

การพัฒนาโปรแกรมออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยภาษาไพธอน  
DEVELOPMENT OF A REINFORCED CONCRETE DESIGN  
PROGRAM BY PYTHON



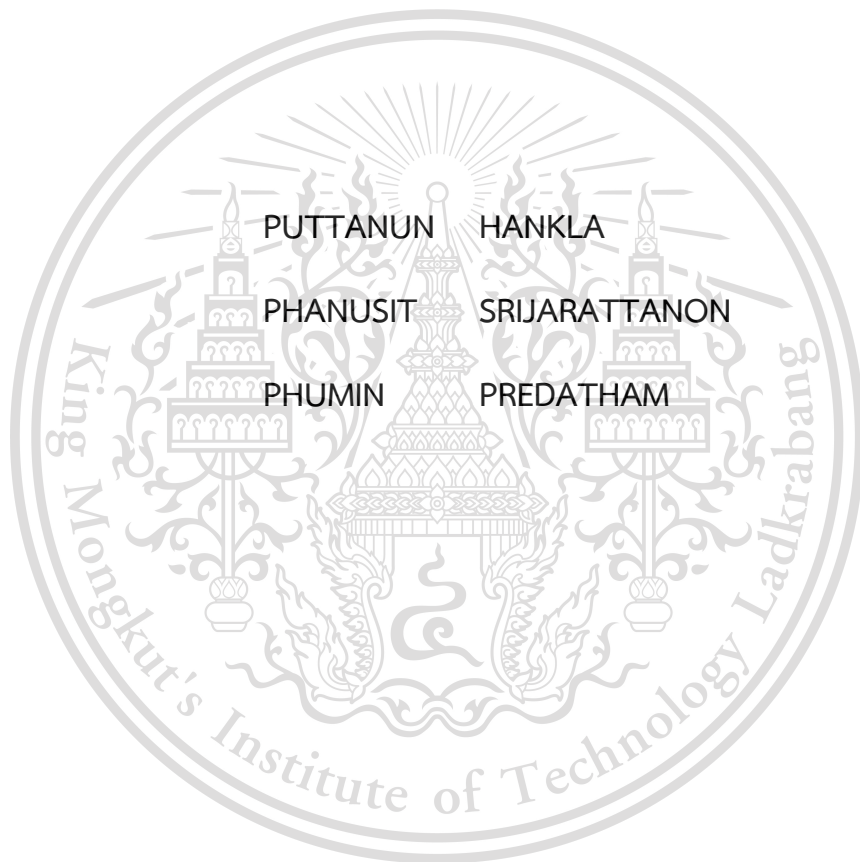
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

DEVELOPMENT OF A REINFORCED CONCRETE DESIGN  
PROGRAM BY PYTHON



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ **ACADEMIC YEAR 2020** ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ การพัฒนาโปรแกรมออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยภาษาไพธอน  
DEVELOPMENT OF A REINFORCED CONCRETE DESIGN PROGRAM  
BY PYTHON

นักศึกษา นายพัทธนันท์ หาญกล้า รหัสนักศึกษา 60010690  
นายภาณุศิษฐ์ ศรีจรัสตานนท์ รหัสนักศึกษา 60010781  
นายภูมินทร์ ปรีดาธรรม รหัสนักศึกษา 60010799

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.อำพน จรัสจรวงเกียรติ

| คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ |                 | ลายมือชื่อ   |
|---------------------------|-----------------|--|
| ผศ.ดร.อำพน                | จรัสจรวงเกียรติ |  |
| ผศ.ดร.อาทิตย์             | เพชรศศิธร       |  |
| ผศ.ดร.อัฐวิทย์            | สุจริตพงศ์      |  |
| ดร.ณัฐดนัย                | สินสมุทรผดุง    |  |
| รศ.สุวัฒน์                | กิตเรขรั        |  |
| อาจารย์ทรงกลด             | แช่ฉิ่ง         |  |

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว



(ผศ.ดร.อาทิตย์ เพชรศศิธร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
วันที่..... 1 มิ.ย. 2564.....

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## การพัฒนาโปรแกรมออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยภาษาไพธอน

นายพัชรนันท์ หาญกล้า รหัสนักศึกษา 60010690  
นายภาณุศิษฐ์ ศรีจรัสตานนท์ รหัสนักศึกษา 60010781  
นายภูมินทร์ ปรีดาธรรม รหัสนักศึกษา 60010799

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.อำพน จรัสจรวงเกียรติ  
ปีการศึกษา 2563

### บทคัดย่อ

การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นรากฐานของวิศวกรรมโยธา ปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำนวนมากใช้สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างแต่โปรแกรมเหล่านั้นมีค่าลิขสิทธิ์ที่แพงและผู้ใช้ไม่รู้ที่มาที่ไปของการคำนวณ ในงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตามมาตรฐาน ACI 318-95 สำหรับบ้านพักอาศัยโดยใช้ภาษาไพธอนในทุกกระบวนการ

แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถรับข้อมูลจากโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อออกแบบและแสดงผลเป็นกราฟิกนอกจากนี้ยังสามารถพิมพ์เป็นแบบก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพซึ่งสะดวกสำหรับผู้ใช้ งานวิจัยนี้จะ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใช้ที่สนใจที่จะใช้แอปพลิเคชันที่ฟรีและถูกต้องในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

**คำสำคัญ:** การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก, ไพธอน, โปรแกรมคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

# DEVELOPMENT OF A REINFORCED CONCRETE DESIGN PROGRAM BY PYTHON

Mr. Puttanun Hankla Student ID. 60010690  
Mr. Phanusit Srijarattanon Student ID. 60010781  
Mr. Phumin Predatham Student ID. 60010799

Advisor: Asst. Prof. Dr. Amphon Jarasjarungkiat  
Academic Year 2020

## ABSTRACT

The design of reinforced concrete structures is the foundation of civil engineering. Nowadays, a large number of computer programs are used for structural analysis and design, but those programs are expensive to get licenses including unknown sources of information. In this research, the purpose is to develop an application that can design reinforced concrete structures according to ACI 318-95 standard which base on residential reinforced concrete structure. Furthermore, Python is used to develop all of the procedures.

The developed application is capable to receive data from analytical programs, design and display the result as graphics. Moreover, it can be printed as an efficient construction drawing which is convenient for the user. Finally, this research will be an alternative for users who are interested to use a free and accurate application to design reinforced concrete structures.

**KEYWORDS:** RC Design, Python, Computer Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญ

| เรื่อง   | หน้า |
|--|------|
| สารบัญ.....  | II   |
| สารบัญรูป.....   | IV   |
| บทที่ 1 บทนำ.....  | 1    |
| 1.1 ที่มาของงานวิจัย.....  | 1    |
| 1.2 ปัญหาของงานวิจัย.....  | 1    |
| 1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....                               | 2    |
| 1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....                                     | 2    |
| 1.5 วิธีการศึกษา.....  | 3    |
| 1.5.1 ศึกษาการใช้ภาษา Python ในการรับค่าการวิเคราะห์โครงสร้าง..... | 3    |
| 1.5.2 ศึกษาการใช้ภาษา Python ในการคำนวณออกแบบ.....                 | 3    |
| 1.5.2 ศึกษาการใช้ภาษา Python ในการแสดงผลการออกแบบ.....             | 3    |
| 1.5.4 ศึกษาการใช้ภาษา Python ในการสร้างแอปพลิเคชัน.....            | 3    |
| 1.6 แผนการดำเนินงาน.....   | 4    |
| 1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....                                       | 4    |
| บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....                                      | 5    |
| 2.1 แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....                           | 5    |
| 2.1.1 ความหมายของคอนกรีตเสริมแรง.....                              | 5    |
| 2.1.2 คุณสมบัติของคอนกรีตเสริมแรง.....                             | 5    |
| 2.1.3 โปรแกรมภาษาไพธอน.....  | 6    |
| 2.1.4 การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีกำลัง.....        | 6    |
| 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                     | 8    |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....                                    | 11   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 3.1 กักรรวบรวมข้อมูล งานที่เอกรศึกษาเท่านั้น ไม่เอกรเผยแพร่ในวงไ้ได้ประโยชน์ใด 11 การค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น 3.2 ออกแบบวิธีการทำงานของแอปพลิเคชัน ไปถึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญ (ต่อ)

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3 การพัฒนาแอปพลิเคชัน.....                        | 13        |
| 3.3.1 การรับค่าจากโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง .....   | 13        |
| 3.3.2 การประมวลผลการคำนวณ .....                     | 15        |
| 3.3.3 การแสดงผลการออกแบบ .....                      | 15        |
| 3.4 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม .....                   | 15        |
| 3.5 การวิเคราะห์ผลลัพธ์ของโปรแกรม .....             | 15        |
| <b>บทที่ 4 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b> | <b>17</b> |
| 4.1 ผลการออกแบบคาน.....                             | 17        |
| 4.1.1 ผลการออกแบบคานช่วงเดียว.....                  | 17        |
| 4.1.2 ผลการออกแบบคานต่อเนื่อง.....                  | 21        |
| 4.2 ผลการออกแบบเสา.....                             | 22        |
| 4.2.1 ผลการออกแบบเสาช่วงเดียว.....                  | 22        |
| 4.2.2 ผลการออกแบบเสามากกว่าหนึ่งช่วง.....           | 23        |
| 4.3 คู่มือสำหรับใช้แอปพลิเคชันเพื่อออกแบบ .....     | 24        |
| 4.3.1 คู่มือการดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน .....           | 24        |
| 4.3.2 คู่มือการติดตั้งแอปพลิเคชัน.....              | 25        |
| 4.3.3 คู่มือการออกแบบคาน.....                       | 26        |
| 4.3.4 คู่มือการออกแบบเสา .....                      | 32        |
| <b>บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....</b>               | <b>36</b> |
| 5.1 สรุปผลการศึกษา.....                             | 36        |
| 5.2 อภิปรายผลการศึกษา .....                         | 36        |
| 5.3 ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ.....                | 37        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป

| รูปที่      | หน้า   |
|-------------|--|
| รูปที่ 3.1  | ผังการดำเนินงาน (Flow Chart) ..... 12  |
| รูปที่ 3.2  | ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ETABS..... 14  |
| รูปที่ 3.3  | สคริปต์คำสั่งสำหรับเลือกไฟล์ Excel ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม ETABS..... 14 |
| รูปที่ 4.1  | การแสดงผลการออกแบบคานช่วงเดียว ..... 18  |
| รูปที่ 4.2  | รายการคำนวณการออกแบบคานช่วงเดียว ..... 19  |
| รูปที่ 4.4  | การแสดงผลการออกแบบคานต่อเนื่อง ..... 21  |
| รูปที่ 4.5  | การแสดงผลการออกแบบเสาช่วงเดียว ..... 22  |
| รูปที่ 4.6  | การแสดงผลการออกแบบเสามากกว่าหนึ่งช่วง ..... 23                                   |
| รูปที่ 4.7  | การดาวน์โหลดแอปพลิเคชันผ่าน Google Drive ..... 24                                |
| รูปที่ 4.8  | การติดตั้งโปรแกรม COMMEC RC-Design.exe ..... 25                                  |
| รูปที่ 4.9  | การเลือกรูปแบบคานที่จะออกแบบ ..... 26  |
| รูปที่ 4.10 | การ Import ค่าการวิเคราะห์โครงสร้างจาก ETABS ..... 27                            |
| รูปที่ 4.12 | การกดปุ่ม Add Uniform Load for Approximate Analysis ..... 29                     |
| รูปที่ 4.13 | การกรอกพารามิเตอร์เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีการประมาณ ..... 30               |
| รูปที่ 4.14 | การแสดงผลการออกแบบคานต่อเนื่องเมื่อกดปุ่ม Result..... 31                         |
| รูปที่ 4.15 | การเลือกรูปแบบเสาที่จะออกแบบ ..... 32  |
| รูปที่ 4.16 | การกดปุ่ม Calculate + Show Graph เพื่อตรวจสอบเสาที่ออกแบบ ..... 33               |
| รูปที่ 4.17 | การกดปุ่ม Design เพื่อออกแบบเหล็กของเสามากกว่าหนึ่งช่วง ..... 34                 |
| รูปที่ 4.18 | การกดปุ่ม Result เพื่อแสดงผลการออกแบบมากกว่าหนึ่งช่วง..... 35                    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and <sup>IV</sup> cite the document when use.

# บทที่ 1

## บทนำ

### บทนำ

ในปัจจุบันนั้นโปรแกรมสำหรับการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นมีให้เลือกใช้มากมายหลายโปรแกรมโดยส่วนใหญ่จะเป็นโปรแกรมต่างประเทศทำให้การใช้งานโปรแกรมนั้นจะต้องมีการซื้อลิขสิทธิ์เป็นรายเดือนหรือรายปี อีกทั้งโปรแกรมเหล่านี้เปรียบเสมือนกล่องดำที่หากเราต้องการจะออกแบบโครงสร้าง เพียงแค่เราใส่ค่าต่างๆเข้าไปในโปรแกรมๆ ก็จะได้คำนวณและออกแบบให้ทันที ซึ่งเรานั้นไม่ทราบถึงที่มาของการคำนวณการออกแบบนี้ ดังนั้นผู้จัดทำจึงพัฒนาแอปพลิเคชันโดยภาษา Python เนื่องจากเป็นภาษาที่สเปคและใช้งานสามารถเข้าใจได้โดยง่ายซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขได้ในอนาคต แอปพลิเคชันที่พัฒนาสามารถแสดงที่มาของการคำนวณออกแบบและสามารถแสดงรายละเอียดการออกแบบเป็น Graphical User Interface (GUI) เพื่อให้สามารถนำผลที่ได้จากการออกแบบไปใช้งานต่อไปได้

### 1.1 ที่มาของงานวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เกิดขึ้นเมื่อตัวผู้จัดทำนั้นเคยใช้โปรแกรมต่างๆ ในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและเมื่อใช้งานนั้นผู้จัดทำไม่ทราบที่มาที่ไปของการคำนวณออกแบบของโปรแกรมตัวผู้จัดทำจึงพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับออกแบบโดยใช้ภาษา Python เพราะใช้งานง่ายสามารถปรับใช้ตามมาตรฐานต่างๆที่ผู้ใช้งานต้องการใช้ในการออกแบบซึ่งง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคตเนื่องจากในอนาคตนั้นมาตรฐานต่างๆที่ใช้ในการออกแบบนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา นั่นเอง

### 1.2 ปัญหาของงานวิจัย

ในการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆสำหรับการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นผู้ใช้จะไม่สามารถรับรู้ได้ถึงที่มาของการคำนวณอย่างแท้จริงอีกทั้งโปรแกรมเหล่านั้นยังมีค่าลิขสิทธิ์

ที่แพง หากผู้ใช้งานต้องการออกแบบโครงสร้างบ้านพักอาศัยซึ่งมีโครงสร้างขนาดเล็กก็อาจไม่มีความจำเป็นที่ต้องใช้โปรแกรมเหล่านั้น

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and<sup>1</sup> cite the document when use.

จากปัญหาดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยภาษา Python โดยสามารถนำเข้าข้อมูลการวิเคราะห์โครงสร้างจากโปรแกรมอื่นๆ และสามารถออกแบบโดยวิธี Strength Design Method สามารถแสดงรายการคำนวณและรายละเอียดของหน้าตัดซึ่งจะแสดงผลเป็นกราฟิกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และสามารถสั่งพิมพ์เพื่อใช้ประกอบการก่อสร้างจริงได้

### 1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่สามารถรับค่าการวิเคราะห์จากโปรแกรมวิเคราะห์อื่นๆเพื่อนำไปใช้ออกแบบได้
2. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับออกแบบที่สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก เข้าใจง่ายต่อผู้ใช้ และสามารถทราบที่มาที่ไปของการคำนวณในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
3. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับใช้งานหรือแบ่งปันแก่ผู้อื่นที่สนใจ เนื่องจากทุกคนสามารถพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวได้หากเข้าใจในกระบวนการเขียนภาษาไพธอนและเข้าใจการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

### 1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. โปรแกรมออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้อ้างอิงตามมาตรฐานของ American Concrete Institute (ACI 318-95) คำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง (Ultimate Strength Design)
2. โปรแกรมออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถออกแบบคานและเสาคอนกรีตเสริมเหล็กบนพื้นฐานของโครงสร้างบ้านพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป
3. พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยภาษาไพธอน ผ่านโปรแกรม PyCharm Community Edition 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 1.5 วิธีการศึกษา

### 1.5.1 ศึกษาการใช้ภาษา Python ในการรับค่าการวิเคราะห์โครงสร้าง

ในการศึกษาการใช้โปรแกรมไพธอนนั้น เบื้องต้นผู้ใช้จะต้องศึกษาการใช้ภาษาในการรับค่าการวิเคราะห์โครงสร้างจากโปรแกรม Excel โดยการวิเคราะห์โครงสร้างนั้นจะสามารถใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ต่างๆในการวิเคราะห์ จากนั้นจึงส่งค่าที่ต้องการใช้ในการออกแบบเป็นไฟล์ Excel เพื่อให้โปรแกรม Python นั้นรับค่าเพื่อใช้ในการออกแบบต่อไป

### 1.5.2 ศึกษาการใช้ภาษา Python ในการคำนวณออกแบบ

เมื่อได้รับค่าที่จำเป็นในการใช้คำนวณแล้วต่อมาผู้จัดทำจะต้องศึกษาการใช้ภาษาไพธอนในการคำนวณออกแบบ

### 1.5.2 ศึกษาการใช้ภาษา Python ในการแสดงผลการออกแบบ

ต่อมาผู้จัดทำจะต้องศึกษาการใช้ภาษาไพธอนในการแสดงผลการออกแบบเป็น GUI (Graphical User Interface) สามารถแสดงรายการคำนวณเพื่อให้ผู้ใช้นั้นสามารถเข้าใจที่มาของการออกแบบ และสามารถสั่งพิมพ์เพื่อใช้ในการงานก่อสร้างจริงได้

### 1.5.4 ศึกษาการใช้ภาษา Python ในการสร้างแอปพลิเคชัน

ต่อมาเมื่อได้รับค่าที่จำเป็นต่อการคำนวณแล้ว ผู้จัดทำจะต้องทำการศึกษาการใช้ภาษา Python ในการคำนวณออกแบบและศึกษาวิธีการแปลงไฟล์ .py เป็น .exe ซึ่งสามารถเปิดใช้งานได้ง่ายบนระบบคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and<sup>3</sup> cite the document when use.

## 1.6 แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาในการดำเนินงาน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พศ.2563 – เดือนพฤษภาคม พศ.2564

| การดำเนินงาน                      | 2563 |      |      |      |      | 2564 |      |       |       |      |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
|                                   | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. |
| ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง        | ■    |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| ศึกษาและทบทวนการออกแบบ ค.ส.ล.     |      | ■    | ■    | ■    |      |      |      |       |       |      |
| ศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอน     |      | ■    | ■    | ■    | ■    |      |      |       |       |      |
| ออกแบบแนวคิดการทำงานของโปรแกรม    |      | ■    | ■    | ■    | ■    |      |      |       |       |      |
| เขียนโปรแกรมในส่วนของการคำนวณ     |      |      | ■    | ■    | ■    | ■    | ■    |       |       |      |
| เขียนโปรแกรมในส่วนของการแสดงผล    |      |      |      | ■    | ■    | ■    | ■    | ■     |       |      |
| ทดสอบและพัฒนาโปรแกรม              |      |      |      |      |      |      | ■    | ■     | ■     |      |
| แปลงสคริปต์ภาษาไพธอนเป็นไฟล์ .exe |      |      |      |      |      |      |      | ■     | ■     |      |
| จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม          |      |      |      |      |      |      |      |       |       | ■    |
| สรุปผลการทำงานของโปรแกรมและวิจัย  |      |      |      |      |      |      |      |       |       | ■    |
| รายงานผลงานวิจัย                  |      |      |      |      |      |      |      |       |       | ■    |

## 1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. แอปพลิเคชันสำหรับออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่สามารถนำไปออกแบบอาคารบ้านพักอาศัยได้
2. สามารถแสดงรายการคำนวณและแบบก่อสร้างที่สามารถพิมพ์ออกไปใช้งานได้จริง
3. สามารถนำฐานข้อมูลภาษาไพธอนจากการพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้นำไปพัฒนาเพื่อต่อยอดให้แอปพลิเคชันดังกล่าวสามารถออกแบบอาคารที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and<sup>4</sup> cite the document when use.

## บทที่ 2

### วรรณกรรมปริทัศน์

#### 2.1 แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

คอนกรีตเสริมแรง (Reinforced concrete) คือ คอนกรีตที่มีการเพิ่มสมรรถภาพการรับน้ำหนัก โดยการใช้วัสดุอื่นเข้ามาช่วย เช่น เหล็ก หรือ ไฟเบอร์ หรือในบางครั้งใช้วัสดุธรรมชาติ เช่น ไม้ไผ่ เพื่อเพิ่มความสามารถที่ขาดไปของคอนกรีตคือความเปราะ คอนกรีตเสริมแรงนิยมเรียกว่า คอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) เนื่องจากเหล็กเป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้ในการเสริมแรง

##### 2.1.1 ความหมายของคอนกรีตเสริมแรง

คอนกรีตเสริมแรงหรือคอนกรีตเสริมเหล็กที่เรียกกัน (โดยเสริมแรงด้วยเหล็ก) วัสดุเหล่านี้จะช่วยรับแรงดึงภายในคอนกรีต ซึ่งงานโครงสร้างอาคารส่วนใหญ่นิยมใช้คอนกรีตเสริมแรงแทนที่คอนกรีตเปลือย คอนกรีตที่ใช้เพื่อผสมโดยใช้น้ำให้พอเหมาะ มิให้เปียกหรือแห้งเกินไป คอนกรีตที่เหลวเพราะใช้น้ำมากจะรับกำลังต้านทานได้น้อย คอนกรีตที่ใช้น้ำน้อยเกินไปจะทำให้เทลงในแบบได้ยาก และแบบหล่อคอนกรีตให้เป็นไปตามวิธีการที่ต้องการ และถ้ากระทุ้งไม่ดีพอ เมื่อแกะแบบแล้วจะขรุขระไม่เรียบร้อย บางทีเห็นเหล็กเสริมโผล่ออกมา มิได้จมอยู่ในคอนกรีตตามต้องการ ทำให้เสียความแข็งแรงไปและเหล็กเสริมอาจเกิดสนิมได้ด้วย ละเมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วต้องได้กำลังอัดตามข้อกำหนด

##### 2.1.2 คุณสมบัติของคอนกรีตเสริมแรง

เนื่องจากคอนกรีตสามารถรับแรงอัดได้สูงขณะที่ความสามารถในการรับแรงดึงต่ำ เมื่อถูกแรงดึงจะทำให้คอนกรีตเปราะแตกได้ง่าย ด้วยสาเหตุนี้ ระบบคอนกรีตเสริมแรงจึงถูกนำมาใช้ โดยการนำวัสดุอื่นที่สามารถรับแรงดึงได้ เช่นเหล็ก มาใส่ไว้ภายในคอนกรีตเพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรง โดยอาจกล่าวได้ว่า คอนกรีตรับแรงอัด และเหล็กรับแรงดึง ถึงแม้ว่าในช่วงแรกหลังจากที่คอนกรีตเริ่มแข็งตัว คอนกรีตและเหล็กจะร่วมกันรับแรงดึงจนถึงสภาวะที่คอนกรีตไม่สามารถรับแรงดึงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and<sup>5</sup> cite the document when use.

คุณสมบัติที่ทำให้คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นที่นิยม

1. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของคอนกรีตและเหล็ก มีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ทำให้คอนกรีตและเหล็กขยายตัวหรือหดตัวได้พร้อมกัน
2. เมื่อคอนกรีตแข็งตัว คอนกรีตจะจับเหล็กเสริมได้แน่น ซึ่งทำให้เกิดการถ่ายเทแรงภายในระหว่างคอนกรีตและเหล็กเสริม เหล็กข้ออ้อยนิยมถูกนำมาใช้ในโครงสร้างหลัก เนื่องจาก สัมประสิทธิ์แรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตและเหล็กเสริมมีค่ามาก เมื่อเทียบกับเหล็กกลม
3. พีเอช (pH) ของสารเคมีที่เกิดจากพอร์ตแลนด์ซีเมนต์ เมื่อคอนกรีตแข็งตัวจะมีสารเคมีออกมาเคลือบเหล็กเส้นเป็นฟิล์มบางๆ ไว้ป้องกันไม่ให้เหล็กเส้นถูกกัดกร่อนหรือเป็นสนิม

### 2.1.3 โปรแกรมภาษาไพธอน

ภาษาโปรแกรมไพธอน คือภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง โดยถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาสคริปต์ที่อ่านง่าย ซึ่งตัดความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษาออกไป ในส่วนของการแปลงชุดคำสั่งที่เราเขียนให้เป็นภาษาเครื่อง ไพธอนมีการทำงานแบบ Interpreter คือเป็นการแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัด เพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ นอกจากนี้ภาษาโปรแกรม Python ยังสามารถนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายประเภท โดยไม่ได้จำกัดอยู่ที่งานเฉพาะทางใดทางหนึ่ง (General-purpose language) จึงทำให้มีการนำไปใช้กันแพร่หลายในหลายองค์กรใหญ่ระดับโลก เช่น Google, YouTube, Instagram, Dropbox และ NASA เป็นต้น

### 2.1.4 การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีกำลัง

การออกแบบครั้งนี้อ้างอิงมาตรฐาน American Concrete Institute (ACI) โดยวิธีกำลังเป็นวิธีการออกแบบที่ถูกพัฒนาให้มีความแม่นยำในการคำนวณกำลังจากพฤติกรรมของคานคอนกรีตเสริมเหล็กในการรับน้ำหนักบรรทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and<sup>6</sup> cite the document when use.

ในวิธีกำลังน้ำหนักบรรทุกทุกใช้งานจะถูกเพิ่มขึ้นโดย ตัวคูณน้ำหนัก (Load factors) เพื่อให้ได้น้ำหนักขณะเกิดการวิบัติ น้ำหนักนี้จะถูกเรียกว่า น้ำหนักประลัย (U, Ultimate load) หรือน้ำหนักเพิ่มค่า (Factored Load) ในทางกลับกันกำลังของอาคารจะถูกลดลงโดย ตัวคูณลดกำลัง ( $\phi$ , Strength Reduction Factor) โดยค่าตัวคูณทั้งสองจะถูกกำหนดตามมาตรฐาน ในการออกแบบโครงสร้างหรือส่วนโครงสร้างจะถูกกำหนดสัดส่วนให้มีกำลังออกแบบ  $\phi S_n$  มีค่าไม่น้อยกว่ากำลังที่ต้องการ U ที่คำนวณจากน้ำหนักเพิ่มค่า

$$\text{กำลังออกแบบ} \geq \text{กำลังที่ต้องการ}$$

หรือ 
$$\phi S_n \geq U$$

เมื่อ  $S_n$  คือกำลังระบุ (Nominal Strength) ที่คำนวณตามทฤษฎี และกำลังที่ต้องการ (U) ซึ่งคำนวณโดยใช้ตัวคูณน้ำหนักกับน้ำหนักบรรทุกทุกใช้งาน ได้แก่ น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load, D), น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load, L), แรงแลม W, แรงแผ่นดินไหว E, แรงดันดิน H, แรงดันของไหล F, น้ำหนักหิมะ S, น้ำหนักฝน R และผลจากสิ่งแวดล้อม T อาทิเช่น การทรุดตัว, ความคืบ, การหดตัว และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

เมื่อนำสมการดังกล่าวนำไปใช้งานออกแบบองค์อาคารรับแรงที่เฉพาะเจาะจงเช่น โมเมนต์, แรงเฉือน และแรงตามแนวแกน จะเขียนเป็น

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

โดยที่ตัวห้อย n หมายถึงกำลังระบุของโมเมนต์, แรงเฉือน และแรงตามแนวแกน ตามลำดับ และตัวห้อย u หมายถึงการเพิ่มค่าของโมเมนต์, แรงเฉือน และแรงตามแนวแกน โดยในการเพิ่มค่าจะทำโดยใช้ตัวคูณเพิ่มค่ากับน้ำหนักบรรทุกทุกใช้งาน หรือคูณกับแรงภายในที่เป็นผลมาจากน้ำหนักบรรทุกทุกใช้งาน

[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**ชুক্তี ศิริรัตน์ และ กมล ตรีทอง, 2559.** [2] โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างเหล็กร่วมกับโครงสร้างเหล็ก พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษาวิซวลเบสิก 6.0 ในการนำเข้าข้อมูล วิเคราะห์ และออกแบบพื้นและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยผลวิจัยสามารถนำเข้าข้อมูลในรูปแบบกราฟิกได้สะดวกและรวดเร็วโดยไม่ต้องป้อนข้อมูล ในส่วนของการวิเคราะห์และออกแบบนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างจากการคำนวณด้วยมือและเหล็กเสริมที่คำนวณได้นั้นจะมีปริมาณน้อยกว่าโปรแกรม VirStructure4 โดยมีค่าความปลอดภัยที่เพียงพอ

**อดิศร ไชยโคตร, 2559.** [3] การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยเล็งเห็นถึงปัญหาของโปรแกรมวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างอื่นๆ เนื่องจากโปรแกรมส่วนใหญ่มีการทำงานของการทำงานและการวิเคราะห์และออกแบบแยกส่วนการทำงานกันอย่างสิ้นเชิง อีกทั้งการป้อนข้อมูลเพื่อไปใช้สำหรับการวิเคราะห์ส่วนใหญ่จะเป็นการป้อนแบบตัวเลขจึงไม่สะดวก จึงพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อว่า A2D-RC ที่สามารถนำข้อมูลจากการเขียนแปลนอาคารในรูปแบบของกราฟิกและตัวเลข พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งานสำหรับการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งทางเดียวและสองทาง (ด้วยวิธีที่ 2 วสท. 9102) และ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก (ด้วยวิธี Moment Distribution) ด้วยชุดคำสั่ง Visual Basic for Applications บน AutoCAD และ Microsoft Excel เชื่อมโยงข้อมูลซึ่งกันโดยการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นใช้วิธีหน่วยแรงใช้งาน (วสท.1007-34) รับแรงตามแนวแกน (แรงดึงและแรงอัด) แรงเฉือน แรงดัดและโมเมนต์บิด โดยทำการกำหนดตัวอย่างแบบก่อสร้างที่ใช้ในการศึกษาคือแบบมาตรฐานบ้านเพื่อประชาชน พ.ศ.2559 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย จำนวน 2 แบบ โดยโปรแกรมสามารถวิเคราะห์โครงสร้างพื้นและคานคอนกรีตเสริมเหล็กได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วเมื่อเทียบกับการคำนวณด้วยมือ การศึกษาพบว่าโปรแกรมสามารถลดจำนวนบุคลากรผู้ดำเนินการ ลดขั้นตอนการทำงานซ้ำ ๆ ลดข้อผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ สามารถแสดงรายการคำนวณ เขียนแบบแปลนและแบบขยายรายละเอียดโครงสร้าง แสดงผลลัพธ์ได้ทั้งแบบกราฟิกและตัวเลขบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ ได้อย่างถูกต้อง สามารถใช้การศึกษานี้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กส่วนอื่นๆได้ เช่น บันได เสา และฐานราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and<sup>8</sup> cite the document when use.

