บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

3.1 ขอบเขตของการศึกษา

การวิเคราะห์โครงสร้างสำหรับน้ำหนักบรรทุกเคลื่อนที่ จำเป็นต้องศึกษา การสร้างเส้นอิทธิพลของผลตอบสนองทางโครงสร้างต่างๆ เช่น แรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ แรงเฉือน โมเมนต์ดัดและการโก่งตัว ของโครงสร้างที่สนใจ คือ คานช่วงเดียวธรรมดา และคานต่อเนื่อง 2 ช่วง เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่เคลื่อนที่บนโครงสร้าง เราพิจารณาในพฤติกรรมของระบบในเชิงสถิตย์ศาสตร์นั้น มีหลายกรณีที่ต้องการศึกษา คณะผู้จัดทำโครงงาน จึงนำโปรแกรม MATLAB เข้ามาช่วยในการคำนวณหาเส้นอิทธิพล ของผลตอบสนองทางโครงสร้างต่างๆ โดยเขียนโปรแกรมการคำนวณเส้นอิทธิพลของน้ำหนักบรรทุกกรณีต่างๆ บนโปรแกรม MATLAB พร้อมทั้งแสดงผลลัพธ์ที่ได้ในรูปแบบของกราฟ ซึ่งแยกเป็น 2 โปรแกรม ตามลักษณะโครงสร้างของกรณีศึกษา คือ

1. โปรแกรมการสร้างเส้นอิทธิพล ของโครงสร้างคานช่วงเดียวธรรมดา
2. โปรแกรมการสร้างเส้นอิทธิพล ของโครงสร้างคานต่อเนื่อง 2 ช่วง

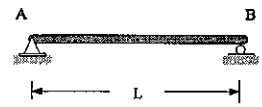
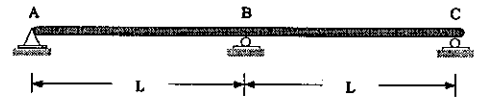
ในแต่ละโปรแกรม ต้องหาสูตร แรงปฏิกิริยา แรงเฉือน โมเมนต์ดัด และ การโก่งตัว เพื่อใส่ลงในโปรแกรมคำนวณ พร้อมทั้งใส่ฟังก์ชันเพื่อหาตำแหน่ง และค่าสูงสุดที่แท้จริงของ ผลตอบสนองทางโครงสร้าง แล้วทำการใส่น้ำหนักบรรทุกในแต่ละกรณี เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ และแนวโน้มของค่าสูงสุดที่แท้จริงของผลตอบสนองที่เกิดขึ้น รวมถึงจำนวณเพลาและระยะห่างระหว่างเพลา ที่มีผลกระทบต่อโครงสร้าง

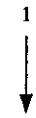
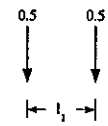
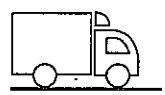
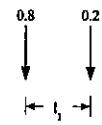
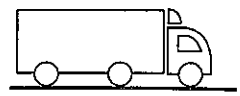
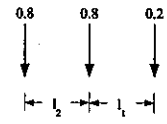
3.2 กรณีศึกษา (Case Study)

การวิเคราะห์โครงสร้างที่สนใจในโครงงานนี้ มุ่งไปที่โครงสร้าง 2 โครงสร้างอย่างง่ายคือ คานช่วงเดียวธรรมดา และคานต่อเนื่อง 2 ช่วง เนื่องจากโครงสร้างทั้งสองเป็นโครงสร้างที่เป็นส่วนประกอบของสิ่งปลูกสร้างทั่วๆไปที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น สะพาน รางรถไฟ ทางด่วน

เป็นต้น ในส่วนน้ำหนักบรรทุกที่เคลื่อนที่บนโครงสร้าง ที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 7 กรณี ดังตารางที่ 3.1 ตามสภาพที่เกิดขึ้นจริงบนโครงสร้าง เช่น คนเดินบนสะพาน เทียบได้กับ น้ำหนักกระทำบนโครงสร้างแบบจุด รถบรรทุก H trucks 2 เพลา ที่แบ่งน้ำหนักของตัวรถลงบนล้อหน้าและล้อหลังไม่เท่ากัน เหมือนรถยนต์ธรรมดา ฉะนั้นจะทำให้เราเห็นความสัมพันธ์และแนวโน้มของผลตอบสนองทางโครงสร้างที่เกิดขึ้น รวมถึงรถไฟที่แบ่งน้ำหนักกระทำเพิ่มขึ้นจาก 4 จุดเป็น 6 จุด และ 8 จุด จะทำให้เห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจนขึ้น

