استخدام تقنية (BIM) لنمذجة خدمات المباني

إعداد:

حذيفة محمد عوض علي

خالد أحمد محمد صالح

مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة بكلاريوس الشرف في الهندسة الميكانيكية

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة و التقنية

جامعة وادي النيل

يوليو 2018

استخدام تقنية (BIM) لنمذجة خدمات المباني

إعداد:

حذيفة محمد عوض علي 152505

خالد أحمد محمد صالح 152506

مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة بكلاريوس الشرف في الهندسة الميكانيكية

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة و التقنية

جامعة وادي النيل

يوليو 2018

بسم الله الرحمن الرحيم

الاية

قال تعالي

(لاَ يُكَلِّفُ اللّهُ نَفْساً إِلاَّ وُسْعَهَا لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ رَبَّنَا لاَ تُؤَاخِذْنَا إِن نَّسِينَا أَوْ أَخْطَأْنَا رَبَّنَا وَلاَ تَحْمِلْ عَلَيْنَا إِصْراً كَمَا حَمَلْتَهُ عَلَى الَّذِينَ مِن قَبْلِنَا رَبَّنَا وَلاَ تُحَمِّلْنَا مَا لاَ طَاقَةَ لَنَا بِهِ وَاعْفُ عَنَّا وَاغْفِرْ لَنَا وَارْحَمْنَا أَنتَ مَوْلاَنَا فَانصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ)

صدق الله العظيم

سورة البقرة الاية (286)

اهـداء

الى من صبرت في تربيتي حتى تبرم الصبر من صبرها

الى من تجرعت مر الحياة لتسقينا شهد العلم و الأخلاق

الى امرأة خرافية التضحيات ...لكي اسما ايات الوفاء ...

أمي الحبيبة

إلي من حفر الصخر بأظافره لكي انعم انا بكل الاشياء ...

الى رمز الأصالة و التعفف والفداء..

الى من اعتز بان يكون ..

أبي الغالي

الى من عاشوا معي جميع لحظات حياتي وقدموا لي ما احتاج

فان كان هذا نجاح فأنتم جزء كبير منه..

عائلتي الكريمة

اليكم فقط يا من تخلصون ـــ ليس سواكم ـــ في علمكم

لرفعه هذا الوطن وتقدمة

إلي كل من زاملنا في مراحلنا الدراسية ونخص زملائنا بكلية

الهندسة والتقنية

الشكر والعرفان

نبعث بالشكر أجزلة الي كل من مد لنا يد العون

لانجاح هذا المشروع كما نبعث بالشكر للأساتذة الأجلاء

بكلية الهندسة ونخص بالشكر _ بعد الله سبحانه وتعالي

الاستاذ :

اسامة مُحَمَّد المرضي سليمان

مشرف المشروع

والاستاذ:

مصعب الحاج

اللذان لم يبخلا علينا بشئ ونشكر فيهما صبرهما علينا

ومساعدتهما لنا

المهندس:

عبد الحافظ صلاح حامد بلال

مدير المشروعات بشركة جنرال

المهندس:

أحمد امين

استشاري وحاصل على شهادة من اوتديسك في الريفت

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحة
	الاية	ii
	الاهداء	iii
	الشكر والعرفان	iv
	فهرس المحتويات	v
	فهرس الأشكال	viii
	الملخص	x
	Abstract	xi
الفصل الاول : مقدمة		
1.1	تاريخ نمذجة معمومات البناء	1
1.2	مميزات تقنية (BIM)	2
1.3	محددات تقنية (BIM)	3
1.4	المفاهيم الأساسية في تقنية (BIM)	4
1.4.1	استخدام قاعدة البيانات بدلاً عن الرسم	4
1.4.2	مفهوم النموذج الموزع	4
1.4.3	إضافة القيمة إلى (BIM)	5
1.5	الأدوات البرمجية في (BIM)	5
1.5.1	أدوات النمذجة	6
1.5.2	أدوات التحليل	7
1.6	التشغيل البيني لنموذج (BIM)	9
1.7	مقارنة بيننمذجة معلومات البناء(BIM) والتصميم بمساعدة الحاسوب (CAD)	9
1.8	نموذج مبسط لدورة استخدام الـ(BIM)	11
1.9	نظرة مستقبلية لبرمجية الـ(BIM)	11
1.10	الهدف من الدراسة	12
الفصل الثاني : الأعمال الميكانيكية وتجهيزات الصرف الصحي		
2.1	أعمال التكييف والتجهيزات الصحية	13
2.1	أعمال التكييف	13
2.1.2	خواص الهواء	13
2.1.3	الغرض من تكييف الهواء	15
2.1.4	عمليات تكييف الهواء المختلفة	15
2.1.5	مجالات استخدام تكييف الهواء	17
2.1.6	تصنيف أنظمة تكييف الهواء	17
2.1.6.1	التصنيفات حسب نوع النظام	18

