตามลำดับจากง่ายไปหายากและไม่สามารถเอบดูก่อนได้

3.4.4 ผู้เรียนสามารถรู้ถึงความก้าวหน้าของการเรียนจากการประเมินในบทเรียน

3.4.5 การใช้สี ภาพเคลื่อนไหว และเสียง จะเป็นการนำความเหมือนจริง และดึงดูดให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้

3.4.6 ผู้เรียนสามารถเรียนไปตามความสามารถของตนเอง

3.5 ข้อมูลจากการศึกษาเพื่อนำมาใช้จัดทำสื่อผสม จากข้อมูลที่ศึกษามาพบว่า หากนำเอาหลักการการจัดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาประยุกต์ใช้ในการจัดทำสื่อผสมสำหรับการนำเสนอ เนื่องจากมีองค์ประกอบหลักที่สอดคล้องกันเป็นอย่างมาก โดยรูปแบบของสื่อผสมที่จัดทำขึ้น สอดคล้องกับชนิดของคอมพิวเตอร์ในสถานการณ์จำลอง (Simulation) ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของการจำลองสถานการณ์โดยให้ผู้เรียนสัมผัสกับเหตุการณ์ อาจะหมายถึงการทำความเข้าใจในสถานการณ์ การเรียนรู้ที่ควบคุมสถานการณ์ โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยและเสียค่าใช้จ่ายมาก สถานการณ์ที่เป็นการเคลื่อนไหว และเลียนแบบสภาพจริงนั้น เราสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งคุณลักษณะของสื่อผสมที่ดีย่อมเหมือนกันคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีนั่นเอง เช่นการนำเสนอสารสนเทศ (Information) การนำเสนอเนื้อหาในคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบประเภทเกมส์ (Games) หรือสถานการณ์จำลอง ซึ่งเนื้อหาสาระจะถูกแฝงไว้ในรูปแบบต่างๆ กรณีที่การตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) ที่ชี้ให้เห็นว่าการจัดทำสื่อผสมที่ดีควรจะเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้นต้องออกแบบให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ได้มากที่สุด โดยจะต้องให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน สามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ เช่นสามารถที่จะเลือกเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใดหรือออกจากบทเรียนเมื่อไรก็ได้ สามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการเรียนตามความสนใจได้ สำหรับการโต้ตอบ (Interaction) การโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์เป็นลักษณะที่สำคัญ ประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีต้องมีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งบทเรียน การให้ผู้เรียนคลิกเมาส์เพื่อเปลี่ยนหน้าจอไปเรื่อยๆ ไม่พอเพียงสำหรับการเรียนรู้ที่ประสิทธิภาพ ดังนั้นต้องให้มั่นใจว่า สื่อผสมที่จัดทำขึ้นมีลักษณะตอบโต้จากการใช้งานของผู้ใช้งานด้วย แต่เราสามารถตัดเอาส่วนของแบบทดสอบวัดผลต่างๆออกได้ เนื่องจากสื่อผสมที่จัดทำขึ้นเป็นเครื่องช่วยให้บุคคลทั่วไปมีความรู้มากขึ้นและใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยสื่อสารความรู้ที่ถูกต้องจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนข้อมูลของผู้เกี่ยวข้องในการทำงานจริงนั่นเอง

บทที่ 3

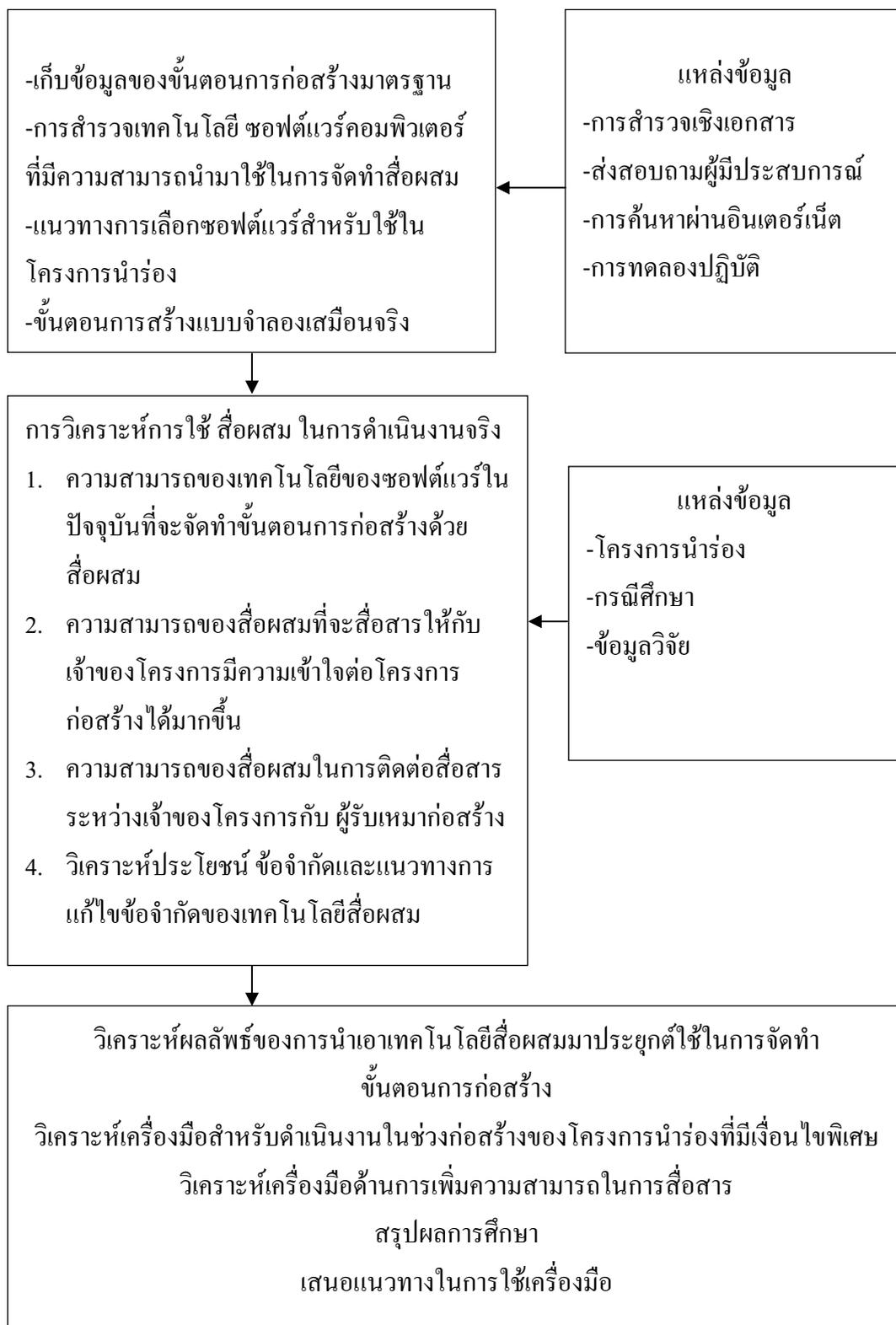
วิธีดำเนินการศึกษาและการจัดทำโครงการนำร่อง

ในบทนี้เป็นการแสดงเนื้อหาก่อนการศึกษา โดยประกอบด้วยเนื้อหาอันได้แก่ (1) ภาพรวมของวิธีดำเนินการศึกษา (2) การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องขั้นตอนการก่อสร้าง (3) ทางเลือกในการนำสื่อผสมมาใช้เพิ่มความสามารถในการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้าง และการเลือกใช้ซอฟต์แวร์สำหรับใช้ภายในกรณีศึกษา (4) รายละเอียดอาคารและขั้นตอนการก่อสร้างที่ใช้เป็นโครงการนำร่อง (5) ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ใช้ภายในโครงการนำร่อง (6) การจัดการนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยสื่อผสม (7) การแสดงผลการนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยสื่อผสม โดยเงื่อนไขต่างๆที่ใช้เก็บข้อมูลนี้ขึ้นอยู่กับขอบเขตของข้อมูลที่สามารถจัดหาและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสม และให้สอดคล้องไปตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่ตั้งไว้แต่แรกนั่นเอง

วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นศึกษาการจัดการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำสื่อผสมมาใช้เพิ่มความสามารถในการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้าง ข้อมูลสำคัญที่จำเป็นที่สุดที่จะต้องทำการเก็บรวบรวมมาใช้ประกอบการทำการศึกษามีสามส่วน (1) ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) (2) ข้อมูลของสื่อผสมที่จะมาใช้เพิ่มความสามารถในการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้าง หรือถ้าเป็นไปได้ก็คือการเก็บรวบรวมข้อมูลของ การนำเอาสื่อผสมมาประยุกต์ใช้โดยตรงกับขั้นตอนการก่อสร้าง อย่างไรก็ตามเนื่องจากการประยุกต์เอาสื่อผสมมาใช้เพิ่มความสามารถในการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างสำหรับการทำงานในประเทศไทยยังอยู่ในลักษณะการทดลองซึ่งมีการจัดทำขึ้นตามคณะวิชา เพื่อแสดงออกถึงความก้าวหน้าของสถาบันต่างๆ ไม่ได้มุ่งหวังเพื่อนำไปใช้งานจริงอย่างต่อเนื่องในธุรกิจก่อสร้างอันส่งผลให้เกิดข้อจำกัดด้านการหาข้อมูลสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาและแหล่งข้อมูล



1. การรวบรวมของข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษา

ข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยข้อมูลหลายส่วนที่เกี่ยวข้องซึ่งแต่ละส่วนล้วนแต่จำเป็นต้องทำการเก็บรวบรวมมาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อใช้ประกอบในการตัดสินใจโดยข้อมูลทั่วไปมักจะเป็นข้อมูลเชิงบทความจากต่างประเทศ ที่เปิดเผยโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย ทั้งจากที่เป็นงานวิจัยค้นคว้า หัวข้อข่าว และ บทวิจารณ์ต่างๆ เนื่องจากข้อมูลงานเอกสารงานวิจัยแทบทั้งหมดมักมีลิขสิทธิ์กำกับอยู่ และมีค่าใช้จ่ายในการทำสำเนา การนำมาเผยแพร่ เป็นการรวบรวมข้อมูลผ่านด้วยการค้นหา (Searching) ภายในอินเทอร์เน็ตและการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Email) ไปสอบถามผู้มีประสบการณ์จากการผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้อง และการทดลองปฏิบัติด้วยตัวเอง ได้แก่ ในส่วนแรกคือข้อมูลในส่วนของ เทคโนโลยีสมัยใหม่ ซอฟต์แวร์ และ ฮาร์ดแวร์ที่ได้รับความนิยม เทคนิคพิเศษต่างๆ ในการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ รวมไปถึงโครงการก่อสร้างที่จะนำมาใช้เป็นโครงการนำร่องในการทดลองจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างด้วยสื่อผสม ส่วนที่สองได้แก่ข้อมูลในส่วนของขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) และผู้ที่มีความเกี่ยวข้อง ซึ่งจะเป็นข้อมูลในเชิงวิชาการที่ต้องพึงพาการค้นคว้าตำราต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อสรุปหาข้อมูลที่ใกล้เคียงที่สุดในการนำมาใช้จัดทำขั้นตอนการก่อสร้าง รวมไปถึงการต้องเดินทางไปเก็บข้อมูลโดยตรงกับผู้ที่เกี่ยวข้อง สถาบันที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงการทำแบบทดสอบเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลทางสถิติถึงความเข้าใจเกี่ยวกับการก่อสร้างของบุคคลทั่วไป

2. ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

ในการรวบรวมข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ลำดับขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลนั้นว่ามีความสำคัญเนื่องจากความเป็นไปได้ในการศึกษาค้นคว้านี้มีปัจจัยสำคัญต่างๆ หลายประการซึ่งปัจจัยแต่ละตัวล้วนมีส่วนทำให้การรวบรวมข้อมูลของปัจจัยอื่น ๆ มีแนวโน้มเปลี่ยนไป ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีลำดับขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. การเก็บข้อมูลของขั้นตอนการก่อสร้างมาตรฐานในปัจจุบัน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) ทั้งในและต่างประเทศ จากตำราวิชาการ หนังสือประกอบบทเรียน เอกสารค้นคว้าวิจัย และ บทความของผู้มีประสบการณ์เพื่อนำมาเป็นข้อมูลอ้างอิงสำคัญในการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างที่ถูกต้องครบถ้วนสอดคล้องกับโครงการนำร่องที่จะจัดทำขึ้น รวมไปถึงการสัมภาษณ์เก็บรวบรวมข้อมูลจากช่างก่อสร้างท้องถิ่นที่มีประสบการณ์เพื่อเปรียบเทียบขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้ร่างขึ้นมาจากตำราและเอกสารวิชาการโดยศึกษาถึงการทำงานจริงตามปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ ของการก่อสร้างอาคารพักอาศัยขนาดเล็กด้วยช่างท้องถิ่น ของประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจแก้ไข

ปรับปรุงแบบร่างที่ทำมาให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้นและเกิดประโยชน์สูงสุดแก่กลุ่มเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2. การเขียนร่างขั้นตอนการก่อสร้างมาตรฐาน หลังจากได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) ทั้งในและต่างประเทศ จากตำราวิชาการ หนังสือประกอบบทเรียน เอกสารค้นคว้าวิจัย และ บทความของผู้มีประสบการณ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงนำเอาข้อมูลสำคัญที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษามาคัดย่อเป็นเอกสารแบบร่างเพื่อใช้เป็นโครงหลักของการศึกษา

3. แนวทางการเลือกซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์สำหรับใช้ในโครงการนำร่อง หลังจากเก็บข้อมูลเทคโนโลยีสื่อผสม และ ซอฟต์แวร์ต่างๆที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้มาจำนวนหนึ่งก็ทำการคัดเลือกเทคโนโลยี และ ซอฟต์แวร์ที่มีความเหมาะสมตามข้อกำหนดที่ได้ตั้งไว้โดยเน้นไปที่ความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้ได้โดยง่าย โดยอาศัยตารางให้คะแนนเปรียบเทียบ

4. การผลิตสื่อผสมเป็น โครงการนำร่อง หลังจากได้เทคโนโลยีสื่อผสม และ ซอฟต์แวร์ต่างๆที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้ได้โดยง่าย ต่อมาก็คือการสำรวจข้อมูลของกลุ่มเป้าหมายที่จะนำเอาการศึกษานี้ไปใช้งาน ได้จริง และกำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้อยู่ในกรอบที่เหมาะสมต่อกลุ่มเป้าหมายทั้งในเรื่องของรูปแบบอาคารพักอาศัยในปัจจุบัน เพื่อจัดหาแบบที่มีความสอดคล้องกับการนำเอามาจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยเทคโนโลยีสื่อผสม ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. การคัดเลือกโครงการนำร่อง
2. การเตรียมแบบก่อสร้างในรูปแบบดิจิทัลบนคอมพิวเตอร์
3. สร้างหุ่นจำลองเสมือนจริง
4. การตัดต่อและทำคำบรรยาย
5. การบันทึกเสียงบรรยาย
6. การโอนข้อมูลหุ่นจำลองสามมิติเพื่อจัดทำ Interactive
7. การนำเสนอสื่อผสม

5. จัดทำแบบสำรวจ โดยจัดให้กลุ่มเป้าหมายได้ทดลองใช้สื่อผสมที่ได้จัดทำขึ้น แล้วจึงให้กรอกแบบสำรวจ โดยอาศัยตัวอย่างจาก ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) โดยนำมาปรับปรุง และนำไปให้กลุ่มเป้าหมายที่เป็นคนธรรมดาทั่วไปกรอก และนำข้อมูลที่ได้นำมาใช้ประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเก็บเป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลสื่อผสม และ โครงการนำร่องที่จัดทำขึ้น

3. วิเคราะห์ข้อมูลผลที่ได้รับ ความสามารถของสื่อผสมแต่ละชนิด

ทำการนำเสนอข้อมูลต่างๆที่ได้ทำการเก็บรวบรวมมาเพื่อใช้ในการศึกษาแสดงถึงขั้นตอนในการผลิตสื่อผสมขึ้นมาจาก สื่อชนิดต่างๆ

4. บทสรุป

ทำการสรุปผลลัพธ์ตาม วัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งก็คือ เพื่อศึกษาและจัดทำเอกสาร ระบุขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยเพื่อบุคคลธรรมดาทั่วไป โดยระบุถึงผลลัพธ์ของสื่อผสมที่ จัดทำขึ้นมาเป็น โครงการนำร่อง และ สรุปผลสำรวจจากกลุ่มเป้าหมาย

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในบทนี้เป็นการนำเอาขั้นตอนการศึกษาในบทที่ 3 มาดำเนินการและนำผลของการศึกษาข้อมูลทั้งหมดมากล่าวโดยละเอียดพร้อมตารางและรูปประกอบ โดยจะมีการนำเสนอข้อมูลทางสถิติบางส่วนประกอบ เพื่อให้การแปลความหมายของข้อมูลมีความชัดเจนยิ่งขึ้น

1. การเก็บข้อมูลของขั้นตอนการก่อสร้างมาตรฐาน

เพื่อที่จะได้ข้อมูลสำหรับประกอบการวิเคราะห์ผลจึงเริ่มต้นเก็บรวบรวมข้อเอกสารข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) ทั้งในและต่างประเทศ จากตำราวิชาการหนังสือประกอบบทเรียน เอกสารค้นคว้าวิจัย และ บทความของผู้มีประสบการณ์เพื่อนำมาเป็นข้อมูลอ้างอิงสำคัญในการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างที่ถูกต้องครบถ้วนสอดคล้องกับโครงการนำร่องที่จะจัดทำขึ้น ขั้นตอนการค้นหาส่วนใหญ่จึงมักกระทำผ่านระบบค้นหาทางคอมพิวเตอร์เป็นสำคัญ โดยอาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตำราวิชาการผ่านระบบค้นหาของห้องสมุดประจำมหาวิทยาลัยที่เอื้ออำนวย และระบบค้นหาของศูนย์จำหน่ายหนังสือขนาดใหญ่ในกรุงเทพฯ

1.1 การค้นหาผ่านระบบค้นหาของห้องสมุดและศูนย์จำหน่ายหนังสือขนาดใหญ่ในกรุงเทพฯ โดยการเลือกค้นหาข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตก่อนจะเดินทางไปด้วยตัวเองเพื่อเก็บข้อมูลโดยเลือกค้นหาจากห้องสมุดมาตรฐานขนาดใหญ่เช่น ห้องสมุดมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตวังท่าพระ ห้องสมุดกลางจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป้าหมายเพื่อค้นหาเอกสารขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Methods) ที่ได้จัดทำไว้ก่อนแล้ว โดยมีเงื่อนไขพื้นฐานคือ สามารถเปิดให้บริการแก่บุคคลทั่วไป ประกอบด้วยหนังสือวิชาการและหนังสือเชิงพาณิชย์ สุดท้ายคือ ประกอบด้วยหนังสือภายในและต่างประเทศ โดยใช้คำค้นหา (Key word) เป็นภาษาไทยว่า “ก่อสร้าง” (Construction) เพื่อที่จะได้ครอบคลุมการค้นหาให้ได้มากที่สุด พบว่าไม่สามารถค้นหาดารวิชาที่เกี่ยวข้องโดยตรง และไม่พบตำราภาษาไทยที่ตรงกับคำจำกัดความเดียวกับคำว่า Construction methods พบเพียงตำราต่างประเทศเพียงบางส่วน

โดยสามารถจัดหมวดหมู่ของรายการที่พบจากการค้นหาแบ่งออกได้เป็นสามหัวข้อหลักดังนี้

1.1.1 การก่อสร้างของอาคารชนิดต่างๆ ได้มีผู้อื่นศึกษาและจัดทำรูปการก่อสร้างของสิ่งก่อสร้างต่างๆหลากหลายชนิดโดยละเอียด แบ่งแยกไปทั้งรูปแบบของสิ่งก่อสร้าง มีทั้งการ

ก่อสร้างพื้นถิ่นที่ใช้วัสดุทางธรรมชาติ และการก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น หนังสือเกร็ดความรู้เกี่ยวกับการควบคุมงานก่อสร้าง อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก หนังสือการก่อสร้างด้วยเหล็ก หนังสือการศึกษาหมู่บ้าน บ้าน และเทคโนโลยีการก่อสร้างของหมู่บ้านจีนฮ่อ จังหวัดแม่ฮ่องสอน หรือหนังสือ RESIDENTIAL CONSTRUCTION ACADEMY: MASONRY, BRICK AND BLOCK CONSTRUCTION เป็นต้น

1.1.2 เทคนิคการก่อสร้างและการประมาณราคา เป็นตำราวิชาอธิบายถึงเทคนิควิธีการก่อสร้างต่างๆมากมายหลากหลายทั้งที่รู้จักกันทั่วไปและทั้งที่ไม่รู้จัก ซึ่งเป็นการเผยแพร่ความรู้ด้านเทคนิคการก่อสร้างที่มีความสลับซับซ้อนจากต่างประเทศหรือเฉพาะโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ในประเทศ อีกส่วนหนึ่งก็คือการประมาณราคาการก่อสร้างซึ่งถือว่าเป็นตำราวิชาการที่มีการจัดทำไว้มากและมีให้เลือกหลากหลาย เช่นหนังสือ การบริหารต้นทุนงานก่อสร้าง หนังสือรวมกฎหมายก่อสร้าง ปรับปรุงใหม่ หรือหนังสือ ESTIMATING CONSTRUCTION COSTS เป็นต้น

1.1.3 เกร็ดความรู้เบ็ดเตล็ด เป็นตำราวิชาอธิบายถึงเกร็ดความรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการก่อสร้าง รวมทั้ง ข้อผิดพลาดและวิธีป้องกันแก้ไขข้อผิดพลาดจากการดำเนินการก่อสร้าง ซึ่งจะเป็นตำราวิชาการที่มีความเป็นไปได้อย่างมากที่สุดที่บุคคลธรรมดาจะสามารถทำความเข้าใจได้ อย่างไรก็ตามเกร็ดความรู้ต่างๆเหล่านี้ก็มักจะละเลยรายละเอียดปลีกย่อยไปบ้างเพื่อลดความซับซ้อนในการนำเสนอ เช่นหนังสือเกร็ดความรู้เกี่ยวกับการควบคุมงานก่อสร้าง อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ก่อสร้างนารู้ คู่มือชาวบ้าน เล่ม 1 ส่วนประกอบของอาคาร หรือหนังสือ RECONSTRUCTION AFTER DISASTER เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ฝึกอบรมพื้นฐานการก่อสร้างให้กับบุคคลทั่วไป

เพื่อที่จะเปรียบเทียบขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้ร่างขึ้นมาจากตำราและเอกสารวิชาการ เข้ากับ การทำงานจริงในปัจจุบัน โดยจำเป็นต้องทำการสัมภาษณ์ช่างท้องถิ่น ซึ่งการเลือกช่างท้องถิ่นนั้นมีเหตุผลเพื่อให้สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นเอง และเพื่อให้การสัมภาษณ์เกิดประโยชน์มากที่สุดจึงตั้งเป้าไปที่กลุ่มคนที่ผ่านการศึกษาเรื่องวิชาชีพการก่อสร้างอย่างเป็นระบบผ่านศูนย์ฝึกวิชาชีพต่างๆที่ได้รับการสนับสนุนโดยหน่วยงานของรัฐ ซึ่งได้แก่ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน ที่ให้บริการพัฒนาฝีมือแรงงาน ด้านการฝึกอบรมฝีมือแรงงาน และการฝึกเตรียมเข้าทำงาน เป็นการฝึกอาชีพให้แก่แรงงานใหม่ เพื่อพัฒนาความรู้ ความสามารถในขั้นพื้นฐานของสาขาอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนทัศนคติที่ดีต่ออาชีพ เพื่อเตรียมเข้าสู่ตลาดแรงงานและให้มีความพร้อมที่จะทำงานในฐานะแรงงานฝีมือ ใน สพก./ศพจ. (สถาบัน

พัฒนาฝีมือแรงงานภาค / ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงาน) เป็นเวลา 280 ชั่วโมงหรือ 2 เดือนขึ้นไป และฝึกในกิจการอีก 1-4 เดือน (แล้วแต่สาขาอาชีพ) และยังมีการฝึกยกระดับฝีมือ เป็นการฝึกอาชีพให้แก่แรงงานที่มีงานทำอยู่แล้วให้มีพื้นความรู้ ความสามารถและทักษะเพิ่มเติมในสาขาอาชีพที่ปฏิบัติงานอยู่หรือสาขาอาชีพที่เกี่ยวข้องหรือเกี่ยวพันกับงานที่ทำอยู่ให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ซึ่งอาจเป็นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะเดิมให้สูงขึ้นหรือเพิ่มทักษะด้านการบริหารจัดการหรือความรู้เสริมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวพันกับสาขาอาชีพนั้น ๆ โดยระยะเวลาฝึกตั้งแต่ 12 ชั่วโมงขึ้นไป และการฝึกเสริมทักษะ เป็นการฝึกอาชีพให้กับแรงงานที่มีงานทำอยู่แล้วหรือว่างงานและมีความประสงค์จะเปลี่ยนอาชีพใหม่หรือประกอบอาชีพอื่นเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาแรงงานให้มีความรู้ ความสามารถ และทัศนคติที่ดีเพิ่มเติมในสาขาอาชีพอื่นที่นอกเหนือจากงานที่ปฏิบัติอยู่ตามปกติหรืออาชีพที่ทำอยู่หรือให้สามารถทำงานในสาขาอาชีพอื่นได้ โดยระยะเวลาการฝึกตั้งแต่ 6 ชั่วโมงขึ้นไป



ภาพที่ 11 แสดงเว็บไซต์กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

ได้เดินทางไปติดต่อสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิสองท่าน รับฟังวัตถุประสงค์หลักของศูนย์ซึ่งได้แก่ เพื่อพัฒนาฝีมือแรงงานให้มีประสิทธิภาพก่อนเข้าสู่ตลาดแรงงาน, เพื่อยกระดับมาตรฐานฝีมือแรงงานของบุคคลในสถานประกอบการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น, เพื่อส่งเสริมธุรกิจอุตสาหกรรมให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาฝีมือแรงงาน, เพื่อพัฒนาฝีมือแรงงานให้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานตามมาตรฐานที่กำหนดและแข่งขันฝีมือแรงงาน, เพื่อพัฒนาแรงงานในพื้นที่ชนบทยากจน หรือมีปัญหาด้านความมั่นคง ให้มีอาชีพและรายได้สูงขึ้น โดยพบว่าสำหรับ

สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานที่อยู่ตามจังหวัดห่างไกลนั้นบุคคลที่สนใจเข้าฝึกสอนนั้นจะแตกต่างจากสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานในจังหวัดภาคกลางโดยมักจะเป็นกลุ่มบุคคลธรรมดา หรือ ทหารจากค่ายทหารในพื้นที่ซึ่งเกือบจะไม่มีความรู้พื้นฐานเดิมจากการก่อสร้าง อีกทั้งยังไม่สามารถขอความร่วมมือจากบริษัทก่อสร้างเอกชนขนาดใหญ่ในการสนับสนุนซึ่งโดยทั่วไปมักจะมีการก่อสร้างอย่างต่อเนื่องอยู่เป็นจำนวนมากในกรุงเทพมหานคร ทำให้ไม่สามารถเปิดการฝึกอบรมได้อย่างต่อเนื่อง โดยปกติจะอยู่ในลักษณะของ การร้องขอให้ช่วยสนับสนุนให้ความรู้ในกรณีที่กลุ่มประชาชน หรือ ทหารจะดำเนินการก่อสร้างใดๆ ก็จึงจะได้เปิดการฝึกอบรม

3. ผลการเลือก ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ ซอฟต์แวร์ (Software)

การศึกษาครั้งนี้ให้คำจำกัดความของสื่อผสม (Multimedia) ไว้ว่า เป็นสื่อหลายแบบที่ไม่มีข้อจำกัด ซึ่งใช้ในการสื่อสาร ในปัจจุบันมักจะถูกจัดทำและนำเสนอผ่านคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จึงนับเป็นเครื่องมือหลักประกอบการศึกษา จากเนื้อหาในบทที่ 2 ระบุถึงอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำสื่อผสมไว้ เนื่องจากองค์ประกอบทั้งสองส่วนนั้นส่งผลต่อกันโดยตรง โดยจะต้องมีความสามารถสอดคล้องต่อกันและกัน การคัดเลือกองค์ประกอบใดก่อนจะส่งผลต่อองค์ประกอบอีกส่วนหนึ่ง ผู้ศึกษาเลือกใช้กระบวนการคัดเลือกเอาคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่แล้วเป็นกรอบในการคัดเลือกซอฟต์แวร์ ด้วยสาเหตุดังต่อไปนี้

1. เพื่อจะได้มั่นใจว่า ซอฟต์แวร์ที่ผ่านการคัดเลือกสามารถทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการที่ผู้ศึกษาใช้งานอยู่
2. ในกรณีที่ผู้ศึกษาคัดเลือก ซอฟต์แวร์ก่อน ผู้ศึกษาอาจไม่สามารถจัดหา ฮาร์ดแวร์ที่สามารถรองรับความต้องการของ ซอฟต์แวร์นั้นๆ ได้

ด้วยสาเหตุดังกล่าว ฮาร์ดแวร์ ที่ผู้ศึกษาเลือกใช้ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- 3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ต่อเชื่อมฮาร์ดแวร์ (Hardware) อื่น ๆ ก่อนจะประมวลผลผ่าน ซอฟต์แวร์ (Software) เครื่องคอมพิวเตอร์ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) มีหน่วยประมวลผล (CPU) AMD Athlon 1.3 GHz. RAM 256 MB การ์ดแสดงผลหน้าจอของ NVIDIA GeForce4 420 Go 16MB พร้อมอุปกรณ์ ดีวีดีรอม สำหรับอ่านและเขียนข้อมูล ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window XP5.4.1 ซึ่งจัดจำหน่ายในช่วงปี พ.ศ. 2543

3.2 ฮาร์ดแวร์สำหรับงานด้านเสียง ในการที่จะบันทึกเสียงซึ่งเป็น สื่อหนึ่งที่มีความสำคัญการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ ไมโครโฟน (Microphone) พร้อมหูฟัง (Headphone) ชนิดที่ผลิตมาใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไป



ภาพที่ 12 รูปคอมพิวเตอร์แบบพกพาและหูฟังพร้อมไมโครโฟนที่ใช้ประกอบการศึกษา

3.3 ฮาร์ดแวร์สำหรับงานด้านภาพ เพื่อที่จะบันทึกข้อมูลส่วนของรูปภาพและ อักษร ลงสู่คอมพิวเตอร์ การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ กล้องดิจิทัล (Digital) Canon EOS 350D ในการถ่ายภาพ และบันทึกลงสู่คอมพิวเตอร์



ภาพที่ 13 รูปกล้องดิจิทัล และ สายเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประกอบการศึกษา

3.4 การพิจารณาเลือกใช้ซอฟต์แวร์สำหรับใช้จัดทำโครงการนำร่อง ปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสื่อผสมเป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องวางกรอบในการคัดเลือกให้

เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้ขั้นตอนการคัดเลือกซอฟต์แวร์รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยได้วางกรอบการคัดเลือกได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แสดงปัจจัยที่มีการพิจารณาเลือกใช้ซอฟต์แวร์ในการจัดทำสื่อผสม

ปัจจัยพิจารณา	คำอธิบายข้อพิจารณาซอฟต์แวร์ในการจัดทำสื่อผสม
ข้อกำหนดด้านฮาร์ดแวร์ของซอฟต์แวร์ที่เลือกใช้	สามารถใช้งานได้กับเครื่องฮาร์ดแวร์ที่ผู้ศึกษาเลือกไว้ตามหัวข้อ 2.1
ได้รับการยอมรับและเป็นที่ยอมรับ	เป็นซอฟต์แวร์ที่มีบรรจุอยู่ในสถาบันสอนพิเศษ NET DESIGN
สามารถจัดหาได้	มีจัดจำหน่ายในประเทศไทยและสามารถจัดหาได้

โดยทำการคัดเลือกจากซอฟต์แวร์ที่มีจัดจำหน่ายอยู่ในประเทศไทยผ่านตัวแทนจำหน่าย รวมทั้งมีการเปิดสอนอย่างกว้างขวางทั้งโดยสถาบันสอนพิเศษซึ่ง ถือเป็นสถาบันหรือองค์กรที่เปิดกว้างเป็นที่ยอมรับในสังคม โดยเลือกสถาบันสอนพิเศษ NET DESIGN เนื่องจากนับตั้งแต่เปิดดำเนินการในปี พ.ศ.2541 ถึงปัจจุบัน ประกอบการกับการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนให้มีความทันสมัย ทั้งเทคโนโลยี สถานที่และอุปกรณ์ จึงทำให้ NetDesign ได้รับความเชื่อถือและไว้วางใจ โดยมีผู้สมัครและผ่านการอบรมจากสถาบันแล้วมากกว่า 200,000 ท่าน และได้ขยายจำนวนศูนย์อบรมเพื่อรองรับความต้องการของผู้เรียนมากถึง 13 สาขา ในปัจจุบัน รวมทั้งยังได้มีความร่วมมือกับสถานศึกษาและหน่วยงานทางสังคมที่ได้รับการยอมรับเป็นจำนวนมาก



ภาพที่ 14 รูปแสดงหน้าเว็บไซต์ สถาบัน Netdesign และรายชื่อซอฟต์แวร์ที่เปิดสอน

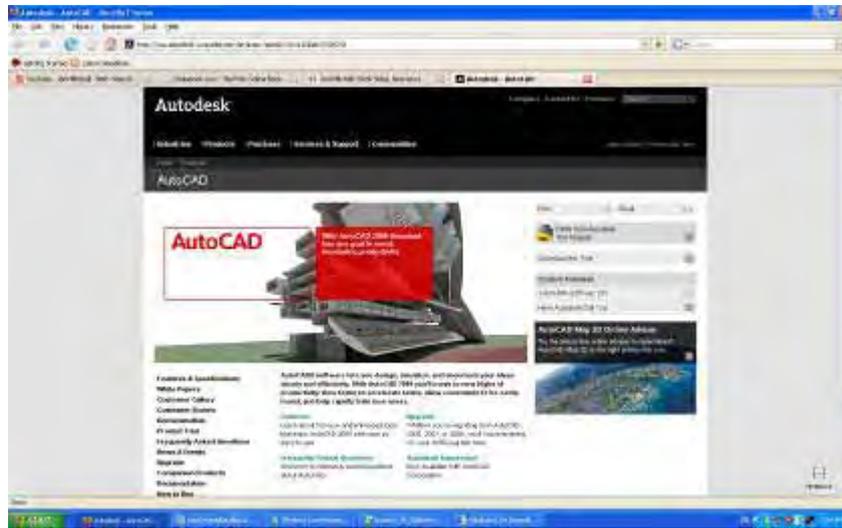
อาศัยตารางคัดเลือกซอฟต์แวร์ในขอบเขตที่กำหนด ผู้ศึกษาได้ทำการคัดเลือกซอฟต์แวร์ออกมาจำนวนหนึ่งซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาพัฒนาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาสามารถจัดแบ่งเป็นหมวดหมู่ได้ดังต่อไปนี้

3.4.1 ซอฟต์แวร์การสร้างหุ่นจำลองสามมิติ การจะจัดทำสื่อรูปภาพซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของสื่อผสมนั้น จะต้องจัดหาเครื่องมือที่เหมาะสมและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุดคือการจำลองสภาพการก่อสร้างให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง จากการศึกษาแนวทางการนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยสื่อผสมนี้ตั้งอยู่ในพื้นฐานที่พยายามจะจัดหาขบวนการจัดทำที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนจนเกินไปแล้วสมควรพัฒนาขึ้นภายในองค์กรธุรกิจก่อสร้างนั่นเอง ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างหุ่นจำลองเสมือนจริงที่ได้รับความนิยมในประเทศไทยนั้นมีด้วยกันมากมายหลายชนิดเช่น ซอฟต์แวร์ Light wave ซอฟต์แวร์ Maya ซอฟต์แวร์ FromZ ซอฟต์แวร์ Sketchup จากตารางการคัดเลือกซอฟต์แวร์ ต้องการซอฟต์แวร์ที่เป็นที่คุ้นเคยเป็นที่รู้จักและถูกใช้โดยบริษัทที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง ตามตารางการพิจารณาเลือกใช้ซอฟต์แวร์สำหรับใช้จัดทำโครงการนำร่อง ซึ่งพบว่าอยู่ สองโปรแกรมดังต่อไปนี้

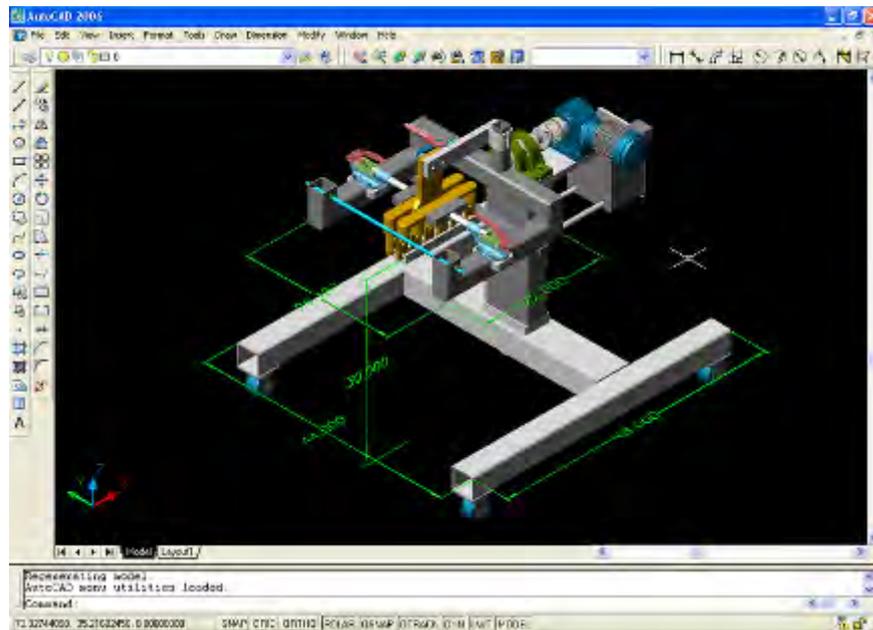
1.ซอฟต์แวร์ AutoCAD เป็นโปรแกรมช่วยออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (CAD – Computer Aided Drafting/Design) พัฒนาโดยบริษัทออโตเดสก์ (Autodesk, Inc.) สหรัฐอเมริกา นับเป็นโปรแกรมช่วยการออกแบบที่ถูกใช้งานในประเทศไทยเป็นลำดับต้นๆ และถูกใช้งานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลายาวนาน รุ่นล่าสุดทำงานบนระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์ วินโดวส์เท่านั้น สำหรับระบบปฏิบัติการอื่นๆนั้นได้หยุดพัฒนาไปแล้ว ทั่วไปนิยมใช้งานในการเขียนแบบ 2 มิติที่ใช้ในการจัดทำแบบพิมพ์เขียวเพื่อใช้เป็นแบบก่อสร้างนั่นเอง แต่ก็ยังเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการสร้างหุ่นจำลองเสมือนจริง ได้อย่างถูกต้องแม่นยำอีกด้วย เนื่องจากสามารถนำเอาข้อมูลโดยตรงจากการเขียนแบบ 2 มิติมาเป็นพื้นฐานในการสร้างหุ่นจำลองได้โดยตรงนั่นเอง เว็บไซต์ของซอฟต์แวร์นี้ได้แก่ (<http://www.autodesk.com/autocad>)

โปรแกรม AutoCAD ได้เริ่มเข้าจัดจำหน่ายในประเทศไทยตั้งแต่ ค.ศ.1992 โดยบริษัท Autodesk ออก AutoCAD Release 12 สำหรับ DOS ในเดือนมิถุนายน โดยมี AutoCAD SQL Extension (ASE)/Autodesk SQL Interface (ASI) ทำให้เชื่อมโยงข้อมูลกับฐานข้อมูลแบบ SQL ได้ และ Advanced Modeling Extension (AME) release 2.1 สำหรับทำโมเดล 3 มิติซึ่งเป็น โปรแกรมเสริม

เป็นโปรแกรมช่วยในการเขียนแบบและออกแบบที่มีผู้ใช้งานมากที่สุด โปรแกรมหนึ่งในประเทศไทย โดยสำนักงานสถาปนิก วิศวกร และ ผู้ประกอบการธุรกิจเกี่ยวกับการก่อสร้างล้วนแต่มีประสบการณ์ในการใช้งาน เนื่องจากสถาบันศึกษานิยมใช้ซอฟต์แวร์นี้ในการเรียนการสอนการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์

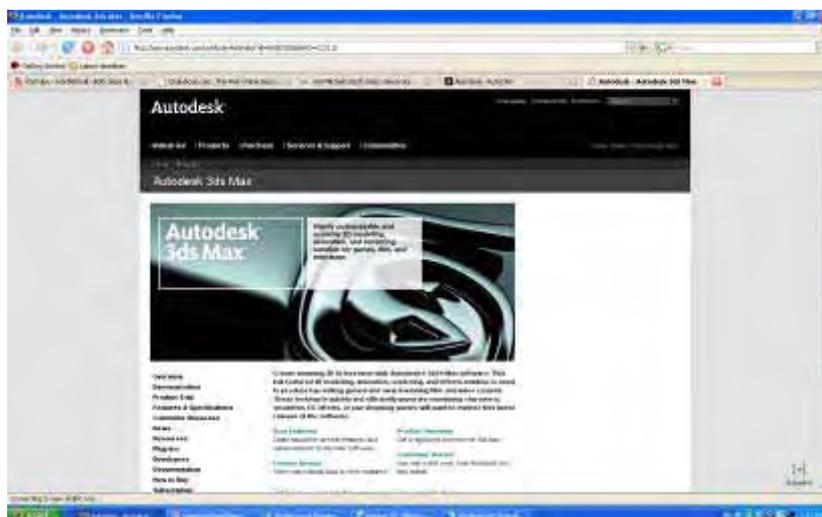


ภาพที่ 15 แสดงเว็บไซต์โปรแกรม AutoCAD

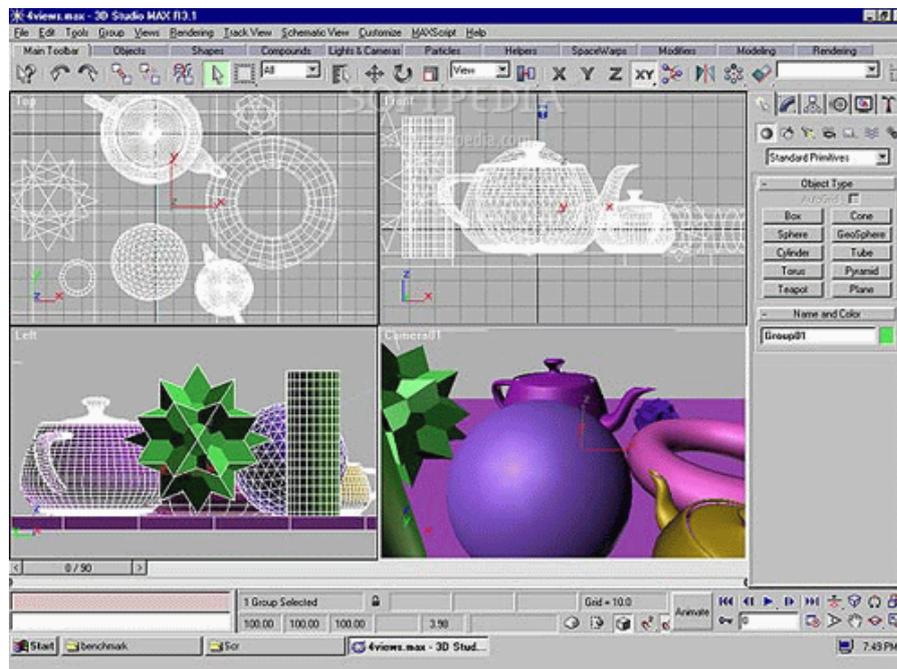


ภาพที่ 16 ตัวอย่างการทำหุ่นจำลอง 3 มิติ บน โปรแกรม AutoCAD

2. ซอฟต์แวร์ 3ds Max โปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟฟิค 3 มิติ ที่ได้รับความนิยมมาเป็นเวลานาน โดยพัฒนาควบคู่ไปกับโปรแกรม AutoCAD โดยเริ่มนิยมในเมืองไทยในปี ค.ศ.1992 บริษัท Autodesk ก็ได้จัดจำหน่าย Autodesk 3D Studio 2 สำหรับระบบ DOS และนับเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างหุ่นจำลองสามมิติและหุ่นจำลองเสมือนจริงที่ผู้ใช้งานในประเทศไทยคุ้นเคยเป็นอย่างดี สาเหตุที่ได้รับความนิยมเนื่องมาจากการใช้คอมพิวเตอร์สร้างภาพจำลอง และเสนอผลงานแก่ลูกค้าก่อนที่จะมีการสร้างงานจริง ทำให้ลูกค้าสามารถเห็นรูปร่างและรูปภาพของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างที่จะสร้าง เพื่อปรับความเข้าใจและสามารถปรับแก้ได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เพียงแบบก่อสร้างที่เป็นภาพร่าง 2 มิติ ปัจจุบันพัฒนาโดยบริษัทออโตเดสก์ (Autodesk, Inc.) สหรัฐอเมริกา รุ่นล่าสุดของซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์ วินโดวส์ ปกตินิยมใช้งานในการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ก่อนจะทำการสร้างชิ้นงานภาพยนตร์ออกมาทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานสาขาอื่นๆ เช่น การ์ตูนแอนิเมชัน ภาพเคลื่อนไหวต่างๆ และที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการสร้างหุ่นจำลองเสมือนจริง ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ อีกเช่นกัน เนื่องจากสามารถส่งถ่ายข้อมูลการเขียนแบบ 2 มิติ จากโปรแกรม AutoCAD มาเป็นพื้นฐานในการสร้างหุ่นจำลองได้โดยตรงอีกเช่นกัน เว็บไซต์ของซอฟต์แวร์นี้ได้แก่ (<http://www.autodesk.com/3dsmax>)

