

2017

التصميم والتحليل الإنشائي باستخدام برنامج الاوتودسك روبوت الاحترافي 2017 منهج متكامل مع أمثلة متنوعة

كل ما يحتاجه المهندس الإنشائي من المهارات في استخدام البرنامج في التحليل والتصميم
للمنشآت الخرسانية والمعدنية



الدكتور لؤي محمد عباس الشذر
جامعة الكوفة- كلية الهندسة
2017



حول المؤلف

المهنة : تدريسي

الدكتور لؤي محمد عباس الشذر

جامعة الكوفة - كلية الهندسة

مواليد 1972

الاهداء

الى شهداء العراق (وطني الحبيب)

نبذه عن الكتاب

يستعرض هذا الكتاب الذي يعنى ببرنامج (الاوتودسك روبوت 2017 التحليل والتصميم الهيكلي للمنشاءات الخرسانية والمعدنية) الأساسيات الضرورية والازمة لإتقان العمل بالبرنامج وهو مقدمة ممتازة للسماة الأساسية له، والوظائف المتاحة، وسير العمل بطريقة مهنية. وكذلك يساهم هذا الكتاب في إتقان الأدوات التي سوف تحتاجها إلى جعل العمل الهندسي بالنسبة لك ينطلق من الصفر إلى الكفاءة في تحليل المنشآت بكافة انواعها وتقييمها هندسيا وكذلك التصميم الذي يوفر عامل الامان والاقتصادية واعطاء ملف حسابات كامل ومفصل عن العمل الذي تهتم فيه وهذه الميزة تحتاجها وبشدة لدعم تصميمك او تحليلك للمنشأ من قبل جهات التدقيق الفنية.

برنامج الاوتودسك روبوت متوافق مع الكثير من البرامج الهندسية في تصدير المعلومات واستيرادها وخاصة البرامج التي تنتمي لنفس المجموعة ويمكنك الاحساس بأهمية تدفق هذه المعلومات ودقتها ، ويمكننا الجزم بان هذه البرمجيات المنتمية لهذه المجموعة يستخدمها المهندسون كجزء أساسي في عملهم.

الفصل الاول

1-1 معلومات أساسية عن برنامج الاوتودسك روبوت:

يقوم البرنامج بتحليل المنشآت الخرسانية او المعدنية والحصول علي النتائج المرجوة ويتم عرضها في شكل بسيط وخصائص كرافك عالية الوضوح ومن مميزاته إمكانية اختيار مدونة التصميم حسب مرجعية ثقافة المستخدم و سهولة التعامل مع البرنامج عند تغيير الاعدادات وخصائص المواد الانشائية المستخدمة في التمثيل الانشائي ودقة النتائج وإمكانية الحصول منه علي تصميم للقطاعات الانشائية وبالتالي اخراج نوتة حسابية واخيرا لوحات للتسليح والقطاعات .

يستخدم البرنامج طريقة العناصر المحددة في التحليل ويقوم بتكوين مصفوفات صلادة للمنشأ ويعيد تكوينها وحسابها مع تقدم الحمل تدريجيا وتطور الاجهادات الداخلية للمادة واستخدام هذه الحسابات في تقييم حالة المنشأ وتكوين التصميم الامثل له، لذلك فهو يساهم في أنجاز المعايير الهندسية التالية:

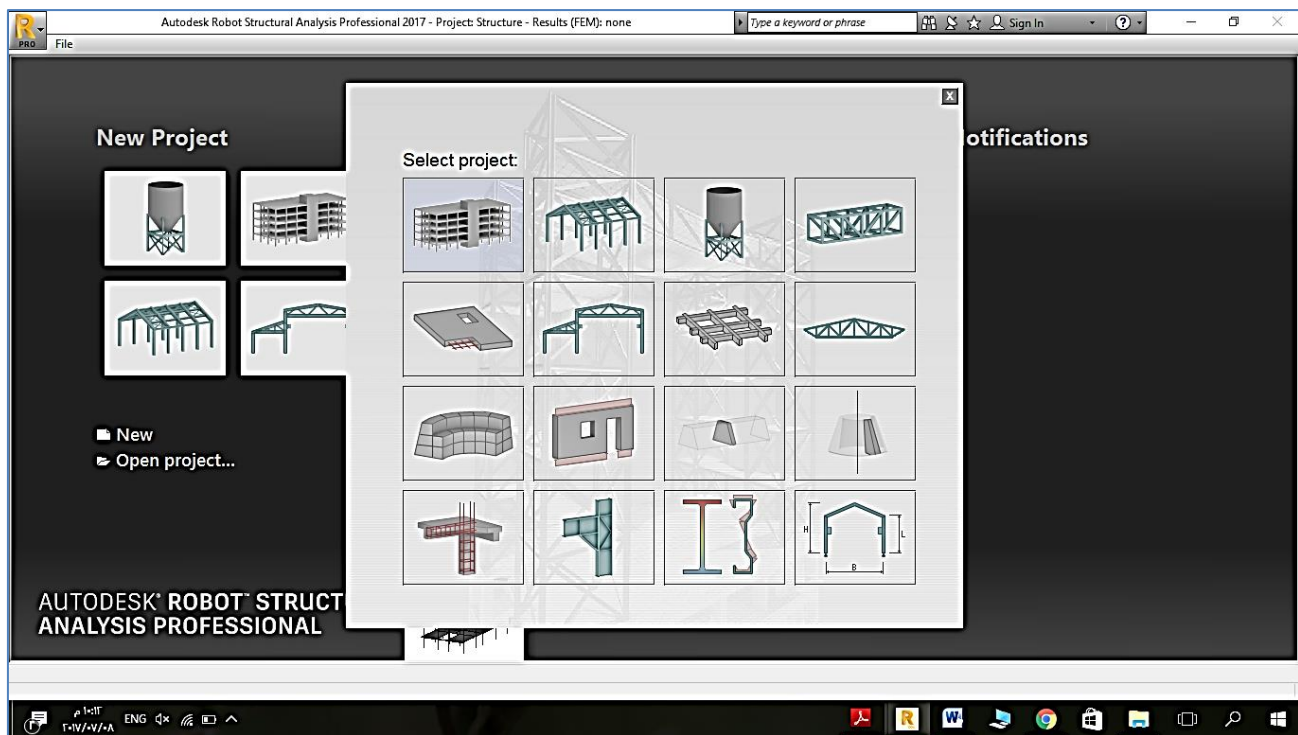
1- التحليل الانشائي للمنشأ وتقييم حالته وبذلك يستخدم في التقييم الانشائي للأبنية المنفذة وتحديد المشاكل الفنية بها بشكل دقيق ومفصل وتديم تقرير فني معتمد للجهة الطالبة للتدقيق.

2- التصميم الانشائي الامثل مراعي معايير الجودة من ناحية الامان والاقتصادية ويقدم المقاطع الافضل للتصميم عن طريق تدقيقها إنشائيا.

3- يقدم الحسابات التفصيلية بإسهاب واثراء وبشكل مبوب لتدعيم موقف المهندس أمام الجهات ذات العلاقة بالمشروع ، وبذلك يضمن المهندس المصمم رصانة كافة المطالبات والمعايير المطلوبة للتصميم والتي من المحتمل أنه قد اغفل عنها لكثرة الحسابات.

4- يقدم مخططات مفصلة للقطاعات الانشائية وبذلك يقلل الجهود المضنية في الرسم الانشائي.

واجهة البرنامج الشكل رقم (1) تملك مجموعة واسعة من الهياكل الانشائية التي تختلف بخواص نوعية المنشأ ونوعية المواد الانشائية التي يتم التعامل معها. يشمل البرنامج الميزات التي تم إنشاؤها خصيصا للنمذجة ، والتحليل، وتصميم المباني. ويمكن للمهندسين استخدام أدوات إضافية بكفاءة، نسخ، إزالة، وتعديل خواص الاعضاء الانشائية. وخواص كل أيقونة في الواجهة محدد فعاليتها في الجدول رقم (1).

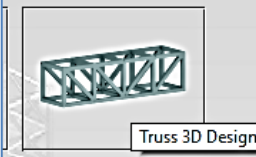
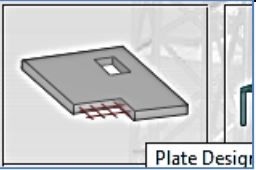
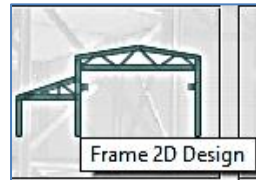
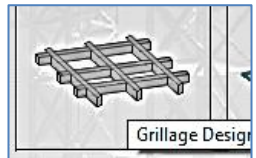
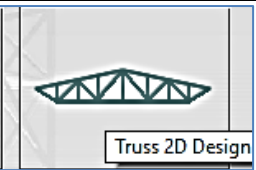
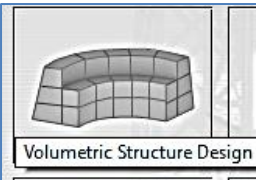
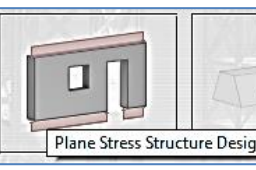
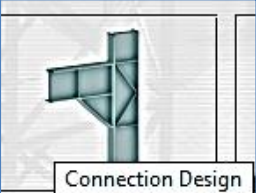


الشكل رقم (1): الواجهة الاولى لدى التشغيل للبرنامج.

وفيما يلي تفسير فعالية بعض الايقونات المهمة لواجهة التشغيل للبرنامج والتي ستقلع بالمستخدم في عالم جميل للنمذجة والتحليل. الايقونات الثلاثة الاولى تمتلك كافة الخواص والفعاليات للأيقونات التي تليها لذلك نوصي باتقانها بشكل حرفي فعال.

الجدول رقم (1): تفسير الفعالية للأيقونات في واجهة تشغيل البرنامج.

اسم المشروع	ايقونة	تفصيل الاستخدام
Building Design		تصميم الابنية الهيكلية الخرسانية متعددة الطوابق لا يمكنك استخدام مقاطع حديدية في التصميم او التحليل
Frame 3d Design [Portal Frame]		تصميم الجملونات والمخازن ذات المقاطع المعدنية لا يمكنك استخدام الخرسانة في التصميم او التحليل
Shell Design		تصميم جميع المنشآت المركبة والتي تحتوي على الخرسانة ومقاطع الحديد

تصميم المسنمات ذات المقاطع المعدنية	 Truss 3D Design	Truss 3d Design
تصميم السقوف الخرسانية وكذلك تصميم الاسس الحصرية	 Plate Design	Plate Design
تصميم الهياكل المعدنية بإدخالات ثنائية الابعاد	 Frame 2D Design	Frame 2d Design
تصميم السقوف المسماة (RIBBED SLAB) وكذلك الجسور الخرسانية والمعدنية المترابكة مع بعضها	 Grillage Design	Grillage Design
تصميم المسنمات ثنائية الابعاد	 Truss 2D Design	Truss 2d Design
تصميم المنشآت الخرسانية الكتلية كالسدود والجدران الحاجزة	 Volumetric Structure Design	Volumetric Structure Design
تصميم القطاعات الخرسانية النحيفة السمك مثل الجدران المستخدمة لإسناد المصاعد في الابنية وكذلك (Shear Wall)	 Plane Stress Structure Design	Plan Stress Structure Design
تصميم الاعضاء الانشائية الخرسانية مثل الاعمدة والعتبات وغيرها	 RC Elements Design	RC Element Design
تصميم نقاط الاتصال بين المقاطع المعدنية	 Connection Design	Connection Design

2-1 تهيئة الاعدادات المفضلة Job Preferences

على المستخدم ادخال كافة الاعدادات التي يتم التعامل معها في النمذجة للمنشأ بما يتناسب مع الكود المستعمل والمفضل لديه وكذلك الخواص الفيزيائية لها. وهذه الاعدادات سيتم شرحها بشكل مفصل معتمدين على الصور التوضيحية مع التعليق الموجز.

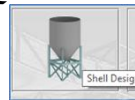
1- الوحدات القياسية وبنيتها Units And Formats

يتم اختيار الوحدات الاساسية للإدخال والتمثيل وهذا الاجراء مهم حتى يتمكن المستخدم من اجراء القياسات والخواص بشكل مفهوم وتبسيط قراءة النتائج بعد التحليل او التصميم ومن غير المفضل او المحظور تماما المزج بين نظم القياسات والوحدات لمشروع واحد.

سنعتمد في عملنا في هذا الكتاب على الوحدات العالمية (SI-Units) وهي شائعة الاستعمال لدى المهندسين العراقيين في مجال الاحمال وخواص المواد وقيم الانفعال والاجهاد. ونترك للمستخدم الكريم تجربة باقي الانظمة المفضلة لديه.

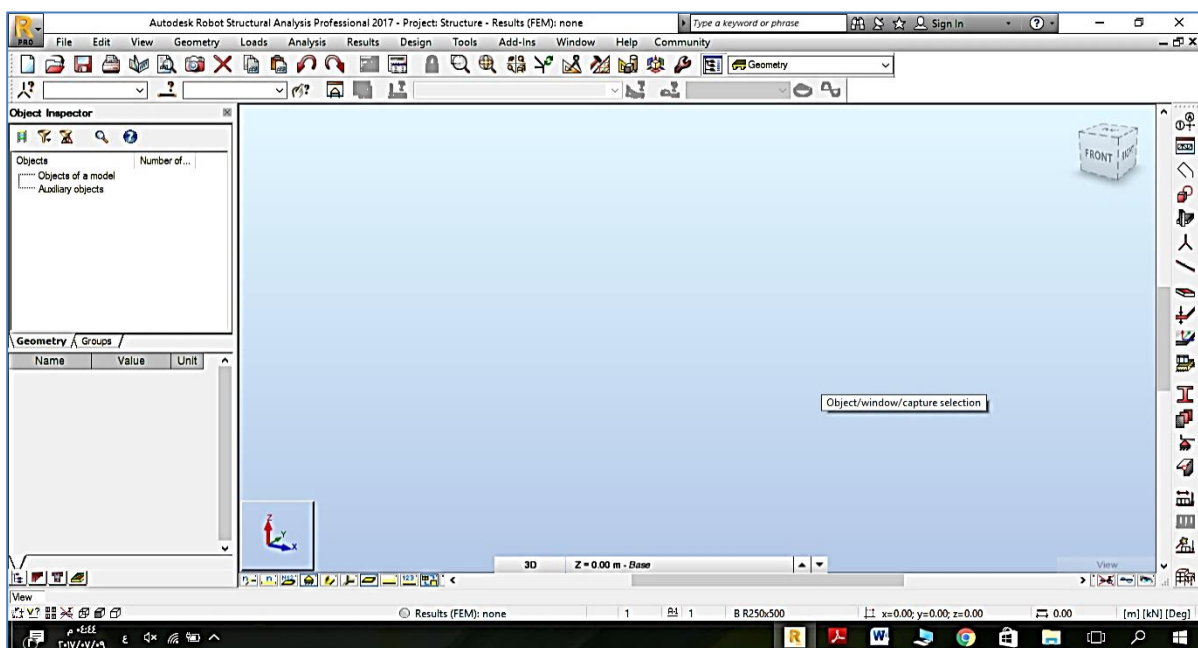
التي ستعرض على المستخدم الكريم الان لوحات تهتم بما يسمى (Job Preferences) بالتتابع فارجوا الصبر والتماس العذر لنا بالإسهاب.

نبدأ باختيار ايقونة (SHELL DESIGN) وهذا الاختيار المفضل لدي وليس المعتمد دائما فيمكنك اختيار أي فعالية أخرى تتناسب مع مشروعك الهندسي.

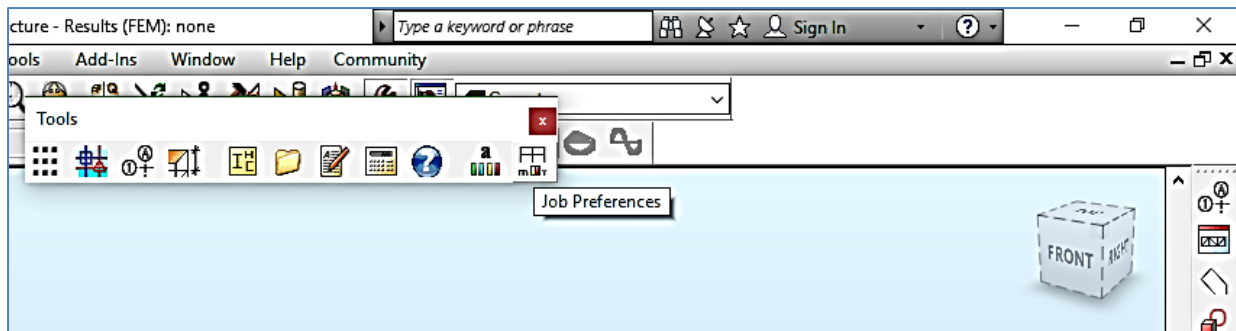


أنقر على الايقونة التالية:

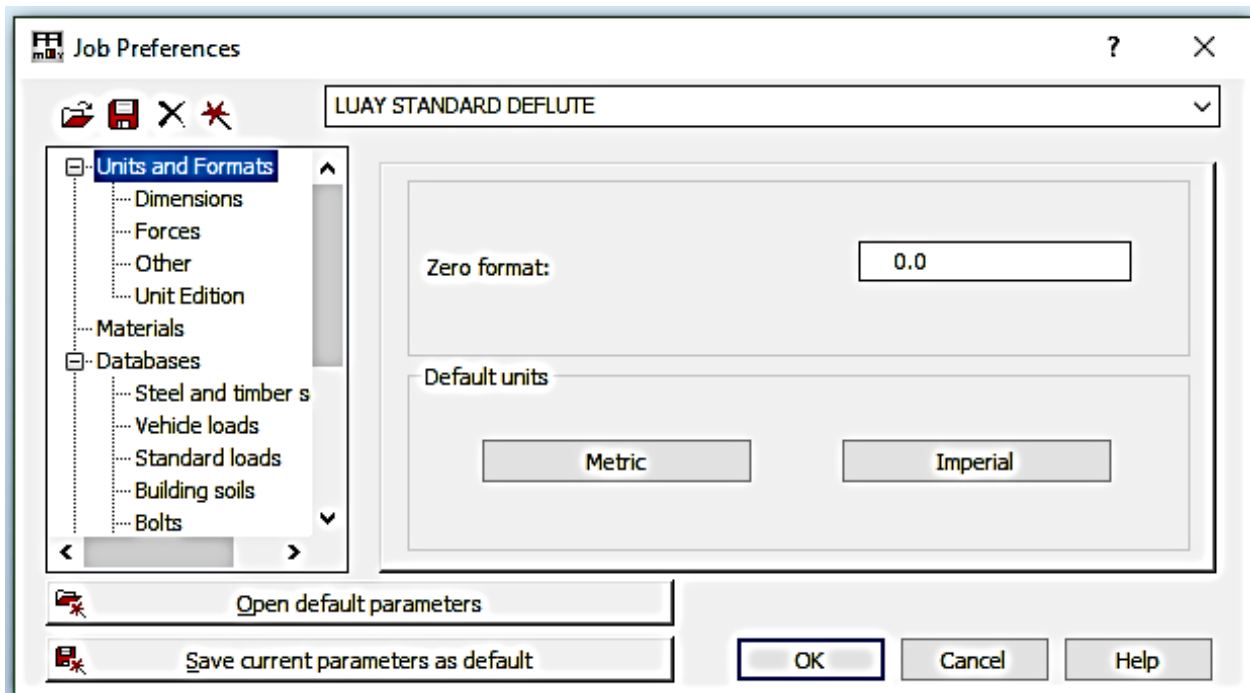
ستظهر لديك الشاشة التالية وعليك الصبر قليلا لان البرنامج ضخم ويعتمد انتظارك على نوعية الحاسوب الذي تستخدمه.



أختر الايقونة ذات الرمز  والتي تسمى أدوات (Tools) بعدها سيظهر لديك الشريط التالي :



لاحظ الايقونة الخاصة بالإعدادات والتي تقع في نهاية الشريط .
أستخدم الايقونة لفتح نافذة جديدة.



الخيار الاول لتنسيق الاعدادات للوحدات وبنيتها . أختر النظام المترى (Metric) ثم توجه لاختيار الابعاد (Dimensions) ستظهر لديك الواجهة التالية:

Job Preferences

LUAY STANDARD DEFLUTE

Units and Formats

- Dimensions
- Forces
- Other
- Unit Edition
- Materials
- Databases
 - Steel and timber s
 - Vehicle loads
 - Standard loads
 - Building soils
 - Bolts

Structure dimensions: m 0.21 E

Section dimensions: mm 0. E

Section properties: mm 0. E

Steel connections (dimensions): mm 0. E

Diameters of RC bars: mm 0.1 E

Reinforcement areas: mm² 0. E

Crack width: mm 0.1 E

Open default parameters

Save current parameters as default

OK Cancel Help

لاحظ تنسيق الوحدات للإدخال كما هي منسقة من قبلنا وتشمل:

Title	Description	units
Structure dimensions:	أبعاد المنشأ الهيكلي سيستخدم في المحاور المعتمدة	m
Section dimensions:	أبعاد القطاعات الخرسانية والمعدنية	mm
Section properties:	خواص المقطع	mm
Steel connections (dimensions)	أبعاد الوصلات وبلينات التقوية واللحام واقطار البراغي المستخدمة في نقاط الاتصال بين المقاطع المعدنية	mm
Diameter of reinforced concrete bars	قطر حديد التسليح المستخدم في التصميم للخرسانة المسلحة	mm
Reinforcement area	مساحة مقطع قضبان حديد التسليح المستخدمة في التصميم للخرسانة المسلحة	mm ²
Crack width	عرض التشققات في الخرسانة	mm

بعد الانتهاء من هذه الاعدادات يتم التوجه الى القوى والعزوم (Forces)

الخانة الاخيرة تتعلق بمقدار دقة الارقام المدخلة وتترك لتقييم المستخدم.

Job Preferences LUAY STANDARD DEFLUTE

Units and Formats

- Dimensions
 - Forces**
 - Other
 - Unit Edition
- Materials
- Databases
 - Steel and timber s
 - Vehicle loads
 - Standard loads
 - Building soils
 - Bolts

Force: kN 0.21 E

Moment: kN*m 0.21 E

Stresses: MN/m2 0.21 E

Open default parameters

Save current parameters as default

OK Cancel Help

لاحظ تنسيق الوحدات للإدخال كما هي منسقة من قبلنا وتشمل:

Title	Description	units
Force :	القوى	kN
Moment:	العزوم	Kn.m
Stresses :	الاجهادات	MN/m ²

ويستمر الانتقال للإعدادات التالية:

Job Preferences LUAY STANDARD DEFLUTE

Units and Formats

- Dimensions
 - Forces
 - Other**
 - Unit Edition
- Materials
- Databases
 - Steel and timber s
 - Vehicle loads
 - Standard loads
 - Building soils
 - Bolts

Displacement: mm 0 E

Angle/Rotation (data): Deg 0.1 E

Angle/Rotation (results): Rad 0.321 E

Temperature: °C 0.21 E

Weight: kG 0.21 E

Mass: kg 0.21 E

Dimensionless quantity: 0.21 E

Ruler: 0.1

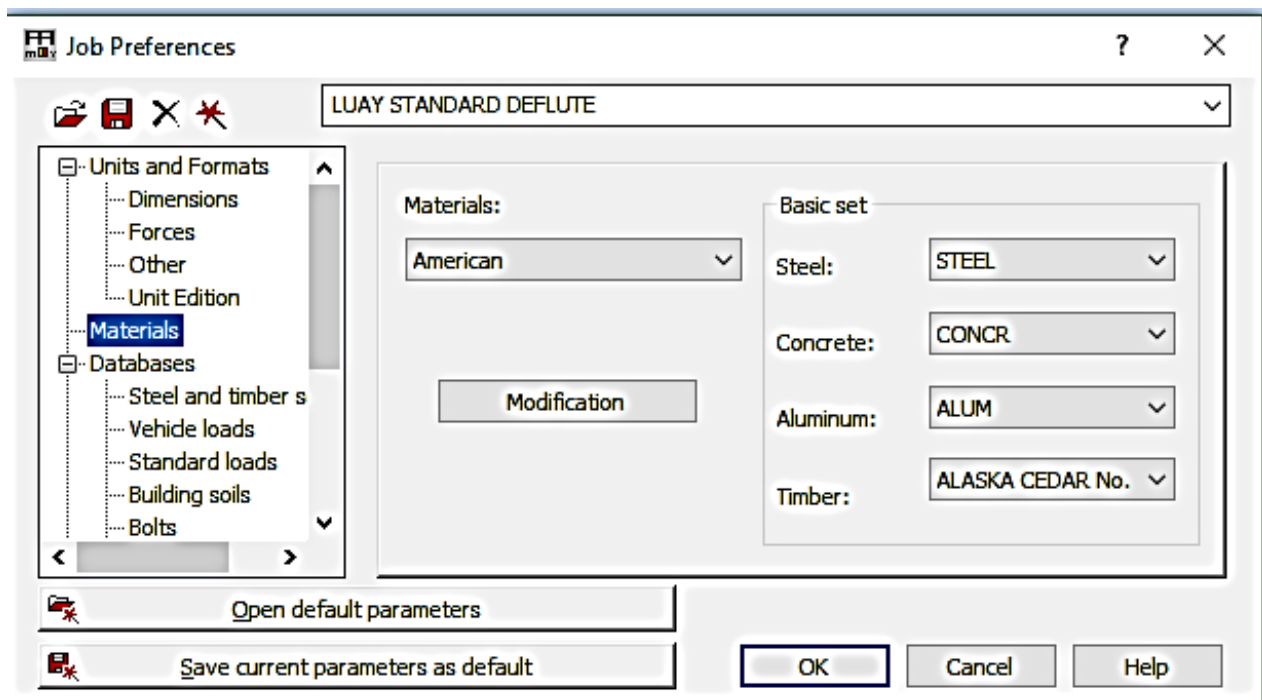
Open default parameters

Save current parameters as default

OK Cancel Help

Title	Description	units
Displacement :	الهبوط	mm
Angle / Rotation data:	زاوية دوران إحداثيات القطاعات الانشائية عند الادخال للبيانات	degree
Angle / Rotation result:	زاوية دوران إحداثيات القطاعات الانشائية عند بعد التحليل واستخراج النتائج	Radian
Temperature	الحرارة	C ^o
Diameter of reinforced concrete bars	قطر حديد التسليح المستخدم في التصميم للخرسانة المسلحة	mm
Weight of Material	وزن المواد الانشائية	kg
Mass	كتلة المواد الانشائية	kg

وبعدها نتوجه الى ضبط إعدادات خواص المواد الانشائية المستخدمة في التمثيل والنمذجة .



لاحظ أن الواجهة تعطيك الخيارات المتعددة لإدخال خواص المواد عن طريق القائمة المنسدلة (Materials) ويمكنك اختيار التصنيف الدولي الذي سوف تعتمد في عملك ويحتاج منك هذا الاجراء المعرفة المفصلة لهذا التصنيف ورموزه والقيم الرياضية المطلوبة وهنا تم اعتماد التصنيف الامريكي لخواص المواد (American).

اما في القائمة الاعدادات (basic set) فان المستخدم سيقوم بتحديد خواص كل مادة أنشائية مثل الحديد والخرسانة والالمنيوم والبناء بالخشب.

ولمزيد من الاعدادات المطلوبة بشكل دقيق يمكنك الدخول على التعديل (Modification) والتي ستتقلك لواجهة متخصصة كالآتي:

Material Definition

Steel Concrete Aluminum Timber Other

Name: STEEL Description: Carbon Fy 36 ksi

Elasticity

Young modulus, E: 199948.02 (MPa)

Poisson ratio, v: 0.3

Shear modulus, G: 76904.15 (MPa)

Specific weight (unit weight): 76.97 (kN/m³)

Thermal expansion coefficient: 0.000012 (1/°C)

Damping ratio: 0.06

Resistance

Characteristic 400.00 (MPa)

Reduction factor for shear: 1.66

Limit strength for tension: 399.90 (MPa)

☐ Annealed steel

Add Delete OK Cancel Help

Title	Description	units
Young modulus of elasticity, E :	معامل المرونة للحديد	MPa
Poisson Ratio, v:	نسبة بواسون	-
Shear modulus ,G:	معامل القص للحديد	MPa
Specific weight (unit weight)	الوزن النوعي للحديد	kN/m ³
Thermal expansion coefficient	معامل التمدد الحراري	1/C ⁰
Damping ratio	معامل التخميد	-
Resistance	أجهاد الخضوع للحديد	MPa
Steel bar (yield strength)	معامل التقليس للقص في الحديد	-
Reduction factor for shear	حدود القوة للشد	MPa
Limit strength for tension		

ملاحظات:

1- **معامل المرونة (Elastic Modulus or Modulus of Elasticity)** يسمى أيضا **معامل يونج (Young's Modulus)** هو ميل الجزء الأولي المستقيم في **منحنى الإجهاد و الانفعال**. ويقتصر على المواد الصلبة فقط و هو نسبة الاجهاد إلى الانفعال ، وحدة معامل يونج (ي) هي: نيوتن /م معامل يونج سُمي على اسم **توماس يونج**، العالم البريطاني من القرن الثامن عشر. إلا أن المفهوم كان قد طوره في 1727 **ليونهارد أويلر**، وأول التجارب التي استخدمت مفهوم معامل يونج بصيغته الحالية أجراها العالم الإيطالي **جوردانو ريكاتي** في 1782 - قبل أبحاث يونج بخمس وعشرون سنة. حدود معامل يونج للحديد المطاوع الصلب يتراوح ما بين (210000-190000) ميكا باسكال.

2- تسمية نسبة بواسون (بالإنجليزية Poisson's ratio: نسبة إلى العالم سيميون بواسون وهي النسبة بين الانفعال العرضي إلى الانفعال الطولي عندما يؤثر على العينة إجهاد ضمن حدود المرونة. في العادة عندما تشد المادة في أحد الاتجاهات، فإنها تميل إلى التقلص في الاتجاهين الآخرين، وعلى العكس عندما تضغط المادة في أحد الاتجاهات فإنها تميل إلى أن تتمدد في الاتجاهين

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

الباقين، وتكون نسبة بواسون (ν) هي المقياس لهذا الميل للتمدد والتقلص. لا يمكن أن تكون نسبة بواسون لأي مادة مستقرة أقل من -1.0 أو أكبر من 0.5، ومعظم المواد تكون نسبة بواسون لها في حدود 0.0 إلى 0.5.

3- معامل القص كمية فيزيائية في ميكانيكا المواد ويدعى كذلك معامل الجسوء وكذلك معامل كولوم ومعامل لامي الثاني، وهي خاصية فيزيائية لأي مادة تمثل النسبة بين إجهاد القص وانفعال القص. وحدة قياس معامل القص هي جيجا باسكال. قيمة معامل القص للحديد المطاوع الصلب تتراوح ما بين (82000-75000) ميكا باسكال.

4- قابلية المعدن للتمدد هي أنه يصير أقل قطراً ليصبح على شكل سلك معدني بواسطة التسخين مثل: أسلاك الكهرباء والهاتف. وستعتمد الزيادة في مقياس قطعة المعدن عند تسخينه على ثلاثة عوامل: (المقاس الأصلي، تغير درجة الحرارة، معدل تمددها). ويعرف معدل التمدد كمعامل التمدد الطولي وهو ثابت لأي مادة، ويُعطى عموماً بالنسبة لوحدات درجة حرارة مئوية بالرغم من أنه يمكن رؤيته بالنسبة لوحدات فهرنهايت أحياناً. والرقم المعتمد للحديد هو ما بين (0.000011-0.000012).

5- المضاعلة أو التخمد هو أي تأثير، ناتج عن تغيير خارجي أو موجود متأصل في نظام معين، يعمل على تقليل سعة الذبذبات. وتعتبر مقياس على قابلية الحديد في امتصاص الاهتزازات الناتجة عن الاحمال.

أما ما يخص الخرسانة (Concrete) فالواجهة هي:

Title	Description	units
Young modulus of elasticity, E :	معامل المرونة الخرسانة	MPa
Poisson Ratio, ν :	نسبة بواسون	-
Shear modulus ,G:	معامل القص للخرسانة	MPa
Specific weight (unit weight)	الوزن النوعي للخرسانة	kN/m ³
Thermal expansion coefficient	معامل التمدد الحراري	1/C ⁰
Damping ratio	معامل التخمد	-
Resistance Ultimate Compressive Strength	أجهاد الانضغاط للخرسانة	MPa
Sample Cylinder	النظام الأمريكي يعتمد على الاسطوانة الخرسانية في تحديد مقاومة الانضغاط للخرسانة أما النظام البريطاني فيعتمد على المكعب	-

ملاحظات:

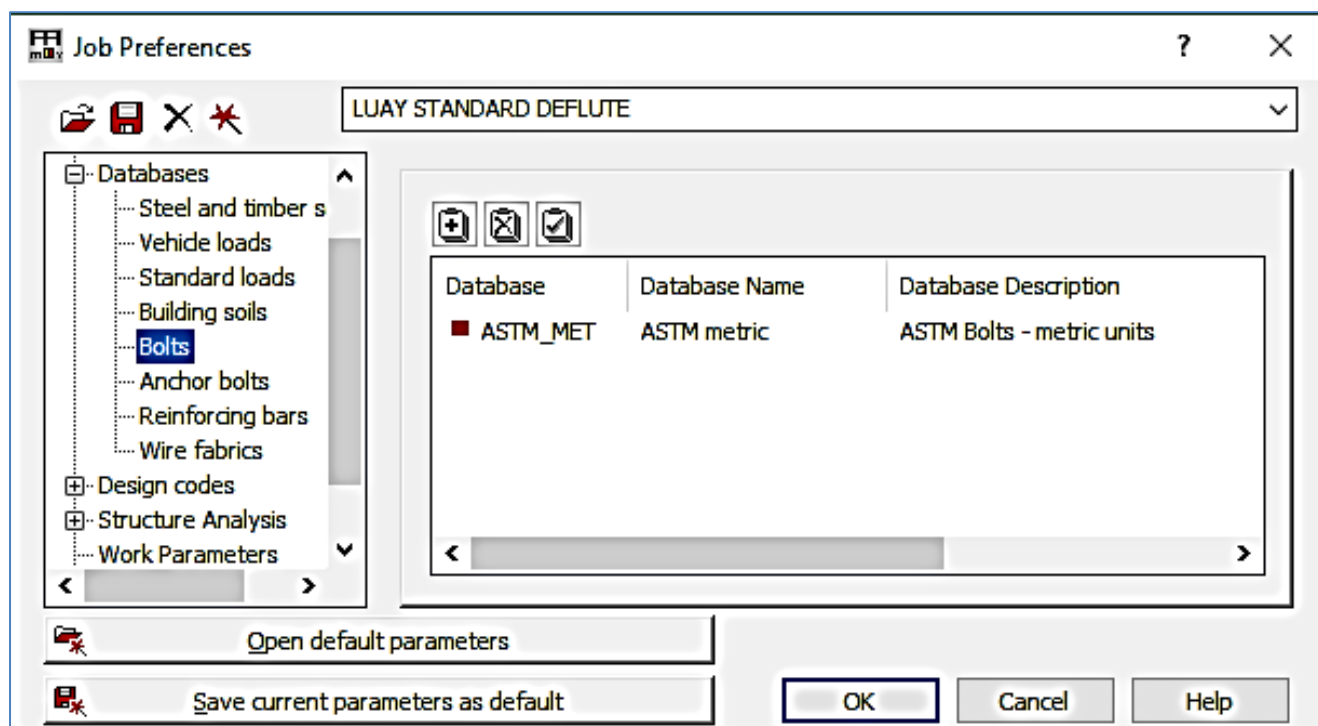
1- معامل المرونة للخرسانة ذات الوزن والكثافة العادية تحسب من المعادلة المبسطة التالية:
 $E_c = 4700 (f'_c)^{0.5}$ in SI-Unit or $E_c = 4400 (F_{cu})^{0.5}$

f'_c (cylinder) and F_{cu} (cube)

2- معامل القص للخرسانة (G) يحسب من المعادلة التالية:

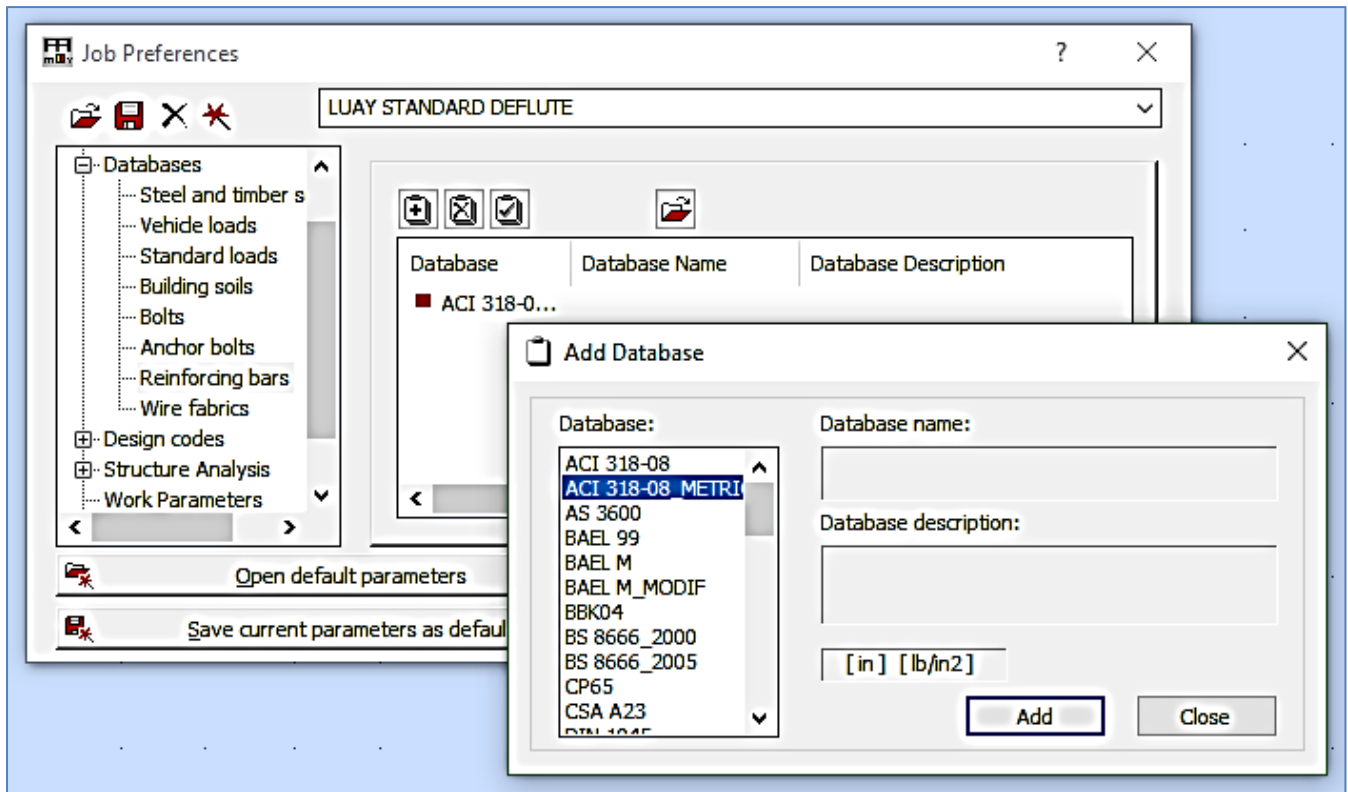
$$G = (E / 2(1+V))$$

نتوجه بعد ذلك لتنسيق إعدادات قضبان التسليح والكود الخاص بالأحمال الحية والميتة وحمل الريح وكذلك الوصلات الحديدية.



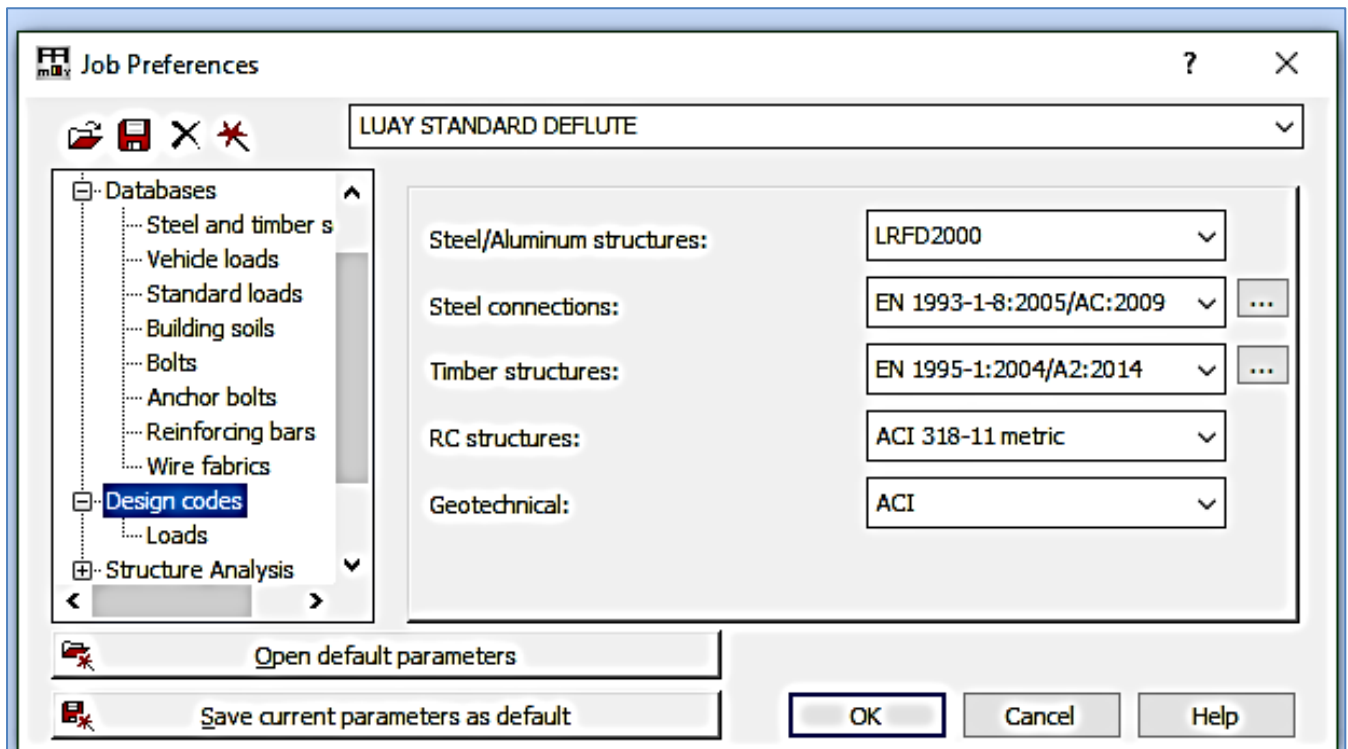
ستجد بان هناك نافذة جانبية تحدد الكود الذي يحوي قاعدة المعلومات الخاصة بكل خيار تنسيق يستخدم في العمل الذي ستقوم به لاحقا. مثلا تظهر في الصورة اعلاه التنسيقات الخاصة ببراعي التثبيت للوصلات الحديدية مع بعضها أو تثبيت الاعمدة الحديدية مع الاسس الخرسانية ويتم استخدام (ASTM) كخيار من قبلنا وهناك كبير من الكودات الذي يمكن استخدامه أما الامتداد (-MET) فيعني بان القيم ستظهر بوحدات SI.

وعند الانتقال لخيار قضبان التسليح (Reinforcing bars) ستظهر النافذة التالية:



يتم اختيار الكود الأمريكي للخرسانة بالنظام المتر (ACI-08_METRIC).

وبعدها يتم التوجه لمدونات التصميم (Design Codes) وكالاتي:



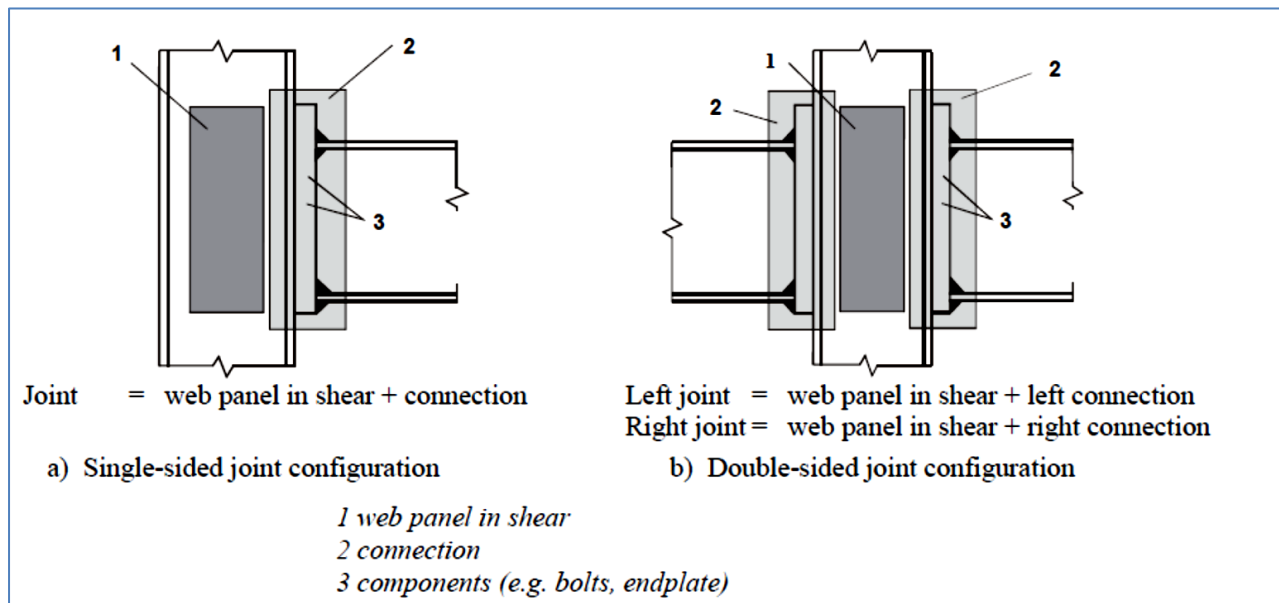
لاحظ المدونات الخاصة بنوعية المواد الانشائية والاعضاء الانشائية التي ستستخدم في التمثيل الانشائي :

1- Steel/Aluminum Structure: use [LRFD] method:

Limit state design (LSD), also known as **load and resistance factor design (LRFD)**, refers to a design method used in structural engineering. A limit state is a condition of a structure beyond which it no longer fulfills the relevant design criteria. The condition may refer to a degree of loading or other actions on the structure, while the criteria refer to structural integrity, fitness for use, durability or other design requirements. A structure designed by LSD is proportioned to sustain all actions likely to occur during its design life, and to remain fit for use, with an appropriate level of reliability for each limit state. Building codes based on LSD implicitly define the appropriate levels of reliability by their prescriptions. The method of limit state design, developed in the USSR and based on research led by Professor N.S. Streletski, was introduced in USSR building regulations in 1955. Limit state design requires the structure to satisfy two principal criteria: the ultimate limit state (ULS) and the serviceability limit state (SLS). Any design process involves a number of assumptions. The loads to which a structure will be subjected must be estimated, sizes of members to check must be chosen and design criteria must be selected. All engineering design criteria have a common goal: that of ensuring a safe structure and ensuring the functionality of the structure.

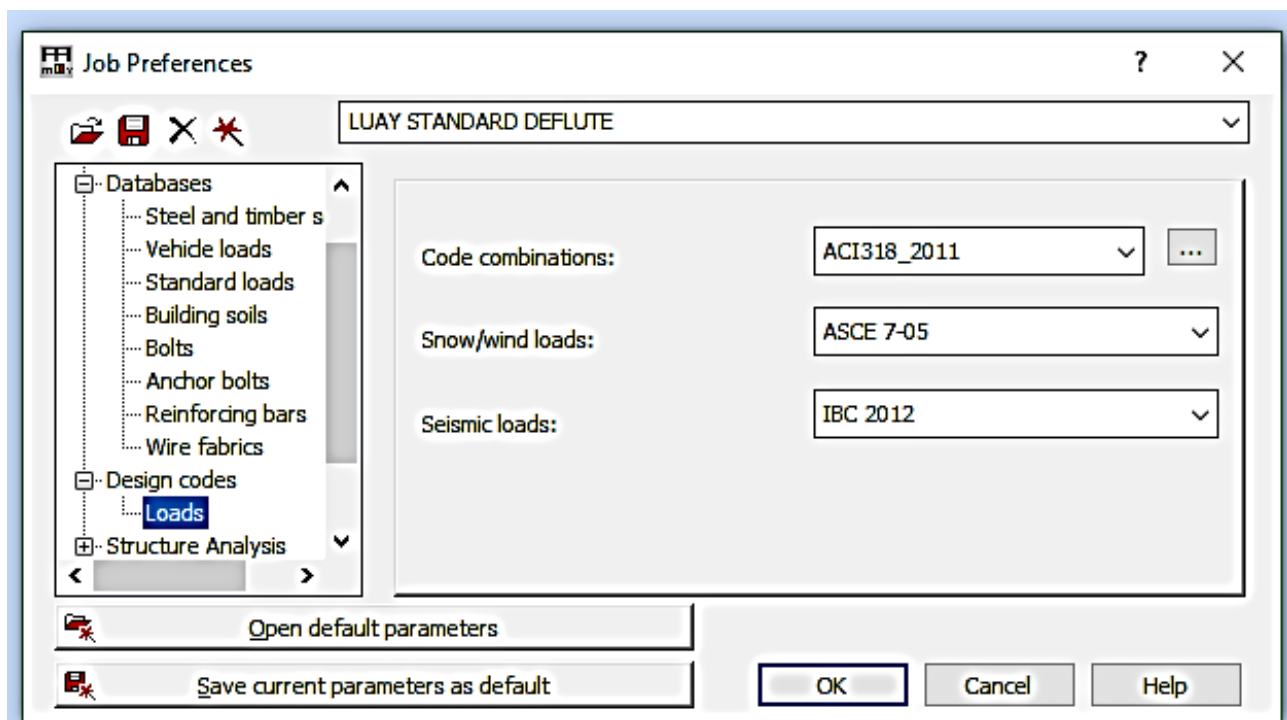
2- Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-8: Design of joints (includes Corrigendum AC:2009). For example :

In a lattice structure a uniplanar joint connects members that are situated in a single plane.



Parts of a beam-to-column joint configuration.

وعند الانتقال الى الاحمال (loads) ستظهر لديك الشاشة التالية:



1- Load Factors and Combinations: use ACI318-2011:

Required strength U shall be at least equal to the effects of factored loads in Table below:

Load Combination	Primary Load
$U = 1.4D$	D
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	L
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.5W)$	$L_r \text{ or } S \text{ or } R$
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	E
$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	W
$U = 0.9D + 1.0W$	W
$U = 0.9D + 1.0E$	E

2- SNOW/WIND LOADS: use ASCE 7-05:

Basic wind speed:

Basic wind speed in U.S. is shown in Figure 6.1. The basic wind speed is basic on statistical data collected from airport across U.S. The wind speeds correspond to 3-second gust speeds at 33 ft above ground for exposure C category. The wind speeds represent 50-year return period.

Exposure to wind:

Change from ASCE 7-98 to 02 & 05. Exposure A is deleted. A distinction was made surface roughness categories and exposure categories. Interpolation between exposure categories is permitted by rational analysis. Wind is to be evaluated in the worst case of the two 45-degree sectors either side of the wind direction.

Surface roughness categories:

- Surface roughness B: Urban and suburban areas, wooded areas or other terrain with numerous closely spaced obstructions having the size of single-family dwellings or larger.
- Surface roughness C: Open terrain with scattered obstructions having heights generally less than 30 ft. including flat open country, grasslands, and all water surfaces in hurricane-prone regions.
- Surface roughness D: Flat, unobstructed areas and water surfaces outside hurricane-prone regions including smooth mud flats, salt flats, and unbroken ice.

Exposure categories:

- Exposure B: Surface roughness B in upwind direction for 2630 ft or 10 times the height of the buildings. For buildings with mean roof height 30 ft or less, the upwind distance is reduced to 1500 ft.
- Exposure C: apply to all cases not in B or D.
- Exposure D: Surface roughness D in upwind direction for 500 ft or 10 times the height of the buildings. Exposure D shall extend inland from the shoreline for a distance of 600 ft or 10 times the height of the building.

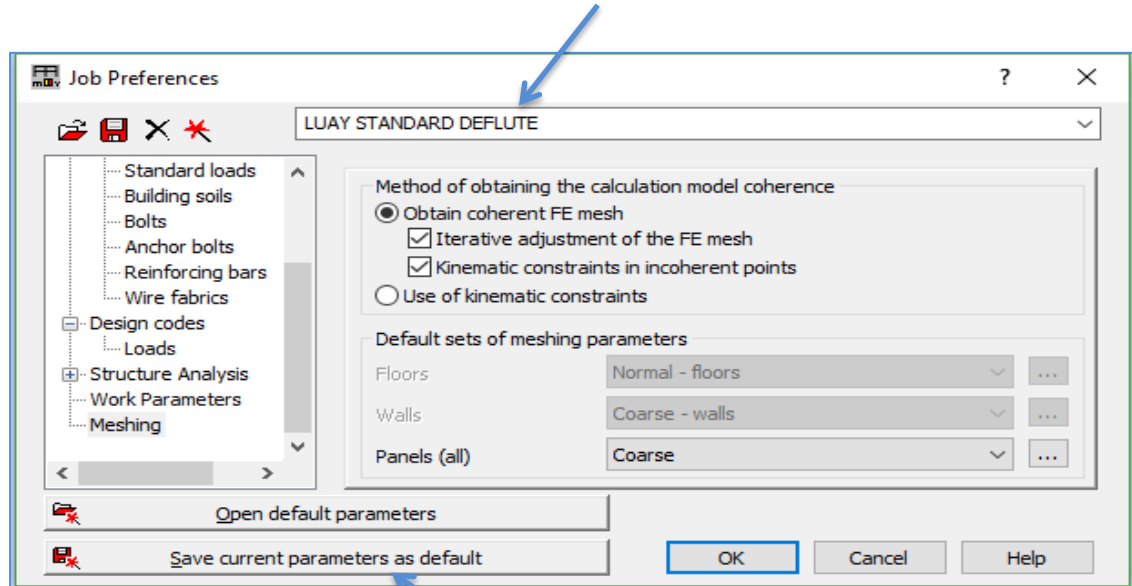
Important factor, I for wind load

Building category	Non-Hurricane prone regions and Hurricane prone regions with $V = 80-100$ mph and Alaska	Hurricane prone regions with $V > 100$ mph
I (Low hazard)	0.87	0.77
II (all others)	1	1
III (substantial hazard)	1.15	1.15
IV (essential facility)	1.15	1.15

3- SEISMIC LOADS: IBC 2012:

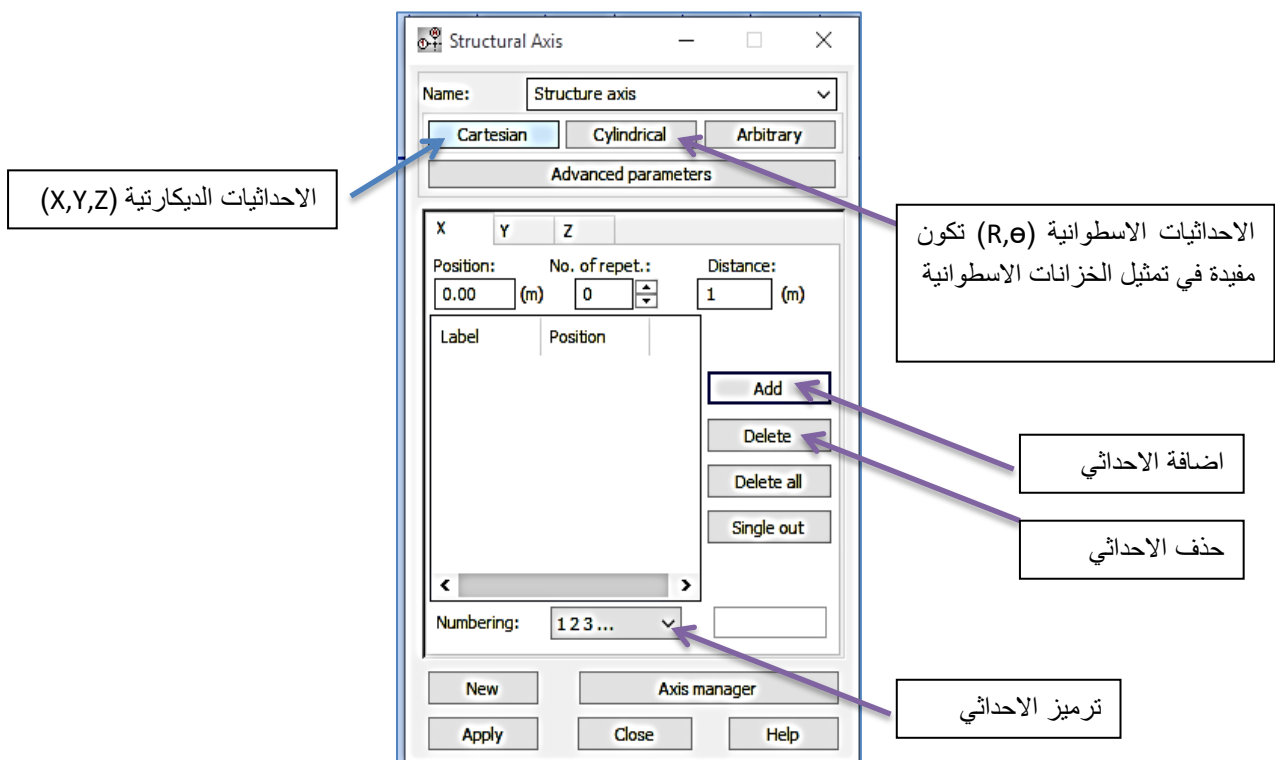
“Every structure, and portion thereof, including nonstructural components that are permanently attached to structures and their supports and attachments, shall be designed and constructed to resist the effects of earthquake motions in accordance with ASCE 7. The seismic design category for a structure is permitted to be determined in accordance with ASCE 7”.

وبعد استكمال باقي الاعدادات حسب المفضل لديك يمكنك خزن هذه الاعدادات لتبقى صالحة العمل لجميع الأعمال المستقبلية عن طريق خزنها باسم واستخدام اليعاز. (Save Current Parameters As Default).



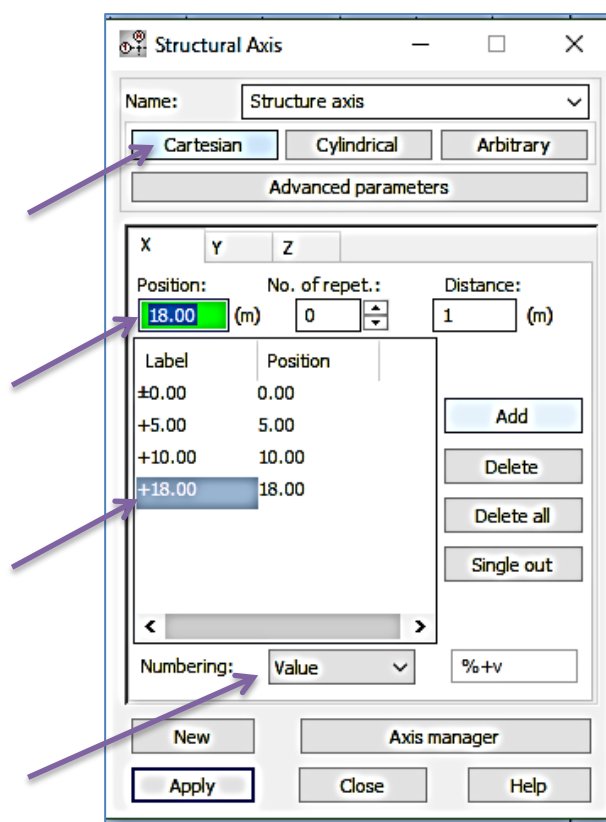
3-1 تهيئة الاحداثيات: Structural Axes

نتوجه الى تنسيق الاحداثيات قبل البدء بالمشروع باستخدام اليعاز (geometry) الموجود في شريط الادوات ونختار اليعاز (Axis definition) سيظهر لك مربع الحوار التالي:

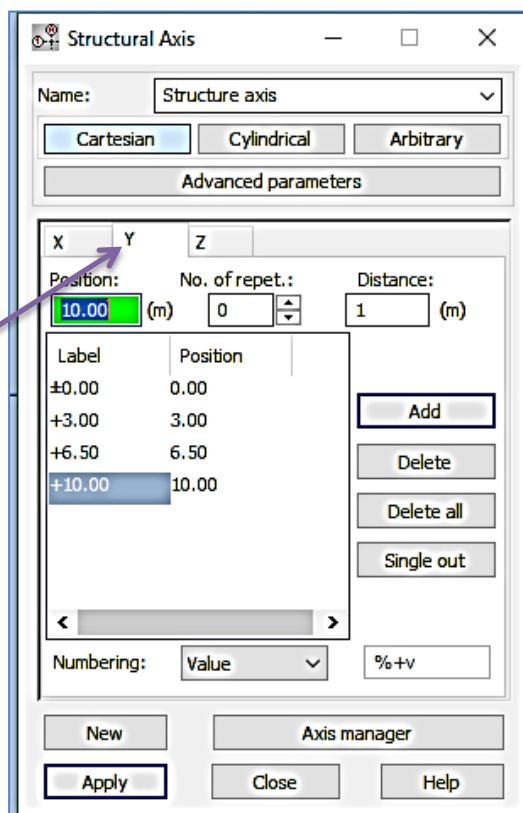


سنقوم بمثال بسيط لإدخال الاحداثيات والتي يجب ان تختار بشكل يخدم التمثيل الجيد للمشروع.

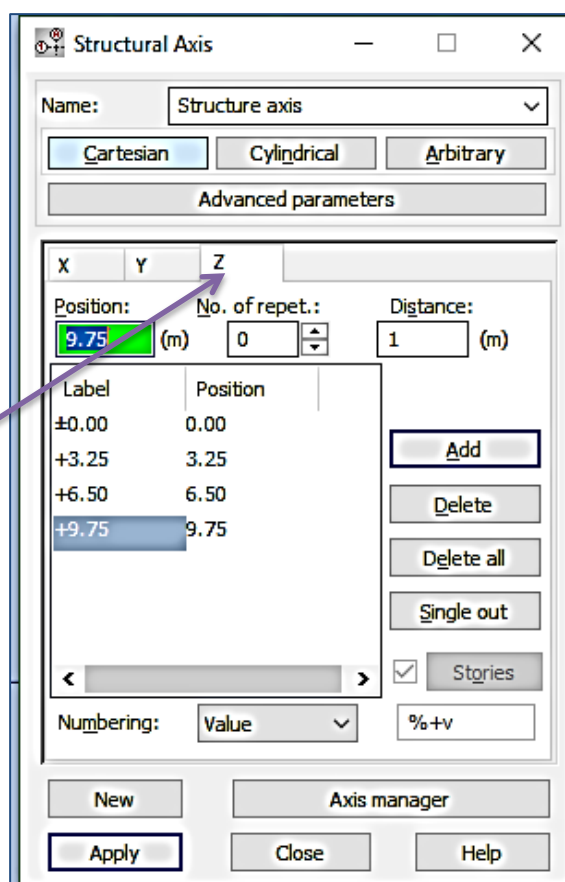
أدخال قيم (X) اولاً :



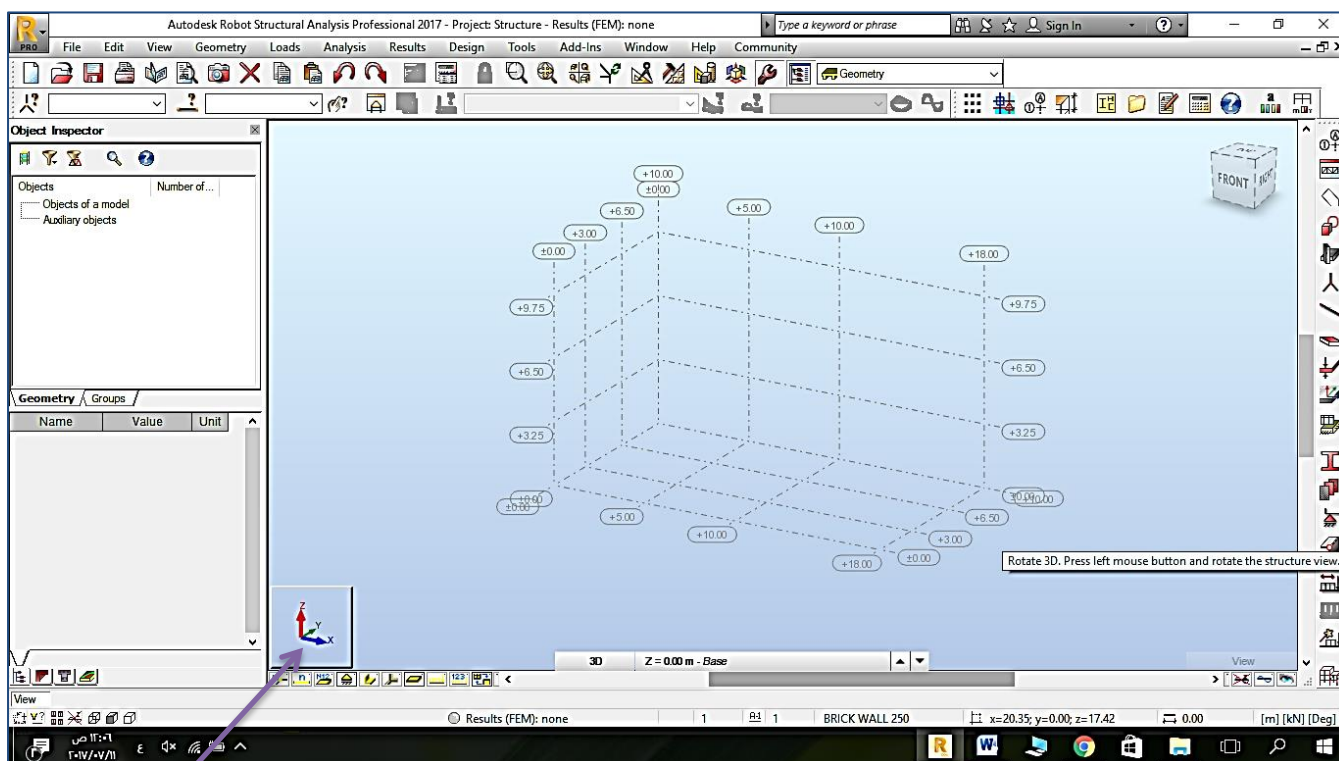
أدخال الرقم في مربع (Position) والنقر على مربع (Add) ويستمر العمل باتجاه الاحداثي (Y):



الاحداثي (Z) يمثل الارتفاع للبناية او المشروع: ارتفاع الطابق او الاعمدة 3.25 متر



عند الضغط على أيعاز (Apply) الموجود أسفل النافذة ستنتفتح لك الشاشة بالإحداثيات المدخلة:



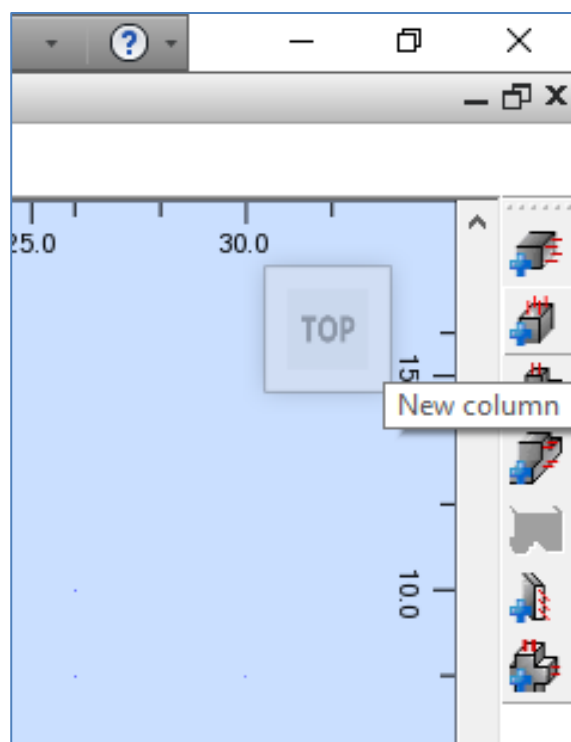
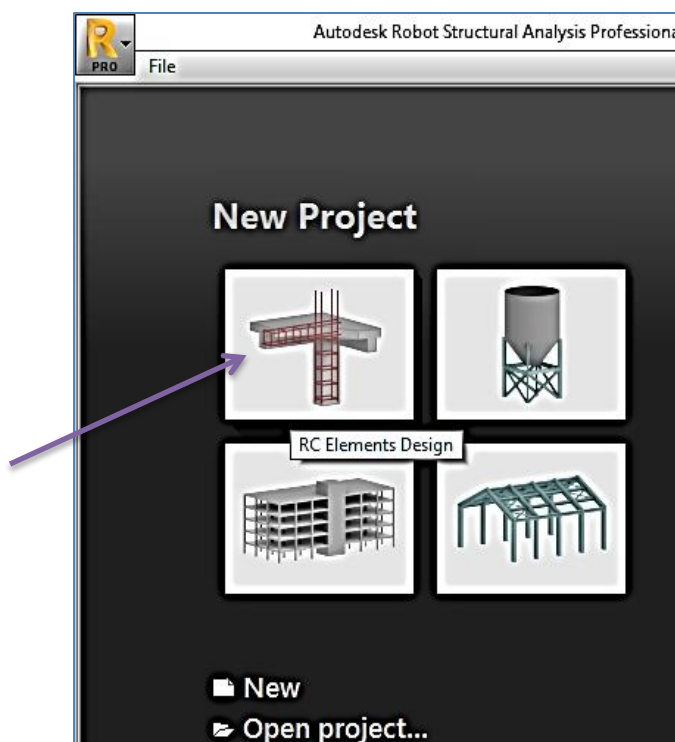
الفصل الثاني

1-2 تصميم الاعضاء الانشائية الخرسانية (الكود الامريكي ACI 318-11) بنظام الوحدات العالمي (SI Units)

1- تصميم العمود الخرساني :
سنقوم بتمثيل العمود الخرساني في برنامج الاوتودسك روبوت مع الخصائص التالية كمثال تصميمي متكامل :

Dimension Of Column (Cross Section)	(400x400) mm
Ultimate compressive strength of concrete f'_c	24.1 MPa
Yield strength of bar reinforcement f_y	420 MPa
Height of column	3.40 m
Longitudinal reinforcement (main)	Use $\varnothing$ 25 mm
Tie reinforcement	Use $\varnothing$ 10 mm
Height of RC beam (h_b)	500 mm
RC Slab thickness (h_s)	150 mm

نتوجه لنافذة البرنامج الرئيسية :



ننقر على خيار (RC Element Design) ثم (New column):

لاحظ كافة الإعدادات المدخلة لأبعاد العمود الخرساني في الصورة اعلاه. ثم نتوجه بعد الإدخال للأبعاد الى إدخال خواص الخرسانة وحديد التسليح المطلوبة:

نختار الاجراء (calculation options) على المسطرة الجانبية اليسرى لتفتح لنا النافذة التالية:

ادخال العام لحالة

التعرض للحمل الزلزالي

عند اكمالك الإعدادات اللازمة أضغط على ايقونة ok

الغطاء الخرساني للأعمدة يكون أقل قيمة له 30 ملم إذا كان العمود داخلي لا يتعرض للظروف الجوية والا الاختيار الآخر 40 ملم

بعدها يتوجه المستخدم الى نافذة خواص الخرسانة:

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General Concrete Longitudinal reinf. Transversal reinf.

Materials: American

Name: CONCR_3.5

Characteristic strength: 24.10 MPa

Unit weight: 2407.31 kG/m3

Aggregate size: 20.0 mm

Sand percentage: 0 (%)

Aggregate type: Siliceous

OK Cancel Help Standard Save As ... Delete

مقاومة الانضغاط للخرسانة ولأنتسى أنك في الإعدادات الاولى أدخلتها كمقاومة انضغاط المقاس الاقصى للحصى

نوع الركام المستخدم في خرسانة العمود

مقاومة الانضغاط للخرسانة بوحدة ksi يتم تحويلها الى MPa بضرب القيمة ب 3.5 ب (6.885)

نتوجه بعدها الى إعدادات التسليح الطولي (الرئيسي)

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General Concrete Longitudinal reinf. Transversal reinf.

Steel: ad 318-08_metric

Grade: Grade 420 Deformed

Characteristic strength 420.00 (MPa)

	Name	d (mm)	A (mm2)
1		10	79
2		13	133
3		16	201
4		19	284
5		22	380
6		25	491
7		29	661
8		32	804
9		36	1018
10		43	1452
11		57	2552

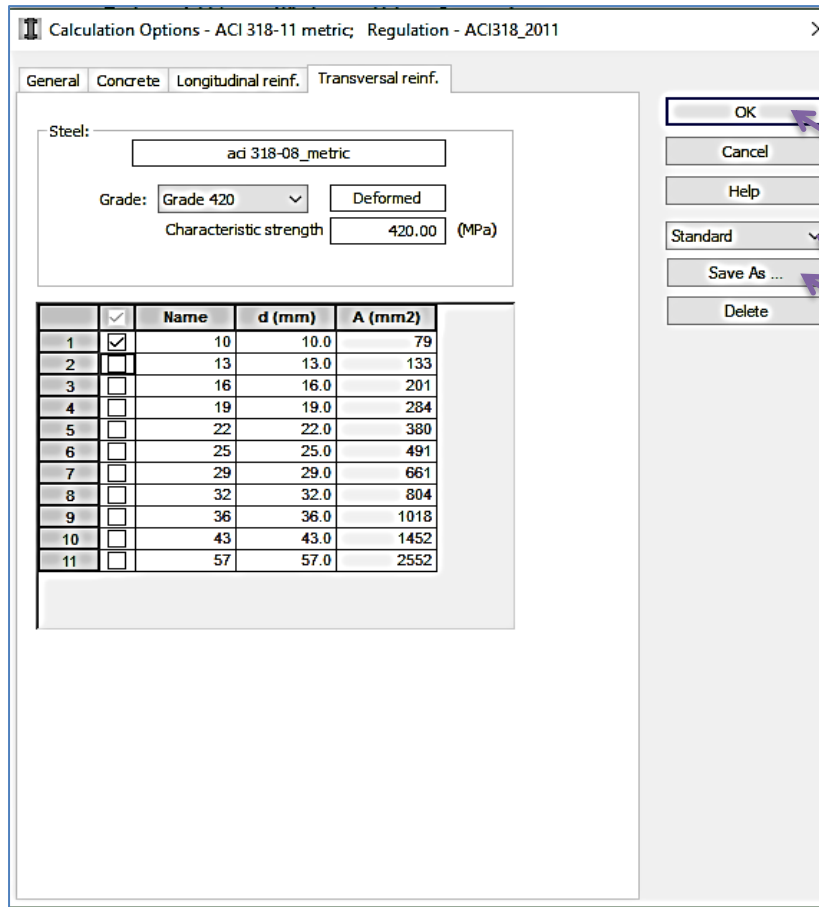
OK Cancel Help Standard Save As ... Delete

fy of steel bar reinforcement

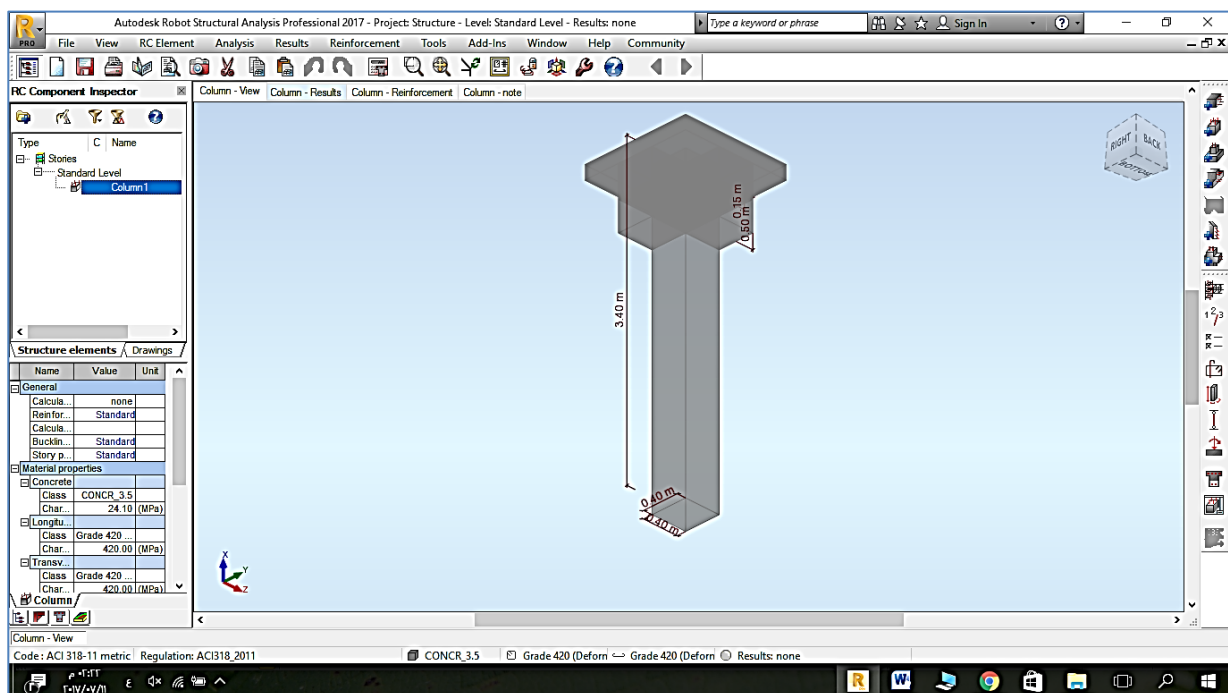
Type of bar

Bar diameter 25 mm

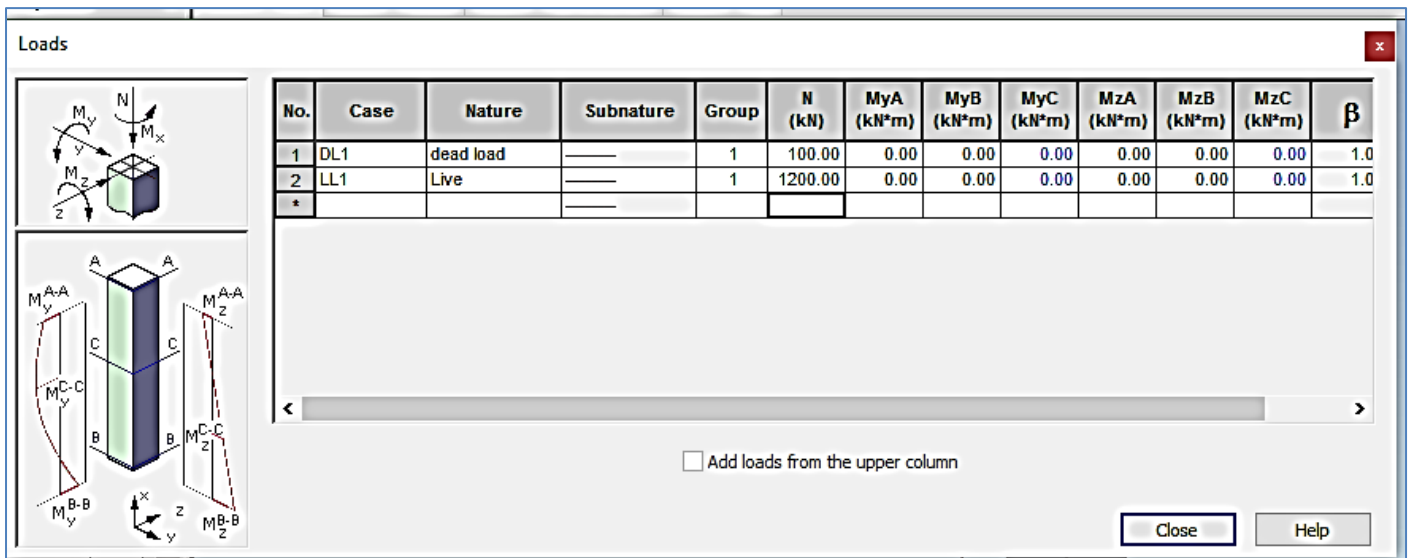
ثم الى حديد التسليح العرضي :



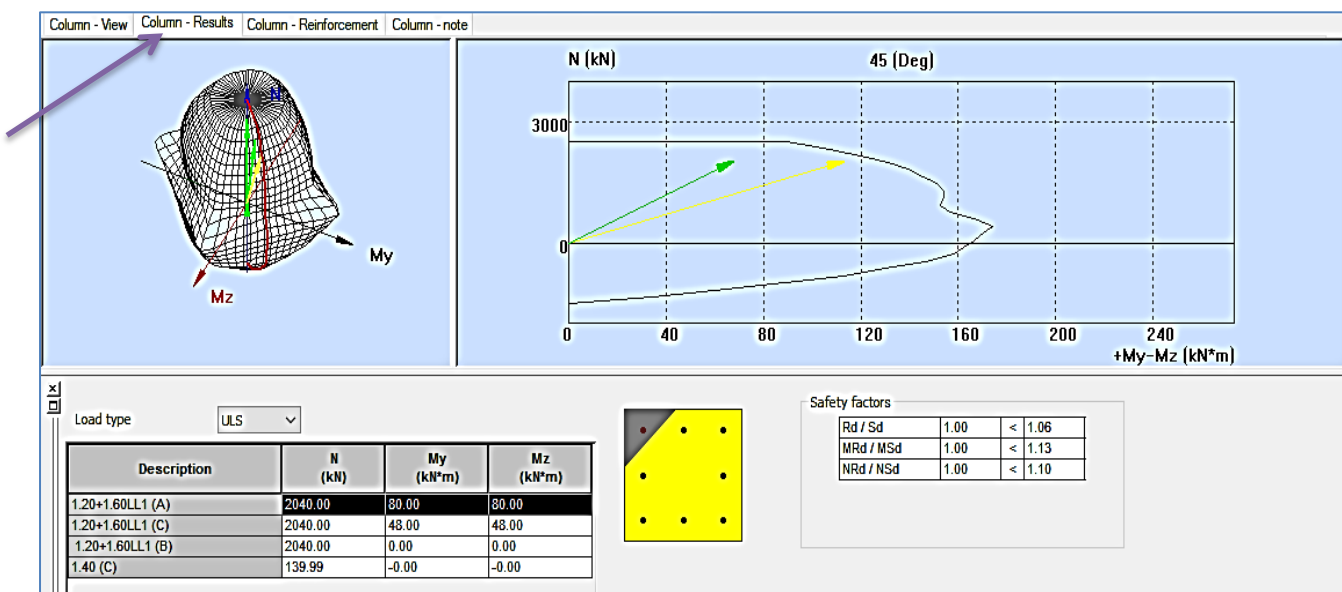
ويمكنك خزن هذه الاعدادات لاستخدامها المستقبلي للأعمدة الاخرى عن طريق استخدام الايجاز (save as) المؤشر عليه في الصورة اعلاه، سيعطيك هذا الاجراء الخزن باسم ستدخله ويظهر مستقبلا في خانة (standard). لاحظ ظهور ابعاد وخواص العمود الخرساني المدخل في نافذه بالأبعاد.



نتوجه الى ايقونة (loads definition) الموجودة على المسطرة الجانبية للشاشة .



بعد اكمال الاحمال نتوجه الى شريط الادوات في اعلى الشاشة (analysis) لأجراء التحليل والحسابات (calculation):



وعند استعمال الابعاز (column reinforcement) سيظهر تسليح العمود المطلوب بشكل ثلاثي الابعاد مع جدول كامل بالتسليح وتفصيله.

التسليح للعمود ثلاثي

أيعاز ايضاح
تسليح العمود

مقطع في العمود

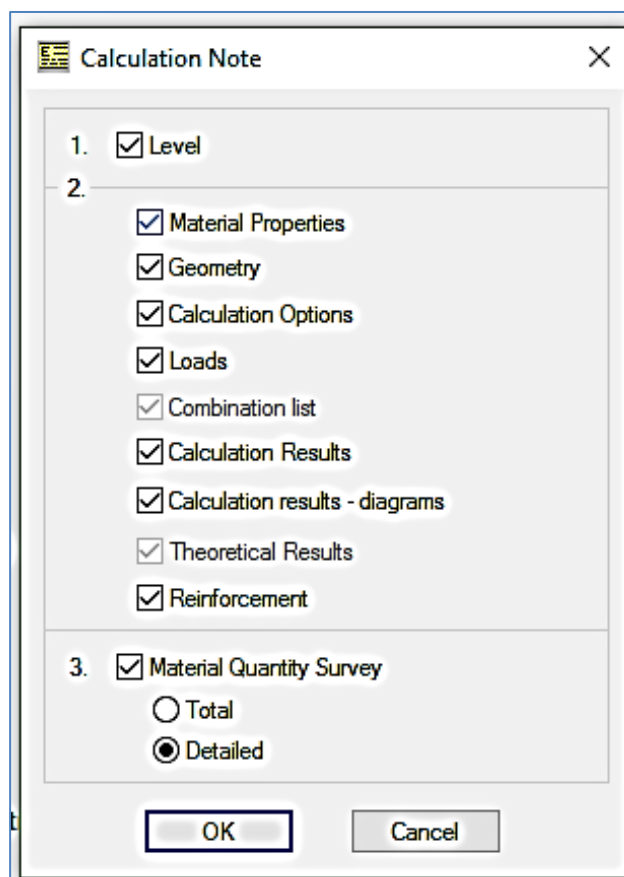
تفصيل التسليح كجدول

تفصيل التسليح كشكل وطول

No.	Reinforcement Type	Steel Grade	Diameter (mm)	Number	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	main	Grade 420	25	8					
2	transversal	Grade 420	10	8	B = 0.32	C = 0.32	D = 0.32	E = 0.32	
3	transversal	Grade 420	10	8					
*									

Type	main	transversal
Steel	Grade 420 (Deformed)	Grade 420 (Deformed)
Diameter	25	10
Shape		
Shape code		
Left end		
Hook	0.0	0.0
Hook length	0.00	0.00
Position X	0.00	0.00

هذا التصميم يمكن استخراج نوتة حسابية له متكاملة بكافة الادخالات عن طريق اليعاز (calculation)
(note).



هذه الحسابات ستظهر لديك باي صيغة تحب وكالاتي:

1 Level:

- Name : Standard Level
- Reference level : ---
- Fire rating : 0 (h)
- Environment class : mild

Column: Column1

Number: 1

2.1 Material properties:

- Concrete : CONCR_3.5 $f_c = 24.10$ (MPa)
- Unit weight : 2407.31 (kg/m3)
- Longitudinal reinforcement : Grade 420 $f_y = 420.00$ (MPa)
- Transversal reinforcement : Grade 420 $f_y = 420.00$ (MPa)

2.2 Geometry:

- 2.2.1 Rectangular 400 x 400 (mm)
- 2.2.2 Height: L = 3.40 (m)
- 2.2.3 Slab thickness = 0.15 (m)
- 2.2.4 Beam height = 0.50 (m)

2.2.5 Cover = 40 (mm)

2.3 Calculation options:

- Calculations according to : ACI 318-11 metric
- Precast column : no
- Pre-design : no
- Slenderness taken into account : yes
- Ties :to slab
- Non-sway structure

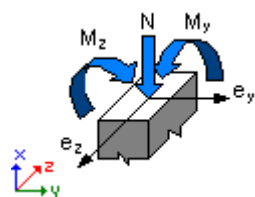
2.4 Loads:

Case	Nature	Group	γ_f	N	Myu	Myl	Myi	Mzu	Mzl
		(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
LL1	dead load	1	1.20	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	live load	1	1.60	1200.00	50.00	0.00	30.00	50.00	30.00

γ_f - load factor

2.5 Calculation results:

2.5.1 ULS Analysis



Design combination: 1.20+1.60LL1 (A)

$\phi = 0.65$

Internal forces:

N = 2040.00 (kN) My = 80.00 (kN*m) Mz = 80.00 (kN*m)

Design forces:

Upper node

N = 2040.00 (kN) My = 80.00 (kN*m) Mz = 80.00 (kN*m)

2.5.1.1 Detailed analysis-Direction Y:

2.5.1.1.1 Critical force

$P_c = 16311.53$ (kN) (10-13)

$k^*l_u = 2.55$ (m)

$EI = 10746.71$ (kN*m²) (10-14)

$\beta_d = 1.00$

$E_c = 24782.74$ (MPa)

$E_s = 199948.02$ (MPa)

$I_g = 2133333333$ (mm⁴)

$I_{se} = 54611434$ (mm⁴)

2.5.1.1.2 Slenderness analysis

Non-sway structure

l_u (m)

k

k^*l_u (m)

3.40

0.75

2.55

$k^*l_{uy}/r_y = 22.08 < 34.00$

Short column (10-7)

2.5.1.1.3 Buckling analysis

$M1 = 0.00 \text{ (kN*m)}$ $M2 = 80.00 \text{ (kN*m)}$
 Case: Cross-section at the column end (Upper node), Slenderness not taken into account
 $M = 80.00 \text{ (kN*m)}$
 $M_c = M = 80.00 \text{ (kN*m)}$

2.5.1.2 Detailed analysis-Direction Z:

2.5.1.2.1 Critical force

$P_c = 16311.53 \text{ (kN)}$ (10-13)
 $k \cdot l_u = 2.55 \text{ (m)}$
 $EI = 10746.71 \text{ (kN*m}^2\text{)}$ (10-14)
 $\beta_d = 1.00$
 $E_c = 24782.74 \text{ (MPa)}$
 $E_s = 199948.02 \text{ (MPa)}$
 $I_g = 2133333333 \text{ (mm}^4\text{)}$
 $I_{se} = 54611434 \text{ (mm}^4\text{)}$

2.5.1.2.2 Slenderness analysis

Non-sway structure

$l_u \text{ (m)}$	k	$k \cdot l_u \text{ (m)}$	
3.40	0.75	2.55	

 $k \cdot l_{uz}/r_z = 22.08 > 0.00$ Slender column (10-7)

2.5.1.2.3 Buckling analysis

$M1 = 0.00 \text{ (kN*m)}$ $M2 = 80.00 \text{ (kN*m)}$
 Case: Cross-section at the column end (Upper node), Slenderness not taken into account
 $M = 80.00 \text{ (kN*m)}$
 $M_c = M = 80.00 \text{ (kN*m)}$

2.5.2 Reinforcement:

Ratio: $\mu = A_{sr}/A_g = 2.45 \%$

2.6 Reinforcement:

Main bars (Grade 420):

- 8 $\phi 25$ $l = 3.36 \text{ (m)}$

Transversal reinforcement (Grade 420):

stirrups: 8 $\phi 10$ $l = 1.36 \text{ (m)}$
 8 $\phi 10$ $l = 1.06 \text{ (m)}$

3 Material survey:

- Concrete volume = 0.46 (m³)
- Formwork = 4.64 (m²)
- Steel Grade 420
- Total weight = 115.54 (kG)
- Density = 249.01 (kG/m³)
- Average diameter= 18.7 (mm)
- Reinforcement survey:

	Diameter	Length	Weight	Number	Total
weight		(m)	(kG)	(No.)	(kG)
	10	1.06	0.65	8	5.23
	10	1.36	0.84	8	6.69
	25	3.36	12.95	8	

إذا تمت مقارنة نتائج البرنامج مع الحسابات اليدوية وحسب الكود الأمريكي ستكون كالآتي:
المعادلات المستعملة:

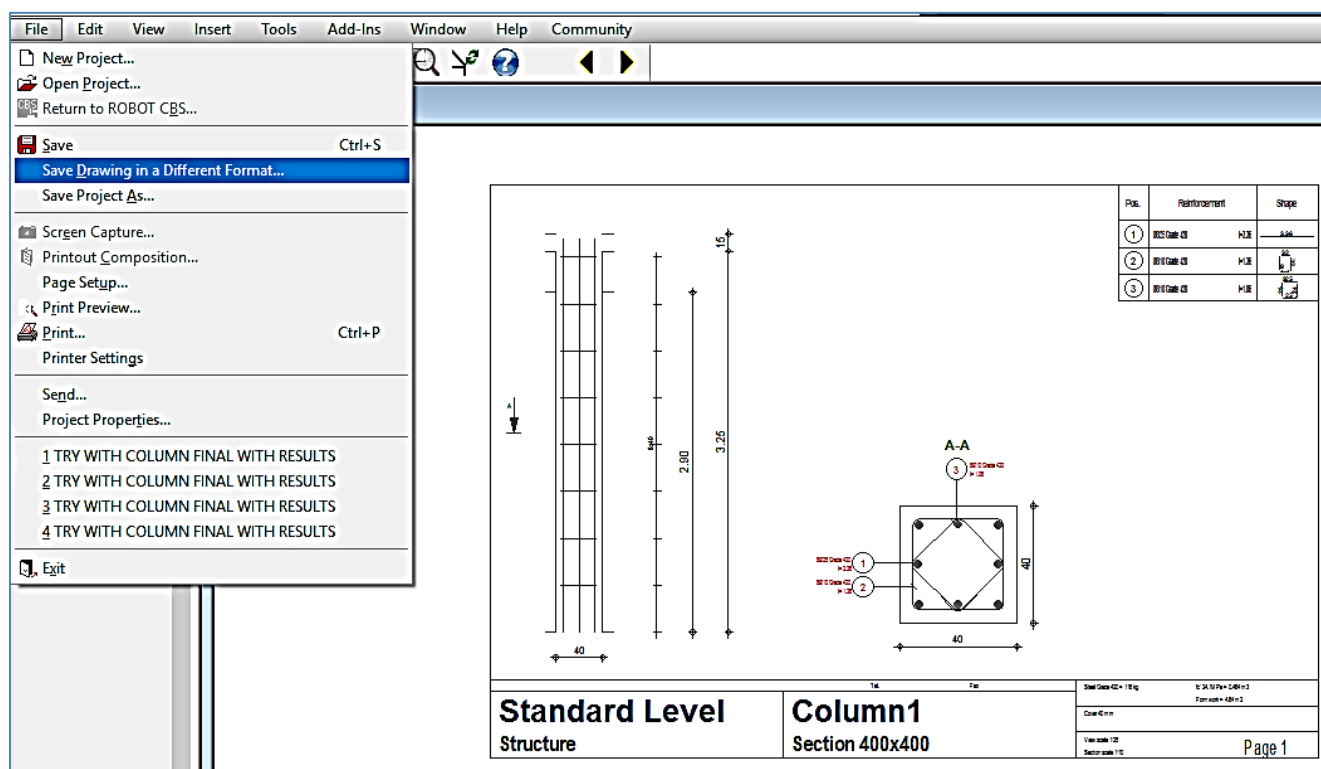
$$P_u = 0.9 \cdot 0.8 \cdot [0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_s) + A_s \cdot f_y]$$

$$P_u = 1.2(100) + 1.6(1200) = 2040 \text{ kN}$$

$$\text{Hence , } f'_c = 24.1 \text{ MPa } \quad f_y = 420 \text{ MPa and } A_g = 160000 \text{ mm}^2$$

$$A_s \approx 3904 \text{ mm}^2 \text{ or } [7.951 \phi 25 \text{ mm}] \longrightarrow \text{use } 8 \phi 25 \text{ mm [ok]}$$

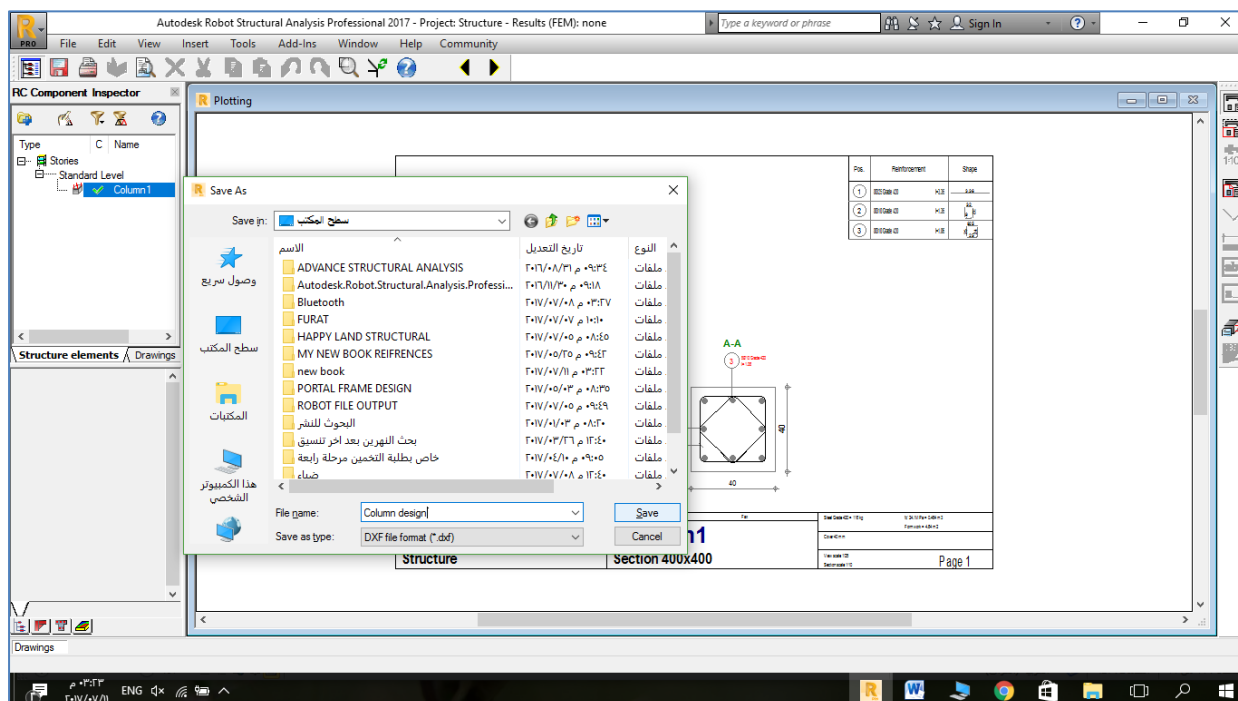
يمكنك حفظ المخطط وتحويله الى برنامج الاوتوكاد لطباعته . (save Drawing in a Different Format)
(Format



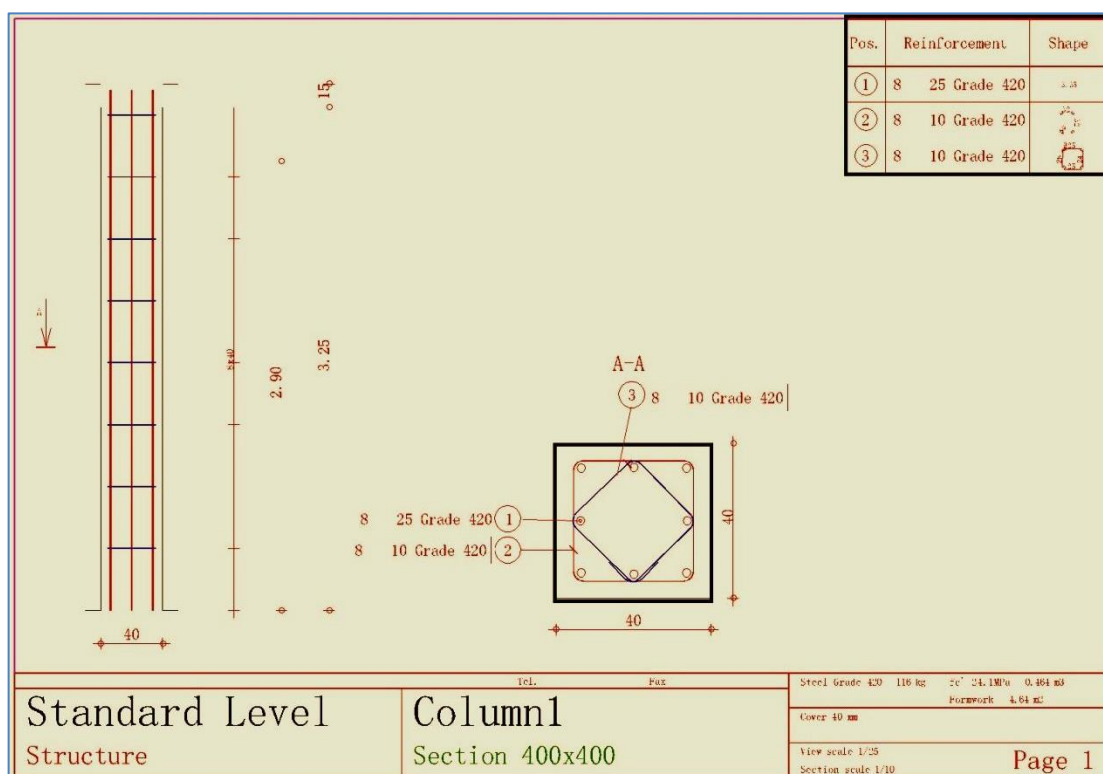
Pos.	Reinforcement	Shape
1	8 bars of 25	400
2	8 bars of 25	400
3	8 bars of 25	400

Standard Level	Column1	Steel Class: C40	Concrete Class: C40/50
Structure	Section 400x400	Code: EN 1992-1-1	Formwork: 400x100
		View scale: 1:20	Page 1

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

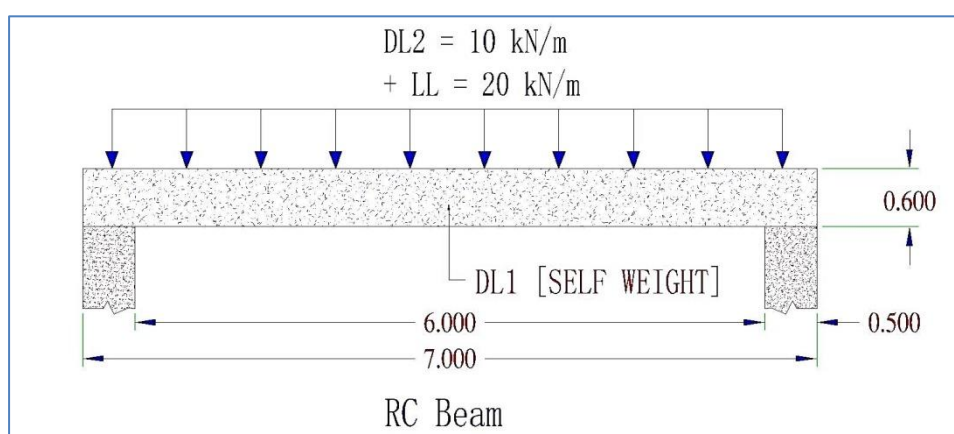


وسيطر المخطط ببرنامج الاوتوكاد كما يلي :

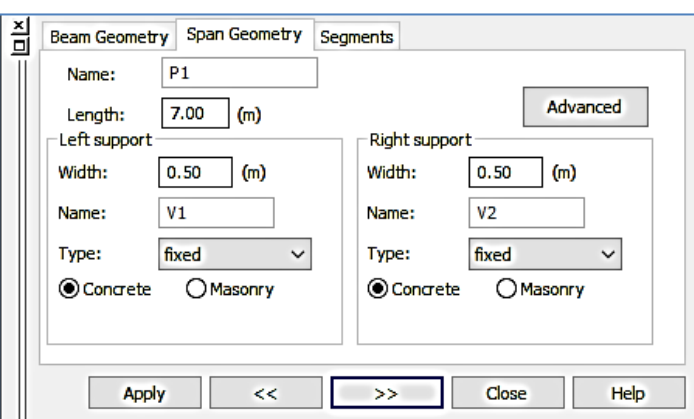
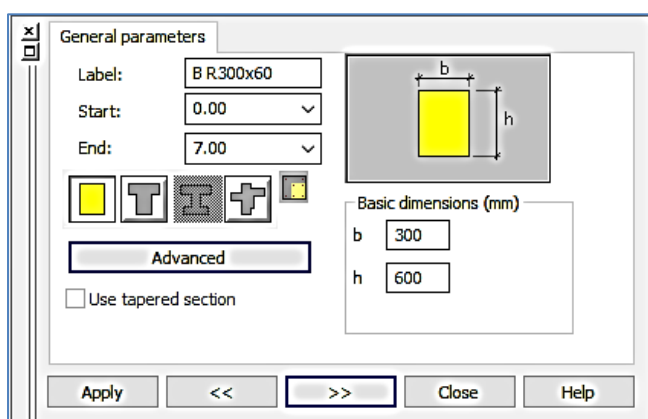


Design Of RC Beam : تصميم عتبة مستطيلة : عتبة خرسانية بالخواص والابعاد التالية:

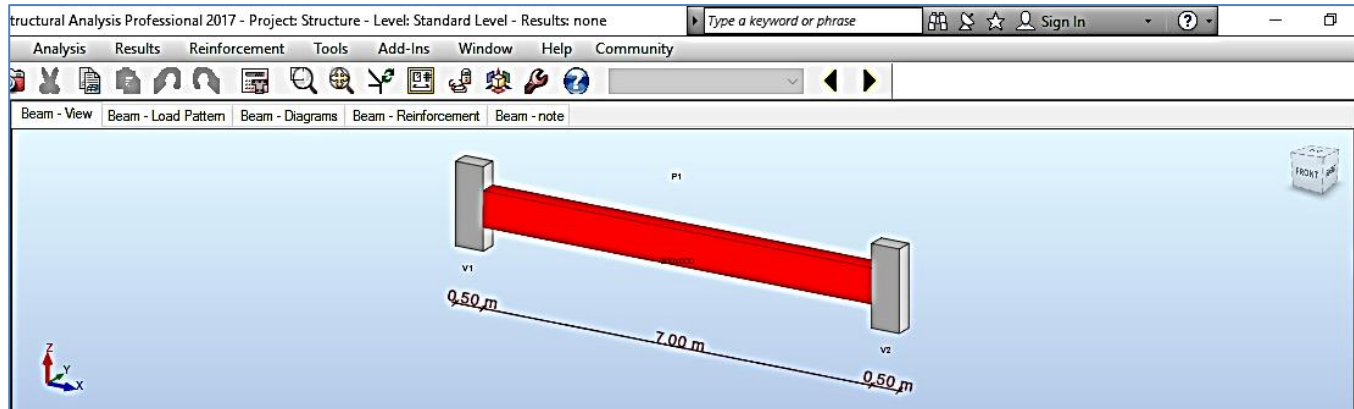
Dimension Of Beam (Cross Section)	(300x600) mm
Ultimate compressive strength of concrete f'_c	24.1 MPa
Yield strength of bar reinforcement f_y	420 MPa
Length of beam (total)	7.0 m
Longitudinal reinforcement (main)	Use $\varnothing$ 25 mm
Tie reinforcement	Use $\varnothing$ 10 mm
Side support width [right]	500 mm
Side support width [left]	500 mm



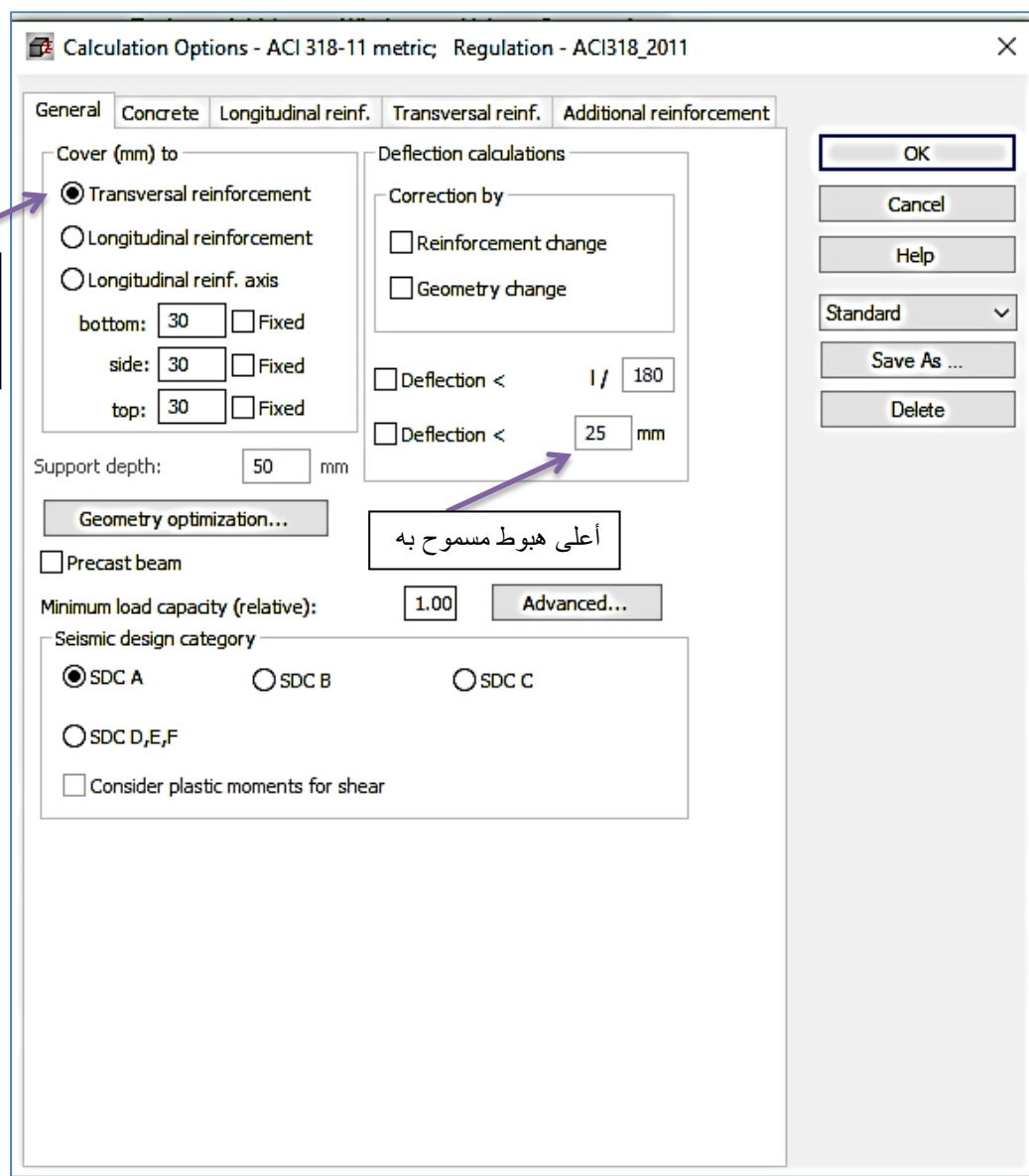
نتيجة الى البرنامج لتمثيل العتبة وتصميمها : (add beam)



عند الضغط على الايغاز (Apply) لكلا النافذتين سيظهر شكل العتبة ثلاثي الابعاد.



نتوجه لإعدادات قيم مقاومة الخرسانة وخواصها وكذلك حديد التسليح.



أدخال خواص الخرسانة:

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General Concrete Longitudinal reinf. Transversal reinf. Additional reinforcement

Materials: American

Name: CONCR_3.5

Characteristic strength: 24.10 MPa

Unit weight: 2407.31 kG/m3

Aggregate size: 20.0 mm

Sand percentage: 0 (%)

Aggregate type: Siliceous

OK Cancel Help Standard Save As ... Delete

أدخال خواص حديد التسليح:

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General Concrete Longitudinal reinf. Transversal reinf. Additional reinforcement

Steel: aci 318-08_metric

Grade: Grade 420 Deformed

Characteristic strength: 420.00 (MPa)

	✓	Name	d (mm)	A (mm2)
1	☐	10	10.0	79
2	☐	13	13.0	133
3	☐	16	16.0	201
4	☐	19	19.0	284
5	☐	22	22.0	380
6	☒	25	25.0	491
7	☐	29	29.0	661
8	☐	32	32.0	804
9	☐	36	36.0	1018
10	☐	43	43.0	1452
11	☐	57	57.0	2552

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General Concrete Longitudinal reinf. Transversal reinf. Additional reinforcement

Steel: aci 318-08_metric

Grade: Grade 420 Deformed

Characteristic strength: 420.00 (MPa)

	✓	Name	d (mm)	A (mm2)
1	☒	10	10.0	79
2	☐	13	13.0	133
3	☐	16	16.0	201
4	☐	19	19.0	284
5	☐	22	22.0	380
6	☐	25	25.0	491
7	☐	29	29.0	661
8	☐	32	32.0	804
9	☐	36	36.0	1018
10	☐	43	43.0	1452
11	☐	57	57.0	2552

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General Concrete Longitudinal reinf. Transversal reinf. Additional reinforcement

Steel: aci 318-08_metric

Grade: Grade 420 Deformed

Characteristic strength: 420.00 (MPa)

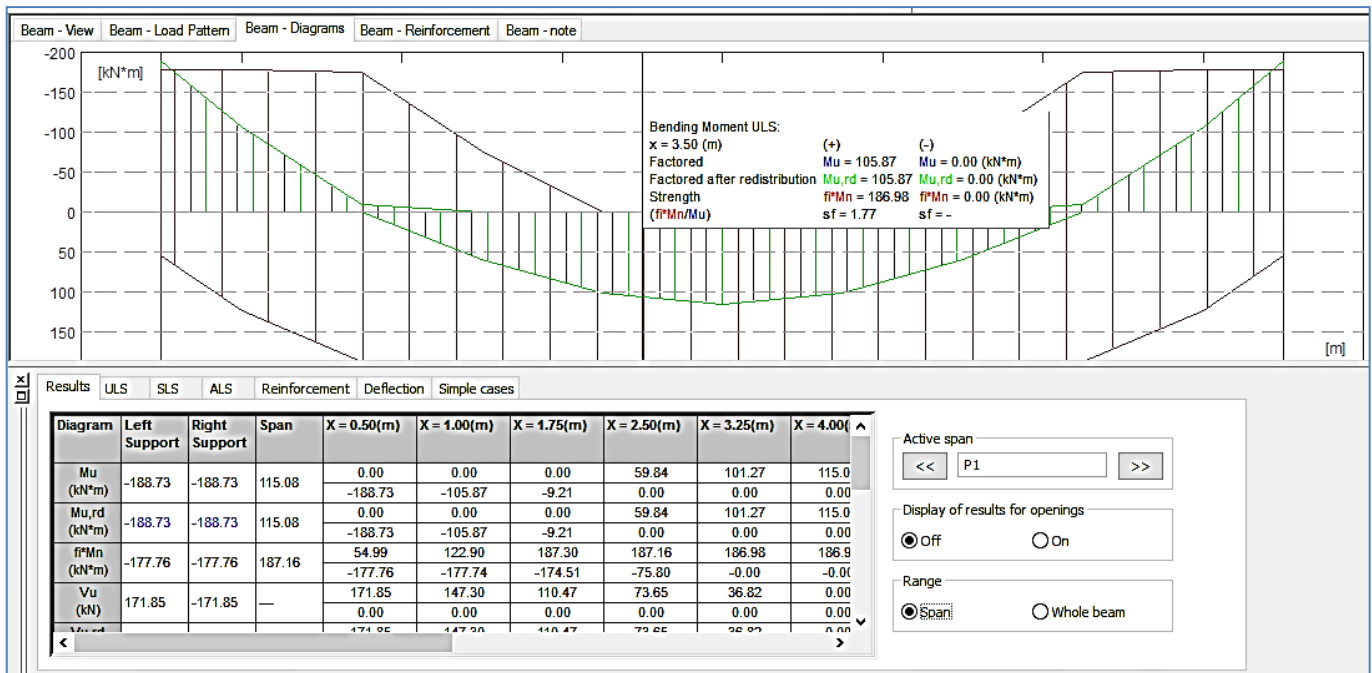
	✓	Name	d (mm)	A (mm2)
1	☐	10	10.0	79
2	☐	13	13.0	133
3	☐	16	16.0	201
4	☐	19	19.0	284
5	☐	22	22.0	380
6	☒	25	25.0	491
7	☐	29	29.0	661
8	☐	32	32.0	804
9	☐	36	36.0	1018
10	☐	43	43.0	1452
11	☐	57	57.0	2552

أدخال الاحمال:

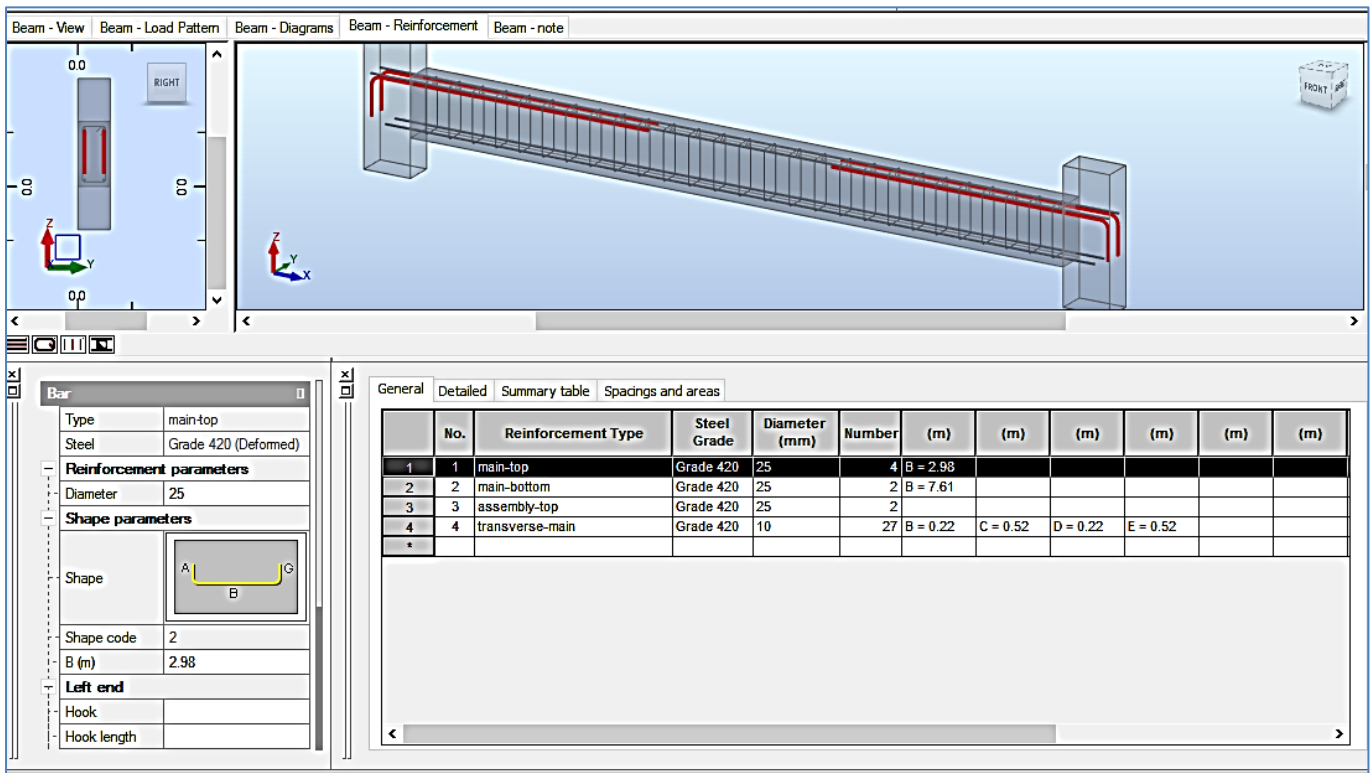
عند إجراء التحليل والتصميم يبلغنا البرنامج بان هناك معيار غير كافي لتحمل قيم الاحمال وهذا الامر مهم للتأكد من كفاية القيم المدخلة او مقدارها. هنا يبلغنا البرنامج بان قيم الابعاد لمقطع العتبة حرج ولا يكفي لتحمل عزوم الانحناء فاذا تجاهلت التحذير فان البرنامج سيعوض النقص في الابعاد بإضافة حديد تسليح إضافي ويعتبره غير اقتصادي للتصميم.

يمكننا تلافي التحذير عن طريق زيادة عمق المقطع من 600 ملم الى 700 ملم مثلاً أو زيادة العرض من 300 ملم الى 400 ملم . ولكننا في هذا المثال سنتجاهل الزيادة المطلوبة باعتبار عمق العتبة محددة معمارياً وتؤثر على ارتفاع الطابق للبنية.

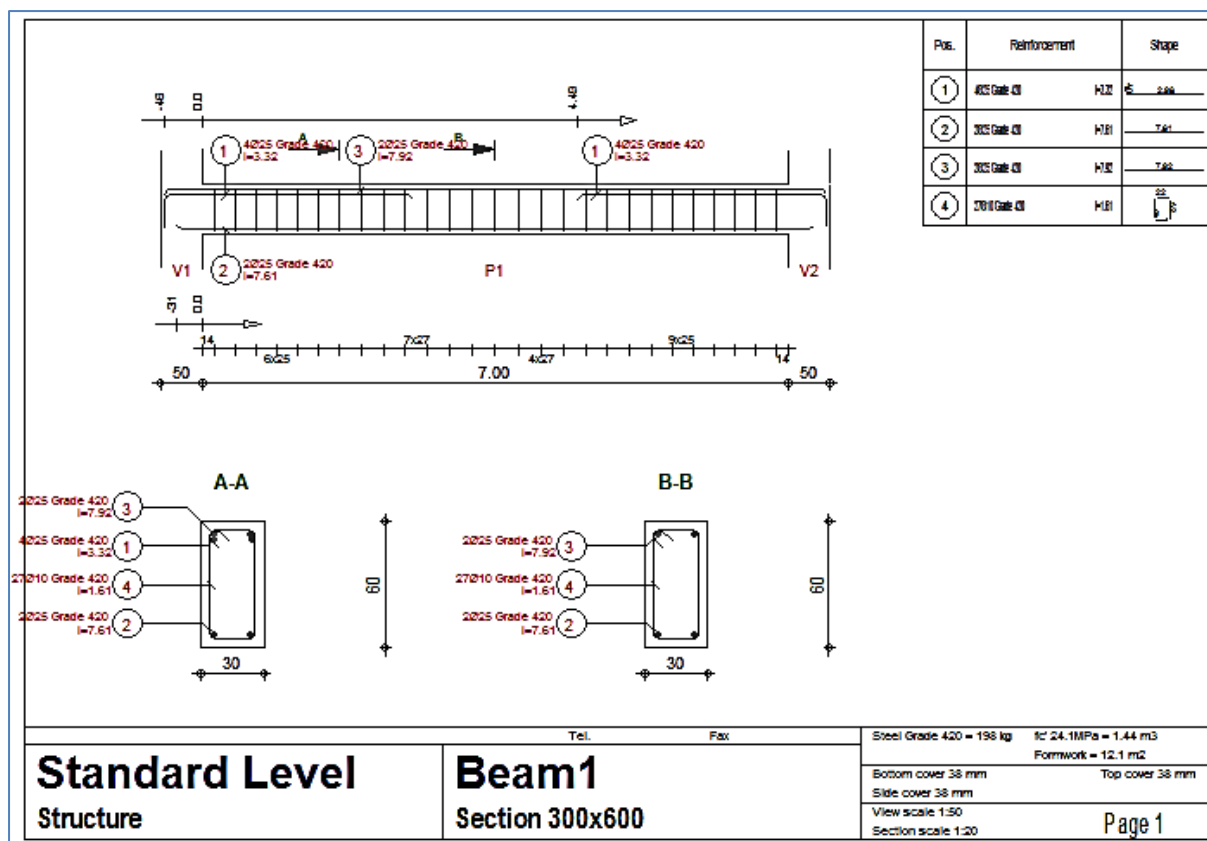
لذلك يظهر البرنامج قيم التحليل للعزوم والقص والهبوط بالتفصيل.



يستخرج البرنامج التصميم لحديد التسليح .