2.1.7	أنظمة تكييف الهواء	29
2.2	الاشغال الصحية	30
2.2.1	الأجهزة الصحية	30
2.2.2	المواد التي تصنع منها الأجهزة الصحية	31
2.2.3	انواع الأجهزة الصحية	31
2.2.3.1	أنواع المجموعة الاولي من الأجهزة الصحية (المراحيض والمباول)	31
2.2.3.2	أنواع المجموعة الثانية من الأجهزة الصحية	34
2.2.4	أنظمة الصرف الصحي	36
2.2.4.1	نظم الصرف ذات الماسورة الواحدة (Single pipe systems)	37
2.2.4.2	نظم الصرف ذات الماسورتين (Two pipes systems)	42
الفصل الثالث : الأعمال الميكانيكية والكهربائية والصرف الصحي بتقنية نمذجة معلومات البناء (BIM)		
3.1	تمهيد	49
3.2	المفاهيم الاساسية لتقنية نمذجة معلومات البناء	49
3.2.1	نموذج المبني القابل للحوسبة	49
3.2.2	التصميم المتكامل للأعمالالميكانيكية والكهربية واعمال الصرف الصحي	50
3.2.3	إدارة العناصر المتغيرة (parametric change management)	50
3.3	تصميم الأعمال الميكانيكية (MEP) باستخدام برنامج (Revit)	51
3.3.1	التصميم والاقتراحات	51
3.3.2	التداخل (Interferences)	52
3.4	نمذجة معلومات البناء (BIM) لتصميم الأعمال الميكانيكية (MEP)	54
3.4.1	التصميم المتمحور حول البيانات (Data-Centric Design)	54
3.4.2	فكرة التصميم	56
3.5	تحسين التنسيق بين مصممين المشروع	57
3.6	تحسين الاتصالات	57
3.7	نمذجة معلومات البناء للتصميم الكهربي	58
3.7.1	تمهيد	58
3.7.2	الاعتبارات والتصميم	59
الفصل الرابع : دراسة الحالة (Case Study)		
4.1	الوصف المعماري	60
4.2	المنطقة الجغرافية	61
4.3	أحمال تكييف المبنى	61
4.4	برمجية النمذجة المستخدمة لتصميم الأعمال الميكانيكية	62
4.4.1	ضبط (Revit 2015)	62
4.4.2	تحميل القالب	63
4.4.3	معلومات المشروع	63

4.4.4	بيانات إضافية متعلقة بخدمات المبني	64
4.4.5	التأكد من صلاحية النموذج المعماري	64
4.4.6	تحضير النموذج	65
4.5	خطوات أعمال التكييف	66
4.5.1	تحديد المساحات (SPACE)	66
4.5.2	تقسيم (Spaces) الي (Zones)	67
4.5.3	حساب الأحمال الحرارية (Heating and Cooling Load)	68
4.5.4	توزيع موزعات الهواء(Diffuser) و توصيلها بمجاري الهواء (DUCT)	71
4.5.5	تحديد أحجام مجاري الهواء (Duct Sizing)	72
4.5.6	توصيل وحدة مناولة الهواء (AHU)	73
4.6	خطوات أعمال الصرف الصحي	74
4.6.1	وضع التركيبات الصحية (Plumping Fixtures)	74
4.6.2	توصيل مواسير الصرف الصحي و مواسير مياه التغذية	75
الفصل الخامس : الخلاصة والتوصيات		
5.1	الخلاصة	78
5.2	التوصيات	79
	المراجع	80
الملاحق		
	ملحق A	81
	ملحق B	106
	ملحق C	107
	ملحق D	110
	ملحق E	110
	ملحق F	111
	ملحق G	114
	ملحق H	115