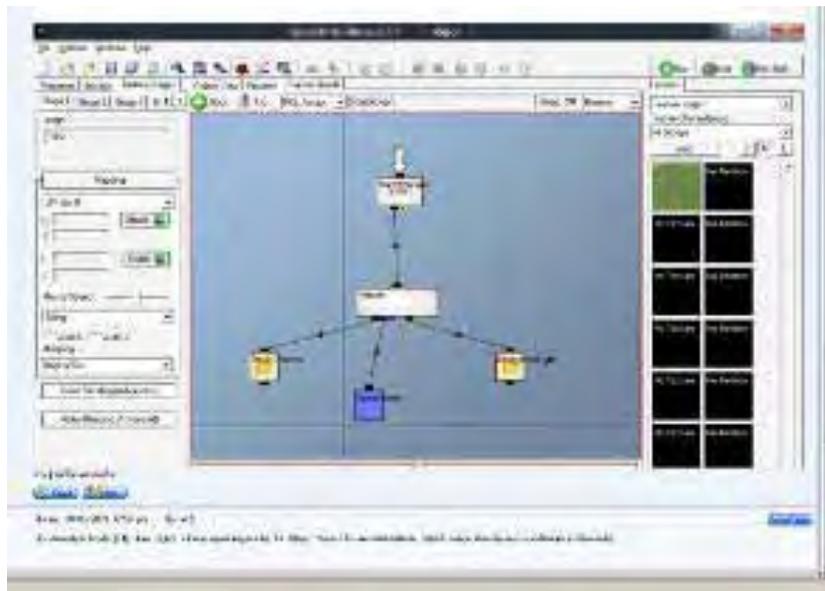


ภาพที่ 17 แสดงเว็บไซต์โปรแกรม 3ds Max



ภาพที่ 18 แสดงหน้าต่างทำงานของโปรแกรม 3d max

3.4.2 การจัดทำหุ่นจำลองในโลกเสมือนจริง ซอฟต์แวร์เพื่อใช้เสนอหุ่นจำลองเสมือนจริงในโลกเสมือนจริง ยังไม่ได้รับความนิยมในการใช้งานทางธุรกิจมากนัก ส่วนใหญ่จะใช้โปรแกรมที่ทำด้าน interactive 3d โดยเฉพาะ ได้แก่ Cult3D, TurnTool, Quest3D , enliven , AnarkStudio ซึ่งจัดทำโลกเสมือนจริงที่ผู้ใช้งานสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับชิ้นส่วนของหุ่นจำลองสามมิติภายในโปรแกรมได้ ซึ่งช่วยให้เกิดการเข้าถึงข้อมูลที่เพิ่มหลากหลายตามแต่ที่แต่ละบุคคลจะสนใจ อย่างไรก็ตามเนื่องจากซอฟต์แวร์ที่ใช้จัดทำสื่อหุ่นจำลองในโลกเสมือนจริง เหล่านี้แทบจะไม่ถูกใช้งานโดยบุคลากรในวงการก่อสร้างในประเทศไทยซะทีเดียว แต่ในต่างประเทศแล้วนับว่าเป็นรูปแบบซอฟต์แวร์ที่พัฒนาต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลาหลายสิบปี ทางเลือกที่ดีที่สุดก็คือการเลือกใช้โปรแกรมที่มีผู้สนใจและให้การศึกษามากแล้วในประเทศไทยซึ่งได้แก่โปรแกรม Quest3D



ภาพที่ 19 แสดงหน้าต่างทำงานของโปรแกรม Quest 3D

3.4.3 การจัดทำสื่อผสมเพื่อทำการนำเสนอ ซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการจัดทำสื่อผสมนั้น ปัจจุบันมีให้เลือกใช้เป็นจำนวนมาก ซึ่งโดยทั่วไปอาจแบ่งได้เป็นสองกลุ่มก็คือซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับทำสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI (Computer Assisted Instruction) ที่ได้รับความนิยมอย่างซอฟต์แวร์ Adobe Authorware (<http://www.adobe.com/production/authorware>) และซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับตัดต่อภาพยนตร์ต่างๆ อย่างซอฟต์แวร์ Adobe premiere (<http://www.adobe.com/production/premiere>) ซึ่งซอฟต์แวร์ทั้งสองชนิดนี้ไม่ได้ถูกใช้งานในธุรกิจก่อสร้างโดยตรง แต่เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในธุรกิจที่มีการนำเสนอการตัดต่อภาพเคลื่อนไหวเช่นบริษัทตัดต่อภาพยนตร์ แต่นับเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ โดยมีรายการซอฟต์แวร์ที่คัดเลือกไว้ดังต่อไปนี้

1. ซอฟต์แวร์ Microsoft PowerPoint เป็นซอฟต์แวร์การนำเสนอที่ได้รับความนิยมมากสำหรับบุคคลทั่วไป เนื่องจากพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์ วินโดวส์ โดยถูกใช้อย่างกว้างขวางในภาคธุรกิจ การศึกษา การจัดการอบรม โดยเป็นส่วนหนึ่งของซอฟต์แวร์ไมโครซอฟท์ออฟฟิศด้วยด้วยรูปแบบการใช้งานที่สามารถทำความเข้าใจได้โดยง่าย และสามารถทำการนำเสนอข้อมูลได้ทั้งตัวอักษร ภาพ เสียง กับผู้ใช้งานในระดับหนึ่ง และเนื่องจากซอฟต์แวร์ Microsoft PowerPoint เป็นส่วนหนึ่งของซอฟต์แวร์ไมโครซอฟท์ออฟฟิศ จึงมีความสามารถที่จะนำบางส่วนของซอฟต์แวร์ Microsoft Excel ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ตารางข้อมูล (Spread sheet) เข้ามาใช้งานร่วมกัน ส่งผลให้สามารถนำเสนอข้อมูลในเชิงปริมาณ ข้อมูลตัวเลข

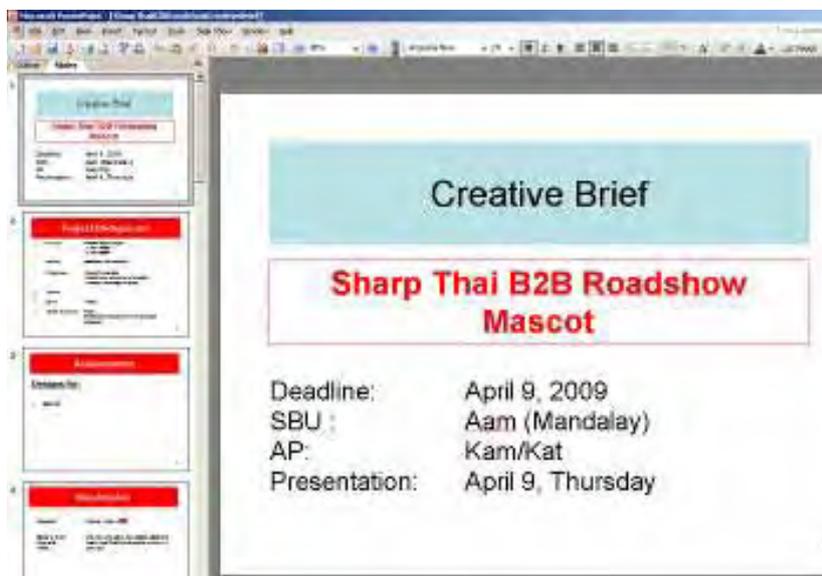
ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการตอบโต้ (Interactive) ทำให้ผู้ใช้งานสามารถที่จะควบคุมการนำเสนออย่างมีขั้นตอนตามต้องการได้

เว็บไซต์ของซอฟต์แวร์นี้ได้แก่

<http://office.microsoft.com/en-us/powerpoint/default.aspx>



ภาพที่ 20 แสดงเว็บไซต์โปรแกรม Microsoft PowerPoint



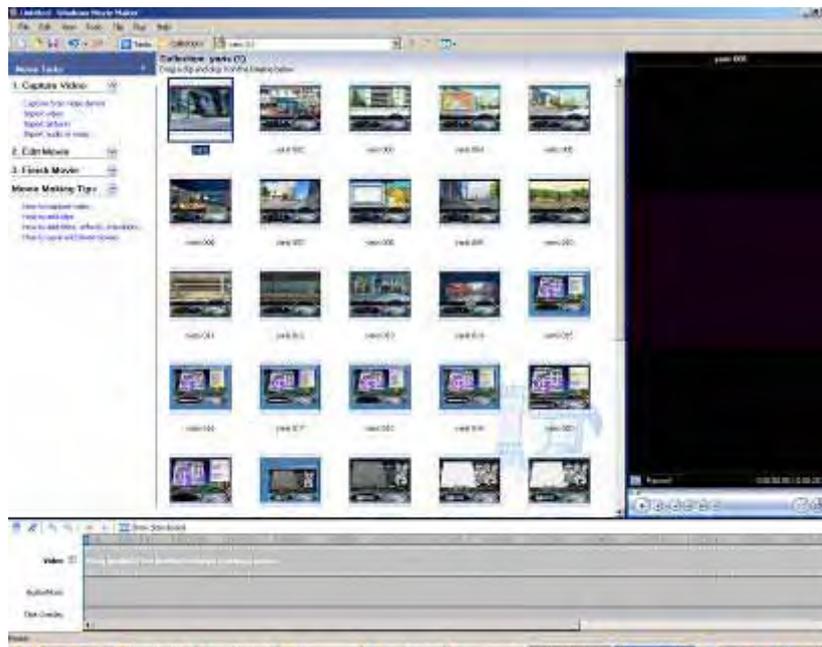
ภาพที่ 21 แสดงหน้าต่างใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint

2. ซอฟต์แวร์ Microsoft Windows Movie Maker ซอฟต์แวร์ Microsoft Windows Movie Maker เป็นซอฟต์แวร์ตัดต่อภาพยนตร์ที่ให้เราพร้อมกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ XP และ วินโดวส์รุ่นต่อๆ มา โดยมีความสามารถในการตัดต่อภาพยนตร์ การใส่เทคนิคพิเศษ การใส่ชื่อเรื่อง การใส่คำบรรยาย การบันทึกเสียงลงบนภาพยนตร์ ซึ่งในปัจจุบันสามารถทำการแก้ไข การตัดต่อได้ด้วยภาษา XML ได้ด้วย ด้วยสาเหตุที่ถูกติดตั้งมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ทำให้ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางเช่นกัน อีกทั้งยังมีรูปแบบการใช้งานที่สามารถทำความเข้าใจได้โดยง่าย และสามารถจัดทำกรนำเสนอข้อมูลได้ไม่ต่างจากซอฟต์แวร์ตัดต่อภาพยนตร์สำหรับมืออาชีพ ปัจจุบัน Microsoft Windows Movie Maker ได้กลายเป็นซอฟต์แวร์ตัดต่อภาพยนตร์ที่มีผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก ใช้สำหรับตัดต่อภาพยนตร์ที่ถ่ายด้วยกล้องวิดีโอดิจิทัลก่อนจะบันทึกลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อรับชม ผู้ใช้สามารถบันทึกภาพยนตร์ที่จัดทำไว้ลงบนแผ่นดิสก์เพื่อแจกจ่าย และสามารถบันทึกและเผยแพร่ภาพยนตร์วิดีโอเข้าไปในระบบอินเทอร์เน็ตได้เช่นกัน

เว็บไซต์ของซอฟต์แวร์นี้ <http://www.microsoft.com/windowsxp/using/moviemaker/default.msp>



ภาพที่ 22 แสดงเว็บไซต์โปรแกรม Microsoft Windows Movie Maker



ภาพที่ 23 แสดงหน้าต่างทำงาน Microsoft Windows Movie Maker

3. ซอฟต์แวร์ Adobe FLASH ซอฟต์แวร์ AdobeFLASH เป็นซอฟต์แวร์สำหรับสร้างภาพสองมิติที่สามารถจัดทำเป็นชุดภาพเคลื่อนไหว โปรแกรม AdobeFLASH เริ่มมีชื่อเสียงประมาณปี ค.ศ. 1996 หลังจากนั้น เทคโนโลยีFLASHได้กลายมาเป็นที่นิยมในการเสนอแอนิเมชัน(Animation)และ อินเทอร์แอคทีฟ (Interactive)ในเว็บเพจ (Web Page) และในโปรแกรมหลายๆ โปรแกรมระบบ และ เครื่องมือต่างๆ ที่มีความสามารถในการแสดง FLASH ได้ และ FLASH ที่นิยมในการใช้สร้าง คอมพิวเตอร์แอนิเมชัน โฆษณาออกแบบส่วนต่างๆ ของเว็บเพจ(Web Page) ใสวีดีโอบนเว็บ และอื่นๆ อีกมากมาย ด้วยสาเหตุที่ความสามารถในการถ่ายโอนข้อมูลทางระบบอินเทอร์เน็ตมีความรวดเร็วมากขึ้น ทำให้โปรแกรม Flash เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางและกลายเป็นตัวเลือกที่เป็นที่ยอมรับที่จะใช้เป็น โปรแกรมสำหรับจัดทำกรนำเสนอสื่อผสม เวย์ไซท์ของซอฟต์แวร์นี้ได้แก่ (<http://www.adobe.com/products/flash/>)

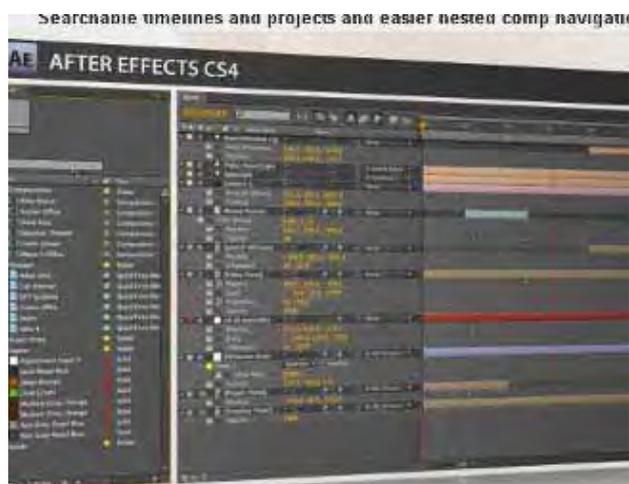


ภาพที่ 24 แสดงเว็บไซต์โปรแกรม Adobe Flash

4. ซอฟต์แวร์ Adobe After effect ซอฟต์แวร์ Adobe after effect โปรแกรมเพื่อใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว การจัดองค์ประกอบ ซึ่งเป็นโปรแกรมมาตรฐานและเป็นที่นิยมมากที่สุด ท่านจะได้ทดลองจัดองค์ประกอบภาพเคลื่อนไหวทั้งแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ รวมถึงการสร้างเทคนิคพิเศษด้วย Plug-in เสริมแบบต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการทำงานจริงในอุตสาหกรรมภาพยนตร์, Video, Multimedia และบน Web site เป็นโปรแกรมที่มีลักษณะคล้ายคลึงเว็บไซต์ ของซอฟต์แวร์นี้ (<http://www.adobe.com/products/flash/>)



ภาพที่ 25 แสดงเว็บไซต์โปรแกรม Adobe after Effect



ภาพที่ 26 แสดงหน้าต่างใช้งานโปรแกรม Adobe after Effect

ในการศึกษารั้ครั้งนี้จำเป็นต้องจัดหาซอฟต์แวร์จากอินเทอร์เน็ตที่อนุญาตให้นำเอาซอฟต์แวร์มาใช้งานชั่วคราว และหากมีความพึงพอใจก็สามารถจัดซื้อได้ โดยซอฟต์แวร์ทั้งหมดที่จัดหามีมูลค่าดังตารางนี้

ตารางที่ 5 แสดงมูลค่าของซอฟต์แวร์พิจารณาเลือกใช้

รายชื่อซอฟต์แวร์	ราคาซอฟต์แวร์
Autocad2009	175,350.- บาท
3D Max2009	168,000.- บาท
Quest 3d	349,965 บาท
Powerpoint	9,400.- บาท
Movie maker	ติดตั้งมากับ Windows
Flash Pro CS4	35,000.- บาท
After Effects	50,000.- บาท

ทั้งหมดรวมเป็นมูลค่าประมาณ 787,715 บาท โดยผู้ศึกษาได้ทำการ ดาวน์โหลด (Download) ซอฟต์แวร์เหล่านั้นมาจากเว็บไซต์ซึ่งอนุญาตให้ทดลองใช้ได้ ในระยะเวลาจำกัด หากจำเป็นต้องทำการจัดทำสื่อผสมอย่างต่อเนื่องจำเป็นต้องจัดซื้อซอฟต์แวร์ธุรกิจมาใช้ ซึ่งนับเป็นค่าใช้จ่ายจำนวนมากสำหรับบุคคลทั่วไป หรือ บริษัทที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจก่อสร้าง

4. ผลการจัดทำสื่อผสมเพื่อทำการนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้าง

หลังจากได้คัดเลือกซอฟต์แวร์มาแล้ว ผู้ศึกษาจึงเริ่มจัดวางแผนทำสื่อผสมขึ้น โดยกำหนดโครงการก่อสร้างขึ้นมาหนึ่งโครงการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ลักษณะโครงการนำร่อง การศึกษานี้ได้เลือกใช้กรณีศึกษาโครงการสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้นทั่วไปมีรายละเอียดดังนี้ลักษณะโครงการสามารถเป็นการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กตามแบบนิยม สามารถดำเนินการโดยผู้รับเหมาท้องถิ่นทั่วไป บนที่ดิน 50-80 ตารางวา และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงจัดทำให้อาคารมีขนาดเล็กลงเนื่องจากสามารถใช้อธิบายขั้นตอนการก่อสร้างของบ้านเดี่ยว และประยุกต์ไปใช้ได้กับอาคารแบบ ทาวน์เฮาส์ (Town House) ด้วยนั่นเอง โดยกำหนดให้ที่ดินหน้ากว้าง 9 เมตร ลึก 14 เมตร ด้านหน้าของที่ดินติดถนนภายในโครงการขนาดกว้าง 6 เมตร ด้านซ้ายติดที่ดินต่างเจ้าของไม่ได้ล้อมรั้ว ด้านขวาและหลังติดป่ารกที่ดินไม่ทราบเจ้าของ เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กมีขนาดชั้นล่างทั้งหมดใช้เป็นที่พักอาศัย ส่วนชั้นบนแบ่งเป็นห้องนอนทั้งหมด

เมื่อได้รูปแบบโครงการแล้วขั้นตอนต่อไปคือการเริ่มลงมือติดตั้งจำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์อันได้แก่

1. ซอฟต์แวร์ AutoCAD
2. ซอฟต์แวร์ 3ds Max
3. ซอฟต์แวร์ Microsoft PowerPoint
4. ซอฟต์แวร์ Adobe After effect
5. ซอฟต์แวร์ Adobe FLASH
6. ซอฟต์แวร์ Quest3D
7. ในส่วนของซอฟต์แวร์ Microsoft Windows Movie Maker นั้นได้ติดตั้งมาพร้อมกับ

ระบบปฏิบัติการวินโดวส์อยู่แล้ว

เมื่อทำการติดตั้งซอฟต์แวร์ทั้งหมดก็จำเป็นต้องวางแผนลำดับขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ที่คัดเลือกมา การสร้างสื่อผสมภาย โดยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถแบ่งขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ออกเป็น 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. การถอดแบบบ้าน โดยใช้ ซอฟต์แวร์ AutoCAD ร่างแบบ 2 มิติ
2. การนำเอาแบบ 2 มิติ จากซอฟต์แวร์ AutoCAD มาสร้างหุ่นจำลองเสมือนจริงในโปรแกรม 3ds Max และประมวลผล (Rendering) ออกมาเป็นภาพยนตร์วีดีโอเพื่อใช้ประกอบการทำสื่อผสม

3. การนำเอาภาพยนตร์วีดีโอที่ได้มาตัดต่อเรียบเรียงซอฟต์แวร์ ใส่คำบรรยายด้วยซอฟต์แวร์ Adobe After effect บันทึกเสียงบรรยาย

4. เพิ่มเสียงบรรยายด้วยซอฟต์แวร์ Microsoft Windows Movie Maker

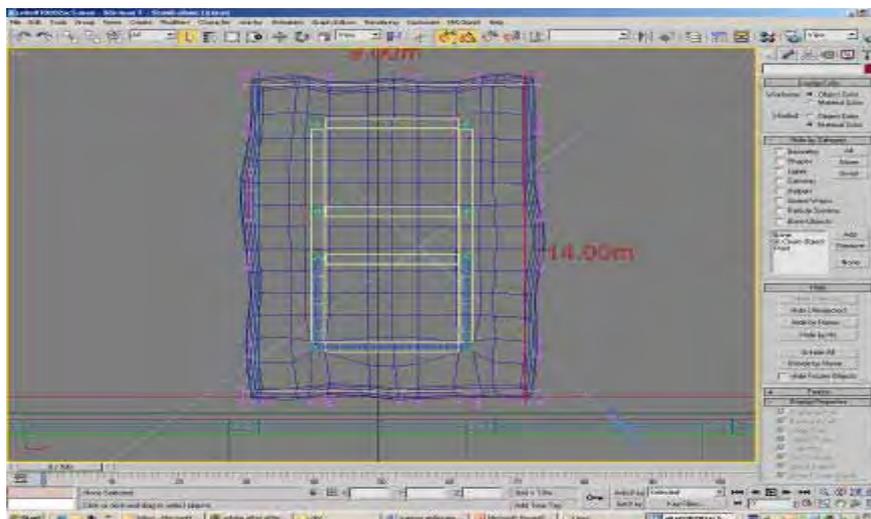
5. จัดเตรียมรูปภาพและข้อมูล Hypertext ไว้ใน โปรแกรม Microsoft PowerPoint

6. การจัดเอาหุ่นจำลองสามมิติที่ทำไว้เข้าสู่โลกเสมือนจริงจัดทำเป็นระบบ Interactive

7. นำเอาภาพยนตร์วีดีโอ ข้อมูล Hypertext ข้อมูลโลกเสมือนจริงInteractive ที่ได้ทำการตัดต่อเรียบเรียงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว มาจัดทำแบบนำเสนอด้วยซอฟต์แวร์ Adobe FLASH

ขั้นตอนทั้งหมดจำเป็นต้องทำการศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์แต่ละชนิด โดยผู้ศึกษาได้นำเสนอบางส่วนของภาพการปฏิบัติงานมาพอสังเขปดังต่อไปนี้

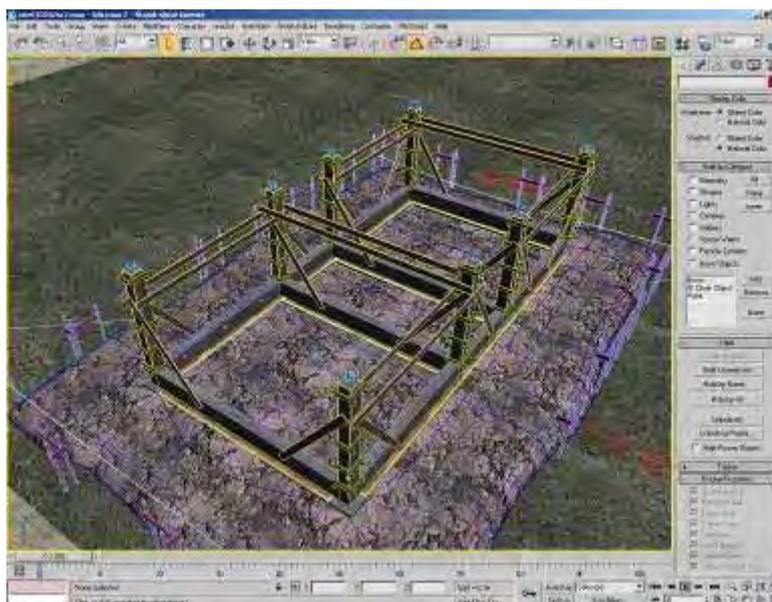
1. การเตรียมแบบก่อสร้างในรูปแบบดิจิทัลด้วยซอฟต์แวร์ AutoCAD ส่วนนี้เป็นการนำข้อมูลจากแบบก่อสร้างมาตรฐานหรือจากการสำรวจซึ่งโดยทั่วไปสามารถใช้ไฟล์งานที่ใช้สำหรับทำแบบก่อสร้างมา โดยมีขั้นตอนแสดงในภาพที่ การศึกษานี้ไม่ได้แสดงวิธีการและขั้นตอนการจัดเตรียมแบบก่อสร้างในรูปแบบดิจิทัลมาโดยละเอียด



ภาพที่ 27 การสร้างคอนคอดินบนพื้นที่ด้วยซอฟต์แวร์ 3DS MAX

2. สร้างหุ่นจำลองเสมือนจริงในซอฟต์แวร์3ds Max การดำเนินงานในส่วนที่ 2 นี้เป็นการดำเนินงานสร้างหุ่นจำลองเสมือนจริงในซอฟต์แวร์3ds Max โดยทั่วไปโครงการก่อสร้างในปัจจุบันล้วนแต่ทำการเขียนแบบก่อสร้างเพื่อจัดทำพิมพ์เขียวด้วยซอฟต์แวร์ AutoCAD ซึ่งสามารถส่งต่อไฟล์เหล่านั้นเพื่อมาใช้เป็นโครงร่างในการสร้างหุ่นจำลองเสมือนจริงได้อย่าง

แม่นยำ ซึ่งเริ่มจากการนำไฟล์ (Import File) ข้อมูลแบบ 2 มิติที่มีนามสกุล .dwg มาเปิดในซอฟต์แวร์ 3ds Max แล้วทำการสร้างหุ่นจำลอง 3 มิติขึ้น จากนั้นก็ทำการปรับปรุงสภาพแวดล้อม ปรับแต่งแสงไฟหรือการปรับแต่งการเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อให้เกิดกิจกรรมต่างๆ ที่สอดคล้องกับขบวนการก่อสร้างตามขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction Method) อย่างแม่นยำ ก่อน จะทำการประมวลภาพ (Rendering) ข้อมูลทั้งหมดออกมาเป็น ภาพยนตร์วิดีโอที่มีนามสกุล .AVI



ภาพที่ 28 การสร้างการตั้งแบบเสาด้วยซอฟต์แวร์ 3DS MAX

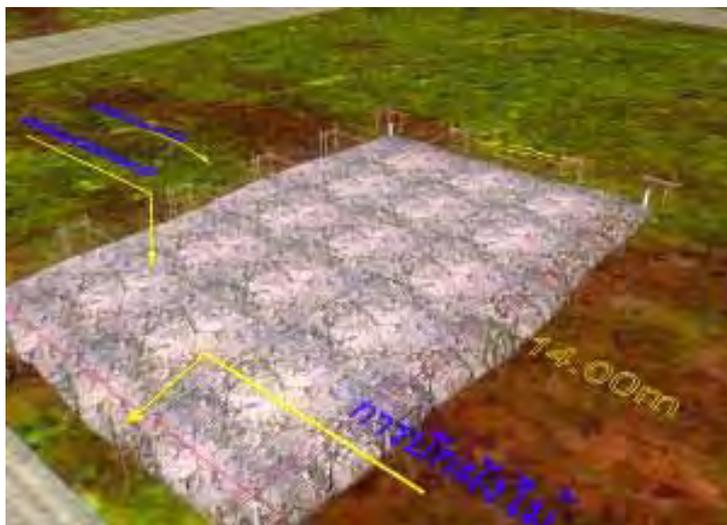
3. การตัดต่อและทำคำบรรยายในซอฟต์แวร์ Adobe After Effects เลือก import (นำเข้า) ไฟล์ ภาพยนตร์วิดีโอนามสกุล .AVI เข้ามาจัดเรียงในสารบัญของซอฟต์แวร์ ขั้นตอนนี้เป็นการนำเอาภาพยนตร์วิดีโอที่ได้ประมวลภาพ (Rendering) ไว้เข้ามาเตรียมพร้อม สำหรับการตัดต่อจัดทำสื่อผสมการจัดทำสื่อผสมนี้ ก็คือการนำเอาข้อมูลในส่วนของ ตัวอักษร (text) และ เข้ามาผสมเข้ากับข้อมูลส่วน ภาพ (Graphic) ซึ่งช่วยทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้และความเข้าใจของภาพยนตร์ได้มากยิ่งขึ้น

4. การบันทึกเสียงบรรยายในซอฟต์แวร์ Windows Movie Maker เลือก import ไฟล์ ภาพยนตร์วิดีโอนามสกุล .AVI เข้ามาจัดเรียงในสารบัญของซอฟต์แวร์ ขั้นตอนนี้เป็นการนำเอาภาพยนตร์วิดีโอที่ได้ประมวลภาพ (Rendering) ไว้เข้ามาเตรียมพร้อมสำหรับการจัดทำ บันทึกเสียง (Sound) คำบรรยายเพิ่มเติมลงไป โดยผู้ศึกษาได้บันทึกเสียงตัวเองลงไป เพื่อความสะดวกในกรณีที่รับชมข้อมูลสื่อผสมผ่านจอภาพขนาดเล็กจนไม่สามารถมองเห็นคำบรรยายได้ก็ยังสามารถรับฟังเสียงบรรยายได้นั่นเอง



ภาพที่ 29 แสดงไฟล์ hyper text ที่ได้จัดเตรียมไว้ในซอฟต์แวร์ Power point

5. การโอนข้อมูลหุ่นจำลองสามมิติเพื่อจัดInteractiveด้วยซอฟต์แวร์ Quest3D เพื่อที่จะให้สื่อผสมที่จัดทำขึ้นมา มีความครบถ้วนในส่วนของการตอบโต้ต่อผู้ใช้งาน แทนที่จะเลือกรับชมหรือรับข้อมูลฝ่ายเดียว จึงนำเอาหุ่นจำลองสามมิติที่ได้สร้างไว้เพื่อทำ ภาพยนตร์แอนิเมชันมาประยุกต์ใช้ ด้วยโปรแกรม Quest 3D ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดทำ โลกเสมือนจริงซึ่งสามารถตอบโต้กับผู้ใช้งานได้เช่นการที่ผู้ใช้งานสามารถ เลือกมุมมอง ระยะ และ วัตถุที่สนใจเป็นพิเศษที่จะรับชมได้ตามต้องการนั่นเอง โดยจากที่ศึกษาทำให้เราเลือกใช้รูปแบบ สำเร็จรูปที่โปรแกรมได้เตรียมไว้ให้ และนำเอาหุ่นจำลองที่ทำไว้เข้าไปจัดวางนั่นเอง



ภาพที่ 30 แสดงInteractive ของโลกเสมือนจริงที่จัดทำด้วย Quest 3D

6. การนำเสนอสื่อผสมในซอฟต์แวร์ Adobe Flash ทำการแทรก(Insert) ไฟล์ภาพยนตร์วีดิโอที่ได้ถูกบันทึกออกมาเป็นไฟล์จากซอฟต์แวร์ Windows Movie Maker แทรกรูปภาพและข้อมูล Hypertext ไว้ในโปรแกรม Microsoft PowerPoint แทรก Interactive ที่ได้จัดทำไว้ ซอฟต์แวร์ Quest3D โดยจัดทำ Interface สำหรับใช้เลือกชมข้อมูลที่จัดทำไว้ทั้งหมดนั่นเอง เพื่อเสริมข้อมูลทางเทคนิค ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยขั้นตอนการนำเสนอในลักษณะตอบโต้ Interactive การใส่ค่าตัวเลขเพื่อการคำนวณค่าต่างๆ เช่นค่าวัสดุอุปกรณ์ซึ่งเปิดโอกาสให้มีการปรับเปลี่ยนข้อมูลการนำเสนอให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบันอยู่ตลอด



ภาพที่ 31 หน้าต่างแรกเข้าที่จัดทำด้วย โปรแกรม Adobe Flash

หลังจากสรุปจำนวนซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต้องศึกษาและใช้งาน กระบวนการทำงานที่ต้องส่งผ่านกันระหว่างซอฟต์แวร์แต่ละตัว และความซับซ้อนยุ่งยากในการใช้งานของซอฟต์แวร์แต่ละตัว ได้ครบถ้วนแล้ว ทำให้ทราบถึง ขอบเขตความสามารถของซอฟต์แวร์ที่มี ความสามารถของผลลัพธ์ที่จะออกมา และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างที่จำเป็นที่จะต้องนำมาจัดทำด้วยซอฟต์แวร์ต่างๆ นั้นเอง

5. สรุปขั้นตอนการก่อสร้างมาตรฐานเพื่อจัดทำภาพเคลื่อนไหว

หลังจากได้ข้อมูลพื้นฐานของโครงการนำร่อง,ซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้ และ โครงร่างของชิ้นงานขั้นสุดท้ายที่จะออกมาแล้ว ก็เริ่มศึกษารวบรวม Construction methods โดยการศึกษาเปรียบเทียบจากเอกสารตำราจากต่างประเทศเป็นสำคัญ จากการทำการศึกษาพบว่า จำเป็นที่จะต้องรวบรวมข้อมูลสำคัญ และข้อมูลที่ต้องปรับแก้ดังต่อไปนี้

5.1 เทคนิคการก่อสร้าง (Construction technique) จำเป็นต้องรวบรวมเอกสารเทคนิคการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่เกี่ยวข้องให้เพียงพอ เพื่อใช้เป็นตำราอ้างอิงในการจัดเขียนร่างขึ้นมาให้ถูกต้องแม่นยำและมีความสลับซับซ้อนน้อยลงจากที่เป็นอยู่

5.2 อัตราผลผลิตการก่อสร้าง (Construction productivity) จำเป็นต้องรวบรวมเอกสารที่แสดงตารางอัตราผลผลิตการก่อสร้าง ซึ่งจะแสดงข้อมูลสำคัญของ เวลา, แรงงาน และชิ้นงานที่สามารถจัดทำให้สำเร็จลงได้ อย่างไรก็ตามต้นทุนต่อหน่วยงานก่อสร้างจริงอาจจะแตกต่างกันออกไปได้เนื่องจากเทคโนโลยีงานก่อสร้างที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนค่าแรง และค่าเครื่องจักรต่อหน่วย

5.3 วัสดุอุปกรณ์การก่อสร้าง (Construction material) จำเป็นต้องรวบรวมเอกสารที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง เนื่องจากอาคารต่างๆจะต้องใช้วัสดุก่อสร้างมากมายหลายชนิดและหลายขนาดมาประกอบกัน วัสดุก่อสร้างบางชนิดเป็นวัสดุที่มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ นำมาใช้ได้เลยโดยไม่ต้องปรุงแต่ง แต่บางชนิดเป็นสิ่งที่มนุษย์นำมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับสภาพการก่อสร้างที่จะใช้ ทั้งนี้วัสดุต่างก็มีคุณสมบัติต่างกัน มีวิธีเก็บรักษาและวิธีใช้แตกต่างกันออกไป โดยการศึกษาจะเลือกเก็บข้อมูลอุปกรณ์สำคัญในการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับอาคารพักอาศัยนั่นเอง

โดยรวมตำราวิชาการและข้อมูลสำคัญในสามหัวข้อสามารถหาได้ไม่ยากนัก เพียงแต่จำเป็นต้องนำมาศึกษาและกลั่นกรองออกมาเป็นคำพูดที่ไม่สลับซับซ้อนและคัดเลือกเฉพาะส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ก่อนจะร่างเป็นรูปภาพง่ายๆพร้อมคำอธิบายพอ

สังเขปและที่สำคัญที่สุดก็คือการตรวจทานว่าข้อมูลจากคำร่วส่วนใหญ่ที่จัดทำขึ้นในอดีตมักจะขาดการปรับปรุงจึงต้องตรวจทานว่าข้อมูลที่มียังคงคล้อยกับการปฏิบัติงานจริงในปัจจุบันอยู่หรือไม่

5.4 ความแตกต่างด้านงบประมาณ ด้วยทัศนคติที่แตกต่างออกไปบางอย่างของคนต่างจังหวัด ไม่ยั้่นับว่าเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ก่อสร้าง ส่งผลให้มีผู้ประกอบการหรือบ้านไม้เก่าและนำมาขายในสภาพที่สามารถนำมาก่อสร้างใหม่ได้ ซึ่งนอกจากจะมีคุณค่าในแง่ของตัววัสดุแล้ว ก็ดั่งช่วยลดราคาค่าก่อสร้างลงได้เป็นอย่างมาก โดยจากการสัมภาษณ์ช่างท้องถิ่นพบว่า ราคาก่อสร้างบ้านไม้ยกใต้ถุนขนาดกลางตกอยู่ประมาณ 3 แสน ถึง 4 แสนบาท โดยเจ้าของบ้านเพียงแต่ เตรียมงานฐานรากและปรับพื้นให้เรียบร้อย จัดทำคานคอดินคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อใช้สำหรับก่อผนังอิฐฉาบปูนบ้านที่แล้วเสร็จออกมาก็คจะมีโครงสร้างชั้นล่างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก และมีโครงสร้างชั้นบนเป็น โครงสร้างไม้นั้นเองซึ่งด้วยการก่อสร้างลักษณะนี้ สามารถสร้างบ้านพักอาศัยสองชั้นขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 180 ตรม. ได้ในราคาประมาณ 7 แสน ถึงแปด แสนบาท ซึ่งถูกกัน ไปกว่าครึ่งกับบ้านพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็กในขนาดเดียวกัน

5.5 ความแตกต่างเรื่องวัสดุ ได้การพัฒนาวัสดุก่อสร้างใหม่ๆออกสู่ท้องตลาดเป็นจำนวนมาก แต่วัสดุก่อสร้างที่ใช้ในปัจจุบันก็แทบจะไม่มีแตกต่างจากวัสดุก่อสร้างเมื่อ 10 ปีที่ผ่านมามากนัก มีแค่เพียงบางส่วนของวงการก่อสร้างที่ได้พัฒนาเอาวัสดุใหม่ๆเข้ามาใช้ทดแทนวัสดุเดิมอย่างจริงจังซึ่งได้แก่ธุรกิจก่อสร้างบ้านจัดสรรขนาดใหญ่ สำหรับเนื่องจากความเคยชินของช่างท้องถิ่น ต้องอาศัยเวลาในการเปลี่ยนแปลงได้โดยง่ายดังนั้นการเรียบเรียงเทคนิคการก่อสร้างอาคารพักอาศัยที่จัดทำขึ้นยังคงเลือกใช้วัสดุก่อสร้างท้องถิ่นที่ได้รับความนิยมอยู่นั้นเอง

6. ผลการนำเสนอลำดับขั้นตอนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย

หลังจากได้วิเคราะห์ถึงองค์ประกอบสำหรับการจัดทำเทคนิคขั้นตอนก่อสร้างแล้ว ลำดับต่อมาคือการนำเอาขบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยในปัจจุบัน มาจัดทำเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อที่มองหาความเป็นไปได้และความเหมาะสม จากการศึกษาสามารถสรุปลำดับขั้นตอนการก่อสร้างออกโดยรวมออกมาได้ 20 ลำดับดังต่อไปนี้

- 1 การปักผัง
- 2 การตอกเข็ม
- 3 การทำตอม่อ
- 4 การก่อสร้างคานคอดิน
- 5 การก่อสร้างเสาชั้นที่หนึ่ง
- 6 การก่อสร้างคานชั้นที่สอง

- 7 การก่อสร้างเสาชั้นที่สอง
- 8 การก่อสร้างโครงหลังคา
- 9 การมุงหลังคา
- 10 การก่อสร้างพื้นอาคาร และ บันได
- 11 การก่อสร้างผนังอาคาร
- 12 การเดินท่อไฟฟ้า ประปา
- 13 การติดตั้งวงกบประตูหน้าต่าง
- 14 การจับเชื่อมและฉาบผนังอาคาร
- 15 การก่อสร้างฝ้าเพดาน
- 16 การติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ และ ประตูหน้าต่าง
- 17 การกรุพื้นอาคาร หรือ ผนัง
- 18 การเดินสายไฟฟ้า
- 19 การทาสี
- 20 งานเบ็ดเตล็ด

จากลำดับขั้นตอนที่ได้สรุปมานี้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่มีการก่อสร้างโครงสร้างหลักของอาคาร ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 7 ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันในอาคารพักอาศัยมาตรฐาน และเป็นส่วนที่ผู้รับเหมาก่อสร้างหลักเป็นผู้ดำเนินการ เป็นลำดับขั้นตอนที่เป็นพื้นฐานของอาคาร โดยอาคารจะมีความมั่นคงถูกต้องมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลำดับขั้นตอนเหล่านี้ หากมีการดำเนินการก่อสร้างที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมจะส่งผลอย่างต่อบ้านพักอาศัยหลังนั้นๆ ลำดับขั้นตอนที่เหลือเป็นลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนแปลงไปตามงานออกแบบ เช่น หลังคาแต่ละชนิดก็มีรูปแบบการมุงแตกต่างกันไป อีกทั้งเป็นงานที่มีความละเอียดซับซ้อนทำให้ยากจะอธิบายออกมาเป็นลำดับได้โดยง่าย จากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้แต่แรกทีมุงจะจัดทำลำดับขั้นตอนที่เน้นไปที่ความมั่นคงแข็งแรง จึงเห็นสมควรจะจัดทำลำดับขั้นตอนการก่อสร้างใน ลำดับที่ 1-6 นั้นเอง โดยสามารถศึกษาคำอธิบายของลำดับขั้นตอนโดยละเอียดได้จากภาคผนวก

7. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญของสื่อผสมที่ได้จัดทำออกมา

ผลงานแล้วเสร็จที่ได้จัดทำขึ้นมาเกิดจากการนำเอาข้อมูลต่างๆประกอบเข้าด้วยกันภายใต้ข้อจำกัดต่างๆที่ได้กล่าวมา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้ตั้งแต่ต้นซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

7.1 การออกแบบให้มีเมนูใช้งานโดยอิสระตลอดเวลา องค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยให้เข้าใจกระบวนการก่อสร้างได้ถูกต้องนั่นเอง บางส่วนของข้อมูลก็เหมาะสมที่จะจัดทำออกมาในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง และรูปแบบของ Hyper text ก็คือข้อมูลทางตัวเลขที่เป็นส่วนประกอบในการตัดสินใจเรื่องของเวลาแรงงาน ที่จะใช้ในการทำงาน ซึ่งสามารถจัดแบ่งออกเป็นได้ 4 หัวข้อหลัก

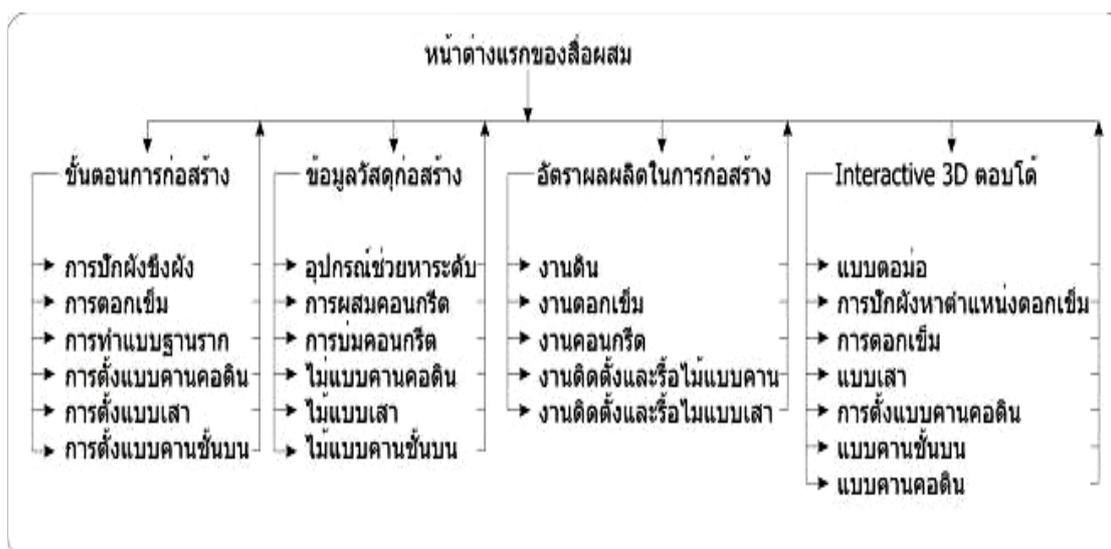
7.1.1 ข้อมูลที่ต้องการภาพเคลื่อนไหวเพื่อแสดงขั้นตอนการก่อสร้าง

7.1.2 ข้อมูลที่ต้องการภาพนิ่งพร้อมข้อมูลเพื่อความเข้าใจชิ้นส่วนอุปกรณ์

7.1.3 ข้อมูลเชิงปริมาณที่เสนอข้อมูลตัวอักษรและตัวเลข และ

7.1.4 ข้อมูลที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้ศึกษารายละเอียดต่างๆของหุ่นจำลองสามมิติได้โดยอิสระ ซึ่งสามารถนำมาจัดทำโครงร่างของสื่อผสมที่จะจัดทำขึ้นได้โดยต้องการให้มีความยืดหยุ่นตัวสามารถเข้าถึงหัวข้อต่างๆได้โดยอิสระตลอดเวลาอีกทั้งในส่วนของ Interactive ก็สามารเลือกให้เปิดหน้าต่างอิสระโดยไม่จำเป็นต้องปิดหน้าต่างเดิม

