

แนะนำโปรแกรม STAAD.Pro

1.1 รู้จักกับโปรแกรม

STAAD.Pro 2005 เป็นซอฟต์แวร์วิศวกรรมโครงสร้างที่ได้รับความนิยมที่สุดในการสร้างแบบจำลองสามมิติ, การวิเคราะห์, และการออกแบบ มีระบบติดต่อกับผู้ใช้งานแบบกราฟฟิกที่ใช้งานง่าย มีเครื่องมือในการแสดงผลที่หลากหลาย มีความสามารถในการวิเคราะห์และออกแบบที่มีประสิทธิภาพ ซอฟต์แวร์ใช้งานได้ดีกับทุกระบบปฏิบัติการวินโดวส์แต่ละเวอร์ชันที่ดีที่สุดกับ **Windows XP**

STAAD.Pro เป็นโปรแกรมที่ถูกเลือกโดยมืออาชีพในการออกแบบทั่วโลกเลือกใช้ ทั้งการวิเคราะห์แบบสถิตยศาสตร์หรือจลศาสตร์ของสะพาน, โครงสร้างถังบรรจุ, โครงสร้างใต้ดิน, โครงสร้างเหล็ก, คอนกรีต, อลูมิเนียม หรือ โครงสร้างไม้, หอคอยเสาส่ง, สเตเดียม หรือ โครงสร้างที่ซับซ้อนอื่นๆ

1.2 ความสามารถของเครื่องที่ติดตั้ง

- เครื่อง **PC** ที่มีซีพียูเพนเทียมของอินเทลหรือเทียบเท่า
- การ์ดแสดงผลและหน้าจอความละเอียด **1024x768, 256 สี** (แนะนำ **16 bit high color**)
- **128 MB RAM** หรือมากกว่า
- **Windows NT 4.0** หรือระบบที่สูงกว่า ไม่แนะนำให้รันโปรแกรมบน **Windows 95 & Windows 98** เพราะสมรรถนะการทำงานตกลง โปรแกรมทำงานดีที่สุดบน **Windows 2000** และ **XP**
- พื้นที่ว่างเพียงพอในฮาร์ดดิสก์ ขึ้นกับโมดูลที่ติดตั้ง โดยทั่วไปต้องการอย่างน้อยที่สุด **500 MB**
- ระบบมัลติมีเดียที่มีการ์ดเสียงและลำโพงเพื่อรันวิดีโอและสไลด์สอนการใช้งาน

หมายเหตุ: การเพิ่ม **RAM** และความจุฮาร์ดดิสก์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม

นับตั้งแต่ **STAAD.Pro 2001** เป็นต้นมาขนาดโครงสร้างที่โปรแกรมจัดการได้มีขนาดเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ขนาดของหน่วยความจำจริงและแบบเสมือนเพิ่มขึ้นเกิน **600MB** ผู้ใช้จึงต้องตรวจสอบว่ามีหน่วยความจำเพียงพอหรือไม่

1.3 องค์ประกอบของ STAAD.Pro

STAAD.Pro เป็นโปรแกรมที่มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาในชุดโปรแกรมจะประกอบด้วยโปรแกรมย่อยต่างๆดังนี้



STAAD.Pro ตัวโปรแกรมหลักใช้สร้างโมเดล วิเคราะห์และออกแบบ แสดงผลแบบกราฟฟิกและแบบตาราง และสร้างเป็นรายงาน

OpenSTAAD เป็นแหล่งเก็บรวมฟังก์ชันของ **STAAD.Pro** ซึ่งจะยอมให้ผู้ใช้นำไปใช้ในโปรแกรมของตนเองได้



STAAD.etc เป็นเครื่องมือช่วยทางวิศวกรรมโครงสร้างทุกอย่างทั้งวิเคราะห์และออกแบบไม่ว่าจะเป็น พื้น แผ่นรองฐานเสา ฐานราก และอื่นๆ



STAAD.foundation เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบฐานรากของโครงสร้างที่ถูกสร้างใน **STAAD.Pro** โดยออกแบบได้ทั้ง ฐานเดี่ยว ฐานร่วม ฐานรากแบบแพ และฐานรากเสาเข็ม

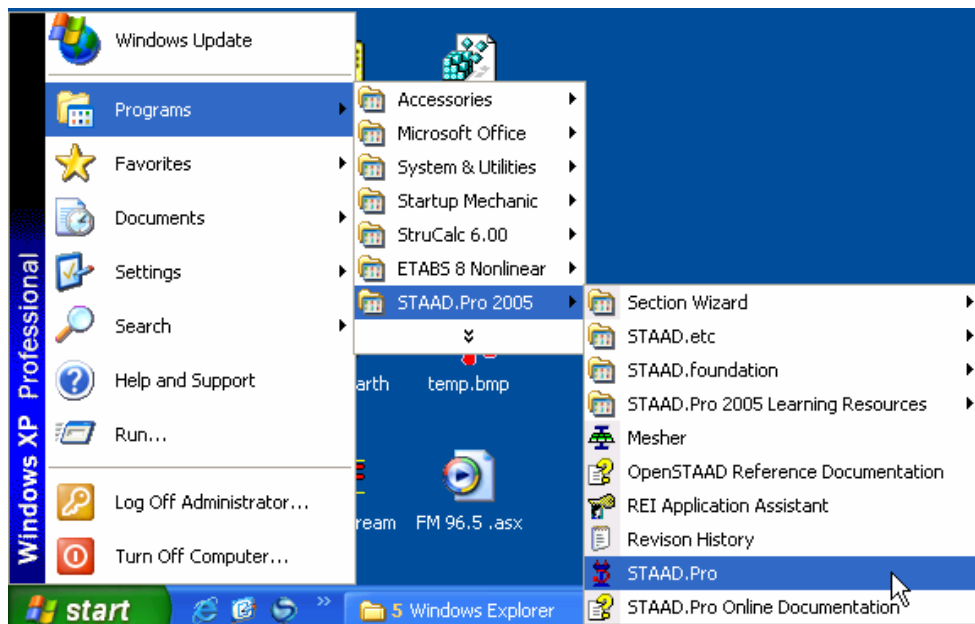


Section wizard เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณคุณสมบัติหน้าตัดของชิ้นส่วน โครงสร้าง ตารางเหล็กตามมาตรฐานต่างๆ และหน้าตัดที่ผู้สร้างขึ้นเอง

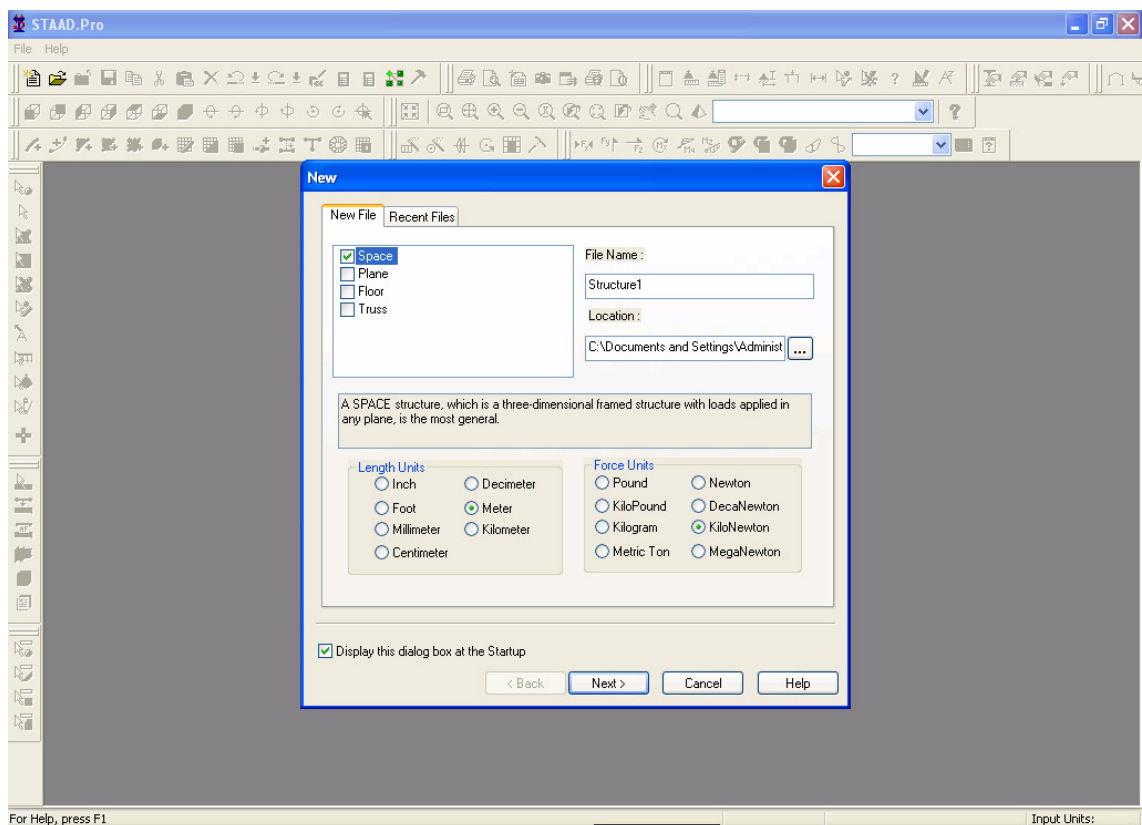
Advance Mesher เป็นโปรแกรมแยกใช้ในการสร้าง mesh ของชิ้นส่วนที่เป็นแผ่น เช่นผนังและพื้น

1.4 การรันโปรแกรม STAAD.Pro

คลิกไอคอน **STAAD.Pro** จากกลุ่มโปรแกรม **STAAD.Pro 2005**



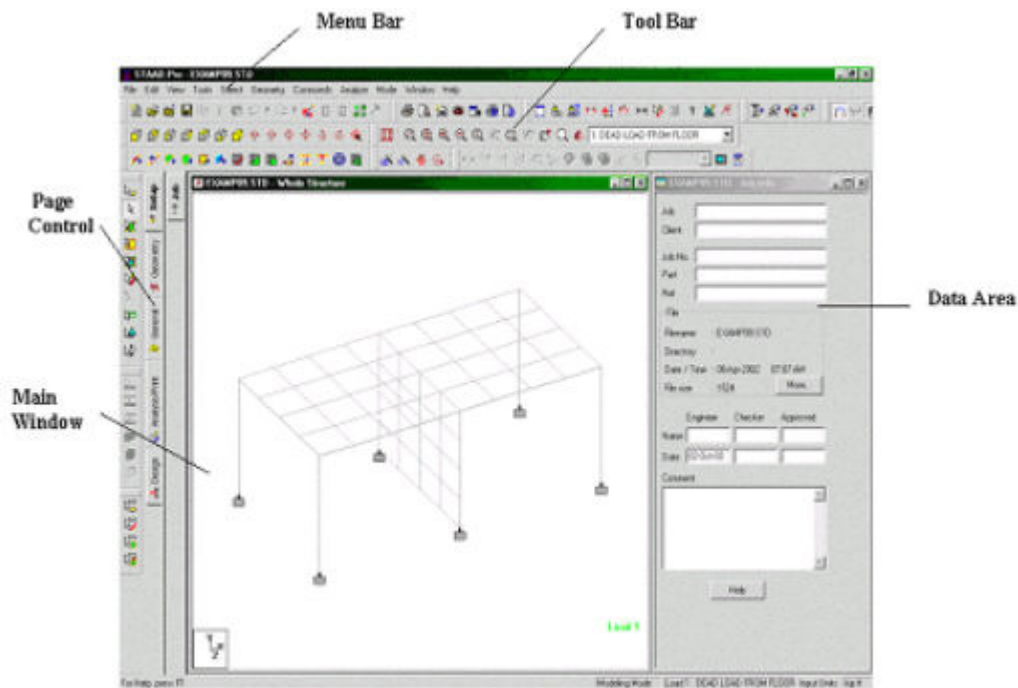
หน้าจอหลัก **STAAD.Pro** แสดงขึ้นมาดังในรูปข้างล่าง



คลิกเลือก **Cancel** แล้วคลิกไอคอน **Open Structure**  เพื่อเปิดไฟล์ตัวอย่างที่มีอยู่แล้ว
เลือกไฟล์ตัวอย่างจากในโฟลเดอร์:

SPro2005/STAAD/Examp/US/EXAMP09.STD

1.5 ส่วนประกอบหน้าจอ STAAD.Pro



หน้าจอ STAAD.Pro เป็นดังในรูปข้างล่าง มีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วนคือ

เมนูบาร์ (Menu Bar)

อยู่บนสุดของหน้าจอ เราสามารถเรียกได้ทุกคำสั่งของ STAAD.Pro ได้จากเมนูนี้

ทูลบาร์ (Toolbar)

ทูลบาร์ที่อยู่ถัดลงมาจากเมนูและที่อยู่ในแนวคิ่งด้านซ้ายซึ่งสามารถถอดเข้าออกได้ ใช้ในการสั่งคำสั่งที่ใช้บ่อย เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน โดยผู้ใช้สามารถกำหนดได้เอง

เมนวินโดว์ (Main Window)

เป็นพื้นที่ใหญ่ที่สุดบริเวณกลางหน้าจอ ใช้แสดงโมเดลและผลการคำนวณ

เพจคอนโทรล (Page Control)

เป็นชุดแถบด้านข้างซ้ายของเมนวินโดว์ มีสองแถวคือแต่ละหน้าหลัก (**Pages**) จะแยกออกเป็นหน้าย่อย (**Subpages**) ใช้ทำงานเฉพาะอย่าง การเรียงหน้าหลักและหน้าย่อยจะเป็นไปตามลำดับการทำงาน

พื้นที่ข้อมูล (Data Area)

เป็นพื้นที่ทางขวาของหน้าจอ แสดงกล่องโต้ตอบ (**Dialog Boxes**) ตาราง (**Tables**) หรือ กล่องรายการ (**List Boxes**) ต่างๆตามลักษณะการทำงาน

1.6 โหมด (Mode) ในการทำงาน

STAAD.Pro มีหลายโหมดการทำงาน เลือกได้จากเมนู **Mode** มีให้เลือกดังนี้

การสร้างโมเดล (Modeling)

หรือโหมดก่อนการประมวลผล (**Pre-processing**) เป็นขั้นตอนในการกำหนดขนาดโครงสร้าง น้ำหนักบรรทุก จุดรองรับ และอื่นๆ โดยปกติแล้วเมื่อเริ่มใช้งานโปรแกรมเข้าสู่โหมดนี้ก่อน

หลังการประมวลผล (Post -processing)

จะเป็นขั้นตอนที่ผู้ใช้ตรวจสอบผลการคำนวณวิเคราะห์ของโปรแกรม ทั้งแบบกราฟฟิกและแบบตัวเลข ตลอดจนการสร้างรายงานสรุป

การออกแบบเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Design)

จะให้ผู้ใช้ออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้าง (จุดต่อโครงสร้าง, ฐานราก, แผ่นเหล็กรองรับเสา และอื่นๆ)

ก่อนการประมวลผลสะพาน (Bridge Deck Preprocessor)

จะให้ผู้สร้างน้ำหนักบรรทุกบนหลังสะพานเนื่องจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ ใช้กับโปรแกรมย่อย **STAAD.beava**

งานท่อ (Piping)


โหมดนี้จะใช้ร่วมกับ **ADLPIPE** เพื่อให้สามารถเรียกดูรูปร่างของโครงสร้างดังกล่าวได้

1.7 โหมดสร้างโมเดล

การสร้างโมเดลใน **STAAD.Pro** ทำได้สองวิธีคือ

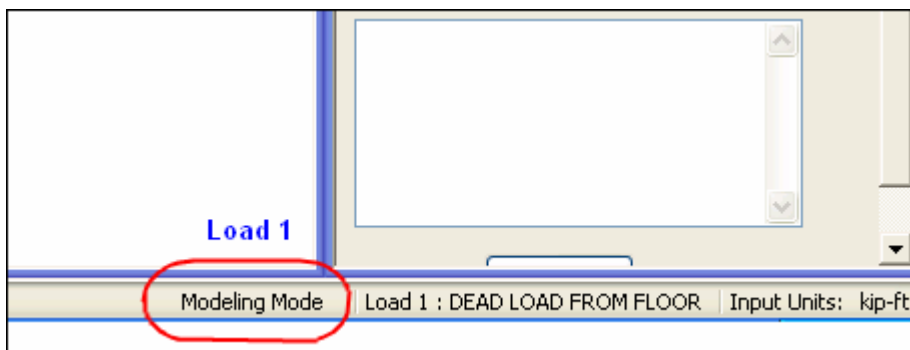
- a. ใช้ไฟล์คำสั่ง (**Command file**)
- b. ใช้การสร้างแบบโต้ตอบเชิงกราฟิก

ไฟล์คำสั่งคือไฟล์ข้อความบรรจุข้อมูลโครงสร้าง โดยจะเป็นคำสั่งในภาษาที่เข้าใจง่ายตามรูปแบบของ **STAAD.Pro** ผู้ใช้สามารถสร้างไฟล์นี้ได้โดยใช้โปรแกรมอรรถิเตอร์ทั่วไปเช่น **Notepad** หรือ **WordPad** หรือใช้ที่มากับโปรแกรม **STAAD.Pro** โดยระหว่างใช้งาน **STAAD.Pro** ผู้ใช้สามารถเปิดไฟล์คำสั่งขึ้นมาตรวจสอบและแก้ไขได้

การเปิด **STAAD Editor** ทำได้โดยการคลิกไอคอน  บนทูลบาร์

วิธีการสร้างแบบกราฟิกจะใช้เครื่องมือทางกราฟิกในโหมดสร้างโมเดล และกำหนดข้อมูลเช่น คุณสมบัติวัสดุ, ค่าคงที่ต่างๆ, น้ำหนักบรรทุก และอื่นๆ โดยขณะที่สร้างโมเดลไปไฟล์คำสั่งก็จะถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติอยู่เบื้องหลังซึ่งผู้ใช้สามารถเปิดดูได้ตลอดเวลา

วิธีหนึ่งที่จะรู้ว่าเราอยู่ในโหมดไหน คือดูจากข้อความบนแถบสถานะด้านล่าง (ดูรูปข้างล่าง)



1.8 หน้าต่างๆในโหมดสร้างโมเดล

หน้าหลัก (**Pages**) และหน้าย่อย (**Subpages**) ในโหมดการสร้างโมเดลมีดังนี้คือ



- **Setup**
 - **Job**
- **Geometry**
 - **Beam**
 - **Plate**
 - **Surface**
 - **Solid**
 - **Parametric Models**
 - **Composite Deck**
- **General**
 - **Property**
 - **Spec**
 - **Support**
 - **Load**
 - **Material**
- **Analysis/Print**
 - **Pre-print**
 - **Analysis**
 - **Post-print**
- **Design**
 - **Steel**
 - **Concrete**
 - **Timber**
 - **Aluminum**
 - **Footing**
 - **Shearwall**

1.9 หน้า Setup | Job

หน้า **Setup | Job** ใช้ใส่ข้อมูลทั่วไปของโครงสร้าง เมื่อคลิกเลือกหน้า **Setup | Job** กล่องโต้ตอบจะแสดงขึ้นมามีดังในรูป

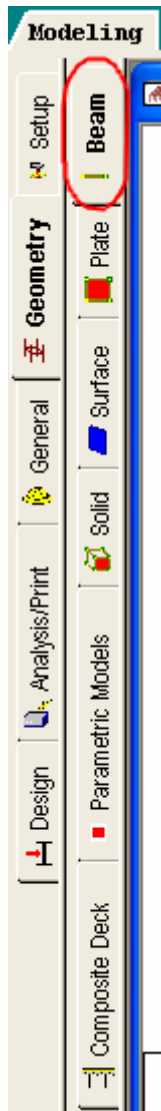
The screenshot shows the 'Job Info' dialog box in STAAD.Pro. The left sidebar has the 'Setup' menu selected. The dialog box contains the following information:

Engineer	Checker	Approved
Name: John		Steve
Date: 06-Oct-02		10-Oct-02

Comment: Stage 2: Analysis and Design Completed.

คลิกปุ่ม **More** จะมีหน้าจอ **Structure Information** แสดงขึ้นมามีจะแสดงจำนวนจุดต่อ, คาน, และแผ่นทั้งหมดในโครงสร้าง

1.10 หน้า Geometry | Beam



ใช้สำหรับสร้างองค์อาคารแบบเส้นเชื่อมระหว่างสองจุดต่อเช่น คาน, เสา, และองค์อาคารโครงถัก เมื่อเปิดหน้า **Geometry | Beam** ตารางจุดต่อและตารางคานจะแสดงขึ้นมา

Node	X ft	Y ft	Z ft
1	0.000	0.000	0.000
2	30.000	0.000	0.000
3	0.000	20.000	0.000
4	10.000	20.000	0.000
5	20.000	20.000	0.000
6	30.000	20.000	0.000
7	0.000	35.000	0.000
8	30.000	35.000	0.000
9	7.500	35.000	0.000
10	22.500	35.000	0.000
11	15.000	35.000	0.000
12	5.000	38.000	0.000
13	25.000	38.000	0.000
14	10.000	41.000	0.000
15	20.000	41.000	0.000

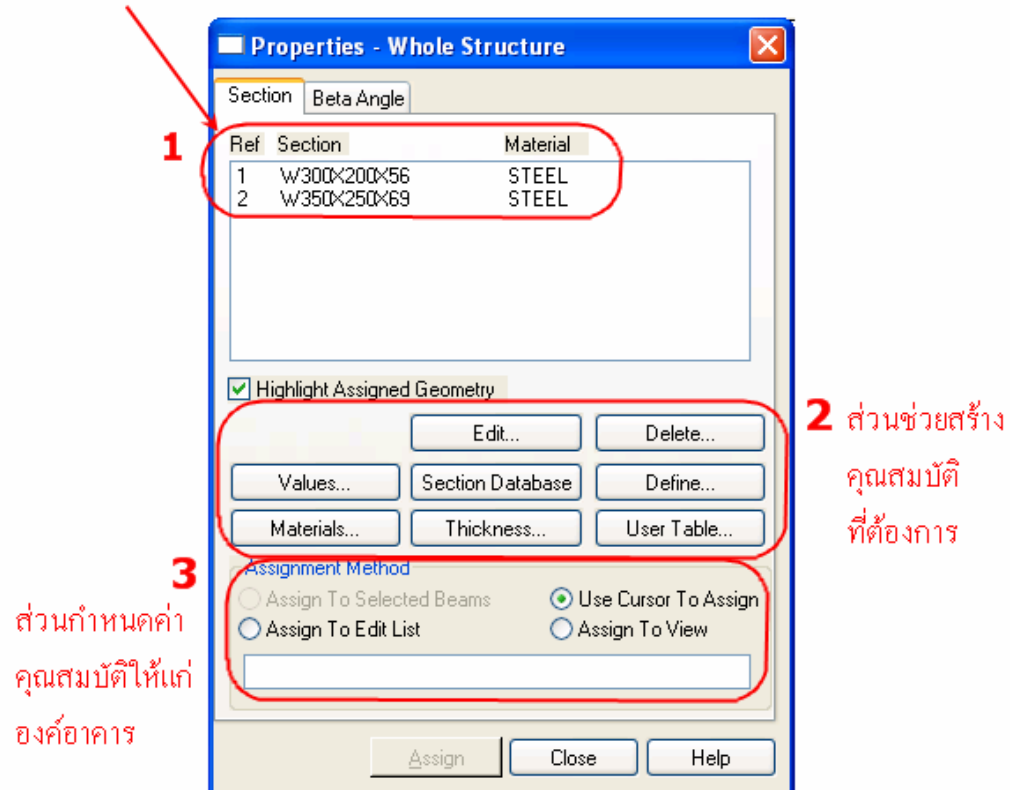
ตารางคานแสดงจุดต่อ คุณสมบัติ วัสดุ และความยาว ดังแสดงในรูปข้างล่าง

Beam	Node A	Node B	Prop A	Material	Beta	Length ft
1	1	3	1	STEEL	0.0	20.000
2	3	7	2	STEEL	0.0	15.000
3	2	6	1	STEEL	90.0	20.000
4	6	8	1	STEEL	90.0	15.000
5	3	4	3	STEEL	0.0	10.000
6	4	5	3	STEEL	0.0	10.000
7	5	6	3	STEEL	0.0	10.000
8	7	12	4	STEEL	0.0	5.831
9	12	14	4	STEEL	0.0	5.831
10	14	16	4	STEEL	0.0	5.831
11	15	18	4	STEEL	0.0	5.831
12	13	15	4	STEEL	0.0	5.831
13	8	13	4	STEEL	0.0	5.831
14	9	12	5	STEEL	0.0	3.905
15	9	14	5	STEEL	0.0	6.500

1.11 หน้า General | Property

ใช้สร้างและกำหนดคุณสมบัติต่างๆให้กับองค์อาคาร หน้าจอ **Properties** ทางด้านขวาจะใช้ในการสร้างและกำหนดคุณสมบัติขององค์อาคาร

หมายเลขอ้างอิงพร้อมคำอธิบายอย่างย่อ



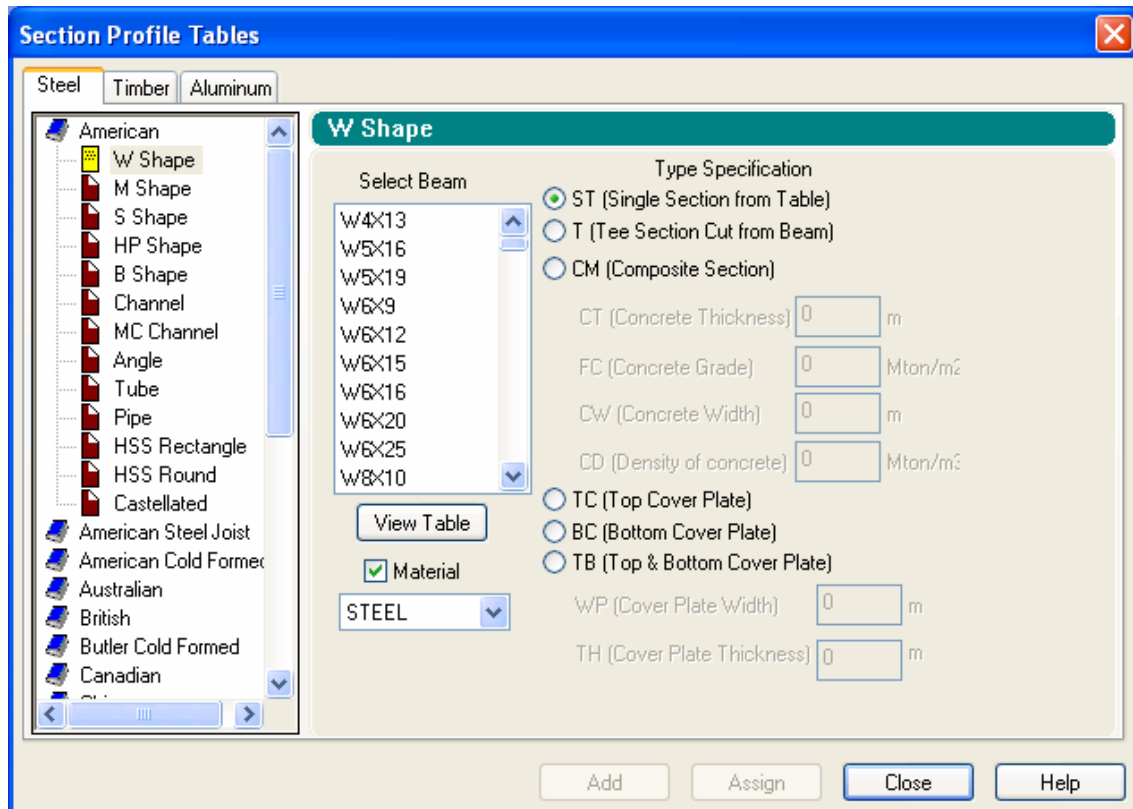
Values...

เมื่อคลิกที่ **Values...** โปรแกรมจะแสดงตารางรายละเอียดของคุณสมบัติที่สร้างขึ้นหรือเลือกไว้ พร้อมหมายเลขอ้างอิง ดังแสดงในรูป

Portal1.std - Section Properties									
Beam ST									
Prop	Name	Ax cm ²	D cm	Bf cm	Tf cm	Tw cm	Iz cm ⁴	Iy cm ⁴	Ix cm ⁴
1	W300X200X56	72.400	29.400	20.000	1.200	0.800	11300.000	1600.000	27.853
2	W350X250X69	88.200	33.600	24.900	1.200	0.800	18500.000	3090.000	34.214

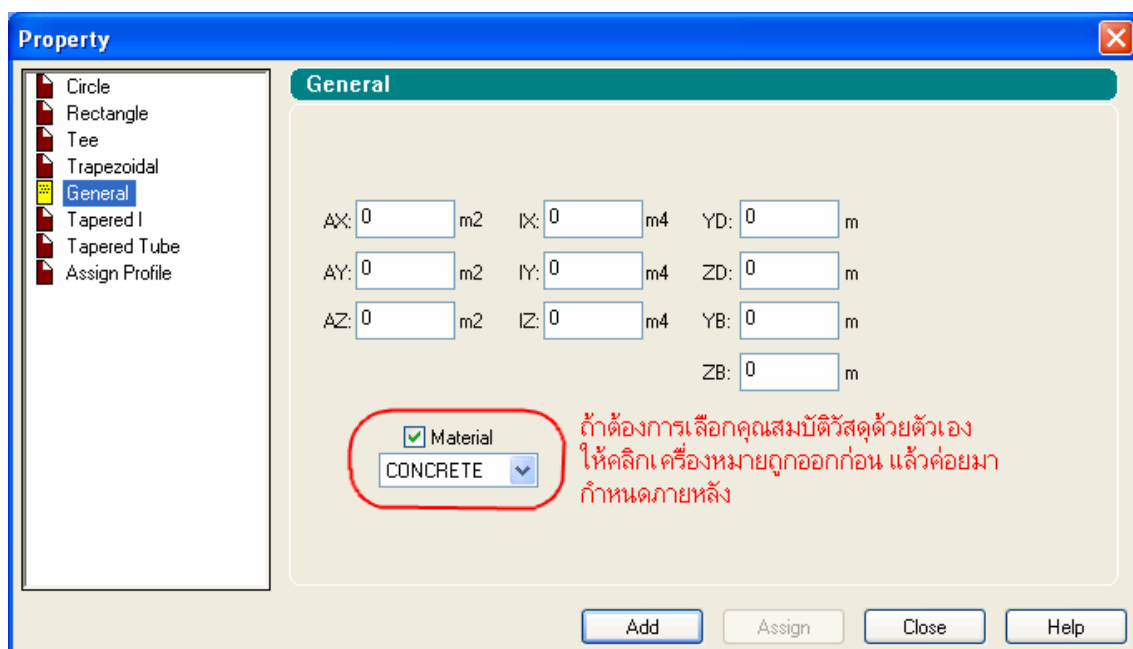
Section Database

เมื่อคลิกที่ **Section Database** จะแสดงกล่องโต้ตอบตารางหน้าต่างขึ้นมาให้เลือกโดยมีแถบเลือกวัสดุสามชนิดคือ **Steel**, **Timber**, และ **Aluminum** ตัวอย่างเช่นตารางเหล็กมาตรฐานจะมีให้เลือกของหลายประเทศเช่น อเมริกัน อังกฤษ ญี่ปุ่น ส่วนของไทยนั้นอาจใช้ตามเกาหลี



Define...

เมื่อคลิกที่ **Define...** จะเป็นการนิยามหน้าตัดตามต้องการเช่น สี่เหลี่ยม วงกลม รูปตัวที เป็นต้น และสามารถกำหนดคุณสมบัติวัสดุให้เป็น คอนกรีต/เหล็ก/อลูมิเนียม หรือกำหนดภายหลังก็ได้ ดังในรูป

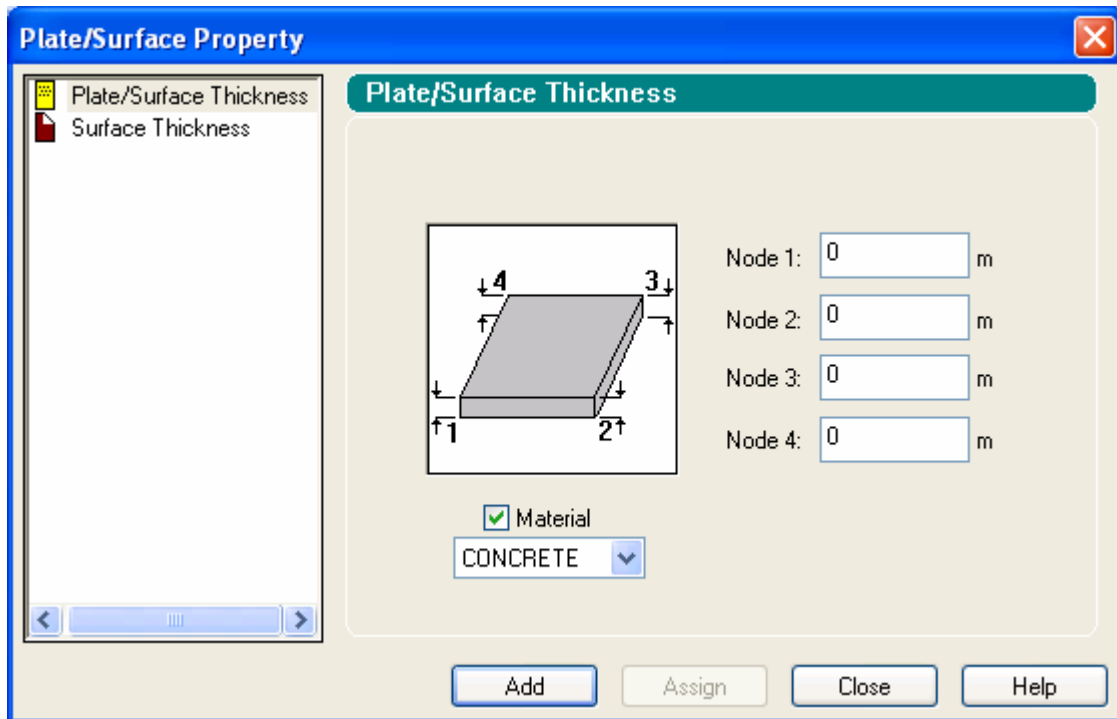


Materials...

เมื่อคลิกที่ **Materials...** โปรแกรมจะแสดงตารางรายละเอียดคุณสมบัติวัสดุ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล โดยปกติจะมี 3 อย่างคือ คอนกรีต เหล็ก และอลูมิเนียม

Thickness...

เมื่อคลิกที่ **Thickness...** จะเป็นการกำหนดความหนาให้แก่เอลิเมนต์แบบแผ่น ดังแสดงในรูปข้างล่าง จะเห็นได้ว่าสามารถกำหนดความหนาของแผ่นที่แตกต่างกันได้ทีละมุม ต้องการกำหนดความหนาของที่ อาจจะกำหนดค่าที่ **Node 1** เพียงจุดเดียวก็ได้

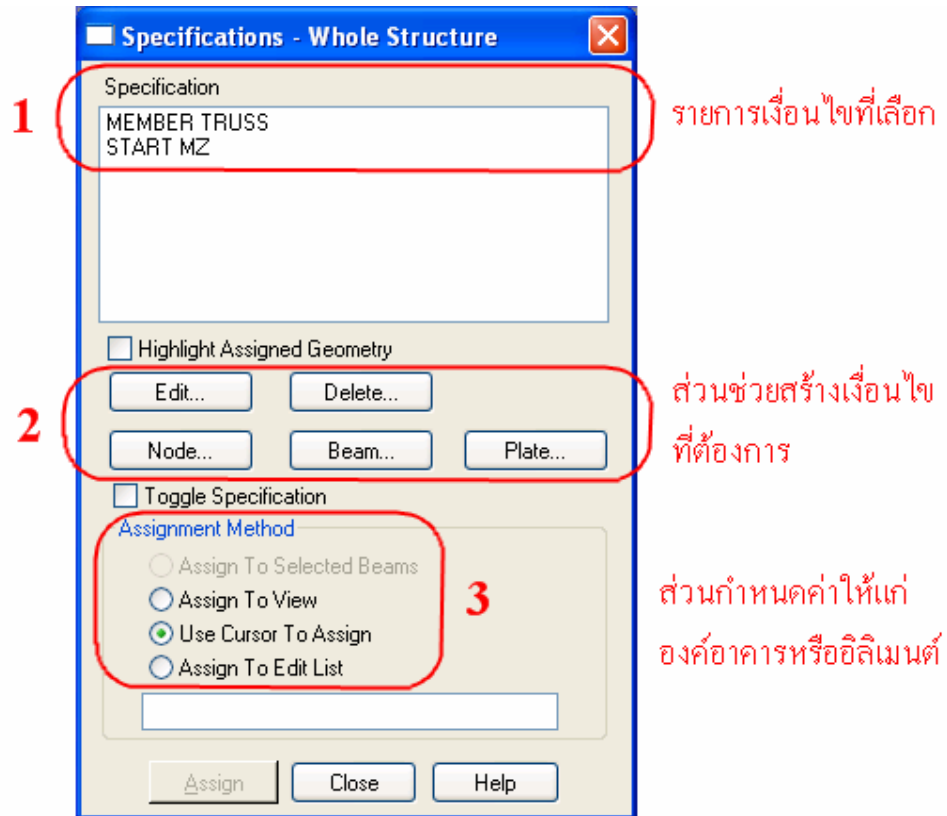


Assignment Method คือการกำหนดคุณสมบัติที่สร้างขึ้นไว้แล้ว ให้แก่องค์อาคารหรือเอลิเมนต์ทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

- **Assign to Selected Beams** โดยเลือกคุณสมบัติที่ต้องการจากรายการที่เตรียมไว้แล้ว แล้วทำการเลือกองค์อาคารหรือเอลิเมนต์แล้วคลิกเลือกปุ่ม **Assign**
- **Assign To View** คือการกำหนดคุณสมบัติให้ทุกองค์อาคารในวิวที่แสดงอยู่ ทำโดยการคลิกเลือกหน้าต่างแล้วคลิกปุ่ม **Assign**
- **Use Cursor to Assign** เป็นการใช้เคอร์เซอร์ที่เหมาะสมเลือกองค์อาคารที่ต้องการโดยตรงจากหน้าจอ ทำได้โดยการเลือกหน้าต่างที่ต้องการ กดปุ่ม **Assign** แล้วใช้เคอร์เซอร์ไปคลิกเลือกที่องค์อาคาร

1.12 หน้า General | Spec

เป็นส่วนที่ใช้กำหนดเงื่อนไขพิเศษให้แก่จุดต่อ (Node) องค์อาคาร (Beam) หรือเอลิเมนต์แบบแผ่น (Plate) ซึ่งจะมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากเงื่อนไขปกติของโปรแกรม



กล่องโต้ตอบในรูปข้างบนประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนแสดงรายการ ส่วนสร้างหรือเลือกคุณสมบัติ และส่วนกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาคาร

Highlight Assigned Geometry

เมื่อช่องนี้ถูกคลิกเลือก องค์อาคารที่ถูกกำหนดคุณสมบัติจะปรากฏเป็นไฮไลต์ในโครงสร้าง ตัวอย่างเช่นถ้าคลิกเลือกรายการ **MEMBER TRUSS** องค์อาคารที่เป็นโครงถักทั้งหมดจะถูกไฮไลต์

Edit/Delete

สองปุ่มนี้ยอมให้เราปรับปรุงค่าที่กำหนดไว้หรือลบค่านั้น เช่นถ้าเราต้องการแก้ไขรายการ **START MZ** และเปลี่ยนเป็น **START MY MZ** ก็ให้คลิกเลือกรายการแล้วคลิกปุ่ม **Edit** กล่องโต้ตอบดังในรูปข้างล่างจะแสดงขึ้นมา

ถ้าคุณอยากลบรายการ **MEMBER TRUSS** ให้คลิกเลือกรายการแล้วคลิกปุ่ม **Delete**

Toggle Specification

เป็นสวิตช์ไปยังโหมด **toggle** ซึ่งในโหมดนี้ เมื่อเลือกรายการและใช้วิธีกำหนด **Use Cursor to Assign** จะมีขั้นตอนดังนี้

- คลิกที่องค์อาคารหรืออีลิเมนต์หนึ่งครั้ง – จะเป็นการกำหนดคุณสมบัติ
- คลิกที่องค์อาคารหรืออีลิเมนต์เดิมครั้งที่สอง – จะถอดการกำหนดคุณสมบัติ
- คลิกที่องค์อาคารหรืออีลิเมนต์เดิมอีกครั้ง – คุณสมบัติจะถูกกำหนดกลับมาคืน

ดังนั้นแต่ละครั้งที่คลิกจะหมายถึงการกำหนดค่ายังไม่ถูกกำหนด และจะถอดการกำหนดถ้าถูกกำหนดไว้แล้ว

Node...

ปุ่ม **Node...** ใช้ตั้งข้อกำหนดเกี่ยวกับจุดต่อเช่นการกำหนด *master/slave* เมื่อกดปุ่มหน้าจอ *Node Specs* จะถูกแสดงขึ้นมาดังในรูปข้างล่าง

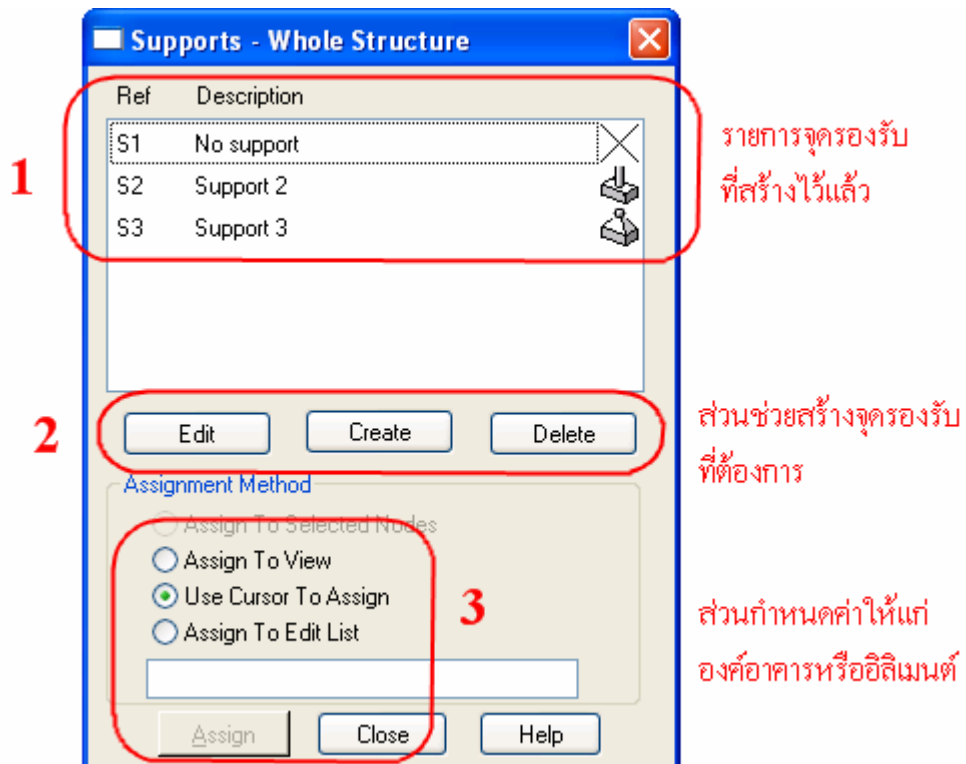
Master/Slave

Master node หมายถึงจุดต่อที่เป็นที่อ้างอิงสำหรับการเคลื่อนตัวของจุดต่อ **Slave node** อื่นๆ ให้คลิกเลือกจุดต่อที่จะเป็น **Master** จากรายการ

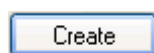
Rigid หมายถึงลิงค์ที่ยึดระหว่าง **master** และ **slave** มีค่าสตีเฟนสเป็นอนันต์ในทั้งหกทิศทาง ถ้าคลิกช่องนี้ออกก็จะแสดงคิกริต่างๆขึ้นมาให้เลือก

1.13 หน้า General | Support

ใช้ในการสร้างและกำหนดจุดรองรับ กล้องโต้ตอบในรูปข้างล่างประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนแสดงรายการ ส่วนสร้างหรือแก้ไขคุณสมบัติ และส่วนกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาคาร

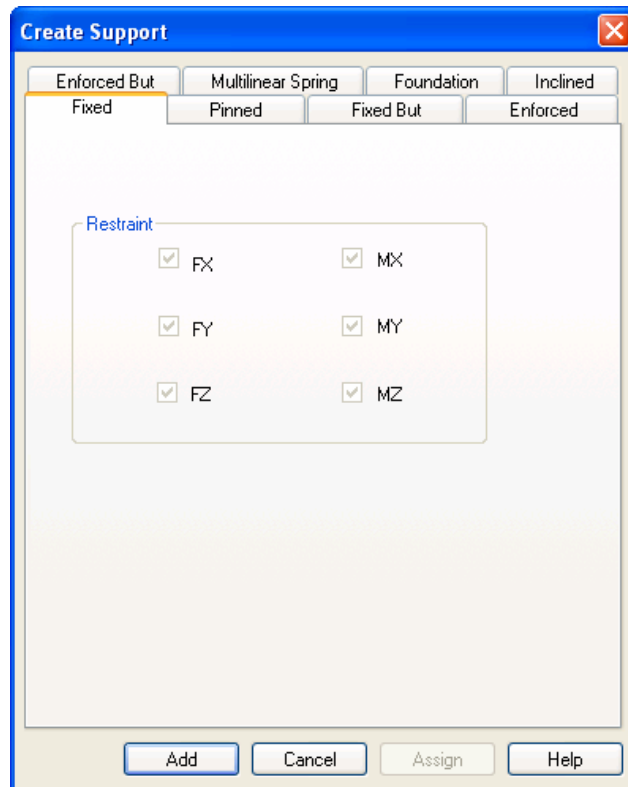


ในครั้งแรกที่เริ่มเปิดหน้านี้จะมีแต่รายการ **S1 No support** เท่านั้น ต้องสร้างจุดรองรับแบบอื่นๆ ขึ้นมาเองตามที่ต้องการ



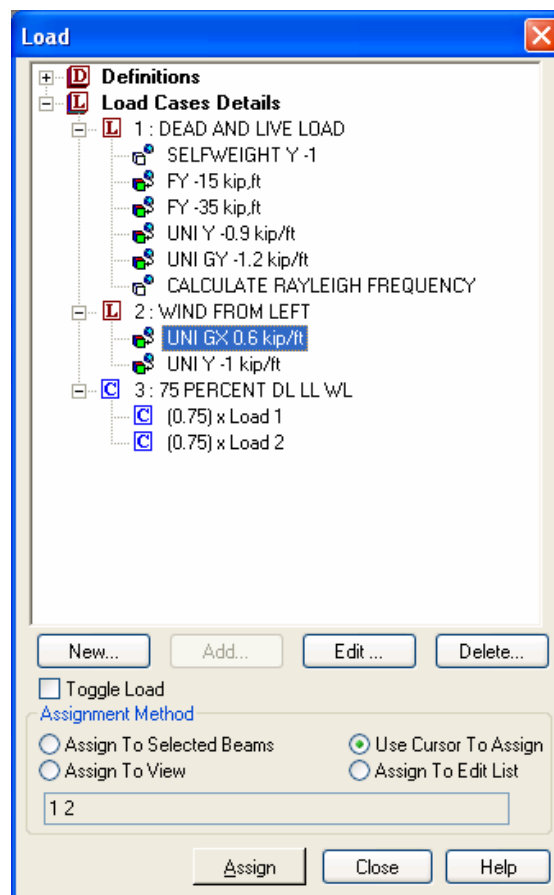
คลิกปุ่มนี้เพื่อสร้างจุดรองรับตามต้องการ โดยจะมีกล้องโต้ตอบแสดงขึ้นมามัดังในรูปข้างล่าง เมื่อใส่ค่าลักษณะตามต้องการเสร็จให้คลิกปุ่ม **Add**

ส่วนการกำหนดค่านั้นก็ทำแบบเดิม เหมือนการกำหนดคุณสมบัติให้จุดต่อตามปกติ



1.14 หน้า General | Load

ใช้ในการสร้างและกำหนดน้ำหนักบรรทุก กล้องโต้ตอบในรูปข้างล่างประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนแสดงรายการ ส่วนสร้างหรือแก้ไข และส่วนกำหนดน้ำหนักให้แก่องค์อาคาร



น้ำหนักบรรทุกทุกมีหลายประเภทได้แก่ น้ำหนักบรรทุกคงที่ น้ำหนักจร แรงลม แผ่นดินไหว และอื่นๆ ใน **STAAD.Pro** นั้นผู้ใช้สามารถสร้างขึ้นได้เอง และมีมาตรฐานให้เลือกเช่น **UBC, IBC** สำหรับแรงแผ่นดินไหว และ **ASCE** สำหรับแรงลม

การสร้างน้ำหนักบรรทุกจะเริ่มจาก **Primary Load Case** ก่อนโดยคลิกเลือกรายการ **Load Cases Details** แล้วคลิกปุ่ม **Add...** หน้าจอดังในรูปข้างล่างจะปรากฏขึ้นมา

Add New : Load Cases

Primary

Number: 1 Loading Type: None

☐ Reducible per UBC/IBC

Title: LOAD CASE 1

Add Close Help

เมื่อสร้าง **Primary Load Case** ครบทุกกรณีแล้ว ต่อมาก็จะกำหนดน้ำหนักบรรทุกทุกร่วมกระทำ ทำโดยเลือก **Load Cases Detail** คลิกปุ่ม **Add...** แล้วเลือก **Define Combinations** ในรายการทางด้านซ้าย หน้าจอจะเป็นดังในรูปข้างล่าง

Add New : Load Cases

Define Combinations

Load No: 1 Name: COMBINATION LOAD CASE 1

Type: ☒ Normal ☐ SRSS ☐ ABS

General Format: $a_i * L_i$

Factor: 1 ☐ Algebraic Component

Default: 1

Available Load Cases:

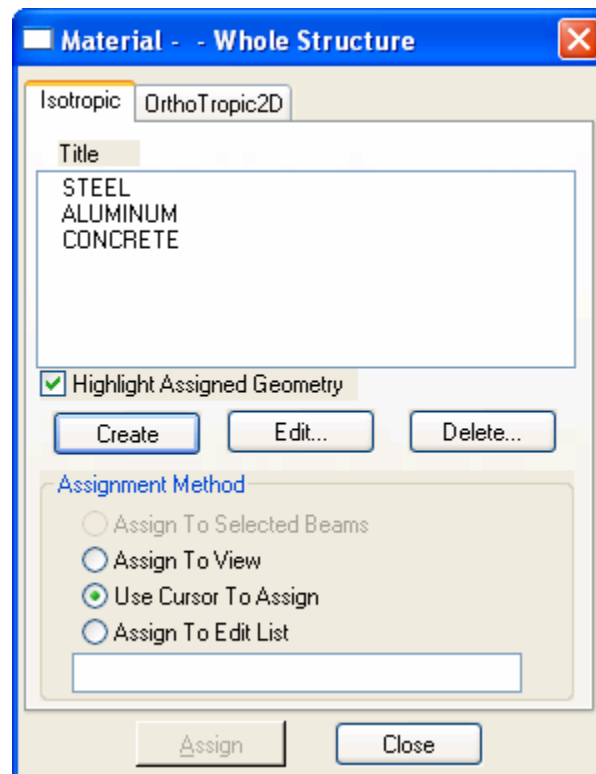
Load Combination Definition: [A] = Algebraic.

Load Cases	Factor
------------	--------

Add Close Help

1.15 หน้า General | Material

ใช้ในการสร้างและกำหนดวัสดุ ก่อสร้างได้ตอบในรูปข้างล่างประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนแสดงรายการ ส่วนสร้างหรือแก้ไข และส่วนกำหนดให้แก่องค์อาคาร



จะมีวัสดุที่โปรแกรมมีอยู่แล้วคือ **STEEL**, **ALUMINUM** และ **CONCRETE** มีคุณสมบัติดังในตาราง

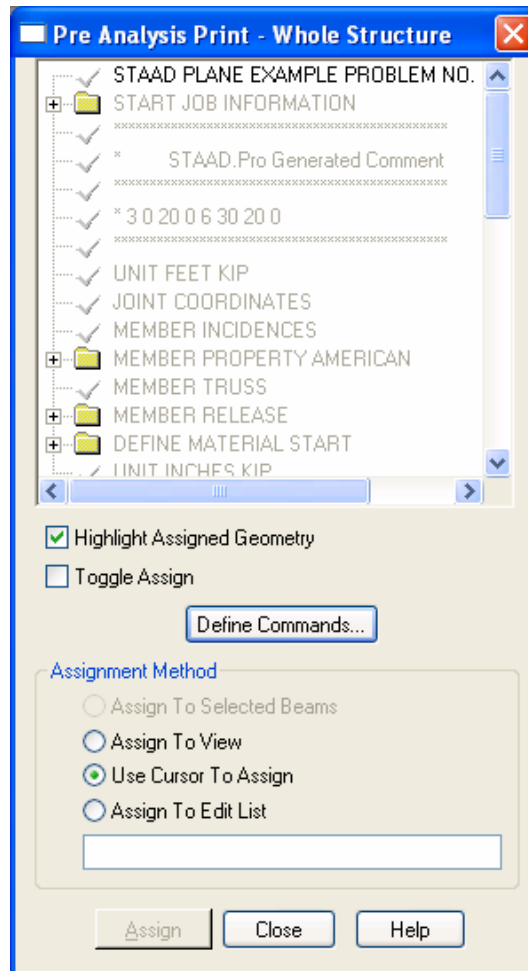
Structure1.std - Materials				
Name	E kN/mm ²	Poisson's Ratio	Density kg/m ³	Alpha @°K
STEEL	205.000	300E-3	7833.413	12E-6
ALUMINUM	68.948	330E-3	2712.631	23E-6
CONCRETE	21.718	170E-3	2402.616	10E-6

ถ้าต้องการสร้างขึ้นเองให้กดปุ่ม **Create** จะมีกล่องข้อความแสดงขึ้นมาให้กรอกข้อมูล

1.16 หน้า Analysis/Print | Pre-Print

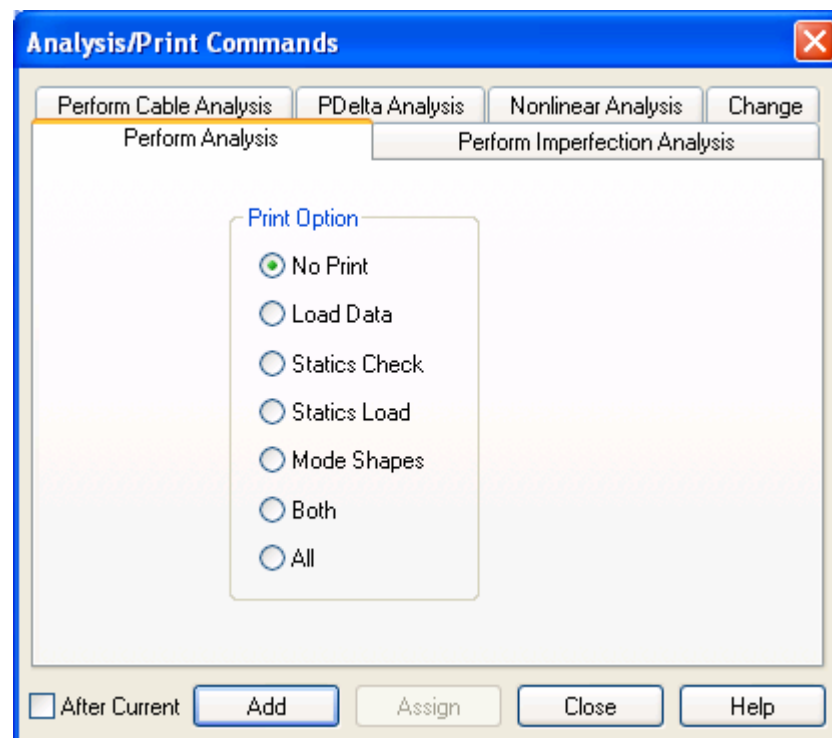
ใช้บอกโปรแกรมให้พิมพ์ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องก่อนการวิเคราะห์โครงสร้างเช่น ข้อมูลโครงสร้าง จุดรองรับ น้ำหนักบรรทุก และอื่นๆ

ในรายการใดที่มีการกำหนดเรียบร้อยแล้วจะแสดงเป็นเครื่องหมายถูก แต่ถ้าเป็นเครื่องหมายคำถามแสดงว่ายังไม่เรียบร้อยให้ผู้แก้ไขก่อนทำการวิเคราะห์



1.17 หน้า Analysis/Print | Analysis

จะใช้กำหนดขั้นตอนในการวิเคราะห์เช่น นำหนักบรรทุก การตรวจสอบเชิงสถิติ เป็นต้น



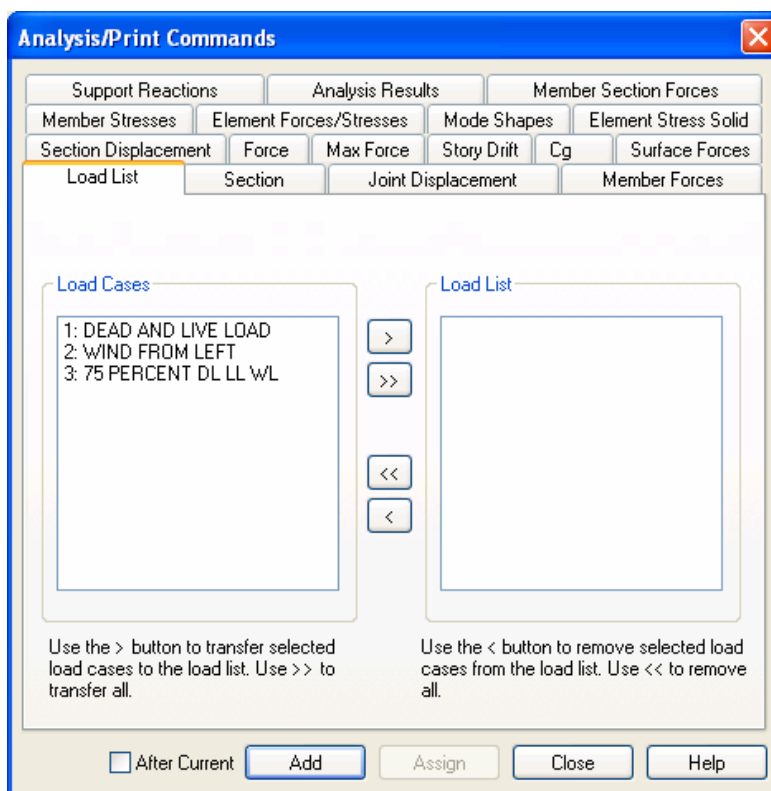
โดยทั่วไปแล้วจะสนใจเฉพาะแท็บ **Perform Analysis** ส่วนตัวเลือกอื่น ได้แก่ **Nonlinear Analysis**, **P-delta Analysis** และ **Change** เป็นตัวเลือกสำหรับการวิเคราะห์ขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์แบบไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งไม่ขอกล่าวในที่นี้

รายละเอียดตัวเลือก ในหัวข้อ **Perform Analysis** สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- **No Print** ไม่แสดงข้อมูลใด
- **Load Data** แสดงข้อมูลน้ำหนักบรรทุก
- **Statics Check** ตรวจสอบผลรวมของแรงภายนอก แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ รวมทั้งโมเมนต์ของแรงดังกล่าวที่จุดกำเนิด
- **Statics Load** เช่นเดียวกับ **Statics Check** แต่เพิ่มการแสดงผลรวมของแรงภายนอกและแรงภายใน ที่แต่ละจุดต่อด้วย
- **Mode Shapes** แสดงค่าดังกล่าวที่จุดต่อ
- **Both** มีค่าเท่ากับ **Load Data** รวมกับ **Statics Check**
- **All** มีค่าเท่ากับ **Load Data** รวมกับ **Statics Load**

1.18 หน้า Analysis/Print | Post-Print

เป็นขั้นตอนในการกำหนดข้อมูลผลจากการคำนวณวิเคราะห์ ที่ต้องการให้แสดงในไฟล์ผลลัพธ์ของ **STAAD/Pro** (นามสกุล **.ANL**) ซึ่งเมื่อเข้าสู่หน้าย่อย **Analysis/Print > Post-print** และเมื่อคลิกปุ่ม **Define Command...** จะแสดงกล่องโต้ตอบดังในรูปข้างล่าง

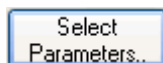
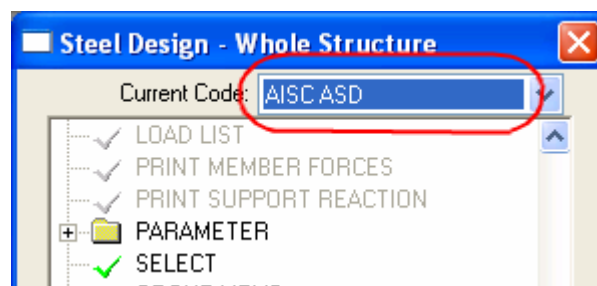


- **Load List** แสดงชุดน้ำหนักที่เลือก
- **Section** กำหนดหน้าตัดในชิ้นส่วนคานที่ต้องการให้แสดงค่าโมเมนต์และแรง
- **Joint Displacement** แสดงค่าการเสยรูป (เลื่อนที่, หมุน) ของจุดต่อ
- **Member Forces** แสดงแรงในชิ้นส่วน เช่น แรงตามแนวแกน แรงเฉือน โมเมนต์ในรูปแบบตารางสำหรับทุกชุดน้ำหนัก
- **Support Reactions** แสดงค่าแรงปฏิกิริยาในรูปแบบตาราง
- **Force** แสดงค่าเอนVELOPE (Envelopes) ของโมเมนต์และแรงสำหรับชิ้นส่วนที่ต้องการ
- **Max Force** แสดงค่าแรงและโมเมนต์ที่สูงสุดและต่ำสุด
- **Story Drift** แสดงค่าการเคลื่อนที่ในแนวราบระหว่างพื้นสองชั้น ทั้งสองทิศทาง
- **Element Force** แสดงค่าแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเอลิเมนต์แบบแผ่น
- **Element Force Solid** แสดงค่าแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเอลิเมนต์แบบตัน
- **Mode Shapes** แสดงค่าการเสยรูปของจุดต่อ สำหรับทุกโหมด (Mode)
- **Entire Table** แสดงรายการตารางหลักที่เลือกใช้
- **Section Displacement** ทำการคำนวณและแสดงค่าการเสยรูปของหน้าตัดที่เลือกค่าอยู่ในระบบพิกัดโกลบอล
- **Analysis Results** มีค่าเท่ากับคำสั่ง **Joint Displacements, Support Reactions** และ **Mode Shapes** รวมกัน
- **Member Section Forces** แสดงแรงในหน้าตัด (ตามที่กำหนดไว้โดยคำสั่ง **Section**) สำหรับชิ้นส่วนที่เลือก เช่น แรงตามแนวแกน แรงเฉือน โมเมนต์ ในรูปแบบตาราง
- **Member Stresses** แสดงค่าหน่วยแรงที่จุดเริ่มและจุดปลายของชิ้นส่วน และทุกหน้าตัดที่กำหนดสำหรับชิ้นส่วนที่เลือก

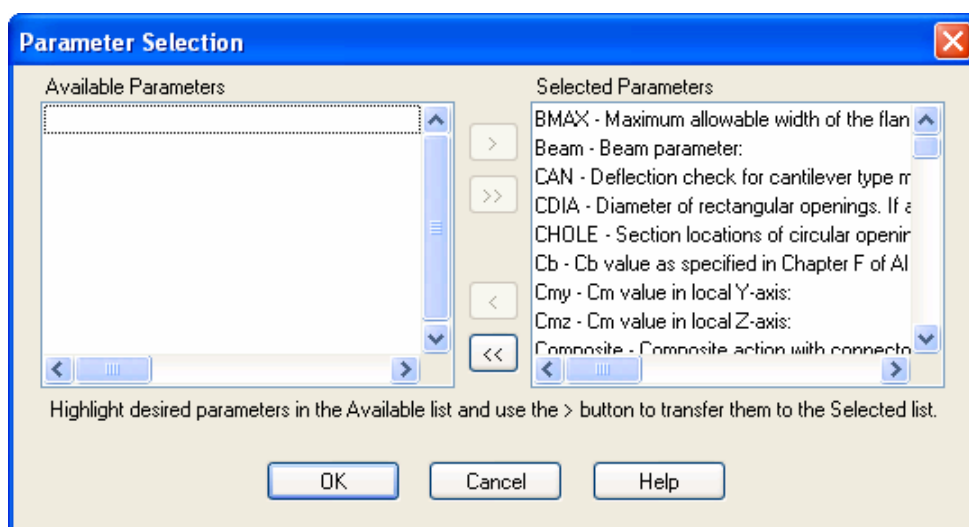
1.19 หน้าหลัก Design



เป็นขั้นตอนการกำหนดค่าตัวแปร (**Parameter**) ต่างๆ ที่จำเป็นให้แก่โปรแกรม เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบต่อไป เมื่อเข้าสู่หน้าหลัก **Design** จะประกอบด้วย หน้าย่อย **Steel, Concrete, Timber, Aluminum, Footing** ซึ่งแต่ละหน้าย่อย จะมีข้อกำหนด (**Code**) ที่แตกต่างกันตามแต่วัสดุที่จะออกแบบ แต่จะมี ขั้นตอนการทำงานโดยรวมคล้ายกันคือเมื่อคลิกที่ **Select Parameter...** จะเป็นการเลือกตัวแปรที่จะกำหนดในการออกแบบ และเมื่อคลิกที่ **Design Parameter...** จะเป็นแก้ไขค่าตัวแปรที่ได้เลือกไว้แล้ว แล้วคลิกที่ **Command** เพื่อกำหนดคำสั่งที่ใช้ในการออกแบบ ดังในรูปข้างล่าง

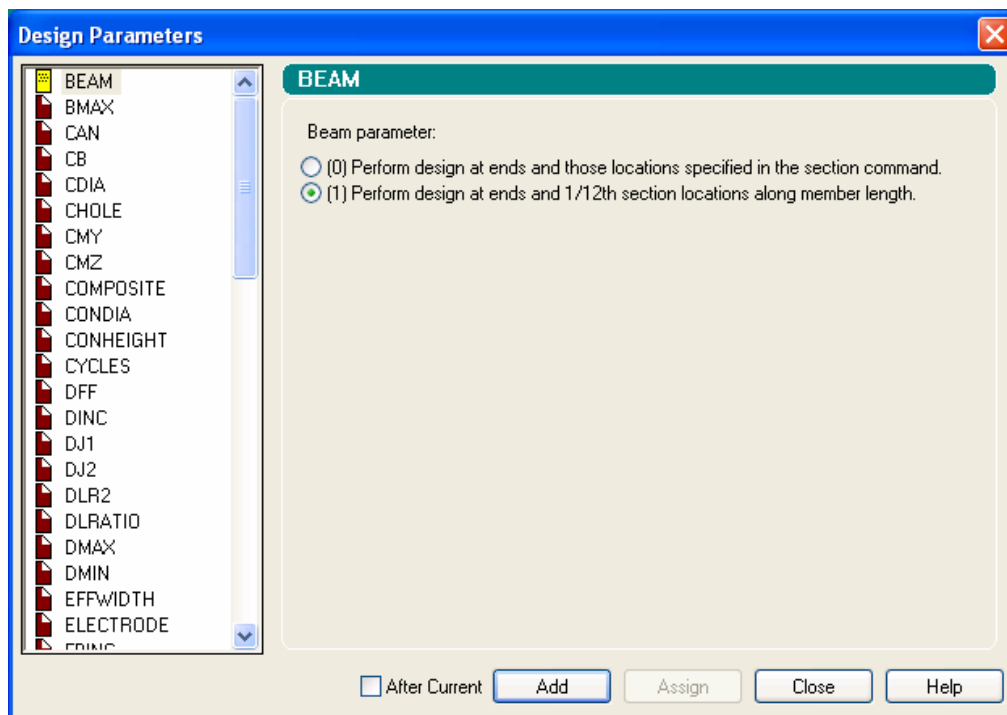


เมื่อคลิกปุ่มนี้จะให้ผู้ใช้เลือกพารามิเตอร์ที่จะถูกรวมอยู่ในการคำนวณออกแบบ โดยคลิกเลือกพารามิเตอร์ที่ต้องการจากรายการ



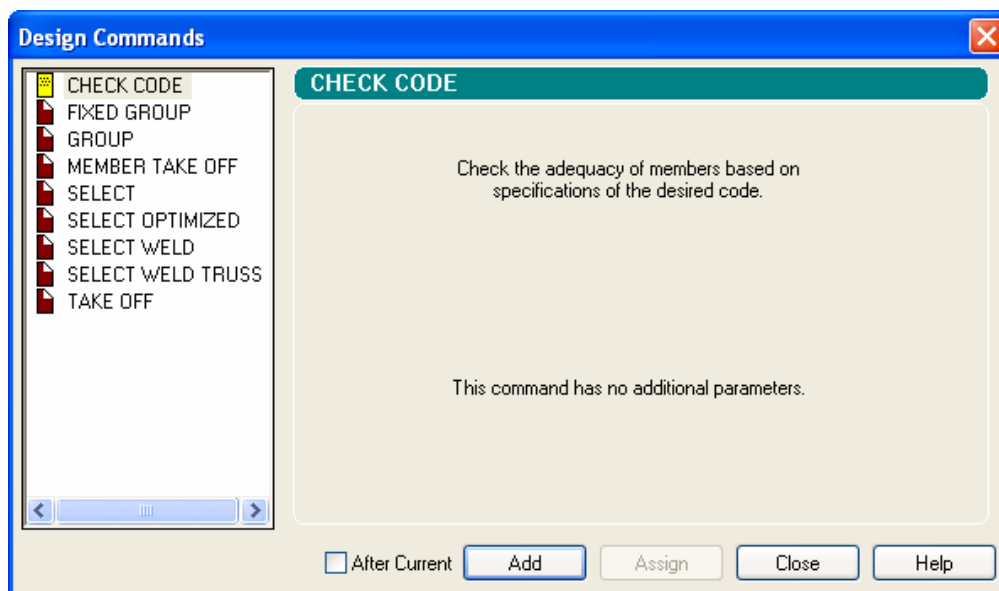
Define
Parameters...

เมื่อคลิกปุ่มนี้จะให้ผู้ใช้กำหนดพารามิเตอร์ออกแบบ โดยจะมีกล่องโต้ตอบแสดงขึ้นมา



Commands...

คลิกปุ่มนี้จะขอให้ผู้ใช้กำหนดคำสั่งในการออกแบบ โดยเลือกจากกล่องโต้ตอบดังในรูป

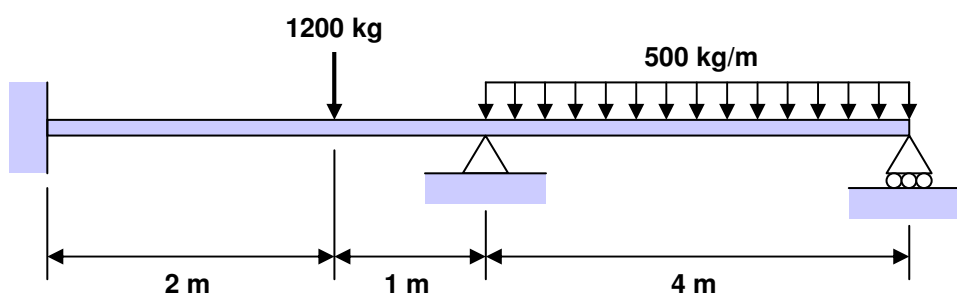


2

วิเคราะห์คานในสองมิติ

2.1 ลักษณะปัญหา

คานต่อเนื่องรับน้ำหนักดังแสดงในรูปข้างล่าง



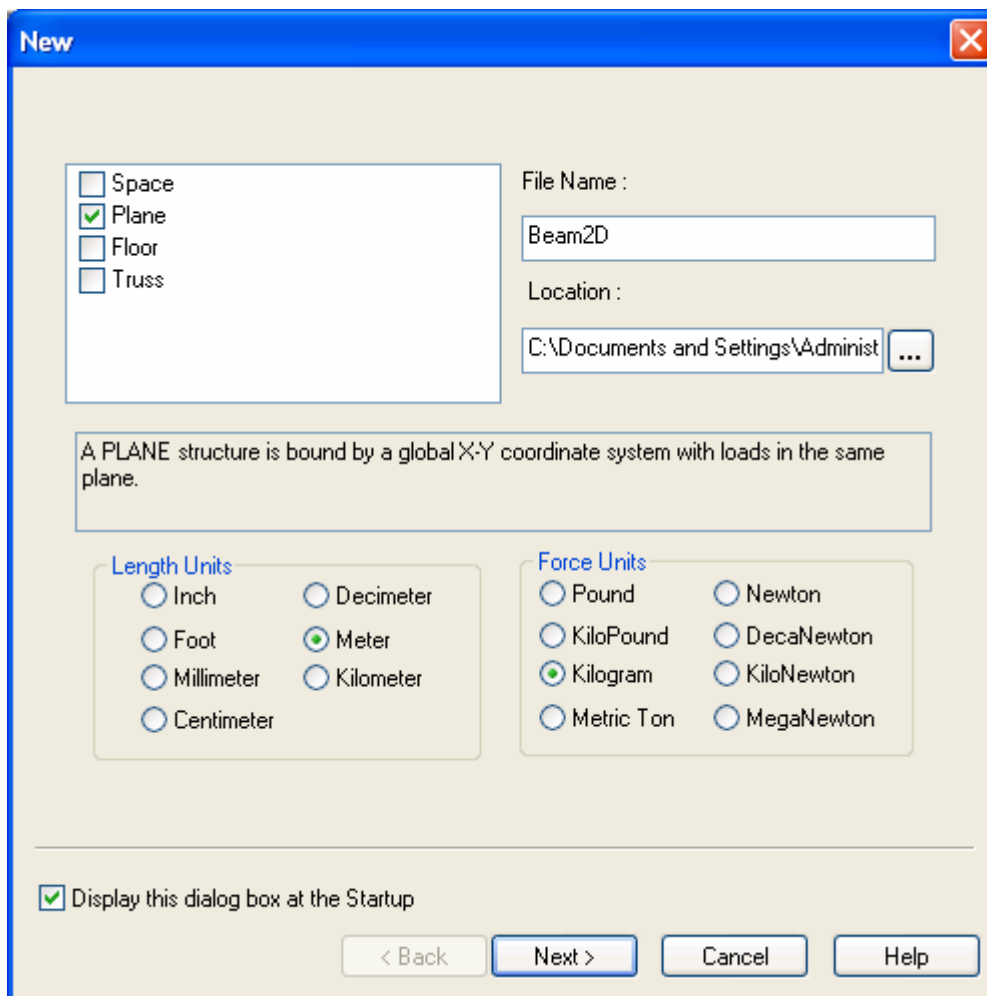
วิธีทำ

เนื่องจากปัญหานี้ต้องการทราบเพียงค่าแรงปฏิกิริยา ไม่ได้สนใจค่าการเสียรูปทรง จึงไม่มีการกำหนดคุณสมบัติวัสดุมาให้ แต่ค่าดังกล่าวก็ยังจำเป็นต้องป้อนให้แก่โปรแกรม โดยทำการสมมุติขึ้นซึ่งจะไม่มีผลต่อการคำนวณหาค่าแรงปฏิกิริยาแต่อย่างใด

ขั้นตอนที่ 1 เข้าสู่โปรแกรมเรียกคำสั่ง **File > New** จากเมนูบาร์ หรือจากไอคอน **New**

Structure  บนทูลบาร์ เพื่อสร้างแฟ้มงานใหม่ ใส่ข้อมูลดังนี้

- ชนิดโครงสร้าง : **Plane**
- ชื่อไฟล์ : **Beam2D**
- หน่วยความยาว : **Meter**
- หน่วยแรง : **Kilogram**
- เสร็จแล้วคลิกปุ่ม **Next**



ในกล่องโต้ตอบมาให้เลือก **Add Beam** แล้วคลิกปุ่ม **Finish**

ขั้นตอนที่ 2 คลิกเลือกหน้าย่อย **Setup > Job** ป้อนข้อมูลในกล่องโต้ตอบ **Job Info** ตามต้องการ แล้วเลือกหน้าย่อย **Geometry > Beam** โปรแกรมจะแสดงกล่องโต้ตอบ **Snap Node/Beam** พร้อมด้วยตาราง **Nodes** และ **Beams**

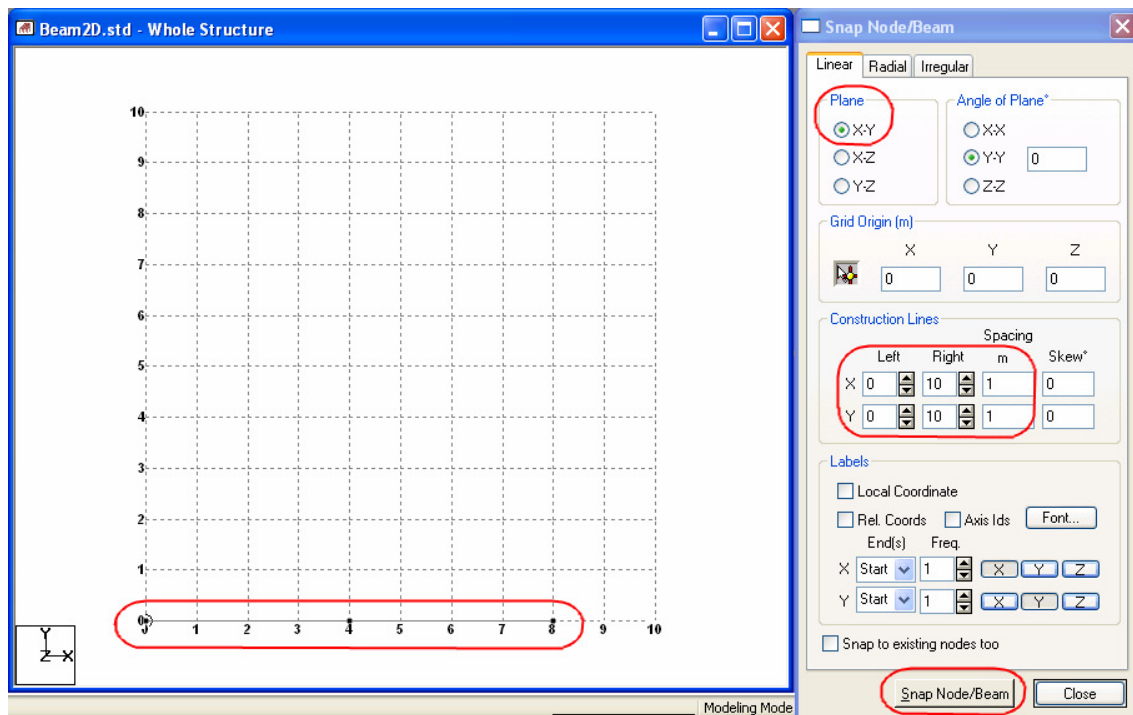
คลิกเลือกการแสดงผลด้านหน้า (**Front View**) จากทูลบาร์



ตั้งค่าระนาบ ระยะกริด แล้วสร้างโมเดลดังนี้

- **Plane : X-Y**
- **Construction Lines :**
 - X : 0 → 10, Spacing = 1**
 - Y : 0 → 10, Spacing = 1**

คลิกปุ่ม **Snap Node/Beam** แล้วสร้างโมเดลดังในรูป



เมื่อทำเสร็จแล้วจะเห็นได้ว่า ตาราง **Nodes** และ **Beams** มีข้อมูลตัวเลขของจุดต่อและคานตามที่สร้าง ผู้ใช้สามารถแก้ไขค่าในตาราง ซึ่งจะส่งผลให้แบบจำลองในเมนวินโดว์เปลี่ยนแปลงไปด้วย

Node	X m	Y m	Z m
1	0.000	0.000	0.000
2	4.000	0.000	0.000
3	8.000	0.000	0.000
4			

Beam	Node A	Node B	Property Refn.	Material	Beta	Length m
1	1	2			0.0	4.000
2	2	3			0.0	4.000
3						

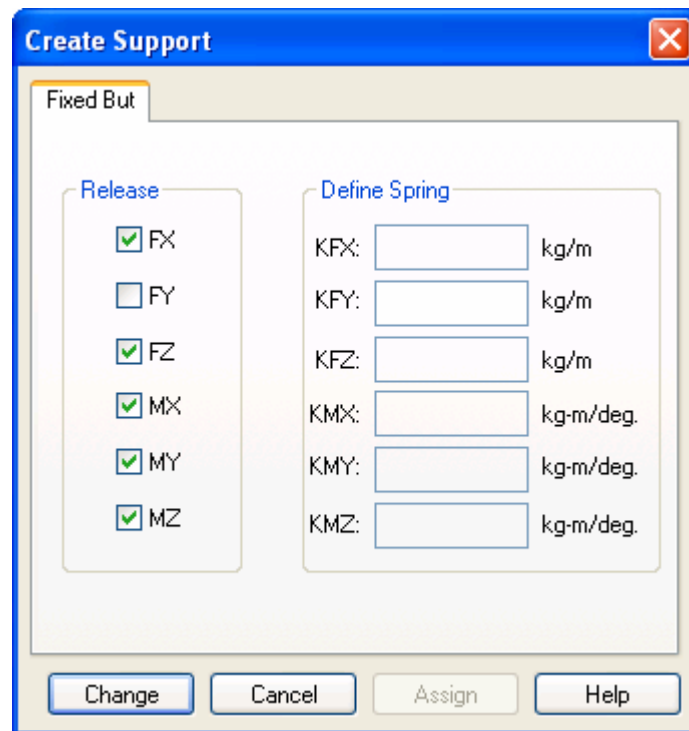
ขั้นตอนที่ 3 ใช้เพจคอนโทรล เข้าสู่หน้าย่อย **General > Property** เพื่อกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาคาร สำหรับโจทย์ปัญหานี้ จะเลือกหน้าตัดจากตารางเหล็กรามาฐาน เพื่อความรวดเร็ว

คลิกปุ่ม **Section Database** เลือกหน้าตัดเหล็กมาหนึ่งหน้าตัด คลิก **Add** เลือก **Assign To View** แล้วคลิกปุ่ม **Assign**

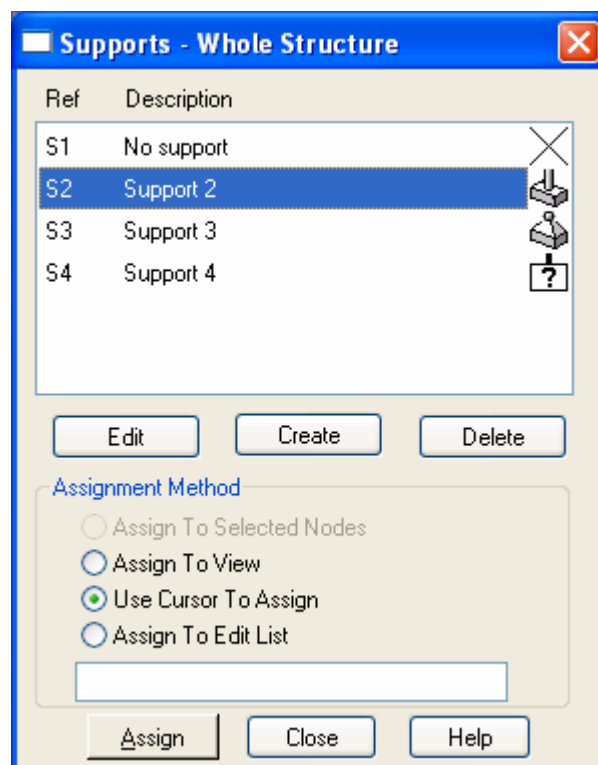
คลิกในภาพโมเดลเลือก **Label** ให้แสดงหมายเลขจุดต่อและคาน

ขั้นตอนที่ 4 เลือกหน้าย่อย **General > Support** เพื่อที่จะใส่จุดรองรับให้แก่โครงสร้าง ซึ่งมีทั้งหมด 3 แบบ คือ แบบยึดแน่น (**Fixed**) แบบหมุนได้ (**Pinned**) และเลื่อนได้ (**Roller**) โดยสร้างรูปแบบจุดรองรับทั้ง 3 ขึ้นมาก่อนด้วยคำสั่ง **Add** แล้วจึง **Assign** ให้แก่จุดต่อที่ต้องการทีละจุดตามลำดับ ด้วย **Node Cursor**

สำหรับจุดรองรับแบบ **Roller** ให้เลือกแถบ **Fixed But** คลิกเลือกดีกรีอิสระที่ต้องการ



รายการแสดงจุดรองรับจะเป็นดังในรูป



ขั้นตอนที่ 5 ทำการกำหนดน้ำหนักบรรทุกให้แก่โครงสร้าง โดยเลือกที่หน้าย่อย **General**
>**Load** สร้างชุดน้ำหนักบรรทุกขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วยน้ำหนักกระทำเป็นจุด

(Concentrated Force) และน้ำหนักแผ่กระจายคงที่ (Uniform Force) โดยคลิกที่ **Load Cases Details** แล้วคลิกปุ่ม **Add**

Add New : Load Cases

Primary

Number: 1 Loading Type: None

☐ Reducible per UBC/IBC

Title: Point Load & Distributed Load

Add Close Help

เมื่อสร้างกรณีน้ำหนักบรรทุกเสร็จจะแสดงขึ้นในรายการให้คลิกเลือกแล้วคลิกปุ่ม **Add** ใส่ข้อมูลของน้ำหนักบรรทุกดังในรูปข้างล่าง

Add New : Load Items

Concentrated Force

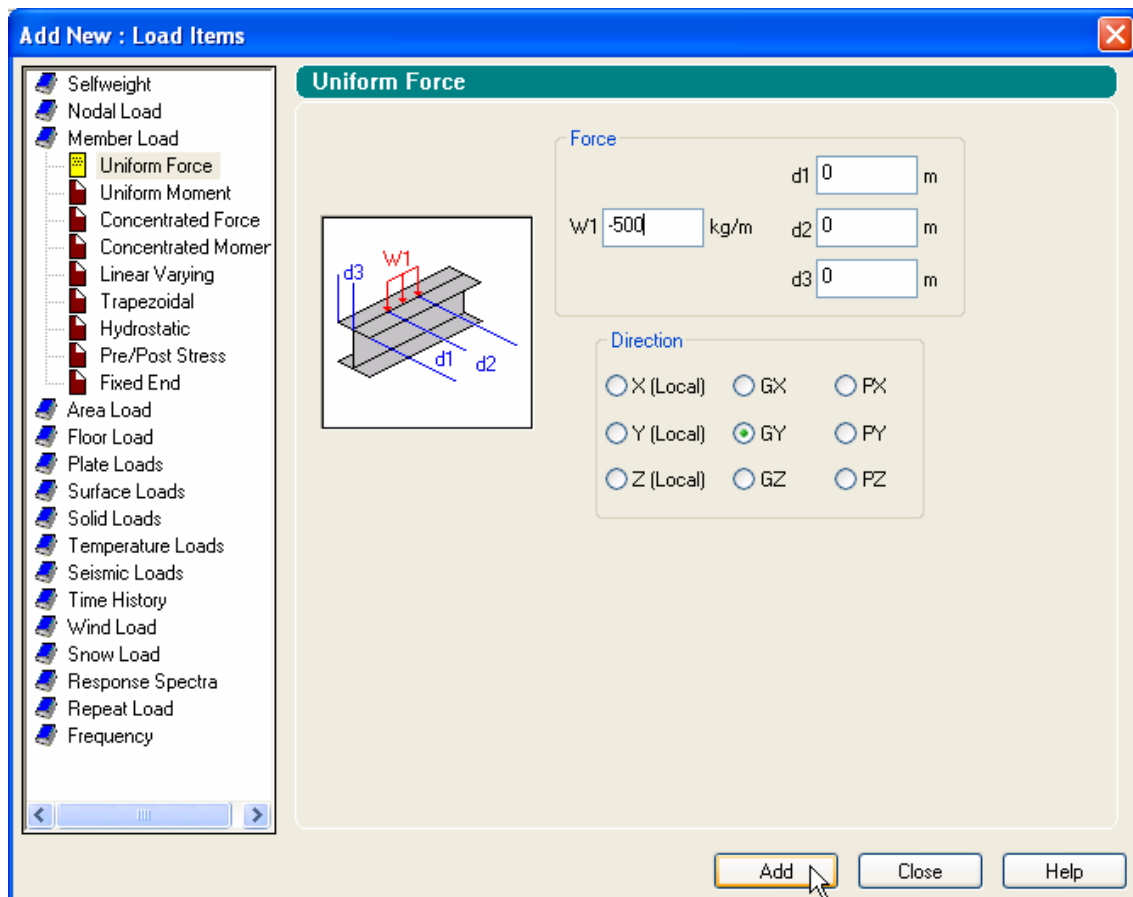
Force

P: -1200 kg d1: 2 m d2: m

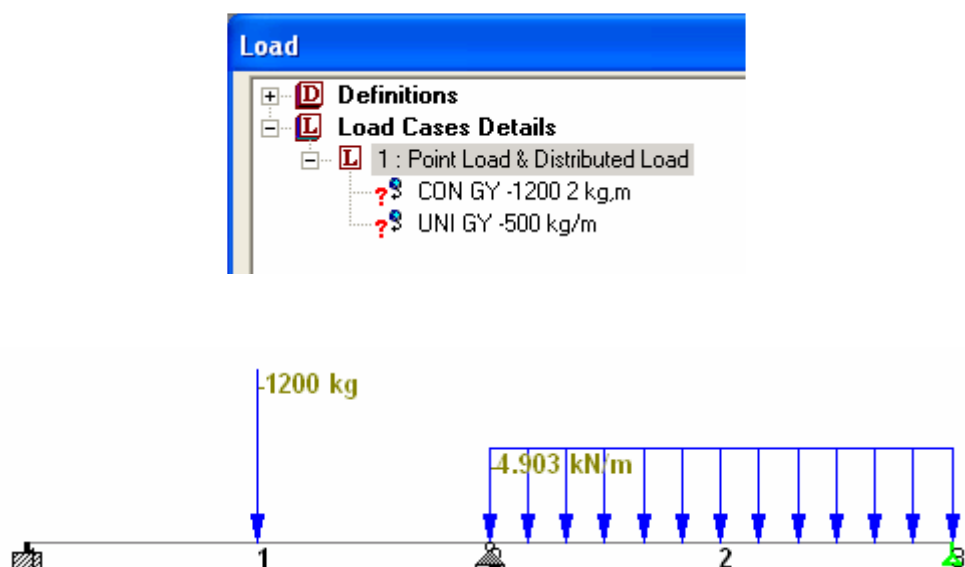
Direction

☐ X (Local) ☐ GX
☐ Y (Local) ☒ GY
☐ Z (Local) ☐ GZ

Add Close Help



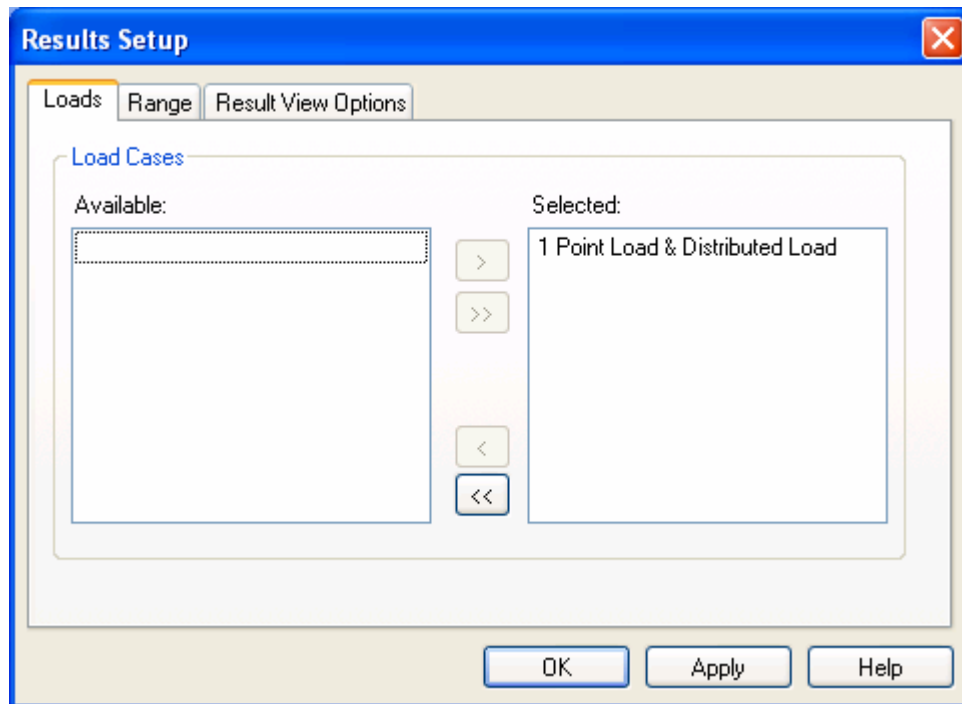
ในรายการจะแสดงน้ำหนักบรรทุกทั้งสองขึ้นมาดังในรูปให้คลิกเลือกแล้ว **Assign** ให้
คานที่ต้องการ



ขั้นตอนที่ 6 ทำการกำหนดค่าการแสดงผล ในแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์ (.ANL) ได้โดยใช้คำสั่ง
จากเมนูบาร์ **Commands > Pre Analysis Print > Print All...** และ **Command >**
Analysis > Perform Analysis เลือก **All** หรือใช้เพจคอนโทรลดังกล่าวมาแล้ว

ขั้นตอนที่ 7 สั่งให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ **Analyze > Run Analysis...** เลือกทำการวิเคราะห์ด้วย **STAAD**



ขั้นตอนที่ 8 เข้าสู่โหมดแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ **Mode > Post Processing** หรือจากไอคอนบนทูลบาร์ เลือกชุดน้ำหนักรบรรทุกที่จะใช้ทำการแสดงผล

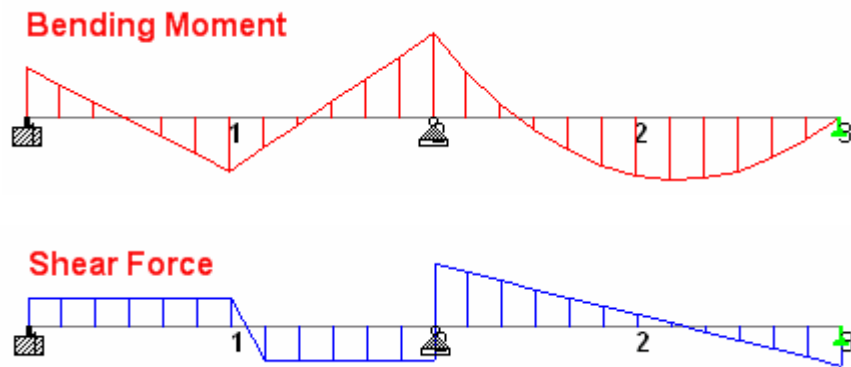


ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูค่าการแสดงผลได้ตามต้องการ แต่สำหรับปัญหานี้ที่เราสนใจคือค่าแรงปฏิกิริยาซึ่งดูได้จากหน้าย่อย **Node > Reactions** และการเสียนรูปจากหน้าย่อย **Node > Displacement** หรือจากไอคอน **Deflections** ได้โดยตรง

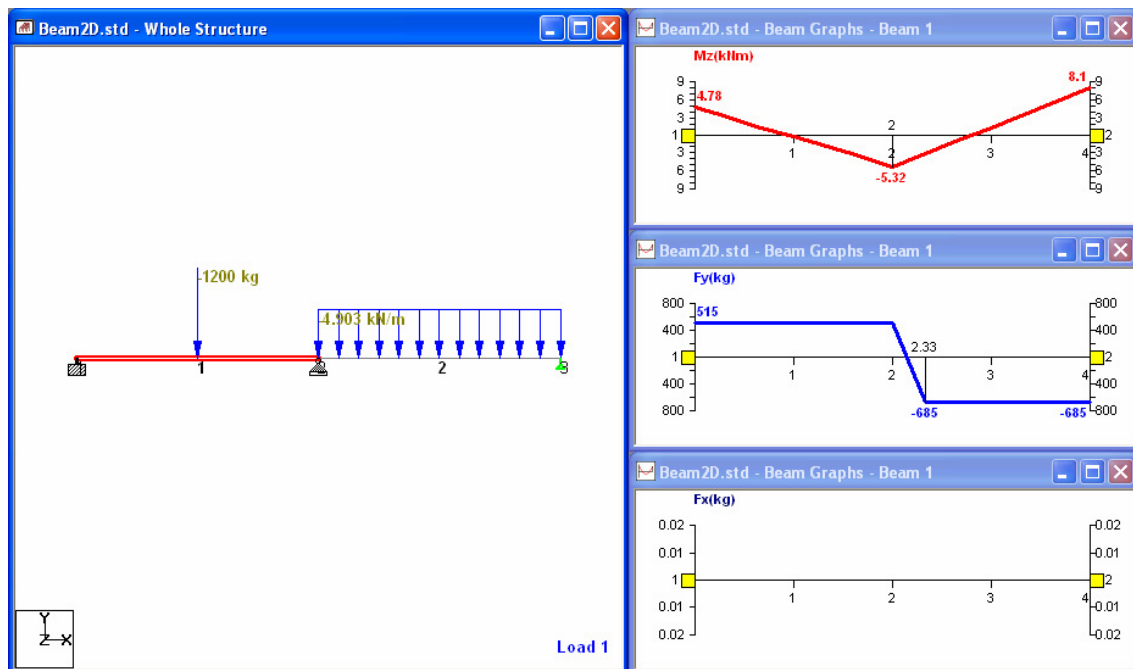




การปรับขนาดรูปภาพในการแสดงผล ให้ขยายขึ้นหรือเล็กลงทำได้โดยใช้คำสั่ง **View > Structure Diagrams > Scales** หรือจากไอคอน **Scales**  ถ้าต้องการให้ขยายขึ้นให้ปรับค่าตัวเลขให้น้อยลง และในทางกลับกันถ้าต้องการให้เล็กลง ก็ปรับค่าตัวเลขให้เพิ่มขึ้น

