



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والانشاءات
فرع الهندسة الانشائية



QUANTITY

TAKEOFF



SAFE

تحليل وتصميم وحساب كميات
ورسم المخططات الانشائية لهيكل
واسس بنائية هيكلية متعددة الطوابق
باستخدام البرامج الهندسية المعتمدة

STAAD PRO

PROKON

AUTOCAD

مخرج التصاميم المطبوع من قسم هندسة البناء

المخططات الهيكلية من مخططات الهيكلية الانشائية

أعداد

حيدر حسان

المرافق

القسم هندسة البناء

الجامعة التكنولوجية



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وما أوتيتم من العلم الا قليلا)

صدق الله العظيم



الاهداء

الى تلك الشجرة التي ترعوك في ظلها

الى تلك الشجرة التي لم تبذل علي بقائكما

الى تلك الشجرة التي ليس لي بيتاً الا على اعناقها

التي تلك الشجرة التي لم تبذل علي بقطبها كي أعيش

الى ابي

الى من كان دعائنا بنور لي طريقه

الى من سمره الليل لراحتي

الى من ضمه بكل شيء من اجلي

الى من امن بالامان في حضي احضانها

الى امي



الاهداء
بناية سكنية مؤلفة من ثلاث طوابق

الى من كان في ديار الغربة

الى من اهتزت اليها في كل لحظة دمر علي

الى من وقف بجانب في اهد المصن والظروفه

الى من احسن لنا بعد امي وابي عمبة في قلبي

الى اخي

الى امثاخي ومعلمي والاب العلمى لي

الى من جاهد في سبيل تطويري وتعلمي

الى من لم يخذل وحي من علمه علي

الى من كان السير والكرو من خلفه

الى مد علاء جمال



الفهرست:

1	المقدمة
	الفصل الاول: فكرة عامة عن التصاميم الانشائية.
3	❖ 1-1 الهندسة الانشائية
3	❖ 2-1 نظرية الانشاءات
4	❖ 3-1 تاريخ تطور نظرية الانشاءات
4	❖ 4-1 المنهج التصميمي الحديث
7	❖ 5-1 التحليل الانشائي
9	❖ 6-1 أنواع الابنية
14	❖ 7-1 عناصر البناء الهيكلي
	الفصل الثاني: البرامج المستعملة في تصميم البناية.
24	❖ 1-2 برنامج (STAAD PRO.)
27	❖ 2-2 برنامج (Prokon)
	الفصل الثالث: وصف البناية وعملية الادخال وحساب الاحمال.
28	❖ 1-3 وصف البناية
28	❖ 2-3 ادخال المعلومات الى برنامج (STAAD PRO.)
41	❖ 3-3 مشاكل ظهرت في المشروع وحلولها
42	❖ 4-3 ادخال المعلومات الى برنامج (Prokon)
45	الفصل الرابع: اخراج برنامجي (Staad pro & Prokon)
	الفصل الخامس: المخططات المعمارية والانشائية
	الفصل السادس: فكرة عامة عن الاسس وبرنامج (SAFE).
61	❖ 1-6 أعمال الاسس
62	❖ 2-6 أنواع الاسس
63	❖ 3-6 برنامج (CSI SAFE)
63	❖ 4-6 مميزات البرنامج
	الفصل السابع: ادخال المعلومات الى برنامج (SAFE).
64	❖ 1-7 ادخال المعلومات الى البرنامج
	الفصل الثامن: اخراج برنامج (SAFE) والمخططات الانشائية.
68	❖ نتائج البرنامج
	الفصل التاسع: فكرة عامة عن اعمال البناء.
73	❖ 1-9 البناء بالطابوق
76	❖ 2-9 الارضيات والسقوف



الفهرست
بناية سكنية مؤلفة من ثلاث طوابق

78	❖ 3-9 الاكساء بالكاشي مسبق الصب
79	❖ 4-9 مانع الرطوبة
82	❖ 5-9 إنهاء الجدران والسقوف
الفصل العاشر: فكرة عامة عن برنامج (Autodesk quantity takeoff).	
90	❖ 1-10 برنامج (Autodesk quantity takeoff)
90	❖ 2-10 مميزات البرنامج
91	❖ 3-10 جولة سريعة في البرنامج
الفصل الحادي عشر: إدخال المعلومات الى برنامج (Autodesk quantity takeoff).	
94	❖ حساب الكميات بواسطة برنامج (Autodesk quantity takeoff)
الفصل الثاني عشر: اخراج برنامج (Autodesk quantity takeoff)	
101	الفصل الثالث عشر: جداول الكميات
112	الفصل الرابع عشر: المناقشة



المقدمة:

يشهد العالم حالياً قفزة ملحوظة في مجال التصميم والاعمال الانشائية ومواد البناء وذلك نتيجة للنمو الحاصل في مجال العلم وظهور متطلبات جديدة يجب ان تغطيها الابنية وعلى ذلك ظهرت الحاجة الماسة للتطوير في مجال التصميم الانشائي وتصميم الاسس وحساب الكميات بحيث تشمل الفقرات السابقة السرعة في العمل مصحوبا بدقة عالية ليواكبوا بذلك السرعة في تطور العالم. ونتيجة لمتطلبات السرعة والدقة في انجاز الاعمال اتجه العالم الى تطوير البرامج الحاسوبية الهندسية والتي تساعد في تحليل وتصميم وحساب كميات وتصميم مختلف الابنية الانشائية، ان استخدام الحاسوب في التحليل والتصميم يعطي دقة عالية في النتائج والمرونة في الاستخدام وادخال المعلومات والسرعة في التحليل والتصميم للمنشأ ولحساب الكميات بالاضافة الى الجانب الاقتصادي المهم. ومن هذه البرامج التي تم استخدامها في هذا المشروع:

1. برنامج (STAAD PRO): وهو اختصار لـ (Structural analysis and design) والذي قامت بتصميمه شركة (Benetely) يعتبر من البرامج المهمة في تحليل وتصميم المنشآت الهيكلية المبنية من مقاطع فولاذ والخرسانة والخشب والالمنيوم.
 2. برنامج (Prokon): وهو برنامج يقوم بتصميم اجزاء من المنشأ وقد تم تصميم الاسقف في هذا المشروع بأستعماله.
 3. برنامج (SAFE): برنامج قامت بأنتاجه شركة (CSI) وهو برنامج احترافي يستعمل لتصميم الاسس والاسقف.
 4. برنامج (Autocad): وقامت بأنتاجه شركة (Autodesk) وهو برنامج عملاق مختص في اعداد الرسومات الهندسية بوضوح ودقة عالية.
 5. برنامج (Autodesk Quantity Takeoff): وقد قامت بتصميمه شركة (Autodesk) وهو البرنامج الاول من نوعه في العالم لحساب الكميات يمتاز هذا البرنامج بالدقة العالية في حساب الكميات والمرونة في ادخال المعلومات.
- ان برامج التصميم اعلاه تعتمد في عملها على طريقة (Stiffness matrix method) ان هذه الطريقة استخدمت في البداية في مصانع الطائرات في اربعينيات القرن الماضي ولكنها لم تستخدم في البداية في التحليل للابنية الانشائية بسبب كبر المصفوفة الناتجة وصعوبة حلها لاسبط انواع المنشآت لذلك لم يضعوا



لهذه الطريقة اي اعتبار وظلت مهمة. ان هذا كله قاد الى اختراع طريقة اخرى هي (finite element) في العام 1956. وتعتمد هذه الطريقة على طريقة (Stiffness matrix method). واليوم وبعد التطور الحاصل في مجال الحاسبات وظهور برامج التحليل والتصميم الهندسي اصبحت طريقة (Stiffness matrix method & finite element) من اهم الطرق في مجال التحليل الهندسي للمهندسين.

ان طريقة (Stiffness matrix method) تعتمد على (Elastic theory) والتي تفرض ان معظم انواع الابنية تتصرف على شكل (complex elastic spring). ومن مبدأ الطريقة نعرف بأنها تفرض انه لا يوجد اي جزء من منشأ لا يحمل شيئاً من وزنه فكل جزء من منشأ يحمل جزءاً من وزنه وينقل الباقي الى الجزء الاخر ومثال على ذلك:

السقف فهو يحمل جزءاً من وزنه وينقل الجزء الاخر الى الروافد (Beams) لان السقف له (stiffness) فهو ليس جزءاً يستهان به بحيث لا يستطيع ان يحمل شيئاً بل يقوم بحمل جزء من وزنه.

الفصل الأول

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي هدانا لهذا الذي كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله



1-1 الهندسة الانشائية: (1)

يمكن بصورة سريعة ان نربط حقل التصميم الانشائي بالعلوم او بالهندسة. مهما يكن من امر توجد هناك فروق مهمة بين الدور الذي يقوم كل من هذين المجالين بلعبه ويمكن تلخيص هذه الفروق بأفضل ما يكون عليه التلخيص وذلك بملاحظة ان مجال العلوم يقم نفسه بالبحث عن الموجود بينما تعني الهندسة المشاركة الكاملة بالبحث عن غير الموجود. ان الطبيعة الخلاقة للهندسة تجعلها عبارة عن فن وذلك بالرغم من تطبيق الهندسة بذكاء لمبادئ العلوم. لقد تعدت عبر السنين القائمة بالكلمات المعدلة التي تلحق بكلمة الهندسة وذلك بتعدد المجالات المطبقة للنهج الهندسي.

تركز الهندسة الانشائية على تصور وتصميم وتشييد الانظمة الانشائية التي تدعو الحاجة اليها لدعم النشاطات الانشائية. تتداخل الهندسة الانشائية وذلك بالرغم من كونها مرتبطة مع الهندسة المدنية مع مجالات هندسية اخرى تتطلب نظاماً انشائياً او مركبة انشائية كخطوة متكاملة للوصول الى غاياتها. تتضمن المشاريع المحددة التي تتطلب استخدام الهندسة الانشائية: الجسور، الابنية، السدود، تسهيلات المواصلات، تخزين الغاز او السائل وتسهيلات النقل، توليد القدرة ووحدات النقل، معامل معالجة الماء وماء المجاري، المعامل الصناعية، هياكل العربات ومركبات الالات. تتطلب كل من هذه المشاريع انظمة او مركبات انشائية يجب التفكير بها لكي تقابل الاحتياجات التي بنيت من اجلها وتصمم للامان والخدمة في تحمل الحمولات المطبقة وتشييد لاعطاء الانتاج النهائي المتناسق مع مفاهيم التصميم.

2-1 نظرية الانحاء اسم: (2)

1-2-1 تعريف نظرية الانشاءات:

ان نظرية الانشاءات تستند على القواعد والطرق لاحتساب الاجهادات والقص وعزوم الانحاء وعزوم اللوي في اي مقطع من اجزاء المنشأ عندما يكون واقعا تحت تأثير الاحمال المسلطة عليه والواجب تحملها بالمان. اضافة الى ذلك فان نظرية الانشاءات تبحث في التغيرات الحاصلة في الشكل (Deformation) واحتساب الازاحات (Displacements) في مختلف اجزاء المنشأ عندما يكون واقعا تحت تأثير الاحمال.



3-1 تاريخ تطور نظرية الانحناء:

أن بعض المبادئ الأساسية في علم السكون (Static) عرفت عند اوائل البنائين وتم فهمها بوضوح بواسطة بعض العلماء كآرخميدس وليونارد دي فانسبي وغاليليو. وكان غاليليو هو أول من حاول ايجاد نظرية لأجهادات الانحناء في مسند لعتبة معلقة (Cantilever beam) وكان في سنة 1638. وقد تم تحسين المحاولة بعدئذ في سنة 1686 بواسطة ماريوتي. أن مبادئ نظرية الانحناء تم تثبيتها أخيراً بواسطة جاكوب برنولي و اويلر في سنة 1744.

أضافة الى انحناء العتبة فإن الرياضيين والمهندسين الاوائل كان اهتمامهم مركزاً على سلوك الاقواس و الحجارة وعلى الجدران الساندة. أن أول محاولة لدراسة الاقواس تمت بواسطة لاهيري في سنة 1695 وظل اهتمام المهندسين الإنشائيين باقياً بها لحد الان. وأن أول دراسة للجدران الساندة كانت في سنة 1784 بواسطة كولومب وظلت الدراسة خاضعة الى عدة نظريات حتى وقتنا هذا. في سنة 1826 قام نافيير بأصدار كتابه في مقاومة المواد ولقد بين ان من المهم جدا معرفة الحدود التي يسلك فيها المنشأ سلوكاً مرناً ولذلك فإنه ركز على السلوكية المرنة للمنشآت. في 1858 اقترح مينبير استعمال طاقة الانفعال في تحليل الجمالونات. أن طريقة الشغل الاقتراضي لايجاد الانحرافات في الجمالون تم وضعها بواسطة ماكسويل في سنة 1864. في سنة 1914 استعمل بينديكسن طريقة الانحراف الدوران لتحليل الهياكل الثابتة. أن طريقة توزيع العزم (Moment distribution method) لتحليل المنشأ غير المحددة تم عرضها في سنة 1929 من قبل هاردي كروس. أن كل الطرق المرنة في تحليل المنشأ التي تم تطويرها في الاربعينيات من القرن الماضي عرفت بأنها طرق قوة وطرق ازاحة وليست طرقاً تقليدية.

4-1 المنهج التصميمي المنطقي (1)

يحتوي المنهج التصميمي بين جنباته على أكثر مما تم اقتراحه بالفقرة السابقة. على الرغم من الدور الذي يلعبه المهندس الإنشائي في حقل التصميم الإنشائي فإنه من الضرورة بمكان ان يستوعب المهندس كامل المنهج التصميمي. وفقاً لما يلي:

- المرحلة التصورية – يتحتم على اي مشروع هندسي ان يعالج بصورة مرضية مجموعة وحيدة من الاهداف. يتم خلال المرحلة التصورية او التخطيطية التعرف على الاحتياجات المحددة كما يتم تكوين



الاهداف بحرص لتناسب هذه الاحتياجات وعلى هذه الاهداف ان تتلائم مع رغبات صاحب العمل واهتمامات الاطراف ذات العلاقة.

تتطلب هذه المرحلة مساهمة صاحب المشروع والمهندسين والمعماريين والمخططين والجمهور الممثل بالمهندس والمسؤولين المنتخبين والوكالات الحكومية المنظمة للقوانين او المنظمات المدنية. خلال هذه المرحلة غالباً ما يخدم المهندس كمرجع يتعلق بالجدوى الهندسية والجودة الاقتصادية للبدائل المختلفة قيد الاعتبار. مهما يكن من أمر فعلى المهندس ان لا يتردد في ابداء ارائه المتعلقة بما قد تحويه البدائل من تأثير يتعلق بالبيئة او بالنواحي الجمالية. مراراً وبصورة غير طبيعية يبقى المهندس صامتاً عن النواحي الواقعة خارج حدود اختصاصه الضيق وبسبب الصمت يوجه الانتقاد اللاذع للمهندس.

ينبغي على المرحلة التصورية يعطي القيم الاعظمية للاهداف الموضوعية بنفس الوقت الذي يعطي فيه القيم الاصغرية للنواحي المعترض عليها من المشروع.

● مرحلة التصميم الاولى - غالباً يحتوي المخطط الناتج عن المرحلة التصورية عدة بدائل ينبغي التحقق منها خلال تحضير التصاميم الافراية الاولى.

تلعب التصاميم الاولى دوراً مهماً كما يلعب المهندس الانشائي دوراً مركزياً خلال هذه المرحلة. ان للقرارات الحاسمة المتعلقة بتوقيع المنشأ والنموذج الانشائي المستخدم والاسلوب التي يتم بواسطته ربط المركبات الانشائية مع بعضها بعضاً علاقة بالتصميم النهائي. في هذه المرحلة تلعب الموهبة

الخلاقة للمهندس اهمية كبيرة وذلك عندما يبحث

المهندس الاحتمالات المتنوعة الملائمة للبدائل

كما وردت في المرحلة التصورية بالاضافة الى

ذلك فعلى المهندس ان يبقي نصب عينيه بأن على

المنشأ الذي يقوم بتصميمه ان يتم بناؤه وعليه

يتحتم الالتفات وبانتباه لنواحي التشييد والتصنيع

حيث انه وبمعظم الحالات تكون أكثر شروط

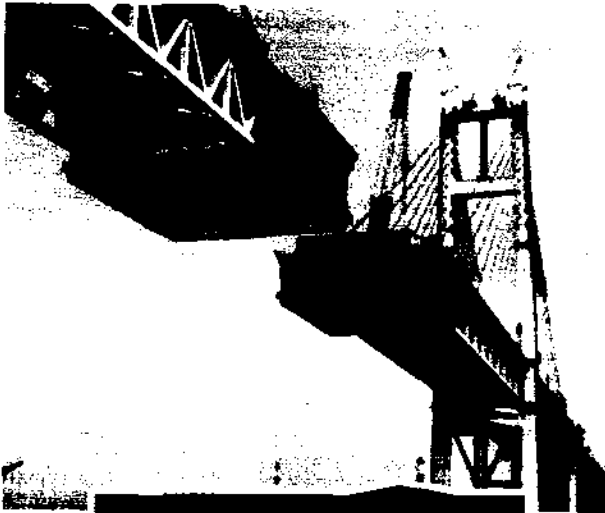
التحميل قساوة هي الناتجة خلال التصنيع ويوضح

الشكل رقم (1) جسر قيد الانشاء حيث تختلف

الاحمال على هذا المنشأ المشيد جزئياً اختلافاً كبيراً

عن الاحمال النهائية التي سيسندها المنشأ.

يتضمن كل تصميم اولي اعتباراً شاملاً للحمولات



شكل رقم 1 (جسر قيد الانشاء)





والتأثيرات التي سيسببها المنشأ بما في ذلك الشروط التي تحدث خلال التصنيع. في هذه المرحلة فإن التحميل الانشائي ضروري - ويعني حتمية تحديد القوى والتشوهات خلال هذا المنشأ وهذا الحقل (التحليل الانشائي للنظام).

غالباً ما يركز التصميم الاولي على النظريات التقريبية للتحليل الانشائي وذلك لتقليص الجهد والوقت المستثمرين بالطور الاولي. يتحتم على هذا الطور ان يعطي تفصيلاً كافياً ليصبح بالامكان عندها صنع قرارات حكيمة عند الاختيار النهائي لاحدى البدائل المقترحة في المرحلة التصورية.

- **مرحلة الاختيار -** حال اتمام التصاميم الاولية ينبغي الاختيار، فعلى الفرق التي اشتركت في المرحلة التصورية ان تجتمع ثانية فلربما تساهم في منهج الاختيار بحيث يتركز الاعتبار النهائي على كيفية تحقيق الاهداف الموضوعية منذ البداية لكل من البدائل المذكورة. لابد من الاشارة هنا الى ضرورة النظر بصورة سلبية الى النواحي القابلة للاعتراض من البدائل.
- يهتم المهندس الانشائي في هذه المرحلة بالاقتصاديات النسبية للبدائل كذلك تأثير أية خصائص نسبية لكل بديل ربما على السلوك الانشائي او مدى كون عملية التشييد قابلة للتطبيق أو على حقول اخرى لها علاقة بالقرار.
- ان نتيجة هذه المرحلة عبارة عن قرار يقضي بالمضي قدماً باتجاه احدي هذه البدائل التي تم اعداد التصميم الاولي لها. من المناسب في بعض الحالات العودة الى مرحلة التصميم الاولي لانجاز تصاميم اولية جديدة. مهما يكن من أمر فإنه من الضرورة بمكان اختيار احدي هذه البدائل قبل الانتقال للمرحلة التالية.