فهرس الاشكال

رقم الشكل	الشكل	رقم الصفحة
1.1	الادوات البرمجية المتوفرة في السوق	6
1.2	عملية كشف التضارب	8
1.3	عملية حل التضارب	8
2.1	تركيب الوحدات الشباكية	19
2.2	مكونات الوحدة الشباكية	20
2.3	انواع المكيفات المنفصلة	23
2.4	وحدة تكييف مجمعة	24
2.5	منظومة تكييف مركزي	26
2.6	وحدة مناولة الهواء (AHU)	28
2.7	المرحاض العربي	32
2.8	المرحاض الإفرنجي	33
2.9	تفاصيل ومقاسات المباول	33
2.10	تفاصيل ومقاسات المغاسل	34
2.11	تفاصيل ومقاسات البانيوهات	35
2.12	مقاسات وأشكال أحواض المطبخ	36
2.13	نظام الماسورة المهواة بالكامل	38
2.14	النظام المعدل للماسورة الواحدة مع تهوية أفرع	39
2.15	نظام العمود الوحيد	39
2.16	نظام سوفينت للعمود الوحيد	41
2.17	نظام العمود الوحيد مع عمود الهواء	41
2.18	نظام الماسورتين التقليدي	43
2.19	نظام الماسورتين كاملتي التهوية	44
2.20	النظام المعدل لماسورتين مع تهوية أفرع ماسورة العمل	45
2.21	الصرف على طريقة العمل	46
2.22	طرق الصرف على عمود	47
2.23	نظام الماسورتين بسيفونات الأرضيات مع تهوية أفرع ماسورة العمل	48
3.1	مشروع (Revit) متكامل للأعمال الميكانيكية	51
3.2	عرض التدفق الحرج	52
3.3	التحقق من التداخل خلال عملية التصميم	53
3.4	نظم (Revit) تمكن مباشرة من تحديد حجم مجري الهواء في النموذج أثناء التخطيط	54
3.5	احدي الحلول المقترحة من نظام (Revit) لتوصيل مجاري الهواء بموزعات الهواء	55
3.6	اختيار الحل الامثل الذي يتماشي مع معايير التصميم	55
3.7	خيار (Inspector) يوفر فوراً ملاحظات التصميم	56
3.8	اضافة الالوان الي الغرف حسب معدلات انسياب الهواء	58

3.9	نظم (Revit) يساعد في تنسيق وتصميم الأعمال الكهربائية	59
4.1	الوصف المعماري للمبني	60
4.2	التقسيم الداخلي للمبني	61
4.3	ضبط نموذج (BIM) لانسياب العمل	62
4.4	تحميل القالب	63
4.5	ضبط نقطة اصل المشروع مع نقطة اصل لوحة الرسم	65
4.6	نافذة ضبط الارتفاعات	65
4.7	الطابق الأرضي عند عرضه في قالب (MEP Template)	66
4.8	(الطابق الأول عند عرضه في قالب (MEP Template)	67
4.9	تقسيم (spaces) للطابق الأرضي التي يراد تكييفها الي (zones)	67
4.10	تقسيم (Spaces) للطابق الأول التي يراد تكييفها إلى (Zones)	68
4.11	عملية حساب أحمال التبريد للمبنى	68
4.12	أداة (Legend)	69
4.13	تقرير بمعدلات انسياب الهواء لغرف المبنى للطابق الأرضي باستخدام الأداة (Legend)	70
4.14	تقرير بمعدلات انسياب الهواء لغرف المبنى للطابق الأول باستخدام الأداة (Legend)	70
4.15	عملية رسم مجاري الهواء (Ducts) وتوزيع الـ (Diffuser) في سقف الطابق الأرضي	71
4.16	عملية رسم مجاري الهواء (Ducts) وتوزيع (Diffuser) في سقف الطابق الأول	72
4.17	تحديد حجم مجاري الهواء	72
4.18	قطاع من المبني يبين طريقة توصيل مجري الهواء بوحدة مناولة الهواء فوق سطح المبنى وتوزيعه للفروع في الطابق الأرضيو الاول	73
4.19	مخطط توصيل وحدة مناولة الهواء ومجاري الهواء الرئيسية ومجاري الهواء الفرعية والماكينات وموزعات الهواء مع بعضها البعض	73
4.20	المبني ثلاثي الأبعاد (3D) بعد اكتمال أعمال التكييف	74
4.21	التركيبات الصحية	74
4.22	توصيل مواسير الصرف الصحي ومواسير مياه التغذية	75
4.23	قطاع يبين أعمال الصرف الصحي	76
4.24	أعمال الصرف الصحي ثلاثية الأبعاد (3D) بعد اكتمالها	76
4.25	الأعمال الميكانيكية في المبني	77

الملخص :

الهدف من المشروع هو استخدام تقنية (Building Information Modeling) (BIM) لنمذجة خدمات المباني حيث من خلالها تم تصميم أعمال التكييف والتجهيزات الصحية وعرض البيانات التصميمية.