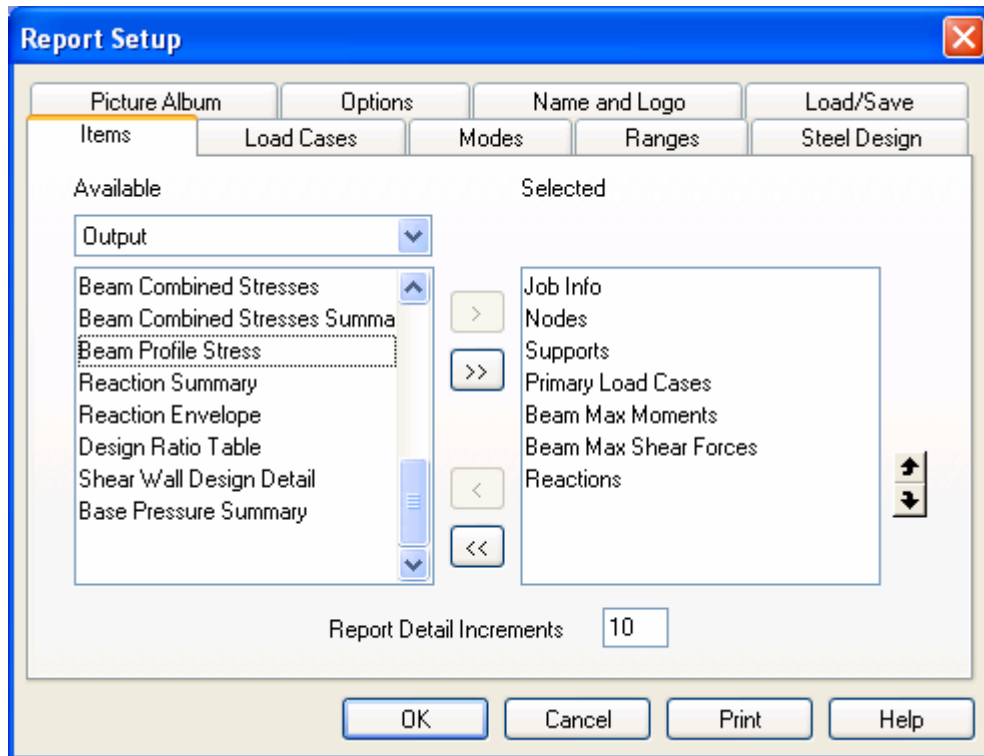
และจากหน้าย่อย **Beam > Forces** จะสามารถค่าของแรงในคานพร้อมทั้งแผนภาพได้ หรือโดยใช้ไอคอนโดยตรง ได้แก่ **Bending Z Moment**  **Shear Y Force** 



ส่วนหน้าย่อย **Beam > Graphs** จะเป็นการแสดงผลที่ละองค์อาคาร ในรูปกราฟพร้อม
แสดงค่าแรงตัวเลขด้วย



ขั้นตอนที่ 9 การสร้างรายงาน ทำได้โดยเข้าสู่หน้าหลัก **Reports** จากเพจคอนโทรล หรือจากเมนูบาร์ **Report Setup**  เมื่อเลือกรายการที่ต้องการแล้วสามารถดูตัวอย่างก่อนพิมพ์ได้ด้วยไอคอน **Print Preview**  จะได้รายงานที่จัดพิมพ์สำเร็จรูป



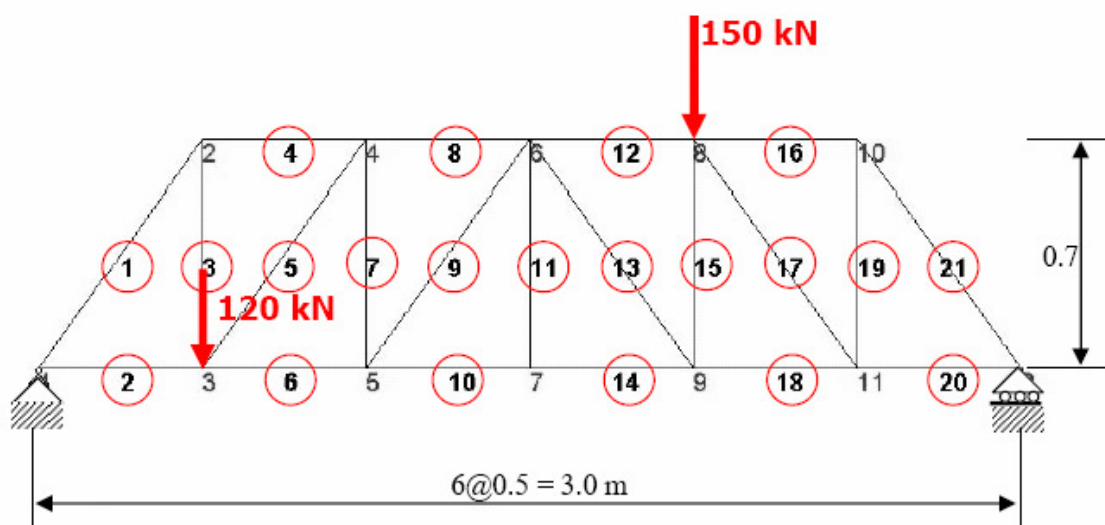
3

วิเคราะห์โครงสร้างสองมิติ

3.1 ลักษณะปัญหา

สำหรับโครงข้อหมุน ควรเลือกประเภทการวิเคราะห์เป็น **TRUSS** ซึ่งหมายถึงโครงสร้างรับแรงตามแนวแกนเท่านั้น ซึ่งจะช่วยลดความยุ่งยากในการคำนวณลงได้มาก

จงวิเคราะห์โครงข้อหมุนต่อไปนี้ กำหนดให้ $E = 2 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$ และ $A = 6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ สำหรับทุกชิ้นส่วน



ขั้นตอนที่ 1 เข้าสู่โปรแกรมเรียกคำสั่ง **File > New** จากเมนูบาร์ หรือจากไอคอน **New**

Structure  บนทูลบาร์ เพื่อสร้างแฟ้มงานใหม่ ใส่ข้อมูลดังนี้

- ชนิดโครงสร้าง : **Truss**
- ชื่อไฟล์ : **Truss2D**
- หน่วยความยาว : **Meter**
- หน่วยแรง : **KiloNewton**
- เสร็จแล้วคลิกปุ่ม **Next**

ในกล่องโต้ตอบมาให้เลือก **Add Beam** แล้วคลิกปุ่ม **Finish**

ขั้นตอนที่ 2 คลิกเลือกหน้าย่อย **Setup > Job** ป้อนข้อมูลในกล่องโต้ตอบ **Job Info** ตามต้องการ แล้วเลือกหน้าย่อย **Geometry > Beam** โปรแกรมจะแสดงกล่องโต้ตอบ **Snap Node/Beam** พร้อมด้วยตาราง **Nodes** และ **Beams**

คลิกเลือกการแสดงผลด้านหน้า (**Front View**) จากทูลบาร์



ตั้งค่าระนาบ ระยะกิริติ แล้วสร้างโมเดลดังนี้

- **Plane : X-Y**
- **Construction Lines :**
X : 0 → 6, Spacing = 0.5
Y : 0 → 1, Spacing = 0.7

คลิกปุ่ม **Snap Node/Beam** หน้าจอสร้างโมเดลจะแสดงดังในรูปข้างล่าง



ในการสร้างแบบจำลองทำโดยคลิกที่จุดตัดของเส้นตารางที่ได้ตั้งค่าไว้แล้ว เมื่อคลิกที่จุดต่อ **1** และจุดต่อ **2** ด้วยเครื่องหมายกากบาท โปรแกรมจะสร้างองค์อาคารหมายเลข **1** ขึ้นมา โดยอัตโนมัติ และเมื่อคลิกที่จุดต่อ **3** โปรแกรมก็จะสร้างองค์อาคารหมายเลข **2** จากจุดต่อ **2** ไปยังจุดต่อ **3** โดยอัตโนมัติเช่นกัน

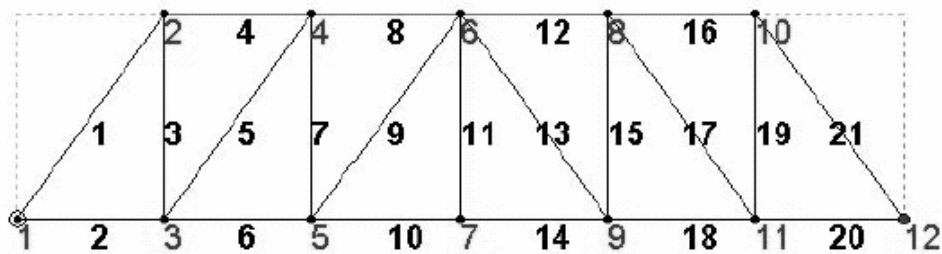


แต่เนื่องจากเราต้องการสร้างองค์อาคารหมายเลข **2** จากจุดต่อ **1** ไปยังจุดต่อ **3** (ดูโจทย์ ประกอบ) เราจึงต้องย้ายจุดสีแดง (**Hot Grips**) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นขององค์อาคารใหม่ จาก

จุดต่อ 2 ไปยังจุดต่อ 1 ด้วยการกด **Ctrl** ค้างไว้แล้วคลิกที่จุดต่อ 1 จะเห็นได้ว่าจุดสีแดงจะปรากฏที่จุดต่อ 1 ปล่อย **Ctrl** แล้วคลิกที่จุดต่อ 3 โปรแกรมจะสร้างองค์อาคารหมายเลข 2 ขึ้นดังภาพ



ทำเช่นเดียวกันเพื่อสร้างแบบจำลองให้มีหมายเลขของจุดต่อและองค์อาคารเป็นดังที่โจทย์กำหนด



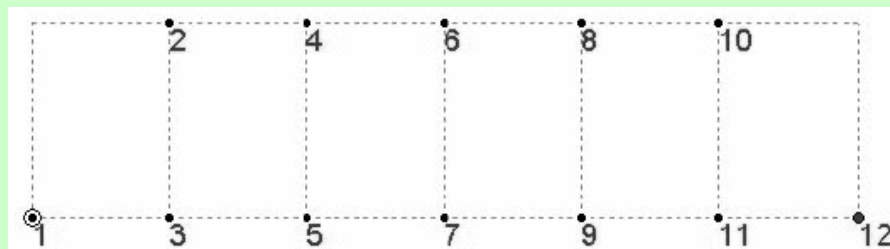
ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว เรามักจะกำหนดจุดต่อหมายเลขที่มีค่าต่ำกว่าเป็นจุดเริ่มต้น ไปยังจุดต่อหมายเลขที่มีค่ามากกว่า

TIPS



นอกจากวิธีข้างต้นแล้ว เราอาจจะสร้างแบบจำลองโดย สร้างเฉพาะจุดต่ออย่างเดียวตามลำดับที่ต้องการ แล้วค่อยใช้คำสั่ง **Add Beam** สร้างองค์อาคารระหว่างจุดต่อที่ต้องการ

- กด **Ctrl** ค้างไว้ตลอดแล้วคลิกที่ตำแหน่งจุดต่อที่ต้องการตามลำดับ จนครบ



- คลิกที่ **Snap Node/Beam** เพื่อยกเลิกการใช้งาน (ปุ่มบนขึ้น) คลิกที่ทูลบาร์ **Add Beams** หรือจากเมนูบาร์ **Geometry > Add Beam** เพื่อสร้างองค์อาคารโดยคลิกที่จุดต่อเริ่มต้นและจุดต่อปลายทางตามลำดับ โปรแกรมจะสร้างองค์อาคารขึ้นมาให้สำหรับองค์อาคารต่อไปก็ต้องคลิกจุดต่อเริ่มต้นและจุดต่อปลายทาง 2 จุดเช่นเดิม

ขั้นตอนที่ 3 ให้เพจคอนโทรล เข้าสู่หน้าจอ **General > Property** เพื่อกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาคาร สำหรับโจทย์ปัญหานี้ โจทย์กำหนดพื้นที่หน้าตัด (A) ส่วนคุณสมบัติวัสดุ โจทย์กำหนดค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (E) มาให้ ซึ่งพอเพียงสำหรับโครงสร้างแบบ **TRUSS** คลิกปุ่ม **Define...** เลือก **General** เพื่อสร้างคุณสมบัติหน้าตัด

Property

General

AX: 0.0006 m2 IX: 0 m4 YD: 0 m

AY: 0 m2 IY: 0 m4 ZD: 0 m

AZ: 0 m2 IZ: 0 m4 YB: 0 m

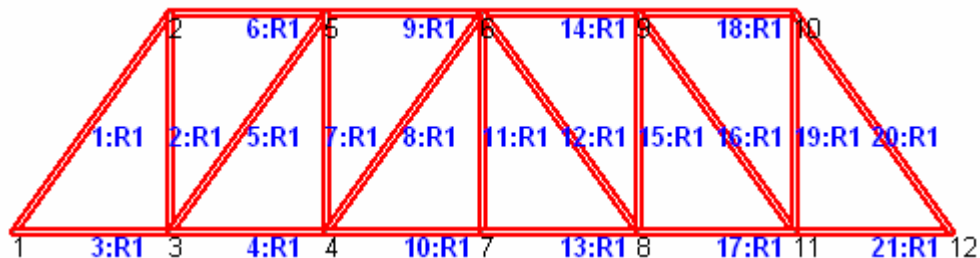
ZB: 0 m

☐ Material
CONCRETE

คลิกเครื่องหมายถูกออก
เพื่อกำหนดคุณสมบัติเอง
ภายหลัง

Add Assign Close Help

คลิก **Add** เลือก **Assign To View** แล้วคลิกปุ่ม **Assign**



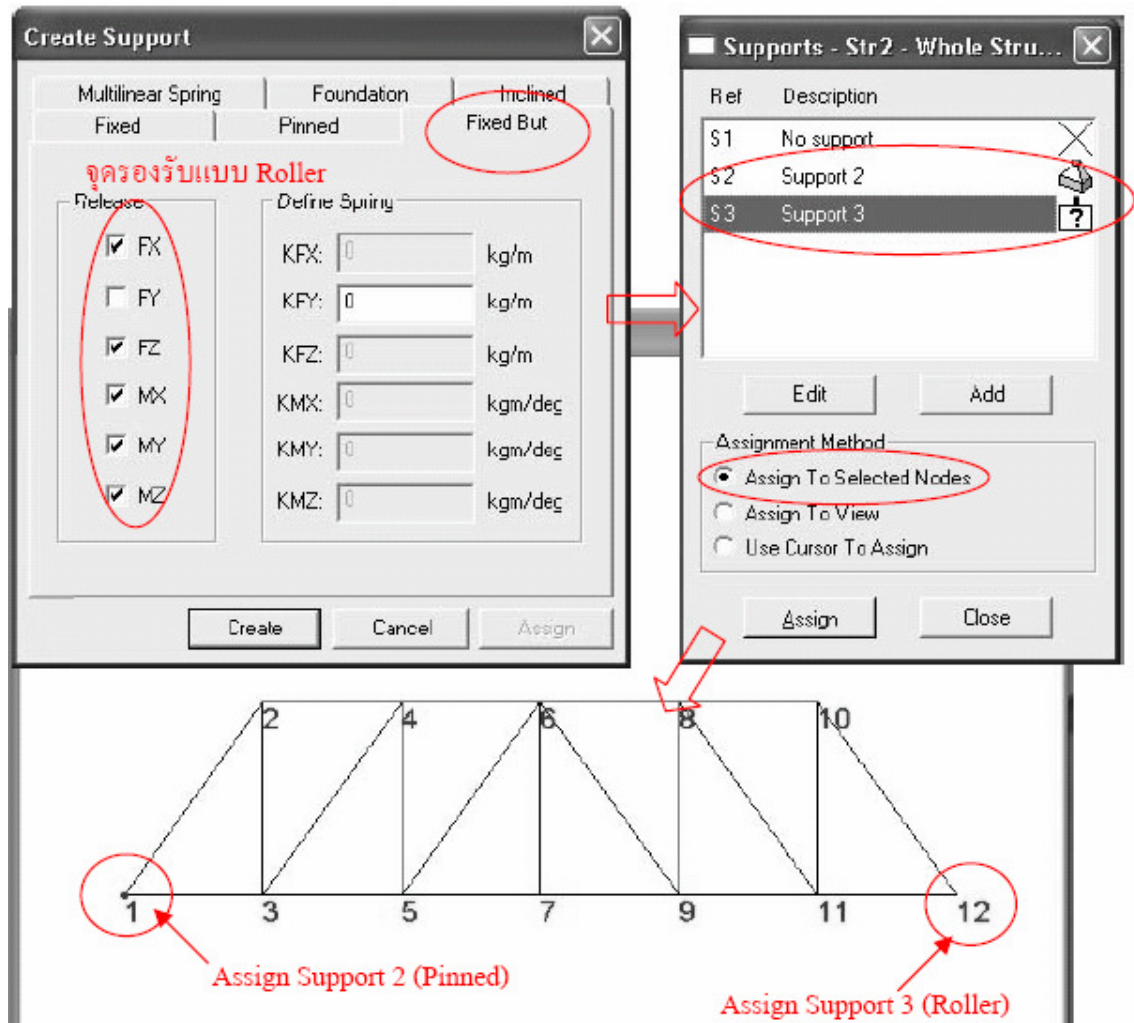
ขั้นตอนที่ 4 เลือกหน้าจอ **General > Support** เพื่อที่จะใส่จุดรองรับให้แก่โครงสร้าง ซึ่งมีทั้งหมด 2 แบบ คือ แบบหมุดได้ (**Pinned**) และเลื่อนได้ (**Roller**) โดยสร้างรูปแบบจุดรองรับทั้ง 2 ขึ้นมาก่อนด้วยคำสั่ง **Add** แล้วจึง **Assign** ให้แก่จุดต่อที่ต้องการที่ละจุดตามลำดับ ด้วย **Node Cursor**

TIPS

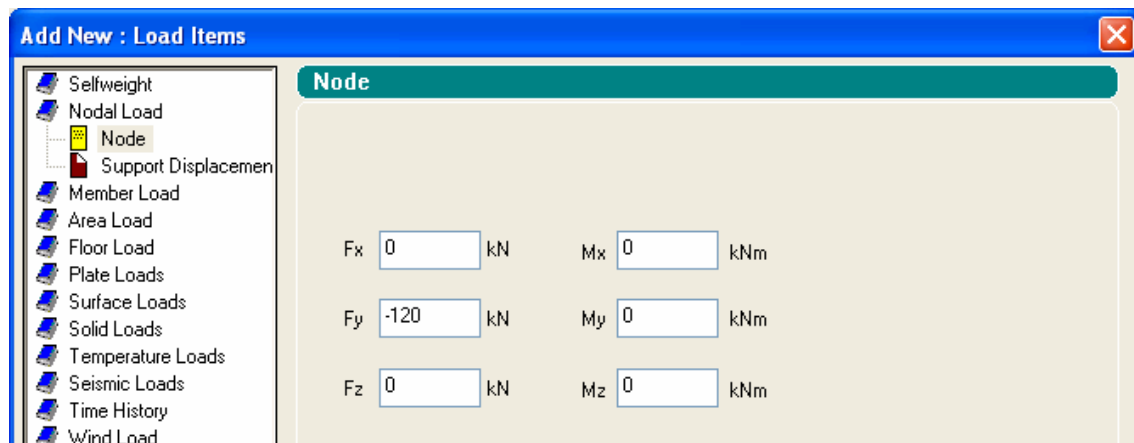


ในกรณีที่ต้องการลบจุดรองรับออกจากโครงสร้างทำได้โดย **Assign S1 (No Support)** ให้แก่จุดต่อที่มีจุดรองรับเดิมอยู่

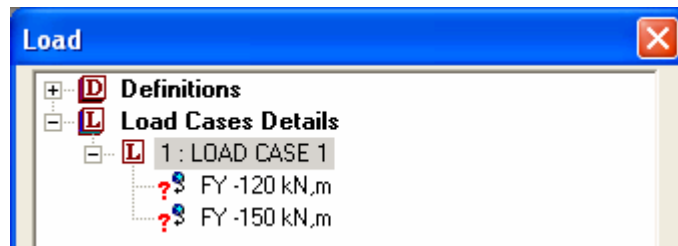
Ref	Description
S1	No support



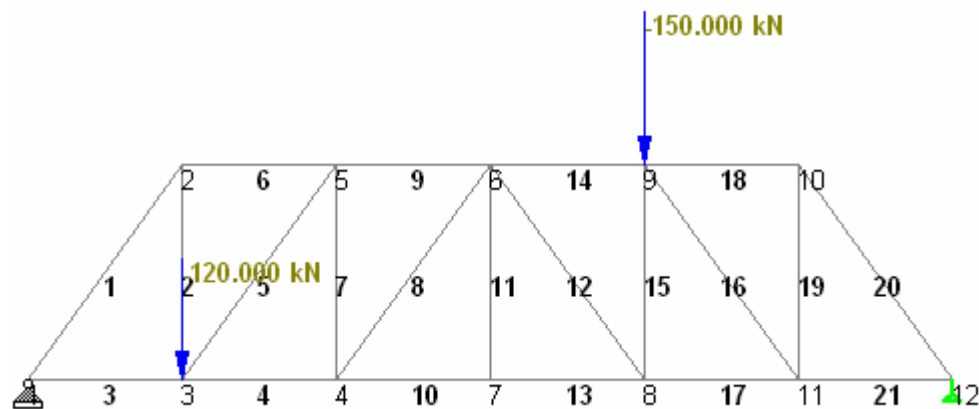
ขั้นตอนที่ 5 ทำการกำหนดน้ำหนักบรรทุกให้แก่โครงสร้าง โดยเลือกที่หน้าย่อย **General** > **Load** สร้างชุดน้ำหนักบรรทุกขึ้นมา ซึ่งจะเป็นน้ำหนักกระทำเป็นจุด (**Concentrated Force**) คลิกที่ **Load Cases Details** แล้วคลิกปุ่ม **Add** เพื่อสร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 1 (**Load Case 1**) คลิกเลือกรายการที่สร้างขึ้นแล้วคลิกปุ่ม **Add** เลือก **Nodal Load** ใส่ค่า $F_y = -120 \text{ kN}$ ดังในรูปข้างล่าง




ทำซ้ำเปลี่ยน $F_y = -150 \text{ kN}$ ในรายการจะแสดงน้ำหนักบรรทุกทั้งสองขึ้นม้างในรูปให้คลิกเลือกแล้ว **Assign** ให้จุดต่อที่ต้องการ



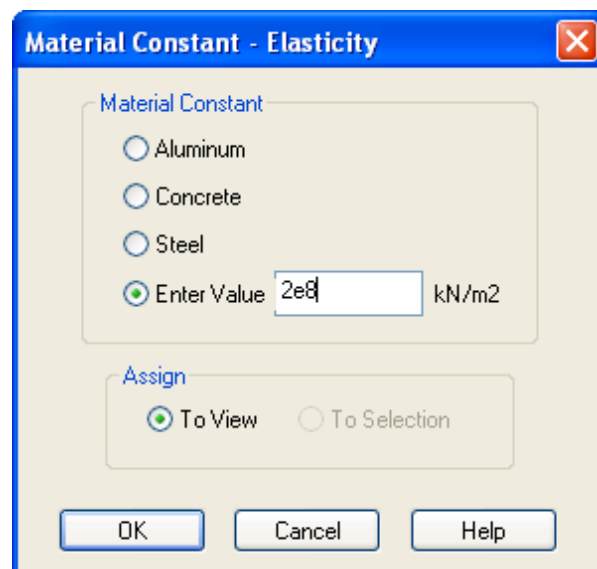
ปรับสเกลและกำหนดการแสดงค่าให้น้ำหนักบรรทุกจนได้ดังในรูปข้างล่าง



ทำการบันทึกภาพ ไว้เพื่อใช้ประกอบรายงานโดยคลิกไอคอน **Take Picture** 

เนื่องจากยังไม่ได้กำหนดคุณสมบัติวัสดุ ทำให้ยังไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้

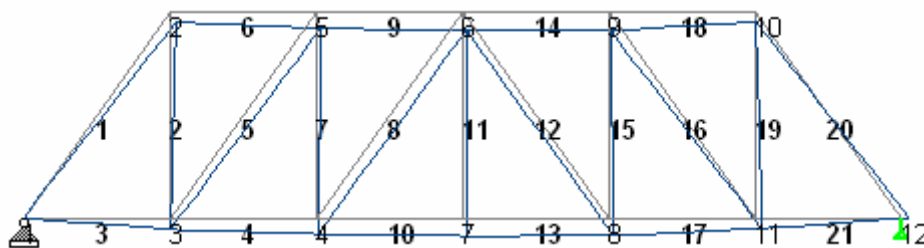
ทำการกำหนดโมดูลัสยืดหยุ่นให้แก่องค์อาคารในโครงสร้างได้โดย ใช้คำสั่ง **Commands** > **Material Constants** > **Elasticity...** แล้วกำหนดค่าให้แก่ทั้งโครงสร้างโดยเลือกตัวเลือก **To View**






ขั้นตอนที่ 6 ทำการกำหนดค่าการแสดงผล ในแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์ (.ANL) ได้โดยใช้คำสั่งจากเมนูบาร์ **Commands > Pre Analysis Print > Print All...** และ **Command > Analysis > Perform Analysis** เลือก **All** หรือใช้เพจคอนโทรลดังได้กล่าวมาแล้ว

ขั้นตอนที่ 7 สั่งให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ **Analyze > Run Analysis...** เลือกทำการวิเคราะห์ด้วย **STAAD**

ขั้นตอนที่ 8 เข้าสู่โหมดแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ **Mode > Post Processing** หรือคลิกไอคอนบนทูลบาร์  เลือกชุดน้ำหนักรบรรทุกที่จะใช้ทำการแสดงผล เลือกดูการแสดงผลแรงปฏิกิริยา (**Reactions**) และการเสียรูปทรง (**Displacements**) แล้วบันทึกภาพด้วยคำสั่ง **Take Picture** เพื่อใช้ประกอบรายงาน



การปรับขนาดรูปภาพในการแสดงผล ให้ขยายขึ้นหรือเล็กลงทำได้โดยใช้คำสั่ง **View > Structure Diagrams > Scales** หรือจากไอคอน **Scales**  ถ้าต้องการให้ขยายขึ้นให้ปรับค่าตัวเลขให้น้อยลง และในทางกลับกันถ้าต้องการให้เล็กลง ก็ปรับค่าตัวเลขให้เพิ่มขึ้น

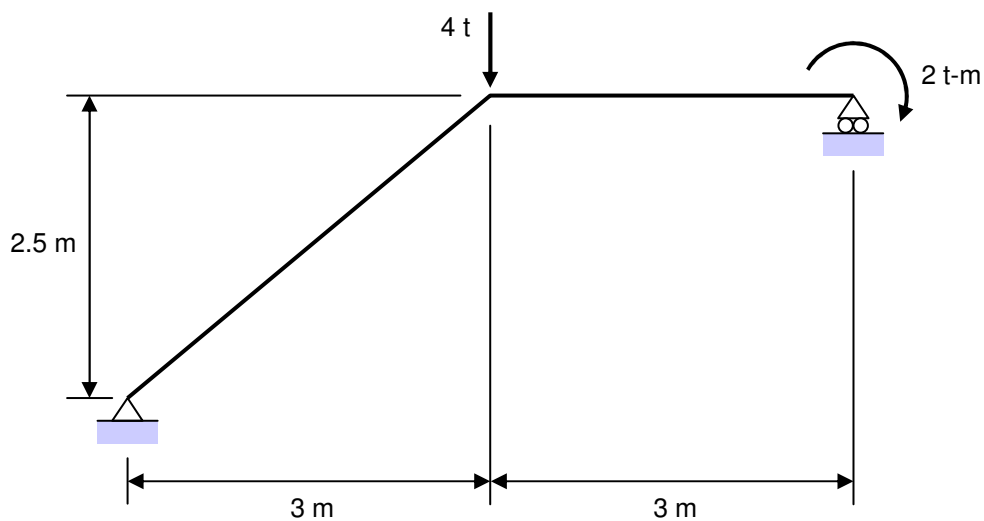
ขั้นตอนที่ 9 การสร้างรายงาน ทำได้โดยเข้าสู่หน้าหลัก **Reports** จากเพจคอนโทรล หรือจากเมนูบาร์ **Report Setup**  เมื่อเลือกรายการที่ต้องการแล้วสามารถดูตัวอย่างก่อนพิมพ์ได้ด้วยไอคอน **Print Preview**  จะได้รายงานที่จัดพิมพ์สำเร็จรูป

วิเคราะห์โครงข้อแข็งสองมิติ

4.1 ลักษณะปัญหา

สำหรับปัญหาโครงข้อแข็ง (Frame Structures) ใน 2 มิติ ประเภทการวิเคราะห์ที่เหมาะสม ควรเลือกประเภทการวิเคราะห์เป็น **PLANE** ซึ่งหมายถึงปัญหาในระนาบ

จงวิเคราะห์โครงข้อแข็งต่อไปนี้ กำหนดให้ $E = 2.05 \times 10^6 \text{ Kgf/cm}^2$ และมีขนาดหน้าตัด $A = 12 \text{ cm}^2$ และโมเมนต์ความเฉื่อย $I = 600 \text{ cm}^4$ สำหรับทุกชิ้นส่วน



ขั้นตอนที่ 1 เข้าสู่โปรแกรมเรียกคำสั่ง **File > New** จากเมนูบาร์ หรือจากไอคอน **New**

Structure  บนทูลบาร์ เพื่อสร้างแฟ้มงานใหม่ ใส่ข้อมูลดังนี้

- ชนิดโครงสร้าง : **Plane**
- ชื่อไฟล์ : **Frame2D**
- หน่วยความยาว : **Meter**
- หน่วยแรง : **Metric Ton**
- เสร็จแล้วคลิกปุ่ม **Next**

ในกล่องโต้ตอบมาให้เลือก **Add Beam** แล้วคลิกปุ่ม **Finish**

ขั้นตอนที่ 2 คลิกเลือกหน้าย่อย **Setup > Job** ป้อนข้อมูลในกล่องโต้ตอบ **Job Info** ตามต้องการ แล้วเลือกหน้าย่อย **Geometry > Beam** โปรแกรมจะแสดงกล่องโต้ตอบ **Snap Node/Beam** พร้อมด้วยตาราง **Nodes** และ **Beams**

คลิกเลือกการแสดงผลด้านหน้า (**Front View**) จากทูลบาร์



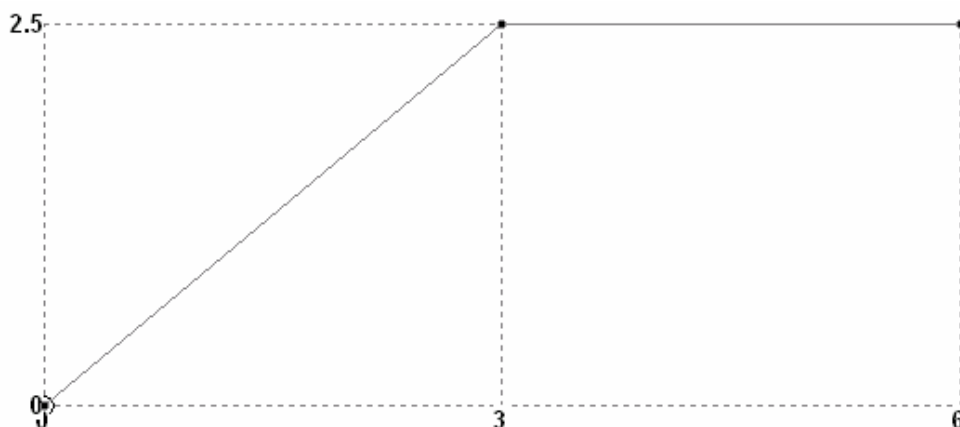
ตั้งค่าระนาบ ระยะกิริติ แล้วสร้างโมเดลดังนี้

- **Plane : X-Y**
- **Construction Lines :**
 - X : Left = 0, Right = 2, Spacing = 3**
 - Y : Left = 0, Right = 1, Spacing = 2.5**

คลิกปุ่ม **Snap Node/Beam** หน้าจอสร้างโมเดลจะแสดงดังในรูปข้างล่าง



สร้างแบบจำลองดังแสดงในรูป



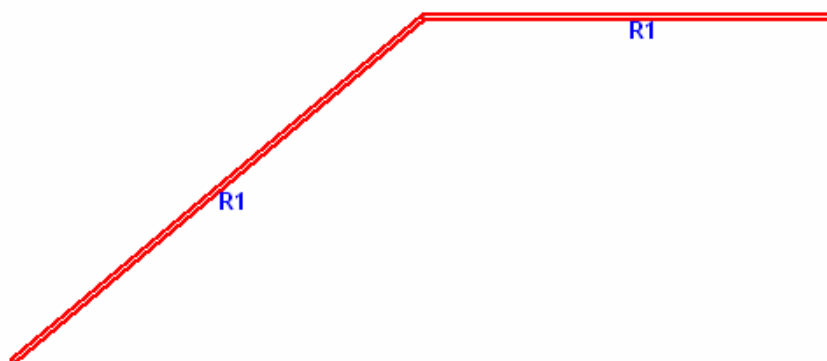
ขั้นตอนที่ 3 ให้เพจคอนโทรล เข้าสู่หน้าย่อย **General > Property** เพื่อกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาคาร สำหรับโจทย์ปัญหานี้ โจทย์กำหนดพื้นที่หน้าตัด (A) และโมเมนต์ความเฉื่อย (I) ส่วนคุณสมบัติวัสดุโจทย์กำหนดค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (E) มาให้ ซึ่งพอเพียงสำหรับโครงสร้างแบบโครงข้อแข็ง

คลิกปุ่ม **Define...** เลือก **General** เพื่อสร้างคุณสมบัติหน้าตัด

กดปุ่ม **F2** กรอกพื้นที่ **AX: 12 cm2** แล้วกด **Enter** โปรแกรมจะแปลงหน่วยเป็น **m2**

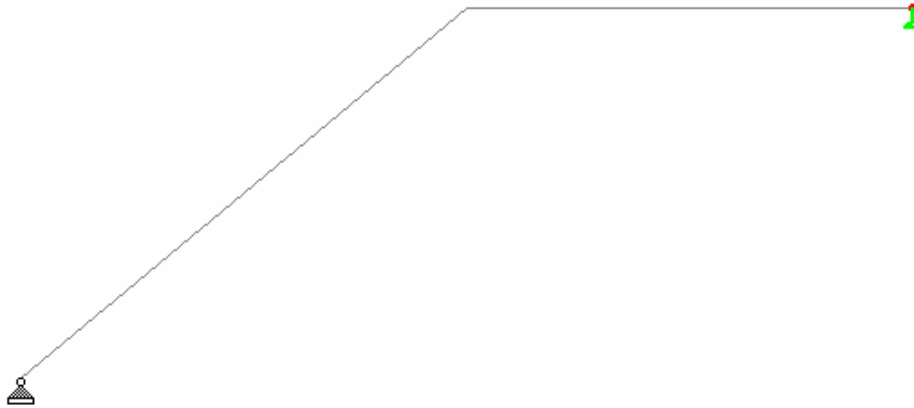
กรอกข้อมูลโมเมนต์ความเฉื่อย **IZ: 600 cm4** โดยวิธีเดียวกัน แล้วคลิกเครื่องหมายถูกที่ **Material** ออก

คลิก **Add** เลือก **Assign To View** แล้วคลิกปุ่ม **Assign**

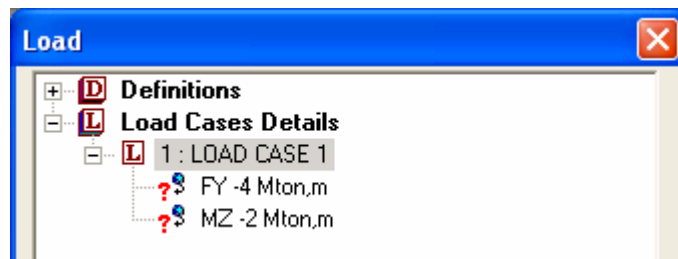


ทำการกำหนดโมดูลัสยืดหยุ่นให้แก่องค์อาคารในโครงสร้างได้โดยใช้คำสั่ง **Commands > Material Constants > Elasticity...** แล้วกำหนดค่าให้แก่ทั้งโครงสร้างโดยเลือกตัวเลือก **Assign To View**

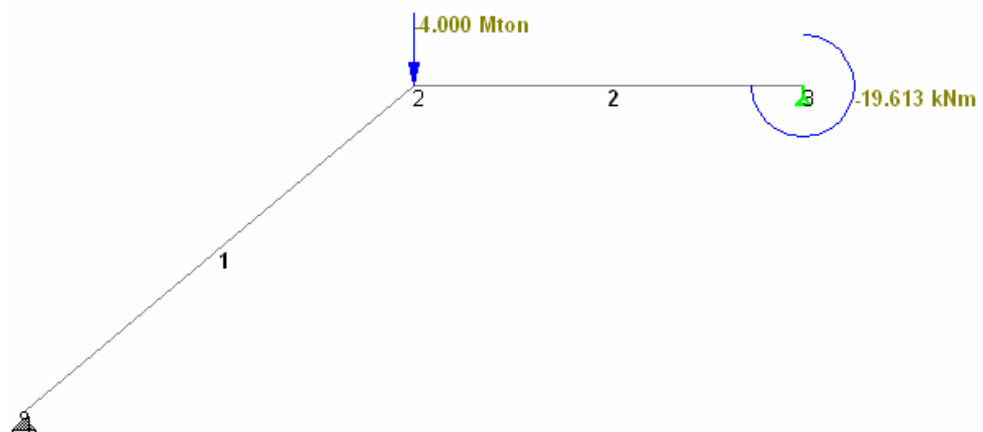
ขั้นตอนที่ 4 เลือกหน้าย่อย **General > Support** เพื่อที่จะใส่จุดรองรับให้แก่โครงสร้าง ซึ่งมีทั้งหมด 2 แบบ คือ แบบหมุดได้ (**Pinned**) และเลื่อนได้ (**Roller**) โดยสร้างรูปแบบจุดรองรับทั้ง 2 ขึ้นมาก่อนด้วยคำสั่ง **Add** แล้วจึง **Assign** ให้แก่จุดต่อที่ต้องการทีละจุดตามลำดับ ด้วย **Node Cursor**




ขั้นตอนที่ 5 ทำการกำหนดน้ำหนักบรรทุกให้แก่โครงสร้าง โดยเลือกที่หน้าย่อย **General > Load** สร้างชุดน้ำหนักบรรทุกขึ้นมา ซึ่งจะเป็นน้ำหนักกระทำเป็นจุด (**Concentrated Force**) และโมเมนต์ คลิกที่ **Load Cases Details** แล้วคลิกปุ่ม **Add** เพื่อสร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 1 (**Load Case 1**) คลิกเลือกรายการที่สร้างขึ้นแล้วคลิกปุ่ม **Add** เลือก **Nodal Load** ใส่ค่าแรงและโมเมนต์ ดังในรูปข้างล่าง



ปรับสเกลและกำหนดการแสดงค่าให้น้ำหนักบรรทุกจนได้ดังในรูปข้างล่าง




ทำการบันทึกภาพ ไว้เพื่อใช้ประกอบรายงานโดยคลิกไอคอน **Take Picture** 

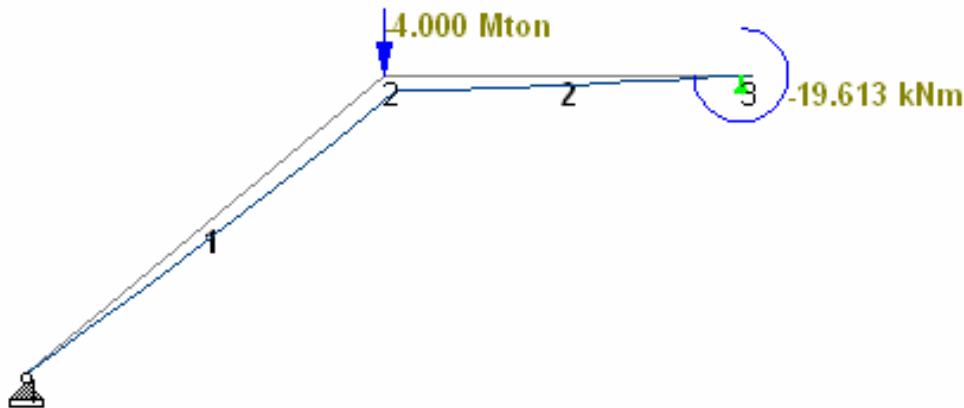
ขั้นตอนที่ 6 ทำการกำหนดค่าการแสดงผล ในแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์ (.ANL) ได้โดยใช้คำสั่งจากเมนูบาร์ **Commands > Pre Analysis Print > Print All...** และ **Command > Analysis > Perform Analysis** เลือก **All** หรือใช้เพจคอนโทรลดังได้กล่าวมาแล้ว



คลิกไอคอน  เพื่อดูไฟล์คำสั่งที่ถูกสร้างขึ้นเบื้องหลังเพื่อตรวจสอบ

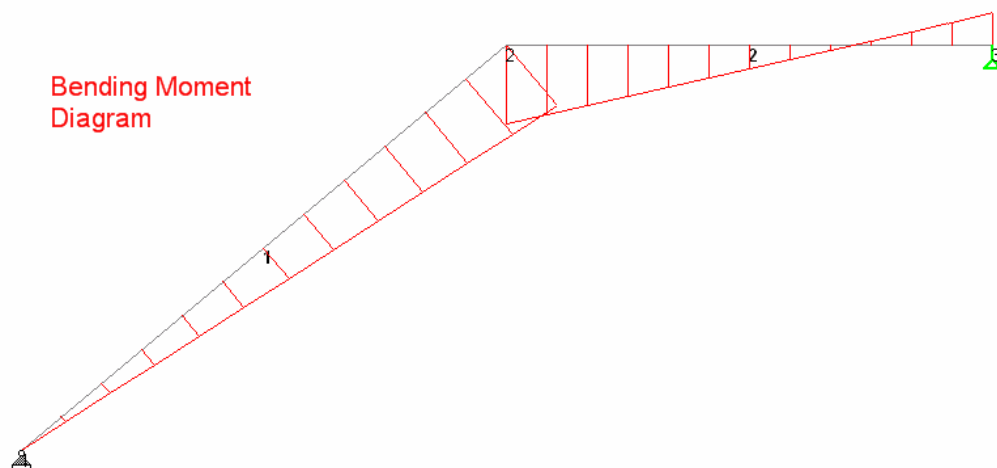
```
STAAD PLANE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 30-Nov-05
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER MTON
JOINT COORDINATES
1 0 0 0; 2 3 2.5 0; 3 6 2.5 0;
MEMBER INCIDENCES
1 1 2; 2 2 3;
MEMBER PROPERTY
1 2 PRIS AX 0.0012 IZ 6e-006
UNIT CM KG
CONSTANTS
E 2.05e+006 MEMB 1 2
SUPPORTS
1 PINNED
3 FIXED BUT FX FZ MX MY MZ
LOAD 1 LOADTYPE None TITLE LOAD CASE 1
UNIT METER MTON
JOINT LOAD
2 FY -4
3 MZ -2
PERFORM ANALYSIS PRINT ALL
FINISH
```

ขั้นตอนที่ 7 สั่งให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ **Analyze > Run Analysis...** เลือกทำการวิเคราะห์ด้วย **STAAD**

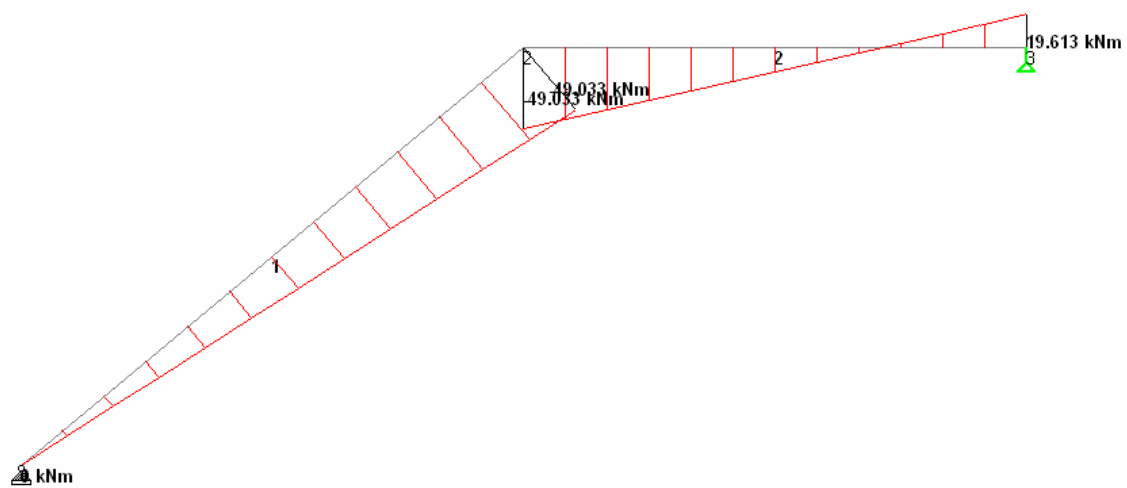
ขั้นตอนที่ 8 เข้าสู่โหมดแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ **Mode > Post Processing** หรือคลิกไอคอนบนทูลบาร์  เลือกชุดน้ำหนักบรรทุกที่จะใช้ทำการแสดงผล เลือกดูการแสดงผลแรงปฏิกิริยา (**Reactions**) และการเสียรูปทรง (**Displacements**) แล้วบันทึกภาพด้วยคำสั่ง **Take Picture** เพื่อใช้ประกอบรายงาน





การปรับขนาดรูปภาพในการแสดงผล ให้ขยายขึ้นหรือเล็กลงทำได้โดยใช้คำสั่ง **View > Structure Diagrams > Scales** หรือจากไอคอน **Scales**  ถ้าต้องการให้ขยายขึ้นให้ปรับค่าตัวเลขให้น้อยลง และในทางกลับกันถ้าต้องการให้เล็กลง ก็ปรับค่าตัวเลขให้เพิ่มขึ้น คลิกหน้าย่อย **Beam | Forces** เลือกคลิกไอคอน **Mz**  เพื่อแสดงแผนภูมิโมเมนต์



แสดงค่าในแผนภูมิ โดยเลือกเมนู **Result > View Value...** คลิกแถบ **Ranges** เลือก **All** คลิกแถบ **Beam Result** แล้วคลิกเลือก **Ends** ในส่วนของ **Bending** คลิกปุ่ม **Annotate** แล้วคลิก **Close** จะได้



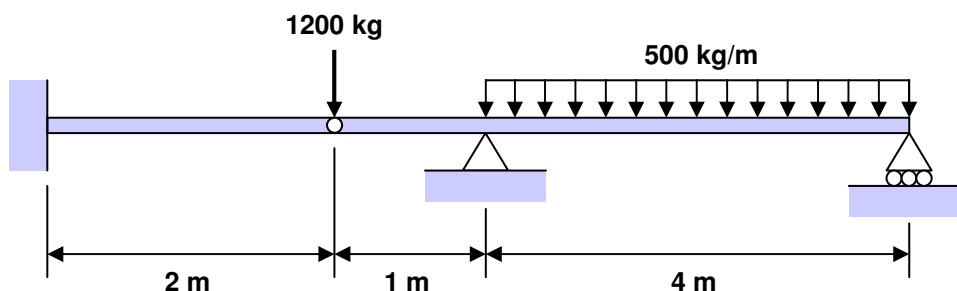
ขั้นตอนที่ 9 การสร้างรายงาน ทำได้โดยเข้าสู่หน้าหลัก **Reports** จากเพจคอนโทรล หรือจากเมนูบาร์ **Report Setup**  เมื่อเลือกรายการที่ต้องการแล้วสามารถดูตัวอย่างก่อนพิมพ์ได้ด้วยไอคอน **Print Preview**  จะได้รายงานที่จัดพิมพ์สำเร็จรูป

5

การวิเคราะห์ปัญหาพิเศษ

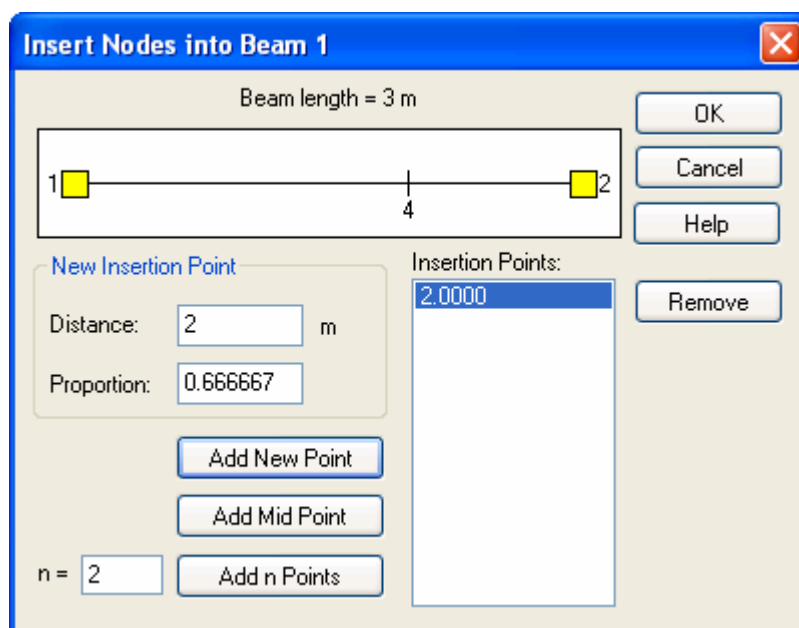
5.1 จุดหมุนภายใน (Internal Hinge)

จากตัวอย่างคานในบทที่ 2 เพิ่มจุดหมุนภายในเข้าไประหว่างช่วงคานข้างซ้ายได้แรงกระทำเป็นจุดดังในรูปข้างล่าง



เริ่มต้นสร้างโมเดลใหม่หรือเปิดแฟ้มข้อมูลข้อมูลเดิมของตัวอย่างคานมาแก้ไข โดยใช้คำสั่ง **File > Save As...** แล้วบันทึกเป็นแฟ้มงานใหม่

ขั้นตอนที่ 1 แทรกจุดต่อโดยคลิกเลือกคาน แล้วเลือกเมนู **Geometry > Insert Node...** หรือคลิกเมา์ที่ขวาค้างไว้แล้วเลือก **Insert Node** จากรายการที่แสดงขึ้นมา



ในระยะ 2 เมตร คลิกปุ่ม **Add New Point** แล้วคลิก **OK** โมเดลจะกลายเป็น



จุดต่อที่แทรกใหม่จะเป็นเบอร์ 4 ซึ่งเราอาจเรียงใหม่เพื่อให้สะดวกต่อการอ้างอิงและความรวดเร็วในการคำนวณ

คลิกเลือกจุดต่อทั้งหมด โดยเลือกเมนู **Select > By All > All Nodes**

เลือกเมนู **Geometry > Renumber > Nodes...** กล่องโต้ตอบจะแสดงขึ้นมา

เลือก **X Coordinate** เป็นเงื่อนไขในการเรียงแบบ **Ascending** แล้วคลิกปุ่ม **Accept**

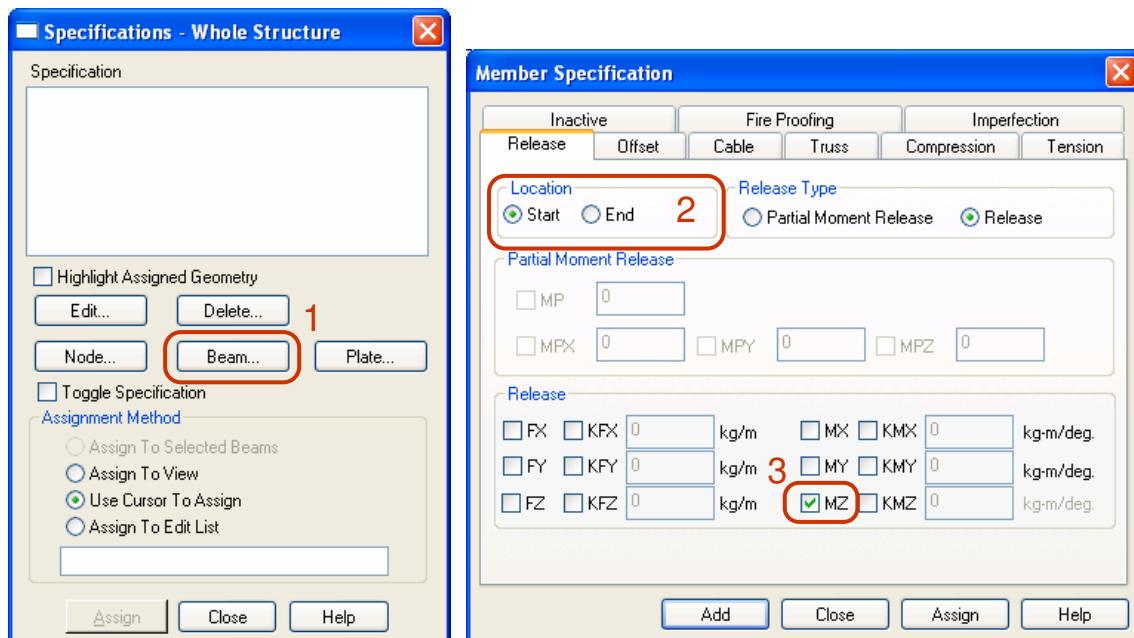


ทำเช่นเดียวกันสำหรับคาน เมื่อเรียงเสร็จจะได้ดังในรูปข้างล่าง



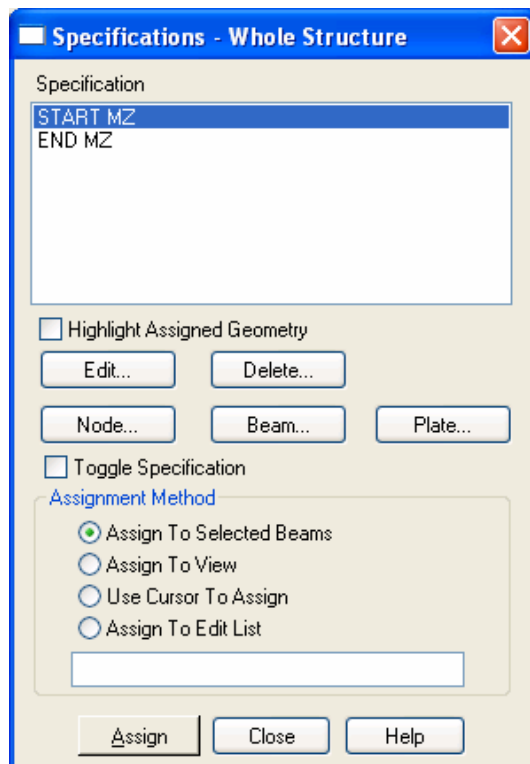
ขั้นตอนที่ 2 เข้าสู่หน้าย่อย **General > Spec** เพื่อทำการรีลีสองศาอิสระ โดยคลิกที่ **Beam...** ในกล่องโต้ตอบ **Specifications**

คลิกแถบ **Release** เลือก **Location: Start, Mz** แล้วคลิก **Add** → **START MZ**



ทำซ้ำ เลือก **Location: End, Mz** แล้วคลิก **Add** → **END MZ**

รายการในกล่อง **Specification** จะแสดงขึ้นดังในรูปข้างล่าง



ทำการ **Assign** คุณสมบัติการรีลีส โมเมนต์ที่เลือกไว้ให้แก่องค์อาคารที่ต้องการ ด้วยตัวเลือก **Assign To Selected Beams** โดยกำหนด **START MZ** ให้แก่คานหมายเลข **2** และกำหนด **END MZ** ให้แก่คานหมายเลข **1**



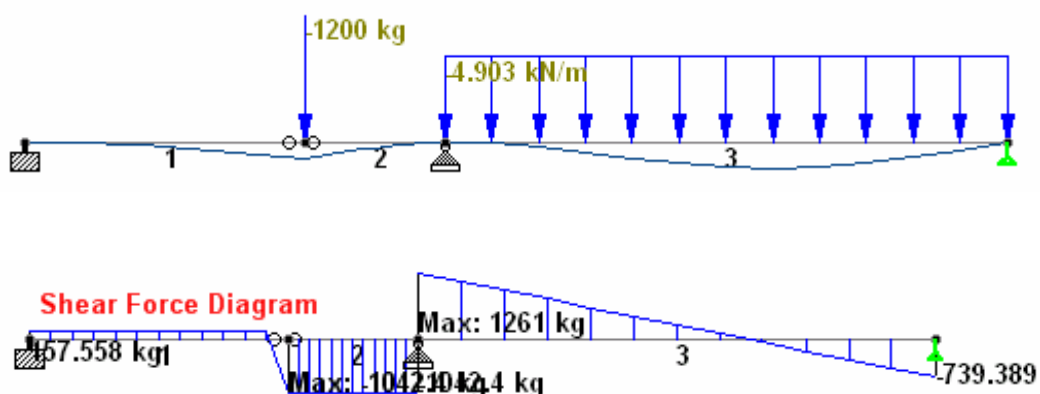
ถ้าเปิดดูไฟล์คำสั่งจะมีรายการเพิ่มขึ้นคือ

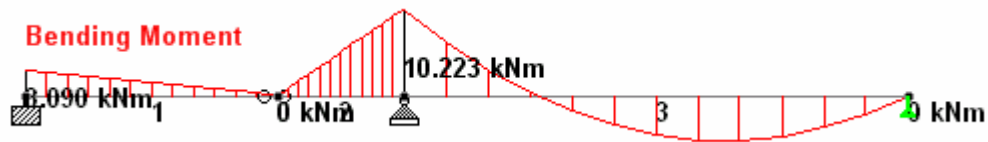
MEMBER RELEASE

2 START MZ

1 END MZ

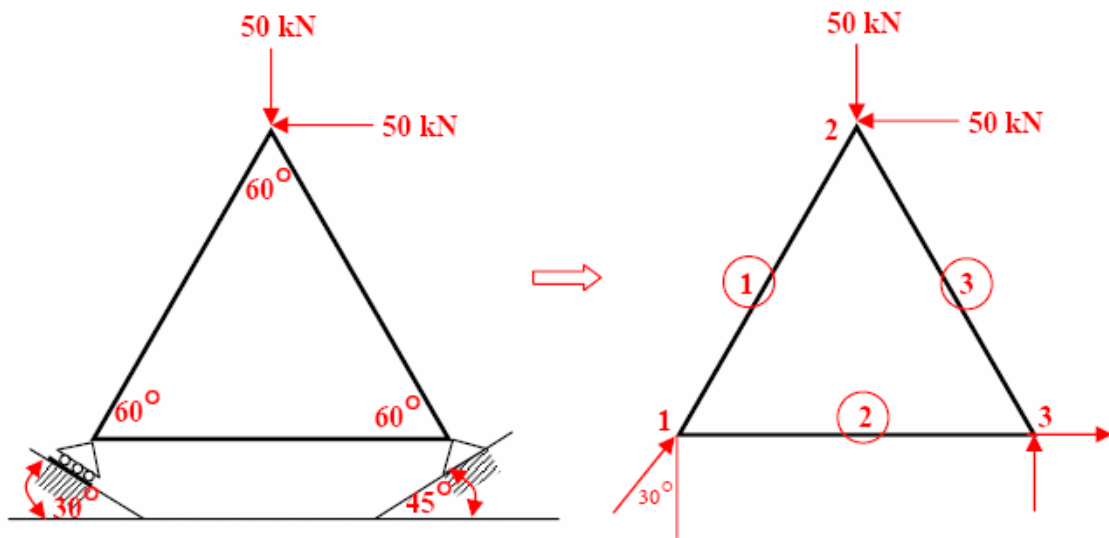
ทำการวิเคราะห์ต่อไปตามปกติจะได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้





5.2 จูตรองรับแบบเอียง (Inclined Support)

สำหรับปัญหาโครงข้อหมุนรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าความยาวเท่ากับ **3 m** มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่น $E = 210 \text{ kN/mm}^2$ พื้นที่หน้าตัด $A = 4 \times 10^3 \text{ mm}^2$ สำหรับทุกชิ้นส่วน



เนื่องจากปัญหานี้ใช้หน่วยเมตริก จึงต้องตั้งค่าการแสดงผลของโปรแกรม โดยกำหนดค่าหน่วยพื้นฐาน (Base Unit) ใหม่ จากเมนูบาร์ **File > Configure...** เลือกแท็บ **Base Unit** แล้วเลือกเปลี่ยนจาก **English** เป็น **Metric**

ขั้นตอนที่ 1 เข้าสู่โปรแกรมเรียกคำสั่ง **File > New** จากเมนูบาร์ หรือจากไอคอน **New**

Structure  บนทูลบาร์ เพื่อสร้างแฟ้มงานใหม่ ใส่ข้อมูลดังนี้

- ชนิดโครงสร้าง : **Truss**
- ชื่อไฟล์ : **TrussSK**
- หน่วยความยาว : **Meter**
- หน่วยแรง : **KiloNewton**
- เสร็จแล้วคลิกปุ่ม **Next**

ในกล่องโต้ตอบมาให้เลือก **Add Beam** แล้วคลิกปุ่ม **Finish**

ขั้นตอนที่ 2 คลิกเลือกหน้าย่อย **Setup > Job** ป้อนข้อมูลในกล่องโต้ตอบ **Job Info** ตามต้องการ แล้วเลือกหน้าย่อย **Geometry > Beam** โปรแกรมจะแสดงกล่องโต้ตอบ **Snap Node/Beam** พร้อมด้วยตาราง **Nodes** และ **Beams**

คลิกเลือกการแสดงผลด้านหน้า (**Front View**) จากทูลบาร์

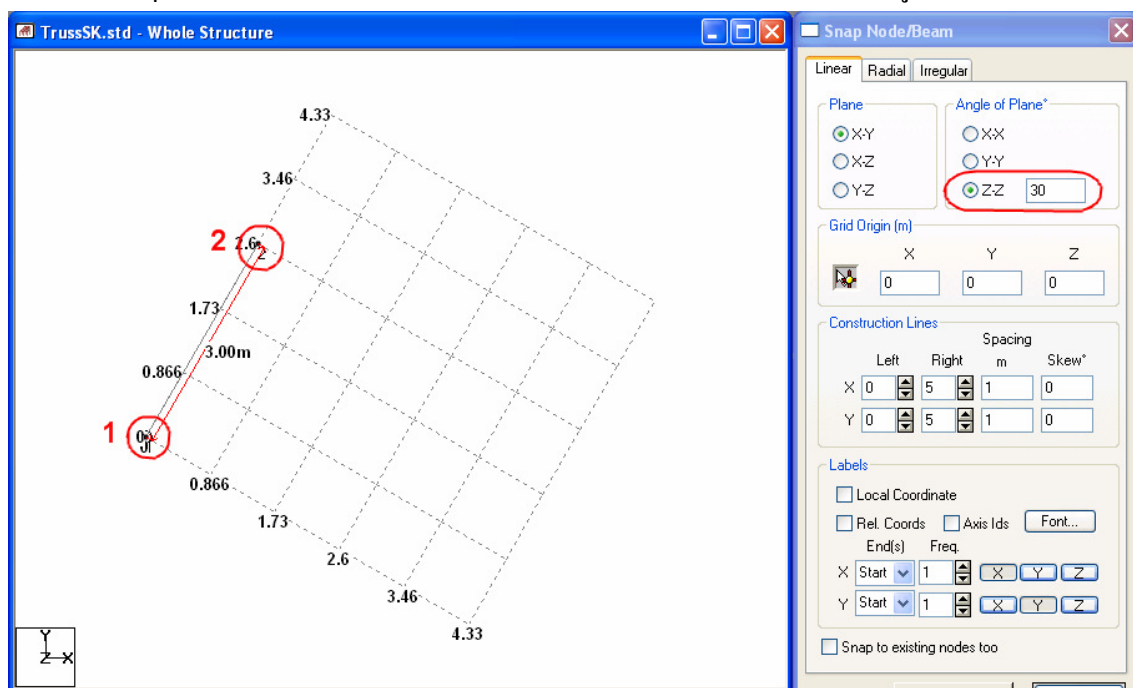


เนื่องจากความยาวคาน 3 m เป็นความยาวตามแนวเอียง จึงต้องแปลงพิกัดของจุดต่อให้เป็นพิกัด **X-Y** ซึ่งติดอยู่ในรูปค่า **Sin** และ **Cos** ซึ่งไม่สามารถป้อนให้โปรแกรมได้โดยตรง ต้องคำนวณเป็นตัวเลขซึ่งไม่ลงตัว แล้วป้อนค่าที่คำนวณได้ดังกล่าวลงในตารางพิกัด **Nodes** แต่ผู้ใช้สามารถใช้เทคนิคเพื่อให้ได้ค่าพิกัดที่ถูกต้องมากที่สุด โดยใช้การหมุนระนาบ (**Angle of Plane**) ดังแสดงต่อไปนี้

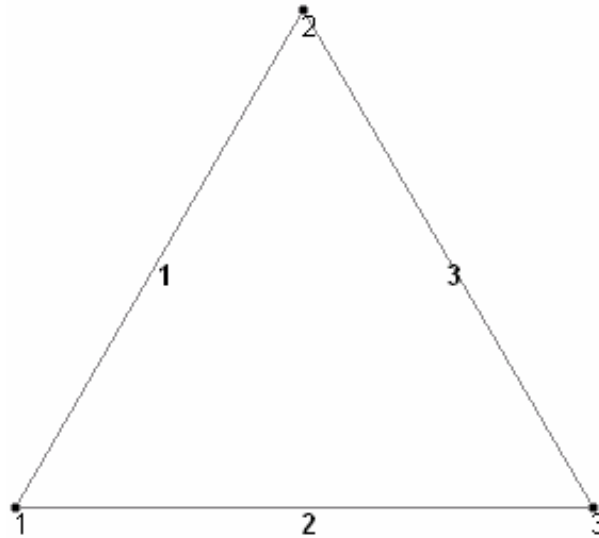
ตั้งค่าระนาบ ระยะกริด แล้วสร้างโมเดลดังนี้

- **Plane : X-Y**
- **Construction Lines :**
X : Left = 0, Right = 5, Spacing = 1
Y : Left = 0, Right = 5, Spacing = 1

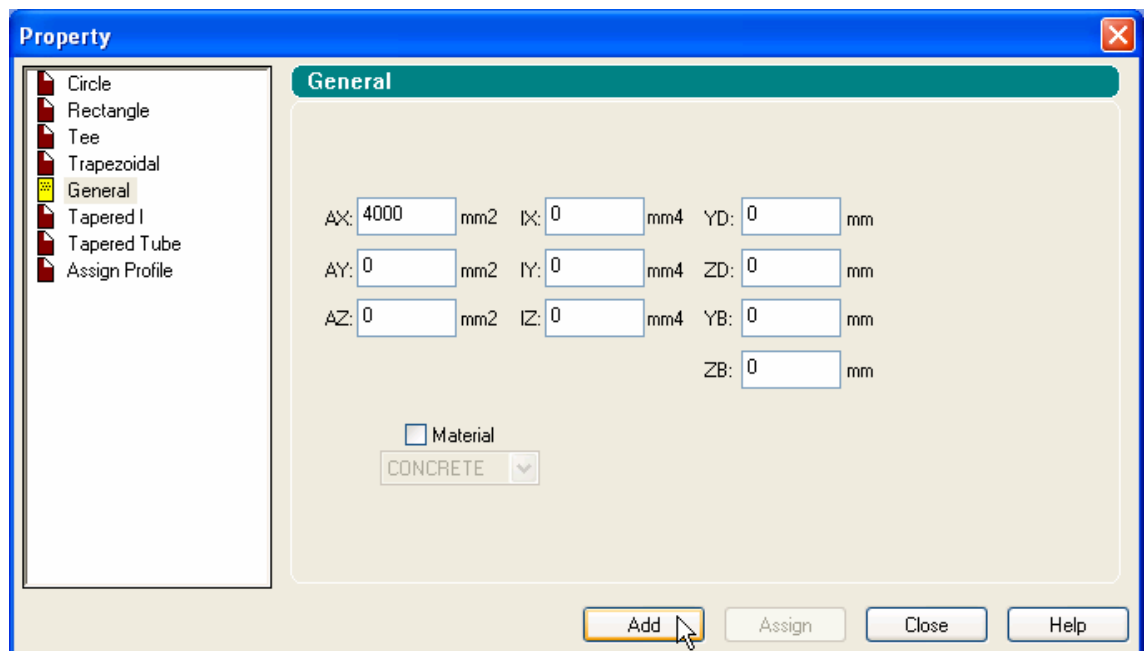
หมุนระนาบ **Z-Z** ไป 30 องศาเพื่อสร้างองค์อาคารหมายเลข 1 ดังในรูปข้างล่าง



หมุนระนาบ **Z-Z** กลับไปยังที่เดิม แล้วสร้างองค์อาคารที่เหลือ อย่าลืมคลิกเลือก **Snap to existing nodes too**



ขั้นตอนที่ 3 ให้เพจคอนโทรล เข้าสู่หน้าย่อย **General > Property** เพื่อกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาคาร โดยกำหนดหน่วยคำสั่ง **Tools > Set Current Unit** ให้เป็น **Millimeter** คลิกปุ่ม **Define...** เลือก **General** เพื่อสร้างคุณสมบัติหน้าตัด



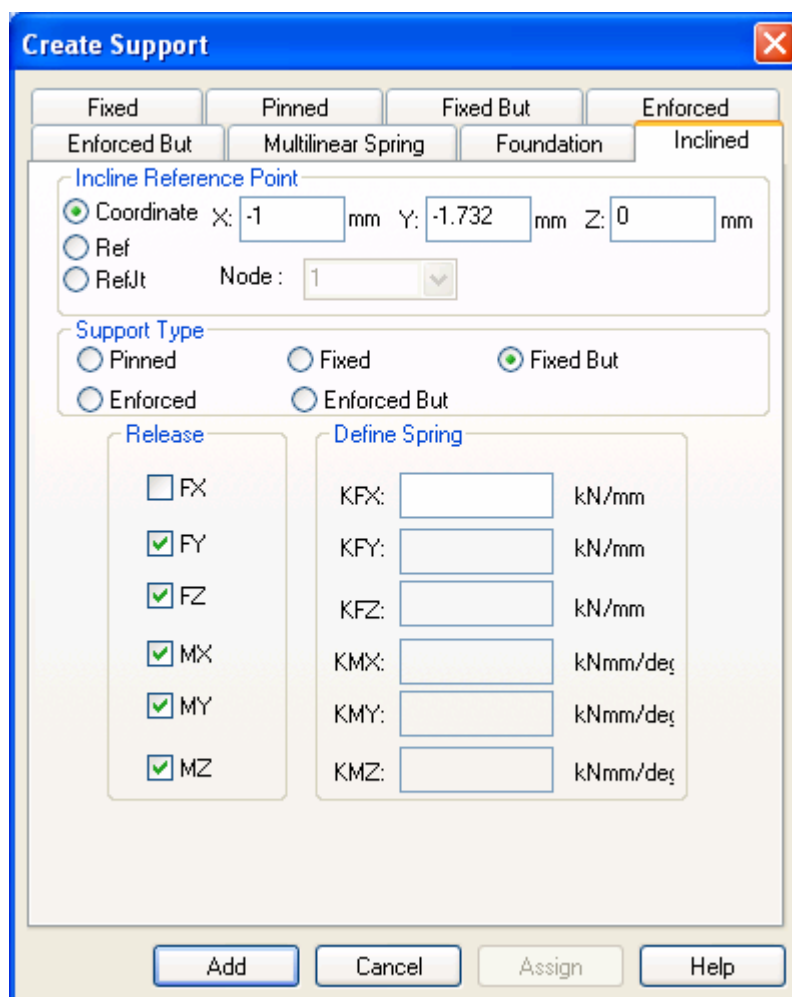
กรอกข้อมูลพื้นที่ **Ax: 4000 mm2** แล้วคลิกเครื่องหมายลูกที่ **Material** ออก

คลิก **Add** เลือก **Assign To View** แล้วคลิกปุ่ม **Assign**

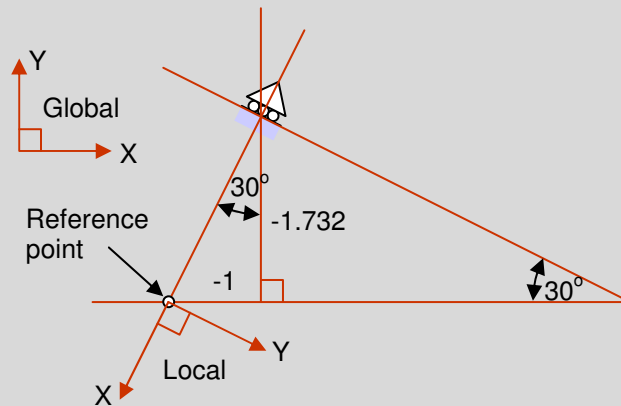
ทำการกำหนดโมดูลัสยืดหยุ่นให้แก่องค์อาคารในโครงสร้างได้โดย ใช้คำสั่ง **Commands > Material Constants > Elasticity...** แล้วกำหนดค่าให้แก่ทั้งโครงสร้างโดยเลือกตัวเลือก **Assign To View**



ขั้นตอนที่ 4 เลื่อนหน้าต่าง **General > Support** เพื่อที่จะใส่จุดรองรับให้แก่โครงสร้าง ซึ่งมีทั้งหมด 2 แบบ คือ แบบหมุดได้ (**Pinned**) และเลื่อนได้ (**Roller**) โดยสร้างรูปแบบจุดรองรับทั้ง 2 ขึ้นมาก่อนด้วยคำสั่ง **Add** แต่เนื่องจากจุดรองรับเป็นแบบเอียงให้เลือกแถบ **Inclined** แล้วกรอกข้อมูลดังในรูปข้างล่าง



จุดอ้างอิง (**Incline Reference Point**) ของที่รองรับแบบเอียงคือจุดสมมุติที่เทียบกับจุดรองรับ โดยวัดแกนพิกัดโลกอดเทียบกับแกนพิกัดโกลบอล ในแกนพิกัดโลกอด **X** จะมีทิศทางจากจุดรองรับไปยังจุดอ้างอิง ดังแสดงในรูปข้างล่าง



สร้างจุดรองรับเชิงอิกจุดใช้ **Incline Reference Point Coordinate X = 1, Y = 1.732 และ Z = 0** เลือก **Support Type** เป็นแบบ **Pinned**

ขั้นตอนที่ 5 ทำการกำหนดน้ำหนักบรรทุกทุกให้แก่โครงสร้าง โดยเลือกที่หน้าย่อย **General >Load** สร้างชุดน้ำหนักบรรทุกขึ้นมา ซึ่งจะเป็นน้ำหนักกระทำเป็นจุด (**Concentrated Force**) และโมเมนต์ คลิกที่ **Load Cases Details** แล้วคลิกปุ่ม **Add** เพื่อสร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี **1 (Load Case 1)** คลิกเลือกรายการที่สร้างขึ้นแล้วคลิกปุ่ม **Add** เลือก **Nodal Load** ใส่ค่าแรงและโมเมนต์ ดังในรูปข้างล่าง

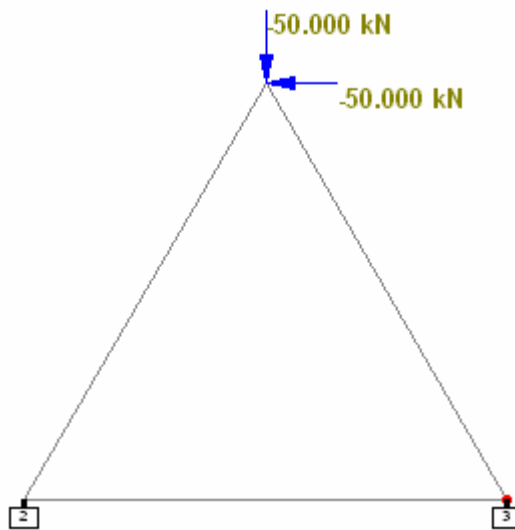
Add New : Load Items


- Selfweight
- Nodal Load
 - Node**
 - Support Displacement
- Member Load
- Area Load
- Floor Load
- Plate Loads
- Surface Loads
- Solid Loads
- Temperature Loads
- Seismic Loads
- Time History
- Wind Load
- Snow Load
- Response Spectra
- Repeat Load
- Frequency

Node

Fx kN Mx kNmm
 Fy kN My kNmm
 Fz kN Mz kNmm

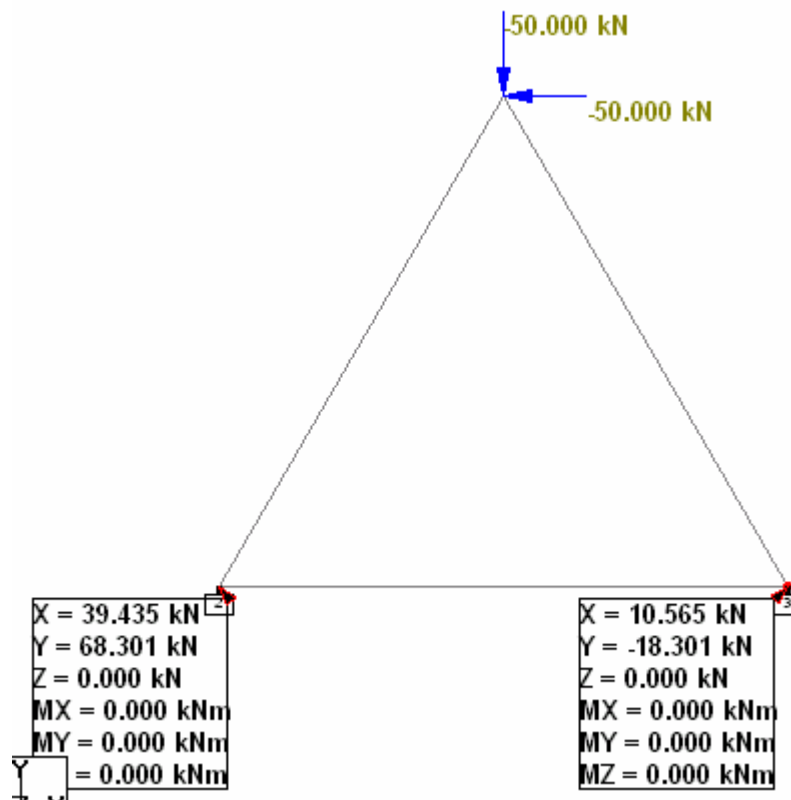
ปรับสเกลและกำหนดการแสดงผลค่าให้น้ำหนักบรรทุกทุกจนได้ดังในรูปข้างล่าง



ทำการบันทึกภาพ ไว้เพื่อใช้ประกอบรายงานโดยคลิกไอคอน **Take Picture** 

ขั้นตอนที่ 6 ทำการกำหนดค่าการแสดงผล ในแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์ (.ANL) ได้โดยใช้คำสั่งจากเมนูบาร์ **Commands > Pre Analysis Print > Print All...** และ **Command > Analysis > Perform Analysis** เลือก **All** หรือใช้เพจคอนโทรลดังได้กล่าวมาแล้ว

ขั้นตอนที่ 7 สั่งให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ **Analyze > Run Analysis...** เลือกทำการวิเคราะห์ด้วย **STAAD**

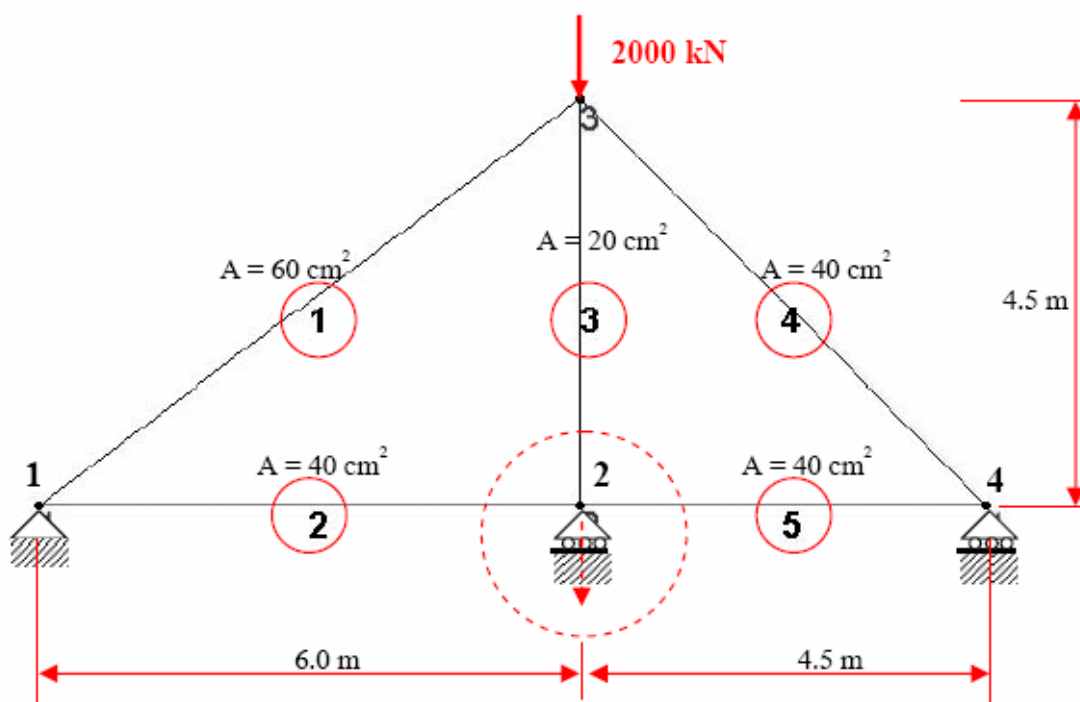


6

การวิเคราะห์ปัญหาพิเศษ(ต่อ)

6.1 จุดรองรับทรุดตัว (Support Settlement)

พิจารณาโครงข้อหมุน ซึ่งมีค่าโมดูลัสยืดหยุ่น $E = 210 \text{ kN/mm}^2$ และเกิดการทรุดตัว 20 mm ที่จุดต่อหมายเลข 2 ดังภาพ



ขั้นตอนที่ 1 เข้าสู่โปรแกรมเรียกคำสั่ง **File > New** จากเมนูบาร์ หรือจากไอคอน **New**

Structure  บนทูลบาร์ เพื่อสร้างแฟ้มงานใหม่ ใส่ข้อมูลดังนี้

- ชนิดโครงสร้าง : **Truss**
- ชื่อไฟล์ : **TrussSET**
- หน่วยความยาว : **Meter**
- หน่วยแรง : **KiloNewton**

- เสร็จแล้วคลิกปุ่ม **Next**

ในกล่องโต้ตอบต่อมาให้เลือก **Add Beam** แล้วคลิกปุ่ม **Finish**

ขั้นตอนที่ 2 คลิกเลือกหน้าย่อย **Setup > Job** ป้อนข้อมูลในกล่องโต้ตอบ **Job Info** ตามต้องการ แล้วเลือกหน้าย่อย **Geometry > Beam** โปรแกรมจะแสดงกล่องโต้ตอบ **Snap Node/Beam** พร้อมด้วยตาราง **Nodes** และ **Beams**

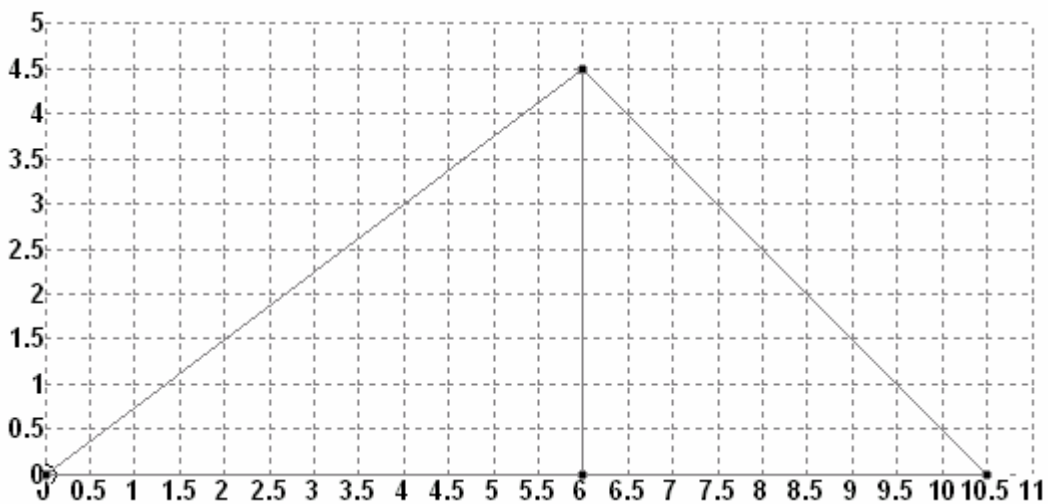
คลิกเลือกการแสดงผลด้านหน้า (**Front View**) จากทูลบาร์



ตั้งค่าระนาบ ระยະกริด แล้วสร้างโมเดลดังนี้

- **Plane : X-Y**
- **Construction Lines :**
X : Left = 0, Right = 22, Spacing = 0.5
Y : Left = 0, Right = 10, Spacing = 0.5

คลิกปุ่ม **Snap Node/Beam** แล้วสร้างโมเดลดังในรูปข้างล่าง

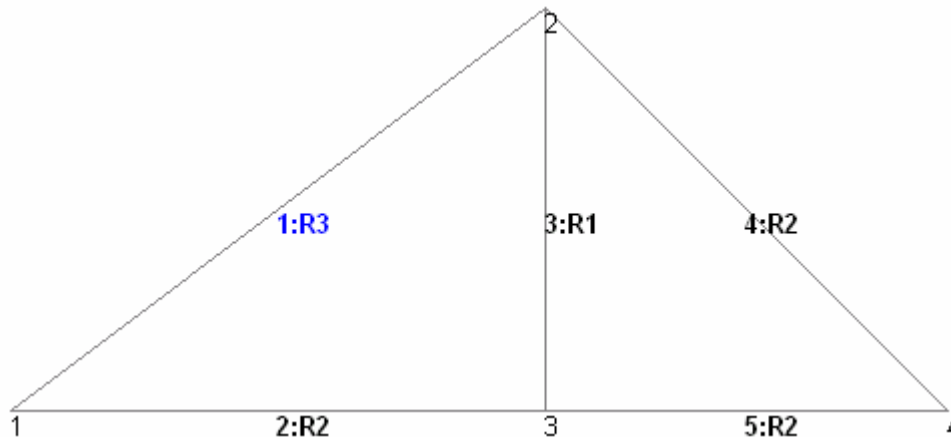


ขั้นตอนที่ 3 ใช้เพจคอนโทรล เข้าสู่หน้าย่อย **General > Property** เพื่อกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาคาร โดยกำหนดหน่วยคำสั่ง **Tools > Set Current Unit** ให้เป็น **Millimeter** คลิกปุ่ม **Define...** เลือก **General** เพื่อสร้างคุณสมบัติหน้าตัด

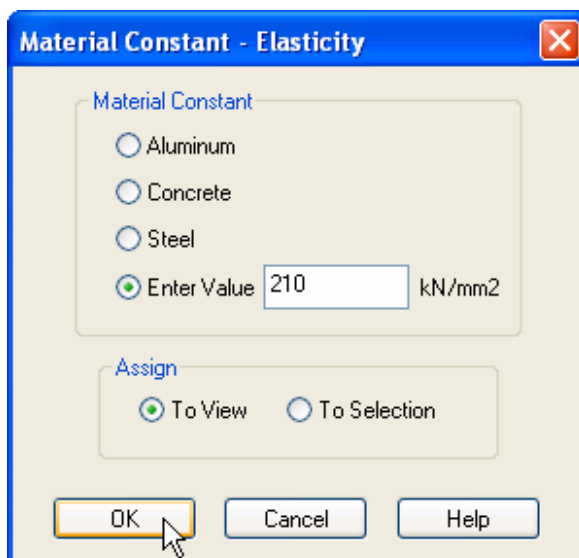
ซึ่งโจทย์ข้อนี้มีคุณสมบัติหน้าตัดที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบคือ **AX = 20 cm², 40 cm², และ 60 cm²** เมื่อสร้างเสร็จแล้วอาจคลิกปุ่ม **Value...** เพื่อดูค่าหน้าตัดทั้งหมด

TrussSET.std - Section Properties						
Prismatic General						
Prop	Name	Ax cm2	Ay cm2	Az cm2	Ix cm4	Iy cm4
1	Prismatic Gen	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	Prismatic Gen	40.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	Prismatic Gen	60.000	0.000	0.000	0.000	0.000

จากนั้น **Assign** คุณสมบัติที่เหมาะสมให้แก่องค์อาคารที่ละชิ้นด้วยตัวเลือก **Assign To Selected Beam...**



ทำการกำหนดโมดูลัสยืดหยุ่นให้แก่องค์อาคารในโครงสร้างได้โดย ใช้คำสั่ง **Commands** > **Material Constants** > **Elasticity...** แล้วกำหนดค่าให้แก่ทั้งโครงสร้างโดยเลือกตัวเลือก **Assign To View**



ขั้นตอนที่ 4 เลือกหน้าย่อย **General** > **Support** เพื่อที่จะใส่จุดรองรับให้แก่โครงสร้าง ซึ่งมีทั้งหมด 2 แบบ คือ แบบหมุดได้ (**Pinned**) และเลื่อนได้ (**Roller**) โดยสร้างรูปแบบจุดรองรับทั้ง 2 ขึ้นมาก่อนด้วยคำสั่ง **Add** แล้วจึง **Assign** ให้แก่จุดต่อที่ต้องการทีละจุดตามลำดับด้วย **Node Cursor**

ในการสร้างจุดรองรับที่เป็น **Roller** นั้นให้เลือกแถบ **Fixed But** แล้วคลิกเลือก **Release** ทุกช่องยกเว้น **FY** แต่ที่จุดนี้โปรแกรมมักมีข้อบกพร่อง เมื่อสร้างเสร็จให้ตรวจสอบคู่อีกครั้งโดยเลือกเมนู **View > Table...** คลิกเลือก **Supports** แล้วกดปุ่ม **OK** จะมีตารางจุดรองรับแสดงขึ้นมาดังในรูปข้างล่าง คลิกแถบ **Fixed But**



Ref	Description	X kN/mm	Y kN/mm	Z kN/mm	rX kN-m/deg	rY kN-m/deg	rZ kN-m/deg
S3	Support 3	Restrained	Free	Restrained	Restrained	Restrained	Restrained

ถ้าเป็นอย่างในรูปข้างบนถือว่าผิด เนื่องจาก **Release** จะตรงข้ามกับ **Restraint** ในตัวอย่างนี้เรา **Release** หมดยกเว้น **FY** (หรือ **Restraint** เฉพาะ **FY**) นั่นคือรับแรงได้เฉพาะทิศทาง **Y** แต่ในตารางกลับแสดงผลเป็นตรงข้าม

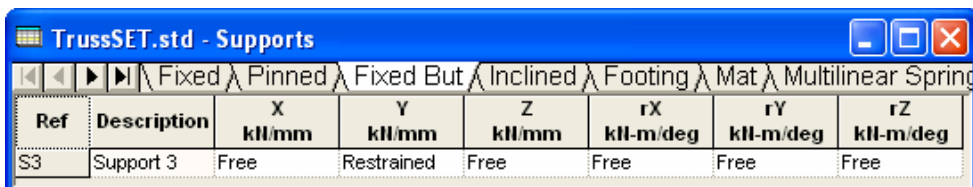
ถ้าดูในไฟล์คำสั่งจะพบว่า

SUPPORTS

1 PINNED

3 4 FIXED BUT FX FZ MX MY MZ

ซึ่งถูกต้องตามต้องการ วิธีแก้ให้สั่ง **Save** แล้วปิดโปรแกรม เมื่อเปิดขึ้นมาใหม่จะกลายเป็น



Ref	Description	X kN/mm	Y kN/mm	Z kN/mm	rX kN-m/deg	rY kN-m/deg	rZ kN-m/deg
S3	Support 3	Free	Restrained	Free	Free	Free	Free

ขั้นตอนที่ 5 ทำการกำหนดน้ำหนักบรรทุกให้แก่โครงสร้าง โดยเลือกที่หน้าย่อย **General > Load** สร้างชุดน้ำหนักบรรทุกขึ้นมา ซึ่งจะเป็นน้ำหนักกระทำเป็นจุด (**Concentrated Force**) และแรงเนื่องจากการทรุดตัวของจุดรองรับ (**Support Displacement**)

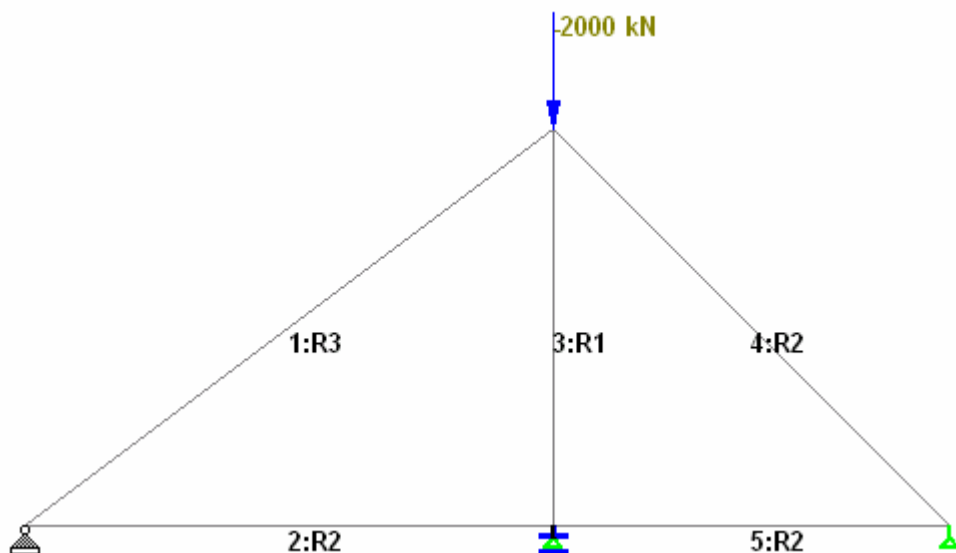
คลิกเลือก **Load Cases Details** แล้วคลิกปุ่ม **Add** เพื่อสร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 1 (**Load Case 1**) คลิกเลือกรายการที่สร้างขึ้นแล้วคลิกปุ่ม **Add** เลือก **Nodal Load** ใส่ค่าแรงและการทรุดตัวของจุดรองรับดังในรูปข้างล่าง

Node		Support Displacement	
Fx	0 kN	Mx	0 kNm
Fy	-2000 kN	My	0 kNm
Fz	0 kN	Mz	0 kNm

Support Displacement	
Displacement	-0.02 m
Direction	
<input type="radio"/> Fx	<input type="radio"/> Mx
<input checked="" type="radio"/> Fy	<input type="radio"/> My
<input type="radio"/> Fz	<input type="radio"/> Mz