ตารางที่ 6 โครงร่างของสื่อผสมที่จะจัดทำขึ้น





ภาพที่ 32 แสดงตัวอย่างการเปิดหน้าต่างข้อมูลส่วนต่างๆพร้อมกันเพื่อความสะดวก

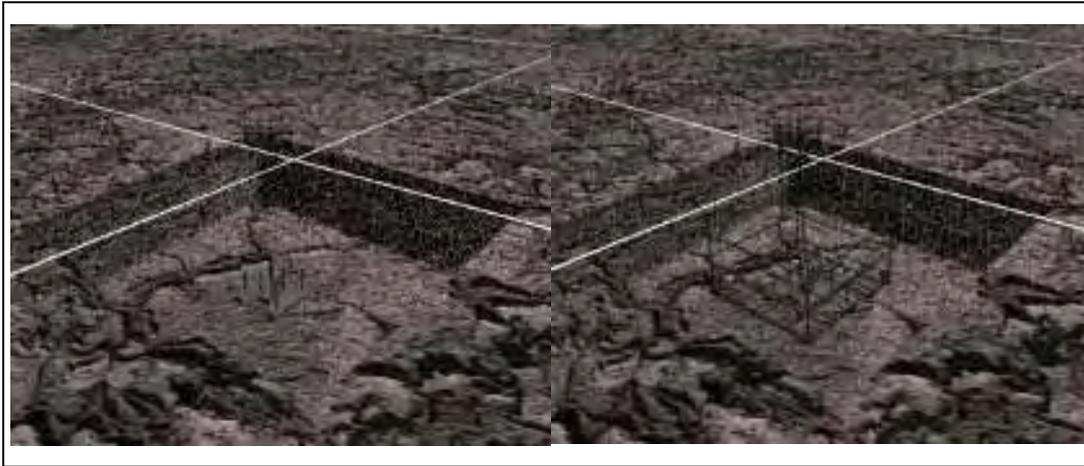
7.2 การจัดสร้างหุ่นจำลองสามมิติที่เคลื่อนไหวได้จากคำอธิบายในเอกสารที่ได้เก็บรวบรวมมาประกอบกับข้อมูลจากผู้ที่ปฏิบัติงานจริง จนสร้างสื่อผสมแล้วเสร็จออกมาโดยมีผลลัพธ์ดังต่อไปนี้ภายในคอมพิวเตอร์ชั้นมัน จากนั้นจึงจัดให้วัตถุต่างๆมีการเคลื่อนไหวตามลำดับขั้นตอนของการก่อสร้าง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหน้าที่บทบาทและเหตุผลของขั้นตอนการก่อสร้างนั้น



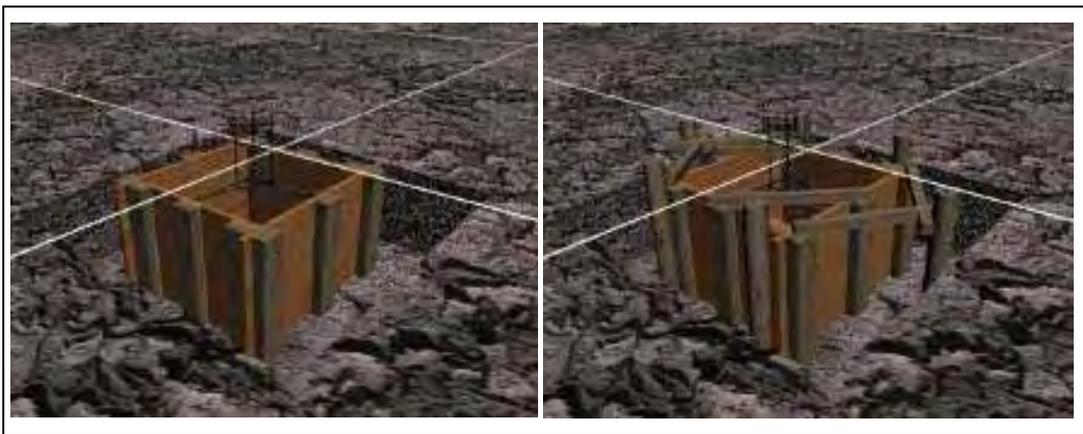
ภาพที่ 33 แสดงการปักผังและการทำผังการขึงผัง



ภาพที่ 34 แสดงการการตอกเข็มด้วยเครื่องตอก



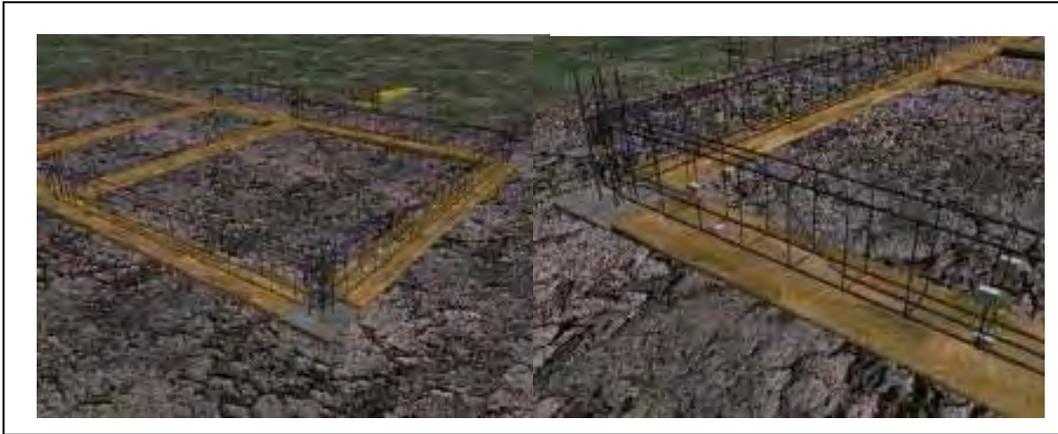
ภาพที่ 35 แสดงการเตรียมหลุมและเตรียมเหล็กค่อม่อ



ภาพที่ 36 แสดงการเตรียมการหาศูนย์เสาการตั้งแบบคานคอดิน



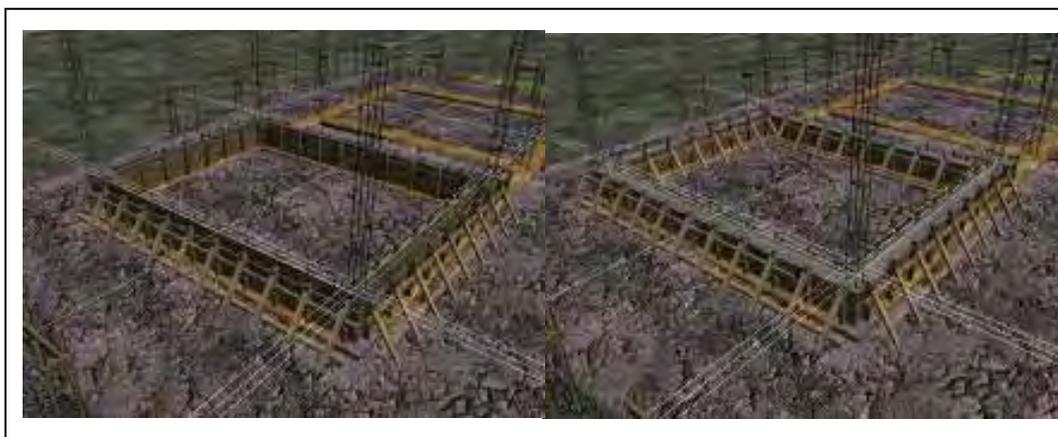
ภาพที่ 37 แสดงการเตรียมการหาศูนย์เสา



ภาพที่ 38 แสดงการเตรียมการหาศูนย์เสาการตั้งแบบคานคอดิน



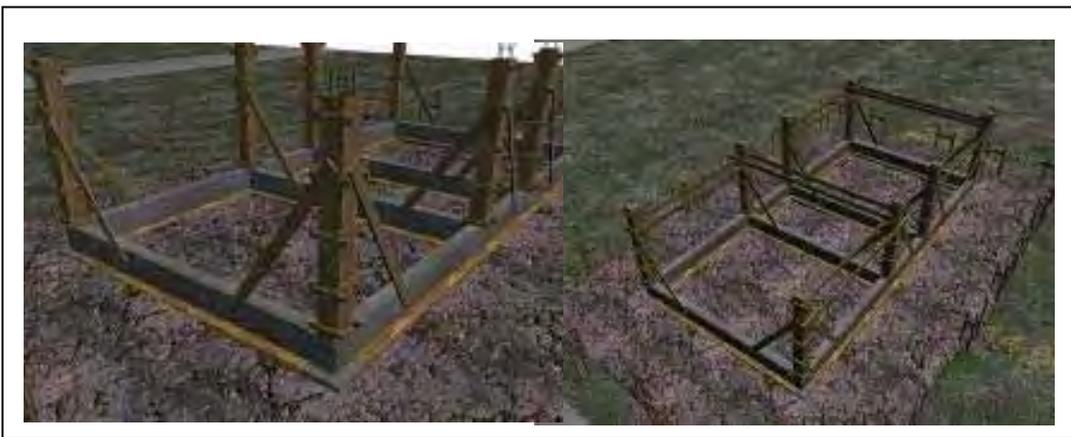
ภาพที่ 39 แสดงการเตรียมการตั้งแบบคานคอดิน



ภาพที่ 40 แสดงการเตรียมการตั้งแบบคานคอดิน



ภาพที่ 41 แสดงการเตรียมการตั้งแบบคานเสา



ภาพที่ 42 แสดงการตั้งแบบเสาเทคอนกรีตเสา



ภาพที่ 43 แสดงการตั้งแบบคานชั้นสอง



ภาพที่ 44 แสดงการตั้งแบบคานชั้นสอง

ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของการจัดทำสื่อผสมนั่นเอง พบว่าโปรแกรมที่ได้จัดทำมานั้นสามารถตอบสนองความต้องการจำลองให้เกิดความสมจริงและถ่ายทอดความเข้าใจได้เป็นอย่างดี

7.3 การแสดงออกถึงหน้าที่ของไม้แบบก่อสร้าง ขั้นตอนการก่อสร้างจะประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์หลากหลายชนิดเข้ามาเกี่ยวข้องกัน โดยแต่ละวัสดุอุปกรณ์จะต้องทำหน้าที่ผสมผสานกันเพื่อให้ชิ้นงานนั้นๆ ได้ผลลัพธ์ออกมา การก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาดเล็กในปัจจุบันจะเห็นได้ว่ายังนิยมใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและระบบวัสดุก่อ เริ่มมีบ้างที่นำเอาการระบบก่อสร้างแบบสำเร็จรูป (Prefabrication) หรือการนำเอา เหล็กรูปพรรณมาใช้เป็น โครงสร้างหลัก ซึ่งเน้นเป็นที่คุณภาพที่ควบคุมได้และความรวดเร็วในการก่อสร้าง โดยมากนิยมใช้กับการก่อสร้างบ้านจัดสรรซึ่งมีลักษณะซ้ำๆ กัน ซึ่งมักจะมีการควบคุมคุณภาพด้วยบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการก่อสร้างอย่างชัดเจน เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นมุ่งเน้นไปที่การให้ความเข้าใจบุคคลธรรมดาอย่างเจ้าของบ้านซึ่งมีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการก่อสร้างค่อนข้างจำกัดรูปแบบการก่อสร้างจึงยังเป็นการก่อสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กดั้งเดิมอยู่

การก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นองค์ประกอบสำคัญหนึ่งในขั้นตอนการก่อสร้างก็คือ ไม้แบบ ทั้งในแง่ของค่าใช้จ่ายจำนวนมากของไม้แบบ และ คุณภาพของงานคอนกรีตเสริมเหล็กที่แล้วเสร็จ ซึ่งทั้งหมดเกิดจากการนำเอา ไม้ชนิดต่างๆ มาใช้งานในขั้นตอนการก่อสร้างทั่วไปแล้วช่างรับเหมาท้องถิ่นที่มีประสบการณ์และมีความรับผิดชอบจะทราบถึงความสำคัญของแบบก่อสร้างทั้งในแง่ของความมั่นคงแข็งแรง รวมไปถึงความสวยงามของชิ้นงานคอนกรีตเสริม

เหล็กที่หล่อแล้วเสร็จ และ การนำเอาไม้แบบกลับมาใช้เพื่อลดหรือประหยัดต้นทุน แต่บ่อยครั้งที่มักจะเกิดปัญหาแบบก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน ส่งผลให้การหล่อแบบโครงสร้างเกิดปัญหาตามมาสาเหตุหลักก็คือการตัดลดปริมาณของ ไม้แบบก่อสร้างโดยมองข้ามหน้าที่เล็กๆน้อยๆ ของ ไม้แบบก่อสร้างโดยอาศัยความเคยชิน

ในทางกลับกันเจ้าของบ้านในปัจจุบันเริ่มคุ้นเคยกับการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจประกอบการทำงานร่วมกับผู้รับเหมา ซึ่งปัจจุบันก็มีหนังสือที่ให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการก่อสร้างอยู่บ้าง แต่ด้วยข้อจำกัดของสื่อกลาง ซึ่งก็คือตัวหนังสือเองไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจนเทียบเท่าได้กับการนำเอาภาพคอมพิวเตอร์เสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ รูปวาดบนหนังสือเอกสารเหล่านั้น สามารถทำให้ผู้อ่านทราบถึงองค์ประกอบโดยรวมของ ไม้แบบที่มีความสำคัญในการหล่อแบบก่อสร้างได้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากขาดความสามารถในการนำเสนอเป็นภาพเคลื่อนไหวจึงยังไม่สามารถแสดงออกถึงหน้าที่ของ ไม้แบบแต่ละชิ้นได้อย่างเต็มที่ ว่าแต่ละองค์ประกอบที่ติดตั้งเข้าไปนั้นมีหน้าที่อย่างไร และต้องประกอบติดตั้งอย่างไรจึงจะทำให้ ไม้แบบชิ้นนั้นๆสามารถทำหน้าที่ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ และในกรณีที่ผู้รับเหมาก่อสร้าง ไม้ได้ประกอบ ไม้แบบตามที่ตำราวิชาการได้ระบุไว้ทั้งขนาดและลักษณะ ก็ทำให้เจ้าของบ้าน หรือตัวผู้รับเหมาเองสามารถคาดเดาผลลัพธ์ที่อาจจะเกิดขึ้น ได้อย่างมีหลักการ เช่นการเปลี่ยน ไม้ค้ำยัน และ ไม้ที่ใช้สำหรับช่วยรัดประคองแบบบางส่วนจาก ไม้แปรรูปเป็น ไม้สน หรือ ไม้ยูคาลิปตัส ที่มีราคาถูกกว่า การตัดแปลงใช้ไม้แผ่นขนาดใหญ่อย่าง ไม้อัดเพื่อที่ทำให้ไม่จำเป็นต้องประกอบ ไม้แบบมากขึ้น

7.4 การแสดงถึงประโยชน์และวิธีการใช้เครื่องมือช่าง สำหรับการก่อสร้างอาคาร โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กดั้งเดิมโดยเฉพาะที่ก่อสร้างด้วยช่างท้องถิ่นทั่วไปนั้น สิ่งสำคัญที่จะทำให้การก่อสร้างเป็นไปได้อย่างมีคุณภาพก็คือการควบคุมขั้นตอนการตรวจวัดต่างๆให้เป็นไปอย่างถูกต้องแม่นยำ เครื่องมือช่างที่ใช้ในการทำงานเกี่ยวกับการตรวจวัดมักนิยมใช้เครื่องมือพื้นฐานง่ายๆที่อาศัยหลักวิทยาศาสตร์พื้นฐานในการทำงาน เช่น สายยางใสที่บรรจุน้ำที่ใช้ถ่ายระดับจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง หรือ ดิ่ง เหล็กที่ใช้กำหนดเส้นตั้งทางแนวตั้งของการทำงาน อุปกรณ์ทั้งสองอย่างนั้นอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกในการทำงาน โดยพื้นฐานแล้วอุปกรณ์เหล่านี้สามารถทำความเข้าใจได้โดยง่ายและถือเป็นอุปกรณ์ที่มีส่วนสำคัญในการควบคุมขั้นตอนการก่อสร้างให้มีมาตรฐาน โดยทั่วไปเอกสารตำรามีข้อจำกัดในการอธิบายวิธีใช้งานอุปกรณ์พื้นฐานเหล่านี้ให้บุคคลทั่วไปเข้าใจได้ แต่ด้วยการอาศัยสื่อผสมแสดงให้เห็นการนำอุปกรณ์เหล่านั้นมาใช้ชัดเจนและทราบถึงหลักการประโยชน์ในการใช้งานเครื่องมือช่างนั้น ซึ่งเมื่อเข้าใจหลักการอย่าง

ถ่องแท้ ก็จะสามารถสื่อสารกับช่างผู้ปฏิบัติงานได้โดยครบถ้วน สามารถช่วยตรวจดูความถูกต้อง แม่นยำในการทำงานได้อีกแรงหนึ่ง

7.5 ตารางอัตราผลผลิตการก่อสร้าง (Construction productivity) โดยทั่วไปแล้ว ตารางอัตราผลผลิตการก่อสร้างนั้น เป็นข้อมูลที่สำคัญของ เอกสารระบุขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction method) โดยเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้บริหารโครงการก่อสร้างสามารถจัดสรรทรัพยากรต่างๆให้สอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการได้ ทั้งในเรื่องของแรงงานที่จำเป็น ปริมาณของผลงานที่จะทำได้แล้วเสร็จด้วยคนงานที่มีอยู่ ค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นจากการทำงานนั้นๆ จากการศึกษาค้นคว้าตำราวิชาการและหนังสือที่จัดทำขึ้นจำหน่ายพบว่าตารางอัตราผลผลิตการก่อสร้างเป็นเอกสารแยกโดยแยกเทศกับเทคนิคการก่อสร้าง โดยมุ่งหวังให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางแต่ละฝ่ายศึกษาดำเนินงานที่ละส่วนโดยเน้นหนักไปที่ส่วนที่ตัวเองเกี่ยวข้องและศึกษาเพิ่มเติมในส่วนอื่น เพื่อให้เข้าใจภาพรวมครบถ้วนประกอบการทำงาน อย่างไรก็ตามเพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถทำความเข้าใจทั้งเทคนิคการก่อสร้างและสามารถคาดการณ์เวลาในการดำเนินการก่อสร้างได้ จึงจำเป็นที่จะต้องคัดเลือกเอาตารางอัตราผลผลิตการก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารพักอาศัยขนาดเล็ก รวมไปถึงการจัดแบ่งอัตราผลผลิตการก่อสร้างเป็นส่วนๆ นำเสนอคู่ไปกับเทคนิคการก่อสร้างที่เกี่ยวข้องโดยตรงนั่นเอง

7.6 การให้ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์การก่อสร้างที่เหมาะสม จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาพบว่าเอกสารตำราวิชาการ และ หนังสือที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างในปัจจุบัน ถูกจัดทำขึ้นเป็นเอกสารจาก ตำราวิชาการที่เกี่ยวข้อง และเน้นหนักลงไปที่รายละเอียดเชิงเทคนิคของวัสดุนั้นๆ รวมไปถึงที่มาที่ไปของการผลิต แต่เนื่องจากข้อมูลที่เป็นสำหรับกลุ่มเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้น มีความเฉพาะเจาะจงจึงจำเป็นต้องมีการตัดทอนจัดสรรข้อมูลเฉพาะส่วนที่เหมาะสม และจัดแยกหมวดหมู่ของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างนั้นๆมาประกอบเข้ากับขั้นตอนการก่อสร้างที่จำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์นั้น อีกทั้งยังอาจจะต้องทำการอธิบายถึงวัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นในมุมมองที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

7.7 การจัดทำภาพเสมือนจริงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามมิติ 3DSMAX โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามมิติที่ได้มาจากผลจากการคัดเลือก เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางที่ถูกใช้เป็นเครื่องมือในการจัดทำภาพเสมือนจริง เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในแวดวงการก่อสร้างมาเป็นเวลานานับ 10 ปี จากการได้ทำการทดลองปฏิบัติงาน มีความสะดวกรวดเร็วสำหรับลงมือจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามมิตินี้ สามารถปรับเปลี่ยนหน่วยในการทำงานให้สอดคล้องกับมาตรฐานการก่อสร้างต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางไม่

ว่าจะเป็นหน่วย นิ้ว ฟุต ซึ่งใช้ในการระบุขนาดสัดส่วนของหน้าไม้ และหน่วยเมตริก เมตร เซนติเมตรที่ใช้กับโครงสร้างทั่วไป การจะสร้างชิ้นส่วนต่างๆ ก็สามารถพิมพ์ขนาดสัดส่วนที่ต้องการลงไปได้โดยตรง อีกทั้งยังมีเครื่องมือในการช่วยกำหนดพิกัดในการทำงานทำให้มีความถูกต้องแม่นยำในการจัดทำเป็นอย่างมาก ปัจจุบันได้มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามมิติที่สามารถสร้างชิ้นงานสามมิติเสมือนจริงได้รวดเร็วกว่าโปรแกรม3DS MAX และได้รับความนิยมน้อยกว่ากว้างขวาง เช่นโปรแกรม Sketch up ซึ่งก็ถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ แต่จากการทดลองใช้พบว่า โปรแกรม3DS MAX มีทางเลือกในการนำเสนอข้อมูลได้มากกว่าในขั้นสุดท้าย ด้วยความสามารถที่สามารถควบคุม มุมมองที่ต้องการนำเสนอได้โดยละเอียดส่งผลให้สามารถสร้างภาพที่สามารถสื่อสารกับผู้รับชมได้สมบูรณ์กว่า ความสามารถในการแสดงถึงพื้นผิววัสดุที่มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริง ช่วยทำให้ผู้ชมสามารถแยกแยะวัสดุต่างๆ ได้โดยง่าย และสามารถเปรียบเทียบกับวัสดุจริงได้ในระดับหนึ่งนั่นเอง อีกทั้งการที่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนต่างๆ ของขั้นตอนการก่อสร้างก็ทำได้โดยสะดวกสามารถเรียงลำดับก่อนหลังได้อย่างถูกต้องตามกระบวนการจริงๆ ก็ทำให้เกิดความเข้าใจแบบบูรณาการซึ่งจะทำให้สามารถปรับเปลี่ยนตัดแปลงเทคนิคก่อสร้างนั้นๆ โดยยังคงยึดถือวัตถุประสงค์เป็นสำคัญแต่สามารถปรับเปลี่ยนขั้นตอนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ นั้นเอง

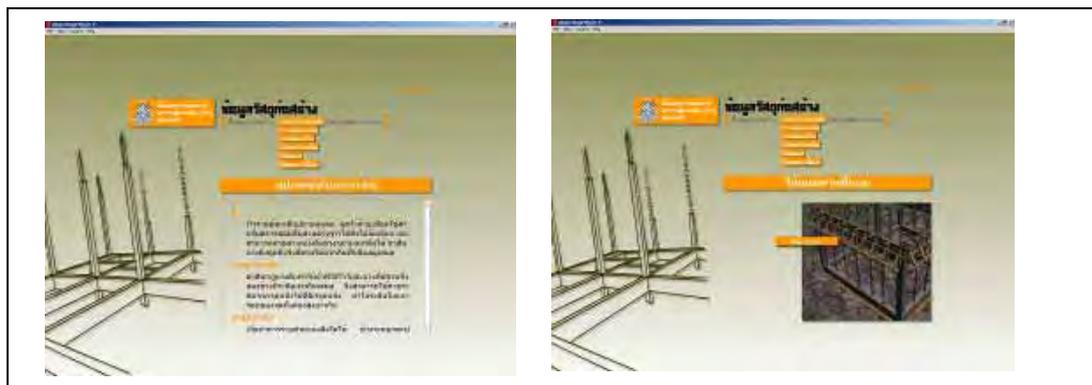
7.8 การจัดทำสื่อผสมด้วยโปรแกรม Adobe after effect และ Windows Movie Maker โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการตัดต่อภาพยนตร์วีดิโอเรียบเรียงบันทึกเสียงใส่คำอธิบายเพิ่มเติมที่ได้มาจากผลการคัดเลือก เป็นโปรแกรมที่สามารถเรียนรู้และใช้งานได้ง่าย จากการทดลองปฏิบัติงาน พบว่า มีความสะดวกรวดเร็วสำหรับงานที่ไม่ต้องการความประณีตนัก แต่ยังคงซึ่งความสามารถพื้นฐานสำหรับโปรแกรมตัดต่อเรียบเรียงบันทึกเสียงภาพยนตร์วีดิโอ ด้วยการนำเอาไฟล์ข้อมูล (Import) ที่ประมวลผลเป็นภาพยนตร์วีดิโอเข้ามาในโปรแกรม ก่อนจะนำมาจัดเรียงตัดต่อให้มีช่วงเวลาสอดคล้องกับ บทบรรยายที่ได้เตรียมไว้ อุปกรณ์สำคัญที่จำเป็นต้องจัดหาเพิ่มเติมก็คือ ไมโครโฟนสำหรับบันทึกเสียง ซึ่งก็สามารถหาซื้อได้ตามร้านขายอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ปัจจุบันแผ่น VCD สื่อการสอนต่างๆ ได้ถูกจัดทำขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยมีจุดขายหลักอยู่ที่มีเสียงบรรยายซึ่งช่วยลดการใช้อักษรในการสื่อความหมายไปได้เป็นอันมาก เปิดโอกาสให้สามารถเสริมข้อมูลด้านรูปแบบต่างๆ ลงไปเพิ่มขึ้น

7.9 การนำเสนอสื่อผสมที่จัดทำในรูปแบบตอบสนอง (Interactive) ด้วยโปรแกรม Adobe flash สิ่งสำคัญที่จะทำให้สื่อผสมในรูปแบบของ VCD สื่อการสอนต่างๆ เป็นที่นิยมอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลที่ตัวเองกำลังสนใจได้ทันทีทันใด ผ่าน Interface (ส่วนต่อประสาน) ที่ใช้ควบคุมการนำเสนอสื่อผสม สำหรับ Interface ที่เลือกใช้ก็เป็นในลักษณะง่ายๆ

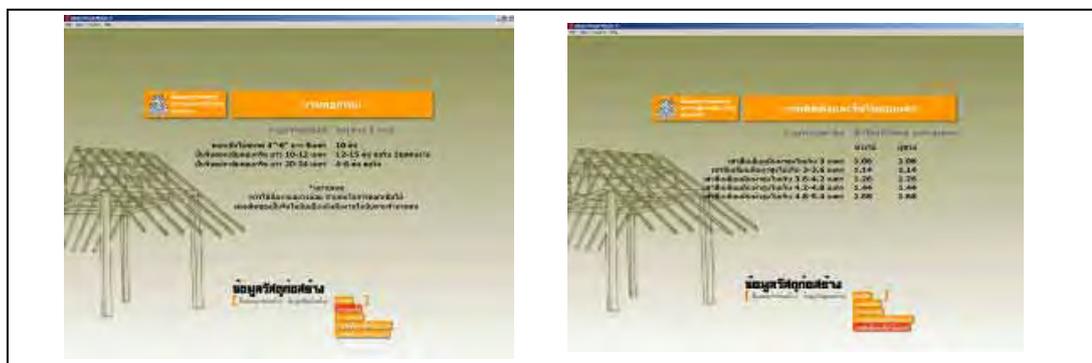
แบ่งเป็นสามส่วนชัดเจนก็คือ การรับชมภาพยนตร์ขั้นตอนการก่อสร้าง การเรียกดูตาราง การเรียกดูข้อมูลวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง ซึ่งทั้งหมดก็จะทำงานจาก หน้ารายการหลัก โดยผู้ใช้งานก็เพียงเลือกหัวข้อเทคนิคการก่อสร้างที่ตัวเองสนใจ โดยจะมีการจัดกลุ่มให้ ตาราง และ ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง ให้เลือกเสริมในหัวข้อเทคนิคการก่อสร้างนั้นๆ



ภาพที่ 45 แสดงหน้าแรกของสื่อผสมที่แล้วเสร็จ



ภาพที่ 46 แสดงการให้ข้อมูลวัสดุก่อสร้างที่ตอบโต้กับผู้ใช้



ภาพที่ 47 แสดงการให้อัตราผลผลิตการก่อสร้าง

7.10 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดทำชิ้นงาน จะประกอบด้วยซอฟต์แวร์ที่เลือกนำมาใช้ซึ่งทั่วไป จำเป็นต้องจัดหาอย่างถูกต้องตามลิขสิทธิ์ ส่วนของข้อมูลเรื่องเทคนิคการก่อสร้าง ตารางคำนวณการทำงาน และ เอกสารรวบรวมวัสดุก่อสร้างนั้น ก็นับเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถจัดหาได้ ค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นสำคัญก็คือ ชั่วโมงทำงานของพนักงานที่ลงมือทำ

8. การจัดทำแบบสำรวจเพื่อใช้ประกอบการประเมินผล

เพื่อที่จะสรุปประเมินผลการศึกษาค้นคว้าที่ได้ทำมาทั้งหมด จำเป็นต้องมีเครื่องชี้วัดจากภายนอกเข้ามาประกอบ จากขั้นตอนการศึกษาที่ได้ระบุไว้แต่แรกว่าจะเลือกใช้การจัดทำแบบสำรวจ โดยได้นำเอาบางส่วน of แบบสำรวจที่จัดทำโดย NECTEC โดยได้จัดให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน ทดลองใช้สื่อผสมและกรอกแบบสำรวจ เพื่อประเมินความพึงพอใจที่ได้จากการใช้งานสื่อผสม รวมไปถึงความรู้ความเข้าใจเรื่องการก่อสร้างที่ได้รับจากกลุ่มธุรกิจก่อสร้างต่อการสร้างบ้านในปัจจุบัน โดยแบ่งหัวข้อในการทำสำรวจออกดังต่อไปนี้

1. ส่วนข้อมูลทั่วไป เช่น เพศ อายุ ระดับ การศึกษา และ ความต้องการที่พักอาศัย
2. ความพึงพอใจต่อการใช้งานสื่อผสมเพื่อช่วยในการบริหารจัดการการก่อสร้างบ้าน

ตารางที่ 7 ตัวอย่างแบบประเมินผลของ NECTEC

แบบฟอร์มการประเมินผลสื่อมัลติมีเดียและ Power Point

ชื่อสื่อ บริษัท

วันที่ตรวจประเมิน

เกณฑ์การพิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. การนำเสนอมีรูปแบบโดดเด่น น่าสนใจ	20		
2. การใช้สีสันทันทีเหมาะสม สวยงาม	20		
3. การจัดวาง Layout ช่วยให้ อ่านง่ายและสบายตา	20		
4. ความกลมกลืนของการนำเสนอ ราบรื่นในการดู	20		
5. เนื้อหาถูกต้อง จัดแบ่งตอนได้เหมาะสม	20		
6. มีการนำเสนอทั้งข้อความ ภาพ และเสียงที่เหมาะสม	20		
7. เสียงบรรยายฟังชัด ถูกต้อง และควบคุมได้	20		
8. ใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจน	20		
9. เลือกสื่อนำเสนอแต่ละหัวข้อได้เหมาะสม ชัดเจน	20		
10. เลือกใช้ภาพกราฟิกได้เหมาะสม	20		
11. นำเสนอได้ครบถ้วนทั้งจุดประสงค์ เนื้อหา คำถาม และระบบโต้ตอบ	20		
12. ระบบโต้ตอบเป็นระบบ ที่เหมาะสมกับการนำเสนอ	20		
13. มีความถูกต้องตามหลักวิชาการทั้งเนื้อหา, เทคนิค การพัฒนา และเทคนิคการนำเสนอ	20		
14. มีบุคลากร/ทีมพัฒนา ที่มีความเชี่ยวชาญ และมี ประสิทธิภาพ	20		
15. เนื้อหา รูปภาพ เสียงและสื่ออื่นๆ ถูกลิขสิทธิ์	20		
รวม	300		

หมายเหตุ _____ สรุปการประเมิน _____

คะแนนสื่อมัลติมีเดียและ PowerPoint เต็ม 300 คะแนน ได้ _____ คะแนนเกณฑ์การผ่านจะต้องไม่ต่ำกว่า 250 คะแนน ผลการประเมิน _____



ภาพที่ 50 แสดงการจัดทำการสำรวจ

โดยทำการสำรวจกับกลุ่มเป้าหมาย ทั้งเพศชายและหญิงในบริษัทแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยแผนกงานต่างๆ แตกต่างกันไป และเป็นบุคคลธรรมดาทั่วไปซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดทำสื่อผสมในเบื้องต้นนั่นเอง ผลของการสำรวจที่ออกมาโดยการนำเอาผลสำรวจในแต่ละหัวข้อมาใช้เป็นแนวทางในเป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบกับที่มาและปัญหาของการศึกษาในเบื้องต้นที่ระบุไว้ว่าการดำเนินการก่อสร้างเป็นการดำเนินงานที่ประกอบด้วยกระบวนการหลายขั้นตอนประกอบด้วยผู้ร่วมงานหลายฝ่าย ซึ่งมีความรู้และความ

ชำนาญแตกต่างกัน เช่น เจ้าของโครงการ สถาปนิก วิศวกร โครงสร้าง ผู้ว่าจ้างหรือเจ้าของบ้าน จำนวนมากจึงจำเป็นต้องติดต่อประสานงานกับผู้รับเหมาก่อสร้างด้วยตัวเองโดยไม่มีเครื่องมือใดๆ เข้าช่วยเหลือ นั่นเอง จากกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบสำรวจมาสามารถสะท้อนและวิเคราะห์ออกมาได้ ดังนี้

8.1 ความพึงพอใจจากการทดลองใช้สื่อผสม หลังจากได้นำเสนอสื่อผสมที่จัดทำขึ้นมาและได้ให้กลุ่มผู้แบบสอบถามได้ทดลองใช้ดูพอสังเขป เพื่อที่ประเมินผลตามวัตถุประสงค์ที่สอง ซึ่งได้แก่เพื่อศึกษาคัดเลือกเอาเทคโนโลยีสื่อผสมที่เหมาะสมในปัจจุบันมาประยุกต์ใช้ โดยพิจารณาจากความสามารถในการนำมาใช้งานในด้านการก่อสร้าง รวมทั้งระยะเวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น อาศัยความพึงพอใจในส่วนต่างๆซึ่งสามารถนำมาใช้ประเมินผลสื่อผสมที่จัดทำขึ้นมาว่าสามารถตอบสนองความพึงพอใจในระดับใดอีกทั้งจะได้ทราบว่า สมควรที่จะเพิ่มเติมแก้ไขรูปแบบวิธีการใช้งาน ได้โดยสะดวกโดยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลออกมาเป็นข้อสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความพึงพอใจต่อการใช้งานสื่อผสมเพื่อช่วยในการบริหารจัดการการก่อสร้างบ้าน

ความพึงพอใจ	พอใจ มาก	พอใจ	พอใจ น้อย
1) ความพอใจที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อจัดทำสื่อผสมเพื่อบ้านตนเอง	24	17	7
2) ความพอใจหากต้องเสียค่าใช้จ่าย 10,000 บาทในการจัดทำ	13	19	16
3) ท่านรู้สึกพอใจต่อ ภาพ 3 มิติที่ใช้ในการนำเสนอในสื่อผสม	27	18	3
4) การจัดวาง Layout ช่วยให้เข้าหาข้อมูลได้โดยสะดวกรวดเร็ว	16	24	8
5) เลือกสื่อนำเสนอแต่ละหัวข้อได้เหมาะสม ชัดเจน	25	18	5
6) มีการนำเสนอทั้งข้อความ ภาพ และเสียงที่เหมาะสม	16	25	17
7) เสียงบรรยายฟังชัด ถูกต้อง และควบคุมได้	32	12	4
8) เลือกใช้ภาพกราฟิกได้เหมาะสม	21	18	9

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา อภิปราย และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาการนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยเทคโนโลยีสื่อผสม มีจุดประสงค์ในการศึกษา คือ

1. เพื่อศึกษาและจัดทำสื่อผสม(Multimedia) ที่ให้ข้อมูลและแสดงขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยที่บุคคลธรรมดาทั่วไปสามารถเข้าใจได้ และนำไปใช้ในการติดต่อประสานงานในช่วงดำเนินการก่อสร้าง โดยพิจารณาจากความเป็นไปได้ที่ผู้ศึกษาสามารถเรียนรู้ได้

2. เพื่อเป็นแนวทางในนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยในการบริหารโครงการก่อสร้างขนาดเล็ก

ผู้ศึกษาได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจนประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่บุคคลธรรมดา เนื่องจากกระบวนการก่อสร้างมีกลุ่มคนที่เข้ามาเกี่ยวข้องหลายกลุ่ม และแต่ละกลุ่มก็ประกอบด้วยความรู้ความเข้าใจในกระบวนการก่อสร้างแตกต่างกันไป การระบุกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจน จะสามารถช่วยกำหนดขอบเขตของการศึกษาให้แคบลง ช่วยให้สามารถทำการศึกษาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

จากวัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมายที่ได้วางไว้ จึงได้กำหนดสมมุติฐาน ในวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) สามารถจัดทำสื่อผสม ที่รวบรวมเอาข้อมูลสำคัญของขั้นตอนการก่อสร้างของอาคารพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดสองชั้นในกรอบที่วางไว้ได้ครบถ้วน

2) สื่อผสมที่จัดทำขึ้น ควรจะได้คะแนนความพึงพอใจในฐานะเครื่องมือบริหารจัดการการก่อสร้างบ้าน เกินกว่ากึ่งหนึ่งจาก จากบุคคลทั่วไปที่ได้ทดลองใช้และกรอกแบบสอบถาม

จากสมมุติฐานดังกล่าว ผู้ศึกษาได้ดำเนินขั้นตอนการศึกษาที่กำหนดไว้ สามารถสรุปข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการก่อสร้าง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เรื่อง เทคนิคการก่อสร้าง (Construction technique) อัตราผลผลิตการก่อสร้าง (Construction productivity) และ วัสดุอุปกรณ์การก่อสร้าง (Construction material) ทั้งจากตำราวิชาการและ การสัมภาษณ์ช่างก่อสร้างท้องถิ่นเปรียบเทียบขั้นตอนการก่อสร้างที่สร้างขึ้นมากับการทำงานจริง เพื่อที่จะเปรียบเทียบขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้สร้างขึ้นมาจากตำราและเอกสารวิชาการเข้ากับ การทำงานจริงในปัจจุบัน ได้ข้อสรุปออกมาดังนี้

1.1.1 เอกสารข้อมูลในปัจจุบัน เพียงพอต่อการจัดทำเรียบเรียงเป็นขั้นตอนการ สร้าง โดยได้นำเสนอการเรียบเรียงขั้นตอนการ สร้าง ไว้ใน ภาคผนวก ก

1.1.2 เอกสารข้อมูลภาษาไทยในปัจจุบัน ยังไม่ได้ถูกรวบรวมเข้าเป็นขั้นตอนการ ก่อสร้างอย่างครบถ้วนตามหลักวิชาการ โดยได้นำเสนอรายการค้นหาไว้ในภาคผนวก ก

1.2 ทางเลือกในการนำสื่อผสมมาใช้เพิ่มความสามารถในการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้าง จากการศึกษาที่สามารถยืนยันถึงศักยภาพของซอฟต์แวร์ที่วงการธุรกิจก่อสร้างและบุคคลากรที่มีความพร้อมในการพัฒนาจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างด้วยสื่อผสม ได้ข้อสรุปออกมาดังนี้

1.2.1 การใช้คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมสามารถจัดทำสื่อผสมได้ ครบถ้วน

1.2.1 สามารถใช้ซอฟต์แวร์บางชนิด สร้างสื่อผสม ที่สร้างภาพของขั้นตอนการ ก่อสร้างในรูปแบบอื่น นอกจากการสร้างหุ่นจำลองสามมิติในคอมพิวเตอร์

1.3 ความเหมาะสมของโครงการนำร่อง จากการศึกษาทดลองจัดทำโครงการนำร่อง ขึ้นมา ได้ข้อสรุปออกมาดังนี้

1.3.1 จำเป็นต้องมีการตัดทอนความซับซ้อนลง เนื่องจากการรูปแบบที่ซับซ้อน เกินไปส่งผลต่อการรับชม สื่อผสม ทั้งในส่วนของหุ่นจำลองสามมิติ และ การเรียบเรียงคำบรรยาย

1.4 ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ใช้ภายในโครงการนำร่อง จากการศึกษาข้อมูล คัดเลือกและการทดลองใช้งาน จากตารางที่ 7 ได้ข้อสรุปออกมาดังนี้

1.4.1 มีปริมาณ ซอฟต์แวร์ และ ฮาร์ดแวร์ ให้สามารถเลือกใช้จัดทำสื่อผสมได้ อย่างกว้างขวาง โดยอาศัยรายชื่อซอฟต์แวร์ จากสถาบัน NETDESIGN

1.4.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานในธุรกิจก่อสร้างในปัจจุบันมีศักยภาพที่จะจัดทำสื่อผสม ได้

1.4.3 ราคาของซอฟต์แวร์ทั้งหมดที่ใช้ในการจัดทำสื่อผสมมีราคาสูงและจะเป็น ปัจจัยสำคัญในการจัดทำขึ้น

1.4.4 สามารถประยุกต์ใช้ ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานในธุรกิจอื่นเพื่อใช้ในการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างได้

1.5 การแสดงผลการนำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยด้วยสื่อผสม โดยการทำแบบสำรวจความพึงพอใจในการรับชมขั้นตอนการก่อสร้างที่จัดทำขึ้นมา จากตารางที่ 7 ได้ข้อสรุปออกมาดังนี้

- 1.5.1 เกินกว่า 50% ของผู้กรอกแบบสำรวจมีความพึงพอใจต่อสื่อผสมที่จัดทำขึ้น
- 1.5.2 ข้อมูลจากแบบสำรวจแสดงให้เห็นแนวโน้มที่ผู้บริโภคสนใจที่จะเสียค่าใช้จ่ายเพื่อจัดทำสื่อผสมเพื่อบ้านตัวเอง
- 1.5.3 ข้อมูลจากแบบสำรวจแสดงให้เห็นว่ามากกว่า 50% ผู้บริโภคลดความสนใจในการจัดทำสื่อผสมหากมีค่าใช้จ่ายเกิน 10,000 บาท

2. การอภิปรายผลการศึกษา

การดำเนินการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างด้วยสื่อผสมครั้งนี้ยังไม่ได้จัดทำขั้นตอนให้ครบถ้วนสมบูรณ์แบบทั้งหมดและยังไม่ได้จัดทำให้ซับซ้อนลงไปในทุกขั้นตอน แต่ด้วยขั้นตอนการศึกษาที่ได้จัดทำไว้ช่วยแสดงให้เห็นถึงประโยชน์มากมายอันพึงเกิดขึ้นหากมีการพัฒนาการจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างด้วยสื่อผสมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการออกแบบก่อสร้าง เป็นการรวบรวมเทคนิคการก่อสร้าง (Construction technique) อัตราผลผลิตการก่อสร้าง (Construction productivity) และ วัสดุอุปกรณ์การก่อสร้าง (Construction material) เข้าด้วยกันและกลั่นกรองตัดทอนออกให้ชัดเจนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารกับเจ้าของ ซึ่งเปรียบเสมือนการเปิดประตูยอมรับเอาผู้ว่าจ้างเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการก่อสร้างอย่างแท้จริง เป็นการเริ่มความสัมพันธ์แบบผู้ร่วมธุรกิจ (partnering) ที่ผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างต่างแบ่งปันข้อมูลต่อกัน และมีความเป็นไปได้ที่บริษัทก่อสร้างอาคารพักอาศัยต่างๆ เริ่มต้นจัดทำขั้นตอนการก่อสร้างเพื่อผลทางการตลาด ทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์ ซึ่งนับเป็นกระบวนการที่สนับสนุนให้ให้ธุรกิจการก่อสร้างเติบโตอย่าง โปร่งใส ยั่งยืน

3. ข้อเสนอแนะ

จากข้อสรุปที่ได้มีข้อเสนอแนะแบ่งออกเป็นสองส่วนก็คือรูปแบบสื่อผสมในอนาคตและผู้เกี่ยวข้องที่เหมาะสมในการจัดทำ

3.1 องค์กรที่มีศักยภาพในการจัดทำสื่อผสมขั้นตอนการก่อสร้าง เพื่อที่จะลดข้อจำกัดเรื่องเวลาแรงงานและค่าใช้จ่ายในการจัดทำสื่อผสมในโอกาสต่อไป เล็งเห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่

จะขอความร่วมมือจากองค์กรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพและอุตสาหกรรมก่อสร้างเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดทำสื่อผสมที่นำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างออกมาเพื่อประโยชน์ต่อสังคมซึ่งประกอบด้วย

1. สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งก่อตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้ คำปรึกษาทางวิชาชีพ วิชาการ และสิทธิประโยชน์ แก่สมาชิกและสังคม ส่งเสริมสนับสนุน และเผยแพร่ การศึกษา ค้นคว้า การวิจัยและพัฒนา เพื่อความก้าวหน้าในการประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรมและทันกับการเปลี่ยนแปลงตาม ยุคสมัย ให้ความร่วมมือกับหน่วยงานของรัฐ องค์กรและสถาบัน ทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ เพื่อพัฒนาและเผยแพร่ อุดมการณ์ บทบาท และหน้าที่ของสถาปนิก ให้วิชาชีพสถาปัตยกรรมเป็นที่เชื่อถือ ศรัทธาของประชาชน ซึ่งจะเป็นผู้ให้ข้อมูล วัสดุอุปกรณ์ รูปแบบ เจริญความงาม สำหรับโครงการนำร่อง

2. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งเป็นองค์กรที่มีความเชี่ยวชาญเรื่องเทคนิคการก่อสร้างโดยตรง ซึ่งจะเป็นผู้ให้ข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับการขั้นตอนดำเนินการก่อสร้างที่ถูกต้องตามหลักวิชาการสำหรับโครงการนำร่อง

3. สมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยจะเป็นผู้ให้ข้อมูลขั้นตอนการดำเนินการก่อสร้างในปัจจุบัน ทั้งเรื่องของเวลาความสามารถในการดำเนินการขั้นต่างๆ รวมไปถึงเรื่องค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขั้นต่างๆ

4. องค์กรรัฐหรือเอกชนอื่นที่มีความรู้ความสามารถในการจัดทำสื่อผสม เพราะส่วนของการจัดทำสื่อผสมนั้น อาจจะไม่จำเป็นต้องใช้บุคลากรของทั้งสามองค์กรที่กล่าวมาเป็นผู้จัดทำ แต่สามารถจัดจ้างให้ องค์กรเอกชนเป็นผู้รับผิดชอบ

3.2 ข้อมูลที่สามารถเพิ่มเติมลงไปนในสื่อผสม อาศัยความร่วมมือจากองค์กรดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว เปิดโอกาสให้สามารถเพิ่มเติมข้อมูลที่จะช่วยให้สื่อผสมที่จะจัดทำขึ้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไปอีกซึ่งได้แก่

3.2.1 การเพิ่มเติมภาพถ่ายจริงของการก่อสร้าง แม้ว่าภาพสามมิติที่จำลองขึ้นจะสมจริงอย่างไรการที่สามารถเพิ่มเติมภาพถ่ายจริงของการก่อสร้างเข้าไปย่อมช่วยให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นไปอีก

3.2.2 การนำเอาสื่อผสมที่จัดทำขึ้นมาสามารถเข้าถึงได้ด้วยระบบอินเทอร์เน็ต สื่อผสมที่จัดทำขึ้นมาสามารถรับชมผ่านคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านเครื่องเล่นCD อย่างไรก็ตามก็สามารถพัฒนาดัดแปลงให้อยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์เพื่อเพิ่มช่องทางการเข้าถึงได้นั่นเอง

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- จรีพรรณ ดลรักษ์. “การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพในกระบวนการออกแบบและกระบวนการก่อสร้างอาคาร.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- เจริญษา แซ่เอี้ยว, วิรัช ดาราดวง และ รัชศักดิ์ หล้าจำปา. “แบบจำลองเพื่อการสอนวิชาเทคนิคการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรโยธา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.
- ชีวาวัฒน์ บุญศิวนนท์. VRML เทคนิคการสร้างกราฟิก 3 มิติบนอินเทอร์เน็ต. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2544.
- ณัฐพล แสงสรสิทธิ์. “การวิเคราะห์การไหลเวียนของข้อมูลระหว่างผู้รับเหมาและเจ้าของงานในงานก่อสร้างอาคาร.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาบริหารงานก่อสร้างภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- ธวัชร์ สมบูรณ์ทรัพย์. “การศึกษากระบวนการสื่อสารของผู้รับเหมาก่อสร้าง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรสถ และ วรพงศ์ วรสุนทรโรสถ. วัสดุก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2546.
- ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์. AutoCAD2000 : 3D Modeling. กรุงเทพฯ : สตาร์คอม, 2542.
- มงคล นันท์ไพศาล. “การศึกษาการใช้แบบจำลองเสมือนจริงในการเพิ่มความสามารถในการสื่อสารในช่วงการออกแบบ.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- มุนินิทร์ ช่างทำ และ คาสันต์ เกษราพงศ์. “การศึกษาขั้นตอนการทำงานก่อสร้างโดยการบันทึกภาพด้วยวีดีโอ.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาแลสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
- วิฑูร วิเวก. “การบริหารงานผ่านระบบสารสนเทศสำหรับผู้ออกแบบโครงสร้าง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

วิสูตร จิระคำเก่ง. การจัดการงานก่อสร้าง. ปทุมธานี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2521.