สำเนียง ออสพันท์กุล, จิรวิฑูรี บรรจงศิริ และ จักริ ดิยะวงศ์สุวรรณ, 2556. [4] การพัฒนา ภาษาไพธอนสำหรับวิเคราะห์และออกแบบคานคองกรีตเสริมเหล็ก สามารถสร้างแพ็คเกจโปรแกรม ภาษา Python สำหรับวิเคราะห์คานต่อเนื่องและออกแบบหน้าตัดคานคองกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธี กำลัง และส่วนของการช่วยเขียนรายละเอียดการเสริมเหล็กในคานต่อเนื่อง

Shivaji M. Sarvade, Sachin M. Pore, 2562. [5] ได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับออกแบบ โครงสร้างคองกรีตเสริมเหล็ก โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน Plain and Reinforced Concrete Code of Practice of the Indian Standard (IS 456:2000) ซึ่งในการคำนวณการออกแบบโครงสร้าง คองกรีตเสริมเหล็ก ได้ใช้ภาษาไพธอนในการพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการตรวจสอบตัวแปรที่ใช้ใน การออกแบบ เปรียบเทียบกับตารางมาตรฐาน IS 456-2000 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาครั้งนี้ ประกอบด้วย การตรวจสอบปริมาณเหล็กในหน้าตัดคาน, การคำนวณหาค่ากำลังรับแรงเฉือนของ คองกรีตตามมาตรฐาน IS 456-2000 และการออกแบบพื้นสองทาง โดยที่ในการพัฒนาครั้งนี้ได้มีการ นำไลบรารีที่มีการพัฒนาไว้แล้วมาประยุกต์ใช้ในการเขียนภาษาไพธอนเพื่อให้มีความสะดวกในการ เรียกใช้คำสั่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์ของการพัฒนาโปรแกรม ไลบรารีที่ถูกเรียกใช้มีดังนี้ NumPy (เป็นโมดูลส่วนเสริมที่มีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และการคำนวณต่างๆ รวมถึงการจัดการ อาร์เรย์ ขนาดใหญ่และเมทริกซ์), SciPy (เป็นไลบรารีที่สำคัญต่อการเขียนภาษาไพธอนทาง คณิตศาสตร์และวิศวกรรมอย่างมาก ในการศึกษาได้นำไลบรารีนี้มาใช้ในการเทียบบัญญัติไตรยางค์ ค่าต่างๆเพื่อใช้ออกแบบโครงสร้างคองกรีตเสริมเหล็กตามมาตรฐาน), Pandas (เป็นไลบรารีที่ใช้ สำหรับการเข้าถึงการใช้งานโปรแกรม MS-Excel อย่างไรก็ตามไม่ได้มีการนำไลบรารีนี้มาใช้งานใน การศึกษา แต่เป็นการกล่าวถึงว่าเป็นไลบรารีที่สำคัญต่อวิศวกรรมโยธาอย่างมาก หากจำเป็นต้อง จัดการกับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่) และ matplotlib (ไลบรารีที่ใช้เพื่อพล็อตกราฟ 2 มิติโดยใช้ภาษาไพ ธอน ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้มีการเรียกใช้ไลบรารีดังกล่าว แต่ไลบรารีนี้เป็นประโยชน์ต่อวิศวกรรม โยธาอย่างมาก) ทั้งนี้ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาภาษาไพธอนจะอยู่ในรูปแบบของไฟล์ข้อความ (.txt) ซึ่งอาจไม่สะดวกต่อผู้ใช้หากต้องการเรียกใช้งาน การแปลงสคริปต์ภาษาไพธอน (Python Script) เป็นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (.exe) นั้นสามารถทำได้โดยการติดตั้งคำสั่ง pyinstaller ลงในระบบ การแปลงสคริปต์ภาษาไพธอนเป็นไฟล์สกุล .exe จะช่วยให้ผู้ใช้ (User) เรียกใช้โปรแกรม ดังกล่าวได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

Andreas Winberg, Erik Dahlqvist, 2010. [6] งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อที่จะอธิบาย การนำมาใช้ของ BIM ในงานโครงสร้างของวิศวกรรมโยธาโดยศึกษาภายใน Skanska Sweden และ Skanska's subsidiary in the US. I.e เพื่อคว่าได้มีการนำ BIM มาใช้ได้ถึงไหน ในขั้นตอนการ ดำเนินการนั้นได้มีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ BIM โดยมีการสัมภาษณ์เกือบ 20 บริษัททั้งในประเทศ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สวีเดนและประเทศอังกฤษ และได้มีการทำการทบทวนวรรณกรรมและได้ทำแบบสอบถามขึ้นมา เพื่อให้การเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างทั่วถึง ที่เลือกมาซึ่งวิธีการเก็บข้อมูลแบบนี้เพราะเป็นวิธีที่ทำให้ได้ ข้อมูลที่มีคุณภาพเพราะข้อมูลที่ได้มาจากหลากหลายลำดับชั้นของคนที่อยู่ในโครงการก่อสร้าง ตั้งแต่ช่างฝีมือจนถึงผู้จัดการโครงการ ผลลัพธ์ของการเก็บข้อมูลโดยจำแนกผลออกมาได้ในด้านต่าง ด้านการวางแผนการทำงาน ซึ่งในตัวการวางแผนการทำงานนั้นก็แยกย่อยออกเป็นด้านการก่อสร้าง ด้านการวางแผน ด้านการสื่อสาร ผลลัพธ์ของการเก็บข้อมูลด้านการขนส่งซึ่งแบ่งย่อยเป็นด้านวัสดุ และด้านการขนส่งวัสดุ และผลลัพธ์ด้านการคาดเคลื่อนจำแนกย่อยออกเป็นด้านข้อมูลทางด้าน การดีไซน์ และ ความแตกต่างของความแตกต่างของการกราฟแปลน และจากผลลัพธ์จากการสำรวจ ทั้งหมดที่ได้กล่าวมานำมาสู่ความคาดหวังเกี่ยวกับ BIM ในโครงการก่อสร้างว่า BIM นั้น จะสามารถทำให้ผู้อ่านแปลนได้ง่ายเมื่อมีความซับซ้อนของแปลน BIM สามารถช่วยให้ผู้ใช้สามารถ อ่านแปลนได้ง่ายขึ้นและทำให้ภาพของการก่อสร้างที่กำลังทำอยู่และ BIM ยังช่วยให้วางแผนงานของ โครงการก่อสร้างได้ง่ายเพื่อให้ทุกคนทำตามตารางที่วางเอาไว้และสุดท้าย BIM สามารถทำดีไซน์ภาพ 3-D ได้ และในวรรณกรรมนี้ยังได้มีกรณีศึกษาที่ Croton Filtration Plant , The New Meadowlands Stadium ได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่ต่างที่กล่าวมาเกี่ยวกับโครงการก่อสร้างที่ กล่าวมาข้างต้น สรุปของการศึกษาครั้งนี้ สถานะของการใช้งาน BIM ใน Skanska การใช้งาน BIM ใน Skanska Sweden นั้นจากการศึกษาบอกได้ว่าเป็นขั้นต้นของการเริ่มใช้ BIM ยังไม่มีการนำ BIM มาใช้จริงๆในโครงการก่อสร้างหรือขั้นโมเดลสามมิติเพราะปัญหาทางด้านความรู้ในการเข้าถึง BIM ของบุคลากรแต่ในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงในสองโครงการถัดไป ผลการศึกษาใน Skanska USA จากผลการเก็บข้อมูลบอกได้ว่าใน Skanska USA ได้มีการใช้ BIM ไปมากกว่าใน Sweden เพราะได้มีการทดลองขั้นโมเดลสามมิติแล้ว ผลการศึกษาเก็บข้อมูลใน Croton เริ่มมีการใช้ 4D-model เพื่อจำลองภาพวางแผนการขนส่งและเพื่อง่ายต่อการคุยกับผู้จัดการโครงการ ผลการศึกษา และเก็บข้อมูล Meadowlandมีการใช้โมเดลสามมิติเพื่อสื่อสารกับผู้รับเหมาและจำลองภาพในส่วนที่ ซับซ้อน สรุปผลการนำ BIM เข้ามาใช้ในงานการก่อสร้างจากการเก็บข้อมูลในโครงการ Croton และ Meadowland สรุปได้ว่าโครงการทั้งสองได้มีการนำ BIM มาขึ้นเป็นโมเดลแบบ 3D และ 4D เพื่อทำ หน้าที่เป็นเครื่องมือการสื่อสารในโครงการก่อสร้างและสรุปเป้าหมายสุดท้ายของ ศักยภาพของ BIM ในงานก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นจำเป็นต้องมีการวางแผนการดำเนินการและพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อให้ผลลัพธ์จากแอปพลิเคชันดังกล่าวแสดงผลออกมาอย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัยและขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชันซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 การรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยภาษาไพธอน ซึ่งรับค่ามาจากโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างอื่นๆหรือรับจากการป้อนของผู้ใช้ รวมถึงคำสั่งที่ใช้ในการทำงานในส่วนต่างๆของโปรแกรม

1. รวบรวมและศึกษาทฤษฎีการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจากหนังสือ เอกสารประกอบการเรียน และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอนเพื่อใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จากหนังสือหรือเว็บไซต์ต่างๆ

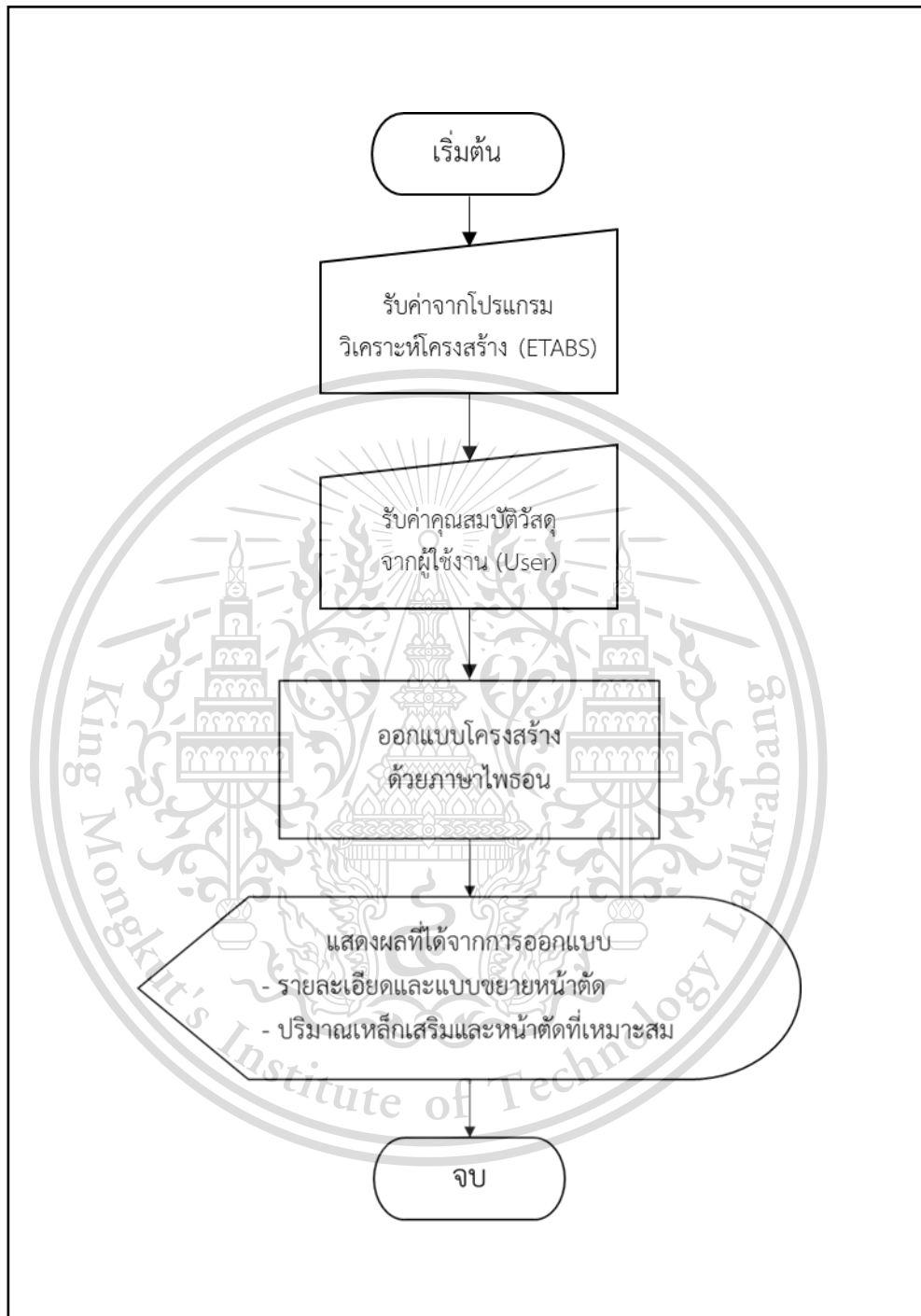
#### 3.2 ออกแบบวิธีการทำงานของแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กถูกพัฒนาด้วยภาษาไพธอนซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่เข้าใจง่ายและมีความสะดวกในการเรียกใช้งานจากทุกระบบปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีการเขียนผังการดำเนินงาน (Flow Chart) เพื่อแสดงวิธีการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้งานโปรแกรมเข้าใจถึงกระบวนการทำงานและขั้นตอนของโปรแกรกดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.1 ผังการดำเนินงาน (Flow Chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

ผู้ศึกษาเลือกใช้ภาษาไพธอนสำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันเนื่องจากภาษาไพธอนเป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่ถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาสคริปต์ที่อ่านง่ายโดยตัดความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษาออกไป ในส่วนของการแปลงชุดคำสั่งที่เราเขียนให้เป็นภาษาเครื่อง Python มีการทำงานแบบ Interpreter คือเป็นการแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัดเพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ

การพัฒนาโปรแกรมออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. การรับค่าจากโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างและจากผู้ใช้
2. การประมวลผลการคำนวณ
3. การแสดงผลการออกแบบ