Assign แรงทั้งสองลงในโครงสร้าง ณ จุดต่อที่ต้องการ

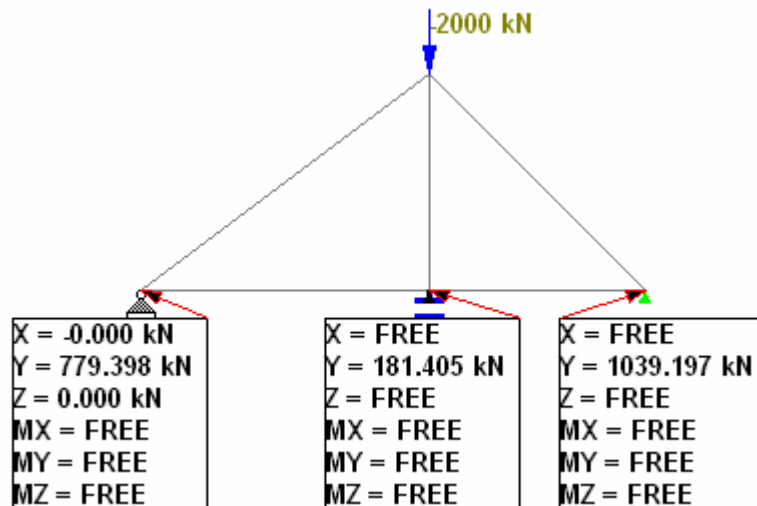
ปรับสเกลและกำหนดการแสดงผลค่าให้น้ำหนักบรรทุกจนได้ดังในรูปข้างล่าง



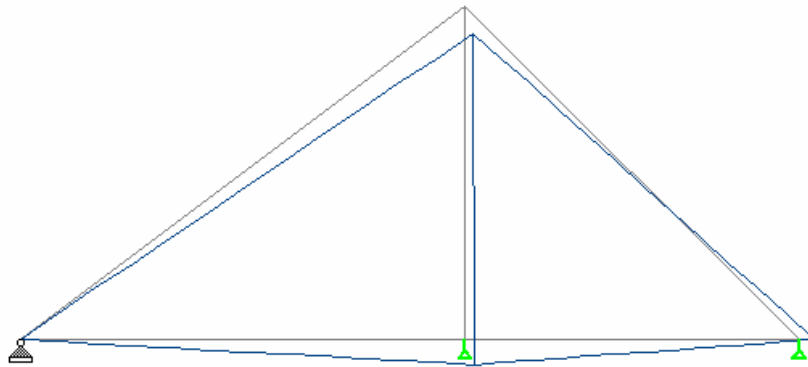
ขั้นตอนที่ 6 ทำการกำหนดค่าการแสดงผล ในแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์ (.ANL) ได้โดยใช้คำสั่งจากเมนูบาร์ **Commands > Pre Analysis Print > Print All...** และ **Command > Analysis > Perform Analysis** เลือก **All** หรือใช้เพจคอนโทรลดังได้กล่าวมาแล้ว

ขั้นตอนที่ 7 สั่งให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ **Analyze > Run Analysis...** เลือกทำการวิเคราะห์ด้วย **STAAD**

Reaction:



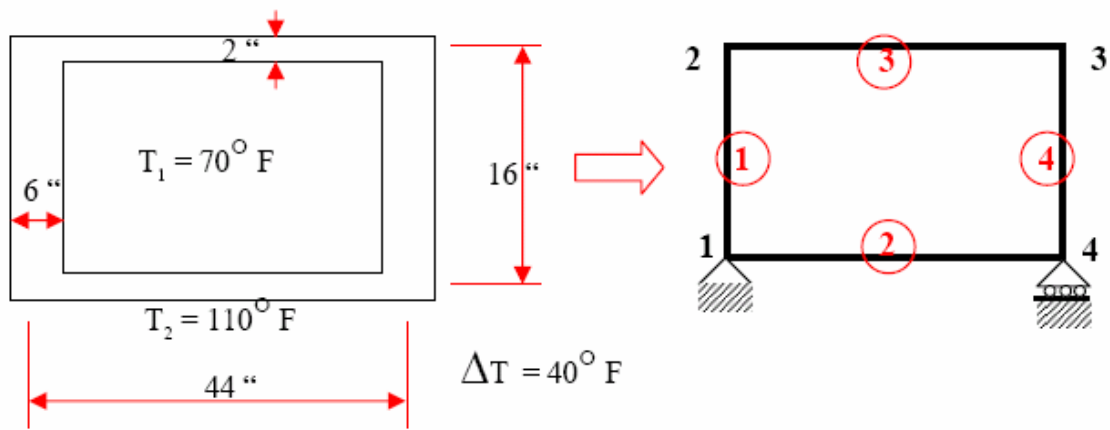
Displacement:



6.2 นำหนักบรรทุกเนื่องจากอุณหภูมิ (Temperature Load)

พิจารณาท่อทรงสี่เหลี่ยมซึ่งมี ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหดตัวเนื่องจากอุณหภูมิ $\alpha = 6 \times 10^{-6}$ / $^{\circ}\text{F}$ และโมดูลัสยืดหยุ่น $E = 5 \times 10^3$ k/in 2 และมีขนาดดังภาพ อุณหภูมิภายในเท่ากับ 70°F ส่วนอุณหภูมิภายนอกเท่ากับ 110°F

จงหาการเสยรูปเนื่องจากอุณหภูมิในการวิเคราะห์จำเป็นต้องกำหนดสภาวะขอบเขต (Boundary Condition) ให้แก่ โครงสร้าง มิเช่นนั้นโปรแกรมจะไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ โดยจุดรองรับที่กำหนดให้แก่โครงสร้าง คือ **Hinge** และ **Roller** ดังภาพ ซึ่งจะยอมให้โครงสร้างเสยรูปจากการหมุนได้และสามารถขยายตัวหรือหดตัวได้



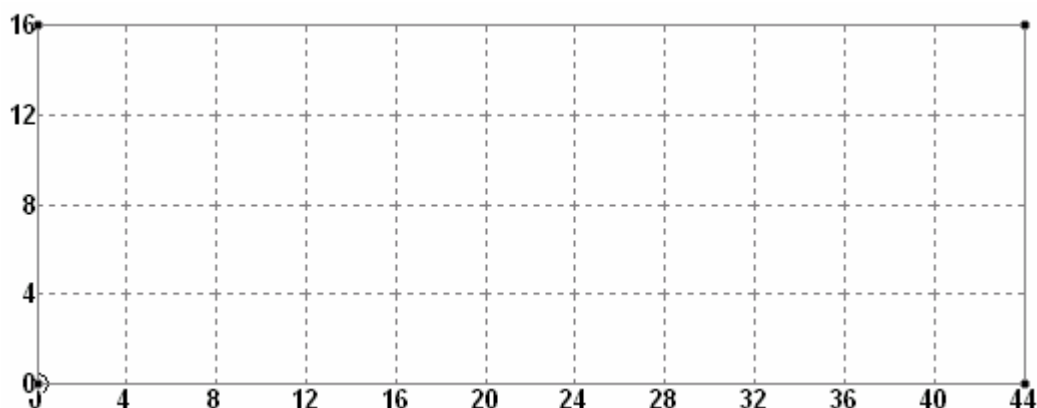
เนื่องจากปัญหานี้ใช้หน่วยอังกฤษ จึงต้องตั้งค่าการแสดงผลของโปรแกรม โดยกำหนดค่าหน่วยพื้นฐาน (Base Unit) ใหม่ จากเมนูบาร์ **File > Configure...** เลือกแท็บ **Base Unit** แล้วเลือกเปลี่ยนจาก **Metric** เป็น **English**

ขั้นตอนที่ 1 เข้าสู่โปรแกรมเรียกคำสั่ง **File > New** จากเมนูบาร์ หรือจากไอคอน **New**

Structure  บนทูลบาร์ เพื่อสร้างแฟ้มงานใหม่ ใส่ข้อมูลดังนี้

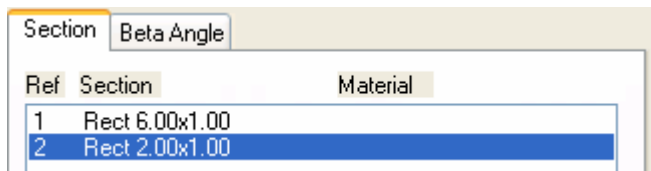
- ชนิดโครงสร้าง : **Plane**
- ชื่อไฟล์ : **FrameTMP**
- หน่วยความยาว : **Inch**
- หน่วยแรง : **KiloPound**

ขั้นตอนที่ 2 ใช้วิธีป้อนค่าพิกัดของจุดต่อในตาราง **Nodes** แล้วใช้ไอคอน **Add Beams** สร้างองค์อาคารที่ต้องการตามลำดับจากจุดต่อที่สร้างขึ้น



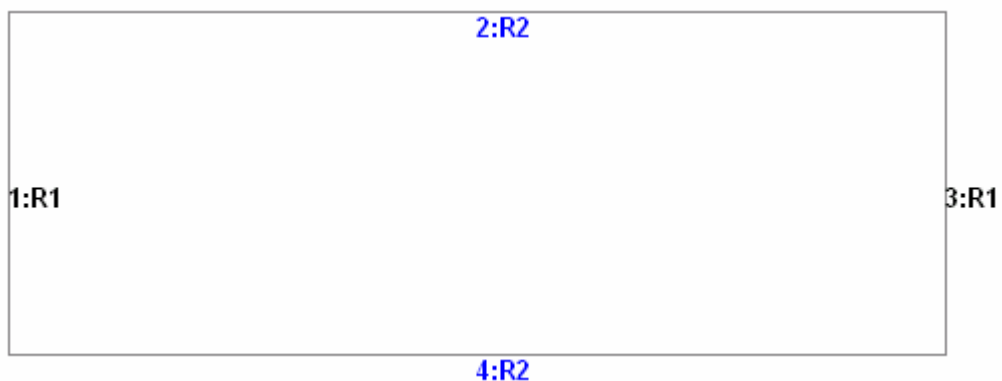
ขั้นตอนที่ 3 ใช้เพจคอนโทรล เข้าสู่หน้าจอ **General > Property** เพื่อกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาคาร

คลิกที่ **Define...** เลือก **Rectangle** เพื่อสร้างคุณสมบัติหน้าตัด คือ 2" และ 6"



FrameTMP.std - Section Properties							
Prismatic Rectangle							
Prop	Name	Ax in ²	Iz in ⁴	Iy in ⁴	Ix in ⁴	YD in	ZD in
1	Rect 6.00x1.0	6.000	18.000	0.500	1.790	6.000	1.000
2	Rect 2.00x1.0	2.000	0.667	0.167	0.458	2.000	1.000

Assign คุณสมบัติที่เหมาะสมให้แก่องค์อาคารทีละชิ้นด้วยตัวเลือก **Assign To Selected Beam...**

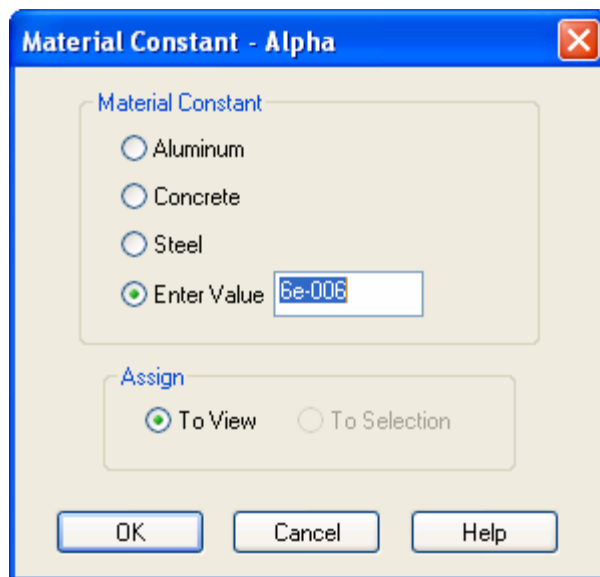


ทำการกำหนดโมดูลัสยืดหยุ่นให้แก่องค์อาคารในโครงสร้างได้โดย ใช้คำสั่ง **Commands > Material Constants > Elasticity ...** แล้วกำหนดค่าให้แก่ทั้งโครงสร้างโดยเลือกตัวเลือก **To View**



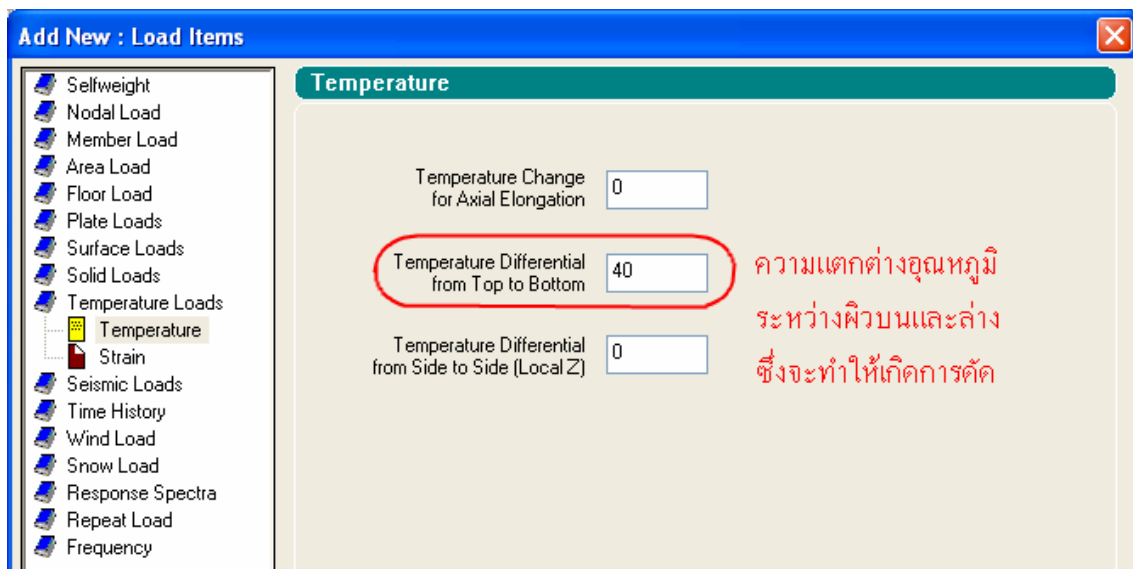
ในทำนองเดียวกัน ทำการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การยืดหดตัวเนื่องจากอุณหภูมิให้แก่องค์อาคารในโครงสร้างได้โดย ใช้คำสั่ง **Commands > Material Constants > Alpha**

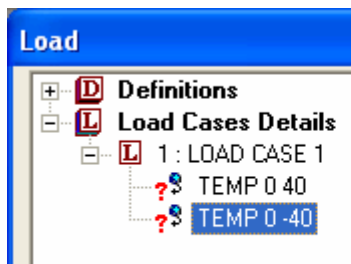
... แล้วกำหนดค่าให้แก่ทั้งโครงสร้างโดยเลือกตัวเลือก **To View**



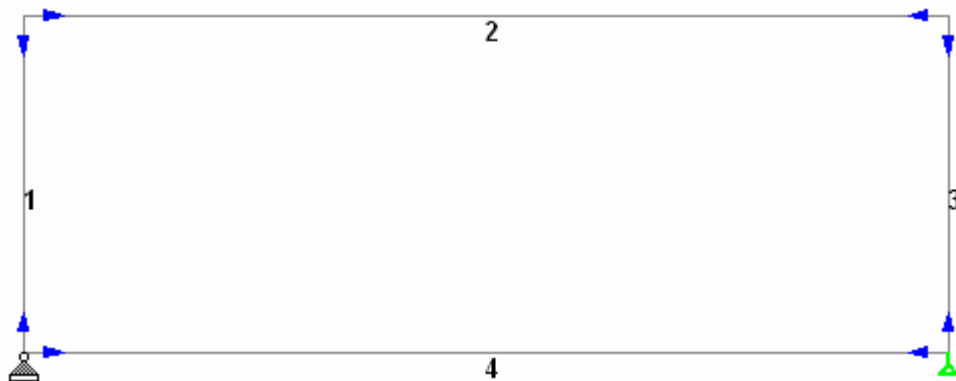
ขั้นตอนที่ 4 เลือกหน้าย่อย **General > Support** เพื่อที่จะใส่จุดรองรับให้แก่โครงสร้าง ซึ่งมีทั้งหมด 2 แบบ คือ แบบหมุดได้ (**Pinned**) และแบบเลื่อนได้ (**Roller**) โดยสร้างรูปแบบจุดรองรับทั้ง 2 ขึ้นมาก่อนด้วยคำสั่ง **Add** แล้วจึง **Assign** ให้แก่จุดต่อที่ต้องการทีละจุดตามลำดับ ด้วย **Node Cursor**

ขั้นตอนที่ 5 ทำการกำหนดน้ำหนักบรรทุกให้แก่โครงสร้าง โดยเลือกที่หน้าย่อย **General > Load** สร้างชุดน้ำหนักบรรทุกขึ้นมา ซึ่งเป็นน้ำหนักเนื่องจากอุณหภูมิ (**Temperature Load**) คลิกเลือก **Temp...** เพื่อสร้างน้ำหนักบรรทุก แล้ว **Assign** ให้แก่แต่ละจุด โดยใช้ **Node Cursor** เลือกจุดต่อที่น้ำหนักกระทำแล้วใช้ตัวเลือก **Assign To Selected Beams & Plates** เพื่อกำหนดจุดต่อที่กระทำ





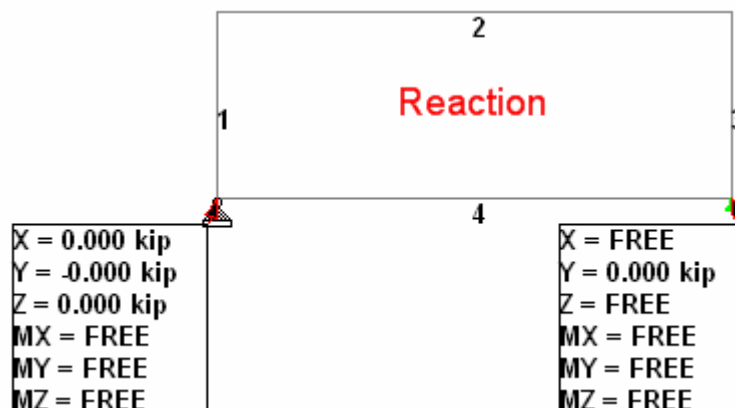
สร้างน้ำหนักบรรทุก 2 แบบคือ
แบบคิวนบนสูงกว่า(40)ได้แก่หมายเลข 1, 2, 4 และอุณหภูมิที่คิวล่าง
สูงกว่า (-40) ได้แก่หมายเลข 3

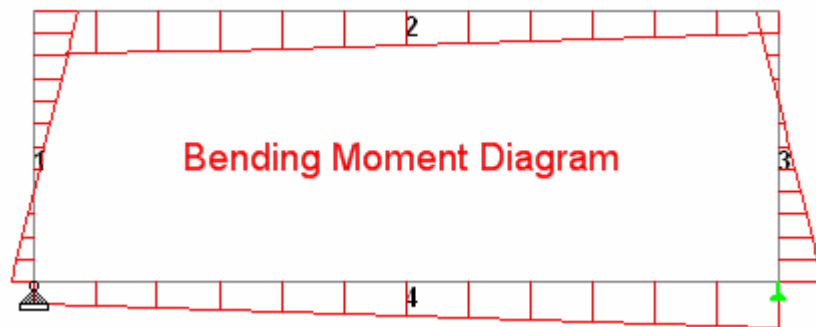
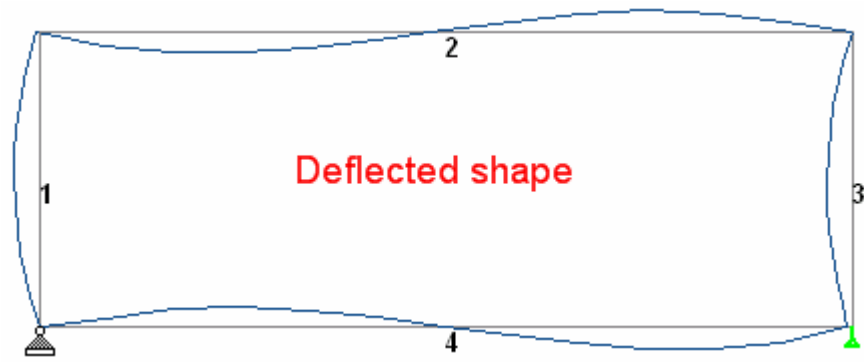


ขั้นตอนที่ 6 ทำการกำหนดค่าการแสดงผล ในแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์ (.ANL) ได้โดยใช้คำสั่งจากเมนูบาร์ **Commands > Pre Analysis Print > Print All...** และ **Command > Analysis > Perform Analysis** เลือก **All**

ขั้นตอนที่ 7 สั่งให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ **Analyze > Run Analysis...** เลือกทำการวิเคราะห์ด้วย **STAAD**

ขั้นตอนที่ 8 เข้าสู่โหมดแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ **Mode > Post Processing** หรือจากไอคอนบนทูลบาร์ เลือกชุดน้ำหนักบรรทุกที่จะใช้ทำการแสดงผล เลือกดูการแสดงผลแรงปฏิกิริยา (**Reactions**) และการเสียรูป (**Displacements**) แล้วบันทึกภาพด้วยคำสั่ง **Take Picture** เพื่อใช้ประกอบในรายงานต่อไป ซึ่งจะไม่ขอก้าวในรายละเอียด





Tutorial Problem 1

2D Portal Frame

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการสร้างโครงข้อแข็งสองมิติโดยใช้ **STAAD.Pro** โดยมีเนื้อหาที่ครอบคลุมในบทดังนี้

- เริ่มต้นโปรแกรม
- การสร้างโมเดล
- สร้างจุดต่อและองค์อาคาร
- แสดงหมายเลขจุดต่อและคาน
- กำหนดคุณสมบัติขององค์อาคาร
- กำหนดค่าคงที่วัสดุ
- กำหนดระยะออฟเซตขององค์อาคาร
- พิมพ์ข้อมูลขององค์อาคาร
- กำหนดจุดรองรับ
- กำหนดน้ำหนักบรรทุก
- กำหนดวิธีการวิเคราะห์
- กำหนดคำสั่งพิมพ์หลังการวิเคราะห์
- กำหนดพารามิเตอร์ออกแบบเหล็ก
- ทำการวิเคราะห์และออกแบบ
- ดูไฟล์ผลการคำนวณ
- ตรวจสอบผลบนหน้าจอ ทั้งแบบกราฟิกและตัวเลข

1.1 เริ่มต้นโปรแกรม

วิธีสร้างข้อมูลโครงสร้างมีสองวิธีคือ :

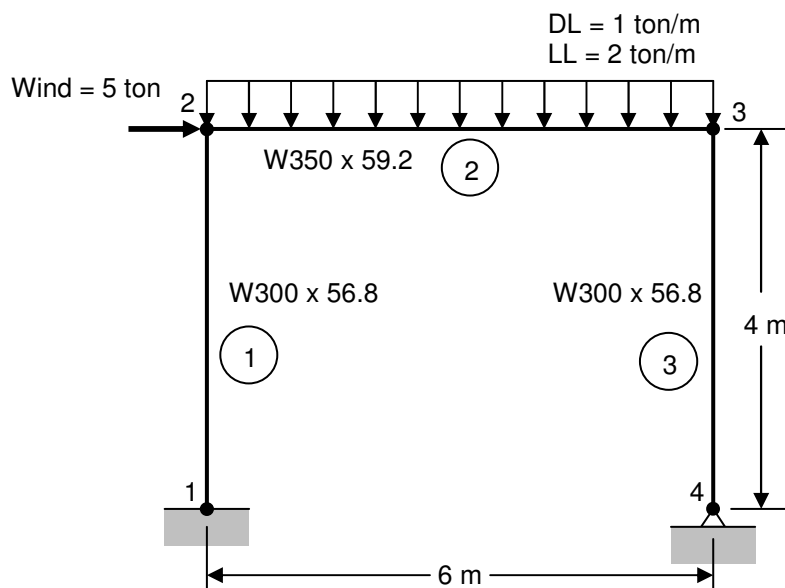
สร้างโดยใช้ไฟล์คำสั่ง **Command file**

สร้างโดยใช้อินเตอร์เฟซโต้ตอบแบบกราฟฟิก **Graphical user interface: GUI**

Command file จะเป็นไฟล์ตัวอักษรที่บรรจุข้อมูลโครงสร้างที่จะถูกสร้าง เป็นไฟล์ที่รวมคำสั่งทั้งหมดซึ่งสามารถสร้างได้โดยใช้ **Editor** ที่ติดมากับโปรแกรมหรือโปรแกรมอื่นที่จัดเก็บในรูปแบบตัวอักษรได้เช่น **Notepad** หรือ **Wordpad** ก็ได้

ไฟล์คำสั่งจะถูกสร้างโดยอัตโนมัติอยู่หลักฉาก เมื่อโครงสร้างถูกสร้างแบบกราฟฟิก เราสามารถสลับไปมาระหว่างสองโหมดนี้ได้ตลอดเวลาเพื่อตรวจสอบข้อมูลที่กรอกแบบกราฟฟิก นอกจากนั้นถ้าเราแก้ไขไฟล์คำสั่งแล้วจัดเก็บ โปรแกรมจะเปลี่ยนแปลง **GUI** ให้เป็นไปตามที่เราแก้ไขในทันที

โครงสร้างในบทนี้เป็นโครงเหล็กหนึ่งช่องหนึ่งชั้นดังแสดงในรูปข้างล่าง

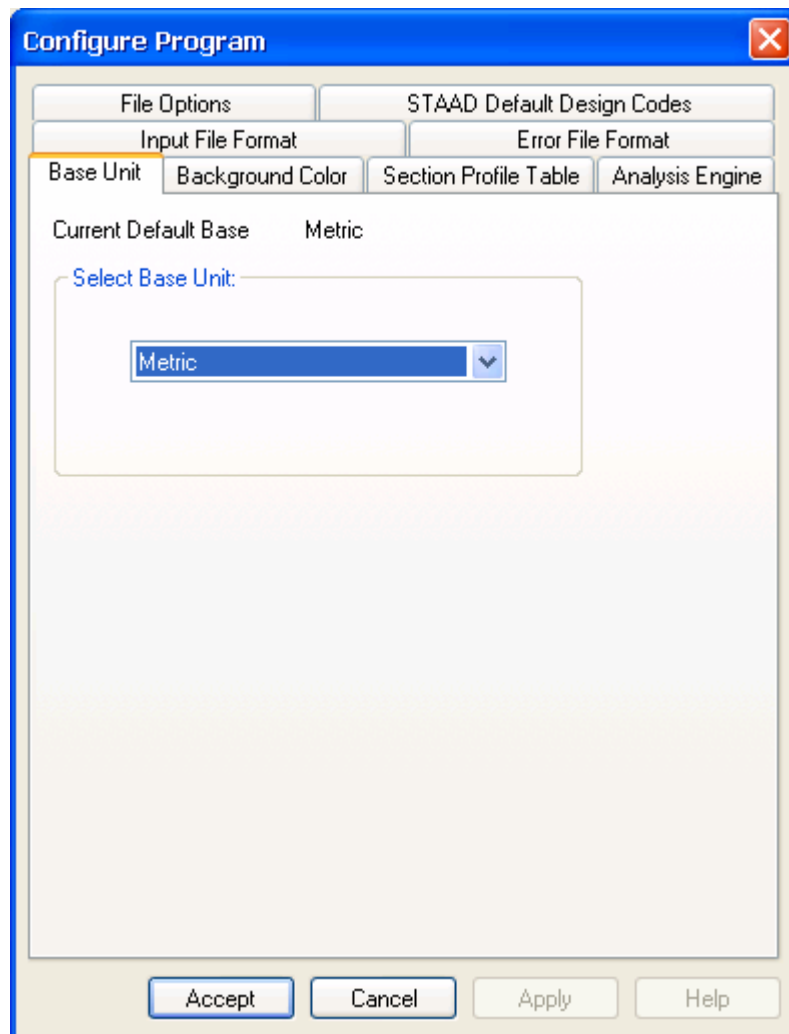


รันโปรแกรม **STAAD.Pro** หน้าต่าง **New** จะถูกโหลดขึ้นมาทุกครั้งที่เราเริ่มต้นโปรแกรม ถ้าไม่ต้องการให้คลิกเครื่องหมายถูกหน้าข้อความ **Display this dialog box at the Startup** ที่มุมซ้ายออก และสามารถเรียกได้ทีหลังจากเมนู **File > New**

ระบบหน่วยวัด :

ระบบหน่วยวัดในโปรแกรมมีสองระบบคือ ระบบอังกฤษ (ฟุต, ปอนด์) และระบบเมตริก (นิวตัน, เมตร) ระบบหน่วยจะถูกเลือกตั้งแต่ตอนติดตั้งโปรแกรม จะถูกใช้เป็นค่าเริ่มต้นถ้าเราไม่สั่งให้เปลี่ยนแปลง

ก่อนอื่นให้คลิก **Cancel** เพื่อปิดหน้าต่างในรูปก่อนหน้านี้เสียก่อน จากนั้นการเปลี่ยนหน่วยทำได้โดยเลือกเมนู **File > Configure...** (ดูรูปข้างล่าง) แล้วเลือกระบบหน่วยที่ต้องการ ให้เลือกระบบเมตริก **Metric**



คลิกปุ่ม **Accept** เพื่อปิดหน้าจอข้างบน จากนั้นเลือกเมนู **File > New** หน้าต่าง **New** จะแสดงขึ้นมาอีกครั้ง

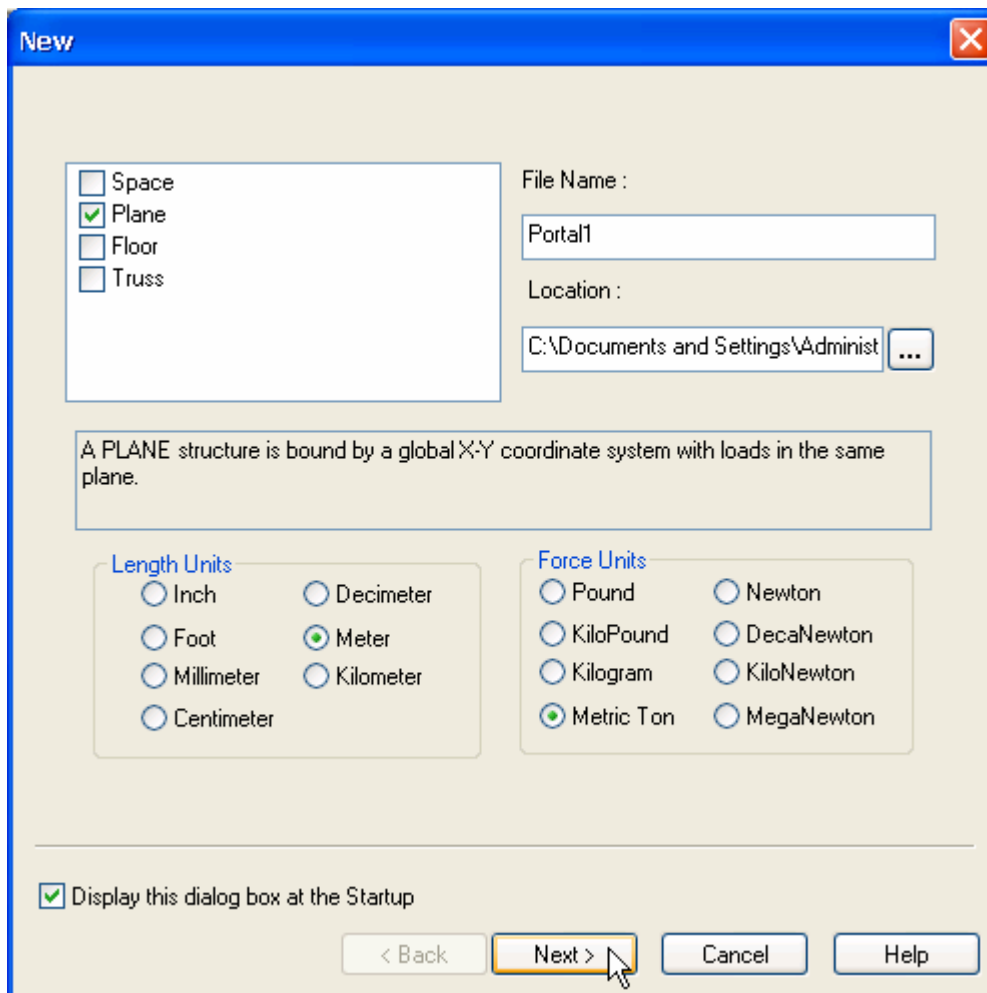
1.2 การสร้างโมเดล

ในหน้าจอ **New** เราต้องกรอกข้อมูลเริ่มต้นที่สำคัญสำหรับการสร้างโมเดล เริ่มจากชนิดของโครงสร้างที่มีให้เลือกคือ **Space, Plane, Floor** และ **Truss** ถ้าเป็นชนิด **Space** โครงสร้าง, น้ำหนักบรรทุก และการเสียรูปทรงจะมีทั้งสามแกนคือ **X, Y** และ **Z** ในชนิด **Plane** โครงสร้างและน้ำหนักบรรทุกจะอยู่ในสองมิติ **X-Y** เท่านั้น สำหรับชนิด **Floor** โครงสร้างจะอยู่ระนาบ **X-Z** ส่วนโครงสร้าง **Truss** นั้น องค์อาคารจะรับเฉพาะแรงตามแนวแกนเท่านั้น สำหรับโมเดลที่เราจะสร้างในบทนี้ให้เลือก **Plane**

เลือก **Meter** เป็นหน่วยความยาว และ **Metric Ton** เป็นหน่วยแรง เริ่มต้นในการสร้างโมเดล โดยเราสามารถเปลี่ยนหน่วยเหล่านี้ได้ภายหลังถ้าต้องการ

ใส่ชื่อไฟล์ที่ต้องการลงในช่อง **File Name** ให้ตั้งชื่อว่า **Portal1** จากนั้นให้เลือกตำแหน่งที่ต้องการจัดเก็บไฟล์ข้อมูลลงในช่อง **Location**

นอกจากนั้นก็อาจใส่ชื่อโครงการลงในช่อง **Title** ให้ใส่ชื่อเป็น **Portal Frame** ซึ่งจะช่วยให้เราระบุโครงการได้ในกรณีที่มีการสร้างหลายโมเดล หลังจากกำหนดค่าทั้งหมดแล้วให้คลิกปุ่ม **Next**




ในหน้าจอถัดมาจะให้เลือกเครื่องมือเริ่มต้นในการสร้างโมเดลคือ ถ้าเลือก **Add Beam**, **Add Plate** หรือ **Add Solid** จะเริ่มด้วยการสร้างคาน, แผ่นพื้น หรือรูปทรงตัน **Open Structure Wizard** จะช่วยสร้างโมเดลตามโครงสร้างต้นแบบที่มีอยู่ในไลบรารีของโปรแกรม ถ้าจะสร้างโมเดลโดยใช้ภาษาคำสั่ง **STAAD** โดยตรงให้เลือก **Open STAAD Editor**

หมายเหตุ: ถ้าต้องการใช้ **Editor** ในการสร้างโมเดล ให้เลือก **Open STAAD Editor**

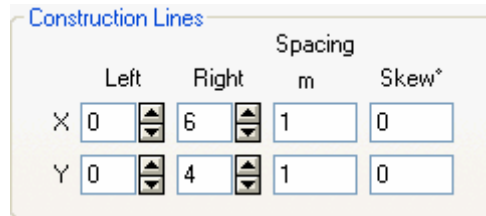
สำหรับโมเดลของเราให้เลือก **Add Beam** คลิกปุ่ม **Finish** หน้าจอนี้จะหายไป หน้าจอกราฟฟิก **STAAD.Pro** จะปรากฏขึ้นมา

ข้อมูลโครงสร้างจะประกอบด้วย หมายเลข **joint** และพิกัดของมัน หมายเลข **member** และการเชื่อมต่อของมัน คำสั่ง **STAAD** ที่จะถูกสร้างขึ้นสำหรับโครงสร้างในบทนี้คือ

JOINT COORDINATES
 1 0. 0. ; 2 0. 4. ; 3 6. 4. ; 4 6. 0.
MEMBER INCIDENCE
 1 1 2 ; 2 2 3 ; 3 3 4

คลิกไอคอน  **View from + Z** จากทูลบาร์ แล้วเลือก **X-Y** เป็นระนาบ **Plane** ในหน้าต่าง **Snap Node/Beam**

กำหนดเส้นโครงร่างสำหรับโครงขนาดกว้าง **6 เมตร** สูง **4 เมตร** ดังในรูปข้างล่าง



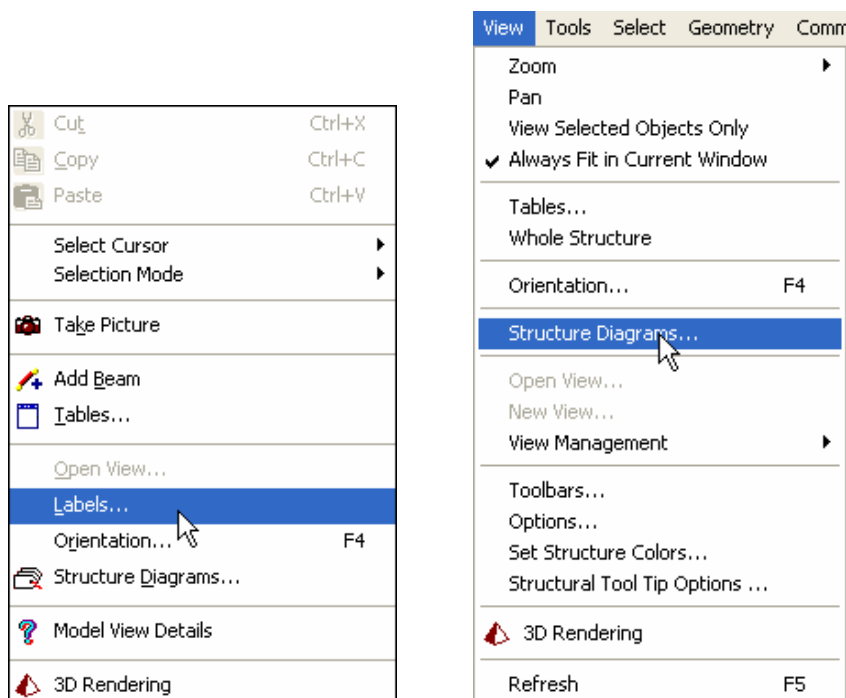
คลิกปุ่ม **Snap Node/Beam** แล้วเริ่มสร้างโมเดลโดยใช้เมาส์คลิก-ลากจนได้โครงสร้างดังในรูปข้างล่าง



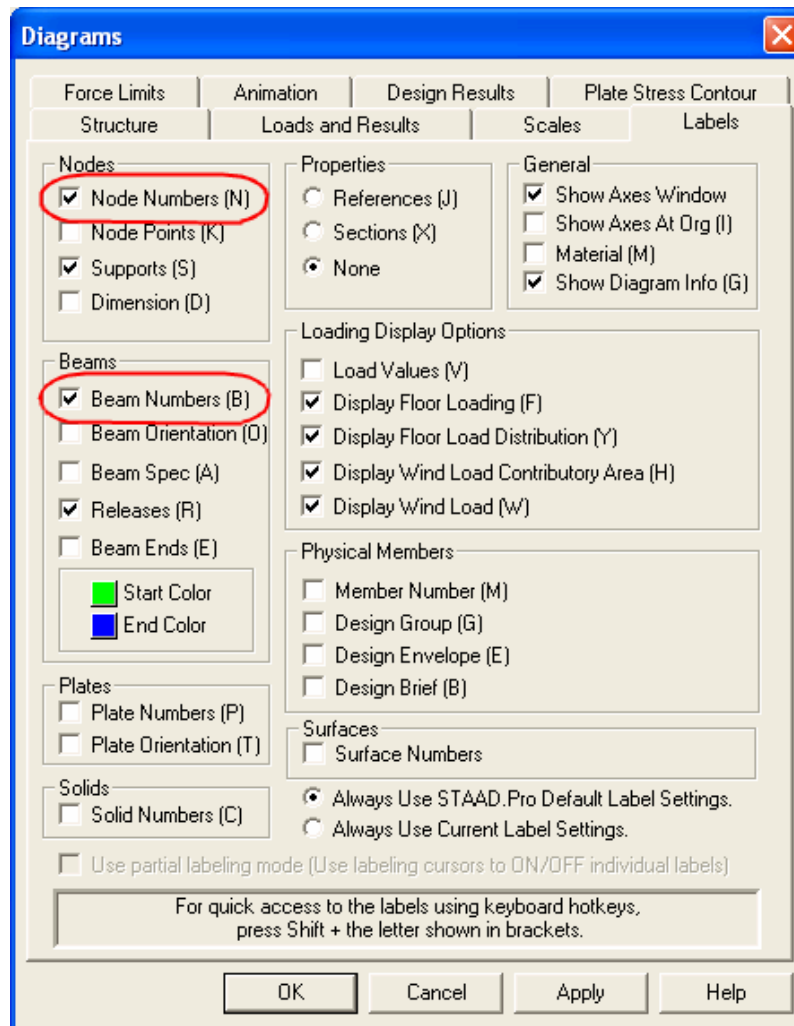
คลิกถอนปุ่ม **Snap Node/Beam** ออก แล้วคลิกปุ่ม **Close** เพื่อจบการสร้างโมเดล

1.3 แสดงหมายเลขจุดต่อและคาน

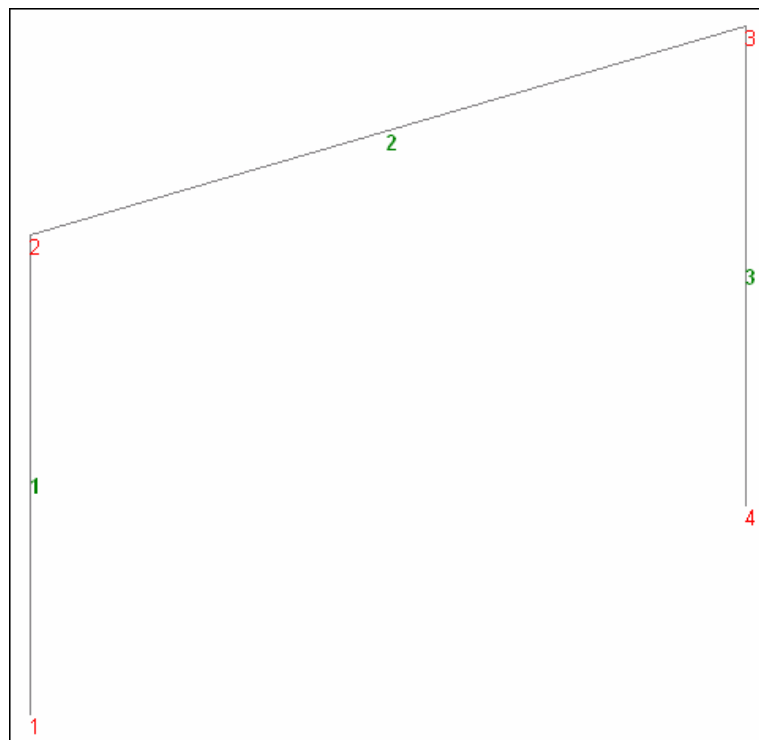
ในการแสดงจุดต่อและคานให้คลิกขวาที่จุดใดๆ ในพื้นที่ภาพวาด แล้วเลือก **Labels** ในเมนูที่ปรากฏขึ้น หรือเลือกเมนู **View > Structure Diagrams...** เพื่อเรียกหน้าจอ **Diagrams** ขึ้นมาและเลือกแถบ **Labels**



ในแถบ **Labels** ให้คลิกเลือก **Node Numbers** และ **Beam Numbers** จากนั้นคลิก **OK**



ในรูปโมเดลจะมีหมายเลข **node** และ **member** แสดงอยู่บนโครงสร้าง ดังในรูปข้างล่าง



ถ้าต้องการเราอาจเปลี่ยน **font** ของหมายเลข **node/beam** ที่สามารถทำได้โดยเลือกเมนู **View > Options** แล้วเลือกแถบที่ต้องการ (**Node Labels / Beam Labels**)

1.4 กำหนดคุณสมบัติองค์อาคาร

งานต่อไปของเราก็คือการกำหนดขนาดหน้าตัดคานและเสา คำสั่ง **STAAD** ในไฟล์คำสั่ง คือ :

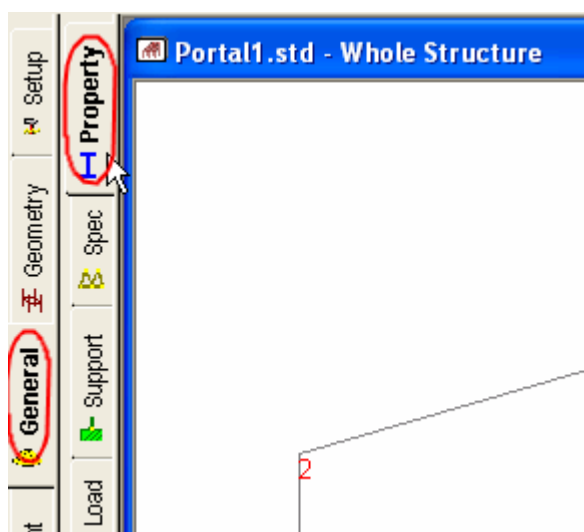
MEMBER PROPERTY KOREAN
1 3 TABLE ST W300X200X56
2 TABLE ST W350X250X69

STEP :

1) เพื่อนิยามคุณสมบัติองค์อาคาร คลิกไอคอน **Property Page** บนทูลบาร์ด้านบน:

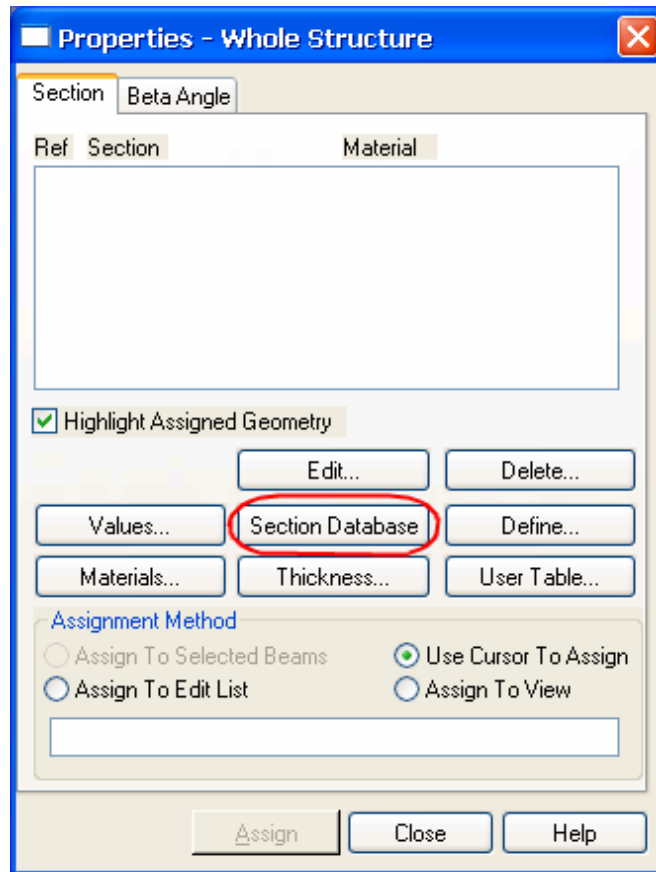


หรืออาจคลิกหน้า **General > Property** จากด้านซ้ายของหน้าจอวาดภาพหลักดังในรูปข้างล่าง

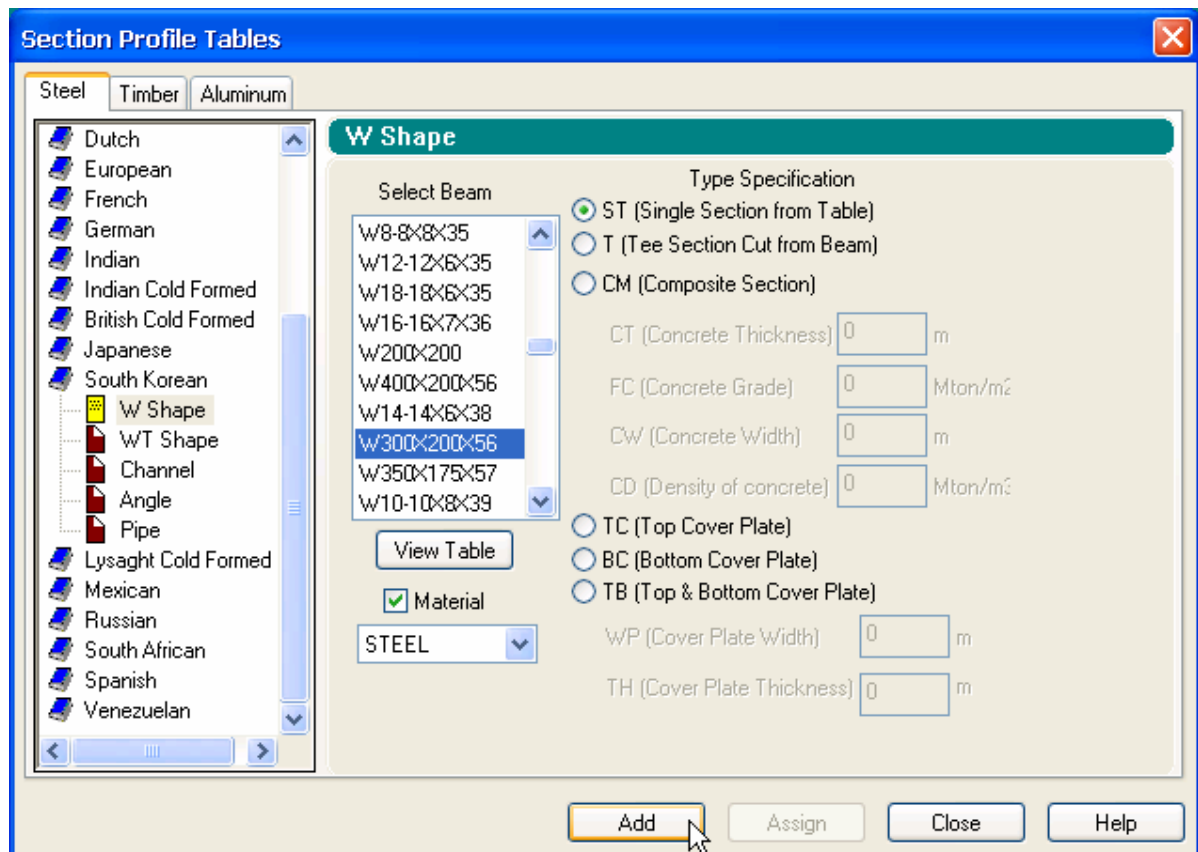


2) จากนั้นหน้าจอ **Properties** จะปรากฏขึ้นทางด้านขวา (ตามรูปข้างล่าง) หน้าตัดที่เราจะสร้างเป็นหน้าตัดรูป **W** จากตารางเหล็ก โดยคลิกปุ่ม **Database...** ดังในรูป

3) จะมีหน้าจอให้เลือกประเทศ ซึ่งจะไม่มีประเทศไทยดังนั้นจะต้องเทียบคุณสมบัติที่เหมือนกันกับประเทศอื่น สำหรับในตัวอย่างนี้ให้เลือก **Korean** แล้วคลิก **OK** หน้าจอเลือกหน้าตัดจะแสดงขึ้นมา สังเกตว่าช่อง **Material** จะถูกเลือกอยู่ ให้ปล่อยไว้อย่างนั้นไปก่อน เพราะจะทำให้เราสามารถเปลี่ยนค่าคงที่วัสดุ **E**, หน่วยน้ำหนัก, ปิวส์ซอง และอื่นๆ



เลือกหน้าตัด **W300X200X56** โดยอาจคลิกปุ่ม **View Table** ดูตารางเพื่อเปรียบเทียบกับของไทยให้ตรงความต้องการก็ได้ และเลือก **ST** เป็นชนิดหน้าตัด จากนั้นคลิกปุ่ม **Add** ดังแสดงในรูปข้างล่าง



4) เลือกอีกหน้าตัด **W350X250X69** แล้วกดปุ่ม **Add** เมื่อเลือกหน้าตัดจนครบแล้วให้คลิกปุ่ม **Close**

5) ขั้นตอนต่อไปคือการนำหน้าตัดที่เลือกมา **assign** ให้ **member** ในโมเดล มีขั้นตอนดังนี้

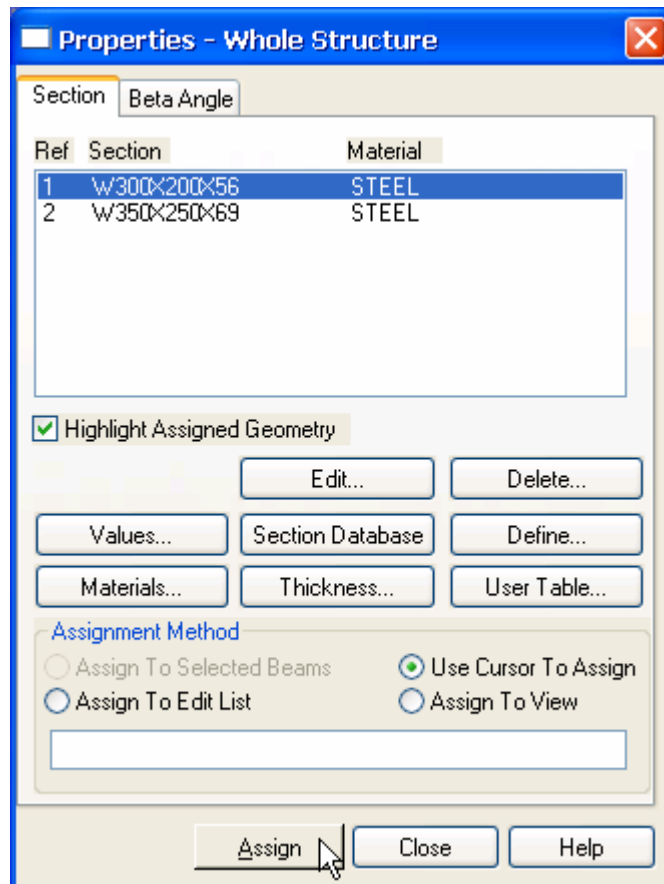
เลือกหน้าตัดแรกในหน้าจอ **Properties (W300X200X56)**

ตรวจสอบว่าปุ่ม **Use Cursor to Assign** ถูกเลือกเป็นวิธี **Assign** อยู่

คลิกปุ่ม **Assign** ซึ่งตัวเคอร์เซอร์จะเปลี่ยนเป็นรูป **I**

ใช้เคอร์เซอร์ไปคลิกที่ **member 1** และ **3**

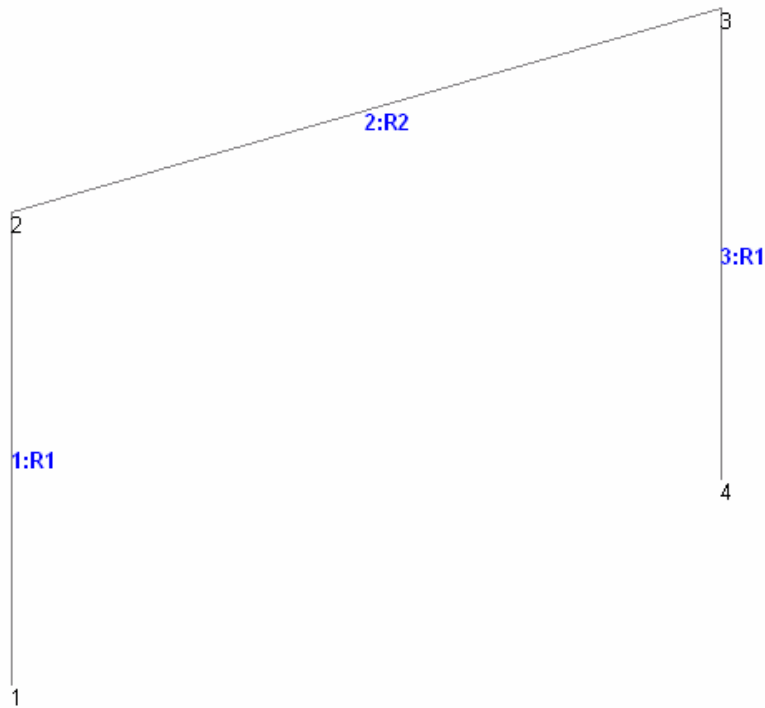
สุดท้ายกลับมากlikที่ปุ่ม **Assign** อีกครั้ง หรือกด **Esc** บนคีย์บอร์ด เพื่อหยุดขั้นตอนการ **assign**



6) ใช้วิธีเดิม **assign** หน้าตัดที่สอง **W350X250X69** ให้กับ **member 2** เมื่อเสร็จแล้วโมเดลจะเป็นดังรูป

7) เมื่อถึงขั้นนี้ให้เราปิด **property label** โดยคลิกขวาในพื้นที่รูปภาพ เมื่อเมนูเปิดขึ้นมาให้เลือก **Labels...** จากนั้นเมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้เลือก **None** ในกรอบของ **Properties** แล้วคลิก **OK**

เสร็จแล้วให้ **Save** ข้อมูล



1.5 เปลี่ยนหน่วยความยาว

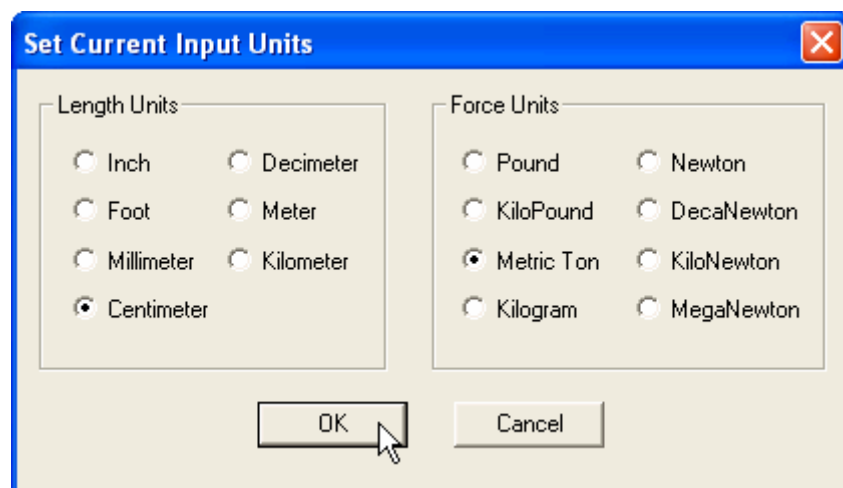
ในการกำหนดค่าออฟเซตของ **member** จะสะดวกกว่าถ้าใช้หน่วยความยาวเป็น ซม. แทนที่จะเป็น เมตร คำสั่งที่ใช้เปลี่ยนหน่วยคือ

UNIT CM MTON

1) เพื่อเปลี่ยนหน่วยให้คลิกไอคอน **Input Units** บนทูลบาร์ด้านบน:




หรืออาจเลือกจากเมนู **Tools > Set Current Input Unit** เมื่อมีหน้าจอแสดงขึ้นให้คลิกเลือกหน่วยความยาวเป็นเซนติเมตรแล้วคลิก **OK**



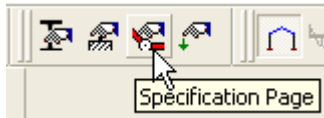
1.6 กำหนดออฟเซตขององค์อาคาร

เนื่องจากคานเบอร์ 2 มีช่วงความยาวจริงคือระยะช่องว่างระหว่างผิวในของเสาทั้งสองข้าง ไม่ใช่ระยะระหว่างศูนย์กลาง เราสามารถใช้ข้อได้เปรียบนี้ได้โดยกำหนดออฟเซต **member 2** จะถูก **OFFSET** ที่จุด **START** ไป **15 cm** ตามแกนรวม **X** และ **0.0** และ **0.0** ตามแกนรวม **Y** และ **Z** ตัวเลขเดียวกันออฟเซตที่ปลาย **END** เป็นค่าลบ **15 cm** คำสั่ง **STAAD** ที่ใช้คือ :

```
MEMBER OFFSET
2 START 15 0 0
2 END -15 0 0
```

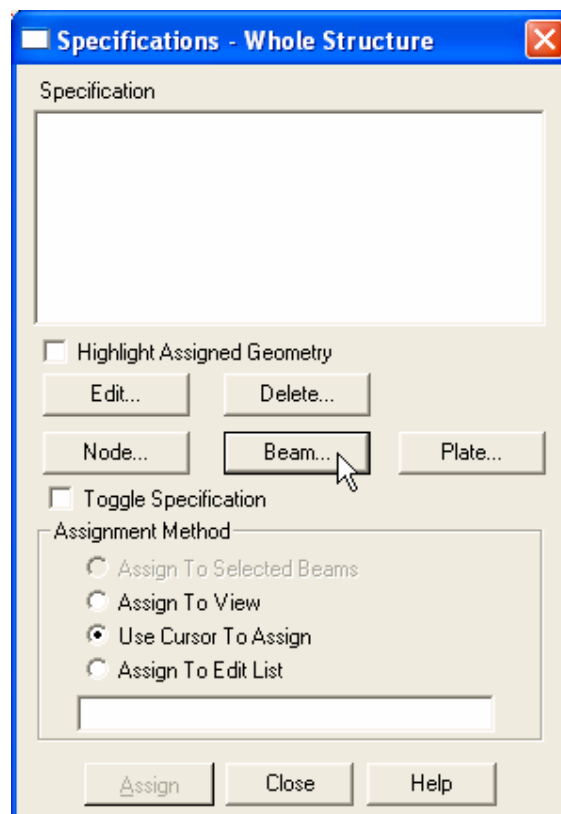
1) เนื่องจากเรารู้ว่า **member 2** จะถูกออฟเซต ให้เริ่มจากเลือก **member** ก่อนโดยการคลิกที่ **member 2** ด้วย **Beam cursor**  **member** ที่ถูกเลือกจะถูกไฮไลต์ขึ้น

2) ในการตั้งออฟเซตของ **member** ให้คลิกไอคอน **Specification Page** บนทูลบาร์บนสุด

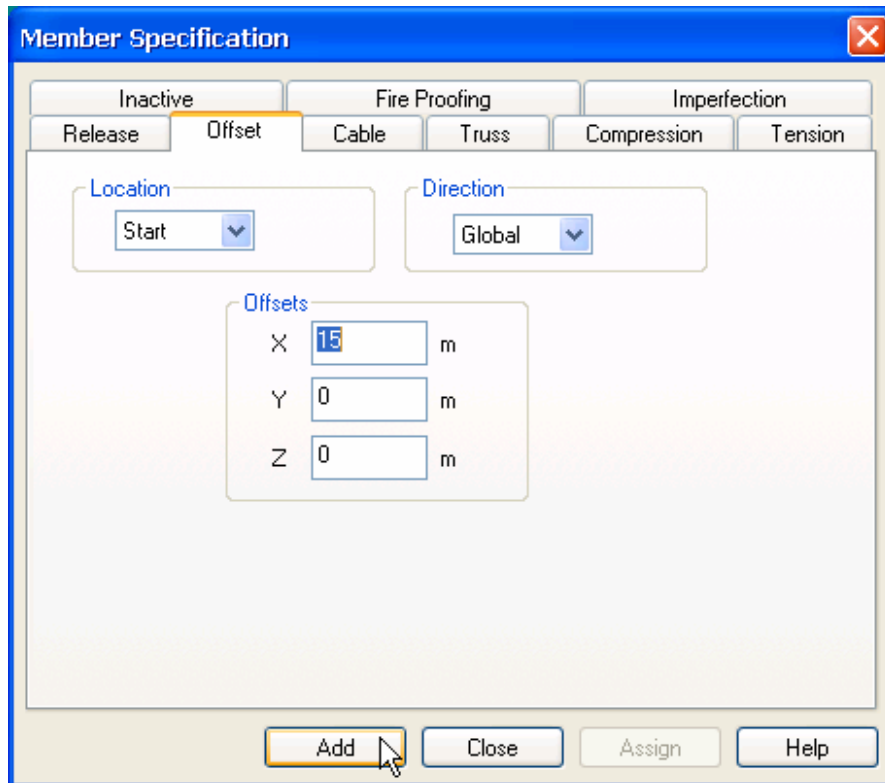


หรืออาจคลิกเลือกหน้า **General > Spec** จากแถบทางด้านซ้ายของหน้าจอวาดภาพหลัก

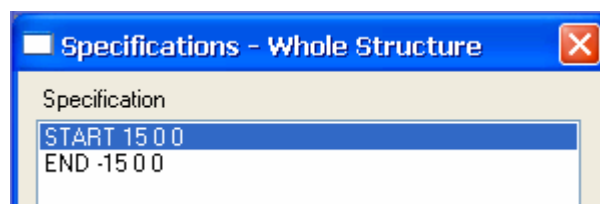
3) หน้าจอ **Specification** จะแสดงขึ้นมา ดังในรูปข้างล่าง ให้คลิกที่ปุ่ม **Beam**



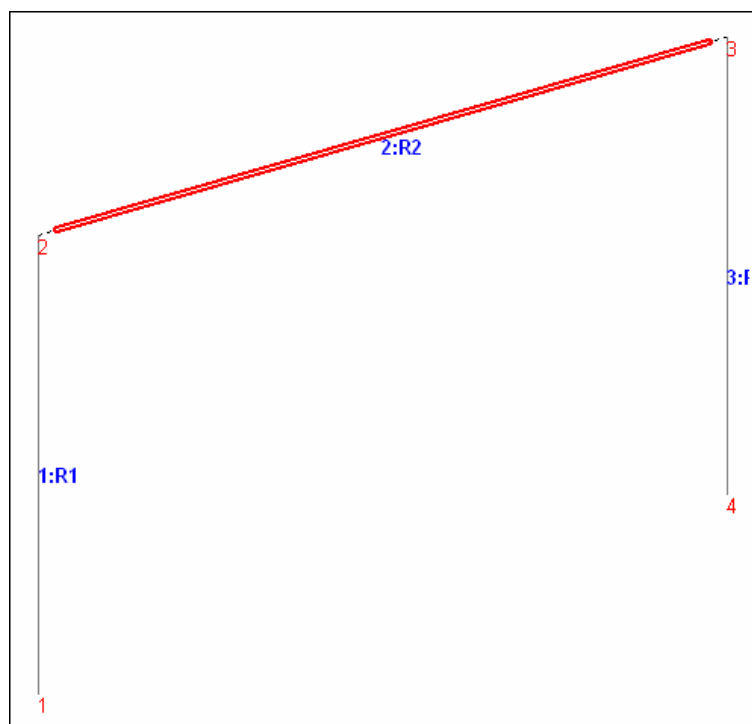
4) เมื่อหน้าจอ **Beam Specs** แสดงขึ้นมาให้เลือกแถบ **Offset** เพื่อกำหนดออฟเซตที่ **node** เริ่มต้นในทิศทาง **X** ใส่ค่า **15** ลงในช่องว่าง แล้วกดปุ่ม **Add**



5) ทำขั้นตอน 3 และ 4 ซ้ำ แต่เลือก **End** และใส่ค่า **-15** ในช่อง **X** จะได้รายการดังในรูปข้างล่าง



6) **Assign** ทั้งสองรายการให้แก่คานหมายเลข **2** ดังในรูปข้างล่าง



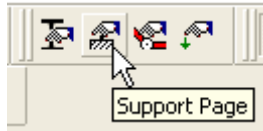
คลิกที่ใดๆในภาพเพื่อเอาไฮไลต์ออก แล้ว **Save** งาน

1.7 กำหนดจุดรองรับ

จากรูปโครงสร้าง มีจุดรองรับที่ **node 1** เป็นแบบ **FIXED** และที่ **node 4** เป็นแบบ **PINNED**

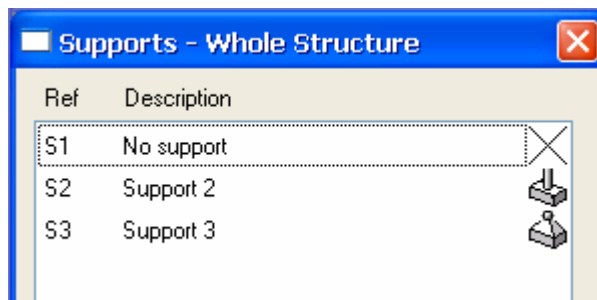
SUPPORTS
1 FIXED ; 4 PINNED

1) เพื่อสร้างจุดรองรับ คลิกไอคอน **Support Page** ที่มุมล่างขวามือ

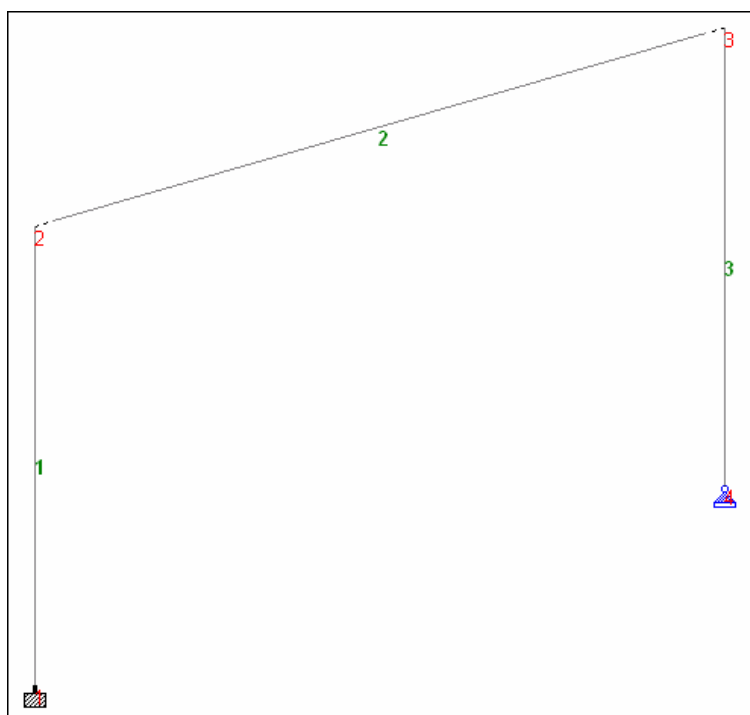


หรืออาจเลือกหน้า **General > Support** จากด้านซ้ายของหน้าจอ

2) หน้าจอ **Supports** จะแสดงขึ้นมา คลิกปุ่ม **Create** เพื่อสร้างจุดรองรับแบบ **Fixed** แล้วกดปุ่ม **Add** จากนั้นก็สร้างแบบ **Pinned** ดังแสดงในรูปข้างล่าง



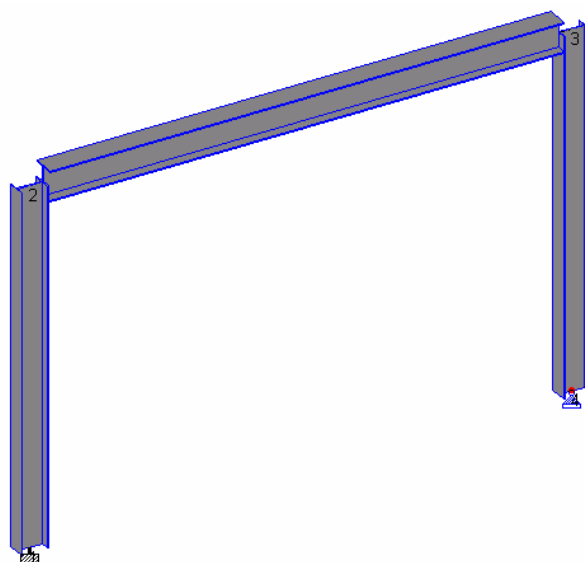
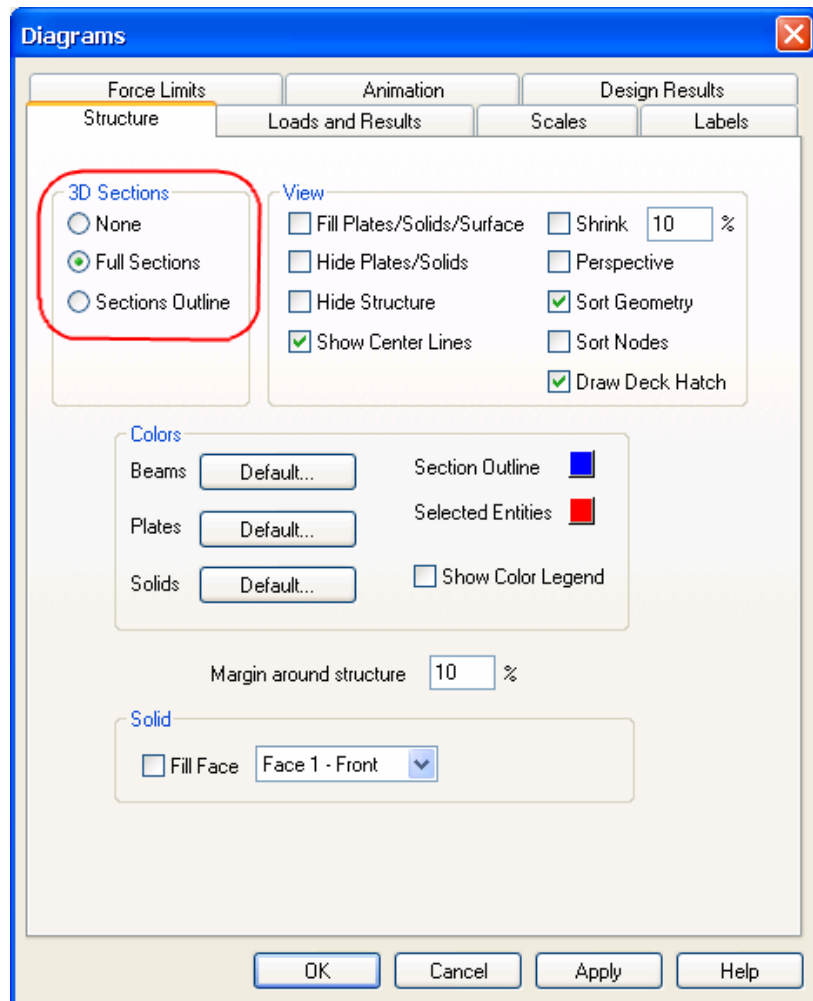
3) คลิกเลือก **S2** จุดรองรับแบบ **FIXED** และเลือก **Use Cursor To Assign** คลิกปุ่ม **Assign** แล้วเลือกคลิกที่ **node 1** เสร็จแล้ว **Assign S3** จุดรองรับแบบ **PINNED** ให้แก่ **node 4** โดยวิธีเดียวกัน โมเดลจะกลายเป็นดังรูป



1.8 แสดงโมเดลใน 3D

เรามาดูการแสดงภาพโมเดลแบบสามมิติ โดยคลิกขวาในภาพวาดแล้วเลือกเมนู **Structure Diagrams** หรือเลือกเมนู **View > Structure Diagrams** จะมีหน้าจอแสดงขึ้นมา

ในกรอบ **3D Sections** ให้เลือกแสดงแบบ **Full Section** และอาจเลือกสีหรือเส้นขอบได้ เสร็จแล้วคลิก **OK**



1.9 กำหนดน้ำหนักบรรทุก

สำหรับโครงสร้างนี้ มีน้ำหนักบรรทุกอยู่ห้าแบบ ตามคำสั่งข้างล่าง

UNIT METER MTON


LOAD 1 LOADTYPE None TITLE DEAD LOAD
SELFWEIGHT Y -1
MEMBER LOAD
2 UNI GY -1

LOAD 2 LOADTYPE None TITLE LIVE LOAD
MEMBER LOAD
2 UNI GY -2

LOAD 3 LOADTYPE None TITLE WIND LOAD
JOINT LOAD
2 FX 5

LOAD COMB 4 1.2DL+1.6LL
1 1.2 2 1.6

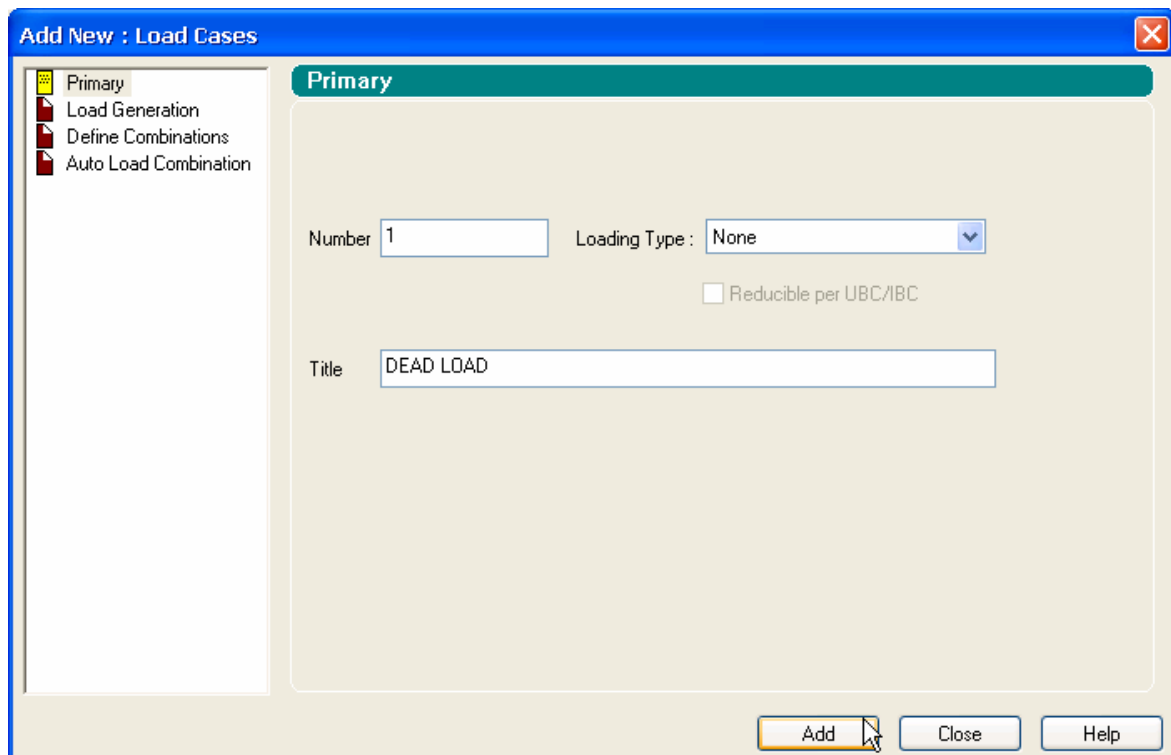
LOAD COMB 5 0.75[DL+LL+W]
1 0.75 2 0.75 3 0.75

1) ก่อนสร้างน้ำหนักบรรทุก เราควรเปลี่ยนหน่วยความยาวเป็น **เมตร** ก่อน โดยคลิกไอคอน 

2) เพื่อสร้างน้ำหนักบรรทุก คลิกไอคอน **Load Page** ที่ทุลบาร์บนสุด 

หรืออาจเลือกหน้า **General > Load** จากด้านซ้ายของหน้าจอ

3) เมื่อหน้าจอ **Load** แสดงขึ้นมาให้คลิกเลือก **Load Cases Details** แล้วคลิกปุ่ม **Add** เพื่อเริ่มสร้างน้ำหนักบรรทุกใหม่



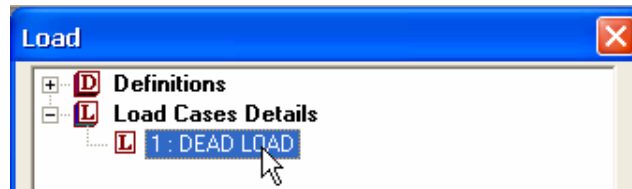
4) ในหน้าจอที่แสดงขึ้นมาให้เลือก **Primary** ในช่อง **Loading Type** ให้เลือก **None** ใส่ชื่อน้ำหนักบรรทุกเป็น **DEAD LOAD** กด **Add** แล้วคลิกปุ่ม **Close**

น้ำหนักบรรทุกที่ถูกสร้างขึ้นใหม่จะปรากฏในช่องให้เลือกทางด้านบนดังนี้



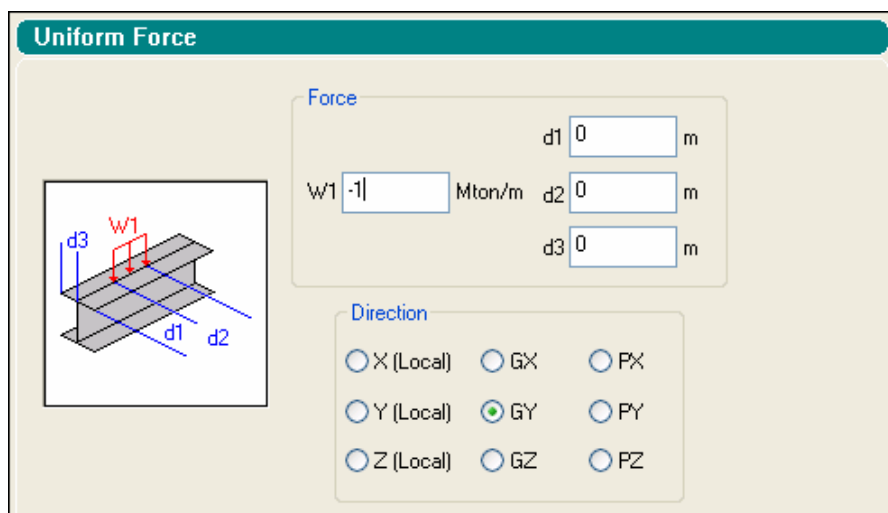
ต่อไปเมื่อน้ำหนักหลายประเภทก็สามารถเลือกได้จากทูลบาร์นี้

5) บนหน้าจอ **Load** ให้คลิกเลือกรายการ **DEAD LOAD** ที่เพิ่มขึ้นมาใหม่ แล้วคลิกปุ่ม **Add...**

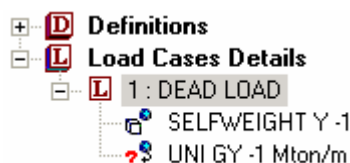


6) หน้าต่าง **Add New : Load Items** เลือก **Selfweight** ในทิศทาง **Y -1** คลิกปุ่ม **Add**

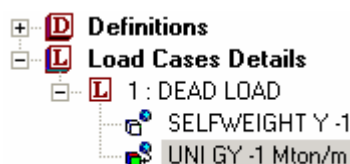
7) เลือก **Member Load > Uniform Force** เพื่อใส่น้ำหนักบรรทุกลง **member** เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้เลือกแถบ **Uniform Force** กำหนดทิศทาง **GY** และค่า **-1** แล้วคลิกปุ่ม **Add** แล้วตามด้วย **Close**

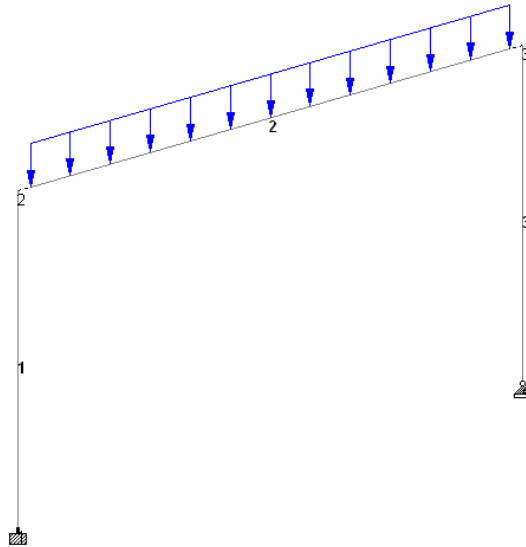


จากรายการที่แสดงเพิ่มขึ้นมา สำหรับ **Selfweight** เป็นน้ำหนักตัวเองของคานแต่ละตัวอยู่แล้ว จึงไม่ต้อง **Assign** อีก ส่วนรายการ **Uniform load** ยังเป็นเครื่องหมายคำถาม ? อยู่



คลิกที่รายการแล้ว **Assign** ให้คานหมายเลขสอง เครื่องหมายคำถามจะหายไป



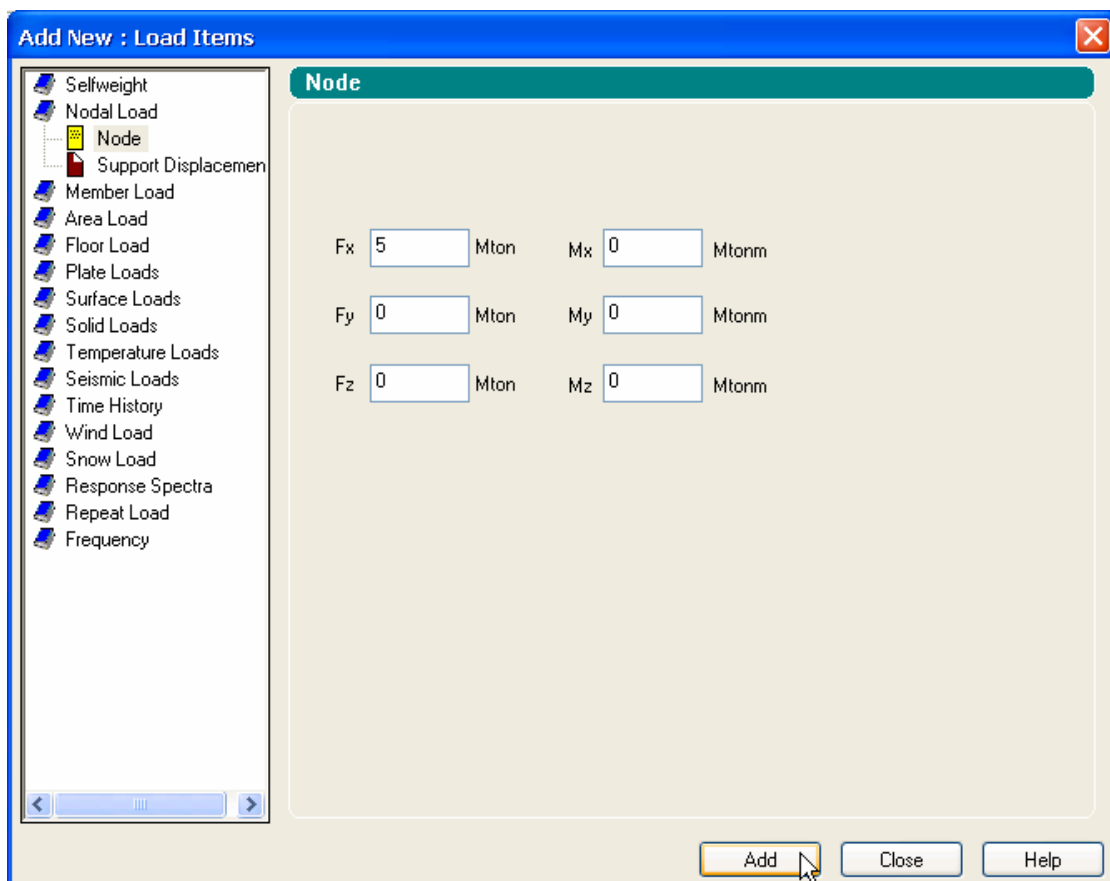


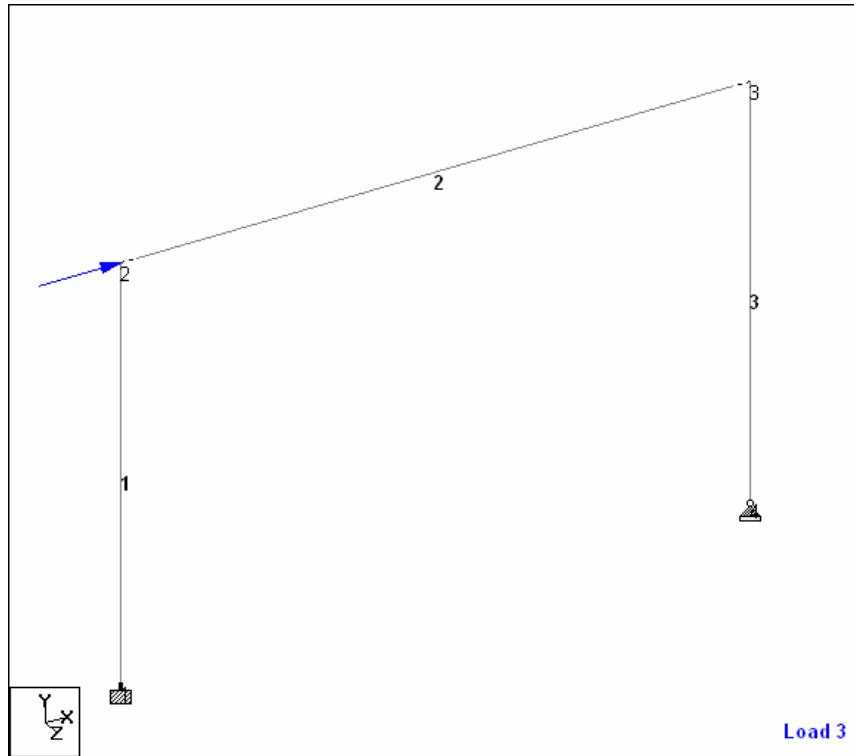
5) สร้าง **Load case** ใหม่ โดยใช้วิธีการเดิมเป็น **Load case 2** ตั้งชื่อว่า **LIVE LOAD**

6) หน้าต่าง **Add New : Load Items** เลือก **Member Load > Uniform Force** เพื่อใส่น้ำหนักบรรทุกทุก
 ลง **member** เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้เลือกแถบ **Uniform Force** กำหนดทิศทาง **GY** และค่า **-2** แล้วกด
 ปุ่ม **Add** แล้วตามด้วย **Close** แล้ว **Assign** ให้คานหมายเลขสองเช่นเดิม

7) สร้าง **Load case** ใหม่ โดยใช้วิธีการเดิมเป็น **Load case 3** ตั้งชื่อว่า **WIND LOAD**

8) หน้าต่าง **Add New : Load Items** เลือก **Nodal Load > Node** ใส่ค่า **Fx = 5 Mton** คลิกปุ่ม **Add**
 ตามด้วยปุ่ม **Close** แล้ว **Assign** ให้จุดต่อหมายเลข **2**





7) เพื่อสร้าง **Load Case 3** ซึ่งเป็น **Load combination** คือ **1.2DL+1.6LL** คลิกเลือก **Load Cases Details** แล้วคลิกปุ่ม **Add...**

8) ในหน้าจอ **Add New : Load Cases** เลือก **Define Combinations** สำหรับ **Load No. 4** ตั้งชื่อว่า **1.2DL+1.6** ใส่ค่า $\alpha_i = 1.2$ คลิกเลือก **DEAD LOAD** จากรายการ **Available Load Cases** ทางด้านซ้ายแล้วกดปุ่ม **>** เพื่อเลือกเข้ามาในรายการทางด้านขวา

Load Combination Definition: [A] = Algebraic.

Load Cases	Factor
Load Case 1	$\alpha_i = 1.2$

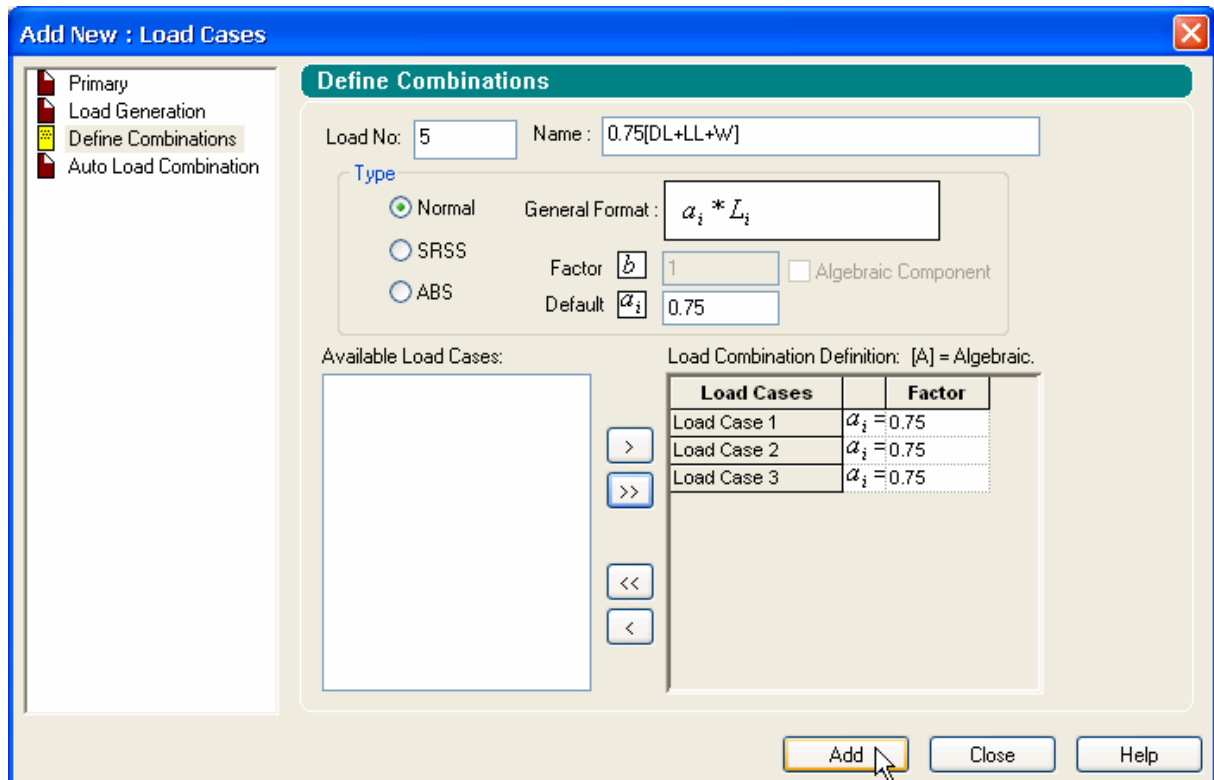
9) คลิกเลือก **LIVE LOAD** โดยใช้ค่า $\alpha_i = 1.6$ แล้วคลิกย้ายเข้ารายการทางด้านขวา

Load Combination Definition: [A] = Algebraic.

