การพัฒนาโปรแกรมเพื่อออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต โดยวิธีมาร์แชลล์ บน VISUAL BASIC EXPRESS 2008

A DEVELOPMENT OF CALCULATION AND DESIGN PROGRAM ASPHALT CONCRETE BY MARSHALL METHOD ON VISUAL BASIC EXPRESS 2008

นางสาวปิยรัตน์ ปัตสาลี รหัส 50363266

นายวชิระ วิจิตรพงษา รหัส 50363389

นางสาววัชรี งามเลิศชัย รหัส 50363402

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 28 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 135120 62
เลขเรียกหนังสือ ...
มหาวิทยาลัยนเรศวร 2/619 ก 2563

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การพัฒนาโปรแกรมเพื่อออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต โดยวิธีมาร์แชลล์ บน Visual Basic Express 2008
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวปิยรัตน์ ปัตสาลี รหัส 50363266
	นายวชิระ วิจิตรพงษา รหัส 50363389
	นางสาววัชรี งามเลิศชัย รหัส 50363402
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์บุญพล มีไชโย
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์บุญพล มีไชโย)

.....กรรมการ

(อาจารย์ภัคพงศ์ หอมเนียม)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.สสิกรณณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การพัฒนาโปรแกรมเพื่อออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต โดยวิธีมาร์แชลล์ บน Visual Basic Express 2008	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวปิยรัตน์ ปัตสาลี	รหัส 50363266
	นายวชิระ วิจิตรพงษา	รหัส 50363389
	นางสาววัชรี งามเลิศชัย	รหัส 50363402
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์บุญพล มีไชโย	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์	
ปีการศึกษา	2553	

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลสูง มีความถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว โดยนำโปรแกรม Visual Basic Express 2008 มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะกับงานด้านวิศวกรรม โครงงานมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมออกแบบคำนวณแอสฟัลต์คอนกรีต วิธีมาร์แชลล์ ตามมาตรฐาน ASTM D1559 หรือ AASHTO T245 และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้โปรแกรม

โปรแกรมสามารถออกแบบคำนวณค่าต่างๆ และแสดงผลออกมาในลักษณะความสัมพันธ์ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวมกับค่าที่ได้จากการทดลอง 6 ค่า ดังนี้ ความหนาแน่น, การไหล (1/100"), ช่องว่างอากาศ (AV), เสถียรภาพ (Stability), ช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม (VMA) และช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ (VFA) ซึ่งมีการเปรียบเทียบและตรวจสอบผลที่ได้จากการออกแบบระหว่างการใช้โปรแกรมกับการไม่ใช้โปรแกรม พบว่ามีผลคลาดเคลื่อนเล็กน้อย เนื่องจากการปัดเลขทศนิยม และสามารถนำโปรแกรมไปใช้งานได้จริง

Project title	A Development of Calculation and Design Program Asphalt Concrete by Marshall Method on Visual Basic Express 2008	
Name	Miss Piyarat Patsalee	ID. 50363266
	Mr.Wachira Wijitpongsa	ID. 50363389
	Miss Watcharee Ngamloetchai	ID. 50363402
Project advisor	Mr.Boonphol Meechaiyo	
Major	Civil Engineering	
Department	Civil Engineering	
Academic year	2010	

Abstract

The computer is a technology that contains, high efficiency for data processing. It can calculate accuratcly without time consuming. The application of Visual Basic Express 2008 is used in engineering field. This program has purposes calculate Asphalt Concrete by using Marshall's method according to the standard of ASTM D1559 or AASHTO245 and evaluate efficiency of this program. The calculated data from this program is shown as associated percentage of Asphalt Concrete between the total mass and 6 parameters such as density, flow rate (1/100"), air voids, stability, voids in mineral aggregate, and voids filled with asphalt. The calculated data from program and manual is approximate that might because of adjustment of decimal number so this program can be use for experiment.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมโยธาฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์บุญพล มีไชโย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และความช่วยเหลือสนับสนุนจากหลายฝ่ายที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและเสนอข้อคิดเห็น ในการแก้ปัญหาต่างๆ ตลอดจนการตรวจแก้ไขหนังสือที่ประกอบโครงงานนี้จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรสำหรับความอนุเคราะห์ทุนการศึกษาเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายการจัดทำโครงงานวิศวกรรมโยธาตลอดหลักสูตร

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือที่มีให้ตลอดมา

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายวชิระ วิจิตรพงษา
นางสาววัชรี งามเลิศชัย
นางสาวปิยรัตน์ ปัตสาลี
มีนาคม 2554

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ซ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน.....2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....2
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....3
2.1 ส่วนประกอบของแอสฟัลต์คอนกรีต.....3
2.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีต.....3
2.3 ความสัมพันธ์เชิงมวลและปริมาตรของแอสฟัลต์คอนกรีต.....9
2.4 การทดสอบคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์.....10
2.5 Microsoft Visual Basic 2008.....14

บทที่ 3 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม.....16
3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและเก็บรวบรวมข้อมูล.....16
3.2 ออกแบบและเขียนโปรแกรม.....16
3.3 ขั้นตอนในการพัฒนาและการทำงานโปรแกรม.....16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา 24
4.1 ขั้นตอนการทำงาน 24
4.2 กล่องข้อความตอบโต้ในกรณีที่อาจเกิดการกรอกข้อมูลที่ผิดพลาด 33

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการใช้โปรแกรม 35
5.1 วิเคราะห์ผลการใช้โปรแกรม 35
5.2 สรุปผลโครงการ 36
5.3 ข้อจำกัด 37

เอกสารอ้างอิง 38

ภาคผนวก 40

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

5.1 ตารางเปรียบเทียบความถูกต้องของผลการคำนวณ.....35

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

3.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม....17

3.2 แสดงลำดับการใช้งานของแต่ละรูปแบบ....19

3.3 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมเมื่อเริ่มการวิเคราะห์ใหม่....20

3.4 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมเมื่อเริ่มต้องการเรียกข้อมูลการวิเคราะห์เดิม....21

3.5 แสดงลำดับการคำนวณหา ค่าความสัมพันธ์ x, y....22

3.6 แสดงลำดับการคำนวณหาสมการเส้นแนวโน้ม....23

4.1 แสดงข้อแนะนำการใช้โปรแกรม....24

4.2 แสดงหน้าแรกของโปรแกรมออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต....25

4.3 แสดงหน้าต่างสำหรับป้อนข้อมูล....26

4.4 แสดงหน้าต่างสำหรับป้อนข้อมูล....26

4.5 แสดงรายละเอียดการคำนวณ....27

4.6 แสดงรายละเอียดการคำนวณ....27

4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม....28

4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละช่องว่างอากาศ กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม....29

4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการไหล(1/100") กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม....29

4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพ กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม....30

4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม....30

4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม....31

4.13 แสดงปุ่มสำหรับจัดการข้อมูล....31

4.14 แสดงการบันทึกข้อมูล (Save file)....32

4.15 แสดงขั้นตอนการเปิดไฟล์ (Open file)....33

4.16 แสดงการเลือกไฟล์ที่ต้องการเปิด....33

สารบัญรูป(ต่อ)

4.17 แสดงการป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง กรณีสัดส่วนของส่วนผสมไม่เท่ากับ 100%.....34
4.18 แสดงการป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง กรณีของตัวอย่างไม่ครบ.....34

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

เครื่องคอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญในด้านวิศวกรรม ซึ่งปัจจุบันวิศวกรได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์คำนวณหาผลลัพธ์ต่างๆ เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลสูง มีความแม่นยำและรวดเร็ว การนำความสามารถนั้นมาใช้จำเป็นต้องมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพและความเหมาะสมกับงานที่จะต้องวิเคราะห์คำนวณขั้นสูง โดยได้ศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาการคำนวณออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดผสมร้อน โดยวิธีมาร์แชลล์ เนื่องจากมีตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้องหลายตัว อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาด และเสียเวลาในการคำนวณออกแบบ จึงได้นำความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรม Visual Basic Express 2008 มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ให้สามารถวิเคราะห์และประมวลผลออกมาได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต วิธีมาร์แชลล์

1.2.2 เพื่อพัฒนาโปรแกรม Visual Basic Express 2008 นำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบ

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้งาน ระหว่าง การออกแบบโดยใช้โปรแกรมกับการคำนวณด้วยมือ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 สามารถนำโปรแกรมการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต วิธีมาร์แชลล์ ไปใช้ในการออกแบบผิวทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.2 ทำให้ประหยัดเวลาในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต และมีความถูกต้อง แม่นยำ มากยิ่งขึ้น

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

ศึกษาออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดผสมร้อน โดยวิธีมาร์แชลล์ ตามมาตรฐาน ASTM D1559 หรือ AASHTO T245 ด้วยโปรแกรม Visual Basic Express 2008

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ศึกษาเนื้อหาทางทฤษฎีและทางปฏิบัติของการออกแบบคำนวณแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดผสมร้อน โดยวิธีมาร์แชลล์ และศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม Visual Basic Express 2008 จากนั้นวางแผนออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม แล้วจึงเริ่มเขียนโปรแกรมพร้อมกับทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม

1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. ถ่ายเอกสาร	1,000	บาท
2. ค่าอุปกรณ์ในการทำโครงงาน	1,000	บาท
3. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	1,000	บาท
รวมเป็นเงิน	3,000	บาท (สามพันบาทถ้วน)

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 ส่วนประกอบของแอสฟัลต์คอนกรีต

แอสฟัลต์คอนกรีตประกอบด้วย แอสฟัลต์ซีเมนต์ มวลรวม และอากาศ แอสฟัลต์ซีเมนต์บางส่วนจะถูกดูดซึมเข้าไปในอนุภาคของมวลรวม ทำให้แอสฟัลต์ซีเมนต์ส่วนที่ ถูกดูดซึมนี้ไม่ได้เคลือบอยู่ที่ผิวอนุภาคของมวลรวมและไม่ได้ทำหน้าที่เป็นตัวประสานอนุภาคของมวลรวมแต่ละอนุภาค นอกจากนั้นยังทำให้เหลือช่องว่างอากาศในส่วนผสมมากขึ้นอีกด้วย ปริมาณสัมพัทธ์ระหว่างมวลรวม แอสฟัลต์ และอากาศเป็นสิ่งสำคัญมากของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

แอสฟัลต์ที่เคลือบอยู่ที่ผิวของอนุภาคมวลรวมจะทำหน้าที่เป็นตัวยึดประสานอนุภาคมวลรวมให้เกาะติดกันแน่น ไม่หลุดล่อนง่ายจึงเรียกว่า แอสฟัลต์ประสิทธิผล (Effective Asphalt) โดยทั่วไปปริมาณแอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึมจะมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมเข้าไปในอนุภาคของมวลรวมชนิดนั้นได้ประมาณร้อยละ 50

ในการคำนวณหาสัดส่วนของส่วนผสมจึงจำเป็นต้องรวมปริมาณของแอสฟัลต์ ที่ถูกดูดซึมเข้าไปในอนุภาคของมวลรวมด้วย เพราะว่าปริมาณทั้งหมดในส่วนผสมจะต้อง ทำการชั่งตวงวัด อย่างถูกต้องที่สุด ปริมาณแอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึมเข้าไปนี้ สามารถคำนวณหาได้จากการหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ของส่วนผสมแล้วทำการเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากส่วนผสมที่สมมุติว่าไม่มีการดูดซึมแอสฟัลต์เข้าไปในอนุภาคของมวลรวม

2.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีต

2.2.1 องค์ประกอบต่างๆ ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีต

2.2.1.1 ความหนาแน่น (Density) ของแอสฟัลต์คอนกรีต หมายถึง มวลรวมของแอสฟัลต์คอนกรีตต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาแน่นมากพอจะทำให้มีอายุการใช้งานได้นานและมีคุณภาพดี โดยทั่วไปการบดอัดโดยรถบดอัดในสนามจะได้ความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นที่ออกแบบไว้ซึ่งบดอัดด้วยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นการกำหนดความหนาแน่นต่ำสุดที่ต้องบดอัดให้ได้ในสนามจะกำหนดให้เป็นค่าร้อยละของความหนาแน่นที่ทดลองได้ในห้องปฏิบัติการ สำหรับกรมทางหลวงแห่งประเทศไทยกำหนดไว้ว่าต้องบดอัดให้ได้ความหนาแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของความหนาแน่นที่ทดลองได้ในห้องปฏิบัติการ

2.2.1.2 ช่องว่างอากาศ (Air Voids) ของแอสฟัลต์คอนกรีต หมายถึง ช่องว่างเล็ก ๆ ที่อยู่ระหว่างอนุภาคของมวลรวมที่เคลือบด้วยแอสฟัลต์ สำหรับผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้รับการบดอัดแล้วจะต้องมีปริมาตรช่องว่างอากาศเพียงพอ เพราะว่าหลังจากที่เปิดการจราจรแล้ว

ยานพาหนะที่แล่นบนทางจะทำให้ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตแน่นขึ้นกว่าเดิม จึงมีปริมาตรช่องว่างอากาศน้อยลง ดังนั้น ถ้าปริมาตรช่องว่างอากาศที่ก่อสร้างเสร็จใหม่ไม่เพียงพอก็จะทำให้แอสฟัลต์ทะลักขึ้นมาบนผิวหน้าของถนน นอกจากนั้นช่องว่างอากาศยังเป็นที่รองรับแอสฟัลต์ที่ขยายตัวเมื่ออากาศร้อนอีกด้วย สำหรับผิวทางชั้นบนสุดจะออกแบบให้มีปริมาตรช่องว่างอากาศประมาณร้อยละ 3 ถึง 5 ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำหนักของยานพาหนะที่แล่นบนผิวทางส่วนผิวทางชั้นล่างๆ อาจออกแบบให้มีปริมาตรช่องว่างได้มากขนาดร้อยละ 4 ถึง 7 เป็นต้น

ปริมาตรช่องว่างอากาศมีผลต่อความทนทานของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ถ้าปริมาตรช่องว่างอากาศน้อย น้ำและอากาศมีโอกาสซึมผ่านเข้าไปทำลายการยึดเกาะระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์ได้น้อยทำให้ผิวทางมีอายุยาวนาน อย่างไรก็ตาม ถ้าปริมาตรช่องว่างอากาศมีน้อยเกินไปจะทำให้แอสฟัลต์ทะลักขึ้นมาบนผิวหน้าของถนนได้

ความหนาแน่นและปริมาตรของช่องว่างอากาศมีความสัมพันธ์กัน ถ้าความหนาแน่นมากปริมาตรช่องว่างอากาศจะมีค่าน้อยและเป็นจริงในทางกลับกัน การกำหนดค่าความหนาแน่นต่ำสุดของผิวทางจะต้องคำนึงถึงปริมาตรช่องว่างอากาศด้วย โดยปกติทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดอัดเสร็จใหม่ ๆ มักจะกำหนดค่าหนาแน่นต่ำสุดให้มีปริมาตรช่องว่างอากาศน้อยกว่าร้อยละ 8

2.2.1.3 ช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม (Voids in Mineral Aggregate หรือ VMA) หมายถึง ปริมาตรช่องว่างทั้งหมดที่มีอยู่ระหว่างอนุภาคของมวลรวมแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดอัดแล้ว ซึ่งรวมทั้งช่องว่างที่ถูกแอสฟัลต์แทนที่ (Voids Filled with Asphalt หรือ VFA) ด้วย

ดังนั้น ช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวมจึงเป็นปริมาตรช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์รวมกับปริมาตรช่องว่างอากาศ ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า VMA=VFA+VA การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีปริมาตรช่องว่างอากาศเท่ากัน แอสฟัลต์คอนกรีตที่มีค่า VMA สูงกว่าจะมีความทนทานต่อการใช้งานนานกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่มี VMA ต่ำกว่า สามารถอธิบายได้โดยอาศัยหลักการความจริงที่ว่า มวลรวมที่มีค่า VMA สูง ย่อมมีปริมาตรช่องว่างสำหรับใส่แอสฟัลต์มากทำให้ฟิล์มแอสฟัลต์ที่ห่อหุ้มผิวอนุภาคของมวลรวมหนากว่า จึงทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีความทนทานและมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า

การออกแบบส่วนผสมที่มีค่า VMA น้อยกว่าข้อกำหนด ทำให้ใช้แอสฟัลต์ผสมน้อย เป็นการประหยัดแต่ไม่ควรกระทำ เพราะจะทำให้ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตมีความทนทานลดลง

2.2.1.4 ปริมาณแอสฟัลต์ (Asphalt Content) ในแอสฟัลต์คอนกรีตมีผลต่อคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตเป็นอย่างมาก ดังนั้นปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้จะต้องถูกต้องและแน่นอน ไม่ว่าจะเป็นการผสมในห้องปฏิบัติหรือที่โรงผสมในสนาม ข้อกำหนดต่างๆ เกี่ยวกับคุณภาพของ

แอสฟัลต์คอนกรีตที่ต้องการในการออกแบบจะเป็นตัวกำหนดปริมาณแอสฟัลต์ที่ต้องใช้ในส่วนผสม

ปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสมสำหรับแอสฟัลต์คอนกรีตขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมวลรวมได้แก่ขนาดคละ และคุณสมบัติในการดูดซึมแอสฟัลต์ มวลรวมที่มีขนาดคละ ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กต้องการแอสฟัลต์สำหรับผสมมากกว่ามวลรวมที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดใหญ่กว่า เหตุผลก็คือเมื่อปริมาตรเท่ากันมวลรวมที่มีอนุภาคขนาดเล็ก มีพื้นที่ผิวมากกว่ามวลรวมที่มีอนุภาคขนาดใหญ่จึงต้องใช้แอสฟัลต์มากกว่าเพื่อเคลือบผิวอนุภาคของมวลรวม

สำหรับมวลรวมที่ดูดซึมแอสฟัลต์มากทำให้ต้องใช้แอสฟัลต์ผสมมาก เพื่อชดเชยส่วนที่ถูกดูดซึม

2.2.2 คุณสมบัติที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

การคำนวณออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ตามที่กำหนด การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ วิธีมาร์แชลล์ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย U.S. Corps of Engineers โดยจะคำนึงถึง

2.2.2.1 เสถียรภาพ (Stability) เสถียรภาพของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต หมายถึงความสามารถในการรับน้ำหนักการจราจรได้โดยไม่เกิดร่องล้อ หรือเป็นคลื่น หรือมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ผิดไปจากเดิม

ความมีเสถียรภาพของแอสฟัลต์คอนกรีต ขึ้นอยู่กับความเสียดทานภายใน แรงยึดประสานระหว่างอนุภาคของมวลรวม ความเสียดทานเป็นผลจากคุณสมบัติของมวลรวม ซึ่งได้แก่รูปร่างของอนุภาคของมวลรวม ลักษณะความเรียบ หยาบ หรือขรุขระของผิวอนุภาคของมวลรวม ส่วนแรงยึดเกาะเป็นผลมาจากคุณสมบัติของแอสฟัลต์ในการยึดเกาะกับอนุภาคของมวลรวมให้ติดกันได้ดีเพียงใด ผลรวมของความเสียดทาน และแรงยึดเกาะระหว่างอนุภาคของมวลรวม จะช่วยป้องกันไม่ให้อนุภาคของมวลรวมเกิดการเคลื่อนที่ผ่านซึ่งกันและกันเมื่อมีน้ำหนักของยานพาหนะมากระทำ

โดยทั่วไปแล้ว มวลรวมที่มีรูปร่างของอนุภาคเป็นเม็ดเหลี่ยม ผิวหยาบขรุขระจะให้ค่าเสถียรภาพสูง แรงยึดเกาะจะมีค่ามากถ้าแอสฟัลต์ที่ใช้มีความหนืดสูงเมื่อแอสฟัลต์มีอุณหภูมิต่ำ การเพิ่มปริมาณแอสฟัลต์ในส่วนผสมจะทำให้ค่าแรงยึดเกาะเพิ่มขึ้นแต่เมื่อเพิ่มปริมาณแอสฟัลต์จนถึงค่าหนึ่ง จะทำให้แอสฟัลต์ที่เคลือบอนุภาคของมวลรวมหนาเกินไป เป็นผลให้ความเสียดทานระหว่างอนุภาคของมวลรวมมีค่าลดลง จึงทำให้เสถียรภาพของส่วนผสมของแอสฟัลต์คอนกรีตลดลงด้วย

ในการออกแบบส่วนผสมจะต้องออกแบบให้เสถียรภาพมีค่าสูงพอที่จะรับน้ำหนักการจราจรได้แต่ควรคำนึงไว้ว่าเสถียรภาพที่สูงมากเกินไปจะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตแข็ง

เกินไป ขาดความยืดหยุ่น ซึ่งอาจทำให้ผิวทางเสียหายได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้แอสฟัลต์คอนกรีตปูลงบนพื้นทาง หรือผิวทางที่มีการแอ่นตัวสูง

สาเหตุที่ทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีเสถียรภาพต่ำ ได้แก่

- ใช้แอสฟัลต์ในปริมาณที่มากเกินไปทำให้เป็นคลื่นลูกระนาด หรือเกิดร่องล้อ หรือทำให้แอสฟัลต์ทะลักขึ้นมาบนผิวหน้าถนน

- ใช้ทรายที่มีอนุภาคขนาดกลางมากเกินไปทำให้บดอัดยาก และเมื่อบดอัดเสร็จใหม่ จะมีลักษณะเคลื่อนตัวได้ง่ายไม่อยู่ตัว

- ใช้มวลรวมที่มีอนุภาครูปร่างกลม ผิวเรียบทำให้ขยับตัวได้ง่ายเป็นสาเหตุให้เกิดร่องล้อ

2.2.2.2 ความทนทาน (Durability) ของแอสฟัลต์คอนกรีต หมายถึง ความต้านทานต่อการเสื่อมสภาพ ปัจจัยที่ทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตเสื่อมสภาพ อาจเป็นผลมาจากภูมิอากาศ สภาพการจราจร หรือทั้งสองอย่าง ปัจจัยเหล่านี้ทำให้แอสฟัลต์ที่ใช้เสื่อมสภาพ เนื่องจากกระบวนการโพลิเมอไรเซชั่น และอ็อกซิเดชั่น มวลรวมที่เสื่อมสภาพจะเกิดการแตกตัวและฟิล์มแอสฟัลต์ที่เคลือบมวลรวมก็จะหลุดล่อนออกได้ง่าย

2.2.2.3 การออกแบบส่วนผสมเพื่อให้ได้แอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความทนทาน การออกแบบส่วนผสมที่มีความทนทานทำได้ 3 วิธี คือ

ก. ใช้ปริมาณแอสฟัลต์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ การใช้ปริมาณแอสฟัลต์มากทำให้ได้ฟิล์มแอสฟัลต์ที่เคลือบผิวมวลรวมหนา ฟิล์มแอสฟัลต์ที่หนาจะเสื่อมสภาพช้ากว่าฟิล์มแอสฟัลต์ที่บาง นอกจากนั้นการใช้แอสฟัลต์มากจะช่วยอุดช่องว่างอากาศที่อยู่ต่อเนื่องกัน ทำให้น้ำและอากาศผ่านเข้าไปทำลายส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ยาก

ข. เลือกขนาดคละที่ทำให้ส่วนผสมมีเกรดแน่น (Dense Grade) รวมทั้งใช้มวลรวมที่มีความแข็งแกร่ง และมีคุณสมบัติในการยึดเกาะกันกับแอสฟัลต์ได้ดี ขนาดคละที่มีเกรดแน่นทำให้น้ำและอากาศผ่านได้ยาก ความแข็งแกร่งของมวลรวมช่วยป้องกันการแตกจาก น้ำหนักของยานพาหนะที่มากระทำ คุณสมบัติการเกาะยึดระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์จะช่วยไม่ให้มวลรวมหลุดลุ่ยออกได้ง่าย ภายใต้สภาวะการใช้งานขณะที่ผิวทางเปียกน้ำ

ค. ออกแบบส่วนผสมรวมทั้งการบดอัดในสนามที่ทำให้ได้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณสมบัติกันน้ำและอากาศให้ซึมผ่านได้ยาก

สาเหตุที่ทำให้ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตขาดความทนทาน

- ปริมาณแอสฟัลต์น้อยเกินไป ทำให้ผิวทางมีลักษณะแห้ง หินหลุดล่อนได้ง่าย

- ช่องว่างอากาศมากเกินไป อาจเนื่องจากการออกแบบไม่เหมาะสมหรือการบดอัดไม่แน่นเพียงพอ ทำให้แอสฟัลต์เสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้เกิดรอยแตกหรือแตกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย

- คุณสมบัติในการยึดเกาะระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์ภายใต้สภาวะเปียกน้ำไม่ดีพอ ทำให้ฟิล์มหลุดล่อนออกจากมวลรวม ทำให้มวลรวมหลุดหรือโผล่ออกมาจาก ส่วนผสม

2.2.3 ความต้านทานต่อการซึมผ่านของน้ำและอากาศ

ความต้านทานต่อการซึมผ่านของน้ำและอากาศ (Impermeability) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของแอสฟัลต์คอนกรีต นอกจากปริมาตรช่องว่างอากาศที่เป็นตัวบ่งชี้ ถึงความยากง่ายต่อการซึมผ่านของน้ำและอากาศแล้วตัวบ่งชี้อื่นๆที่สำคัญอีกได้แก่ ลักษณะของช่องว่าง ซึ่งได้แก่ ขนาดของช่องว่างแต่ละช่อง ความต่อเนื่องกันของช่องว่าง และช่องว่างที่ทะลุถึงผิวนอกของแอสฟัลต์คอนกรีต

อย่างไรก็ตามความต้านทานต่อการซึมผ่านของน้ำและอากาศ เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีความทนทานแต่ในความเป็นจริงแล้วแอสฟัลต์คอนกรีตยอมให้น้ำและอากาศสามารถซึมผ่านได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งหากมีค่าไม่เกินเกณฑ์กำหนดแล้วก็ถือว่าใช้ได้

- มีปริมาณแอสฟัลต์น้อยเกินไป ทำให้ฟิล์มแอสฟัลต์เสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ทำให้มวลรวมหลุดออกเกิดเป็นช่องว่าง

- ออกแบบส่วนผสมให้มีปริมาตรช่องว่างอากาศมากเกินไป ทำให้น้ำและอากาศซึมผ่านง่ายขึ้น