- **مرحلة التصميم النهائي -** تشكل نتائج التصميم الاولي نقطة انطلاق للتصميم النهائي. ويتحتم على المهندس الانشائي ان ينطلق من هذه النقطة بحذر اكثر من ذي قبل حيث تحدد الاحمال هنا بدقة اكبر مما كان ضرورياً خلال التصميم الاولي وكذلك يتحتم الاخذ بعين الاعتبار كل شروط التحميل وما يتركب منها مما هو جدير بالاعتبار. يتحتم على التحليل الانشائي المطلوب لهذه المرحلة ان يتم بدقة كبيرة بحيث يتم تخفيض الافتراضات المقيدة والعائدة لمرحلة التصميم الاولي. يتم تحديد ابعاد كل عضو وتفاصيل الوصلات لضمان سلوك المنشأ بشكل مطابق للفرضيات المعمول بها في التحليل الانشائي.





تتطلب نتائج التصميم النهائي وفقاً لمجموعة رسوم تصميمية كاملة موضحة لتفاصيل النظام بكامله. ترافق هذه المجموعة بصورة عامة مواصفات مكتوبة تحدد المواد المستعملة، نوعية التنفيذ، الانظمة التحديدية المناسبة المستخدمة وامور اخرى كثيرة.

- **مرحلة التشييد** - هدف هذه المرحلة التحقيق الواقعي لما تم وصفه في مرحلة التصميم النهائية. تخدم الوثائق المعقدة لمرحلة التصميم النهائية كأساس لمقاولي البناء المتقدمين لطرح اسعارهم على العطاء. غالباً ما يقوم المقاول الفاتز بوضع رسومات اضافية عائدة لتصنيع المنشأ. يتحتم على واضع السعر ان يكون لديه ضمن مستخدميه مهندسون انشائيون مقتدرون بحيث تكون لديهم الامكانية للعمل عن قرب مع هؤلاء اللذين قاموا بتصميم المنشأ. يتضح من الانهيارات الانشائية التي تحدث اثناء التشييد مدى اهمية دور المهندس الانشائي وبالواقع فان عملية التصنيع والبناء تعطي بعضاً من اعظم مشكلات التحليل الانشائي التي تحمل طابع التحدي بين جوانبها. وبصورة محددة تعود هذه المناقشة الى دور المهندس الانشائي بمشروع للهندسة المدنية ولا يتم اتباع هذا النهج في كل مجالات الهندسة حتى ان تسلسل العمليات في مشاريع الهندسة المدنية (حيث يتم التصميم والتشييد من قبل منظمة واحدة) ربما يكون مختلفاً. مهم يكن من أمر توجد المكونات الاساسية للتصور والتصميم الاولي والتصميم النهائي والتشييد بأي منهج تصميمي هندسي. من الجدير بالملاحظة ان التصميم الانشائي التفصيلي سواء أكان اولياً او نهائياً هو فقط عبارة عن جزء صغير من المنهج التصميمي الشامل حتى ان دور التحليل الانشائي يكون محدوداً بصورة أوضح.

1-5 التحليل الانشائي: (1)

التحليل الانشائي هو المنهج الذي يحدد المهندس الانشائي بوساطته كيفية تجاوب المنشأ مع حمولات أو تأثيرات محددة ويقاس هذا التجاوب بمعرفة القوى والتشوهات ضمن هذا المنشأ بحيث يتم التعبير عن طريقة معطاة من التحليل الانشائي بصورة واسعة بواسطة نهج رياضي مبني على معلومت مكتسبة من خلال تطبيق نظريات ميكانيك الهندسة والابحاث المخبرية والنماذج والتجارب الحقلية والخبرة والحكمة الهندسية للامور.





يمكن ان يكون المنهج التحليلي جزءاً من التصميم الاولي أو التصميم النهائي أو التشييد كما موضح في الفقرة السابقة. مهما يكن من أمر فمن الاهمية بمكان ملاحظة بأن التحليل الانشائي يلعب دوراً مهماً ضمن المنهج التصميمي الانشائي وحتى انه يلعب دوراً أصغر في مرحلة التصميم الشامل، بالإضافة لذلك يلعب وبشكل تام دوراً مسانداً للمنهج التصميمي. وبالتالي فإن التحليل الانشائي بحد ذاته ليس نهاية المطاف ومن الاهمية بمكان فهم الطبيعة المساندة للتحليل الانشائي عند دراستنا لهذه المادة. ومن السهل لطالب الهندسة ان يعشق هذه المادة المحببة الى نقطة يصل به طموحه بأن يصبح محلاً انشائياً، الا ان هدفاً كهذا هو هدف غير واقعي فالمهندسون الانشائيون المقتررون هم بالضرورة محللون انشائيون جيون يستخدمون قدراتهم التحليلية بذكاء عند قيامهم بمسؤوليتهم الاساسية بوصفهم مصممين انشائيين.

1-5-1 طرق التحليل الانشائي: بالطرق التقليدية مقابل الطرق الحديثة

صممت المنشآت الاولي بالاحساس المستند الى خبرة وتم قياس مدى لياقة التصميم بالطريقة التي يعمل بها المنشأ فإذا وجد هناك أية نواقص تمت التغييرات اللازمة بعد بناء المنشأ. أثرت الخبرة التي تم اكتسابها خلال هذا المنهج التجريبي بصورة كبيرة على التصاميم اللاحقة وهذا ربما ما تم اعتباره البداية المتعلقة الانشائي عند ازدياد الحاجة الى مناهج المقدمة من التحليل الانشائي أصبح لدى العاملين في الحقل الميكانيك وحقل الرياضيات رغبة لتطبيق مهاراتهم على المشكلة مما فتح الباب على مصراعيه لسلسلة طويلة من التطويرات حيث بنى كل باحث تقدمه على معاصريه أو على من سبقه. أدى الطلب على وجود تحليل متقدم مع عدم وجود قدرة حسابية متطورة الى افساح المجال لطرق خاصة لحل مجموعة مطابقة من المشكلات الخاصة تسمى بالطرق التقليدية والتي تحتوي على افكار رائعة قامت بخدمة احتياجات المهندس الانشائي لسنوات كثيرة. مهما يكن من أمر فإن ما حصل بقدم وتطور الحاسب الالي من زيادة القدرات الحسابية عدة مرات من حيث المقدار أدى الى الغاء الحاجة للمناهج حيث حلت التعميمات الجارفة للطرق المصفوفية الحديثة محل التخصصات الحادثة للطرق التقليدية.

نتج من التحول عن التحول من الطرق التقليدية الى طرق حديثة تغيرات جذرية في الهندسة الانشائية وفي عملية تعليم المهندسين الانشائيين هذا ويمكن القول بأنه ليس من الواضح تماماً ما سيكون عليه دور الطرق التقليدية خصوصاً في المنهج التعليمي وذلك على الرغم من كون الطرق المصفوفية قد اصبحت اساساً للتحليل الانشائي بسبب استخدامه العملي في الهندسة الانشائية.





6-1 أنواع الأبنية: (1)

يمكن تقسيم الأبنية الى انواع وفق العوامل التالية:

1-6-1 حسب طريقة التنفيذ:

تنفذ الأبنية بأحد الاساليب التالية:

أ- أنجاز موقعي:-

حيث تنفذ كافة فقرات الاعمال تقريباً في موقع العمل. يحتاج هذا الاسلوب في البناء الى أيدي عاملة كثيرة ومتعددة الاصناف ويستوجب تهيئة المواد الاولية في ساحة العمل وتصنيفها في الموقع بصورة كلية أو جزئية.

أن مجال تصرف المهندس المصمم في هذا النوع من الأبنية واسع ويعطيه الحرية في اختيار الأشكال والمواد ومن سلبياته كون نسبة التلف في المواد الاولية عالية وسرعة انجازه بطيئة مقارنة مع بقية اساليب التنفيذ.

أن هذا الاسلوب متبع حالياً في معظم دور السكن الشخصية والأبنية العامة. لاحظ الشكل رقم (2) الذي يبين مراحل مختلفة لانجاز بناية تم تنفيذها بأسلوب الأنجاز الموقعي.





شكل رقم (2)
مراحل مختلفة لتقدم
العمل لبناية تنفذ
بطريقة الانجاز
موقعي.

ب- انجاز سابق (ويسمى أحيانا البناء الجاهز):-

حيث ينفذ البناء باستخدام وحدات انشائية جاهزة مصنعة في معامل متخصصة تكون خارج الموقع في معظم الحالات. تتركب هذه الوحدات في موقع العمل بموجب تفاصيل وأساليب هندسية معينة. توجد أنواع متعددة من البناء الجاهز بنسب مختلفة من التصنيع خارج موقع العمل. ففي بعض الأبنية تكون كافة اجزاء البناء عدا الاسس وحدات مصنعة خارج الموقع بما في ذلك أنهاء الوحدات وتأسيسات



التركيبة الخدمية وفي أنواع أخرى تكون بعض الأجزاء الرئيسية من البناء مصنعة ويكون الأنهاء مثلاً موقعياً.

تختلف أساليب تصنيع البناء حسب المواد المستعملة كأن يكون خرسانياً أو معدنياً أو بلاستيكيًا أو مركباً من عدد من هذه المواد.

تتميز الأبنية الجاهزة بسرعة التنفيذ والتحكم العالي في النوعية وقلة الأيدي العاملة اللازمة للتصنيع والتركيبة وخفة الوزن مقارنة بالأبنية التقليدية التنفيذ وفق تصاميم محددة ومقيدة بموجب إنتاج معامل التصنيع.

أن تكرر استعمال نفس الوحدات البنائية لمرات كثيرة يجعل هذا النوع من البناء اقتصادياً. لاحظ الشكل رقم (3) الذي يبين صور

مختلفة عن البناء الجاهز.



شكل رقم (3)
صور مختلفة
عن البناء
الجاهز



1-6-2 حسب طريقة التصميم:

1. البناء الهيكلي:

يتميز هذا النوع بوجود هيكل حامل للأعتاب والأعمدة تقوم بنقل أحمل الأرضيات والجدران الى الأسس وتكون الهياكل أما معدنية أو خرسانية أو مركبة.

يتميز الهيكل المعدني بسرعة التركيب والرفع عند الحاجة. ويمكن الاستفادة منه ثانية عند رفعه. ان المعادن تتحمل أجهادات الشد والضغط بدرجة عالية يجعل مساحة المقاطع المطلوبة قليلة مقارنة مع المواد الأخرى الأمر الذي يقلل من الاحمال المسلطة على الاسس ويوفر في المساحات التي تشغلها الأعمدة وفضاءً أكبر لذا فإن المنشآت المعدنية أصبحت مفضلة في المنشآت المتعددة الطوابق والابنية ذات الفضاءات الواسعة جداً مثل ابنية المصانع والمخازن والمعارض.

تحتاج الهياكل المعدنية الى وقاية من الحريق وصيانة مستمرة لاحتمال تأثرها بالعوامل الجوية. ان وجوب التزام المصمم بالمقاطع القياسية المنتجة والمتوفرة يحد كثيراً من التصرف الهندسي بالتصميم.

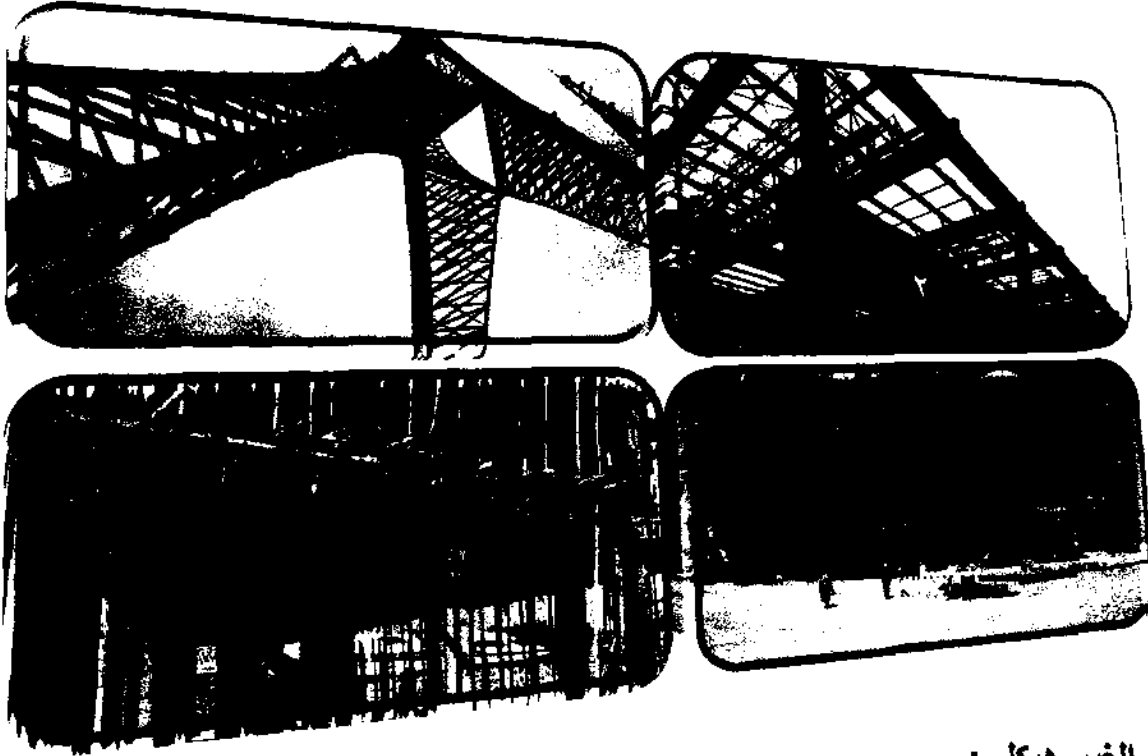
تستورد كافة المقاطع المعدنية في البناء في الوقت الحاضر لذا من المتوقع ان تكون الكلفة مرتفعة.

حفاظاً على الاقتصاد الوطني يفضل استعمال البدائل المنتجة محلياً حتى في حالة تساوي الكلفة او ارتفاعها نسبياً.

تكون الهياكل الخرسانية المسلحة أما مصبوبة او مسبقة الصب.

تتميز الهياكل الخرسانية المسلحة بأن جميع موادها عدا فولاذ التسليح مصنعة محلياً مع توفر الايدي العاملة لها وتعطي الهياكل الخرسانية للمصمم حرية التصرف في انتاج الانماط البنائية والاشكال المرغوبة وتتميز بمقاومتها الجيدة للحريق وكذلك بدوامها العالي وثقل وزنها ويستغرق انشاءها زمناً طويلاً بالمقارنة مع الهياكل المعدنية وتحتاج الى سيطرة نوعية في الانتاج والتنفيذ وتكون هذه الهياكل دائمية ولا يمكن رفعها ونصبها في مكان اخر.

تنفذ الجدران في الابنية الهيكلية بعد اكمال الهيكل ويمكن رفع الجدران من دون التأثير على سلامة المنشأ. لاحظ الشكل رقم (4) يبين البناء الهيكلي باستعمال الحديد والكونكريت.



شكل رقم (4)
البناء الهيكلية

2. البناء الغير هيكلية:

تنقل احمال الرضيات في هذا النوع من البناء الى الاسس بواسطة جدران حاملة لا يمكن رفعها بعد البناء بخلاف البناء الهيكلية ويتبع هذا الاسلوب في الابنية الاعتيادية ذات الطوابق القليلة لان تعدد الطوابق يعني زيادة السمك للجدران الامر الذي يؤدي نقصان المساحات الصافية للطوابق وتسلط احمال كبيرة على الاسس ويجب ان تبنى الجدران الحاملة قبل بناء السقوف والارضيات.

3. البناء المشترك:

في هذا النوع هناك اعمدة واعتاب خرسانية أو معدنية تعمل كهيكل في جزء من البناء وايضاً جدران حاملة في بعض الاجزاء الاخرى ويتبع هذا الاسلوب لتنفيذ متطلبات انشائية ومعمارية



ولاسباب اقتصادية أيضاً من الضروري توفير التفاصيل الانشائية وأعداد التصاميم بشكل ملائم لتجنب الهبوط التفاضلي للأسس أكثر من الحد المسموح به.

1-7 عناصر البناء الهيكلي:

لقد تناولنا في هذا المشروع التفصيل في الأبنية الهيكلية وذلك لكي يتناسب مع البناية التي تم تصميمها كبناية هيكلية.

يتكون البناء الهيكلي الخرساني من ثلاثة عناصر رئيسية والتي يتكون من مجموعها الهيكل العام للابنية المختلفة سواء كانت صناعية، سكنية، تعليمية ام صحية ذات طابق واحد أو متعددة الطوابق مع استخدام المواد المختلفة في انشاءها كالحديد والخشب والخرسانة المسلحة وسنقتصر على بيان عمل وتفاصيل البناء بأستعمال الخرسانة المسلحة المصبوبة موقعياً.

ان النظام الهيكلي في الانشاء يتميز بميزات كثيرة لا تتوفر في غيره من الانظمة البنائية الاخرى كنظام الجدران الحاملة للانتقال مثلاً حيث يعطي مرونة كبيرة في تقسيم الفضاءات الداخلية وحسبما تتطلبه التصاميم المعدة لها كما أن بالامكان تغيير حجوم هذه الفضاءات لمرات كثيرة اذا تطلب الامر اعادة تصميم القواطع الداخلية لهذه الفضاءات وذلك لتغيير اماكن القواطع الداخلية لانها عناصر غير انشائية بل اجزاء وعناصر مألوفة لتقسيم الفضاءات الداخلية ولا تتحمل أي نوع من الاحمال سوى ثقل نفسها أما الانتقال الانشائية فيتحمّلها الهيكل العام للابنية باختلاف انواعها من ائقال ثابتة أو متحركة. أن هذه المرونة لا تتوفر في غيرها من الانظمة الانشائية الاخرى كالبناء بأستعمال الجدران الحاملة للانتقال كنظام انشائي في تشييد الابنية حيث لا يمكن رفع او تغيير اماكن الجدران لتغيير حجوم الفضاءات واستعمالها لغير الحاجة التي صممت من اجلها نظراً لانهايار السقوف والارضيات التي تستند عليها. ان الفضاءات التي يستعمل في بناءها وانشاؤها الجدران الحاملة للانتقال تكون وظيفتها محددة لا يمكن تغييرها بخلاف المرونة المتوفرة في النظام الانشائي الهيكلي والتي تم ذكرها سابقاً. لقد سبق ان ذكرنا ان الانشاء باتباع النظام الهيكلي يعتمد على ثلاثة عناصر رئيسية يكمل احدها الاخر في عملية تحمل الانتقال وهذه العناصر هي:

1. الاعمدة (Column).
2. العتبات (Beam).
3. الارضيات والسقوف (floor and raft slabs).





1-7-1 العتب (Beams):⁽¹⁾

العتب عبارة عن العضو البنائي المستقر الذي يوضع افقياً فوق فضاء واخذ أو عدة فضاءات ويستند على اعمدة أو جدران أو عوارض ويرفع احمالاً موزعة توزيعاً منتظماً أو متغيرة بانتظام أو مزيجاً منها عمودية على المحور أو مائلة عليها ويكون العتب مستقيماً أو منحنيماً أو منكسراً. تعرف الاعتاب بتسميات مختلفة كل حسب موقعه والغرض من استخدامه ومنها:-

1. العارضة (girder):- وهي عبارة عن عتب كبير يوضع فوق فضاء معين ويستند على اعمدة أو جدران وتحمل اثقلاً من عدة أعتاب أو رافدات أو اعمدة أو جدران.
2. الرافدة (rafter):- وهي عبارة عن العتب الذي يستعمل مع السقوف المائلة ويكون بموازاة ميل السقف وتوضع بمسافات متقاربة.
3. الحاملة (joists):- وهي عبارة عن العتب الذي يستعمل مع السقوف والارضيات الافقية وتوضع كما في الروافد بمسافة متقاربة.
4. المداد (purlines):- وهو عبارة عن عتب يحمل فضاء السقف المائل ويستند على المسنمات (trusses). المداد الاخير الذي يربط الاعمدة الساندة للعتب المسنم يسمى بالعتب الحزامي. تنقسم الاعتاب من حيث احوال مساندها وعدد فضاءاتها الى مايلي:-
1. عتب بسيط (Simply supported): وهو العتب ذو الفضاء الواحد وله مرتكز حر في طرفيه.
2. عتب بسيط مع قوة مائلة: مما يتطلب معادلة القوى الافقية بمرتكز مفصلي (hinge) لبقاء العتب مستقراً
3. عتب ناتئ (cantilever beam): وهو العتب الذي يكون مثبتاً في أحد طرفيه (fixed) لمنع دورانه وطلقاً في الطرف الأخر واذا كانت القوى المسلطة على العتب الناتئ مائلة فعندئذ تتولد قوة افقية في الطرف المثبت لمقاومة المركبة الافقية للقوى المسلطة المائلة.