مع التوجه العالمي نحو المباني الخضراء أو المستدامة تظهر الحوجة إلي تقنيات جديدة تمكن من تصاميم تلبي معايير هذا التوجيه، نجحت تقنية نمذجة المعلومات في ان تنقل عالم البناء الى مستوي جديد من التطوير وظهرت أهميتها في توفير الوقت والمال من خلال الأكتشاف المبكر للأخطاء والتنسيق الجيد بين اطراف المشروع من مصممين ومهندسين ومقاولين ومالكين.

يحتوي المشروع على خمسة فصول ، يتناول الفصل الأول نبذة تاريخية عن التقنية واهم المميزات والمحددات والمفاهيم الأساسية للتقنية والأدوات البرمجية ومقارنة بين نمذجة معلومات البناء(BIM) والتصميم بمساعدة الحاسب (CAD) ويلقي الضوء على مستقبل التقنية

ويحتوي الفصل الثاني على الأعمال الميكانيكية والتجهيزات الصحية التي تتم في المباني بصورة عامة يشتمل الفصل الثالث علي نظرة شاملة لتنفيذ الأعمال الميكانيكية والتجهيزات الصحية والكهربائية بتقنية نمذجة معلومات البناء (BIM).

أما الفصل الرابع فقد سلط الضوء على دراسة الحالة حيث تم تناول ماقد تم تنفيذه من أعمال التكييف والتجهيزات الصحية في النموذج.

واخيرا الفصل الخامس يتناول الخاتمة والتوصيات.

و خلص من الدراسة التي تمت للنموذج أن تقنية (BIM) وبرنامج النمذجة والتحليل (Revit 2015) قد وفر بيئة مثالية لنمذجة خدمات المباني أفضل من تلك المتوفرة في بيئة الـ (CAD).

Abstract:

The objective of the project is to use Building Information Modeling (BIM) to model building services, through which air conditioning, sanitary equipment and design data are designed.

With the global trend towards green or sustainable buildings, the need for new technologies that enable designs to meet the standards of this guidance has been demonstrated. Information modeling technology has moved the construction world to a new level of development and has become important in saving time and money through early detection of errors and good coordination between parties. The project consists of designers, engineers, contractors and owners.

The project consists of five chapters. The first chapter deals with a history of technology, the most important features, limitations and basic concepts of technology and software tools, and a comparison between BIM and CAD. It highlights the future of technology.

The second chapter contains the mechanical work and sanitary equipment in the buildings in general

Chapter 3 contains a comprehensive overview of the implementation of mechanical, electrical and electrical equipment using BIM.

Chapter 4 highlighted the case study, which dealt with the implementation of the adaptation and sanitary equipment in the model.

Chapter 5 deals with the conclusion and recommendations.

The study concluded that BIM and Revit 2015 provided an ideal environment for modeling building services better than those available in the CAD environment.

الفصل الاول

مقدمة

1.1 تاريخ نمذجة معلومات البناء :

(Building information modeling implementation)

إن نمذجة معلومات البناء هي مجال بحثي لايزال في طور النشوء حيث أن المبدأ الذي تقوم عليه كان موجوداً منذ أواسط التسعينات من القرن الماضي ، الا انه بسبب التحسينات الكبيرة الحاصلة في مجال التكنولوجيا ، إن العديد من الابحاث تجرى حالياً بغية تسهيل دخولها في صناعة التشييد . إلا أن التقنيات و النظريات المسؤولة عن فلسفة نمذجة معلومات البناء كانت في قيد التطور منذ السبعينات.

إن أول الادبيات الموثقة عن مبدأ نمذجة معلومات البناء كانت في سنة 1975 ، حيث قدم تشارلز ايستمان في مقالته :

(The use of computers instead of drawings in building design)

وصفاً لنموذجٍ أولي أسماه نظام مواصفات البناء (BDS) (Building Description System) يتوقف عند إحتواءهِ على الفكرة الأساسية في استخدام مبدأ العوامل المتغيرة (Parameters) و الخوارزمية المتعلقة بإنتاج مخطط ثنائي الأبعاد بالاعتماد على نموذج ثلاثي الابعاد ، و قاعدة بيانات واحدة متكاملة للتحليلات البصرية و الكمية ، بل اقترح أيضاً ان مقاولي المشاريع الضخمة سوف يجدون أن هذا التمثيل البصري ذو اهمية كبرى في عمليات الجدولة و التجهيز.