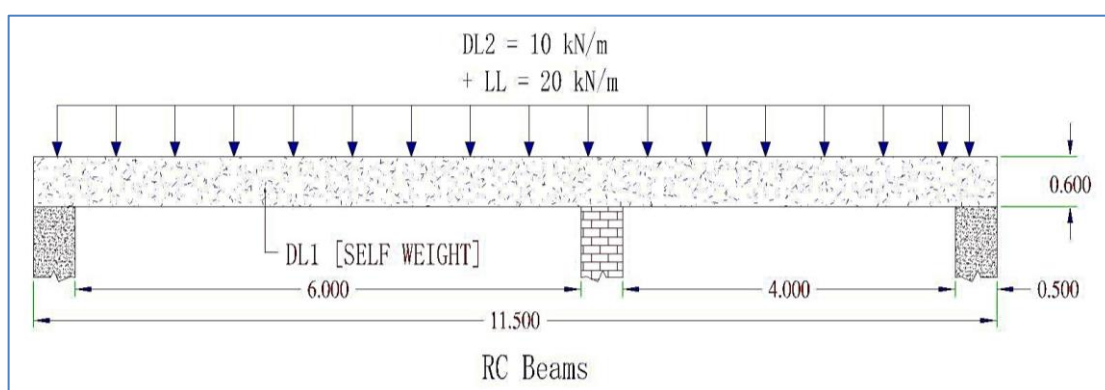


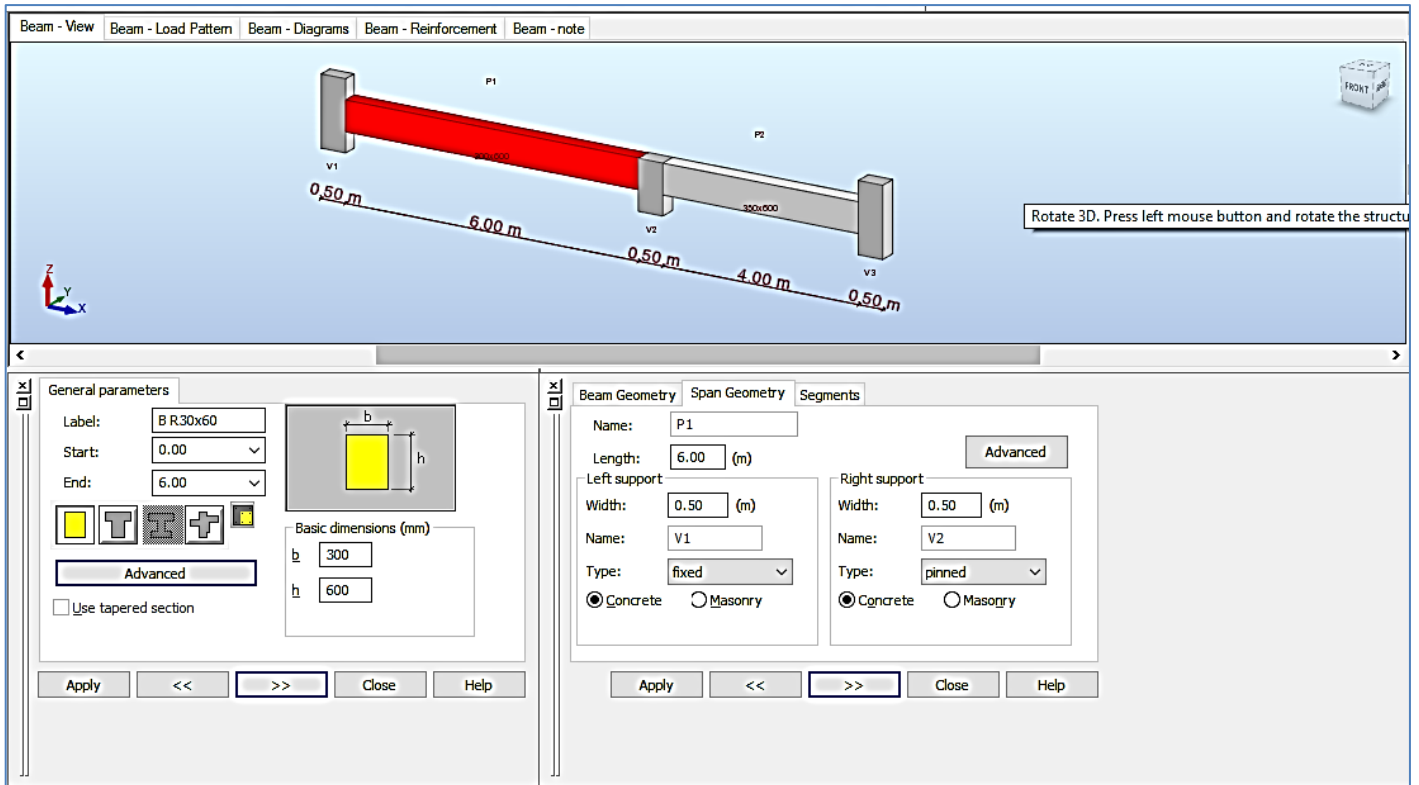
وللحصول على لوحات التصميم للعتبة نتوجه للإيعاز (Result Drawing)



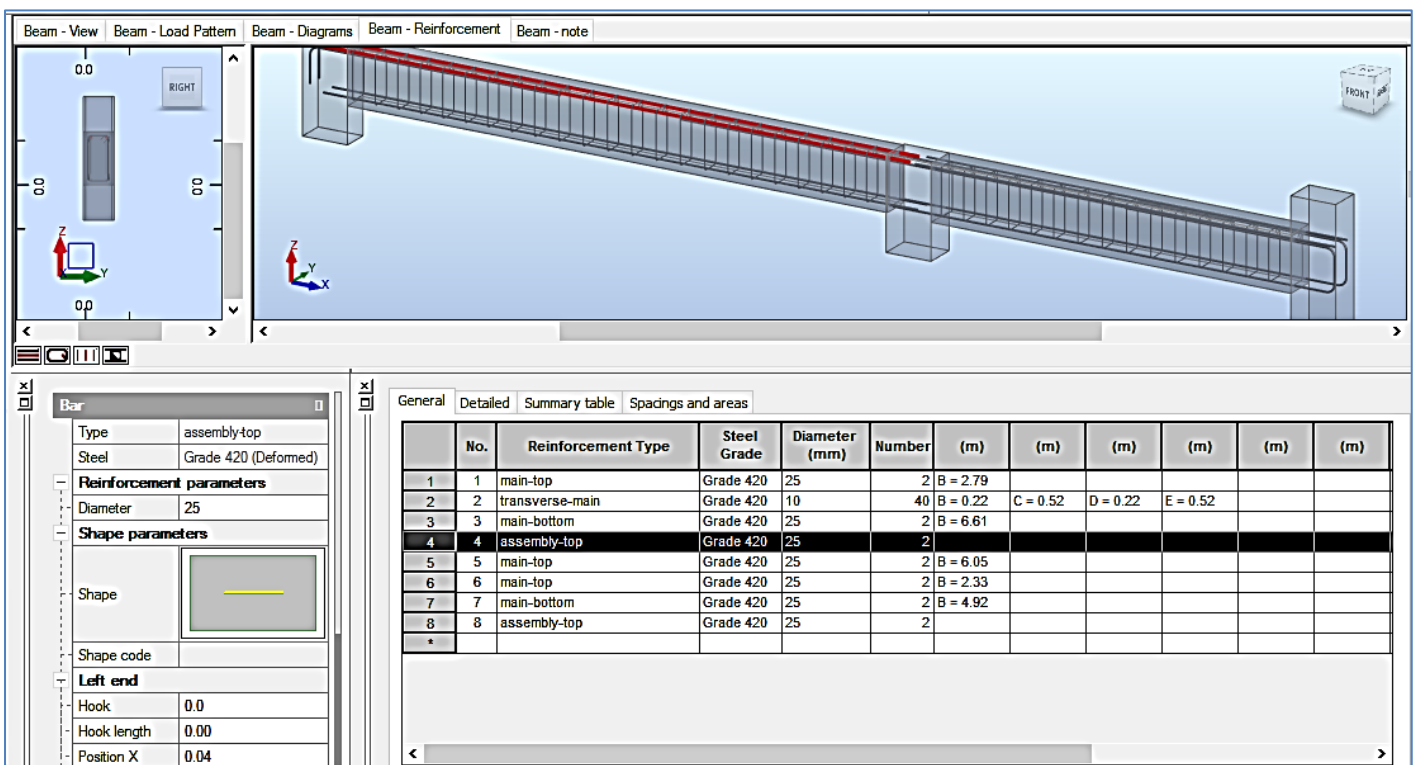
المثال التالي لعتبة مستمرة :

Dimension Of Beam (Cross Section)	(300x600) mm
Ultimate compressive strength of concrete f'c	24.1 MPa
Yield strength of bar reinforcement fy	420 MPa
Length of beam	6.0 m + 4.0 m
Longitudinal reinforcement (main)	Use $\varnothing$ 25 mm
Tie reinforcement	Use $\varnothing$ 10 mm
Side support width [right]	500 mm
Side support width [left]	500 mm





وبنفس الاحمال للمثال السابق وخواص الخرسانة والحديد نحصل على التصميم التالي:

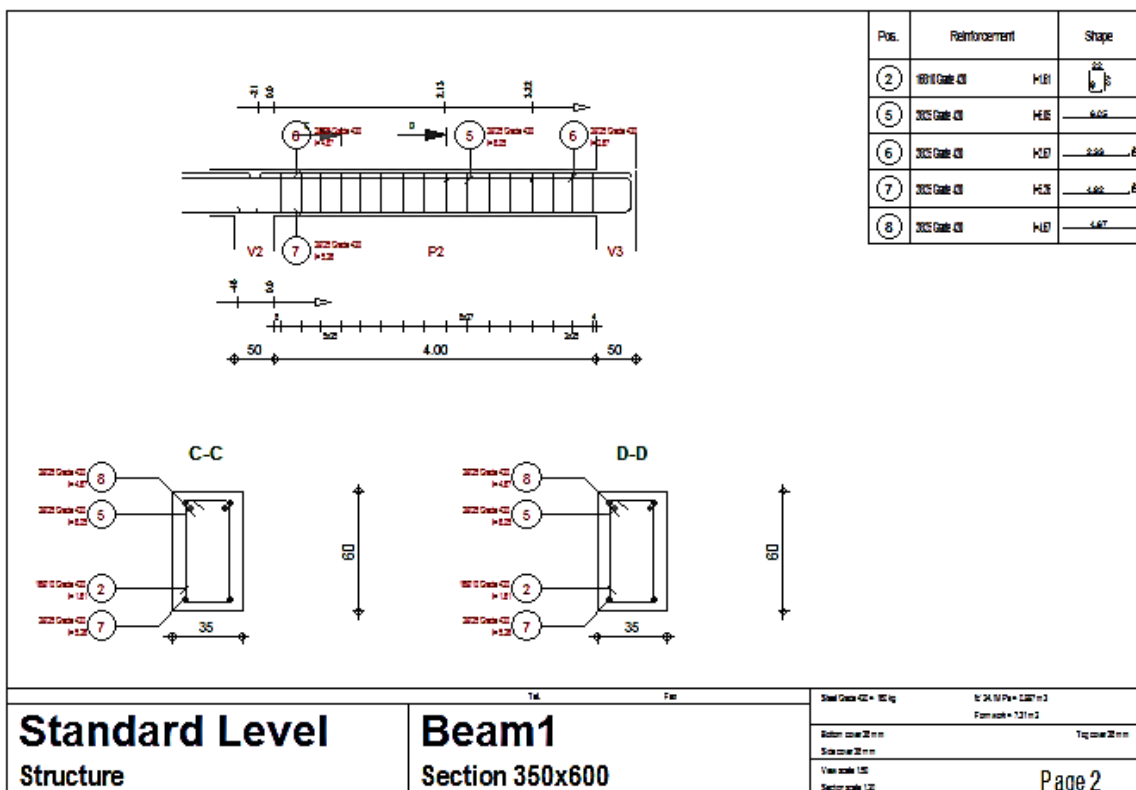
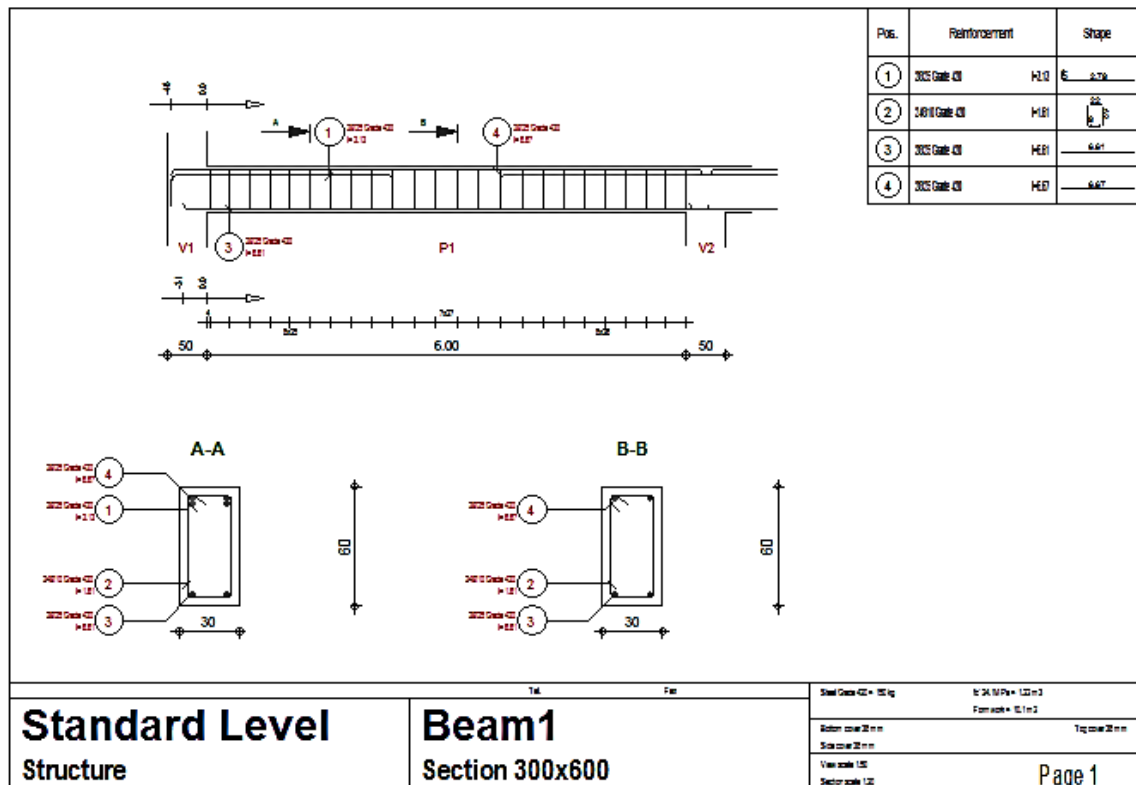


لاحظ العتبة رقم واحد كانت في المثال الذي سبقه بطول 7 متر وفي هذا المثال 6 متر لذلك لم يعطي تحذير خاص بعزم الانحناء لان قيمة عزم الانحناء أقل لسببين :

1- طول العتبة كان أقل بمقدار 1 متر.

2- العتبة المستمرة يقل قيمة العزم في منتصف العتبة.

وهذه هي لوحات التصميم للعتبة المستمرة.

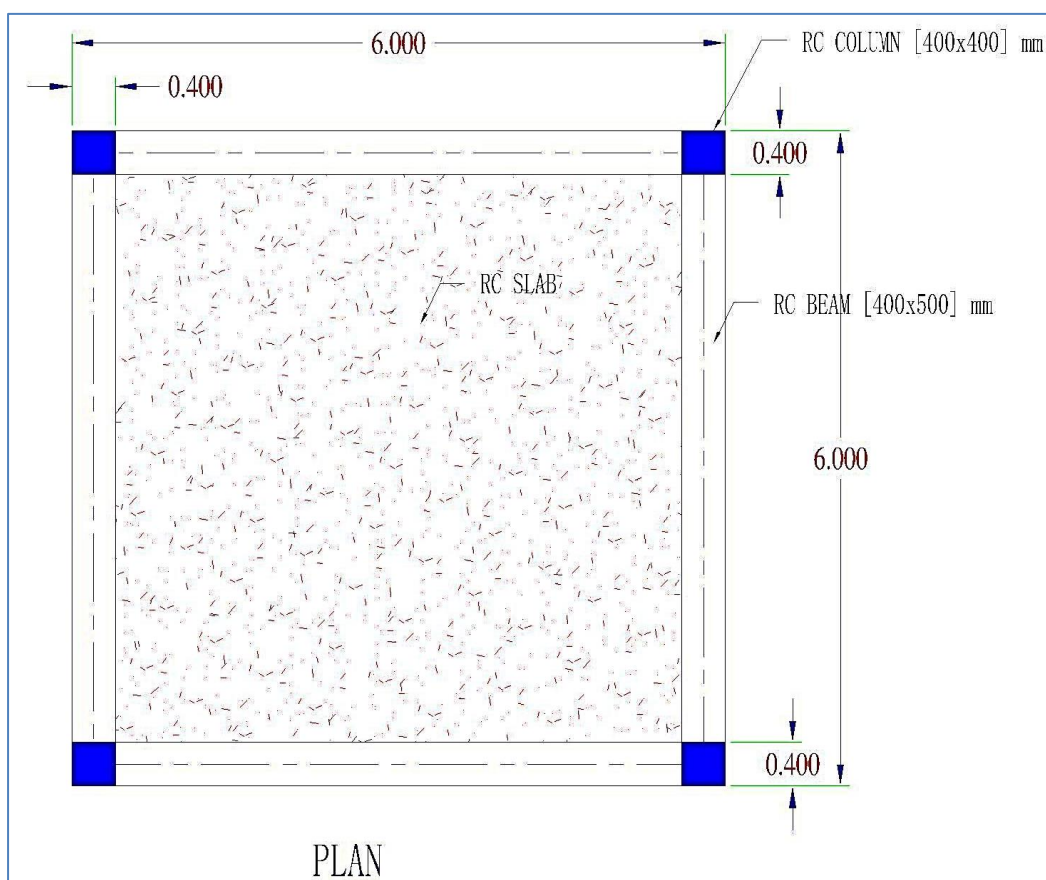


3- تصميم سقف خرساني صلد (Solid Reinforced Concrete Slab)

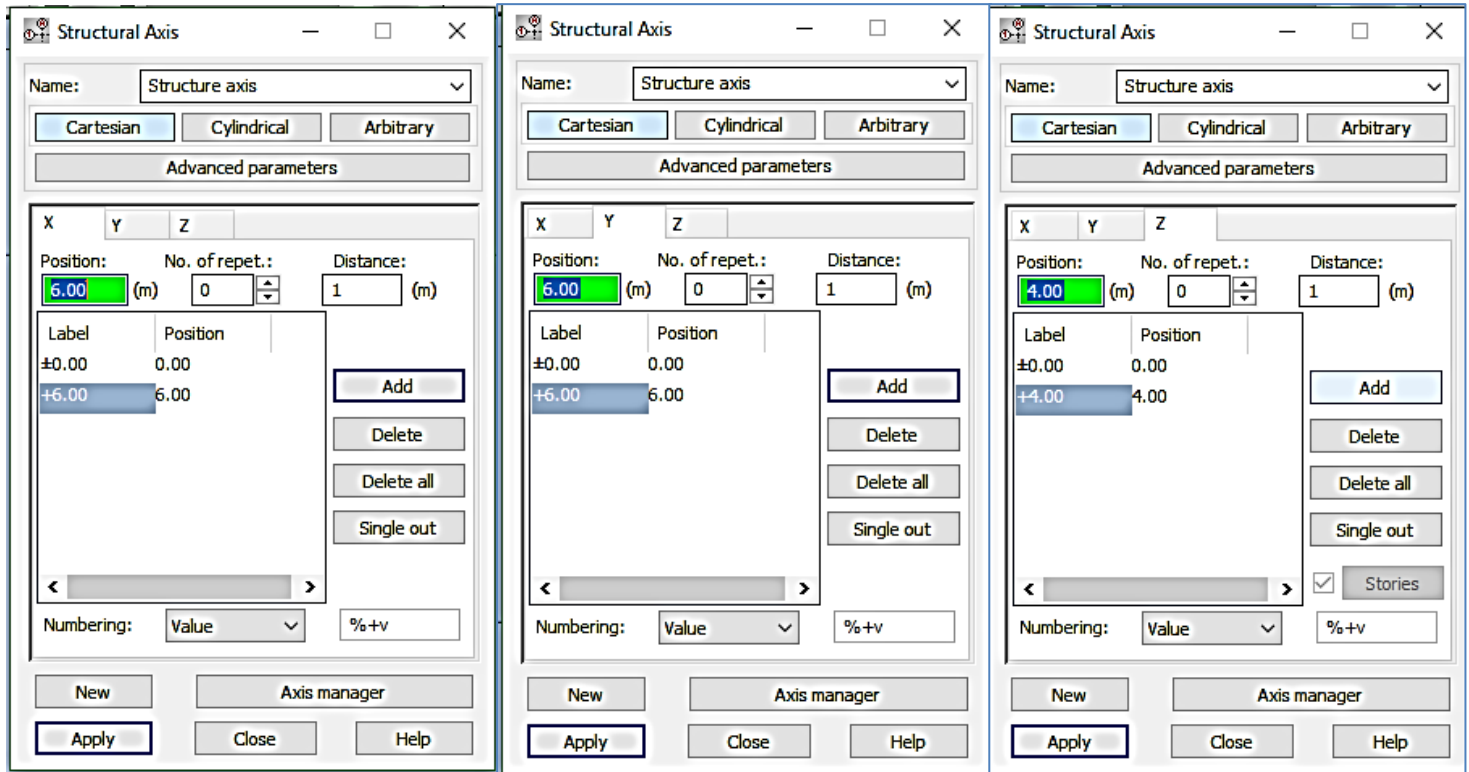
سقف لهيكل خرساني من الاعمدة والعتبات له الخواص التالية:

Slab thickness = parameter/180 = $[(5.2 \times 4)/180] = 0.115 \text{ m} \rightarrow \text{use } 0.12 \text{ m}$

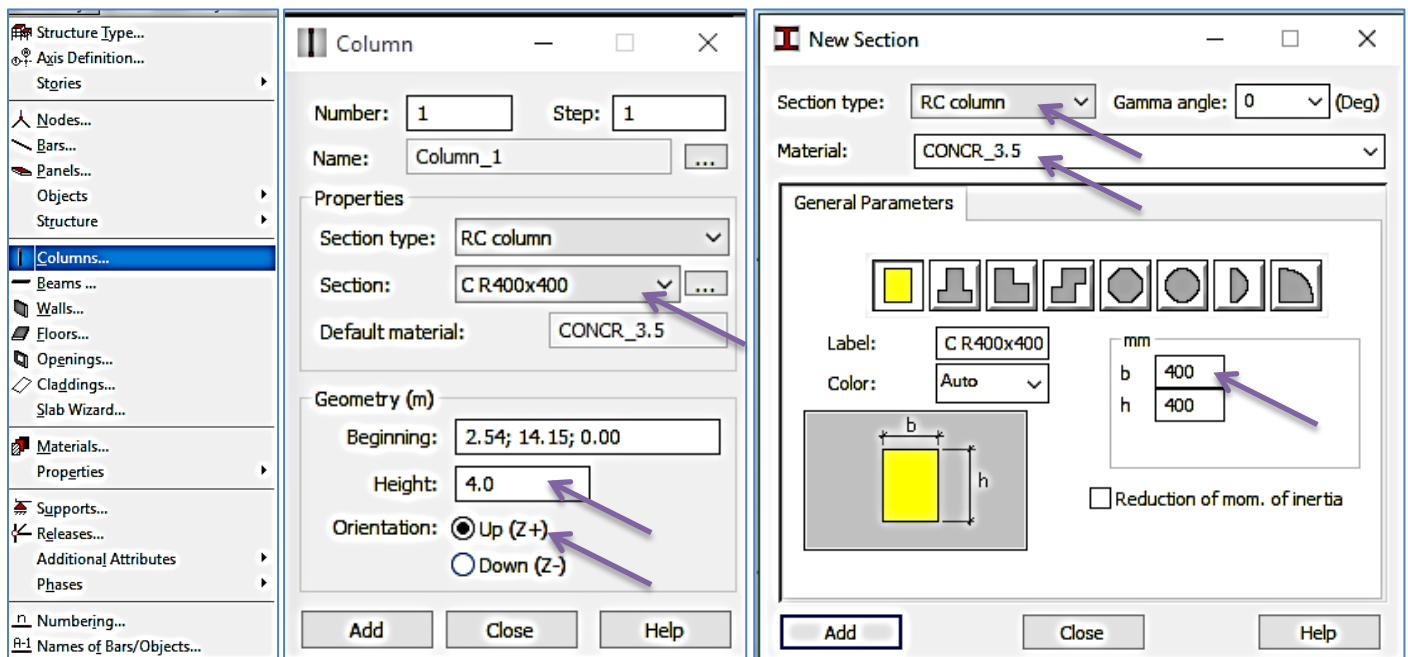
Slab Thickness	120 mm
Ultimate compressive strength of concrete f'_c	24.1 MPa
Yield strength of bar reinforcement f_y	420 MPa
Length of beam	5.2 m
Longitudinal reinforcement (main)	Use $\varnothing 25 \text{ mm}$
Tie reinforcement	Use $\varnothing 10 \text{ mm}$
Column dimensions (cross section)	400x400 mm
Beam dimensions (cross section)	400x500 mm
Dead load [1]	Self-weight computed by robot
Dead load [2]	1.0 kN/m ²
Live load	2.5 kN/m ²

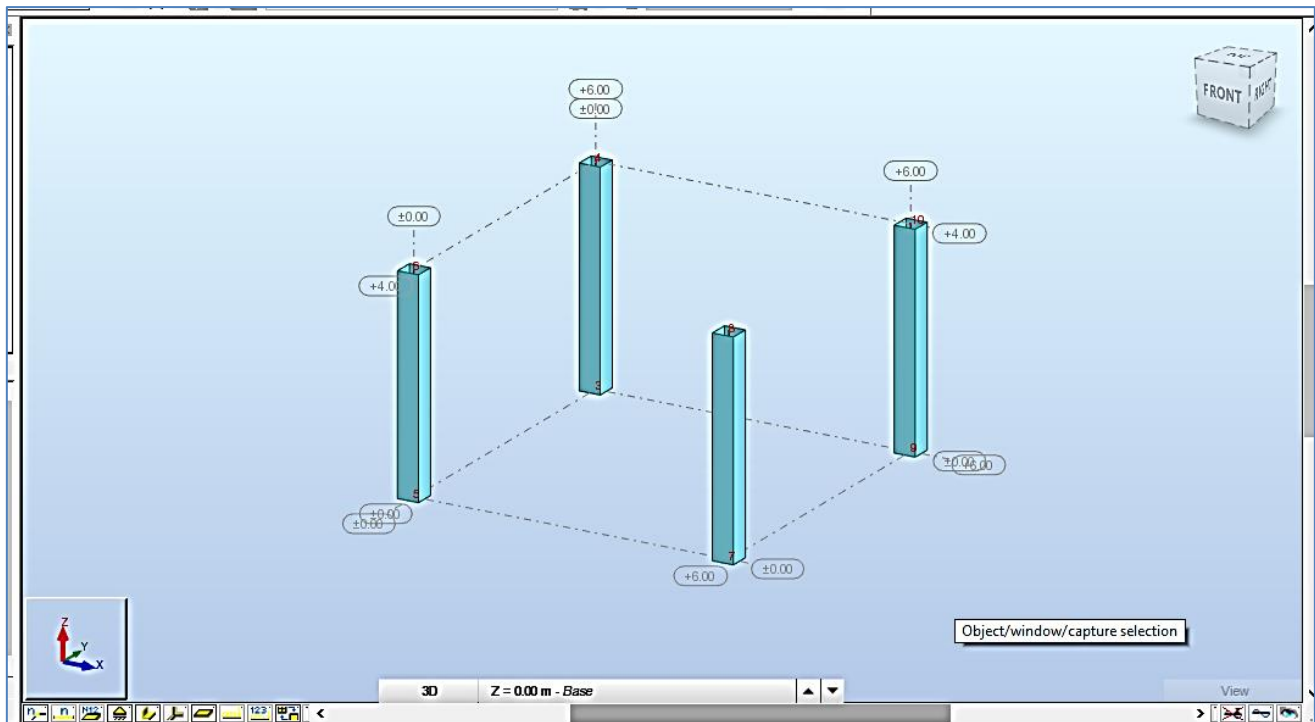


نقوم بتمثيل المنشأ ونحتاج هنا التوجه الى الاحداثيات واختيار (Shell Design)

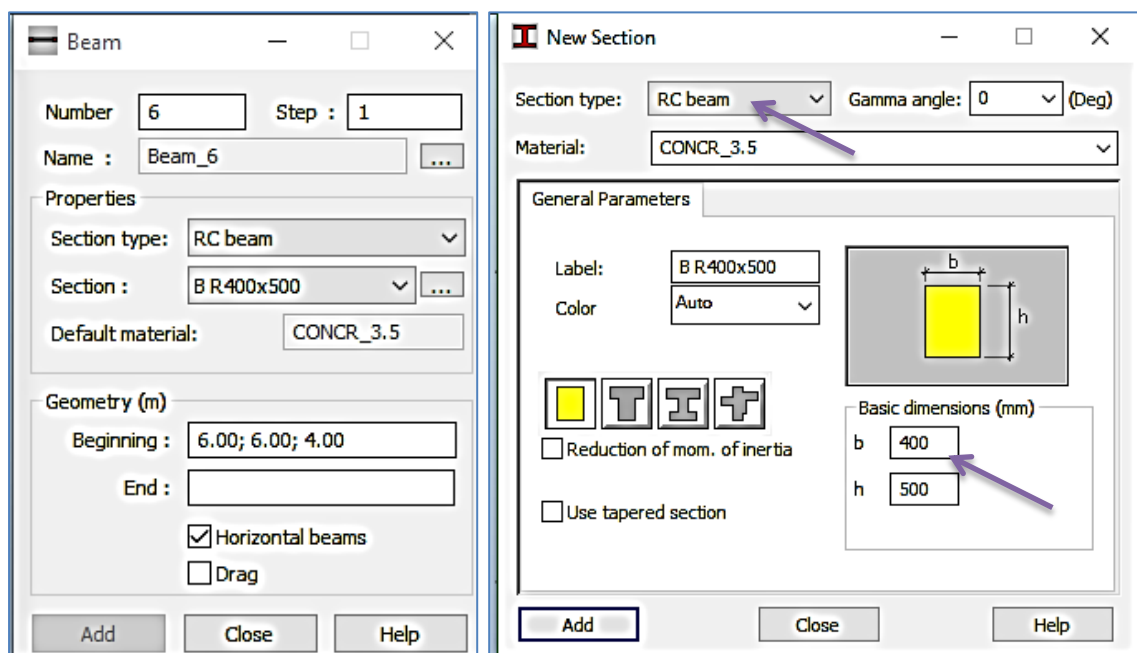


عند الضغط على (Apply) ستظهر شاشة مثبت فيها الاحداثيات ونبدأ بتثبيت المنشأ
تثبيت الاعمدة الخرسانية:

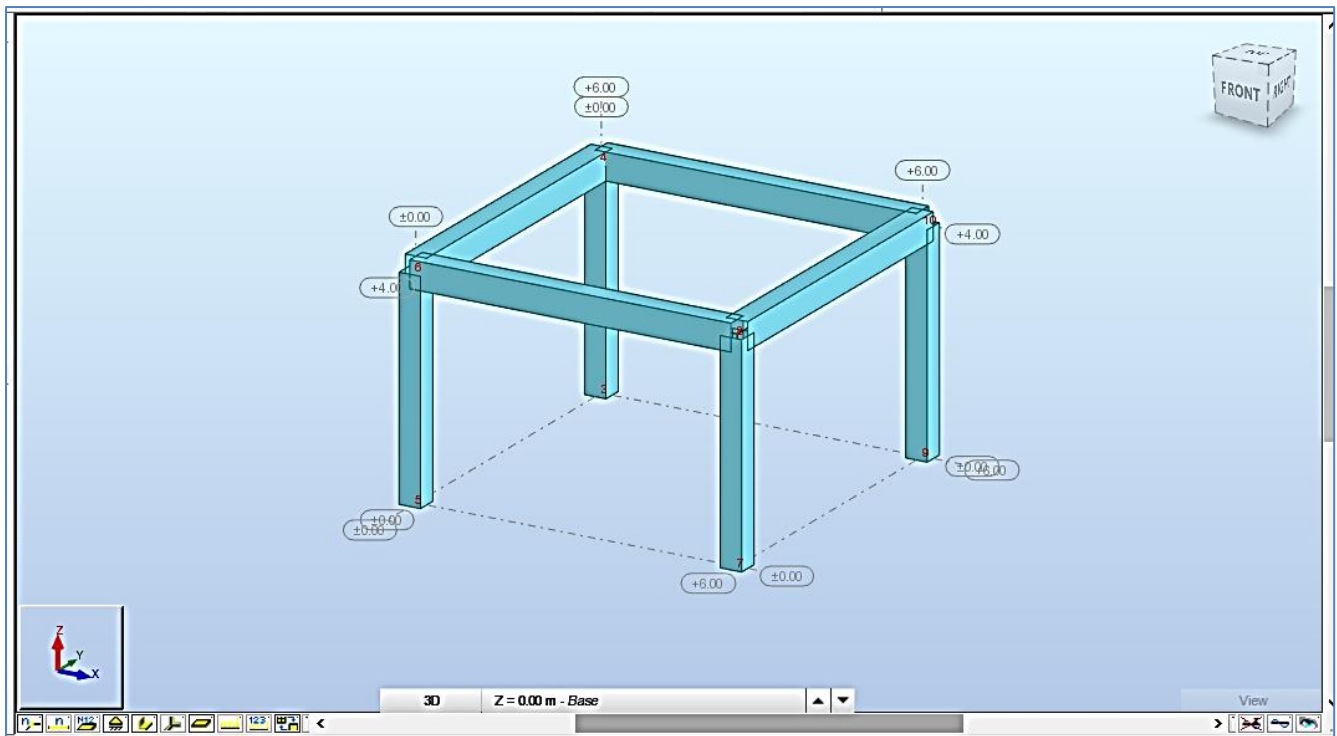




بعدها إدخال العتبات الخرسانية من أبعاد (beam geometry)

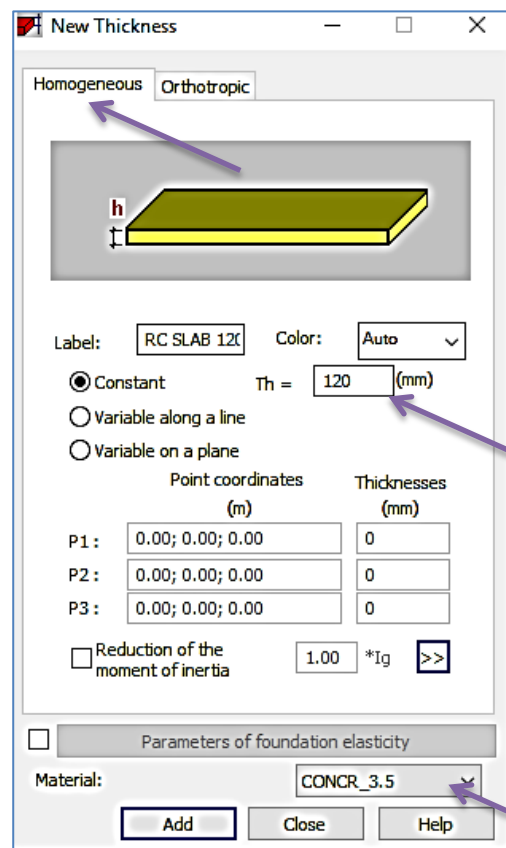
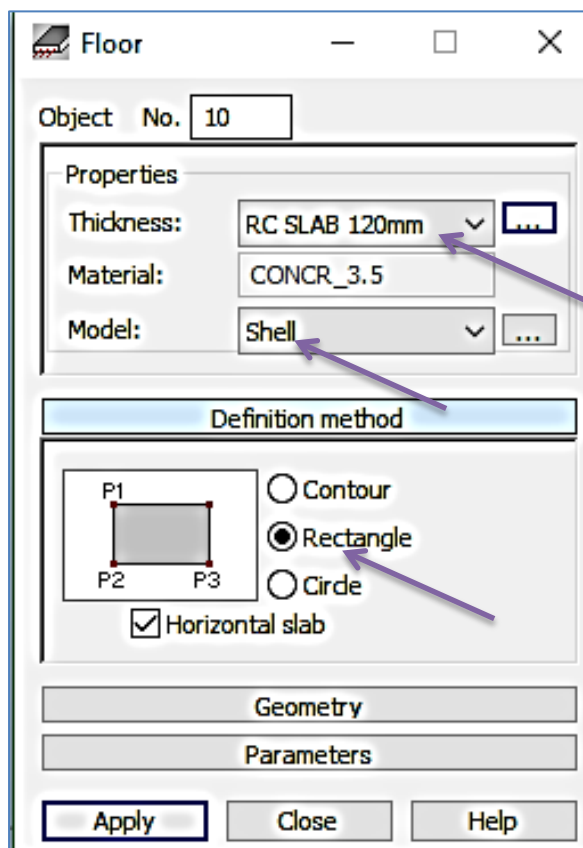


بعدها نتوجه لرسم العتبات على الاحداثيات :

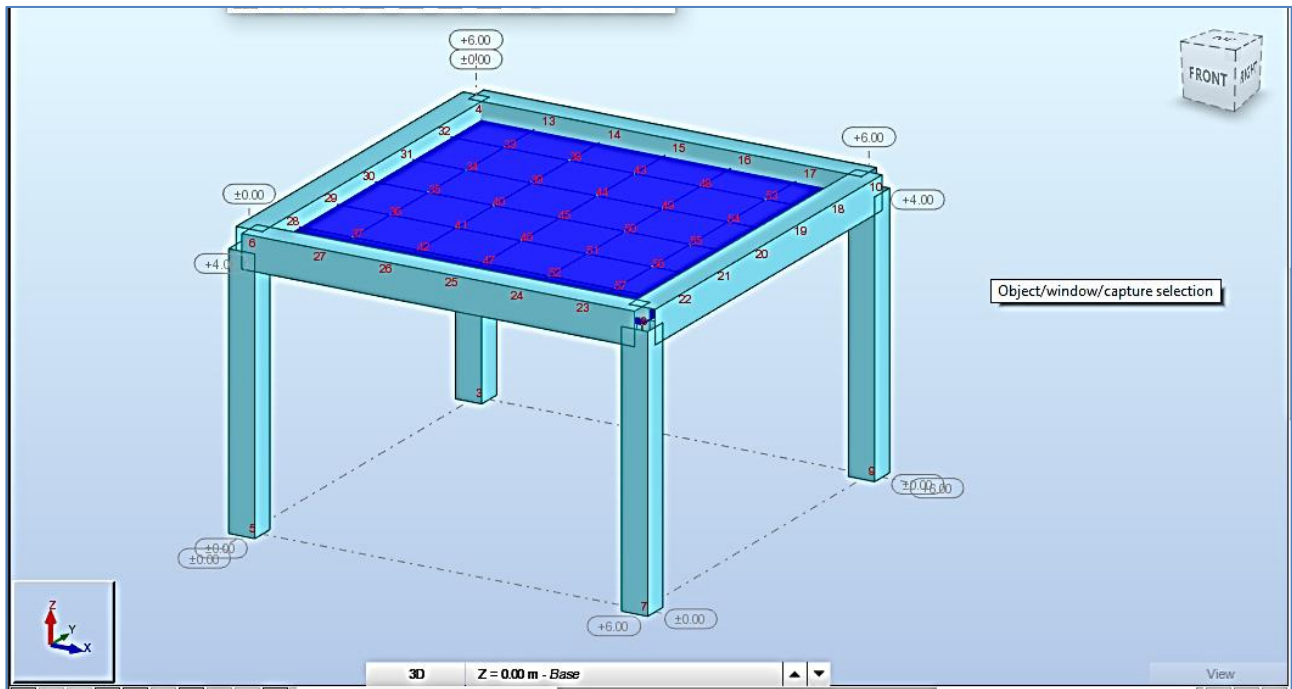


(geometry

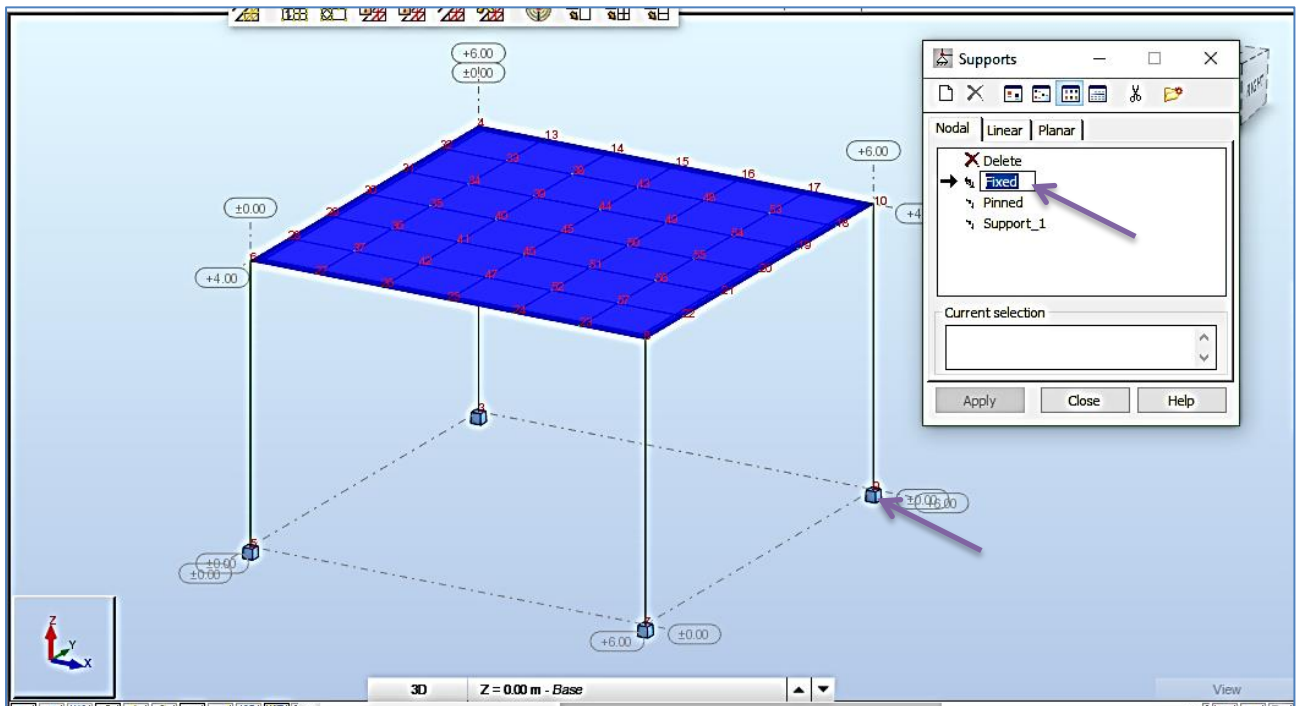
الان تثبيت السقف الخرساني من نفس الابعاز (Floor)



نثبت السقف على الاحداثيات :

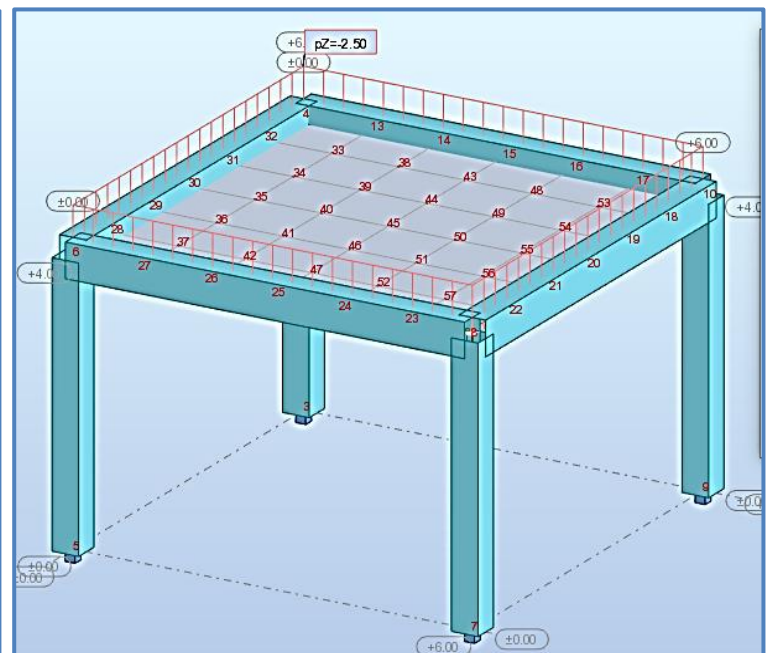
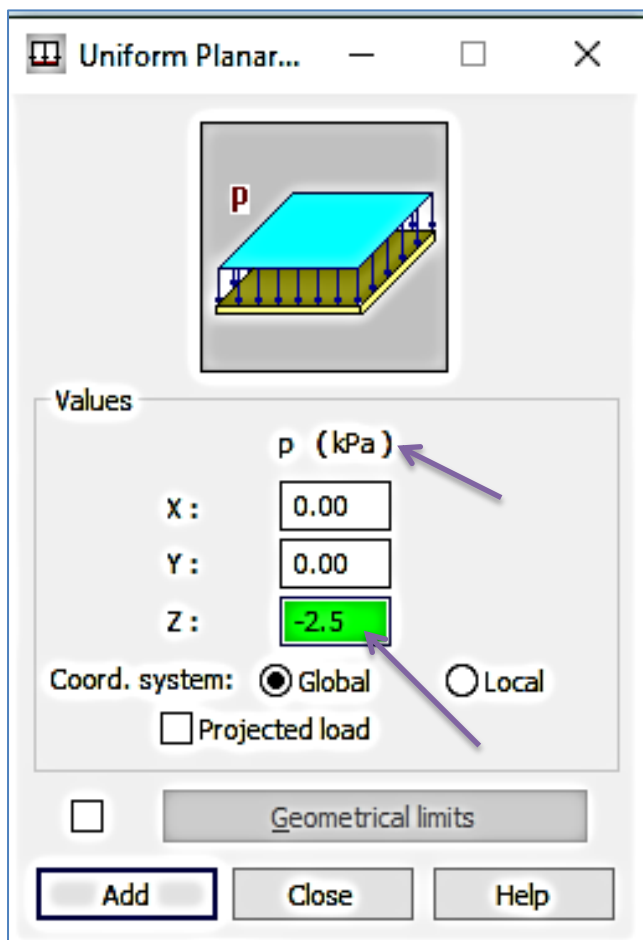
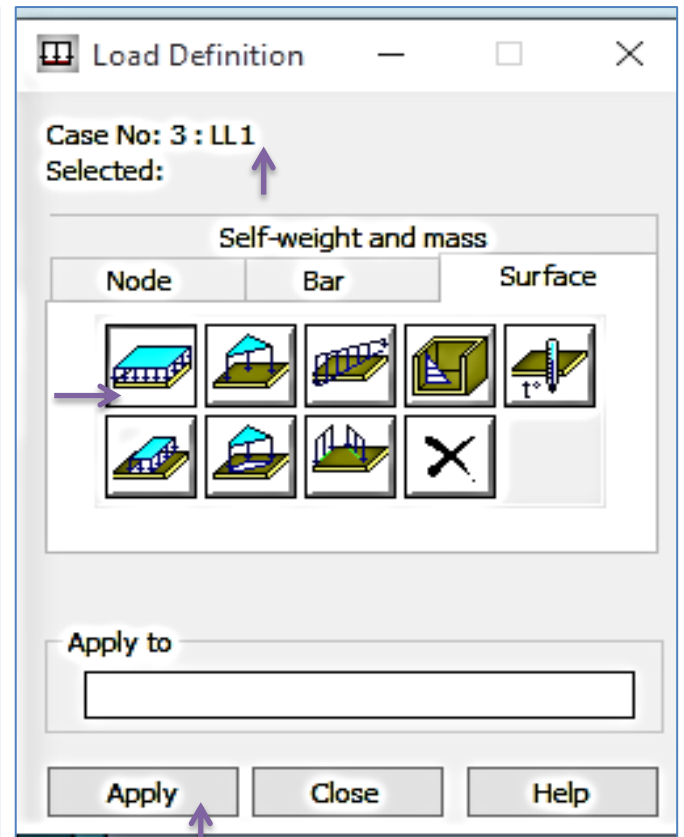
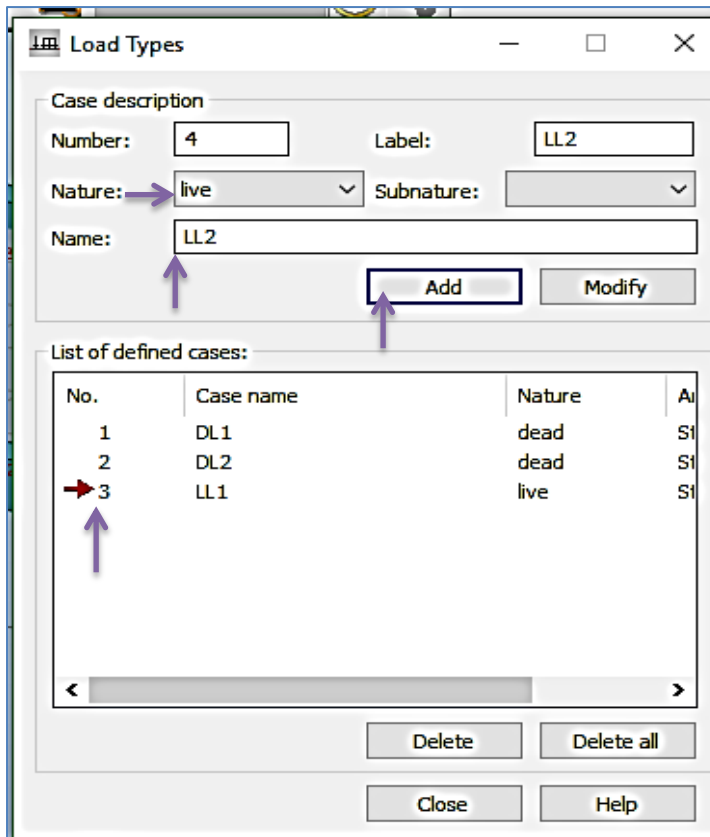


تثبيت المساند تحت الاعمدة.



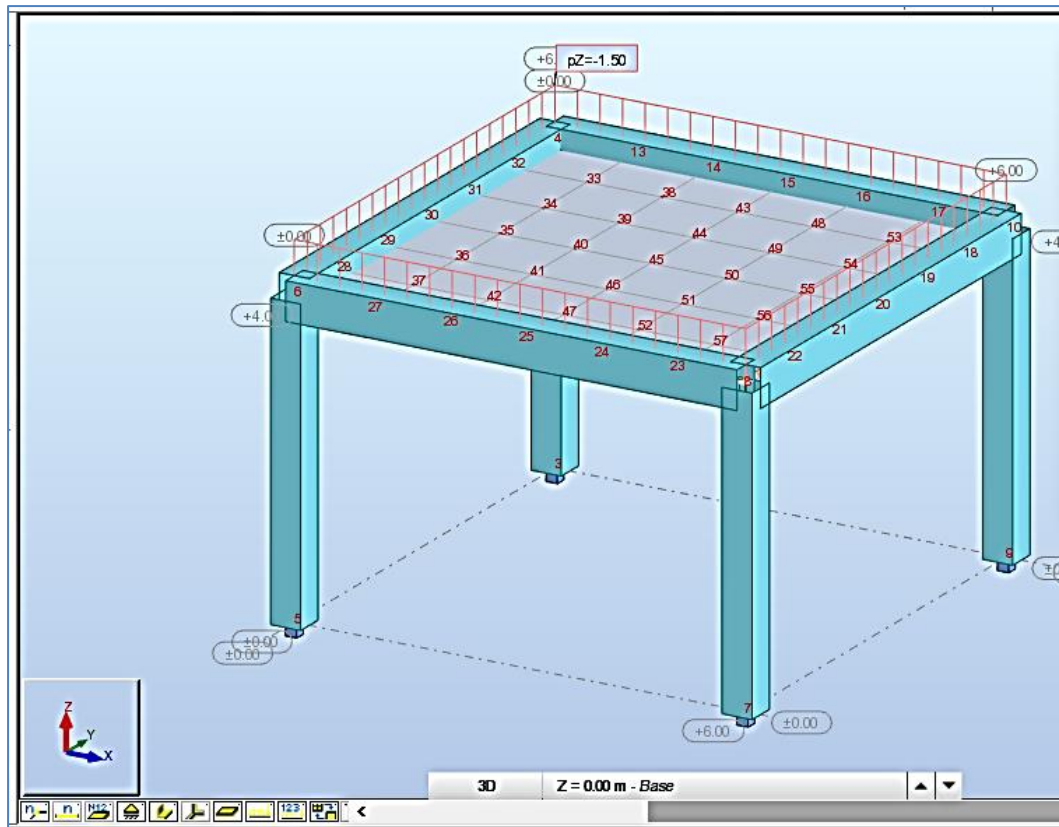
وبعدھا أَدْخَالِ الاحمال على المنشأ.

من قائمة (loads type) ندخل أنواع الاحمال المتوفرة لدينا:

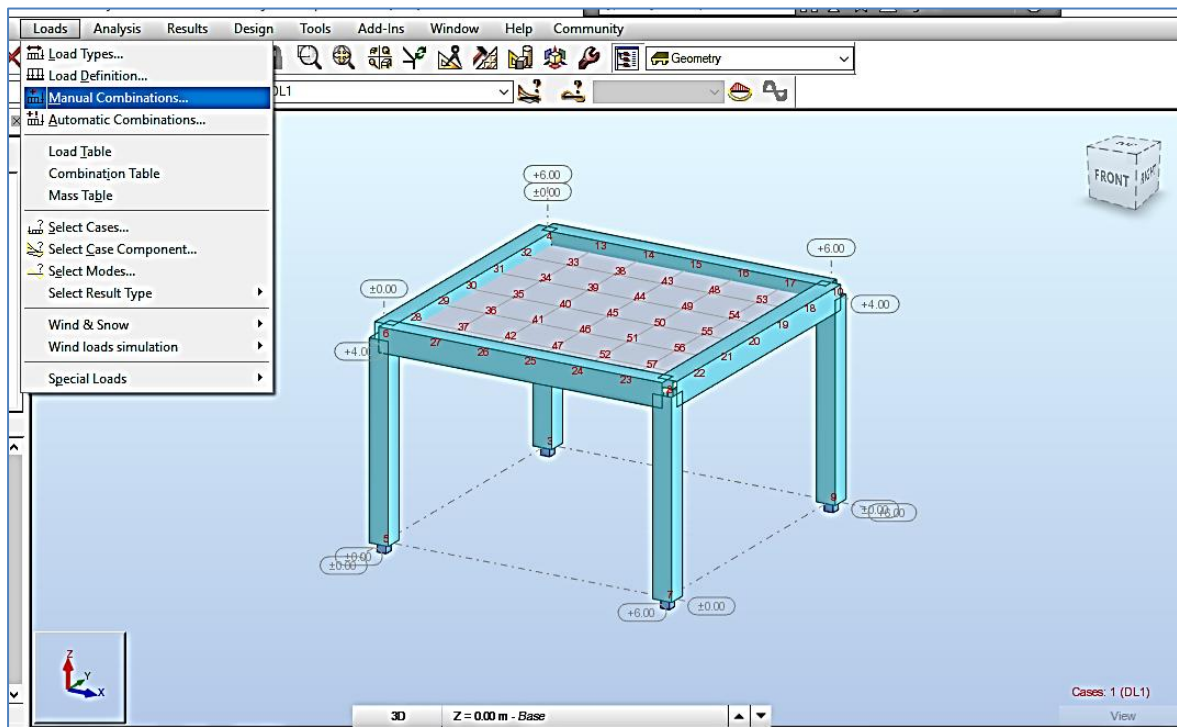


الحمل الحي (live load)

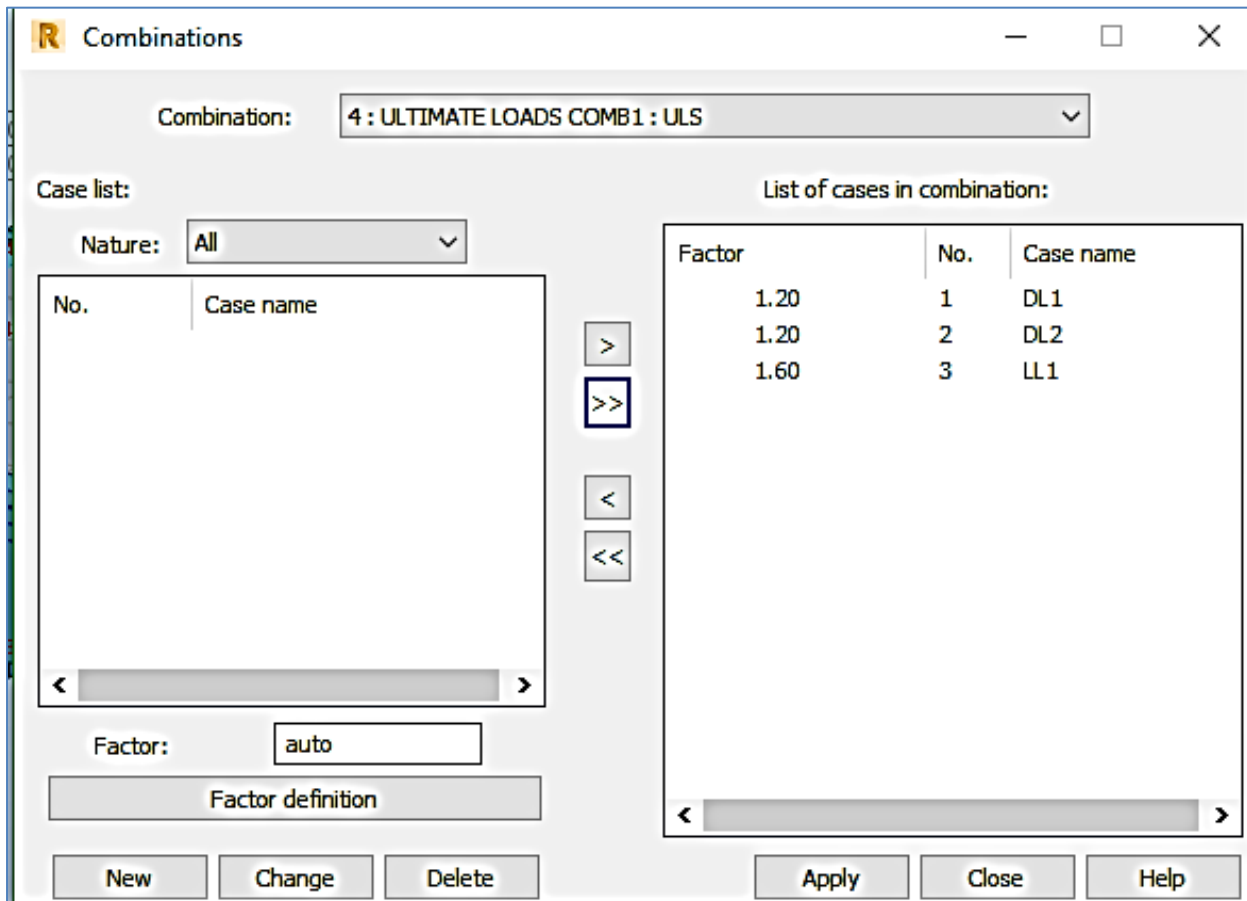
الحمل الميت (dead load = 1.5 kN/m^2)



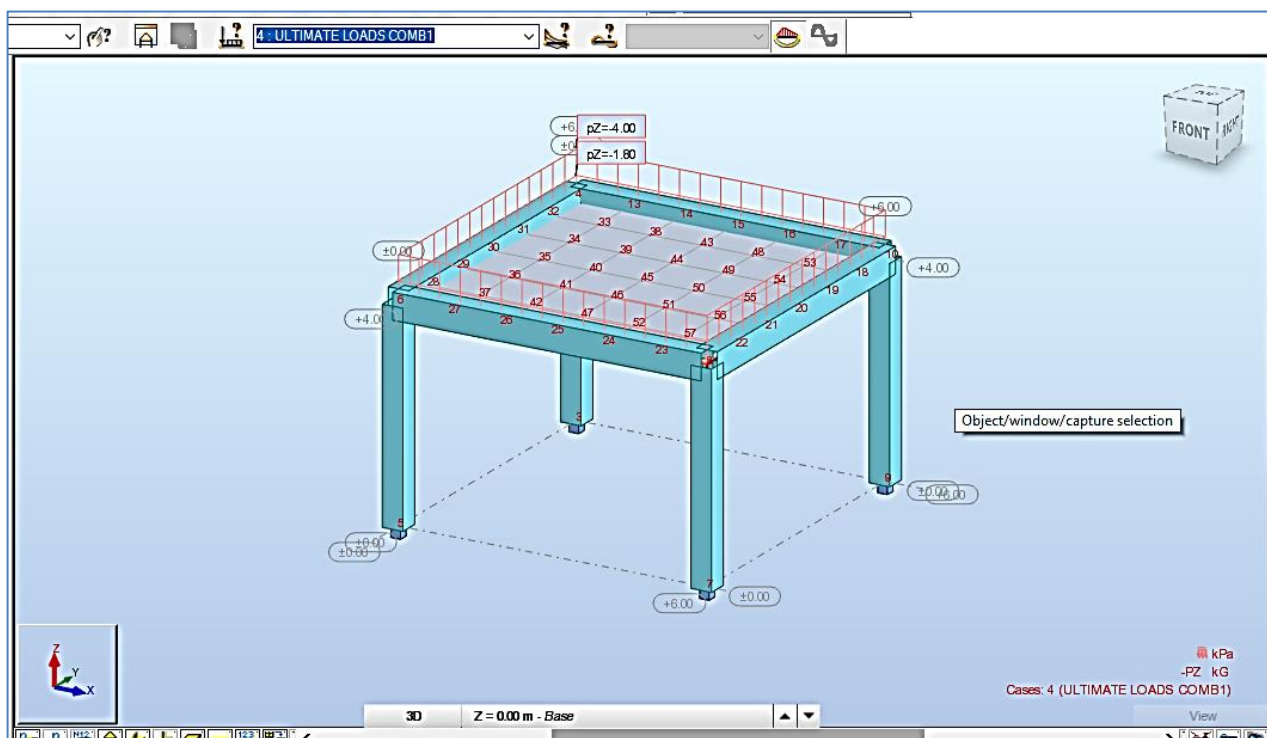
لإضافة معاملات تكبير الاحمال نتوجه الى (loads combination)



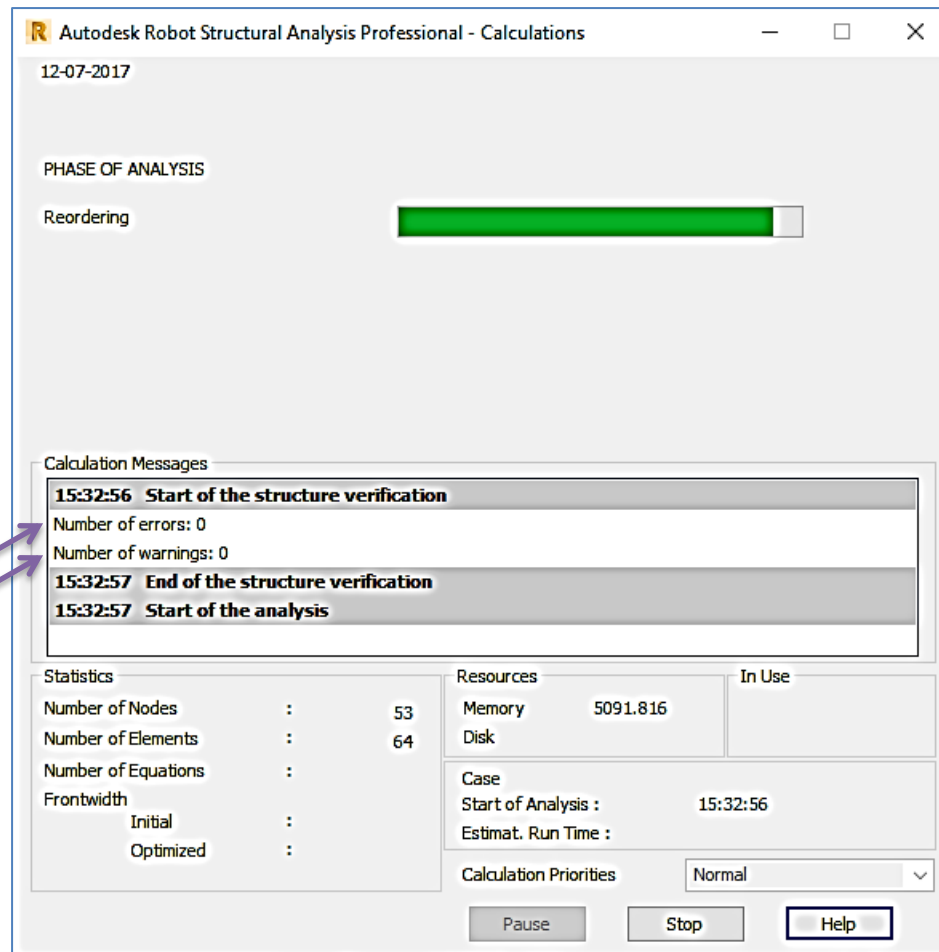
الايجاز (Manual Combinations) سيتيح لك ادخال معاملات تكبير الاحمال بالشكل المتوافق مع الكود المستخدم من قبلك.



لذلك ستظهر هذه الاحمال بقيم مضروبة بمعاملاتها.



وبعدها نتوجه الى التحليل عن طريق الابعاز (Calculation) وعندها سيخبرنا البرنامج عن وجود الاخطاء والتحذيرات.



نذهب لاستخراج النتائج بعدما اكملنا التحليل بنجاح . (Results Stress)

	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)
MAX	11.06	-1.93	5.16	5.16	-1.93	-0.07	0.84
Bar	5	8	5	4	8	8	5
Node	10	6	10	8	6	6	9
Case	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)
MIN	2.07	-9.60	1.93	0.07	-5.16	-5.16	0.07
Bar	8	5	8	8	5	4	9
Node	6	10	6	6	10	8	4
Case	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)

لاحظ أن اكبر اجهاد قيمته 11.06 ميكا باسكال في العضو الانشائي وهو رقم 5 وهو اجهاد مقبول مما يوضح بان المنشأ مستوفي شروط الامان المطلوبة.

نستخرج معيار آخر وهو الازاحات بالاتجاهات الديكارتية المعتمدة.

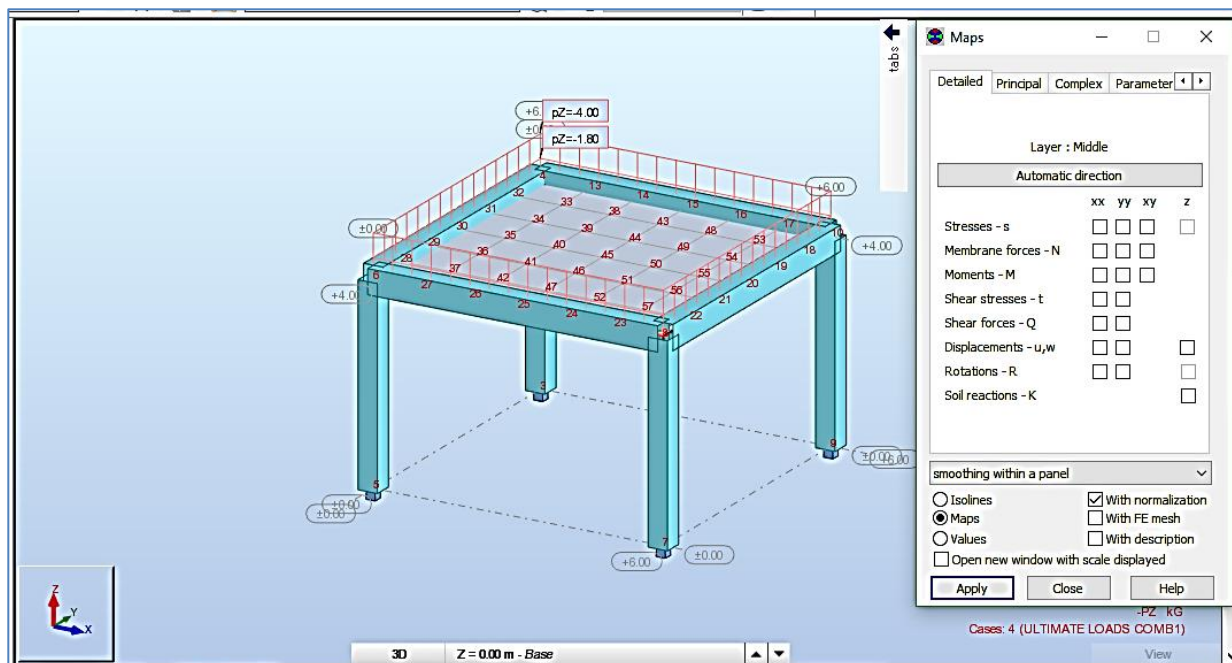
(Results → Displacements)

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

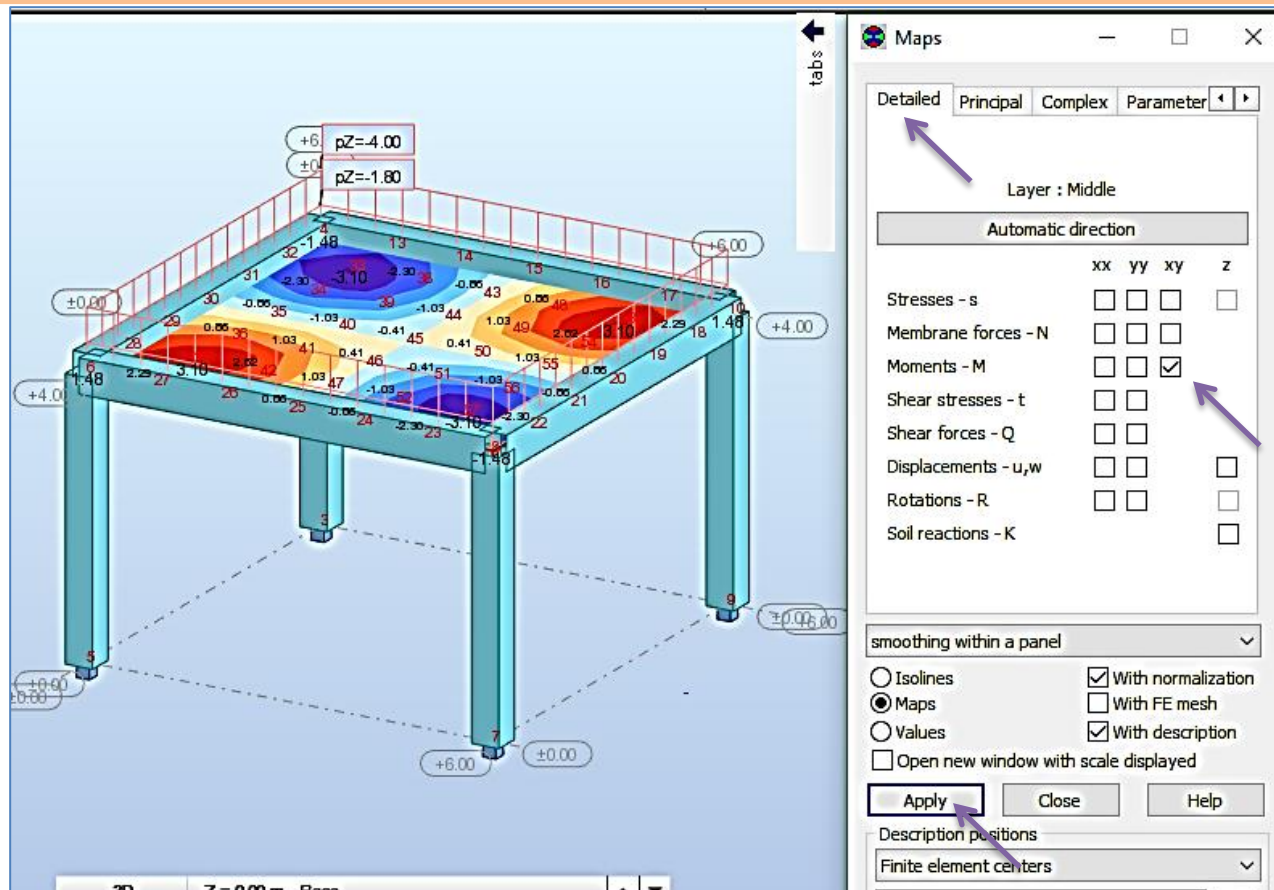
	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	0	0	0.0	0.004	0.004	0.000
Node	6	8	3	43	35	18
Case	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)
MIN	-0	-0	-10	-0.004	-0.004	-0.000
Node	10	4	45	47	55	32
Case	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)

الازاحات وزوايا الدوران في العقد مقبولة كذلك.

لإيضاح النتائج بشكل مفصل نتوجه الى الابعاز (Maps → Results) عندها ستظهر الشاشة التالية:

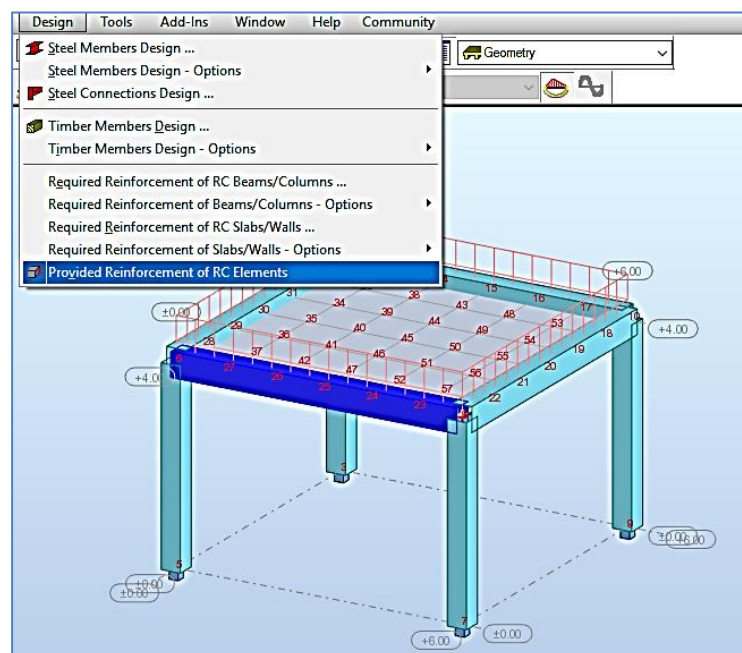


يمكننا اختيار اي ابعاز لتبيان توزيع العزوم او الاجهادات او الازاحات بشكل رسم كنتوري ملون.

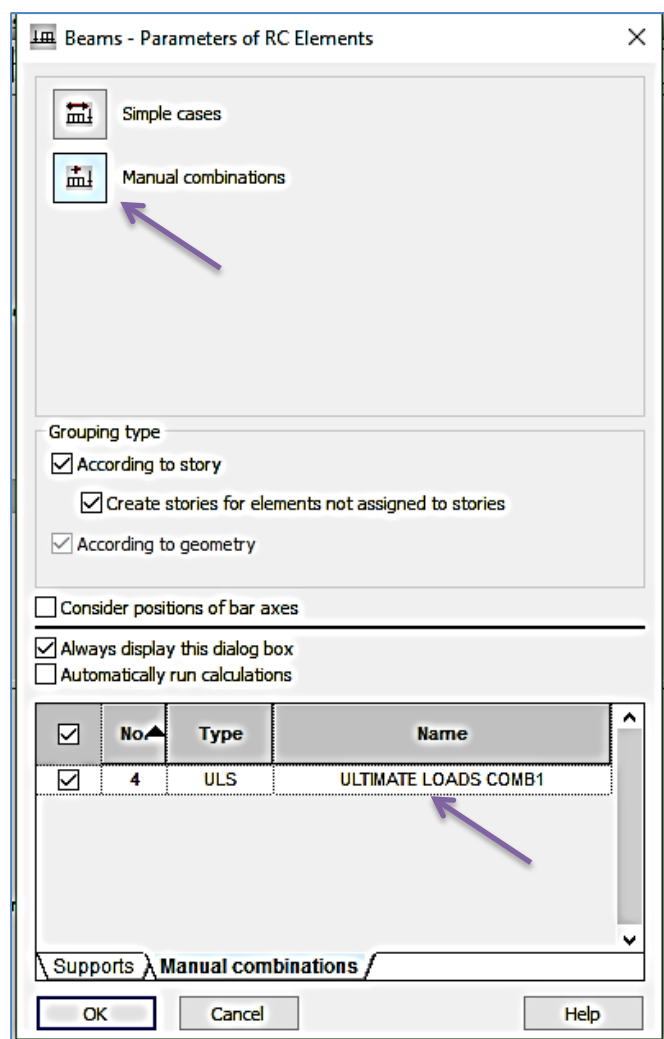


الان توجه لتصميم الاعضاء الانشائية بشكل مفصل وتحويل الى التصميم الى لوحات انشائية يمكن استخدامها في التنفيذ الانشائي.

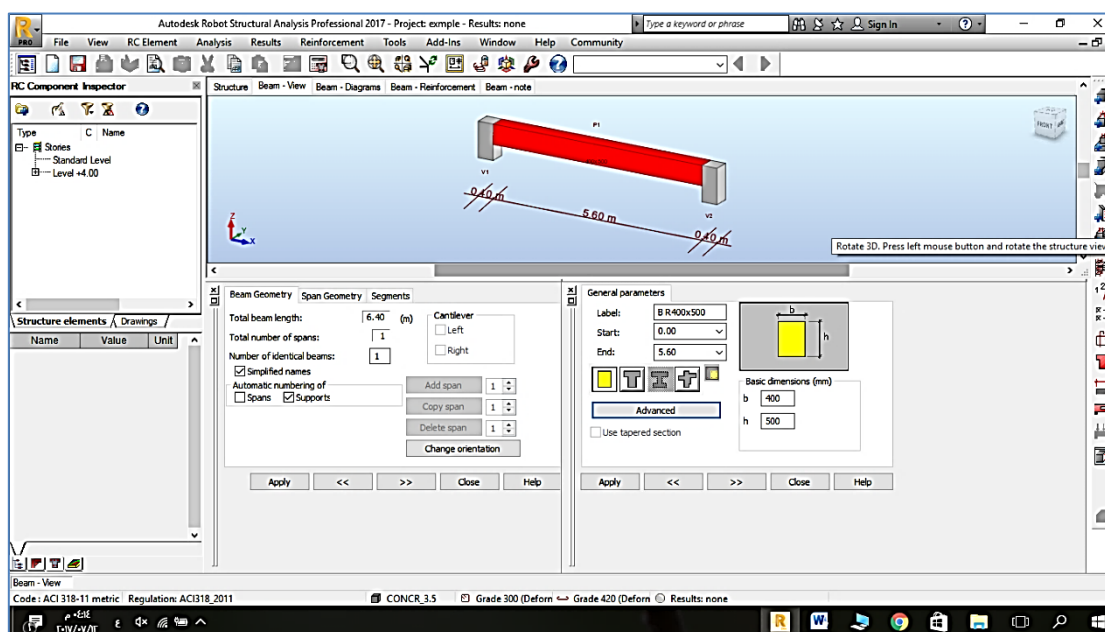
الايعاز (design) في شريط الادوات ، عن طريق النقر على العضو الانشائي المراد تصميمه واختيار
→ design (provided reinforcement of RC element)



تم اختيار العتبة الخرسانية الموضحة باللون الازرق في الصورة اعلاه.



وستظهر لك نافذه بتفاصيل العتبة الخرسانية جاهزة لإدخال خواص الحديد والخرسانة المطلوبة.



إعدادات تسليح العتبة كالاتي:

Reinforcement Pattern - ACI 318-11 metric

General Bottom Reinf. Top Reinf. Transversal Reinf. Constr. Reinf. Shapes

Reinforcement segment

☒ Single span
☐ Whole beam

Main reinforcement

Min. diameter

Preferred bar spacing (mm)

☒ Emin
☒ Emax
For longitudinal reinforcement for torsion

Tied all

☐ Auto ☒ Yes

☒ Group layers

Straight bars

Maximum length: (m)
Minimum diameter: (mm)
Module length: m

Bent bars

☐ Bent bottom bars Anchorage length m
☐ Bent top bars ☒ Bend spacing
Number per plane intermediate m
Bend angle Deg from support m

☐ Symmetrical reinforcement
☒ Consider slab parts of T-section in quantity survey
☐ Ignore verification of reinforcement shape during beam verification

Anchorage

Reinforcement Pattern - ACI 318-11 metric

General Bottom Reinf. Top Reinf. Transversal Reinf. Constr. Reinf. Shapes

Number of layers N

☐ Auto N max =
☒ Table of parameters

N max	For H <= ... (mm)
☒ 1	
☒ 2	-

N min	For L > ... (m)
2	

☐ Not fully allowed
☒ Exchange 1st and 2nd

Reinforcement Pattern - ACI 318-11 metric

General Bottom Reinf. Top Reinf. Transversal Reinf. Constr. Reinf. Shapes

☐ As bottom reinforcement

Number of layers N

☐ Auto N max =
☒ Table of parameters

N max	For H <= ... (mm)
☒ 1	
☒ 2	
☒ 3	-

N min	For L > ... (m)
2	
3	

☐ Not fully allowed

Bars distributed for T-section

☐ On the whole flange length
☒ Only on the web width

Reinforcement Pattern - ACI 318-11 metric

General Bottom Reinf. Top Reinf. Transversal Reinf. Constr. Reinf. Shapes

Elevation

Arrangement type: ☒ Fit to envelope ☐ Constant seg. spacing: (m)

Position of extreme stirrups

☐ e <= m ☒ Auto

Available spacings (m)

☒ Spacing multiplication:
☐ List:

Section

☒ Auto

☐ Open stirrups
☐ For T-section
☐ For rectangular section

l = m ☐ Pin

Diameter 1:
Diameter 2:

إعدادات خواص الخرسانة وحديد للتسليح.

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General

Concrete

Longitudinal reinf.

Transversal reinf.

Additional reinforcement

Materials:

American

Name:

CONCR_3.5

Characteristic strength:

24.10

MPa

Unit weight:

2407.31

kg/m3

Aggregate size:

20.0

mm

Sand percentage

0

(%)

Aggregate type:

Siliceous

OK

Cancel

Help

Save As ...

Delete

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General

Concrete

Longitudinal reinf.

Transversal reinf.

Additional reinforcement

Steel:

aci 318-08_metric

Grade:

Grade 420

Deformed

Characteristic strength

420.00

(MPa)

	☒	Name	d (mm)	A (mm2)
1	☐	10	10.0	79
2	☐	13	13.0	133
3	☐	16	16.0	201
4	☐	19	19.0	284
5	☐	22	22.0	380
6	☒	25	25.0	491
7	☐	29	29.0	661
8	☐	32	32.0	804
9	☐	36	36.0	1018
10	☐	43	43.0	1452
11	☐	57	57.0	2552

OK

Cancel

Help

Save As ...

Delete

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General

Concrete

Longitudinal reinf.

Transversal reinf.

Additional reinforcement

Steel:

aci 318-08_metric

Grade:

Grade 420

Deformed

Characteristic strength

420.00

(MPa)

	☒	Name	d (mm)	A (mm2)
1	☒	10	10.0	79
2	☐	13	13.0	133
3	☐	16	16.0	201
4	☐	19	19.0	284
5	☐	22	22.0	380
6	☐	25	25.0	491
7	☐	29	29.0	661
8	☐	32	32.0	804
9	☐	36	36.0	1018
10	☐	43	43.0	1452
11	☐	57	57.0	2552

OK

Cancel

Help

Save As ...

Delete

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General

Concrete

Longitudinal reinf.

Transversal reinf.

Additional reinforcement

Steel:

aci 318-08_metric

Grade:

Grade 420

Deformed

Characteristic strength

420.00

(MPa)

	☒	Name	d (mm)	A (mm2)
1	☐	10	10.0	79
2	☐	13	13.0	133
3	☐	16	16.0	201
4	☐	19	19.0	284
5	☐	22	22.0	380
6	☒	25	25.0	491
7	☐	29	29.0	661
8	☐	32	32.0	804
9	☐	36	36.0	1018
10	☐	43	43.0	1452
11	☐	57	57.0	2552

OK

Cancel

Help

Save As ...

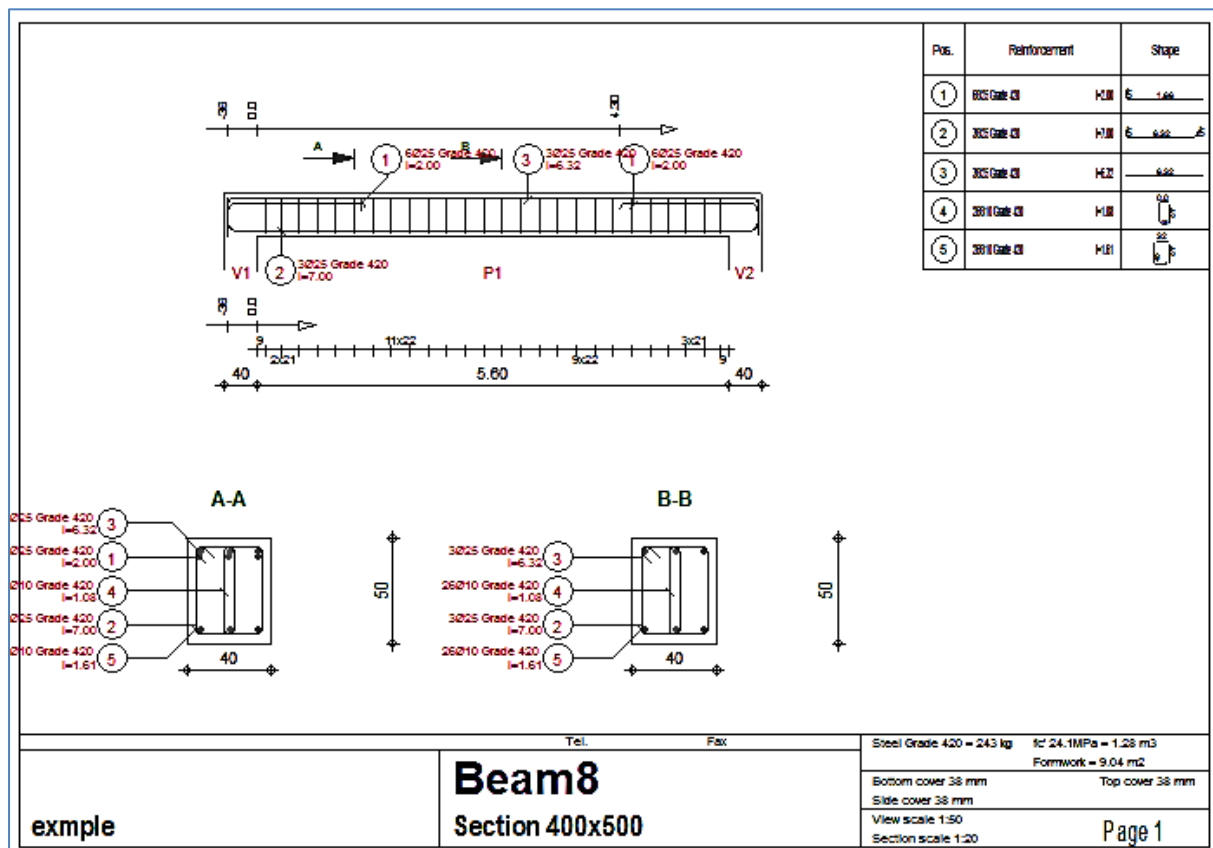
Delete

بعدها نقوم بالتصميم من الابعاز (start calculation) وسيظهر التسليح المطلوب للعتبة الخرسانية بشكل مفصل كالآتي:

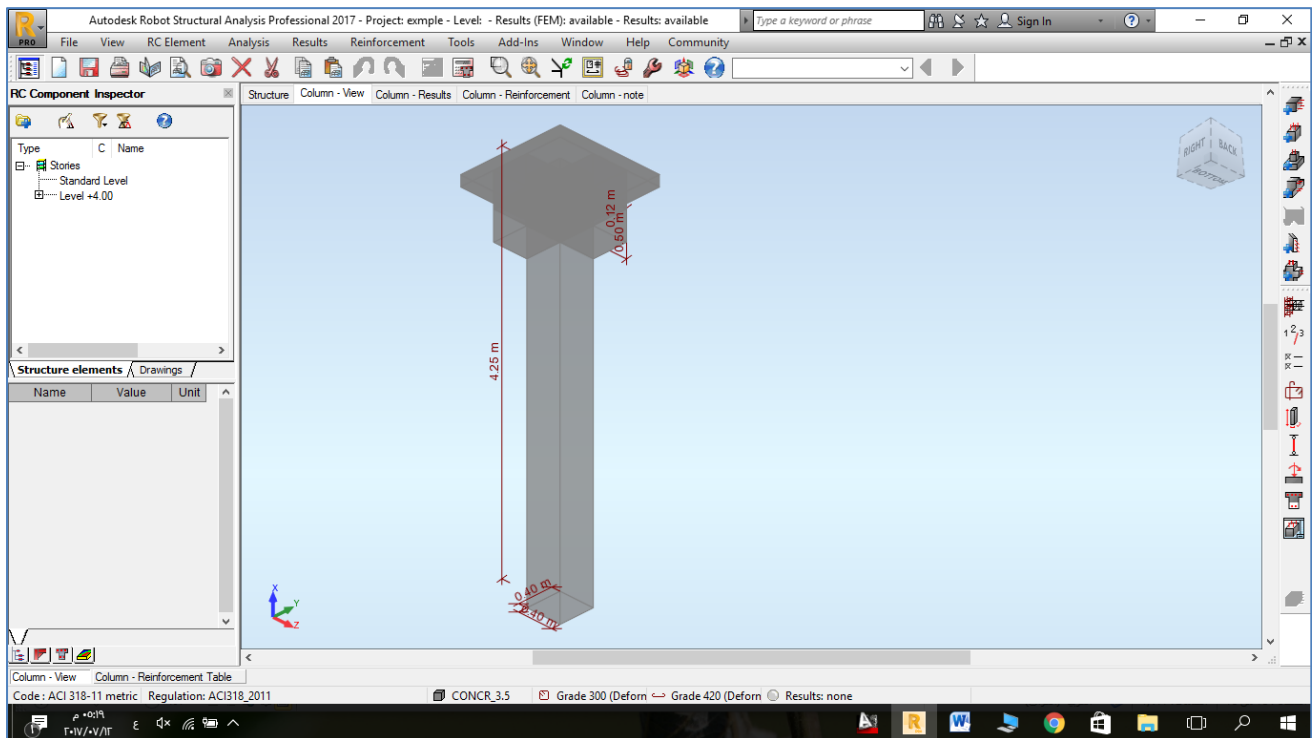
Structure Beam - View Beam - Diagrams Beam - Reinforcement Beam - note

No.	Reinforcement Type	Steel Grade	Diameter (mm)	Number	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	main-top	Grade 420	25	6	B = 1.66									
2	main-bottom	Grade 420	25	3	B = 6.32									
3	assembly-top	Grade 420	25	3										
4	transverse-main	Grade 420	10	26										
5	transverse-main	Grade 420	10	26	B = 0.32	C = 0.42	D = 0.32	E = 0.42						
*														

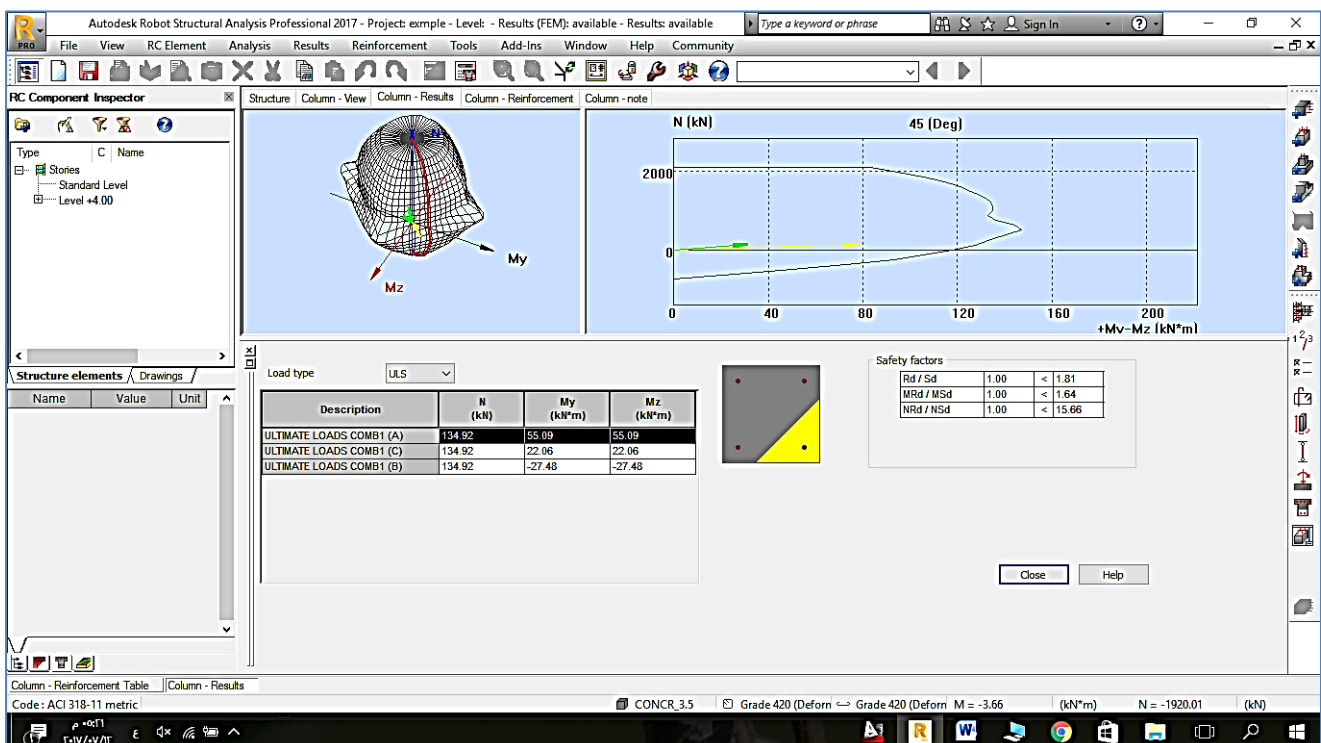
واستخراج اللوحات الحسابية لتصميم العتبة الخرسانية المسلحة.



نتوجه لتصميم العمود الخرساني، وبنفس الاجراءات السابقة وبالخطوات المعتمدة.

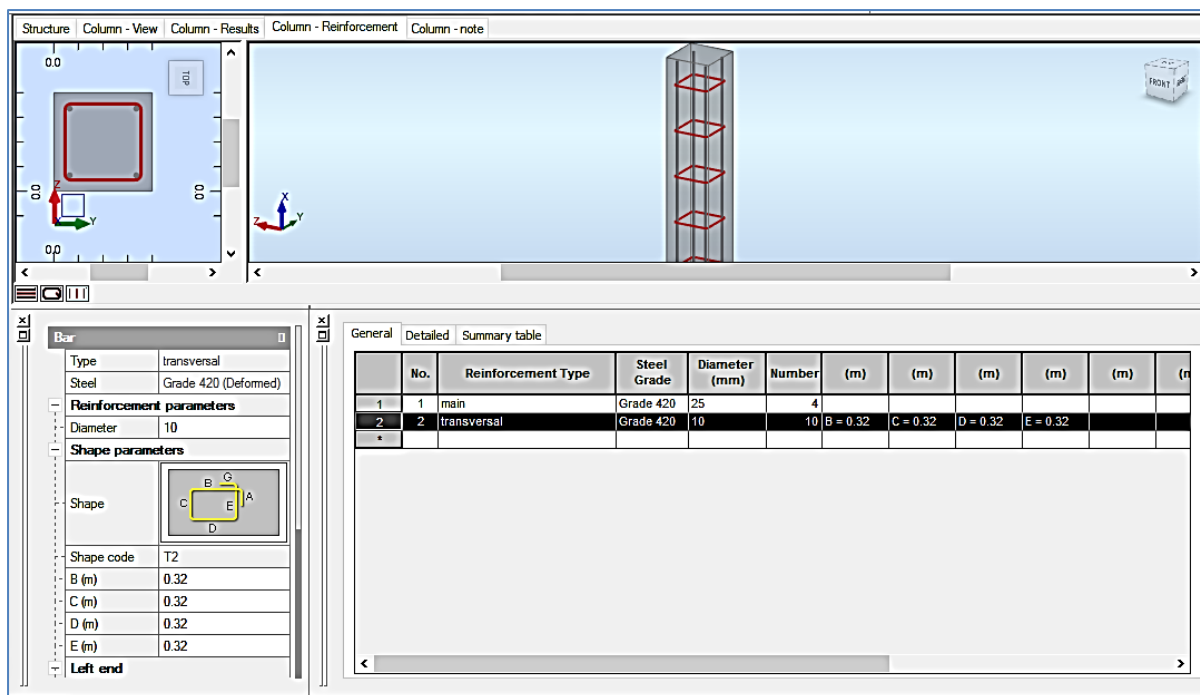


النتائج الحسابية للعمود

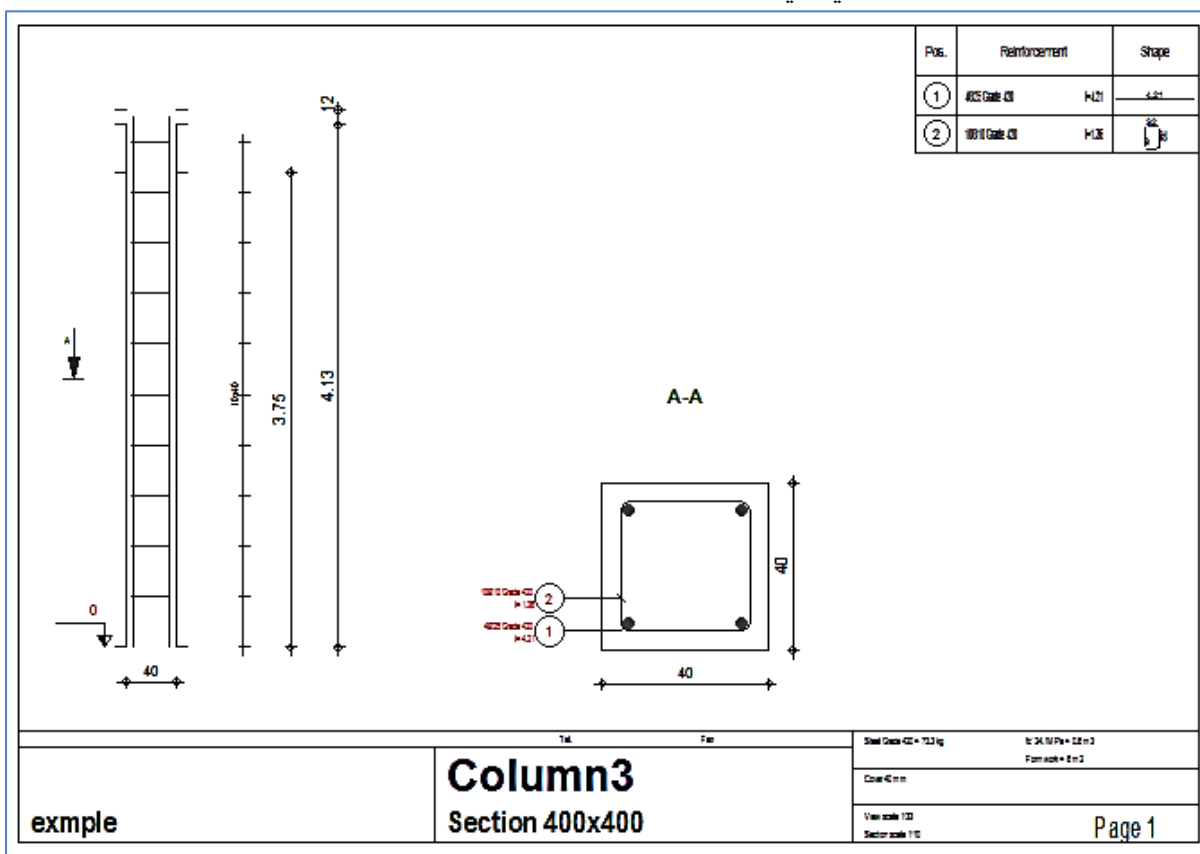


والتسليح للعمود سيكون بالشكل التالي:

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

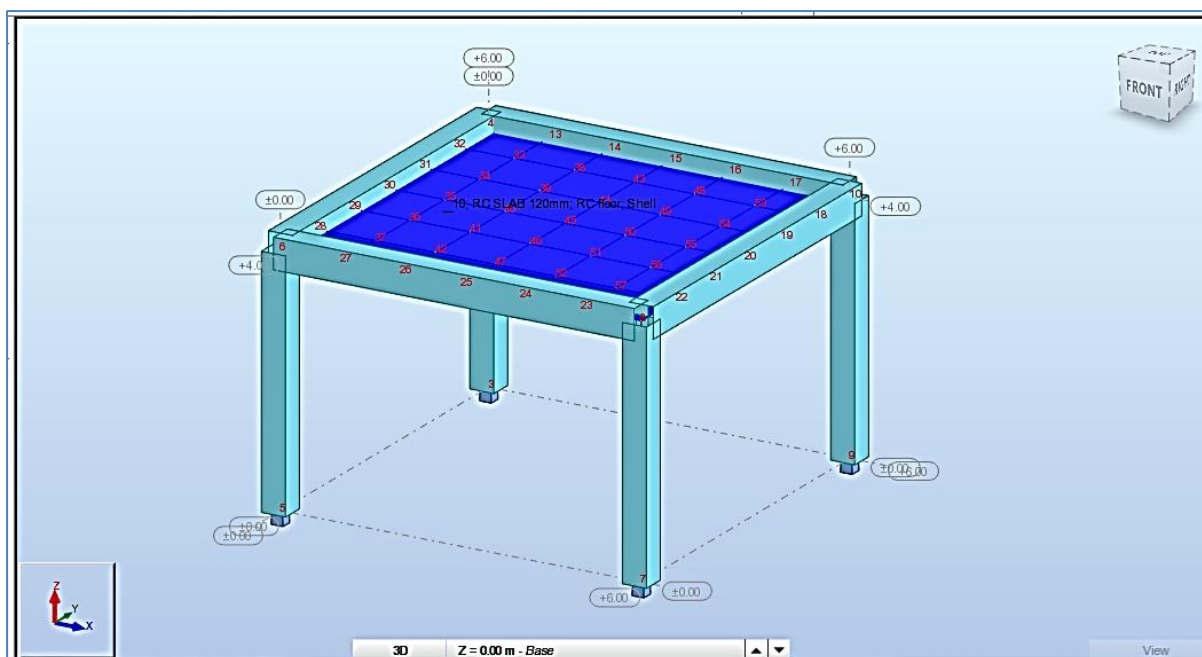


والمخططات الانشائية للعمود الخرساني هي:

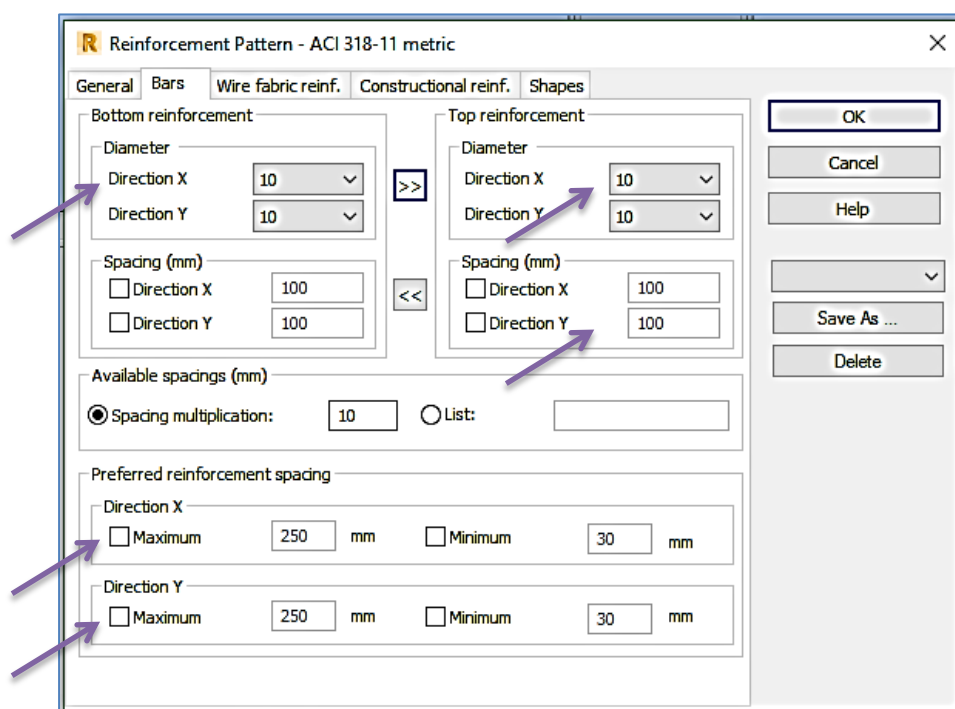


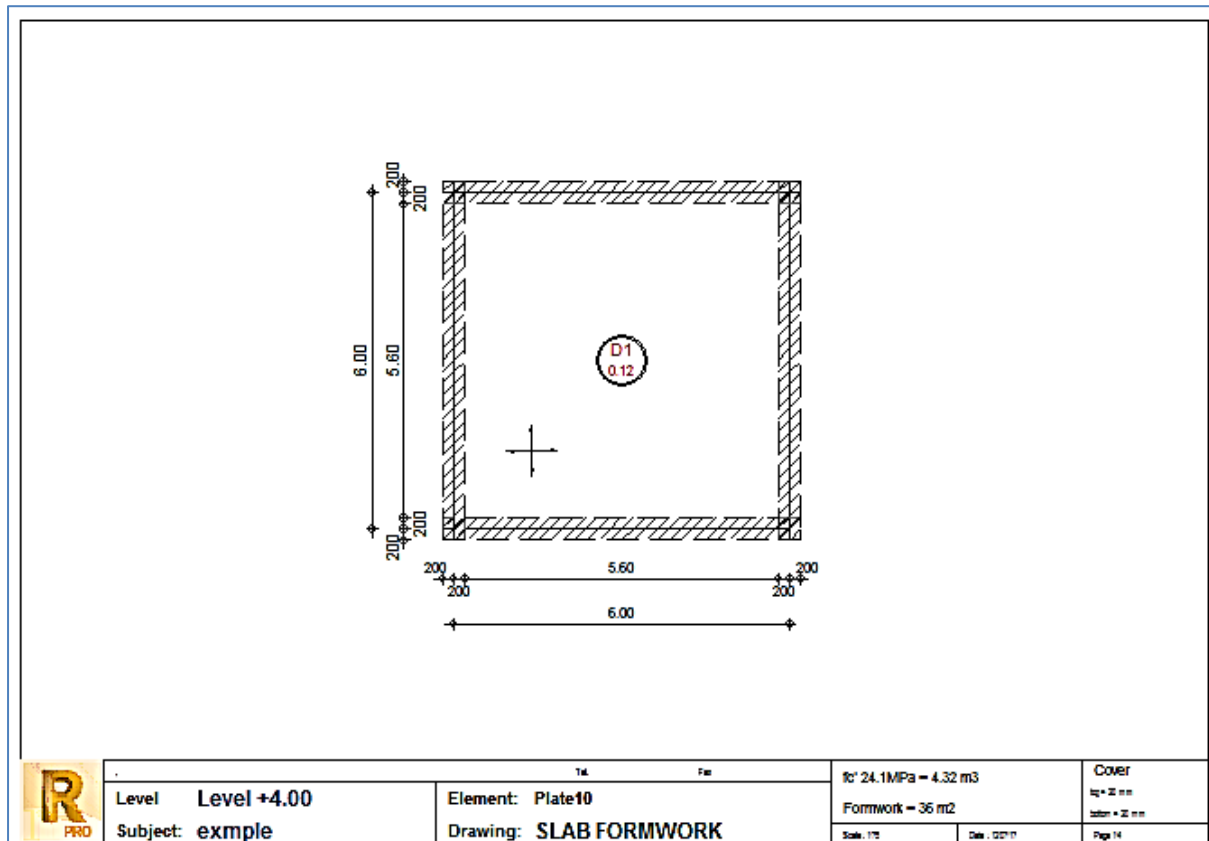
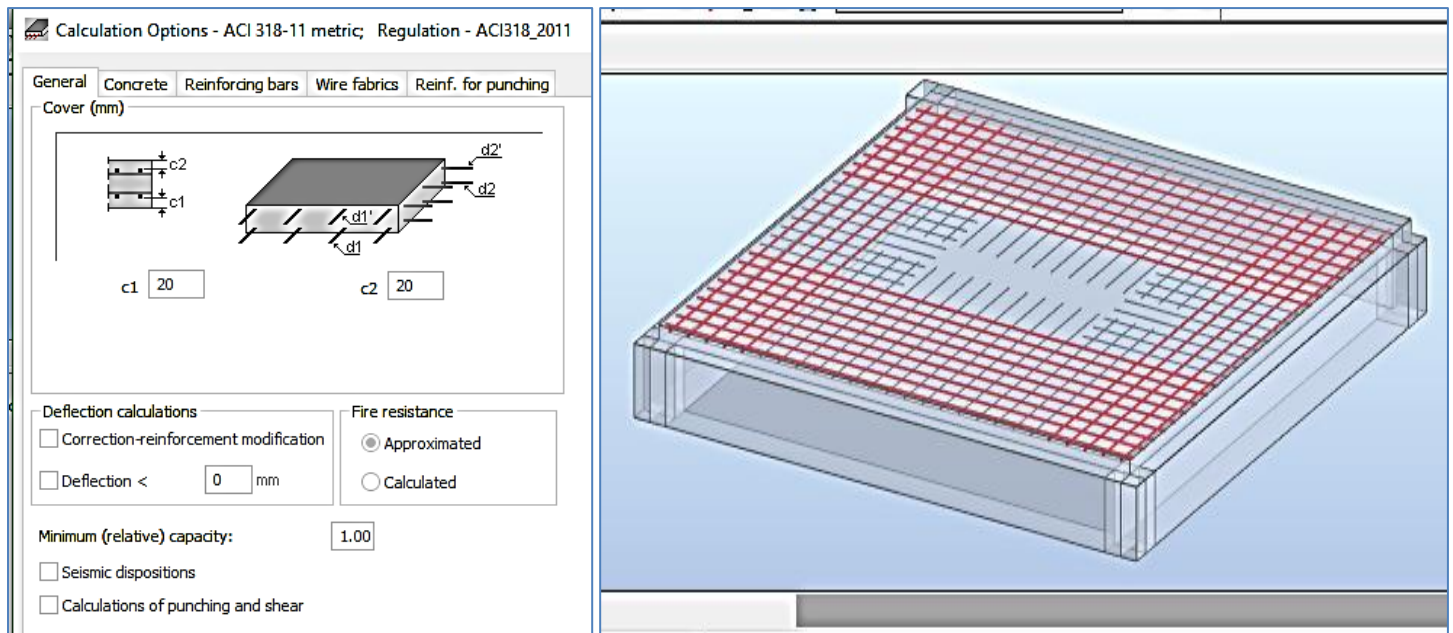
نتوجه الان لتصميم السقف الخرساني للمنشأ.

انقر على السقف في البرنامج حتى يتغير لونه الى الازرق للتعبير عن اختيار العضو الانشائي.

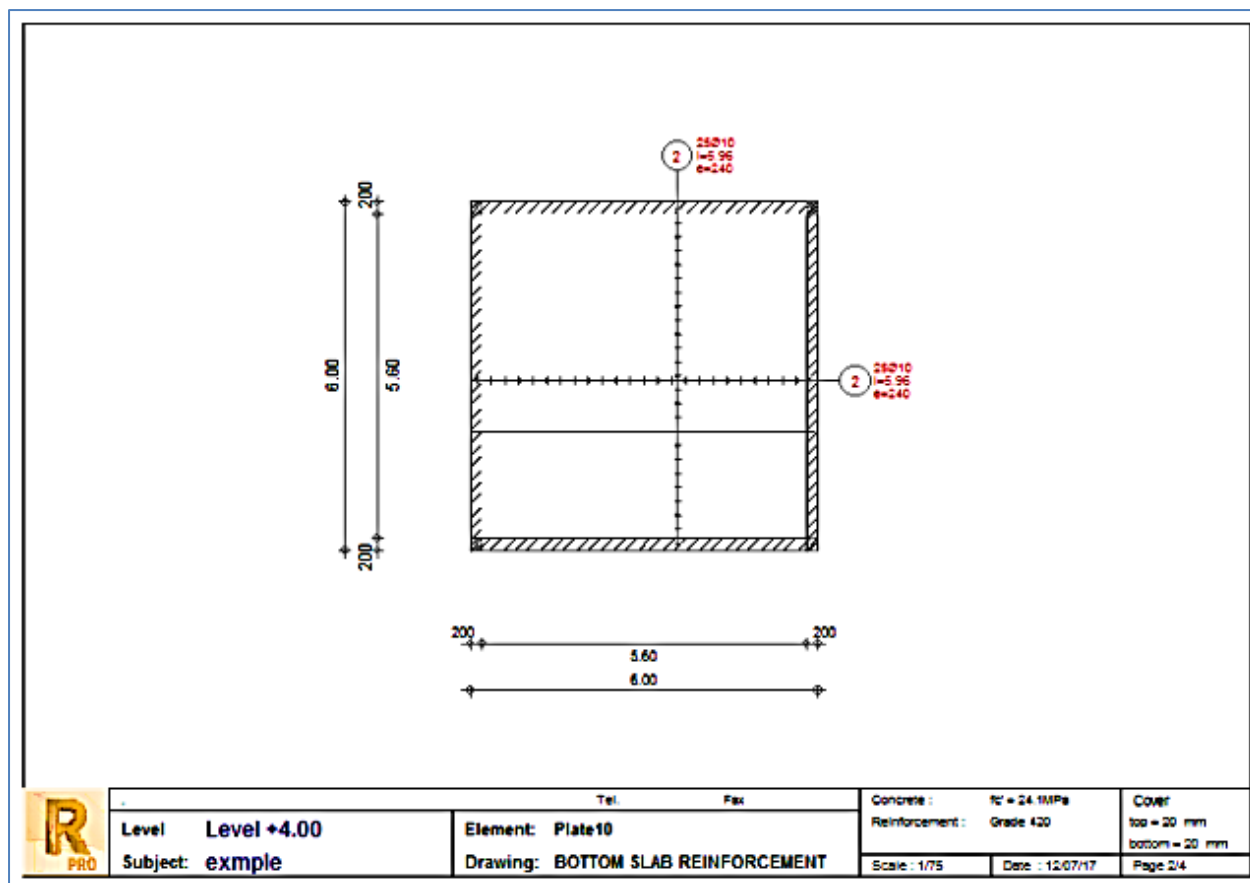


أعد مراحل التصميم السابقة مع الإدخالات المرغوبة لك كمصمم ، اما اذا كنت مدققا لتصميم فعليك اعتماد الخواص المعتمدة في المخططات للمنشأ.





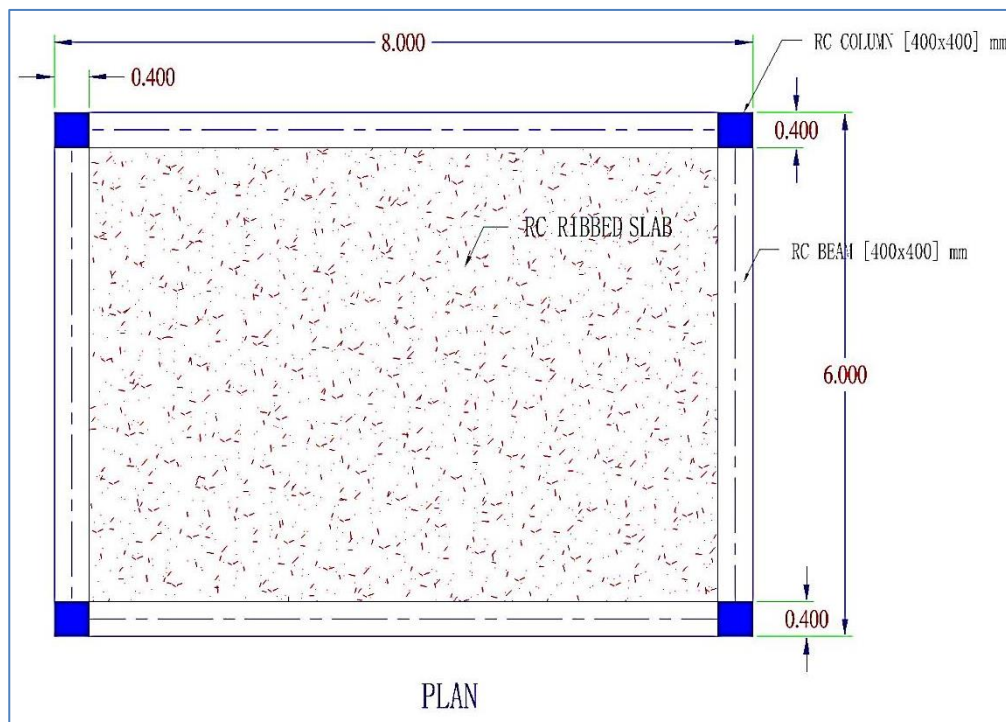
الصورة في اعلاه تمثل ابعاد السقف الخرساني بالخواص المدخلة وهي ابعاد السقف وسمكه (120) ملم ومقاومة انضغاط للخرسانة (24.1) ميجا باسكال واستخدام تسليح بقطر 10 ملم للقضيب المحرز الواحد بكتلة تصل 620 غم لكل متر طول.



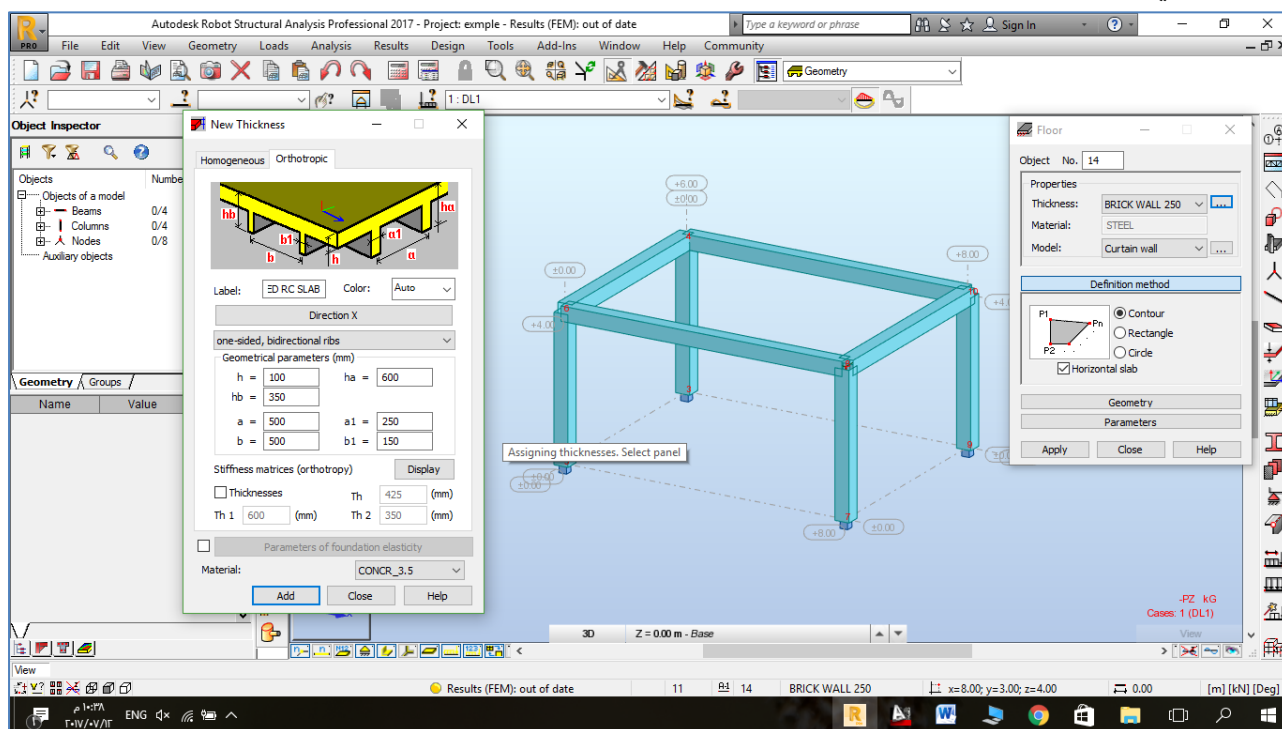
وهنا تم اكمال العمل بهذا المثال.

مثال خاص بتصميم سقف خرساني (Ribbed Slab) بالأبعاد الموضحة في الصورة والخصائص الموضحة في الجدول أدناه:

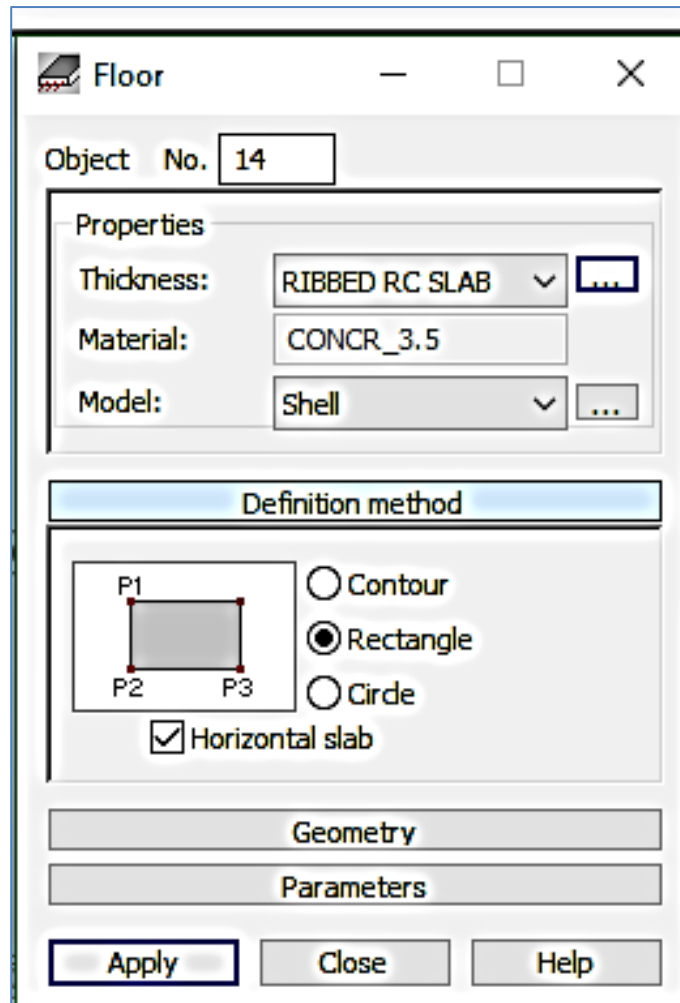
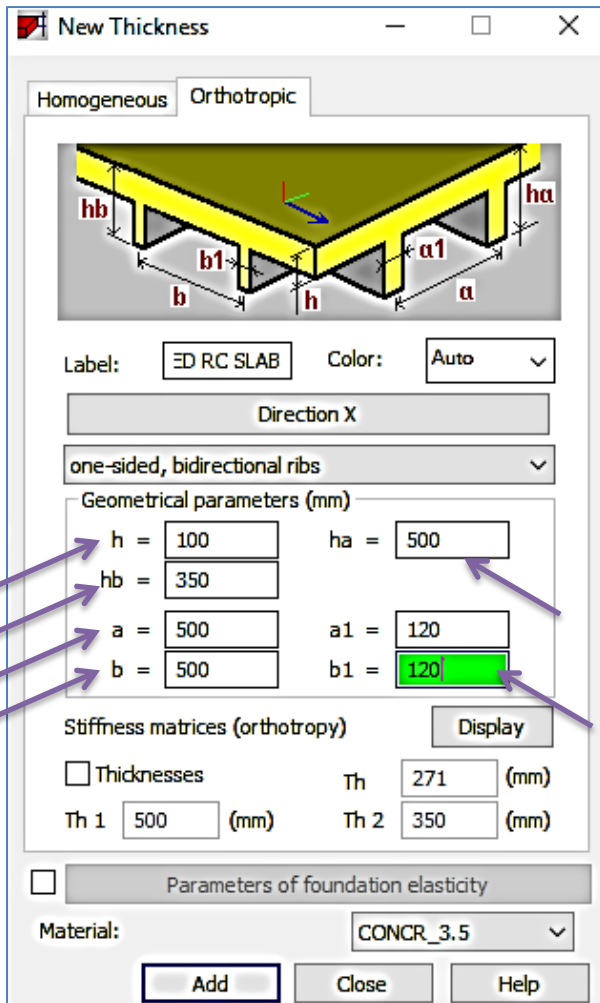
Slab Thickness	100 mm
Ultimate compressive strength of concrete f _c	24.1 MPa
Yield strength of bar reinforcement f _y	420 MPa
Area of slab [8.0*6.0] m	48.0 m ²
Longitudinal reinforcement (main)	Use ∅ 13 mm
Stirrups reinforcement	Use ∅ 10 mm
Column dimensions (cross section)	400x400 mm
Beam dimensions (cross section)	120x250 mm
Dead load [1]	Self-weight computed by robot
Dead load [2]	1.0 kN/m ²
Live load	2.5 kN/m ²



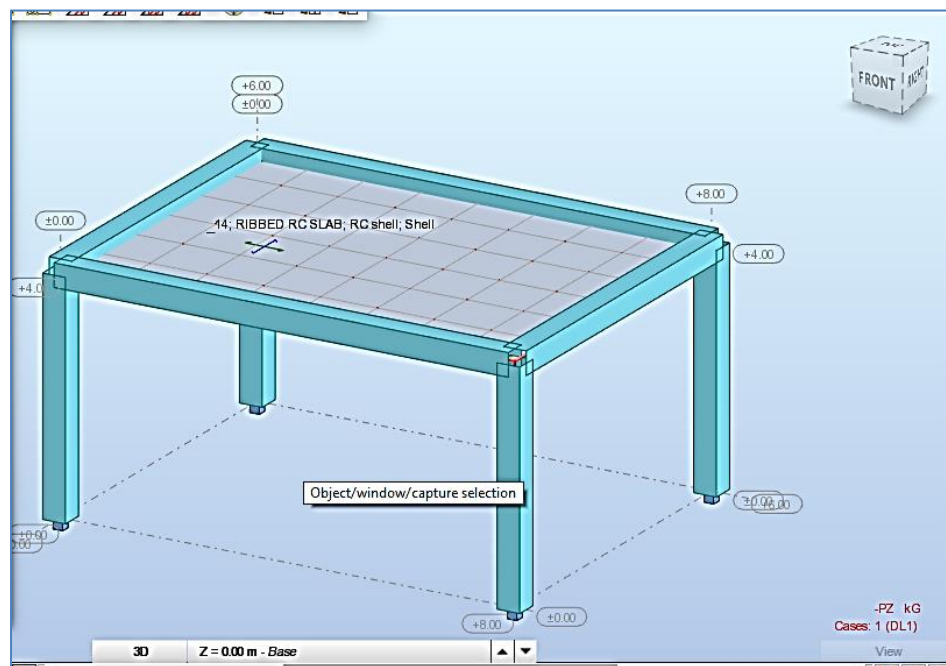
بعد تمثيل الابعاد والمحاور حسب الطرق المستخدمة في المثال السابق يكون شكل الاخراج للشاشة بالشكل التالي:



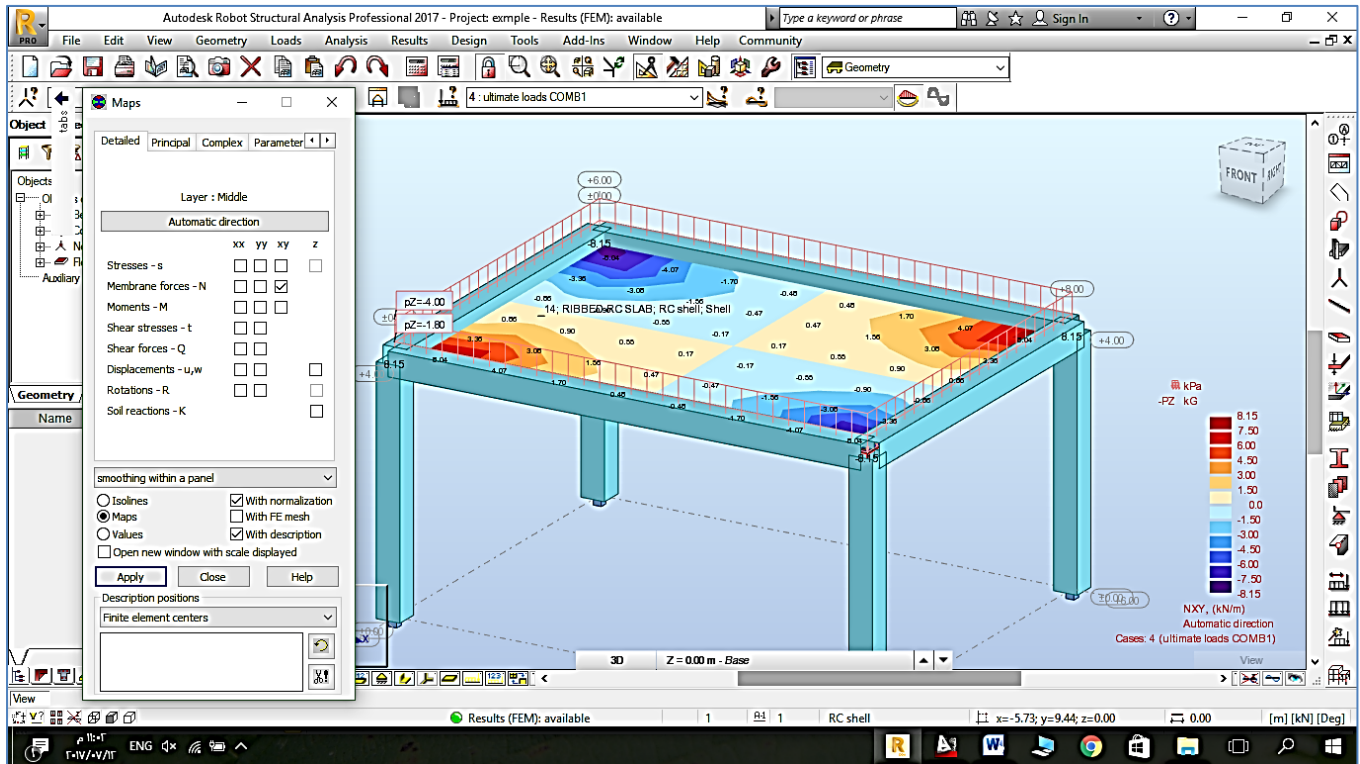
أستخدم الابعاز (floor) ثم الابعاز (orthotropic) واختيار (one side bidirectional ribs) ستظهر لك مربع المعطيات الاتي:



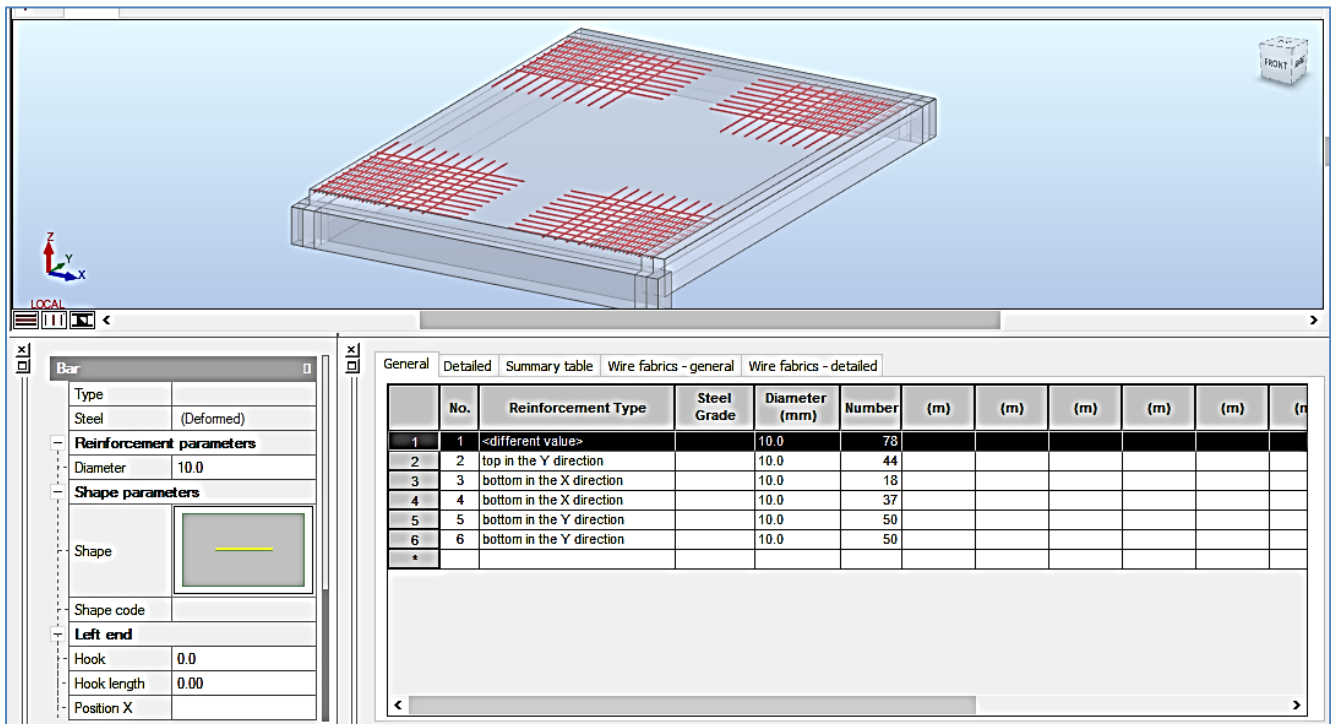
ويتم ادخال حدود السقف على المنشأ .