الاجهادات في الاعتاب ومقاطعها:⁽²⁾

يتولد في مقطع من العتب المتوازن وهو تحت تأثير الاحمال المسلطة عليه عزم انحاء (bending moment) وقوة قص (shear force) يعادلها عزم انحاء مقاوم وقوة قص مقاومة لاجل حفظ العتب متوازناً. الاجهادات الناتجة من عزم الانحاء تعرف بتسميات مختلفة، أولهما اجهاد القص

⁽¹⁾ إنشاء المهندس ل. زهير ساكو صفحة 311.

⁽²⁾ إنشاء المهندس ل. زهير ساكو صفحة 313.





وتسمى باجهادات متعامدة (normal stress) أو بأجهادات الانحناء (bending stress) أو اجهادات انشائية وتكون هذه الاجهادات عمودية على مقطع العتبة. أما اجهادات القص فتكون على نوعين الشاقولي (vertical shear stress) وثانيهما اجهاد القص الافقي (horizontal shear stress).

تتحني الاعتاب عند تعرضها لعزم الانحناء بحيث تكون الالياف في اي مقطع منها مجهددة وأنها تطول بأجهاد الشد (tension stress) وتنقص بأجهاد الضغط (compressive stress) وتتغير الاستطالة والتقلص في الياف مقطع العتب بصورة منتظمة ابتداء بالصفير عند محور التعادل (neutral axis) الى حدها الاعظم (maximum stress) في الالياف الخارجية. لما كان الاجهاد عند محور التعادل صغيراً فيمكن تقليص مادة المقطع عنده لغرض الاقتصاد. ان احسن وضعية اقتصادية للمادة التي يصنع منها العتب هي ان تكون بعيدة بقدر الامكان من محور تعادله وينطبق هذا عملياً في عمل اعتاب بمقطع على شكل حرف (I). فالمقطع بشكل حرف (I) مثلاً شفتاه (flanges) اجهادات شد وضغط عزم الانحناء الاعظم وتحمل الوتر (web) اجهادات قص العتب.

من القواعد الهندسية المعروفة ان تحمل العتب يتناسب عكسياً مع طول فضائه وطرديا مع كل من عرض مقطعه ومربع ارتفاعه لذا فمن الضروري اقتصادياً وللحصول على اقصى عتب لاي مساحة مقطع عمل الارتفاع اكبر ما يمكن والعرض اقل ما يمكن على ان يتحمل المقطع اجهادات الانشاء والقص بأمان وان يكون العرض كافياً بأن يعطي للمقطع جساءة ويضمن عدم تحديب العتب جانبياً (buckling) يكون عرض مقطع الاعتاب والعوارض الاعتيادية من 40% الى 60% من ارتفاعها تقريباً وبالنسبة للاعتاب الاخرى كالرافعات والحملات من 25% الى 40% من الارتفاع. يتم تحديد شكل مقطع العتب وأبعاده حسب متطلبات التصميم الانشائي والمعماري مع الاخذ ما جاء اعلاه بنظر الاعتبار.

أنواع الاعتاب حسب مواد عملها: (1)

اهم انواع الاعتاب بالنسبة الى مواد عملها كما يلي:

1. اعتاب خشبية.
2. اعتاب مركبة من الخشب والحديد.
3. اعتاب من حديد الصلب (الفولاذ).
4. اعتاب خرسانية مسلحة.





أعتاب خرسانية مسلحة: (1)

تستعمل الخرسانة في عمل الاعتاب وذلك لخاصيتها الجيدة في تحمل اجهادات الضغط وتسلح بقضبان فولاذية في مناطق الشد باعتبار ان مادة الخرسانة لاتتحمل الشد او تتحمل شداً ضعيفاً يمكن اهماله عند التصميم. تضاف قضبان التسليح في مناطق الضغط احياناً لتقوية العتب وزيادة مقاومتها لاجهادات الانضغاط. يتطلب استعمال اطواق التسليح (stirrups) لمقاومة اجهادات القص ومنع حدوث الشقوق المائلة على طرفي العتب حيث توجد الاجهادات القصية العظمى (max shear stresses) والتي تعجز الخرسانة عن تحملها. يمكن ثني حديد التسليح الطولي بزاوية (30 – 60) وعلى مسافة (1/4) الفضاء ما بين المسندين بالنسبة للاعتاب الواقعة في الحافة و (1/3) الفضاء ما بين المسندين بالنسبة للاعتاب الوسطية وذلك للاقتصاد في حديد التسليح وهو ما يسمى ب(bend up) أو يمكن استخدام الطريقة الاعتيادية وهو مد حديد التسليح الذي يقاوم العزوم السالبة لمسافة (1/4 – 1/3) الفضاء ما بين المسندين (وحسب موقع العتب كما في اعلاه) من كل جانب ومد حديد التسليح الذي يقاوم العزوم الموجبة الى منتصف كلا المسندين وتسمى هذه الطريقة (cut off)، ان السبب بمد حديد التسليح اعلاه على الاقل لمسافة (1/4 – 1/3) الفضاء بين المسندين وحسب الشروط اعلاه يرجع الى ان العزم السالب يبعد عن المسند بهذه المسافة ثم يتحول الى عزم موجب لذلك سوف تكون اجهادات الشد في الاعلى على مسافة (1/4 – 1/3) الفضاء من المسند ثم يتحول اجهاد الشد الى الاسفل والذي يسببه العزم الموجب . لقد وجد انه من الضروري عقف وادخال حديد التسليح المقاوم للعزوم السالبة او الموجبة في المسند لمسافة لاتقل عن 150 ملم في المسند لضمان الترابط ما بين الخرسانة وحديد التسليح كما يفضل استعمال قضبان تسليح ذات نتوءات لغرض تقوية التماسك وزيادة الترابط بين الخرسانة وحديد التسليح. كما يجب توفير غطاء خرساني لا يقل عن 40ملم للمحافظة على التسليح من الصدأ والتأثيرات الجوية. يفضل عمل اعتاب خرسانية مسلحة بموجب ابعاد خشب القوالب المتوفر لتجنب قص الخشب أو اتلافه أو بموجب الابعاد القياسية للقوالب المعدنية ويستحسن توحيد ابعاد الاعتاب في المنشأ الواحد أن امكن وذلك لغرض استعمال القوالب مرات عديدة للسرعة وتقليل الهدر. يتم ايجاد ارتفاع العتب لضمان عدم حصول (deflection) فيه حسب المعادلات الاتية:

$$h = \frac{lc}{18.5} * \left(0.4 + \frac{fy}{700}\right) \dots\dots\dots \text{For one edge continuous.}$$

$$h = \frac{lc}{21} * \left(0.4 + \frac{fy}{700}\right) \dots\dots\dots \text{For two edge continuous.}$$





حيث:

h : ارتفاع العتب.

lc/c : طول الفضاء من منتصف المساند.

f_y : مقاومة حديد التسليح.

ويتم تحديد عرض العتب بصورة عامة حسب المتطلبات المعمارية ومن المفضل ان يكون مساوياً ل احد ابعاد العمود لكي يتلائم مع الشكل العام للبناية.

1-7-2 الاممكة (Columns):⁽¹⁾

العمود هو كل عضو شاقولي معرض الى حمل تمركزي أو لاتمركزي أو كليهما معاً يحاول تحديب العمود قبل تصدعه.

تقسم الاعمدة من حيث المواد المستعملة في تركيبها الى:⁽²⁾

1. أعمدة من الطابوق او الحجر.
2. أعمدة خشبية.
3. أعمدة معدنية.
4. أعمدة خرسانية مسلحة.

أعمدة خرسانية مسلحة:⁽³⁾

تصنف الاعمدة الخرسانية المسلحة الى اعمدة قصيرة وهي الاعمدة التي تكون نسبة النحافة لها $(\frac{Kl}{r})$ اقل من (22) واعمدة طويلة وهي الاعمدة التي تكون نسبة النحافة لها اكبر او تساوي (22).

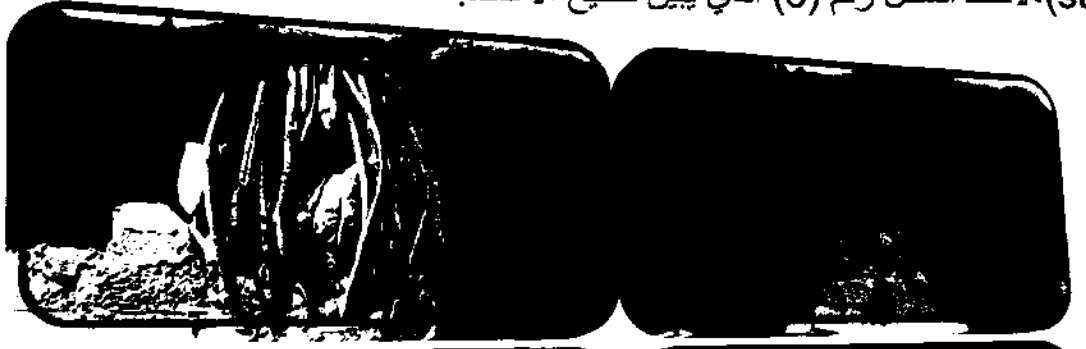
1. نشاء شيبلى زهير سكو صفحه 330.

2. نشاء شيبلى زهير سكو صفحه 332.

3. نشاء شيبلى زهير سكو صفحه 333 وسلازم ديبس للمرحلة الرابعة كونكريت.



تسليح الاعمدة بقضبان فولاذية باتجاه طول العمود وتثبيتها بقضبان رباط اعتيادي أو حلزوني تحزم تسليح العمود وتمنع تفلطحه. لاحظ الشكل رقم (5) الذي يبين حالات القشل للاعمدة بسبب قلة استخدام اطواق التسليح (stirrups)، لاحظ الشكل رقم (6) الذي يبين تسليح الاعمدة.



شكل رقم (5)
قشل الاعمدة
بسبب قلة
اطواق التسليح



شكل رقم (6)
تسليح الاعمدة



يمكن إضافة مقطع فولاذي مدلفن بدلاً من التسليح الرئيسي للعمود ويسمى العمود في هذه الحالة بالعمود المركب وأحياناً يكون تسليح العمود بالقضبان والمقطع المدلفن.

تكون الاعمدة الخرسانية بمقطع دائري او مربع او مستطيل او مضلع او زاوية او على شكل حرف (T) والتسليح يستمر على طول العمود مع اضافة تشكيل للطرفين للربط مع الاسس من الاسفل ومع الاعمدة والاعتاب من الاعلى.

ان نسبة مساحة التسليح الرئيسي الى مساحة مقطع العمود تتراوح بين 1% الى 8% وبموجب متطلبات المدونة الهندسية وقد تختلف النسب بين مدونة واخرى. يجب ان لا يقل قضبان التسليح عن اربعة بالنسب للاعمدة ذات المقطع المربع وستة قضبان بالنسبة للاعمدة ذات المقطع الدائري والرباط الحلزوني. ان المسافة بين الرباطات الاعتيادية يجب ان لا تزيد عن ستة عشر مرة بقدر قطر قضبان التسليح الرئيسي او 48 بقدر قطر قضبان الرباط او لا تزيد عن اصغر بعد من مقطع العمود ايهم الاقل. يتطلب ايضاً ربط قضبان التسليح الرئيسي في اركان المقطع على ان لا تزيد المسافة بين القضبان المتجاورة الغير مربوطة عن 150 ملم وزاوية الربط عن 135 درجة.

ان التسليح العرضي الحلزوني يزيد من تحمل العمود بنسبة معينة حيث ان تحمل العمود ذو الرباط الاعتيادي يساوي تقريباً 85% من تحمل العمود ذو التسليح العرضي الحلزوني وهما بنفس مساحة المقطع والتسليح الرئيسي. بالاضافة الى ان الانهيار بالاعمدة ذي التسليح العرضي الحلزوني لا يحدث فجائياً كما هو الحال في الاعمدة الاخرى.

ان مسافات الربط الحلزوني يجب ان لا تزيد كمعدل عن 8سم لقضبان بقطر 10ملم وسمك الغطاء الخرساني لمعظم حالات الاعمدة 40ملم ولحالات خاصة يكون اكثر من ذلك لوقاية التسليح من التأثيرات المناخية. يتطلب في المقاطع المركبة ان لا تزيد مساحة المقطع عن 29% من مساحة مقطع العمود الخرساني. وفي حالة استعمال انبوب فولاذي يملأ داخل الانبوب بالخرسانة الاعتيادية.





1-7-3 الارضيات والسقوف: (1)

عبارة عن الاجزاء الافقية تقسم البناية الى مستويات تسمى بالطوابق منها الطابق الارضي والنصفي والاول وهكذا يستمر الى الطابق الاخير الذي سقفه يسمى السطح. توجد انواع من السقوف غير الافقية منها السقوف المائلة والمقوسة. تعمل الارضيات من مواد عديدة منها الخشب والخرسانة المسلحة والعقادة من الطابوق والشيلمان والسقوف من الالواح المعدنية المغلونة والالمنيومية والبلاستيكية المركبة المستوية منها والمضلعة. يتم اختيار نوعية الارضيات والسقوف حسب عوامل اهمها ما يلي:

1. نوعية الاحمال ومقاديرها.
2. المظهر الخارجي والناحية المعمارية في حالة وجود سقف ثانوي او بدونه.
3. مقاومة الحريق.
4. سهوله الادامة عند الحاجة.
5. التسهيلات الممكن توفيرها بالنسبة الى تأسيس المرافق الخدمية للكهربائية والصحية التكيف.
6. العزل الصوتي والحراري.
7. البساطة في التفاصيل ورعة الانشاء.
8. الناحية الاقتصادية ومدى توفر المواد الانشائية.

الاحمال: (2)

تصمم الارضيات لتحمل كل او جزء من الاحمال التالية:

1. الحمل الساكن (D.L): عبارة عن وزن مادة بناء الارضية وكذلك اوزان الاجزاء البنائية اللازمة لختم الارضية كالكاشي والبياض والسقف المعلق وغيرها. يسمى هذا الحمل بالحمل الساكن لانه ثابت في موقعه وغير قابل للتحريك.
2. الحمل الحي (L.L): عبارة عن الحمل المتحرك او القابل للتحريك فالناس والاثاث مثلاً يعتبران من الاحمال الحية. لقد حددت الكودات العالمية الاحمال الحية حسب نوع استعمال الارضية.
3. الحمل الصدمي (Impact Load): تؤثر على بعض الارضيات احمال صدمية ناتجة عن حركة مصعد او اهتزازات تشغيل مكائن أو حركة ناقلات وغيرها. تحسب الاحمال الصدمية كنسبة من الاحمال الحية. تحدد الاحمال الصدمية لبعض المكائن من قبل المنتج وفي مثل هذه الحالة تستعمل هذه الاحمال بدلاً من التقدير بالنسب.

1. شده الجيول زهير سكر صفحة 339

2. شده الجيول زهير سكر صفحة 339



الفصل الثاني

البرامج المستعملة في تصميم البناية



البرامج المستعملة في تصميم البنية:

1-2 برنامج (STAAD PRO):

يعتبر من أحدث البرامج في التحليل والتصميم الإنشائي للمنشآت المختلفة سواء كانت منشآت خرسانية أو معدنية وتمتاز بسهولة وسرعة عاليين في تحليل وتصميم المنشآت وإخراج البيانات المطلوبة ويمتاز أيضاً بسهولة عالية في التشغيل حيث يتم اختيار أي من الأوامر المطلوبة عن طريق مجموعة من النوافذ التي تتفرع منها جميع أوامر البرنامج.

يتم تحليل وتصميم أي بنية باستعمال طريقة مصفوفة الصلابة (Stiffness matrix method) وهي طريقة تعتمد على أساس وجود عقد في المنشأ وتمثل منطقة ربط أجزاء المنشأ (joints) وأجزاء المنشأ الأخرى مثل الأعمدة والعنبريات فتتمثل كإجزاء (element) تنتقل الأحمال إلى العقد (nodes) حيث إن كل عقدة بإمكانها تحمل قوى قص وقوى أفقية وعزوم تقوم كل جزء من أجزاء المنشأ بنقل الحمل المسلط عليه مباشرة إلى العقد لذلك يجب الانتباه وترتيب وضعية المنشأ بوضع العقد في أماكن انتقال الحمل وبصورة صحيحة تتناسب مع ماهو موجود وسوف يسلط على المنشأ بالحقيقة.

1-1-2 مميزات برنامج (Staad pro):

- ✚ تحليل وتصميم منشآت من مختلف المواد (حديد، كونكريت، الألمنيوم الخ).
- ✚ فحص كافة عمليات إدخال هيكل البنية وإظهار الأخطاء الحاصلة في عملية الإدخال وموقع الخطأ مما يتيح لنا الفرصة لمعالجتها.
- ✚ وضع تسهيلات كثيرة في عملية إدخال هيكل البنية باستخدام العديد من أوامر الاختصار.
- ✚ له القابلية على قراءة ملفات من برنامج (Autocad) وهذا ما يمكن من استيراد البنية المراد إدخالها إلى برنامج (Staad pro.) من برنامج (Autocad) وبالتالي التسهيل في إدخال الابنية.
- ✚ له القابلية على إظهار النتائج التالية في ملف الإخراج:
 1. القيام بتوضيح المنشأ المراد تحليله بشكل رسومات.
 2. توضيح كافة الخواص المتعلقة بالمنشأ من حيث المادة المستعملة والمقاطع.
 3. إظهار القوى الخارجية والاجهادات في المقاطع.





4. اظهار كافة القوى الداخلية والازاحات.
5. أمكانية رسم منحنيات الازاحة والقوى الاخرى.
6. يوضح مدى حركة المنشأ نتيجة الاحمال المسلطة عليه.
7. له القابلية على اخراج نتائج التحليل على شكل تقارير احترافية تمتاز بالترتيب العالي.

التعدد في اساليب التحميل:

هناك الكثير من الاساليب في تحميل المنشأ فنجد ان هناك اكثر من امر في تحميل الاعتاب كلاً له حالته الخاصة التي يستعمل من اجلها، كذلك نجد هناك اساليب كثيرة في تحميل المفاصل وغيرها من الاجزاء الانشائية.

ان الذي يهمنا في هذا كله اسلوب تحميل الاسقف او ما يعادل وزن الاسقف للبنائة فهناك اكثر من امر بخصوص ذلك وفي هذا المشروع تم استعمال طريقتين بتحميل سقف المنشأ الاولى تمت باستعمال الامر (Plate load) والثانية تمت باستعمال الامر (Floor load). ادناه مقارنة بين توضيح سلبيات وايجابيات كل طريقة:

ت	التحميل بأستعمال الامر (Plate load)	التحميل بأستعمال الامر (Floor load)
1	يحتاج الى ادخال (plate) تمثل الاسقف ويتم عمل (mesh) لها وذلك من اجل ان ينتقل الحمل بصورة صحيحة الى العتبة حيث ان فائدة (mesh) هو تقسيم (plate) الى عدة (plates) ان كل نقطة من نقاط الوصل مبين (plate) والعتب تمثل نقطة لنقل الحمل وبالتالي عند وجود العديد من نقاط الارتباط سوف ينتقل الحمل من السقف الى العتب على شكل حمل منشر. ان عمل (Mesh) قد يؤدي الى اخطاء كثيرة في الادخال وصعوبات كبيرة في معالجة تلك الاخطاء لذا هنا تكمن الصعوبة في هذه الطريقة.	لا تحتاج الى ادخال الاسقف بل يتم حساب حمل وزن السقف (KN/m^2) وادخالها مباشرة عن طريق الامر (Floor load). ان عدم الحاجة الى عمل (mesh) في هذه الطريقة بسبب عدم وجود (plate) يهل العمل بصورة كبيرة ويقلل الاخطاء الحاصلة في الادخال الى انى مستوى.
2	يعرقل من العمل بسبب البطئ بادخال البيانات.	يسرع من العمل بسبب سهولة وسرعة ادخال البيانات.