ตารางที่ 3.1

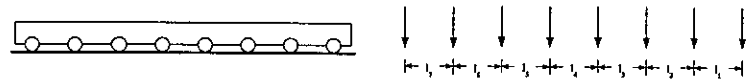
Case Study : Simple Structural	
1. คานช่วงเดียวธรรมดา (Simple Supported Beam)	
2. คานต่อเนื่อง 2 ช่วง (Two-Span Continuous Beam)	

Case Study : Load Case		
	Model	**Load Model**
1. น้ำหนักกระทำแบบจุด		
2. รถยนต์ธรรมดา		
3. รถบรรทุก H trucks (H20-44) 2 เพลา		
4. รถบรรทุก HS trucks (HS20-44) 3 เพลา		

5. รถไฟ

6. รถไฟ

7. รถไฟ



อัตราส่วน $\frac{l}{L} = 0.5, 0.6, 0.7, \ldots$

ผลตอบสนองทางโครงสร้างที่สนใจ

	Simple Support Beam			2-Span Continue Beam			
1. แรงปฏิกิริยา	At support	A_y	B_y	At support	A_y	B_y	C_y
2. แรงเฉือน (S)	Near support	S_A	S_B	Near support	S_A	$S_{B(L)}$	S_C
3. โมเมนต์ดัด (M)	Mid span	$M_{L/2}$		Mid span	$M_{L/2}$	$M_{3L/2}$	
4. การโก่งตัว (y)	Mid span	$y_{L/2}$		Mid span	$y_{L/2}$	$y_{3L/2}$	

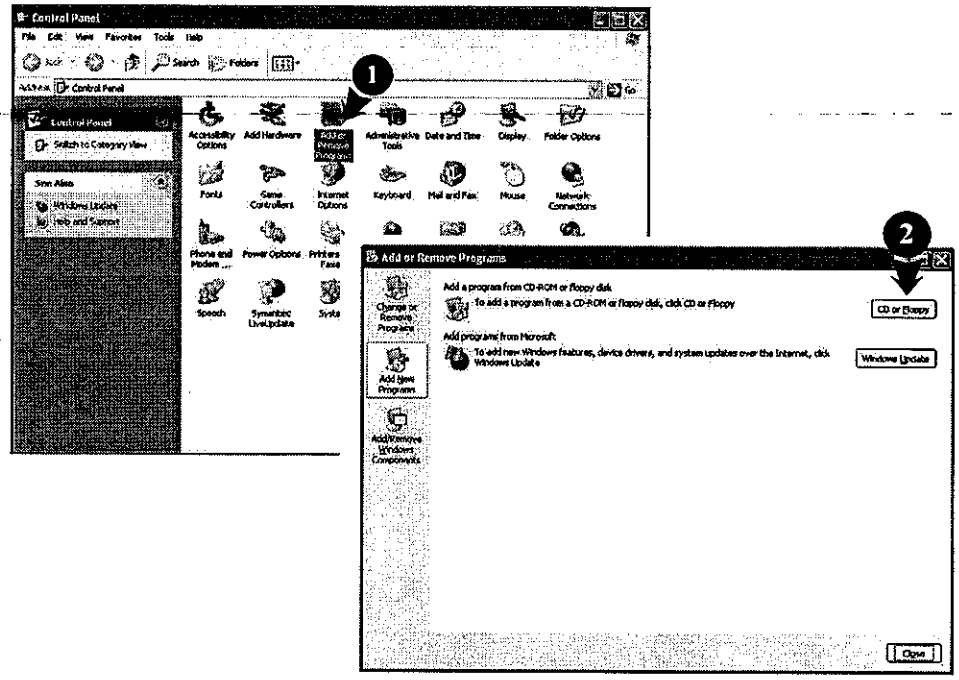
นำผลตอบสนองทางโครงสร้างที่ประมวลผลได้ มาวิเคราะห์ในกระบวนการของการสรุปผลการทดลอง ซึ่งในการศึกษาโครงงานนี้ สนใจผลตอบสนองที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งวิกฤต (Critical) เช่น แรงเฉือนที่หน้าตัดใกล้ฐานรองรับ, โมเมนต์ดัดและการโก่งตัวที่กึ่งกลางช่วงคาน ซึ่งที่ตำแหน่งเหล่านี้เป็นตำแหน่งที่น่าจะเกิดค่าสูงสุดที่แท้จริงของผลตอบสนองทางโครงสร้าง