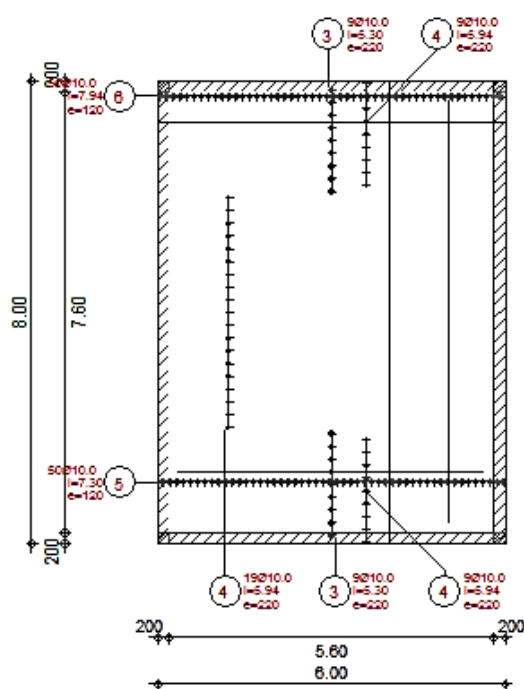


نقوم بتبسيط الاحمال واجراء عمل معاملات التكبير للأحمال حسب الكود الامريكي كما سبق في شرح المثال السابق والتحليل الكامل لاستخراج النتائج.



نتوجه الى تصميم السقف الخرساني المسلح.



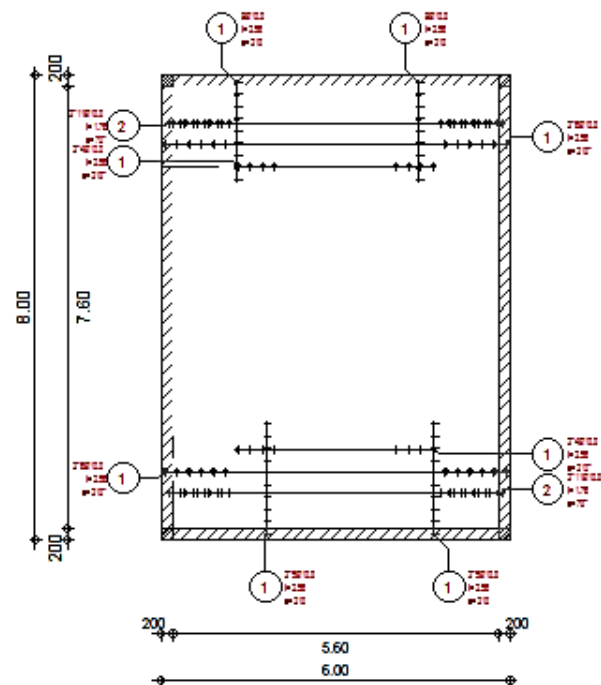


Level **Level +4.00**
Subject: **exmple**

Element: **Plate14**
Drawing: **BOTTOM SLAB REINFORCEMENT**

Concrete : $f_c' = 24.1 \text{ MPa}$
Reinforcement :
Scale : 1/75 Date : 12/07/17

Cover
top = 30 mm
bottom = 30 mm
Page 2/4



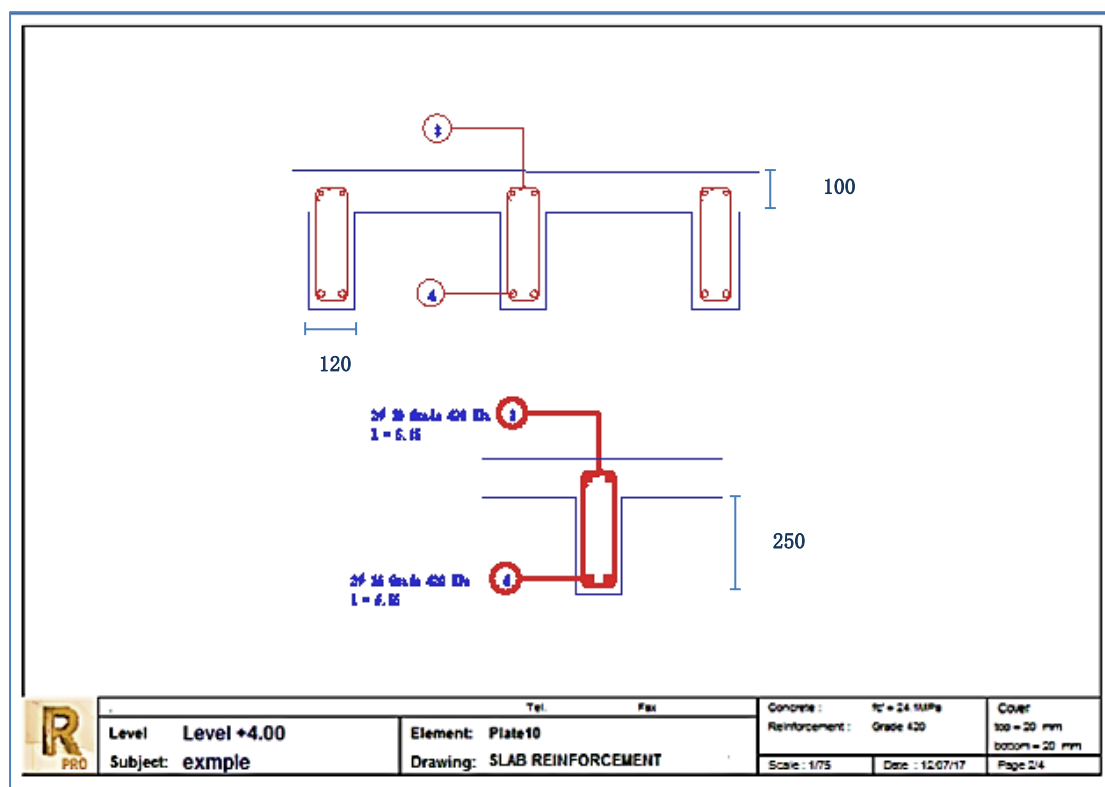
Level **Level +4.00**
Subject: **exmple**

Element: **Plate14**
Drawing: **TOP SLAB REINFORCEMENT**

Concrete : $f_c' = 24.1 \text{ MPa}$
Reinforcement :
Scale : 1/75 Date : 12/07/17

Cover
top = 20 mm
bottom = 20 mm
Page 2/4

اما تصميم الجسور المتقاطعة تحت السقف ستكون.



Top reinforcement for one rib = 2Ø 10 mm

Bottom reinforcement for one rib = 2Ø 16 mm

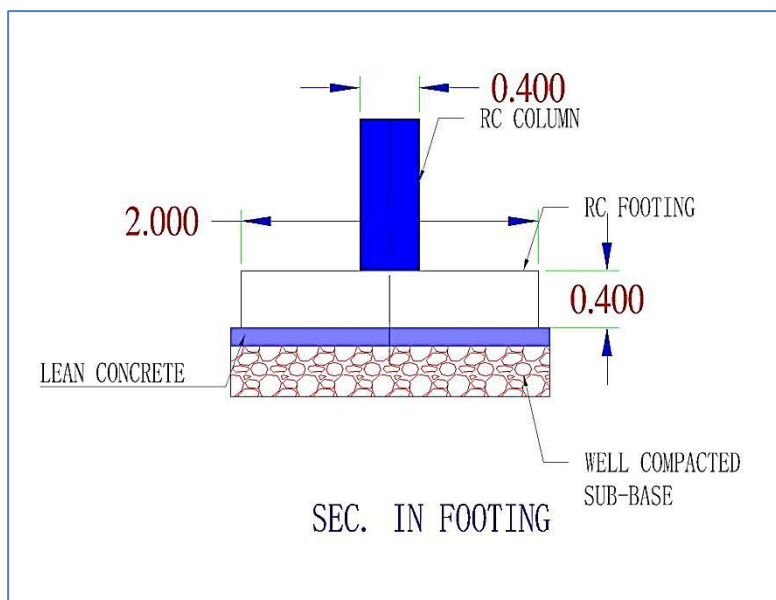
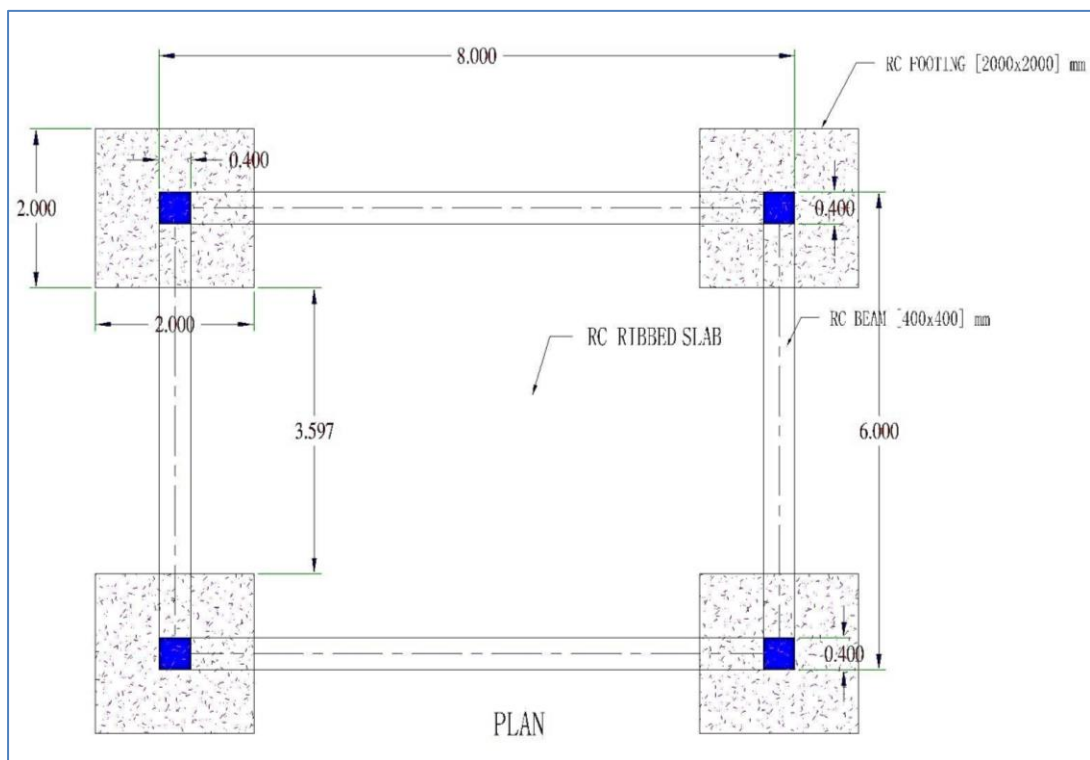
Stirrup of ribs = Ø 8 @ 220 mm c/c

5-1 تصميم الاسس المنفردة والمشاركة (Isolated And Combined Footings)

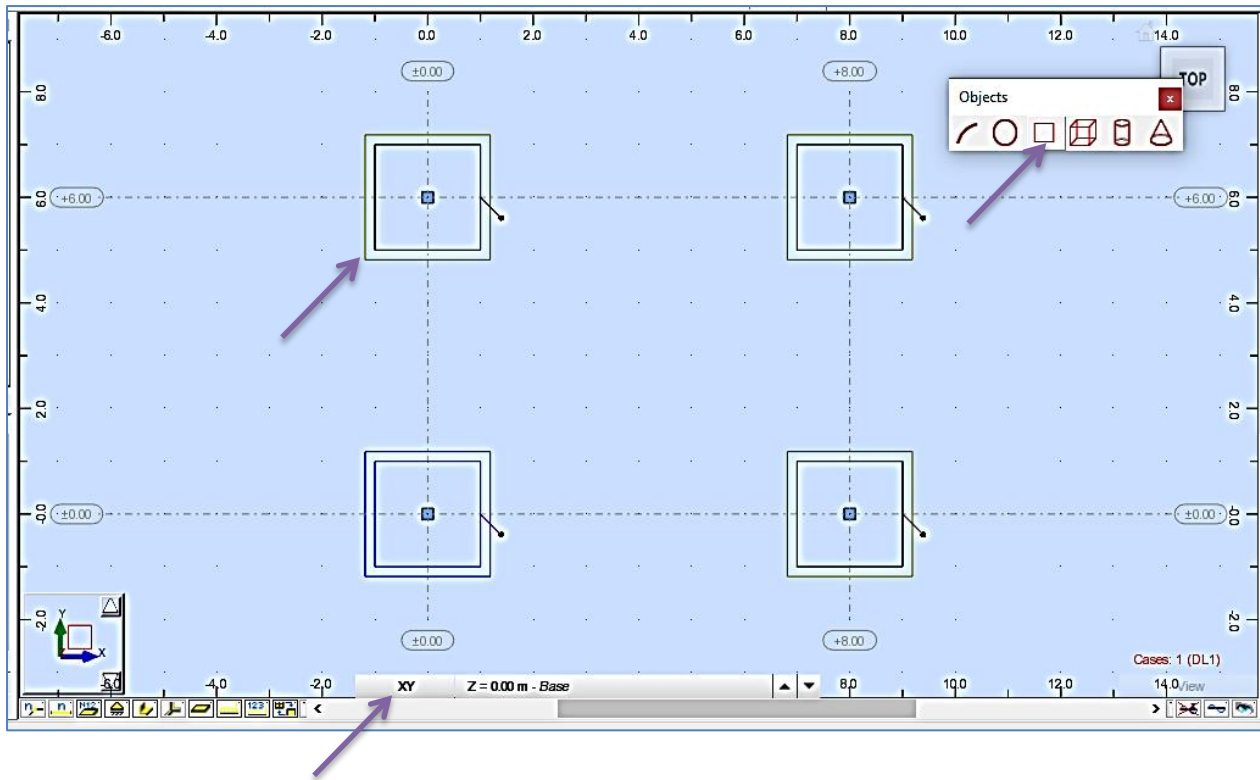
يتميز برنامج الاوتودسك روبوت بقابليته على تمثيل الاسس مع المنشأ كوحدة متكاملة ويتم نقل الاحمال للمنشأ الى الاسس ويتم قياس الهبوط التفاضلي والهبوط الكلي فيها وكذلك تصميمها كعضو انشائي . لذلك سنعتمد على احد الامثلة السابقة لأدراج اساس خرساني تحت الاعمدة واجراء التحليل والتصميم لها.

Footing Thickness	400 mm
Ultimate compressive strength of concrete f' _c	24.1 MPa
Yield strength of bar reinforcement f _y	420 MPa
Area of single footing [2.0*2.0] m	4.0 m ²
Longitudinal reinforcement (main)	Use Ø 16 mm
Stirrups reinforcement	Use Ø 10 mm
Column dimensions (cross section)	400x400 mm
Beam dimensions (cross section)	120x250 mm

Dead load [1]	Self-weight computed by robot
Dead load [2]	1.0 kN/m ²
Live load	2.5 kN/m ²

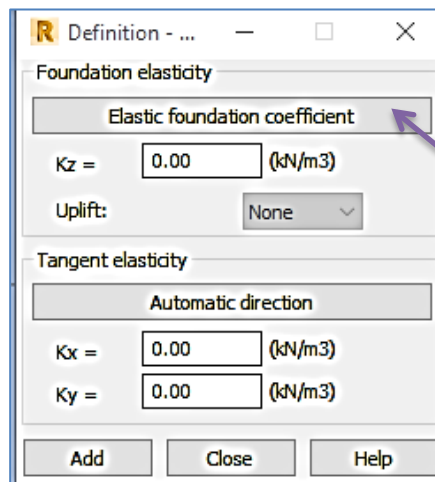
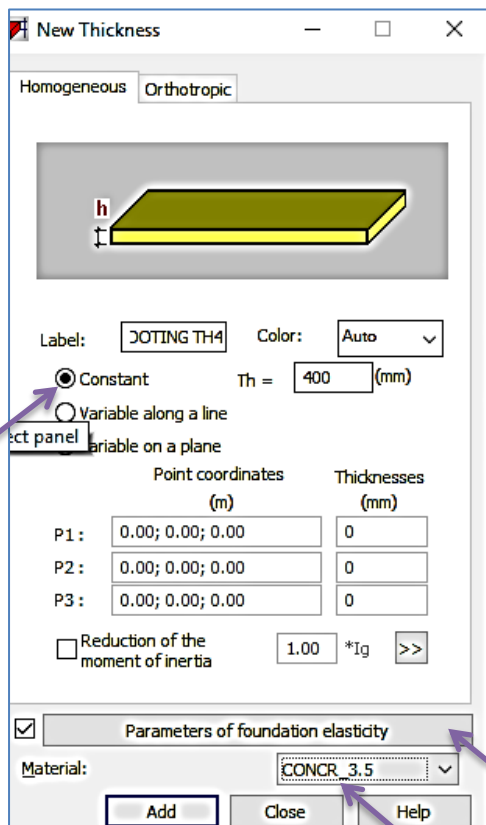


سنقوم بتمثيل الاسس ، اولاً نتوجه للإحداثي XY من شريط الاحداثيات اسفل الشاشة واختيار المستوى (0.0) ثم اختيار الابعاز (Rectangular) ونرسم الاسس كالآتي:



نتوجه لاختيار خواص الاساس وشكل تفاصيله عن طريق الابعاز

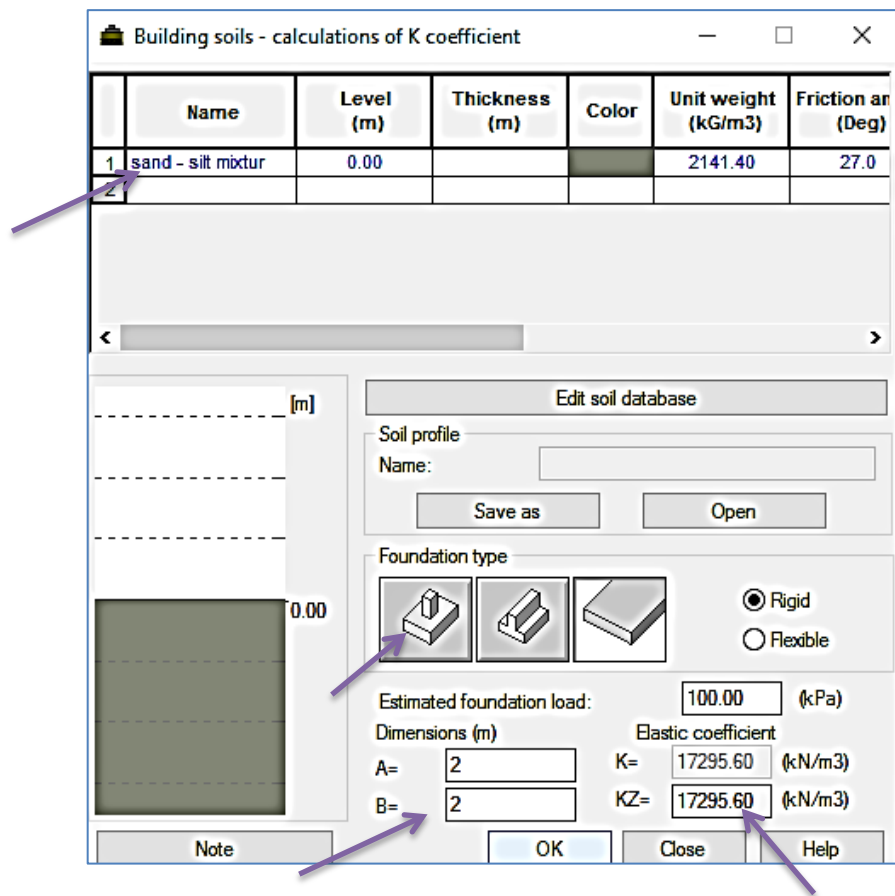
(FE Thickness new thickness) كما تلاحظ في الصورة التالية:



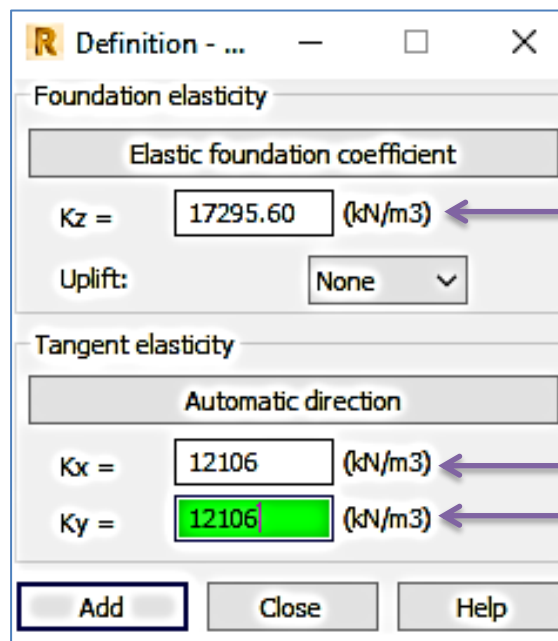
لأدراج معاملات نوعية
التربة

لأدراج خواص التربة اسفل الاساس ويقوم
البرنامج بحساب كافة خواص التربة
المدخلة

و عند استخدام الایعاز (elastic foundation coefficients) ستظهر النافذة التالية :



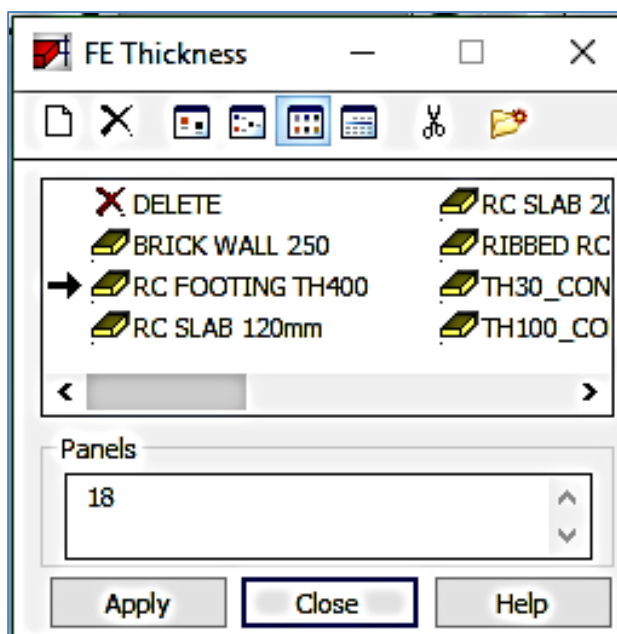
بعدها يتم ادخال المعاملين للأسناد الجانبي للتربة وهم (k_x , k_y) والتي تكون قيمهم مساوية تقريبا الى (k_z من 0.7):



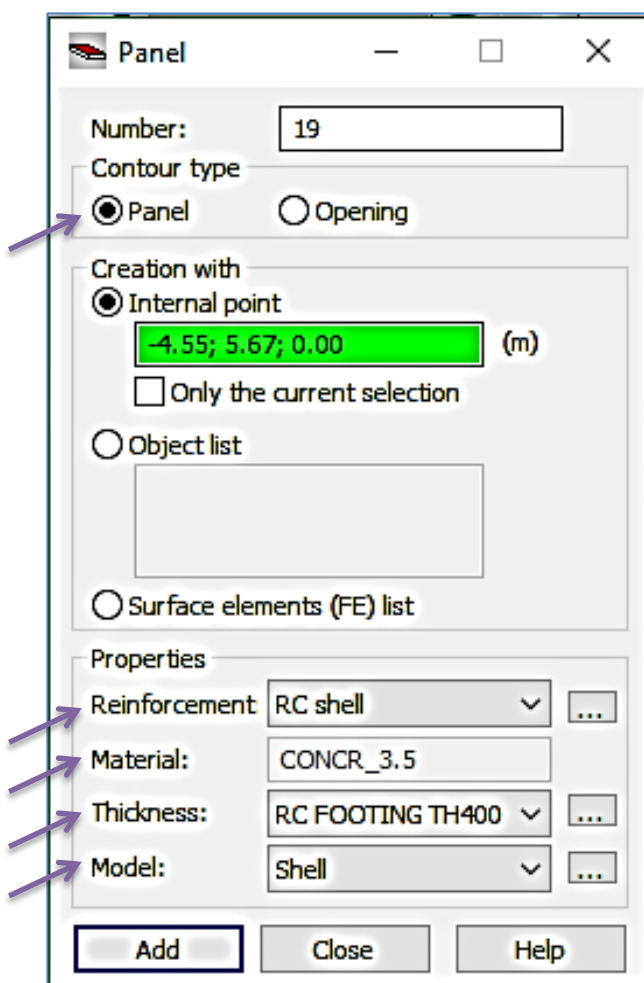
يتم حسابها من البرنامج عند ادخالك نوعية التربة والاساس

يتم حسابها من المستخدم للبرنامج

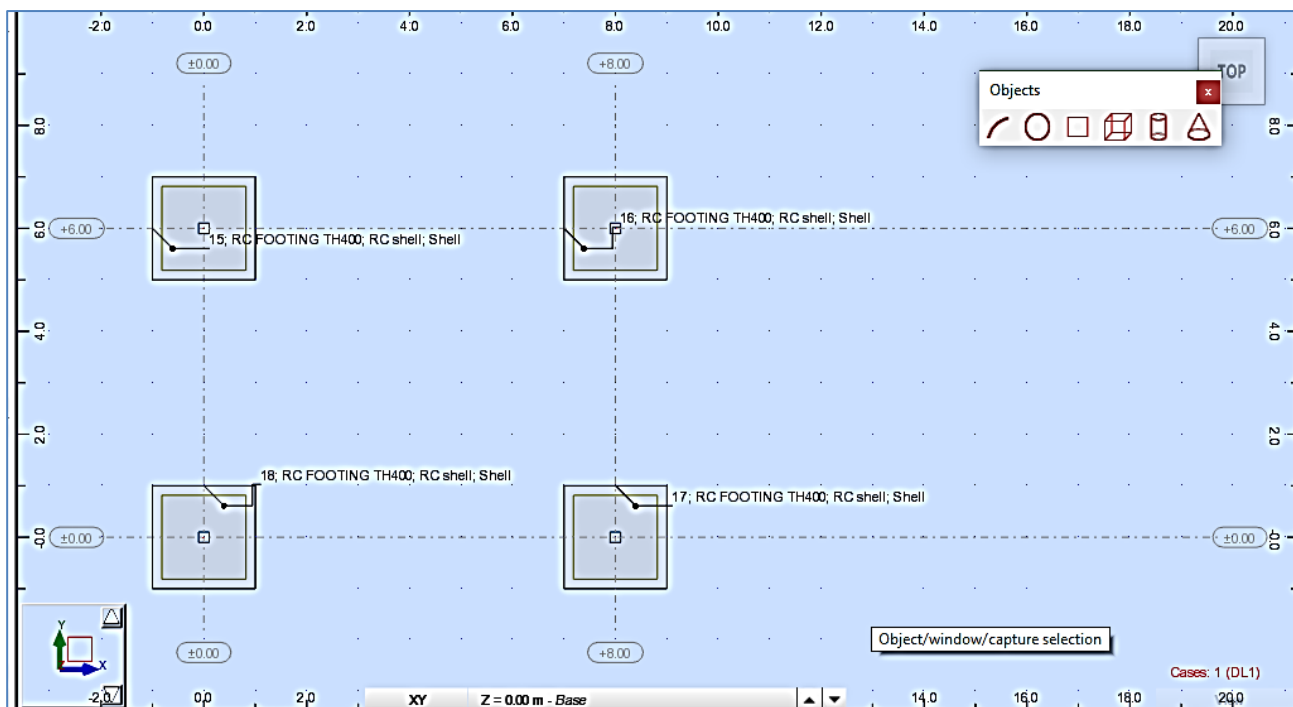
عندها ستظهر لديك نافذة وقد اضيف خواص اساسك المدخل .



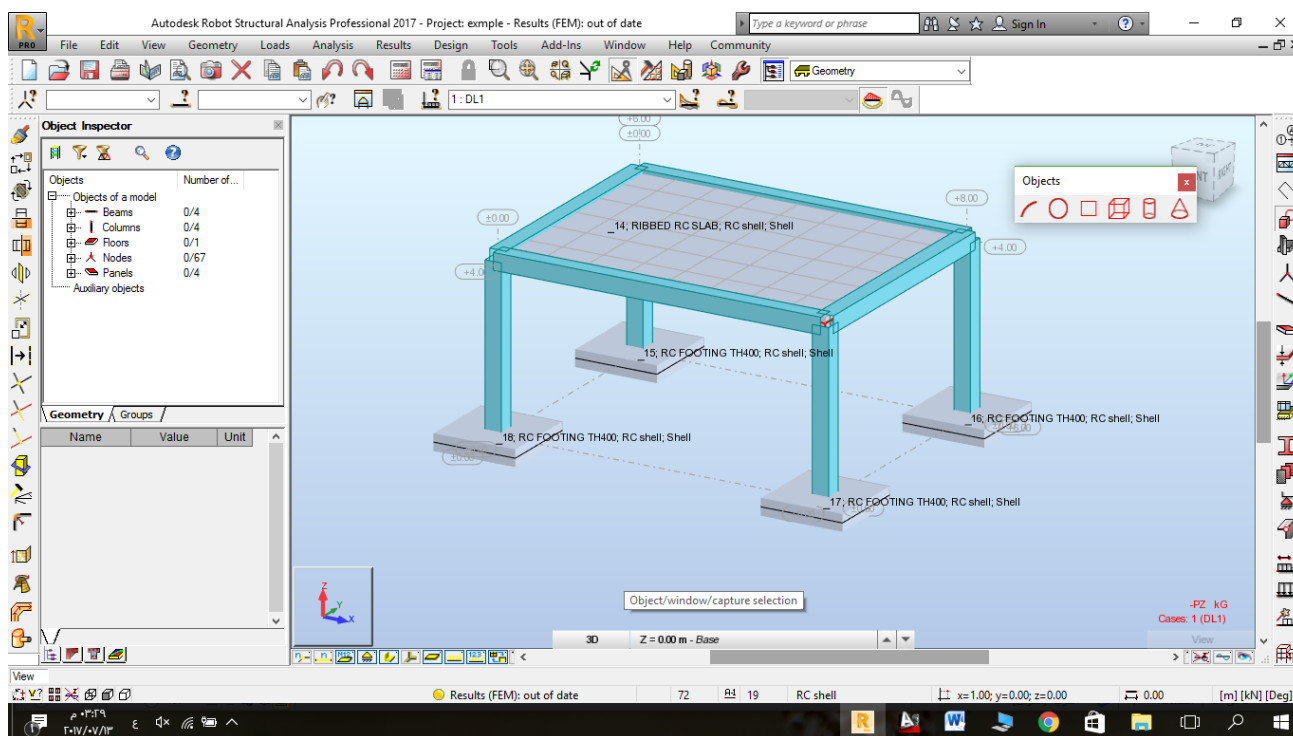
الآن نتوجه الى الابعاز (panel) وستظهر النافذة التالية:



وقم بالنقر على الاسس في شاشة البرنامج لا عطاءها الخواص المطلوبة.

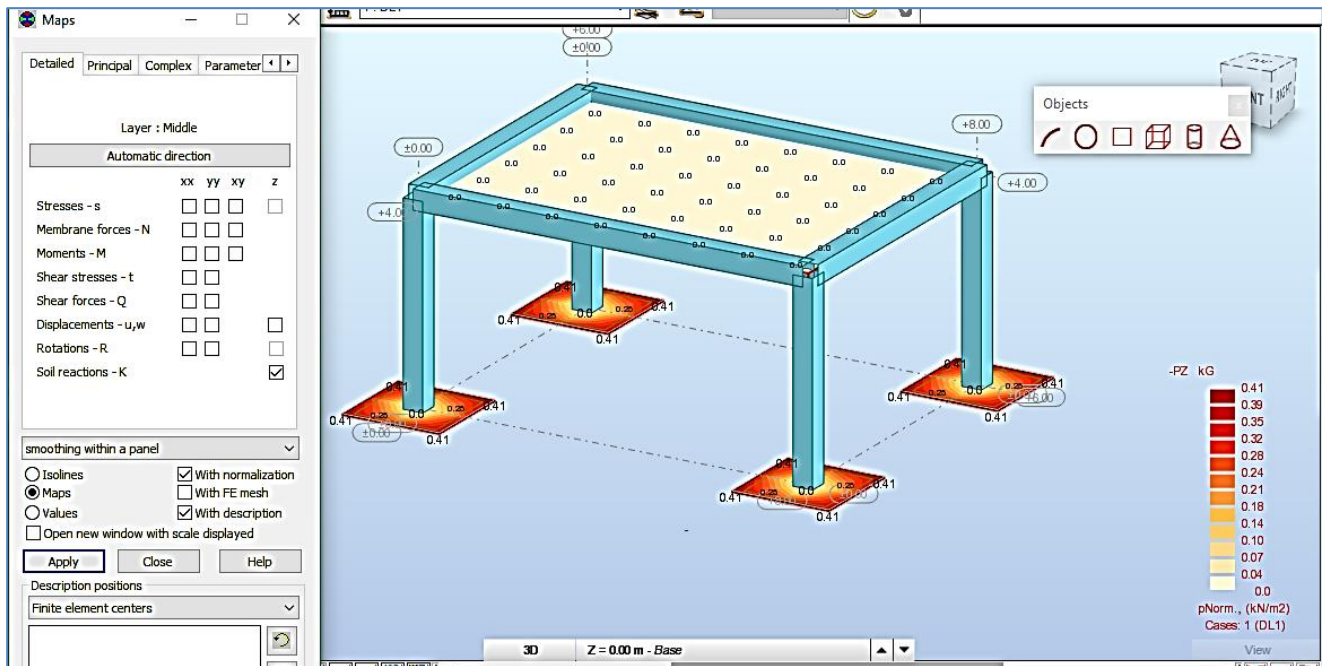


لاحظ ارتباط الاسس بالمنشأ وحسب الصورة التالية:



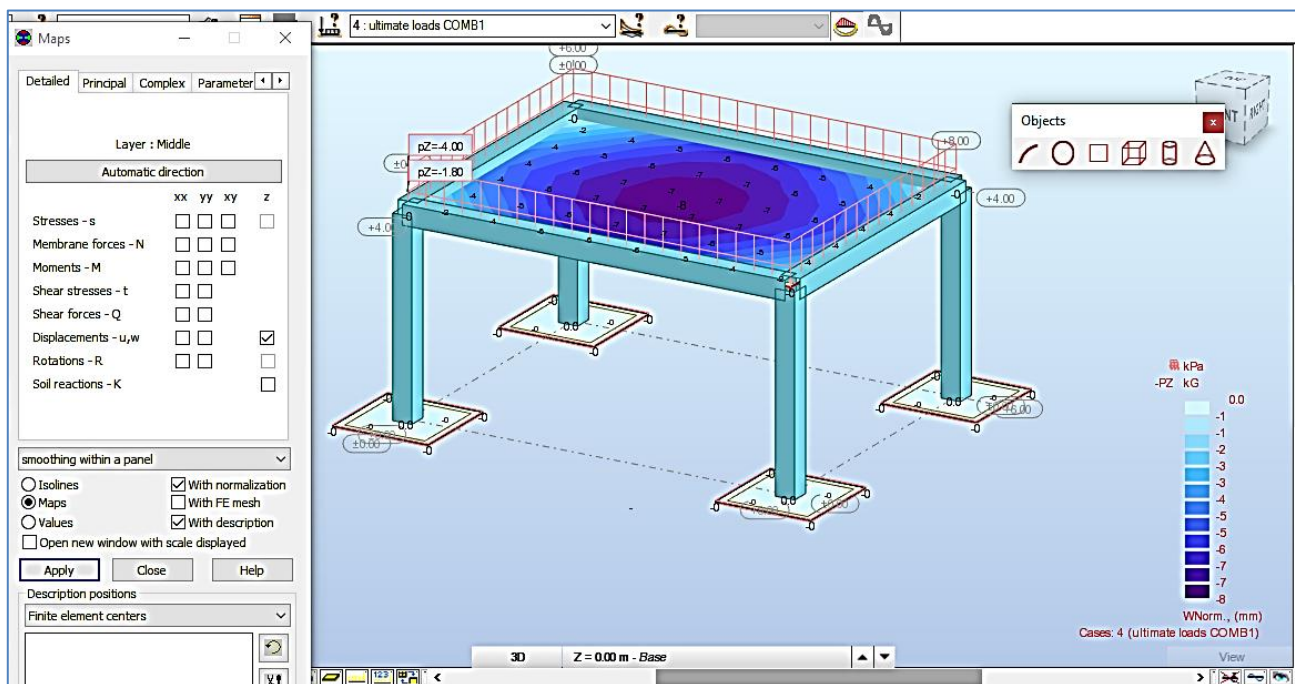
والان نقوم بالتحليل وبنفس خطوات الامثلة السابقة للمنشأ.

لملاحظة الضغط على الاسس نستخدم الاليعاز (map → soil reaction)

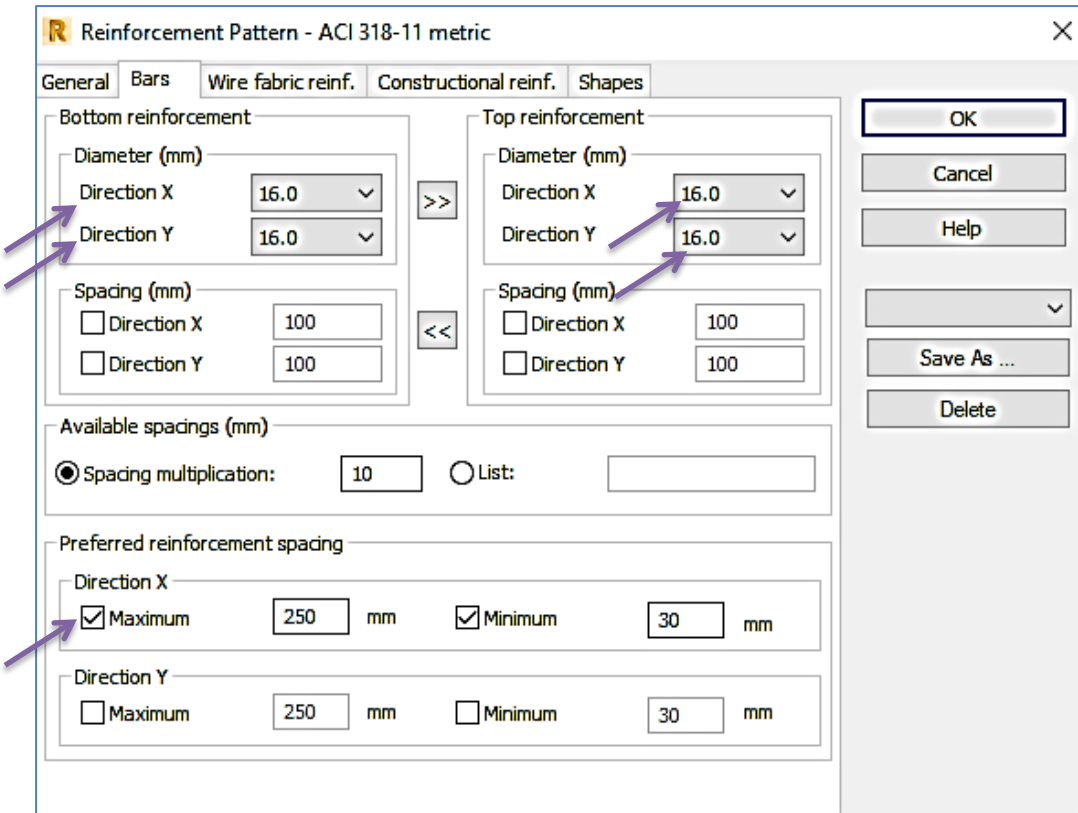


نلاحظ ان اعلى ضغط على الاسس مقداره (0.41 ميكا باسكال) وهو اجهاد مقبول جدا.

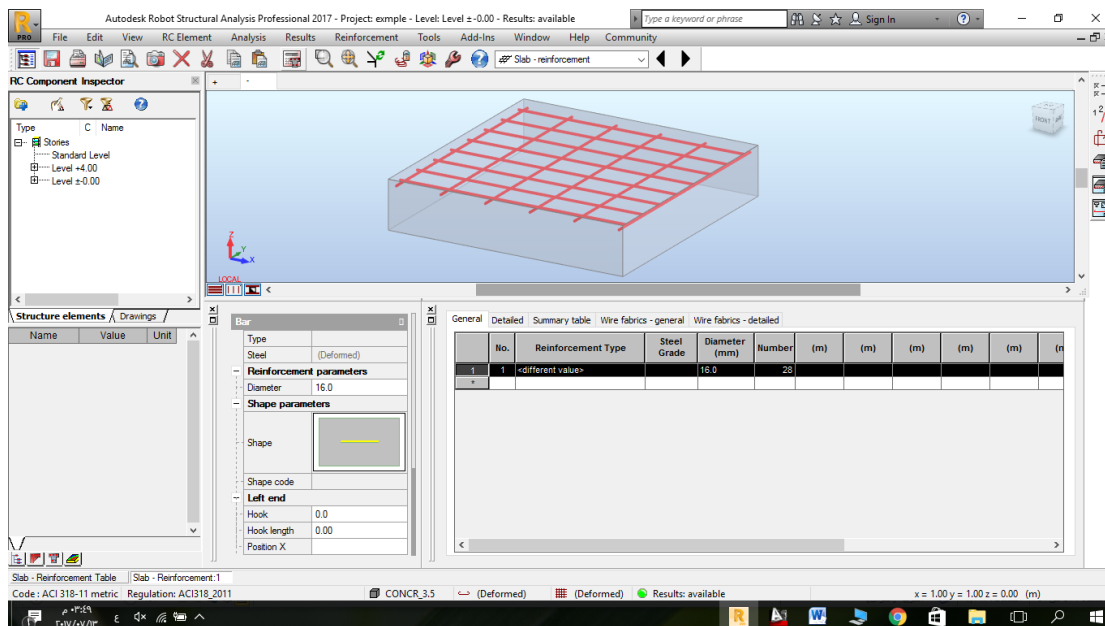
ونقيس الهبوط في الاسس عن طريق الاليعاز (displacement z-dir.) – يجب استخدام (service load combinations) في ايجاد الضغط والهبوط في الاسس أي بمعاملات تكبير للأحمال مساوية الى (1.0).



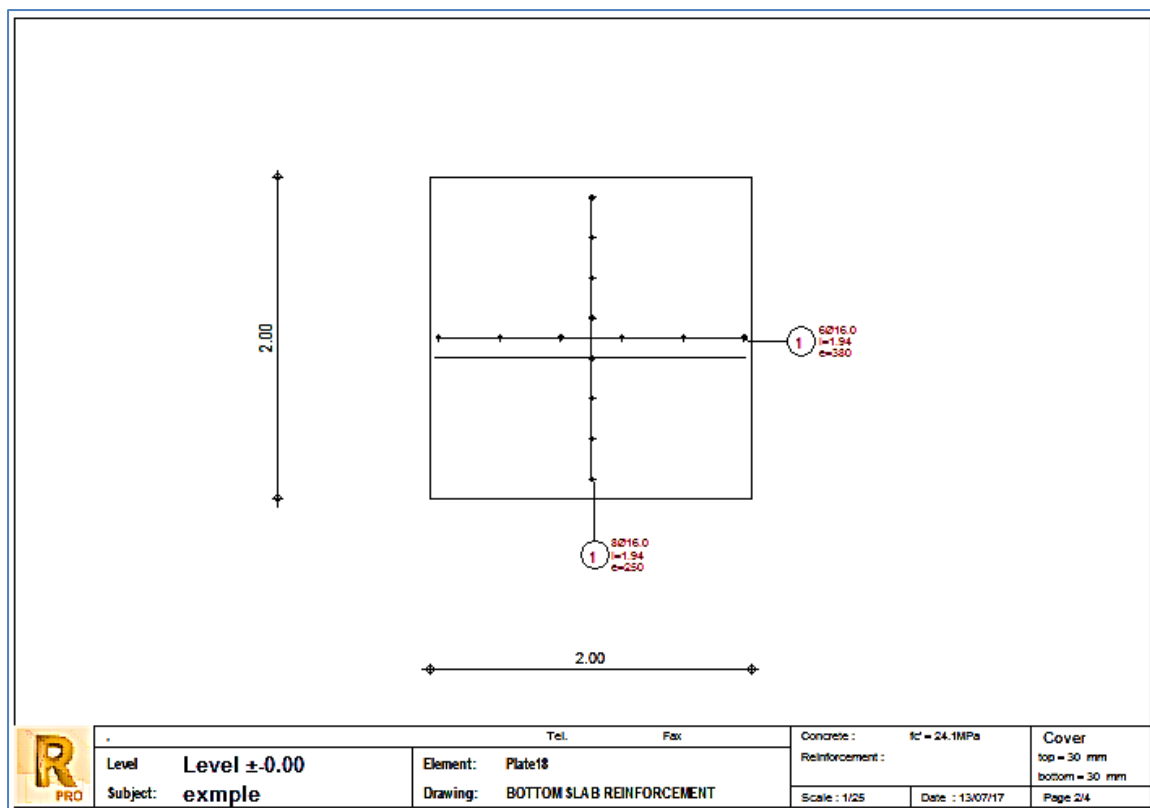
نلاحظ بان اعلى هبوط هو في ركن قاعدة الاساس الواحد ومقداره -2 ملم وهو مقبول جدا والهبوط متساوي لجميع الاسس فليس هناك هبوط تفاضلي يسبب تشققات في الجدران للمنشأ.
بعد الاطمئنان لثبات الاسس نتوجه لتصميمها .



ونستمر بباقي الخصائص الاخرى وحسب ما تم توضيحه في الامثلة السابقة.

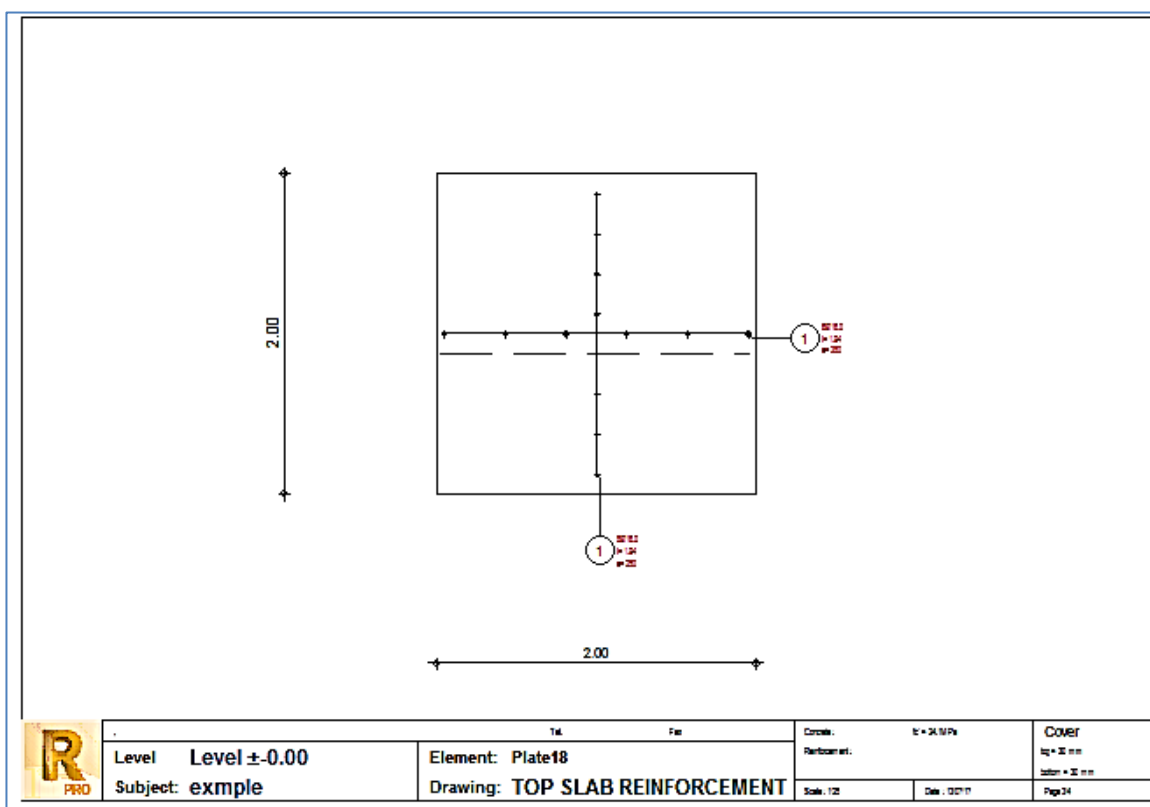


ولوحات التصميم هي :



Bottom reinforcement [$\varnothing 16@250$ mm – in X dir.]

[$\varnothing 16@380$ mm – in Y dir.]



Top reinforcement [$\varnothing 16@250$ mm – in X dir.]

[$\varnothing 16@380$ mm – in Y dir.]

استخراج النوتة الحسابية للأسس:

1. Slab: Plate18 – RC FOOTING

1.1. Reinforcement:

- Type : RC shell
- Main reinforcement direction : 0°
- Main reinforcement grade : ; Characteristic strength = 460.00 MPa
- Bar diameters

bottom	d1 = 12 (mm)	d2 = 12 (mm)
top	d1 = 12 (mm)	d2 = 12 (mm)
- Cover

bottom	c1 = 30 (mm)
top	c2 = 30 (mm)

1.2. Concrete

- Class : CONCR_3.5; Characteristic strength = 24.10 MPa
- Density : 2407.24 (kG/m3)

1.3. Hypothesis

- Calculations according to : ACI 318-11
- Method of reinforcement area calculations : analytical
- Allowable deflection : 30 (mm)
- Verification of punching : no
- Calculation type : bending +
compression/tension

1.4. Slab geometry

Thickness 0.40 (m)

Contour:

edge	beginning		end		length (m)
	x1	y1	x2	y2	
1	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2	2.00	2.00	2.00	0.00	2.00
3	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00
4	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00

Support:

n°	Name	dimensions (m)	coordinates x y	edge
* - head present				

1.5. Calculation results:

1.5.1. Maximum moments + reinforcement for bending, compression/tension

Ax(+)	Ax(-)	Ay(+)
Ay(-)		

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

Provided reinforcement (mm2/m):	529	529	529	529
Modified required reinforcement (mm2/m):	520	520	520	520
Original required reinforcement (mm2/m):	520	520	520	520
Coordinates (m):	1.00;1.00 1.00;2.00	0.00;1.00	0.00;1.00	

1.5.2. Maximum moments + reinforcement for bending, compression/tension

	Ax(+) Ay(-)	Ax(-)	Ay(+)
Symbol: required area/provided area			
Ax(+) (mm2/m)	520/529	520/529	520/529
Ax(-) (mm2/m)	520/529	520/529	520/529
Ay(+) (mm2/m)	520/529	520/529	520/529
Ay(-) (mm2/m)	520/529	520/529	520/529
Coordinates (m)	1.00;1.00 1.00;2.00	0.00;1.00	0.00;1.00
Coordinates* (m)	0.00;0.00;0.00 0.00;1.00;0.00	-1.00;0.00;0.00	-1.00;0.00;0.00

* - Coordinates in the structure global coordinate system

1.5.4. Deflection

$|f(+)| = 0 \text{ (mm)} \leq f_{dop}(+) = 30 \text{ (mm)}$

$|f(-)| = 0 \text{ (mm)} \leq f_{dop}(-) = 30 \text{ (mm)}$

2. Loads:

Case	Type	List	Value
1	self-weight	14to18	PZ Negative
2	(FE) uniform	14	PZ=-1.50(kN/m2)
3	(FE) uniform	14	PZ=-2.50(kN/m2)

Combination/Component	Definition
ULS/4	(1+2)*1.20+3*1.60

3. Results - detailing

List of solutions:

Reinforcement: bars

Solution no.	Reinforcement range Diameter / Weight	Total weight (kG)
1	-	66.48

Results for the solution no. 1

Reinforcement zones

Bottom reinforcement

Name	coordinates x1 y1 (mm2/m)	x2 y2 (mm2/m)	Provided reinforcement At ϕ (mm) / (mm)	Ar
1/1- Ax Main	0.00 0.00	2.00 2.00	16.0 / 380	520 < 529

1/2- Ay Perpendicular	0.00	0.00	2.00	2.00	16.0 / 380	520 <	529
Top reinforcement							
Name	coordinates				Provided reinforcement At	Ar	
	x1	y1	x2	y2	φ (mm) / (mm)		
	(mm2/m)		(mm2/m)				
1/1+ Ax Main	0.00	0.00	2.00	2.00	16.0 / 380	520 <	529
1/2+ Ay Perpendicular	0.00	0.00	2.00	2.00	16.0 / 380	520 <	529

4. Material survey

- Concrete volume = 1.60 (m3)
- Formwork = 4.00 (m2)
- Slab circumference = 8.00 (m)
- Area of openings = 0.00 (m2)
- Steel
- Total weight = 73.51 (kG)
- Density = 45.95 (kG/m3)
- Average diameter = 16.0 (mm)
- Survey according to diameters:

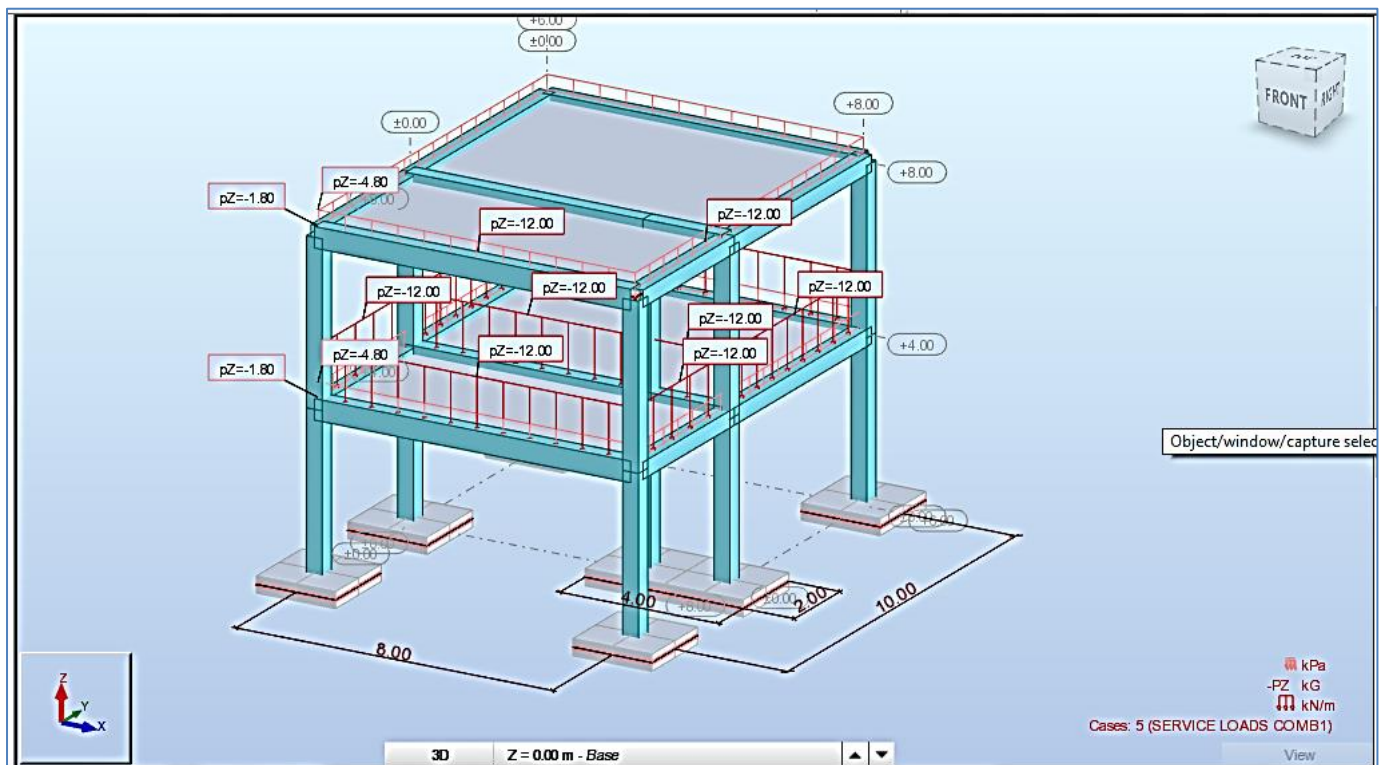
Diameter	Length (m)	Number:
16	1.94	24

وهنا تم استكمال المثال.

المثال التالي لتصميم أساس مشترك (Combined Footing) بأبعاد (2 * 4) متر وسمكه 400 ملم من الخرسانة المسلحة له الخواص التالية:

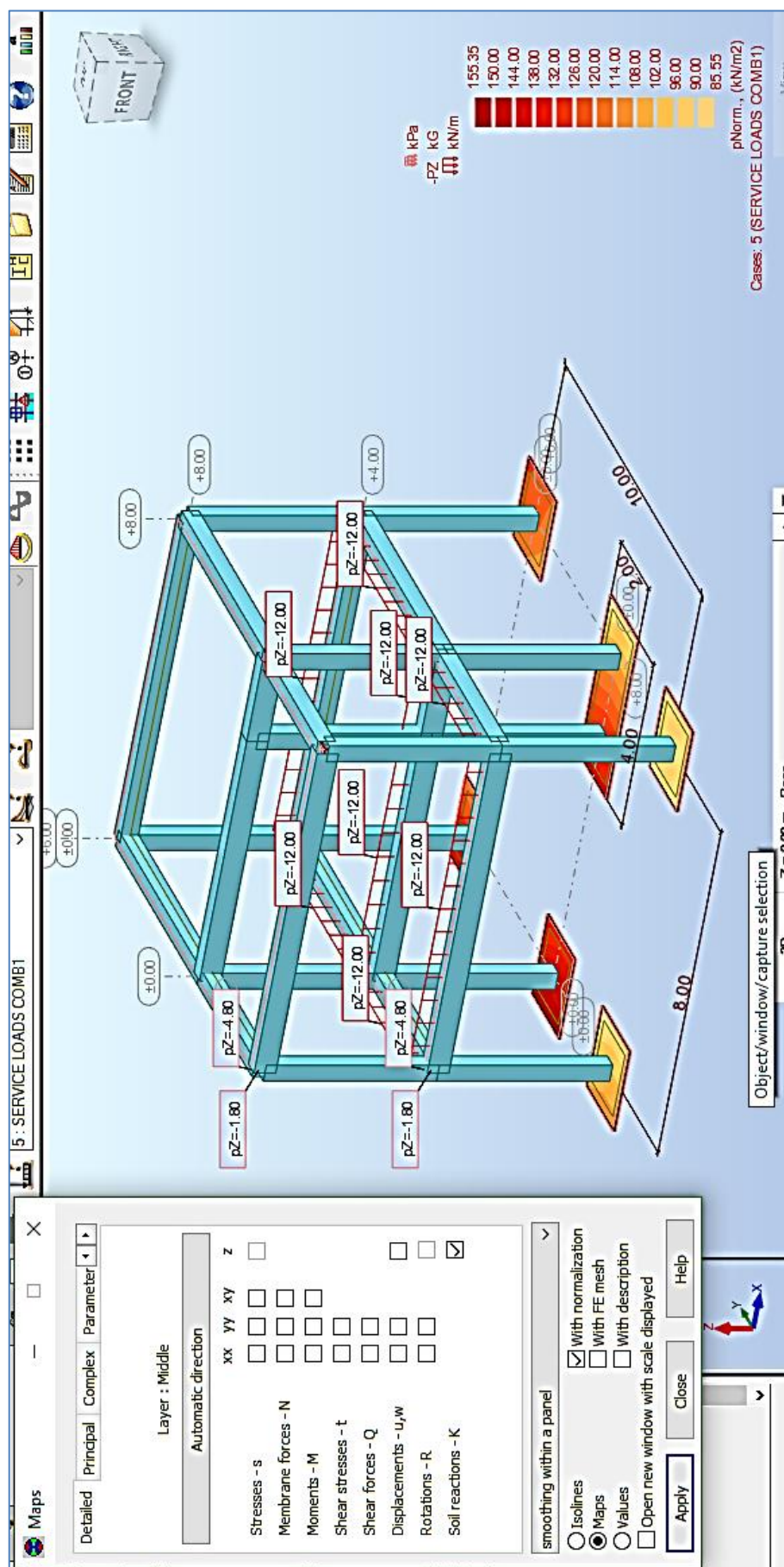
Dimension Of Column (Cross Section)	(400x400) mm
Ultimate compressive strength of concrete f'_c	24.1 MPa
Yield strength of bar reinforcement f_y	420 MPa
Height of column	3.40 m
Longitudinal reinforcement (main)	Use $\varnothing$ 16 mm
Tie reinforcement	Use $\varnothing$ 10 mm
Height of RC beam (h_b)	500 mm
RC Slab thickness (h_s)	200 mm

Live Loads	4.8 kN/m ²
Dead loads on Slab	1.8 kN/m ²
Dead loads on Beams (wall weight)	12 kN/m
Service load comb.	(1.0)*[LL+DL1+DL2+DL3+DL _{SELF}]



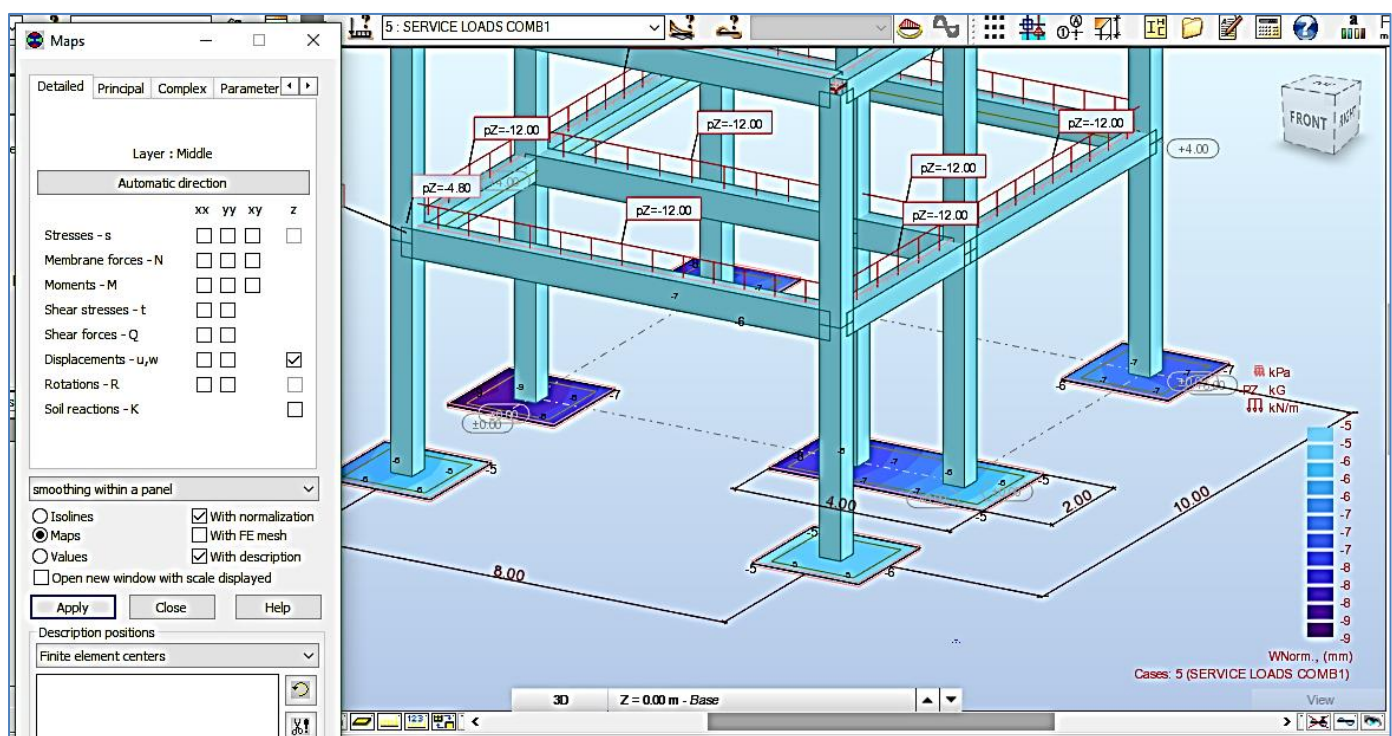
نقوم بعملية التحليل والتصميم للمنشأ.

وبعدها اختيار نتيجة (Soil reaction) لبيان قابلية تحمل الاسس.



نلاحظ ان الضغط عالي على بعض الاسس يصل الى (155 ميكا باسكال) اي بحدود 15 طن /²م وهذا الضغط مقلق ربما يسبب نزول تفاضلي للأسس لذلك يكون الاجراء من المصمم أن يقوم بإحدى الخيارات التالية:

- 1- زيادة ابعاد الاسس .
- 2- تحسين طبقات التربة تحت الاسس. (زيادة طبقات الحصى الخابط تحت الاساس او طبقة من الحجر المكسر اذا كانت غير مكلفة).
- 3- استخدام (strap beams) ليربط بين الاسس فهو يساهم في شراكة التحميل وكذلك يدعم الجدران الطابوقية التي ستمد فوقه.



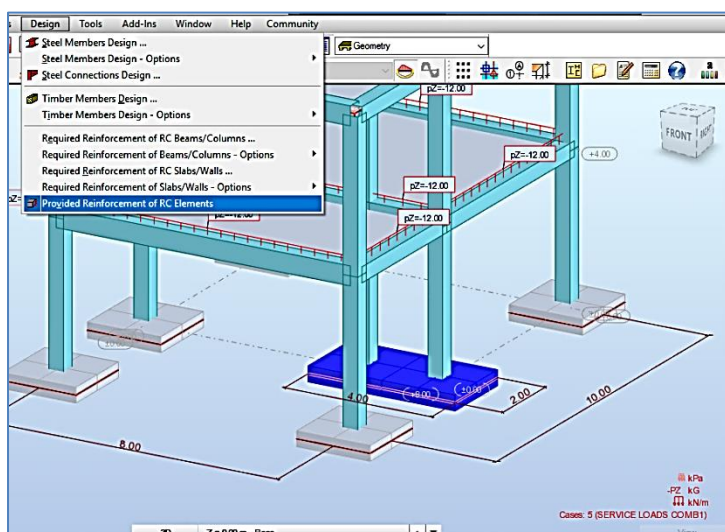
الهبوط للأساس الوسطي المنفرد يصل الى 10 ملم تقريبا وهو ضمن الحدود المقبولة (أقل من 30 ملم).

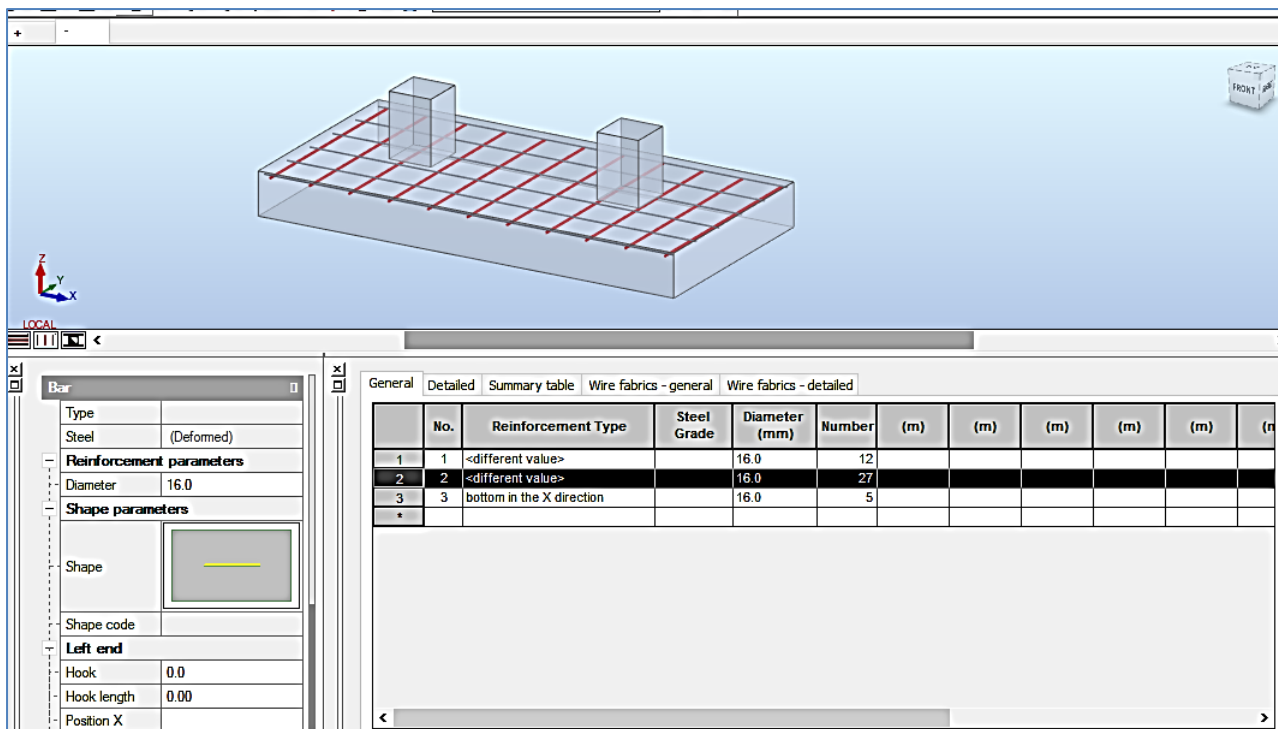
لنقم بتصميم الاساس المشترك.

نقوم باختيار الاساس ونتوجه الى الابعاز

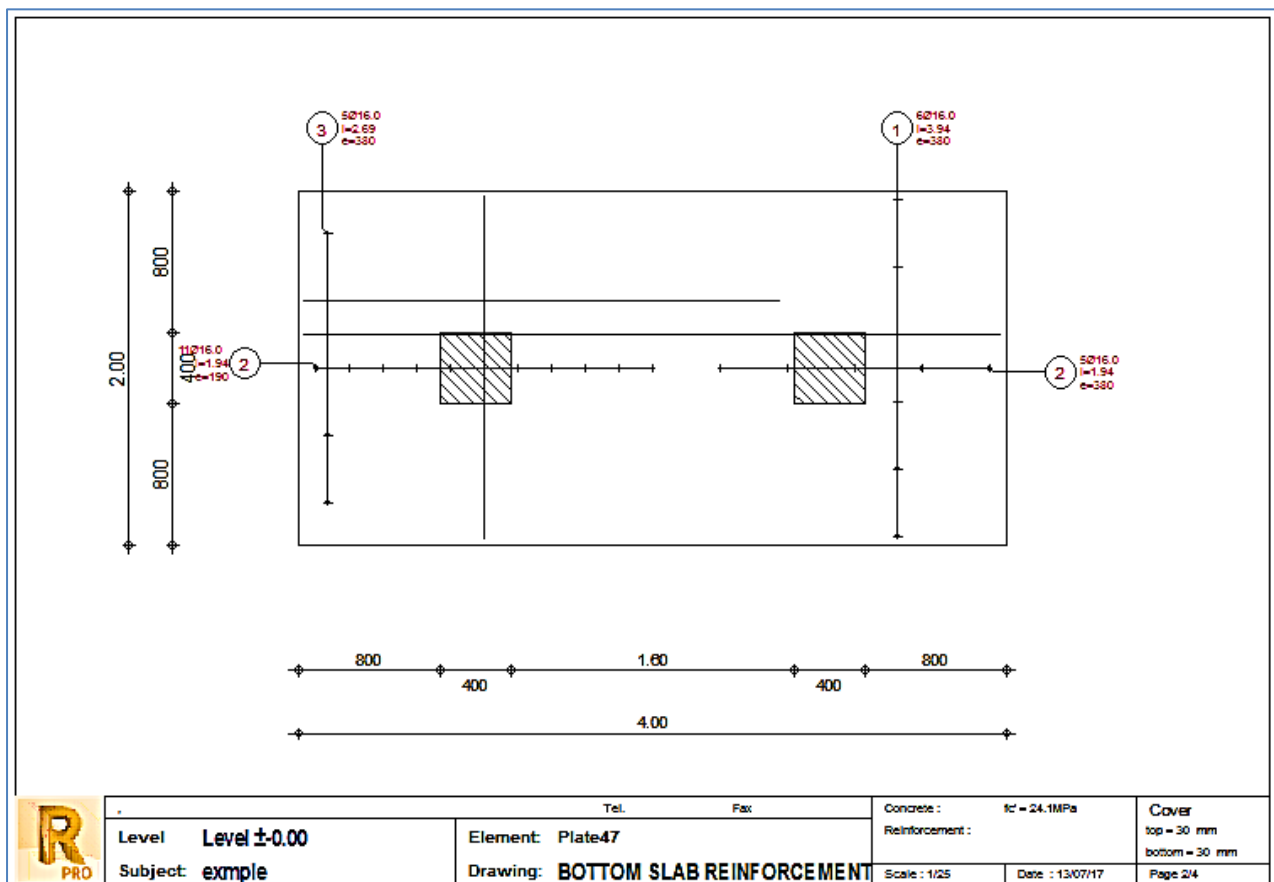
(provided reinforcement of RC Element)

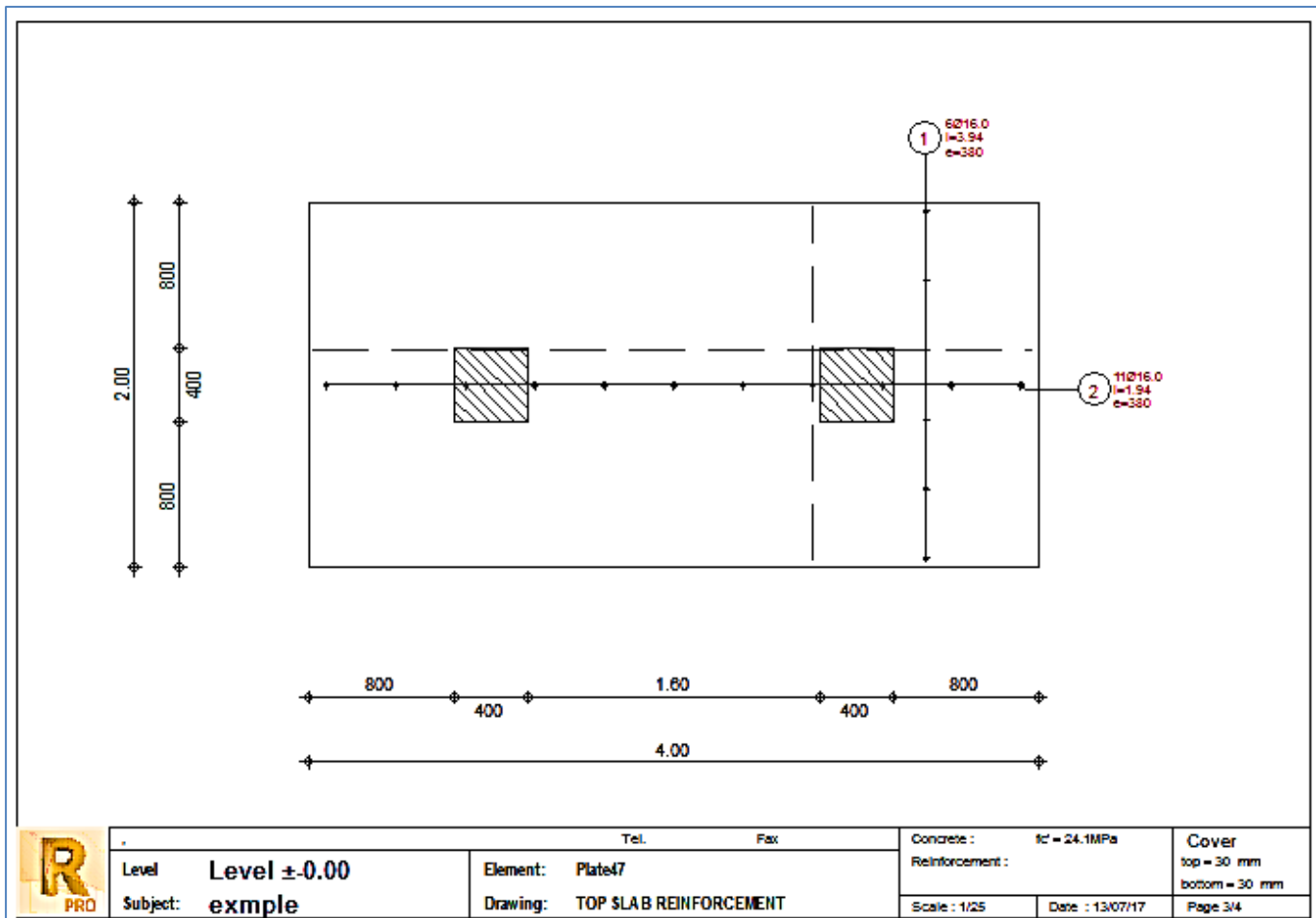
وبعدها يتم ادخال كافة الخصائص للأساس المشترك.





ولوحات التصميم هي :



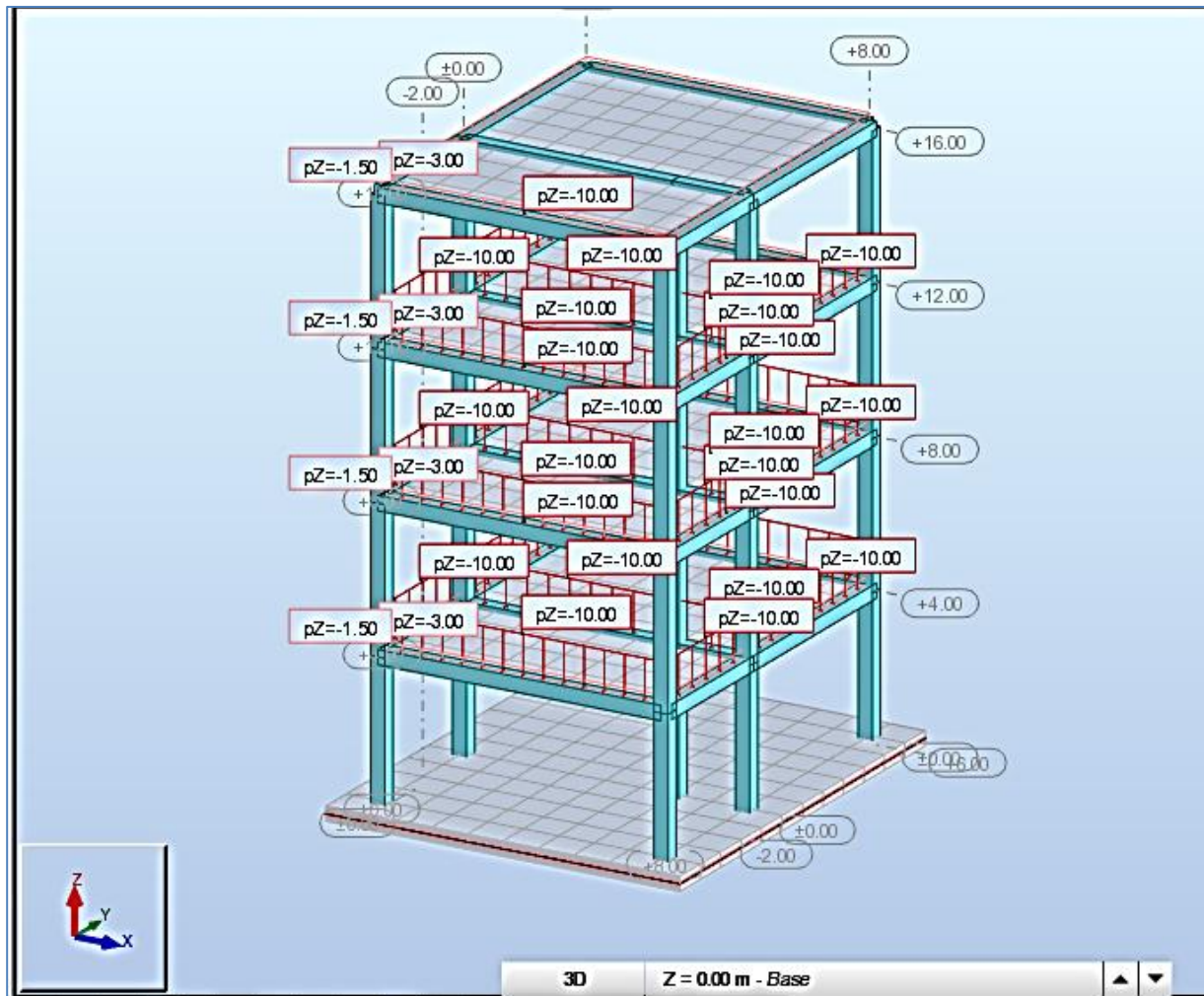


نتوجه لتصميم مثال لأساس حصيري (Raft Foundation) وحسب الصورة التالية التي تحوي العناصر والخصائص الانشائية للمنشأ الخرساني الهيكلي

بناية هيكلية من أربعة طوابق مع اساس حصيري بأبعاد (10 * 12 * 0.4) متر للأساس .

Dimension Of Column (Cross Section)	(400x400) mm
Ultimate compressive strength of concrete $f'c$	24.1 MPa
Yield strength of bar reinforcement f_y	420 MPa
Height of column	3.40 m
Longitudinal reinforcement (main)	Use $\varnothing$ 25 mm both way
Tie reinforcement	Use $\varnothing$ 10 mm
Height of RC beam (h_b)	500 mm
RC Slab thickness (h_s)	150 mm

البنائة الهيكلية مع التحميل متوفرة في الصورة ادناه:



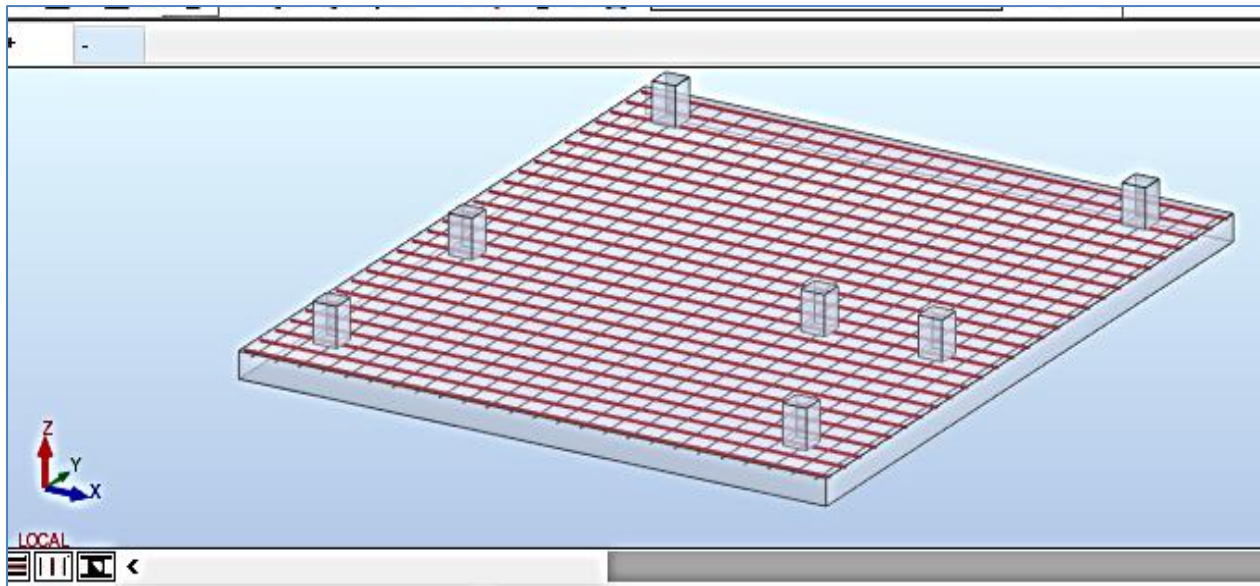
نقوم بتحليل البنية واستخراج النتائج الخاصة بالأساس الحصري.

الاجهادات القصوى:

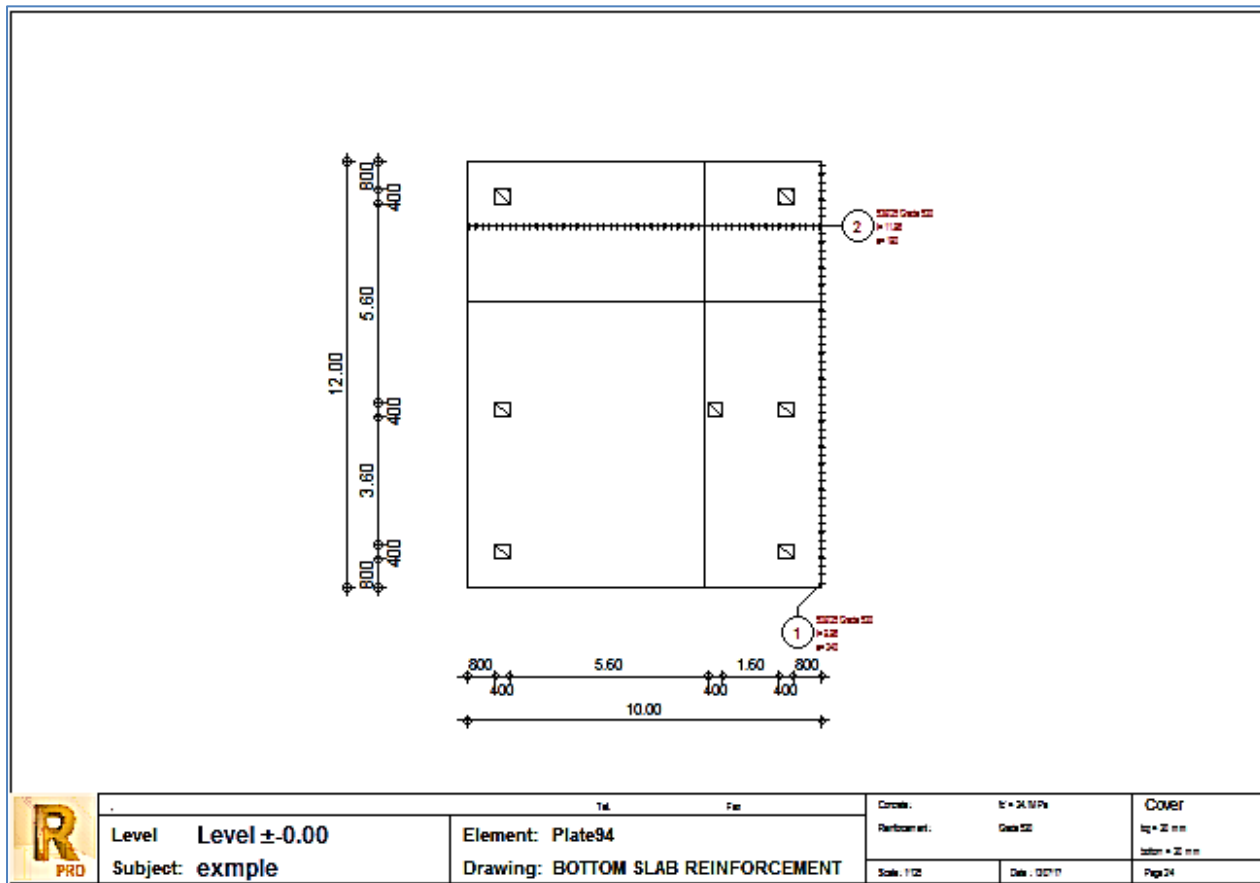
	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)
MAX	19.70	6.57	12.03	6.43	-0.00	-0.00	8.77
Bar	84	21	84	84	21	40	21
Node	375	19	375	375	19	27	18
Case	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	3	2	5 (C)
MIN	0.02	-17.21	0.00	0.00	-12.03	-6.43	-0.15
Bar	41	84	21	40	84	84	11
Node	24	375	19	27	375	375	10
Case	2	5 (C)	3	2	5 (C)	5 (C)	5 (C)

الازاحات القصوى:

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	0	2	0	0.001	0.003	0.000
Node	372	369	549	417	418	372
Case	3	5 (C)	4	5 (C)	5 (C)	5 (C)
MIN	-1	-0	-18	-0.002	-0.003	-0.000
Node	374	370	378	358	429	36
Case	5 (C)	3	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)

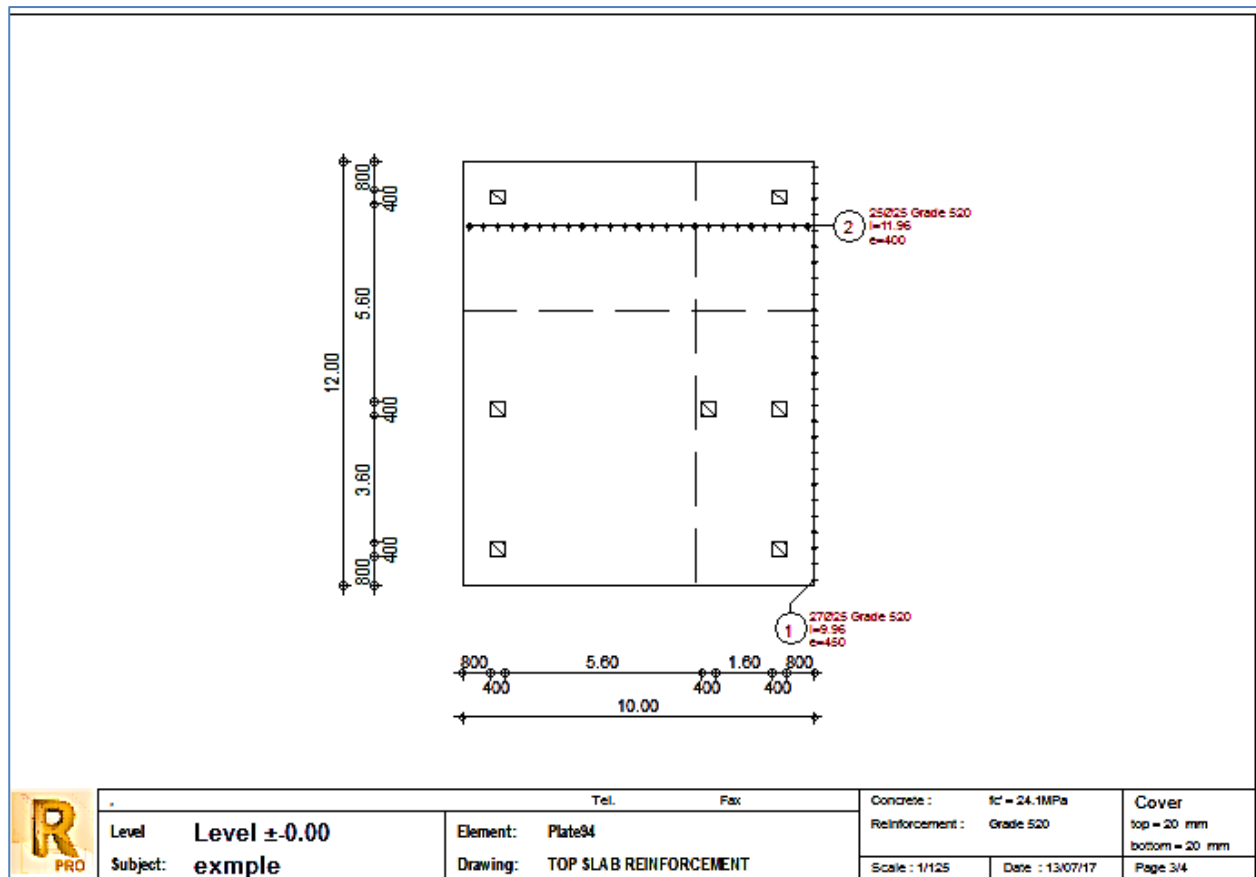


لوحات التصميم للأساس الحصري هي:



Bottom Reinforcement [$\varnothing$ 25 @ 190 mm] – X dir.

[$\varnothing$ 25 @ 240 mm] – Y dir.



Top Reinforcement [Ø 25 @ 400 mm] – X dir.

[Ø 25 @ 450 mm] – Y dir.

انتهى المثال .

1-3 المنشآت الحديدية

هي أنظمة البناء المتجانسة والموحدة الخواص والمقاومة والتي تضم النسبة الأقل من تدخل الإنسان وتوفر إمكانية الإنتاج الخالي من الأخطاء والخسائر. كما وتوفر إمكانية الإدارة المستدامة للإنشاء على مدار 365 يوم في السنة وفي جميع الظروف الجوية بالإضافة إلى إمكانية الإنتاج الجاف وذو المدة القصيرة في المصنع وفي الساحة. وتحقق طريقة الغلونة لعناصر النظام حماية ضد التآكل تدوم طوال العمر. وتحقق الخيارات المتعددة في التصميم إمكانية الاختيار والمرونة والأناقة. ويحقق النظام الخالي من الأعمدة والعوارض في الداخل استخداماً كاملاً وصافياً للمكان للمستخدمين.

وفي نفس الوقت ولأن سمك الجدران ذو مقاييس معينة بالنظر للأنظمة التقليدية، يحقق هذا النظام توفيراً في تغليف الواجهة الخارجية ويزيد من المساحة المستخدمة في الداخل بنسبة 7-10%. ويتمتع هذا النظام بكتلة أقل مقارنة بأنظمة البناء الأخرى. ويحقق هذا للنظام مقاومة عالية للزلازل.

إن إمكانية التركيب السريع والسهل يجعل من مدة البناء قصيرة. وهكذا يقلل هذا من التكاليف الغير المباشرة التي قد تحدث في المستقبل في الساحة. ويتمتع النظام بإيجابية الحاجة إلى عمالة قليلة وإنجاز العمل خلال مدة قصيرة. وهي أنظمة دائمية ليست مثل البنى الجاهزة المؤقتة وتتمتع بعمر طويل ومقاييس راحة عالية.

عندما ينتهي البناء لن يكون هناك أي فرق بين المظهر الداخلي والخارجي الذي تم التوصل إليه وبين المظهر التقليدي. ويتم تنفيذ النظام تحت سيطرة المهندسين والمعماريين من ذوي الخبرة ويتم القيام بالإنتاج في المصنع والساحة من قبل العمال المدربين.

وبلائم النظام جميع المواصفات الوطنية والعالمية في التصميم والإنتاج. ويتم اتخاذ القرارات المتعلقة بالتأسيسات الكهربائية والميكانيكية في نظام البناء الفولاذي خلال مرحلة التصميم. ويتم تعيين مشبكات الجدران وأماكن الثقوب في عوارض الأرضية والتي ستمر منها التأسيسات قبل القيام بالإنتاج ويتم فتح هذه الثقوب أثناء الإنتاج. وليست هناك الحاجة إلى القيام بعمليات التكسير والصب والتعمير عندما يلزم كما هو الحال في الأنظمة التقليدية. وهذا يقي المقاول خلال مرحلة البناء والمستخدم خلال مرحلة الاستخدام من التكاليف الإضافية. ويوفر النظام إمكانية فيزيولوجية بناء عالية للمستخدم. (يوفر النظام الوقاية من الحرائق بفضل الألواح الجبسية والتغليفات ذات الأساس الإسمنتي. ويتم تصميم العزل الحراري وفق الظروف المناخية لكل منطقة ويتم تطبيقه من خلال اختيار المواد المناسبة. وبفضل هذا فإن فاعلية العزل الحراري للنظام عالية أيضاً. وتقوم عناصر البناء المكونة للنظام بتوفير العزل الصوتي اللازم أيضاً.

أما المقاييس المتعلقة بخصائص المواد فأنها تعتمد على الكودات العالمية التالية الأكثر شهرة:

- مواصفات (2001) AISI مواصفات شمال أمريكا الخاصة بتصميم التشكيل البارد لعناصر البناء الفولاذية (ASD & LRFD).
- AISI يدوي: تصميم فولاذ التشكيل البارد.
- 93-7 ASCE الجمعية الأمريكية للمهندسين المدنيين- القيمة الصغرى لحمل التصميم للبنى التحتية والبنى الأخرى
- طرق اختبار مواصفات ASTM 119E-07 الخاصة باختبارات حرائق إنشاء المباني والمواد.
- (1998) BS 5990-15 الاستخدام العمراني للفولاذ في المباني. رمز تطبيق تصميم مقاطع العيار الخفيف ذات التشكيل البارد
- (1995) BS 5990-6 الاستخدام العمراني للفولاذ في المباني. رمز تطبيق تصميم مقاطع العيار الخفيف المضلعة بألواح الفولاذ
- (2003) BS 5990-8 الاستخدام العمراني للفولاذ في المباني. رمز تطبيق تصميم مقاومة الحريق
- (1994) BS 5990-9 الاستخدام العمراني للفولاذ في المباني. رمز تطبيق تصميم الهيكل المهرق
- (1993) ENTS 1-3-1 الرمز الأوروبي 3- تصميم البنى الفولاذية- القسم رقم 1-3: القواعد العامة – قواعد التجهيز للعناصر والألواح ذات التشكيل البارد)
- TS 498 أبعاد البناء الفولاذي وحمله
- TS 648 حسابات البناء الفولاذي وقواعد التشييد
- TS 11372 قواعد حسابات العيار الخفيف للتشكيل البارد
- الرمز التركي الناشئ عن الزلازل (2007) (DBYBHY) مواصفات مقياس M123A/123 AASTM02-الخاص بطلاء الزنك (غلونة الصب الحار) أو الحديد ومنتجات الفولاذ
- مواصفات مقياس M653A/653A ASTM07-الخاص بألواح الفولاذ وطلاء الزنك (المغلونة) وطلاء سبائك الحديد بالزنك (الغلونة) بواسطة عملية الصب الحار
- مواصفات مقياس M653A/653A ASTM1996-الخاص بألواح الفولاذ وطلاء الزنك (المغلونة) وطلاء سبائك الحديد بالزنك (الغلونة) بواسطة عملية الصب الحار.
- تطبيق مقياس BASTM201 الخاص باختبار طلاء الكرومات للزنك وأسطح الكاديوم
- تطبيق مقياس BASTM633 الخاص بطلاء الزنك بالترسيب الكهربائي على الحديد والفولاذ
- (2006) ENBS 10268 منتجات الأرضية الفولاذية ذات التشكيل البارد مع فاعلية متانة عالية للتشكيل البارد. شروط التسليم الفني
- (1992) BS 5990-7 الاستخدام العمراني للفولاذ في المباني. المواصفات الخاصة بالمواد وجودة العمل: أقسام التشكيل البارد
- (2001) EN 914 TS 1461 طلاء غلونة الصب الحار على الحديد المصنعية ومواد الفولاذ - المواصفات وطرق الاختبار
- (2001) TS 1460 الطلاء المعدني- طلاء غلونة الصب الحار على مواد الحديد- تعيين وزن الكتلة لكل وحدة مساحة
- (2003) EN 3813 TS 10130 منتجات الأرضية الفولاذية ذات التشكيل البارد والمنخفضة الكربون الخاص بالتشكيل البارد. شروط التسليم الفني (2006-10130 EN)
- (2005) ENTS 10268 منتجات الأرضية الفولاذية ذات التشكيل البارد مع فاعلية متانة عالية للتشكيل البارد. شروط التسليم الفني

أن توجه العراق لاستعمال المنشآت الحديدية ظهر في الآونة الأخيرة ويرجع ذلك لتحسن حالة العراق الاقتصادية وظهور الابنية ذات الارتفاعات العالية في المدن وبحيز مساحة صغير يكون استخدام الهياكل الخرسانية في البناء غير محبذ ، ولأن الحديد يمتلك خواص محبذة سنقوم بأدراجها كنوع من التطرف

من قبل المؤلف لهذه النوعية من المنشآت كـرغبة في التغيير الذي يجب ان يقدم العراق ومنطقة الشرق الاوسط عليه.

1- بدائل من أجل التحول الحضري

إن البنى الفولاذية هي بديل مهم للغاية بفضل القوانين التي تم سنّها ضمن إطار التحول الحضري في السنوات الأخيرة من أجل تطوير الوضع الفيزيائي الموجود ومظهر البيئة وتجميله وتحقيق وسط سكني صحي بشكل أكبر. ولقد أصبح من الواجب استخدام نظام بناء مناسب للأغراض المشار إليها في نطاق عملية التحول الحضري. ولهذا السبب فإن نظام البناء الفولاذي المعتمد في الكثير من البلدان المتطورة هو نظام بناء لا يمكن الاستغناء عنه في تركيا التي تقع بكاملها تقريباً ضمن منطقة معرضة للزلازل. وذلك لأنه يتم استخدام آخر التقنيات في إنتاج نظام البناء الفولاذي ولأن البنى الفولاذية تحقق درجة أمان أكبر مقارنة بأنظمة البناء الأخرى.

2- مساحات معيشة ذات طوابق أقل وأنيقة ومريحة وصديقة للبيئة

تحقق أنظمة البناء الخفيفة فرقاً كبيراً من حيث مقاومة الزلازل ومن حيث الجمال ومراعاة البيئة وهي جوانب مستهدفة ضمن عملية التحول الحضري. يمكنكم رؤية السماء براحة تامة بفضل بنيتها التي تتكون من عدد قليل من الطوابق ويقدم نظام البناء الفولاذي الذي يمكن إنشائه في مدة قصيرة جداً مقارنة بالبدائل الأخرى، مساحات معيشة أكثر من أجل الإنسان ويمكنكم تكوين مساحة معيشة مريحة يغلب عليها اللون الأخضر.

3- الفولاذ اقتصادي

تحقق العناصر الحاملة المسبقة الصنع والمنتجة في المصانع جودة عالية بسعر منخفض وتجعل من مدة الإنشاء قصيرة. إن الفولاذ هو المادة التي تتمتع بأعلى طاقة حمل بالنسبة إلى كتلته. وبفضل طاقة الحمل العالية للفولاذ يتم إنتاج عناصر البناء الفولاذية بمقطع وأبعاد أصغر وبثقل أقل وجودة مثالية. ولأن أبعاد العناصر الحاملة في الأبنية الفولاذية ذات أبعاد أصغر مقارنة بالعناصر الحاملة المصنوعة من الخشب أو الكونكريت، لذا يمكن الحصول على مساحات استخدام أكبر. ويحقق هذا استخداماً أكثر فاعلية لمساحات البناء. وتحقق موازنة الأسعار ومدة البناء القصيرة إمكانية السكن المبكر للناس بالإضافة إلى قيامهم بدفع إيجار ونسبة فائدة أقل إلى جانب الإيجابيات المتعلقة بالتكاليف.

4- الفولاذ مقاوم للزلازل

تجعل المقاومة العالية للفولاذ وأناقته وكتلته الخفيفة من الفولاذ مادة الإنشاء الأفضل والأكثر مقاومة للزلازل. إذ يمكن لمادة الفولاذ مقاومة الضربات التي تتعرض لها وعكس الضربات من خلال التعرض لتغيير خفيف في الشكل ودون التعرض للكسر. إن البناء الفولاذي خفيف. وكلما كانت كتلة البناء كبيرة ربما كانت القوة التي يتأثر منها بفعل الزلازل أكبر. إن العامل الوحيد الذي يقلل من قوة الزلازل هو

جعل البناء أخف. إن البيوت الفولاذية أخف بخمس مرات تقريباً مقارنة ببنى الكونكريت المسلح. ويعمل هذا على تخفيف حمل الزلازل الذي سيتعرض البناء له بخمس مرات.

5- الفولاذ صديق للبيئة

إن الفولاذ مادة مقاومة وقابلة لإعادة الاستخدام. حيث يمكن إعادة تدوير المواد الناتجة عن خلع البنايات الفولاذية. ويمكن الحصول على هيكل بناية مصنوع من مادة الفولاذ الخفيفة من خردة 7-8 سيارات. في مقابل هذا فيجب قطع 50 شجرة تقريباً من أجل الحصول على هيكل مشابه مصنوع من الخشب.

6- الفولاذ سريع

يمكن القيام بتركيب البنى الفولاذية بسرعة قصوى دون المبالاة بحالة الطقس وذلك لعدم الحاجة إلى استخدام الكونكريت إلا في الأساس وفي القسم المتعلق بالماء. ويقلل هذا من الحاجة إلى رأسمال ومن تكاليف الإنشاء. ويمكن الانتهاء من تركيب بيت يتكون من 200 متر مربع في غضون مدة قصيرة مثل 10 أيام.

7- الفولاذ ذو جودة

يتم اختبار جودة الفولاذ الذي يتم إنتاجه في جميع العالم بخصائص محددة وفق المقاييس الدولية والذي هو عبارة عن منتج صناعي بالكامل، في كل مرحلة من مراحل الإنتاج ويتم تنظيم الوثائق المتعلقة بذلك. لا يمكن للبانى أو المستخدم التدخل في الخصائص الفيزيائية للمواد. بالإضافة إلى أن قيم الحساب النظري نافذة خلال عملية التطبيق أيضاً. ويمكن اختبار مطابقة الفولاذ للمشروع والمقاييس في أي وقت وذلك لعدم الحاجة إلى إخفاء الفولاذ تحت الكونكريت.

8- الفولاذ غير قابل للصدأ

يتم استخدام الفولاذ المغلون في إنتاج الحوامل الفولاذية الخفيفة ولهذا يتم الحصول على مقاومة عالية للتآكل ولا تحدث أي حالات صدأ. كما ولأحدث حالات التصدع أو نمو الحشرات كما هو الحال بالنسبة لما هو مصنوع من الخشب.

9- الفولاذ مرن

إن العامل المهم الآخر الذي حققه الفولاذ في المباني الحديثة والمستقبلية هو المرونة في السكن. ويمكن تحقيق التوافق بين طراز عيشنا السريع التغير وبين أماكننا بشكل سهل واقتصادي أكثر من خلال استخدام البنى الفولاذية. حيث يمكن تلبية احتياجاتكم المتغيرة بمرور الزمن والظروف من خلال رفع فواصل الجدران الغير الحاملة أو تغيير مكانها.

10- الفولاذ يحمي من الصواعق

11- تحميكم البنى الفولاذية من الصواعق على العكس من الأنظمة الحاملة الأخرى. وذلك لأن الهيكل الفولاذي يكون طريقاً يؤدي إلى التربة ويقلل من مخاطر حدوث الانفجارات والحرائق الضيقة النطاق والجروح الفردية.

2-3 الكود الخاص بتصميم المنشآت الحديدية.

في بداية أي مشروع في الهندسة المدنية لا بد أن نحدد ونتفق على الكود الذي سيتم استخدامه في التصميم والتنفيذ وضبط جودة المواد المستخدمة. ويعتبر الكود بمثابة دستور المشروع والذي على أساسه يتم الاحتكام في حال حصول أي خلاف بين أطراف المشروع، فالكود هو المرجع الأساسي في التصميم والمراجعة أيضاً. ويعتبر فهم مدونات البناء والاطلاع عليها بشكل مستمر من أهم ميزات المهندس الإنشائي، فكلما زاد اطلاعه على الكود المحلي زادت إمكاناته في التصميم وقدرته على التعامل مع المشاكل المختلفة التي قد يواجهها أثناء عمله في التصميم أو التنفيذ، بحيث يصبح كلما يقوم به عند التصميم مبنى على أساس علمي وموثق في الكود، كي يستطيع الدفاع عن تصميمه في حال ورود ملاحظات على التصميم من قبل المقاول أو جهة أخرى تراجع المشروع.

في العديد من الدول، يتم إصدار الكود المحلي الخاص بالدولة بواسطة الحكومة أو المنظمات المهمة بضبط المعايير والأنظمة في مجال الهندسة، على سبيل المثال الكود الأمريكي وهو الأشهر، الكود الاسترالي، المواصفات البريطانية. أكثر الكودات استخداماً حالياً هي الكود الأمريكية أو ، ولكن العديد من المهندسين لا يزال لديهم لبس في الفروق بين الكودات الأمريكية المستخدمة في مجال الهندسة المدنية بإصداراتها المختلفة مثل **ASCE 7-05 & ASCE 7-10, IBC 2000 & IBC 2009** وغيرها. في أكتوبر 1927 أصدر المؤتمر العالمي للبناء **ICBO International Conference of Building Officials** كود البناء الموحد **Uniform Building Code UBC** وتم إصدار نسخ محدثة منه كل 3 سنوات حتى العام 1997 م

في العام 1994م، ظهرت ثلاث منظمات في مجال كود البناء وهي:

- BOCA, the Building Officials and Code Administrators International, the publishers of The BOCA National Building Code **BOCA/NBC**
- ICBO, the International Conference of Building Officials, the publishers of the Uniform Building Code **UBC**

- SBCCI, the Southern Building Code Congress International, the publishers of the Standard Building Code **SBC**

قامت هذه المنظمات الثلاث بإنشاء مجلس الكود العالمي **ICC** International Code Council بهدف ايجاد كود موحد للبلاد كاملة. وشمل هذا المجلس كود البناء العالمي وهو اهم خطوة في مجال توحيد كودات البناء على مستوى امريكا. بعدها صدرت اول نسخة من الكود العالمي للبناء **IBC** 2000 في ابريل 2000 م. وقرر مجلس الكود العالمي **ICC** عمل مراجعة واصدار جديد لكود البناء العالمي **IBC** كل 3 سنوات.

الكود الامريكي ASCE7

(الجمعية الأمريكية للمهندسين المدنيين) بالإنجليزية (American Society of Civil Engineers) : هي جمعية غير ربحية تأسست عام 1852 لتمثل المهندسين المدنيين حول العالم. وتعد الجمعية أكبر تجمع للمهندسين المدنيين في العالم إذ يزيد عدد أعضائها عن 140,000 عضو حول العالم. وترتكز أهدافها على تعريف المهندسين بالتكنولوجيا الجديدة وتشجيع التعليم مدى الحياة بالإضافة إلى الارتقاء بمهنية أعضائها وتطوير قادة قادرين على بناء مستقبل مشرق.

مهمتها هي لجمعية تقوم بتمثيل مهنة الهندسة المدنية في الولايات المتحدة الأمريكية. ومهمتها تتركز في توفير القيم الأساسية لأعضائها وشركائها وتطوير الهندسة المدنية وخدمة مصالح المجتمع. وتقوم الجمعية بتشجيع تطوير تكنولوجيات الهندسة المدنية، وإتاحة وتوفير الادوات والمصادر للتعليم المستمر لأصحاب المهنة. وتقوم الجمعية أيضا بتشجيع وتطوير مهارات القيادات من المهندسين المدنيين، وتروج لمبدأ الإدارة الجيدة للمشاريع المدنية ومشاريع البنية التحتية والبيئة.

يمتلك برنامج الاوتودسك روبوت امكانية كرفك عالية في تمثيل مقاطع الحديد وله خاصية تدقيق هذه المقاطع في التصميم واختيار المقطع الامن والاقتصادي ، لذا سنتوجه الى الامثلة لتقليل السرد والاستفادة من العمل قدر الامكان.

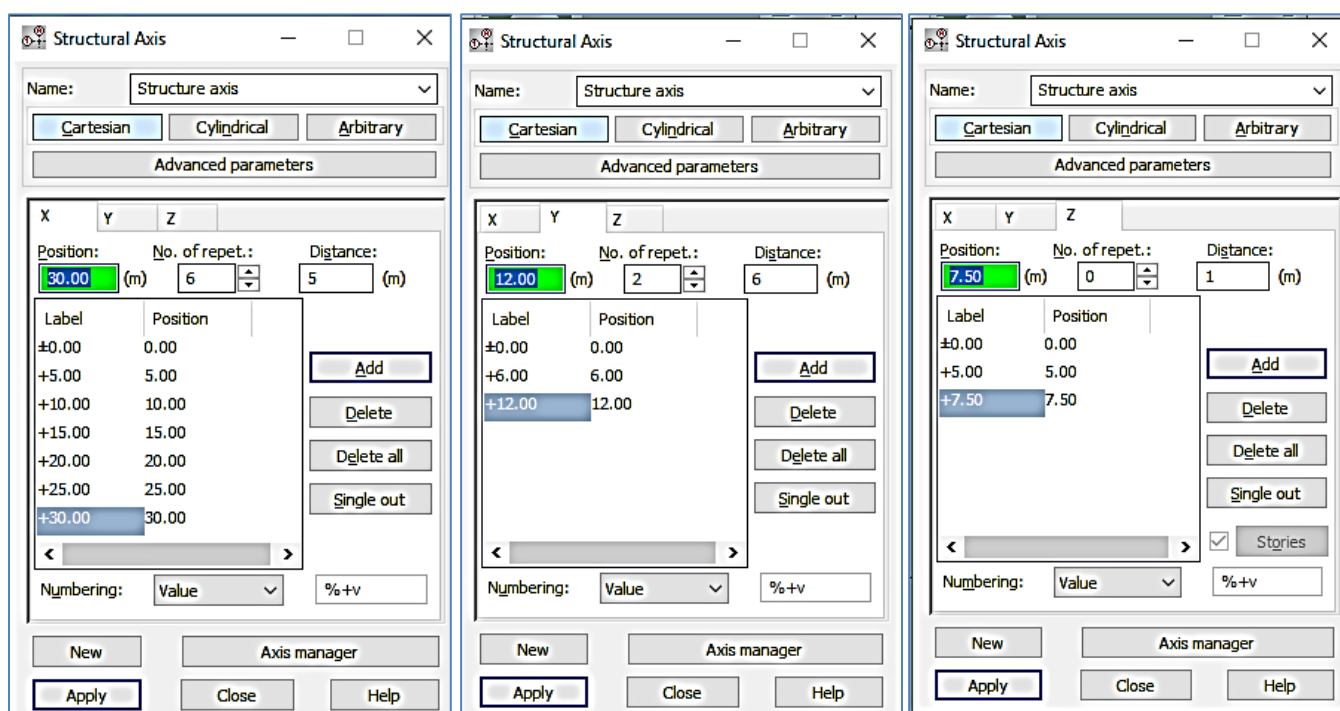
تصميم المسنمات الحديدية ثلاثية الابعاد Steel Warehouse Design 3D

تستعمل هذه المسنمات كمخازن صناعية او تخزين المواد الغذائية وتمتاز بثباتها وسهولة تركيبها وادامتها لذلك فهي بدأت تأخذ حيزا كبيرا في عالم الانشاءات الفولاذية.

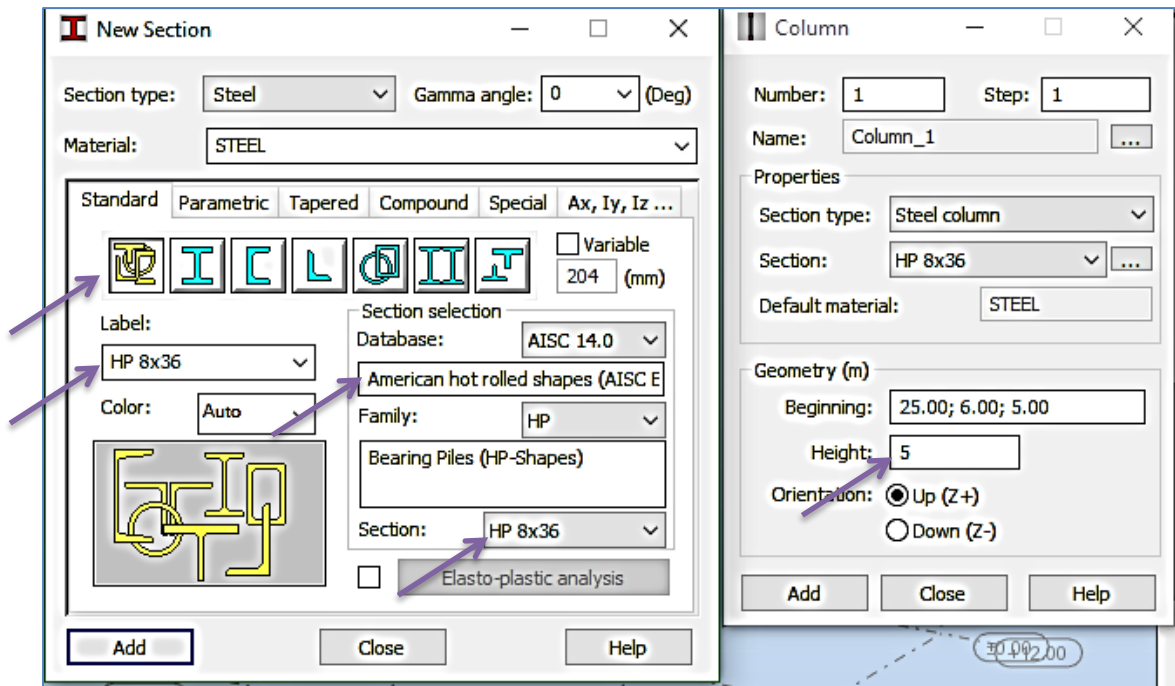
سنورد مثالا متكاملًا لتصميم وتحليل لمثل هذه المنشآت .

Pay Length	5.0 meter
Number of pay [x-dir.]	6
Column height	5.0 meter
Span length [y-dir.]	12.0 meter
Footing dimensions	1.2 x 0.8 x0.8 meter
RC compressive strength (cylinder)	24.1 MPa

نذهب الى البرنامج لتنشيت الاحداثيات الديكارتية للمنشأ.

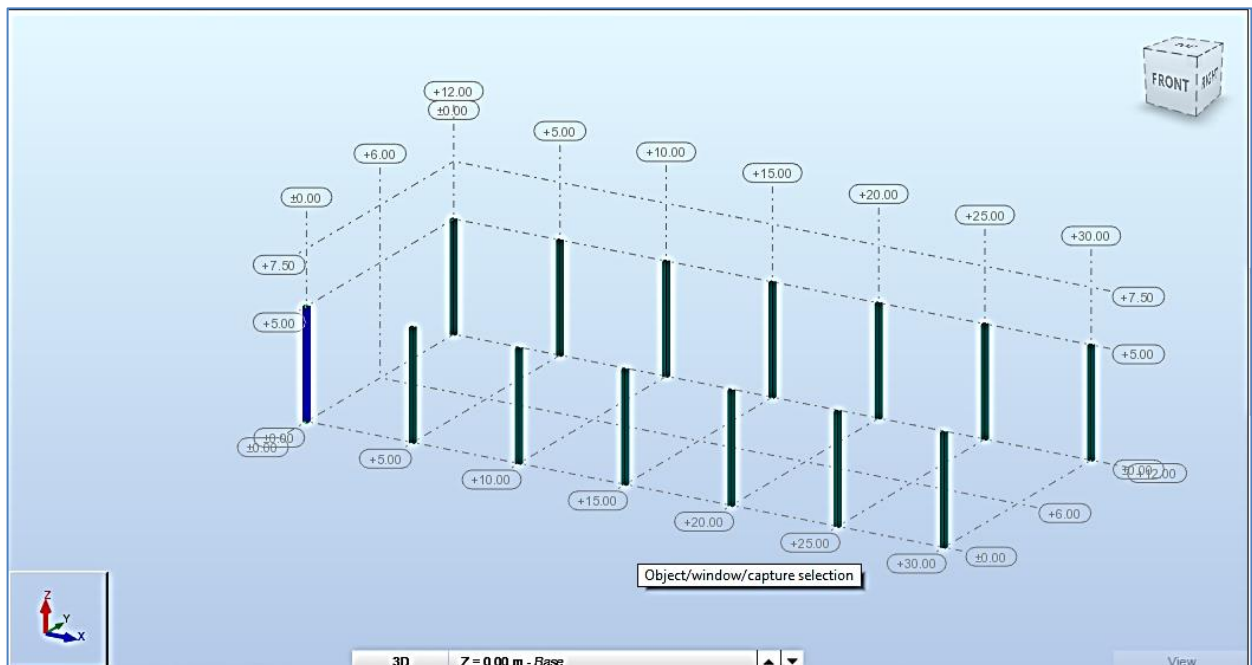


نقوم بتثبيت الاعمدة مع اعطائها كافة الخصائص المطلوبة.



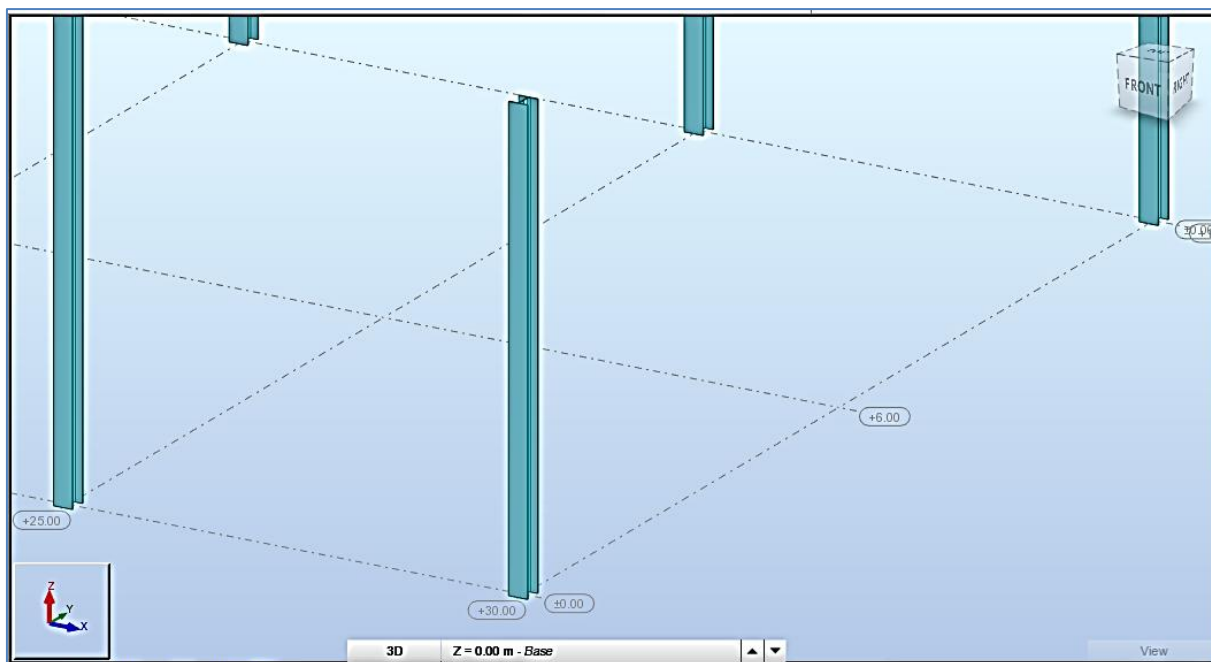
نقوم بإدخال الاعمدة على المنشأ.