- บดอัดไม่แน่นเพียงพอ มีปริมาตรช่องว่างอากาศมากเกินไป ทำให้น้ำและอากาศซึมผ่านได้ง่าย

2.2.4 ความสามารถในการปูและบดอัด

ความสามารถในการปูและบดอัด (Workability) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ในการทำผิวทางของถนน แอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูและบดอัดยาก อาจแก้ไขให้บดและปูอัดง่ายขึ้นได้โดยการออกแบบใหม่ หรือเปลี่ยนชนิดของมวลรวม หรือเปลี่ยนขนาดคละของมวลรวม

สาเหตุที่ทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตปูและบดอัดยาก

- ขนาดใหญ่ที่สุดของมวลรวมมีขนาดโตเกินไป และมีผิวหน้าหยาบ ทำให้ปูยาก

- มวลรวมมีส่วนที่หยาบมากเกินไป ทำให้บดอัดยาก

- อุณหภูมิขณะทีทำการผสมมีค่าต่ำ ทำให้แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวมได้ไม่ทั่วถึง ทำให้ได้ส่วนผสมที่มีความทนทานต่ำ ผิวหยาบ บดอัดยาก

- ทรายอนุภาคกลางมีในส่วนผสมมากเกินไปทำให้ส่วนผสมไม่อยู่ตัว อ่อนยวบยาบขณะที่ทำการบดอัด จึงทำให้บดอัดยาก

- วัสดุอัดแทรกมีปริมาณน้อยเกินไป ทำให้วัสดุมีลักษณะอ่อนยวบยาบ น้ำซึมผ่านได้ง่าย

- วัสดุอัดแทรกมีปริมาณมากเกินไป ทำให้ส่วนผสมมีลักษณะแห้งหรือเหนียวหนืด ทำงานยากและไม่ทนทาน

2.2.5 ความสามารถในการยืดหยุ่นตัว

ความสามารถในการยืดหยุ่นตัว (Flexibility) ได้โดยไม่แตก เป็นสิ่งที่ต้องการในการออกแบบผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตจะเกิดการแอ่นตัวโดยการทรุดตัวต่ำลงเนื่องจากการกระทำของน้ำหนักที่มากดทับหรือโดยการโป่งนูนพองขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของดินชั้นทางที่อยู่ข้างล่าง

แอสฟัลต์คอนกรีตชนิดเกรดเปิด (Open-Graded) จะสามารถแอ่นตัวได้ดีกว่าชนิดเกรดแน่น (Dense-Graded)

แอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณสมบัติในการแอ่นตัวได้ดีมักจะมีค่าเสถียรภาพต่ำกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่แอ่นตัวได้น้อย

2.2.6 ความต้านทานต่อการล้า

ความต้านทานต่อการล้า (Fatigue Resistance) คือ ความสามารถในการต้านทานการดัดโค้งแบบซ้ำๆ (Repeated Bending) ของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่เกิดจากน้ำหนักล้อมากระทำ ปริมาตรช่องว่างอากาศที่เกี่ยวข้องกับปริมาณแอสฟัลต์ และความหนืดของแอสฟัลต์ที่มีผลต่อความต้านทานต่อการล้าแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีปริมาตรช่องว่างอากาศมาก ไม่ว่าจะเป็นผลต่อการออกแบบ หรือจากการบดอัดไม่แน่นเพียงพอ จะทำให้ความต้านทานต่อการล้าลดลง ในทำนองเดียวกันการใช้แอสฟัลต์ที่เสื่อมสภาพและแข็งตัวได้ง่าย จะทำให้ความต้านทานต่อการล้าลดลงได้เช่นกัน นอกจากนั้น ความหนาและความแข็งแรงของชั้นผิวทาง ตลอดจนความแข็งแรงของชั้นโครงสร้างที่รองรับผิวทางก็มีผลต่ออายุ และความสามารถในการรับน้ำหนักของผิวทางได้โดยไม่เกิดรอยแตก ผิวทางที่หนาและมีชั้นโครงสร้างที่รองรับผิวทางแข็งแรงจำทำให้มีการแอ่นตัวน้อยลง จึงมีอายุการรับน้ำหนักล้อซึ่งกระทำซ้ำๆได้นานกว่า

สาเหตุที่ทำให้ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตมีความต้านทานต่อการล้าได้ไม่ดี

- มีปริมาณแอสฟัลต์น้อยเกินไปจะทำให้เกิดรอยแตก เมื่อมีน้ำหนักมากระทำซ้ำๆ มากครั้ง
- ออกแบบให้มีช่องว่างอากาศมากเกินไปทำให้แอสฟัลต์เสื่อมสภาพเร็ว เกิดรอยแตกได้ง่าย
- บดอัดไม่แน่นเพียงพอ ทำให้แอสฟัลต์เสื่อมสภาพ และเกิดรอยแตกได้ง่าย
- ออกแบบผิวทางให้มีความหนาไม่เพียงพอ ทำให้เกิดการแอ่นตัวมากเกินไป เป็นเหตุให้เกิดรอยแตกได้ง่ายเมื่อมีน้ำหนักมากระทำ

2.2.7 ความต้านทานต่อการลื่นไถล

ความต้านทานต่อการลื่นไถล (Skid Resistance) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของถนนลาดยาง เพราะช่วยป้องกันการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน

สาเหตุที่ทำให้ผิวทางลื่นไถล

- ปริมาณแอสฟัลต์มากเกินไป แอสฟัลต์บางส่วนทะลักออกมาที่ผิวหน้าทำให้ผิวทางถนนลื่น
- ขนาดคละและลักษณะของผิวของมวลรวมไม่เหมาะสม ทำให้ผิวทางมีลักษณะเรียบเกินไป เมื่อน้ำมีโอกาสท่วมอนุภาคของมวลรวมจะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตลื่นไถลได้
- ผิวอนุภาคของมวลรวมถูกขัดสี ทำให้ผิวหน้าของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ลื่นไถลได้ง่าย

2.3 ความสัมพันธ์เชิงมวลและปริมาตรของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

ความหนาแน่นและสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์เชิงมวล (Mass) และปริมาตร (Volume) ของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต มีดังต่อไปนี้

M มวลทั้งหมดมีค่าเท่ากับ $M_G + M_B$

M_G มวลของมวลรวม

M_B มวลของแอสฟัลต์ซึ่งเป็นตัวยึดประสาน (Binder) มีค่าเท่ากับ $M_{BE} + M_{BA}$

M_{BE} มวลของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Effective Asphalt) ซึ่งเป็นตัวยึดประสานระหว่างอนุภาคของมวลรวม (Aggregate Particles)

M_{BA} มวลของแอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึม (Absorbed Asphalt) ซึ่งเป็นแอสฟัลต์ส่วนที่ถูกดูดซึมเข้าไปในรูโพรงของมวลรวม (Aggregate Pores) แต่ละอนุภาค

V ปริมาตรทั้งหมดของส่วนผสมที่ได้รับการบดอัด (Compacted Mix)

V_G ปริมาตรของมวลรวมซึ่งเป็นปริมาตรทั้งก้อน (Bulk Volume) รวมถึงรูโพรง ในอนุภาคของมวลรวมด้วย

V_{BE} ปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล

V_{BA} ปริมาตรของแอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึม

V_B ปริมาตรของแอสฟัลต์ที่มีค่าเท่ากับ $V_{BE} + V_{BA}$

V_A ปริมาตรของอากาศระหว่างอนุภาคของมวลรวมแต่ละอนุภาคที่ถูกเคลือบด้วย แอสฟัลต์ (Coated Aggregate Particles) ในส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

V_{GE} ปริมาตรประสิทธิผล (Effective Volume) ของมวลรวมมีค่าเท่ากับ $V_G - V_{BA}$

V_{MM} ปริมาตรของส่วนผสมที่ปราศจากช่องว่าง (Voidless Mix) ซึ่งเท่ากับปริมาตรที่ทำให้ส่วนผสมมีความหนาแน่นสูงสุด (Maximum Mix Volume)

ค่าปริมาตรทั้งก้อนของส่วนประกอบมวลรวมของส่วนผสมจะกำหนดด้วยสัญลักษณ์ V_G ในส่วนผสม แทนที่จะใช้ V_B ก็เพื่อป้องกันการสับสนกับสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับปริมาตรของแอสฟัลต์ที่ใช้ในการยึดประสาน ปริมาตรทั้งก้อนนี้โดยทั่วไปหาจากค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ทั้งก้อน (Bulk Relative Density) ของมวลรวม

ค่าปริมาตรประสิทธิผลของมวลรวมใช้สัญลักษณ์ V_{GE} หาค่าได้จากความหนาแน่นสัมพัทธ์ประสิทธิผล (Effective Relative Density)

2.4 การทดสอบคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์

การทดสอบคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีต โดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) เป็นวิธีการหาค่าคุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ เสถียรภาพ (Stability) การไหล (Flow) ค่าร้อยละของช่องว่างอากาศ (Air Voids) หน่วยน้ำหนัก (Unit Weight) ค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม (VMA) ค่าร้อยละของช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ (VFA) ในส่วนผสมระหว่างแอสฟัลต์ซีเมนต์กับมวลรวมชนิดต่างๆ เพื่อนำไปหาค่าร้อยละของแอสฟัลต์ที่ทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีค่าร้อยละของช่องว่างประมาณร้อยละ 4 ซึ่งกระบวนการในการทดสอบโดยวิธีมาร์แชลล์ มีดังต่อไปนี้

2.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

2.4.1.1 ภาชนะโลหะ สำหรับผสมมวลรวมกับแอสฟัลต์

2.4.1.2 เตาอบ สำหรับให้ความร้อนแก่มวลรวม

2.4.1.3 เตาแก๊ส สำหรับให้ความร้อนแก่แอสฟัลต์

2.4.1.4 เกรียง ใช้สำหรับผสมมวลรวมกับแอสฟัลต์

2.4.1.5 เทอร์โมมิเตอร์

2.4.1.6 เครื่องชั่ง

2.4.1.7 อ่างต้มน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ สำหรับแช่ก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดอัดแล้ว

2.4.1.8 แท่นรองการบดอัด (Compaction Pedestal) ประกอบด้วยฐานไม้ขนาด 20x20x45 เซนติเมตร มีแผ่นโลหะขนาดประมาณ 30x30x2.5 เซนติเมตร ติดตั้งอยู่บนฐานไม้

2.4.1.9 แบบ (Mold) สำหรับบดอัดก้อนตัวอย่างมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4 นิ้ว สูง 3 นิ้ว

2.4.1.10 ค้อน ประกอบด้วยแผ่นเหล็กกลมหนา 0.5 นิ้ว มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.875 นิ้ว ติดกับก้านเหล็กซึ่งมีตุ้มเหล็กหนัก 10 ปอนด์ สำหรับปล่อยน้ำหนักลงบนแผ่นเหล็กวงกลม โดยมีระยะตกกระทบของลูกตุ้มเหล็กเท่ากับ 18 นิ้ว

2.4.1.11 ที่จับแบบ (Mold Holder)

2.4.1.12 เครื่องดันตัวอย่าง (Sample Extruder)

2.4.1.13 ถุงมือกันความร้อน

2.4.1.14 เครื่องทดสอบมาร์แชลล์ (Marshall Testing Machine) สำหรับทดสอบหาค่าเสถียรภาพ

2.4.1.15 เครื่องวัดการไหล

2.4.2 วิธีการทดสอบ

2.4.2.1 เตรียมมวลรวม โดยตัวอย่างมวลรวมจะต้องผ่านการทดสอบและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด จากนั้นนำมวลรวมที่ผสมกันได้ขนาดตามต้องการ จำนวน 1200 กรัม ไปอบในตู้อบ หรือใส่กระทะเผาบนเตาแก๊ส ให้ได้อุณหภูมิประมาณ 180 °C

2.4.2.2 นำแบบสำหรับใส่ตัวอย่างและค้อนตำตัวอย่างไปให้ความร้อน เพื่อความสะดวกในการบดอัดซึ่งจะไม่ทำให้ยางติดแบบและค้อน

2.4.2.3 ให้อุณหภูมิแก่แอสฟัลต์ซีเมนต์ ประมาณ 150 °C

2.4.2.4 เมื่อมวลรวมและแอสฟัลต์ซีเมนต์ มีอุณหภูมิตามต้องการแล้วนำมาผสมกันโดยในการผสมกันแต่ละครั้ง จะต้องผสมแอสฟัลต์ที่ 4.5, 5.0, 5.5, 6.0 และ 6.5% ของน้ำหนักของมวลรวมในแต่ละค่าร้อยละจะใช้ทำตัวอย่าง 3 ก้อน การผสมให้ใช้เกรียงกวนมวลรวมและแอสฟัลต์ซีเมนต์ให้เข้ากันในขณะที่มีอุณหภูมิ 150 °C

2.4.2.5 นำแบบมาประกอบเข้าประจำที่ของเครื่องมือ

2.4.2.6 ใส่ตัวอย่างที่ผสมแล้วลงไปในแบบ ใช้เกรียงแซะตัวอย่าง 15 ครั้ง ในขณะที่ผสมยังคงมีอุณหภูมิ 150 °C

2.4.2.7 บดอัดด้วยค้อนโดยการยกตุ้มน้ำหนักแล้วปล่อยน้ำหนักให้ตกกระแทกลงบนแผ่นเหล็กวงกลมจำนวนครั้ง ขอการบดพิจารณาการจราจร ดังต่อไปนี้

ก. แอสฟัลต์คอนกรีต สำหรับถนนที่มีการจราจรเบาบางถึงปานกลาง บดอัดด้วยจำนวน 50 ครั้งต่อด้าน

ข. แอสฟัลต์คอนกรีต สำหรับถนนที่มีการจราจรหนาแน่น บดอัดด้วยจำนวน 75 ครั้งต่อด้าน

2.4.2.8 เมื่อบดอัดด้านหนึ่งเสร็จเรียบร้อย ให้กลับด้านเอาอีกด้านขึ้นมาบดอัดจำนวนครั้งที่เท่ากัน

2.4.2.9 ปล่อยให้ตัวอย่างที่บดอัดมีอุณหภูมิลดลงแล้วจึงดันออกจากแบบด้วยเครื่องมือดันตัวอย่างแล้วทิ้งไว้ในอากาศธรรมดาไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง

2.4.2.10 นำไปทดสอบหาความหนาแน่น ดังต่อไปนี้

ก. นำตัวอย่างไปชั่งในอากาศ บันทึกเป็นค่า d

ข. นำตัวอย่างไปแช่ในน้ำธรรมดา 5 นาที แล้วเช็ดผิวให้แห้ง ชั่งในอากาศ บันทึกค่าเป็นค่า d_1

ค. นำตัวอย่างในข้อ 2.4.2.10 ไปชั่งในน้ำ บันทึกค่าเป็นค่า e

2.4.2.11 ทดสอบหาค่าเสถียรภาพและการไหล ดังต่อไปนี้

ก. นำตัวอย่างที่หาความหนาแน่นเสร็จแล้วไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 30 นาที ในอ่างต้มน้ำ

ข. เช็ดผิวตัวอย่างให้แห้งแล้ว นำไปใส่ในแบบที่ใช้สำหรับทดสอบหาค่าเสถียรภาพ

ค. นำแบบที่บรรจุตัวอย่างแล้วไปวางบนเครื่องกดหาค่าเสถียรภาพ

ง. เดินเครื่องให้แบบเคลื่อนที่ไปสัมผัสกับท่อนกด จนกระทั่งเข็มของเกวัด (Dial Gage) ที่ติดกับวงแหวนวัดแรง (Proving Ring) ขยับตัว ให้หยุดเครื่อง ตั้งเข็มของเกวัดให้อยู่ที่เลขศูนย์ (0)

จ. นำเครื่องวัดการไหลไปวางบนแกนสำหรับการทดสอบหาค่าการไหล ตั้งเข็มของเกวัดของเครื่องวัดการไหลให้ไปอยู่ที่เลขศูนย์ (0)

ฉ. เดินเครื่องกดเพื่อทดสอบหาค่าเสถียรภาพ โดยการอ่านน้ำหนักสูงสุดที่กดจากวงแหวนวัดแรง และอ่านค่าการไหลที่น้ำหนักสูงสุดเช่นเดียวกัน

2.4.3 การคำนวณหาค่าคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีต

2.4.3.1 หาค่าแอสฟัลต์ประสิทธิผลโดยน้ำหนักของส่วนผสม (Effective Asphalt Cement by Weight of Mix) บันทึกเป็นค่า b_1

$$b_1 = b - \frac{x(100-b)}{100}$$

เมื่อ b = ค่าร้อยละของแอสฟัลต์ในส่วนผสม

x = ค่าร้อยละของแอสฟัลต์ที่เสียไปในการดูดซึมโดยน้ำหนักของมวลรวม

2.4.3.2 หาค่าความถ่วงจำเพาะทั้งก้อน (Bulk Specific Gravity) ของตัวอย่างบันทึกเป็นค่า g โดยหาค่า g ได้ดังนี้

$$g = \frac{d}{d-e}$$

เมื่อ d คือ น้ำหนักของตัวอย่างเมื่อชั่งในอากาศ (g)

d_1 คือ น้ำหนักของตัวอย่างขณะอิ่มตัวผิวแห้ง (g)

e คือ น้ำหนักของตัวอย่างเมื่อชั่งในน้ำ (g)

2.4.3.3 หาค่าร้อยละของปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล บันทึกเป็นค่า i

$$i = \frac{b_1 g}{G_{ac}}$$

เมื่อ G_{ac} คือ ค่าความถ่วงจำเพาะของแอสฟัลต์ซีเมนต์

2.4.3.4 หาค่าร้อยละของปริมาตรของมวลรวม บันทึกเป็นค่า j

$$J = \frac{(100-b)g}{G_{ag}}$$

เมื่อ G_{ag} คือ ค่าความถ่วงจำเพาะทั้งก้อนของมวลรวมที่ใช้ในส่วนผสม

2.4.3.5 หาค่าร้อยละของช่องว่างอากาศ บันทึกเป็นค่า AV

$$AV = 100 - i - j$$

2.4.3.6 หาค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม บันทึกเป็นค่า VMA

$$VMA = 100 - j$$

2.4.3.7 หาค่าร้อยละของช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ บันทึกเป็นค่า VFA

$$VFA = \frac{100 \times i}{J}$$

2.4.3.8 นำค่าที่คำนวณได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่อไปนี้

ก. เสถียรภาพ กับค่าร้อยละของแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

ข. การไหล กับค่าร้อยละของแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

ค. ค่าร้อยละของช่องว่างอากาศ กับค่าร้อยละของแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

ง. ค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม กับค่าร้อยละของแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

จ. ค่าร้อยละของช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ กับค่าร้อยละของแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

ฉ. ค่าหน่วยน้ำหนักของส่วนผสมกับค่าร้อยละของแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

2.5 Microsoft Visual Basic 2008

2.5.1 ประวัติความเป็นมาของ Visual Basic

Visual Basic เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language) ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นบริษัทใหญ่ที่สร้างระบบปฏิบัติการ Windows 95/98 และ Windows NT ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยตัวภาษาเองมีรากฐานมาจากภาษา Basic ซึ่งย่อมาจาก Beginner's All Purpose Symbolic Instruction ถ้าแปลให้ได้ตามความหมายก็คือ "ชุดคำสั่งหรือภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้น" ภาษา Basic มีจุดเด่นคือผู้ที่ไม่มีพื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรมเลยก็สามารถเรียนรู้และนำไปใช้งานได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆ เช่น ภาษาซี (C). ปาสคาส (Pascal). ฟอร์แทรน (Fortian) หรือ แอสเซมบลี (Assembler)

ไมโครซอฟท์ได้พัฒนาโปรแกรมภาษา Basic มานานนับสิบปี ตั้งแต่ภาษา MBASIC (Microsoft Basic). BASICA (Basic Advanced): GWBASIC และ QuickBasic ซึ่งได้ติดตั้งมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ Ms DOS ในที่สุดโดยใช้ชื่อว่า QBASIC โดยแต่ละเวอร์ชันที่ออกมานั้นได้มีการพัฒนาและเพิ่มเติมคำสั่งต่างๆเข้าไปโดยตลอด ในอดีตโปรแกรมภาษาเหล่านี้ล้วนทำงานใน Text Mode คือเป็นตัวอักษรล้วนๆ ไม่มีภาพกราฟฟิกสวยงามแบบระบบ Windows อย่างในปัจจุบัน จนกระทั่งเมื่อระบบปฏิบัติการ Windows ได้รับความนิยมอย่างสูงและเข้ามาแทนที่ DOS ไมโครซอฟท์ก็เล็งเห็นว่าโปรแกรมภาษาใน Text Mode นั้นคงหมดสมัย จึงได้พัฒนาปรับปรุงโปรแกรมภาษา Basic ออกมาใหม่เพื่อสนับสนุนการทำงานในระบบ Windows ทำให้ Visual Basic ถือกำเนิดขึ้นมาตั้งแต่บัดนั้น

Visual Basic เวอร์ชันแรกคือเวอร์ชัน 1.0 ออกสู่สายตาประชาชนตั้งแต่ปี 1991 โดยในช่วงแรกนั้นยังไม่มีความสามารถต่างจากภาษา GBASIC มากนัก แต่จะเน้นเรื่องเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมวินโดว์ซึ่งปรากฏว่า Visual Basic ได้รับความนิยมและประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีไมโครซอฟท์จึงพัฒนา Visual Basic ให้ดีขึ้นเรื่อยๆ ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความสามารถ และเครื่องมือต่างๆเช่น เครื่องมือตรวจสอบแก้ไขโปรแกรม (Debugger) สภาพแวดล้อมของการพัฒนาโปรแกรม การเขียนโปรแกรมแบบหลายวินโดว์ย่อย (MDI) และอื่นๆ อีกมากมาย

สำหรับ Visual Basic ในปัจจุบันคือ Visual Basic 2008 ซึ่งออกมาในปี 2008 ได้เพิ่มความสามารถในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล

รวมทั้งปรับปรุงเครื่องมือและการเขียนโปรแกรมซึ่งวัตถุ (Object Oriented Programming) ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมทั้งเพิ่มเครื่องมือต่างๆอีกมากมายที่ทำให้ใช้ง่ายและสะดวกขึ้นกว่าเดิม โดยเราจะค่อยๆมาเรียนรู้ส่วนประกอบและเครื่องมือต่างๆอีกมากมายที่ทำให้ใช้ง่ายและสะดวกขึ้นกว่าเดิม

2.5.2 ข้อดีของการใช้ Visual Basic ในการเขียนโปรแกรม

Visual Basic เป็นภาษาที่เหมาะสำหรับการเรียนรู้ในการเขียนโปรแกรมนั้นเนื่องจาก Visual Basic มีข้อดีหลายประการคือ

2.5.2.1 ง่ายต่อการเรียนรู้เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ทั้งในเรื่องไวยากรณ์ของภาษาเองและเครื่องมือการใช้งาน

2.5.2.2 ความนิยมของตัวภาษา โดยอาจกล่าวได้ว่าภาษา Basic นั้นเป็นภาษาที่คนเรียนรู้และใช้งานมากที่สุดในประวัติศาสตร์ของคอมพิวเตอร์

2.5.2.3 การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพในด้านของตัวภาษาและความเร็วของการประมวลผล และในเรื่องของความสามารถใหม่ๆ เช่น การติดต่อกับระบบฐานข้อมูล การเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2.5.2.4 ผู้พัฒนาสำคัญของ Visual Basic คือบริษัทไมโครซอฟท์ซึ่งจัดว่าเป็นยักษ์ใหญ่ของวงการคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน เราจึงสามารถมั่นใจได้ว่า Visual Basic จะยังมีการพัฒนาปรับปรุงและคงอยู่ไปอีกนาน

นอกจาก Visual Basic มาตรฐานแล้วยังมีภาษาที่เป็นแบบเดียวกันอีก 2 แบบ คือ

ก. Visual Basic for Application Edition (VBA) ที่มาพร้อมกับชุด Microsoft Office และผลิตภัณฑ์อื่นๆ อีกมากมายบน Windows เพื่อเพิ่มความสามารถในการเขียนโปรแกรมให้กับแอพพลิเคชั่นเหล่านั้น

ข. VB Script Edition ที่มีการเขียนโปรแกรมเหมือนกับภาษา Visual Basic แทบทุกประเภทแต่มีการเขียนเป็น Script หรือเป็นชุดคำสั่ง (คล้ายกับ Batch File ใน Dos) ปัจจุบัน VB Script มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการสร้างโฮมเพจในอินเตอร์เน็ต หรือในโปรแกรมประยุกต์ที่มีการติดต่อกับระบบฐานข้อมูลและระบบเครือข่าย

2.5.2.5 ภาษา VBA นี้จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ภาษา Visual Basic เพื่อปรับปรุงการทำงานของโปรแกรมให้ตรงความต้องการและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น โปรแกรม Word Excel หรือ PowerPoint ได้เตรียมภาษา VBA มาให้ผู้ใช้ ซึ่งการเขียนโปรแกรมแทบจะเหมือนกับภาษา Visual Basic ทุกประการทำให้ผู้ใช้สามารถปรับแต่งการทำงานของชีทคำนวณ Excel ได้หรือแม้กระทั่งเชื่อมต่อการทำงานระหว่างโปรแกรม เช่น เชื่อมข้อมูลระหว่าง Excel PowerPoint และ Word ให้ทำงานร่วมกันอย่างอัตโนมัติ

บทที่ 3
ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

จากการศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดผสมร้อนโดยวิธีมาร์แชลล์ จะอธิบายถึงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมและส่วนของการใช้งานซึ่งได้อธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 ศึกษาหลักการ ทฤษฎี รายละเอียดจากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 ศึกษาหลักการเขียนโปรแกรม Visual Basic Express Version 2008 พร้อมทั้งศึกษาคำสั่งที่จำเป็นในการจัดทำโครงงานเล่มนี้ โดยการค้นคว้าจากหนังสือคู่มือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลทางเว็บไซต์ มาศึกษาทำความเข้าใจและทดลองการใช้โปรแกรม