ت	التحميل بأستعمال الامر (Plate load)	التحميل بأستعمال الامر (Floor load)
3	يتم التحميل بأضافة نوع التحميل ومقداره الى (Load cases) ثم التأشير على (Plate) المراد تحميلها ومن ثم استعمال الامر (assign).	يتم التحميل بادخال مقدار التحميل واحداثيات المنطقة المراد التحميل عليها.
4	يمكن تمثيل كافة احمال المنشأ بصورة تفصيلية بسبب تعدد انواع التحميل لل (plate load) فهناك 6 انواع من (plate load) منها: † Pressure on full plat. † Concentrated load. † Partial plate pressure.	لايمكن تمثيل كافة احمال المنشأ بصورة تفصيلية بسبب الاقتصار على حالة تحميل واحدة حيث يقوم بتحميل منطقة السقف بحمل منتشر فقط يوزع اما باتجاهين او باتجاه واحد.
5	يستغرق وقتاً طويلاً في تحليل المنشأ بسبب العدد الكبير للعقد و (Plate) الناتج من عمل (Mesh) قد يصل الى 30 دقيقة أو أكثر ويتناسب طردياً مع عدد العقد و (Plate).	يستغرق وقتاً قليلاً بالتحليل حيث لايتجاوز ثواني او دقائق معدودة.

ونتيجة لكل ما ذكر اعلاه من صعوبات في تحميل المنشأ باستعمال الامر (Plate load) فقد تم البناية بالمشروع باستخدام الامر (Floor load) بالنسبة للاسقف وتم استعمال الامر (Plate load) في تمثيل الدرج والمصعد فقط.

لقد تم تصميم الاسقف باستعمال برنامج (Prokon) للسهولة والسرعة في ادخال البيانات.





2-2 برنامج (PROKON):

يعتبر من البرامج الحديثة والمتميزة في مجال التحليل والتصميم الهندسي يقوم البرنامج بتصميم الاجزاء الانشائية الكونكريتية والمعدنية والخشبية والطابوقية بصورة منفصلة فمثلا يقوم البرنامج بتصميم السقف بصورة منفصلة عن الاعتاب والاعمدة. يعتمد البرنامج في ايجاد الاجهادات والعزوم على البلاطة على طريقة (Finite element method) يقوم البرنامج بتقسيم البلاطة الى (Grid 6x6) ويقوم بحل معادلات (Finite element) بواسطة طريقة (Gaussian integration).

1-2-2 مميزات البرنامج:

- يمتاز البرنامج بالسهولة والسرعة العالية في ادخال المعلومات بادق التفاصيل.
- السرعة العالية في تحليل وتصميم الاجزاء الانشائية المختلفة.
- اخراج النتائج بأسلوب تفصيلي متميز كما انه يقوم باعداد تلك النتائج بشكل تقرير يوضح فيه الرسومات التفصيلية لتوزيع العزوم وحديد التسليح مثلاً.





3-1 وصف البناية:

ان البناية التي تم تصميمها هي بناية سكنية بابعاد البناية (41x23)م اي بمساحة 903م². ان الهيكل الانشائي لهذه البناية من الخرسانة المسلحة حيث تحتوي على اعمدة واعتاب وعلى سقوف خرسانية ولقد تم اسناد البناية على اساس حصيري وتتكون البناية من 3 طوابق ارتفاع الطابق الارضي هو 4م والطوابق الاخرى 3م كل طابق فيه 8 شقق سكنية ان البناية هي بناية متناظرة لذلك فان كل شقتين متقابلتين متشابهتين تماماً من حيث التصميم واماكن الاعمدة الاعتاب كما تختلف الشقق المتجاورة من المساحة واماكن الاعمدة والاعتاب وبصورة عامة تتراوح مساحات الشقق من (77 - 79)م² ان كل شقة تتكون من مطبخ وحمام وصالة وغرفتي نوم وتختلف عدد البلكونات باختلاف موقع الشقة من البناية وتتراوح ما بين (1 - 3) شقة. ان مدخل البناية يقع في منتصفها ويمتد على طول البناية ومنتصف عرض هذا المدخل يمثل محور تناظر البناية ان ابعاد المدخل هي (41x5.4)م ويوجد في نهايته مصعد بابعاد (2x2)م كما تحتوي البناية على سلمين في بداية ونهاية البناية بعرض 1.2م يتفرع من مدخل البناية 8 مناور وذلك لتوفير الاضاءة الكافية للشقق كل منور ابعاده (4.15x1.3)م بالاضافة الى 8 مناور صغيرة توجد على جانبي البناية. لقد تم تحليل هذه البناية وتصميمها اعتماداً على المواصفات الامريكية (ACI code).

3-2 ادخال المعلومات الى برنامج (STAAD PRO):

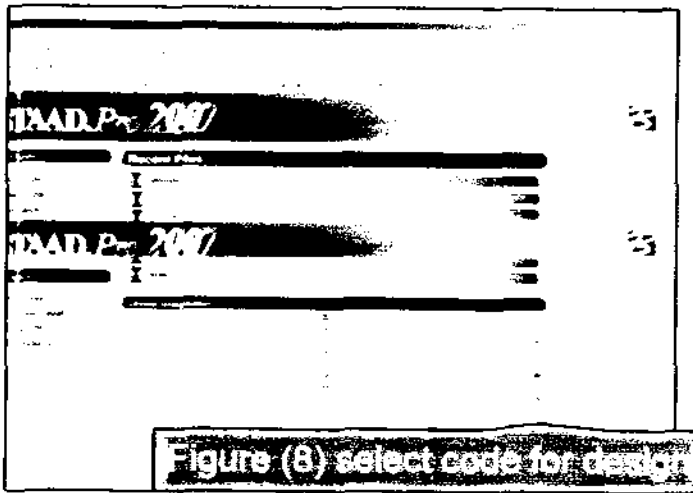


Figure (8) select code for design

1. عند بداية تشغيل البرنامج يجب اختيار نوع الكود التصميمي الذي سوف يتم اعتماده في التصميم ان تخطي هذه الخطوة سوف يسبب مشاكل في عدم تصميم المنشأ وذلك بظهور عبارة تقول ان الكود المختار في التصميم غير موجود ويمكن حل هكذا مشكلة بتشغيل البرنامج من ملفه التشغيلي الرئيسي واختيار الكود المراد التصميم عليه ومن ثم تشغيل البناية المراد تصميمها.



2. عند اختيار مشروع جديد سوف تظهر نافذة نختار منها (space) والتي تدل على ان (frame) والاحمال التي سوف يتم ادخالها ثلاثية الابعاد وذلك لكي يقوم البرنامج بتحليل المنشأ على هذا الاساس ان اختيار (plane) يؤدي الى ظهور مشكلة في عدم تحليل البناية بصورة صحيحة لان البناية ثلاثية الابعاد وفي حالة الخطأ وتم اختيار (plane) وارادنا تغييره الى (space) يمكن الدخول الى (editor) ومسح (plane) وكتابة (space) بدلاً منها.

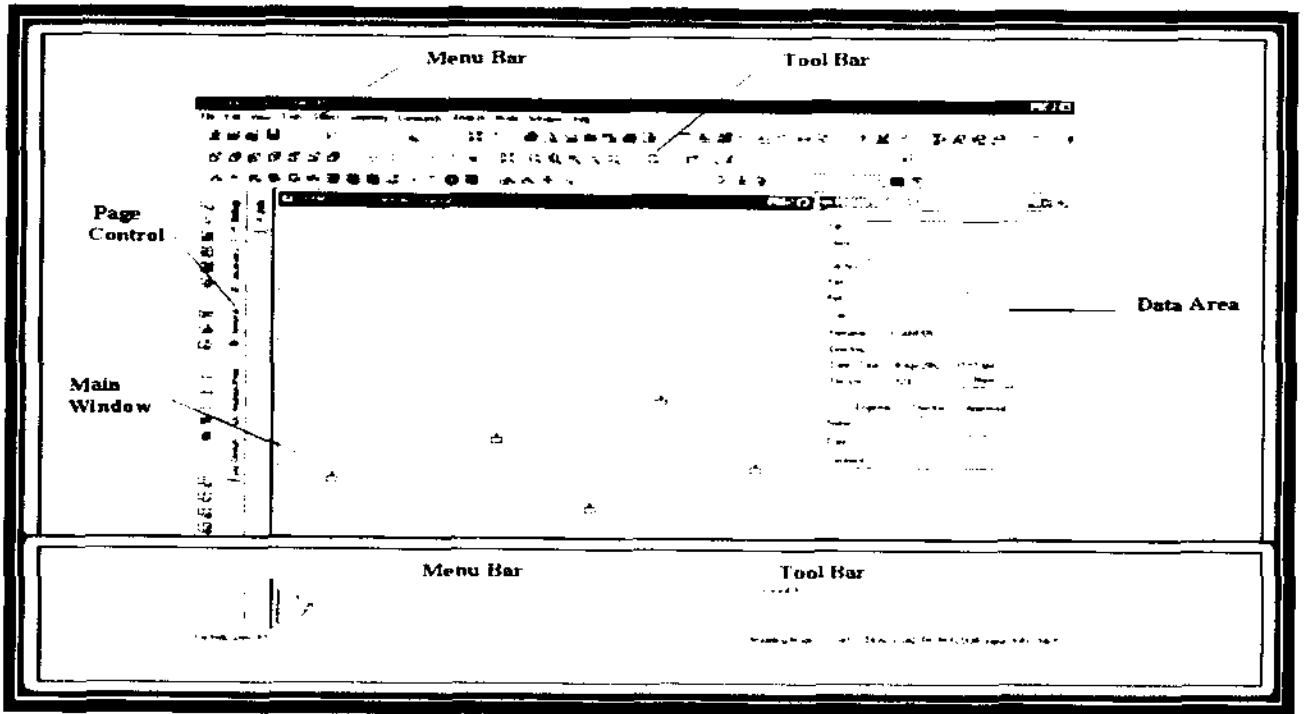
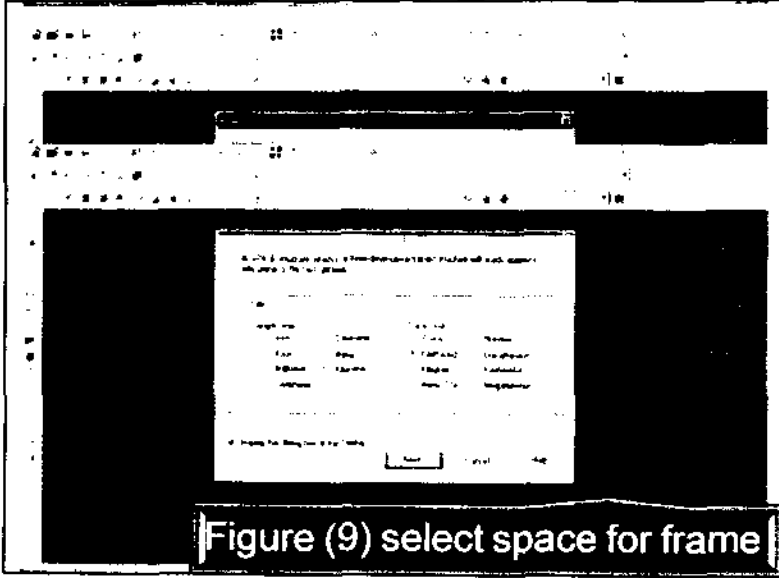


Figure (10) element of stand pro. screen.





3. يتم ادخال معلومات عامة عن المشروع في نافذة (data area) مثل عنوان المشروع والجهة المسؤولة عن المشروع (client) واسم المصمم والمراجع للمشروع وغيرها.
4. يتم الان تقسيم عملية ادخال البناية الى ثلاثة اقسام رئيسية كالآتي:-

أ. مرحلة (MODELING): يتم من خلالها ادخال هيكل البناية ومواصفات الاعتاب (Beams) والاعمدة (Columns) والمساند وتتم العملية كالآتي:-

رسم هيكل البناية: يتم تحديد الاحداثيات المركزية للاعمدة على الخريطة المعمارية ثم يتم ادخال هذه الاحداثيات بطريقة الادخال المباشر وذلك عن طريق ادخال تلك الاحداثيات كعقدة (node) ولقد تمت الاستفادة من خاصية التناظر وذلك بادخال نصف العقد ومن ثم استعمال خاصية المرآة (mirror) لكي ترسم العقد المناظرة لها ومن ثم اختيار الامر (add beam) لكي نضيف

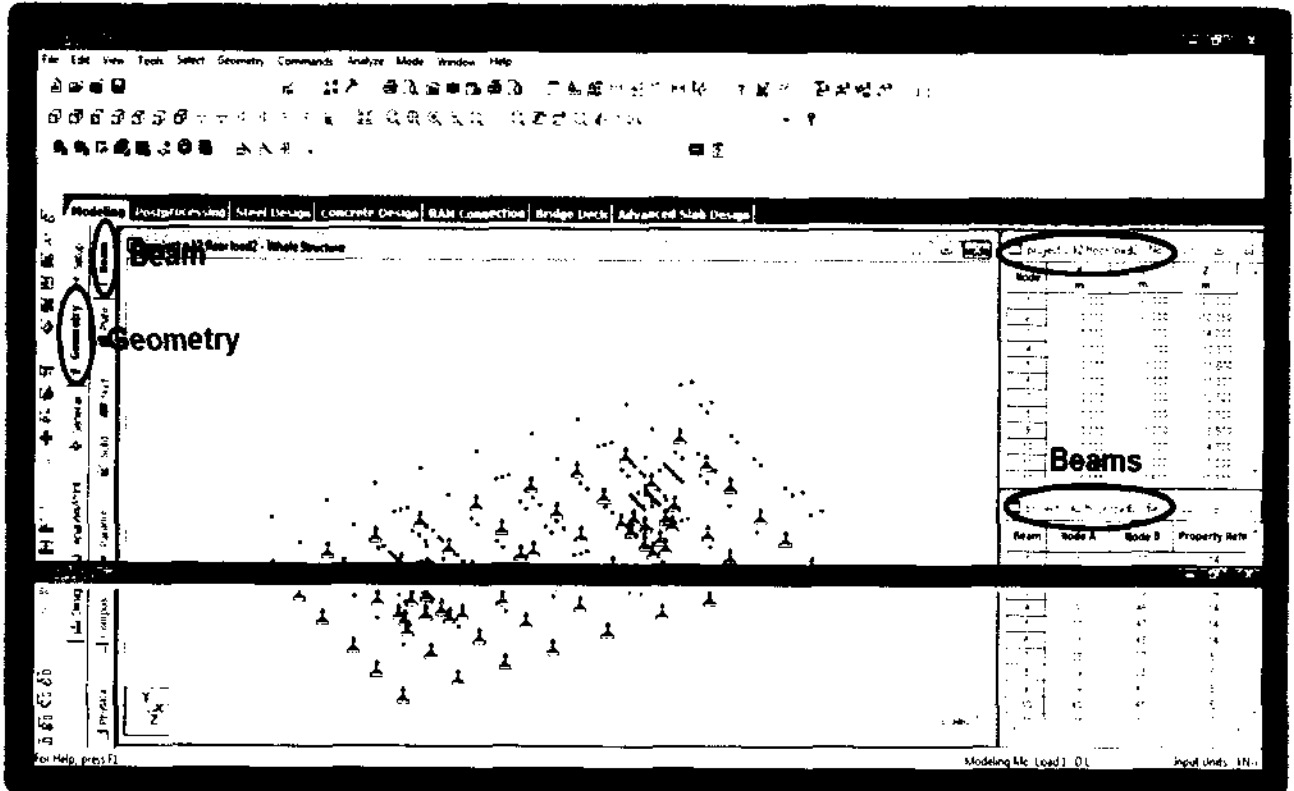


Figure (1.1) node & beam window





اماكن الاعتاب ومن ثم استعمال الامر (repeat) لكي يتم تكرار العقد بالاتجاه العمودي حيث يتم تحديد اتجاه الاحداثي المراد التكرار بموازاته وعدد مرات التكرار والمسافة بين تكرار واخر كما تم التأشير على الخاصية (Link steps) حيث تقوم بالربط بين العقد المكررة والتي سوف تمثل الاعمدة بعد ذلك يتم اختيار مؤشر الاعتاب (beams cursor) ونؤشر الاعتاب الافقية في الاسفل ونمسحها عن طريق الامر (delete). لاحظ الشكل رقم (12) الذي يبين الاوامر اعلاه.

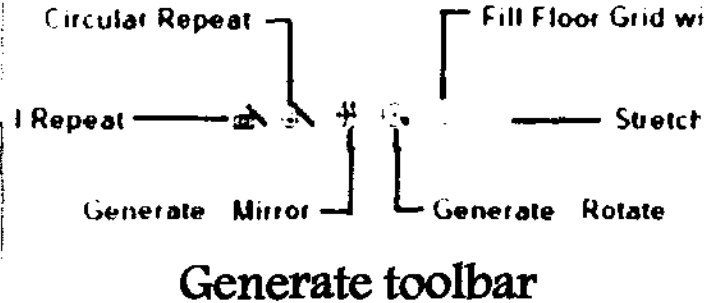
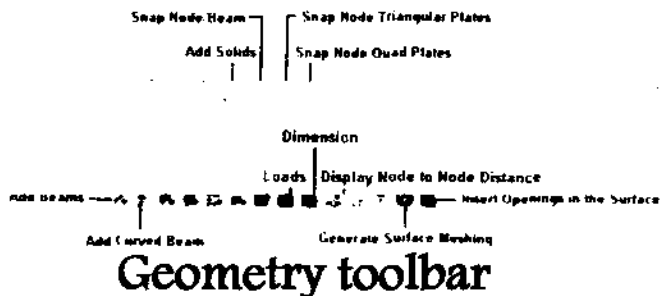
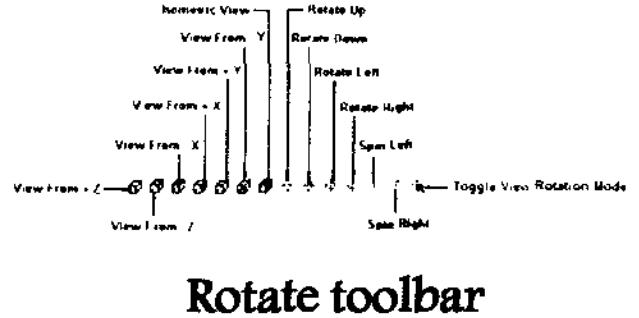
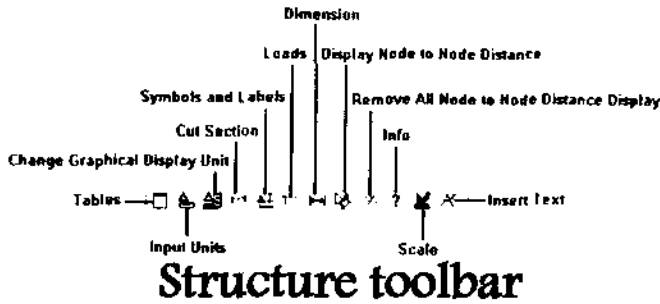
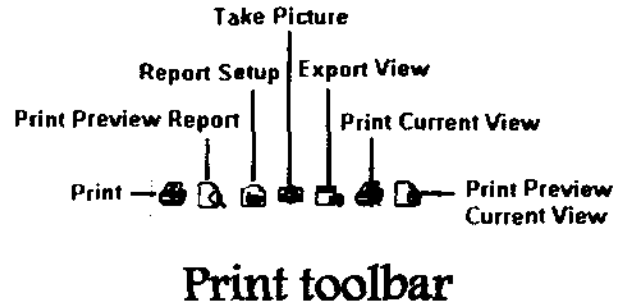
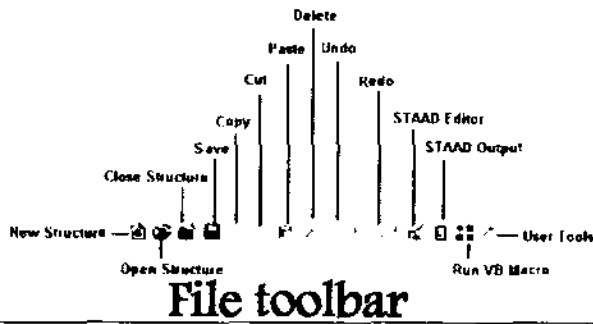


Figure (12) the toolbars





يتم استخدام الامر (add 4 noded plate) او (3 noded plate) في اضافة (plate) الخاصة بالدرج و (Shear wall).