نلاحظ ان اتجاه الاعمدة كمقطع ليس باتجاه الفضاء الاكبر وهو 12 متر لذلك نقوم بتغيير الاتجاه.

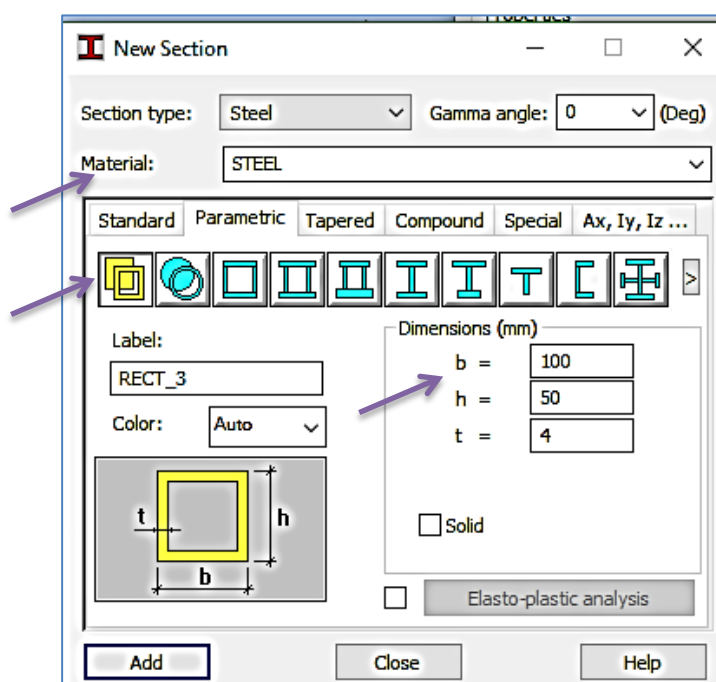


نستخدم الابعاز (gamma) لتغيير الاتجاه للأعمدة.

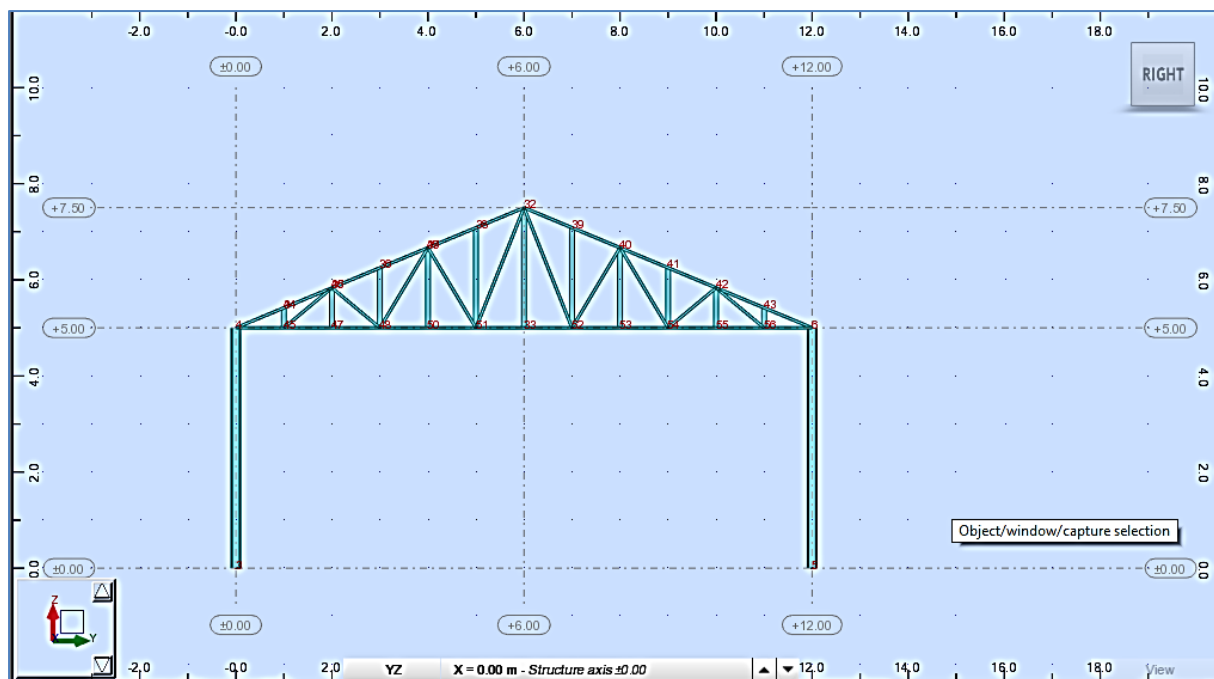
نؤشر على كل الاعمدة الحديدية ونعطي زاوية دوران 90 درجة.



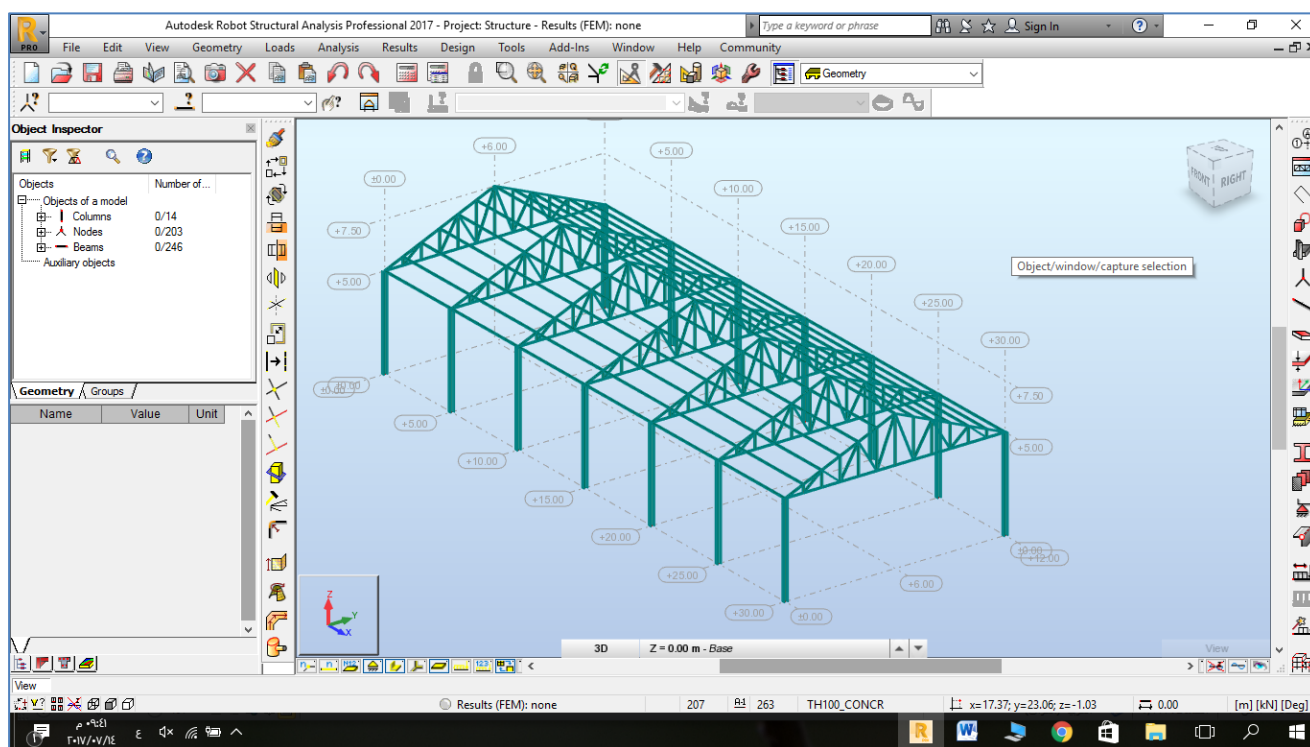
وبعدها يتم ادخال المسنمات الحديدية.



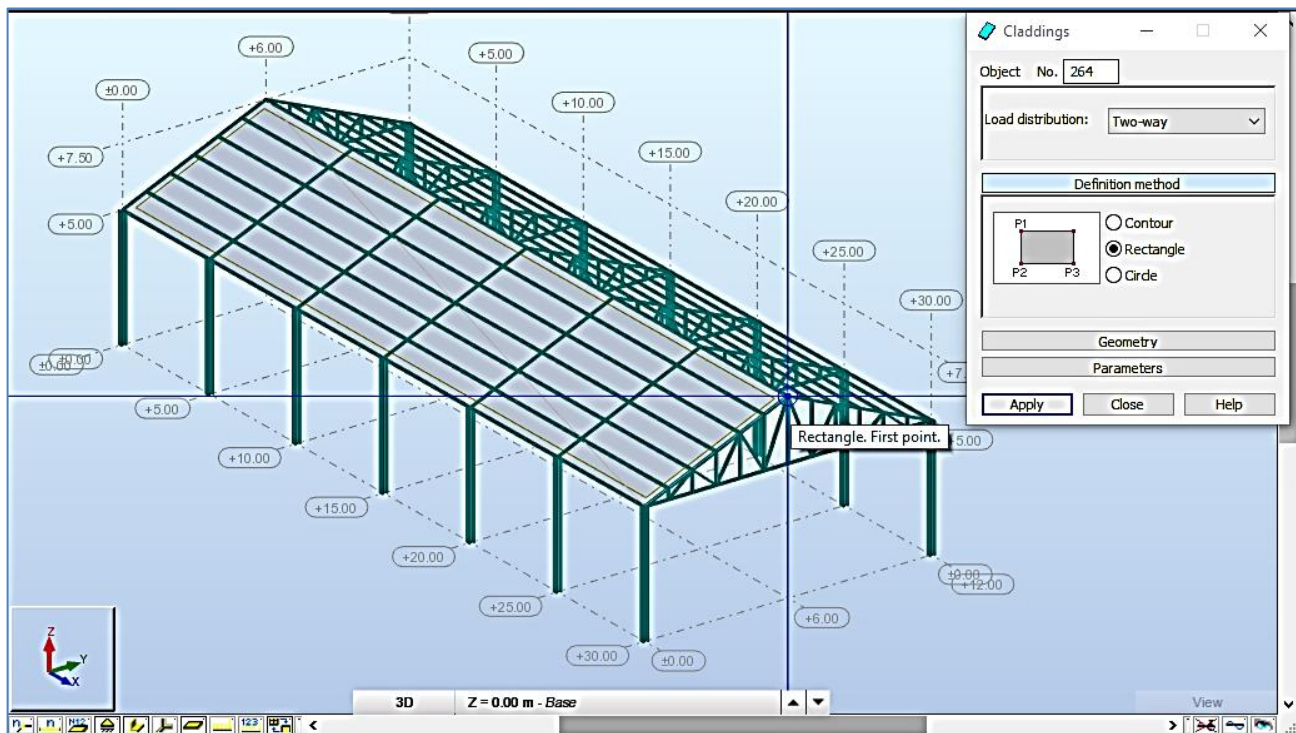
بعد اختيار المقطع الحديدي لبنية المسنم نقوم برسم المسنم على شاشة البرنامج.



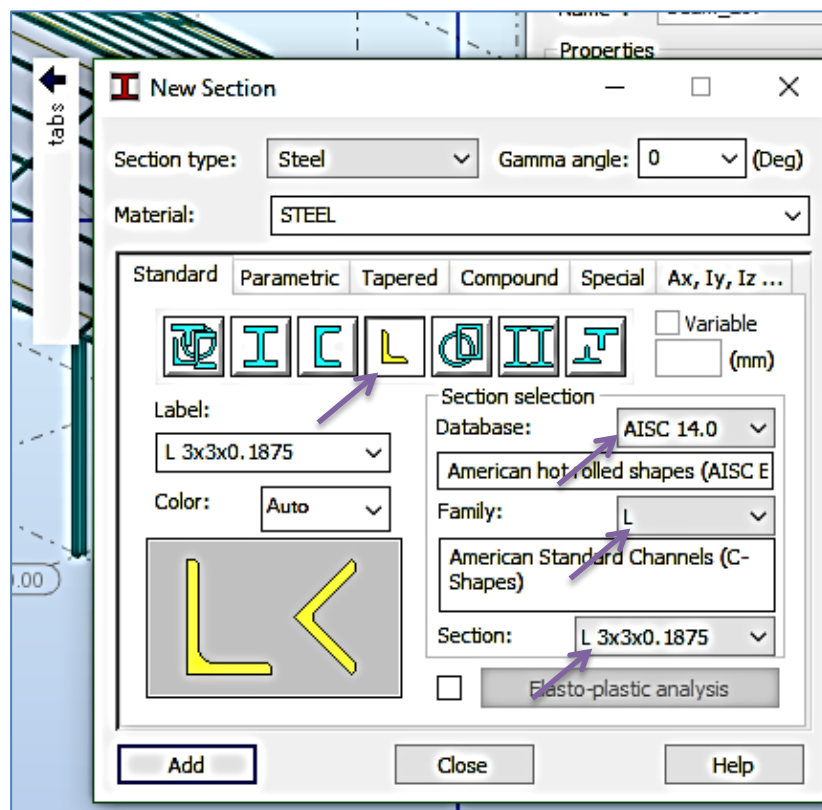
بعدها نقوم برسم الطراحيات (Purlins) من نفس المقطع .



تثبيت سقف الجملون من مادة السندويج بزل (cladding).

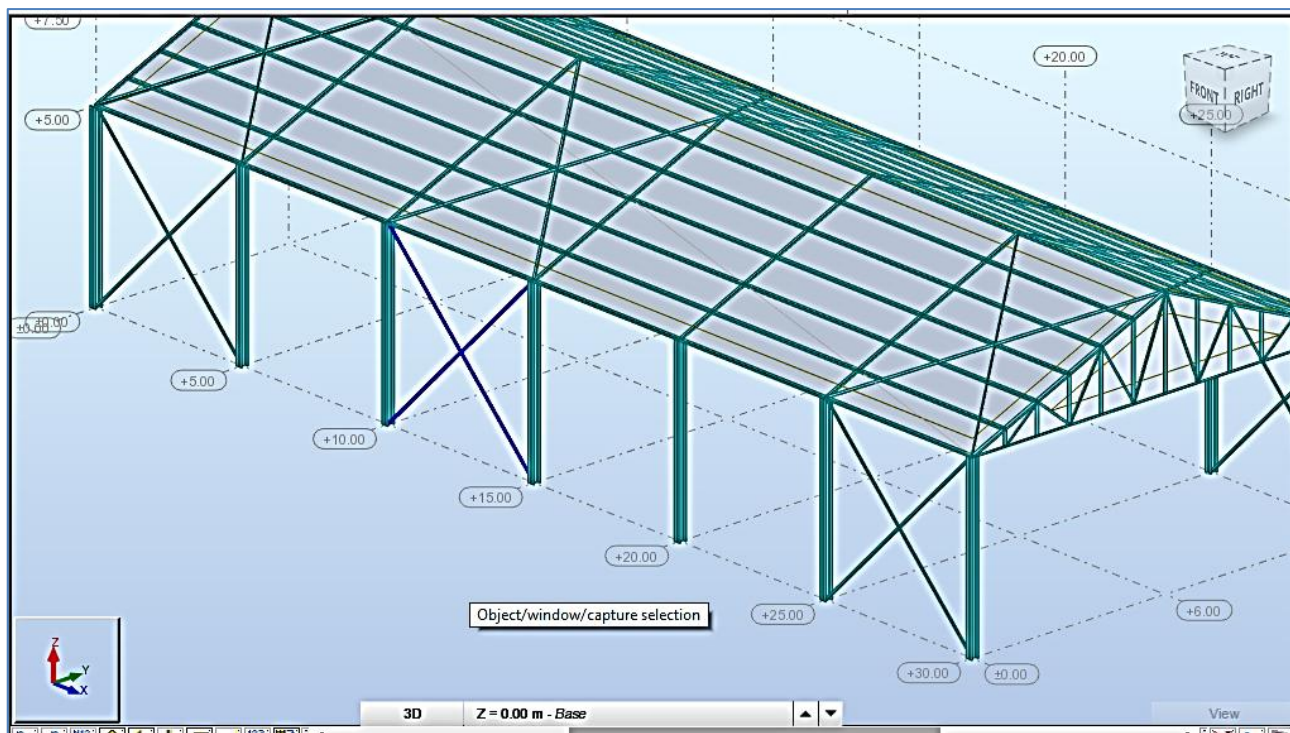


نقوم بعمل كروسات لتقوية سطح وجوانب المنشأ باستخدام حديد الزاوية (L3x3x0.1875) أنج.

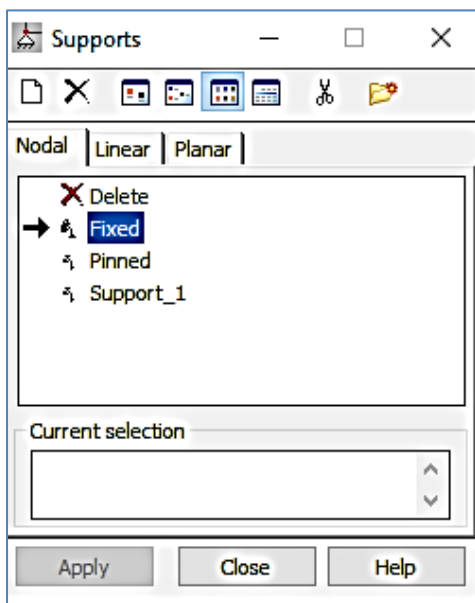


ونثبت هذا الاجراء على المنشأ.

نراعي في ادخال كروسات التقوية عدم تضاربها مع الشبائيك معماريا .



نثبت الاسناد للمنشأ.

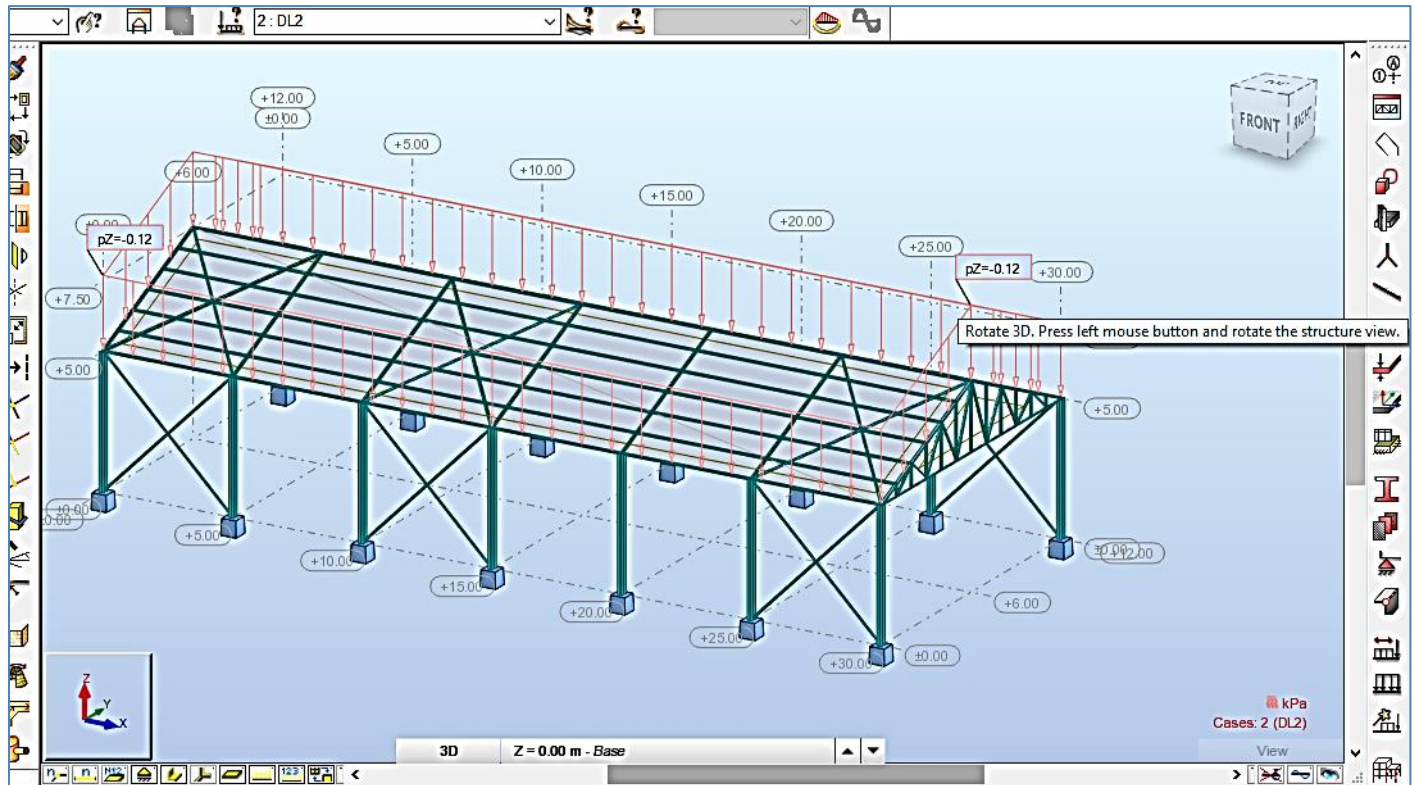


وندرج الاسناد تحت الاعمدة ويتأكد المستخدم عدم نسيان احد الاعمدة لان ذلك سيؤثر سلبا في تقييم المنشأ من قبل البرنامج .

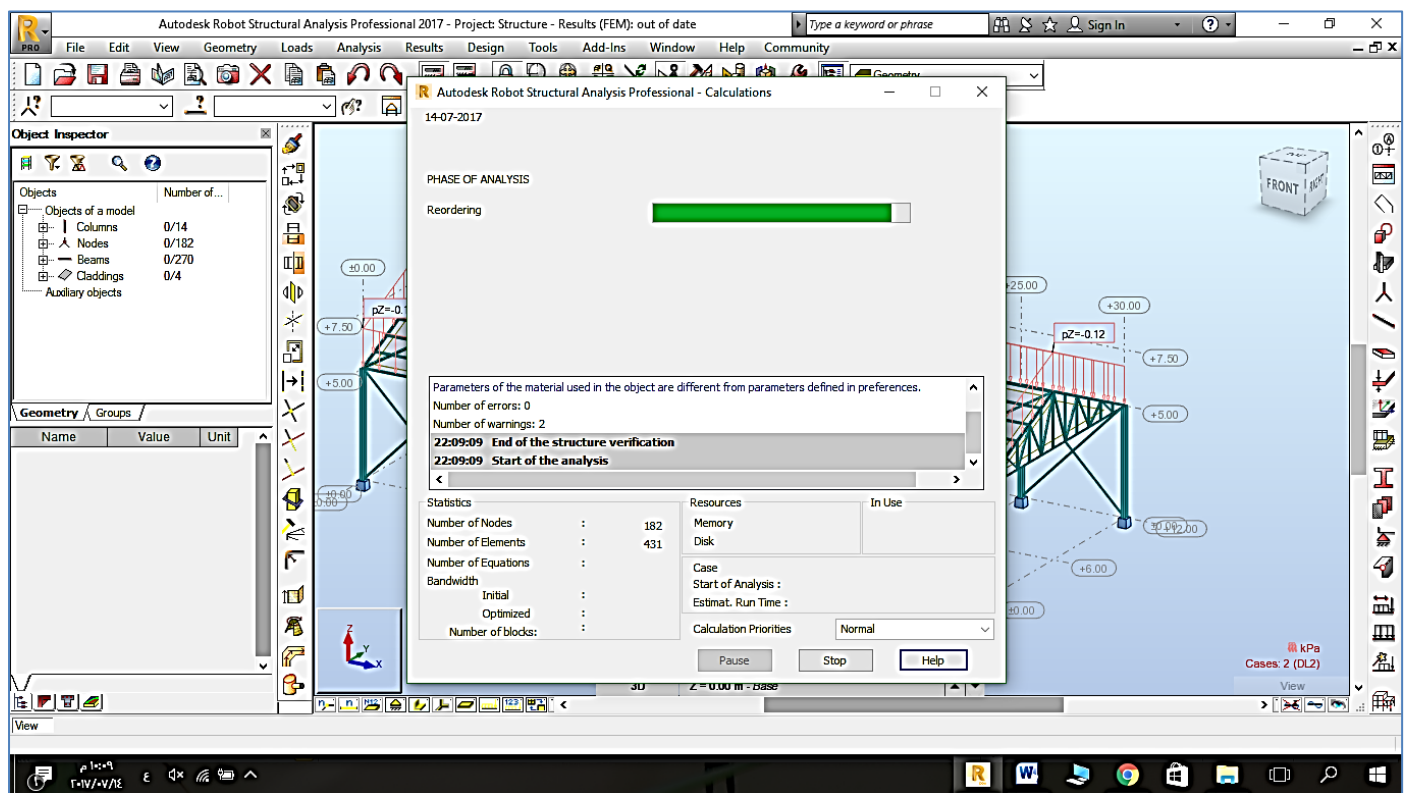
وبعد اكمال هذا الجراء نتوجه الى وضع الاحمال علما من البرنامج سيجسب اوزان المقاطع والسقف تلقائيا ويثبتها تحت الحمل (DL1). يجب على المستخدم ان يكون على دراية كاملة لقيم الاحمال المنطقية وطريقة اضافتها للمنشأ .

وهنا سنثبت حمل ميت فوق السندويج بنل بمقدار 12 كغم /م²

باعتبار ان المنشأ لا يحوي على احمال حية متحركة ولا يضاف فوقه وحدات للتبريد وانما فقط السقوف الثانوية.



نقوم بعمل (Load Combinations) للأحمال . نبدأ بالتحليل الانشائي.

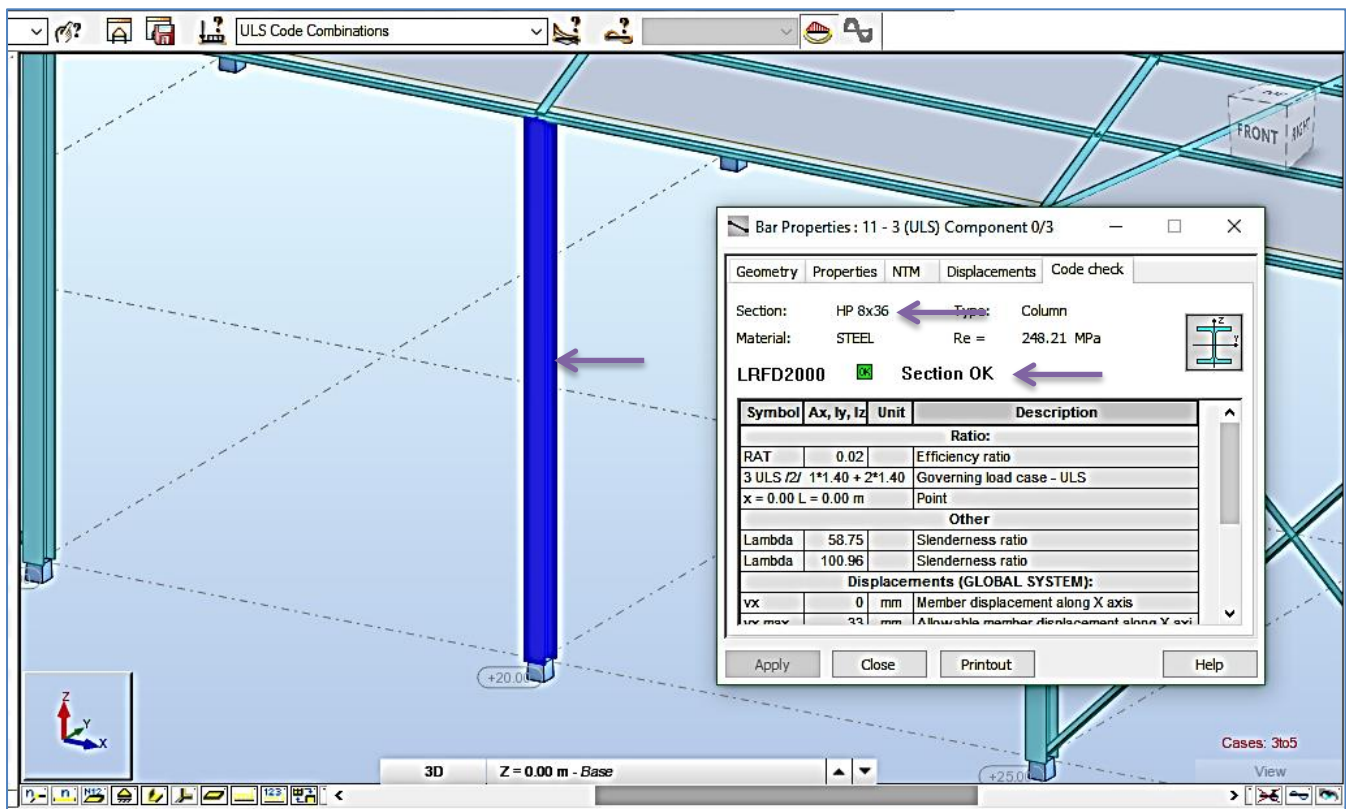


لاحظ ان عدد الاخطاء هو صفر وهذا اعلان بعدم وجود مشكلة جدية في التمثيل للمنشأ.

نلاحظ بان اكبر اجهاد لأعضاء المنشأ (-121) ميكا باسكال ونحن نعرف باننا نستخدم حديد بمقاومة للشد والانضغاط مقداره (36 ksi) اي (280 MPa) لذلك فهو مقبول انشائيا.

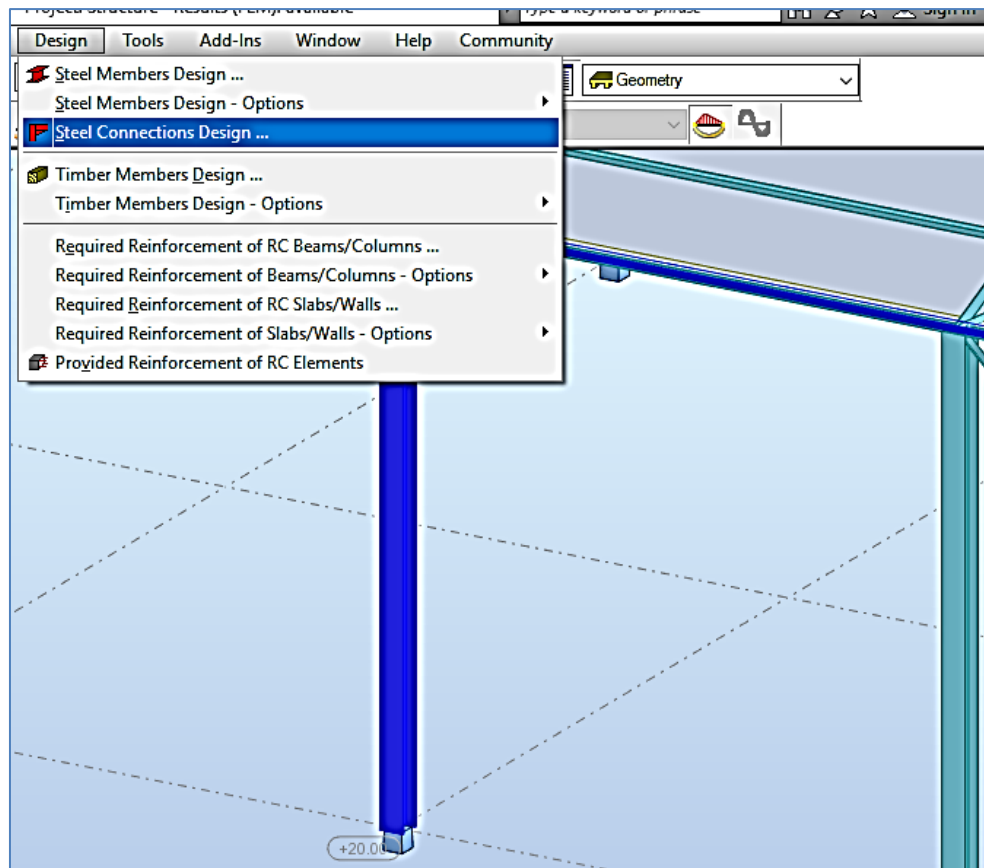
	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)
MAX	58.48	12.51	46.94	44.80	-0.00	1.73	22.22
Bar	280	114	286	19	116	281	115
Node	4	132	24	32	132	32	20
Case	ULS/2	ULS/2	ULS/2	ULS/2	ULS/3	ULS/2	ULS/2
MIN	-4.39	-121.19	0.00	0.00	-126.49	-44.80	-20.46
Bar	131	281	116	226	286	19	89
Node	143	8	132	157	24	32	16
Case	ULS/2	ULS/2	ULS/3	ULS/3	ULS/2	ULS/2	ULS/2

بعد التأكد من صلاحية المنشأ نتوجه لتدقيق الاعمدة وملائمة المقاطع له. نذهب الى ايعاز (object properties) بعد النقر على العمود المراد تدقيق حالته الانشائية.

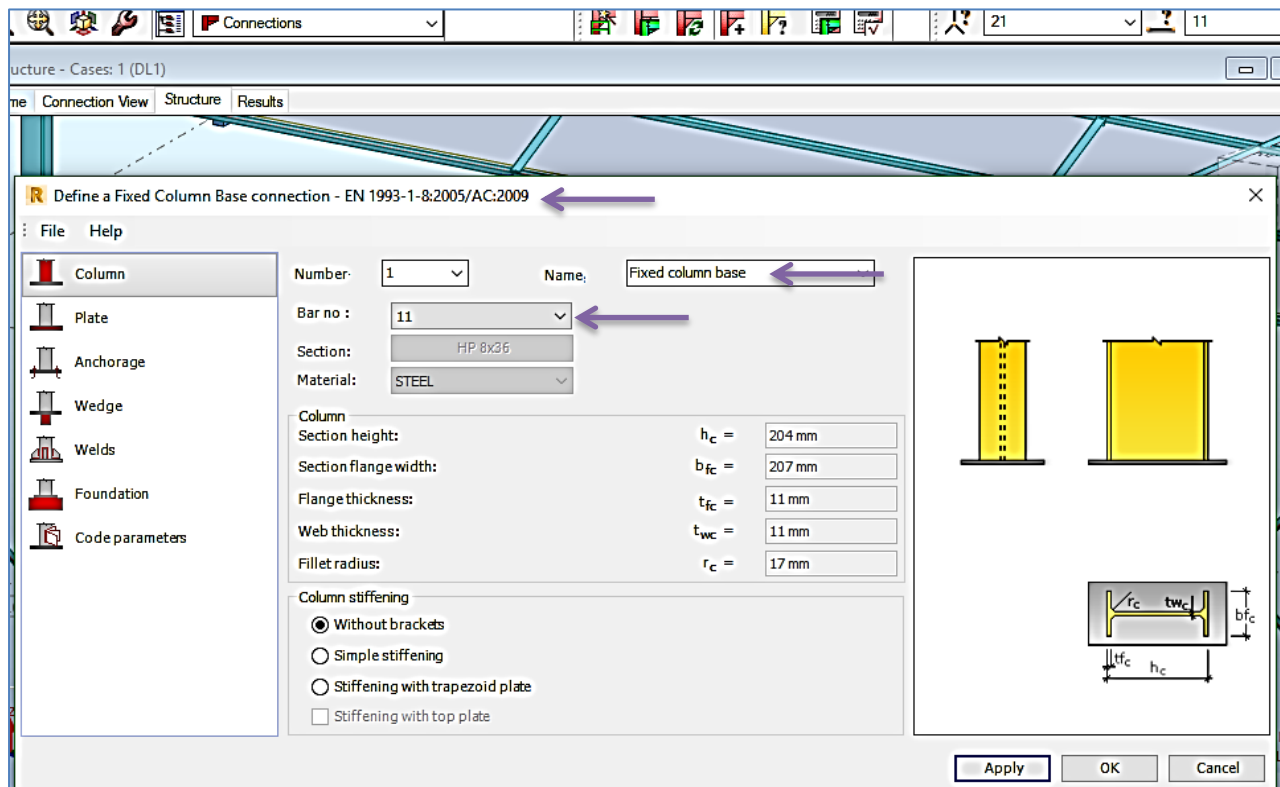


الان نتوجه لتصميم قواعد الاسس .

الايعاز (steel connection design) يوفر لنا تصميم نقاط الاتصال بين القطاعات الحديدية وكذلك مع الخرسانة كأساس منفرد.



الايعاز (connection → new connection of selected bar)
ستفتح لك نافذة جديدة لتفاصيل الربط بين العمود الحديدي والاساس الخرساني.



ادخال ابعاد الصفيحة الحديدية (Base plate)

Define a Fixed Column Base connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Column

Plate

Stiffeners

Anchorage

Wedge

Welds

Foundation

Code parameters

Top plate

Length: l_{pu} =

Width: b_{pu} =

Thickness: t_{pu} =

Material: STEEL A53 Gr.B

Base plate

Length: l_{pd} = 400 mm

Width: b_{pd} = 410 mm

Thickness: t_{pd} = 16 mm

Material: STEEL A53 Gr.B

☐ Column base

Length: l_{pp} =

Width: b_{pp} =

Thickness: t_{pp} =

Material: STEEL A53 Gr.B

Apply OK Cancel

تثبيت صفائح التقوية بين العمود وصفيحة (base plate) المسماة (Stiffeners)

Define a Fixed Column Base connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Column

Plate

Stiffeners

Anchorage

Wedge

Welds

Foundation

Code parameters

Stiffeners parameters

Stiffener type:

Length: l_s = 400 mm

Height: h_s = 204 mm

Width: w_s = 410 mm

Thickness: t_s = 10 mm

Horizontal stiffener thickness t_{hr} =

Horizontal cut: d_1 = 20 mm

Vertical cut: d_2 = 20 mm

Apply OK Cancel

وبعدها نتوجه الى (الاستدات) او المسماة (Anchorage)

ويجب هنا التأكد من توفر هذه الستدات في السوق المحلية بالبعاد والاقطار المطلوبة والا فان المستخدم سيضطر الى تغييرها بسبب عدم توفرها.


Define a Fixed Column Base connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File
Help

 Column

 Plate

 Stiffeners

 Anchorage

 Wedge

 Welds

 Foundation

 Code parameters

Arrangement

Number of rows: $n_v = 2$

Number of columns: $n_H = 2$

Vertical spacing: $e_{v1}; e_{v2}; \dots = 300 \text{ mm}$
☐ Equal spacing

Horizontal spacing: $e_{H1}; e_{H2}; \dots = 300 \text{ mm}$
☐ Equal spacing

Offset: $m =$

Shear plane

☒ Unthreaded portion

☐ Threaded portion

Anchors

Type: 

Durchmess: $3/4"$

$d_0 =$

Class: A307

Dimension: $L_1 = 57 \text{ mm}$

$L_3 = 114 \text{ mm}$

Dimension: $L_2 = 640 \text{ mm}$

$L_4 = 95 \text{ mm}$

Anchor plate

Length: $l_{ap} =$

Width: $b_{ap} =$

Thickness: $t_{ap} =$

Material: STEEL A53 Gr.B

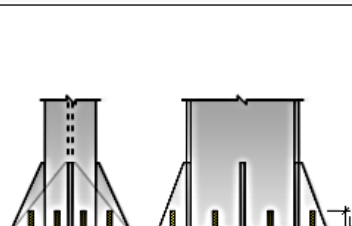
Washer:

$l_{wd} = 50 \text{ mm}$

$b_{wd} = 57 \text{ mm}$

$t_{wd} = 10 \text{ mm}$

STEEL



نتوجه الى الاساس الخرساني.

Define a Fixed Column Base connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Column
Plate
Stiffeners
Anchorage
Wedge
Welds
Foundation
Code parameters

Foundation

Length: $L = 800 \text{ mm}$

Width: $B = 800 \text{ mm}$

Height: $H = 1200 \text{ mm}$

Concrete: **CONCR_3.5**

Grout layer

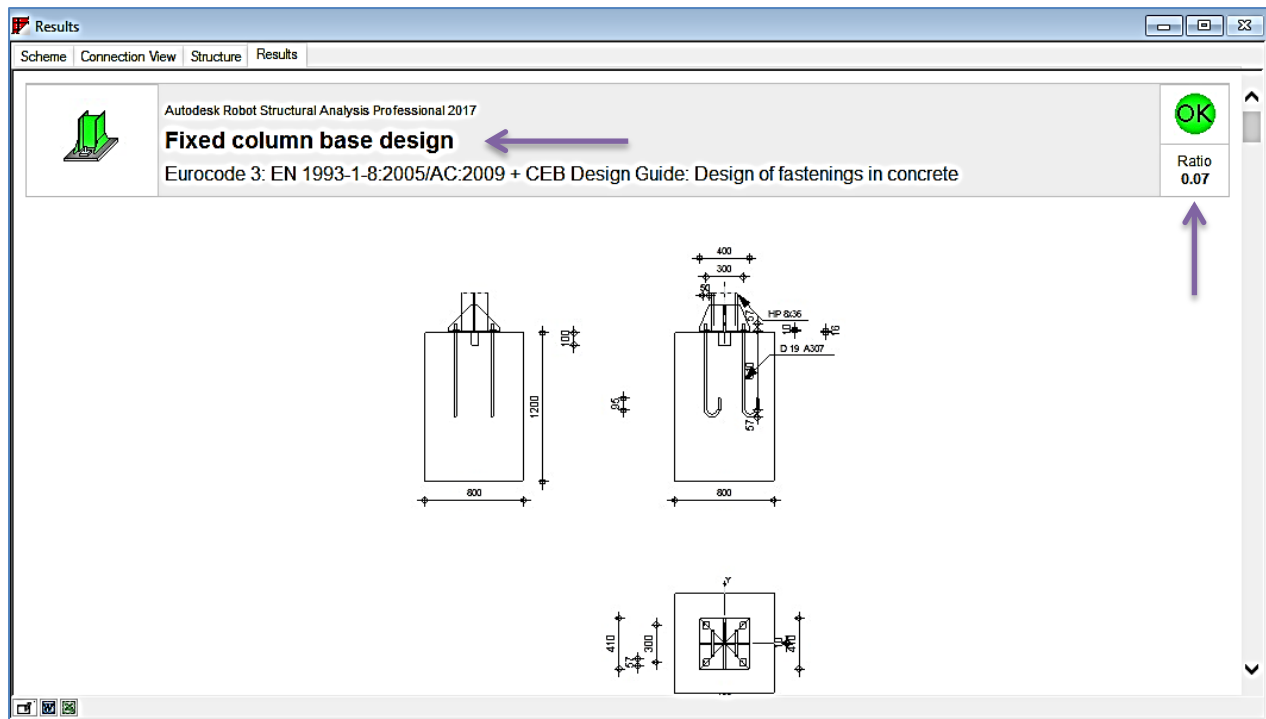
Thickness: $t_g = 0 \text{ mm}$

Diagram illustrating the connection geometry with dimensions L , B , H , and t_g .

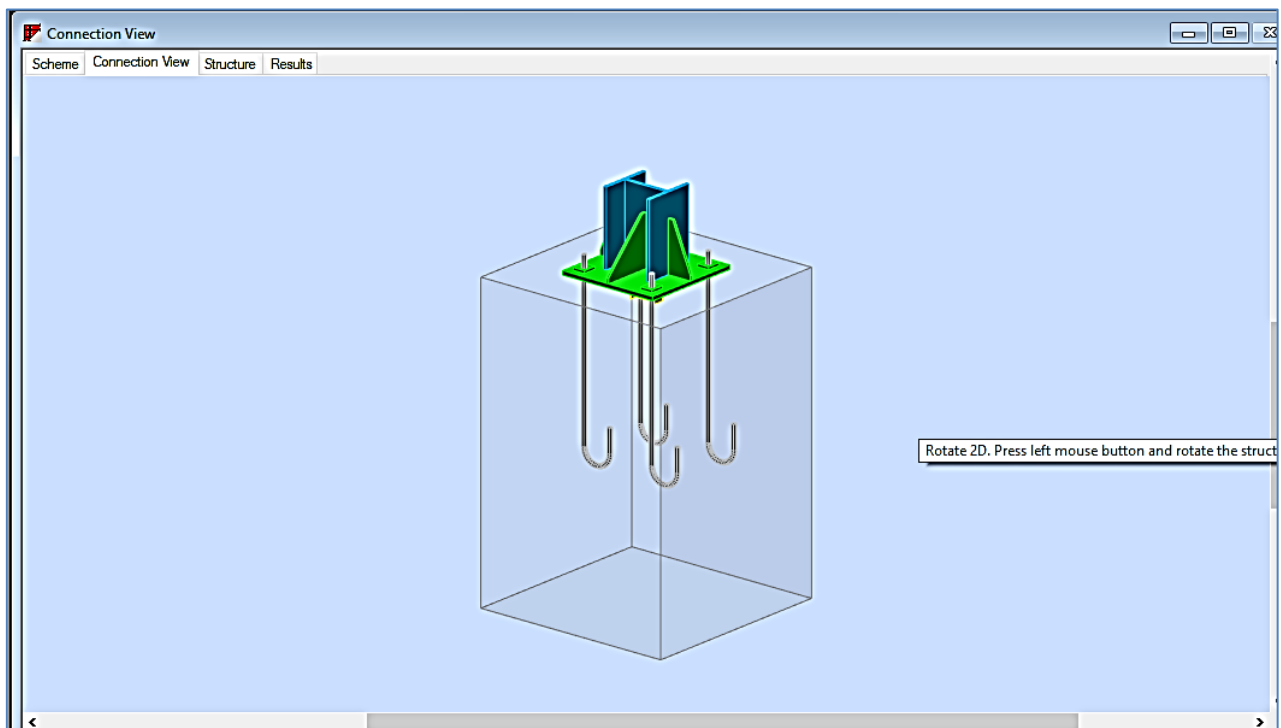
Apply OK Cancel

بعد استكمال الإدخالات نتوجه الى احتساب صلاحية هذا الاتصال بين الخرسانة والحديد ويجب ان نسبة قبول التصميم بعد التحليل اقل من (1.0).

الايجاز (calculation) سيقوم بالتدقيق لنقطة الاتصال وصلاحياتها الانشائية ويعطيك تقريراً مفصلاً لها ويبلغك بقرار قبولها أو رفضها وما هي اسباب الرفض لها.



البرنامج قبل بالتصميم والنسبة تصل الى 7% وهي نسبة آمنة جدا ولكنها غير اقتصادية يمكنك اللجوء لتقليل سمك الصفيحة الحديدية من 16 ملم الى 12 ملم وكذلك تقليل سمك صفائح التقوية وابعادها أما السندات فهي ضمن العدد الأدنى ولكنك يمكن تقليل قطرها بالحدود المسموحة.
لاحظ شكل الاتصال والذي يمكنك نقله الى لوحة اوتوكاد.

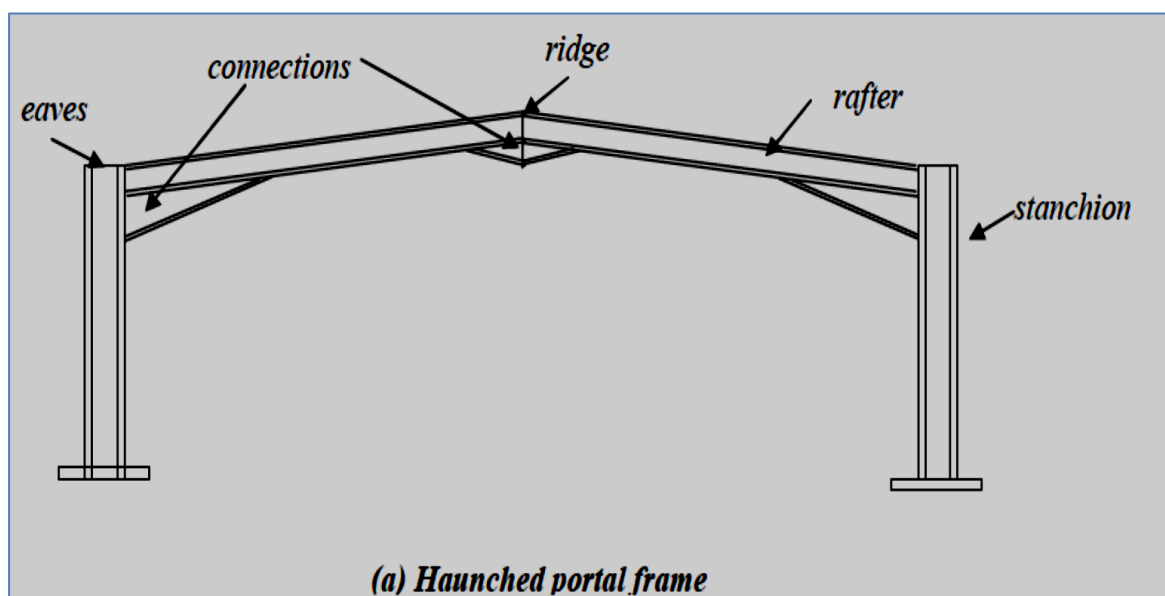


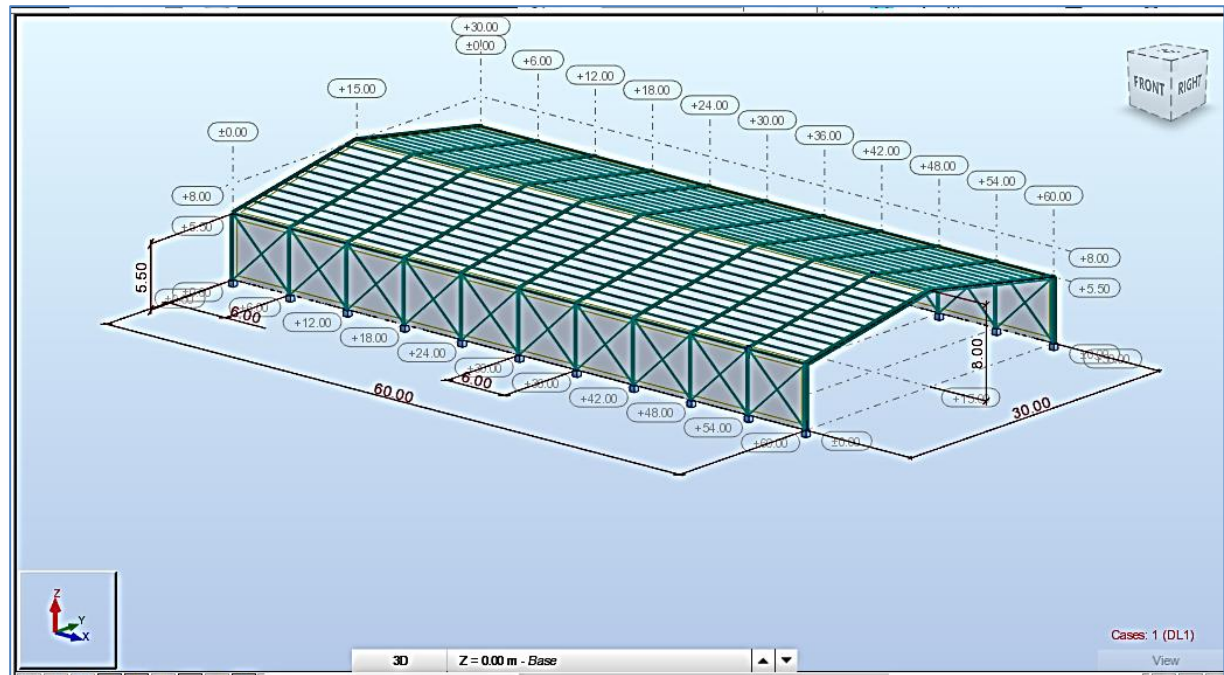
انتهى المثال.

مثال اخر عن الجملونات الحديدية ذات الاسقف غير مستوية (Portal Frame)

قد تم تطوير الشكل الهيكلي الأساسي ل (Portal Frame) خلال الحرب العالمية الثانية، مدفوعا بالحاجة إلى تحقيق مغلف بناء منخفض التكلفة. الآن هو الأكثر استخداما في المخازن الصناعية وتستخدم عادة الأشكال الهيكلية للهيكل الصناعية من طابق واحد. شيدت الجملونات من هذا النوع أساسا باستخدام أقسام المدرفلة على الساخن، ومن أجل فهم أفضل للهيكلية وسلوك عناصر القطاعات الحديدية تحت الانحناء تم الاعتماد على نماذج للتحليل والتجربة المستمرة من قبل المهندسين، الحمل المحوري وقوة القص، العديد من المصنعين تقدم الآن انواع مختلفة من هذه الجملونات للوصول الى الحالة الاقتصادية المثلى قدر الامكان.

Pay Length	6.0 meter
Number of pay [x-dir.]	10
Column height	5.5 meter
Span length [y-dir.]	30.0 meter
Footing dimensions	1.5 x 1.2 x1.2 meter
RC compressive strength (cylinder)	24.1 MPa
Steel sections strength	36 ksi or 284.2 MPa





تم استخدام المقاطع الحديدية لهذا المنشأ وهي:

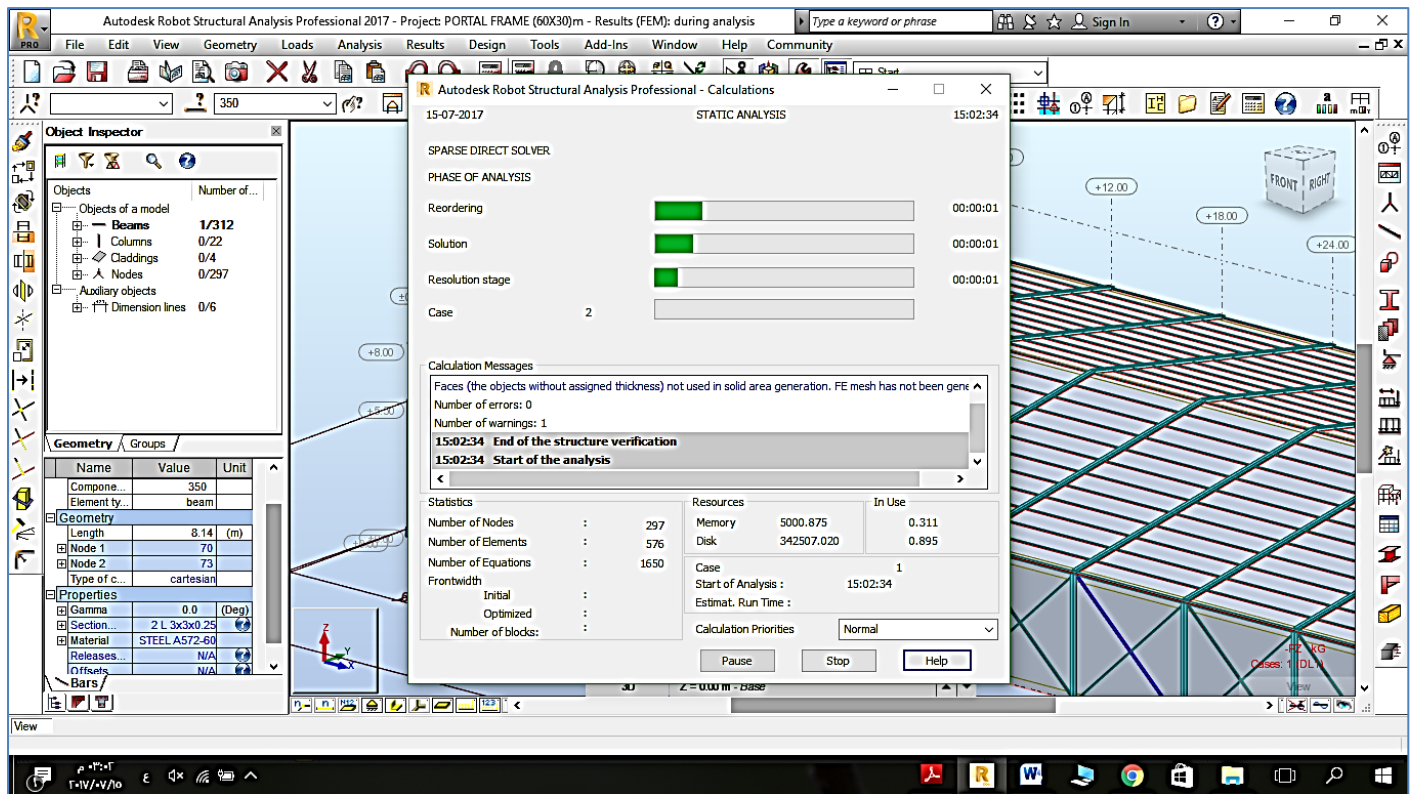
Stanchion or Column	HP12x84	American section
Rafter or Beam	W12x84	American section
Purlins (طراحيات)	Rect. [100x50x3] mm	American section
Crossed strength	2L 3x3x0.25 inches	American section

اما الاحمال فهي:

Dead load [self-weight]	DL1	Added by robot
Dead load on Roof	DL2	0.03 kN/m ²
Live load on Roof	LL1	0.05 kN/m ²
Wind load	Wind	0.10 kN/m ²

نبدأ بتحليل المنشأ وحسب الخواص المثبتة في الجداول أعلاه.

استخدم (Automatic Combinations) لإيجاد (±ULS and ±SLS).



نلاحظ ان عدد الاخطاء قيمتها (0) اما التحذيرات فلا تهتم اليها بشكل كبير طالما ان عددها قليل جدا وغير مهمة.

نتوجه لقراءة الاجهادات على القطاعات الحديدية من الايجاز (RESULTS → STRESSES)

	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)
MAX	89.90	0.01	86.98	50.40	12.07	-0.00	4.41
Bar	40	271	40	337	338	32	205
Node	80	228	80	50	50	63	120
Case	5 (C)	4	5 (C)	5 (C)	SLS/4	1	ULS/2
MIN	-0.06	-84.53	-0.03	0.00	-86.98	-46.59	-0.91
Bar	310	40	336	32	40	337	306
Node	224	80	6	63	80	50	343
Case	4	5 (C)	4	1	5 (C)	SLS/4	5 (C)

أعلى اجهاد يصل الى (89.9) ميكا باسكال وهو اقل من (284.2) ميكا باسكال لذلك فان المنشأ امين انشائيا ولكن ربما تكون المقاطع اكبر من المطلوب لذلك سنقوم بالتحقق منها لاحقا.

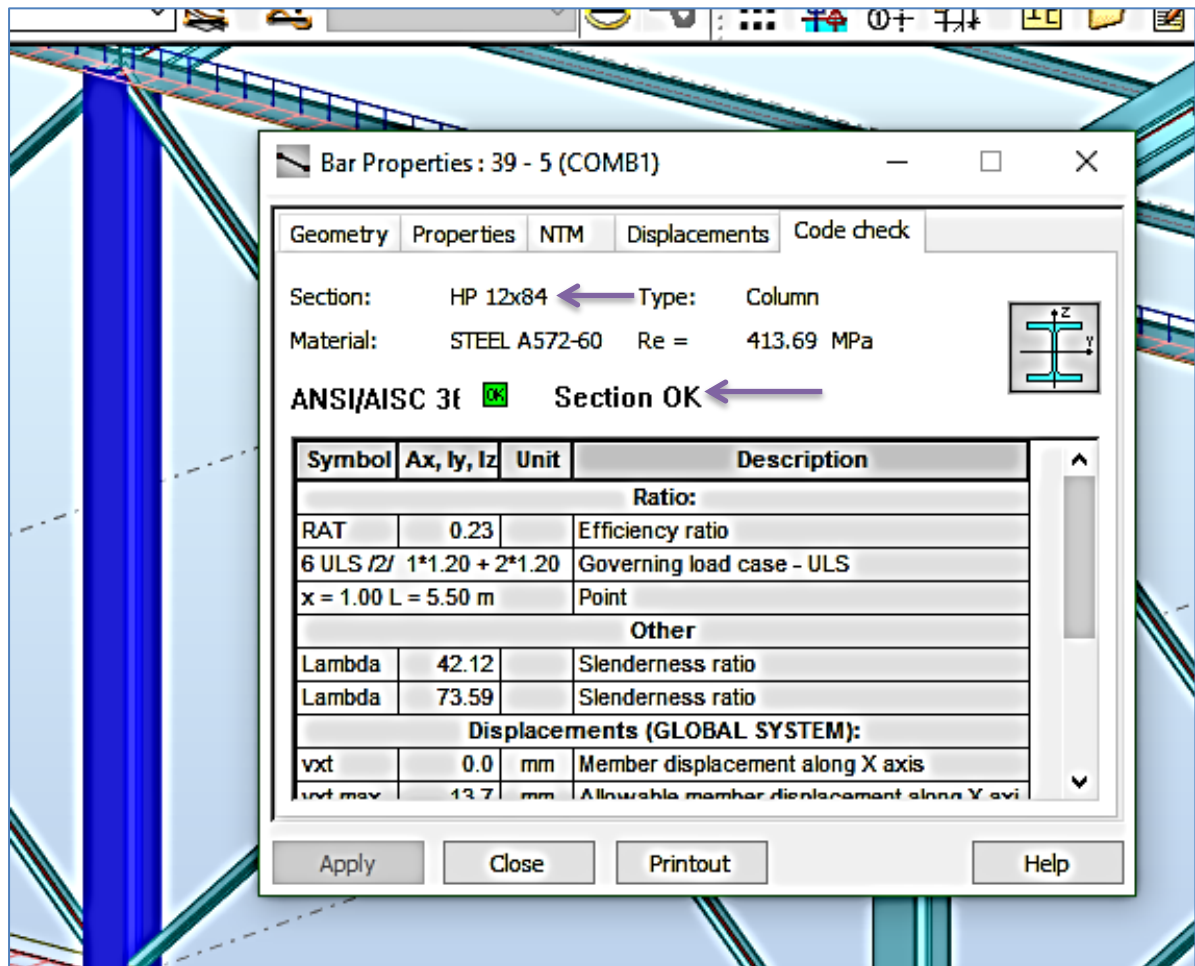
لنقوم بقراءة الازاحات للمنشأ لمعرفة حركته تحت ضغط الريح لان الازاحات الكبيرة ربما تسبب ضوضاء عالية وتؤثر كذلك على التغليف للمنشأ وحدث تشققات في الجدران الجانبية اذا تم استخدام جدران طابوقية بارتفاع كبير نسبيا.

من الايجاز (RESULTS → Displacements)

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	0.3	13.6	2.9	0.007	0.008	0.001
Node	329	80	297	139	340	340
Case	ULS/2	5 (C)	4	ULS/2	5 (C)	5 (C)
MIN	-0.3	-10.6	-65.0	-0.007	-0.008	-0.001
Node	87	82	120	124	96	96
Case	ULS/2	ULS/2	ULS/2	5 (C)	5 (C)	5 (C)

لاحظ بان الاتجاه (y) تصل الازاحة الافقية الى (13.6) ملم بسبب ضغط الريح وتعتبر مقبولة نوعا ما لأنها اقل بتقديري عن 25 ملم .

لندقق خواص المقبولية الانشائية لأبعاد وخواص العمود الحديدي وهنا يجب ان تدقق اكبر الازاحات على العمود الذي تختاره.

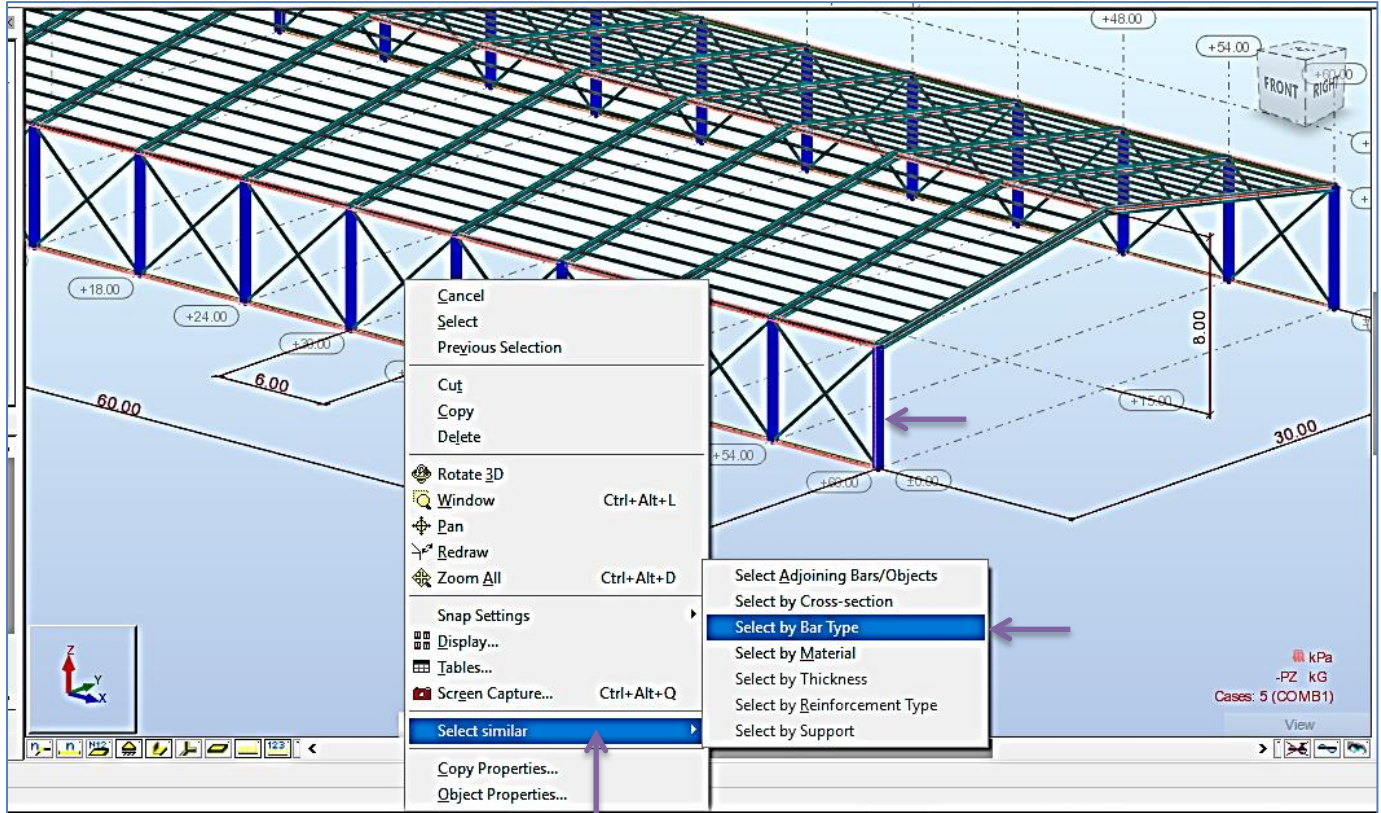


لاحظ ان مقطع العمود مقبول أنشائيا ومستوفي لكافة الشروط والخصائص الانشائية.

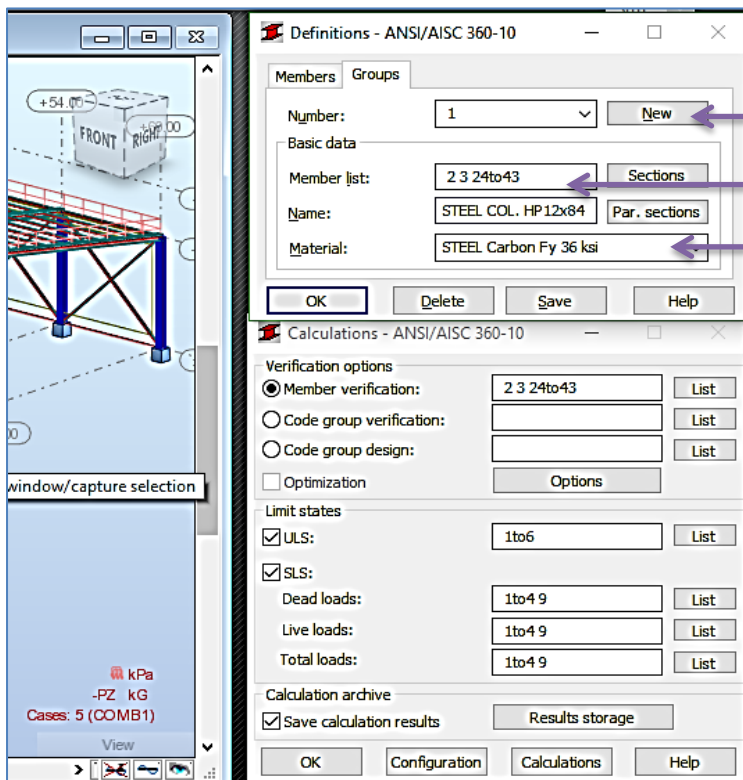
AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

قبل ان نتوجه لتصميم (connections) بين العמוד والجسور الحديدية او بين الجسور والجسور وكذلك بين الاساس الخرساني والعמוד لننتوجه لتدقيق خاصية المنشأ الاقتصادية.

نقوم بالنقر على احد الاعمدة وبقائمة منسدلة لاختيار كافة الاعمدة التي تمتلك نفس الخصائص.



بعدها نتوجه الى الابعاز (design → steel member design)

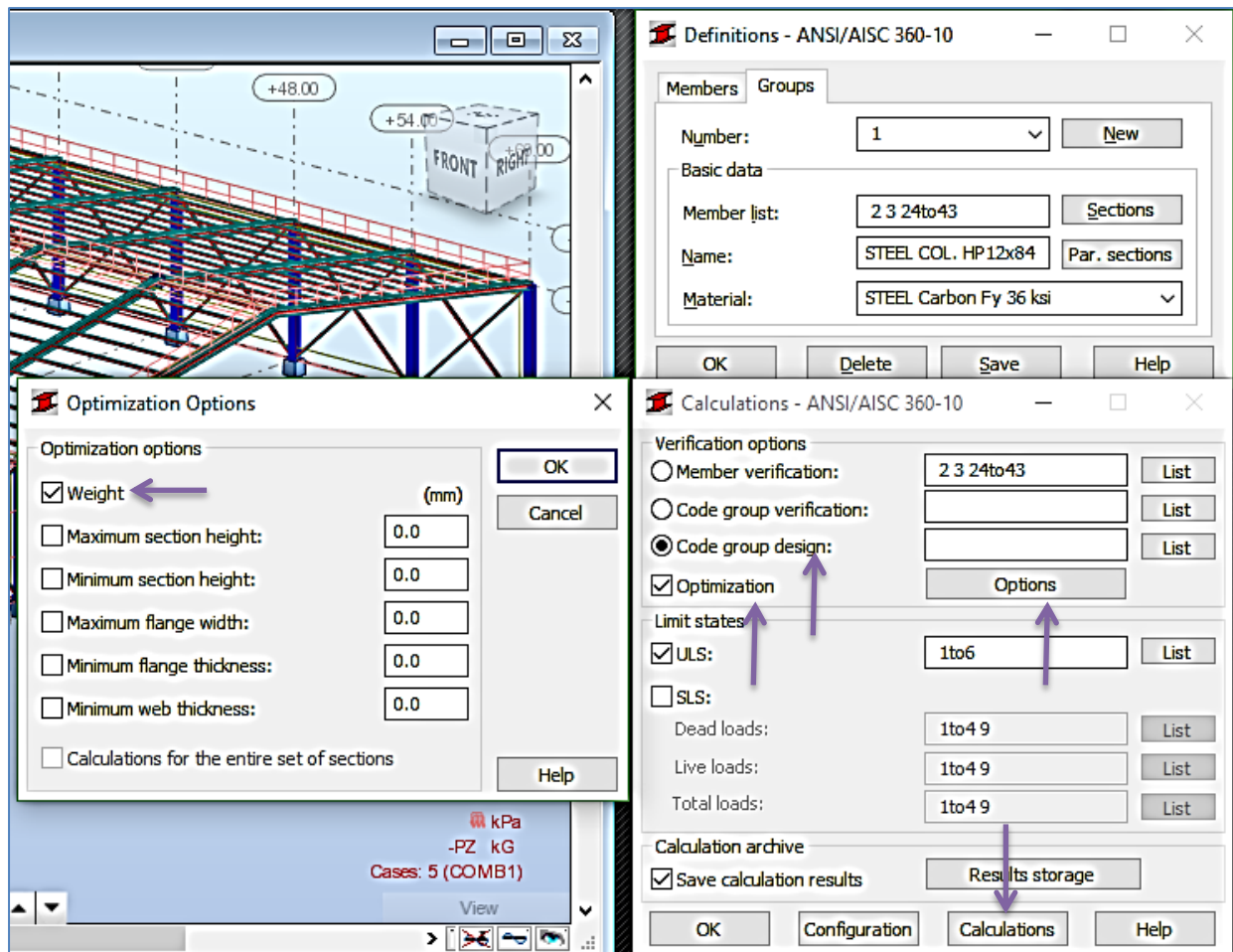


رقم المجموعة المراد تدقيقها

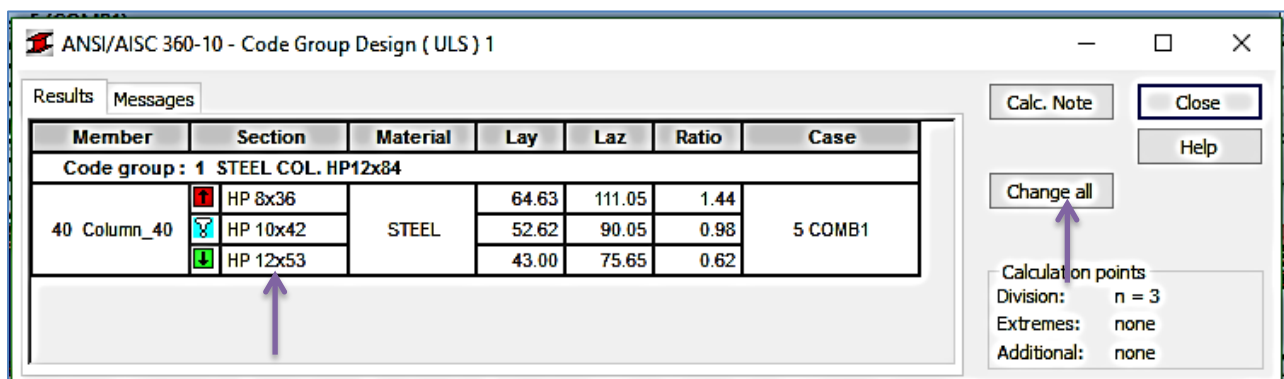
ارقام المجموعة المراد تدقيقها

مقاومة مادة المجموعة المراد تدقيقها

نتوجه الى الابعاز (Code group design) ومن ثم (Optimization) ثم (options).



عندها سيقوم البرنامج بالتدقيق واعلامك النتائج الاكثر اقتصادية .

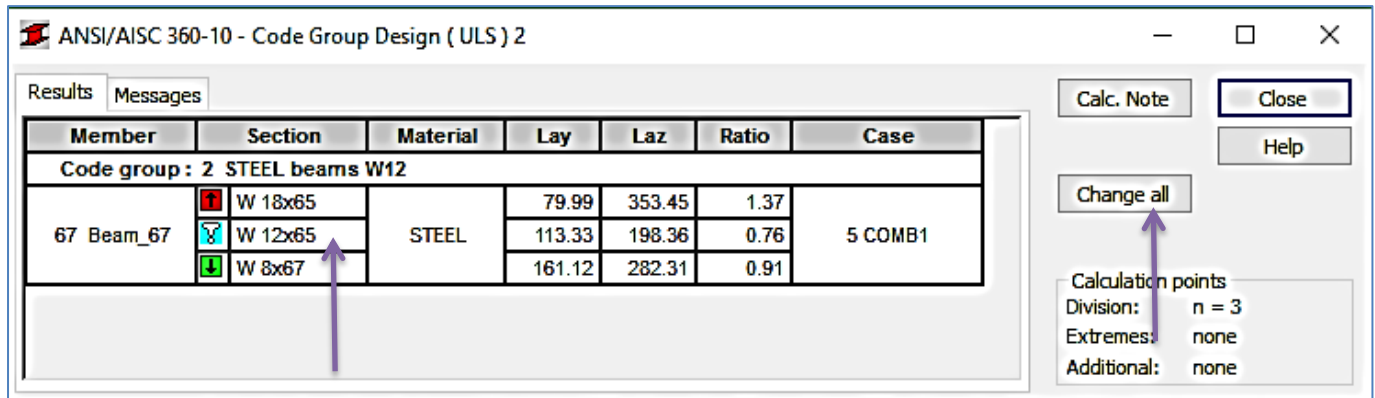


لاحظ الخيارات التي اعطاها البرنامج للمصمم ومن الملاحظ ان نسبة الامان مثبتة امام المقاطع واحسن نسبة هي (0.62) لذلك يمكننا تغيير العمود من مقطع (HP12x84) الى المقطع (HP12x53) ويبقى الاختيار للمصمم حسب المتوفر في السوق المحلية لان الفرق ليس مهما بينهما من ناحية السعر.

كلما على المصمم عمله هو التوجه الى الابعاز (change all) ليتم التغيير للمقطع الجديد للأعمدة.

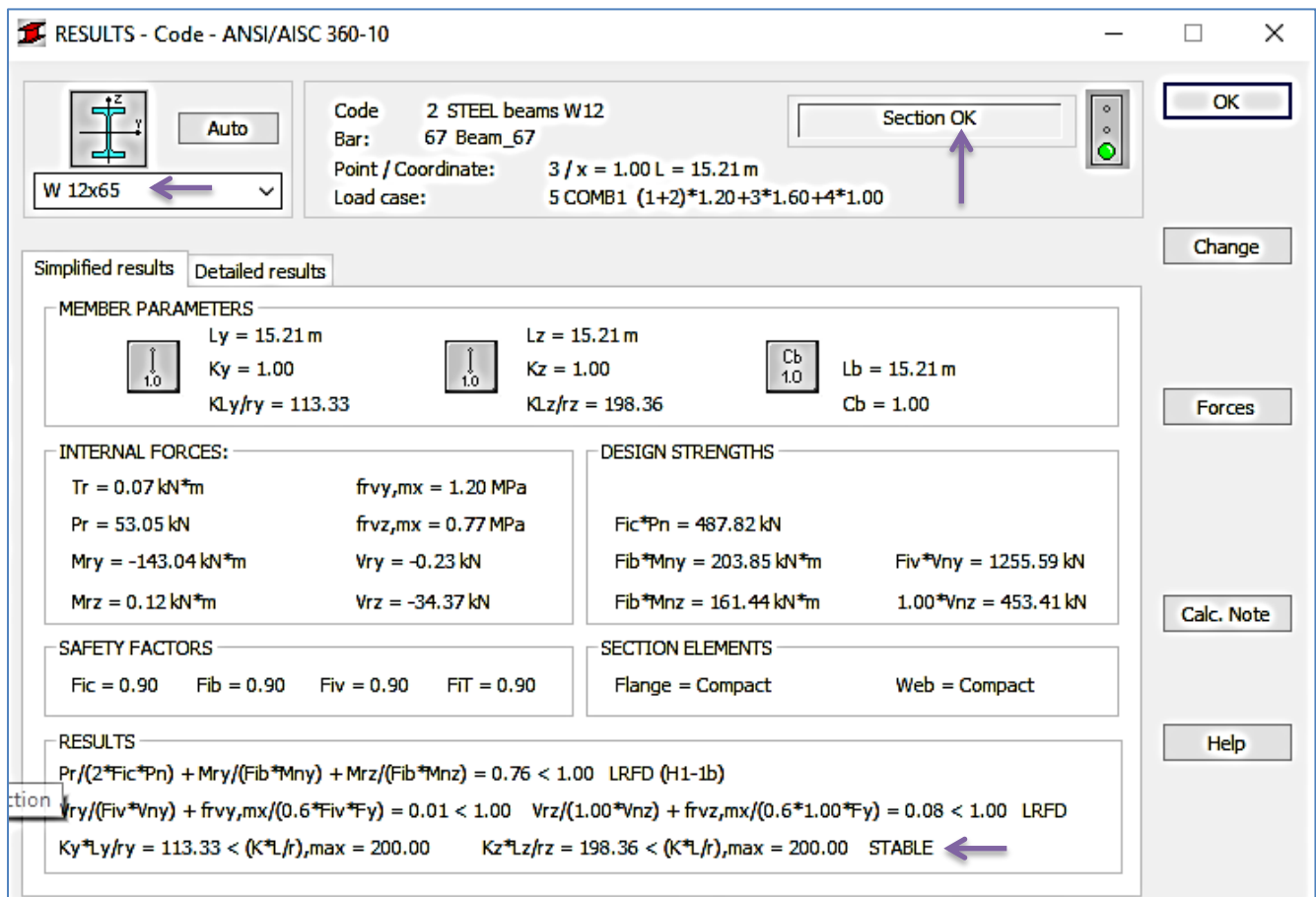
ستحتاج الى اعادة التحليل لأنك غيرت خواص المنشأ.

نتوجه لتدقيق الجسور الحديدية بعدها وبنفس الاجراءات السابقة.



الاختيار الافضل هو (W12x65) بدل (W12x83).

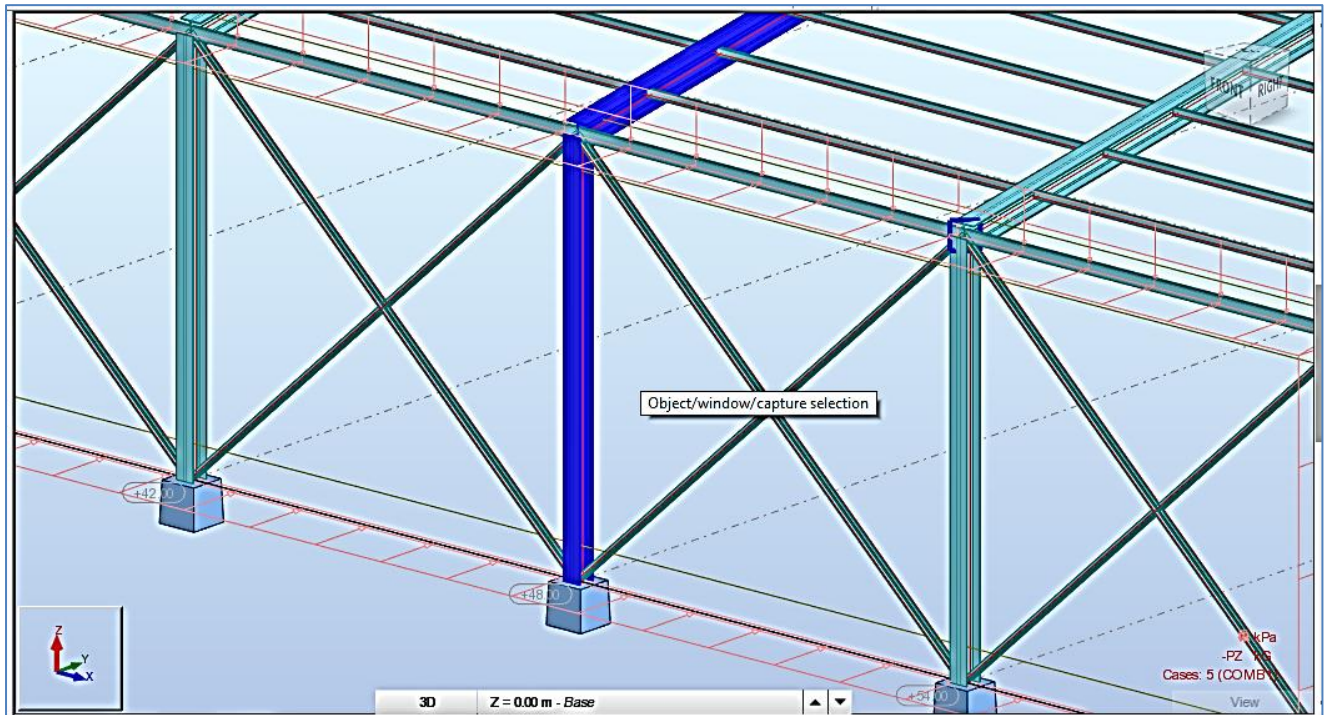
واذا نقرت على المقطع الجديد فانه سيعطيك التدقيق الكامل للجسور الحديدية محسوبتا بكافة تفاصيله.



بعد استكمال التدقيق نتوجه لتصميم الوصلات الحديدية .

بين العمود والجسر المائل:

اختيار العمود والجسر المراد تصميم الوصلة الحديدية له .



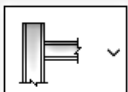
الذهاب للإيعاز (design steel connections) ثم الإيعاز (connection for new selected bars) .

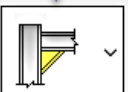
نتوجه الى (Brackets)

Define a Beam-to-Column (Frame Knee) connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Geometry
Brackets
Stiffeners
Welds
Code parameters

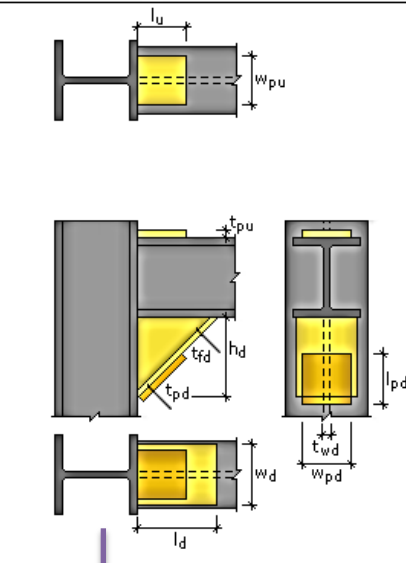
Upper vertical bracket
Bracket type: 

Lower vertical bracket
Bracket type: 

Height: $h_d = 140$ mm
Length: $l_d = 300$ mm
Width: $w_d = 305$ mm
Web: $t_{wd} = 8$ mm
Flange: $t_{fd} = 12$ mm
Angle: $\alpha_d = 32.6^\circ$
Material: STEEL A53 Gr.B

☒ Upper stiffening plate
Length: $l_{pu} = 150$ mm
Width: $w_{pu} = 244$ mm
Thickness: $t_{pu} = 10$ mm
Material: STEEL A53 Gr.B

☒ Lower stiffening plate
Length: $l_{pd} = 166$ mm
Width: $w_{pd} = 244$ mm
Thickness: $t_{pd} = 10$ mm
Material: STEEL A53 Gr.B



Apply OK Cancel

نتوجه بعدها الى تصميم (Stiffeners)

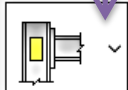
Define a Beam-to-Column (Frame Knee) connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

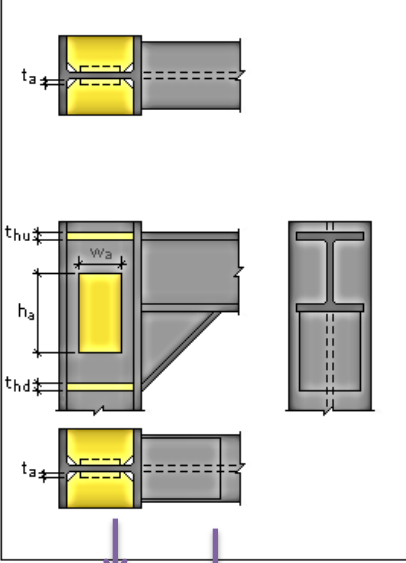
Geometry
Brackets
Stiffeners
Welds
Code parameters

☒ Horizontal stiffeners of a column
Thickness: $t_{hu} = 8$ mm
Thickness: $t_{hd} = 8$ mm
Material: STEEL A53 Gr.B

☐ Vertical stiffeners of a beam
Thickness: $t_{vu} =$ mm
Thickness: $t_{vd} =$ mm
Material:

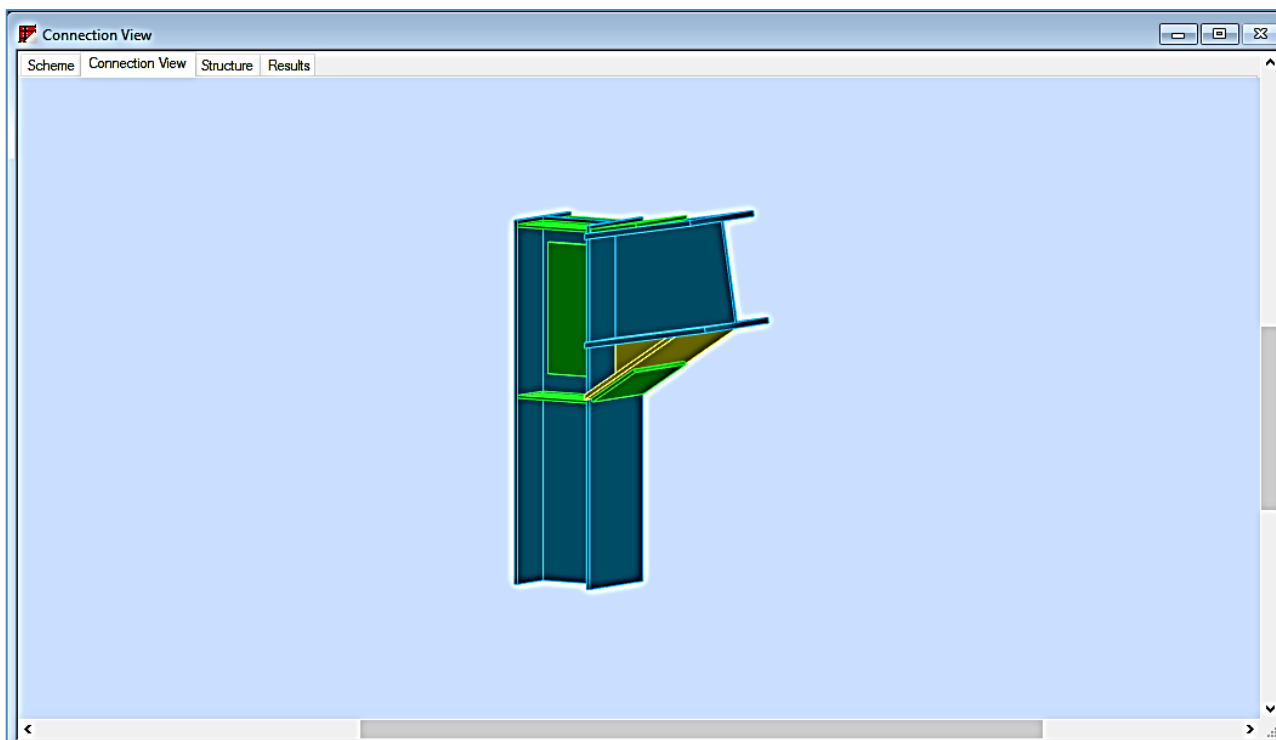
Additional stiffeners of the column web
Bracket type: 

☒ Two-side flange plate
Height: $h_a = 358$ mm
Width: $w_a = 180$ mm
Thickness: $t_a = 10$ mm
Material: STEEL A53 Gr.B

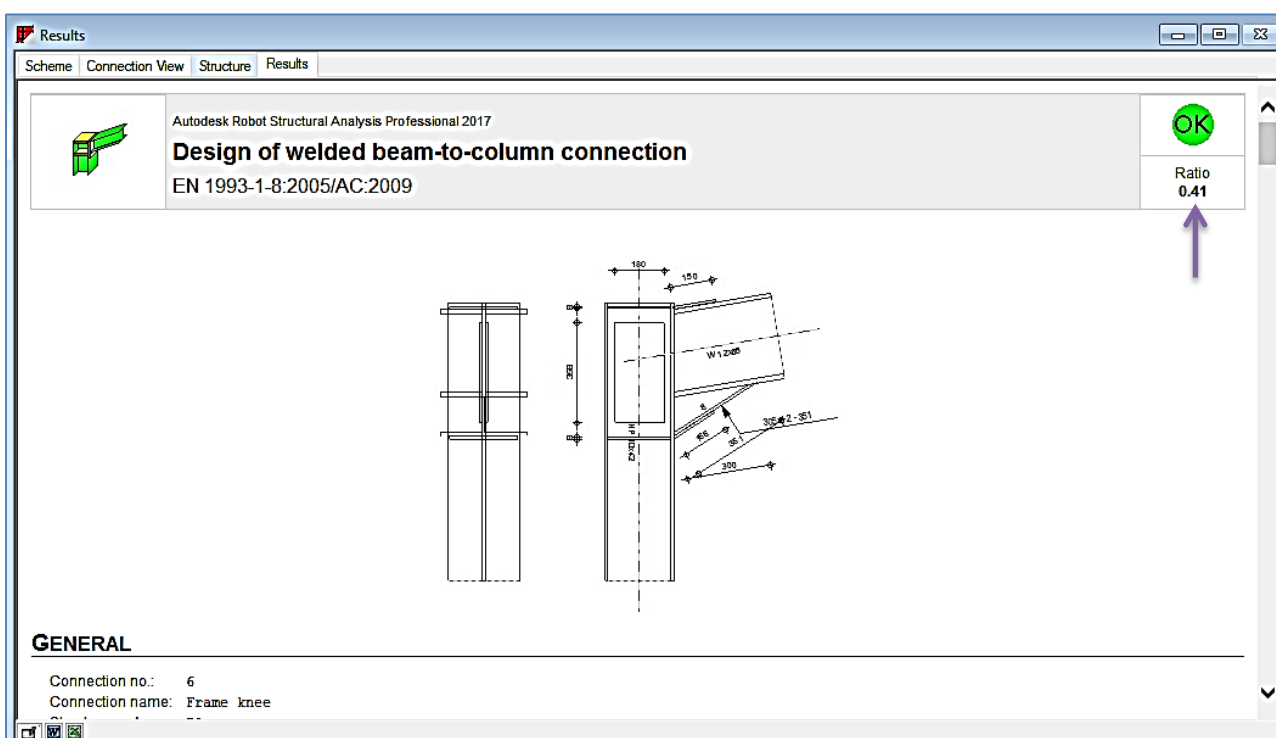


Apply OK Cancel

فان الوصلة ستظهر بالشكل التالي:



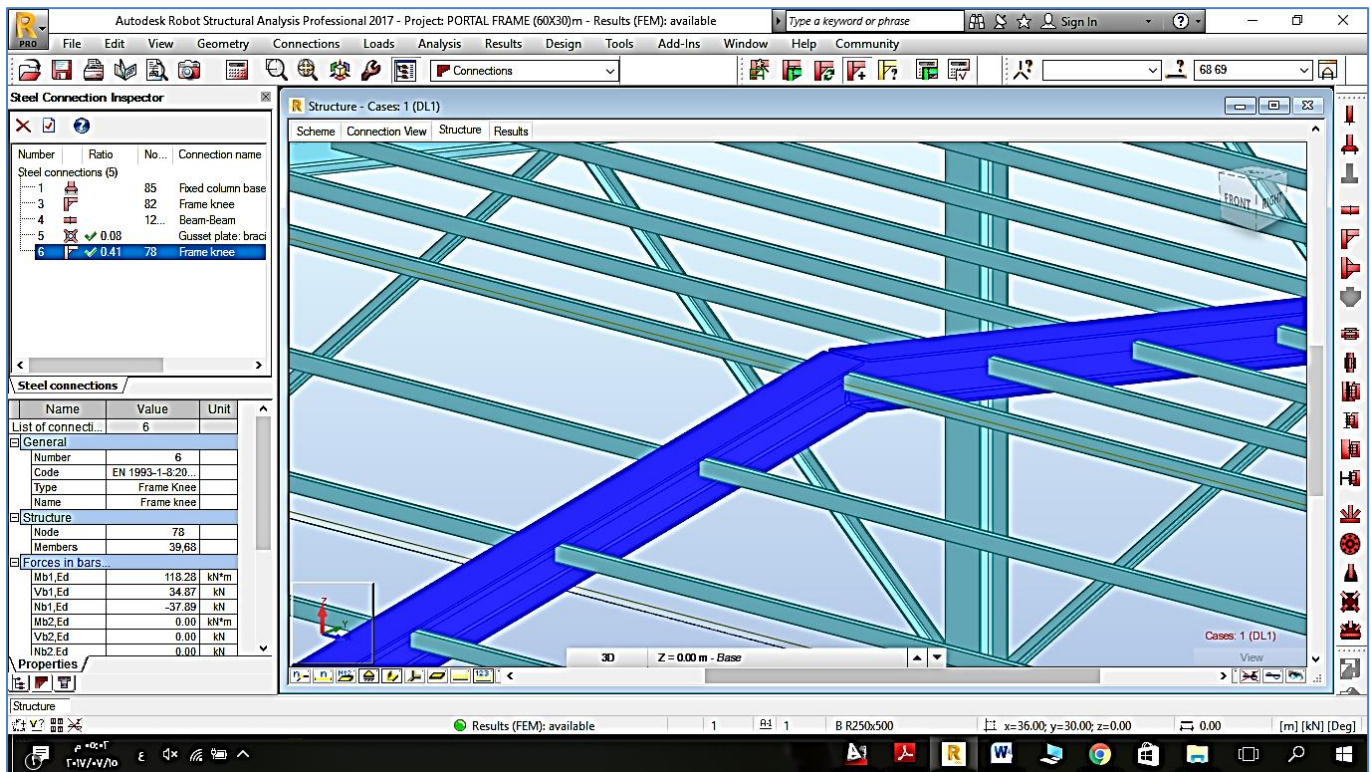
ولتدقيق صلاحية الوصلة الحديدية نذهب للإيعاز (calculation)



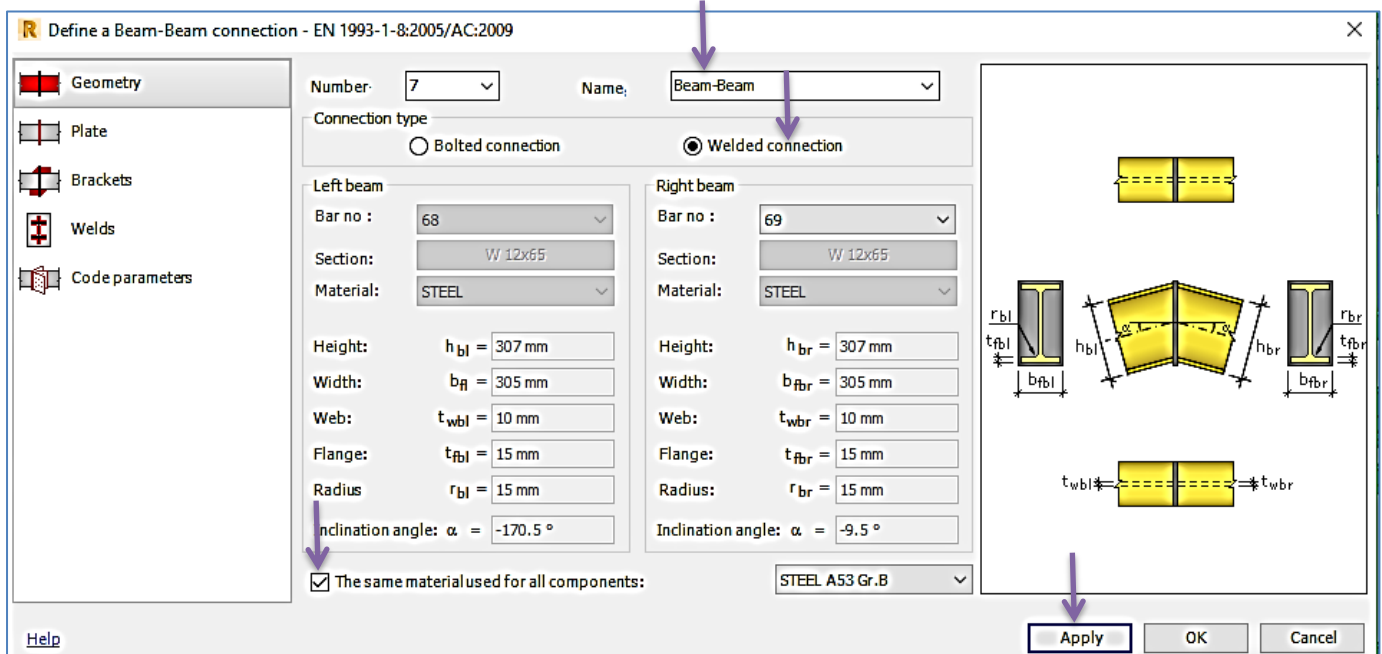
الوصلة ناجحة حسب الكود التصميمي .

نتوجه لتصميم الوصلة بين الجسور المائلة.

اولا نختار هذه الجسور الملتقية.



وبنفس الاجراءات السابقة للتصميم.



تصميم الصفیحة الحديدیة للتقویة بنقطة الالتقاء بین الجسور.

Define a Beam-Beam connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

Geometry

Front plate

Height: $h_{pr} = 331 \text{ mm}$

Width: $b_{pr} = 305 \text{ mm}$

Thickness: $t_{pr} = 20 \text{ mm}$

$e_{pru} = 10 \text{ mm}$

$e_{prd} = 9 \text{ mm}$

Material: STEEL A53 Gr.B

Apply OK Cancel

بعدها تصميم (Brackets)

Define a Beam-Beam connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

Brackets

Upper vertical bracket

Bracket type:

Height: $h_{rd} = 140 \text{ mm}$

Length: $l_{rd} = 300 \text{ mm}$

Width: $w_{rd} = 305 \text{ mm}$

Web: $t_{wrd} = 10 \text{ mm}$

Flange: $t_{frd} = 16 \text{ mm}$

Angle: $\alpha_d = 17.0^\circ$

Material: STEEL A53 Gr.B

☒ Upper stiffening plate

Length: $l_{sru} = 150 \text{ mm}$

Width: $w_{sru} = 285 \text{ mm}$

Thickness: $t_{sru} = 10 \text{ mm}$

Material: STEEL A53 Gr.B

Lower vertical bracket

Bracket type:

Height: $h_{rd} = 140 \text{ mm}$

Length: $l_{rd} = 300 \text{ mm}$

Width: $w_{rd} = 305 \text{ mm}$

Web: $t_{wrd} = 10 \text{ mm}$

Flange: $t_{frd} = 16 \text{ mm}$

Angle: $\alpha_d = 17.0^\circ$

Material: STEEL A53 Gr.B

☒ Lower stiffening plate

Length: $l_{srd} = 155 \text{ mm}$

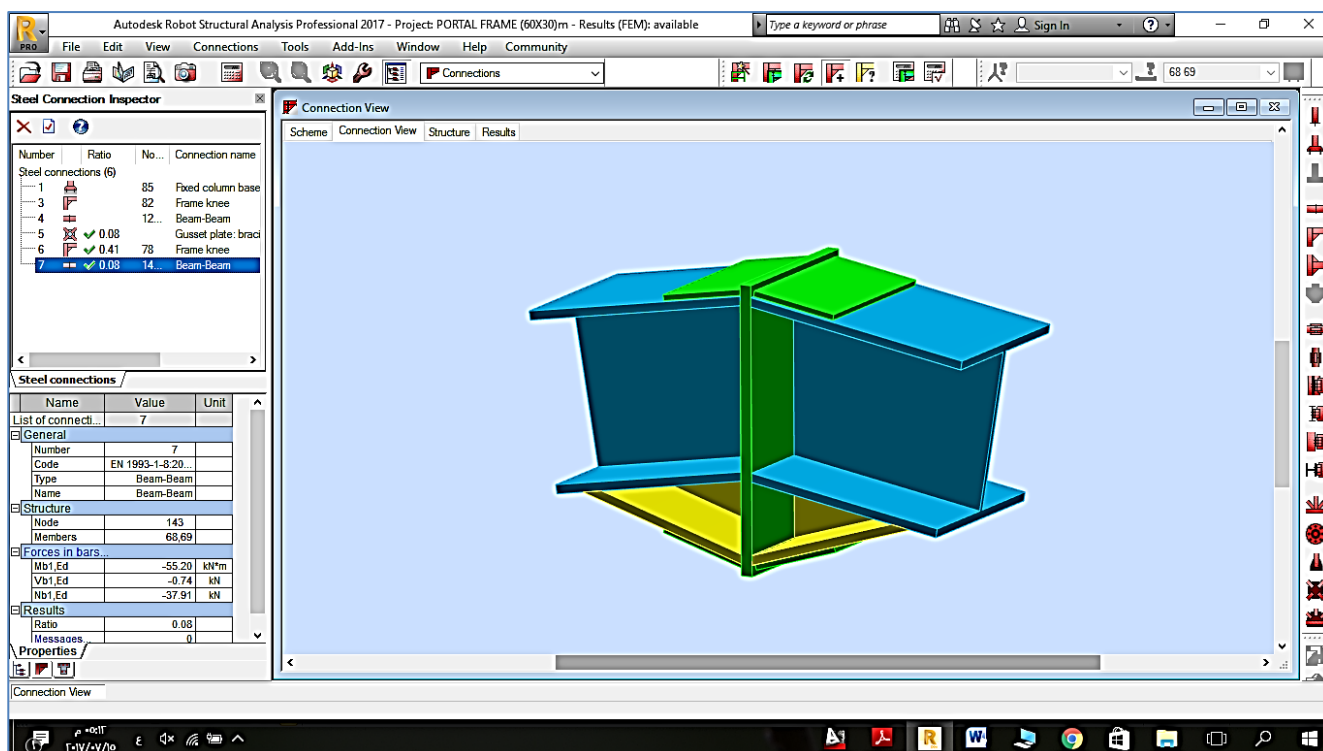
Width: $w_{srd} = 285 \text{ mm}$

Thickness: $t_{srd} = 10 \text{ mm}$

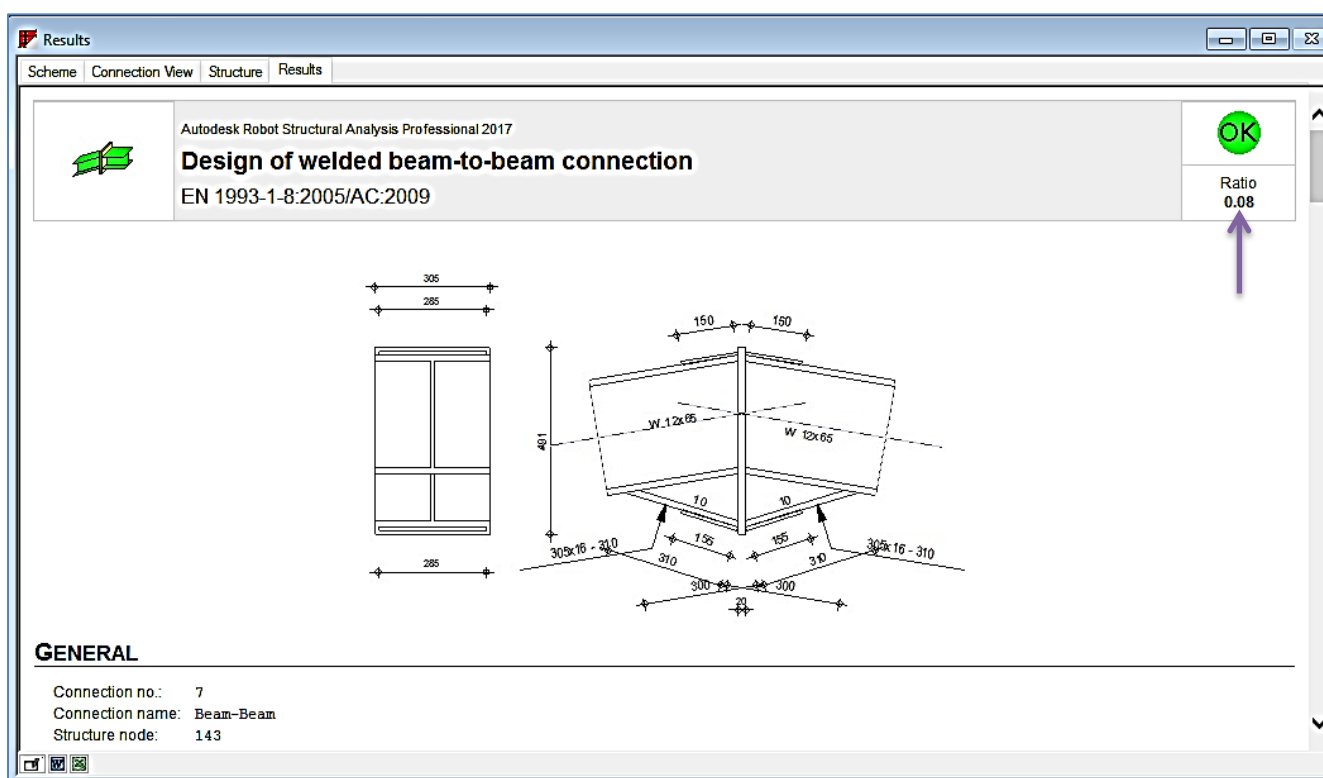
Material: STEEL A53 Gr.B

Apply OK Cancel

لذلك سيكون شكل الوصلة بالشكل التالي:



ولتدقيق صلاحيتها أنشائها.



الوصلة مقبولة.

المثال التالي لجميلون من طابقين له الخواص التالية:

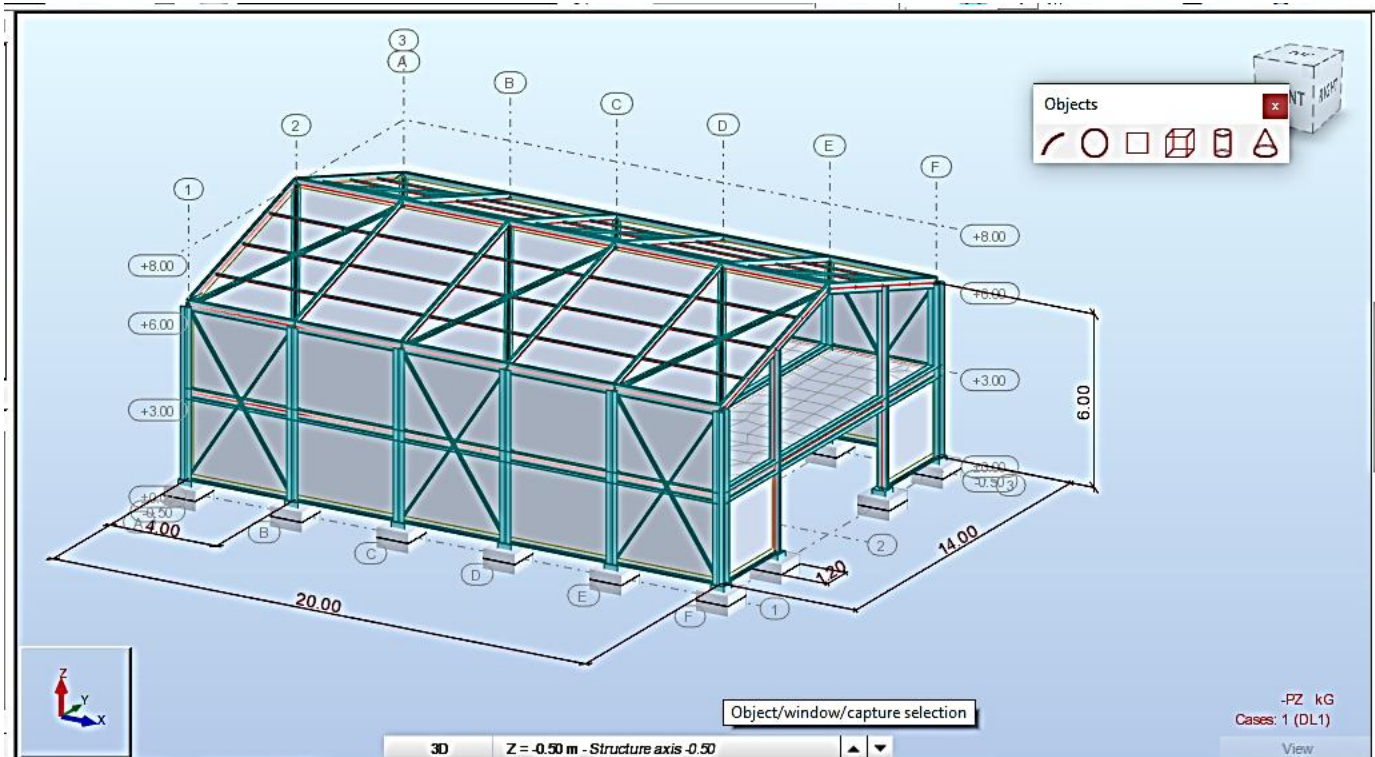
Pay Length	4.0 meter
Number of pay [x-dir.]	5
Column height	6.0 meter
Span length [y-dir.]	14.0 meter
Footing dimensions	1.2x1.2x0.5 meter
RC. Pedestal	0.5x0.5x0.5 meter
RC SLAB thickness	100 mm
RC compressive strength (cylinder)	24.1 MPa
Steel sections strength	36 ksi or 284.2 MPa

تم استخدام المقاطع الحديدية لهذا المنشأ وهي:

Stanchion or Column	HP16x88	American section
Rafter or Beam	W14x53	American section
Purlins (طراحيات)	Rect. [100x50x3] mm	American section
Crossed strength	2L 3x3x0.25 inches	American section

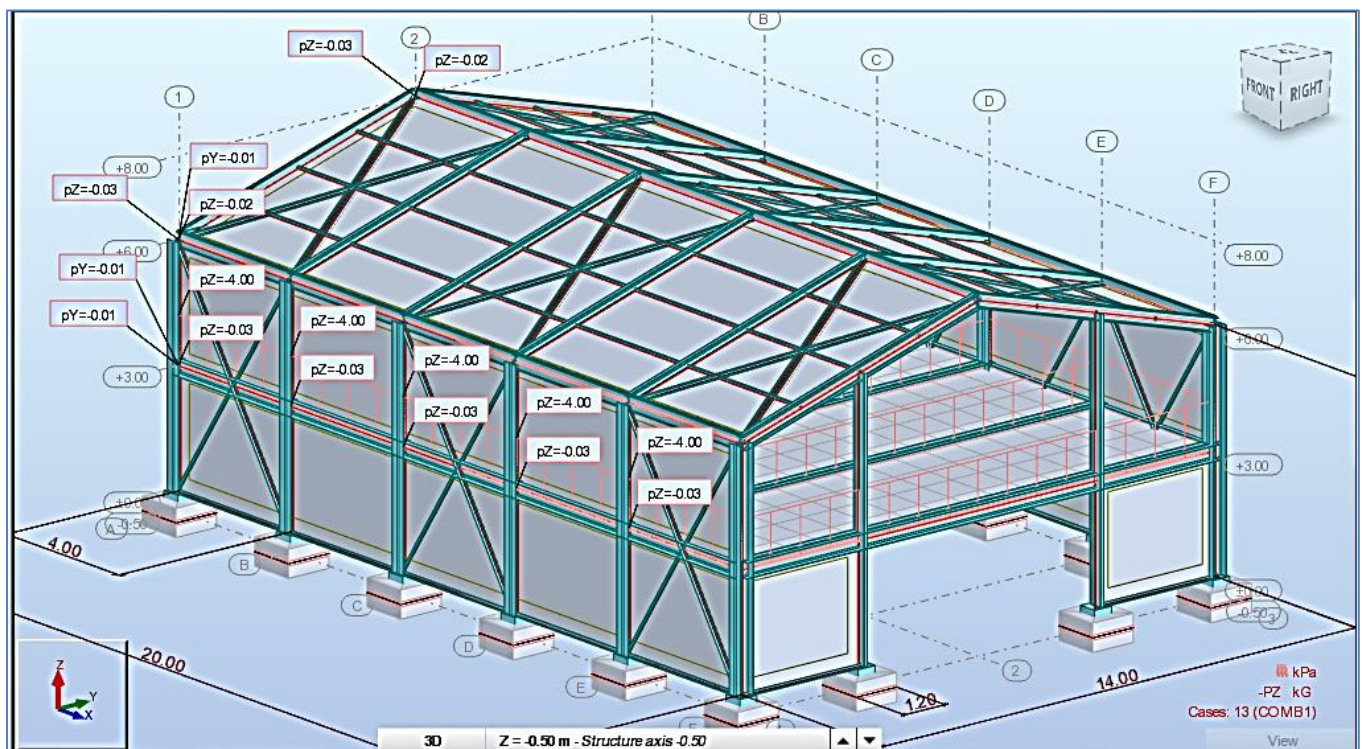
اما الاحمال فهي:

Dead load [self-weight]	DL1	Added by robot
Dead load on Roof	DL2	0.02 kN/m ²
Live load on Roof	LL1	0.03 kN/m ²
Wind load [y-dir.]	Wind	-0.10 kN/m ²
Live load on RC slab	LL2	4.0 kN/m ²



نبدأ بتحليل المنشأ وحسب الخواص المثبتة في الجداول أعلاه.

استخدم (Automatic Combinations) لإيجاد (±ULS and ±SLS).



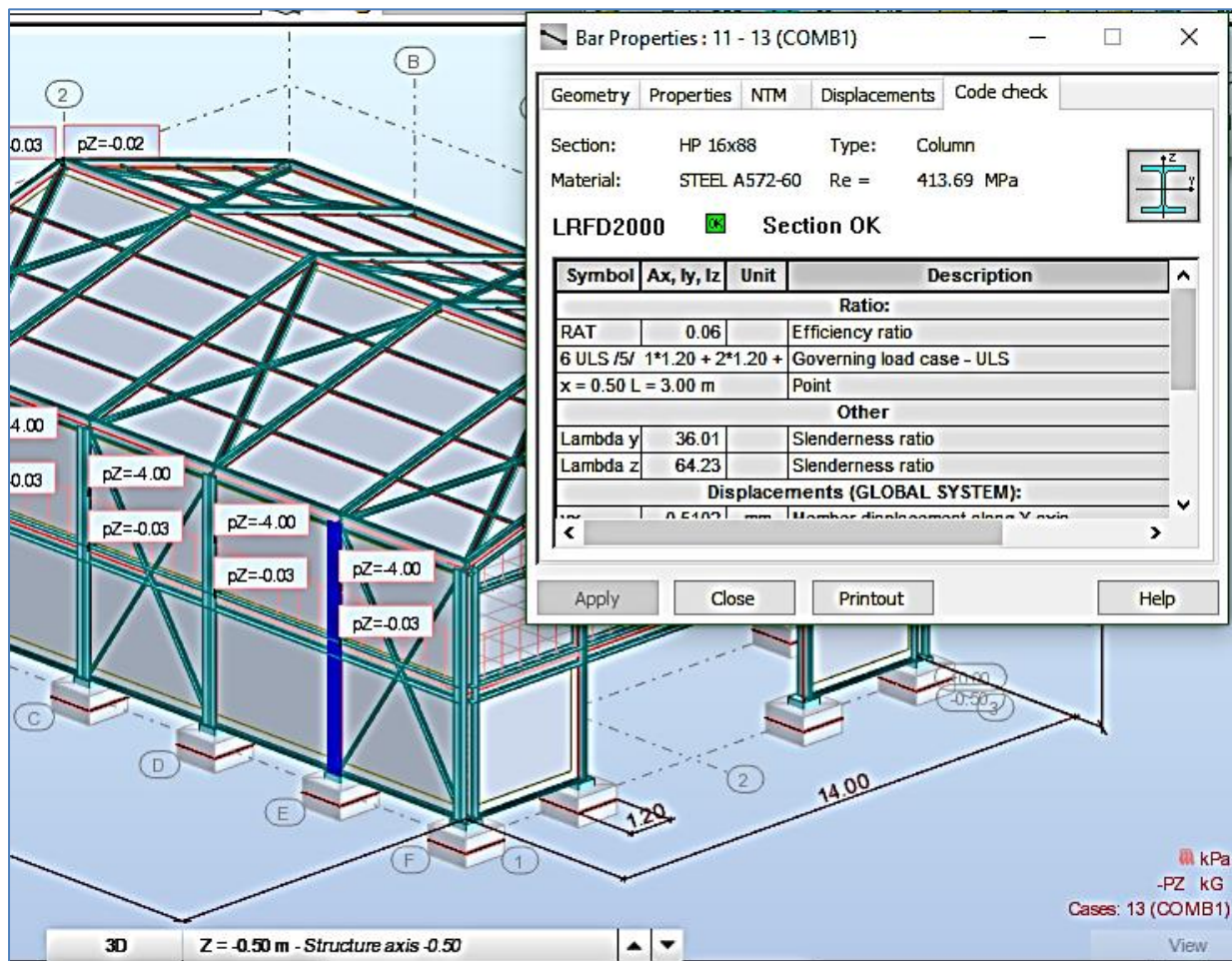
تدقيق الاجهادات للمنشأ.

	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)
MAX	321.82	20.96	308.16	54.33	0.16	-0.00	32.40
Bar	64	105	64	64	104	145	105
Node	57	23	57	51	24	580	23
Case	ULS/4	ULS/2	ULS/2	ULS/8	5	SLS/4	ULS/2
MIN	-25.17	-321.51	-0.14	0.00	-308.16	-54.33	-28.77
Bar	98	64	119	91	64	64	100
Node	26	57	2	62	57	51	2
Case	ULS/2	ULS/2	5	2	ULS/2	ULS/8	ULS/2

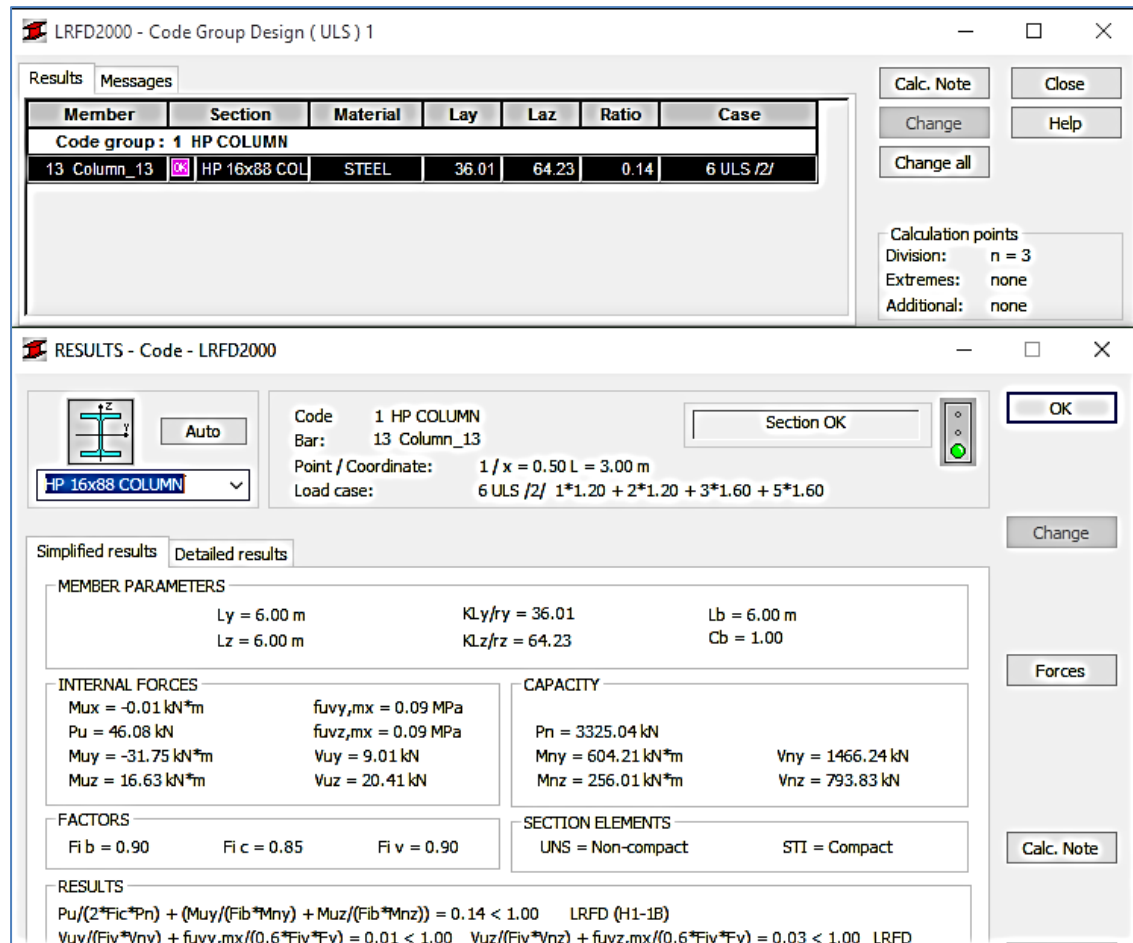
الاجهاد يصل في العضو الانشائي رقم 64 الى (321) ميكا باسكال وهو غير مقبول بتاتا لذا يجب معرفة اين يقع هذا المقطع على المنشأ.

وجدنا بان المقطع هو (purlins) وهو بمقطع (rect. 100x50x3 mm) لذلك وجب زيادة عدد الطراحيات بمسافة لا تزيد عن 1.2 متر لضمان عدم حصول الاجهاد المضاعف عليها.

تدقيق العمود ، ونختار العمود رقم (11) وهذا الاختيار ليس عشوائيا كما ذكرنا سابقا. وندقق صلاحية المقطع حسب الخطوات التي اتبعناها سابقا.



المقطع مقبول من ناحية الامان وليس بالضرورة ان يكون اقتصاديا لذلك يجب التحقق منه من الناحية الاقتصادية.



أعتبر البرنامج المقطع (HP16x88) جيد ولم يعطي مقترحا اخر . لذا يتم الابقاء على المقطع لصالحته.

لندقق الجسور المائلة وغير المائلة .

1- الجسور المائلة.

نحتاج الى اجراء التدقيق ومعرفة الامكانية لتقليل المقطع وبعد اجراء التدقيق وجد ان المقطع الافضل والاكثر اقتصادية هو المقطع (C15x40) بدل استخدام المقطع (W14x53) .

2- الجسور الافقية تحت السقف الخرساني.

أعطانا البرنامج خيار المقطع (W16X67) بدل استخدام المقطع (HP16x88) .