3.1.3 รวบรวมสูตรและพารามิเตอร์ ที่ใช้ในการออกแบบโปรแกรม

3.2 ออกแบบและเขียนโปรแกรม

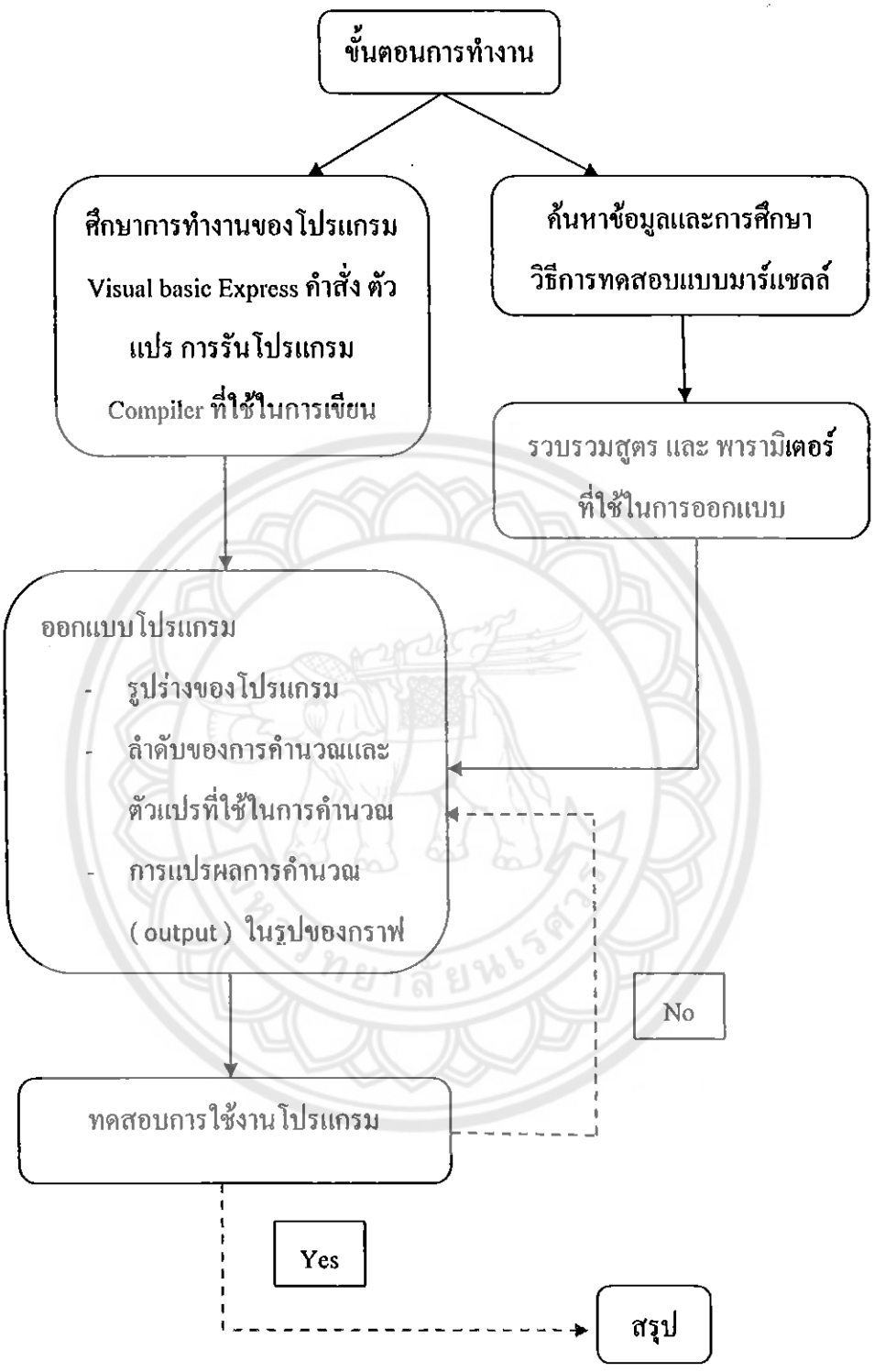
3.2.1 ดำเนินการออกแบบลักษณะรูปแบบโปรแกรม และฟังก์ชั่นการใช้งาน

3.2.2 ทำการเขียนโปรแกรมตามหลักการเขียนโปรแกรม Visual Basic Express Version 2008 ตามที่ได้ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลมา โดยมีลักษณะรูปแบบและฟังก์ชั่นตามที่ได้ออกแบบไว้

3.2.3 ทดสอบใช้ เพื่อหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการใช้โปรแกรม และทำการแก้ไขปรับปรุงให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงขึ้น

3.3 ขั้นตอนในการพัฒนาและการทำงานของโปรแกรม

จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ ศึกษาการทำงานของโปรแกรม Visual Basic Express 2008 คำสั่ง ตัวแปร การรันโปรแกรม Compiler ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม พร้อมกับศึกษาข้อมูลวิธีการทดสอบแบบมาร์แชลล์ จากนั้นทำการรวบรวมสูตรและพารามิเตอร์เพื่อใช้ในการออกแบบ เมื่อได้ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณออกแบบ จึงทำการออกแบบโปรแกรมโดยออกแบบรูปร่างของโปรแกรม ลำดับของการคำนวณ ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ และการแปรผลการคำนวณแสดงผลในรูปของกราฟ เมื่อออกแบบโปรแกรมเสร็จแล้วจึงทำการเขียนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จแล้วทำการทดสอบการใช้งานของโปรแกรม



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

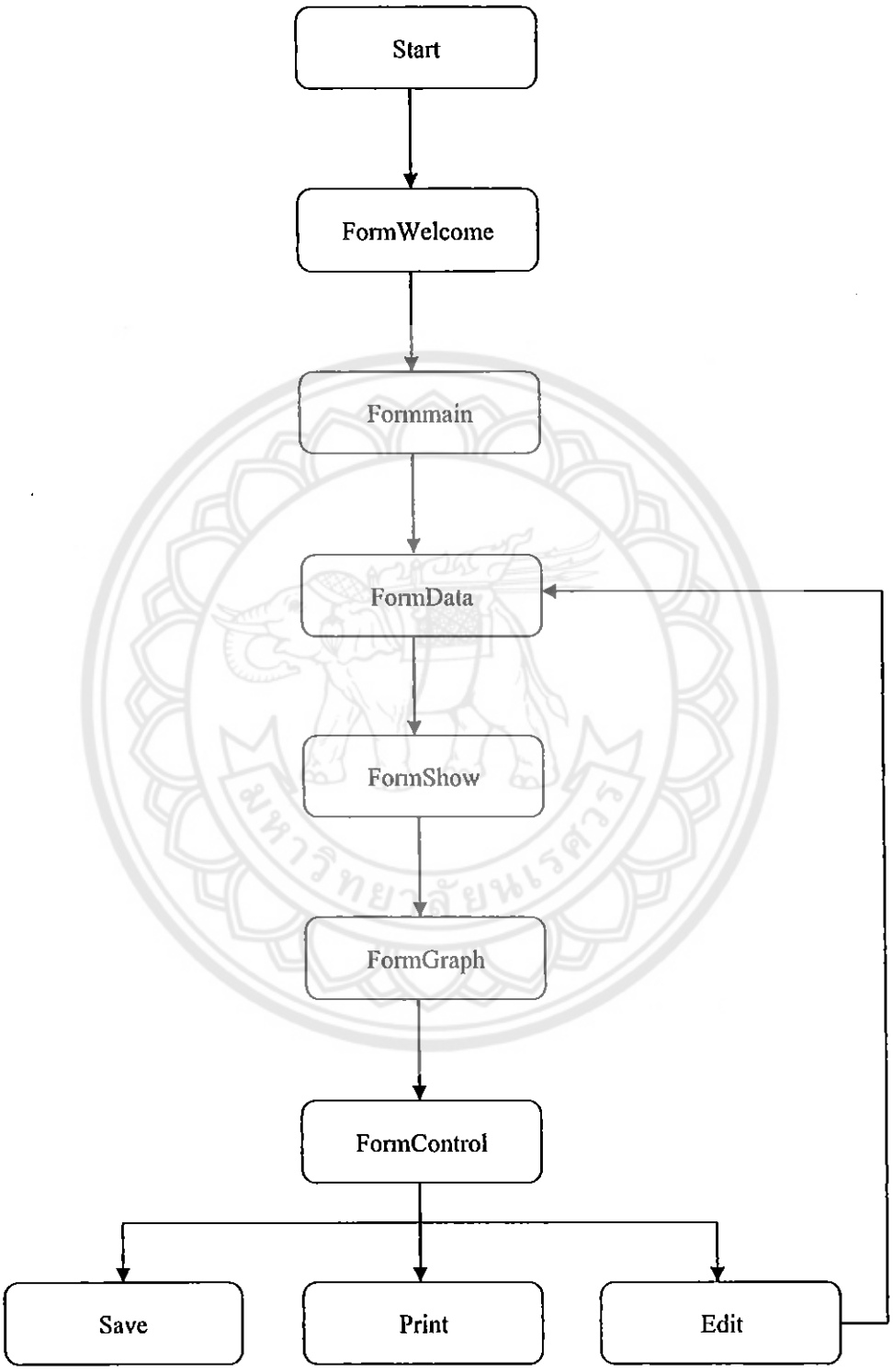
โปรแกรมออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ นี้จะประกอบไปด้วยรูปแบบ ที่ใช้ในการคำนวณจำนวน 20 รูปแบบ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น

- ส่วนนำเข้าข้อมูล (Input) จำนวน 6 รูปแบบ
- ส่วนที่แสดงผล (Output) ซึ่งประกอบไปด้วย การแสดงผลออกเป็นตัวเลข จำนวน 6 รูปแบบ, การแสดงผลออกเป็นรูปกราฟ และ สมการของเส้นกราฟ 6 รูปแบบ
- ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Save) และส่วนที่แสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์ (Printer) จำนวน 1 รูปแบบ

การตั้งชื่อรูปแบบนั้น เราจะแบ่งการตั้งชื่อตามลักษณะการใช้งาน เช่น

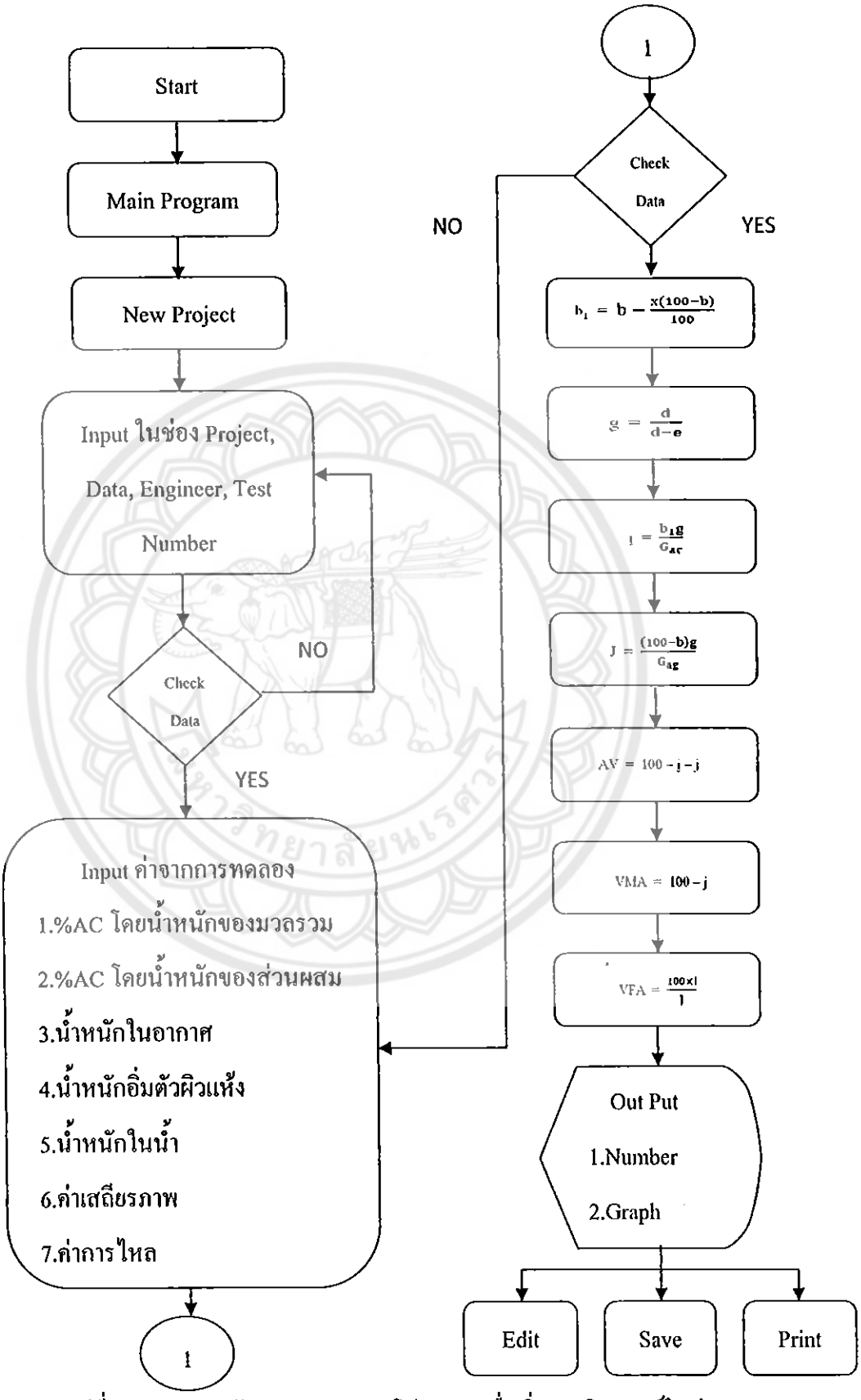
- รูปแบบที่ทำหน้าที่เป็นเมนู หรือใช้เลือกการทำงาน ได้แก่ Formmain, Formbutton
- รูปแบบที่ทำหน้าที่สำหรับรับข้อมูล ได้แก่ FormData, FormData2, FormData3
- รูปแบบที่ทำหน้าที่สำหรับการแสดงผลการคำนวณ ได้แก่ Formshow, Formshow2

แผนผังขั้นตอนการทำงานของแต่ละรูปแบบเป็นไปดังนี้



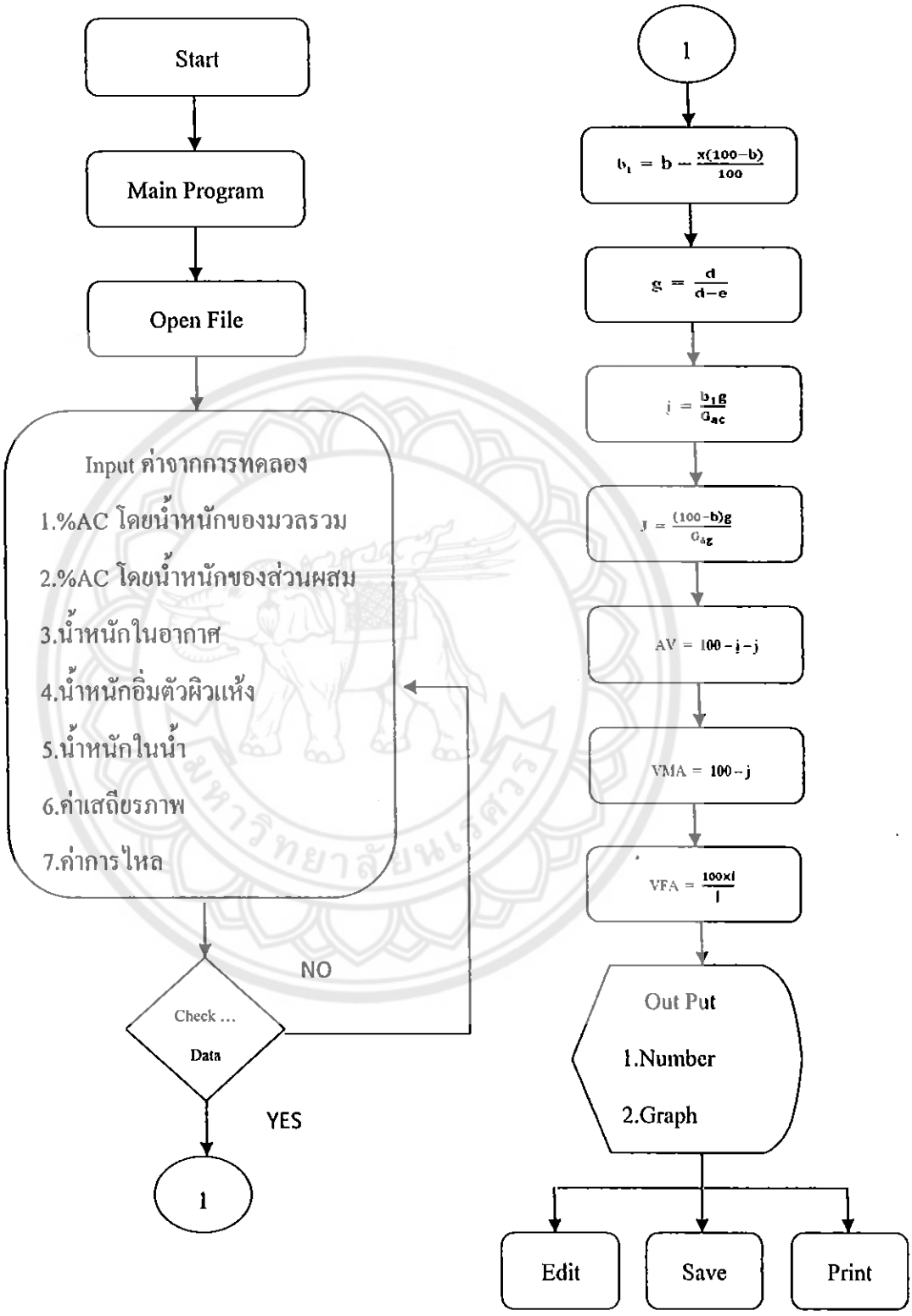
รูปที่ 3.2 แสดงลำดับการใช้งานของแต่ละรูปแบบ

แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต วิธีมาร์แชลล์ (New Project)



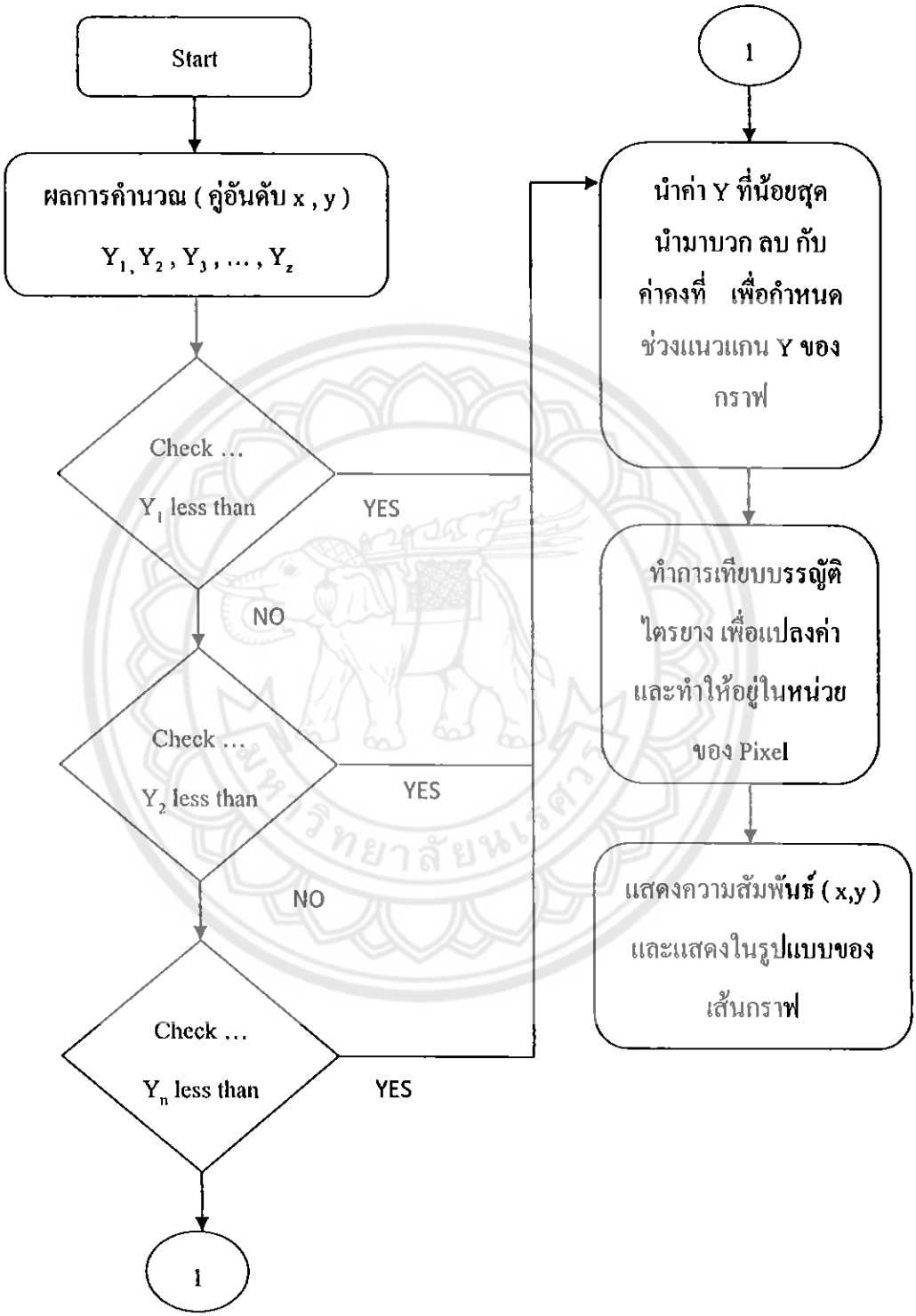
รูปที่ 3.3 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมเมื่อเริ่มการวิเคราะห์ใหม่

แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต วิธีมาร์แชลล์ (Open Project)



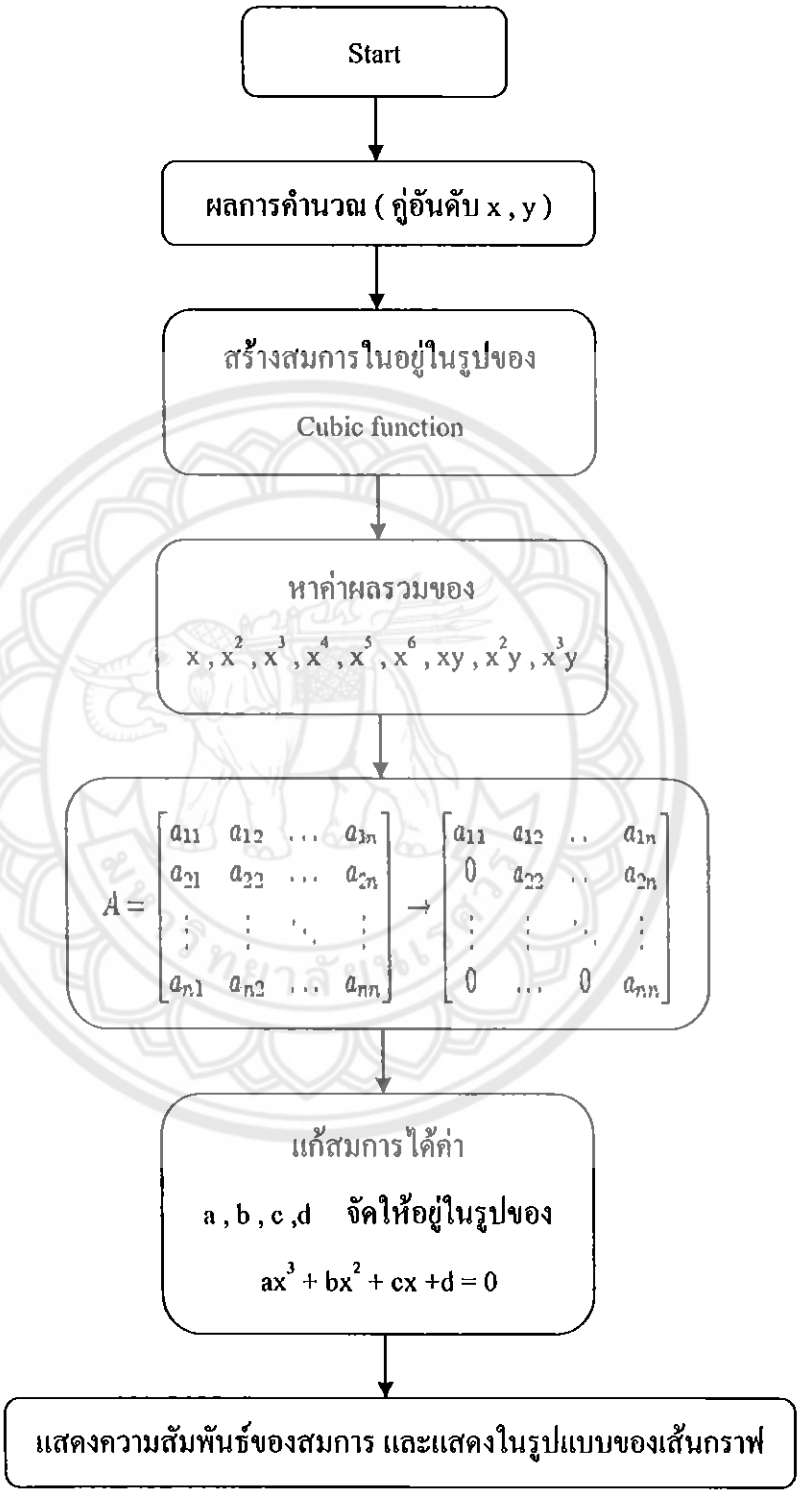
รูปที่ 3.4 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมเมื่อเริ่มต้องการเรียกข้อมูลการวิเคราะห์เดิม

แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตวิธี Marshall (Graph)



รูปที่ 3.5 แสดงลำดับการคำนวณหา ค่าความสัมพันธ์ x, y

แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต วิธีมาร์แชลล์ (เส้นแนวโน้ม)



รูปที่ 3.6 แสดงลำดับการคำนวณหาสมการเส้นแนวโน้ม

บทที่ 4
ผลการศึกษา

จากขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมสามารถนำเสนอในรูปแบบได้ดังนี้