✚ **تحديد خواص العناصر:** الان تم ادخال الهيكل العام للبناية فنقوم بعد ذلك بادخال خواص العناصر الاعتاب والاعمدة فمن القائمة الجانبية (general) نختار (property) ومن ثم نختار (define) حيث يتم من خلالها تحديد شكل وابعاد العتبة والمادة المكونة لها. لاحظ الشكل رقم (13) الذي مانكر اعلاه.

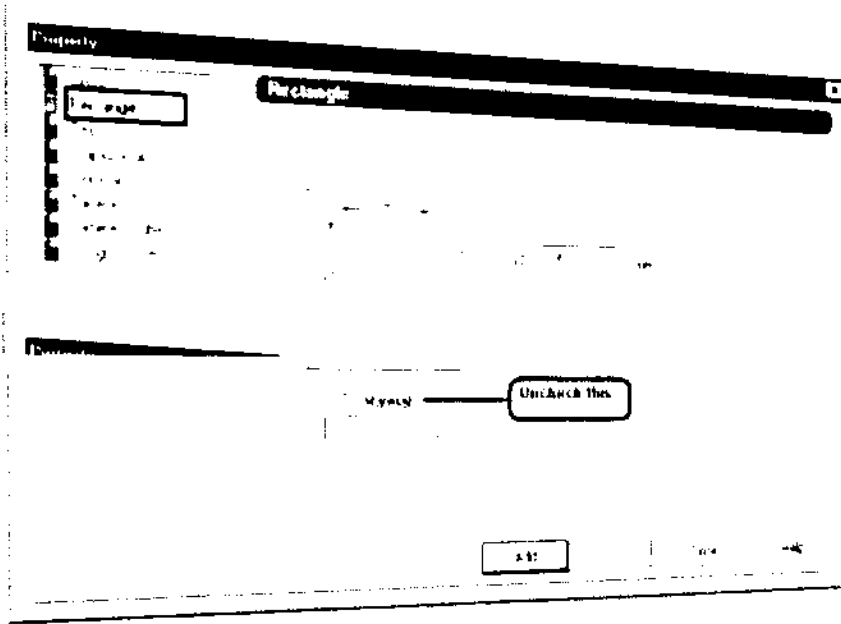


Figure (13)
Beam pismatic

✚ **تحديد المساند:** في هذه الخطوة يتم تحديد نوع الاسناد للبناية فمن القائمة الجانبية (General) نختار (support) ومن ثم نختار (create) فتظهر قائمة نختار منها (pinned) ونضغط (add) بعدها يتم اختيار العقد التي سوف يتم وضع مساند لها ونضغط (assign). لاحظ الشكل رقم (14) الذي يبين الخطوات اعلاه.



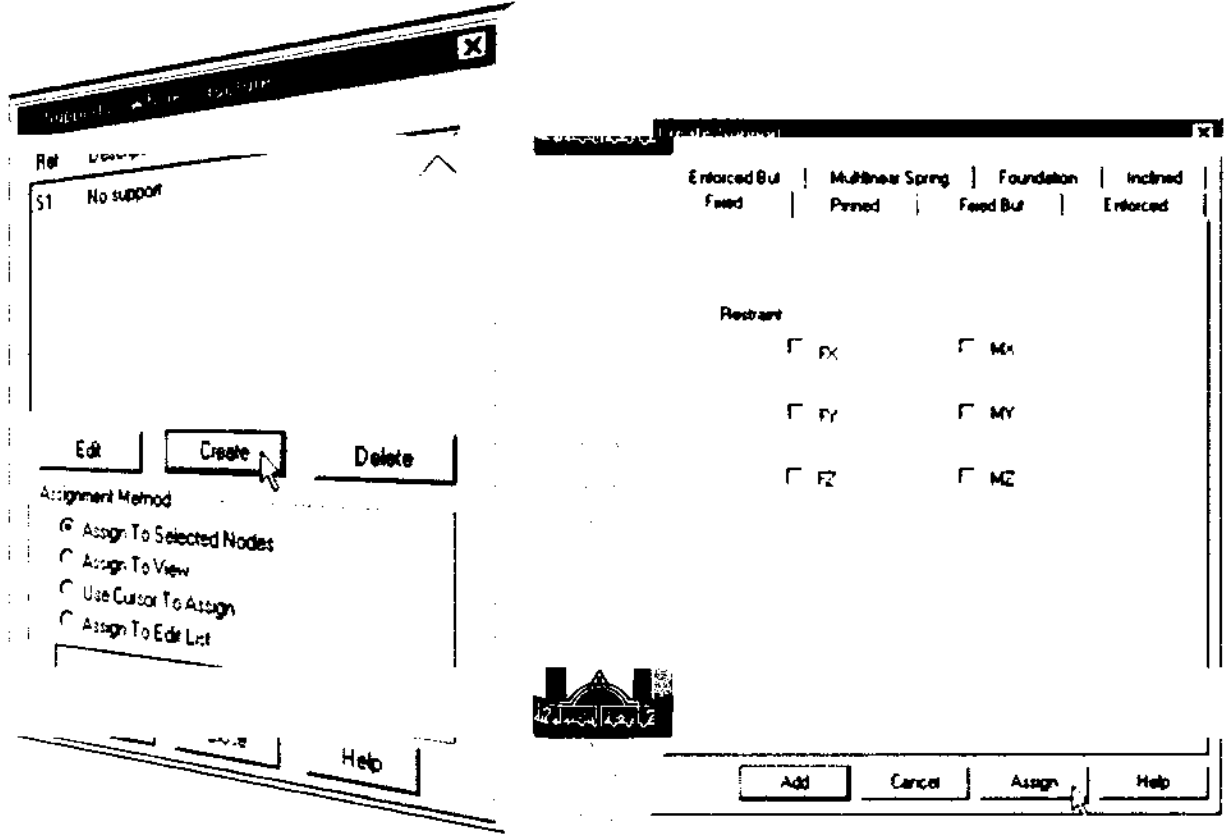


Figure (14) support specification

مرحلة التحميل (LOADING):

يتم تحديد الاحمال المسلطة على المنشأ عن طريق اختيار (load) من القائمة الجانبية (general) ومن ثم نختار الامر (add) فتظهر واجهة نختار (primary) ونسمي اول حالة للـ (load) مثلا (D.L or L.L) وحسب نوع الحمل بعدها نؤشر على الحالة المضافة ونضغط (add) فتظهر واجهة جديدة فيها انواع مختلفة من الاحمال مثل (self weight, member load) وغيرها. لاحظ الشكل رقم (15) الذي يبين كيفية اضافة حالة تحميل.

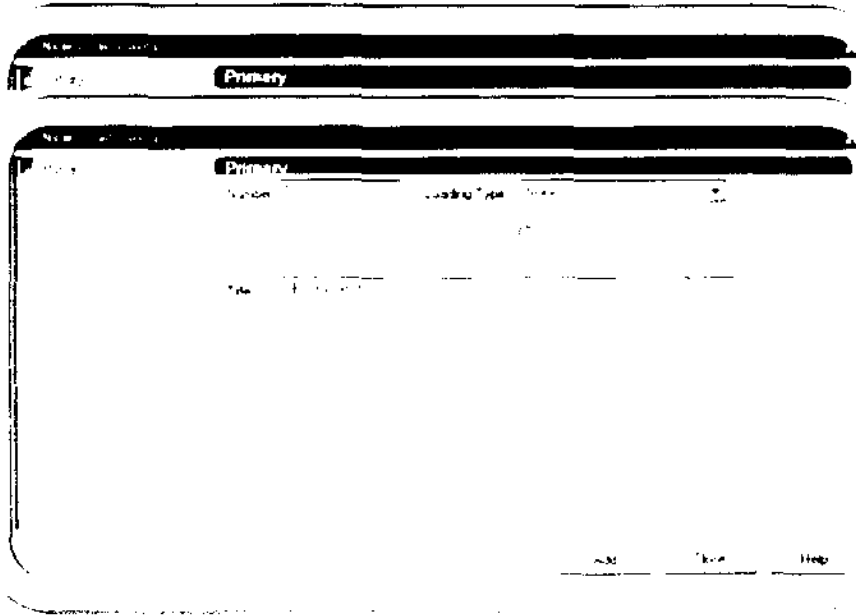


Figure (15)
Load cases

حالات التحميل:-

أحمال المنشأ الميتة (D.L):

حيث تم استخدام الامر (self weight) لحساب احمال الخرسانة المصبوبة للبناية الهيكلية للاعتاب والاعمدة. حيث يستخدم هذا الامر لحساب الابعاد المعطاة في حساب الموقع مضروباً في الكثافة التي تم ادخالها في الامر (constant).
اما بالنسبة للاسقف فقد تم حساب الحمل الذاتي لها وتسليطها على المنشأ باستخدام الامر (Floor load) وكالاتي:
الحمل الذاتي = سمك السقف x كثافة الخرسانة

$$\text{Selfweight} = 24 \times 0.16 = 3.84 \text{KN/m}^2$$

حيث:

$$\text{سمك السقف} = 0.16 \text{م}$$

الاحمال الميتة الاضافية (S.I.D):

وقد تم حساب هذه الاحمال عن طريق حساب وزن الكاشي ومونته بالنسبة للطوابق السكنية وحساب تراب التهوير ووزن الشتايرك بالنسبة للسطح وقد تم استعمال الامر (Floor load) في تسليطها على المنشأ بالنسبة لاحمال الاسقف واستعمال الامر (plate load) بالنسبة لاحمال الدرج وكالاتي:



بالنسبة للطوابق السكنية:

وزن الكاشي + المونة = الكثافة للكونكريت \times سمكها

$$= 24 \times (0.05 + 0.03) \\ = 1.92 \text{ KN/m}^2$$

حيث:

سمك الكاشي = 0.05 م

سمك مونة السمنت = 0.03 م

بالنسبة للمسطح:

سمك الشتاير \times كثافة الكونكريت + سمك تراب التهوير \times كثافة التراب

$$= 0.05 \times 24 + 0.13 \times 18 \\ = 3.54 \text{ KN/m}^2$$

حيث:

سمك الشتاير = 0.05 م

سمك تراب التهوير = 0.13 م ويتراوح بين (100-150) ملم

كثافة تراب التهوير = 18 KN/m^2

احمال القواطع:

بالنسبة للجدران التي تقع ضمن مساحة الاسقف وليس على الاعتاب فقد تم حساب احمالها وذلك عن طريق فرض وجود قاطعين على طول البناية بشكل مستمر ومن ثم تقسيم وزن القاطعين على مساحة البناء من البناية.

$$= 20 \times 2.84 \times 0.24 \times 82 / (82 \times 19.9) \\ 0.7 \text{ KN/m}^2 \cong 8 = 0.6 \\ \therefore S.I.D = 0.7 + 1.92 = 2.62 \sim 2.7 \text{ KN/m}^2$$

٣٤ الاحمال الميتة للجسور (S.I.D):

لقد تم حساب الاحمال الميتة على الجسور بالاعتماد على وزن الجدار الطابوقي العمودي على الجسر. وتبلغ قيمة كثافة الطابوق 20 KN/m^3 ويتم حساب هذا النوع من القوى بالاعتماد على ارتفاع الجدار وسمكه وكثافة الطابوق ويتم استعمال الامر (member load) في تسليط هذه الاحمال.

• الوزن المسلط على الجسور = سمك الجدار \times ارتفاعه \times كثافة الطابوق





$$= 0.24 \times 2.4 \times 20 \\ = 11.52 \text{KN/m}$$

• وزن الستارة = السمك الستارة \times ارتفاعها \times كثافة الطابوق

$$= 0.12 \times 1 \times 20 \\ = 2.4 \text{KN/m}$$

الاحمال الحية (L.L):

وتشمل اوزان الاشخاص والاثاث وغيرها وقد تم فرض قيم لها وفقاً للمواصفات العالمية حيث تم فرض احمال السقوف الغير مزدحمة بالسكان بـ (2KN/m^2) والاماكن المزدحمة بـ (5KN/m^2) وبالنسبة للسطح فيحمل بـ (1.5KN/m^2) ويتم استعمال الامر (Floor load) في تسليط هذه الاحمال على المنشأ بالنسبة الى ما يخص الاسقف والامر (Plate load) بالنسبة لتحميل الدرج.

الحمل النهائي (Combination load):

لقد تم عمل ما يسمى (combination) بين الاحمال وذلك لاستخراج الحمل النهائي على المنشأ وكان كلاتي:

- First Combination:
 $D.L \times 1.2 + S.I.D \times 1.2 + L.L \times 1.6$
- Second Combination:
 $D.L + S.I.D + L.L$



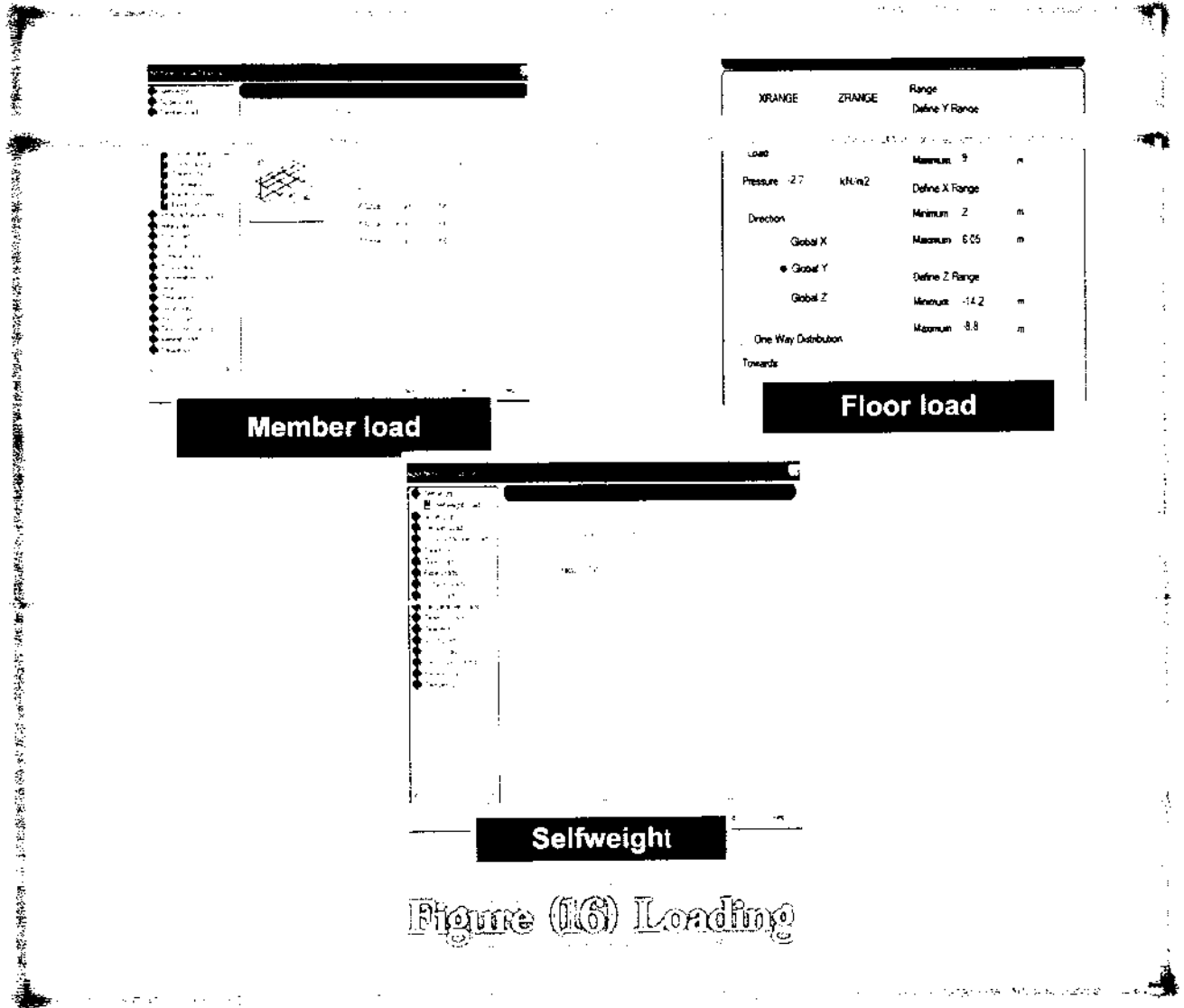


Figure (16) Loading

مرحلة التحليل (ANALYSIS):

يتم في هذه المرحلة تحليل كافة اجزاء المنشأ وايجاد القوى والعزوم والاجهادات وردود الافعال عند المساند وتتم هذه العملية بالذهاب الى القائمة الجانبية (Analysis) واطافة نوع التحليل المراد تحليل المنشأ على اساسه وعادة هو (Perform analysis) ثم الذهاب الى القائمة (Analyze) ثم (Run analysis) بعدها يمكننا الذهاب من النافذة العلوية الى (Post processing) لنتمكن من رؤية نتائج التحليل.