วิสูตร จิระคำเก่ง. ข้อมูลต้นทุนงานก่อสร้าง. ปทุมธานี: โรงพิมพ์วรรณกวี, 2547.

พิภพ สุทรสมัย. คอนกรีตคอนสตรัคชั่นและเขียนแบบอาคารสูง. พิมพ์ครั้งที่10. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2544.

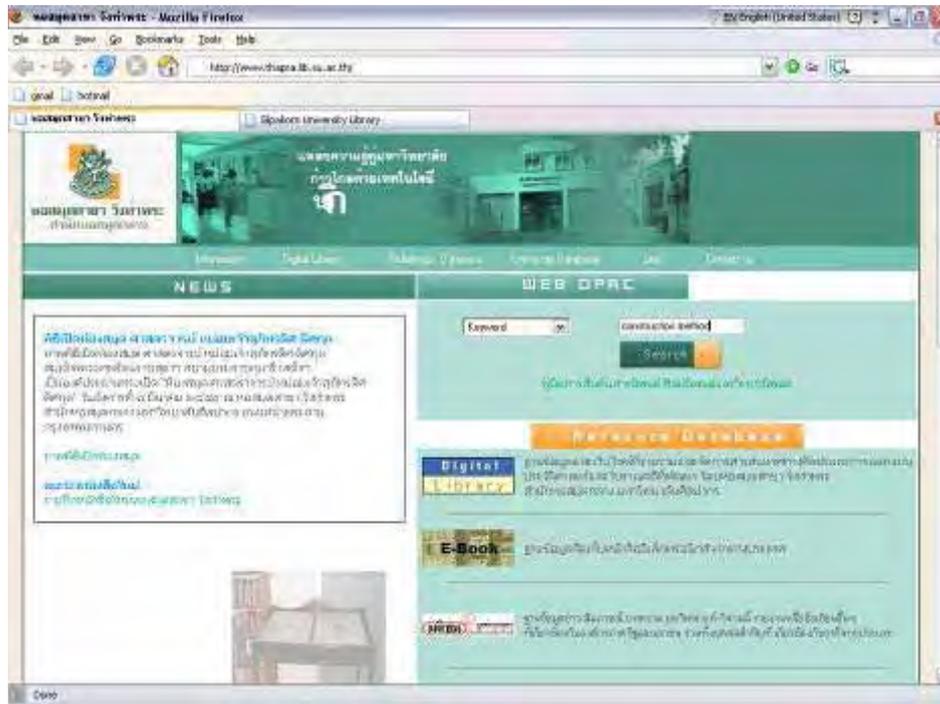
ศักดิ์ดา ไชกิจภิญโญ. การจัดการเรียนการสอน E-Learning ให้มีประสิทธิภาพ. ขอนแก่น :
สำนักพิมพ์ดอกเกด, 2536.

Francis D.K., Ching. Building Construction Illustrated. แปลโดย ทัด สัจจะวาที. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2545.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลแสดงรายการค้นหาจากหอสมุดวังท่าพระมหาวิทยาลัยศิลปากร และ ศูนย์หนังสือจุฬา

โดยใช้คำค้นหาว่า “การก่อสร้าง”



ภาพที่ 51 แสดงเว็บไซต์หอสมุดวงท่าพระมหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 52 แสดงเว็บไซต์ศูนย์หนังสือจุฬา

ตารางที่ 9 รายชื่อเอกสารหนังสือที่เกี่ยวข้อง 72 รายการจากการค้นหา

การก่อสร้างและสถาปัตยกรรม	งานเขียนแบบก่อสร้าง 2 (รหัสวิชา 2106-2105)
การประมาณราคาก่อสร้าง	ทำเนียบอุตสาหกรรมก่อสร้าง 2006
ทำเนียบวัสดุก่อสร้าง 2550-2551	รวมกฎหมายก่อสร้าง ปรับปรุงใหม่
บริหารโครงการก่อสร้างและวิธีการ	สถานที่ก่อสร้างแสนวุ่น : ชุตสนุกกับสถานที่
วัสดุก่อสร้าง	รวมกฎหมายก่อสร้าง ปรับปรุงใหม่
การประมาณราคางานวิศวกรรมก่อสร้าง (ฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม)	อันตรายจากการก่อสร้างและวิธีป้องกัน
ที่สุดในโลกสิ่งก่อสร้าง : ชุตรวมความรู้ (1 CD-ROM)	ก่อสร้างอาคาร บรรยายพร้อมภาพ
ราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยสำเร็จรูป : ประเภท ปรับราคาตามภาวะตลาดได้ (ฉบับปรับปรุง)	การบริหารงานก่อสร้าง
วัสดุและการก่อสร้างอาคาร	การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง
วัสดุวิศวกรรมก่อสร้าง (ฉบับปรับปรุงและ เพิ่มเติม)	ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้าง เสาเข็มเจาะ
การบริหารงานวิศวกรรมก่อสร้าง (ฉบับ ปรับปรุง และเพิ่มเติม)	ข้อมูลต้นทุนงานก่อสร้าง (ข้อมูลปี 2549)
การบริหารต้นทุนงานก่อสร้าง	วัสดุและการก่อสร้าง : กระจก : ชุตสื่อสาระ 10
การวางแผนงาน และ แผนกำหนดเวลา งานก่อสร้าง	วัสดุและการก่อสร้าง : ประตูและหน้าต่าง
เกร็ดความรู้เกี่ยวกับการควบคุมงาน ก่อสร้าง อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	วัสดุและการก่อสร้าง : หลอดไฟฟ้า
งานเขียนแบบก่อสร้าง 1	วัสดุและการก่อสร้าง : อิฐและคอนกรีต : ชุตสื่อ สาระ 12
แนวทางการวัดปริมาณงานก่อสร้างอาคาร ใน ส่วนงาน ของ โครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม	วัสดุและการก่อสร้างสุขภัณฑ์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

การออกแบบและเขียนแบบก่อสร้างอาคารเบื้องต้น	อุตสาหกรรมเหล็กกับการก่อสร้างบ้านในอนาคต
การประมาณจำนวนวัสดุก่อสร้างอาคาร (วิธีตัด)	การประมาณราคาก่อสร้าง
ก่อสร้างนำรู้ คู่มือชาวบ้าน เล่ม 4 :ข้อคิดจากวิศวกรเรื่องบ้าน	การก่อสร้างด้วยเหล็ก
การศึกษาหมู่บ้าน บ้าน และเทคโนโลยีการก่อสร้างของหมู่บ้านจันทบุรี จังหวัดแม่ฮ่องสอน	ตารางเหล็ก สำหรับผู้รับเหมาก่อสร้างและวิศวกร
ก่อสร้างนำรู้ คู่มือชาวบ้าน เล่ม 1 :ส่วนประกอบของอาคาร	การเขียนแบบก่อสร้างสร้างงานสถาปัตยกรรม เล่ม 1
การปรับปรุงผลผลิตงานก่อสร้าง	กลยุทธ์การวิเคราะห์ราคางานก่อสร้าง
ก่อสร้างนำรู้ คู่มือชาวบ้าน เล่ม 2 :รอยร้าวนำรู้	ก่อสร้างนำรู้ คู่มือชาวบ้าน เล่ม 3 :คู่มือคนมีบ้าน
CONSTRUCTION OPERATIONS MANUAL OF POLICIES AND PROCEDURES	CONSTRUCTION MASTER PRO: WORKBOOK AND STUDY GUIDE (SPIRAL BOUND)
RESIDENTIAL CONSTRUCTION ACADEMY: CARPENTRY (HC)	CONSTRUCTION MATERIALS, METHODS, AND TECHNIQUES
RESIDENTIAL CONSTRUCTION ACADEMY: FACILITIES MAINTENANCE	CONSTRUCTION PLANNING, EQUIPMENT, AND METHODS (IE)
RESIDENTIAL CONSTRUCTION ACADEMY: HOUSE WIRING (HC)	CONSTRUCTION SITE SECURITY (HC)
RESIDENTIAL CONSTRUCTION ACADEMY: MASONRY, BRICK AND BLOCK CONSTRUCTION	CONTRACTUAL PROCEDURES: IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

ตารางที่ 9 (ต่อ)

CONSTRUCTION LAW FOR MANAGERS, ARCHITECTS, AND ENGINEERS	CPM IN CONSTRUCTION MANAGEMENT (HC) (1 BK./1 CD-ROM)
CURRICULUM CONSTRUCTION FASTER CONSTRUCTION PROJECTS WITH CPM SCHEDULING (HC)	CRIME RECONSTRUCTION (HC) UNDERSTANDING CONSTRUCTION DRAWINGS
INFORMATION TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION MANAGERS, ARCHITECTS AND ENGINEERS (HC)	VIRTUAL RECONSTRUCTION: A PRIMER IN COMPUTER-ASSISTED PALEONTOLOGY AND BIOMEDICINE (HC)
RESIDENTIAL CONSTRUCTION ACADEMY: BASIC PRINCIPLES FOR CONSTRUCTION (HC)	CONSTRUCTION ECONOMICS: A NEW APPROACH
SURVEYING WITH CONSTRUCTION APPLICATIONS (HC)	THE BRIDGE: CONSTRUCTION IN PROCESS VI
HEATING HANDBOOK: COMPLETE CONSTRUCTION, REAL ANSWERS CONTRACTORS NEED	TIME-SAVER STANDARDS: LANDSCAPE CONSTRUCTION DETAILS (1 CD-ROM)
RECONSTRUCTION AFTER DISASTER	PROPERTY AND CONSTRUCTION IN ASIA PACIFIC
WATER WELL REHABILITATION AND RECONSTRUCTION (HC)	ESTIMATING CONSTRUCTION COSTS

โดยรวมแล้วไม่สามารถค้นหาตำราวิชาที่เกี่ยวข้องโดยตรง รวมทั้งแทบจะไม่พบตำราภาษาไทยที่ตรงกับคำจำกัดความเดียวกับคำว่า Construction methods ได้เลย จะมีก็แต่ตำราต่างประเทศเท่านั้นสาเหตุคงเนื่องมาจากเทคนิคการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในระดับพื้นฐานนั้นเป็นความรู้ทางเชิงปฏิบัติที่ต้องผ่านการทดลองทำจริงจะมีตำราประกอบก็เพียงพอเข้าใจหลักการทางทฤษฎี เนื่องจากมีเรื่องของขั้นตอนที่ผู้คนเข้ามาเกี่ยวข้องเป็นจำนวนมากจนยากที่จะเขียนบรรยายหรือสร้างภาพประกอบจนครบทุกขั้นตอนได้ และหากจะมีการจัดทำก็จำเป็นต้อง

อาศัยความร่วมมืออย่างกว้างจากหลายหน่วยงานทั้งสถาบันการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย บริษัทเอกชนขนาดใหญ่ที่มีทรัพยากรบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ อีกทั้งภาคอุตสาหกรรมผู้ผลิต ชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้างที่จะต้องมีการแบ่งปันข้อมูลของแต่ละฝ่ายเพื่อประโยชน์โดยรวม ปัจจุบันจะมีแค่ เกร็ดความรู้เสริมหรือเทคนิคพิเศษหรือการแก้ไขปัญหาเท่านั้นที่ถูกจัดทำขึ้นมา

โดยสามารถแบ่งออกได้เป็นสามหัวข้อหลักดังนี้

1.1 การก่อสร้างของอาคารชนิดต่างๆ ได้มีผู้อื่นศึกษาและจัดทำรูปการก่อสร้างของ สิ่งก่อสร้างต่างๆหลากหลายชนิดโดยละเอียด แบ่งแยกไปทั้งรูปแบบของสิ่งก่อสร้าง มีทั้งการ ก่อสร้างพื้นดินที่ใช้วัสดุทางธรรมชาติ และการก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น หนังสือ เกร็ดความรู้เกี่ยวกับการควบคุมงานก่อสร้าง อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก หนังสือการก่อสร้างด้วย เหล็ก หนังสือการศึกษาหมู่บ้าน บ้าน และเทคโนโลยีการก่อสร้างของหมู่บ้านเงินฮ่อ จังหวัด แม่ฮ่องสอน หรือหนังสือ RESIDENTIAL CONSTRUCTION ACADEMY: MASONRY, BRICK AND BLOCK CONSTRUCTION เป็นต้น

1.2 เทคนิคการก่อสร้างและการประมาณราคา ข้อมูลเกี่ยวข้อง เป็นตำราวิชาอธิบายถึง เทคนิควิธีการก่อสร้างต่างๆมากมายหลากหลายทั้งที่รู้จักกันทั่วไปและที่ไม่มีใครรู้จัก ซึ่งเป็นการ เผยแพร่ความรู้ด้านเทคนิคการก่อสร้างที่มีความสลับซับซ้อนจากต่างประเทศหรือเฉพาะ โครงการ ก่อสร้างขนาดใหญ่ในประเทศ อีกส่วนหนึ่งก็คือการประมาณราคาการก่อสร้างซึ่งถือว่าเป็นตำรา วิชาการที่มีการจัดทำไว้มากและมีให้เลือกหลากหลาย เช่นหนังสือ การบริหารต้นทุนงานก่อสร้าง หนังสือ รวมกฎหมายก่อสร้าง ปรับปรุงใหม่ หรือหนังสือ ESTIMATING CONSTRUCTION COSTS เป็นต้น

1.3 เกร็ดความรู้เบ็ดเตล็ด เป็นตำราวิชาอธิบายถึงเกร็ดความรู้ที่เกิดขึ้นระหว่าง ดำเนินการก่อสร้าง หรือ ข้อผิดพลาดและวิธีป้องกันแก้ไขข้อผิดพลาดจากการดำเนินการก่อสร้างซึ่ง จะเป็นตำราวิชาการที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดที่บุคคลธรรมดาจะสามารถทำความเข้าใจได้ อย่างไรก็ตามเกร็ดความรู้ต่างๆเหล่านี้ก็มักจะละเว้นรายละเอียดปลีกย่อยไปบ้างเพื่อลดความ ซับซ้อนในการนำเสนอ เช่นหนังสือเกร็ดความรู้เกี่ยวกับการควบคุมงานก่อสร้าง อาคารคอนกรีต เสริมเหล็ก ก่อสร้างนำรู้ คู่มือชาวบ้านเล่ม 1 ส่วนประกอบของอาคาร หรือหนังสือ RECONSTRUCTION AFTER DISASTER เป็นต้น

ภาคผนวก ข

ข้อมูลแสดงข้อมูลหลักสูตรที่เปิดอบรมของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานในประเทศไทย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจำนวน 12 ภาค ทั่วประเทศ

ภาค 1 (ภาคกลาง) 4 จังหวัด จังหวัดสมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี

ภาค 2 (ภาคตะวันตกตอนบน) 5 จังหวัด ได้แก่จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดสระบุรี จังหวัดอ่างทอง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสิงห์บุรี จังหวัดลพบุรี

ภาค 3 (ภาคตะวันออก) 7 จังหวัด ได้แก่จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดจันทบุรี จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดตราดจังหวัดสระแก้ว

ภาค 4 (ภาคตะวันตก) 7 จังหวัด ได้แก่จังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ภาค 5 (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) 5 จังหวัด ได้แก่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดนครนายก

ภาค 6 (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน) 6 จังหวัด ได้แก่จังหวัดขอนแก่น จังหวัดอุดรธานี จังหวัดเลย จังหวัดหนองคาย จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดสกลนคร จังหวัดหนองบัวลำภู

ภาค 7 (ภาคตะวันออกเฉียงตอนล่าง) 5 จังหวัด ได้แก่จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดยโสธร จังหวัดนครพนม จังหวัดศรีสะเกษ จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดอำนาจเจริญ จังหวัดมุกดาหาร

ภาค 8 (ภาคเหนือตอนล่าง) 6 จังหวัด ได้แก่จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดพิจิตร จังหวัดอุทัยธานี จังหวัดชัยนาท จังหวัดตาก

ภาค 9 (ภาคเหนือตอนกลาง) 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดพิจญ์โลก จังหวัดสุโขทัย จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดแพร่ จังหวัดอุตรดิตถ์ จังหวัดน่าน

ภาค 10 (ภาคเหนือตอนบน) 6 จังหวัด ได้แก่จังหวัดลำปาง จังหวัดพะเยา จังหวัดเชียงราย จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำพูน จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ภาค 11 (ภาคใต้ตอนบน) 6 จังหวัด ได้แก่จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดชุมพร จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ จังหวัดภูเก็ต จังหวัดระนอง

ภาค 12 (ภาคใต้ตอนล่าง) 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา จังหวัดปัตตานี จังหวัดนราธิวาส จังหวัดยะลา จังหวัดสตูล จังหวัดพัทลุง จังหวัดตรัง

รวมเป็น 68 ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานกระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยที่ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานแต่ละแห่งก็เปิดหลักสูตรอบรมวิชาชีพที่แตกต่างกันไปหลากหลายสาขา โดยสาขาก่อสร้างก็เป็นหนึ่งในสาขาที่มีการเปิดอบรม และนับเป็นแหล่งข้อมูลจริงที่ดีที่จะได้พบปะทั้งผู้สอนผู้เรียน

และเครื่องมือเครื่องไม้ที่ใช้งานอยู่ จึงได้เริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลค้นหาจังหวัดใกล้เคียงที่สามารถเดินทางไปได้และเปิดอบรมวิชาก่อสร้าง

2. หลักสูตรที่เปิดอบรมศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงาน เพื่อคัดเลือกศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานที่จะเข้าไปทำการติดต่อสัมภาษณ์ จึงได้เริ่มเก็บข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรที่เปิดอบรมของศูนย์ต่างๆ เริ่มจากภาค 1 (ภาคกลาง) 4 จังหวัด จังหวัดสมุทรปราการกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี โดยคาดการณ์ว่าจะมีการเปิดการศึกษาในสาขาก่อสร้างในศูนย์อบรมทั้งหมดของภาคกลาง พบว่ามีการเปิดฝึกสอนช่างก่อสร้างโครงสร้างอาคารโดยตรงน้อยมากจะมีก็เพียงอบรมงานขนาดเล็ก

ตารางที่ 10 หลักสูตรที่เปิดอบรมของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานภาค 1 จังหวัดสมุทรปราการ

จังหวัดสมุทรปราการ
ช่างซ่อมรถยนต์
ช่างเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ
ช่างตัดเย็บเสื้อผ้าสตรี ระดับต้น 4
ช่างตัดเย็บเสื้อผ้าสตรี ระดับกลาง 4
ช่างเย็บจักรอุตสาหกรรม
ช่างกลึง
ช่างกัด
การใช้โปรแกรม Unigraphics for CAM
การซ่อมเครื่องยนต์เบนซิน
การซ่อมรถจักรยานยนต์ ระดับ 1
การเดินสายไฟฟ้าในรถยนต์
ระบบนิวมติกไฟฟ้า
การใช้โปรแกรม MS – Windows 2000
การใช้โปรแกรม MS – Word 2000 30
การใช้โปรแกรม MS – Powerpoint 2000
การใช้โปรแกรม Auto CAD 2 มิติ
การใช้โปรแกรม Auto CAD 3 มิติ
การตกแต่งภาพด้วยโปรแกรม Adobe photo shop

ตารางที่ 11 หลักสูตรที่เปิดอบรมของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานภาค 1 จังหวัดนนทบุรี

จังหวัดนนทบุรี
การเย็บจักรอุตสาหกรรม
ช่างไม้เครื่องเรือน
ช่างเชื่อมไฟฟ้าด้วยมือ
ช่างซ่อมเครื่องยนต์
ช่างซ่อมรถจักรยานยนต์
ช่างซ่อมคอมพิวเตอร์
ช่างเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ
ช่างตัดเย็บเสื้อผ้าระดับต้น
ช่างตัดเย็บเสื้อผ้าระดับกลาง
การซ่อมเครื่องปรับอากาศ
การใช้งานโปรแกรม MS-WORD
การใช้งานโปรแกรม MS-EXCEL
การใช้งานโปรแกรม MS-POWER POINT
การใช้งานอินเทอร์เน็ต
การใช้งานโปรแกรม PHOTOSHOP
การสร้าง WEBSITE ด้วย Dream weaver
เทคนิคการซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่ระดับต้น
เทคนิคการติดตั้งแผงสายอากาศโทรทัศน์
การประกอบคอมพิวเตอร์
ช่างซ่อมเครื่องยนต์
ช่างเดินสายไฟฟ้าภายในรถยนต์
ช่างซ่อมรถจักรยานยนต์
ช่างเครื่องปรับอากาศในรถยนต์
การเชื่อม MAG
การเชื่อม TIG
ช่างก่ออิฐฉาบปูน

ตารางที่ 11 (ต่อ)

การทำเทียนแฟนซี
การนวดฝ่าเท้า
การนวดแผนไทย
การทำกรอบรูปวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 12 หลักสูตรที่เปิดอบรมของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานภาค 1 จังหวัดปทุมธานี

จังหวัดปทุมธานี
ภาษาญี่ปุ่น 1
ภาษาญี่ปุ่น 2

ตารางที่ 13 หลักสูตรที่เปิดอบรมของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานภาค 1 กรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานคร
การซ่อมรถจักรยานยนต์
อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
การเขียนแบบก่อสร้างด้วยคอมพิวเตอร์
ช่างประกอบโครงอะลูมิเนียม
ช่างเชื่อมไฟฟ้า
ช่างตัดเย็บเสื้อผ้าสตรี
การเขียนแบบเครื่องกลด้วยคอมพิวเตอร์ CAD 2D
เทคนิคการตรวจซ่อมและปรับปรุงไมโครคอมพิวเตอร์
การสร้างเว็บเพจด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Dream weaver)
การซ่อมเครื่องปรับอากาศ
การเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร
การเชื่อมไฟฟ้า ระดับ 1
การซ่อมรถจักรยานยนต์ ระดับ 1
การบำรุงรักษารถยนต์
การซ่อมเครื่องยนต์เบนซินระบบหัวฉีด

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ช่างปูกระเบื้อง
การพันมอเตอร์ 1 เฟส
ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร
ภาษาเกาหลีเบื้องต้น
ภาษาญี่ปุ่นเบื้องต้น
ภาษาจีนกลางเพื่อการสื่อสาร
การซ่อมเครื่องยนต์เบนซิน
การตกแต่งภาพด้วยคอมพิวเตอร์ Adobe Photoshop 7.
การติดตั้งคอมพิวเตอร์ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN)

จากการติดต่อสอบถามเจ้าหน้าที่ของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานพบว่า หลักสูตรช่างก่อสร้างไม่ค่อยมีเปิดฝึกสอนกันเพราะด้วยความซับซ้อนของขั้นตอนการฝึกสอน วัสดุอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่และเป็นงานกลางแจ้งที่ไม่สามารถควบคุมสภาวะ จึงทำให้มีแค่หลักสูตรย่อยอย่าง เช่น หลักสูตรช่างก่ออิฐฉาบปูน



ภาพที่ 53 แสดงผู้เข้าร่วมหลักสูตรยกระดับฝีมือแรงงาน สาขาการก่ออิฐฉาบปูน



ภาพที่ 54 แสดงการฝึกอบรมหลักสูตรยกระดับฝีมือแรงงาน สาขาช่างก่ออิฐฉาบปูน

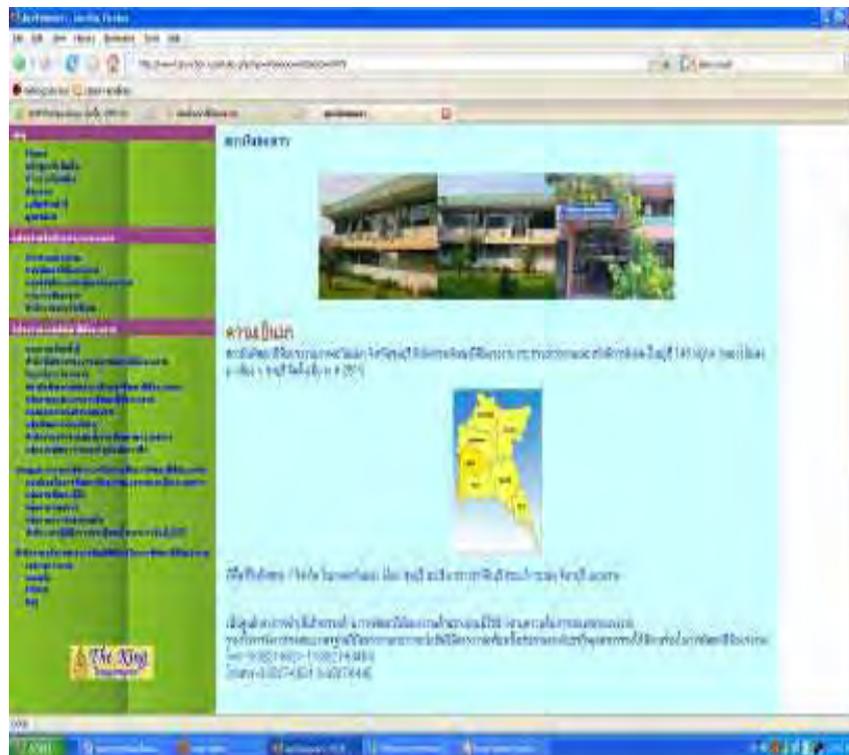
หรือหลักสูตรช่างก่ออิฐฉาบปูนของศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดนนทบุรี ร่วมกับ บริษัท เซนต์โกเบน เวเบอร์ จำกัด เปิดฝึกอบรมหลักสูตรยกระดับฝีมือแรงงานระยะเวลาการฝึก 18 ชั่วโมง ให้กับผู้รับเหมาก่อสร้างและพนักงานของบริษัทต่างๆจำนวน 28 คน ในวันที่ 22-27 มกราคม 2549 ณ ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดนนทบุรี โดยมีนายถาวร หมู่ผึ้ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการ และเจ้าหน้าที่งานฝึกช่างก่อสร้าง ดำเนินการฝึกอบรม ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทดังกล่าว โดยมีการฝึกภาคทฤษฎีและปฏิบัติ



ภาพที่ 55 แสดงหลักสูตรสาขาการปูกระเบื้อง

3. หลักสูตรการก่อสร้างที่เปิดอบรมศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงาน จากการค้นหาผ่านเว็บไซต์ของกรมแรงงาน พบว่าสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี สังกัดกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและ สวัสดิการสังคม ตั้งอยู่ที่ 145 หมู่ 1 ตำบลหนองไม้แดง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จัดตั้งเมื่อ พ.ศ. 2519 ซึ่งมีพื้นที่รับผิดชอบ 7 จังหวัด ในภาคตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว ระยอง จันทบุรี และตราด

ได้เปิดหลักสูตร เกี่ยวกับการก่อสร้างไว้เป็นจำนวนมากได้แก่ 1. ช่างไม้ก่อสร้าง 2. ช่างไม้เครื่องเรือน 3. ช่างสีเครื่องเรือน 4. ช่างสีอาคาร 5. ช่างทอสุขภัณฑ์ 6. ช่างก่ออิฐ 7. ช่างฉาบปูน 8. ช่างปูกระเบื้อง ซึ่งนับเป็นศูนย์กลางการดำเนินกิจกรรมด้าน การพัฒนาฝีมือแรงงานด้านช่างและมีใช้ช่างตามความต้องการของตลาดแรงงาน รวมทั้งการจัดการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานและการแข่งขันฝีมือแรงงานพร้อมทั้งประสานงานกับธุรกิจอุตสาหกรรมให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาฝีมือแรงงาน



ภาพที่ 56 แสดงเว็บไซต์สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดชลบุรี

ภาคผนวก ค

การผลิตหุ่นจำลองเสมือนจริงในคอมพิวเตอร์และการประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆ

1 การแปลงข้อมูลจากซอฟต์แวร์ CAD เพื่อสร้างจำลองเสมือนจริงด้วยขั้นตอน Downstream)

คือการถ่ายโอนข้อมูลจากโปรแกรม CAD ไปสู่โปรแกรมที่มีความสามารถในการสร้างโลกเสมือนจริงได้ แต่ไม่สามารถนำข้อมูลย้อนกลับมาแก้ไขได้จึงเป็นการถ่ายโอนแบบทิศทางเดียวนั่นเอง จากรูปจะเห็นว่าการแปลงข้อมูลหรือหุ่นจำลองจากโปรแกรม CAD ไปเป็นข้อมูลแบบสามมิติภายในแบบจำลองเสมือนจริงสามารถทำได้สองวิธีคือ

1.2 การแปลงข้อมูลหรือหุ่นจำลองจากโปรแกรม CAD โปรแกรมช่วยการออกแบบในปัจจุบันมีความสามารถในการถ่ายโอนหุ่นจำลองที่สร้างไว้ไปเป็นแบบจำลองเสมือนจริง (VR Data) โดยตรง ลักษณะการแปลงข้อมูลแบบนี้ประกอบด้วยสองขั้นตอนคือขั้นแรกเป็นการสร้างข้อมูลแบบสามมิติบนโปรแกรม CAD ขั้นที่สองเป็นการแปลงข้อมูลหรือหุ่นจำลองที่ต้องการไปเป็นแบบจำลองเสมือนจริง

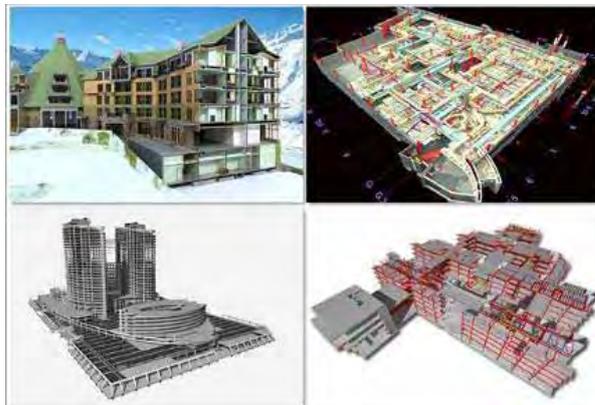
แม้ว่าลักษณะการแปลงข้อมูลแบบนี้เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกในการนำมาใช้สร้างแบบจำลองเสมือนจริง แต่การใช้วิธีนี้มีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ แบบจำลองเสมือนจริงที่ได้จากการแปลงข้อมูลด้วยวิธีนี้จะมีความคลาดเคลื่อนของการแสดงผลของข้อมูล โดยหุ่นจำลองที่แสดงผลภายในแบบจำลองเสมือนจริงจะมีลักษณะแตกต่างจากหุ่นจำลองที่สร้างจากโปรแกรม CAD จากข้อจำกัดดังกล่าวทำให้จำเป็นต้องมีการลองผิดลองถูกในการสร้างหุ่นจำลองในโปรแกรม CAD เพื่อให้สามารถแปลงมาเป็นแบบจำลองเสมือนจริงตามลักษณะที่ผู้สร้างต้องการ

(มงคล ฉันทน์ไพศาล 2545:25) ได้เสนอว่า ผู้สร้างแบบจำลองเสมือนจริงจำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาที่สูญเสียไปกับการปรับปรุงแบบจำลองเสมือนจริงในซอฟต์แวร์ CAD ให้เหมาะสมกับการแปลงข้อมูล และระยะเวลาที่ลดลงจากการปรับปรุงการแสดงผลของแบบจำลองเสมือนจริง

2 การแปลงข้อมูลหรือหุ่นจำลองสามมิติระหว่างซอฟต์แวร์สองชนิด

เป็นกระบวนการที่ใช้โปรแกรมช่วยในการแปลงข้อมูล (Rendering Software) ลักษณะการแปลงข้อมูลแบบนี้ประกอบด้วยสามขั้นตอนอันได้แก่ ขั้นตอนแรกเป็นการสร้างข้อมูลแบบสามมิติบนโปรแกรม CAD ขั้นตอนที่สองเป็นการส่งข้อมูล (Export) ไปยังโปรแกรมช่วยในการแปลงข้อมูล (Rendering package) ขั้นตอนที่สามท้ายเป็นการแปลงข้อมูลดังกล่าวจากโปรแกรมช่วยในการแปลงข้อมูลไปเป็นแบบจำลองเสมือนจริง

แม้ว่าการแปลงข้อมูลด้วยวิธีนี้จะมีขั้นตอนที่ยู้งยากกว่าวิธีแรก แต่ข้อมูลแบบสามมิติภายในแบบจำลองเสมือนจริงที่ได้จะมีคุณภาพในการแสดงผลที่ดีกว่าวิธีการแปลงข้อมูลวิธีแรก



ภาพที่ 57 แสดงหุ่นจำลองสามมิติภายในโปรแกรมช่วยเขียนแบบออกแบบ

3. การเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองเสมือนจริง

การสร้างแบบจำลองเสมือนจริงที่ดีควรมีการคำนึงถึงประสิทธิภาพด้านการแสดงผล โดยแบบจำลองเสมือนจริงที่มีประสิทธิภาพด้านการแสดงผลที่ดีควรมีคุณสมบัติ 2 ประการที่เกี่ยวข้อง นั่นคือ (1) ควรมีขนาดไฟล์ที่เล็กที่สุดเท่าที่จำเป็น (2) เมื่อนำไปใช้งานควรมีความเร็วในการประมวลผลหรือการแสดงผลภาพสูง ซึ่งคุณสมบัติทั้งสองประการดังกล่าวเป็นคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน เช่น แบบจำลองเสมือนจริงมีขนาดไฟล์เล็ก เมื่อนำไปใช้งานจะมีความเร็วในการประมวลผลหรือการแสดงผลภาพสูง เป็นต้น (ชีวะวัฒน์ 2544:44)

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการแสดงผลของแบบจำลองเสมือนจริงที่จะนำเสนอต่อไปสามารถนำมาใช้ได้กับหุ่นจำลองของแบบจำลองเสมือนจริงที่สร้างด้วยวิธีต่าง ๆ ที่กล่าวถึงข้างต้นได้

ชีวะวัฒน์ บุญสิวนนท์ (2544: 45) ได้แนะนำวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการแสดงผลของแบบจำลองเสมือนจริง อันได้แก่

3.1 การตัดทอนรายละเอียดของหุ่นจำลอง ตัวอย่างรูปทรงพื้นฐาน เช่น รูปทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ รูปทรงสามเหลี่ยมปิระมิด หรือ รูปทรงกระบอก เป็นต้น การสร้างแบบจำลองเสมือนจริงควรมีการนำรูปทรงพื้นฐานดังกล่าวมาเป็นส่วนประกอบของแบบจำลองเสมือนจริง และพยายามใช้วัตถุซึ่งมีเหลี่ยมมุมที่ไม่จำเป็นให้น้อยที่สุด

3.2 การใช้เทคนิค Texture mapping พยายามใช้รูปภาพมาแปะติดบนพื้นผิววัตถุแทนการสร้างรายละเอียดบนพื้นผิววัตถุนั้น

3.3 การเพิ่มหรือลดรายละเอียดตามหลัก Level of details ถ้าวัตถุใดถูกรับชมเฉพาะในจุดที่อยู่ไกลและไม่จำเป็นต้องเข้าไปชมรายละเอียดของวัตถุ ควรใช้ภาพแทรกแทนการใช้วัตถุ

(หุ่นจำลอง 3 มิติ) หรือกำหนดรายละเอียดของวัตถุให้มีค่าต่ำกว่าวัตถุที่ต้องถูกรับชมในระยะใกล้ เพื่อให้ขนาดของไฟล์มีขนาดเล็กลง อันส่งผลให้ความสามารถด้านการประมวลผลดีขึ้น

3.4 การเลือกเสนอข้อมูลเฉพาะส่วนที่ต้องแสดงผล ไม่ควรโหลดข้อมูลและแสดงภาพในส่วนที่ไม่จำเป็น เช่น ต้องการสร้างแบบจำลองเสมือนจริงเพื่อแสดงถึงภาพทิวทัศน์โดยรอบตัวบ้าน ไม่ควรโหลดข้อมูลและแสดงภาพในส่วนที่ไม่จำเป็น เช่น ลักษณะผนังภายในตัวบ้าน รายละเอียดของห้องน้ำ เป็นต้น

4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเสมือนจริง จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการเอาหุ่นจำลองในคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกับสื่อผสมอื่น และการนำหลักการของ Virtual Reality มาประยุกต์ใช้ในส่วนต่าง ๆ ของงานก่อสร้างอันได้แก่

4.1 การประยุกต์ใช้กับฮาร์ดแวร์เพิ่มเติม (มงคล จันทร์ไพศาล 2545:26) ได้นำเสนอการศึกษาเรื่อง Simulation Modeling with Artificial Reality Technology (SMART) ซึ่งเป็น simulation modeling tool ตัวหนึ่งที่สามารถสร้างหุ่นจำลองแบบจำลองสถานการณ์ที่เป็นรูปภาพแบบ 3 มิติภายใน Virtual Reality ได้สะดวกยิ่งขึ้นโดยหุ่นจำลองแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นนี้เป็นการนำโหนด (Node) และอาร์ก (Arc) มาประกอบกันจนกลายเป็นรูปภาพ

การใช้ SMART จำเป็นต้องมีส่วนประกอบหรือฮาร์ดแวร์เพิ่มเติม ดังนี้

- 1 Electronic glove งานวิจัยนี้เลือกใช้ Electronic glove ชนิด 5D Gloves (Fifth Dimension Technologies)
- 2 Head-mounted display งานวิจัยนี้เลือกใช้ Head-mounted display ชนิด VIO I-Glasses (Virtual I-O)



ภาพที่ 58 แสดงการใช้ Electronic glove และ Head-mounted display

เมื่อผู้ใช้งาน SMART ทำการใส่ 5D Glove ผู้ใช้จะรู้สึกเสมือนกับการเข้าไปอยู่ใน Virtual space และมีความสามารถในการจัดการหุ่นจำลองแบบจำลองสถานการณ์ในลักษณะภาพสามมิติได้ การใช้งานสามารถทำได้โดยการขยับมือซึ่งใส่ 5D Glove ในขณะเดียวกันผู้ใช้จะเห็นภาพมือใน Virtual space ขยับตามต้องการ

เมื่อผู้ใช้ใส่ VIO I-Glasses (Virtual I-O) เสมือนกับผู้ใช้เข้าไปอยู่ใน Virtual world ผู้ใช้ต้องการมองไปในทิศทางใดของ Virtual world ผู้ใช้สามารถทำได้โดยการขยับหน้า (ซึ่งใส่ VIO I-Glasses) ไปในทิศทางที่ต้องการ ภาพที่ผู้ใช้เห็นภายใน Virtual space จะเปลี่ยนไปตามทิศทางที่ผู้ใช้งานได้ขยับหน้าไป ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับในโลกของความเป็นจริง คือ เมื่อต้องการมองวัตถุที่อยู่บริเวณอื่นที่ไม่ได้อยู่ตรงหน้า สามารถทำได้โดยการหันหน้าไปดูได้ตามต้องการ ทำให้ผู้ใช้ได้รับประสบการณ์ที่ใกล้เคียงมากยิ่งขึ้นไปกว่า การใช้หุ่นจำลองทั่วไป และการรับชมหุ่นจำลองเสมือนจริงจากหน้าจอปกตินั่นเอง

4.2 การประยุกต์ใช้สำหรับแสดงรายละเอียดของแผนที่ (มงคล ฉันทน์ไพศาล 2545:26) ได้นำแนวความคิดทางด้าน Virtual Reality Technology มาใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างและทางสถาปัตยกรรม โดยใช้ Virtual Model แทนการใช้แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Mock Up, PMU) ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ในงานวิจัยนี้ใช้หลักการของ Virtual Reality Technology โดยใช้ซอฟต์แวร์ Supers cape (www.superscape.com) ซึ่งเป็นการนำแผนที่มาเชื่อมโยงกับแบบจำลองเสมือนจริง เมื่อผู้ใช้เลือกจุดบนแผนที่ก็สามารถเชื่อมโยงกับแบบจำลองเสมือนจริง



ภาพที่ 59 แสดงการใช้คอมพิวเตอร์ทำ Physical Mock Up

ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองนำแบบจำลองเสมือนจริงไปใช้งานจริงโดย Konoike Construction Co., Ltd. ซึ่งเป็นการนำแบบจำลองเสมือนจริงไปใช้ในการนำเสนอผลงานให้แก่ลูกค้าของอุทยานอุตสาหกรรม (industrial park) จำนวน 19 โครงการ ผลจากการนำไปใช้พบว่าแบบจำลองเสมือนจริงได้รับการประเมินขั้นสูง จำนวน 9 โครงการ ปัจจัยด้านความมีคุณค่าในการนำไปใช้และผู้ใช้ต้องการให้มีการใช้อีกจำนวน 6 โครงการและปัจจัยด้านความง่ายในการทำ ความเข้าใจและความน่าสนใจ จำนวน 8 โครงการ

4.3 การประยุกต์ใช้ในการวางแผนก่อนการก่อสร้าง (มงคล ฉันทน์ไพศาล 2545:27) ได้เสนอผลการศึกษางจรของกระบวนการจัดการในการดำเนินการก่อสร้างอันได้แก่ การวางแผน การปฏิบัติ การตรวจสอบ และการปรับปรุงแก้ไข จากลักษณะของกระบวนการดังกล่าวพบว่า ถ้าหากไม่มีการวิเคราะห์ และการวางแผนที่ดีเมื่อดำเนินการปฏิบัติการอาจพบข้อผิดพลาดที่จะทำให้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหรือแก้ไขงาน ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการดังกล่าว Ogata et al. จึงได้มีการนำหลักการของการจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยใช้ Virtual Model เป็นเครื่องมือ ซึ่งช่วยให้การวางแผนงานสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและลดปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นหลังจากเริ่มลงมือทำงานแล้ว อันจะส่งผลให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพและเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