4.1 ขั้นตอนการทำงาน

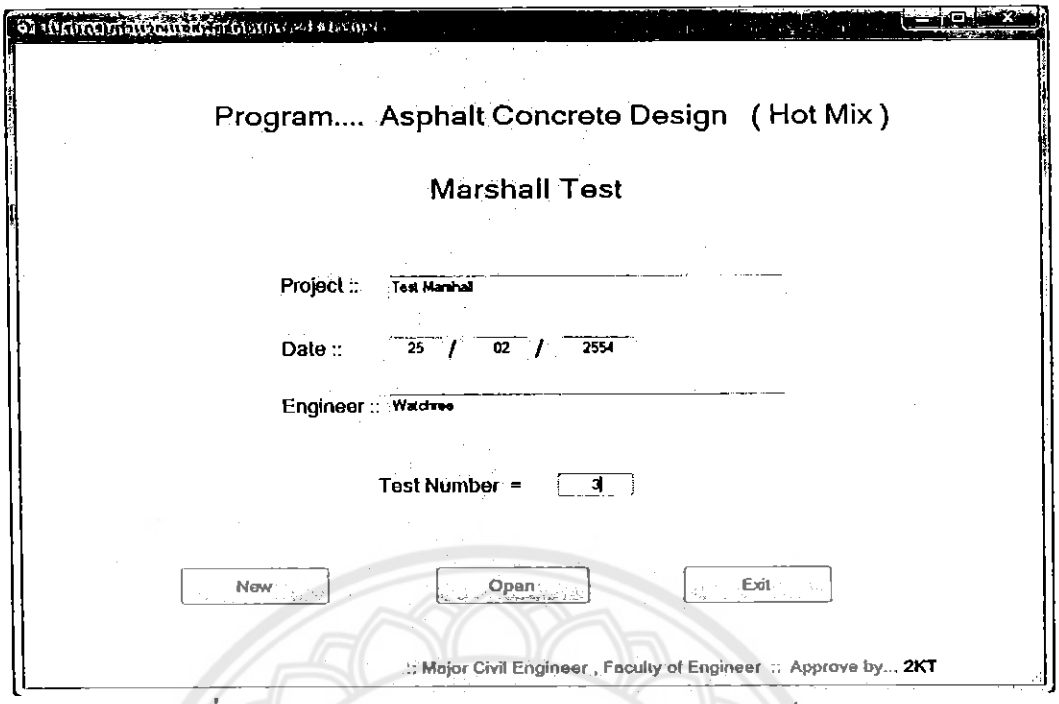
4.1.1 เมื่อเข้าสู่โปรแกรมระบบจะทำการแสดงข้อแนะนำการใช้โปรแกรม เพื่อให้ผู้ที่ใช้ทราบถึงขอบเขตการทำงานของโปรแกรม โดยจะแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ

4.1.1.1 การเริ่มคำนวณค่าใหม่

4.1.1.2 การเปิดค่าเก่าขึ้นมาใช้งาน

รูปที่ 4.1 แสดงข้อแนะนำการใช้โปรแกรม

4.1.2 การเริ่มคำนวณค่าใหม่ ควรป้อนข้อมูลในช่อง Project, Data, Engineer ให้ครบและทำการกดปุ่ม New เพื่อเริ่มทำการป้อนค่า ส่วนในช่องจำนวนตัวอย่างเราสามารถป้อนค่า ตัวอย่างที่ทำการทดสอบ เช่น 2 Mix = 6 ตัวอย่าง (1 Mix = 3) จากนั้น กดปุ่ม New



รูปที่ 4.2 แสดงหน้าแรกของโปรแกรมออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

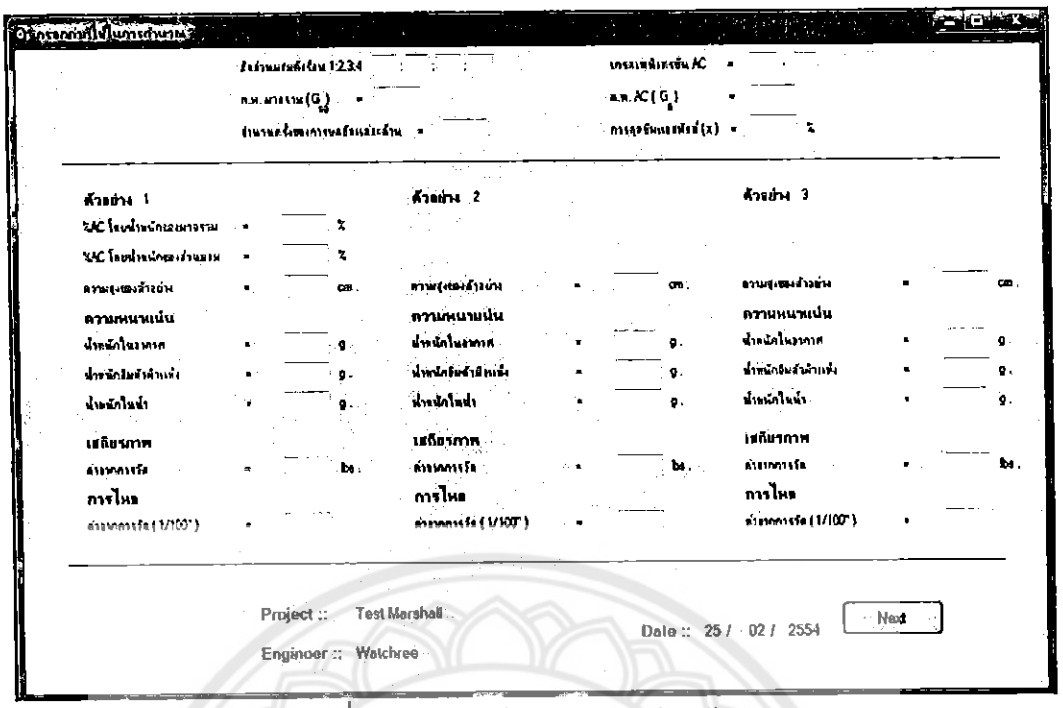
New คือ การสร้างโครงการใหม่

Open คือ การเปิดไฟล์ นำข้อมูลที่บันทึกไว้ กลับมาแก้ไขหรือจัดการข้อมูลใหม่

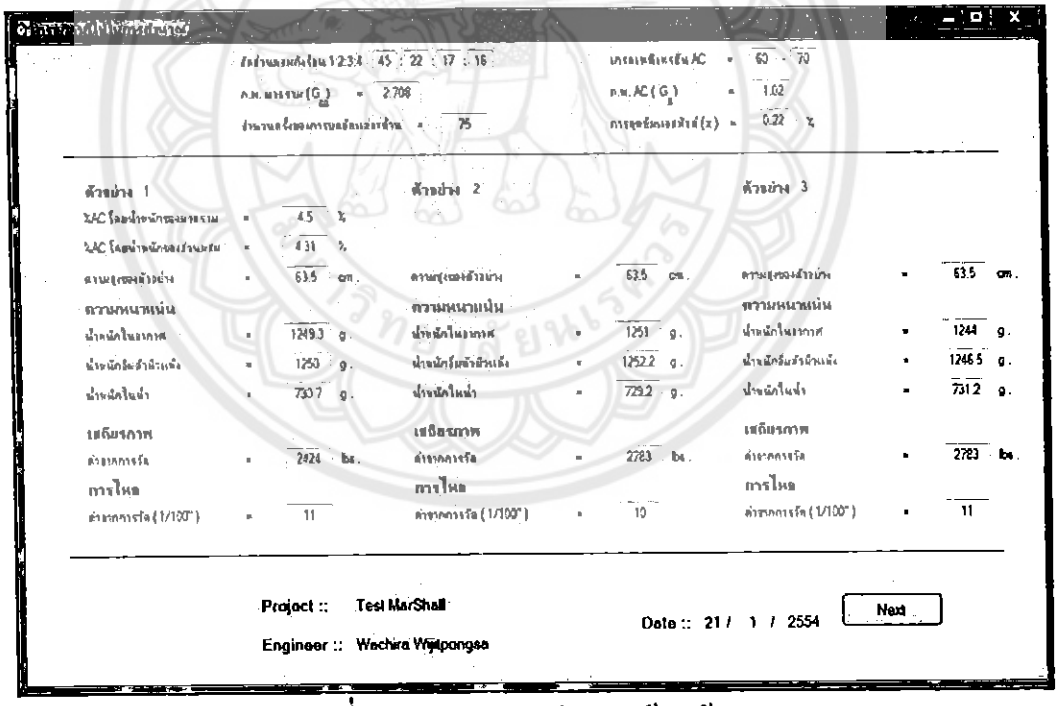
Exit คือ การออกโปรแกรม

4.1.3 เข้าสู่หน้าต่างของโปรแกรม เพื่อป้อนค่าต่างๆ เช่น สัดส่วนถังผสมร้อน, ค่าความถ่วงจำเพาะ, ร้อยละการดูดซึมของแอสฟัลต์, ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวมและส่วนผสม, น้ำหนักในอากาศ, น้ำหนักอิ่มตัวผิวแห้ง, น้ำหนักในน้ำ, ค่าเสถียรภาพ, ค่าการไหล เนื่องจากค่าทั้งหมดนี้ ต้องใช้ในการคำนวณออกแบบ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบโดยวิธีมาร์แชลล์ เพื่อให้ได้ค่าช่องว่างอากาศประมาณร้อยละ 4 หลังจากนั้นทำการกดปุ่ม Next เพื่อทำการคำนวณ

1551262
25
4/6/10
2553

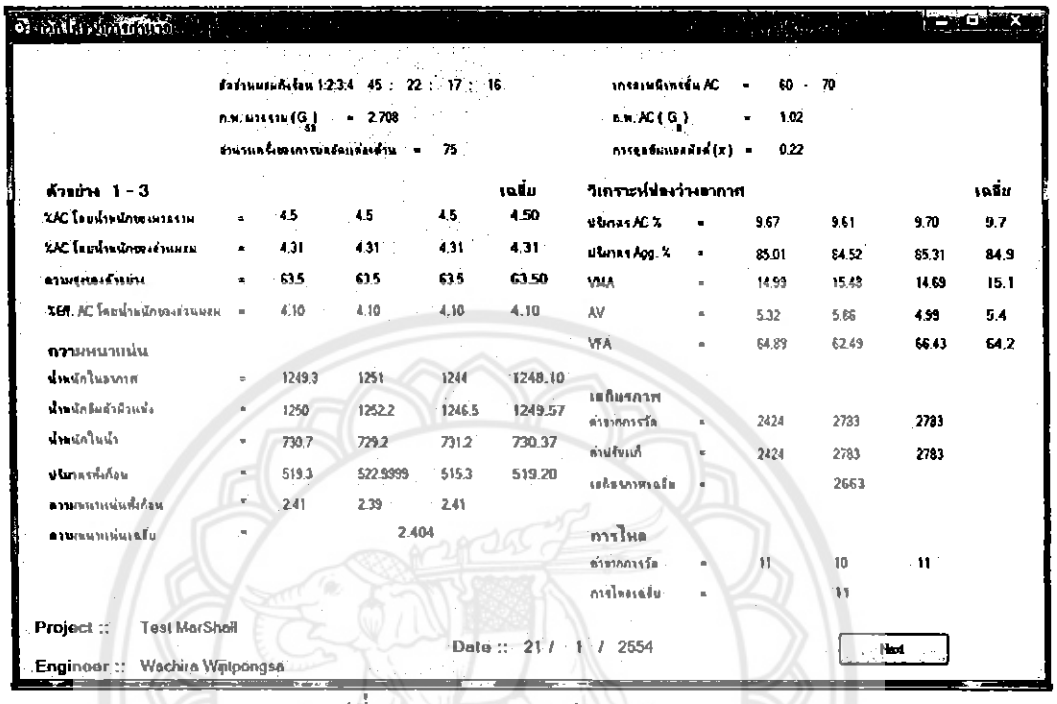


รูปที่ 4.3 แสดงหน้าต่างสำหรับป้อนข้อมูล

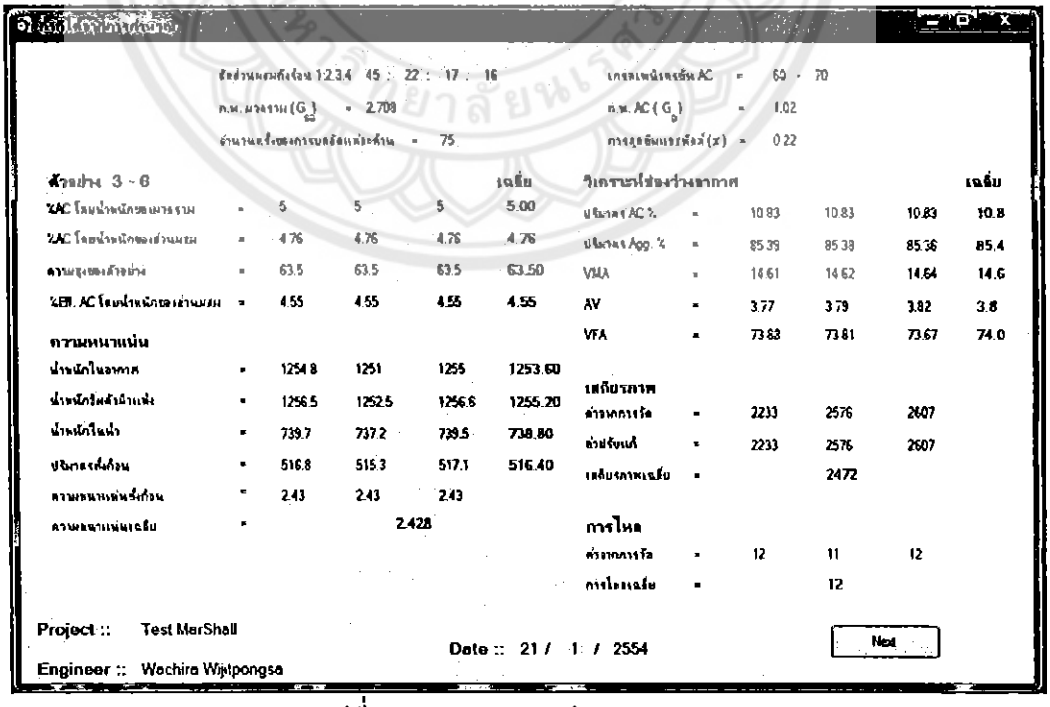


รูปที่ 4.4 แสดงรายละเอียดการป้อนข้อมูล

4.1.4 ระบบจะทำการคำนวณค่าต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการออกแบบวิธีมาร์แชลล์ โดยหาค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างแล้วนำมาแสดงผล และจะมีการปัดจุดทศนิยมเพียงครั้งเดียว เพื่อให้เกิดการสะสมข้อผิดพลาด (Error) จากการปัดจุดทศนิยม มีน้อยที่สุด ค่าที่สามารถนำไปใช้ได้คือตัวอักษรสีแดง

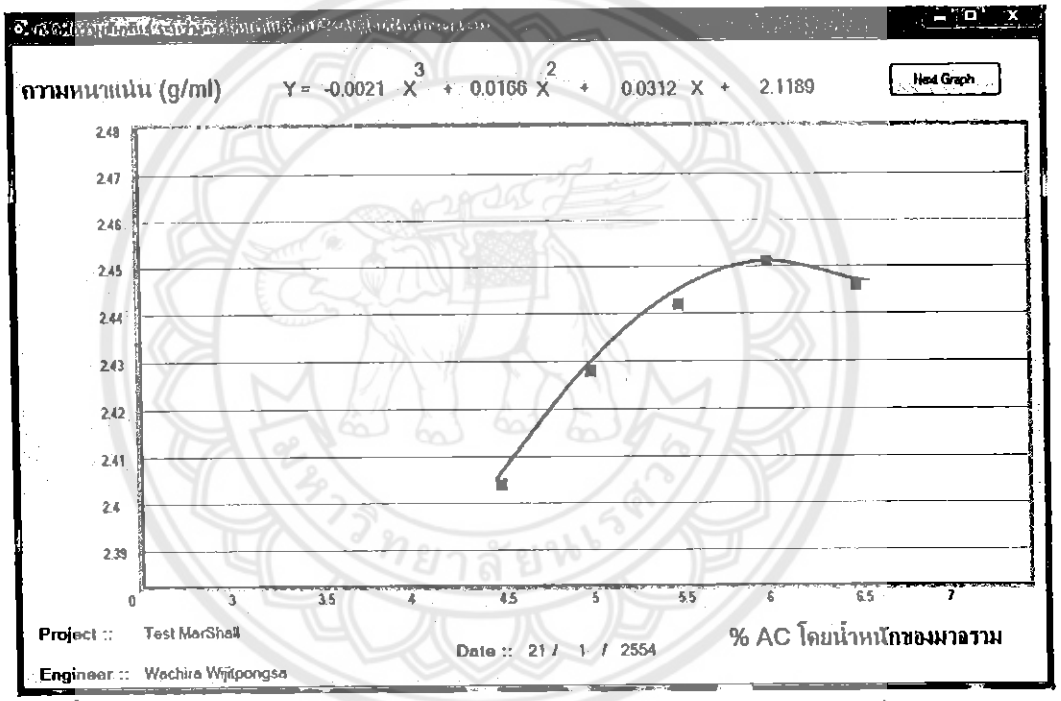


รูปที่ 4.5 แสดงรายละเอียดการคำนวณ

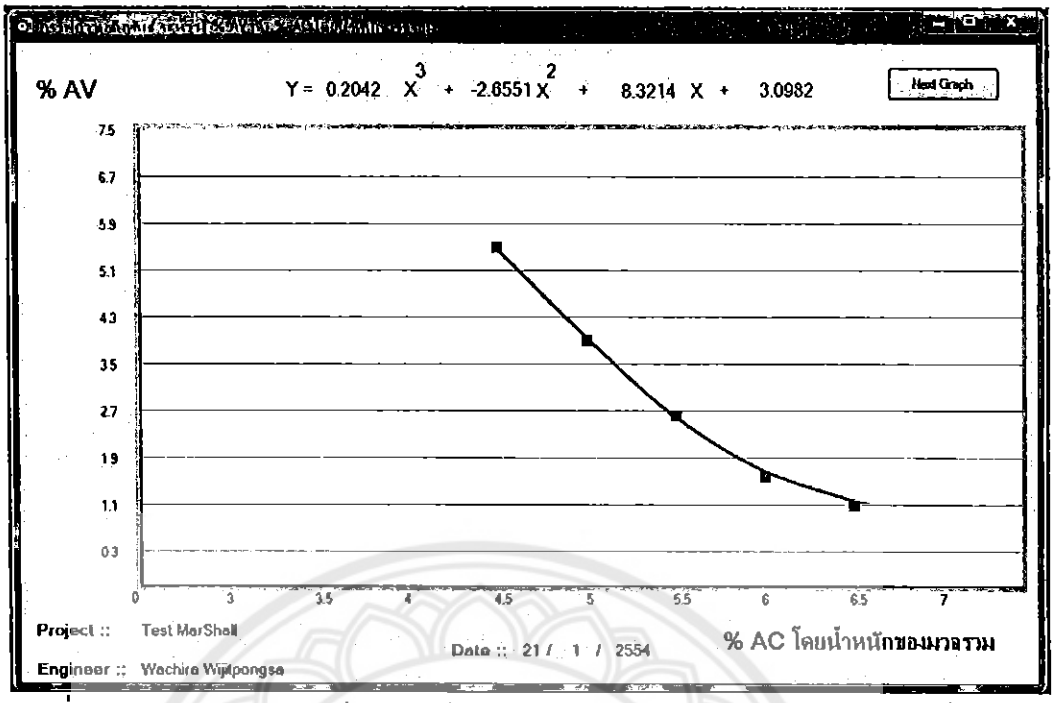


รูปที่ 4.6 แสดงรายละเอียดการคำนวณ

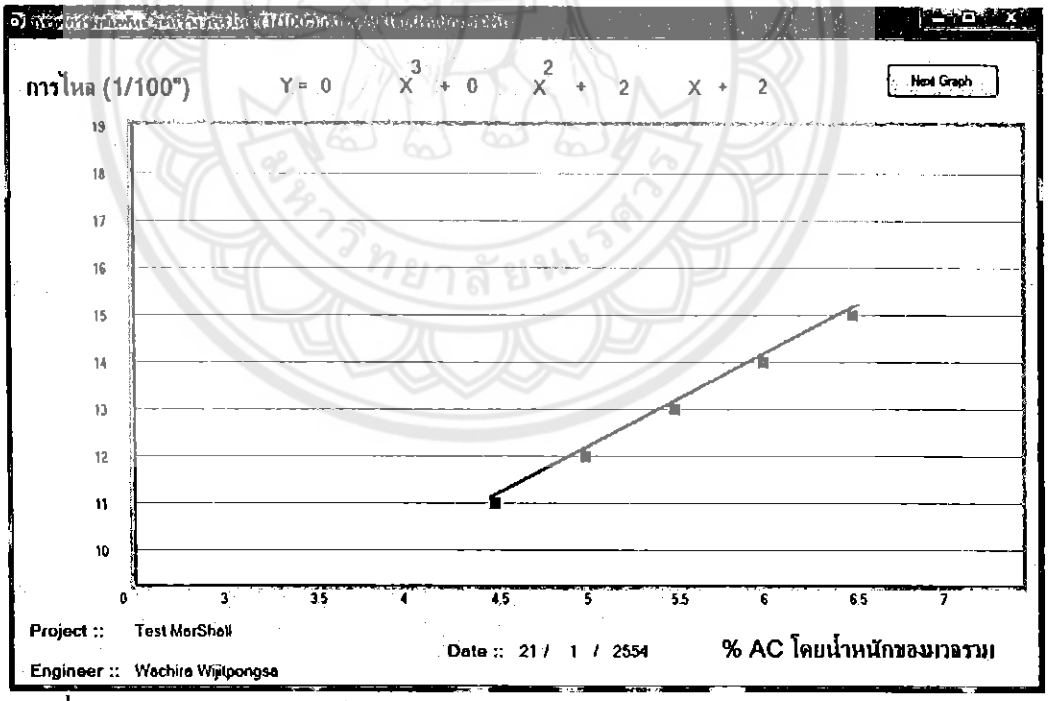
4.1. รูปแบบของการแสดงผลในลักษณะกราฟ โดยการเลือกใช้ความสัมพันธ์ของการทดสอบแบบมาร์แชลล์ ตามมาตรฐาน ASTM D1559 หรือ AASHTO T245 คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม, ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละช่องว่างอากาศ กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม, ความสัมพันธ์ระหว่างการไหล (1/100") กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม, ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพ กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม, ความสัมพันธ์ระหว่างช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม, ความสัมพันธ์ระหว่างช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม



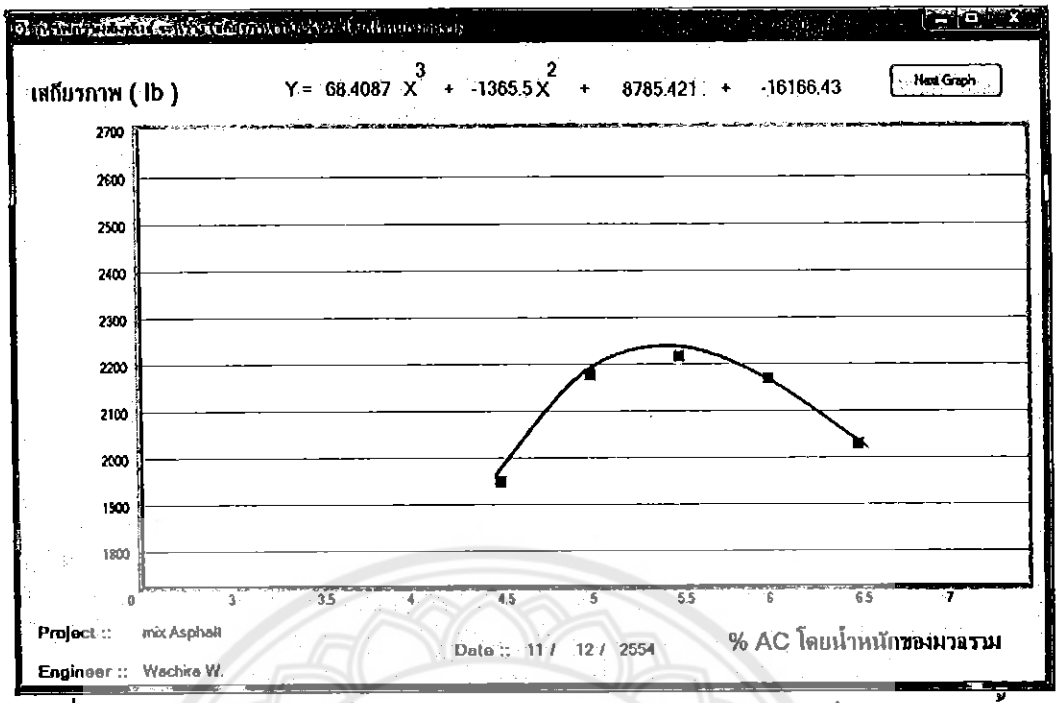
รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม



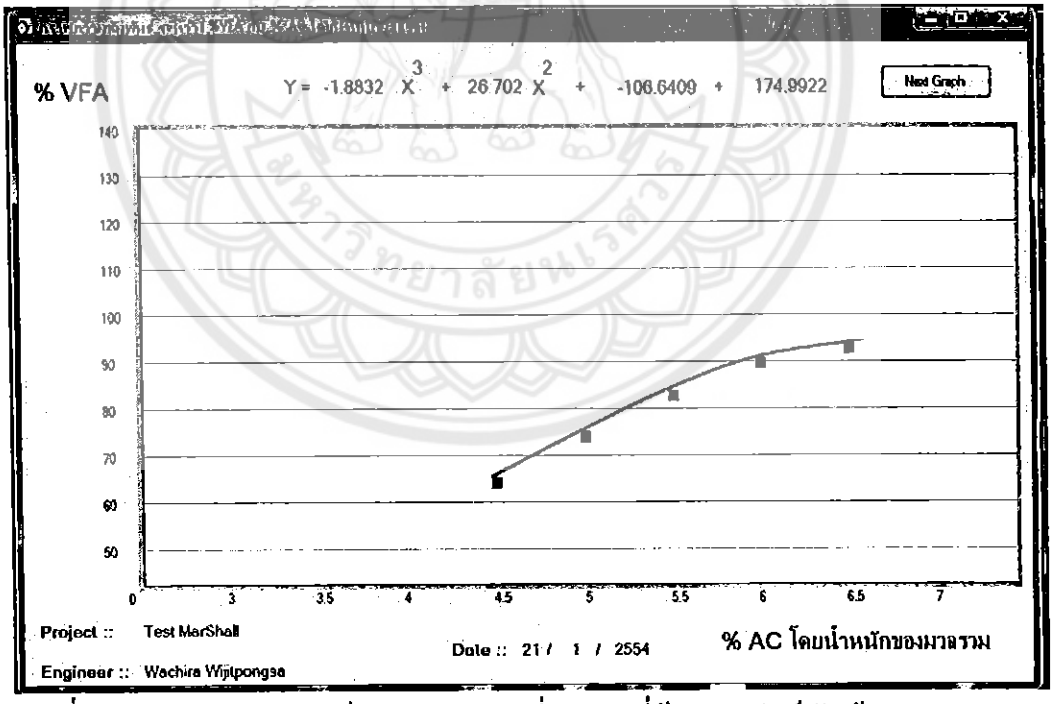
รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละช่องว่างอากาศ กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม



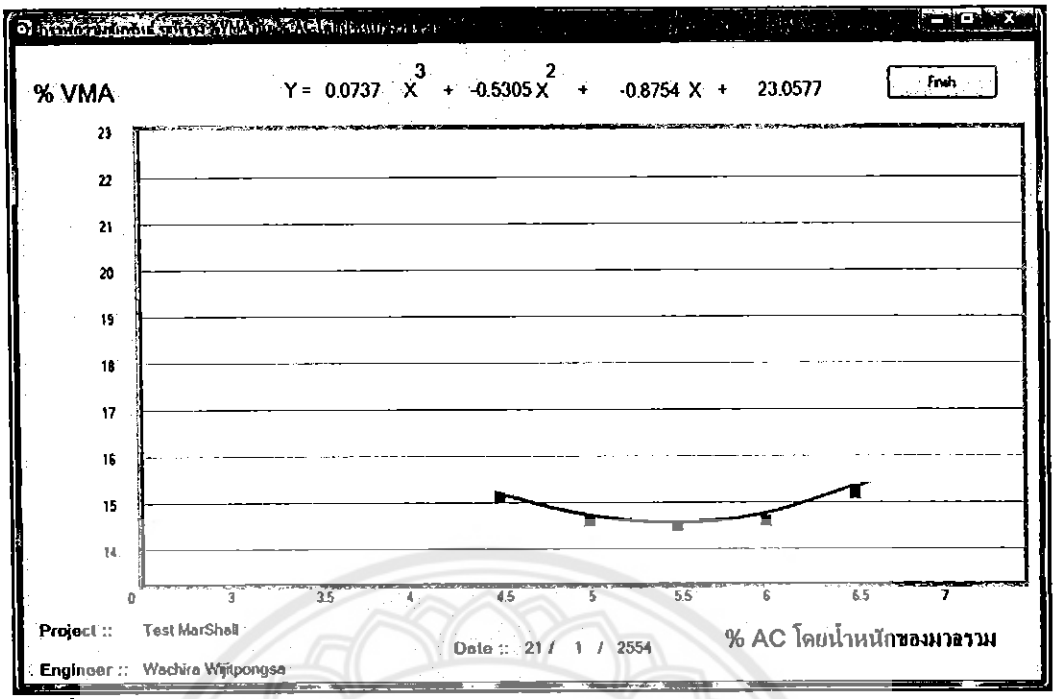
รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการไหล(1/100") กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม



รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพ กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม

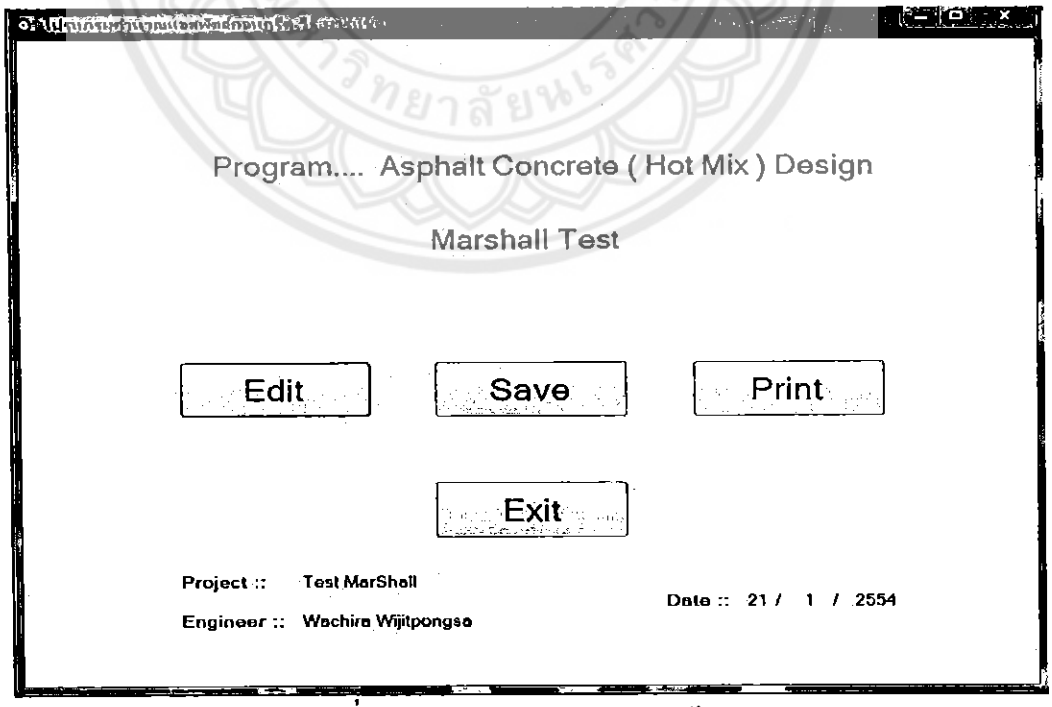


รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม



รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม กับ ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวม

4.1.6 หลังจากแสดงผลของโปรแกรมแล้ว ระบบจะให้ผู้ใช้ได้เลือก ที่จะจัดการกับข้อมูล เช่น การ Save , Edit , Print



รูปที่ 4.13 แสดงปุ่มสำหรับจัดการข้อมูล

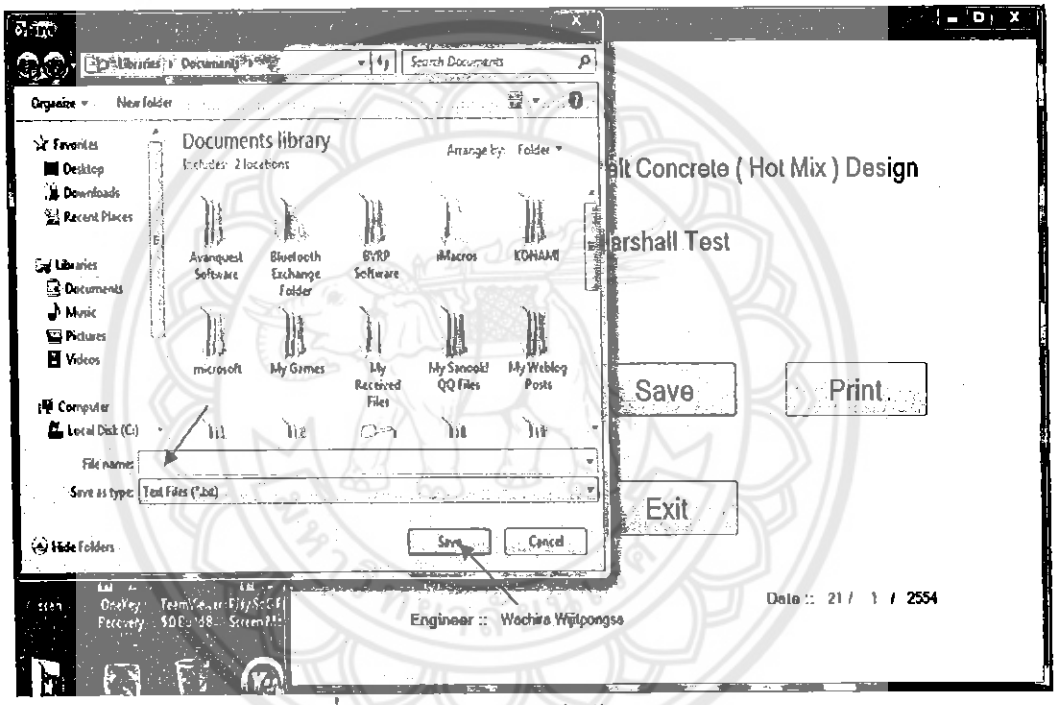
Save คือ การจัดเก็บข้อมูล ออกเป็น ไฟล์ .Text เพื่อที่จะสามารถเรียกขึ้นมาใช้งานในกรณีที่ต้องการแก้ไข

Edit คือ การแก้ไขข้อมูล ที่ได้ทำการป้อนค่าเข้ามา ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูล หรือป้อนข้อมูลที่ผิด

Print คือ การแสดงผลการคำนวณออกทาง Printer

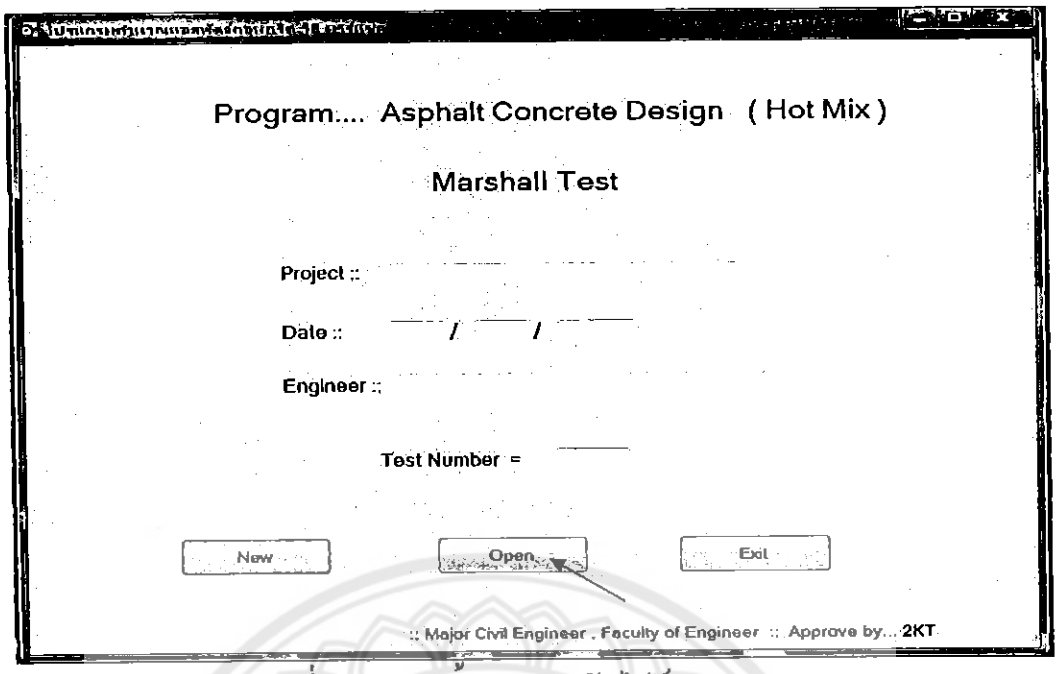
Exit คือ การออกจากโปรแกรม

4.1.7 การจัดเก็บข้อมูล (Save file) ทำโดยการตั้งชื่อ file ลงในช่อง File name จากนั้น ทำการกดปุ่ม Save

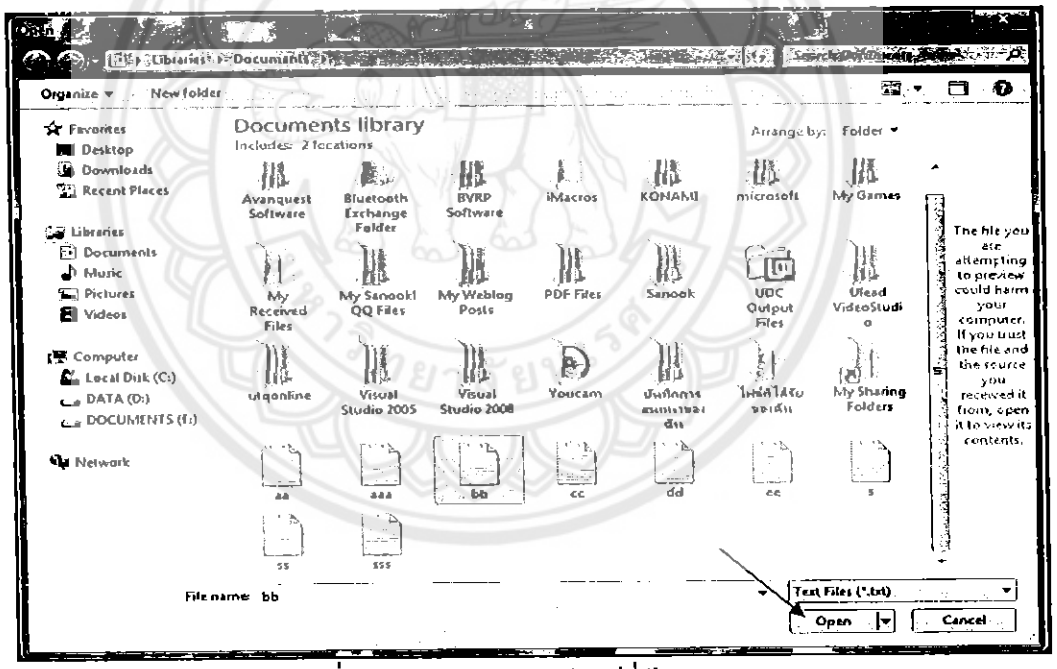


รูปที่ 4.14 แสดงการบันทึกข้อมูล (Save file)

4.1.8 การเปิดไฟล์ (Open file) ทำโดยการกดปุ่ม Open เลือกไฟล์ที่ต้องการเปิด จากนั้นกดปุ่ม Open เพื่อเปิดไฟล์



รูปที่ 4.15 แสดงขั้นตอนการเปิดไฟล์ (Open file)

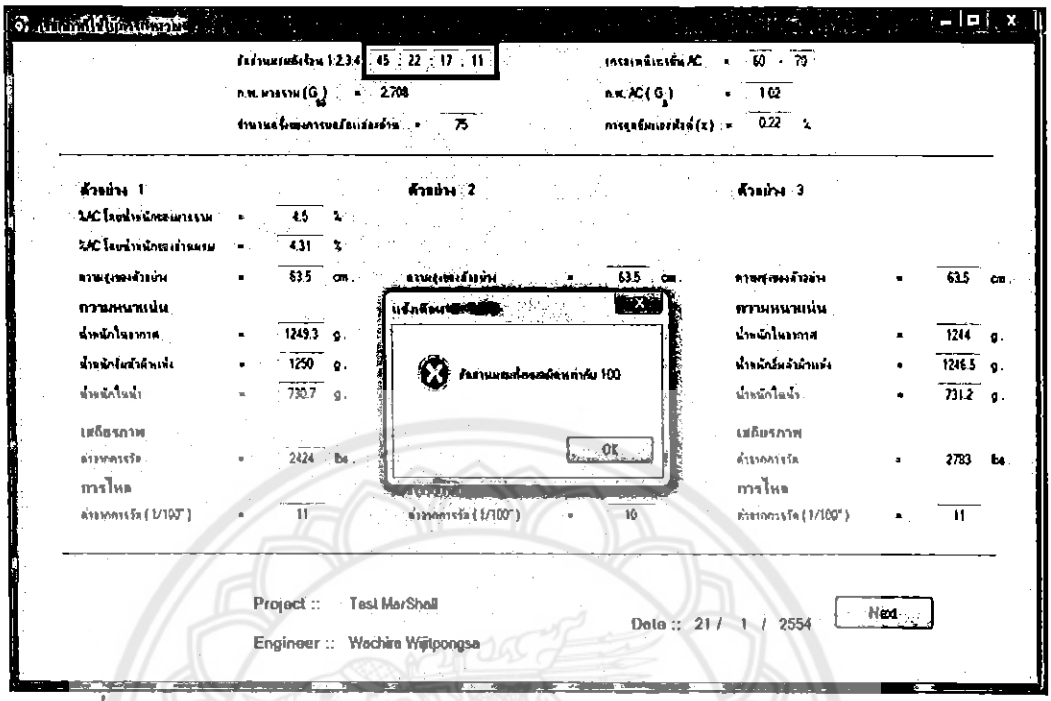


รูปที่ 4.16 แสดงการเลือกไฟล์ที่ต้องการเปิด

4.2 กล่องข้อความตอบโต้ในกรณีที่อาจเกิดการกรอกข้อมูลที่ผิดพลาด

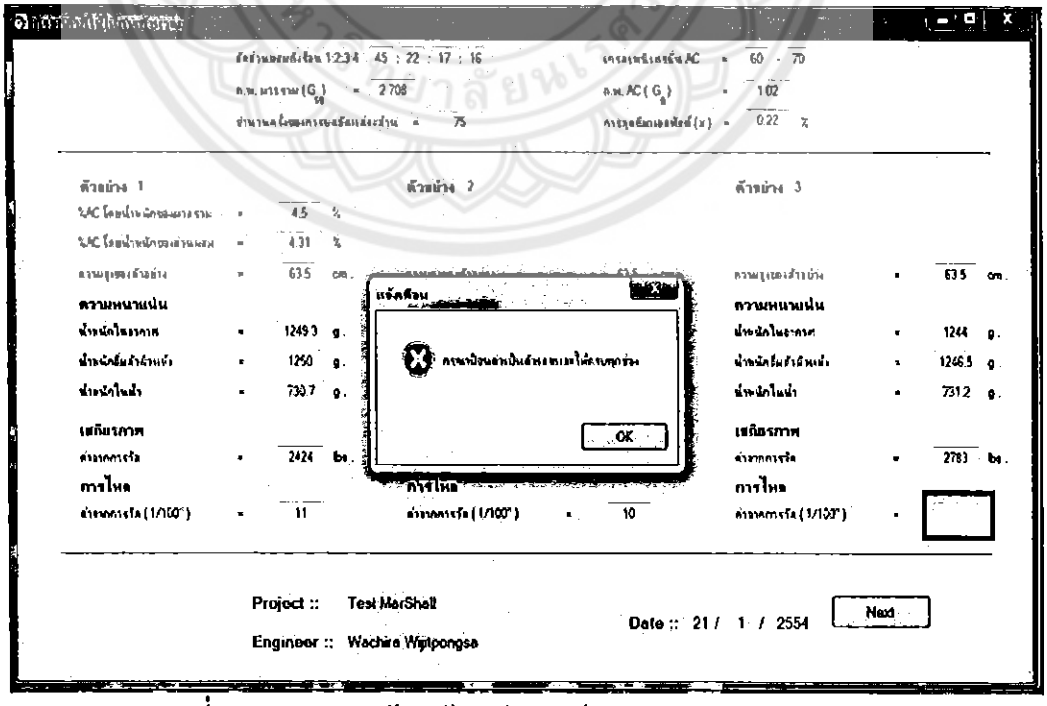
ข้อความจะตอบโต้ในกรณีที่ป้อนข้อมูลที่ผิดพลาด หรือข้อจำกัดของโปรแกรม เป็นการตรวจสอบของข้อมูล ซึ่งข้อความภายในกล่องตอบโต้จะมีคำแนะนำ และควรปฏิบัติตามคำแนะนำเพื่อความถูกต้องของข้อมูลและการคำนวณ

4.2.1 กรณีกรอกค่าสัดส่วนของส่วนผสม ไม่ครบ หรือมีค่าไม่เท่ากับ 100 %



รูปที่ 4.17 แสดงการป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง กรณีสัดส่วนของส่วนผสมไม่เท่ากับ 100 %

4.2.2 กรณีกรอกค่าของตัวอย่างไม่ครบ ทำให้การคำนวณเกิดข้อผิดพลาด (Error)



รูปที่ 4.18 แสดงการป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง กรณีของตัวอย่างไม่ครบ

บทที่ 5
วิเคราะห์และสรุปผลการใช้โปรแกรม

5.1 วิเคราะห์ผลการใช้โปรแกรม

ตามที่ได้นำโปรแกรม Visual Basic Express 2008 มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต วิธีมาร์แชลล์ ผลที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งเปรียบเทียบกับการคำนวณโดยไม่ใช้โปรแกรม จากตัวอย่างที่นำมาทดสอบซึ่งมีผลการคำนวณคลาดเคลื่อนเล็กน้อยตรงจุดทศนิยม ซึ่งขึ้นอยู่กับการสะสมข้อผิดพลาด ของการปัดเลขทศนิยม เนื่องจากโปรแกรมมีการปัดเลขทศนิยมเพียงครั้งเดียว ทำให้มีการผิดพลาดน้อยมาก แสดงว่าผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรมออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต วิธีมาร์แชลล์ มีความถูกต้อง ตามตัวอย่างการเปรียบเทียบดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตารางเปรียบเทียบความถูกต้องของผลการคำนวณ

สัดส่วนผสมถังร้อน 45:30:15:10 (โดยน้ำหนัก) เกรดเพนิเทรชั่น AC 60-70

ถ.พ.มวลรวม (Gbs) = 2.747 ถ.พ.AC(Gs) = 1.02

จำนวนครั้งของการบดอัดแต่ละด้าน = 75 การดูดซึมแอสฟัลต์ (X) = 0.22%

ค่าเฉลี่ยตัวอย่างที่ 1-3	ค่าที่ได้จากโปรแกรม	ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ	ความแตกต่าง
%AC โดยน้ำหนักของมวลรวม	4.50	4.50	ไม่แตกต่าง
%AC โดยน้ำหนักของส่วนผสม	4.31	4.31	ไม่แตกต่าง
ความสูงของตัวอย่าง	62.97	62.97	ไม่แตกต่าง
%Eff.AC โดยน้ำหนักของส่วนผสม	4.10	4.10	ไม่แตกต่าง
ความหนาแน่น			
น้ำหนักในอากาศ,g	1240.27	1240.27	ไม่แตกต่าง
น้ำหนักอิ่มตัวผิวแห้ง,g	1241.60	1241.60	ไม่แตกต่าง
น้ำหนักในน้ำ,g	732.97	732.97	ไม่แตกต่าง
ปริมาตรทั้งก้อน,ml	508.63	508.63	ไม่แตกต่าง
ความหนาแน่นเฉลี่ย	2.438	2.439	แตกต่าง

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) ตารางเปรียบเทียบความถูกต้องของผลการคำนวณ

ค่าเฉลี่ยตัวอย่างที่ 1-3	ค่าที่ได้จากโปรแกรม	ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ	ความแตกต่าง
การวิเคราะห์ช่องว่างอากาศ			
ปริมาตร AC %	9.8	9.8	ไม่แตกต่าง
ปริมาตร Agg. %	84.9	85.0	แตกต่าง
VMA	15.1	15.0	แตกต่าง
AV	5.3	5.2	แตกต่าง
VFA	64.9	65.3	แตกต่าง
เสถียรภาพ			
เสถียรภาพเฉลี่ย	1949	1950	แตกต่าง
การไหล			
การไหลเฉลี่ย	11	11	ไม่แตกต่าง

จากตารางพบว่าค่าที่ได้จากการคำนวณมีความแตกต่างกันเล็กน้อย เนื่องจากมีการปัดเลขทศนิยม ระหว่างการคำนวณหลายครั้ง แต่โปรแกรมมีการปัดเลขทศนิยมเพียงครั้งเดียว

ข้อดีของโปรแกรมออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต วิธีมาร์แชลล์ มีดังนี้

5.1.1 มีข้อแนะนำการใช้โปรแกรมที่เข้าใจง่าย

5.1.2 โปรแกรมการออกแบบสามารถทำงานในระบบ windows 98, windows XP, windows Vista, windows 7

5.1.3 โปรแกรมออกแบบสามารถสั่งพิมพ์รายงานและผลการคำนวณได้

5.1.4 โปรแกรมออกแบบมีฟังก์ชั่นสมการความสัมพันธ์

5.2 สรุปผล

จากการทดสอบโปรแกรมออกแบบคำนวณแอสฟัลต์คอนกรีต วิธีมาร์แชลล์ โปรแกรมสามารถออกแบบคำนวณค่าต่างๆ และแสดงผลออกมาในลักษณะความสัมพันธ์ร้อยละของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยน้ำหนักของมวลรวมกับค่าที่ได้จากการทดลอง 6 ค่า ดังนี้ ความหนาแน่น, การไหล (1/100"), ช่องว่างอากาศ (AV), เสถียรภาพ (Stability), ช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม (VMA) และช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ (VFA) ซึ่งมีการเปรียบเทียบและตรวจสอบผลที่ได้จากการออกแบบระหว่างการใช้โปรแกรมกับการไม่ใช้โปรแกรม พบว่ามีผลคลาดเคลื่อน

เล็กน้อย เนื่องจากการปัดเลขทศนิยม และโปรแกรมสามารถนำไปใช้ได้จริง สะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง

5.3 ข้อจำกัด

5.3.1 โปรแกรมสามารถคำนวณตัวอย่างได้มากสุด 18 ตัวอย่าง

5.3.2 โปรแกรมไม่สามารถสั่งลบจำนวนตัวอย่างได้ ต้องทำการป้อนข้อมูลในตัวอย่างใหม่

เอกสารอ้างอิง

วัชรินทร์ วิทยกุล. (2544). **การออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดผสมร้อน วิธีมาร์แชลล์.(พิมพ์ครั้งที่ 1).** กรุงเทพ ฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประวัติความเป็นมาของ Visual Basic. สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2553, จาก http://vbasic2008.doubleclickspace.com/history.html

TeachMeComputer. (20 มกราคม 2553). **VB.NET Tutorial 4 - If Statements (Visual Basic 2008/2010).** สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2554, จาก http://www.youtube.com/watch?v=0XlJkwaTsNs

TeachMeComputer. (20 มกราคม 2553). **VB.NET Tutorial 5 - Math Functions (Visual Basic 2008/2010).** สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2554, จาก http://www.youtube.com/watch?v=xEC84g4rnTY&feature=fvwrel

TeachMeComputer. (20 มกราคม 2553). **VB.NET Tutorial 6 - Form Properties (Visual Basic 2008/2010).** สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2554, จาก http://www.youtube.com/watch?v=H76n-iuOFew&feature=relmfu

TeachMeComputer. (21 มกราคม 2553). **VB.NET Tutorial 9 - Radio Button and Check Box (Visual Basic 2008/2010).** สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2554, จาก http://www.youtube.com/watch?v=iEcCW1G3alE&feature=relmfu

