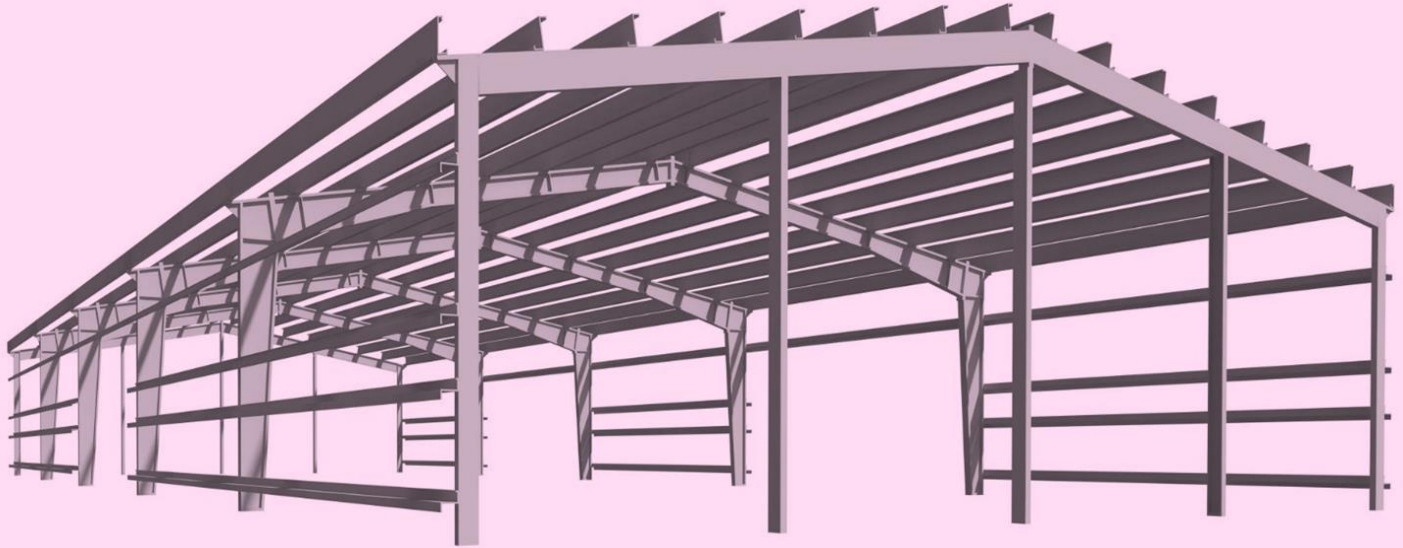


JANUARY 1, 2020



المنشآت الحديدية الصناعية والخزنية
مخططات انشائية

INDUSTRIAL AND WAREHOUSE STEEL STRUCTURES STRUCTURAL DRAWINGS

■ **DR. LUAY MOHAMMED AL-SHATHER**

KUFA UNIVERSITY – FACULTY OF ENGINEERING

الاستاذ المساعد الدكتور لؤي محمد عباس الشاذر – جامعة الكوفة

Mobile: 96400-7822234399

ISBN: 978-9922-20-911-1

بسم الله الرحمن الرحيم

اخي المهندس الغالي هذا الكتاب البسيط هو خلاصة سنين
طويلة من حياتي في تصميم المنشآت الصناعية والخزنية.
قد يكون محتواه لا يحقق طموحك الكبير في المعرفة ولكنني
كتبت ما قدرني الله عليه لعلي استطيع ان اقدم لك محبتي
بهذه الطريقة البسيطة.

(أرجوك) اذا كانت لديك معلومة اضافية اكتبها لي حتى
نستطيع اضافتها الى هذا الجهد الذي نرجو به مرضاة الله
عز وجل.

أتمنى ان تشاركني في نشر المعرفة حبا " بوطننا وأهلنا الأحبة.
(الله لا اله الا هو سبحانه اليه يرفع الكلم الطيب والعمل
الصالح) وصلى الله على منقذ الامة وهاديها ابا القاسم محمد
وعلى اله وصحبه ومن والاه

اخوكم المهندس الدكتور لؤي محمد الشذر

List of Content..... محتويات الكتاب

الصفحة	الموضوع	الفصل
		الفصل الاول
3	تاريخ موجز للمستودعات والمباني الصناعية	
5	الرسم الانشائي	
6	تاريخ موجز للرسومات الهيكلية والمخططات	
7	تطور رسومات تصميم منتصف القرن	
8	دخول العصر الرقمي في تاريخ المخططات مع الرقمنة	
		الفصل الثاني
10	المعايير والمتطلبات الهندسية الخاصة بالجملونات	
11	أنواع جملونات إطارات البوابة	
14	عوامل التصميم الرئيسية	
15	نماذج المباني الصناعية	
19	مفهوم التصميم	
22	التقسيم والاستخدام المختلط	
25	الهيكل الداعمة	
27	جملونات اطار البوابة المتماثل احادي المدى	
28	جملونات ذات شكل إطارات البوابة واستخدام المقاطع الحديدية IPE Sections	
29	مثال تصميمي رقم 1	
40	وصلات الإطار - تصميم الجسر الشعاعي	
47	اتصال العمود مع القواعد الخرسانية Column to Reinforced Concrete Footing	
		الفصل الثالث
52	مقاومة القوى الأفقية Resistance to horizontal forces	
54	ضبط الانحراف الجانبي لإطارات البوابة Lateral restraint to portal frames	
55	تمتين المنشأ باستخدام حزم متصالية	
61	الرسم الانشائي للجملون Structural Drawing	
66	الجملونات ذات الاتصال الثابت مع الاسس Portal Frame with Fixed Connection	
69	مثال تصميمي رقم 2 : جملون ثنائي Twin Pitch Portal Frame	
101	الملحق أ الحماية من الرطوبة Appendix A	
103	الملحق ب الحماية من الحريق Appendix B	

107	الملحق ج خصائص التصميم لمواد الصلب الإنشائي Appendix C	
112	الملحق د خواص الارضية لقاعة المنشأ الخرنى والصناعى Appendix D	
141-115	الملحق الاخير مثال مكتوب: تصميم إطار البوابة باستخدام التحليل المرن Worded Example: Design of Portal Frame Using Elastic Analysis	

المصطلحات الشائعة فى الجملونات:

العربية	English	ت
مسامير او براغى التثبيت بين الصفيحة الحديدية اسفل العمود والاساس الخرسانى	Anchorage bolts	1
صفيحة حديدية اسفل العمود	Base plate	2
الواح حديدية تتوافر فى صفيحة العمود وكذلك فى الاعمدة والجسور الشعاعية	Stiffener plate	3
العمود الرئيسى	Eave	4
صفيحة تجمع المفاصل اللالتقاء الرئيسة بين العمود والجسر الشعاعى او فى القمة عند التقاء جسرين شعاعيين	Connected plate	5
الجسر الشعاعى الرئيسى	Rafter	6
الطراحيات او المدادات	Purlins	7
التمتين الراسى اى التصلب للاعمدة المتعاقبة	Vertical Bracing	8
التمتين الافقى نسبيا المتوافر فى السقف ويجمع بين الجسور الشعاعية	Plan Bracing	9
فضاء او عرض الجملون من مركز العمود الى مركز العمود	Space of frame	10
الفضاء بين اطار واخر	Bay	11
العتبة الخرسانية الرابطة بين القواعد الخرسانية والتي غالبا ما تسند الجدار الطابوقى	Tie beam	12

Autobiography of the Author



▪ Personal Information

Address/City/Province: Kufa, An-Najaf, Iraq

Profession: Dean's Assistant for Administration Issues, Head of Structures & Water Resource Department, Head of Planning and Project Designing at Engineering Affairs Dept. Consultant Engineer, Supervising Engineer, Researcher and Lecturer @ University of Kufa- Faculty of Engineering.

▪ Key Qualifications /Expertise / Skills:

Consultant, Designer and Supervisor Engineer, Lecturer and Researcher.

▪ Professional Education:

Years	Details
2014	Leonard De Vinci University, Paris –France. Diploma in contract management of Building.
2012	Basra University, Iraq: PhD degree in Civil Engineering / Structural Engineering.
2004	Kufa University, Iraq: Master of Science degree (M.Sc.) in Civil Engineering / Structural Engineering

▪ Books

- 1- Estimation and Standard Specifications for Buildings 2015.
- 2- Guidelines for Detailing of Reinforcement in Concrete Structures 2016.
- 3- Autodesk Robot Structural Analysis and Design 2017.



Perforce

لأسباب مختلفة ، يعتبر الفولاذ مادة البناء المثالية للمستودعات وورش العمل والمباني الصناعية الأخرى. هناك مزايا عديدة لمباني المستودعات الصناعية. بالإضافة إلى اقتصادية ودائمة. توفر مباني الهياكل الفولاذية أبسط الحلول لتصميمات المباني التي تتطلب مساحات مفتوحة كبيرة ، مع توفير مرونة كبيرة في التصميم.

لهذه الأسباب ، تشكل مواد البناء الفولاذية الآن 71٪ من المباني التجارية و 95٪ من المباني الصناعية. أصبح الفولاذ الإنشائي أحد أكثر مواد البناء انتشارًا في هذا القرن ، وغالبًا ما يُنظر إليه على أنه عنصر مهم للغاية في المباني والمساكن الحديثة. وفقًا لجمعية الصلب العالمية ، تم إنتاج أكثر من 1600 مليون طن في عام 2016 ، بزيادة 197 مليون طن عن العام السابق. أصبح قابلاً للتطبيق لأي نوع من المشاريع ويقدم العديد من الفوائد ، والتي تعتمد عليها العديد من خطط البناء من أجل السلامة الهيكلية.

سهل التبرني الواسع للفولاذ (العثور عليه) ، سواء على شكل سبيكة خام أو مكونات مسبقة الصنع. غالبًا ما يتم بيع الأجزاء المصنعة علانية من قبل الموردين (حيث تباع العديد من المصانع محليًا وخارجيًا) ، مما يسمح بشراء المقاطع الحديدية المعروفة من ناحية الأبعاد القياسية والأنواع مباشرةً من الأسواق لكافة الدول. بفضل هذا ، يمكن للشركات العمل بموجب مواعيد نهائية أكثر صرامة والوصول إلى إمدادات من قطع الصلب في أي مكان في العالم.

يمكن طلب الأجزاء الفولاذية بمجرد الاتفاق على الخطة المعمارية ، مما يوفر الوقت الذي سيقضي في انتظار وصولهم إلى الموقع. يوفر هذا وقتًا إضافيًا للتحقق من القياسات والعثور على التخزين المناسب ، وهي المشكلات التي قد تؤخر عادةً الإنشاء لعدة ساعات.



A Brief History of Warehouses and Industrial Building

تاريخ موجز للمستودعات والمباني الصناعية

أوائل القرن العشرين: المزيد من السلع ، المزيد من المستودعات لتخزينها

كانت فترة القرن العشرين حقبة الإنجازات الرائعة التي غذت انتشار التجارة العالمية. سمحت المصانع التي تحركها الآلات بالإنتاج الضخم للسلع الاستهلاكية ، كما أن الاختراقات في مجال النقل تعني أن الزيادة في عدد السلع المعروضة للبيع يمكن أن تصل فعليًا إلى سوق كبير بما يكفي لشرائها جميعًا. يمكن لهذه البضائع الآن السفر برا وبحرا وجوا للوصول إلى المزيد من المستهلكين. وفي كل مكان يتم شحن البضائع ، يجب أن ينتظر المستودع.

تعني الصناعات الجديدة وطرق التصنيع مثل خط التجميع أن السيارات والأجهزة والسلع الأخرى سيتم إنتاجها بمعدل مذهل في المصانع الضخمة. استلزم ذلك استخدام شاحنات يدوية أو عربات آلية ورافعات شوكية لنقل الأجزاء الثقيلة.



Picture1: Largest Abandoned Factory in the World: The Packard Factory, Detroit

أدى ذلك إلى إدخال أول مركبة موجهة آلية (AGVs) في الخمسينيات من القرن الماضي مصممة لتحمل الأحمال الثقيلة في المصانع والمستودعات. كانت في الأساس شاحنة سحب ، لكنها لم تتطلب سائقًا أو نظام سكة ثابتة. لقد تحركت بدلاً من ذلك باتباع مسار الأسلاك المضمنة في الأرضية التي تولد مجالًا مغناطيسيًا. جعل نقل المواد الثقيلة على طول مسار محدد من AGV كحصان للجبر لقد كان عملا لا يقدر بثمن يتولى المهام المتكررة والخطيرة في كثير من الأحيان ، مما يسمح للعمال بالتركيز على عمل أكثر تفصيلاً أو تعقيداً. وتم شحن ثمار هذا العمل ، الأجهزة أو الألعاب أو الأجهزة الإلكترونية المنتجة ، إلى المستودعات في المدن والبلدات في جميع أنحاء البلاد وجميع أنحاء العالم.

منتصف القرن الحديث: المستودعات تكبر

لقرون ، كان وضع جميع أنواع العناصر في المستودعات يتم بواسطة الأشخاص. بالتأكيد ، غالبًا ما كان هناك نوع من الأجهزة اليدوية أو الميكانيكية للمساعدة (شاحنة يدوية ، عربة آلية أو مصعد) ، ولكن كانت مهمة العمال نقل المخزون إلى المستودع للتخزين ، واستعادته لشحنه إلى تجار التجزئة أو مباشرة للعملاء. لقد كان عملاً يكسر الظهر ويستغرق وقتًا طويلاً وخطيرًا في كثير من الأحيان. الآلات ، بالطبع ، حسنت الأشياء ، لكن تلك الآلات تتطلب من الناس تشغيلها.

لكن في الستينيات تغير كل شيء.

شهد ذلك العقد إدخال أول أنظمة التخزين والاسترجاع المؤتمتة (AS / RS) ، والتي كانت أنظمة يتحكم فيها الكمبيوتر وتخزن وتسترجع العناصر في المستودعات ومراكز التوزيع. صممت الإصدارات الأحدث للتعامل مع الأحمال الكبيرة على المنصات ، واستوعبت العناصر الأصغر. كانت أنظمة التخزين والاسترجاع الآلية (وما زالت) أنظمة معقدة ومكلفة للغاية ، وتتطلب عادةً إما تغييرات ضخمة في البنية التحتية أو مرافق جديدة تمامًا لاستيعابها ، لكنها بشرت في فجر أتمتة المستودعات كما نعرفها.

وبعد ذلك ، تغير كل شيء مرة أخرى.

Picture 2: Old brown warehouse with sheet metal cladding with street lights.



Structural drawing

الرسم الانشائي

الرسم الانشائي او رسم الهيكل الانشائي ، نوع من الرسم الهندسي ، هو عبارة عن خطة أو مجموعة من الخطط والتفاصيل الخاصة بكيفية بناء مبنى أو هيكل آخر. يتم إعداد الرسومات الإنشائية بشكل عام من قبل مهندسين محترفين مسجلين ، بناءً على المعلومات المقدمة بواسطة الرسومات المعمارية. تهتم الرسومات الهيكلية بشكل أساسي بالأعضاء الحاملة للهيكل. وهي تحدد حجم وأنواع المواد التي سيتم استخدامها ، وكذلك المتطلبات العامة للوصلات. فهي لا تتناول التفاصيل المعمارية مثل تشطيبات الأسطح أو الجدران الفاصلة أو الأنظمة الميكانيكية. تنقل الرسومات الهيكلية تصميم هيكل المبنى إلى سلطة البناء للمراجعة. يتم أيضاً تضمين الرسومات الإنشائية مع مستندات عقد المبنى المقترح ، والتي توجه المقاولين في تفصيل وتصنيع وتركيب أجزاء من الهيكل.

تحتوي مجموعة الرسومات الهيكلية على مجموعات فرعية مختلفة: الملاحظات العامة والمخططات والارتفاعات والأقسام والتفاصيل.

الملاحظات العامة هي جزء من الرسومات الإنشائية وهي تغطي الرموز المستخدمة في التصميم واللوائح الداخلية للمبنى. عادة لا توجد تفاصيل عن هذه الرسومات. توفر الملاحظات الهيكلية معلومات تتعلق بخصائص المواد العامة (درجة الصلب أو الخشب ، قوة الخرسانة ، إلخ) أو متطلبات البناء (ضغط التربة ، إجراءات اللحام ، إلخ). توفر الملاحظات الهيكلية أيضاً معلومات حول معايير التصميم (الجاذبية والزلازل وتحميل الرياح).

توضح رسومات المخطط الإنشائي الأساس والأرضية وخطة السقف للمبنى. توفر هذه الخطط معلومات مثل حجم وموقع العناصر الهيكلية الموجودة في الخطط المعنية.

تظهر الارتفاعات الجدران الخارجية للمبنى أو الهيكل. في رسومات الارتفاع ، يمكنك العثور على ارتفاع المبنى (ارتفاعات الأرضيات والسقف) والخصائص الهيكلية للعناصر الموجودة في الجدران والتي لا يمكن رؤيتها في رسومات التخطيط.

تتم الإشارة إلى مخطط الأقسام في الرسومات الإنشائية عرض تفاصيل دقيقة بالأبعاد أو مقياس رسم معتمد وتوفر معلومات حول العناصر التي لا يمكن رؤيتها في الرسومات الإنشائية . عادةً ما يتم قطع المقاطع من خلال الجدران أو العناصر الهيكلية غير المعتادة ويجب على المنشئ أن يكون على دراية.

توفر الرسومات التفصيلية معلومات خاصة حول كيفية إنشاء العناصر الهيكلية أو توصيلها. يمكن أن تكون التفاصيل مرجعية في الخطط والارتفاعات والأقسام.

A Brief History of Structural Drawings and Blueprints

تاريخ موجز للرسومات الهيكلية والمخططات :

في صناعة البناء اليوم ، قبل أن يتم بناء أي شيء ، كان يتم الحلم به ورسمه وتخطيطه على شكل مخططات. هذه الوثائق هي حقًا أساس أي مشروع بناء ولكنها موجودة منذ بعض الوقت الآن. إذن ، من أين نشأت المخططات وأين تتطور اليوم؟ من بداية رسومات العصور الوسطى إلى التوثيق الرقمي الذي يجتاح صناعة البناء اليوم ، سنستكشف أدناه كيف تطور تاريخ المخططات على مر القرون وكذلك إلى أين يتجه مستقبل مستندات التصميم الهامة هذه.

قبل أن تتطور المخططات إلى شكلها الحديث وشكلها والغرض منها ، يبدو أن الرسومات من العصور الوسطى هي أقدم تشكيلاتنا. تعد خطة سانت غال واحدة من أقدم الخطط المعمارية المعروفة الباقية. يعتبر بعض المؤرخين أن هذا الرسم في القرن التاسع هو البداية الأولى لتاريخ المخططات. في ظروف غامضة ، لم يتم بناء الدير الموضح في الرسم. لذلك ، تستخدم مجموعة في ألمانيا هذا الرسم ، جنبًا إلى جنب مع أدوات وتقنيات الفترة ، لمعرفة المزيد عن تاريخ العمارة.

تبدو الوثائق التي ظهرت من عصر النهضة أشبه بمخططات حديثة أكثر من تلك التي تعود إلى العصور الوسطى. في الواقع ، استخدم المهندس المعماري والمهندس فيليبو برونليسكي حجرة الكاميرا لنسخ التفاصيل المعمارية من الآثار الكلاسيكية التي ألهمت عمله. اليوم ، يعتبر (Brunelleschi) ليكون والد التاريخ الحديث للمخططات. جلب مهندسو عصر النهضة الرسم المعماري كما نعرفه إلى الوجود ، بدقة وبدقة إعادة إنتاج تفاصيل الهيكل عبر أدوات القياس والمنظور. في ذلك الوقت ، كانت هذه مهمة تستغرق وقتًا طويلاً ومتخصصة ، وغالبًا ما يقوم بها رسامون متخصصون.

Picture 3: Drafting tools

ادوات الرسم الهندسي التقليدية



Picture 4: drafting men at work



كيف أصبح المخطط أزرق

هل تساءلت يوماً من أين جاء "الأزرق" في المخططات؟

حصلت هذه الوثائق في الواقع على علامتها التجارية الزرقاء في عام 1842 عندما اكتشف جون هيرشل عملية السيانوتايب. اعتمد الفنانون والعلماء بسرعة هذه الطريقة الجديدة لإعادة إنتاج الملاحظات بكفاءة وبتكلفة أقل من الأساليب السابقة المتاحة. كان الحفاظ على صورة ظليلة الأوراق والسراخس والعينات النباتية الأخرى أسهل من أي وقت مضى.

باستخدام عملية السيانوتايب ، تم عمل رسم معماري على ورق شبه شفاف ، ثم تم وزنه لأسفل فوق ورقة أو قطعة قماش مطلية بمزيج كيميائي حساس للضوء من فيري سيانيد البوتاسيوم وسيترات الأمونيوم الحديدية. في المراحل الأخيرة ، عُرضت الوثيقة للضوء. أصبحت الأجزاء المكشوفة من الرسم (الخلفية) زرقاء ، بينما منعت خطوط الرسم الورق المطلي من التعرض وبقيت بيضاء.

تطور رسومات تصميم منتصف القرن

بينما كان الرسامون لا يزالون ينسخون الرسومات في العصر الحديث ، تطورت مجموعة متنوعة من العمليات الكيميائية والميكانيكية لإعادة إنتاج الرسومات المعمارية من القرنين التاسع عشر والعشرين. حلت عملية الديازو محل السيانوتايب كعملية طباعة سائدة لمعظم القرن العشرين. بدلاً من الورقة الزرقاء ذات الخطوط البيضاء ، أنتجت العملية طباعة بيضاء بخطوط زرقاء ، وكانت تُعرف أيضاً باسم الرسم "الأزرق" أو "الطباعة

البياض". تستخدم أنواع الديازو عملية كيميائية مماثلة للنمط السيانوتييب. تم عمل رسم على مايلر أو سطح شفاف آخر ، ووضعه على ورق مطلي كيميائيًا ، وعرضه. يسرد المعهد الأمريكي للحفظ 14 نوعًا مختلفًا من العمليات لإعادة إنتاج الرسومات التي اكتشفوها مع الحفاظ على مجموعة الرسومات في مكتبة New York Botanical Garden.

رسومات CAD

شهدت نهاية القرن العشرين تطوير تقنية الصياغة بمساعدة الكمبيوتر (CAD) وعمليات الطباعة كبيرة الحجم التي جعلت استنساخ نسخ دقيقة متعددة من التصميم الأصلي للمهندس أسهل من أي وقت مضى. على الرغم من أن إنتاج المستندات لم يكن أبدًا بهذه السهولة ، إلا أن القدرة على الطباعة على الورق بسهولة كانت بمثابة كابوس لإدارة المستندات. الآن ، امتلأت المكاتب ببيكرات ضخمة من المخططات. على النظام الورقي ، في كل مرة يتم فيها تنفيذ تغيير في خطة البناء ، يجب استبدال المستندات القديمة. ونتيجة لذلك ، يتم إنشاء استنزاف كبير للقوى العاملة والموارد ، ناهيك عن إعادة العمل التي لا مفر منها عندما تنزل مجموعة قديمة عبر الشقوق.

دخول العصر الرقمي في تاريخ المخططات مع الرقمنة

اليوم ، يعتمد مخطط المستقبل رقميًا. على الرغم من أن صناعة البناء لا تزال قائمة على الورق على نطاق واسع ، إلا أن هذا يتغير بسرعة. الآن ، مع حلول التحكم في المستندات المستندة إلى مجموعة النظراء ، يتم توزيع ملفات الرسم الرقمي على الفور من المكتب إلى الميدان. يمكن للمستخدمين تحميل الخطط إلى حلول البرامج السحابية للبناء ، مثل Plan Grid ، والمزامنة تلقائيًا لجميع الأجهزة اللوحية الفردية للمتعاملين في المشروع. تحل البرامج التي تتضمن ميزات مثل التحكم التلقائي في الإصدار محل ما كان يستغرق ساعات من وقت مهندس المشروع. الآن ، لم يعد عمال البناء يضيعون وقتهم في فك حزم المخططات يدويًا أو إدخال المراجعات الورقية فعليًا ورقة تلو الأخرى. استفاد جميع أعضاء المشروع من أنظمة إدارة المخططات الرقمية ، من المهندسين المعماريين وفرق التصميم إلى العاملين الميدانيين على الأرض. أصبحت مطاردة رؤساء العمال والمشرفين لتسليمهم نسخة ورقية من آخر التحديثات بسرعة شيئًا من الماضي.



Picture 5:
Blueprints on Plan
Grid on a
tablet in
the field



Picture 6: Multi-touch Drafting Table for Engineering Drawing – New Technology



CRITERIA and REQUIREMENTS of PORTAL FRAME

المعايير والمتطلبات الهندسية الخاصة بالجملونات

عادةً ما تكون (الجملونات المسماة بإطارات البوابة) عبارة عن هياكل منخفضة الارتفاع ، تتكون من أعمدة وعوارض أفقية أو مائلة ، متصلة بوصلات مقاومة للعزوم الناتجة عن تأثير الأحمال التي تتعرض لها. يتم توفير مقاومة مناسبة لتأثير الأحمال الجانبية والعمودية من خلال صلابة الوصلات وصلابة الانحناء للأعضاء ، والتي تزداد عن طريق التداخل المناسب أو تعميق أقسام من الأعضاء الانشائية. هذا الشكل من بنية الإطار المستمر مستقر في مستواه ويوفر امتداداً واضحاً لا يعيقه الدعامة. إطارات البوابات شائعة جداً ، في الواقع ، 50٪ من الفولاذ الإنشائي المستخدم في المملكة المتحدة يستخدم في بناء إطار البوابة. إنها فعالة للغاية لتضمين كميات كبيرة ، وبالتالي فهي تستخدم غالباً للتطبيقات الصناعية والتخزينية والتجارية وكذلك للأغراض الزراعية. توضح هذه المقالة التفاصيل الهندسية من المقاطع الداعمة للبنية وخواص المواد الانشائية والأنواع المختلفة لإطار البوابة واعتبارات التصميم الرئيسية.

بنية جملون إطار البوابة النموذجي

المكونات الرئيسية لمبنى مؤطر بالبوابة

يتألف مبنى إطار البوابة من سلسلة من الإطارات المستعرضة التي يتم دعمها طولياً. يتكون العمل الفولاذي الأساسي من أعمدة وعوارض خشبية ، والتي تشكل إطارات البوابات ، والدعامات. يمكن أن يكون الإطار النهائي (إطار الجملون) إما إطار بوابة أو ترتيباً مقوّساً من الأعمدة والعوارض الرئيسية.

تتكون الأعمال الفولاذية الثانوية ذات المقياس الخفيف من قضبان جانبية للجدران ومدة السقف. تدعم الأعمال الفولاذية الثانوية غلاف المبنى ، ولكنها تلعب أيضاً دوراً مهماً في تقييد الأعمال الفولاذية الأولية.

تفصل كسوة السقف والجدران المساحة المغلقة عن البيئة الخارجية بالإضافة إلى توفير العزل الحراري والصوتي. يتمثل الدور الهيكلي للكسوة في نقل الأحمال إلى أعمال فولاذية ثانوية وأيضاً تقييد شدة المدادة أو السكة التي يتم توصيلها بها.

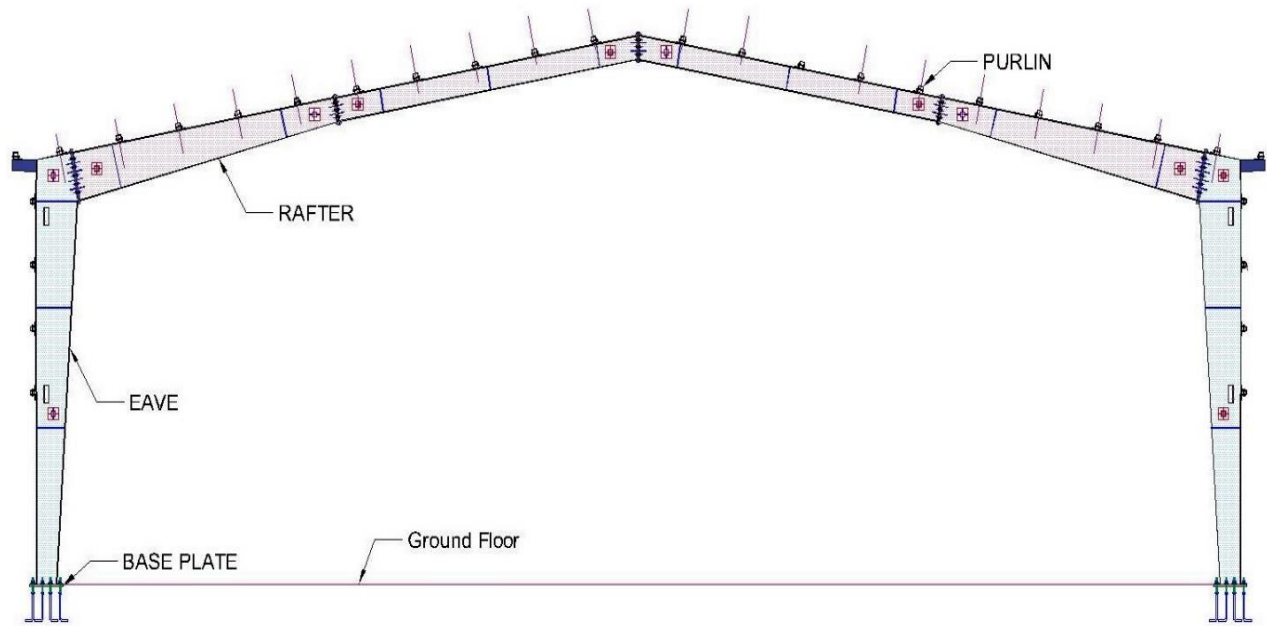


Figure (1-2): The main part of the gable (main frame) - bay

Types of gables for portal frames

أنواع جملونات إطارات البوابة

يمكن إنشاء العديد من الأشكال المختلفة لإطارات البوابة. تقدم أنواع الإطارات الموضحة أدناه نظرة عامة على أنواع إنشاء المدخل مع توضيح الميزات النموذجية. توفر هذه المعلومات تفاصيل نموذجية فقط وليس المقصود منها فرض أي قيود على استخدام أي شكل هيكلي معين.

Pitched roof symmetrical portal frame

1- إطار البوابة المتماثل للسقف المائل

تُستخدم المقاطع الحديدية القياسية العالمية عادةً لبناء هذا النوع من إطار البوابة.

Portal frame with interior mezzanine floor

2- إطار بوابة مع طابق نصفي داخلي

يحتوي هذا النوع من إطار البوابة على طابق نصفي يمتد من جانب واحد من جزء المبنى من الطريق لاستيعاب موظفي المكتب أو لتخزين إضافي.

Curved roof portal frame

3- إطار بوابة ذو السقف المقوس

يمكن استخدام هذا في تلك الظروف حيث يجب تصغير ارتفاع الأعمدة الخارجية للمبنى ولكن يلزم ارتفاع كبير واضح في منتصف المسافة ويستخدم للجملونات الصناعية والخزنية والقاعات الرياضية التي تحتاج إلى فضاء كبير .

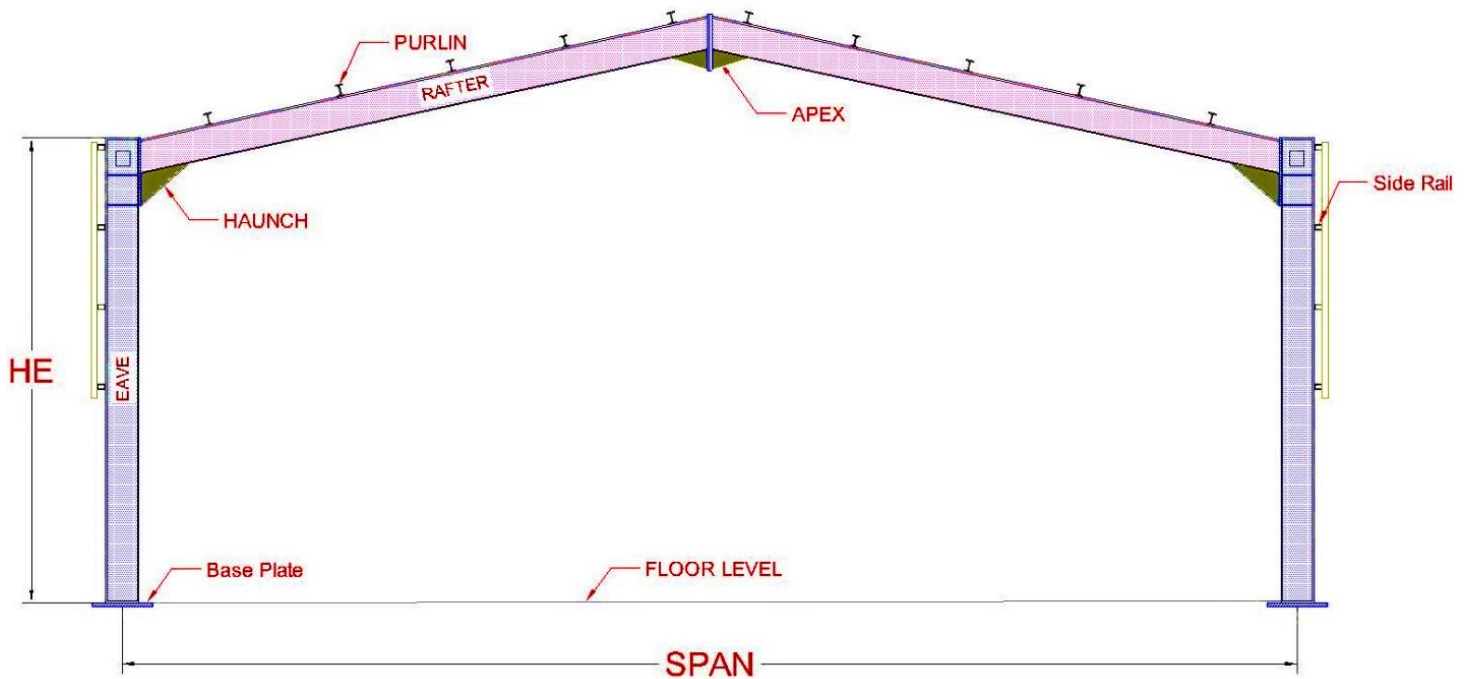


Figure (2-2): Pitched roof symmetrical portal frame

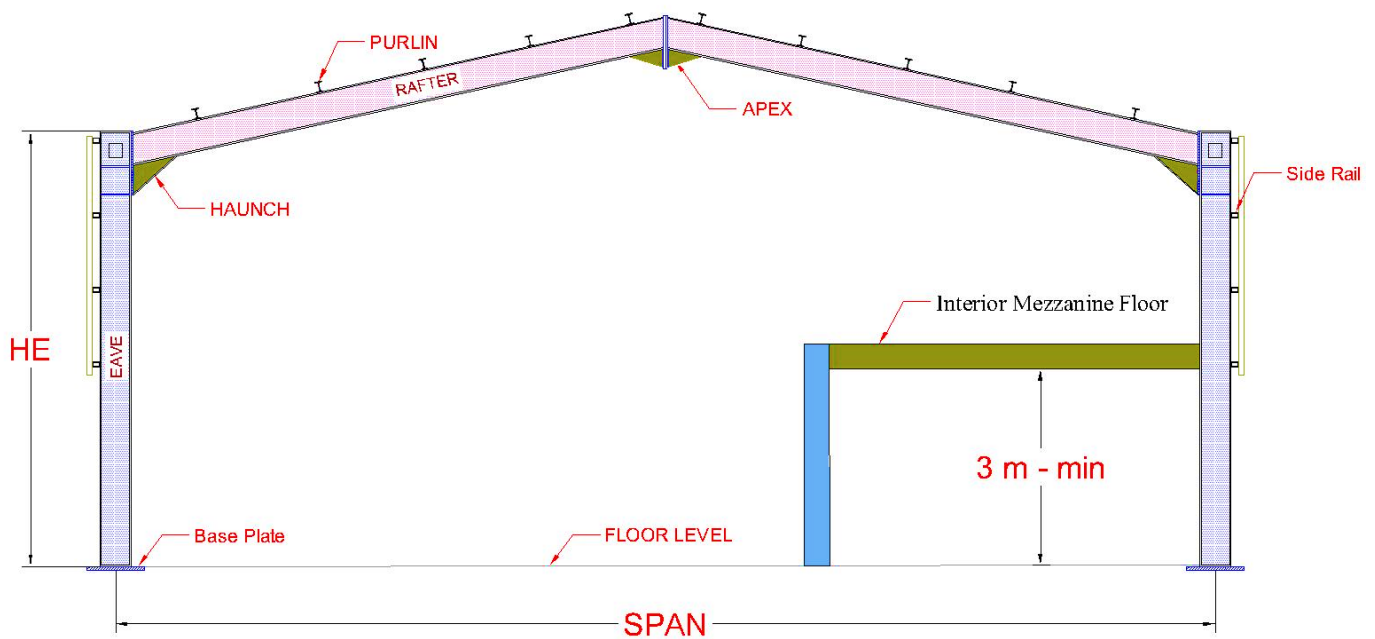


Figure (2-3): Portal frame with interior mezzanine floor

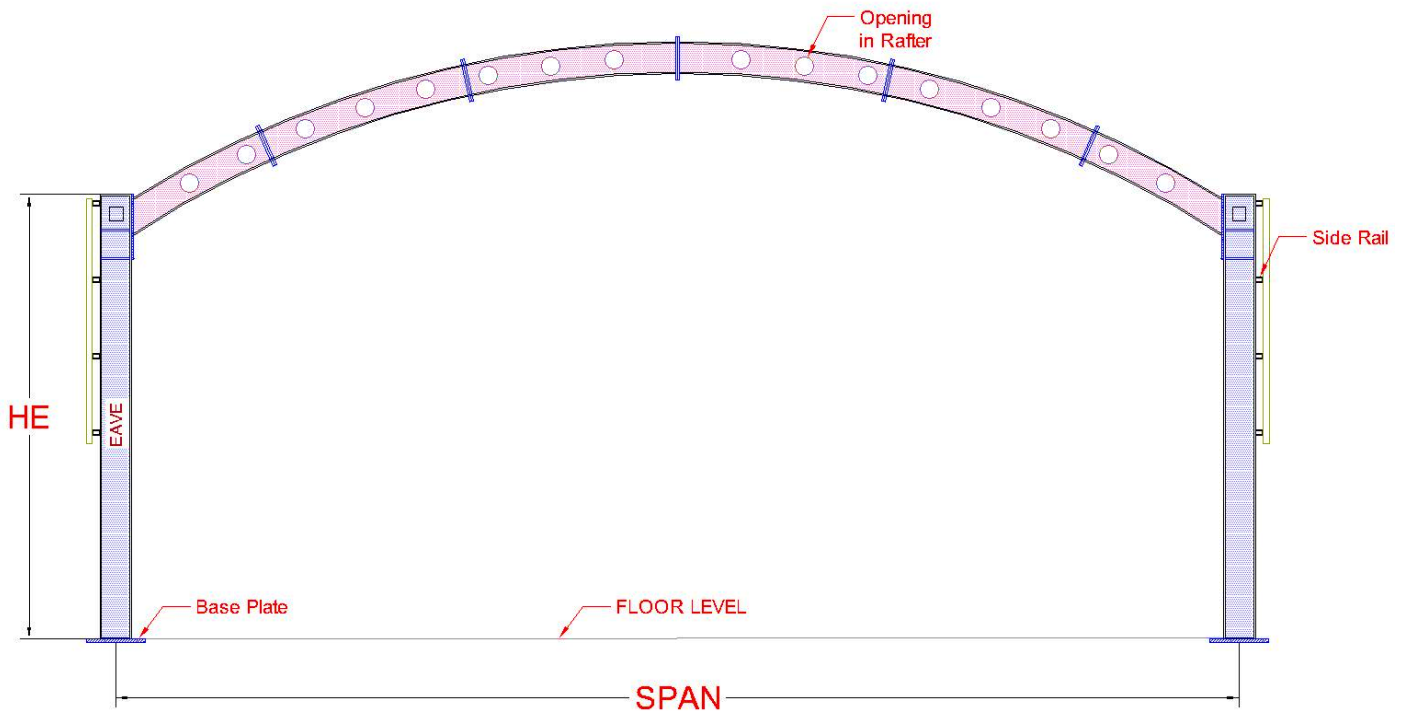


Figure (2-4): Curved roof portal frame

Mansard portal frame

4- إطار بوابة مانسارد

يمكن استخدام إطار بوابة منحدرية حيث يلزم ارتفاع واضح كبير في منتصف المسافة ولكن يجب تقليل ارتفاع العمود الجانبي للمبنى.

على وجه الخصوص ، فإن إطار بوابة السقف عبارة عن تصنيف يتكون من عوارض مكسورة تتضمن أطوالاً مختلفة ومنحدرات غير متصلة. الهدف من هذا النوع من الجملونات الرغبة إلى تقليل وزن إطار البوابة القياسية مع أغراض التصميم عن طريق تغيير أربعة معايير: موضع الالتواء ، ومنحدر قمة الأفاريز ، والامتداد وارتفاع الأعمدة. في هذا العمل ، نقترح بعض الإرشادات التي يمكن أن تحسن القدرات التنافسية الاقتصادية لتصميمها الإنشائي. في جميع الحالات التي سيتم التعامل معها من أجل تصميم كفوء ، يتم وضع مفاصل إطار البوابة فوق الشكل النظري غير المائل إلى الأحمال المنتظمة. هذا يسمح بتقليل لحظة الانحناء وقوة القص ، مع زيادة القوة المحورية. بالإضافة إلى ذلك ، تتم مقارنة أداء الإطارات المعلقة والبوابات ذات المنحدرات النموذجية التي تخضع لنفس شروط الحدود من حيث الكفاءة في استخدام الفولاذ. في الغالبية العظمى من الحالات ، تكون أنماط المنحدرات أخف من الإطارات المنحدرة الشائعة ، وبالتالي فهي أكثر اقتصاداً.

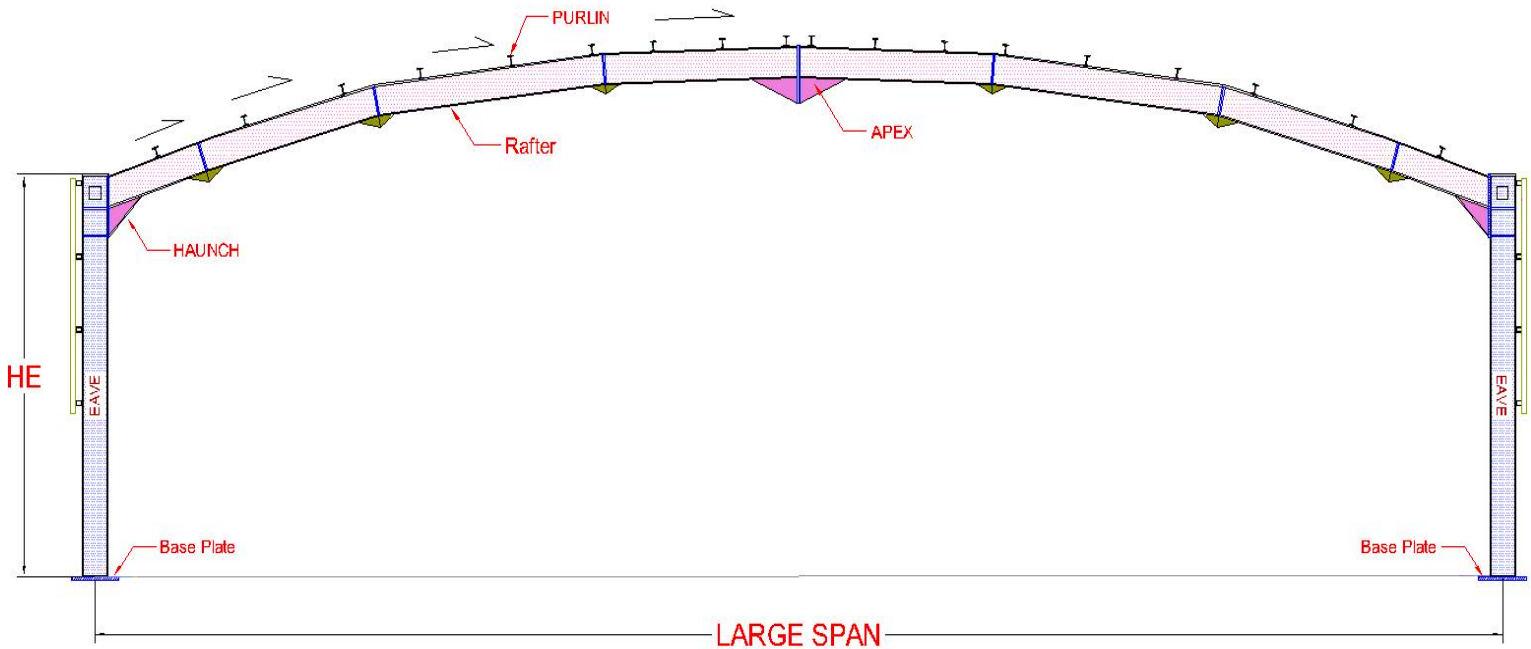


Figure (2-5): Mansard portal frame

Key Design Factors

عوامل التصميم الرئيسية

يتأثر تصميم المباني الصناعية بعدة عوامل. يتم تقديم الإرشادات العامة التالية لتحديد عوامل التصميم الرئيسية والفوائد التي يوفرها البناء الفولاذي.

تُصمم المباني الصناعية عمومًا كمرفقات توفر مساحة وظيفية للأنشطة الداخلية ، والتي قد تتضمن استخدام الرافعات العلوية أو المعدات المعلقة (*overhead cranes or suspended equipment*) بالإضافة إلى توفير مساحة مكتبية أو طابق نصفي (*Mezzanine floors*) تم تطوير أشكال هيكلية مختلفة على مدار الثلاثين عامًا الماضية والتي تعمل على تحسين تكلفة الهيكل الفولاذي فيما يتعلق بالمساحة المتوفرة.

ومع ذلك ، في السنوات الأخيرة ، تم استخدام أشكال من الهياكل التعبيرية (*Expressive Structure*) في التطبيقات المعمارية للمباني الصناعية ، ولا سيما الهياكل المعلقة والأنبوبية. تعتبر القاعة المفردة الكبيرة السمة الرئيسية لمعظم المباني الصناعية.

يوفر بناء ومظهر مبنى صناعي لمهندس التصميم مجموعة واسعة من التكوينات الممكنة من أجل تحقيق الأفكار المعمارية والمتطلبات الوظيفية. بشكل عام ، يحتوي المبنى الصناعي على مساحة أرضية مستطيلة قابلة للتديد في اتجاهه الطويل. يجب تنسيق تصميم المبنى مع المتطلبات الوظيفية ومفهوم توفير الطاقة ، بما في ذلك الإضاءة.

تمثل الأشكال التالية للمباني الصناعية لمحة عامة عن الحلول المعمارية والإنشائية الممكنة. تميل قاعات المعارض ومحطات السكك الحديدية والمطارات والساحات الرياضية إلى أن تكون هياكل خاصة. ومع ذلك ، تقتصر المشكلات العامة التالية على مخططات الطوابق "القياسية" (*Standard Floor Plans*).

Forms of Industrial Buildings

نماذج المباني الصناعية

يتكون النظام الأساسي المستخدم في مبنى صناعي من عمودين وجسور شعاعية. يمكن تعديل هذا التكوين بعدة طرق باستخدام أنواع مختلفة من التوصيلات بين الجسور والأعمدة وقاعدة العمود. أنواع الهياكل الأكثر استخدامًا في المباني الصناعية هي إطارات بوابات ذات قواعد أعمدة مفصلية.

توفر إطارات البوابة ثباتًا كافيًا داخل المستوى ، وبالتالي لا تتطلب سوى دعائم (*Bracings*) للاستقرار خارج المستوى.

يوضح الشكل 6.2 مجموعة متنوعة من الإطارات الصلبة مع قواعد أعمدة ثابتة (أ) أو مفصلية (ب).

يمكن النظر في قواعد الأعمدة الثابتة عند استخدام الرافعات الثقيلة ، لأنها تتحرف بشكل أقل تحت القوى الأفقية.

قواعد الأعمدة المفصلية لها أساسات أصغر ووصلات أساسية بسيطة. في المثال (ج) ، يقع الهيكل جزئيًا خارج المبنى ، وبالتالي يجب تصميم التفاصيل المتعلقة بثقب غلاف المبنى بعناية. كما أن التفاصيل المعقدة في هذه الأنواع من الهياكل تخدم أيضًا أغراضًا معمارية.

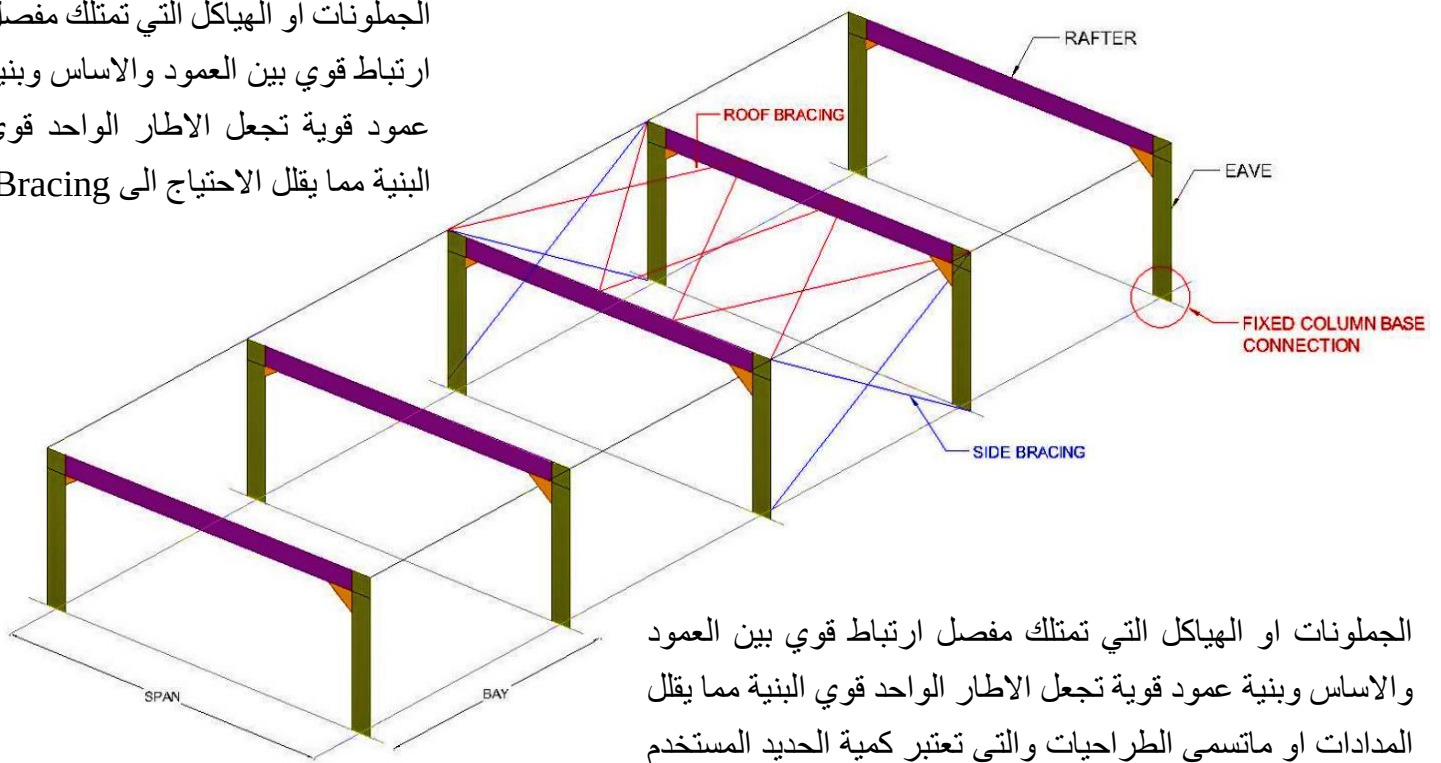
في الشكل 6.2 ، يتم تقديم هياكل مختلفة تتكون من جسور وأعمدة.

يوضح الشكل 6.2 (أ) مثالاً على هيكل بدون مدادات ، والتي يتم تقويتها بواسطة حركة الحجاب الحاجز في السقف والدعامات في الجدران. في الشكل 6.2 (ب) ، يتم استخدام المدادات ، مما يؤدي إلى تصميم بسيط لكسوة السقف ، مما يقلل من الامتدادات (*Purlins*) ويعمل فقط على دعم الأحمال الرأسية. قد يوفر الهيكل الذي لا يحتوي على مدادات مظهرًا أكثر إمتاعًا عند النظر إليه من الداخل.

يوضح الشكل 6.2 (ج) دعامات شبكية والتي قد تكون مفيدة لتحقيق مسافات أكبر ، فضلاً عن كونها مرغوبة لأسباب بصرية.

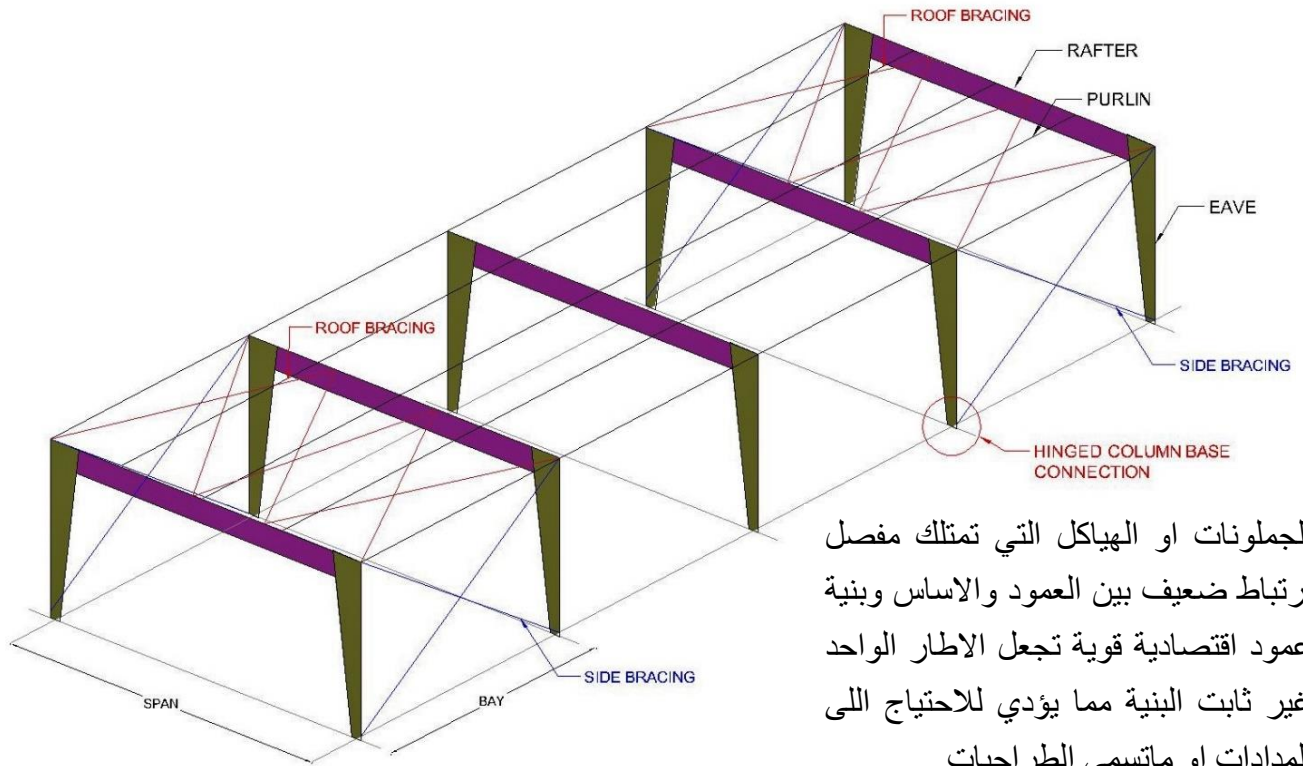


الجمالونات او الهياكل التي تمتلك مفصل
ارتباط قوي بين العمود والاساس وبنية
عمود قوية تجعل الاطار الواحد قوي
البنية مما يقلل الاحتياج الى Bracing



A) FRAME WITH FIXED COLUMN BASE

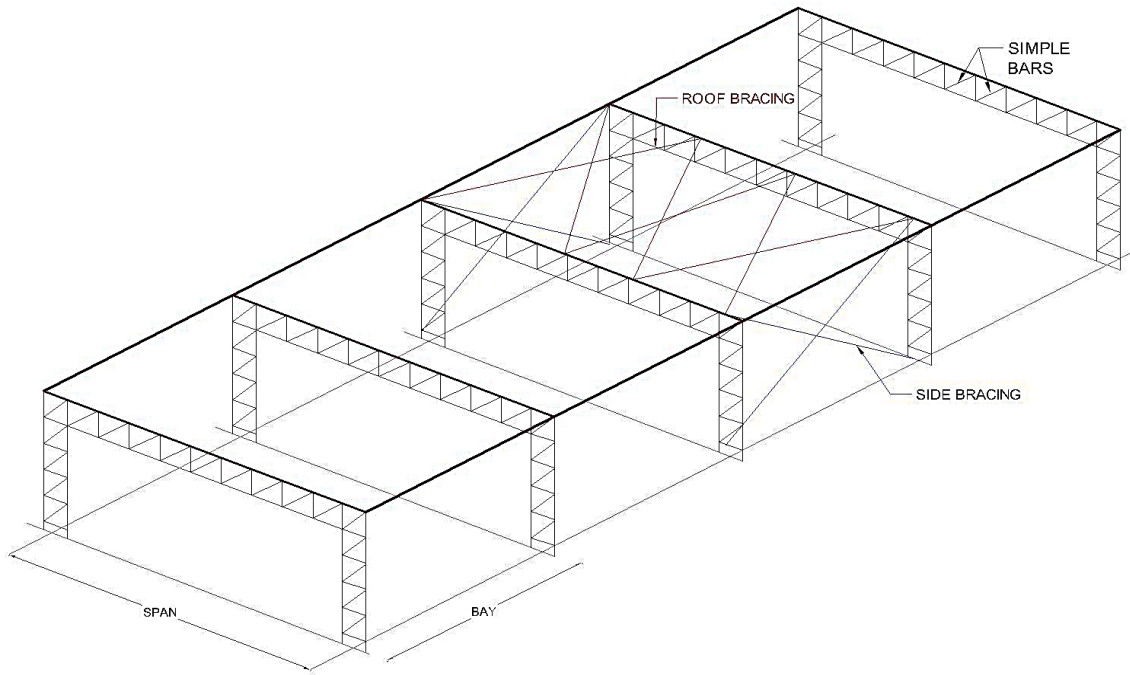
الجمالونات او الهياكل التي تمتلك مفصل ارتباط قوي بين العمود
والاساس وبنية عمود قوية تجعل الاطار الواحد قوي البنية مما يقلل
المواد او ماسمى الطراحيات والتي تعتبر كمية الحديد المستخدم
فيها عالية



B) FRAME WITH HINGED COLUMN BASE

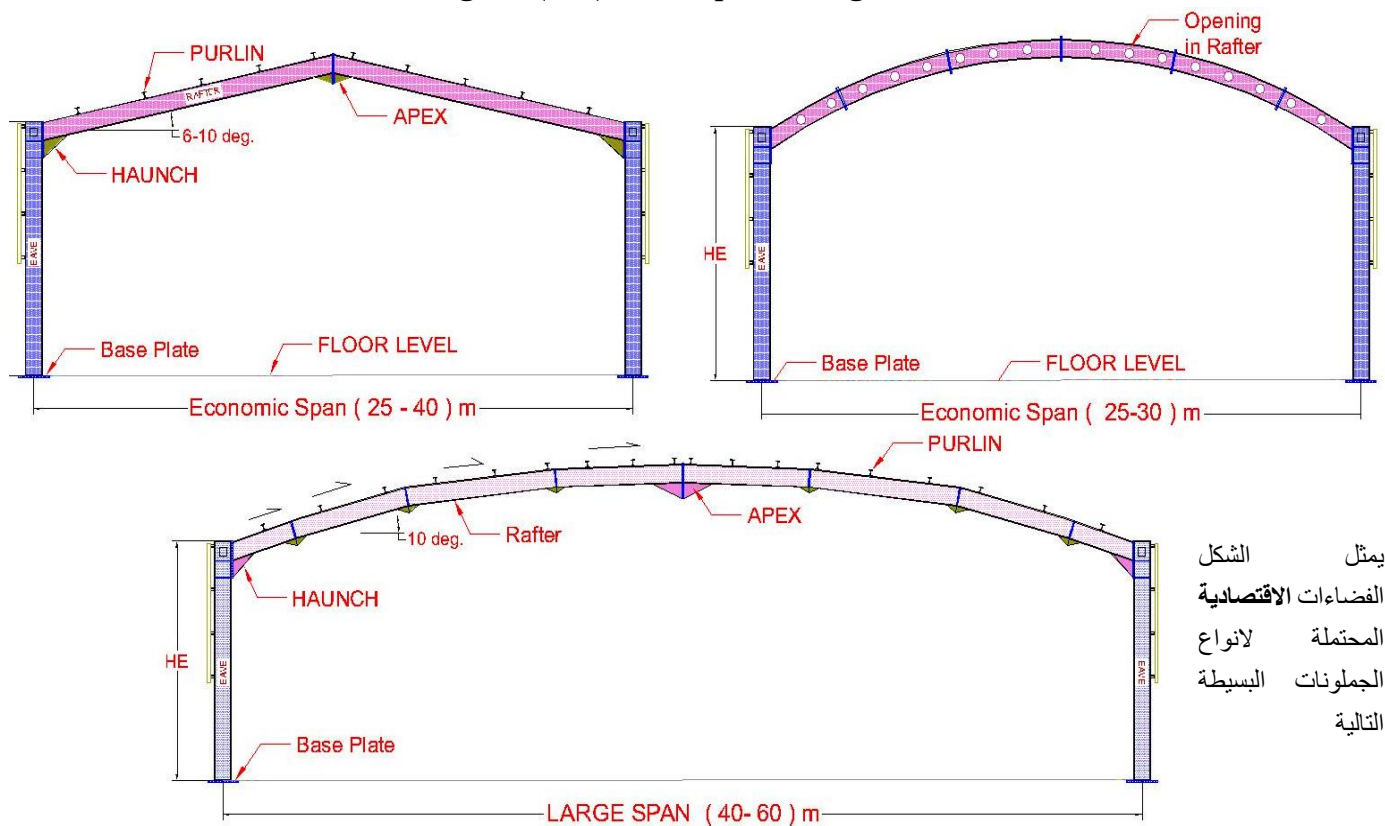
الجمالونات او الهياكل التي تمتلك مفصل
ارتباط ضعيف بين العمود والاساس وبنية
عمود اقتصادية قوية تجعل الاطار الواحد
غير ثابت البنية مما يؤدي للاحتياج الى
المواد او ماسمى الطراحيات .





C) FRAME WITH LATTICE GIRDERS

Figure (2-6): Examples of rigid framed



يمثل الشكل
الفضاءات الاقتصادية
المحتملة لأنواع
الجمالونات البسيطة
التالية

يجب مراعاة الإجراءات ومجموعات الإجراءات الموضحة في هذا القسم عند تصميم مبنى صناعي من طابق واحد باستخدام هيكل فولاذي. تردد الأحمال المفروضة والثلجية والرياح في الكود الأوروبي (EN 1991-1-1 و 3-1-1-1-1 و 4-1-1991). الإجراءات والمكونات الهيكلية ذات الصلة ويوضح الشكل 7.2 مخطط الحمل النموذجي.

الأحمال العمودية

Self-Weight of Structure

الوزن الذاتي

حيثما أمكن ، يجب فحص أوزان الوحدات للمواد مع بيانات الشركات المصنعة. يمكن اعتبار الأرقام الواردة في الجدول 2.2 نموذجية لمواد التسقيف المستخدمة في التصميم المسبق لبناء إطار البوابة. يتراوح الوزن الذاتي للإطار الفولاذي عادةً من 0.2 إلى 0.4 كيلو نيوتن / م² ، معبراً عنه في منطقة الخطة.

Service Loads

أحمال الخدمة

سوف يختلف التحميل بسبب الخدمات اختلافاً كبيراً ، اعتماداً على استخدام المبنى. في هيكل إطار البوابة ، قد تحدث أحمال نقطية ثقيلة من عناصر مثل الممرات المعلقة والممرات وعوارض الرفع أو وحدات مناولة الهواء. يمكن استخدام الأحمال التالية للتصميم المسبق:

حمولة اسمية على كامل مساحة السطح تتراوح بين 0.1 و 0.25 كيلو نيوتن / متر مربع حسب المخطط اعتماداً على استخدام المبنى ، وما إذا كان يتم توفير نظام رش أم لا.

Imposed Loads on Roofs

الحمولة المفروضة على الأسطح

تحدد EN 1991-1-1 و 3- القيم المميزة لأنواع مختلفة من الأحمال المفروضة على الأسطح:

يتم تطبيق حد أدنى للحمل يبلغ 0.6 كيلو نيوتن / متر مربع (على المخطط) لمنحدرات الأسطح التي تقل عن 30 درجة ، حيث لا يُقصد الوصول بخلاف التنظيف والصيانة.

حمولة مركزة تبلغ 0.9 كيلو نيوتن - سيؤثر ذلك فقط على تصميم الألواح.

حمولة موزعة بشكل موحد بسبب تساقط الثلوج فوق مساحة السطح الكاملة . يمكن إهمالها في المناطق الجنوبية للعراق.

تعتمد قيمة الحمولة على موقع المبنى وارتفاعه فوق مستوى سطح البحر. إذا تم استخدام إطارات بوابات متعددة الفتحات مع منحدرات سقف ، فيجب مراعاة تأثير أحمال الثلج المركزة في الوديان.

حمولة غير موحدة ناتجة عن انجراف الثلج عبر السطح بسبب هبوب الرياح عبر سلسلة التلال من المبنى وتسبب المزيد من الثلوج على جانب الرياح. يتم أخذ هذا في الاعتبار فقط للمنحدرات التي تزيد عن 15 درجة وبالتالي لن تنطبق على معظم المباني الصناعية.

Horizontal loads - Wind Loads

الأحمال الأفقية تحميل الرياح

يتم إعطاء إجراءات الرياح بواسطة EN 1991-1-4 نادراً ما يحدد تحميل الرياح حجم الأعضاء في إطارات البوابة أحادية الامتداد منخفضة الارتفاع حيث تكون نسبة الارتفاع: الامتداد أقل من 1: 4. لذلك ، تحميل الرياح يمكن تجاهلها عادةً للتصميم الأولي لإطارات البوابة ، ما لم تكن نسبة الارتفاع إلى الامتداد كبيرة ، أو إذا كان الضغط الديناميكي مرتفعاً. مشترك

غالبًا ما يكون تحميل الرياح والثلوج أمرًا بالغ الأهمية في هذه الحالة.

ومع ذلك ، في نطاقين وإطارات بوابة أخرى متعددة الأجزاء ، قد تحدد الرياح والحمل الرأسي معًا أحجام الأعضاء ، عند حذف الأعمدة الداخلية البديلة. يمكن أن يحدد حجم تحميل الرياح نوع التحقق الذي يجب توفيره. إذا حدثت انحرافات أفقية كبيرة عند الأفاريز بالاقتران مع قوى محورية عالية ، فيجب مراعاة تأثيرات الدرجة الثانية في إجراء التحقق.

يمكن أن تكون قوى رفع الرياح على الكسوة عالية نسبيًا في زاوية المبنى وعند الأفاريز والتلال. في هذه المناطق ، قد يكون من الضروري تقليل التباعد بين الجسور الشعاعية والقضبان الجانبية.

Concept Design

مفهوم التصميم

قبل التصميم التفصيلي للمبنى الصناعي ، من الضروري مراعاة العديد من الجوانب مثل:

تحسين الفضاء	مرونة في الاستخدام	البنية التحتية للإمداد	الأداء الحراري وضيق الهواء
سرعة البناء	الأداء البيئي	تكامل الخدمة	العزل الصوتي
الوصول والأمان	توحيد المكونات	الجماليات والتأثير البصري	السلامة من الحرائق
اعتبارات الاستدامة	نهاية العمر وإعادة الاستخدام	تنسيق حدائق	توفير الراحة للأشخاص

- اعتبارات الاستدامة عامل مهم لديمومة المنشأ على سبيل المثال عند استخدام جملون لصالح حضائر الدواجن من المهم جدا استخدام مركبات مقاومة للامونيا لطلاء مقاطع الحديد او طلائها بمادة الايبوكسي.

- **توحيد المكونات** من المفضل استخدام الحد الأدنى للمقاطع الحديدية للأعضاء الانشائية المتماثلة في طبيعة الخدمة لتقليل تعقيد التفاصيل الانشائية.
- **نهاية العمر وإعادة الاستخدام** تعتبر خاصية المنشأ الحديدي في إعادة تفكيكة وتركيبه في مكان مختلف من أهم خواصه المحببة لذلك دائما مايرغب عن التصميم للوصلات الانشائية استخدام نظام الربط عن طريق البراغي (bolted connections) لتسهيل عملية التفكيك والنقل .
- **الحماية من الحرائق** بالنسبة للمباني الصناعية الكبيرة ، قد تلعب حجرة الحريق دوراً مهماً في التصميم ، حتى لو لم يكن هناك مساحة مكتبية داخلية. من أجل منع انتشار الحريق ، يقتصر حجم المقصورة على قيمة معينة. لذلك يجب توفير جدران النار للفصل ويجب أن تضمن مقاومة الحريق لمدة 60 دقيقة على الأقل وغالباً 90 دقيقة. هذا أكثر أهمية إذا تم تخزين البضائع الخطرة في المبنى. نظراً لأن المكتب مصمم للاستخدام من قبل عدد أكبر من الأشخاص ، فإن متطلبات السلامة من الحرائق أكثر صرامة. إذا كانت المكاتب تقع في الطابق العلوي من المبنى ، فستكون هناك حاجة إلى طرق هروب إضافية (سلم طوارئ) ويجب مراعاة تدابير مكافحة الحرائق النشطة. يجب منع انتشار الحريق من حجرة إلى أخرى ، وهو ما يمكن تحقيقه ، على سبيل المثال من خلال (لوح مركب) بين المكاتب والمساحة الحركة الصناعية.

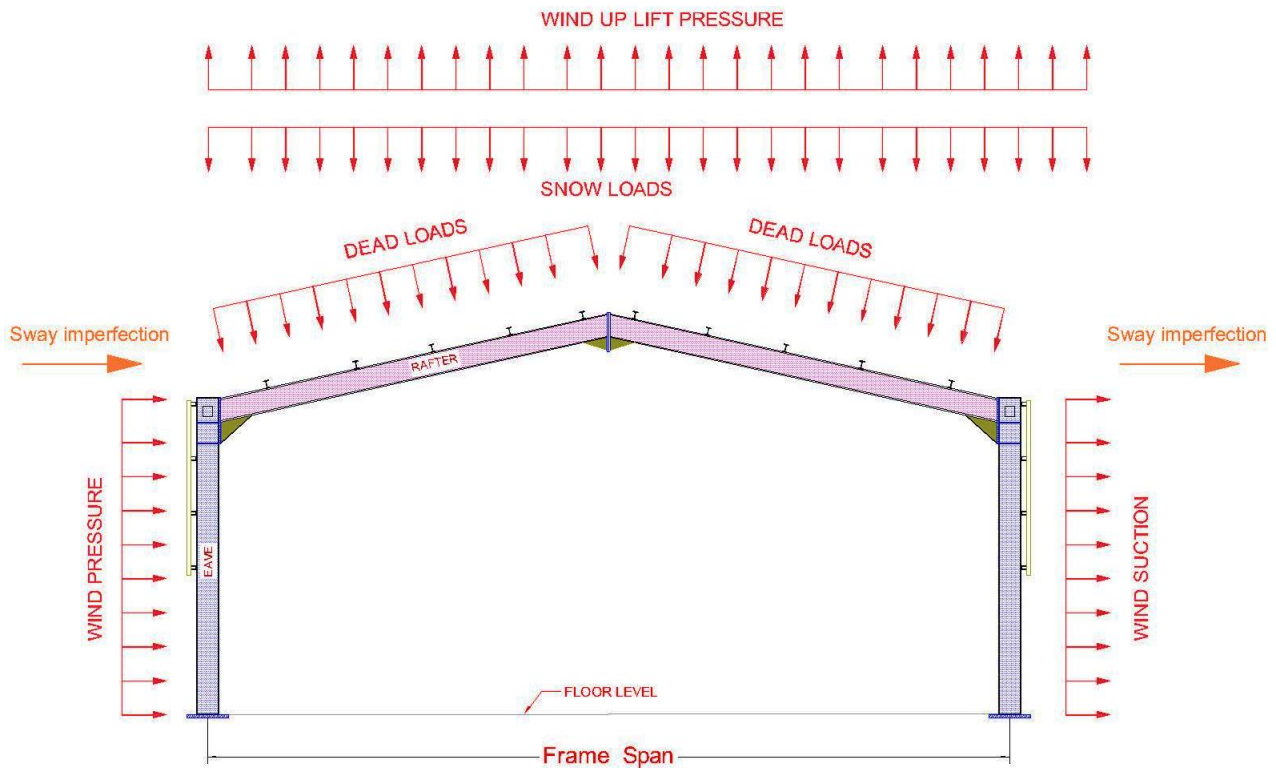


Figure (2.7): Loading scheme on a portal frame

الجدول رقم 1-2 : الإجراءات والمكونات الهيكلية ذات الصلة المباشرة مع الاحمال المفترضة للتصميم.

Action	Applied to
Self-weight	Cladding, purlins, frames, foundation الكسوة ، المدادات او الطراحيات ، الإطارات ، الأساس
Snow Cladding	purlins, frames, foundation
Concentrated snow	Cladding, purlins, (frames), foundation
Wind Cladding	purlins, frames, foundation
Wind	(increase on single element) Cladding, purlins, fixings
Wind (peak undertow)	Cladding, purlins, (fixings)
Thermal actions	Envelope, global structure
Service loads Depends on specification أحمال الخدمة اعتمادا على المواصفات	roofing, purlins, frames التسقيف ، المدادات او الطراحيات ، الإطارات
Crane loads حمولات الرافعة	Crane rails, frame الجسر الحديدي الذي يدعم حركة الجسر الرئيسي للرافعة ، الإطار
Dynamic loads Global structure	(Depends on building use and locality) يعتمد على استخدام المبنى والموقع
Second order effects (Sway imperfections)	Wall bracings, columns

الجدول رقم 2-2 : أوزان نموذجية لمواد التسقيف.

Material	Weight (kN/m ²)	Material	Weight (kN/m ²)
Steel roof sheeting (single skin)	0.07 - 0.20	Composite panels (40 mm – 100 mm thickness)	0.10 - 0.15
Aluminum roof sheeting (single skin)	0.04	Purlins (distributed over the roof area)	0.03
Insulation (boards, per 25 mm thickness)	0.07	Steel decking	0.20
Insulation (glass fiber, per 100 mm thickness)	0.01	Three layers of felt with chippings	0.29
Liner trays (0.4 mm – 0.7 mm thickness)	0.04 - 0.07	Tiling (clay or plain concrete)	0.60 - 0.80
Slates	0.40 / 0.50	Tiling (concrete interlocking)	0.50 - 0.80

التقسيم والاستخدام المختلط

على نحو متزايد ، تم تصميم المباني الصناعية الكبيرة للاستخدامات المختلطة ، أي في معظم الحالات يتم توفير مساحات مكتبية و / أو غرف موظفين متكاملة للموظفين. هناك مواقع مختلفة محتملة لهذه المساحات والاستخدامات الإضافية ، كما موضحة في الشكل 2-8 ادناه:

بالنسبة للمباني الصناعية من طابق واحد ، إنشاء مساحة منفصلة داخل المبنى وربما ارتفاع طابقين ، مفصولة بجدران داخلية. في مبنى خارجي متصل مباشرة بالقاعة نفسها.

للمباني الصناعية المكونة من طابقين ، والتي تشغل جزئيًا الطابق العلوي.

هذا يؤدي إلى متطلبات تصميم المفهوم الخاص فيما يتعلق بهيكل الدعم وأداء فيزياء المبنى. إذا كانت منطقة المكتب تقع في الطابق العلوي من المبنى الصناعي ، فيمكن تصميمها كهيكل منفصل محاط بهيكل المبنى. في هذه الحالة ، يمكن استخدام أنظمة الأرضيات من المباني التجارية ، والتي غالبًا ما تعتمد على العناصر الإنشائية المركبة.