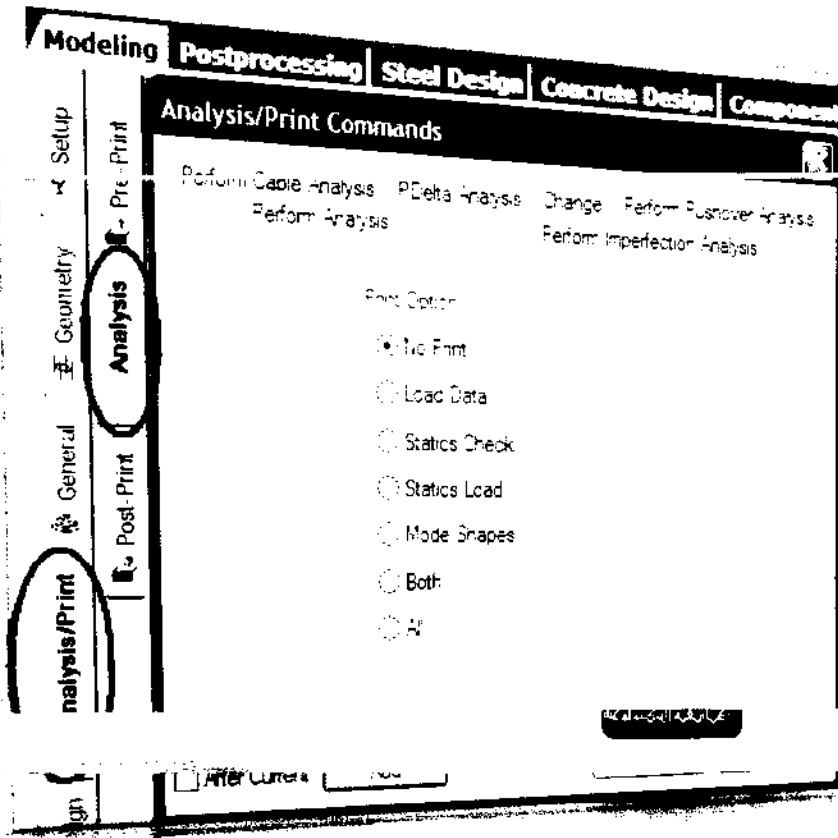


Figure (17)
Analysis

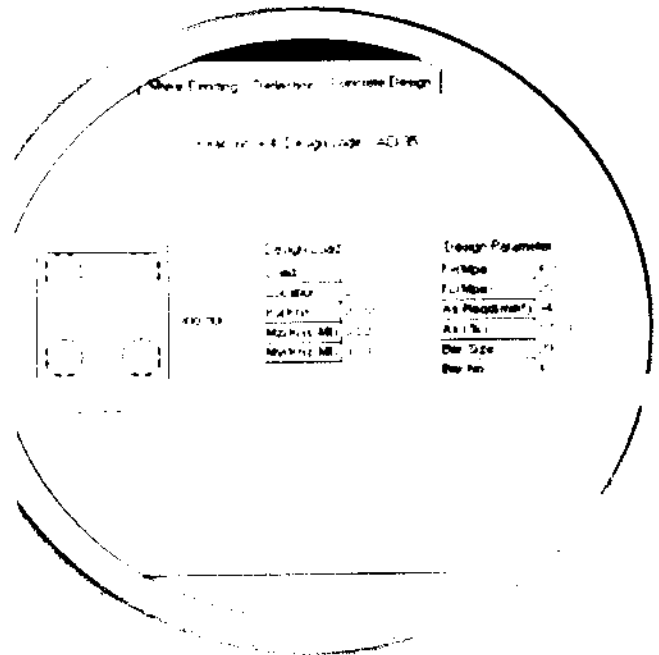
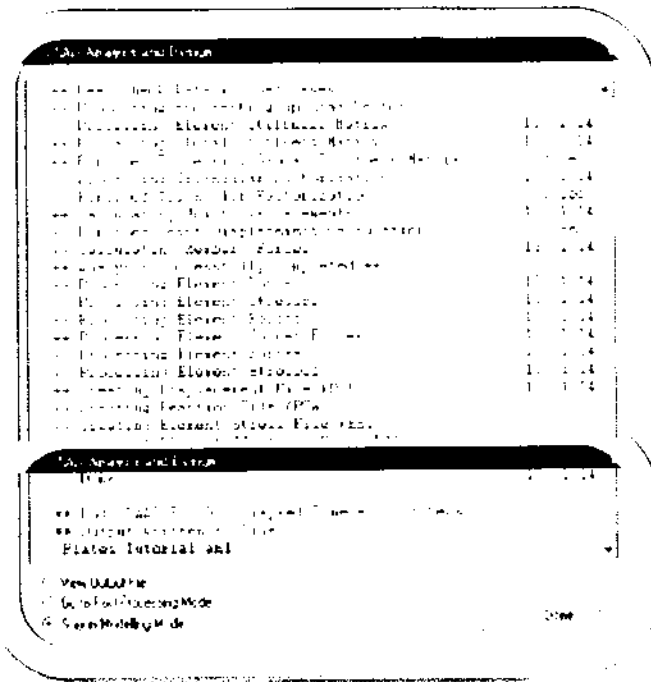
التصميم (DESIGN):

نصمم البناية عن طريق القائمة الجانبية (design) ونختار (concrete) ونختار الامر (define parameter) حيث نحدد من خلالها العديد من الخواص مثل (cover) لحديد التسليح واجهاد الخرسانة (f_c') واجهاد الحديد الرئيسي والثانوي (f_y) واعلى واصغر قطر لحديد التسليح الرئيسي والثانوي ونوع (stirrups) للاعمدة (tied or spiral) فنضيف مواصفات الذي نحتاجه ويؤخذ الباقي حسب اعدادت البرنامج (default) ونختار الامر (command) ونضيف (design beam, design column) ونقوم بتحديد الاعمدة والعنّبات ونختار الامر (assign) كلاً حسب نوعه نحدد له (design) الخاص به.



قراءة النتائج:

نقوم بتحليل البنائة عن طريق الامر (Analyze) فنحصل على التحليل والتصميم للبنائة.





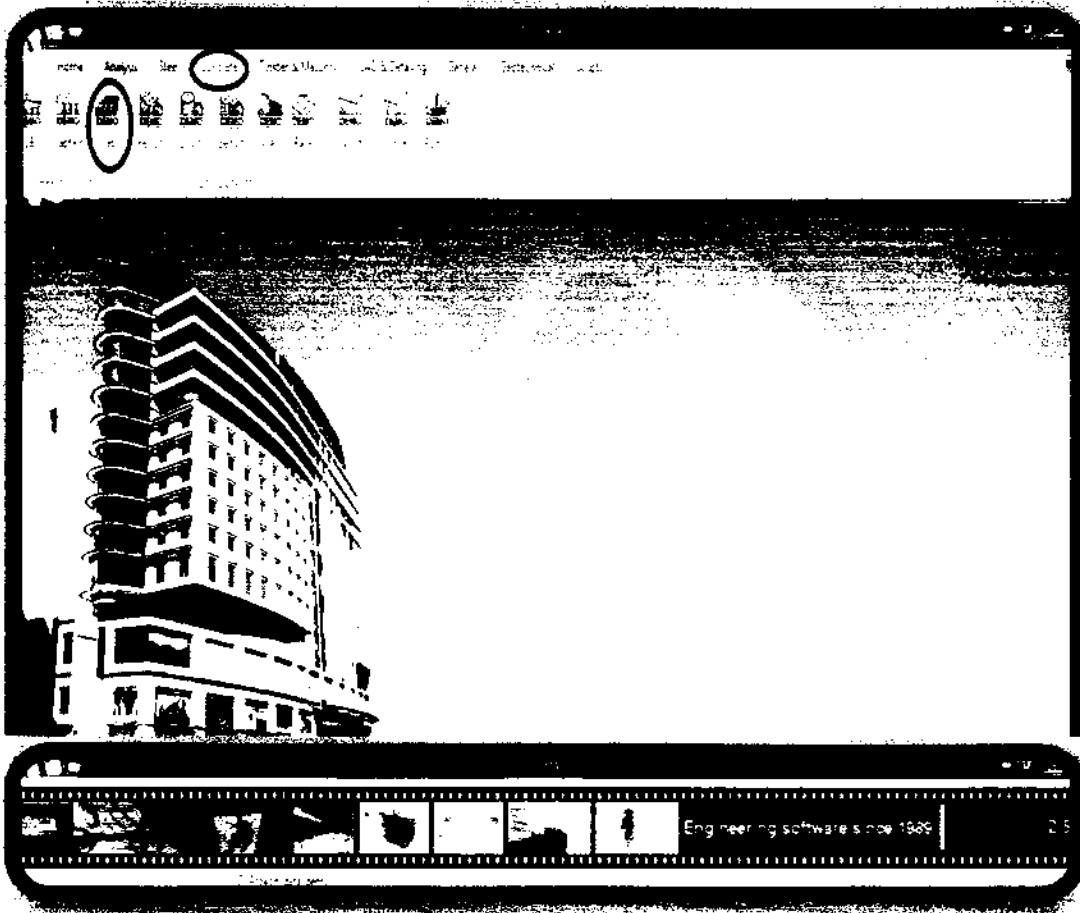
3-3 مشاكل ظهرت في المشروع وحلولها:

- عند اجراء الاوامر التالية من القائمة (tools) ظهرت المشاكل التالية:
 1. عند اجراء الامر (check multiple structure) ظهر لي ان هناك بنايتين في المشروع مع العلم ان المشروع هو بنية واحدة وبعد التدقيق وجدت ان هناك جزءاً من البنية لم يتم ربطه مع البنية فقرأ البرنامج بنايتين فقامت بربطه وبالتالي حلت المشكلة.
 2. عند اجراء الامر (check duplicate nodes) واعطاء (tolerance) ظهر ان هناك العديد من العقد قريبة جداً من بعضها وهذا غير مقبول فقامت باختيار (merge selected nodes) ودمجت العقد القريبة مع بعضها وهكذا حلت المشكلة.
 3. عند اجراء الامر (overlapping collinear member) ظهرت الكثير الاعتاب التي هي الواحدة فوق الاخرى ان هذه المشكلة حصلت بسبب عدم وجود عقدة تربط بين عتبين فيمنطقة اتصاليهما فاصبحا كأنهما منفصلين والواحد فوق الاخر فيجب عمل عقدة في منطقة الاتصال لحل المشكلة.
 4. عند اجراء الامر (check beam plate connectivity) ظهرت العديد من الاعتاب والبلاطات الغير مربوطة جيداً مع بعضها ان السبب في ذلك وجود عقد ضمن (plate) لم يتم ربطها مع (beam) ولذلك يجب عند رسم (plate) و (beam) رسمها بطريقة تمنع حدوث هذا الخطأ.
- هناك مشكلة ظهرت اثناء التحليل وهي (badly plate shape) ان سببها ان (plate) تم رسمها بطريقة غير صحيحة اي تم مدّها او تقليصها بصورة زائدة عن الحاجة فظهر هذا الخطأ.



3-4 ادخال المعلومات الى برنامج (PROKON):

1. عند بداية تشغيل البرنامج يتم اختيار نوع مادة الجزء المراد تصميمه فمن القائمة العلوية يتم اختيار (Concrete) ثم يتم اختيار نوع (Rectangular slab design). لاحظ الشكل رقم (20) الذي يوضح ما ذكر اعلاه.





2. يجب اختيار نوع الكود التصميمي الذي سوف يتم اعتماده في التصميم من القائمة (File) ثم اختيار (Design code).

3. لقد تم اختيار اكبر بلاطة في البناية وادخالها على البرنامج واعتماد تصميمها حيث ادخال كافة المعلومات الخاصة بالبلاطة وهي كالآتي:

■ مواصفات البلاطة الهندسية:

- d_x : العمق الفعال لحديد التسليح الموازي للمحور (x) بوحدة (mm).
- d_y : العمق الفعال لحديد التسليح الموازي للمحور (y) بوحدة (mm).
- h : سمك البلاطة بوحدة (mm).
- Lx : طول البلاطة بالاتجاه الموازي لمحور (x) بوحدة (m).
- Ly : طول البلاطة بالاتجاه الموازي لمحور (y) بوحدة (m).

■ مواصفات مواد البلاطة:

- f_{cu} : اجهاد مكعب الخرسانة بوحدة (N/mm^2) .
- F_y : اجهاد حديد التسليح بوحدة (N/mm^2) .
- ϵ : معامل الوقت للانحراف طويل الامد.
- ν : نسبة بواسون.
- γ : كثافة الكونكريت بوحدات (KN/m^3) .



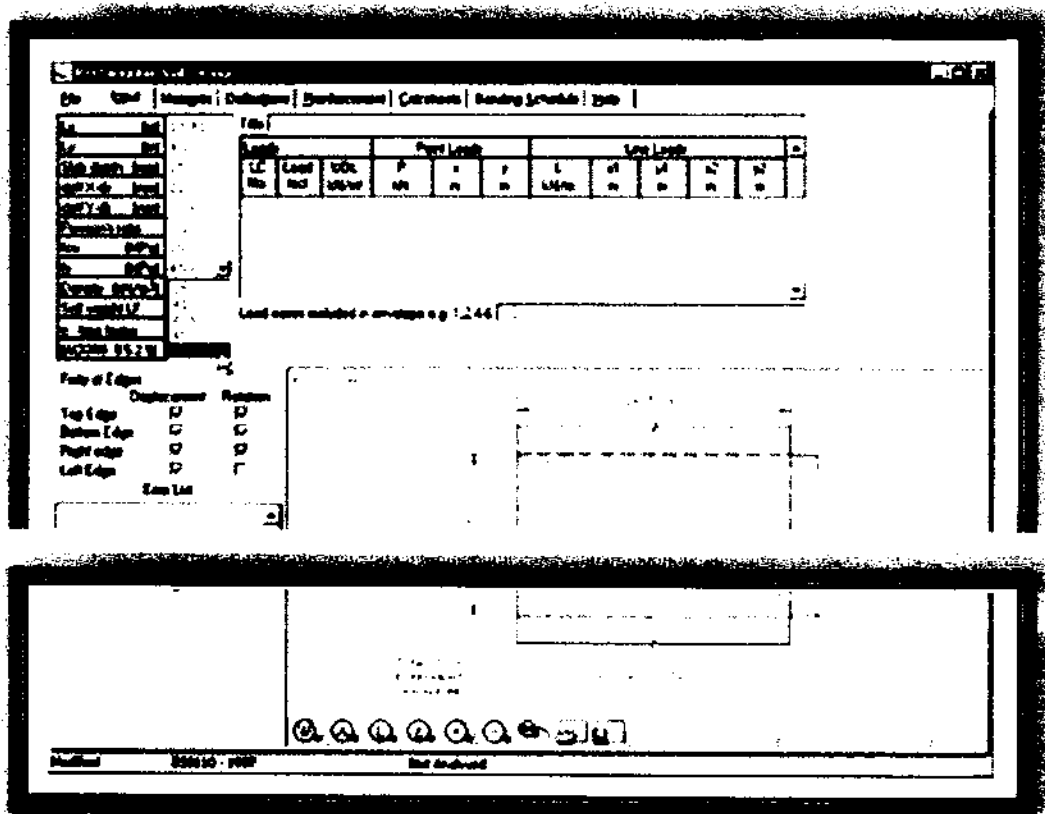


Figure (2.11) Input specification for slab

4. بعد ادخال جميع هذه المواصفات سوف يقوم البرنامج بتصميم البلاطة ويعطي رسومات تفصيلية لتوزيع العزوم والانحرافات الحاصلة في البلاطة بالاضافة الى رسومات تفصيلية لتوزيع حديد التسليح في البلاطة.

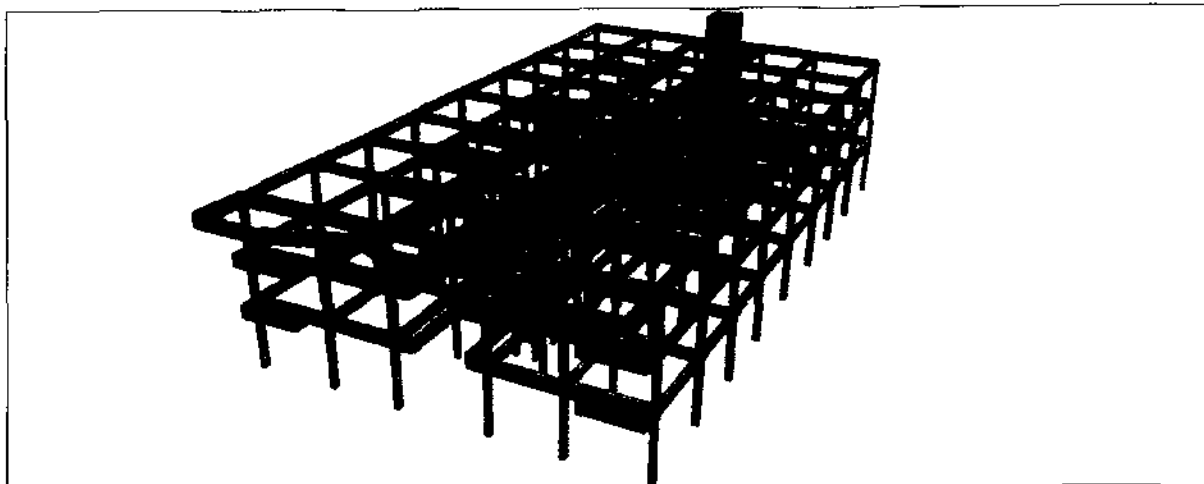


الفصل الرابع

أخراج برنامجي

STAAD PRO.

PROKON



3D Rendered View (Input data was modified after picture taken)

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:	eng.Haider	Dr.A Kamal	
Date:	03-Dec-10		

Structure Type **SPACE FRAME**

Number of Nodes	1063	Highest Node	1063
Number of Elements	903	Highest Beam	903
Number of Plates	574	Highest Plate	1477

Number of Basic Load Cases	3
Number of Combination Load Cases	2

Included in this printout are data for:

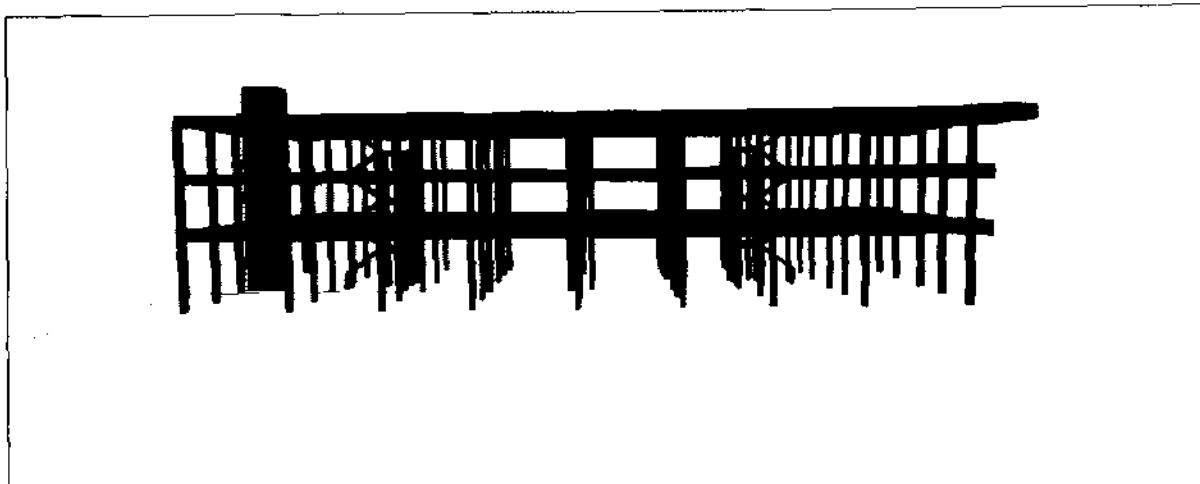
All	The Whole Structure
-----	---------------------

Included in this printout are results for load cases:

Type	LC	Name
Primary	1	D.L
Primary	2	S.I.D
Primary	3	L.L
Combination	4	COMBINATION LOAD CASE 4
Combination	5	COMBINATION LOAD CASE 5

Job Title COMPARTMENT

Client University Of Tecnology



3D Rendered View (Input data was modified after picture taken)

Materials

Mat	Name	E (kN/mm ²)	v	Density (kg/m ³)	α (1/K)
1	STEEL	205.000	0.300	7.83E 3	12E -6
2	ALUMINUM	68.948	0.330	2.71E 3	23E -6
3	CONCRETE	21.718	0.170	2.4E 3	10E -6

Supports

Node	X (kN/mm)	Y (kN/mm)	Z (kN/mm)	rX (kN m/deg)	rY (kN m/deg)	rZ (kN m/deg)
1	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
2	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
3	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
4	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
8	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
9	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
10	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
11	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
246	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
250	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
350	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
351	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
352	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
353	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
354	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
355	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
386	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
387	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
484	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
485	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
558	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
559	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
560	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed

Job Title COMPARTMENT

Client University Of Technology

Supports Cont...

Node	X (kN/mm)	Y (kN/mm)	Z (kN/mm)	rX (kNm/deg)	rY (kNm/deg)	rZ (kNm/deg)
561	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
604	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
605	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
606	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
607	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
620	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
621	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
640	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
641	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
642	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
643	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
644	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
645	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
670	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
671	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
690	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
691	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
692	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
693	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
706	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
707	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
726	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
727	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
728	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
729	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
730	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
731	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
756	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
757	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
776	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
777	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
802	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
803	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
804	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
805	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
842	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
843	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
862	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
863	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
942	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
943	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
968	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
969	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
970	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
971	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
972	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
973	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
1007	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
1008	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed



Supports Cont...