3.3 การศึกษาทฤษฎีและเนื้อหา

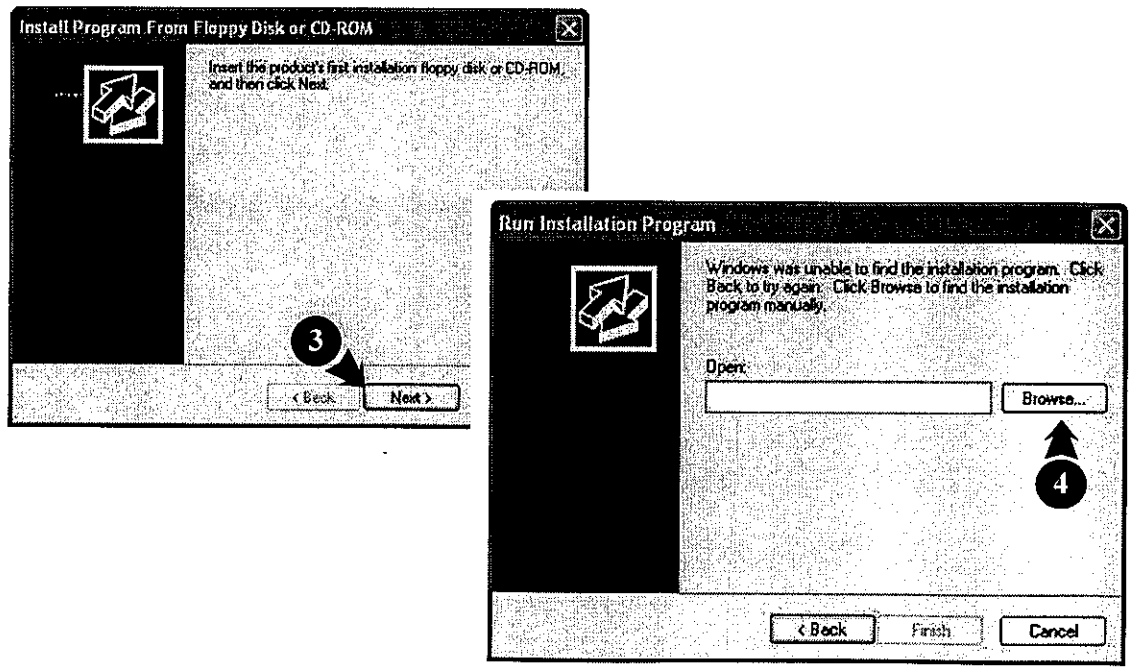
3.3.1 รายละเอียดการติดตั้งโปรแกรม

การติดตั้งโปรแกรม MATLAB ก็เหมือนการติดตั้งโปรแกรมทั่วไป โดยวิธีการติดตั้งโปรแกรม MATLAB สามารถกระทำได้ ดังนี้

1. เปิดหน้าต่าง Control Panel และ **ดับเบิ้ลคลิกที่ Add/Remove Programs**
2. **คลิกที่ปุ่ม** CD or Floppy



3. **คลิกที่ปุ่ม** Next > เพื่อ Install Program จาก CD ROM
4. **คลิกที่ปุ่ม** Browse... เพื่อเลือกไดรว์ไฟล์ติดตั้ง