LRFD2000 - Code Group Design (ULS) 2

Results Messages

Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case
Code group : 2 W BEAMS						
45-Column_45	C 15x40	STEEL	52.78	325.13	0.62	6 ULS /2/
	C 15x50		54.67	331.33	0.45	

Calc. Note Close
Change Help
Change all

Calculation points
Division: n = 3
Extremes: none
Additional: none

RESULTS - Code - LRFD2000

Code 2 W BEAMS
Bar: 45 Column_45
Point / Coordinate: 3 / x = 0.50 L = 3.64 m
Load case: 6 ULS /2/ 1*1.20 + 2*1.20 + 3*1.60 + 5*1.60

Section OK

Simplified results Detailed results

MEMBER PARAMETERS

Ly = 7.28 m Kly/ry = 52.78 Lb = 7.28 m
Lz = 7.28 m KLz/rz = 325.13 Cb = 1.00

INTERNAL FORCES

Mux = -2.34 kN*m fuvy,mx = 63.88 MPa
Pu = -43.85 kN fuvz,mx = 51.10 MPa
Muy = -35.23 kN*m Vuy = -1.42 kN
Muz = 3.78 kN*m Vuz = -20.76 kN

CAPACITY

Pn = 1889.61 kN
Mny = 85.42 kN*m Vny = 395.70 kN
Mnz = 27.82 kN*m Vnz = 749.44 kN

FACTORS

Fi b = 0.90 Fi t = 0.90 Fi v = 0.90

SECTION ELEMENTS

UNS = Compact STI = Compact

RESULTS

$P_u / (2 * F_{it} * P_n) + (M_{uy} / (F_{ib} * M_{ny}) + M_{uz} / (F_{ib} * M_{nz})) = 0.62 < 1.00$ LRFD (H1-1B)
 $V_{uy} / (F_{iv} * V_{ny}) + f_{uvy,mx} / (0.6 * F_{iv} * F_v) = 0.48 < 1.00$ $V_{uz} / (F_{iv} * V_{nz}) + f_{uvz,mx} / (0.6 * F_{iv} * F_v) = 0.41 < 1.00$ LRFD

OK Change Forces Calc. Note

Object/window/c

Cases: 6to8

R1 168 TH700_KZ

لنقم بتصميم السقف الخرساني.

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017 - Project: PORTAL 2 STORY - Results (FEM): out of date

File Edit View Geometry Loads Analysis Results Design Tools Add-Ins Window Help Community

Object Inspector

Objects

Objects	Number of...
Bar	0/112
Floors	1/5
Claddings	0/11
Nodes	0/478
Columns	0/15
Panels	0/15
Auxiliary objects	
Dimension lines	0/5

Geometry Groups

Name	Value	Unit
List of panels	33	
General		
Name...	Floor_33	
Structure o...	Floor	
Story...		
Model		
Meshing type	Coons	
Mesh freeze	No	
Trapezoidal	Analyze	
Calculation	Deck slab (one-w	
Geometry		
Contour def.		
Area	56.00	(m2)
Object type	Contour	
Segments	4	
Panels		

Design

- Steel Members Design ...
- Steel Members Design - Options
- Steel Connections Design ...
- Timber Members Design ...
- Timber Members Design - Options
- Required Reinforcement of RC Beams/Columns ...
- Required Reinforcement of Beams/Columns - Options
- Required Reinforcement of RC Slabs/Walls ...
- Required Reinforcement of Slabs/Walls - Options
- Provided Reinforcement of RC Elements

Geometry

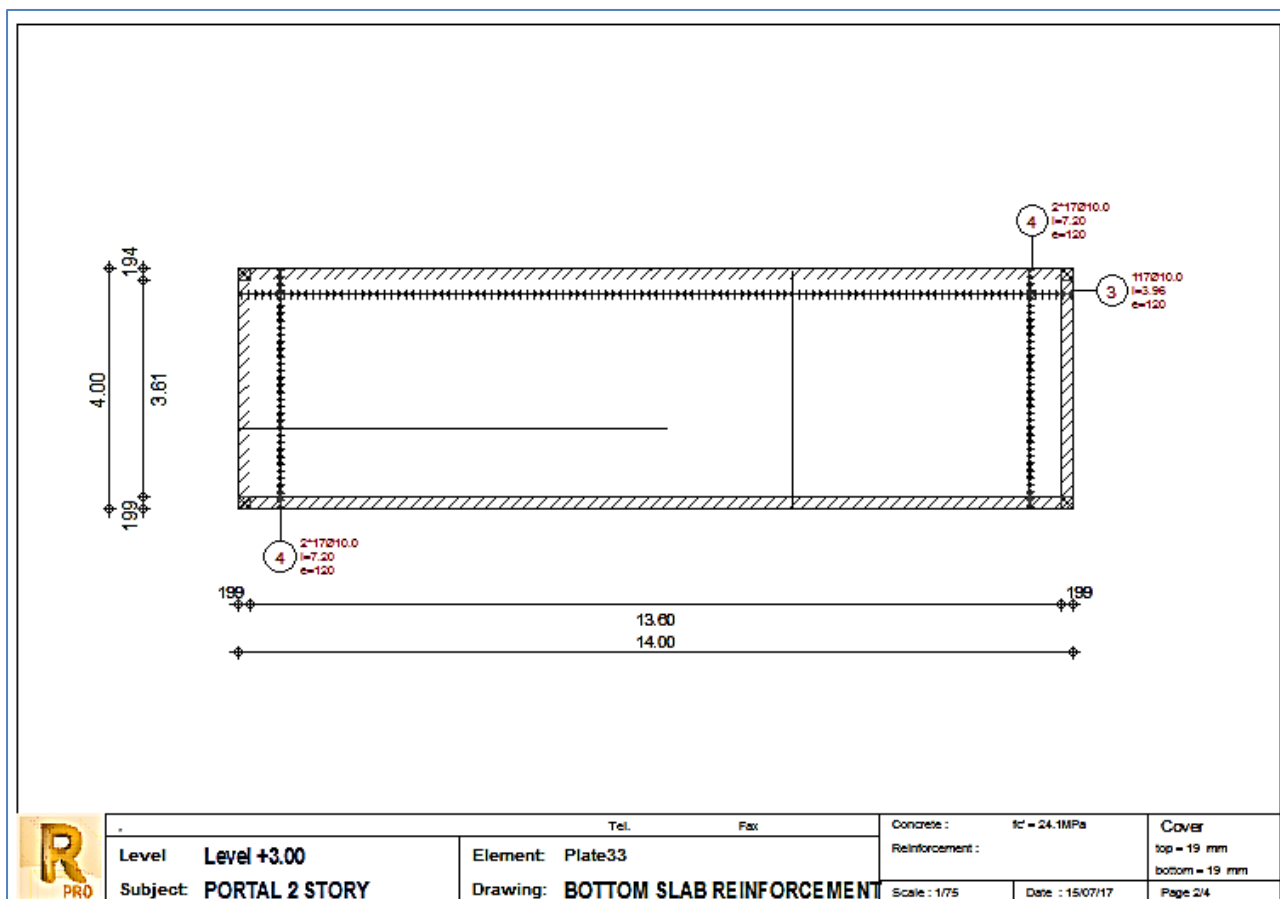
3D Z = -0.50 m - Structure axis -0.50

View

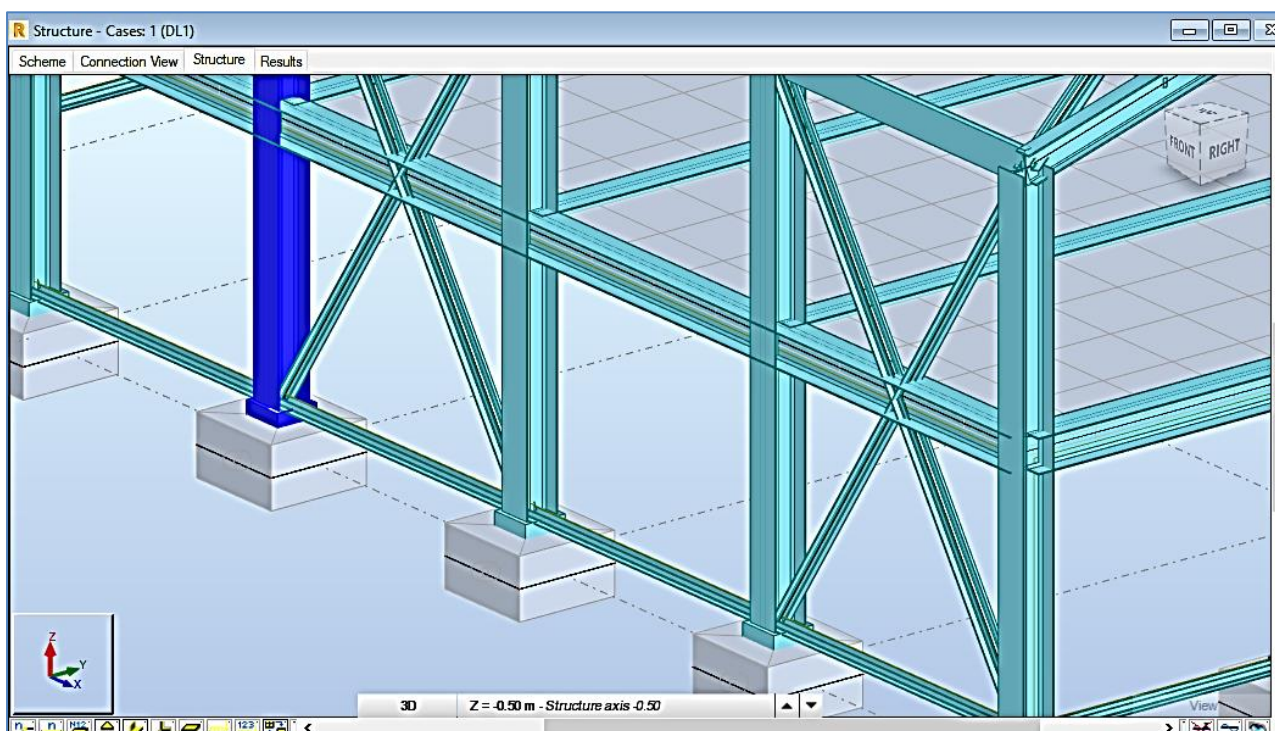
Imports selected RC elements to reinforcement modules

11 kPa
FZ kG
Cases: 13 (COMB1)

واعتماد خطوات الامثلة السابقة.



تصميم الاساس والوصلة بين العمود والاساس:



Define a Fixed Column Base connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Column

Plate

Stiffeners

Anchorage

Wedge

Welds

Foundation

Code parameters

Top plate

Length: $l_{pu} =$

Width: $b_{pu} =$

Thickness: $t_{pu} =$

Material: STEEL A53 Gr.B

Base plate

Length: $l_{pd} = 500$ mm

Width: $b_{pd} = 500$ mm

Thickness: $t_{pd} = 25$ mm

Material: STEEL A53 Gr.B

☐ Column base

Length: $l_{pp} =$

Width: $b_{pp} =$

Thickness: $t_{pp} =$

Material: STEEL A53 Gr.B

Apply OK Cancel

تصميم صفائح التقوية (Stiffeners):

Define a Fixed Column Base connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Column

Plate

Stiffeners

Anchorage

Wedge

Welds

Foundation

Code parameters

Stiffeners parameters

Stiffener type:

Length: $l_s = 500$ mm

Height: $h_s = 389$ mm

Width: $w_s = 500$ mm

Thickness: $t_s = 10$ mm

Horizontal stiffener thickness: $t_{hr} =$

Horizontal cut: $d_1 = 20$ mm

Vertical cut: $d_2 = 20$ mm

Apply OK Cancel

تصميم (Anchorage bolts):

Define a Fixed Column Base connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

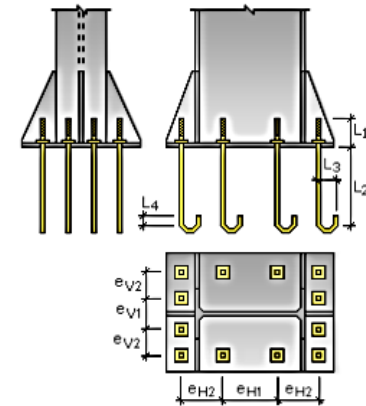
File Help

Column
Plate
Stiffeners
Anchorage
Wedge
Welds
Foundation
Code parameters

Arrangement
Number of rows: $n_v = 3$
Number of columns: $n_H = 3$
Vertical spacing: $e_{v1}; e_{v2}; \dots = 190 \text{ mm}$ ☒ Equal spacing
Horizontal spacing: $e_{H1}; e_{H2}; \dots = 190 \text{ mm}$ ☒ Equal spacing
Offset: $m =$

Shear plane
☒ Unthreaded portion
☐ Threaded portion

Anchors
Type: 
Durchmess: 1" $d_0 =$
Class: A307
Dimension: $L_1 = 57 \text{ mm}$ $L_3 = 120$
Dimension: $L_2 = 840 \text{ mm}$ $L_4 = 95 \text{ mm}$
Length: $l_{ap} =$
Width: $b_{ap} =$
Thickness: $t_{ap} =$
Material: STEEL A53 Gr.B
Anchor plate
Washer:
 $l_{wd} = 50 \text{ mm}$
 $b_{wd} = 57 \text{ mm}$
 $t_{wd} = 10 \text{ mm}$
STEEL



Apply OK Cancel

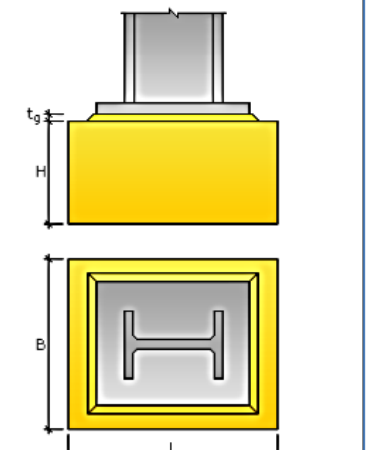
تصميم ارتباط الاساس مع العمود وامتداد (anchorage bolts) ، ارتفاع الرقبة الخرسانية هي 500 ملم + ارتفاع الاساس الخرساني 500 ملم .

Define a Fixed Column Base connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Column
Plate
Stiffeners
Anchorage
Wedge
Welds
Foundation
Code parameters

Foundation
Length: $L = 500 \text{ mm}$
Width: $B = 500 \text{ mm}$
Height: $H = 1000 \text{ mm}$
Concrete: CONCR_3.5
Grout layer
Thickness: $t_g = 0$



Apply OK Cancel

ونتوجه لتدقيق صلاحية الوصلة عن طريق الابعاز (calculations).
الوصلة امينة ومقبولة انشائيا وندرج النوتة الحسابية كاملة لاطلاع القارئ الكريم.

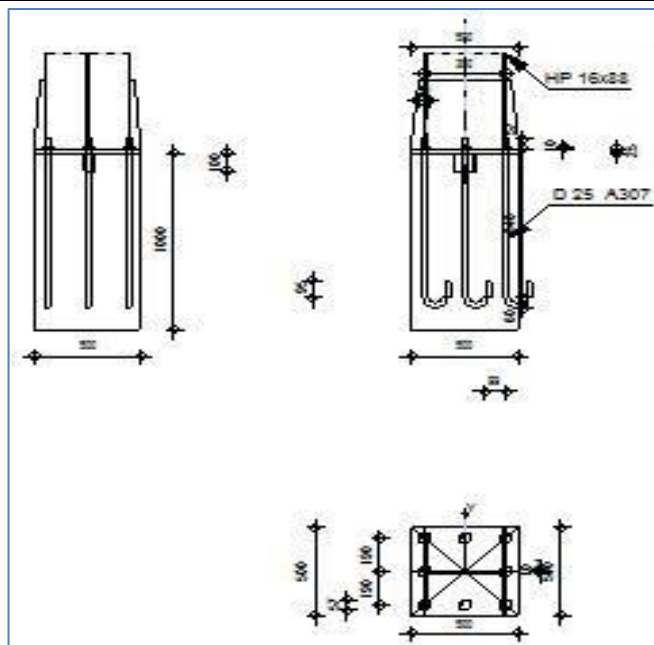


Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Fixed column base design

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide:
Design of fastenings in concrete

OK

Ratio
0.41


General

Connection no.:	5
Connection name:	Fixed column base
Structure node:	13
Structure bars:	7

Geometry

Column

Section: **HP 16x88**

Bar no.: 7

 $L_c = 6.00$ [m] Column length

 $\alpha = 0.0$ [Deg] Inclination angle

 $h_c = 389$ [mm] Height of column section

 $b_{fc} = 399$ [mm] Width of column section

 $t_{wc} = 14$ [mm] Thickness of the web of column section

 $t_{fc} = 14$ [mm] Thickness of the flange of column section

 $r_c = 30$ [mm] Radius of column section fillet

 $A_c = 16645$ [mm²] Cross-sectional area of a column

 $I_{yc} = 462016882$ [mm⁴] Moment of inertia of the column section

Material: STEEL A572-60

 $f_{yc} = 413.69$ [MPa] Resistance

 $f_{uc} = 517.11$ [MPa] Yield strength of a material

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

Column base

$l_{pd} =$	500	[mm]	Length
$b_{pd} =$	500	[mm]	Width
$t_{pd} =$	25	[mm]	Thickness
Material: STEEL A53 Gr.B			
$f_{ypd} =$	241.32	[MPa]	Resistance
$f_{upd} =$	413.69	[MPa]	Yield strength of a material

Anchorage

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Class =	A307		Anchor class
$f_{yb} =$	248.08	[MPa]	Yield strength of the anchor material
$f_{ub} =$	413.40	[MPa]	Tensile strength of the anchor material
$d =$	25	[mm]	Bolt diameter
$A_s =$	506	[mm ²]	Effective section area of a bolt
$A_v =$	507	[mm ²]	Area of bolt section
$n_H =$	3		Number of bolt columns
$n_V =$	3		Number of bolt rows

Horizontal spacing $e_{Hi} = 190$ [mm]

Vertical spacing $e_{Vi} = 190$ [mm]

Anchor dimensions

$L_1 =$	57	[mm]
$L_2 =$	840	[mm]
$L_3 =$	120	[mm]
$L_4 =$	95	[mm]

Washer

$l_{wd} =$	50	[mm]	Length
$b_{wd} =$	57	[mm]	Width
$t_{wd} =$	10	[mm]	Thickness

Wedge

Section:	IPE 100	
$l_w =$	100	[mm] Length
Material: STEEL A53 Gr.B		
$f_{yw} =$	241.32	[MPa] Resistance

Stiffener

$l_s =$	500	[mm]	Length
$w_s =$	500	[mm]	Width
$h_s =$	389	[mm]	Height
$t_s =$	10	[mm]	Thickness
$d_1 =$	20	[mm]	Cut
$d_2 =$	20	[mm]	Cut

Material factors

$\gamma_{M0} =$	1.00	Partial safety factor
$\gamma_{M2} =$	1.25	Partial safety factor
$\gamma_c =$	1.50	Partial safety factor

Spread footing

$L =$	500	[mm]	Spread footing length
$B =$	500	[mm]	Spread footing width
$H =$	1000	[mm]	Spread footing height

Concrete

Class	CONCR 3.5		
$f_{ck} =$	24.13	[MPa]	Characteristic resistance for compression

Grout layer

$t_g =$	0	[mm]	Thickness of leveling layer (grout)
---------	---	------	-------------------------------------

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

$f_{ck,g} =$	12.00	[MPa]	Characteristic resistance for compression
$C_{f,d} =$	0.30		Coeff. of friction between the base plate and concrete

Welds

$a_p =$	5	[mm]	Footing plate of the column base
$a_w =$	4	[mm]	Wedge
$a_s =$	4	[mm]	Stiffeners

Loads

Case: 6: ULS /2/ 1*1.20 + 2*1.20 + 3*1.60 + 5*1.60

$N_{j,Ed} =$	-291.41	[kN]	Axial force
$V_{j,Ed,y} =$	18.01	[kN]	Shear force
$V_{j,Ed,z} =$	-1.25	[kN]	Shear force
$M_{j,Ed,y} =$	0.57	[kN*m]	Bending moment
$M_{j,Ed,z} =$	-2.51	[kN*m]	Bending moment

Results

Compression zone

COMPRESSION OF CONCRETE			
$f_{cd} =$	16.09	[MPa]	Design compressive resistance EN 1992-1:[3.1.6.(1)]
$f_j =$	10.73	[MPa]	Design bearing resistance under the base plate [6.2.5.(7)]
$c = t_p \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{mo}))}$			
$c =$	68	[mm]	Additional width of the bearing pressure zone [6.2.5.(4)]
$b_{eff} =$	138	[mm]	Effective width of the bearing pressure zone under the flange [6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	500	[mm]	Effective length of the bearing pressure zone under the flange [6.2.5.(3)]
$A_{c0} =$	68936	[mm ²]	Area of the joint between the base plate and the foundation EN 1992-1:[6.7.(3)]
$A_{c1} =$	68936	[mm ²]	Maximum design area of load distribution EN 1992-1:[6.7.(3)]
$F_{rd,u} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3*A_{c0}*f_{cd}$			
$F_{rd,u} =$	1109.02	[kN]	Bearing resistance of concrete EN 1992-1:[6.7.(3)]
$\beta_j =$	0.67		Reduction factor for compression [6.2.5.(7)]
$f_{jd} = \beta_j*F_{rd,u}/(b_{eff}*l_{eff})$			
$f_{jd} =$	10.73	[MPa]	Design bearing resistance [6.2.5.(7)]
$A_{c,n} =$	171279	[mm ²]	Bearing area for compression [6.2.8.2.(1)]
$A_{c,y} =$	68748	[mm ²]	Bearing area for bending My [6.2.8.3.(1)]
$A_{c,z} =$	68748	[mm ²]	Bearing area for bending Mz [6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,i} = A_{c,i}*f_{jd}$			
$F_{c,Rd,n} =$	1837.00	[kN]	Bearing resistance of concrete for compression [6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y} =$	737.33	[kN]	Bearing resistance of concrete for bending My [6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,z} =$	737.33	[kN]	Bearing resistance of concrete for bending Mz [6.2.8.3.(1)]
COLUMN FLANGE AND WEB IN COMPRESSION			
$CL =$	3.00		Section class EN 1993-1-1:[5.5.2]
$W_{el,y} =$	2377731	[mm ³]	Elastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,y} =$	983.63	[kN*m]	Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{f,y} =$	375	[mm]	Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$			
$F_{c,fc,Rd,y} =$	2623.69	[kN]	Resistance of the compressed flange and web [6.2.6.7.(1)]
$W_{el,z} =$	991655	[mm ³]	Elastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,z} =$	410.23	[kN*m]	Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{f,z} =$	249	[mm]	Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$			
$F_{c,fc,Rd,z} =$	1644.52	[kN]	Resistance of the compressed flange and web [6.2.6.7.(1)]
RESISTANCES OF SPREAD FOOTING IN THE COMPRESSION ZONE			
$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$			
$N_{j,Rd} =$	1837.00	[kN]	Resistance of a spread footing for axial compression [6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$			

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

$F_{C,Rd,y} = 737.33$ [kN]	Resistance of spread footing in the compression zone	[6.2.8.3]
$F_{C,Rd,z} = \min(F_{C,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$		
$F_{C,Rd,z} = 737.33$ [kN]	Resistance of spread footing in the compression zone	[6.2.8.3]

Connection capacity check

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1.0$ (6.24)	$0.16 < 1.00$	verified	(0.16)
$e_y = 2$ [mm]	Axial force eccentricity		[6.2.8.3]
$z_{c,y} = 181$ [mm]	Lever arm $F_{C,Rd,y}$		[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,y} = 190$ [mm]	Lever arm $F_{T,Rd,y}$		[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,y} = 2.84$ [kN*m]	Connection resistance for bending		[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1.0$ (6.23)	$0.20 < 1.00$	verified	(0.20)
$e_z = 9$ [mm]	Axial force eccentricity		[6.2.8.3]
$z_{c,z} = 125$ [mm]	Lever arm $F_{C,Rd,z}$		[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,z} = 190$ [mm]	Lever arm $F_{T,Rd,z}$		[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,z} = 11.88$ [kN*m]	Connection resistance for bending		[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1.0$ (6.23)	$0.21 < 1.00$	verified	(0.21)
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1.0$	$0.41 < 1.00$	verified	(0.41)

Shear

BEARING PRESSURE OF AN ANCHOR BOLT ONTO THE BASE PLATE

Shear force $V_{j,Ed,y}$			
$\alpha_{d,y} = 0.7$	Coeff. taking account of the bolt position - in the direction of shear		[Table 3.4]
$\alpha_{b,y} = 0.7$	Coeff. for resistance calculation $F_{1,vb,Rd}$		[Table 3.4]
$k_{1,y} = 2.5$	Coeff. taking account of the bolt position - perpendicularly to the direction of shear		[Table 3.4]
$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot \alpha_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,y} = 383.49$ [kN]	Resistance of an anchor bolt for bearing pressure onto the base plate		[6.2.2.(7)]

Shear force $V_{j,Ed,z}$

$\alpha_{d,z} = 0.7$	Coeff. taking account of the bolt position - in the direction of shear		[Table 3.4]
$\alpha_{b,z} = 0.7$	Coeff. for resistance calculation $F_{1,vb,Rd}$		[Table 3.4]
$k_{1,z} = 2.5$	Coeff. taking account of the bolt position - perpendicularly to the direction of shear		[Table 3.4]
$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \alpha_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,z} = 383.4$ [kN]	Resistance of an anchor bolt for bearing pressure onto the base plate		[6.2.2.(7)]

SHEAR OF AN ANCHOR BOLT

$\alpha_b = 0.37$	Coeff. for resistance calculation $F_{2,vb,Rd}$		[6.2.2.(7)]
$A_{vb} = 507$ [mm ²]	Area of bolt section		[6.2.2.(7)]
$f_{ub} = 413.40$ [MPa]	Tensile strength of the anchor material		[6.2.2.(7)]
$\gamma_{M2} = 1.25$	Partial safety factor		[6.2.2.(7)]

$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \gamma_{M2}$			
$F_{2,vb,Rd} = 61.26$ [kN]	Shear resistance of a bolt - without lever arm		[6.2.2.(7)]

CONCRETE PRY-OUT FAILURE

$N_{Rk,c} = 9.32$ [kN]	Design uplift capacity		CEB [9.2.4]
$k_3 = 2.00$	Factor related to the anchor length		CEB [9.3.3]
$\gamma_{Mc} = 2.16$	Partial safety factor		CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$			
$F_{v,Rd,cp} = 8.63$ [kN]	Concrete resistance for pry-out failure		CEB [9.3.1]

CONCRETE EDGE FAILURE

Shear force $V_{j,Ed,y}$

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

$V_{Rk,c,y}^0 =$	46.15	[kN]	Characteristic resistance of an anchor	CEB [9.3.4.(a)]
$\Psi_{A,V,y} =$	0.67		Factor related to anchor spacing and edge distance	CEB [9.3.4]
$\Psi_{h,V,y} =$	1.00		Factor related to the foundation thickness	CEB [9.3.4.(c)]
$\Psi_{s,V,y} =$	0.90		Factor related to the influence of edges parallel to the shear load direction	CEB [9.3.4.(d)]
$\Psi_{ec,V,y} =$	1.00		Factor taking account a group effect when different shear loads are acting on the individual anchors in a group	CEB [9.3.4.(e)]
$\Psi_{\alpha,V,y} =$	1.00		Factor related to the angle at which the shear load is applied	CEB [9.3.4.(f)]
$\Psi_{ucr,V,y} =$	1.00		Factor related to the type of edge reinforcement used	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} =$	2.16		Partial safety factor	CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}^0 \cdot \Psi_{A,V,y} \cdot \Psi_{h,V,y} \cdot \Psi_{s,V,y} \cdot \Psi_{ec,V,y} \cdot \Psi_{\alpha,V,y} \cdot \Psi_{ucr,V,y} / \gamma_{Mc}$$

$F_{v,Rd,c,y} =$	12.82	[kN]	Concrete resistance for edge failure	CEB [9.3.1]
------------------	-------	------	--------------------------------------	-------------

Shear force $V_{j,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z}^0 =$	46.15	[kN]	Characteristic resistance of an anchor	CEB [9.3.4.(a)]
$\Psi_{A,V,z} =$	0.67		Factor related to anchor spacing and edge distance	CEB [9.3.4]
$\Psi_{h,V,z} =$	1.00		Factor related to the foundation thickness	CEB [9.3.4.(c)]
$\Psi_{s,V,z} =$	0.90		Factor related to the influence of edges parallel to the shear load direction	CEB [9.3.4.(d)]
$\Psi_{ec,V,z} =$	1.00		Factor taking account a group effect when different shear loads are acting on the individual anchors in a group	CEB [9.3.4.(e)]
$\Psi_{\alpha,V,z} =$	1.00		Factor related to the angle at which the shear load is applied	CEB [9.3.4.(f)]
$\Psi_{ucr,V,z} =$	1.00		Factor related to the type of edge reinforcement used	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} =$	2.1		Partial safety factor	CEB

$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z} \cdot \psi_{A,V,z} \cdot \psi_{h,V,z} \cdot \psi_{s,V,z} \cdot \psi_{ec,V,z} \cdot \psi_{\alpha,V,z} \cdot \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$	
$F_{v,Rd,c,z} = 12.82$ [kN]	Concrete resistance for edge failure CEB [9.3.1]

SPLITTING RESISTANCE

$C_{f,d} = 0.30$	Coeff. of friction between the base plate and concrete	[6.2.2.(6)]
$N_{c,Ed} = 291.41$ [kN]	Compressive force	[6.2.2.(6)]
$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed}$		
$F_{f,Rd} = 87.42$ [kN]	Slip resistance	[6.2.2.(6)]

BEARING PRESSURE OF THE WEDGE ONTO CONCRETE

$F_{v,Rd,wg,y} = 1.4 \cdot l_w \cdot b_{wy} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	
$F_{v,Rd,wg,y} = 225.23$ [kN]	Resistance for bearing pressure of the wedge onto concrete
$F_{v,Rd,wg,z} = 1.4 \cdot l_w \cdot b_{wz} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	
$F_{v,Rd,wg,z} = 123.88$ [kN]	Resistance for bearing pressure of the wedge onto concrete

SHEAR CHECK

$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd,y}, F_{v,Rd,cp,y}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$	
$V_{j,Rd,y} = 381.69$ [kN]	Connection resistance for shear CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1.0$	$0.05 < 1.00$ verified (0.05)
$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd,z}, F_{v,Rd,cp,z}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$	
$V_{j,Rd,z} = 280.34$ [kN]	Connection resistance for shear CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1.0$	$0.00 < 1.00$ verified (0.00)
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1.0$	$0.05 < 1.00$ verified (0.05)

Stiffener check

Stiffener parallel to the web (along the extension of the column web)

$M_1 = 0.62$ [kN*m]	Bending moment acting on a stiffener	
$Q_1 = 22.15$ [kN]	Shear force acting on a stiffener	
$z_s = 98$ [mm]	Location of the neutral axis (from the plate base)	
$I_s = 1470978$ [mm ⁴]	Moment of inertia of a stiffener	
$\sigma_d = 0.30$ [MPa]	Normal stress on the contact surface between stiffener and plate	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_g = 1.33$ [MPa]	Normal stress in upper fibers	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\tau = 5.70$ [MPa]	Tangent stress in a stiffener	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_z = 9.88$ [MPa]	Equivalent stress on the contact surface between stiffener and plate	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp} / \gamma_{M0}) \leq 1.0$ (6.1)	$0.04 < 1.00$ verified	(0.04)

Stiffener perpendicular to the web (along the extension of the column flanges)

$M_1 = 0.51$ [kN*m]	Bending moment acting on a stiffener	
$Q_1 = 20.13$ [kN]	Shear force acting on a stiffener	
$z_s = 92$ [mm]	Location of the neutral axis (from the plate base)	
$I_s = 1517231$ [mm ⁴]	Moment of inertia of a stiffener	
$\sigma_d = 0.22$ [MPa]	Normal stress on the contact surface between stiffener and plate	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_g = 1.08$ [MPa]	Normal stress in upper fibers	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\tau = 5.18$ [MPa]	Tangent stress in a stiffener	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_z = 8.97$ [MPa]	Equivalent stress on the contact surface between stiffener and plate	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

$$\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp}/\gamma_{M0}) \leq 1.0 \quad (6.1) \quad 0.04 < 1.00 \quad \text{verified} \quad (0.04)$$

Welds between the column and the base plate

$\sigma_{\perp} =$	14.66	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	14.66	[MPa]	Perpendicular tangent stress	[4.5.3.(7)]
$\tau_{yII} =$	1.90	[MPa]	Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$\tau_{zII} =$	-0.28	[MPa]	Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$\beta_w =$	0.85		Resistance-dependent coefficient	[4.5.3.(7)]
$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0 \quad (4.1)$			0.05 < 1.00	verified (0.05)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2))} / (f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0 \quad (4.1)$			0.08 < 1.00	verified (0.08)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{yII}^2))} / (f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0 \quad (4.1)$			0.06 < 1.00	verified (0.06)

Vertical welds of stiffeners

Stiffener parallel to the web (along the extension of the column web)				
$\sigma_{\perp} =$	2.17	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	2.17	[MPa]	Perpendicular tangent stress	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	7.12	[MPa]	Parallel tangent stress	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	13.08	[MPa]	Total equivalent stress	[4.5.3.(7)]
$\beta_w =$	0.85		Resistance-dependent coefficient	[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0 \quad (4.1)$			0.03 < 1.00	verified (0.03)
Stiffener perpendicular to the web (along the extension of the column flanges)				
$\sigma_{\perp} =$	1.79	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	1.79	[MPa]	Perpendicular tangent stress	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	6.47	[MPa]	Parallel tangent stress	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	11.77	[MPa]	Total equivalent stress	[4.5.3.(7)]
$\beta_w =$	0.85		Resistance-dependent coefficient	[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0 \quad (4.1)$			0.03 < 1.00	verified (0.03)

Transversal welds of stiffeners

Stiffener parallel to the web (along the extension of the column web)

$\sigma_{\perp} =$	35.15	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	35.15	[MPa]	Perpendicular tangent stress	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	10.81	[MPa]	Parallel tangent stress	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	72.75	[MPa]	Total equivalent stress	[4.5.3.(7)]
$\beta_w =$	0.85		Resistance-dependent coefficient	[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0 \quad (4.1)$			0.19 < 1.00	verified (0.19)

Stiffener perpendicular to the web (along the extension of the column flanges)

$\sigma_{\perp} =$	35.15	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	35.15	[MPa]	Perpendicular tangent stress	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	7.94	[MPa]	Parallel tangent stress	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	71.63	[MPa]	Total equivalent stress	[4.5.3.(7)]
$\beta_w =$	0.85		Resistance-dependent coefficient	[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0 \quad (4.1)$			0.18 < 1.00	verified (0.18)

Connection stiffness

Bending moment $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} =$	138	[mm]	Effective width of the bearing pressure zone under the flange	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	500	[mm]	Effective length of the bearing pressure zone under the flange	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c \cdot \sqrt{(b_{eff} \cdot l_{eff})} / (1.275 \cdot E)$				
$k_{13,y} =$	24	[mm]	Stiffness coeff. of compressed concrete	[Table 6.11]
$l_{eff} =$	80	[mm]	Effective length for a single bolt for mode 1	[6.2.6.5]
$m =$	13	[mm]	Distance of a bolt from the stiffening edge	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.850 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3 / (m^3)$				

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

$k_{15,y} = 259$ [mm]	Stiffness coeff. of the base plate subjected to tension	[Table 6.11]
$L_b = 251$ [mm]	Effective anchorage depth	[Table 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$		
$k_{16,y} = 3$ [mm]	Stiffness coeff. of an anchor subjected to tension	[Table 6.11]
$\lambda_{0,y} = 0.52$	Column slenderness	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} = 314562.04$ [kN*m]	Initial rotational stiffness	[Table 6.12]
$S_{j,rig,y} = 461896.81$ [kN*m]	Stiffness of a rigid connection	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$ SEMI-RIGID		[5.2.2.5.(2)]

Bending moment $M_{j,Ed,z}$

$k_{13,z} = E_c \cdot \sqrt{(A_{c,z}) / (1.275 \cdot E)}$		
$k_{13,z} = 24$ [mm]	Stiffness coeff. of compressed concrete	[Table 6.11]
$l_{eff} = 722$ [mm]	Effective length for a single bolt for mode 2	[6.2.6.5]
$m = 177$ [mm]	Distance of a bolt from the stiffening edge	[6.2.6.5]
$k_{15,z} = 0.850 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3 / (m^3)$		
$k_{15,z} = 2$ [mm]	Stiffness coeff. of the base plate subjected to tension	[Table 6.11]
$L_b = 251$ [mm]	Effective anchorage depth	[Table 6.11]
$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$		
$k_{16,z} = 3$ [mm]	Stiffness coeff. of an anchor subjected to tension	[Table 6.11]
$\lambda_{0,z} = 0.93$	Column slenderness	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,z} = 148757.24$ [kN*m]	Initial rotational stiffness	[6.3.1.(4)]
$S_{j,rig,z} = 145227.02$ [kN*m]	Stiffness of a rigid connection	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,z} \geq S_{j,rig,z}$ RIGID		[5.2.2.5.(2)]

Weakest component:

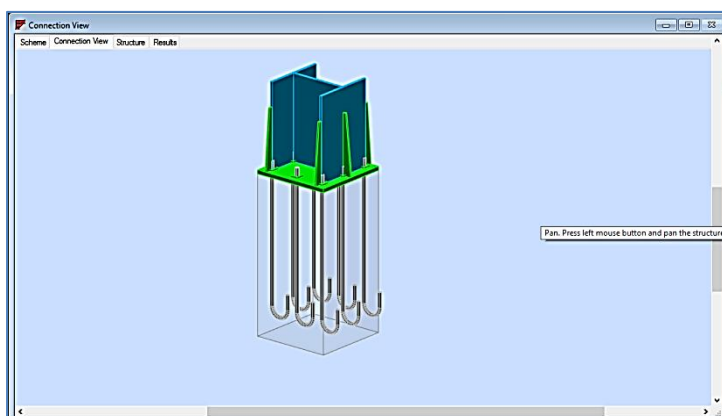
FOUNDATION - BEARING PRESSURE ONTO CONCRETE

Remarks

- Anchor curvature radius is too small. 60 [mm] < 76 [mm]
- Segment L4 of the hook anchor is too short. 95 [mm] < 127 [mm]
- Insufficient distance between anchor bolt and column pier. -7 [mm] < 38 [mm]

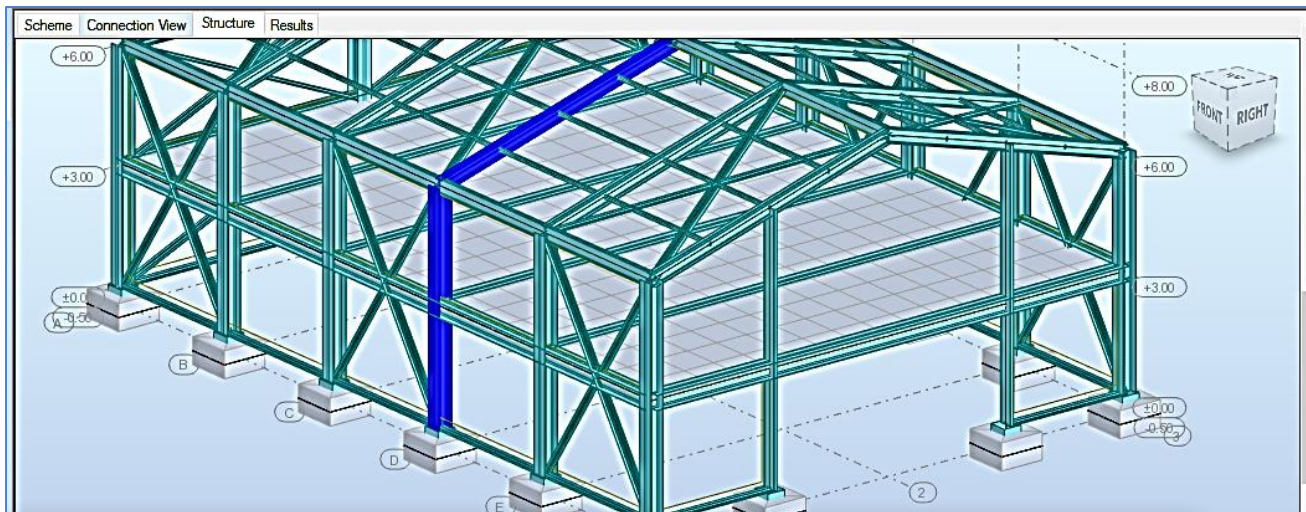
Connection conforms to the code

Ratio 0.41



ويكون بذلك شكل الوصلة ثلاثي الابعاد:

تصميم اتصال العمود مع الجسر الحديدي المائل.



نتبع نفس خطوات تصميم الوصلات الحديدية ونتوجه لخيار الربط باستخدام (bolts) وليس اللحيم فقط لتكون النتيجة:

Define a Beam-to-Column (Frame Knee) connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Geometry

Plate

Brackets

Bolts

Stiffeners

Welds

Code parameters

Front plate

Height: $h_p = 387 \text{ mm}$

Width: $b_p = 205 \text{ mm}$

Thickness: $t_p = 20 \text{ mm}$

Material: STEEL A53 Gr.B

$e_{pu} = 10 \text{ mm}$

$e_{pd} = 10 \text{ mm}$

☒ Upper bracket of column flange

Height: $h_{bu} = 140 \text{ mm}$

Width: $b_{bu} = 205 \text{ mm}$

Thickness: $t_{bu} = 20 \text{ mm}$

Position: $e_{bu} = 40 \text{ mm}$

Material: STEEL A53 Gr.B

☒ Lower bracket of column flange

Height: $h_{bd} = 140 \text{ mm}$

Width: $b_{bd} = 205 \text{ mm}$

Thickness: $t_{bd} = 20 \text{ mm}$

Position: $e_{bd} = 30 \text{ mm}$

Material: STEEL A53 Gr.B

Apply OK Cancel

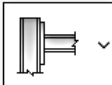
Front plate dimensions in [mm]	$H_p=387$	$B_p=205$	$T_p=20$	$E_{pu}=10$	$E_{pd}=10$	Steel A53 Gr.B
Upper bracket Column Flange dimensions in [mm]	$H_{bu}=140$	$B_{bu}=205$	$T_{bu}=20$	$E_{pu}=40$	-	Steel A53 Gr.B
Lower bracket Column Flange dimensions in [mm]	$H_{bd}=140$	$B_{bd}=205$	$T_{bd}=20$	$E_{bd}=30$	-	Steel A53 Gr.B

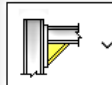
AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

Define a Beam-to-Column (Frame Knee) connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Geometry
Plate
Brackets
Bolts
Stiffeners
Welds
Code parameters

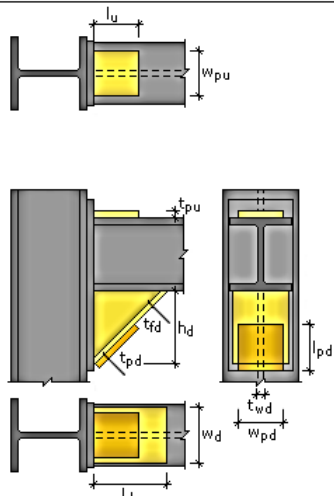
Upper vertical bracket
Bracket type: 

Lower vertical bracket
Bracket type: 

Height: $h_d = 140$ mm
Length: $l_d = 300$ mm
Width: $w_d = 205$ mm
Web: $t_{wd} = 8$ mm
Flange: $t_{fd} = 12$ mm
Angle: $\alpha_d = 37.6^\circ$
Material: STEEL A53 Gr.B

☒ Upper stiffening plate
Length: $l_{pu} = 150$ mm
Width: $w_{pu} = 164$ mm
Thickness: $t_{pu} = 10$ mm
Material: STEEL A53 Gr.B

☒ Lower stiffening plate
Length: $l_{pd} = 166$ mm
Width: $w_{pd} = 164$ mm
Thickness: $t_{pd} = 10$ mm
Material: STEEL A53 Gr.B



Apply OK Cancel

Define a Beam-to-Column (Frame Knee) connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

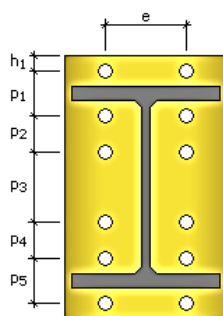
Geometry
Plate
Brackets
Bolts
Stiffeners
Welds
Code parameters

Bolts
Diameter: 1"
Class: A307

Shear plane
☒ Unthreaded portion ☐ Threaded portion

Arrangement
Number of columns: $n_h = 2$
Number of rows: $n_v = 4$

Horizontal spacing: $e = 70$ mm
Vertical spacing: $(p_1; p_2 \dots) = 75, 75, 75$ mm
☐ Equal spacing
Distance from edge: $h_1 = 163$ mm ☒ Symmetry



Apply OK Cancel

Bolts dimensions in [mm]	d=25.4	-	-	-	Steel A307
Horizontal spacing dimensions in [mm]	e=70	-	-	-	-
Vertical spacing dimensions in [mm]	P1=75	P2=75	P3=75	H1=163	-

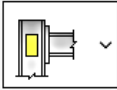
Define a Beam-to-Column (Frame Knee) connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

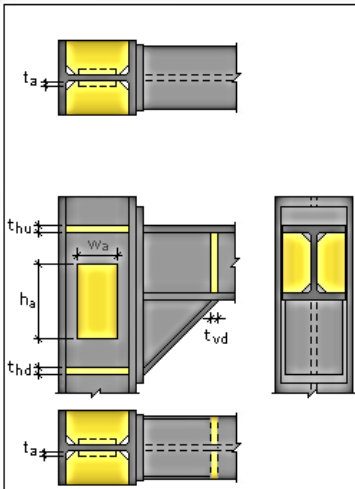
Geometry
Plate
Brackets
Bolts
Stiffeners
Welds
Code parameters

☒ Horizontal stiffeners of a column
Thickness : $t_{hu} = 10$ mm
Thickness : $t_{hd} = 10$ mm
Material : STEEL A53 Gr.B

☒ Vertical stiffeners of a beam
Thickness : $t_{vu} =$ mm
Thickness : $t_{vd} = 10$ mm
Material : STEEL A53 Gr.B

Additional stiffeners of the column web
Bracket type: 

☒ Two-side flange plate
Height: $h_a = 394$ mm
Width: $w_a = 289$ mm
Thickness : $t_a = 10$ mm
Material : STEEL A53 Gr.B



Apply OK Cancel

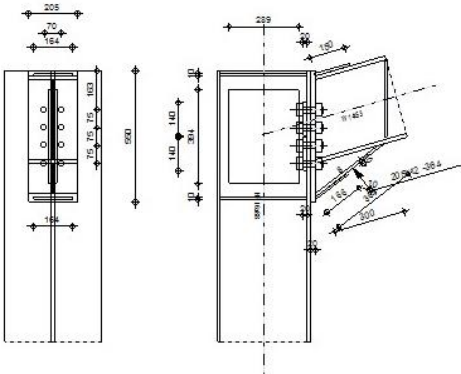
Horizontal stiffeners of column dimensions in [mm]	$T_{hu}=10$	$T_{hd}=10$	-	Steel A53 Gr.B
Vertical spacing dimensions in [mm]	-	$T_{vd}=10$	-	Steel A53 Gr.B
Flange Plate dimensions in [mm]	$h_a=394$	$w_a=289$	$t_a=10$	Steel A53 Gr.B

Scheme Connection View Structure Results

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Design of fixed beam-to-column connection
EN 1993-1-8:2005/AC:2009

OK
Ratio 0.07



GENERAL

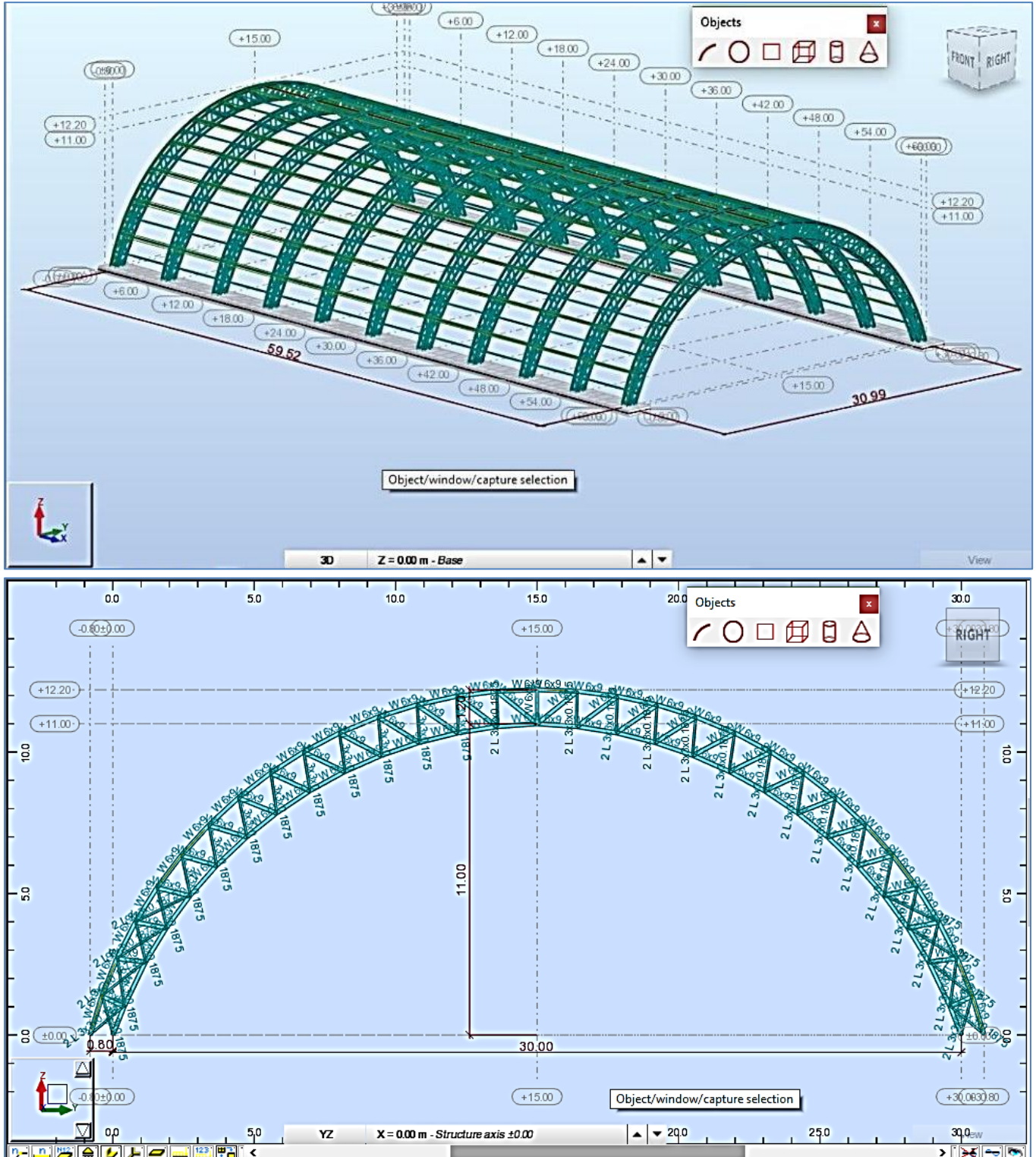
Connection no.: 7
Connection name: Frame knee

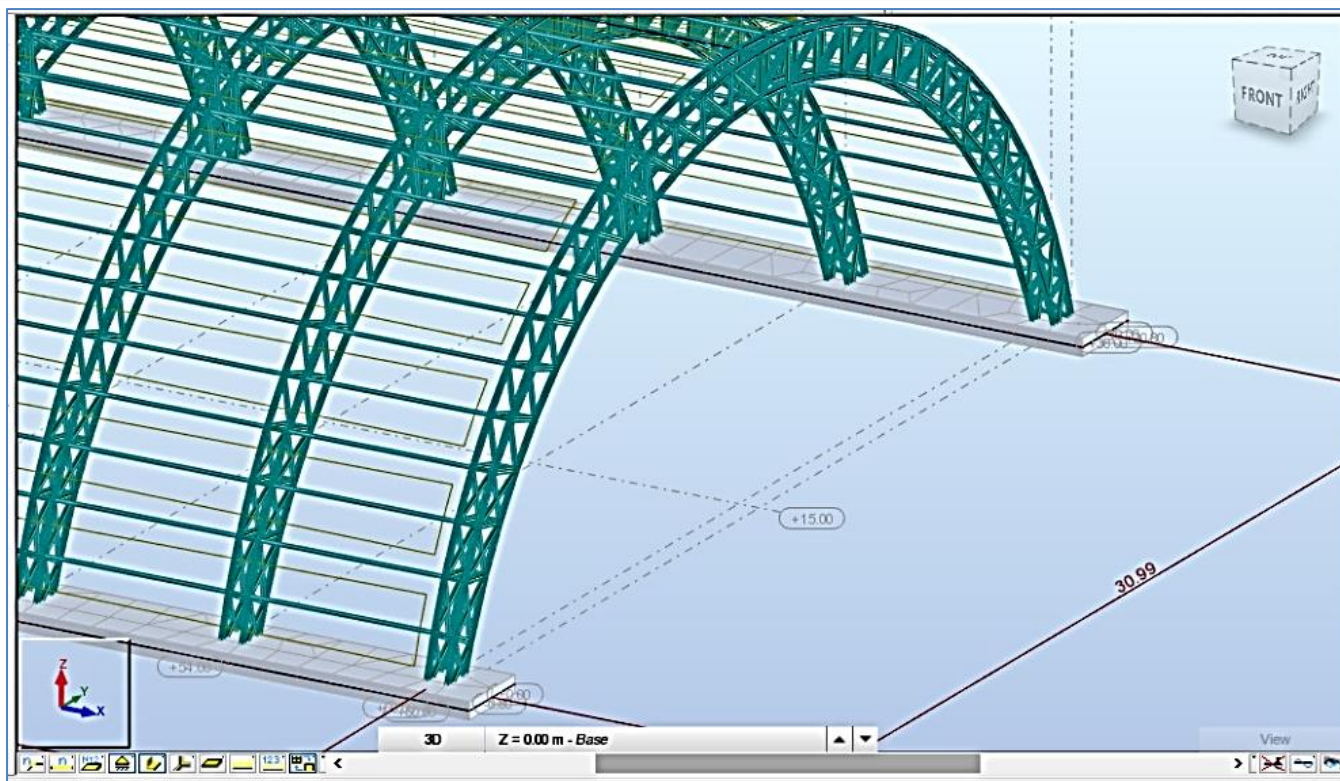
الوصلة مقبولة وامينة لدرجة عالية جدا.

3-3 مخازن عملاقة:

تصميم وتحليل مخازن كبيرة يديرها برنامج الاوتودسك روبوت بكفاءة عالية مع كافة الاحمال المحتملة وتقييم الاجهادات الازاحات الناتجة من الاحمال.

المثال التالي لمخزن كبير يصل عرضه الى 30 متر وطوله 59.5 متر وارتفاع اعلى قمه فيه 11 متر يستخدم في خزن المواد الغذائية في احد الموانئ وهو تصميم اقتصادي للغاية ومستوى متانته عالية.

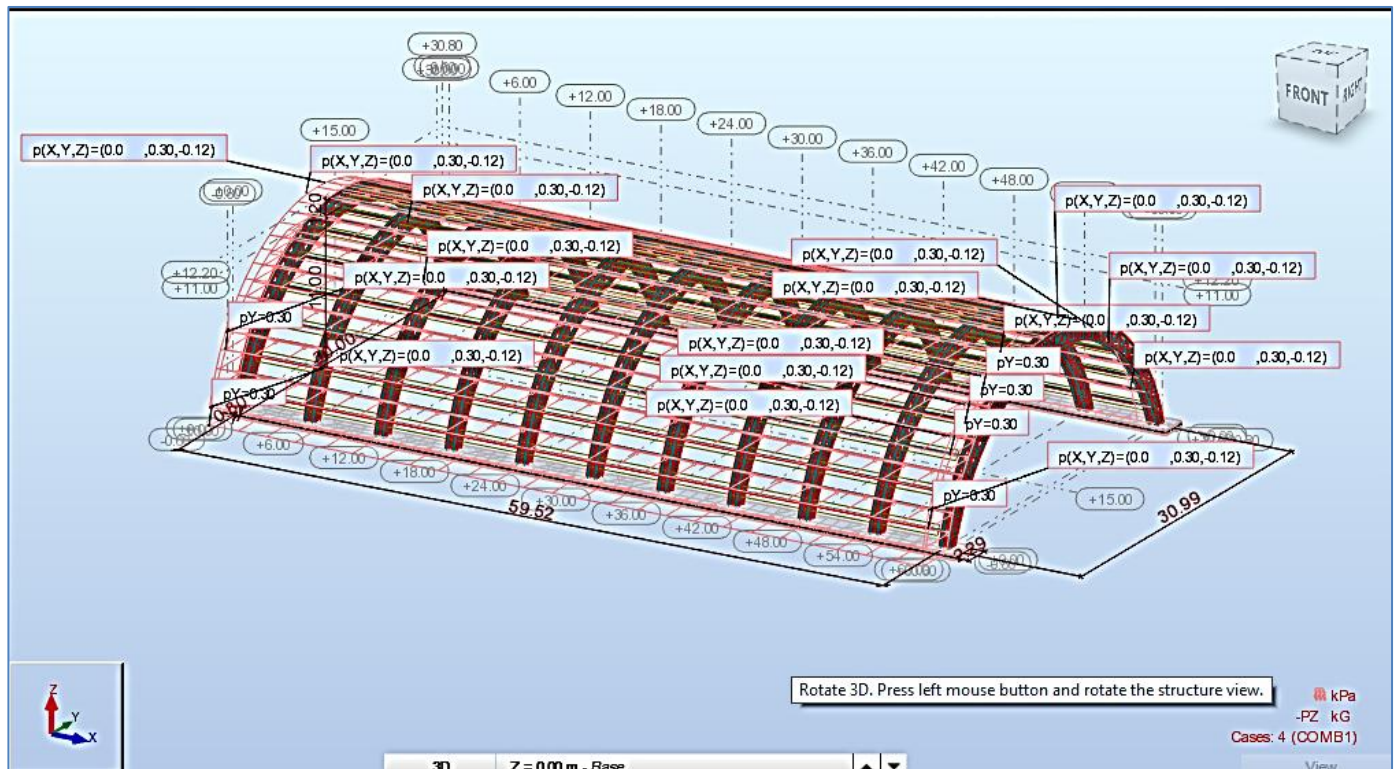




DL1 –Self weight	Computed by robot
DL2	30 Kg /m ²
Wind Loads	30 Kg /m ²

Curved tress –steel section	W6x9	American section
Purlins –steel section	L[4x4x0.375] inches	American section
Sandwich panel for roofing	10 cm [thickness]	-
Strip footing [RC]	2.3x62x0.5 meter	Cylinder f'c =24.1MPa
Soil Bearing Capacity	10 Tons/m ²	Sand-salty mix.
Maximum Aggregate size	20 mm	-
Reinforcement Bar diameter for footing	ϕ16 mm	ACI318-11

Loads combinations	Service load , Fac. =1.0 ±ULS [ultimate limit state] ±SLS [service limit state]
Code and design	ASCE7-10 , LRFD2000



المعطيات في اعلاه تم استخدامها حسب طرق الادخال المعتمدة في الأمثلة السابقة.

بعد التحليل نكون اعلى قيم للإجهادات هي:

	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)
MAX	177.96	41.08	43.04	160.56	16.54	2.19	43.80
Bar	3565	3023	3521	3634	3482	3784	3023
Node	171	1218	1233	1257	1255	1228	1217
Case	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)
MIN	-28.48	-121.01	-9.39	-1.15	-47.65	-135.61	-31.70
Bar	380	3488	3530	3664	3785	3488	2947
Node	168	1249	1273	1260	240	1249	1159
Case	4 (C)	4 (C)	4 (C)	2	4 (C)	4 (C)	4 (C)

الملاحظ ان اعلى قيمة اجهاد هي (177.96) ميكا باسكال وهي مقبولة .

الازاحات هي:

الازاحة (Displacement) في العقدة رقم (566) بالاتجاه (y) مقدارها 10 ملم وهي مقبولة .

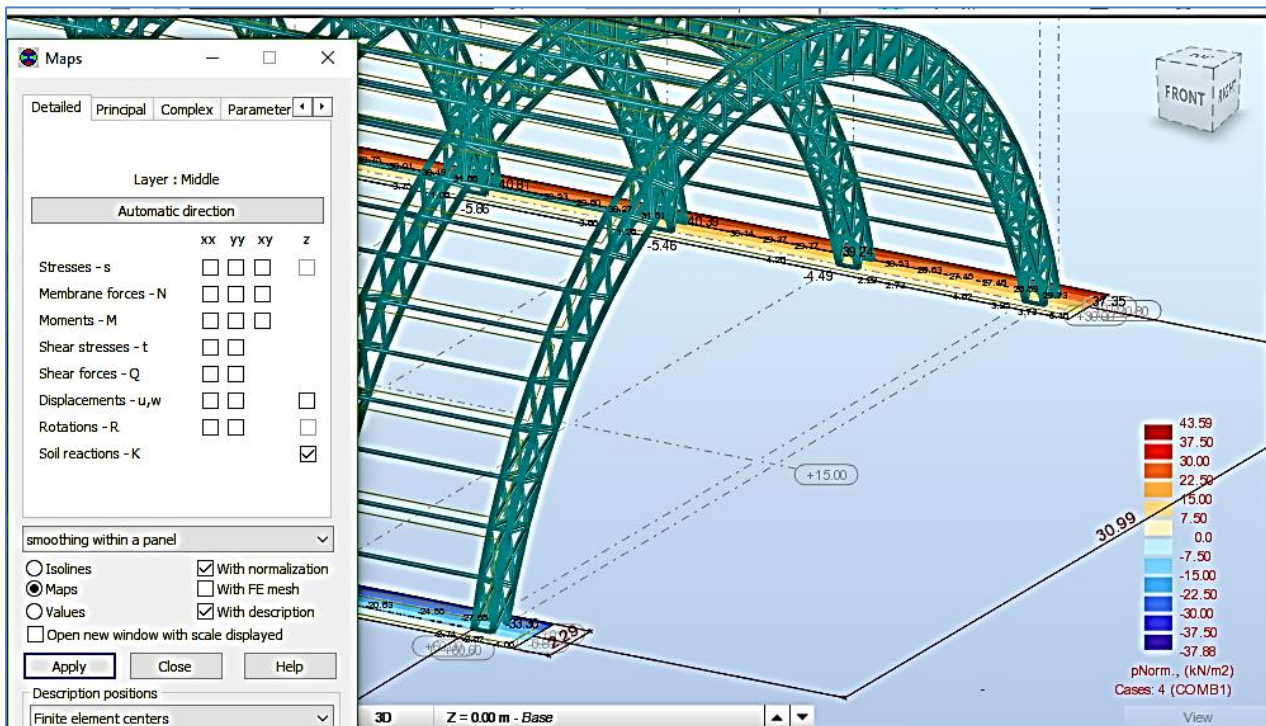
AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	4	10	5	0.001	0.003	0.004
Node	1239	566	941	842	55	51
Case	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)
MIN	-4	0	-7	-0.001	-0.003	-0.004
Node	39	1748	760	680	1255	1251
Case	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)

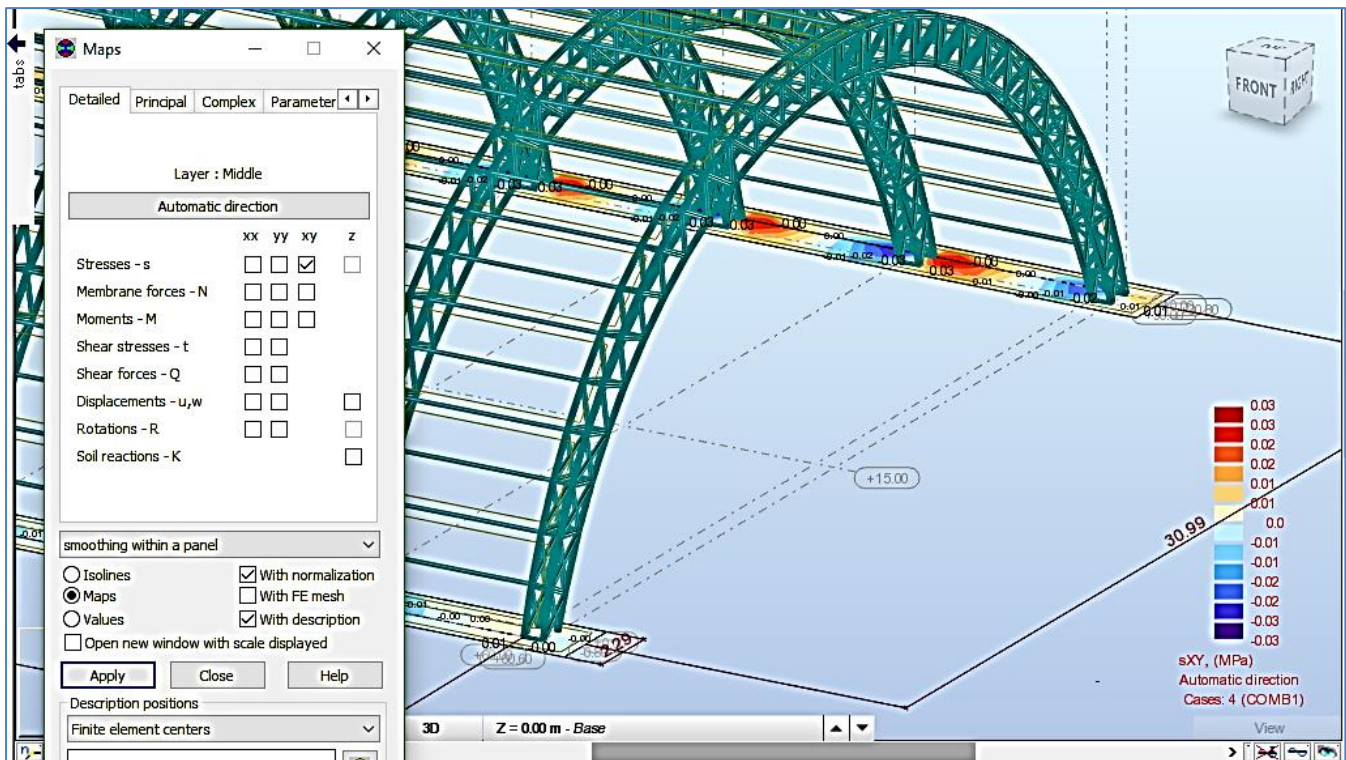
القوى المحورية تكون:

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
MAX	75.73	5.64	2.38	0.00	2.33	1.39
Bar	3023	317	2933	3234	2978	427
Node	1217	49	1143	1248	1174	169
Case	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)
MIN	-54.80	-5.64	-2.69	-0.00	-2.11	-3.96
Bar	2947	3488	2978	49	2933	3634
Node	1159	1249	1175	48	1143	1257
Case	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)	4 (C)

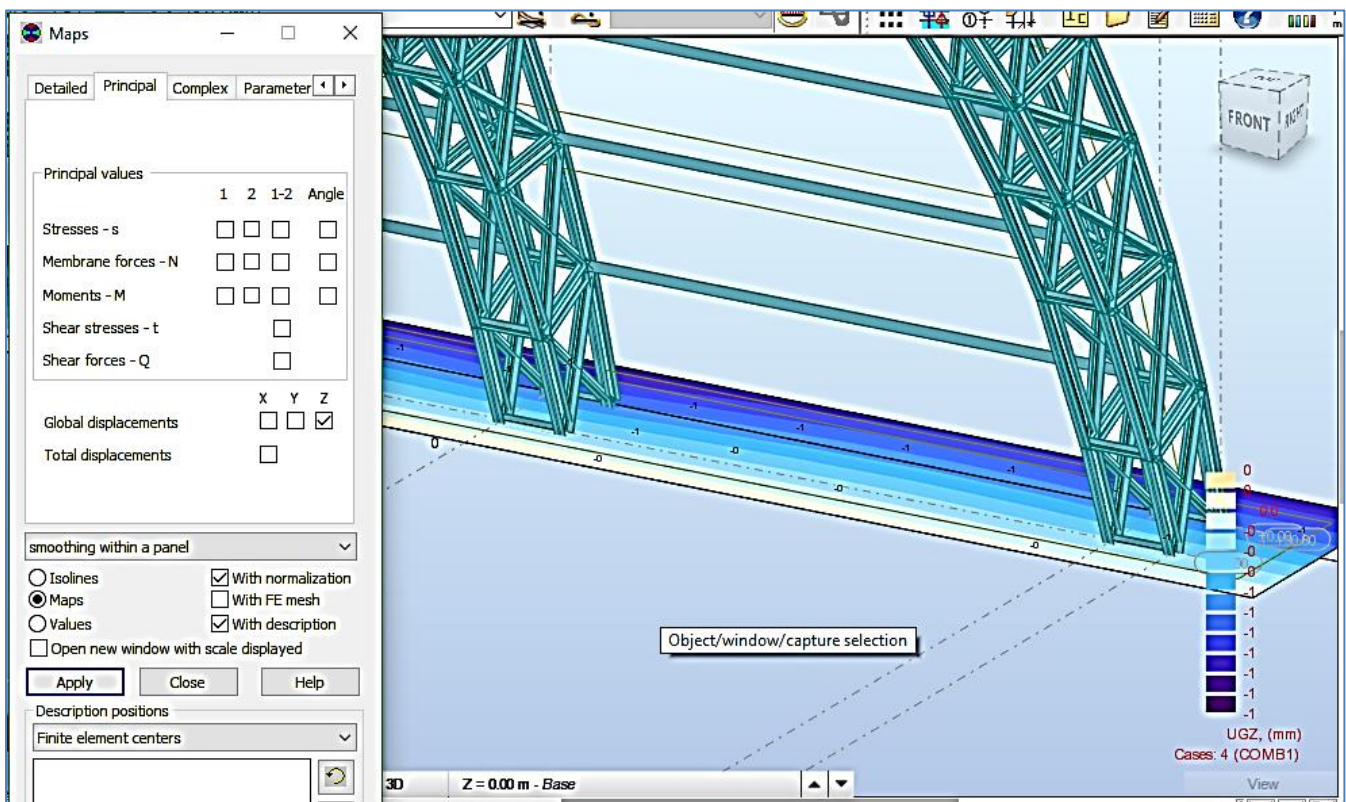
الضغط على التربة منقولة من الاساس الخرساني هي: (اعلى ضغط هو 43.59 ميكا باسكال اقل من 100 ميكا باسكال).



الاجهادات على الاسس (stresses in dir. xy):



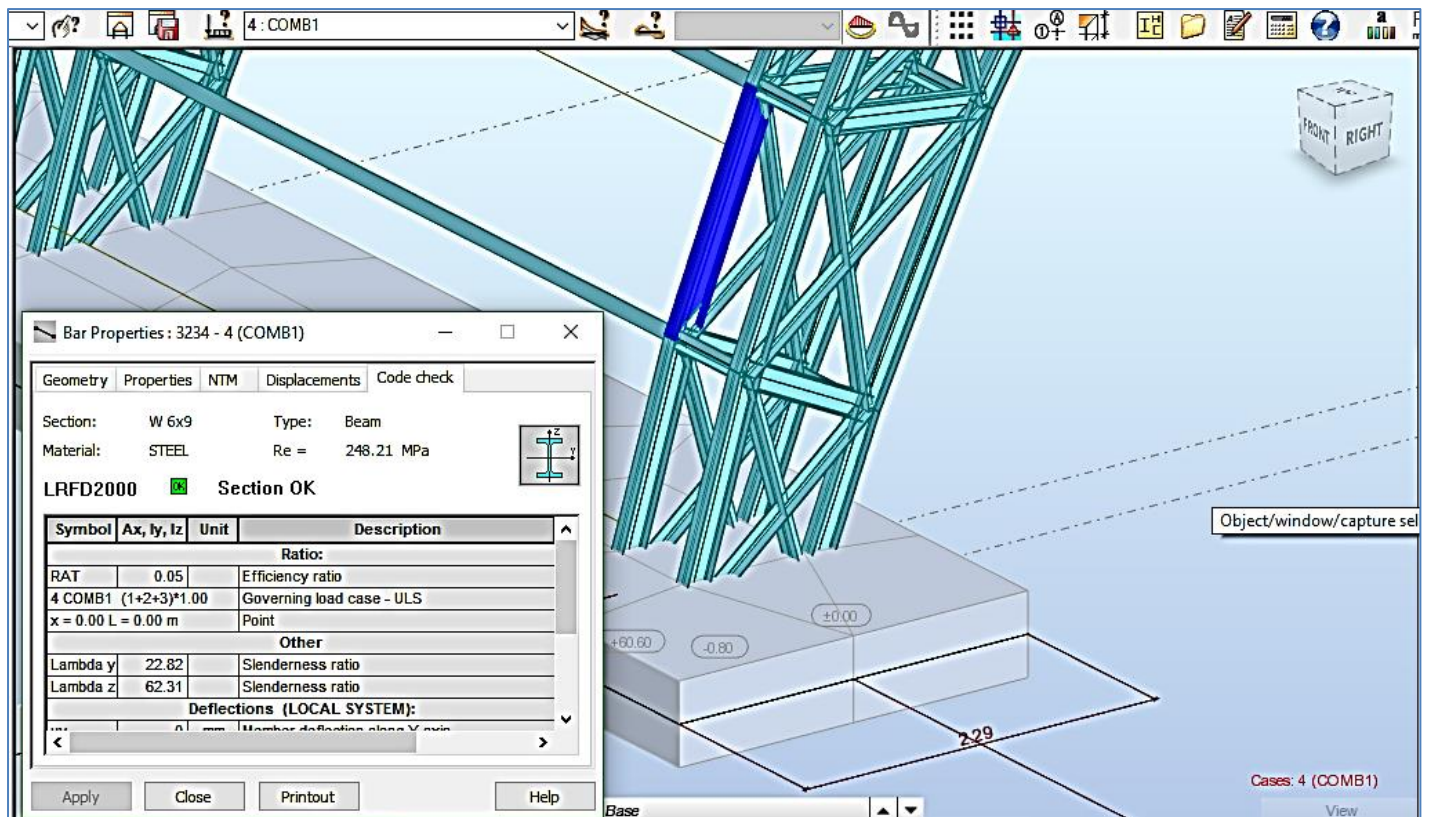
الهبوط في الاسس تحت تأثير الاحمال (Global Displacement in Z-dir.):



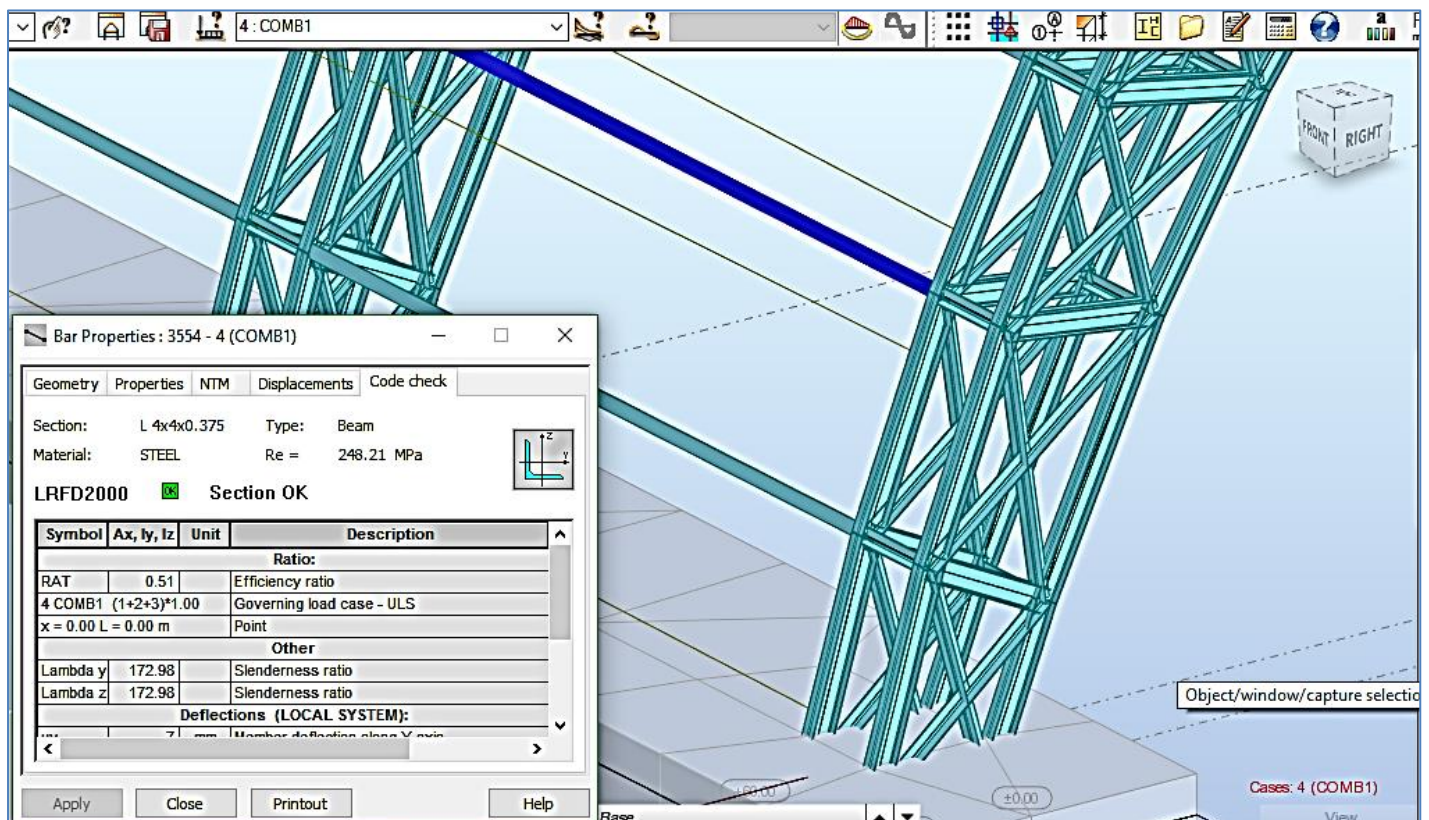
المنشأ مستقر للغاية والهبوط بسيط جدا يصل الى 1 ملم.

لاحظ شكل التشوه في المنشأ مكبر لملاحظته (deformations):



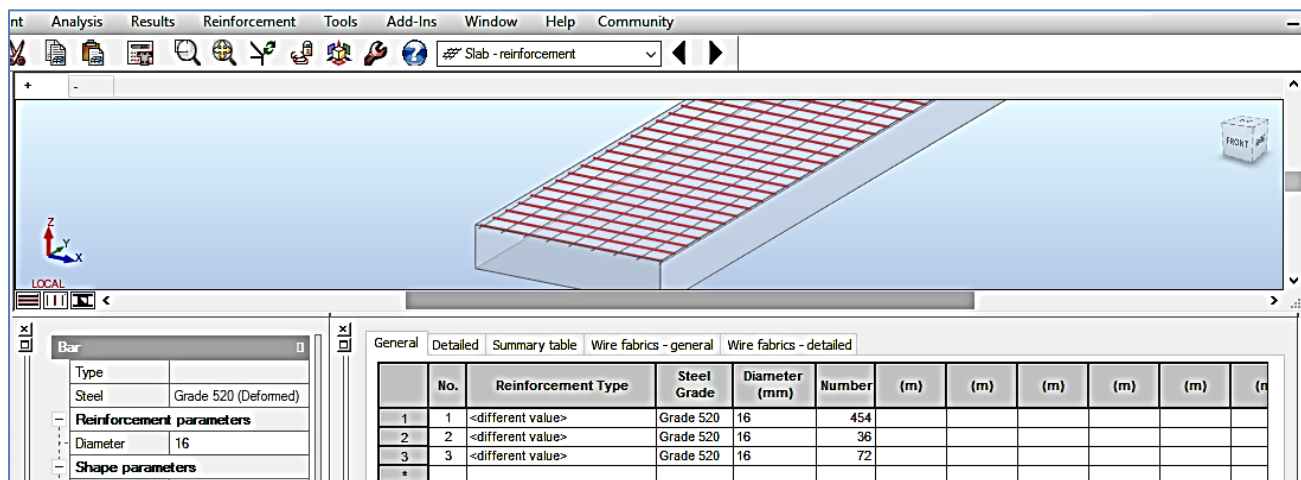
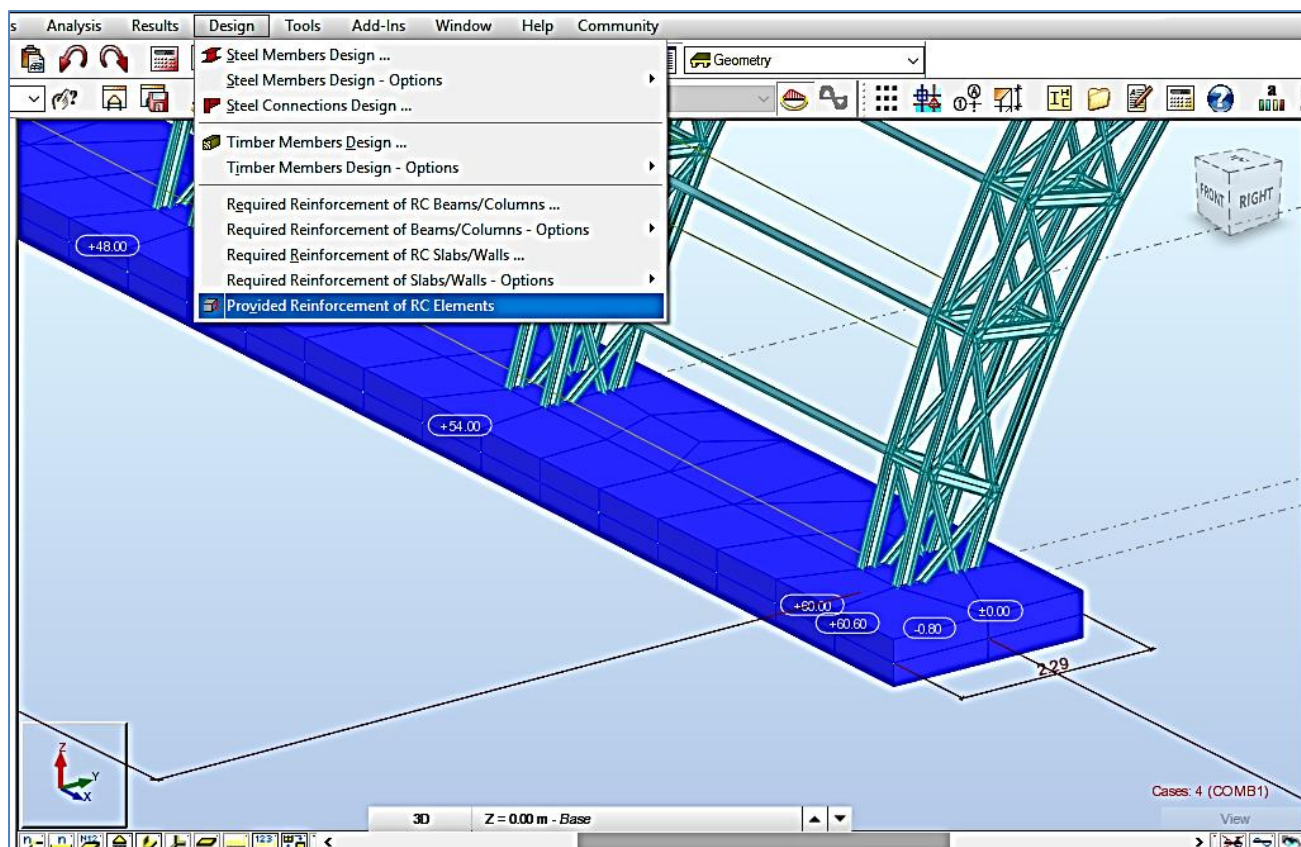


المقطع (W6x9) مقبول أنشائها.



المقطع (L4x4x0.375) مقبول أنشائها.

تصميم الاسس الخرسانية:

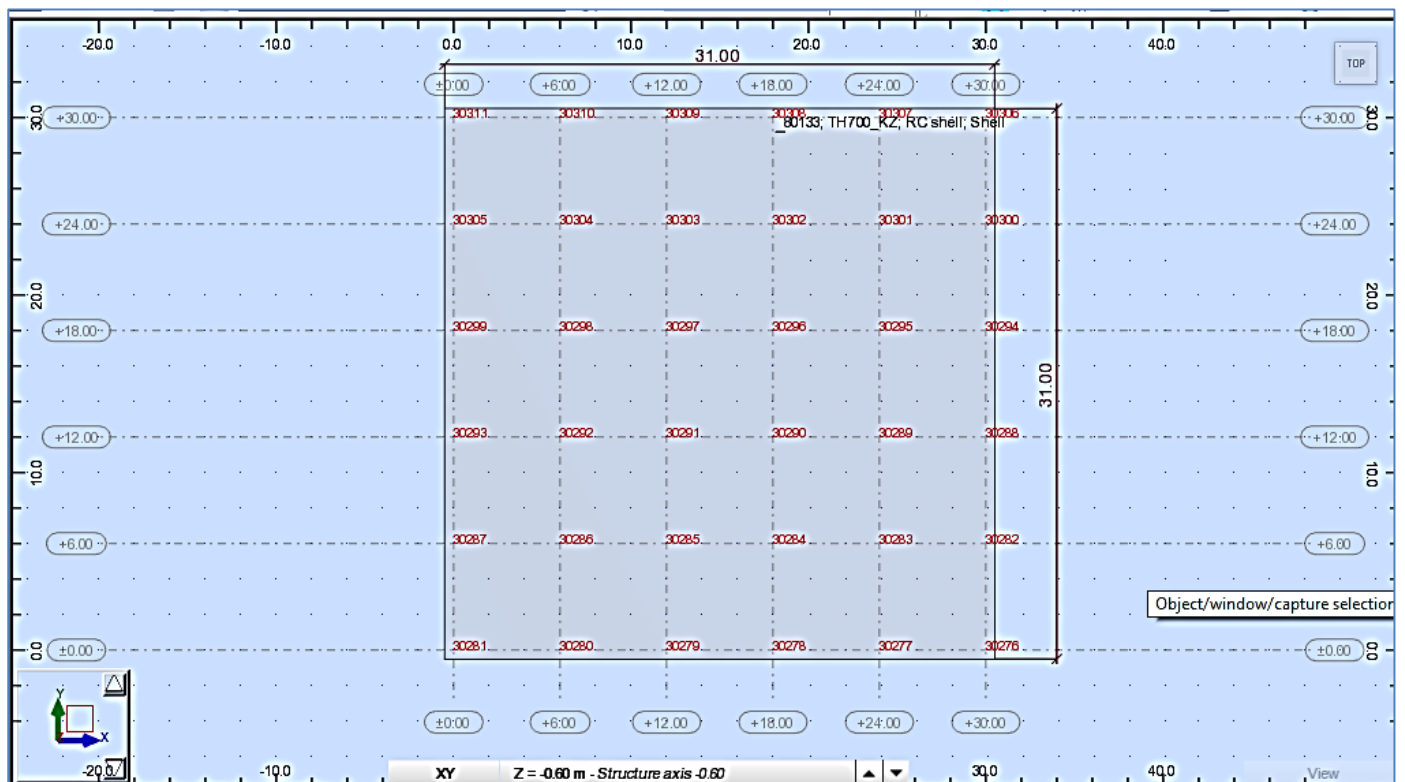


أنتهى المثال ...

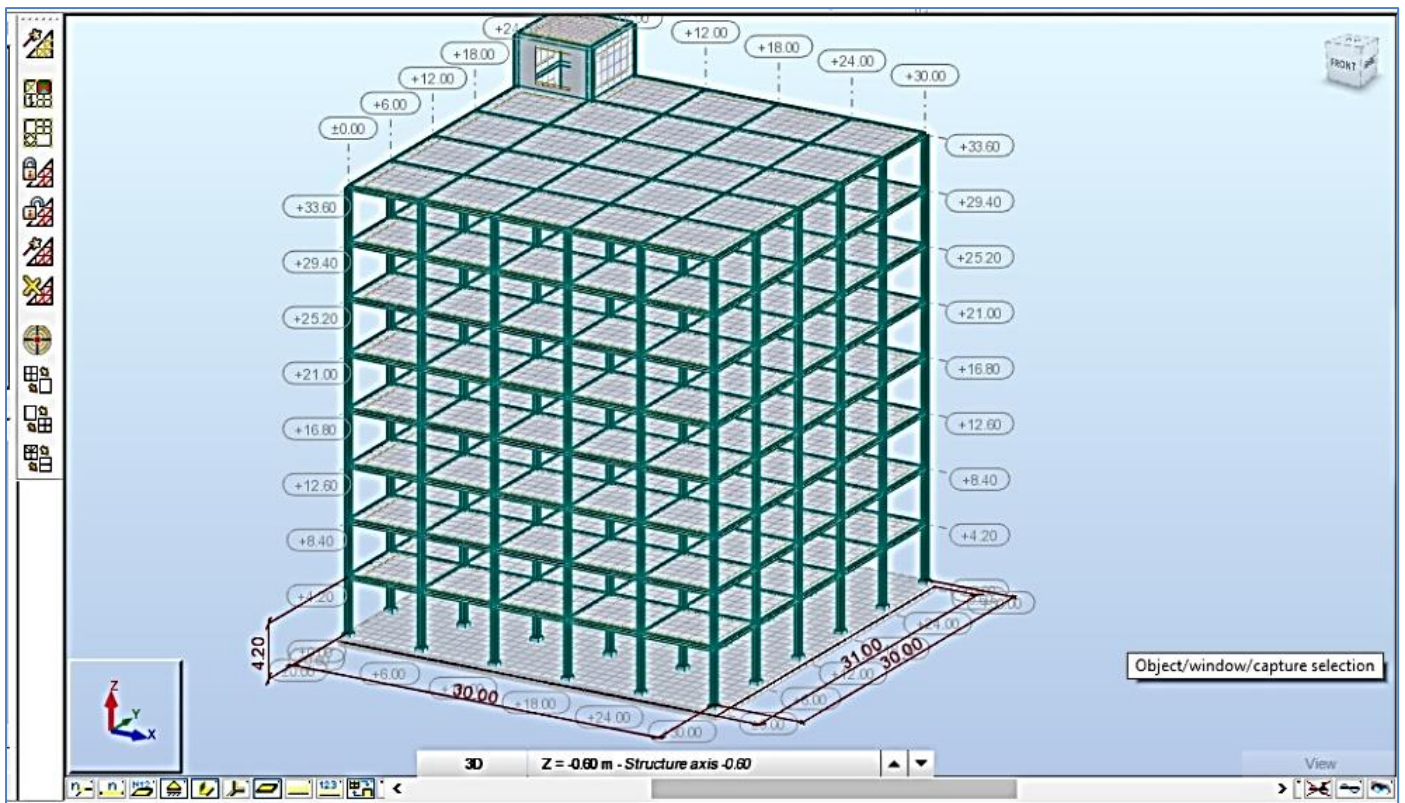
بنایة هیکلیة من مقاطع الحديد متعددة الطوابق.

DL1 –Self weight	Computed by robot	
DL2 on slab	1.5 kN /m ²	
Live loads on slab	3.0 kN/ m ²	
Wind Loads [x-y] direction	30 Kg /m ²	
Dead load on beams as wall weight	10 kN/ m	
Column steel section	HP16x183	American section
Beams steel section	W14x38	American section
RC slab thickness	150 mm	-
Raft foundation [RC]	31x31x0.7 meter	Cylinder f'c =37.86 MPa
Soil Bearing Capacity	10 Tons/m ²	Sand-salty mix.
Pedestal RC	0.65x0.65x0.7	Cylinder f'c =37.86 Mpa
Maximum Aggregate size	38.4 mm	-
Reinforcement Bar diameter for footing	∅25 mm	ACI318-11
Loads combinations	Service load , Fac. =1.0 ±ULS [ultimate limit state] ±SLS [service limit state]	
Code and design	ASCE7-10 , LRFD2000	

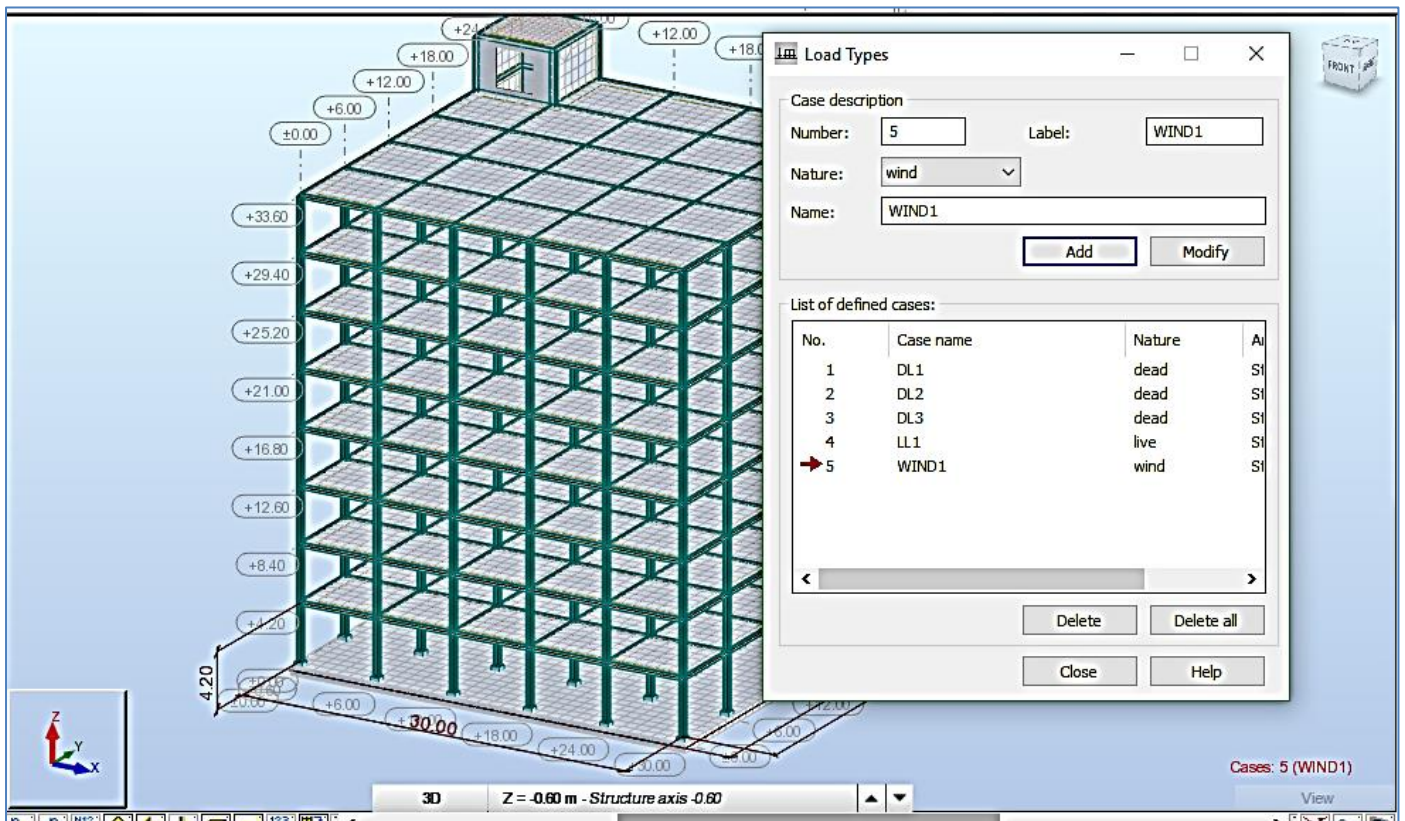
Raft layout:



3d view of structure:

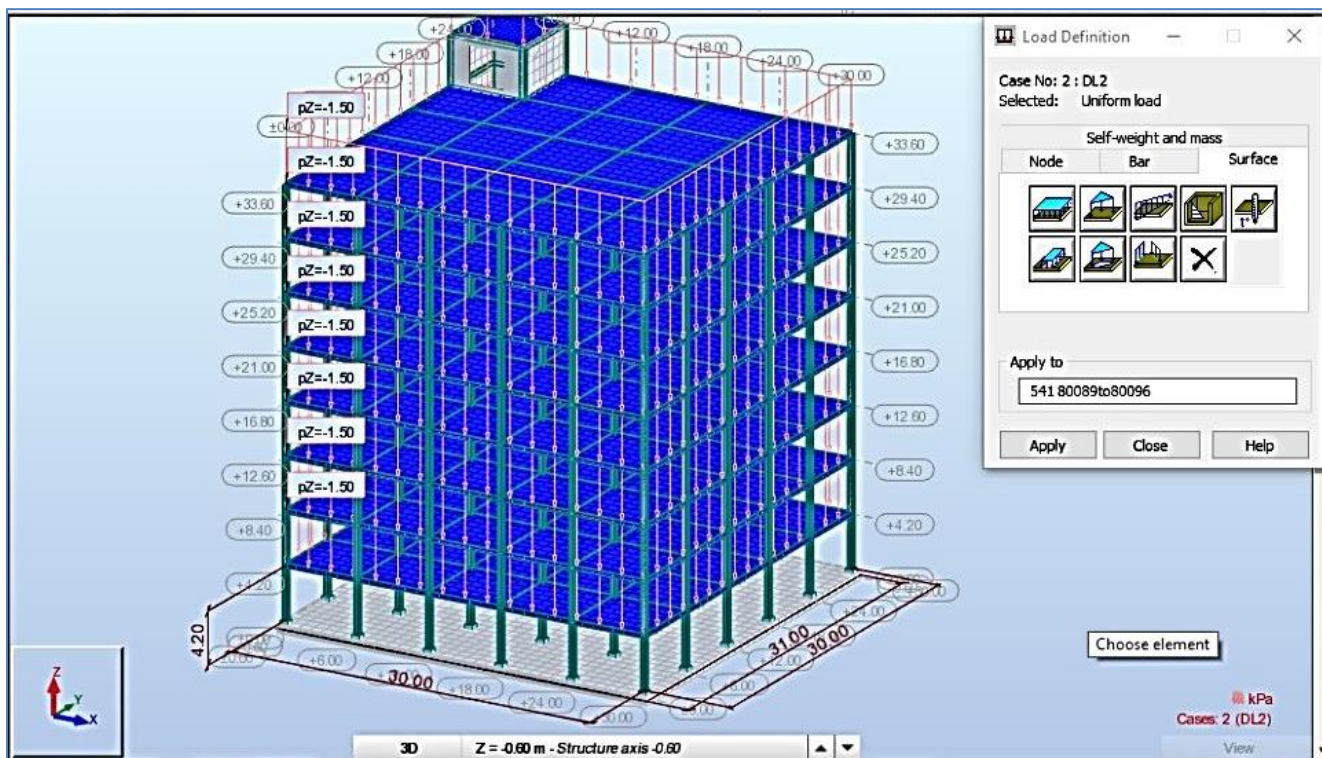


وضع الاحمال على المنشأ.

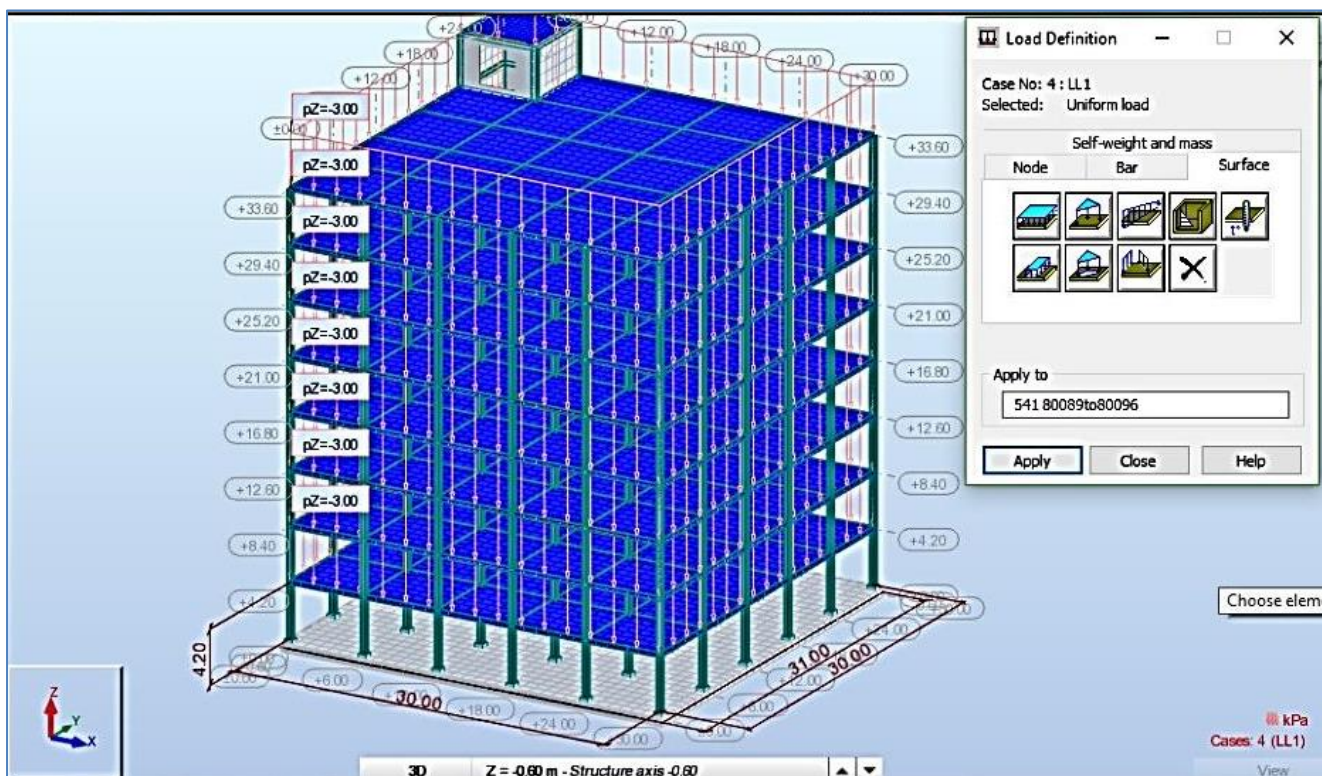


تعريف الاحمال وموقعها.

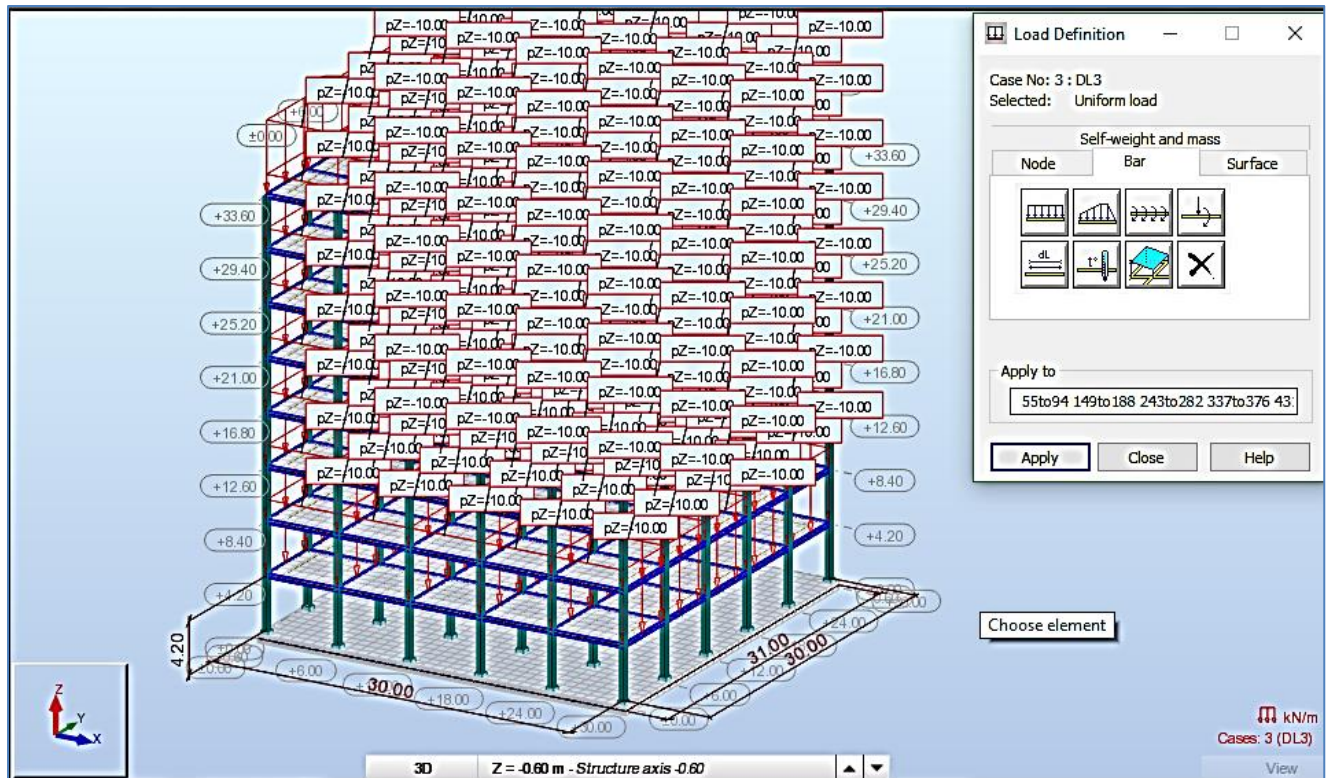
DL2 on Slab [-1.5 kN/m²]



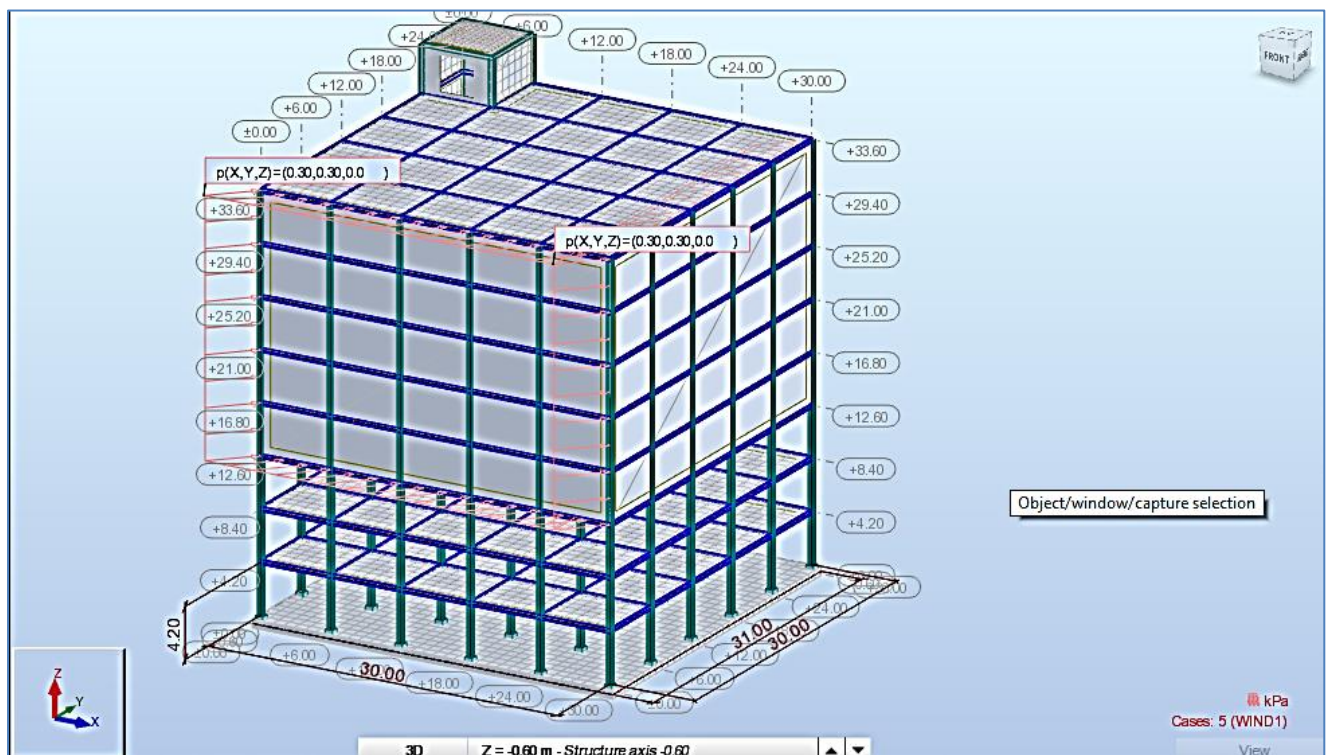
LL1 on slab [-3.0 kN/m²]



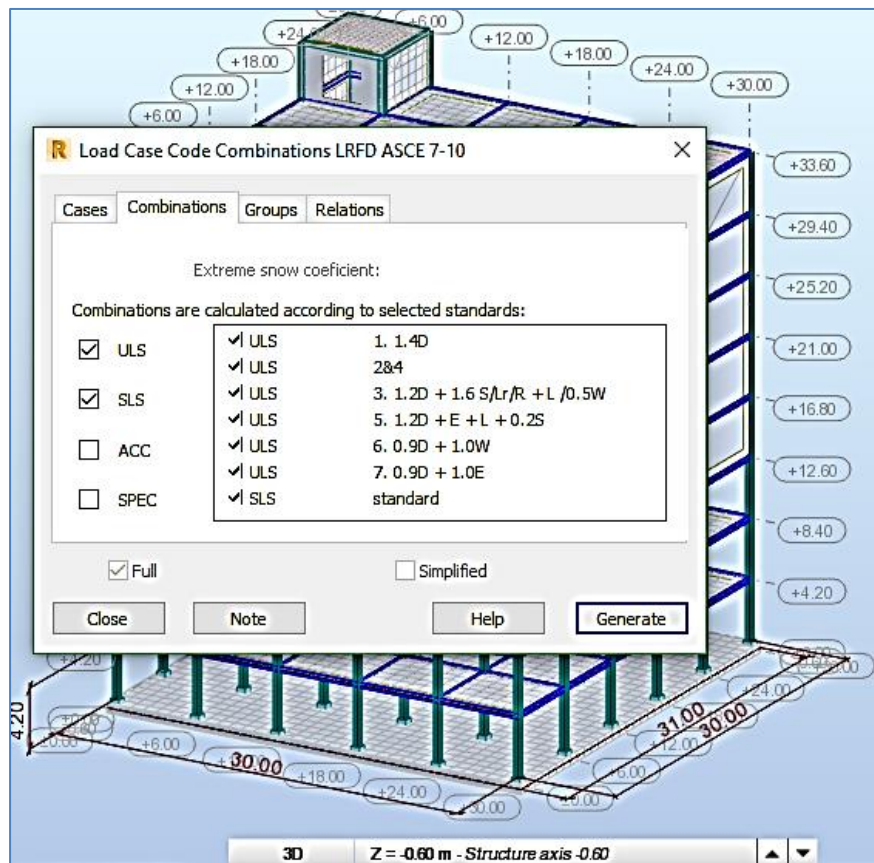
DL3 on beams (wall and partitions) [10 kN/m]



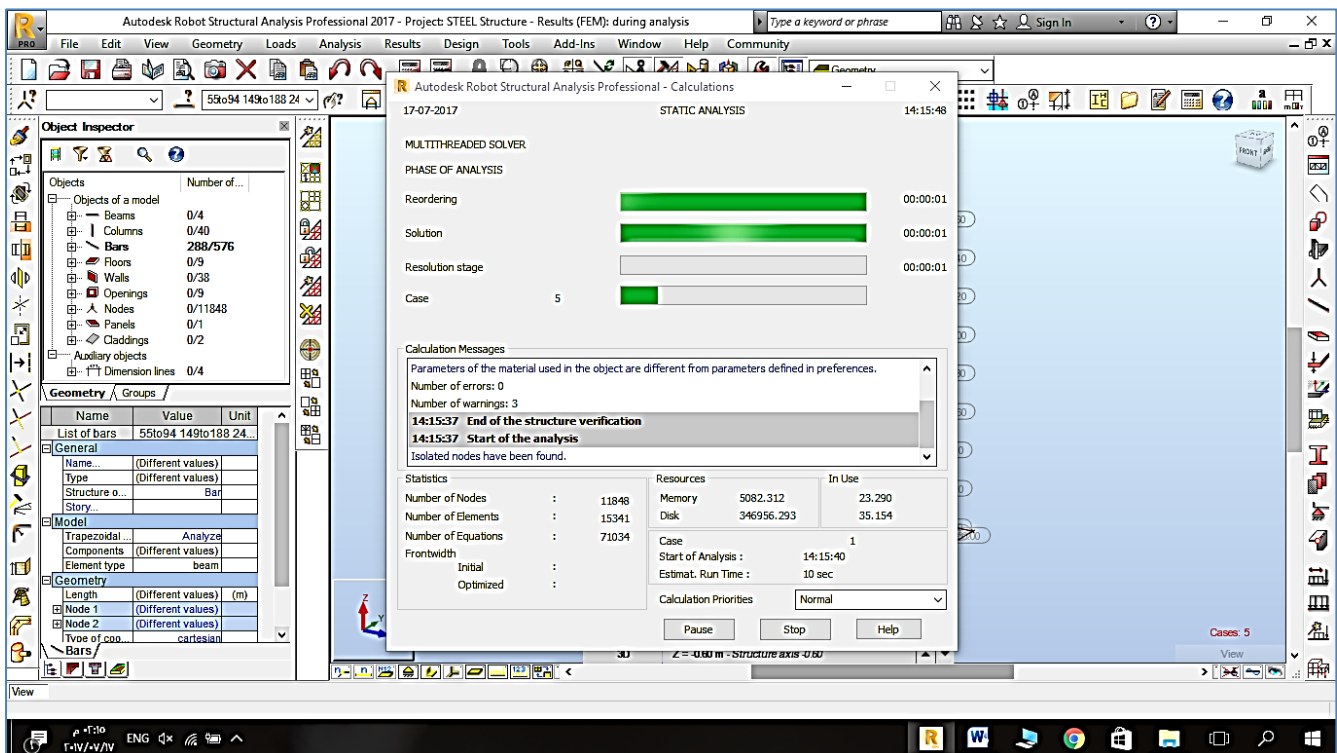
Wind loads start from +12.0 m [30 kg/m²]



Loads Combinations :



Start analysis:



Results (Stresses on members) - global extreme :

	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)
MAX	159.54	97.94	150.30	92.06	-0.00	-0.00	106.53
Bar	284	287	371	378	214	514	287
Node	177	184	228	237	146	202	183
Case	ULS/1	ULS/1	ULS/1	ULS/1	3	ULS/3	ULS/1
MIN	-2.75	-151.17	0.00	0.00	-150.30	-92.06	-12.69
Bar	431	371	214	514	371	378	520
Node	238	228	146	202	228	237	238
Case	5	ULS/1	3	ULS/3	ULS/1	ULS/1	ULS/1

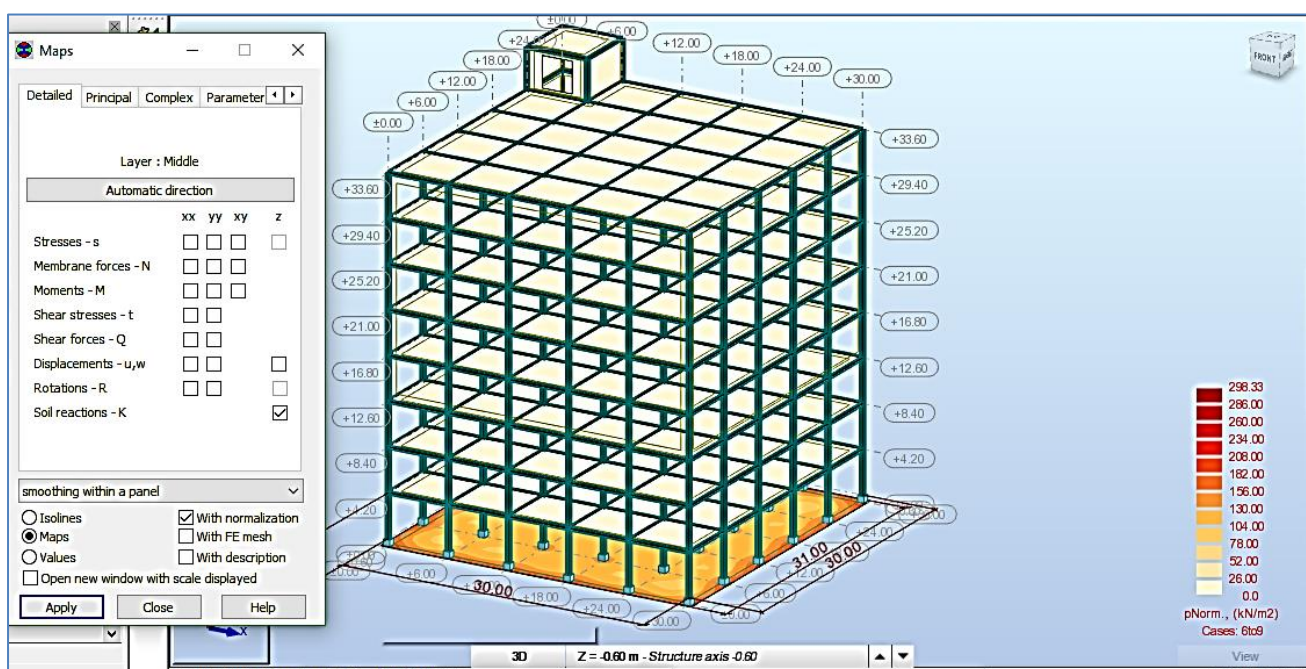
الاجهادات الاقصى مقبولة.

Results (Displacement on members) – global extreme:

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	26.1	27.2	0.8	0.003	0.002	0.001
Node	806	806	8908	3414	3072	1757
Case	5	5	5	ULS/1	ULS/1	5
MIN	-2.1	-2.3	-19.3	-0.003	-0.002	-0.001
Node	806	288	2970	3064	3205	1886
Case	ULS/1	4	ULS/1	ULS/1	ULS/1	ULS/1

الازاحات كبيرة نسبيا لذلك سنعالج هذه الازاحات بتقوية الوصلات الحديدية بين الجسور والاعمدة وازضافة صفائح تقوية قوية في نقاط اتصال الاعمدة مع الصفيحة الاساس.

Soil Reaction under RC raft:

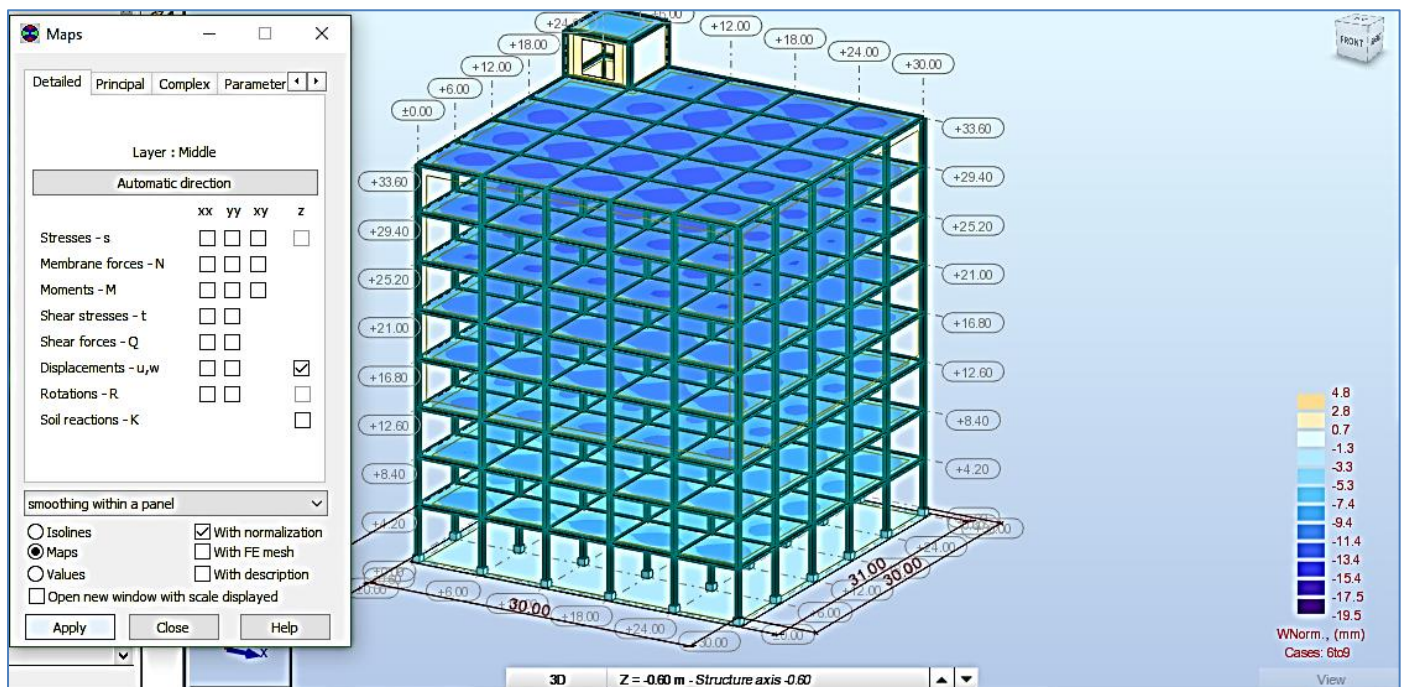


نلاحظ الاجهادات الضاغطة على التربة عالية تصل الى (29.83) طن/م²

لذلك فان الاجراءات تتطلب ما يلي:

- 1- معرفة قيم الهبوط في الاسس فاذا كانت ضمن حدود أقل من 30 ملم نتوجه لخواص تحسين التربة اسفل الاسس عن طريق زيادة طبقات الحصى الخابط المحدول جيدا.
- 2- اذا كان الهبوط عالي فأنا نلجأ الى استخدام الركائز ، كركائز الدق اذا لم تكن البناية محاطة بابنيه ضعيفة وقديمة والا فأنا نلجأ الى ركائز الحفر وتبقى معالجة المياه الجوفية المشكلة الحقيقية لهذا الاجراء.

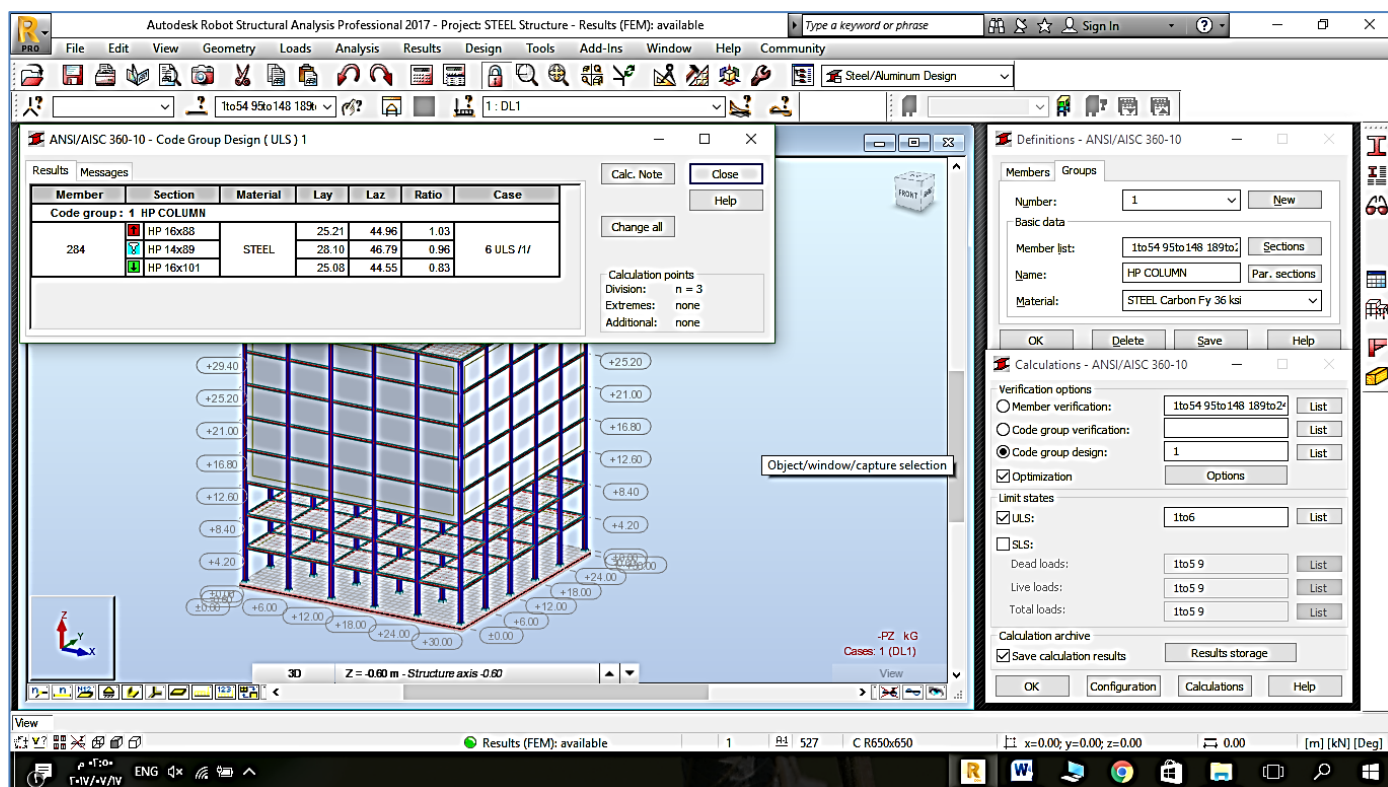
Displacements on RC raft:



الهبوط يصل تحت جدران القص للمصعد الى تقريبا (20) ملم .

ندقق صلاحية المنشأ من الناحية الاقتصادية عن طريق تدقيق المقاطع للأعمدة والجسور الحديدية.