#### 3.3.1 การรับค่าจากโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง

ในเบื้องต้นผู้ศึกษาได้วิเคราะห์โครงสร้างด้วยโปรแกรม ETABS และส่งค่าออกจากโปรแกรมในรูปแบบของไฟล์ Excel (.xlsx) จากนั้นเขียนคำสั่งให้รับและอ่านไฟล์ Excel ดังกล่าว ด้วยไลบรารี openpyxl ดังรูปที่ 3.2 และ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

| Story | Beam | Unique Name | Load Case/Combo    | Station<br>m | P<br>kN | V2<br>kN | V3<br>kN | T<br>kN-m | M2<br>kN-m | M3<br>kN-m | Element | Element Station<br>m | Location |
|-------|------|-------------|--------------------|--------------|---------|----------|----------|-----------|------------|------------|---------|----------------------|----------|
| 4     | Base | B1          | 1 Dead             | 0            | 0       | -54.362  | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 0                    | 0        |
| 5     | Base | B1          | 1 Dead             | 0.5          | 0       | -36.2414 | 0        | 0         | 0          | 22.6509    | 1       | 0.5                  | 0.5      |
| 6     | Base | B1          | 1 Dead             | 1            | 0       | -18.1207 | 0        | 0         | 0          | 36.2414    | 1       | 1                    | 1        |
| 7     | Base | B1          | 1 Dead             | 1.5          | 0       | 0        | 0        | 0         | 0          | 40.7715    | 1       | 1.5                  | 1.5      |
| 8     | Base | B1          | 1 Dead             | 2            | 0       | 18.1207  | 0        | 0         | 0          | 36.2414    | 1       | 2                    | 2        |
| 9     | Base | B1          | 1 Dead             | 2.5          | 0       | 36.2414  | 0        | 0         | 0          | 22.6509    | 1       | 2.5                  | 2.5      |
| 10    | Base | B1          | 1 Dead             | 3            | 0       | 54.362   | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 3                    | 3        |
| 11    | Base | B1          | 1 Live             | 0            | 0       | 0        | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 0                    | 0        |
| 12    | Base | B1          | 1 Live             | 0.5          | 0       | 0        | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 0.5                  | 0.5      |
| 13    | Base | B1          | 1 Live             | 1            | 0       | 0        | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 1                    | 1        |
| 14    | Base | B1          | 1 Live             | 1.5          | 0       | 0        | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 1.5                  | 1.5      |
| 15    | Base | B1          | 1 Live             | 2            | 0       | 0        | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 2                    | 2        |
| 16    | Base | B1          | 1 Live             | 2.5          | 0       | 0        | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 2.5                  | 2.5      |
| 17    | Base | B1          | 1 Live             | 3            | 0       | 0        | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 3                    | 3        |
| 18    | Base | B1          | 1 Load Combination | 0            | 0       | -76.1069 | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 0                    | 0        |
| 19    | Base | B1          | 1 Load Combination | 0.5          | 0       | -50.7379 | 0        | 0         | 0          | 31.7112    | 1       | 0.5                  | 0.5      |
| 20    | Base | B1          | 1 Load Combination | 1            | 0       | -25.369  | 0        | 0         | 0          | 50.7379    | 1       | 1                    | 1        |
| 21    | Base | B1          | 1 Load Combination | 1.5          | 0       | 0        | 0        | 0         | 0          | 57.0801    | 1       | 1.5                  | 1.5      |
| 22    | Base | B1          | 1 Load Combination | 2            | 0       | 25.369   | 0        | 0         | 0          | 50.7379    | 1       | 2                    | 2        |
| 23    | Base | B1          | 1 Load Combination | 2.5          | 0       | 50.7379  | 0        | 0         | 0          | 31.7112    | 1       | 2.5                  | 2.5      |
| 24    | Base | B1          | 1 Load Combination | 3            | 0       | 76.1069  | 0        | 0         | 0          | 0          | 1       | 3                    | 3        |

รูปที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ETABS

```

import openpyxl
def excelImport(self):
    excel_name = str(file_name)
    wb = openpyxl.load_workbook(str(excel_name))
    sh1 = wb['Beam Forces']
    row = sh1.max_row
    column = sh1.max_column
    M = []
    V = []
    P = []

def get_image_file(self):
    global file_name
    file_name, _ = QFileDialog.getOpenFileName(self, 'Import file', "", (select file), "Excel file (*.xlsx)")

```

รูปที่ 3.3 สคริปต์คำสั่งสำหรับเลือกไฟล์ Excel ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม ETABS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3.2 การประมวลผลการคำนวณ

ในขั้นตอนการคำนวณสำหรับออกแบบโครงสร้างนั้น ผู้ศึกษาได้ใช้ฟังก์ชัน math (ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ อาทิเช่น เลขยกกำลัง, ค่าคงที่ หรือการปัดเลขทศนิยม เป็นต้น) เพื่อให้การคำนวณได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและแม่นยำ

### 3.3.3 การแสดงผลการออกแบบ

การแสดงผลของแอปพลิเคชันออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนี้ ผู้ศึกษาต้องการให้ผู้ใช้งานโปรแกรม (User) สามารถเปิดใช้แอปพลิเคชันได้ง่าย รวมถึงการแสดงผลให้ออกมาเป็น GUI เพื่อให้เข้าใจง่ายและนำไปใช้งานอย่างสะดวก ด้วยเหตุผลเหล่านี้ผู้ศึกษาจึงเลือกใช้ไลบรารี PyQt5 เนื่องจากเป็นไลบรารีที่สามารถสร้างหน้าต่างโปรแกรมหรือ Graphical User Interface (GUI) ได้ เพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows ได้อย่างสะดวก

### 3.4 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม

การทดสอบการทำงานของโปรแกรมออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบโดยการใช้แอปพลิเคชันในการออกแบบเปรียบเทียบกับโจทย์การออกแบบซึ่งทำการออกแบบตามทฤษฎีของการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยได้มีการเปรียบเทียบตัวแปรต่างๆ เช่น พื้นที่หน้าตัดเหล็กรับแรงดัด พื้นที่หน้าตัดเหล็กรับแรงเฉือน เป็นต้น

### 3.5 การวิเคราะห์ผลลัพธ์ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ผู้ศึกษาเปรียบเทียบและ  
ตรวจสอบผลของการออกแบบในรูปแบบของตัวแปรต่างๆที่ได้จากโปรแกรมของผู้ศึกษาและจากการ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

คำนวณจากโจทย์พร้อมตรวจสอบความคลาดเคลื่อนเพื่อให้ผลลัพธ์ของโปรแกรมมีความถูกต้อง และ  
นำเชื่อถือในการนำไปใช้งานจริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and <sup>16</sup> cite the document when use.

## บทที่ 4

### ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้จัดทำได้จัดทำแอปพลิเคชันสำหรับออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่สามารถออกแบบคานและเสาที่สามารถแสดงรายการคำนวณและรายละเอียดของหน้าตัด ซึ่งสามารถสั่งพิมพ์เพื่อนำไปประกอบการก่อสร้างจริงได้ ผู้จัดทำได้จัดทำผลการศึกษาและคู่มือการใช้งานแอปพลิเคชันไว้ดังนี้

#### 4.1 ผลการออกแบบคาน

แอปพลิเคชันสำหรับการออกแบบคานครั้งนี้ได้ใช้วิธีกำลังในการออกแบบอ้างอิงตามมาตรฐานของ American Concrete Institute (ACI 318-95) โดยสามารถออกแบบคานช่วงเดียวและออกแบบคานต่อเนื่องได้

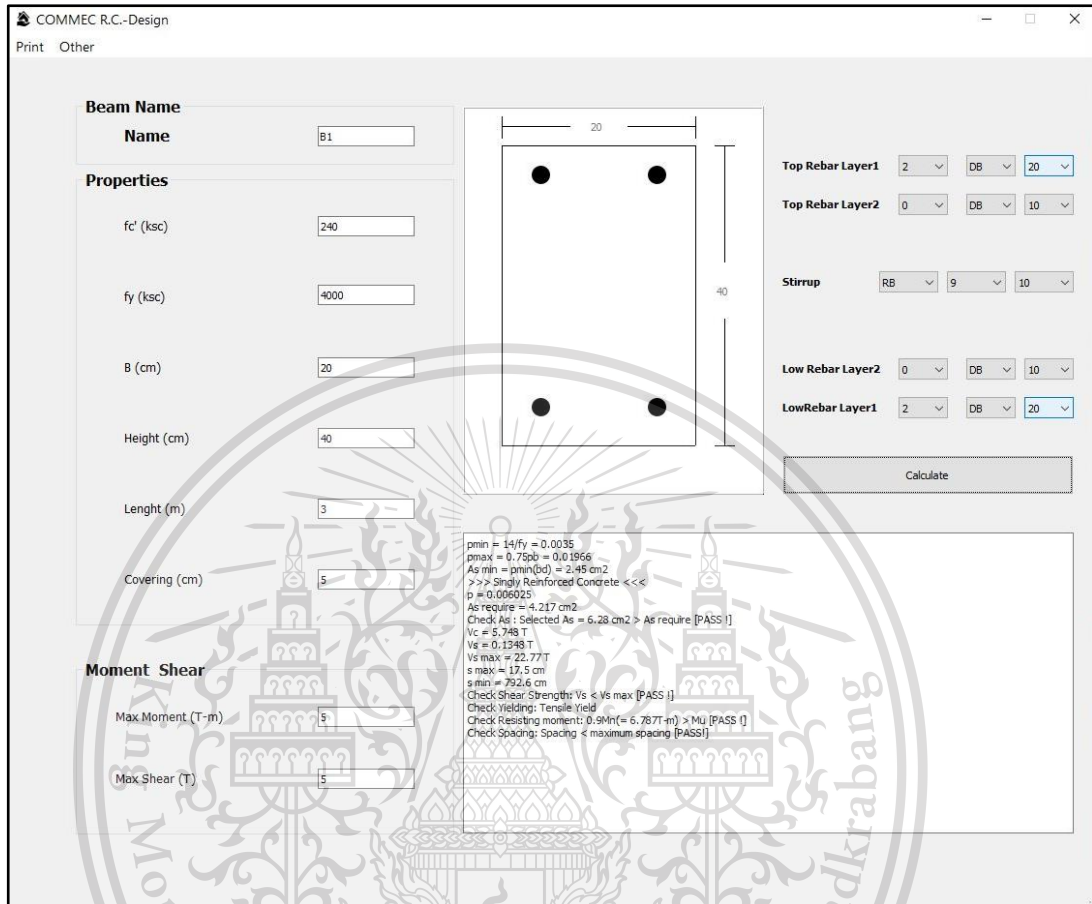
##### 4.1.1 ผลการออกแบบคานช่วงเดียว

ผลลัพธ์ของแอปพลิเคชันในครั้งนี้คือผู้ใช้งานสามารถออกแบบคานช่วงเดียวโดยทำการป้อนข้อมูลที่จำเป็นได้แก่ ค่าคุณสมบัติของคานและค่าการวิเคราะห์โครงสร้าง สำหรับค่าการวิเคราะห์โครงสร้างนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกว่าจะป้อนค่าเองหรือจะนำเข้าจากโปรแกรม ETABS เมื่อทำการป้อนค่าที่จำเป็นและทำการคำนวณแล้วแอปพลิเคชันจะแสดงผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.1 การแสดงผลการออกแบบคานช่วงเดียว

จากรูปที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติของคาน (Properties) และค่าการวิเคราะห์โครงสร้าง Ultimate Moment และ Ultimate Shear ที่ป้อนหรือนำเข้าให้กับแอปพลิเคชัน ผลลัพธ์ของการคำนวณจะแสดงหน้าตัดคานพร้อมที่มาของการคำนวณ อีกทั้งตรวจสอบว่าคุณสมบัติของคานที่เลือกมานั้นสามารถใช้งานได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หลังจากทำการออกแบบคานจนสามารถใช้งานได้ ผู้ใช้สามารถแสดงรายการคำนวณผ่านคำสั่งของแอปพลิเคชันซึ่งจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

COMMEC R.C.-Design

File Criteria Credit

- Calculation Sheet -

Project :

Location :  Title :

Engineer :  License :

Beam No. : B1 Date :

1. Input Data

| Materials Properties |            | Beam Dimension |         | Maximum Load |         |
|----------------------|------------|----------------|---------|--------------|---------|
| $f_c'$               | = 240 ksc  | Length         | = 3 m   | $M_u$        | = 5 T-m |
| $f_y$ (Main)         | = 4000 ksc | B              | = 20 cm | $V_u$        | = 5 T   |
| $f_y$ (Str.)         | = 2400 ksc | H              | = 40 cm |              |         |
|                      |            | Covering       | = 5 cm  |              |         |

2. Design for Bending

| Design Parameters |             |                               | Designed Rebar     |                                     |
|-------------------|-------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| $d$               | = 33.1 cm   | $M_n = M_u / 0.9 = 5.556$ T-m | As require         | = 4.217 cm <sup>2</sup>             |
| $\beta_1$         | = 0.85      | $M_{n1} = 15.55$ T-m          | As require         | = As min cm <sup>2</sup>            |
| $\rho_{min}$      | = 0.0035    | $M_{n2} = 0$ T-m              | --> Designed Rebar |                                     |
| $\rho_b$          | = 0.0262156 |                               | As :               | 2,0 DB 20,10 = 6.28 cm <sup>2</sup> |
| $\rho_{max}$      | = 0.0196617 | >>> Singly Reinforcement <<<  | As' :              | 2,0 DB 20,10 = 6.28 cm <sup>2</sup> |

3. Design for Shear

| Design Parameters       |             |                               | Designed Stirrup |                                |
|-------------------------|-------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|
| $V_n = 0.85V_u$         | = 5.882 T.  | $(1.1V_c/f_c b d) = 11.93$ T. | Av :             | 1 RB 9 = 1.272 cm <sup>2</sup> |
| $V_c = 0.53V_c/f_c b d$ | = 5.748 T.  | $(2.1V_c/f_c b d) = 22.77$ T. | Max. Spacing     | 10 cm.                         |
| $V_s = V_n - V_c$       | = 0.1348 T. |                               |                  |                                |

4. Detail

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| ● ● | 2 DB 20 mm.<br>0 DB 10 mm.<br>RB- 9 @ 10cm | ● ● | 2 DB 20 mm.<br>0 DB 10 mm.<br>RB- 9 @ 10cm |
| ● ● | 0 DB 10 mm.<br>2 DB 20 mm.                 | ● ● | 0 DB 10 mm.<br>2 DB 20 mm.                 |

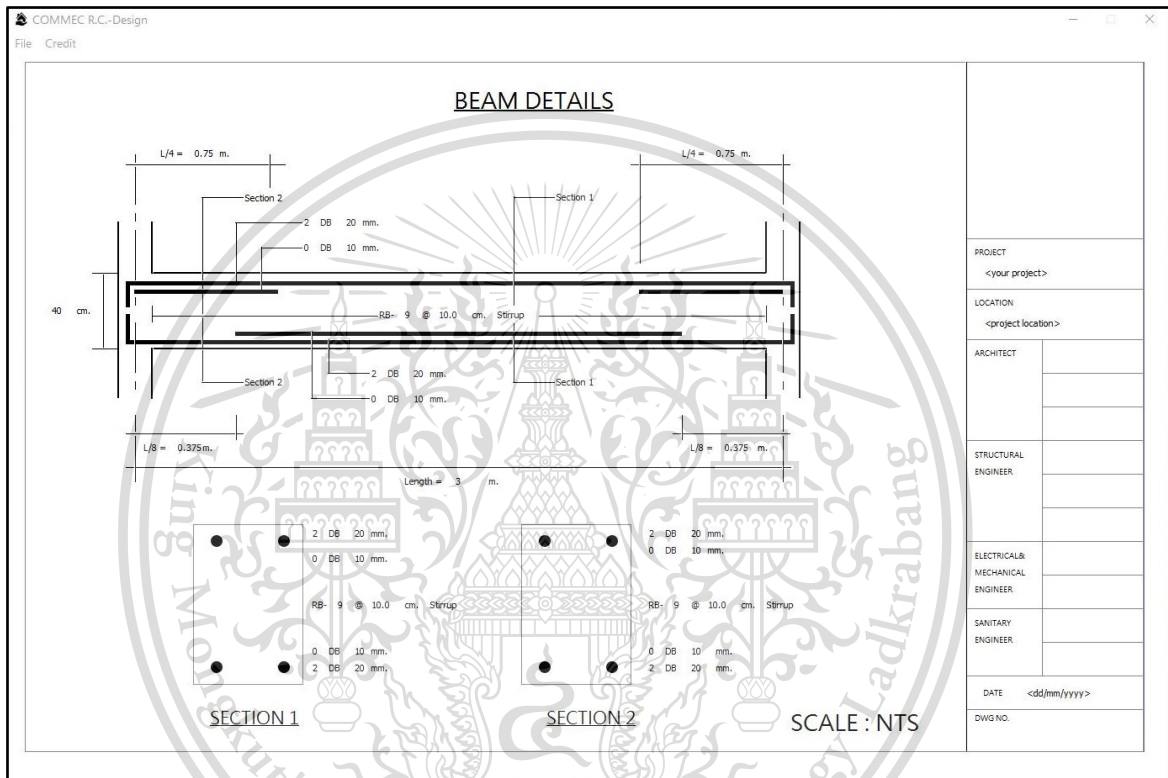
#### รูปที่ 4.2 รายการคำนวณการออกแบบคานช่วงเดียว