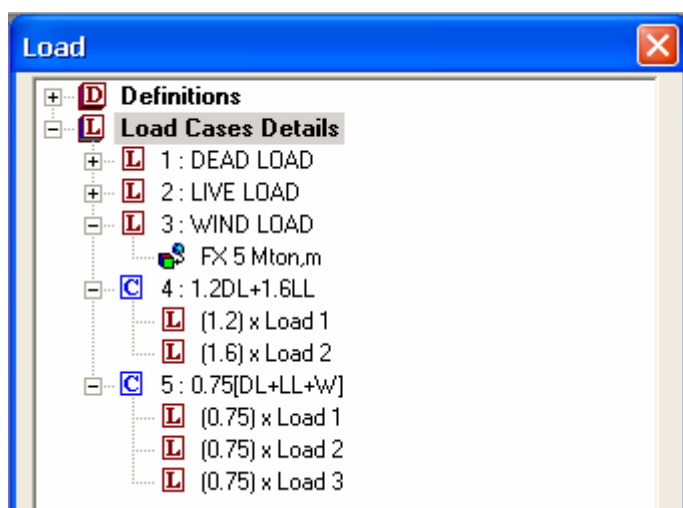
Load Cases	Factor
Load Case 1	$\alpha_i = 1.2$
Load Case 2	$\alpha_i = 1.6$

10) เสร็จแล้วคลิกปุ่ม **Add** หน้าจอจะแสดง **Load case 5** ใหม่ขึ้นมา ให้กรอกต่อไป

11) สำหรับ **Load No. 5** ตั้งชื่อว่า **0.75[DL+LL+W]** ใส่ค่า $\alpha_i = 0.75$ คลิกปุ่ม **>>** เพื่อย้ายทุกรายการเนื่องจากใช้ค่าแฟกเตอร์เท่ากัน เสร็จแล้วคลิกปุ่ม **Add**



รายการในหน้าจอ **Load** จะเป็นดังในรูปข้างล่าง



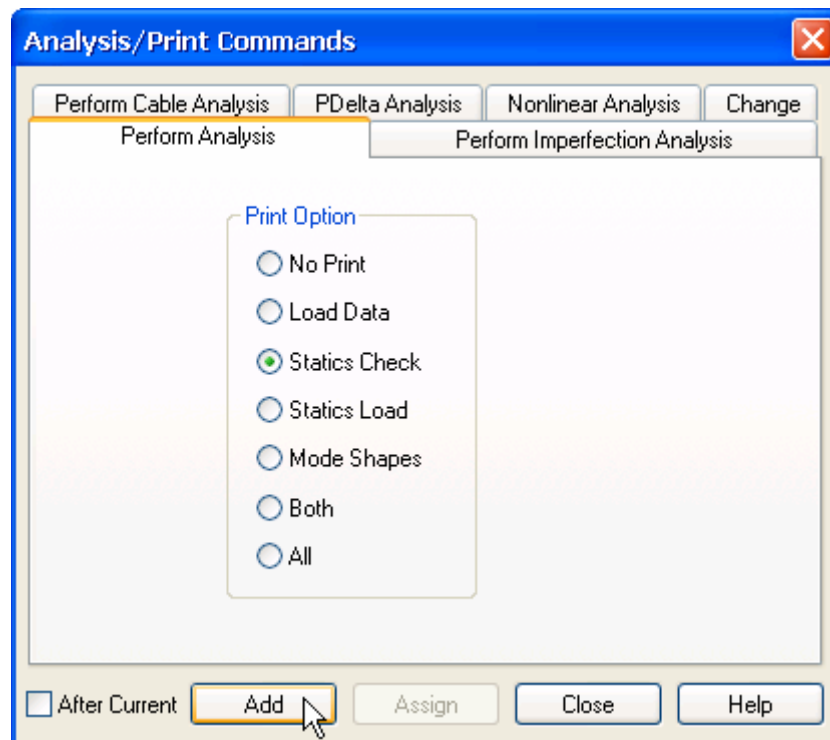
1.10 กำหนดชนิดของการวิเคราะห์

ชนิดของการวิเคราะห์ที่ต้องการคือแบบสถิตเชิงเส้น และต้องการรายงานของสภาวะสถิตสมดุลด้วย คำสั่งที่ใช้คือ :

PERFORM ANALYSIS PRINT STATICS CHECK

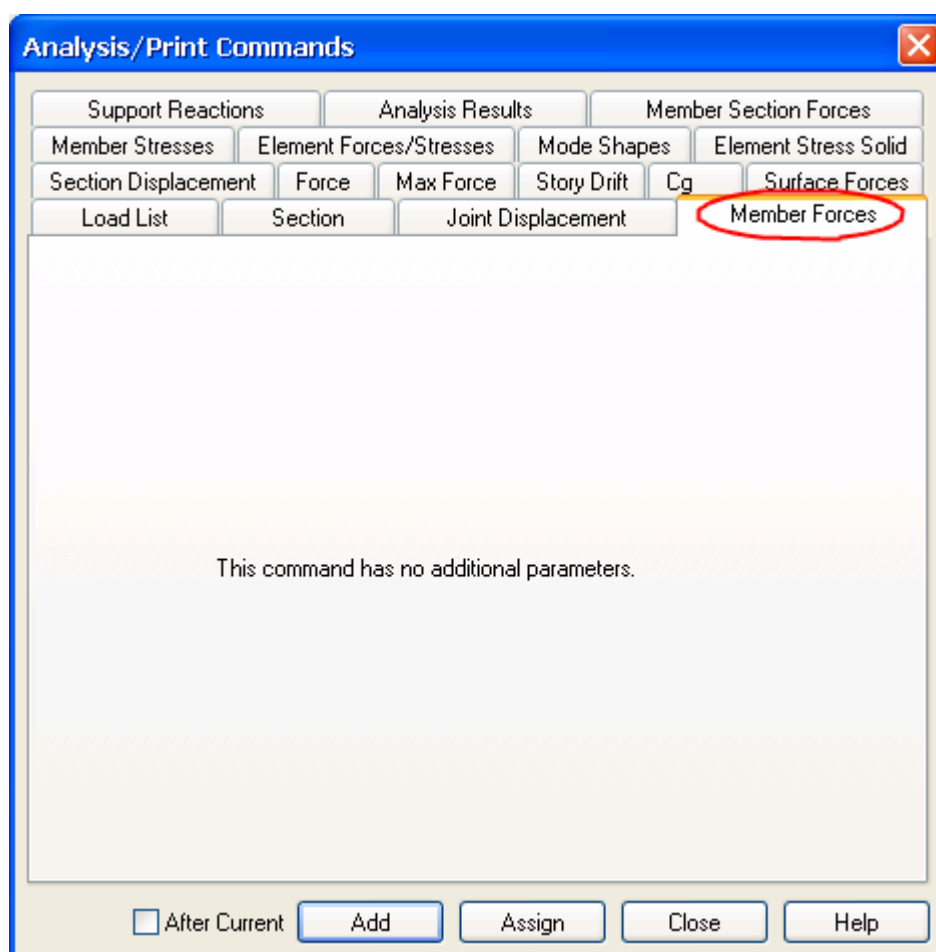
STEP :

1) กำหนดชนิดการวิเคราะห์โดยไปที่หน้า **Analysis/Print** แล้วคลิกแถบ **Analysis** ดังแสดงในรูป



2) เลือก **Print Option** เป็น **Statics Check** คลิก **Add** แล้วตามด้วย **Close**


1.11 กำหนดคำสั่งพิมพ์หลังการวิเคราะห์



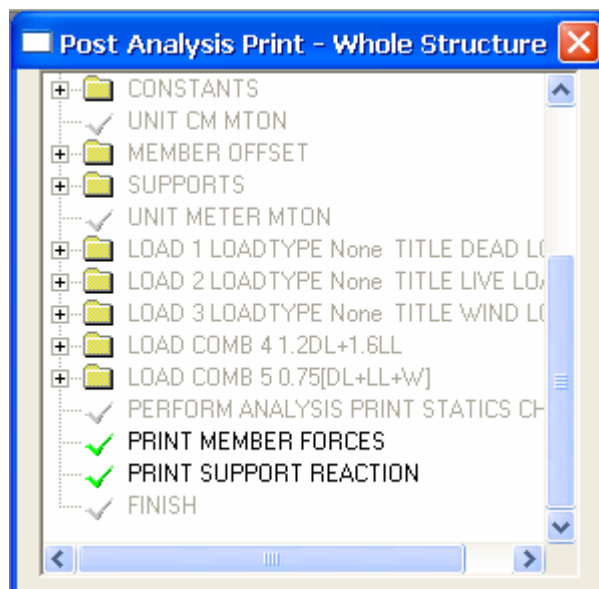
เราต้องการแรงที่ปลาย **member** และที่จตุรรองรับ ในไฟล์ **Output** ซึ่งทำได้โดยใช้คำสั่ง

PRINT MEMBER FORCES ALL
PRINT SUPPORT REACTION LIST 1 4

STEP :

- 1) กำหนดชนิดการวิเคราะห์โดยไปที่หน้า **Analysis/Print** แล้วคลิกแถบ **Post-Print**
- 2) เลือกทุก **member** โดยใช้เมาส์คลิกกรอบรอบโมเดล แล้วคลิกปุ่ม 
- 3) เมื่อหน้าจอ **Analysis/Print Commands** ปรากฏขึ้นให้เลือกแถบ **Member Forces** คลิก **Assign** แล้วตามด้วย **Close**
- 4) คลิกเลือกแถบ **Support Reactions** แล้วคลิก **Add** ตามด้วยปุ่ม **Close**
- 5) คลิกเลือกรายการ **PRINT SUPPORT REACTION** แล้ว **Assign** ให้จตุรรองรับทั้งหมด

ในหน้าจอ **Post Analysis Print** จะมีลักษณะดังในรูปข้างล่าง



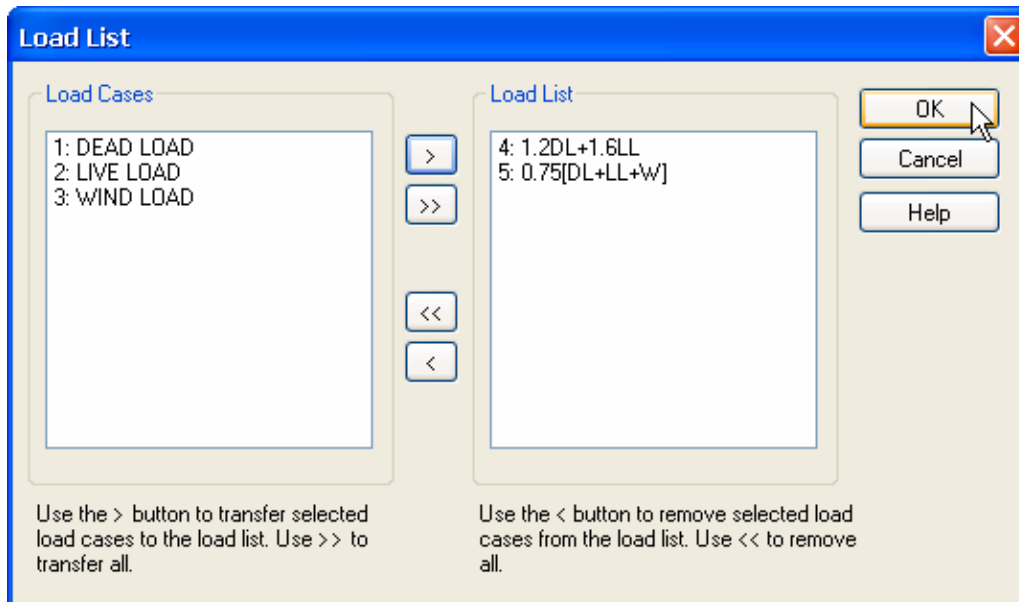
1.12 กำหนดรายการน้ำหนักบรรทุกทุกเพื่อใช้ในการออกแบบ

การออกแบบโครงสร้างเหล็กจะทำสำหรับ **load case 4** และ **5** การบอกโปรแกรมให้เลือกทำโดยใช้คำสั่ง :

LOAD LIST 4 5

STEP:

- 1) เลือกเมนู **Command > Loading > Load List...**
- 2) หน้าจอ **Load List** จะปรากฏขึ้นมา เลือก **load case 4** และ **5** แล้วกดส่งเข้า **Load List** แล้วกด **OK**



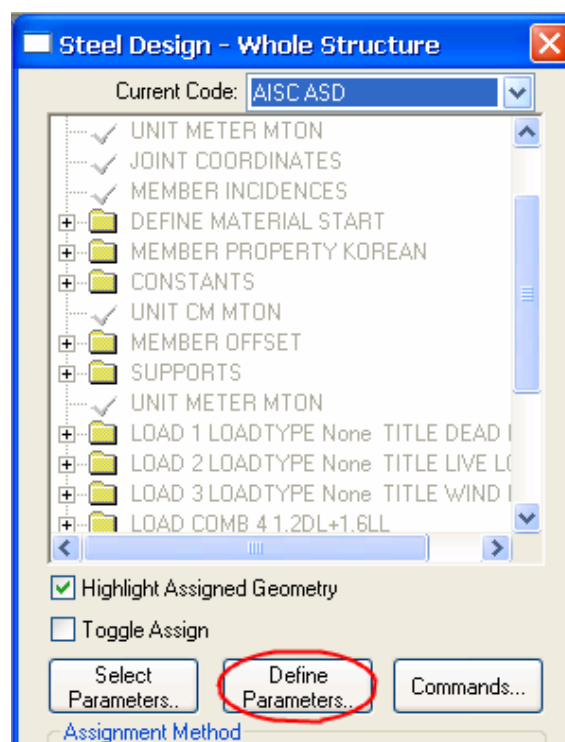
1.13 กำหนดพารามิเตอร์ออกแบบคานเหล็ก

คำสั่งที่ใช้คือ

**PARAMETER
CODE AISC
FYLD 25000 MEMB 1 TO 3
UNT 5.7 MEMB 2
UNB 5.7 MEMB 2
TRACK 2 MEMB 2
SELECT MEMB 2**

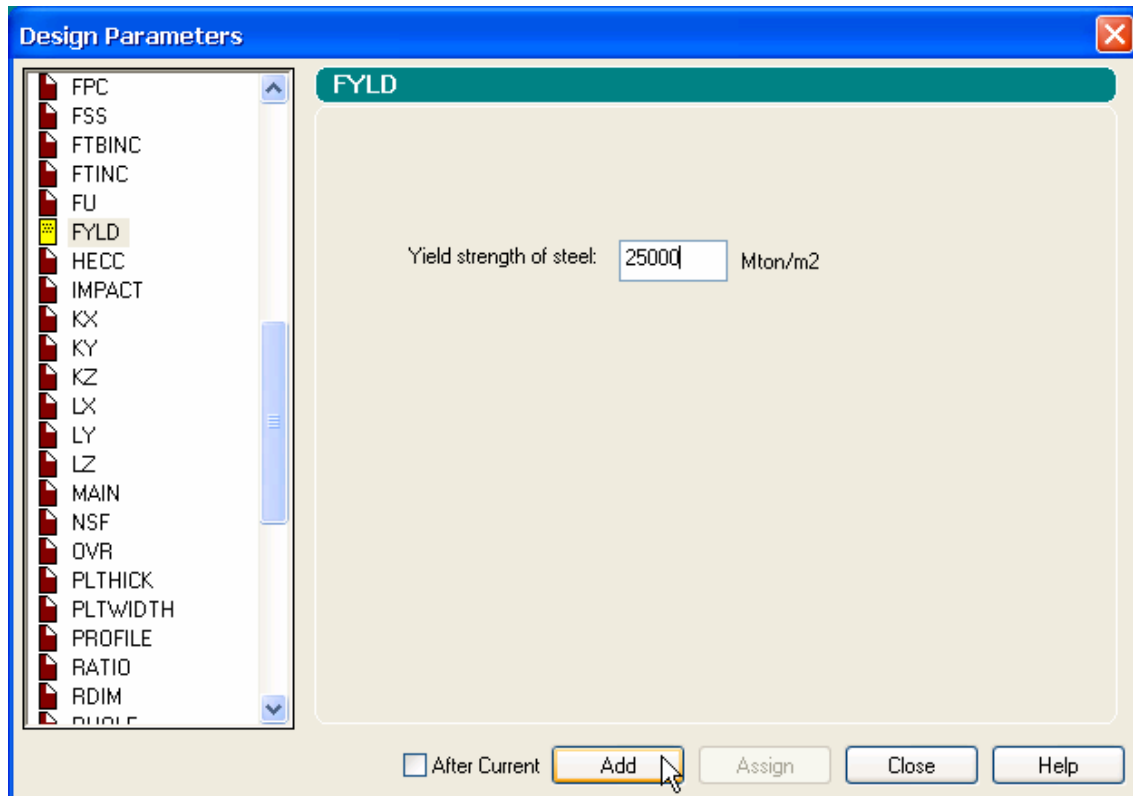
STEP:

1) เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ออกแบบ ไปที่หน้า **Design > Steel** และเลือก **AISC ASD** ในช่อง **Current Code** ในหน้าจอทางด้านขวามือ



2) คลิกปุ่ม **Define Parameters...**

3) ในหน้าจอ **Design Parameter** เลือกหัวข้อ **FYLD** กำหนดกำลังครากเป็น **25000 Mton/m²** แล้วกด **Add**

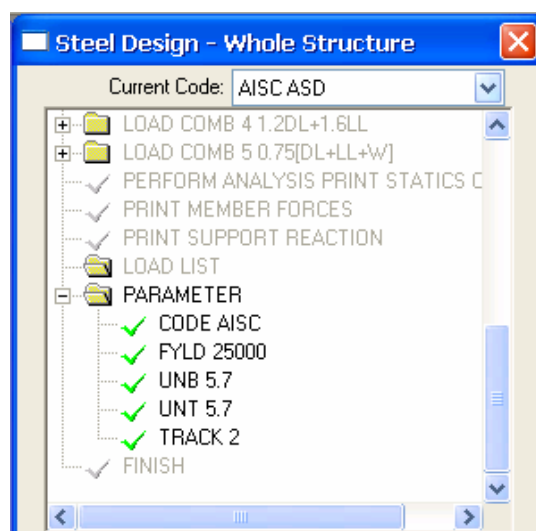


4) กำหนดค่าตัวแปรอื่นเหมือนขั้นที่ 3 ดังนี้

UNT	5.7
UNB	5.7
TRACK	2

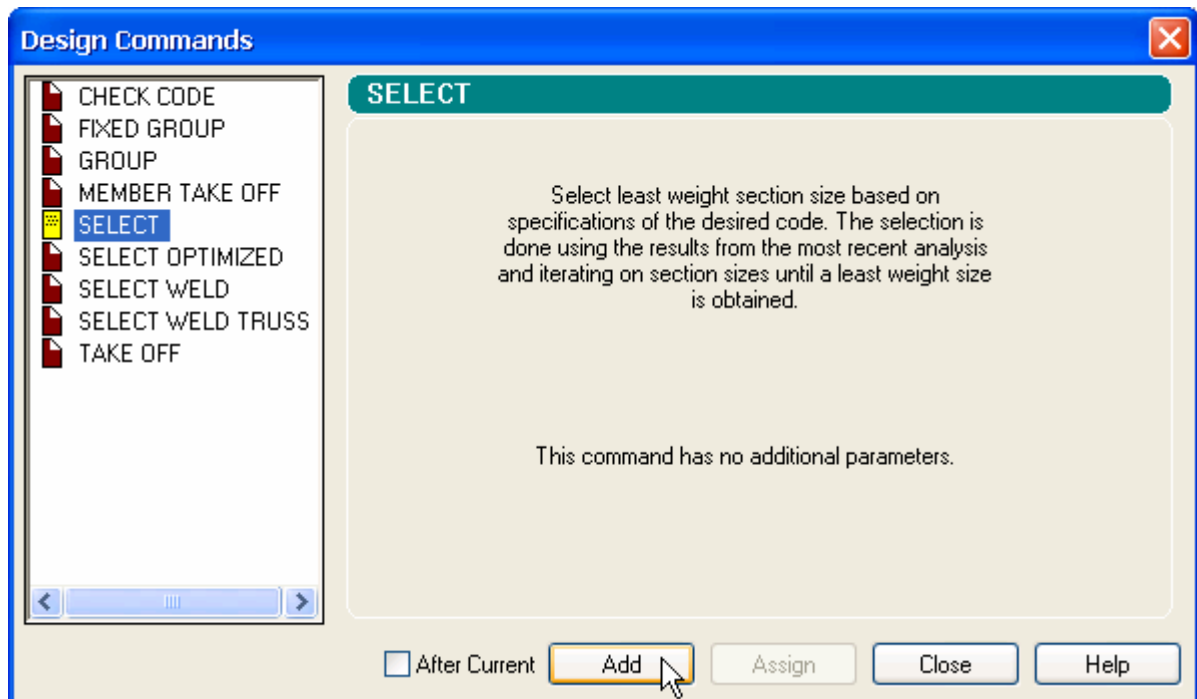
5) เมื่อเสร็จแล้วให้คลิก **Close** หน้าจอ **Design Parameters**

6) ขั้นตอนต่อไปคือการ **assign** พารามิเตอร์เหล่านี้ให้ **member** โดยจะ **assign** ค่า **FYLD** ให้ทุก **member** ส่วนพารามิเตอร์ที่เหลือจะ **assign** ให้เฉพาะ **member 2** ให้คลิกเลือกวิธี **assign** เป็น **Use Cursor to Assign** หลังจาก **assign** พารามิเตอร์ทุกตัวแล้ว หน้าจอ **Steel Design** จะเป็นดังในรูปข้างล่าง



7) เพื่อกำหนดคำสั่ง **SELECT** คลิกปุ่ม **Command** คำสั่ง **SELECT** จะให้โปรแกรมเลือกหน้าตัดที่เบาที่สุดที่เป็นไปตามข้อกำหนด

8) ในหน้าจอ **Design Command** ที่ปรากฏขึ้นมาให้เลือกแถบ **Select** แล้วคลิกปุ่ม **Add** แล้วตามด้วย **Close**



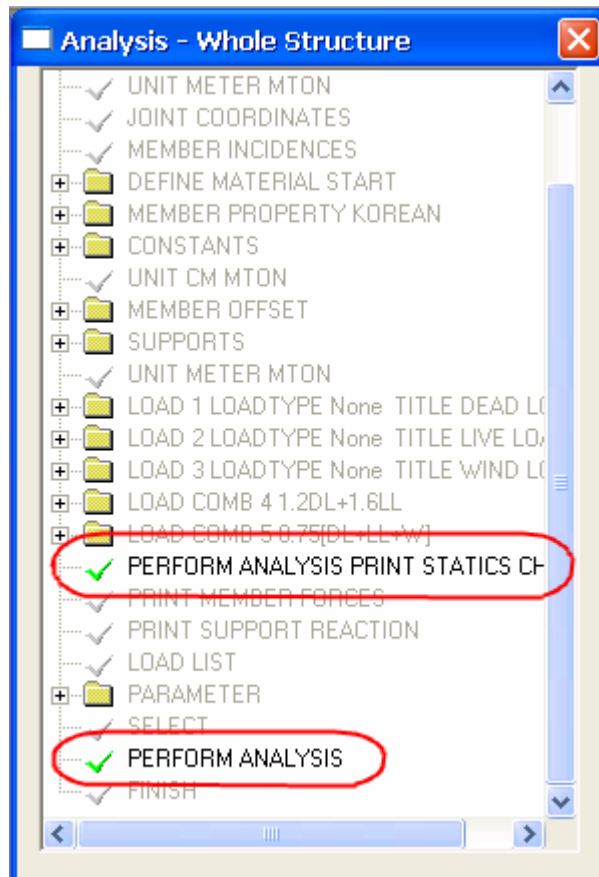
9) เสร็จแล้วให้ **assign** ให้กับ **member 2** โดยใช้ **Use Cursor to Assign** หรือเลือก **member** ก่อนแล้วเลือก **Assign to Selected Beams**

1.14 กำหนดคำสั่งวิเคราะห์อีกครั้ง

เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณและออกแบบโดยเลือก **member** ตามที่เราสั่งไว้ในหัวข้อที่แล้ว คุณสมบัติใหม่จะถูก **assign** ให้ **member** เหล่านั้น ทำให้การกระจายสถิติของโครงสร้างเปลี่ยนไป เราจึงต้องทำการวิเคราะห์ซ้ำ เพื่อให้ได้ระยะเคลื่อนตัวของ **node**, แรงใน **member** และอื่นๆ ตามการกระจายสถิติใหม่ คำสั่งที่ใช้คือ :

PERFORM ANALYSIS

คลิกเลือกแถบด้านข้าง **Analysis/Print > Analysis** ในหน้าจอ **Analysis Commands** ที่ปรากฏขึ้นมาให้เลือกแถบ **Perform Analysis** เนื่องจากเราไม่ต้องการรายงานสมมูลสถิตแล้ว ให้คลิกเลือก **No Print** แล้วคลิก **Add** ตามด้วย **Close** จะมีรายการ **PERFORM ANALYSIS** อันที่สองแสดงขึ้นมาหลังคำสั่ง **SELECT** ดังในรูป



1.15 กำหนดพารามิเตอร์ TRACK อีกครั้ง

ในการคำนวณสุดท้ายเราต้องการให้แน่ใจว่าชุดของ **member** ที่เลือกมาขณะนี้ผ่านข้อกำหนด ตามแรงใน **member** ที่เปลี่ยนใหม่หรือไม่? ทำให้เราต้องตรวจสอบข้อกำหนดอีกที คำสั่งที่ใช้คือ :

TRACK 1 ALL

STEP:

- 1) เพื่อกำหนดพารามิเตอร์ **TRACK** เป็น 1 ให้ทำซ้ำขั้นที่ 1 ถึง 4 ของหัวข้อ 1.13
- 2) จากนั้นเลือก **member** ทั้งหมดโดยใช้เมาส์ที่ติกรอบ แล้ว **assign** ให้ทุก **members**

1.16 กำหนดค่าคำสั่ง CHECK CODE

การคำนวณวิเคราะห์โครงสร้างตามคำสั่งในหัวข้อ 1.14 จะให้แรงใน **member** ชุดใหม่ ซึ่งจะแตกต่างไปเล็กน้อยจากที่ใช้ในการเลือกหน้าตัด ดังนั้นเราจึงต้องตรวจสอบดูว่าโครงสร้างปลอดภัยหรือไม่ตามข้อกำหนด จึงต้องตรวจสอบข้อกำหนด คำสั่งคือ :

CHECK CODE ALL

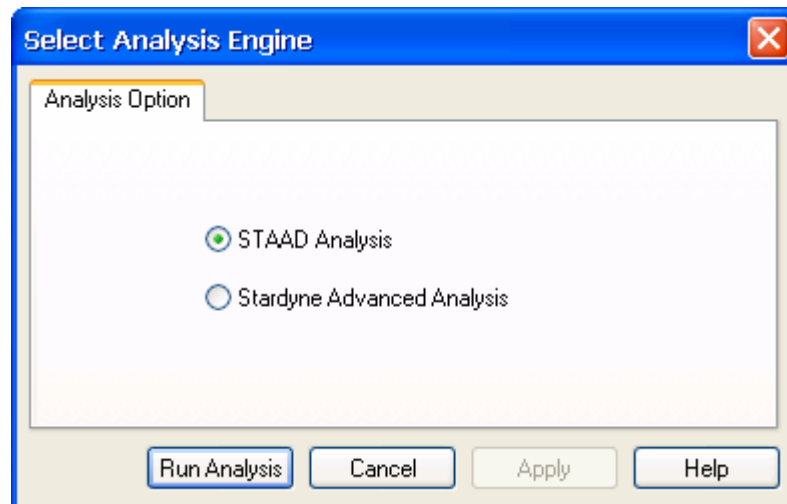
STEP:

- 1) คลิกปุ่ม **Command** ในหน้าจอ **Steel Design** เลือกแถบ **Check Code** แล้วคลิกปุ่ม **Add** แล้วตามด้วย **Close**

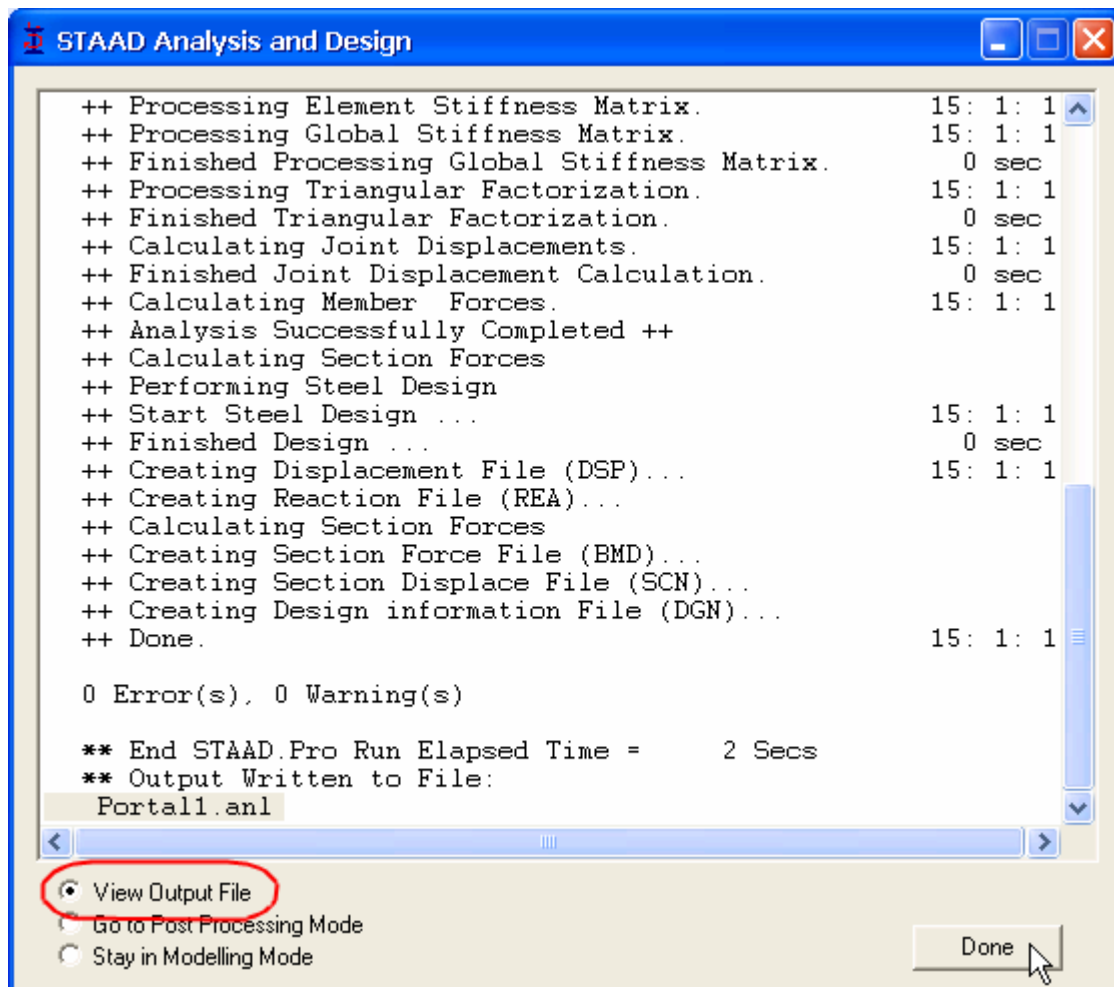
2) เนื่องจากคำสั่ง **CHECK CODE** ต้อง **assign** ให้ทุก **member** วิธีการที่ง่ายที่สุดคือ คลิกปุ่ม **Assign to View**

1.17 ตั้งวิเคราะห์และดูผลการคำนวณ

เลือกเมนู **Analyze > Run Analysis...** แล้วคลิกปุ่ม **Run Analysis** เพื่อเริ่มการคำนวณ



ถ้าไม่มีข้อผิดพลาด **0 Error(s), 0 Warning(s)** ให้คลิกเลือก **View Output File** แล้วกดปุ่ม **Done**



ไฟล์คำสั่ง :

```
STAAD PLANE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 14-Jun-06
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER MTON
JOINT COORDINATES
1 0 0 0; 2 0 4 0; 3 6 4 0; 4 6 0 0;
MEMBER INCIDENCES
1 1 2; 2 2 3; 3 3 4;
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC STEEL
E 2.09042e+007
POISSON 0.3
DENSITY 7.83341
ALPHA 1.2e-005
DAMP 0.03
END DEFINE MATERIAL
MEMBER PROPERTY KOREAN
1 3 TABLE ST W300X200X56
2 TABLE ST W350X250X69
CONSTANTS
MATERIAL STEEL MEMB 1 TO 3
UNIT CM MTON
MEMBER OFFSET
2 START 15 0 0
2 END -15 0 0
SUPPORTS
1 FIXED
4 PINNED
UNIT METER MTON
LOAD 1 LOADTYPE None TITLE DEAD LOAD
SELFWEIGHT Y -1
MEMBER LOAD
2 UNI GY -1
LOAD 2 LOADTYPE None TITLE LIVE LOAD
MEMBER LOAD
2 UNI GY -2
LOAD 3 LOADTYPE None TITLE WIND LOAD
JOINT LOAD
2 FX 5
LOAD COMB 4 1.2DL+1.6LL
1 1.2 2 1.6
LOAD COMB 5 0.75[DL+LL+W]
1 0.75 2 0.75 3 0.75
PERFORM ANALYSIS PRINT STATICS CHECK
PRINT MEMBER FORCES ALL
PRINT SUPPORT REACTION LIST 1 4
```

```

LOAD LIST 4 5
PARAMETER
CODE AISC
FYLD 25000 ALL
UNB 5.7 MEMB 2
UNT 5.7 MEMB 2
TRACK 2 MEMB 2
SELECT MEMB 2
PERFORM ANALYSIS
PARAMETER
CODE AISC
TRACK 1 MEMB 2
CHECK CODE ALL
FINISH

```

ไฟล์แสดงผล : *Member Forces*

```

MEMBER END FORCES      STRUCTURE TYPE = PLANE
-----
ALL UNITS ARE -- MTON METE
MEMBER  LOAD  JT      AXIAL  SHEAR-Y  SHEAR-Z  TORSION  MOM-Y  MOM-Z
1      1      1       3.21   -0.53    0.00    0.00    0.00   -0.41
          2       -2.98    0.53    0.00    0.00    0.00    0.00   -1.71
          2      1       5.57   -0.99    0.00    0.00    0.00    0.00   -0.77
          2      2      -5.57    0.99    0.00    0.00    0.00    0.00   -3.21
          3      1      -1.86    3.83    0.00    0.00    0.00    0.00    8.85
          3      2       1.86   -3.83    0.00    0.00    0.00    0.00    6.48
          4      1     12.76   -2.23    0.00    0.00    0.00    0.00   -1.72
          4      2     -12.49    2.23    0.00    0.00    0.00    0.00   -7.19
          5      1       5.19    1.73    0.00    0.00    0.00    0.00    5.76
          5      2      -5.02   -1.73    0.00    0.00    0.00    0.00    1.17

2      1      2        0.53    2.98    0.00    0.00    0.00    0.00    1.27
          3       -0.53    3.12    0.00    0.00    0.00    0.00   -1.66
          2      2        0.99    5.57    0.00    0.00    0.00    0.00    2.37
          3      3       -0.99    5.83    0.00    0.00    0.00    0.00   -3.10
          3      2        1.17   -1.86    0.00    0.00    0.00    0.00   -6.20
          3      3       -1.17    1.86    0.00    0.00    0.00    0.00   -4.39
          4      2        2.23   12.49    0.00    0.00    0.00    0.00    5.32
          4      3       -2.23   13.06    0.00    0.00    0.00    0.00   -6.95
          5      2        2.02    5.02    0.00    0.00    0.00    0.00   -1.92
          5      3       -2.02    8.10    0.00    0.00    0.00    0.00   -6.86

3      1      3        3.12    0.53    0.00    0.00    0.00    0.00    2.12
          4       -3.34   -0.53    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
          2      3        5.83    0.99    0.00    0.00    0.00    0.00    3.97
          4      4       -5.83   -0.99    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
          3      3        1.86    1.17    0.00    0.00    0.00    0.00    4.67
          4      4       -1.86   -1.17    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00

```

4	3	13.06	2.23	0.00	0.00	0.00	8.91
	4	-13.33	-2.23	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3	8.10	2.02	0.00	0.00	0.00	8.07
	4	-8.27	-2.02	0.00	0.00	0.00	0.00

ไฟล์แสดงผล : *Support Reactions*

SUPPORT REACTIONS -UNIT MTON METE STRUCTURE TYPE = PLANE							

JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
1	1	0.53	3.21	0.00	0.00	0.00	-0.41
	2	0.99	5.57	0.00	0.00	0.00	-0.77
	3	-3.83	-1.86	0.00	0.00	0.00	8.85
	4	2.23	12.76	0.00	0.00	0.00	-1.72
	5	-1.73	5.19	0.00	0.00	0.00	5.76
4	1	-0.53	3.34	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	-0.99	5.83	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	-1.17	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	-2.23	13.33	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	-2.02	8.27	0.00	0.00	0.00	0.00

ไฟล์แสดงผล : *Steel Design #1*

STAAD.PRO MEMBER SELECTION - (AISC 9TH EDITION)												

					Y	PROPERTIES						
*****						IN CMS UNIT						
					*	=====	===	=====				
MEMBER	2	*	KOREAN SECTIONS					AX =	85.20			
					*		ST W12-12X8X45			--Z AY = 24.87		
DESIGN CODE					*				AZ =	40.05		
AISC-1989					*	=====	===	=====	SY =	203.92		
					*				SZ =	954.25		
					*	<---LENGTH (M)= 5.70 --->			RY =	4.94		
*****									RZ =	13.09		
					118.4 (KNS-METRE)							
PARAMETER						L4 L4			STRESSES			
IN KNS CMS						L4			IN NEWTON MMS			
-----					+				-----			
KL/R-Y=					115.36					FA =	76.48	
KL/R-Z=					43.54	+	L4			fa =	2.56	
UNL =					570.00		L4			L4 FCZ =	135.47	

STAAD.Pro 2005 : Tutorial 1

```

| *****
|
|
|          110.6 (KNS-METRE)
|PARAMETER      |          L4  L4          STRESSES
|IN KNS  CMS    |          L4          IN NEWTON MMS
|-----+-----|
| KL/R-Y= 115.36 |          FA = 76.48
| KL/R-Z= 43.54 +          L4          L4 fa = 2.81
| UNL = 570.00 |L4          L4          FCZ = 135.47
| CB = 1.00 +          L5          FTZ = 147.09
| CMY = 0.85 |          FCY = 183.87
| CMZ = 0.85 +          L5          L5          FTY = 183.87
| FYLD = 24.52 |          L4          fbz = 115.87
| NSF = 1.00 +---+---+---+---+---+---+---+---+---+---| fby = 0.00
| DFF = 0.00 20.8          Fey = 79.32
| dff = 0.00          ABSOLUTE MZ ENVELOPE          Fez = 556.73
|          (WITH LOAD NO.)          FV = 98.06
|          fv = 1.21
|
|
|          MAX FORCE/ MOMENT SUMMARY (KNS-METRE)
|          -----
|
|          AXIAL      SHEAR-Y      SHEAR-Z      MOMENT-Y      MOMENT-Z
|
|          VALUE      23.9      128.2      0.0      0.0      110.6
|          LOCATION      0.0      5.7      0.0      0.0      2.9
|          LOADING      4      4      0      0      4
|
| *****
| *
| *          DESIGN SUMMARY (KNS-METRE)
| *          -----
| *
| *
| *          RESULT/      CRITICAL COND/      RATIO/      LOADING/
| *          FX          MY          MZ          LOCATION
| *          =====
| *          PASS          AISC- H1-3          0.892          4
| *          23.92 C          0.00          -110.57          2.85
| *
| *****
|
|          STAAD.PRO CODE CHECKING - (AISC 9TH EDITION)
|          *****
|
|-----|
|
|          Y          PROPERTIES
| *****
|          |          IN CMS UNIT
|
|          * |=====| ===|===
|MEMBER 3 * | KOREAN SECTIONS
|          * | ST W300X200X56
|DESIGN CODE * |
| AISC-1989 * ===== ===|=== SY = 160.00

```

```

|          *                               SZ = 768.71 |
|          * |<---LENGTH (M)=      4.00 --->|          RY =   4.70 |
| *****                               RZ =  12.49 |
|
|          95.7 (KNS-METRE)
|PARAMETER      |L4                               STRESSES      |
|IN KNS  CMS    |  L4                               IN NEWTON MMS|
|-----+          L4                               -----|
| KL/R-Y=  85.09 |          L4                               FA  = 101.85 |
| KL/R-Z=  32.02 +                               fa  =  17.71 |
| UNL   = 400.00 |          L4                               FCZ = 147.09 |
| CB    =   1.00 +                               FTZ = 147.09 |
| CMY   =   0.85 |          L4                               FCY = 183.87 |
| CMZ   =   0.85 +          L4  L4          FTY = 183.87 |
| FYLD  = 24.52 |          L0          fbz = 124.45 |
| NSF   =   1.00 +---+---+---+---+---+---+---+---+---+---|          fby =   0.00 |
| DFF   =   0.00 -5.3                               Fey = 145.80 |
| dff   =   0.00          ABSOLUTE MZ ENVELOPE          Fez =1029.69 |
|                               (WITH LOAD NO.)          FV  =   98.06 |
|                               fv  =   10.88 |
|
|          MAX FORCE/ MOMENT SUMMARY (KNS-METRE)
|          -----
|
|          AXIAL      SHEAR-Y      SHEAR-Z      MOMENT-Y      MOMENT-Z
|
|          VALUE      130.9          23.9          0.0          0.0          95.7
|          LOCATION      4.0          0.0          0.0          0.0          0.0
|          LOADING        4           4           0           0           4
|
| *****
| *
| *          DESIGN SUMMARY (KNS-METRE)
| *          -----
| *
| *          RESULT/      CRITICAL COND/      RATIO/      LOADING/
| *          FX          MY          MZ          LOCATION
| *          =====
| *          PASS          AISC- H1-2          0.966          4
| *          128.22 C          0.00          95.66          0.00
| *
| *****

```

1.18 Post-Processing

STAAD.Pro มีความสามารถมากมายในการแสดงผลที่ได้ โดยจะอยู่ในโหมด **Post-Processing**

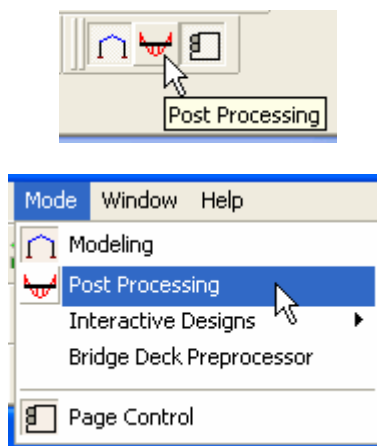
สำหรับในปัญหานี้ งานที่เราจะทำมีดังต่อไปนี้ :

- แสดงแผนภูมิการโก่งแอ่น
- แสดงระยะเคลื่อนที่ประกอบ
- แสดงแผนภูมิแรงและโมเมนต์
- เปลี่ยนสีหรือสีระของการวาดแผนภูมิแรงและโมเมนต์
- แสดงค่าประกอบแผนภูมิ
- แสดงขนาดขององค์อาคาร

1.19 การเข้าโหมด Post-processing

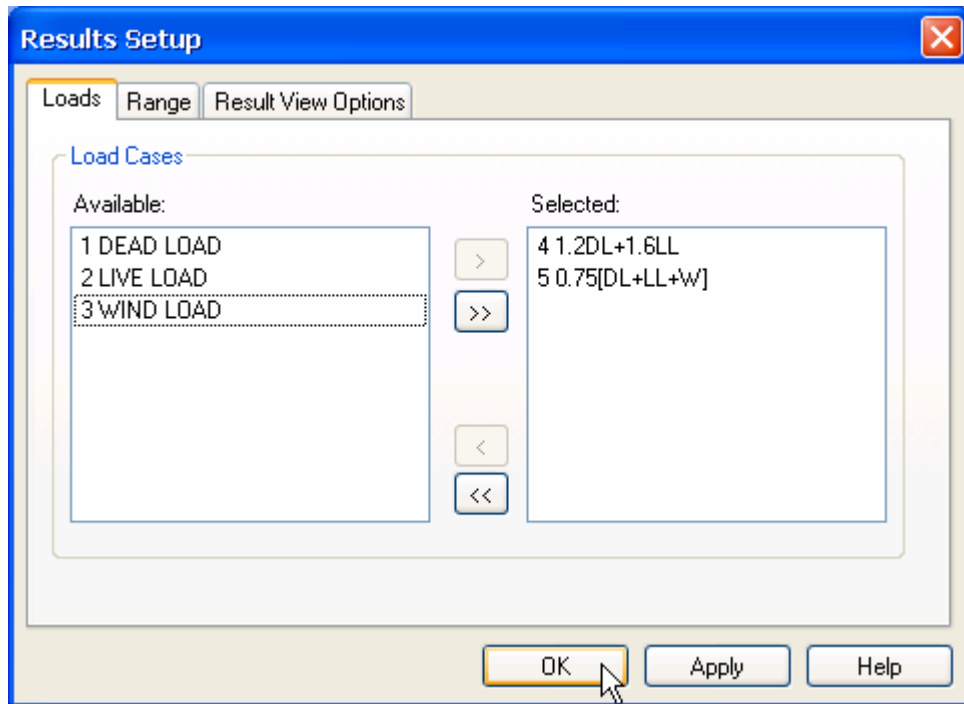
STEP:

1) ในตอนจบหัวข้อ 1.17 เราได้พบวิธีไปยัง **Post-processing** ได้โดยตรงหลังการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามวิธีที่เป็นทางการคือคลิกเลือกไอคอน **Post-processing** บนทูลบาร์บนสุด หรือจากเมนู **Mode** ดังในรูปข้างล่าง



2) หน้าจอ **Result Setup** จะแสดงขึ้นมา ให้เลือก **load case** ที่ต้องการแสดงผล ให้เลือก **Load 4 : 1.2DL+1.6LL** และ **Load 5 : 0.75[DL+LL+W]** แล้วคลิก **OK**

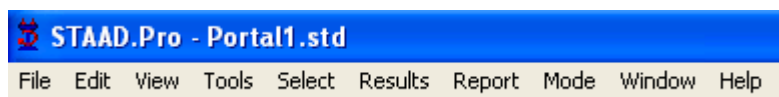
สังเกตว่าแถบด้านข้างของ **Page control** จะเปลี่ยนไปเป็นฟังก์ชัน **post processing**



Page Control in Post-Processing Mode



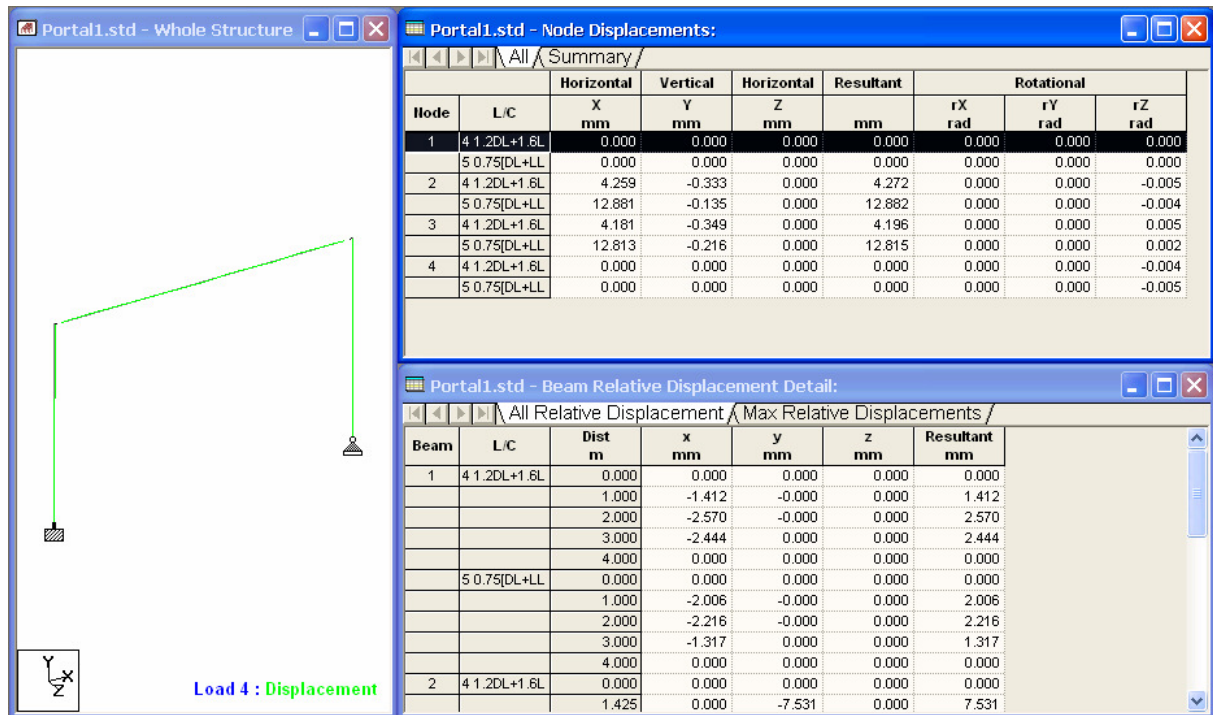
เมนูบาร์ก็เปลี่ยนไปเช่นกัน



1.20 แสดงระยะเคลื่อนตัว

STEP:

ตอนนี้หน้าจอก็จะเป็นดังในรูปข้างล่าง

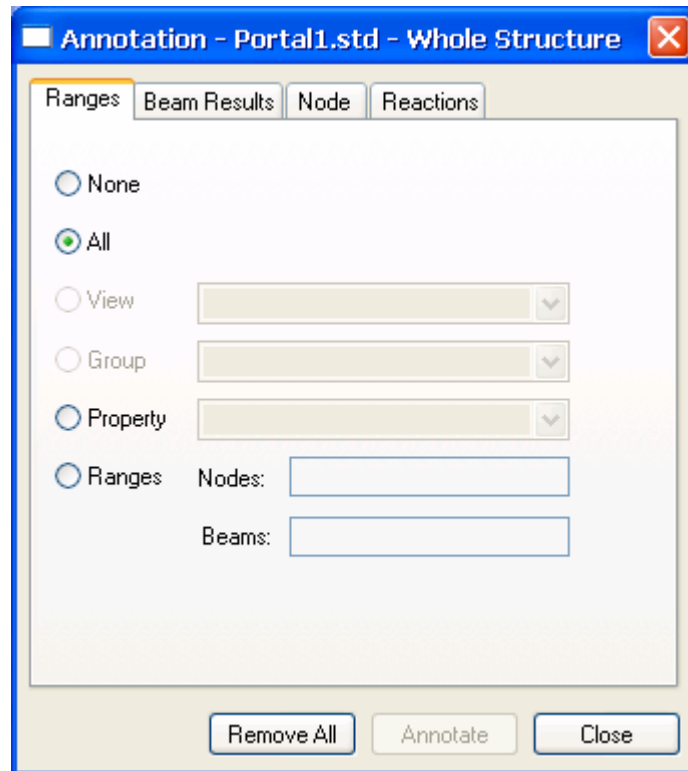


แผนภูมิที่แสดงอยู่จะเป็นการเคลื่อนตัวของ **Load 4** ซึ่งจะเขียนอยู่ที่ด้านล่างของรูปภาพ ถ้าเราไปที่อื่นแล้ว
 อยากจะกลับมาภาพนี้ให้เลือก **Node > Displacement** จากขอบรูปด้านซ้าย



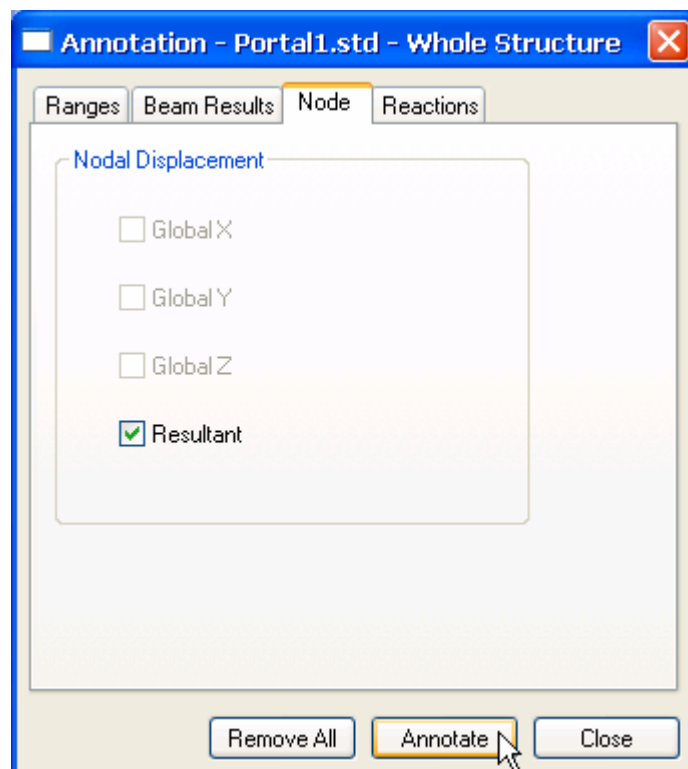
การแสดงระยะเคลื่อนตัวประกอบภาพทำได้โดยเลือกเมนู **Result > View Value...**

จากหน้าจอที่แสดงขึ้นมา ให้เลือกแถบ **Ranges** แล้วเลือก **All nodes**



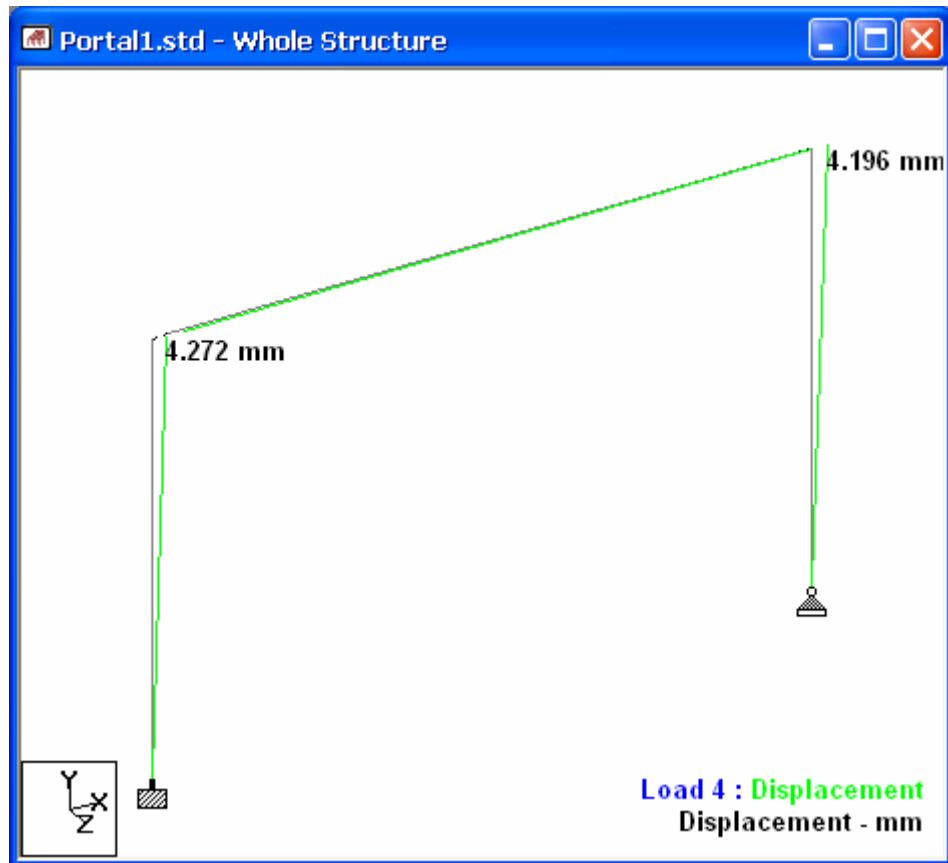
คลิกเลือกแถบ **Node** แล้วเลือก **Resultant** ซึ่งจะเป็นค่าผลรวมกำลังสองของระยะตามแกน **X, Y** และ **Z**

คลิกปุ่ม **Annotate** จะเห็นค่าแสดงบนโมเดล คลิก **Close** เพื่อปิดหน้าจอ



รูปข้างล่างแสดงโมเดลมีการแสดงระยะเคลื่อนตัวจาก **Load 4**

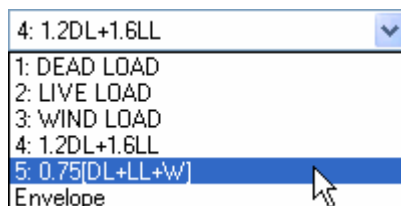
อาจต้องปรับสเกลการแสดงผล โดยคลิกเมา์ปุ่มขวา เลือก **Label...** แล้วคลิกแถบ **Scales** ปรับ **Displacement scales** ตามความเหมาะสม



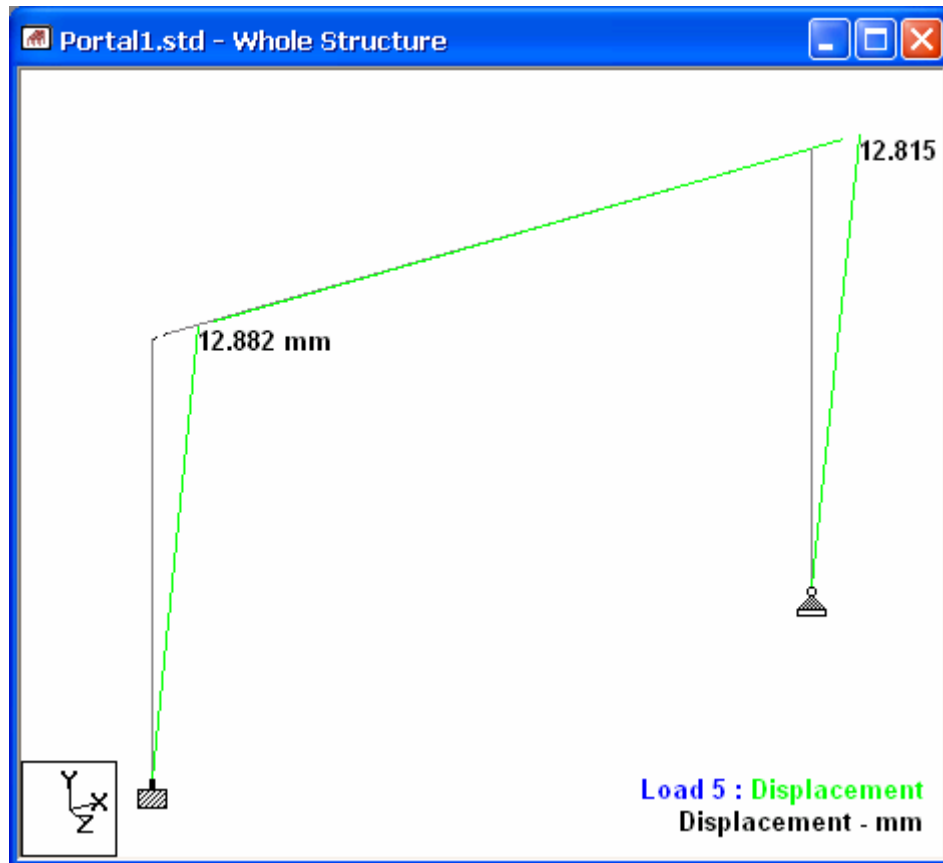
สังเกตค่าที่แสดงขึ้นมากับค่าในตาราง **Node Displacements** ทางด้านซ้าย **Node 2** และ **3** ใน **L/C 4** ในคอลัมน์ **Resultant** จะเป็นตัวเลขที่ถูกแสดงขึ้นมา

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Resultant	Rotational		
		X mm	Y mm	Z mm	mm	rX rad	rY rad	rZ rad
1	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	5 0.75[DL+LL]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	4 1.2DL+1.6L	4.259	-0.333	0.000	4.272	0.000	0.000	-0.005
	5 0.75[DL+LL]	12.881	-0.135	0.000	12.882	0.000	0.000	-0.004
3	4 1.2DL+1.6L	4.181	-0.349	0.000	4.196	0.000	0.000	0.005
	5 0.75[DL+LL]	12.813	-0.216	0.000	12.815	0.000	0.000	0.002
4	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.004
	5 0.75[DL+LL]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.005

ให้ถ่ายรูปเก็บไว้ เพื่อใช้แสดงในรายงาน จากนั้นเปลี่ยนไปแสดงผลใน **Load 5**



จะได้ **Node Displacement** ดังในรูปข้างล่าง ให้ถ่ายรูปเก็บไว้เช่นกัน



ในหน้าจอ **Node Displacement** จะมีแถบแสดงผลด้านบนให้เลือกสองแถบคือ **All** และ **Summary** ให้คลิกแถบ **Summary** จะแสดงค่าการเคลื่อนตัวมากที่สุดในดิกิริอี่ระต่าง โดยค่ามากที่สุดจะถูกเน้นเป็นตัวเข้มดังแสดงในรูปข้างล่าง

Portal1.std - Node Displacements:									
			Horizontal	Vertical	Horizontal	Resultant	Rotational		
	Node	L/C	X mm	Y mm	Z mm	mm	rX rad	rY rad	rZ rad
Max X	2	5 0.75[DL+LL]	12.881	-0.135	0.000	12.882	0.000	0.000	-0.004
Min X	1	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Y	1	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Y	3	4 1.2DL+1.6L	4.181	-0.349	0.000	4.196	0.000	0.000	0.005
Max Z	1	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Z	1	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max rX	1	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min rX	1	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max rY	1	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min rY	1	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max rZ	3	4 1.2DL+1.6L	4.181	-0.349	0.000	4.196	0.000	0.000	0.005
Min rZ	4	5 0.75[DL+LL]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.005
Max Rst	2	5 0.75[DL+LL]	12.881	-0.135	0.000	12.882	0.000	0.000	-0.004

อีกหน้าจอทางด้านล่างขวาจะเป็น **Beam Displacement** โดยในแถบ **All Relative Diaplacement** จะแสดงการเคลื่อนตัวที่ระยะต่างๆบนแต่ละ **Beam**

Portal1.std - Beam Relative Displacement Detail:

◀ ▶ 🔍 \ All Relative Displacement / Max Relative Displacements /

Beam	L/C	Dist m	x mm	y mm	z mm	Resultant mm
1	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.000	-1.412	-0.000	0.000	1.412
		2.000	-2.570	-0.000	0.000	2.570
		3.000	-2.444	0.000	0.000	2.444
		4.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	5 0.75[DL+LL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.000	-2.006	-0.000	0.000	2.006
		2.000	-2.216	-0.000	0.000	2.216
		3.000	-1.317	0.000	0.000	1.317
		4.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	4 1.2DL+1.6L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.425	0.000	-7.531	0.000	7.531
		2.850	0.000	-10.857	0.000	10.857
		4.275	0.000	-7.240	0.000	7.240

เมื่อคลิกแถบ **Max Relative Displacements** จะแสดงระยะเคลื่อนตัวมากที่สุดในแต่ละ **Beam**

Portal1.std - Beam Relative Displacement Detail:

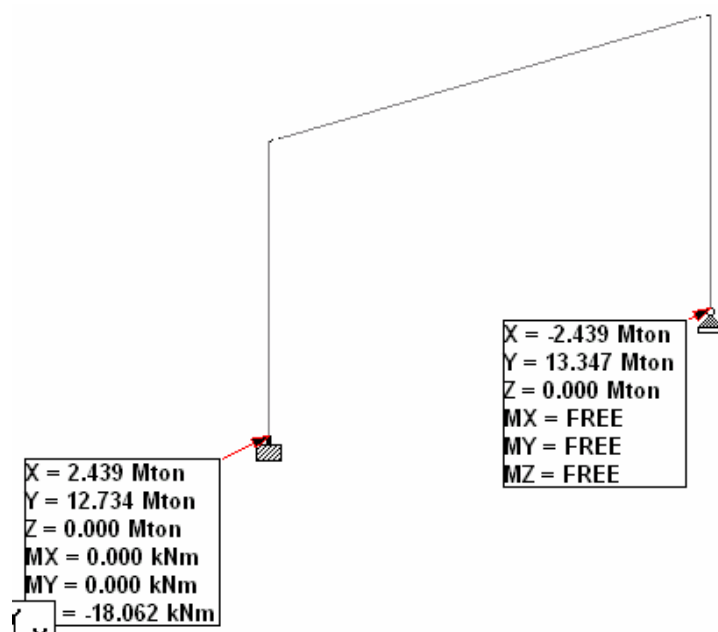
◀ ▶ 🔍 \ All Relative Displacement / Max Relative Displacements /

Beam	L/C	Length m	Max x mm	Dist m	Max y mm	Length m	Max z mm	Dist m	Max mm	Dist m	Span/Max
1	4 1.2DL+1.6L	4.000	-2.722	2.333	-0.000	3.333	0.000	0.000	2.722	2.333	>10000
	5 0.75[DL+LL	4.000	-2.303	1.667	-0.000	3.333	0.000	0.000	2.303	1.667	>10000
2	4 1.2DL+1.6L	5.700	0.000	5.225	-10.857	2.850	0.000	0.000	10.857	2.850	525
	5 0.75[DL+LL	5.700	0.000	3.325	-6.462	2.375	0.000	0.000	6.462	2.375	882
3	4 1.2DL+1.6L	4.000	4.238	1.667	0.000	0.333	0.000	0.000	4.238	1.667	>10000
	5 0.75[DL+LL	4.000	3.689	1.667	-0.000	3.667	0.000	0.000	3.689	1.667	>10000

ในตารางจะแสดงระยะเคลื่อนตัวมากที่สุดและตำแหน่งที่เกิดขึ้นบนองค์อาคาร นอกจากนั้นยังแสดงอัตราส่วนต่อความยาวองค์อาคาร

1.21 แรงปฏิกิริยาที่จตุรรองรับ

คลิกเลือกแถบแนวดิ่งด้านข้าง **Node > Reactions**



Support Reactions Table

ประกอบด้วยสามแถบคือ **All**, **Summary** และ **Envelope**

All : แถบนี้จะแสดงแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับสำหรับทุกกรณีบรรทุก

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		Fx Mton	Fy Mton	Fz Mton	Mx klm	My klm	Mz klm
1	4 1.2DL+1.6L	2.439	12.734	0.000	0.000	0.000	-18.062
	5 0.75[DL+LL]	-1.627	5.204	0.000	0.000	0.000	57.578
4	4 1.2DL+1.6L	-2.439	13.347	0.000	0.000	0.000	0.000
	5 0.75[DL+LL]	-2.123	8.247	0.000	0.000	0.000	0.000

Summary : แถบนี้แสดงค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดของแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับสำหรับแต่ละดิกิริอิสระ โดยค่ามากที่สุดจะถูกเน้นเป็นตัวเข้ม

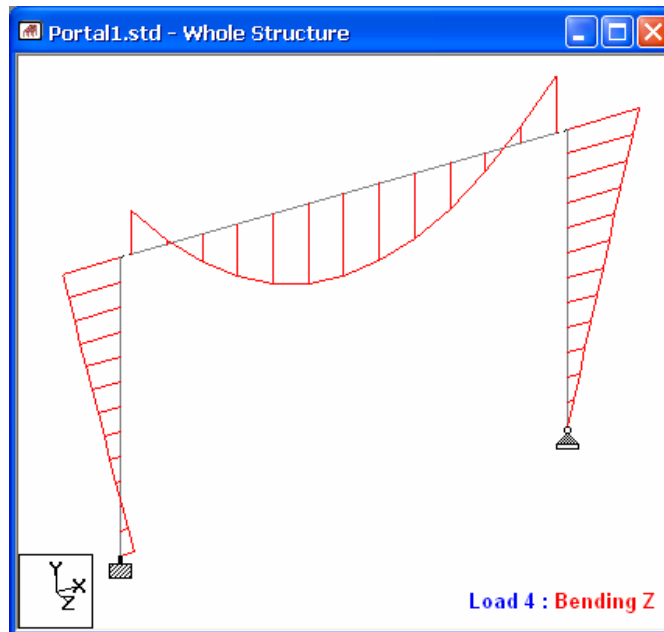
	Node	L/C	Horizontal Fx Mton	Vertical Fy Mton	Horizontal Fz Mton	Moment Mx klm	My klm	Mz klm
Max Fx	1	4 1.2DL+1.6L	2.439	12.734	0.000	0.000	0.000	-18.062
Min Fx	4	4 1.2DL+1.6L	-2.439	13.347	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Fy	4	4 1.2DL+1.6L	-2.439	13.347	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Fy	1	5 0.75[DL+LL]	-1.627	5.204	0.000	0.000	0.000	57.578
Max Fz	1	4 1.2DL+1.6L	2.439	12.734	0.000	0.000	0.000	-18.062
Min Fz	1	4 1.2DL+1.6L	2.439	12.734	0.000	0.000	0.000	-18.062
Max Mx	1	4 1.2DL+1.6L	2.439	12.734	0.000	0.000	0.000	-18.062
Min Mx	1	4 1.2DL+1.6L	2.439	12.734	0.000	0.000	0.000	-18.062
Max My	1	4 1.2DL+1.6L	2.439	12.734	0.000	0.000	0.000	-18.062
Min My	1	4 1.2DL+1.6L	2.439	12.734	0.000	0.000	0.000	-18.062
Max Mz	1	5 0.75[DL+LL]	-1.627	5.204	0.000	0.000	0.000	57.578
Min Mz	1	4 1.2DL+1.6L	2.439	12.734	0.000	0.000	0.000	-18.062

Envelope : ตารางนี้แสดงค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดของแรงปฏิกิริยาจุดรองรับในดิกิริอิสระต่างๆ โดยจะระบุด้วยว่าค่าที่แสดงนั้นเกิดขึ้นจากกรณีบรรทุกใด

Node	Env	Horizontal Fx Mton	Vertical Fy Mton	Horizontal Fz Mton	Moment Mx klm	My klm	Mz klm
1	+ve	2.439	12.734	0.000	0.000	0.000	57.578
		4 1.2DL+1.6L	4 1.2DL+1.6L	-	-	-	5 0.75[DL+LL]
1	-ve	-1.627	0.000	0.000	0.000	0.000	-18.062
		5 0.75[DL+LL]	-	-	-	-	4 1.2DL+1.6L
4	+ve	0.000	13.347	0.000	0.000	0.000	0.000
		-	4 1.2DL+1.6L	-	-	-	-
4	-ve	-2.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		4 1.2DL+1.6L	-	-	-	-	-

1.22 แสดงแผนภูมิแรง/โมเมนต์

คลิกเลือกแถบแนวดิ่งด้านข้าง **Beam > Forces** แล้วเลือกกรณีบรรทุกที่แสดงเป็น **Load 4** ดังในรูปข้างล่าง

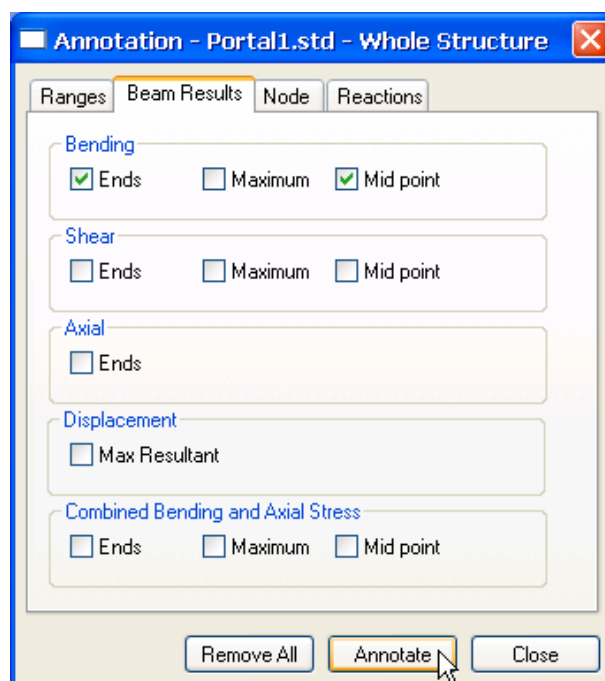


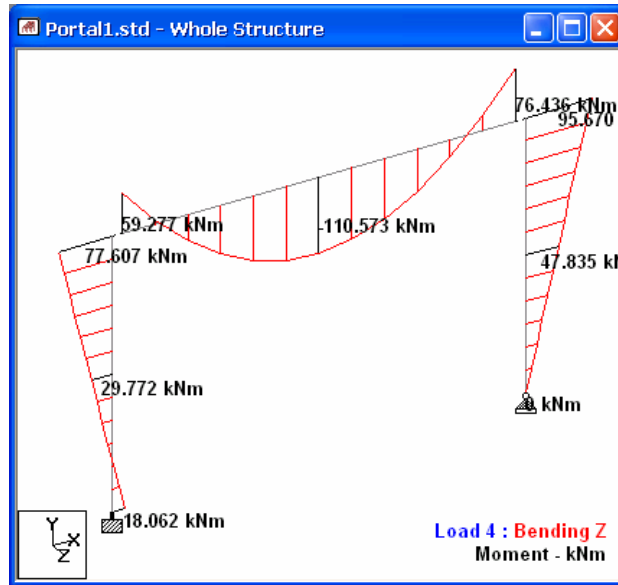
หรืออาจเลือกจากเมนู **Result > Bending Moment**

1.23 แสดงค่าบนแผนภูมิแรง/โมเมนต์

เลือกเมนู **Result > View Value...** เมื่อมีหน้าจอแสดงขึ้นมา คลิกแถบ **Ranges** แล้วเลือก **All**

คลิกแถบ **Beam Results** คลิก **Ends** และ **Midpoint** สำหรับ **Bending** คลิก **Annotate** แล้ว **Close**



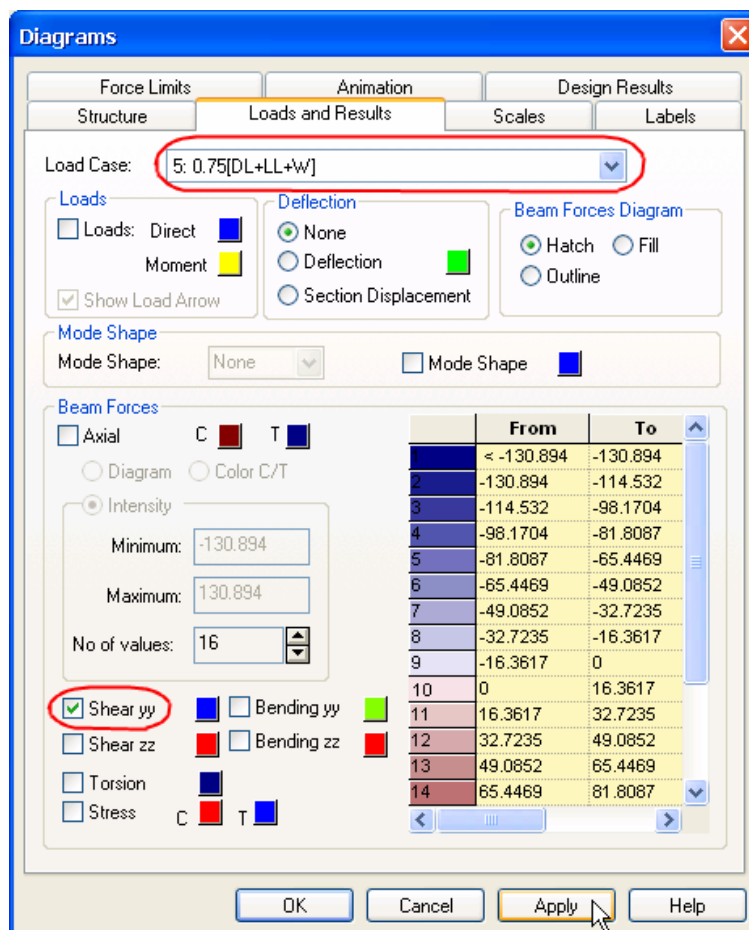


1.24 เปลี่ยนดิกิริอิสระสำหรับการเขียนแผนภูมิแรง

แผนภูมิของแรงและโมเมนต์สามารถเขียนได้ทั้งหมด 6 ดิกิริอิสระได้แก่ **Axial, Shear-Y, Shear-Z, Torsion, Moment-Y, Moment-Z** เราสามารถเลือกดิกิริเหล่านี้ได้จากทูลบาร์ด้านบนคือ



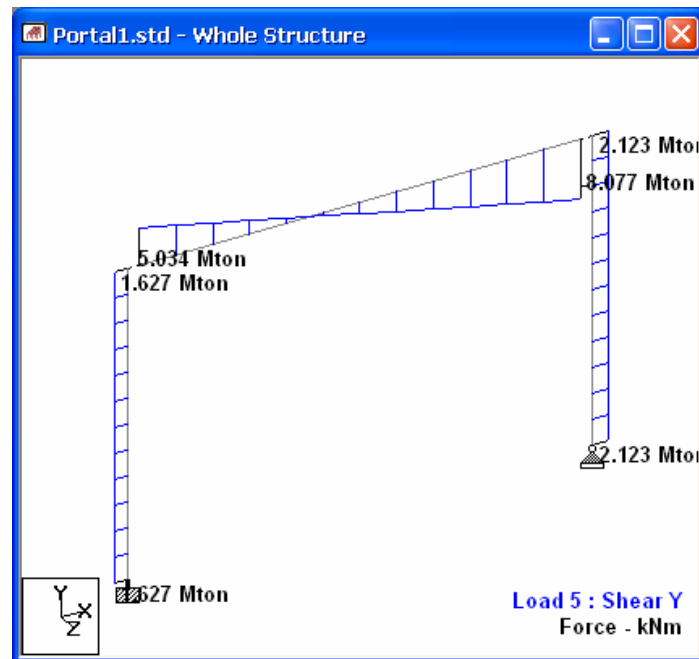
ซึ่งเราสามารถเลือกกดได้อย่างสะดวก โดยสามารถแสดงหลายดิกิริได้พร้อมกันอีกด้วย



หรือเราอาจเลือกจากเมนู **View > Structure Diagrams > Loads and Results** ให้เลือก **Load Case 5 : 0.75[DL+LL+W]** และ **Shear yy** ดังรูป

จากนั้นให้เลือกเมนู **Results > View Value...** ในแถบ **Range** เลือก **All** และ

แถบ **Beam Results** เลือกในกลุ่มของ **Shear** เลือก **Ends**



1.25 ตารางแสดงค่าแรงปลายคาน

ตาราง **Beam End Forces** ที่ส่วนบนทางด้านขวา จะแสดงค่าแรงต่างๆที่ปลายทั้งสองของแต่ละคาน ประกอบด้วยสามแถบคือ **All**, **Summary** และ **Envelope**

All : แสดงแรงปลายคานสำหรับทุกองค์อาคารและทุกกรณีบรรทุกที่ถูกเลือก

Portal1.std - Beam End Forces:								
All / Summary / Envelope /								
Beam	L/C	Node	Fx Mton	Fy Mton	Fz Mton	Mx klm	My klm	Mz klm
1	4 1.2DL+1.6L	1	12.734	-2.439	0.000	0.000	0.000	-18.062
		2	-12.461	2.439	0.000	0.000	0.000	-77.607
	5 0.75[DL+LL]	1	5.204	1.627	0.000	0.000	0.000	57.578
		2	-5.034	-1.627	0.000	0.000	0.000	6.253
2	4 1.2DL+1.6L	2	2.439	12.461	0.000	0.000	0.000	59.277
		3	-2.439	13.075	0.000	0.000	0.000	-76.436
	5 0.75[DL+LL]	2	2.123	5.034	0.000	0.000	0.000	-13.657
		3	-2.123	8.077	0.000	0.000	0.000	-71.388
3	4 1.2DL+1.6L	3	13.075	2.439	0.000	0.000	0.000	95.670
		4	-13.347	-2.439	0.000	0.000	0.000	-0.000
	5 0.75[DL+LL]	3	8.077	2.123	0.000	0.000	0.000	83.269
		4	-8.247	-2.123	0.000	0.000	0.000	-0.000

Summary : แสดงค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดของแต่ละคิรีอิสระของทุกคานและทุกกรณีบรรทุก

Portal1.std - Beam End Forces:

Summary

	Beam	L/C	I/node	Fx Mton	Fy Mton	Fz Mton	Mx klm	My klm	Mz klm
Max Fx	3	4 1.2DL+1.6L	4	13.347	2.439	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Fx	2	5 0.75[DL+LL	2	2.123	5.034	0.000	0.000	0.000	-13.657
Max Fy	2	4 1.2DL+1.6L	2	2.439	12.461	0.000	0.000	0.000	59.277
Min Fy	2	4 1.2DL+1.6L	3	2.439	-13.075	0.000	0.000	0.000	76.436
Max Fz	1	4 1.2DL+1.6L	1	12.734	-2.439	0.000	0.000	0.000	-18.062
Min Fz	1	4 1.2DL+1.6L	1	12.734	-2.439	0.000	0.000	0.000	-18.062
Max Mx	1	4 1.2DL+1.6L	1	12.734	-2.439	0.000	0.000	0.000	-18.062
Min Mx	1	4 1.2DL+1.6L	1	12.734	-2.439	0.000	0.000	0.000	-18.062
Max My	1	4 1.2DL+1.6L	1	12.734	-2.439	0.000	0.000	0.000	-18.062
Min My	1	4 1.2DL+1.6L	1	12.734	-2.439	0.000	0.000	0.000	-18.062
Max Mz	3	4 1.2DL+1.6L	3	13.075	2.439	0.000	0.000	0.000	95.670
Min Mz	1	4 1.2DL+1.6L	1	12.734	-2.439	0.000	0.000	0.000	-18.062

Envelope : แสดงค่าบวกมากที่สุด +ve และค่าลบมากที่สุด -ve โดยแสดงกรณีบรรทุกที่ให้ค่ามากที่สุดกำกับไว้ด้วย

Portal1.std - Beam End Forces:

Envelope

Beam	I/node	Env	Fx Mton	Fy Mton	Fz Mton	Mx klm	My klm	Mz klm
1	1	+ve	12.734	1.627	0.000	0.000	0.000	57.578
			4 1.2DL+1.6L	5 0.75[DL+LL	-	-	-	5 0.75[DL+LL
		-ve	0.000	-2.439	0.000	0.000	0.000	-18.062
			-	4 1.2DL+1.6L	-	-	-	4 1.2DL+1.6L
1	2	+ve	12.461	1.627	0.000	0.000	0.000	77.607
			4 1.2DL+1.6L	5 0.75[DL+LL	-	-	-	4 1.2DL+1.6L
		-ve	0.000	-2.439	0.000	0.000	0.000	-6.253
			-	4 1.2DL+1.6L	-	-	-	5 0.75[DL+LL
2	2	+ve	2.439	12.461	0.000	0.000	0.000	59.277
			4 1.2DL+1.6L	4 1.2DL+1.6L	-	-	-	4 1.2DL+1.6L
		-ve	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-13.657
			-	-	-	-	-	5 0.75[DL+LL
2	3	+ve	2.439	0.000	0.000	0.000	0.000	76.436
			4 1.2DL+1.6L	-	-	-	-	4 1.2DL+1.6L
		-ve	0.000	-13.075	0.000	0.000	0.000	0.000
			-	4 1.2DL+1.6L	-	-	-	-
3	3	+ve	13.075	2.439	0.000	0.000	0.000	95.670
			4 1.2DL+1.6L	4 1.2DL+1.6L	-	-	-	4 1.2DL+1.6L
		-ve	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			-	-	-	-	-	-
3	4	+ve	13.347	2.439	0.000	0.000	0.000	0.000
			4 1.2DL+1.6L	4 1.2DL+1.6L	-	-	-	4 1.2DL+1.6L
		-ve	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			-	-	-	-	-	-

1.26 ตารางแสดงค่าแรงในคาน

ตาราง **Beam Forces Detail** ที่ส่วนล่างทางด้านขวา จะแสดงค่าแรงต่างๆที่ปลายทั้งสองของแต่ละคาน ประกอบด้วยสามแถบคือ **All**, **Summary** และ **Envelope**

All : แสดงแรงปลายคานสำหรับทุกองค์อาคารและทุกกรณีบรรทุกที่ถูกเลือก ที่ระยะต่างๆ

Portal1.std - Beam Force Detail:								
All Max Axial Forces Max Bending Moments Max Shear Forces								
Beam	L/C	Dist m	Fx Mton	Fy Mton	Fz Mton	Mx klm	My klm	Mz klm
1	4 1.2DL+1.6L	0.000	12.734	-2.439	0.000	0.000	0.000	-18.062
		1.000	12.665	-2.439	0.000	0.000	0.000	5.855
		2.000	12.597	-2.439	0.000	0.000	0.000	29.772
		3.000	12.529	-2.439	0.000	0.000	0.000	53.690
		4.000	12.461	-2.439	0.000	0.000	0.000	77.607
	5 0.75[DL+LL	0.000	5.204	1.627	0.000	0.000	0.000	57.578
		1.000	5.161	1.627	0.000	0.000	0.000	41.621
		2.000	5.119	1.627	0.000	0.000	0.000	25.663
		3.000	5.076	1.627	0.000	0.000	0.000	9.705
		4.000	5.034	1.627	0.000	0.000	0.000	-6.253
2	4 1.2DL+1.6L	0.000	2.439	12.461	0.000	0.000	0.000	59.277
		1.425	2.439	6.077	0.000	0.000	0.000	-70.256
		2.850	2.439	-0.307	0.000	0.000	0.000	-110.573
		4.275	2.439	-6.691	0.000	0.000	0.000	-61.676
		5.700	2.439	12.461	0.000	0.000	0.000	59.277

Max Axial Forces, Max Bending Moments and Max Shear Forces แสดงค่ามากที่สุดของแรงภายในเหล่านี้สำหรับแต่ละองค์อาคารและกรณีบรรทุก

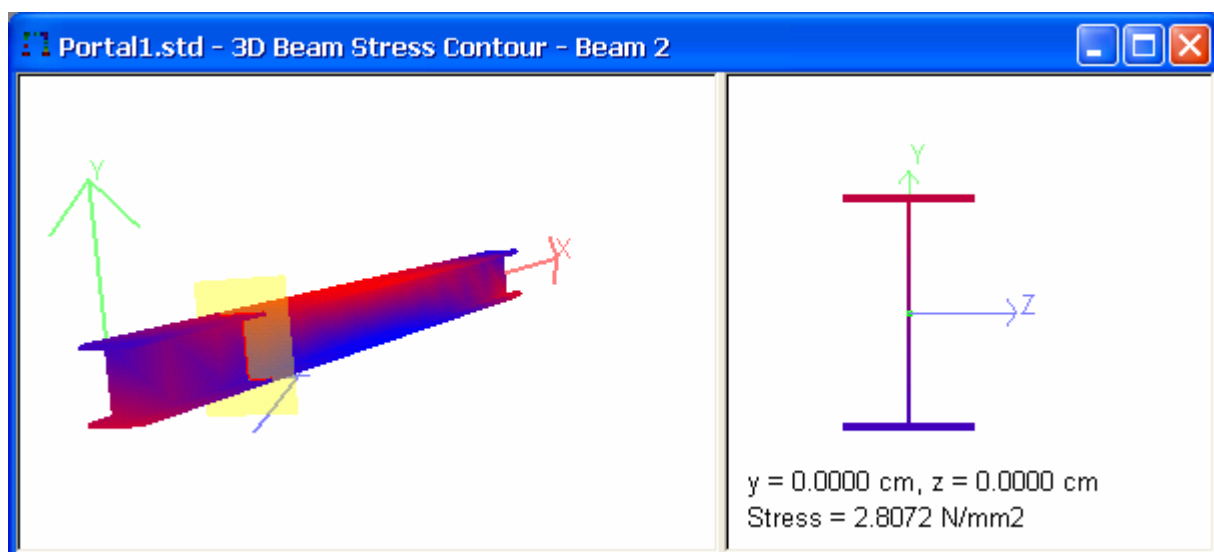
Portal1.std - Beam Force Detail:				
All Max Axial Forces Max Bending Moments				
Beam	L/C		Dist m	Fx Mton
1	4 1.2DL+1.6L	Max +ve	0.000	12.734
		Max -ve	N/A	N/A
	5 0.75[DL+LL	Max +ve	0.000	5.204
		Max -ve	N/A	N/A
2	4 1.2DL+1.6L	Max +ve	0.000	2.439
		Max -ve	N/A	N/A
	5 0.75[DL+LL	Max +ve	0.000	2.123
		Max -ve	N/A	N/A
3	4 1.2DL+1.6L	Max +ve	4.000	13.347
		Max -ve	N/A	N/A
	5 0.75[DL+LL	Max +ve	4.000	8.247
		Max -ve	N/A	N/A

Portal1.std - Beam Force Detail:						
All Max Axial Forces Max Bending Moments Max Shear						
Beam	L/C		Dist m	Mz klm	Dist m	My klm
1	4 1.2DL+1.6L	Max +ve	4.000	77.607	0.000	0.000
		Max -ve	0.000	-18.062	0.000	0.000
	5 0.75[DL+LL	Max +ve	0.000	57.578	0.000	0.000
		Max -ve	4.000	-6.253	0.000	0.000
2	4 1.2DL+1.6L	Max +ve	5.700	76.436	0.000	0.000
		Max -ve	2.850	-110.573	0.000	0.000
	5 0.75[DL+LL	Max +ve	5.700	71.388	0.000	0.000
		Max -ve	2.375	-67.282	0.000	0.000
3	4 1.2DL+1.6L	Max +ve	0.000	95.670	0.000	0.000
		Max -ve	N/A	N/A	0.000	0.000
	5 0.75[DL+LL	Max +ve	0.000	83.269	0.000	0.000
		Max -ve	N/A	N/A	0.000	0.000

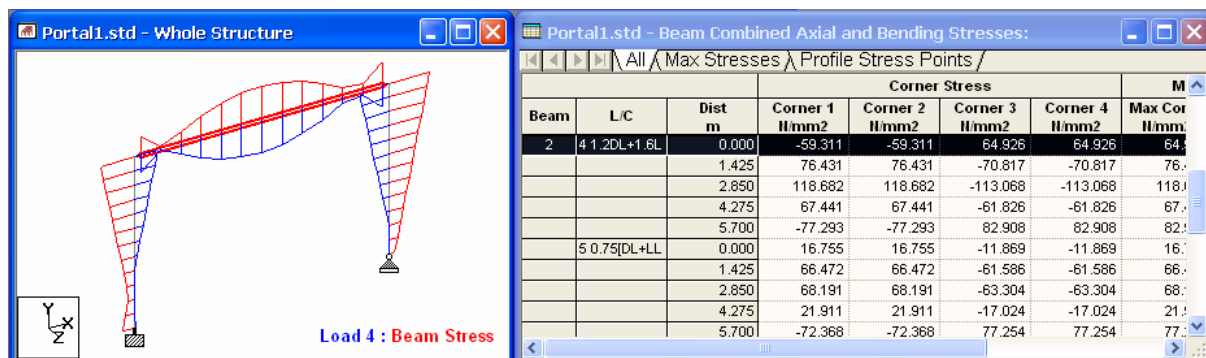
Portal1.std - Beam Force Detail:						
Axial Forces \ Max Bending Moments \ Max Shear Forces /						
Beam	L/C		Dist m	Fy Mton	Dist m	Fz Mton
1	4 1.2DL+1.6L	Max +ve	N/A	N/A	0.000	0.000
		Max -ve	0.000	-2.439	0.000	0.000
	5 0.75(DL+LL)	Max +ve	0.000	1.627	0.000	0.000
		Max -ve	N/A	N/A	0.000	0.000
2	4 1.2DL+1.6L	Max +ve	0.000	12.461	0.000	0.000
		Max -ve	5.700	-13.075	0.000	0.000
	5 0.75(DL+LL)	Max +ve	0.000	5.034	0.000	0.000
		Max -ve	5.700	-8.077	0.000	0.000
3	4 1.2DL+1.6L	Max +ve	0.000	2.439	0.000	0.000
		Max -ve	N/A	N/A	0.000	0.000
	5 0.75(DL+LL)	Max +ve	0.000	2.123	0.000	0.000
		Max -ve	N/A	N/A	0.000	0.000

1.27 หน่วยแรงในคาน

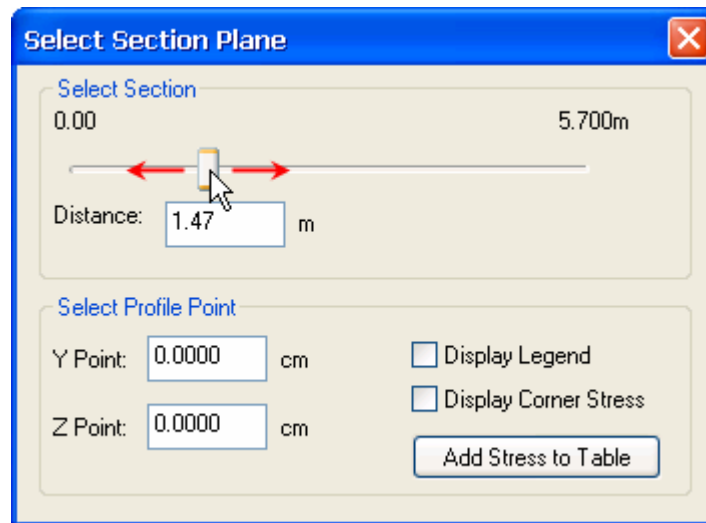
คลิกเลือกแถบแนวดิ่งด้านข้าง **Beam > Stresses** เพื่อดูค่าหน่วยแรงในคาน โดยหน้าจอส่วนบนจะแสดงการกระจายหน่วยแรงแบบสามมิติและหน่วยแรงบนหน้าตัด



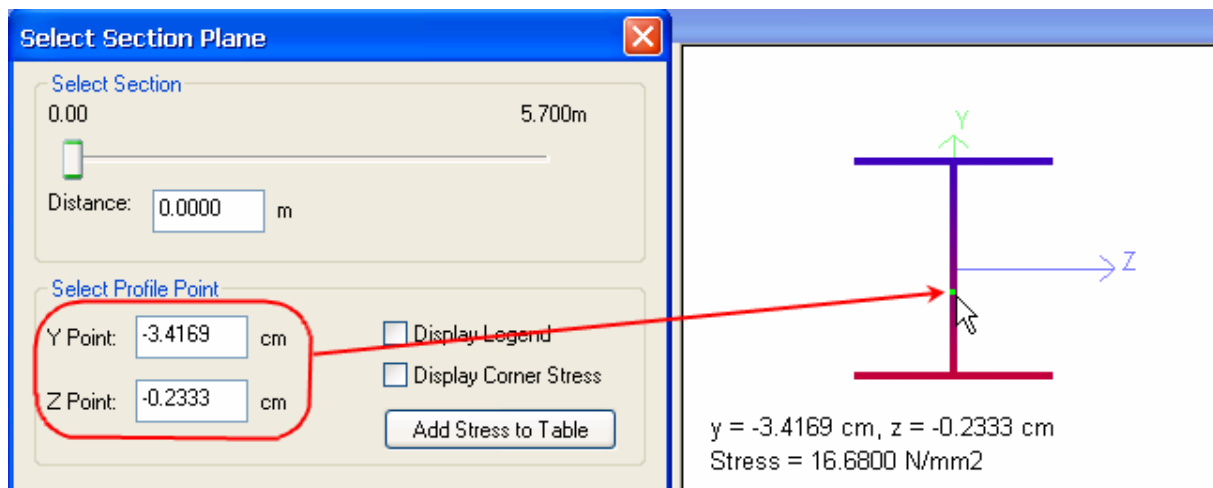
ในส่วนล่างจะแสดงโมเดลและตารางแสดงค่า



เมื่อเราคลิกเลือกคานในหน้าจอด้านล่างซ้าย กล่องข้อความจะแสดงขึ้นมาให้เลือกตำแหน่งตามแนวคานเพื่อแสดงหน่วยแรงบนหน้าตัด โดยใช้แถบเลื่อนหรือพิมพ์ลงไป ซึ่งรูปการกระจายหน่วยแรงบนหน้าตัดในหน้าต่างขวาบนจะเปลี่ยนไปพร้อมกับการเลื่อนแถบ

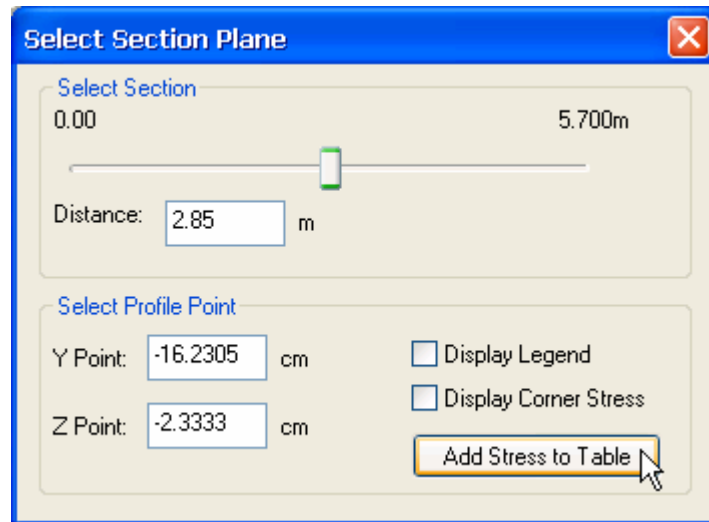


ในส่วนล่างคือ **Select Profile Point** จะมีค่าพิกัดแกน **local Y** และ **Z** บนหน้าตัด ซึ่งมีจุดกำเนิด **(0,0)** อยู่ที่จุดศูนย์กลางของหน้าตัด ถ้าต้องการรู้ค่าหน่วยแรงที่จุดใด ๆ บนหน้าตัด ให้คลิกเมา์ที่บนหน้าตัด จะแสดงเป็นจุดเขียวและค่าในช่อง **Y Point** และ **Z Point** จะเปลี่ยนไป ส่วนหน่วยแรงจะแสดงอยู่ด้านล่างของหน้าตัดดังในรูปข้างล่าง



นอกจากนั้นยังอาจคลิกช่อง **Display Legend** เพื่อแสดงค่าระดับหน่วยแรงตามแถบสี และช่อง **Display Corner Stress** เพื่อแสดงค่าหน่วยแรงที่มุมหน้าตัด

ถ้าต้องการบันทึกค่าหน่วยแรงลงในตารางทางด้านขวาล่าง ให้คลิกปุ่ม **Add Stress to Table**

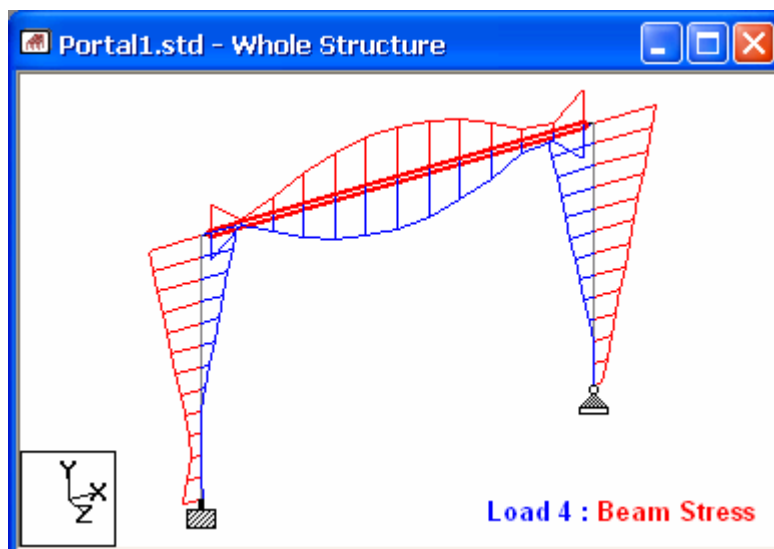


Portal1.std - Beam Combined Axial and Bending Stresses:

Navigation: All | Max Stresses | Profile Stress Points

			Location						
	Beam	L/C	Dist m	Stress Pt(Y)	Stress Pt(Z)	Fx Mton	My kNm	Mz kNm	Stress N/mm2
1	2	4	2.850	-16.230	-2.333	2.439	0.000	-110.573	-120.115