Steel Member Design [Select Column]

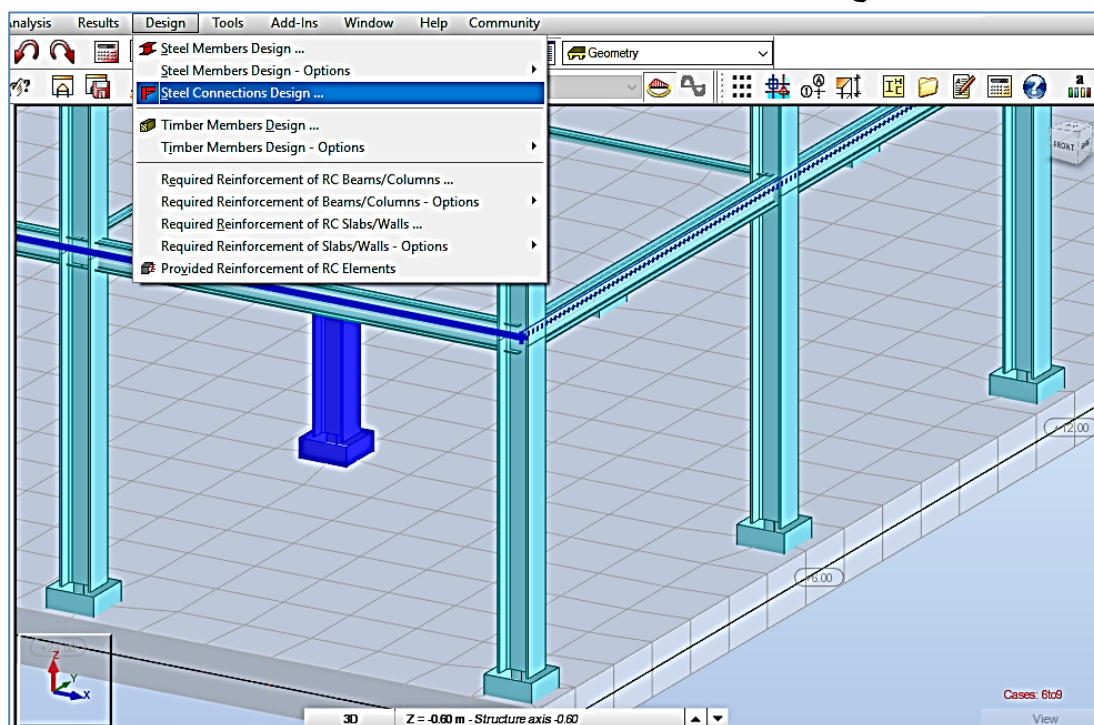


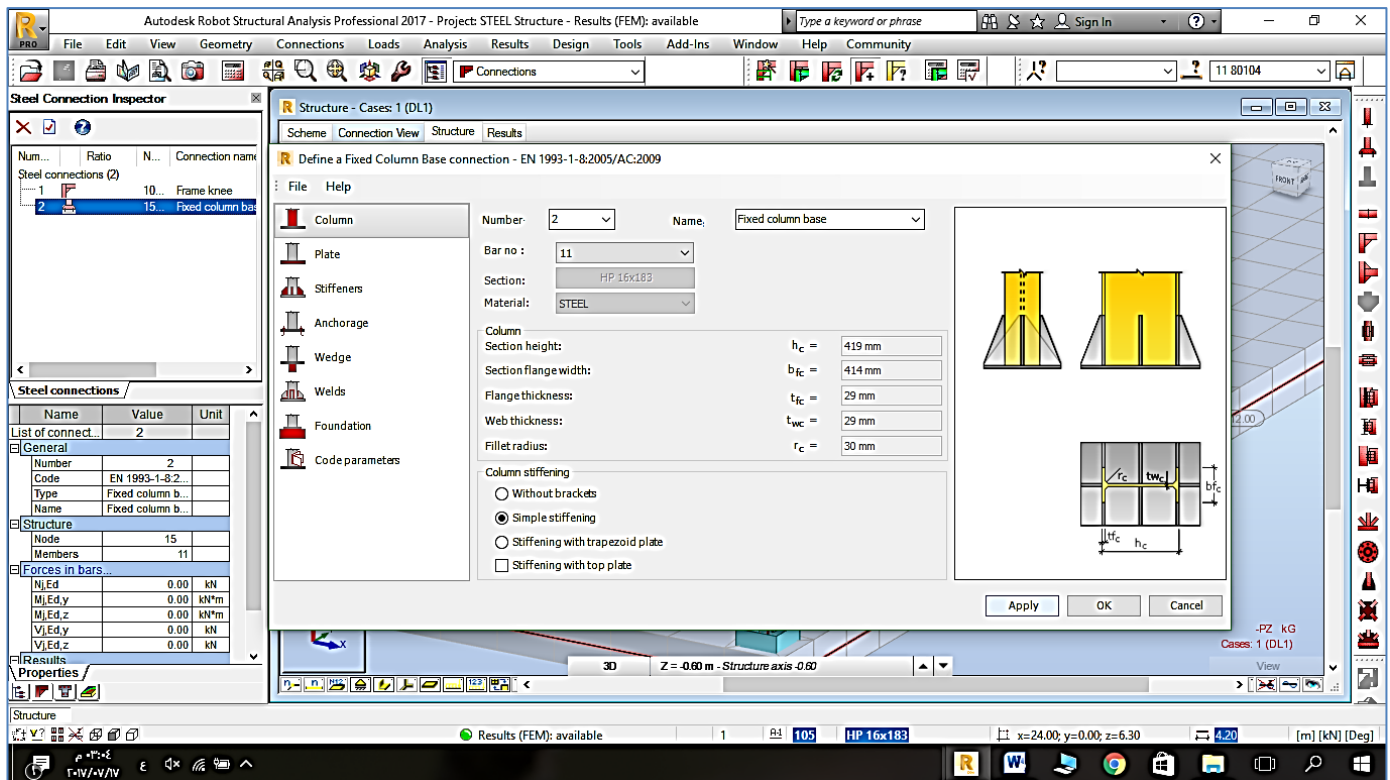
يمكننا تغيير المقطع للعمود من (HP16x88) الى (HP14x89).

ولكن يجب الانتباه الى انه عند التغيير الى المقطع الجديد فانك تحتاج الى اعادة التحليل للمنشأ .

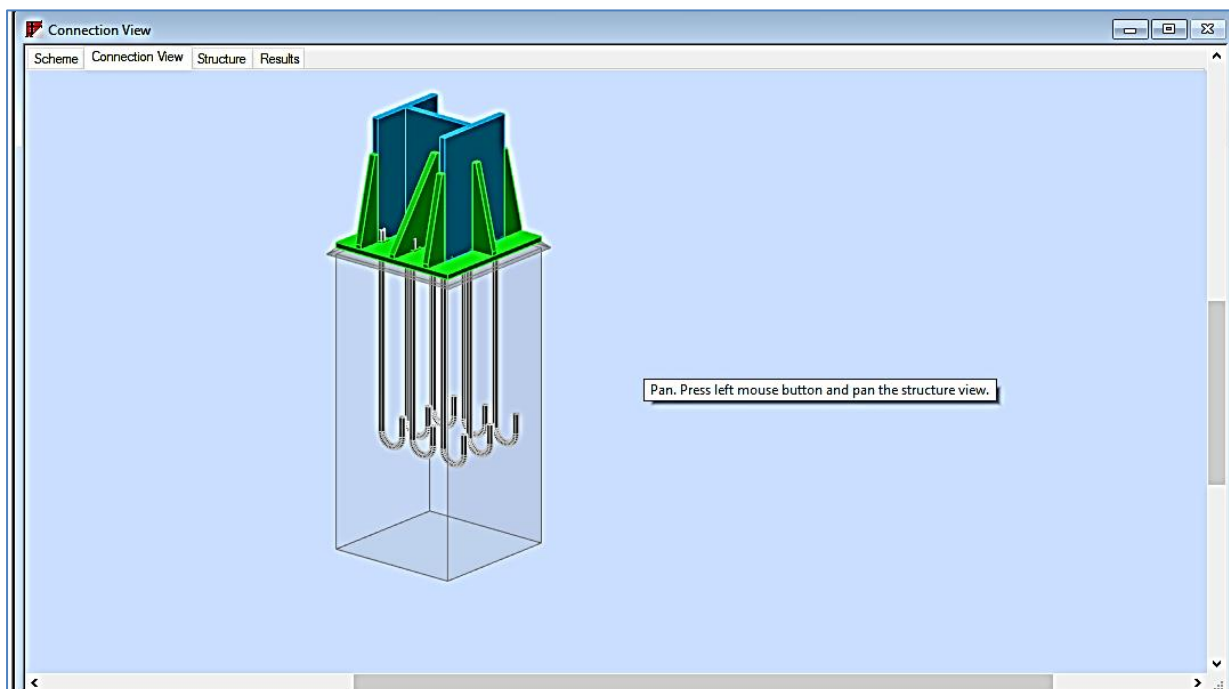
ندقق الجسور كذلك بنفس الاجراء السابق لنجد ان الجسر كافي انشائيا واقتصاديا ولا حاجة لتغييره.

لنصمم نقطة التقاء العمود مع رقبة القاعدة الخرسانية.





نقوم بكافة الادخالات الضرورية التي تم شرحها سابقا بإسهاب لكافة الحقول لمعرفة التصميم الامثل للقاعدة الحديدية مع عناصر التثبيت والتقوية لها .

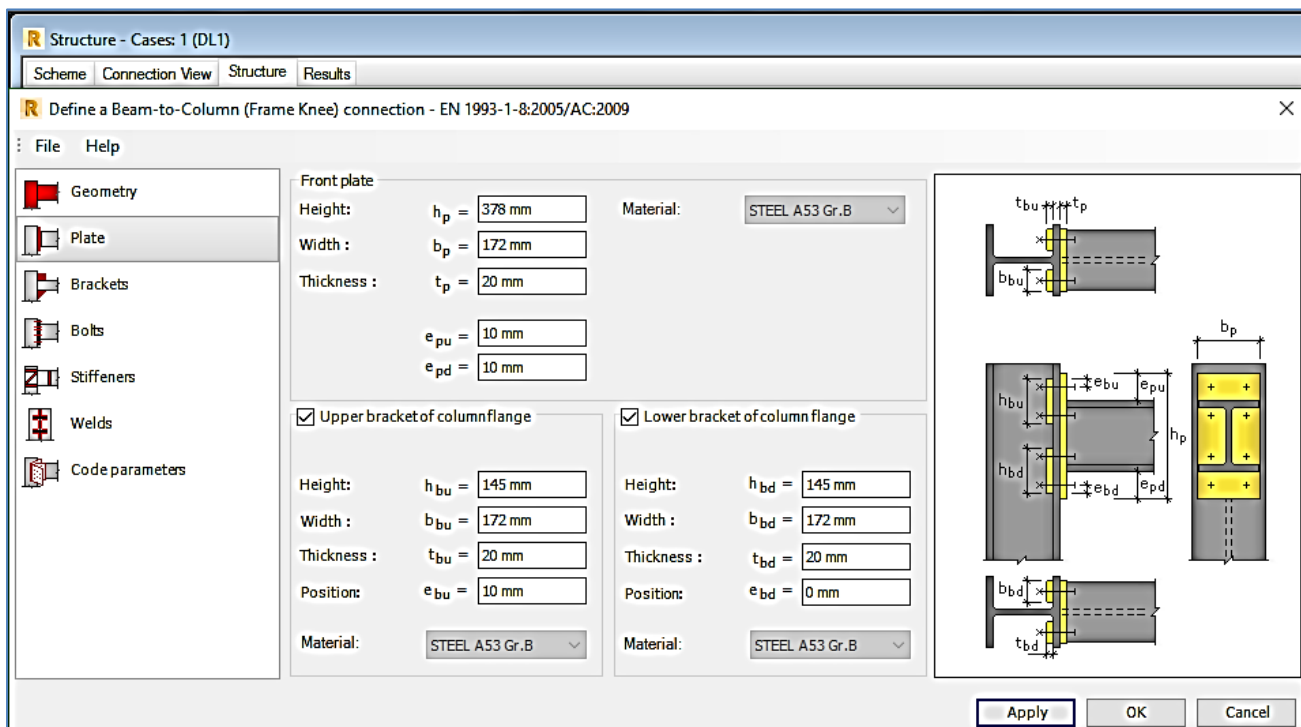
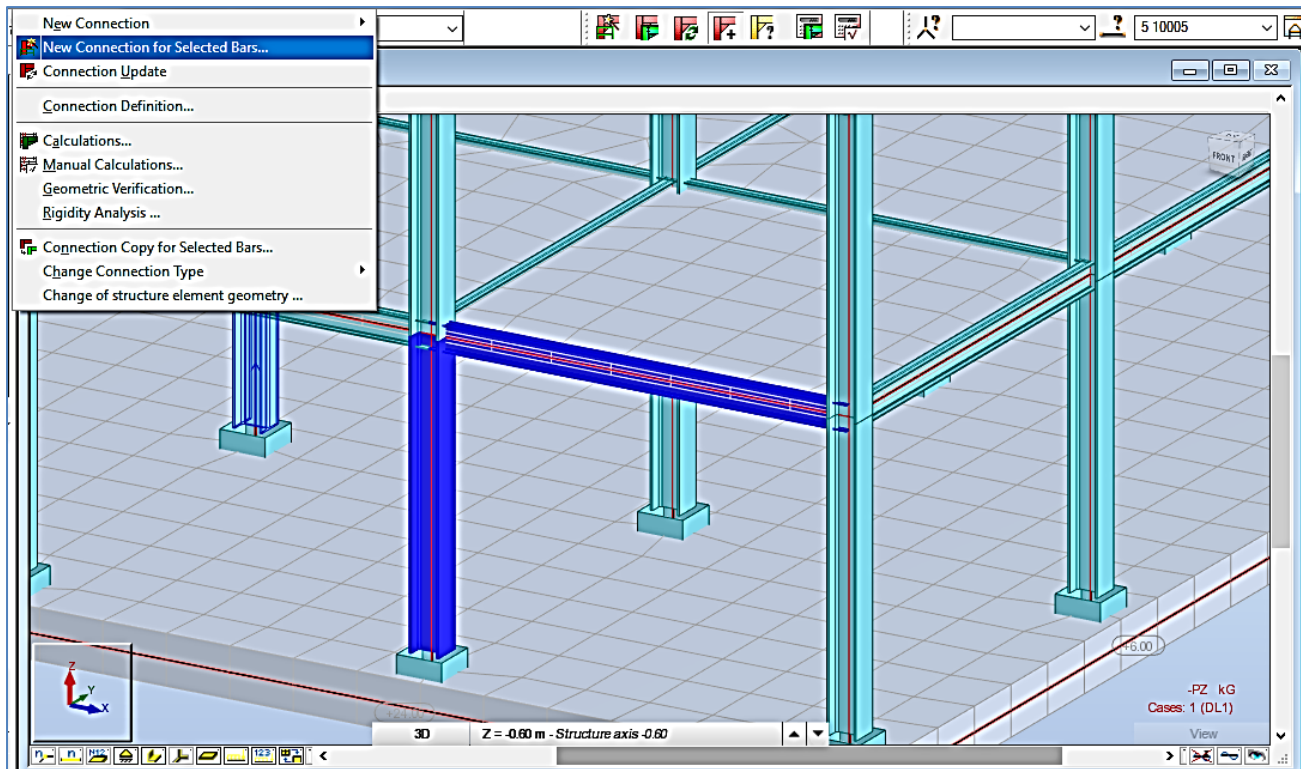


وجد التوجيه من البرنامج عبارة:

WEAKEST COMPONENT:

FOUNDATION - CONCRETE CONE PULL-OUT FAILURE

هذا يؤثر ضرورة تسليح رقبة القاعدة الخرسانية ويجب تسليحها كعمود خرساني مسلح.
تصميم ارتباط العمود بالجسر الحديدي.



نستمر بإدخال المعطيات المطلوبة.

Structure - Cases: 1 (DL1)

Scheme | Connection View | Structure | Results

Define a Beam-to-Column (Frame Knee) connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Geometry

Plate

Brackets

Bolts

Stiffeners

Welds

Code parameters

☒ Horizontal stiffeners of a column

Thickness : $t_{hu} = 8 \text{ mm}$

Thickness : $t_{hd} = 8 \text{ mm}$

Material : STEEL A53 Gr.B

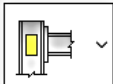
☒ Vertical stiffeners of a beam

Thickness : $t_{vu} =$

Thickness : $t_{vd} = 8 \text{ mm}$

Material : STEEL A53 Gr.B

Additional stiffeners of the column web

Bracket type: 

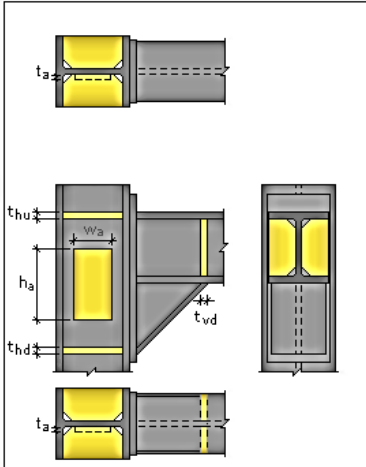
☐ Two-side flange plate

Height: $h_a = 399 \text{ mm}$

Width: $w_a = 289 \text{ mm}$

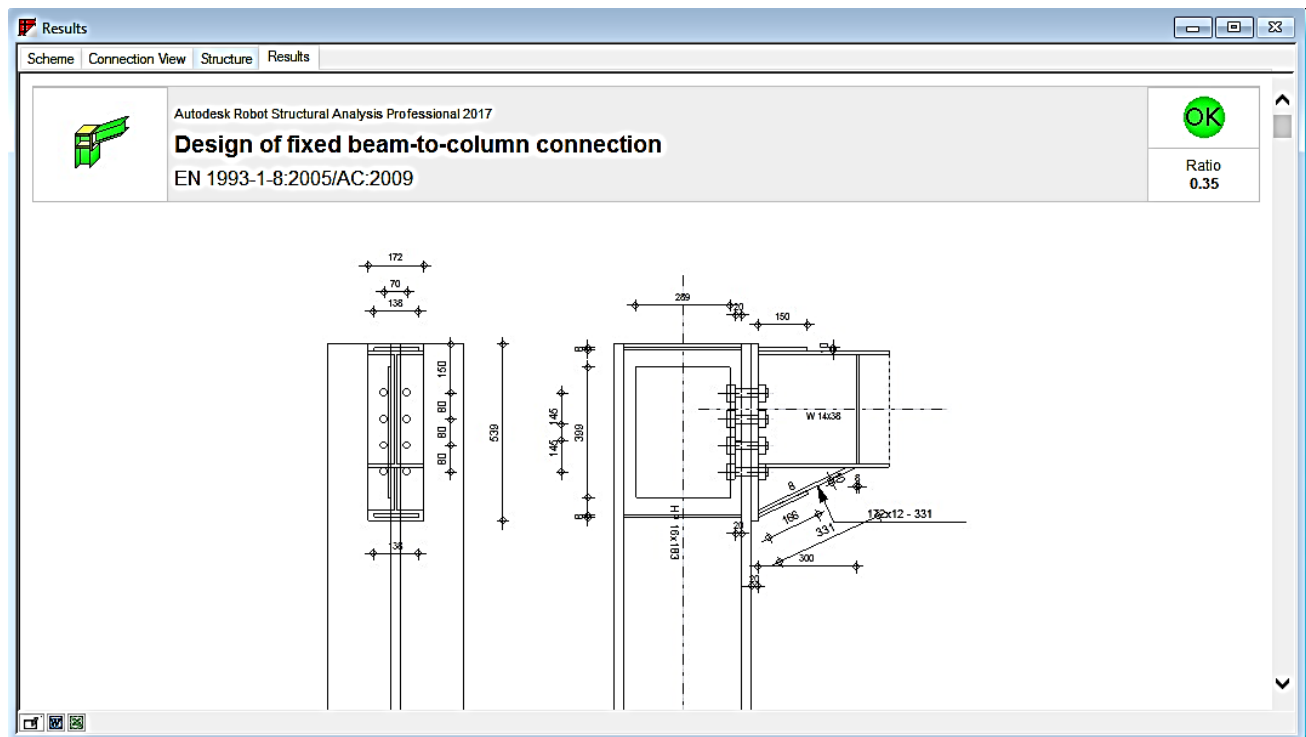
Thickness : $t_a = 10 \text{ mm}$

Material : STEEL A53 Gr.B

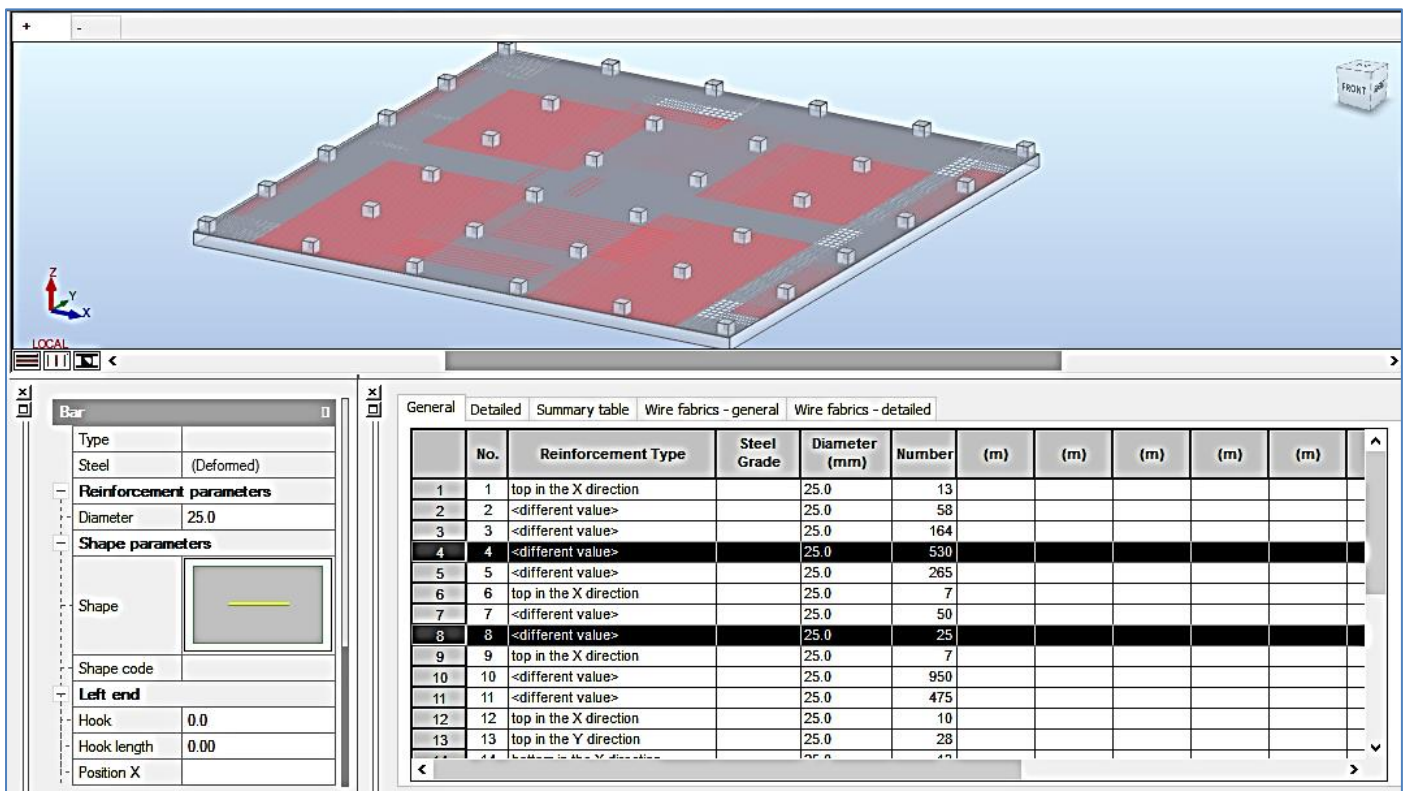
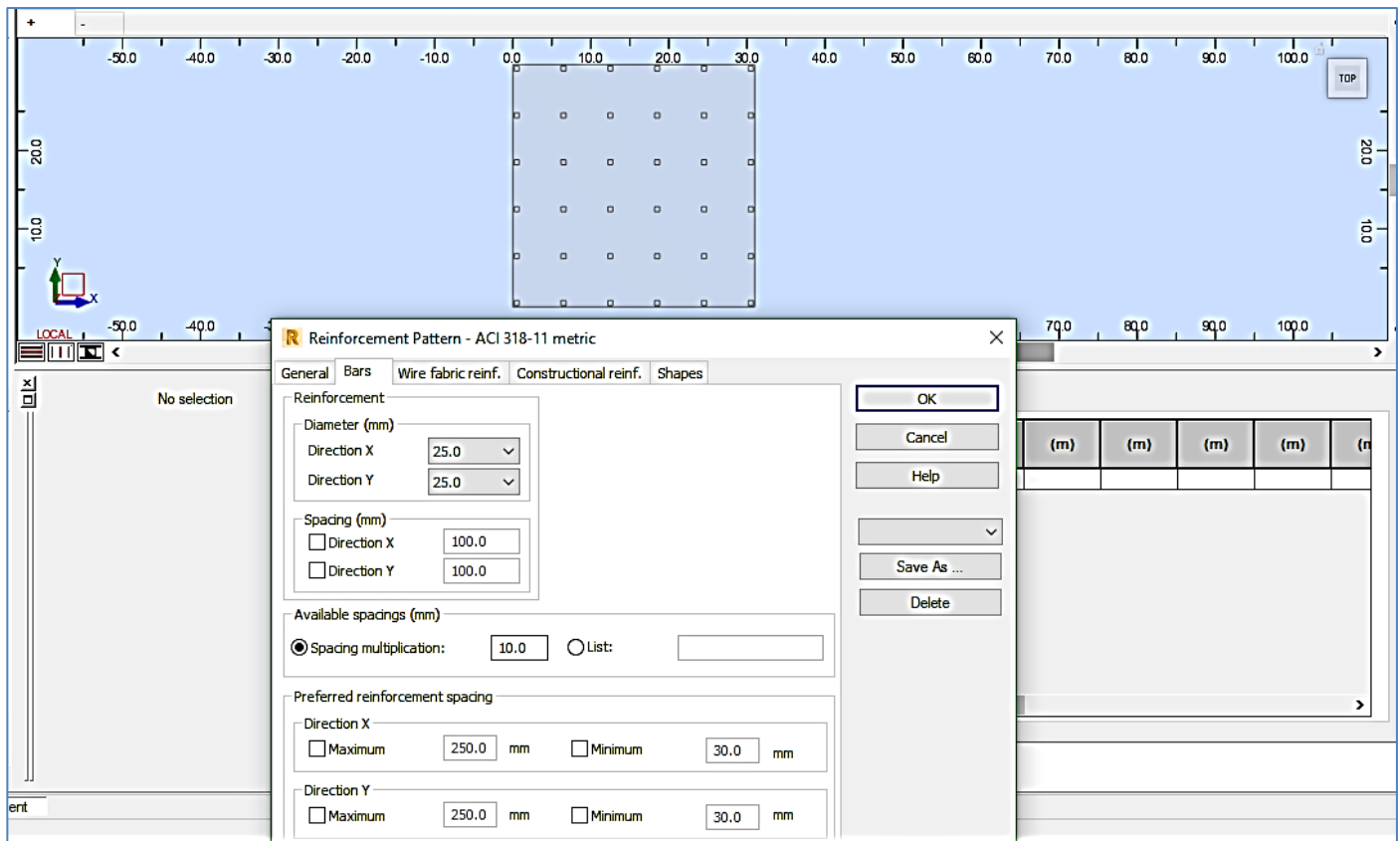


Apply OK Cancel

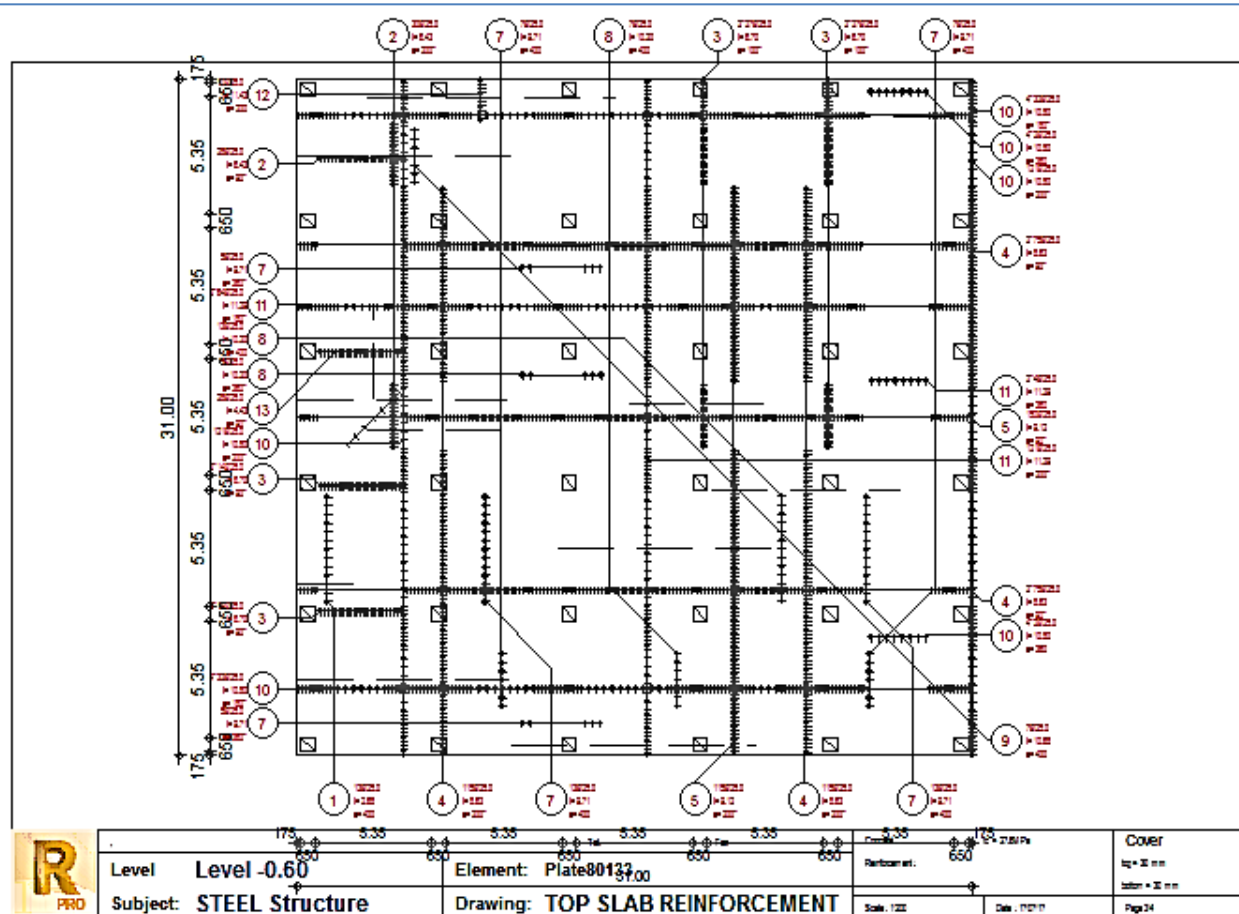
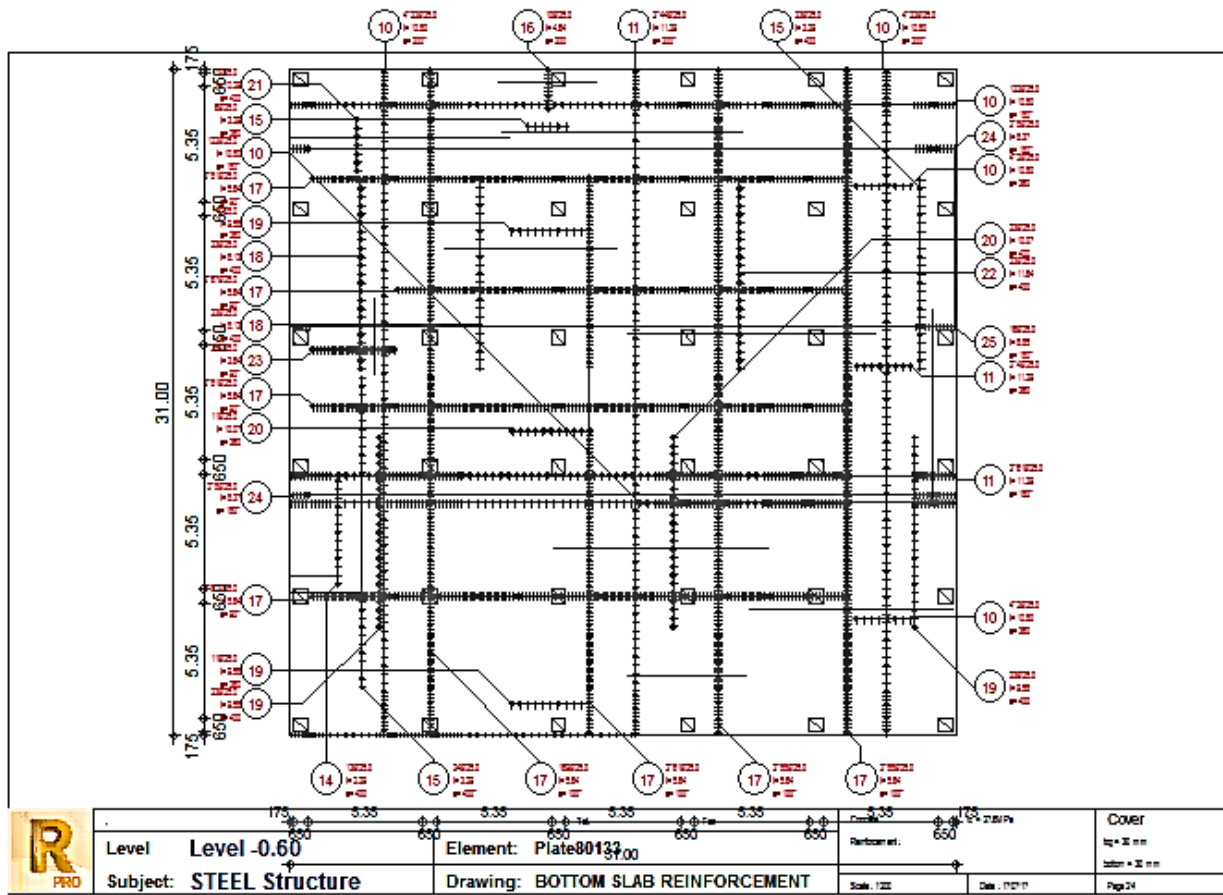
والنتيجة لتصميم الوصلة هي:



الوصلة مقبولة انشائيا.



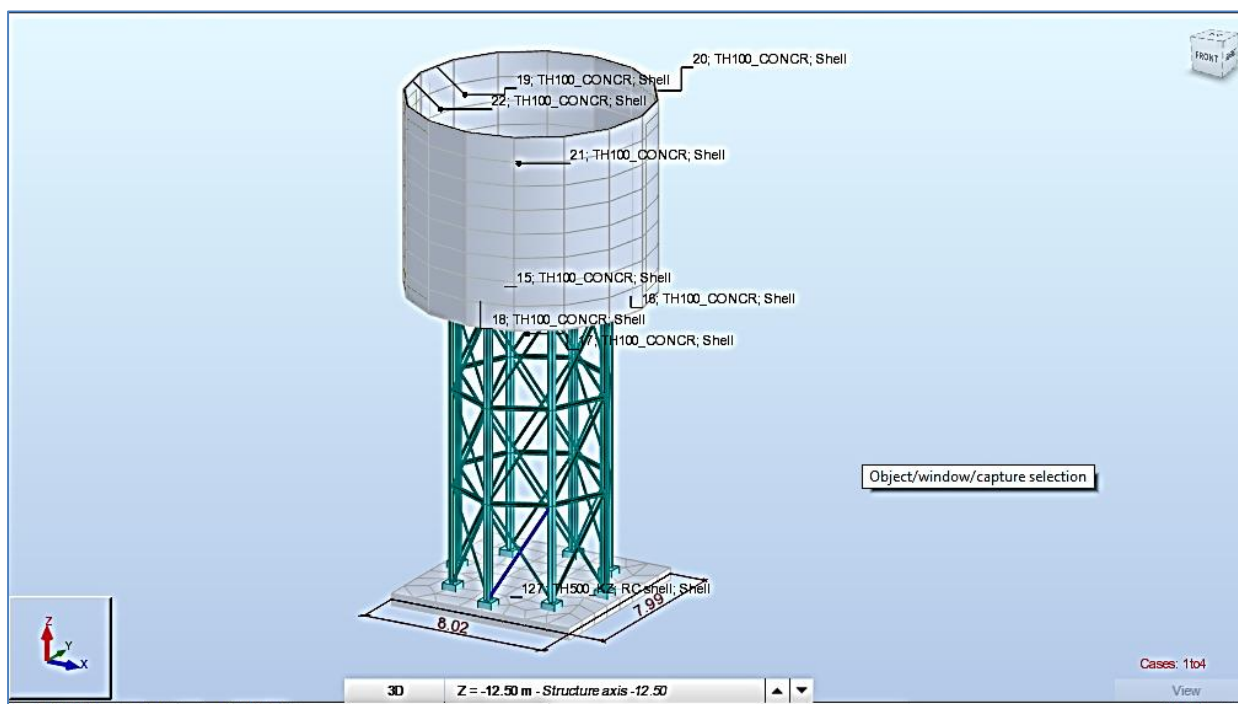
اللوحات التصميمية للأساس هي:



خزانات المياه المرتفعة والارضية:

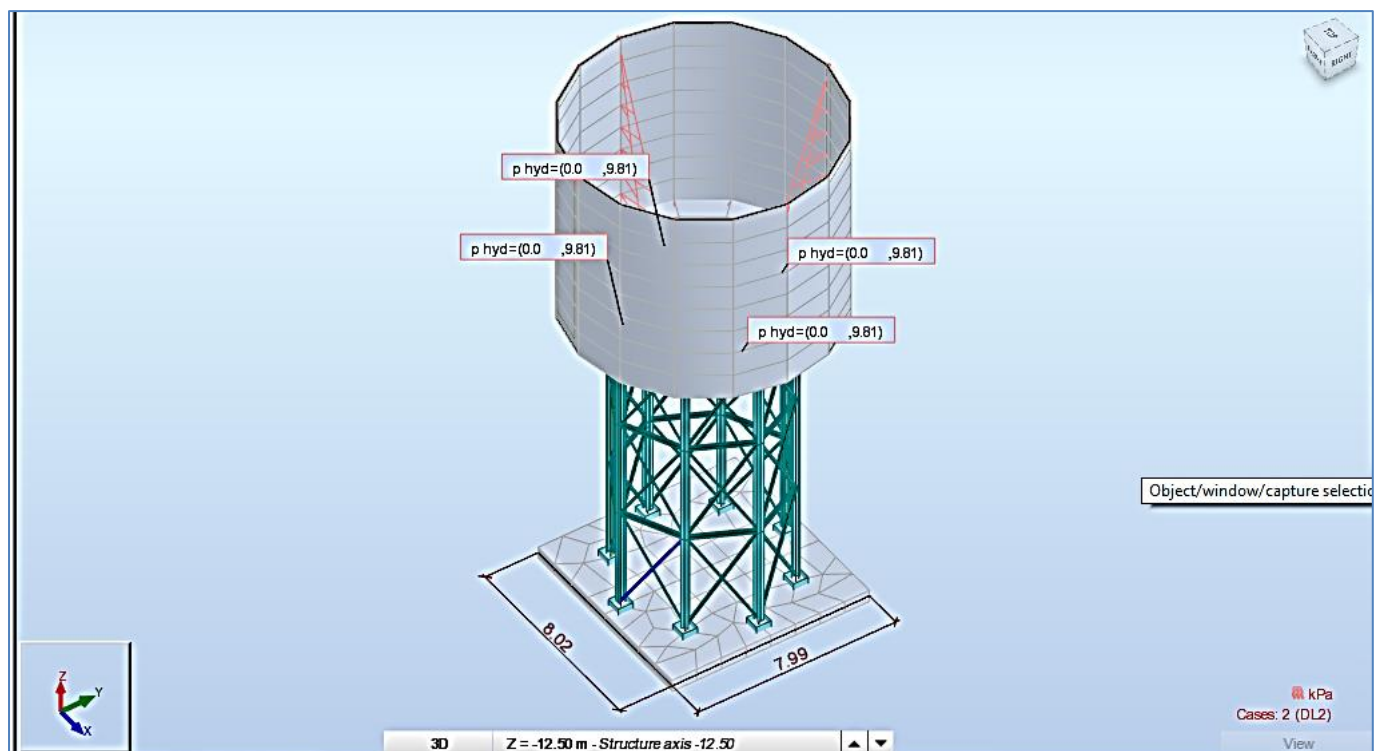
المثال التالي لخزان مياه مرتفع بارتفاع 20 متر وقطر الخزان 8 متر وارتفاعه 8 متر.

DL1 –Self weight		Computed by robot
DL2 on Bottom slab of RC tank		6.0 kN /m ²
Wall thickness [RC]		100 mm
Wind Loads [x-y] direction		20 Kg /m ²
DL3 Weight of water		9.81 kN /m ²
Column steel section	HP10x42	American section
Beams steel section	W6x8.5	American section
Crossed tie section	L 3x3x0.25 inches	American section
RC bottom slab strength	Concrete -4	Cylinder f'c =27.54 MPa
Raft foundation [RC]	31x31x0.7 meter	Cylinder f'c =27.54 MPa
Soil Bearing Capacity	10 Tons/m ²	Sand-salty mix.
Pedestal RC	0.65x0.65x0.7	Cylinder f'c =27.54 MPa
Maximum Aggregate size	20 mm	-
Reinforcement Bar diameter for footing	ϕ16 mm	ACI318-11
Loads combinations	Service load , Fac. =1.0 ±ULS [ultimate limit state] ±SLS [service limit state]	
Code and design	ASCE7-10 , LRFD2000	



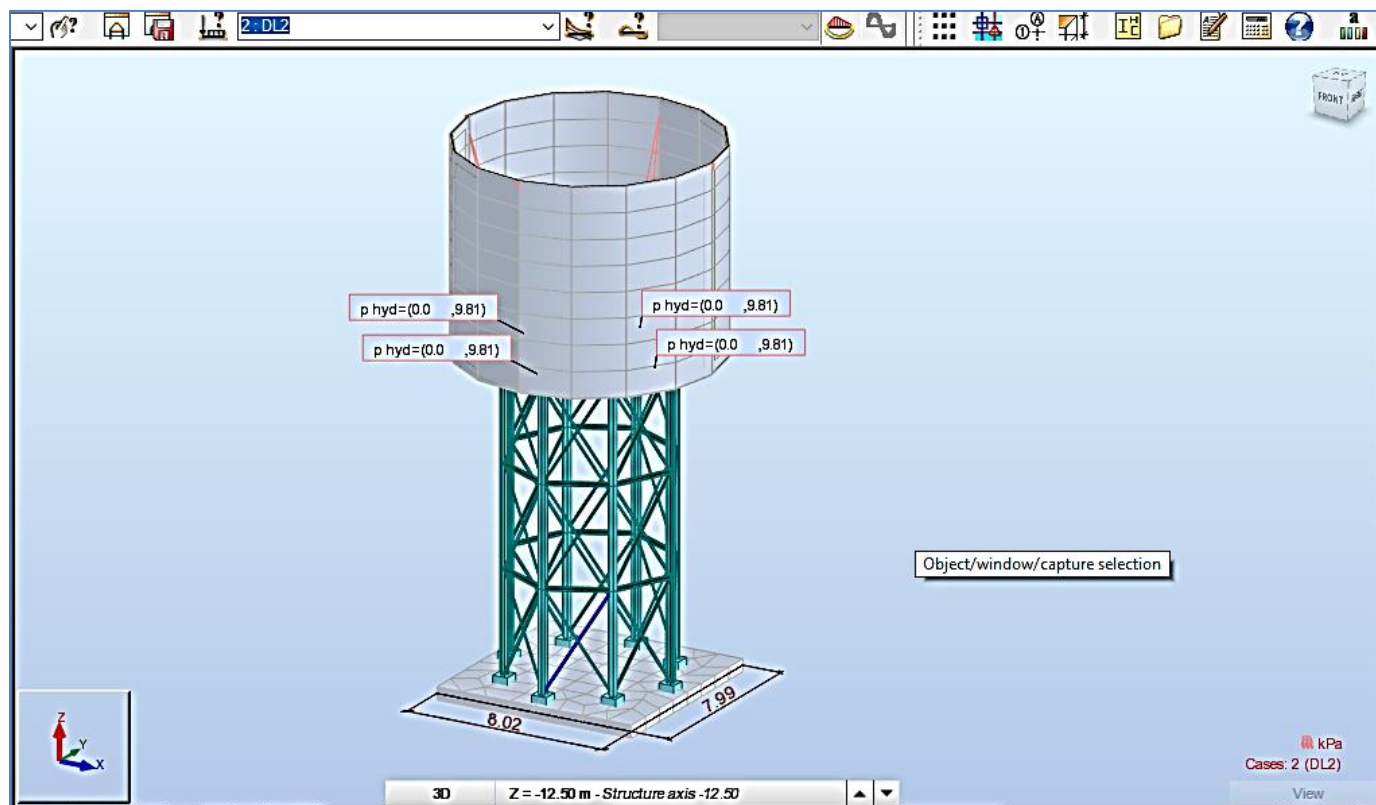
DL3 Weight of water

9.81 kN/m²

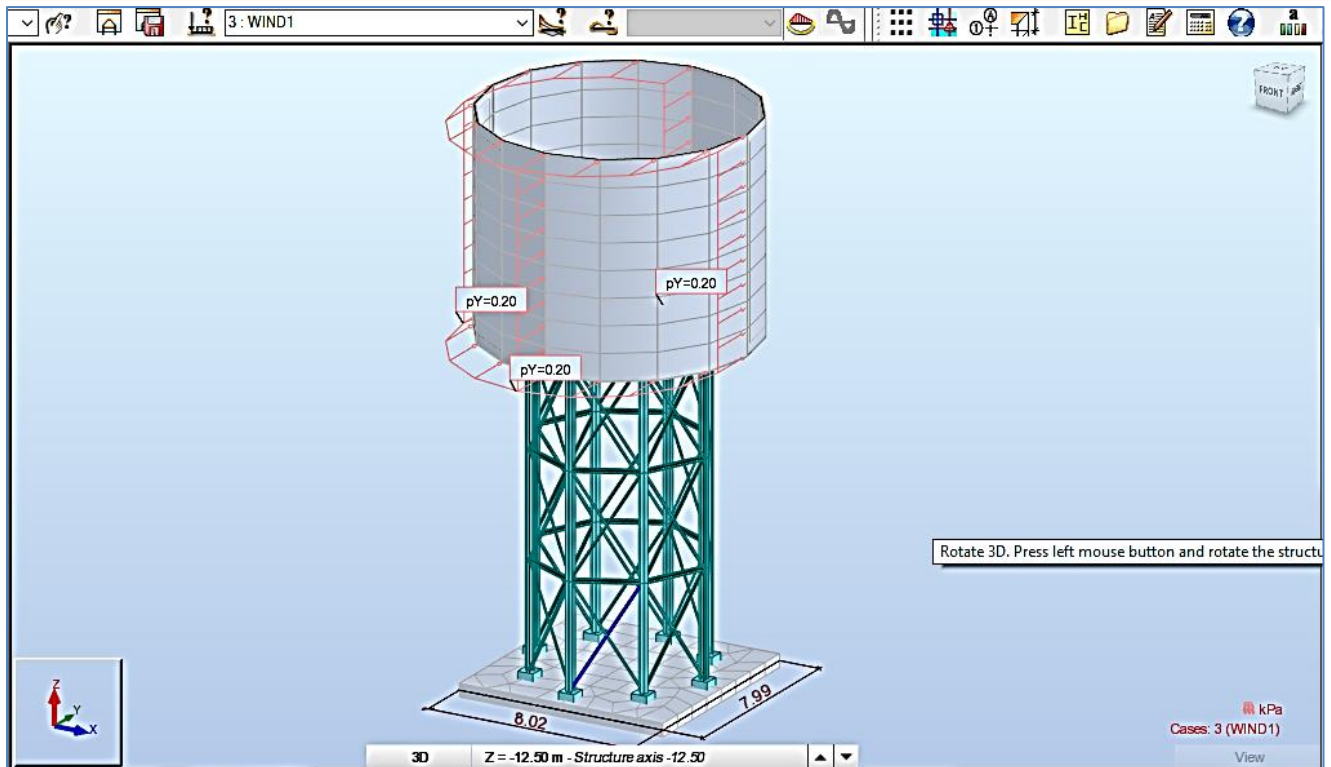


DL4 on side walls of RC tank

6.0 kN/m²



AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN



اجراء التحليل الانشائي للمنشأ.

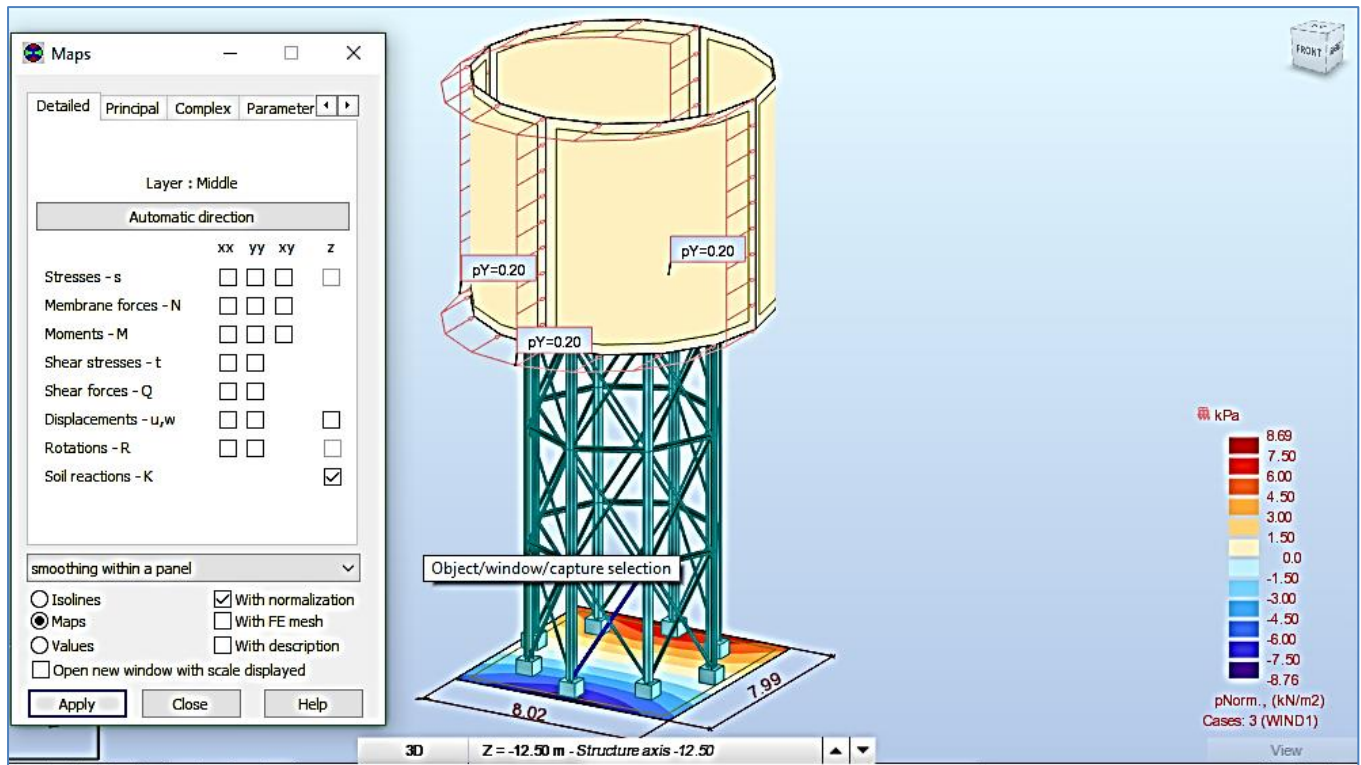
Stresses: [ok]

	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)
MAX	155.69	96.53	62.68	18.89	7.06	6.33	98.77
Bar	23	70	23	80	84	77	64
Node	22	242	22	22	22	45	244
Case	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)
MIN	-34.35	-51.10	0.01	0.01	-62.68	-18.74	-39.10
Bar	58	59	126	46	23	84	58
Node	236	236	247	74	22	22	235
Case	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)

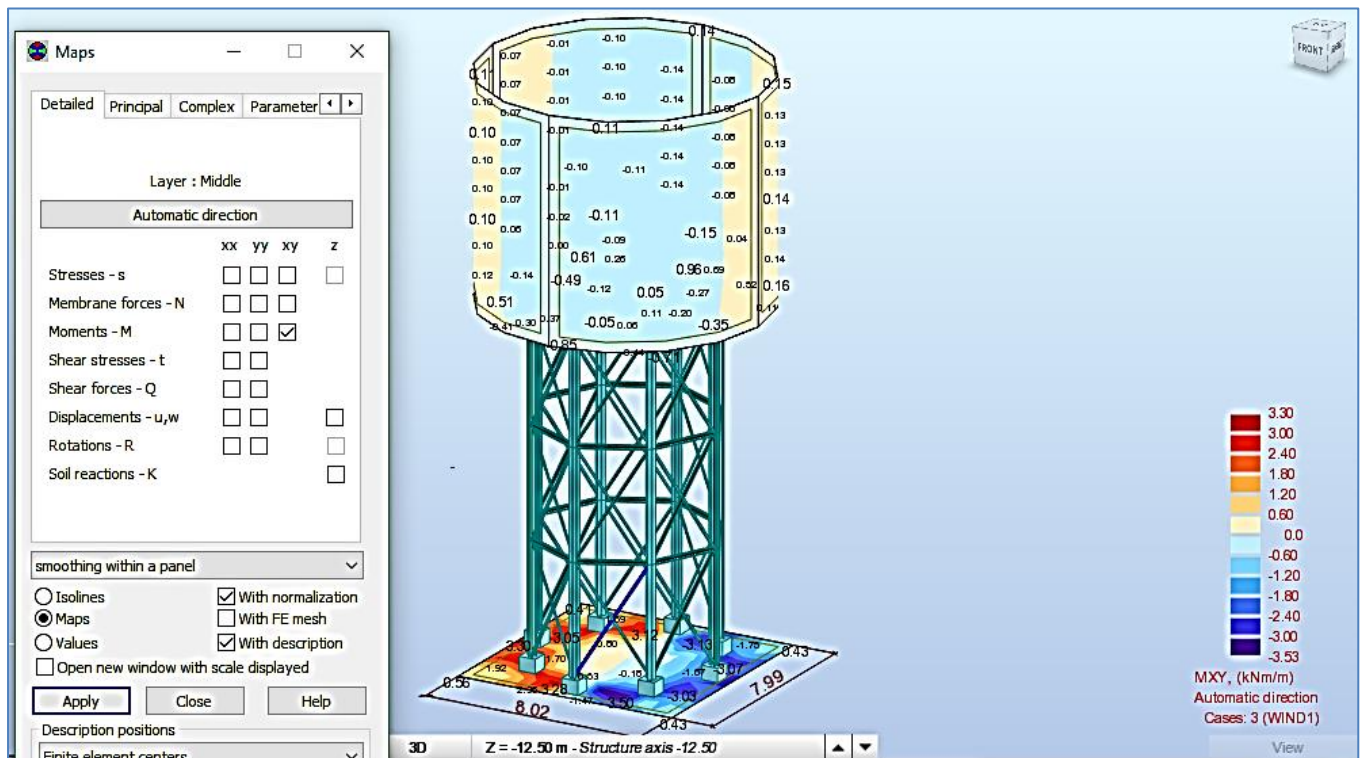
Displacements: [ok]

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	3	13	4	0.030	0.032	0.001
Node	172	203	1	69	46	143
Case	5 (C)	5 (C)	1	5 (C)	5 (C)	5 (C)
MIN	-2	-1	-66	-0.034	-0.032	-0.001
Node	110	181	1	23	14	112
Case	5 (C)	2	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)

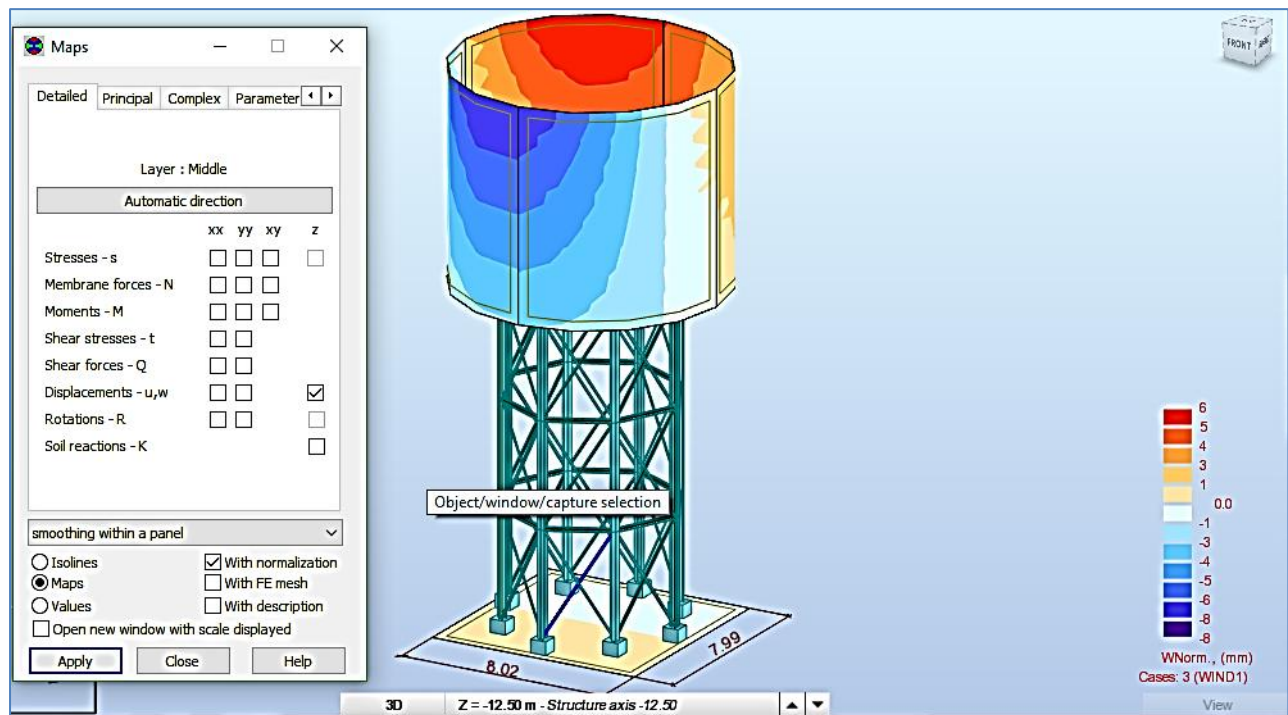
Soil Reactions: [ok]



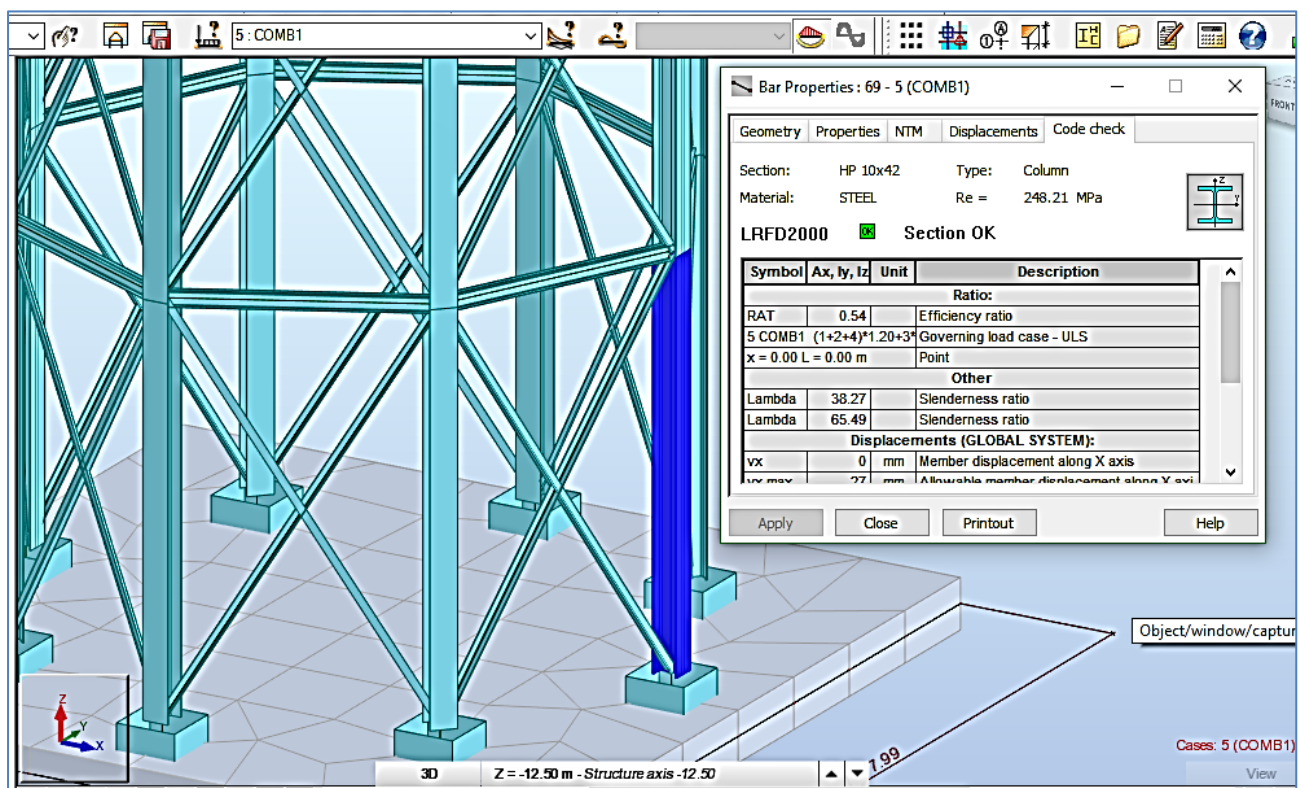
Moments on RC Tank Wall and Raft:



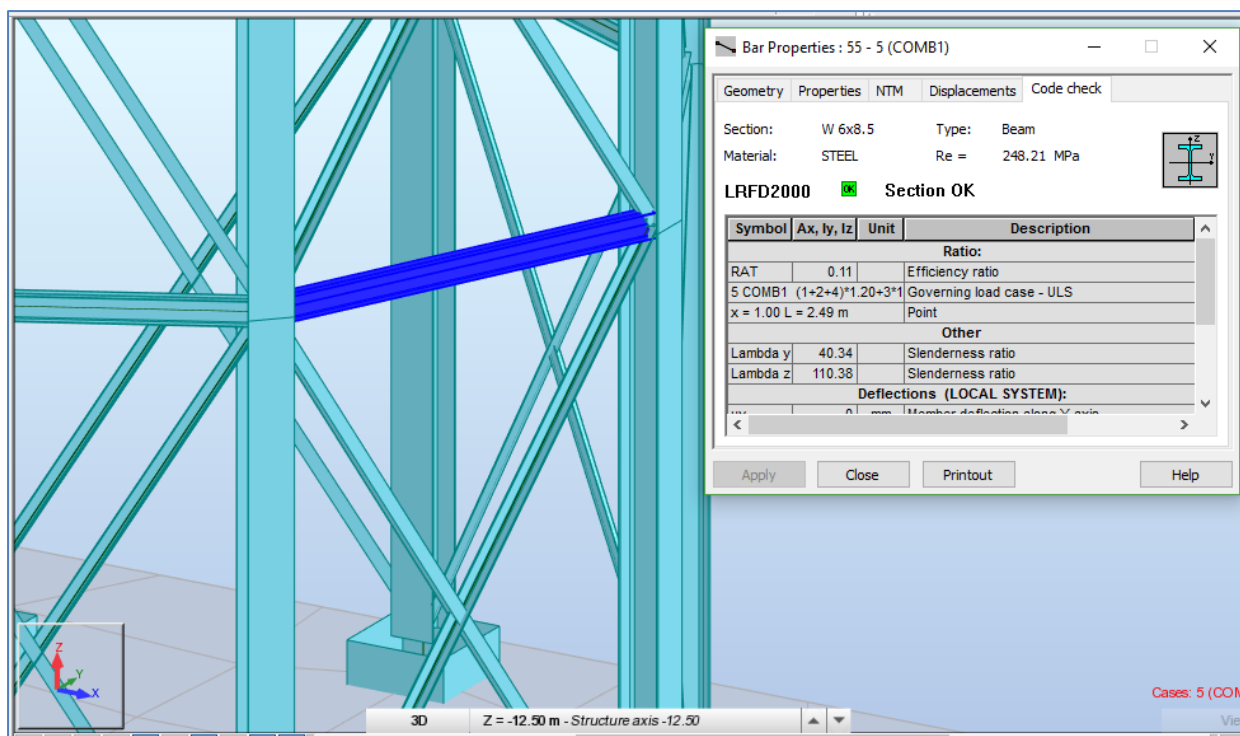
Displacement in Raft foundation: [Max. 4 mm uplift.]



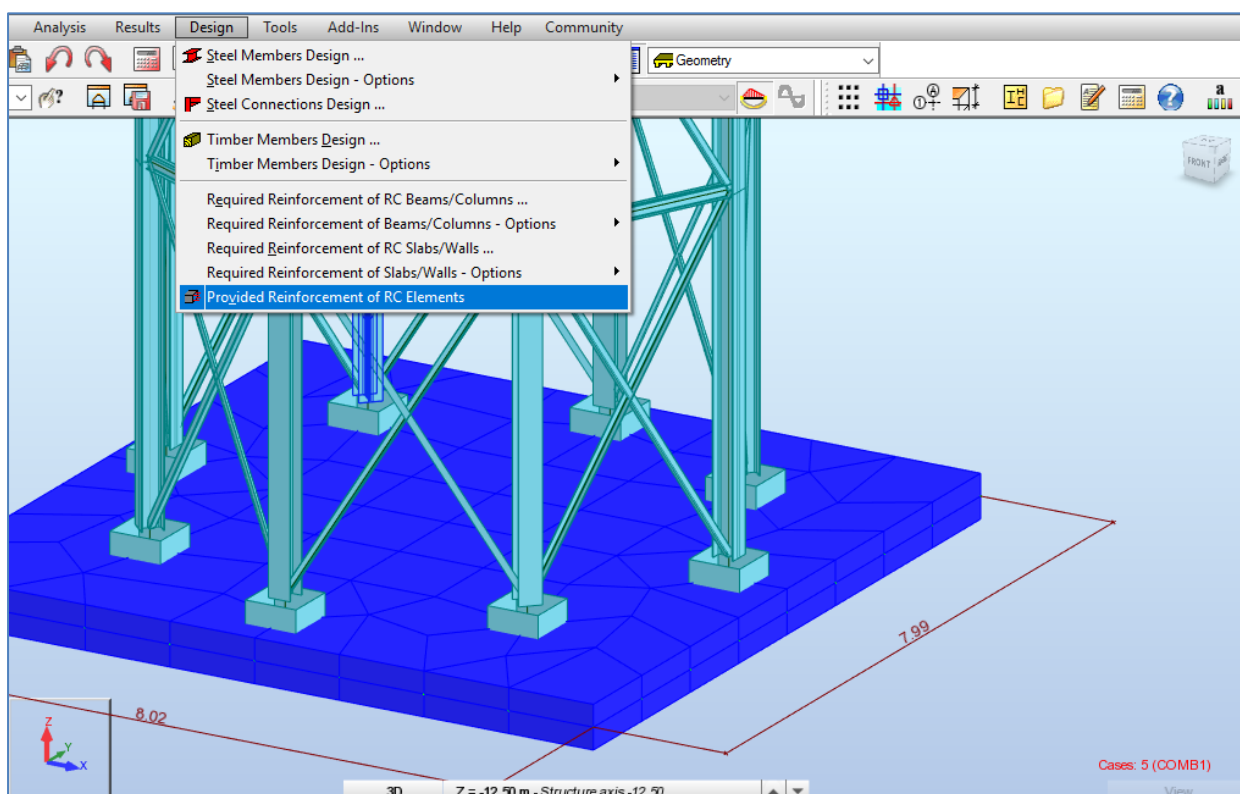
Steel section check: Column [ok]



Beams: [ok]

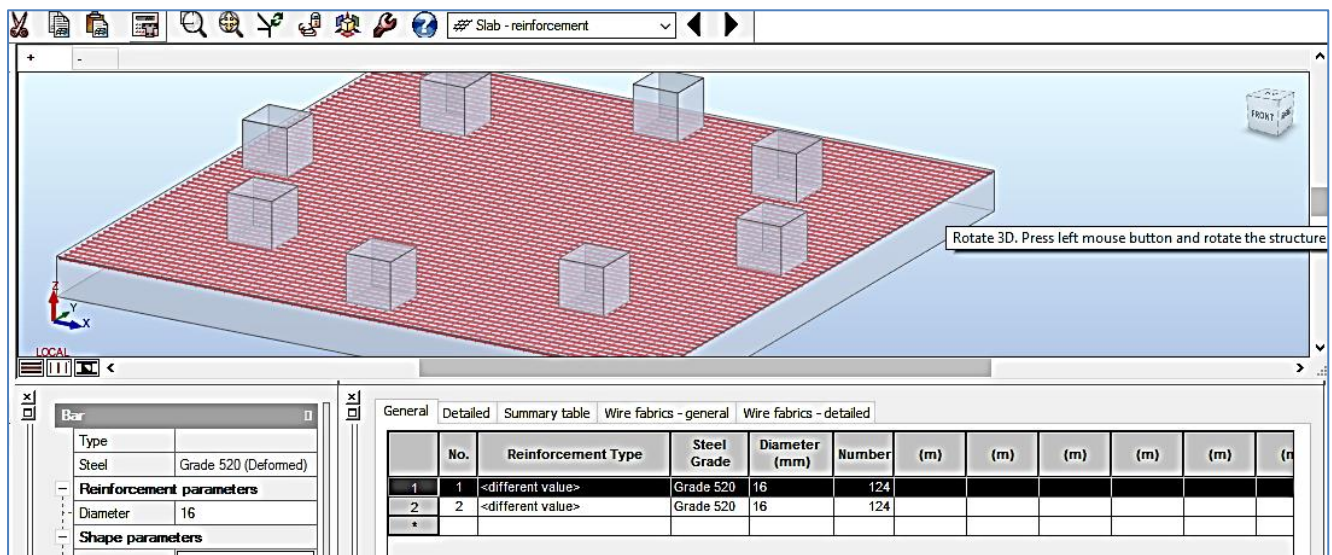
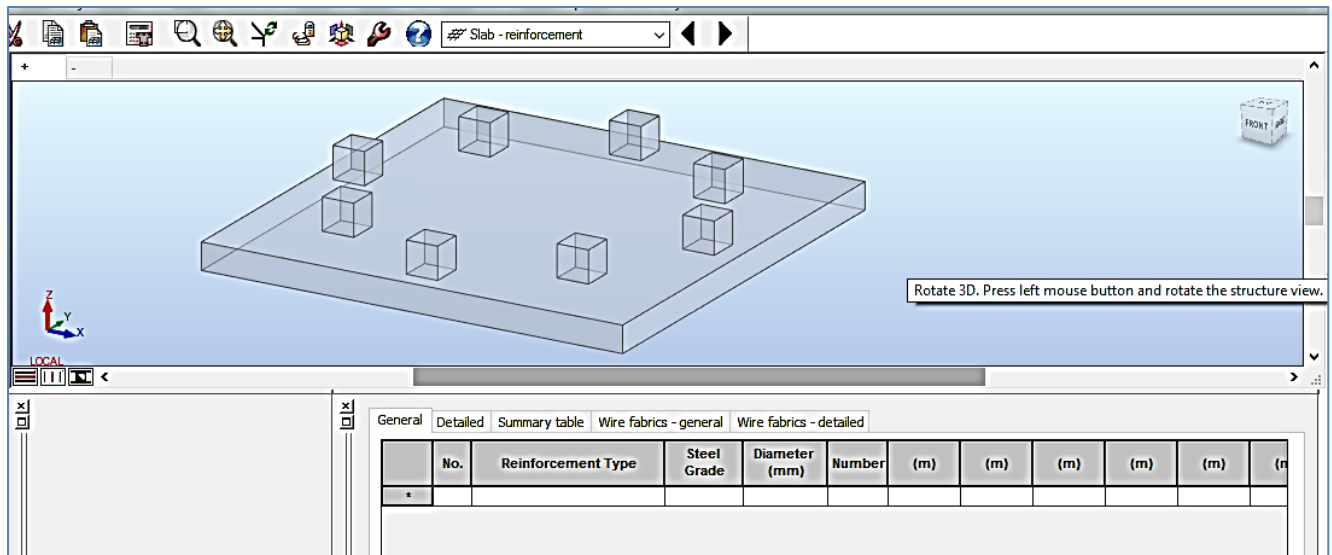


Design RC Raft:



نتواصل بإجراءات التصميم للأساس الخرساني:

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN



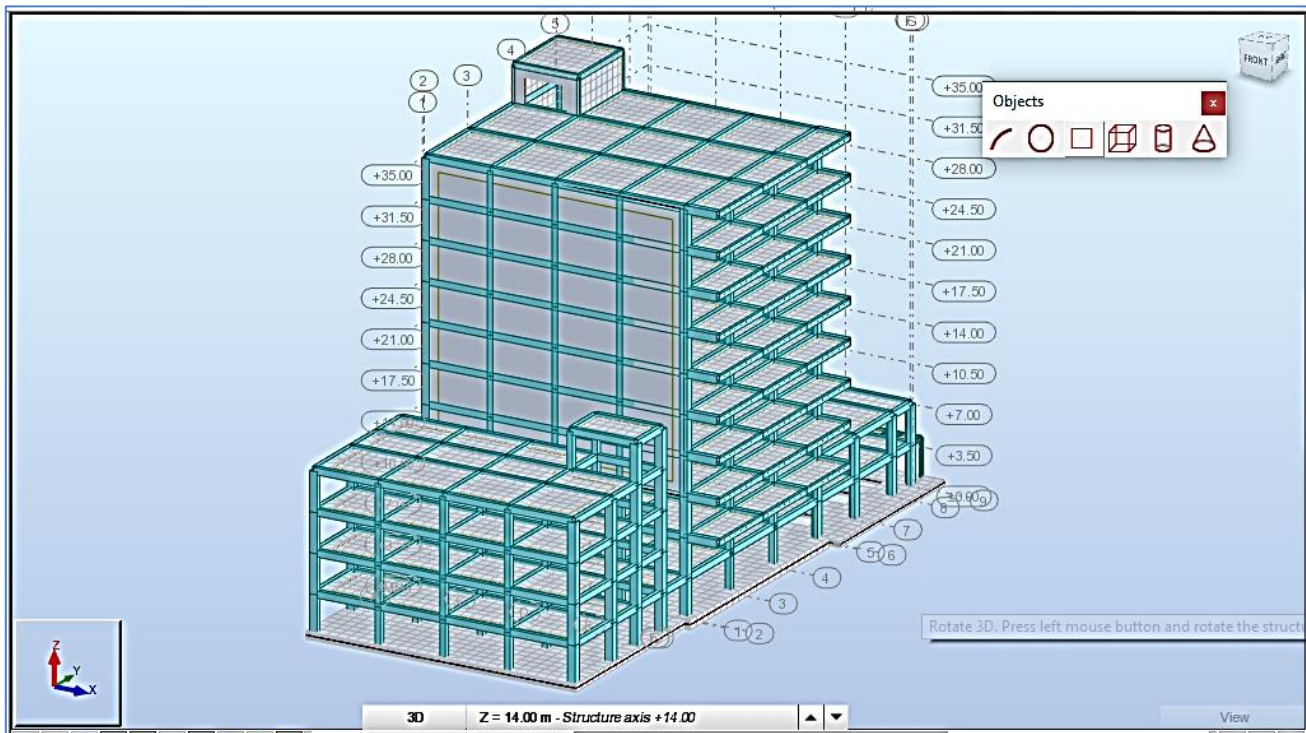
ويمكننا تصميم الوصلات الحديدية وباقي نقاط الاتصال وحسب الاجراءات المتبعة سابقا .

الفصل الرابع

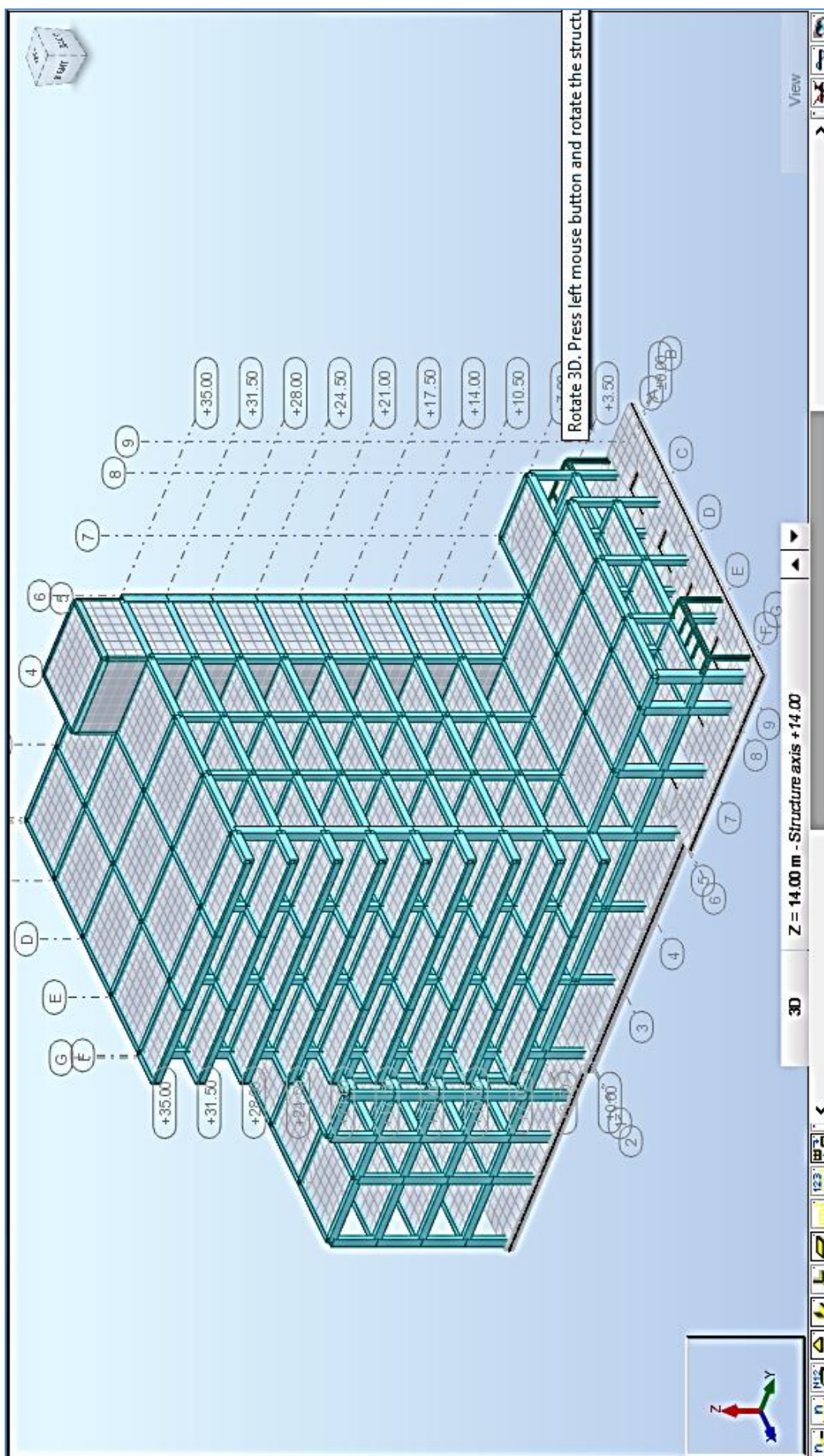
أمثلة تصميمية متنوعة:

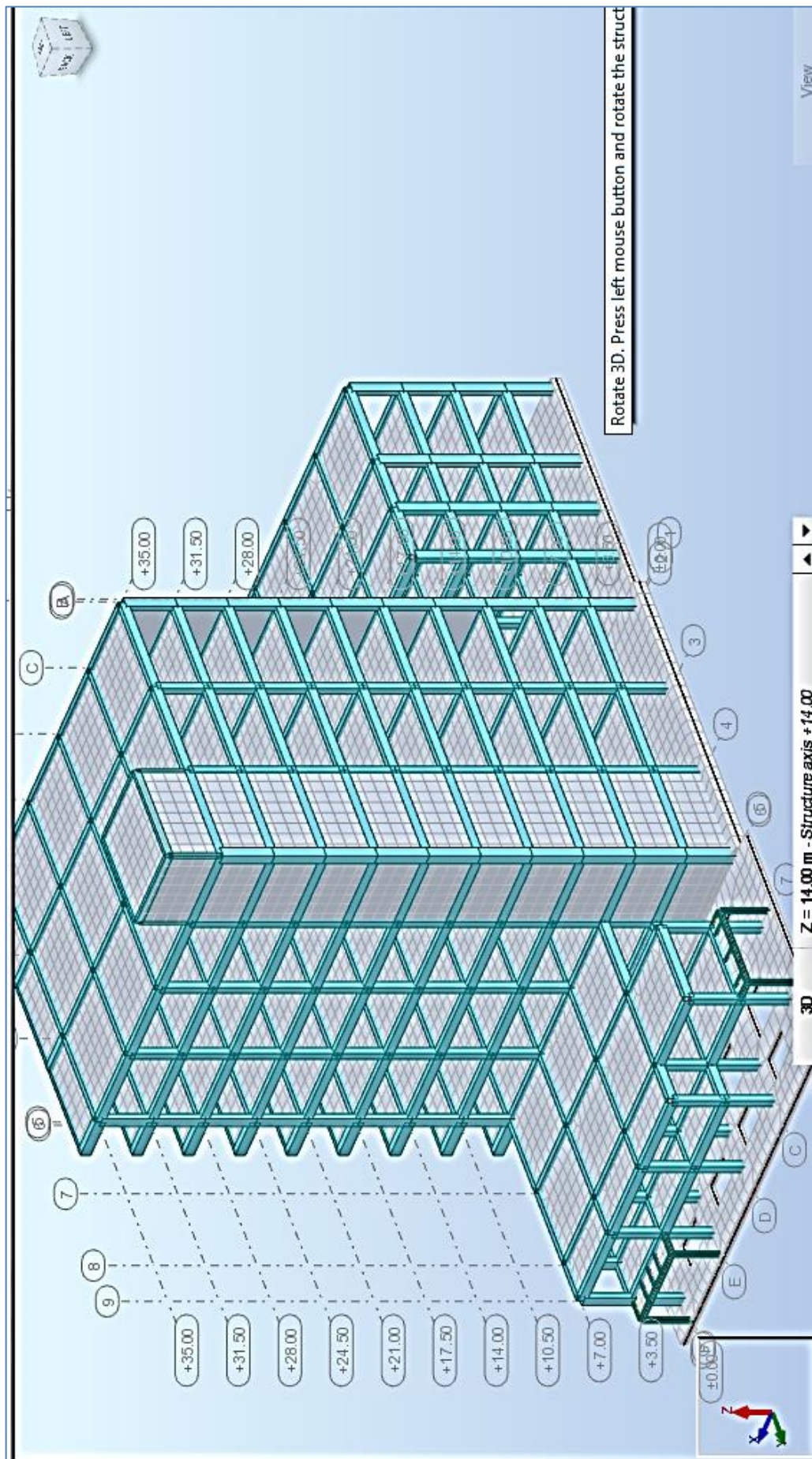
مثال (1): بناية مستشفى نموذجية تم تصميمها من قبل المؤلف للكتاب مع دكتور حيدر مهدي ودكتور أحمد عاجل قيد التنفيذ (هيكل خرسانة مسلحة) والجدران من الطابوق المجوف الاحمر تتكون من عدة بنايات متصلة مع بعضها :

- 1- البناية الرئيسية (A) من 10 طوابق .
 - 2- البناية المساعدة (B) من اربعة طوابق.
 - 3- البناية الادارية (C) من طابقين.
- الصور في ادناه تمثل ال (geometric review) للمستشفى التي تتطابق مع متطلبات وزارة الصحة العراقية.



Tip of building (maximum height)	35.0 meter [10 storey]
Length of building	56.2 meter
Width of building	25.35 meter

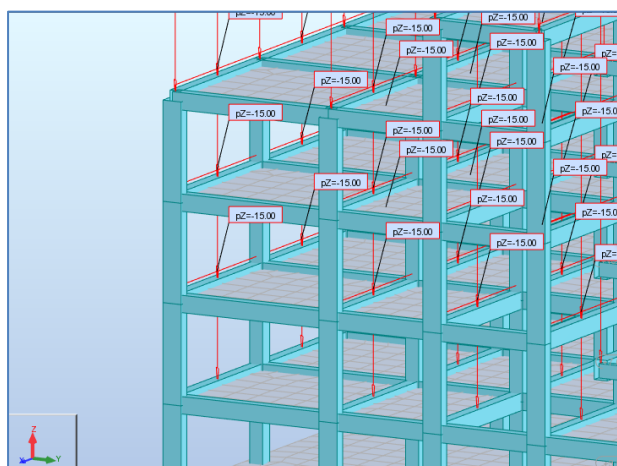




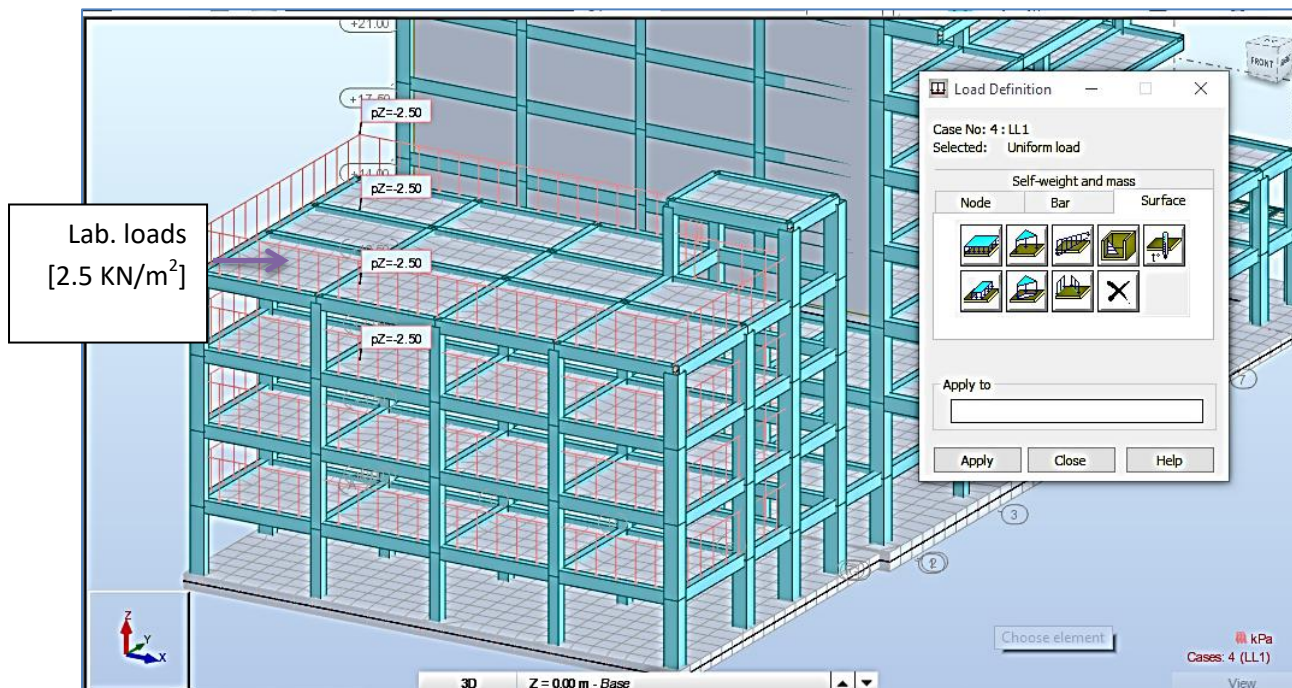
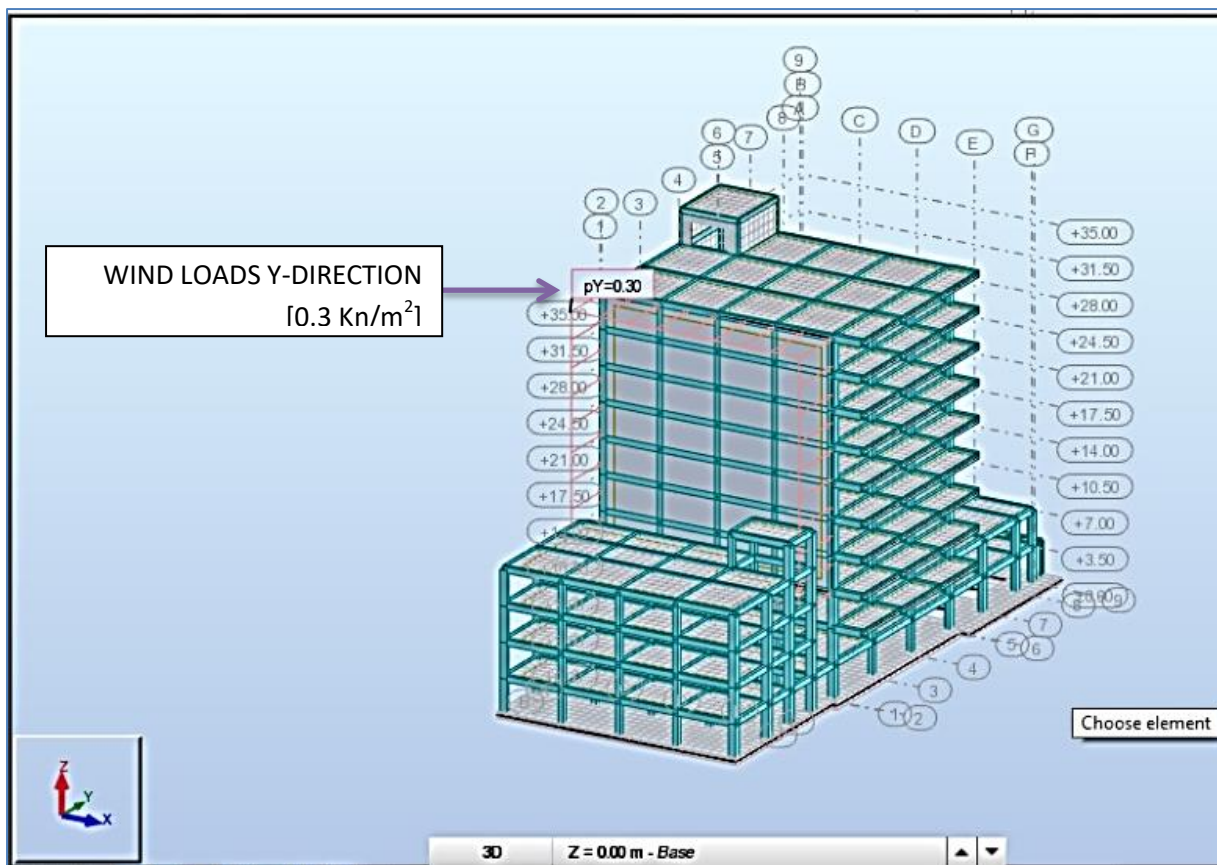
DL1 –Self weight	Computed by robot
DL2	2.0 kN /m ²
LL1	2.5 kN /m ² [Laboratory Service]
DL3 [walls and partitions]	15 kN/m
LL2	2.0 kN /m ² [General Office]
LL3	4.5 kN/m ² [Radiology Service and others]
Wind Loads	30 Kg /m ²

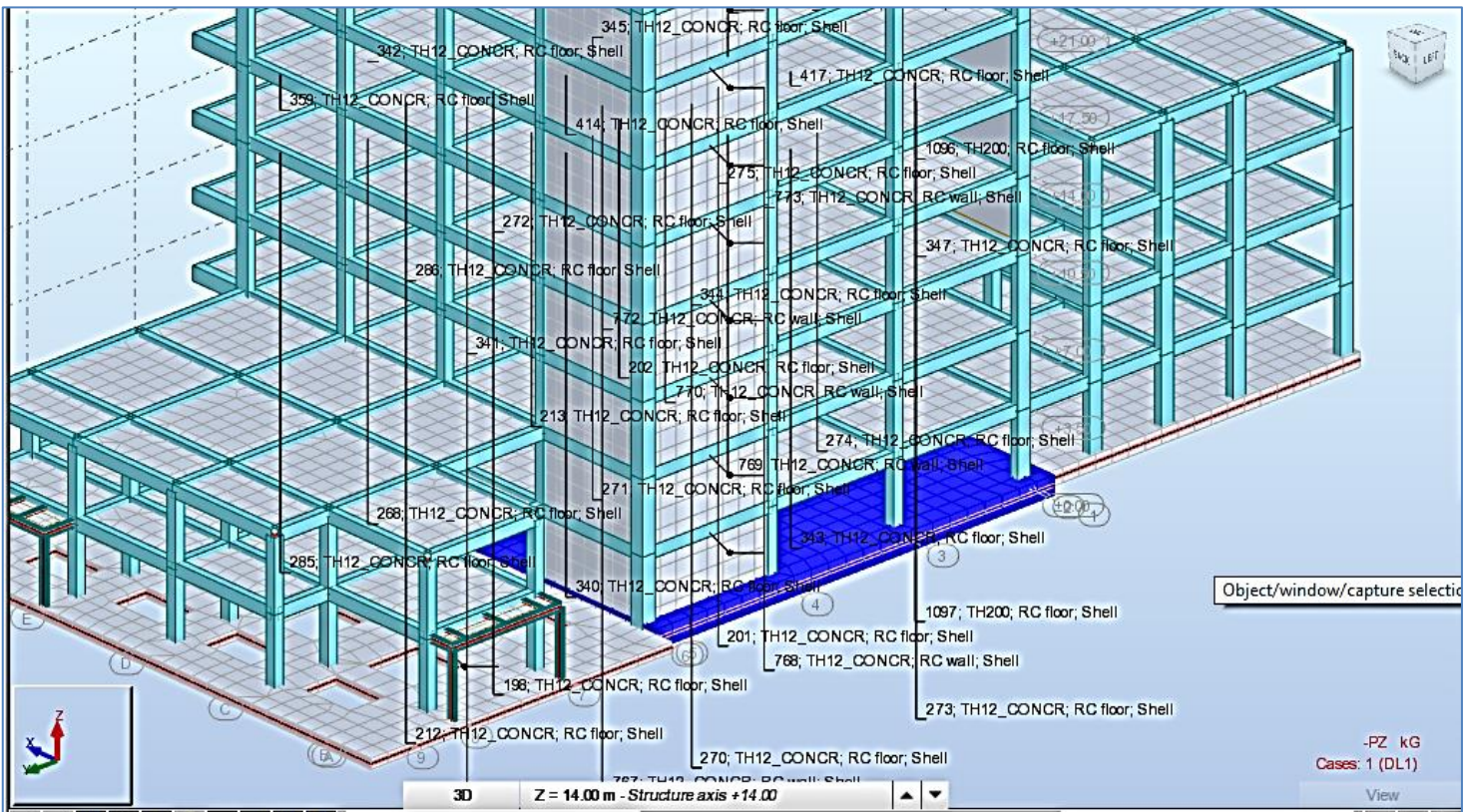
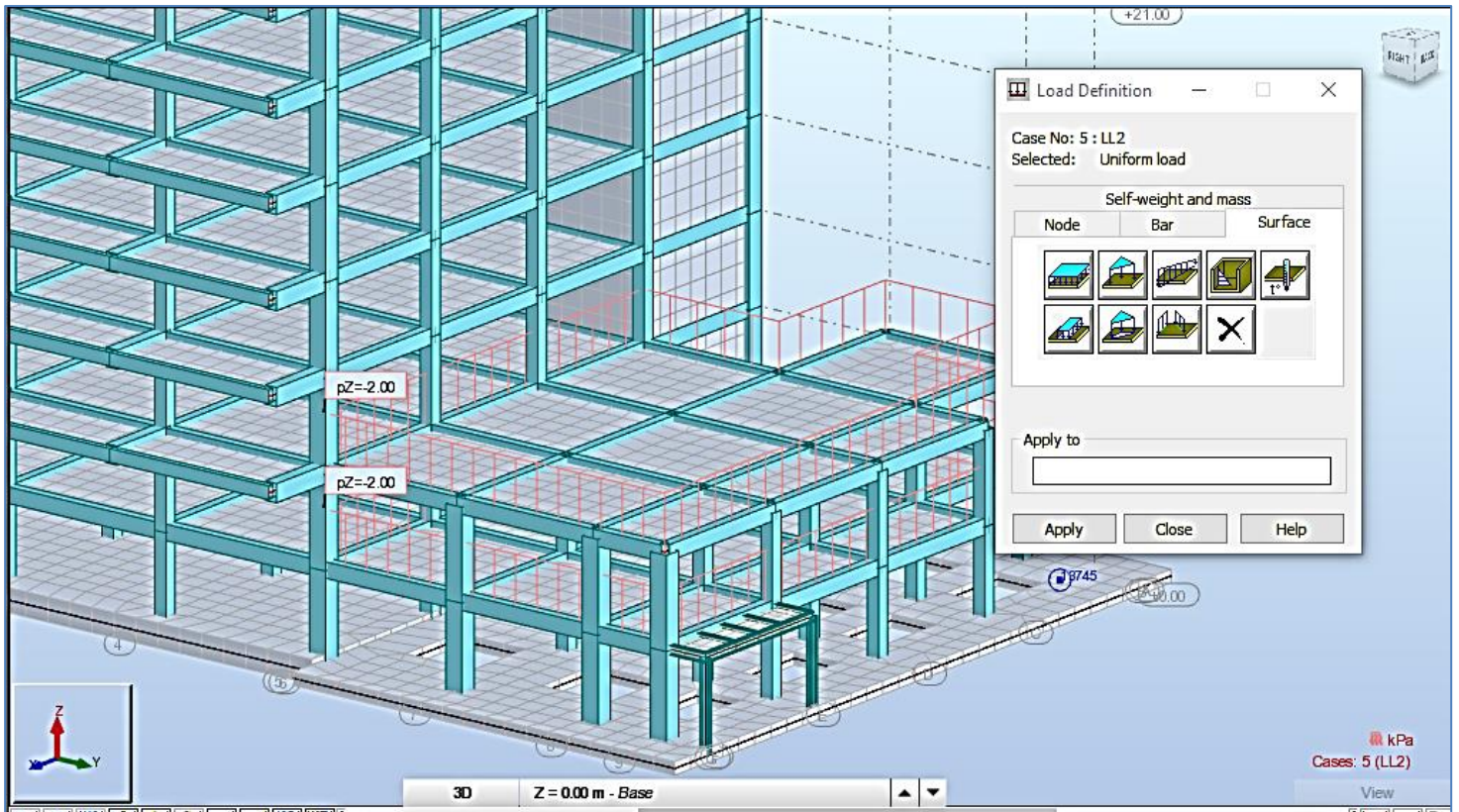
Column for steel part –steel section	W14x53	American section
beams for steel part –steel section	W14x53	American section
RC columns for concrete part	[700x700] mm	Concrete 6 [41.31 MPa]
RC beams for concrete part	[400x600] mm	Concrete 4.5 [31.0 MPa]
RC slab	200 mm	Concrete 4.5 [31.0 MPa]
RC slab for roofing [canopy]	10 cm [thickness]	Cylinder f'c =27.54MPa
Strip footing [RC]	Variable	Cylinder f'c =27.54MPa
Raft and other footing	[900-500] mm thickness	Concrete 4.5 [31.0 MPa]
Soil Bearing Capacity	10 Tons/m ²	Sand-salty mix.
Maximum Aggregate size	20 mm	-
Reinforcement Bar diameter for footing	∅25 mm	ACI318-11

Loads combinations	Service load , Fac. =1.0 ±ULS [ultimate limit state] ±SLS [service limit state]
Code and design	ASCE7-10 , LRFD2000, ACI318-11

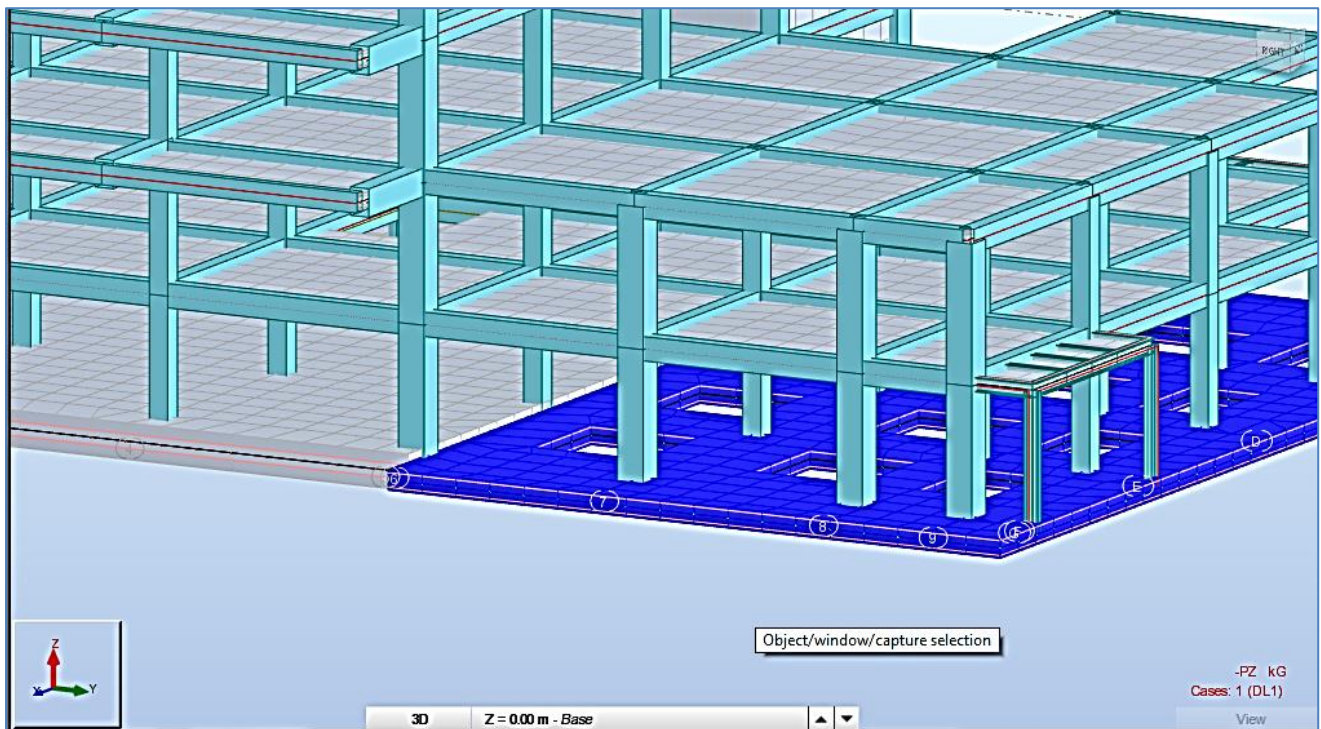


DL [Walls and Partitions Weight]





AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN



Autodesk Robot Structural Analysis Professional - Calculations

18-07-2017 STATIC ANALYSIS 16:22:57

MULTITHREADED SOLVER

PHASE OF ANALYSIS

Reordering		00:00:01
Solution		00:00:02
Resolution stage		00:00:01
Case	7	

Calculation Messages

No supports
Parameters of the material used in the object are different from parameters defined in preferences.
Number of errors: 0
Number of warnings: 2
16:22:48 End of the structure verification
16:22:48 Start of the analysis

Statistics		Resources		In Use
Number of Nodes	: 12891	Memory	5226.434	26.386
Number of Elements	: 16435	Disk	346447.539	52.793
Number of Equations	: 77346	Case 1		
Frontwidth		Start of Analysis : 16:22:49		
Initial	:	Estimat. Run Time : 11 sec		
Optimized	:	Calculation Priorities: Normal		

Pause Stop Help

لنقرأ النتائج المستحصلة :

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

1- Stresses [Global extreme stress] :

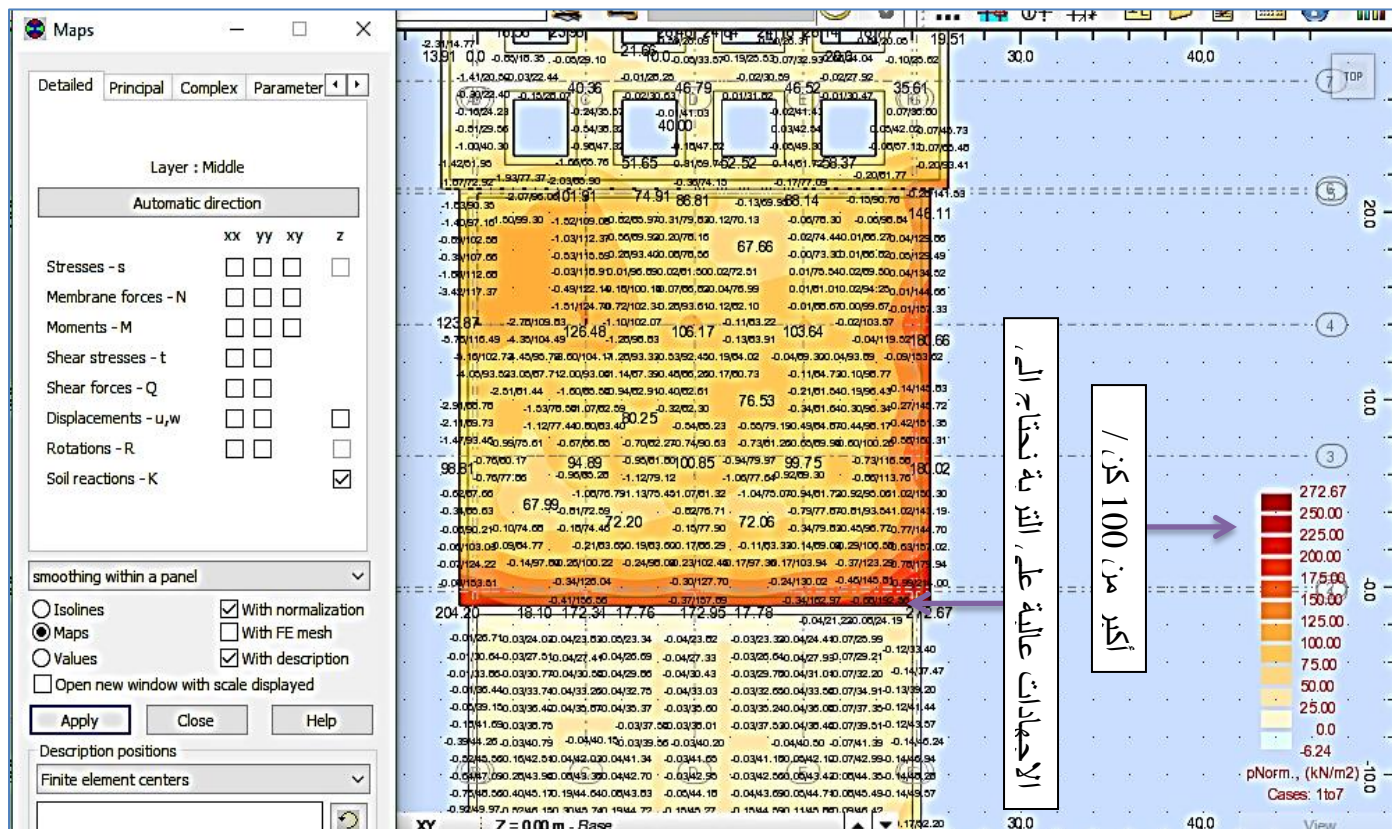
	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)
MAX	18.09	10.30	15.44	8.50	-0.00	-0.00	12.10
Bar	21	84	205	203	520	828	20
Node	41	42	10996	342	180	149	39
Case	1	1	2	2	7	7	1
MIN	-0.16	-15.17	0.00	0.00	-15.44	-8.50	-0.97
Bar	17	205	520	828	205	203	13
Node	34	10996	180	149	10996	342	25
Case	5	2	7	7	2	2	2

2- Deflections [Global extreme stress] :

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)
MAX	0.0	0.2	0.6
Bar	44	660	692
Case	1	1	4
MIN	-0.0	-0.3	-1.4
Bar	167	9	802
Case	3	1	4

جميع نتائج الاجهادات العظمى والهطول في الجسور الخرسانية معقولة من الناحية الانشائية وضمن المتطلبات العامة.

3- Soil Reactions:



4- Shear stress [xx-direction]



تصميم عمود خرساني:

Columns - Parameters of RC Elements

Simple cases
Manual combinations

Selected regulation for generation of combinations:
RC regulation
ACI318_2011

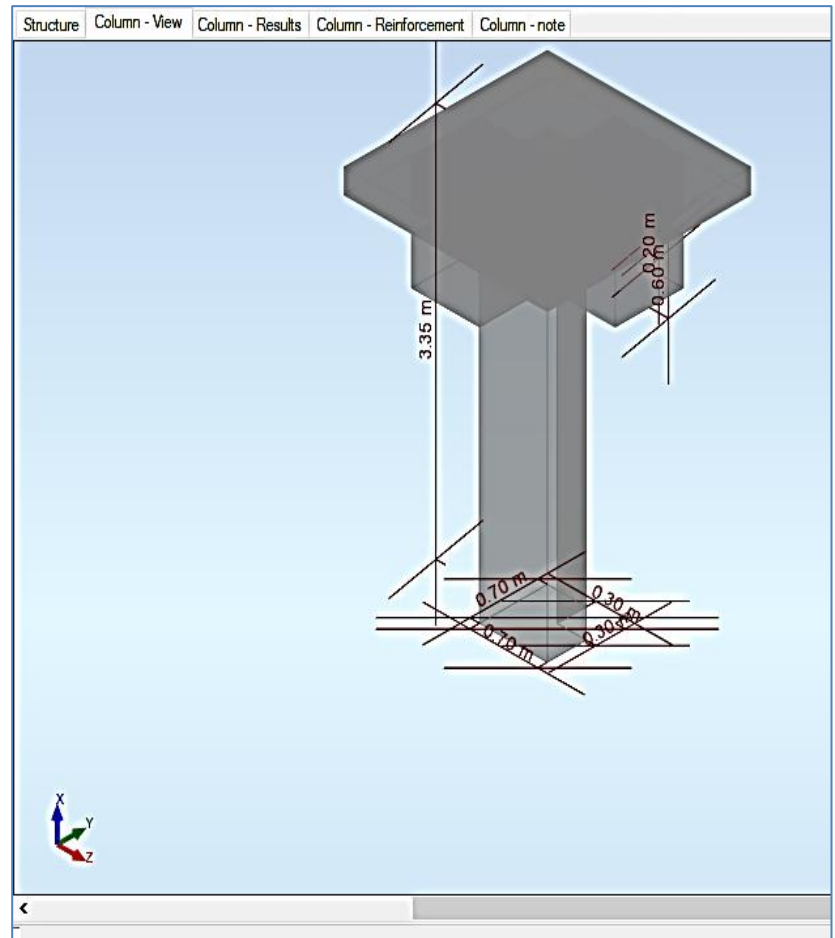
Grouping type
☒ According to story
☒ Create stories for elements not assigned to stories
☒ According to geometry
☒ Column chain

☒ Always display this dialog box
☐ Automatically run calculations

☒	No	Nature	Subnature	Label	Name
☒	1	dead load	dead	1	DL1
☒	2	dead load	dead	DL2	DL2
☒	3	Live	live	LL1	LL1
☒	4	Live	live	LL2	LL2
☒	5	wind	wind	WIND1	WIND1
☒	6	Live	live	LL4	LL4

Simple cases

OK Cancel Help



Reinforcement Pattern - ACI 318-11 metric

Longitudinal Bars Transversal Bars Dowel Bars Shapes

Corner bars
Diameter: 25
Maximal number of bars in a bundle: 1

Intermediate bars
☒ Identical diameters
Diameter: 25
Maximal number of bars in a bundle: 1

Constructional bars
☒ Generate constructional reinforcement
☐ Diameter as for intermediate ones
Diameter: 25
☒ Tied

☐ All tied

Bar arrangement (m)
☒ Spacing limits
e1 >= 0.04
e2 <= 0.45
Number of bars
nb 4
nh 4
☐
Restore default

OK Cancel Help
Standard Save As ... Delete

Reinforcement Pattern - ACI 318-11 metric

Longitudinal Bars Transversal Bars Dowel Bars Shapes

Elevation (m)

Diameter: Auto

$e1 = 0.45$
 $e2 \leq 0.45$
 $x1 \leq 0.45$
 $x2 \geq 0.00$
 $x3 \geq 0.00$

Restore default

☒ Ties up to slab
☐ Ties up to beam

Section

OK Cancel Help

Standard

Save As ... Delete

Reinforcement Pattern - ACI 318-11 metric

Longitudinal Bars Transversal Bars Dowel Bars Shapes

Diameter: 25

$l \geq 0.00$ m
 $l \geq d$ 36
☒ Tied

Restore default

Connection to the upper column

☐ On
☒ Auto
☐ Off

☒ Main bars
☐ Constructional bars
☒ Dowel bars

Bent bars

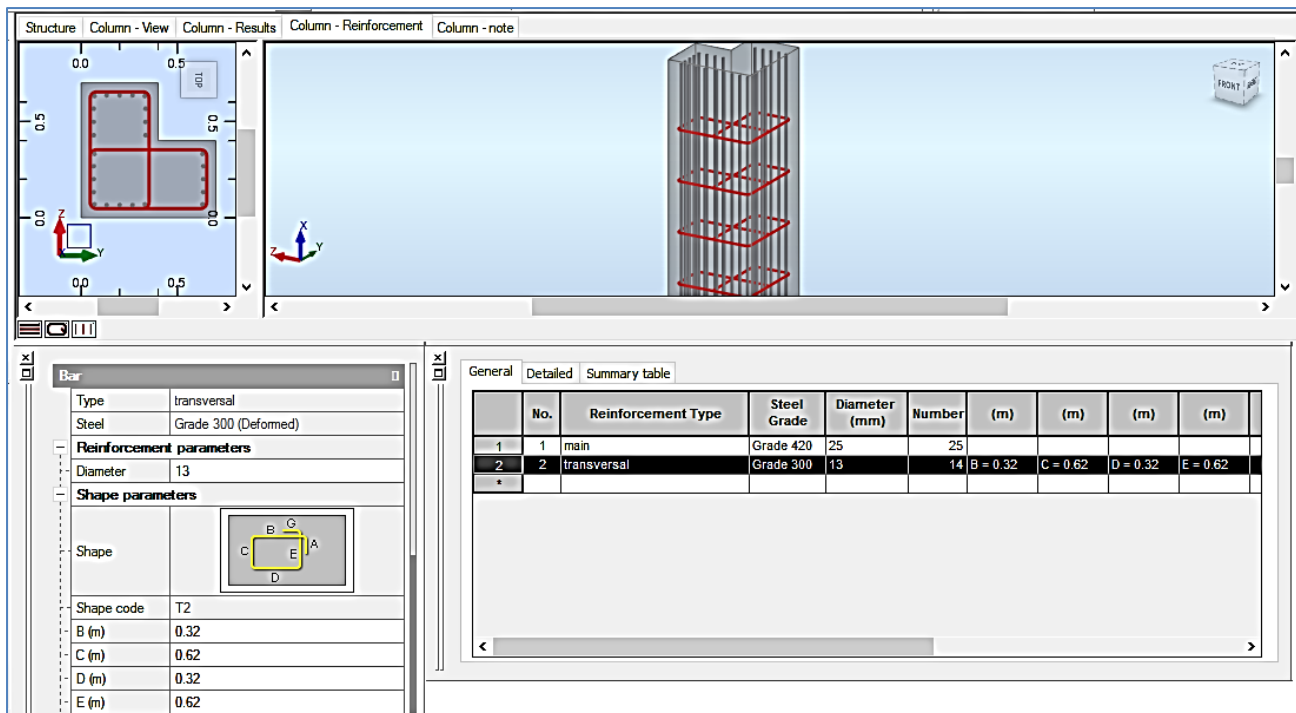
☐ On
☐ Auto
☒ Off

$l = 0.00$ m
 $d_v = 0.05$ m
 $d_h = 0.05$ m

OK Cancel Help

Standard

Save As ... Delete



النوتة الحسابية للعمود:

1 Level:

- Name :
- Reference level : 0.00 (m)
- Fire rating : 0 (h)
- Environment class : mild

2 Column: **Column9**

Number: 1

2.1 Material properties:

- Concrete : CONCR_6 $f_c' = 41.40$ (MPa)
- Unit weight : 2407.31 (kG/m³)
- Longitudinal reinforcement : Grade 420 $f_y = 420.00$ (MPa)
- Transversal reinforcement : Grade 300 $f_y = 300.00$ (MPa)

2.2 Geometry:

- 2.2.1 L 700 x 700 (mm)
- 2.2.2 Height: L = 3.35 (m)
- 2.2.3 Slab thickness = 0.20 (m)
- 2.2.4 Beam height = 0.60 (m)
- 2.2.5 Cover = 40 (mm)

2.3 Calculation options:

- Calculations according to : ACI 318-11 metric
- Precast column : no
- Pre-design : no
- Slenderness taken into account : yes
- Ties : to slab

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

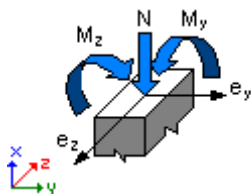
- Non-sway structure

2.4 Loads:

Case	Nature	Group	γ_f	N (kN)	M_{yu} (kN*m)	M_{yl} (kN*m)	M_{yi} (kN*m)	M_{zu}	M_{zl}	M_{zi}
COMB1	(kN*m) design	(kN*m) 9	(kN*m) 1.00	7668.68	147.34	-664.98	-340.05	-97.30	515.80	270
γ_f - load factor										

2.5 Calculation results:

2.5.1 ULS Analysis



Design combination: COMB1 (B)

$\gamma_{f1} \gamma_{f2} \gamma_{f3} = 0.65$

Internal forces:

$N = 7668.68$ (kN) $M_y = -664.98$ (kN*m) $M_z = 515.80$ (kN*m)

Design forces:

Lower node

$N = 7668.68$ (kN) $M_y = -664.98$ (kN*m) $M_z = 515.80$ (kN*m)

2.5.1.1 Detailed analysis-Direction Y:

2.5.1.1.1 Critical force

$P_c = 86568.06$ (kN) (10-13)

$k \cdot l_u = 3.50$ (m)

$EI = 107446.93$ (kN*m²) (10-14)

$\gamma_d = 1.00$

$E_c = 32481.86$ (MPa)

$E_s = 199948.02$ (MPa)

$I_g = 1492333333$ (mm⁴)

$I_{se} = 589884949$ (mm⁴)

2.5.1.1.2 Slenderness analysis

Non-sway structure

l_u (m) k $k \cdot l_u$ (m)

3.50 1.00 3.50

$k \cdot l_{uy} / r_y = 18.12 < 36.66$ Short column (10-7)

2.5.1.1.3 Buckling analysis

$M_1 = -664.98$ (kN*m) $M_2 = 147.34$ (kN*m)

Case: Cross-section at the column end (Lower node), Slenderness not taken into account

$M = -664.98$ (kN*m)

$M_c = M = -664.98$ (kN*m)

2.5.1.2 Detailed analysis-Direction Z:

$$M1 = -97.30 \text{ (kN*m)} \quad M2 = 515.80 \text{ (kN*m)}$$

Case: Cross-section at the column end (Lower node), Slenderness not taken into account

$$M = 515.80 \text{ (kN*m)}$$

$$M_c = M = 515.80 \text{ (kN*m)}$$

2.5.2 Reinforcement:

Ratio: $P = A_{sr}/A_g = 3.07 \%$

2.6 Reinforcement:

Main bars (Grade 420):

- 25 $\varnothing$ 25 $l = 3.31 \text{ (m)}$

Transversal reinforcement (Grade 300):

stirrups: 14 $\varnothing$ 13 $l = 1.98 \text{ (m)}$

3 Material survey:

- Concrete volume = 1.10 (m³)
- Formwork = 7.70 (m²)

- Steel Grade 420

- Total weight = 318.97 (kG)
- Density = 289.98 (kG/m³)
- Average diameter = 25.0 (mm)
- Reinforcement survey:

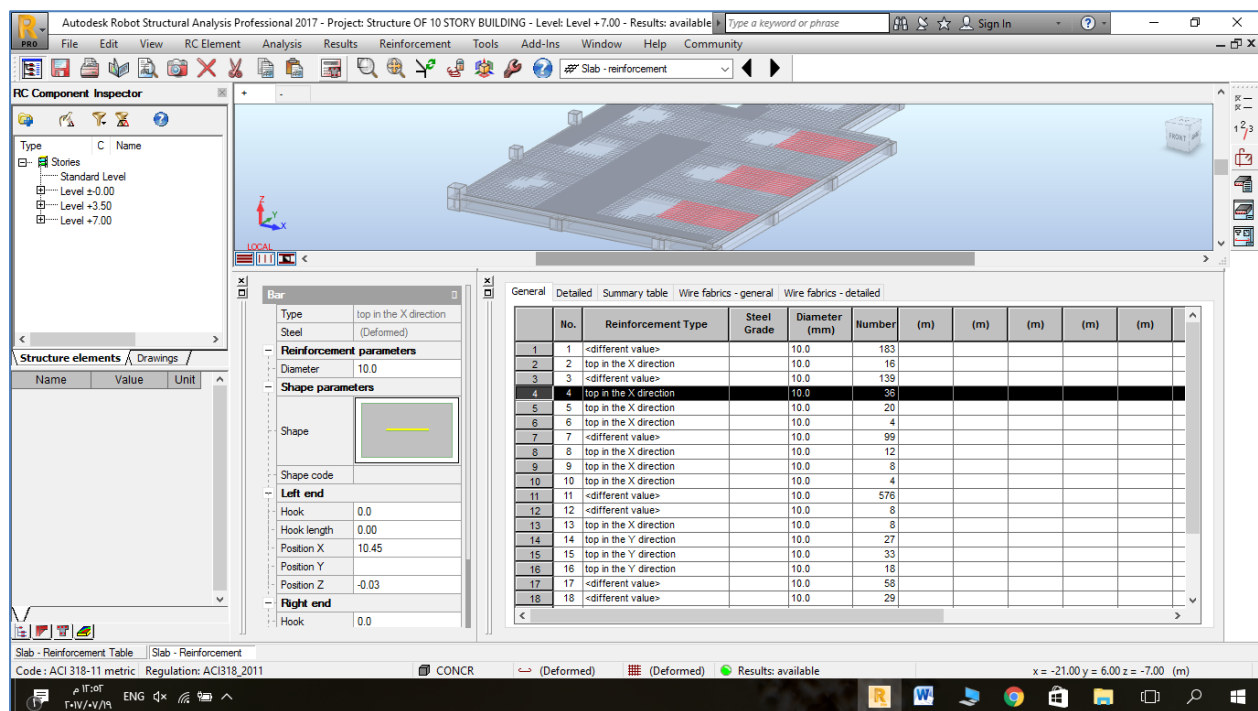
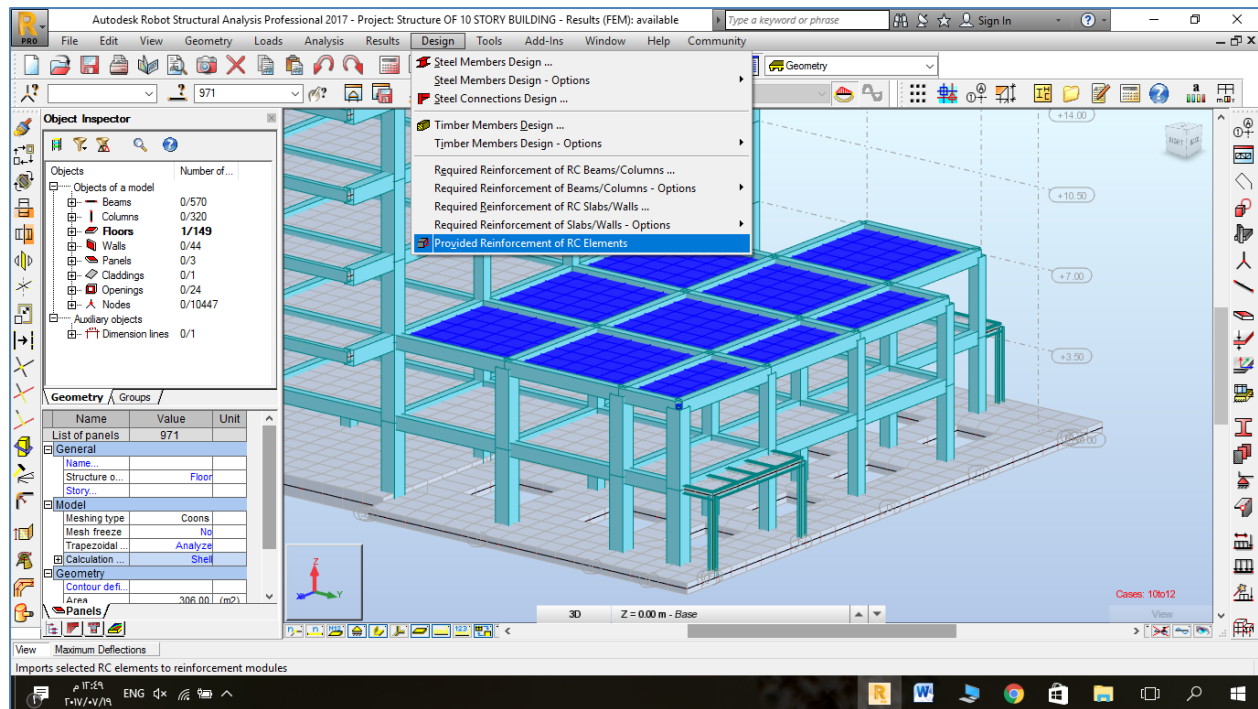
Diameter	Length (m)	Weight (kG)	Number (No.)	Total weight (kG)
25	3.31	12.76	25	318.97

- Steel Grade 300

- Total weight = 28.88 (kG)
- Density = 26.26 (kG/m³)
- Average diameter = 13.0 (mm)
- Reinforcement survey:

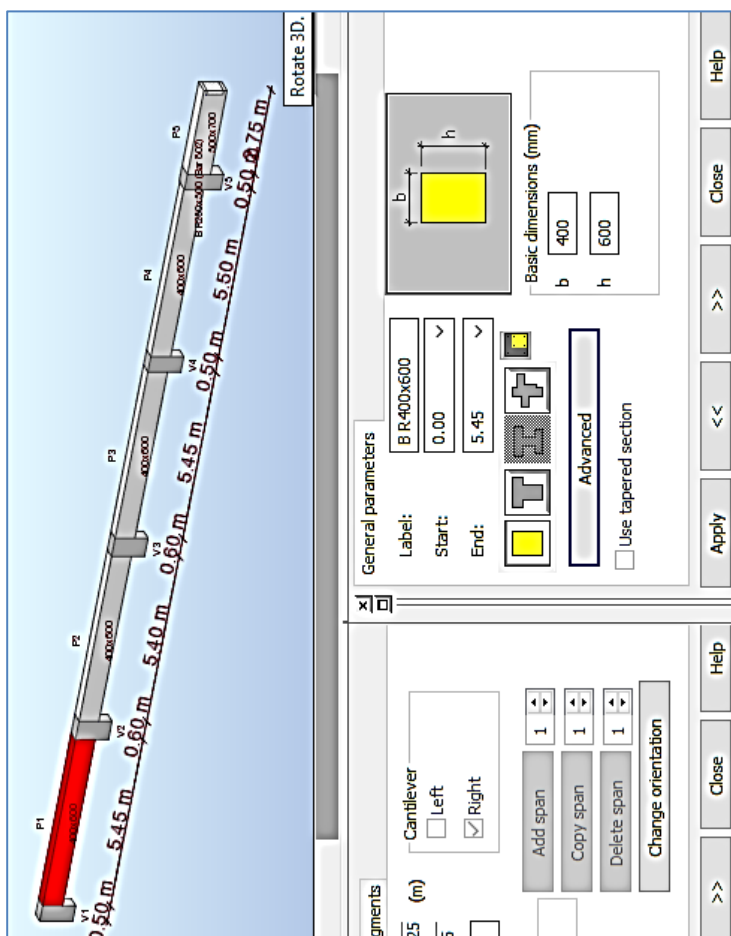
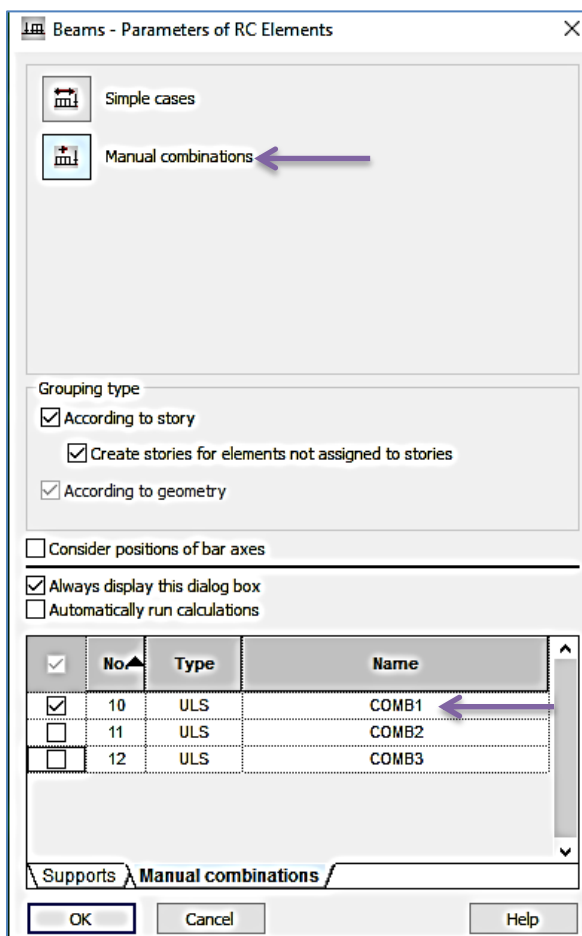
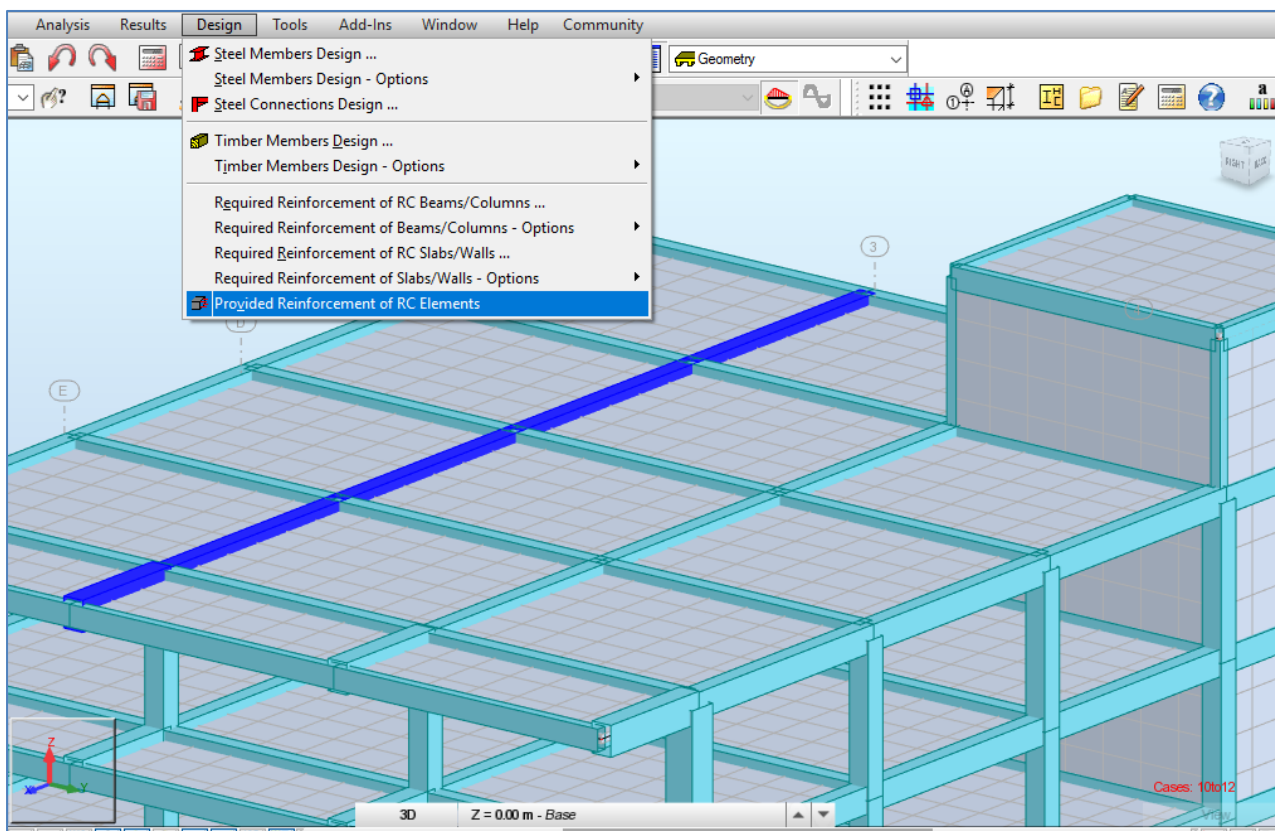
Diameter	Length (m)	Weight (kG)	Number (No.)	Total weight (kG)
13	1.98	2.06	14	28.88

تصميم احد السقوف الخاص بالمختبرات:



تصميم احد الجسور المستمرة للبنية الرئيسية:

سنختار احد الجسور المستمرة كنموذج ينسحب في تصميمه على باقي الجسور الخرسانية للبنية الرئيسية فقط ويمكن للمستخدم تصميم كل جسر على حدة وهذا الاجراء يتطلب مساحة كبيرة جدا كلوحات لامجال لأدراجها جميعا هنا.