จากรูปที่ 4.2 จะแสดงรายการคำนวณของคานช่วงเดียวซึ่งจะแสดงค่าคุณสมบัติของคาน, การออกแบบเพื่อต้านทานโมเมนต์ประลัย, การออกแบบเพื่อต้านทานแรงเฉือนประลัย และแสดงหน้าตัดของคาน ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถป้อนรายละเอียดต่างๆของแบบได้อีกด้วย

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ยังสามารถแสดงรายละเอียดของหน้าตัดได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งเป็นการแสดงรายละเอียดของหน้าตัดซึ่งจะแสดงขนาดเหล็กแกนและเหล็กปลอกที่ผู้ใช้เลือกและแสดงระยะการวางเหล็กปลอก อีกทั้งผู้ใช้สามารถป้อนรายละเอียดของแบบได้อีกด้วย



รูปที่ 4.3 รายละเอียดหน้าตัดของคานช่วงเดียว

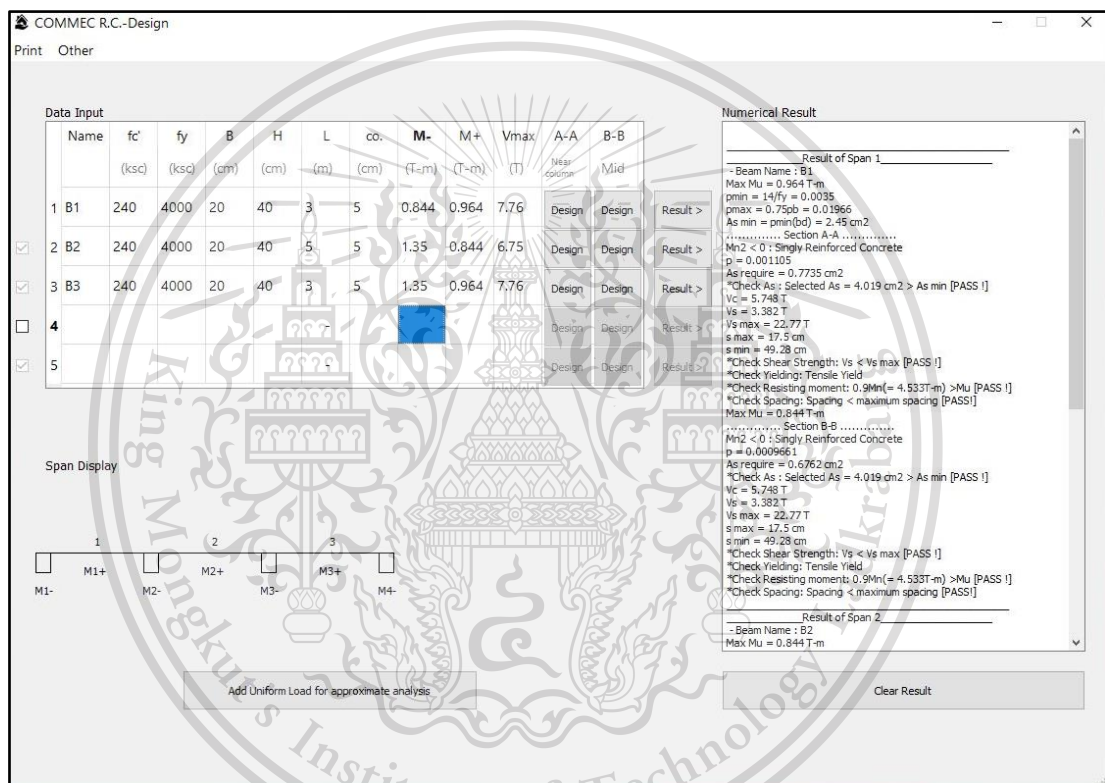
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.1.2 ผลการออกแบบคานต่อเนื่อง

ผลลัพธ์ของแอปพลิเคชันในครั้งนี้คือผู้ใช้งานสามารถออกแบบคานต่อเนื่องได้โดยทำการป้อนข้อมูลที่จำเป็นได้แก่ ค่าคุณสมบัติของคาน และค่าการวิเคราะห์โครงสร้าง สำหรับค่าการวิเคราะห์โครงสร้างนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าจะป้อนเอง หรือเมื่อผู้ใช้งาน Distribute Load ที่กระทำต่อโครงสร้างแล้วสามารถใช้ฟังก์ชันการคำนวณค่าการวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีการประมาณของโปรแกรมที่ผู้จัดทำได้จัดทำขึ้น เมื่อทำการป้อนค่าที่จำเป็นและทำการคำนวณแล้วแอปพลิเคชันจะแสดงผลดังนี้



รูปที่ 4.4 การแสดงผลการออกแบบคานต่อเนื่อง

จากรูปที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติของคาน (Properties) และค่าการวิเคราะห์โครงสร้าง Ultimate Moment และ Ultimate Shear ที่ป้อนหรือนำเข้าให้กับแอปพลิเคชัน ผลลัพธ์ของการคำนวณจะแสดงหน้าตัดคานพร้อมที่มาของการคำนวณอีกทั้งตรวจสอบว่าคุณสมบัติของคานที่เลือกมานั้นสามารถใช้งานได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

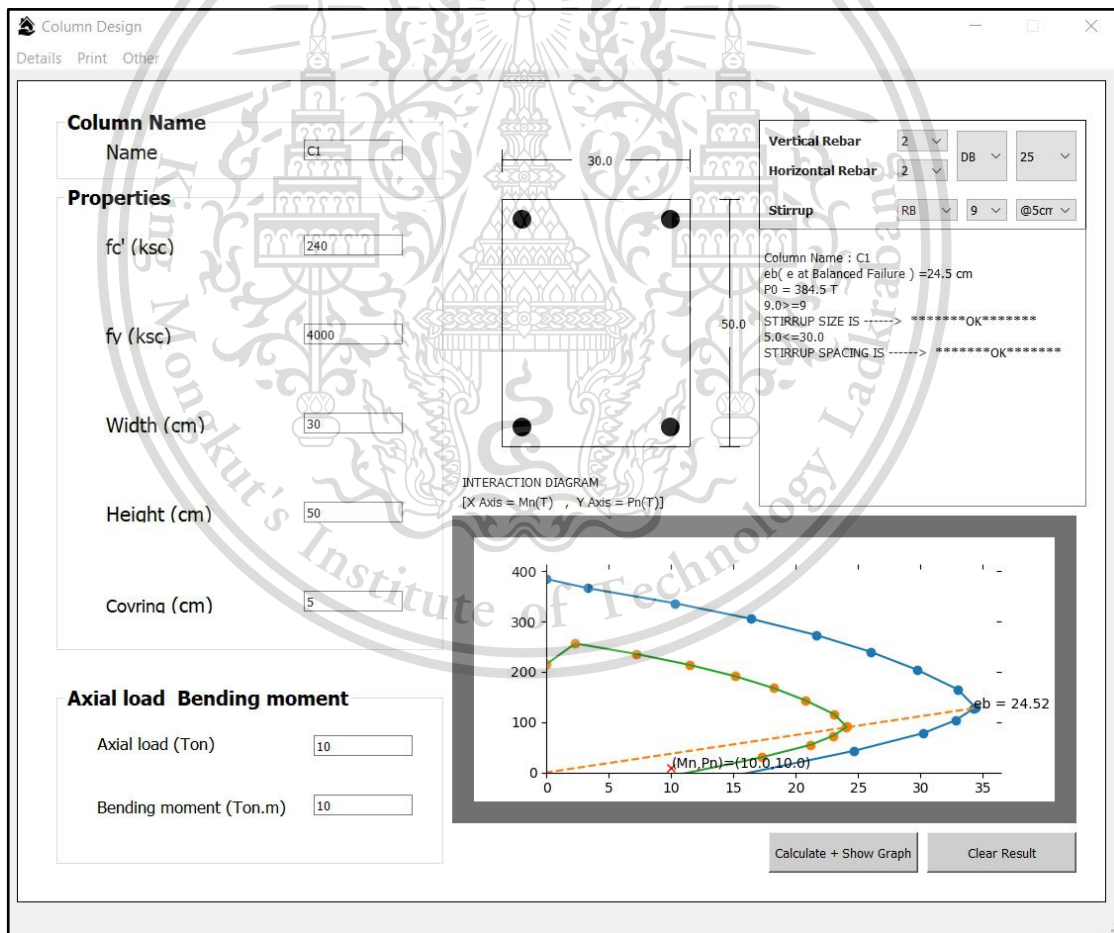
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 4.2 ผลการออกแบบเสา

แอปพลิเคชันสำหรับการออกแบบเสาครั้งนี้ได้ใช้วิธีกำลังในการออกแบบอ้างอิงตามมาตรฐานของ American Concrete Institute (ACI 318-95) โดยสามารถออกแบบเสาช่วงเดียวและออกแบบเสามากกว่าหนึ่งช่วงได้

### 4.2.1 ผลการออกแบบเสาช่วงเดียว

ผลลัพธ์ของแอปพลิเคชันในครั้งนี้คือผู้ใช้งานสามารถออกแบบเสาช่วงเดียวโดยทำการป้อนข้อมูลที่จำเป็นได้แก่ ค่าการวิเคราะห์โครงสร้าง และคุณสมบัติของคาน หลังจากป้อนค่าที่จำเป็น และทำการคำนวณแล้วแอปพลิเคชันจะแสดงผลดังนี้



รูปที่ 4.5 การแสดงผลการออกแบบเสาช่วงเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

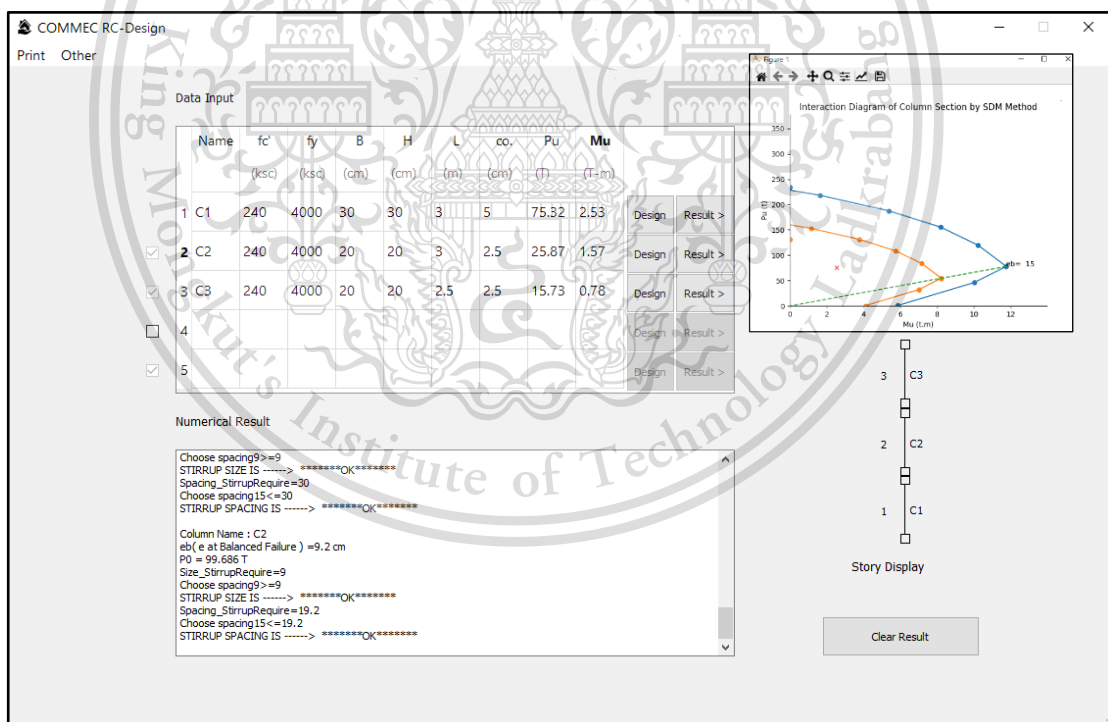
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.5 แสดงคุณสมบัติของเสา (Properties) และค่าการวิเคราะห์โครงสร้าง Axial Load และ Bending Moment ที่ป้อนให้กับแอปพลิเคชัน ผลลัพธ์ของการคำนวณจะแสดงหน้าต่างเสาพร้อม Interaction Diagram ซึ่งทั้งสองเส้นกราฟคือกราฟกำลังระบุน และเส้นกราฟสำหรับการออกแบบของเสา อีกทั้งแสดงที่มาของการคำนวณและสามารถตรวจสอบว่าคุณสมบัติของคานาที่เลือกมานั้นสามารถใช้งานได้หรือไม่โดยหากค่าพิกัดของค่าการวิเคราะห์โครงสร้างนั้นอยู่ในพื้นที่ของกราฟสำหรับการออกแบบและขนาดของเหล็กปลอกและระยะการวางเหล็กปลอกผ่านข้อกำหนดแสดงว่าเสานั้นสามารถใช้งานได้

#### 4.2.2 ผลการออกแบบเสามากกว่าหนึ่งช่วง

ผลลัพธ์ของแอปพลิเคชันในครั้งนี้คือผู้ใช้งานสามารถออกแบบเสาหลายช่วงโดยทำการป้อนข้อมูลที่จำเป็นได้แก่ ค่าการวิเคราะห์โครงสร้าง และคุณสมบัติของเสา หลังจากป้อนค่าที่จำเป็นและทำการคำนวณแล้วแอปพลิเคชันจะแสดงผลดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การแสดงผลการออกแบบเสามากกว่าหนึ่งช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.6 แสดงคุณสมบัติของเสาหลายช่วงและค่าการวิเคราะห์โครงสร้าง Axial Load และ Bending Moment ที่ป้อนให้กับแอปพลิเคชัน ผลลัพธ์ของการคำนวณจะแสดงการตรวจสอบเสาที่ผู้ใช้ออกแบบ พร้อมสามารถแสดง Interaction Diagram ซึ่งทั้งสองเส้นคือกราฟกำลังระบุดและเส้นกราฟสำหรับการออกแบบของเสาแต่ละชั้นซึ่งหากค่าพิกัดของค่าการวิเคราะห์โครงสร้างนั้นอยู่ในพื้นที่ของกราฟสำหรับการออกแบบและขนาดของเหล็กปลอกและระยะการวางเหล็กปลอกผ่านข้อกำหนดแสดงว่าเสาในช่วงนั้นสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย

### 4.3 คู่มือสำหรับใช้แอปพลิเคชันเพื่อออกแบบ

เพื่อให้ผู้ใช้งานและผู้สนใจสามารถเข้าใจวิธีการใช้งานแอปพลิเคชัน ผู้จัดทำจึงจัดทำคู่มือสำหรับการใช้งานแอปพลิเคชัน ตั้งแต่การดาวน์โหลด ติดตั้ง และวิธีการใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับออกแบบคานและออกแบบเสาไว้ดังนี้

#### 4.3.1 คู่มือการดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันของเราในครั้งนี้สามารถดาวน์โหลดผ่าน Google Drive ผ่านลิงก์ <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1iX99MEzDTRrxVes06TjKZ44i6Twh7Y9> โดยในไฟล์ที่ดาวน์โหลดนั้นจะรวมไฟล์ไว้เป็นไฟล์ .zip ซึ่งภายในประกอบด้วย Source Code ของโปรแกรม(ที่มาของโปรแกรม) และตัวแอปพลิเคชันสำหรับการออกแบบสกุลไฟล์ .exe ที่สามารถเข้าได้เพียงแค่คลิกที่ตัวแอปพลิเคชันเท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

### รูปที่ 4.7 การดาวน์โหลดแอปพลิเคชันผ่าน Google Drive

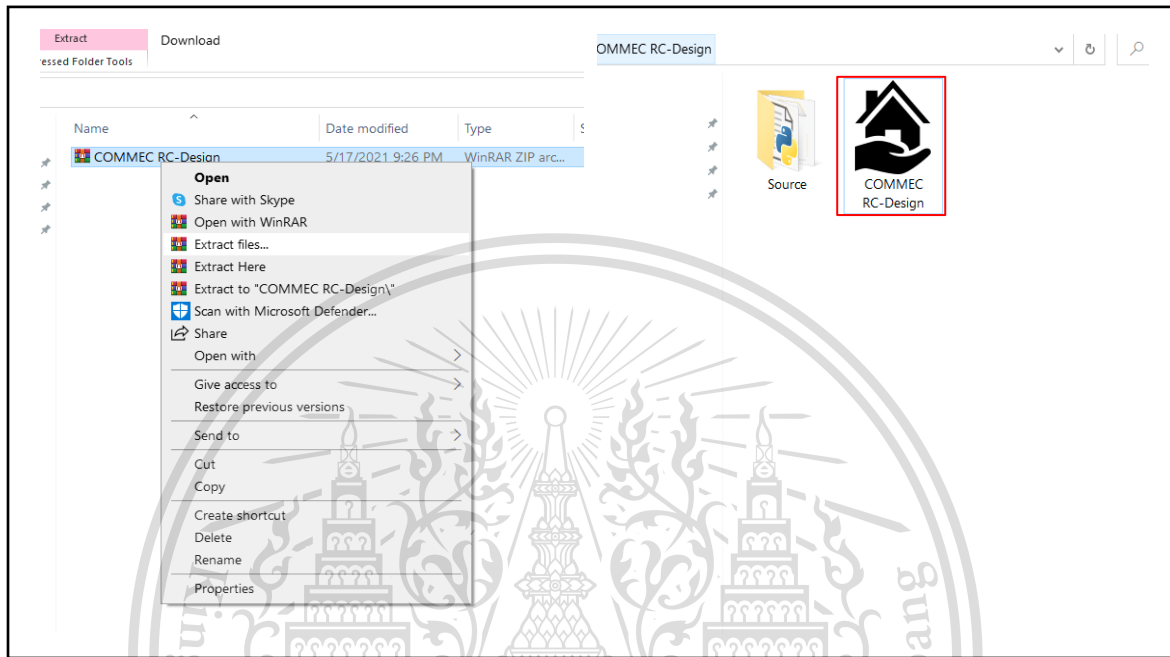
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 4.3.2 คู่มือการติดตั้งแอปพลิเคชัน

หลังจากดาวน์โหลดแล้วให้ทำการแตกไฟล์ตามตำแหน่งที่ต้องการ จากนั้นหากผู้ใช้งานต้องการใช้งานโปรแกรมให้ผู้ใช้งานคลิกที่แอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า COMMEC RC-Design.exe



รูปที่ 4.8 การติดตั้งโปรแกรม COMMEC RC-Design.exe

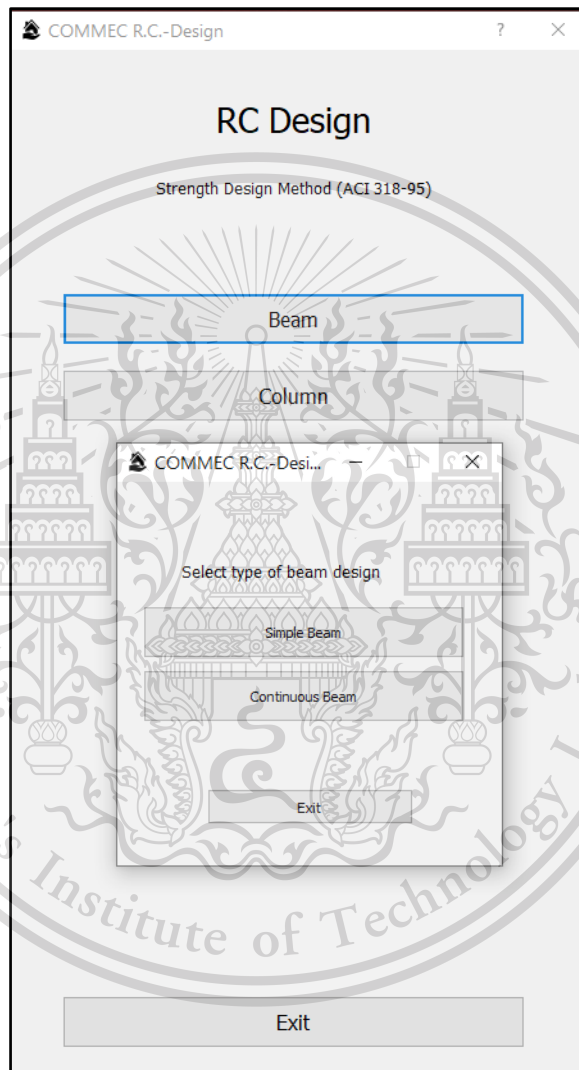
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 4.3.3 คู่มือการออกแบบคาน

หลังจากเข้าแอปพลิเคชันแล้วจะมีโครงสร้างให้เลือกออกแบบคือคานและเสาหากผู้ใช้งานต้องการออกแบบคานให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Beam จากนั้นเลือกได้ว่าจะออกแบบคานช่วงเดียวหรือคานต่อเนื่องตามความต้องการของผู้ใช้งานดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การเลือกรูปแบบคานที่จะออกแบบ

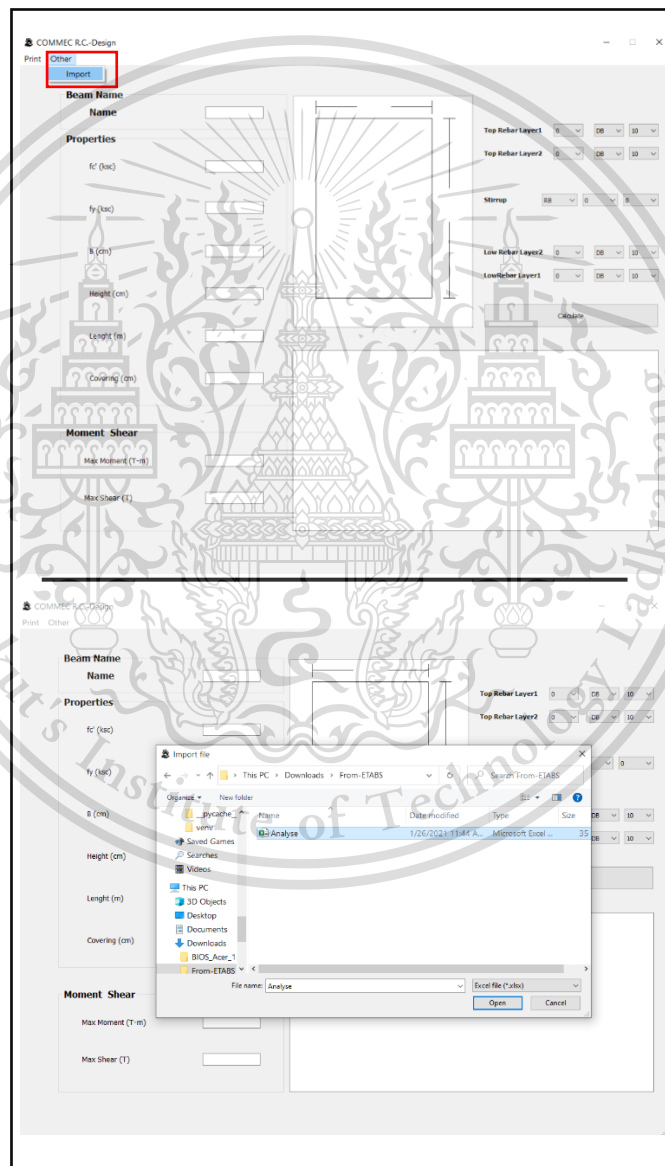
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. คู่มือการออกแบบคานช่วงเดียว หลังจากผู้ใช้เลือกที่ต้องการออกแบบคานแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Simple Beam เพื่อออกแบบคานช่วงเดียวจากนั้นผู้ใช้สามารถป้อนค่าการวิเคราะห์โครงสร้างที่ได้จากการคำนวณ หรือสามารถนำเข้าจากโปรแกรม ETABS เพื่อใช้ในการออกแบบ

การนำเข้าข้อมูลการวิเคราะห์โครงสร้างจาก ETABS ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม Other บริเวณบนขวาแล้วคลิกปุ่ม Import จากนั้นเลือกไฟล์ข้อมูลการวิเคราะห์ที่ได้ export มาจาก ETABS เมื่อเลือกไฟล์แล้วโปรแกรมจะรับค่าข้อมูลการวิเคราะห์เพื่อใช้ในการคำนวณโดยอัตโนมัติ



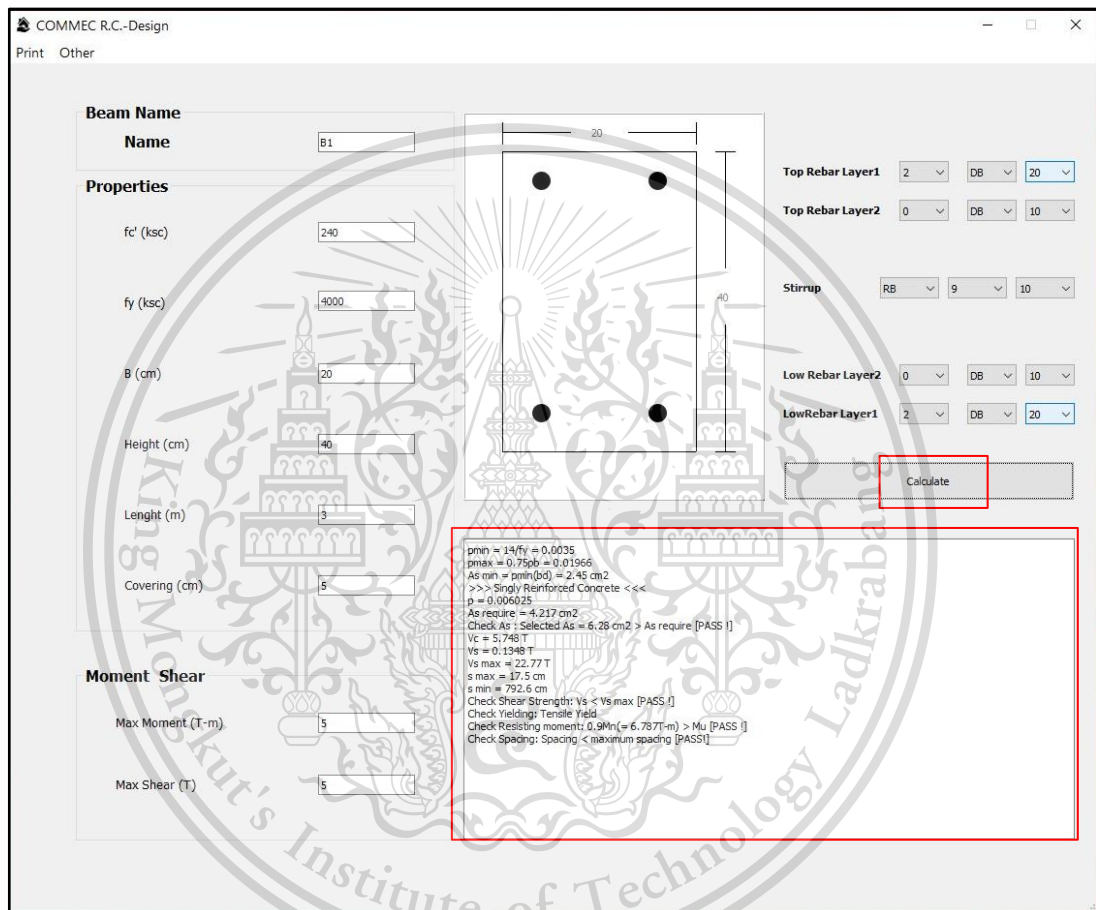
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

รูปที่ 4.10 การ Import ค่าการวิเคราะห์โครงสร้างจาก ETABS

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากนั้นกรอกค่าคุณสมบัติต่างๆของคานคอนกรีตเพื่อใช้ในการคำนวณ เมื่อผู้ใช้กรอกค่าต่างๆแล้วสามารถกดปุ่ม Calculate ด้านบนขวาเพื่อทำการคำนวณออกแบบ โดยผลการออกแบบนั้นจะแสดงทางด้านล่างขวาของโปรแกรมโดยจะแสดงที่ผลการคำนวณ และบอกว่าคุณสมบัติของคานที่เราเลือกมานั้นสามารถใช้งานได้หรือไม่