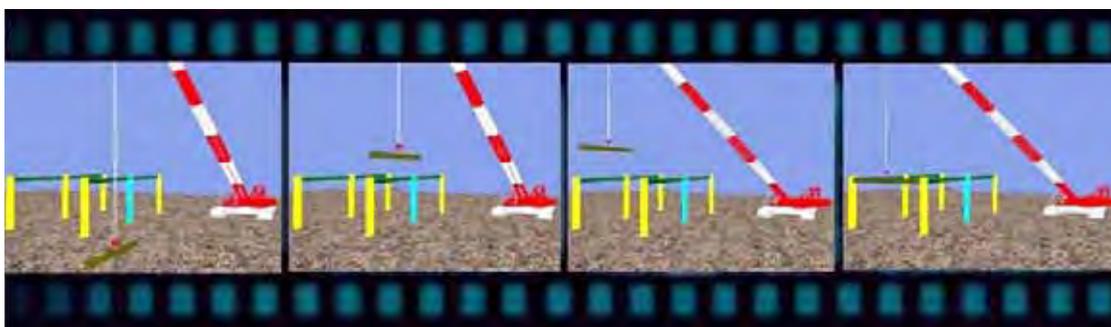
Virtual Model เป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง ซึ่ง Virtual Model จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อกับข้อมูลแบบดิจิทัลที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้าง เช่น CAD drawing, digital maps of periphery, scanned aerial photographs, on-site digital photos and documents ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Virtual Reality technology

หลักการสำคัญของ Virtual Model สำหรับโครงการก่อสร้าง คือ มีความสามารถในการส่งผ่านข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้ใช้สามารถ Download ข้อมูลหรือซอฟต์แวร์ได้จากเว็บไซต์ นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถทำการแลกเปลี่ยนความคิด ข้อคิดเห็น ความน่าสนใจต่าง ๆ ของโครงการก่อสร้างผ่าน WWW ได้ จากลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันของฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง เช่น ฝ่ายของเจ้าของโครงการ ฝ่ายของผู้ออกแบบ และฝ่ายของผู้รับเหมา จากการนำไปทดลองใช้กับการดำเนินงาน โครงสร้างก่อสร้างในประเทศญี่ปุ่น (บริษัท The Sashiki Bridge Construction) ซึ่งเป็นการนำแบบจำลองเสมือนจริงไปใช้เพื่อแสดงภาพ 3 มิติของโครงการในช่วงของการดำเนินงานก่อสร้างในขั้นตอนที่มีความยุ่งยาก

4.4 การประยุกต์ใช้ในการวางผังเมือง (มงคล ฉันทน์ไพศาล 2545:29) ได้เสนอผลศึกษาการส่งผ่านข้อมูลจากระบบ Computer-Aided Design (CAD) ไปยังระบบ Virtual Reality ซึ่ง

ทดลองนำไปประยุกต์ใช้กับการวางแผนเพื่อนำ Site layout ที่ Loughborough University ประเทศอังกฤษ โดยเริ่มจากการสร้างบ้านในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยโปรแกรม AutoCAD หลังจากนั้นทำการแปลงรูปแบบของข้อมูลที่สร้างจาก โปรแกรม AutoCAD ให้อยู่ในระบบ Virtual Reality โดยใช้โปรแกรม Superscape เพื่อทำเป็นฐานข้อมูลของบ้านในรูปแบบต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบ Virtual Reality การนำไปใช้งานสามารถทำได้โดยการนำบ้านในฐานข้อมูลดังกล่าวไปวางใน Virtual space ซึ่งผู้ใช้สามารถวางแผน Site layout ในรูปแบบต่าง ๆ และสามารถเข้าไปชมในมุมมองที่ตนต้องการได้

4.5 การประยุกต์ใช้สำหรับจำลองการก่อสร้าง (มงคล ฉันทน์ไพศาล 2545:30) ได้เสนอการนำ Virtual Reality Modeling Language หรือที่เรียกว่าภาษา VRML97 มาประยุกต์ใช้ในการก่อสร้าง โดยสร้างเป็นแบบจำลองเสมือนจริงของโครงสร้างเหล็ก และแบบจำลองเสมือนจริงของเครื่องจักรก่อสร้าง โดยมีจุดมุ่งหมายของงานวิจัยคือต้องการที่จะหาเครื่องมือที่มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารข้อมูลในรูปแบบสามมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั้งในด้านของการจัดการ การเข้าถึงข้อมูล และการดูข้อมูลของโครงการก่อสร้างในมุมมองต่าง ๆ



ภาพที่ 60 แสดงภาพนิ่งต่อเนื่องของการยกคานเหล็ก

ในงานวิจัยนี้ได้สร้างต้นแบบของแบบจำลองเสมือนจริงของโครงสร้างเหล็ก ซึ่งประกอบด้วยคาน ที่มีหน้าตัดประเภทต่าง ๆ ที่แตกต่างกันเป็นจำนวนมาก การใช้งานจะนำคานที่มีหน้าตัดตามที่ต้องการมาประกอบกันเป็นโครงสร้างเหล็ก

แบบจำลองเสมือนจริงของเครื่องจักรก่อสร้างที่ประกอบด้วยรถขุดดิน รถบรรทุกขนดินและปั้นจั่น ซึ่งนอกจากมีความสามารถในการเข้าไปดูในมุมมองต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้งานต้องการยังมีจุดเด่นที่สำคัญคือผู้ใช้สามารถที่ควบคุมเครื่องจักรในแบบจำลองให้เคลื่อนที่หรือดำเนินงานตามที่ผู้ใช้งานต้องการได้ โดยควบคุมผ่านปุ่มควบคุมที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอ

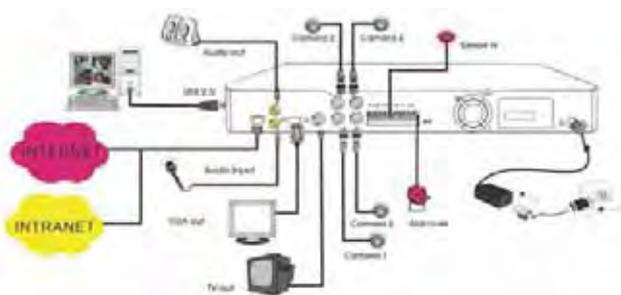
ภาคผนวก ง

ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ เกี่ยวข้องกับสื่อผสม

1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

คืออุปกรณ์ที่ประกอบเข้ากันเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์รวมไปถึงอุปกรณ์เสริมที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการใช้งานของคอมพิวเตอร์ โดยทำหน้าที่นำข้อมูลเข้าสู่เครื่อง และถ่ายทอดข้อมูลกลับออกมา องค์ประกอบที่สำคัญของสื่อผสม คือ ภาพ เสียง และการโต้ตอบกันได้ ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์จึงต้องจำแนกออกไปตามองค์ประกอบดังกล่าว โดยมีคอมพิวเตอร์อุปกรณ์หลักทำหน้าที่เป็นส่วนรวบรวมและประเมินข้อมูล

1.1 ฮาร์ดแวร์สำหรับงานด้านภาพ อุปกรณ์ที่สำคัญและจำเป็น นอกจากคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องอ่านภาพ (Scanner) ใช้สำหรับงานสำเนาภาพจากต้นฉบับ ที่เป็นภาพนิ่ง มีหลายแบบ หลายระดับ มีลักษณะเป็นภาพสองมิติ กล้องถ่ายภาพเชิงตัวเลข (Digital Camera)



ภาพที่ 61 ภาพแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อ ฮาร์ดแวร์ต่างๆเข้ากับคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 62 แสดงเครื่องสแกนเนอร์สำหรับบันทึกเอกสารเป็นรูปภาพเข้าไปในคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 63 แสดงการใช้กล้องดิจิทัลบันทึกภาพเพื่อนำเข้าไปใช้ในคอมพิวเตอร์

กล้องถ่ายภาพธรรมดาที่มีการเปลี่ยนส่วนรับภาพที่เป็นฟิล์มเป็นตัวเปลี่ยนสัญญาณภาพมาเป็นสัญญาณเชิงตัวเลข หรือเรียกว่า CCD (Charge Couple Device) ใช้ทำสำเนาภาพนิ่งได้ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ กล้องถ่ายภาพวิดีโอ (Video Camera) ใช้งานถ่ายภาพเคลื่อนไหว และใช้สัญญาณเชิงตัวเลข และใช้ CCD เช่นเดียวกับกล้องถ่ายภาพเชิงตัวเลข การ์ดแปลงสัญญาณแอนะล็อก จะนำสัญญาณจากอุปกรณ์ดังกล่าวไปใช้งานกับคอมพิวเตอร์ จึงจำเป็นต้องแปลงสัญญาณจากแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณเชิงตัวเลข

1.2 ฮาร์ดแวร์สำหรับงานด้านเสียง ทำหน้าที่รับ บันทึก และถ่ายถอดข้อมูลที่เป็นเสียงเข้าและออกจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งที่สำคัญประกอบด้วย ไมโครโฟนสำหรับบันทึกเสียงภายนอก ลำโพง หรือ หูฟัง เครื่องเล่นซีดี (CD-ROM) หรือเครื่องเล่นดีวีดี (DVD) บันทึกเสียงลงคอมพิวเตอร์ก็สามารถจะแยกใช้ระบบเสียงจากภายนอกได้ โดยอาศัยการควบคุมการทำงานวิธีที่สะดวกที่สุดจะเป็นการใช้เครื่องเล่นซีดีรอม ที่ในปัจจุบันสามารถเล่นได้ทั้งระบบเสียงและระบบอ่านข้อมูลคอมพิวเตอร์ เพียงแต่ต้องบันทึกลงในแผ่นซีดีมาก่อน



ภาพที่ 64 ไมโครโฟนชนิดต่างที่ใช้บันทึกเสียงเพื่อนำเข้าไปใช้ในคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 65 แสดงเครื่องเล่นซีดีทำหน้าที่อ่านไฟล์และบันทึกลงในคอมพิวเตอร์

จากนั้นจึงมาเปิดใช้งาน โดยอาศัยคำสั่งจากตัวเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมอีกหนึ่ง เสียงสำเร็จรูป (Clip Sound) เป็นระบบเสียงสำเร็จรูป ในลักษณะไฟล์สัญญาณเชิงตัวเลข สามารถใช้งานได้ทันที ส่วนใหญ่จะเป็นเสียงเพลง หรือเสียงเอฟเฟ็กต์ (Sound effect) และ คำบรรยายที่เราสามารถเพิ่มประกอบลงไปนั่นเอง

2. ซอฟต์แวร์สื่อผสม (Multimedia Software) แยกออกเป็น 2 ส่วน ตามขั้นตอนการใช้งานได้แก่ ขั้นตอนการสร้างสื่อผสม และขั้นตอนการใช้งานสื่อผสม

2.1 ซอฟต์แวร์สร้างงานสื่อผสม แยกออกเป็นสองส่วน คือ ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างภาพและเสียง กับซอฟต์แวร์จัดระบบ ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างภาพและเสียง มักมีการใช้และเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้คอมพิวเตอร์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องซึ่งใช้สำหรับงาน การตกแต่ง ตัดต่อ ดัดแปลง สร้างใหม่ ซึ่งแยกกันทำเป็นขั้นเป็นตอนได้ ซอฟต์แวร์จัดระบบสื่อผสม เป็นซอฟต์แวร์ที่ควบคุมงานส่วนต่าง ๆ มาจัดลำดับ เพื่อให้มีการโต้ตอบกันได้ เช่น บอกให้ทราบว่าเวลาใดจะมีภาพหรือจะมีเสียงแสดงขึ้น หรือหากกดบริเวณที่กำหนดจะได้ภาพที่ต้องการปรากฏขึ้นมา หรือมีเสียงที่ต้องการดังขึ้น เป็นต้น ซอฟต์แวร์ประเภทนี้ยังไม่เป็นที่คุ้นเคยมากนัก และมีราคาค่อนข้างสูง และที่สำคัญยังต้องใช้คอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงในการใช้งานด้วย

2.2 ซอฟต์แวร์ใช้งานสื่อผสม ระบบซอฟต์แวร์นั้นถูกสร้างขึ้นมา โดยผ่านระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้ไม่เป็นการซับซ้อนจนเกินไปในการใช้งาน แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ความง่ายในการใช้งาน อาจเกิดปัญหาในกรณีที่ผู้ใช้งาน ไม่มีความเชี่ยวชาญในการใช้งานคอมพิวเตอร์ หรือมาตรฐานของระบบคอมพิวเตอร์จากหลายค่ายผู้ผลิต ซึ่งจะถูกนำไปสู่การพัฒนากระบวนการอื่น ๆ ที่ไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับกับตลาดผู้บริโภคมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยในปัจจุบันนี้มีการพัฒนาเครื่องรับโทรทัศน์ให้สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ นั้นหมายความว่าระบบสื่อผสมนั้น กำลังได้รับการพัฒนาให้ง่ายในการใช้งานต่อผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก จ

แบบฟอร์มการประเมินผลประสิทธิภาพของสื่อผสม

แบบสอบถามประกอบการทดลองใช้สื่อมัลติมีเดียจากหัวข้อ
“การศึกษานำเสนอขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยเทคโนโลยีสื่อผสม”
โดย นายกานต์ สงวนแก้ว
นักศึกษาสาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง
ภาคเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

แบบประเมินความพึงพอใจต่อข้อมูลข่าวสารที่ได้จากกลุ่มธุรกิจก่อสร้างต่อการสร้างบ้าน

คำชี้แจง : เป็นแบบสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย ต่อการดำเนินงานของธุรกิจก่อสร้าง และข้อมูลข่าวสารที่มีให้ต่อผู้บริโภค เกี่ยวกับการปลูกสร้างอาคารพักอาศัยแบบสองชั้น และความพึงพอใจที่ได้จากการทดลองใช้สื่อผสมที่จัดทำขึ้น

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ

() ชาย () หญิง

2. อายุ

() ต่ำกว่า 20 ปี () 20-30 ปี
 () 31-40 ปี () 41-50 ปี
 () 51-60 ปี () มากกว่า 60 ปี

3. การศึกษา

() ประถมศึกษา () มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า
 () อนุปริญญา หรือเทียบเท่า () ปริญญาตรี
 () สูงกว่าปริญญาตรี () อื่นๆ

4. ความต้องการปลูกที่พักอาศัย

() ต้องการปลูกสร้างเอง () ต้องการซื้อสำเร็จ

5. ความพึงพอใจต่อการใช้งานสื่อผสมเพื่อช่วยในการบริหารจัดการการก่อสร้างบ้าน

ความพึงพอใจ	พอใจ มาก	พอใจ	พอใจ น้อย
1) ความพอใจที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อจัดทำสื่อผสมเพื่อบ้านตนเอง			
2) ความพอใจหากต้องเสียค่าใช้จ่าย 10,000 บาทในการจัดทำ			
3) ท่านรู้สึกพอใจต่อ ภาพ 3 มิติที่ใช้ในการนำเสนอในสื่อผสม			
4) การจัดวาง Layout ช่วยให้เข้าหาข้อมูลได้โดยสะดวกรวดเร็ว			
5) เลือกสื่อนำเสนอแต่ละหัวข้อได้เหมาะสม ชัดเจน			
6) มีการนำเสนอทั้งข้อความ ภาพ และเสียงที่เหมาะสม			
7) เสียงบรรยายฟังชัด ถูกต้อง และควบคุมได้			
8) เลือกใช้ภาพกราฟิกได้เหมาะสม			

ภาคผนวก จ

เรียบเรียงขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็ก

1. เรียบเรียงขั้นตอนการก่อสร้าง

1.1 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคาร

ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารพักอาศัยขนาดเล็กที่ใช้เป็นโครงการนำร่อง การปักผัง การปักผังเป็นงานสำคัญที่ต้องทำโดยช่างที่มีความเข้าใจการก่อสร้างอย่างดี โดยมากหัวหน้าช่างจะเป็นผู้ทำเอง การปักผังเกี่ยวพันกับการถ่ายระดับและหาตำแหน่งการวางศูนย์เสาเข็มด้วย ต้องเป็นผู้มีความประณีตตรวจสอบงานให้ถูกต้อง แสดงแนวการตีผังนอนห่างจากแนวเสาออกข้างละ 0.75 เมตรเพื่อให้พ้นกับการวางแบบฐานรากครอบเสาเข็ม ต้องพิจารณาจากขนาดของฐานรากด้วย แม้ว่าจะมีการขุดฐานราก จะไม่ทำให้ผังลึกลงมาได้ การสกัดแนวการวางผังนี้ทำให้ง่ายในการทำ และคิดจำนวนหลักและจำนวนไม้ที่จะใช้ตีผังนอน

1.2.1 การคำนวณไม้ การคำนวณไม้โดยรวมจำนวนความยาวของผังนอนที่ล้อมอาคารอยู่ทุก ๆ ด้าน โดยเช่นได้รักรอบอาคารได้ รวมความยาวทั้งสิ้นเป็นระยะยาว 40 เมตร (เฉลี่ยผังละ 10 เมตร) การตอกหลักห่างกันประมาณ 1.50 เมตร

$$\text{จำนวน} = \frac{40.00}{1.50} = 26.66 \text{ ท่อน}$$

หลักผังพิจารณาแล้วให้ยาวท่อนละ 1.50 เมตร ฉะนั้นถ้าใช้ไม้คร่าวยาว 3.00 เมตร จะใช้ ตัด 2 ท่อน

$$\text{จำนวนไม้ยาว 3.00 เมตรสำหรับทำหลัก} = \frac{26.66}{2} = 13.33 \text{ ท่อน}$$

สำหรับผังนอนใช้คร่าวยาว 5.00 เมตรแต่ให้ทับกันเสีย 1.00 เมตร คงเหลือความยาว 4.00 เมตร

$$\text{จำนวนไม้ยาว 5.00 เมตรสำหรับทำผังนอน} = \frac{40.00}{4} = 10 \text{ ท่อน}$$

ประมาณการการใช้ไม้คร่าวสำหรับการปักผังได้ดังนี้

$$(1) \text{ ไม้คร่าว } 1\frac{1}{2} \times 3 \text{ นิ้ว ยาว } 3.00 \text{ เมตร} = 15 + 2 = \text{รวม } 17 \text{ ท่อน}$$

$$(2) \text{ ไม้คร่าว } 1\frac{1}{2} \times 3 \text{ นิ้ว ยาว } 5.00 \text{ เมตร} = 8 \text{ ท่อน}$$

$$\text{เพื่อ } 1 \text{ ท่อน รวม} = 9 \text{ ท่อน}$$

ไม้คร่าว เป็นไม้ที่ใช้งานได้หลายงาน จึงควรมีไม้คร่าวที่จะใช้ทำคร่าวฝ้า ไม้ค้ำยันมาใช้ตีฝ้าก่อน แต่ถ้าจะจัดไม้คร่าวเพื่อทำงานตีฝ้าก็สามารถประมาณได้ ไม่ควรลืมติง 2, 3 และ 4 นิ้ว

1.2.2 เครื่องมือเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับให้ปีกฝ้ามี ค้อน 8 ปอนด์ ขวานช่างไม้ ลูกดิ่ง สายพลาสติก ใสใสน้ำ เชือกหรือสายเอ็น เทปวัดระยะ ฉากใหญ่ ควรเตรียมไว้ให้พร้อมก่อนลงมือ ส่วนใหญ่หัวหน้าช่างจะมีเครื่องมือเหล่านี้แล้ว หรืออาจต้องหามาเพิ่ม

1.2.3 การทำการปีกฝ้าการปักหลักฝ้าสามารถ กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

- (1) เสียมหลักฝ้าตามจำนวนหลังจากตัดเป็นท่อน ๆ ละ 1.50 เมตร
- (2) กำหนดตำแหน่งตอกตามมุมฝ้า เริ่มตอกตอนมุมของฝ้าโดยรอบแล้วจึงเชือกแล้วตอกหลักชอยให้ห่างกันประมาณ 1.50 - 2.00 เมตรตลอดความยาวของค้ำ
- (3) ควรทราบความสูงของฝ้าที่กำหนดให้สูงกว่าระดับดินเดิมเท่าใดเพื่อจะได้หาความลึกของฐานรากได้
- (4) จึงเชือกบนหลังฝ้าเพื่อหาศูนย์กลางเสาเพื่อทำการตอกเข็มและวางแบบหล่อฐานรากครอบเสาเข็ม
- (5) ต้องตอกหลักให้แน่น จะใช้ฝัจนกระทั่งหล่อคานคอดินแล้วเสร็จ ฉะนั้น ฝ้าควรสูงกว่าความสูงของคานคอดิน
- (6) ระหว่างตอกเข็ม อาจต้องรื้อฝัออกเพื่อให้ปั้นจั่นเดินไปตอกได้ เมื่อตอกเข็มเสร็จก็ซ่อมฝัเข้าที่เสียใหม่

1.3 การตอกเข็มหลังจากทำการปักฝัเรียบร้อยขึ้นไปก็คือการดำเนินการตอกเข็มซึ่งปัจจุบันได้ใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยเกือบทุกแห่ง แต่ก็มีตอกเข็มบางส่วนที่ยังคงใช้แรงงานคน เช่น เข็มสำหรับบ่อบำบัดเป็นต้น ในกรณีของการใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยนั้น จากการสัมภาษณ์ และเก็บข้อมูลพบว่าสำหรับอาคารพักอาศัยที่เป็นกลุ่มเป้าหมายนั้นแทบทั้งหมดจะใช้ระบบเข็มตอกเนื่องจากอาคารที่ถูกกว่าเป็นสำคัญ บางแห่งที่ประหยัดมากก็เลือกใช้รัดตัก กดเข็มลงแทนการตอกอีกด้วยซึ่งเป็นขั้นตอนที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมนัก แต่ก็เป็นที่นิยม

1.3.1 การตอกเข็มด้วยแรงคน การตอกเข็มด้วยแรงคน จะต้องทำการขุดดินให้เป็นหลุมก่อน แต่ถ้าถมทรายไว้จะยากสำหรับการกั้นไม่ให้เป็นคอกเพื่อกั้นทราย ควรตอกเข็มเสียก่อนจึงทำการถมดินหลังจากหล่อเสาตอม่อแล้ว ตั้งนั่งร้านไม้คร่าวให้สูงประมาณ 1.50 เมตร วางพาดไม้ระหว่างนั่งร้านที่ทำเป็นไม้สองตัวให้แข็งแรงพอคนขึ้นไปตอก 4 - 5 คน มีคนคัดเข็มข้างล่างอีก 1 คน การวัดความลึกของระดับหัวเข็มตรวจสอบได้จากระดับฝั ควรตอกให้หัวสูงกว่าระดับ 5-10 ซม. เพื่อตัดส่วนที่หัวเข็มแตก ระยะห่างและตำแหน่งของเข็มควร

กำหนดให้ถูกต้องตามแบบกำหนด ถ้าเข็มแตกหรือฉีกระหว่างตอกควรตอกแซมให้ห่างจากต้นเดิมอย่างน้อย 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเข็ม

1.3.2 การตอกเข็มด้วยเครื่องโครงปั่นจั่นให้เหล็กฉากต่อยึดกันเป็นช่วง ๆ ตามความยาว ถ้าปั่นจั่นสูง 8.00 เมตรสามารถตอกเข็ม 7.00 เมตรได้ ถ้าเข็มยาว 20.00 เมตรปั่นจั่นก็ควรสูงประมาณ 21.00 เมตรแต่จะใช้เข็มส่งตอกให้เป็นหลุมไปก่อนสัก 2.00 เมตร เมื่อนำเข็มลงในหลุมที่ตอกส่งไว้แล้ววางลูกค้อนบนหัวเข็ม เข็มจะจมลึกไปเองเนื่องจากน้ำหนักของตัวเข็มเองและค้อน น้ำหนักของลูกค้อนมีตั้งแต่ 250 ก.ก. 300 ก.ก. 500 ก.ก. เป็นลำดับ วิศวกรผู้ออกแบบจะกำหนดน้ำหนักของค้อนเหล็ก ระยะยกค้อนเหล็กเวลาตอก ต้องควบคุมให้เป็นไป โดยทั่วไป พื้นฐานง่าย ๆ ก็คือ จำนวนการตอกในชั้นสุดท้ายเพื่อยืนยันว่าไม่สามารถตอกเข็มลงไปได้แล้วอีกนั่นเอง แต่ในท้องถิ่นข้างก็จะอาศัยความชำนาญเป็นสำคัญ เมื่อตกลงให้มาทำการตอกเข็ม ควรสั่งเข็มไม้หรือเข็มคอนกรีตมาลงในที่ดินก่อน การวางเข็มควรวางให้ใกล้กับบริเวณที่จะตอก สามารถใช้ลวดสลิงคล้องดึงมาใช้ได้ทันที ไม่ควรนำไปกองในบริเวณพื้นที่ที่จะตอก เว้นแต่มีบริเวณกว้างพอที่จะตอกบริเวณอื่นข้างเคียงไปก่อน แต่ต้องตรวจสอบก่อนเอาเข็มลงด้วยว่าเข็มชำรุดหรือร้าวอย่างไร ถ้าเป็นเข็มไม้ก็ตรวจสอบขนาดของเข็ม ความยาว รวมทั้งความคดของเสาเข็มด้วย ถ้าไม่ถูกต้องตามรายการหรือตามแบบให้ส่งกลับมาทันที เข็มที่ใช้ไม่ได้จะถูกแยกออกต่างหากหรือทำเครื่องหมายไว้อย่างชัดเจน การส่งเข็มควรให้ทันการตอก จะต้องทราบด้วยว่าวันหนึ่งปั่นจั่นตอกได้เป็นจำนวนกี่ต้นจะได้จัดส่งเข็มมาให้ทัน ทางที่ดีควรส่งมาล่วงหน้า

ระหว่างตอกเข็ม ช่างควบคุมจะต้องคอยดูการตอกตลอดเวลาเพื่อสังเกตว่า เข็มอาจแตก อาจหักกลางหรือตอกไม่ตรงศูนย์กลาง ความลึกของเข็มไม่ได้ระยะกำหนด ช่างไม้จะต้องช่วยถ้ายระดับน้ำไปไว้ที่โครงปั่นจั่นเพื่อเปรียบเทียบกับเสาส่งไม้หัวเหล็กที่ยาว 2.00 เมตร จะส่งเข็มให้ลึกลงในดินในระดับที่ต้องการ สำหรับงานก่อสร้างนี้ ใช้เข็มคอนกรีตเสริมเหล็กยาว 7.00 เมตร 2 ต้นต่อกัน รวมความยาว 14.00 เมตร การต่อเข็มช่างท้องถิ่นจะเลือกใช้การเชื่อมเข็มด้วยผู้เชื่อมไฟฟ้า โดยที่อย่างไรก็ตาม จะต้องระวังให้การตอกลงตรง ๆ ยกค้อนไม่สูงเกิน 1.50 เมตร

ที่ครอบเหล็กหัวเข็มเวลาตอกจะมีไม้เนื้ออ่อนรองกันหัวเข็มแตก ถ้าเกิดเข็มแตกให้พิจารณาว่าควรตอกเสริมและเสนอวิศวกรคำนวณอาคาร จะไม่นิยมถอนเข็มขึ้นเพราะปั่นจั่นจะล้มเป็นอันตรายต่ออาคารข้างเคียง พื้นดินที่จะให้ปั่นจั่นเลื่อนไปจะต้องเป็นดินแน่นหรือถมแล้ว ถ้าดินอ่อนก็ทำให้ปั่นจั่นล้มได้เช่นเดียวกันต้องคอยพิจารณาด้วย

1.4 การขุดดินหรือทรายรอบหัวเข็ม ใช้คนงานขุดดินหรือทรายรอบ ๆ ฐานราก ให้ถือระดับหลังฐานรากเป็นระดับดินถม ± 0 ฉะนั้นจะต้องขุดลงไปลึก เท่าไรก็ให้เป็นไปตามแบบ

ก่อสร้างกำหนด ฉะนั้นถ้าจึงเชื่อกบนหลังฝังแล้วใช้ไม้หยั่งการขุดดินฐานรากดู เพื่อไว้ชัก 10 เพื่อที่จะได้กระทุ้งดินและเอาทรายรองเวลาจะเทคอนกรีตที่ก้นหลุมอีก 10 ซม. ฉะนั้นหลักระดับ ให้ระดับไว้ข้างงานหรือฝังจะช่วยให้ระดับเวลาตอกเข็มด้วย การขุดดินหลุมฐานรากในลักษณะนี้ ทำง่าย เพราะถ้าถมดินไว้แล้วจะขุดลงไปเพียง 0.45 และ 0.50 เท่านั้น ถ้าเป็นดินถมให้ขุด อาจมีคนรับจ้างเหมาขุดจะทำให้สะดวกและรวดเร็ว รวมทั้งให้คนงานสกัดหัวเข็ม โดยเปิดหน้าคอนกรีตออกด้วยการสกัดให้รอบๆ ผิวของส่วนหัวเข็มลึกลงไปประมาณ 0.15 เมตร เพื่อให้คอนกรีตฐานรากยึดติด

1.5 การทำแบบฐานราก การเปลาะไม้เป็นแผงกระทำง่าย ๆ โดยเลือกหน้าไม้เรียบเตรียมให้สัมพันธ์กับคอนกรีตเมื่อทำการหล่อ แต่หน้าหลังของไม้ 1 X 8 นิ้ว ปัจจุบันช่างอาจใช้แผ่นไม้อัดทำแบบฐานรากเลยเนื่องจากไม้ 1 X 8 นิ้ว ที่หายากและไม่นิยมนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อทำแบบฐานราก ให้วัดจากหัวไม้ที่ยาว 0.725 เมตร ทั้งสองหัวเข้ามาหาศูนย์กลางไม้ด้วยระยะด้านละ 0.10 เมตร ให้นำเหล็กจีดทำฉากกับขอบไม้ด้านล่างทั้งสองหัว นำไม้คร่าวยาว 0.50 เมตร มาให้ปลายไม้เสมอกับขอบล่างวางกับพื้นเรียบ ถ้าวางไม้คร่าวทั้งสองตัวด้วยลักษณะเดียวกัน แสดงว่าคร่าวจะต้องเอาทางสันไม้ตั้งรองรับไม้แบบ แต่การวางให้ด้านข้างของไม้คร่าวเสมอกับเส้นที่จีดทำมุมฉากเอาไว้ทั้งสองด้าน ตอกตะปูให้แน่น 3 ตัว ซึ่งแบบจะติดไม้คร่าว หัวไม้เสมอแนวข้างของแบบกับทั้งสองไม้คร่าว ต่อไปนำไม้แบบขนาด 1 X 6 นิ้ว มาวางต่อ แล้วตอกตะปูยึดติดไม้คร่าวในลักษณะการทำเหมือนการนำไม้แผ่นที่สองเข้าแนบต่อจะไม่ต้องจับจากไม้คร่าวตั้งอีก เพราะได้จับจากไว้ตั้งแต่จีดเส้นในไม้แบบแผ่นแรกแล้ว

การตั้งแบบมีกรรมวิธีดังนี้

(1) จึงเชื่อกหาศูนย์กลางฐานรากโดยให้เชื่อกตัดกันแล้วทิ้งตั้งจากจุดตัดนี้
 (2) ให้แบ่งหลังแบบออกเป็นสองส่วน แล้วจึงเชื่อกตัดกันบนหลังแบบที่ตอกตะปูตัวเล็กเอาไว้

(3) ให้ปลายลูกตั้งตรงกับจุดตัดบนหลังแบบ แสดงว่าศูนย์กลางของแบบตรงกับศูนย์กลางของฐานรากพอดี แต่จะต้องทิ้งตั้งตามแนวเส้น ที่ซึ่งบนหลังแบบอยู่ในแนวเดียวกันกับเส้นที่ซึ่งหาศูนย์กลางทั้งสองเส้นที่ตัดฉาก แบบจะตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

(4) นำหลักไม้ระแนงหรือไม้คร่าวตอกหลักยึดดินแบบโดยให้หลักแนบกับไม้แบบ แต่ต้องไม่ให้หลักไปหนุนหรือเบียดให้แบบที่ตั้งได้ศูนย์แล้วเลื่อนฝิดศูนย์ไป ให้ตอกด้านละหนึ่งหลักก่อนแล้วตอกหลักเสริมในด้านของแบบที่ประกบข้างทั้งสองแผง อีกแผงละหนึ่งหลัก อาจตอกตะปูยึดให้หลักติดกับแบบ แต่ต้องประคองไม่ให้แบบเลื่อน ควรตรวจสอบศูนย์จากเชื่อกหลัง

ฝั่งอีกครั้ง แบบอาจเลื่อนไปเล็กน้อยก็ปรับให้แบบตรง ดอกหลักยึดแบบให้ห่างจากแบบประมาณ 0.40-0.50 เมตรและอยู่ประมาณกลางช่วงของแบบ ถ้าขุดหลุมกว้างหรือยังไม่ได้ถมดิน หลักยึดแบบจะเสมอกับหลักยึดดินแบบ ควรตอกคร่าวยันแบบจากหลักดินแบบหรือหลักบังคับแบบ ยึดติดกับหลักยึดแบบ นอกจากนี้ยังใช้ไม้คร่าวยันจากหลักยึดแบบไปตอกติดคร่าวเปลาะแบบ หรือตอกติดกับสันแบบเลยก็ได้ แม้ว่าจะตอกเพียงหลักเดียวก็ใช้ยันไปยังปากแบบได้ ข้อสำคัญหลักที่ตอกนี้จะต้องตอกให้แน่น การตอกตะปูยึดทุกตอนจะต้องวัดระดับนอนของเส้นแบบไว้เสมอ

(5) ถ้ายกระดับน้ำจากเชือกหลังฝั่งลงกับข้างแบบด้านในวัดให้ได้ ความสูงของคอนกรีตตามแบบก็จะเป็นระดับหลังคอนกรีตพอดี

(6) สำหรับไม้รัดปากแบบหรือมุมแบบจะจัดออกเป็นบางส่วนเพื่อให้ง่ายในการวางเหล็กลงแบบ และดินกันหลุมจะต้องกระทุ้งให้แน่นและนำทรายถมให้ได้ความลึกตามแบบให้คอนกรีตหุ้มหัวเสาเข็ม ถ้าตอกเข็มลึกไปจะต้องหล่อคอนกรีตให้ลงไปหุ้มหัวเสาเข็มด้วย แม้จะใช้คอนกรีตเพิ่มขึ้น

1.6 การหล่อฐานรากครอบหัวเข็ม ต้องทำการหล่อฐานรากคอนกรีตตามจำนวนที่ตั้งแบบไว้จำนวน และการผูกเหล็กแกนเสา เหล็กตะแกรงบนหัวเสา ตลอดจนหล่อลูกปูนขนาด 2 X 2 นิ้ว หนา 2.5 ซม. เอาไว้ แล้วนำเหล็กเสาดังลงในแบบหล่อและใช้ซ็อนบนเหล็กตะแกรงที่ผูกไว้เป็นแผงโดยวางส่วนงอปลายของเหล็กตะแกรงขึ้นวางบนหัวเสาเข็มต้องมีลูกปูนหนุนให้อยู่ในตำแหน่งการเสริมตามแบบ และใช้ไม้คร่าวบังคับเหล็กแกนเสาให้อยู่ในศูนย์กลางที่จะตรวจสอบแนวได้จากฝั่ง

1.6.1 การเตรียมงานก่อนหล่อคอนกรีตก่อนเริ่มผสมควรเตรียมงานให้พร้อมเสียก่อน ดังนี้

(1) ให้ทำการสกัดหัวเข็ม หัวเข็มคอนกรีตอาจแตกหรือไม่แตกก็ตามควรจะได้สกัดหัวเข็ม เพื่อเป็นการเปิดหน้าคอนกรีตเก่าของผิวเข็ม โดยสกัดให้เป็นรอย ๆ รอบหัวเข็ม ให้ลึกเสมอได้ฐานครอบ ควรตรวจสอบให้สกัดโดยรอบอย่างถี่ถ้วน สกัดส่วนคอนกรีตที่ร้าวออกจัดการงอเหล็กให้อยู่ในสภาพที่เสาเข็มจะสามารถยึดติดกับคอนกรีตที่หล่อใหม่ได้

(2) ทำการล้างหัวเสาเข็มที่สกัดให้สะอาด ใช้น้ำที่ขังอยู่ในส่วนที่จะหล่อคอนกรีตออกให้หมด และควรใช้น้ำล้างที่สะอาดให้เศษผงอื่นๆ ที่ไม่ต้องการออกไปด้วย บางทีต้องใช้แปลงลวดเหล็กช่วยในการล้างเพราะอาจมีดินแข็งเกาะหัวเข็มคอนกรีตอยู่

(3) ทำการปาดดินหรือแต่งดิน ในแบบที่จะหล่อฐาน อาจมีเศษดิน เศษอิฐ อยู่ ควรจัดการโกยออก ปรับระดับดินหรือทรายกันหลุมให้เรียบเสมอกับแบบที่ตั้งไว้แล้ว และถ้าได้ประกอบเหล็กเสานในแบบแล้วควรระวังไม่ให้ดินไปเป็นเหล็ก หรืออาจล้างเหล็กตะแกรงด้วย โดยไม่ทำให้เหล็กเคลื่อนย้ายเสียตำแหน่งไป

1.6.2 การผสมและเทคอนกรีต แบบและเหล็กได้ติดตั้งพร้อมทั้งได้มีการเตรียมงานก่อนเทคอนกรีตดังได้กล่าวแล้ว จึงเริ่มทำการผสมคอนกรีต โดยมีการทำงานเป็นลำดับดังนี้

(1) ทำการยกพื้นผสมคอนกรีต ยกพื้นที่ต้องสร้างขึ้นควรมีขนาดประมาณ 3.00 X 3.00 เมตร ให้มีความสูงจากพื้นประมาณ 0.90-1.00 เมตร โดยใช้ไม้แบบวางเรียงกันบนไม้ 4 ขา ที่ได้สร้างขึ้นด้วยไม้คร่าวที่ยาวตัวละประมาณ 3.00-3.50 เมตร จำนวน 4 ตัว ฉะนั้นคร่าวที่รับพื้นอยู่จึงห่างกันประมาณ 1.00 เมตร การทำขา 4 ขาคควรตีค้ำยันจากกลางแกนบนที่ไม้พื้นมายันกับไม้ขวางที่เป็นตัวรัดขาไม้ไม่ให้ถ่างออก ให้น้ำหนักส่วนกลางมีน้ำหนักลงไปสู่ขาของไม้ทั้งสองคู่ได้ สำหรับไม้แกนนี้อาจใช้เสาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว แทนไม้คร่าว จะทำให้รับกำลังได้ดี ส่วนไม้คร่าวที่นำมาทำขา 4 ขานี้ไม่ควรตัดเพราะอาจนำมาใช้งานอื่นเมื่อไม่ได้เทคอนกรีตแล้ว ไม้พื้นที่วางพาดบนแผ่น ที่อยู่ตอนริมอาจตอกตะปูยึดไว้หรือใช้ไม้คร่าวประกบไว้ก็ได้แต่ความเหมาะสม นำสะพานเปลาะด้วยไม้แบบสองแผ่น ส่วนหน้าของสะพานจะตอกไม้ระแนง 1 X 1 นิ้ว พาดบนหน้าสะพาน เป็นระยะห่างกันประมาณ 0.35 X 0.40 เมตร ให้คนงานก้าวเดินขึ้นได้เมื่อหาวัสดุที่มีน้ำหนัก อาจต้องตีไม้คร่าวรับเป็นตอนๆ รับสะพานด้วยเพื่อไม่ให้สะพานแอ่นหรือหักได้

(2) สร้างกระบะไม้โดยใช้ไม้แบบเปลาะเป็นพื้นมีขนาดประมาณ 1.50 X 2.00 เมตรโดยใช้ไม้คร่าว 1 ½ X 3 นิ้ว ช่วยในการสร้าง วางไว้หน้าไม้ผสมคอนกรีตเพื่อรับคอนกรีตที่ผสมเสร็จซึ่งจะเทลงในกระบะไม้นี้ โดยทั่วไปช่างท้องถิ่นจะนิยมนับบั้งก็แทนสำหรับการตวงโดยอาศัยการประมาณจากประสบการณ์ด้วยตัวเลขสำหรับช่างที่ประณีตขึ้นอีกจะใช้การตวงด้วยกระป๋องตวงโดยอาศัยเปรียบเทียบปูนซีเมนต์ หิน และ ทราย ตามอัตราส่วนด้วยกระป๋องซึ่งนับว่ามีความเที่ยงตรงในระดับหนึ่ง

(3) สร้างโตะตวงวัสดุเนื่องจากส่วนผสมคอนกรีตถูกกำหนดเป็นอัตราส่วน เช่น 1:2:4 หมายถึงการใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทรายหยาบ 2 ส่วน และหินหรือกรวด 4 ส่วน นำอัตราส่วนดังกล่าวมาผสมกัน เป็นที่เข้าใจกันในอัตราส่วนนี้โดยปริมาตรเพื่อให้ง่ายในการผสม แต่ถ้าเป็นการผสมโดยน้ำหนักมักเป็นส่วนผสมเพื่อการทดสอบและการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตที่มีกำลังอัดสูง แล้วจึงแปลงกลับเป็นอัตราส่วนโดยปริมาตรได้ การกำหนดอัตราส่วนไว้

ต้องการให้ได้คอนกรีตประกอบด้วยส่วนผสมสม่ำเสมอ ได้อัตราส่วนที่ทำให้เกิดความแข็งแรงจึงต้องผสมให้เป็นไปตามอัตราส่วน จึงได้สร้างถังไม้เพื่อใช้ตวงวัสดุต่าง ๆ ให้ผสมเท่ากันทุกโม้ การกำหนดขนาดของถังตวงวัสดุ โดยคำนึงถึงการใช้ปูนซีเมนต์ 1 ถุงหนัก 50 ก.ก. ต่อการผสม 1 โม้ หรือถ้าเป็นโม้ผสมที่มีถังผสมเล็กใช้ปูนซีเมนต์น้อยกว่านี้อาจทำถังให้เล็กลงด้วย ถ้าโม้ผสมกำหนดว่าใช้ปูนซีเมนต์ได้ 1 ถุง โดยเกิดปากถุงตวงโม้ได้ทันที แต่เมื่อผสมปูนซีเมนต์น้อยกว่าก็ควรกะปูนซีเมนต์ใส่ถังไม้ ซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับถังตวง พอที่จะเอื้อมตักปูนซีเมนต์ใส่ถังได้ ปูนซีเมนต์ 1 ถุงจะตวงได้ปริมาตร 0.038 ลูกบาศก์เมตร ขนาดของถังตวงควรทำให้ได้ขนาดภายในถังกว้าง 35.5 ซม. ยาว 35.5 ซม. และมีความสูง 30 ซม. หรือถ้าโม้ผสมใช้ปูนซีเมนต์น้อยกว่า ถังตวงอาจเล็กกว่า ซึ่งจะคิดเป็นจำนวนปริมาตรภายในถังน้อยกว่า 0.038 ลูกบาศก์เมตร จะไม่ทำถังตวงใหญ่กว่านี้เพราะเมื่อตวงวัสดุครบตามส่วนผสมแล้ว โม้ผสมจะไม่สามารถผสมให้เข้ากันได้หรือล้นออกนอกโม้ เป็นต้น

เมื่อกำหนดขนาดถังตวงได้แล้วก็ทำการต่อเป็นถังมีขอบทั้ง 4 ด้านและกรุพื้นด้านใต้ถึงถังตวงจะมีแปลนเป็นสี่เหลี่ยม ซึ่งด้านข้างของตวงในส่วนที่จะเทวัสดุลงโม้ทำเป็นแผ่นไม้สอดไว้ เมื่อเวลาตวงวัสดุเต็มเวลาที่จะดึงแผ่นข้างนี้ขึ้น วัสดุก็จะไหลออกจากถังตวงไปตามรางเทวัสดุ ที่ปลายรางจะมีความแคบให้วัสดุไหลลงปากโม้ผสมได้โดยไม่หกหล่นนอกโม้หรือออกนอกโม้น้อยที่สุด ในส่วนมุมของถังตวงด้านเทวัสดุส่วนก้นถัง จะเอาเหล็กร้อยเสมือนเป็นบานพับทั้งสองมุม เมื่อนำวัสดุใส่ให้เต็มถังตวง ปาดเสมอปากถังแล้วให้ยกที่จับด้านข้างซึ่งอยู่ตรงข้ามกับปากโม้ โดยไม่ให้หลุดออกจากแท่นที่ทำไว้รองถังตวง ควรพิจารณาความสูงของการวางถังตวงให้พอใส่วัสดุได้ถนัด และวัสดุจะไหลลงปากโม้ผสมได้ง่ายและพอดีกับปากโม้ผสมเมื่อเอียงปากโม้มารับวัสดุ

(4) การวางโม้ผสม โม้ผสมคอนกรีตอาจใช้เครื่องยนต์ หรือมีมอเตอร์ไฟฟ้า จับโม้โดยสายพานหรือเฟืองทำให้ถังผสมคอนกรีตหมุนไปได้ โดยทั่วไปแล้วขนาดของถังผสมหรือโม้ผสมจะบรรจุวัสดุได้ 5 ลูกบาศก์ฟุต แต่เมื่อผสมน้ำลงไปวัสดุตามอัตราส่วนผสม จะทำให้คอนกรีตเหลือเพียง 3 ลูกบาศก์ฟุต เรียกว่าเข้า 5 ออก 3 หรือบางทีตาม เค็ดตาลีอกระบุไว้ว่าเข้า 5 ออก 3 ½ ลูกบาศก์ฟุต การที่จำนวนของคอนกรีตที่ผสมแล้ว มีจำนวนน้อยกว่าจำนวนรวมของวัสดุผสมตอนแรกทั้งยังต้องใส่น้ำเพิ่มเข้าไปอีก ตอกหลักไม้หรือใช้ก้อนไม้หนุนและบังคับให้ล้อเครื่องผสมไม่เลื่อนไปได้ง่ายระหว่างเครื่องเดิน เพราะโม้ผสมอาจเคลื่อนย้ายทำให้ปากโม้อยู่ห่างรางเทวัสดุและ วัสดุจะหล่นลงใต้โม้ ทำให้เกาะเป็นก้อนแข็งและเท่ากับเป็นการเปลี่ยนวัสดุขึ้น