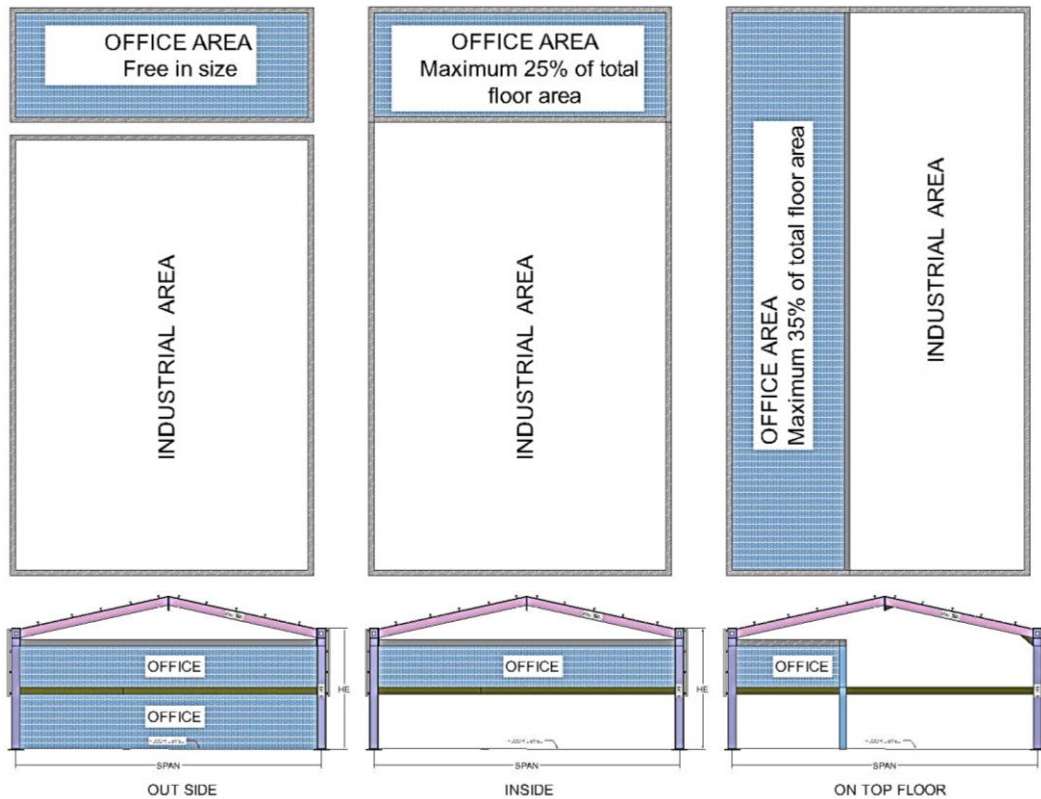


Figure (2-8): Different possible locations for these additional spaces and uses.

الأداء الصوتي خاصة في المباني الصناعية ذات عمليات الإنتاج كثيفة الضوضاء ، يجب تحقيق فصل صارم بين وحدة الإنتاج ومساحات المكتب. قد يتطلب ذلك تدابير خاصة للعزل الصوتي ، اعتمادًا على عمليات الإنتاج.

Service integration

تكامل الخدمة

بالنسبة للمباني الصناعية ، غالبًا ما يتم تحديد المتطلبات الخاصة لخدمات البناء ، والتي قد تكون ضرورية لتشغيل الآلات وخطوط التصنيع. يجب أن يؤخذ تكامل الخدمة في الاعتبار في مراحل التخطيط المبكرة. على وجه الخصوص ، يجب أن يتم تنسيق موضع وحجم مجاري الهواء مع هيكل وأحكام الإضاءة الطبيعية. يمكن أن يؤدي استخدام الأنظمة الهيكلية ، مثل الحزم الخلوية (الجسور ذات الفتحات *Rafter with opening*) في الجملونات ، إلى تسهيل تكامل الخدمات والمساعدة في تحقيق مظهر متماسك للمبنى.

يمكن أن يكون لتصميم آلات الخدمة والغرف أهمية كبيرة في المباني الصناعية. يمكن أن يوفر مركزية خدمات المبنى ميزة الصيانة السهلة. يوضح الشكل 2-8 الحلول الممكنة المختلفة لتحديد مواقع غرف الخدمة.

تعمل التهوية الطبيعية على تقليل الاعتماد على أنظمة تكييف الهواء ، مما يعني بدوره تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المبنى. تعتمد فعالية التهوية الطبيعية على حجم واتجاه المبنى. تعتبر فتحات السقف خيارًا شائعًا للتهوية الطبيعية في المباني التي لا تحتوي على فتحات كبيرة بشكل مناسب ، ولكن يجب أن يتم وضعها بعناية لتحقيق أقصى قدر من الأداء. أصبحت أنظمة التهوية الهجينة شائعة الآن في المباني الصناعية. يستخدمون تهوية طبيعية في الغالب ، ولكن مع مراوح تعمل ميكانيكيًا لتحسين القدرة على التنبؤ بالأداء على نطاق أوسع من الظروف الجوية.

الحرارة والتهوية الميكانيكية

تستخدم أنظمة الاسترداد (MHVR) الحرارة من الهواء الدافئ الخارج لتسخين الهواء البارد أثناء دخوله المبنى.

يتم تنقيس الهواء الدافئ من المبنى إلى جانب الهواء النقي القادم ، مما يسمح بنقل الحرارة من الخارج إلى الهواء الداخل. على الرغم من أن نقل الحرارة هذا لن يكون فعالاً بنسبة 100٪ ، إلا أن استخدام أنظمة MHVR يمكن أن يقلل بشكل كبير من كمية الطاقة المطلوبة لتدفئة الهواء النقي إلى مستوى مريح. تشمل القضايا الأخرى التي قد تحتاج إلى النظر في تصميم الخدمات ما يلي:

التحكم في الرطوبة- عامل مهم للسيطرة على خزن المواد الاولية في الصناعة او المواد التي تخزن لمدة اشهر .	التأثير المحتمل لعناصر الحماية الشمسية على تبادل الهواء.
السيطرة على ضيق الهواء.	استخلاص الرائحة – عوامل البيئة الصحية.
اساليب العزل الحراري الفعالة لاجواء العراق الصحراوية.	العزل الصوتي – الضوضاء عامل مهم في المنشآت الصناعية والخزينة والتي تتعلق بقدرة العاملين الاداريين ذوي الاعمال المكتنية للبقاء في مكاتبهم للخدمة لفترة اطول .

الإضاءة الصناعية والطبيعية

تعتمد متطلبات إضاءة المباني الصناعية على نوع الاستخدام. يسمح مفهوم وترتيب الفتحات لتوفير الإضاءة الطبيعية بالتنوع في التصميم المعماري.

تعتبر مصابيح السقف والأسطح الزجاجية ذات الجملونات شائعة ، جنبًا إلى جنب مع الأشرطة الضوئية في الواجهة (الشكل 9.2). يمكن أن تكون فتحات الإضاءة الطبيعية بمثابة مخارج للدخان والحرارة في حالة نشوب حريق. يمكن أن يكون لضوء النهار الطبيعي المصمم جيدًا تأثير كبير على انبعاثات الكربون في المبنى. ومع ذلك ، فإن الكثير من ضوء النهار الطبيعي يمكن أن يؤدي إلى زيادة كبيرة في الطاقة الشمسية في الصيف ، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة وزيادة فقدان الحرارة خلال الغلاف في الشتاء. إن قرار استخدام ضوء النهار الطبيعي داخل المبنى ونوع ضوء النهار المحدد لهما آثار مهمة على التصميم العام للمبنى.

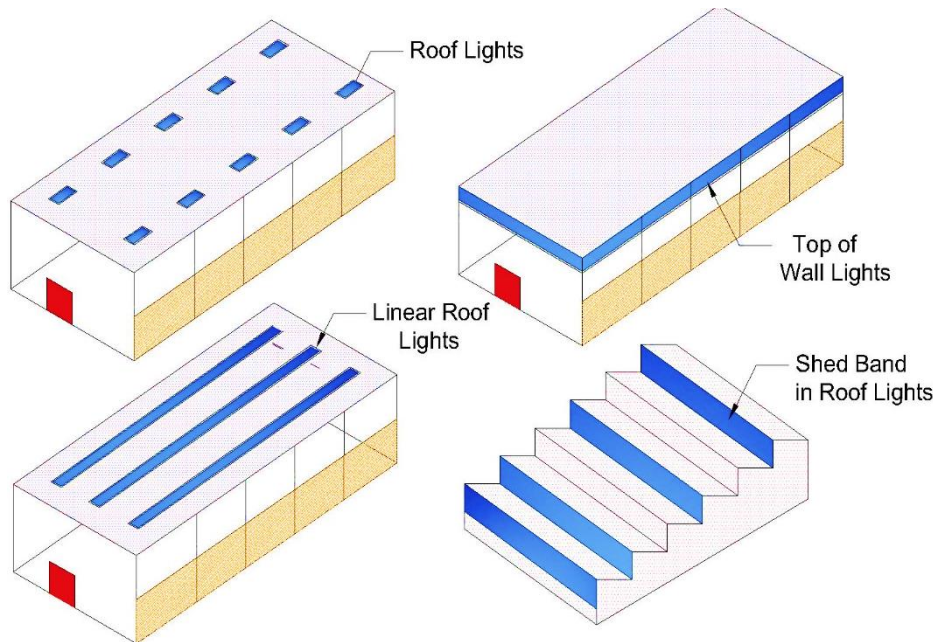


Figure (2-9): (Right) Examples of ways of providing natural lighting in industrial buildings

Support Structures

الهيكل الداعمة

يصف هذا القسم الأنظمة الشائعة المستخدمة لهياكل الدعم الرئيسية في المباني الصناعية. تم وصف خصائص أطر البوابة وكذلك هياكل الأعمدة والجسور الشعاعية ، إلى جانب معلومات عن المكونات والتوصيلات الثانوية.

هيكل إطار البوابة

عادةً ما تكون مباني إطار البوابة عبارة عن هياكل منخفضة الارتفاع ، تتكون من (أعمدة وعوارض جسور شعاعية رئيسية وطراحيات) أفقية أو مائلة ، متصلة بوصلات مقاومة للعزوم الناتجة عن الاحمال.

يُفضل عمومًا إطارات البوابة ذات قواعد الأعمدة المفصلية لأنها تؤدي إلى أحجام أساس أصغر مقارنة بالقواعد الثابتة. علاوة على ذلك ، تتطلب الأعمدة الثابتة تفاصيل اتصال أكثر تكلفة ، وبالتالي لا يتم استخدامها في الغالب إلا إذا كان لا بد من مقاومة القوى الأفقية العالية. ومع ذلك ، فإن الأعمدة المثبتة لها عيوب تؤدي إلى أوزان فولاذية أثقل قليلاً بسبب انخفاض صلابة الإطار للقوى الرأسية والأفقية.

هذا الشكل من هيكل الإطار الصلب مستقر في مستواه الخاص ويوفر امتدادًا واضحًا لا يعوقه دعامة. يتم تحقيق الاستقرار من خلال عمل الإطار الصلب الذي يتم توفيره من خلال الاستمرارية في الوصلات ويتم تحقيق ذلك عادة عن طريق استخدام التدعيم (*Haunch*) عند الأعمدة .

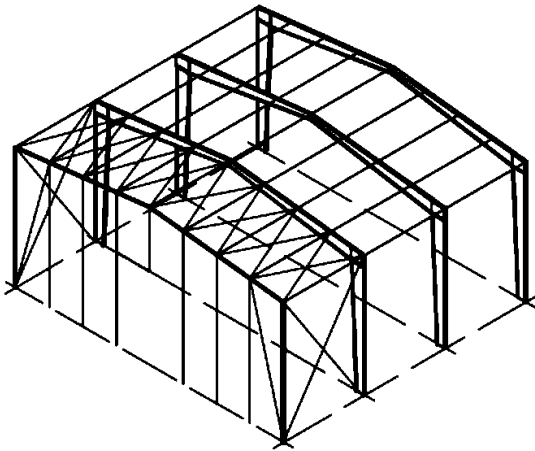
يجب توفير الاستقرار في معظم الحالات بواسطة عناصر إضافية ، مثل التصلب والمدايات (*Bracing and Purlins*) (الشكل 2. 10). باستخدام صفائح ملفوفة ، يمكن الحصول على تقوية السقف من خلال عمل الحجاب الحاجز المجهد بدون دعامة إضافية. يمكن أيضًا أن توفر جدران القص واستخدام الأعمدة ذات النهايات (الثابتة قيودًا) خارج المستوى على إطارات البوابة.

يمكن تصنيف عدد من أنواع الهياكل على نطاق واسع على أنها إطارات بوابة.

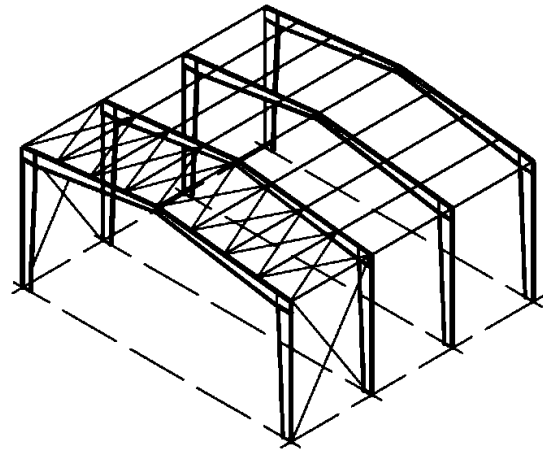
المعلومات المقدمة فيما يتعلق بالامتدادات ، وميل السقف ، وما إلى ذلك ، هي نموذجية لأشكال البناء الموضحة.

عادةً ما تكون المقاطع الفولاذية المستخدمة في هياكل إطار البوابة ذات الامتدادات من 12 مترًا إلى 30 مترًا عبارة عن مقاطع مدلفنة على الساخن ويتم تحديدها في الدرجات S235 أو S275 أو حتى S355. نادرًا ما يكون استخدام الفولاذ عالي القوة اقتصاديًا في الهياكل التي قد تتحكم فيها قابلية الخدمة (أي الانحراف) أو معايير الاستقرار في التصميم.

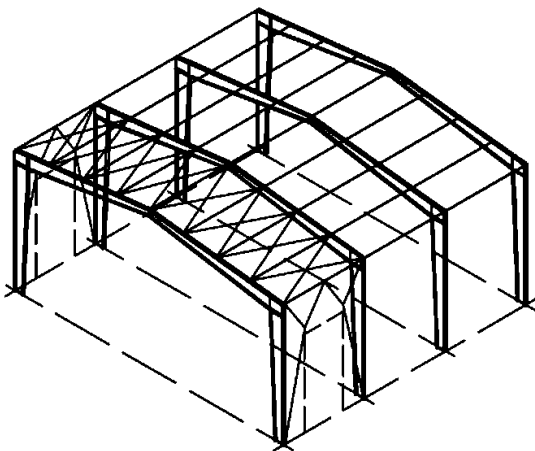
توفر الإطارات المصممة باستخدام التحليل العالمي للبلاستيك قدرًا أكبر من الاقتصاد ، على الرغم من تفضيل التحليل العالمي المرن في بعض البلدان. عند استخدام تحليل البلاستيك ، يجب أن تكون نسب الأعضاء مناسبة لتطوير مقاومة الانحناء البلاستيكي.



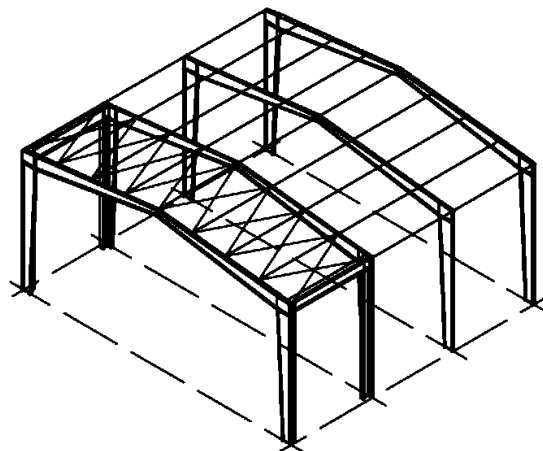
Stiffening in two directions by using bracings in roof and walls as well as in gable wall (roof cladding also provides in-place stiffness)



Stiffening in longitudinal direction by using Bracings in roof and walls with frame in gable wall for possible further expansion



Stiffening in longitudinal direction by using bracings in roof and special bracings for integration of a door in the wall for possible further expansion



Stiffening in longitudinal direction by using bracings in roof and portal frame in wall for integration of a door

Figure (2.10): Examples of out of plane bracing of a portal frame

Pitched Roof Portal Frame

أحد أكثر الهياكل شيوعاً للمباني الصناعية هو إطار البوابة المتمائل أحادي المدى ، كما هو موضح في الشكل 3.1. ظهرت الخصائص التالية على أنها الأكثر اقتصاداً ، وبالتالي يمكن اعتبارها أساساً في مرحلة التصميم المبكرة:

1. تمتد بين 15 مترًا و 50 مترًا (25 إلى 35 مترًا هي الأكثر كفاءة).
2. ارتفاع العمود Eave بين 5 و 10 أمتار (5 إلى 6 أمتار هو الأكثر كفاءة).

يجب ان تحدد الارتفاع للاعمدة الرئيسية اعتمادا على معيارين مهمين هما:

6 متر مقبول واقتصادي	الجمالونات التي لا تحتوي على رافعات Crane
8 متر مقبول واقتصادي كحدود دنيا	الجمالونات التي تحتوي على رافعات Crane

3. درجة ميلان الجسر الشعاعي الرئيسي (Angle of Rafter) سقف بين 5 ° و 10 ° (6 ° يتم تبنيها بشكل شائع).

4. تباعد الإطارات (Bay - Bay) بين 5 م و 8 م (تكون المسافات الأكبر المرتبطة بإطارات البوابة ذات الامتداد الأطول).

5. التضخيم الإضافي (Haunch) للجسور الشعاعية عند مفصل العمود مع الجسر (Eave to Rafter Knee) وإذا لزم الأمر في القمة (Apex).

يمكن استخدام الجدول 3.1 كعامل مساعد للتصميم (المسبق) لإطارات البوابة أحادية الامتداد. يؤدي استخدام التضخيم الإضافي (Haunch) للجسور الشعاعية والقمة على حد سواء إلى تقليل العمق المطلوب للجسور الحديدية الشعاعية وتحقيق اتصال فعال في هذه النقاط. غالباً ما يتم قطع الجزء الخلفي من نفس حجم المقطع الجسر الشعاعي.

الجدول 1.3 : المقاطع الأولية المفترضة للجمالون قبل اجراء الحسابات لتدقيقها.

Required cross section S275 - JR		Frame spacing m	Roof pitch angle deg.	Eave height m	Span m
Rafter	Eave				
IPE 550	IPE 600	5	6	6.0	30.0
IPE 500	IPE 500	5	6	6.0	25
IPE 450	IPE 450	5	6	6.0	20
IPE 360	IPE 360	5	6	5	15
IPE 300	IPE 300	5	6	4	12

1-3 جملونات ذات شكل إطارات البوابة واستخدام المقاطع الحديدية IPE Sections

تتكون الجسور الشعاعية وأعمدة إطارات البوابة ذات المقطع IPE من أقسام مدرفلة على شكل I ، مع نهايات الجسور الشعاعية مثقوبة ومثبتة بالمسامير في الأعمدة ، كما هو موضح بالتفصيل (ج) من الشكل 1.3. ()
مقطع الحديد للعمود أثقل من مقطع الجسور الشعاعية () ، بحيث تتبع قوة العارضة النسبية لشكل مخطط عزم الانحناء تقريباً أعلى العمود وعبر العارضة. عادةً ما يتم تصميم الإطارات بشكل بلاستيكي ، وبالتالي فإن العزوم المشار إليها هي العزوم البلاستيكية تحت تحميل الجاذبية ، مع تطوير مفصلات بلاستيكية إما في أعلى العمود أو في العارضة عند الجهة الخلفية وفي العارضة بالقرب من القمة.

مع التخفيض في التحميل المباشر للسقف الذي يلجأ إليه المصممون حالياً بسبب زيادة السيطرة النوعية الجيدة للمواد والتنفيذ ، ومع عامل تجميع الحمولة الأكثر ملاءمة للحمل الميت (Self-weight and Roofing loads) ، بالإضافة إلى مجموعة الحمل المباشر بالنسبة لإطار بوابة نموذجي ، أصبح الآن حوالي 65 في المائة فقط مما كان عليه في السابق. هذا يعني ، بالطبع ، أنه يمكن استخدام الجسور الشعاعية الأخف وزناً وأقسام العمود ، ولكن إذا تم جعل هذه المقاطع أيضاً أكثر عمقاً نتيجة لذلك ، فقد يكون انحراف الإطار أكبر مما كان عليه في التحميل الثقيل.

عندما يكون الانحراف حرجاً في ظل التحميل القديم ، يمكن في مثل هذه الحالة عدم الاستفادة الكاملة من تقليل الحمل وسيكون معامل البلاستيك المطلوب أكثر بكثير من 65 في المائة من القيمة القديمة.

تنطبق التعليقات المذكورة أعلاه على التحميل الحي بالإضافة إلى التحميل المباشر ، والذي عادة ما يكون عبارة عن تركيبة الحمولة التي تملئ اختيار أحجام العمود والجسور الشعاعية من وجهة نظر القوة. ومع ذلك ، غالباً ما يكون حمل الرياح الميت زائد هو التركيبية التي تحكم من وجهة نظر الانحراف الجانبي (Side Sway) وقد يكون من الضروري زيادة أحجام الأعضاء لتحقيق الانحرافات ضمن الحدود المسموح بها.

لأسباب المذكورة أعلاه ، من المرجح أن يتم تصميم إطارات البوابة بشكل مرن Elastic Design أكثر من التصميم البلاستيكي Plastic Design في المستقبل. في أي حال ، من الضروري إجراء تحليل مرن للتحقق من الانحرافات.

سنعتمد في التصميم الإنشائي على استخدام البرامجيات الكفوءة والتي توفر الجهد والوقت وتحقيق الدقة الأعلى وهذا الطريق الهندسي يجب ان يتوجه اليه المهندسين اليوم بشكل كامل ويوفر نظرة دقيقة للمنشأ اثناء عملية التصميم لان المنشأ يتجسد امامك من الناحية الشكل الهندسي وارتباط الاعضاء ببعضها اثناء العمل اضافة الى انه يوفر ميزة التعديل بسهولة ونقل النتائج الى ملفات يمكن ان تدقق من جهات اخرى ومصادقتها لاستكمال العمل فنيا واداريا.

سنعتمد في التصميم على المقاطع الاوربية للحديد وهي متوفرة في السوق المحلية ومناسبة من الناحية الاقتصادية وتحقق المتطلبات الفيزيائية المطلوبة بشدة والمناسبة لاجواء البلدان الحارة ومنها العراق.

2-3 مثال تصميمي رقم 1

جملون صناعي بعرض 20 متر وطول 40 متر , يراد تصميمه انشائيا حسب المعايير التالية:

ت	المعلومات والمتطلبات
1	استخدام المقاطع الاوربية IPE S275 JR
2	استخدام نظام البراغي والستادات في التثبيت : Bolt A307 Grade B و Anchorage Bolt A307
3	البنية صناعية من طابق واحد وفيها غرف ادارية بمساحة 20% من المساحة الاجمالية للجملون الصناعي.
4	الرافعات Cranes غير ضرورية ومن غير المحتمل الاحتياج لها في المستقبل.
5	امتداد المجاري مخطط له ان يكون خارجيا.
6	ليس هناك مجاورات تقترب بمسافة 1 متر من المنشأ.
7	الجدران من القواطع بسمك 20 سم , والسقوف يمكن استخدام الساندويچ بثل سمك 5 سم من النوع المقاوم للحريق.
8	هناك ارضية من الخرسانة المسلحة مطلوبة لتحمل معدات الية ثقيلة للتحرك في الداخل بحرية.
9	المنطقة صحراوية مفتوحة تتعرض لرياح بسرعة 30 متر / ثانية كحد اعلى .

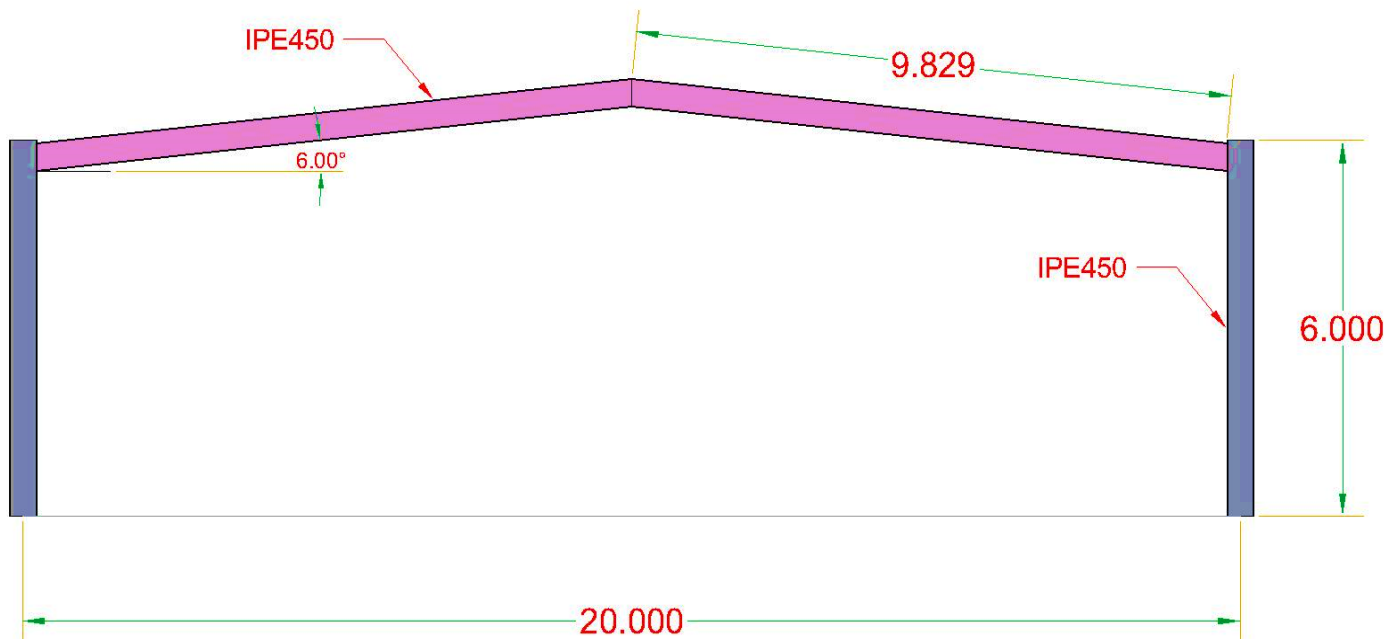


Figure (3-1): Portal frame sections – primary suggested

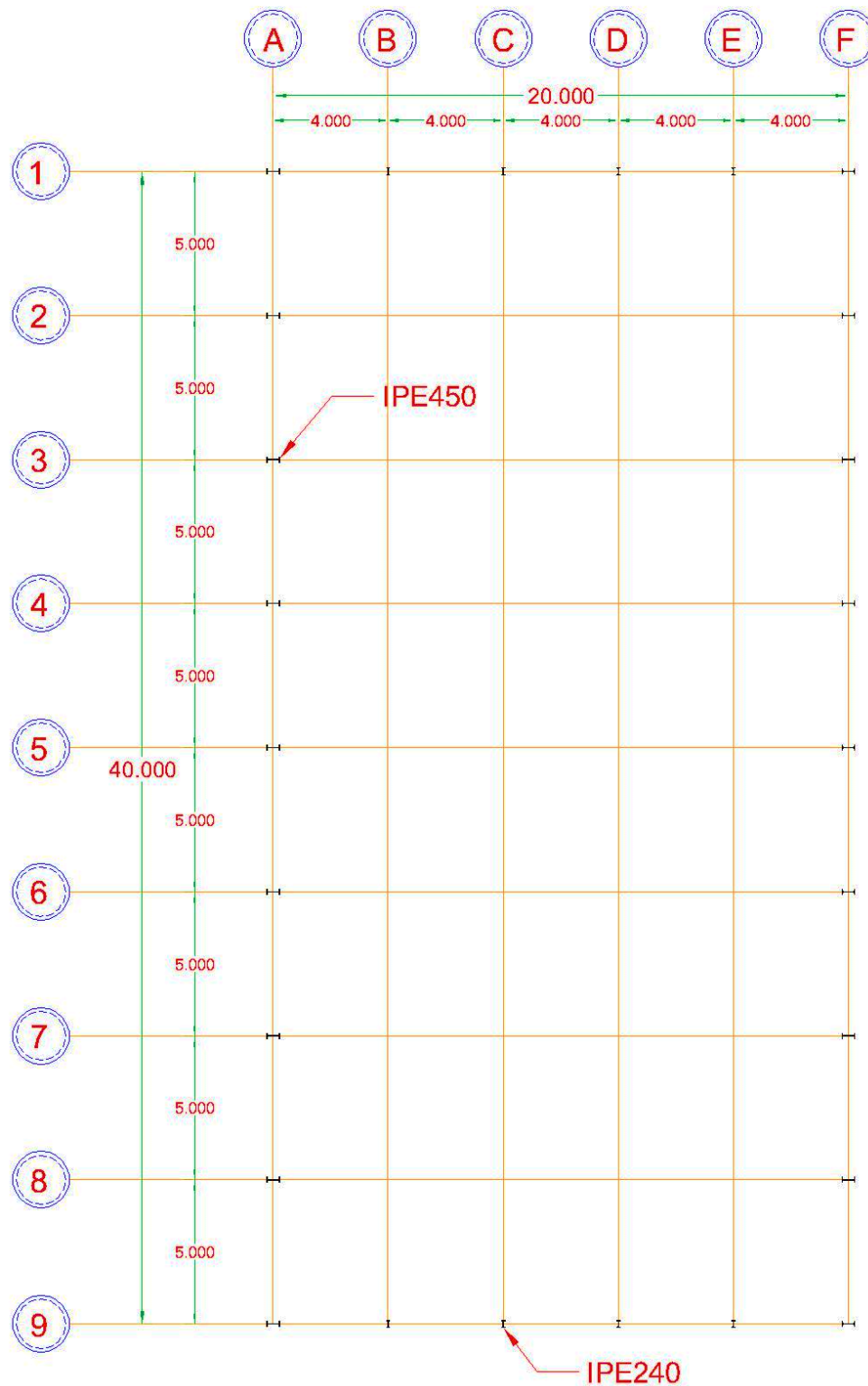


Figure (3-2): Portal frame plan – primary suggested

الشكل (3-1,2,3) يمثلان التخطيط الأولي المقترح وتوزيع الأعمدة وكذلك المقاطع المقترحة اعتماداً على الجدول (3.1) كمقترح مسبق سيتم تدقيقها عند إجراء التحليل الإنشائي. سيتم استخدام برنامج الأوتودسك روبوت الاحترافي في تحليل وتصميم الجملون للوصول الى المقاطع التي ستحقق ثلاثة عوامل مهمة هي (الامان والوظيفية والاقتصادية القصوى) وسيتم استخدام التحليل المرن .

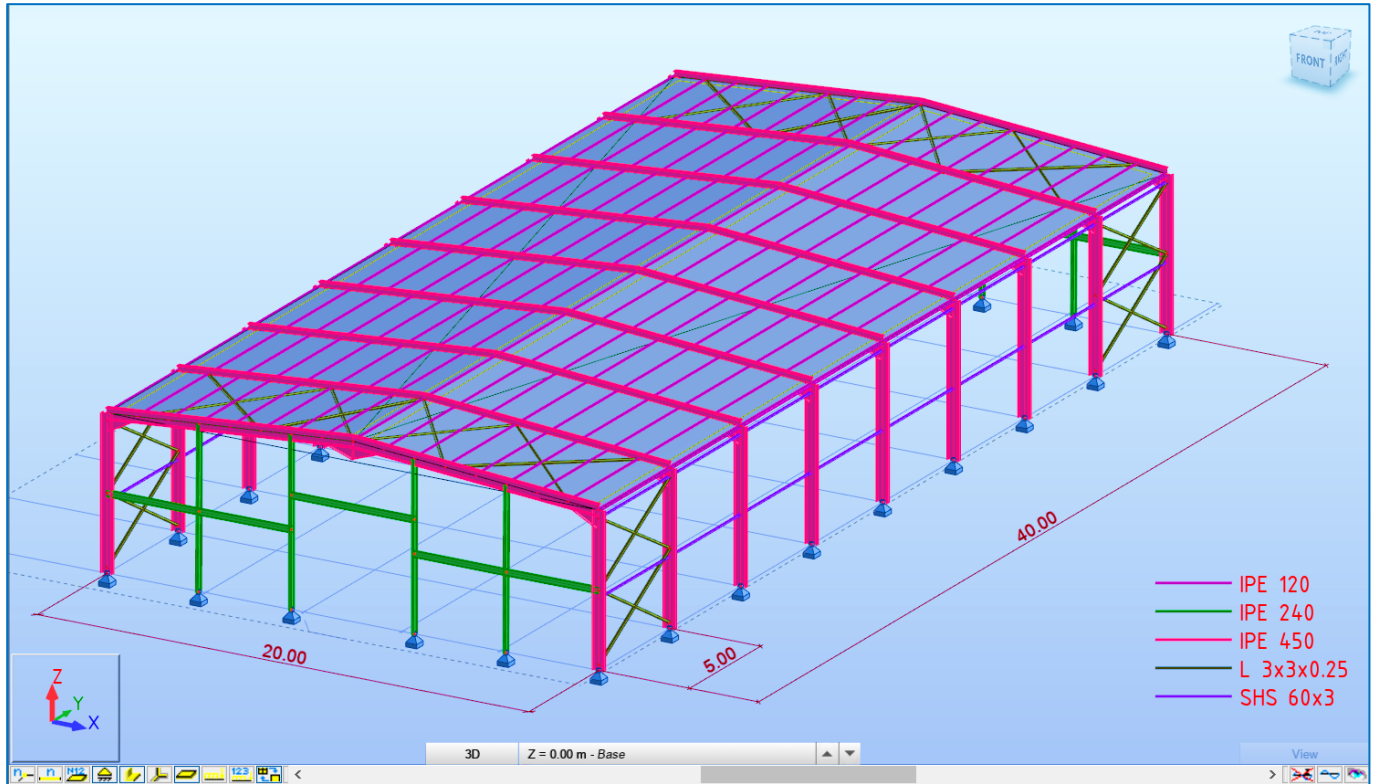
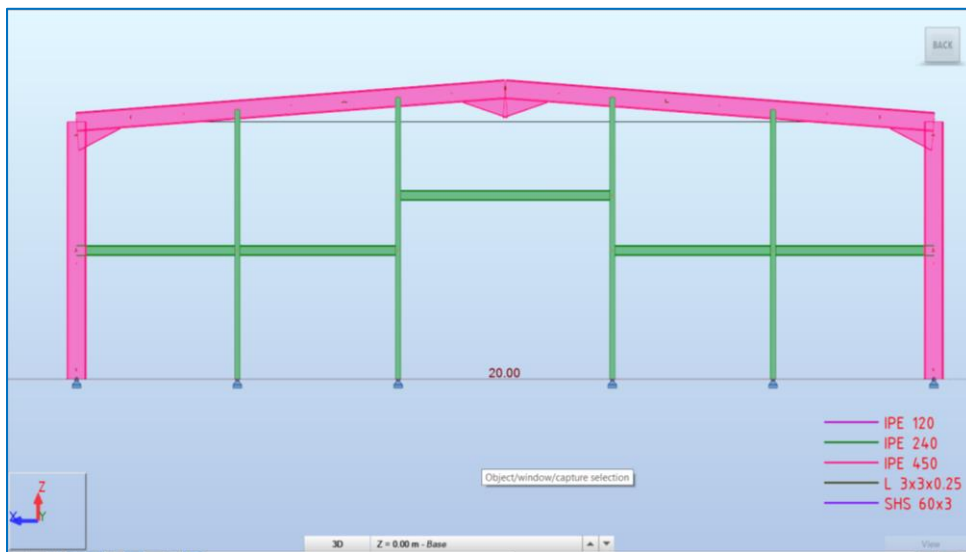


Figure (3-3): Autodesk Robot – Geometry of Portal Frame with Euro Sections



والان لنضع الاحمال المفترضة وحسب الجدول الذي قدمناه في الفصل الثاني :

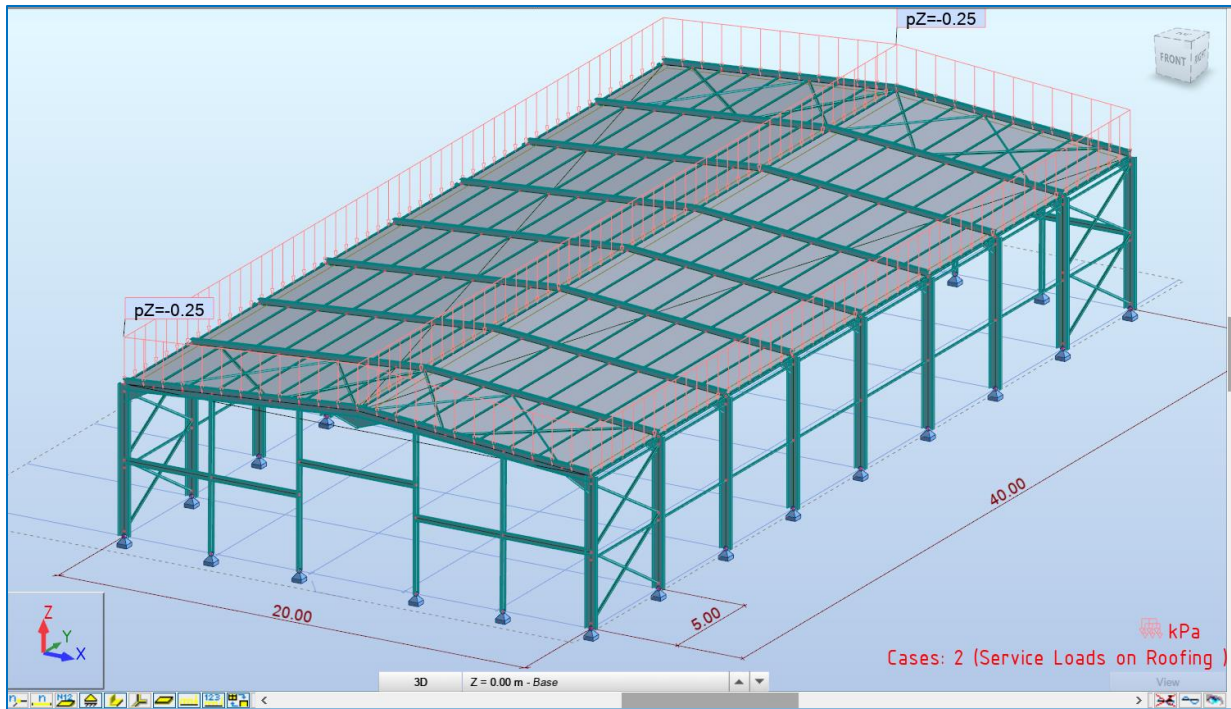


Figure (3-4): Autodesk Robot – Service Loads on Roofing Z-dir. = -0.25 KN/m²

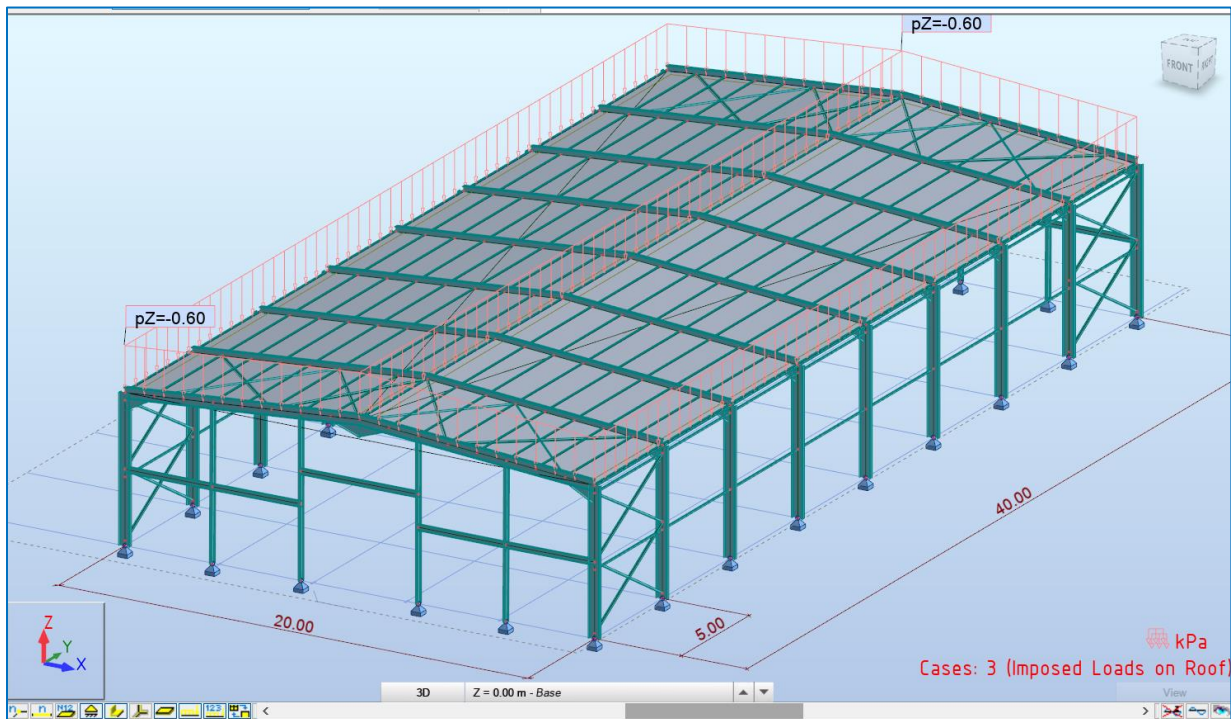


Figure (3-5): Autodesk Robot – Imposed Loads on Roofing Z-dir. = -0.60 KN/m²

تمثيل حمل الرياح باتجاه X+ وبسرعة 30 متر للثانية الواحدة.

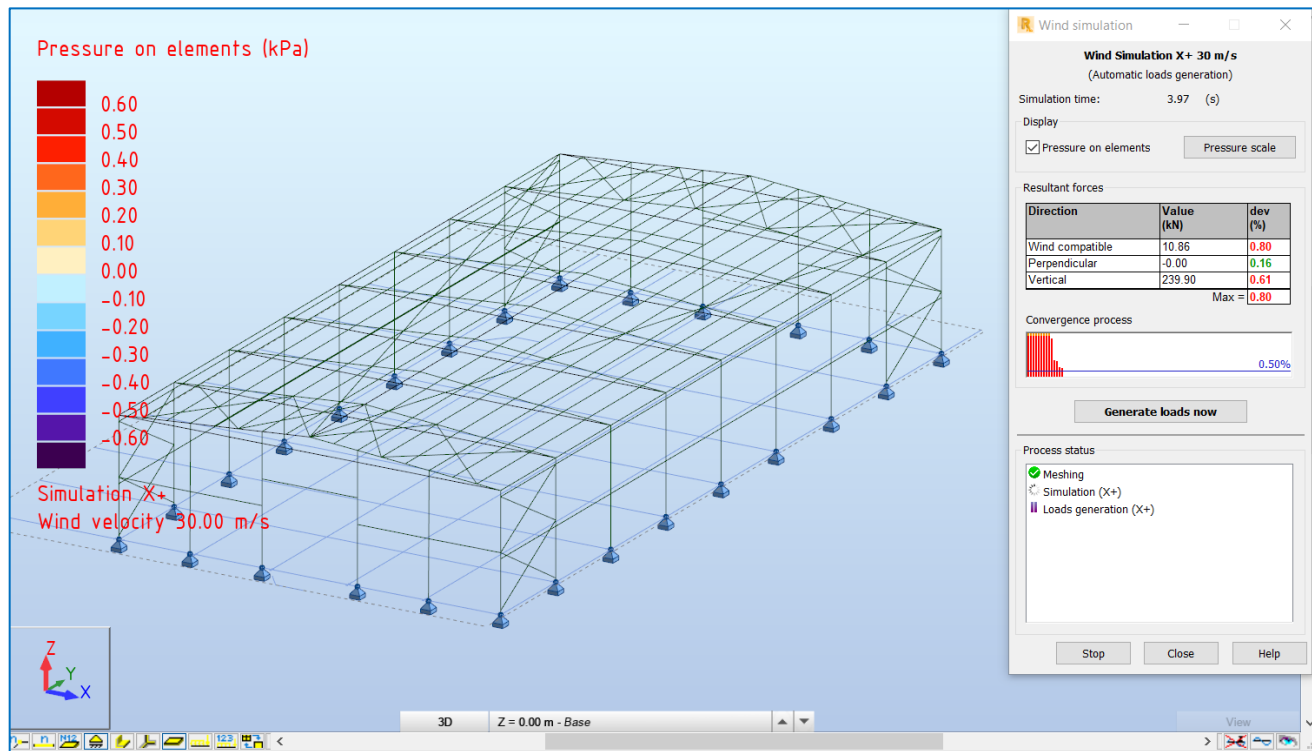


Figure (3-6): Autodesk Robot – Wind Loads X⁺-dir. –speed 30 m/sec.

بعدها اجراء (Loads Combinations) للاحمال ونستخدم نوعين من تكامل الحمل وهما : الحمل الاقصى والحمل الخدمي . (ULS and SLS Loads Comb.)

Combinations

Combinations	Name	Analysis type	Combination type	Case nature	Definition
5 (C)	COMB1	Linear Combination	ULS	dead	(1+2+3)*1.20+4*1.35
6 (C)	COMB2	Linear Combination	SLS	dead	(1+2+3+4)*1.00

Dead loads Factor (1.20) – for ULS Combination type

Wind Loads Factor (1.35) – for ULS Combination type

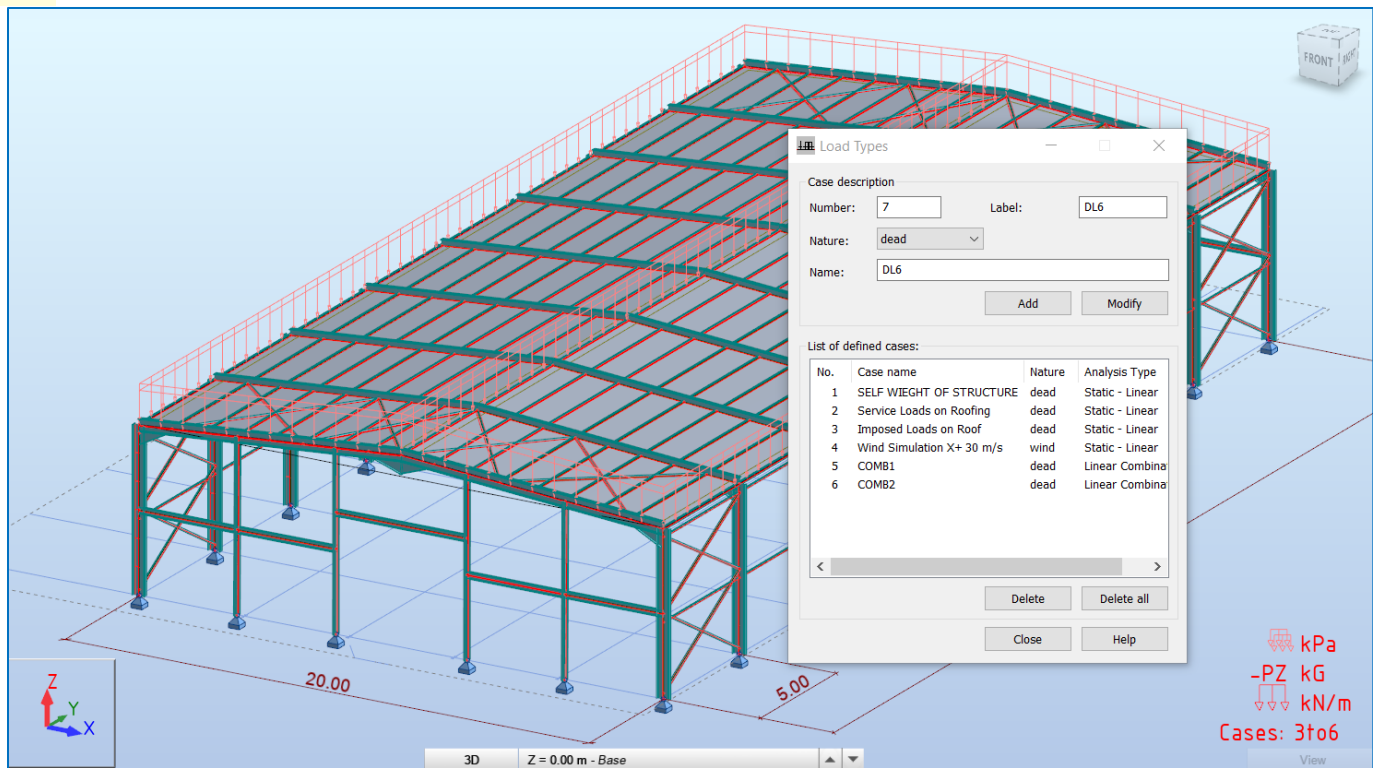
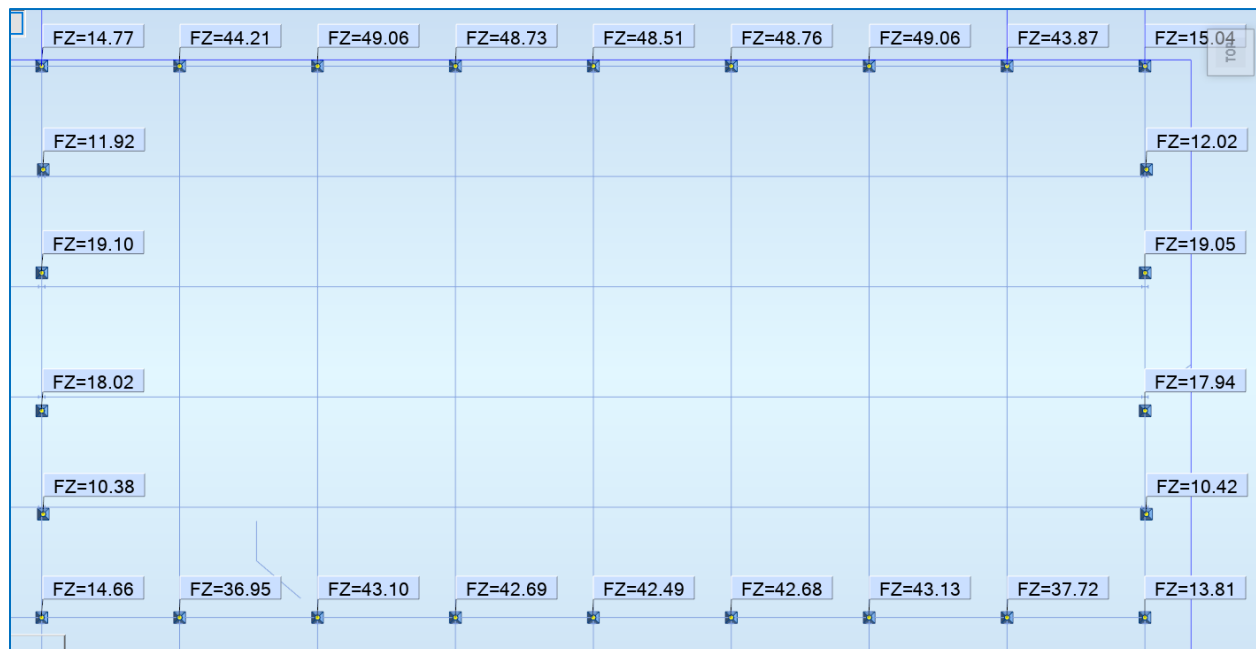


Figure (3-7): Autodesk Robot – all loads with combinations

نتائج التحليل الإنشائي والتدقيق للاجهادات والانحرافات للمقاطع الحديدية:

1- ردود الافعال من الاعمدة (Vertical Reactions in KN) .



اعلى حمل على العمود ذو المحاور (A-7) ومقداره 49.06 كيلونيوتن. سنحتاج هذا الحمل في تصميم قواعد الاعمدة الخرسانية.

لندقق الاجهادات في المقاطع (Stresses):

Stresses - Global extremes

	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	125.16	6.19	99.62	35.12	7.12	5.27	24.26
Bar	245	34	248	41	255	234	264
Node	191	35	164	42	235	223	66
Case	5 (C)	5 (C)	4	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)
MIN	-1.79	-269.80	-1.27	-2.22	-244.74	-35.12	-25.90
Bar	28	242	238	248	242	41	265
Node	28	177	198	164	177	42	70
Case	4	5 (C)	4	4	5 (C)	5 (C)	5 (C)

لاحظ ان اعلى اجهاد هو 269.80 ميكاباسكال في العضو الانشائي رقم 242 وهو يمثل (bracing simple bar) وبمقطع (L75x75x6 mm) وقريب جدا في الاجهاد من 275 ميكاباسكال المسموح به , لذلك يفضل استبداله بمقطع (L75x75x8 mm) .

هناك اجراء تدقيق للازاحات (Displacements):

Displacements SLS: global extremes

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	4.4	1.4	10.8	0.0	0.0	0.0
Node	252	47	100	82	152	38
Case	6 (C)	6 (C)	4	6 (C)	6 (C)	6 (C)
MIN	-4.9	-1.3	-31.8	-0.0	-0.0	-0.0

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
Node	248	197	37	187	161	8
Case	6 (C)	6 (C)	6 (C)	6 (C)	6 (C)	6 (C)

لم يتم تعيين حدود انحراف محددة في Eurocode 1993-1-1. وفقاً لـ EN 1993-1-1 ، الفقرتان 7.2 و EN 1990 - الملحق A1.4 [2] ، يجب تحديد حدود الانحراف لكل مشروع والاتفاق عليها مع العميل. قد يحدد الملحق الوطني لـ EN 1993-1-1 حدوداً للتطبيق في البلدان الفردية. عندما يتم تحديد الحدود يجب الوفاء بها. في حالة عدم تحديد الحدود ، قد يكون ما يلي مفيداً عند تحديد حدود الانحراف ذات الصلة.

الجدول 3.2 تحديد الانحراف الأفقي:

Structure	Horizontal Deflection limits	Comments
Portal frames without gantry cranes, with walls of :		Recommended in industry guidance
Steel sheeting deflection at top of column	H/100	
Fiber reinforced sheeting deflection at top of column	H/150	
Brickwork deflection at top of column	H/300	يتطابق هذا الشرط مع المثال رقم 1
Hollow concrete brickwork deflection at top of column	H/200	
Precast concrete units deflection at top of column	H/200	
Brickwork - deflection at top of column Differential deflection between two consecutive portal frames	$((H^2+B^2)/660)^{1/2}$	
Precast concrete units - deflection at top of column Differential deflection between two consecutive portal frames	$((H^2+B^2)/330)^{1/2}$	

من نتائج المثال التصميمي فان مقدار الازاحة الجانبية للعمود بالاتجاه الافقي بسبب حمل الرياح وتقريبا 80% من الاحمال المفروضة هو 4.9 ملم ولتدقيق ومقبولية هذه القيمة مع محددات الازاحات حسب الجدول رقم 3.2 , لذلك:

$$H/300 = 6000/300 = 20 \text{ mm large from } 4.9 \text{ mm [ok]}$$

الازاحة الافقية في اعلى الاعمدة مقبولة لاغراض الخدمة وحماية الجدران الطابوقية من التشقق.

اما الازاحات العمودية فهي تعتمد على المحددات التالية:

الجدول 3.3 الانحرافات العمودية لإطارات البوابة

Comments	Vertical Deflection limits	Structure
Roofs with access for maintenance	L/200	Recommended in industry guidance
Roofs accessible to personnel other than for maintenance	L/360	

مقدار الازاحة الراسية في منطقة القمة بالاتجاه العمودي بسبب الاحمال المفروضة هو 31.8 ملم ولتدقيق مقبولية هذه القيمة مع محددات الازاحات حسب الجدول رقم 3.3 , لذلك:

$$L/200 = 20000/200 = 100 \text{ mm large from } 31.8 \text{ mm [ok]}$$

ولتدقيقه لاغراض نوعية تغليف السقوف فان الازاحات العمودية فهي تعتمد على المحددات التالية:

الجدول 4.3 الانحرافات العمودية لإطارات البوابة

Comments	Vertical Deflection limits	Structure
Portal frames without gantry cranes, with rafter slopes $\geq 3^\circ$		Recommended in industry guidance
Differential deflection relative to adjacent frame - metal sheeting and fiber reinforced sheeting	B/100	
- felted metal decking on purlins	B/100	

- felted metal supported on rafters

B/200

حالة الحد الاقصى: (حالة تكوين بركة مياه ناتجة عن الامطار على السقوف ذات الميلان المنخفض)
عندما يكون منحدر السقف اقل من 5% ، يجب إجراء حسابات إضافية للتحقق من عدم إمكانية حدوث الانهيار
بسبب وزن الماء:

إما مجمعة في أحواض يمكن أن تتشكل بسبب انحراف الأعضاء الإنشائية أو مواد التسقيف ، أو احتفظت بها
الثلوج.

يجب أن تستند هذه الفحوصات الإضافية إلى المجموعات الموجودة في Ultimate Limit States
قد يقلل التحريف المسبق للحزم من احتمالية تجمع مياه الأمطار في البرك ، بشرط أن تكون منافذ مياه الأمطار
في موقع مناسب.

حالة التدقيق الاضافية لبيان اقتصادية المقاطع للاعمدة والجسور الشعاعية تستخدم فيها خاصية (Member
(Design and verifications) في برنامج الاوتودسك روبوت .

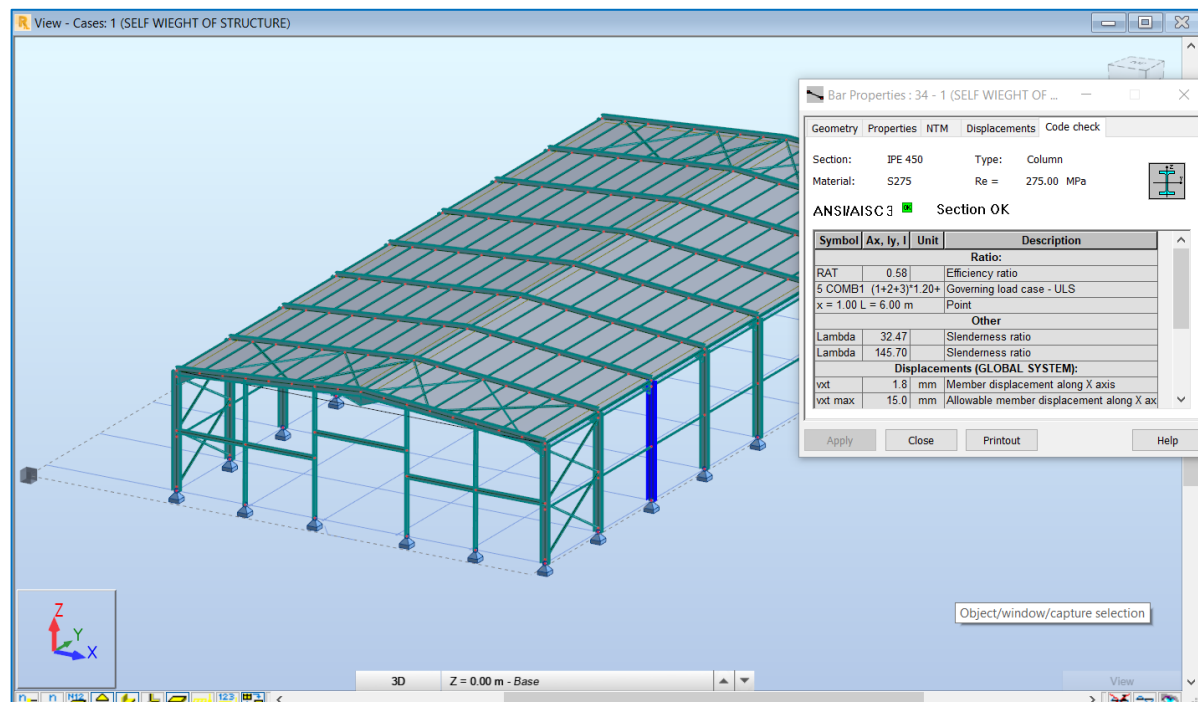
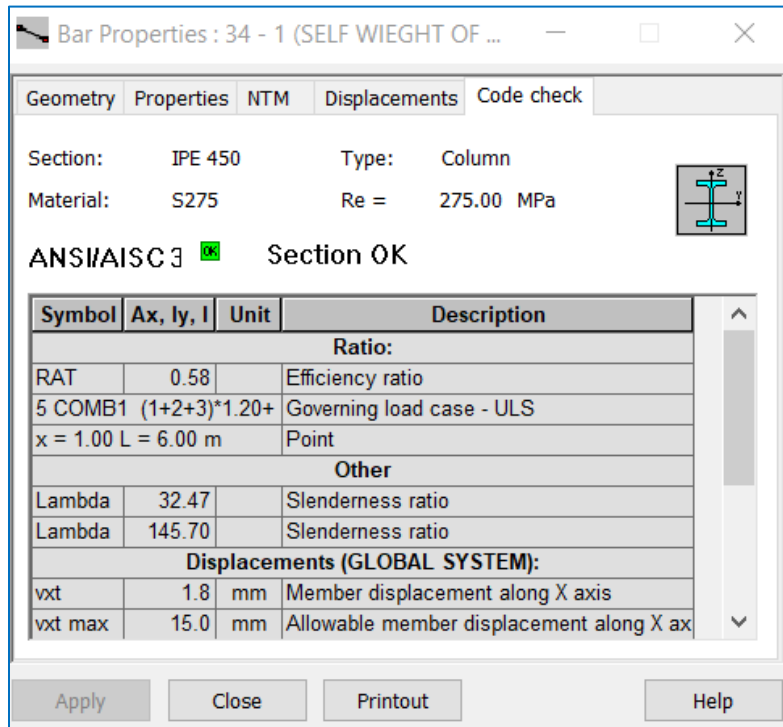


Figure (3-7): Autodesk Robot – Column IPE450 Section Verification



الشكل يظهر بشكل واضح ان نسبة الكفاءة للعمود هي 58% وهي نسبة مقبولة جدا ومرضية

الشكل يظهر بشكل واضح ان قيمة النحافة للعمود هي 145.7 وهي نسبة اقل من 200 وهي مقبولة جدا ومرضية

بعد ان تم تدقيق المقاطع الرئيسية والاطمننان لسلامتها يكون الشكل الاول هو كالاتي:

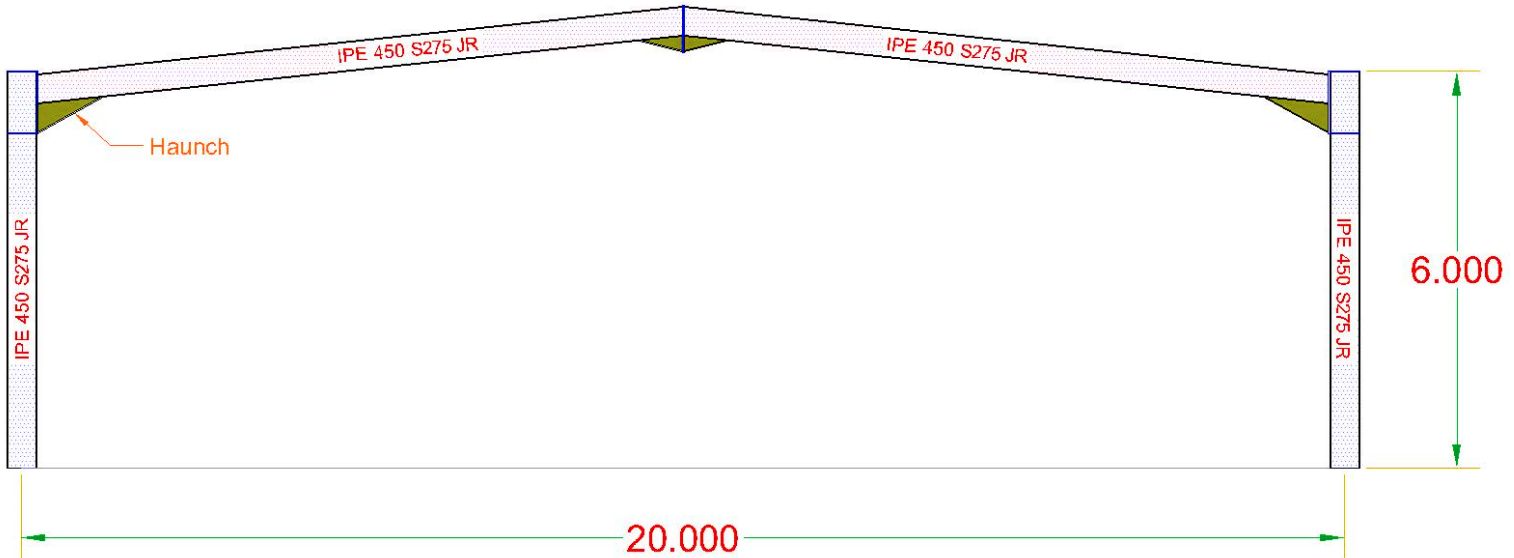


Figure (3-8): Autodesk Robot – Column and Rafter IPE450 Section

Frame - Rafter Design

1-2-3 وصلات الإطار - تصميم الجسر الشعاعي
Connections

Haunch of Knee Connection

1- وصلة التقاء الجسر الشعاعي مع العمود

عادةً ما يخضع تصميم إطار البوابة للتحقق من الأعضاء في ULS. على الرغم من أهمية فحوصات SLS ، إلا أن الإطارات التقليدية تكون بشكل عام صلبة بدرجة كافية لتلبية حدود انحراف SLS. يمكن تحقيق الاقتصاد في الإطار العام باستخدام تحليل البلاستيك ؛ يتطلب هذا أقسامًا من الفئة 1 أو 2 في جميع الأنحاء والفئة 1 (تعني المنطقة القريبة من الاتصال لمنطقة التقاء الجسر الشعاعي مع العمود Haunch) حيث يوجد مفصل يُتوقع تدويره.

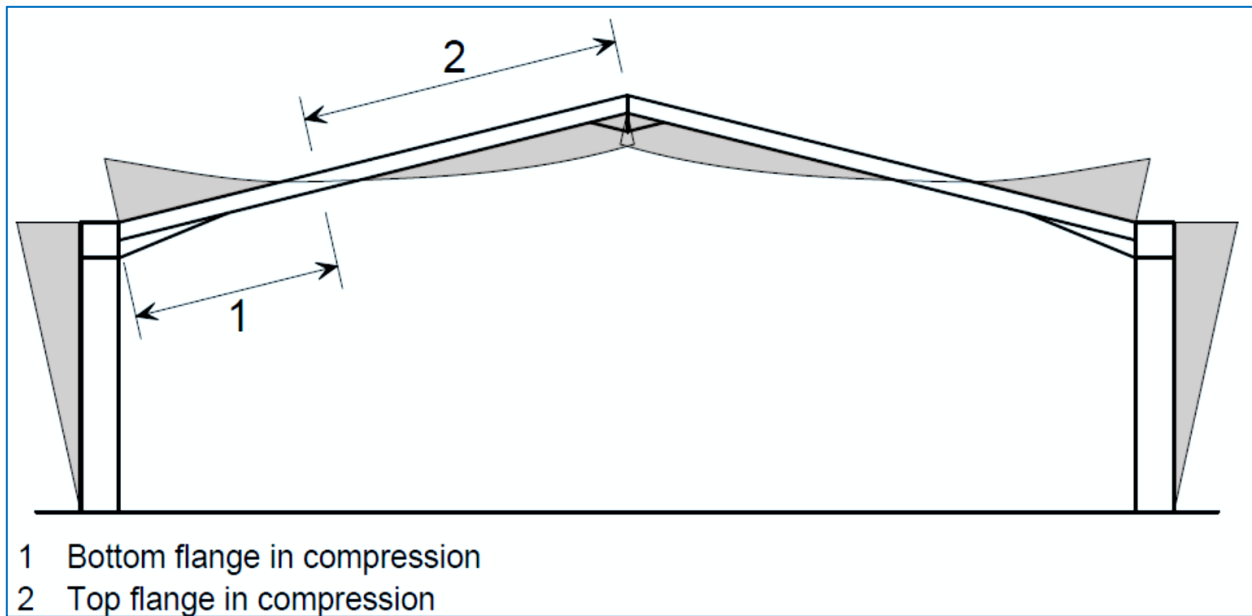


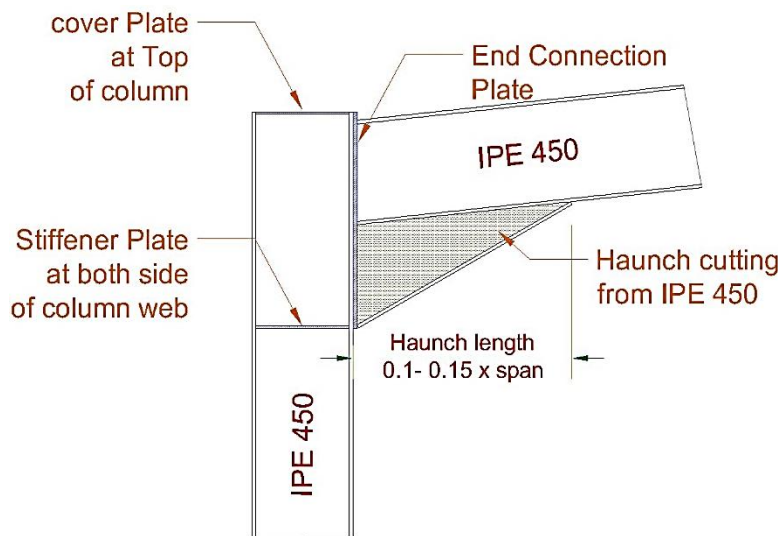
Figure (3-9): Section of Class 1 and Class 2 - Portal frame bending moments, gravity actions

كما هو مبين في الشكل (3-9) ، تخضع الجسور الشعاعية لعزوم انحناء عالية في مستوى الإطار ، والتي تختلف من عزم المسمى "هوجينج *hogging*" قصوى عند التقاطع مع العمود إلى أدنى لحظة ترهل بالقرب من القمة. كما أنها تخضع للضغط الكلي من حركة الإطار. لا تخضع لأي من عزم محور ثانوي. على الرغم من أهمية مقاومة العضو ، إلا أن صلابة الإطار ضرورية أيضًا للحد من تأثيرات الهندسة المشوهة والحد من انحرافات SLS. لهذه الأسباب ، لا يتم استخدام الأعضاء عالية القوة بشكل عام في إطارات البوابة ، ولكن يتم

استخدام درجات الفولاذ الأقل مع القصور الذاتي العالي. يتم تحقيق التصميم الأمثل لعوارض إطار البوابة بشكل عام باستخدام:

- مقطع عرضي بنسبة عالية من I_{yy} إلى I_{zz} يتوافق مع متطلبات الفئة 1 أو الفئة 2 تحت ضغط الانحناء والمحور الرئيسي المشترك.
- جزء يمتد من العمود لحوالي 10٪ من امتداد الإطار. هذا يعني عمومًا أن الحد الأقصى لعزم الركود والترهل في طول الجسور الشعاعية.

لذلك ستكون منطقة الترخيم لمقاومة العزوم القصوى باستخدام مقاطع اضافية تزيد من عمق الجسر الشعاعي بامتداد من منطقة اتصال الجسر الشعاعي وتقل بالعمق الى درجة العودة الى العمق الاساسي للجسر الشعاعي باستخدام الترتيب الانشائي التالي:



طول التركيب الإضافي هو 1 متر ويفضل ان يقطع من نفس مقطع الجسر الشعاعي .

Haunch cutting from IPE450

غالبًا ما تكون ألواح التقوية (Stiffener Plate) للعمود مطلوبة لتقوية الويب و / أو الفلنجات ضد قوة الشد أو الضغط في حواف الورك ، ولكن يمكن الاستغناء عنها في الجملونات ذات الفضاء الاصغر أو عندما يكون قسم العمود في منطقة الارتباط ممثلًا بدرجة كافية.

يجب أن تكون البراغي المستخدمة في الوصلات من الدرجة S 8.8 (نوع قبضة الاحتكاك friction-grip type) بسبب قوى التوتر العالي التي يسببها ، ولكن لا تحتاج إلى عزم كامل لنقل قوى القص في قبضة الاحتكاك. ومع ذلك ، يجب إحكام ربطها جيدًا لضمان الحمل المناسب بين أسطح التلامس.

الجدول 3.5 : الخواص الميكانيكية للبراغي المستخدم في وصلات الجملونات

High Tensile Grade 8.8 Bolts Mechanical Properties				
Grade	Size Range	Yield Strength (min) [MPa]	Tensile Strength (min) [MPa]	Hardness [Rockwell]

Class 8.8	Under M16	640	800	
	17-72	660	830	C23-34

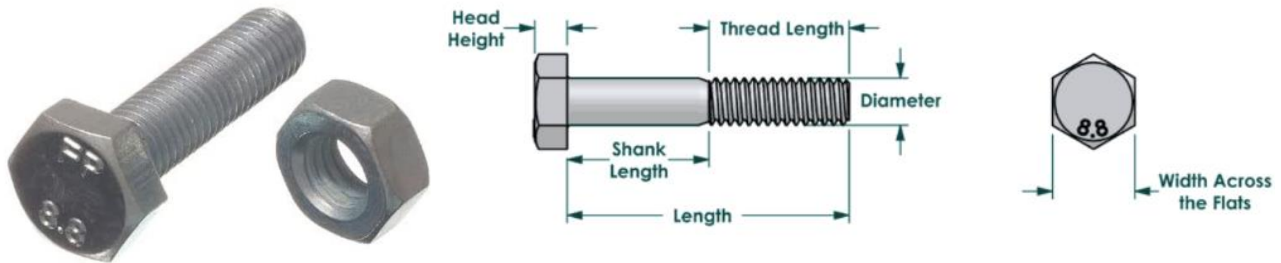


Figure (3-10): High Tensile Grade 8.8 Bolts

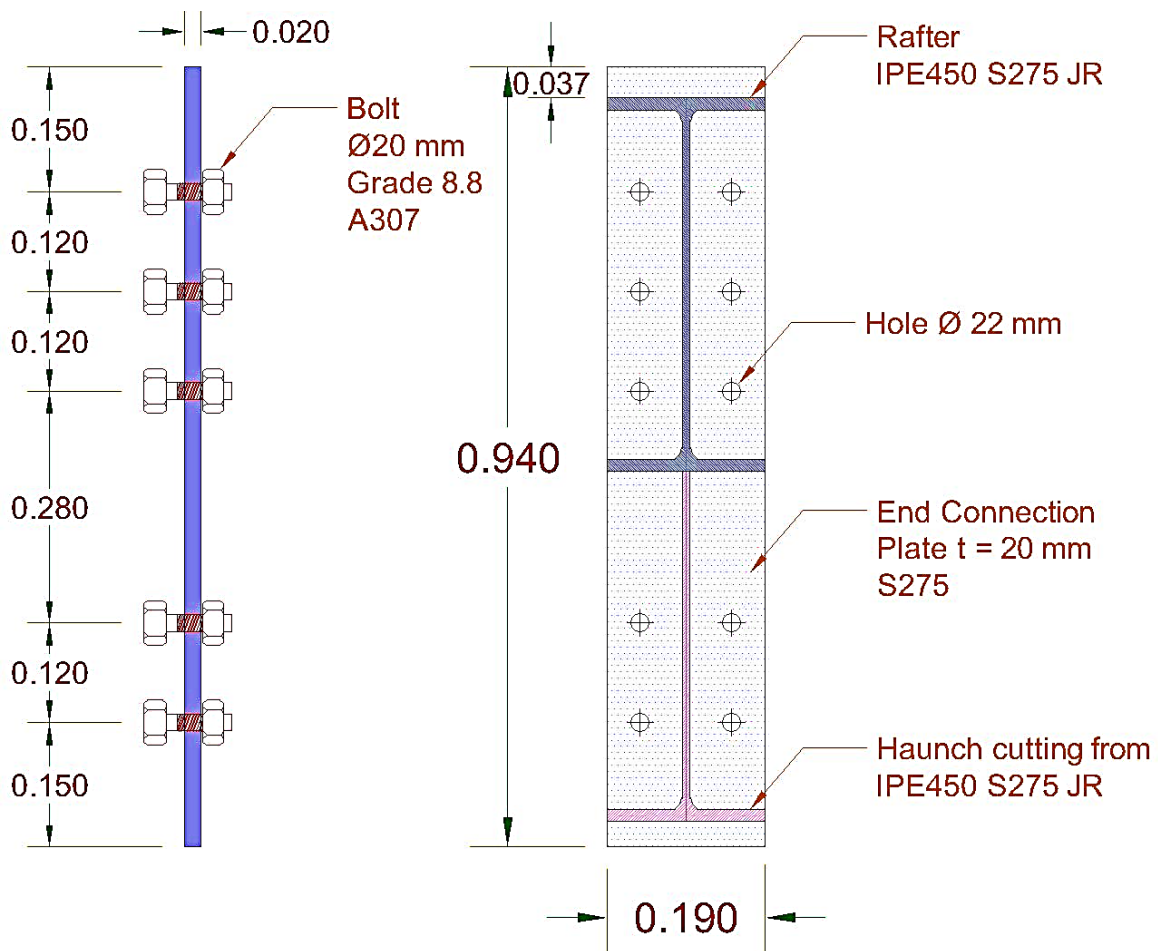


Figure (3-11): End Plate Connection Details

يجب ترك سماحية مقدارها 2 ملم لقطر للفتحة المخصصة لكل برغي خاص بالثبيت للوصلات. لا تؤخذ قوى السحب (Prying Force) في الاعتبار لأنه تم اعتماد نموذج الصفيحة "السميكة". في حالة استخدام صفيحة (end connection plate) أقل من 12 ملم في السمك فيكون من المطلوب حتما اضافة صفائح تقوية (stiffener plate) لتدعيم اتصال الصفيحة مع المقاطع من جهتي الجسر الشعاعي وكذلك العمود تمتد افقيا بين فتحات البراغي, لاحظ الشكل ادناه .