TeachMeComputer. (21 กุมภาพันธ์ 2553). **VB.NET Tutorial 38 - Try Catch (Visual Basic 2008/2010).** สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2554, จาก http://www.youtube.com/watch?v=_1r1ocyB_xc

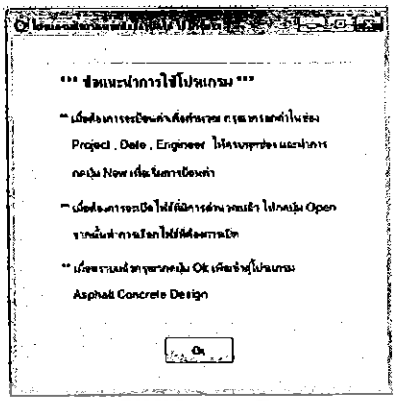
TeachMeComputer. (21 มีนาคม 2553). **VB.NET Tutorial 42 - Reading Text Files (Visual Basic 2008/2010).** สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2554, จาก http://www.youtube.com/watch?v=TTAdTrxUrpI

TeachMeComputer. (7 เมษายน 2553). **VB.NET Tutorial 43 - Saving Text Files (Visual Basic 2008/2010).** สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2554, จาก http://www.youtube.com/watch?v=A6mQchWQd5A

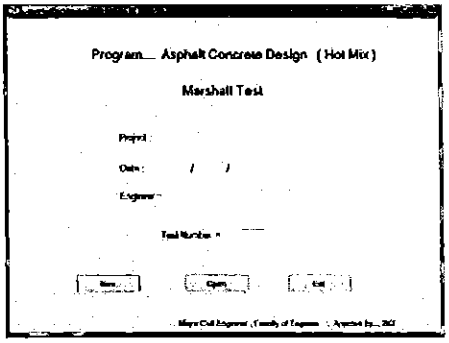
TeachMeComputer. (7 เมษายน 2553). **VB.NET Tutorial 44 – Open File Dialog (Visual Basic 2008/2010).** สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2554, จาก http://www.youtube.com/watch?v=6KBuk6OneRk

TeachMcComputer. (9 เมษายน 2553). **VB.NET Tutorial 45 – Save File Dialog (Visual Basic 2008/2010).** สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2554, จาก http://www.youtube.com/watch?v=pggaWAA0IQc

ภาคผนวก



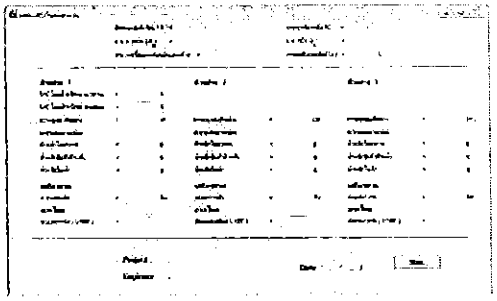

```
Public Class FormWelcome

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click

        Me.Hide()

        FormMain.ShowDialog()

    End Sub

End Class
```




```
Public Class FormMain
 Public exname As String
 Public exday As String
 Public exmonth As String
 Public exyear As String
 Public exename As String

   Private Sub ok_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles ok.Click
      Try
         Me.exname = exname1.Text
         Me.exday = exday1.Text
         Me.exmonth = exmonth1.Text
         Me.exyear = exyear1.Text
         Me.exename = exename1.Text
         FormButton.n = Convert.ToSingle(b1.Text)

         If FormButton.n < 3 Then
            MessageBox.Show("จำนวนตัวอย่าง ควรมีค่า 3 , 6 , 9 , 12 .... ", "แจ้งเตือน",
 MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
         ElseIf FormButton.n > 3 And FormButton.n < 6 Then
            MessageBox.Show("จำนวนตัวอย่าง ควรมีค่า 3 , 6 , 9 , 12 .... ", "แจ้งเตือน",
 MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
         ElseIf FormButton.n > 6 And FormButton.n < 9 Then
```

```
            MessageBox.Show("จำนวนตัวอย่าง ควรมีค่า 3 , 6 , 9 , 12 .... ", "แจ้งเตือน",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
        ElseIf FormButton.n > 9 And FormButton.n < 12 Then
            MessageBox.Show("จำนวนตัวอย่าง ควรมีค่า 3 , 6 , 9 , 12 .... ", "แจ้งเตือน",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
        ElseIf FormButton.n > 12 And FormButton.n < 15 Then
            MessageBox.Show("จำนวนตัวอย่าง ควรมีค่า 3 , 6 , 9 , 12 .... ", "แจ้งเตือน",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
        ElseIf FormButton.n > 15 And FormButton.n < 18 Then
            MessageBox.Show("จำนวนตัวอย่าง ควรมีค่า 3 , 6 , 9 , 12 .... ", "แจ้งเตือน",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
        ElseIf FormButton.n > 18 Then
            MessageBox.Show("จำนวนตัวอย่าง ควรมีค่า 3 , 6 , 9 , 12 .... ", "แจ้งเตือน",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
        End If
      Catch ex As Exception
        MessageBox.Show("กรุณาป้อนค่าให้ครบทุกช่อง จากนั้นกดปุ่ม New", "แจ้งเตือน",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
      End Try
      If FormButton.n = 3 Then
        Me.Hide()
        FormData.ShowDialog()
      ElseIf FormButton.n = 6 Then
        Me.Hide()
        FormData.ShowDialog()
      ElseIf FormButton.n = 9 Then
        Me.Hide()
        FormData.ShowDialog()
      ElseIf FormButton.n = 12 Then
        Me.Hide()
        FormData.ShowDialog()
      ElseIf FormButton.n = 15 Then
```

```
        Me.Hide()
        FormData.ShowDialog()
    ElseIf FormButton.n = 18 Then
        Me.Hide()
        FormData.ShowDialog()
    End If
End Sub

Private Sub out_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles out.Click
    If MessageBox.Show("คุณต้องการจบการทำงานหรือไม่ ?", "ยืนยัน",
MessageBoxButtons.YesNo, MessageBoxIcon.Question) = Windows.Forms.DialogResult.Yes
Then
        Me.Close()
    End If
End Sub
Private Sub load_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles load_1.Click
    FormButton.exopen = 3
    Me.Hide()
    FormData.ShowDialog()
End Sub
End Class
```



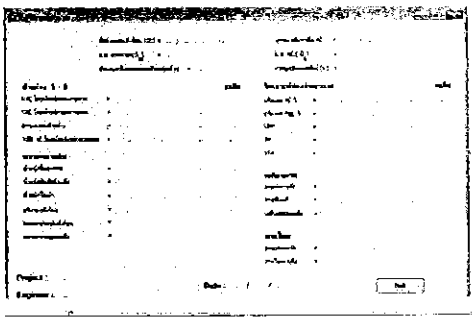
```
Public Class FormData
    Private Sub FormData_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load

        If FormButton.exopen = 3 Then
            Dim OpenFile As New OpenFileDialog
            OpenFile.FileName = ""
            OpenFile.Filter = "Text Files (*.txt)|*.txt|File (*)|*|ALL Files (*.*)|*.*)"
            OpenFile.Title = "Open"
            OpenFile.ShowDialog()
            Dim Read As New System.IO.StreamReader(OpenFile.FileName)

            b1.Text = Read.ReadLine
            b2.Text = Read.ReadLine
            b3.Text = Read.ReadLine
            b4.Text = Read.ReadLine
            b5.Text = Read.ReadLine
            b6.Text = Read.ReadLine
            b7.Text = Read.ReadLine
            b8.Text = Read.ReadLine
            b9.Text = Read.ReadLine
            b10.Text = Read.ReadLine
            b1_1.Text = Read.ReadLine
            b1_2.Text = Read.ReadLine
            b1_3.Text = Read.ReadLine
            b1_4.Text = Read.ReadLine
```

```
b1_5.Text = Read.ReadLine
b1_6.Text = Read.ReadLine
b1_7.Text = Read.ReadLine
b1_8.Text = Read.ReadLine
b2_3.Text = Read.ReadLine
b2_4.Text = Read.ReadLine
b2_5.Text = Read.ReadLine
b2_6.Text = Read.ReadLine
b2_7.Text = Read.ReadLine
b2_8.Text = Read.ReadLine
b3_3.Text = Read.ReadLine
b3_4.Text = Read.ReadLine
b3_5.Text = Read.ReadLine
b3_6.Text = Read.ReadLine
b3_7.Text = Read.ReadLine
b3_8.Text = Read.ReadLine
FormMain.exname = Read.ReadLine
FormMain.exday = Read.ReadLine
FormMain.exmonth = Read.ReadLine
FormMain.exyear = Read.ReadLine
FormMain.exename = Read.ReadLine
Read.Close()
If FormButton.n = 2 Then
   Me.ShowDialog()
End If
ex1name.Text = FormMain.exname
d.Text = FormMain.exday
m.Text = FormMain.exmonth
y.Text = FormMain.exyear
exe1name.Text = FormMain.exename
End If
ex1name.Text = FormMain.exname
```

```
        d.Text = FormMain.exday
        m.Text = FormMain.exmonth
        y.Text = FormMain.exyear
        exe1name.Text = FormMain.exename
    End Sub

    Private Sub go_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles go.Click
        Try
            FormButton.Str1 = Convert.ToSingle(b1.Text)
            FormButton.Str2 = Convert.ToSingle(b2.Text)
            FormButton.Str3 = Convert.ToSingle(b3.Text)
            FormButton.Str4 = Convert.ToSingle(b4.Text)
            FormButton.Str5 = Convert.ToSingle(b5.Text)
            FormButton.Str6 = Convert.ToSingle(b6.Text)
            FormButton.Str7 = Convert.ToSingle(b7.Text)
            FormButton.Str8 = Convert.ToSingle(b8.Text)
            FormButton.Str9 = Convert.ToSingle(b9.Text)
            FormButton.Str10 = Convert.ToSingle(b10.Text)
            FormButton.ex1_1 = Convert.ToSingle(b1_1.Text)
            FormButton.ex1_2 = Convert.ToSingle(b1_2.Text)
            FormButton.ex1_3 = Convert.ToSingle(b1_3.Text)
            FormButton.ex1_4 = Convert.ToSingle(b1_4.Text)
            FormButton.ex1_5 = Convert.ToSingle(b1_5.Text)
            FormButton.ex1_6 = Convert.ToSingle(b1_6.Text)
            FormButton.ex1_7 = Convert.ToSingle(b1_7.Text)
            FormButton.ex1_8 = Convert.ToSingle(b1_8.Text)
            FormButton.ex2_1 = Convert.ToSingle(b1_1.Text)
            FormButton.ex2_2 = Convert.ToSingle(b1_2.Text)
            FormButton.ex3_1 = Convert.ToSingle(b1_1.Text)
            FormButton.ex3_2 = Convert.ToSingle(b1_2.Text)
            FormButton.ex2_3 = Convert.ToSingle(b2_3.Text)
```

```
        FormButton.ex2_4 = Convert.ToSingle(b2_4.Text)
        FormButton.ex2_5 = Convert.ToSingle(b2_5.Text)
        FormButton.ex2_6 = Convert.ToSingle(b2_6.Text)
        FormButton.ex2_7 = Convert.ToSingle(b2_7.Text)
        FormButton.ex2_8 = Convert.ToSingle(b2_8.Text)
        FormButton.ex3_3 = Convert.ToSingle(b3_3.Text)
        FormButton.ex3_4 = Convert.ToSingle(b3_4.Text)
        FormButton.ex3_5 = Convert.ToSingle(b3_5.Text)
        FormButton.ex3_6 = Convert.ToSingle(b3_6.Text)
        FormButton.ex3_7 = Convert.ToSingle(b3_7.Text)
        FormButton.ex3_8 = Convert.ToSingle(b3_8.Text)
        If (FormButton.Str1 + FormButton.Str2 + FormButton.Str3 + FormButton.Str4) > 100 Or
(FormButton.Str1 + FormButton.Str2 + FormButton.Str3 + FormButton.Str4) < 100
ThenMessageBox.Show("สัดส่วนผสมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 100 ", "แจ้งเตือน",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
            b1.Clear()
            b2.Clear()
            b3.Clear()
            b4.Clear()
        ElseIf MessageBox.Show("กรุณาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ถ้าถูกต้องคลิก OK ",
"แจ้งเตือน", MessageBoxButtons.OKCancel, MessageBoxIcon.Information) =
Windows.Forms.DialogResult.OK Then
            If FormButton.exopen = 3 Then
              If FormButton.ex2_1_1 > 0 Then
                Me.Hide()
                FormButton.n = 6
              Else
                Me.Hide()
                FormButton.n = 3
              End If
            End If
```

```
            If FormButton.n = 3 Then
               Me.Hide()
               FormShow.ShowDialog()
            ElseIf FormButton.n = 6 Then
               Me.Hide()
               FormData2.ShowDialog()
            ElseIf FormButton.n = 9 Then
               Me.Hide()
               FormData2.ShowDialog()
            ElseIf FormButton.n = 12 Then
               Me.Hide()
               FormData2.ShowDialog()
            ElseIf FormButton.n = 15 Then
               Me.Hide()
               FormData2.ShowDialog()
            ElseIf FormButton.n = 18 Then
               Me.Hide()
               FormData2.ShowDialog()
            End If
         End If
      Catch ex As Exception
         MessageBox.Show("กรุณาป้อนค่าเป็นตัวเลขและให้ครบทุกช่อง", "แจ้งเตือน",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
      End Try
   End Sub

   Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
      Me.Hide()
      FormMain.ShowDialog()
   End Sub
End Class
```



```
Public Class FormShow
    Dim con1 As Single
    Dim con2 As Single
    Dim con3 As Single
    Private Sub FormShow_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load
        ex1name.Text = FormMain.exname
        d.Text = FormMain.exday
        m.Text = FormMain.exmonth
        y.Text = FormMain.exyear
        exe1name.Text = FormMain.exename

        Select Case 0 < FormButton.ex1_3

            Case (FormButton.ex1_3) > 25.4 And (FormButton.ex1_3) <= 27
                con1 = (5.56 - (((25.4 - (FormButton.ex1_3)) / (25.4 - 27)) * (5.56 - 5)))
                l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

            Case (FormButton.ex1_3) > 27 And (FormButton.ex1_3) <= 28.6
                con1 = (5 - (((27 - (FormButton.ex1_3)) / (27 - 28.6)) * (5 - 4.55)))
                l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

            Case (FormButton.ex1_3) > 28.6 And (FormButton.ex1_3) <= 30.2
                con1 = (4.55 - (((28.6 - (FormButton.ex1_3)) / (28.6 - 30.2)) * (4.55 - 4.17)))
                l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1
```

```
Case (FormButton.ex1_3) > 30.2 And (FormButton.ex1_3) <= 31.8
   con1 = (4.17 - (((30.2 - (FormButton.ex1_3)) / (30.2 - 31.8)) * (4.17 - 3.85)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 31.8 And (FormButton.ex1_3) <= 33.3
   con1 = (3.85 - (((31.8 - (FormButton.ex1_3)) / (31.8 - 33.3)) * (3.85 - 3.57)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 33.3 And (FormButton.ex1_3) <= 34.9
   con1 = (3.57 - (((33.3 - (FormButton.ex1_3)) / (33.3 - 34.9)) * (3.57 - 3.33)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 34.9 And (FormButton.ex1_3) <= 36.5
   con1 = (3.33 - (((34.9 - (FormButton.ex1_3)) / (34.9 - 36.5)) * (3.33 - 3.03)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 36.5 And (FormButton.ex1_3) <= 38.1
   con1 = (3.03 - (((36.5 - (FormButton.ex1_3)) / (36.5 - 38.1)) * (3.03 - 2.78)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 38.1 And (FormButton.ex1_3) <= 39.7
   con1 = (2.78 - (((38.1 - (FormButton.ex1_3)) / (38.1 - 39.7)) * (2.78 - 2.5)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 39.7 And (FormButton.ex1_3) <= 41.3
   con1 = (2.5 - (((39.7 - (FormButton.ex1_3)) / (39.7 - 41.3)) * (2.5 - 2.27)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 41.3 And (FormButton.ex1_3) <= 42.9
   con1 = (2.27 - (((41.3 - (FormButton.ex1_3)) / (41.3 - 42.9)) * (2.27 - 2.08)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1
```

```
Case (FormButton.ex1_3) > 42.9 And (FormButton.ex1_3) <= 44.4
   con1 = (2.08 - (((42.9 - (FormButton.ex1_3)) / (42.9 - 44.4)) * (2.08 - 1.92)))
   117_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 44.4 And (FormButton.ex1_3) <= 46
   con1 = (1.92 - (((44.4 - (FormButton.ex1_3)) / (44.4 - 46)) * (1.92 - 1.79)))
   117_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 46 And (FormButton.ex1_3) <= 47.6
   con1 = (1.79 - (((46 - (FormButton.ex1_3)) / (46 - 47.6)) * (1.79 - 1.67)))
   117_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 47.6 And (FormButton.ex1_3) <= 49.2
   con1 = (1.67 - (((47.6 - (FormButton.ex1_3)) / (47.6 - 49.2)) * (1.67 - 1.56)))
   117_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 49.2 And (FormButton.ex1_3) <= 50.8
   con1 = (1.56 - (((49.2 - (FormButton.ex1_3)) / (49.2 - 50.8)) * (1.56 - 1.47)))
   117_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 49.2 And (FormButton.ex1_3) <= 50.8
   con1 = (1.56 - (((49.2 - (FormButton.ex1_3)) / (49.2 - 50.8)) * (1.56 - 1.47)))
   117_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 50.8 And (FormButton.ex1_3) <= 52.4
   con1 = (1.47 - (((50.8 - (FormButton.ex1_3)) / (50.8 - 52.4)) * (1.47 - 1.39)))
   117_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 52.4 And (FormButton.ex1_3) <= 54
   con1 = (1.39 - (((52.4 - (FormButton.ex1_3)) / (52.4 - 54)) * (1.39 - 1.32)))
   117_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1
```

```
Case (FormButton.ex1_3) > 54 And (FormButton.ex1_3) <= 55.6
   con1 = (1.32 - (((54 - FormButton.ex1_3) / (54 - 55.6)) * (1.32 - 1.25)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 55.6 And (FormButton.ex1_3) <= 57.2
   con1 = (1.25 - (((55.6 - (FormButton.ex1_3)) / (55.6 - 57.2)) * (1.25 - 1.19)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 57.2 And (FormButton.ex1_3) <= 58.7
   con1 = (1.19 - (((57.2 - (FormButton.ex1_3)) / (57.2 - 58.7)) * (1.19 - 1.14)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 58.7 And (FormButton.ex1_3) <= 60.3
   con1 = (1.14 - (((58.7 - (FormButton.ex1_3)) / (58.7 - 60.3)) * (1.14 - 1.09)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 60.3 And (FormButton.ex1_3) <= 61.9
   con1 = (1.09 - (((60.3 - (FormButton.ex1_3)) / (60.3 - 61.9)) * (1.09 - 1.04)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 61.9 And (FormButton.ex1_3) <= 63.5
   con1 = (1.04 - (((61.9 - (FormButton.ex1_3)) / (61.9 - 63.5)) * (1.04 - 1)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 63.5 And (FormButton.ex1_3) <= 65.1
   con1 = (1 - (((63.5 - (FormButton.ex1_3)) / (63.5 - 65.1)) * (1 - 0.96)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 65.1 And (FormButton.ex1_3) <= 66.7
   con1 = (0.96 - (((65.1 - (FormButton.ex1_3)) / (65.1 - 66.7)) * (0.96 - 0.93)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1
```

```
Case (FormButton.ex1_3) > 66.7 And (FormButton.ex1_3) <= 68.3
   con1 = (0.93 - (((66.7 - (FormButton.ex1_3)) / (66.7 - 68.3)) * (0.93 - 0.89)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 68.3 And (FormButton.ex1_3) <= 69.8
   con1 = (0.89 - (((68.3 - (FormButton.ex1_3)) / (68.3 - 69.8)) * (0.89 - 0.86)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 69.8 And (FormButton.ex1_3) <= 71.4
   con1 = (0.86 - (((69.8 - (FormButton.ex1_3)) / (69.8 - 71.4)) * (0.86 - 0.83)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 71.4 And (FormButton.ex1_3) <= 73
   con1 = (0.83 - (((71.4 - (FormButton.ex1_3)) / (71.4 - 73)) * (0.83 - 0.81)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 73 And (FormButton.ex1_3) <= 74.6
   con1 = (0.81 - (((73 - (FormButton.ex1_3)) / (73 - 74.6)) * (0.81 - 0.78)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1

Case (FormButton.ex1_3) > 74.6 And (FormButton.ex1_3) <= 76.2
   con1 = (0.78 - (((74.6 - (FormButton.ex1_3)) / (74.6 - 76.2)) * (0.78 - 0.76)))
   l17_1.Text = FormButton.ex1_7 * con1
End Select
l1.Text = FormButton.Str1
l2.Text = FormButton.Str2
l3.Text = FormButton.Str3
l4.Text = FormButton.Str4
l5.Text = FormButton.Str5
l6.Text = FormButton.Str6
```

```
        l7.Text = FormButton.Str7
        l8.Text = FormButton.Str8
        l9.Text = FormButton.Str9
        l10.Text = FormButton.Str10
        l1_1.Text = FormButton.ex1_1
        l1_2.Text = FormButton.ex1_1
        l1_3.Text = FormButton.ex1_1
        l1_4.Text = (((FormButton.ex1_1 + FormButton.ex1_1 + FormButton.ex1_1) /
3).ToString("#.00"))
        l2_1.Text = FormButton.ex1_2
        l2_2.Text = FormButton.ex1_2
        l2_3.Text = FormButton.ex1_2
        l2_4.Text = (((FormButton.ex1_2 + FormButton.ex1_2 + FormButton.ex1_2) /
3).ToString("#.00"))

        l3_1.Text = FormButton.ex1_3
        l3_2.Text = FormButton.ex2_3
        l3_3.Text = FormButton.ex3_3
        l3_4.Text = (((FormButton.ex1_3 + FormButton.ex2_3 + FormButton.ex3_3) /
3).ToString("#.00"))
        l4_1.Text = (((FormButton.ex1_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2)) /
100)).ToString("#.00"))
        l4_2.Text = (((FormButton.ex1_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2)) /
100)).ToString("#.00"))
        l4_3.Text = (((FormButton.ex1_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2)) /
100)).ToString("#.00"))
        l4_4.Text = (((((FormButton.ex1_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2)) /
100)) + ((FormButton.ex1_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2)) / 100)) +
((FormButton.ex1_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2)) / 100))) /
3).ToString("#.00"))

        l5_1.Text = FormButton.ex1_4
```

```
        l5_2.Text = FormButton.ex2_4
        l5_3.Text = FormButton.ex3_4
        L5_4.Text = (((FormButton.ex1_4 + FormButton.ex2_4 + FormButton.ex3_4) /
3).ToString("#.00"))

        l6_1.Text = FormButton.ex1_5
        l6_2.Text = FormButton.ex2_5
        l6_3.Text = FormButton.ex3_5
        l6_4.Text = (((FormButton.ex1_5 + FormButton.ex2_5 + FormButton.ex3_5) /
3).ToString("#.00"))

        l7_1.Text = FormButton.ex1_6
        l7_2.Text = FormButton.ex2_6
        l7_3.Text = FormButton.ex3_6
        l7_4.Text = (((FormButton.ex1_6 + FormButton.ex2_6 + FormButton.ex3_6) /
3).ToString("#.00"))

        l8_1.Text = (FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)
        l8_2.Text = (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)
        l8_3.Text = (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)
        l8_4.Text = ((((FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6) + (FormButton.ex2_5 -
FormButton.ex2_6) + (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / 3).ToString("#.00"))

        l9_1.Text = ((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 -
FormButton.ex1_6)).ToString("#.00"))
        l9_2.Text = ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 -
FormButton.ex2_6)).ToString("#.00"))
        l9_3.Text = ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 -
FormButton.ex3_6)).ToString("#.00"))
```

```
110_1.Text = (((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6) +
FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6) + FormButton.ex3_4 /
(FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / 3).ToString("#.000"))

111_1.Text = ((((FormButton.ex1_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2) /
100))) * ((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) /
FormButton.Str8)).ToString("#.00"))
111_2.Text = ((((FormButton.ex2_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex2_2) /
100))) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) /
FormButton.Str8)).ToString("#.00"))
111_3.Text = ((((FormButton.ex3_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex3_2) /
100))) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) /
FormButton.Str8)).ToString("#.00"))
111_4.Text = ((((((FormButton.ex1_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2) /
100))) * ((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str8)) +
(((FormButton.ex2_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex2_2) / 100))) *
((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str8)) +
(((FormButton.ex3_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex3_2) / 100))) *
((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str8))) /
3).ToString("#.0"))

112_1.Text = (((100 - FormButton.ex1_2) * ((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 -
FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str7)).ToString("#.00"))
112_2.Text = (((100 - FormButton.ex2_2) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 -
FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str7)).ToString("#.00"))
112_3.Text = (((100 - FormButton.ex3_2) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 -
FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str7)).ToString("#.00"))
112_4.Text = (((((100 - FormButton.ex1_2) * ((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 -
FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str7)) + ((100 - FormButton.ex2_2) * ((FormButton.ex2_4 /
(FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str7)) + ((100 - FormButton.ex3_2) *
((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str7))) /
3).ToString("#.0"))
```

```
        l13_1.Text = ((100 - ((100 - FormButton.ex1_2) * ((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5
- FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str7))).ToString("#.00"))
        l13_2.Text = ((100 - ((100 - FormButton.ex2_2) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5
- FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str7))).ToString("#.00"))
        l13_3.Text = ((100 - ((100 - FormButton.ex3_2) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5
- FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str7))).ToString("#.00"))
        l13_4.Text = ((((100 - ((100 - FormButton.ex1_2) * ((FormButton.ex1_4 /
(FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str7))) + (100 - ((100 -
FormButton.ex2_2) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) /
FormButton.Str7))) + (100 - ((100 - FormButton.ex3_2) * ((FormButton.ex3_4 /
(FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str7)))) / 3).ToString("#.0"))

        l14_1.Text = ((((100 - ((100 - FormButton.ex1_2) * ((FormButton.ex1_4 /
(FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str7))) - (((FormButton.ex1_2) -
((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2)) / 100)) * ((FormButton.ex1_4 /
(FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str8)))).ToString("#.00"))
        l14_2.Text = ((((100 - ((100 - FormButton.ex2_2) * ((FormButton.ex2_4 /
(FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str7))) - (((FormButton.ex2_2) -
((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex2_2)) / 100)) * ((FormButton.ex2_4 /
(FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str8)))).ToString("#.00"))
        l14_3.Text = ((((100 - ((100 - FormButton.ex3_2) * ((FormButton.ex3_4 /
(FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str7))) - (((FormButton.ex3_2) -
((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex3_2)) / 100)) * ((FormButton.ex3_4 /
(FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str8)))).ToString("#.00"))
        l14_4.Text = ((((((100 - ((100 - FormButton.ex1_2) * ((FormButton.ex1_4 /
(FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str7))) - (((FormButton.ex1_2) -
((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2)) / 100)) * ((FormButton.ex1_4 /
(FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str8)))) + (((100 - ((100 -
FormButton.ex2_2) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) /
FormButton.Str7))) - (((FormButton.ex2_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex2_2)) /
100)) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str8)))) +
```