(5) การกองวัสดุ ปูนซีเมนต์ที่ถูกเก็บในห้องที่โรงงานชั่วคราวถูกนำมาวางบนยกพื้นเรียงซ้อนกันในขณะที่เป็นถุง ควรแยกถุงที่แตกออกและหาบุงที่ร่องผงปูนซีเมนต์จะได้ไม่

กระจาย ควรนำมาใช้ก่อนเพราะปูนซีเมนต์จะแข็งตัวเสียก่อนเมื่อได้รับความชื้นในอากาศทำให้ปูนซีเมนต์เสื่อม ความแข็งแรงที่ผสมด้วยปูนซีเมนต์นี้ลดลงด้วย ค่อย ๆ ทอยนำปูนซีเมนต์มากองเรียงบนยกพื้นเท่าที่ใช้พอเพียงในวันหนึ่ง หรือช่วงหนึ่ง ถ้าฝนตกควรคลุมไม่ให้เปียกฝนหรือไม่ทิ้งปูนค้างคืนไว้บนยกพื้น จะทำให้ปูนซีเมนต์แข็งตัวเมื่อน้ำค้างซึมผ่านกระดาษลงไป

สำหรับการกองหินก็ควรกองให้กับบริเวณที่ยกพื้นและสามารถตก และลำเลียงด้วยบั้งก็ได้ อาจใช้คนหาหินขึ้นบนยกพื้นตามสะพานขนวาสถุ แล้วนำไปซ้อนเรียงเพื่อให้คนผสมคอนกรีตบนยกพื้นยกใส่ลงในถังตวงต่อไป การลำเลียงทรายจากที่ร่อนด้วยตะแกรงไถ่กองทรายทำด้วยวิธีเดียวกันกับการขนหินขึ้นยกพื้น ทรายจะผ่านตะแกรงคัดเอาเปลือกหอยและพืชแห้งที่ปนมากับทรายออกไปเสียก่อนนำไปใช้ผสมคอนกรีต

น้ำที่ใช้ผสมต้องเป็นน้ำที่สะอาดสามารถดื่มได้โดยต่อมาตามสายยางเก็บไว้ในถังน้ำมันเปล่า ขนาด 200 ลิตร และมีกระป๋องตักน้ำจากถังน้ำใส่ลงโม้ผสมคอนกรีต

(6) คนที่ทำหน้าที่ผสม ควรเตรียมคนเพื่อทำหน้าที่ในงานผสมคอนกรีตที่ชำนาญ เช่น คนผสมคอนกรีตหลังโม้ หมายถึงเป็นผู้นำวัสดุทุกชนิดใส่ลงในโม้ โดยเฉพาะทราย หยาบ หิน และปูนซีเมนต์ ที่ต้องตวงด้วยถังตวงก่อน ส่วนน้ำจะค่อย ๆ เติมจนได้ความเหลวใส่น้ำตามจำนวนที่ออกแบบส่วนผสมไว้ และคนถือพวงมาลัยเพื่อให้โม้เอียงในระดับที่จะทำให้การผสมเข้ากันได้ดี เมื่อส่วนใช้ได้แล้วควรหมุนพวงมาลัยให้โม้เอียงไปยังฝั่งตรงข้ามกับด้านที่ใส่วัสดุ แล้วกดให้ปากโม้ลดต่ำ คอนกรีตในโม้จะไหลลงยังกระบะไม้ หรือเทลงรถขนคอนกรีตสองล้อนำคอนกรีตไปเท แต่ถ้าเป็นการเทลงกระบะไม้จะมีคนอีกคนหนึ่งผสมและตักคอนกรีตใส่กระบะไปเท เป็นต้น

เนื่องจากงานผสมคอนกรีตต้องการคนงานที่แข็งแรงสาครายให้ผ่านตะแกรง โคนหินใส่บั้งก็ โขยทรายใส่บั้งก็ ขนหินและทรายขึ้นยกพื้น ตลอดจนลำเลียงคอนกรีตที่ผสมแล้วไปเทยังบริเวณที่ต้องการเท คนเกลี่ย คนใช้เครื่องเขย่า คนปาดและแต่งผิวคอนกรีต จึงควรพิจารณาให้มีจำนวนพอกับงานที่ต้องการเทคอนกรีต ให้คนงานทำงานกันเต็มที่ ไม่หนักจนเกินไป แต่สามารถเปลี่ยนหน้าที่กันทำเพื่อบางคนต้องพักในบางเวลาเมื่อทำงานมาระยะหนึ่งแล้ว แต่เมื่อไม่สามารถเทคอนกรีตได้เต็มแบบและหมดเวลาการทำงานเสียก่อน คนงานทุกคนต้องอยู่ช่วยทำการผสมคอนกรีตและเทคอนกรีตต่อในเวลากลางคืนเมื่อเป็นงานเร่ง อาจต้องทำในวัดหุคอีกด้วย

(7) การผสมคอนกรีต ทุกคนที่ร่วมกันผสมคอนกรีตต่างก็มีหน้าที่ต่อเนื่องกัน ตั้งแต่ ร่อนทราย ล้างหิน ขนหิน ทราย และปูนซีเมนต์ขึ้นไปวางเตรียมให้คนผสมคอนกรีตนำวัสดุใส่ถังตวงแล้วปาดหน้า ก่อนเทจะต้องยกแผ่นไม้กั้นด้านหน้าถังตวงออก วัสดุก็จะไหลไปตาม

รางลงไม้คอนกรีต การตวงวัสดุแต่ละชนิดจะต้องปาดวัสดุให้ออกหมดจากถังตวง การผสมคอนกรีตควรทยอยใส่วัสดุลง เช่น ใส่น้ำ และทรายลงไปเพียง 1/3 ของไม้ก่อนและใส่น้ำไปเกือบจะเต็มจำนวน จากนั้นก็ใส่ปูนซีเมนต์ตามลงไปครบจำนวนให้ส่วนผสมในไม้เหลว ทำการผสมให้เข้ากันสัก ½ นาที แล้วจึงตวงวัสดุชนิดอื่นที่เหลือใส่ไม้ผสมจนครบ ขณะที่ไม้กำลังหมุนและใบตีกอนกรีตภายในไม้ด้วย ถ้ายังคงแห้งหรือข้นอยู่ อาจใส่น้ำลงไปเล็กน้อยความเหลวจะได้พอดี การใส่น้ำจะกำหนดแน่นอนและต้องตักตวงน้ำให้ถูกต้อง ส่วนผสมก็ทำให้เหลวเท่ากันทุกไม้ผสม การกำหนดจำนวนน้ำต้องคำนึงถึงความเปียกชื้นของทรายและหิน ถ้าหินต้องล้างใหม่จะมีน้ำเข้าไปในไม้ร่วมไปกับหิน เป็นต้น

การผสมคอนกรีตควรใช้เวลาไม้ละไม่เกิน 2 นาที นับตั้งแต่ภายหลังเทวัสดุทุกชนิดลงครบตามอัตราส่วน ถ้าทิ้งไว้นานทำให้เปลืองน้ำมัน เปลืองเวลา และทำให้การทำงานของคองงานไม้คุ้มกับค่าแรง อาจทำให้ขาดทุนถ้าผสมคอนกรีตได้จำนวนน้อยในวันหนึ่ง

(8) การเทคอนกรีต เมื่อได้ตั้งแบบฐานรากแล้วติดตั้งเหล็กอยู่ในตำแหน่งเรียบร้อย นำคอนกรีตจากกระบะไม้หน้าไม้ผสมตักใส่กระบะป้องกันหาล้าเสียงมาวางใกล้แบบ จะมีช่างปูนที่ทำหน้าที่เทคอนกรีตลงแบบ ควรจะเทจากส่วนที่อยู่ตอนมุม ๆ ของแบบก่อน คอนกรีตแต่ละกระบะจะต้องมีความเหลวสม่ำเสมอ มีหิน ทราย ปูนซีเมนต์ได้สัดส่วนกัน ส่วนผสมที่เป็นคอนกรีตจะไม่ยักตัวกันโดยวัสดุหยาบ เช่น หินหรือกรวด ไม่แยกออกไปต่างหากนั่นเอง ก่อนเทลงแบบควรหมุนกระบะป้องกันให้ส่วนผสมรวมตัวกันเป็นคอนกรีตเนื้อเดียวกัน ถ้าขนมาด้วยรถเข็นสามล้อ และเป็นระยะทางไกลกว่าจะนำคอนกรีตมาถึงแบบที่ตั้งไว้ได้ ควรเทคอนกรีตออกจากรถเข็นลงในกระบะไม้หน้างานก่อนแล้วทำการคลุกส่วนผสมนั้นใหม่ให้เป็นส่วนผสมที่เข้ากันสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังต้องอยู่ที่ความชำนาญของผู้เทคอนกรีต ที่จะหาและกระทุ้งให้คอนกรีตแทรกตัวลงแบบแน่น เมื่อถอดแบบจะไม่เป็นโพรงตามผิวของฐานราก นอกจากนี้ยังต้องรีบเทคอนกรีตโดยให้คอนกรีตเข้าเต็มแบบก่อนที่จะใช้เวลา 45 นาที ถ้าทิ้งให้เกินเวลาจะทำให้ปูนซีเมนต์ในคอนกรีตก่อตัวครั้งแรก เมื่อนำไปเทจะทำให้คอนกรีตลดกำลังความแข็งแรง นอกจากนี้ การเทคอนกรีตจากกระบะป้องกันต้องไม่สูงเกิน 1 ฟุต เพราะถ้าสูงมากอาจทำให้คอนกรีตแยกตัว นอกจากนี้ยังไม่ควรโยกกระบะป้องกันบนแบบหรือบนเหล็ก จะทำให้แบบหลุดเสียหายเสียไป การกระทุ้งด้วยเหล็กหรือการใช้เครื่องเขย่าคอนกรีต ควรพิจารณาเขย่าให้ทั่วบริเวณและให้สะเทือนโดยทำให้ส่วนผสมเข้ากันดีโดยแทรกตัวแน่น จะไม่กระทุ้งหรือเขย่าหัวสั้นสะเทือนนานจนทำให้หินตกลงไปก้นแบบ เท่ากับคอนกรีตแยกตัวกันนั่นเอง การเทคอนกรีตลงแบบแต่ละฐานราก

ควรพิจารณาว่าจำเป็นต้องเสริมน้ำปูนในบางตอนของการเทเพื่อให้คอนกรีตเต็มแบบ และต้องไม่ทำให้การยึดเหล็กแกนเคลื่อนตำแหน่งไปเช่นเดียวกับแบบหล่อ เป็นต้น

เมื่อเทคอนกรีตเต็มแบบแล้วหมายถึงตามระดับที่ได้ตอกตะปูไว้ข้างแบบ และแต่งหน้าคอนกรีตด้วยเกรียงไม้ให้คอนกรีตเรียบเสมอกับระดับ ถ้ามีน้ำปูนลอยผิวหน้าคอนกรีตก็ให้ถูระดับตามตะปูพอดีกับระดับส่วนของปูนทรายได้น้ำปูนที่ลอยหน้านั้น

(9) การถอดแบบ เมื่อได้หล่อคอนกรีตแล้วต้องคลุมผิวไว้จนกระทั่ง 12 ชม. หลังหล่อคอนกรีตจึงใช้น้ำลาดหรือน้ำกระสอบชุบน้ำปิดไว้ ทั้งคอนกรีตอยู่ในแบบเป็นเวลาอย่างน้อย 2 วัน จึงทำการถอดแบบหล่อด้านข้างออกได้ การถอดแบบควรทำเป็นลำดับ โดยตีไม้ค้ำยันยึดหลักโดยรอบแบบออกก่อน ไม้รัดปากแบบก็ตีออกเช่นเดียวกัน ตีไม้ยันแบบออก เมื่อครั้งตอกหลักให้สามารถถอนหลักขึ้นได้ทั้งสี่ด้าน และถอนตะปูที่ตอกยึดตอนมุมแบบออกเมื่อใช้ชะแลงจัดแบบก็จะหลุดจากการประกอบเพียงสองด้านในฝั่งตรงข้าม และอีกสองด้านก็จะหลุดออกเมื่อใช้ค้อนเคาะข้างบนของแบบ หรือใช้ชะแลงช่วยชะ ตัวไม้ต่าง ๆ ที่ถอดออกมาจากแบบให้กองไว้เป็นพวก ๆ สำหรับแบบหล่อฐานรากจะประกอบเป็นกล่อง และไม่ค้ำยันก็จะนำไปใช้เมื่อมีการตั้งแบบในฐานรากตัวอื่นต่อไป

(10) การบ่มคอนกรีต ก็เพื่อควบคุมน้ำที่ผสมในคอนกรีตไม่ให้หนีหายไปจนกว่าน้ำจะเข้าทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ในคอนกรีตจนหมดสิ้นทำให้เกิดความแข็งแรงที่สมบูรณ์ ลักษณะของงานหรือโครงสร้างทำให้ต้องเลือกวัสดุและวิธีการตามความเหมาะสม เช่น ถ้าจะบ่มพื้นคอนกรีตอาจใช้น้ำยาพ่น หล่อน้ำไว้ หรือนำทรายเทคลุมพื้นและรดน้ำให้ทรายชุ่มไว้ตลอดเวลา ถ้าเป็นโครงสร้างที่เป็นแท่ง เช่น เสา คาน จะใช้กระสอบชุบน้ำคลุมส่วนคอนกรีตที่หล่อใหม่นั้น และต้องให้กระสอบชุ่มน้ำอยู่ตลอดเวลาในการบ่มคอนกรีต นอกจากนี้ยังมีการบ่มด้วยไอน้ำ หรือไอน้ำความดันสูง เพื่อการบ่มเข็มคอนกรีตที่ต้องการนำเข็มไปใช้งานได้เร็วและมีความแข็งแรงเต็มที่

เวลาของการบ่มจะเริ่มจากการที่ผิวของคอนกรีตแห้ง ประมาณ 12 ชม. จะเริ่มเทคอนกรีตหรือต้องพิจารณาว่าเมื่อทำการบ่มแล้วจะไม่ทำให้ผิวคอนกรีตหลุด หรือเสียหาย โดยทั่วไปจะถือว่าเริ่มบ่มในวันรุ่งขึ้นเป็นต้นไป อาจบ่มด้วยเวลา 14 วัน และ 28 วัน ถ้าต้องการกำลังความแข็งแรงเต็มที่ เช่น การบ่มถนนคอนกรีตโดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา แต่ถ้าบ่มเพียง 7 วัน จะใช้ปูนซีเมนต์ชนิดแข็งตัวเร็ว จะทำให้เกิดความแข็งแรงเท่ากับปูนซีเมนต์ธรรมดา 28 วันเหมือนกัน

การบ่มที่ถูกต้องจะต้องให้ความสำคัญขึ้นกับคอนกรีตโดยสม่ำเสมอตลอดเวลาที่อยู่ระหว่างการบ่มและต้องตรวจถึงความถูกต้องในการคลุมด้วยกระสอบในฐานราก และรดน้ำ ทุกครั้งที่เห็นกระสอบแห้งลง

1.7 การก่อสร้างตามงวดงานที่ 2

มีหลายปัญหาสำหรับผู้รับเหมาเมื่อพบกับเจ้าของอาคารที่การเงินขลุกขลักไม่สามารถจ่ายเงินตามงวดได้ แม้จะให้งานชะงักหรือเลิกทำ จะเป็นการทำได้ยาก ซึ่งให้คนงานได้รับรู้เหตุการณ์เช่นนี้ไม่ได้ ควรจะได้ประทับประคองและผ่อนปรนจนไม่ทำให้เกิดความไม่เข้าใจกัน และเป็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นน้อย จึงอาจกล่าวได้ว่างานก่อสร้างต้องเกิดความเข้าใจและไว้วางใจกันพอสมควร จึงจะได้ทำงานกันอย่างดี ความบกพร่องของแต่ละฝ่ายจะทำให้งานต้องเสียหายไปด้วย

1.7.1 การตั้งแบบคานการหาศูนย์เสาเป็นงานของช่างไม้ จะต้องตั้งแบบคานตามขนาดที่หัวหน้างานได้ศึกษาจากแบบจนแน่ใจว่าจะสร้างตามอย่างไม่ผิดพลาด ช่างไม้จะมองงานได้ชัดเจนว่าจะเริ่มต้นอย่างไร ก่อนหล่อฐานรากครอบหัวเข็มก็ได้หาศูนย์เสาครั้งหนึ่ง เมื่อต้องการหล่อคานต้องหาศูนย์กลางเสาอีกเนื่องจากผังบริเวณยังคงมีอยู่จึงไม่ยากที่จะทำได้ หลังผังได้ตอกตะปูแสดงแนวศูนย์กลางเสา และได้ตอกตะปูอีก 2 ตัว โดยวัดจากตะปูตัวศูนย์กลางออกไปข้างละครึ่งของขนาดเสา ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ได้มากในการตั้งแบบข้างคานคอดิน ให้ทำการชิงเชือกหรือสายเอ็นพลาสติกจากหัวตะปูศูนย์กลางของเสาให้สายเอ็นตัดฉากกันในส่วนของหัวเสาที่ต้องการรู้ศูนย์กลาง สายเอ็นต้องตึงและไม้ไปค้ำกับส่วนใดจนทำให้เส้นแนวผิดไป ต้องทดลองตึงขึ้น เพื่อตรวจว่าสายอยู่ในสภาพได้แนว ส่วนการขมวดสายเอ็นที่ตะปูหลังผังก็ควรผูกเส้นกระตุกออกเมื่อต้องเปลี่ยนไปทำศูนย์กลางเสาที่จุดอื่น การชิงเชือกตึงถ้าผูกแน่นจะแก้ยากทำให้เสียเวลา และสายเอ็นจะถูกตัดให้เป็นเส้นที่ต้องต่อซึ่งไม่นำมาใช้ เว้นแต่งานที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนัก จากจุดตัดดังกล่าวให้ทิ้งดึงลงไปยังหลังของฐานรากโดยถือปลายเชือกสายดึงให้สูงจากผิวฐานประมาณ 1/2 ซม. ให้ช่างอีกคนหนึ่งนำปลายดินสอดคอยจุดให้เห็นว่าปลายดึงอยู่จุดใดเมื่อคนถือสายดึงค่อย ๆ นำสายดึงมาพอดีกับจุดตัดโดยถือสายดึงมาพอดีกับจุดตัดโดยถือสายดึงไม่ให้กระทบกับเอ็นด้านใดด้านหนึ่ง เมื่อได้พอดีกับจุดตัดก็บอกให้คนจุดให้ที่หมายทันที การประคองปลายแหลมลูกดึงให้หยุดแหว่งไปมา โดยใช้มือทำเป็นวงกลมระหว่างนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้และวางส่วนนิ้วก้อยกับผิวฐานรากทำให้มือนิ่งและนิ้วดังกล่าวจะเป็นส่วนกระทบข้างดึงให้ดึงหยุดเพื่อไม่ให้จุดศูนย์กลางเสาเลื่อนหายไป ควรขีดกากบาทด้วยบรรทัดฉากตัดกันสองเส้นให้จุดตัดของเส้นที่ขีดอยู่ตรงจุดที่ทิ้งดึงเอาไว้ จากเส้นที่ชิงตามแนวคานตัวหนึ่ง ให้ทิ้งดึงจากแนวเส้นเอ็น

แนวกลางเสาหรือกลางคาน โดยให้เส้นเชือกดึงสัมผัสพอดีกับสายเอ็นที่ขึงตามแนวศูนย์กลางนั้น ทั้งปลายดึงให้ตรงกับมุมที่ต่อกับคานคอดินทั้งสองฝั่งของขอบข้างฐานรากให้จุดที่หมายเอาไว้ แล้วโยงเส้นที่มุมฐานไปยังศูนย์กลางฐานราก แล้วขีดเส้นดินสอเลยออกไปยังอีกด้านหนึ่งของฐานที่ไม่ได้ขึงดึง ให้ขีดทั้งสองฐานรากก็จะได้เส้นแนวแกนเสาและแกนคาน ถ้าทำดังนี้ในแนวที่ตั้งฉากอีกและขีดเส้นตัด วดออกไปตามเส้นด้านละ 0.10 เมตรแล้วใช้ฉากขีดล้อมจุดที่วัดให้เป็นแนวเสาขนาด 0.20 X 0.20 เมตร ให้เหลื่อมเสาแล้วลากต่อไปตามแนวคานด้านที่จะหล่อคอนกรีต อีกวิธีหนึ่ง จะขึงสายเอ็นที่ทำไว้ หลังฝังเป็นเส้นคู่ของสายเอ็นที่มีขนาดกว้าง 0.20 เมตร เท่ากับขนาดของเสา แล้วขึงดึงจากสายเอ็นลงบนผิวหน้าของฐานราก และขีดเส้นเท่ากับขนาดเสา ลงบนตอนกลางฐานก็ได้ จะพบในขั้นนี้ว่าเหล็กแกนเสาจะอยู่ผิดที่ไปในบางเส้น ถ้าการหล่อคอนกรีต รั่วรักระวังรวมทั้งการตั้งเหล็กมีความละเอียดและยึดเหล็กแกนให้อยู่ในศูนย์กลางแล้ว จะได้เหล็กแกนอยู่ในตำแหน่งถูกต้อง เมื่อมีเหล็กบางเส้นอยู่ริมเส้นที่เหลื่อมเสาจะต้องเป็นหน้าที่ของช่างเหล็กทำการดึงหรือตัดเหล็กให้งอแล้วย้ายแกนตอนบนไปขึ้นอยู่ในตำแหน่ง ของเสาพอดี เรียกว่าการปรุงเหล็กแกนเสา แต่เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้องนัก ให้วัฏระยะจากผิวเสาเข้าไปถึงระยะผิวเหล็กปลอก 2.5 ซม. โดยเป็นความหนาที่คอนกรีตหุ้มเหล็ก

1.7.2 การให้ระดับการให้ระดับท้องคานควรทำขึ้นใหม่อีก จะอาศัยระดับที่ถ่าย ตอนหล่อฐานรากคอนกรีตไม่ได้ เพราะว่าการเทหน้าฐานรากอาจไม่เรียบ หรืออาจมีระดับต่ำ-สูง กว่าระดับที่ถูกต้องก็ได้ ฉะนั้นเมื่อทำการขึงเชือกหลังฝังเมื่อตอนหาศูนย์กลางแล้ว ให้วัฏระยะเป็นแนวตั้งลงมาจากเส้นเชือกมาให้ที่หมายไว้กับเหล็กแกน หรือจะตอกหลักไม้ลงข้าง ๆ ฐานรากนั้น เวลาตั้งแบบท้องคานก็ใช้ระดับน้ำพาดแนวไปยังจุดต่าง ๆ ที่ต้องการระดับท้องคานคอดิน ถ้าจะทำการถ่ายระดับน้ำด้วยสายยางใส่น้ำจากฝักมายังข้างของฐานรากก็ได้ สำหรับระดับน้ำอาจคลาดเคลื่อนแล้วไม่เสียหายมาก แต่ระดับหลังคานต้องทำอย่างละเอียด เป็นต้น

1.7.3 การเตรียมไม้เพื่อทำแบบการตั้งแบบท้องคานที่มีระดับดินต่ำหรือยังไม่ได้ถมดินต้องใช้ไม้เพื่อตั้งแบบจำนวนมาก ประกอบไม้คร่าวเป็นโครงรับมี เสา คาน ตง และมีไม้แบบรองเป็นท้องคาน หลักเสาใช้ไม้คร่าวมีความยาวประมาณ 1.20-1.50 เมตร ถ้ามีไม้คร่าวยาวกว่านี้ไม่ควรตัดไม้ให้สั้นพอนำมาใช้ได้ แม้ว่าไม้จะยาวเลยขึ้นมาก็ไม่เป็นไร แต่ก็ควรต่อทาบกับไม้หลักที่ตกลงกับพื้นดิน เพราะไม้ยาวต่อกด้วยค้อนปอนด์ได้ยาก ส่วนไม้ที่นำมาทำคานอาจใช้ไม้แบบหรือใช้ไม้คร่าว ถ้าใช้ไม้แบบระยะการตอกเสาก็ห่าง 2-3 เมตรได้ หรือจะตอกหลักรับท้องคานไว้ ทำให้คานเกิดความแข็งแรงขึ้น สำหรับไม้คร่าวที่นำมาใช้ทำตงเป็นไม้ยาวประมาณ 1.00 – 1.20 เมตร ไม้ทั้งหมดที่ใช้นี้ถ้าเป็นแบบไม้คร่าวเก่า ๆ ควรชุบน้ำที่เกาะผิวไม้ ออกให้หมด และถอน

ตะปูออกจากไม้เช่นเดียวกัน ตะปูที่ใช้สำหรับงานตั้งแบบใช้ขนาด $2\frac{1}{2}$ -3 นิ้ว เป็นส่วนมาก ส่วนขนาด $2-2\frac{1}{2}$ นิ้วจะใช้ตอกไม้แบบท่อนคานติดหลังไม้ตั้งเท่านั้น

1.7.4 กรรมวิธีตั้งแบบท่อนคานช่วงไม้ที่ทำงานจะต้องมองออกว่าจะเริ่มต้นอย่างไร และจะเสร็จงานได้อย่างไร ต้องเข้าใจแบบอย่างดีก่อนลงมือทำงานทุกครั้ง

(1) ตีหลักเสาน้ำไม้ที่จะทำหลักเสามาเสียบปลายท่อนเฉพาะท่อนที่ต้องการตอกลงดิน ส่วนหลักเสาที่จะต่อควรเตรียมวางไว้ใกล้ๆ งานด้วย ต้องพิจารณาความยาวของไม้คร่าว $1\frac{1}{2} \times 3$ นิ้ว เสียก่อนว่าควรตอกให้แน่น และไม้คร่าวจะถูกตอกลงดินลึกประมาณ 0.50-0.70 เมตร ปลายไม้ไม่ควรต่ำกว่าระดับที่วัดจากท่อนคานลงมา 0.10 เมตร (ความหนาแบบท่อนคาน 1 นิ้ว รวมความหนาของไม้ตั้ง 3 นิ้วจะเท่ากับ 4 นิ้ว) ส่วนความสูงของหลักจะให้เลยระดับท่อนคานก็ได้ แต่ควรเป็นเพียงบางหลักเพราะถ้ายาวเลยขึ้นมาหลาย ๆ หลักจะทำให้กีดขวางการทำงานและเป็นการตอกหลักที่ลำบากเพราะไม้เสาจะต้องยาว ถ้ามีไม้คร่าวทำหลักยาวควรตอกไม้สั้น ขนาดยาว 1.00 เมตรลงดิน 0.60 ซม. ส่วนโผล่พื้นดินจะนำเสาไม้คร่าวมาทาบให้หน้าไม้แนบกัน ตอกตะปู 3 นิ้ว 3-4 ตัว

การเริ่มตอกควรให้แนวไม้คร่าวที่ทำคานวิ่งขนานกับความกว้างของฐานรากได้ ฉะนั้นความห่างของไม้ทำคานความกว้างประมาณ 0.60 เมตร (โดยประมาณ) และเริ่มตอกไม้เสาเป็นคู่ ๆ คู่แรกอาจเริ่มที่ต้นคานและส่วนปลายคานที่วิ่งในทางเดียวกัน ตอกหลักเสาอีกคู่หนึ่ง จะอาศัยเสาทั้งสองคู่นี้จึงเชือกไปตามแนวความยาวช่วงคานช่วงเดียว หรือหลายช่วงก็ตาม แล้วตอกหลักตัวอื่นในช่วงคานนั้น ให้หลักห่างกันประมาณ 1.50 เมตร หรือถ้าคานเป็นไม้แบบ 1×6 นิ้ว อาจตอกหลักให้ห่าง 2.00-2.50 เมตร พยายามปักหลักเสาให้ได้ตั้งและการตอกจะต้องเลี้ยงหลักให้ไม่เอียงจนห่างแนวไป ถ้าเอียงเล็กน้อย จะโน้มเสาให้ผิดศูนย์กลางบ้างเพื่อมาตอกคานติด ความแข็งแรงจะไม่เสียไปมาก

(2) การตีคาน จะใช้ไม้คร่าวหรือไม้แบบก็ได้ควรเป็นไม้ยาวและตรงเมื่อหาระดับหลังคาควรวัดจากระดับท่อนคานที่ได้ไว้แล้วนับจากหลักข้างเคียงลงมาอีกเท่ากับความหนาของไม้แบบท่อนคาน รวมกับความหนาของไม้คร่าวที่ทำตงโดยวางตงตั้ง พยายามเลือกไม้ที่มีความหนาดังกล่าวที่มีขนาดสมบูรณ์ ไม้แบบบางที่หนากว่า 1 นิ้วหรือคร่าวบางที่หนากว่า 3 นิ้ว ต้องตัดสันใจเลือกความหนาอันนี้ เพราะถ้าไม้บางกว่าที่กำหนดจะใช้วิธีหนุนได้ แม้เป็นไม้หนานกว่าก็อาจทำได้แต่ต้องบากท่อนตง ทำให้เสียเวลาในการทำงานเพื่อให้หลังตงอยู่ระดับเดียวกัน สมมติว่าได้เลือกระยะจากท่อนคานลงมา 4 นิ้วหรือ 0.10 เมตร ชิดแนวติดเสาที่อยู่ตอนหัวคานคู่หนึ่งแล้วถ้าระดับน้ำไปยังหลักต่าง ๆ หรือจะถ่ายไปยังหลักคู่ที่อยู่ตอนปลายช่วงก่อนแล้วจึงเชือก

และซีกระดับลงบนสันของไม้หลักด้านที่จะวางคานทุกตัว ตอกตะปูหัวคร่าวลงไปสัก $\frac{1}{2}$ นิ้ว โดย โผล่ตะปูให้ท้องตะปูอยู่ในแนวระดับที่ต่ำกว่าระดับไว้ทุกหลัก นำไม้ทำคานมาทาบกับหลักแล้วใช้มือ ดึงท้องไม้ทำคาน โดยให้หลังคานขึ้นมาชนกับท้องของตะปูแล้วตอกคานติดกับหลัก ทำดังกล่าวนี้นี้ ทุกๆ หลักตลอดความยาวของไม้คาน ควรพิจารณาว่าคานจะยาวและไปต่อที่ใด ควรทาบต่อกัน ในส่วนที่ใกล้หลักเสา ไม้ทาบต่อกันลอยๆ โดยไม่มีเสารับจะไม่แข็งแรง อย่างน้อยให้ตอกตะปูติด คานกับหลักเสา 2 ตัว ถ้าเป็นการหล่อคานคอนกรีตตัวใหญ่ที่ต้องทำให้โครงแบบหล่อแข็งแรง ควรตอกทุกไม้คร่าวที่ตัดเป็นท่อนยาวประมาณ 20 ซม. ตอรับได้คาน จะช่วยให้คานวางได้ อย่างมั่นคงและรับกำลังเต็มทีขึ้น

(3) การวางตงหรือวางลูกระนาด การวางตงบนหลังคานตัวแรกจะวางแนบ กับข้างของฐานราก เอาระดับน้ำวางบนเส้นของไม้คร่าว ปรับสันของตงให้ได้ระดับ โดยหมุนได้ ตงด้วยเศษไม้หรือลิ่มเมื่อเห็นว่าควรยกระดับตงด้านนั้นขึ้น ตอกตะปูขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว จากข้างของ ตงตอนห่างจากมุมล่างของไม้ประมาณ 3 ซม. ให้เอียงตะปูยึดหลังคานเอาไว้โดยตอกด้านใดด้าน หนึ่งเท่านั้นเพื่อให้ตงตั้งบนหลังคานไม่เคลื่อนไปได้ ทำการตอกติดอีกด้านหนึ่งของตงด้วยตะปูตัว ที่สอง ให้ทำการวางอีกด้านหนึ่งของช่วงเสาและวางชิดกับข้างฐานรากและทำระดับเช่นเดียวกัน แล้วตอกตะปูติดจากตอนมุมของตง ในส่วนสันของไม้ตงให้ตอกตะปูและจึงเชือกโยงให้ตง ทำ การวางตงตลอดช่วงให้ห่างประมาณ 0.40 เมตร ตอกตะปูยึดตงทุกตัวเมื่อเห็นว่าหลังตงได้ระดับ เชือกพอดี เนื่องจากความคดของคานและขนาดของตงที่เล็กกว่าอาจต้องหนุนหลังคานจนได้ระดับ ตลอดช่วงของท้องคาน ต้องวางตงให้ตั้งฉากกับแนวคาน และส่วนใหญ่จะใช้วิธีหนุนเพราะก่อน ทำระดับหลังคานได้เลือกระดับให้ต่ำ เพราะเลือกขนาดของไม้ท้องตงรวมทั้งไม้คร่าวที่ทำตงที่มี ขนาดกว้างเท่ากันทุกแผ่นอยู่แล้ว

(4) การวางไม้แบบท้องคาน ขนาดของคานกว้าง 20 ซม. เท่ากับขนาดของ เสา ได้ขีดเป็นเส้นแสดงขนาดกว้างของคานไว้บนผิวหน้าของฐานรากแล้วทั้งสองตัวในแต่ละช่วง เสาที่วางท้องคาน พยายามเลือกไม้ที่ตรงและใช้กบกราวผิวด้านที่จะหงายขึ้นรับท้องคาน ค.ส.ล. และด้านข้างเพียงให้ความหยาบหรือเสี้ยนไม้ที่ยื่นออกมาจากผิวมีความเรียบขึ้น นำไม้แบบท้อง คานที่ตัดหัวให้ได้ฉากด้านหนึ่งทาบระหว่างช่วงของท้องคาน ขีดเส้นอีกหัวหนึ่งตัดตามรอยขีดให้ พอดีกับที่วัด ทำการวางไม้แบบท้องคานแล้วตอกตะปู 2 นิ้วบนหลังไม้แบบ 2 ตัวให้ห่างจากริม ด้านซ้ายและขวาประมาณ 2.5 ซม. แล้วตอกอีก 7 ตัว เรียงตรงไปตามความกว้างให้แบบยึดติด ไม้ตง ส่วนตัวริมอีกด้านหนึ่งที่วางไว้ข้างฐานรากก็ตอกตะปูเช่นเดียวกัน ส่วนระดับในขั้นนี้ไม้ ต้องตรวจสอบแล้ว แต่ควรตรวจสอบแนวของไม้แบบท้องคานโดยตอกตะปู 2 นิ้ว ตอนมุมใดมุม

หนึ่งของแบบท้องถิ่น ตอก 2 ตัวที่หัวและปลายแบบซึ่งเชือกที่หัวตะปูทั้งสองให้ดึง ทำการดันหรือดึงแบบท้องถิ่น ให้มุมด้านที่อยู่ใกล้เชือกขนาน สม่่าเสมอกับแนวเชือกที่ขึงนั้น แล้วตอกตะปูยึดติดกับตงทุกตัว อาจพบว่าหน้าของไม้แบบท้องถิ่นตงกระเดียดขึ้นเป็นบางตอน เนื่องจากมีเสี้ยนไม้ด้านล่างหนุนอยู่หรือหลังตงตอนนั้นต่ำจนรู้สึกว่ามีหน้าไม้แบบจะไม่เรียบ อาจใช้ค้อนตอกข้างล่างไปปรับหน้า หรือจะหนุนด้วยเศษไม้แบน ๆ ก็ทำได้ แต่จะไม่หนุนจนทำให้ระดับท้องถิ่นผิดจากระดับที่ทำไว้ แม้ว่าหน้าบนของแบบท้องถิ่นจะสูงหรือต่ำกว่าผิวหน้าของคอนกรีตฐานรากก็ไม่เป็นไร แต่ถ้าผิวคอนกรีตของฐานรากสูงกว่าระดับแบบท้องถิ่นอาจต้องใส่หัวแบบให้วางได้หรือถ้าต่ำอาจหนุนหัวแบบข้างในส่วนคานในตอนอยู่หลังฐานรากก็ได้ ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นผิดจากที่คิดก็ตามช่างจะต้องพยายามแก้ไขให้งานเรียบร้อยไว้เสมอ

1.7.5 การทำแบบข้างคาน เมื่อได้วางแบบท้องถิ่นแล้ว จะแสดงช่วงของแบบข้างที่จะต้องสร้างโดยทำการเพละแบบให้ยาวเกินไว้แล้ว จะตัดซอยให้พอดีกับระยะจริง มีวิธีการทำดังนี้

(1) การตัดไม้ ควรเลือกขนาดความกว้างของการเพละแบบไม้ให้สามารถใช้กับงานคานคอดินและคานตัวอื่นๆ ในการหล่อคานชั้นบน การสั่งไม้แบบจะเลือกความยาว 4.00 - 5.00 เมตร เพราะโดยมากคานที่ต่อกันและมีขนาดความกว้างเดียวกัน แบบหล่อจึงวิ่งต่อกันได้ยาว ๆ จะช่วยให้รวดเร็ว และทำแบบได้ง่าย ไม่เสียเวลาต่อตอนปลายแบบ

ไม้คร่าว 1 ½ X 3 นิ้ว ควรนำไม้สั้น 1.00 เมตรมาตัด 2 ท่อนๆ ละ 0.50 เมตร กรณีที่คร่าวยาว 0.50 เมตร วางคร่าวห่างกัน 0.50 เมตร ระยะห่างให้ถือว่าเป็นระยะโดยประมาณ ควรมีระยะอยู่ระหว่าง 0.40-0.60 เมตร แล้วแต่ว่าจะเฉลี่ยได้ความห่างให้ถือว่าเป็นระยะโดยประมาณ ควรมีระยะอยู่ระหว่าง 0.40-0.60 เมตร แล้วแต่ว่าจะเฉลี่ยได้ความห่างของการใช้ไม้คร่าวเพละแบบให้ห่างเท่า ๆ กัน เว้นแต่คานที่มีความลึกมากต้องจำกัดระยะห่างของคร่าวเพละแบบ 0.20-0.40 เมตร ส่วนจำนวนจะได้จากการหาความยาวของคานที่ทำการหล่อแต่ละชุด อาจกำหนดว่า 1/3 - ½ เท่าของจำนวน ความยาวทั้งหมดให้ชั้นเดียว ต้องอยู่ที่จำนวนไม้แบบที่สั่งมาด้วย ปกติแล้วจะสั่งไม้แบบประมาณ 1/3 เท่าของจำนวนการใช้ทั้งหมดของการหล่อคานถ้าเป็นงานเร่งต้องใช้แบบมากขึ้น เพราะการหล่อคอนกรีตแล้วจะต้องรื้อถอดแบบและตั้งแบบใหม่ตลอดจนต้องรอจนกว่าคอนกรีตจะแข็งพอที่จะทำการหล่อคอนกรีตต่อไปอีก ถ้าสามารถหล่อได้ครั้งเดียวหรือเสริมหล่อเป็นบางตัวจะทำให้งานรวดเร็วมาก โดยนำระยะห่างหารความยาวที่ได้สั่งแบบมา ควรสั่งตัดไม้คร่าวเป็นจำนวนโดยประมาณไว้ หรือจะทยอยสร้างแบบข้าง เช่น สมมติความยาวของไม้แบบยาว 3.00 เมตร เพื่อตัดหัวไม้ออก 0.05 เมตร จะเหลือความยาวของไม้แบบ

2.95 เมตร นำไม้คร่าว $1\frac{1}{2} \times 3$ นิ้ว มาเพลาะให้ไม้แผงทั้งสองติดกันด้วยไม้คร่าวระยะห่าง 0.50 เมตร แต่เมื่อทำการสร้างระยะดังกล่าวอาจเปลี่ยนไป

คร่าวเพลาะแบบตัวแรกและตัวสุดท้ายจะวางห่างจากหัวและปลายเข้ามาข้างใน 1 นิ้ว ฉะนั้นสองด้านจะเท่ากับ 2 นิ้ว (0.05 เมตร) ความยาวที่เหลือ 2.90 เมตร นำระยะห่าง 0.50 เมตรหารจะได้ 5 เหลือเศษ 0.40 เมตร เมื่อเป็นเช่นนี้ให้เฉลี่ยระยะให้คร่าวห่างเท่ากัน โดยแบ่งเป็น 6 ช่อง ได้ช่องละ 48.33 เมตร ต้องรวมที่บวกอีก 1 อัน ของไม้คร่าวสำหรับตัวแรก รวมทั้งสิ้น 7 อัน ($6+1=7$) ส่วนไม้แบบใช้ฉากขีดหัวไม้หัวใดหัวหนึ่งซึ่งได้เลือกหน้าของแบบที่จะสัมผัสกับเนื้อคอนกรีตจะเป็นผิวเรียบหรือไสไว้ ส่วนที่จะตัดควรอยู่ทางซ้ายมือเมื่อหงายหน้าไม้ขึ้น

(2) เพลาะไม้ การเพลาะไม้คือการนำไม้แผ่นเล็กมาประกอบกันให้เป็นแผ่น ด้วยการยึดกันด้วยไม้คร่าวหรือไม้ระแนงทำให้แบบเป็นแผ่นใหญ่สามารถหล่อแท่งคอนกรีตที่ใหญ่ได้ การนำไม้เหล็กมาเรียงกัน จึงต้องทำให้มีร่องที่ต่อกันเล็กที่สุด เพราะจุดอ่อนของแบบที่เพลาะคือทำให้น้ำปูนในคอนกรีตไหลออกมาตามรอยต่อ จึงควรทำให้รอยต่อสนิท อาจใช้แผ่นสังกะสี กว้างประมาณ 2 นิ้ว ปิดตลอดความยาวของรอยต่อนั้น แม้ว่าจะใช้แม่แรงอัดไม้แบบให้ติดกันก็ตาม แต่ถ้าทิ้งแบบตากแดดไว้ 2-3 วัน ไม้แบบจะหดเป็นช่องระหว่างแผ่นให้เห็น ควรควบคุมด้วยการคลุมด้วยกระสอบหรือผ้าชื้น ๆ หรือจะแช่อยู่ในบ่อน้ำก่อนในระหว่างคอยการติดตั้ง เมื่อติดตั้งเสร็จ ต้องรีบเทคอนกรีตภายหลังการทำเสร็จทิ้งไว้จะมีช่องตามรอยต่อและต้องอุดกันอย่างมากอีก ให้วัดหัวไม้ที่ตัดฉากไว้เข้ามาด้านในข้างละ 1 นิ้ว แล้วขีดเส้นตลอดหน้าของไม้แบบด้วยการจับฉากจากแนวความยาวของไม้ จากนั้นก็แบ่งเป็นช่องเท่าๆ กัน จำนวน 6 ช่อง ขีดเส้นดินสอดด้วยการจับฉากเช่นเดียวกันทุกเส้น นำไม้คร่าวมารองใต้ไม้แบบนี้ทุกตัว นำคร่าวตัวแรกหนุนแบบไม่ให้มุมของสันคร่าวด้านซ้ายตรงกับเส้นแรกที่ขีดที่หัวไม้แบบข้างซ้าย และให้หัวไม้เสมอกับริมของไม้แบบด้านยาว ตอกตะปูติดห่างจากริมไม้ประมาณ 1.5 ซม. ทั้งสองริมให้แบบยึดติดไม้คร่าวที่รองอยู่ ในลักษณะนี้จะเห็นไม้คร่าวที่รองแบบอยู่ตั้งฉากกับด้านยาว เพราะได้ใช้ฉากขีดเส้นไว้และมุมสันตรงกับเส้นหรือขนาดกับเส้นขอบของไม้คร่าว ส่วนไม้คร่าวที่รองทุกตัวจะตอกติดกับไม้แบบและอยู่ในแนวที่ตรง ข้อสำคัญต้องไม่ให้หัวไม้คร่าวยื่นเลยริมล่างของไม้แบบ แต่ด้านหนึ่งอาจล้ำเข้าไปบ้างไม่สำคัญ การตอกติดไม้คร่าวทุกตัวและนำไม้แบบแผ่นที่สองที่ตัดหัวฉากก่อน นำหัวไม้มาต่อกับแบบแผ่นที่เพลาะแล้วให้หัวไม้แบบเสมอกันถึงไม้แบบที่วางใหม่ โดยให้รอยต่อชิด จะให้ถูกต้องดีควรใช้แม่แรง อัดไม้จะอัดไล่จากด้านซ้ายเมื่อสามารถตอกตะปูที่ไม้คร่าวสองตัวแล้ว ย้ายแม่แรงเลื่อนไปอัดไม้แบบแนวใหม่ให้ติดกับแบบที่ตอกตะปูแล้ว ทำทุกตอนแล้วตอกตะปูเพียงสองตัวตอนริมไม้เก่า เมื่อตอกครบแล้ว ให้ตอกตะปูเพิ่มตอนกลางไม้แบบ

อีก 1 ตัว ทุกไม้คร่าวจะเห็นว่าไม้แบบแผ่นแรกได้ตัวหัวจากไว้ทั้งสองปลายไม้ แต่ไม้แบบแผ่นสองตัดเพียงหัวด้านซ้ายปล่อยให้ปลาย ไม้ อีกด้านหนึ่งยื่นออกนอกแนว ให้นำจากทาบให้เป็นแนวเดียวกับหัวไม้แบบตัวแรกด้านขวา ซึ่งเชือกแล้วตัดตามรอยขีดจะได้หัวแบบที่เพลาะเข้าด้วยกัน ได้ฉากกับแนวยาวของแผ่น แต่ถ้าจะตัดหัวทั้งสองก่อนนำเข้าเพลาะแล้วจะทำให้ปลายทางขวาต่อแนวไม้ไม่ได้ฉาก อาจเกิดจากการเว้าของสันไม้แบบเมื่อทำการอัดด้วยแม่แรงอาจทำให้หัวไม้เปลี่ยนแนวฉากไปได้