في اواخر السبعينات و خلال حقبة الثمانينات وبسبب التطوير المستمر فإن (BDS)

(Building Description System) بدأ يتخذ شكلاً محلياً اكثر حيث أصبح يعرف في الولايات المتحدة بالاسم (Building Product Models)

وفي أوربا بالاسم (Product Information Models) .

أما مصطلح (Building Modeling) فقد جرى توثيقه لأول مرة بنفس المفهوم الحالي لمصطلح (Building Information Modeling) من قبل "ايش" في دراسته

(Building modeling : the key to integrated construction CAD) في عام 1986

أما مصطلح (Building Information Modeling) فلم يكن قد تم توثيقه حتى قام فان نيدرفين و تولمان بنشر دراستهما (Modeling multiple views on buildings) في عام 1992.

1.2 مميزات تقنية (BIM) :

ما هو الداعي لاستخدام برامج نمذجة معلومات البناء كبديل عن برامج الرسم بمساعدة الحاسب الآلي:

i. الحصر الدقيق للمواد وذلك قبل بدء البناء، وعند عمل تعديل في التصميم يتم التحديث في الحصر تلقائيًا.

ii. حل مشكلة التواصل بين أطراف التصميم من مهندس معماري وإنشائي وإلكتروميكانيك وأي مشاركٍ في عملية التصميم والتنفيذ، فهذه البرامج سهلت الإلمام بتفاصيل المشروع من قِبل الجميع، ومشاركة التعديلات المختلفة فيما بينهم، لتلافي أي تعارضٍ قد يسبب مشاكل أو أخطاء في التنفيذ.

iii. أيضاً التصميم بشكل جيد للعميل، فتصل إليه الصورة النهائية للمبنى ويدرك تفاصيله جيدًا، بدون أن يضطر إلى دراسة رسومات معمارية أو إنشائية قد لا يفهمها، بالتالي يستطيع إبداء رأيه والتعديل على التصميم الذي لا تقارن تكلفة التعديل عليه بتكلفة التعديل على مبنىً منفذ.

iv. الانسجام بين المساقط والقطاعات، وكانت هذه مشكلة أزلية، وهى عمل تعديل في أحد اللوحات ولزوم عمله في جميع اللوحات الأخرى، أما الآن المشروع كله في ملف واحد متكامل، يظهر التعديل تلقائيًا في كل الرسومات عند عمله في أي واحدة منهم.

v. المباني المبتكرة كانت تعاني من مشكلة عدم وجود مرجع أو مباني سابقة يمكن القياس عليها، بالتالي يمكن حدوث مشاكل غير متوقعة نتيجة الوزن أو العوامل الطبيعية غير المحسوب حسابها، أما الآن فنمذجة معلومات البناء توفر كل أنواع المحاكاة لتدارك المشكلة قبل وقوعها.

vi. كثيرًا ما كان يحدث أن يتوقف العمل بسبب انتظار استلام الخامات، أو أن يتم استيراد خامات ومواد قبل وقت احتياجها فتحتاج تكلفة إضافية لتخزينها. برامج إدارة الوقت والتكلفة ساعدت على حل هذه المشاكل

vii. تكلفة التعديل وكانت تقدر بخمس تكلفة المشروع ، الآن التعديل كله على الحاسوب.

viii. مشكلة عدم الانتهاء في الوقت المحدد نتيجة اكتشاف المشاكل داخل الموقع فكان يتم مد فترة المشروع أكثر من مرة ، عند التطبيق الصحيح لنمذجة معلومات البناء يتم اكتشاف المشكلات وحلها مبكرًا أثناء العمل على التصميم.

ix. اختلاف ما تم بناؤه عن التصميم الأصلي نتيجة العمل في الموقع ، مما يضطر المهندسين لعمل لوح مختلفة (As Built) بعد انتهاء العمل ، حاليًا ما تم تصميمه هو ما سيتم تنفيذه.

x. وجود معلومات مطابقة للواقع يمكن استخدامها في إدارة مرافق المبنى وعمل صيانه له.

1.3 محددات تقنية (BIM):

i. تتطلب (BIM) الكثير من الجهد لإنشاء إطار العمل الأولى .

ii. برمجيات (BIM) أكثر تعقيدا من برمجيات التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) .

iii. المصممون الذين يستخدمون برمجيات التصميم بمساعدة الحاسب (CAD) يواجهون صعوبة في الانتقال إلى برمجيات (BIM) .

iv. تتطلب تقنيات (BIM) الكثير من المعلومات لإدخالها ، الأمر الذي يكون صعبا و غامرا للمصممين غير الخبيرين .

v. تتطلب تقنية (BIM) التفكير في ثلاثة أبعاد ، و تصور المنتج النهائي قبل بداية التصميم .