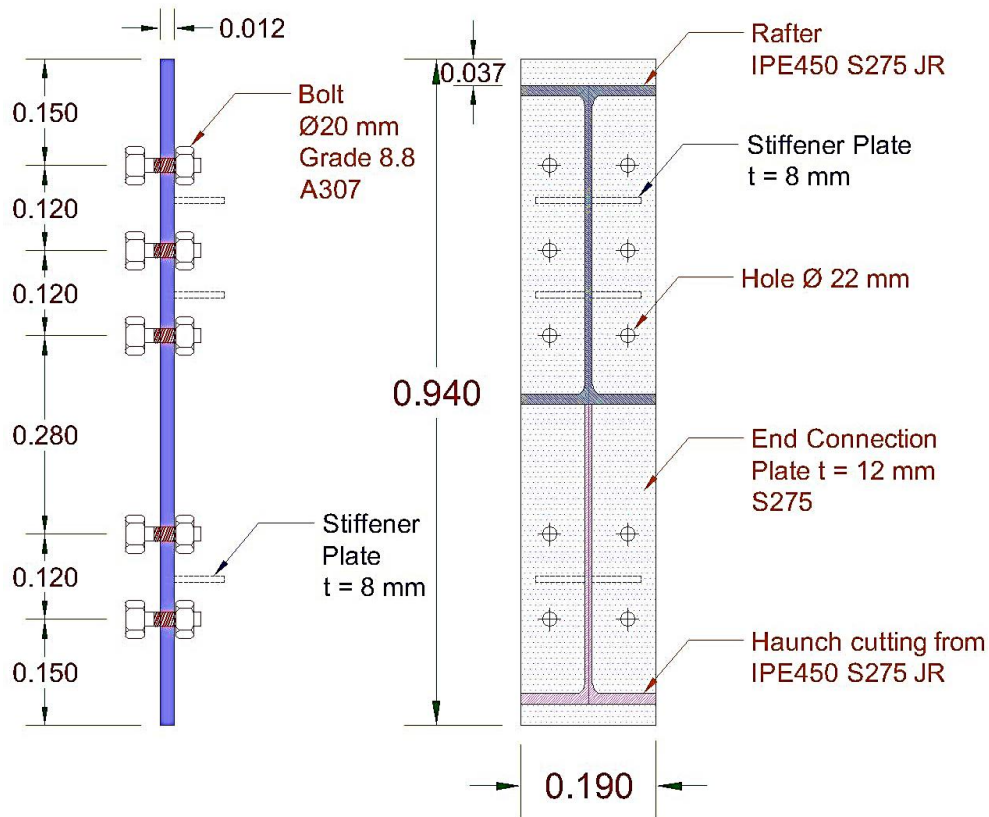


Figure (3-11): End Plate Connection Details with Stiffener Plates

لنتحقق من الاتصال بين العمود والجسر الشعاعي باستخدام برنامج الروبوت الاحترافي.



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: $h_p = 967.000$ mm
Width: $b_p = 190.000$ mm
Thickness: $t_p = 20.000$ mm
Material: S275
 $e_{pu} = 37.000$ mm
 $e_{pd} = 28.695$ mm

☐ Upper bracket of column flange
Height: $h_{bu} =$
Width: $b_{bu} =$
Thickness: $t_{bu} =$
Position: $e_{bu} =$
Material:
☐ Lower bracket of column flange
Height: $h_{bd} =$
Width: $b_{bd} =$
Thickness: $t_{bd} =$
Position: $e_{bd} =$
Material:

Apply OK Cancel

Figure (3-12): End Plate Connection Setup

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: $h_d = 450.000$ mm
Length: $l_d = 1000.000$ mm
Width: $w_d = 190.000$ mm
Web: $t_{wd} = 9.400$ mm
Flange: $t_{fd} = 14.600$ mm
Angle: $\alpha_d = 27.8^\circ$
Material: S275

☐ Upper stiffening plate
Length: $l_{pu} =$
Width: $w_{pu} =$
Thickness: $t_{pu} =$
Material:
☐ Lower stiffening plate
Length: $l_{pd} =$
Width: $w_{pd} =$
Thickness: $t_{pd} =$
Material:

Apply OK Cancel

Figure (3-13): Haunch or Bracket Setup



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

File Help

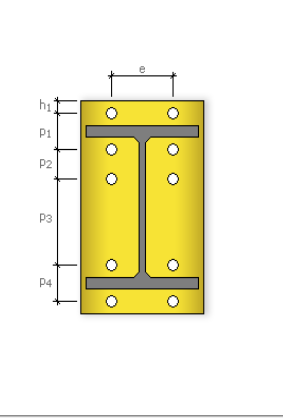
Geometry
Plate
Brackets
Bolts
Stiffeners
Welds
Code parameters

Bolts
Diameter: 3/4" A307
Class: A307

Shear plane
☒ Unthreaded portion ☐ Threaded portion

Arrangement
Number of columns: $n_h = 2$
Number of rows: $n_v = 5$

Horizontal spacing: $e = 110.000 \text{ mm}$
Vertical spacing: ($p_1; p_2 \dots$) = 120.000, 120.000, 280.000, 120.000 mm
☐ Equal spacing
Distance from edge: $h_1 = 150.000 \text{ mm}$ ☐ Symmetry



Apply OK Cancel

Figure (3-14): Bolts Setup – Type Class 8.8 A307

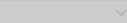
Define a Beam-to-Column (Frame Knee) connection - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

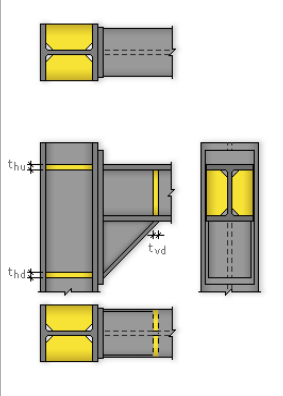
File Help

Geometry
Plate
Brackets
Bolts
Stiffeners
Welds
Code parameters

☒ Horizontal stiffeners of a column
Thickness: $t_{hu} = 8.000 \text{ mm}$
Thickness: $t_{hd} = 8.000 \text{ mm}$
Material: S275

☒ Vertical stiffeners of a beam
Thickness: $t_{vu} =$
Thickness: $t_{vd} = 8.000 \text{ mm}$
Material: S275

Additional stiffeners of the column web
Bracket type:  ☐ Two-side flange plate
Height: $h_a =$
Width: $w_a =$
Thickness: $t_a =$
Material: 



Apply OK Cancel

Figure (3-15): Stiffener Plates Setup



A 3D perspective view of a welded moment-resisting joint. A vertical column and a horizontal beam are shown. The column has a green web and blue flanges. The beam has a blue web and green flanges. The joint is a full-penetration butt weld, with a yellow triangular area representing the weld metal at the end of the column flange. The beam is connected to the column via a top flange plate and a bottom flange plate, both secured with bolts. The bottom flange plate is highlighted in yellow.



2- ألتصال العمود مع القواعد الخرسانية Column to Reinforced Concrete Footing

يتم استخدام المصطلحات التالية للمكونات الموجودة في الأساس في هذا الجزء من الوصلات:

- القاعدة (Base) - الترتيب المشترك للوحة القاعدة ، ومسامير التثبيت ، والأساس الخرساني. عادةً ما يتم تطبيق المصطلحات المثبتة اسمياً والصلب اسمياً على أداء القاعدة ، فيما يتعلق بصلابتها.
- الصفيحة القاعدية (Base Plate) - الصفيحة الفولاذية الموجودة في قاعدة العمود ، المتصلة بالعمود بواسطة اللحام.
- تثبيت المسامير (Holding down bolts or Anchorage Bolts) - البراغي من خلال لوحة القاعدة التي يتم تثبيتها في الأساس الخرساني.
- الأساس (Foundation) - الأساس الخرساني المطلوب لمقاومة الضغط والرفع ، وعند الضرورة ، عزوم الانقلاب.
- لوحات التثبيت (Anchor Plate) - لوحات أو زوايا تستخدم لتثبيت مسامير التثبيت في الأساس. يجب أن تكون بالحجم الذي يوفر عامل أمان مناسب ضد فشل تحمل الخرسانة.

في معظم الحالات ، يتم توفير قاعدة مثبتة اسمياً ، بسبب صعوبة وتكلفة توفير قاعدة صلبة اسمياً مقاومة للعزوم. لا يقتصر الأمر على كون اتصال القاعدة الفولاذية أكثر تكلفة بشكل ملحوظ ، بل يجب على الأساس أيضاً مقاومة للعزوم والاحمال المحورية ، مما يزيد التكاليف بشكل كبير.

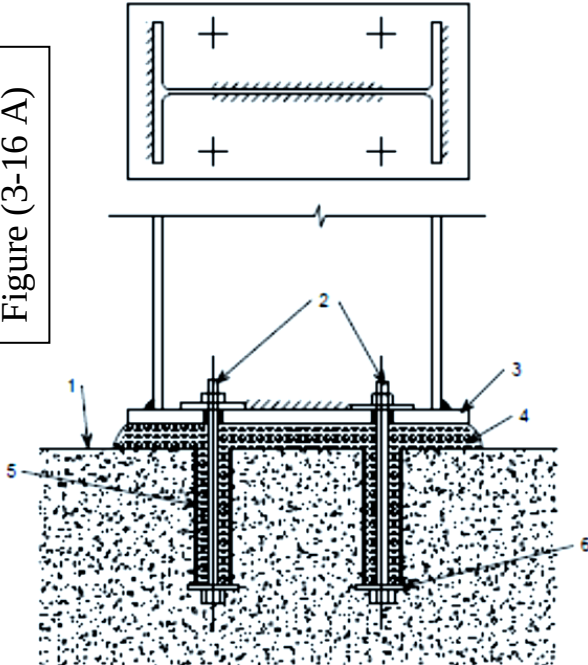
عندما يتم دعم عوارض الرافعة (Crane Girders) بواسطة العمود ، قد تكون هناك حاجة إلى قواعد مقاومة العزم لتقليل الانحرافات إلى حدود مقبولة. يتم عرض تفاصيل لوحة القاعدة / الأساس النموذجية في الشكل 16.3 إلى الشكل 17.3.

في قاعدة مثبتة اسمياً للأعمدة الأكبر ، يمكن وضع البراغي بالكامل داخل ملف تعريف العمود (الشكل 16.3 (أ)). بالنسبة للأعمدة الأصغر (أقل من 400 مم تقريباً) ، تكون اللوحة الأساسية أكبر بحيث يمكن تحريك البراغي خارج الحواف (الشكل 16.3 (ب)).

يتم تحقيق قاعدة مقاومة عزوم صلبة اسمياً من خلال توفير ذراع أكبر للمسامير ولوحة قاعدة أكثر صلابة عن طريق زيادة سماكة اللوحة كما هو موضح في الشكل 17.3. قد تكون هناك حاجة لألواح مجمعة إضافية للوصلات الثقيلة ، كما هو موضح في الشكل 18.3.

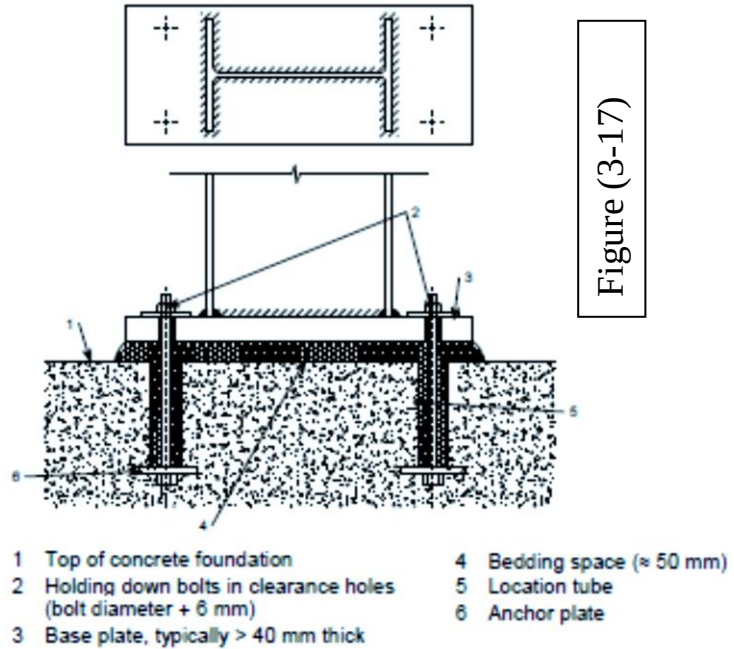


Figure (3-16 A)



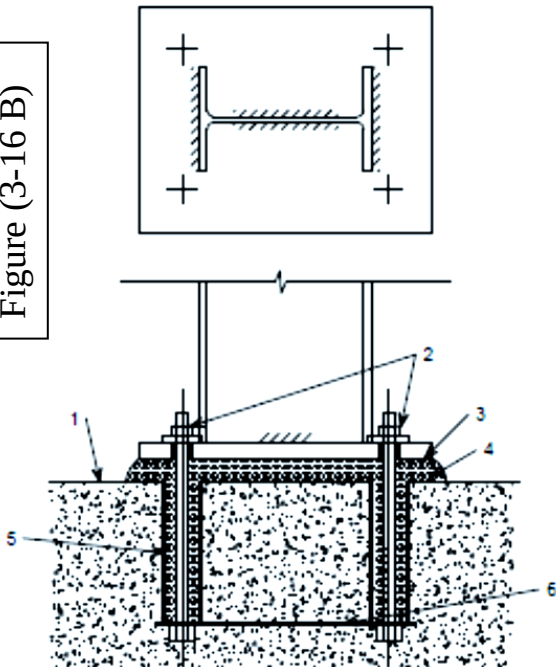
(a) For columns greater than or equal to 400 mm deep the holding down bolts may be located entirely within the section profile

Figure (3-17)



- | | |
|--|------------------------------------|
| 1 Top of concrete foundation | 4 Bedding space (≈ 50 mm) |
| 2 Holding down bolts in clearance holes (bolt diameter + 6 mm) | 5 Location tube |
| 3 Base plate, typically > 40 mm thick | 6 Anchor plate |

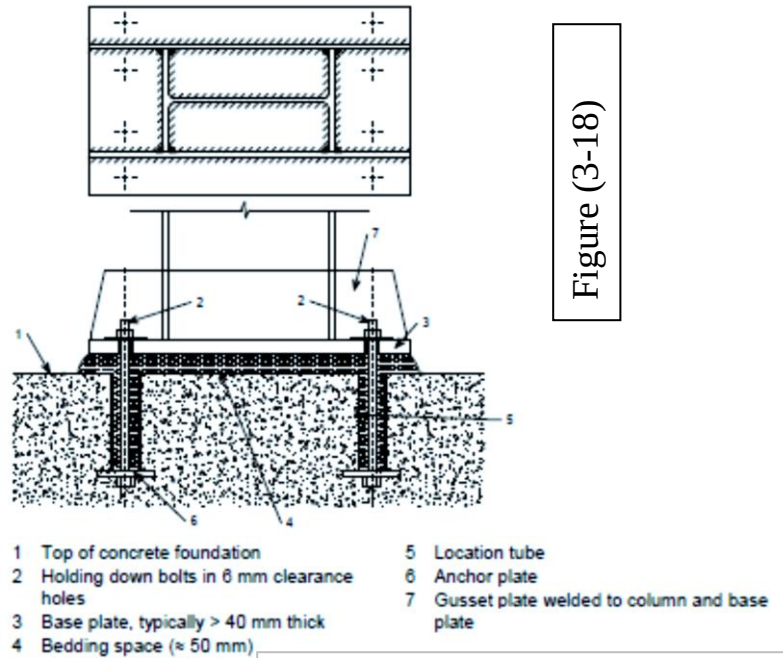
Figure (3-16 B)



(b) For columns less than 400 mm deep the bolts may be located outside the section profile

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1 Top of concrete foundation | 4 Bedding space (≈ 50 mm) |
| 2 Holding down bolts in clearance holes (bolt diameter + 6 mm) | 5 Location tube |
| 3 Base plate, usually 15 mm thick | 6 Anchor plate |

Figure (3-18)



- | | |
|--|--|
| 1 Top of concrete foundation | 5 Location tube |
| 2 Holding down bolts in 6 mm clearance holes | 6 Anchor plate |
| 3 Base plate, typically > 40 mm thick | 7 Gusset plate welded to column and base plate |
| 4 Bedding space (≈ 50 mm) | |

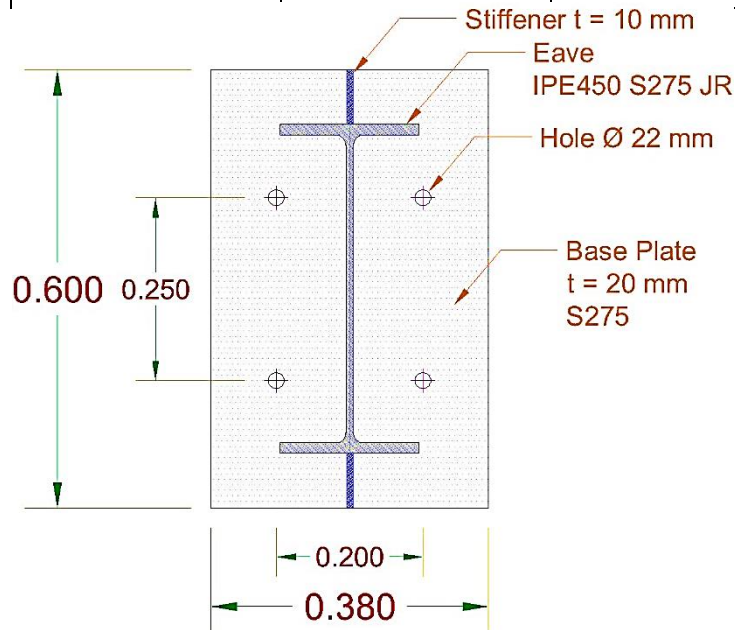
السلامة أثناء التنصيب : من المعتاد توفير أربعة مسامير على الأقل في لوحة القاعدة لتحقيق الاستقرار أثناء التنصيب. البديل هو توفير دعم مؤقت فور إنشاء العمود ، والذي سيكون غير عملي في معظم المواقع ومن المرجح أن يخلق مخاطر.



لنستخدم برنامج الروبوت لتصميم وصلة العمود مع الاساس الخرساني وكما يلي:

تحديد ابعاد الصفيحة الرئيسية (Base Plate), لنجرب الابعاد التالية للصفيحة ونقوم بتدقيقها.

Length of plate	Width of plate	Thickness of plate	Steel grade
600 mm	380 mm	20 mm	275 JR



التدقيق بالخطوات التالية:

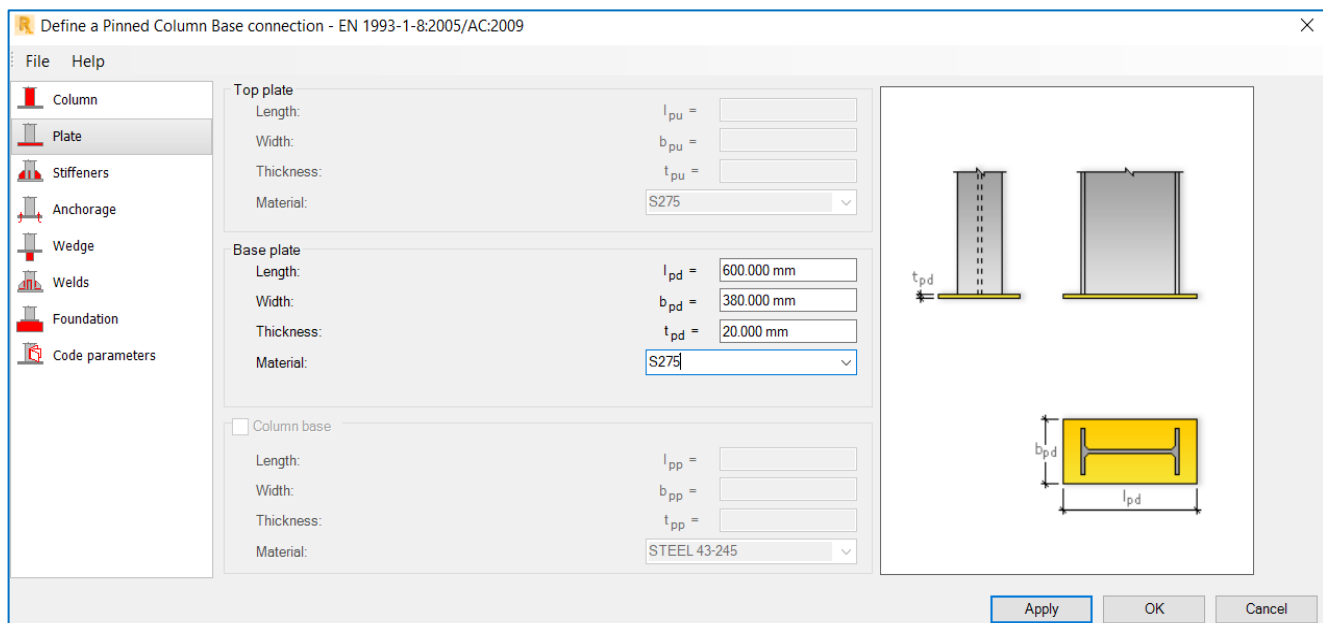


Figure (3-19): Base Plate Dimensions

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

File Help

Column
Plate
Stiffeners
Anchorage
Wedge
Welds
Foundation
Code parameters

Arrangement

Type:

Number of rows: $n_V = 2$

Number of columns: $n_H = 2$

Vertical spacing: $e_V = 200.000 \text{ mm}$

Horizontal spacing: $e_H = 250.000 \text{ mm}$

Offset: $m =$

Shear plane
☒ Unthreaded portion
☐ Threaded portion

Anchors

Type:

Durchmess: $3/4" \text{ A307}$ $d_0 =$

Class: A307

Dimension: $L_1 = 57.150 \text{ mm}$ $L_3 = 114.300 \text{ mm}$

Dimension: $L_2 = 640.000 \text{ mm}$ $L_4 =$

Anchor plate

Length: $l_{ap} = 100.000 \text{ mm}$

Width: $b_{ap} = 100.000 \text{ mm}$

Thickness: $t_{ap} = 10.000 \text{ mm}$

Material: S275

Washer:

$l_{wd} = 50.000 \text{ mm}$

$b_{wd} = 57.150 \text{ mm}$

$t_{wd} = 10.000 \text{ mm}$

Material: S275

Apply OK Cancel

Figure (3-20): Anchorage Bolt and Anchor Plate

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

File Help

Column
Plate
Stiffeners
Anchorage
Wedge
Welds
Foundation
Code parameters

Foundation

Length: $L = 1500.000 \text{ mm}$

Width: $B = 1000.000 \text{ mm}$

Height: $H = 700.000 \text{ mm}$

Concrete: C30

Grout layer

Thickness: $t_g = 50.000 \text{ mm}$

Apply OK Cancel

Figure (3-21): Foundation and grout layer

Connection conforms to the code ratio (%16)- [ok]

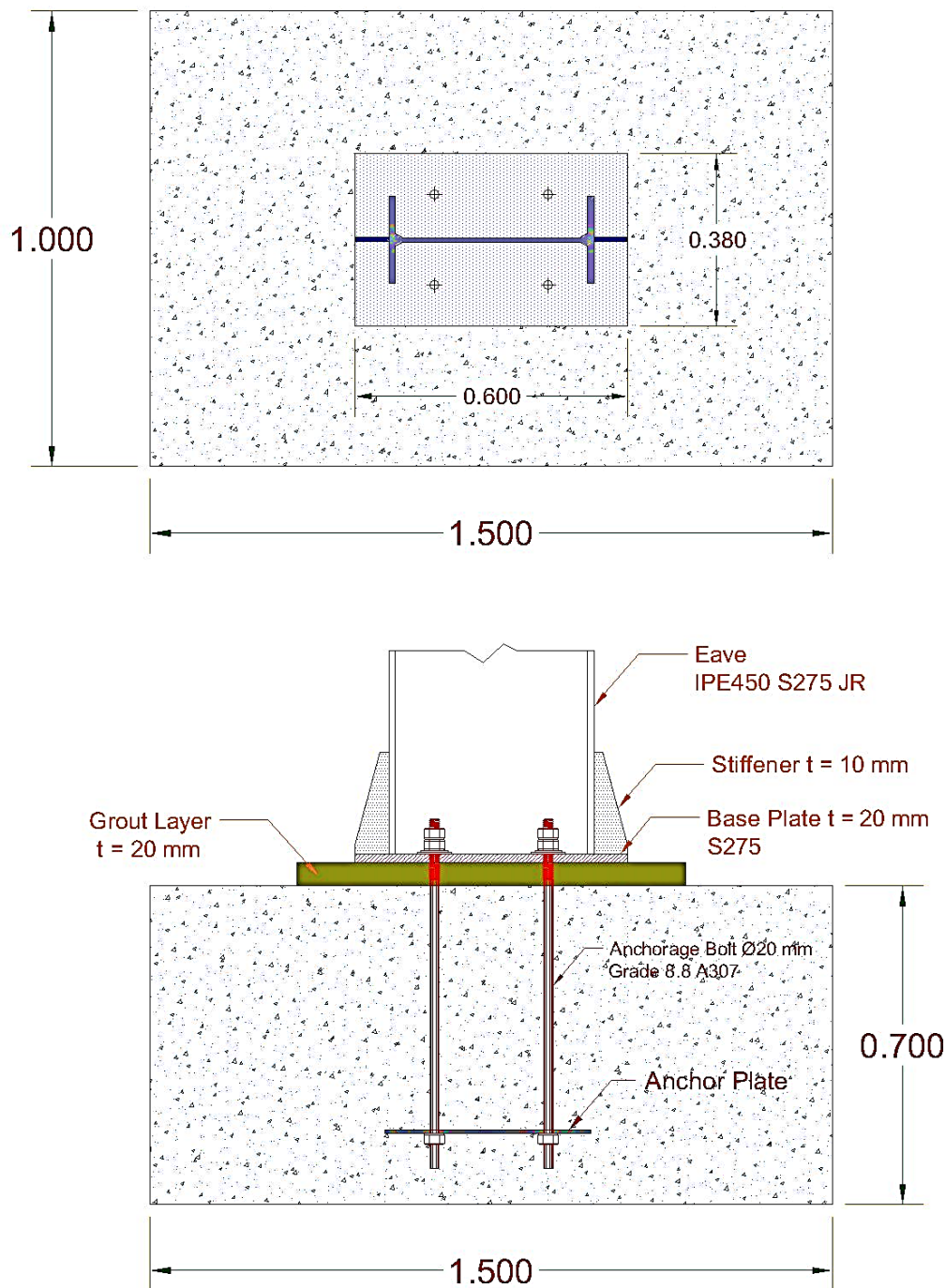


Figure (3-22): Pinned column base design - Design of fastenings in concrete

Resistance to horizontal forces

2-2-3 مقاومة القوى الأفقية

أعلى القوى الأفقية التي تعمل عند قاعدة العمود هي تلك التي تعمل للخارج نتيجة الانحناء في العمود الناتج عن التحميل الرأسي على السطح.

يمكن مقاومة ردود الفعل الأفقية تجاه الخارج بعدة طرق ، من خلال:

الضغط الأرضي السلبي على جانب الأساس ، كما هو موضح في الشكل 23.3 (أ)

ربطة عنق مصبوبة في بلاطة أرضية متصلة بقاعدة العمود ، كما هو موضح في الشكل 23.3 (ب)

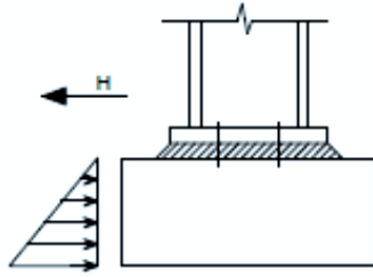
رابط عبر العرض الكامل للإطار يربط كلا العمودين أسفل أو داخل لوح الأرضية كما هو موضح في الشكل 23.3 (ج) و (د).

إلى حد بعيد الطريقة الأكثر شيوعًا لمقاومة القوى الأفقية هي استخدام الضغط الأرضي السلبي. هذا له مزايا اقتصادية من حيث أن حجم الأساس المطلوب لمقاومة الارتفاع عادة ما يكون كافيًا لتوفير تأثير سلبي مناسب ضد الأرض. ومع ذلك ، يمكن أن تكون المقاومة السلبية للأرض المحيطة أقل مما كان متوقعًا إذا لم يتم ضغط الأرض بشكل صحيح ، ويمكن أن تقلل خنادق الصرف والخدمة بجانب الإطار من المقاومة السلبية إلى حد كبير.

كبدل ، يمكن أن يكون الشريط المتصل بالعمود والمصب في بلاطة الأرضية ، والملفوف في النهاية للسماح بالحركة الرأسية ، رخيصًا نسبيًا. قد تؤدي هذه التفاصيل إلى بعض التشققات المحلية في بلاطة الأرضية ، وفي حالة استخدام بلاطة أرضية عالية المواصفات ، فقد يتم إبطال الضمان على اللوح.

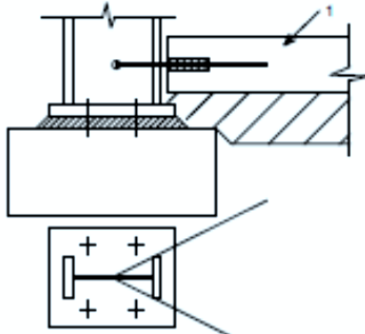
يجب تحديد طول الشريط بمقاومة السحب النهائية المطلوبة لمقاومة القوة الأفقية.

يعتبر الربط عبر العرض الكامل للإطار المتصل بالعمود في كل جانب هو الطريقة الأكثر تأكيدًا لمقاومة القوى الأفقية. إنه أكثر تكلفة من حيث المواد والعمالة ويمكن أن يتضرر من أنشطة الموقع. سيعوق الربط الكامل العرض بشكل عام إقامة الهيكل ، والذي سيتم تنفيذه من داخل مساحة المبنى.



(a) Passive earth pressure

يمكننا انزال الاساس الى مستوى تحت الارض الطبيعية
بعمق مناسب لتقوم التربة بحضن الاساس ومنعه من
الانزلاق افقيا تحت تأثير الاحمال الافقية

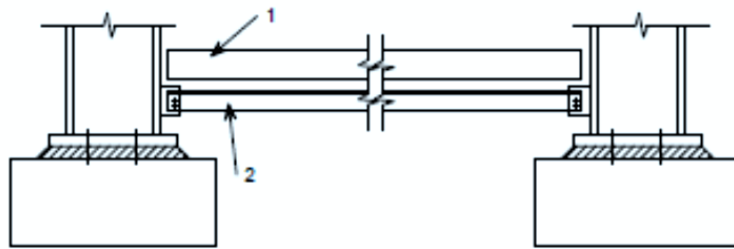


1 Wrapped bar

(b) Tie into floor slab, note wrapping to outer portion of bar to prevent damage to slab from differential settlement

Figure (3-23 A, B, C and D)

اربط في لوح الأرضية ، وقم باللف بالجزء الخارجي من
الشريط لمنع تلف البلاطة بسبب الهبوط التفاضلي بين
الاساس وصبة الارضية الخدمية

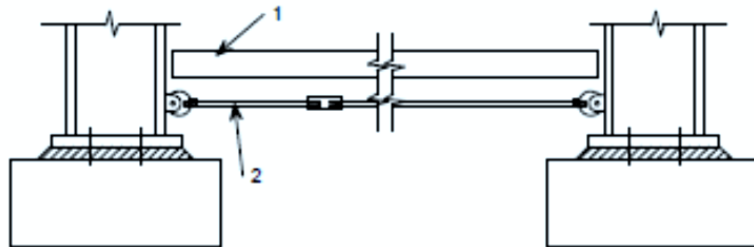


1 Floor slab

2 Angle wrapped in tape to prevent corrosion

(c) Angle tie between columns

اربط حديد الزاوية ، وقم باللف حديد
الزاوية بمادة مانعة للصدأ لاستمرار
خدمتها اطول مدة ممكنة



1 Floor slab

2 High tensile bar with threaded end and coupler, wrapped in tape to prevent corrosion

(d) Tie rod between columns

شريط ذو مقاومة شد عالية نهاية
ملولبة ومقرنة ، ملفوف بشريط لمنع
التآكل

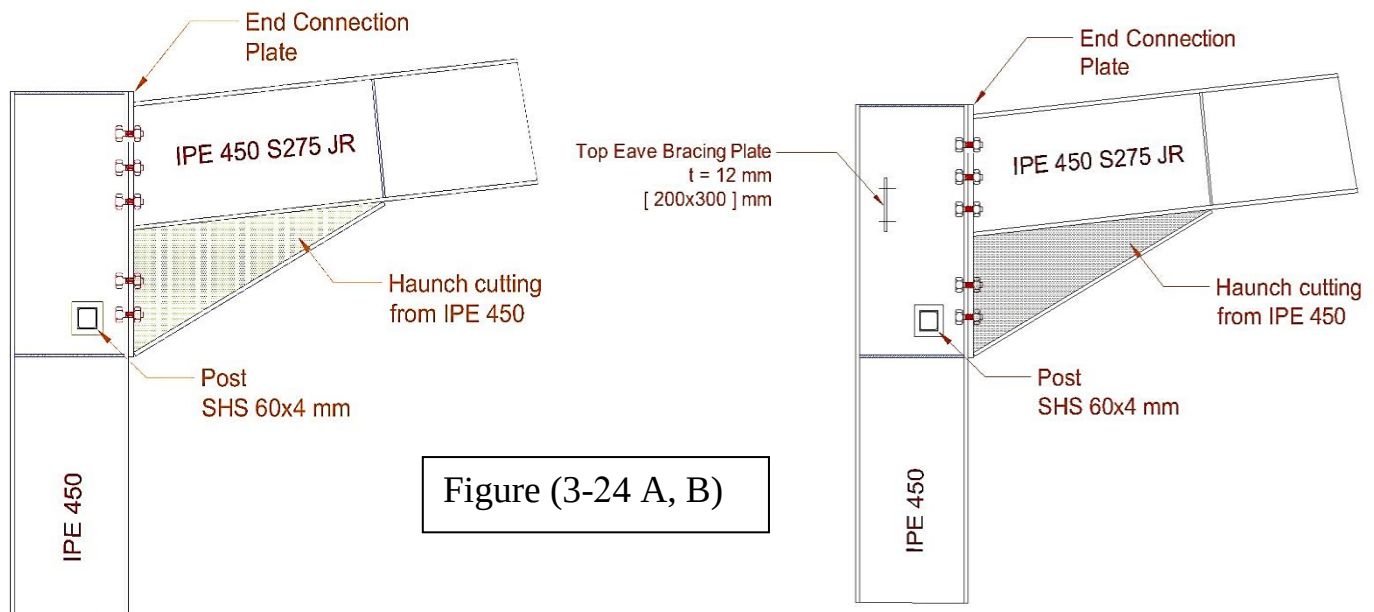
Lateral restraint to portal frames

3-3-3 ضبط الانحراف الجانبي لإطارات البوابة

نظرًا لوجود عزوم انحناء عالية عند تقاطع العمود إلى الجسر الشعاعي ، فمن الضروري توفير تقييد الالتواء الجانبي المناسب في هذه المنطقة. يمكن القيام بذلك عن طريق ربط دعامة عرضية تربط عمود باخر عادة ماتسمى (Post) . يتم عرض التفاصيل النموذجية في (أ) من الشكل 3.24، حيث يتم استخدام قسم مجوف مربع أو دائري مع لوحة نهاية.

هذا القسم خفيف ، وكذلك قوي في كل من التوتر والضغط ؛ نظرًا للوحة الطرفية الملحومة ، فإنها أيضًا قادرة على توفير ضبط الالتواء للعمود في هذه المنطقة شديدة الإجهاد. يتم ربط الدعامة بنظام (أنظمة) التقوية الرأسية في أحد طرفي المبنى أو كلاهما.

عندما يتطلب العمود تقييدًا جانبيًا إضافيًا في ارتفاعه ، يمكن استخدام دعامة مماثلة ، أو يمكن ربط الحافة الداخلية للعمود بحزام متصالب (Bracing) كما هو موضح بالتفصيل (ب) من الشكل 3.24.



مطلوب أيضًا التقييد الجانبي للعوارض الخشبية ويتم توفير ذلك عادةً عن طريق توصيل دعامة الجسور الشعاعية التقليدية بالحافة العلوية أو داخل عمق قسم العارضة، سنعرض هذا التقييد في مخطط الجسر الشعاعي في التفاصيل الانشائية النهائية.

Bracing of Structure

4-3-3 تمثين المنشأ باستخدام حزم متصالبة

الاستعداد مطلوب لمقاومة العزوم والانحرافات التي تحدث في الاعمدة والجسور الشعاعية الطولية ، وبشكل أساسي للاستعداد لتمثين المنشأ ضد ضغط الرياح وتوفير تقوية اضافية للأعضاء. يجب أن يتم وضع الدعامة بشكل صحيح وأن تتمتع بالقوة والصلابة الكافية لتبرير الافتراضات التي تم إجراؤها في التحليل وفحص الأعضاء.

Vertical Bracing

1- تمثين التصالب في الاعمدة

الوظائف الأساسية للدعامة الرأسية في الجدران الجانبية للإطار هي:

لنقل الأحمال الأفقية إلى الأرض. تشمل القوى الأفقية قوى الرياح والرافعات.

- لتوفير إطار صلب يمكن ربط القضبان الجانبية به حتى يتمكنوا بدورهم من توفير الاستقرار للأعمدة.
- لتوفير ثبات مؤقت أثناء تنصيب هيكل الحديدي للمنشأ.

وفقاً لـ EN 1993-1-1 ، يجب أن تفي الدعامة بمتطلبات الفقرات 5.3.1 و 5.3.2 و 5.3.3 للتحليل الشامل والعيوب داخل نظام التدعيم.

قد يكون موقع التمثين عند أحد طرفي المبنى أو كلاهما ، حسب طول الهيكل أو في وسط المبنى وكذلك في كل جزء بين فواصل التمدد (عند حدوث ذلك).

يمكن استخدام مقطع حديد الزواية (L-Section) المتقاطعة (داخل جدار تجويف البناء) كتدعيم (كما هو موضح في الشكل 25.3). في هذه الحالة ، يُفترض أن الأعضاء القطريين المتوترين فقط هم الأكثر فعالية.

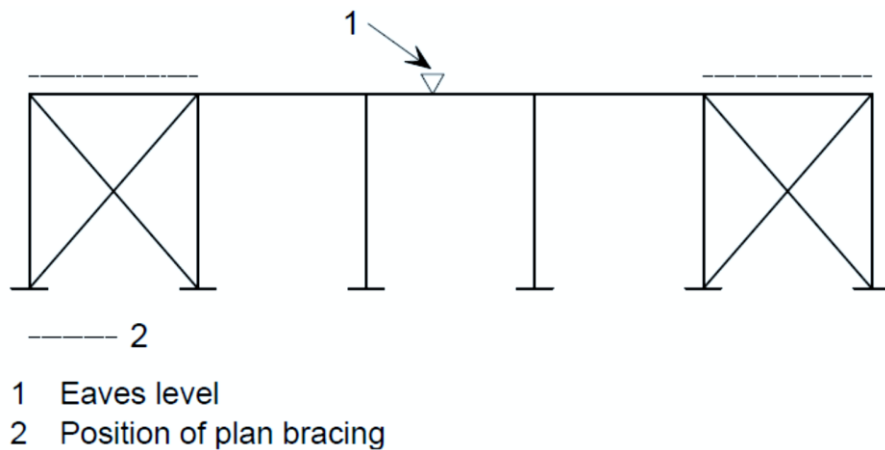


Figure (3-25): Typical cross bracing system using angles as tension members

Single central braced bay

التمتين لفضاء مركزي مركزي واحد

لا يحظى مفهوم توفير لتقييد فضاء واحد بالقرب من مركز الهيكل (الشكل 3.26) بشعبية بسبب الحاجة إلى بدء التنصيب للهيكل من منطقة الفضاء المقيد والعمل على طول المبنى بالكامل من تلك النقطة. ومع ذلك ، تتمتع الدعامة في منتصف المبنى بميزة أنها تسمح بالتمدد الحراري الحر للمبنى ، وهو أمر ذو قيمة خاصة في مواقع مثل الشرق الأوسط حيث يكون نطاق درجة الحرارة اليومية كبيراً جداً. ولا يعتبر التوسع الكلي مشكلة بشكل عام. إذا تم استخدام فتحة مركزية (استخدام مداخل من منتصف الجملون)، فقد يكون من الضروري توفير دعامة مؤقتة إضافية في الخلجان النهائية للمساعدة في التنصيب.

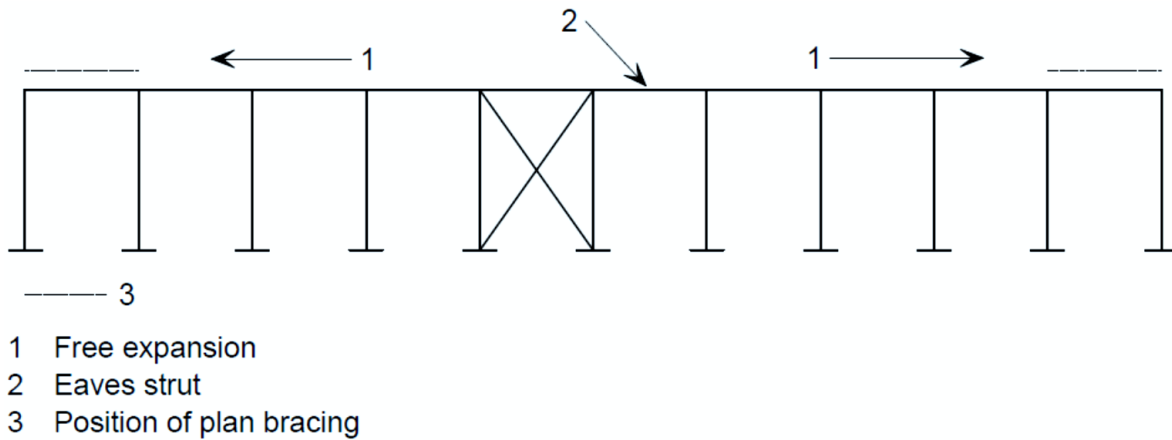


Figure (3.26): Typical cross bracing at center of the structure to allow free thermal expansion

التمتين باستخدام تقوية الاعمدة باعمدة اضافية.

عندما يكون من الصعب أو المستحيل تقوية الإطار رأسياً بواسطة دعامة تقليدية ، فمن الضروري إدخال اعمدة اضافية باتجاه متعامد مع الاعمدة الرئيسية لمقاومة العزوم في الارتفاعات.

هناك احتمالان أساسيان:

- إطار مقاوم للعزم في واحد أو أكثر من الفضاءات ، كما هو موضح في الشكل 3.27.
- استخدام الارتفاع الكامل لمقاومة القوى الطولية ، مع وجود اتصال مقاوم للعزم غالباً في الفضاءات النهائية ، حيث يتم تدوير عمود النهاية بمقدار 90 درجة لتوفير مزيد من الصلابة في الاتجاه الطولي ، كما هو موضح في الشكل 27.3. هذا الترتيب ممكن فقط إذا كان الإطار النهائي (الجملون) مبنياً من ترتيب شعاع وعمود ، بدلاً من إطار بوابة.

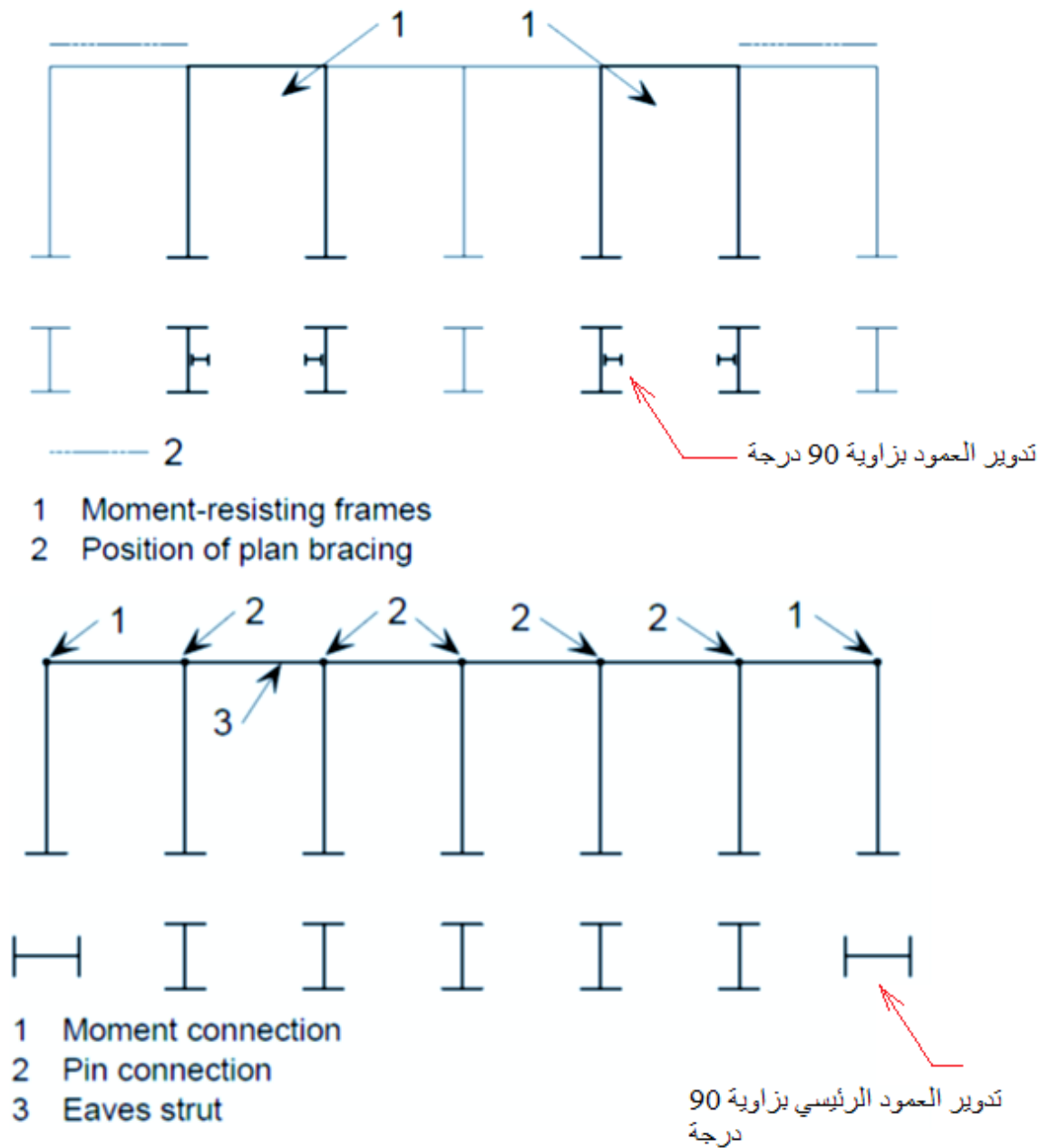


Figure (3.27): Individual, local sway frames and Hybrid frame along the full length of the building

Plan bracing

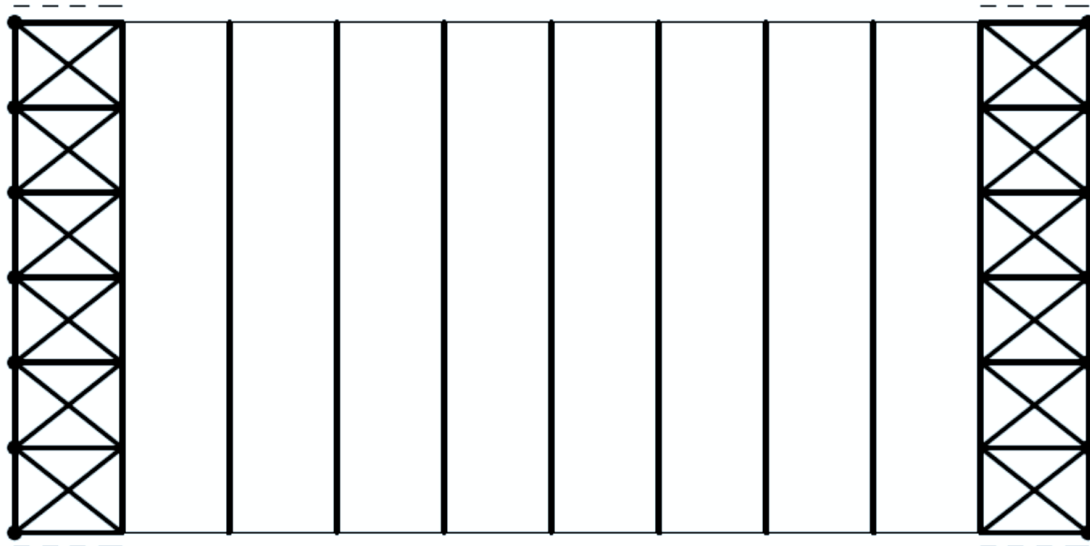
تمتين الجسور الشعاعية او السقف

يتم وضع التمتين للسقوف في المستوى الأفقي ، أو في مستوى السطح. الوظائف الأساسية هي:

- لنقل قوى الرياح الأفقية من أعمدة الجملونات إلى التمتين الراسي (Vertical Bracing) في الجدران
- لنقل أي قوى سحب تشكلها الرياح على السطح إلى التمتين الراسي.
- لتوفير الثبات أثناء التنصيب للمنشأ.

وفقاً لـ EN 1993-1-1 ، يجب أن تفي الدعامة بمتطلبات الفقرات 5.3.1 و 5.3.2 و 5.3.3 للتحليل الشامل والعيوب داخل نظام التدعيم.

استخدام مقاطع حديد الزاوية ليس شائعاً في الهياكل الحديثة ، ولكن الزوايا المتقاطعة لها ميزة في أن الأعضاء القطرية صغيرة نسبياً لأنها قد تكون مصممة لمقاومة التوتر (Simple Bars) فقط (الشكل 28.3).



- Position of gable posts
- Location of vertical bracing

Figure (3-28): Plan view showing both end bays braced using crossed angle sections

لذلك فإن المصممون في العراق يميلون الى استخدام مقاطع حديد الزاوية في التمتين والتصالب مع الربط مع العمود والجسور الشعاعية بواسطة لحام صفائح بارزة من جسم العمود والجسر وتمتلك ثقب للثبتي بواسطة البراغي مع حديد الزاوية. لاحظ استكمال المثال التصميمي , الشكل (3.29).

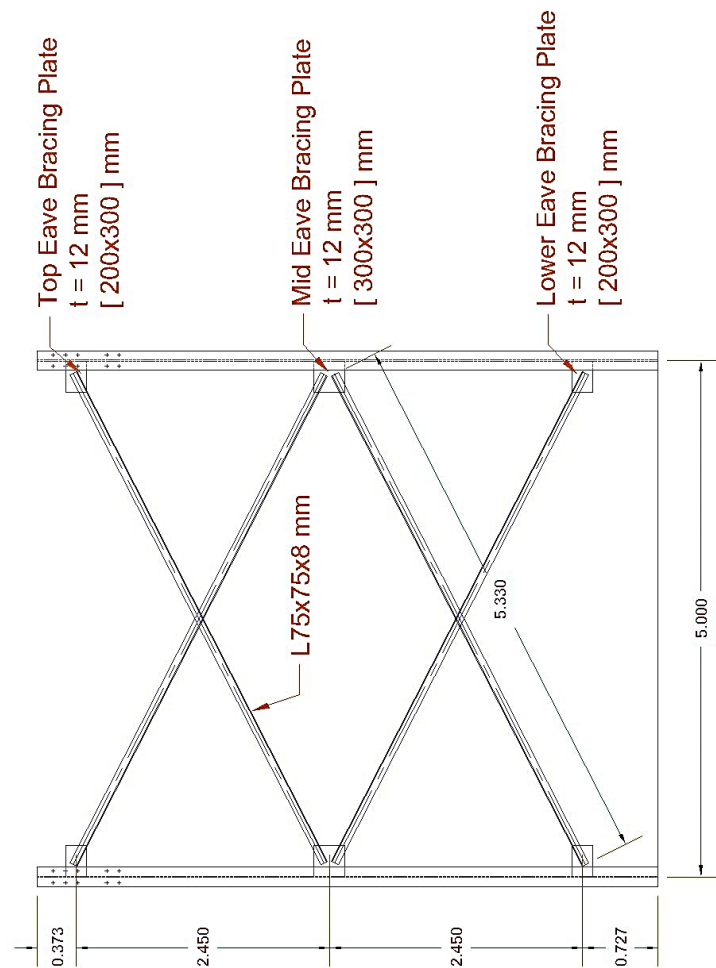


Figure (3-29): Vertical Bracing of Portal
Frame using L-section



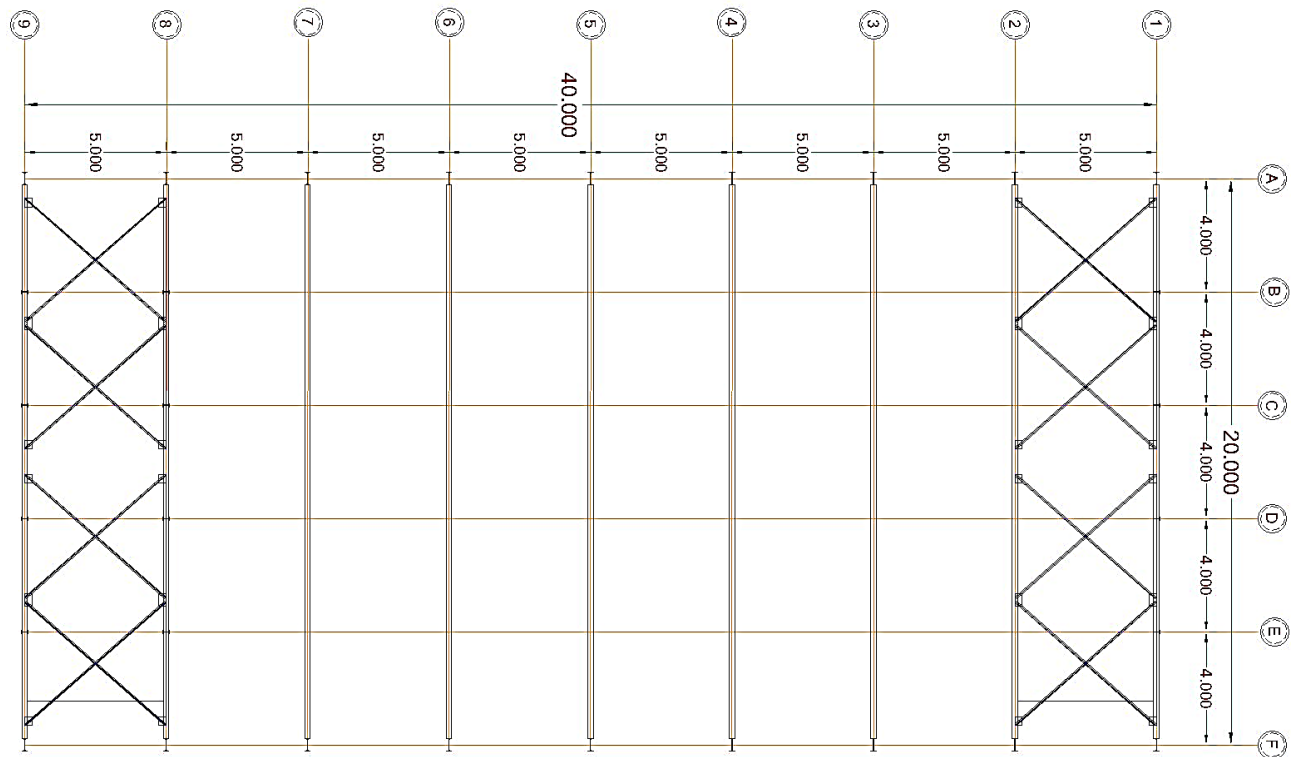


Figure (3-30): Plan Bracing of Portal Frame using L-section

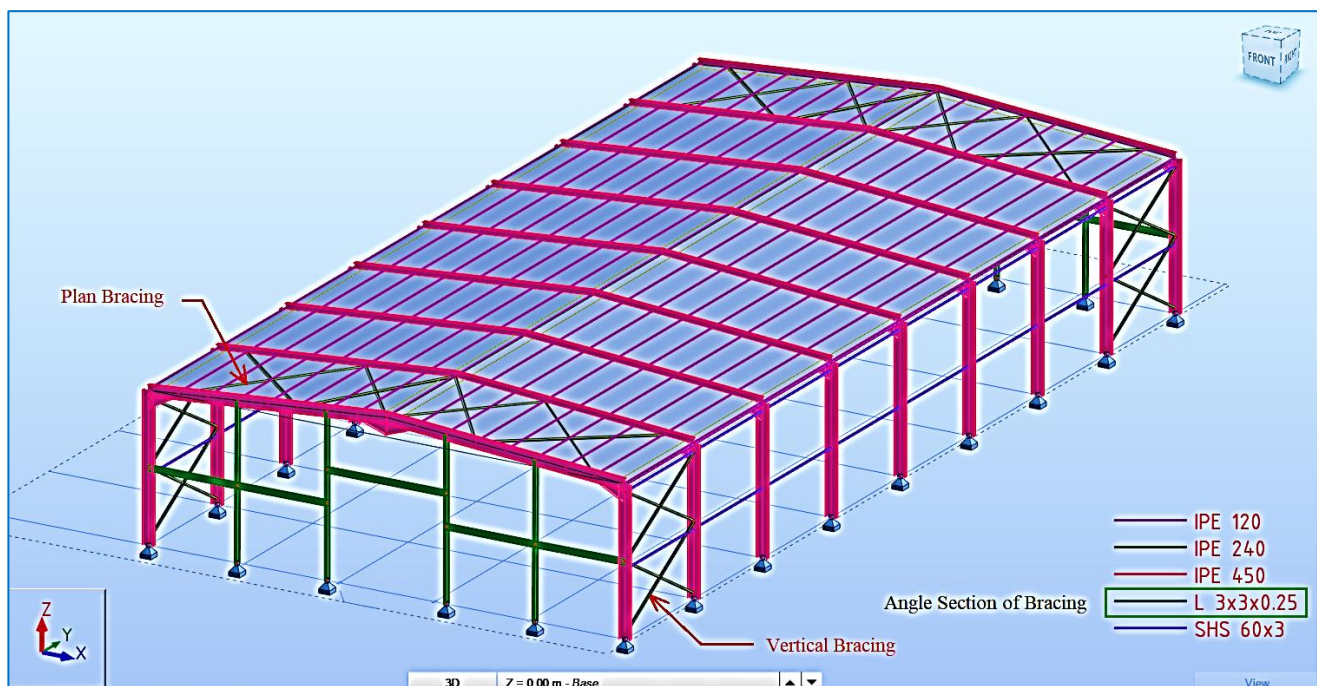
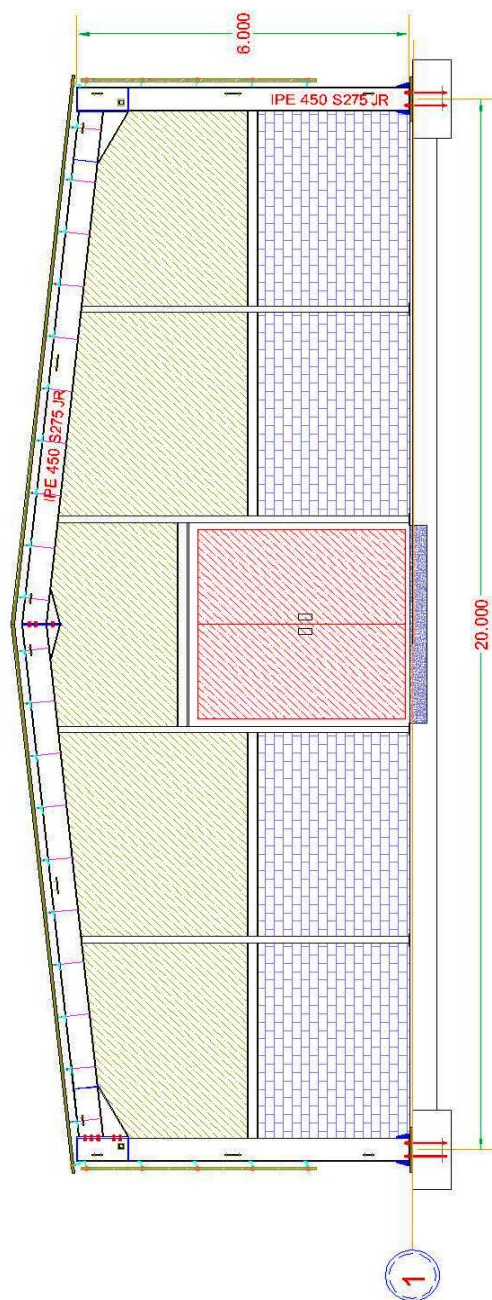
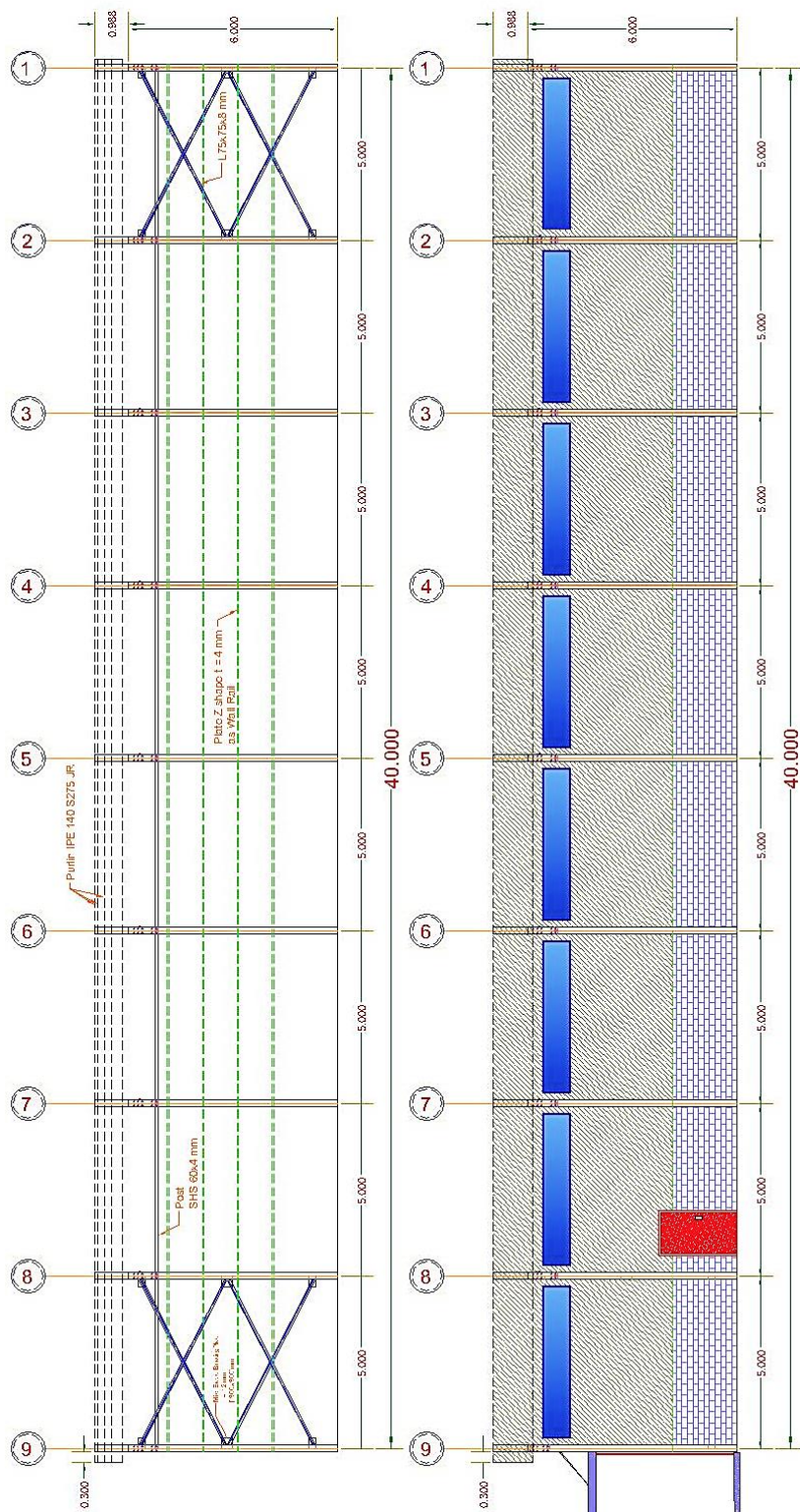


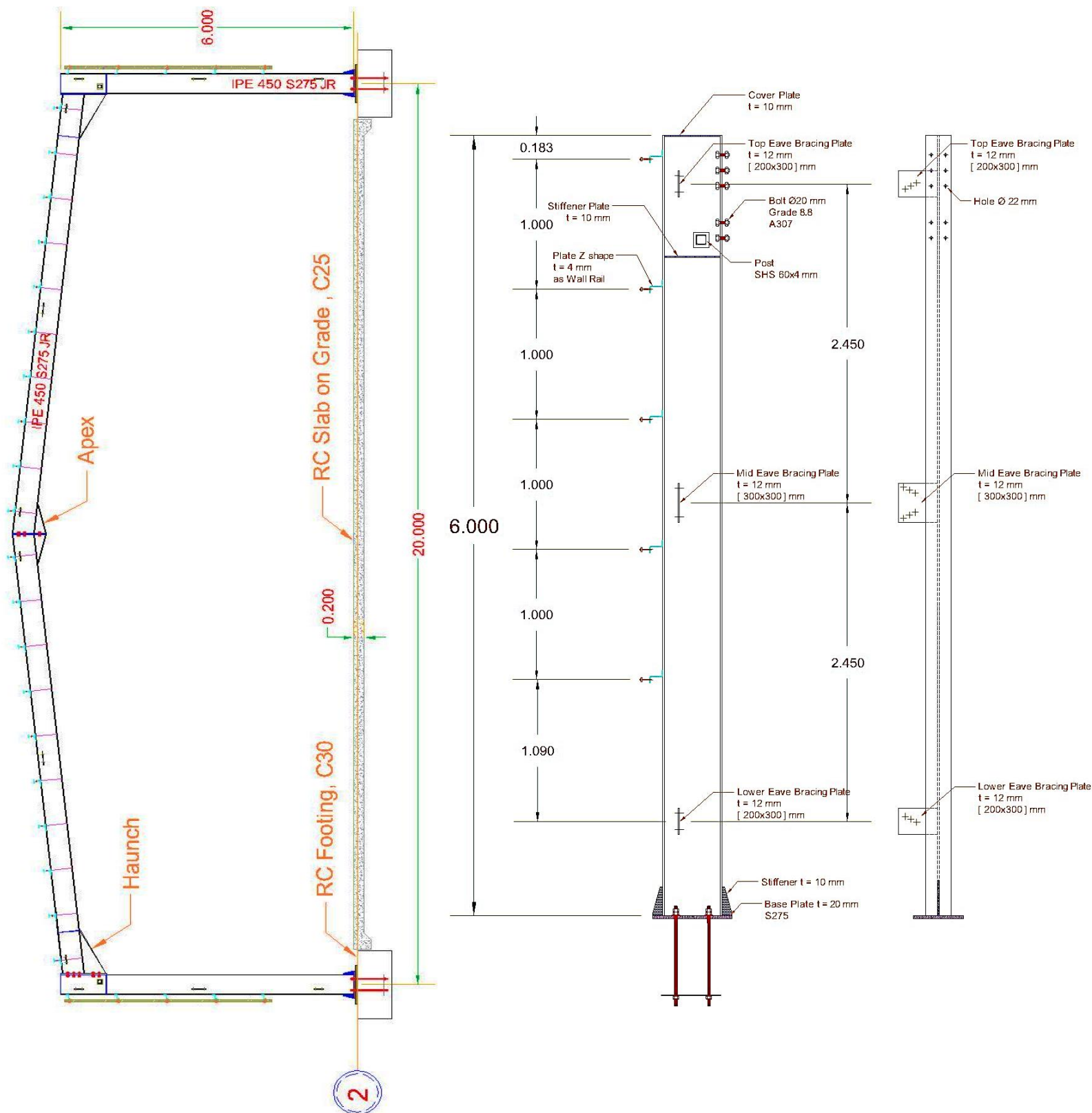
Figure (3-31): Plan and Vertical Bracing of Portal Frame using L-section

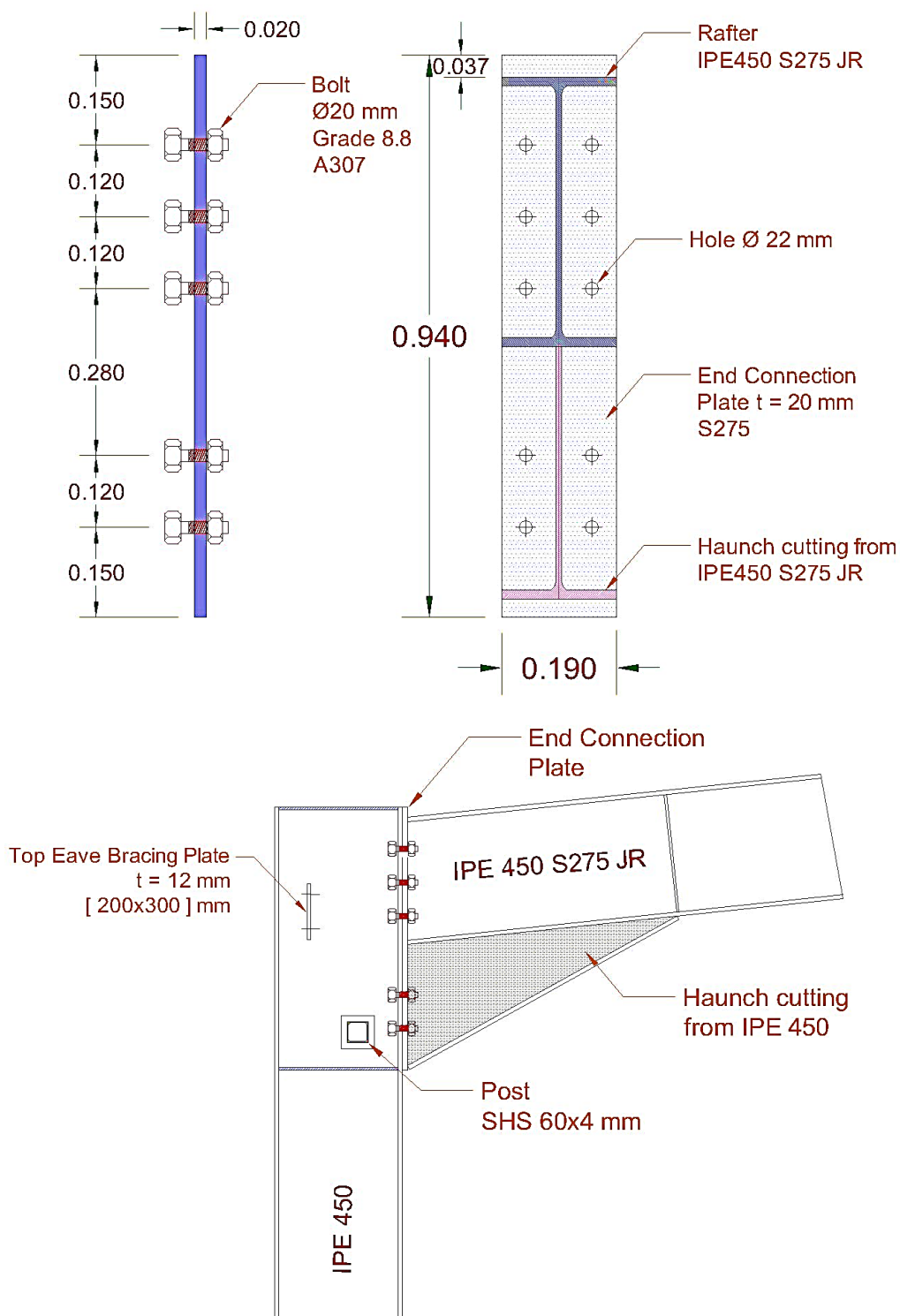


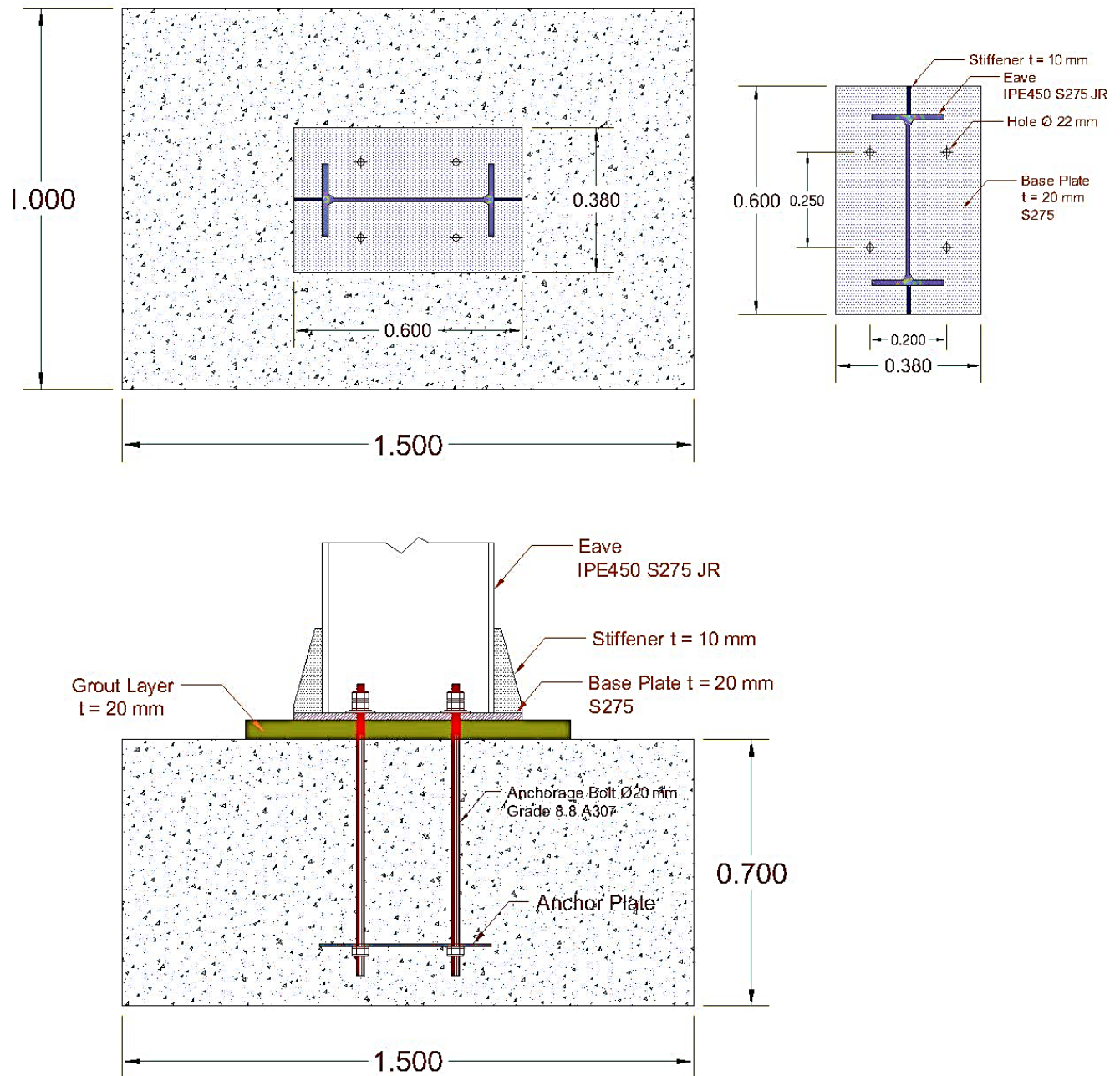
Structural Drawing of Pitch Portal Frame

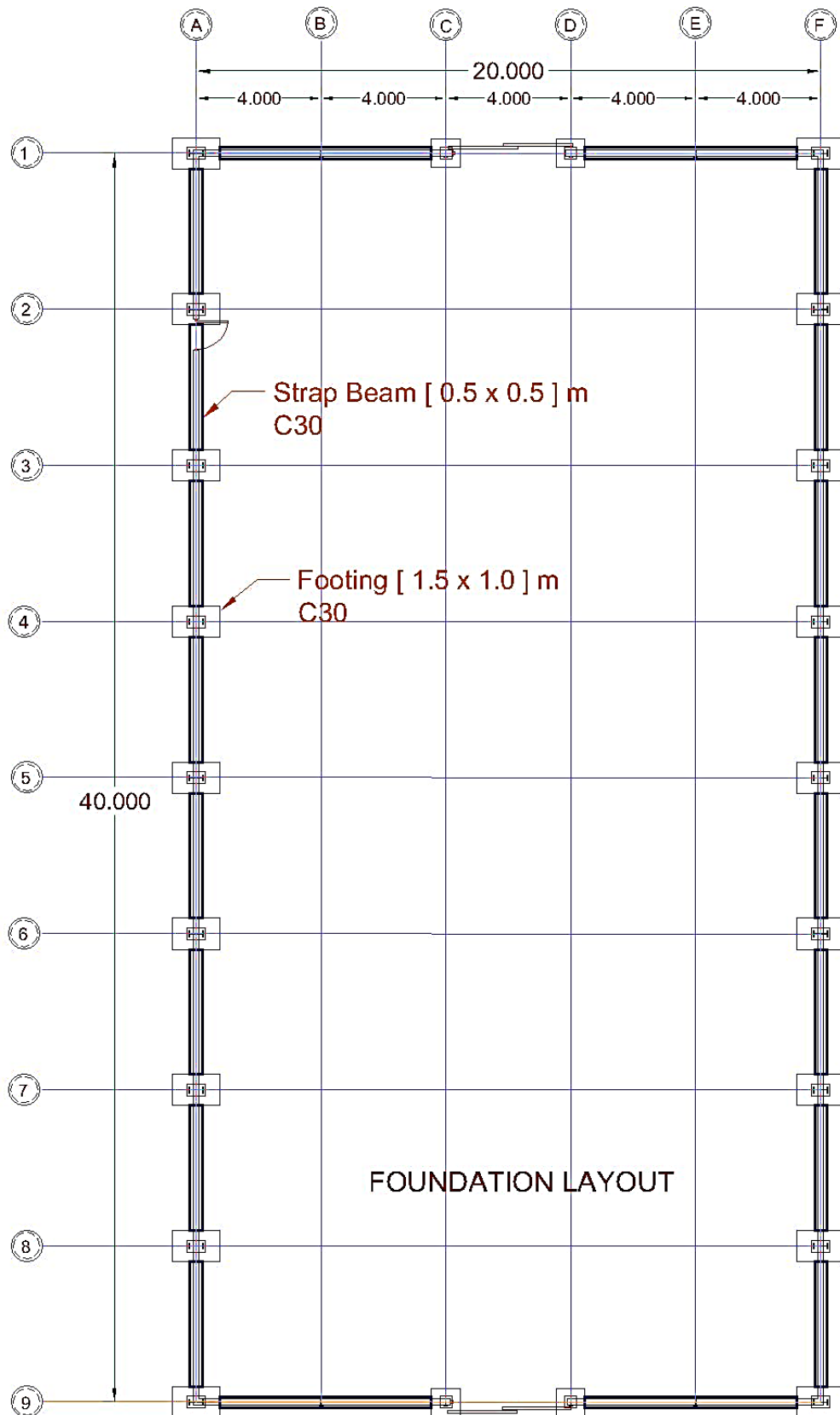
الرسم الانشائي للجملون











4-3 الجملونات ذات الاتصال الثابت مع الاسس Portal Frame with Fixed Connection

بالنسبة للقواعد المثبتة تثبيتاً لايقاوم العزوم في نقطة الاتصال بين صفيحة العمود والاساس الخرساني (Pinned Connection) ، يتم تجاهل أي عزم عند قاعدة العمود ويتم تصميم القاعدة للقوى المحورية وقوى القص فقط في قاعدة العمود. قد يكون اثنان من البراغي كافيين لمقاومة قوى الشد ، لكن استخدام أربعة مسامير كما هو موضح في المثال التصميمي رقم 1 السابق ، يسمح للحفارات بالوقوف وسحب الأعمدة بسهولة أكبر.