ในหน้าต่างหลักทางด้านซ้ายล่างแสดงหน่วยแรงดึงและหน่วยแรงอัดด้วยสีที่ต่างกัน



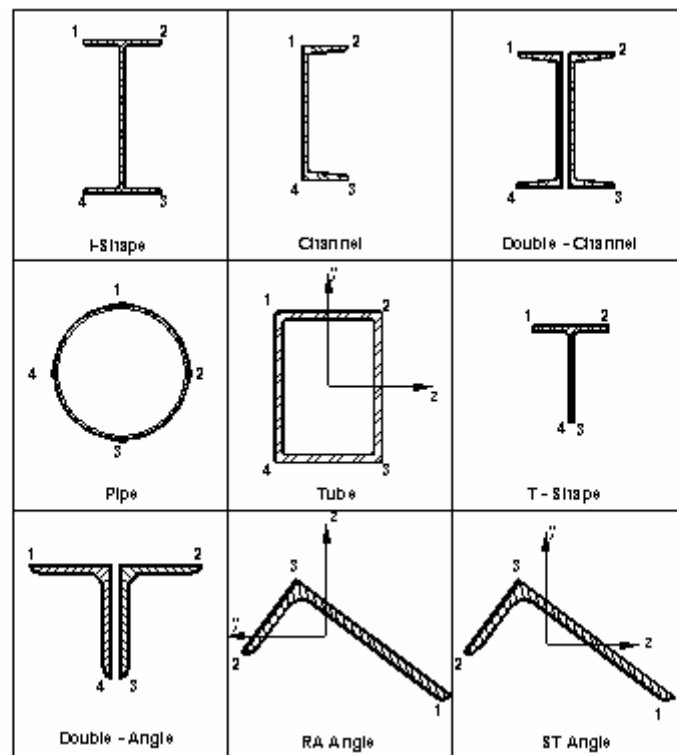
สีของแผนภูมิหน่วยแรงสามารถเปลี่ยนได้โดยเลือกแถบ **Loads and Results** ในหน้าจอ **Diagrams** จากเมนู **View > Structure Diagrams** ซึ่งโดยปกติจะตั้งให้หน่วยแรงอัดเป็นสีแดงและหน่วยแรงดึงเป็นสีน้ำเงิน

ตารางแสดงหน่วยแรงร่วมกระทำแรงอัดตามแนวแกนและการดัด

แถบ **All** : แสดงหน่วยแรงร่วมกระทำที่มุมทั้งสี่ของหน้าตัดที่ระยะต่างๆตามกำหนด สำหรับทุกกรณีบรรทุก

Portal1.std - Beam Combined Axial and Bending Stresses:								
All \ Max Stresses \ Profile Stress Points								
			Corner Stress				Max Stress	
Beam	L/C	Dist m	Corner 1 N/mm2	Corner 2 N/mm2	Corner 3 N/mm2	Corner 4 N/mm2	Max Comp	Max Tens N/mm2
1	4 1.2DL+	0.000	40.745	40.745	-6.250	-6.250	40.745	-6.250
		1.000	9.539	9.539	24.772	24.772	24.772	0.000
		2.000	-21.667	-21.667	55.794	55.794	55.794	-21.667
		3.000	-52.873	-52.873	86.815	86.815	86.815	-52.873
		4.000	-84.079	-84.079	117.837	117.837	117.837	-84.079
	5 0.75[D	0.000	-67.854	-67.854	81.951	81.951	81.951	-67.854
		1.000	-47.152	-47.152	61.135	61.135	61.135	-47.152
		2.000	-26.451	-26.451	40.318	40.318	40.318	-26.451
		3.000	-5.749	-5.749	19.501	19.501	19.501	-5.749
		4.000	14.952	14.952	-1.316	-1.316	14.952	-1.316
2	4 1.2DL+	0.000	59.311	59.311	64.976	64.976	64.976	59.311

ตำแหน่งของมุมทั้งสี่คือ 1, 2, 3, 4 ในตารางขึ้นกับชนิดของหน้าตัดดังแสดงในตารางข้างล่าง

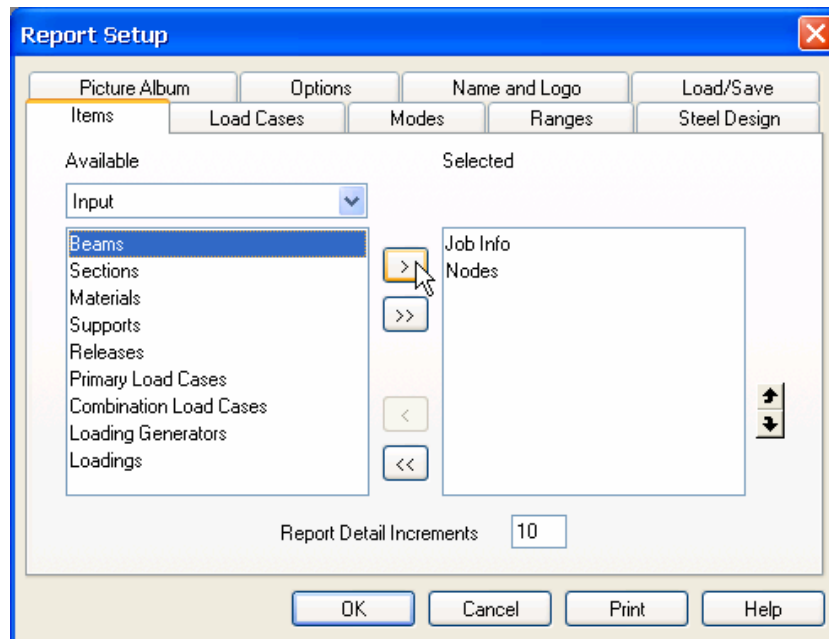


Max Stresses : ตารางนี้แสดงค่าหน่วยแรงอัดและหน่วยแรงดึงมากที่สุดสำหรับทุกองค์อาคาร

Portal1.std - Beam Combined Axial and Bending Stresses:								
All \ Max Stresses \ Profile Stress Points								
			Max Compressive			Max Tensile		
Beam	L/C	Length h	Stress N/mm2	Dist m	Corner	Stress N/mm2	Dist m	Corner
1	4 1.2DL+	4.000	117.837	4.000	3	-84.079	4.000	1
		5 0.75[D	81.951	0.000	3	-67.854	0.000	1
2	4 1.2DL+	5.700	118.682	2.850	1	-113.068	2.850	3
		5 0.75[D	77.254	5.700	3	-72.368	5.700	1
3	4 1.2DL+	4.000	142.166	0.000	3	-106.745	0.000	1
		5 0.75[D	119.263	0.000	3	-97.383	0.000	1

1.28 รายงานผู้กำหนดเอง

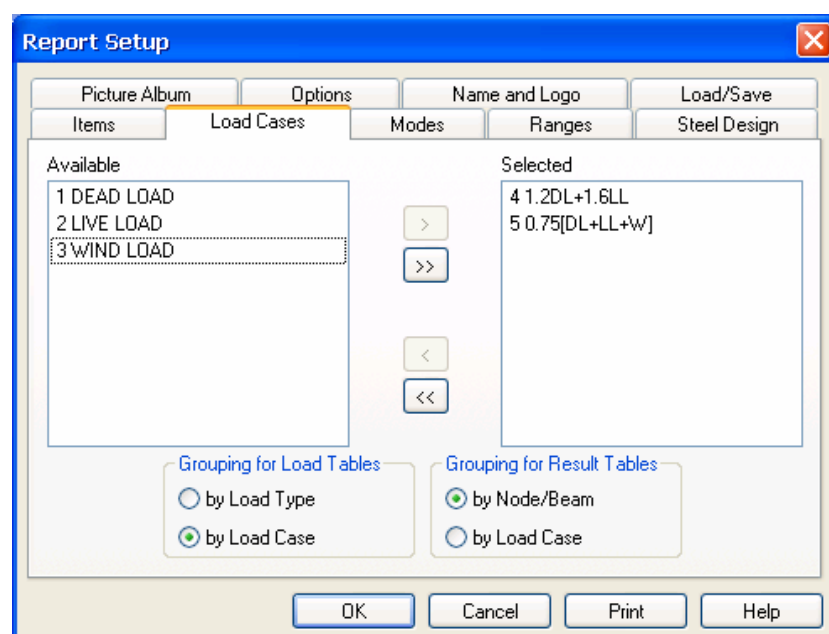
คลิกเลือกแถบแนวดิ่งด้านข้าง **Report** เพื่อเริ่มต้นสร้างรายงาน โดยหน้าจอ **Report Setup** จะแสดงขึ้นมา



แถบ Items : ใช้กำหนดหัวข้อที่จะแสดงในรายงาน รายการ **Available** แสดงหัวข้อที่มีให้เลือกโดยจะมีอยู่หลายประเภทแต่ที่ใช้บ่อยคือ **Input**, **Output** และ **Pictures** รายการ **Input** จะเป็นข้อมูลที่ใช้ใส่เข้าไป ส่วนรายการ **Output** จะเป็นผลที่ได้จากการคำนวณ รายการ **Pictures** จะเป็นรูปที่ถ่ายเอาไว้ซึ่งดูได้จาก **แถบ Picture Album**

เมื่อเลือกเสร็จแล้ว คลิกปุ่ม **OK** รายงานจะถูกสร้างขึ้นให้ตรวจสอบได้ก่อนพิมพ์ในลักษณะ **Print Preview** ถ้าต้องการแก้ไขให้คลิกปุ่ม **Setup Report** เพื่อกลับมาแก้ไขใหม่

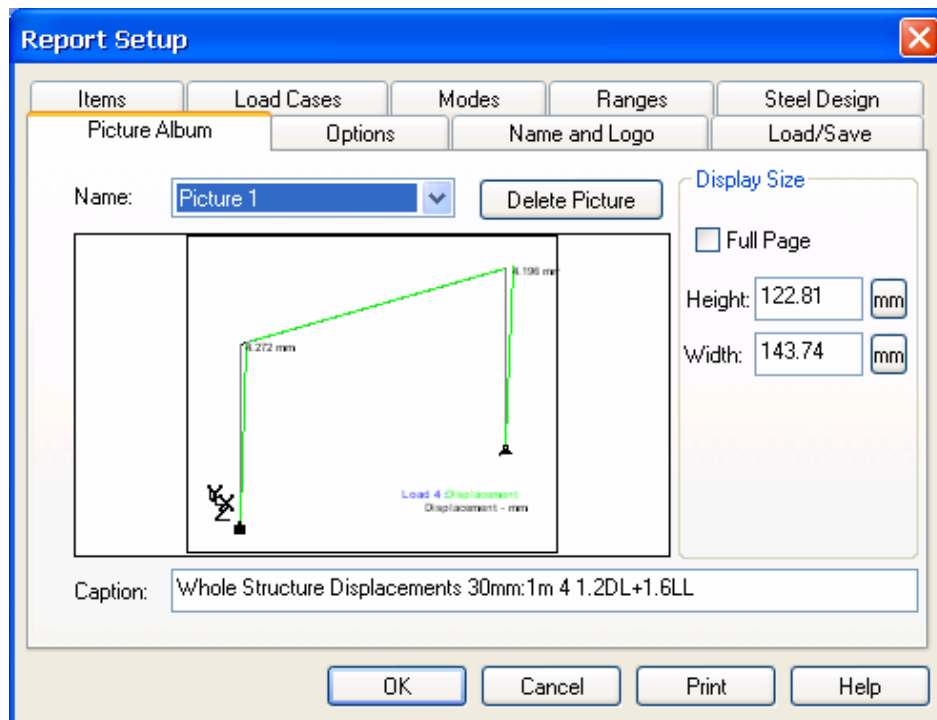
แถบ Load Cases : ใช้กำหนดกรณีบรรทุกที่จะแสดงในรายงาน



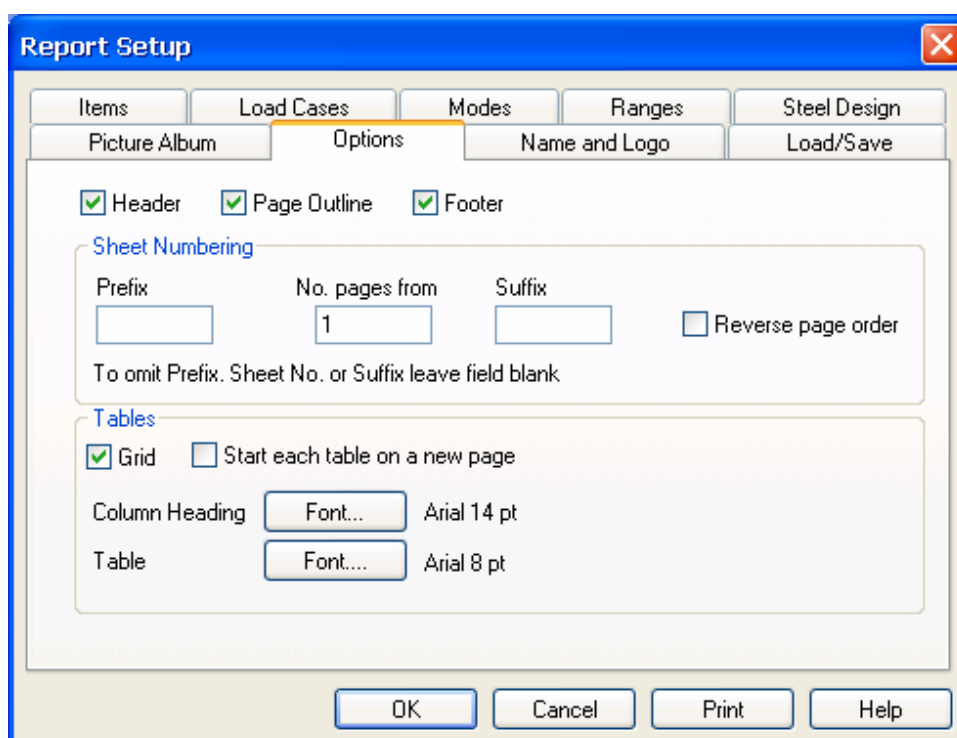
แถบ Modes : ใช้ในการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์ เพื่อเลือกรูปแบบการสั่นไหวที่ต้องการให้แสดง

แถบ Ranges : ให้กำหนดองค์อาคารที่ต้องการแสดง ปกติจะเลือกไว้เป็น **All** แต่เราอาจเลือกให้แสดงเฉพาะบางองค์อาคารได้

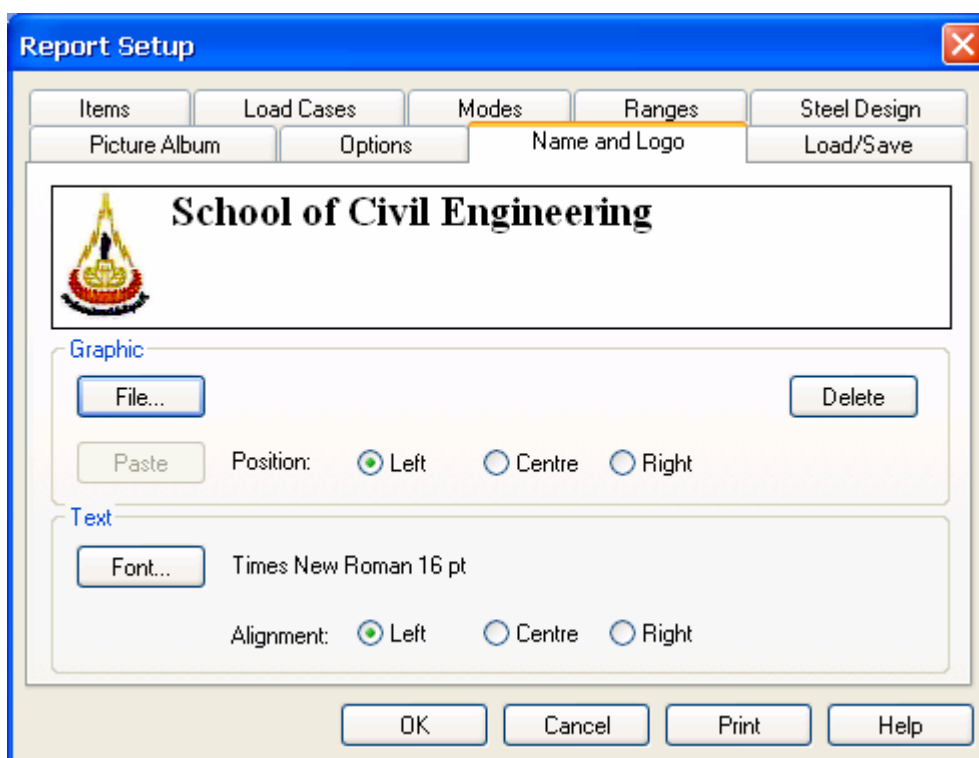
แถบ Picture Album : เป็นอัลบั้มรูปภาพที่ถูกถ่ายเก็บเอาไว้ โดยเราสามารถกำหนดขนาดของภาพที่จะแสดงได้ รวมถึงเขียนข้อความอธิบายได้ภาพในช่อง **Caption**




แถบ Options : ใช้กำหนดทางเลือกต่างของรายงานเช่น **Header, Page Outline** และ **Footer** เลขที่หน้ารูปแบบตาราง



แถบ Name and Logo : ใช้ใส่ชื่อบริษัทและโลโก้ลงในรายงาน โดยเราสามารถพิมพ์ชื่อบริษัทลงไปพร้อมเลือกชนิดและขนาดฟอนท์ ส่วนโลโก้ต้องเป็นไฟล์ภาพชนิด **Windows Metafile (.wmf)** หรือ **.bmp**



 School of Civil Engineering <small>Software licensed to Sirindhorn University of Technology</small>	Job No	Sheet No 1	Rev				
	Part						
Job Title	Ref						
Client	By	Date 4-Jun-06	Ctd				
	File Portal1.std	Date/Time 20-Jun-2006 13:05					
<u>Job Information</u> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Engineer</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Checked</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Approved</td> </tr> </table>					Engineer	Checked	Approved
	Engineer	Checked	Approved				

แถบ Load/Save : ใช้จัดเก็บเนื้อหารายงานผู้ใช้กำหนดเอง และโหลดรายงานที่ถูกเก็บไว้ขึ้นมา

แถบ Steel Design : จะนำผลการออกแบบเหล็กที่คำนวณไว้ระหว่างการวิเคราะห์มาใส่ลงในรายงาน

Tutorial Problem 2

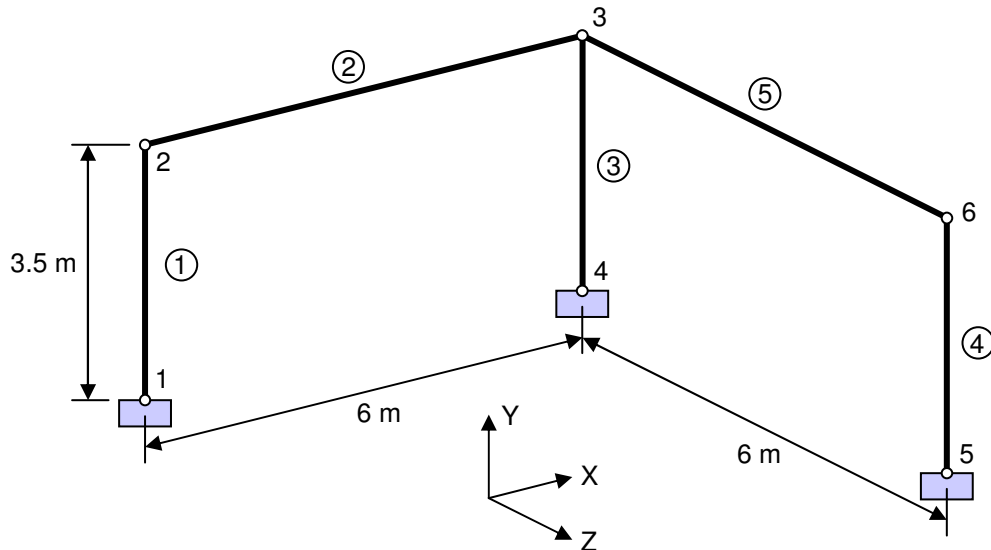
RC Frame Structure

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการสร้างโครงข้อแข็งสองมิติโดยใช้ **STAAD.Pro** โดยมีเนื้อหาที่ครอบคลุมในบทดังนี้

- เริ่มต้นโปรแกรม
- การสร้างโมเดล
- สร้างจุดต่อและองค์อาคาร
- แสดงหมายเลขจุดต่อและคาน
- กำหนดคุณสมบัติของคาน
- กำหนดทิศทางของคานโดยใช้มุมเบต้า
- กำหนดจุดรองรับ
- กำหนดน้ำหนักบรรทุก
- กำหนดวิธีการวิเคราะห์
- กำหนดพารามิเตอร์ออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ทำการวิเคราะห์และออกแบบ
- ดูไฟล์ผลการคำนวณ
- ตรวจสอบผลบนหน้าจอ ทั้งแบบกราฟิกและตัวเลข
- สร้างรายงานผู้ใช้กำหนดเอง

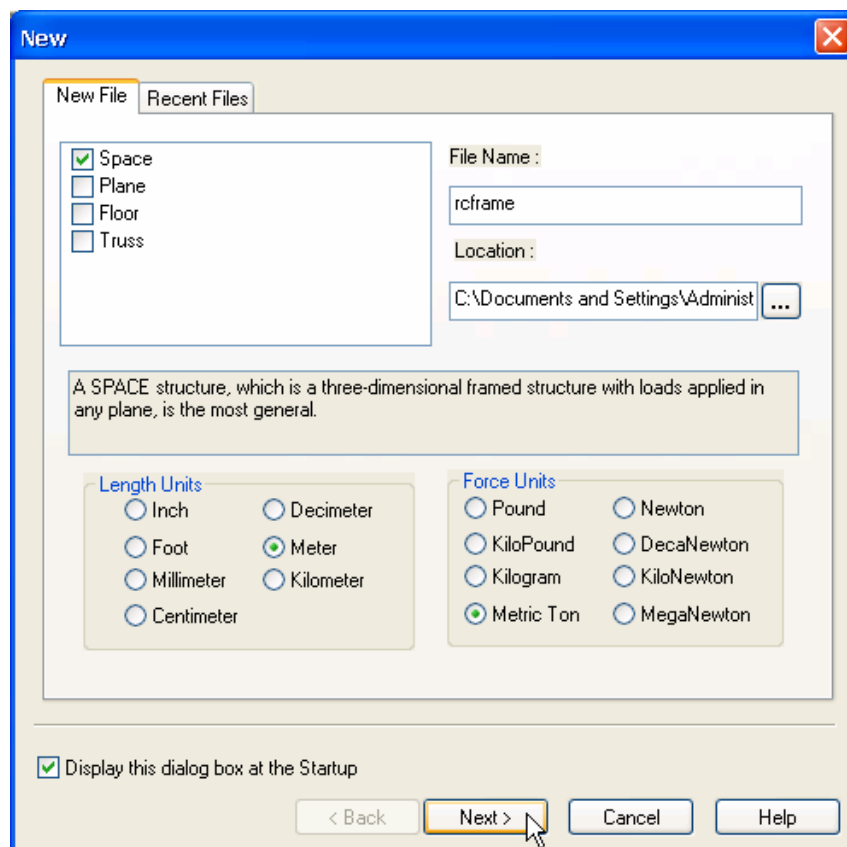
2.1 เริ่มต้นโปรแกรม

โครงสร้างในบทนี้จะเป็นโครงคอนกรีตสองช่องดังแสดงในรูปข้างล่าง งานที่ต้องทำคือการสร้างโมเดล กำหนดตัวแปรต่างๆที่ต้องใช้ ทำการวิเคราะห์และออกแบบคอนกรีต



2.2 การสร้างโมเดล

ในปัญหานี้โมเดลของเราเป็นสามมิติ ดังนั้นเลือกชนิดโครงสร้างเป็น **Space** เลือก **Meter** เป็นหน่วยความยาว และเลือก **Metric Ton** เป็นหน่วยแรง ส่วนชื่อไฟล์ให้ตั้งเป็น **rcframe**



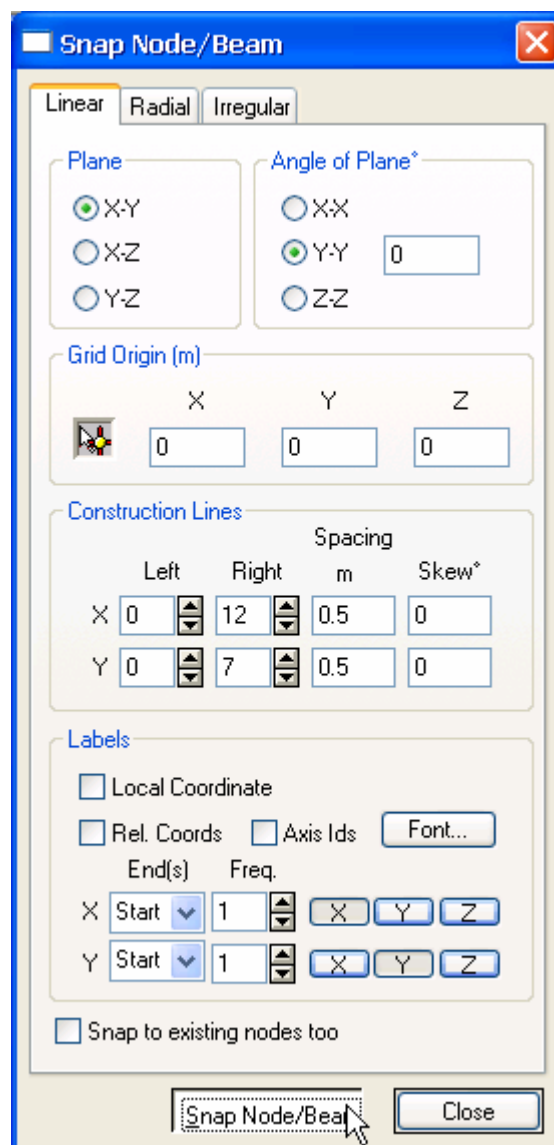
2.3 สร้างจุดต่อและองค์อาคาร

การกำหนดจุดต่อและองค์อาคาร คำสั่งที่ใช้คือ

```
JOINT COORDINATES
1 0 0 ; 2 0 3.5 0
3 6 3.5 0 ; 4 6 0 0
5 6 0 6 ; 6 6 3.5 6
MEMBER INCIDENCE
1 1 2 ; 2 2 3 ; 3 3 4 ; 4 5 6 ; 5 3 6
```

STEP:

- 1) หลังจากคลิกเลือก **Add Beam** แล้วกดปุ่ม **Finish** โปรแกรมจะเข้าสู่หน้า **Geometry > Beam**
- 2) ในหน้าจอ **Snap Node/Beam** ทางด้านซ้าย ส่วนของโครงสร้างที่มี **member 1** ถึง **3** และ **node 1** ถึง **4** อยู่ในระนาบ **X-Y** ดังนั้นให้เลือกเป็นระนาบ **Plane** เป็น **X-Y** ในกรอบ **Construction Lines** ตั้งจำนวนเส้นทางขวาของแกน **X** ไว้ **12** และของแกน **Y** ไว้ **7** ระยะห่าง **Spacing** ใช้ **0.5** เมตร ดังในรูป

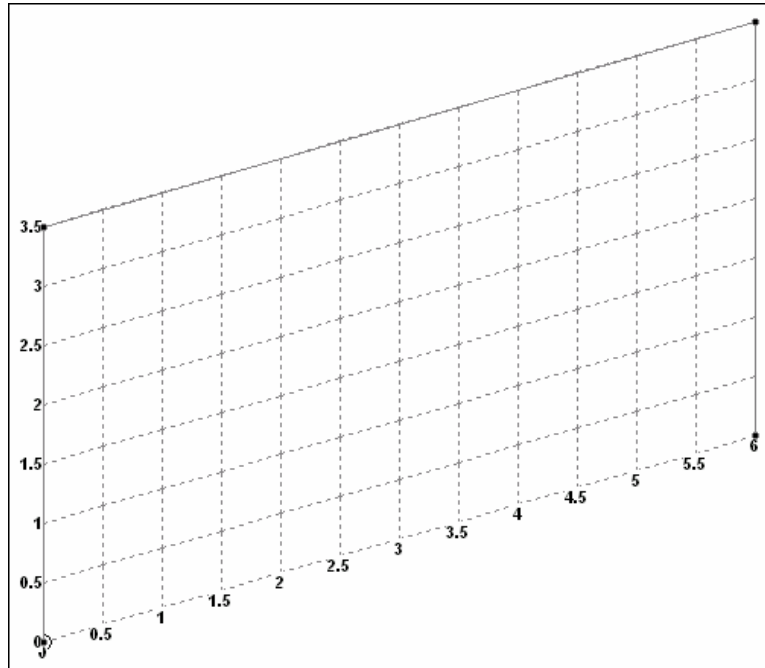


3) เพื่อเริ่มสร้าง **nodes** ให้เริ่มโดยการคลิกปุ่ม **Snap Node/Beam** ที่ส่วนล่างสุดของจอแล้วเลื่อนเมาส์มาคลิกที่จุดกำเนิด (0, 0) เพื่อเริ่มสร้าง **node** แรก

4) จากนั้นคลิกที่ **node** ถัดมาโดยโปรแกรมจะสร้าง **element** เชื่อมต่อให้โดยอัตโนมัติ

(0, 3.5), (6, 3.5) และ (6, 0)

หลังจากเสร็จแล้วให้คลิกปุ่ม **Snap Node/Beam** อีกครั้ง โครงสร้างที่ได้จะเป็นดังรูป



5) คลิกปุ่ม **Close** เพื่อปิดการแสดงผลกริด แล้วคลิกขวาในพื้นที่วาดภาพแล้วเลือกเมนู **Label...** เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้เลือก **Node Numbers** และ **Beam Numbers** เพื่อแสดงหมายเลข

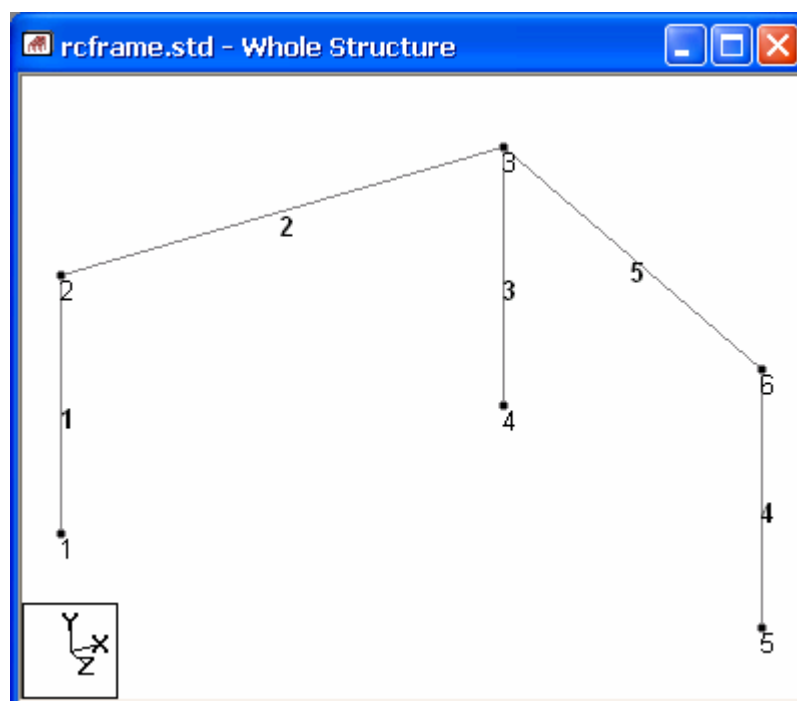
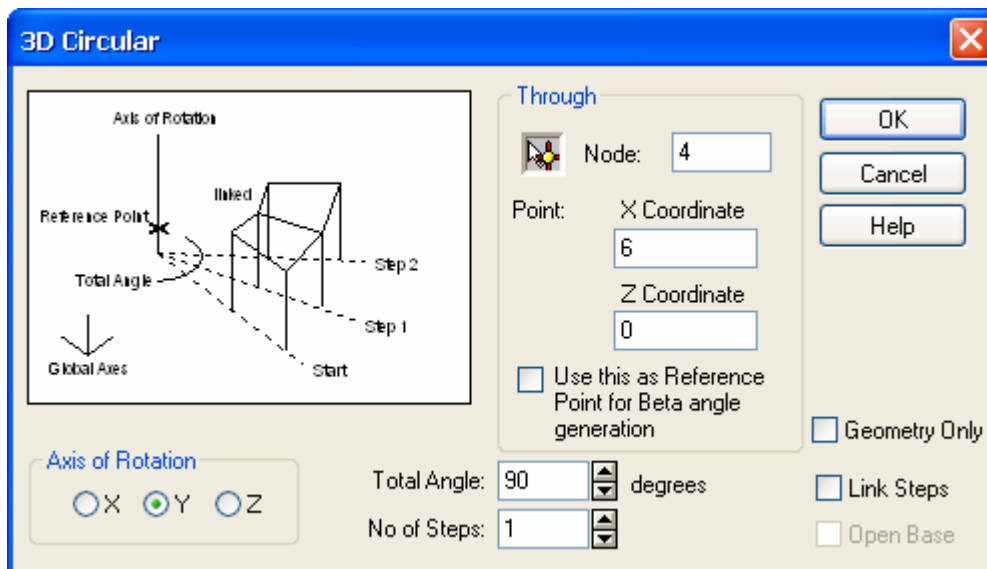
6) ขั้นตอนต่อไปคือการสร้าง **members 4** และ **5** ซึ่งอาจทำได้โดยการสร้าง **copy** ของ **members 1** และ **2** จากนั้นหมุนมันรอบเส้นดิ่งที่ผ่านจุด (6, 0, 0 ซึ่งก็คือ **node 4**) ไป 90 องศา

เราสามารถทำได้โดยการใช้ **Circular Repeat** ในเมนู **Geometry** เริ่มจากการเลือก **member 1** และ **2**

โดยใช้ **Beam Cursor**

7) จากนั้นคลิกไอคอน **Circular Repeat** ในทูลบาร์ด้านบน หรือเลือกจากเมนู **Geometry > Circular Repeat**

8) จะปรากฏหน้าจอ **3D Circular** ขึ้นมา ให้เลือกแกนหมุนเป็นแกน **Y** มุมหมุน **Total Angle: 90** จำนวนขั้น (**No. of Steps**) เป็น **1** แล้วเลือก **Through Node: 4** หรือใส่พิกัด **X = 6, Z = 0** ก็ได้



เพื่อความสะดวกในการใส่ข้อมูลขนาดหน้าตัดของ **member** ให้เปลี่ยนหน่วยความยาวจาก **meter** เป็น **centimeter** คำสั่งที่จะถูกสร้างคือ

STEP:


- 1) คลิกไอคอน **Input Units** จากทูลบาร์  หรือเลือกจากเมนู **Tools > Set Current Input Unit**
- 2) เมื่อมีหน้าจอปรากฏขึ้นมาให้คลิกเลือกหน่วย **Centimeter** แล้วคลิก **OK**

2.5 กำหนดคุณสมบัติ member

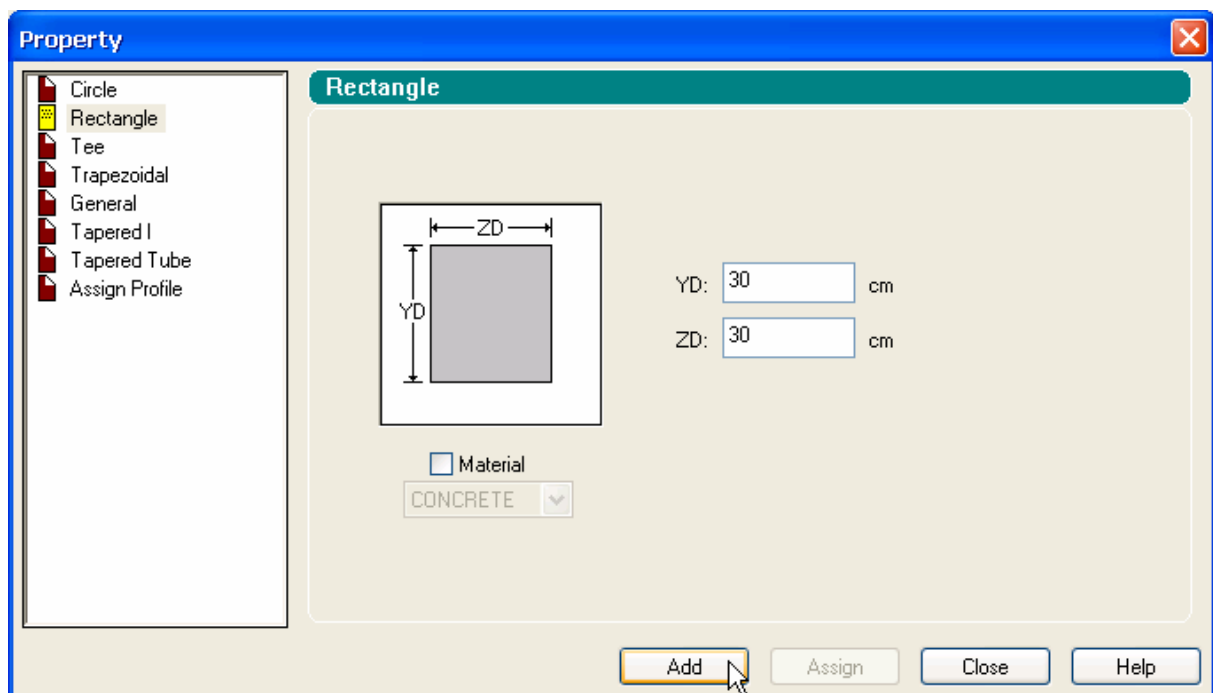
งานต่อไปคือการกำหนดขนาดหน้าตัดคานและเสา คำสั่งที่ใช้คือ

MEMB PROP
1 4 PRIS YD 30 ZD 30
2 5 PRIS YD 40 ZD 30
3 PRIS YD 35

STEP:

1) คลิกไอคอน **Property Page**  จากทูลบาร์ หรือเลือกจากหน้าต่างข้าง **General > Property**

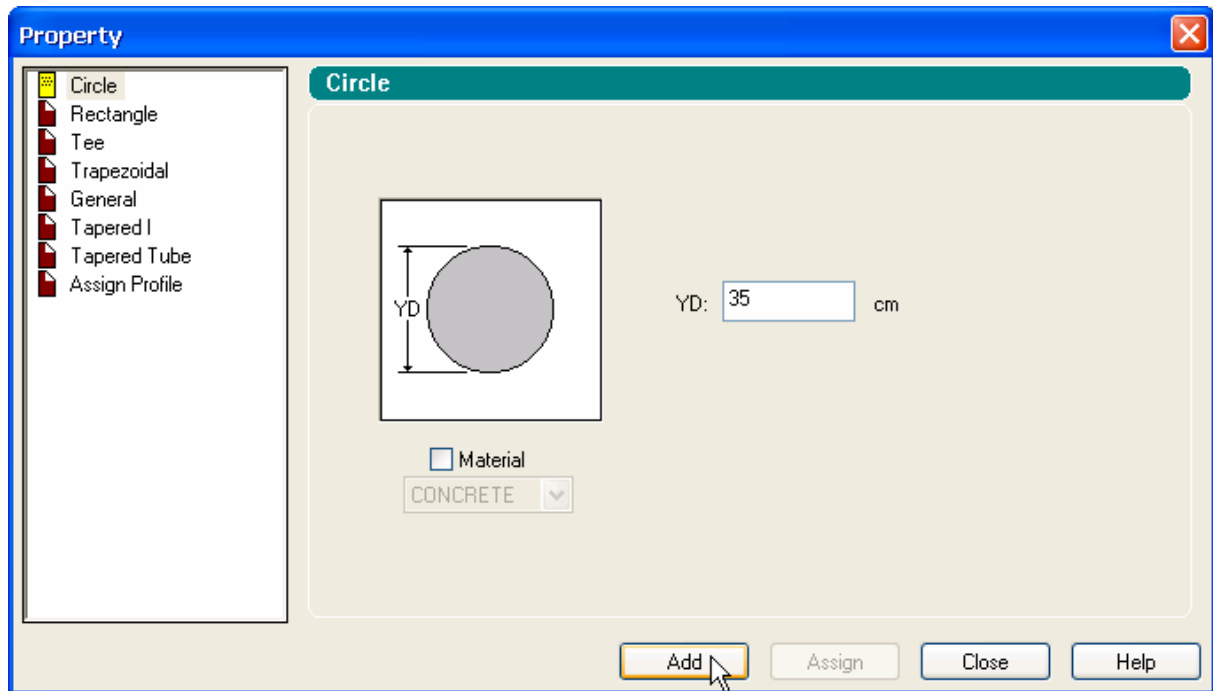
2) เมื่อหน้าจอ **Properties** ปรากฏขึ้นมา กดปุ่ม **Define...** เมื่อหน้าจอปรากฏขึ้นให้เลือกแถบ **Rectangle** ตั้งค่าตรงช่อง **Material** ที่ถูกเลือกไว้เป็น **concrete** ถ้าเราปล่อยทิ้งไว้โปรแกรมจะกำหนดคุณสมบัติวัสดุให้โดยอัตโนมัติ แต่ในที่นี้เราต้องการกำหนดเองทีหลังดังนั้นให้คลิกเลือกออก แล้วใส่ค่า **YD = 30 cm, ZD = 30 cm**



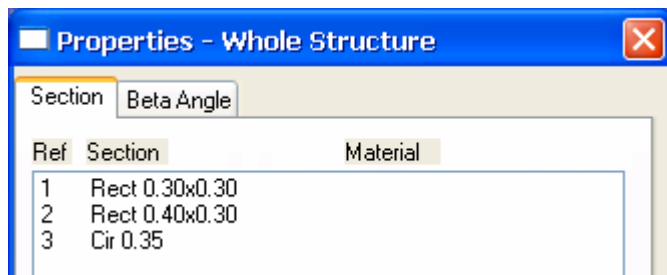
จากนั้นคลิกปุ่ม **Add** เพิ่มหน้าตัดเข้าไปในรายการ

4) สร้างหน้าตัดที่สอง **PRIS YD 40 ZD 30** ตามขั้นตอนเดิม

5) หน้าตัดที่สามเป็นหน้าตัดกลม ดังนั้นให้เลือกแถบ **Circle** คลิกช่อง **Material** ออก แล้วใส่ **YD = 35 cm** แล้วคลิก **Add**



เมื่อสร้างหน้าตัดได้ทั้งหมดแล้วให้คลิกปุ่ม **Close**



ขั้นต่อมาเราจะ **assign** หน้าตัดที่สร้างขึ้นให้แก่ **members** ดังนี้

หน้าตัด **1 : Rect 0.30x0.30** ให้กับ **member 1** และ **4**

หน้าตัด **2 : Rect 0.40x0.30** ให้กับ **member 2** และ **5**

หน้าตัด **3 : Cir 0.35** ให้กับ **member 3**

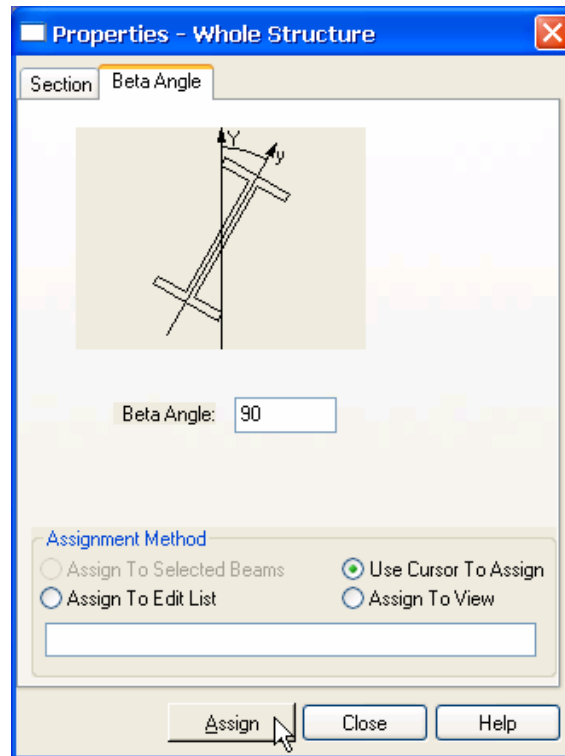
2.6 กำหนดค่าเบต้า

ในกรณีที่ไม่มีคำสั่งกำหนด **STAAD** จะจัดทิศทางของเสาและคานในทิศที่กำหนดในโปรแกรม สำหรับ **member 4** สมมุติว่าเราต้องการให้ด้านยาว(ด้านที่ขนานแกน **local Y**)มาขนานแกน **global Z** ก็ทำได้โดยกำหนดมุม **beta** เป็น **90** องศา คำสั่งคือ

BETA 90 MEMB 4

STEP:

- 1) เลือกแถบ **Beta Angle** บนหน้าจอ **Properties**
- 2) ในหน้าจอใส่ค่ามุม **90** องศา แล้วเลือก **member 4**



2.7 กำหนดค่าคงที่วัสดุ

ในตอนที่เรากำหนดคุณสมบัติหน้าตัด เราคงจะเลือกไม่ระบุคุณสมบัติวัสดุ เนื่องจากเราต้องการที่จะระบุคุณสมบัติวัสดุเองซึ่งแตกต่างจากที่มีอยู่ในโปรแกรม คำสั่งที่ใช้คือ

CONSTANTS
E 220 ALL
UNIT METER
DENSITY 2.4 ALL
POISSON 0.17 ALL

STEP:

- 1) จากเมนู **Command > Material Constants > Elasticity...** เพื่อกำหนดค่าโมดูลัสยืดหยุ่น
- 2) ในหน้าจอ **Material Constant** ใส่ค่า **220** ลงในช่อง **Enter Value** แล้วคลิก **OK**



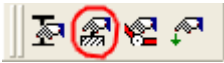
- 3) ในการใส่ค่า **DENSITY** ให้เปลี่ยนหน่วยโดย **Set Current Unit** เป็น **Meter**
- 4) เลือกเมนู **Command > Material Constants > Density** ใส่ค่า **2.4 Mton/m³**
- 5) ใส่ค่า **POISSON'S RATIO** โดยใช้ขั้นตอนเดียวกันด้วยค่า **0.17**

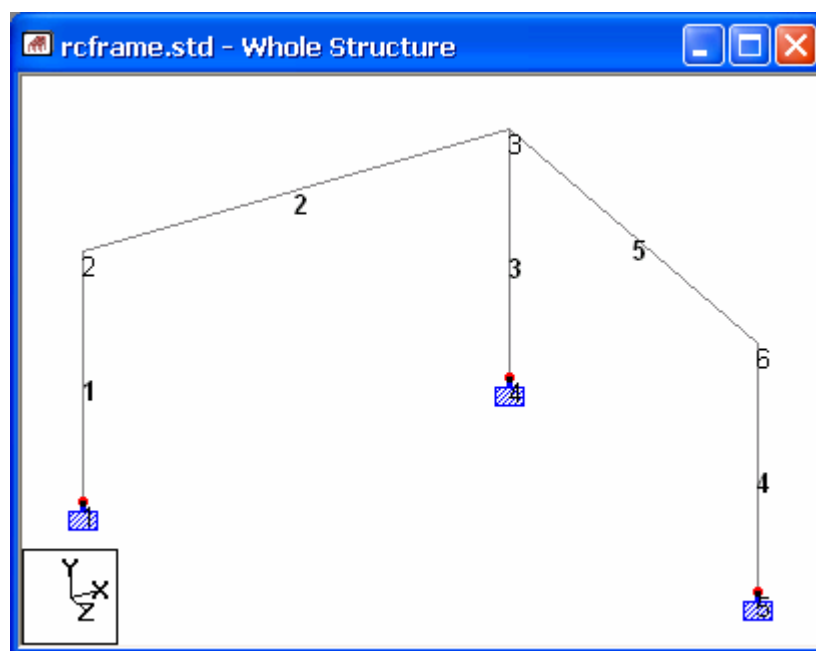
2.8 กำหนดจุดรองรับ

จุดรองรับของเสาทั้งสามต้นถูกยึดด้านทานการหมุนและการเคลื่อนที่ คำสั่งคือ

SUPPORTS
1 4 5 FIXED

STEP:

- 1) เพื่อสร้างจุดรองรับให้เลือก **Support** page บนทูลบาร์  หรืออาจเลือกจากแถบด้านข้าง **General > Support**
- 2) เมื่อหน้าจอ **Support** แสดงขึ้นมาให้กดปุ่ม **Create** เพื่อสร้าง **Fixed support** จากนั้นก็ **assign** ให้ฐานเสาทั้งสามโมเดลจะเป็นดังในรูป



2.9 กำหนดน้ำหนักบรรทุก

สำหรับโครงสร้างนี้เราจะสร้างน้ำหนักบรรทุก **5 cases** ได้แก่

Load case 1 : Dead Load

Selfweight of the structure

Beam 2 & 5 : 400 kg/m in global Y downward

Load case 2 : Live Load

Beam 2 & 5 : 600 kg/m in global Y downward

Load case 3 : Wind Load

Column 1 : 300 kg/m along positive global X

Column 4 : 500 kg/m along positive global X

Load case 4 : DEAD + LIVE

L1 X 1.2 + L2 X 1.5 (Use REPEAT LOAD, not Load Combination)

Load case 5 : DEAD + WIND

L1 X 1.1 + L3 X 1.3 (Use REPEAT LOAD, not Load Combination)

ใน case 4 และ 5 จะใช้ **REPEAT LOAD** ซึ่งต่างจากแบบมาตรฐาน นอกจากนั้นยังต้องวิเคราะห์โครงสร้างแบบ **PDelta** ซึ่งจะคิดผลของแรงกระทำด้านข้างและแรงในแนวดิ่งพร้อมกัน คำสั่งที่ใช้คือ

UNIT METER KG

LOAD 1 DEAD LOAD

SELF WEIGHT Y -1

MEMBER LOAD

2 5 UNI GY -400

LOAD 2 LIVE LOAD

MEMBER LOAD

2 5 UNI GY -600

LOAD 3 WIND LOAD

MEMBER LOAD

1 UNI GX 300

4 UNI GX 500

LOAD 4 DEAD + LIVE

REPEAT LOAD

1 1.2 2 1.5

LOAD 5 DEAD + WIND

REPEAT LOAD

1 1.1 3 1.3

STEP:

0) ก่อนอื่นให้เปลี่ยนหน่วยเป็น METER และ KG

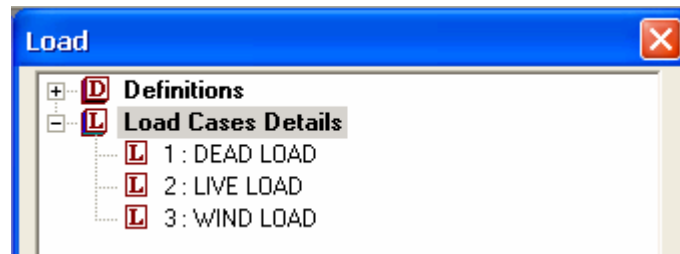
1) คลิกไอคอน Load Page บนทูลบาร์  หรือเลือกแถบด้านข้าง **General > Load**

2) ในหน้าจอ Load ให้คลิกเลือกรายการ Load Case Details แล้วคลิกปุ่ม Add...

ในรายการ **Primary** นำหน้าหมายเลข **1** ตั้งชื่อว่า **DEAD LOAD** แล้วคลิก **Add**

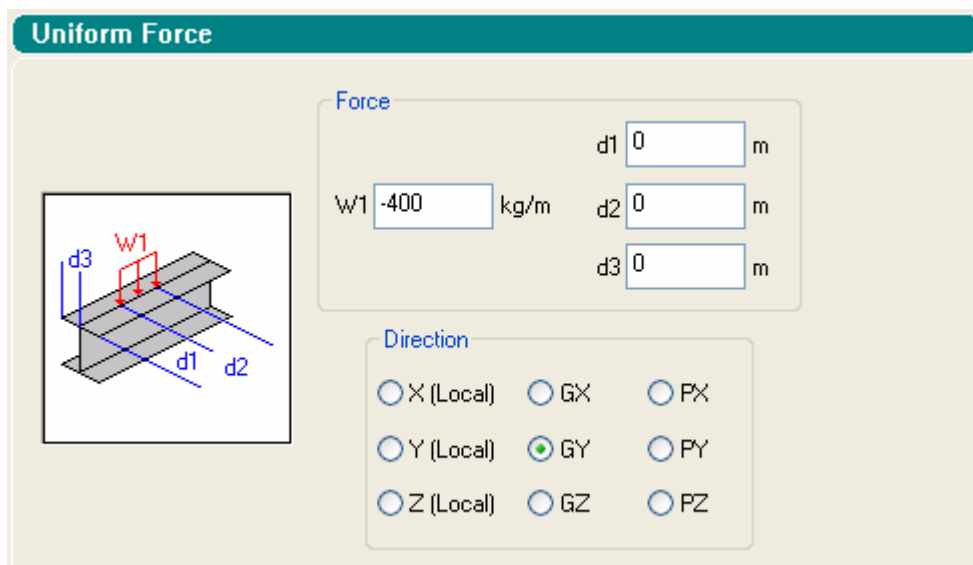
3) นำหน้าหมายเลข 2 ตั้งชื่อว่า LIVE LOAD แล้วคลิก Add

4) ส่วนหมายเลข 3 ตั้งชื่อว่า WIND LOAD ให้คลิก Add แล้วคลิก Close รายการจะเป็นดังรูป

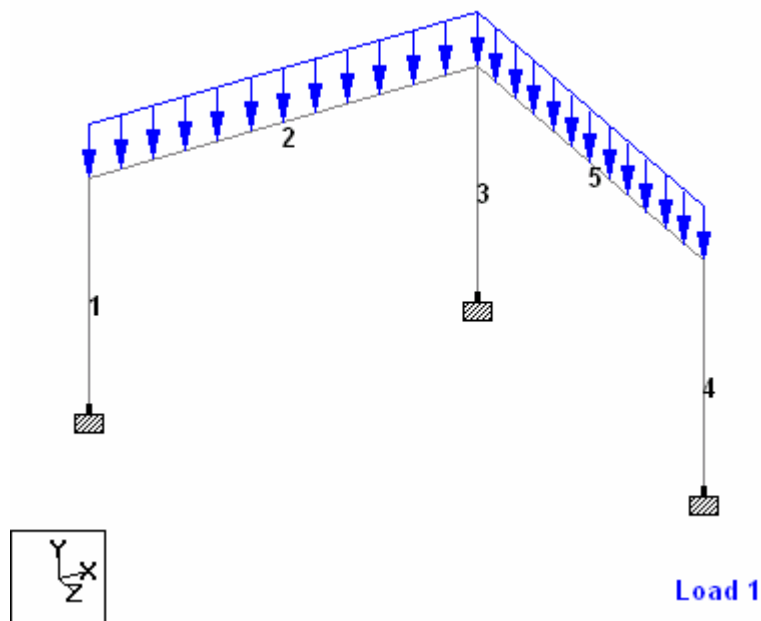


5) คลิกเลือกรายการ **1 : DEAD LOAD** แล้วคลิกปุ่ม **Add...** เลือก **Selfweight Y -1** แล้วคลิกปุ่ม **Add**

6) เลือกรายการ **Member Load > Uniform Force** ใส่ค่า **GY -400 kg/m** ดังในรูปข้างล่าง

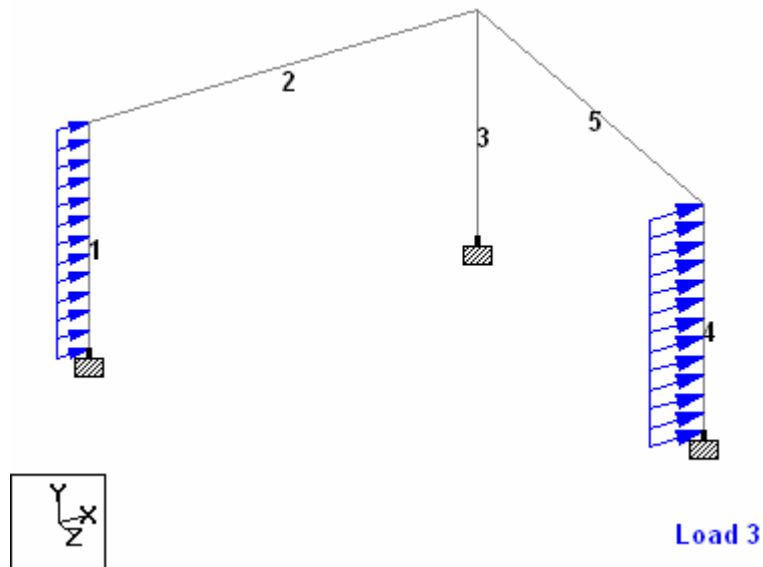


7) **Assign** น้ำหนักบรรทุกทุกให้คานเบอร์ **2** และ **5** โดยคลิกเลือกที่รายการ กดปุ่ม **Assign** แล้วคลิกที่คาน



8) คลิกเลือก **2 : LIVE LOAD** สร้างน้ำหนักบรรทุกทุกแผ่ **UNI GY -600 kg/m** แล้ว **Assign** ให้คานเบอร์ **2** และ **5**

9) คลิกเลือก **3 : WIND LOAD** สร้างน้ำหนัก **UNI GX +300 kg/m** แล้ว **Assign** ให้เสาเบอร์ **1** และ
สร้างน้ำหนัก **UNI GX +500 kg/m** แล้ว **Assign** ให้เสาเบอร์ **3** ดังในรูปข้างล่าง



รายการในหน้าจอ **Load** จะเป็นดังในรูปข้างล่าง

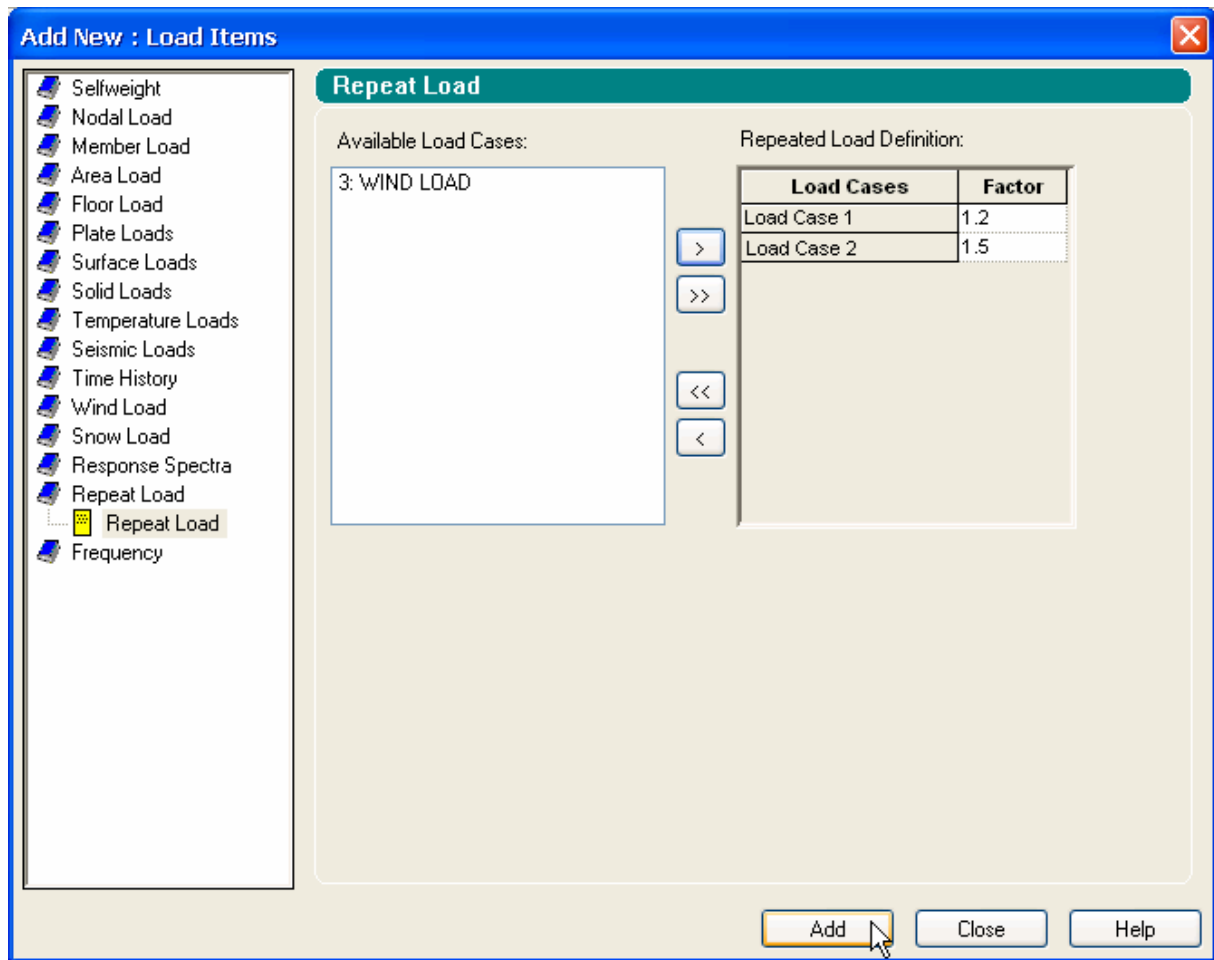


REPEAT LOAD CASE 4 and 5

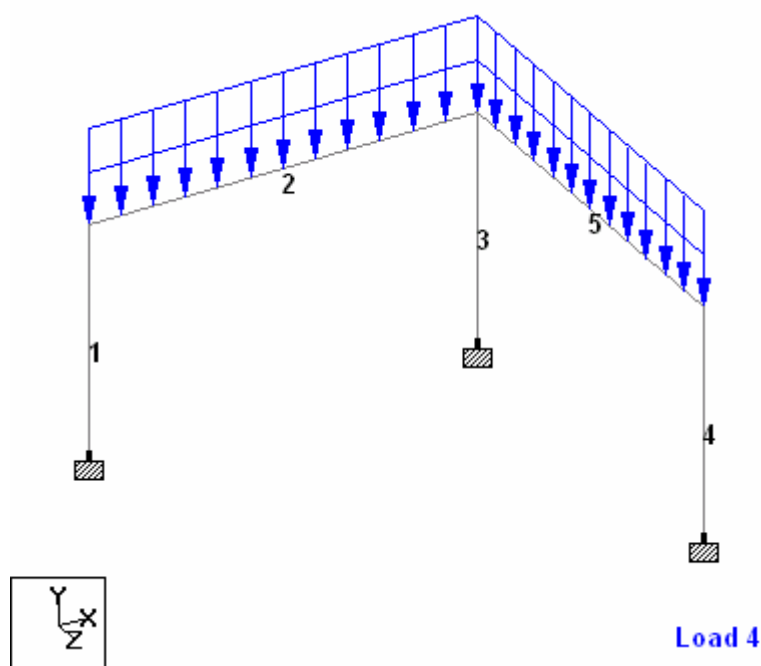
10) ในการสร้างกรณีบรรทุก 4 ให้คลิกเลือก **Load Cases Details** คลิกปุ่ม **Add** เลือกรายการ **Primary** ใส่ชื่อเป็น **DEAD + LIVE**



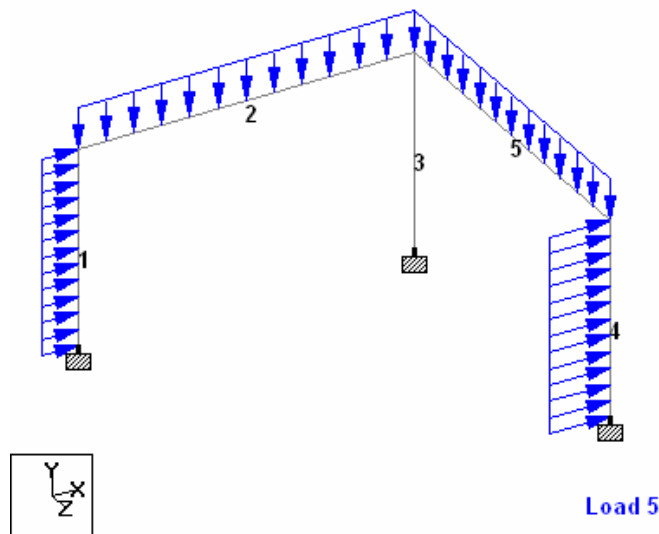
11) ในหน้าจอ **Add New : Load Items** เลือกรายการ **Repeat Load** เลือกกรณีบรรทุก 1 และ 2 ใส่ค่าแฟกเตอร์ 1.2 และ 1.5 ตามลำดับ ดังในรูปข้างล่าง



12) คลิกปุ่ม **Add** แล้วตามด้วย **Close**



13) สร้างกรณีบรรทุก 5 แบบเดียวกับกรณี 4 ตั้งชื่อ **DEAD + WIND** แล้วใช้แฟกเตอร์ 1.1 กับ **DEAD** และ 1.3 กับ **WIND** จะได้ดังในรูปข้างล่าง



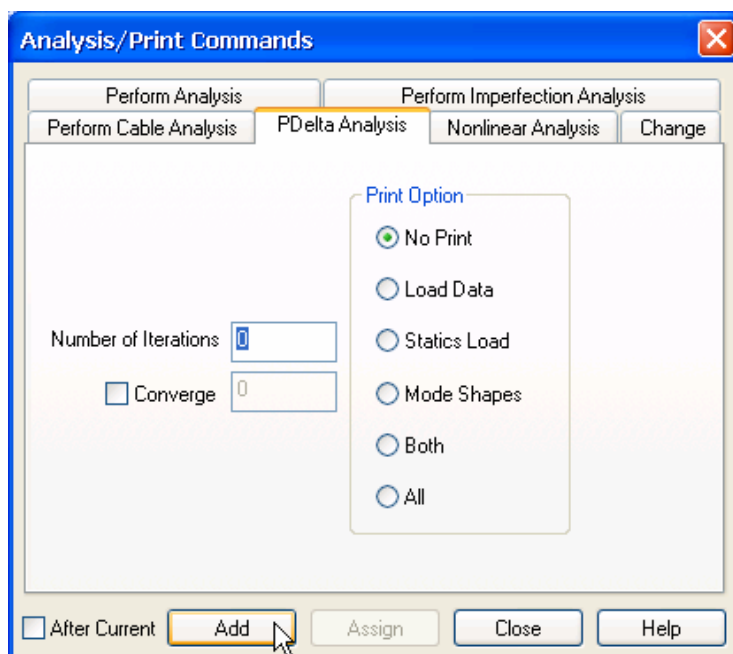
2.10 กำหนดวิธีวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์ที่จะใช้กับโครงสร้างนี้คือ **P-Delta** เนื่องจากมีทั้งคานและเสาคอนกรีตซึ่งต้องออกแบบตามมาตรฐาน **ACI** การวิเคราะห์ลำดับที่สองใช้ร่วมกับน้ำหนักกวมเพิ่มค่ากระทำพร้อมกับซึ่งได้ถูกสร้างไว้แล้วใน **Load case 4** และ **5** คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดวิธีวิเคราะห์คือ

PDELTA ANALYSIS

STEP:

- 1) ไปที่หน้า **Analysis/Print** ที่แถบด้านซ้ายของจอแล้วคลิกแถบย่อย **Analysis**
- 2) เมื่อหน้าจอ **Analysis/Print** แสดงขึ้นมาให้เลือกแถบ **PDelta Analysis** คลิกปุ่ม **Add** แล้วตามด้วย **Close**



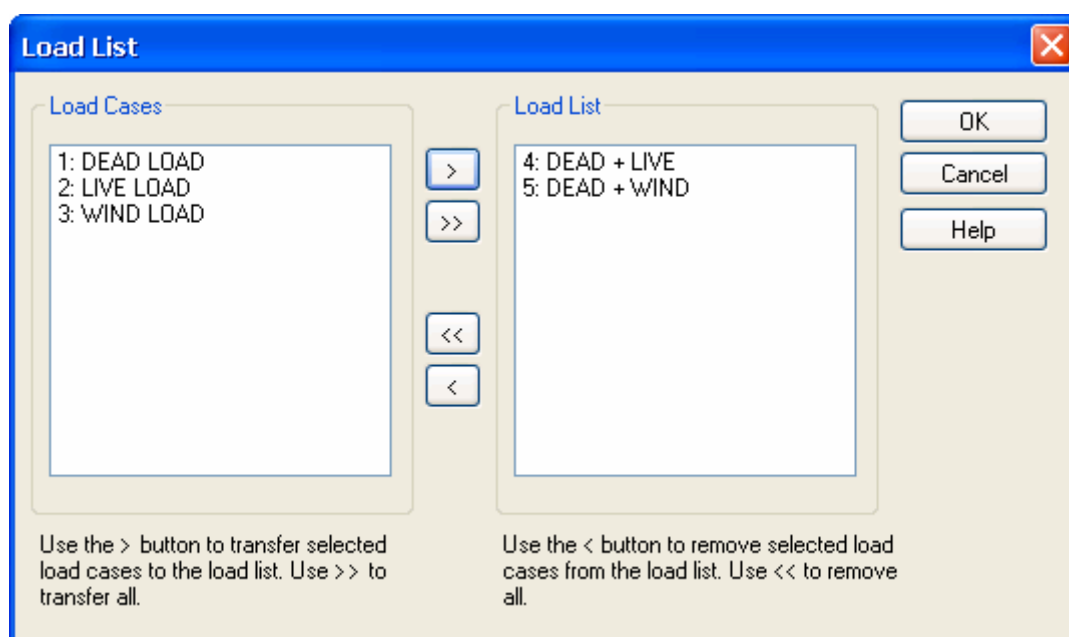
2.11 รายการ load cases ที่จะใช้ในการออกแบบคอนกรีต

การออกแบบคอนกรีตจะทำได้โดยใช้ **load case 4 และ 5** เท่านั้น เพื่อบอกโปรแกรมให้ใช้ **load cases** ที่จะใช้ออกแบบเราจะใช้คำสั่งดังนี้

LOAD LIST 4 5

STEP:

- 1) เลือกจากเมนู **Command > Loading > Load List**
- 2) ในหน้าจอ **Load List** ให้เลือกเฉพาะ **load case 4 และ 5** โดยกดปุ่ม **ctrl** ค้างไว้ เสร็จแล้วกด **OK**




2.12 กำหนดพารามิเตอร์ออกแบบคอนกรีต

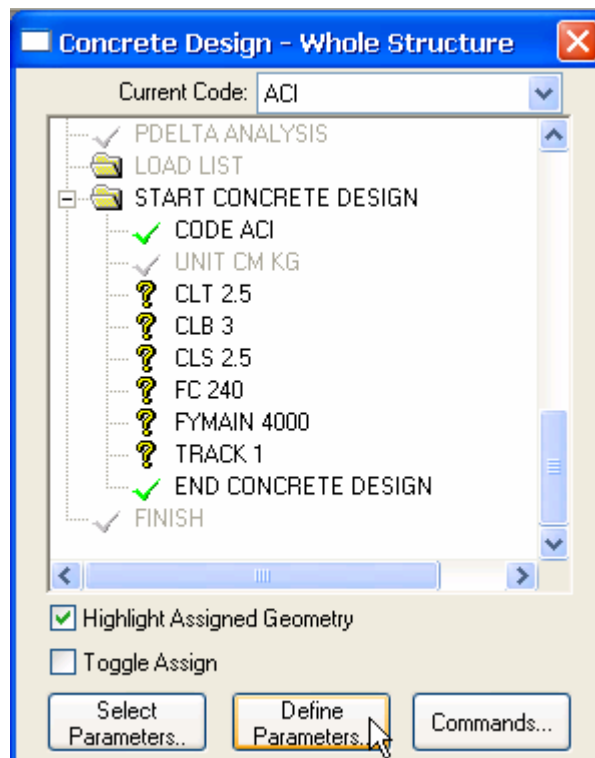
ตัวแปรต่างในการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น ผู้ใช้สามารถที่จะกำหนดได้เช่น เกรดของคอนกรีตหรือขนาดเหล็กเส้นใหญ่ที่สุดที่อยากจะใช้ ค่าพารามิเตอร์กำหนดค่าโดยใช้คำสั่งดังนี้

UNIT CM KG
CODE ACI
CLT 2.5 ALL
CLB 3 ALL
CLS 2.5 ALL
FC 240 ALL
FYMAIN 4000 ALL
TRACK 1 ALL

STEP:

- 1) ก่อนอื่นให้เปลี่ยนหน่วยความยาวเป็น **cm** และหน่วยแรงเป็น **kg** เสียก่อน โดยคลิกไอคอน **Input Unit**  เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้คลิกเลือกหน่วยที่ต้องการแล้วกด **OK**
- 2) ต่อมาไปที่หน้า **Design > Concrete** เลือก **Current code** เป็น **ACI** จากนั้นคลิกปุ่ม **Define Parameters**

- 3) ในหน้าจอ **Define Parameters** เลือกแถบ **Clt** ระบุหุ้มด้านบน ใส่ค่า **2.5 cm** คลิก **Add**
- 4) ใส่ค่าที่เหลือตามขั้นตอนที่ 3) จนครบ แล้วกดปุ่ม **Close** หน้าจอ **Concrete Design** จะแสดงดังรูป



- 5) ที่เป็นเครื่องหมายคำถามแสดงว่ายังไม่ถูก **assign** ให้ **member** ใด เนื่องจากเราจะใช้กับทุก **members** ดังนั้นวิธีที่ง่ายที่สุดคือ **Assign To View** โดยให้คลิกเลือกค่าที่จะ **assign** แล้วคลิกเลือกวิธี แล้วกดปุ่ม **Assign**

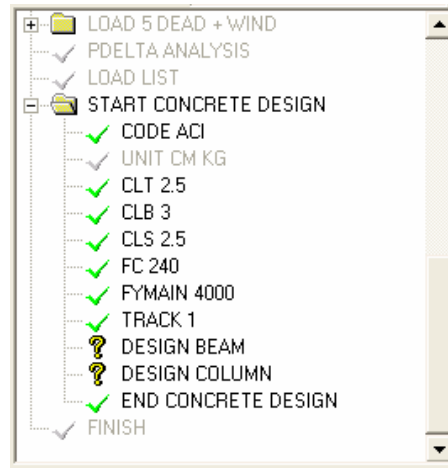
2.13 กำหนดคำสั่งออกแบบ

คำสั่งออกแบบที่เราจะใช้คือการออกแบบคานสำหรับ **member 2 และ 5** และออกแบบเสาสำหรับ **member 1, 3 และ 4** คำสั่งที่ใช้คือ

DESIGN BEAM 2 5
DESIGN COLUMN 1 3 4

STEP :

- 1) คำสั่งออกแบบจะถูกสร้างได้จากหน้าจอ **Concrete Design** โดยกดปุ่ม **Command...**
- 2) เมื่อหน้าจอ **Design Command** แสดงขึ้นมาให้เลือกแถบ **Design Beam** คลิกปุ่ม **Add** ต่อมาเลือกแถบ **Design Column** คลิกปุ่ม **Add** แล้วจึงคลิกปุ่ม **Close** หน้าจอจะเป็นดังในรูป

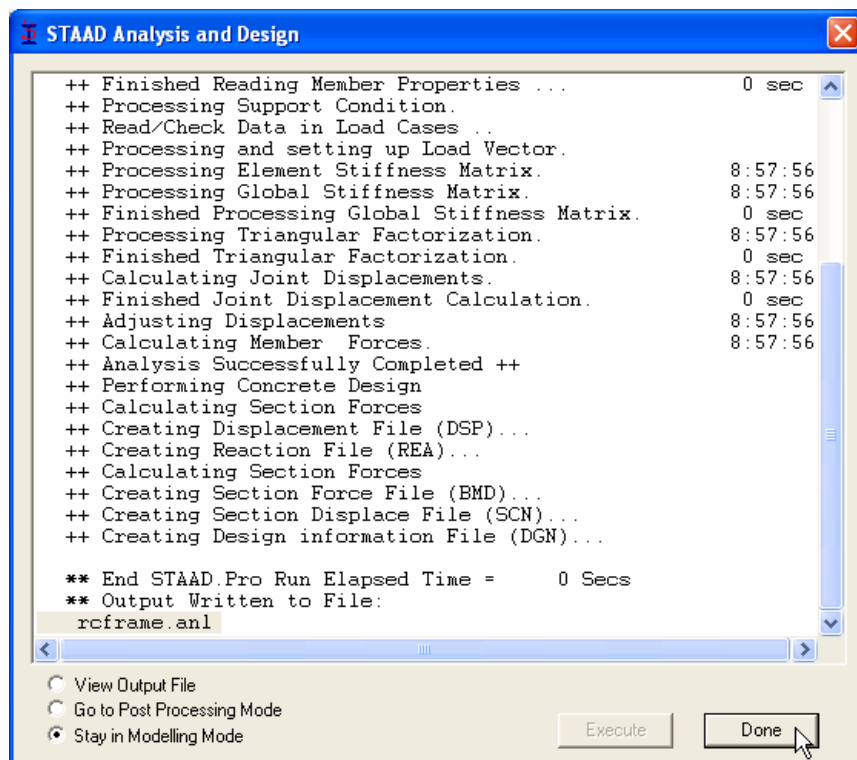


- 3) ขั้นตอนคือการ **assign** การออกแบบคานให้กับ **member 2** และ **5** โดยให้คลิกเลือก **DESIGN BEAM** จากรายการ, คลิกเลือกทั้งสอง **members 2** และ **5**, คลิกเลือกวิธี **assign** เป็น **Assign to Selected Beams** แล้วกดปุ่ม **Assign**
- 4) ใช้วิธีเดียวกับขั้นตอน 3) **assign** การออกแบบเสาให้กับ **member 1, 3** และ **4**
- 5) เมื่อทำเสร็จแล้วเครื่องหมายคำถาม ? ในรายการจะหายไป

2.14 วิเคราะห์และออกแบบ

เลือกเมนู **Analysis > Run Analysis...** เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้เลือก **STAAD Analysis** แล้วคลิกปุ่ม **Run Analysis**

ขณะทำการคำนวณจะมีหลายข้อความแสดงขึ้นมา หากไม่มีข้อผิดพลาด เมื่อเสร็จแล้วให้เลือก **Stay in Modeling Mode** แล้วคลิกปุ่ม **Done** ดังในรูป



2.15 แสดงไฟล์ Output

ระหว่างขั้นตอนการวิเคราะห์ **STAAD.Pro** จะสร้างไฟล์ **output** ขึ้นมาซึ่งจะมีข้อมูลสำคัญว่าการวิเคราะห์ดำเนินไปอย่างถูกต้องหรือไม่ ตัวอย่างเช่นถ้า **STAAD.Pro** เจอปัญหาเสถียรภาพระหว่างการคำนวณ ก็จะรายงานออกมาในไฟล์ **output**

เราสามารถเข้าถึงไฟล์ **output** ได้โดย คลิกเลือก **View Output File** ทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการวิเคราะห์ในหัวข้อที่แล้ว หรืออาจมาดูภายหลังได้โดยเลือกจากเมนู **File > View > Output File > STAAD Output**

```
*****
*          STAAD.Pro          *
*      Version  2005      Bld 1001.US      *
*      Proprietary Program of          *
*      Research Engineers,  Intl.      *
*      Date=      JUN 23, 2006      *
*      Time=      7:41:38      *
*****

1. STAAD SPACE
INPUT FILE: rcframe.STD

2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 21-JUN-06
4. END JOB INFORMATION
5. INPUT WIDTH 79
6. UNIT METER MTON
7. JOINT COORDINATES
8. 1 0 0 0; 2 0 3.5 0; 3 6 3.5 0; 4 6 0 0; 5 6 0 6; 6 6 3.5 6
9. MEMBER INCIDENCES
10. 1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 5 6; 5 6 3
11. UNIT CM MTON
12. MEMBER PROPERTY AMERICAN
13. 1 4 PRIS YD 30 ZD 30
14. 2 5 PRIS YD 40 ZD 30
15. 3 PRIS YD 35
16. UNIT METER MTON
17. DEFINE MATERIAL START
18. ISOTROPIC MATERIAL1
19. E 2.2E+006
20. POISSON 0.17
21. DENSITY 2.4
22. END DEFINE MATERIAL
23. UNIT CM MTON
24. CONSTANTS
25. MATERIAL MATERIAL1 MEMB 1 TO 5
26. UNIT METER MTON
27. SUPPORTS
28. 1 4 5 FIXED
```

```

29. LOAD 1 LOADTYPE NONE TITLE DEAD LOAD
30. SELFWEIGHT Y -1
31. UNIT METER KG
32. MEMBER LOAD
33. 2 5 UNI GY -400
34. UNIT METER MTON
35. LOAD 2 LOADTYPE NONE TITLE LIVE LOAD
36. UNIT METER KG
37. MEMBER LOAD
38. 2 5 UNI GY -600
39. UNIT METER MTON
40. LOAD 3 LOADTYPE NONE TITLE WIND LOAD
41. UNIT METER KG
42. MEMBER LOAD
43. 1 UNI GX 300
44. 4 UNI GX 500
45. LOAD 4 LOADTYPE NONE TITLE DEAD + LIVE
46. REPEAT LOAD
47. 1 1.2 2 1.5
48. LOAD 5 LOADTYPE NONE TITLE DEAD + WIND
49. REPEAT LOAD
50. 1 1.1 3 1.3
51. PDELTA ANALYSIS

```

PROBLEM STATISTICS

```

-----
NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS =      6/      5/      3
ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH=      3/      3/      12 DOF
TOTAL PRIMARY LOAD CASES =      5, TOTAL DEGREES OF FREEDOM =      18
SIZE OF STIFFNESS MATRIX =      1 DOUBLE KILO-WORDS
REQRD/AVAIL. DISK SPACE =      12.0/ 23325.6 MB

```

```

++ Adjusting Displacements                                7:41:39

```

```

52. LOAD LIST 4 5
53. START CONCRETE DESIGN
54. CODE ACI
55. UNIT CM KG
56. CLT 2.5 ALL
57. CLB 3 ALL
58. CLS 2.5 ALL
59. FC 240 ALL
60. FYMAIN 4000 ALL
61. TRACK 1 ALL
62. DESIGN BEAM 2 5

```

BEAM NO. 2 DESIGN RESULTS - FLEXURE PER CODE ACI 318-02
LEN - 6000. MM FY - 392. FC - 24. MPA, SIZE - 300. X 400. MMS
LEVEL HEIGHT BAR INFO FROM TO ANCHOR
(MM) (MM) (MM) STA END

LEVEL	HEIGHT (MM)	BAR INFO	FROM (MM)	TO (MM)	ANCHOR STA	END
1	51.	2 - 16MM	0.	5442.	YES	NO

```

|-----|
| CRITICAL POS MOMENT=      45.20 KN-MET AT 3000.MM, LOAD 4|
| REQD STEEL=    380.MM2, ROW=0.0036, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 |
| MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING=  295./  41./ 209. MMS |
| REQD. DEVELOPMENT LENGTH =  467. MMS |
|-----|

```

Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 30519.8 cm^4

2	354.	2 - 16MM	0.	1108.	YES	NO
---	------	----------	----	-------	-----	----

```

|-----|
| CRITICAL NEG MOMENT=      29.60 KN-MET AT 0.MM, LOAD 4|
| REQD STEEL=    374.MM2, ROW=0.0035, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 |
| MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING=  295./  41./ 209. MMS |
| REQD. DEVELOPMENT LENGTH =  467. MMS |
|-----|

```

Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 31472.8 cm^4

3	354.	2 - 16MM	4142.	6000.	NO	YES
---	------	----------	-------	-------	----	-----

```

|-----|
| CRITICAL NEG MOMENT=      32.30 KN-MET AT 6000.MM, LOAD 4|
| REQD STEEL=    374.MM2, ROW=0.0035, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 |
| MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING=  295./  41./ 209. MMS |
| REQD. DEVELOPMENT LENGTH =  467. MMS |
|-----|

```

Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 31472.8 cm^4

B E A M N O. 2 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

AT START SUPPORT - Vu= 44.49 KNS Vc= 92.10 KNS Vs= 0.00 KNS

Tu= 3.16 KN-MET Tc= 3.2 KN-MET Ts= 0.0 KN-MET LOAD 4

NO STIRRUPS ARE REQUIRED FOR TORSION.

REINFORCEMENT FOR SHEAR IS PER CL.11.5.5.1.

PROVIDE 12 MM 2-LEGGED STIRRUPS AT 181. MM C/C FOR 2655. MM

AT END SUPPORT - Vu= 45.39 KNS Vc= 90.73 KNS Vs= 0.00 KNS

Tu= 3.16 KN-MET Tc= 3.2 KN-MET Ts= 0.0 KN-MET LOAD 4

NO STIRRUPS ARE REQUIRED FOR TORSION.

REINFORCEMENT FOR SHEAR IS PER CL.11.5.5.1.

PROVIDE 12 MM 2-LEGGED STIRRUPS AT 181. MM C/C FOR 2655. MM

```

_____ 2J_____ 6000X 300X 400_____ 3J_____
|
|=====
| 2No16 H 354.| 0.TO 1108                2No16|H 354.4142.TO 6000 | | | | | |
| 16*12c/c181 |                | | | 16*12c/c181 |
| 2No16 H 51.| 0.TO 5442                | | | | | | |
|=====
|
|_____
|_____

```

```

_____
| | | | | | | | | |
| oo | | | | | oo | oo |
| 2#16 | | | | | 2#16 | 2#16 |
| | | | | | | | |
| 2#16 | | 2#16 | | 2#16 | 2#16 |
| oo | | oo | | oo | oo |
| | | | | | | |
|_____

```

BEAM NO. 5 DESIGN RESULTS - FLEXURE PER CODE ACI 318-02

LEN - 6000. MM FY - 392. FC - 24. MPA, SIZE - 300. X 400. MMS

LEVEL	HEIGHT (MM)	BAR INFO	FROM (MM)	TO (MM)	ANCHOR STA END
-------	----------------	----------	--------------	------------	-------------------

1	51.	2 - 16MM	308.	5442.	NO NO
---	-----	----------	------	-------	-------

```

|-----|
| CRITICAL POS MOMENT= 45.20 KN-MET AT 3000.MM, LOAD 4|
| REQD STEEL= 380.MM2, ROW=0.0036, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 |
| MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= 295./ 41./ 209. MMS |
| REQD. DEVELOPMENT LENGTH = 467. MMS |
|-----|

```

Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 30519.8 cm^4

2	354.	2 - 16MM	0.	1108.	YES NO
---	------	----------	----	-------	--------

```

|-----|
| CRITICAL NEG MOMENT= 29.60 KN-MET AT 0.MM, LOAD 4|
| REQD STEEL= 374.MM2, ROW=0.0035, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 |
| MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= 295./ 41./ 209. MMS |
| REQD. DEVELOPMENT LENGTH = 467. MMS |
|-----|

```

Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 31472.8 cm^4

```

3          354.      2 - 16MM      4642.      6000.      NO      YES
|-----|
| CRITICAL NEG MOMENT=      32.30 KN-MET AT 6000.MM, LOAD 4|
| REQD STEEL=      374.MM2, ROW=0.0035, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 |
| MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING=      295./ 41./ 209. MMS |
| REQD. DEVELOPMENT LENGTH =      467. MMS |
|-----|

```

Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 31472.8 cm^4

B E A M N O. 5 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

AT START SUPPORT - Vu= 44.49 KNS Vc= 92.10 KNS Vs= 0.00 KNS
 Tu= 3.16 KN-MET Tc= 3.2 KN-MET Ts= 0.0 KN-MET LOAD 4
 NO STIRRUPS ARE REQUIRED FOR TORSION.

REINFORCEMENT FOR SHEAR IS PER CL.11.5.5.1.

PROVIDE 12 MM 2-LEGGED STIRRUPS AT 181. MM C/C FOR 2655. MM

AT END SUPPORT - Vu= 45.39 KNS Vc= 90.73 KNS Vs= 0.00 KNS
 Tu= 3.16 KN-MET Tc= 3.2 KN-MET Ts= 0.0 KN-MET LOAD 4
 NO STIRRUPS ARE REQUIRED FOR TORSION.

REINFORCEMENT FOR SHEAR IS PER CL.11.5.5.1.

PROVIDE 12 MM 2-LEGGED STIRRUPS AT 181. MM C/C FOR 2655. MM

```

____ 6J_____ 6000X 300X 400_____ 3J_____
|
|=====|
| 2No16 H 354.| 0.TO 1108                2No16 H 354.4642.TO 6000 | | | |
| 16*12c/c181 | | 16*12c/c181 |
| 2No16 H| 51. 308.TO 5442                | | | |
| =====|
|
|_____|

```

```

| | | | | | | | |
| oo | | | | | | | oo |
| 2#16 | | | | | | | 2#16 |
| | | | | | | |
| | 2#16 | | 2#16 | | 2#16 | |
| | oo | | oo | | oo | |
| | | | | | | |
|_____| |_____| |_____| |_____|

```

*****END OF BEAM DESIGN*****

63. DESIGN COLUMN 1 3 4

COLUMN NO. 1 DESIGN PER ACI 318-02 - AXIAL + BENDING

FY - 392.3 FC - 23.5 MPA, SQRE SIZE - 300.0 X 300.0 MMS, TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.

AREA OF STEEL REQUIRED = 900.0 SQ. MM

BAR CONFIGURATION	REINF PCT.	LOAD	LOCATION	PHI
8 - 12 MM	1.005	4	END	0.650

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)

TIE BAR NUMBER 8 SPACING 192.00 MM

COLUMN INTERACTION: MOMENT ABOUT Z -AXIS (KN-MET)

P0	Pn max	P-bal.	M-bal.	e-bal. (MM)
2137.31	1709.85	828.93	97.97	118.2
M0	P-tens.	Des.Pn	Des.Mn	e/h
45.00	-354.91	77.41	45.53	0.16805

COLUMN INTERACTION: MOMENT ABOUT Y -AXIS (KN-MET)

P0	Pn max	P-bal.	M-bal.	e-bal. (MM)
2137.31	1709.85	828.93	97.97	118.2
M0	P-tens.	Des.Pn	Des.Mn	e/h
45.00	-354.91	77.41	4.86	0.01795

COLUMN NO. 3 DESIGN PER ACI 318-02 - AXIAL + BENDING

FY - 392.3 FC - 23.5 MPA, CIRC SIZE 350.0 MMS DIAMETER TIED
ONLY MINIMUM STEEL IS REQUIRED.