รูปที่ 4.11 การกดปุ่ม Calculate เพื่อคำนวณออกแบบคานช่วงเดียว

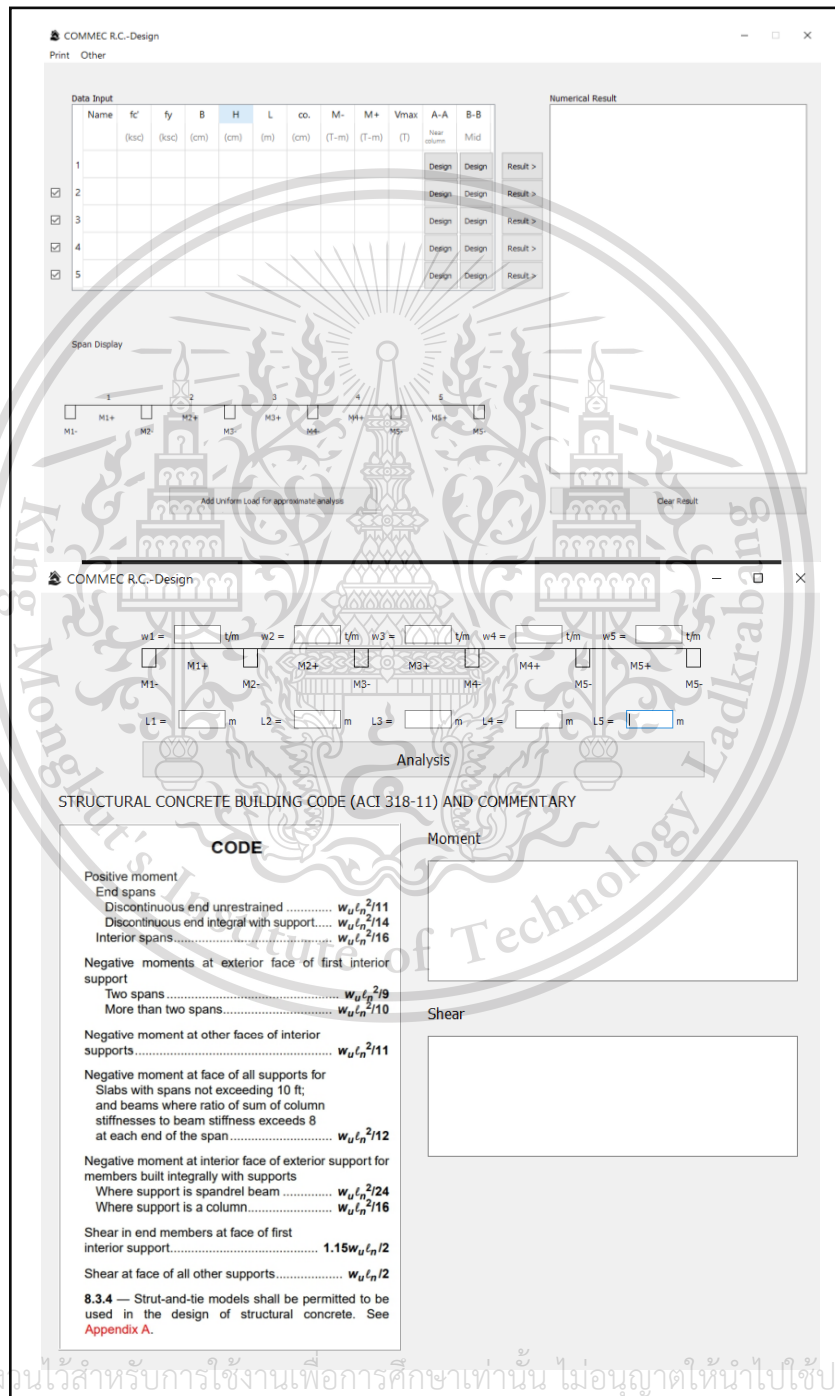
หลังจากออกแบบคานจนสามารถใช้งานได้แล้ว ผู้ใช้สามารถแสดงรายการคำนวณและรายละเอียดของหน้าตัดได้โดยคลิกที่ Print จากนั้นเลือกที่จะพิมพ์รายการคำนวณหรือพิมพ์รายละเอียดของหน้าตัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

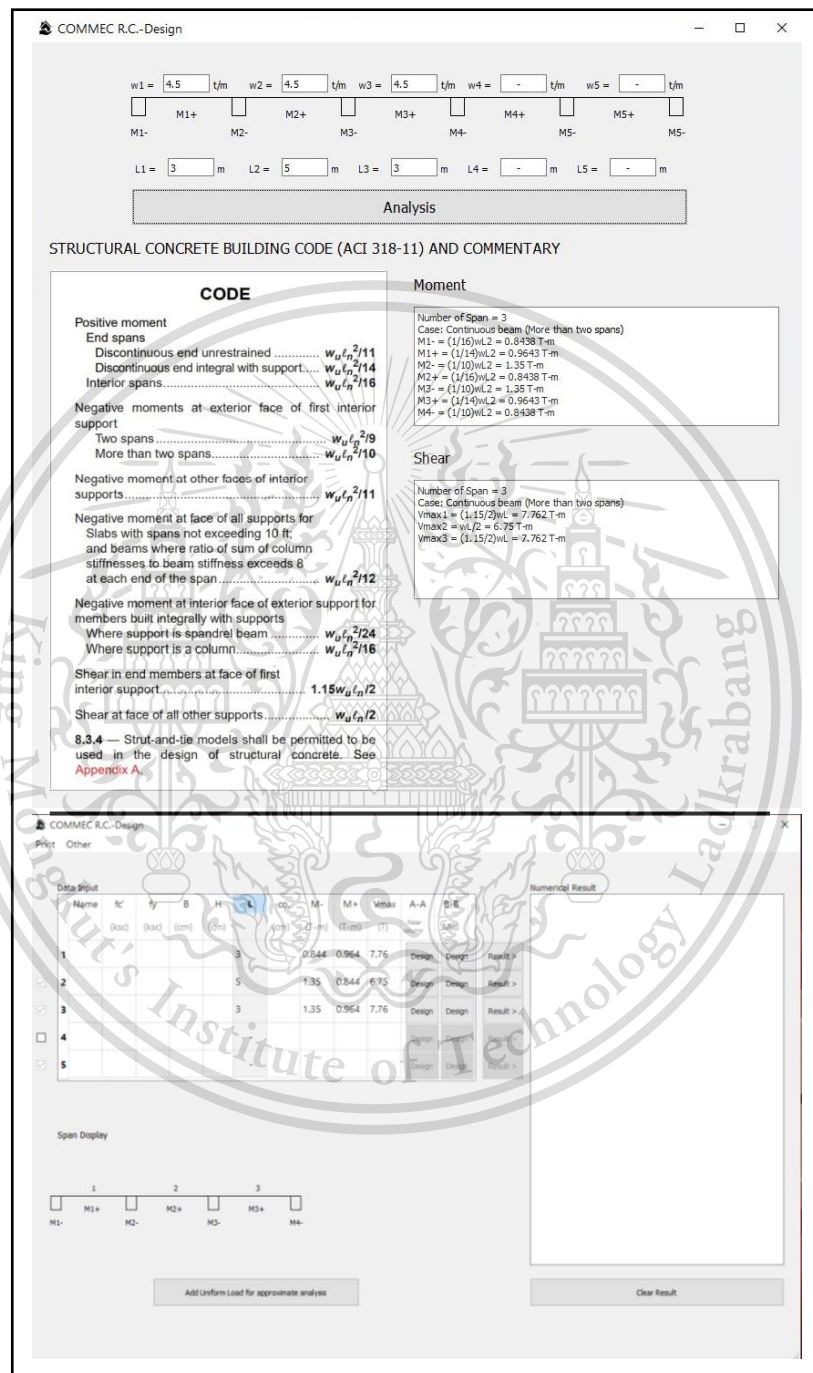
2. คู่มือการออกแบบคานต่อเนื่อง หลังจากผู้ใช้เลือกที่ต้องการออกแบบคานแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Continuous Beam เพื่อออกแบบคานต่อเนื่อง จากนั้นผู้ใช้สามารถใส่ค่าการวิเคราะห์โครงสร้างที่ได้จากการคำนวณหรือสามารถคำนวณได้จากแอปพลิเคชันเมื่อทราบน้ำหนักที่กระทำต่อคานในแต่ละช่วงโดยกดปุ่ม Add Uniform Load for Approximate analysis ดังแสดงในรูปที่ 4.12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
รูปที่ 4.12 การกดปุ่ม Add Uniform Load for Approximate Analysis

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

จากนั้นกรอกน้ำหนักที่ถ่ายลงคานและความยาวของคานช่วงต่างๆ โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าการวิเคราะห์โดยวิธีการประมาณและแสดงค่าในช่องหน้าต่างหลักโดยอัตโนมัติ



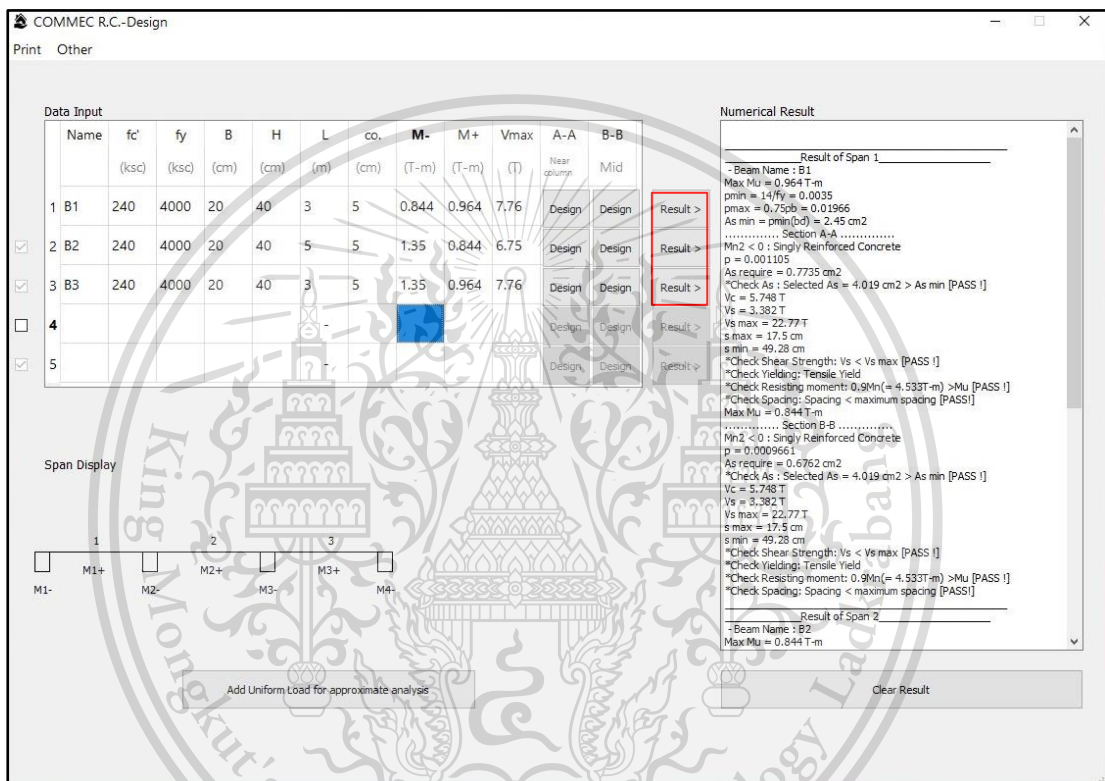
รูปที่ 4.13 การกรอกพารามิเตอร์เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีการประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หลังจากผู้ใช้ป้อนค่าทั้งหมดแล้ว ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Design ในช่วงต่างๆเพื่อออกแบบเหล็กเสริมในหน้าตัดคาน โดยการออกแบบนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 หน้าตัดต่อช่วงคือหน้าตัด A-A คือหน้าตัดบริเวณใกล้เสาและหน้าตัด B-B คือหน้าตัดบริเวณกึ่งกลางช่วงหลังจากนั้นสามารถกดปุ่ม Result ที่ช่วงต่างๆ เพื่อทำการแสดงผลการออกแบบพร้อมทั้งตรวจสอบว่าคานที่ออกแบบมานั้นสามารถใช้งานได้หรือไม่



รูปที่ 4.14 การแสดงผลการออกแบบคานต่อเนื่องเมื่อกดปุ่ม Result

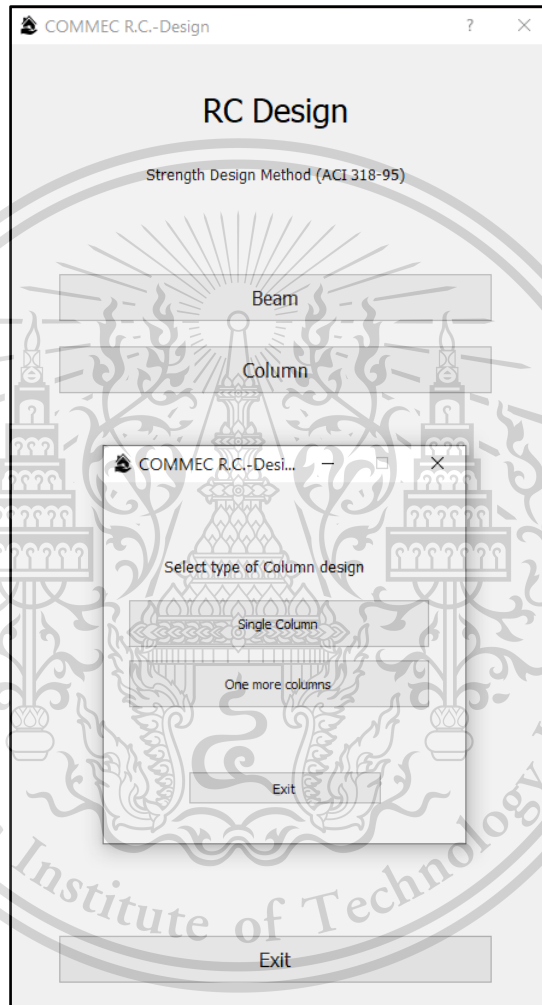
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.3.4 คู่มือการออกแบบเสา

หลังจากเข้าแอปพลิเคชันแล้วจะมีโครงสร้างให้เลือกออกแบบคือเสาและคานหากผู้ใช้งานต้องการออกแบบเสาให้ผู้ใช้คลิกที่ Column จากนั้นเลือกได้ว่าจะออกแบบเสาช่วงเดียวหรือเสาต่อเนื่องหลายชั้นตามความต้องการของผู้ใช้งานดังแสดงในรูปที่ 4.15



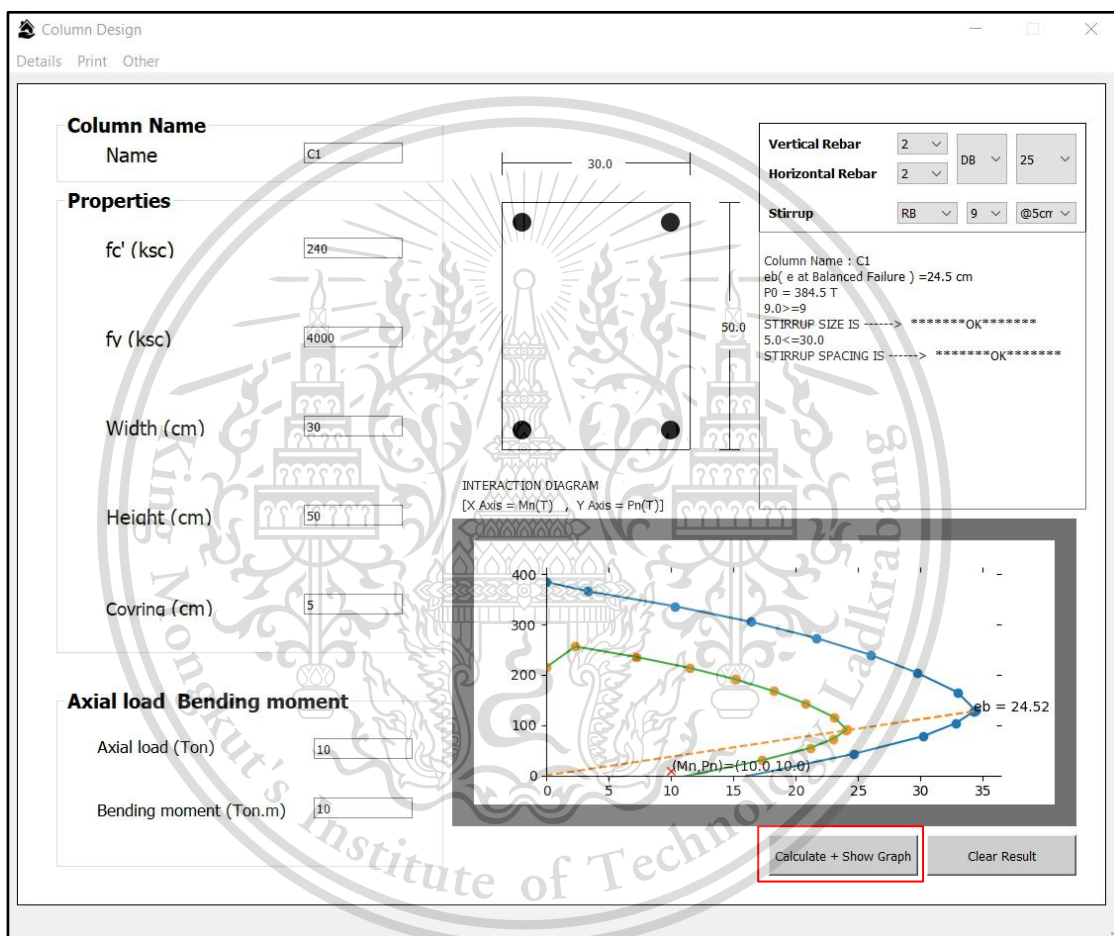
รูปที่ 4.15 การเลือกรูปแบบเสาที่จะออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. คู่มือการออกแบบเสาช่วงเดียว หลังจากผู้ใช้เลือกความต้องการออกแบบเสาแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Single Column เพื่อออกแบบเสาช่วงเดียวจากนั้นผู้ใช้สามารถใส่ค่าโมเมนต์และแรงในแนวแกนที่ได้จากการคำนวณเพื่อใช้ในการออกแบบจากนั้นกรอกค่าคุณสมบัติต่างๆของเสา เมื่อกรอกข้อมูลจนครบแล้วผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Calculate + Show Graph โปรแกรมจะแสดงกราฟพร้อมกับพิกัดของค่าการวิเคราะห์โครงสร้างที่แสดงเป็นกากบาทดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 การกดปุ่ม Calculate + Show Graph เพื่อตรวจสอบเสาที่ออกแบบ