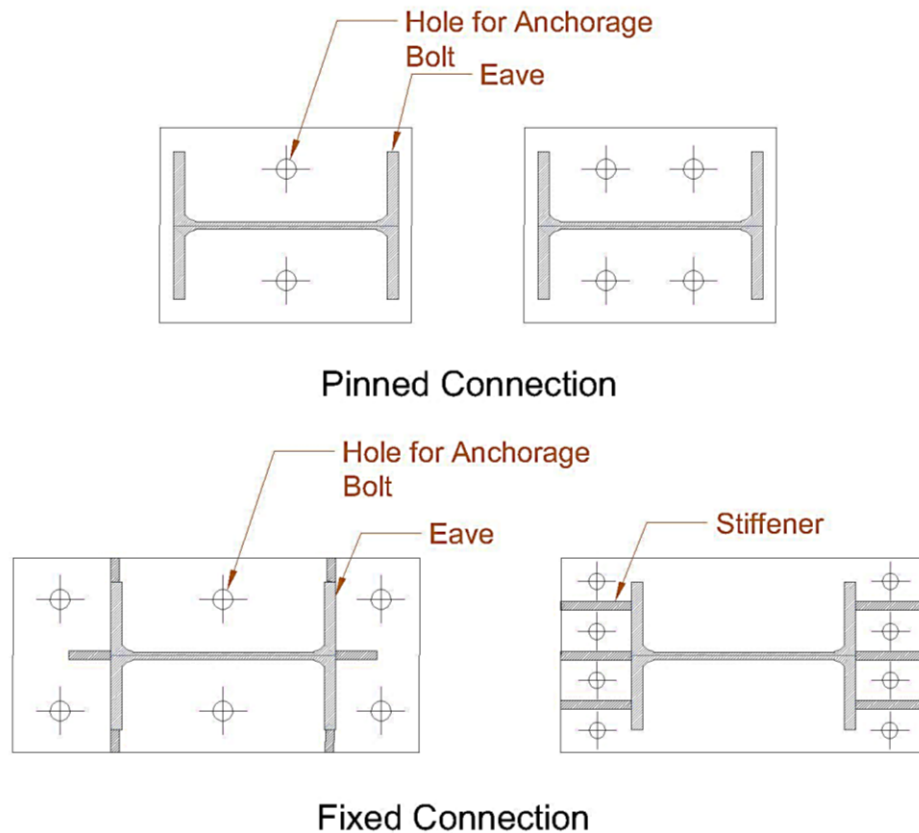


Figure (3-32): Pinned and Fixed Base Connections

عمود القاعدة الثابت (يسمى أيضاً اتصال لمقاومة العزوم ، حيث يشير مصطلح العزوم إلى تحميل الانحناء) هو أكثر من اتصال قاعدة الاتصال البسيط (Pinned Connection). تتميز هذه القاعدة بصلابة كبيرة وستقوم بتطبيق أحمال أفقية ورأسية والعزوم على الأساسات. الصلابة الإضافية في القاعدة وفي الأعمدة ، تعني أقل صلابة مطلوبة من باقي أعضاء المبنى. قد تحتاج الأساسات إلى أن تكون أكبر من تلك المستخدمة للقاعدة المثبتة بسبب هذه العزوم. يمكن أن يكون تركيب أعمدة القاعدة الثابتة أكثر صعوبة أيضاً بسبب الألواح الإضافية الموجودة على العمود وقضبان التثبيت المطلوبة. يجب أن تكون أعمدة القاعدة الثابتة أيضاً أعمدة مستقيمة وتكون عادةً أعمق في قاعدتها مقارنة بالقاعدة المثبتة. عادة ما تكون أعمدة القاعدة الثابتة متوقفة أسفل الأرضية

النهائية. يمثل الرسم الخاص بعمود القاعدة الثابت ، الموجود إلى اليسار ، مجرد مثال لما يمكن أن تبدو عليه اللوحة الأساسية. هناك عدد قليل من الخيارات لهذه الحالة اعتمادًا على حجم المبنى والتحميل.

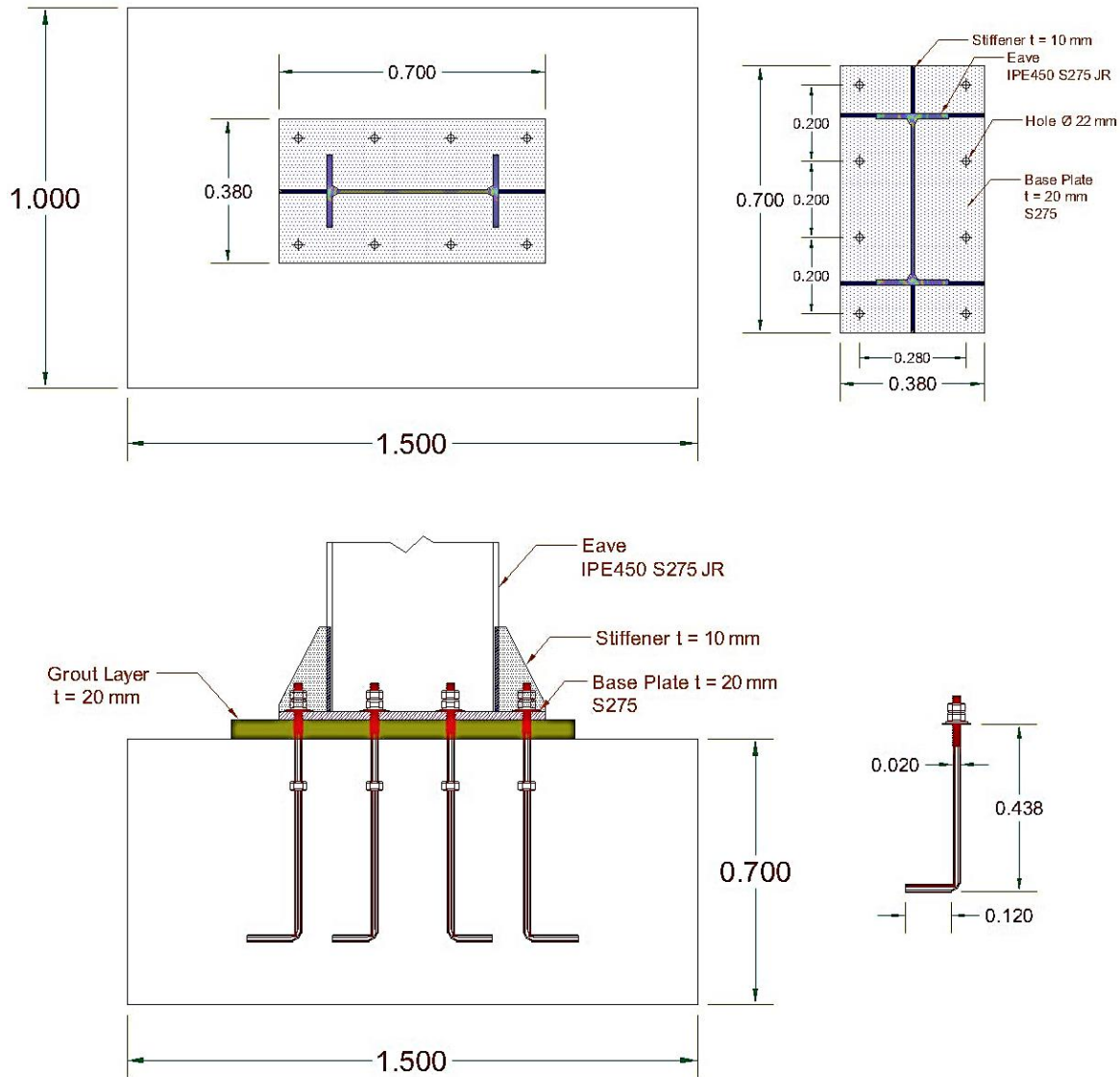


Figure (3-33): Fixed Base Connections

تتميز القواعد المثبتة بشكل غير مقاوم للعزوم والقوى الأفقية بميزة أن تصميم الأساس يكون بسيطاً بحيث قد ينتج عن ذلك بعض التوفير في التكاليف. ومع ذلك ، فإن تصميم القواعد الثابتة يوفر صلابة إضافية وتصلب للهياكل ويمكن تعزيز استقرار الهياكل. لذلك ، فإن استخدام القواعد الثابتة يساعد على تحسين الأداء الهيكلي للهياكل.

في هذه المرحلة ، يكون اختيار المالك بين قبول (أمر تغيير كبير) من المفاوض لتغيير الأساس أو معركة مطولة مع الشركة المصنعة للمباني المعدنية. كان من الممكن تجنب كليهما بسهولة من خلال إدراج جملة واحدة في رسومات العقد والمواصفات: "يجب أن يكون لأعمدة البناء الهيكلي (الحديدية) في اعمال الهندسة قواعد مثبتة بشكل بسيط ولن تنقل أي عزوم إلى الأساسات."

عادةً ما تُعتبر قاعدة الأعمدة ذات الاثنيتين والأربعة براغي دعامة مثبتة اسميًا في التحليل الهيكلي. ومع ذلك ، يمكن الاستفادة من صلابة القواعد المثبتة اسميًا لتقليل انحرافات الإطار وتقليل تأثيرات التشوهات في المقاطع.



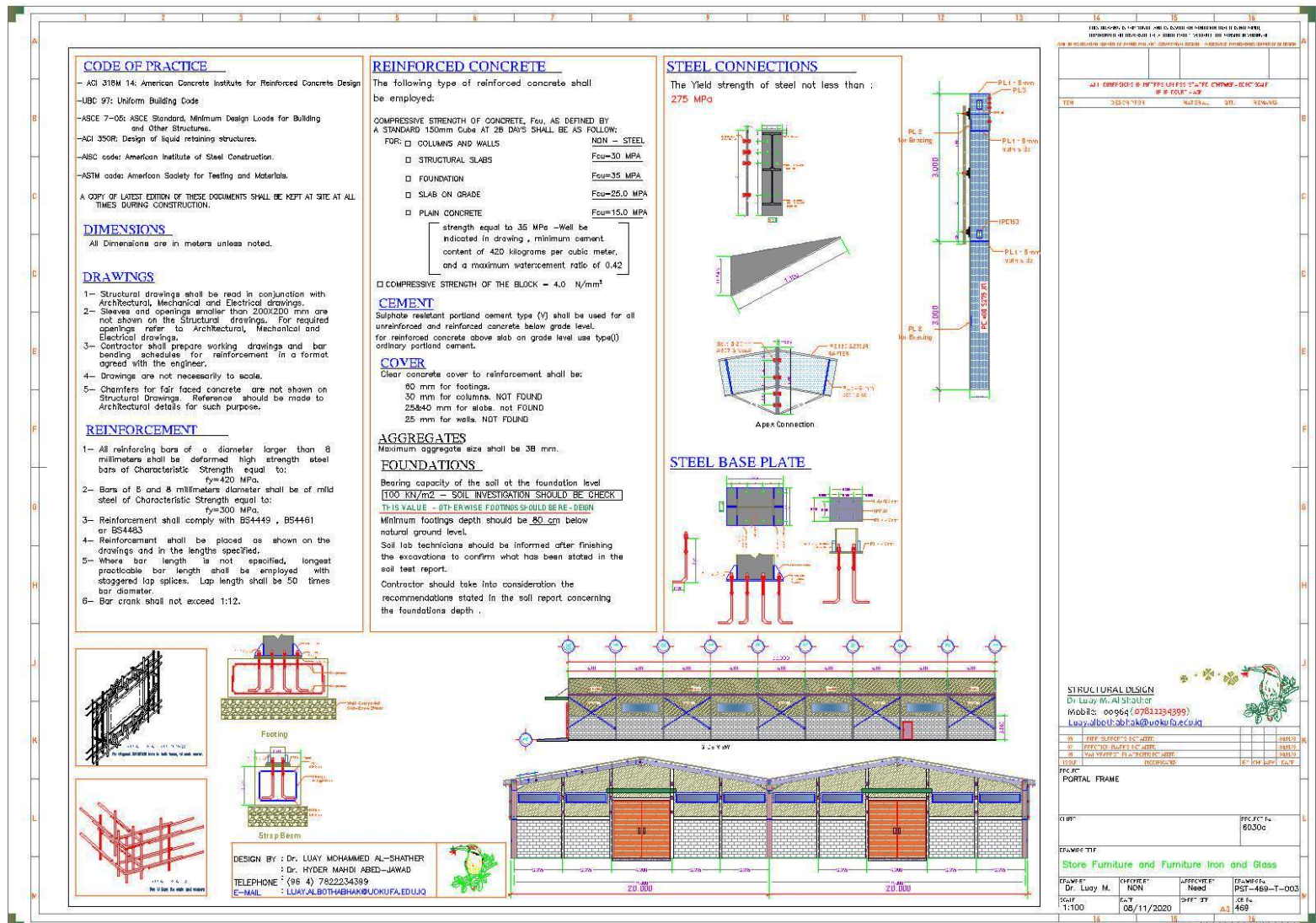
Twin Pitch Portal Frame

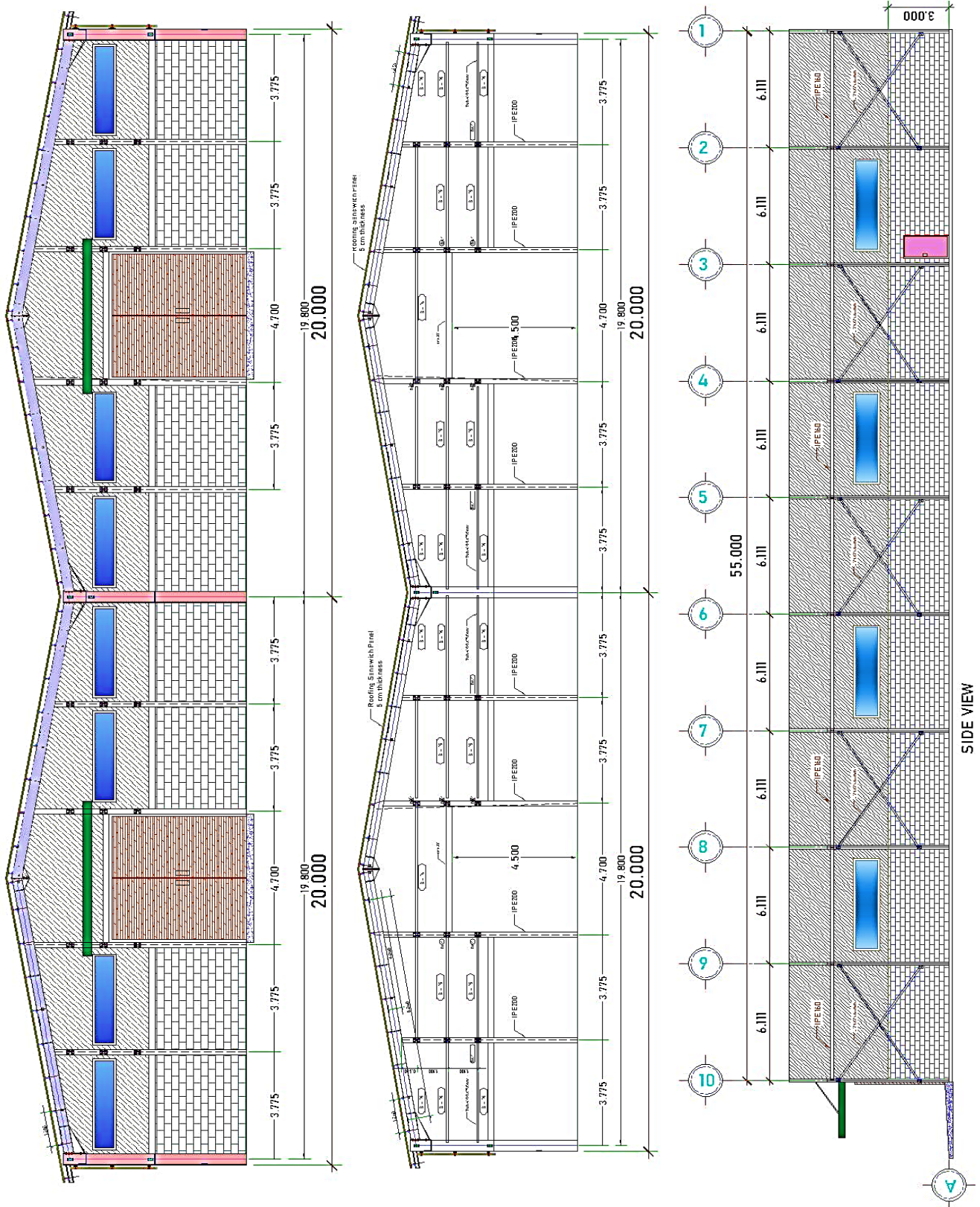
جملون ثنائي

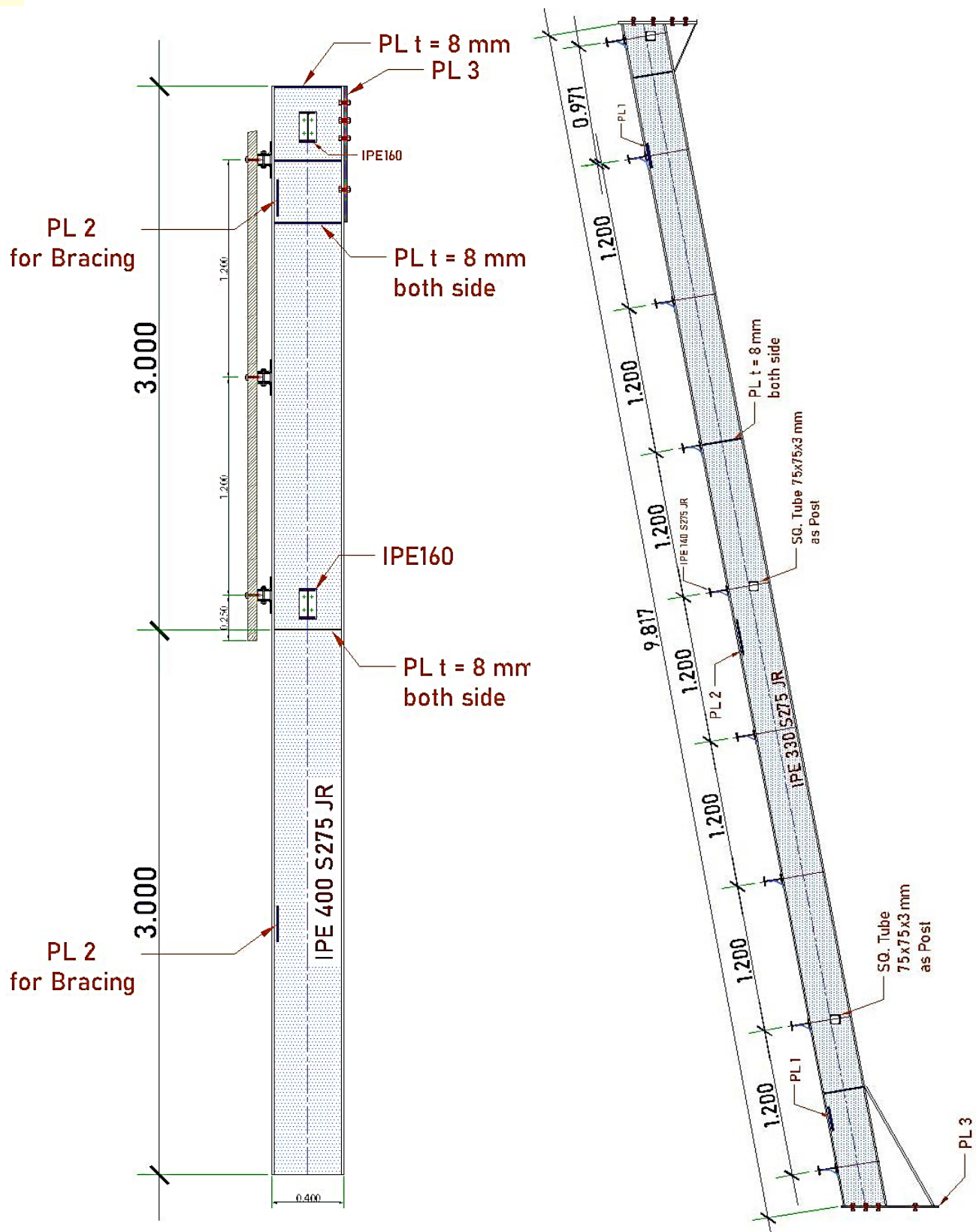
مثال تصميمي رقم 2 : يراد تصميم مصنع للاثاث بابعاد : 55 متر طول و 40 متر عرض , المنشأ لايحيوي على رافعات للاثقال والمواد الخام واستخدام مقاطع حديد اوربية .

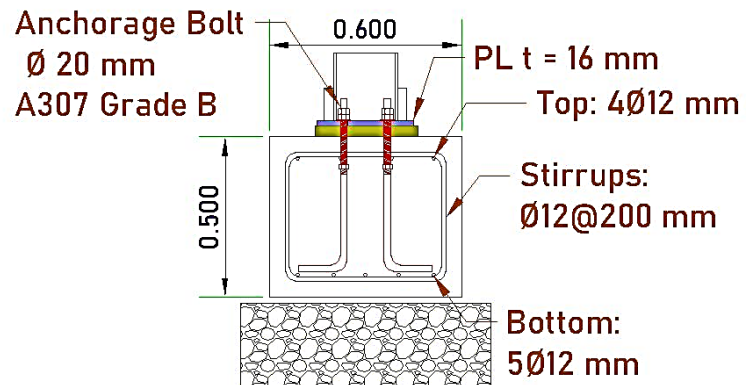
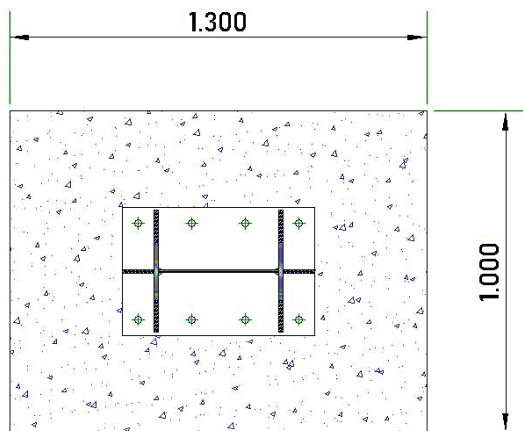
سرعة الرياح للمنطقة 30 متر/ثانية وقابلية تحمل التربة 10 طن /م² ويراد مخططات انشائية للتصنيع في المعامل وتركيبها في الموقع.

تحتاج المخططات الى المصادقة من مكاتب استشارية معتمدة من وزارة التخطيط لذا يتطلب تثبيت كافة المعلومات وخواص المواد المستخدمة مع المدونات التي استخدمت في التصميم على اساسها. لذلك سنبدأ بلوحة المعلومات العامة التي تكون دائماً في بداية اللوحات.

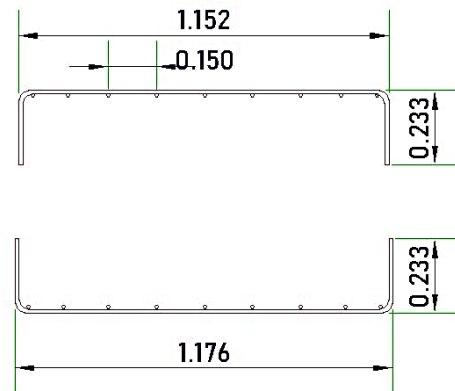
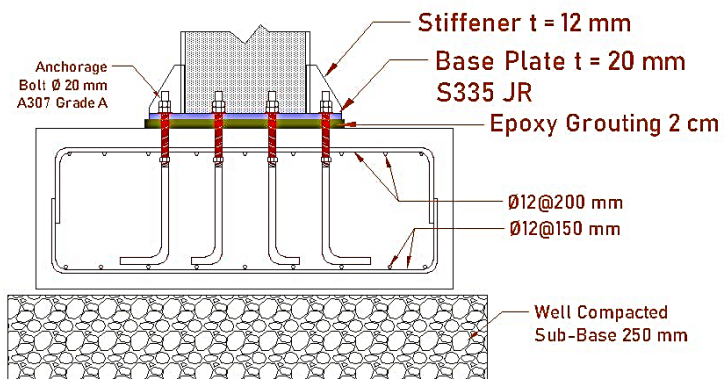




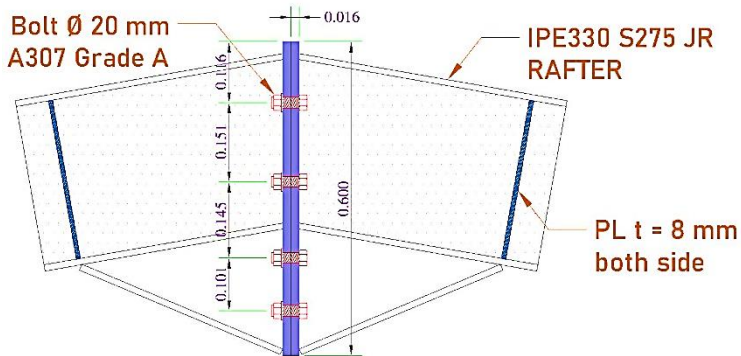




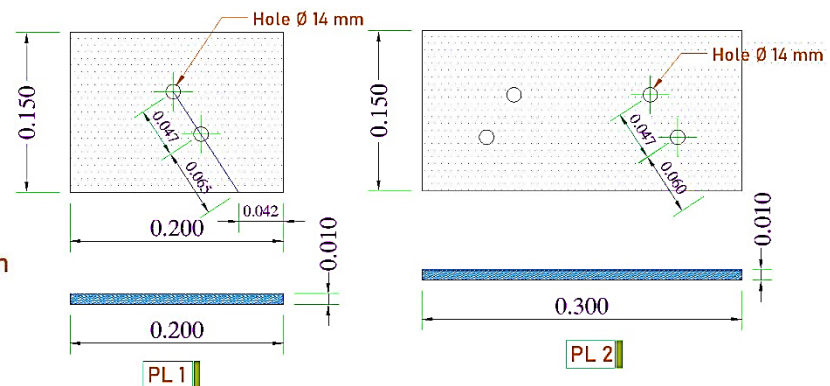
Strap Beam

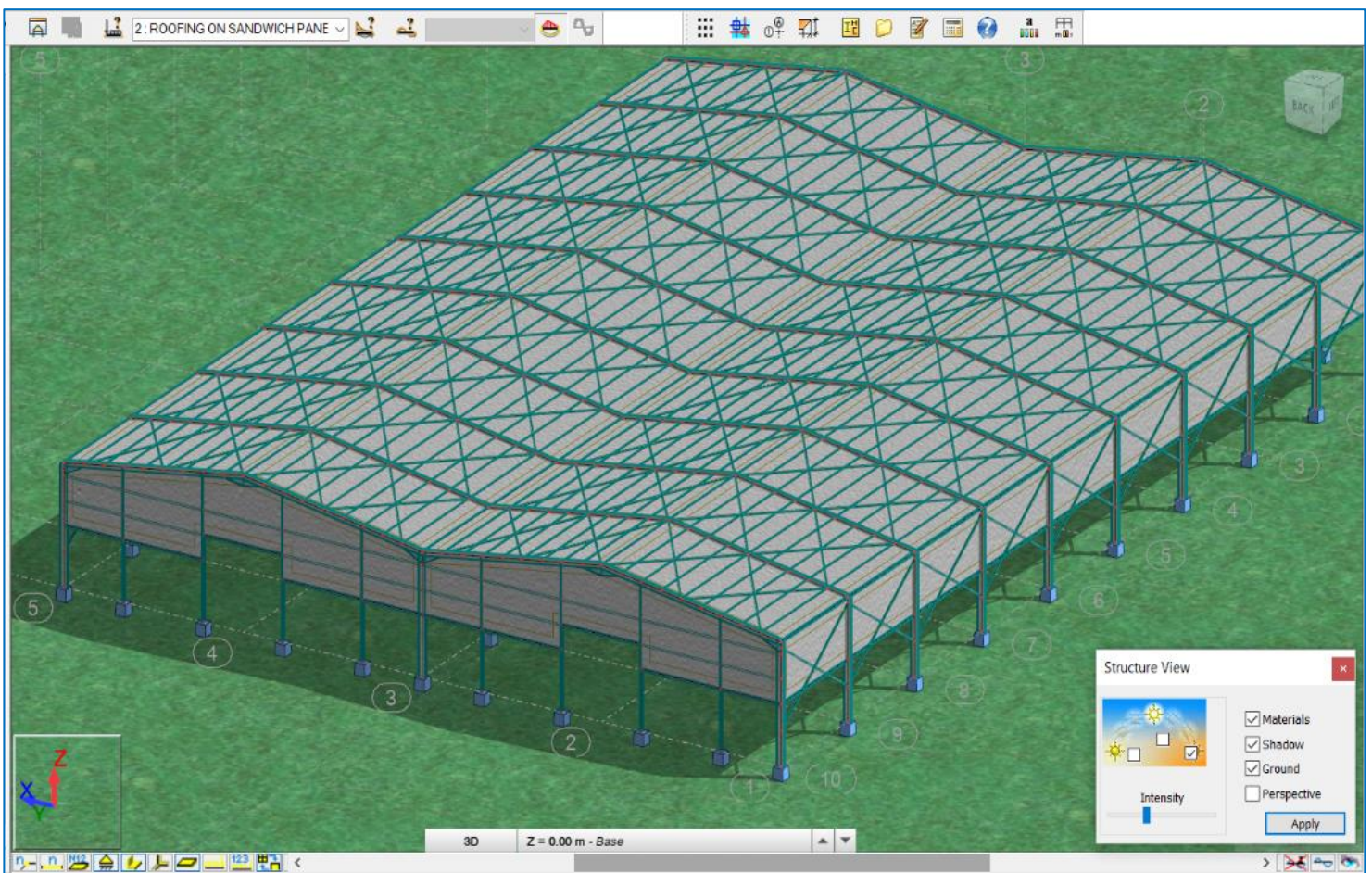
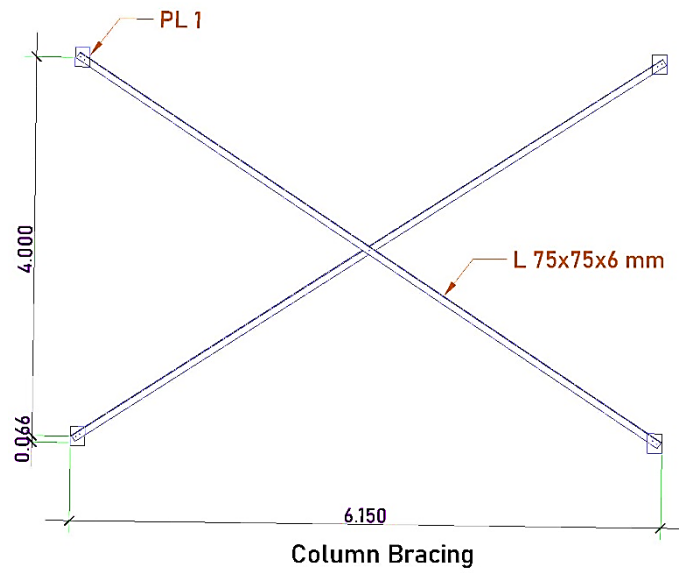
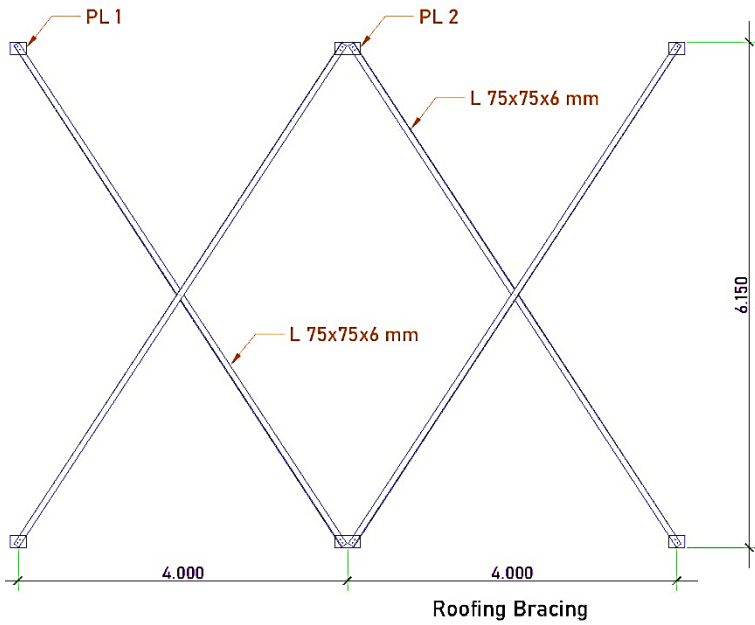


Footing



Apex Connection





Crane Portal Frame with Column Brackets

للالرافعات ، إذا كانت هناك حاجة وظيفية ، تأثير أساسي على تصميم وأبعاد إطارات البوابة. إنها توفر أحمالاً رأسية إضافية بالإضافة إلى قوى أفقية كبيرة ، الشكل (4.1)، والتي قد تؤثر على الحساب.

عندما تكون الرافعة ذات سعة منخفضة نسبياً (حتى 20 طناً) ، يمكن تثبيت الأقواس على الأعمدة لدعم الرافعة. قد يكون من الضروري استخدام عضو ربط أو قواعد أعمدة ثابتة لتقليل انحراف العمود. قد تكون الحركة الخارجية للإطار على مستوى سكة الرافعة ذات أهمية حاسمة لعمل الرافعة.

بالنسبة للرافعات الثقيلة ، من المناسب دعم قضبان الرافعة على أعمدة إضافية ، والتي قد تكون مرتبطة بعمود الإطار بواسطة دعامة بسبب مشاكل عدم الاستقرار.

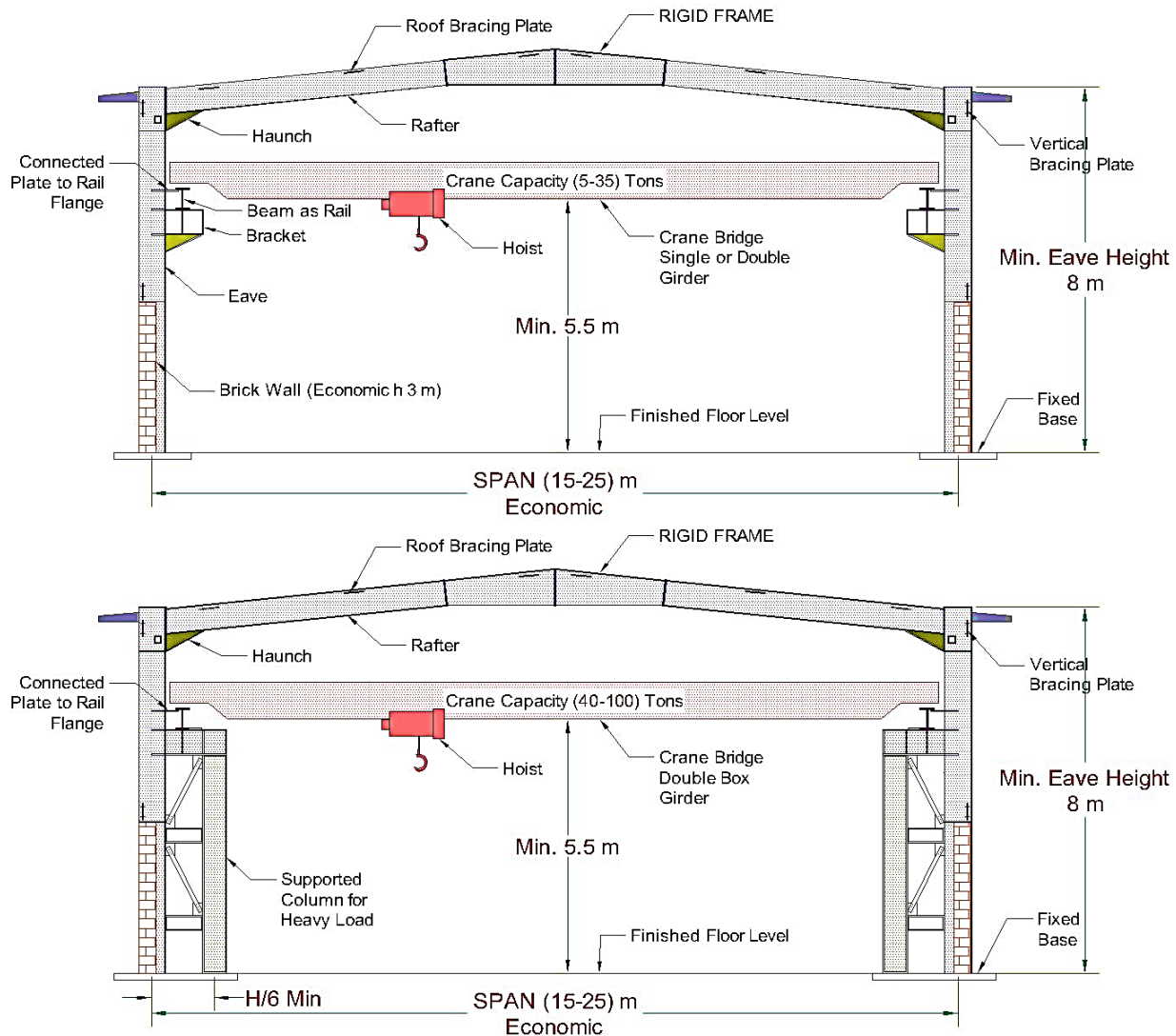
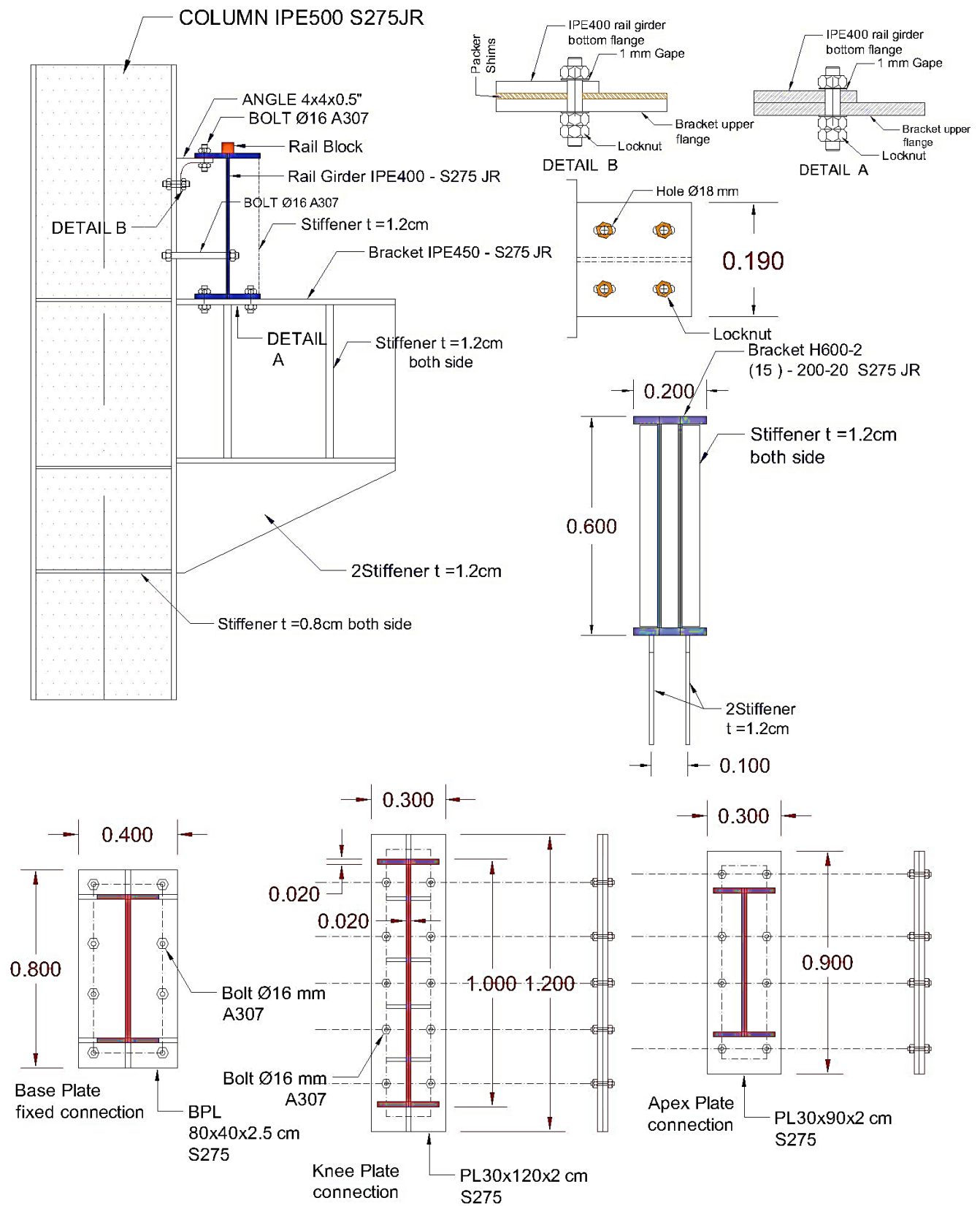
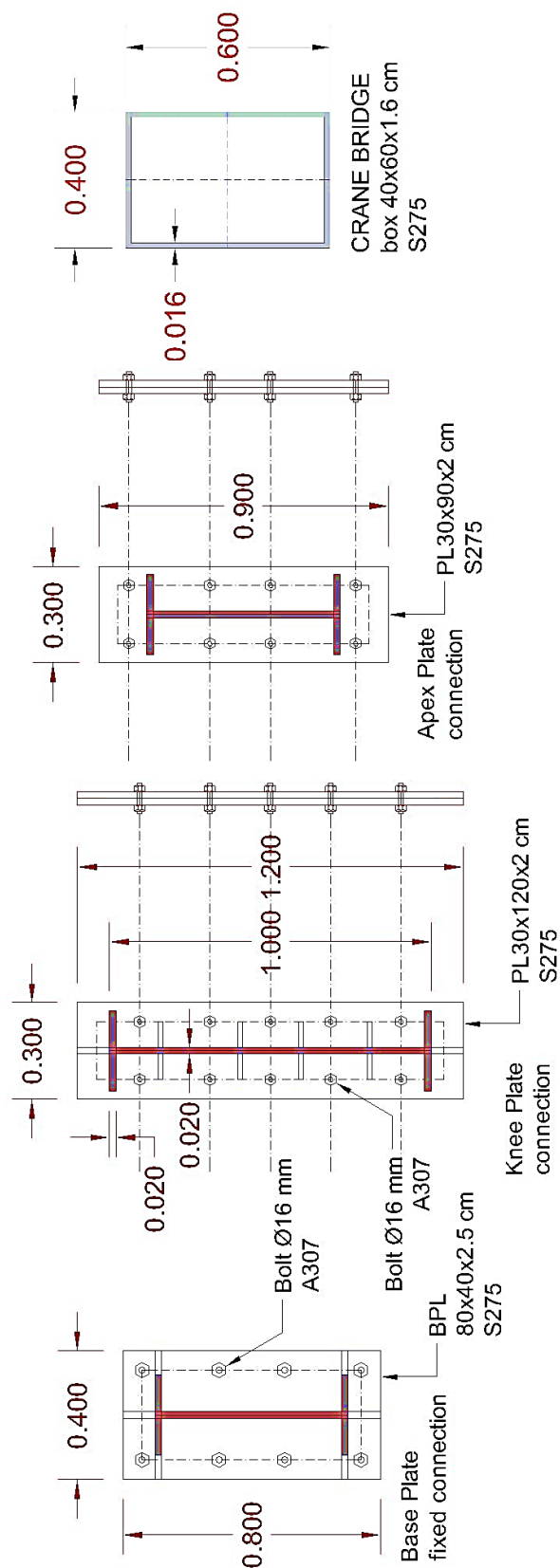


Figure (4-1): Portal Frame with Light and Heavy Overhead Crane







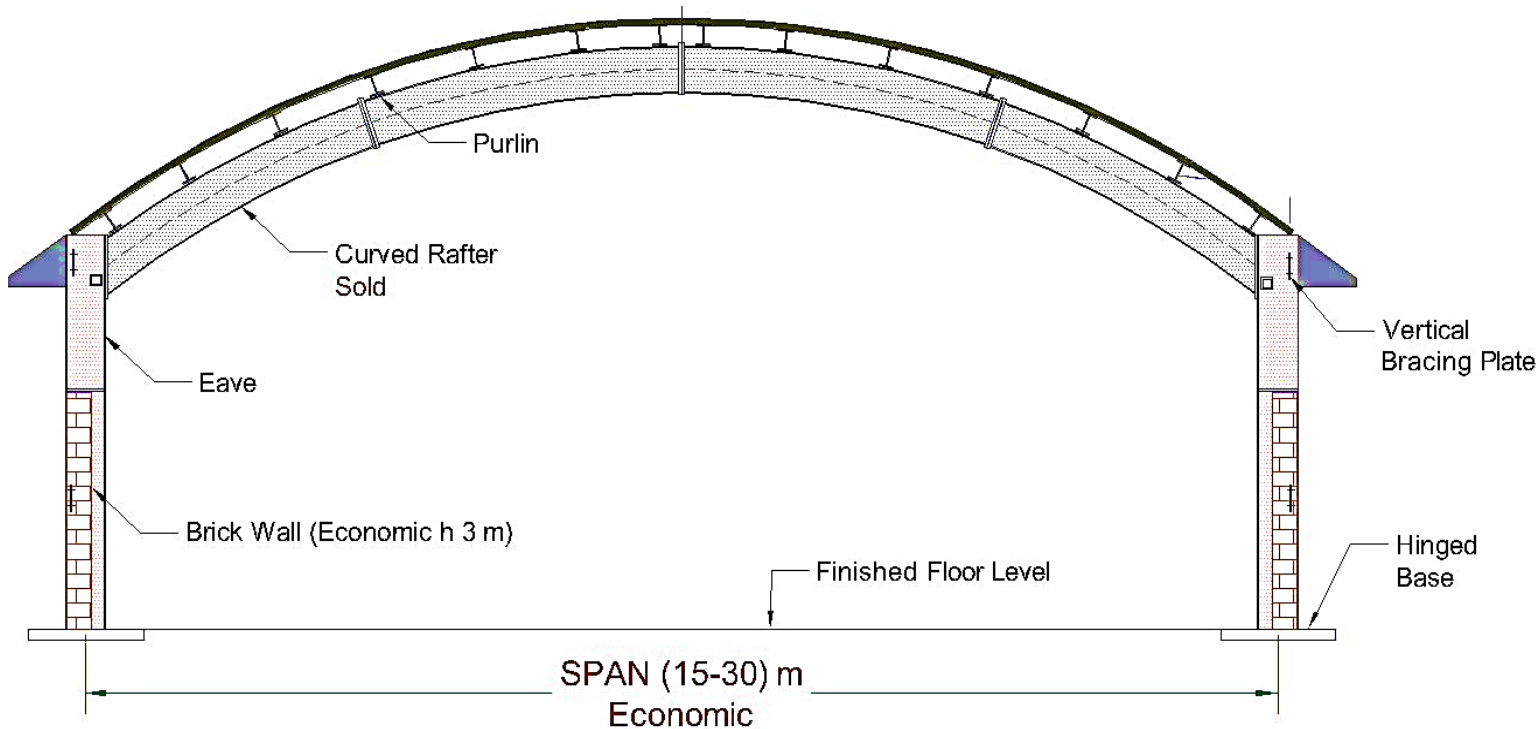
Curved Rafter Portal Frame

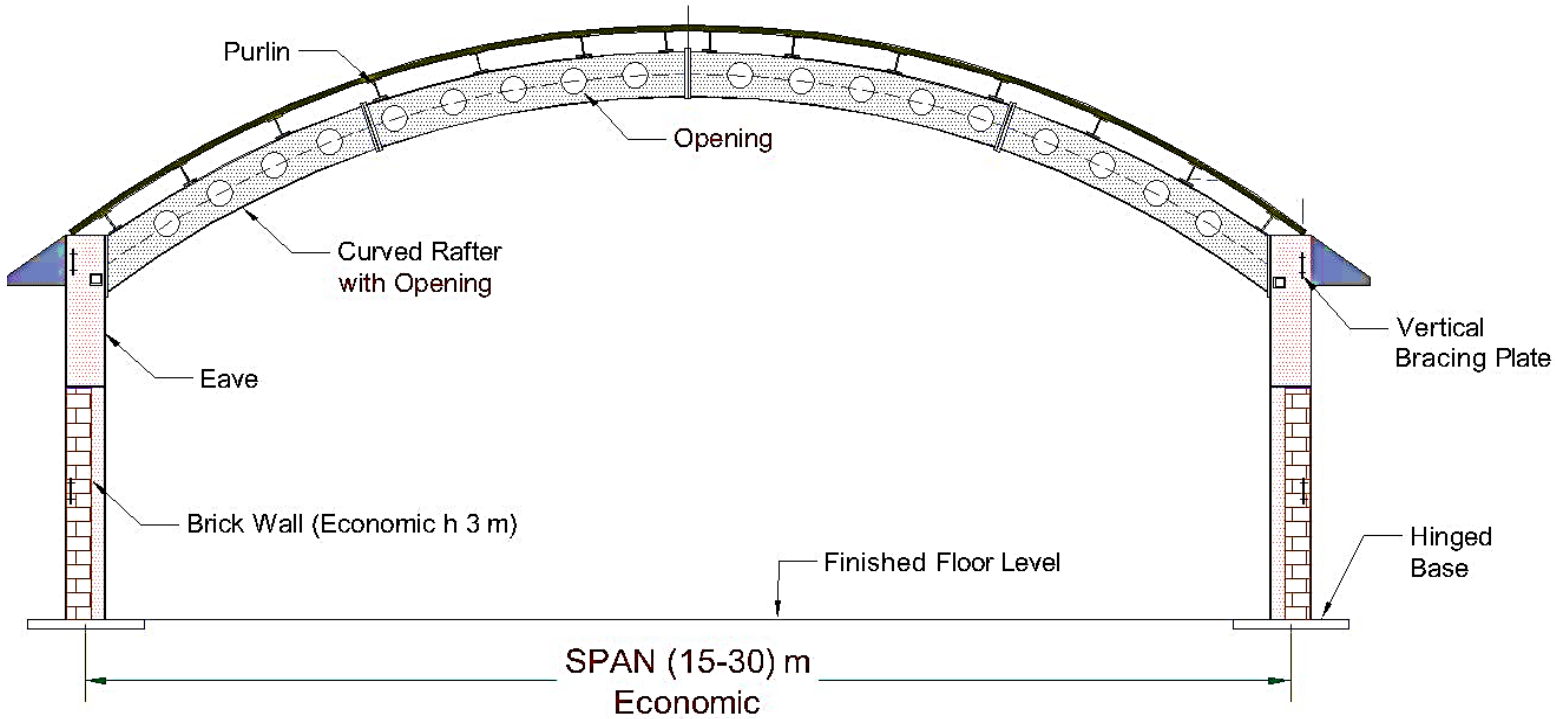
جملون منحنى الجسر الشعاعي

عندما نحتاج الى جملونات بعرض كبير نسبيا كما في المسابح والملاعب الرياضية المغلقة فيمكن استخدام جسور شعاعية منحنية .

هذا الاجراء لطيف من الناحية المعمارية ولكنه يسبب عدة مشاكل تقنية واقتصادية وهي:

- 1- لايمكن استخدام الرافعات الثقيلة لعرض جملون يزيد على 25 متر بسبب شدة انحراف وتشوه الجسور الشعاعية.
- 2- صعوبة ثني المقاطع القياسية للجسور اثناء التصنيع , وتحتاج الى دقة عالية لمطابقة الجسور للفضاءات المتعاقبة.
- 3- نحتاج خفض الارتفاع بسبب الانحناء ويكون هذا الاجراء من خلال خفض ارتفاع الاعمدة الجانبية.
- 4- تكون الجسور ثقيلة خاصة مع الفضاء الذي يزيد على 30 متر مما يلزم تكوين فتحات في الجسور لتخفيف الوزن , بالرغم من ان هذه الفتحات تكون مفيدة لمد البنى التحتية للانابيب التبريدية والانارة والتغذية الكهربائية العامة.

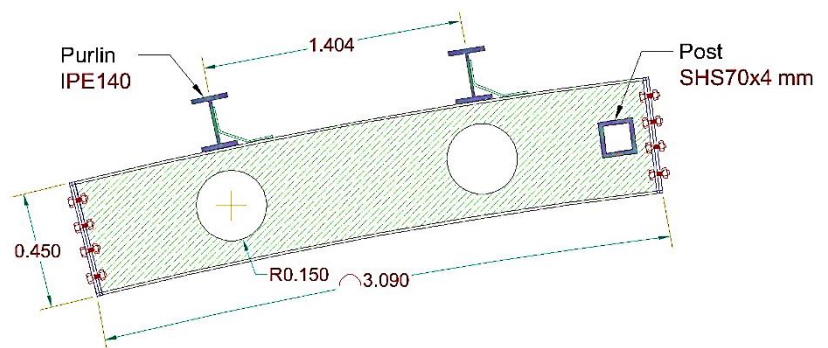
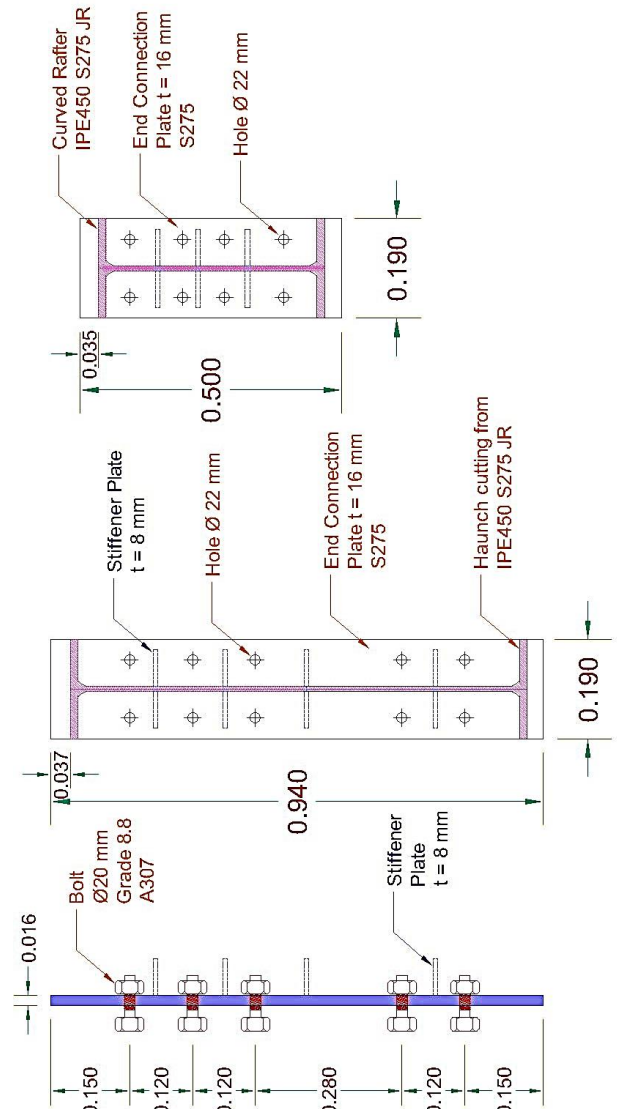
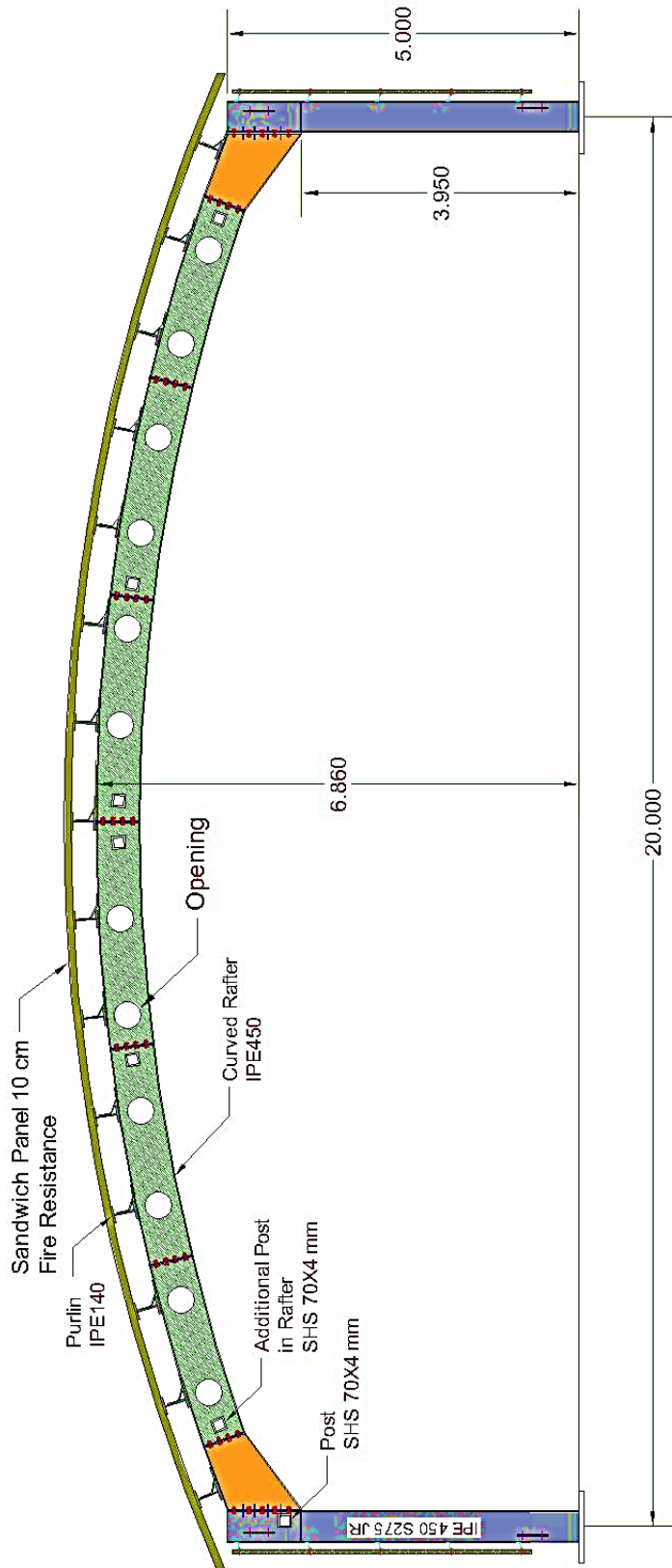


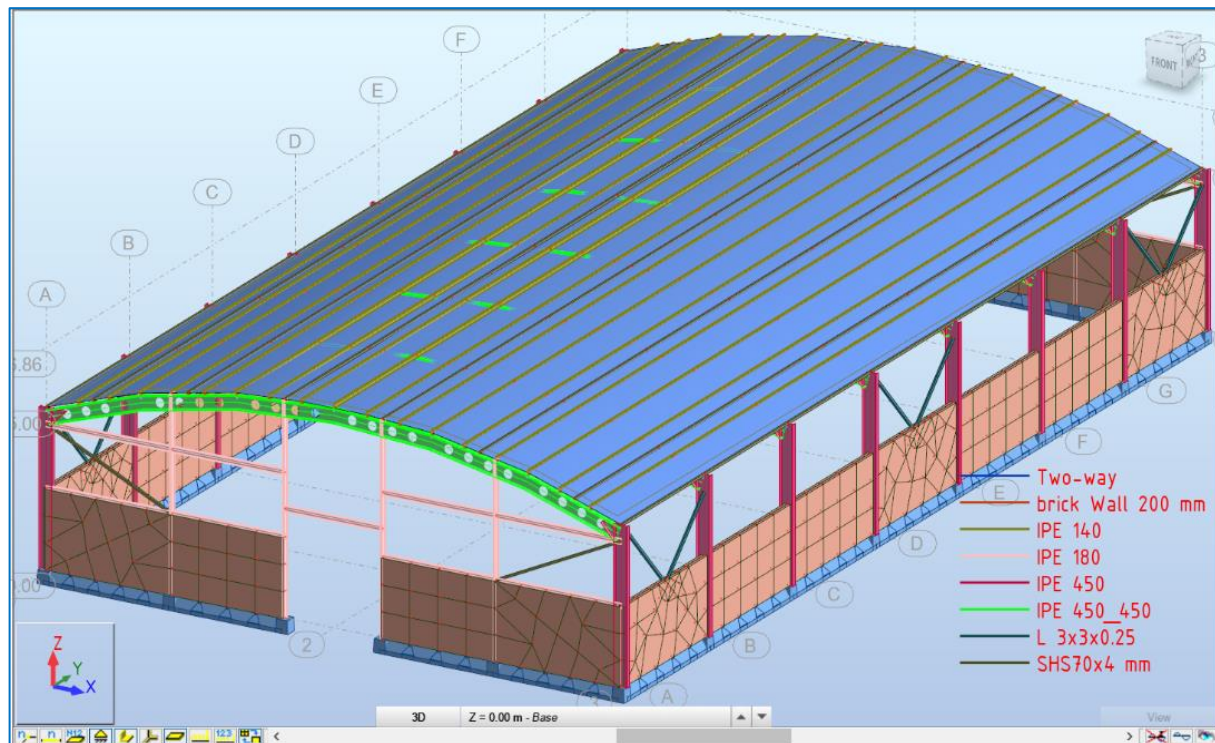
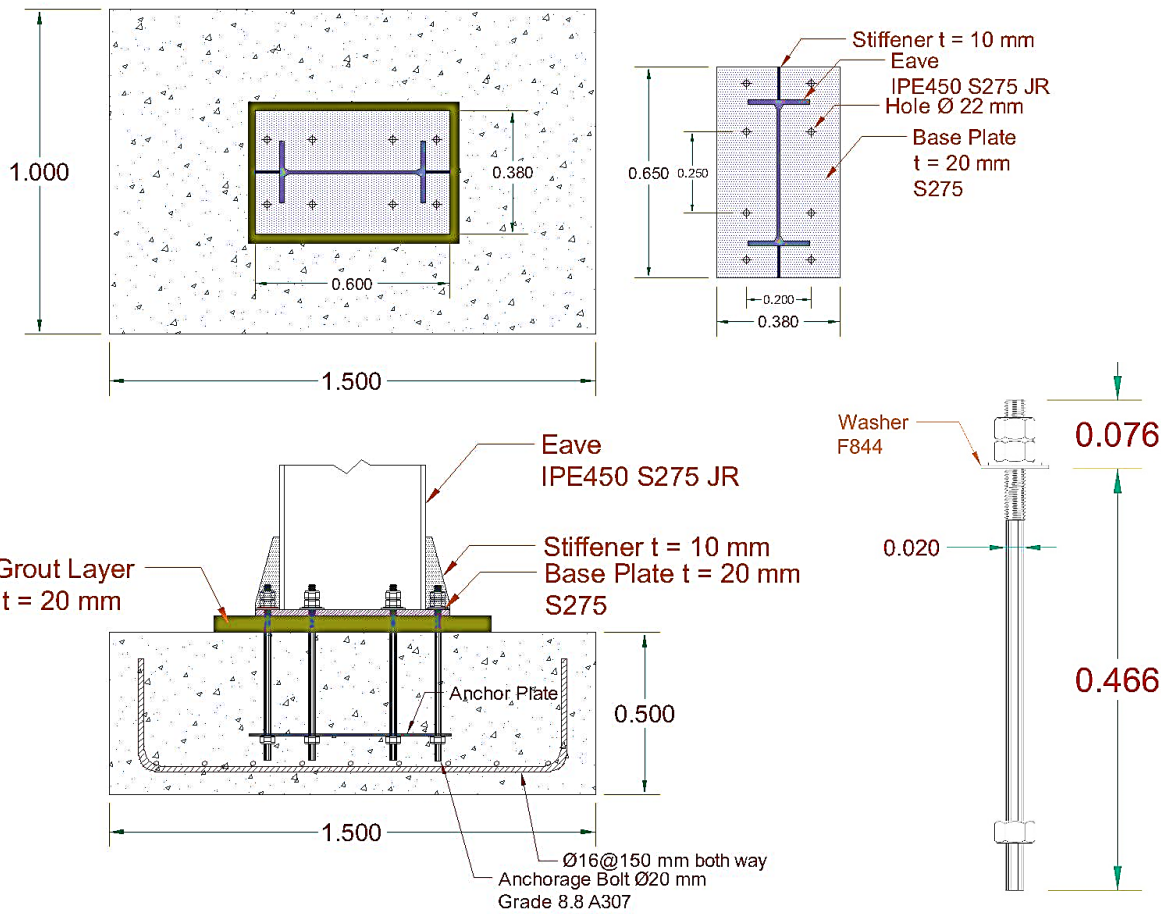


مثال تصميمي رقم 3

يراد تصميم جملون كمعارض فنية بابعاد 20 متر عرض و 35 متر طول وكان التصميم المعماري يظهر فيه السقف كمنحني للجمالية .

- 1- ارتفاع السقف في التصميم المعمارية هو 7 متر تقريبا .
- 2- ارتفاع الجدران الجانبية هو 5 متر .
- 3- ليس للمبنى مداخل خدمة جانبية وانما مداخل رئيسية امامية وخلفية .
- 4- المقاطع الحديدية القياسية الاوربية متوفرة في السوق المحلية.
- 5- يحتاج المبنى الى مكاتب خدمة وادارية بما لا تزيد عن 20 % من مساحة المعرض.
- 6- وحدات التبريد والتدفئة معلقة في اعلى الاعمدة خارجيا .
- 7- المسافة المفضلة للاعمدة الجانبية 5 متر.
- 8- تربة الموقع تحتاج الى رفع بعمق 30 سم تقريبا لوجود مواد عضوية .





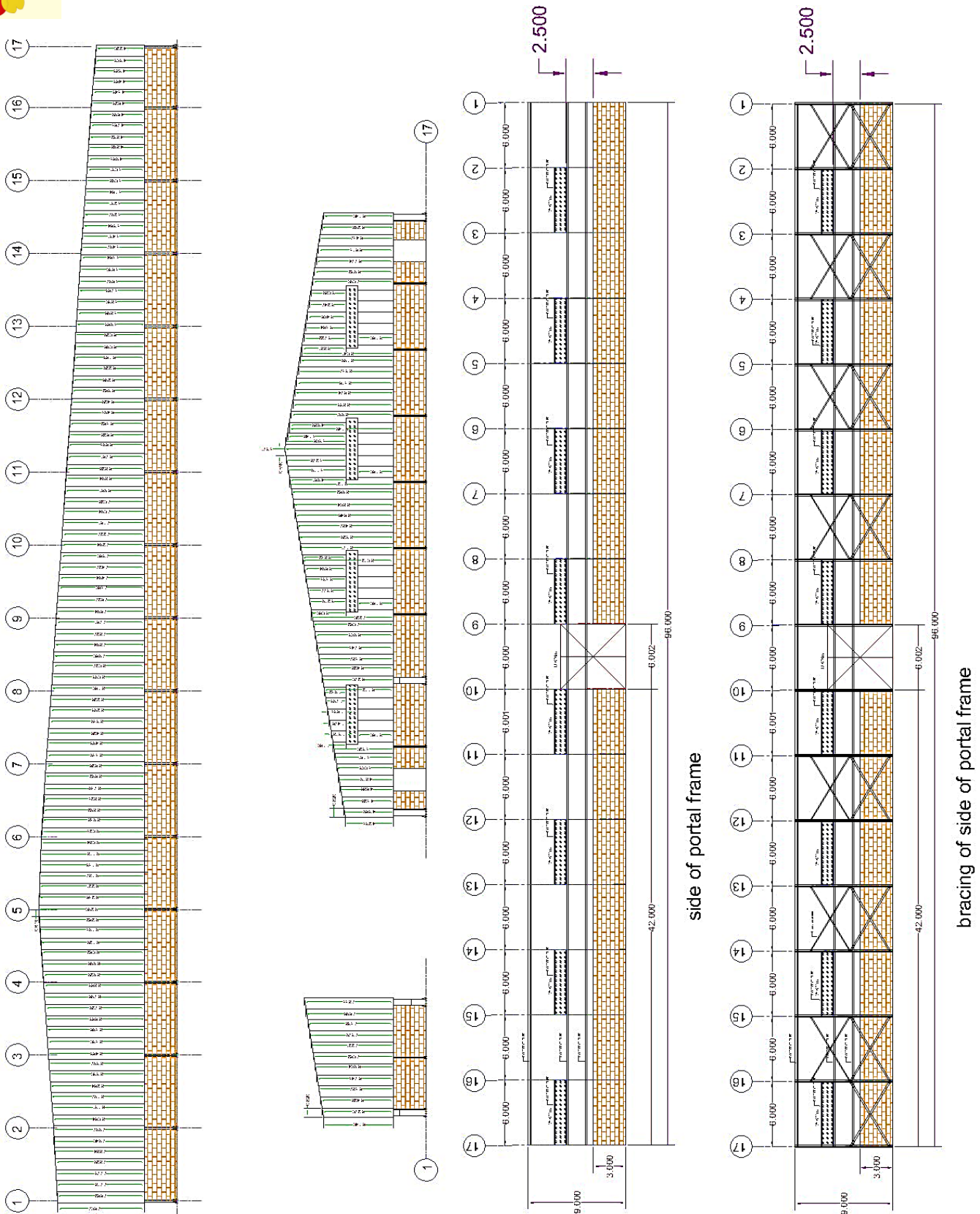


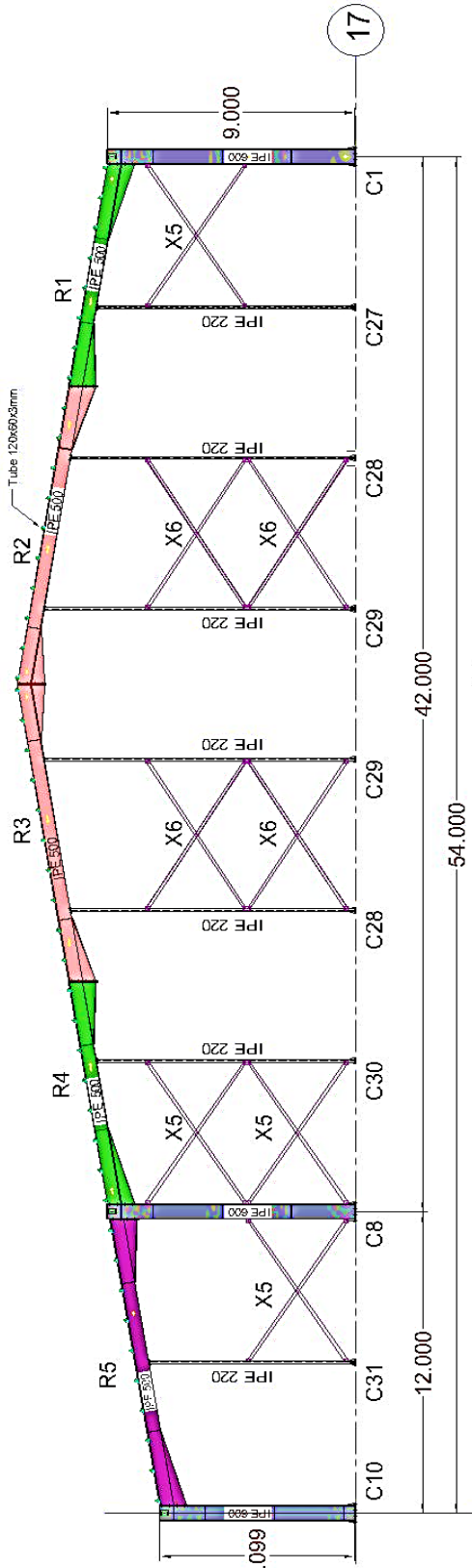
يتكون إطار البوابة المنحدرة من سلسلة من الجسور الشعاعية المتتالية والمرتبطة مع بعضها ومثبتة بوصلات ترخيم للمقطع (كما في الشكل 4.2). يمكن استخدامه عند الحاجة إلى مساحة كبيرة واضحة ولكن يجب تقليل ارتفاع العمود للمبنى. قد يكون المنحدر المربوط حلاً اقتصادياً حيث توجد حاجة لتقييد اعمدة وسطية تعيق وظيفية المبنى الذي يرغب بان يكون مفتوحاً للحركة بدون عوائق.