(3) การเก็บแบบ หลังจากที่ได้เพลาะแบบข้างเสร็จให้นำแบบเข้าเก็บในโรงงานมีหลังคาคลุม และใช้น้ำราดไว้เสมอให้ไม้เบ่งตัว อาจใช้ผ้าใบหรือกระสอบคลุมไว้เพียง 1-2 วัน จะไม่ทำให้แบบหดได้ ถ้าเห็นว่าแบบหดมากให้งัดออกแล้วอัดอีกทำการตอกตะปูติดใหม่ การที่แบบมีช่องกว้างจะเกิดปัญหาตามมาเมื่อทำการหล่อคอนกรีต บางครั้งอาจต้องทุบส่วนโครงสร้างนั้นทิ้ง เนื่องจากคอนกรีตเป็นโพรงเห็นเหล็กแกนหรือมีแต่หินรวมกันอยู่เป็นกระจุก เพราะน้ำปูนไหลออกตามรอยต่อของแบบหมดแล้ว และน้ำปูนส่วนอื่นไม่สามารถไหลลงมาแทนได้ จึงควรอุดแบบก่อนเททุกครั้ง

1.7.6 การประกอบแบบคานคอดิน การประกอบแบบคานคอดินเป็นงานค่อนข้างใหญ่ จะจัดช่างสำหรับการประกอบแบบโดยเฉพาะ 1 กลุ่มจำนวน 3-4 คน เตรียมไม้แบบข้างคานที่ได้เพลาะไว้แล้ววางใกล้กับงานที่ติดตั้ง ไม้คร่าวที่ยาวจะใช้ทำสะพานบังคับแบบ และไม้ค้ำยันแบบที่มีความยาวตั้งแต่ 0.75-1.00 เมตร จำนวนมาก ทุกระยะ 0.50 เมตร จะค้ำตัวหนึ่ง นอกจากนี้ต้องเตรียมไม้ระแนง 1 X 1 นิ้ว หรือ 1 ½ X 1 ½ นิ้ว เพื่อใช้บังคับปากแบบหรือทำไม้รัดปากแบบ ส่วนเครื่องมือที่จะใช้ในการตั้งแบบมีค้อน เลื่อย เชือก ระดับน้ำ ฉาก เหล็ก สายยางใส่น้ำ เทป และดินสอ ช่างไม้จะมีประจำตัวอยู่แล้ว การประกอบแบบหรือตั้งแบบข้างไม่ยากสำหรับช่างไม้ที่ชำนาญ ถ้าช่างมีความชำนาญจะทำได้รวดเร็วเพราะทำตามขั้นตอนเป็นลำดับอย่างแน่นอน ไม่ต้องทำซ้ำ หรือทำแล้วไม่แน่นอนหน้าต้องทำใหม่จนต้องเสียเวลา และงานไม่เสร็จตามกำหนด ควรจับเป็นคู่ ๆ มีช่างที่มีฝีมือดี 1 คน จะมีผู้ช่วยอีก 1 คน หรือใช้กรรมกรอีก 1 คน เพื่อช่วยส่งแบบและหาไม้ส่งขึ้นรวม 3 คนเป็นอย่างน้อย มอบหมายงานกันทำเป็นช่วง ๆ การตั้งแบบข้างคานจะทำลำพังคนเดียวไม่ได้ ต้องมีช่างระดับรอง ๆ ช่วย หรือแม้จะใช้คนงานที่เคยทำกันมาจนช่วยงานได้แม้การตัดและตอกก็ตาม ส่วนงานละเอียดช่างจะต้องเป็นผู้ตรวจสอบด้วยตนเอง เช่น การวัดขนาดของปากแบบ หรือการจับดึงของการตั้งข้างแบบ แม้แต่การถ่ายระดับน้ำติดข้างแบบ เป็นต้น

ถ้าเป็นไม้แบบที่เปลาะและมีความยาว 5-6 เมตร ต้องใช้คนงาน 3 คน ช่วยยกกัน เป็น 3 ช่วง ถ้าสั้นกว่านี้อาจใช้ช่างเพียง 2 คน ยกหัวและท้าย ยกไม้แบบขึ้นไปวางให้ใกล้งาน แล้วทาบกับงานจริงแล้วขีดเส้น อาจตัดหรือต่อ แต่ถ้าเป็นแบบหล่อเป็นแผงใหญ่จะวัดด้วยเทป และนำมาขีดเส้นฉากแล้วตัดซอยข้างล่างก่อนยกขึ้นไปติดตั้ง การตั้งแบบท้องถิ่นจะต้องมั่นคงพอที่จะรับน้ำหนักของแบบและคนอีก 2-3 คนด้วย มีหลายครั้งที่ช่างหรือคนงานไปยืนรวมกัน อาจทำให้แบบท้องถิ่นทรุดตัว ต้องทำการปรับระดับกันใหม่ และซ่อมให้เกิดความแข็งแรงในโครงสร้างกันใหม่

เมื่อได้ตั้งแบบท้องถิ่นไว้แล้ว ระดับหลังแบบท้องถิ่นจะอยู่เสมอกับระดับผิวบนของฐานรากเมื่อนำไม้แบบข้างตั้งบนหลังตงเพื่อประกบข้างของแบบนอนท้องถิ่น ทำให้ปลายแบบข้างหนุนกับผิวบนของฐานรากจึงต้องทาบส่วนหัวไปตามแนวเส้นที่ขีดไว้แล้ว ซอยส่วนปลายของข้างแบบออกให้ดินแบบวางบนตงได้เต็มหน้าตลอดทุกตง จะทำให้แบบข้างกระชับแน่นยิ่งขึ้น การตั้งแบบข้างควรเลือกตั้งด้านภายในมาก่อนเพราะจะเป็นการสะดวกที่จะยกแบบข้างที่จะตั้งด้านนอกตามลำดับ นำแบบข้างวางและติดตั้งภายในต่อชนกันทำมุมฉากกันของไม้ตอนหัว วิธีทำก็ควรตั้งแบบข้างตัวหนึ่งก่อนโดยวางให้ได้ที่ การวางแบบข้างควรต่อแบบกันให้ได้ความยาวเป็นช่วง ๆ เสาเพื่อจะได้อาศัยแนวที่ขีดบนหัวเสาวางแบบส่วนหัวทั้งสองของคานที่ต่อกันกับเสาก่อน วางแบบให้ตรงกับเส้นดินสอ ตอกตะปูตีแบบตลอดแนวแบบที่วางบนตง ใช้ตะปู 2 ½ นิ้ว ตอกเฉียงทำมุม 45 องศาใช้ตะปูยึดแบบท้องถิ่นและลงไปติดกับตงที่รับท้องถิ่น โดยตอกให้เหลือหัวตะปูยาว 1-1.5 ซม. แล้วตอกโคนใกล้เนื้อไม้ย่ำให้ตะปูเฉียงไม่ทำให้แบบลอยได้ เรียกว่าเผื่อตอนถอดแบบจะได้ใช้หงอนค้อนแฉะตะปู แล้วถอนตะปูออกได้ง่าย ถ้าไปตอกตะปูจม การถอดแบบจะต้องใช้ชะแลงแฉะล่อยประกบ แล้วจึงถอดแบบออกทำให้ต้องกระทบกระเทือนงานที่หล่อคอนกรีตใหม่ ซึ่งไม่ทำกัน

ให้ทำการจับดิ่งในส่วนหัวของแบบข้างทั้งสองหัวแบบที่วางบนหัวเสา และยึดส่วนหัวให้แน่นด้วยไม้ค้ำยันควรตอกสะพานบังคับแบบช่วงบนของแบบข้างกับตอนปลายของหัวตงก่อน เพื่อจะได้ตีไม้ยันแบบได้เมื่อปลายแบบได้ดิ่งแล้ว ตอกตะปูตอนปลายที่ปากแบบทั้งสองปลาย แล้วจึงเอ็นให้ตึง จะพบว่าแนวไม้ปากแบบจะไม่ขนานกับเส้นเอ็น ให้ทำการดันหรือดึงปากแบบให้แนวมุมในของปากแบบด้านในขนานกับสายเอ็น แล้วให้ช่างอีกคนหนึ่งตอกไม้ค้ำยันยึดไล่จากหัวหนึ่งไปอีกหัวหนึ่งจนตลอดช่วงยาวด้วยระยะห่างประมาณ 0.50 เมตร หรือน้อยกว่าถ้าต้องการยันให้ได้แนวและมั่นคง แล้วทำการตอกไม้บังคับดินแบบให้แนบกับไม้คร่าวเปลาะแบบแม้จะตอกยึดไว้แล้วก็ตาม เมื่อเทคอนกรีตแบบข้างส่วนล่างสุดจะรับแรงดันของคอนกรีตมากที่สุด

จะเห็นว่าแบบข้างคานด้านหนึ่งตั้งได้ฉากและเมื่อต้องการตั้งแบบข้างประกบอีกด้านหนึ่งหลังจากประกอบเหล็กคานแล้ว ไม่ต้องจับตั้งออกอีก โดยอาศัยแนวแบบข้างตัวแรก นำแบบวางเช่นเดียวกันแล้วตีไม้บังคับดินแบบ แต่ต้องรัดปากแบบหรือไม้บังคับปากแบบด้วยไม้ระแนง ควรตัดไม้ท่อนหนึ่งให้ยาวเท่ากับความกว้างของคานตัวนั้น ในที่นี้กว้าง 0.20 เมตร แต่บางที่ใช้ส่วนค้ำค้อนของช่างจะจีระยะเอาไว้ เมื่อวัดความกว้างของปากแบบแล้วให้ตอกไม้บังคับปากแบบทันทีให้หัวไม้ระแนงที่ตอกด้านหนึ่งเอาไว้ก่อนแล้ว ควรวัดและตอกไล่เป็นลำดับห่างกันประมาณ 0.40 เมตร ตลอดแนวคาน จะพบว่าแบบข้างตัวนอกที่ตั้งแล้วนี้จะได้ตั้งไปด้วย เพราะส่วนล่างแนบกับข้างของแบบที่ตอกคาน ส่วนปากแบบตอกให้กว้างเท่ากับความกว้างคานและแบบข้างหนึ่งได้ตั้งแล้ว จึงทำให้แบบอีกข้างหนึ่งได้ตั้งไปด้วย แต่ต้องเสริมความมั่นคงของแบบตัวที่สอง ทำการตอกไม้สะพานบังคับและตอกค้ำยันเช่นเดียวกับการตั้งแบบตัวแรกแบบจะรับแรงดันเมื่อเริ่มเทคอนกรีตจนกระทั่งคอนกรีตแข็งตัว (ภายหลังการเท 4 ชม.) จะไม่เกิดแรงดันไปทางข้างอีกแต่ที่ตอกคานจะรับน้ำหนักตลอดจนกระทั่งทำการถอดแบบ ตอนมุมของแบบจะทำการตอกไม้รัด เพราะเป็นจุดอ่อนของแบบและจะแยกออกได้ง่ายเมื่อเทคอนกรีต จึงต้องให้มันคงเอาไว้ก่อน เพราะถ้าแบบเกิดแตกขึ้นระหว่างเทคอนกรีตจะแก้ไขลำบาก และถ้าอัดให้เข้าที่ด้วยแม่แรงไม่ได้ อาจต้องรื้อทิ้งแล้วทำใหม่ เป็นต้น

ประการสุดท้ายของการทำงานก็คือถ้าระดับน้ำจากหลักหลังฝั่งมาที่ข้างแบบด้านในสองด้านที่จะหล่อคานขีดเส้นแล้วตอกตะปู 2 ½ นิ้ว โผล่ตะปูส่วนหัวให้ยื่นประมาณ 1 นิ้ว ทำระดับเพียงหัวแบบแล้วตอกตะปูจึงสายเอ็น ตอกตะปูทุกระยะ 1.00 เมตรตลอดความยาวคาน หัวหน้าช่างจะต้องใช้ความชำนาญตรวจการตอกยึดไม่ว่ามันคงพอที่จะรับคอนกรีตเมื่อทำการหล่อได้เพียงไร โดยเฉพาะช่างคุมงานจะมีหน้าที่ตรวจความแข็งแรงก่อนอนุญาตให้ทำการหล่อต่อไป

การต่อแบบข้างไปตามความยาว โดยตัดหัวแบบให้ได้มุมฉากกับแนวนอน แล้วนำหัวแบบทั้งสองขึ้นมาชนกัน ถ้าแนวหลังแบบและดินแบบอยู่ในแนวเดียวกัน ในส่วนรอยต่อด้านนอกควรชอยไม้แบบกว้าง 2 นิ้ว ทาบตามแนวต่อแล้วตอกตะปูทั้งสองหัวยึด อาจใช้ไม้คร่าวในส่วนสันทาบแทนไม้แผ่นก็ได้ แต่ตอกตะปูไปยึดติดไม้คร่าวด้วย ส่วนทางด้านกว้างของไม้คร่าวไม่สามารถทาบลงในช่องที่ห่างของคร่าวเปลาะแบบทั้งสองหัวที่มีระยะ 2 นิ้วได้ การต่อกันจะทำการตั้งแบบที่ละแผ่น และตั้งแบบต่อกันไป

ส่วนการต่อเป็นมุมฉาก แม้ว่าแบบแผ่นหนึ่งจะยาวเกินระยะช่วงของการตั้งแบบ ก็จะไม่ปล่อยเลยออกไป แล้วยึดแบบแผ่นนี้ภายหลังที่ได้จับตั้งแล้ว แบบข้างอีกแผ่นหนึ่งที่จะนำมาต่อฉากให้ตัดหัวแบบให้เป็นมุมฉากก่อน แล้วนำมาชนตามระยะที่ได้ให้แนวโดยขีดเส้นไว้แล้วบน

หน้าแบบ ตอกตะปูยึดหัวไม้ทั้งสองของแผ่นที่นำมาชน อาจนำพุกตอกบังคับในตอมนุมด้านนอกของการต่อฉากเพื่อการต่อชนจะได้ไม่แยกออกง่าย ๆ และต้องไม่ลืมนัดไม้รัดตอมนุมเมื่อนำฉากมาจับมุมภายในแล้ว

6.7.7 การตั้งแบบคานคอดินบนดินแข็ง สำหรับการก่อสร้างบ้านตามต่างจังหวัดที่ใช้ช่างประจำท้องถิ่นมักจะเลือกใช้การตั้งแบบคานคอดินบนดินแข็งแทน สาเหตุเพราะทำได้ง่าย ประหยัด ไม้แบบ เวลา และค่าใช้จ่ายนั่นเอง เนื่องจากได้ทำการถมทรายหรือดินเอาไว้ก่อนแล้ว และดินก็แน่นพอที่จะใช้ประโยชน์เป็นแบบท้องถิ่นได้เลย เพียงแต่นำแบบไม้ข้างคานมาประกอบเท่านั้น มีกรรมวิธีเป็นขั้นตอนดังนี้

(1) ปรับระดับดินท้องคาน ดินที่ถมไว้อาจสูง ๆ ต่ำ ควรจะได้กรุยไปตามแนวที่จะหล่อคานให้กว้าง 0.30-0.40 เมตร และทำระดับให้ต่ำกว่าระดับหลังฝัງ 0.70 เมตร โดยจึงเชือกหลังฝังตามแนวคานแล้วทิ้งไม้วัดจากเชือกทางตั้งในส่วนที่ต้องการหยั่งความลึก ทุบดินให้แน่นอยู่ในระดับต่ำกว่า 0.75 เมตร แล้วถมทรายหยาบเทราคน้ำแล้วปรับระดับให้วัดระยะจากหลังฝังลงถึงระดับหลังทรายที่ราคน้ำและปรับเรียบแล้ว 0.70 เมตร พอดี พื้นที่ท้องคานจะต้องไม่มีเศษไม้หรือก้อนดินและทราย ต้องไม่ทรุดเมื่อเทคอนกรีต ไม่มีน้ำนองอยู่ และตลอดช่วงคานระดับทรายที่ปรับระดับจะต้องเรียบ เสมอและได้ระดับด้วย

(2) การเตรียมไม้ ควรเตรียมหลักไม้ยาวประมาณ 0.60-0.80 เมตร ถ้าเป็นทรายหรือดินแข็งหลักจะสั้นและหลักต้องยาวขึ้นเมื่อพื้นเป็นดินอ่อน นำหลักขนาดยาวโดยประมาณขนาดใกล้เคียงกันมาเสียบปลายให้แหลม การหาจำนวนหลักโดยเฉลี่ยว่าระยะที่จะต้องตอกหลักควรห่างกันประมาณ 0.30-0.40 เมตร เพื่อให้เป็นหลักยึดค้ำยันและยึดไม้ยันดินแบบ ส่วนไม้บังคับแบบช่วงบนและไม้สะพานยึดไม้ค้ำยันเป็นไม้ $1\frac{1}{2} \times 3$ นิ้ว มีความยาว 2.50-3.00 เมตร เป็นต้น

(3) การประกอบแบบข้างคานหรือตั้งแบบ ไม้แบบข้างคานได้ทำการเพละกันเป็นแผง ๆ เตรียมมาวางใกล้งานที่จะติดตั้งแบบ เครื่องมือที่จำเป็นคือค้อน 8 ปอนด์ เพื่อตอกหลักหรือใช้สองเกลอขนาดเล็กมีมือจับยกตอกถนัด เริ่มด้วยการนำหัวแบบข้างคานมาทาบกับแนวที่ขีดบนฐานรากคอนกรีต ทำการตอกหลักให้หลักแนบกับไม้เพละแบบตัวแรกในส่วนหัวแบบค่อย ๆ ตอกเสี้ยนหลักไม้ให้หนุนแบบทำให้ลำเส้นที่ฐานรากได้ ตอกจนกระทั่งหลักยึดแน่นกับดิน ทดลองโยกดู อาจตอกลงดิน 0.50 เมตรขึ้นไป แล้วตอกตะปูยึดหลักให้ติดกับคร่าว เพละแบบแต่ต้องรักษาแนวตอหน้าหัวแบบเอาไว้ก่อนวางแบบข้าง โดยตั้งให้อยู่ในแนวเสี้ยนคร่าว ๆ ก่อนจนกระทั่งอีกปลายหนึ่งของแบบอยู่ตรงกับแนวเส้นที่ขีดบนหลักฐานราก ทำการยึดหัวแบบด้วย

การตอกหลักเช่นเดียวกับหัวแบบตอนแรก ถ้าแบบสั้นไปควรจึงสายเอ็นหลังฝังให้ตึง แล้วทิ้งตั้งลงมาโดยให้แนวแบบด้านในเสมอกับแนวของสายดิ่งแล้วจึงตอกเหล็กยึด ควรนำหน้ากว้างประกบครึ่งของหลักที่ตอก เพื่อเอาไว้ตั้งแบบข้างต่อความยาวออกไป จะได้ยึดกับหลักที่เหลือเอาไว้เท่ากับว่าใช้หลักทำหน้าที่เป็นไม้ประกบรอยต่อไปในตัว ควรเป็นหลักที่มีความยาวและทาบตลอดรอยต่อของความลึกของแบบข้าง การตอกหลักพยายามให้แนบกับคร่าวเพลาะแบบเอาไว้ และควรตอกหลักให้ห่างประมาณ 0.40–0.50 เมตรแล้วแต่ว่าดินอ่อนหรือดินแข็งด้วย ถ้าดินอ่อนก็ควรตอกระยะหลักถี่ขึ้น หรือถ้าเป็นคานมีความลึกมาก อาจให้หลักห่างกัน 0.30 เมตร และการตอกหลักจะต้องให้แบบอยู่ในแนวของท้องคานคอดินด้วย

(4) ตอกหลักยึดไม้ค้ำยันให้ห่างจากดินแบบประมาณ 0.40 เมตร โดยประมาณว่าถ้าตีไม้ค้ำยันปากแบบแล้วไม้ค้ำยันจะทำมุมไม่เกิน 60 องศาับระดับดิน ถ้าคานลึกมากควรตอกหลักห่างจากดินแบบมากขึ้น ตอกหลักให้แน่นและพยายามให้หลักอยู่ใกล้กับระดับดินมากที่สุด ตอกห่างกันประมาณ 0.30-0.40 เมตร และให้ระดับหัวหลักอยู่ในแนวเดียวกัน นำไม้คร่าวบิดหัวหลักเป็นสะพานยึดไม้ค้ำยันแล้วจึงตอกติดด้วยตะปู 3-4 นิ้ว เท่ากับเป็นการให้หลักช่วยยึดไม้ค้ำยันร่วมกัน เป็นต้น

(5) ให้ตอกไม้บังคับแบบช่วงบน โดยให้หลังของไม้บังคับแบบนี้อยู่ประมาณกับระดับของหลังแบบ หรือจะต่ำกว่า 0.05-0.10 เมตรก็ได้ เพราะถ้าต่ำมาก จะทำให้ไม้ค้ำยันแบบช่วงบนไม่สามารถพาดเลยขึ้นไปได้ บางทีถ้าไม้ค้ำยันยาวจะไม่พยายามตัดไม้ให้เป็นเศษสั้น เพราะจะเสียไม้

(6) ให้ตอกคร่าวยึดดินแบบโดยยันจากดินของไม้เพลาะแบบทุกตัวมาวางพาดกับไม้บิดหัวหลักที่เป็นสะพานวิ่งขนานไปกับแนวการวางแบบ เท่ากับว่าการยึดห่างกัน 0.40-0.50 เมตร แล้วแต่ว่าระยะไม้เพลาะแบบจะห่างเท่าไร ยึดตะปูติดให้แน่นตลอดแนวแบบข้างคาน และตีไม้ค้ำยันโดยพาดไม้ยันแบบ 1 ½ X 3 นิ้ว พาดจากหลังของไม้บังคับแบบช่วงบนมาวางพาดกับไม้บิดหัวหลักที่เป็นสะพานยึดไม้ค้ำยันด้วยระยะประมาณ 0.45-0.60 เมตรตลอดช่วงคาน ตีตะปูยึดให้แน่นหนาด้วยตะปู 3 นิ้วข้างละ 2 ตัว จับดิ่งหัวแบบแล้วยึดแน่น การยึดไม้ค้ำยันจะทำได้ก็ควรทำการจึงเชือกจากหัวแบบทั้งสองแล้วดันปากแบบให้อยู่ในแนวเชือกตอกไม้ค้ำยันดังได้อธิบายรายละเอียดแล้วในเรื่องของการตั้งแบบข้างชนิดตั้งแบบท้องคาน จะเลือกส่วนไหนค้ำยันปากแบบก็ได้และให้มีระยะห่างประมาณ 0.50 เมตร ตลอดความยาวของแบบคาน

(7) การตั้งแบบข้างคานอีกตัวหนึ่งโดยวางหัวแบบตามเส้นหลังฐานรากแล้วตอกหลัก ส่วนในตอกอื่นๆ ตลอดแนวตัดไม้ยาว 0.20 เมตร เท่ากับความกว้างของคานสอดช่อง

ในระหว่างแบบทั้งสองเพื่อวัดระยะแล้วตอกหลักยึดดินแบบเป็นระยะตลอดความยาวของแบบ เช่นเดียวกัน การยึดทั้งดินแบบและการยึดช่วงปากแบบหรือแบบช่วงบนจะทำเช่นเดียวกับการทำในแบบตัวแรกและแข็งแรงเช่นเดียวกัน ต้องไม่ลืมที่จะตอกไม้รัดปากแบบเมื่อนำเหล็กลงแบบเรียบร้อยแล้ว และถ้าระดับน้ำข้างแบบเพื่อให้เทคอนกรีตได้ระดับต้องการเช่นเดียวกัน

1.8 การหล่อคอนกรีตคานคอดิน การหล่อคอนกรีตสำหรับโครงสร้างอาคาร ควรเลือกช่างที่มีความชำนาญในการเทคอนกรีต ถ้าเพียงแต่เคยเทคอนกรีตตามพื้นฐานจะไม่สามารถเทคอนกรีตได้ดี การเทคอนกรีตคานต้องรอบคอบ เนื่องจากแบบหล่อแคบมีเหล็กเสริมแบบมีมุม มีความลึก และมีความเกี่ยวพันกับการเลือกวิธีการเขย่าคอนกรีต ความเหลวของคอนกรีต และการเลี้ยงน้ำปูน ทั้งหมดนี้ก็เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีสัดส่วนและความเหลวสม่ำเสมอตลอดคานและคอนกรีตจะเทลงไปเต็มแบบ ควรหลีกเลี่ยงช่างที่ทำงานได้รวดเร็วแต่ขาดความเอาใจใส่

1.8.1 การเตรียมแบบและตรวจ ก่อนเริ่มเทคอนกรีต ช่วงควบคุมการก่อสร้างฝ่ายเจ้าของจะมาทำการตรวจสอบแบบและตรวจเหล็ก

(1) การตรวจแบบ ตรวจสอบเสาตัวที่ตั้งได้มั่นคง การตั้งแบบข้าง การยึด และการค้ำยัน แบบจะต้องไม่เป็นช่องให้น้ำปูนไหลออก แบบจะต้องได้ขนาดทั้งความกว้างและความลึกตลอดความยาวของคาน การแนบสนิทและมีไม้ค้ำแน่นหนา การรัดปากแบบซึ่งผิวของแบบด้านที่สัมผัสกับแบบจะต้องเรียบพอสมควร ทาน้ำมันเครื่องพหุขนาด ๆ ไม่มากจนเยิ้ม ไม่มีเศษไม้หรือเศษขี้กบลงในแบบ ไม้แบบทุกแผ่นจะต้องไม่ผุหรือมีรอยจะหัก ประมาณว่าการตั้งแบบจะต้องรับน้ำหนักคนที่ขึ้นมาเทคอนกรีตได้ และแบบแข็งแรงพอจะไม่ทำให้แบบแตกออกระหว่างเทคอนกรีต จะต้องไม่ตั้งแบบทิ้งไว้หลายวัน เพราะแบบที่ตั้งจะหด จะเห็นรอยต่อที่เปลวแบบเป็นรู ทำให้น้ำปูนไหลออก ตอกตะปูในส่วนต่ออันของไม้ทุกตัว พบเสมอว่าในส่วนค้ำยันส่วนสำคัญตอกตะปูไว้ตัวเดียว จึงต้องตอกให้มั่นคง การวางพาดไม้และยึดให้แข็งแรงพอที่จะไม่ทำให้คนได้รับอันตรายได้ เรื่องของระดับหลังคานจะต้องตรวจสอบกับระดับในส่วนหลังผัง คานคอดินลึก 0.30 เมตร แต่ผังนอนสูงจากระดับถม 0.70 เมตรก็ทดสอบได้ โดยหึงความลึกจากเส้นเอ็นหลังผังลงบนผิวที่หาระดับไว้ 0.40 เมตร ($0.70 - 0.30 = 0.40$ เมตร) และตอกตะปูไว้เป็นระยะห่างกัน 1.00 เมตร เป็นต้น

(2) การตรวจเหล็ก ตรวจสอบว่าเหล็กที่เสริมในคานแต่ละตัวมีจำนวนเหล็กทั้งเหล็กแกนบน เหล็กแกนล่าง และเหล็กค้ำคอบ ขนาดเหล็กเสริมจะต้องวัดดูเพราะเหล็กในท้องตลาดมีหลายขนาด แม้ว่าจะเป็นเหล็ก 9 ม.ม. ก็ตาม อาจเหลือ 8.5 ม.ม. ก็มี เหล็กแกนทุกเส้นจะต้องไม่เป็นสนิมชุม โดยมีสะเก็ดขึ้นที่ผิวและล่อนออกได้ทำให้เกิดการกัดกร่อน และขนาดของ

เหล็กจะเล็กลงด้วย สำหรับเหล็กปลอกส่วนมากจะใช้เหล็ก 6 ม.ม. ต้องตรวจสอบการตัดเหล็กปลอกว่าถูกต้อง ระยะห่างเท่ากันของเหล็กปลอกตามแบบกำหนด และตั้งได้ฉากกับเหล็กแกน ผูกติดเหล็กแกนแน่นทุกเปราะและผูกทุกเส้น โดยเฉพาะตอนมุม หรือตอนที่เหล็กวิ่งผ่านเสาจะต้องตรวจสอบว่าเหล็กที่คล้องกันถูกต้อง เหล็กทุกเส้นยาวเสมอกัน เหล็กทุกเส้นจะต้องไม่เป็นน้ำมันหรือดิน และเหล็กจะต้องประกอบแน่นอยู่กับข้างแบบและหนุนลูกปูนให้เหล็กลอยจากแบบท้องถิ่น ถ้าเป็นการตั้งแบบข้างบนดินด้วยแล้ว ควรตรวจเหล็กให้ห่างจากทรายที่รองพื้นตามระยะ ห้ามนำไม้หรือเศษอิฐหินเหล็กเป็นอันตราย ต้องใช้ลูกปูน (ปูนทราย 1:2) ที่ทำขึ้นเท่านั้น และอาจห้อยเหล็กไว้กับไม้รัดปากแบบจะทำให้เหล็กไม่ตกลงไปกระทบกับดินที่รับท้องถิ่น และต้องไม่ลืมที่จะดูการวางเหล็กค่อมว่าได้ออกมามีขึ้นในระยะที่กำหนด และอยู่ในตำแหน่งถูกต้อง เหล็กแต่ละเส้นเว้นห่างกันอย่างน้อย 2 ซม. เพื่อให้หินลอดได้ เป็นต้น

1.8.2 การหล่อคานดิน ค.ส.ล. เมื่อได้ตรวจแล้วและได้ทำการซ่อมหรือเสริมตามคำแนะนำของวิศวกรหรือช่างควบคุมซึ่งเป็นตัวแทนของเจ้าของ เครื่องมือที่ใช้เขี่ยคอนกรีต อาจใช้เครื่องเขี่ย โดยใช้หัวเขี่ยขนาดเล็กเพื่อให้เขี่ยลงระหว่างเหล็กเสริมได้ ถ้าติดเหล็กให้แยกเหล็กบนแล้วในหัวเขี่ยตกลงไปสันสะเทือนคอนกรีตโดยทั่วถึง หรือจะใช้เหล็กกระทุ้งโดยนำเหล็กเส้นขนาด 12 ม.ม. ยาว 1.20 เมตร ฝนปลายให้มน และส่วนมือจับให้มีวนเหล็กให้เป็นวงกลมเพื่อจะได้กระทุ้งได้นัด มีหลักการทำให้ได้คอนกรีตที่ดีดังนี้

(1) เตรียมช่างและคนงานประจำ สำหรับในส่วนเครื่องผสมคอนกรีตได้กล่าวไว้แล้ว คนงานที่ลำเลียงคอนกรีตมา ถ้าไม่ไกลก็ให้ส่งขึ้นเท แต่ถ้าเป็นระยะทางไกลให้เทลงบนกระเบาะไม้ที่ใกล้ส่วนคานที่จะเท คลุกแล้วใส่กระเบาะส่งขึ้นเทเพราะถ้าเททันทีคอนกรีตอาจขึ้นไปไม่เหมาะที่จะเทลงคาน หรือหินกับน้ำปูนทรายอาจแยกตัวกัน โดยเฉพาะคอนกรีตที่ผสมเหลว จะเกิดการแยกตัวดังกล่าวได้ง่าย การส่งคอนกรีตจะมีคนรับอยู่ใกล้กับคานเรียกว่าช่างเทคอนกรีต ควรเลือกจากผู้มีประสบการณ์การเทมาก่อนและรู้จักคอนกรีต เป็นผู้พิจารณาว่าควรเทส่วนใดก่อน คอนกรีตควรเหลวและมีน้ำปูนมากเพียงใด แต่ก็ควรมีความรู้ในเรื่องคอนกรีตในทางทฤษฎีเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีความแข็งแรง คนเขี่ยด้วยเครื่องโดยยกเครื่องวางบนนั่งร้านต่อสายให้ใช้หัวเขี่ยได้นัดและเลื่อนไปเขี่ยในที่ต่าง ๆ ตลอดคานหรือจะใช้การกระทุ้ง

(2) เครื่องผสมและเครื่องเขี่ย ถ้าเป็นแบบใช้เครื่องยนต์ ควรเตรียมน้ำมันใส่ในเครื่องและน้ำมันอะไหล่ไว้เพื่อต้องเติมอีก ควรมีคนที่มีความรู้ทางช่างเครื่องยนต์บ้างเพื่อติดขัดจะได้แก้ไขได้ การหยุดงานอันเนื่องมาจากเครื่องเสียทำให้งานชะงัก คนงานไม่มีงานทำ อาจต้องจ่ายค่าแรงให้ทุกคนเมื่อนัดมาทำงานแล้ว สำหรับเครื่องที่ใช้ไฟฟ้า ควรใช้ตัดตอนและสับไฟเมื่อใช้

เครื่อง ดูแลอันตรายสำหรับไฟฟ้าในส่วนหัวต่อในตัดตอนไฟฟ้าเสมอ การคล้องสายควรหลีกเลี่ยง หลังจากเสร็จจากการใช้เครื่อง ควรล้างทำความสะอาด และตรวจดูข้อบกพร่องของเครื่องเพื่อจะได้ใช้ในโอกาสต่อไป ควรควบคุมและเก็บเครื่องในที่ ๆ ไม่สูญหายและตรวจสอบทุกวัน การมอบหมายให้ช่างคนใดคนหนึ่งรับผิดชอบเป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลดี

(3) การลำเลียงและส่งคอนกรีต อาจใช้รถเข็น คนหาบ หรือหิ้ว เส้นทางที่ให้คนงานเข็นรถ ควรจัดทำโดยพาดไม้แบบให้กว้างเป็นทางให้รถเข็นในคอนกรีตนำมาเทลงบนกระเบาะไม้กลัด ๆ งานได้รวดเร็ว ถ้าเป็นทางลาดนอกจากคนเข็นรถแล้วยังต้องเพิ่มคนช่วยลากด้วย สำหรับคนงานที่หาบ ควรเป็นคนงานผู้หญิง ใส่ปูนประมาณ $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ ของกระป๋อง หาบครั้งละ 2 กระป๋องนำไปส่ง และรับกระป๋องกลับมารับคอนกรีตที่เทใส่กระเบาะและมีคนตักใส่กระป๋องให้ ส่วนคนหิ้วควรเลือกเป็นวิธีสุดท้าย เนื่องมาจากคอนกรีตมีน้ำหนักมาก การหิ้วจึงทำให้ต้องใช้กำลังมากและจะเพิ่มการทรมานร่างกายของคนงาน ควรหาวิธีที่จะรักษาความแข็งแรงและช่วยให้ทำงานในวันต่อไปได้ คนงานที่คุ้นเคยงานแล้วควรสนับสนุนให้ทำต่อไป

(4) การราดน้ำและราดน้ำปูน ก่อนเทคอนกรีตควรราดน้ำสะอาดลงในแบบหล่อคานให้ทั่ว เพื่อเป็นการเซาะล้างเศษซีเมนต์เศษไม้เล็ก ๆ ที่ตกลงไปในแบบเมื่อตอนทำการติดตั้ง น้ำที่ราดนี้จะไปล้างส่วนที่เป็นคอนกรีตตอนหัวเสา เพราะก่อนตั้งแบบก็ควรสกัดหัวเสา โดยเปิดหน้าคอนกรีตเก่าที่หล่อไว้ก่อน เศษทรายและปูนจะถูกชะล้างออกไปเช่นเดียวกัน นอกจากนี้น้ำยังซึมเข้าไปในเนื้อคอนกรีตเพื่อไม่ให้ดูน้ำจากคอนกรีตที่เทลงไปใหม่สำหรับแบบข้างและท้องคานเมื่อถูกน้ำ แบบจะขยายตัวให้การต่อกันสนิทขึ้นอีก ทั้งแบบให้หมาดพอควรแล้วนำดินเหนียวอุดตะเข็บของแบบให้น้ำปูนไม่รั่วออกมาได้ง่าย คอยอุดเสริมเมื่อน้ำปูนรั่วขณะเทคอนกรีตตลอดการเท จากนั้นให้น้ำปูนซีเมนต์ผสมทรายหยาบในอัตราส่วน 1:2 ผสมกันแล้วใส่น้ำให้ส่วนผสมเหลวพอที่จะไหลได้ เทลงไปยังหัวเสาที่ล้างแล้วนั้น ให้น้ำปูนหนาประมาณ $\frac{1}{2}$ นิ้ว เพื่อเป็นส่วนของน้ำปูนที่จะช่วยประสานรอยต่อระหว่างคอนกรีตใหม่กับคอนกรีตเก่า หรืออย่างน้อยจะใช้ปูนซีเมนต์ผสมน้ำให้เหลว ๆ แล้วราดก็จะช่วยได้บ้าง เป็นต้น

(5) การเทคอนกรีต ควรเริ่มจากตอนบนของคานก่อน ให้หมูนกระป๋องเพื่อกระจายส่วนผสมให้คอนกรีตสม่ำเสมอ วัสดุไม่แยกจากกัน เช่น หินแยกจากน้ำปูน ควรเริ่มต้นด้วยส่วนผสมที่เหลว และมีน้ำปูนมากสักหน่อย เมื่อเทลงแบบแล้ว ให้กระทุ้งในส่วนที่เททันที ระหว่างกระทุ้งจะเห็นน้ำปูนส่วนหนึ่งแทรกเข้าในส่วนมุม ๆ ของแบบ เมื่อคอนกรีตเต็มในส่วนมุมแล้ว กระทุ้งต่อไปน้ำปูนจะลอยขึ้นตอนผิวหน้าควรหยุดกระทุ้งได้ แล้วเทคอนกรีตต่อไป การเทคอนกรีตควรให้ต่อเนื่องกันไปให้หนาขึ้นเป็นลำดับ และด้านที่จะเทไปตามยาวให้ลาดประมาณ 15

องศา ทั้งนี้แล้วแต่ว่าคอนกรีตจะขึ้นเพียงไร ถ้าส่วนผสมขึ้น ความมาดในส่วนเทต่อจะทำมุม 45-60 องศา มีวิธีกักน้ำปูนไม่ให้ไหลลงตามความลาดอย่างรวดเร็ว โดยเทคอนกรีตส่วนปลายความลาดให้คอนกรีตพอกเป็นทำนบเป็นตอน ๆ ไป การไหลของน้ำปูนก็จะถูกกักอยู่ในส่วนกันนี้ ฉะนั้นเมื่อเทคอนกรีตต่อเนื่องก็จะได้น้ำปูนคอยช่วย เมื่อบางกระป๋องมีหินมากและหินจะเข้าไปรวมอยู่ที่เดียวกันนั้น การกระทุ้งที่มากเกินไปอาจทำให้หินถูกกระทุ้งให้ตกลงข้างล่าง น้ำปูนจะหนีลอยขึ้นมาจึงควรระวังไม่ให้เกิดกรณีดังกล่าว หลังจากเทคอนกรีตลงคานด้วยระยะทางประมาณ 1.00 เมตร ควรจะได้เต็มแบบในด้านริมของคานอย่างน้อย 0.30 เมตร ให้ค่อย ๆ ปาดให้เรียบรื้อยก่อน ให้ถึงระดับของปูนทรายเท่านั้นที่จะให้เท่าระดับตะปูที่ตอกข้างแบบ จะถึงระดับน้ำปูนที่ลอยหน้าไม่ได้ เมื่อผิวก่อตัวแห้งจะทำให้หน้าคอนกรีตต่ำกว่าระดับประมาณ 1 ซม. ควรเทเป็นลำดับและกระทุ้งสม่ำเสมอหรือเขย่าด้วยเครื่อง ไม่เหยี่ยวเหยื่อนานเกินควร และเหยี่ยวไปกระทบเหล็กจนกระทั่งทำให้แรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กในส่วนที่เทคานแล้วได้รับความกระทบกระเทือนได้ ควรเทไปและปาดหน้าปูนไปด้วยจนกระทั่งเต็มแบบ

(6) อาจเกิดเนื่องจากงานเทเต็มแบบ จะต้องแจ้งให้ฝ่ายผสมทราบล่วงหน้าเพื่อจะได้ไม่ผสมเกินจำนวน ทำให้ต้องทิ้งเสียของ หรือการหยุดเนื่องจากน้ำมันหมด วัสดุผสมหมด หรือแบบหล่อแยกออก ต้องได้รับการซ่อมแบบโดยเร่งด่วน หรือหมดเวลาการทำงานที่ไม่สามารถต่อเวลาได้ แต่ลักษณะเช่นนี้ ควรพิจารณาว่า ควรจะเทต่อจนกระทั่งเต็มตลอดคาน แต่ถ้าจำเป็นต้องหยุดเทด้วยเหตุใดก็ตามควรหยุดกลางคาน และเอาไม้แบบกั้นไว้หรือต่อตั้งฉากไว้เสมอ เมื่อจะทำการหล่อต่อก็กะเทาะหน้าคอนกรีตออกแล้วเทน้ำปูนแล้วหล่อต่อไป

(7) การแก้มือมีหินรวมอยู่มาก ควร โยกหินที่รวมตัวกันมาก ๆ ออก แล้วนำน้ำปูนที่ผสมมาโดยเฉพาะมาใส่ให้ได้คอนกรีตที่มีอัตราส่วนเสมอกันกับคอนกรีตที่เทไว้แล้ว ทุก ๆ ส่วนของคานจะต้องระมัดระวังและคาดคะเนเอาไว้ว่าจะไม่เป็นโพรงขึ้น ควร โยกคอนกรีตขึ้นเมื่อไม่แน่ใจว่าส่วนใดจะบกพร่อง แล้วนำคอนกรีตใหม่ใส่ลงไปแทน ไม่รีบเทจนกระทั่งทำให้งานไม่สมบูรณ์ การแก้ไขภายหลังการถอดแบบเป็นวิธีที่อาจถูกตำหนิได้

(8) การแต่งผิวหน้า เมื่อเทคอนกรีตเต็มคานแล้ว ควรทิ้งคอนกรีตให้หมาดประมาณ 3-4 ชั่วโมง ภายหลังเท จนกระทั่งนำเกรียงไม้ปาดหน้าให้เรียบได้ โดยอาศัยระดับตะปูที่ตอกไว้ให้ระดับเสมอกันตลอดคาน อาจต้องเสริมปูนทรายในบางส่วนที่ต่ำไป ฉะนั้นถ้างานเสร็จตอนเย็นควรมอบหมายให้ช่างมาปาดหน้าปูนจึงจะถือว่างานหล่อคานเสร็จสิ้น และคลุมหน้าคอนกรีตด้วยกระดาษหรือถุงปูนเมื่อเสร็จต่อ 1 วัน เพื่อป้องกันไม่ให้หน้าผิวคอนกรีตหนีไปก่อนที่คอนกรีตจะแข็งตัว

(9) การถอดแบบและบ่มรักษา หลังจากที่ได้ควบคุมน้ำในคอนกรีต เมื่อการเทคอนกรีตเสร็จแล้ว ทิ้งคอนกรีตให้แข็งแรงพอโดยปกติจะใช้เวลา 2 วัน จึงจะทำการถอดแบบได้ การถอดแบบในคอนกรีตใหม่ ๆ เช่นนี้ จะต้องทำอย่างระวังมิให้มีการจัด ตกให้กระเทือนเนื้อคอนกรีตมาก คอนกรีตจะรับกำลังมากไม่ได้ ให้ถอดค้ำยันข้าง ๆ ออกก่อนแล้วถอนตะปูที่โผล่หัวไว้ตอนริมแบบออก เคาะเบา ๆ แบบก็จะหลุดออกมา สำหรับแบบที่องค์คานยังคงต้องทิ้งต่อไปอีก 7 วันเป็นอย่างน้อย แล้วต้องค้ำกลางคานไว้ถ้าถอดแบบที่องค์คานแล้ว จนกระทั่งคอนกรีตอายุ 28 วันปกติจะทิ้งไว้ถึง 14 วัน จึงจะถอดแบบที่องค์คานได้ แล้วค้ำกลางคานไว้ในเวลาดังกล่าว ให้ทำการบ่มรักษาทันที แต่ถ้ามีส่วนที่จะต้องอุดซ่อมกระทำได้ทันที โดยใช้ส่วนผสมปูนทราย 1:2 ชั้น ๆ อุดรอยรูใหญ่ที่เกิดขึ้นให้เต็มจนหมดพอดี นำกระสอบคลุมให้ทั่วแล้วรดน้ำให้ชุ่มตลอดเวลา 7 วันเป็นอย่างน้อย ควรทำการบ่มไว้ 15-21 วัน จะได้คอนกรีตที่มีความแข็งแรงเกิดขึ้นเต็มที่ น้ำในคอนกรีตจะทำปฏิกิริยาเกิดการแข็งตัวจนสมบูรณ์ ต้องไม่ลืมการรดน้ำให้กระสอบชุ่มน้ำตลอดเวลาที่ทำการบ่ม เป็นต้น

1.9 การตั้งแบบเสา เสาสำหรับอาคาร โดยทั่วไปมีขนาด 0.20 เมตร และ 0.15 เมตร การทำแบบเสาควรเลือกทำขนาดที่ใหญ่ 0.20 เมตรก่อน และทำการหล่อก่อน เมื่อต้องการหล่อเสาที่เล็กกว่าอาจขอยออกได้ง่าย และคร่าวเปลาะแบบก็ไม่ต้องตัดใหม่ ส่วนความสูงของช่วงเสาจะดูได้จากรูปตัดของอาคาร แสดงให้เห็นว่าช่วงหลังคานคอดินถึงใต้คานชั้นบนสูง 2.40 เมตร แต่ถ้าแบบก่อสร้างอื่น ถ้าบ่อกระยะความสูงจากพื้นชั้นล่างจนถึงพื้นชั้นบนให้หักส่วนที่เป็นคานออกไป เพราะการหล่อคอนกรีตจะทำเป็นส่วน ๆ การเลือกความยาวของไม้แบบควรสูงกว่าสัก 5-10 ซม. ทั้งนี้ก็เพื่อแก้ปัญหาการเทคอนกรีตคานคอดินต่ำไป การตั้งดินแบบเสาที่ต้องต่ำไปด้วยจะได้ระยะช่วยเสริมตอนปลายแบบเสา