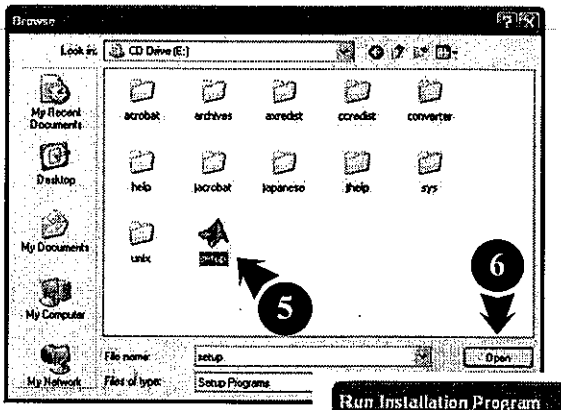


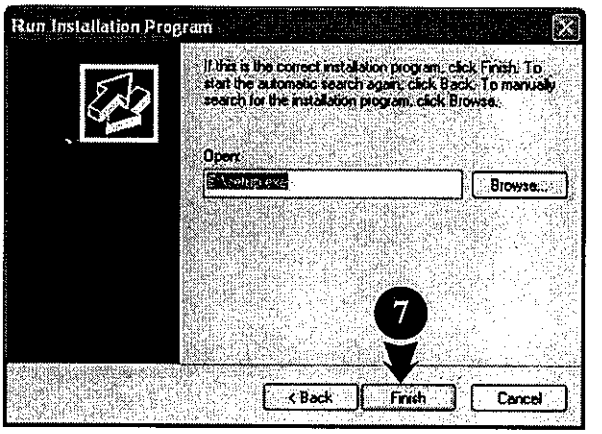
5. คลิกเลือกไฟล์ Setup

6. คลิกที่ปุ่ม

7. คลิกที่ปุ่ม

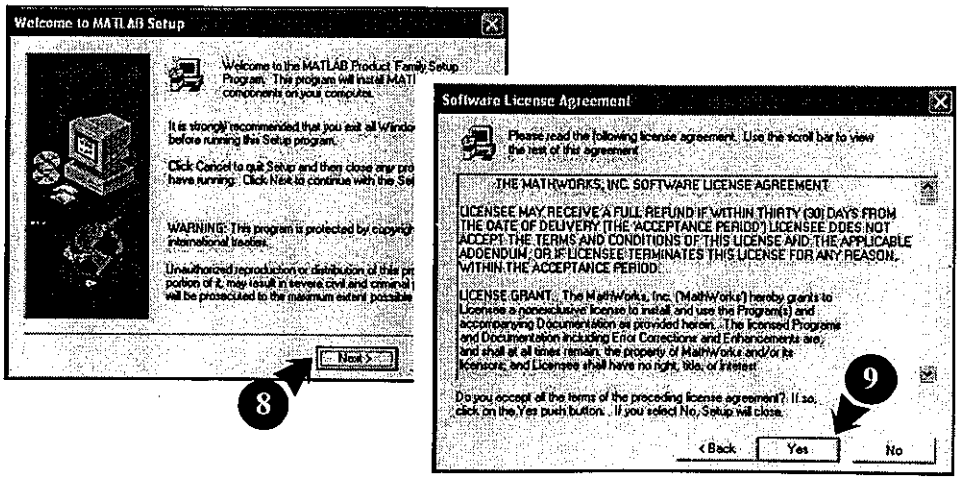
เพื่อเริ่มการติดตั้ง





8. อ่านรายละเอียดแล้ว**คลิกที่ปุ่ม**

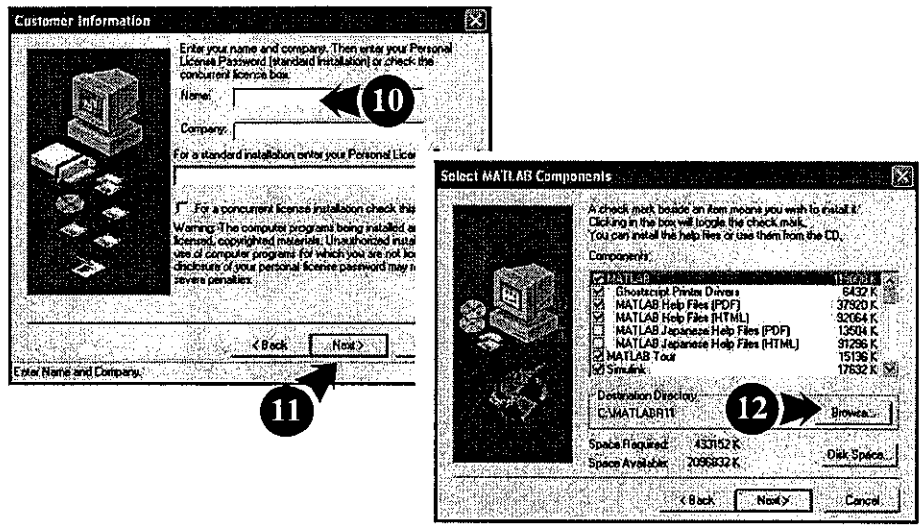
9. อ่านที่ข้อความแล้ว**คลิกที่ปุ่ม**



10. กรอกชื่อของผู้ใช้ บริษัทและ License Password