طيا مثال تصميمي لجمالون إطار البوابة المنحدرة الجسور الشعاعية وهو غير منتظم الابعاد ويشكل تحديا في التصميم والتصنيع تم تنفيذه في مدينة بغداد الحبيبة.

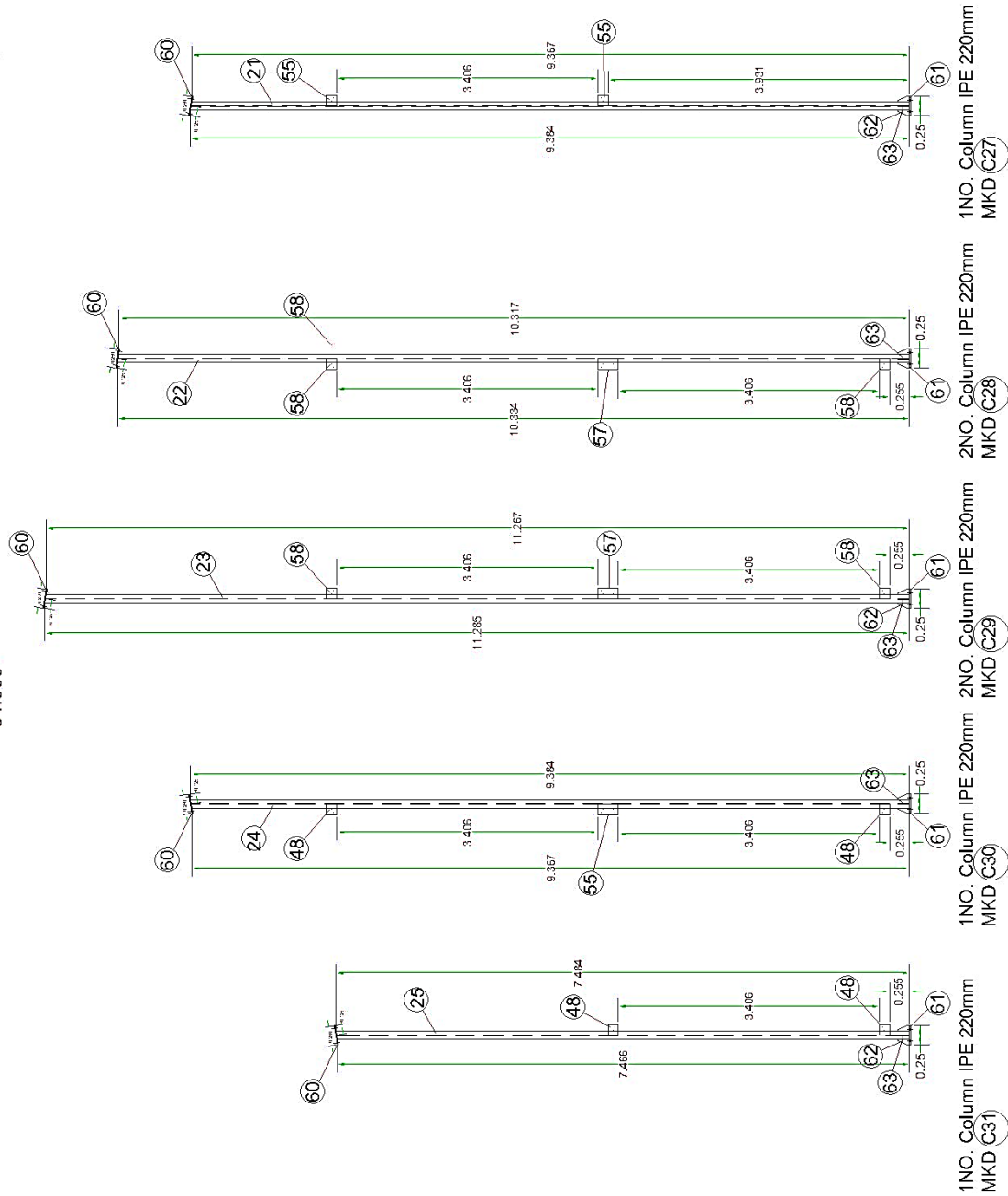
مثال تصميمی رقم 4: جملون کبير نوع Mansard Portal Frame







Eaves and Rafters for Axis (17)

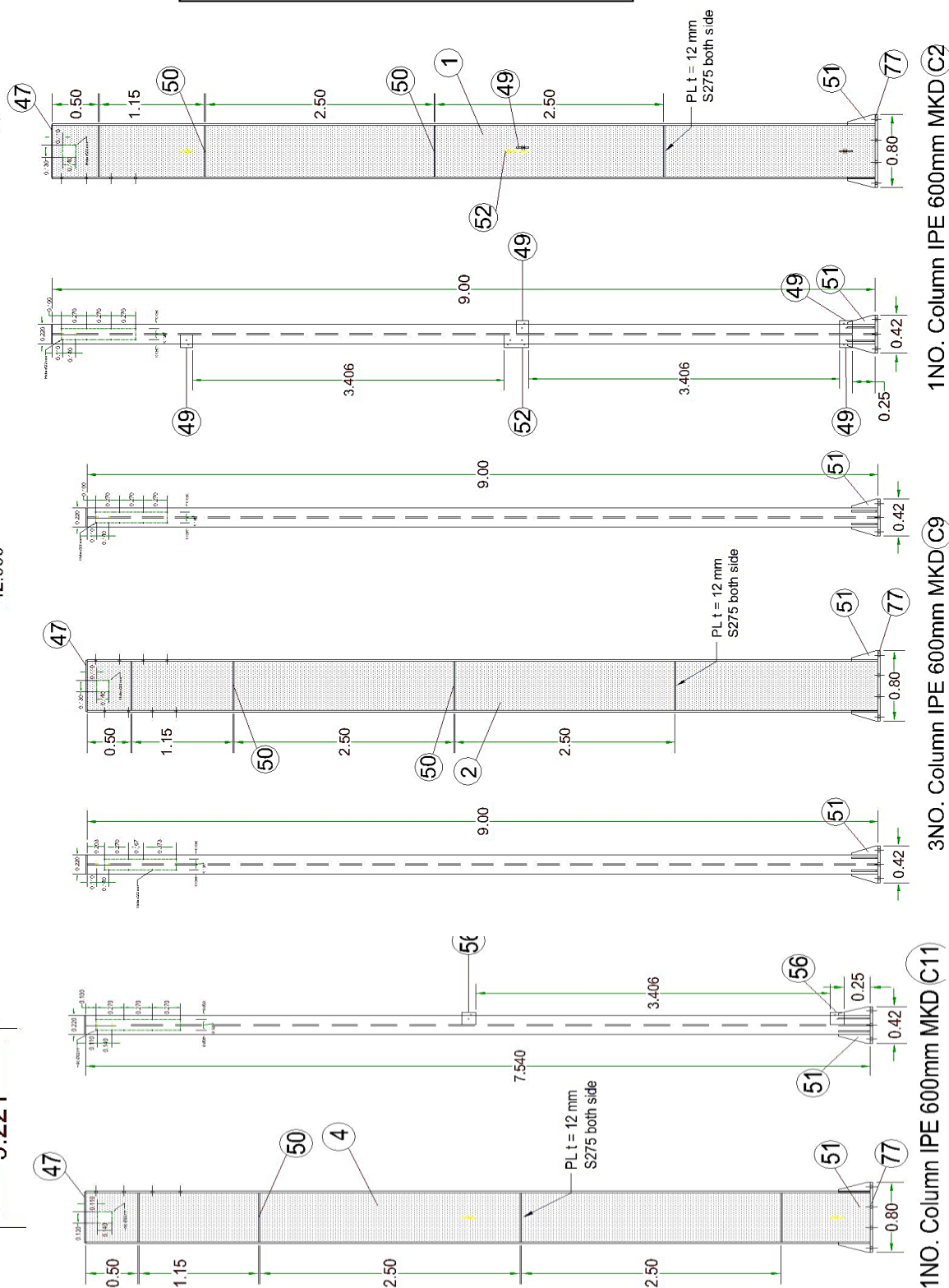


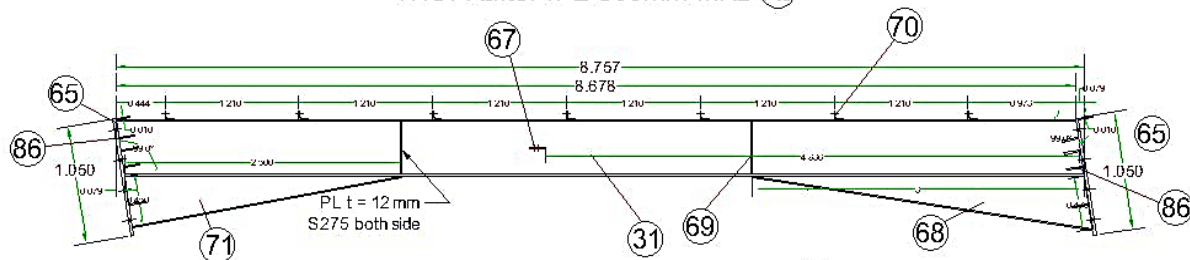
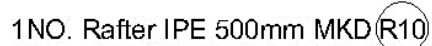
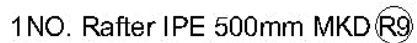
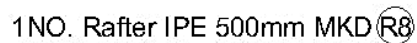
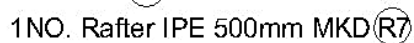
[illegible]

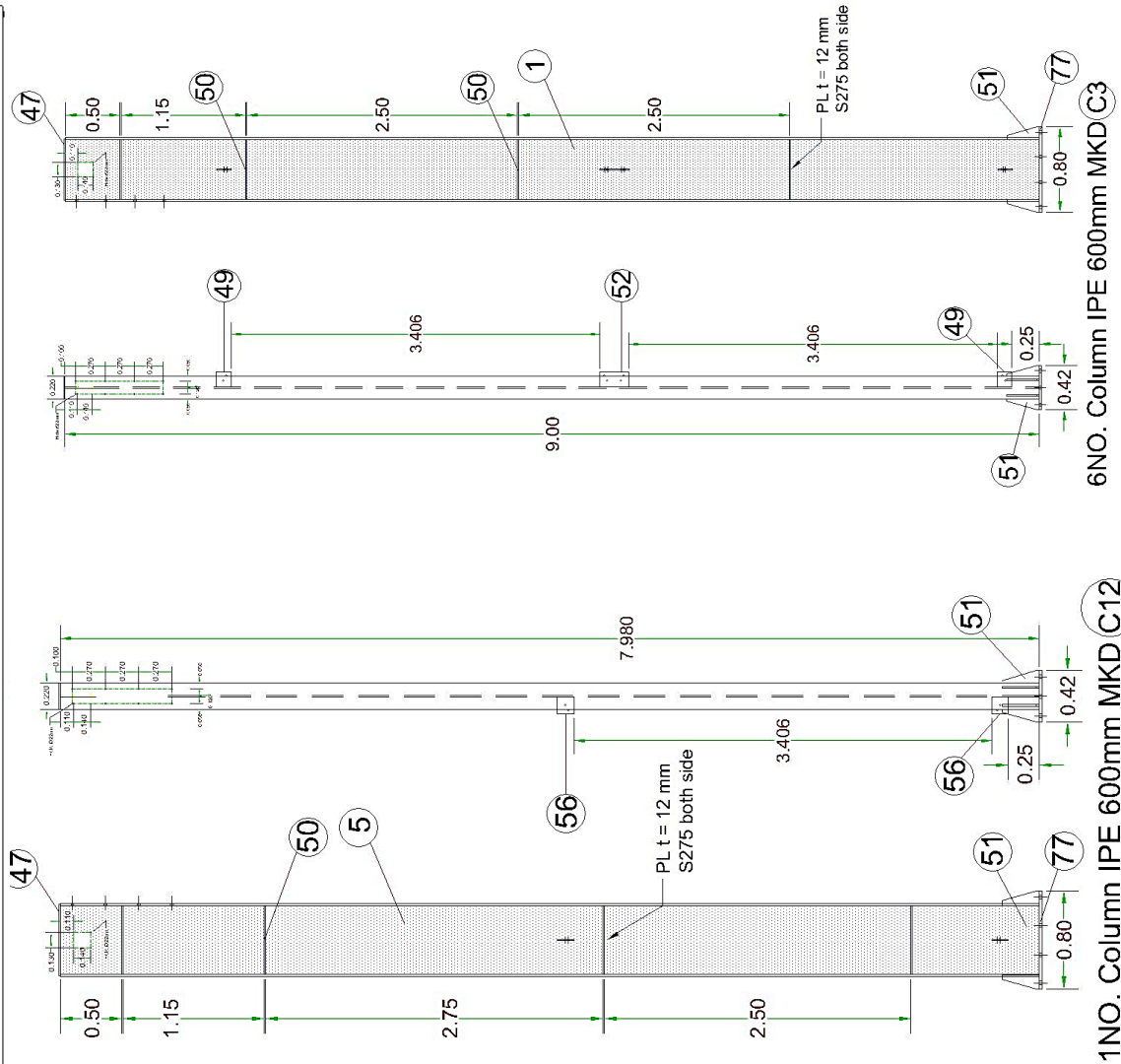
Technical drawing of a bridge deck cross-section. The drawing shows a top view of the deck with various dimensions and reinforcement details. Key dimensions include a total width of 9.000 and a deck thickness of 1.050. Reinforcement bars are labeled with numbers 65, 66, 67, 68, 69, 70, and 71. A note indicates "PL t = 12 mm S275 both side".

Technical drawing of a bridge deck cross-section. The drawing shows a top view of the deck with various dimensions and reinforcement details. Key dimensions include a total width of 11.571m and 11.491m, and a central span of 11.210m. Reinforcement details include PL t = 12 mm S275 both side, and dimensions for the deck thickness (0.079m) and the central span (0.190m). The drawing is labeled with 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, and 28.

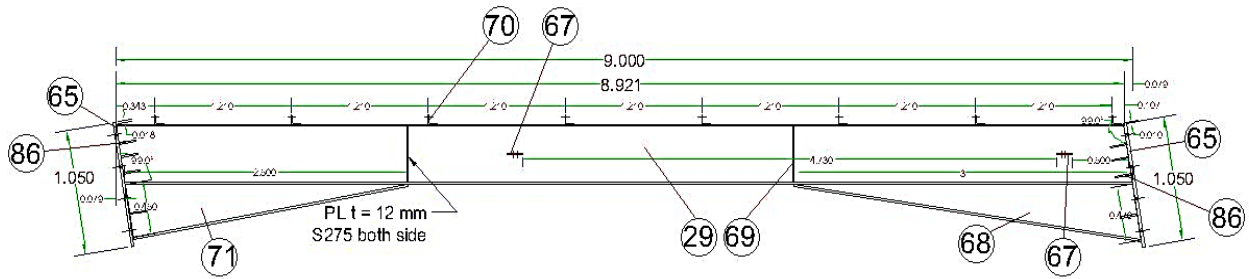




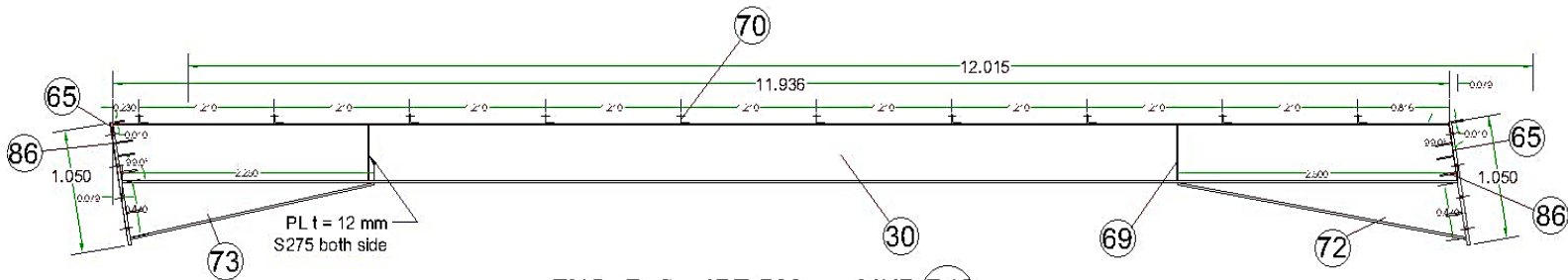




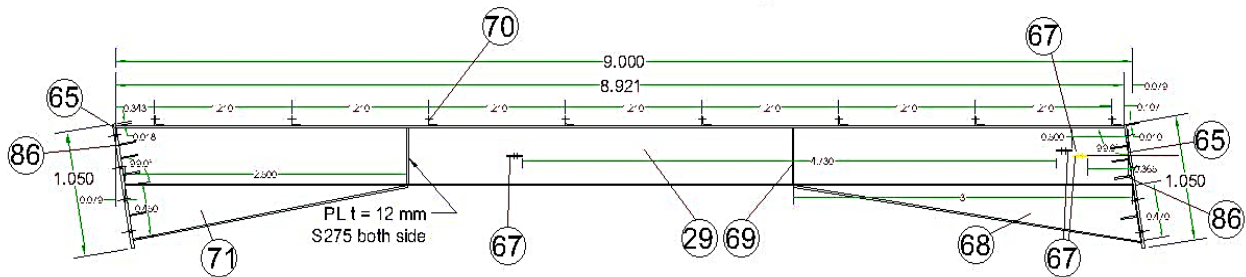
1NO. Column IPE 600mm MKD C12



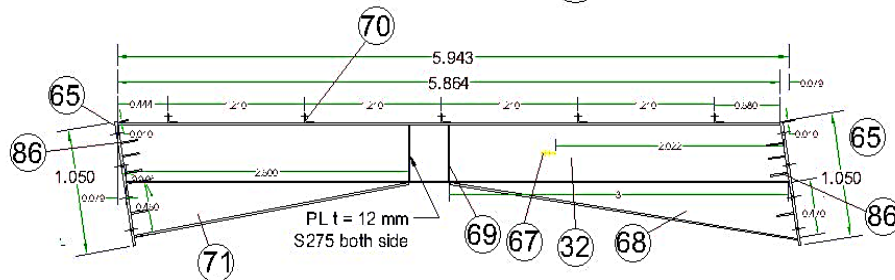
8NO. Rafter IPE 500mm MKD (R11)



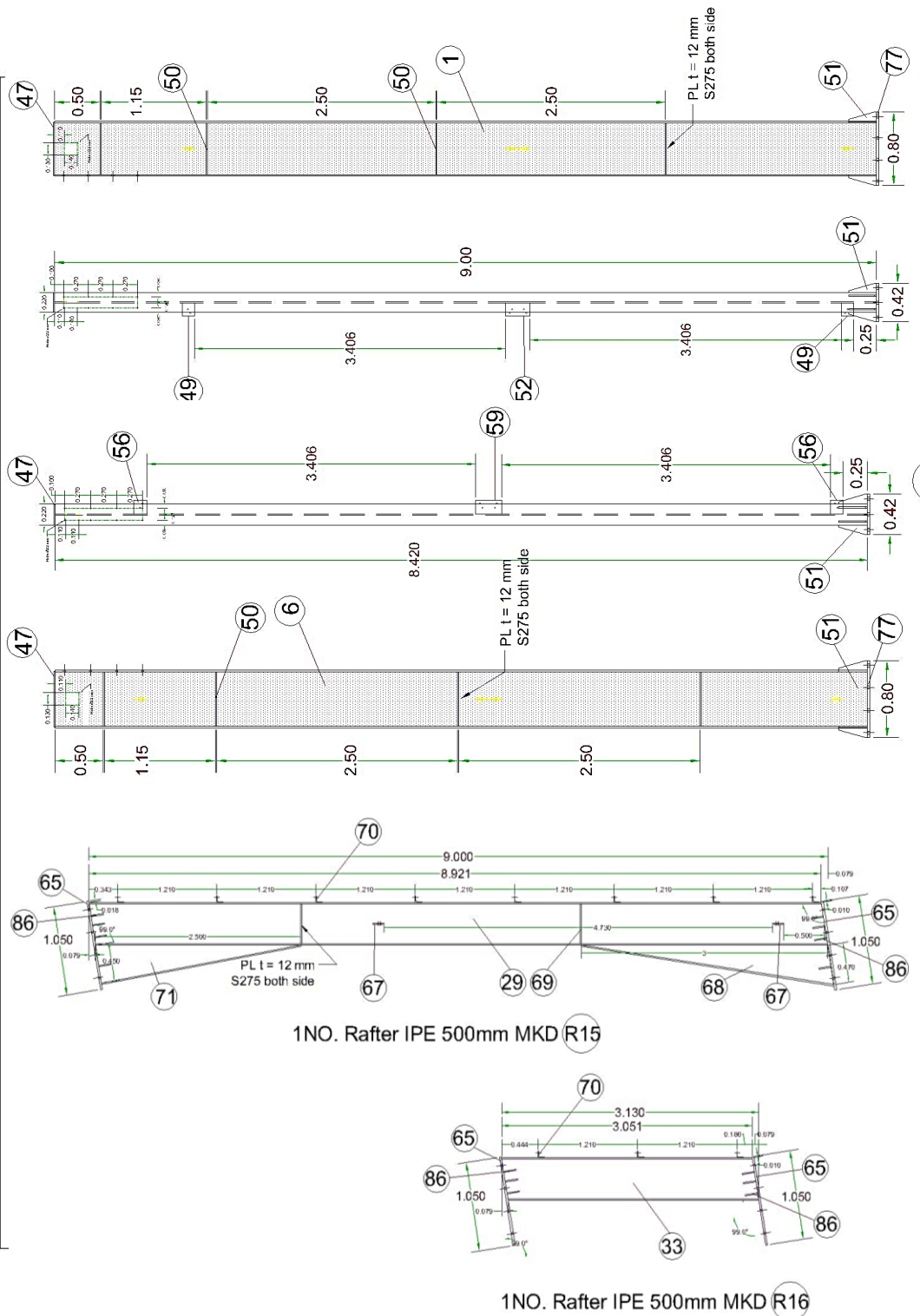
7NO. Rafter IPE 500mm MKD (R12)



1NO. Rafter IPE 500mm MKD (R13)

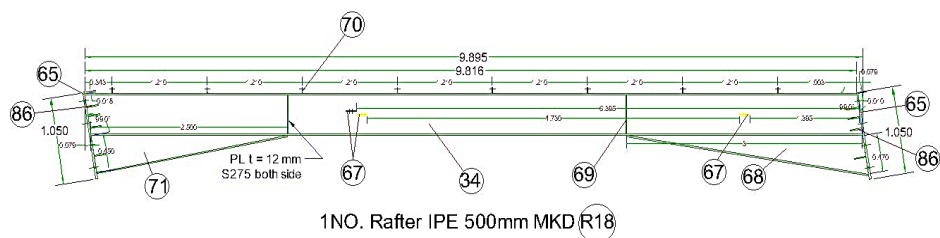


1NO. Rafter IPE 500mm MKD (R14)



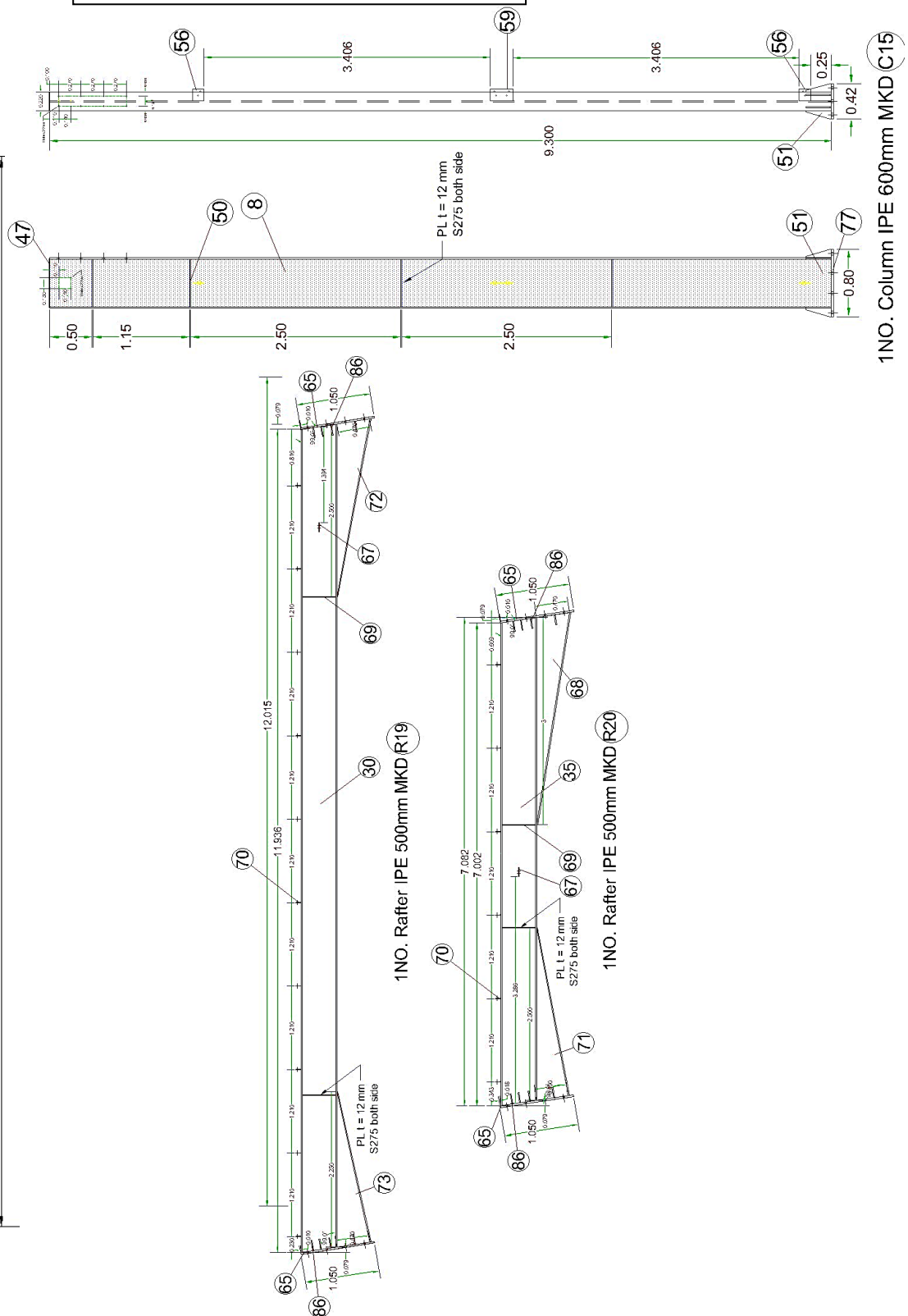
1NO. Column IPE 600mm MKD C13





1NO. Column IPE 600mm MKD C14



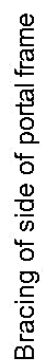


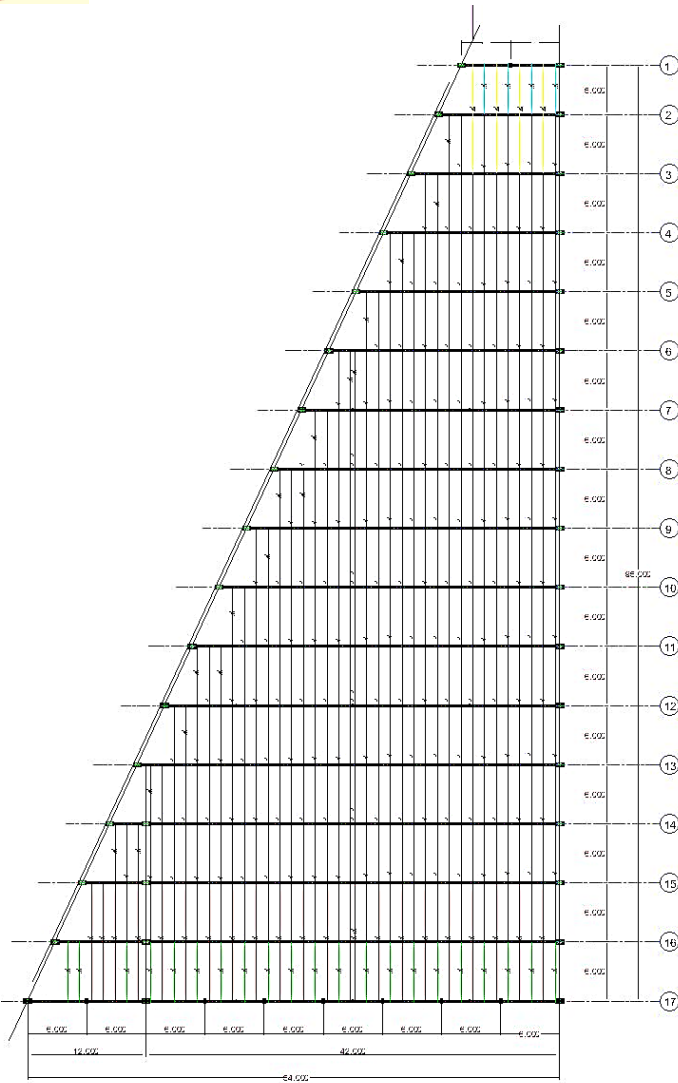
1NO. Column IPE 600mm MKD C15



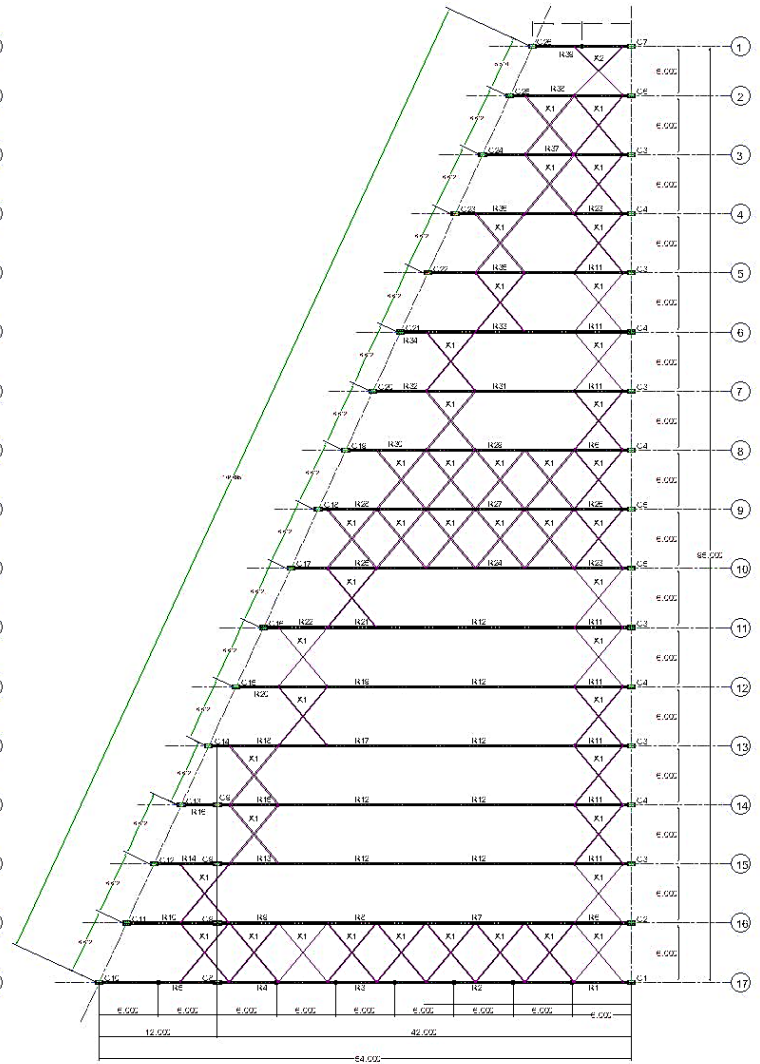


Vertical Bracing Layout



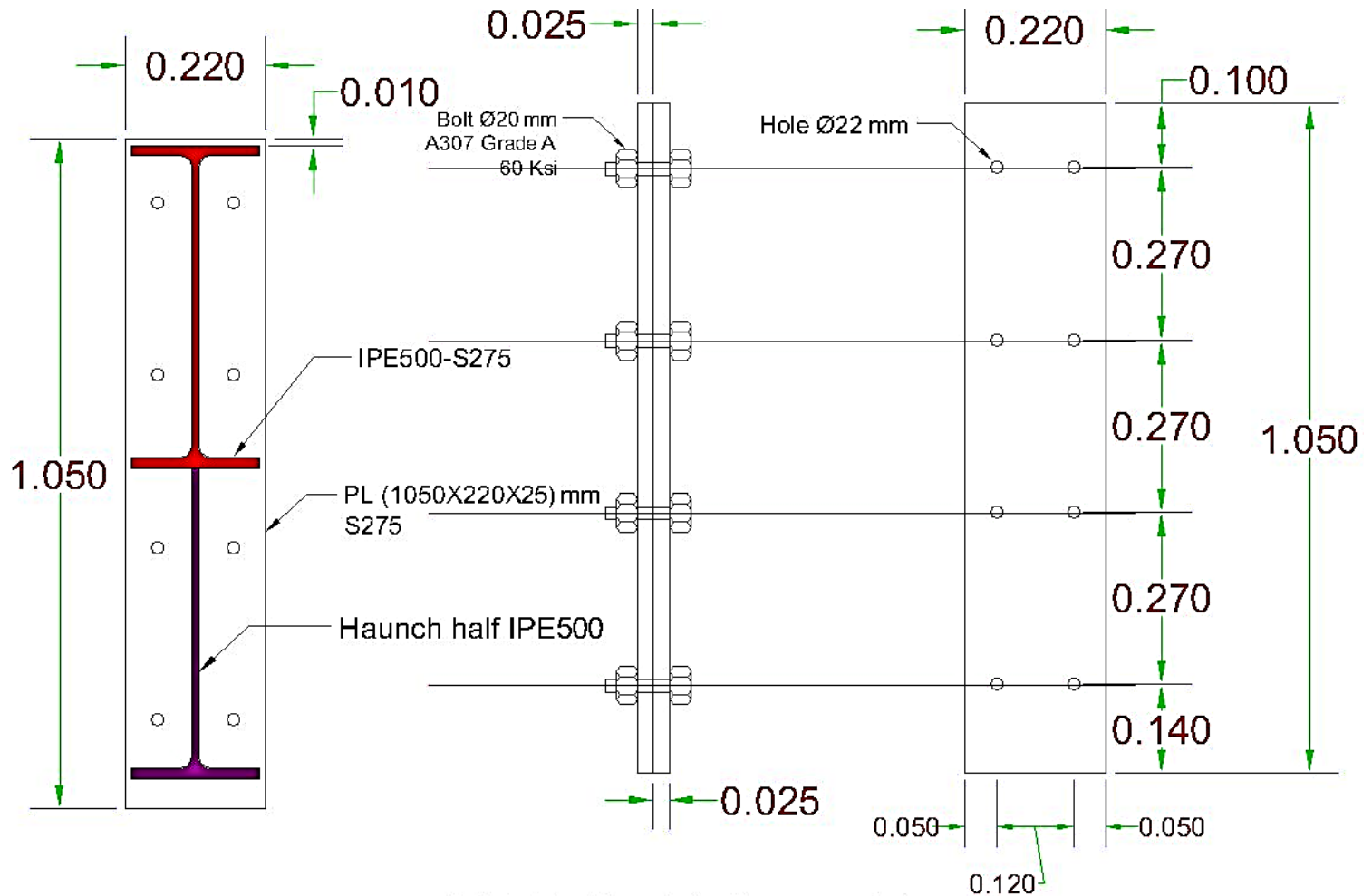


PLAN PURLIN DIVISION

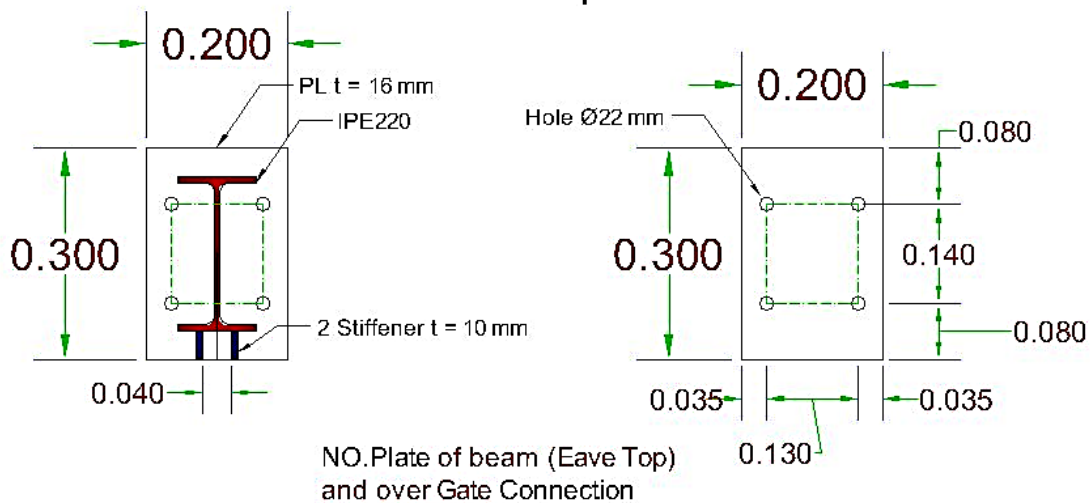


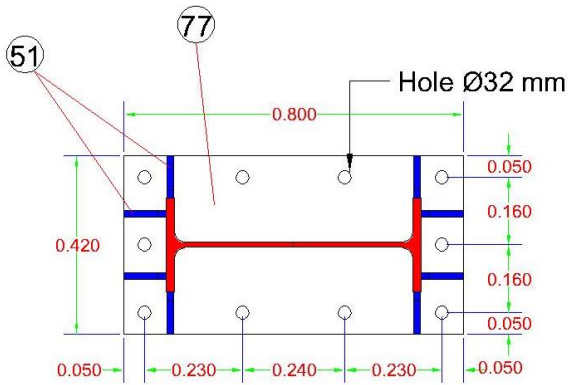
PLAN BRACING LAYOUT

BILL OF QUANTITIES			QUANTITIES	
ITEM	DESCRIPTION	UNIT		
1	IPE 600X220 - S275	M	370	
2	IPE 500X200 - S275	M	700	
3	IPE 220X110 - S275	M	310	
4	PIPE 12X6X0.3CM	M	3922	
5	ANGLE 8X8X0.6CM	M	60	
6	ANGLE 10X10X0.8CM	M	1300	
7	WALL SANDWICH 5CM	M2	2150	
8	CEILING SANDWICH 5CM	M2	3750	
9	PLATE DIFFERENT S275	KG	13270	
10	ANGER BOLT M29X0.9M A307 - GRADE A	PIECE	380	
11	ANGER BOLT M20X0.6M A307 - GRADE A	PIECE	48	
12	SCREW M20X10CM A307 - GRADE A-60KSI	PIECE	640	
13	SCREW M14X10CM A307 - GRADE A-60KSI	PIECE	1000	
14	SCREW M16X5CM A307 - GRADE A-60KSI	PIECE	850	
15	GALVANIZE PLATE 1.5MM	M2	260	

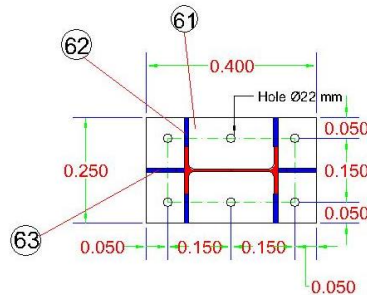


NO.Rafter-Rafter and Apex
Connection plate 25mm Thick.

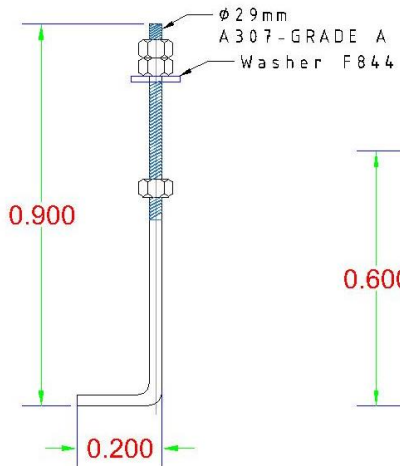
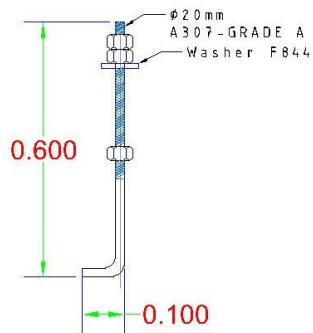
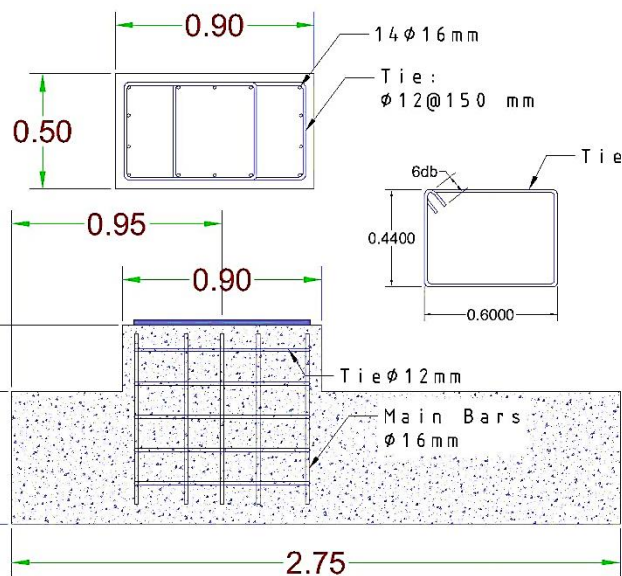




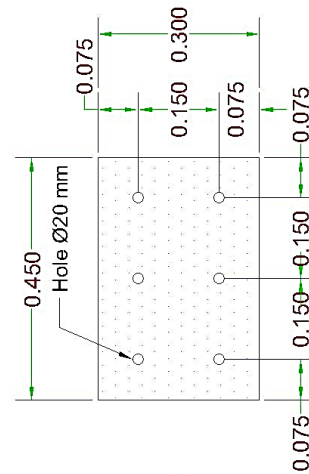
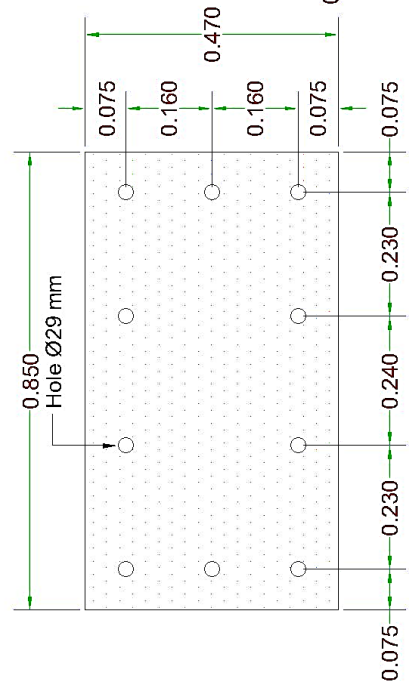
25mm Thick. Base Plate 1 Connection with IPE600



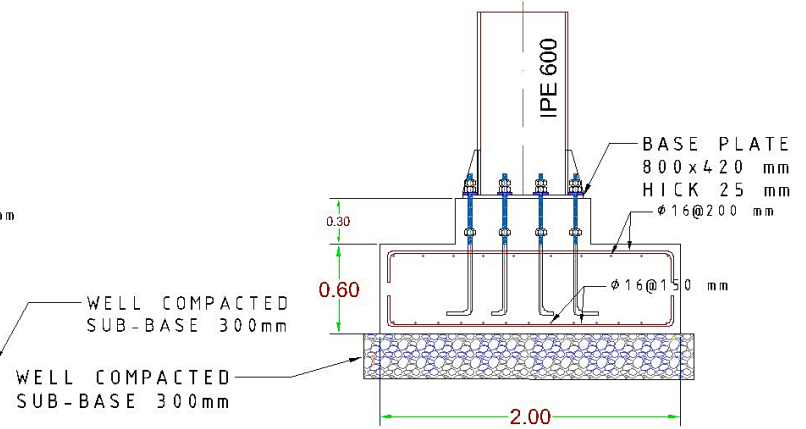
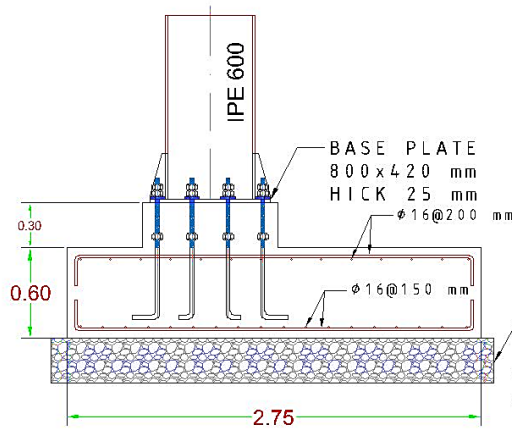
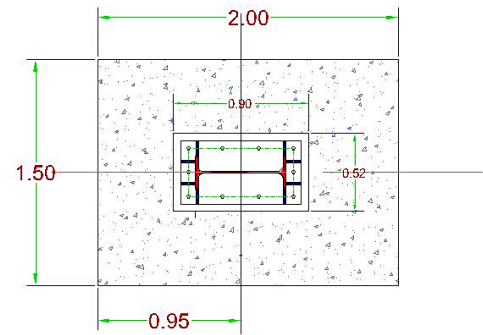
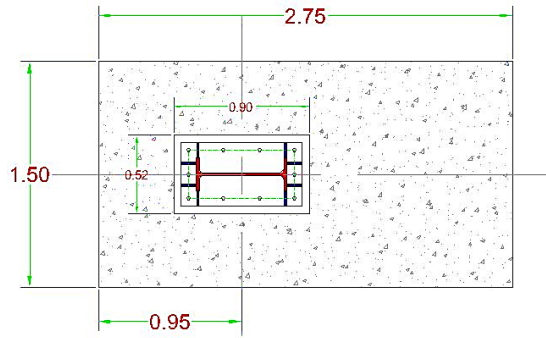
20mm Thick. Base Plate 2 Connection with IPE220

38NO. Anger bolt
M29x0.9m length48NO. Anger bolt
M20x0.6m length

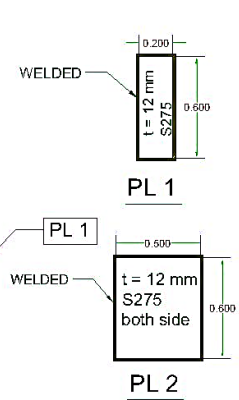
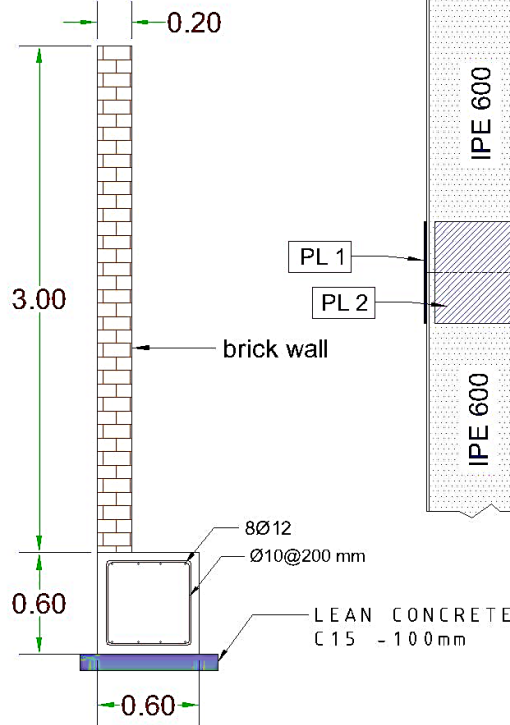
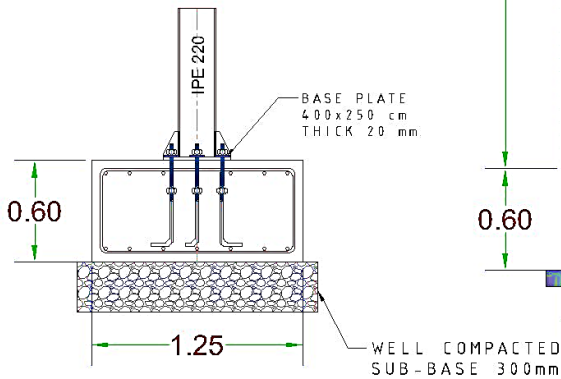
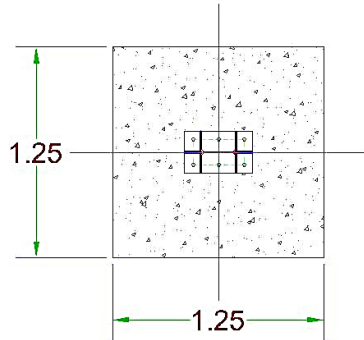
RC PEDESTAL C35

8NO. 8mm Thick. plate for
IPE220 base plate38NO. 8mm Thick. plate for
IPE600 base plate

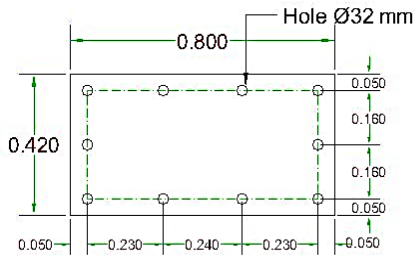
8 mm Thick. plate for center Anchor bolt



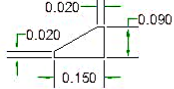
Footings Details



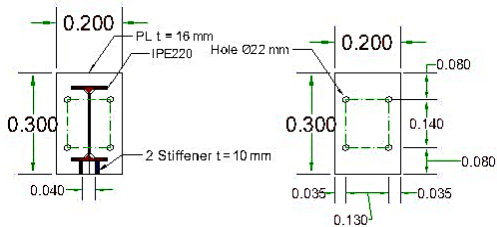
Column Splice



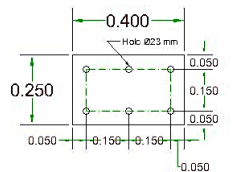
38NO. Base Plate 25mm Thick.
Connection with IPE600 MKD 77



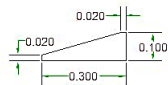
16NO. Stiffener base plate for
IPE 220 Column 10mm Thick. MKD 63



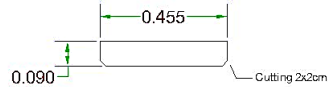
66NO. Plate Thick. 16mm Beam (Eave Top)
IPE 600 and over gate connection MKD 82



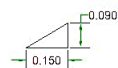
8NO. Base Plate 20mm Thick.
Connection with IPE220 MKD 61



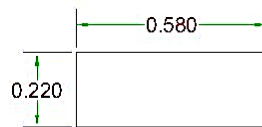
304NO. Stiffener base plate for
IPE 600 Column 16mm Thick. MKD 51



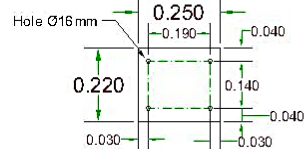
328NO. IPE 500 Rafter support
plate 12mm Thick. MKD 69



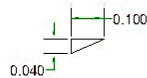
860NO. Stiffener Rafter-Rafter and
Apex connection 12mm Thick. MKD 86



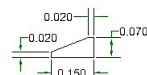
38NO. IPE 600 Column cap
plate 12mm Thick. MKD 47



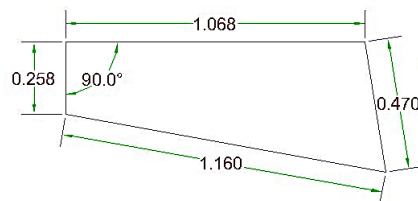
8NO. Cap Plate 12mm Thick.
Connection with IPE220 MKD 60



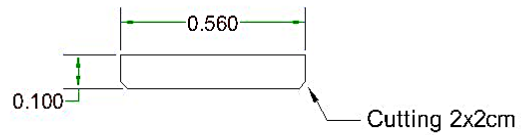
132NO. Stiffener end plate for
IPE 220 beam 10mm Thick. MKD 83



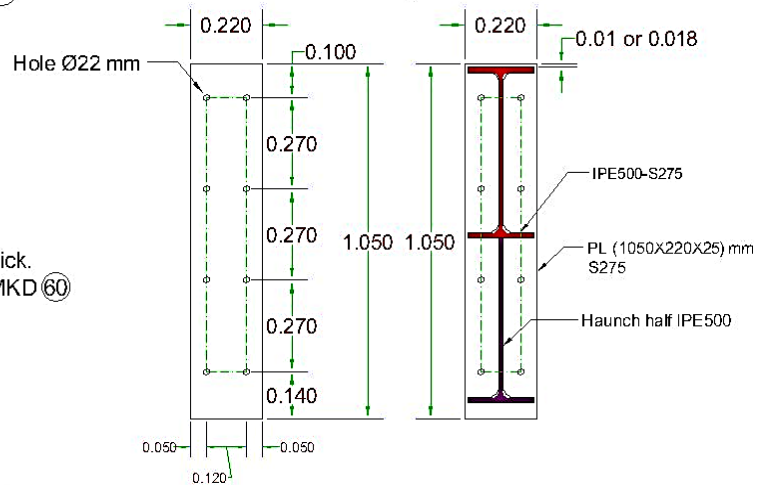
32NO. Stiffener base plate for
IPE 220 Column 10mm Thick. MKD 62



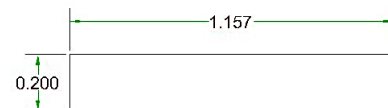
1NO. Stiffener plate for
IPE 500 Rafter 10mm Thick. MKD 81



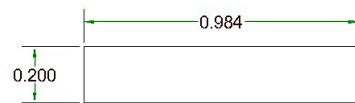
328NO. IPE 600 Column support
plate 12mm Thick. MKD 50



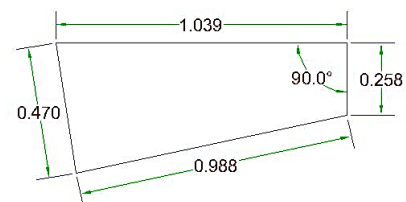
108NO. Plate Thick. 25mm
rafter-rafter and Apex IPE600 MKD 65



1NO. Stiffener plate for
IPE 500 Rafter 16mm Thick. MKD 79



1NO. Stiffener plate for
IPE 500 Rafter 16mm Thick. MKD 80



1NO. Stiffener plate for
IPE 500 Rafter 10mm Thick. MKD 80

Appendix

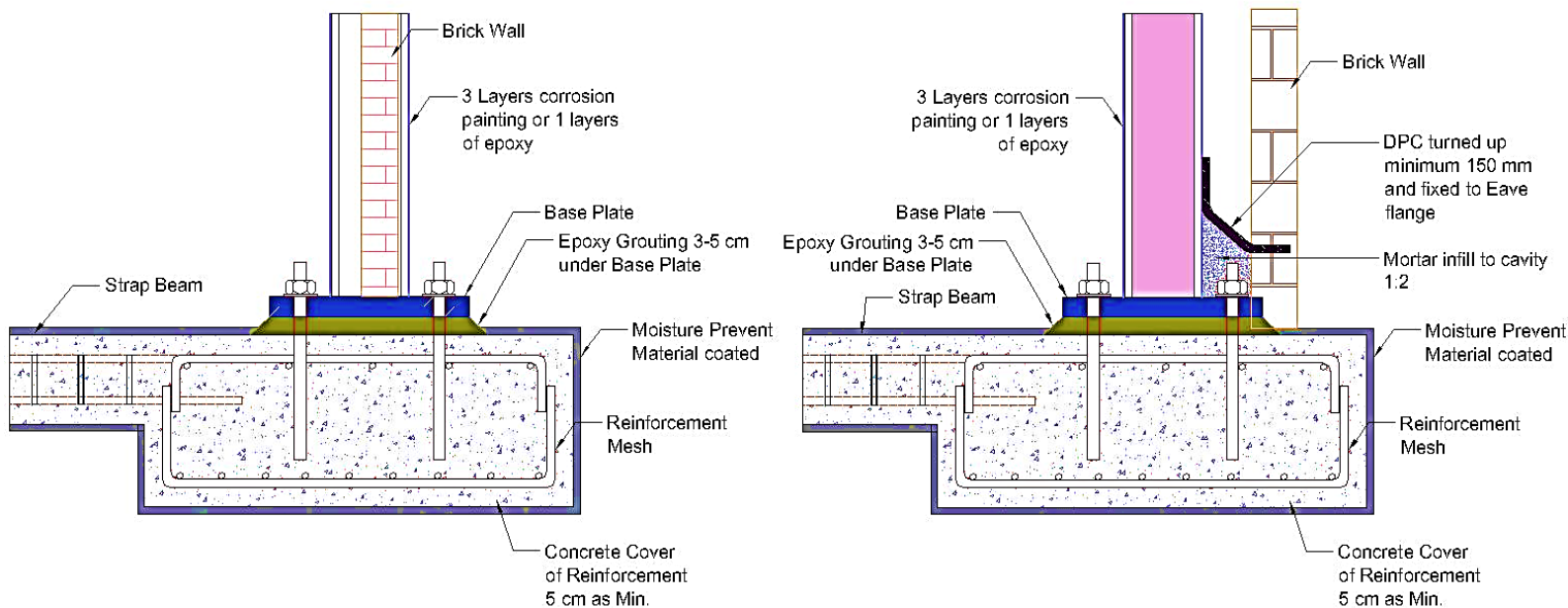
الملحق

Moisture protection

(A) الحماية من الرطوبة

ترتبط الحماية الحرارية والرطوبة ارتباطاً وثيقاً في ديمومة المنشأ الخزني والصناعي، لأن الأضرار الناتجة عن الرطوبة غالباً ما تكون نتيجة نقص العزل الحراري أو تثبيت الانهئات بشكل غير صحيح. في الإنشاءات متعددة الأسطح أو الجدران، يجب منع اختراق الرطوبة عن طريق تركيب حاجز مانع لتدفق البخار على الجلد الداخلي للهيكل. تكون هياكل الجدران مقاومة للبخار على كلا الجانبين، مثل الألواح العازلة، وتمنع انتشار البخار. ولهذا السبب، يجب تنظيم الرطوبة في القاعة من خلال إجراءات تكييف الهواء.

يجب حماية الاعضاء الانشائية الملامسة للتربة مثل الاسس والاجزاء الانشائية المرتبطة معها مثل صفيحة القاعدة والسدات وهناك اجراءات يمكنك ملاحظتها في الشكل ادناه.

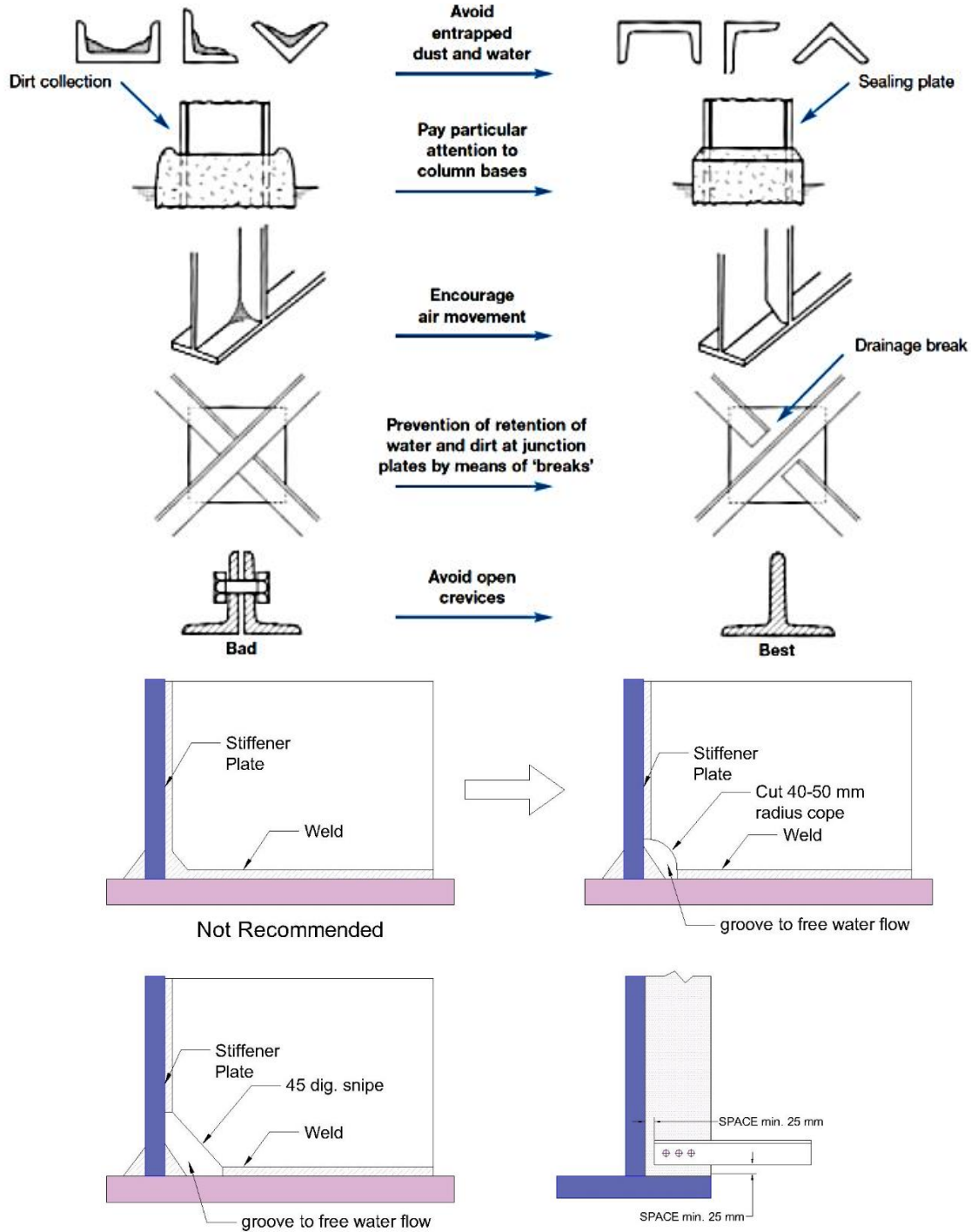


يمكن أن يؤثر تصميم وتفاصيل الهيكل على متانة أي طلاء واقى مطبق عليه. يصعب حماية الهياكل المصممة بالعديد من المكونات الهيكلية الصغيرة والمثبتات أكثر من الأسطح المسطحة الكبيرة. تشمل القضايا الرئيسية التي يجب مراعاتها ما يلي:

- الوصول لتطبيق الطلاء والصيانة
- تجنب مصائد الرطوبة والغبار والمواد العالقة على البدن للاعضاء الحديدية خاصة.
- تجنب أو سد الشقوق
- الصرف والتهوية لتقليل وقت البلل

● إدارة دقيقة للتلامس مع المواد الأخرى

يمكن العثور على إرشادات عامة للوقاية من التآكل من خلال تفاصيل التصميم الجيدة في BS EN ISO 12944-3 ، وترد أدناه بعض الإجراءات والواجبات النموذجية للمباني ذات الإطارات الفولاذية.



Protect from Fire

(B) الحماية من الحريق

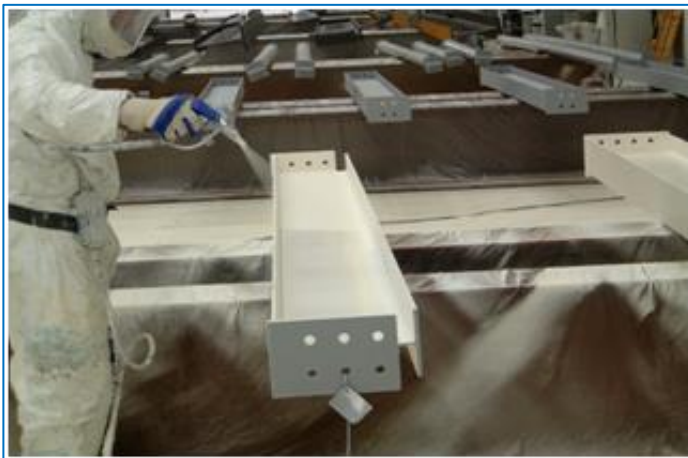
لا يعني مصطلح مقاومة الحريق بالضرورة أن العنصر الانشائي لا يمكن أن يحترق أبداً: إنه يتعلق بالأداء المقاس في ظل ظروف محددة للاختبار والتقييم. لا تسمح ميزة مقاومة الحريق بأن تكون العناصر المعالجة غير متأثرة تماماً بأي حريق ، حيث إن المواد التقليدية ليست محصنة ضد تأثيرات الحريق بكثافة و / أو مدة كافية.

يتم استخدام مقاومة الحريق في المنشآت الصناعية والخزنية لتقليل تصاعد الحريق الذي قد يحدث مع فشل الدعامات الهيكلية وارتفاع درجة حرارة أو عية الضغط. قد يؤدي الضرر الذي يمكن أن تحدثه النيران في وقت مبكر جداً إلى إضافة وقود كبير إلى النار.

لذلك ، فإن الغرض من مقاومة الحريق هو كسب الوقت. الطريقة التقليدية للحماية من الحريق هي صب الخرسانة في الموقع أو الجونيت. يتم استخدام مواد مقاومة للحريق أخرى ، مثل الأسمنت خفيف الوزن ، والألواح الأسمنتية الجاهزة ، والطلاء المنتفخ بدرجة أقل ، في المقام الأول في المناطق التي تعتبر أقل خطورة وحيث يكون تقليل الوزن فائدة كبيرة.

1- الطلاءات المنتفخة (Thin film intumescent coatings):

الطلاءات المنتفخة هي مواد شبيهة بالطلاء تكون خاملة عند درجات حرارة منخفضة ولكنها توفر العزل نتيجة لتفاعل كيميائي معقد عند درجات حرارة تتراوح عادةً بين 200 و 250 درجة مئوية. في درجات الحرارة هذه لن تتأثر خصائص الفولاذ. ونتيجة لهذا التفاعل فإنها تنتفخ وتوفر طبقة موسعة من الفحم منخفض التوصيل. يمكن تقسيم الطلاءات المنتفخة إلى عائلتين واسعتين: الأغشية الرقيقة والأغشية السمكية. تكون مواد الأغشية الرقيقة إما ذات أساس مذيبي أو مائي وتستخدم بشكل أساسي في حرائق المباني. تم تطوير الطلاءات الغشائية السمكية في الأصل للصناعات البحرية والهيدروكربونية ولكن تم تعديلها للاستخدام في المباني.



تطبيق الطلاءات
الرقيقة المنتفخة
خارج الموقع

(Boards)

2- الألواح

يعتبر التداخل بين الألواح والطلاءات الرقيقة المنتفخة أمرًا شائعًا جدًا , تستخدم الألواح على نطاق واسع للحماية من الحرائق الهيكلية في المملكة المتحدة. يتم استخدامها حيث يكون نظام الحماية مرئيًا وأينما يكون مخفيًا. إنها توفر للمحدد مظهرًا نظيفًا ومعبأً ولديها مزايا إضافية تتمثل في أن التطبيق عبارة عن تجارة جافة وقد لا يكون لها تأثيرات كبيرة على الأنشطة الأخرى. كما يتم تصنيع الألواح في المصنع ويمكن ضمان السماكات. علاوة على ذلك ، يمكن تطبيق الألواح على الأعمال الفولاذية غير المطلية.

توجد على نطاق واسع عائلتان لحماية اللوحة ، خفيفة الوزن وثقيلة الوزن. عادةً ما تكون الألواح خفيفة الوزن 150-250 كجم / م³ ولا تكون مناسبة عادةً للتشطيبات الزخرفية. يتم استخدامها عادةً عندما لا تكون الجماليات مهمة وأرخص من نظائرها من الوزن الثقيل. يتراوح وزن الألواح الثقيلة عادة بين 700 و 950 كجم / م³ (يجب على المصممين الانشائيين اخذ هذا الحمل ضمن الاعتبار) وستقبل بشكل عام التشطيبات الزخرفية. يتم استخدامها عادة حيث تكون الجماليات مهمة.

يمكن استخدام كلا النوعين من الألواح في ظروف خارجية محدودة ولكن يجب طلب مشورة الشركة المصنعة. تتوفر إرشادات مفصلة حول تركيب أنظمة حماية اللوحة من جمعية الحماية من الحرائق المتخصصة



يعتبر التداخل بين الألواح والطلاءات الرقيقة المنتفخة أمرًا شائعًا جدًا



يمكن تشكيل الألواح حول أشكال معقدة

Spray protection

3- الرش بالمواد الاسمنتية العازلة

تستخدم الحماية بالرش على نطاق واسع في الولايات المتحدة ولكنها أقل شيوعاً في المملكة المتحدة. تتميز بميزة أنها يمكن استخدامها لتغطية الأشكال والتفاصيل المعقدة وأيضاً أن التكاليف لا تزيد بشكل كبير مع الزيادات في سمك الحماية. هذا لأن الكثير من تكلفة التطبيق في العمالة والمعدات وأقلية في تكلفة المواد. يمكن أيضاً استخدام بعض المواد في التطبيقات الخارجية وتطبيقات الحرائق الهيدروكربونية.

البخاخات ليست مناسبة للأغراض الجمالية. أيضاً ، يعد التطبيق تجارة رطبة وقد يكون لذلك تأثيرات على عمليات الموقع الأخرى. قد يتعين تخصيص بدل في حساب تكلفة المتطلبات المحتملة لمنع الرش الزائد. تتوفر إرشادات مفصلة حول تركيب أنظمة الحماية من الرش من جمعية الحماية من الحرائق المتخصصة



رش المواد الأسمنتية على الجسور الحديدية

Flexible blanket systems

4- أنظمة البطانيات المرنة

تم تطوير أنظمة مرنة للحماية من الحرائق كاستجابة للحاجة إلى مادة حماية من الحرائق سهلة التطبيق يمكن استخدامها في الأشكال والتفاصيل المعقدة ولكن عندما يكون التطبيق تجارة جافة. هناك عدد محدود من الشركات المصنعة لهذه المنتجات. يظهر تثبيت البطانية في الصورة المصاحبة.



أنظمة البطانيات المرنة وهي خفيفة الوزن وسهلة التركيب وتمتلك مقاومة جيدة لحرارة الحريق تصل الى حماية مدتها 90 دقيقة للأنواع الجيدة منها ولكنها معيقة للجمالية وتثبيت التشطيبات.

حماية الجسور الشعاعية الحاوية على الفتحات Protecting cellular beams

لسنوات عديدة ، كانت الجسور الحديدية ذات الفتحات الشبكية المتعددة المصنعة عن طريق شق ولحام العوارض والأعمدة المدلفنة على الساخن (الحزم المصقولة والخلوية) ، محمية من الحريق على أساس عامل المقطع للقسم الرئيسي زائد 20٪. اعتمد هذا على نتائج عدد من الاختبارات على الجسور الشعاعية في الجملونات التي أظهرت زيادة طفيفة في معدل التسخين مقارنة بالمقاطع المدلفنة على الساخن. عندما تم تطوير عملية تصنيع الجسور الشعاعية الخلوية من الصفائح ، تم الإبقاء على قاعدة الـ 20٪. تم أخذ درجة الحرارة المحددة الافتراضية ل الجسور الشعاعية الخلوية على أنها مماثلة للحزم المدلفنة على الساخن التي تحمل ألواحاً خرسانية ، أي 620 درجة مئوية للطلاء الرقيق المنتفخ و 550 درجة مئوية للرش والألواح.

ومع ذلك ، بمرور الوقت ، أظهرت الاختبارات الإضافية أن الجسور الشعاعية يمكن أن تعرض آليات فشل معقدة في الحريق. تم الآن تطوير فهم أفضل لهذه الآليات ، ومن هذا المنطلق ، أصبح من الواضح أن الافتراض بأن درجة الحرارة المحددة لهذه الحزم هي نفسها للأقسام غير المثقوبة غير صحيحة. وبدلاً من ذلك ، فقد ثبت أن هندسة الحزمة تحدد درجة الحرارة المحددة وأن كل حزم خلوية تحتاج إلى تقييم بناءً على مزاياها الخاصة. الحلول المعممة (أو العالمية) ليست مناسبة.

(C) خصائص التصميم لمواد الصلب الإنشائي

Material Design Properties for Structural Steel S235, S275, S355, S420, S450, S460 according to EN1993-1-1 §3.2.6

Material Property	Value
Density ρ	$\approx 7850 \text{ kg/m}^3$
Unit weight γ	$\approx 78.5 \text{ kN/m}^3$
Modulus of elasticity E (Young's modulus)	210000 MPa
Shear modulus G	$G = E / [2 \cdot (1 + \nu)] \approx 81000 \text{ MPa}$
Yield strength f_y	see table below
Ultimate strength f_u	see table below
Poisson's ratio in elastic range ν	0.30
Coefficient of linear thermal expansion α	$12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{K}^{-1}$

Structural Steel Strength Properties for elements with nominal thickness $t \leq 40 \text{ mm}$

EN10025-2 Hot rolled products - Non-alloy structural steels					
Symbol	Description	S235	S275	S355	S450
f_y (MPa)	Yield strength	235	275	355	440
f_u (MPa)	Ultimate strength	260	430	460	550

EN10025-3 Hot rolled products - Normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels					
Symbol	Description	S235	S275	S355	S460
f_y (MPa)	Yield strength	235	275	355	460
f_u (MPa)	Ultimate strength	390	490	520	540

EN10025-4 Hot rolled products - Thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels					
Symbol	Description	S235	S275	S355	S460
f_y (MPa)	Yield strength	235	275	355	460
f_u (MPa)	Ultimate strength	370	470	520	540

EN10025-5 Hot rolled products - Normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels

Symbol	Description	S235 W	S355 W		
f_y (MPa)	Yield strength	235	355		
f_u (MPa)	Ultimate strength	360	490		

EN10025-6 Hot rolled products - High yield strength structural steels in the quenched and tempered condition

Symbol	Description	S460 Q/QL/QL1			
f_y (MPa)	Yield strength	460			
f_u (MPa)	Ultimate strength	570			

EN10210-1 Hot finished structural hollow sections - Non-alloy and fine grain steels

Symbol	Description	S235 H	S275 H	S355H	S275NH/NLH
f_y (MPa)	Yield strength	235	275	355	275
f_u (MPa)	Ultimate strength	370	430	510	390

EN10219-1 Cold formed welded structural hollow sections - Non-alloy and fine grain steels

Symbol	Description	S235 H	S275 H	S355H	S275NH/NLH
f_y (MPa)	Yield strength	235	275	355	275
f_u (MPa)	Ultimate strength	360	430	510	370

Structural Steel Strength Properties for elements with nominal thickness $40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$

EN10025-2 Hot rolled products - Non-alloy structural steels

Symbol	Description	S235	S275	S355	S450
f_y (MPa)	Yield strength	215	255	335	410
f_u (MPa)	Ultimate strength	360	410	470	550

EN10025-3 Hot rolled products - Normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels

Symbol	Description	S235N/NL	S275 N/NL	S355 N/NL	S460 N/NL
fy (MPa)	Yield strength	255	335	390	430
fu (MPa)	Ultimate strength	370	470	520	540

EN10025-4 Hot rolled products - Thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels

Symbol	Description	S235M/ML	S275 M/ML	S355 M/ML	S460 M/ML
fy (MPa)	Yield strength	255	335	390	430
fu (MPa)	Ultimate strength	360	450	500	530

EN10025-5 Hot rolled products - Structural steels with improved atmospheric corrosion resistance

Symbol	Description	S235 W	S355 W		
fy (MPa)	Yield strength	215	355		
fu (MPa)	Ultimate strength	340	490		

EN10210-1 Hot finished structural hollow sections - Non-alloy and fine grain steels

Symbol	Description	S235 H	S275 H	S355H	S275NH/NLH
fy (MPa)	Yield strength	215	255	335	255
fu (MPa)	Ultimate strength	340	410	490	370

ملاحظات:

1- درجات الصلب وفقاً للمعايير EN 10025-2 ، EN 10025-3 ، EN 10025-4 ، EN 10025-5 ، EN 10025-6 ، قابلة للتطبيق على الفولاذ الهيكلي المدلفن على الساخن. درجات الصلب التي تحمل التصنيف "H" ، وفقاً لمعيار EN 10210-1 قابلة للتطبيق على المقاطع المجوفة الهيكلية الجاهزة

على الساخن. درجات الصلب التي تحمل التصنيف "H" ، وفقاً لمعيار EN 10219-1 قابلة للتطبيق على المقاطع المجوفة الهيكلية المشكلة على البارد. انظر التفاصيل أدناه للحصول على وصف لمعيار EN ذي الصلة.