(((100 - ((100 - FormButton.ex3_2) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str7))) - (((FormButton.ex3_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex3_2)) / 100)) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str8))))) / 3).ToString("#.0"))

l15_1.Text = ((100 * ((((FormButton.ex1_2) * ((100 - FormButton.ex1_2) / 100)) * ((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str8)) / (100 - ((100 - FormButton.ex1_2) * ((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str7))))).ToString("#.00"))

l15_2.Text = ((100 * ((((FormButton.ex2_2) * ((100 - FormButton.ex2_2) / 100)) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str8)) / (100 - ((100 - FormButton.ex2_2) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str7))))).ToString("#.00"))

l15_3.Text = ((100 * ((((FormButton.ex3_2) * ((100 - FormButton.ex3_2) / 100)) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str8)) / (100 - ((100 - FormButton.ex3_2) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str7))))).ToString("#.00"))

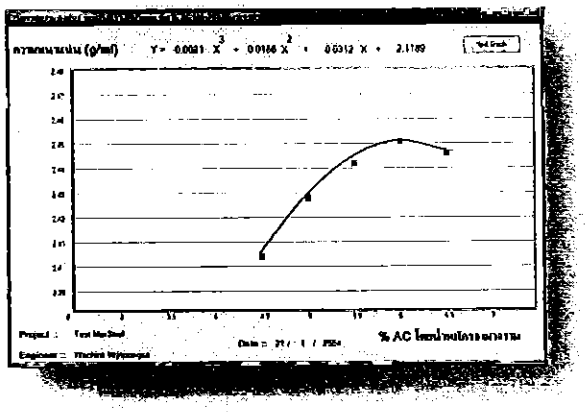
l15_4.Text = (((100 * ((((((FormButton.ex1_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2) / 100))) * ((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str8)) + (((FormButton.ex2_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex2_2) / 100))) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str8)) + (((FormButton.ex3_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex3_2) / 100))) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str8))) / 3).ToString("#.0"))) / (((((100 - ((100 - FormButton.ex1_2) * ((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str7))) + (100 - ((100 - FormButton.ex2_2) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str7))) + (100 - ((100 - FormButton.ex3_2) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str7)))) / 3).ToString("#.0")))).ToString("#.0"))

l16_1.Text = FormButton.ex1_7

l16_2.Text = FormButton.ex2_7

```
        l16_3.Text = FormButton.ex3_7

        l18_1.Text = (((((FormButton.ex1_7 * con1) + (FormButton.ex2_7 * con2) +
(FormButton.ex3_7 * con3)) / 3).ToString("#")))

        l19_1.Text = FormButton.ex1_8
        l19_2.Text = FormButton.ex2_8
        l19_3.Text = FormButton.ex3_8

        l20_1.Text = ((((FormButton.ex1_8 + FormButton.ex2_8 + FormButton.ex3_8) /
3).ToString("#")))

        FormButton.aa_16 = ((((((100 - ((100 - FormButton.ex1_2) * ((FormButton.ex1_4 /
(FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str7))) - (((FormButton.ex1_2) -
((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex1_2)) / 100)) * ((FormButton.ex1_4 /
(FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6)) / FormButton.Str8)))) + (((100 - ((100 -
FormButton.ex2_2) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) /
FormButton.Str7))) - (((FormButton.ex2_2) - ((FormButton.Str10 * (100 - FormButton.ex2_2)) /
100)) * ((FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6)) / FormButton.Str8)))) +
(((100 - ((100 - FormButton.ex3_2) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 -
FormButton.ex3_6)) / FormButton.Str7))) - (((FormButton.ex3_2) - ((FormButton.Str10 * (100 -
FormButton.ex3_2)) / 100)) * ((FormButton.ex3_4 / (FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) /
FormButton.Str8))))) / 3).ToString("#.0"))
        FormButton.aa_17 = ((((FormButton.ex1_8 + FormButton.ex2_8 + FormButton.ex3_8) /
3).ToString("#")))
        FormButton.aa_18 = (((((FormButton.ex1_7 * con1) + (FormButton.ex2_7 * con2) +
(FormButton.ex3_7 * con3)) / 3).ToString("#.0")))
    End Sub

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
 Handles Button1.Click
        If FormButton.n = 3 Then
```

```
            Form15.Show()
            Me.Close()
        ElseIf FormButton.n = 6 Then
            FormShow2.Show()
            Me.Close()
        ElseIf FormButton.n = 9 Then
            FormShow2.Show()
            Me.Close()
        ElseIf FormButton.n = 12 Then
            FormShow2.Show()
            Me.Close()
        ElseIf FormButton.n = 15 Then
            FormShow2.Show()
            Me.Close()
        ElseIf FormButton.n = 18 Then
            FormShow2.Show()
            Me.Close()
        End If
    End Sub
End Class
```



```
Public Class Form15

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
        FormShow.Show()
        Me.Close()
    End Sub


    Private Sub Panel2_Paint(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.Windows.Forms.PaintEventArgs) Handles Panel2.Paint
        Const GAP As Single = 5
        Dim H As Single = Panel2.ClientRectangle.Height
        Dim W As Single = Panel2.ClientRectangle.Width
        Using g As Graphics = e.Graphics
            Dim y1 As Single
            Dim y2 As Single
            Dim y3 As Single
            Dim y4 As Single
            Dim y5 As Single
            Dim y6 As Single
            g.SmoothingMode = Drawing2D.SmoothingMode.AntiAlias
            g.FillRectangle(Brushes.LawnGreen, 0, 0, W, H)
            g.FillRectangle(Brushes.White, 0 + GAP, 0 + GAP, W - GAP - GAP, H - GAP - GAP)
            g.DrawLine(Pens.Black, 0 + GAP, 0 + GAP, 0 + GAP, H - GAP)


            g.DrawLine(Pens.Black, 0 + GAP, H - GAP, W - GAP, H - GAP)
```

```
        Using p1 As New Pen(Color.Crimson, 2)
            Dim x1 As Single = (((FormButton.ex1_1 + FormButton.ex1_1 + FormButton.ex1_1) /
3).ToString("#.00"))
            Dim x2 As Single = (((FormButton.ex2_1_1 + FormButton.ex2_1_1 +
FormButton.ex2_1_1) / 3).ToString("#.00"))
            Dim x3 As Single = (((FormButton.ex3_1_1 + FormButton.ex3_1_1 +
FormButton.ex3_1_1) / 3).ToString("#.00"))
            Dim x4 As Single = (((FormButton.ex4_1_1 + FormButton.ex4_1_1 +
FormButton.ex4_1_1) / 3).ToString("#.00"))
            Dim x5 As Single = (((FormButton.ex5_1_1 + FormButton.ex5_1_1 +
FormButton.ex5_1_1) / 3).ToString("#.00"))
            Dim x6 As Single = (((FormButton.ex6_1_1 + FormButton.ex6_1_1 +
FormButton.ex6_1_1) / 3).ToString("#.00"))
            Dim n As Single
            Dim aa As Single = (((FormButton.ex1_4 / (FormButton.ex1_5 - FormButton.ex1_6) +
FormButton.ex2_4 / (FormButton.ex2_5 - FormButton.ex2_6) + FormButton.ex3_4 /
(FormButton.ex3_5 - FormButton.ex3_6)) / 3).ToString("#.000"))
            Dim bb As Single = (((FormButton.ex2_1_4 / (FormButton.ex2_1_5 -
FormButton.ex2_1_6) + FormButton.ex2_2_4 / (FormButton.ex2_2_5 - FormButton.ex2_2_6) +
FormButton.ex2_3_4 / (FormButton.ex2_3_5 - FormButton.ex2_3_6)) / 3).ToString("#.000"))
            Dim cc As Single = (((FormButton.ex3_1_4 / (FormButton.ex3_1_5 -
FormButton.ex3_1_6) + FormButton.ex3_2_4 / (FormButton.ex3_2_5 - FormButton.ex3_2_6) +
FormButton.ex3_3_4 / (FormButton.ex3_3_5 - FormButton.ex3_3_6)) / 3).ToString("#.000"))
            Dim dd As Single = (((FormButton.ex4_1_4 / (FormButton.ex4_1_5 -
FormButton.ex4_1_6) + FormButton.ex4_2_4 / (FormButton.ex4_2_5 - FormButton.ex4_2_6) +
FormButton.ex4_3_4 / (FormButton.ex4_3_5 - FormButton.ex4_3_6)) / 3).ToString("#.000"))
            Dim ff As Single = (((FormButton.ex5_1_4 / (FormButton.ex5_1_5 -
FormButton.ex5_1_6) + FormButton.ex5_2_4 / (FormButton.ex5_2_5 - FormButton.ex5_2_6) +
FormButton.ex5_3_4 / (FormButton.ex5_3_5 - FormButton.ex5_3_6)) / 3).ToString("#.000"))
            Dim ee As Single = (((FormButton.ex6_1_4 / (FormButton.ex6_1_5 -
FormButton.ex6_1_6) + FormButton.ex6_2_4 / (FormButton.ex6_2_5 - FormButton.ex6_2_6) +
FormButton.ex6_3_4 / (FormButton.ex6_3_5 - FormButton.ex6_3_6)) / 3).ToString("#.000"))
```

```
If FormButton.n = 3 Then
    Dim aa2 As Single = (aa.ToString("#.000"))
    aa = aa * 100
    Dim aaa As Single
    Dim bbb As Single
    Dim ccc As Single
    Dim ddd As Single
    Dim eee As Single
    Dim fff As Single
    Dim iii As Single
    Dim jjj As Single
    Dim kkk As Single
    Dim lll As Single

    If aa > 0 Then
      aaa = aa - 1
      bbb = aa
      ccc = aa + 1
      ddd = aa + 2
      eee = aa + 3
      fff = aa + 4
      iii = aa + 5
      jjj = aa + 6
      kkk = aa + 7
      lll = aa + 8

      aaa = (aaa.ToString("#"))
      bbb = (bbb.ToString("#"))
      ccc = (ccc.ToString("#"))
      ddd = (ddd.ToString("#"))
      eee = (eee.ToString("#"))
      fff = (fff.ToString("#"))
```

```
    iii = (iii.ToString("#"))
    jjj = (jjj.ToString("#"))
    kkk = (kkk.ToString("#"))
    lll = (lll.ToString("#"))
  End If
  If x1 = 3 Then
    x1 = ((80 * x1) - 160)
  ElseIf x1 = 3.5 Then
    x1 = ((80 * x1) - 120)
  ElseIf x1 = 4 Then
    x1 = ((80 * x1) - 80)
  ElseIf x1 = 4.5 Then
    x1 = ((80 * x1) - 40)
  ElseIf x1 = 5 Then
    x1 = ((80 * x1))
  ElseIf x1 = 5.5 Then
    x1 = ((80 * x1) + 40)
  ElseIf x1 = 6 Then
    x1 = ((80 * x1) + 80)
  ElseIf x1 = 6.5 Then
    x1 = ((80 * x1) + 120)
  ElseIf x1 = 7 Then
    x1 = ((80 * x1) + 160)
  End If
  Select Case 0 < aa
    Case aa <= aaa
      aa = ((((aaa - aa) * (385 - 360))) + 360)
    Case aaa < aa And aa <= bbb
      aa = ((((bbb - aa) * (360 - 320))) + 320)
    Case bbb < aa And aa <= ccc
      aa = ((((ccc - aa) * (320 - 280))) + 280)
    Case ccc < aa And aa <= ddd
```

```
    aa = ((((ddd - aa) * (280 - 240))) + 240)
  Case ddd < aa And aa <= eee
    aa = ((((eee - aa) * (240 - 200))) + 200)
  Case eee < aa And aa <= fff
    aa = ((((fff - aa) * (200 - 160))) + 160)
  Case fff < aa And aa <= iii
    aa = ((((iii - aa) * (160 - 120))) + 120)
  Case iii < aa And aa <= jjj
    aa = ((((jjj - aa) * (120 - 80))) + 80)
  Case jjj < aa And aa <= kkk
    aa = ((((kkk - aa) * (80 - 40))) + 40)
  Case kkk < aa And aa <= lll
    aa = ((((lll - aa) * (40 - 0))) + 0)
End Select
Select Case 0 < y1
  Case y1 <= aaa
    y1 = ((((aaa - y1) * (385 - 360))) + 360)
  Case aaa < y1 And y1 <= bbb
    y1 = ((((bbb - y1) * (360 - 320))) + 320)
  Case bbb < y1 And y1 <= ccc
    y1 = ((((ccc - y1) * (320 - 280))) + 280)
  Case ccc < y1 And y1 <= ddd
    y1 = ((((ddd - y1) * (280 - 240))) + 240)
  Case ddd < y1 And y1 <= eee
    y1 = ((((eee - y1) * (240 - 200))) + 200)
  Case eee < y1 And y1 <= fff
    y1 = ((((fff - y1) * (200 - 160))) + 160)
  Case fff < y1 And y1 <= iii
    y1 = ((((iii - y1) * (160 - 120))) + 120)
  Case iii < y1 And y1 <= jjj
    y1 = ((((jjj - y1) * (120 - 80))) + 80)
  Case jjj < y1 And y1 <= kkk
```

```
        y1 = ((((kkk - y1) * (80 - 40))) + 40)
    Case kkk < y1 And y1 <= lll
        y1 = ((((lll - y1) * (40 - 0))) + 0)
End Select
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 365, 795, 365)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 325, 795, 325)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 285, 795, 285)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 245, 795, 245)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 205, 795, 205)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 165, 795, 165)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 125, 795, 125)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 85, 795, 85)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 45, 795, 45)
g.FillRectangle(Brushes.Red, x1, aa, 10, 10)
l1.Text = aaa / 100
l2.Text = bbb / 100
l3.Text = ccc / 100
l4.Text = ddd / 100
l5.Text = eee / 100
l6.Text = fff / 100
l7.Text = iii / 100
l8.Text = jjj / 100
l9.Text = kkk / 100
l10.Text = lll / 100
End If

If FormButton.n = 6 Then
    Dim aa2 As Single = (aa.ToString("#.000"))
    Dim bb2 As Single = (bb.ToString("#.000"))
    llb.Text = 0
    lla.Text = 0
    llc.Text = (((bb - aa) / (x2 - x1)).ToString("#.000"))
```

```
lld.Text = aa

aa = aa * 100
bb = bb * 100

Dim aaa As Single
Dim bbb As Single
Dim ccc As Single
Dim ddd As Single
Dim eee As Single
Dim fff As Single
Dim iii As Single
Dim jjj As Single
Dim kkk As Single
Dim lll As Single
If aa < bb Then
   aaa = aa - 1
   bbb = aa
   ccc = aa + 1
   ddd = aa + 2
   eee = aa + 3
   fff = aa + 4
   iii = aa + 5
   jjj = aa + 6
   kkk = aa + 7
   lll = aa + 8
   aaa = (aaa.ToString("#"))
   bbb = (bbb.ToString("#"))
   ccc = (ccc.ToString("#"))
   ddd = (ddd.ToString("#"))
   eee = (eee.ToString("#"))
   fff = (fff.ToString("#"))
```

```
    iii = (iii.ToString("#"))
    jjj = (jjj.ToString("#"))
    kkk = (kkk.ToString("#"))
    lll = (lll.ToString("#"))

  ElseIf bb < aa Then
    aaa = bb - 1
    bbb = bb
    ccc = bb + 1
    ddd = bb + 2
    eee = bb + 3
    fff = bb + 4
    iii = bb + 5
    jjj = bb + 6
    kkk = bb + 7
    lll = bb + 8
  End If
  If x1 = 3 Then
    x1 = ((80 * x1) - 160)
  ElseIf x1 = 3.5 Then
    x1 = ((80 * x1) - 120)
  ElseIf x1 = 4 Then
    x1 = ((80 * x1) - 80)
  ElseIf x1 = 4.5 Then
    x1 = ((80 * x1) - 40)
  ElseIf x1 = 5 Then
    x1 = ((80 * x1))
  ElseIf x1 = 5.5 Then
    x1 = ((80 * x1) + 40)
  ElseIf x1 = 6 Then
    x1 = ((80 * x1) + 80)
  ElseIf x1 = 6.5 Then
```

```
    x1 = ((80 * x1) + 120)
ElseIf x1 = 7 Then
    x1 = ((80 * x1) + 160)
End If
If x2 = 3 Then
    x2 = ((80 * x2) - 160)
ElseIf x2 = 3.5 Then
    x2 = ((80 * x2) - 120)
ElseIf x2 = 4 Then
    x2 = ((80 * x2) - 80)
ElseIf x2 = 4.5 Then
    x2 = ((80 * x2) - 40)
ElseIf x2 = 5 Then
    x2 = ((80 * x2))
ElseIf x2 = 5.5 Then
    x2 = ((80 * x2) + 40)
ElseIf x2 = 6 Then
    x2 = ((80 * x2) + 80)
ElseIf x2 = 6.5 Then
    x2 = ((80 * x2) + 120)
ElseIf x2 = 7 Then
    x2 = ((80 * x2) + 160)
End If
Select Case 0 < aa
   Case aa <= aaa
      aa = ((((aaa - aa) * (385 - 360))) + 360)
   Case aaa < aa And aa <= bbb
      aa = ((((bbb - aa) * (360 - 320))) + 320)
   Case bbb < aa And aa <= ccc
      aa = ((((ccc - aa) * (320 - 280))) + 280)
   Case ccc < aa And aa <= ddd
      aa = ((((ddd - aa) * (280 - 240))) + 240)
```

```
Case ddd < aa And aa <= eee
   aa = ((((eee - aa) * (240 - 200))) + 200)
Case eee < aa And aa <= fff
   aa = ((((fff - aa) * (200 - 160))) + 160)
Case fff < aa And aa <= iii
   aa = ((((iii - aa) * (160 - 120))) + 120)
Case iii < aa And aa <= jjj
   aa = ((((jjj - aa) * (120 - 80))) + 80)
Case jjj < aa And aa <= kkk
   aa = ((((kkk - aa) * (80 - 40))) + 40)
Case kkk < aa And aa <= lll
   aa = ((((lll - aa) * (40 - 0))) + 0)
End Select
Select Case 0 < bb
   Case bb <= aaa
      bb = ((((aaa - bb) * (385 - 360))) + 360)
   Case aaa < bb And bb <= bbb
      bb = ((((bbb - bb) * (360 - 320))) + 320)
   Case bbb < bb And bb <= ccc
      bb = ((((ccc - bb) * (320 - 280))) + 280)
   Case ccc < bb And bb <= ddd
      bb = ((((ddd - bb) * (280 - 240))) + 240)
   Case ddd < bb And bb <= eee
      bb = ((((eee - bb) * (240 - 200))) + 200)
   Case eee < bb And bb <= fff
      bb = ((((fff - bb) * (200 - 160))) + 160)
   Case fff < bb And bb <= iii
      bb = ((((iii - bb) * (160 - 120))) + 120)
   Case iii < bb And bb <= jjj
      bb = ((((jjj - bb) * (120 - 80))) + 80)
   Case jjj < bb And bb <= kkk
      bb = ((((kkk - bb) * (80 - 40))) + 40)
```

```
    Case kkk < bb And bb <= lll
      bb = ((((lll - bb) * (40 - 0))) + 0)
  End Select
  Select Case 0 < y1
    Case y1 <= aaa
      y1 = ((((aaa - y1) * (385 - 360))) + 360)
    Case aaa < y1 And y1 <= bbb
      y1 = ((((bbb - y1) * (360 - 320))) + 320)
    Case bbb < y1 And y1 <= ccc
      y1 = ((((ccc - y1) * (320 - 280))) + 280)
    Case ccc < y1 And y1 <= ddd
      y1 = ((((ddd - y1) * (280 - 240))) + 240)
    Case ddd < y1 And y1 <= eee
      y1 = ((((eee - y1) * (240 - 200))) + 200)
    Case eee < y1 And y1 <= fff
      y1 = ((((fff - y1) * (200 - 160))) + 160)
    Case fff < y1 And y1 <= iii
      y1 = ((((iii - y1) * (160 - 120))) + 120)
    Case iii < y1 And y1 <= jjj
      y1 = ((((jjj - y1) * (120 - 80))) + 80)
    Case jjj < y1 And y1 <= kkk
      y1 = ((((kkk - y1) * (80 - 40))) + 40)
    Case kkk < y1 And y1 <= lll
      y1 = ((((lll - y1) * (40 - 0))) + 0)
  End Select
  Select Case 0 < y2
    Case y2 <= aaa
      y2 = ((((aaa - y2) * (385 - 360))) + 360)
    Case aaa < y2 And y2 <= bbb
      y2 = ((((bbb - y2) * (360 - 320))) + 320)
    Case bbb < y2 And y2 <= ccc
      y2 = ((((ccc - y2) * (320 - 280))) + 280)
```

```
Case ccc < y2 And y2 <= ddd
    y2 = ((((ddd - y2) * (280 - 240))) + 240)
Case ddd < y2 And y2 <= eee
    y2 = ((((eee - y2) * (240 - 200))) + 200)
Case eee < y2 And y2 <= fff
    y2 = ((((fff - y2) * (200 - 160))) + 160)
Case fff < y2 And y2 <= iii
    y2 = ((((iii - y2) * (160 - 120))) + 120)
Case iii < y2 And y2 <= jjj
    y2 = ((((jjj - y2) * (120 - 80))) + 80)
Case jjj < y2 And y2 <= kkk
    y2 = ((((kkk - bb) * (80 - 40))) + 40)
Case kkk < y2 And y2 <= lll
    y2 = ((((lll - y2) * (40 - 0))) + 0)
End Select
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 365, 795, 365)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 325, 795, 325)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 285, 795, 285)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 245, 795, 245)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 205, 795, 205)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 165, 795, 165)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 125, 795, 125)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 85, 795, 85)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 45, 795, 45)
g.FillRectangle(Brushes.Red, x1, aa, 10, 10)
g.FillRectangle(Brushes.Red, x2, bb, 10, 10)
l1.Text = aaa / 100
l2.Text = bbb / 100
l3.Text = ccc / 100
l4.Text = ddd / 100
l5.Text = eee / 100
l6.Text = fff / 100
```

```
            l7.Text = iii / 100
            l8.Text = jjj / 100
            l9.Text = kkk / 100
            l10.Text = lll / 100
            Dim greenPen As New Pen(Color.Green, 3)
            Dim point1 As New Point(x1, aa)
            Dim point2 As New Point(x2, bb)
            Dim point3 As New Point(x2, bb)
            Dim point4 As New Point(x2, bb)
            Dim point5 As New Point(x2, bb)
            Dim point6 As New Point(x2, bb)
            Dim point7 As New Point(x2, bb)
            Dim curvePoints As Point() = {point1, point2, point3, point4, _
            point5, point6, point7}
            e.Graphics.DrawCurve(greenPen, curvePoints)
        End If
        If FormButton.n = 9 Then
            Dim aa2 As Single = (aa.ToString("#.000"))
            Dim bb2 As Single = (bb.ToString("#.000"))
            Dim cc2 As Single = (cc.ToString("#.000"))
            Dim sumx As Single = (x1 + x2 + x3)
            Dim sumy As Single = (aa + bb + cc)
            Dim pow2x1 As Single = (x1 * x1)
            Dim pow2x2 As Single = (x2 * x2)
            Dim pow2x3 As Single = (x3 * x3)
            Dim sumpow2x As Single = ((x1 * x1) + (x2 * x2) + (x3 * x3))
            Dim pow3x1 As Single = (x1 * x1 * x1)
            Dim pow3x2 As Single = (x2 * x2 * x2)
            Dim pow3x3 As Single = (x3 * x3 * x3)
            Dim sumpow3x As Single = ((x1 * x1 * x1) + (x2 * x2 * x2) + (x3 * x3 * x3))
            Dim pow4x1 As Single = (x1 * x1 * x1 * x1)
            Dim pow4x2 As Single = (x2 * x2 * x2 * x2)
```

```
Dim pow4x3 As Single = (x3 * x3 * x3 * x3)
Dim sumpow4x As Single = (pow4x1 + pow4x2 + pow4x3)
Dim pow5x1 As Single = (x1 * x1 * x1 * x1 * x1)
Dim pow5x2 As Single = (x2 * x2 * x2 * x2 * x2)
Dim pow5x3 As Single = (x3 * x3 * x3 * x3 * x3)

Dim sumpow5x As Single = (pow5x1 + pow5x2 + pow5x3)
Dim pow6x1 As Single = (x1 * x1 * x1 * x1 * x1 * x1)
Dim pow6x2 As Single = (x2 * x2 * x2 * x2 * x2 * x2)
Dim pow6x3 As Single = (x3 * x3 * x3 * x3 * x3 * x3)

Dim sumpow6x As Single = (pow6x1 + pow6x2 + pow6x3)
Dim x1y1 As Single = (x1 * aa)
Dim x2y2 As Single = (x2 * bb)
Dim x3y3 As Single = (x3 * cc)
Dim sumx1y1 As Single = (x1y1 + x2y2 + x3y3)
Dim pow2x1y1 As Single = (x1 * x1 * aa)
Dim pow2x2y2 As Single = (x2 * x2 * bb)
Dim pow2x3y3 As Single = (x3 * x3 * cc)

Dim sumpow2xy1 As Single = (pow2x1y1 + pow2x2y2 + pow2x3y3)
Dim pow3x1y1 As Single = (x1 * x1 * x1 * aa)
Dim pow3x2y2 As Single = (x2 * x2 * x2 * bb)
Dim pow3x3y3 As Single = (x3 * x3 * x3 * cc)

Dim sumpow3xy1 As Single = (pow3x1y1 + pow3x2y2 + pow3x3y3)

Dim a11 As Single = 0
Dim a12 As Single = 0
Dim a13 As Single = 0
Dim a14 As Single = 0
Dim a21 As Single = 0
```

```
Dim a22 As Single = 0
Dim a23 As Single = 0
Dim a24 As Single = 0
Dim a31 As Single = 0
Dim a32 As Single = 0
Dim a33 As Single = 0
Dim a34 As Single = 0
Dim a41 As Single = 0
Dim a42 As Single = 0
Dim a43 As Single = 0
Dim a44 As Single = 0
Dim b1 As Single = 0
Dim b2 As Single = 0
Dim b3 As Single = 0
Dim b4 As Single = 0
Dim half11 As Single = 0
Dim half12 As Single = 0
Dim half13 As Single = 0
Dim half14 As Single = 0
Dim half15 As Single = 0
Dim half21 As Single = 0
Dim half22 As Single = 0
Dim half23 As Single = 0
Dim half24 As Single = 0
Dim half31 As Single = 0
Dim half32 As Single = 0
Dim half33 As Single = 0
Dim a32_2 As Single = 0
Dim a33_2 As Single = 0
Dim a34_2 As Single = 0
Dim b3_2 As Single = 0
Dim a42_2 As Single = 0
```

```
Dim a43_2 As Single = 0
Dim a44_2 As Single = 0
Dim b4_2 As Single = 0
Dim a43_3 As Single = 0
Dim a44_3 As Single = 0
Dim b4_3 As Single = 0
Dim a As Single = 0
Dim b As Single = 0
Dim c As Single = 0
Dim d As Single = 0

n = 3
 half11 = n / n
 half12 = sumx / n
 half13 = sumpow2x / n
 half14 = sumpow3x / n
 half15 = sumy / n
 a21 = sumx - (half11 * sumx)
 a22 = sumpow2x - (half12 * sumx)
 a23 = sumpow3x - (half13 * sumx)
 a24 = sumpow4x - (half14 * sumx)
 b2 = sumx1y1 - (half15 * sumx)
 a31 = sumpow2x - (half11 * sumpow2x)
 a32 = sumpow3x - (half12 * sumpow2x)
 a33 = sumpow4x - (half13 * sumpow2x)
 a34 = sumpow5x - (half14 * sumpow2x)
 b3 = sumpow2xy1 - (half15 * sumpow2x)
 a41 = sumpow3x - (half11 * sumpow3x)
 a42 = sumpow4x - (half12 * sumpow3x)
 a43 = sumpow5x - (half13 * sumpow3x)
 a44 = sumpow6x - (half14 * sumpow3x)
 b4 = sumpow3xy1 - (half15 * sumpow3x)
```

```
half21 = a22 / a22
half22 = a23 / a22
half23 = a24 / a22
half24 = b2 / a22
a32_2 = (a32 - (half21 * a32))
a33_2 = (a33 - (half22 * a32))
a34_2 = (a34 - (half23 * a32))
b3_2 = (b3 - (half24 * a32))
a42_2 = (a42 - (half21 * a42))
a43_2 = (a43 - (half22 * a42))
a44_2 = (a44 - (half23 * a42))
b4_2 = (b4 - (half24 * a42))
half31 = a33_2 / a33_2
half32 = a34_2 / a33_2
half33 = b3_2 / a33_2
a43_3 = (a43_2 - (half31 * a43_2))
a44_3 = (a44_2 - (half32 * a43_2))
b4_3 = (b4_2 - (half33 * a43_2))
a = ((b4_3 / a44_3).ToString("#.0000"))
b = ((((b3_2) - (a * a34_2)) / a33_2).ToString("#.0000"))
c = ((((b2) - (a * a24) - (b * a23)) / a22).ToString("#.0000"))
d = ((((sumy) - (a * sumpow3x) - (b * sumpow2x) - (c * sumx)) /
n).ToString("#.0000"))
y1 = (((a * x1 * x1 * x1) + (b * x1 * x1) + (c * x1) + d).ToString("#.0000"))
y2 = (((a * x2 * x2 * x2) + (b * x2 * x2) + (c * x2) + d).ToString("#.0000"))
y3 = (((a * x3 * x3 * x3) + (b * x3 * x3) + (c * x3) + d).ToString("#.0000"))
aa = aa * 100
bb = bb * 100
cc = cc * 100
y1 = y1 * 100
y2 = y2 * 100
y3 = y3 * 100
```

```
Dim aaa As Single
Dim bbb As Single
Dim ccc As Single
Dim ddd As Single
Dim eee As Single
Dim fff As Single
Dim iii As Single
Dim jjj As Single
Dim kkk As Single
Dim lll As Single

If aa < bb And aa < cc Then
   aaa = aa - 1
   bbb = aa
   ccc = aa + 1
   ddd = aa + 2
   eee = aa + 3
   fff = aa + 4
   iii = aa + 5
   jjj = aa + 6
   kkk = aa + 7
   lll = aa + 8

   aaa = (aaa.ToString("#"))
   bbb = (bbb.ToString("#"))
   ccc = (ccc.ToString("#"))
   ddd = (ddd.ToString("#"))
   eee = (eee.ToString("#"))
   fff = (fff.ToString("#"))
   iii = (iii.ToString("#"))
   jjj = (jjj.ToString("#"))
   kkk = (kkk.ToString("#"))
```

```
        lll = (lll.ToString("#"))

    ElseIf bb < aa And bb < cc Then

        aaa = bb - 1
        bbb = bb
        ccc = bb + 1
        ddd = bb + 2
        eee = bb + 3
        fff = bb + 4
        iii = bb + 5
        jjj = bb + 6
        kkk = bb + 7
        lll = bb + 8
        aaa = (aaa.ToString("#"))
        bbb = (bbb.ToString("#"))
        ccc = (ccc.ToString("#"))
        ddd = (ddd.ToString("#"))
        eee = (eee.ToString("#"))
        fff = (fff.ToString("#"))
        iii = (iii.ToString("#"))
        jjj = (jjj.ToString("#"))
        kkk = (kkk.ToString("#"))
        lll = (lll.ToString("#"))
    ElseIf cc < aa And cc < bb Then
        aaa = cc - 1
        bbb = cc
        ccc = cc + 1
        ddd = cc + 2
        eee = cc + 3
        fff = cc + 4
        iii = cc + 5
```

```
jjj = cc + 6
kkk = cc + 7
lll = cc + 8
aaa = (aaa.ToString("#"))
bbb = (bbb.ToString("#"))
ccc = (ccc.ToString("#"))
ddd = (ddd.ToString("#"))
eee = (eee.ToString("#"))
fff = (fff.ToString("#"))
iii = (iii.ToString("#"))
jjj = (jjj.ToString("#"))
kkk = (kkk.ToString("#"))
lll = (lll.ToString("#"))
End If
If x1 = 3 Then
  x1 = ((80 * x1) - 160)
ElseIf x1 = 3.5 Then
  x1 = ((80 * x1) - 120)
ElseIf x1 = 4 Then
  x1 = ((80 * x1) - 80)
ElseIf x1 = 4.5 Then
  x1 = ((80 * x1) - 40)
ElseIf x1 = 5 Then
  x1 = ((80 * x1))
ElseIf x1 = 5.5 Then
  x1 = ((80 * x1) + 40)
ElseIf x1 = 6 Then
  x1 = ((80 * x1) + 80)
ElseIf x1 = 6.5 Then
  x1 = ((80 * x1) + 120)
ElseIf x1 = 7 Then
  x1 = ((80 * x1) + 160)
```

```
End If
If x2 = 3 Then
   x2 = ((80 * x2) - 160)
ElseIf x2 = 3.5 Then
   x2 = ((80 * x2) - 120)
ElseIf x2 = 4 Then
   x2 = ((80 * x2) - 80)
ElseIf x2 = 4.5 Then
   x2 = ((80 * x2) - 40)
ElseIf x2 = 5 Then
   x2 = ((80 * x2))
ElseIf x2 = 5.5 Then
   x2 = ((80 * x2) + 40)
ElseIf x2 = 6 Then
   x2 = ((80 * x2) + 80)
ElseIf x2 = 6.5 Then
   x2 = ((80 * x2) + 120)
ElseIf x2 = 7 Then
   x2 = ((80 * x2) + 160)
End If
If x3 = 3 Then
   x3 = ((80 * x3) - 160)
ElseIf x3 = 3.5 Then
   x3 = ((80 * x3) - 120)
ElseIf x3 = 4 Then
   x3 = ((80 * x3) - 80)
ElseIf x3 = 4.5 Then
   x3 = ((80 * x3) - 40)
ElseIf x3 = 5 Then
   x3 = ((80 * x3))
ElseIf x3 = 5.5 Then
   x3 = ((80 * x3) + 40)
```

```
ElseIf x3 = 6 Then
   x3 = ((80 * x3) + 80)
ElseIf x3 = 6.5 Then
   x3 = ((80 * x3) + 120)
ElseIf x3 = 7 Then
   x3 = ((80 * x3) + 160)
End If
Select Case 0 < aa
   Case aa <= aaa
      aa = ((((aaa - aa) * (385 - 360))) + 360)
   Case aaa < aa And aa <= bbb
      aa = ((((bbb - aa) * (360 - 320))) + 320)
   Case bbb < aa And aa <= ccc
      aa = ((((ccc - aa) * (320 - 280))) + 280)
   Case ccc < aa And aa <= ddd
      aa = ((((ddd - aa) * (280 - 240))) + 240)
   Case ddd < aa And aa <= eee
      aa = ((((eee - aa) * (240 - 200))) + 200)
   Case eee < aa And aa <= fff
      aa = ((((fff - aa) * (200 - 160))) + 160)
   Case fff < aa And aa <= iii
      aa = ((((iii - aa) * (160 - 120))) + 120)
   Case iii < aa And aa <= jjj
      aa = ((((jjj - aa) * (120 - 80))) + 80)
   Case jjj < aa And aa <= kkk
      aa = ((((kkk - aa) * (80 - 40))) + 40)
   Case kkk < aa And aa <= lll
      aa = ((((lll - aa) * (40 - 0))) + 0)
End Select

Select Case 0 < bb
   Case bb <= aaa
```

```
        bb = ((((aaa - bb) * (385 - 360))) + 360)
    Case aaa < bb And bb <= bbb
        bb = ((((bbb - bb) * (360 - 320))) + 320)
    Case bbb < bb And bb <= ccc
        bb = ((((ccc - bb) * (320 - 280))) + 280)
    Case ccc < bb And bb <= ddd
        bb = ((((ddd - bb) * (280 - 240))) + 240)
    Case ddd < bb And bb <= eee
        bb = ((((eee - bb) * (240 - 200))) + 200)
    Case eee < bb And bb <= fff
        bb = ((((fff - bb) * (200 - 160))) + 160)
    Case fff < bb And bb <= iii
        bb = ((((iii - bb) * (160 - 120))) + 120)
    Case iii < bb And bb <= jjj
        bb = ((((jjj - bb) * (120 - 80))) + 80)
    Case jjj < bb And bb <= kkk
        bb = ((((kkk - bb) * (80 - 40))) + 40)
    Case kkk < bb And bb <= lll
        bb = ((((lll - bb) * (40 - 0))) + 0)
End Select
Select Case 0 < cc
    Case cc <= aaa
        cc = ((((aaa - cc) * (385 - 360))) + 360)
    Case aaa < cc And cc <= bbb
        cc = ((((bbb - cc) * (360 - 320))) + 320)
    Case bbb < cc And cc <= ccc
        cc = ((((ccc - cc) * (320 - 280))) + 280)
    Case ccc < cc And cc <= ddd
        cc = ((((ddd - cc) * (280 - 240))) + 240)
    Case ddd < cc And cc <= eee
        cc = ((((eee - cc) * (240 - 200))) + 200)
    Case eee < cc And cc <= fff
```