AREA OF STEEL REQUIRED = 962.1 SQ. MM

BAR CONFIGURATION	REINF PCT.	LOAD	LOCATION	PHI
9 - 12 MM	1.058	4	END	0.650

(EQUALLY SPACED)

TIE BAR NUMBER 8 SPACING 192.00 MM

COLUMN INTERACTION: MOMENT ABOUT Z/Y -AXIS (KN-MET)

P0	Pn max	P-bal.	M-bal.	e-bal. (MM)
2303.67	1842.94	915.92	100.91	110.2
M0	P-tens.	Des.Pn	Des.Mn	e/h
53.12	-399.28	172.22	30.40	0.03566

COLUMN NO. 4 DESIGN PER ACI 318-02 - AXIAL + BENDING

FY - 392.3 FC - 23.5 MPA, SQRE SIZE - 300.0 X 300.0 MMS, TIED

AREA OF STEEL REQUIRED = 963.0 SQ. MM

BAR CONFIGURATION	REINF PCT.	LOAD	LOCATION	PHI
4 - 20 MM	1.396	5	STA	0.650

(PROVIDE EQUAL NUMBER OF BARS ON EACH FACE)

TIE BAR NUMBER 8 SPACING 192.00 MM

COLUMN INTERACTION: MOMENT ABOUT Z -AXIS (KN-MET)

P0	Pn max	P-bal.	M-bal.	e-bal. (MM)
2268.30	1814.64	804.79	122.19	151.8
M0	P-tens.	Des.Pn	Des.Mn	e/h
60.36	-492.94	46.38	46.86	0.28869

COLUMN INTERACTION: MOMENT ABOUT Y -AXIS (KN-MET)

P0	Pn max	P-bal.	M-bal.	e-bal. (MM)
2268.30	1814.64	804.79	122.19	151.8
M0	P-tens.	Des.Pn	Des.Mn	e/h
60.36	-492.94	46.38	9.35	0.05763

*****END OF COLUMN DESIGN RESULTS*****

64. END CONCRETE DESIGN

65. FINISH

***** END OF THE STAAD.Pro RUN *****

Tutorial Problem 3

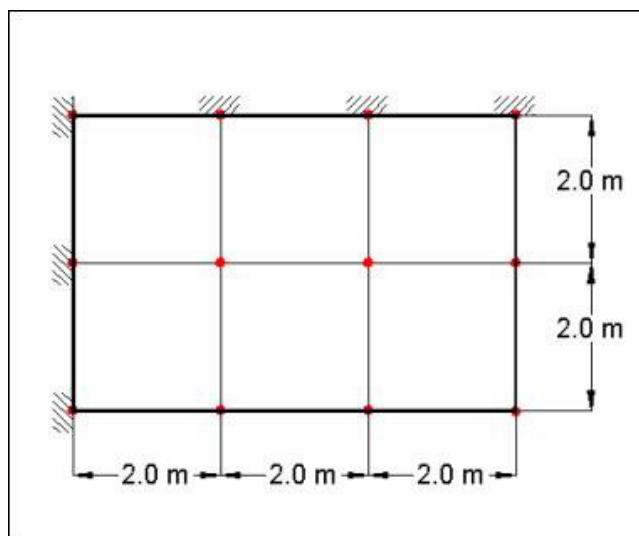
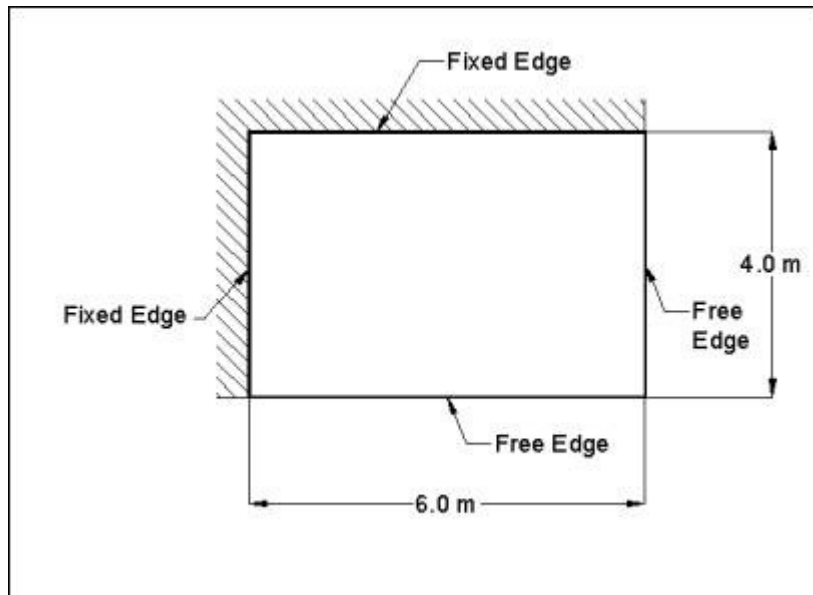
Analysis of a Slab

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการสร้างโมเดลและวิเคราะห์พื้นรองรับโดยคานขอบโดยมีเนื้อหาในบทดังนี้

- ลักษณะปัญหา
- การสร้างโมเดลพื้นโดยใช้ชิ้นส่วนแผ่นเรียบ
- กำหนดคุณสมบัติพื้น
- กำหนดค่าคงที่วัสดุ
- กำหนดจุดรองรับ
- กำหนดน้ำหนักบรรทุก
- กำหนดวิธีการวิเคราะห์
- ทำการวิเคราะห์
- ดูไฟล์ผลการคำนวณ

3.1 ลักษณะปัญหา

โครงสร้างในบทนี้จะเป็แผ่นพื้นยึดติดแน่นที่ขอบทั้งสอง เราจะทำโมเดลโดยใช้ชิ้นส่วนแผ่นเรียบ 6 ชิ้นดังแสดงในรูปข้างล่าง พื้นต้องรองรับน้ำหนักตัวเอง, น้ำหนักบรรทุกทุกแรงดัน และน้ำหนักบรรทุกอุณหภูมิ



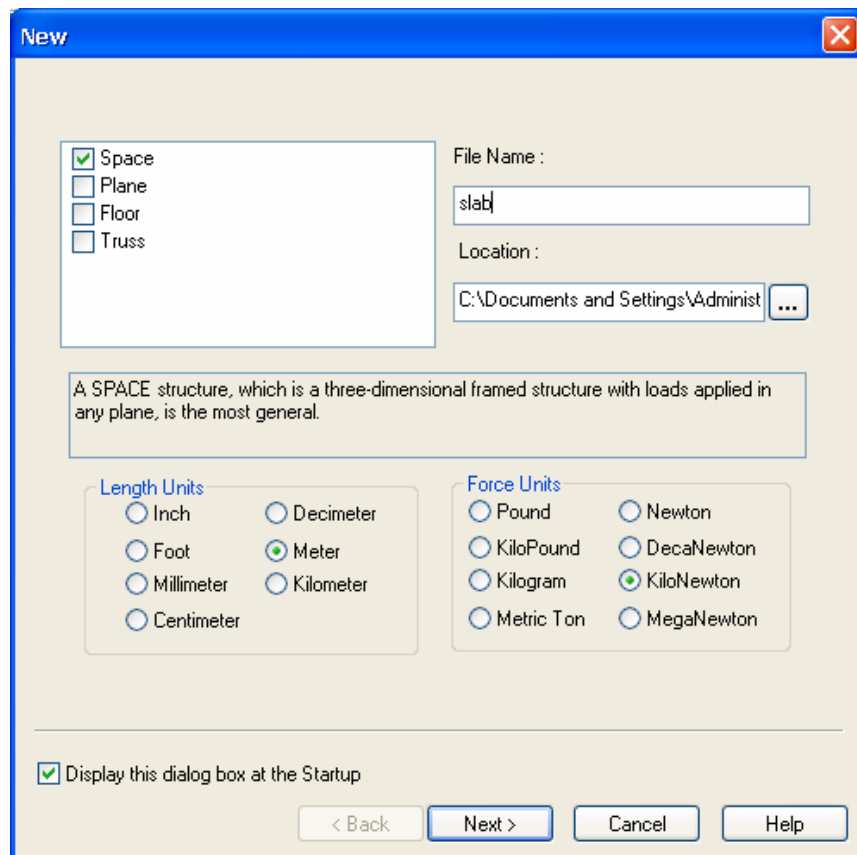
ข้อมูลโครงสร้างพื้นฐาน

คุณสมบัติชิ้นส่วน	พื้นหนา 30 ซม.
ค่าคงที่วัสดุ	E , ความหนาแน่น, ปัวส์ซอง
จุดรองรับ	โหนดบนของทั้งสองถูกยึดแน่นดังในรูปที่ 3.2
น้ำหนักบรรทุกหลัก	น้ำหนัก 1: น้ำหนักตัวเอง น้ำหนัก 2: น้ำหนักจร 300 ก.ก./ตร.ม. น้ำหนัก 3: 75°F ยึดตัวสม่ำเสมอ บวกผิวบนร้อนกว่าผิวล่าง 60°F
น้ำหนักบรรทุกรวม	Case 101: Case 1 + Case 2

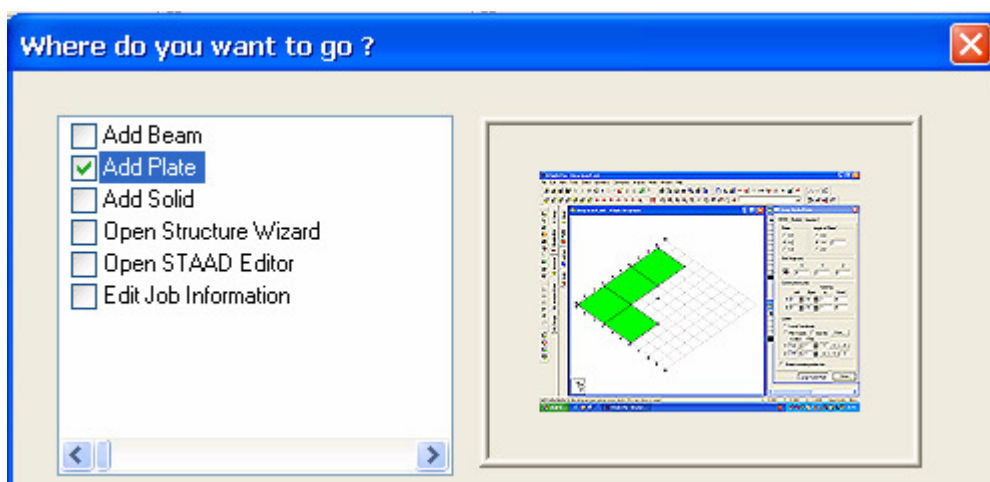
	Case 102: Case 1 + Case 3
วิธีวิเคราะห์	อิลาสติกเชิงเส้น

3.2 การสร้างโมเดล

ในปัญหานี้โมเดลของเราเป็นสามมิติ ดังนั้นเลือกชนิดโครงสร้างเป็น **Space** เลือก **Meter** เป็นหน่วยความยาว และเลือก **Kilo Newton** เป็นหน่วยแรง ส่วนชื่อไฟล์ให้ตั้งเป็น **slab**



ในหน้าจอถัดมาให้เลือก **Add Plate** แล้วคลิก **Finish** ดังในรูปข้างล่าง



3.3 การใส่ข้อมูลโครงสร้าง

ข้อมูลโครงสร้างประกอบด้วยหมายเลข **Joint** และพิกัด หมายเลข **Member** และตำแหน่งการต่อระหว่าง **Joint** ข้อมูลคำสั่งที่จะถูกสร้างในไฟล์คำสั่ง **STAAD** คือ

```
JOINT COORDINATES
1 0 0 0 ; 2 2 0 0 ; 3 2 0 2 ; 4 0 0 2
5 4 0 0 ; 6 4 0 2 ; 7 6 0 0 ; 8 6 0 2
9 2 0 4 ; 10 0 0 4 ; 11 4 0 4 ; 12 6 0 4
ELEMENT INCIDENCES SHELL
1 1 2 3 4 ; 2 2 5 6 3 ; 3 5 7 8 6
4 4 3 9 10 ; 5 3 6 11 9 ; 6 6 8 12 11
```

การสร้างโมเดลทำได้ 4 วิธีได้แก่

1. ใช้การวาดผสมกับการ **Copy/Paste**
2. ใช้การวาดผสมกับการทำ **Translational Repeat**
3. ใช้ **Structure Wizard** ในเมนู **Geometry**
4. ใช้ **Mesh Generation** ของหน้าจอกราฟฟิกหลัก

วิธีการสร้างแผ่นพื้น

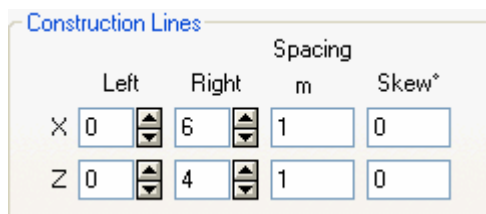
ขั้นตอน:

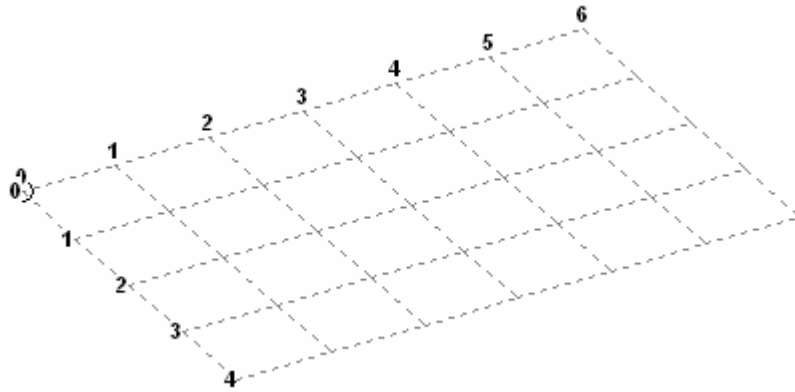
กำหนดเส้นกริด

1. เราได้เลือก **Add Plate** ไว้แล้วก่อนหน้านี้ ทำให้เกิดเส้นกริดดังแสดงในรูปข้างล่าง ทิศทางแกน **X, Y, Z** จะถูกแสดงที่มุมซ้ายล่างของจอภาพวาด (เราสามารถเริ่มกริดได้โดยเลือกเมนู **Geometry > Snap/Grid Node > Plate > Quad**

คลิกเลือกหน้าต่างข้าง **Geometry > Plate**

2. หน้าจอ **Snap Node/Plate** จะแสดงขึ้นทางด้านขวาของจอภาพ เลือกแถบ **Linear** เพื่อใส่ระยะเส้นกริดในแนวตั้งจากคือแนวตั้งและแนวนอน เลือกกระนาบ **X-Z** เลือกจำนวน **6** เส้นทางขวาสำหรับแกน **X** และ **4** เส้นสำหรับแกน **Z** ระยะห่าง **1** เมตรทั้งสองแกน





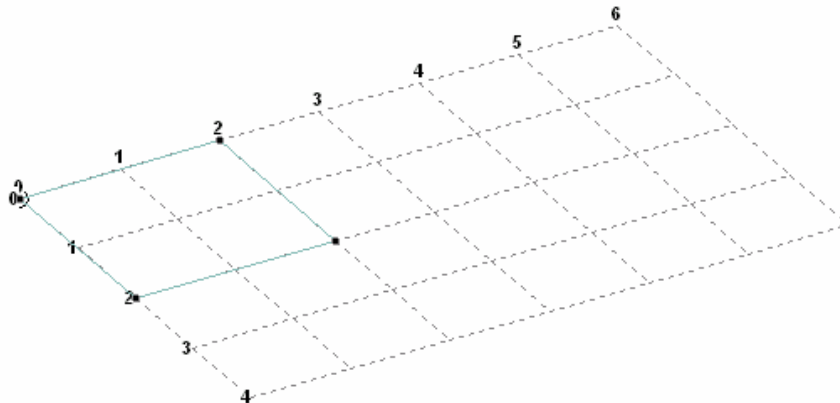
สร้างชิ้นส่วน 1

3. มุมทั้งสี่ของชิ้นส่วนแรกมีพิกัด (0, 0, 0), (2, 0, 0), (2, 0, 2), และ (0, 0, 2) ตามลำดับ ในการเริ่มต้นสร้าง **Node** ให้คลิกปุ่ม **Snap Node/Beam** แล้วเลื่อนเมาส์ไปที่คลิกที่จุดกำเนิด (0, 0, 0)
4. คลิกอีกสามจุดที่เหลือคือ (2, 0, 0), (2, 0, 2) และ (0, 0, 2)

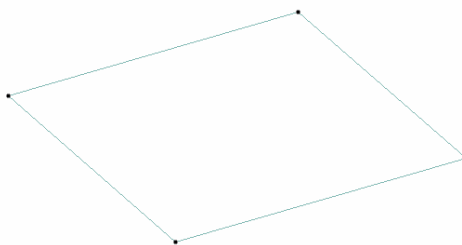
ตำแหน่งพิกัดของเมาส์ที่ได้จากแถบสถานะด้านล่างหน้าจอ

X: 3.000	Y: 0.000	Z: 2.000	Input Units: kN-m
----------	----------	----------	-------------------

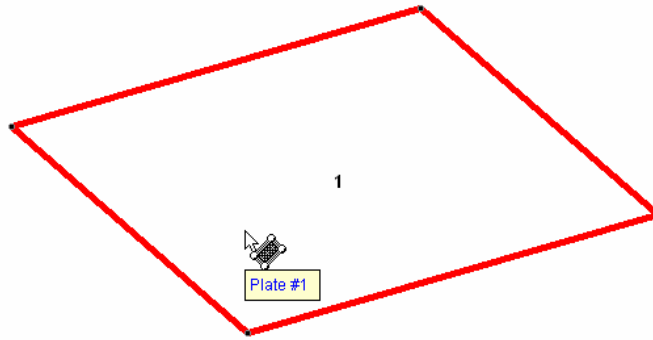
เมื่อทำเสร็จแล้วชิ้นงานจะแสดงดังในรูป



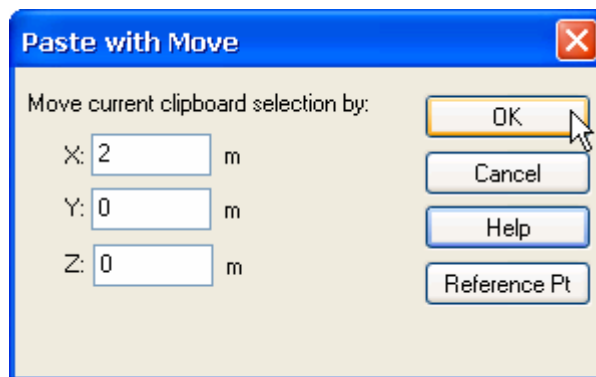
5. ลบเส้นกริดโดยคลิกปุ่ม **Close** ในหน้าจอ **Snap Node/Plate** โมเดลจะเป็นดังแสดงในรูป



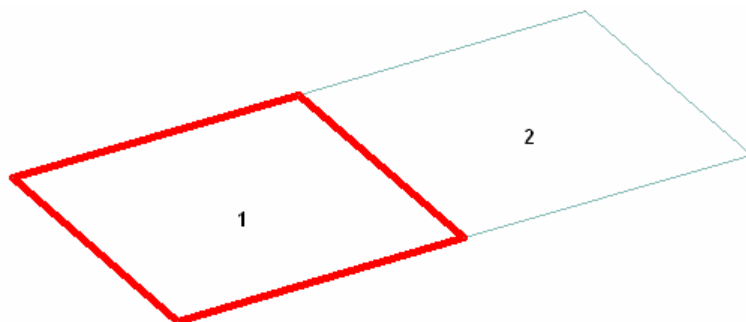
6. เลือก แผ่น 1 โดยใช้ **Plate Cursor** 



7. คลิกเมาส์ปุ่มขวา เลือก **Copy** แล้วคลิกเมาส์ปุ่มขวาอีกครั้งเลือก **Paste Plates** ใส่ระยะห่างของแผ่นที่สองคือ $X = 2$, $Y = 0$ และ $Z = 0$ จากแผ่น 1

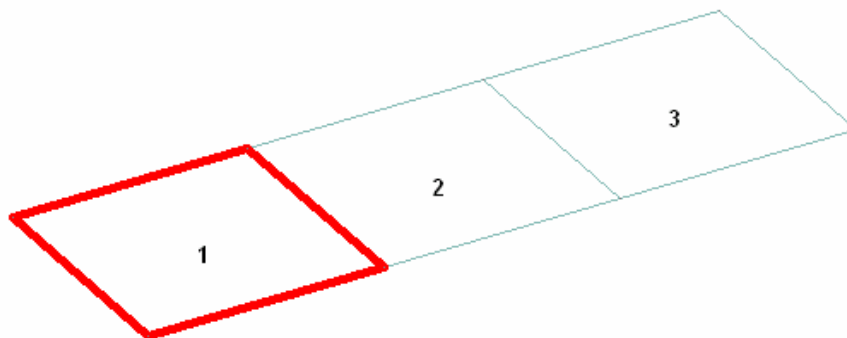


โมเดลจะมีลักษณะดังในภาพ



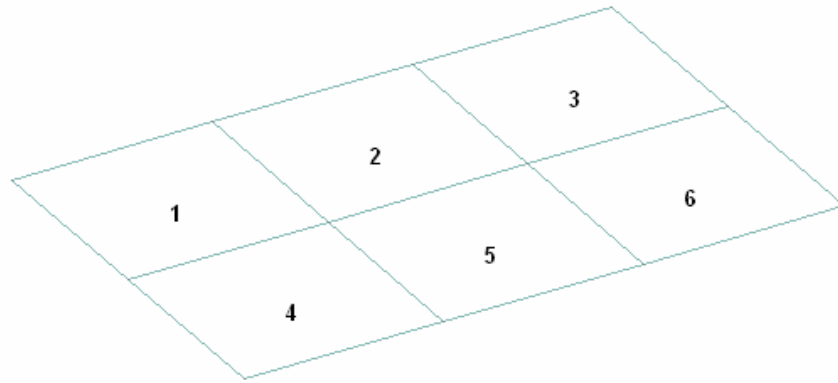
สร้างชิ้นส่วน 3

8. แผ่น 3 ห่างจากแผ่น 1 เป็นระยะ $X = 4$ ใช้วิธีการเดิมคือ **Paste with Move**



สร้างชิ้นส่วน 4, 5 และ 6

9. จะเหมือนกับสามแผ่นแรกโดยมีระยะ $Z = 2$ ม. ให้เลือกทั้งสามแผ่นโดยคลิกเมาส์ที่เป็นกรอบรอบ แล้วใช้ **Copy** ตามด้วย **Paste Plates** แบบเดิม



3.4 กำหนดคุณสมบัติชิ้นส่วน

ก่อนอื่นให้เปลี่ยนหน่วยความยาวเป็น **cm** คุณสมบัติที่จะกำหนดสำหรับแผ่นพื้นคือความหนา คำสั่งที่ใช้คือ

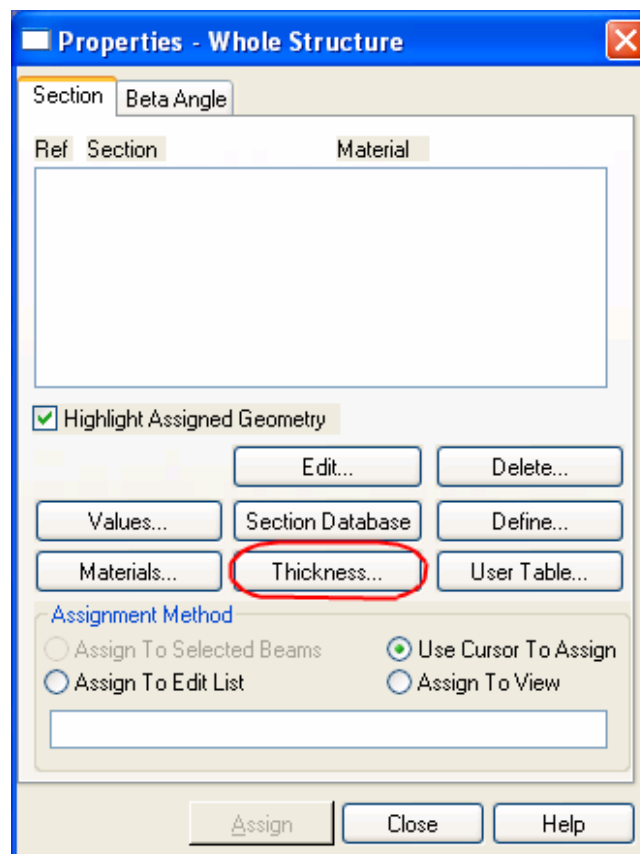
UNIT CM KN
ELEMENT PROPERTY
1 TO 6 THICKNESS 30

Steps:

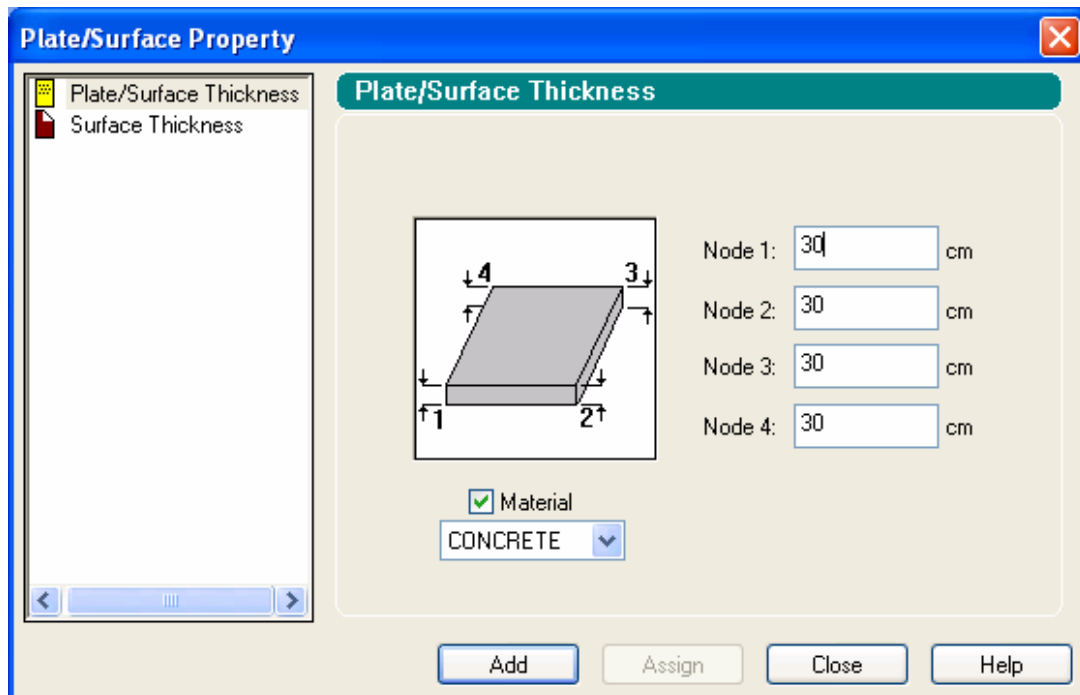
1. คลิกไอคอน **Property Page** บนทูลบาร์



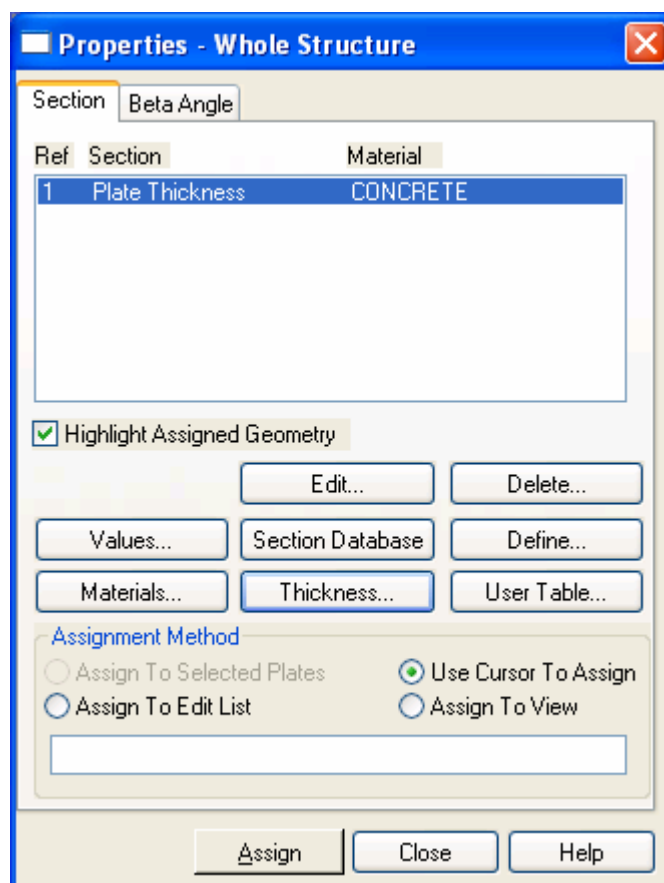
หรืออาจเลือกจากแถบด้านข้างซ้าย **General | Property** หน้าจอจะแสดงขึ้นทางด้านซ้ายของจอภาพ



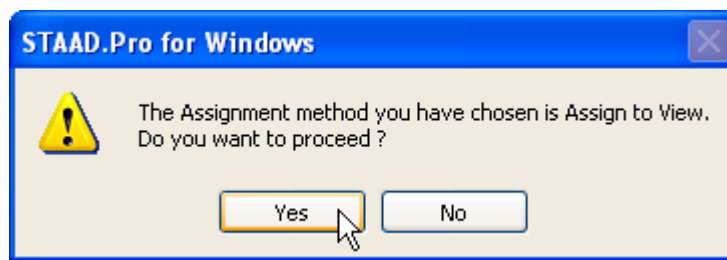
2. คลิกปุ่ม **Thickness** เพื่อกำหนดความหนาของแผ่นพื้น ในหน้าจอ **Properties**
3. ในหน้าจอ **Plate/Surface Property** ให้ใส่ความหนา **30 cm** ในช่องเลือกวัสดุถูกเลือกเป็น **CONCRETE** ซึ่งถ้าทั้งไว้เช่นนี้ คุณสมบัติคอนกรีตต่างๆจะใช้ค่าตามที่มีอยู่ในโปรแกรม กดปุ่ม **Add** แล้วตามด้วยปุ่ม **Close**



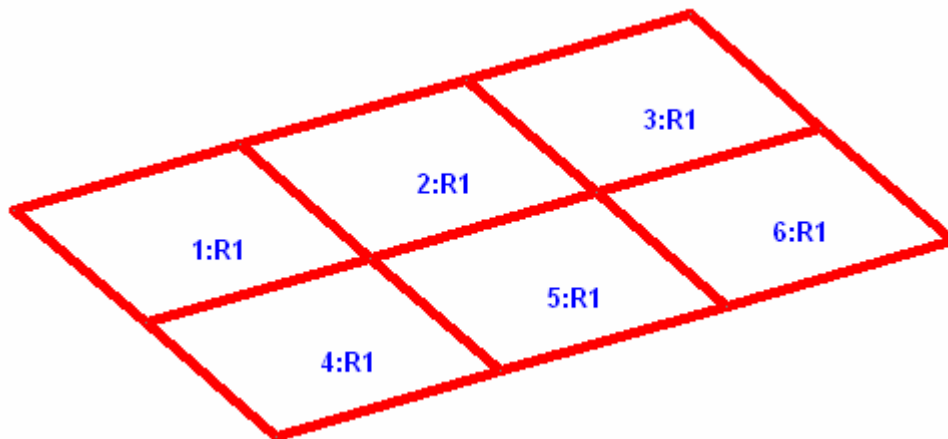
หน้าจอ **Properties** จะกลายเป็น



4. เนื่องจากเราต้องการให้ทุกแผ่นมีความหนาเท่ากันหมด ให้เลือกวิธี **Assign To View** แล้วคลิกปุ่ม **Assign** หน้าต่างข้อความจะแสดงขึ้นมามีรูปข้างล่าง ให้คลิกปุ่ม **Yes** เพื่อยืนยันคำสั่ง



โครงสร้างจะมีลักษณะดังในรูปข้างล่าง



คลิกที่จุดใดจุดบนพื้นที่แสดงรูปเพื่อเอาที่เลือกไว้ออก

3.5 กำหนดคุณสมบัติวัสดุ

เมื่อเราคลิกช่องคุณสมบัติวัสดุ คำสั่งเหล่านี้จะถูกสร้างขึ้นคือ

```
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC CONCRETE
E 2171.85
POISSON 0.17
DENSITY 2.35616e-005
ALPHA 1e-005
DAMP 0.05
END DEFINE MATERIAL
CONSTANTS
MATERIAL CONCRETE MEMB 1 TO 6
```

ดังนั้นจึงไม่ต้องกำหนดค่าเพิ่มเติม แต่ถ้าเรายังไม่ได้กำหนด ก็อาจสั่งได้จากเมนู **Command | Material Constants** แล้วกำหนดค่าโดยตรง

3.6 กำหนดจุดรองรับ

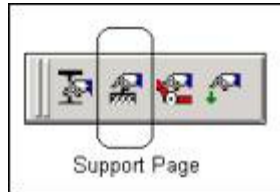
แผ่นพื้นถูกยึดแน่นตามความยาวทั้งสองด้าน แต่ในการทำโมเดลจุดรองรับต้องอยู่ที่ **node** คำสั่งที่ใช้คือ

SUPPORTS

1 2 4 5 7 10 FIXED

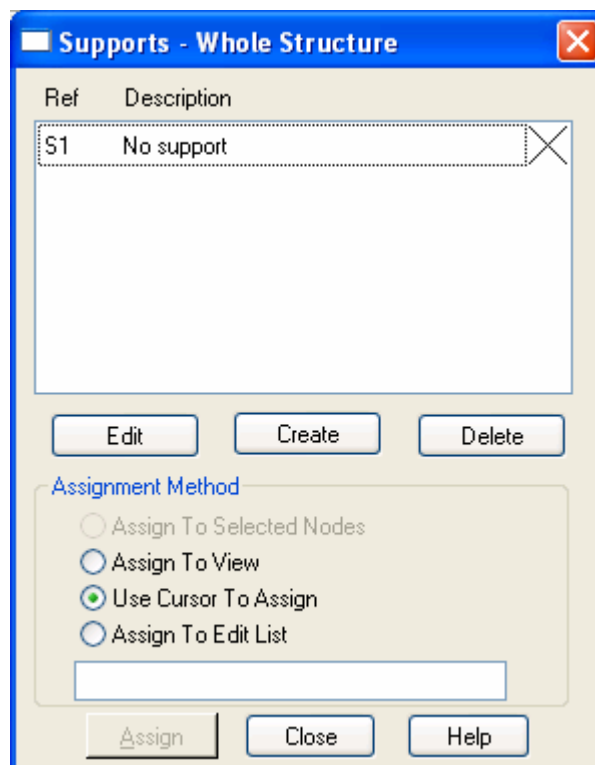
Steps:


1. คลิกไอคอน **Support Page** บนทูลบาร์

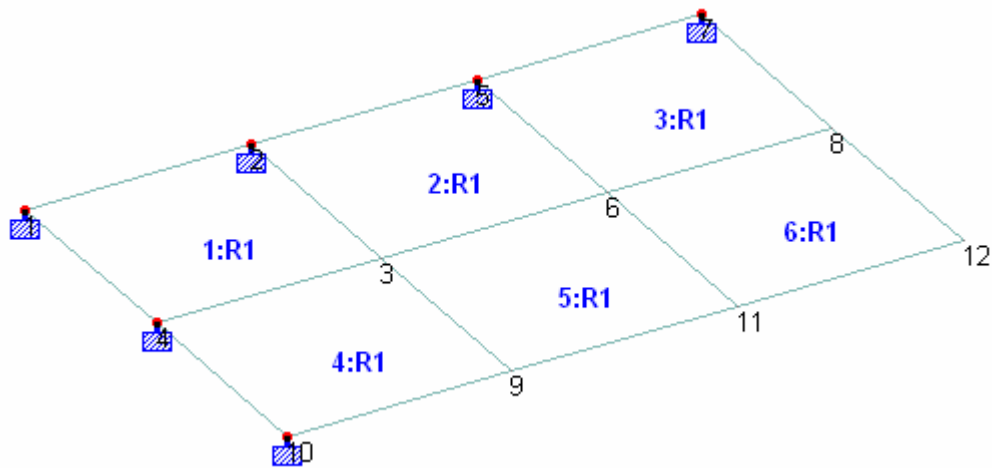


หรืออาจเลือกจากแถบด้านข้างซ้าย **General | Support** หน้าจอจะแสดงขึ้นทางด้านซ้ายของจอภาพ

2. หน้าจอ **Support** จะแสดงขึ้นมาดังในรูปข้างล่าง



3. เพื่อความสะดวกในการกำหนด **node** ที่จะเป็นจุดรองรับ ให้เปิด **Node Number** โดยคลิกขวาในภาพ เลือก **Labels...** แล้วคลิกที่ **Node number**
4. เราจะกำหนดให้ **node 1, 2, 5, 7, 4 และ 10** เป็น **Fixed support** ให้ใช้ **Node Cursor**  เลือก **node** เหล่านี้
5. จากนั้นคลิกปุ่ม **Create** ในหน้าจอ **Supports**
6. ในหน้าจอที่แสดงขึ้นมา จะเป็นแถบ **Fixed** ให้กดปุ่ม **Assign** โครงสร้างจะเป็นดังในรูปข้างล่าง



3.7 กำหนดกรณีหลักน้ำหนักบรรทุก

น้ำหนักบรรทุกหลักมีสามกรณีตามที่ได้แสดงไว้ในตอนต้นของบท คำสั่งที่ใช้คือ

UNIT METER KG

LOAD 1 DEAD LOAD

SELF Y -1.0

LOAD 2 EXTERNAL PRESSURE LOAD

ELEMENT LOAD

1 TO 6 PR GY -300

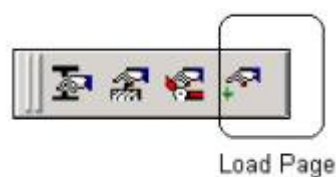
LOAD 3

TEMPERATURE LOAD

1 TO 6 TEMP 40 30

Steps:

1. คลิกไอคอน **Load Page** บนทูลบาร์



หรืออาจเลือกจากแถบด้านข้างซ้าย **General | Load** หน้าจอจะแสดงขึ้นทางด้านซ้ายของจอภาพ

2. เปลี่ยนหน่วย **Input Units** โดยกำหนดหน่วยความยาวเป็น **meter** หน่วยแรงเป็น **Kilogram**

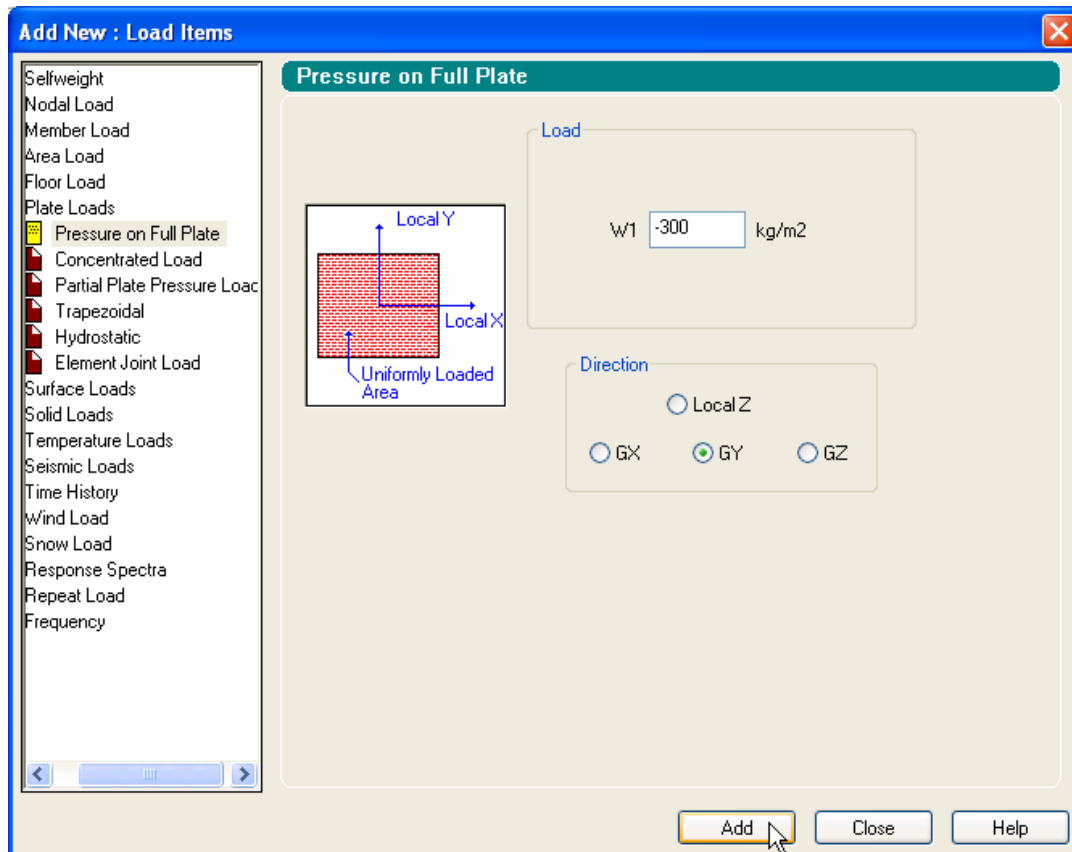
LOAD CASE 1

3. หน้าจอ **Load** แสดงขึ้นมาทางด้านซ้าย เพื่อเริ่มกรณีแรก ให้เลือก **Load Cases Details** แล้วคลิกปุ่ม **Add**

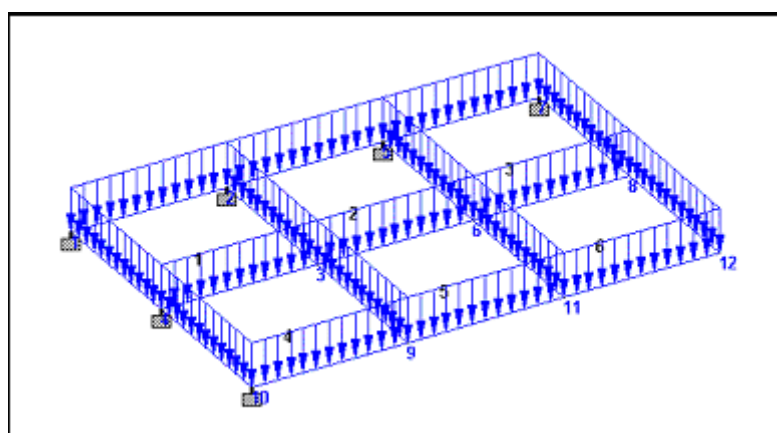
4. สร้างกรณีบรรทุก 1 : **DEAD LOAD** ใส่ค่า **Selfweight Y -1**

LOAD CASE 2

5. นำหน้าบรรทุกแบบที่สองเป็นแบบแรงดันบนชิ้นส่วน ให้คลิกเลือก **Load Cases Details** แล้วคลิกปุ่ม **Add** เลือกชนิด **Load** แบบ **None** ตั้งชื่อเป็น **EXTERNAL PRESSURE LOAD** แล้วคลิก **Add**
6. ในหน้าจอ *Add New Load Items* ให้เลือก **Pressure on Full Plate** ภายใต้หัวข้อ *Plate Loads* ใส่ค่า **-300 kg/m²** ในช่อง **W1** เลือกทิศทาง **GY** แล้วคลิกปุ่ม **Add**



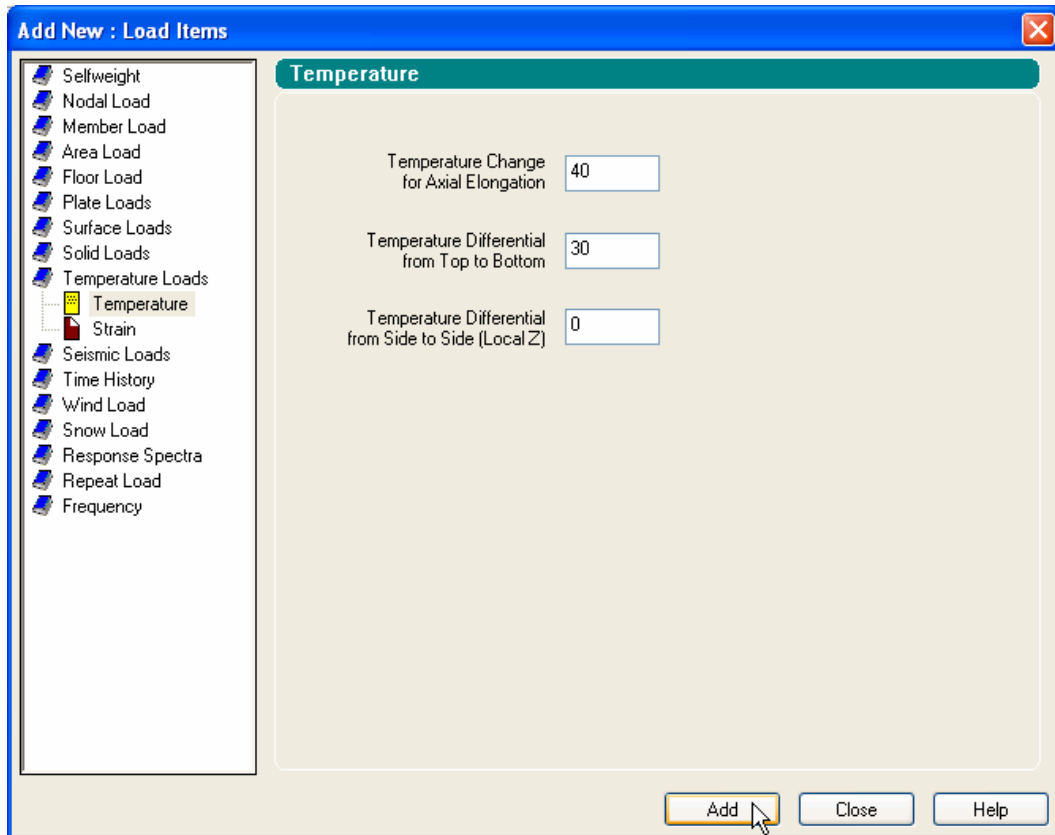
7. เนื่องจากน้ำหนักแรงดันกระทำกับทุกชิ้นส่วน วิธี **Assign** ที่ง่ายที่สุดคือการ **Assign To View** หลังจากใส่น้ำหนักแล้วโมเดลจะเป็นดังในรูปข้างล่าง



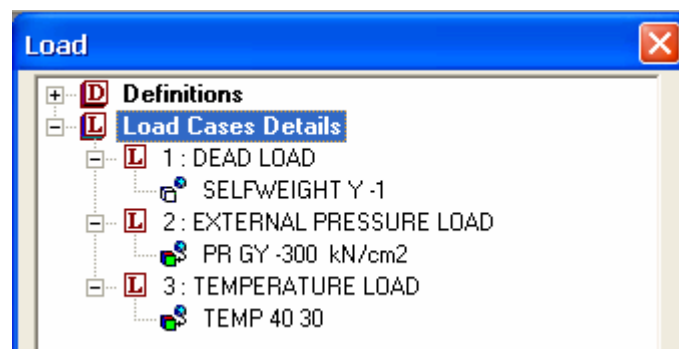
LOAD CASE 3

8. สร้างน้ำหนักกรณีที่ 3 ตั้งชื่อ **TEMPERATURE LOAD** แล้วคลิกปุ่ม **Add**

9. เมื่อนำจอ *Add New Load* แสดงขึ้นมา ให้เลือกหัวข้อ **Temperature** ภายใต้ตัวเลือก *Temperature Loads* จากนั้นใส่ค่า **40** ในช่อง *Temperature Change for Axial Elongation* และ **30** ในช่อง *Temperature Differential from Top to Bottom* แล้วคลิกปุ่ม **Add**



10. เนื่องจากน้ำหนักแรงดันกระทำกับทุกชิ้นส่วน วิธี **Assign** ที่ง่ายที่สุดคือการ **Assign To View** แล้วคลิกปุ่ม **Assign** ในหน้าจอ **Load**



3.8 กำหนดกรณีน้ำหนักบรรทุกรวมกระทำ

น้ำหนักบรรทุกรวมกระทำตามที่ระบุในตอนต้นของบทนี้มีสองกรณี คำสั่งที่ใช้คือ

LOAD COMBINATION 101 CASE 1 + CASE 2


1 1.0 2 1.0

LOAD COMBINATION 101 CASE 1 + CASE 3

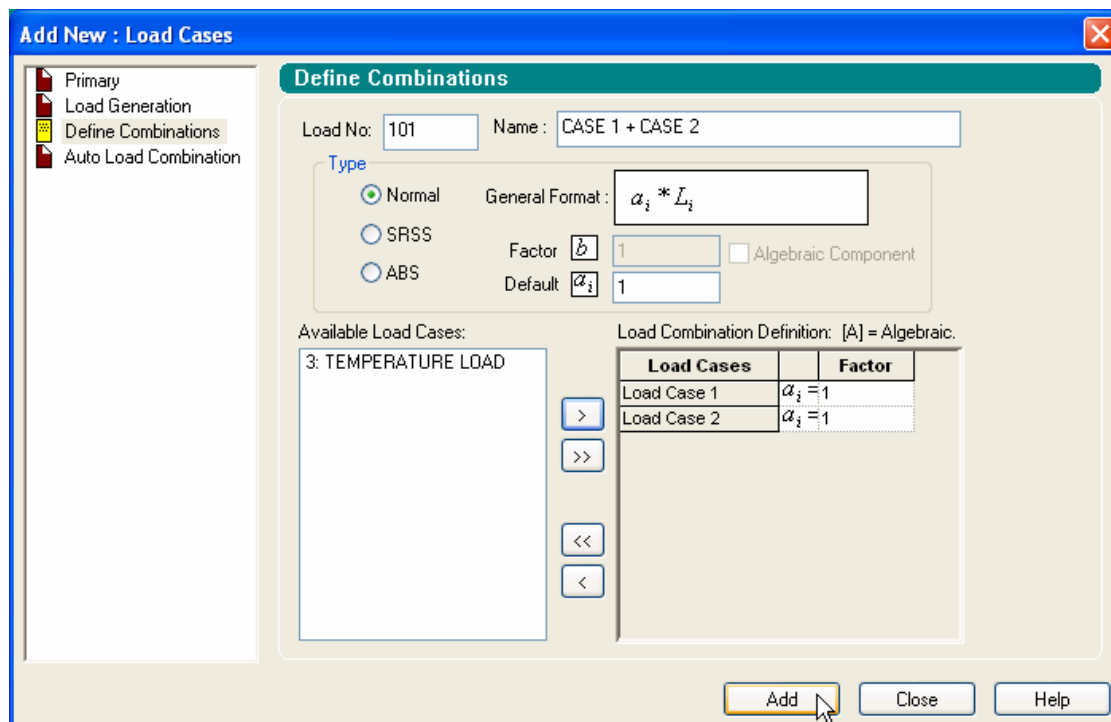
1 1.0 3 1.0

Steps:


LOAD COMBINATION 101

1. เพื่อสร้างน้ำหนักแบบที่ 4 เป็นแบบรวมกระทำ ให้คลิกเลือก **Load Cases Details** แล้วคลิก **Add** ในหน้าจอ *Add New Load Cases* ให้คลิก **Define Combinations** จากรายการทางด้านซ้าย ใส่ช่อง *Load No:* เป็น **101** และชื่อเป็น **CASE 1 + CASE 2**
2. ต่อจากนั้น ในช่อง *Available Load Cases* ให้คลิกเลือกน้ำหนัก 1 แล้วคลิกปุ่ม  จากนั้นก็เลือกน้ำหนัก 2 ทำเช่นเดียวกัน ใส่ค่าตัวคูณ **1.0** แล้วคลิกปุ่ม **Add**

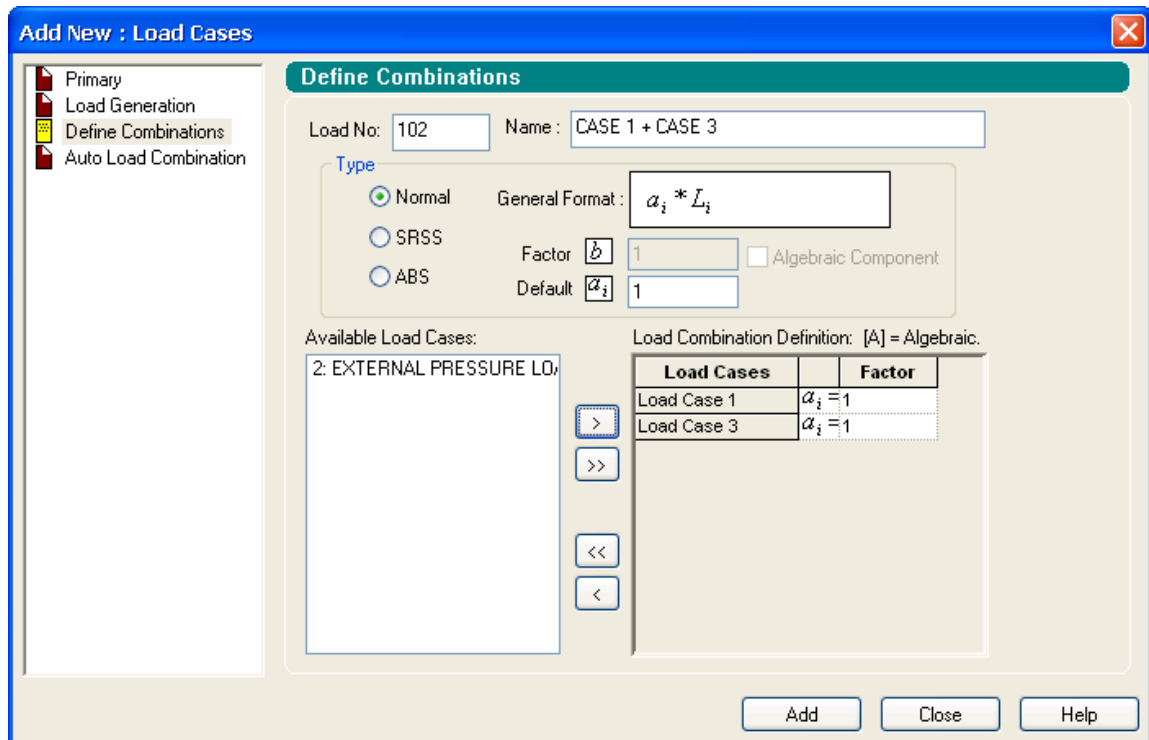
น้ำหนักรวม **101** จะถูกสร้างขึ้นมา



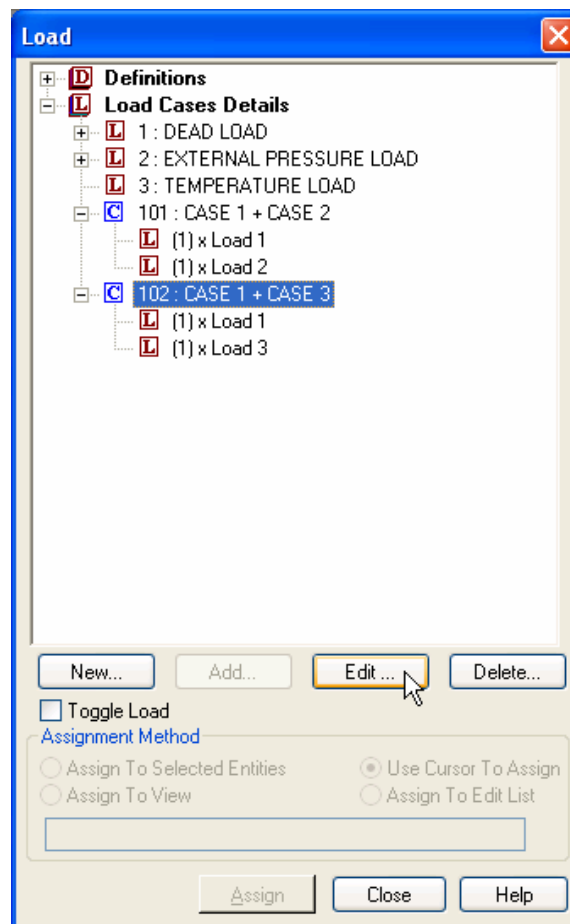
LOAD COMBINATION 102

3. เพื่อสร้างน้ำหนักแบบที่ 5 เป็นแบบรวมกระทำ ให้คลิกเลือก **Load Cases Details** แล้วคลิก **Add** ในหน้าจอ *Add New Load Cases* ให้คลิก **Define Combinations** จากรายการทางด้านซ้าย ใส่ช่อง *Load No:* เป็น **102** และชื่อเป็น **CASE 1 + CASE 3**
4. ต่อจากนั้น ในช่อง *Available Load Cases* ให้คลิกเลือกน้ำหนัก 1 แล้วคลิกปุ่ม  จากนั้นก็เลือกน้ำหนัก 3 ทำเช่นเดียวกัน ใส่ค่าตัวคูณ **1.0** แล้วคลิกปุ่ม **Add**

น้ำหนักรวม **102** จะถูกสร้างขึ้นมา

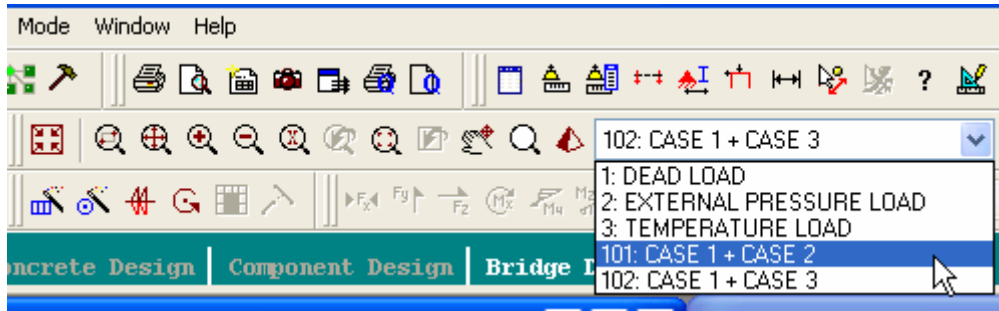


ถ้าเราต้องการเปลี่ยนสัดส่วนน้ำหนักกระทำรวมก็สามารถทำได้โดยการคลิกเลือกในหน้าจอ *Load* แล้วกดปุ่ม **Edit...** ดังในรูปข้างล่าง



ออกจากหน้าจอโดยการกดปุ่ม **Close**

เมื่อกรณีบรรทุก (**load cases**) ถูกสร้างขึ้นมาแล้ว จะมีรายการแสดงขึ้นบนทูลบาร์ด้านบนดังแสดงในรูป



เราได้เสร็จสิ้นการสร้างกรณีน้ำหนักบรรทุกเรียบร้อยแล้ว

ให้จัดเก็บโมเดลโดยเลือกเมนู **File | Save** หรือกดคีย์ **Ctrl** ค้างแล้วกด **s**

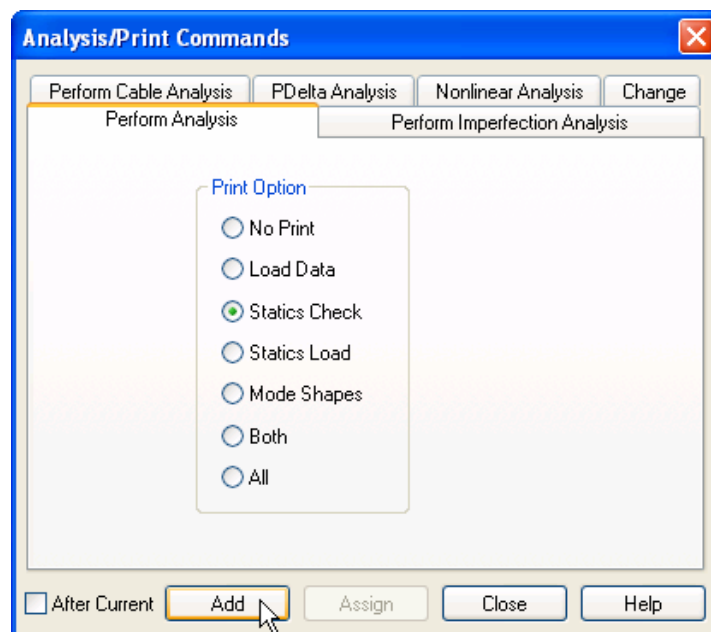
3.9 กำหนดชนิดการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ที่จะใช้คือแบบสถิตเชิงเส้น (**linear static**) และต้องการรายงานสภาวะสมดุลสถิต คำสั่งที่ใช้คือ

PERFORM ANALYSIS PRINT STATICS CHECK

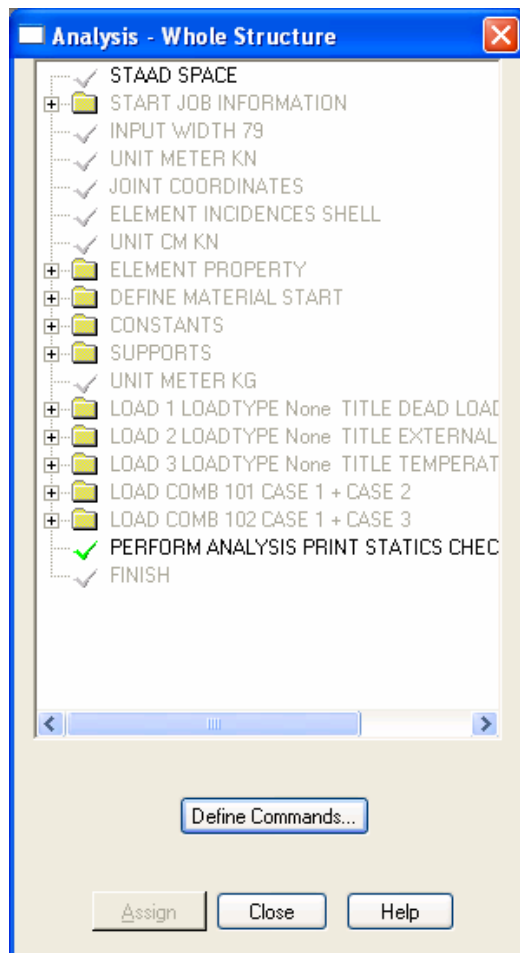
Steps:

1. ในการกำหนดคำสั่งวิเคราะห์ ให้ไปที่หน้า **Analysis/Print > Analysis** จากแถบทางด้านซ้ายของหน้าจอ
2. ในหน้าจอ **Analysis/Print Commands** ที่แสดงขึ้นมา การเลือกชนิดการวิเคราะห์ทำได้โดยการเลือกแถบ **Perform Analysis** เพื่อให้ได้รายงานสภาวะสมดุลแบบสถิต คลิกเลือก **Statics Check** เป็น print option



คลิกปุ่ม **Add** แล้วตามด้วย **Close**

หน้าจอ **Analysis** ทางด้านซ้าย จะเป็นดังแสดงในรูป



3.10 กำหนดคำสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์

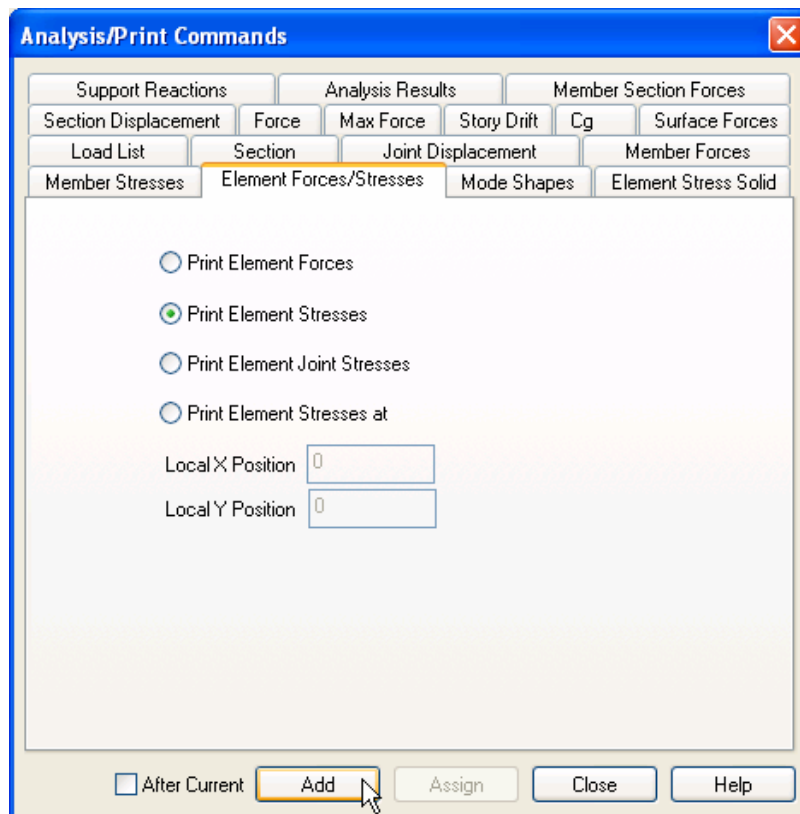
เราต้องการให้โปรแกรมแสดงผลหลังการคำนวณสองอย่างคือ **a)** หน่วยแรงในชิ้นส่วน และ **b)** แรงปฏิกิริยาที่จุดต่อ นอกจากนั้นหน่วยที่แสดงสำหรับหน่วยแรงให้เป็น **KN** และ **Meter** และสำหรับแรงจะใช้ **Kg** และ **Meter** คำสั่งที่ใช้คือ

UNIT METER KN
PRINT ELEMENT STRESSES LIST 3
UNIT KG METER
PRINT ELEMENT FORCE LIST 6

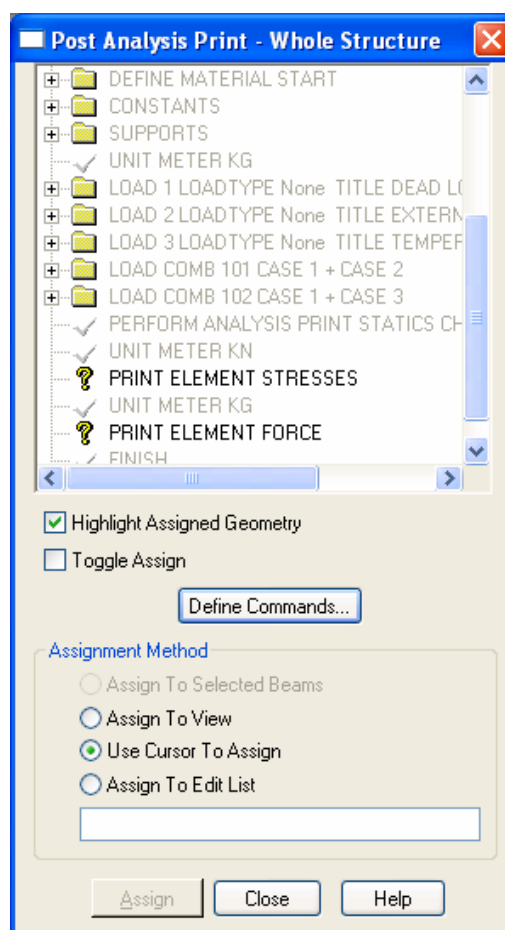
ผลเหล่านี้จะถูกเขียนลงในไฟล์แสดงผล สามารถเปิดดูได้หลังการวิเคราะห์

Steps:

1. ไปที่เมนู **Tools | Set Current Input Unit** ตั้งค่าหน่วยเป็น **Meter** และ **Kilo Newton**
2. หน้าจอสำหรับกำหนดการแสดงผลจะอยู่ในหน้าจอ **Post-Print** ของหน้าต่างหลัก **Analysis/Print** คลิกปุ่ม **Define Commands** ในพื้นที่ทางด้านขวาของจอภาพ
3. ในหน้าจอ **Analysis/Print Commands** ที่แสดงขึ้นมา เลือกแถบ **Element Forces/Stresses** แล้วเลือก **Print Element Stresses** แล้วคลิกปุ่ม **Add** ตามด้วย **Close**



4. ไปที่เมนู **Tools | Set Current Input Unit** ตั้งค่าหน่วยเป็น **Meter** และ **Kilogram** จากนั้นทำซ้ำขั้นที่ 2 และ 3 ในขั้นที่ 3 ให้เลือก **Print Element Forces** แล้วคลิก **Add** ตามด้วย **Close** ถึงขั้นนี้หน้าจอ *Post Analysis Print* จะเป็นดังในรูปข้างล่าง



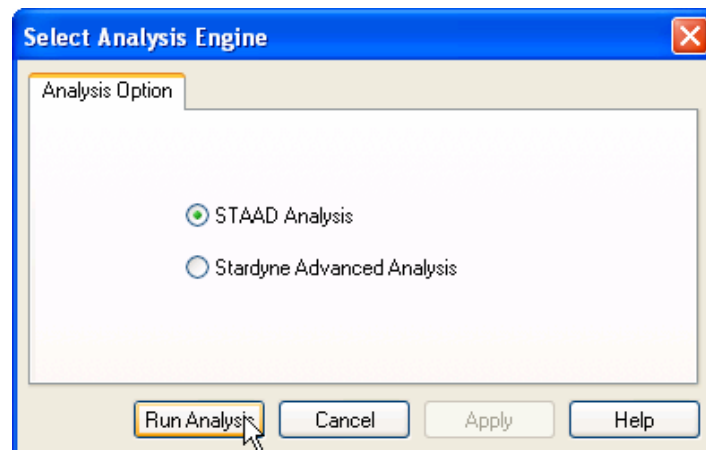
5. ในการเชื่อมโยงคำสั่ง PRINT ELEMENT STRESSES กับชิ้นส่วนที่ 3 ให้คลิกเลือกคำสั่งบนหน้าจอจากในรูปที่แล้ว จากนั้นใช้ *Plate Cursor* คลิกเลือกชิ้นส่วนที่ 3

เมื่อเราคลิกเลือกแผ่นพื้น *Assignment Method* จะกลายเป็น *Assign to Selected Plated* คลิกปุ่ม **Assign**

6. ในการเชื่อมโยงคำสั่ง PRINT ELEMENT FORCES กับชิ้นส่วน 6 ทำซ้ำขั้นที่ 4 ยกเว้นแต่เลือกชิ้นส่วน 6 แทนที่จะเป็นชิ้นที่ 3

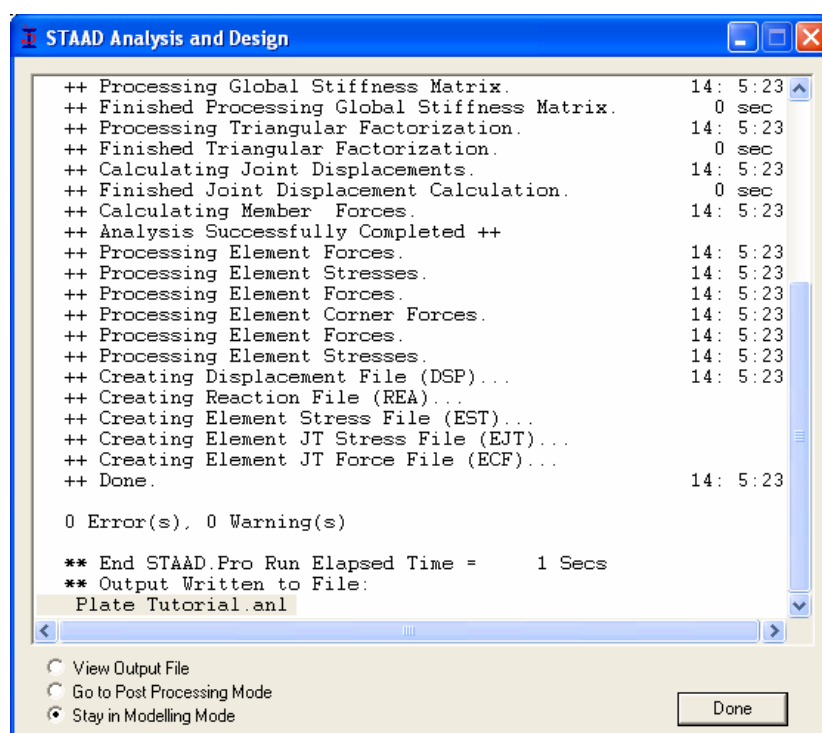
3.11 ทำการวิเคราะห์และออกแบบ

เริ่มทำการวิเคราะห์โดยเลือกคำสั่ง **Run Analysis...** จากเมนู **Analyze** จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมา



จะมีสอง **engine** ให้เลือกคือ **STAAD engine** และ **STARDYNE Advanced Analysis engine** ถ้าเป็นการวิเคราะห์ขั้นสูงเช่น การโค้งเคาะ หรือการสกดแยกโหมดการสั่นไหว แต่ถ้าเป็นการคำนวณออกแบบเหล็กหรือคอนกรีต เราจะใช้ **STAAD engine**

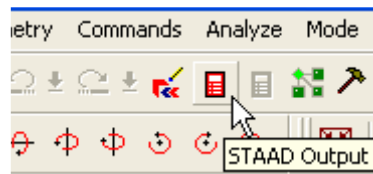
จากนั้นคลิกปุ่ม **Run Analysis** หน้าจอแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์จะเป็นดังในรูป



ที่มุมซ้ายล่างของหน้าจอให้เลือก **Stay in Modeling Mode** แล้วคลิกปุ่ม **Done**

3.12 ไฟล์แสดงผล

ในระหว่างทำการวิเคราะห์ไฟล์แสดงผลจะถูกสร้างขึ้นมา เพื่อบันทึกข้อความเตือนและข้อผิดพลาดที่โปรแกรมตรวจพบ ไฟล์นี้จะมีนามสกุล **.anl** สามารถใช้ **output viewer** เปิดดูได้ คลิกไอคอนแสดงผลบนทูลบาร์ด้านบน



หน้าจอ *STAAD output viewer* จะแสดงขึ้นมา เราจะมาตรวจสอบผลที่แสดงออกมานี้

PRINT STATICS CHECK

ถ้าลองเลื่อนลงมาเรื่อยๆจะพบข้อมูลดังนี้

```
***TOTAL APPLIED LOAD (KG METE) SUMMARY (LOADING 1)

SUMMATION FORCE-X = 0.00
SUMMATION FORCE-Y = -17298.83
SUMMATION FORCE-Z = 0.00
SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
MX= 34597.66 MY= 0.00 MZ= -51896.48

***TOTAL REACTION LOAD (KG METE) SUMMARY (LOADING 1)

SUMMATION FORCE-X = 0.00
SUMMATION FORCE-Y = 17298.83
SUMMATION FORCE-Z = 0.00
SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
MX= -34597.66 MY= 0.00 MZ= 51896.48

MAXIMUM DISPLACEMENTS (CM/RADIANS) (LOADING 1)
MAXIMUMS AT NODE
X = 0.00000E+00 0
Y = -3.20681E-01 12
Z = 0.00000E+00 0
RX= 9.80406E-04 12
RY= 0.00000E+00 0
RZ= -6.49355E-04 9
```

สำหรับแต่ละกรณีบรรทัดหลัก รายงานจะประกอบไปด้วย

- a. ผลรวมของแรงที่มากระทำและโมเมนต์รอบจุดกำเนิด (0, 0, 0)
- b. ผลรวมของแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับและโมเมนต์รอบจุดกำเนิด (0, 0, 0)
- c. ระยะเคลื่อนตัวมากที่สุด (3 ระยะและ 3 การหมุน)

ผลทั้งหกตัวใน (a) จะต้องมิต่ำเท่ากับและตรงกันข้ามกับที่อยู่ใน (b) ถ้าไม่เท่ากันอาจแสดงว่าผลการวิเคราะห์มีความผิดพลาดเกิดขึ้น เช่นสภาวะการเสียเสถียรภาพ หรือการใสน้ำหนักไม่ถูกต้อง

การตรวจสอบระยะการเคลื่อนตัวมากที่สุดมีความสำคัญเพื่อดูว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ จากผลที่แสดงออกมาเป็นน้ำหนักกรณีที่ 1 เป็นน้ำหนักตัวเองคือ 17298.83 Kgs.

STRESSES FOR ELEMENT 3

ข้อมูลนี้ประกอบด้วยหน่วยแรงและ โมเมนต์ต่อหน่วยความกว้างที่จุดศูนย์กลางของชิ้นส่วนที่ 3

ELEMENT STRESSES FORCE, LENGTH UNITS = KN METE

STRESS = FORCE/UNIT WIDTH/THICK, MOMENT = FORCE-LENGTH/UNIT WIDTH

ELEMENT	LOAD	SQX	SQY	MX	MY	MX Y
		VONT	VONB	SX	SY	SXY
3	1	-18.13	72.86	-3.96	-20.42	-3.35
		1308.63	1308.63	0.00	0.00	0.00

TOP: SMAX= -220.33 SMIN= -1404.81 TMAX= 592.24 ANGLE= -11.1

BOTT: SMAX= 1404.81 SMIN= 220.33 TMAX= 592.24 ANGLE= -11.1

FORCES FOR ELEMENT 6

ข้อมูลนี้ประกอบด้วยแรงและ โมเมนต์ที่แต่ละมุมทั้งสี่ของชิ้นส่วนที่ 6

ELEMENT FORCES FORCE,LENGTH UNITS= KG METE

JOINT FX FY FZ MX MY MZ

ELE.NO. 6 FOR LOAD CASE 1

6	0.0000E+00	4.5323E+02	0.0000E+00	-1.1313E+03	0.0000E+00	7.9082E+02
8	0.0000E+00	5.0615E+02	0.0000E+00	-3.2047E+02	0.0000E+00	2.3981E+02
12	0.0000E+00	-7.2078E+02	0.0000E+00	1.4890E-03	0.0000E+00	-1.4168E-03
11	0.0000E+00	-2.3860E+02	0.0000E+00	-4.6697E+02	0.0000E+00	-6.0136E+02

3.13 Post Processing

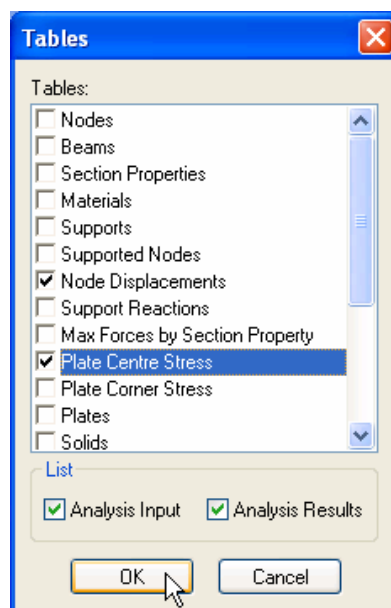
ถ้าไม่มีข้อผิดพลาดในข้อมูลที่ใส่เข้าไป การวิเคราะห์ทำได้จนเสร็จสมบูรณ์ เครื่องมือต่างๆในโหมด Post-processing สามารถนำมาใช้เพื่อ

- แสดงผลแบบกราฟฟิกและแบบตัวเลข
- ตรวจสอบความเหมาะสมของโครงสร้างทางด้านความปลอดภัย, การรองรับการใช้งาน และประสิทธิภาพ
- สร้างรายงานกำหนดเองและรูปภาพ

ขั้นตอนของการเข้าสู่โหมดนี้ได้กล่าวไว้แล้วใน **Tutorial 2** สำหรับแผ่นพื้นผลที่จะแสดงคือ หน่วยแรง และ โมเมนต์ต่อหน่วยความกว้าง ซึ่งจะมีหลายวิธีในการแสดงผลดังจะได้กล่าวถึงต่อจากนี้ไป

3.14 แสดงผลหน่วยแรงในรูปแบบตาราง

เลือกเมนู **View | Tables...** เลือก **Plate Centre Stress**



หน้าจอ **Results Setup** จะแสดงขึ้นมาให้คลิก **OK** ตารางจะแสดงขึ้นม้างในรูปข้างล่าง

Plate Tutorial.std - Plate Centre Stress:									
Shear, Membrane and Bending / Summary / Principal and Von Mis / Summary / Global Moments /									
Plate	L/C	Shear		Membrane			Bending Moment		
		SQX N/mm2	SQY N/mm2	SX N/mm2	SY N/mm2	SXY N/mm2	Mx kNm/m	My kNm/m	Mxy kNm/m
1	1 DEAD LOA	-0.009	-0.009	0.000	0.000	0.000	-4.009	-4.024	-2.850
	2 EXTERNAL	-0.004	-0.004	0.000	0.000	0.000	-1.669	-1.675	-1.186
	3 TEMPERAT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	101 CASE 1 +	-0.013	-0.013	0.000	0.000	0.000	-5.678	-5.699	-4.036
	102 CASE 1 +	-0.009	-0.009	0.000	0.000	0.000	-4.009	-4.024	-2.850
2	1 DEAD LOA	-0.030	0.039	0.000	0.000	0.000	-1.082	-12.080	-4.655
	2 EXTERNAL	-0.012	0.016	0.000	0.000	0.000	-0.450	-5.028	-1.937
	3 TEMPERAT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	101 CASE 1 +	-0.043	0.056	0.000	0.000	0.000	-1.533	-17.108	-6.592
	102 CASE 1 +	-0.030	0.039	0.000	0.000	0.000	-1.082	-12.080	-4.655

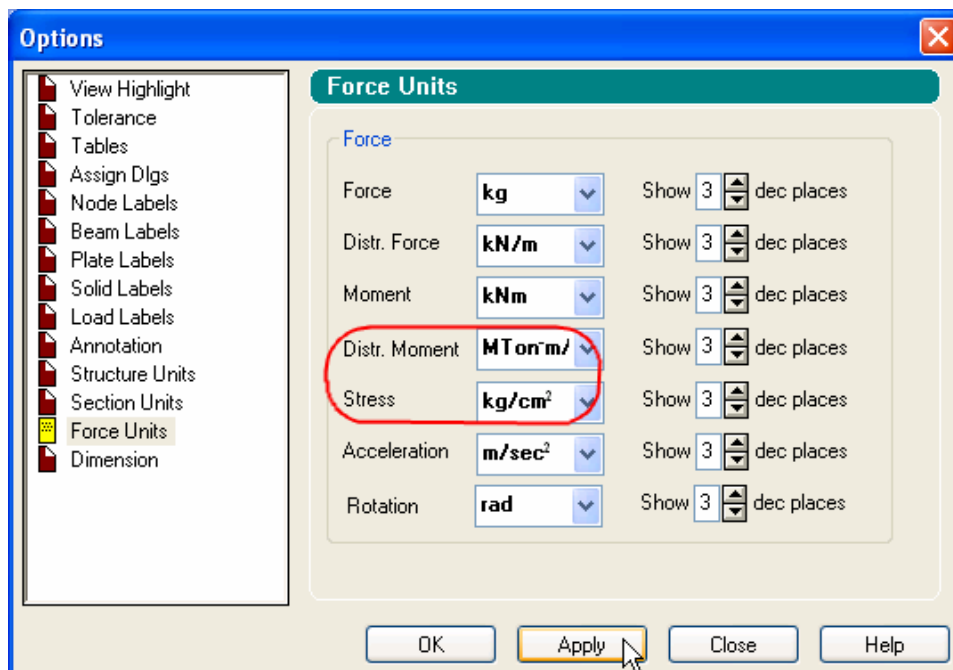
3.15 การพิมพ์ตาราง

การพิมพ์ตารางทำได้โดยการคลิกเมา์ที่ปุ่มขวาในพื้นที่ตารางแล้วเลือก **Print**

3.16 การเปลี่ยนหน่วยที่แสดงในตารางข้างบน

หน่วยความยาวและแรงของหน่วยแรงและโมเมนต์จะถูกแสดงบนหัวตาราง เพื่อเปลี่ยนหน่วย ให้เลือกเมนู **Tools | Set Current Display Unit**

ในหน้าจอที่แสดงขึ้นมา คลิกเลือก *Force Units* ใส่หน่วยที่ต้องการสำหรับ *Stress* และ *Moment* คลิกปุ่ม *Apply* แล้วตามด้วย *OK*

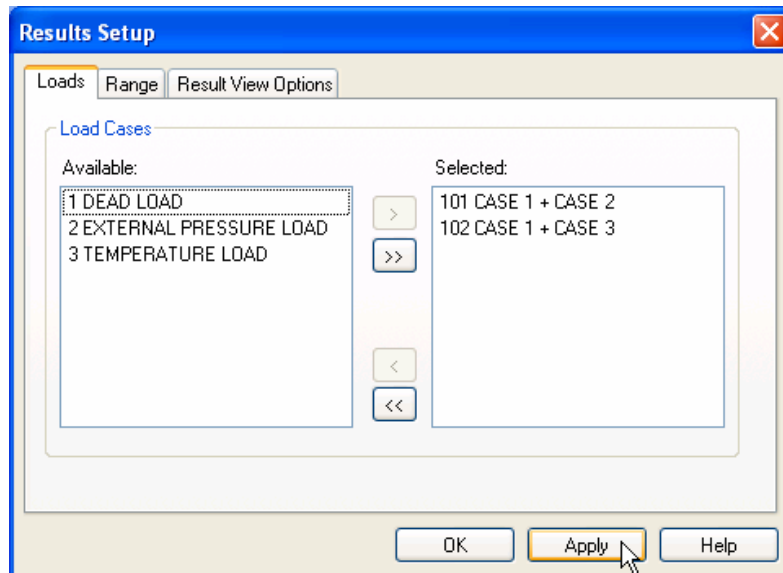


3.17 การจำกัดกรณีบรรทุกในการแสดงผล

เราเข้าสู่โหมด post-processing โดยการคลิกแถบด้านบนหน้าจอ ดังในรูปข้างล่าง



ตารางทางด้านขวาแสดงผลจากกรณีบรรทุกทั้งหมด ถ้าอยากจำกัดลงให้เลือกเมนู **Results | Select Load Case...** เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้เลือกกรณีบรรทุกที่ต้องการดังในรูปข้างล่าง

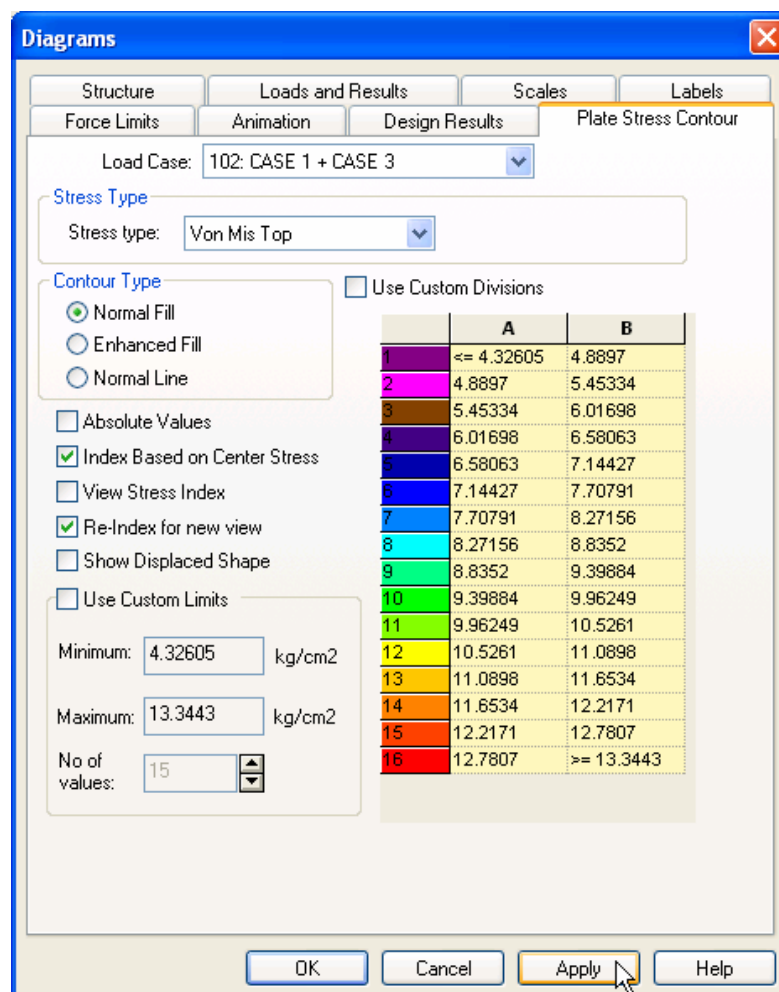


คลิกปุ่ม **Apply** ตามด้วย **OK**

3.18 การกระจายหน่วยแรง

แสดงในลักษณะเส้นชั้นความสูงแจกแจงตามถึ มีสองวิธีในการแสดงผลคือ

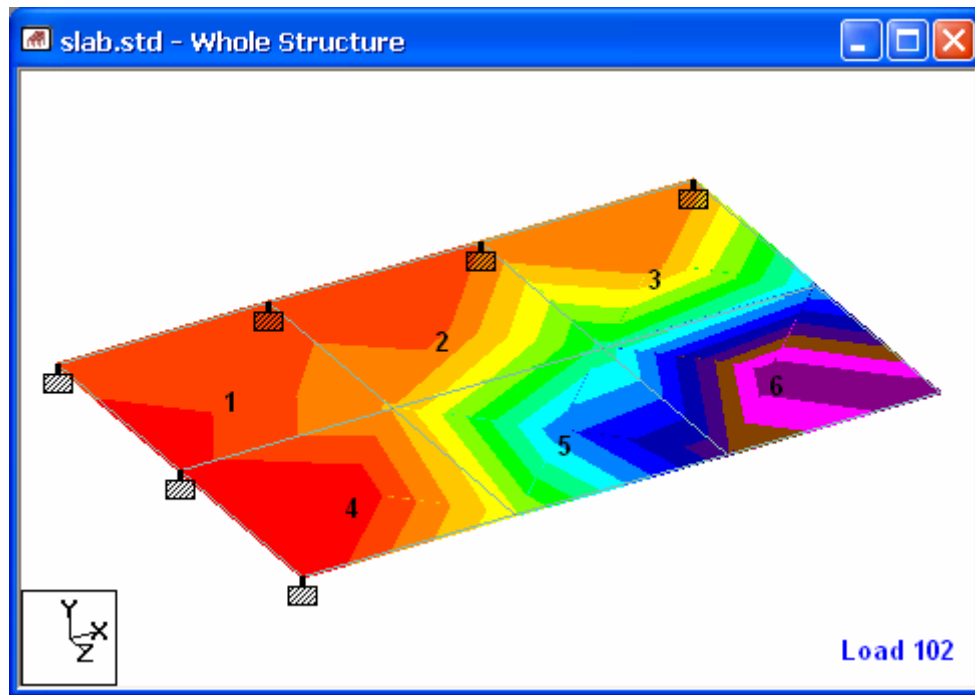
- a) จากแถบแนวดิ่งทางด้านซ้าย เลือกแถบ **Plate | Contour** หรือ
- b) เลือกจากเมนู **Results | Plate Stress Contour**



จากหน้าจอที่แสดงขึ้นมาให้เลือกดังนี้

- **Load case – 102**
- **Stress Type – Von Mis Top**
- **Contour Type – Normal Fill**
- **Index based on Center Stress**
- **Re-Index for new view**

คลิก **Apply** แล้ว **OK** จะได้แผนภูมิดังในรูป



Tutorial 4

Interoperability

(STAAD.etc)

ในบทนี้จะเกี่ยวกับการใช้งานร่วมกันระหว่างโปรแกรม **STAAD.Pro** และ **STAAD.etc** โดยจะใช้โครงสร้างใน **Tutorial 1** เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ในบทนี้ โดยมีหัวข้อดังนี้

- ทำความเข้าใจ **STAAD.etc**
- คำอธิบายปัญหา
- การใช้โหมดปฏิสัมพันธ์ใน **STAAD.Pro**
- ออกแบบฐานรากจากผลการคำนวณของ **STAAD.Pro**
- ออกแบบแผ่นรองฐานเสาจากผลการคำนวณของ **STAAD.Pro**
- จัดเก็บข้อมูลการออกแบบปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบไฟล์ **STAAD.etc**

4.1 ทำความเข้าใจ STAAD.etc

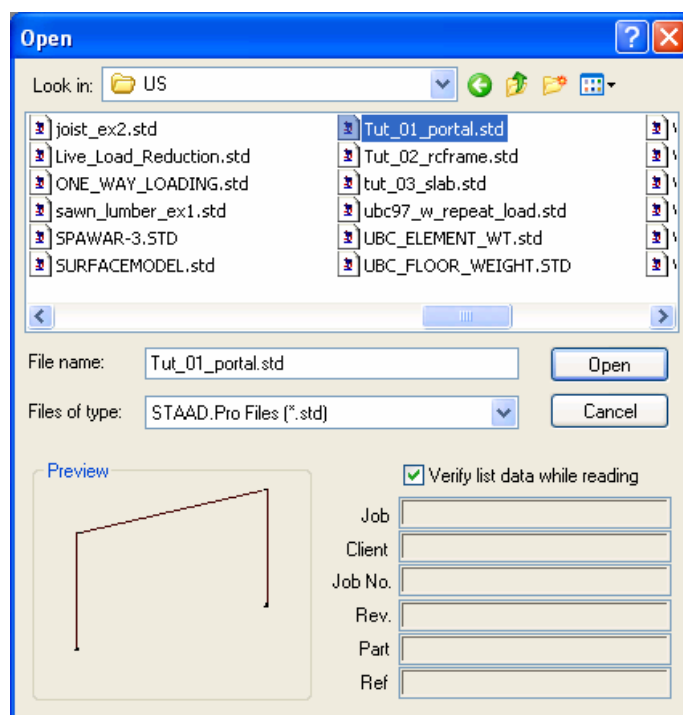
STAAD.etc เป็น **engineer's structural toolkit** จะรวมโมดูลวิเคราะห์และออกแบบส่วนโครงสร้างต่างๆอาทิเช่น ฐานราก ผนังอิฐก่อ ไม้ เหล็ก คอนกรีต และการวิเคราะห์ทั่วไป ถ้าใช้เป็นโปรแกรมเดี่ยว STAAD.etc สามารถถูกใช้ในการออกแบบ โครงข้อแข็งขนาดเล็ก คานต่อเนื่อง ผนังกันดิน พื้นทางเดียว จุดต่อเชื่อม ผนังรับแรงเฉือน และอื่นๆอีกมาก STAAD.etc ขอมให้ผู้ใช้ทำการออกแบบได้ภายในตัวโปรแกรม STAAD.Pro โดยใช้ฐานข้อมูลจากผลการคำนวณของ STAAD.Pro

4.2 อธิบายปัญหา

โดยใช้โครงสร้างใน **Tutorial 1** เป็นโมเดลหลัก เราจะใช้ STAAD.etc ในการวิเคราะห์และออกแบบฐานราก แผ่นรองฐานเสา และจุดต่อโมเมนต์ภายในตัวโปรแกรม STAAD.Pro

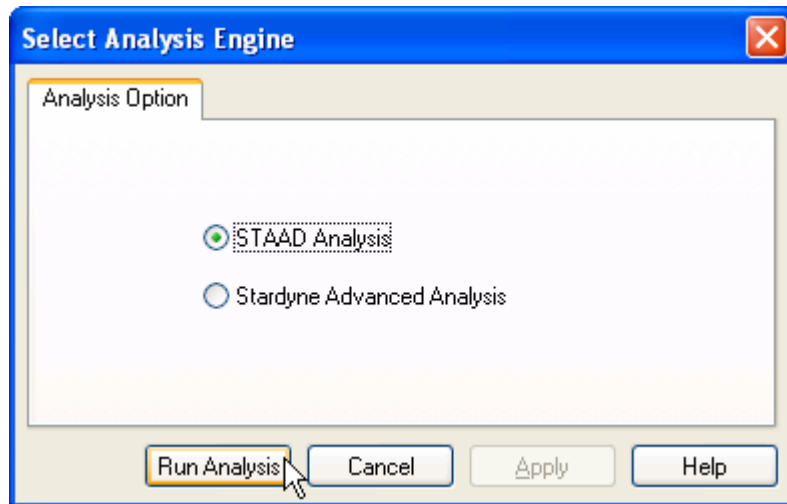
4.3 การใช้โหมดปฏิสัมพันธ์ใน STAAD.Pro

เริ่มต้นโปรแกรม STAAD.Pro เลือกเมนู **File > Open** เลือกไฟล์ **Tut_01_portal.std** จากไดเรกทอรี **../SPro2005/STAAD/Examp/US** ดังในรูปข้างล่าง



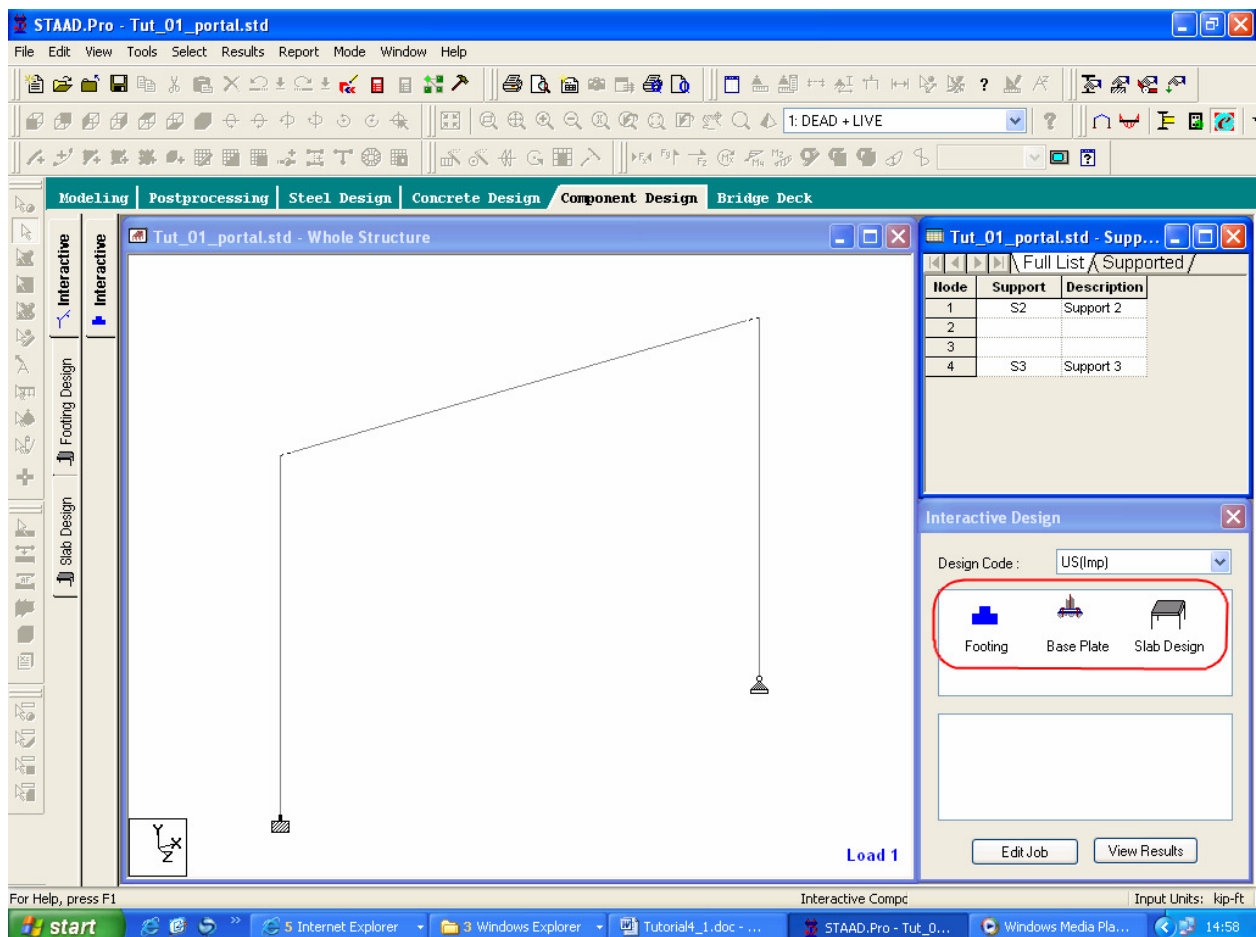
ถ้ายังไม่ได้ทำการวิเคราะห์ **Tut_01_portal.std** ให้ทำตามขั้นตอนคือ เมื่อเปิดไฟล์แล้วเลือกเมนู **Analyze > Run Analysis** เลือกการวิเคราะห์แบบ **STAAD Analysis** แล้วคลิกปุ่ม **Run Analysis**

ถ้าการวิเคราะห์สำเร็จด้วยดี ให้คลิกปุ่ม **Done** เพื่อทำตามขั้นตอนต่อไป ถ้ามีข้อความผิดพลาดให้แก้ไขตามใน **Tutorial 1**



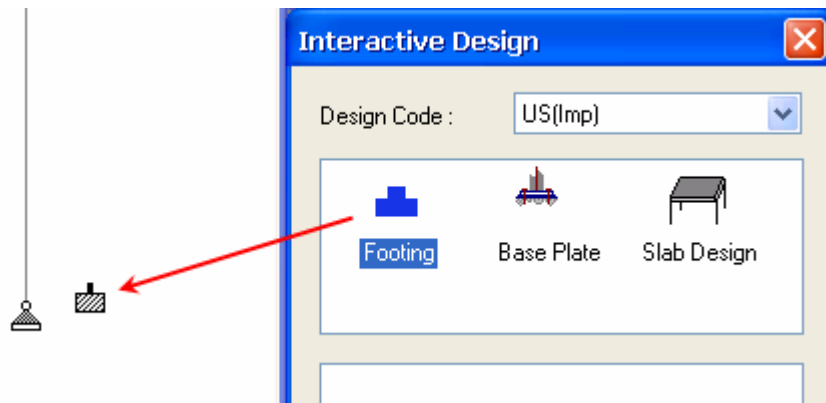
เริ่มต้นโหมดปฏิสัมพันธ์ใน STAAD.Pro

หลังจากการวิเคราะห์เสร็จแล้วให้เข้าสู่โหมดปฏิสัมพันธ์โดยเลือกเมนู **Mode > Interactive Designs > Component Design** หน้าจอปฏิสัมพันธ์ของ **STAAD.etc** จะแสดงขึ้นมาทางด้านขวาล่างของจอภาพ ณ เวลานี้ **STAAD.Pro 2005 Build 1001** มีสามโมดูลให้ใช้คือ ฐานราก แผ่นพื้น และแผ่นรองฐานเสา




การใช้เทคนิค Drag-and-Drop

ในการรันโมดูลใดๆของ **STAAD.etc** ให้กดเมาท์ซ้ายค้างไว้บนโมดูลที่ต้องการแล้วลากไปยังจุดต่อในหน้าต่างหลัก