2- تتميز درجات الصلب الفرعية JR و J0 و J2 و K2 بقدرة الفولاذ على التصرف بطريقة مطيلة وبالتالي تجنب الكسر الهش ، خاصة في درجات الحرارة المنخفضة. تتميز صلابة كسر الفولاذ في EN 1993-1-10 من حيث قيمة KV (T) ، أي طاقة الصدم بالجول [J] المطلوبة لكسر عينة Charpy V-notch عند درجة حرارة اختبار معينة T. Sub- يتوافق الصف JR مع KV بحد أدنى 27 J عند درجة حرارة الغرفة (+ 20 درجة مئوية). تتوافق الدرجة الفرعية J0 مع حد أدنى من KV يبلغ 27 J عند 0 درجة مئوية. تتوافق الدرجة الفرعية J2 مع حد أدنى من KV يبلغ 27 J عند -20 درجة مئوية.

3- يستمد الصلب خصائصه المادية من مزيج من التركيب الكيميائي والعمل الميكانيكي والمعالجة الحرارية. التركيب الكيميائي أساسي للخصائص الميكانيكية للصلب. يمكن أن تؤدي إضافة سبائك مثل الكربون والمنغنيز والنيوبيوم والفاناديوم إلى زيادة القوة. ومع ذلك ، فإن إضافات السبيكة هذه تزيد من تكلفة الفولاذ ، ويمكن أن تؤثر سلباً على الخصائص الأخرى (مثل الليونة والصلابة وقابلية اللحام). يمكن أن يؤدي الحفاظ على مستوى الكبريت منخفضاً إلى تعزيز الليونة ، ويمكن تحسين المتانة بإضافة النيكل. ومن ثم ، فقد تم اختيار التركيب الكيميائي لكل مواصفات الصلب بعناية لتحقيق الخصائص المطلوبة.

4- ربما تكون قوة الخضوع هي الخاصية الأكثر أهمية التي سيحتاج المصمم إلى استخدامها أو تحديدها. كان تحقيق قوة مناسبة مع الحفاظ على الخصائص الأخرى هو القوة الدافعة وراء تطوير عمليات تصنيع ودرفلة الفولاذ الحديثة. على سبيل المثال فولاذ S355 عبارة عن فولاذ إنشائي بأقل مقاومة للخضوع (ReH) تبلغ 355 نيوتن / مم². الرقم المذكور في التسمية هو قيمة مقاومة الخضوع للمادة التي يصل سمكها إلى 16 مم. يجب أن يلاحظ المصممون أن مقاومة الخضوع تقل مع زيادة سماكة اللوح أو المقطع. يوجد في الجدول أدناه مثال للفولاذ الشائع في EN 10025-2.

Steel grade	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150
Nominal thickness (mm)						
S275	275	265	255	245	235	225
S355	355	345	335	325	315	295
S460	460	440	420	400	390	390

5- في العراق ، يتم الحصول على القيم الاسمية لقوة الخضوع (f_y) للصلب الإنشائي من الوثائق المصاحبة للحديد المستورد ، وبالتالي القيم المميزة المستخدمة في حسابات التصميم ، من خلال اعتماد قيم مقاومة الخضوع الدنيا (R_{eH}) مباشرة من معايير المنتج هذه. غالبًا ما يستخدم الفولاذ S275 في اغلب المنشآت للبنى الصناعية والخزنية في العراق ، حيث تتحكم الصلابة بدلاً من القوة في التصميم ، أو عندما يكون الاجهاد او التعب (fatigue) هو حالة التصميم الحاسمة. يستخدم الفولاذ S355 بشكل أساسي في تطبيقات جسور الطرق السريعة ، حيث إنه متوفر بسهولة ، ويعطي عمومًا التوازن الأمثل بين الصلابة والقوة. يمكن أن يوفر الفولاذ S460 مزايا عندما يكون الوزن الذاتي أمرًا بالغ الأهمية أو يحتاج المصمم إلى تقليل سماكة الألواح. ومع ذلك ، فإن استخدام مثل هذا الفولاذ لا يمنح أي فوائد في التطبيقات التي يكون فيها التعب أو الصلابة أو عدم استقرار الأعضاء النحيلة للغاية هو الاعتبار الرئيسي للتصميم. كما أن هذا الفولاذ غير متوفر بسهولة في العراق والبلدان المجاورة.

6- توفر اللوحات (Availability of plates): تتوفر الألواح بسهولة في مجموعة واسعة من الأحجام ودرجات المواد في العراق والبلدان المجاورة ، ويمكن الحصول عليها إما مباشرة من المصنع ، أو من خلال مخازن الحديد الصلب. تتمثل ميزة الحصول على الألواح مباشرة من المطحنة في أنها تُلف حسب الطلب ، وتحديدًا بالحجم المختار ، مما يقلل من الفاقد ويزيد من كفاءة التصميم إلى أقصى حد ، حيث يتوفر أي سمك متوسط. يتم شراء ألواح الويب والحافة بشكل عام من خلال هذا المسار ، لذلك يتم تحقيق أقصى قدر من الكفاءة من خلال تحديد السماكة الفعلية المطلوبة وفقًا لحسابات التصميم. لا يُنصح بالتقريب إلى أقرب 5 مم لأنه يؤدي فقط إلى زيادة تكلفة أعمال الصلب. تتراوح أحجام الألواح العادية من 5 مم إلى 200 مم ، بعرض يصل إلى 3.5 متر وأطوال تصل إلى 18.0 مترًا. يعتبر الفولاذ من المخازن أكثر ملاءمة للكميات الصغيرة ، وسيقلل من أوقات التسليم. ومع ذلك ، سيكون أكثر تكلفة ، وقد لا يكون الحجم والجودة المطلوبان متاحين بسهولة. من المهم تتبع مصدر الفولاذ والحصول على شهادات الإنتاج والمواصفات المناسبة. وتكون السماكة بشكل عام بزيادات 5 مم. عادةً ما يتم شراء ألواح التقوية من المجهزين المتوفرين محلياً ، لذلك يجب تقريب سمك أدوات التقوية إلى أقرب 5 مم.

Typical stock plate sizes (mm)							
4000	5000	6000	6000	8000	9000	10000	12000
X	X	X	X	X	X	X	X
2000	2500	2000	3000	2000	3000	2500	2500

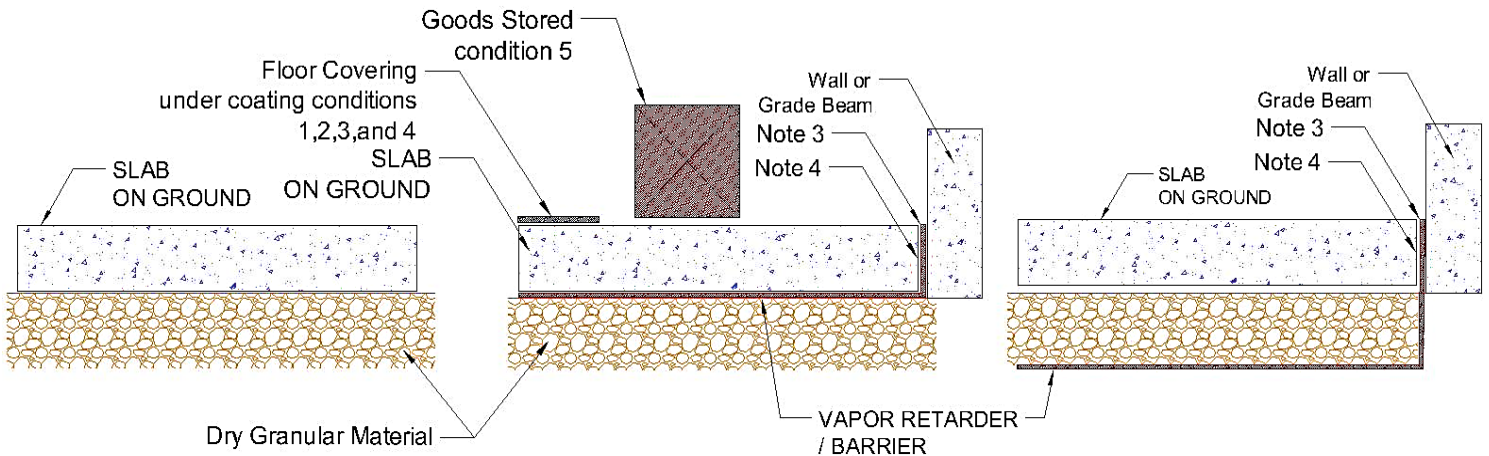
7- السماحية في سمك اللوحات (Thickness tolerances)

بالنسبة للوحات ، عادةً ما تكون الفئة A إلى EN 10029 كافية. الفئة A هي الإعداد الافتراضي في EN 10025-2 ويتم تأكيد اختيارها في مواصفات أعمال المنشآت الخزنية والصناعية. تزداد تفاوتات السماكة في الصنف A بالسمك الاسمي على النحو التالي:

Nominal thickness mm	Lower tolerance mm	Upper tolerance mm
$\geq 8 < 15$	-0.5	+0.9
$\geq 15 < 25$	-0.6	+1.0
$\geq 25 < 40$	-0.7	+1.3
$\geq 40 < 80$	-0.9	+1.7

(D) خواص الارضية لقاعة المنشأ الخزني والصناعي:

في ادناه شكلا يمثل بعض حالات الارضية الخرسانية المسلحة لقاعة الجملون الخاصة بالخرن او الفعاليات الصناعية .



- (1) IF GRANULAR MATERIAL IS SUBJECT TO FUTURE MOISTURE INFILTRATION FROM WET-CURING, WASH-DOWN AREAS SLOPED TO DRAINAGE, OR OTHER LIQUIDS THAT CAN POND ON TOP OF THE SLAB AND SEEP THROUGH JOINTS, CRACKS OR OTHER OPENINGS, USE FIG. 2.
- (2) IF FIGURE 2 IS USED, MEASURES TO MINIMIZE SLAB CURLING, DOMINANT JOINTS, DELAMINATIONS, BLISTERING, CRUSTING, PLASTIC SHRINKAGE CRACKING, BAR SHADOWING AND SUBSIDENCE CRACKING LONGITUDINALLY OVER THE REINFORCEMENT, REDUCTION IN SURFACE FLATNESS, AND FINISHING TIME WILL LIKELY BE REQUIRED.
- (3) VAPOR RETARDER/BARRIER SHOULD BE TURNED UP AND SEALED TO WALL, GRADE BEAM OR SLAB.
- (4) FLEXIBLE CLOSED CELL FOAM PLANK FULL DEPTH OF SLAB (WHERE REQUIRED) WITH ELASTOMERIC JOINT SEALANT (WHERE REQUIRED) . (NOTE: FOAM PLANK IS NOT SHOWN IN FIG. 2 BUT CAN BE USED AS SHOWN IN FIG. 3)

Vapor retarder/barrier location

1- موقع مثبت البخار / الحاجز

لطالما نوقش قرار تحديد موقع مثبت / حاجز البخار في اتصال مباشر مع الجانب السفلي للبلاطة. ومع ذلك ، فقد أظهرت التجربة أن أعلى مستوى من الحماية لأغطية الأرضيات أو الطلاءات أو بيئات البناء يتم توفيره عندما يتم وضع مثبت / حاجز البخار في اتصال مباشر مع اللوح. إن وضع الخرسانة في اتصال مباشر مع مثبت / حاجز البخار يلغي احتمالية احتباس الماء من مصادر مثل المطر أو المعالجة أو التنظيف أو الضغط داخل مسار الملء. يمكن للحشو المبلل أو المشبع فوق مثبت / حاجز البخار أن يطيل بشكل كبير الوقت المطلوب لتجف البلاطة إلى مستوى مقبول لمصنعي أغطية الأرضيات والمواد اللاصقة والطلاء. طبقة تعبئة محصورة بين مثبت البخار / الحاجز والخرسانة تعمل أيضًا كطريق لدخول الرطوبة والسفر بحرية أسفل البلاطة.

Soil-support system

2- نظام دعم التربة

نظرًا لأن أداء البلاطة على الأرض يعتمد على سلامة نظام دعم التربة ، يجب إيلاء اهتمام خاص لمتطلبات إعداد الموقع ، بما في ذلك عامل الرص للتربة. في معظم الحالات ، تكون نتائج مستوى الرص أكثر دلالة على قدرة نظام دعم التربة على تحمل التحميل مقارنة بنتائج الاختبارات الموضعية لمحتوى الرطوبة أو الكثافة. عادةً ما تُستخدم طبقة رقيقة من المواد المتدرجة الحبيبية القابلة للضغط كمادة تصنيف دقيقة للتحكم بشكل أفضل في سماكة الخرسانة وتقليل الاحتكاك بين المادة الأساسية والبلاطة.

Isolation joints

3- مفاصل العزل

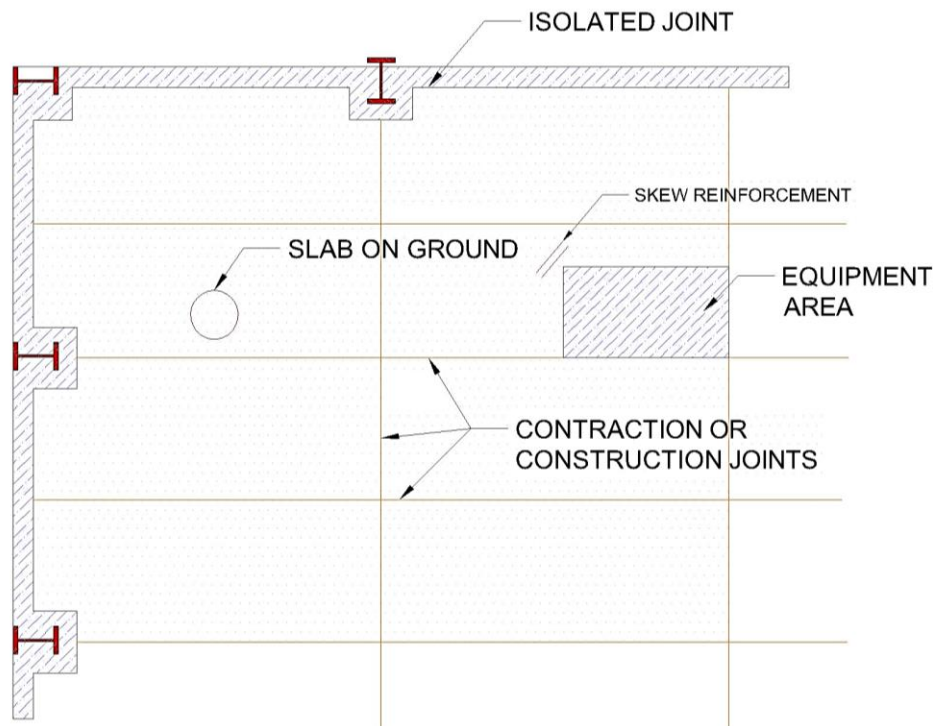
يجب استخدام وصلات العزل حيثما كانت الحرية الكاملة للحركة الرأسية والأفقية مطلوبة بين الأرضية وعناصر البناء المجاورة. يجب استخدام مفاصل العزل عند التقاطعات مع الجدران التي لا تتطلب قيودًا جانبية من البلاطة أو الأعمدة أو أسس المعدات أو القواعد أو نقاط تقييد أخرى مثل المصارف وغرف التفتيش والأحواض والسلالم. يمكن أن يتكون مفصل العزل من مادة صاج أو مادة مفصلية مسبقة التشكيل تفصل عنصرين خرسانيين متجاورين ؛ أحد الأمثلة على ذلك هو المكان الذي تتأخم فيه اللوح مع الحائط. عندما يحد مفصل العزل من الانكماش ، يجب استخدام لوح رغوة مرن مغلق الخلية (مثل الفلين أو الستايربور) بسماكة تتلاءم مع حركة الانكماش المتوقعة.

يجب أن تمتد مادة الوصلة إلى العمق الكامل للبلاطة أو أسفل قاعها بقليل لضمان الفصل التام. عندما يكون حشو المفصل مرئيًا بشكل غير مقبول ، أو عندما تكون هناك ظروف رطوبة أو متطلبات صحية أو للتحكم في مناطق تجمع الغبار ، يمكن إزالة الجزء العلوي من الحشو المسبق التشكيل وسد المفصل باستخدام مادة مانعة للتسرب من اللدائن المرنة. ثلاث طرق لإنتاج عمق موحد نسبيًا لعمق مانع التسرب هي:

- استخدم منشارًا للقص على العمق المراد إزالته. أدخل الحشو في المكان المناسب. بعد أن تصلب الخرسانة ، استخدم مفك براغي أو أداة مشابهة وقم بإزالة الجزء العلوي.
- قطع شريط من الخشب يساوي العمق المطلوب لمانع التسرب المشترك. ثبت الشريط الخشبي على الحشو المُشكل مسبقًا وقم بتثبيت التجميع في المكان المناسب. قم بإزالة شريط الخشب بعد أن تصلب الخرسانة.
- استخدم حشو مفصل مسبق الصب مع جزء علوي قابل للإزالة.

ارجع إلى **ACI 223R** للحصول على إرشادات حول فواصل العزل للألواح باستخدام الخرسانة المعوّضة للانكماش.

4- فواصل البناء - توضع فواصل البناء في بلاطة لتحديد مدى مواضع الخرسانة الفردية ، بشكل عام بالتوافق مع تخطيط المفصل المحدد مسبقًا. إذا تم قطع صب الخرسانة لفترة كافية لتصلب الخرسانة الموضوعة ، فيجب استخدام مفصل البناء. إذا أمكن ، يجب أن تكون فواصل البناء على بعد 5 أقدام (1.5 م) أو أكثر من أي مفاصل أخرى تكون متوازية. في المناطق غير الخاضعة لحركة المرور ، يكون مفصل المؤخرة مناسبًا عادةً. في المناطق المعرضة لحركة المرور الصعبة ، أو الأحمال الثقيلة ، أو كليهما ، يوصى باستخدام الوصلات ذات المسامير. لا يوصى باستخدام الوصلات ذات المفاتيح عند الحاجة إلى نقل الحمولة لأن جانبي مجرى المفتاح يفقدان الاتصال عند فتح المفصل بسبب انكماش التجفيف.

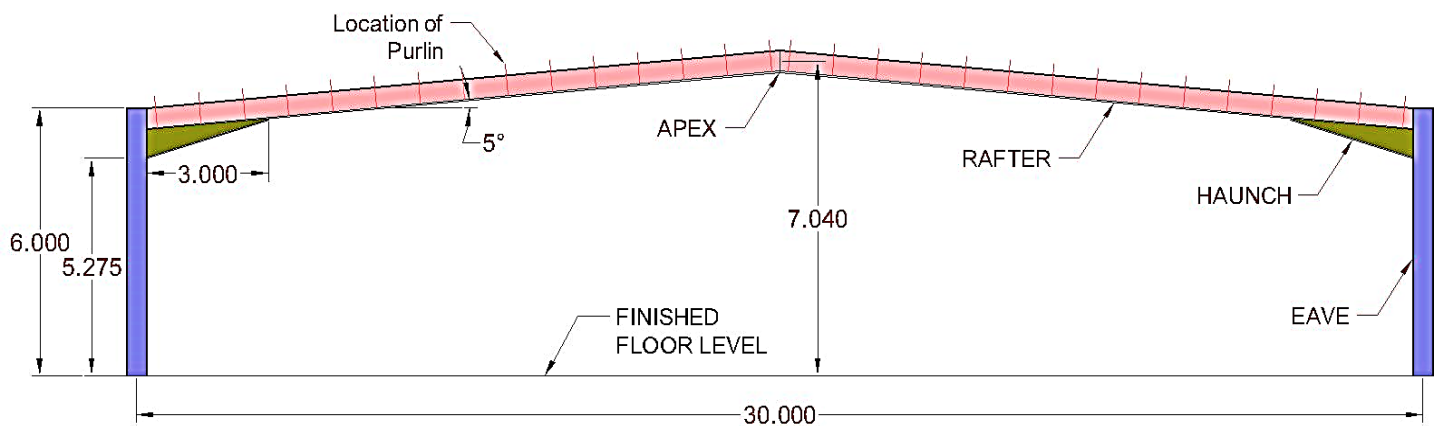


APPENDIX D:

(Worded Example: Design of Portal Frame Using Elastic Analysis)**1. Elastic analysis of a single bay portal frame**

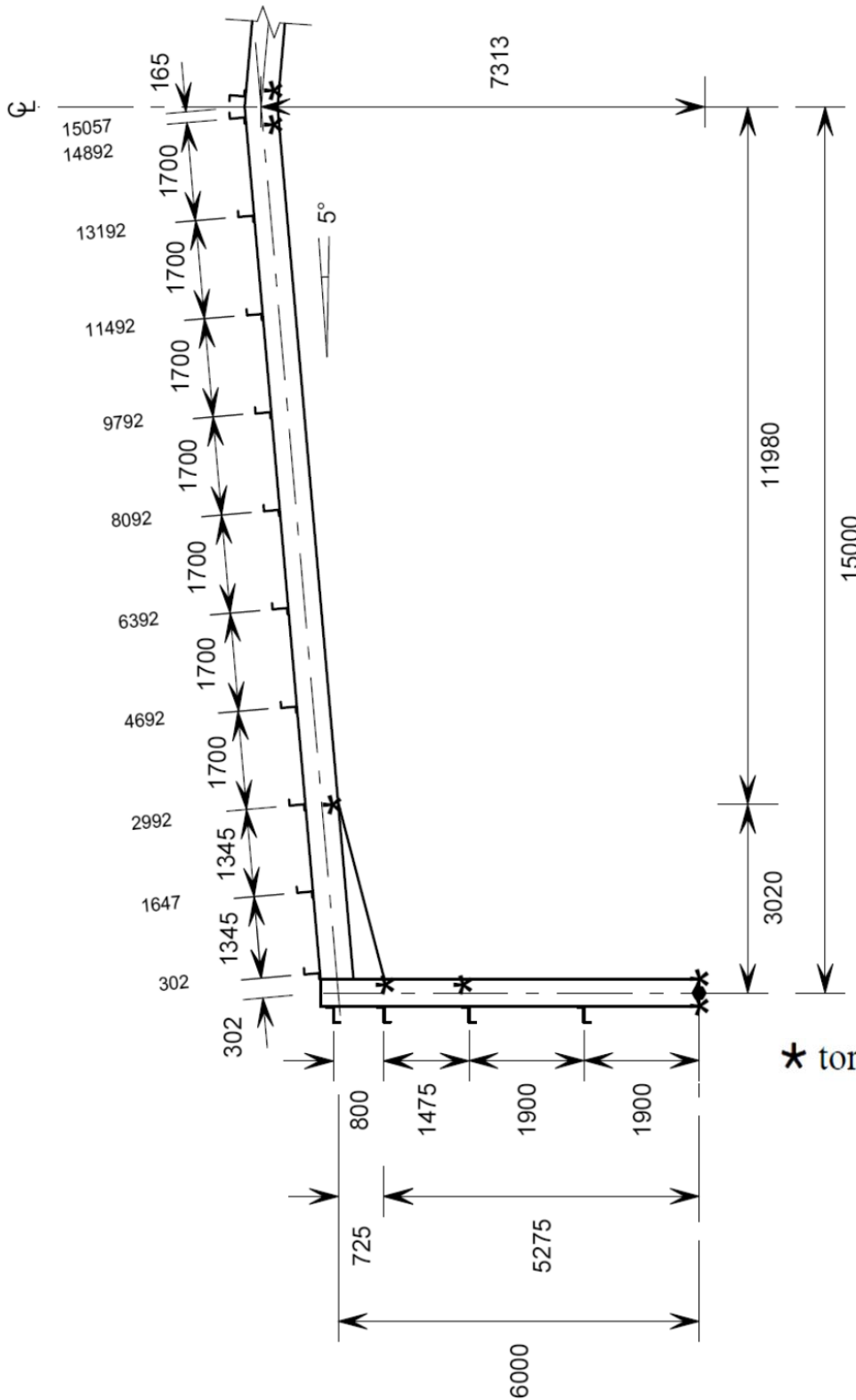
This example covers the design of a portal frame for a single-storey building, using the elastic method of global analysis. Only gravity loads are covered in this example. The frame uses hot rolled I sections for rafters and columns.

يغطي هذا المثال تصميم إطار البوابة لمبنى من طابق واحد ، باستخدام الطريقة المرنة للتحليل الشامل. يتم تغطية أحمال الجاذبية فقط في هذا المثال. يستخدم الإطار أقسام I المدلفنة على الساخن للجسور الشعاعية والأعمدة.

2. Frame geometry

Spacing of portal frames = 7, 20 m

The cladding to the roof and walls is supported by purlins and side rails. The purlins have been provisionally located at intervals of between 1500 mm and 1800 mm as shown. The side rails are provisionally located at intervals of no more than 2000 mm. The rafter and column verifications may require these locations to be modified.



* torsional restraint to inside flange

3. Loads

3.1. Permanent loads

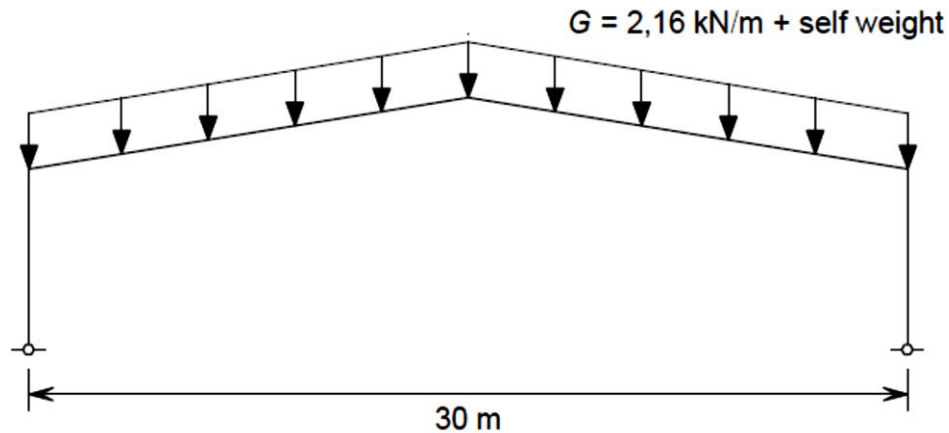
$$G = G_{\text{self-weight}} + G_{\text{roof}}$$

Gself-weight: self-weight of the beams

Groef: roofing with purlins Groof = 0,30 kN/m²

□ For an internal frame: $\text{Groof} = 0,30 \times 7,20 = 2,16 \text{ kN/m}$





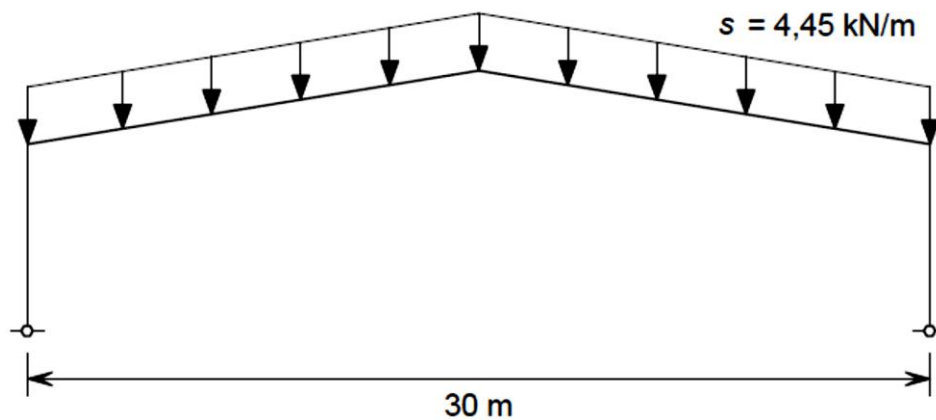
3.2. Snow loads

EN 1991-1-3

The characteristic value for snow loading on the roof for a specific location in a given country at certain altitude has been calculated as:

$$s_k = 0,618 \text{ kN/m}^2$$

- For an internal frame: $s = 0,618 \times 7,20 = 4,45 \text{ kN/m}$



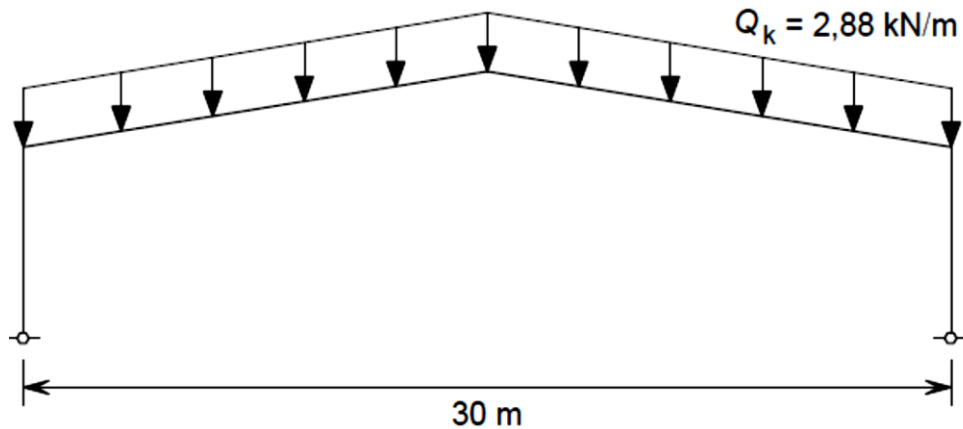
3.3. Imposed load on roof

EN 1991-1-1 .Table 6.10

Characteristic values for loading on the roof (type H: not accessible).

$$q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

- For an internal frame: $q_k = 0,4 \times 7,20 = 2,88 \text{ kN/m}$



3.4. Load combinations EN 1990

For simplicity, the wind actions are not considered in this example.

Therefore, the critical design combination for choosing the member size is: γG

$$G + \gamma_Q Q$$

Where:

Q is the maximum of the snow load and the imposed load.

$$\gamma G = 1,35 \text{ (permanent actions)}$$

$$\gamma Q = 1,50 \text{ (variable actions)}$$

The snow loads are greater than the imposed loads on the roof, therefore

$$Q = 4,45 \text{ kN/m}$$

4. Preliminary sizing

Single-storey steel buildings. Chapter 2: Concept design provides a table of preliminary member sizes, according to the rafter load and the height to eaves.

$$\text{Rafter load} = 1,35(2,16 + \text{self-weight}) + 1,5 \times 4,45 = 9,6 \text{ kN/m} + \text{self-weight}$$

Say **10 kN/m** to include self-weight.

The section chosen for the rafter is an IPE 450, S355

The section chosen for the column is an IPE 500, S355

5. Buckling amplification factor α_{cr}

EN 1993-1-1

In order to evaluate the sensitivity of the frame to 2nd order effects, the buckling amplification factor, α_{cr} , has to be calculated. This calculation requires the deflections of the frame to be known under a given load combination.

An elastic analysis is performed to calculate the reactions under vertical loads at ULS, which provides the following information:

The vertical reaction at each base: $V_{Ed} = 168 \text{ kN}$

The horizontal reaction at each base: $H_{Ed} = 116 \text{ kN}$

The maximum axial force in the rafters: $N_{R,Ed} = 130 \text{ kN}$

5.1. Axial compression in the rafter

EN 1993-1-1 §5.2.1(4) Note 2B

According to the code, if the axial compression in the rafter is significant then α_{cr} is not applicable. In such situations, Appendix B of this document recommends the use of $\alpha_{cr,est}$ instead.

The axial compression is significant if $\bar{\lambda} \geq 0,3 \sqrt{\frac{Af_y}{N_{Ed}}}$

Or if $N_{Ed} \geq 0,09 N_{cr}$, which is an equivalent expression.

N_{Ed} is the design axial load at ULS in the rafter, noted $N_{R,Ed}$ in this example.

L_{cr} is the developed length of the rafter pair from column to column.

$$L_{cr} = \frac{30}{\cos 5^\circ} = 30,1 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_z}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000 \times 33740 \times 10^4}{(30,1 \times 10^3)^2} \times 10^{-3} = 772 \text{ kN}$$

$$0,09 N_{cr} = 0,09 \times 772 = 69 \text{ kN}$$

$$N_{R,Ed} = 130 \text{ kN} > 69 \text{ kN}$$

Therefore the axial compression in the rafter is significant and α_{cr} from EN 1993-1-1 is **not applicable**.

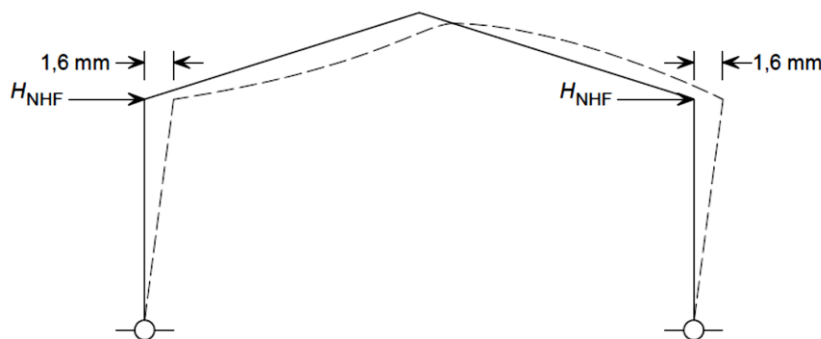
5.2. Calculation of $\alpha_{cr,est}$

For a pitched roof frame: $\alpha_{cr,est} = \min(\alpha_{cr,s,est}; \alpha_{cr,r,est})$, $\alpha_{cr,r,est}$ only needs to be checked for portal frames of 3 or more spans. When assessing frame stability, allowance can be made for the base stiffness.

In this example, a base stiffness equal to 10% of the column stiffness has been assumed to allow for the nominally pinned bases. To calculate α_{cr} , a notional horizontal force is applied to the frame and the horizontal deflection of the top of the columns is determined under this load. The notional horizontal force is:

$$H_{NHF} = \frac{1}{200} V_{Ed} = \frac{1}{200} \times 168 = 0,84 \text{ kN}$$

The horizontal deflection of the top of the column under this force is obtained from the elastic analysis as 1,6 mm.



$\alpha_{cr,s,est}$ is calculated as follows:

$$\alpha_{cr,s,est} = 0,8 \left\{ 1 - \left(\frac{N_{R,Ed}}{N_{R,cr}} \right)_{\max} \right\} \left\{ \frac{1}{200} \frac{h}{\delta_{NHF}} \right\}$$

$$= 0,8 \left\{ 1 - \left(\frac{130}{772} \right) \right\} \left\{ \frac{1}{200} \frac{6000}{1,6} \right\} = 12,5$$

Thus $\alpha_{cr,est} = \alpha_{cr,s,est} = 12,5 > 10$

First order elastic analysis may be used and second order effects do not need to be allowed for.

6. Frame imperfections

EN 1993-1-1 §5.3.2

The global initial sway imperfection may be determined from:

$$\phi = \phi_0 \alpha_h \alpha_m$$

$$\phi_0 = 1/200$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{6,0}} = 0,82$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)} = 0,87 = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{2} \right)} = 0,87$$

$$m = 2 \text{ (number of columns)}$$

$$\phi = \frac{1}{200} \times 0,82 \times 0,87 = 3,56 \times 10^{-3}$$

The total reactions for the structure to determine H_{Ed} and V_{Ed} .

Vertical and horizontal reactions

	Left column (kN)		Right column (kN)		Total reaction (kN)		0,15 V _{Ed} (kN)
	H _{Ed}	V _{Ed}	H _{Ed}	V _{Ed}	H _{Ed}	V _{Ed}	
Reactions	116	168	-116	168	0	336	50

$$H_{Ed} = 0 < 0,15 V_{Ed}$$

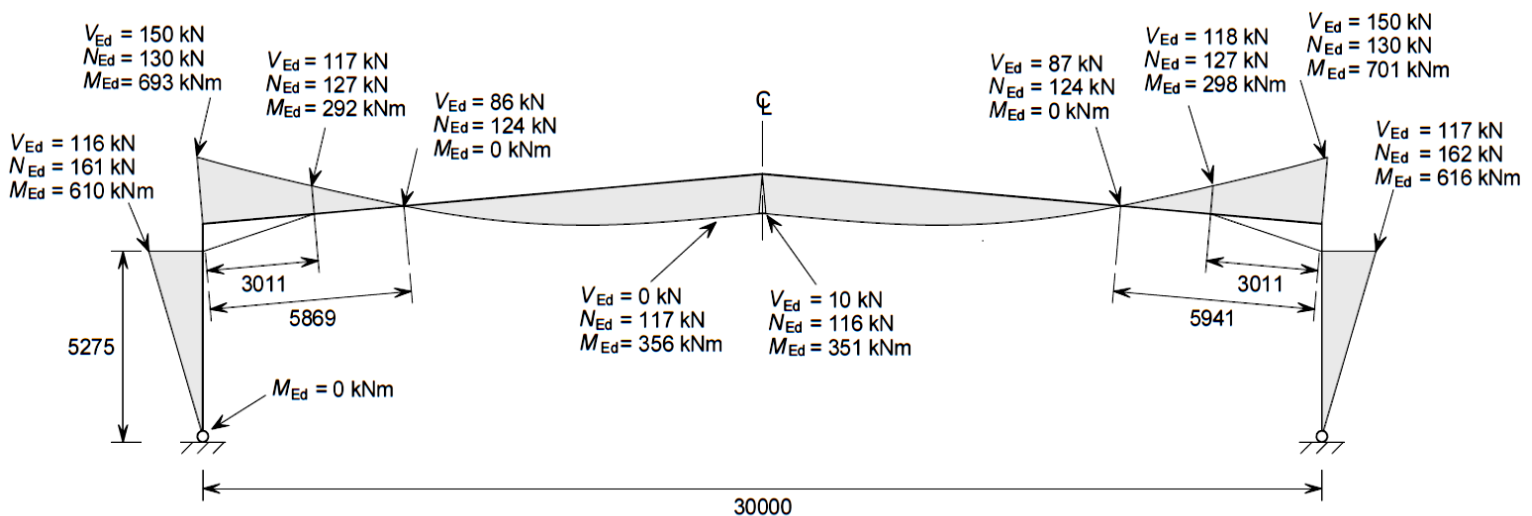
Therefore the initial sway imperfections have to be taken into account.

The equivalent horizontal forces:

$$HEHF = \Phi_{V_{Ed,column}} = 3,56 \times 10^{-3} \times 168 = 0,60 \text{ kN}$$

This force is applied at the top of each column, in combination with the permanent and variable actions.

For the ULS analysis, the bases are modeled as pinned. Otherwise the base details and foundation would need to be designed for the resulting moment. The following figure shows the internal forces on the frame subject to the ULS loads including the equivalent horizontal forces.



7. Summary of member verification

The cross-section resistance and the buckling resistance are verified for each member. Sections 7.1 and 7.2 provide a summary of the checks carried out for each member of the frame.

7.1. Cross-section verification

The resistance of the cross-section has to be verified in accordance with Section 6.2 of EN 1993-1-1.

The cross-sectional checks carried out in this worked example are:

Shear resistance

EN 1993-1-1 §6.2.6

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

Compression resistance

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

Bending moment resistance

$$M_{Ed} \leq M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

In addition, bending and shear interaction, as well as bending and axial force interaction must be verified.

7.2. Buckling verification

EN 1993-1-1 Expressions (6.61) and (6.62)

The rafters and the columns must be verified for out-of-plane buckling between restraints and in plane buckling.

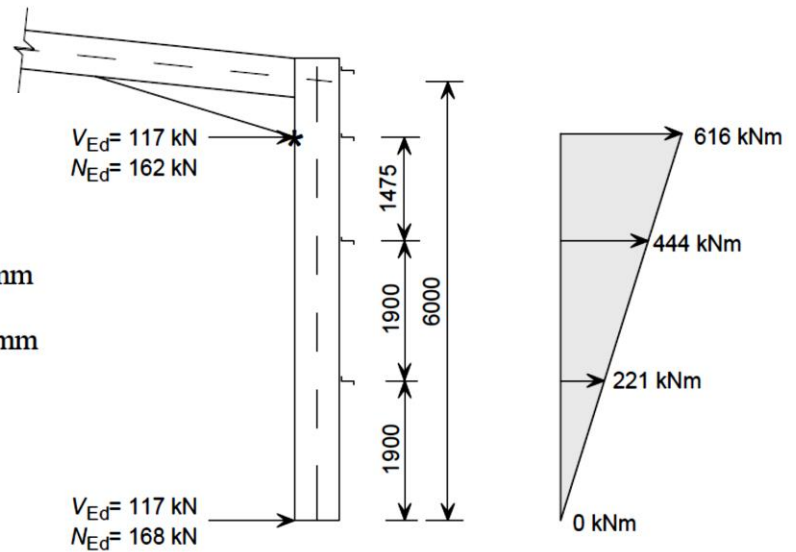
The buckling checks due to the interaction of axial force and bending moment are carried out using Expressions 6.61 and 6.62 from EN 1993-1-1.

Expression (6.61) is used to verify in-plane buckling, and expression (6.62) is used to verify out-of-plane buckling.

COLUMN: IPE 500, S355

Section properties:

$$\begin{aligned}
 h &= 500 \text{ mm} & A &= 11600 \text{ mm}^2 \\
 b &= 200 \text{ mm} & W_{ply} &= 2194 \times 10^3 \text{ mm}^3 \\
 t_w &= 10,2 \text{ mm} & I_y &= 48200 \times 10^4 \text{ mm}^4 & i_y &= 204 \text{ mm} \\
 t_f &= 16 \text{ mm} & I_z &= 2142 \times 10^4 \text{ mm}^4 & i_z &= 43,1 \text{ mm} \\
 r &= 21 \text{ mm} & I_t &= 89,3 \times 10^4 \text{ mm}^4 \\
 h_w &= 468 \text{ mm} & I_w &= 1249 \times 10^9 \text{ mm}^6 \\
 d &= 426 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**7.3. Cross-section classification****7.3.1. The web**

$$\frac{c}{t_w} = \frac{426}{10,2} = 41,8$$

$$d_N = \frac{N_{Ed}}{t_w f_y} = \frac{168000}{10,2 \times 355} = 46,4$$

$$\alpha = \frac{d_w + d_N}{2d_w} = \frac{426 + 46,4}{2 \times 426} = 0,55 > 0,50$$

$$\text{The limit for Class 1 is : } \frac{396 \varepsilon}{13 \alpha - 1} = \frac{396 \times 0,81}{13 \times 0,55 - 1} = 52,2$$

$$\text{Then : } \frac{c}{t_w} = 41,8 \leq 52,2$$

→ The web is class 1.

7.3.2. The flange

$$\frac{c}{t_f} = \frac{73,9}{16} = 4,6$$

The limit for Class 1 is : $9 \varepsilon = 9 \times 0,81 = 7,3$

$$\text{Then : } \frac{c}{t_f} = 4,6 \leq 7,3$$

→ The flange is Class 1

So the section is Class 1. The verification of the member will be based on the plastic resistance of the cross-section.

7.4. Resistance of the cross-section

EN1993-1-1 §6.2.6

7.4.1. Shear resistance

Shear area: $A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$ but not less than $\eta h_w t_w$

$$A_v = 11600 - 2 \times 200 \times 16 + (10,2 + 2 \times 21) \times 16 = 6035 \text{ mm}^2$$

Conservatively $\eta = 1,0$. Therefore:

$$A_v \nless \eta h_w t_w = 1,0 \times 468 \times 10,2 = 4774 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_v = 6035 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{6035 (355 / \sqrt{3})}{1,0} \times 10^{-3} = 1237 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 117 \text{ kN} < 1237 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Bending and shear interaction

When shear force and bending moment act simultaneously on a cross-section, the shear force can be ignored if it is smaller than 50% of the plastic shear resistance.

$$V_{Ed} = 117 \text{ kN} < 0,5 V_{pl,Rd} = 0,5 \times 1237 = 619 \text{ kN}$$

Therefore the effect of the shear force on the moment resistance may be neglected.

7.4.2. Compression resistance

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{11600 \times 355}{1,0} \times 10^{-3} = 4118 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 168 \text{ kN} \leq N_{c,Rd} = 4118 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Bending and axial force interaction

When axial force and bending moment act simultaneously on a cross-section, the axial force can be ignored provided the following two conditions are satisfied:

$$0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \times 4118 = 1030 \text{ kN}$$

$$\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 468 \times 10,2 \times 355}{1,0} \times 10^{-3} = 847 \text{ kN}$$

$$168 \text{ kN} < 1030 \text{ kN and } 847 \text{ kN}, \quad \text{OK}$$

Therefore the effect of the axial force on the moment resistance may be neglected.

Bending moment resistance

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2194 \times 10^3 \times 355}{1,0} \times 10^{-6} = 779 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed} = 616 \text{ kNm} < 779 \text{ kNm} \quad \text{OK}$$

7.5. Out-of-plane buckling

The out-of-plane buckling interaction is verified with expression (6.62) in EN 1993-1-1.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$

This expression should be verified between torsional restraints.

If the tension flange is restrained at discrete points between the torsional restraints and the spacing between the restraints to the tension flange is small enough, advantage may be taken of this situation. In order to determine whether or not the spacing between restraints is small enough, Annex BB of EN 1993-1-1 provides an expression to calculate the maximum spacing. If the actual spacing between restraints is smaller than this calculated value, then the methods given in Appendix C of this document may be used to calculate the elastic critical force and the critical moment of the section.

Verification of spacing between intermediate restraints

In this case the restraint to the tension flange is provided by the side rails. These side rails are spaced at 1900 mm. The limiting spacing as given by Annex BB of EN 1993-1-1 is:

$$L_m = \frac{38 i_z}{\sqrt{\frac{1}{57,4} \left(\frac{N_{Ed}}{A} \right) + \frac{1}{756 C_1^2} \frac{W_{pl,y}^2}{A I_t} \left(\frac{f_y}{235} \right)^2}}$$

C1 is a factor that accounts for the shape of the bending moment diagram. C1 values for different shapes of bending moment diagrams. For a linear bending moment diagram, C1 depends on the ratio of the minimum and the maximum bending moments in the segment being considered.

The ratios of bending moments for the middle and bottom segments of the column (without considering the haunch) are as follows:

$$\psi = \frac{222}{444} = 0,50 \rightarrow C_1 = 1,31$$

$$\psi = \frac{0}{222} = 0 \rightarrow C_1 = 1,77$$

C1 = 1,31 is the most onerous case and therefore this is the case that will be analyzed.

$$L_m = \frac{38 \times 43,1}{\sqrt{\frac{1}{57,4} \left(\frac{168 \times 10^3}{11600} \right)^2 + \frac{1}{756 \times 1,31^2} \frac{(2194 \times 10^3)^2}{11600 \times 89,3 \times 10^4} \left(\frac{355}{235} \right)^2}}$$

$$L_m = 1584 \text{ mm}$$

Side rail spacing is 1900 mm > 1584 mm

Therefore the normal design procedure must be adopted and advantage may not be taken of the restraints to the tension flange.

7.5.2. Whole column (5275 mm)

Firstly the whole column is verified. If the flexural buckling, lateral torsional buckling and interaction checks are satisfied for the length of the whole column, no further restraints are required. Otherwise, intermediate torsional restraints will be introduced to the column, or the column size increased.

Flexural buckling resistance about the minor axis, $N_{b,z,Rd}$

$$H/B = 500/200 = 2.5 \quad t_f = 16 \text{ mm}$$

buckling about z-z axis:

→ Curve **b** for hot rolled I sections

→ $\alpha_z = 0,34$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{355}} = 76,4$$

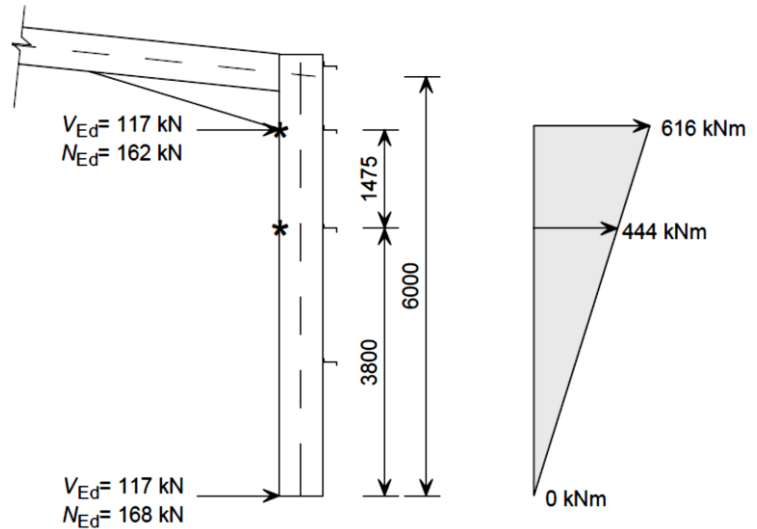
$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{cr}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{5275}{43,1} \times \frac{1}{76,4} = 1,60$$

$$\begin{aligned} \phi_z &= 0,5 \left[1 + \alpha_z (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2 \right] \\ &= 0,5 \left[1 + 0,34(1,60 - 0,2) + 1,60^2 \right] = 2,02 \end{aligned}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{2,02 + \sqrt{2,02^2 - 1,60^2}} = 0,307$$

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,307 \times 11600 \times 355}{1,0} \times 10^{-3} = 1264 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 168 \text{ kN} < 1264 \text{ kN}$$



The restraint must be at a side rail position, since bracing from the side rail to the inner flange is used to provide the torsional restraint.

7.5.3. Upper segment (1475 mm)

As previously, the flexural buckling and the lateral torsional buckling checks are carried out separately before proceeding to verify the interaction between the two.

Flexural buckling resistance about the minor axis, $N_{b,z,Rd}$

$$H/B = 500/200 = 2.5 \quad t_f = 16 \text{ mm}$$

buckling about z-z axis:

→ Curve **b** for hot rolled I sections $N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,906 \times 11600 \times 355}{1,0} \times 10^{-3} = 3731 \text{ kN}$

→ $\alpha_z = 0,34$

$N_{Ed} = 168 \text{ kN} < 3731 \text{ kN}$ OK

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{355}} = 76,4$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{cr}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1475}{43,1} \times \frac{1}{76,4} = 0,448$$

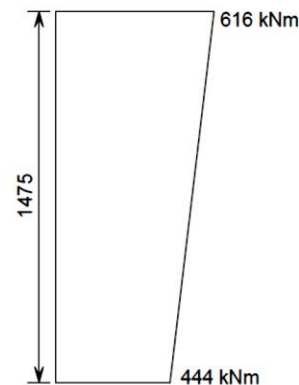
$$\begin{aligned} \phi_z &= 0,5 \left[1 + \alpha_z (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2 \right] \\ &= 0,5 \left[1 + 0,34(0,448 - 0,2) + 0,448^2 \right] = 0,643 \end{aligned}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,643 + \sqrt{0,643^2 - 0,448^2}} = 0,906$$

$\chi_z = 0,906$

Lateral-torsional buckling resistance, $M_{b,Rd}$

As previously the factor C_1 needs to be calculated in order to determine the critical moment of the member.



$\psi = \frac{444}{616} = 0,721 \rightarrow C_1 = 1,16$

$$\begin{aligned} M_{cr} &= C_1 \frac{\pi^2 E I_z}{L^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_z}} \\ &= 1,16 \times \frac{\pi^2 \times 210000 \times 2142 \times 10^4}{1475^2} \end{aligned}$$

$$\times \sqrt{\frac{1249 \times 10^9}{2142 \times 10^4} + \frac{1475^2 \times 81000 \times 89,3 \times 10^4}{\pi^2 \times 210000 \times 2142 \times 10^4}}$$

$M_{cr} = 5887 \times 10^6 \text{ Nmm}$

EN 1993-1-1 §6.3.2.2

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{2194 \times 10^3 \times 355}{5887 \times 10^6}} = 0,364$$

For hot rolled sections

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4$

$\beta = 0,75$

As previously:

→ Curve **c** for hot rolled I sections

→ $\alpha_{LT} = 0,49$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + 0,49(0,364 - 0,4) + 0,75 \times 0,364^2 \right] = 0,541$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{0,541 + \sqrt{0,541^2 - 0,75 \times 0,364^2}} = 1,02$$

χ_{LT} cannot be greater than 1.0, therefore:

$$\chi_{LT} = 1,0$$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_{ply} f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{1,0 \times 2194 \times 10^3 \times 355}{1,0} \times 10^{-6} = 779 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 616 \text{ kNm} < 779 \text{ kNm} \quad \text{OK}$$

Interaction of axial force and bending moment – out-of-plane buckling

Out-of-plane buckling due to the interaction of axial force and bending moment is verified by satisfying the following expression:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$

EN 1993-1-1

For $\bar{\lambda}_z \geq 0,4$, the interaction factor, k_{zy} is calculated as:

EN 1993-1-1 Annex B Table

$$k_{zy} = \max \left[\left(1 - \frac{0,1 \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,z}} \right); \left(1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,z}} \right) \right]$$

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4\psi$$

EN 1993-1-1 Annex B Table B.3

$$\psi = \frac{444}{616} = 0,721$$

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \times 0,721 = 0,888 > 0,4$$

$$\therefore C_{mLT} = 0,888$$

$$k_{zy} = \max \left[\left(1 - \frac{0,1 \times 0,448}{(0,888 - 0,25)} \frac{168}{3731} \right); \left(1 - \frac{0,1}{(0,888 - 0,25)} \frac{168}{3731} \right) \right]$$

$$k_{zy} = \max(0,996; 0,993) = 0,996$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{168}{3731} + 0,996 \frac{616}{779} = 0,832 < 1,0 \quad \text{OK}$$

7.5.4. Lower segment (3800 mm)

As previously the flexural buckling resistance and the lateral-torsional buckling resistance are checked individually and then the interaction between the two is verified by using interaction Expression 6.62.

Flexural buckling resistance about the minor axis, $N_{b,z,Rd}$ As previously:

→ Curve **b** for hot rolled I sections

→ $\alpha_z = 0,34$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{355}} = 76,4$$

EN 1993-1-1 Table 6.1 Table 6.2

$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{\alpha}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3800}{43,1} \times \frac{1}{76,4} = 1,15$$

EN 1993-1-1 §6.3.1.3

$$\phi_z = 0,5 \left[1 + \alpha_z (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2 \right]$$

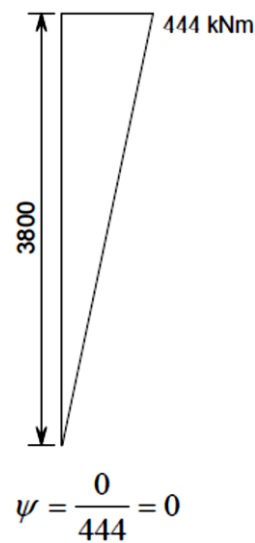
EN 1993-1-1 §6.3.1.2

$$\phi_z = 0,5 \left[1 + 0,34(1,15 - 0,2) + 1,15^2 \right] = 1,32$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,32 + \sqrt{1,32^2 - 1,15^2}} = 0,508$$

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,508 \times 11600 \times 355}{1,0} \times 10^{-3} = 2092 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 168 \text{ kN} < 2092 \text{ kN} \quad \text{OK}$$



Lateral-torsional buckling resistance, $M_{b,Rd}$

As previously the C_1 factor needs to be calculated in order to determine the critical moment of the member.

$$\begin{aligned}
 M_{cr} &= C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 GI_t}{\pi^2 EI_z}} \\
 &= 1,77 \times \frac{\pi^2 \times 210000 \times 2142 \times 10^4}{3800^2} \\
 &\quad \times \sqrt{\frac{1249 \times 10^9}{2142 \times 10^4} + \frac{3800^2 \times 81000 \times 89,3 \times 10^4}{\pi^2 \times 210000 \times 2142 \times 10^4}}
 \end{aligned}$$

$$M_{cr} = 1556 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{2194 \times 10^3 \times 355}{1556 \times 10^6}} = 0,708$$

For hot rolled sections

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4 \text{ and } \beta = 0,75$$

As previously:

→ Curve c for hot rolled I sections

$$\rightarrow \alpha_{LT} = 0,49$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + 0,49(0,708 - 0,4) + 0,75 \times 0,708^2 \right] = 0,763$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{0,763 + \sqrt{0,763^2 - 0,75 \times 0,708^2}} = 0,822$$

$$\frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} = \frac{1}{0,708^2} = 1,99$$

$$\therefore \chi_{LT} = 0,822$$

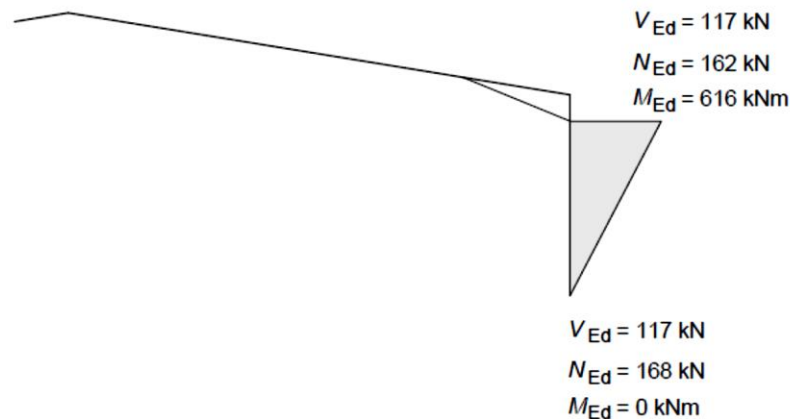
$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_{ply} f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,822 \times 2194 \times 10^3 \times 355}{1,0} \times 10^{-6} = 640 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 444 \text{ kNm} < 640 \text{ kNm} \quad \text{OK}$$

7.6. In-plane buckling

The in-plane buckling interaction is verified with expression (6.61) in EN 1993-1-1.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,y,Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$



Firstly individual checks are carried out for flexural buckling alone and Lateral-torsional buckling alone. Then the interaction expression for in-plane buckling is applied to verify that the combination of axial force and bending moment does not cause excessive buckling on the columns.

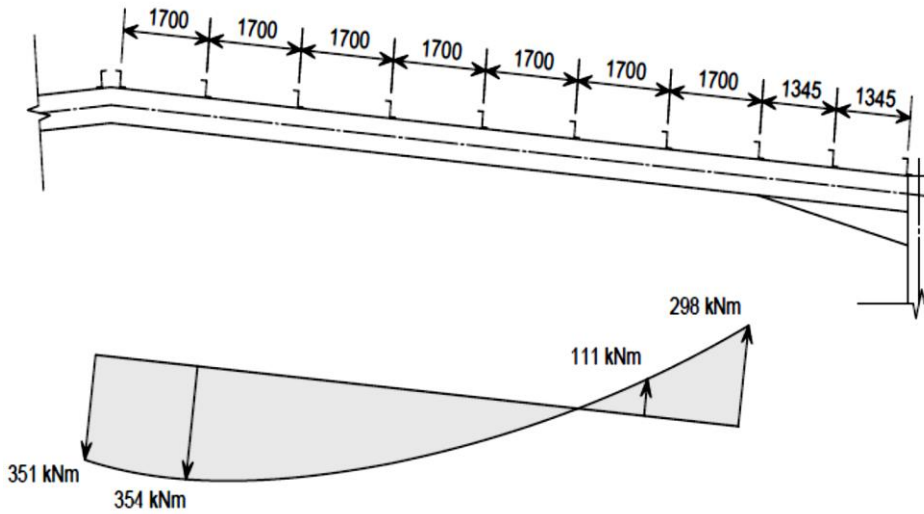
The maximum design values of either column occur on the right hand column (considering EHF applied from left to right) and are as follows:

$$M_{Ed} = 616 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 168 \text{ kN}$$

Validity of column section

In Section 7.4 it has been demonstrated that the cross-sectional resistance of the section is greater than the applied forces. The out-of-plane and in-plane buckling checks have been verified in Sections 7.5 and 7.6 for the appropriate choice of restraints along the column. Therefore it is concluded that the **IPE 500** section in S355 steel is appropriate for use as columns in this portal frame.

**Rafter: IPE 450**

$$V_{Ed} = 118 \text{ kN (maximum value)}$$

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN (maximum value)}$$

$$M_{Ed} = 356 \text{ kNm (maximum value)}$$

Section properties

$h = 450 \text{ mm}$	$A = 9880 \text{ mm}^2$
$b = 190 \text{ mm}$	$W_{pl,y} = 1702 \times 10^3 \text{ mm}^3$
$t_w = 9,4 \text{ mm}$	$I_y = 33740 \times 10^4 \text{ mm}^4$
$t_f = 14,6 \text{ mm}$	$I_z = 1676 \times 10^4 \text{ mm}^4$
$r = 21 \text{ mm}$	$I_t = 66,9 \times 10^4 \text{ mm}^4$
$h_w = 420,8 \text{ mm}$	$I_w = 791 \times 10^9 \text{ mm}^6$
$d = 378,8 \text{ mm}$	

7.7. Cross-section classification**7.7.1. The web**

$$\frac{c}{t_w} = \frac{378,8}{9,4} = 40,3$$

$$d_N = \frac{N_{Ed}}{t_w f_y} = \frac{127000}{9,4 \times 355} = 38$$

$$\alpha = \frac{d_w + d_N}{2d_w} = \frac{378,8 + 38}{2 \times 378,8} = 0,55 > 0,50$$

$$\text{The limit for Class 1 is : } \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} = \frac{396 \times 0,81}{13 \times 0,55 - 1} = 52,1$$

$$\text{Then : } \frac{c}{t_w} = 40,3 < 52,1$$

→ The web is class 1.

7.7.2. The flange

$$\frac{c}{t_f} = \frac{69,3}{14,6} = 4,7$$

$$\text{The limit for Class 1 is : } 9\varepsilon = 9 \times 0,81 = 7,3$$

$$\text{Then : } \frac{c}{t_f} = 4,7 < 7,3$$

→ The flange is Class 1

Therefore, the section is Class 1. The verification of the member will be based on the plastic resistance of the cross-section.

7.8. Resistance of the cross-section**7.8.1. Shear resistance**

Shear area : $A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$ but not less than $\eta h_w t_w$

$$A_v = 9880 - 2 \times 190 \times 14,6 + (9,4 + 2 \times 21) \times 14,6 = 5082 \text{ mm}^2$$

$$\eta h_w t_w = 1,0 \times 420,8 \times 9,4 = 3956 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_v = 5082 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{5082 (355 / \sqrt{3})}{1,0} \times 10^{-3} = 1042 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 118 \text{ kN} < 1042 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Bending and shear interaction

When shear force and bending moment act simultaneously on a cross-section, the shear force can be ignored if it is smaller than 50% of the plastic shear resistance of the cross-section.

$$V_{Ed} = 118 \text{ kN} < 0,5 V_{pl,Rd} = 521 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Therefore the effect of the shear force on the moment resistance may be neglected.



7.8.2. Compression resistance

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{9880 \times 355}{1,0} \times 10^{-3} = 3507 \text{ kN}$$

EN 1993-1-1 §6.2.4

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN} < 3507 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Bending and axial force interaction

When axial force and bending moment act simultaneously on a cross-section, the axial force can be ignored provided the following two conditions are satisfied:

$$N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} \quad \text{and} \quad N_{Ed} < \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \times 3507 = 877 \text{ kN}$$

EN 1993-1-1 §6.2.9

And

$$\frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,5 \times 420,8 \times 9,4 \times 355}{1,0} \times 10^{-3} = 702 \text{ kN}$$

$$127 \text{ kN} < 887 \text{ kN and } 702 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Therefore the effect of the axial force on the moment resistance may be neglected.

7.8.3. Bending moment resistance

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1702 \times 10^3 \times 355}{1,0} \times 10^{-6} = 604 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed} = 356 \text{ kNm} < 604 \text{ kNm} \quad \text{OK}$$

7.9. Out-of-plane buckling

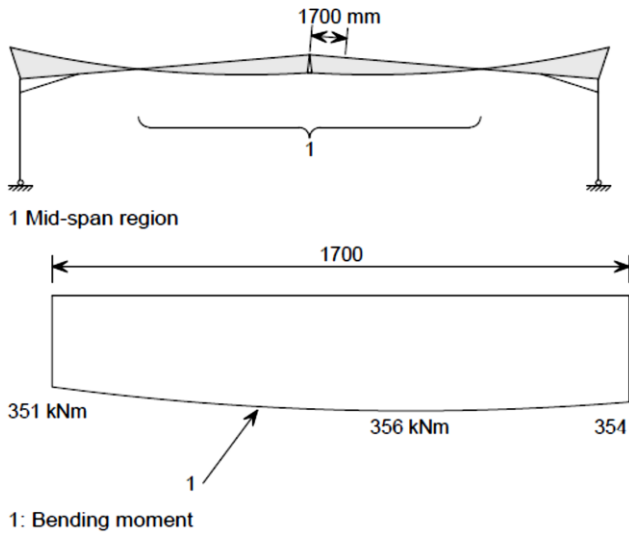
The out-of-plane buckling interaction is verified with expression (6.62) from EN 1993-1-1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{z,b,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$

The rafter should be verified between torsional restraints. If advantage is taken of intermediate restraints to the tension flange, the spacing of the intermediate restraints must also be verified.



The purlin spacing in this region is 1700 mm.



Flexural buckling resistance about minor axis bending, $N_{b,z,Rd}$

$$\frac{h}{b} = \frac{450}{190} = 2,37$$

$$t_f = 14,6 \text{ mm}$$

buckling about z-z axis

→ Curve b for hot rolled I sections

$$\rightarrow \alpha_z = 0,34$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \sqrt{\frac{210000}{355}} = 76,4$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{cr}}{i_z} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1700}{41,2} \times \frac{1}{76,4} = 0,540$$

$$\phi_z = 0,5 \left[1 + \alpha_z (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2 \right]$$

$$\phi_z = 0,5 \left[1 + 0,34(0,540 - 0,2) + 0,540^2 \right] = 0,704$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,704 + \sqrt{0,704^2 - 0,540^2}} = 0,865$$

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,865 \times 9880 \times 355}{1,0} \times 10^{-3} = 3034 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 127 \text{ kN} < 3034 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Lateral-torsional buckling resistance for bending, $M_{b,Rd}$

In this zone, lateral-torsional buckling is checked between restraints, which are the purlins. For equally spaced purlins, the critical length is at the point of maximum bending moment.

In order to determine the critical moment of the rafter, the C_1 factor takes account of the shape of the bending moment diagram.

In this case the bending moment diagram is nearly constant along the segment in consideration, so $\psi \approx 1,0$. Therefore:

$$\rightarrow C_1 = 1,0$$

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 GI_t}{\pi^2 EI_z}}$$

$$= 1,0 \times \frac{\pi^2 \times 210000 \times 1676 \times 10^4}{1700^2}$$

$$\times \sqrt{\frac{791 \times 10^9}{1676 \times 10^4} + \frac{1700^2 \times 81000 \times 66,9 \times 10^4}{\pi^2 \times 210000 \times 1676 \times 10^4}}$$

$$M_{cr} = 2733 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1702 \times 10^3 \times 355}{2733 \times 10^6}} = 0,470$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$





$$\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4 \quad \text{and} \quad \beta = 0,75$$

$$\frac{h}{b} = 2,37$$

→ Curve c for hot rolled I sections

$$\rightarrow \alpha_{LT} = 0,49$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + 0,49(0,470 - 0,4) + 0,75 \times 0,470^2 \right] = 0,60$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{0,60 + \sqrt{0,60^2 - 0,75 \times 0,470^2}} = 0,961$$

$$\frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} = \frac{1}{0,470^2} = 4,53$$

$$\therefore \chi_{LT} = 0,961$$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,961 \times 1702 \times 10^3 \times 355}{1,0} \times 10^{-6} = 581 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 356 \text{ kNm} < 581 \text{ kNm} \quad \text{OK}$$

Interaction of axial force and bending moment – out-of-plane buckling

Out-of-plane buckling due to the interaction of axial force and bending moment is verified by satisfying the following expression:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$$

For $\bar{\lambda}_z \geq 0,4$, the interaction factor, k_{zy} is calculated as:

$$k_{zy} = \max \left[\left(1 - \frac{0,1 \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} \right); \left(1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} \right) \right]$$

The bending moment is approximately linear and constant. Therefore C_{mLT} is taken as 1.0

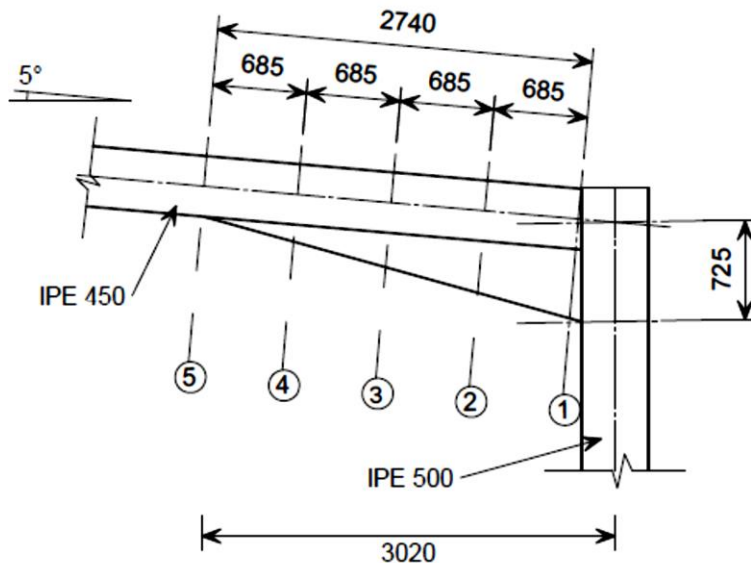
$$k_{zy} = \max \left[\left(1 - \frac{0,1 \times 0,540}{(1 - 0,25)} \frac{127}{3034} \right); \left(1 - \frac{0,1}{(1 - 0,25)} \frac{127}{3034} \right) \right]$$

$$= \max (0,997; 0,994) = 0,997$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{127}{3034} + 0,997 \frac{356}{581} = 0,653 < 1,0 \quad \text{OK}$$

8. Hunched length

The haunch is fabricated from a cutting of an IPE 550 section. Checks must be carried out at end and quarter points, as indicated in the figure below.

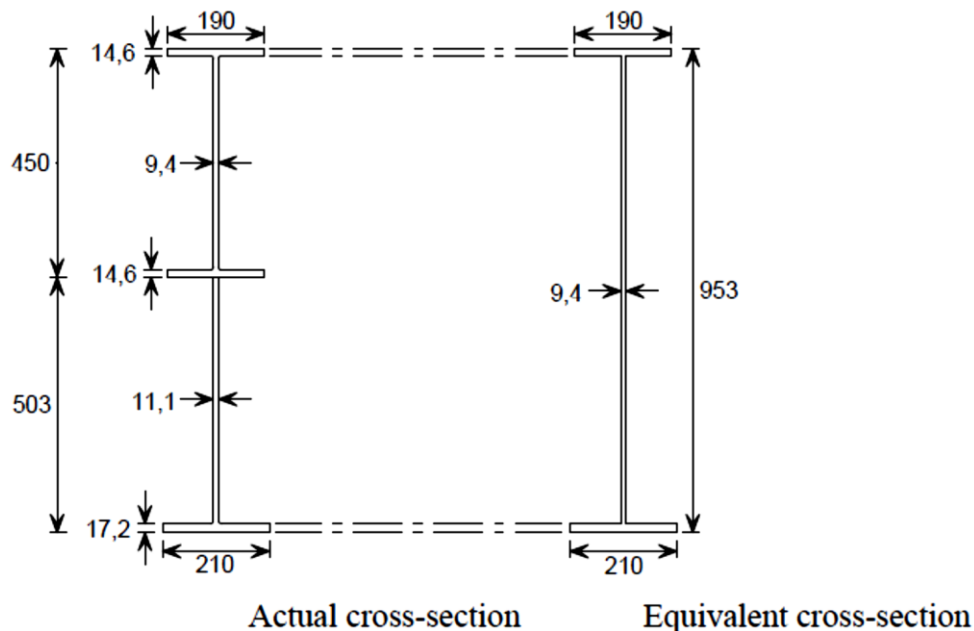


From the geometry of the haunch, the following properties can be obtained for each of the cross-sections 1 to 5, as shown in Table below.

Cross-section no.	Cutting depth (mm)	Overall depth (mm)	Gross area, A (mm ²)	I_y (cm ⁴)	$W_{el,min}$ (cm ³)	N_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)
1	503	953	15045	200500	4055	129	661
2	378	828	13870	144031	3348	129	562
3	252	702	12686	98115	2685	128	471
4	126	576	11501	62258	2074	127	383
5	0	450	9880	33740	1500	127	298

The section properties are calculated normal to the axis of the section.

For simplicity, the section properties above have been calculated assuming a constant web thickness of 9,4 mm and neglecting the middle flange. The actual and the equivalent cross-sections are shown in the following figure for cross-section No.1:



For cross-section No.1 the values of N_{Ed} and M_{Ed} are taken at the face of the column.

8.1. Cross-section classification

8.1.1. The web

The web can be divided into two webs, and classified according to the stress and geometry of each web. The upper section (i.e. the rafter) is called the upper web and the lower section (i.e. the cutting) is called the lower web.

Upper web

By inspection the upper web will be Class 3 or better, because it is mostly in tension.

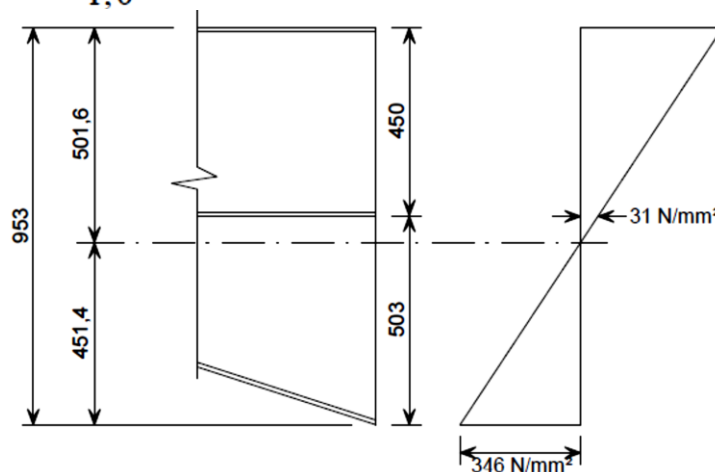
Lower web

Stress in the section caused by axial load:

$$\sigma_N = \frac{129}{15045} \times 10^3 = 8,57 \text{ N/mm}^2$$

Assuming an elastic stress distribution in cross-section No.1, the maximum stress available to resist bending is:

$$\sigma_M = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} - \sigma_N = \frac{355}{1,0} - 8,57 = 346 \text{ N/mm}^2$$



The distance from the bottom flange to the elastic neutral axis is:

$$z = 451,4 \text{ mm}$$

Distance from underside of middle flange to neutral axis: 51,6 mm

Bending + axial stress at the top of cutting section:

$$= 346 (- 51,6 / 451,4) + 8,57 = -31 \text{ N/mm}^2$$

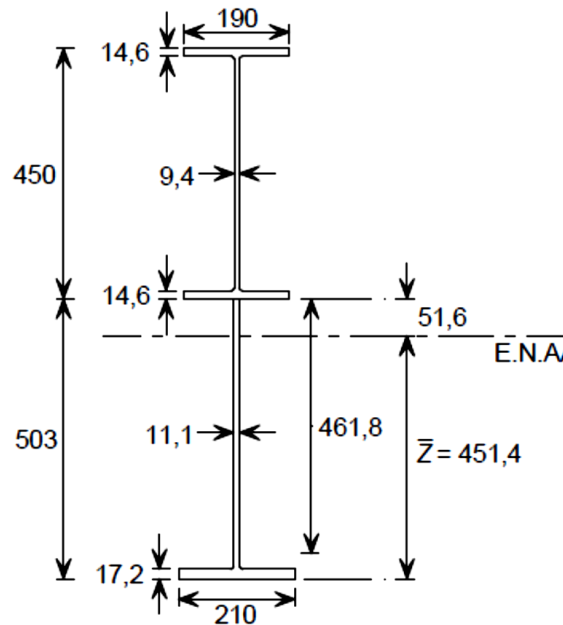
For Class 3 check, determine ψ :

$$\psi = \frac{-31}{346} = -0,09$$

Considering section 1 parallel to column flange, the depth of web excluding root radius is:

$$c_w = 503 - 17,2 - 24 = 461,8 \text{ mm}$$

$$\frac{c_w}{t_w} = \frac{461,8}{11,1} = 41,6$$



For $\psi > -1$, the limit for Class 3 is:

$$\frac{42 \varepsilon}{0,67 + 0,33\psi} = \frac{42 \times 0,81}{0,67 + 0,33(-0,09)} = 53,1$$

$$\frac{c}{t_w} = 41,6 < 53,1$$

→ The web is Class 3

8.1.2. The flanges

Top flange

$$\frac{c}{t_f} = \frac{69,3}{14,6} = 4,7$$

The limit for Class 1 is : $9 \varepsilon = 9 \times 0,81 = 7,3$

$$\text{Then : } \frac{c}{t_f} = 4,7 < 7,3$$

→ The top flange is Class 1

Bottom flange

$$\frac{c}{t_f} = \frac{75,45}{17,2} = 4,4$$

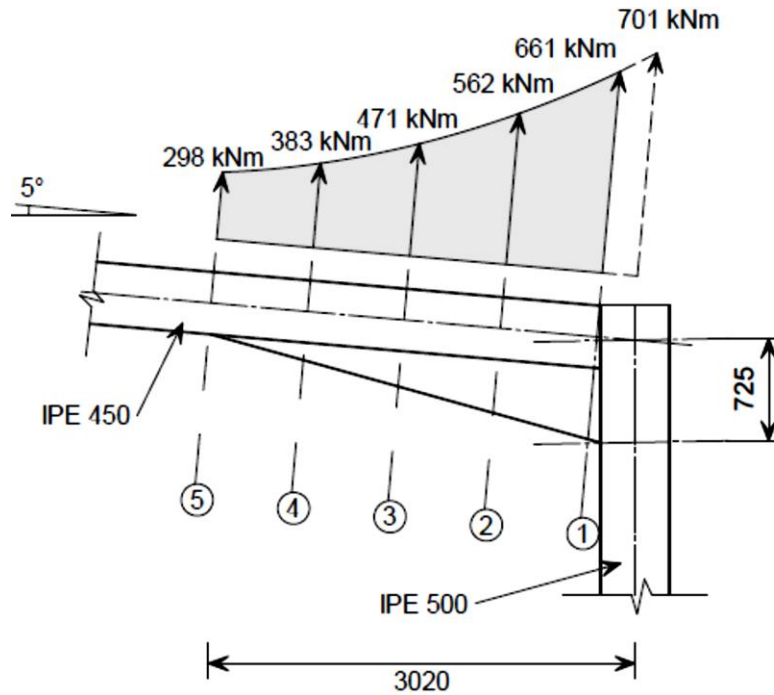
The limit for Class 1 is : $9 \varepsilon = 9 \times 0,81 = 7,3$

$$\frac{c}{t_f} = 4,4 < 7,3$$

→ The bottom flange is Class 1

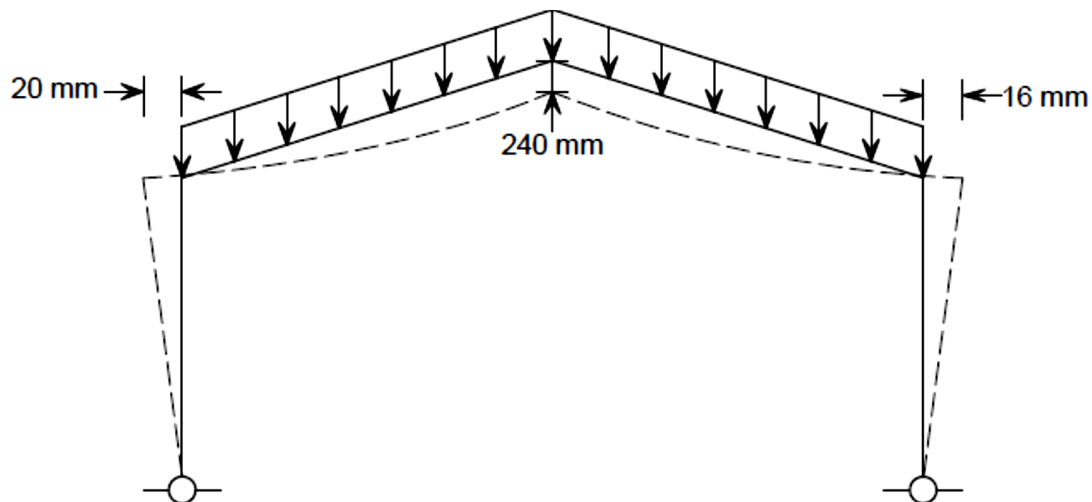
Therefore the overall section is Class 3.