11. เมื่อกรอกเสร็จแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Next >

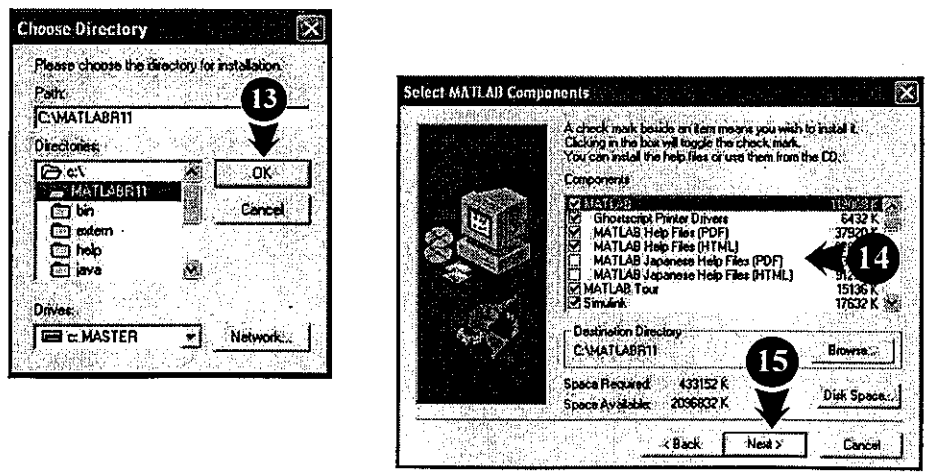
12. คลิกที่ปุ่ม Browse... เพื่อเลือกตำแหน่งไดเร็คทอรีที่จะติดตั้ง (Install) โปรแกรม โดยไดเร็คทอรีที่จะติดตั้งโปรแกรมจะต้องมีเนื้อที่มากพอ



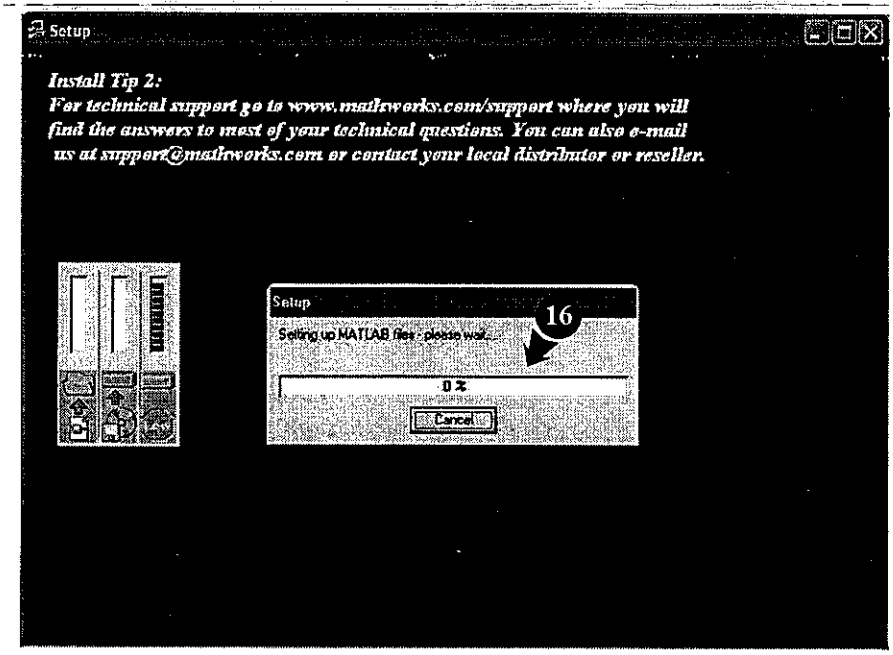
13. เลือกไดเร็คทอรีที่ต้องการแล้วคลิกที่ปุ่ม OK