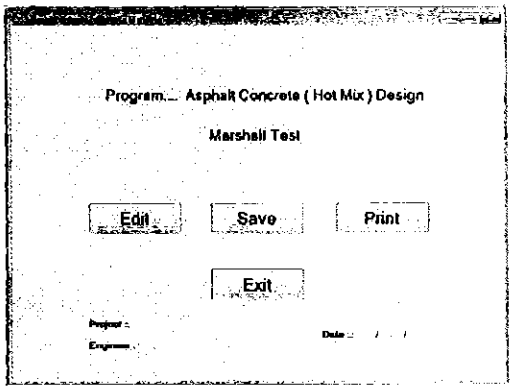
```
        cc = ((((fff - cc) * (200 - 160))) + 160)
    Case fff < cc And cc <= iii
        cc = ((((iii - cc) * (160 - 120))) + 120)
    Case iii < cc And cc <= jjj
        cc = ((((jjj - cc) * (120 - 80))) + 80)
    Case jjj < cc And cc <= kkk
        cc = ((((kkk - cc) * (80 - 40))) + 40)
    Case kkk < cc And cc <= lll
        cc = ((((lll - aa) * (40 - 0))) + 0)
End Select
Select Case 0 < y1
    Case y1 <= aaa
        y1 = ((((aaa - y1) * (385 - 360))) + 360)
    Case aaa < y1 And y1 <= bbb
        y1 = ((((bbb - y1) * (360 - 320))) + 320)
    Case bbb < y1 And y1 <= ccc
        y1 = ((((ccc - y1) * (320 - 280))) + 280)
    Case ccc < y1 And y1 <= ddd
        y1 = ((((ddd - y1) * (280 - 240))) + 240)
    Case ddd < y1 And y1 <= eee
        y1 = ((((eee - y1) * (240 - 200))) + 200)
    Case eee < y1 And y1 <= fff
        y1 = ((((fff - y1) * (200 - 160))) + 160)
    Case fff < y1 And y1 <= iii
        y1 = ((((iii - y1) * (160 - 120))) + 120)
    Case iii < y1 And y1 <= jjj
        y1 = ((((jjj - y1) * (120 - 80))) + 80)
    Case jjj < y1 And y1 <= kkk
        y1 = ((((kkk - y1) * (80 - 40))) + 40)
    Case kkk < y1 And y1 <= lll
        y1 = ((((lll - y1) * (40 - 0))) + 0)
End Select
```

```
Select Case 0 < y2
  Case y2 <= aaa
    y2 = ((((aaa - y2) * (385 - 360))) + 360)
  Case aaa < y2 And y2 <= bbb
    y2 = ((((bbb - y2) * (360 - 320))) + 320)
  Case bbb < y2 And y2 <= ccc
    y2 = ((((ccc - y2) * (320 - 280))) + 280)
  Case ccc < y2 And y2 <= ddd
    y2 = ((((ddd - y2) * (280 - 240))) + 240)
  Case ddd < y2 And y2 <= eee
    y2 = ((((eee - y2) * (240 - 200))) + 200)
  Case eee < y2 And y2 <= fff
    y2 = ((((fff - y2) * (200 - 160))) + 160)
  Case fff < y2 And y2 <= iii
    y2 = ((((iii - y2) * (160 - 120))) + 120)
  Case iii < y2 And y2 <= jjj
    y2 = ((((jjj - y2) * (120 - 80))) + 80)
  Case jjj < y2 And y2 <= kkk
    y2 = ((((kkk - bb) * (80 - 40))) + 40)
  Case kkk < y2 And y2 <= lll
    y2 = ((((lll - y2) * (40 - 0))) + 0)
End Select
Select Case 0 < y3
  Case y3 <= aaa
    y3 = ((((aaa - y3) * (385 - 360))) + 360)
  Case aaa < y3 And y3 <= bbb
    y3 = ((((bbb - y3) * (360 - 320))) + 320)
  Case bbb < y3 And y3 <= ccc
    y3 = ((((ccc - y3) * (320 - 280))) + 280)
  Case ccc < y3 And y3 <= ddd
    y3 = ((((ddd - y3) * (280 - 240))) + 240)
  Case ddd < y3 And y3 <= eee
```

```
        y3 = ((((eee - y3) * (240 - 200))) + 200)
    Case eee < y3 And y3 <= fff
        y3 = ((((fff - y3) * (200 - 160))) + 160)
    Case fff < y3 And y3 <= iii
        y3 = ((((iii - y3) * (160 - 120))) + 120)
    Case iii < y3 And y3 <= jjj
        y3 = ((((jjj - y3) * (120 - 80))) + 80)
    Case jjj < y3 And y3 <= kkk
        y3 = ((((kkk - y3) * (80 - 40))) + 40)
    Case kkk < y3 And y3 <= lll
        y3 = ((((lll - y3) * (40 - 0))) + 0)
End Select
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 365, 795, 365)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 325, 795, 325)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 285, 795, 285)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 245, 795, 245)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 205, 795, 205)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 165, 795, 165)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 125, 795, 125)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 85, 795, 85)
g.DrawLine(Pens.Gray, 5, 45, 795, 45)
g.FillRectangle(Brushes.Red, x1, aa, 10, 10)
g.FillRectangle(Brushes.Red, x2, bb, 10, 10)
g.FillRectangle(Brushes.Red, x3, cc, 10, 10)
l1.Text = aaa / 100
l2.Text = bbb / 100
l3.Text = ccc / 100
l4.Text = ddd / 100
l5.Text = eee / 100
l6.Text = fff / 100
l7.Text = iii / 100
l8.Text = jjj / 100
```

```
        l9.Text = kkk / 100
        l10.Text = lll / 100
        Dim greenPen As New Pen(Color.Green, 3)
        Dim point1 As New Point(x1, y1)
        Dim point2 As New Point(x2, y2)
        Dim point3 As New Point(x3, y3)
        Dim point4 As New Point(x3, y3)
        Dim point5 As New Point(x3, y3)
        Dim point6 As New Point(x3, y3)
        Dim point7 As New Point(x3, y3)
        Dim curvePoints As Point() = {point1, point2, point3, point4, _
        point5, point6, point7}
        e.Graphics.DrawCurve(greenPen, curvePoints)
        lla.Text = a
        llb.Text = b
        llc.Text = c
        lld.Text = d
    End If
        g.FillRectangle(Brushes.Red, x2, bb, 10, 10)
        g.FillRectangle(Brushes.Red, x3, cc, 10, 10)
        g.FillRectangle(Brushes.Red, x4, dd, 10, 10)
        g.FillRectangle(Brushes.Red, x5, ff, 10, 10)
        g.FillRectangle(Brushes.Red, x6, ee, 10, 10)
        l1.Text = aaa / 100
        l2.Text = bbb / 100
        l3.Text = ccc / 100
        l4.Text = ddd / 100
        l5.Text = eee / 100
        l6.Text = fff / 100
        l7.Text = iii / 100
        l8.Text = jjj / 100
        l9.Text = kkk / 100
```

```
                l10.Text = lll / 100
            End If
        End Using
    End Using
End Sub
Private Sub Button1_Click_1(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
    Form16.Show()
    Me.Close()
End Sub
Private Sub Form15_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load
    ex1name.Text = FormMain.exname
    d.Text = FormMain.exday
    m.Text = FormMain.exmonth
    y.Text = FormMain.exyear
    exe1name.Text = FormMain.exename
End Sub
End Class
```




```
Public Class FormButton
    Dim frmData As New FormData
    Public Str1 As Single
    Public Str2 As Single
    Public Str3 As Single
    Public Str4 As Single
    Public Str5 As Single
    Public Str6 As Single
    Public Str7 As Single
    Public Str8 As Single
    Public Str9 As Single
    Public Str10 As Single
    Public ex1_1 As Single
    Public ex1_2 As Single
    Public ex1_3 As Single
    Public ex1_4 As Single
    Public ex1_5 As Single
    Public ex1_6 As Single
    Public ex1_7 As Single
    Public ex1_8 As Single
    Public ex1_9 As Single
    Public ex1_10 As Single
    Public ex2_1 As Single
    Public ex2_2 As Single
```

```
Public ex2_3 As Single
Public ex2_4 As Single
Public ex2_5 As Single
Public ex2_6 As Single
Public ex2_7 As Single
Public ex2_8 As Single
Public ex2_9 As Single
Public ex2_10 As Single
Public ex3_1 As Single
Public ex3_2 As Single
Public ex3_3 As Single
Public ex3_4 As Single
Public ex3_5 As Single
Public ex3_6 As Single
Public ex3_7 As Single
Public ex3_8 As Single
Public ex3_9 As Single
Public ex3_10 As Single

Public n As Single
Public aa_16 As Single
Public bb_16 As Single
Public cc_16 As Single
Public dd_16 As Single
Public ff_16 As Single
Public ee_16 As Single

Public aa_17 As Single
Public bb_17 As Single
Public cc_17 As Single
Public dd_17 As Single
Public ff_17 As Single
```

```
Public ee_17 As Single
Public aa_18 As Single
Public bb_18 As Single
Public cc_18 As Single
Public dd_18 As Single
Public ff_18 As Single
Public ee_18 As Single
Public exopen As Single
Private Sub FormButton_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load
    ex1name.Text = FormMain.exname
    d.Text = FormMain.exday
    m.Text = FormMain.exmonth
    y.Text = FormMain.exyear
    exe1name.Text = FormMain.exename
End Sub
Private Sub Button7_Click_1(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button7.Click
    If MessageBox.Show("ถ้าต้องการจะ Print กรุณาคลิก OK ", "แจ้งเตือน",
MessageBoxButtons.OKCancel, MessageBoxIcon.Information) =
Windows.Forms.DialogResult.OK Then
        If Me.n = 3 Then
            FormShow.Show()
            FormShow.Hide()
        FormShow.PrintForm1.PrinterSettings.DefaultPageSettings.Landscape = True
            FormShow.PrintForm1.Print(FormShow,
PowerPacks.Printing.PrintForm.PrintOption.Scrollable)
            Form15.Show()
            Form15.Hide()
Form15.PrintForm1.PrinterSettings.DefaultPageSettings.Landscape = True
            Form15.PrintForm1.Print(Form15,
PowerPacks.Printing.PrintForm.PrintOption.Scrollable)
```

```
        Form16.Show()
        Form16.Hide()
Form16.PrintForm1.PrinterSettings.DefaultPageSettings.Landscape = True
        Form16.PrintForm1.Print(Form16,
PowerPacks.Printing.PrintForm.PrintOption.Scrollable)
        Form17.Show()
        Form17.Hide()
    Form17.PrintForm1.PrinterSettings.DefaultPageSettings.Landscape = True

        Form17.PrintForm1.Print(Form17,
PowerPacks.Printing.PrintForm.PrintOption.Scrollable)

        Form18.Show()
        Form18.Hide()
        Form18.PrintForm1.PrinterSettings.DefaultPageSettings.Landscape = True

        Form18.PrintForm1.Print(Form18,
PowerPacks.Printing.PrintForm.PrintOption.Scrollable)

        Form19.Show()
        Form19.Hide()
        Form19.PrintForm1.PrinterSettings.DefaultPageSettings.Landscape = True

        Form19.PrintForm1.Print(Form19,
PowerPacks.Printing.PrintForm.PrintOption.Scrollable)

        Form20.Show()
        Form20.Hide()
        Form20.PrintForm1.PrinterSettings.DefaultPageSettings.Landscape = True

        Form20.PrintForm1.Print(Form20,
PowerPacks.Printing.PrintForm.PrintOption.Scrollable)
```

```
    End If
End Sub

Private Sub Button8_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button8.Click
    Dim savefile As New SaveFileDialog
    savefile.FileName = ""
    savefile.Filter = "Text Files (*.txt)|*.txt|File (*)|*|ALL Files (*.*)|*.*)"
    savefile.Title = "save"
    savefile.ShowDialog()
    Dim Write As New System.IO.StreamWriter(savefile.FileName)

    Write.WriteLine(Me.Str1)
    Write.WriteLine(Me.Str2)
    Write.WriteLine(Me.Str3)
    Write.WriteLine(Me.Str4)
    Write.WriteLine(Me.Str5)
    Write.WriteLine(Me.Str6)
    Write.WriteLine(Me.Str7)
    Write.WriteLine(Me.Str8)
    Write.WriteLine(Me.Str9)
    Write.WriteLine(Me.Str10)

    Write.WriteLine(Me.ex1_1)
    Write.WriteLine(Me.ex1_2)
    Write.WriteLine(Me.ex1_3)
    Write.WriteLine(Me.ex1_4)
    Write.WriteLine(Me.ex1_5)
    Write.WriteLine(Me.ex1_6)
    Write.WriteLine(Me.ex1_7)
    Write.WriteLine(Me.ex1_8)
```

```
        Write.WriteLine(Me.ex2_3)
        Write.WriteLine(Me.ex2_4)
        Write.WriteLine(Me.ex2_5)
        Write.WriteLine(Me.ex2_6)
        Write.WriteLine(Me.ex2_7)
        Write.WriteLine(Me.ex2_8)

        Write.WriteLine(Me.ex3_3)
        Write.WriteLine(Me.ex3_4)
        Write.WriteLine(Me.ex3_5)
        Write.WriteLine(Me.ex3_6)
        Write.WriteLine(Me.ex3_7)
        Write.WriteLine(Me.ex3_8)

        Write.WriteLine(FormMain.exname)
        Write.WriteLine(FormMain.exday)
        Write.WriteLine(FormMain.exmonth)
        Write.WriteLine(FormMain.exyear)
        Write.WriteLine(FormMain.exename)
        Write.Close()
    End Sub

    Private Sub Button9_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button9.Click
        If MessageBox.Show("คุณต้องการจบการทำงานหรือไม่ ?", "ยืนยัน",
MessageBoxButtons.YesNo, MessageBoxIcon.Question) = Windows.Forms.DialogResult.Yes
Then
            Me.Close()
        End If
    End Sub
```

```
    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
        Me.Hide()
        Me.exopen = 2
        FormData.ShowDialog()
    End Sub
End Class
```

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นางสาวปิยรัตน์ ปัตสาลี

ภูมิลำเนา 130 ถ.เมืองใหม่ ต.มุกดาหาร อ.เมือง
จ.มุกดาหาร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนมุกดาหาร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
นเรศวร

E-mail: kadztilez_cute@hotmail.com

ชื่อ นางสาววัชรี งามเลิศชัย

ภูมิลำเนา 595 หมู่ 10 ต. ลำนารายณ์ อ. ชัยบาดาล
จ.ลพบุรี

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนชัยบาดาลวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
นเรศวร

E-mail: watcharee_toom@hotmail.com

ชื่อ นายวชิระ วิจิตรพงษา

ภูมิลำเนา 305/62 หมู่ 4 ต. บ้านคลอง อ. เมืองพิษณุโลก
จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
นเรศวร

E-mail: admin_koh@msn.com