1.4 مفاهيم عامة في تقنية (BIM) :

1.4.1 استخدام قاعدة البيانات بدلاً عن الرسم :

في تقنية (BIM) يطور التصميم كقاعدة بيانات رقمية لا مجموعة رسوم منفصلة ولكن تقوم (BIM) بإنشاء النموذج فإنها تستخدم أغراض (objects) ذكية لتمثيل عناصر المشروع ، ويقصد بالغرض الذكي الذي يمثل عنصر معين لا يمثل فقط الشكل الهندسي للعنصر بل يحمل كل المعلومات المتعلقة بذلك العنصر (Ashrae2008).

1.4.2 مفهوم النموذج الموزع :

يوجد الآن نوعان من الأدوات المستخدمة في (BIM) ، أدوات الرسم وأدوات التحليل و تتخذ (BIM) مقاربة توزيعية لكي تجمع قيمة أدوات الرسم إلى قيمة أدوات التحليل في البيئة التوزيعية لـ (BIM) فإن تصميم النماذج المنفصلة و الإنشاء والجدولة (البعد الرابع) (4D) والتكلفة (البعد الخامس) (5D) و التشغيل ... وغيرها تؤلف ثم يجري عليها التحليل المناسب كما يوضح الشكل السابق .

بما أن كل هذه النماذج هي قاعدة بيانات (BIM) فانه يمكن عرضها معاً لاكتشاف التضارب بين العناصر المعمارية و الإنشائية والميكانيكية والكهربائية بحيث يمكن علاجها افتراضيا مما يقلل تكلفة المشروع ويساعد في تلافي مشاكل الموقع . وهذه القاعدة تمكنها كذلك من تحليل نواحي معينة من البيانات كالاستخدام عند الطلب ، كاستخدام أداة تحليل الطاقة لاستخراج المعلومات المتعلقة فقط

بموقع المشروع والزجاج والأبواب وأداء الأنظمة الميكانيكية والأحمال للمعدات الكهربائية وتولد الحرارة وانعكاسية الأسطح .

أداة تحليل الطاقة هذه مدمج معها المسار السنوي للشمس ودرجة الحرارة وحالة الرياح في الموقع على طول العام مما يمكنها من إعطاء حلول تصميميه مقترحة فيما يخص الطاقة.

1.4.3 إضافة القيمة إلى (BIM):

قيمة (BIM) لا تنحصر فقط في أدوات النمذجة أو النموذج المنتج بل تتعداه إلى تسهيل صنع القرار بشكل تعاوني ، وهكذا ظهرت صيحة جديدة تعرف بـ (IPD) (Integrated project delivery) والتي تترجم إلى التوصيل المتكامل للمشروع والتي تقوم بجمع مالك المشروع بالخبراء والمختصين مما يساعد في فهم ما يريده المالك وفي فهم المالك من أمور التقنية بصورة مبسطة.

بصورة عامة (BIM) هي توليفة من أدوات المحاكاة وأدوات التحليل مع عمليات متكاملة ومتعاونة والتي تضيف قيمة إلى تقنية (BIM) واستخداماتها المباني الخضراء أو المستدامة هو مفهوم يركز على إنشاء المباني باستخدام تقنيات وإجراءات صديقة للبيئة مع مراعاة الفعالية ويشتمل هذا المفهوم على عوامل اختيار الموقع والتصميم والإنشاء والتشغيل وإعادة الابتكار والهدم . مفهوم استدامة البناء وتقييم الأثر الكربوني أسهما بشكل كبير في التحكم في خفض تأثيرات الاحتباس الحراري وتغير المناخ تلعب تقنية (BIM) دورا كبيراً في مقابلة الحوجة العالمية للتشييد المستدام ولحماية المناخ بالإضافة لذلك فإنها تسمح لفريق التصميم بأخذ مقاربات لخفض تحسين استهلاك الطاقة ولتحليل أهداف حماية المناخ.

1.5 الأدوات البرمجية في (BIM):

هنالك تنوع كبير في الأدوات البرمجية المستخدمة سواء النمذجة أو التحليل وهي متوفرة في الأسواق . الشكل (1.1) أدناه يوضح الأدوات البرمجية المتوفرة في السوق.