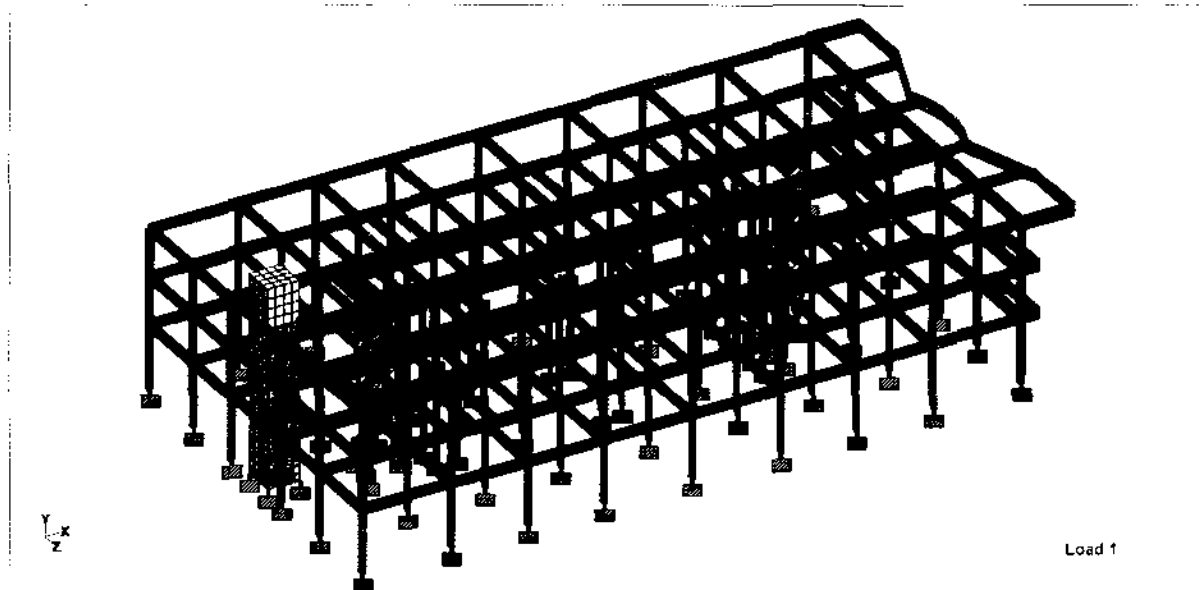
Node	X (kN/mm)	Y (kN/mm)	Z (kN/mm)	rX (kN/m/deg)	rY (kN/m/deg)	rZ (kN/m/deg)
1009	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
1010	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
1011	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
1012	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed

Basic Load Cases

Number	Name
1	D.L
2	S.I.D
3	L.L

Combination Load Cases

Comb.	Combination L/C Name	Primary	Primary L/C Name	Factor
4	COMBINATION LOAD CASE 4	1	D.L	1.20
		2	S.I.D	1.20
		3	L.L	1.60
5	COMBINATION LOAD CASE 5	1	D.L	1.00
		2	S.I.D	1.00
		3	L.L	1.00



Whole Structure (Input data was modified after picture taken)



Node Displacement Summary

	Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)	rX (rad)	rY (rad)	rZ (rad)
Max X	964	4:COMBINATIC	10.366	-10.664	-0.007	14.865	-0.001	-0.000	-0.006
Min X	411	4:COMBINATIC	-7.447	-8.022	0.206	10.947	0.001	-0.000	0.004
Max Y	801	3:L.L	0.950	0.028	0.026	0.950	-0.000	-0.000	-0.000
Min Y	1061	4:COMBINATIC	1.007	-12.826	0.022	12.864	0.000	-0.000	-0.004
Max Z	702	4:COMBINATIC	1.037	-2.422	2.248	3.463	0.001	0.000	-0.000
Min Z	705	4:COMBINATIC	1.140	-2.438	-2.292	3.534	-0.001	-0.000	-0.000
Max rX	985	4:COMBINATIC	0.480	-4.965	0.005	4.988	0.001	0.000	-0.000
Min rX	986	4:COMBINATIC	0.632	-4.943	-0.024	4.983	-0.001	-0.000	-0.000
Max rY	1004	4:COMBINATIC	0.922	-5.796	-0.020	5.869	0.000	0.000	0.000
Min rY	904	4:COMBINATIC	2.670	-2.617	0.124	3.741	0.001	-0.001	-0.004
Max rZ	410	4:COMBINATIC	-7.390	-7.804	0.206	10.743	0.001	-0.000	0.004
Min rZ	965	4:COMBINATIC	10.218	-10.408	-0.006	14.586	-0.001	-0.000	-0.006
Max Rst	964	4:COMBINATIC	10.356	-10.664	-0.007	14.865	-0.001	-0.000	-0.006

Beam Displacement Detail Summary

Displacements shown in italic indicate the presence of an offset

	Beam	L/C	d (m)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)
Max X	669	4:COMBINATIC	0.750	4.003	-0.721	0.222	4.073
Min X	208	4:COMBINATIC	0.450	-2.871	-0.701	-0.338	2.975
Max Y	609	3:L.L	0.000	0.949	0.028	0.026	0.950
Min Y	900	4:COMBINATIC	0.000	1.008	-12.826	0.022	12.864
Max Z	455	4:COMBINATIC	2.700	1.027	-3.991	2.280	4.710
Min Z	456	4:COMBINATIC	2.700	1.143	-3.990	-2.331	4.760
Max Rst	900	4:COMBINATIC	0.000	1.008	-12.825	0.022	12.864

Beam End Force Summary

The signs of the forces at end B of each beam have been reversed. For example: this means that the Min Fx entry gives the largest tension value for an beam.

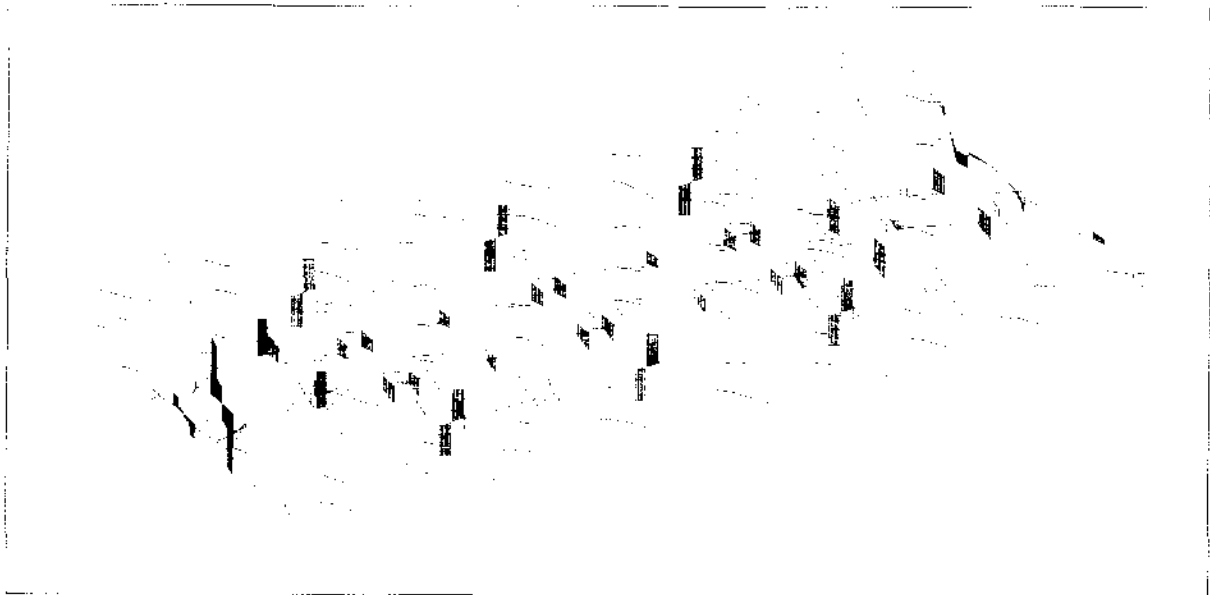
	Beam	Node	L/C	Axial	Shear	Torsion	Bending		
				Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Max Fx	101	354	4:COMBINATIC	1.25E 3	1.796	0.908	0.033	-1.020	2.767
Min Fx	147	395	4:COMBINATIC	-50.788	3.199	-11.889	0.675	12.638	-18.566
Max Fy	73	323	4:COMBINATIC	-12.814	223.998	-2.106	-2.205	1.414	152.713
Min Fy	77	328	4:COMBINATIC	-24.953	-240.553	6.384	3.564	2.765	131.851
Max Fz	749	952	4:COMBINATIC	-8.034	11.818	40.021	3.248	-12.632	-5.320
Min Fz	122	367	4:COMBINATIC	299.781	10.050	-37.711	-0.326	51.119	14.283
Max Mx	132	371	4:COMBINATIC	35.391	149.391	-32.117	48.480	2.876	56.655
Min Mx	131	370	4:COMBINATIC	31.066	157.054	31.860	-54.098	-2.858	73.380
Max My	117	368	4:COMBINATIC	288.467	9.925	37.352	0.297	61.402	-15.696
Min My	122	373	4:COMBINATIC	289.602	10.050	-37.711	-0.326	-62.014	-15.888
Max Mz	889	1040	4:COMBINATIC	-0.037	116.990	0.381	4.654	-1.128	264.145
Min Mz	829	1004	4:COMBINATIC	5.846	1.222	-1.941	0.460	4.762	-81.601



Beam Force Detail Summary

Sign convention as diagrams:- positive above line, negative below line except Fx where positive is compression. Distance d is given from beam end A.

	Beam	LC	d (m)	Axial	Shear		Torsion	Bending	
				Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Max Fx	101	4:COMBINATK	0.000	1.25E 3	1.796	0.908	0.033	-1.020	2.767
Min Fx	147	4:COMBINATK	0.000	-50.786	3.199	-11.889	0.675	12.638	-18.566
Max Fy	73	4:COMBINATK	0.000	-12.814	223.998	-2.106	-2.205	1.414	152.713
Min Fy	77	4:COMBINATK	0.400	-24.953	-240.553	6.384	3.564	2.765	131.851
Max Fz	749	4:COMBINATK	0.000	-8.034	11.818	40.021	3.248	-12.632	-5.320
Min Fz	122	4:COMBINATK	0.000	299.781	10.050	-37.711	-0.326	51.119	14.263
Max Mx	132	4:COMBINATK	0.000	35.391	149.391	-32.117	48.480	2.876	56.655
Min Mx	131	4:COMBINATK	0.000	31.066	157.054	31.860	-54.098	-2.858	73.380
Max My	117	4:COMBINATK	3.000	288.467	9.825	37.352	0.297	61.402	-15.696
Min My	122	4:COMBINATK	3.000	289.602	10.050	-37.711	-0.326	-62.014	-15.888
Max Mz	889	4:COMBINATK	0.000	-0.037	116.990	0.381	4.654	-1.128	264.145
Min Mz	88	4:COMBINATK	2.750	39.921	-8.794	0.511	-0.251	0.374	-113.222



Whole Structure Fy 75kN:1m 4 COMBINATION LOAD CASE 4



Job Title COMPARTMENT

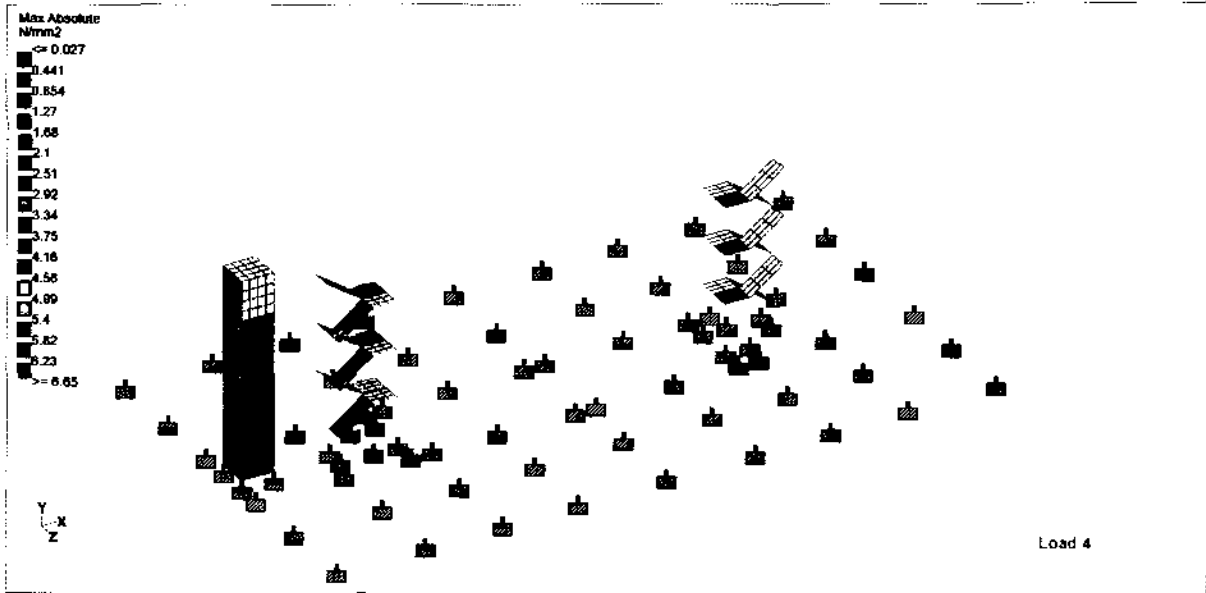
Client University Of Tecnology

Plate Centre Stress Summary

	Plate	LC	Shear		Membrane			Bending		
			Qx (N/mm ²)	Qy (N/mm ²)	Sx (N/mm ²)	Sy (N/mm ²)	Sxy (N/mm ²)	Mx (kNm/m)	My (kNm/m)	Mxy (kNm/m)
Max Qx	1316	4:COMBINATIC	0.264	-0.210	-0.278	-0.035	0.172	-34.767	-4.790	5.571
Min Qx	1436	4:COMBINATIC	-0.215	-0.141	0.239	0.013	0.147	-26.774	-3.427	-3.117
Max Qy	1429	4:COMBINATIC	0.147	0.258	-0.031	-0.490	-0.178	-3.702	-16.291	-1.329
Min Qy	1316	4:COMBINATIC	0.264	-0.210	-0.278	-0.035	0.172	-34.767	-4.790	5.571
Max Sx	1195	4:COMBINATIC	-0.045	0.053	1.148	0.274	-0.800	-1.320	-2.715	1.339
Min Sx	1188	4:COMBINATIC	0.062	-0.017	-1.882	-0.357	-0.647	-2.980	-0.226	-0.014
Max Sy	1215	4:COMBINATIC	0.070	0.044	0.986	1.355	0.943	-4.243	-2.582	-1.919
Min Sy	1151	4:COMBINATIC	0.006	0.123	-0.938	-2.731	-1.471	-0.390	-1.814	0.646
Max Sxy	1148	4:COMBINATIC	-0.008	0.128	-0.974	-2.718	1.490	-0.351	-1.764	-0.627
Min Sxy	1151	4:COMBINATIC	0.006	0.123	-0.938	-2.731	-1.471	-0.390	-1.814	0.646
Max Mx	1315	4:COMBINATIC	0.262	-0.210	0.272	-0.000	-0.149	33.799	4.775	-5.577
Min Mx	1316	4:COMBINATIC	0.264	-0.210	-0.278	-0.035	0.172	-34.767	-4.790	5.571
Max My	1465	4:COMBINATIC	-0.031	0.058	-0.133	-0.409	0.223	1.846	10.635	-0.156
Min My	1441	4:COMBINATIC	0.140	0.214	-0.039	-0.241	-0.165	-3.394	-26.732	-3.082
Max Mxy	1318	4:COMBINATIC	0.264	-0.210	-0.278	-0.035	0.172	-34.767	-4.790	5.571
Min Mxy	1315	4:COMBINATIC	0.262	-0.210	0.272	-0.000	-0.149	33.799	4.775	-5.577

Plate Centre Principal Stress Summary

	Plate	LC	Principal		Von Mises		Tresca	
			Top (N/mm ²)	Bottom (N/mm ²)	Top (N/mm ²)	Bottom (N/mm ²)	Top (N/mm ²)	Bottom (N/mm ²)
Max (t)	1441	4:COMBINATIC	6.642	-6.642	6.321	5.766	6.642	6.083
Max (b)	1441	4:COMBINATIC	6.642	-6.642	6.321	5.766	6.642	6.083
Max VM (t)	1441	4:COMBINATIC	6.642	-6.642	6.321	5.766	6.642	6.083
Max VM (b)	1436	4:COMBINATIC	6.100	-6.100	5.772	6.332	6.100	6.646
Tresca (t)	1441	4:COMBINATIC	6.642	-6.642	6.321	5.766	6.642	6.083
Tresca (b)	1436	4:COMBINATIC	6.100	-6.100	5.772	6.332	6.100	6.646



Whole Structure

Reactions

Node	LC	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1	1:D.L	2.437	156.447	1.180	1.582	-0.001	-3.184
	2:S.I.D	3.509	214.668	1.818	2.439	-0.002	-4.553
	3:L.L	0.730	35.780	0.370	0.497	-0.001	-0.909
	4:COMBINATIC	8.303	502.586	4.190	5.621	-0.006	-10.739
	5:COMBINATIC	6.676	406.895	3.368	4.518	-0.004	-8.646
2	1:D.L	3.830	260.495	-0.288	-0.384	-0.001	-5.076
	2:S.I.D	4.580	275.956	-1.097	-1.459	-0.004	-6.064
	3:L.L	1.436	72.976	-0.086	-0.114	0.001	-1.840
	4:COMBINATIC	12.390	760.502	-1.800	-2.393	-0.004	-16.312
	5:COMBINATIC	9.846	609.426	-1.471	-1.957	-0.004	-12.880
3	1:D.L	1.785	128.558	-0.646	-0.867	-0.061	-2.202
	2:S.I.D	2.240	71.615	-0.523	-0.697	-0.056	-2.819
	3:L.L	0.880	26.429	-0.235	-0.314	-0.025	-1.057
	4:COMBINATIC	6.214	282.493	-1.778	-2.378	-0.181	-7.717
	5:COMBINATIC	4.885	226.601	-1.403	-1.877	-0.142	-6.079
4	1:D.L	49.145	169.226	33.461	-3.485	0.160	3.160
	2:S.I.D	19.888	36.368	4.384	-0.690	0.158	0.383
	3:L.L	12.885	23.845	2.973	-0.458	0.103	0.224
	4:COMBINATIC	103.455	284.867	50.170	-5.743	0.545	4.610
	5:COMBINATIC	81.918	229.440	40.817	-4.633	0.420	3.767
8	1:D.L	47.710	169.996	-35.223	3.395	-0.116	3.293
	2:S.I.D	17.959	34.340	-5.367	0.585	-0.122	0.448
	3:L.L	12.057	23.088	-3.638	0.397	-0.084	0.255
	4:COMBINATIC	98.095	282.144	-54.529	5.413	-0.419	4.897
	5:COMBINATIC	77.727	227.424	-44.228	4.378	-0.322	3.996
9	1:D.L	1.118	114.545	0.607	0.800	-0.017	-1.037
	2:S.I.D	1.515	55.114	0.518	0.693	-0.008	-1.582



Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal			Moment		
		FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	3:L.L	0.542	20.407	0.223	0.298	-0.013	-0.463
	4:COMBINATK	4.028	236.241	1.708	2.268	-0.050	-3.884
	5:COMBINATK	3.176	190.065	1.349	1.791	-0.038	-3.082
10	1:D.L	3.622	259.512	0.329	0.424	0.047	-4.632
	2:S.I.D	4.391	275.766	1.164	1.550	0.037	-5.664
	3:L.L	1.325	72.443	0.109	0.144	0.025	-1.601
	4:COMBINATK	11.735	758.242	1.966	2.599	0.140	-14.916
	5:COMBINATK	9.338	607.721	1.602	2.118	0.109	-11.896
11	1:D.L	2.343	157.731	-1.238	-1.673	0.015	-2.973
	2:S.I.D	3.440	216.154	-1.871	-2.509	0.002	-4.400
	3:L.L	0.673	36.181	-0.385	-0.518	0.016	-0.781
	4:COMBINATK	8.018	506.552	-4.346	-5.847	0.046	-10.098
	5:COMBINATK	6.457	410.066	-3.493	-4.700	0.033	-8.154
246	1:D.L	-41.400	243.227	57.349	-5.143	0.151	-5.470
	2:S.I.D	-11.991	108.177	27.285	-2.333	0.144	-2.653
	3:L.L	-6.710	64.967	16.325	-1.419	0.094	-1.643
	4:COMBINATK	-74.805	525.633	127.681	-11.242	0.506	-12.376
	5:COMBINATK	-60.101	416.372	100.959	-8.896	0.390	-9.766
250	1:D.L	-43.748	245.817	-55.643	5.327	-0.111	-5.415
	2:S.I.D	-13.595	108.743	-25.893	2.450	-0.116	-2.556
	3:L.L	-7.445	65.881	-15.991	1.464	-0.086	-1.610
	4:COMBINATK	-80.724	530.581	-123.429	11.675	-0.409	-12.142
	5:COMBINATK	-64.788	420.241	-97.527	9.241	-0.312	-9.581
350	1:D.L	-0.453	272.424	2.814	3.798	0.009	0.656
	2:S.I.D	-0.671	373.221	3.668	5.030	0.013	0.990
	3:L.L	-0.191	75.024	1.013	1.338	0.003	0.296
	4:COMBINATK	-1.654	894.812	9.399	12.734	0.031	2.449
	5:COMBINATK	-1.315	720.669	7.495	10.166	0.025	1.942
351	1:D.L	-0.491	399.540	-0.219	-0.287	-0.010	0.687
	2:S.I.D	-0.396	450.502	-0.750	-0.958	-0.001	0.569
	3:L.L	-0.268	133.654	-0.067	-0.100	-0.008	0.397
	4:COMBINATK	-1.492	1.23E 3	-1.270	-1.653	-0.025	2.142
	5:COMBINATK	-1.154	983.696	-1.036	-1.344	-0.018	1.653
352	1:D.L	-0.468	339.691	-0.853	-1.145	0.096	0.786
	2:S.I.D	-0.670	295.198	-0.813	-1.041	0.064	1.080
	3:L.L	-0.537	163.865	-0.105	-0.161	0.057	0.840
	4:COMBINATK	-2.226	1.02E 3	-2.167	-2.881	0.285	3.583
	5:COMBINATK	-1.676	798.754	-1.771	-2.347	0.218	2.706
353	1:D.L	-0.288	316.603	0.449	0.538	-0.010	0.589
	2:S.I.D	-0.339	273.941	0.577	0.757	-0.015	0.652
	3:L.L	-0.263	153.771	-0.067	-0.136	-0.004	0.467
	4:COMBINATK	-1.172	954.686	1.123	1.337	-0.037	2.237
	5:COMBINATK	-0.889	744.315	0.958	1.159	-0.029	1.709
354	1:D.L	-0.588	403.466	0.078	0.033	0.012	0.887
	2:S.I.D	-0.482	454.617	0.745	0.970	0.005	0.746
	3:L.L	-0.320	135.602	-0.049	-0.115	0.008	0.505
	4:COMBINATK	-1.796	1.25E 3	0.908	1.020	0.033	2.767
	5:COMBINATK	-1.390	993.686	0.773	0.888	0.025	2.138



Job Title COMPARTMENT

Reactions Cont...

Node	LIC	Horizontal			Moment		
		FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
355	1:D.L	-0.523	273.397	-3.071	-4.293	0.000	0.799
	2:S.I.D	-0.722	374.367	-3.667	-4.983	-0.007	1.092
	3:L.L	-0.234	75.365	-1.227	-1.765	0.005	0.383
	4:COMBINATIK	-1.869	897.901	-10.050	-13.955	-0.001	2.882
	5:COMBINATIK	-1.479	723.129	-7.966	-11.041	-0.003	2.274
386	1:D.L	-0.539	9.373	1.616	0.800	-0.341	2.317
	2:S.I.D	-2.093	1.766	0.822	0.531	-0.134	2.556
	3:L.L	0.471	6.856	1.195	0.490	-0.283	1.092
	4:COMBINATIK	-2.406	24.336	4.837	2.381	-1.023	7.595
	5:COMBINATIK	-2.162	17.995	3.633	1.821	-0.758	5.965
387	1:D.L	-2.899	1.331	0.344	0.437	0.094	3.532
	2:S.I.D	-2.604	-2.011	0.687	0.556	0.092	2.590
	3:L.L	-1.507	1.077	-0.201	0.049	0.078	2.217
	4:COMBINATIK	-9.015	0.907	0.915	1.271	0.347	10.894
	5:COMBINATIK	-7.010	0.396	0.830	1.043	0.264	8.339
484	1:D.L	-5.296	112.522	2.253	2.138	0.322	6.189
	2:S.I.D	-3.308	38.092	1.042	0.892	0.252	3.911
	3:L.L	-3.364	69.914	1.652	1.609	0.189	3.899
	4:COMBINATIK	-15.707	292.598	6.598	6.211	0.990	18.359
	5:COMBINATIK	-11.988	220.527	4.947	4.639	0.762	13.999
485	1:D.L	-2.693	98.307	-1.073	-0.634	0.339	3.101
	2:S.I.D	-1.400	32.227	-0.789	-0.636	0.259	1.597
	3:L.L	-1.865	59.982	-0.694	-0.346	0.202	2.116
	4:COMBINATIK	-7.894	252.580	-3.345	-2.079	1.040	9.023
	5:COMBINATIK	-5.957	190.496	-2.556	-1.617	0.799	6.814
558	1:D.L	-0.357	237.492	0.080	0.098	0.024	0.546
	2:S.I.D	-0.361	255.946	-0.991	-1.343	0.020	0.563
	3:L.L	-0.240	87.361	0.244	0.323	0.013	0.373
	4:COMBINATIK	-1.246	731.904	-0.704	-0.977	0.073	1.928
	5:COMBINATIK	-0.958	580.800	-0.668	-0.922	0.057	1.482
559	1:D.L	-4.857	24.711	0.120	-0.179	0.298	5.812
	2:S.I.D	-2.946	-1.319	-0.486	-0.807	0.239	3.601
	3:L.L	-3.103	1.868	0.302	0.171	0.172	3.675
	4:COMBINATIK	-14.329	31.059	0.045	-0.910	0.920	17.176
	5:COMBINATIK	-10.906	25.260	-0.064	-0.816	0.709	13.088
560	1:D.L	-2.967	24.797	-1.490	-1.531	0.327	3.331
	2:S.I.D	-1.500	-1.217	-1.157	-1.372	0.255	1.681
	3:L.L	-1.976	1.895	-0.841	-0.788	0.189	2.210
	4:COMBINATIK	-8.521	31.327	-4.522	-4.745	1.002	9.550
	5:COMBINATIK	-6.442	25.475	-3.488	-3.692	0.771	7.222
561	1:D.L	-0.687	244.098	-0.173	-0.251	-0.012	1.129
	2:S.I.D	-0.649	261.350	0.963	1.322	-0.005	1.074
	3:L.L	-0.402	90.921	-0.312	-0.443	-0.009	0.657
	4:COMBINATIK	-2.246	752.012	0.449	0.576	-0.035	3.694
	5:COMBINATIK	-1.738	596.369	0.478	0.628	-0.026	2.859
604	1:D.L	-0.101	242.813	3.096	4.126	0.018	0.197
	2:S.I.D	-0.168	333.556	3.786	5.056	0.016	0.335
	3:L.L	-0.071	64.678	1.173	1.558	0.005	0.140



Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal		Vertical	Moment		
		FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	4:COMBINATK	-0.437	795.128	10.136	13.511	0.049	0.862
	5:COMBINATK	-0.340	641.047	8.056	10.740	0.039	0.672
605	1:D.L	-0.101	337.723	-0.694	-0.937	0.019	0.182
	2:S.I.D	-0.082	482.072	-0.723	-0.977	0.013	0.167
	3:L.L	-0.076	98.380	-0.292	-0.396	0.010	0.147
	4:COMBINATK	-0.341	1.14E 3	-2.167	-2.929	0.055	0.654
	5:COMBINATK	-0.259	918.175	-1.709	-2.309	0.042	0.496
606	1:D.L	-0.211	337.977	0.692	0.902	-0.008	0.400
	2:S.I.D	-0.180	482.068	0.798	1.088	-0.000	0.360
	3:L.L	-0.136	98.627	0.266	0.331	-0.007	0.265
	4:COMBINATK	-0.686	1.14E 3	2.214	2.917	-0.021	1.335
	5:COMBINATK	-0.527	918.673	1.757	2.321	-0.015	1.025
607	1:D.L	-0.168	244.266	-3.286	-4.457	-0.027	0.336
	2:S.I.D	-0.217	335.086	-3.855	-5.124	-0.009	0.434
	3:L.L	-0.112	65.288	-1.302	-1.799	-0.014	0.224
	4:COMBINATK	-0.640	799.684	-10.652	-14.376	-0.065	1.282
	5:COMBINATK	-0.496	644.640	-8.443	-11.380	-0.050	0.994
620	1:D.L	0.216	239.828	0.104	0.112	0.027	-0.218
	2:S.I.D	0.239	261.490	-0.912	-1.249	0.013	-0.235
	3:L.L	0.054	84.797	0.219	0.279	0.016	-0.019
	4:COMBINATK	0.633	737.256	-0.620	-0.918	0.074	-0.573
	5:COMBINATK	0.509	586.114	-0.589	-0.858	0.056	-0.471
621	1:D.L	-0.027	239.182	-0.196	-0.272	-0.010	0.251
	2:S.I.D	0.028	260.537	0.875	1.204	0.004	0.172
	3:L.L	-0.064	84.690	-0.280	-0.392	-0.010	0.208
	4:COMBINATK	-0.101	735.167	0.367	0.490	-0.023	0.840
	5:COMBINATK	-0.063	584.409	0.399	0.539	-0.016	0.631
640	1:D.L	0.242	258.061	2.952	3.770	0.038	-0.252
	2:S.I.D	0.251	350.992	3.446	4.602	0.026	-0.211
	3:L.L	0.050	69.989	1.100	1.362	0.016	-0.018
	4:COMBINATK	0.671	842.846	9.436	12.226	0.102	-0.585
	5:COMBINATK	0.542	679.042	7.497	9.734	0.079	-0.481
641	1:D.L	0.332	384.886	-0.378	-0.582	0.008	-0.384
	2:S.I.D	-0.489	366.227	-0.749	-1.006	0.003	0.726
	3:L.L	0.104	125.988	-0.165	-0.266	0.003	-0.089
	4:COMBINATK	-0.022	1.1E 3	-1.616	-2.332	0.017	0.268
	5:COMBINATK	-0.053	877.102	-1.291	-1.854	0.014	0.253
642	1:D.L	0.176	325.384	0.193	0.176	0.024	-0.158
	2:S.I.D	0.160	294.671	0.149	0.188	0.015	-0.121
	3:L.L	0.061	125.743	0.191	0.208	0.013	-0.025
	4:COMBINATK	0.501	945.254	0.716	0.769	0.068	-0.375
	5:COMBINATK	0.397	745.797	0.533	0.572	0.053	-0.304
643	1:D.L	-0.038	322.829	-0.232	-0.241	-0.009	0.276
	2:S.I.D	-0.024	292.750	-0.156	-0.190	-0.001	0.251
	3:L.L	-0.042	124.574	-0.214	-0.250	-0.008	0.183
	4:COMBINATK	-0.142	938.014	-0.808	-0.917	-0.024	0.926
	5:COMBINATK	-0.105	740.154	-0.602	-0.681	-0.017	0.710
644	1:D.L	0.233	384.764	0.413	0.617	-0.004	-0.180



Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal		Vertical	Moment		
		FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	5:COMBINATIC	0.404	647.329	0.610	1.249	0.042	0.071
726	1:D.L	-0.434	257.304	3.020	3.916	-0.045	0.667
	2:S.I.D	-0.558	276.731	1.519	1.928	-0.019	0.900
	3:L.L	-0.189	69.776	1.143	1.453	-0.026	0.307
	4:COMBINATIC	-1.492	752.484	7.277	9.337	-0.117	2.372
	5:COMBINATIC	-1.180	603.811	5.683	7.297	-0.089	1.874
727	1:D.L	-0.535	384.465	-0.340	-0.508	-0.025	0.804
	2:S.I.D	0.307	292.055	-0.143	-0.236	-0.010	-0.312
	3:L.L	-0.264	125.876	-0.142	-0.223	-0.014	0.415
	4:COMBINATIC	-0.695	1.01E 3	-0.807	-1.249	-0.065	1.255
	5:COMBINATIC	-0.492	802.396	-0.625	-0.967	-0.049	0.908
728	1:D.L	-0.428	320.858	0.182	0.185	-0.011	0.670
	2:S.I.D	-0.456	293.277	0.026	-0.013	-0.003	0.724
	3:L.L	-0.237	123.355	0.184	0.212	-0.007	0.384
	4:COMBINATIC	-1.440	934.330	0.544	0.546	-0.028	2.288
	5:COMBINATIC	-1.121	737.490	0.392	0.385	-0.021	1.779
729	1:D.L	-0.655	319.705	-0.209	-0.213	0.032	1.128
	2:S.I.D	-0.647	292.519	-0.051	-0.018	0.020	1.109
	3:L.L	-0.347	122.905	-0.187	-0.206	0.015	0.606
	4:COMBINATIC	-2.118	931.317	-0.610	-0.607	0.086	3.654
	5:COMBINATIC	-1.649	735.129	-0.446	-0.437	0.067	2.843
730	1:D.L	-0.635	384.454	0.407	0.605	0.030	1.008
	2:S.I.D	0.218	291.969	0.179	0.287	0.018	-0.131
	3:L.L	-0.318	125.928	0.178	0.280	0.016	0.526
	4:COMBINATIC	-1.009	1.01E 3	0.989	1.519	0.082	1.893
	5:COMBINATIC	-0.735	802.351	0.764	1.172	0.063	1.403
731	1:D.L	-0.503	259.138	-3.078	-3.976	0.052	0.809
	2:S.I.D	-0.608	277.879	-1.584	-1.983	0.030	1.000
	3:L.L	-0.231	70.552	-1.148	-1.437	0.026	0.394
	4:COMBINATIC	-1.703	757.304	-7.407	-9.449	0.140	2.802
	5:COMBINATIC	-1.342	607.569	-5.790	-7.395	0.108	2.204
756	1:D.L	-0.367	242.972	0.255	0.380	-0.007	0.598
	2:S.I.D	-0.497	255.229	-0.984	-1.333	0.004	0.788
	3:L.L	-0.166	88.635	0.379	0.541	-0.007	0.294
	4:COMBINATIC	-1.302	739.657	-0.268	-0.279	-0.014	2.134
	5:COMBINATIC	-1.030	586.836	-0.350	-0.413	-0.009	1.680
757	1:D.L	-0.620	240.832	-0.191	-0.280	0.033	1.092
	2:S.I.D	-0.703	253.391	0.975	1.315	0.018	1.194
	3:L.L	-0.290	87.560	-0.315	-0.433	0.016	0.536
	4:COMBINATIC	-2.051	733.184	0.436	0.550	0.087	3.600
	5:COMBINATIC	-1.613	581.784	0.468	0.602	0.067	2.822
776	1:D.L	2.889	22.705	1.760	1.973	0.377	-3.079
	2:S.I.D	1.127	-7.079	0.877	1.128	0.226	-1.134
	3:L.L	2.173	-3.208	0.939	0.951	0.212	-2.344
	4:COMBINATIC	8.295	13.619	4.666	5.242	1.062	-8.807
	5:COMBINATIC	6.188	12.418	3.576	4.051	0.815	-6.558
777	1:D.L	4.884	22.393	0.257	0.708	0.345	-5.776
	2:S.I.D	2.293	-6.711	0.638	0.923	0.207	-2.727



Reactions Cont...

Node	LC	Horizontal		Vertical	Moment		
		FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	2:S.I.D	-0.577	366.968	0.808	1.092	0.003	0.904
	3:L.L	0.050	125.988	0.168	0.259	-0.002	0.022
	4:COMBINATIC	-0.332	1.1E 3	1.734	2.465	-0.005	0.904
	5:COMBINATIC	-0.294	877.720	1.389	1.968	-0.004	0.746
645	1:D.L	0.176	259.882	-3.077	-3.967	-0.037	-0.115
	2:S.I.D	0.204	352.851	-3.526	-4.692	-0.019	-0.114
	3:L.L	0.010	70.778	-1.170	-1.484	-0.018	0.065
	4:COMBINATIC	0.472	848.526	-9.796	-12.765	-0.094	-0.171
	5:COMBINATIC	0.390	683.512	-7.773	-10.143	-0.073	-0.164
670	1:D.L	-0.600	265.157	-0.053	-0.270	0.013	0.887
	2:S.I.D	-0.697	285.376	-0.730	-1.112	0.015	1.032
	3:L.L	-0.318	95.881	0.139	0.093	0.006	0.485
	4:COMBINATIC	-2.065	814.048	-0.718	-1.510	0.043	3.079
	5:COMBINATIC	-1.615	646.413	-0.844	-1.289	0.034	2.404
671	1:D.L	-0.824	264.250	0.048	0.273	0.007	1.336
	2:S.I.D	-0.888	284.021	0.715	1.106	0.003	1.415
	3:L.L	-0.425	95.516	-0.139	-0.090	0.002	0.701
	4:COMBINATIC	-2.735	810.751	0.693	1.510	0.014	4.423
	5:COMBINATIC	-2.137	643.787	0.624	1.289	0.011	3.452
690	1:D.L	-0.098	282.035	2.801	3.285	-0.008	0.211
	2:S.I.D	-0.268	373.446	3.006	3.721	0.009	0.498
	3:L.L	-0.069	78.448	1.037	1.168	-0.007	0.145
	4:COMBINATIC	-0.550	912.094	8.627	10.277	-0.009	1.082
	5:COMBINATIC	-0.435	733.929	6.844	8.175	-0.006	0.854
691	1:D.L	-0.101	391.575	-0.996	-1.528	0.004	0.210
	2:S.I.D	-0.199	396.917	-0.933	-1.378	0.008	0.352
	3:L.L	-0.078	121.046	-0.427	-0.663	0.002	0.161
	4:COMBINATIC	-0.485	1.14E 3	-2.998	-4.548	0.017	0.932
	5:COMBINATIC	-0.378	909.538	-2.356	-3.569	0.013	0.723
692	1:D.L	-0.202	391.381	1.051	1.603	0.012	0.415
	2:S.I.D	-0.290	396.429	1.002	1.476	0.007	0.534
	3:L.L	-0.133	121.113	0.448	0.691	0.005	0.272
	4:COMBINATIC	-0.802	1.14E 3	3.180	4.802	0.031	1.575
	5:COMBINATIC	-0.624	908.923	2.501	3.771	0.024	1.222
693	1:D.L	-0.165	283.873	-2.879	-3.385	0.008	0.349
	2:S.I.D	-0.317	375.393	-3.086	-3.813	-0.005	0.598
	3:L.L	-0.111	79.253	-1.070	-1.211	0.005	0.229
	4:COMBINATIC	-0.755	917.924	-8.870	-10.576	0.011	1.504
	5:COMBINATIC	-0.593	738.519	-7.035	-8.410	0.008	1.177
706	1:D.L	0.368	266.584	-0.072	-0.300	0.001	-0.402
	2:S.I.D	0.420	286.822	-0.746	-1.140	0.002	-0.455
	3:L.L	0.146	96.432	0.128	0.077	0.001	-0.132
	4:COMBINATIC	1.179	818.380	-0.776	-1.605	0.005	-1.240
	5:COMBINATIC	0.934	649.839	-0.690	-1.363	0.004	-0.989
707	1:D.L	0.141	265.705	0.041	0.253	0.020	0.053
	2:S.I.D	0.227	285.467	0.709	1.090	0.015	-0.069
	3:L.L	0.036	96.156	-0.140	-0.095	0.007	0.088
	4:COMBINATIC	0.499	815.257	0.677	1.460	0.053	0.120