Reinforcement Pattern - ACI 318-11 metric

General | Bottom Reinf. | Top Reinf. | Transversal Reinf. | Constr. Reinf. | Shapes

Reinforcement segment:
☐ Single span
☒ Whole beam

Main reinforcement:
 Min. diameter: 25

Preferred bar spacing (mm):
☒ Emin: 100
☒ Emax: 150
 For longitudinal reinforcement for torsion: 100

Straight bars:
 Maximum length: 12.0 (m)
 Minimum diameter: 10.0 (mm)
 Module length: 0.01 m

Bent bars:
☒ Bent bottom bars
☒ Bent top bars
 Number per plane: 1
 Bend angle: 60.0 Deg
 Anchorage length: 0.80 m
☒ Bend spacing: intermediate: 0.40 m, from support: 0.04 m

☐ Symmetrical reinforcement
☒ Consider slab parts of T-section in quantity survey
☐ Ignore verification of reinforcement shape during beam verification

Anchorage

Reinforcement Pattern - ACI 318-11 metric

General | Bottom Reinf. | Top Reinf. | Transversal Reinf. | Constr. Reinf. | Shapes

Elevation:
☒ Support reinforcement
☐ Suspended load

Arrangement type:
☒ Fit to envelope
☐ Constant seg. spacing: 1.0 (m)

Position of extreme stirrups:
☐ e <= 0.05 m
☒ Auto

Available spacings (m):
☒ Spacing multiplication: 0.01
☐ List: 0.05 0.07 0.09 0.11 0

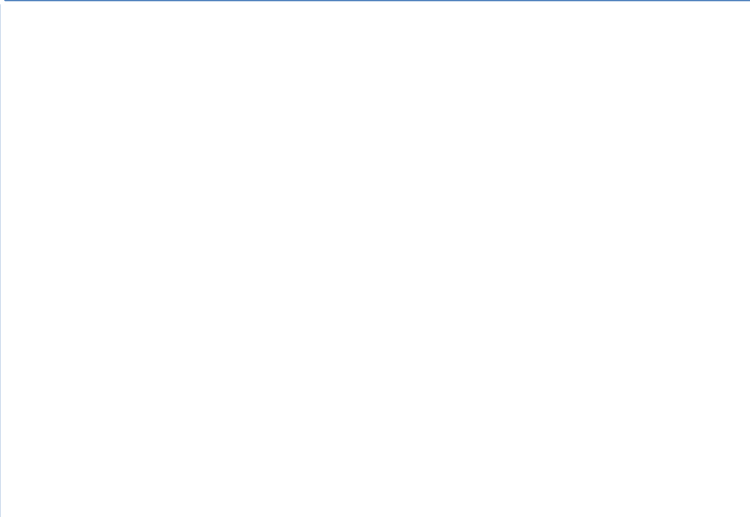
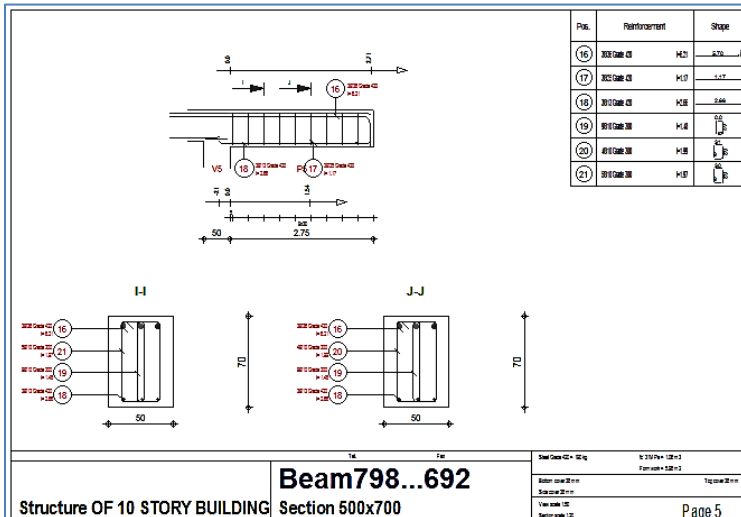
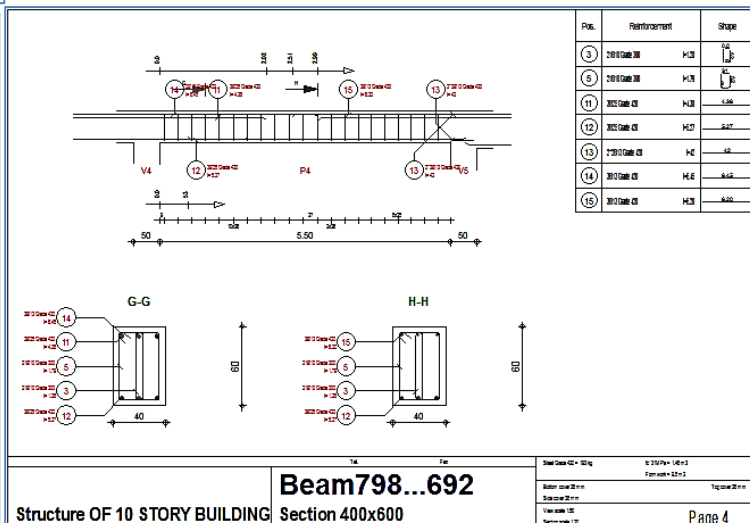
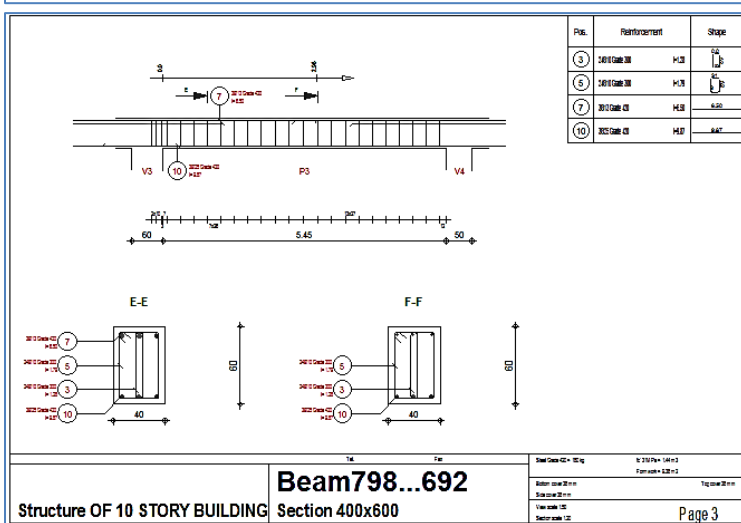
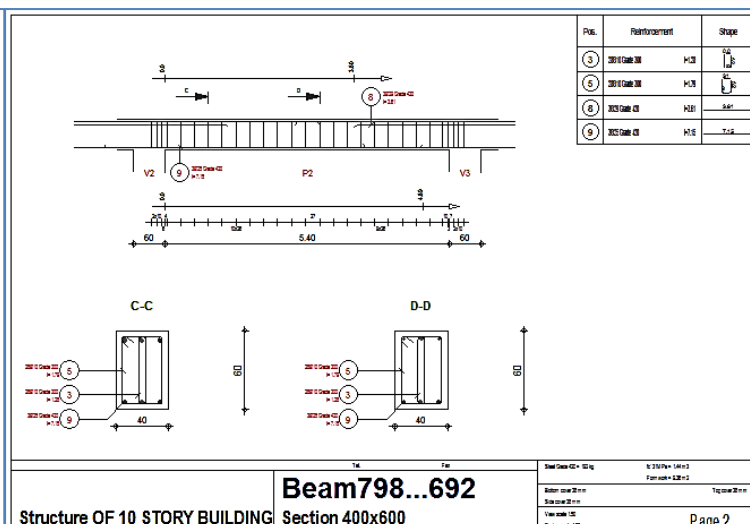
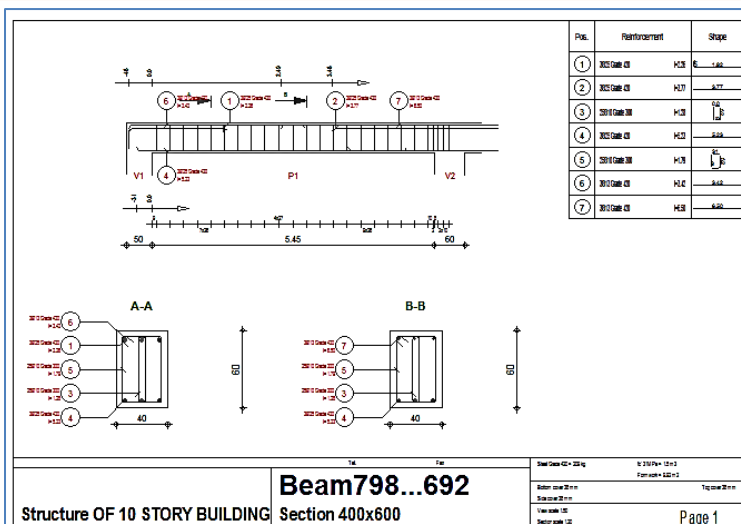
Section:
☒ Auto
☐ User definition...
☐ Open stirrups
☐ For T-section
☐ For rectangular section
 I = 0.00 m
☐ Pin

Diameter 1: Auto
 Diameter 2: Auto

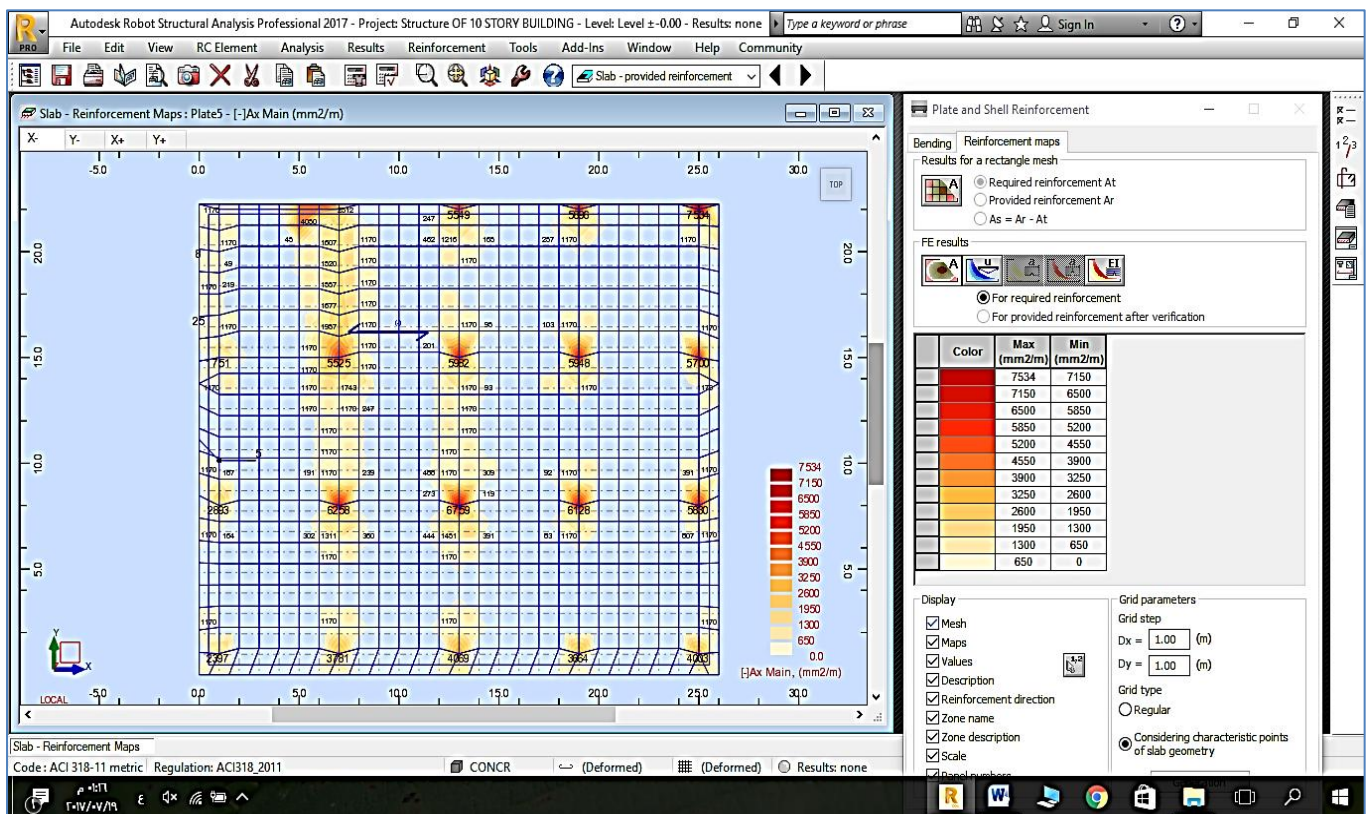
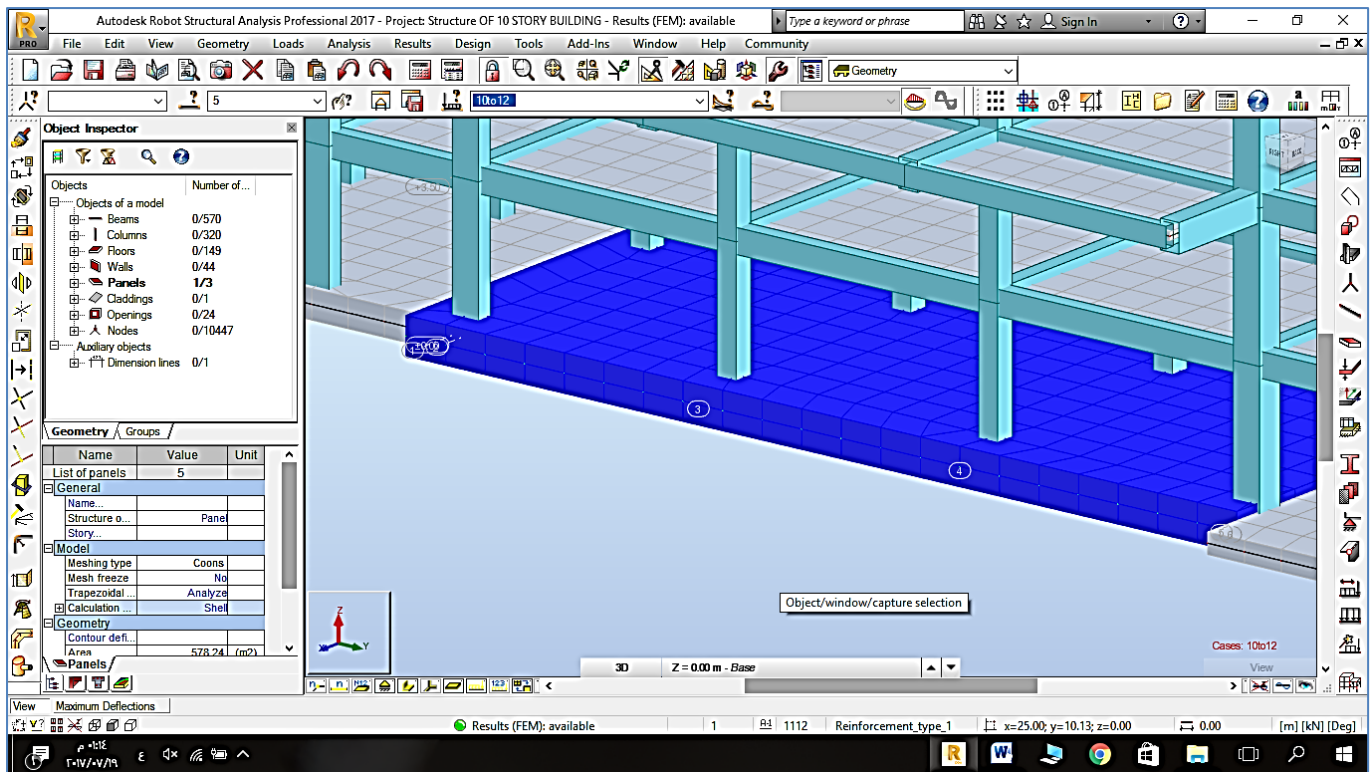
Structure | Beam - View | Beam - Diagrams | Beam - Reinforcement | Beam - note

	No.	Reinforcement Type	Steel Grade	Diameter (mm)	Number	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1	main-top	Grade 420	25	3	B = 1.92								
2	2	main-top	Grade 420	25	3	B = 3.77								
3	3	transverse-main	Grade 300	10	98									
4	4	main-bottom	Grade 420	25	3	B = 5.23								
5	5	transverse-main	Grade 300	10	98	B = 0.31	C = 0.52	D = 0.31	E = 0.52					
6	6	assembly-top	Grade 420	13	3									
7	7	assembly-top	Grade 420	13	6									
8	8	main-top	Grade 420	29	3	B = 3.61								
9	9	main-bottom	Grade 420	25	3	B = 7.15								
10	10	main-bottom	Grade 420	25	3	B = 9.87								
11	11	main-top	Grade 420	25	3	B = 4.38								
12	12	main-bottom	Grade 420	25	3	B = 5.27								
13	13	cuts longitudinal	Grade 420	13	4									
14	14	assembly-top	Grade 420	13	3									
15	15	assembly-top	Grade 420	13	3									

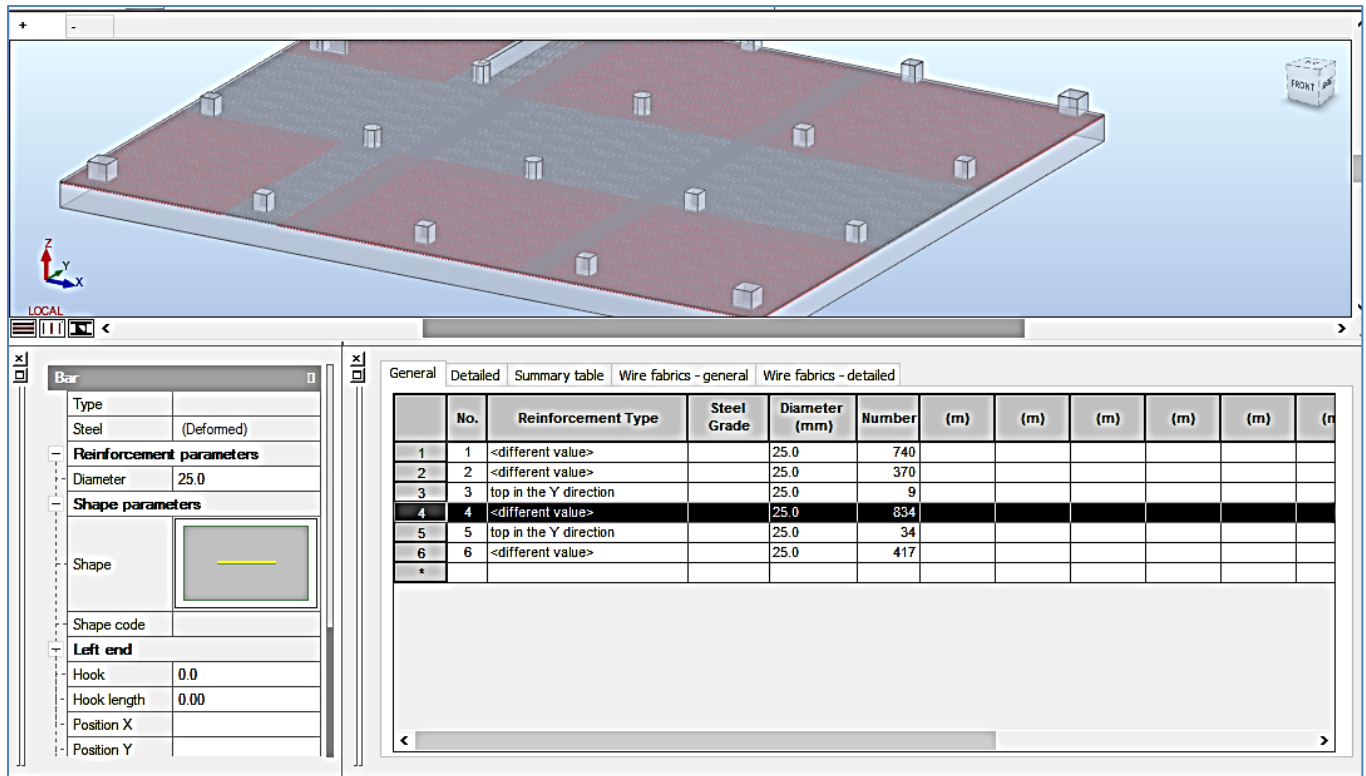
اما اللوحات التنفيذية للعتبة الخرسانية المستمرة هي:



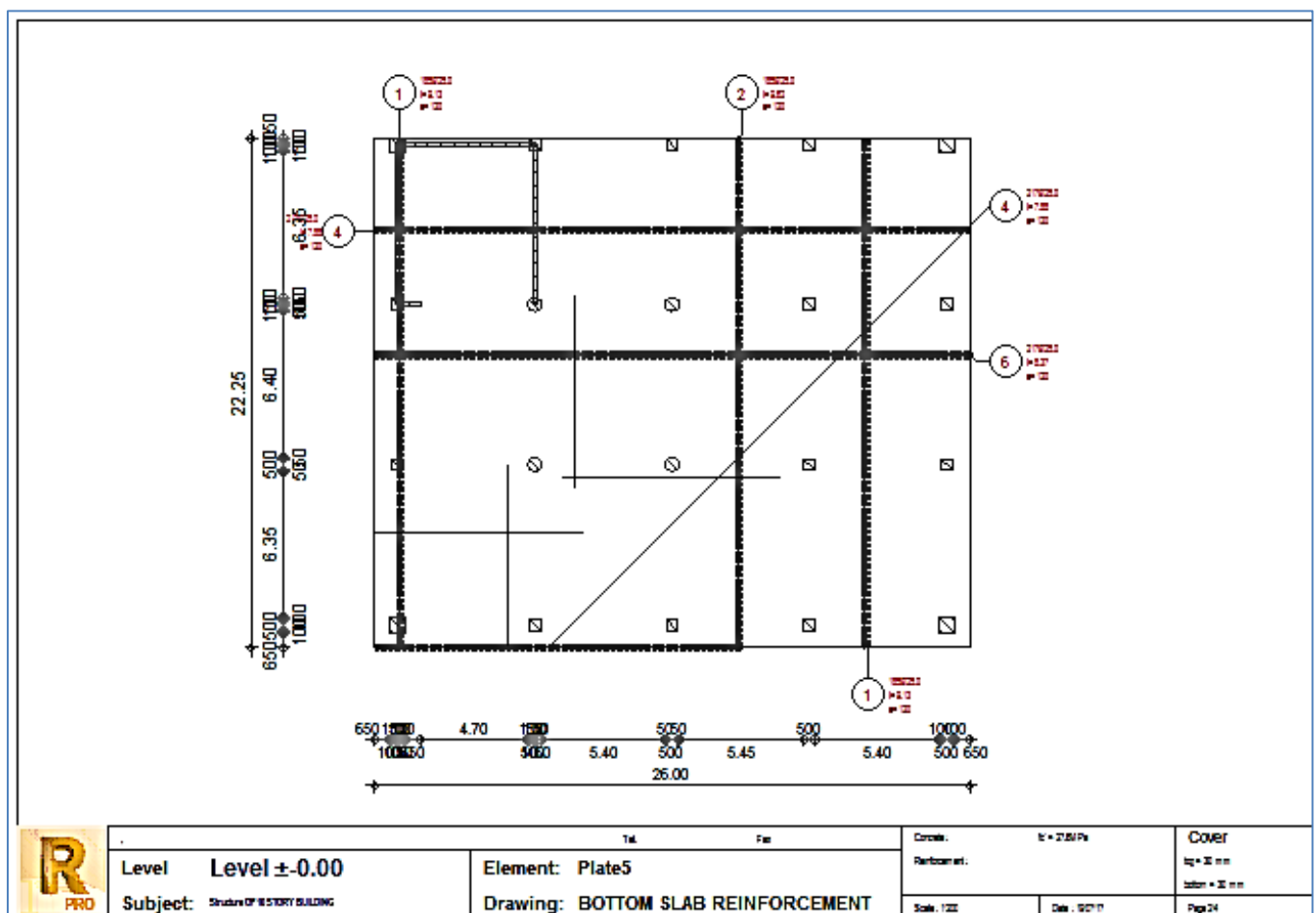
نتوجه لتصميم الاساس الحصري للبنية الرئيسية :

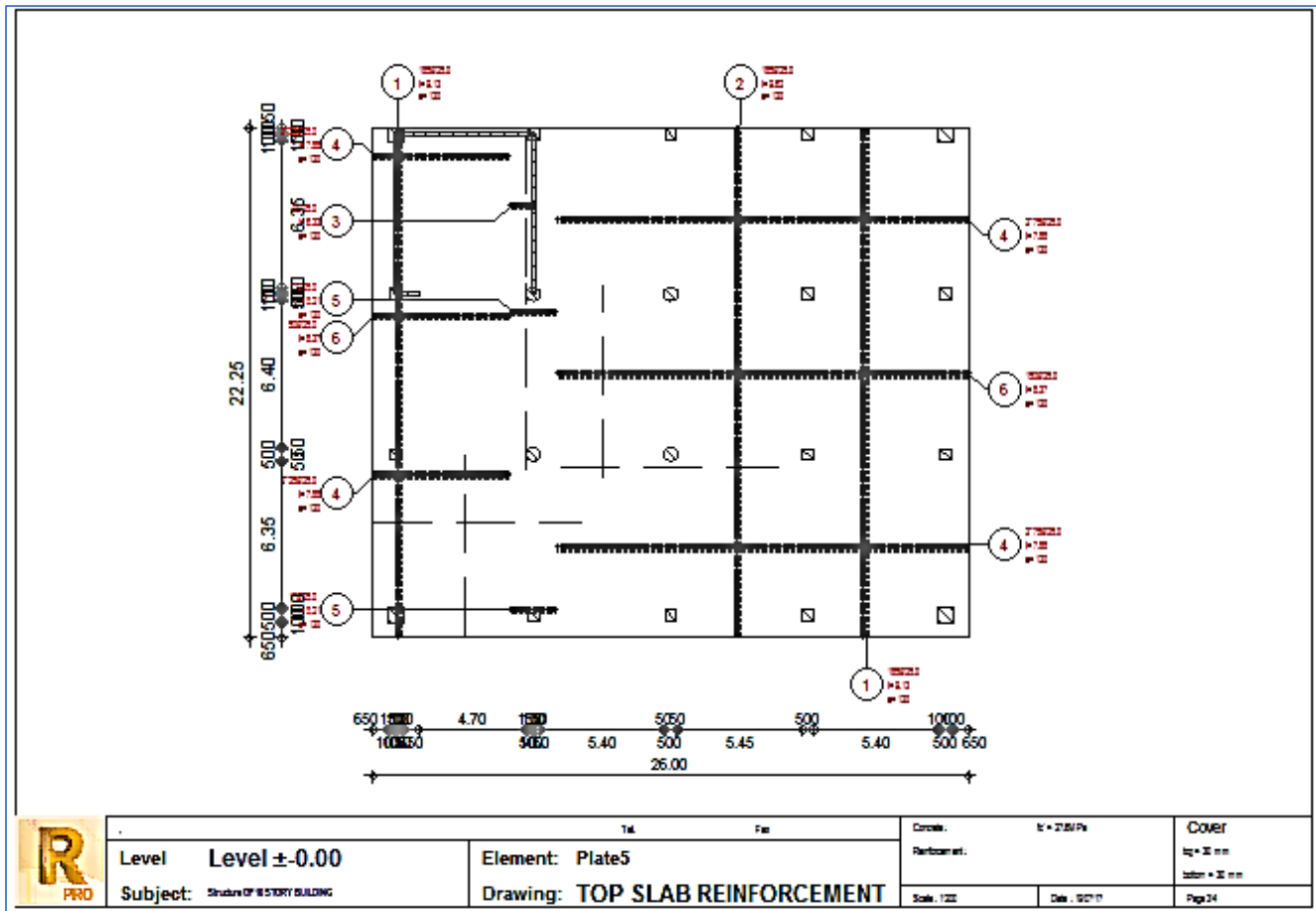


هناك كمية حديد تسليح عالية نسبيا سيقوم البرنامج تلقائيا بترتيبها وحسب متطلبات الكود المعتمد.



اما اللوحات التنفيذية للأساس الحصري ستكون:





اما النوتة الحسابية :

1. Slab: Plate5 - Panel no. 5

1.1. Reinforcement:

- Type : RC shell [Raft Foundation]
- Main reinforcement direction : 0°
- Main reinforcement grade : ; Characteristic strength = 420.00 MPa
- Bar diameters
 - bottom d1 = 25 (mm) d2 = 25 (mm)
 - top d1 = 25 (mm) d2 = 25 (mm)
- Cover
 - bottom c1 = 50 (mm)
 - top c2 = 50 (mm)

1.2. Concrete

- Class : CONCR; Characteristic strength = 41.10 MPa
- Density : 2407.24 (kG/m3)

1.3. Hypothesis

- Calculations according to : ACI
- Method of reinforcement area calculations : analytical
- Allowable deflection : 30 (mm)
- Verification of punching : yes
- Calculation type : bending +
- compression/tension

1.4. Slab geometry

Thickness 0.90 (m)

Contour:

edge	beginning		end		length
	x1	y1	x2	y2	(m)
1	0.00	22.25	26.00	22.25	26.00
2	26.00	22.25	26.00	0.00	22.25
3	26.00	0.00	0.00	0.00	26.00
4	0.00	0.00	0.00	22.25	22.25

Support:

n°	Name	dimensions (m)	coordinates		edge
			x	y	
1	point	0.50 / 0.50	13.00	22.00	—
3	point	0.50 / 0.50	7.00	22.00	—
0	linear	0.20 / 6.00	4.00	22.00	—
0	linear	7.00 / 0.20	7.00	18.50	—
5	point	0.50 / 0.50	19.00	22.00	—
7	point	0.70 / 0.70	1.00	22.00	—
0	linear	7.00 / 0.20	1.00	18.50	—
9	point	0.70 / 0.70	25.00	22.00	—
11	point	0.70 / 0.70	1.00	1.00	—
13	point	0.70 / 0.70	25.00	1.00	—
15	point	0.50 / 0.50	13.00	1.00	—
17	point	0.50 / 0.50	7.00	1.00	—
19	point	0.50 / 0.50	19.00	1.00	—
21	point	0.60	7.00	15.00	—
0	linear	0.20 / 1.00	1.50	15.00	—
23	point	0.60	13.00	15.00	—
25	point	0.60	13.00	8.00	—
27	point	0.60	7.00	8.00	—
29	point	0.50 / 0.50	1.00	15.00	—
31	point	0.50 / 0.50	1.00	8.00	—
33	point	0.50 / 0.50	19.00	15.00	—
35	point	0.50 / 0.50	19.00	8.00	—
37	point	0.50 / 0.50	25.00	8.00	—
39	point	0.50 / 0.50	25.00	15.00	—

* - head present

1.5. Calculation results:

1.5.1. Maximum moments + reinforcement for bending, compression/tension

	Ax(+) Ay(-)	Ax(-)	Ay(+)	
Provided reinforcement (mm2/m):	0	0	0	0
Modified required reinforcement (mm2/m):	2744 9014	7534	3978	
Original required reinforcement (mm2/m):	2744 9014	7534	3978	
Coordinates (m):	23.00;7.25 25.00;8.00	25.00;22.00	26.00;4.24	

1.5.2. Maximum moments + reinforcement for bending, compression/tension

Ax(+) Ay(-)	Ax(-)	Ay(+)
----------------	-------	-------

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

Symbol: required area/provided area

Ax(+) (mm ² /m)	2744/0 2075/0	1371/0	1170/0	
Ax(-) (mm ² /m)	0/0 5830/0	7534/0	0/0	
Ay(+) (mm ² /m)	0/0	0/0	3978/0	0/0
Ay(-) (mm ² /m)	1170/0 9014/0	7400/0	0/0	

SLS

Mxx (kN*m/m)	615.62	-1669.39	37.32	-
1425.85				
Myy (kN*m/m)	-93.99	-1649.88	1007.41	-
2051.45				
Mxy (kN*m/m)	113.04	-109.77	10.89	-
9.40				

Nxx (kN/m)	-15.84	-23.90	0.23	-
15.06				
Nyy (kN/m)	-50.53	-56.66	-51.23	-
49.86				
Nxy (kN/m)	-1.70	-8.07	1.29	-
0.03				

ULS

Mxx (kN*m/m)	861.82	-2337.01	52.25	-
1996.08				
Myy (kN*m/m)	-131.57	-2309.69	1410.30	-
2871.87				
Mxy (kN*m/m)	158.24	-153.68	15.24	-
13.16				

Nxx (kN/m)	-22.18	-33.45	0.32	-
21.08				
Nyy (kN/m)	-70.74	-79.32	-71.72	-
69.80				
Nxy (kN/m)	-2.37	-11.30	1.80	-
0.05				

Coordinates (m)	23.00;7.25	25.00;22.00	26.00;4.24	
	25.00;8.00			
Coordinates* (m)	22.00;6.25;0.00	24.00;21.00;0.00	25.00;3.24;0.00	
	24.00;7.00;0.00			

* - Coordinates in the structure global coordinate system

1.5.4. Deflection

|f(+)| = 0 (mm) <= f_{dop}(+) = 30 (mm)

|f(-)| = 30 (mm) <= f_{dop}(-) = 30 (mm)

2. Loads:

Case	Type	List	Value
1	self-weight	54to65 118to128 5 137to139 192to202 211to213 265to276 285to287 340to350 359to361 414to424 433to435 488to498 135 507to509 562to572 581to583 636to646 655to657 710to720 729to731 747to750 752to755 740 757to760 762to765 767to770 772to775 777to780 782to785 787to790 792to795 860to864 904 971 972 1094to1097 1103 1104 1111	PZ Negative
2	(FE) uniform	54to65 118to128 135 137to139 192to202 211to213 265to276 285to287 340to350 359to361 414to424 433to435 488to498 507to509 562to572 581to583 636to646 655to657 710to720 729to731 740 904 971 1094to1097 1103 1111	PZ=-2.00(kN/m ²)
3	uniform load		PZ=-15.00(kN/m)
4	(FE) uniform	1094to1097	PZ=-2.50(kN/m ²)
5	(FE) uniform	904 971	PZ=-2.00(kN/m ²)

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

6	(FE) uniform	638 642 646 710to720	PZ=-
4.50(kN/m2)			
6	(FE) uniform	54to65 118to128 137to139 192to202	
211to213 266to276 285to287 340to350 359to361 414to424 433to435 488to498 507to509			
562to572 581to583 636to646 655to657 710to720 729to731 747to750 752to755 757to760			
740 762to765 767to770 772to775 777to780 782to785 787to790 792to795 861to864			
PZ=-4.50(kN/m2)			
7	(FE) uniform	860	PY=0.30(kN/m2)
7	uniform load		PY=7.20(kN/m)
relative			
7	uniform load		PY=7.20(kN/m)
relative			
7	uniform load		PY=7.20(kN/m)
relative			
7	uniform load		PY=7.20(kN/m)
relative			
7	uniform load		PY=7.20(kN/m)
relative			
7	uniform load		PY=7.20(kN/m)
relative			
7	uniform load		PY=7.20(kN/m)
relative			

Combination/Component

ULS/10

ULS/11

ULS/12

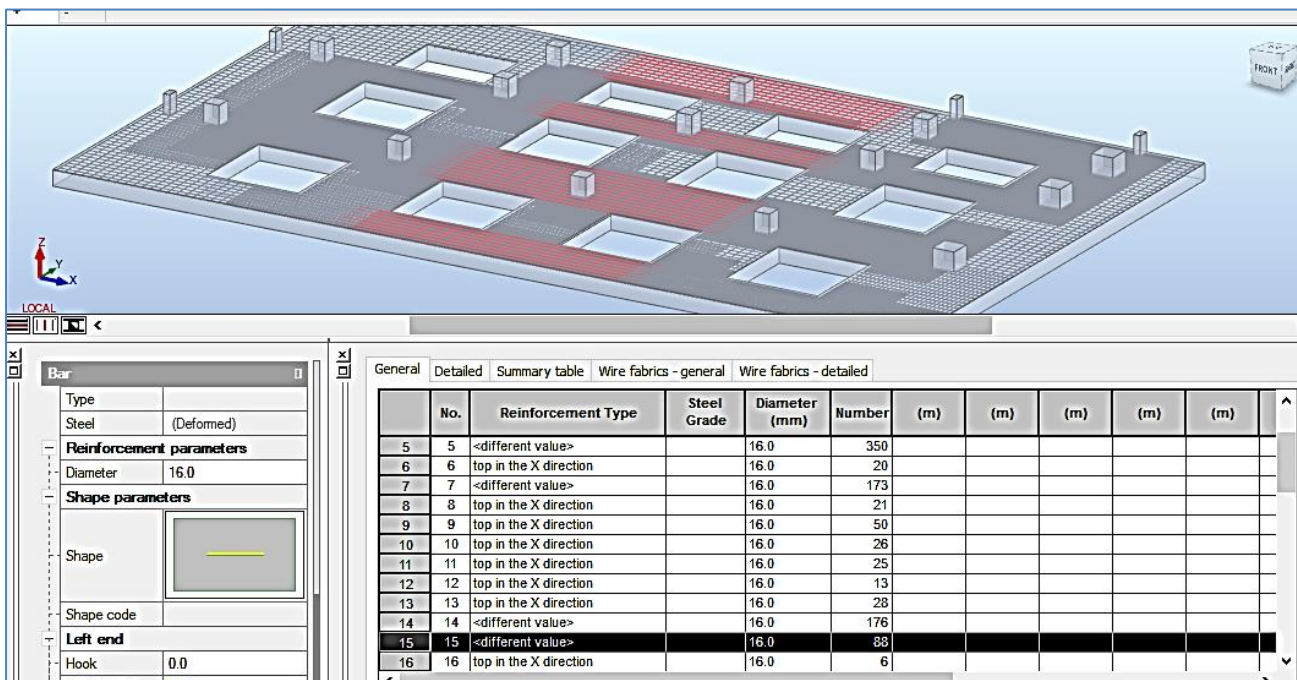
Definition

 $(1+2+3)*1.20+(6+7)*1.60$
 $(1+2)*1.20+5*1.60$
 $(1+2)*1.20+5*1.60$

3. Material survey

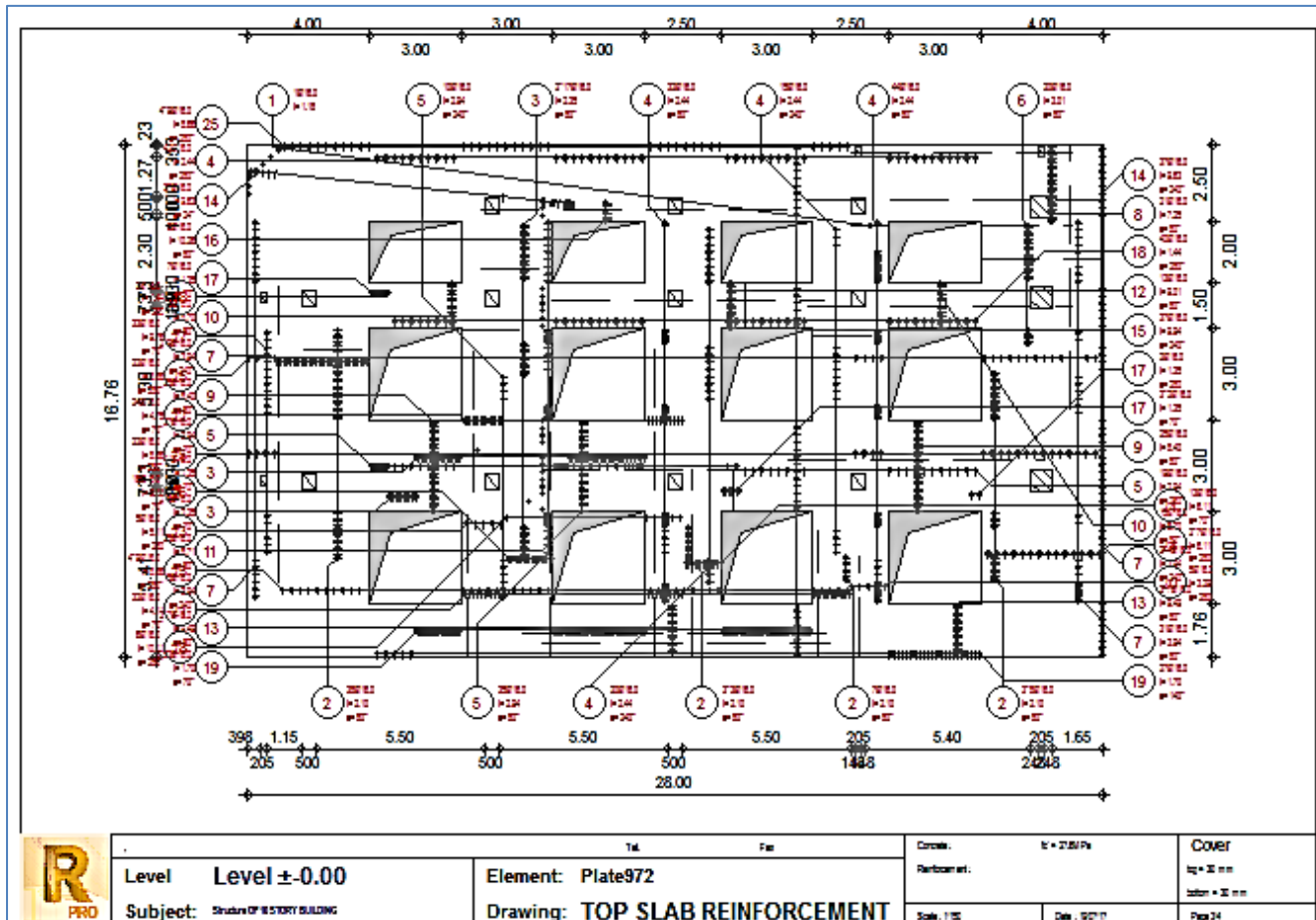
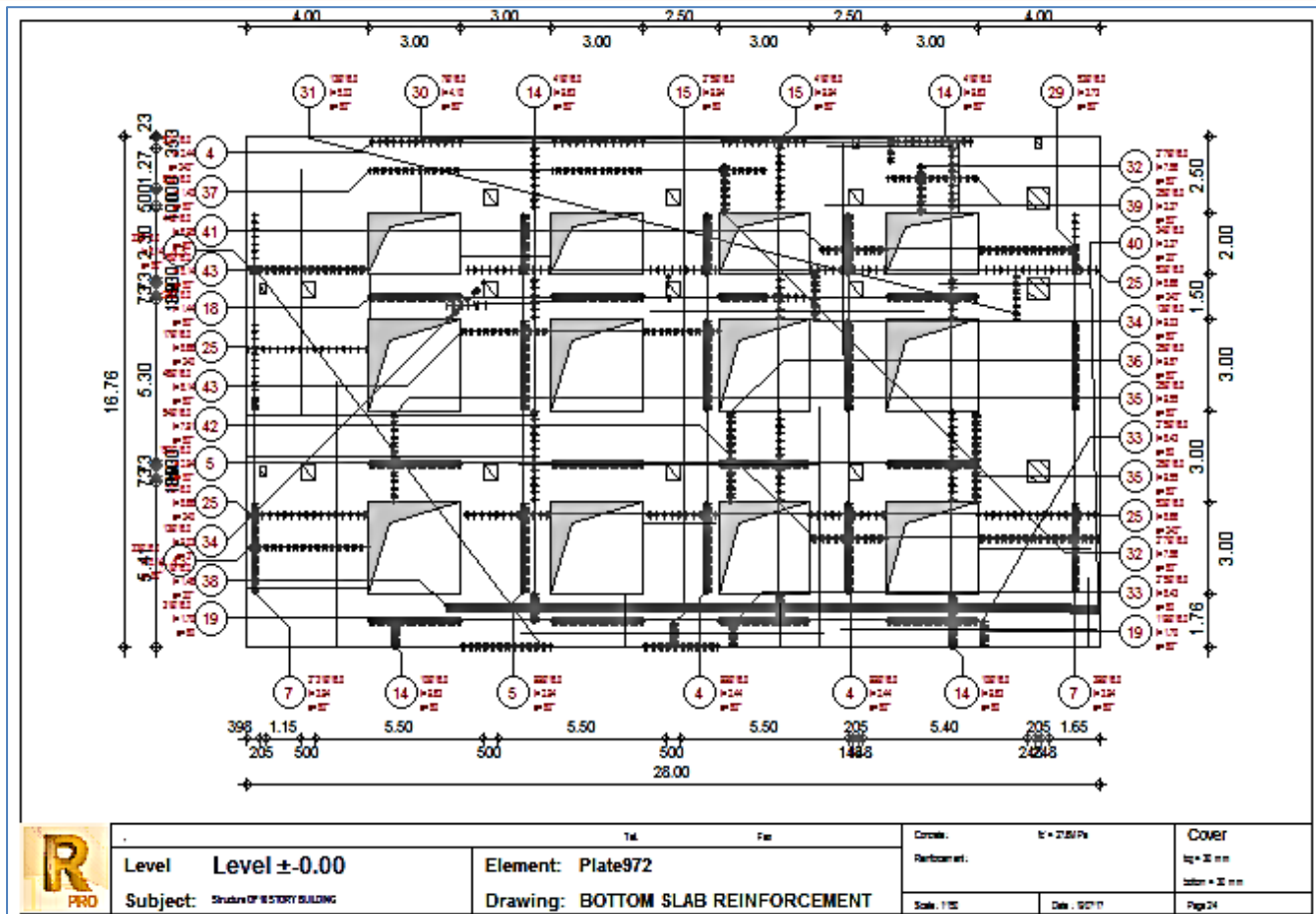
• Concrete volume	= 520.65 (m3)
• Formwork	= 578.50 (m2)
• Slab circumference	= 96.50 (m)
• Area of openings	= 0.00 (m2)

تصميم الاساس الخرسانية لبناية المختبرات الطبية.



The screenshot displays the Autodesk Robot Analysis and Design interface. The top part shows a 3D model of a reinforced concrete slab with various openings and reinforcement bars. The bottom part shows a detailed reinforcement table with the following columns: No., Reinforcement Type, Steel Grade, Diameter (mm), Number, and five empty columns for dimensions (m).

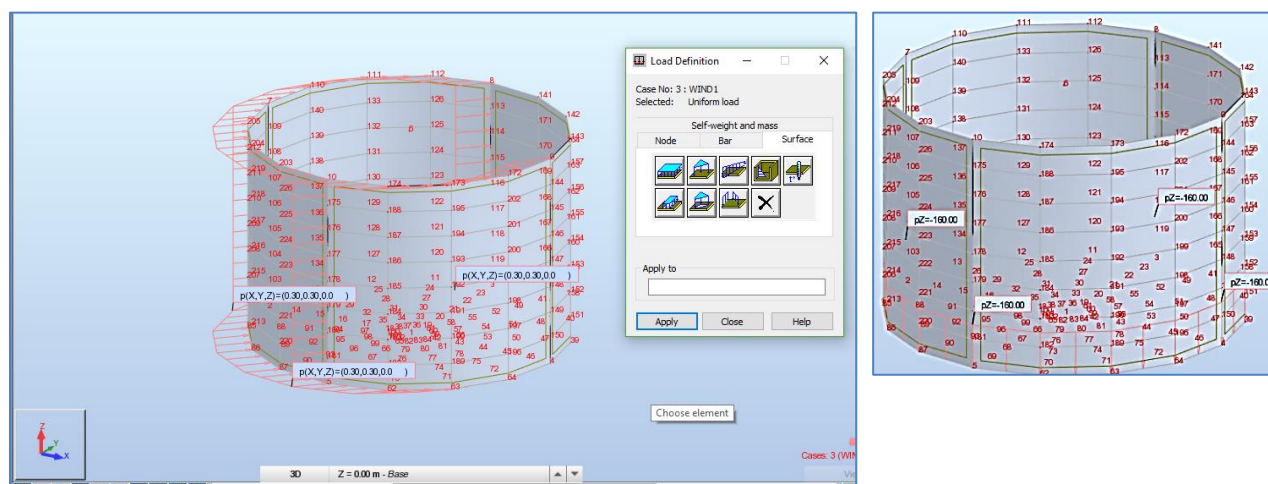
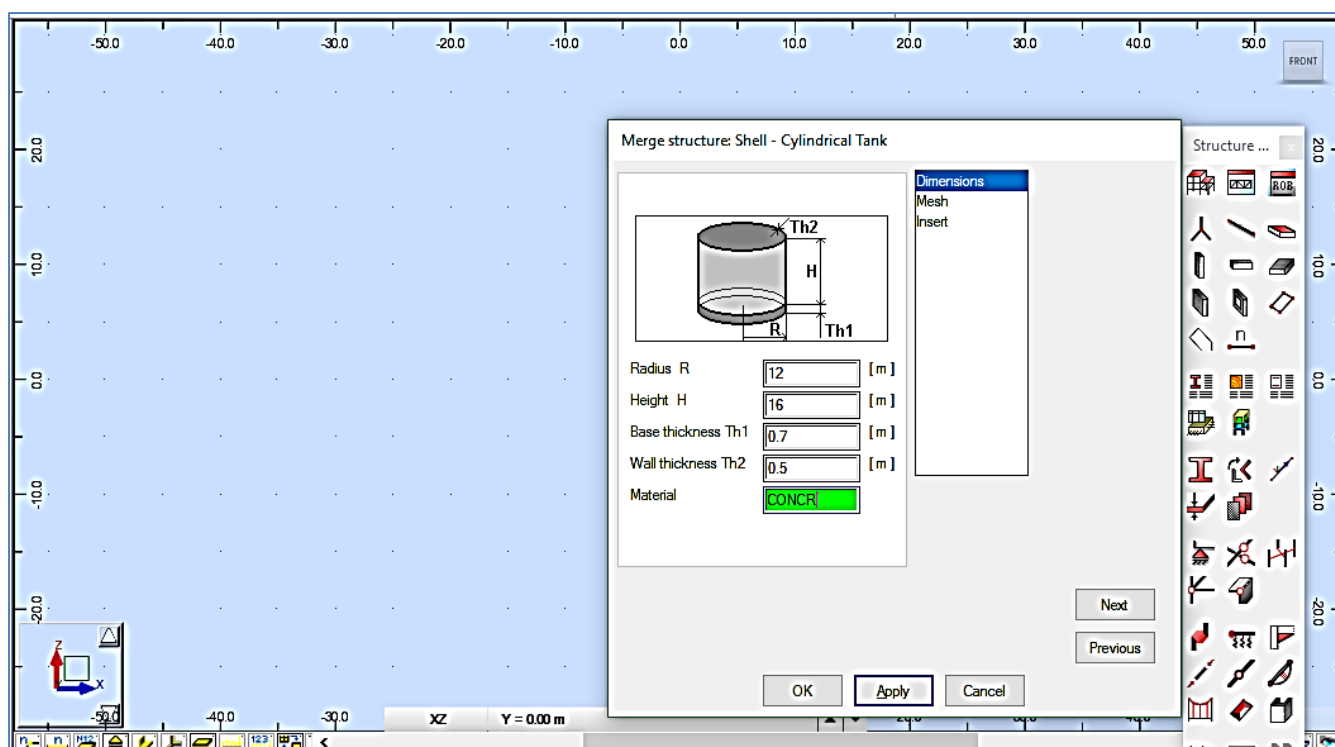
No.	Reinforcement Type	Steel Grade	Diameter (mm)	Number	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
5	<different value>		16.0	350					
6	top in the X direction		16.0	20					
7	<different value>		16.0	173					
8	top in the X direction		16.0	21					
9	top in the X direction		16.0	50					
10	top in the X direction		16.0	26					
11	top in the X direction		16.0	25					
12	top in the X direction		16.0	13					
13	top in the X direction		16.0	28					
14	<different value>		16.0	176					
15	<different value>		16.0	88					
16	top in the X direction		16.0	6					

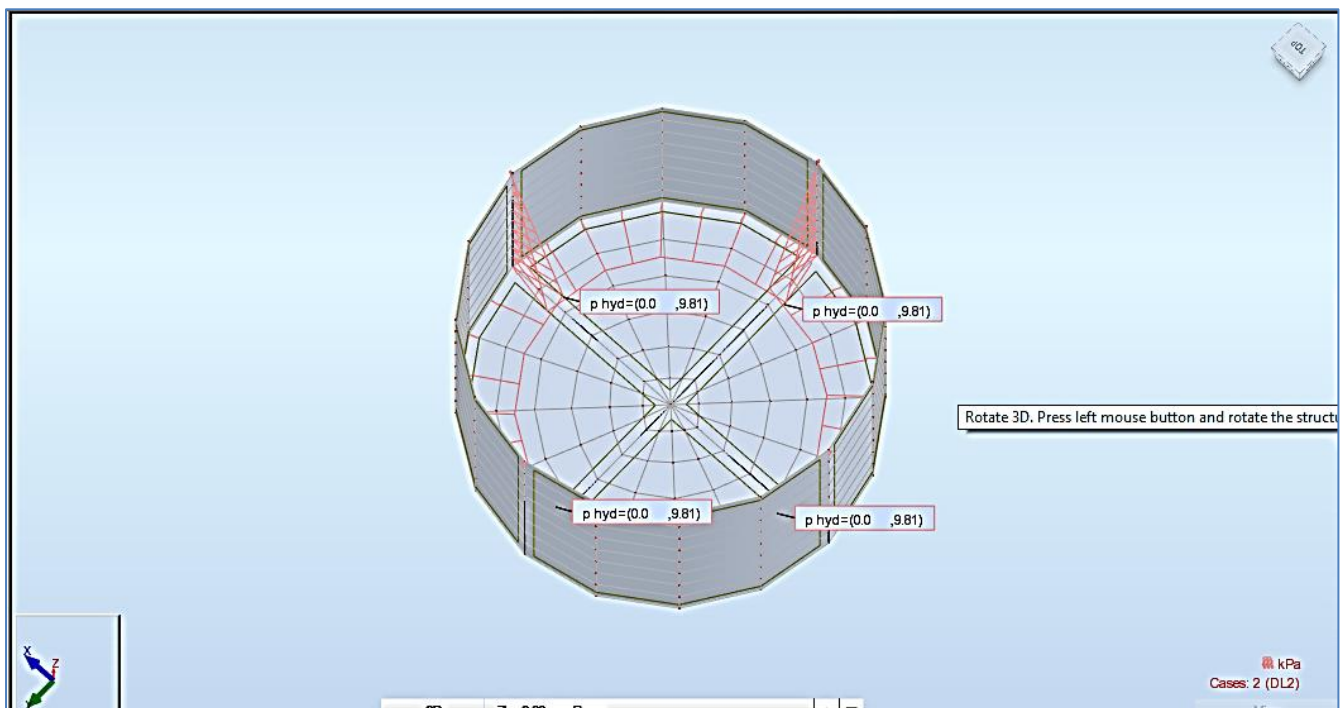
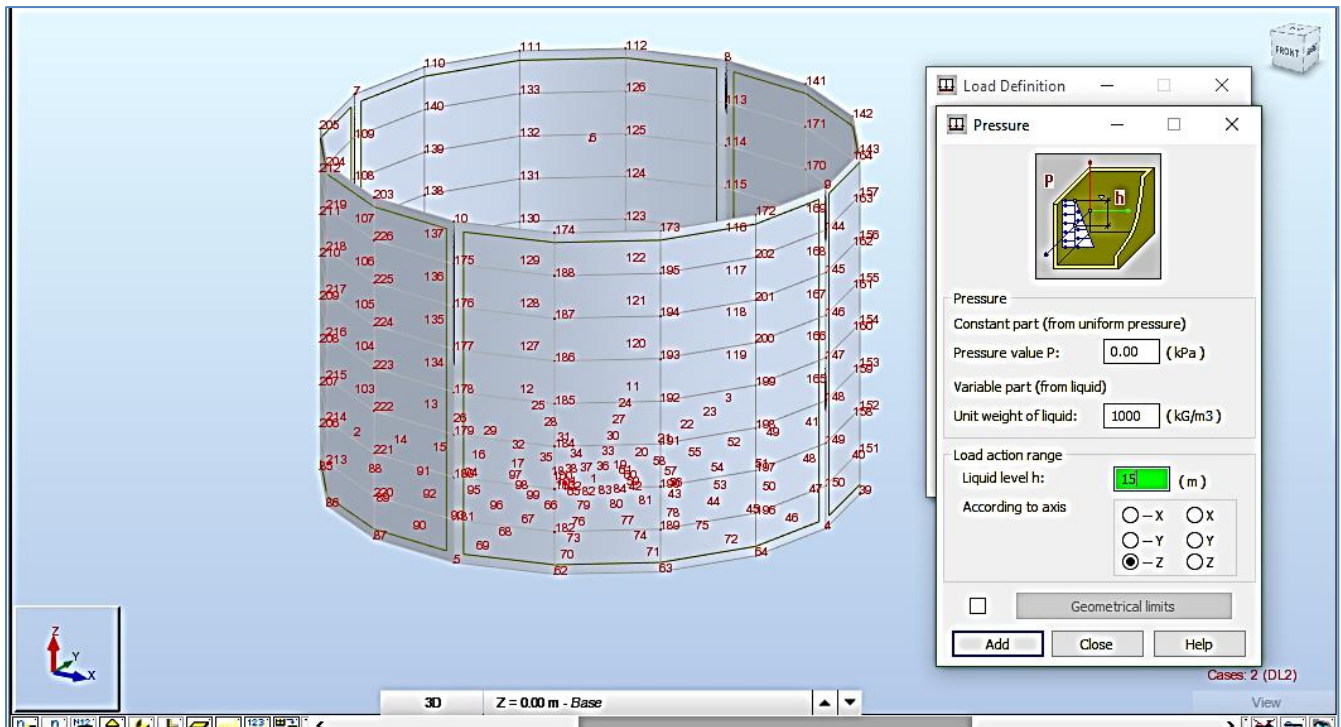


المثال رقم (2): تصميم خزان من الخرسانية المسلحة .

Height of Tank	16 meter	
Radius of Tank	12 meter	
RC Wall thickness	0.5 meter	f'c cylinder 27.60 MPa
Base of Tank thickness	0.7 meter	
Water depth	15 meter maximum	

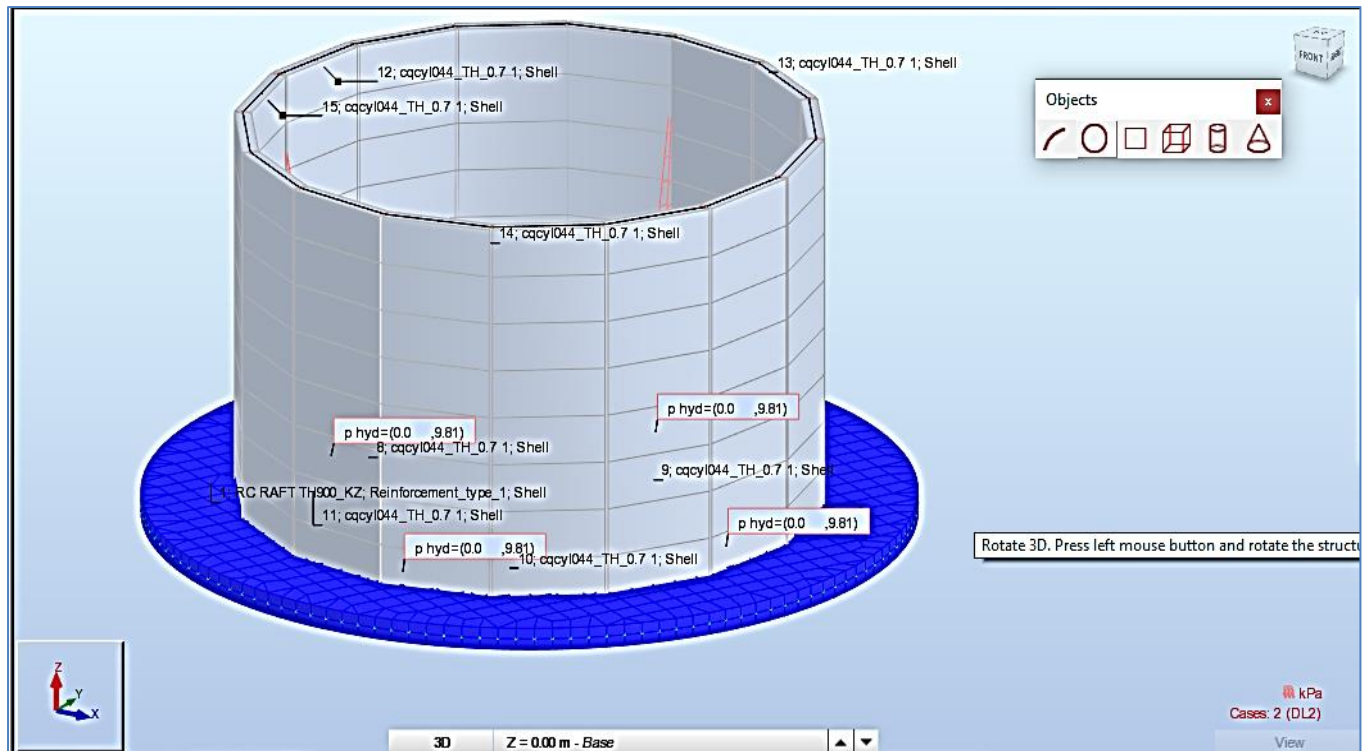
DL1	Self – Weight	
DL2	Hydrostatic Pressure computed by computer	
DL3	Fluid weight	
Wind loads	30 kg/m ²	x-y direction
Bearing capacity of soil	10 tons/m ²	Sand-salty mix.





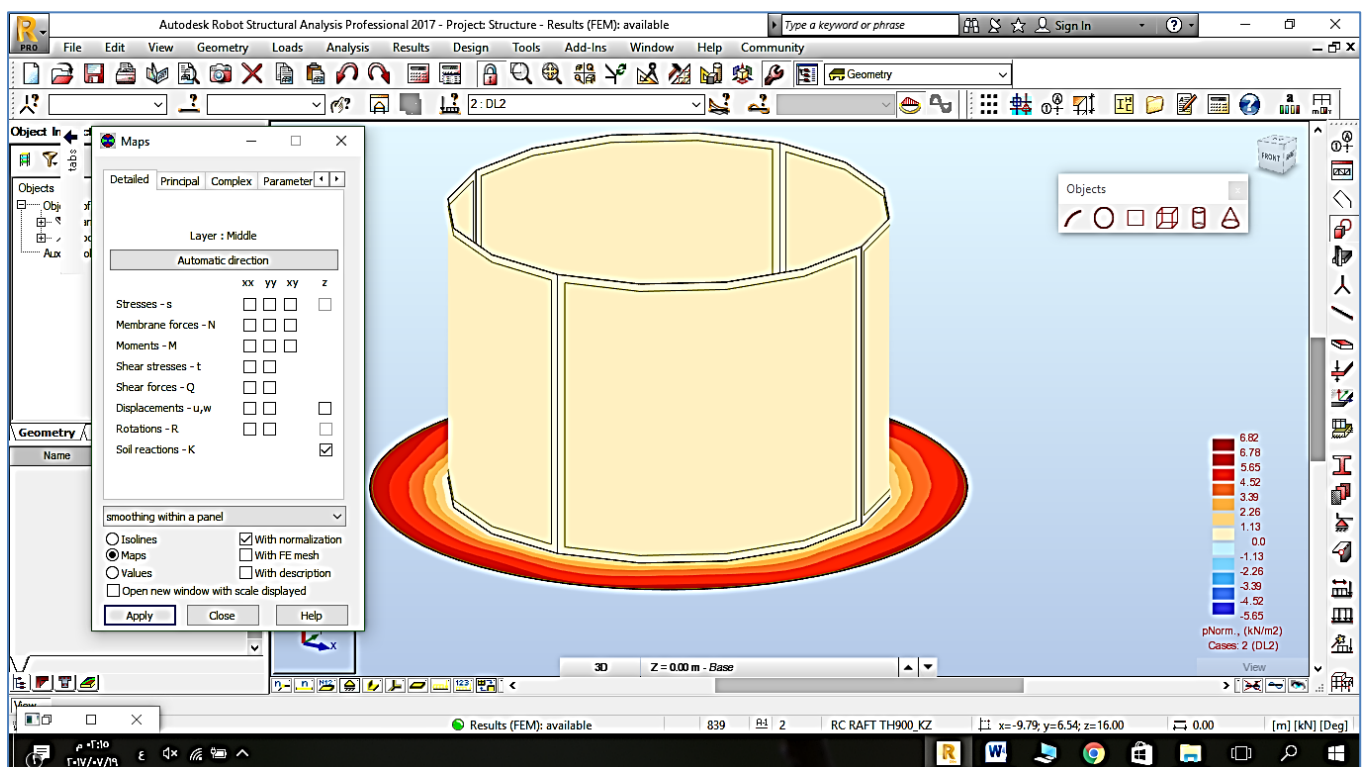
الاساس الحصريي للخران:

Diameter of RC raft foundation	34.2 meter
Thickness of raft	900 mm
Concrete strength	Concrete 4 = 34.50 MPa



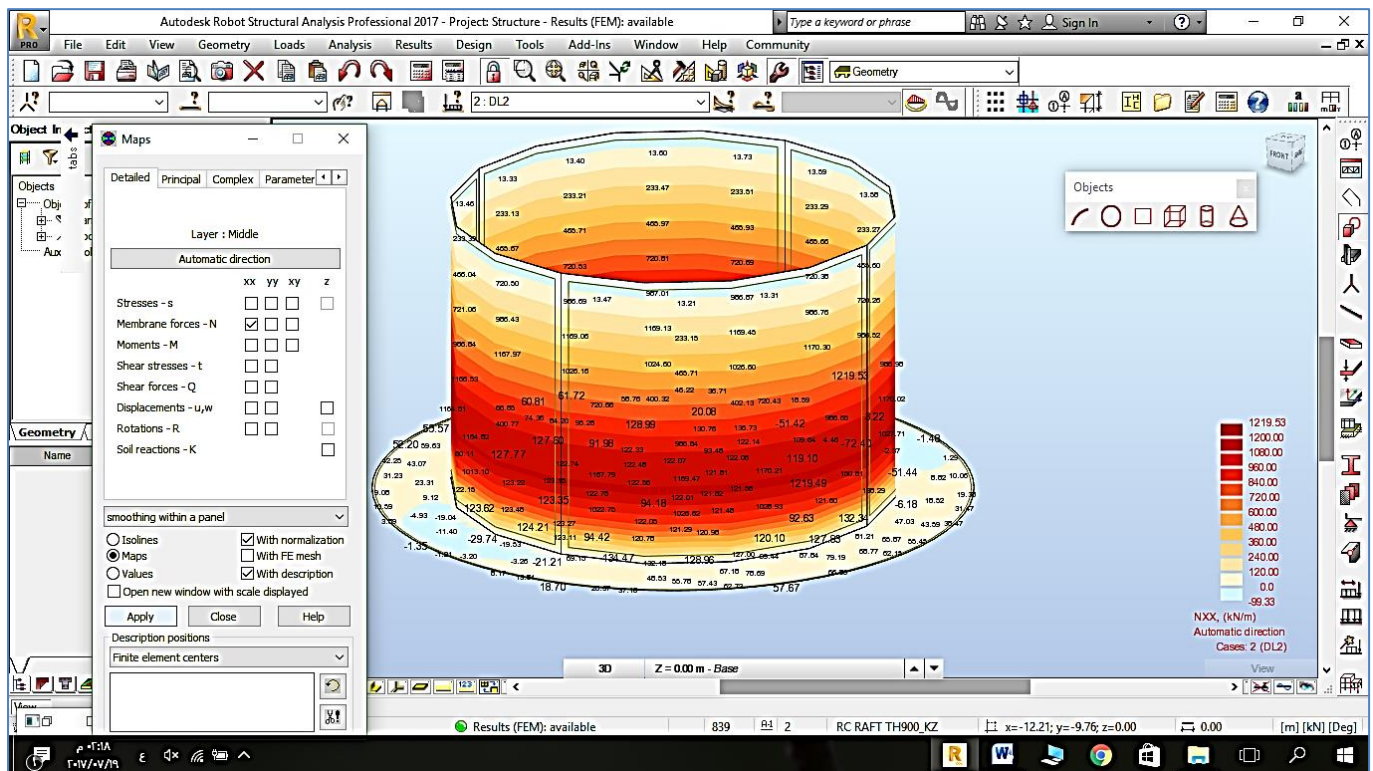
النتائج:

1- Soil Reactions:

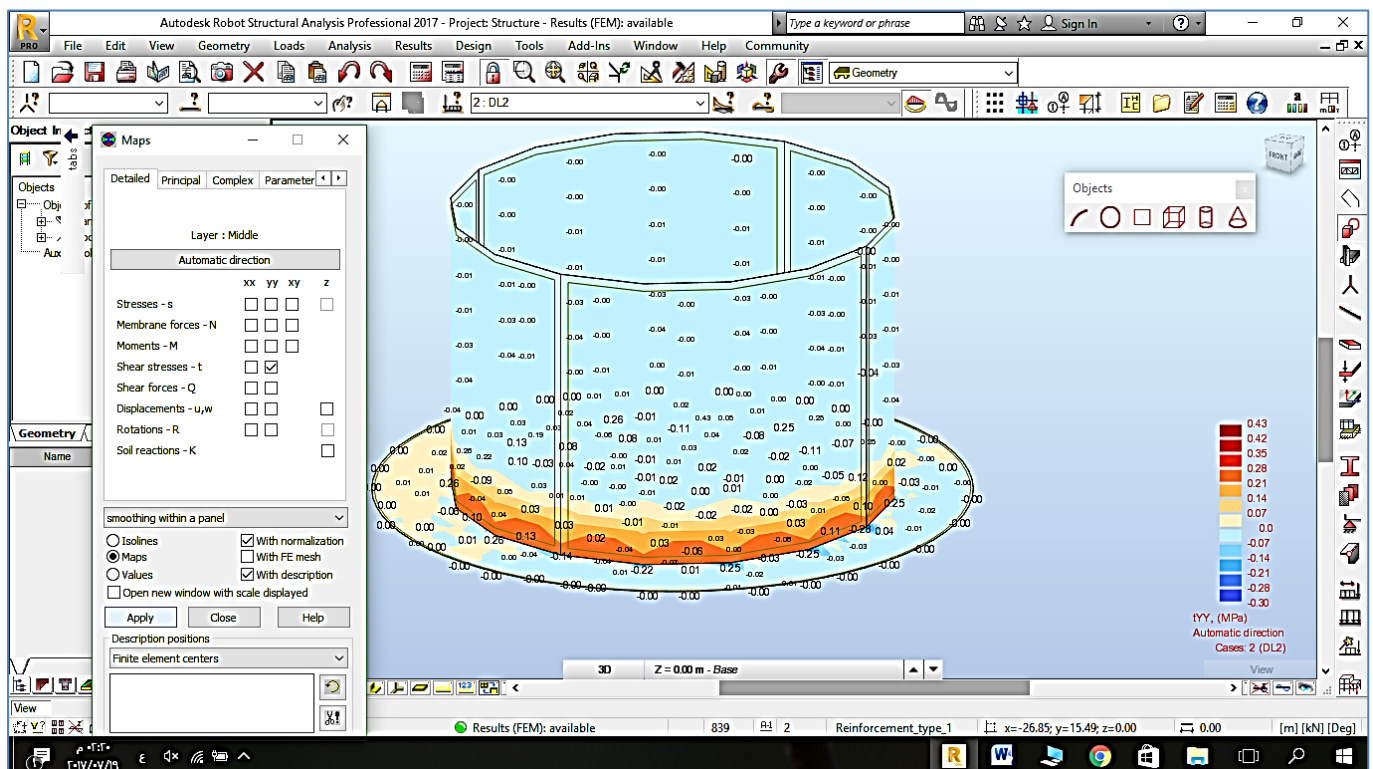


الاجهادات على التربة ضمن المسموح بها.

2- Membrane Force –N [xx-dir.]



3- Shear stress –t [yy-dir.]



لتصميم جدران الخزان :

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General Concrete Longitudinal reinf. Transversal reinf. Wire fabrics

Materials: American

Name: CONCR_4

Characteristic strength: 27.60 MPa

Unit weight: 2407.31 kG/m3

Aggregate size: 20.0 mm

Sand percentage: 0 (%)

Aggregate type: Siliceous

OK Cancel Help Standard Save As ... Delete

Calculation Options - ACI 318-11 metric; Regulation - ACI318_2011

General Concrete Longitudinal reinf. Transversal reinf. Wire fabrics

Steel: ad 318-08_metric

Grade: Grade 420 Deformed

Characteristic strength: 420.00 (MPa)

	Name	d (mm)	A (mm2)
1		10	79
2		13	133
3		16	201
4		19	284
5		22	380
6		25	491
7		29	661
8		32	804
9		36	1018
10		43	1452
11		57	2552

OK Cancel Help Standard Save As ... Delete

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017 - Project: Structure - Level: Level ±0.00 - Results (FEM): available - Results: available...

File View RC Element Analysis Results Reinforcement Tools Add-Ins Window Help Community

RC Component Inspector

Type C Name

Stories

Standard Level

Level ±0.00

Structure elements Drawings

Name Value Unit

Bar

Type horizontal-main

Steel Grade 420 (Deformed)

Reinforcement parameters

Diameter 16

Shape parameters

Shape

Shape code

Left end

Hook 0.0

Hook length 0.00

Position X 0.76

General Detailed Summary table Wire fabrics - general Wire fabrics - detailed

No.	Reinforcement Type	Steel Grade	Diameter (mm)	Number	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	<different value>	Grade 420	16	158					
2	Edge transversal	Grade 420	16	126	B = 0.62	C = 1.30	D = 0.62	E = 1.30	
3	Pins	Grade 420	16	378	B = 0.62				
4	Pins	Grade 420	16	126	B = 1.30				
5	horizontal-main	Grade 420	16	142					

Wall - reinforcement

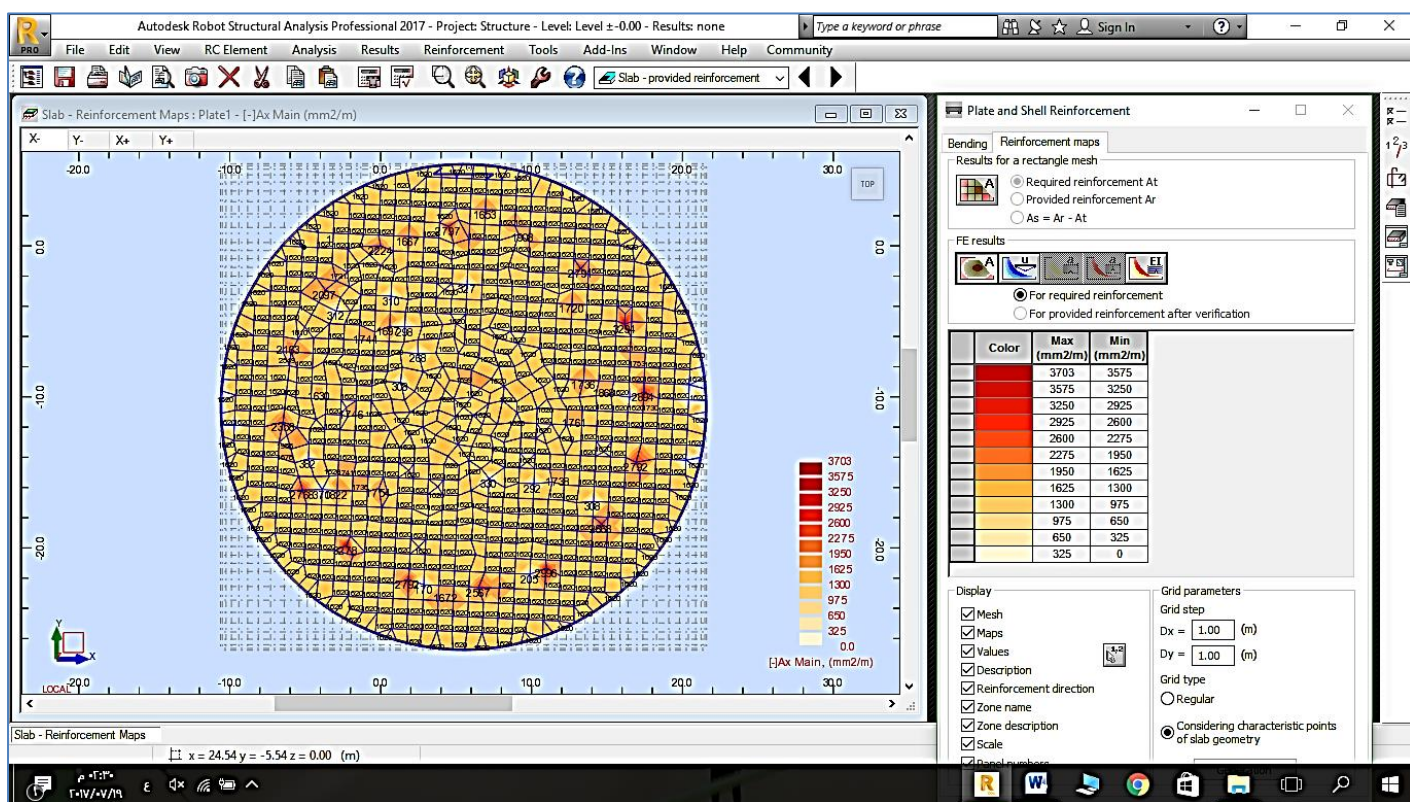
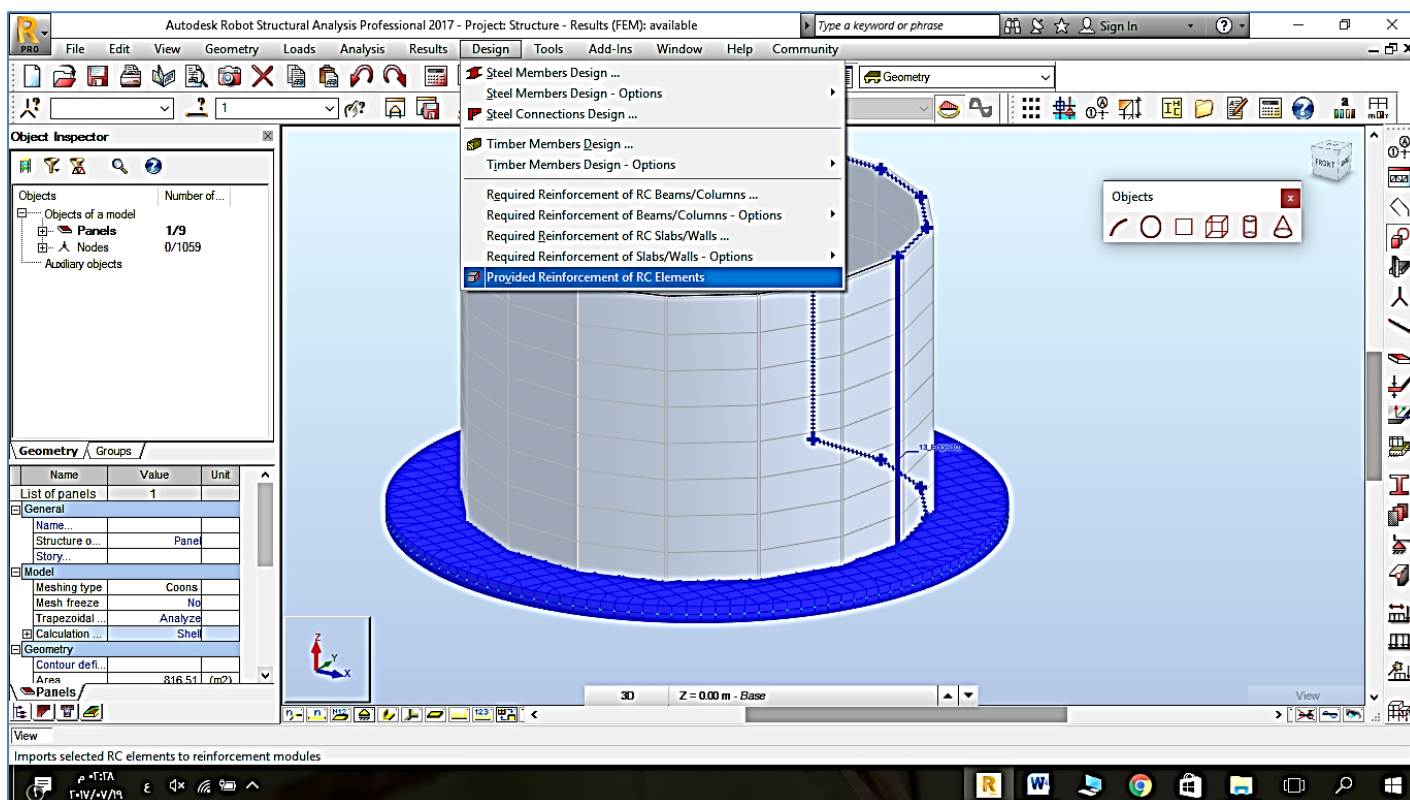
Code: ACI 318-11 metric Regulation: ACI318_2011

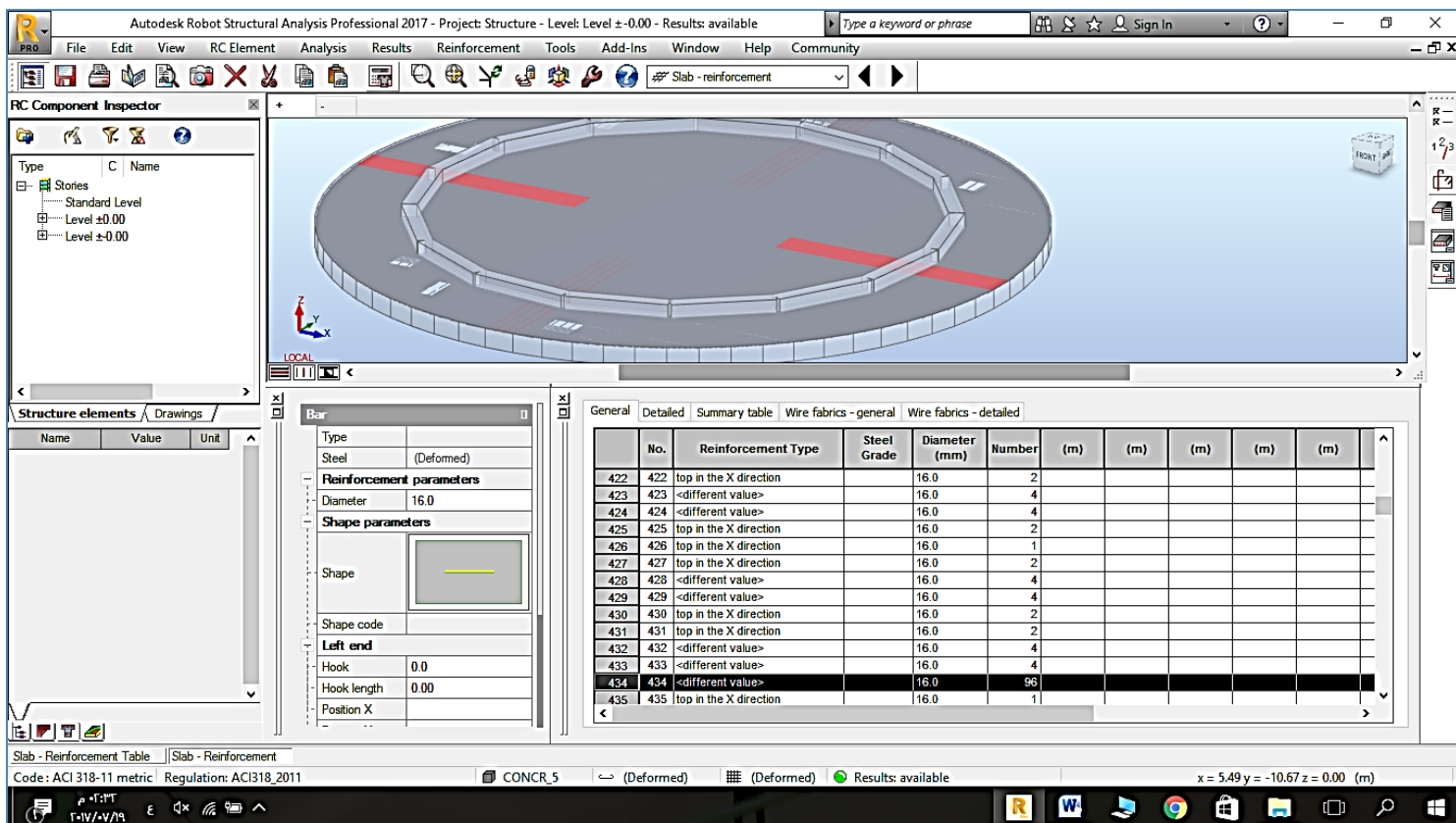
CONCR_4

Grade 420 (Deform) Grade 420 (Deform) Results: available

x = 0.00 y = 0.00 z = 0.00 (m)

لتصميم الاساس الحصري الدائري للخران.





النوتة الحسابية للأساس:

1. Slab: Plate1 - Panel no. 1

1.1. Reinforcement:

- Type : Reinforcement_type_1
- Main reinforcement direction : 0°
- Main reinforcement grade : ; Characteristic strength = 420.0 MPa
- Bar diameters

bottom	d1 = 16 (mm)	d2 = 16 (mm)
top	d1 = 16 (mm)	d2 = 16 (mm)
- Cover

bottom	c1 = 50 (mm)	c1' = 0 (mm)
top	c2 = 50 (mm)	c2' = 0 (mm)

1.2. Concrete

- Class : CONCR_5; Characteristic strength = 34.50 MPa
- Density : 2407.31 (kg/m3)

1.3. Hypothesis

- Calculations according to : ACI 318-11 metric
- Method of reinforcement area calculations : analytical
- Verification of punching : no
- Calculation type : bending +
- compression/tension

1.4. Slab geometry

Thickness 0.90 (m)

Contour:

edge	beginning		end		length
	x1	y1	x2	y2	(m)
1	4.79	-26.78	6.20	-26.78	1.41
2	6.20	-26.78	7.60	-26.66	1.41
3	7.60	-26.66	8.98	-26.41	1.41
4	8.98	-26.41	10.34	-26.05	1.41
5	10.34	-26.05	11.66	-25.57	1.41
6	11.66	-25.57	12.94	-24.97	1.41
7	12.94	-24.97	14.16	-24.27	1.41
8	14.16	-24.27	15.31	-23.46	1.41
9	15.31	-23.46	16.39	-22.56	1.41
10	16.39	-22.56	17.38	-21.56	1.41
11	17.38	-21.56	18.29	-20.48	1.41
12	18.29	-20.48	19.09	-19.33	1.41
13	19.09	-19.33	19.80	-18.11	1.41
14	19.80	-18.11	20.39	-16.84	1.41
15	20.39	-16.84	20.87	-15.52	1.41
16	20.87	-15.52	21.24	-14.16	1.41
17	21.24	-14.16	21.48	-12.77	1.41
18	21.48	-12.77	21.60	-11.37	1.41
19	21.60	-11.37	21.60	-9.97	1.41
20	21.60	-9.97	21.48	-8.56	1.41
21	21.48	-8.56	21.24	-7.18	1.41
22	21.24	-7.18	20.87	-5.82	1.41
23	20.87	-5.82	20.39	-4.50	1.41
24	20.39	-4.50	19.80	-3.22	1.41
25	19.80	-3.22	19.09	-2.01	1.41
26	19.09	-2.01	18.29	-0.85	1.41
27	18.29	-0.85	17.38	0.22	1.41
28	17.38	0.22	16.39	1.22	1.41
29	16.39	1.22	15.31	2.12	1.41
30	15.31	2.12	14.16	2.93	1.41
31	14.16	2.93	12.94	3.63	1.41
32	12.94	3.63	11.66	4.23	1.41
33	11.66	4.23	10.34	4.71	1.41
34	10.34	4.71	8.98	5.07	1.41
35	8.98	5.07	7.60	5.32	1.41
36	7.60	5.32	6.20	5.44	1.41
37	6.20	5.44	4.79	5.44	1.41
38	4.79	5.44	3.39	5.32	1.41
39	3.39	5.32	2.00	5.07	1.41
40	2.00	5.07	0.64	4.71	1.41
41	0.64	4.71	-0.68	4.23	1.41
42	-0.68	4.23	-1.95	3.63	1.41
43	-1.95	3.63	-3.17	2.93	1.41
44	-3.17	2.93	-4.32	2.12	1.41
45	-4.32	2.12	-5.40	1.22	1.41
46	-5.40	1.22	-6.39	0.22	1.41
47	-6.39	0.22	-7.30	-0.85	1.41
48	-7.30	-0.85	-8.11	-2.01	1.41
49	-8.11	-2.01	-8.81	-3.22	1.41
50	-8.81	-3.22	-9.40	-4.50	1.41
51	-9.40	-4.50	-9.88	-5.82	1.41
52	-9.88	-5.82	-10.25	-7.18	1.41
53	-10.25	-7.18	-10.49	-8.56	1.41
54	-10.49	-8.56	-10.62	-9.97	1.41

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

55	-10.62	-9.97	-10.62	-11.37	1.41
56	-10.62	-11.37	-10.49	-12.77	1.41
57	-10.49	-12.77	-10.25	-14.16	1.41
58	-10.25	-14.16	-9.88	-15.52	1.41
59	-9.88	-15.52	-9.40	-16.84	1.41
60	-9.40	-16.84	-8.81	-18.11	1.41
61	-8.81	-18.11	-8.11	-19.33	1.41
62	-8.11	-19.33	-7.30	-20.48	1.41
63	-7.30	-20.48	-6.39	-21.56	1.41
64	-6.39	-21.56	-5.40	-22.56	1.41
65	-5.40	-22.56	-4.32	-23.46	1.41
66	-4.32	-23.46	-3.17	-24.27	1.41
67	-3.17	-24.27	-1.95	-24.97	1.41
68	-1.95	-24.97	-0.68	-25.57	1.41
69	-0.68	-25.57	0.64	-26.05	1.41
70	0.64	-26.05	2.00	-26.41	1.41
71	2.00	-26.41	3.39	-26.66	1.41
72	3.39	-26.66	4.79	-26.78	1.41

Support:

n°	Name	dimensions (m)	coordinates x y	edge
0	linear		8.76 -0.46	—
0	linear		-4.72 -7.40	—
0	linear		15.71 -13.94	—
0	linear		2.22 -20.88	—

* - head present

1.5. Calculation results:

1.5.1. Maximum moments + reinforcement for bending, compression/tension

	Ax(+) Ay(-)	Ax(-)	Ay(+)	
Provided reinforcement (mm2/m):	1676 4021	5027	1828	
Modified required reinforcement (mm2/m):	1620 3076	3703	1676	
Original required reinforcement (mm2/m):	1620 3076	2868	1676	
Coordinates (m):	5.73;-2.55	14.65;-18.42	0.65;-12.24	-
0.00;-0.00				

1.5.2. Maximum moments + reinforcement for bending, compression/tension

	Ax(+) Ay(-)	Ax(-)	Ay(+)
Symbol: required area/provided area			
Ax(+) (mm2/m)	1620/1676 74/1676	0/1676	309/1676
Ax(-) (mm2/m)	1620/2513 2224/2513	3703/5027	1620/2513
Ay(+) (mm2/m)	112/1828 0/457	0/1828	1676/1828
Ay(-) (mm2/m)	1705/2011 3076/4021	2718/4021	1620/2011

SLS

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

Mxx (kN*m/m)	2.24	-535.11	-34.42	-
373.70				
Myy (kN*m/m)	-45.25	-401.06	2.45	-
604.76				
Mxy (kN*m/m)	8.11	89.72	-5.73	
	87.50			
Nxx (kN/m)	179.44	53.14	179.39	
	131.82			
Nyy (kN/m)	174.62	122.74	182.50	
	11.72			
Nxy (kN/m)	4.63	48.17	-0.21	
	55.99			
ULS				
Mxx (kN*m/m)	2.76	-642.90	-41.64	-
448.44				
Myy (kN*m/m)	-54.30	-481.83	3.01	-
725.71				
Mxy (kN*m/m)	9.91	108.24	-6.88	
	105.01			
Nxx (kN/m)	215.50	63.77	215.27	
	158.79			
Nyy (kN/m)	209.66	147.29	219.84	
	14.06			
Nxy (kN/m)	6.35	57.81	0.26	
	67.18			
Coordinates (m)	5.73;-2.55	14.65;-18.42	0.65;-12.24	-
0.00;-0.00				
Coordinates* (m)	-7.11;3.93;0.00	11.09;4.59;0.00	-0.82;-5.03;0.00	-
12.00;0.00;0.00				

* - Coordinates in the structure global coordinate system

2. Loads:

Case	Type	List	Value
1	self-weight	1 8to15	PZ Negative
2	(FE) hydrostatic pressure	12to15	
GAMMA=1000.00(kG/m3) H=15.00(m) NDIR=-Z			
3	(FE) uniform	12 14 15	PX=0.30(kN/m2)
PY=0.30(kN/m2)			
4	(FE) uniform	8to11	PZ=-160.00(kN/m2)

Combination/Component	Definition
-----------------------	------------

3. Results - detailing

List of solutions:

Reinforcement: bars

Solution no.	Reinforcement range Diameter / Weight	Total weight (kG)
1	-	52643.10

Results for the solution no. 1

Reinforcement zones

Bottom reinforcement

Name	coordinates	Provided reinforcement At	Ar
------	-------------	---------------------------	----

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

		x1 (mm2/m)	y1 (mm2/m)	x2 (mm2/m)	y2 (mm2/m)	φ (mm) / (mm)			
1/1-(1/12-) Ax Main		-8.11	-13.47	-4.86	-3.22	16.0 / 40	2549	<	5027
1/2-(1/12-) Ax Main		-6.39	-21.56	-0.68	-14.84	16.0 / 40	3278	<	5027
1/3-(1/12-) Ax Main		0.64	-24.27	12.30	-20.48	16.0 / 40	2996	<	5027
1/4-(1/12-) Ax Main		3.39	-0.31	6.20	2.93	16.0 / 40	2797	<	5027
1/5-(1/12-) Ax Main		12.30	-12.07	19.09	-8.56	16.0 / 40	2894	<	5027
1/6-(1/12-) Ax Main		12.30	-5.16	15.85	-0.85	16.0 / 40	3294	<	5027
1/7-(1/12-) Ax Main		13.55	-19.33	16.39	-14.16	16.0 / 40	3703	<	5027
1/8-(1/12-) Ax Main		15.31	-8.56	18.29	-5.16	16.0 / 40	3353	<	5027
1/9-(1/12-) Ax Main		15.85	-14.16	18.29	-12.77	16.0 / 40	2792	<	5027
1/10-(1/12-) Ax Main		15.85	-5.16	18.29	-3.86	16.0 / 40	3353	<	5027
1/11-(1/12-) Ax Main		16.39	-15.52	18.29	-14.16	16.0 / 40	2792	<	5027
1/12- Ax Main		-10.62	-26.78	21.60	5.44	16.0 / 80	2224	<	2513
1/13-(1/25-) Ay Perpendicular		-6.39	-17.48	-3.75	-11.37	16.0 /			
50	2583	<	4021						
1/14-(1/25-) Ay Perpendicular		-5.40	-4.50	-0.68	0.22	16.0 /			
50	3076	<	4021						
1/15-(1/25-) Ay Perpendicular		-3.17	-21.56	1.32	-18.72	16.0 /			
50	2966	<	4021						
1/16-(1/25-) Ay Perpendicular		-1.31	0.22	11.00	2.93	16.0 /			
50	3076	<	4021						
1/17-(1/25-) Ay Perpendicular		-0.68	-1.43	1.32	0.22	16.0 /			
50	3076	<	4021						
1/18-(1/25-) Ay Perpendicular		0.64	-24.27	12.30	-21.56	16.0 /			
50	3063	<	4021						
1/19-(1/25-) Ay Perpendicular		1.32	-21.56	3.39	-21.02	16.0 /			
50	2966	<	4021						
1/20-(1/25-) Ay Perpendicular		4.09	-1.43	14.16	0.22	16.0 /			
50	2850	<	4021						
1/21-(1/25-) Ay Perpendicular		9.66	-21.56	12.30	-20.48	16.0 /			
50	2988	<	4021						
1/22-(1/25-) Ay Perpendicular		11.66	-2.01	14.16	-1.43	16.0 /			
50	2850	<	4021						
1/23-(1/25-) Ay Perpendicular		12.94	-20.48	15.31	-17.48	16.0 /			
50	2783	<	4021						
1/24-(1/25-) Ay Perpendicular		15.31	-15.52	19.09	-3.86	16.0 /			
50	3073	<	4021						
1/25- Ay Perpendicular		-10.62	-26.78	21.60	5.44	16.0 / 100	1754	<	2011

Top reinforcement

Name		coordinates				Provided reinforcement At			Ar
		x1 (mm2/m)	y1 (mm2/m)	x2 (mm2/m)	y2 (mm2/m)	φ (mm) / (mm)			
1/1+(1/47+) Ax Main		-4.86	-9.97	4.79	-2.01	16.0 / 120	1620	<	1676
1/2+(1/47+) Ax Main		1.32	-24.27	4.09	-21.02	16.0 / 120	1620	<	1676
1/3+(1/47+) Ax Main		5.49	-18.11	16.39	-13.47	16.0 / 120	1620	<	1676
1/4+(1/47+) Ax Main		8.29	-23.46	11.00	-20.48	16.0 / 120	1620	<	1676
1/5+(1/47+) Ax Main		12.30	-2.01	13.55	-0.85	16.0 / 120	1620	<	1676
1/6+(1/47+) Ax Main		13.55	-10.67	15.85	-3.86	16.0 / 120	1620	<	1676
1/7+(1/47+) Ax Main		15.31	-11.37	21.60	-10.67	16.0 / 120	1620	<	1676
1/8+(1/47+) Ax Main		-8.11	-20.48	15.31	-7.87	16.0 / 120	1620	<	1676
1/9+(1/47+) Ax Main		-7.30	-21.56	-3.75	-20.48	16.0 / 120	38	<	1676
1/10+(1/47+) Ax Main		-6.39	-7.87	17.38	-2.01	16.0 / 120	1620	<	1676
1/11+(1/47+) Ax Main		-2.56	-2.01	12.94	2.93	16.0 / 120	1620	<	1676
1/12+(1/47+) Ax Main		-1.31	-22.56	15.31	-20.48	16.0 / 120	389	<	1676
1/13+(1/47+) Ax Main		1.32	-25.57	6.20	-22.56	16.0 / 120	269	<	1676
1/14+(1/47+) Ax Main		15.31	-16.18	18.29	-7.87	16.0 / 120	1620	<	1676
1/15+(1/47+) Ax Main		-10.62	-16.84	-9.40	-4.50	16.0 / 120	1620	<	1676
1/16+(1/47+) Ax Main		-9.40	-18.11	20.39	-14.84	16.0 / 120	18	<	1676

AUTODESK ROBOT ANALYSIS AND DESIGN

1/17+(1/47+)	Ax Main	-9.40	-7.18	-8.11	-3.22	16.0 / 120	7 <	1676
1/18+(1/47+)	Ax Main	-8.81	-20.48	15.31	-18.11	16.0 / 120	11 <	1676
1/19+(1/47+)	Ax Main	-8.81	-3.22	-4.86	-0.85	16.0 / 120	9 <	1676
1/20+(1/47+)	Ax Main	-8.11	-14.84	19.09	-7.87	16.0 / 120	0 <	1676
1/21+(1/47+)	Ax Main	-8.11	-6.50	20.39	-3.22	16.0 / 120	6 <	1676
1/22+(1/47+)	Ax Main	-7.30	-0.85	-4.86	0.22	16.0 / 120	9 <	1676
1/23+(1/47+)	Ax Main	-6.39	-24.27	-0.68	-21.56	16.0 / 120	25 <	1676
1/24+(1/47+)	Ax Main	-6.39	-7.87	19.09	-6.50	16.0 / 120	0 <	1676
1/25+(1/47+)	Ax Main	-6.39	0.22	15.31	2.93	16.0 / 120	8 <	1676
1/26+(1/47+)	Ax Main	-4.86	-3.22	20.39	-2.01	16.0 / 120	19 <	1676
1/27+(1/47+)	Ax Main	-4.86	-0.31	12.94	0.22	16.0 / 120	0 <	1676
1/28+(1/47+)	Ax Main	-3.17	-25.57	6.20	-24.27	16.0 / 120	0 <	1676
1/29+(1/47+)	Ax Main	-3.17	2.93	2.70	4.23	16.0 / 120	0 <	1676
1/30+(1/47+)	Ax Main	-1.31	-21.56	19.09	-20.48	16.0 / 120	18 <	1676
1/31+(1/47+)	Ax Main	-0.68	-26.78	11.66	-25.57	16.0 / 120	0 <	1676
1/32+(1/47+)	Ax Main	-0.68	-22.56	19.09	-21.56	16.0 / 120	18 <	1676
1/33+(1/47+)	Ax Main	-0.68	4.23	11.66	5.44	16.0 / 120	0 <	1676
1/34+(1/47+)	Ax Main	1.32	-24.27	15.31	-22.56	16.0 / 120	359 <	1676
1/35+(1/47+)	Ax Main	5.49	2.93	12.94	4.23	16.0 / 120	73 <	1676
1/36+(1/47+)	Ax Main	8.98	-25.57	12.94	-24.27	16.0 / 120	0 <	1676
1/37+(1/47+)	Ax Main	12.94	-24.97	15.31	-24.27	16.0 / 120	9 <	1676
1/38+(1/47+)	Ax Main	12.94	-2.01	19.09	-0.85	16.0 / 120	360 <	1676
1/39+(1/47+)	Ax Main	12.94	2.93	15.31	3.63	16.0 / 120	0 <	1676
1/40+(1/47+)	Ax Main	15.31	-23.46	16.39	-22.56	16.0 / 120	2 <	1676
1/41+(1/47+)	Ax Main	15.31	-0.85	16.39	2.12	16.0 / 120	11 <	1676
1/42+(1/47+)	Ax Main	16.39	-20.48	19.09	-18.11	16.0 / 120	18 <	1676
1/43+(1/47+)	Ax Main	16.39	-0.85	19.09	1.22	16.0 / 120	11 <	1676
1/44+(1/47+)	Ax Main	19.09	-19.33	20.39	-18.11	16.0 / 120	9 <	1676
1/45+(1/47+)	Ax Main	19.09	-14.84	21.60	-9.97	16.0 / 120	1620 <	1676
1/46+(1/47+)	Ax Main	20.39	-16.84	21.60	-14.84	16.0 / 120	18 <	1676
1/47+	Ax Main	20.39	-9.97	21.60	-4.50	16.0 / 120	1620 <	1676
1/48+(1/103+)	Ay Perpendicular		-6.39	-20.48	1.32		-5.16	16.0 / 11
1/49+(1/103+)	Ay Perpendicular		-1.95	-5.16	1.32		-3.22	16.0 / 11
1/50+(1/103+)	Ay Perpendicular		0.64	-26.78	6.20		-24.97	16.0 / 11
1/51+(1/103+)	Ay Perpendicular		1.32	-20.48	5.49		-12.77	16.0 / 11
1/52+(1/103+)	Ay Perpendicular		1.32	-12.77	2.00		-8.56	16.0 / 11
1/53+(1/103+)	Ay Perpendicular		1.32	2.93	2.70		5.32	16.0 / 11
1/54+(1/103+)	Ay Perpendicular		2.70	4.23	10.34		5.44	16.0 / 11
1/55+(1/103+)	Ay Perpendicular		3.39	-4.50	12.94		2.12	16.0 / 11
1/56+(1/103+)	Ay Perpendicular		4.79	-23.46	11.00		-20.48	16.0 / 11
1/57+(1/103+)	Ay Perpendicular		5.49	-20.48	12.30		-18.11	16.0 / 11
1/58+(1/103+)	Ay Perpendicular		6.20	-26.78	8.98		-25.57	16.0 / 11
1/59+(1/103+)	Ay Perpendicular		9.66	-10.67	14.16		-4.50	16.0 / 11
1/60+(1/103+)	Ay Perpendicular		11.00	-21.02	12.30		-20.48	16.0 / 11
1/61+(1/103+)	Ay Perpendicular		12.94	-2.01	14.16		-1.43	16.0 / 11
1/62+(1/103+)	Ay Perpendicular		13.55	-18.72	15.31		-17.48	16.0 / 11
1/63+(1/103+)	Ay Perpendicular		14.16	-14.84	19.09		-9.26	16.0 / 11
1/64+(1/103+)	Ay Perpendicular		19.09	-13.47	19.80		-10.67	16.0 / 11
1/65+(1/103+)	Ay Perpendicular		-8.11	-20.48	15.31		-7.87	16.0 / 44
1/66+(1/103+)	Ay Perpendicular		-7.30	-6.50	18.29		-2.01	16.0 / 44
1/67+(1/103+)	Ay Perpendicular		-6.39	-7.87	19.09		-6.50	16.0 / 44
1/68+(1/103+)	Ay Perpendicular		-2.56	-2.01	12.94		2.12	16.0 / 44
1/69+(1/103+)	Ay Perpendicular		-0.68	-22.56	13.55		-20.48	16.0 / 44
1/70+(1/103+)	Ay Perpendicular		15.31	-18.11	19.09		-7.87	16.0 / 44
1/71+(1/103+)	Ay Perpendicular		-10.62	-16.84	-9.40		-4.50	16.0 / 44
1/72+(1/103+)	Ay Perpendicular		-9.40	-18.11	20.39		-14.84	16.0 / 44
1/73+(1/103+)	Ay Perpendicular		-9.40	-7.18	-8.11		-3.22	16.0 / 44
1/74+(1/103+)	Ay Perpendicular		-8.81	-20.48	15.31		-18.11	16.0 / 44
1/75+(1/103+)	Ay Perpendicular		-8.81	-3.22	-4.86		-0.85	16.0 / 44
1/76+(1/103+)	Ay Perpendicular		-8.11	-14.84	19.09		-7.87	16.0 / 44

1/77+(1/103+) Ay Perpendicular	-8.11	-6.50	20.39	-3.22	16.0 / 44
1/78+(1/103+) Ay Perpendicular	-7.30	-21.56	-3.75	-20.48	16.0 / 44
1/79+(1/103+) Ay Perpendicular	-7.30	-0.85	-4.86	0.22	16.0 / 44
1/80+(1/103+) Ay Perpendicular	-6.39	-24.27	-0.68	-21.56	16.0 / 44
1/81+(1/103+) Ay Perpendicular	-6.39	0.22	15.31	2.93	16.0 / 44
1/82+(1/103+) Ay Perpendicular	-4.86	-3.22	20.39	-2.01	16.0 / 44
1/83+(1/103+) Ay Perpendicular	-4.86	-0.31	12.94	0.22	16.0 / 44
1/84+(1/103+) Ay Perpendicular	-3.17	-25.57	6.20	-24.27	16.0 / 44
1/85+(1/103+) Ay Perpendicular	-3.17	2.93	2.70	4.23	16.0 / 44
1/86+(1/103+) Ay Perpendicular	-1.31	-21.56	19.09	-20.48	16.0 / 44
1/87+(1/103+) Ay Perpendicular	-0.68	-26.78	11.66	-25.57	16.0 / 44
1/88+(1/103+) Ay Perpendicular	-0.68	-22.56	19.09	-21.56	16.0 / 44
1/89+(1/103+) Ay Perpendicular	-0.68	4.23	11.66	5.44	16.0 / 44
1/90+(1/103+) Ay Perpendicular	1.32	-24.27	15.31	-22.56	16.0 / 44
1/91+(1/103+) Ay Perpendicular	5.49	2.93	12.94	4.23	16.0 / 44
1/92+(1/103+) Ay Perpendicular	8.98	-25.57	12.94	-24.27	16.0 / 44
1/93+(1/103+) Ay Perpendicular	12.94	-24.97	15.31	-24.27	16.0 / 44
1/94+(1/103+) Ay Perpendicular	12.94	-2.01	19.09	-0.85	16.0 / 44
1/95+(1/103+) Ay Perpendicular	12.94	2.93	15.31	3.63	16.0 / 44
1/96+(1/103+) Ay Perpendicular	15.31	-23.46	16.39	-22.56	16.0 / 44
1/97+(1/103+) Ay Perpendicular	15.31	-0.85	16.39	2.12	16.0 / 44
1/98+(1/103+) Ay Perpendicular	16.39	-20.48	19.09	-18.11	16.0 / 44
1/99+(1/103+) Ay Perpendicular	16.39	-0.85	19.09	1.22	16.0 / 44
1/100+(1/103+) Ay Perpendicular	19.09	-19.33	20.39	-18.11	16.0 / 44
1/101+(1/103+) Ay Perpendicular	19.09	-14.84	21.60	-9.97	16.0 / 44
1/102+(1/103+) Ay Perpendicular	20.39	-16.84	21.60	-14.84	16.0 / 44
1/103+ Ay Perpendicular	20.39	-9.97	21.60	-4.50	16.0 /
440	0	<	457		

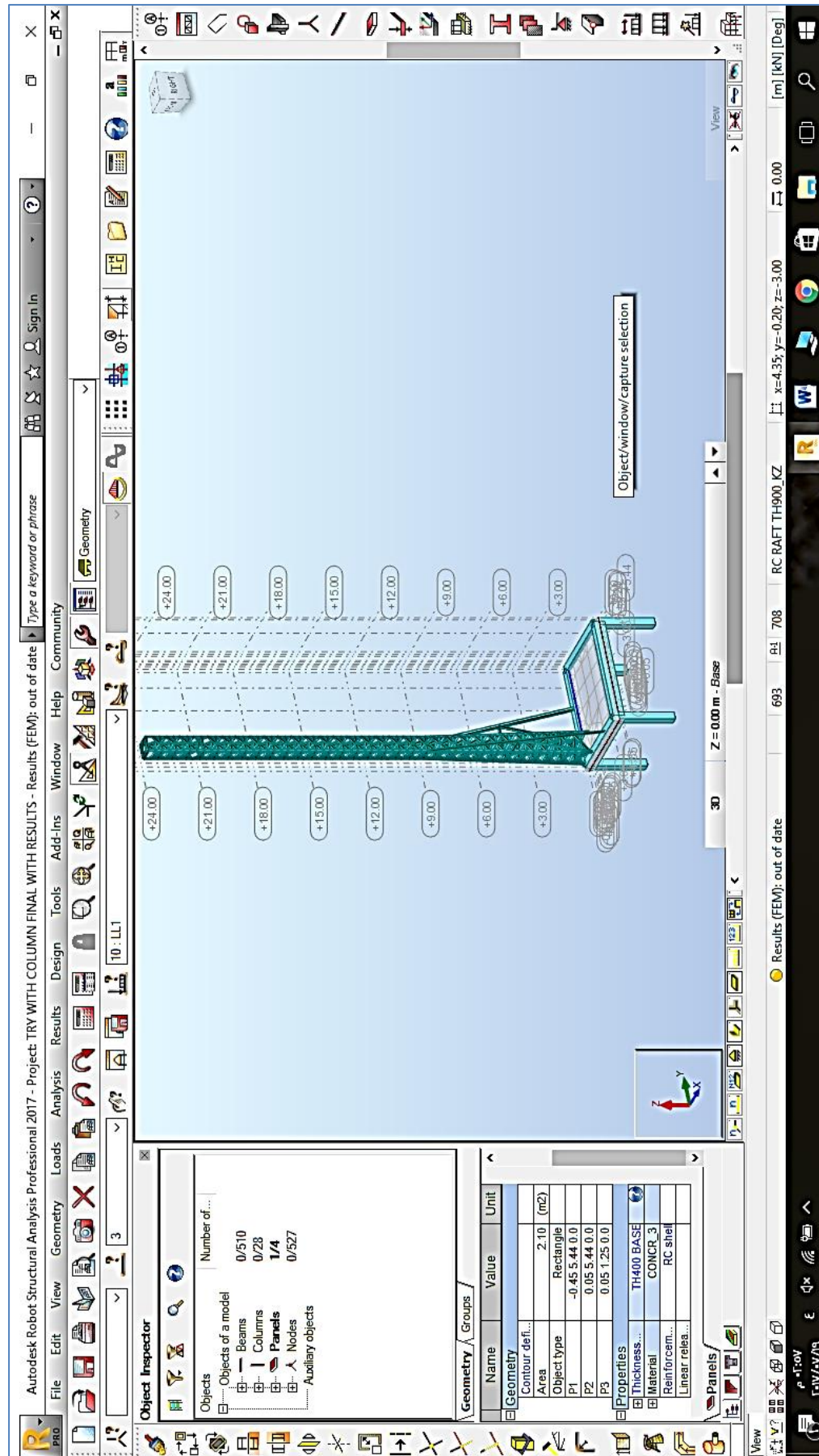
4. Material survey

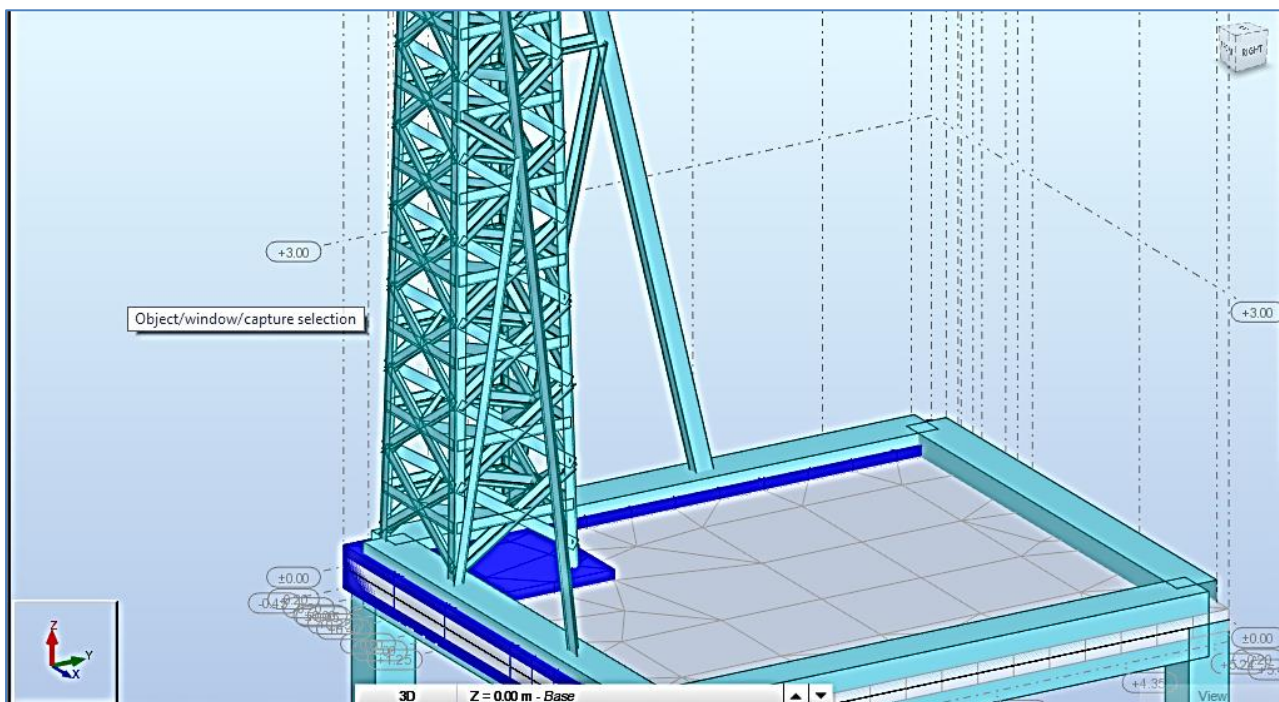
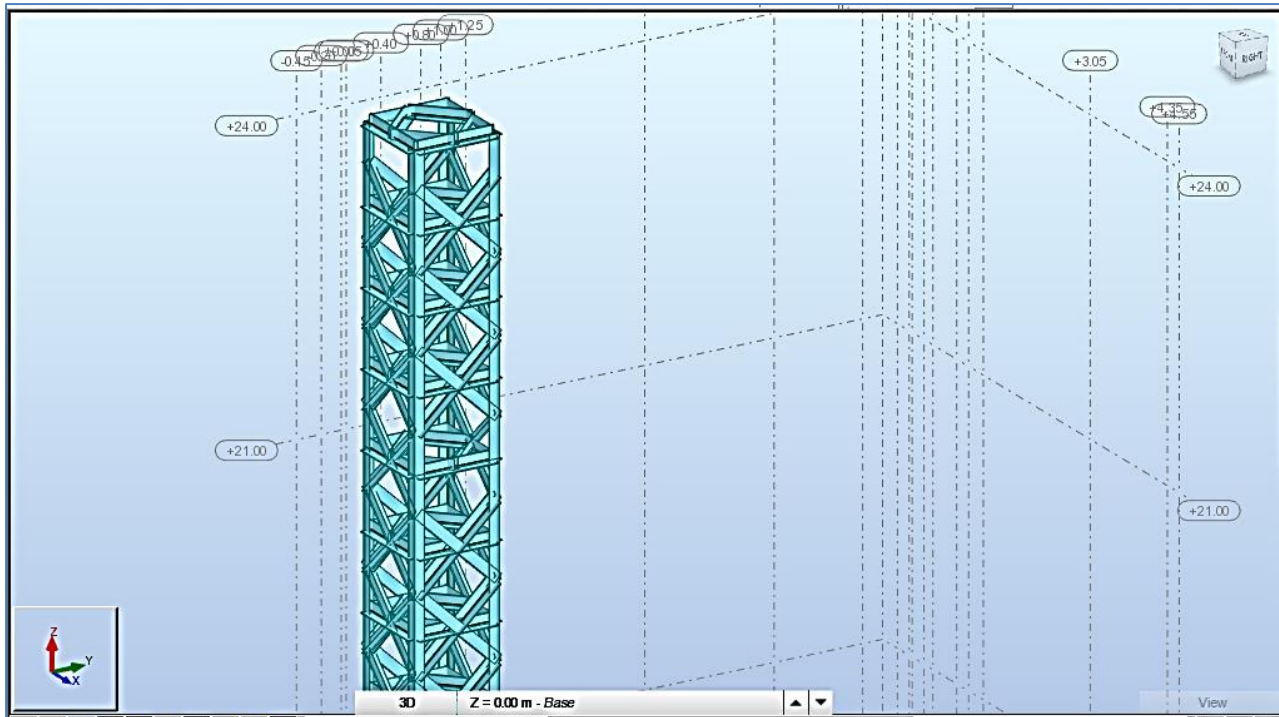
- Concrete volume = 734.20 (m3)
- Formwork = 815.78 (m2)
- Slab circumference = 101.28 (m)
- Area of openings = 0.00 (m2)
- Steel
- Total weight = 56942.47 (kG)
- Density = 77.56 (kG/m3)
- Average diameter = 16.0 (mm)
- Survey according to diameters:

المثال رقم (3) : تصميم وتحليل برج اتصالات.