الشكل (1.1) الادوات البرمجية المتوفرة في السوق

عند اختيار إحدى الأدوات البرمجية لمشروع (BIM) معين ، فان أكثر ما يجب الاهتمام به السمات الوظيفية وقدرة الأداء على التشغيل البيني .

1.5.1 أدوات النمذجة :

نوع المعلومات المطلوبة ل (BIM) تحدد نوع النموذج المطلوب والذي بدوره يقود إلى أداة نمذجة معينة تؤدي هذا الغرض ، النماذج هي محاكاة لملخص المشروع وبما انه دائما يوجد فرق بين النموذج والواقع فلابد عند صنع القرار من أخذ مستوى التلخيص والاعتمادية في الاعتبار.

هنالك نوعين من أدوت النمذجة المستخدمة منمذجات السطح و المنمذجات الصلبة منمذجات السطح تقوم بتمثيل الحجم بأسطحها م يعني أنها لا تستطيع التمييز بين كتلة مكون صلب و المسافة بينه وبين المكونات الأخرى و إذا كانت هنالك حاجة للرسم فان بعض التعديل مطلوب لتحويلها (أي

الرسوم) إلى وثائق مفهومة ، مصحوبة بالمعلومات الجغرافية المطلوبة من أمثلة نمذجات السطح (Google - sketch up)

المنمذجات الصلبة هي تمثيل حقيقي للغرض الفعلي في فضاء ثلاثي الأبعاد ويشمل هذا التمثيل المعلومات المتعلقة بالموقع وغيرها من المعلومات مثل المعلومات المتعلقة بالحوائط متعددة السمك من مادة معينة الأمر الذي يساعد في حساب الكميات المطلوبة الكترونيا وكذلك تقوم هذه المنمذجات بتمثيل المشروع من الداخل والخارج حاملة كل المعلومات من حجوم و مساحات واتجاهات ووظائف ما يعني أن مخرج أداة النمذجة يمثل بدرجة كبيرة المرحلة التي وصل إليها المشروع .

1.5.2 أدوات التحليل :

هنالك نوعين من أدوات التحليل :

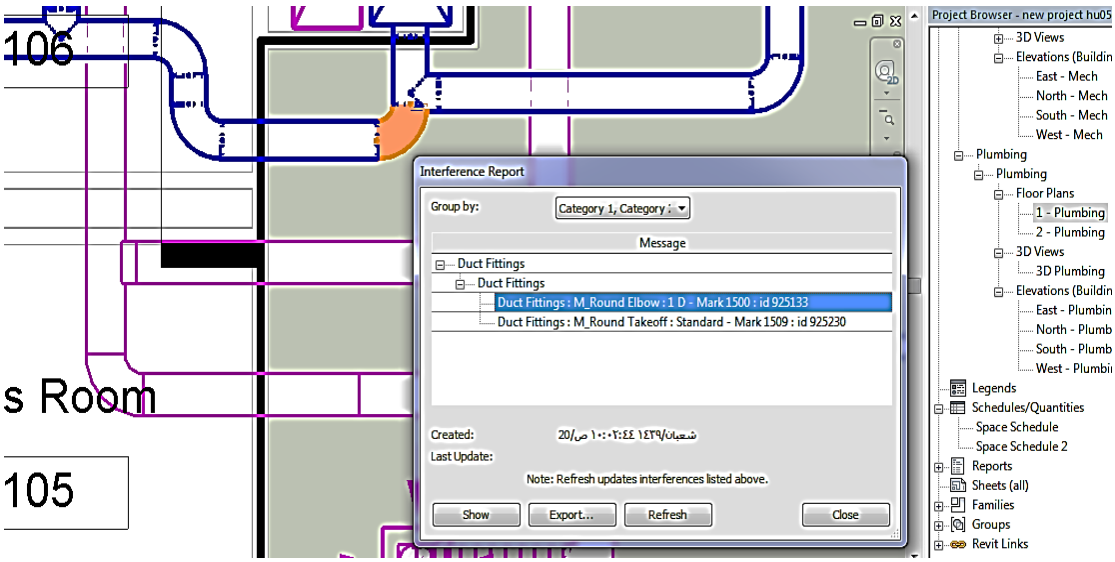
أدوات التحليل الكيفي و أدوات التحليل النوعي ، تركز أدوات التحليل الكيفي على المسائل الطبيعية و غالبا بإهمال الكميات المرتبطة بها و تشتمل هذه الأدوات على :

i. الاتصالات و التسويق : المحتوى الافتراضي للنموذج يعطي انطباع عن المشروع .