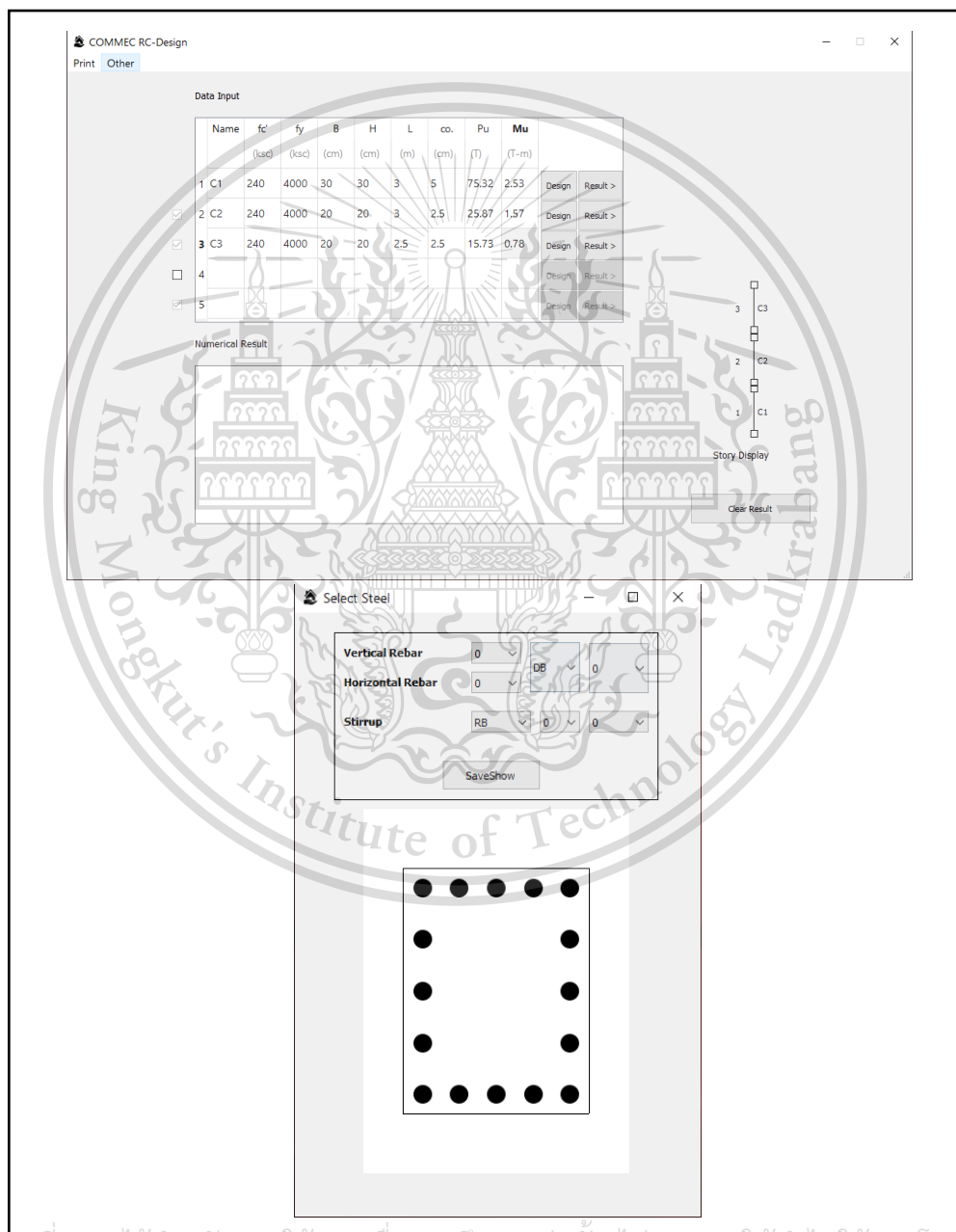
หลังจากกดปุ่ม Calculate + Show Graph แล้ว หากผู้ใช้ต้องการปรับเปลี่ยนการออกแบบ ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Clear Result เพื่อทำการล้างผลลัพธ์ จากนั้นป้อนค่าต่างๆแล้วจึงกด Calculate + Show Graph อีกครั้งเพื่อแสดง Interaction Diagram ของเสาที่ออกแบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. คู่มือการออกแบบเสามากกว่าหนึ่งช่วง หลังจากผู้ใช้เลือกความต้องการออกแบบเสาแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม One more columns ในหน้าต่างเริ่มต้นเพื่อออกแบบเสาหลายช่วงจากนั้นผู้ใช้สามารถใส่ค่าการวิเคราะห์โครงสร้างที่ได้จากการคำนวณเพื่อใช้ในการออกแบบจากนั้นกรอกค่าคุณสมบัติต่างๆของเสาในช่วงต่างๆ เมื่อกรอกข้อมูลจนครบแล้วผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Design ที่เสาแต่ละช่วงเพื่อทำการออกแบบเหล็กแกนและเหล็กปลอกพร้อมทั้งระยะความห่างของเหล็กปลอก

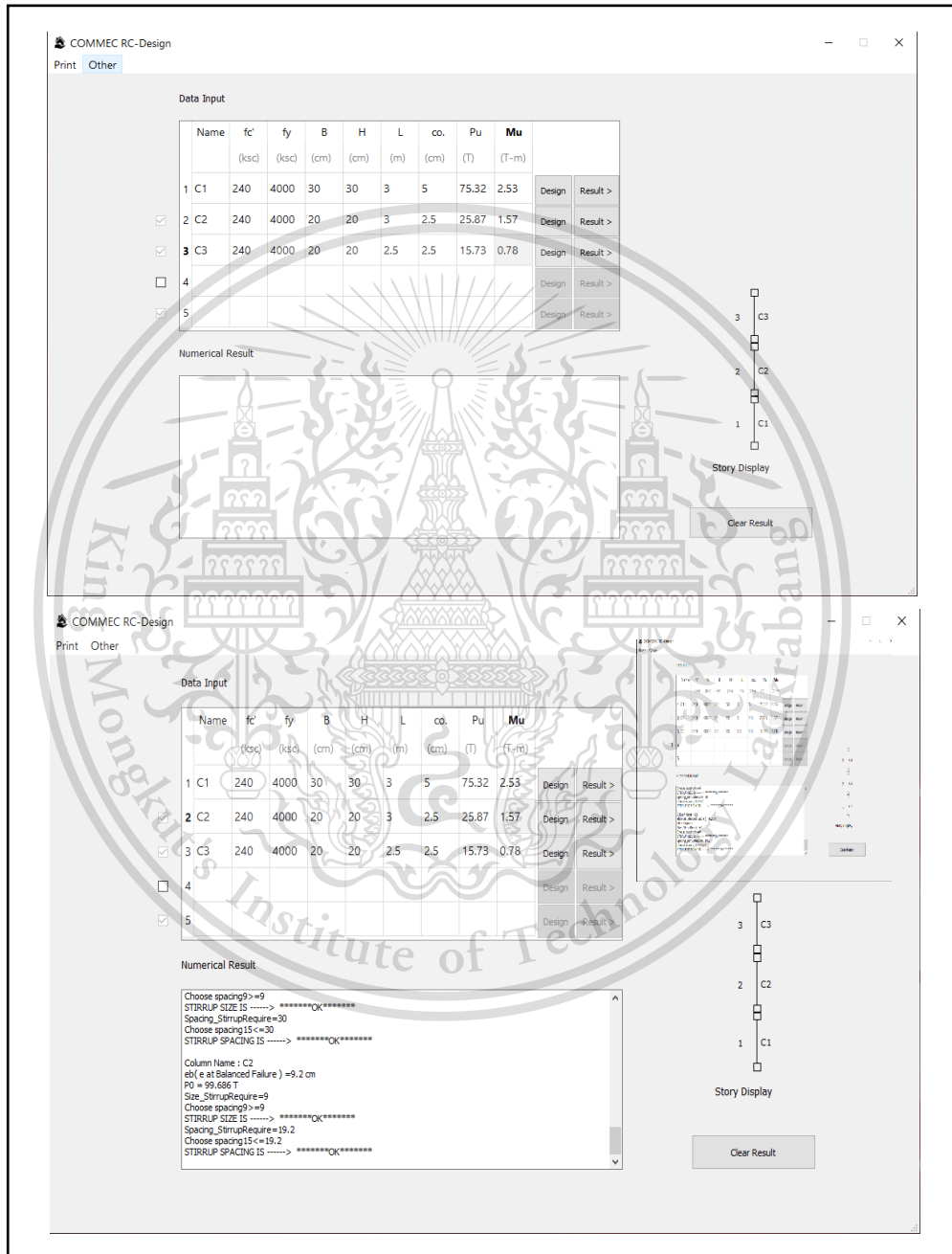


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามตัดทอนเปลี่ยนแปลงเนื้อหาใดๆโดยเด็ดขาดของเจ้าของเอกสารนี้ การนำออกไปใช้

รูปที่ 4.17 การกดปุ่ม Design เพื่อออกแบบเหล็กของเสามากกว่าหนึ่งช่วง

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

เมื่อทำการออกแบบเสร็จแล้วผู้ใช้สามารถแสดงผลการคำนวณออกแบบได้โดยการกดปุ่ม Result โปรแกรมจะแสดงผลการออกแบบเสาช่วงนั้นๆ พร้อมบอกว่าคุณสมบัติของเสานั้นสามารถใช้งานได้หรือไม่



รูปที่ 4.18 การกดปุ่ม Result เพื่อแสดงผลการออกแบบมากกว่าหนึ่งช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างคาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็กในครั้งนี้ ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ภายใต้ขอบเขตของการศึกษาที่ตั้งไว้ ดังนี้

1. ได้พัฒนาแอปพลิเคชันออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ชื่อว่า COMMEC-RC Design ที่สามารถรับค่าการวิเคราะห์โครงสร้างจากโปรแกรม ETABS เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กบนพื้นฐานการออกแบบโครงสร้างสำหรับบ้านพักอาศัยได้
2. ได้พัฒนาให้แอปพลิเคชันสามารถออกแบบโครงสร้างเสา-คานคอนกรีตเสริมเหล็กอ้างอิงตามมาตรฐาน American Concrete Institute (ACI 318-95) ที่ใช้วิธีกำลัง Ultimate Strength Design (USD) ในการคำนวณได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ง่ายต่อความเข้าใจของผู้ใช้งานเนื่องจากการจัดทำคู่มือในการใช้งานสำหรับผู้ใช้
3. พัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ภาษา Python ในทุกๆกระบวนการทำงาน ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจที่มาของการคำนวณออกแบบเนื่องจากการมี Source แนบไปกับตัวแอปพลิเคชันด้วย

#### 5.2 อภิปรายผลการศึกษา

ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้คือได้แอปพลิเคชันสำหรับออกแบบพร้อมคู่มือการใช้งานที่สามารถออกแบบโครงสร้างเสา-คานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีกำลังได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว สามารถพิมพ์รายละเอียดของหน้าตัดและรายการคำนวณเพื่อใช้ในการก่อสร้างจริงได้ ซึ่งเป็นทางเลือกสำหรับผู้ใช้งานในการใช้งานแอปพลิเคชันที่ฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย สามารถเข้าถึงที่มาของการคำนวณและสามารถปรับแก้ให้ตรงตามมาตรฐานต่างๆที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 5.3 ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างอื่นๆนั้นอาจมีค่าใช้จ่าย ผู้ใช้งานจึงควรหาโปรแกรมที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการคำนวณวิเคราะห์โครงสร้างก่อนนำมาใช้ออกแบบในแอปพลิเคชัน
2. การนำแอปพลิเคชันไปใช้ต่อยอดหรือปรับแก้ให้ตรงตามมาตรฐานที่เปลี่ยนแปลงในอนาคตผู้ใช้งานควรทำการศึกษาคำสั่งต่างๆ ของภาษาไพธอนเพื่อจะได้เข้าใจ Source Code ที่ผู้จัดทำได้จัดทำขึ้น
3. การวิเคราะห์คานต่อเนื่องนั้นการหา Ultimate Moment ที่คานต่อเนื่องแต่ละช่วงต้องรับน้ำหนักใช้วิธีการประมาณค่าการวิเคราะห์โครงสร้างอาจมีการคลาดเคลื่อนเล็กน้อย ผู้ใช้งานควรตรวจสอบก่อนทำการออกแบบทุกครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and <sup>37</sup> cite the document when use.

## บรรณานุกรม

- [1] มงคล จิรวัชรเดช, การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก, พิมพ์ครั้งที่ 1 (นครราชสีมา : สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2542)
- [2] ชูศักดิ์ ศิริรัตน์ และ กมล ตรีทอง, (2559). โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กร่วมกับโครงสร้างเหล็ก, ค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2563, จาก <https://repository.rmutr.ac.th/bitstream/handle/123456789/254/31.Blnno2016-1003-100.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [3] อติสร ไชยโคตร. (2559). “การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น - คานคอนกรีตเสริมเหล็ก,” (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2559)
- [4] สำเนียง อนุพันธ์กุล, จิรัชิตี บรรจงศิริ และ จักริ ตียะวงศ์สุวรรณ, (2556). การพัฒนาภาษาไพธอนสำหรับวิเคราะห์และออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก, ค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2563, จาก [https://repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/123456789/1554/IRD\\_58\\_64.pdf?sequence=1](https://repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/123456789/1554/IRD_58_64.pdf?sequence=1)
- [5] Shivaji M. Sarvade, Sachin M. Pore. (2019). Use of Python Programming for interactive design of Reinforced Concrete Structures. (Research Gate research paper, Department of Civil Engineering, Dr. B.A.T.U., Vidyavihar, Lonere, Maharashtra, India).
- [6] Andreas Winberg, Erik Dahlqvist. (2010). BIM - the Next Step in the Construction of Civil Structures (Master Thesis Structural Design and Bridges, KTH royal institute of technology, Sweden).
- [7] ACI 318-95. Building Code Requirement for Structural Concrete (ACI 318-95) and Commentary, ค้นเมื่อ 5 กันยายน 2563, จาก <https://www.gooshared.com/d/NDcxMi01>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.