8.2. Cross-sectional resistance



9. Deflections

The horizontal and vertical deflections of the portal frame subject to the characteristic load combination, as per Expression 6.14 of EN 1990 are as follows:



References

1. Duoc T. Phan, James B.P. Lim, Tiku T. Tanyimboh, R. Mark Lawson. (2013). EFFECT OF SERVICEABILITY LIMITS ON OPTIMAL DESIGN OF STEEL PORTAL. *Journal of Constructional Steel Research*.
2. Ghada El-Mahdy, Maged Tawfick Hanna. (2019). Sway and No-Sway Behaviour of Pitched Roof Portal Frames Composed of Cold-Formed Steel Sections. *The British University in Egypt*.
3. Joseph F. Neuber Jr., Chair ; Patrick J. Harrison, Vice Chair, Dennis C. Ahal. (2015). Guide to Concrete Floor and Slab Construction. *ACI University*.
4. Kumar, P. S. (2012). *Design of Steel Structures*. Indian Institute of Technology Madras.
4. (December 2019). *Pinned Base Vs. Fixed Base Columns*. www.kirbybuildingsystems.com.
5. (March 27, 2013). *Practical deflection limits for single storey buildings*. NCCI.
6. S.T. Woolcock, S. Kitipornchai, M.A. Bradford, G.A. Haddad. (2011). Design of Portal Frame Buildings including Crane Runway Beams and Monorails. In *Design of Portal Frame Buildings*. AUSTRALIAN STEEL INSTITUTE.
7. (2009). *Single-Storey Steel Buildings Part 4: Detailed Design of Portal Frames*. Euro code .
8. www.steel-sci.org. (2008). Best Practice in Steel Construction - Industrial Buildings. In T. S. Institute. Opmeer / Netherlands: The Steel Construction Institute (SCI).



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 1 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT
**Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)**

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE

PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

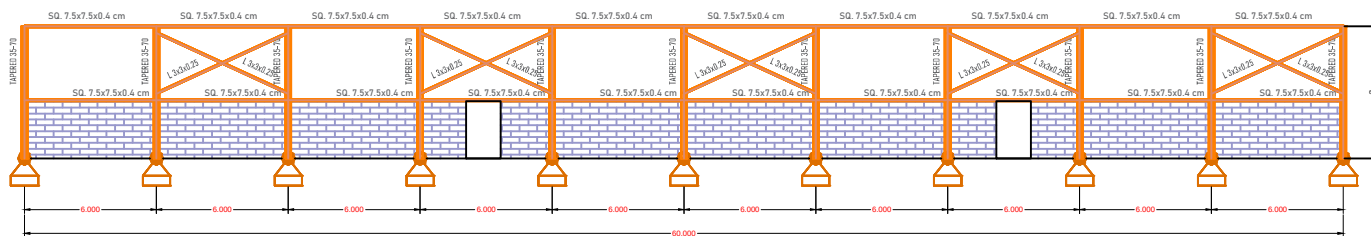
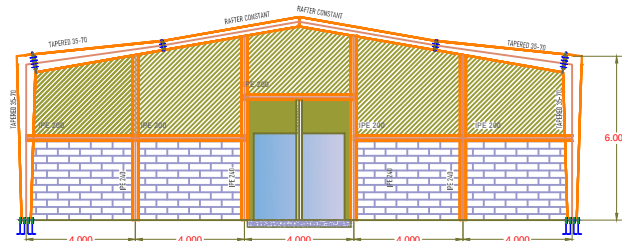
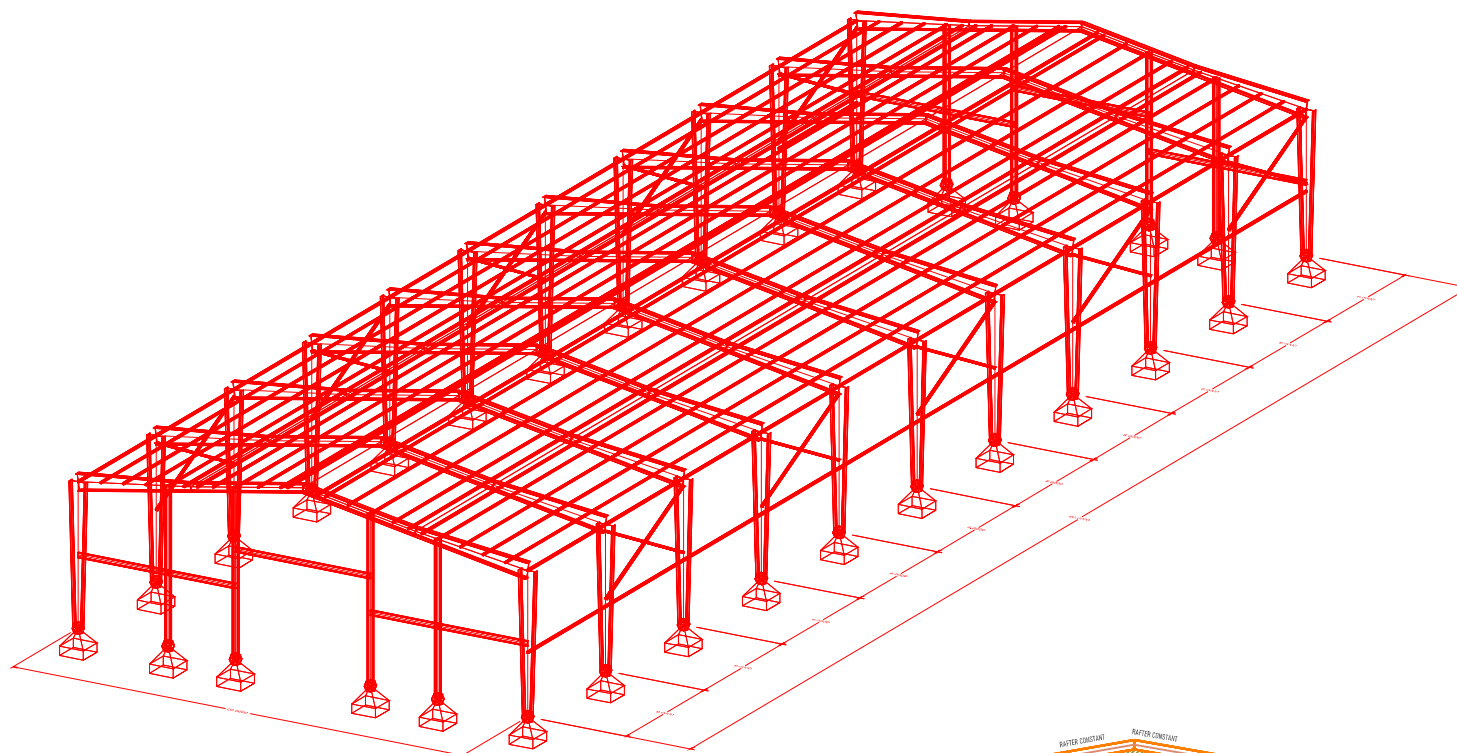
DRAWING No.
SIR-001

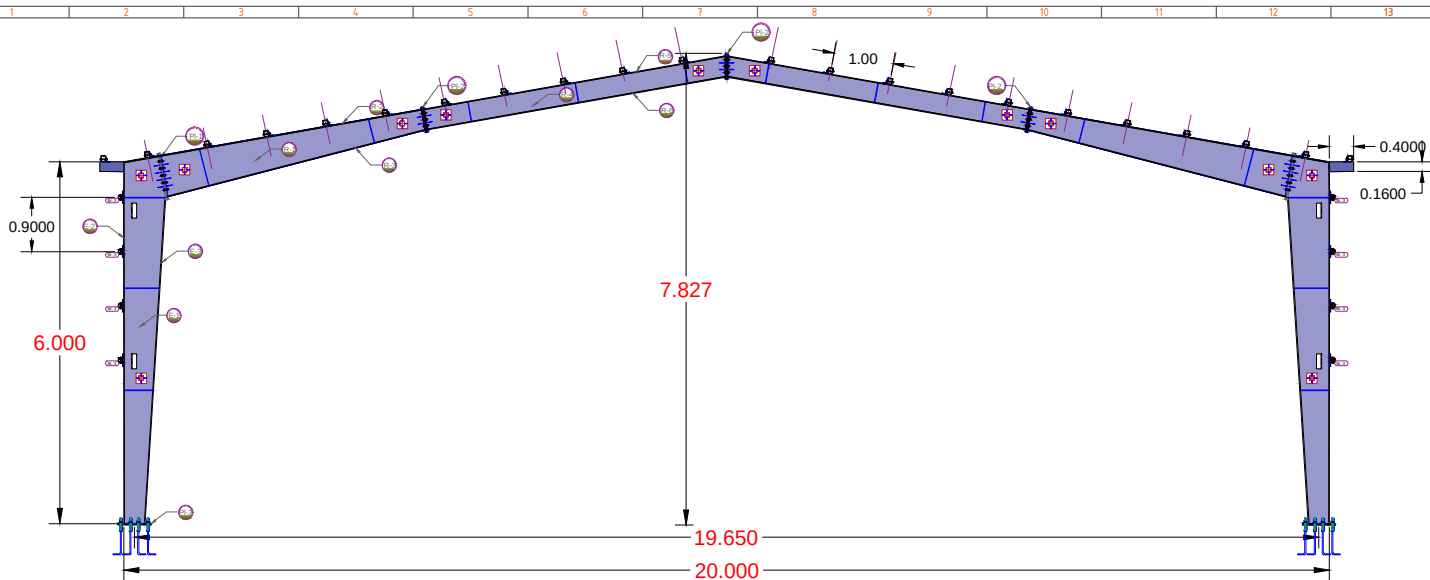
SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

NO. 469





THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 1 A3

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
PROJECT 1 A3				
03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.03
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq



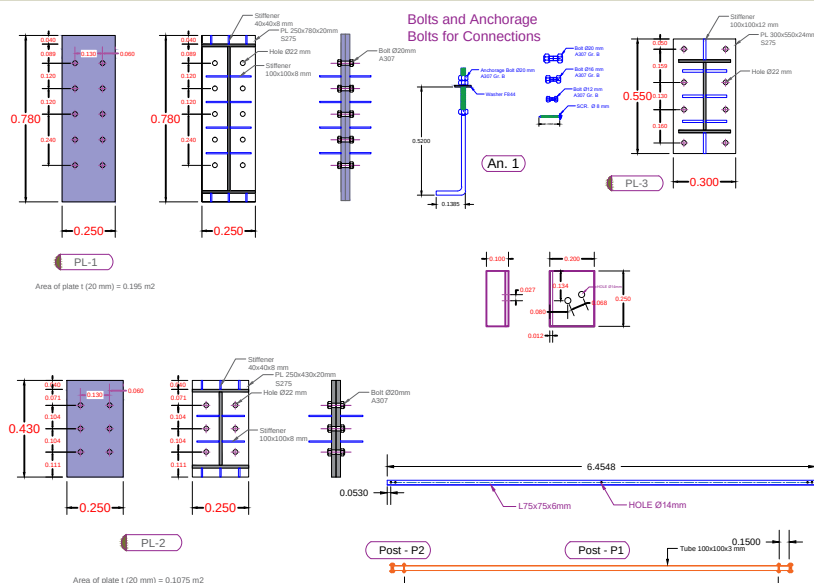
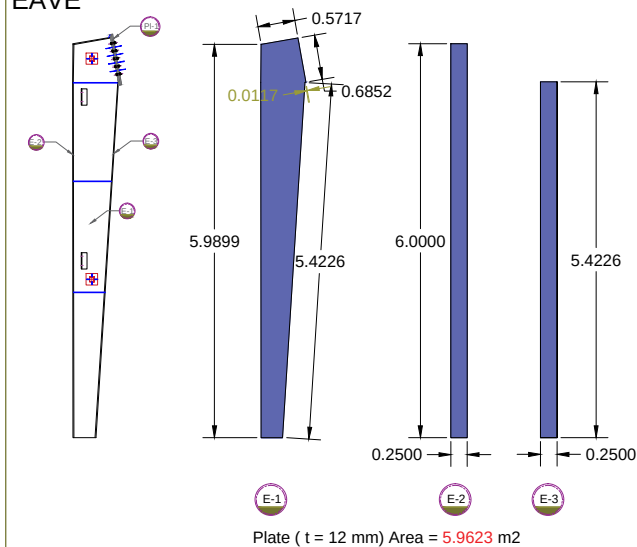
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT: GENERAL CONTRACTING PROJECT No: NON

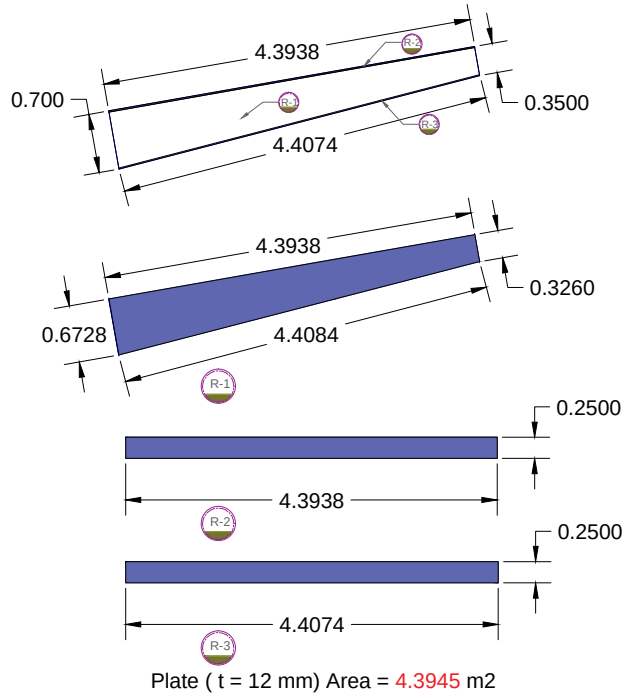
DRAWING TITLE: PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY: Dr Luay Al-Shather CHECKED BY: non APPROVED BY: STR-002 DRAWING No: 469
SCALE: AS DRAWINGS DATE: 1/01/2021 SHEET SIZE: A3

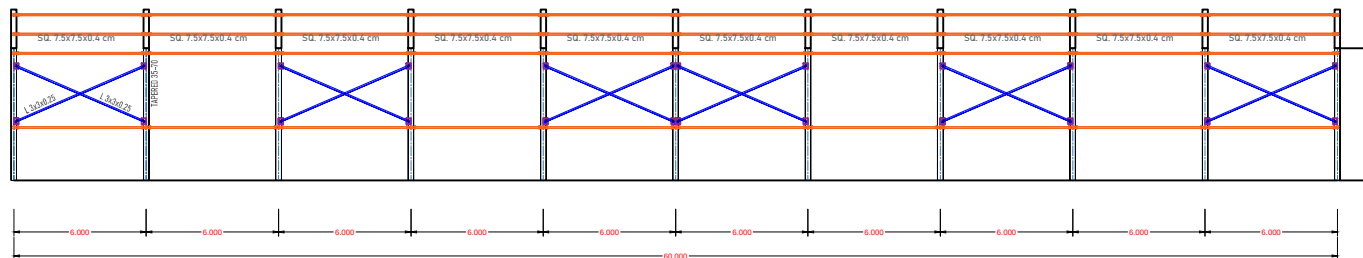
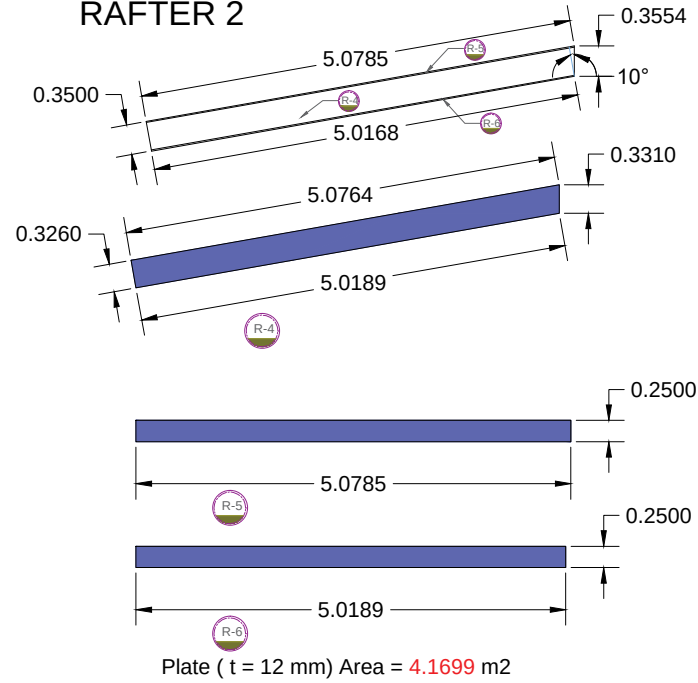
EAVE



RAFTER 1



RAFTER 2



PROJECT 1 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

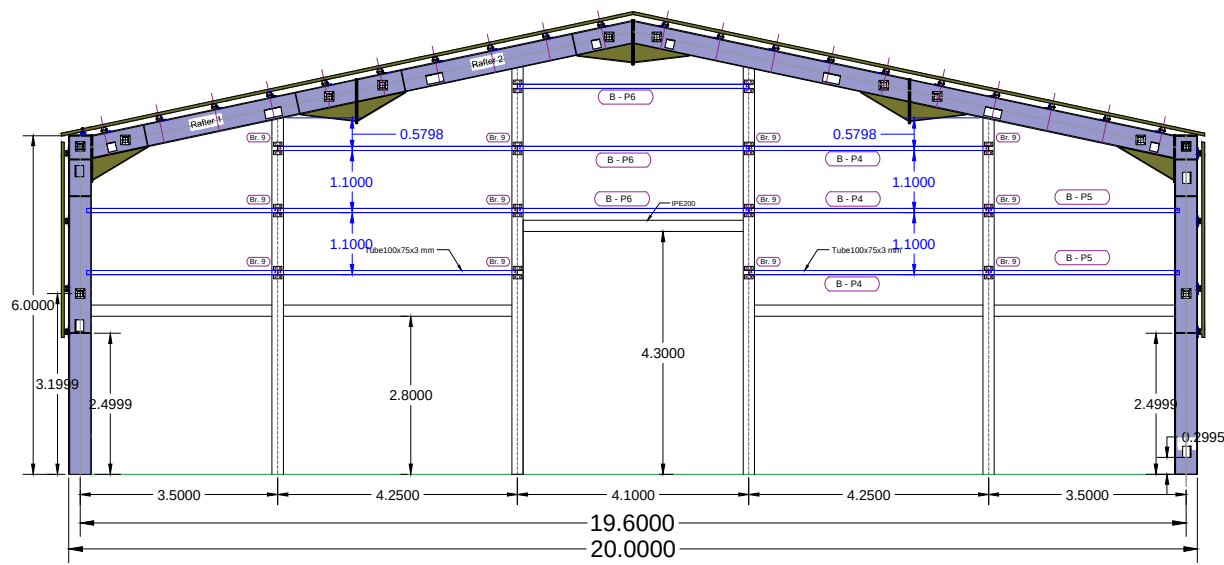
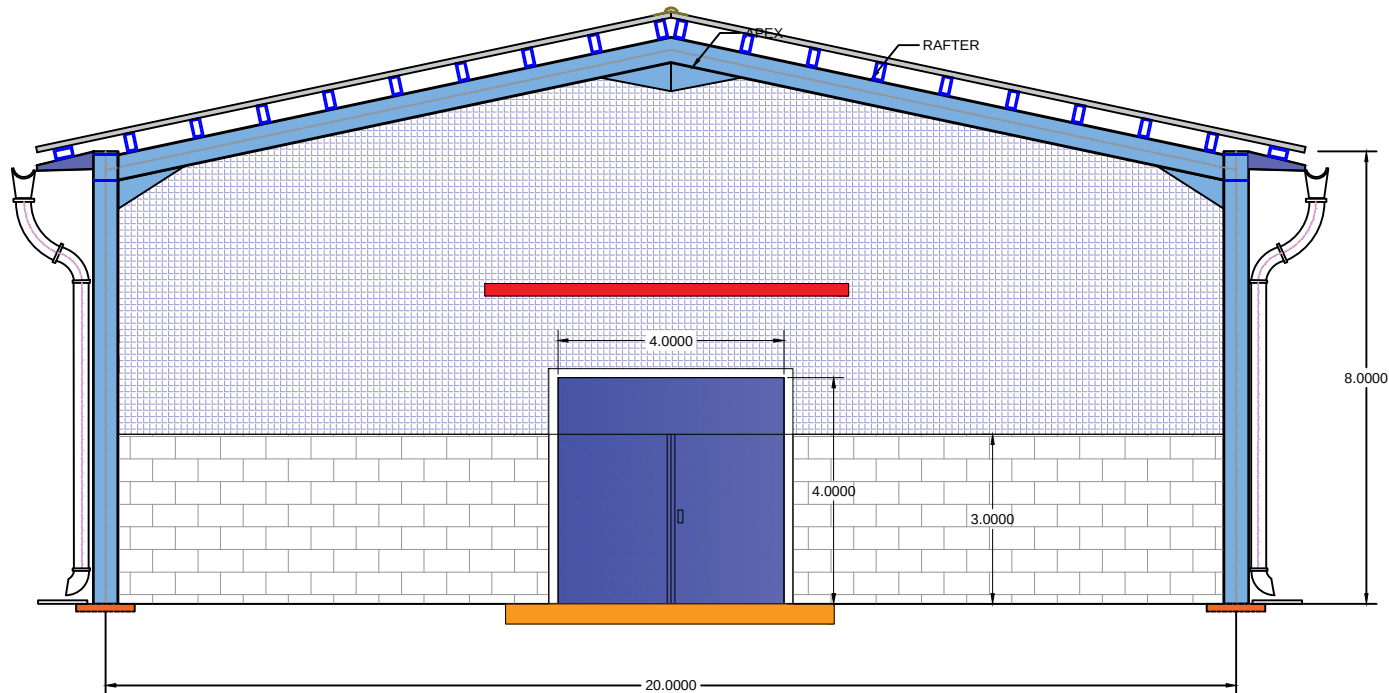
03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.20
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT GENERAL CONTRACTING	PROJECT No. NON
-------------------------------	--------------------

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay M. Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-003
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	JOB No. 469



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER. SOIL INVESTIGATION SHOULD BE DONE FOR ANY STRUCTURAL DESIGN. OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN.

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 2 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	18.02.20
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT

Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT	PROJECT No.
GENERAL CONTRACTING	NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay M. Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-004
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	JOB No. 469

14 15 16

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 2 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT
**Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)**

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
SIR-005

DRAWING No.
STR-005

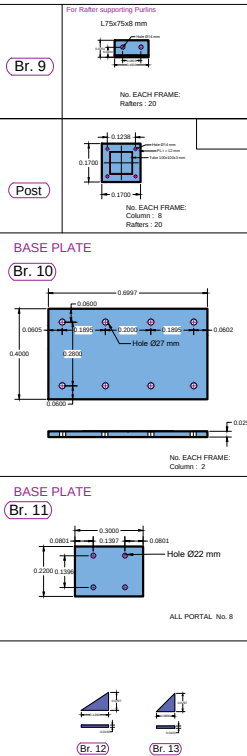
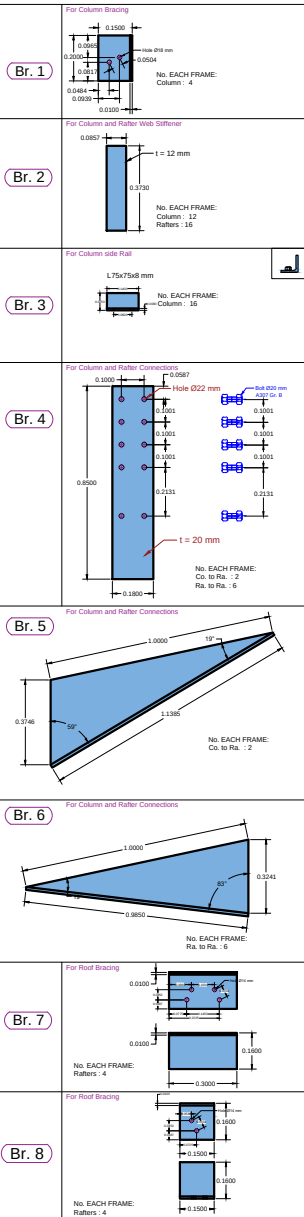
SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

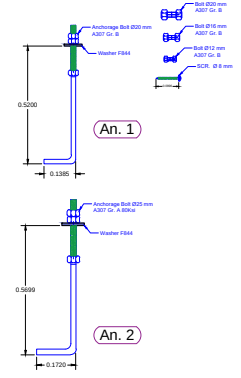
SHEET SIZE
A3

JOB No.
469

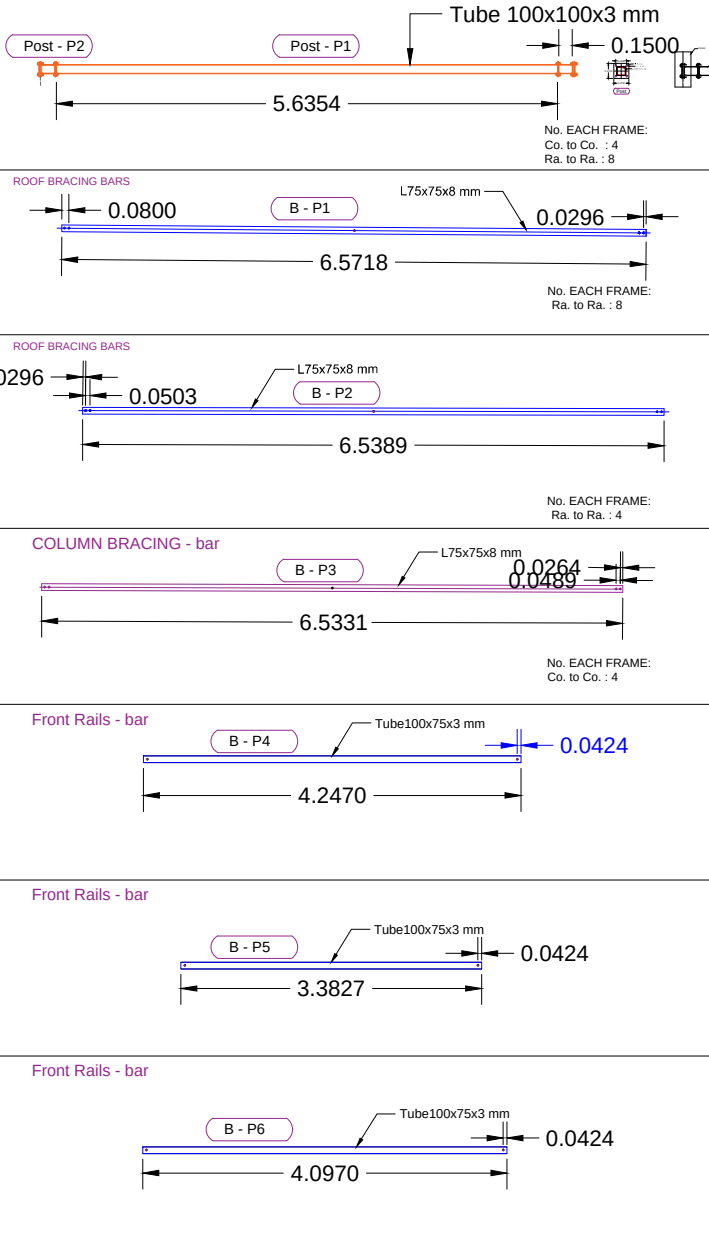
PLATES AND PARTS



Bolts and Anchorage Bolts for Connections



POSTS RAFTERS AND COLUMNS BARS



PROJECT 2 A3

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
PROJECT				
Industrial and Warehouse Steel Structures (Structural Drawings)				
CLIENT: GENERAL CONTRACTING PROJECT No: NON				
DRAWING TITLE: PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS				
DRAWN BY: Dr. Luay M. Al-Shather CHECKED BY: non APPROVED BY: STR-008 DRAWING No: STR-008				
SCALE: AS DRAWINGS DATE: 1/01/2021 SHEET SIZE: A3 JOB No: 469				
03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.03
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE		BY	CHK	APV



STRUCTURAL DESIGN
Dr. Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS

PROJECT 2 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH		08.02.09
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH		19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH		22.12.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

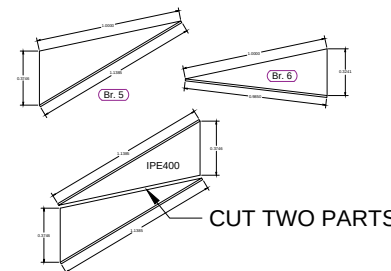
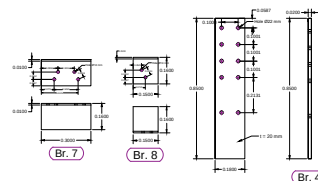
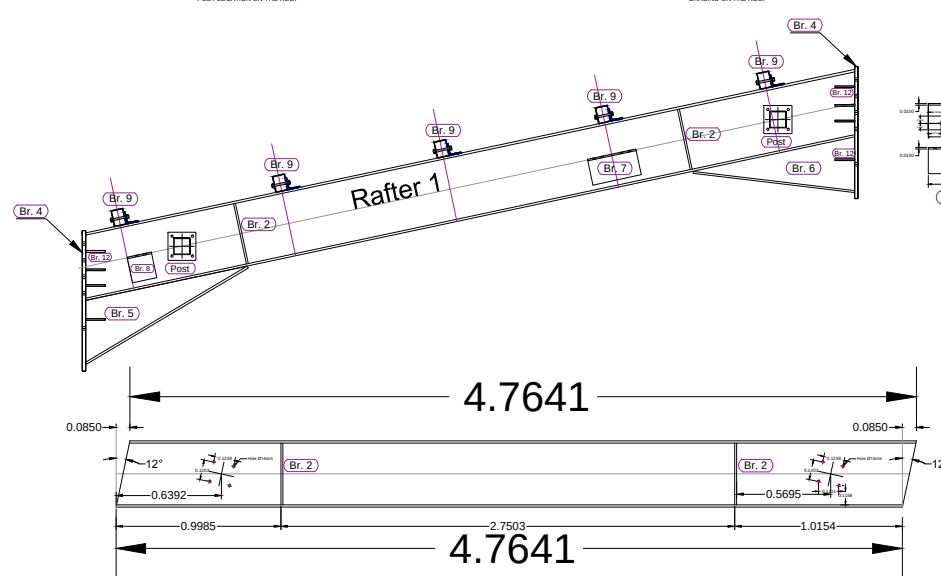
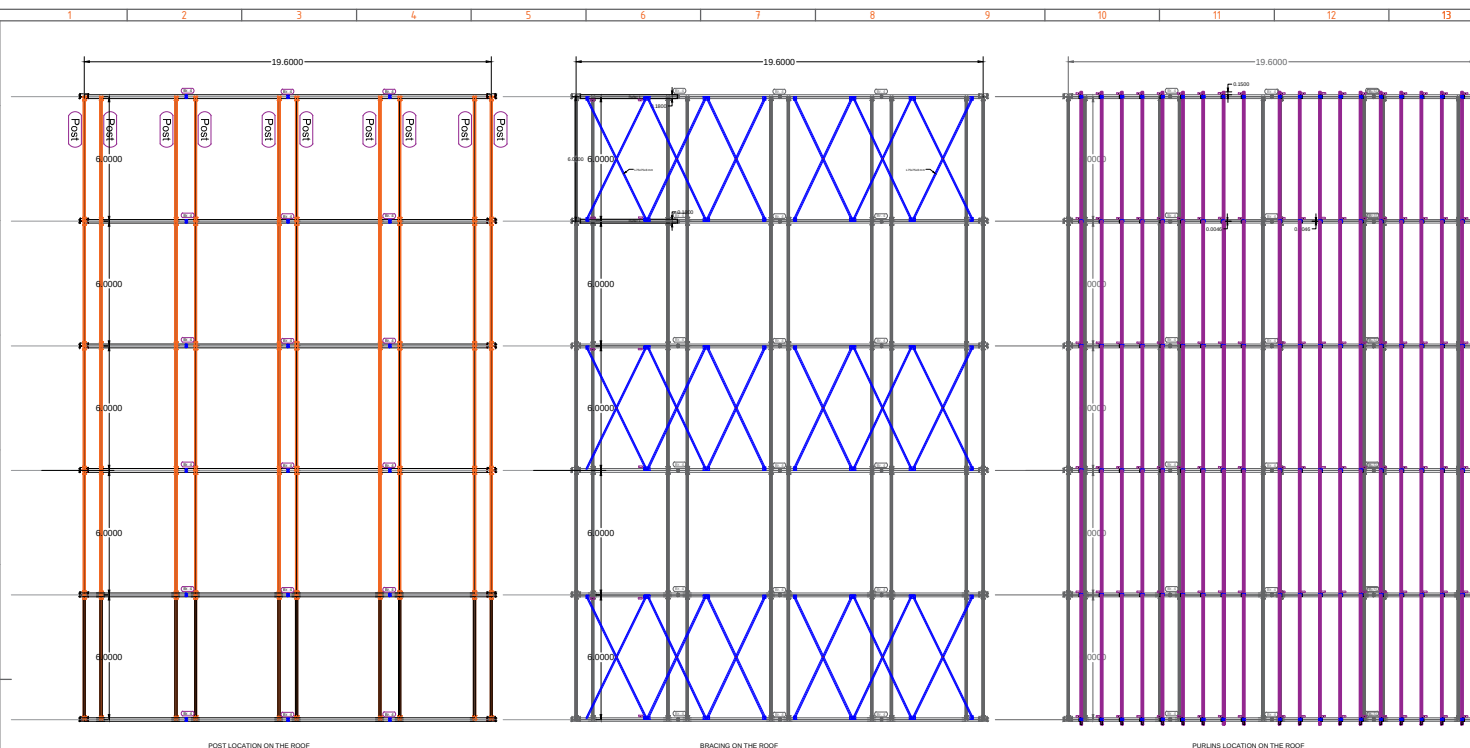
PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT GENERAL CONTRACTING	PROJECT No. NON
-------------------------------	--------------------

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-007
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	SIB No. 469

14 15 16



CUT TWO PARTS

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 2 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE
PROJECT					

PROJECT
**Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)**

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

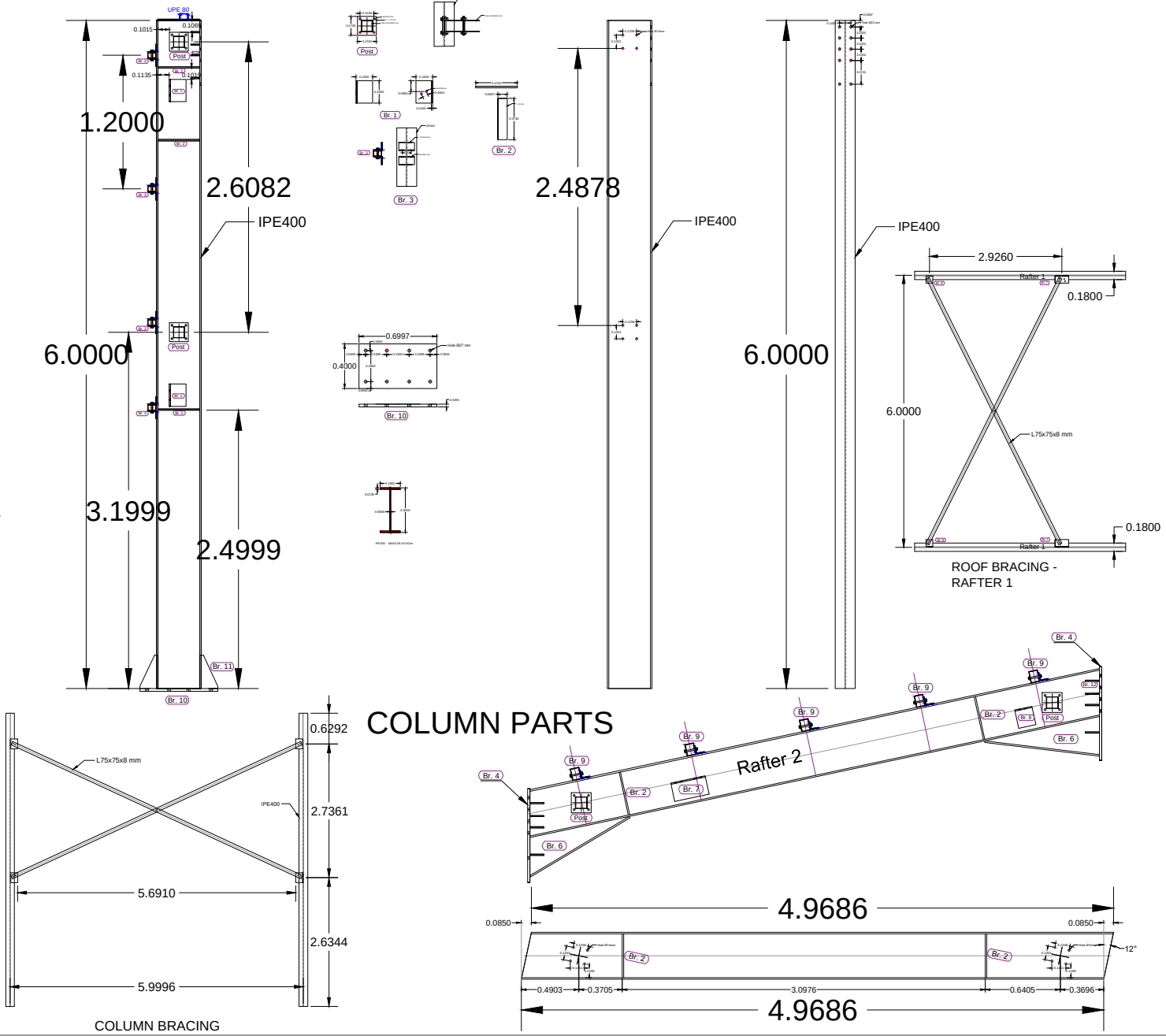
DRAWING No.
STR-008

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

JOB No.
469



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF SOIL INVESTIGATION SHOULD BE FOUND FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
------	-------------	----------	-----	---------

PROJECT 3 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

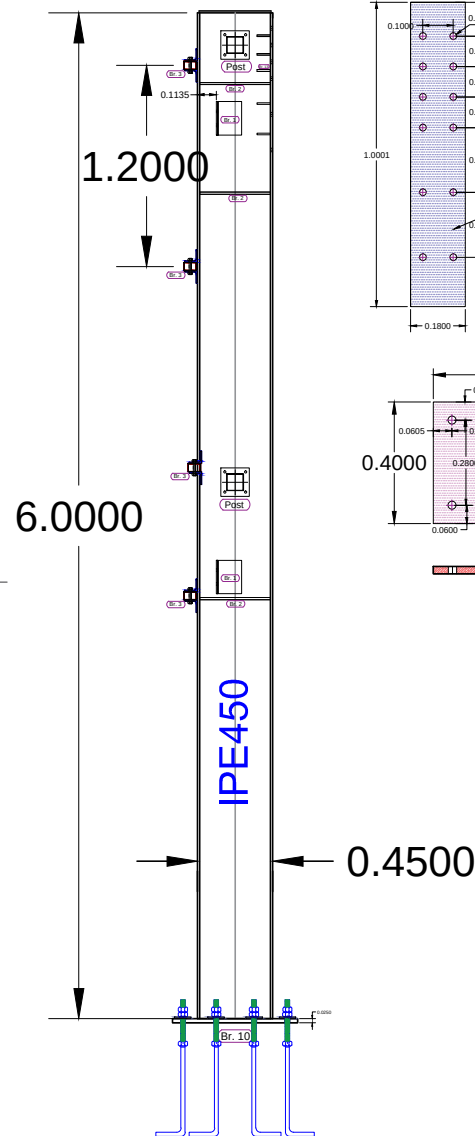
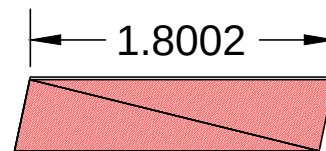
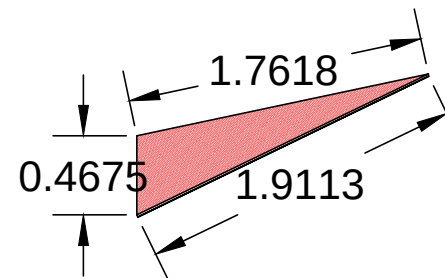
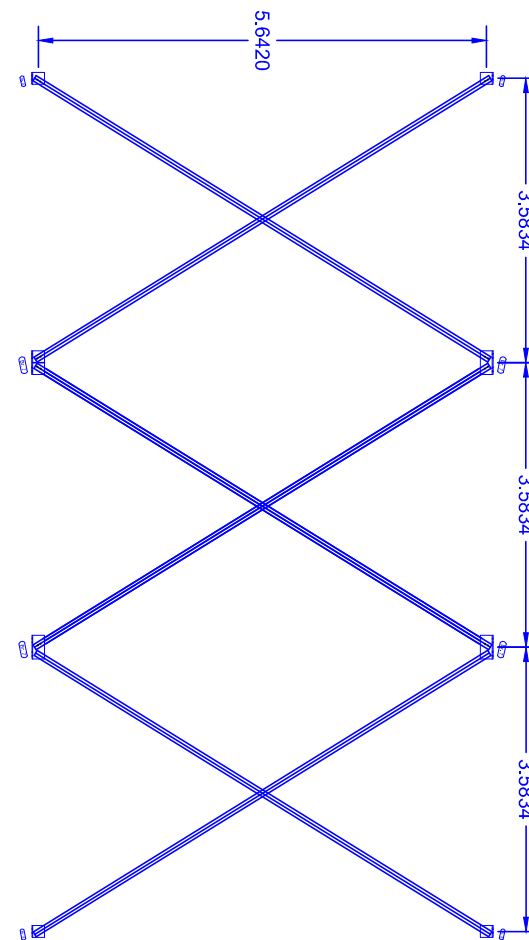
PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT GENERAL CONTRACTING	PROJECT No. NON
-------------------------------	--------------------

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr. Luay M. Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-010
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	JOB No. 489

14 15 16



PROJECT 4 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.09
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.12.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

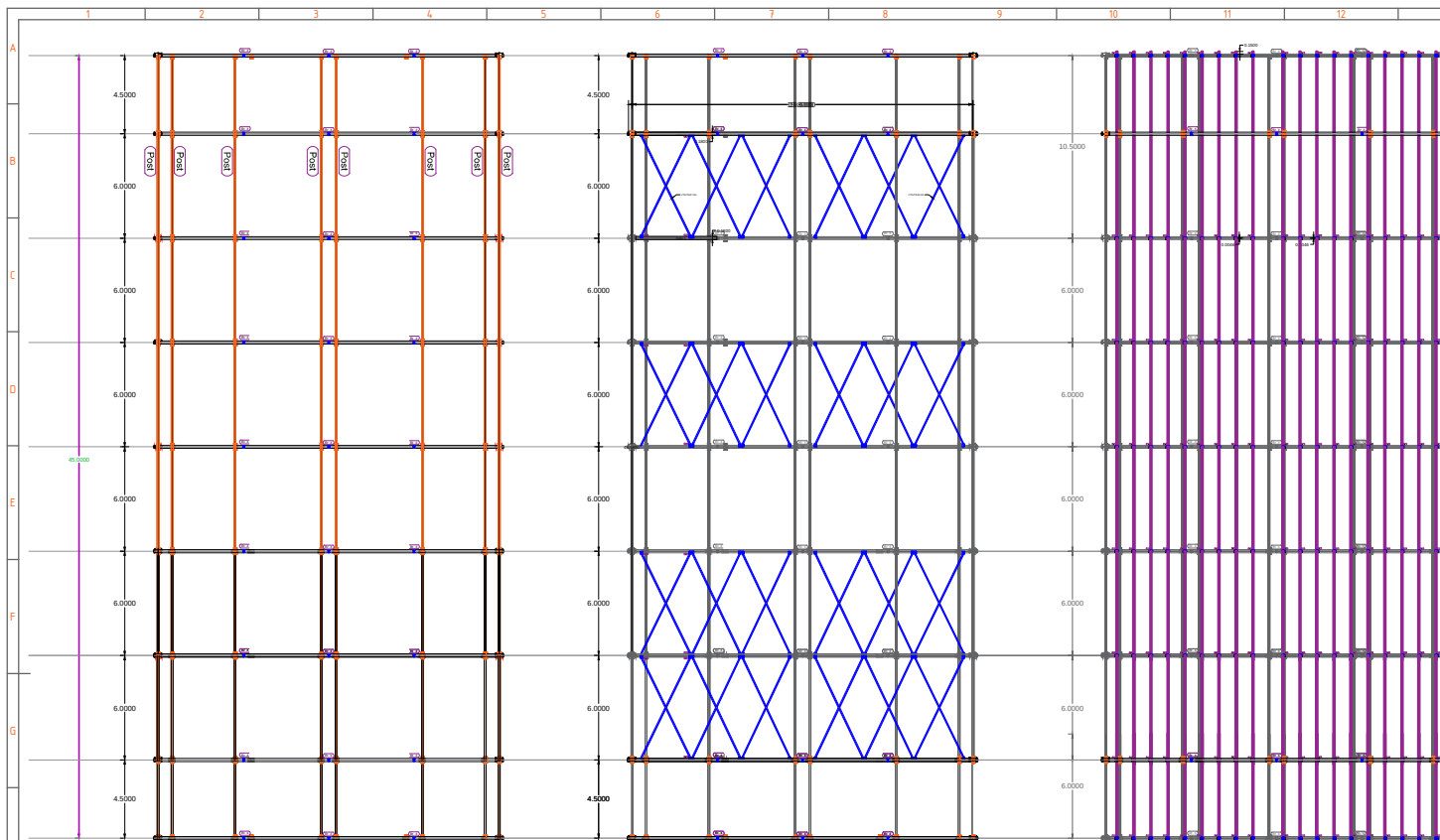
DRAWING No.
STR-011

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

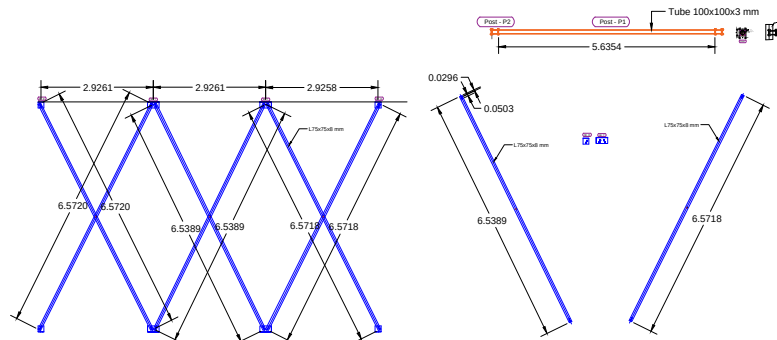
SIB No.
469



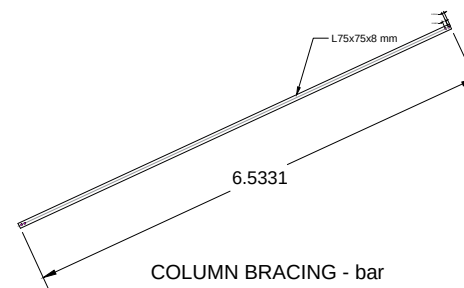
POST LOCATION ON THE ROOF

BRACING ON THE ROOF

PURLINS LOCATION ON THE ROOF



ROOF BRACING - bars



COLUMN BRACING - bar

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER. SOIL INVESTIGATION SHOULD BE DONE FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
------	-------------	----------	-----	---------

PROJECT 2 A3

STRUCTURAL DESIGN

Dr Luay M. Al-Shather

Mobile: +00964 (07822234399)

Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	K
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

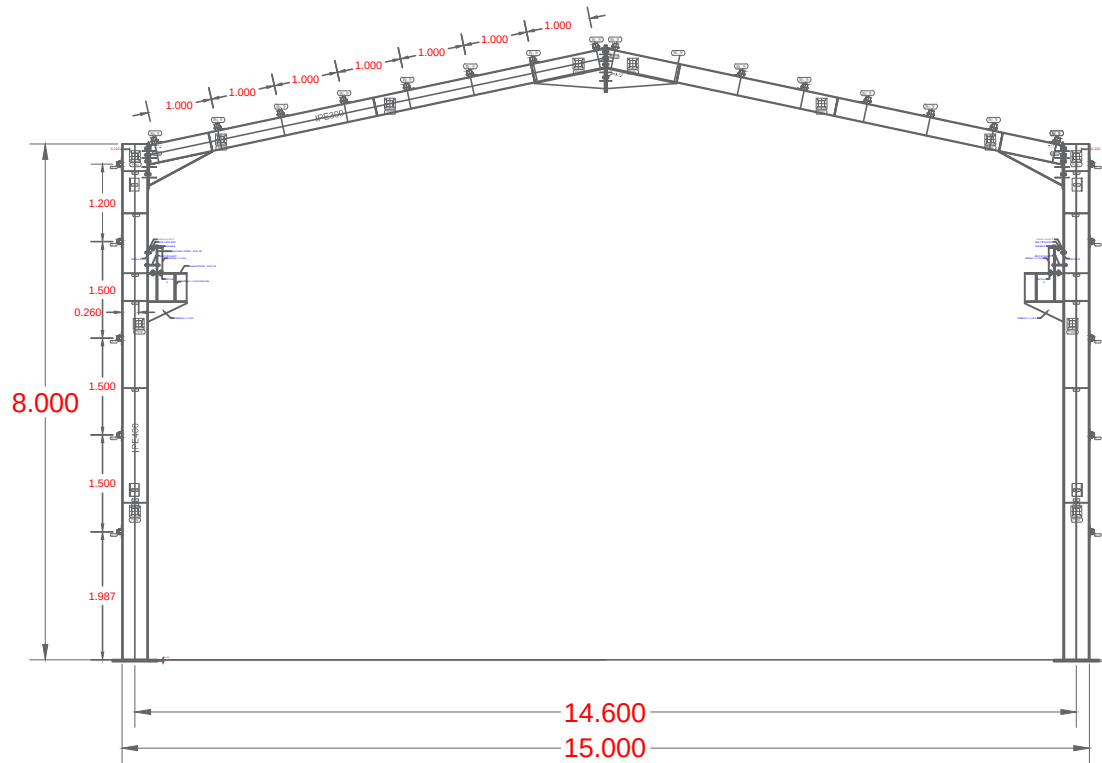
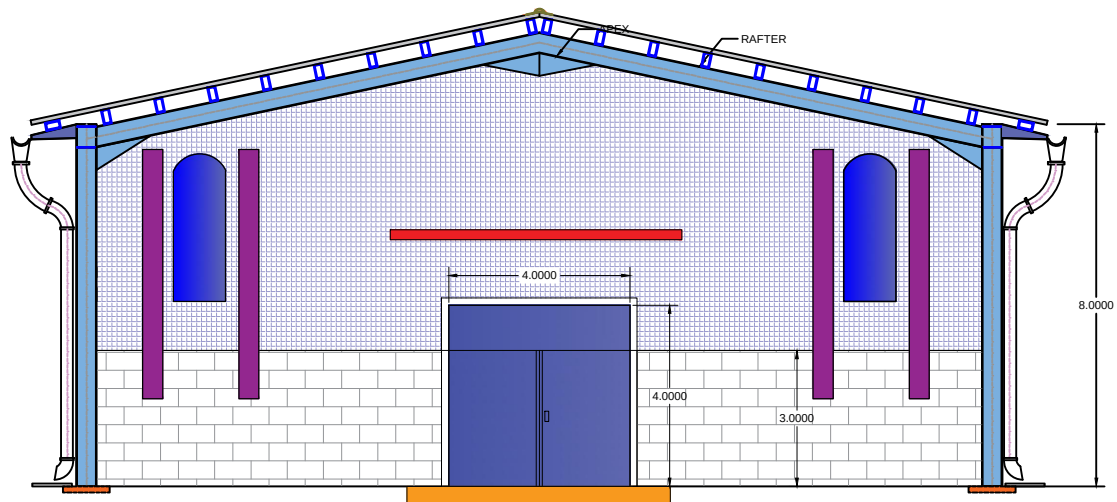
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT	PROJECT No.
GENERAL CONTRACTING	NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY STR-014	DRAWING No. SIB No.
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	469

14 15 16



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER. SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERIODIC FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
------	-------------	----------	-----	---------

PROJECT 5 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT GENERAL CONTRACTING	PROJECT No. NON
-------------------------------	--------------------

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-015
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	SHEET No. 469

14 15 16

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE DONE FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 5 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.20
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

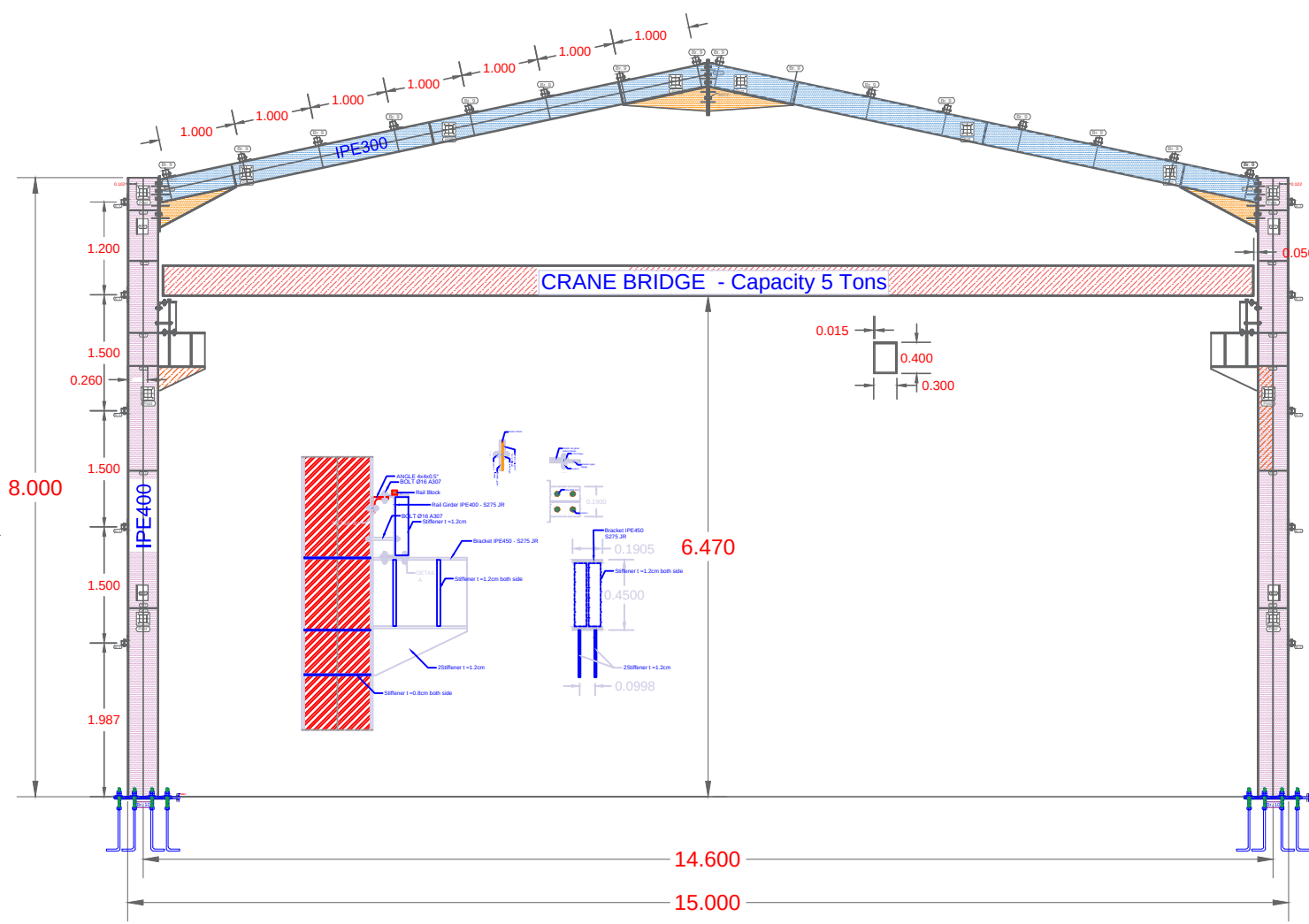
DRAWING No.
STR-016

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

NO. OF SHEETS
469



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOL INVESTIGATION SHOULD BE DONE FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 6 A3

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.21
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.21
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.12.20
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV
DATE				

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabhabak@uokufa.edu.iq

Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

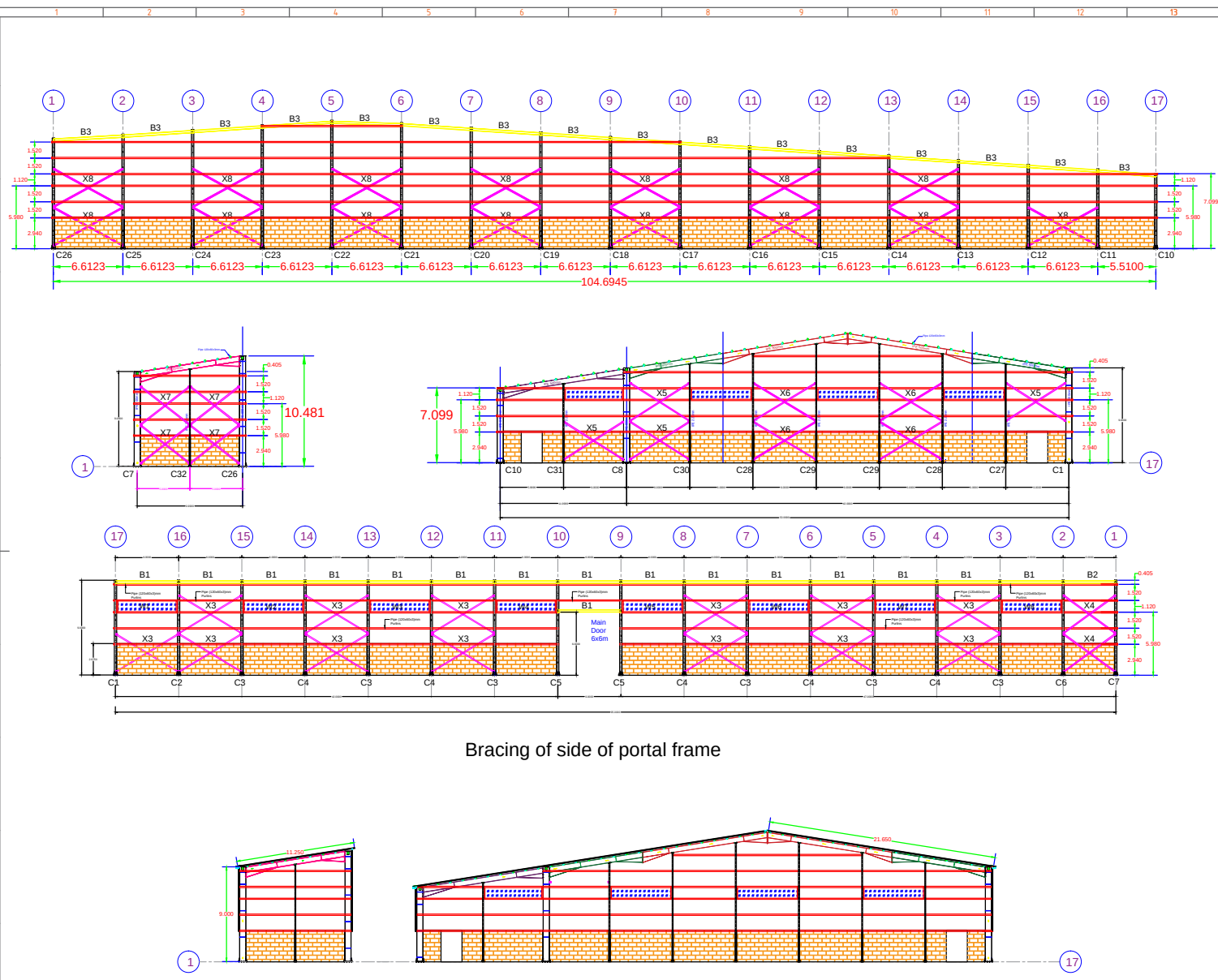
APPROVED BY
SIR-017

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

JOB No.
469



Bracing of side of portal frame

DRAIN GUTTER

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 6 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT

Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-018
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	JOB No. 469

14 15 16

100% INTERNAL USE ONLY

FOUNDATIONS LAYOUT

FOUNDATIONS LAYOUT

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 6 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING
PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-019
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	JOB No. 469

14 15 16

PROJECT 6 A3

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER.

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
------	-------------	----------	-----	---------

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

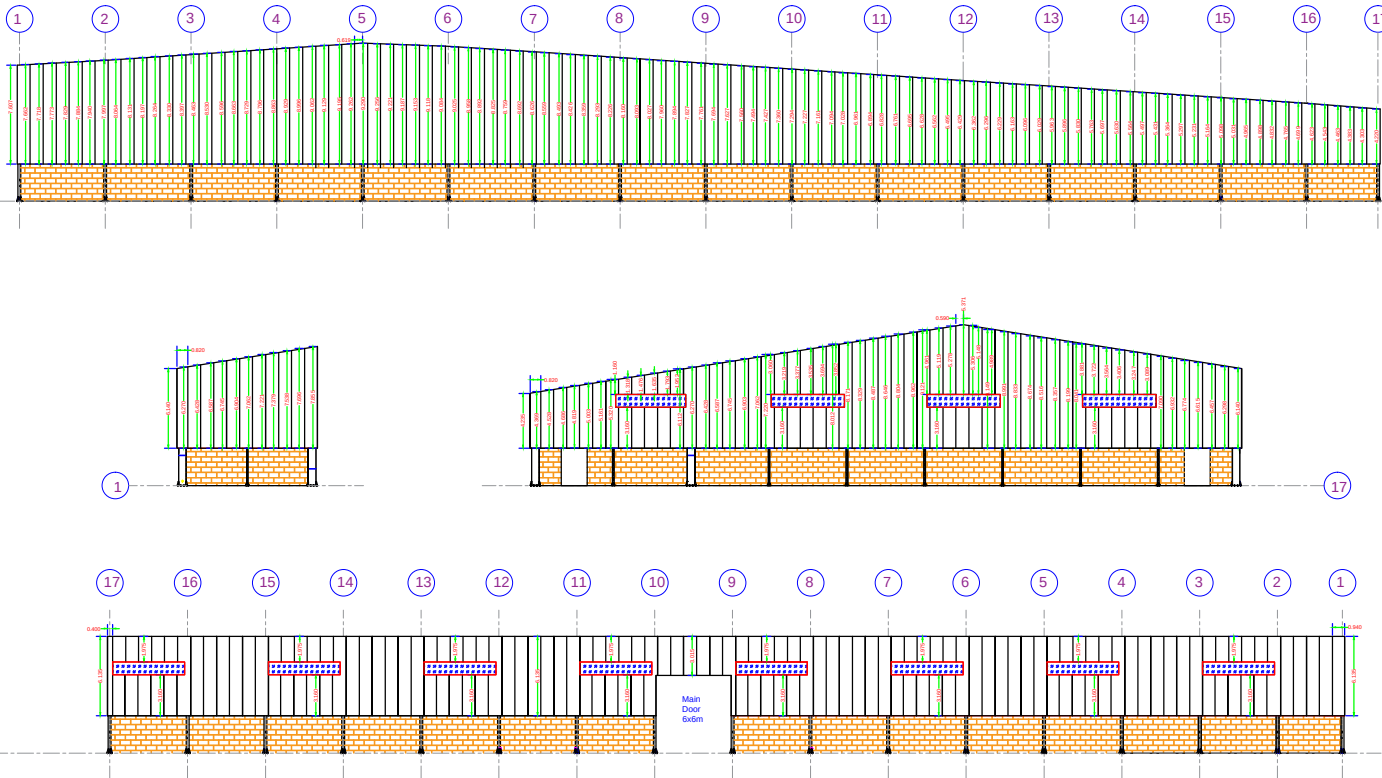
03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

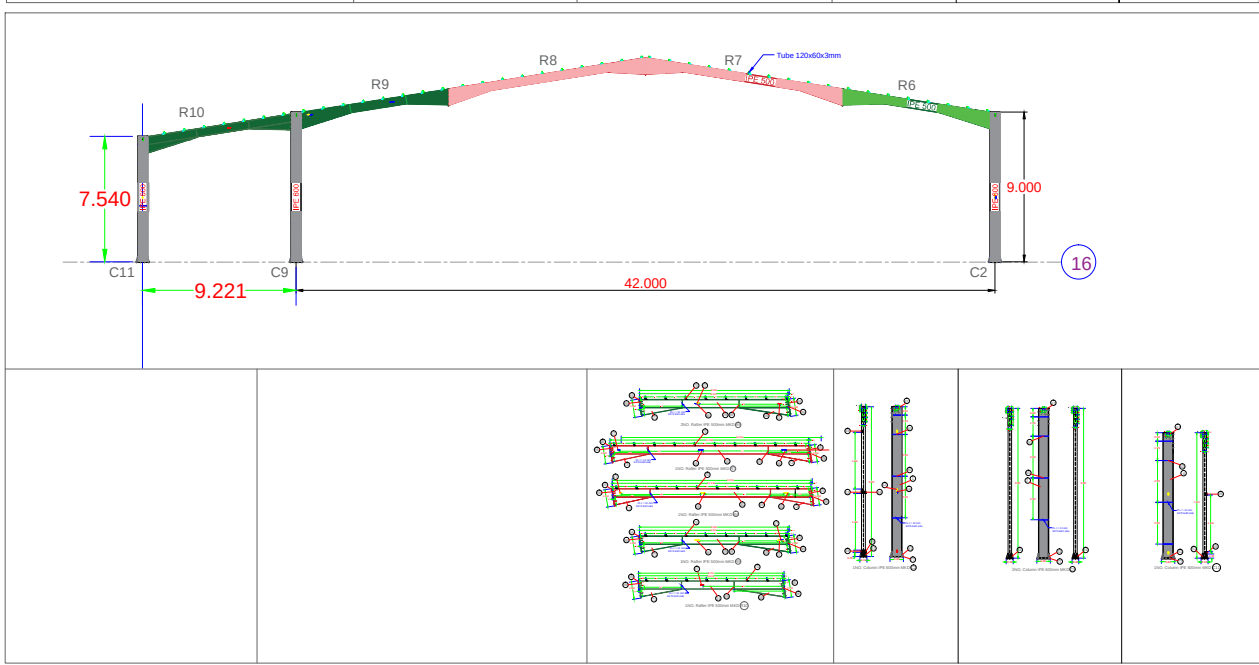
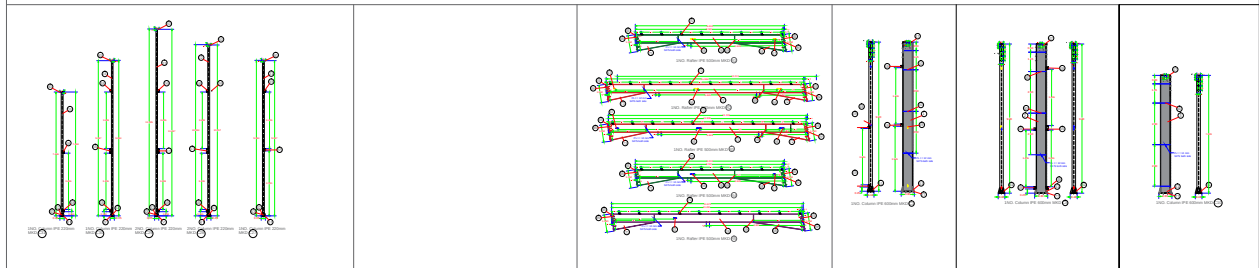
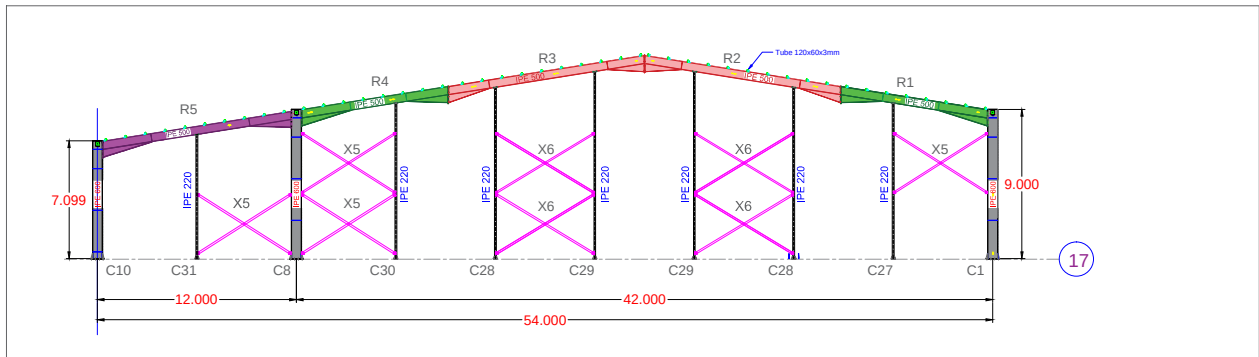
PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT GENERAL CONTRACTING	PROJECT No. NON
-------------------------------	--------------------

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-020
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	SHEET No. 469





THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
------	-------------	----------	-----	---------

PROJECT 6 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

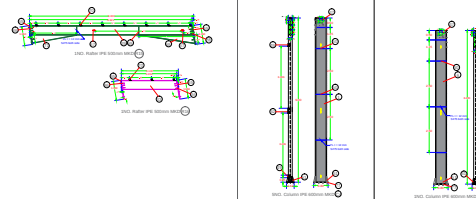
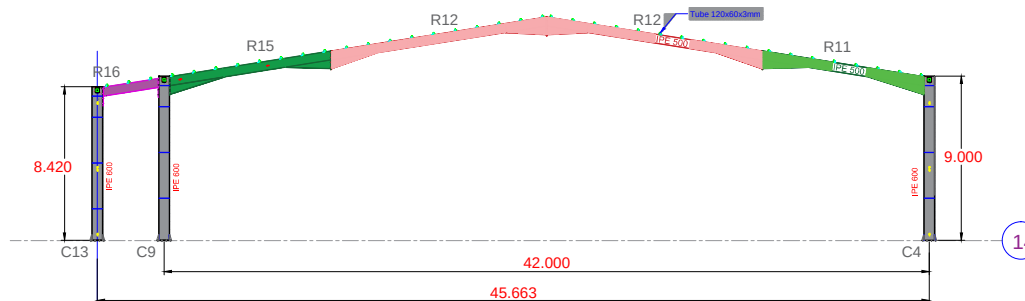
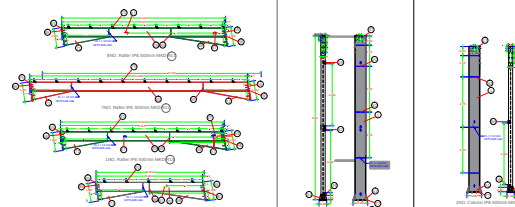
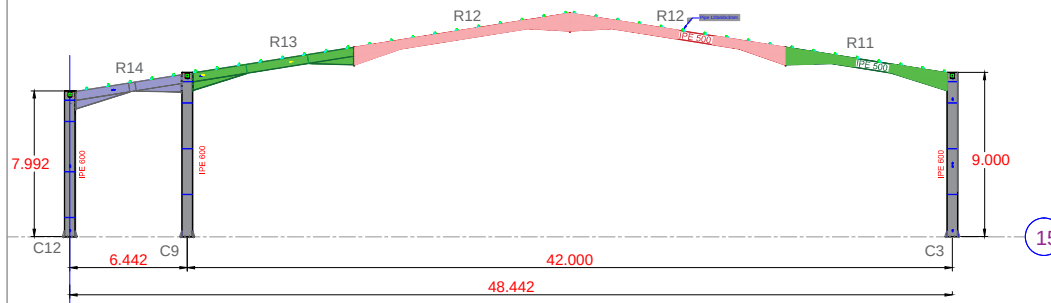
03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.20
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT GENERAL CONTRACTING	PROJECT No. NON
-------------------------------	--------------------

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-021
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	NO. OF SHEETS 469



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 6 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.20
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE		BY	CHK	APV
MODIFICATION		BY	CHK	APV

PROJECT

Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE

PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

DRAWING No.
STR-022

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

JOB No.
469

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 6 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE
PROJECT					

PROJECT
**Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)**

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

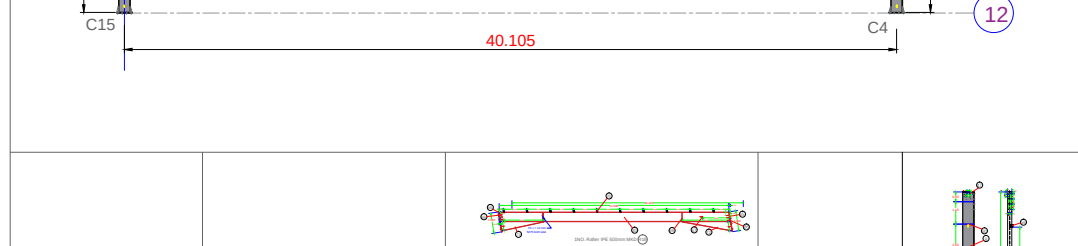
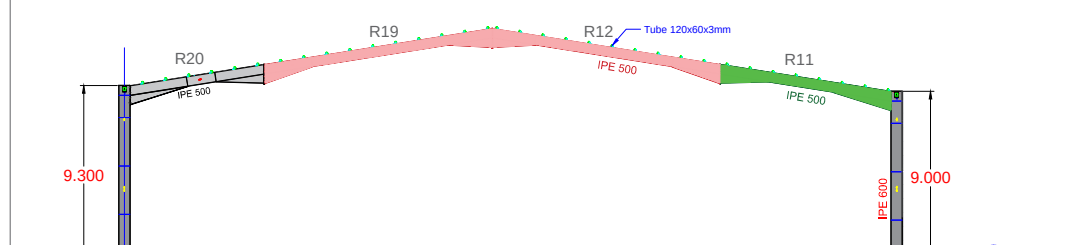
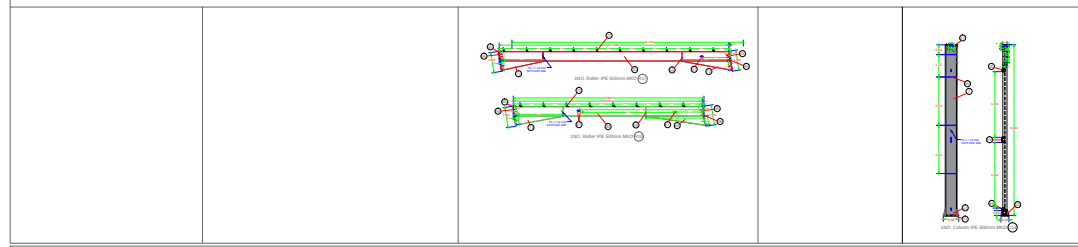
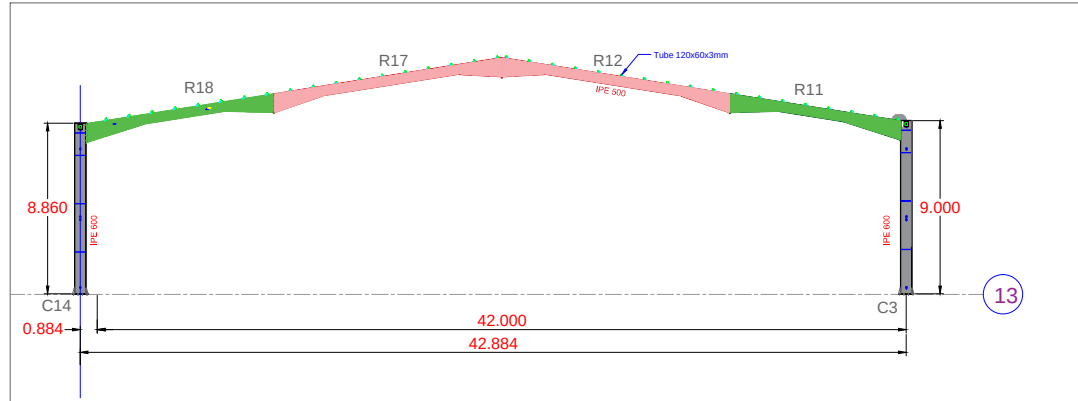
DRAWING No.
SIR-023

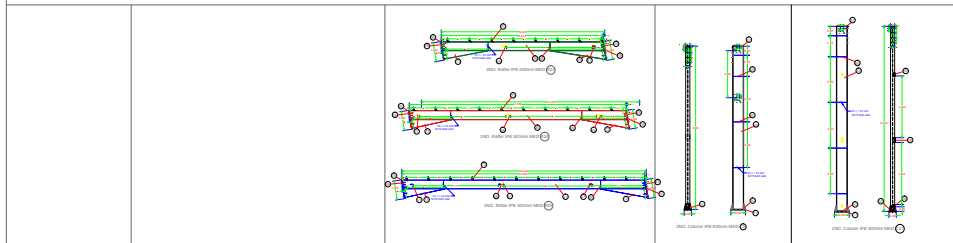
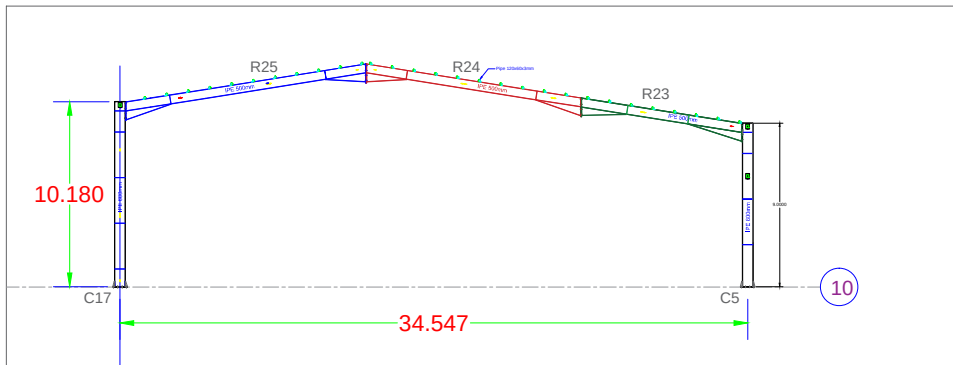
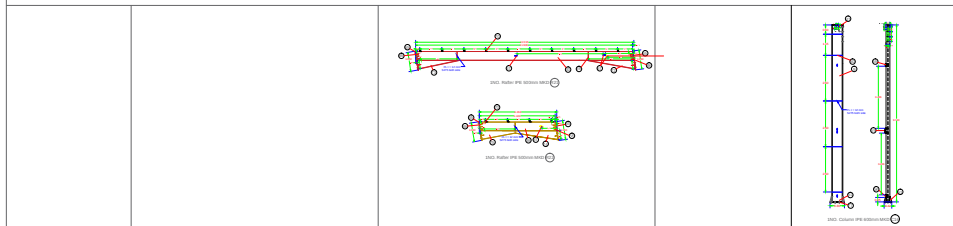
SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

NO. No.
469





THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER. SOIL INVESTIGATION SHOULD BE DONE FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED.