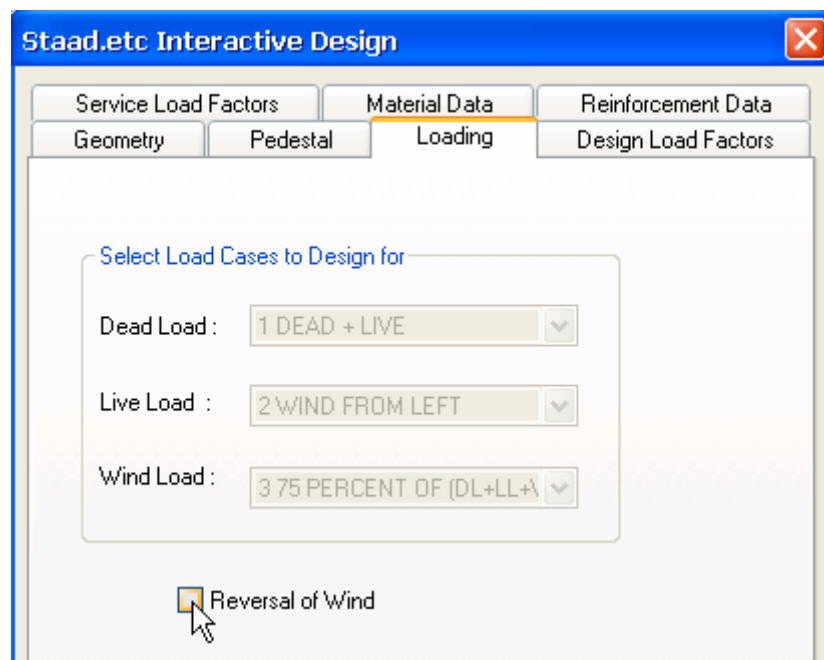
4.4 ออกแบบฐานรากจากผลของ STAAD.Pro

ในหัวข้อนี้เราจะออกแบบฐานรากสำหรับจุดต่อ #1 เริ่มโดยเลือกจุดต่อโดยอาจใช้เมนู **Select > By List > Nodes...** เลือกหมายเลข 1 จากรายการ ถ้าทำถูกจุดต่อที่ถูกเลือกจะกลายเป็นสีแดง

จากนั้นให้คลิกไอคอนฐานราก  มาลงจุดต่อ #1 หน้าจอฐานรากจะแสดงขึ้นมา ให้ใส่ข้อมูลลงไป

ถ้าไม่มีข้อมูลความกว้างและความลึกของเสาให้จัดใส่เข้าไป STAAD.etc จะนิยามความลึกเสาเป็นขนาดตามแนวแกนโลคอล Y และความกว้างเสาคือขนาดตามแนวแกนโลคอล Z ของเสา

ในช่อง **Concrete Pedestal** ให้คลิกเอาเครื่องหมายถูกออก เปลี่ยนไปยังแถบ **Loading** คลิกช่อง **Reversal of Wind** เพื่อเอาเครื่องหมายถูกออก



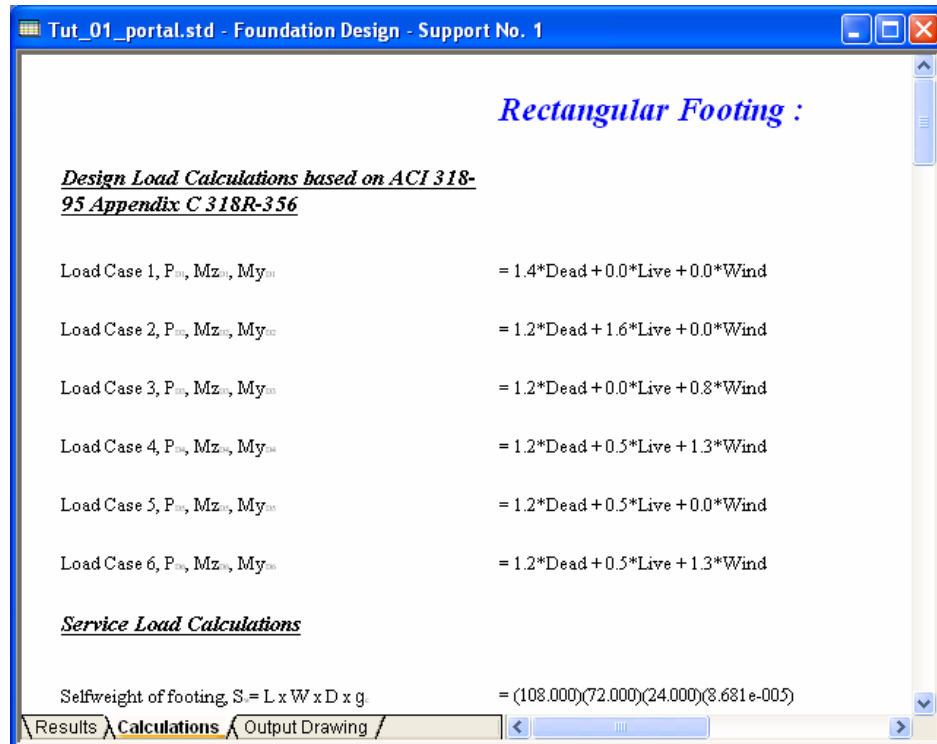
จากนั้นคลิก **OK** เพื่อเริ่มต้นการออกแบบฐานรากสำหรับจุดต่อ #1 ถ้าการออกแบบสำเร็จ ผลการออกแบบจะแสดงในหน้าต่างสามแถบคือ ผลการคำนวณ รายการคำนวณ และแบบรายละเอียดดังนี้

ผลการคำนวณ

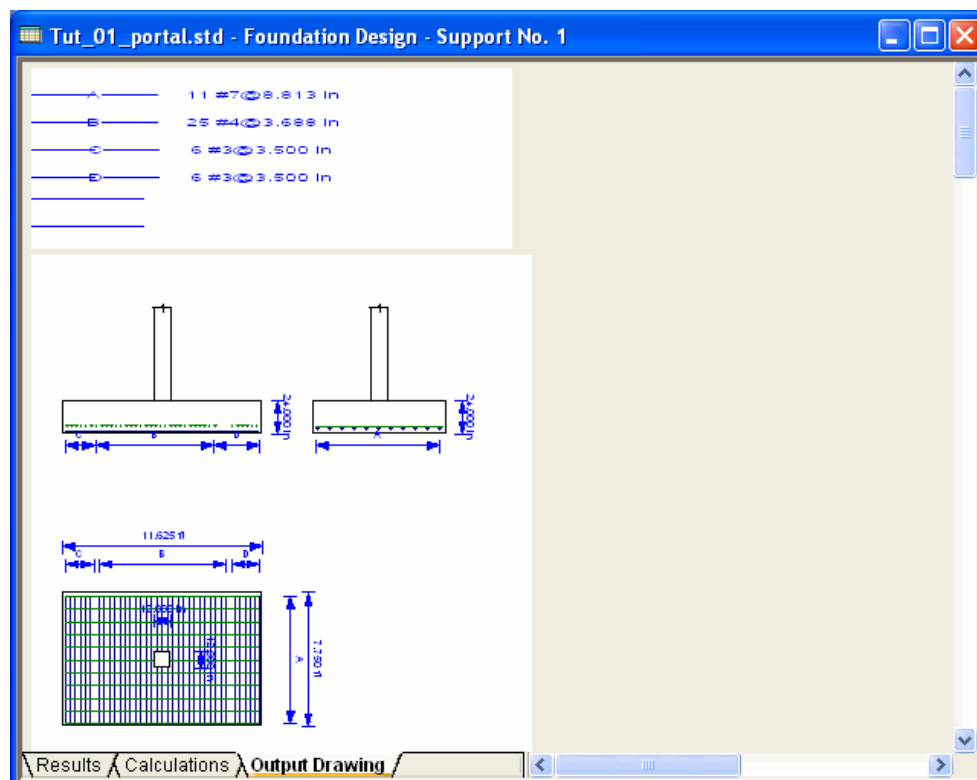
Tut_01_portal.std - Foundation Design - Support No. 1

Geometric Output								
	Length (ft)	Width (ft)	Thickness (in)					
	11.625	7.750	24.000					
Load Output								
Case	Service Load (kip)	Service Moment (X) (kip-ft)	Service Moment (Z) (kip-ft)	Soil Pressure (psf)				
				Corner 1	Corner 2	Corner 3	Corner 4	
1	65.498	0.000	-23.590	862.145	591.856	591.856	862.145	
2	87.870	0.000	59.329	1315.202	635.438	635.438	1315.202	
3	59.757	0.000	15.680	753.104	573.453	573.453	753.104	
4	38.490	0.000	-51.065	719.765	134.681	134.681	719.765	
5	76.536	0.000	70.842	1255.354	443.680	443.680	1255.354	
6	55.269	0.000	11.124	677.190	549.734	549.734	677.190	
Design Details								
Case	Long. Shear (kip)	Long. Moment (kip-ft)	Trans. Shear (kip)	Trans. Moment (kip-ft)	Required Reinforcing (in2)			
					Longitudinal		Transverse	
					Top	Bottom	Top	Bottom
1	15.879	59.439	7.948	26.310	0.000	6.510	0.000	6.239
2	24.848	104.107	5.357	16.934	0.000	6.510	0.000	6.239
3	14.987	56.075	9.611	31.813	0.000	6.510	0.000	6.239
4	25.024	93.691	10.852	35.923	0.000	6.510	0.000	6.239
5	10.913	40.841	6.306	20.873	0.000	6.510	0.000	6.239
6	25.024	93.691	10.852	35.923	0.000	6.510	0.000	6.239
Reinforcement								
	Long. Direction (in)		Trans. Direction (in)		Dowels			
	Top	Bottom	Top	Bottom		Number	Size	
				Outer	Central			
Results	Calculations	Output Drawing						


รายการคำนวณ

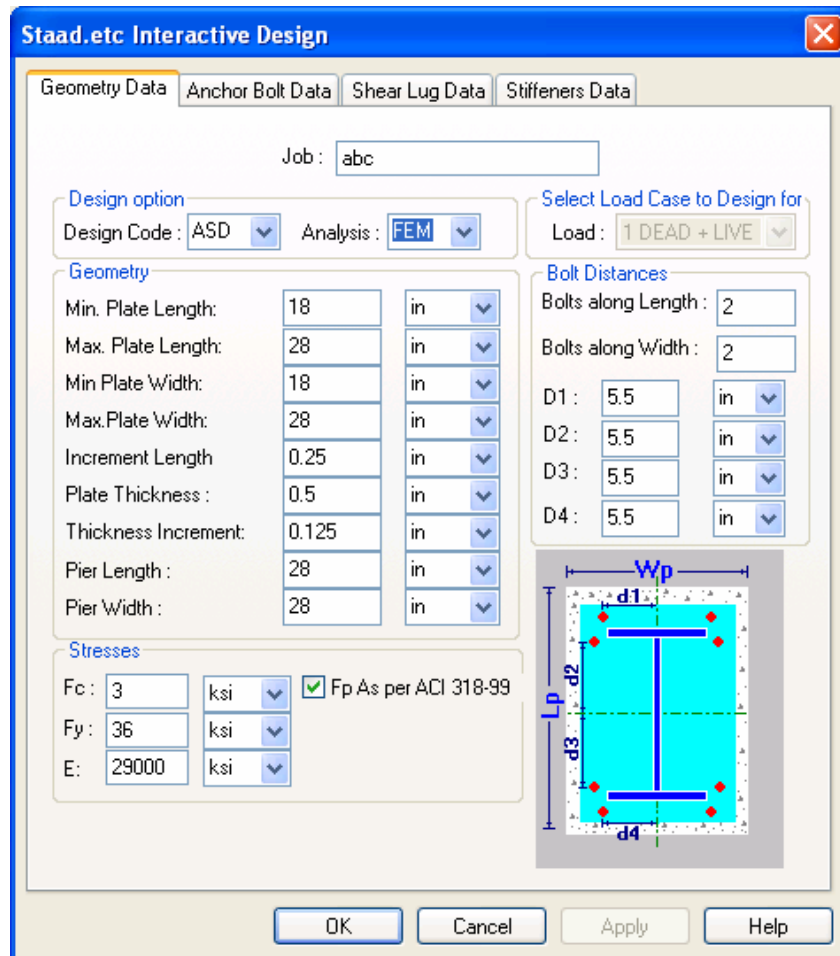


แบบรายละเอียด



4.5 ออกแบบแผ่นรองใต้ฐานจากผลของ STAAD.Pro

ทำเช่นเดียวกับในหัวข้อที่แล้วในการเลือกจุดต่อ #1 แต่ใช้ไอคอน  แทน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ



Staad.etc Interactive Design

Geometry Data | Anchor Bolt Data | Shear Lug Data | Stiffeners Data

Job : abc

Design option
Design Code : ASD Analysis : FEM

Select Load Case to Design for
Load : 1 DEAD + LIVE

Geometry
Min. Plate Length: 18 in
Max. Plate Length: 28 in
Min Plate Width: 18 in
Max. Plate Width: 28 in
Increment Length: 0.25 in
Plate Thickness : 0.5 in
Thickness Increment: 0.125 in
Pier Length : 28 in
Pier Width : 28 in

Bolt Distances
Bolts along Length : 2
Bolts along Width : 2
D1 : 5.5 in
D2 : 5.5 in
D3 : 5.5 in
D4 : 5.5 in

Stresses
Fc : 3 ksi ☒ Fp As per ACI 318-99
Fy : 36 ksi
E : 29000 ksi

OK Cancel Apply Help

4.6 การจัดเก็บข้อมูลจากผลของ STAAD.etc

ทุกงานออกแบบปฏิสัมพันธ์จะถูกจัดเก็บพร้อมกับไฟล์ข้อมูล “.std” แยกกับไฟล์นามสกุล “.etc” ตัวอย่างเช่นในบทนี้ไฟล์ STAAD คือ Tut_01_portal.std ดังนั้นชื่อไฟล์ออกแบบจะเป็น Tut_01_portal.etc จะถูกจัดเก็บที่เดียวกัน

APPLICATION EXAMPLES

ดังได้เคยกล่าวมาแล้วใน **Getting Started Manual** ว่ามีวิธีการใส่ข้อมูลสองวิธีในการสร้างโมเดลคือ

- a) ใช้เครื่องมือช่วยในโหมคกราฟฟิก **Graphical User Interface (GUI)**
- b) ใช้อิดิเตอร์ที่มีกับโปรแกรม **STAAD** พิมพ์ข้อมูลเข้าไปโดยตรง

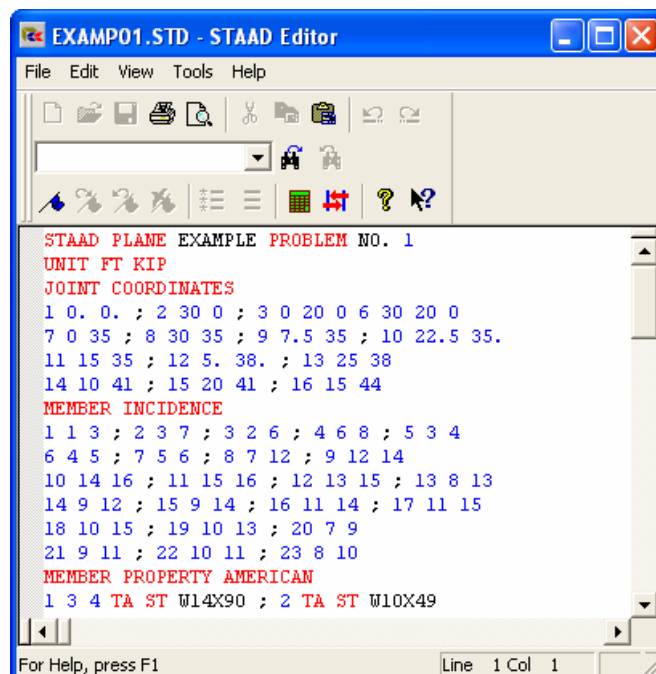
แม้ว่าการใช้ **GUI** จะมีความสะดวกสบายในการสร้างโมเดล แต่การเข้าใจภาษาคำสั่งโดยตรงของ **STAAD** ก็มีประโยชน์หลายประการ

- 1) **STAAD** เป็นซอฟต์แวร์ทางวิศวกรรมโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ ความรู้ภาษา **STAAD** จะมีประโยชน์มากต่อการใช้งานเครื่องมือช่วยทั้งหลายที่มีในโปรแกรม

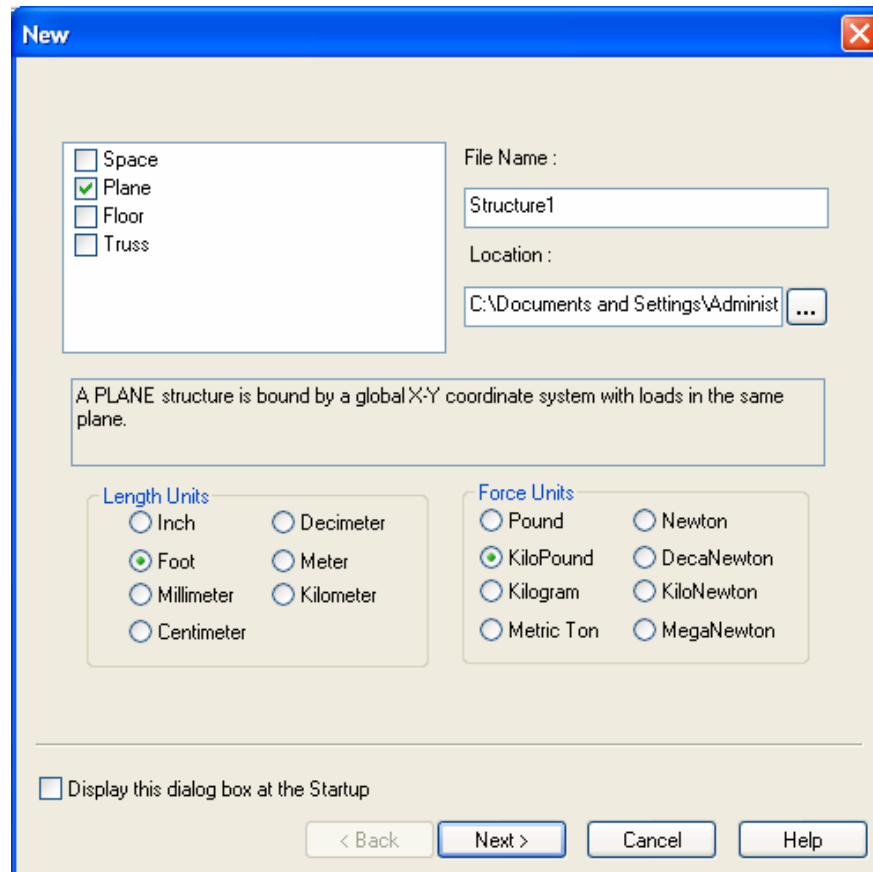
เราสามารถใช้ **GUI** สร้างไฟล์ข้อมูลของโครงสร้างที่ซับซ้อนได้ แต่ผู้ใ้ก็สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ถ้ารู้ภาษาคำสั่งและรูปแบบ

- 2) ไฟล์คำสั่งเป็นรูปแบบที่ผู้ใ้หรือคนอื่นสามารถตรวจสอบความถูกต้องของงานได้

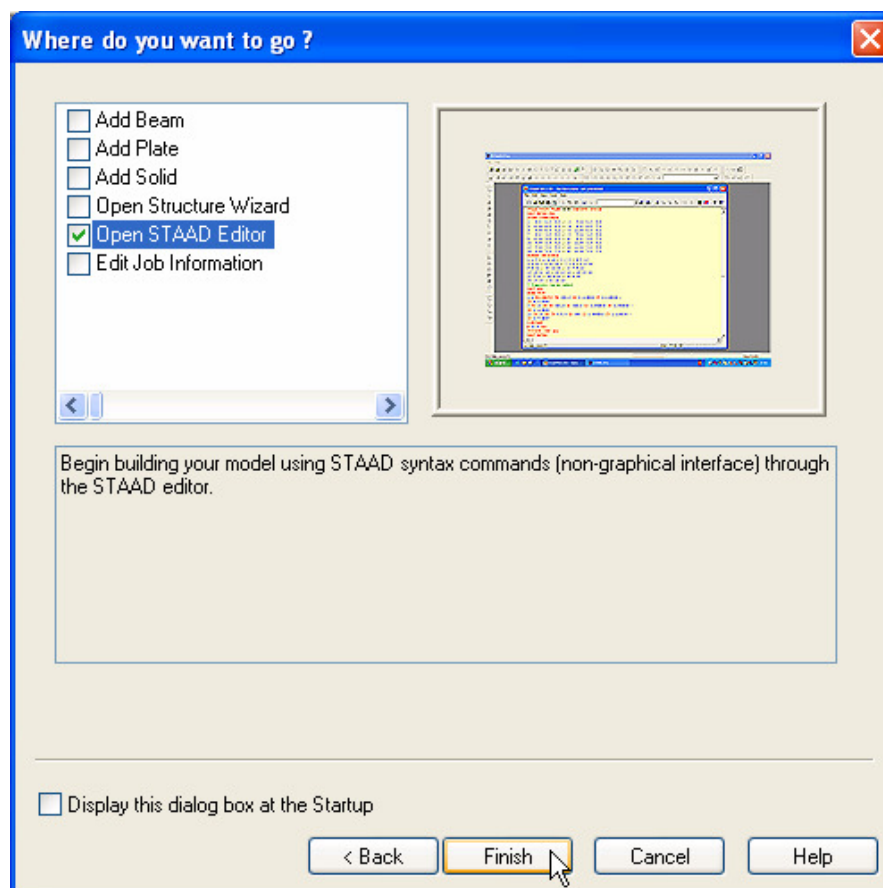
ขั้นตอนข้างล่างจะสร้างไฟล์ข้อมูลโดยใช้อิดิเตอร์ที่ติดมากับโปรแกรม **STAAD.Pro** ซึ่งเราอาจใช้อิดิเตอร์ทั่วไปเช่น **Notepad** หรือ **WordPad** ก็ได้ แต่ถ้าใช้ตัวที่ติดมากับโปรแกรมจะมีการตรวจสอบรูปแบบเมื่อเราพิมพ์คำสั่งเข้าไป โดยแสดงออกเป็นสีต่างๆตามชนิดของคำสั่ง ตัวเลข และข้อความ



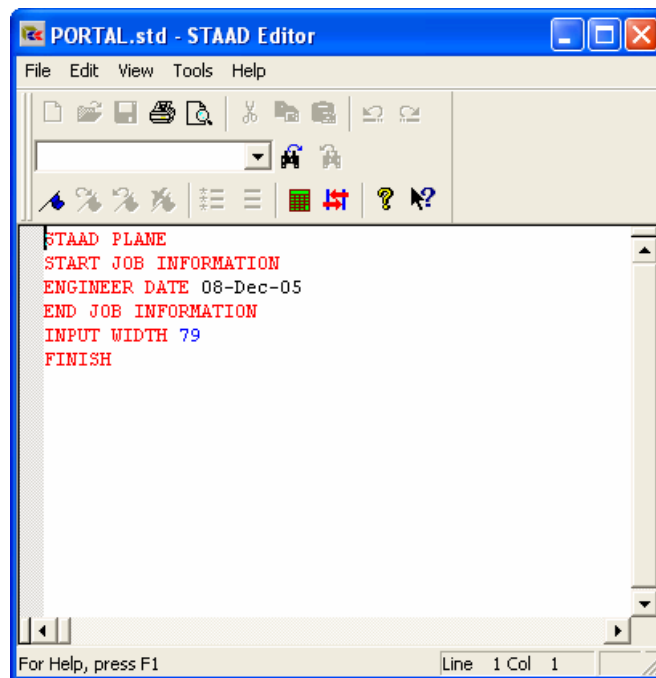
ในการเริ่มใช้อิดิเตอร์ตั้งแต่เริ่มต้นโปรแกรม ทำโดยเลือกเมนู **File > New**



ในหน้าจอต่อมาให้เลือก **Open STAAD Editor**



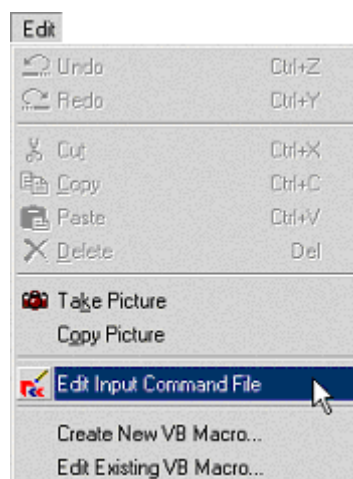
หน้าจออิเตอร์จะแสดงขึ้นม้างในรูปข้างล่าง



เราอาจพิมพ์คำสั่งในการสร้างโมเดลลงในอิเตอร์โดยตรง หรือใช้ **GUI** สร้างโมเดล โปรแกรมจะสร้างคำสั่งขึ้นมาเบื้องหลังโดยอัตโนมัติ โดยเราสามารถเรียกขึ้นมาดูได้ตลอดเวลาโดยคลิกเลือกไอคอนบนทูลบาร์



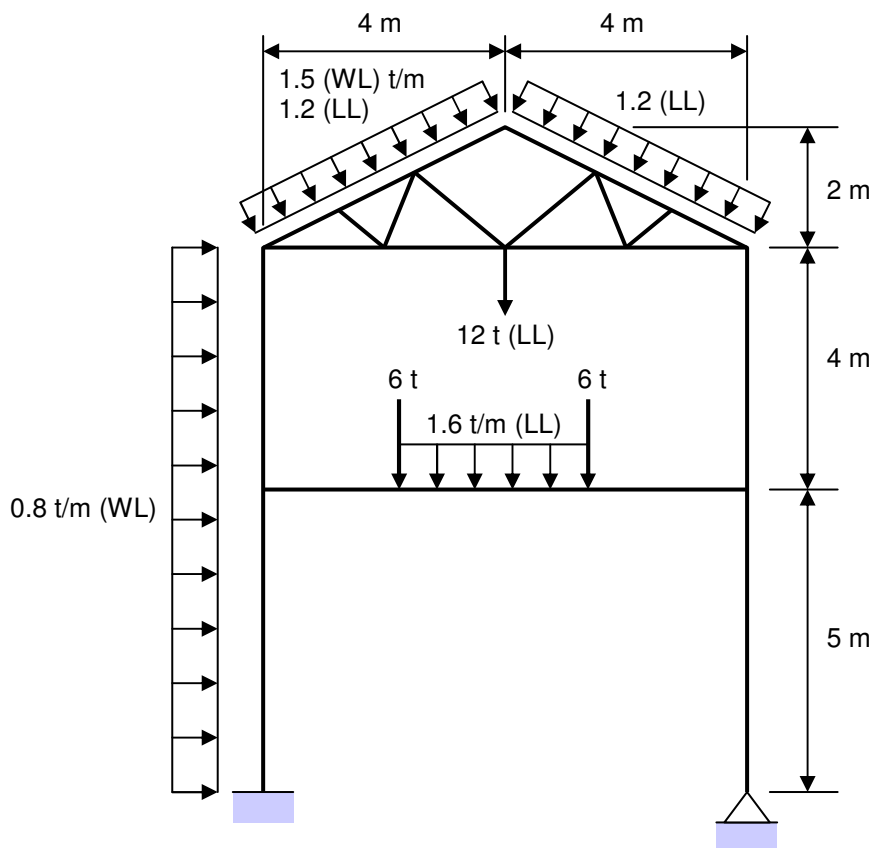
หรือเลือกจากเมนู **Edit > Edit Input Command File**



Example Problem 1:

Plane frame with steel design

หลังจากทำการวิเคราะห์ครั้งแรก จะทำการเลือกหน้าตัดของอาคาร และเมื่อขนาดของอาคารมีการเปลี่ยนแปลง จึงต้องทำการวิเคราะห์อีกครั้ง ตามด้วยการตรวจสอบมาตรฐานในขั้นสุดท้าย

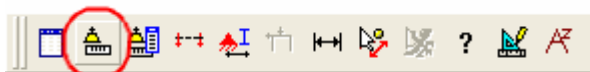


เมื่อเริ่มต้นโมเดลใหม่ไฟล์คำสั่งจะเริ่มต้นด้วย

STAAD PLANE

ทุกไฟล์คำสั่งจะเริ่มต้นด้วยคำว่า **STAAD** ส่วน **PLANE** จะเป็นชนิดโครงสร้างระนาบราบ ซึ่งข้อมูลพิกัดจะกำหนดตามแนวแกน **X** และแกน **Y**

กำหนดหน่วยที่จะใช้โดยคลิกไอคอนบนทูลบาร์ดังในรูปข้างล่าง หรือเลือกเมนู **Tools > Set Current Input Unit ...**



เลือกหน่วยความยาว **Meter** และหน่วยแรง **Metric Ton**

เริ่มต้นสร้างโมเดล โดยคลิกหน้าย่อย **Geometry > Beam** คลิกไอคอน **View From +Z** จากทูลบาร์

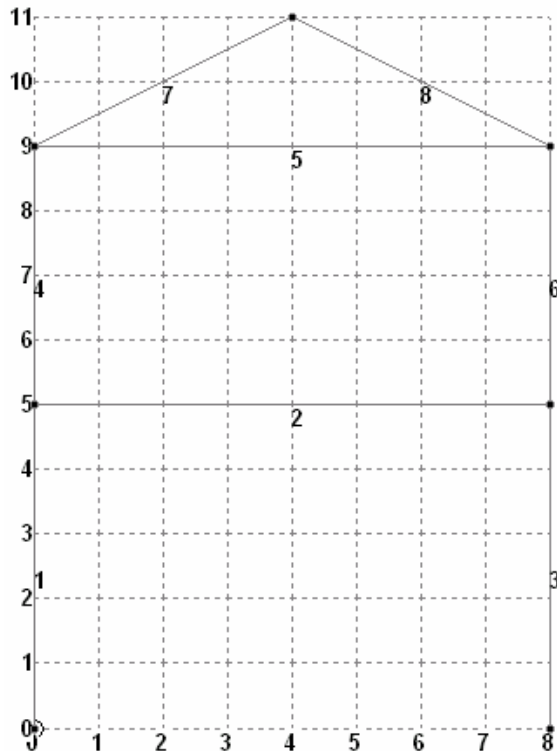


ในหน้าต่าง **Snap Node/Beam** กำหนด **Construction Lines**:

ในแนวแกน **X** : **Left = 0, Right = 8, Spacing 1 m**

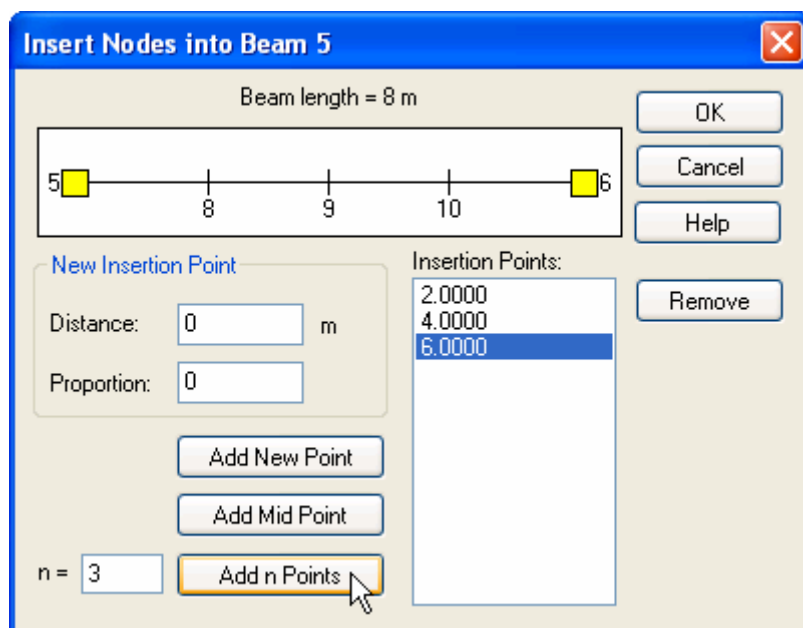
ในแนวแกน **Y** : **Left = 0, Right = 11, Spacing 1 m**

กดปุ่ม **Snap Node/Beam** แล้วเริ่มสร้างโมเดลโดยใช้เคอร์เซอร์ (กดปุ่ม **Ctrl** เมื่อต้องการเริ่มต้นจุดต่อใหม่)

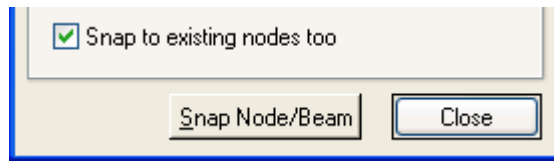


ในส่วนหลังคาซึ่งจะเป็นโครงถักจะเพิ่มองค์อาคาร ภายในองค์อาคาร **5, 7 และ 8**

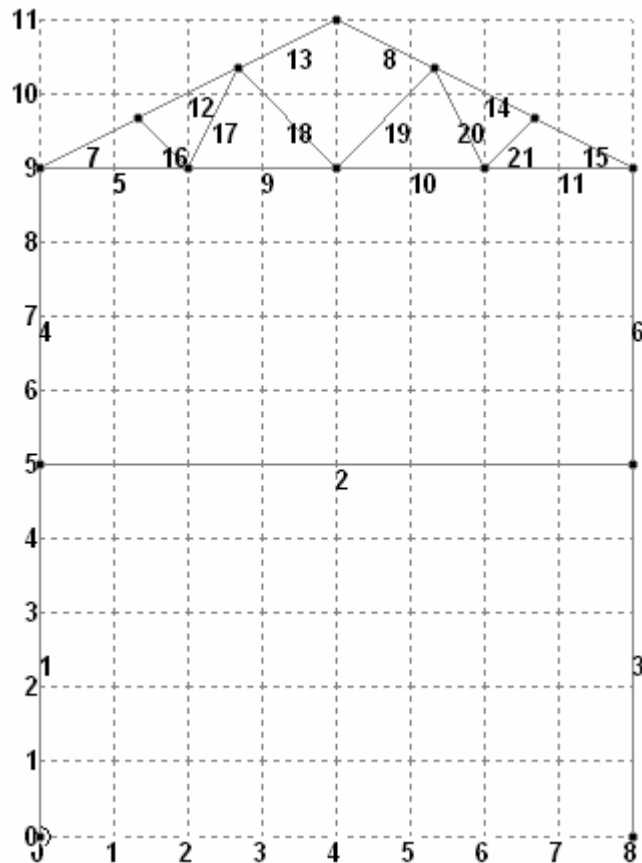
คลิกเลือกองค์อาคาร **5** เลือกเมนู **Geometry > Split Beam** แบ่งคานออกเป็น **4** ส่วนเท่าๆกัน ดังนั้นเลือก **Add n Points** โดยใส่ **n = 3** ดังในรูปข้างล่าง



ทำเช่นเดียวกันกับคานเบอร์ 7 และ 8 โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน ในหน้าต่าง **Snap Node/Beam** ให้คลิกช่อง **Snap to existing nodes too**



เพิ่มองค์อาคารโครงถักเพิ่มดังในรูปข้างล่าง



แบ่งคานหมายเลข 2 ออกเป็นสามส่วนเท่าๆกันเพื่อรองรับน้ำหนักบรรทุกที่ต่างกัน

เมื่อเปิดไฟล์คำสั่งจะพบข้อความเพิ่มดังนี้

UNIT METER MTON

JOINT COORDINATES

1 0 0 0; 2 0 5 0; 3 8 5 0; 4 8 0 0; 5 0 9 0; 6 8 9 0; 7 4 11 0; 8 2 9 0;

9 4 9 0; 10 6 9 0; 11 1.33333 9.66667 0; 12 2.66667 10.3333 0;

13 5.33333 10.3333 0; 14 6.66667 9.66667 0; 15 2.66667 5 0; 16 5.33333 5 0;

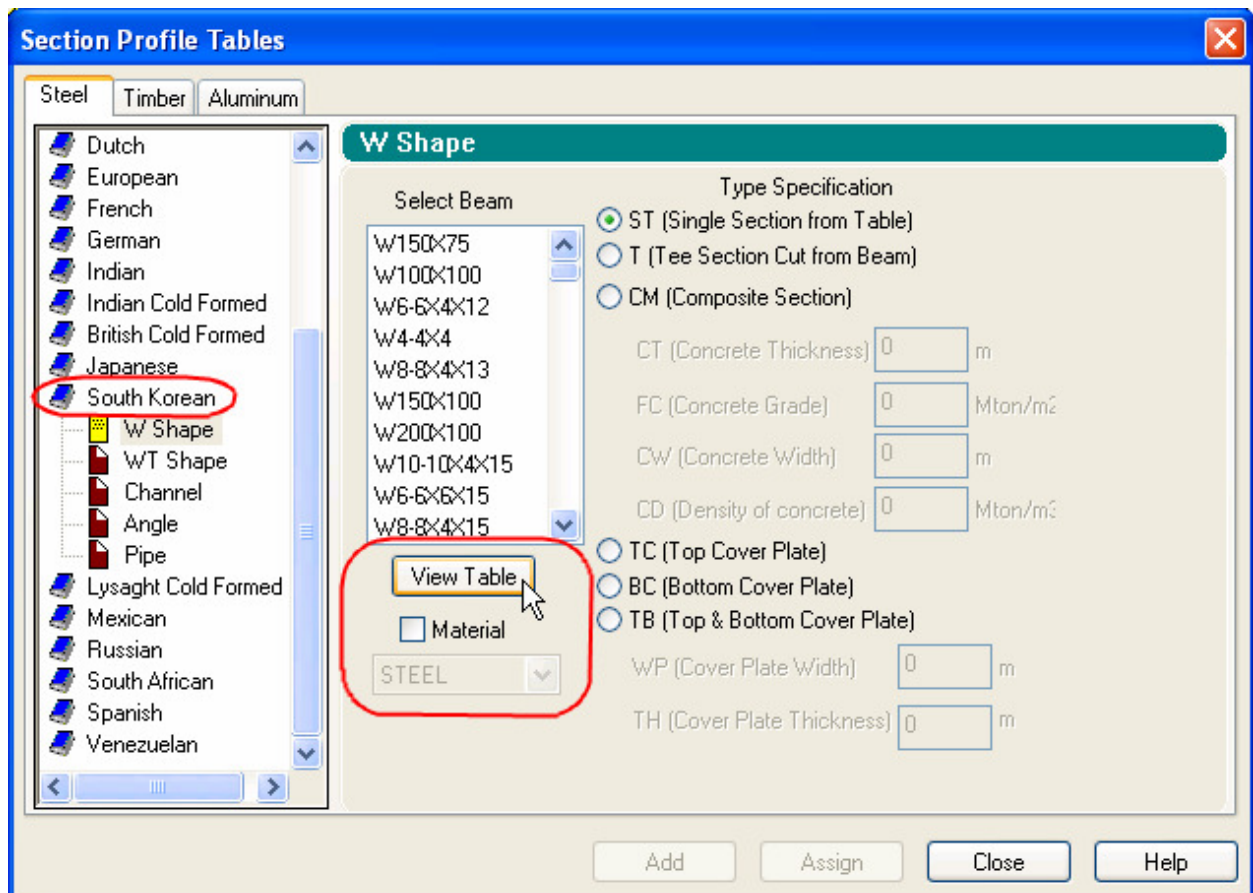
MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 2 15; 3 3 4; 4 2 5; 5 5 8; 6 6 3; 7 5 11; 8 7 13; 9 8 9; 10 9 10;

11 10 6; 12 11 12; 13 12 7; 14 13 14; 15 14 6; 16 11 8; 17 8 12; 18 12 9;

19 9 13; 20 13 10; 21 10 14; 22 15 16; 23 16 3;

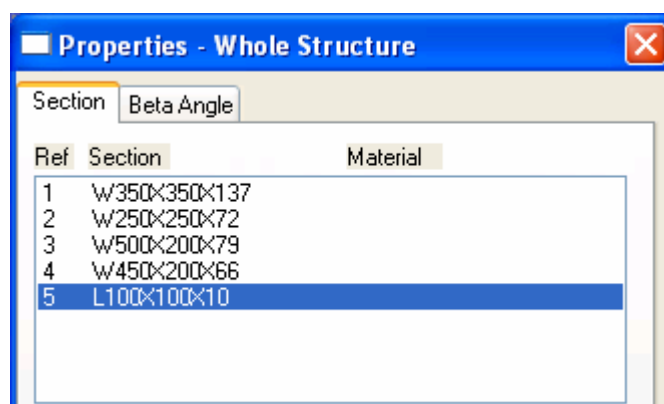
กำหนดหน้าตัดให้องค์อาคาร โดยเลือกจากตารางเหล็ก ทำโดยคลิกหน้าย่อย **General > Property** คลิกปุ่ม **Section Database** จากในหน้าต่าง **Properties – Whole Structure** ในตารางเหล็กที่แสดงขึ้นมาจะมีของประเทศต่างๆหลายประเทศแต่ไม่มีของไทย ให้เลือกตารางของ **South Korean** คลิกช่อง **Material** ออก กดปุ่ม **View Table** เพื่อแสดงตาราง



จากตารางที่แสดงขึ้นมาให้เลือกหน้าตัดดังนี้

W350X350X137 หมายถึงหน้าตัดสูง **350** มม. กว้าง **350** มม. น้หนัก **137** ก.ก./ม.

W250X250X72, W500X200X79, W450X200X66 และ L100X100X10



คลิกเลือก **Use Cursor To Assign** กำหนดหน้าตัดให้องค์อาคารดังนี้

Ref 1: 1, 3, 6 → เสา

Ref 2: 4 → เสา

Ref 3: 2, 22, 23 → คาน

Ref 4: 5, 7-13 → จันทันและข้อ

Ref 5: 16-21 → ท่อนยึดทแยง

ในไฟล์คำสั่งจะปรากฏข้อความ

MEMBER PROPERTY KOREAN

1 3 6 **TABLE ST W350X350X137**

4 **TABLE ST W250X250X72**

2 22 23 **TABLE ST W500X200X79**

5 7 **TO 15 TABLE ST W450X200X66**

16 **TO 21 TABLE ST L100X100X10**

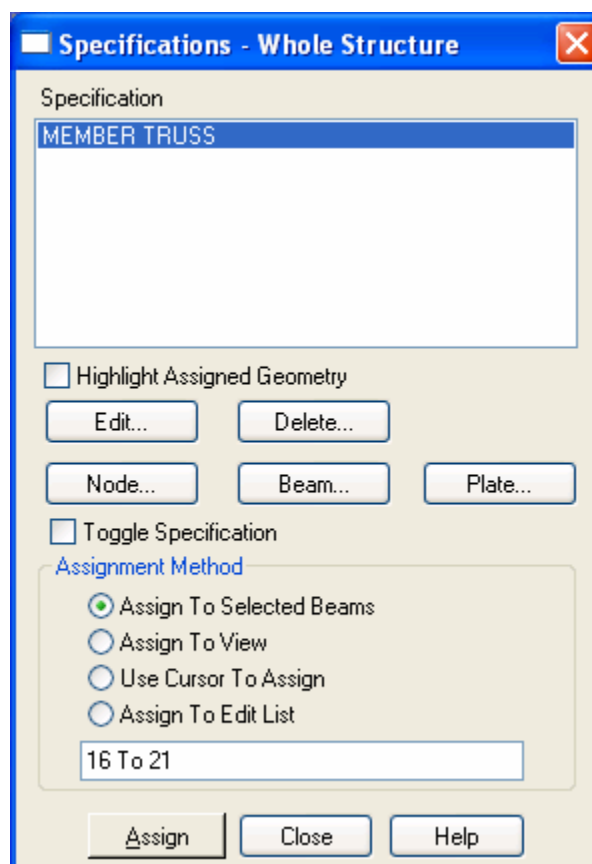
คุณสมบัติหน้าตัดจะมาจากตารางเหล็ก **ST** หมายถึงหน้าตัดเดียวมาตรฐาน

ต่อมาเราจะกำหนดให้ห้องค้ำอาคารที่ **16-21** เป็นโครงถัก นั่นคือรับเฉพาะแรงตามแนวแกน ไม่มีแรงเฉือนและโมเมนต์ ทำได้โดยเลือกองค์อาคารที่ต้องการโดยใช้เมาส์และกดปุ่ม **Ctrl** ค้างไว้

จากนั้นเลือกเมนู **Commands > Member Specifications > Truss...** หรือ

เลือกหน้าต่าง **General > Spec** แล้วคลิกปุ่ม **Beam...** ในหน้าจอ **Specifications – Whole Structure**

คลิกเลือกแถบ **Truss** แล้วกดปุ่ม **Add** จะปรากฏรายการ **MEMBER TRUSS** ในรายการ

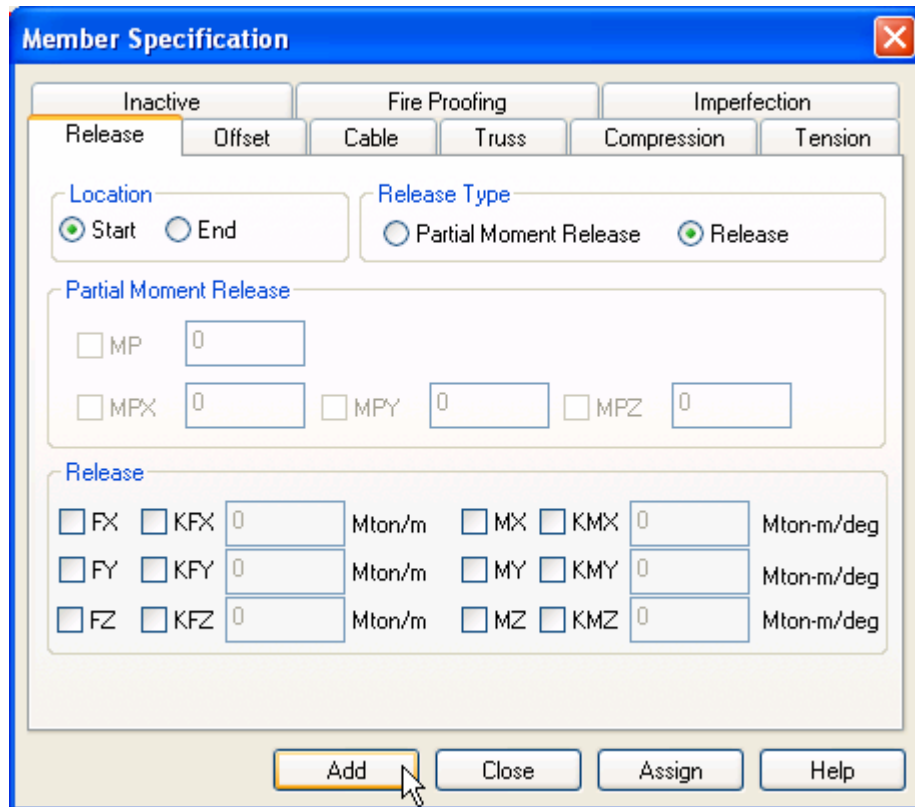


เลือกตัวเลือก **Assign To Selected Beams** แล้วกดปุ่ม **Assign** ในไฟล์คำสั่งจะมีรายการเพิ่มขึ้นคือ

MEMBER TRUSS

16 TO 21

องค์อาคารหมายเลข 2 จะเป็นจุดหมุนที่ปลายเริ่มต้น (**MZ released**) ทำเช่นเดิมคือเลือกองค์อาคาร 2 กดปุ่ม **Beam...** เลือกแถบ **Release** เลือกตำแหน่ง **Start** และโมเมนต์ **MZ** ดังในรูปข้างล่าง



คลิกปุ่ม **Add** แล้ว **Assign** เช่นเดิม จะปรากฏจุดหมุนขึ้นในรูปโมเดล ไฟล์คำสั่งจะมีรายการเพิ่มขึ้นคือ

MEMBER RELEASE

2 START

ต่อมาจะกำหนดคุณสมบัติวัสดุ โดยให้เปลี่ยนหน่วยความยาว **Tools > Set Current Input Unit...**

เปลี่ยนหน่วยความยาวจาก **Meter** เป็น **Centimeter** หน่วยแรงจาก **Metric Ton** เป็น **Kilogram**

เลือกหน้าย่อย **General > Material** กดปุ่ม **Create** แล้วใส่ข้อมูลดังนี้

Young's Modulus (E) : 2.05e6 kg/cm²

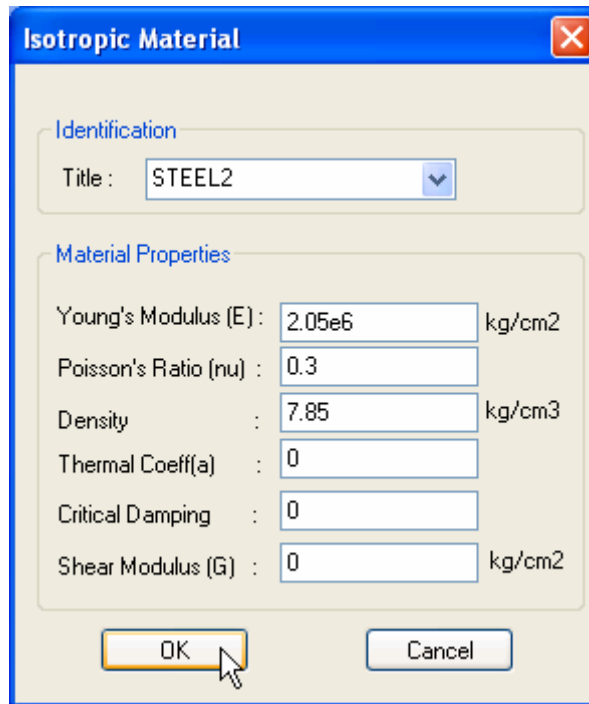
Poisson's Ratio (nu) : 0.3

Density : 7.85 kg/cm³

คลิกเลือก **Assign To View** แล้วกดปุ่ม **Assign** หรือ

เลือกเมนู **Command > Material Constants > Density...** ใส่ค่า 7.85

เลือกเมนู **Command > Material Constants > Elasticity...** ใส่ค่า 2.05e6



เลือกเมนู **Command > Material Constants > Poisson's ...** คลิกเลือก **STEEL**

ไฟล์คำสั่งจะมีรายการเพิ่มขึ้นคือ

UNIT CM KG

CONSTANTS

E 2.05e+006 MEMB 1 TO 23

DENSITY 7.85 MEMB 1 TO 23

POISSON STEEL MEMB 1 TO 23

กำหนดจุดรองรับโดยคลิกหน้าย่อย **General > Support** สร้างจุดรองรับแบบ **Fixed** ใส่จุดต่อหมายเลข **1** และแบบ **Pinned** ลงจุดต่อหมายเลข **4** รายการในไฟล์คำสั่งที่เพิ่มขึ้นมาคือ

SUPPORTS

1 FIXED

4 PINNED

สั่งให้โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลของบางองค์อาคาร เริ่มโดยคลิกเลือกองค์อาคาร **1, 2** และ **16** จากนั้นเลือกเมนู **Command > Pre Analysis Print > Member Information...**

คลิกเลือกองค์อาคาร **1, 2, 4, 5, 16** แล้วเลือกเมนู **Command > Pre Analysis Print > Member Properties...**

ไฟล์คำสั่งจะมีรายการเพิ่มขึ้นคือ

PRINT MEMBER INFORMATION LIST 1 2 16

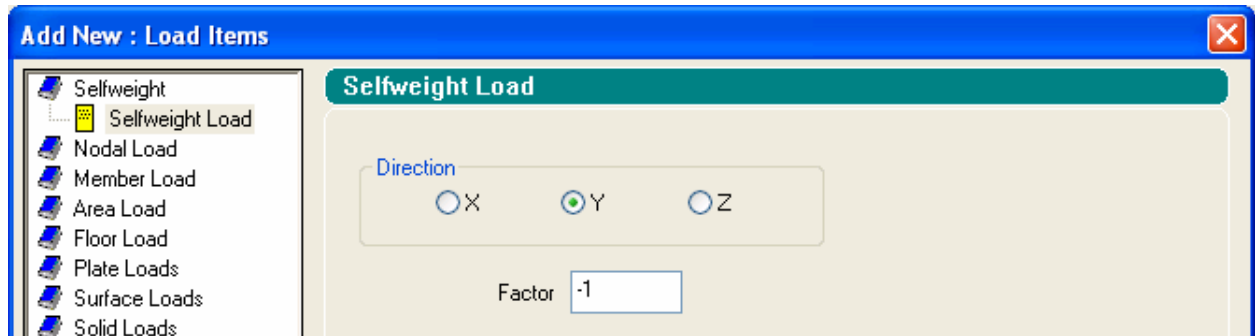
PRINT MEMBER PROPERTIES LIST 1 2 4 5 16

ต่อมาเป็นการกำหนดน้ำหนักบรรทุกโดยให้กรณีที่ **1** เป็นน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร ไปที่หน้าย่อย **General > Load** คลิกเลือก **Load Cases Details** แล้วกดปุ่ม **New...** เพื่อสร้างน้ำหนักบรรทุกใหม่

ในหน้าต่างที่แสดงขึ้นมาคลิกเลือกแถบ **Load Case** แล้วเลือก **Primary** ตั้งชื่อว่า **DEAD AND LIVE LOAD** คำสั่งที่ใช้ในไฟล์คำสั่งคือ

LOAD 1 LOADTYPE None TITLE DEAD AND LIVE LOAD

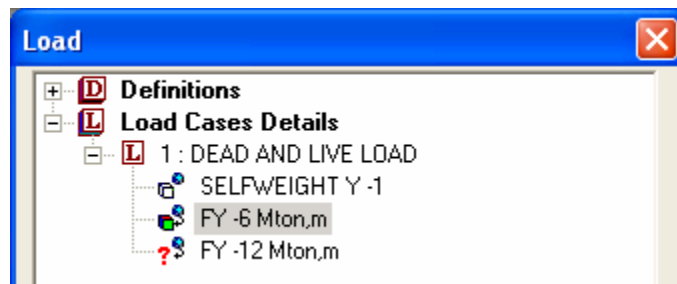
เราจะเริ่มใส่น้ำหนักตัวเองก่อน โดยคลิกเลือก **LOAD 1 : DEAD AND LIVE LOAD** ในรายการแล้วคลิกปุ่ม **Add...** เลือก **Selfweight Load Y -1** ดังในรูป



คำสั่งที่ใช้คือ

SELFWEIGHT Y -1

ต่อมาสร้าง **Nodal Load** เพิ่ม ใส่ **Fy = -6 ton** และอีกกรณี **Fy = -12 ton** ในรายการจะแสดงเป็น



กำหนด **FY -6** ให้จุดต่อ **15** และ **16** ส่วน **FY -12** กำหนดลงจุดต่อ คำสั่งที่ใช้คือ

JOINT LOAD

15 16 FY -6

9 FY -12

ต่อมาใส่น้ำหนักแผ่นองค้ออาคาร คำสั่งที่ใช้คือ

MEMBER LOAD

22 UNI GY -1.6

7 8 12 TO 15 UNI Y -1.2

สร้างน้ำหนักบรรทุกทุกกรณีที่ **2** คือลมพัดมาทางซ้าย คำสั่งที่ใช้คือ

LOAD 2 LOADTYPE None TITLE WIND FROM LEFT

MEMBER LOAD

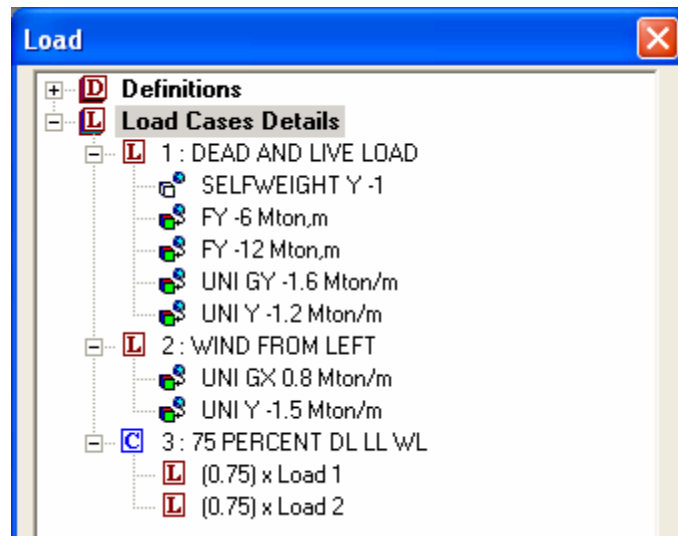
1 4 UNI GX 0.8

7 12 13 UNI Y -1.5

สร้างน้ำหนักบรรทุกรวม ใช้ **75%** ของกรณีที่ **1+2** คำสั่งที่ใช้คือ

LOAD COMB 3 75 PERCENT DL LL WL

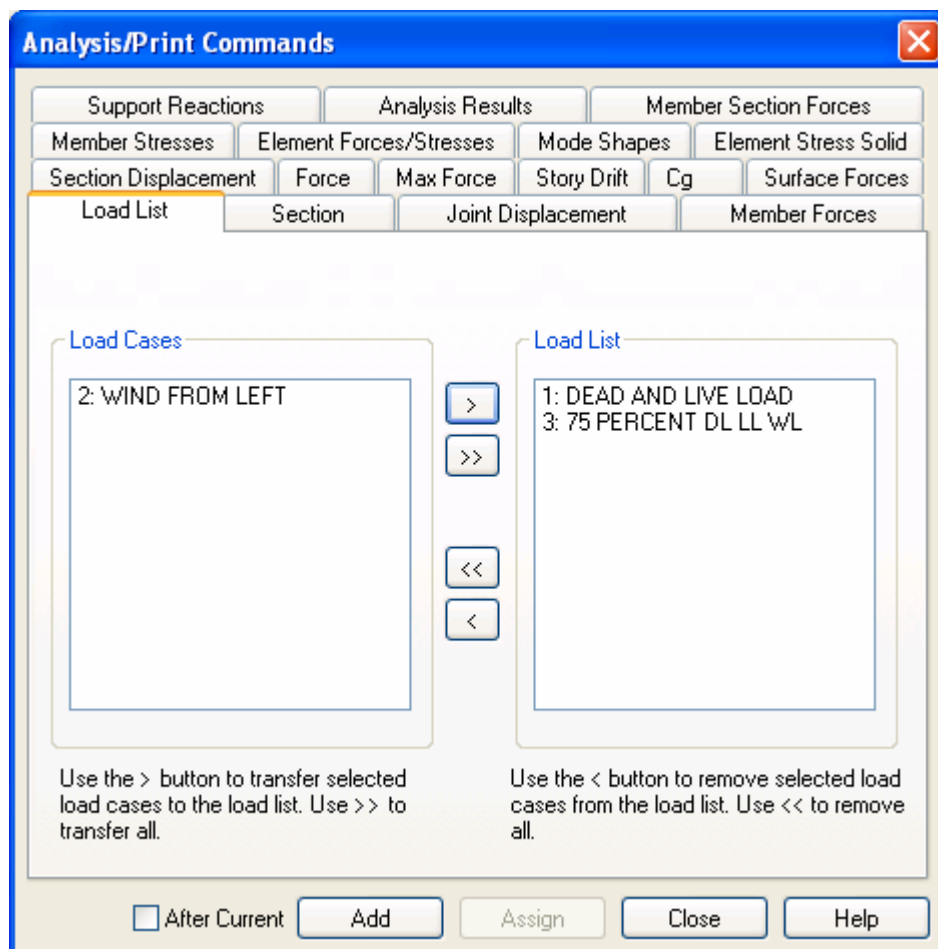
1 0.75 2 0.75



ให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ โดยใช้คำสั่ง

PERFORM ANALYSIS PRINT ALL

ตั้งให้กรณีน้ำหนักที่ **1** และ **3** ให้เอกทิฟ ให้ไปที่หน้าย่อย **Analysis/Print > Post-Print** คลิกปุ่ม **Define Command...** คลิกแถบ **Load List** เลือกกรณีที่ **1** และ **3** ดังในรูป



คำสั่งที่ใช้คือ

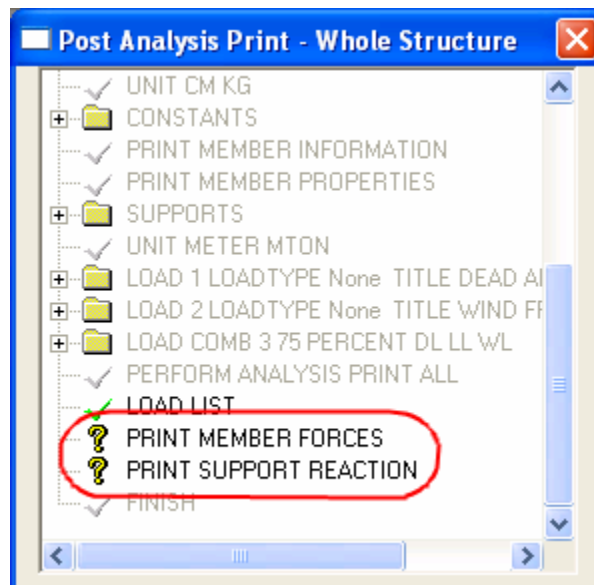
LOAD LIST 1 3

ต่อมาเราจะสั่งให้โปรแกรมพิมพ์ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้าง ซึ่งจะแสดงผลเฉพาะผลของน้ำหนักกรณีที่ **1** และ **3** ตามที่ได้กำหนดโดยคำสั่ง **LOAD LIST**

ไปที่หน้าย่อย **Analysis/Print > Post-Print** คลิกปุ่ม **Define Command...**

- คลิกแถบ **Member Forces** แล้วกดปุ่ม **Add**
- คลิกแถบ **Support Reactions** แล้วกดปุ่ม **Add**

ในหน้าต่าง **Post Analysis Print** จะปรากฏรายการขึ้นคือ



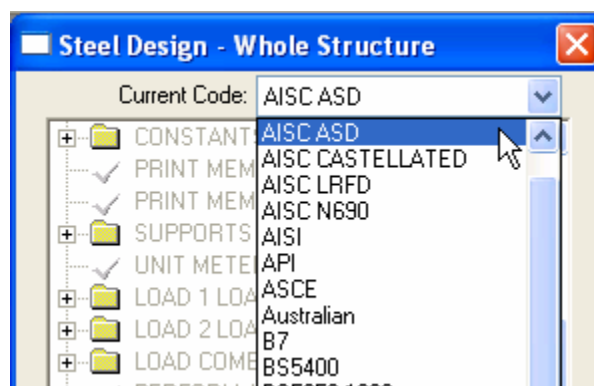
คลิกที่รายการ เลือก **Assign To View** แล้วกดปุ่ม **Assign**

คำสั่งที่ใช้คือ

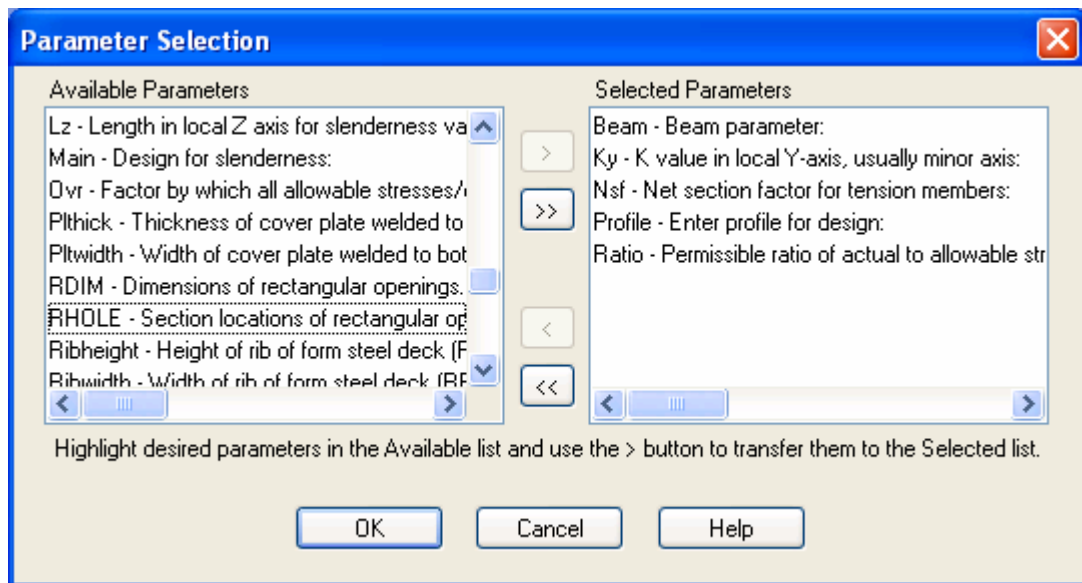
PRINT MEMBER FORCES LIST 1 TO 23

PRINT SUPPORT REACTION LIST 1 4

ต่อมาจะเป็นขั้นตอนการออกแบบ โดยจะเป็นโครงสร้างเหล็ก ตามมาตรฐาน **AISC** ขั้นตอนแรกคือการเริ่มกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ โดยไปที่หน้าย่อย **Design > Steel** ในหน้าต่าง **Steel Design** คลิกเลือก **AISC ASD**



คลิกปุ่ม **Select Parameters...** แล้วเลือกพารามิเตอร์ดังในรูปข้างล่าง



คลิกปุ่ม **Define Parameters...** หน้าต่างที่แสดงขึ้นมาจะมีรายการพารามิเตอร์ที่ได้เลือกไว้ให้กำหนดค่าดังนี้

BEAM = 1

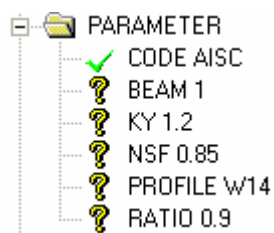
KY = 1.2

NSF = 0.85

PROFILE = W14

RATIO = 0.9

เมื่อทำเสร็จแล้วรายการจะแสดงขึ้นมาคือ



ที่หน้ารายการยังเป็นเครื่องหมายคำถามอยู่เพราะยังไม่ได้ **Assign** ให้องค์อาคาร ให้คลิกเลือกทีละรายการแล้ว **Assign** ให้องค์อาคารดังนี้

BEAM 1 → **Assign To View**

KY 1.2 → **Use Cursor To Assign** → **MEMBER 3, 6**

NSF 0.85 → **Assign To View**

PROFILE W14 → **Use Cursor To Assign** → **MEMBER 1, 3, 6**

RATIO 0.9 → **Assign To View**

คำสั่งที่ใช้คือ

PARAMETER

CODE AISC

BEAM 1 ALL

KY 1.2 MEMB 3 6

NSF 0.85 ALL

PROFILE W14 MEMB 1 3 6

RATIO 0.9 ALL

ต่อมาเราต้องการสั่งให้โปรแกรมออกแบบโดยเลือกหน้าตัดที่ประหยัดที่สุดมาใช้ ทำได้โดยคลิกปุ่ม

Commands... ในหน้าต่างที่แสดงขึ้นมาเลือกรายการ **SELECT** กดปุ่ม **Add** แล้ว **Assign To View** คำสั่งที่ใช้คือ

SELECT ALL

แม้ว่าโปรแกรมจะเลือกหน้าตัดที่ประหยัดที่สุดให้ทุกองค์อาคารก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติแล้วไม่ควรใช้หน้าต่างที่หลากหลายจนเกินไปในโครงสร้าง การจัดกลุ่มจะเลือกหน้าตัดที่ใหญ่ที่สุดในกลุ่มมาใช้กับทุกองค์อาคารในกลุ่ม ซึ่งถ้าไม่กำหนดจะใช้พื้นที่ในการเปรียบเทียบ ทำได้โดยการคลิกปุ่ม **Commands...**

เลือกรายการ **Group** แล้วคลิกปุ่ม **Add**

ในรายการจะแสดง ? **GROUP MEMB** ให้คลิกเลือกแล้ว **Assign** ให้องค์อาคาร **1 3 6** คำสั่งที่ใช้คือ

GROUP MEMB 1 3 6

ทำต่อสำหรับกลุ่มอื่นคือ

GROUP MEMB 2 22 23

GROUP MEMB 7 8 12 TO 15

GROUP MEMB 5 9 TO 11

GROUP MEMB 16 TO 21

เมื่อน้ำตัดถูกเลือกมาใหม่จะไม่เหมือนกับที่เคยใช้ในการวิเคราะห์เดิม ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์ใหม่อีกครั้ง

PERFORM ANALYSIS

พารามิเตอร์จะถูกตั้งค่าใหม่คือ

PARAMETER

BEAM 1.0 ALL

RATIO 1.0 ALL

TRACK 1.0 ALL

พารามิเตอร์ **TRACK** บอกให้โปรแกรมพิมพ์ผลการออกแบบที่มีความละเอียดในระดับปานกลาง

CHECK CODE ALL

คำสั่งข้างบน องค์อาคารที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่มีผลการคำนวณมีค่าสูงที่สุด จะถูกตรวจสอบว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่

STEEL TAKE OFF

คำสั่งข้างบนบอกให้โปรแกรมแสดงรายการปริมาณเหล็กหน้าตัดต่างๆที่ใช้

FINISH

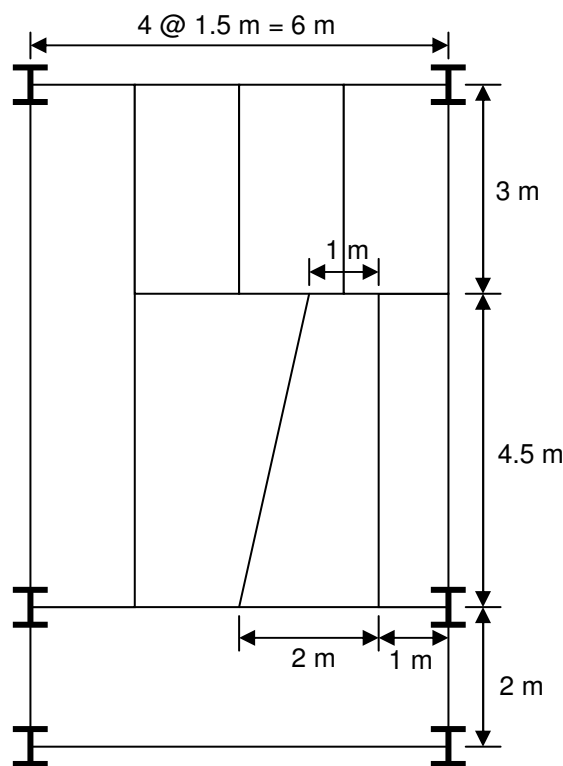
จบไฟล์คำสั่ง สั่ง **STAAD** รัน

Example Problem 2:

Area load generation on floor structure

โครงสร้างพื้น (อยู่ระหว่างแกน **X-Z**) ทำด้วยคานเหล็กรองรับน้ำหนักพื้นที่ ในตัวอย่างนี้จะแสดงการสร้างน้ำหนักบรรทุกกระจายแบบทางเดียว

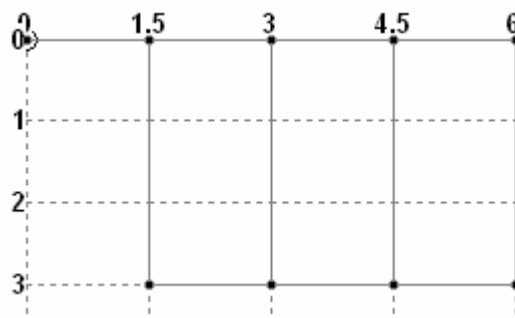
ในกรณีของน้ำหนักบรรทุกทุกเช่น น้ำหนักลงจุดต่อ และน้ำหนักลงองค์อาคาร ขนาดและทิศทางของน้ำหนักบรรทุกจะรู้ได้จากข้อมูลที่ใส่เข้าไป อย่างไรก็ตามในกรณีน้ำหนักลงพื้นที่นั้น จะต้องถูกแปลงเป็นน้ำหนักลงจุดต่อและคาน การคำนวณเพื่อแปลงน้ำหนักบรรทุกจะถูกทำระหว่างการวิเคราะห์ ดังนั้นน้ำหนักบรรทุกที่ถูกสร้างจากคำสั่ง **AREA LOAD** จะดูได้หลังการวิเคราะห์



เริ่มต้นโปรแกรม เลือกชนิดโครงสร้างเป็น **Floor** หน่วยความยาวเป็น **Meter** หน่วยแรงเป็น **Kilogram**

เลือกกระนาบ **X-Y** และมุมมอง **View From +Y**

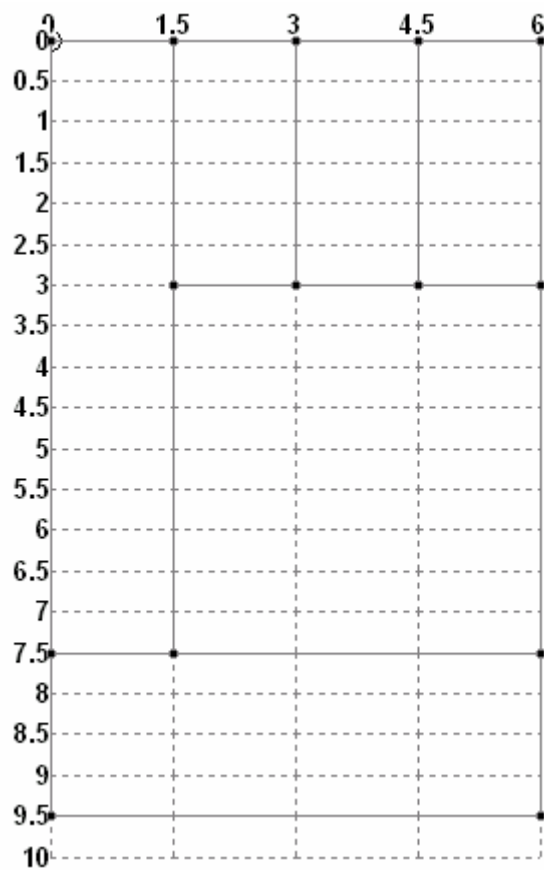
ตั้ง **construction line** แนว **X = 0, 4, 1.5** สร้างคานดังในรูป



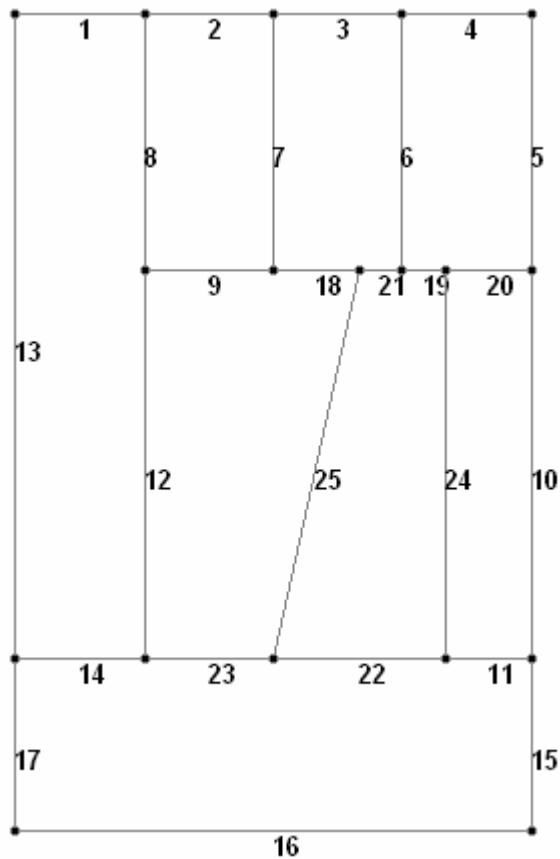
ตั้ง **cons. line** แนว **Z = 0, 7, 1.5** แล้วสร้างคานาดังในรูป



ตั้ง **cons. line** แนว **Z = 0, 20, 0.5** แล้วสร้างคานาดังในรูป



เลือกคานาเพื่อแบ่งช่วงแล้วสร้างคานาต่อจนได้ดังในรูป



ข้อมูลโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นมาคือ

UNIT METER KG

JOINT COORDINATES

1 0 0 0; 2 1.5 0 0; 3 3 0 0; 4 4.5 0 0; 5 6 0 0; 6 6 0 3; 7 4.5 0 3;
8 3 0 3; 9 1.5 0 3; 10 6 0 7.5; 11 1.5 0 7.5; 12 0 0 7.5; 13 6 0 9.5;
14 0 0 9.5; 15 5 0 3; 16 4 0 3; 17 5 0 7.5; 18 3 0 7.5;

MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 4 5; 5 5 6; 6 4 7; 7 3 8; 8 2 9; 9 9 8; 10 6 10;
11 10 17; 12 11 9; 13 1 12; 14 12 11; 15 10 13; 16 13 14; 17 14 12;
18 8 16; 19 7 15; 20 15 6; 21 16 7; 22 17 18; 23 18 11; 24 15 17;
25 16 18;

กำหนดหน้าตัด ไปหน้า **General > Property** คลิกปุ่ม **Section Database** เลือกหน้าตัด

MEMBER PROPERTY KOREAN

1 TO 25 TABLE ST W300X200X65

กำหนดค่าคงที่จากเมนู **Command > Material Constant**

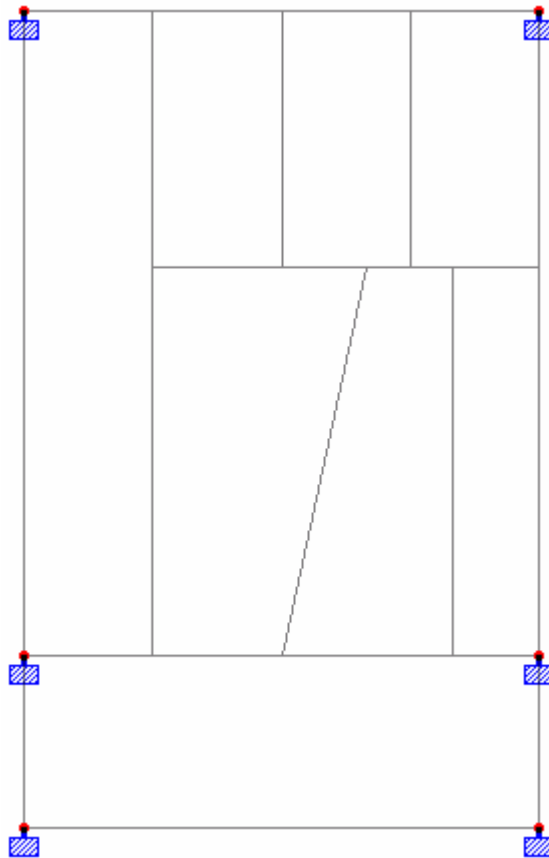
UNIT CM KG

CONSTANTS

E 2.05e+006 MEMB 1 TO 25

POISSON STEEL MEMB 1 TO 25

ใส่จุดรองรับที่ตำแหน่งเสา



SUPPORTS

1 5 10 12 TO 14 FIXED

สร้างน้ำหนักบรรทุกทุกกรณีที่ 1 โดยไปหน้า **General > Load** ตั้งชื่อว่า

LOAD 1 LOADTYPE None TITLE 800 KG PER SQM DL+LL

คลิกปุ่ม **Add...** เลือก **Area Load** จากรายการใส่ค่า **800 kg/m²** หรือ **0.08 kg/cm²** แล้ว **assign** ให้ทุกองค์อาคาร โดยโปรแกรมจะทำการแปลงให้เอง

AREA LOAD

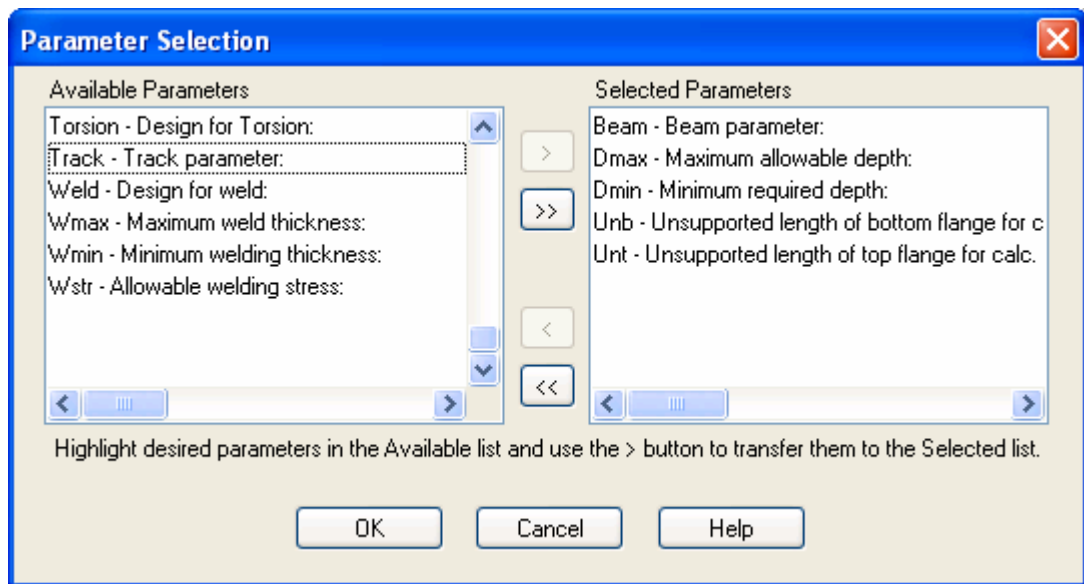
1 TO 25 **ALOAD 0.08**

สั่งโปรแกรมทำการคำนวณ

PERFORM ANALYSIS PRINT LOAD DATA

คำสั่ง **PRINT LOAD DATA** จะแสดงรายการของน้ำหนักบรรทุกลงในองค์อาคารที่ถูกสร้างจาก **AREA LOAD**

ไปหน้า **Design > Steel** เลือกพารามิเตอร์ดังในรูปข้างล่าง



กำหนดค่าดังนี้

PARAMETER

CODE AISC

BEAM 1 ALL

DMAX 50 ALL

UNT 30 ALL

UNB 30 ALL

คำสั่ง **PARAMETER** ใช้ในการกำหนดการออกแบบเหล็ก โดยเลือกใช้มาตรฐาน **AISC ASD** พารามิเตอร์ **BEAM** กำหนดให้ทำการคำนวณทุกๆระยะ **1/12** เท่าความยาวของค้ำอาคาร **DMAX** และ **DMIN** กำหนดค่าความลึกมากที่สุดและน้อยที่สุดขององค้ำอาคารที่จะเลือก **UNT** และ **UNB** คือความยาวปราศจากการยึดรั้งของปีกบนและปีกล่างเพื่อใช้ในการคำนวณหน่วยแรงดัดที่ข้อมให้

คลิกปุ่ม **Commands...** เลือกคำสั่ง **SELECT** กดปุ่ม **Add** เลือก **Assign** ให้องค้ำอาคารที่ต้องการ

SELECT MEMB 2 6 10 12 13 16 TO 18 23 TO 25

เป็นคำสั่งให้โปรแกรมเลือกหน้าตัดที่ประหยัดที่สุดจากตารางสำหรับองค้ำอาคารที่ถูกเลือก

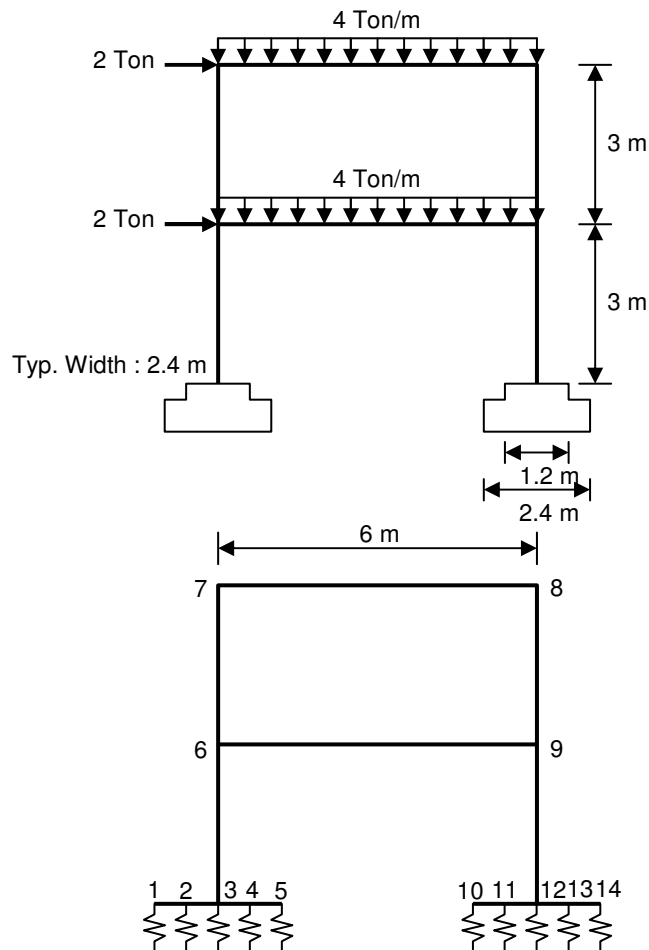
FINISH

คำสั่งให้โปรแกรมสิ้นสุดการทำงาน

Example Problem 3:

Soil springs for portal frame

โครงสร้างเหล็กตั้งอยู่บนฐานรากคอนกรีต พื้นดินจะถูกพิจารณาเป็นฐานรากอิลาสติก ค่าแรงปฏิกิริยาของดินหาได้จากค่าคงที่สปริงซึ่งคำนวณโดยการคูณแรงปฏิกิริยาด้วยพื้นที่รับแรงของสปริงแต่ละตัว



Soil subgrade reaction = 4,200 Ton/m³

Spring constant calculation:

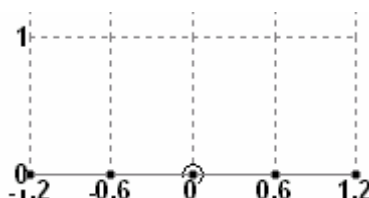
Spring of joint 1, 5, 10 & 14 = $2.4 \times 0.3 \times 4,200 = 3,024$ Ton/m

Spring of joint 2, 3, 4, 11, 12 & 13 = $2.4 \times 0.6 \times 4,200 = 6,048$ Ton/m

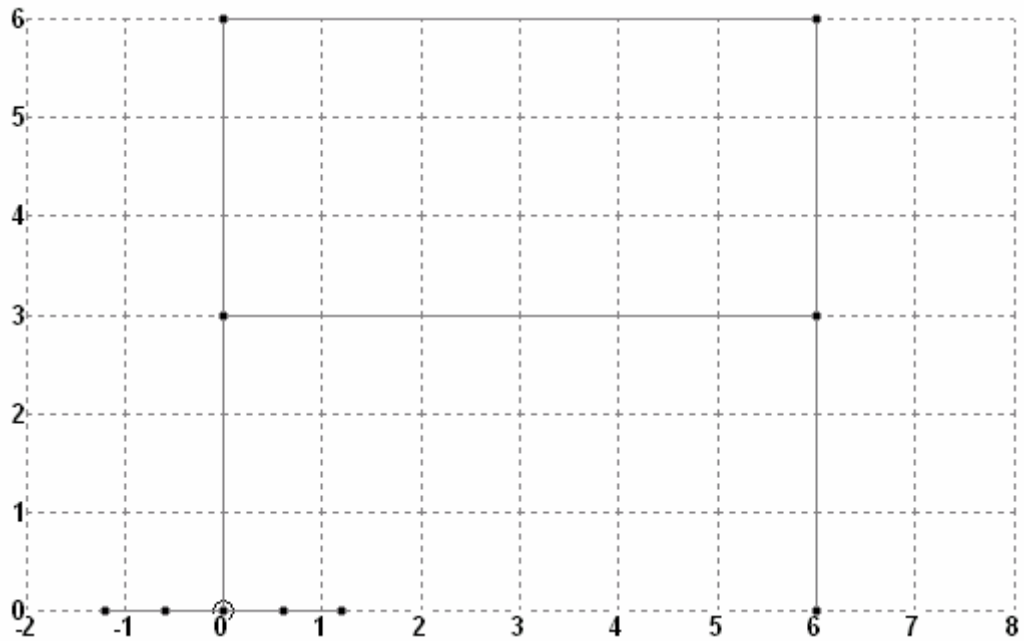
เริ่มต้นโปรแกรม เลือกชนิดโครงสร้างเป็น **Plane** หน่วยความยาวเป็น **Meter** หน่วยแรงเป็น **Metric Ton**

เลือกกระดาน **X-Y** และมุมมอง **View From +Z**

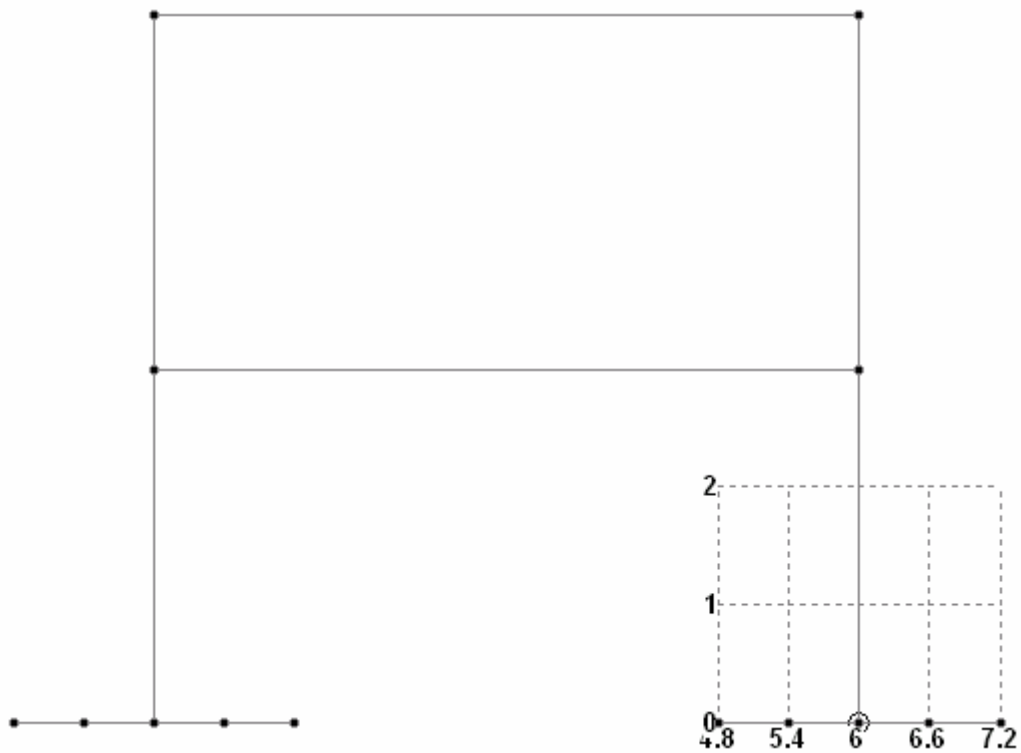
ตั้ง **construction line** แนว **X = 2, 2, 0.6** สร้างฐานรากดังในรูป



ตั้ง **cons. line** แนว **X = 2, 8, 1** แนว **Y = 0, 6, 1** แล้วสร้างโครงคั้งในรูป



ตั้ง **Grid origin X = 6**, **cons. line** แนว **X = 2, 2, 0.6** แนว **Y = 0, 2, 1** แล้วสร้างฐานรากในรูป

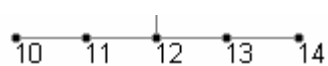


คลิกปุ่ม **Close** แล้วเลือก **Label** ให้แสดงหมายเลขจุดต่อ

คลิกเลือกจุดต่อของฐานรากข้างขวา



เลือกเมนู **Geometry > Renumber > Nodes...** เลือกเงื่อนไข **X-coor (ascending)** จะได้



ข้อมูลโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นมาคือ

UNIT METER KG

UNIT METER MTON

JOINT COORDINATES

1 -1.2 0 0; 2 -0.6 0 0; 3 0 0 0; 4 0.6 0 0; 5 1.2 0 0; 6 0 3 0; 7 0 6 0;

8 6 6 0; 9 6 3 0; 10 4.8 0 0; 11 5.4 0 0; 12 6 0 0; 13 6.6 0 0;

14 7.2 0 0;

MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 4 5; 5 3 6; 6 6 7; 7 7 8; 8 8 9; 9 9 12; 10 6 9;

11 10 11; 12 11 12; 13 12 13; 14 13 14;

กำหนดหน้าตัด ไปหน้า **General > Property** คลิกปุ่ม **Define...** เลือก **Rectangular** ใส่ค่า **YD** และ **ZD**

MEMBER PROPERTY

1 4 11 14 PRIS YD 0.3 ZD 2.4

2 3 12 13 PRIS YD 0.6 ZD 2.4

คลิกปุ่ม **Section Database** เลือกหน้าตัด

MEMBER PROPERTY KOREAN

5 6 8 9 TABLE ST W250X250X64

7 10 TABLE ST W300X150X36

เปลี่ยนหน่วยความยาวเป็น **Centimeter** หน่วยแรงเป็น **Kilogram**

UNIT CM KG

เลือกกองค่าการ **5, 6, 7, 8, 9, 10** แล้วกำหนดค่าคงที่จากเมนู **Command > Material Constant**

CONSTANTS

E 210000 MEMB 1 TO 4 11 TO 14

E 2.05e+006 MEMB 5 TO 10

DENSITY 7.85 MEMB 5 TO 10

DENSITY 2.4 MEMB 1 TO 4 11 TO 14

POISSON STEEL MEMB 5 TO 10

POISSON CONCRETE MEMB 1 TO 4 11 TO 14

ไปยังหน้า **General > Support** คลิกปุ่ม **Create** เลือกแถบ **Fixed But** แล้วใส่ค่าสติฟเนสในแนว **FY** ส่วนแนวอื่นอีกครั้งหมดยกเว้น **MZ**

ตรวจสอบโดยเลือกเมนู **View > Table**

EX3.std - Supports							
Fixed Pinned Fixed But Inclined Footing Mat Multilinear Spring							
Ref	Description	X kN/mm	Y kN/mm	Z kN/mm	rX kN-m/deg	rY kN-m/deg	rZ kN-m/deg
S2	Support 2	Restrained	29.655	Restrained	Restrained	Restrained	Free
S3	Support 3	Restrained	59.311	Restrained	Restrained	Restrained	Free

SUPPORTS

1 5 10 14 FIXED BUT MZ KFY 30240

2 TO 4 11 TO 13 FIXED BUT MZ KFY 60480

สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 1 โดยไปหน้า **General > Load** ตั้งชื่อว่า

LOAD 1 LOADTYPE None TITLE DEAD AND WIND LOAD COMBINED

คลิกปุ่ม **Add...** เลือก **Selfweight** ทิศทาง **Y -1**

SELFWEIGHT Y -1

ใส่แรงลมกระทำที่จุดต่อ

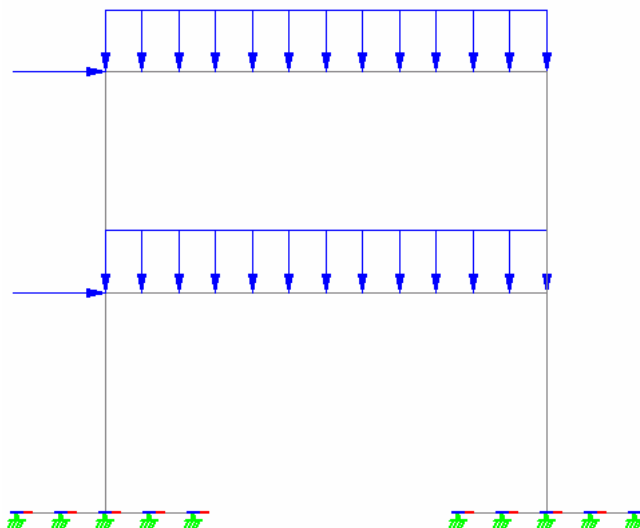
JOINT LOAD

6 7 FX 2000

ใส่น้ำหนักแผ่นคาน

MEMBER LOAD

7 10 UNI Y -40



ไปหน้าย่อย **Analysis/Print > Analysis** เลือก **No Print** คลิกปุ่ม **Add**

PERFORM ANALYSIS

ไปหน้าย่อย **Post-Print** คลิกปุ่ม **Define Commands...** คลิกแถบ **Analysis Results** แล้วกดปุ่ม **Add**

PRINT ANALYSIS RESULTS

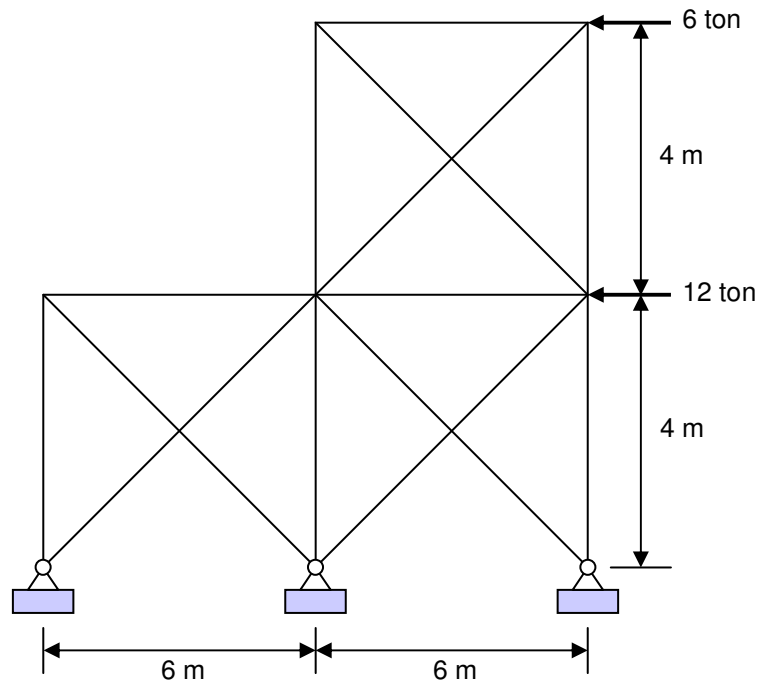
FINISH

คำสั่งให้โปรแกรมสิ้นสุดการทำงาน

Example Problem 4:

Inactive members in a braced frame

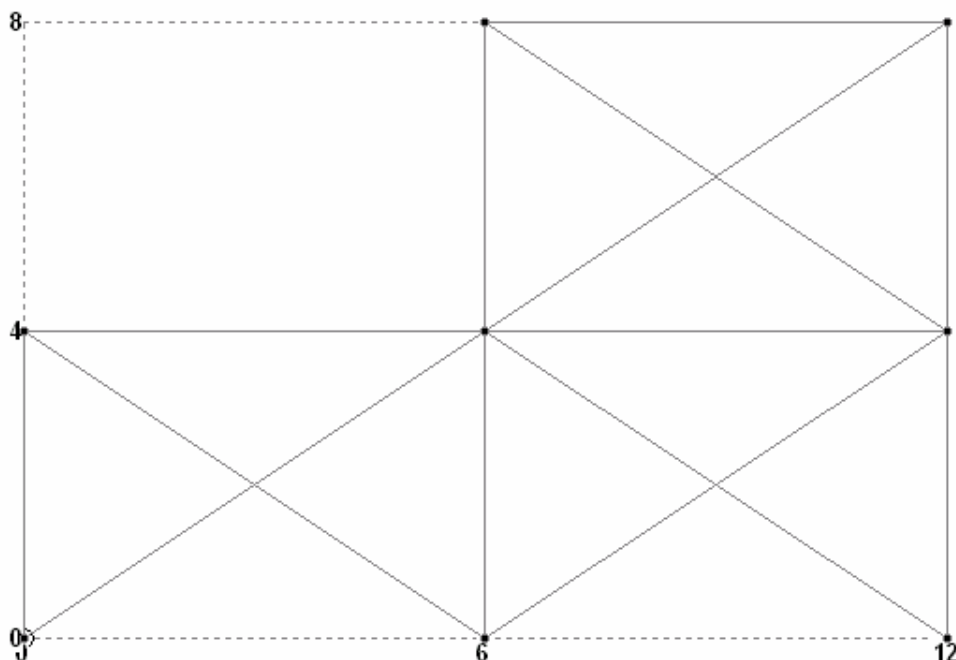
ในตัวอย่างนี้จะเป็นกรณีที่โครงสร้างมีการเปลี่ยนแปลงตามน้ำหนักบรรทุกทุกที่ที่กระทำ โครงหลักมีการขีดยาง ซึ่งองค์อาคารที่ขีดยางนั้นอาจไม่รับแรงในบางกรณี ในตัวอย่างนี้้องค์อาคารขีดยางจะไม่รับแรงอัด



เริ่มต้นโปรแกรม เลือกชนิดโครงสร้างเป็น **Plane** หน่วยความยาวเป็น **Meter** หน่วยแรงเป็น **Metric Ton**

เลือกกระนาบ **X-Y** และมุมมอง **View From +Z**

ตั้ง **construction line** แนว **X = 0, 2, 6** แนว **Y = 0, 2, 4** แล้วสร้างโครงดังในรูป



ข้อมูลโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นมาคือ

UNIT METER MTON

JOINT COORDINATES

1 0 0 0; 2 0 4 0; 3 6 0 0; 4 6 4 0; 5 6 8 0; 6 12 8 0; 7 12 4 0;

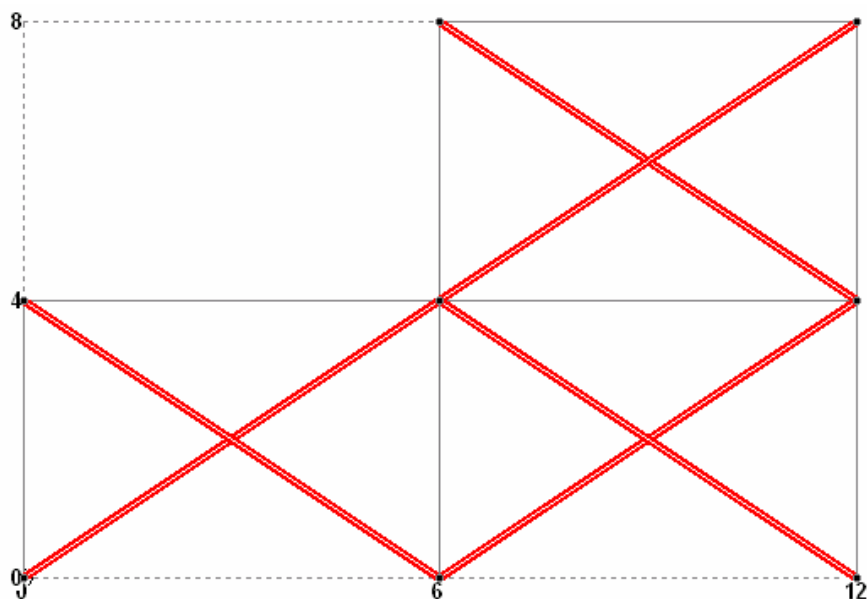
8 12 0 0;

MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 3 4; 3 4 5; 4 5 6; 5 6 7; 6 7 8; 7 2 4; 8 1 4; 9 3 2; 10 3 7;

11 8 4; 12 4 7; 13 7 5; 14 4 6;

ต่อมาเราจะกำหนดให้องค์อาคารยึดโยงเป็นโครงถัก เลือกองค์อาคารที่ต้องการโดยกดปุ่ม **Ctrl** ค้างไว้



จากนั้นเลือกเมนู **Commands > Member Specifications > Truss...** หรือ

เลือกหน้าย่อย **General > Spec** แล้วคลิกปุ่ม **Beam...** ในหน้าจอ **Specifications – Whole Structure**

คลิกเลือกแถบ **Truss** แล้วกดปุ่ม **Add** จะปรากฏรายการ **MEMBER TRUSS** ในรายการ

เลือกตัวเลือก **Assign To Selected Beams** แล้วกดปุ่ม **Assign** ในไฟล์คำสั่งจะมีรายการเพิ่มขึ้นคือ

MEMBER TRUSS

8 TO 11 13 14

กำหนดหน้าตัด ไปหน้า **General > Property** คลิกปุ่ม **Section Database** เลือกหน้าตัด

MEMBER PROPERTY AMERICAN

1 TO 3 5 6 TABLE ST W12X26 (เสา)

4 7 12 TABLE ST W18X35 (คาน)

8 TO 11 13 14 TABLE LD L50505 (องคอาคารยึดโยง)

ใช้หน้าตัดตามตาราง **American (AISC)** คำว่า **ST** ย่อมาจาก **standard single section** ส่วนคำว่า **LD** ย่อมาจาก **long leg back-to-back double angle** เนื่องจากระยะห่างระหว่างเหล็กฉากไม่ได้จัดเตรียมไว้ ดังนั้น จะถูกกำหนดค่าเป็น **0.0**

เลือกเมนู **Tools > Set Input Current Unit...** เปลี่ยนหน่วยเป็น

UNIT CM KG

แล้วกำหนดค่าคงที่จากเมนู **Command > Material Constant**

CONSTANTS

E 2.05e+006 MEMB 1 TO 14

POISSON STEEL MEMB 1 TO 14

คำสั่ง **CONSTANT** ใช้กำหนดคุณสมบัติวัสดุเช่น **E (modulus of elasticity), Poisson's ratio, etc** ใช้ค่าที่มีอยู่ในโปรแกรมของเหล็กสำหรับค่าหลัง

SUPPORTS

1 3 8 PINNED

กำหนดจุดรองรับแบบหมุดให้กับจุดต่อ **1, 3 และ 8**

ต่อมาเราจะกำหนดให้องค์อาคารยึดโยงเป็นแบบ **inactive** โดยคลิกเลือกองค์อาคารที่ต้องการก่อน

เลือกเมนู **Commands > Member Specifications > Inactive...** หรือ

ไปที่หน้าย่อย **General > Spec** คลิกปุ่ม **Beam...** ในหน้าต่าง **Specification** ทางด้านขวาของหน้าจอ

เมื่อหน้าต่างใหม่เปิดขึ้นมาให้เลือกแถบ **Inactive** แล้วคลิกปุ่ม **Add** เลือกวิธี **Assign To Selected Beam** แล้วกดปุ่ม **Assign** จะมีคำสั่งเพิ่มขึ้นคือ

INACTIVE MEMBER 8 TO 11 13 14

ค่าสถิติในสขององค์อาคารที่ถูกเลือกจะไม่ถูกนำมาคิดในการคำนวณ จนกว่าจะถูกสั่งให้แยกที่ฟอีกครั้ง

เลือกเมนู **Tools > Set Input Current Unit...** เปลี่ยนหน่วยเป็น

UNIT METER MTON

สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ **1** โดยไปหน้า **General > Load** ตั้งชื่อว่า

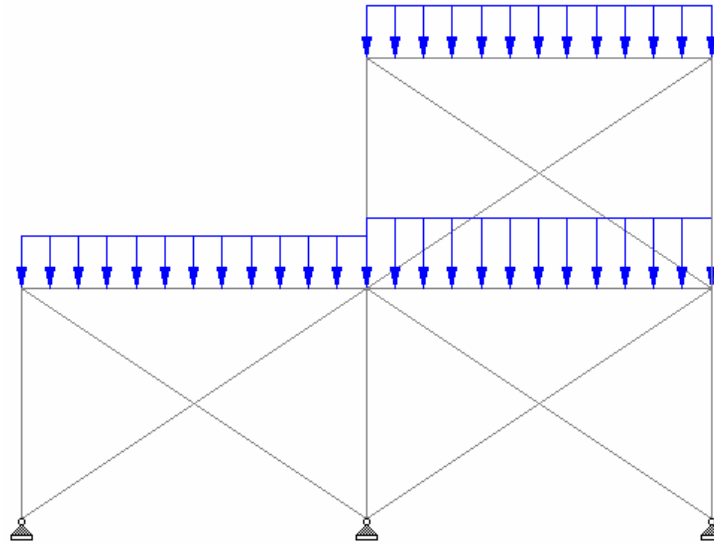
LOAD 1 DEAD AND LIVE LOAD

คลิกปุ่ม **Add...** เลือก **Member Load > Uniform Force** ทิศทาง **Y -1**

MEMBER LOAD

4 7 UNI GY -1.5

12 UNI GY -2



สั่งโปรแกรมทำการวิเคราะห์ โดยไปหน้า **Analysis/Print > Analysis**

เลือก **No Print Option** คลิกปุ่ม **Add**

PERFORM ANALYSIS

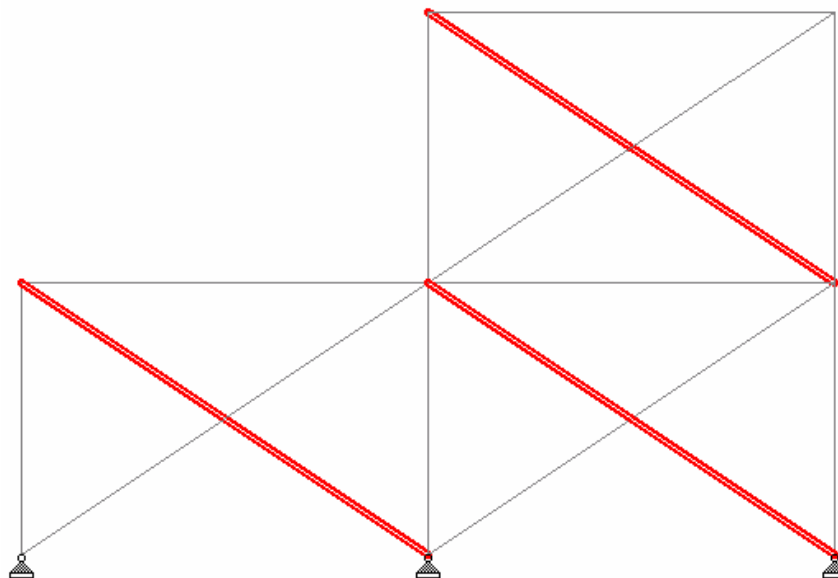
นั่นคือเราทำการวิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกทุกในแนวดิ่งโดยไม่คำนึงถึงองค์อาคารชิด โยง

ต่อมาคลิกปุ่ม **Define Commands...** เลือกแถบ **Change** แล้วคลิกปุ่ม **Add**

CHANGE

คำสั่งนี้จะทำให้องค์อาคารที่ถูก **Inactive** ไปก่อนหน้านี้ กลับมามีสภาพเหมือนเดิม

คราวนี้เลือกองค์อาคารดังในรูปข้างล่างแล้วสั่งให้ **Inactive**



INACTIVE MEMBER 9 11 13

สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 2 เป็นแรงลมจากทางด้านซ้าย

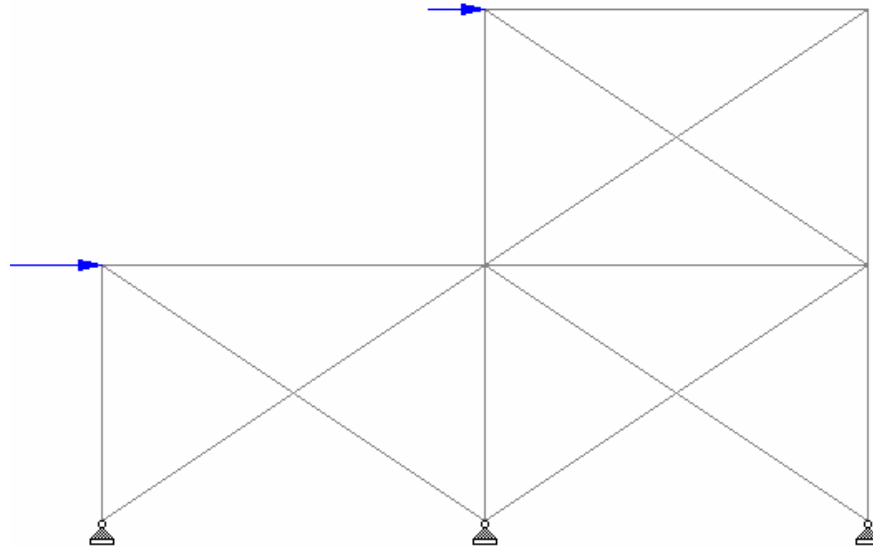
LOAD 2 WIND FROM LEFT

ใส่แรงลมกระทำที่จุดต่อ

JOINT LOAD

5 FX 6

2 FX 12



สั่งโปรแกรมทำการวิเคราะห์ โดยไปหน้า **Analysis/Print > Analysis**

เลือก **No Print Option** คลิกปุ่ม **Add**

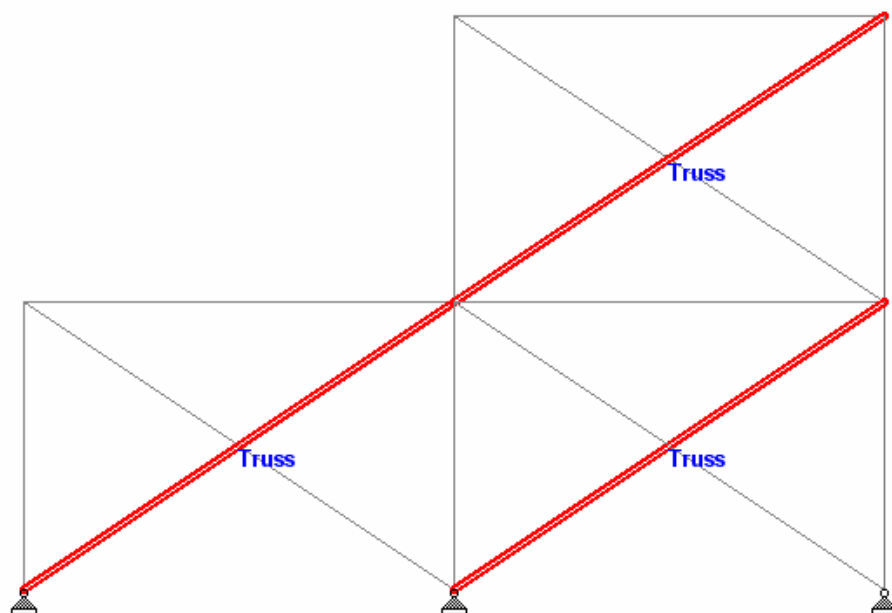
PERFORM ANALYSIS

ต่อมาคลิกแถบ **Change** แล้วคลิกปุ่ม **Add**

CHANGE

คราวนี้เลือกองค์อาคารดังในรูปข้างล่างแล้วสั่งให้ **Inactive**

INACTIVE MEMBER 8 10 14



สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 2 เป็นแรงลมจากทางด้านขวา

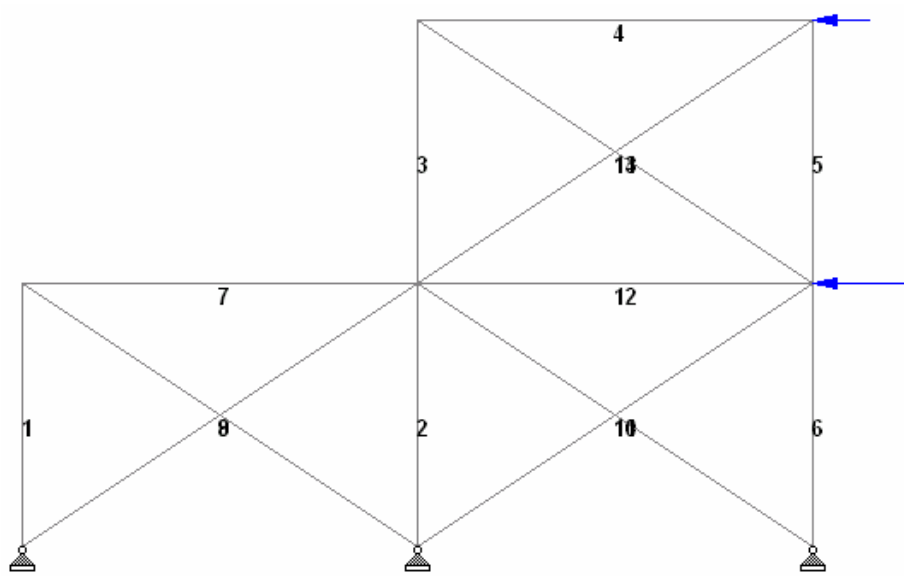
LOAD 3 WIND FROM RIGHT

ใส่แรงลมกระทำที่จุดต่อ

JOINT LOAD

6 FX -6

7 FX -12



สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 4 และ 5 เป็นแบบ **Combination** ระหว่างกรณี 1 กับ 2 และ 1 กับ 3 ดังนี้

LOAD COMB 4 COMBINATION LOAD CASE 4

1 0.75 2 0.75

LOAD COMB 5 COMBINATION LOAD CASE 5

1 0.75 3 0.75

PERFORM ANALYSIS

CHANGE

ไปหน้าย่อย **Post-Print** คลิกปุ่ม **Define Commands...**

คลิกแถบ **Load List** เลือกทุกกรณีน้ำหนักบรรทุกทุก คลิกปุ่ม **Add**

คลิกแถบ **Member Forces** กดปุ่ม **Add** แล้วกดปุ่ม **Close**

คลิกเลือกรายการ **PRINT MEMBER FORCES** แล้ว **assign to view**

LOAD LIST ALL

PRINT MEMBER FORCES LIST 1 TO 14

ต่อมาเราจะทำการออกแบบสิ่ง

LOAD LIST 1 4 5

ไปหน้า **Design > Steel** เลือกมาตรฐาน **AISC ASD**

PARAMETER

CODE AISC

BEAM 1 ALL

KY 0.5 ALL

UNB 4 ALL

UNT 4 ALL

จากนั้น

CHECK CODE ALL

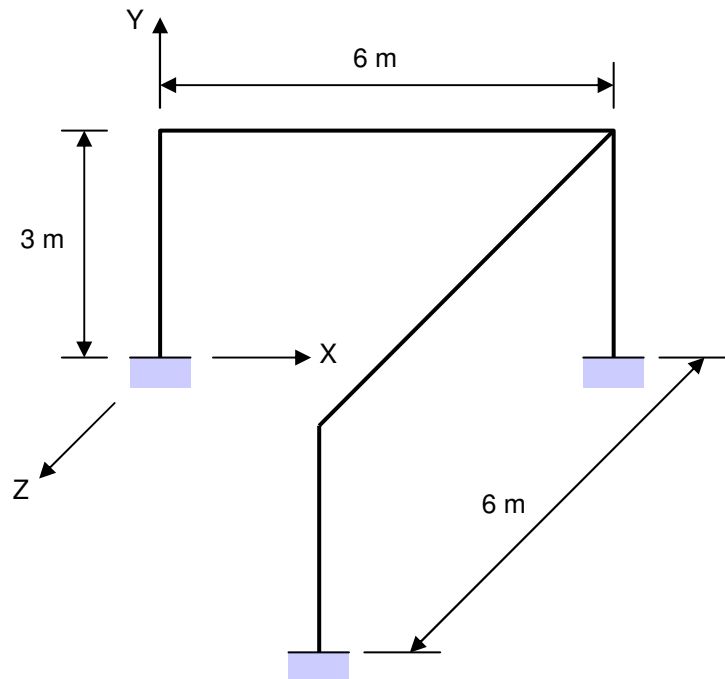
FINISH

คำสั่งให้โปรแกรมสิ้นสุดการทำงาน

Example Problem 5:

Support settlement on a portal frame

ในตัวอย่างนี้จะสาธิตกรณีจุดรองรับมีการเคลื่อนตัวในโครงสามมิติ



เริ่มต้นโปรแกรม เลือกชนิดโครงสร้างเป็น **Space** หน่วยความยาวเป็น **Meter** หน่วยแรงเป็น **Metric Ton**

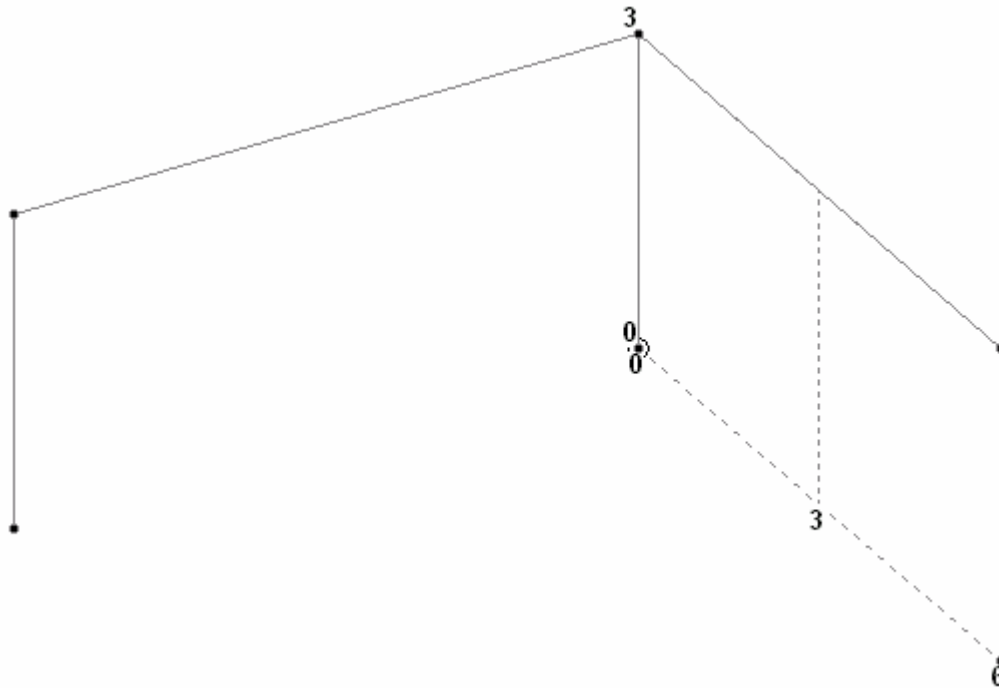
เลือกระนาบ **X-Y** และมุมมอง **View From +Z**

ตั้ง **construction line** แนว **X = 0, 2, 3** แนว **Y = 0, 1, 3** แล้วสร้างโครงดังในรูป



เลือกมุมมอง **Isometric View** ระนาบ **Y-Z** และ **Grid Origin(m): X, Y, Z = 6, 0, 0**

ตั้ง **construction line** แนว **Y = 0, 1, 3** แนว **X = 0, 2, 3** แล้วสร้างโครงดังในรูป



ข้อมูลโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นมาคือ

UNIT METER MTON

JOINT COORDINATES

1 0 0 0; 2 0 3 0; 3 6 3 0; 4 6 0 0; 5 6 3 6; 6 6 0 6;

MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 3 5; 5 5 6;

เปลี่ยนหน่วยความยาวเป็น **Centimeter**

กำหนดหน้าต่างดู ไปหน้า **General > Property** คลิกปุ่ม **Define...** เลือก **General** ใส่ค่าดังนี้

Property

General

AX: 60 cm2 IX: 400 cm4 YD: 0 cm

AY: 0 cm2 IY: 12000 cm4 ZD: 0 cm

AZ: 0 cm2 IZ: 12000 cm4 YB: 0 cm

ZB: 0 cm

☐ Material

CONCRETE

Add Assign Close Help

เลือก **Assign To View** แล้วคลิกปุ่ม **Assign** จะได้

UNIT CM MTON

MEMBER PROPERTY

1 TO 5 PRIS AX 60 IX 400 IY 12000 IZ 12000

เลือกเมนู **Tools > Set Input Current Unit...** เปลี่ยนหน่วยเป็น

UNIT CM KG

แล้วกำหนดค่าคงที่จากเมนู **Command > Material Constant**

CONSTANTS

E 2.05e+006 MEMB 1 TO 5

POISSON STEEL MEMB 1 TO 5

คำสั่ง **CONSTANT** ใช้กำหนดคุณสมบัติวัสดุเช่น **E (modulus of elasticity), Poisson's ratio, etc** ใช้ค่าที่มีอยู่ในโปรแกรมของเหล็กสำหรับค่าหลัง

SUPPORTS

1 4 6 FIXED

กำหนดจุดรองรับแบบหมุนให้กับจุดต่อ **1, 4 และ 6**

สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ **1** โดยไปหน้า **General > Load** ตั้งชื่อว่า

LOAD 1 SINKING SUPPORT

คลิกปุ่ม **Add...** เลือก **Nodal Load > Support Displacement** ใส่ค่า **-1 cm** ทิศทาง **FY** คลิกปุ่ม **Add Assign** ให้จุดต่อ **4**

SUPPORT DISPLACEMENT LOAD

4 FY -1

สั่งโปรแกรมทำการวิเคราะห์ โดยไปหน้า **Analysis/Print > Analysis**

เลือก **No Print Option** คลิกปุ่ม **Add**

PERFORM ANALYSIS

ไปหน้าย่อย **Post-Print** คลิกปุ่ม **Define Commands...**

คลิกแถบ **Analysis Results** คลิกปุ่ม **Add**

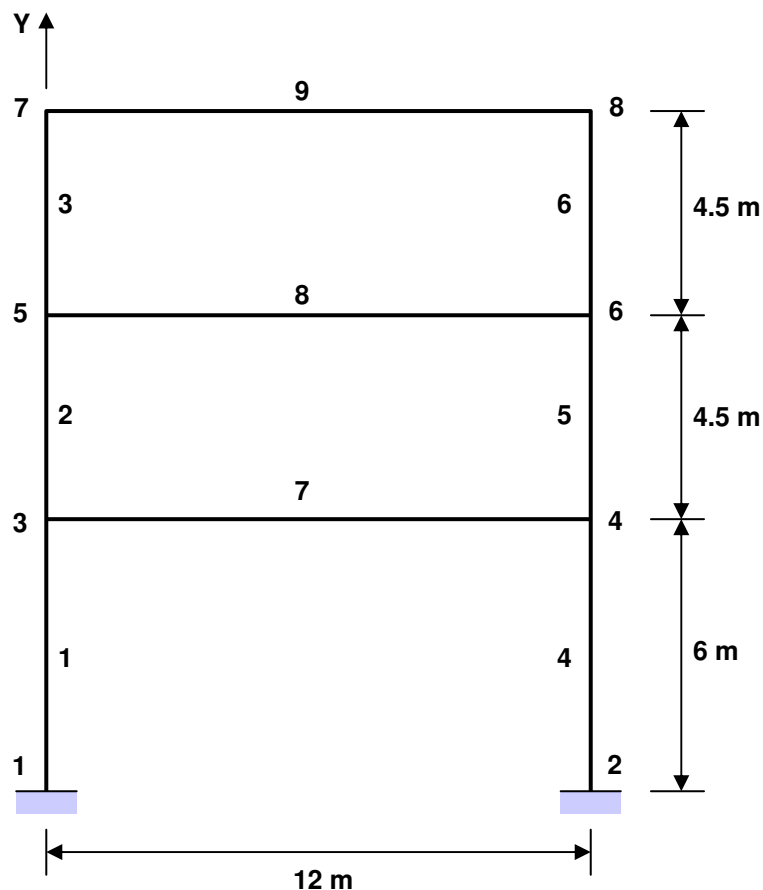
FINISH

คำสั่งให้โปรแกรมสิ้นสุดการทำงาน

Example Problem 6:

Prestress and poststress loading

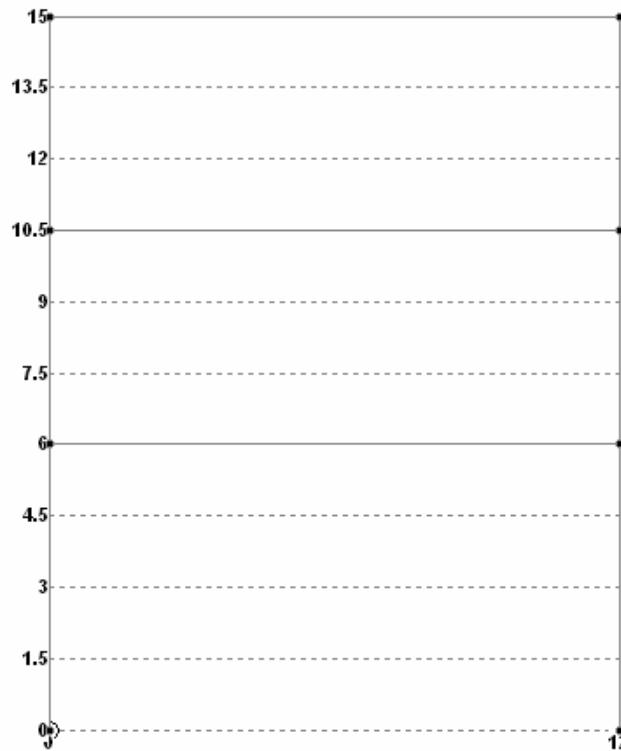
เป็นตัวอย่างการใช้น้ำหนักบรรทุกอัดแรงในโครงข้อแข็งระนาบ จะมีสองสถานการณ์คือ 1) มีการถ่ายการอัดแรงจากองค์อาคารที่ถูกกระทำไปยังส่วนที่เหลืออยู่ของโครงสร้าง (ในโปรแกรมเรียกว่าน้ำหนัก **PRESTRESS**) และ 2) การอัดแรงมีผลเฉพาะในองค์อาคารโดยไม่มีการถ่ายการอัดแรงไปยังส่วนที่เหลือของโครงสร้าง (ในโปรแกรมเรียกว่าน้ำหนัก **POSTSTRESS**)



เริ่มต้นโปรแกรม เลือกชนิดโครงสร้างเป็น **Plane** หน่วยความยาวเป็น **Meter** หน่วยแรงเป็น **Metric Ton**

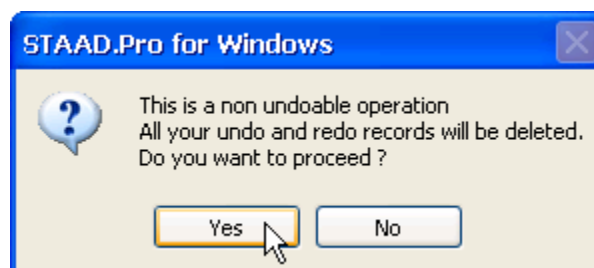
เลือกกระนาบ **X-Y** และมุมมอง **View From +Z** โดยคลิกไอคอน  บนทูลบาร์

ตั้ง **construction line** แนว **X = 0, 1, 12** แนว **Y = 0, 10, 15** แล้วสร้างโครงดังในรูป

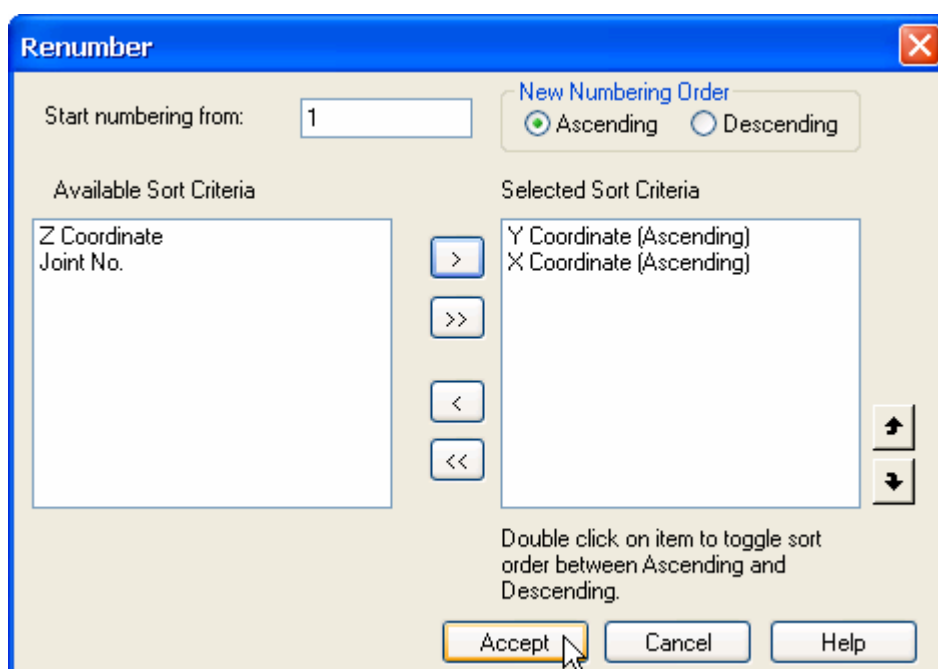


ทำการเรียงลำดับหมายเลข **node** และ **member** ใหม่ เริ่มจาก **node** โดยเลือก **node** ทั้งหมด ซึ่งอาจเลือกโดยใช้ **node cursor** หรือเลือกเมนู **Select > By All > All Nodes** ทุก **node** ที่ถูกเลือกจะกลายเป็นสีแดง

เลือกเมนู **Geometry > Renumber > Nodes...** จะปรากฏกล่องข้อความ



เมื่อคลิก **Yes** จะปรากฏกล่องข้อความ **ReNUMBER** ให้กำหนดเงื่อนไขดังในภาพข้างล่าง



เมื่อคลิกปุ่ม **Accept** หมายเลข **node** จะถูกจัดเรียงใหม่

ลองทำการเรียงหมายเลข **member** ดูจนได้ตามที่ต้องการ

ข้อมูล โมเดลที่ถูกสร้างขึ้นมาคือ

UNIT METER MTON

JOINT COORDINATES

**1 0 0 0; 2 12 0 0; 3 0 6 0; 4 12 6 0; 5 0 10.5 0; 6 12 10.5 0; 7 0 15 0;
8 12 15 0;**

MEMBER INCIDENCES

1 1 3; 2 3 5; 3 5 7; 4 2 4; 5 4 6; 6 6 8; 7 3 4; 8 5 6; 9 7 8;

กำหนดจุดรองรับ โดยคลิกเลือกแถบ **General > Support**

สร้างจุดรองรับแบบ **Fixed** แล้ว **Assign** ให้ **node** ที่ **1** และ **2** หรือเขียนในไฟล์ข้อมูลว่า

SUPPORTS

1 2 FIXED

กำหนดคุณสมบัติหน้าตัดขององค์อาคาร แต่ต้องเปลี่ยนหน่วยก่อนโดยเลือกเมนู

Tools > Set Current Input Unit...

เปลี่ยนหน่วยความยาวเป็น **Centimeter** และหน่วยแรงเป็น **Kilogram**

กำหนดหน้าตัด ไปหน้า **General > Property** คลิกปุ่ม **Define...** เลือก **General** ใส่ค่าดังนี้

The screenshot shows the 'Property' dialog box with the 'General' tab selected. On the left is a tree view with options: Circle, Rectangle, Tee, Trapezoidal, General (selected), Tapered I, Tapered Tube, and Assign Profile. The main area contains input fields for section properties: AX (2400 cm2), AY (0 cm2), AZ (0 cm2), IX (0 cm4), IY (0 cm4), IZ (720000 cm4), YD (0 cm), ZD (0 cm), YB (0 cm), and ZB (0 cm). Below these is a 'Material' checkbox and a dropdown menu currently set to 'CONCRETE'. At the bottom right are four buttons: 'Add' (highlighted with a mouse cursor), 'Assign', 'Close', and 'Help'.

เลือก **Assign To View** แล้วคลิกปุ่ม **Assign** จะได้

UNIT CM KG

MEMBER PROPERTY

1 TO 9 PRIS AX 2400 IZ 720000

แล้วกำหนดค่าคงที่จากเมนู **Command > Material Constant** เลือกกำหนดค่า **E (modulus of elasticity)** และ **Poisson's ratio** ดังนี้

UNIT CM KG

CONSTANTS

E 280000 MEMB 1 TO 9

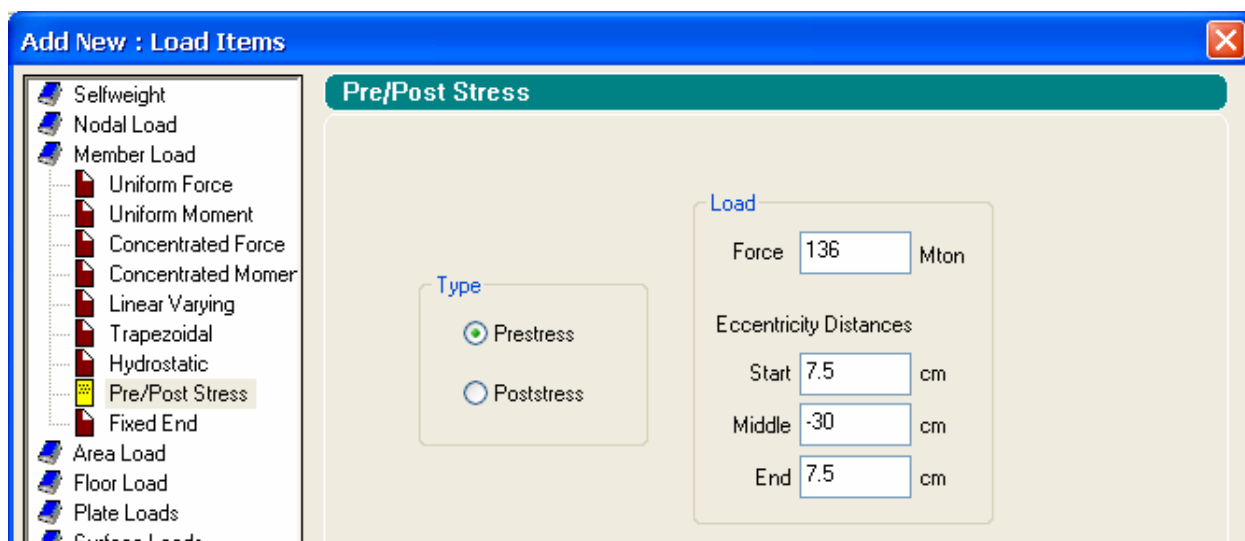
POISSON CONCRETE MEMB 1 TO 9

กำหนดหน่วยแรงเป็น **Mton** หน่วยความยาวเป็น **cm**

สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ **1** โดยไปหน้า **General > Load** ตั้งชื่อว่า

LOAD 1 PRESTRESSING LOAD

คลิกปุ่ม **Add...** เลือก **Member Load > Pre/Post Stress** ใส่ข้อมูลตามในรูปข้างล่าง



Assign ให้ห้องค้ำอาคาร **7** และ **8** หรือคานสองตัวล่าง จะได้ข้อมูลดังนี้

UNIT CM MTON

LOAD 1 LOADTYPE None TITLE LOAD 1 PRESTRESSING LOAD

MEMBER PRESTRESS LOAD

7 8 FORCE 136 ES 7.5 EM -30 EE 7.5

การอัดแรงในองค้ำอาคาร **7** และ **8** มีแรงในลวดอัดแรง **136** ตัน ตำแหน่งเคเบิลที่จุดเริ่มต้น **ES** และจุดสิ้นสุด **EE** คือ **7.5** ซม. เหนือจุดศูนย์ถ่วงหน้าตัด ส่วนที่กลางช่วงความยาว **EM** อยู่ต่ำกว่า **c.g.** ลงมา **30** ซม.

กำหนด **LOAD CASE 2** เป็นแบบ **POSTSTRESS** ส่วนข้อมูลอื่นเหมือนกัน ดังนี้

LOAD 2 LOADTYPE None TITLE LOAD 2 POSTSTRESSING LOAD

MEMBER POSTSTRESS LOAD

7 8 FORCE 136 ES 7.5 EM -30 EE 7.5

สั่งโปรแกรมทำการวิเคราะห์ โดยไปหน้า **Analysis/Print > Analysis**

เลือก **No Print Option** คลิกปุ่ม **Add**

PERFORM ANALYSIS

ไปหน้าย่อย **Post-Print** คลิกปุ่ม **Define Commands...**

คลิกแถบ **Analysis Results** คลิกปุ่ม **Add**

FINISH

คำสั่งให้โปรแกรมสิ้นสุดการทำงาน

เลือกเมนู **Analyze > Run Analysis ...** เมื่อคำนวณเสร็จโดยไม่มีข้อผิดพลาดให้เลือก **View Output File**

```
*****
*
*          STAAD.Pro
*          Version  2005    Bld 1001.US
*          Proprietary Program of
*          Research Engineers, Intl.
*          Date=    APR  7, 2006
*          Time=    14:48:28
*
*          USER ID: Suranaree University of Technolo
*****

1. STAAD PLANE
INPUT FILE: EX6.STD
2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 07-APR-06
4. END JOB INFORMATION
5. INPUT WIDTH 79
6. UNIT METER MTON
7. JOINT COORDINATES
8. 1 0 0 0; 2 12 0 0; 3 0 6 0; 4 12 6 0; 5 0 10.5 0; 6 12 10.5 0; 7 0 15 0
9. 8 12 15 0
10. MEMBER INCIDENCES
11. 1 1 3; 2 3 5; 3 5 7; 4 2 4; 5 4 6; 6 6 8; 7 3 4; 8 5 6; 9 7 8
12. UNIT CM KG
13. MEMBER PROPERTY
14. 1 TO 9 PRIS AX 2400 IZ 720000
15. UNIT METER MTON
16. SUPPORTS
17. 1 2 FIXED
18. UNIT CM KG
19. CONSTANTS
20. E 280000 MEMB 1 TO 9
21. POISSON CONCRETE MEMB 1 TO 9
22. UNIT CM MTON
23. LOAD 1 LOADTYPE NONE TITLE LOAD 1 PRESTRESSING LOAD
24. MEMBER PRESTRESS LOAD
25. 7 8 FORCE 136 ES 7.5 EM -30 EE 7.5
26. LOAD 2 LOADTYPE NONE TITLE LOAD 2 POSTSTRESSING LOAD
27. MEMBER POSTSTRESS LOAD
28. 7 8 FORCE 136 ES 7.5 EM -30 EE 7.5
29. PERFORM ANALYSIS
STAAD PLANE                                     -- PAGE NO.    2

P R O B L E M   S T A T I S T I C S
-----

NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS =      8/      9/      2
ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH=      2/      2/      9 DOF
TOTAL PRIMARY LOAD CASES =      2, TOTAL DEGREES OF FREEDOM =      18
SIZE OF STIFFNESS MATRIX =      1 DOUBLE KILO-WORDS
REQRD/AVAIL. DISK SPACE =      12.0/ 23852.2 MB

30. PRINT ANALYSIS RESULTS
STAAD PLANE                                     -- PAGE NO.    3
```

JOINT DISPLACEMENT (CM RADIANS) STRUCTURE TYPE = PLANE

JOINT	LOAD	X-TRANS	Y-TRANS	Z-TRANS	X-ROTAN	Y-ROTAN	Z-ROTAN
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	1	0.1237	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	1	-0.1237	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0004
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	1	0.1159	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	1	-0.1159	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0007
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	1	-0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	1	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STAAD PLANE							-- PAGE NO. 4

SUPPORT REACTIONS -UNIT MTON CM STRUCTURE TYPE = PLANE

JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
1	1	-2.73	0.00	0.00	0.00	0.00	683.74
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1	2.73	0.00	0.00	0.00	0.00	-683.74
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
STAAD PLANE							-- PAGE NO. 5

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = PLANE

ALL UNITS ARE -- MTON CM

MEMBER	LOAD	JT	AXIAL	SHEAR-Y	SHEAR-Z	TORSION	MOM-Y	MOM-Z
1	1	1	0.00	2.73	0.00	0.00	0.00	683.74
		3	0.00	-2.73	0.00	0.00	0.00	951.82
	2	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1	3	0.00	6.35	0.00	0.00	0.00	1294.14
		5	0.00	-6.35	0.00	0.00	0.00	1562.36
	2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1	5	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	583.01
		7	0.00	-1.27	0.00	0.00	0.00	-11.63
	2	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1	2	0.00	-2.73	0.00	0.00	0.00	-683.74
		4	0.00	2.73	0.00	0.00	0.00	-951.82
	2	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1	4	0.00	-6.35	0.00	0.00	0.00	-1294.14
		6	0.00	6.35	0.00	0.00	0.00	-1562.36
	2	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1	6	0.00	-1.27	0.00	0.00	0.00	-583.01
		8	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	11.63
	2	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7	1	3	138.56	-17.00	0.00	0.00	0.00	-3265.96
		4	-138.56	-17.00	0.00	0.00	0.00	3265.96
	2	3	134.93	-17.00	0.00	0.00	0.00	-1020.00
		4	-134.93	-17.00	0.00	0.00	0.00	1020.00
8	1	5	129.86	-17.00	0.00	0.00	0.00	-3165.38
		6	-129.86	-17.00	0.00	0.00	0.00	3165.38
	2	5	134.93	-17.00	0.00	0.00	0.00	-1020.00
		6	-134.93	-17.00	0.00	0.00	0.00	1020.00
9	1	7	-1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	11.63
		8	1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	-11.63
	2	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

STAAD PLANE

-- PAGE NO. 6

***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

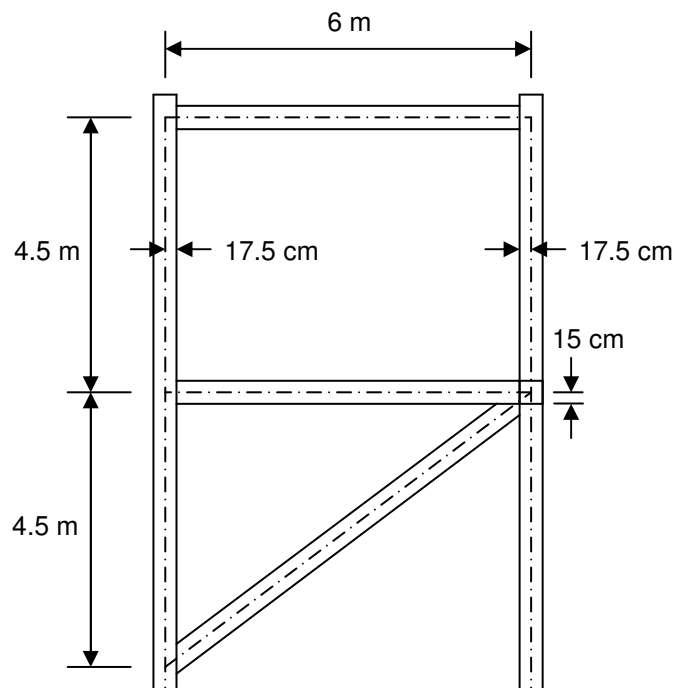
31. FINISH

***** END OF THE STAAD.Pro RUN *****

Example Problem 7:

Modelling offset connections in a frame

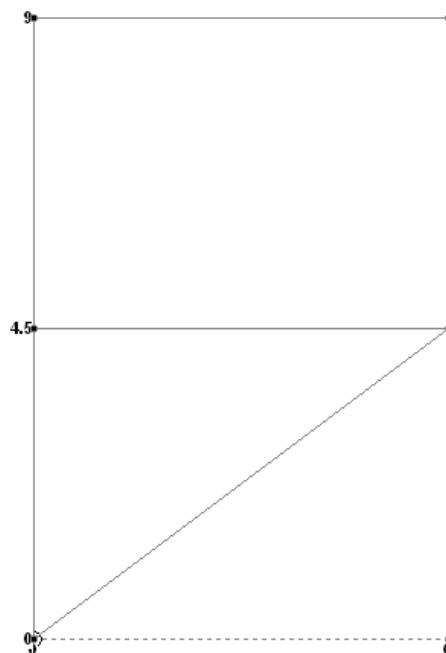
ตัวอย่างนี้แสดงการโมเดลโครงสร้างโดยมีจุดต่อ **OFFSET** ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อเส้นแนวศูนย์กลางขององค์อาคารที่มาต่อกันไม่ตรงกับจุดเชื่อมต่อ การเชื่อมต่อของจุดต่อจะถูกโมเดลโดยใช้ข้อกำหนดของ **MEMBER OFFSETS**



เริ่มต้นโปรแกรม เลือกชนิดโครงสร้างเป็น **Plane** หน่วยความยาวเป็น **Meter** หน่วยแรงเป็น **Metric Ton**

เลือกกระดาน **X-Y** และมุมมอง **View From +Z** โดยคลิกไอคอน  บนทูลบาร์

ตั้ง **construction line** แนว **X = 0, 1, 6** แนว **Y = 0, 2, 4.5** แล้วสร้างโครงดังในรูป



ข้อมูลโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นมาคือ

STAAD PLANE

UNIT METER MTON

JOINT COORDINATES

1 0 0 0; 2 0 4.5 0; 3 0 9 0; 4 6 9 0; 5 6 4.5 0; 6 6 0 0;

MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 4 5; 5 5 6; 6 2 5; 7 5 1;

กำหนดหน้าตัดให้อาคาร โดยคลิกเลือกแถบ **General > Property**

คลิกปุ่ม **Section Database** ในหน้าต่าง **Properties**

เลือกหน้าตัดเหล็ก **South Korean** ซึ่งจะเหมือนกันของไทยที่สุด

เลือก **W Shape : W350x350x131** แล้วคลิกปุ่ม **Add** เข้าในรายการ

เลือก **W Shape : W300x150x36** แล้วคลิกปุ่ม **Add** เข้าในรายการ

เลือก **Angle** และคลิกตัวเลือก **LD = Long leg back-to-back double angle : L150x90x16**

Assign หน้าตัด **W350x350x131** ให้เป็นเสา

Assign หน้าตัด **W300x150x36** ให้เป็นคาน

Assign หน้าตัด **L150x90x16** ให้เป็นท่อนยึดทแยง

ข้อมูลโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นมาคือ

MEMBER PROPERTY KOREAN

1 2 4 5 TABLE ST W300X150X36

3 6 TABLE ST W350X350X131

7 TABLE LD L150X90X16

การกำหนดระยะ **OFFSET** ให้กับคานทั้งสองและท่อนทแยง

ทำได้โดยคลิกเลือกแถบ **General > Spec** คลิกปุ่ม **Beam...**

เมื่อหน้าจอใหม่แสดงขึ้นมาให้เลือกแถบ **Offset** เลือก **Start** ใส่ค่า **0.175 m** ดังในรูป แล้วคลิก **Add**

คลิกปุ่ม **Beam.. > Offset > End > -0.175 m** ในแกน **X**

Assign ทั้งสอง **Offset** ให้คาน

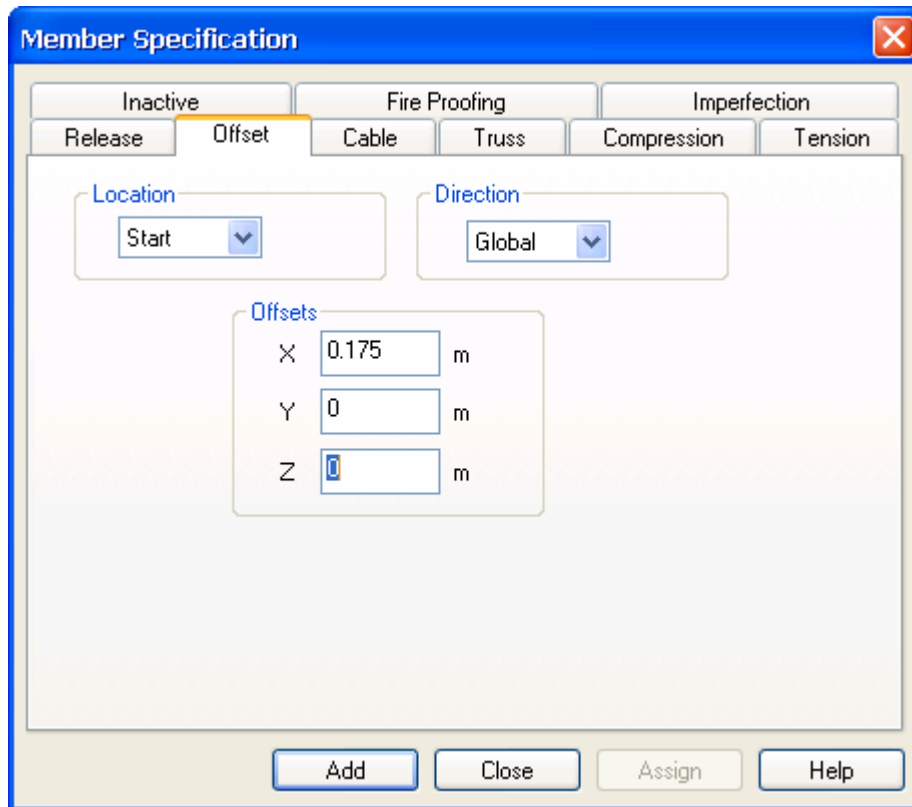
คลิกปุ่ม **Beam.. > Offset > End > -0.175 m** ในแกน **X** และ **-0.15 m** ในแกน **Y**

MEMBER OFFSET

3 6 START 0.175 0 0

3 6 END -0.175 0 0

7 END -0.175 -0.15 0



กำหนดจุดรองรับโดยคลิกเลือกแถบ **General > Support**

สร้างจุดรองรับแบบ **Pinned** แล้ว **Assign** ให้ **node** ที่ **1** และ **6** หรือเขียนในไฟล์ข้อมูลว่า

SUPPORTS

1 6 PINNED

กำหนดน้ำหนักบรรทุกโดยคลิกเลือกแถบ **General > Load**

คลิกปุ่ม **New...** แล้วเลือกแถบ **Load Case** ตั้งชื่อว่า **WIND LOAD** คำสั่งที่ใช้คือ

LOAD 1 LOADTYPE None TITLE WIND LOAD

ในรายการจะแสดง **WIND LOAD** เพิ่มขึ้นมา ให้คลิกเลือกแล้วกดปุ่ม **Add...**

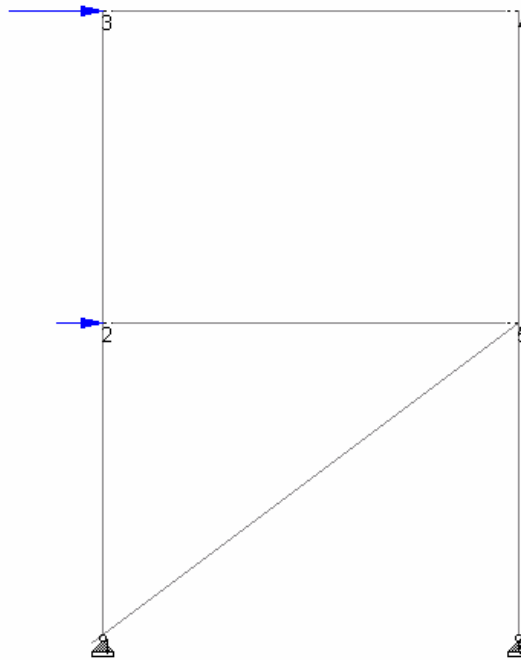


เลือก **Nodal Load** ใส่ค่า **Fx = 10 Mton** และ **20 Mton** แล้ว **Assign** ให้ **node** **2** และ **3** หรือพิมพ์คำสั่ง

JOINT LOAD

2 FX 10

3 FX 20



คลิกเลือกแถบ **Analysis/Print** แล้วคลิก **Add** ในหน้าต่างที่แสดงขึ้นมา คำสั่งที่ใช้คือ

PERFORM ANALYSIS

คลิกแถบ **Post-Print** กดปุ่ม **Define Commands...**

เลือก **WIND LOAD** มาลงใน **Load List**

คลิกแถบ **Member Forces** และ **Support Reaction** แล้วใช้ **Assign To View**

เลือกเมนู **Analyze > Run Analysis**

```
*****
*                                     *
*          STAAD.Pro                 *
*      Proprietary Program of        *
*      Research Engineers, Intl.     *
*                                     *
*****

1. STAAD PLANE
INPUT FILE: Ex7.STD
2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 25-APR-06
4. END JOB INFORMATION
5. INPUT WIDTH 79
6. UNIT METER MTON
7. JOINT COORDINATES
8. 1 0 0 0; 2 0 4.5 0; 3 0 9 0; 4 6 9 0; 5 6 4.5 0; 6 6 0 0
9. MEMBER INCIDENCES
10. 1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 4 5; 5 5 6; 6 2 5; 7 5 1
11. DEFINE MATERIAL START
12. ISOTROPIC STEEL
13. E 2.09042E+007
14. POISSON 0.3
15. DENSITY 7.83341
16. ALPHA 1.2E-005
17. DAMP 0.03
18. END DEFINE MATERIAL
19. MEMBER PROPERTY KOREAN
20. 1 2 4 5 TABLE ST W300X150X36
21. 3 6 TABLE ST W350X350X131
22. 7 TABLE LD L150X90X16
23. CONSTANTS
24. MATERIAL STEEL MEMB 1 TO 7
25. MEMBER OFFSET
```

```

26. 3 6 START 0.175 0 0
27. 3 6 END -0.175 0 0
28. 7 END -0.175 -0.15 0
29. SUPPORTS
30. 1 6 PINNED
31. LOAD 1 LOADTYPE NONE TITLE WIND LOAD
32. JOINT LOAD
33. 2 FX 10
34. 3 FX 20
35. PERFORM ANALYSIS

```

P R O B L E M S T A T I S T I C S -----

```

NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS =      6/      7/      2
ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH=      4/      4/     13 DOF
TOTAL PRIMARY LOAD CASES =      1, TOTAL DEGREES OF FREEDOM =     14
SIZE OF STIFFNESS MATRIX =      1 DOUBLE KILO-WORDS
REQRD/AVAIL. DISK SPACE =     12.0/   23810.0 MB

```

36. PRINT MEMBER FORCES LIST 1 TO 7

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = PLANE

ALL UNITS ARE -- MTON METE

MEMBER	LOAD	JT	AXIAL	SHEAR-Y	SHEAR-Z	TORSION	MOM-Y	MOM-Z
1	1	1	-14.47	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.61
		2	14.47	0.17	0.00	0.00	0.00	-1.37
2	1	2	-7.47	9.97	0.00	0.00	0.00	22.50
		3	7.47	-9.97	0.00	0.00	0.00	22.36
3	1	3	10.03	-7.47	0.00	0.00	0.00	-21.05
		4	-10.03	7.47	0.00	0.00	0.00	-21.14
4	1	4	7.47	10.03	0.00	0.00	0.00	22.45
		5	-7.47	-10.03	0.00	0.00	0.00	22.69
5	1	5	37.50	-0.36	0.00	0.00	0.00	-1.63
		6	-37.50	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1	2	20.14	-7.00	0.00	0.00	0.00	-19.91
		5	-20.14	7.00	0.00	0.00	0.00	-19.63
7	1	5	-38.25	0.03	0.00	0.00	0.00	0.21
		1	38.25	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.06

***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

37. PRINT SUPPORT REACTION LIST 1 6

SUPPORT REACTIONS -UNIT MTON METE STRUCTURE TYPE = PLANE

JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
1	1	-30.36	-37.50	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1	0.36	37.50	0.00	0.00	0.00	0.00

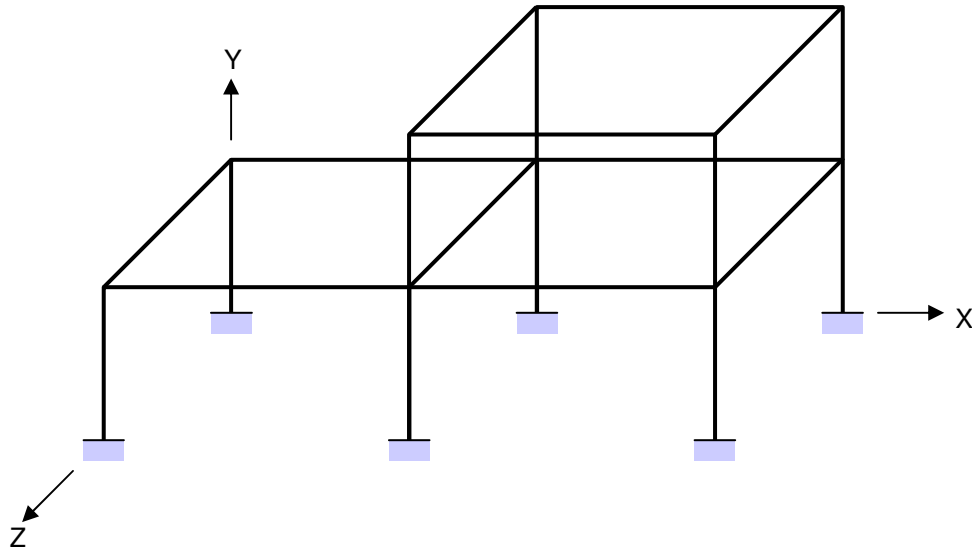
***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

38. FINISH

Example Problem 8:

Concrete design for a space frame

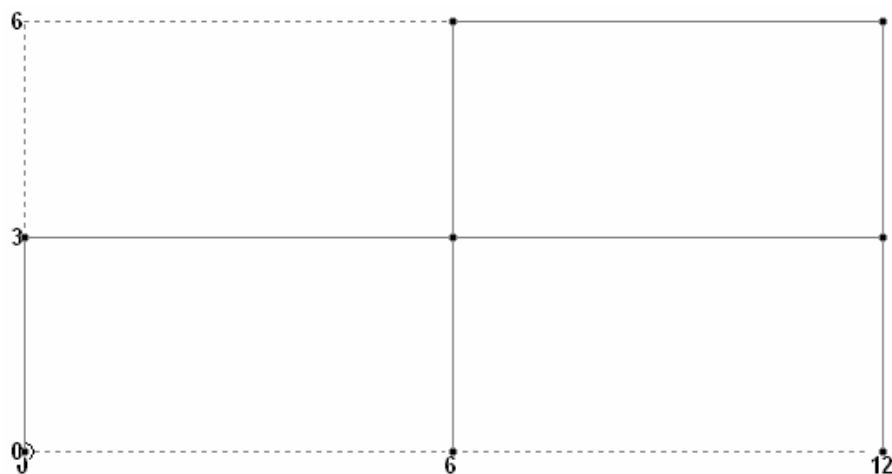
ในตัวอย่างนี้จะออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กในบางองค์อาคารของโครงข้อแข็งสามมิติ การคำนวณออกแบบจะมีทั้งการออกแบบเหล็กเสริมในคานและเสา โมเมนต์ทูลัพธ์ในเสาหาได้โดยการวิเคราะห์ **P-Delta**



เริ่มต้นโปรแกรม เลือกชนิดโครงสร้างเป็น **Space** หน่วยความยาวเป็น **Meter** หน่วยแรงเป็น **Metric Ton**

เลือกกระดาน **X-Y** และมุมมอง **View From +Z**

ตั้ง **construction line** แนว **X = 0, 2, 6** แนว **Y = 0, 2, 3** แล้วสร้างโครงดังในรูป



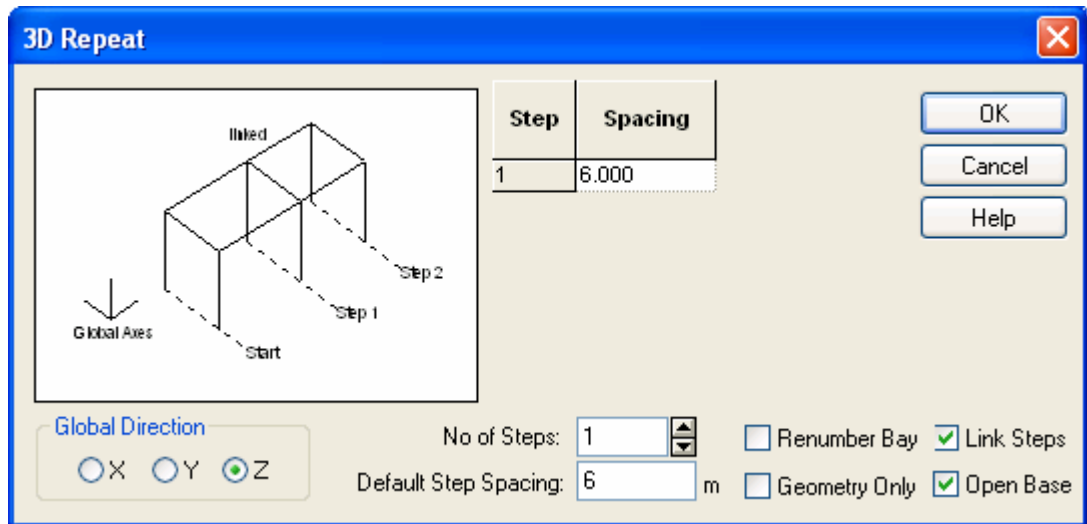
เลือกมุมมอง **Isometric View** คลิกเลือกทุกองค์อาคาร

เลือกเมนู **Geometry > Translational Repeat...** เมื่อมีหน้าจอแสดงขึ้นมาใส่ค่าดังนี้

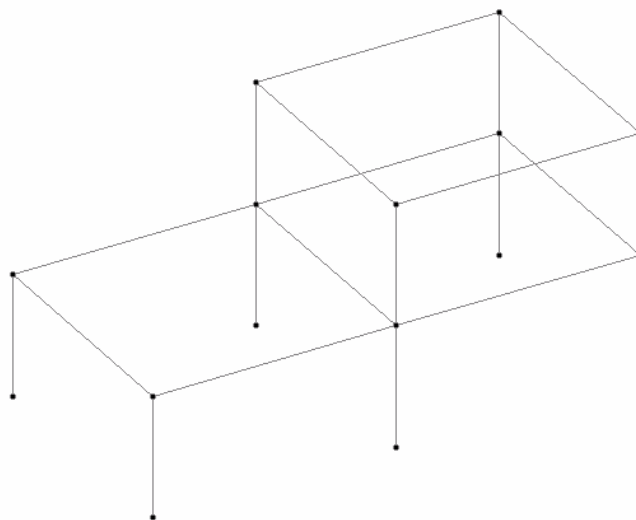
Global direction: Z

No of Steps: 1

Step Spacing: 6



เมื่อคลิก **OK** จะได้โครงสร้าง



ข้อมูลโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นมาคือ

UNIT METER MTON

JOINT COORDINATES

1 0 0 0; 2 0 3 0; 3 6 3 0; 4 6 0 0; 5 6 6 0; 6 12 6 0; 7 12 3 0;
8 12 0 0; 9 0 0 6; 10 0 3 6; 11 6 3 6; 12 6 0 6; 13 6 6 6; 14 12 6 6;
15 12 3 6; 16 12 0 6;

MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 2 3; 3 4 3; 4 3 5; 5 5 6; 6 6 7; 7 7 8; 8 3 7; 9 2 10; 10 3 11;
11 5 13; 12 6 14; 13 7 15; 14 9 10; 15 10 11; 16 12 11; 17 11 13;
18 13 14; 19 14 15; 20 15 16; 21 11 15;

เปลี่ยนหน่วยความยาวเป็น **Centimeter**

กำหนดหน้าตัด ไปหน้า **General > Property** คลิกปุ่ม **Define...** เลือก **Rectangle** ดังนี้

เสา: **YD = 30 cm, ZD = 30 cm**

คาน: **YD = 60 cm, ZD = 30 cm**

คำสั่งที่ใช้คือ

UNIT CM MTON

MEMBER PROPERTY

1 3 4 6 7 14 16 17 19 20 PRIS YD 30 ZD 30

2 5 8 TO 12 15 18 21 PRIS YD 60 ZD 30

เลือกเมนู **Tools > Set Input Current Unit...** เปลี่ยนหน่วยเป็น

UNIT CM KG

แล้วกำหนดค่าคงที่จากเมนู **Command > Material Constant**

CONSTANTS

E 220000 MEMB 1 TO 21

POISSON CONCRETE MEMB 1 TO 21

DENSITY 0.0024 MEMB 1 TO 21

คำสั่ง **CONSTANT** ใช้กำหนดคุณสมบัติวัสดุเช่น **E (modulus of elasticity), Poisson's ratio, etc** ใช้ค่าที่มีอยู่ในโปรแกรมของเหล็กสำหรับค่าหลัง

SUPPORTS

1 4 8 9 12 16 FIXED

กำหนดจุดรองรับแบบยึดแน่นให้กับจุดต่อ **1, 4, 8, 9, 12 และ 16**

สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ **1** โดยไปหน้า **General > Load** ตั้งชื่อว่า

LOAD 1 (1.4DL+1.7LL)

คลิกปุ่ม **Add...** เลือก **Selfweight** ใส่ค่า **-1.4** ทิศทาง **Y** คลิกปุ่ม **Add**

SELFWEIGHT Y -1.4

ใส่น้ำหนักแผ่ลงคาน

MEMBER LOAD

2 5 8 TO 13 15 18 21 UNI GY -4

สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ **2** ตั้งชื่อว่า

LOAD 2 0.75(1.4DL+1.7LL+1.7WL)

นำน้ำหนักกรณี **1** มาใช้ซ้ำคูณด้วย **0.75**

REPEAT LOAD

1 0.75

จากนั้นใส่แรงลมเข้าไปที่จุดต่อ

JOINT LOAD

10 13 14 FZ 2

11 15 FZ 4

สั่งโปรแกรมทำการวิเคราะห์ โดยไปหน้า **Analysis/Print > Analysis**

คลิกแถบ **PDelta Analysis** เลือก **No Print Option** คลิกปุ่ม **Add**

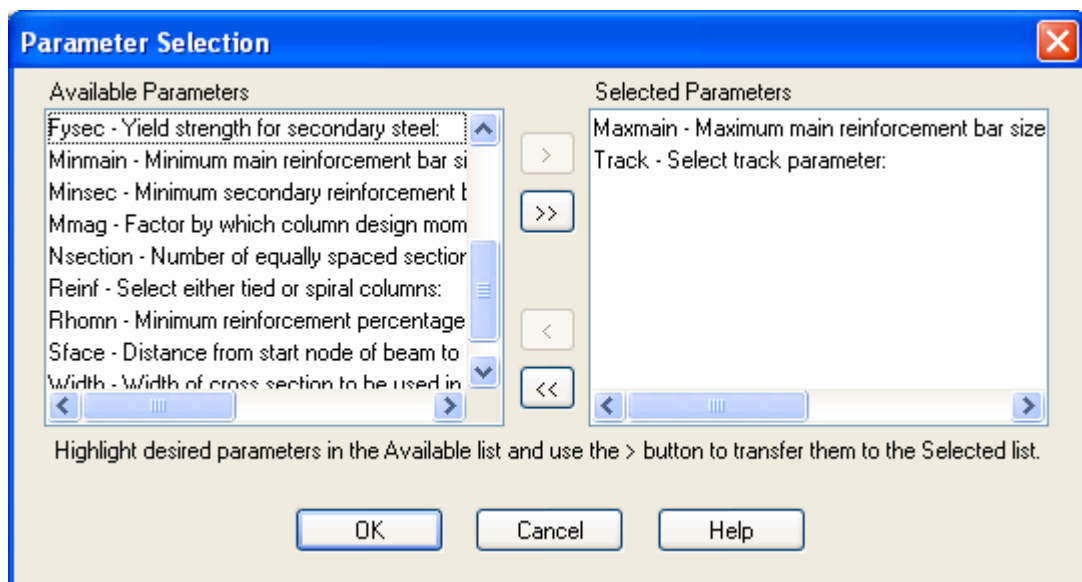
PDELTA ANALYSIS

ไปหน้าย่อย **Post-Print** คลิกปุ่ม **Define Commands...**

คลิกแถบ **Member Forces** คลิกปุ่ม **Add** แล้ว **assign** ให้องค์อาคารดังนี้

PRINT MEMBER FORCES LIST 14 16 18 20 21

ไปที่หน้า **Design > Concrete** เลือกมาตรฐาน **ACI** แล้วคลิกปุ่ม **Select Parameters...** เลือกดังนี้



คลิกปุ่ม **Define Paramaters...**

เลือกรายการ **Maxmain** กำหนดขนาดเหล็กเสริมใหญ่ที่สุดที่จะใช้ในการออกแบบใส่ค่า **25 mm**

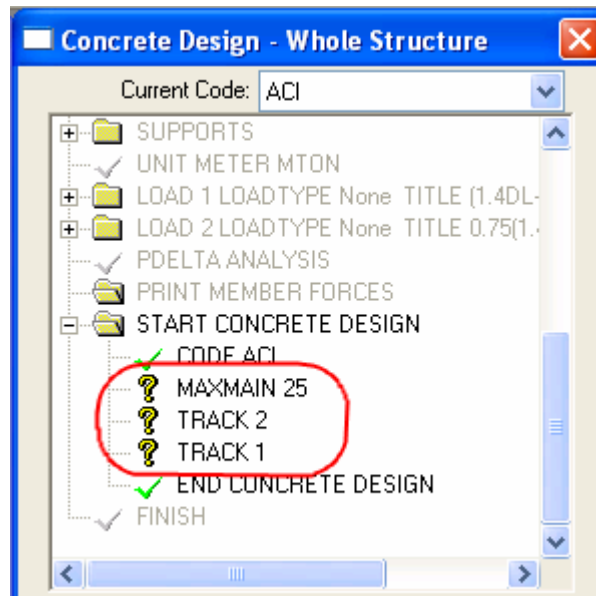
เลือกรายการ **Track** เลือกหัวข้อ (1) คลิกปุ่ม **Add** แล้วเลือกหัวข้อ (2) คลิกปุ่ม **Add** แล้วคลิก **Close**

จะปรากฏรายการขึ้นในหน้าต่าง **Concrete Design** ทางด้านขวาดังแสดงในรูปข้างล่าง

Assign รายการ **MAXMAIN** แบบ **Assign To View**

Assign รายการ **TRACK 1** ให้กับคานหมายเลข **21**

Assign รายการ **TRACK 2** ให้กับคานหมายเลข **18**



คำสั่งที่ใช้คือ

START CONCRETE DESIGN

CODE ACI

MAXMAIN 25 ALL

TRACK 2 MEMB 18

TRACK 1 MEMB 21

คลิกปุ่ม **Commands...** เลือกรายการ **DESIGN BEAM** แล้วคลิกปุ่ม **Add**

เลือกรายการ **DESIGN COLUMN** คลิกปุ่ม **Add** แล้วคลิกปุ่ม **Close**

จากนั้นทำการ **assign** ค่าให้องค์อาคาร ดังในคำสั่ง

DESIGN BEAM 18 21

DESIGN COLUMN 14 16

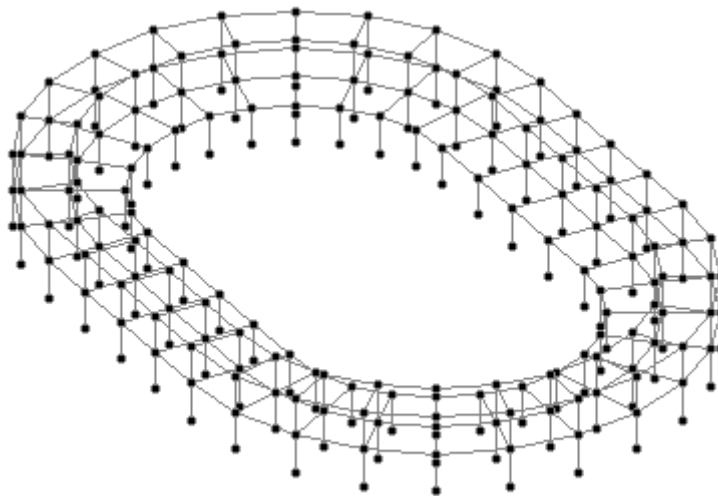
END CONCRETE DESIGN

FINISH

คำสั่งให้โปรแกรมสิ้นสุดการทำงาน

Special Problem 1

Stadium




1.1 เริ่มต้นโปรแกรม

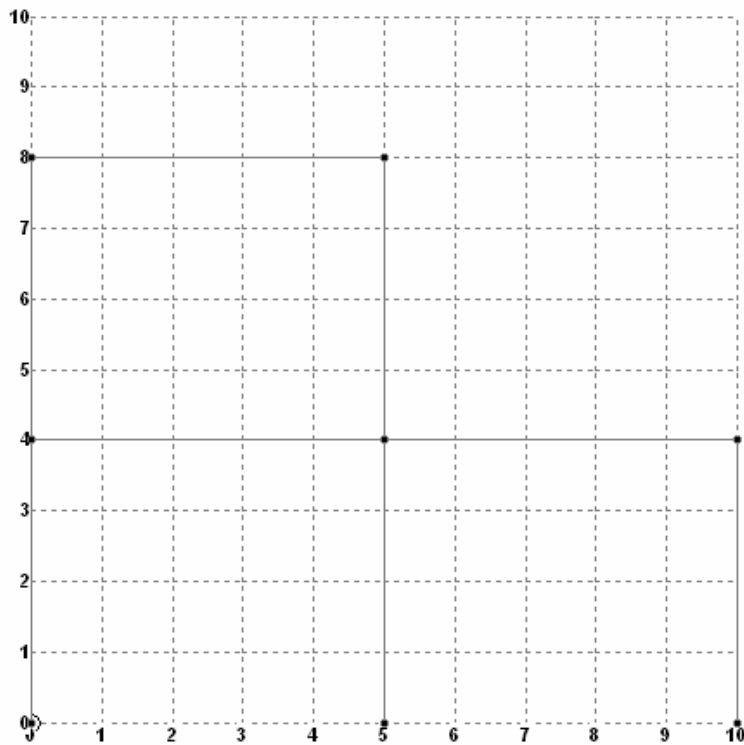
ในปัญหานี้โมเดลของเราเป็นสามมิติ ดังนั้นในหน้าจอ **New** เลือกชนิดโครงสร้างเป็น **Space** เลือก **Meter** เป็นหน่วยความยาว และเลือก **Kilo Newton** เป็นหน่วยแรง ส่วนชื่อไฟล์ให้ตั้งเป็น **stadium**

ในหน้าจอถัดมาให้เลือก **Add Beam** แล้วคลิกปุ่ม **Finish**

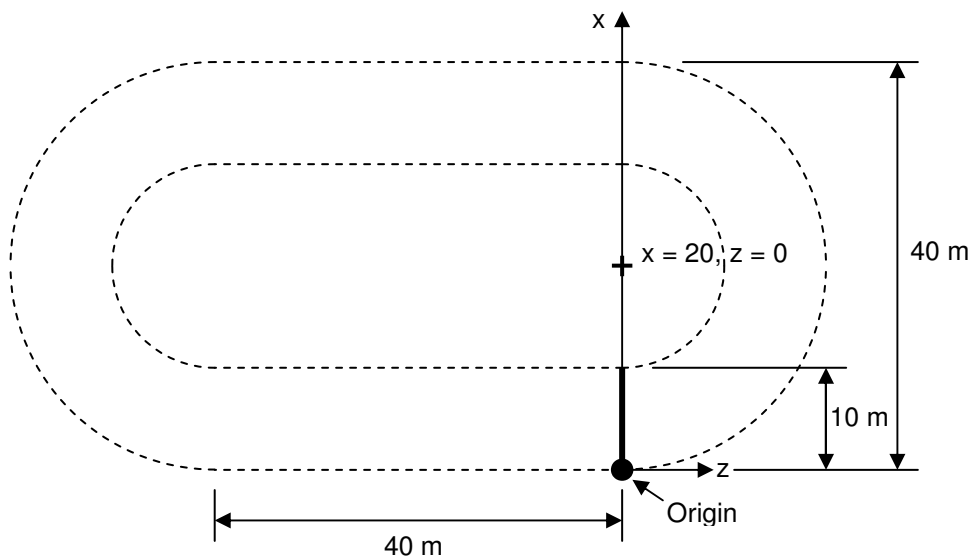
1.2 สร้างโมเดลเริ่มต้นในสองมิติ

เมื่อเข้าสู่หน้า **Geometry > Beam** เราจะเริ่มสร้างโมเดลเริ่มต้นในสองมิตีก่อน ให้คลิกเลือกกระดาน **X-Y** แล้วคลิกปุ่ม **View From + Z**  แล้วสร้างโมเดลดังในรูปข้างล่าง


เสร็จแล้วคลิกปุ่ม **Close**



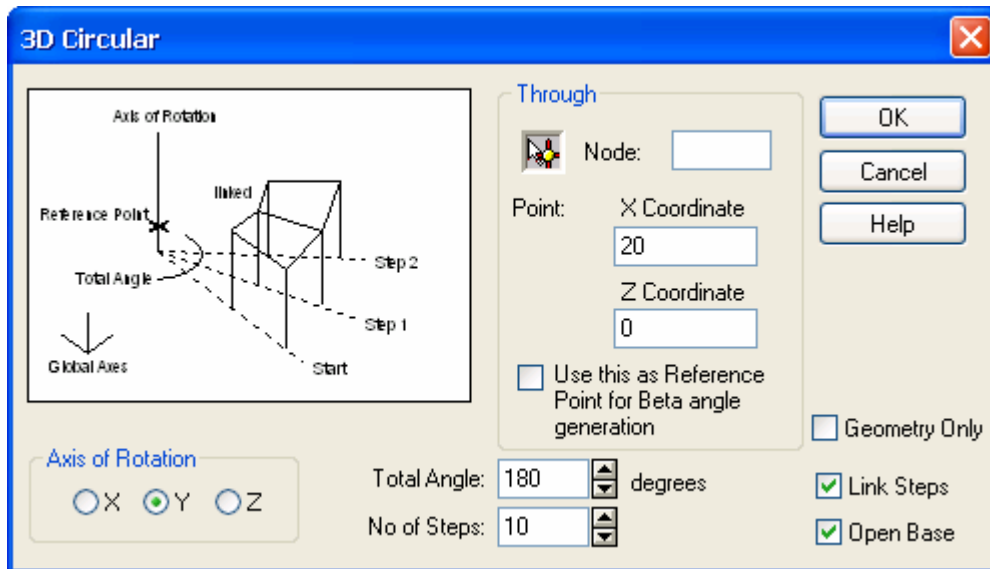
โมเดลที่เราเพิ่งสร้างขึ้นมานี้มีขนาด $X-Y$ มีความยาวในแนวแกน $X = 10$ ม. จากจุด $X = 0$ ถึง $X = 10$ ม. เราต้องการ **copy** เฟรมที่สร้างขึ้นมานี้ทั้งแบบ **translation** และ **circular** ซึ่งจะมีแนวทางดังในรูปข้างล่างเมื่อมองจากแกน Y ลงมา



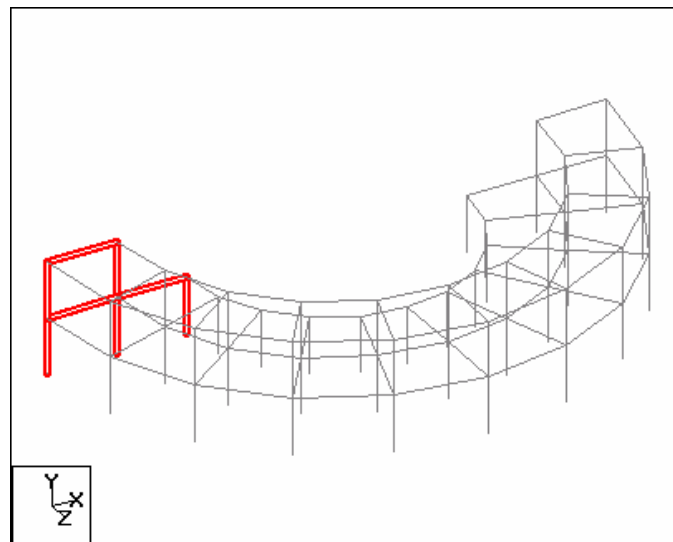
เลือกโมเดลทั้งหมดโดยใช้เมาส์ที่ติกรอบเส้นประคลุมทั้งหมด หรือเลือกเมนู **Select > By All > All Beams**

ทำ **Circular Repeat** โดยคลิกไอคอน  หรือเลือกเมนู **Geometry > Circular Repeat...**

เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้ใส่ค่าตามในรูปข้างล่าง

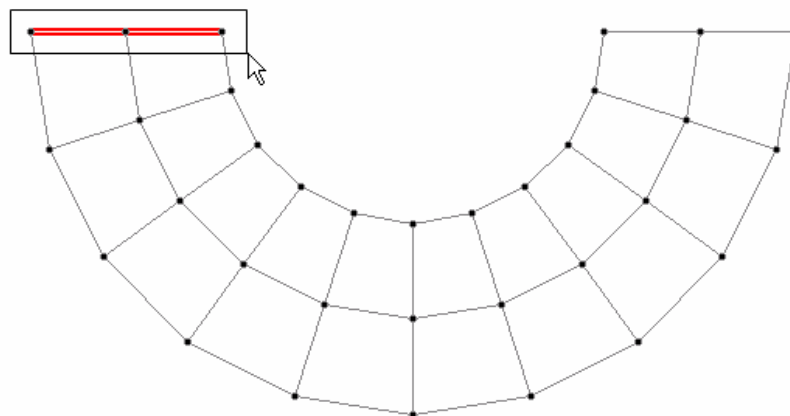


เมื่อคลิก **OK** โมเดลจะถูกสร้างขึ้นดังในรูปข้างล่าง



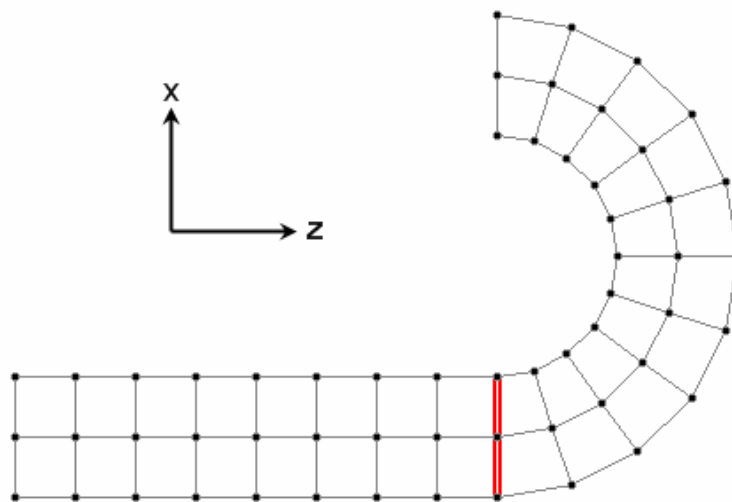
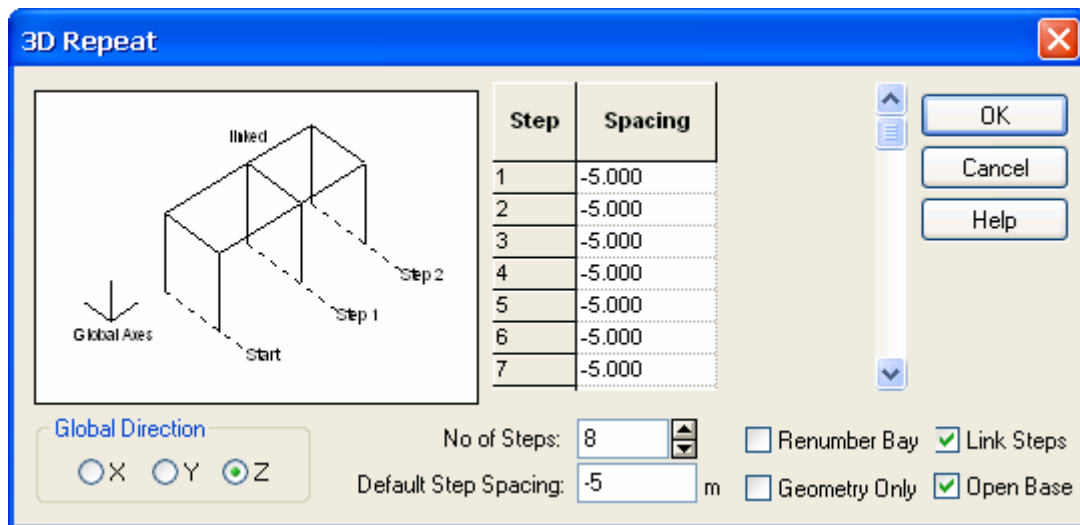
เฟรมเดิมยังถูกเลือกอยู่ อย่าเพิ่งไปคลิกอะไรเพราะที่ถูกเลือกจะหายไป ต้องมาเลือกใหม่เพื่อทำขั้นตอนต่อไป

ถ้าเผลอคลิกไปแล้วต้องเลือกใหม่โดยคลิกเลือกมุมมอง **View From + Y** แล้วใช้เมาส์ที่ติกรอบเลือกดังในรูปข้างล่าง ถ้าเลือกได้มาเกินให้กด **Ctrl** ค้างไว้แล้วคลิกคานที่เลือกเกินมาออก



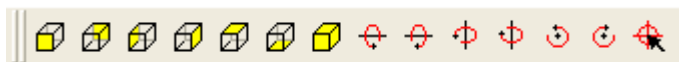
ทำ **Translational Repeat** คลิกไอคอน  หรือเลือกเมนู **Geometry > Translational Repeat...**

เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้ใส่ค่าตามในรูปข้างล่าง

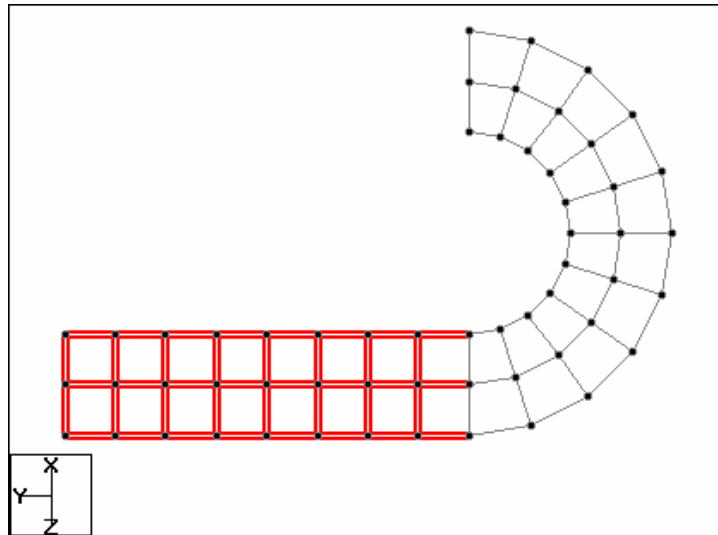



เราอาจใช้ **Circular Repeat** และ **Translational Repeat** ทำส่วนที่เหลือต่อไป หรือลองทำ **Mirror** ดูดังนี้

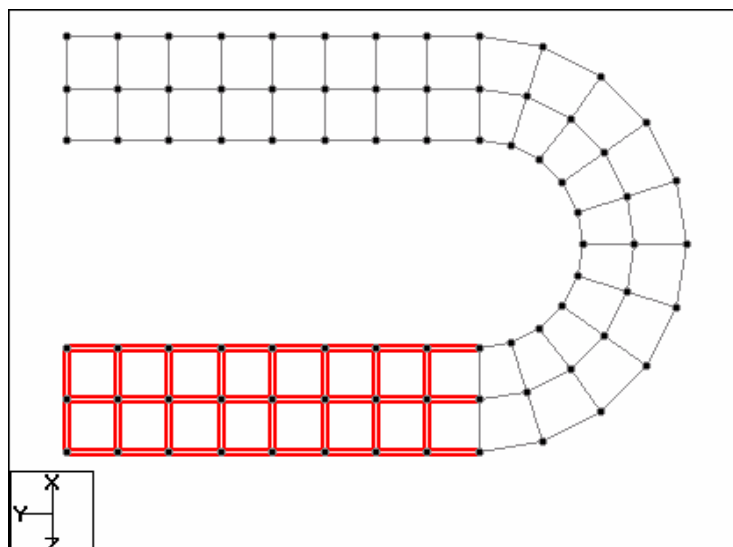
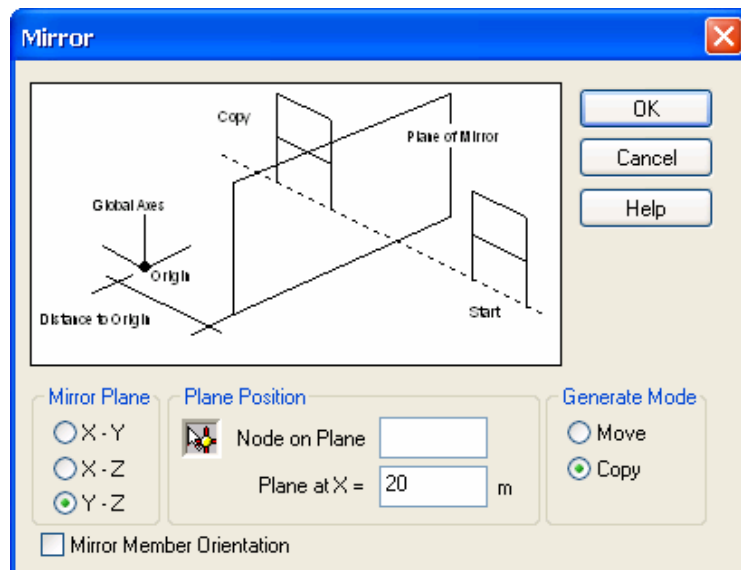
การปรับมุมมองทำได้โดยใช้ทูลบาร์ด้านบนให้ลองคลิกแต่ละปุ่มดูตามต้องการ



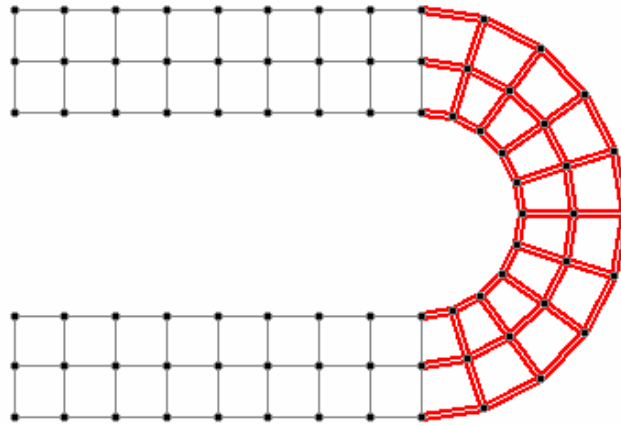
เลือกส่วนที่ต้องการทำ **Mirror** ดังในรูปข้างล่าง



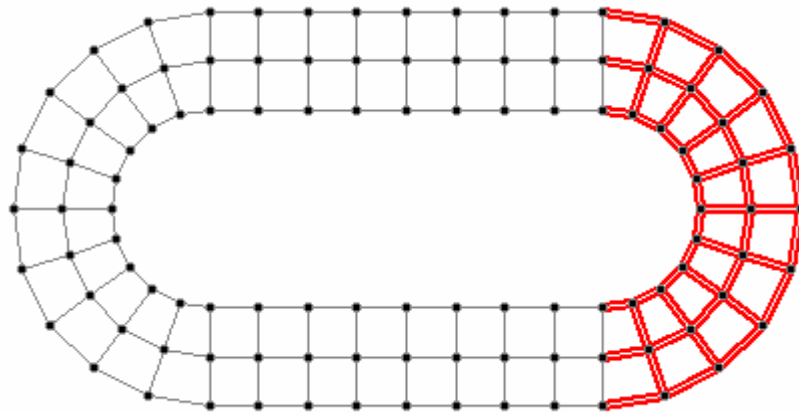
คลิกไอคอน **Mirror**  หรือเลือกเมนู **Geometry > Mirror...** เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้ใส่ข้อมูลดัง
ในรูปข้างล่าง




เลือกโมเดลในส่วนโค้งดังในรูปข้างล่าง



สั่ง **Mirror** โดยเลือก **Mirror Plane : X - Y, Plane at Z = -20 m** จะได้โมเดลดังในรูปข้างล่าง



คลิกมุมมอง **Isometric View**  เพื่อดูโมเดลสามมิติ หรือคลิกไอคอน **3D Rendered View** 