1.9.2 การสร้างแบบเสา

(1) แบ่งไม้คร่าวเปลาะแบบออกเป็นสองชุด แต่ละชุดมีจำนวน 40 อัน ชุดแรกเป็นคร่าวที่จะใช้กับแบบที่หน้ากว้าง 0.25 โดยนำไม้หนา 6 นิ้ว กับไม้ที่ซอยอีก 4 นิ้วมาเปลาะ การนำไม้แบบทั้ง 2 แผ่นมาเปลาะกันแม้ว่าความกว้างของหน้าไม้รวมแล้วอาจเท่ากับ 0.245 เมตรก็นับว่าใช้ได้ แต่ต้องเอาระยะที่วัดได้นี้ไปวัดกับไม้คร่าวด้วย เช่น ได้กำหนดว่าได้วัดไว้ 0.25 เมตร ฉะนั้นวิธีฉลุไม้คร่าวโดยวัดระยะ 0.25 เมตรลงตอนกลางของคร่าวที่ยาว 0.45 เมตร โดยทำการแบ่งครึ่งคร่าวแล้ววัดจากจุดแบ่งออกไปทั้งสองด้าน ๆ ละ 0.125 เมตร ให้ขีดเส้นตั้งฉากกับความยาวตลอดหน้าไม้คร่าวทั้งสอง และจากเส้นนี้ให้วัดออกไปทางด้านหัวไม้อีก 0.05 เมตร จะทำให้ปลาย

ไม้มั่นคงขึ้น เมื่อเร่งลิ้มในตอนประกอบแบบเสาแล้วนำขอขีดแบ่งครึ่งไม้คร่าว และฉลุไม้ออกตาม ระยะกว้าง 0.05 เมตร และใช้สิ่วตอกตามแนวกลางคร่าวที่ขีด

ส่วนคร่าวอีกชุดหนึ่งที่มีความยาว 0.45 เมตรเท่ากัน แต่ต้องการที่จะประกบไม้แบบ ขนาดกว้าง 0.20 เมตร ฉะนั้นการวัดความกว้างลงในส่วนกลางของคร่าว ได้แบ่งครึ่งคร่าวแล้ว วัด จากจุดแบ่งออกไปทั้งสองข้างด้านละ 0.10 เมตร (ถ้าขนาดกว้างของไม้แบบแคบกว่านี้ก็ให้ใช้ระยะที่ วัดนั้นแทนตัวเลขดังกล่าว) แล้วขีดเส้นที่มีช่องกว้าง 0.20 เมตร จากเส้นนี้ให้วัดออกไปที่ระยะ 0.025 เมตร และ 0.05 เมตร โดยวัดต่อกันไป รวมเป็นระยะ 0.075 เมตร จะเห็นว่าจะมีระยะที่ยัง เหลือตอนปลายคร่าวอีกด้านละ 0.05 เมตร แบ่งครึ่งไม้คร่าวในช่วงที่วัด 0.05 เมตร แล้วฉลุไม้ ออก ทำเหมือน ๆ กันจำนวน 40 อัน เป็นต้น

(2) ให้วัดระยะลงบนไม้แผ่นที่ยาว 2.50 เมตร โดยวัดจากดินแบบขึ้นมา 0.05 เมตร แล้วขีดจากที่หน้าไม้และจากปลายแบบเสาให้วัดลงมา 0.10 เมตร แล้วขีดจากเช่นเดียวกันจาก เส้นทั้งตอนบนและดินแบบให้เหลือระยะให้ห่างเท่า ๆ กันจะได้ระยะประมาณ 0.60 เมตร วัดลง แบบและขีดจากทุกจุดที่วัดแบ่งระยะ แต่ต้องไม่ลืมว่าควรเป็นด้านหลังของไม้แบบที่ไม่ได้สัมผัส คอนกรีต ให้วัดด้วยวิธีดังกล่าวลงไม้ทุกแผ่น โดยวิธีวางทาบกันแล้วขีดเส้นให้ตรงกันตามสันไม้ ก่อนจึงขีดที่หลังแบบเสาได้

(3) นำคร่าวที่ใช้กับไม้แบบกว้าง 0.25 เมตร รองใต้ไม้แบบที่หงายด้านสัมผัส คอนกรีตขึ้น ทาบมุมตอนแนวที่ขีดไว้ให้ตรงกับริมของไม้คร่าว นำไม้หน้า 6 นิ้ว ตอกติดไม้คร่าว เพลาะแบบก่อน โดยให้ริมไม้พอดีกับรอยที่ฉลุแล้วตอกตะปู 2 ตัว ขนาด 2 นิ้ว ลงบนหน้าไม้ให้ยึด ติดคร่าวทุกตัวที่รองตามแนวที่แบ่งทั้งหมด 5 ตัว จากนั้นให้นำไม้ที่ซอยไว้ที่กว้าง 0.10 เมตร เข้า เพลาะด้วยกัน ริมไม้จะพอดีกับรอยที่ฉลุ อาจใช้แม่แรงอัดถ้าข้างแบบลึกรอยฉลุ การวัดเพื่อฉลุต้อง ระวังว่า ถ้าอัดไม้สองชั้นเข้าด้วยกัน ระยะกว้างของเสาอาจลดลงไปอีก ต้องวัดด้วยระยะที่วัดได้จริง ด้วยและตอกตะปูอีก 2 ตัวในไม้แผ่นที่สองนี้ทุกไม้คร่าวเพลาะแบบ ทำการเพลาะไม้เป็นจำนวน 8 ชุด เสร็จแล้วซ้อนกันให้แน่นได้

จากนั้นให้ทำการตอกไม้คร่าวประกบลงในแบบขนาด 0.20 เมตร นำคร่าวซ้อนใต้ เช่นเดียวกัน แต่ควรเป็นแนวที่ห่างจากเส้นฉลุเข้าสู่ศูนย์กลางไม้ข้างละ 0.025 เมตร เริ่มตอกด้วยการ วางแบบลงบนคร่าวให้สันของไม้คร่าวตรงกับเส้นที่ขีดบนหลังแบบ ควรตอกตะปูจำนวน 3 ตัว (ริม 2 ตัวและ กลาง 1 ตัว) จะต้องรักษาระยะที่ขีดไว้อย่างเคร่งครัด เพราะแบบเหล่านี้จะนำมาประกอบ กันจะได้ใช้กัน ได้ทุกแผ่น อาจสับเปลี่ยนกันก็ยังใช้ได้

(4) ทำลิมจำนวน 40 อันต่อแบบเสา 1 ต้น ฉะนั้นต้องทำจำนวน 160 อัน($40 \times 4 = 160$ อัน) โดยให้ความหนาของส่วนสอดตอนกลางลิมประมาณ 0.0125 เมตร โดยตัดจากไม้คร่าว ให้เอียงตามขนาดที่ต้องการ รวบรวมลิมไว้เป็นสัดส่วนจะได้ไม่ต้องทำกันอีก การสอดลิมลงช่อง เพื่อบังคับมุมไม้แบบมุมละ 2 อัน สอดจากด้านบนนอกเข้าไป และค่อย ๆ เร่งลิมไปโดยอาศัยการได้ ฉากของไม้ประกอบแบบเสา

1.9.2 การประกอบแบบและตั้งแบบ การประกอบแบบ 2 ชุด ๆ ละ 2 แผ่น นำชุดที่ คร่าวเพลาแบบหงายรอยลุมขึ้นอยู่ในฝั่งตรงข้ามกัน แล้วนำแบบอีกชุดหนึ่งเป็นตัวที่ซ้อน และ คล้องรอยลุมคว่ำลงบนรอยลุมหงายจะลงรอยกันพอดี แต่จะหลวมเพราะได้เว้นระยะห่างเพื่อสอด ลิม เมื่อนำลิมสอดตามร่องที่เว้นไว้มุมละ 2 ตัว เปรอะละ 8 ตัว เร่งลิมให้ไม้แบบเสาทั้ง 4 แผ่นอัดเข้า ด้วยกันโดยรักษาลักษณะสี่เหลี่ยมจัตุรัสเอาไว้ การประกอบกับเหล็กแกนต้องไม่ลิมที่จะผูกผูกปูน ดัดเสาเพื่อบังคับให้เหล็กอยู่ในแบบเสาที่มีระยะหุ้มของคอนกรีต 0.025 เมตรเท่า ๆ กันทั้ง 4 ด้าน ของเสา ต้องไม่ใช่ผูกปูนมากจนทำให้เทคอนกรีตให้ลงเสาได้ยาก การที่อัดลิมแล้วยังต้องตอกตะปู เพื่อบังคับแบบในช่วงระหว่างคร่าวให้ติดแนบ แต่ควร โผล่หัวประมาณ 1-1.5 ซม. แล้วพับหัวเพื่อ ถอนได้เมื่อต้องการถอดแบบ การตั้งแบบมีกรรมวิธีเป็นลำดับดังนี้

(1) ทำการแบ่งศูนย์เสา โดยใช้ผังช่วย ชิดเส้นกรอบเสาตามขนาด และชิดเส้น แบ่งศูนย์กลางเสาทุกต้นต้องให้เส้นลากเลยออกมาปรากฏที่ข้างแบบคานหรือบนหลังคานในเมื่อ เป็นศูนย์กลางเสาทั้งสองเส้นที่ตัดกัน(ในกรณีที่เป็นเสาดอนมุม) จะพบว่าเหล็กแกนผิดจากตำแหน่ง ให้ดึงเหล็กแกนเสาให้ถูกต้องก่อนประกอบแบบ

(2) แบ่งครึ่งดินแบบ เมื่อประกอบแบบแล้วจะมีขนาด 0.20 เมตร ให้แบ่งครึ่ง ของแบบทั้ง 4 ด้านเป็น 0.10 เมตร จะได้เส้นศูนย์กลางตัดกันที่ปรากฏที่หัวของแบบตอนดินแบบ ให้ชิดเส้นต่อจากดินแบบขึ้นมาปรากฏที่ข้างหลังแผ่นตอน โคนแบบ ชิดทั้ง 4 ด้านของแบบเสา ต้อง ไม่ลิมทาน้ำมันเครื่องบาง ๆ ที่ผิวแบบก่อน

(3) วางแบบในตำแหน่ง เมื่อได้ประกอบแบบเป็นรูปเสาแล้ว เลื่อน โคนแบบ ให้ถึงศูนย์กลางของเสาที่บนหลังคานตรงกับเส้นศูนย์กลางของแบบเสาที่ชิดเส้นไว้ นอกจากนี้ยัง พิจารณาว่าแนวขนาดเสาภายในแบบจะต้องตรงกับแนวของเส้นที่ชิดปรากฏบนหลังคานใช้เป็น แนวข้างแบบ

(4) ยึดแบบเสา การตั้งให้ตรงศูนย์และแนวของเสาต้องทำอย่างแน่ชัด เพราะ หลังจากตั้งแบบแล้วจะรื้อออกและจะหาศูนย์กลางไม่ได้ ต้องใช้เป็นศูนย์กลางของเสาที่จะหล่อต่อขึ้นไป จึงต้องตั้งแบบให้ถี่ถ้วน ตรวจสอบได้ ตอกหลักเสาด้วยไม้คร่าว $1\frac{1}{2}$ - 3 นิ้ว ยาวประมาณ 1.00-1.20

เมตร เสี้ยมปลายให้แหลมให้ห่างจากโคนเสาที่จะตั้งประมาณ 0.75-1.00 เมตร ไปทางด้านข้างเสา โดยหลักอีกตัวหนึ่งตอกประมาณว่าเกือบตั้งฉากกัน ให้โผล่หัวหลักขึ้นมาจากดินประมาณ 0.20-0.30 เมตร และหลักจะต้องจมแน่น ถ้ายังคลอกอยู่ให้เปลี่ยนหลักที่ยาวขึ้น การตอกหลักไว้แต่ละตัว ใช้ยึดให้แบบเสาไม่เลื่อนไป เมื่อทำการเทคอนกรีตให้นำ ไม้ยาวประมาณ 1.00-1.50 เมตรตียึดแบบ ช่วงล่าง โดยตอกยึดข้างแบบไปยังหลักตอกด้วยตะปู 2 ½ - 3 นิ้ว และทำการยึดดินแบบติดกับหลัก ในด้านฉากของเสา ในลักษณะการตอกเช่นนี้ โคนเสาจะเลื่อนไปไม่ได้ แต่ก่อนยึดต้องไม่ลืมที่จะพยายามตั้งแบบเสาให้วางบนหลังคานแน่นและเสาตั้งเกือบได้ตั้งตามแนวเส้นเสาด้วย

(5) จับตั้ง การตั้งแบบตอนนี้ควรมี 3 คน คนหนึ่งถือด้ามไม้ที่ปลายผูกคิ่ง แล้วพาดกับตอนยอดของแบบในส่วนมุม โดยให้สายคิ่งห่างจากมุมของแบบเสาน้อยที่สุด และต้องระวังว่าลูกคิ่งที่ทิ้งลงไปเกือบถึง โคนแบบเสาสายคิ่งจะวิ่งไปตามขอบของแบบ ทั้งลูกคิ่งและสายคิ่งต้องไม่กระทบกับส่วนใดของแบบเสา นำไม้คร่าวยาว 2.00-2.50 เมตร ตีเข้าไปในส่วนข้างแบบตอนริมพาดปลายไม้คร่าวลงไปใกล้ ๆ กับหลักที่ยึดดินแบบเพราะจะอาศัยหลักเดียวกันนี้ยึดคร่าวตัวนี้ด้วย ตอกเพียงไม้แบบเสาเอาไว้ก่อนทั้งสองตัวที่วางอยู่ในแนวฉากกัน ซึ่งคนที่สองนี้เป็นคนตอกคร่าว ยึดให้ยื่นตรงกับด้านของเสาที่ตั้งฉากกับแนวข้างแบบที่จะจับตั้ง จับ ไม้แบบเสาดัน ไปข้างหน้าหรือจะดึงถอยหลัง จนคนจับตั้งบอกว่าได้ตั้งแล้ว คนตอกคร่าวยึดกับหลักก็จะตอกทันที การดันปลายเสาเช่นนี้ โคนของแบบเสาจะขยับไปเพียงเล็กน้อยและอาจไม่เปลี่ยนเลขถ้าตอนยึดแบบแล้วตั้งแบบเสาให้เกือบได้ตั้ง ทำการจับตั้งอีกริมหนึ่งที่ทำฉากกับแนวที่จับไปแล้ว ทำการดันให้แนวเส้นเชือกคิ่งขนานกับขอบของแบบเสาแล้วยึดแนวฉากกับแนวแรกกับหลักที่ยึดดินแบบนั่นเอง การตอกยึดหลักของคร่าวยึดปากแบบนี้จะต้องต่ำจากแบบประมาณ 0.50 เมตรเพื่อให้ตอนปลายเสาเอาไว้ตีไม้คร่าวยาวยึดปากแบบ และอีกประการหนึ่งคำยืนยันพยายามให้กดปลายฝังลงกับดิน และแนบกับหลักตอก ตะปู 2 ตัวให้แน่นทั้งหลักและไม้แบบ หรือบางที่ต้องตอกยึดกับคร่าวเปลาะแบบก็ได้ผลดี ถ้าเป็นการตั้งแบบเป็นแนวยาว ๆ มีเสาที่ต้องตั้งหลายต้น ควรตั้งตัวต้นกับตัวปลาย ส่วนเสาดักกลางเหล่านั้นใช้การยึดแบบเสาช่วงบนเพียงข้างเดียว เพราะด้านฉากกันใช้คร่าวรัดปากแบบยึดแทน แนวต่าง ๆ จะอาศัยการชิงเชือกจากแบบเสาที่ได้ตั้งในตอนต้นและตอนปลาย การตั้งเสาเพียง 4 ต้น ควรตั้งและจับตั้งทุกต้น ยึดแบบทั้งส่วนดินแบบและช่วงบนด้วย หลังจากนั้นให้ใช้ไม้คร่าวยาว 4.00-4.50 เมตร ตีประกบข้างเสาทั้ง 2 ข้างให้ต่ำกว่าหัวเสาประมาณ 0.50-0.70 เมตร เรียกไม้รัดปากแบบรัด โดยรอบเป็นการช่วยยึดปลายแบบเสาทั้ง 4 ต้นเอาไว้ให้แน่นหนา และคนเทคอนกรีตจะขึ้นไปยืนบนไม้คร่าวรัดปากแบบนี้เพื่อเทคอนกรีตเสาได้สะดวก พยายามไม่ให้มีการตัดไม้คร่าวเพราะจะ

เป็นเศษไม้ใช้งานได้น้อยลง ทดลองค้นแบบเสาคว่ำจะมั่นคงพอจะไม่ทำให้ดิ่งที่ตั้งไว้เปลี่ยนไปการตอกยึดจึงต้องแน่นหนา อาจเสริมค้ำยันขึ้นเมื่อเห็นว่าการให้มั่นคงขึ้นอีก เป็นต้น

1.9.3 การเทคอนกรีตเสา การเทคอนกรีตเสาเป็นเทคนิคโดยเฉพาะ ช่างผู้ทำการจะต้องเข้าใจและมีความชำนาญพอจึงจะได้งานเรียบร้อย รวมทั้งมีความแข็งแรง การเทคอนกรีตเสาให้เต็มแบบและผิวสวยโดยเทเหลว ๆ หรือใส่หินเพียงเล็กน้อยมีแต่น้ำปูนทราย ถอดแบบออกมาก็เรียบร้อยดี แต่ถ้าต้องการให้เสาแข็งแรงจะต้องทำให้ครบตามขั้นตอน และควบคุมให้คอนกรีตลงแบบอย่างทั่วถึงและเป็นคอนกรีตที่ดีด้วย มีการทำตามลำดับดังนี้

(1) การถ่ายระดับน้ำ เช่นหากในรูปตัดอาคารที่แสดงความสูงของช่วงของแต่ละชั้นจากระดับพื้นถึงใต้คานกำหนดไว้ 2.50 เมตร ฉะนั้นจะต้องหาระดับพื้นล่างให้ได้จากระดับดินเดิม (+) และเพิ่มระยะจนกระทั่งเป็นระดับหลังพื้นแล้ว หรือจากระดับหลังคานเพิ่มอีก 0.05 ซม. จากจุดนี้วัดขึ้นไปทีแบบเสาดันใดต้นหนึ่ง 2.35 เมตร เพราะว่าหัวเสาจะต่ำกว่าท้องคานชั้นบน 0.05 เมตร จึงควรเทคอนกรีตในระดับนี้ จากเสาดันหนึ่งให้ใช้สายยางพลาสติกใส่ใส่น้ำแล้วถ่ายระดับน้ำไปยังเสาดันอื่น ตอกตะปูจากด้านนอกให้ตะปูทะลุแบบเข้าไปภายในแบบเสา เสาทุกต้นจะมีระดับหัวเสาเท่ากันหมด อย่างไรก็ตามเมื่อหล่อเสาแล้วจะมีการตั้งแบบท้องคานต้องหาระดับกันใหม่โดยคิดจากระดับพื้นชั้นล่างเช่นเดียวกัน

(2) ให้อัดน้ำและน้ำปูนทราย ให้อัดน้ำสะอาดลงไปแบบเสาทุกต้นเพื่อชะล้างสิ่งสกปรก แม้จะเคยล้างและสกัดในสวน โคนเสาไว้แล้วก็ตาม เศษซีเมนต์หรือเศษดินอาจตกลงไปบนหน้าคอนกรีต โคนเสาได้ ให้นำน้ำซุ่มเปียกแบบเสาอย่างทั่วถึงเป็นการป้องกันมิให้แบบดูดน้ำจากคอนกรีต และช่วยให้การเทไหลลงได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะเหล็กเมื่อเนื้อคอนกรีตกระทบจะทำให้คอนกรีตเคลื่อนได้ง่าย น้ำที่เทล้างจะไหลออกจากโคนแบบเสาจนหมด ทิ้งผิวหน้าคอนกรีตให้หมาด สัก 10-15 นาที นำน้ำปูนทรายอัตราส่วน 1:2 ผสมเหลว ๆ เทลงไปภายหลังการอุดรอยต่อแบบโดยรอบแบบเสาและตอนดินแบบด้วย ใช้ดินปั้นให้เป็นแท่งดินกลม ๆ ลักษณะเป็นแท่งยาว ๆ อุดตามรอยต่อแบบ ใช้หัวแม่มืออุดให้ดินเต็มรอยต่อแบบและพอกข้างนอกให้หนาขึ้นด้วย ค่ะเนเอาว่าเมื่อเทคอนกรีตแล้วน้ำปูนจะไม่ไหลออกมาได้ จัดคนงานคอยควบคุมและซ่อมรอยต่อแบบที่น้ำปูนยังคงไหลออก และเจาะแบบและเสียบเหล็กยึดผนังด้วย

(3) ควบคุมการผสมคอนกรีต คอนกรีตที่ใช้สำหรับเทคอนกรีตควรมีความเหลวว่าการเทลงคานหรือลงพื้น ตามกำหนดจะใช้คอนกรีต 1 : 2 : 4 ในงานทั่ว ๆ ไป แต่เมื่อผสมคอนกรีตเสาอาจจำเป็นต้องลดอัตราส่วนของหินลง ใช้อัตราส่วน 1 : 2 : 3 หมายถึงผสมปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทรายหยาบ 2 ส่วน และหิน 3 ส่วน การลดอัตราส่วนของหินนี้อาจทำให้ต้องเพิ่มส่วนของ

ปูนซีเมนต์ชั้น ราคาจะแพงกว่าที่ใช้ส่วนผสม 1 : 2 : 4 ส่วนความชื้นของส่วนผสมในการเริ่มเท ในช่วงเทสูงประมาณ 0.50 เมตร จากโคนเสาควรเหลวน้อยและเมื่อเทสูงขึ้นส่วนผสมก็ควรชั้นขึ้น เป็นลำดับ จึงจะเป็นวิธีเลี้ยงเนื้อคอนกรีตให้สม่ำเสมอ ส่วนผสมทุกกระป๋องที่ยกขึ้นมาจะต้องผสมได้ที่ ความเหลวควรใช้คอนกรีตที่มีความยุบไม่เกิน 5 นิ้ว ถ้าความยุบเกินจากนี้คอนกรีตจะรับกำลังต่ำ ผู้เทจะเป็นผู้พิจารณาและแจ้งให้ช่างผสมที่หน้าไม่ปรุงส่วนผสมให้พอดีหรืออาจเสริมน้ำ ในกระยะไม่ได้ไม่ก็อาจทำได้ถ้าคอนกรีตชั้นไป สำหรับการเทคอนกรีตที่มีขนาดใหญ่และใช้เครื่อง เขย่าอาจใช้คอนกรีตที่มีความยุบไม่เกินกว่า 3 นิ้ว เป็นต้น

(4) การขึ้นไปเทและการส่งคอนกรีต ไม้รัดปากแบบที่ตีคู่อ้าต่ำลงมาจากปาก แบบประมาณ 0.50-0.70 เมตรจะทำให้ยื่นเทได้ถนัด นำไม้แผ่นพาดใกล้ ๆ เสาแล้วตอกตะปูติด ไม้ให้เลื่อน อาจใช้ 2 คน คนหนึ่งทดลองแบบและอีกคนกระทุ้ง ถ้าใช้คนเดียวต้องทั้งเทและกระทุ้ง ด้วย ส่วนการส่งปูนโดยการตักใส่กระป๋องแล้วโยนขึ้น ถ้าพลาดอาจจะเป็นอันตรายกับคนข้างล่าง และกระป๋องจะแตกเสียหาย จึงควรทำนั่งร้านแล้วให้คนส่งปูนยืนบนนั่งร้านเป็นระยะไป สำหรับการเทเสาชั้นล่างเพียงส่งต่อกันก็นับว่าทำได้ แต่ถ้าเป็นการหล่อเสาชั้นสองต้องติดตั้งรอก การส่ง คอนกรีตควรเลือกคนงานที่แข็งแรง เพราะมีน้ำหนักมาก และควรตักใส่กระป๋องประมาณ $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ กระป๋องเท่านั้น ถ้าไม่ผสมอยู่ห่างก็ควรตักเพียง $\frac{1}{2}$ กระป๋องและหาบทีละคู การโยนกระป๋องลงไม่ควรทำควรส่งต่อกันไป

(5) การเทคอนกรีตลงแบบ ปากแบบเสาน้ำสังกะสีทำเป็นรางเรียกว่ารางหูช้าง เสียบไว้ เพื่อเทคอนกรีตลงราง คอนกรีตจะรวมเป็นกลุ่มก้อนลงไปยังเสา การเทควรรวมปูนใน กระป๋องให้ส่วนผสมสม่ำเสมอ พยายามเทให้คอนกรีตกระทบแบบและเหล็กน้อยที่สุดเพราะจะทำให้ คอนกรีตแยกตัวได้ง่าย และไม่โขกกระป๋องบนหัวแบบเสาโดยเด็ดขาดจะทำให้แบบทรุด การเท แต่ละกระป๋องจะต้องพิจารณาว่าส่วนผสมของคอนกรีตจะเข้าไปเต็มในแบบเสา ฉะนั้นจึงต้องทำ การกระทุ้งสลับการเท และเหล็กที่กระทุ้งควรใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 ม.ม. ปลายมนส่วนมือ จับม้วนเป็นวงเพื่อจับกระทุ้งได้ถนัด มีความยาวกว่าความสูงของแบบเสา อาจใช้ยาว 2.60 เมตร การ กระทุ้งต้องไม่ทำซ้ำกันนานเกินควร อาจเปลี่ยนตำแหน่งให้สม่ำเสมอรอบ ๆ เหล็กปลอกโดยเฉพาะ การกระทุ้งตอนกลางเสาไม่ยาก แต่สำหรับข้างแบบต้องระวังว่าจะไม่กระทบกับลูกปูนหรือเศษหิน ก้อนโตที่ไปค้างอยู่จนกระทุ้งไม่ลง ไม่ควรจับเหล็กแกนโยกไปมาเพื่อให้การกระเทือนแก่คอนกรีต ด้วย เมื่อเททุก 1-2 กระป๋องแล้วจะต้องหยุดเทแล้วกระทุ้งโดยรอบ ระวังบางส่วนน้ำปูนจะไหลออก ต้องอุดทันที ยิ่งเทสูงขึ้นน้ำปูนจะยิ่งลอยหน้าหนาขึ้น แสดงว่าส่วนที่เป็นหินจะจมอยู่ตอนล่าง ควร ประคองคอนกรีตด้วยการลดน้ำปูนแล้วเทคอนกรีตที่ขึ้นและมีหินมาก การกระทุ้งจะทำเฉพาะ

คอนกรีตที่เทลงไปใหม่เท่านั้น จะไม่กระทุ้งเหล็กลงในแบบเสาจนถึงก้นแบบซึ่งเป็นส่วนที่เทคอนกรีตไว้ก่อน แล้วกระทุ้งลึกลงไปเพียง 10-20 ซม. จากคอนกรีตที่เทใหม่ ระหว่างเทถ้ายังสงสัยว่าคอนกรีตจะไม่เต็มแบบควรหยุดเทและเคาะข้างแบบให้คอนกรีตขยับตัวแทรกให้เต็มแบบได้ การกระทุ้งไม่ควรแรงจนกระทั่งเหล็กปลอกถูกกระแทกให้เอียงไป เมื่อเทถึงปากแบบถ้ามีน้ำปูนลอยหน้ามากให้ตักออกและนำเนื้อคอนกรีตใหม่ใส่ลงไปแทน การเทเสาในช่วงกลางแบบเสาขึ้นไปจะง่าย เพราะมีน้ำปูนทรายช่วยให้เทได้ง่ายแต่ก็ไม่ควรประมาทให้ถึระดับปูนทรายเสมอกับตะปูที่ตอกไว้ และหลังจากเทเข้าแบบจะไม่ตอกหรือจัดใด ๆ เว้นแต่ต้องการซ่อมแซมแบบให้แข็งแรงขึ้น ถ้าแบบแตกระหว่างการเทควรหยุดเทแล้วทำการซ่อมก่อนแล้วจึงเทต่อไป

(6) ถอดแบบ เทคอนกรีตครบ 4 ต้นเสา แล้วให้ทิ้งแบบไว้ 2 วันขึ้นไป เริ่มด้วยการถอนตะปูที่ตอกข้าง ๆ แบบทิ้ง 4 มุมออกก่อน คลายลิ้มรอบ ๆ และค่อย ๆ จัดไม้ที่ยันจากข้างบนลงข้างล่างออก เคาะค่อย ๆ แบบก็จะหลุดจากคอนกรีต จะไม่ใช่ชะแลงหรือไม้จัดแบบ จะทำให้เสาคอนกรีตร้าวได้ เพราะยังรับกำลังไม่ได้ ไม่ทดลองดันเสาในตอนนี้อย่างไร ต้องให้เสากระทบกระเทือนน้อยที่สุด ถ้าเสาร้าวดึงต้องทุบทิ้ง การที่จะซ่อมผิวอาจได้ทันทีแต่ถ้าเป็นโพรงโดยเป็นเหล็กแกนควรทุบทิ้งแล้วหล่อเสาใหม่ เมื่อถอดแบบแล้ววางแบบเสาไม้ค้ำยันและลิ้มอยู่เป็นที่ จะสะดวกที่จะนำไปใช้ติดตั้งใหม่เมื่อได้ขูดปูนออกจากผิวแบบเสาแล้ว ถอนตะปูจากไม้คร่าวที่ตอกไม่จมและระวังเหยียบตะปู

(7) การบ่มและรักษา เมื่อถอดแบบแล้วต้องทำการบ่มทันที หรือถ้ายังไม่ถอดแบบ ในวันรุ่งขึ้นควรราดน้ำให้แบบชุ่มไว้เสมอ แต่ควรนำกระสอบหุ้มเสาและผูกให้กระสอบติดกับเสา ฉีดน้ำให้ชุ่มตลอดเวลา 7 วันเป็นอย่างน้อย ถ้าสามารถบ่มได้นานถึง 21 วันจะเป็นการดีมาก

1.10 การตั้งแบบคานชั้นบน การตั้งแบบคานชั้นบนยากเพราะต้องทำงานในที่สูง แต่มีการทำงานคล้ายกันเพียงแต่การสร้าง โครงรับแบบท้องคาน โดยทำเสาตู้หรือตุ้กตาแทนและมีวิธีติดตั้งเป็นขั้นตอน

1.10.1 การเตรียมไม้ ไม้ที่นำมาทำเสาตู้อาจเป็นไม้คร่าว 1 ½ x 3 นิ้ว 2x 4 นิ้ว หรือใช้เสาเข็มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 3.00 เมตร นอกจากนี้ยังใช้เสาเหล็กกลมยึดกันด้วยข้อต่อ วิธีหลังเป็นการง่ายและรวดเร็วแต่ลงทุนครั้งแรกสูง ถ้าเป็นงานที่ต้องใช้มาก ๆ ก็เห็นสมควรจัดทำด้วยเสาท่อเหล็กประกอบด้วย คานเหล็กรับ ข้อต่อ ท่อรับ และท่อค้ำยันที่ปรับระดับได้ทั่วไป นิยมใช้ไม้คร่าว 1 ½ x 3 นิ้ว เพราะเมื่อเสร็จงานแบบจะนำคร่าวนี้ออกไปใช้ทำคร่าวฝ้าหรือค้ำยัน โครงหลังคาได้ การที่จะเตรียมไม้คร่าวจะต้องประมาณความยาวเสาตู้ ตรวจสอบจากรูปตัดได้ระยะจากใต้คานบนถึงหลังพื้นชั้นล่าง นำระยะความหนาของไม้แบบท้องคาน 0.025 เมตร เพื่อสอดลิ้มดิน

เสาตู้ 0.04 เมตร ส่วนจำนวนคิดได้จากการพิจารณาว่าจะหล่อคอนกรีตคานครั้งละกี่คาน หรือได้ทำแบบข้างคานในตอนหล่อคานคอดินไว้จำนวนเท่าใด ถ้ากำหนดหล่อ 4 ด้านจะวางเสาตู้และท้องคานถึง 6 คาน คานช่วงหนึ่ง 3.20 เมตร นำระยะห่าง 0.75 เมตรหาร จะได้จำนวนเสาตู้ 4 ต้น และบวกอีก 1 ต้นแรก รวมเป็น 5 ต้น แต่ระยะของการตั้งเสาตู้จะเปลี่ยนไปประมาณ 0.80 เมตร ให้พิจารณาเปรียบเทียบดู ถ้าหล่อคานใหญ่ต้องให้ระยะเสาตู้ตั้งถี่ขึ้น อาจใช้ 0.40-0.50 เมตร จำนวน 4 คาน จะต้องตัดไม้คร่าว 24 ท่อน ($6 \times 4 = 24$ ท่อน) ไม้คานหัวเสาตู้ใช้ไม้คร่าว $1 \frac{1}{2} \times 3$ นิ้ว ยาว 1.00 เมตร จำนวน 24 ท่อน เช่นเดียวกัน และไม้ที่ใช้ทำค้ำยัน ควรเลือกไม้คร่าวมีความยาวตั้งแต่ 0.70-1.00 เมตร เสาตู้ 1 ต้น ใช้ค้ำยัน 2 ตัว จึงต้องหาไม้จำนวน 48 ท่อน นอกจากนี้ยังต้องเตรียมหลักที่เสียบปลายสัก 12 ตัว คร่าวประกบเสาตู้ยาว 3.00 เมตร จำนวน 6 อัน และค้ำยันอีกจำนวนหนึ่ง นอกจากนี้ควรนำแบบท้องคานคอดินมาใช้ ถ้าหล่อคานพื้นกำหนด 7 วันก็พออนุโลมให้ถอดแบบแล้วค้ำกลางคานเอาไว้ หรือจะใช้ไม้หนา 8 นิ้ว ยาวตามช่วงนำมาวัดให้ได้ระยะตามงานจริงของแบบท้องคานแล้วตัดฉาก ถ้ามีไม้สั้นอาจต่อกันได้ในส่วนหลังคร่าวที่เป็นหัวเสาตู้ แต่ควรเลือกไม้ยาวตลอดคาน จะทำให้ท้องคานเรียบและแข็งแรงกว่า เป็นต้น

1.10.2 การสร้างเสาตู้ มอบหมายให้ช่างคนใดคนหนึ่งทำเสาตู้โดยเฉพาะ จะทำเสร็จได้เร็วเพราะการทาบแบบเสาตู้อย่างที่ทำได้จะง่ายและเร็วด้วย หรือจะทำการวัดระยะไว้เพียง 1 ตัว แล้วทาบทุกตัวและขีดเส้นไว้ทุกอัน แต่ที่สำคัญของการสร้างเสาตู้คือการตีไม้คร่าวคานหัวเสาตู้ให้ตั้งฉากกับแนวเสาตู้ มีการทำเป็นสองตอนดังนี้

(1) ตอกไม้คานหัว นำเสาตู้วางกับพื้นราบ ใช้ไม้คานหัวพาดให้ได้ตอนกลางไม้คร่าว โดยได้วัดแบ่งเอาไว้แล้ว ไม่ให้หัวเสาตู้ยื่นล้ำแนวขอบนอกของไม้คานหัวได้ อาจไปหนุนแบบท้องคาน ตอกตะปู $2 \frac{1}{2} - 3$ นิ้ว ที่หัวเสา 2 ตัว ก่อนตอกเอาฉากจับมุมไม้คานหัวกับแนวของเสาตู้ทุกครั้ง

(2) ตอกค้ำยัน ไม้ค้ำยันจะตอกตอนปลายของไม้คานหัวมาทาบกับไม้เสาตู้ ตอกตะปูหัวละ 2 ตัว เช่นเดียวกัน การค้ำยันจะทำสองปลายของไม้คานหัวโดยเลือกไม้สั้นและยาวสลับกัน ต้องไม่ลืมนำฉากตอนมุมของไม้คานหัวกับแนวเสา ก่อนตอกไม้ค้ำยันยึดติดเสาตู้ แม้ไม้ค้ำยันยาวเท่ากันก็ทาบคนละหน้าของเสาได้

1.10.2 การตั้งแบบคาน การตั้งแบบคานเป็นที่ยากพอสมควร แต่ขึ้นอยู่กับช่างถ้ามีความชำนาญ จะได้ความแข็งแรงและได้ระยะที่ถูกต้อง งานก็จะเร็วด้วย มีวิธีการทำงานเป็นลำดับดังนี้

(1) การประกบไม้หัวเสา ควรเป็นไม้แบบที่มีความยาวท่อนละประมาณ 0.20-0.30 เมตร มีหน้ากว้างพอที่จะประกบกันได้รอบเสา เพราะหัวเสาได้หล่อต่ำกว่าท้องคานประมาณ 0.05 เมตร ให้ประกบทุกหัวเสา การตีไม้ประกบด้วยตะปูติดลงบนผิวคอนกรีต หรืออาจใช้ตะปุดอกคอนกรีตดอก แต่จุดสำคัญของงานนี้อยู่ที่การหาระดับว่าหัวไม้ประกบจะอยู่ระดับไหน โดยได้ย้ายระดับน้ำไปติดไว้ที่โคนเสาต้นใดต้นหนึ่ง จากระดับนี้ถ้าวัดตามข้างเสาขึ้นไปสูง 2.50 เมตรก็จะเป็นระดับท้องคานพอดี แต่ได้หล่อเสาให้ต่ำกว่าท้องคานประมาณ 0.05 เมตร และเมื่อหล่อแล้วระดับหัวเสาอาจมีระดับเปลี่ยนไป จะใช้หาระดับเลยไม่ได้ต้องทำใหม่ เพื่อให้วัดง่ายสำหรับการตั้งไม้ประกบหัวเสา ให้วัดขึ้นไปขีดไว้ช่วงบนใกล้หัวเสาที่ระยะ 2.00 เมตร ฉะนั้นจากเส้นนี้ถ้าวัดขึ้นไป 0.50 เมตร จะเป็นระดับท้องคานพอดี แต่ไม้แบบที่ทำท้องคานทับบนไม้ประกบหัวเสานานา 0.025 เมตร จึงต้องหักออกเหลือระยะเพียง 0.475 เมตร ($0.50 - 0.025 = 0.475$ เมตร) เท่านั้น ถ้าย้ายระดับน้ำที่ระยะ 2.00 เมตรนี้ไปยังหัวเสาทุกต้นที่จะทำการตั้งแบบท้องคาน นำไม้ประกอบตอกรอบหัวเสาทั้ง 4-6 ต้น เมื่อเตรียมเสาตูดั้งเพียง 6 คาน

(2) ตั้งเสาตูดั้งเสาตูดั้งได้ทำไปแล้วนำมาทับกับไม้ประกบหัวเสาด้านที่จะวางท้องคาน โดยนำด้านของไม้คาดหัวเสาทาบกับไม้ประกบหัวเสาให้หลังไม้คาดเสมอพอดีไม้ประกบหัวเสาด้วย แต่ดินเสาตูดั้งจะลอยเพราะได้เว้นไว้ให้ห่างจากหลังคานคอดิน 0.04 เมตร จึงต้องนำหัวไม้และลิ่มสอดสองทาง เร่งลิ่มให้ระดับหัวเสาพอดีกับไม้ประกบ ส่วนเหล็กเสียบยึดผนังให้มัดไม้เสาตูดั้งเอาไว้ วางเสาตูดั้งให้ได้กลางและขนานกับแกนเสา ตอกหลักหรือใช้หลักเดิมตียึดทางด้านฉากกับแนวการตั้งแบบคานให้โคนเสาไม่เลื่อนไปได้ และให้ตีตะปู 2 นิ้วตอกยึดลิ่มดินเสาตูดั้งไว้ด้วย แต่โผล่หัวให้ถอนได้ง่าย ให้ทำการตั้งเสาตูดั้งตัวริมเสาทุกเสา จากหลังไม้คาดหัวเสาตูดั้งจะวัดลงมาตามมุมเสา คอนกรีตที่ระยะ 1.20 เมตร จากจุดนี้ให้ยิงสายเอ็นคาดทางด้านข้างใดข้างหนึ่งของเสาตูดั้งลงมาหาโคนจะได้ระยะ 1.20 เมตรทุกตัว เริ่มตั้งเสาตูดั้งตัวกลางระหว่างตัวหัวท้ายของช่วงคานด้วยระยะห่างประมาณ 0.80 เมตร(ตามที่ได้คิดหาจำนวนเสาตูดั้ง) และต้องตีไม้ประกบเสาตูดั้งทับอีกฝั่งหนึ่งของสายเอ็น เสาตูดั้งช่วงกลางวางตามระยะห่างและพยายามตั้งเสาให้เสาเกือบได้ตั้งและยกดินเสาให้เส้นที่ขีดไว้จากหัวเสาลงมา 1.20 เมตรตรงกับแนวสายเอ็น โดยหนุนดินเสาด้านไม้แผ่นและลิ่มสองทาง ทำดังนี้ทุก ๆ ตัวที่ตั้งเสาตูดั้งแสดงให้เห็นว่าระดับหลังไม้คาดหัวเสาตูดั้งจะเท่ากันตลอด แล้วต้องตอกไม้ประกบติดเสาตูดั้งทางสันไม้เอาไว้ทุกต้นด้วยระยะ 1.20 เมตร เพียงสมมติขึ้นเพื่อการตั้งระดับหลังเสาตูดั้งเท่านั้นไม่ต้องไปยิงสายเอ็นหลังไม้คาดหัวเสาตูดั้ง ซึ่งทำได้ยากกว่าเพราะอยู่ในที่สูง แม้ว่าระดับอาจผิดไปบ้างไม่เป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะไปแต่งระดับท้องคานอีกครั้งตอนวางแบบท้องคาน เป็นต้น

(3) วางแบบท้องคาน จากหัวเสาตู้หรือระดับหลังไม้คาดได้เพื่อความหนาของ ไม้แบบท้องคาน 0.025 เมตร ถ้าวัดความหนาไม้ได้ 0.02 เมตร ให้เผื่อตามความหนาของ ไม้จริง ๆ นำไม้ท้องคานหนา 8 นิ้ว วางลงบนไม้คาดเสาตู้ ตอกตะปู 2 ½ นิ้ว จำนวน 3 ตัว ทุกไม้ควรวาง หนุนแบบให้ได้ระดับอีกก็ได้ จะให้ตรงก็ควรตอกตะปูที่มุมของแบบท้องคานมุมใดมุมหนึ่ง จึง เชือกให้ตั้งห่างจากมุมแบบเล็กน้อย แล้ววางมุมแบบตลอดท้องคานให้ขนานกับเส้นเชือก เมื่อตอน ปลายไม้แบบท้องคานได้ตอกติดไว้ก่อน แล้ววางท้องคานทุกช่วงทั้ง 6 คาน

การติดตั้งแบบข้างและการยึด เนื่องจากมีงานที่ต้องยกแบบข้างขึ้นไปติดตั้งในที่สูงจึง ควรมีคนงานช่วยส่งและรับ จะต้องระวังระดับโดยไม่ให้เสาตู้เอียงพับลงได้ ควรยืนบนไม้ที่ดีเป็น สะพานบังคับแบบตอนปลายของไม้คาดหัวเสาตู้ 2 หัว และนำขึ้นไปพาดให้ยื่นถนัด กรณีที่จะทำ การตั้งแบบข้าง ถ้าวางานประกอบเหล็กคานได้กระทำเสร็จสิ้นแล้ว และผูกผูกปูนด้านข้างและ หนุนท้องเหล็กไว้แล้ว นอกจากการให้ระดับหลังคานในส่วนด้านในแบบคานแล้ว ยังต้องหาแนว ที่จะเป็นส่วนพุกไม้ 2 X 4 เพื่อรับหัวตง และโบลต์จะต้องฝังหัวเข้าในเนื้อคานในส่วนกลางพุก พอดี เมื่อได้ตำแหน่งหัวท้ายแล้ว จึงเชือกเจาะรูที่ข้างแบบให้ห่างกัน 0.40 เมตรตลอดความยาว นำโบลต์ขนาด 3/8 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว สอดให้หัวโบลต์ไว้ภายในคานโพล์ปลายส่วนร้อยเนื้อออกมา แล้วนำเนื้อตวมหนุนไว้โบลต์ก็จะไม่หล่นหายไป ตอนเทจะระวังระยะการสอดโบลต์ให้ลึกได้ ระยะอีกทีหนึ่ง เช่น ไม้พุกรับคานหนา 2 นิ้ว ควรโพล์หัวโบลต์ออกนอกผิวคานเพียง 3 นิ้ว เท่านั้น ส่วนอีก 3 นิ้วฝังภายในอาคารและควรใช้ดอกสว่านเจาะให้หลวมไว้เล็กน้อยเพราะแบบ หล่อคอนกรีตขยายตัวทำให้ดึงแบบออกยาก

1.11 การถอดแบบคานบนการถอดแบบข้างคานจะทำได้หลังจากหล่อคอนกรีตแล้ว อย่างน้อย 2 วัน แต่แบบท้องคานต้องค้างไว้ก่อนและการถอดแบบจะต้องงัดตะปูที่ตอกโพล์หัว ตะปูไว้ก่อนออกก่อน แล้วจึงใช้หอนค้อนงัดตามมุมไม้ที่พาดค้ำยันกันพยายามไม่งัดให้คาน กระแทบกระเทือนเพราะคอนกรีตหล่อใหม่ยังแข็งแรงไม่เต็มที่

1.12 การหล่อเสา ค.ส.ล. ชั้นบนการตั้งแบบเสาโดยถอดแบบเสาจากการหล่อเสาชั้นล่าง มาแล้วชุคี่ปูน และทาน้ำมันเครื่อง นำแบบประกอบกับเหล็กแกนเสาให้ได้ศูนย์ยึดเสาให้แน่น เพราะเป็นการหล่อเสาในที่สูง การยึดเสาจะใช้หลังตงเป็นตัวยึดค้ำยันและทำการตีไม้บังคับปาก แบบเพื่อให้ขึ้นไปเทได้สะดวก การตั้งแบบให้ดูค่าอธิบาย หัวข้อ 2.4 และ 2.5 จะเป็นการอธิบาย การหล่อเสาคอนกรีตด้วย