برج اتصالات حديدي بارتفاع 24 متر فوق بناية هيكلية خرسانية له المعلومات التالية:

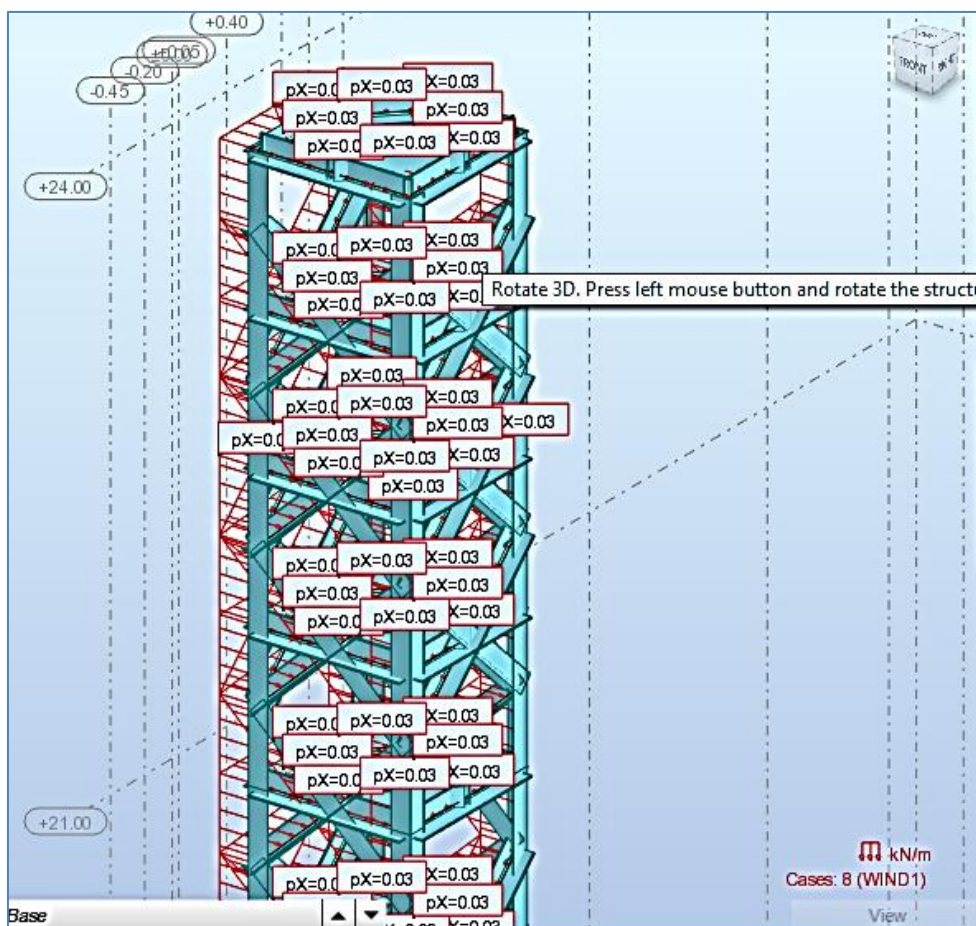
Tower main steel sections	L 4x4x0.25 inches	American section
Supported leg	L 7x4xo.375 inches	American section
RC Pad under tower over slab	1.7x1.7x0.5 meter	f'c = 21.0 MPa
RC Tie beams	0.6x0.5 meter	f'c = 21.0 MPa
Slab of building	200 mm	f'c = 21.0 MPa
RC Column of building	[400x400] mm	f'c = 25.0 MPa



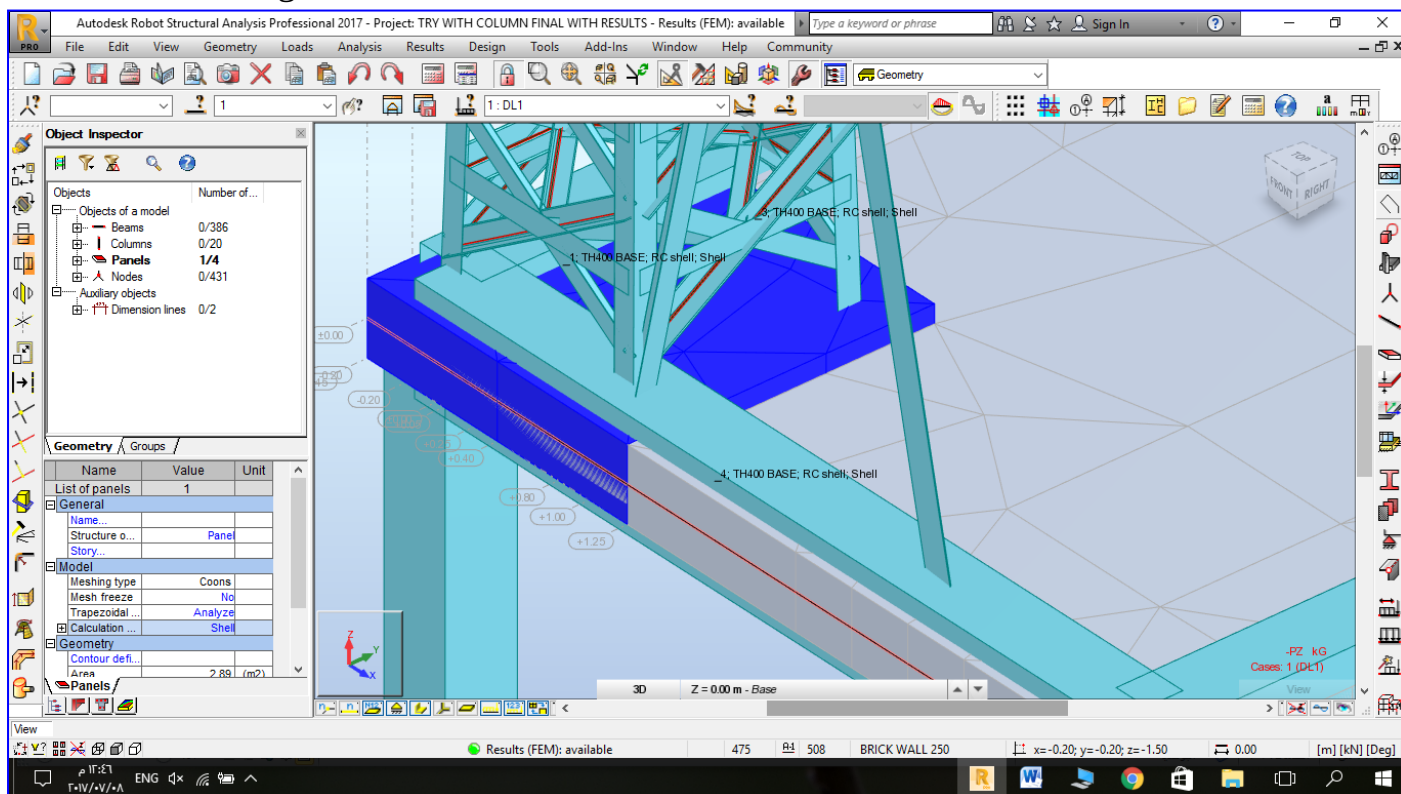


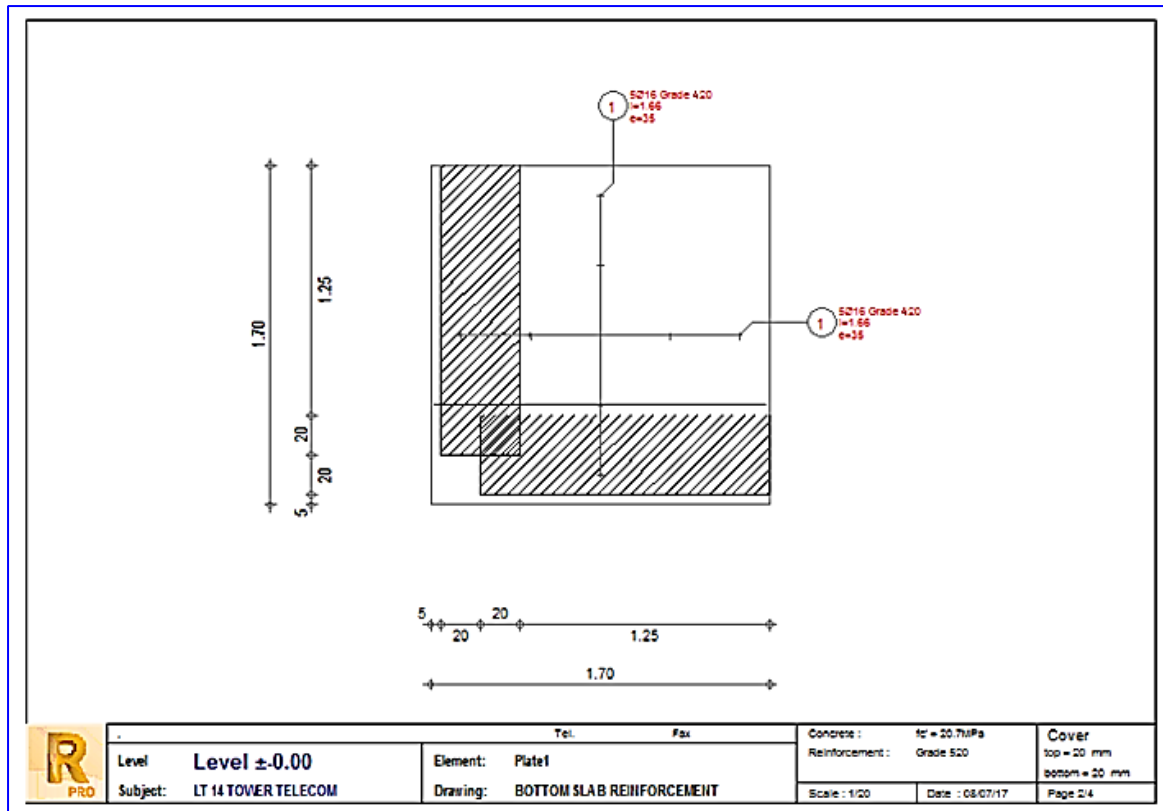
الاحمال على برج الاتصالات:

DL1	Self-weight
Wind loads	3.0 kg/m length of each bars
DL 2 [point loads] for high dishes	100 kg

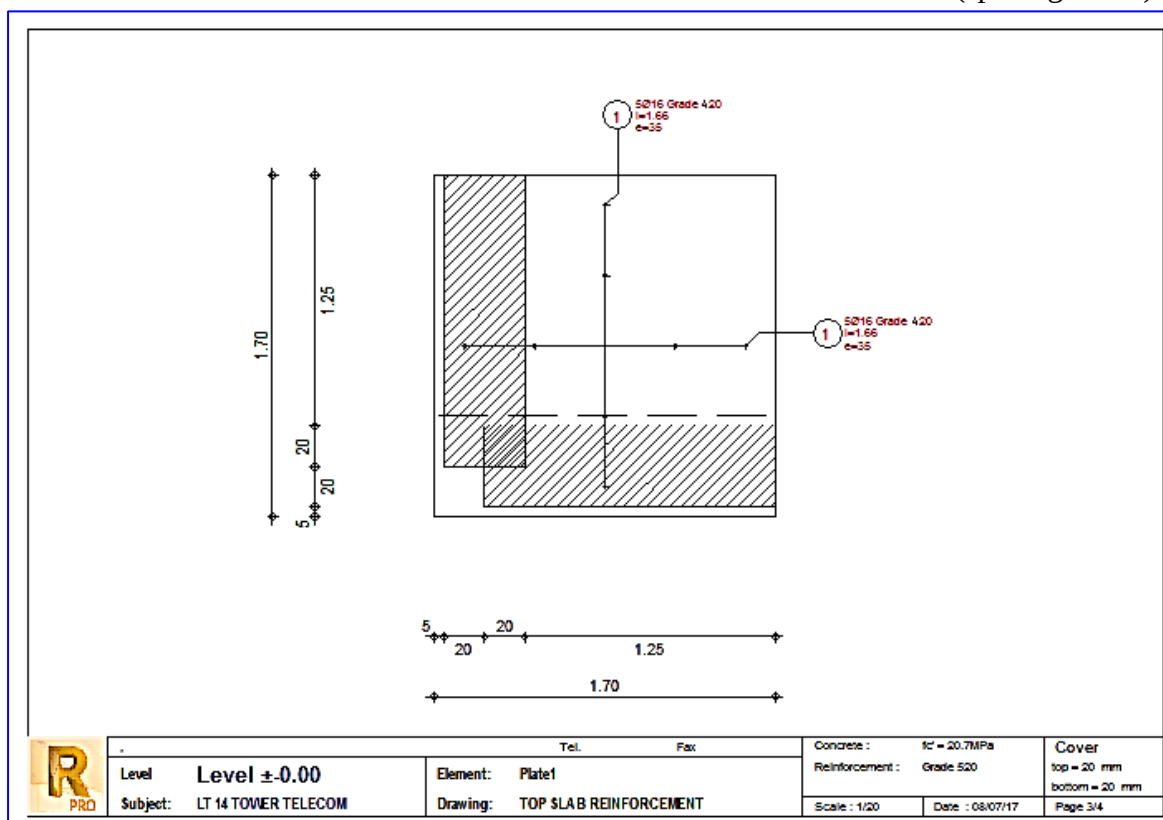


1- Design of RC Pad:



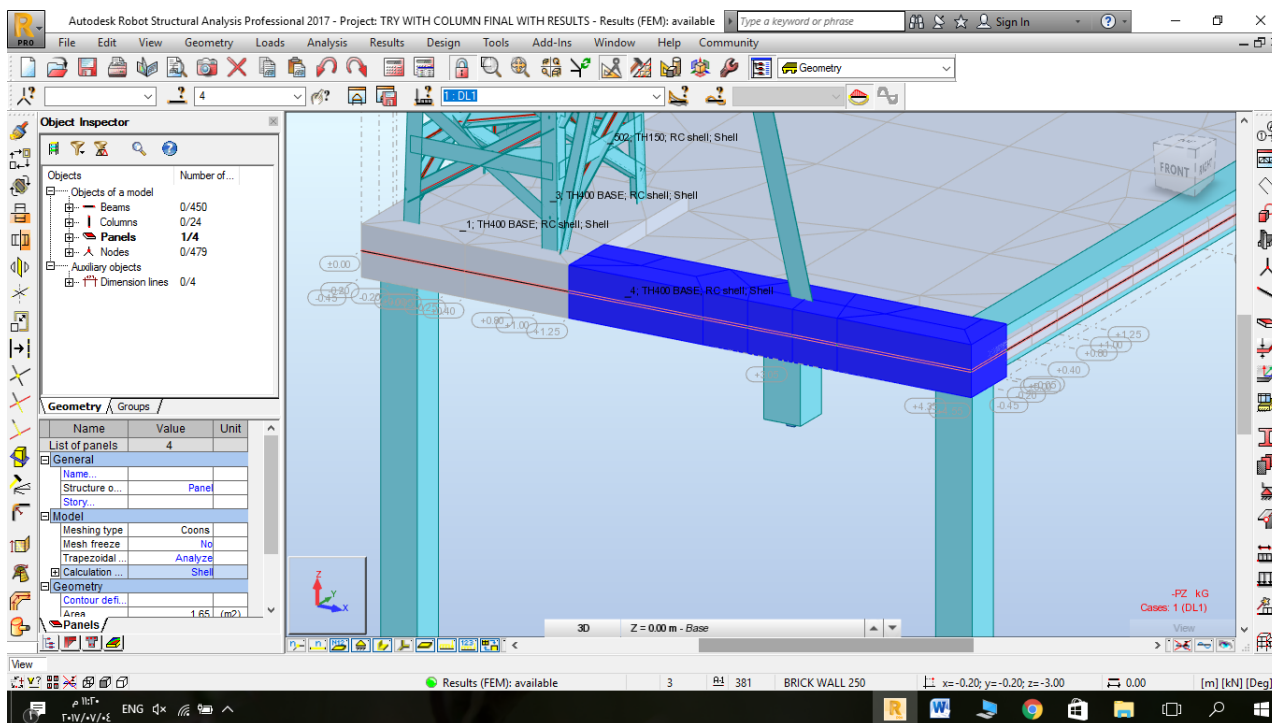


BOTTOM REINFORCEMENT OF PAD [REQUIRED]
TO BE CHECK WITH AVAILABLE REINFORCEMENT . e (spacing in cm)

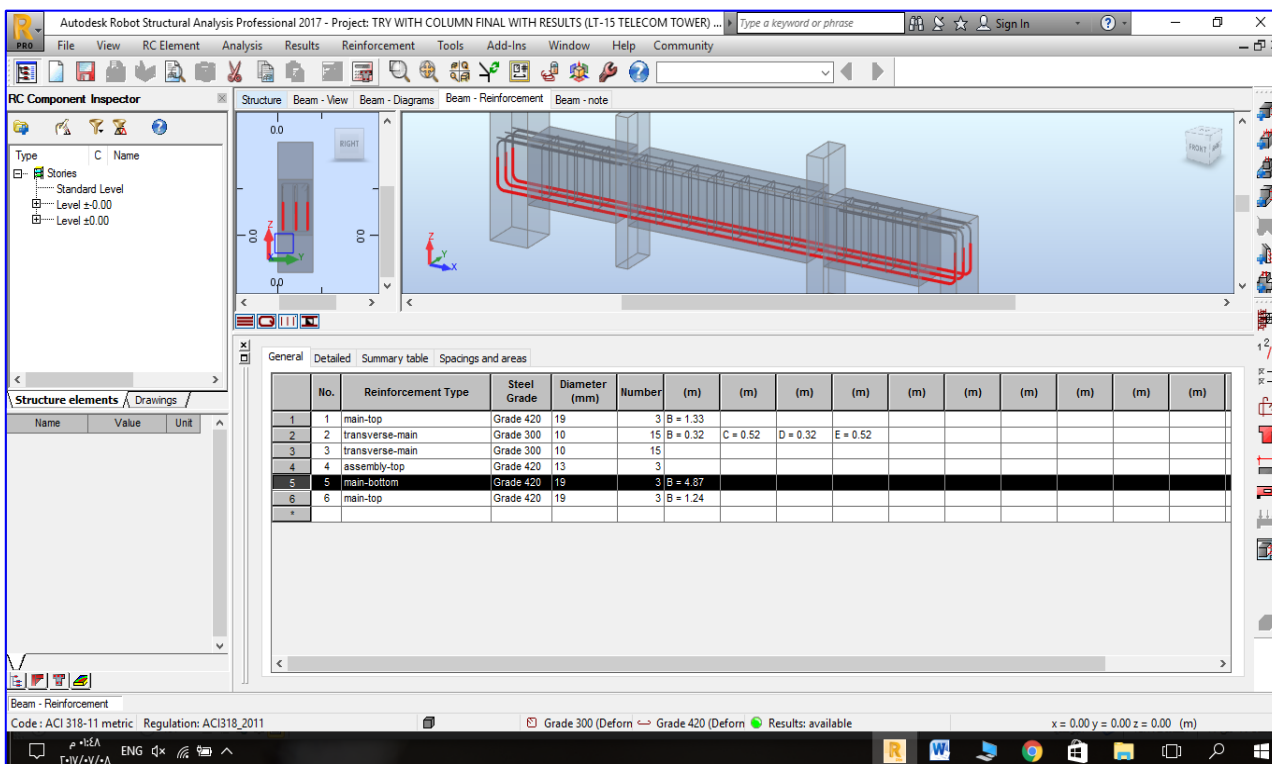


TOP REINFORCEMENT OF PAD [REQUIRED]
TO BE CHECK WITH AVAILABLE REINFORCEMENT – e (spacing in cm)

2- DESIGN OF RC BEAM OVER SLAB

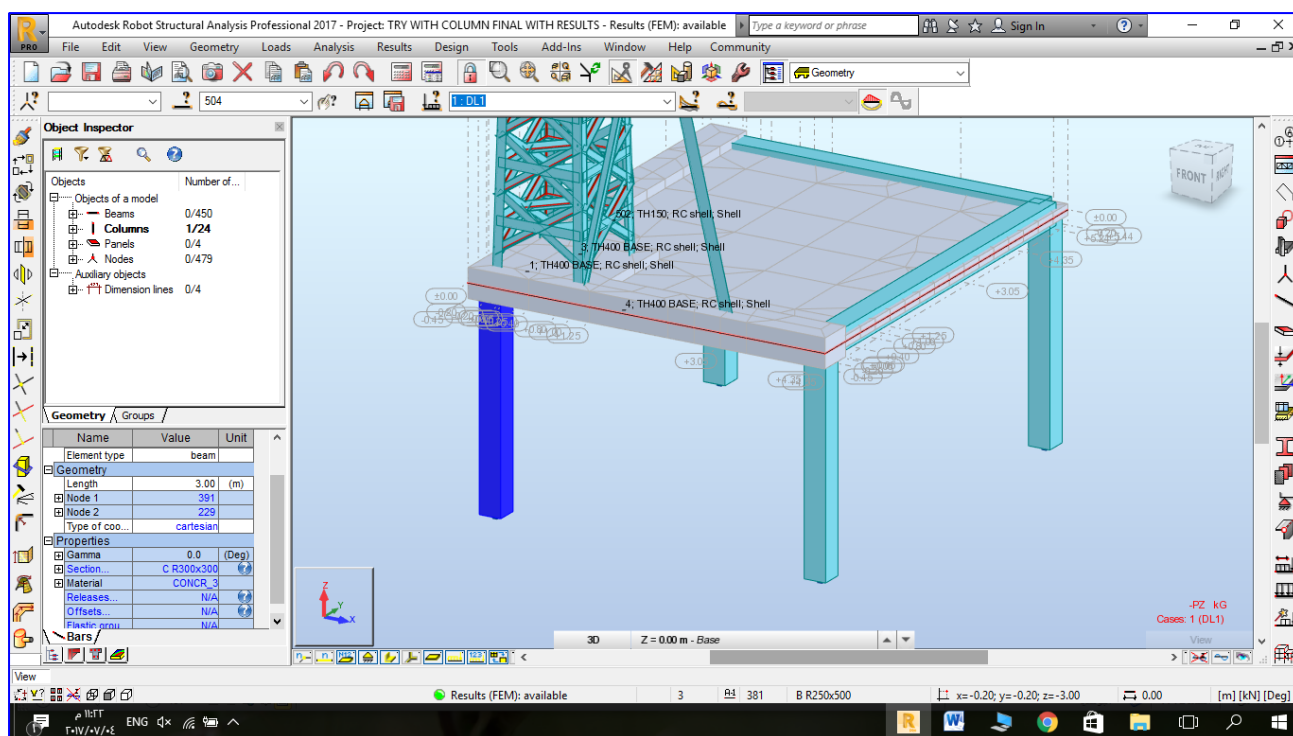


LOCATION OF RC BEAM

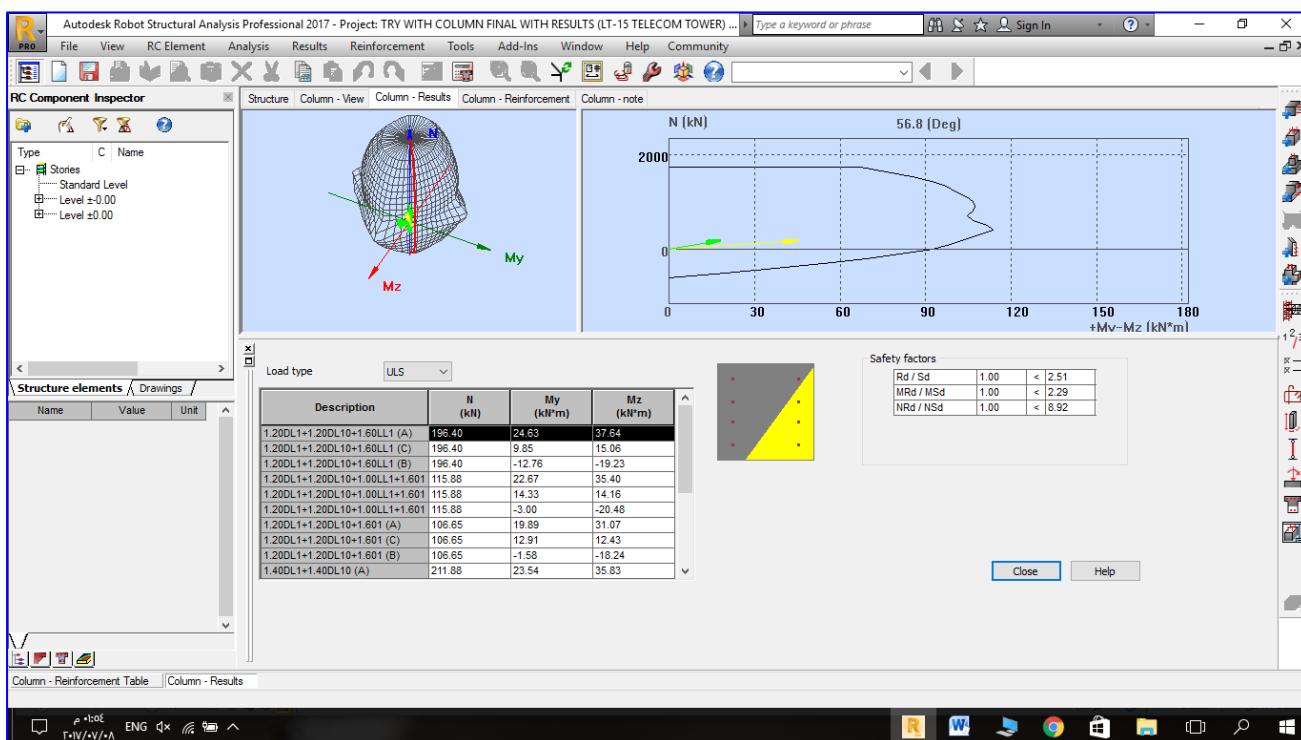


REINFORCEMENT OF BEAM [REQUIRED]- **bottom reinf. 3 #20 mm**
TO BE CHECK WITH AVAILABLE REINFORCEMENT

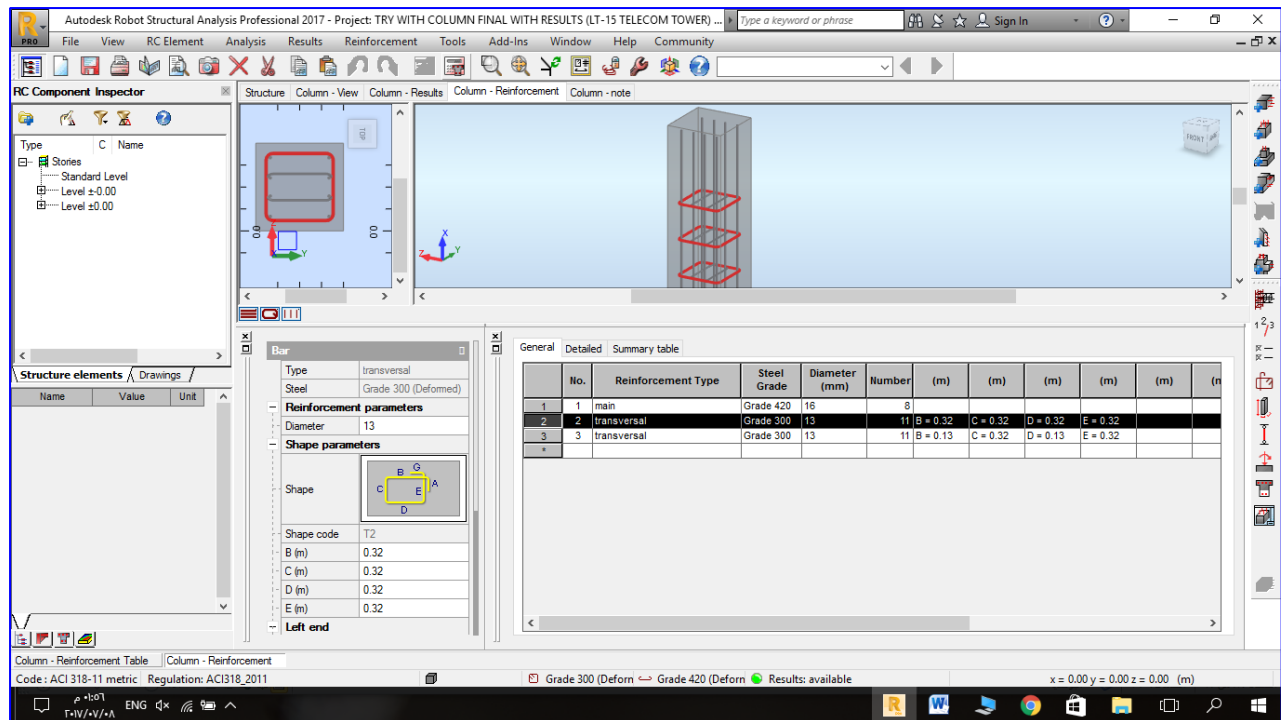
3- Design of RC Column



Location of Column [300x300] mm

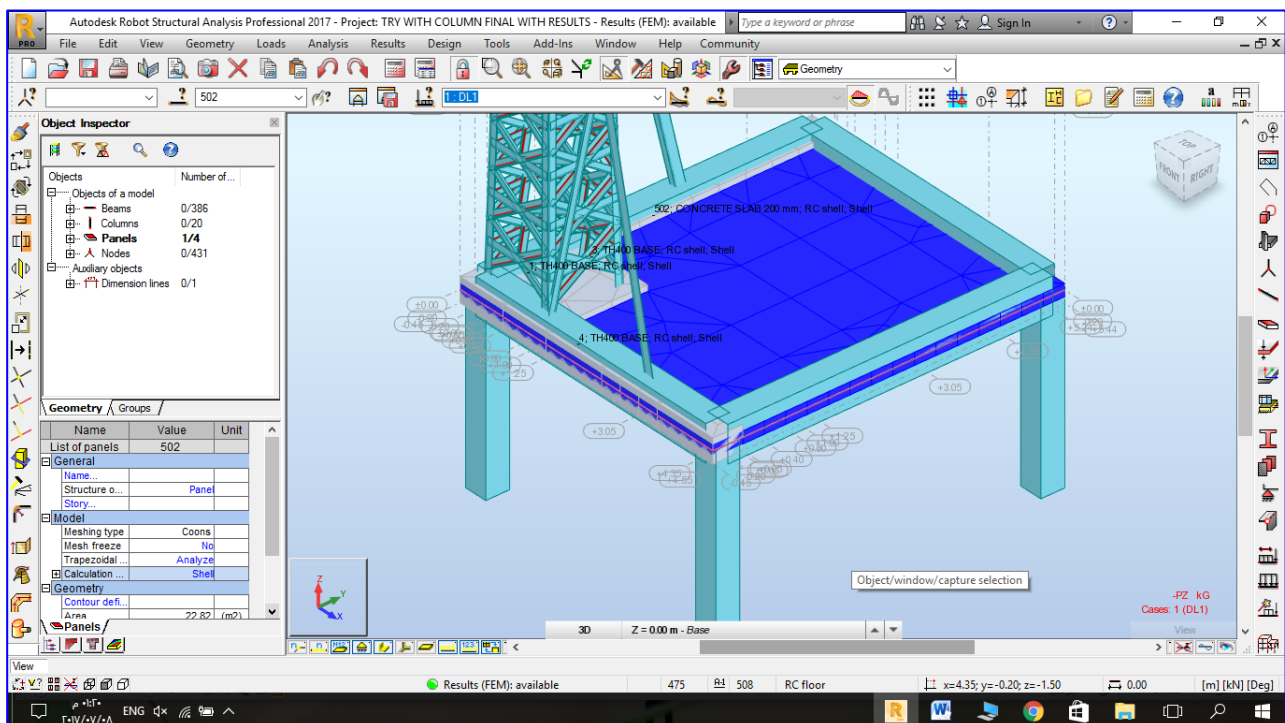


Column results

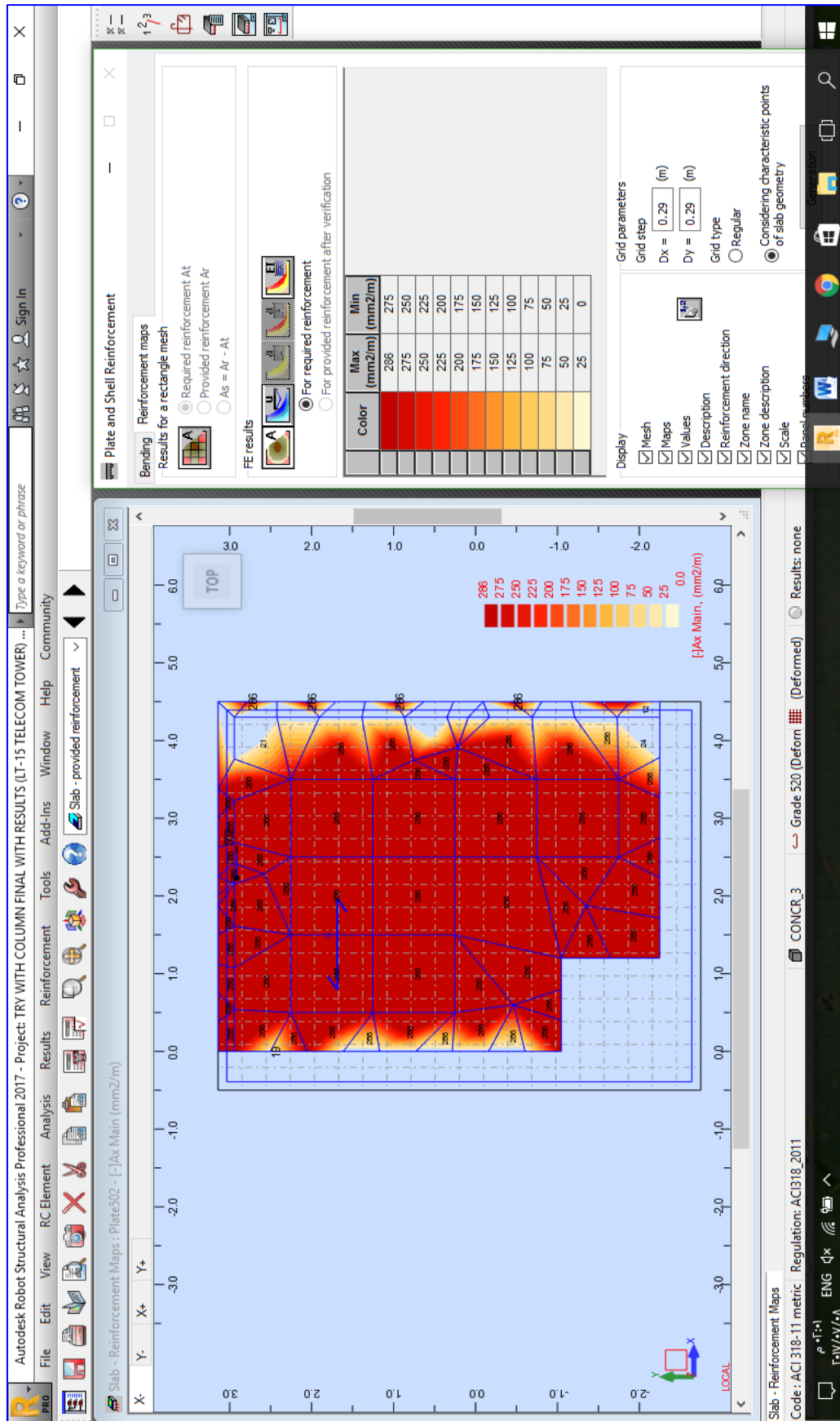


Column Reinforcement [Required] to Be Check With Provided Reinforcement.

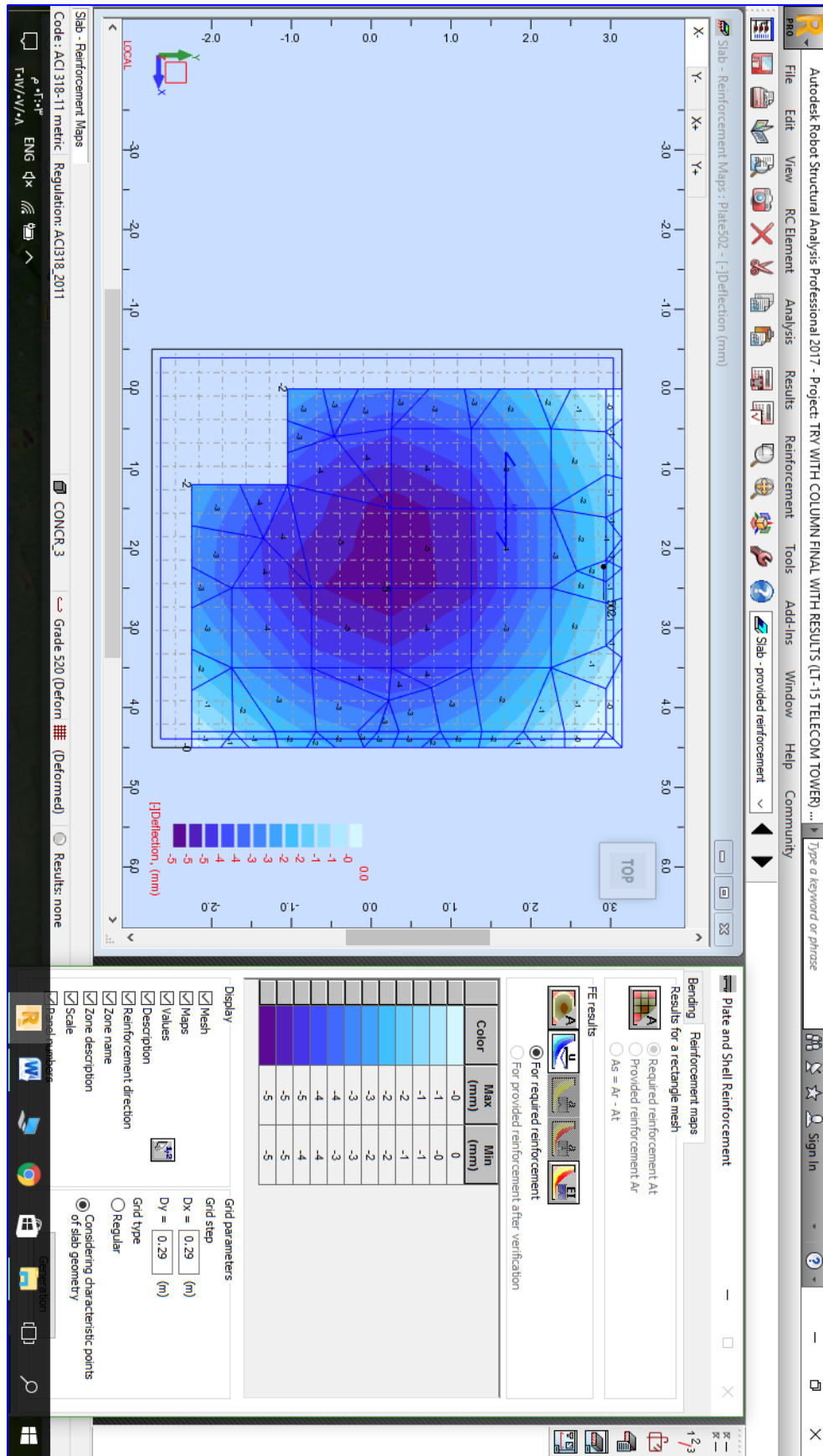
5-Design of RC Slab of Building



RC Slab Of Building



RC Slab Reinforcement [Required] –to Be Check with Provided Reinforcement.



Deflection in RC Slab

12X074
HP-Shape: Equal leg angle

[illegible]

HP Steel Section Properties and Dimensions

[illegible]



W Steel Section Properties And Dimensions

Designation	nominal Wt. per ft	Compact Section Criteria				X1	X2 x10 ⁶	Elastic Properties						Plastic Modulus	
		bf 2tf	h tw	Fy'''	I			S	r	I	S	r	Zx	Zy	
				ksi											in. ⁴
W44x335	335	4.5	38.1	44	2430	5110	31100	1410	17.8	1200	150	3.49	1620	236	
W44x290	290	5.0	44.7	32	2140	8220	27100	1240	17.8	1050	133	3.50	1420	206	
W44x262	262	5.5	49.2	26	1930	12300	24200	1120	17.7	927	118	3.46	1270	183	
W44x230	230	6.5	54.8	21	1690	21200	20800	969	17.5	796	101	3.43	1100	157	
W40x593	593	2.6	19.1	-	4790	337	50400	2340	17.0	2520	302	3.81	2760	481	
W40x503	503	3.0	22.2	-	4110	620	41700	1980	16.8	2050	250	3.72	2300	394	
W40x431	431	3.4	25.5	-	3550	1100	34800	1690	16.6	1690	208	3.65	1950	327	
W40x372	372	3.9	29.5	-	3100	1860	29600	1460	16.4	1420	177	3.60	1670	277	
W40x321	321	4.5	34.2	-	2690	3240	25100	1250	16.3	1190	150	3.56	1420	234	
W40x297	297	4.8	36.8	47	2500	4240	23200	1170	16.3	1090	138	3.54	1330	215	
W40x277	277	5.0	41.2	38	2350	5370	21900	1100	16.4	1040	132	3.58	1250	204	
W40x249	249	5.5	45.6	31	2120	7940	19500	992	16.3	926	118	3.56	1120	182	
W40x215	215	6.5	52.6	23	1830	14000	16700	858	16.2	796	101	3.54	963	156	
W40x199	199	7.4	52.6	23	1690	20300	14900	769	16.0	695	88.2	3.45	868	137	
W40x174	174	9.5	52.6	23	1500	36000	12200	639	15.5	541	68.8	3.26	715	107	
W40x466	466	2.1	20.5	-	4560	473	36300	1710	16.3	1010	160	2.72	2050	262	
W40x392	392	2.5	24.1	-	3920	851	29900	1440	16.1	803	130	2.64	1710	212	
W40x331	331	2.9	28.0	-	3360	1560	24700	1210	15.9	646	106	2.57	1430	172	
W40x278	278	3.3	33.5	57	2860	2910	20500	1020	15.8	521	87.1	2.52	1190	140	
W40x264	264	3.4	35.6	50	2720	3510	19400	971	15.8	493	82.6	2.52	1130	132	
W40x235	235	3.8	41.2	38	2430	5310	17400	874	15.9	444	74.6	2.54	1010	118	
W40x211	211	4.2	45.6	31	2200	7890	15500	785	15.8	390	66.1	2.51	905	105	

W Steel Section Properties And Dimensions

W40x183	183	4.8	52.6	23	1900	13700	13300	682	15.7	336	56.9	2.50	781	89.6
W40x167	167	5.8	52.6	23	1750	20500	11600	599	15.3	283	47.9	2.40	692	76.0
W40x149	149	7.1	54.3	22	1610	31400	9780	512	14.9	229	38.8	2.29	597	62.2
W36x848	848	2.0	12.5	-	7100	71	67400	3170	16.4	4550	501	4.27	3830	799
W36x798	798	2.1	13.2	-	6720	87	62600	2980	16.4	4200	467	4.24	3570	743
W36x650	650	2.5	16.0	-	5590	175	48900	2420	16.0	3230	367	4.12	2840	580
W36x527	527	3.0	19.6	-	4630	365	38300	1950	15.8	2490	289	4.02	2270	454
W36x439	439	3.5	23.1	-	3900	704	31000	1620	15.6	1990	235	3.95	1860	367
W36x393	393	3.8	25.8	-	3540	1040	27500	1450	15.5	1750	208	3.90	1660	325
W36x359	359	4.2	28.1	-	3240	1470	24800	1320	15.4	1570	188	3.87	1510	292
W36x328	328	4.5	30.9	-	2980	2040	22500	1210	15.3	1420	171	3.84	1380	265
W36x300	300	5.0	33.3	58	2720	2930	20300	1110	15.2	1300	156	3.83	1260	241
W36x280	280	5.3	35.6	51	2560	3730	18900	1030	15.1	1200	144	3.81	1170	223
W36x260	260	5.7	37.5	46	2370	5100	17300	953	15.0	1090	132	3.78	1080	204
W36x245	245	6.1	39.4	41	2230	6430	16100	895	15.0	1010	123	3.75	1010	190
W36x230	230	6.5	41.4	37	2100	8190	15000	837	14.9	940	114	3.73	943	176
W36x256	256	3.5	33.8	56	2840	2870	16800	895	14.9	528	86.5	2.65	1040	137
W36x232	232	3.9	37.3	46	2580	4160	15000	809	14.8	468	77.2	2.62	936	122
W36x210	210	4.5	39.1	42	2320	6560	13200	719	14.6	411	67.5	2.58	833	107
W36x194	194	4.8	42.4	36	2140	8850	12100	664	14.6	375	61.9	2.56	767	97.7
W36x182	182	5.1	44.8	32	2020	11300	11300	623	14.5	347	57.6	2.55	718	90.7
W36x170	170	5.5	47.8	28	1900	14500	10500	580	14.5	320	53.2	2.53	668	83.8
W36x160	160	5.9	50.0	26	1780	18600	9750	542	14.4	295	49.1	2.50	624	77.3
W36x150	150	6.4	52.0	24	1680	24200	9040	504	14.3	270	45.1	2.47	581	70.9
W36x135	135	7.6	54.1	22	1520	38000	7800	439	14.0	225	37.7	2.38	509	59.7
W33x354	354	3.8	25.8	-	3540	1030	21900	1230	14.5	1460	181	3.74	1420	282

W Steel Section Properties And Dimensions

W33x318	318	4.2	28.8	-	3200	1530	19500	1110	14.4	1290	161	3.71	1270	250
W33x291	291	4.6	31.2	-	2940	2130	17700	1010	14.4	1160	146	3.69	1150	226
W33x263	263	5.0	34.5	54	2670	3100	15800	917	14.3	1030	131	3.66	1040	202
W33x241	241	5.7	36.1	49	2430	4590	14200	829	14.1	932	118	3.63	939	182
W33x221	221	6.2	38.7	43	2240	6440	12800	757	14.1	840	106	3.59	855	164
W33x201	201	6.8	41.9	36	2040	9390	11500	684	14.0	749	95.2	3.56	772	147
W33x169	169	4.7	44.7	32	2160	8150	9290	549	13.7	310	53.9	2.50	629	84.4
W33x152	152	5.5	47.2	29	1940	12900	8160	487	13.5	273	47.2	2.47	559	73.9
W33x141	141	6.0	49.6	26	1800	17800	7450	448	13.4	246	42.7	2.43	514	66.9
W33x130	130	6.7	51.7	24	1660	25100	6710	406	13.2	218	37.9	2.39	467	59.5
W33x118	118	7.8	54.5	22	1510	37700	5900	359	13.0	187	32.6	2.32	415	51.3
W30x477	477	2.7	16.6	-	5420	193	26100	1530	13.7	1970	249	3.75	1790	390
W30x391	391	3.2	19.9	-	4510	386	20700	1250	13.5	1550	198	3.68	1430	310
W30x326	326	3.7	23.7	-	3860	735	16800	1030	13.2	1240	162	3.61	1190	252
W30x292	292	4.1	26.5	-	3460	1110	14900	928	13.2	1100	144	3.58	1060	223
W30x261	261	4.6	29.0	-	3110	1690	13100	827	13.1	959	127	3.54	941	196
W30x235	235	5.0	32.5	61	2820	2460	11700	746	13.0	855	114	3.52	845	175
W30x211	211	5.7	34.9	53	2510	3950	10300	663	12.9	757	100	3.49	749	154
W30x191	191	6.3	38.0	44	2280	5840	9170	598	12.8	673	89.5	3.46	673	138
W30x173	173	7.0	41.2	38	2070	8540	8200	539	12.7	598	79.8	3.43	605	123
W30x148	148	4.4	41.5	37	2310	6180	6680	436	12.4	227	43.3	2.28	500	68.0
W30x132	132	5.3	43.9	33	2050	10500	5770	380	12.2	196	37.2	2.25	437	58.4
W30x124	124	5.7	46.2	30	1930	13500	5360	355	12.1	181	34.4	2.23	408	54.0
W30x116	116	6.2	47.8	28	1800	17700	4930	329	12.0	164	31.3	2.19	378	49.2
W30x108	108	6.9	49.6	26	1680	24200	4470	299	11.9	146	27.9	2.15	346	43.9
W30x99	99	7.8	51.9	24	1560	34100	3990	269	11.7	128	24.5	2.10	312	38.6

W Steel Section Properties And Dimensions

W30x90	90	8.5	57.5	19	1430	47000	3620	245	11.7	115	22.1	2.09	283	34.7
W27x539	539	2.2	12.3	-	7160	66	25500	1570	12.7	2110	277	3.66	1880	437
W27x448	448	2.5	14.7	-	6070	123	20400	1300	12.5	1670	224	3.57	1530	351
W27x368	368	3.0	17.6	-	5100	243	16100	1060	12.2	1310	179	3.48	1240	279
W27x307	307	3.5	20.9	-	4320	463	13100	884	12.0	1050	146	3.42	1020	227
W27x258	258	4.0	24.7	-	3670	873	10800	742	11.9	859	120	3.37	850	187
W27x235	235	4.4	26.6	-	3360	1230	9660	674	11.8	768	108	3.33	769	168
W27x217	217	4.7	29.2	-	3120	1640	8870	624	11.8	704	99.8	3.32	708	154
W27x194	194	5.2	32.3	61	2800	2520	7820	556	11.7	618	88.1	3.29	628	136
W27x178	178	5.9	33.4	57	2550	3740	6990	502	11.6	555	78.8	3.26	567	122
W27x161	161	6.5	36.7	47	2320	5370	6280	455	11.5	497	70.9	3.24	512	109
W27x146	146	7.2	40.0	40	2110	7900	5630	411	11.4	443	63.5	3.21	461	97.5
W27x129	129	4.5	39.7	41	2390	5340	4760	345	11.2	184	36.8	2.21	395	57.6
W27x114	114	5.4	42.5	35	2100	9220	4090	299	11.0	159	31.5	2.18	343	49.3
W27x102	102	6.0	47.0	29	1890	14000	3620	267	11.0	139	27.8	2.15	305	43.4
W27x94	94	6.7	49.4	26	1740	19900	3270	243	10.9	124	24.8	2.12	278	38.8
W27x84	84	7.8	52.7	23	1570	31100	2850	213	10.7	106	21.2	2.07	244	33.2
W24x492	492	2.0	10.9	-	7950	43	19100	1290	11.5	1670	237	3.41	1550	375
W24x408	408	2.3	13.1	-	6780	79	15100	1060	11.3	1320	191	3.33	1250	300
W24x335	335	2.7	15.6	-	5700	156	11900	864	11.0	1030	152	3.23	1020	238
W24x279	279	3.2	18.6	-	4840	297	9600	718	10.8	823	124	3.17	835	193
W24x250	250	3.5	20.7	-	4370	436	8490	644	10.7	724	110	3.14	744	171
W24x229	229	3.8	22.5	-	4020	605	7650	588	10.7	651	99.4	3.11	676	154
W24x207	207	4.1	24.8	-	3650	876	6820	531	10.6	578	88.8	3.08	606	137
W24x192	192	4.4	26.6	-	3410	1150	6260	491	10.5	530	81.8	3.07	559	126
W24x176	176	4.8	28.7	-	3140	1590	5680	450	10.5	479	74.3	3.04	511	115

W Steel Section Properties And Dimensions

W24x162	162	5.3	30.6	-	2870	2260	5170	414	10.4	443	68.4	3.05	468	105
W24x146	146	5.9	33.2	58	2590	3420	4580	371	10.3	391	60.5	3.01	418	93.2
W24x131	131	6.7	35.6	50	2330	5290	4020	329	10.2	340	53.0	2.97	370	81.5
W24x117	117	7.5	39.2	42	2090	8190	3540	291	10.1	297	46.5	2.94	327	71.4
W24x104	104	8.5	43.1	34	1860	12900	3100	258	10.1	259	40.7	2.91	289	62.4
W24x103	103	4.6	39.2	42	2400	5280	3000	245	9.96	119	26.5	1.99	280	41.5
W24x94	94	5.2	41.9	37	2180	7800	2700	222	9.87	109	24.0	1.98	254	37.5
W24x84	84	5.9	45.9	30	1950	12200	2370	196	9.79	94.4	20.9	1.95	224	32.6
W24x76	76	6.6	49.0	27	1760	18600	2100	176	9.69	82.5	18.4	1.92	200	28.6
W24x68	68	7.7	52.0	24	1590	29000	1830	154	9.55	70.4	15.7	1.87	177	24.5
W24x62	62	6.0	50.1	25	1700	25100	1550	131	9.23	34.5	9.80	1.38	153	15.7
W24x55	55	6.9	54.6	21	1540	39600	1350	114	9.11	29.1	8.30	1.34	134	13.3
W21x201	201	3.9	20.6	-	4290	453	5310	461	9.47	542	86.1	3.02	530	133
W21x182	182	4.2	22.6	-	3910	649	4730	417	9.40	483	77.2	3.00	476	119
W21x166	166	4.6	24.9	-	3590	904	4280	380	9.36	435	70.1	2.98	432	108
W21x147	147	5.4	26.1	-	3140	1590	3630	329	9.17	376	60.1	2.95	373	92.6
W21x132	132	6.0	28.9	-	2840	2350	3220	295	9.12	333	53.5	2.93	333	82.3
W21x122	122	6.5	31.3	-	2630	3160	2960	273	9.09	305	49.2	2.92	307	75.6
W21x111	111	7.1	34.1	55	2400	4510	2670	249	9.05	274	44.5	2.90	279	68.2
W21x101	101	7.7	37.5	45	2200	6400	2420	227	9.02	248	40.3	2.89	253	61.7
W21x93	93	4.5	32.3	61	2680	3460	2070	192	8.70	92.9	22.1	1.84	221	34.7
W21x83	83	5.0	36.4	48	2400	5250	1830	171	8.67	81.4	19.5	1.83	196	30.5
W21x73	73	5.6	41.2	38	2140	8380	1600	151	8.64	70.6	17.0	1.81	172	26.6
W21x68	68	6.0	43.6	34	2000	10900	1480	140	8.60	64.7	15.7	1.80	160	24.4
W21x62	62	6.7	46.9	29	1820	15900	1330	127	8.54	57.5	13.9	1.77	144	21.7

W Steel Section Properties And Dimensions

W21x57	57	5.0	46.3	30	1960	13100	1170	111	8.36	30.6	9.35	1.35	129	14.8
W21x50	50	6.1	49.4	26	1730	22600	984	94.5	8.18	24.9	7.64	1.30	110	12.2
W21x44	44	7.2	53.6	22	1550	36600	843	81.6	8.06	20.7	6.36	1.26	95.4	10.2
W18x311	311	2.2	10.6	-	8160	38	6960	624	8.72	795	132	2.95	753	207
W18x283	283	2.4	11.5	-	7520	52	6160	564	8.61	704	118	2.91	676	185
W18x258	258	2.6	12.5	-	6920	71	5510	514	8.53	628	107	2.88	611	166
W18x234	234	2.8	13.8	-	6360	97	4900	466	8.44	558	95.8	2.85	549	149
W18x211	211	3.0	15.1	-	5800	140	4330	419	8.35	493	85.3	2.82	490	132
W18x192	192	3.3	16.7	-	5320	194	3870	380	8.28	440	76.8	2.79	442	119
W18x175	175	3.6	18.0	-	4870	274	3450	344	8.20	391	68.8	2.76	398	106
W18x158	158	3.9	19.8	-	4430	396	3060	310	8.12	347	61.4	2.74	356	94.8
W18x143	143	4.2	21.9	-	4060	557	2750	282	8.09	311	55.5	2.72	322	85.4
W18x130	130	4.6	23.9	-	3710	789	2460	256	8.03	278	49.9	2.70	291	76.7
W18x119	119	5.3	24.5	-	3340	1210	2190	231	7.90	253	44.9	2.69	261	69.1
W18x106	106	6.0	27.2	-	2990	1880	1910	204	7.84	220	39.4	2.66	230	60.5
W18x97	97	6.4	30.0	-	2750	2580	1750	188	7.82	201	36.1	2.65	211	55.3
W18x86	86	7.2	33.4	57	2460	4060	1530	166	7.77	175	31.6	2.63	186	48.4
W18x76	76	8.1	37.8	45	2180	6520	1330	146	7.73	152	27.6	2.61	163	42.2
W18x71	71	4.7	32.4	61	2680	3310	1170	127	7.50	60.3	15.8	1.70	145	24.7
W18x65	65	5.1	35.7	50	2470	4540	1070	117	7.49	54.8	14.4	1.69	133	22.5
W18x60	60	5.4	38.7	43	2290	6080	984	108	7.47	50.1	13.3	1.69	123	20.6
W18x55	55	6.0	41.2	38	2110	8540	890	98.3	7.41	44.9	11.9	1.67	112	18.5
W18x50	50	6.6	45.2	31	1920	1240	800	88.9	7.38	40.1	10.7	1.65	101	16.6
W18x46	46	5.0	44.6	32	2060	10100	712	78.8	7.25	22.5	7.43	1.29	90.7	11.7

W Steel Section Properties And Dimensions

W18x40	40	5.7	51.0	25	1810	17200	612	68.4	7.21	19.1	6.35	1.27	78.4	9.95
W18x35	35	7.1	53.5	22	1590	30300	510	57.6	7.04	15.3	5.12	1.22	66.5	8.06
W16x100	100	5.3	24.3	-	3450	1040	1490	175	7.10	186	35.7	2.51	198	54.9
W16x89	89	5.9	27.0	-	3090	1630	1300	155	7.05	163	31.4	2.49	175	48.1
W16x77	77	6.8	31.2	-	2680	2790	1110	134	7.00	138	26.9	2.47	150	41.1
W16x67	67	7.7	35.9	50	2350	4690	954	117	6.96	119	23.2	2.46	130	35.5
W16x57	57	5.0	33.0	59	2650	3400	758	92.2	6.72	43.1	12.1	1.60	105	18.9
W16x50	50	5.6	37.4	46	2340	5530	659	81.0	6.68	37.2	10.5	1.59	92.0	16.3
W16x45	45	6.2	41.2	38	2120	8280	586	72.7	6.65	32.8	9.34	1.57	82.3	14.5
W16x40	40	6.9	46.6	30	1890	12900	518	64.7	6.63	28.9	8.25	1.57	72.9	12.7
W16x36	36	8.1	48.1	28	1700	20800	448	56.5	6.51	24.5	7.00	1.52	64.0	10.8
W16x31	31	6.3	51.6	24	1740	20000	375	47.2	6.41	12.4	4.49	1.17	54.0	7.03
W16x26	26	8.0	56.8	20	1470	40900	301	38.4	6.26	9.59	3.49	1.12	44.2	5.48
W14x808	808	1.8	3.4	-	18900	1.45	16000	1400	8.21	5510	594	4.82	1834	927
W14x730	730	1.8	3.7	-	17500	1.90	14300	1280	8.17	4720	527	4.69	1660	816
W14x665	665	2.0	4.0	-	16300	2.50	12400	1150	7.98	4170	472	4.62	1480	730
W14x605	605	2.1	4.4	-	15100	3.20	10800	1040	7.80	3680	423	4.55	1320	652
W14x550	550	2.3	4.8	-	14200	4.20	9430	931	7.63	3250	378	4.49	1180	583
W14x500	500	2.4	5.2	-	13100	5.50	8210	838	7.48	2880	339	4.43	1050	522
W14x455	455	2.6	5.7	-	12200	7.30	7190	756	7.33	2560	304	4.38	936	468
W14x426	426	2.8	6.1	-	11500	8.90	6600	707	7.26	2360	283	4.34	869	434
W14x398	398	2.9	6.4	-	10900	11.0	6000	656	7.16	2170	262	4.31	801	402
W14x370	370	3.1	6.9	-	10300	13.9	5440	607	7.07	1990	241	4.27	736	370
W14x342	342	3.3	7.4	-	9600	17.9	4900	559	6.98	1810	221	4.24	672	338

10x12
W-Shape End
Elev

[illegible]

W Steel Section Properties And Dimensions

W14x26	26	6.0	48.1	28	1890	13900	245	35.3	5.65	8.91	3.54	1.08	40.2	5.54
W14x22	22	7.5	53.3	22	1610	27300	199	29.0	5.54	7.00	2.80	1.04	33.2	4.39
W12x336	336	2.3	5.5	-	12800	6.05	4060	483	6.41	1190	177	3.47	603	274
W12x305	305	2.4	6.0	-	11800	8.17	3550	435	6.29	1050	159	3.42	537	244
W12x279	279	2.7	6.3	-	11000	10.8	3110	393	6.16	937	143	3.38	481	220
W12x252	252	2.9	7.0	-	10100	14.7	2720	353	6.06	828	127	3.34	428	196
W12x230	230	3.1	7.6	-	9390	19.7	2420	321	5.97	742	115	3.31	386	177
W12x210	210	3.4	8.2	-	8670	26.6	2140	292	5.89	664	104	3.28	348	159
W12x190	190	3.7	9.2	-	7940	37.0	1890	263	5.82	589	93.0	3.25	311	143
W12x170	170	4.0	10.1	-	7190	54.0	1650	235	5.74	517	82.3	3.22	275	126
W12x152	152	4.5	11.2	-	6510	79.3	1430	209	5.66	454	72.8	3.19	243	111
W12x136	136	5.0	12.3	-	5850	119	1240	186	5.58	398	64.2	3.16	214	98.0
W12x120	120	5.6	13.7	-	5240	184	1070	163	5.51	345	56.0	3.13	186	85.4
W12x106	106	6.2	15.9	-	4660	285	933	145	5.47	301	49.3	3.11	164	75.1
W12x96	96	6.8	17.7	-	4250	405	833	131	5.44	270	44.4	3.09	147	67.5
W12x87	87	7.5	18.9	-	3880	586	740	118	5.38	241	39.7	3.07	132	60.4
W12x79	79	8.2	20.7	-	3530	839	662	107	5.34	216	35.8	3.05	119	54.3
W12x72	72	9.0	22.6	-	3230	1180	597	97.4	5.31	195	32.4	3.04	108	49.2
W12x65	65	9.9	24.9	-	2940	1720	533	87.9	5.28	174	29.1	3.02	96.8	44.1
W12x58	58	7.8	27.0	-	3070	1470	475	78.0	5.28	107	21.4	2.51	86.4	32.5
W12x53	53	8.7	28.1	-	2820	2100	425	70.6	5.23	95.8	19.2	2.48	77.9	29.1
W12x50	50	6.3	26.2	-	3170	1410	394	64.7	5.18	56.3	13.9	1.96	72.4	21.4
W12x45	45	7.0	29.0	-	2870	2070	350	58.1	5.15	50.0	12.4	1.94	64.7	19.0
W12x40	40	7.8	32.9	59	2580	3110	310	51.9	5.13	44.1	11.0	1.93	57.5	16.8
W12x35	35	6.3	36.2	49	2420	4340	285	45.6	5.25	24.5	7.47	1.54	51.2	11.5



W Steel Section Properties And Dimensions

W12x30	30	7.4	41.8	37	2090	7950	238	38.6	5.21	20.3	6.24	1.52	43.1	9.56
W12x26	26	8.5	47.2	29	1820	13900	204	33.4	5.17	17.3	5.34	1.51	37.2	8.17
W12x22	22	4.7	41.8	37	2160	8640	156	25.4	4.91	4.66	2.31	0.847	29.3	3.66
W12x19	19	5.7	46.2	30	1880	15600	130	21.3	4.82	3.76	1.88	0.822	24.7	2.98
W12x16	16	7.5	49.4	26	1610	32000	103	17.1	4.67	2.82	1.41	0.773	20.1	2.26
W12x14	14	8.8	54.3	22	1450	49300	88.6	14.9	4.62	2.36	1.19	0.753	17.4	1.90
W10x112	112	4.2	10.4	-	7080	56.7	716	126	4.66	236	45.3	2.68	147	69.2
W10x100	100	4.6	11.6	-	6400	83.8	623	112	4.60	207	40.0	2.65	130	61.0
W10x88	88	5.2	13.0	-	5680	132	534	98.5	4.54	179	34.8	2.63	113	53.1
W10x77	77	5.9	14.8	-	5010	213	455	85.9	4.49	154	30.1	2.60	97.6	45.9
W10x68	68	6.6	16.7	-	4460	334	394	75.7	4.44	134	26.4	2.59	85.3	40.1
W10x60	60	7.4	18.7	-	3970	525	341	66.7	4.39	116	23.0	2.57	74.6	35.0
W10x54	54	8.2	21.2	-	3580	778	303	60.0	4.37	103	20.6	2.56	66.6	31.3
W10x49	49	8.9	23.1	-	3280	1090	272	54.6	4.35	93.4	18.7	2.54	60.4	28.3
W10x45	45	6.5	22.5	-	3650	758	248	49.1	4.32	53.4	13.3	2.01	54.9	20.3
W10x39	39	7.5	25.0	-	3190	1300	209	42.1	4.27	45.0	11.3	1.98	46.8	17.2
W10x33	33	9.1	27.1	-	2710	2510	170	35.0	4.19	36.6	9.20	1.94	38.8	14.0
W10x30	30	5.7	29.5	-	2890	2160	170	32.4	4.38	16.7	5.75	1.37	36.6	8.84
W10x26	26	6.6	34.0	55	2500	3790	144	27.9	4.35	14.1	4.89	1.36	31.3	7.50
W10x22	22	8.0	36.9	47	2150	7170	118	23.2	4.27	11.4	3.97	1.33	26.0	6.10
W10x19	19	5.1	35.4	51	2420	5160	96.3	18.8	4.14	4.29	2.14	0.874	21.6	3.35
W10x17	17	6.1	36.9	47	2210	7820	81.9	16.2	4.05	3.56	1.78	0.844	18.7	2.80
W10x15	15	7.4	38.5	43	1930	14300	68.9	13.8	3.95	2.89	1.45	0.810	16.0	2.30
W10x12	12	9.4	46.6	30	1550	35400	53.8	10.9	3.90	2.18	1.10	0.785	12.6	1.74

W Steel Section Properties And Dimensions

	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Designation	Area	Depth		Web			Flange				Distance		
	A	d		Thickness		$\frac{t_w}{2}$	Width b_f		Thickness		T	k	k_1
	in. ²	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.
W44x335	98.3	44.02	44	1.020	1	$\frac{1}{2}$	15.950	$15\frac{3}{4}$	1.770	$1\frac{3}{4}$	$38\frac{7}{16}$	$2\frac{9}{16}$	$1\frac{5}{16}$
W44x290	85.8	43.62	$43\frac{5}{8}$	0.870	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{16}$	15.830	$15\frac{7}{8}$	1.580	$1\frac{9}{16}$	$38\frac{7}{16}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{4}$
W44x262	77.2	43.31	$43\frac{3}{8}$	0.790	$\frac{13}{16}$	$\frac{3}{8}$	15.750	$15\frac{3}{4}$	1.420	$1\frac{7}{16}$	$38\frac{7}{16}$	$2\frac{3}{16}$	$1\frac{3}{16}$
W44x230	67.7	42.91	$42\frac{7}{8}$	0.710	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	15.750	$15\frac{3}{4}$	1.220	$1\frac{1}{4}$	$38\frac{7}{16}$	2	$1\frac{1}{8}$
W40x593	174	42.99	43	1.790	$1\frac{13}{16}$	1	16.690	$16\frac{3}{4}$	3.230	$3\frac{1}{4}$	$34\frac{3}{16}$	$4\frac{7}{16}$	$2\frac{1}{16}$
W40x503	148	42.05	$42\frac{1}{16}$	1.540	$1\frac{9}{16}$	$\frac{3}{4}$	16.420	$16\frac{7}{16}$	2.760	$2\frac{3}{4}$	$34\frac{3}{16}$	$3\frac{15}{16}$	$1\frac{15}{16}$
W40x431	127	41.26	$41\frac{1}{4}$	1.340	$1\frac{5}{16}$	$\frac{11}{16}$	16.220	$16\frac{1}{4}$	2.360	$2\frac{3}{8}$	$34\frac{3}{16}$	$3\frac{9}{16}$	$1\frac{7}{8}$
W40x372	109	40.63	$40\frac{5}{8}$	1.160	$1\frac{3}{16}$	$\frac{9}{16}$	16.060	$16\frac{1}{16}$	2.050	$2\frac{1}{16}$	$34\frac{3}{16}$	$3\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$
W40x321	94.1	40.08	$40\frac{1}{16}$	1.000	1	$\frac{1}{2}$	15.910	$15\frac{7}{8}$	1.770	$1\frac{3}{4}$	$34\frac{3}{16}$	$2\frac{15}{16}$	$1\frac{11}{16}$
W40x297	87.4	39.84	$39\frac{7}{8}$	0.930	$\frac{15}{16}$	$\frac{1}{2}$	15.825	$15\frac{7}{8}$	1.650	$1\frac{5}{8}$	$34\frac{3}{16}$	$3\frac{1}{16}$	$1\frac{11}{16}$
W40x277	81.3	39.69	$39\frac{3}{4}$	0.830	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{16}$	15.830	$15\frac{7}{8}$	1.575	$1\frac{9}{16}$	$34\frac{3}{16}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{8}$
W40x249	73.3	39.38	$39\frac{3}{8}$	0.750	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	15.750	$15\frac{3}{4}$	1.420	$1\frac{7}{16}$	$34\frac{3}{16}$	$2\frac{5}{8}$	$1\frac{9}{16}$
W40x215	63.3	38.98	39	0.650	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	15.750	$15\frac{3}{4}$	1.220	$1\frac{1}{4}$	$34\frac{3}{16}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$
W40x199	58.4	38.67	$38\frac{5}{8}$	0.650	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	15.750	$15\frac{3}{4}$	1.065	$1\frac{1}{16}$	$34\frac{3}{16}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$
W40x174	51.1	38.20	$38\frac{1}{4}$	0.650	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	15.750	$15\frac{3}{4}$	0.830	$\frac{13}{16}$	$34\frac{3}{16}$	2	$1\frac{1}{2}$
W40x466	137	42.44	$42\frac{7}{16}$	1.670	$1\frac{11}{16}$	$\frac{13}{16}$	12.640	$12\frac{5}{8}$	2.950	$2\frac{15}{16}$	$34\frac{3}{16}$	$4\frac{1}{8}$	2
W40x392	115	41.57	$41\frac{9}{16}$	1.420	$1\frac{7}{16}$	$\frac{11}{16}$	12.360	$12\frac{3}{8}$	2.520	$2\frac{1}{2}$	$34\frac{3}{16}$	$3\frac{11}{16}$	$1\frac{7}{8}$
W40x331	97.6	40.79	$40\frac{13}{16}$	1.220	$1\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	12.170	$12\frac{3}{16}$	2.130	$2\frac{1}{8}$	$34\frac{3}{16}$	$3\frac{5}{16}$	$1\frac{13}{16}$
W40x278	81.8	40.16	$40\frac{3}{16}$	1.020	1	$\frac{1}{2}$	11.970	12	1.810	$1\frac{13}{16}$	$34\frac{3}{16}$	3	$1\frac{11}{16}$

W Steel Section Properties And Dimensions

W40x264	77.6	40.00	40	0.960	1	$\frac{1}{2}$	11.930	12	1.730	$\frac{1^3}{4}$	$\frac{34^3}{16}$	$\frac{2^{15}}{16}$	$\frac{1^{11}}{16}$
W40x235	68.9	39.69	$\frac{39^3}{4}$	0.830	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{16}$	11.890	$\frac{11^7}{8}$	1.575	$\frac{1^7}{16}$	$\frac{34^3}{16}$	$\frac{2^3}{4}$	$\frac{1^5}{8}$
W40x211	62.0	39.37	$\frac{39^3}{8}$	0.750	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	11.810	$\frac{11^3}{4}$	1.415	$\frac{1^9}{16}$	$\frac{34^3}{16}$	$\frac{2^5}{8}$	$\frac{1^9}{16}$
W40x183	53.7	38.98	39	0.650	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	11.810	$\frac{11^3}{4}$	1.220	$\frac{1^1}{4}$	$\frac{34^3}{16}$	$\frac{2^3}{8}$	$\frac{1^1}{2}$
W40x167	49.1	38.59	$\frac{38^5}{8}$	0.650	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	11.810	$\frac{11^3}{4}$	1.025	1	$\frac{34^3}{16}$	$\frac{2^3}{16}$	$\frac{1^1}{2}$
W40x149	43.8	38.20	$\frac{38^1}{4}$	0.630	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	11.810	$\frac{11^3}{4}$	0.830	$\frac{13}{16}$	$\frac{34^3}{16}$	2	$\frac{1^1}{2}$
W36x848	249	42.45	$\frac{42^1}{2}$	2.520	$\frac{2^1}{2}$	$\frac{1^1}{4}$	18.130	$\frac{18^1}{8}$	4.530	$\frac{4^1}{2}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{5^{11}}{16}$	$\frac{2^1}{4}$
W36x798	234	41.97	42	2.380	$\frac{2^3}{8}$	$\frac{1^3}{16}$	17.990	18	4.290	$\frac{4^5}{16}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{5^7}{16}$	$\frac{2^3}{16}$
W36x650	190	40.47	$\frac{40^1}{2}$	1.970	2	1	17.575	$\frac{17^5}{8}$	3.540	$\frac{3^9}{16}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{4^{11}}{16}$	2
W36x527	154	39.21	$\frac{39^1}{4}$	1.610	$\frac{1^5}{8}$	$\frac{13}{16}$	17.220	$\frac{17^1}{4}$	2.910	$\frac{2^{15}}{16}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{4^1}{16}$	$\frac{1^3}{4}$
W36x439	128	38.26	$\frac{38^1}{4}$	1.360	$\frac{1^3}{8}$	$\frac{11}{16}$	16.965	17	2.440	$\frac{2^7}{16}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{3^9}{16}$	$\frac{1^5}{8}$
W36x393	115	37.80	$\frac{37^3}{4}$	1.220	$\frac{1^1}{4}$	$\frac{5}{8}$	16.830	$\frac{16^7}{8}$	2.200	$\frac{2^3}{16}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{3^5}{16}$	$\frac{1^5}{8}$
W36x359	105	37.40	$\frac{37^3}{8}$	1.120	$\frac{1^1}{8}$	$\frac{9}{16}$	16.730	$\frac{16^3}{4}$	2.010	2	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{3^1}{8}$	$\frac{1^9}{16}$
W36x328	96.4	37.09	$\frac{37^1}{8}$	1.020	1	$\frac{1}{2}$	16.630	$\frac{16^5}{8}$	1.850	$\frac{1^7}{8}$	$\frac{31^1}{8}$	3	$\frac{1^1}{2}$
W36x300	88.3	36.74	$\frac{36^3}{4}$	0.945	$\frac{15}{16}$	$\frac{1}{2}$	16.655	$\frac{16^5}{8}$	1.680	$\frac{1^{11}}{16}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{2^{13}}{16}$	$\frac{1^1}{2}$
W36x280	82.4	36.52	$\frac{36^1}{2}$	0.885	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{16}$	16.595	$\frac{16^5}{8}$	1.570	$\frac{1^9}{16}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{2^{11}}{16}$	$\frac{1^1}{2}$
W36x260	76.5	36.26	$\frac{36^1}{4}$	0.840	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{16}$	16.550	$\frac{16^1}{2}$	1.440	$\frac{1^7}{16}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{2^9}{16}$	$\frac{1^1}{2}$
W36x245	72.1	36.08	$\frac{36^1}{8}$	0.800	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{16}$	16.510	$\frac{16^1}{2}$	1.350	$\frac{1^3}{8}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{2^1}{2}$	$\frac{1^7}{16}$
W36x230	67.6	35.90	$\frac{35^7}{8}$	0.760	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	16.470	$\frac{16^1}{2}$	1.260	$\frac{1^1}{4}$	$\frac{31^1}{8}$	$\frac{2^3}{8}$	$\frac{1^7}{16}$
W36x256	75.4	37.43	$\frac{37^3}{8}$	0.960	1	$\frac{1}{2}$	12.215	$\frac{12^1}{4}$	1.730	$\frac{1^3}{4}$	$\frac{32^1}{8}$	$\frac{2^5}{8}$	$\frac{1^5}{16}$
W36x232	68.1	37.12	$\frac{37^1}{8}$	0.870	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{16}$	12.120	$\frac{12^1}{8}$	1.570	$\frac{1^9}{16}$	$\frac{32^1}{8}$	$\frac{2^1}{2}$	$\frac{1^1}{4}$
W36x210	61.8	36.69	$\frac{36^3}{4}$	0.830	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{16}$	12.180	$\frac{12^1}{8}$	1.360	$\frac{1^3}{8}$	$\frac{32^1}{8}$	$\frac{2^5}{16}$	$\frac{1^1}{4}$
W36x194	57.0	36.49	$\frac{36^1}{2}$	0.765	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	12.115	$\frac{12^1}{8}$	1.260	$\frac{1^1}{4}$	$\frac{32^1}{8}$	$\frac{2^3}{16}$	$\frac{1^3}{16}$
W36x182	53.6	36.33	$\frac{36^3}{8}$	0.725	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	12.075	$\frac{12^1}{8}$	1.180	$\frac{1^3}{16}$	$\frac{32^1}{8}$	$\frac{2^1}{8}$	$\frac{1^3}{16}$
W36x170	50.0	36.17	$\frac{36^1}{8}$	0.680	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	12.030	12	1.100	$\frac{1^1}{8}$	$\frac{32^1}{8}$	2	$\frac{1^3}{16}$
W36x160	47.0	36.01	36	0.650	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	12.000	12	1.020	1	$\frac{32^1}{8}$	$\frac{1^{15}}{16}$	$\frac{1^1}{8}$
W36x150	44.2	35.85	$\frac{35^7}{8}$	0.625	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	11.975	12	0.940	$\frac{15}{16}$	$\frac{32^1}{8}$	$\frac{1^7}{8}$	$\frac{1^1}{8}$

W Steel Section Properties And Dimensions

W36x135	39.7	35.55	35¹/₂	0.600	5⁵/₈	5⁵/₁₆	11.950	12	0.790	13¹³/₁₆	32¹/₈	1¹¹/₁₆	1¹/₈
W33x354	104	35.55	35¹/₂	1.160	1³/₁₆	5⁵/₈	16.100	16¹/₈	2.090	2¹/₁₆	29³/₄	2⁷/₈	1³/₈
W33x318	93.5	35.16	35¹/₈	1.040	1¹/₁₆	9⁹/₁₆	15.985	16	1.890	1⁷/₈	29³/₄	2¹¹/₁₆	1⁵/₁₆
W33x291	85.6	34.84	34⁷/₈	0.960	1	1¹/₂	15.905	15⁷/₈	1.730	1³/₄	29³/₄	2⁹/₁₆	1¹/₄
W33x263	77.4	34.53	34¹/₂	0.870	7⁷/₈	7⁷/₁₆	15.805	15³/₄	1.570	1⁹/₁₆	29³/₄	2³/₈	1³/₁₆
W33x241	70.9	34.18	34¹/₈	0.830	13¹³/₁₆	7⁷/₁₆	15.860	15⁷/₈	1.400	1³/₈	29³/₄	2³/₁₆	1³/₁₆
W33x221	65.0	33.93	33⁷/₈	0.775	3³/₄	3³/₈	15.805	15³/₄	1.275	1¹/₄	29³/₄	2¹/₁₆	1³/₁₆
W33x201	59.1	33.68	33⁵/₈	0.715	11¹¹/₁₆	3³/₈	15.745	15³/₄	1.150	1¹/₈	29³/₄	1¹⁵/₁₆	1¹/₈
W33x169	49.5	33.82	33⁷/₈	0.670	11¹¹/₁₆	3³/₈	11.500	11¹/₂	1.220	1¹/₄	29³/₄	2¹/₁₆	1¹/₈
W33x152	44.7	33.49	33¹/₂	0.635	5⁵/₈	5⁵/₁₆	11.565	11⁵/₈	1.055	1¹/₁₆	29³/₄	1⁷/₈	1¹/₈
W33x141	41.6	33.30	33¹/₄	0.605	5⁵/₈	5⁵/₁₆	11.535	11¹/₂	0.960	15¹⁵/₁₆	29³/₄	1³/₄	1¹/₁₆
W33x130	38.3	33.09	33¹/₈	0.580	9⁹/₁₆	5⁵/₁₆	11.510	11¹/₂	0.855	7⁷/₈	29³/₄	1¹¹/₁₆	1¹/₁₆
W33x118	34.7	32.86	32⁷/₈	0.550	9⁹/₁₆	5⁵/₁₆	11.480	11¹/₂	0.740	3³/₄	29³/₄	1⁹/₁₆	1¹/₁₆
W30x477	140	34.21	34¹/₄	1.630	1⁵/₈	13¹³/₁₆	15.865	15⁷/₈	2.950	3	26³/₄	3³/₄	1⁹/₁₆
W30x391	114	33.19	33¹/₄	1.360	1³/₈	11¹¹/₁₆	15.590	15⁵/₈	2.440	2⁷/₁₆	26³/₄	3¹/₄	1⁷/₁₆
W30x326	95.7	32.40	32³/₈	1.140	1¹/₈	9⁹/₁₆	15.370	15³/₈	2.050	2¹/₁₆	26³/₄	2¹³/₁₆	1⁵/₁₆
W30x292	85.7	32.01	32	1.020	1	1¹/₂	15.255	15¹/₂	1.850	1⁷/₈	26³/₄	2⁵/₈	1¹/₄
W30x261	76.7	31.61	31⁵/₈	0.930	15¹⁵/₁₆	1¹/₂	15.155	15¹/₈	1.650	1⁵/₈	26³/₄	2⁷/₁₆	1³/₁₆
W30x235	69.0	31.30	31¹/₄	0.830	13¹³/₁₆	7⁷/₁₆	15.055	15	1.500	1¹/₂	26³/₄	2¹/₄	1¹/₈
W30x211	62.0	30.94	31	0.775	3³/₄	3³/₈	15.105	15¹/₈	1.315	1⁵/₁₆	26³/₄	2¹/₈	1¹/₈
W30x191	56.1	30.68	30⁵/₈	0.710	11¹¹/₁₆	3³/₈	15.040	15	1.185	1³/₁₆	26³/₄	1¹⁵/₁₆	1¹/₁₆
W30x173	50.8	30.44	30¹/₂	0.655	5⁵/₈	5⁵/₁₆	14.985	15	1.065	1¹/₁₆	26³/₄	1¹/₁₆	1¹/₁₆
W30x148	43.5	30.67	30⁵/₈	0.650	5⁵/₈	5⁵/₁₆	10.480	10¹/₂	1.180	1³/₁₆	26³/₄	2	1
W30x132	38.9	30.31	30¹/₄	0.615	5⁵/₈	5⁵/₁₆	10.545	10¹/₂	1.000	1	26³/₄	1³/₄	1¹/₁₆
W30x124	36.5	30.17	30¹/₈	0.585	9⁹/₁₆	5⁵/₁₆	10.515	10¹/₂	0.930	15¹⁵/₁₆	26³/₄	1¹¹/₁₆	1

W Steel Section Properties And Dimensions

W30x116	34.2	30.01	30	0.565	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{16}$	10.495	$10\frac{1}{2}$	0.850	$\frac{7}{8}$	$26\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{8}$	1
W30x108	31.7	29.83	$29\frac{7}{8}$	0.545	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{16}$	10.475	$10\frac{1}{2}$	0.760	$\frac{3}{4}$	$26\frac{3}{4}$	$1\frac{9}{16}$	1
W30x99	29.1	29.65	$29\frac{5}{8}$	0.520	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	10.450	$10\frac{1}{2}$	0.670	$\frac{11}{16}$	$26\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{16}$	1
W30x90	26.4	29.53	$29\frac{1}{2}$	0.470	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	10.400	$10\frac{3}{8}$	0.610	$\frac{9}{16}$	$26\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{16}$	1
W27x539	158	32.52	$32\frac{1}{2}$	1.970	2	1	15.255	$15\frac{1}{4}$	3.540	$3\frac{9}{16}$	24	$4\frac{1}{4}$	$1\frac{5}{8}$
W27x448	131	31.42	$31\frac{3}{8}$	1.650	$1\frac{5}{8}$	$\frac{13}{16}$	14.940	15	2.990	3	24	$3\frac{11}{16}$	$1\frac{1}{2}$
W27x368	108	30.39	$30\frac{3}{8}$	1.380	$1\frac{3}{8}$	$\frac{11}{16}$	14.665	$14\frac{5}{8}$	2.480	$2\frac{1}{2}$	24	$3\frac{3}{16}$	$1\frac{5}{16}$
W27x307	90.2	29.61	$29\frac{5}{8}$	1.160	$1\frac{3}{16}$	$\frac{5}{8}$	14.445	$14\frac{1}{2}$	2.090	$2\frac{1}{16}$	24	$2\frac{13}{16}$	$1\frac{1}{4}$
W27x258	75.7	28.98	29	0.980	1	$\frac{1}{2}$	14.270	$14\frac{1}{4}$	1.770	$1\frac{3}{4}$	24	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$
W27x235	69.1	28.66	$28\frac{5}{8}$	0.910	$\frac{15}{16}$	$\frac{1}{2}$	14.190	$14\frac{1}{4}$	1.610	$1\frac{5}{8}$	24	$2\frac{5}{16}$	$1\frac{1}{8}$
W27x217	63.8	28.43	$28\frac{3}{8}$	0.830	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{16}$	14.115	$14\frac{1}{8}$	1.500	$1\frac{1}{2}$	24	$2\frac{3}{16}$	$1\frac{1}{16}$
W27x194	57.0	28.11	$28\frac{1}{8}$	0.750	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	14.035	14	1.340	$1\frac{5}{16}$	24	$2\frac{1}{16}$	1
W27x178	52.3	27.81	$27\frac{3}{4}$	0.725	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	14.085	$14\frac{1}{8}$	1.190	$1\frac{3}{16}$	24	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{16}$
W27x161	47.4	27.59	$27\frac{5}{8}$	0.660	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	14.020	14	1.080	$1\frac{1}{16}$	24	$1\frac{13}{16}$	1
W27x146	42.9	27.38	$27\frac{3}{8}$	0.605	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	13.965	14	0.975	1	24	$1\frac{11}{16}$	1
W27x129	37.8	27.63	$27\frac{5}{8}$	0.610	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	10.010	10	1.100	$1\frac{1}{8}$	24	$1\frac{13}{16}$	$\frac{15}{16}$
W27x114	33.5	27.29	$27\frac{1}{4}$	0.570	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{16}$	10.070	$10\frac{1}{8}$	0.930	$\frac{15}{16}$	24	$1\frac{5}{8}$	$\frac{15}{16}$
W27x102	30.0	27.09	$27\frac{1}{8}$	0.515	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	10.015	10	0.830	$\frac{13}{16}$	24	$1\frac{9}{16}$	$\frac{15}{16}$
W27x94	27.7	26.92	$26\frac{7}{8}$	0.490	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	9.990	10	0.745	$\frac{3}{4}$	24	$1\frac{7}{16}$	$\frac{15}{16}$
W27x84	24.8	26.71	$26\frac{3}{4}$	0.460	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{4}$	9.960	10	0.640	$\frac{5}{8}$	24	$1\frac{3}{8}$	$\frac{15}{16}$
W24x492	144	29.65	$29\frac{5}{8}$	1.970	2	1	14.115	$14\frac{1}{8}$	3.540	$3\frac{9}{16}$	21	$4\frac{5}{16}$	$1\frac{9}{16}$
W24x408	119	28.54	$28\frac{1}{2}$	1.650	$1\frac{5}{8}$	$\frac{13}{16}$	13.800	$13\frac{3}{4}$	2.990	3	21	$3\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{8}$
W24x335	98.4	27.52	$27\frac{1}{2}$	1.380	$1\frac{3}{8}$	$\frac{11}{16}$	13.520	$13\frac{1}{2}$	2.480	$2\frac{1}{2}$	21	$3\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$
W24x279	82.0	26.73	$26\frac{3}{4}$	1.160	$1\frac{3}{16}$	$\frac{5}{8}$	13.305	$13\frac{1}{4}$	2.090	$2\frac{1}{16}$	21	$2\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$
W24x250	73.5	26.34	$26\frac{3}{8}$	1.040	$1\frac{1}{16}$	$\frac{9}{16}$	13.185	$13\frac{1}{8}$	1.890	$1\frac{7}{8}$	21	$2\frac{11}{16}$	$1\frac{1}{8}$
W24x229	67.2	26.02	26	0.960	1	$\frac{1}{2}$	13.110	$13\frac{1}{8}$	1.730	$1\frac{3}{4}$	21	$2\frac{1}{2}$	1

W Steel Section Properties And Dimensions

W24x207	60.7	25.71	25³/₄	0.870	⁷/₈	⁷/₁₆	13.010	13	1.570	1⁹/₁₆	21	2³/₈	1
W24x192	56.3	25.47	25¹/₂	0.810	¹³/₁₆	⁷/₁₆	12.950	13	1.460	1⁷/₁₆	21	2¹/₄	1
W24x176	51.7	25.24	25¹/₄	0.750	³/₄	³/₈	12.890	12⁷/₈	1.340	1⁵/₁₆	21	2¹/₈	¹⁵/₁₆
W24x162	47.7	25.00	25	0.705	¹¹/₁₆	³/₈	12.955	13	1.220	1¹/₄	21	2	1¹/₁₆
W24x146	43.0	24.74	24³/₄	0.650	⁵/₈	⁵/₁₆	12.900	12⁷/₈	1.090	1¹/₁₆	21	1⁷/₈	1¹/₁₆
W24x131	38.5	24.48	24¹/₂	0.605	⁵/₈	⁵/₁₆	12.855	12⁷/₈	0.960	¹⁵/₁₆	21	1³/₄	1¹/₁₆
W24x117	34.4	24.26	24¹/₄	0.550	⁹/₁₆	⁵/₁₆	12.800	12³/₄	0.850	⁷/₈	21	1⁵/₈	1
W24x104	30.6	24.06	24	0.500	¹/₂	¹/₄	12.750	12³/₄	0.750	³/₄	21	1¹/₂	1
W24x103	30.3	24.53	24¹/₂	0.550	⁹/₁₆	⁵/₁₆	9.000	9	0.980	1	21	1³/₄	¹³/₁₆
W24x94	27.7	24.31	24¹/₄	0.515	¹/₂	¹/₄	9.065	9¹/₈	0.875	⁷/₈	21	1⁵/₈	1
W24x84	24.7	24.10	24¹/₈	0.470	¹/₂	¹/₄	9.020	9	0.770	³/₄	21	1⁹/₁₆	¹⁵/₁₆
W24x76	22.4	23.92	23⁷/₈	0.440	⁷/₁₆	¹/₄	8.990	9	0.680	¹¹/₁₆	21	1⁷/₁₆	¹⁵/₁₆
W24x68	20.1	23.73	23³/₄	0.415	⁷/₁₆	¹/₄	8.965	9	0.585	⁹/₁₆	21	1³/₈	¹⁵/₁₆
W24x62	18.2	23.74	23³/₄	0.430	⁷/₁₆	¹/₄	7.040	7	0.590	⁹/₁₆	21	1³/₈	¹⁵/₁₆
W24x55	16.2	23.57	23⁵/₈	0.395	³/₈	³/₁₆	7.005	7	0.505	¹/₂	21	1⁵/₁₆	¹⁵/₁₆
W21x201	59.2	23.03	23	0.910	¹⁵/₁₆	¹/₂	12.575	12⁵/₈	1.630	1⁵/₈	18¹/₄	2³/₈	1
W21x182	53.6	22.72	22³/₄	0.830	¹³/₁₆	⁷/₁₆	12.500	12¹/₂	1.480	1¹/₂	18¹/₄	2¹/₄	1
W21x166	48.8	22.48	22¹/₂	0.750	³/₄	³/₈	12.420	12³/₈	1.360	1³/₈	18¹/₄	2¹/₈	¹⁵/₁₆
W21x147	43.2	22.06	22	0.720	³/₄	³/₈	12.510	12¹/₂	1.150	1¹/₈	18¹/₄	1⁷/₈	1¹/₁₆
W21x132	38.8	21.83	21⁷/₈	0.650	⁵/₈	⁵/₁₆	12.440	12¹/₂	1.035	1¹/₁₆	18¹/₄	1¹³/₁₆	1
W21x122	35.9	21.68	21⁵/₈	0.600	⁵/₈	⁵/₁₆	12.390	12³/₈	0.960	¹⁵/₁₆	18¹/₄	1¹¹/₁₆	1
W21x111	32.7	21.51	21¹/₂	0.550	⁹/₁₆	⁵/₁₆	12.340	12³/₈	0.875	⁷/₈	18¹/₄	1⁵/₈	¹⁵/₁₆
W21x101	29.8	21.36	21³/₈	0.500	¹/₂	¹/₄	12.290	12¹/₄	0.800	¹³/₁₆	18¹/₄	1⁹/₁₆	¹⁵/₁₆
W21x93	27.3	21.62	21⁵/₈	0.580	⁹/₁₆	⁵/₁₆	8.420	8³/₈	0.930	¹⁵/₁₆	18¹/₄	1¹¹/₁₆	1
W21x83	24.3	21.43	21³/₈	0.515	¹/₂	¹/₄	8.355	8³/₈	0.835	¹³/₁₆	18¹/₄	1⁹/₁₆	¹⁵/₁₆

W Steel Section Properties And Dimensions

W21x73	21.5	21.24	21¹/₄	0.455	⁷ / ₁₆	¹ / ₄	8.295	8¹/₄	0.740	³ / ₄	18¹/₄	1¹/₂	¹⁵ / ₁₆
W21x68	20.0	21.13	21¹/₈	0.430	⁷ / ₁₆	¹ / ₄	8.270	8¹/₄	0.685	¹¹ / ₁₆	18¹/₄	1⁷/₁₆	⁷ / ₈
W21x62	18.3	20.99	21	0.400	³ / ₈	³ / ₁₆	8.240	8¹/₄	0.615	⁵ / ₈	18¹/₄	1³/₈	⁷ / ₈
W21x57	16.7	21.06	21	0.405	³ / ₈	³ / ₁₆	6.555	6¹/₂	0.650	⁵ / ₈	18¹/₄	1³/₈	⁷ / ₈
W21x50	14.7	20.83	20⁷/₈	0.380	³ / ₈	³ / ₁₆	6.530	6¹/₂	0.535	⁹ / ₁₆	18¹/₄	1⁵/₁₆	⁷ / ₈
W21x44	13.0	20.66	20⁵/₈	0.350	³ / ₈	³ / ₁₆	6.500	6¹/₂	0.450	⁷ / ₁₆	18¹/₄	1³/₁₆	⁷ / ₈
W18x311	91.5	22.32	22³/₈	1.520	1¹/₂	³ / ₄	12.005	12	2.740	² / ₃	15¹/₂	3⁷/₁₆	1³/₁₆
W18x283	83.2	21.85	21⁷/₈	1.400	1³/₈	¹¹ / ₁₆	11.890	11⁷/₈	2.500	² / ₁	15¹/₂	3³/₁₆	1³/₁₆
W18x258	75.9	21.46	21¹/₂	1.280	1¹/₄	⁵ / ₈	11.770	11³/₄	2.300	² / ₅	15¹/₂	3	1¹/₈
W18x234	68.8	21.06	21	1.160	1³/₁₆	⁵ / ₈	11.650	11⁵/₈	2.110	² / ₁	15¹/₂	2³/₄	1
W18x211	62.1	20.67	20⁵/₈	1.060	1¹/₁₆	⁹ / ₁₆	11.555	11¹/₂	1.910	¹ / ₁₅	15¹/₂	2⁹/₁₆	1
W18x192	56.4	20.35	20³/₈	0.960	1	¹ / ₂	11.455	11¹/₂	1.750	¹ / ₃	15¹/₂	2⁷/₁₆	¹⁵ / ₁₆
W18x175	51.3	20.04	20	0.890	⁷ / ₈	⁷ / ₁₆	11.375	11³/₈	1.590	⁹ / ₁₆	15¹/₂	2¹/₄	⁷ / ₈
W18x158	46.3	19.72	19³/₄	0.810	¹³ / ₁₆	⁷ / ₁₆	11.300	11¹/₄	1.440	⁷ / ₁₆	15¹/₂	2¹/₈	⁷ / ₈
W18x143	42.1	19.49	19¹/₂	0.730	³ / ₄	³ / ₈	11.220	11¹/₄	1.320	⁵ / ₁₆	15¹/₂	2	¹³ / ₁₆
W18x130	38.2	19.25	19¹/₄	0.670	¹¹ / ₁₆	³ / ₈	11.160	11¹/₈	1.200	³ / ₁₆	15¹/₂	1⁷/₈	¹³ / ₁₆
W18x119	35.1	18.97	19	0.655	⁵ / ₈	⁵ / ₁₆	11.265	11¹/₄	1.060	¹ / ₁₆	15¹/₂	1³/₄	¹⁵ / ₁₆
W18x106	31.1	18.73	18³/₄	0.590	⁹ / ₁₆	⁵ / ₁₆	11.200	11¹/₄	0.940	¹⁵ / ₁₆	15¹/₂	1⁵/₈	¹⁵ / ₁₆
W18x97	28.5	18.59	18⁵/₈	0.535	⁹ / ₁₆	⁵ / ₁₆	11.145	11¹/₈	0.870	⁷ / ₈	15¹/₂	1⁹/₁₆	⁷ / ₈
W18x86	25.3	18.39	18³/₈	0.480	¹ / ₂	¹ / ₄	11.090	11¹/₈	0.770	³ / ₄	15¹/₂	1⁷/₁₆	⁷ / ₈
W18x76	22.3	18.21	18¹/₄	0.425	⁷ / ₁₆	¹ / ₄	11.035	11	0.680	¹¹ / ₁₆	15¹/₂	1³/₈	¹³ / ₁₆
W18x71	20.8	18.47	18¹/₂	0.495	¹ / ₂	¹ / ₄	7.635	7⁵/₈	0.810	¹³ / ₁₆	15¹/₂	1¹/₂	⁷ / ₈
W18x65	19.1	18.35	18³/₈	0.450	⁷ / ₁₆	¹ / ₄	7.590	7⁵/₈	0.750	³ / ₄	15¹/₂	1⁷/₁₆	⁷ / ₈
W18x60	17.6	18.24	18¹/₄	0.415	⁷ / ₁₆	¹ / ₄	7.555	7¹/₂	0.695	¹¹ / ₁₆	15¹/₂	1³/₈	¹³ / ₁₆
W18x55	16.2	18.11	18¹/₈	0.390	³ / ₈	³ / ₁₆	7.530	7¹/₂	0.630	⁵ / ₈	15¹/₂	1⁵/₁₆	¹³ / ₁₆

W Steel Section Properties And Dimensions

W18x50	14.7	17.99	18	0.355	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	7.495	$7\frac{1}{2}$	0.570	$\frac{9}{16}$	$15\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{13}{16}$
W18x46	13.5	18.06	18	0.360	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	6.060	6	0.605	$\frac{5}{8}$	$15\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{13}{16}$
W18x40	11.8	17.90	$17\frac{7}{8}$	0.315	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	6.015	6	0.525	$\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{16}$	$\frac{13}{16}$
W18x35	10.3	17.70	$17\frac{3}{4}$	0.300	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	6.000	6	0.425	$\frac{7}{16}$	$15\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$
W16x100	29.4	16.97	17	0.585	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{16}$	10.425	$10\frac{3}{8}$	0.985	1	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{11}{16}$	$\frac{15}{16}$
W16x89	26.2	16.75	$16\frac{3}{4}$	0.525	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	10.365	$10\frac{3}{8}$	0.875	$\frac{7}{8}$	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{9}{16}$	$\frac{7}{8}$
W16x77	22.6	16.52	$16\frac{1}{2}$	0.455	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{4}$	10.295	$10\frac{1}{4}$	0.760	$\frac{3}{4}$	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{7}{16}$	$\frac{7}{8}$
W16x67	19.7	16.33	$16\frac{3}{8}$	0.395	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	10.235	$10\frac{1}{4}$	0.665	$\frac{11}{16}$	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{13}{16}$
W16x57	16.8	16.43	$16\frac{3}{8}$	0.430	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{4}$	7.120	$7\frac{1}{8}$	0.715	$\frac{11}{16}$	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$
W16x50	14.7	16.26	$16\frac{1}{4}$	0.380	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	7.070	$7\frac{1}{8}$	0.630	$\frac{5}{8}$	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{16}$	$\frac{13}{16}$
W16x45	13.3	16.13	$16\frac{1}{8}$	0.345	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	7.035	7	0.565	$\frac{9}{16}$	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{13}{16}$
W16x40	11.8	16.01	16	0.305	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	6.995	7	0.505	$\frac{1}{2}$	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{16}$	$\frac{13}{16}$
W16x36	10.6	15.86	$15\frac{7}{8}$	0.295	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	6.985	7	0.430	$\frac{7}{16}$	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$
W16x31	9.12	15.88	$15\frac{7}{8}$	0.275	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	5.525	$5\frac{1}{2}$	0.440	$\frac{7}{16}$	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$
W16x26	7.68	15.69	$15\frac{3}{4}$	0.250	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	5.500	$5\frac{1}{2}$	0.345	$\frac{3}{8}$	$13\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{16}$	$\frac{3}{4}$
W14x808	237.0	22.84	$22\frac{7}{8}$	3.740	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{8}$	18.560	$18\frac{1}{2}$	5.120	$\frac{5}{8}$	$11\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$2\frac{1}{2}$
W14x730	215.0	22.42	$22\frac{3}{8}$	3.070	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{16}$	17.890	$17\frac{7}{8}$	4.910	$\frac{4}{16}$	$11\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$2\frac{3}{16}$
W14x665	196.0	21.64	$21\frac{5}{8}$	2.830	$\frac{2}{16}$	$\frac{7}{16}$	17.650	$17\frac{5}{8}$	4.520	$\frac{4}{2}$	$11\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$2\frac{1}{16}$
W14x605	178.0	20.92	$20\frac{7}{8}$	2.595	$\frac{2}{8}$	$\frac{5}{16}$	17.415	$17\frac{3}{8}$	4.160	$\frac{4}{16}$	$11\frac{1}{4}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{1}{16}$
W14x550	162.0	20.24	$20\frac{1}{4}$	2.380	$\frac{2}{8}$	$\frac{3}{16}$	17.200	$17\frac{1}{4}$	3.820	$\frac{3}{16}$	$11\frac{1}{4}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{1}{16}$
W14x500	147.0	19.60	$19\frac{5}{8}$	2.190	$\frac{2}{16}$	$\frac{1}{8}$	17.010	17	3.500	$\frac{3}{2}$	$11\frac{1}{4}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{1}{4}$
W14x455	134.0	19.02	19	2.015	2	1	16.835	$16\frac{7}{8}$	3.210	$\frac{3}{16}$	$11\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$
W14x426	125.0	18.67	$18\frac{5}{8}$	1.875	$\frac{1}{8}$	$\frac{15}{16}$	16.695	$16\frac{3}{4}$	3.035	$\frac{3}{16}$	$11\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{16}$

W Steel Section Properties And Dimensions

W14x398	117.0	18.29	18 ^{1/4}	1.770	1 ^{3/4}	⁷ / ₈	16.590	16 ⁵ / ₈	2.845	2 ⁷ / ₈	11 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂
W14x370	109.0	17.92	17 ⁷ / ₈	1.655	1 ⁵ / ₈	¹³ / ₁₆	16.475	16 ¹ / ₂	2.660	2 ¹¹ / ₁₆	11 ¹ / ₄	3 ⁵ / ₁₆	1 ⁷ / ₁₆
W14x342	101.0	17.54	17 ¹ / ₂	1.540	1 ⁹ / ₁₆	¹³ / ₁₆	16.360	16 ³ / ₈	2.470	2 ¹ / ₂	11 ¹ / ₄	3 ¹ / ₈	1 ³ / ₈
W14x311	91.4	17.12	17 ¹ / ₈	1.410	1 ⁷ / ₁₆	³ / ₄	16.230	16 ¹ / ₄	2.260	2 ¹ / ₄	11 ¹ / ₄	2 ¹⁵ / ₁₆	1 ⁵ / ₁₆
W14x283	83.3	16.74	16 ³ / ₄	1.290	1 ⁵ / ₁₆	¹¹ / ₁₆	16.110	16 ¹ / ₈	2.070	2 ¹ / ₁₆	11 ¹ / ₄	2 ³ / ₄	1 ¹ / ₄
W14x257	75.6	16.38	16 ³ / ₈	1.175	1 ³ / ₁₆	⁵ / ₈	15.995	16	1.890	1 ⁷ / ₈	11 ¹ / ₄	2 ⁹ / ₁₆	1 ³ / ₁₆
W14x233	68.5	16.04	16	1.070	1 ¹ / ₁₆	⁹ / ₁₆	15.890	15 ⁷ / ₈	1.720	1 ³ / ₄	11 ¹ / ₄	2 ³ / ₈	1 ³ / ₁₆
W14x211	62.0	15.72	15 ³ / ₄	0.980	1	¹ / ₂	15.800	15 ³ / ₄	1.560	1 ⁹ / ₁₆	11 ¹ / ₄	2 ¹ / ₄	1 ¹ / ₈
W14x193	56.8	15.48	15 ¹ / ₂	0.890	⁷ / ₈	⁷ / ₁₆	15.710	15 ³ / ₄	1.440	1 ⁷ / ₁₆	11 ¹ / ₄	2 ¹ / ₈	1 ¹ / ₁₆
W14x176	51.8	15.22	15 ¹ / ₄	0.830	¹³ / ₁₆	⁷ / ₁₆	15.650	15 ⁵ / ₈	1.310	1 ⁵ / ₁₆	11 ¹ / ₄	2	1 ¹ / ₁₆
W14x159	46.7	14.98	15	0.745	³ / ₄	³ / ₈	15.565	15 ⁵ / ₈	1.190	1 ³ / ₁₆	11 ¹ / ₄	1 ⁷ / ₈	1
W14x145	42.7	14.78	14 ³ / ₄	0.680	¹¹ / ₁₆	³ / ₈	15.500	15 ¹ / ₂	1.090	1 ¹ / ₁₆	11 ¹ / ₄	1 ³ / ₄	1
W14x132	38.8	14.66	14 ⁵ / ₈	0.645	⁵ / ₈	⁵ / ₁₆	14.725	14 ³ / ₄	1.030	1	11 ¹ / ₄	1 ¹¹ / ₁₆	¹⁵ / ₁₆
W14x120	35.3	14.48	14 ¹ / ₂	0.590	⁹ / ₁₆	⁵ / ₁₆	14.670	14 ⁵ / ₈	0.940	¹⁵ / ₁₆	11 ¹ / ₄	1 ⁵ / ₈	¹⁵ / ₁₆
W14x109	32.0	14.32	14 ³ / ₈	0.525	¹ / ₂	¹ / ₄	14.605	14 ⁵ / ₈	0.860	⁷ / ₈	11 ¹ / ₄	1 ⁹ / ₁₆	⁷ / ₈
W14x99	29.1	14.16	14 ¹ / ₈	0.485	¹ / ₂	¹ / ₄	14.565	14 ⁵ / ₈	0.780	³ / ₄	11 ¹ / ₄	1 ⁷ / ₁₆	⁷ / ₈
W14x90	26.5	14.02	14	0.440	⁷ / ₁₆	¹ / ₄	14.520	14 ¹ / ₂	0.710	¹¹ / ₁₆	11 ¹ / ₄	1 ³ / ₈	⁷ / ₈
W14x82	24.1	14.31	14 ¹ / ₄	0.510	¹ / ₂	¹ / ₄	10.130	10 ¹ / ₈	0.855	⁷ / ₈	11	1 ⁵ / ₈	1
W14x74	21.8	14.17	14 ¹ / ₈	0.450	⁷ / ₁₆	¹ / ₄	10.070	10 ¹ / ₈	0.785	¹³ / ₁₆	11	1 ⁹ / ₁₆	¹⁵ / ₁₆
W14x68	20.0	14.04	14	0.415	⁷ / ₁₆	¹ / ₄	10.035	10	0.720	³ / ₄	11	1 ¹ / ₂	¹⁵ / ₁₆
W14x61	17.9	13.89	13 ⁷ / ₈	0.375	³ / ₈	³ / ₁₆	9.995	10	0.645	⁵ / ₈	11	1 ⁷ / ₁₆	¹⁵ / ₁₆
W14x53	15.6	13.92	13 ⁷ / ₈	0.370	³ / ₈	³ / ₁₆	8.060	8	0.660	¹¹ / ₁₆	11	1 ⁷ / ₁₆	¹⁵ / ₁₆
W14x48	14.1	13.79	13 ³ / ₄	0.340	⁵ / ₁₆	³ / ₁₆	8.030	8	0.595	⁵ / ₈	11	1 ³ / ₈	⁷ / ₈
W14x43	12.6	13.66	13 ⁵ / ₈	0.305	⁵ / ₁₆	³ / ₁₆	7.995	8	0.530	¹ / ₂	11	1 ⁵ / ₁₆	⁷ / ₈
W14x38	11.2	14.10	14 ¹ / ₈	0.310	⁵ / ₁₆	³ / ₁₆	6.770	6 ³ / ₄	0.515	¹ / ₂	12	1 ¹ / ₁₆	⁵ / ₈

W Steel Section Properties And Dimensions

W14x34	10.0	13.98	14	0.285	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	6.745	$6\frac{3}{4}$	0.455	$\frac{7}{16}$	12	1	$\frac{5}{8}$
W14x30	8.85	13.84	$13\frac{7}{8}$	0.270	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	6.730	$6\frac{3}{4}$	0.385	$\frac{3}{8}$	12	$\frac{15}{16}$	$\frac{5}{8}$
W14x26	7.69	13.91	$13\frac{7}{8}$	0.255	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	5.025	5	0.420	$\frac{7}{16}$	12	$\frac{15}{16}$	$\frac{9}{16}$
W14x22	6.49	13.74	$13\frac{3}{4}$	0.230	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	5.000	5	0.335	$\frac{5}{16}$	12	$\frac{7}{8}$	$\frac{9}{16}$
W12x336	98.8	16.82	$16\frac{7}{8}$	1.775	$1\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	13.385	$13\frac{3}{8}$	2.955	$2\frac{15}{16}$	$9\frac{1}{2}$	$3\frac{11}{16}$	$1\frac{1}{2}$
W12x305	89.6	16.32	$16\frac{3}{8}$	1.625	$1\frac{5}{8}$	$\frac{13}{16}$	13.235	$13\frac{1}{4}$	2.705	$2\frac{11}{16}$	$9\frac{1}{2}$	$3\frac{7}{16}$	$1\frac{7}{16}$
W12x279	81.9	15.85	$15\frac{7}{8}$	1.530	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	13.140	$13\frac{1}{8}$	2.470	$2\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{16}$	$1\frac{3}{8}$
W12x252	74.1	15.41	$15\frac{3}{8}$	1.395	$1\frac{3}{8}$	$\frac{11}{16}$	13.005	13	2.250	$2\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{2}$	$2\frac{15}{16}$	$1\frac{5}{16}$
W12x230	67.7	15.05	15	1.285	$1\frac{5}{16}$	$\frac{11}{16}$	12.895	$12\frac{7}{8}$	2.070	$2\frac{1}{16}$	$9\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$
W12x210	61.8	14.71	$14\frac{3}{4}$	1.180	$1\frac{3}{16}$	$\frac{5}{8}$	12.790	$12\frac{3}{4}$	1.900	$1\frac{7}{8}$	$9\frac{1}{2}$	$2\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{4}$
W12x190	55.8	14.38	$14\frac{3}{8}$	1.060	$1\frac{1}{16}$	$\frac{9}{16}$	12.670	$12\frac{5}{8}$	1.735	$1\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{2}$	$2\frac{7}{16}$	$1\frac{3}{16}$
W12x170	50.0	14.03	14	0.960	$\frac{15}{16}$	$\frac{1}{2}$	12.570	$12\frac{5}{8}$	1.560	$1\frac{9}{16}$	$9\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$
W12x152	44.7	13.71	$13\frac{3}{4}$	0.870	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{16}$	12.480	$12\frac{1}{2}$	1.400	$1\frac{3}{8}$	$9\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{16}$
W12x136	39.9	13.41	$13\frac{3}{8}$	0.790	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{16}$	12.400	$12\frac{3}{8}$	1.250	$1\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{15}{16}$	1
W12x120	35.3	13.12	$13\frac{1}{8}$	0.710	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	12.320	$12\frac{3}{8}$	1.105	$1\frac{1}{8}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{13}{16}$	1
W12x106	31.2	12.89	$12\frac{7}{8}$	0.610	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	12.220	$12\frac{1}{4}$	0.990	1	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{11}{16}$	$\frac{15}{16}$
W12x96	28.2	12.71	$12\frac{3}{4}$	0.550	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{16}$	12.160	$12\frac{1}{8}$	0.900	$\frac{7}{8}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$
W12x87	25.6	12.53	$12\frac{1}{2}$	0.515	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	12.125	$12\frac{1}{8}$	0.810	$\frac{13}{16}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$
W12x79	23.2	12.38	$12\frac{3}{8}$	0.470	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	12.080	$12\frac{1}{8}$	0.735	$\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{7}{16}$	$\frac{7}{8}$
W12x72	21.1	12.25	$12\frac{1}{4}$	0.430	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{4}$	12.040	12	0.670	$\frac{11}{16}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$
W12x65	19.1	12.12	$12\frac{1}{8}$	0.390	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	12.000	12	0.605	$\frac{5}{8}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{16}$	$\frac{13}{16}$
W12x58	17.0	12.19	$12\frac{1}{4}$	0.360	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	10.010	10	0.640	$\frac{5}{8}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{13}{16}$
W12x53	15.6	12.06	12	0.345	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	9.995	10	0.575	$\frac{9}{16}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{13}{16}$
W12x50	14.7	12.19	$12\frac{1}{4}$	0.370	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	8.080	$8\frac{1}{8}$	0.640	$\frac{5}{8}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{13}{16}$
W12x45	13.2	12.06	12	0.335	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	8.045	8	0.575	$\frac{9}{16}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{13}{16}$

W Steel Section Properties And Dimensions

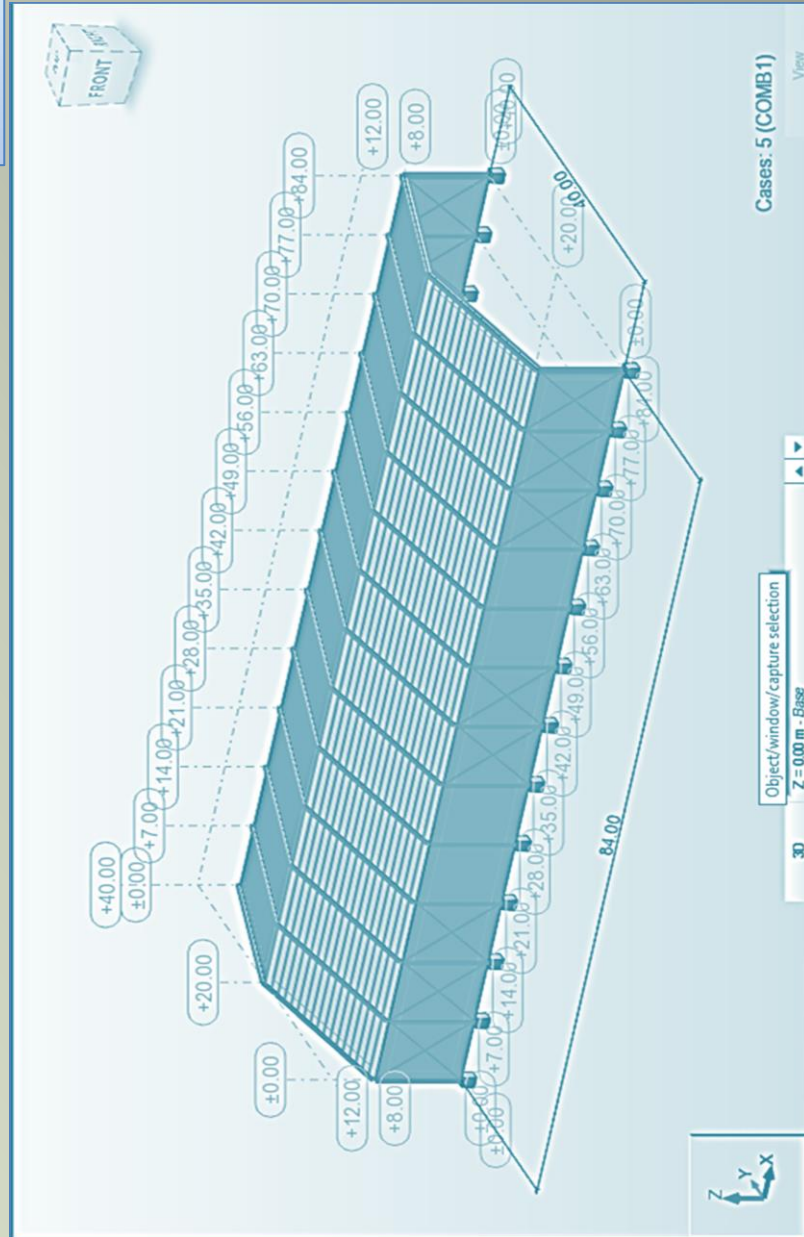
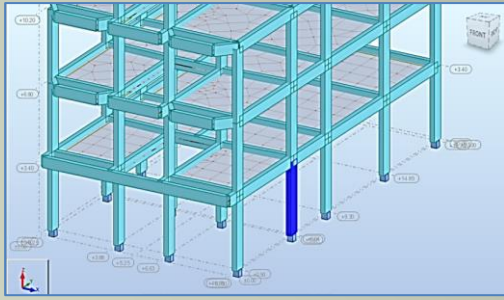
W12x40	11.8	11.94	12	0.295	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	8.005	8	0.515	$\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$
W12x35	10.3	12.50	$12\frac{1}{2}$	0.300	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	6.560	$6\frac{1}{2}$	0.520	$\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	1	$\frac{9}{16}$
W12x30	8.79	12.34	$12\frac{3}{8}$	0.260	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	6.520	$6\frac{1}{2}$	0.440	$\frac{7}{16}$	$10\frac{1}{2}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{1}{2}$
W12x26	7.65	12.22	$12\frac{1}{4}$	0.230	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	6.490	$6\frac{1}{2}$	0.380	$\frac{3}{8}$	$10\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{2}$
W12x22	6.48	12.31	$12\frac{1}{4}$	0.260	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	4.030	4	0.425	$\frac{7}{16}$	$10\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{2}$
W12x19	5.57	12.16	$12\frac{1}{8}$	0.235	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	4.005	4	0.350	$\frac{3}{8}$	$10\frac{1}{2}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{1}{2}$
W12x16	4.71	11.99	12	0.220	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	3.990	4	0.265	$\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
W12x14	4.16	11.91	$11\frac{7}{8}$	0.200	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	3.970	4	0.225	$\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{2}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{1}{2}$
W10x112	32.9	11.36	$11\frac{3}{8}$	0.755	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	10.415	$10\frac{3}{8}$	1.250	$1\frac{1}{4}$	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$
W10x100	29.4	11.10	$11\frac{1}{8}$	0.680	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	10.340	$10\frac{3}{8}$	1.120	$1\frac{1}{8}$	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
W10x88	25.9	10.84	$10\frac{7}{8}$	0.605	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	10.265	$10\frac{1}{4}$	0.990	1	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$\frac{13}{16}$
W10x77	22.6	10.60	$10\frac{5}{8}$	0.530	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	10.190	$10\frac{1}{4}$	0.870	$\frac{7}{8}$	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{13}{16}$
W10x68	20.0	10.40	$10\frac{3}{8}$	0.470	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	10.130	$10\frac{1}{8}$	0.770	$\frac{3}{4}$	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$
W10x60	17.6	10.22	$10\frac{1}{4}$	0.420	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{4}$	10.080	$10\frac{1}{8}$	0.680	$\frac{11}{16}$	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{16}$	$\frac{3}{4}$
W10x54	15.8	10.09	$10\frac{1}{8}$	0.370	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	10.030	10	0.615	$\frac{5}{8}$	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{11}{16}$
W10x49	14.4	9.98	10	0.340	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	10.000	10	0.560	$\frac{9}{16}$	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{16}$	$\frac{11}{16}$
W10x45	13.3	10.10	$10\frac{1}{8}$	0.350	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	8.020	8	0.620	$\frac{5}{8}$	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{11}{16}$
W10x39	11.5	9.92	$9\frac{7}{8}$	0.315	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	7.985	8	0.530	$\frac{1}{2}$	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{11}{16}$
W10x33	9.71	9.73	$9\frac{3}{4}$	0.290	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	7.960	8	0.435	$\frac{7}{16}$	$7\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{16}$	$\frac{11}{16}$
W10x30	8.84	10.47	$10\frac{1}{2}$	0.300	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	5.810	$5\frac{3}{4}$	0.510	$\frac{1}{2}$	$8\frac{5}{8}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{1}{2}$
W10x26	7.61	10.33	$10\frac{3}{8}$	0.260	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	5.770	$5\frac{3}{4}$	0.440	$\frac{7}{16}$	$8\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{2}$
W10x22	6.49	10.17	$10\frac{1}{8}$	0.240	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	5.750	$5\frac{3}{4}$	0.360	$\frac{3}{8}$	$8\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
W10x19	5.62	10.24	$10\frac{1}{4}$	0.250	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	4.020	4	0.395	$\frac{3}{8}$	$8\frac{5}{8}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{1}{2}$

10x12
W-Shape End
Elev

W10x17	4.99	10.11	10 ¹ / ₈	0.240	¹ / ₄	¹ / ₈	4.010	4	0.330	⁵ / ₁₆	8 ⁵ / ₈	³ / ₄	¹ / ₂
W10x15	4.41	9.99	10	0.230	¹ / ₄	¹ / ₈	4.000	4	0.270	¹ / ₄	8 ⁵ / ₈	¹¹ / ₁₆	⁷ / ₁₆
W10x12	3.54	9.87	9 ⁷ / ₈	0.190	³ / ₁₆	¹ / ₈	3.960	4	0.210	³ / ₁₆	8 ⁵ / ₈	⁵ / ₈	⁷ / ₁₆
W8x67	19.7	9.00	9	0.570	⁹ / ₁₆	⁵ / ₁₆	8.280	8 ¹ / ₄	0.935	¹⁵ / ₁₆	6 ¹ / ₈	1 ⁷ / ₁₆	¹¹ / ₁₆
W8x58	17.1	8.75	8 ³ / ₄	0.510	¹ / ₂	¹ / ₄	8.220	8 ¹ / ₄	0.810	¹³ / ₁₆	6 ¹ / ₈	1 ⁵ / ₁₆	¹¹ / ₁₆
W8x48	14.1	8.50	8 ¹ / ₂	0.400	³ / ₈	³ / ₁₆	8.110	8 ¹ / ₈	0.685	¹¹ / ₁₆	6 ¹ / ₈	1 ³ / ₁₆	⁵ / ₈
W8x40	11.7	8.25	8 ¹ / ₄	0.360	³ / ₈	³ / ₁₆	8.070	8 ¹ / ₈	0.560	⁹ / ₁₆	6 ¹ / ₈	1 ¹ / ₁₆	⁵ / ₈
W8x35	10.3	8.12	8 ¹ / ₈	0.310	⁵ / ₁₆	³ / ₁₆	8.020	8	0.495	¹ / ₂	6 ¹ / ₈	1	⁹ / ₁₆
W8x31	9.13	8.00	8	0.285	⁵ / ₁₆	³ / ₁₆	7.995	8	0.435	⁷ / ₁₆	6 ¹ / ₈	¹⁵ / ₁₆	⁹ / ₁₆
W8x28	8.25	8.06	8	0.285	⁵ / ₁₆	³ / ₁₆	6.535	6 ¹ / ₂	0.465	⁷ / ₁₆	6 ¹ / ₈	¹⁵ / ₁₆	⁹ / ₁₆
W8x24	7.08	7.93	7 ⁷ / ₈	0.245	¹ / ₄	¹ / ₈	6.495	6 ¹ / ₂	0.400	³ / ₈	6 ¹ / ₈	⁷ / ₈	⁹ / ₁₆
W8x21	6.16	8.28	8 ¹ / ₄	0.250	¹ / ₄	¹ / ₈	5.270	5 ¹ / ₄	0.400	³ / ₈	6 ⁵ / ₈	¹³ / ₁₆	¹ / ₂
W8x18	5.26	8.14	8 ¹ / ₈	0.230	¹ / ₄	¹ / ₈	5.250	5 ¹ / ₄	0.330	⁵ / ₁₆	6 ⁵ / ₈	³ / ₄	⁷ / ₁₆
W8x15	4.44	8.11	8 ¹ / ₈	0.245	¹ / ₄	¹ / ₈	4.015	4	0.315	⁵ / ₁₆	6 ⁵ / ₈	³ / ₄	¹ / ₂
W8x13	3.84	7.99	8	0.230	¹ / ₄	¹ / ₈	4.000	4	0.255	¹ / ₄	6 ⁵ / ₈	¹¹ / ₁₆	⁷ / ₁₆
W8x10	2.96	7.89	7 ⁷ / ₈	0.170	³ / ₁₆	¹ / ₈	3.940	4	0.205	³ / ₁₆	6 ⁵ / ₈	⁵ / ₈	⁷ / ₁₆
W6x25	7.34	6.38	6 ³ / ₈	0.320	⁵ / ₁₆	³ / ₁₆	6.080	6 ¹ / ₈	0.455	⁷ / ₁₆	4 ³ / ₄	¹³ / ₁₆	⁷ / ₁₆
W6x20	5.87	6.20	6 ¹ / ₄	0.260	¹ / ₄	¹ / ₈	6.020	6	0.365	³ / ₈	4 ³ / ₄	³ / ₄	⁷ / ₁₆
W6x15	4.43	5.99	6	0.230	¹ / ₄	¹ / ₈	5.990	6	0.260	¹ / ₄	4 ³ / ₄	⁵ / ₈	³ / ₈
W6x16	4.74	6.28	6 ¹ / ₄	0.260	¹ / ₄	¹ / ₈	4.030	4	0.405	³ / ₈	4 ³ / ₄	³ / ₄	⁷ / ₁₆
W6x12	3.55	6.03	6	0.230	¹ / ₄	¹ / ₈	4.000	4	0.280	¹ / ₄	4 ³ / ₄	⁵ / ₈	³ / ₈
W6x9	2.68	5.90	5 ⁷ / ₈	0.170	³ / ₁₆	¹ / ₈	3.940	4	0.215	³ / ₁₆	4 ³ / ₄	⁹ / ₁₆	³ / ₈

10x12
W-Shape End
Elev

[illegible]



التصميم والتحليل للمنشآت الخرسانية والمعدنية بواسطة برنامج
الوتودسك روبوت الاحترافي 2017

الدكتور لؤي محمد عباس زوين / جامعة الكوفة – كلية الهندسة