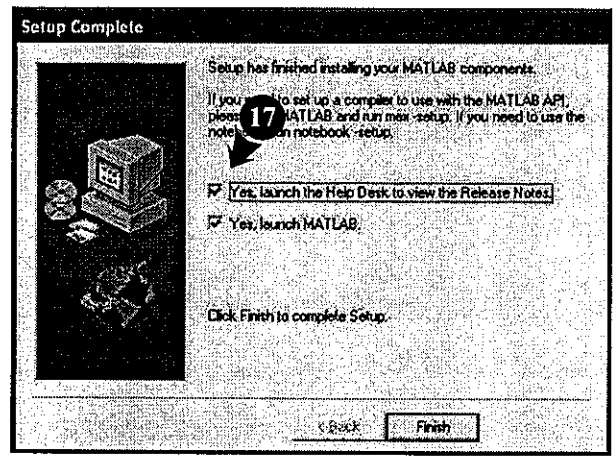
14. คลิกเลือกโปรแกรมที่ต้องการใช้งาน

15. เมื่อเลือกโปรแกรมที่ต้องการใช้งานเสร็จแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Next >



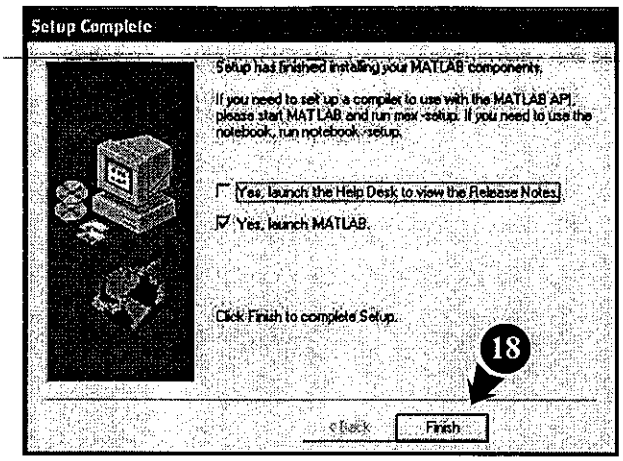
16. **จะพบหน้าต่าง setup** ปรากฏขึ้นมาโดยจะเริ่มติดตั้งโปรแกรมตั้งแต่ 0% จนถึง 100%
17. **คลิกยกเลิกตัวเลือก** Yes, Launch the help... เพื่อไม่ให้แสดงคำแนะนำสำหรับโปรแกรม

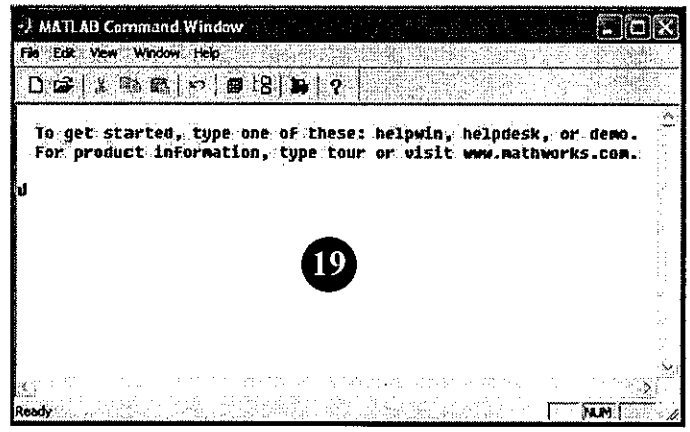




18. **คลิกที่ปุ่ม** Finish เพื่อให้การติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