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 6 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothab@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.20
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT
Industrial and Warehouse Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

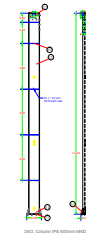
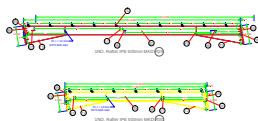
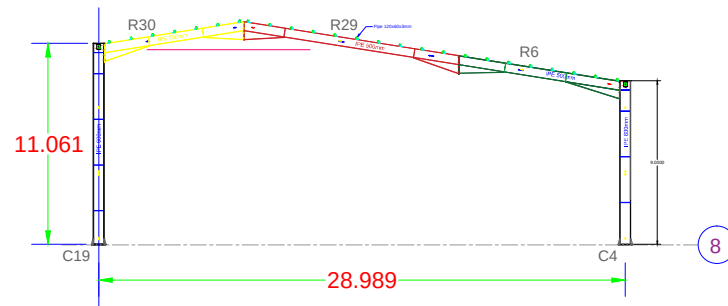
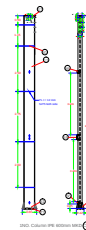
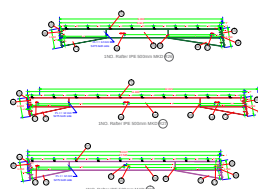
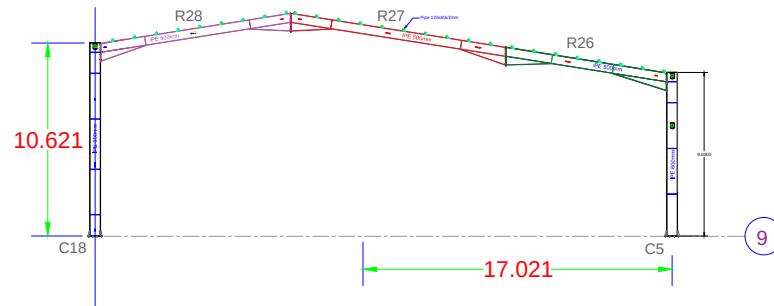
DRAWING No.
STR-024

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

JOB No.
469



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 6 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.20
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

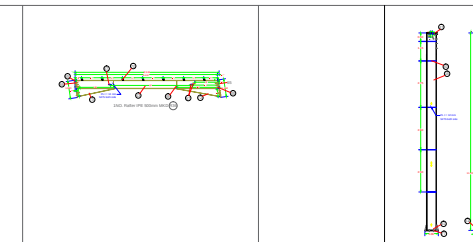
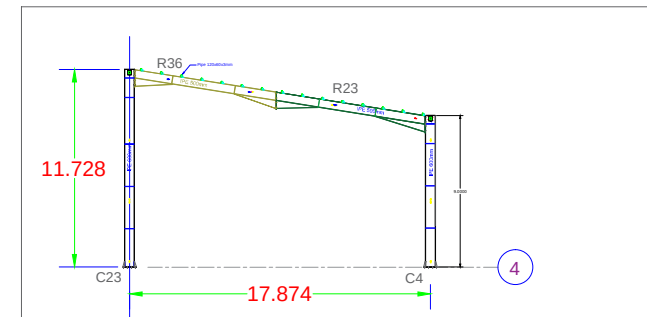
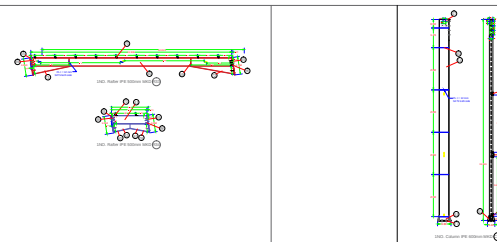
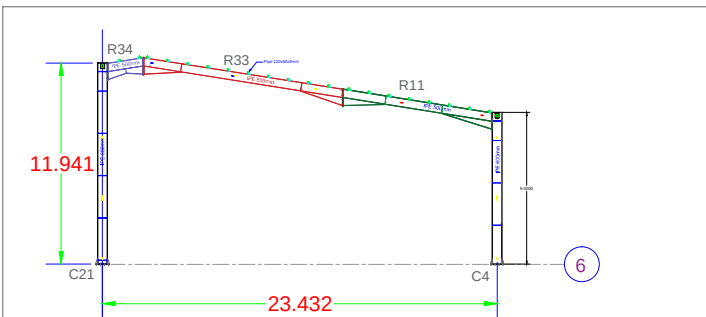
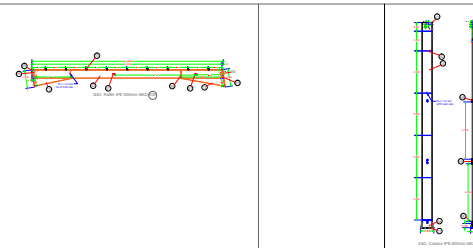
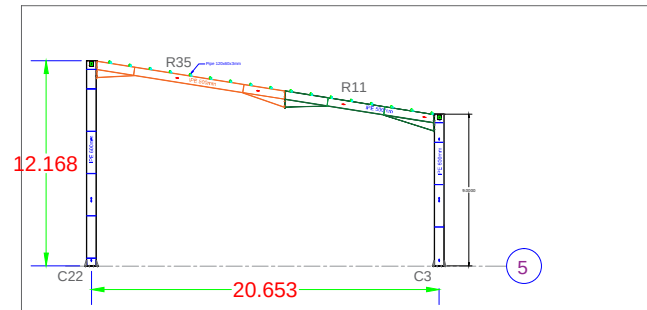
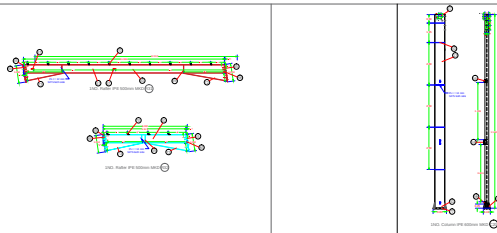
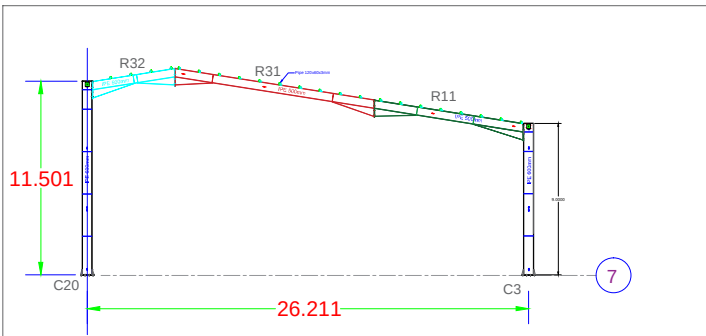
DRAWING No.
STR-025

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

JOB No.
469



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
------	-------------	----------	-----	---------

PROJECT 6 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT GENERAL CONTRACTING	PROJECT No. NON
-------------------------------	--------------------

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-028
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	SIB No. 469

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 6 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.21
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.21
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.12.20
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT
**Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)**

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE

PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

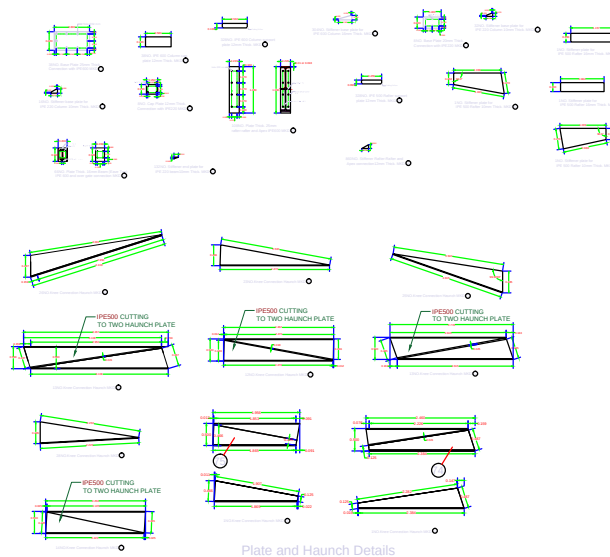
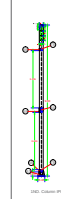
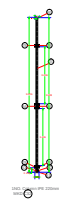
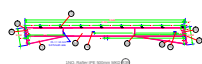
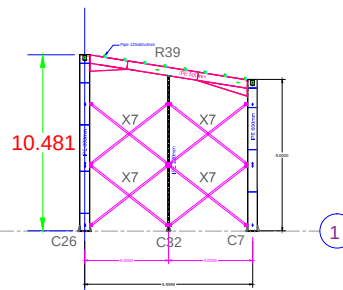
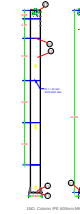
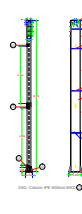
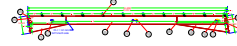
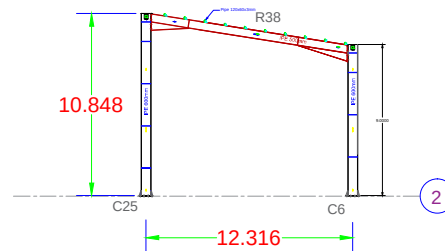
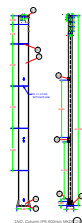
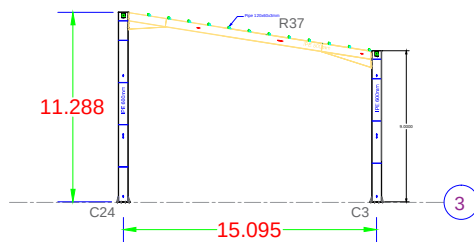
APPROVED BY
STR-027

DRAWING No.
469

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

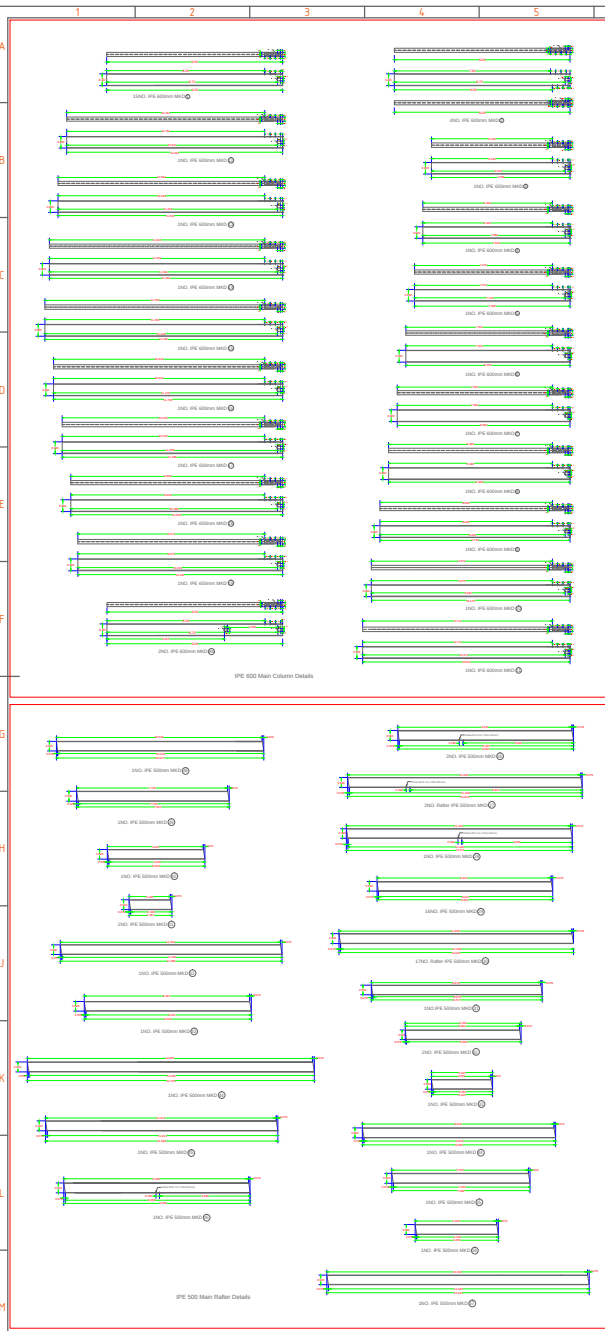
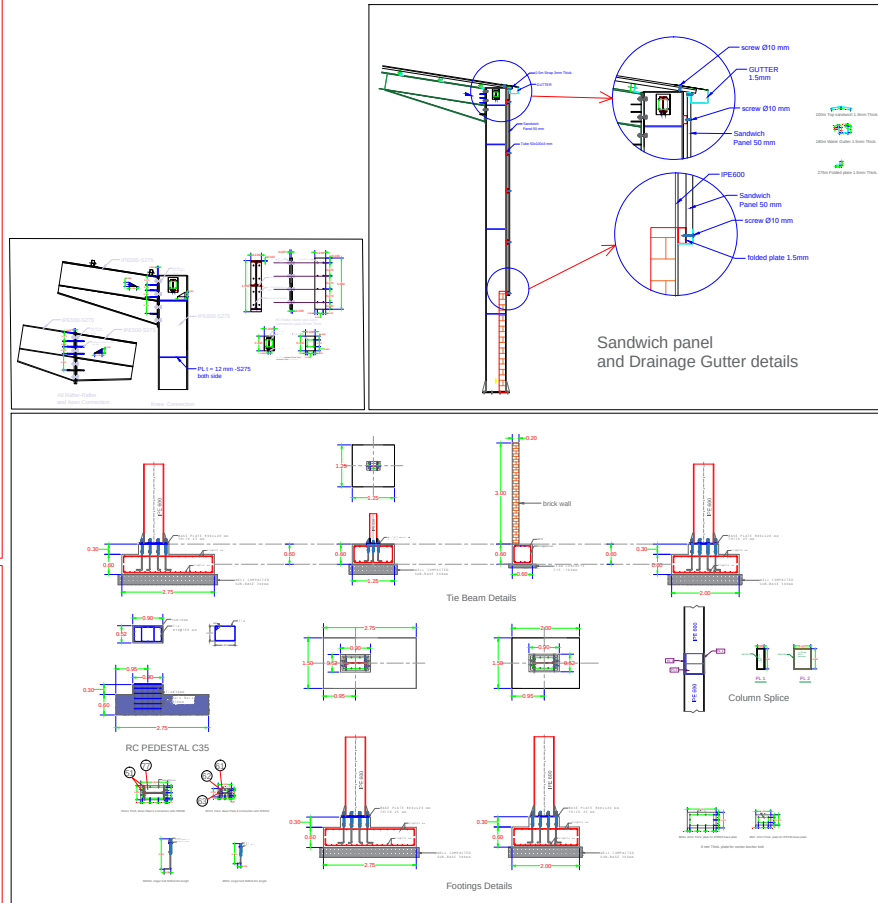
PROJECT 6 A3

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
03	IPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.20
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV
DATE				

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT GENERAL CONTRACTING	PROJECT No. NON
DRAWING TITLE PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS	
DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non
APPROVED BY non	DRAWING No. STR-028
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021
SHEET SIZE A3	JOB No. 469



CODE OF PRACTICE

- ACI 318M 14: American Concrete Institute for Reinforced Concrete Design
 - UBC 97: Uniform Building Code
 - ASCE 7-05: ASCE Standard, Minimum Design Loads for Building and Other Structures.
 - ACI 350R: Design of liquid retaining structures.
 - AISC code: American Institute of Steel Construction.
 - ASTM code: American Society for Testing and Materials.
- A COPY OF LATEST EDITION OF THESE DOCUMENTS SHALL BE KEPT AT SITE AT ALL TIMES DURING CONSTRUCTION.

DIMENSIONS

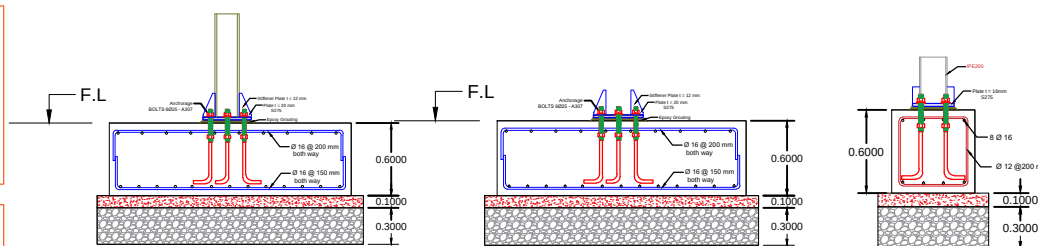
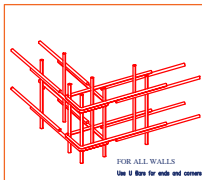
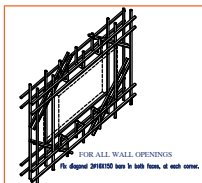
All Dimensions are in meters unless noted.

DRAWINGS

- 1- Structural drawings shall be read in conjunction with Architectural, Mechanical and Electrical drawings.
- 2- Sleeves and openings smaller than 200X200 mm are not shown on the Structural drawings. For required openings refer to Architectural, Mechanical and Electrical drawings.
- 3- Contractor shall prepare working drawings and bar bending schedules for reinforcement in a format agreed with the engineer.
- 4- Drawings are not necessarily to scale.
- 5- Chamfers for fair faced concrete are not shown on Structural Drawings. Reference should be made to Architectural details for such purpose.

REINFORCEMENT

- 1- All reinforcing bars of a diameter larger than 8 millimeters shall be deformed high strength steel bars of Characteristic Strength equal to: $f_y=420$ MPa.
- 2- Bars of 6 and 8 millimeters diameter shall be of mild steel of Characteristic Strength equal to: $f_y=300$ MPa.
- 3- Reinforcement shall comply with BS4449, BS4461 or BS4483
- 4- Reinforcement shall be placed as shown on the drawings and in the lengths specified.
- 5- Where bar length is not specified, longest practicable bar length shall be employed with staggered lap splices. Lap length shall be 50 times bar diameter.
- 6- Bar crank shall not exceed 1:12.



DESIGN BY : Dr. LUAY MOHAMMED AL-SHATHER
 :
 TELEPHONE : (96 4) 7822234399
 E-MAIL : LUAY.ALBOTHABHAK@UOKUFA.EDU.IQ



REINFORCED CONCRETE

The following type of reinforced concrete shall be employed:

- COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE, F_{cu} , AS DEFINED BY A STANDARD 150mm Cube AT 28 DAYS SHALL BE AS FOLLOW:
- FOR: ☐ COLUMNS AND WALLS NON - STEEL
 $F_{cu}=30.0$ MPA
- ☐ STRUCTURAL SLABS $F_{cu}=35$ MPA
- ☐ FOUNDATION $F_{cu}=25.0$ MPA
- ☐ SLAB ON GRADE $F_{cu}=15.0$ MPA
- ☐ PLAIN CONCRETE $F_{cu}=15.0$ MPA
- strength equal to 35 MPa - Well be indicated in drawing, minimum cement content of 420 kilograms per cubic meter, and a maximum water:cement ratio of 0.42
- ☐ COMPRESSIVE STRENGTH OF THE BLOCK = 4.0 N/mm²

CEMENT

Sulphate resistant portland cement type (V) shall be used for all unreinforced and reinforced concrete below grade level. for reinforced concrete above slab on grade level use type(I) ordinary portland cement.

COVER

Clear concrete cover to reinforcement shall be:
 60 mm for footings.
 30 mm for columns. NOT FOUND
 25&40 mm for slabs.
 25 mm for walls.

AGGREGATES

Maximum aggregate size shall be 20 mm.

FOUNDATIONS

Bearing capacity of the soil at the foundation level
100 KN/m² - SOIL INVESTIGATION SHOULD BE CHECK
THIS VALUE - OTHERWISE FOOTINGS SHOULD BE RE-DEIGN

Minimum footings depth should be 4.20m below natural ground level.

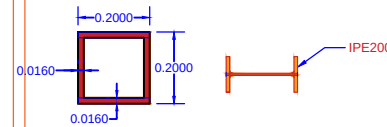
Soil lab technicians should be informed after finishing the excavations to confirm what has been stated in the soil test report.

Contractor should take into consideration the recommendations stated in the soil report concerning the foundations depth .

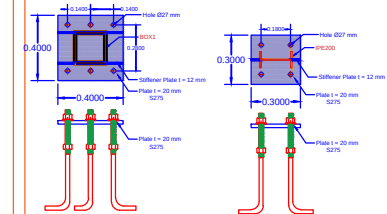
STEEL CONNECTIONS

The Yield strength of steel not less than :
240 MPa

STEEL COLUMN



STEEL BASE PLATE



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE ENGINEER. SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ALL STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
 IF IN DOUBT - ASK

ITEM DESCRIPTION MATERIAL QTY REMARKS

PROJECT 7 A3

STRUCTURAL DESIGN
 Dr Luay M. Al-Shather
 Mobile: +00964 (07822234399)
 Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT
**Industrial and Warehouse
 Steel Structures (Structural Drawings)**

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

DRAWING No.
STR-030

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

NO. 469

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE DONE FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 7 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

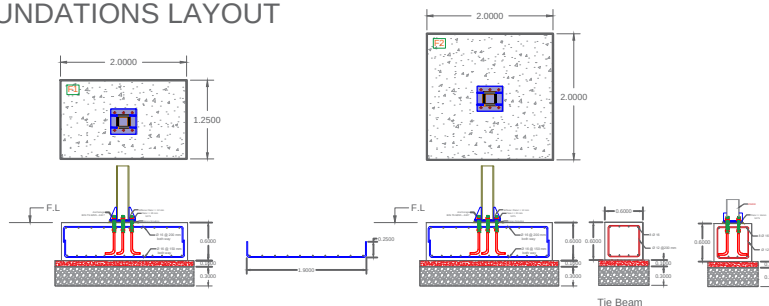
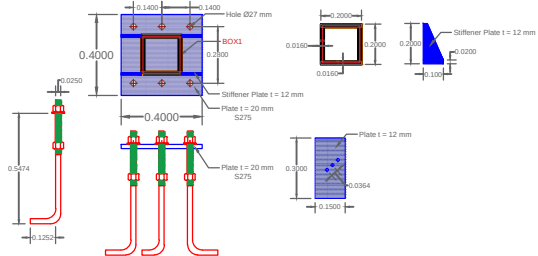
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT: GENERAL CONTRACTING PROJECT No: NON

DRAWING TITLE: PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY: Dr. Luay Al-Shather CHECKED BY: non APPROVED BY: non DRAWING No: STR-031
SCALE: AS DRAWINGS DATE: 1/01/2021 SHEET SIZE: A3 JOB No: 469

FOUNDATIONS LAYOUT



Tie Beam

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 7 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED.	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT

Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

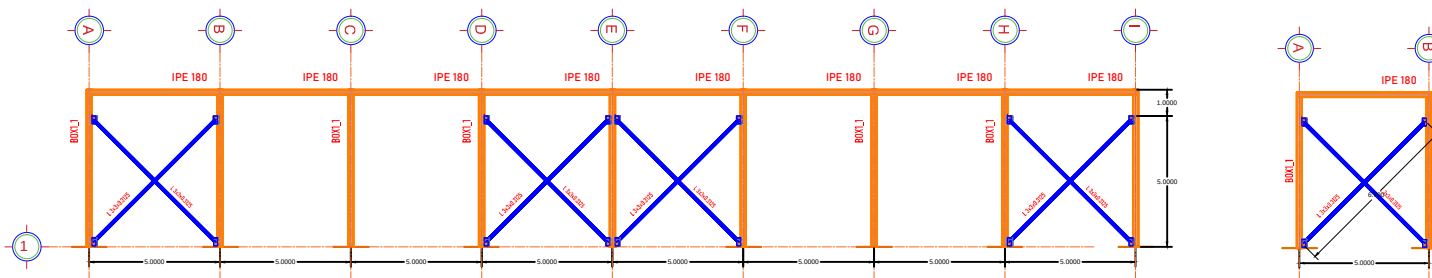
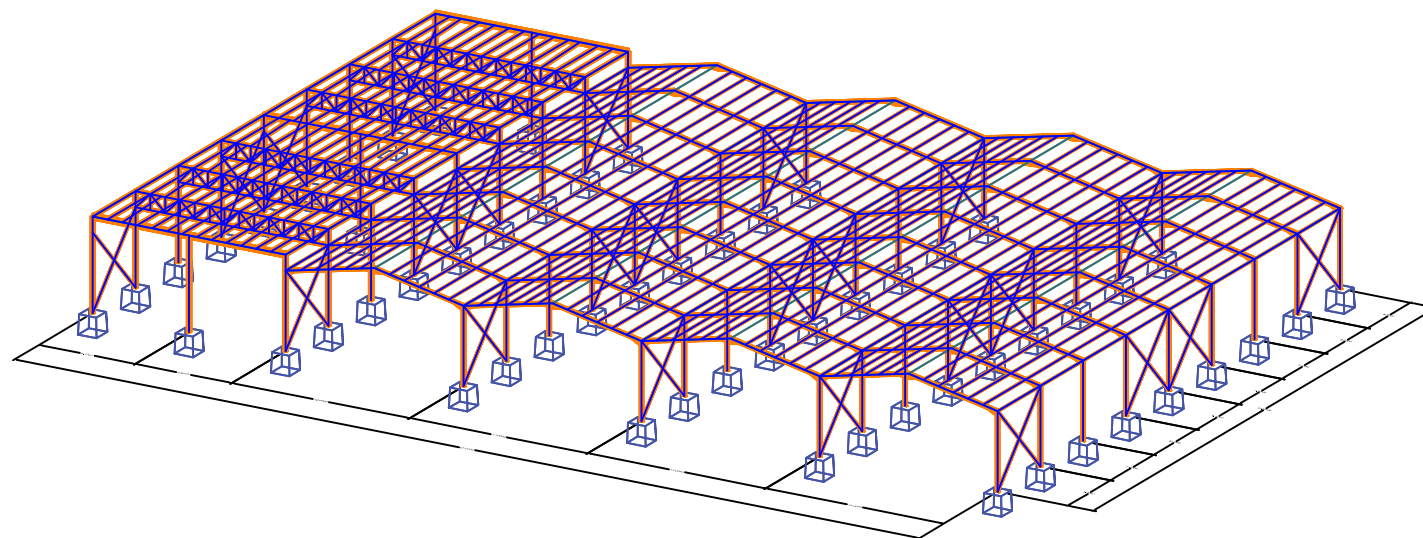
PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE

PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-032
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	SHEET No. 469

14 15 16



Total per sections	Number	Length (m)	Unit weight (kg/m)	Bar weight (kg)	Total weight (kg)	Painting area (m2)
BOX1_1	21	126.00	92.47	11651.85	11652	100.80
IPE 180	112	560.16	18.81	10534.04	10534	390.96
IPE 200	120	777.36	22.37	17388.06	17388	597.17
IPE 330	6	39.00	49.16	1917.38	1917	48.91
L 3x3x0.3125	48	339.84	9.02	3064.70	3065	100.79
TUBE 10x10x0.4 cm	150	182.76	12.06	2204.44	2204	73.10
Tube 7.5x5x0.3 cm	360	1800.00	5.61	10092.46	10092	450.00
Total					57,861	1799.53

C30	Number	Thickness (mm)	Unit weight (kg/m2)	Area (m2)	Volume (m3)	Total weight (kg)
RC Slab	1	169.39	423.70	520.00	88.08	220325
Total				520.00	88.08	220325

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER.
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE DONE FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RC DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 7 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT

Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

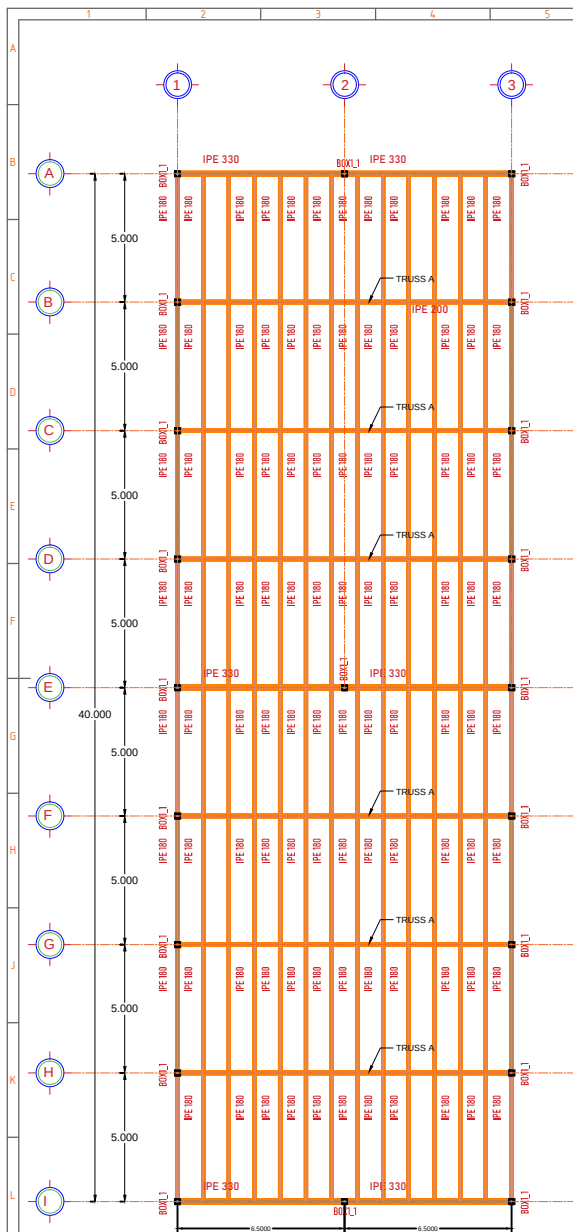
CLIENT: GENERAL CONTRACTING PROJECT No: NON

DRAWING TITLE

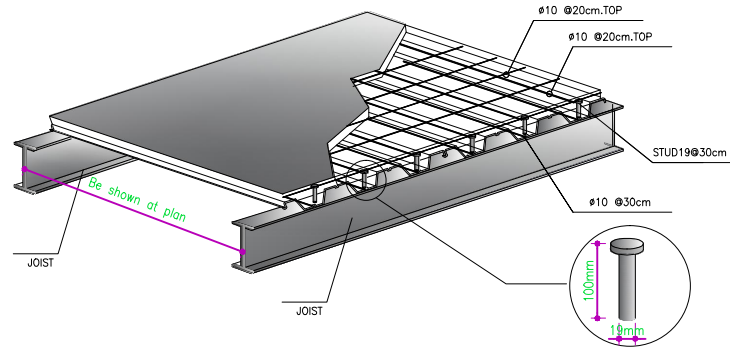
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY: Dr Luay Al-Shather CHECKED BY: non APPROVED BY: non DRAWING No: STR-033
SCALE: AS DRAWINGS DATE: 1/01/2021 SHEET SIZE: A3 JOB No: 469

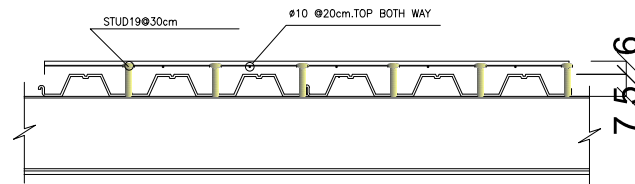
14 15 16



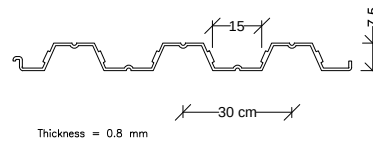
BEAMS LAYOUT +6.00



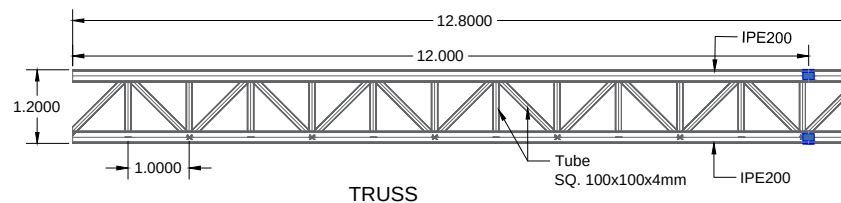
Roof details



Metal roof detail



Metal sheet details



TRUSS

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER. INVESTIGATION SHOULD BE DONE FOR ANY STRUCTURAL DESIGN. OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN.

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 7 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.21
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.21
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.12.20
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE

PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay M. Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

DRAWING No.
STR-034

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

SHEET No.
469

14 15 16

CODE OF PRACTICE

- ACI 318M 14: American Concrete Institute for Reinforced Concrete Design
- UBC 97: Uniform Building Code
- ASCE 7-05: ASCE Standard, Minimum Design Loads for Building and Other Structures.
- ACI 350R: Design of liquid retaining structures.
- AISC code: American Institute of Steel Construction.
- ASTM code: American Society for Testing and Materials.
- IBC12 code: NOT IN ACCOUNT

A COPY OF LATEST EDITION OF THESE DOCUMENTS SHALL BE KEPT AT SITE AT ALL TIMES DURING CONSTRUCTION.

DIMENSIONS

All Dimensions are in meters unless noted.

DRAWINGS

- 1- Structural drawings shall be read in conjunction with Architectural, Mechanical and Electrical drawings.
- 2- Sleeves and openings smaller than 200X200 mm are not shown on the Structural drawings. For required openings refer to Architectural, Mechanical and Electrical drawings.
- 3- Contractor shall prepare working drawings and bar bending schedules for reinforcement in a format agreed with the engineer.
- 4- Drawings are not necessarily to scale.
- 5- Chamfers for fair faced concrete are not shown on Structural Drawings. Reference should be made to Architectural details for such purpose.

REINFORCEMENT

- 1- All reinforcing bars of a diameter larger than 8 millimeters shall be deformed high strength steel bars of Characteristic Strength equal to:
 $f_y=420$ MPa.
- 2- Bars of 6 and 8 millimeters diameter shall be of mild steel of Characteristic Strength equal to:
 $f_y=300$ MPa.
- 3- Reinforcement shall comply with BS4449 , BS4461 or BS4483
- 4- Reinforcement shall be placed as shown on the drawings and in the lengths specified.
- 5- Where bar length is not specified, longest practicable bar length shall be employed with staggered lap splices. Lap length shall be 50 times bar diameter.
- 6- Bar crank shall not exceed 1:12.

REINFORCED CONCRETE

The following type of reinforced concrete shall be employed:

COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE, f_{cu} , AS DEFINED BY A STANDARD 150mm Cube AT 28 DAYS SHALL BE AS FOLLOW:	
FOR: ☐ COLUMNS AND WALLS	STEEL 275
☐ STRUCTURAL SLABS AND BEAMS	STEEL 275
☐ FOUNDATION	STEEL 275
☐ SLAB ON GRADE	$f_{cu}=25.0$ MPA
☐ PLAIN CONCRETE	$f_{cu}=18.0$ MPA

strength equal to 35 MPa –Well be indicated in drawing , minimum cement content of 380 kilograms per cubic meter, and a maximum water:cement ratio of 0.42

☐ COMPRESSIVE STRENGTH OF THE BLOCK = 4.0 N/mm²

CEMENT

Sulphate resistant portland cement type (V) shall be used for all unreinforced and reinforced concrete below grade level, for reinforced concrete above slab on grade level use type(I) ordinary portland cement.

COVER

Clear concrete cover to reinforcement shall be:
50 mm for footings.
30 mm for columns.
25&40 mm for slabs & beams.
25 mm for walls.

AGGREGATES

Maximum aggregate size shall be 20 mm.

FOUNDATIONS

Bearing capacity of the soil at the foundation level is 10 ton/m².

Minimum footings depth should be 1.0m below natural ground level.

Soil lab technicians should be informed after finishing the excavations to confirm what has been stated in the soil test report.

Contractor should take into consideration the recommendations stated in the soil report concerning the foundations depth .

RADII OF BENDING

Minimum Radius of Bend for L Bars and U Bars shall be as follows: For other bars, minimum radius of bend shall equal to 2 times bar size for Mild Steel and 3 times bar size for High-yield Steel.

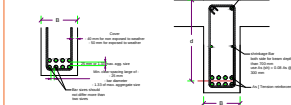
If sufficient room does not exist for L Bars to extend 30 times the bars size beyond the bend, a 180 degree hook shall be made.

U Bars shall have legs of equal length, unless indicated otherwise.

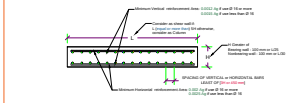
BAR DIAMETER (mm)	MINIMUM r (mm)
8	37
10	48
12	60
14	72
16	85
18	98
20	112
22	127
25	156
32	210

BARS SPACING AND ARRANGEMENT

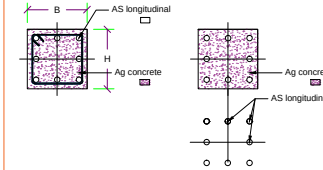
BEAM- NOT FOUND



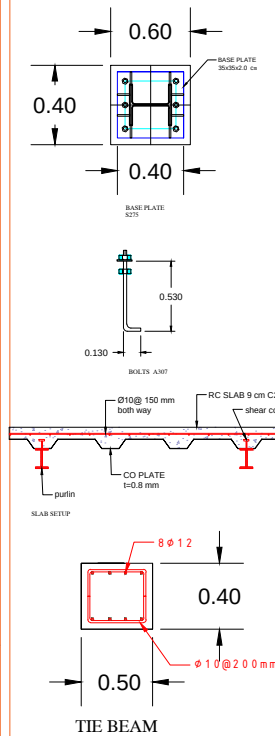
SHEAR WALLS- NOT FOUND



COLUMN- NOT FOUND



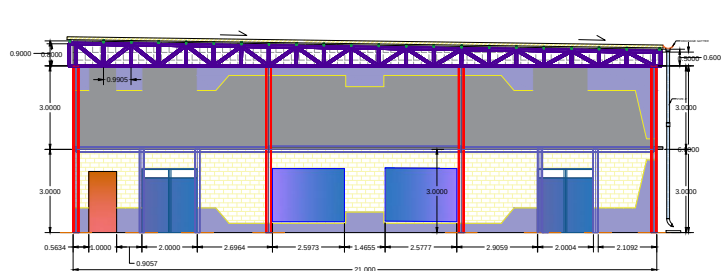
BASE PLATE OF PORTAL



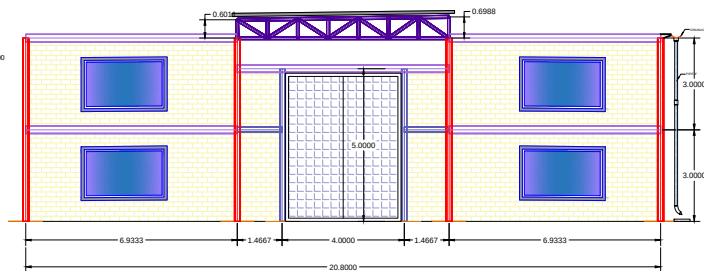
DESIGN BY : Dr. LUAY MOHAMMED AL-SHATHER
TELEPHONE : (96 4) 7822234399
E-MAIL : LUAY.ALBOTHABHAK@UOKUFA.EDU.IQ



SUNFACE STORAGE AND MARKETING NAJAF CITY



FRONT VIEW OF STRUCTURE



BACK VIEW OF STRUCTURE

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE ENGINEER. SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED.

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM DESCRIPTION MATERIAL QTY. REMARKS

PROJECT 8 A3

STRUCTURAL DESIGN

Dr. Luay M. Al-Shather
Mobile: +964 (07822234399)
Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.20
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
MODIFICATION		BY	CHK	APV

PROJECT

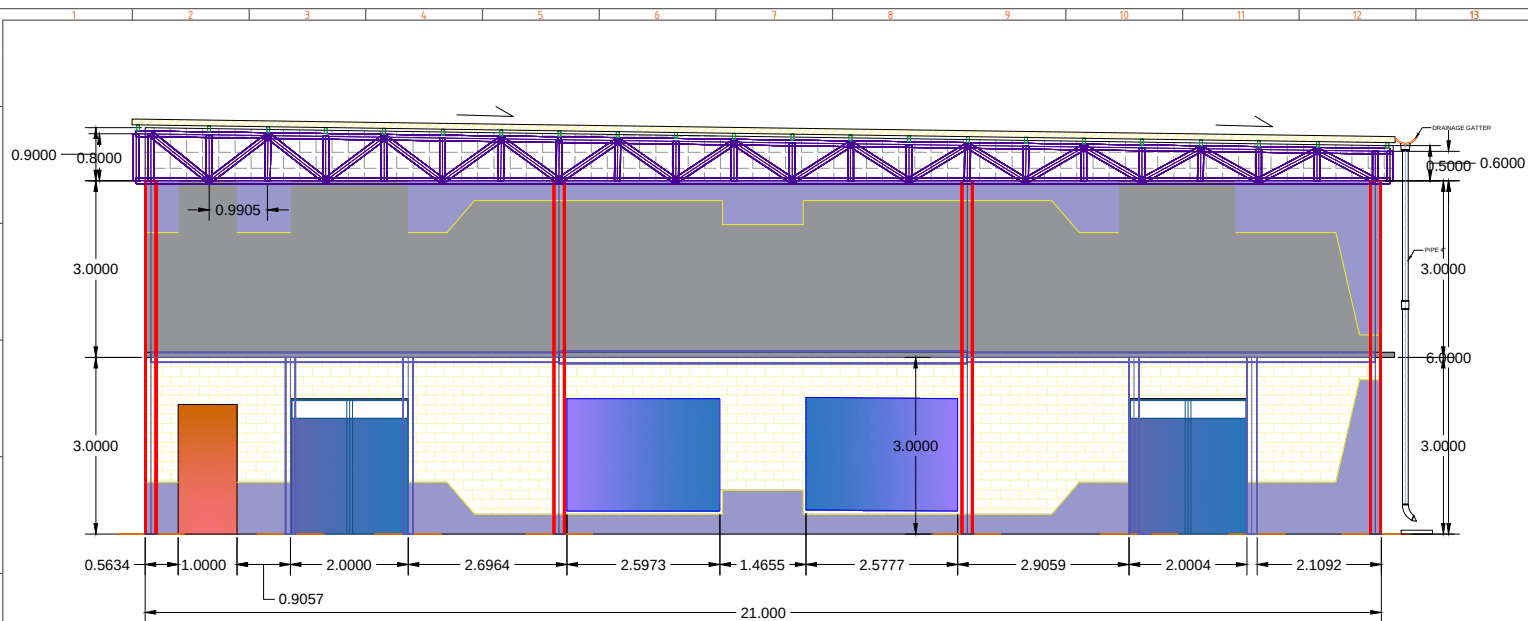
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT GENERAL CONTRACTING PROJECT No. NON

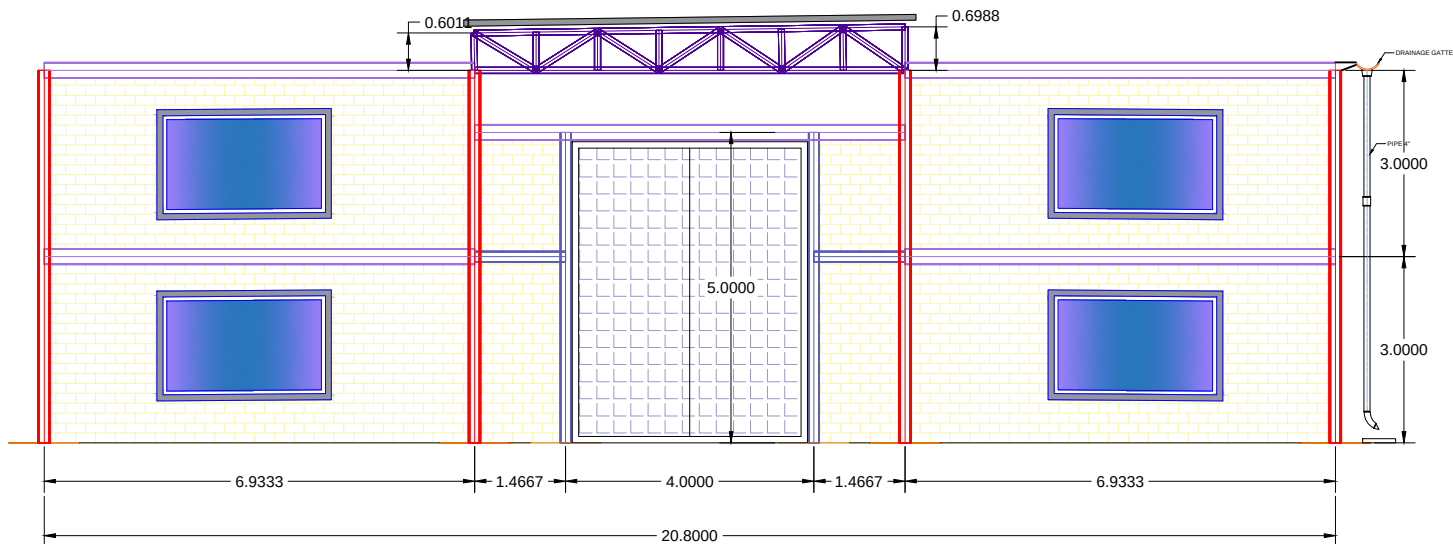
DRAWING TITLE

PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY: Dr. Luay Al-Shather CHECKED BY: non APPROVED BY: non DRAWING No: STR-035
SCALE: AS DRAWINGS DATE: 1/01/2021 SHEET SIZE: A3 JOB No: 469



FRONT VIEW OF STRUCTURE



BACK VIEW OF STRUCTURE

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IF IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER, THE USER SHALL BE RESPONSIBLE FOR ANY CONSEQUENCES. OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED.

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
------	-------------	----------	-----	---------

PROJECT 8 A3

SUNFACE MARKET
NAJAF

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT	GENERAL CONTRACTING	PROJECT No.	NON
--------	---------------------	-------------	-----

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr. Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-036
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	JOB No. 469

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED,
REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
------	-------------	----------	-----	---------

PROJECT 8 A3

SUNFACE MARKET
NAJAF

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT

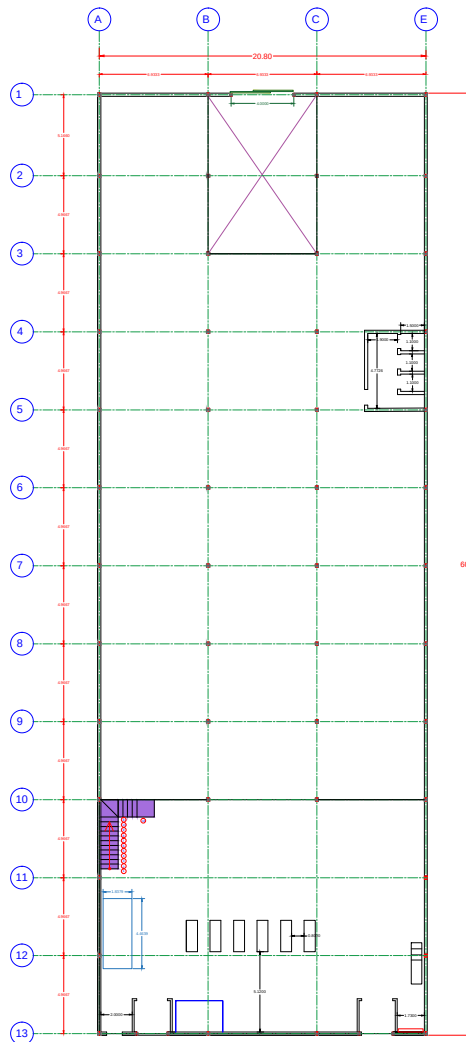
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT	GENERAL CONTRACTING	PROJECT No.	NON
--------	---------------------	-------------	-----

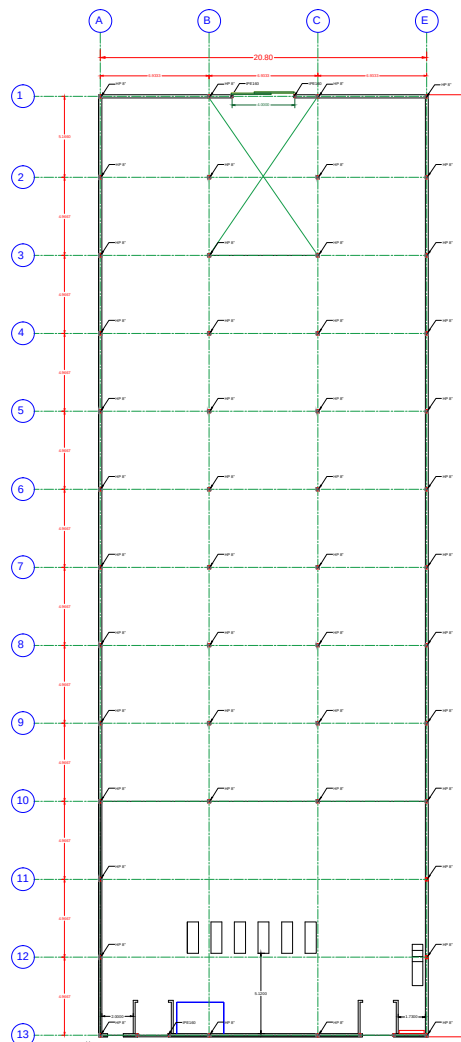
DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY	Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY	non	APPROVED BY	non	DRAWING No.	STR-037
SCALE	AS DRAWINGS	DATE	1/01/2021	SHEET SIZE	A3	JOB No.	469

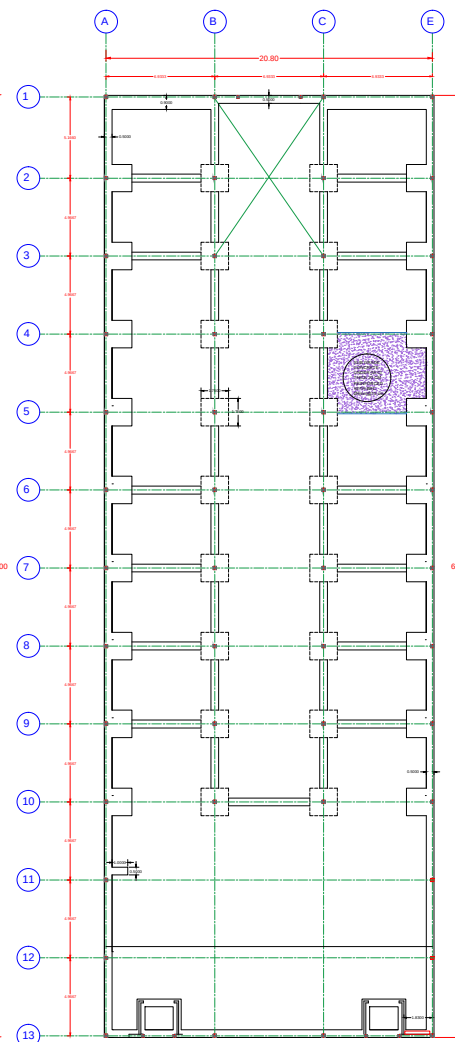
14 15 16



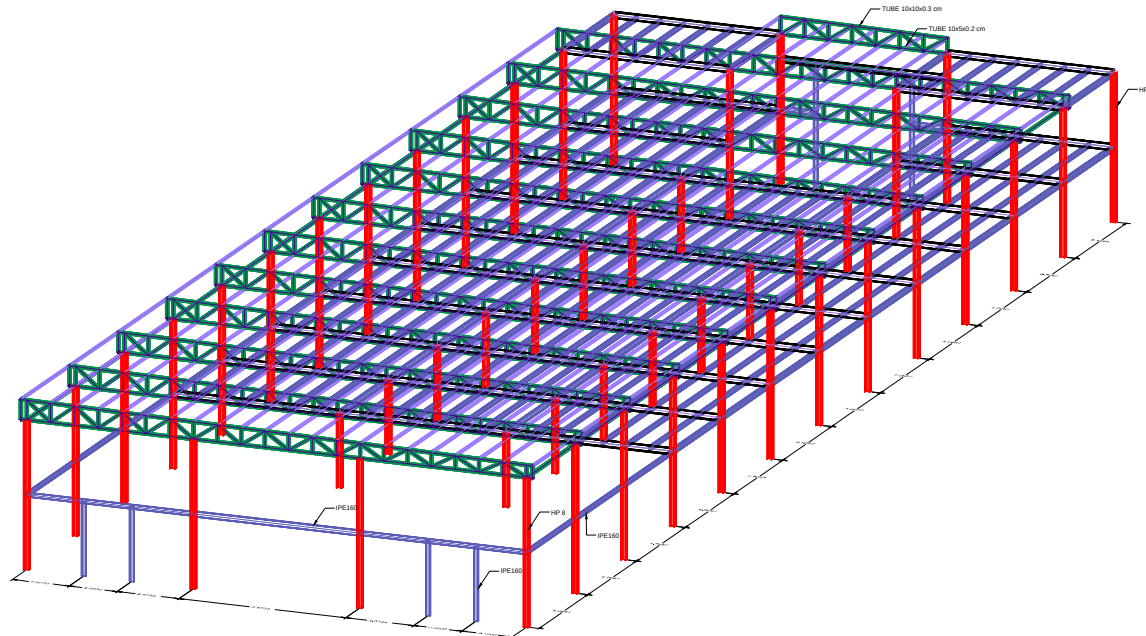
PLAN



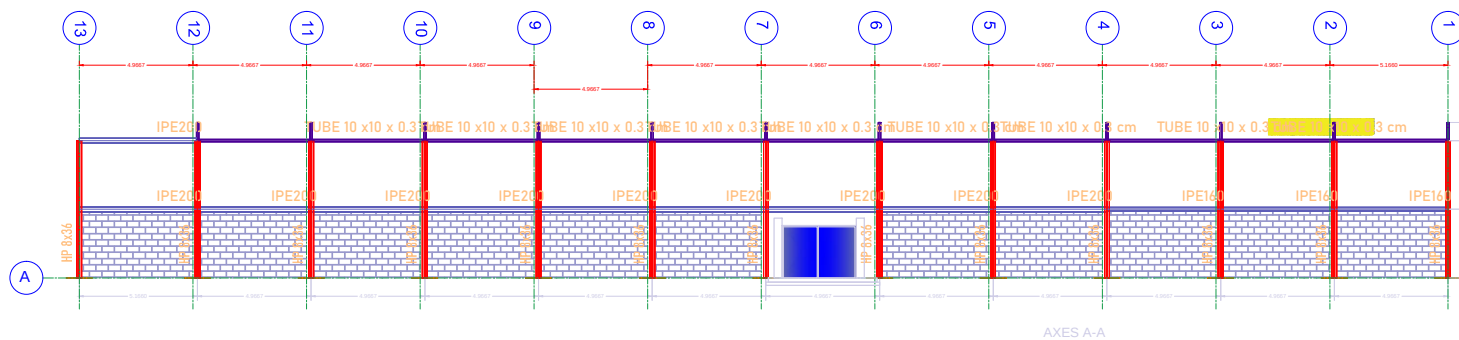
COLUMNS LAYOUT ELEVATION
+0.00



FOOTINGS LAYOUT ELEVATION
+0.00



ISO VIEW



AXES A-A

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER. SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED.

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
PROJECT 8 A3				
SUNFACE MARKET NAJAF				

PROJECT 8 A3

SUNFACE MARKET
NAJAF

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP 160	18.00.00
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP 160	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP 160	22.10.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK APV DATE

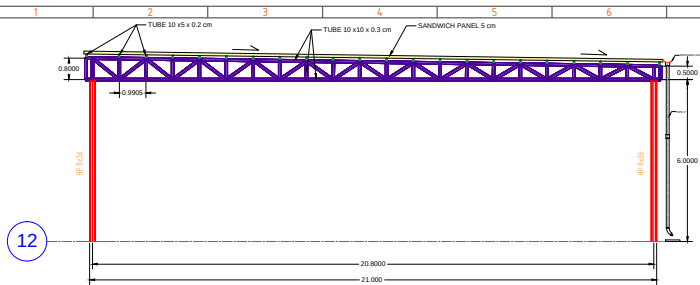
PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT GENERAL CONTRACTING	PROJECT No. NON
-------------------------------	--------------------

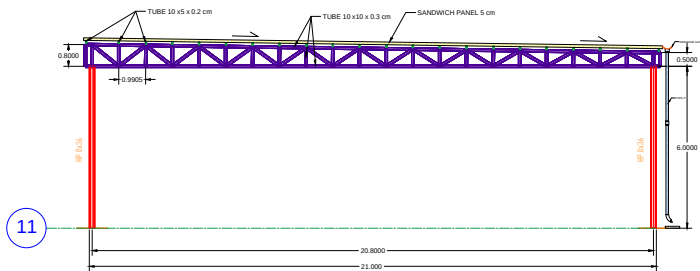
DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY Dr Luay Al-Shather	CHECKED BY non	APPROVED BY non	DRAWING No. STR-038
SCALE AS DRAWINGS	DATE 1/01/2021	SHEET SIZE A3	JOB No. 469

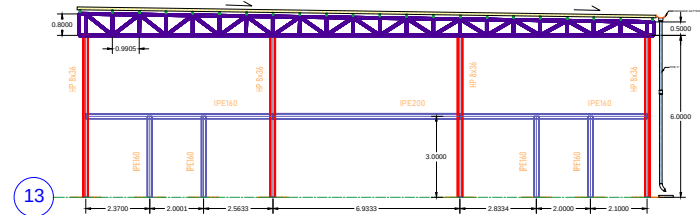
14 15 16



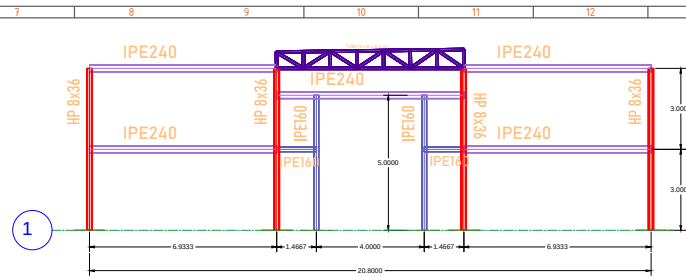
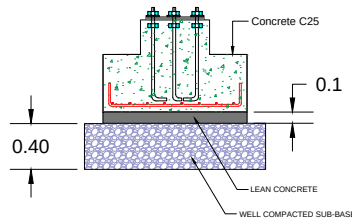
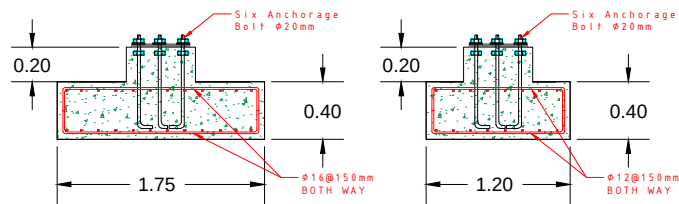
AXES 12-12 TRUSS DETAILS



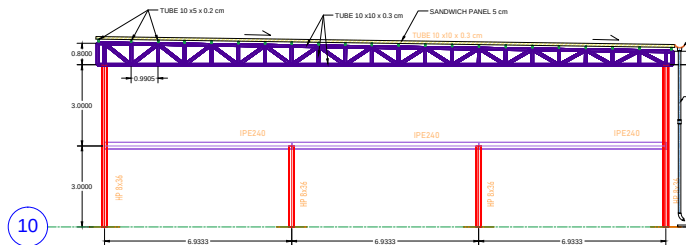
AXES 11-11 TRUSS DETAILS



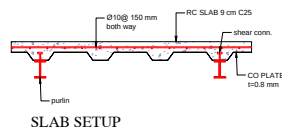
AXES 13-13



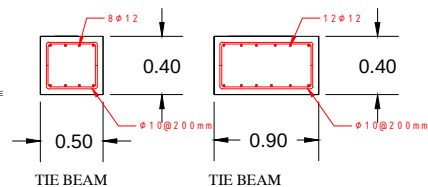
AXES 1-1



AXES 10-10

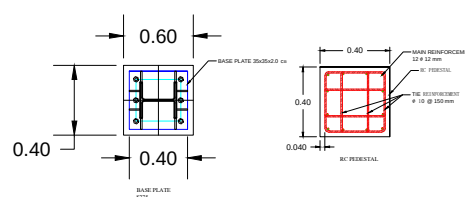


SLAB SETUP



TIE BEAM

TIE BEAM



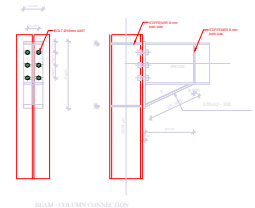
BASE PLATE 20x40x20 cm

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER. SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ANY STRUCTURAL DESIGN. OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED.

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 8 A3

SUNFACE MARKET NAJAF



STRUCTURAL DESIGN

Dr Luay M. Al-Shather

Mobile: +00964 (07822234399)

Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.20
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.10.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
SIR-039

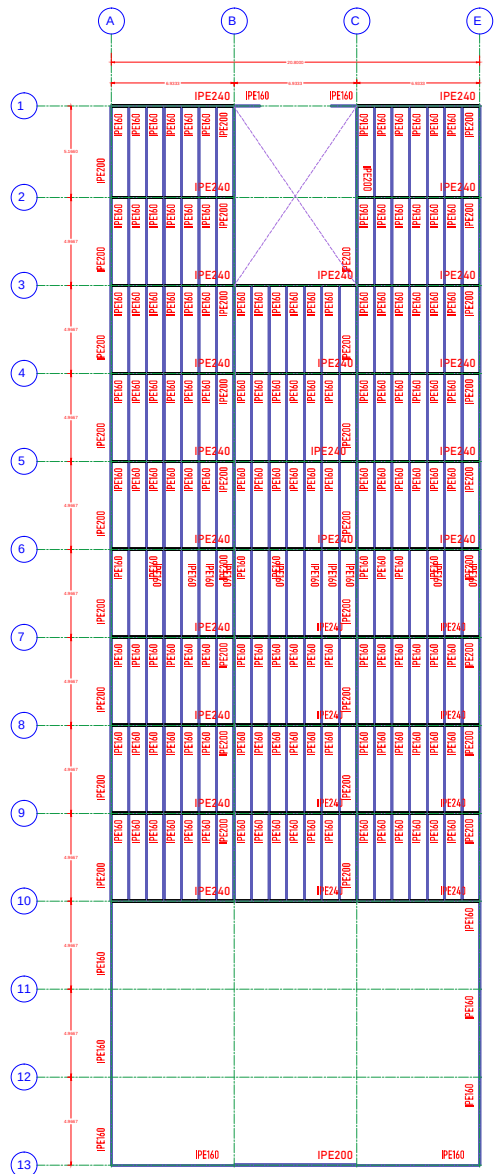
DRAWING No.
SIR-039

SCALE
AS DRAWINGS

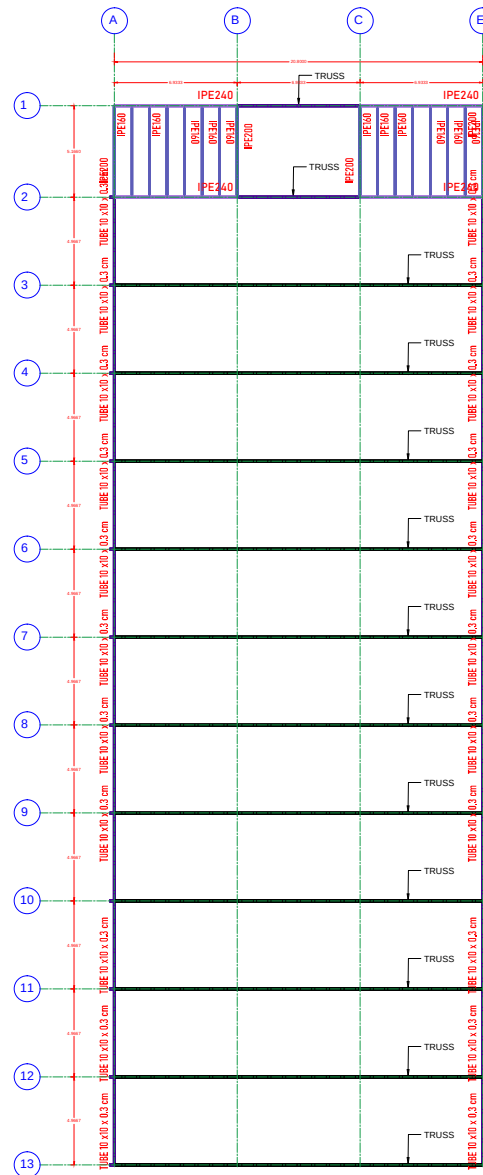
DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

469



BEAMS LAYOUT
G.F. ELEVATION
+3.00



BEAMS LAYOUT 1ST
.F ELEVATION +6.00

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE ENGINEER. SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERFORMED FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGNED.

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 8 A3

SUNFACE MARKET NAJAF

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabhak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	K
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay M. Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
STR-040

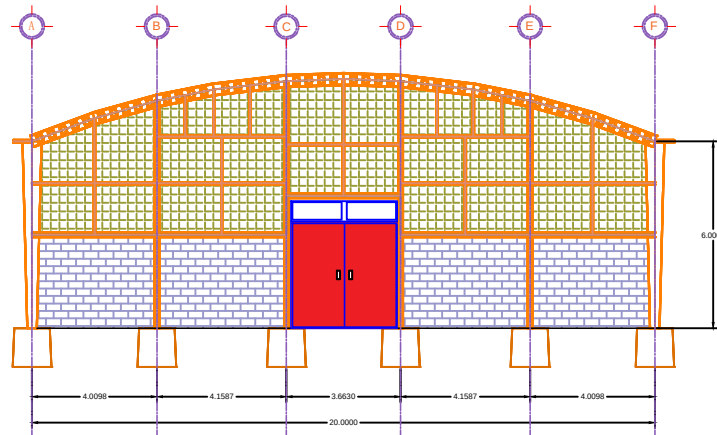
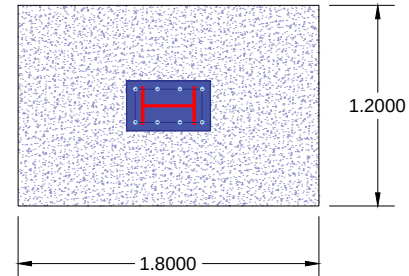
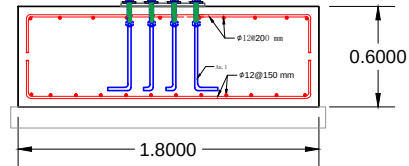
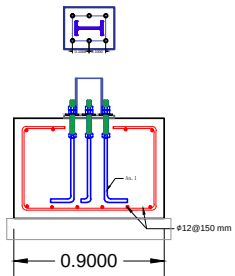
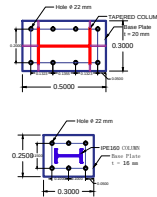
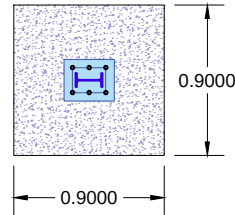
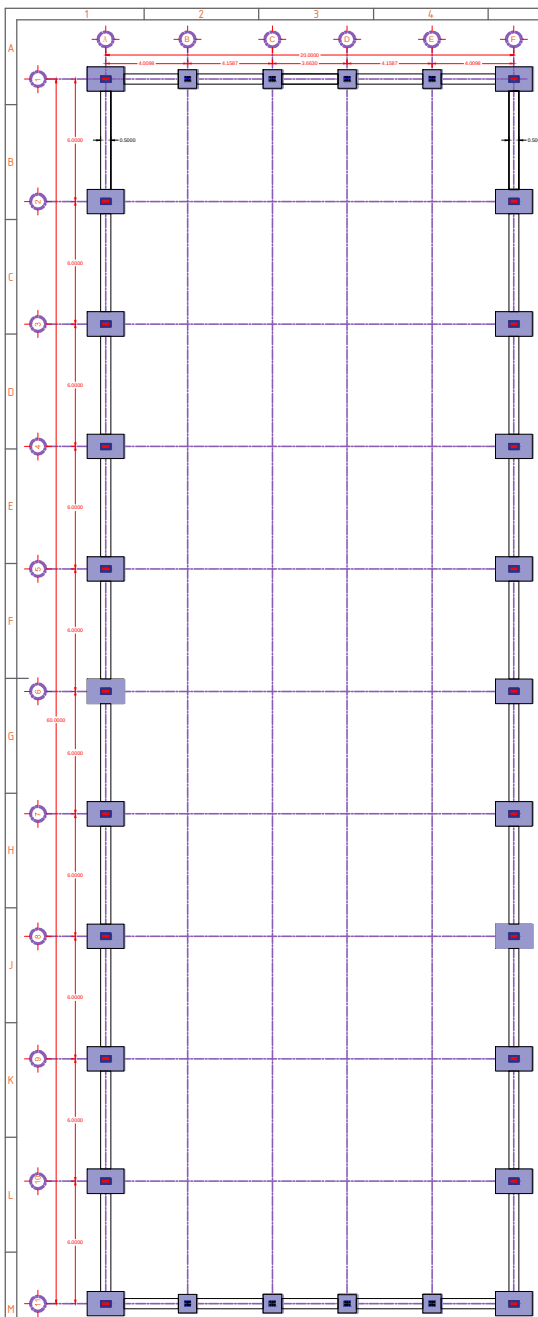
DRAWING No.
469

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

SHEET No.
469



THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF THE DESIGNER. SOIL INVESTIGATION SHOULD BE DONE FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 9 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq



03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	HP	PH	08.02.21
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	HP	PH	19.01.09
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	HP	PH	22.12.08
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV

PROJECT
Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

DRAWING No.
STR-041

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

NO. OF SHEETS
469

THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND IS ISSUED ON CONDITION THAT IT IS NOT COPIED, REPRODUCED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT THE CONSENT IN WRITING OF
SOIL INVESTIGATION SHOULD BE PERIOD FOR ANY STRUCTURAL DESIGN - OTHERWISE FOUNDATIONS SHOULD BE RE-DESIGN

ALL DIMENSIONS IN METERS UNLESS STATED OTHERWISE - DO NOT SCALE
IF IN DOUBT - ASK

PROJECT 9 A3

STRUCTURAL DESIGN
Dr Luay M. Al-Shather
Mobile: +00964 (07822234399)
Luay.albothabak@uokufa.edu.iq

03	PIPE SUPPORTS NOT ADDED	MP	PH	08.02.09	
02	ERECTION MARKS NOT ADDED	MP	PH	19.01.09	
01	VALVE/REST PLATFORMS NOT ADDED	MP	PH	22.12.08	
ISSUE	MODIFICATION	BY	CHK	APV	DATE

PROJECT
**Industrial and Warehouse
Steel Structures (Structural Drawings)**

CLIENT
GENERAL CONTRACTING

PROJECT No.
NON

DRAWING TITLE
PORTAL FRAME STRUCTURAL DETAILS

DRAWN BY
Dr Luay Al-Shather

CHECKED BY
non

APPROVED BY
non

DRAWING No.
STR-042

SCALE
AS DRAWINGS

DATE
1/01/2021

SHEET SIZE
A3

JOB No.
469

14

15

16

100% NOTATION, SEE DETAIL



INDUSTRIAL AND WAREHOUSE

Structural Drawings

BOOK

Structural engineers began to design more and more standard-size offerings to meet demand and soon pre-fabrication was no longer possible. At this time, still well before the computer age, the process came to be known as the “pre-engineered” metal buildings industry. Today, the metal building industry boasts a capability of producing buildings for virtually any low-rise, non-residential end use. These building designs are performed quickly by industry engineers, who have vast knowledge of the building codes utilized in the United States. The custom design practice allows for economy in building design that makes metal buildings very attractive to the marketplace.

Dr. LUAY MOHAMMED SHATHER

Assistance Professor in Structural Engineering

ISBN: 978-9922-20-911-1