19. หน้าต่างคำสั่งของโปรแกรม MATLAB จะปรากฏขึ้นมา





3.3.2 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

คณะผู้จัดทำโครงงาน เขียนโปรแกรมสร้างเส้นอิทธิพล แยกเป็น 2 โปรแกรม ตามลักษณะโครงสร้างที่ศึกษา คือ โปรแกรมสร้างเส้นอิทธิพล ของโครงสร้างคานช่วงเดียวธรรมดา และโปรแกรมการสร้างเส้นอิทธิพล ของโครงสร้างคานต่อเนื่อง 2 ช่วง ซึ่งคณะผู้จัดทำได้ศึกษาฟังก์ชันที่มีอยู่ในโปรแกรม MATLAB เพื่อนำมาใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งรายละเอียดของโปรแกรมแบ่งออกเป็น 4 ส่วนที่สำคัญ คือ

ส่วนที่ 1 การกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ และ Step Function ช่วยในการคำนวณเส้นอิทธิพลกรณีที่เกิดการไม่ต่อเนื่อง (Discontinuity) โดยใช้โปรแกรม Heaviside (รายละเอียดโปรแกรม ดังภาคผนวก ค) เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของฟังก์ชัน เนื่องจากคาบของฟังก์ชันที่ต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ที่น้ำหนักบรรทุกเคลื่อนที่ตั้งแต่ต้นคานถึงปลายคาน และกำหนดให้โปรแกรมคำนวณค่า Ordinate ของเส้นอิทธิพล ทุกๆ 0.0005

ส่วนที่2 คำนวณแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ โมเมนต์ดัด แรงเฉือน และการโก่งตัว จึงจำเป็นต้องหาสูตรของผลตอบสนองทางโครงสร้าง ณ ตำแหน่งที่สนใจตามตารางที่ 3.1 เช่น

		คานช่วงเดียงธรรมดา
ค่าแรงปฏิกิริยา		
ที่ฐานรองรับ A	A_y	$=\frac{P}{L}(L-x))$
ที่ฐานรองรับ B	B_y	$=\frac{Px}{L}$
ค่าแรงเฉือน		
ใกล้ฐานรองรับ A	S_A	$=\begin{cases} -\frac{Px}{L} & 0\le x<0.05 \\ \frac{P}{L}(L-x) & 0.05<x\le L \end{cases}$
ใกล้ฐานรองรับ B	S_B	$=\begin{cases} -\frac{Px}{L} & 0\le x<0.95 \\ \frac{P}{L}(L-x) & 0.95<x\le L \end{cases}$
ค่าโมเมนต์ที่กึ่งกลางคาน	$M_{L/2}$	$=\begin{cases} \frac{Px}{L}(L-0.5) & 0\le x<0.5 \\ \frac{0.5P}{L}(L-x) & 0.5<x\le L \end{cases}$
ค่าการโก่งตัวที่กึ่งกลางคาน	$y_{L/2}$	$=\frac{P}{12L}\left(x^3+\frac{x^2}{4}-L^2x\right)$

หมายเหตุ P คือ น้ำหนักที่กระทำบนโครงสร้าง P หน่วย

ส่วนที่ 3 ประมวลผลของ Multiple Load ที่เคลื่อนที่บนโครงสร้าง โดยนำส่วนที่1 และส่วนที่ 2 มาประมวลผลร่วมกัน เพื่อให้ได้ค่าผลตอบสนองที่เกิดขึ้นจริงจากการเคลื่อนที่ของน้ำหนักบรรทุกบนโครงสร้าง และใส่ฟังก์ชัน ค่าพิสัย (Range) เพื่อหาค่าสูงสุดที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งตำแหน่งที่เกิดค่าสูงสุดนั้น

ส่วนที่ 4 แสดงผลกราฟฟิก เป็นการนำผลลัพธ์ที่ประมวลได้จากส่วนที่ 3 มาแสดงในรูปของกราฟเส้นอิทธิพลของ ซึ่งแต่ละรูปจะช่วยให้เราเห็นค่าสูงสุดที่แท้จริงของผลตอบสนองทางโครงสร้าง และตำแหน่งที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน รวมทั้งช่วยในการนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปผลต่อไป

หลังจากเขียนโปรแกรมสร้างเส้นอิทธิพลทั้งสองโปรแกรมเสร็จ ทางคณะผู้จัดทำ พยายามที่จะทำการแก้ไข ปรับปรุง และพัฒนา ให้โปรแกรมทั้งสองนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปได้ เช่น การเชื่อมต่อกับผู้ใช้ทางกราฟิก (Graphic User Interfaces)