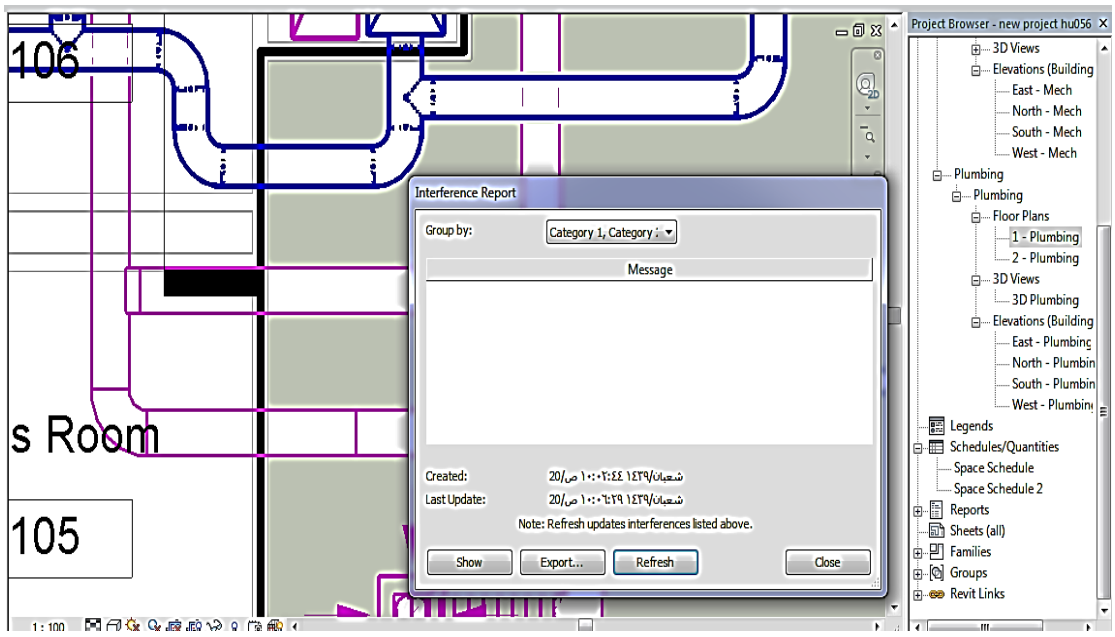
كل من منمذجات السطح و المنمذجات الصلبة يعطي أو يولد صور ثلاثية الأبعاد (3D) جيدة للنموذج .

ii. قابلية الإنشاء : يشير المصطلح إلى تصور بالطرق الضرورية لإنشاء المشروع ، و هي عملية كشف عن الصعوبات العملية التي تواجه التنفيذ .

iii. أنظمة التنسيق و كشف التضارب : تحليل التضارب يعمل على إيجاد العناصر التي تشغل نفس المكان و هذا يمكن تحقيقه عن طريق منمذجات السطح و المنمذجات الصلبة . الشكل (1.2) يوضح عملية كشف التضارب والشكل (1.3) يوضح عملية حل التضارب.



الشكل (1.2) عملية كشف التضارب



الشكل (1.3) عملية حل التضارب

iv. تحليل الطاقة : يتطلب هذا النوع استخدام منمذجات صلبة بسبب المعلومات المطلوبة لإجراء التحليل من هذه المعلومات الحجم ، الموقع و الحدود الحرارية للحيز المراد إجراء التحليل له .

1.6 التشغيل البيني لنموذج (BIM) :

التشغيل البيني لنموذج (BIM) يعرف بأنه المقدرة على الإدارة و التواصل مع المنتجات الالكترونية و بيانات المشروع بين المؤسسات المتعاونة و بين أفراد شركات التصميم و البناء و الصيانة و الأعمال.

تتكون (BIM) من عدد من النماذج المصممة من عدد من الأشخاص مع درجات متفاوتة من التفصيل باستخدام مختلف الأدوات البرمجية و هكذا فان التشغيل البيني بين أنظمة التشغيل و برامج (BIM) و برامج الهندسة التحليلية و برامج تقدير التكلفة و برامج الجدولة و برامج إدارة الطاقة و غيرها أنها تحتل مكانا هاما في تقنية (BIM) ، و النماذج التي تحتاج إلى الدمج في برنامج محدد يجب أن تكون من نفس الصيغة أو من أي صيغة متوافقة .

هنالك عدد من البرمجيات يمكن استخدامها كعارضات للنماذج و التي تطبق و تستخدم بشكل واسع النطاق في تقنية (BIM) ، ومن هذه البرمجيات (Autodesk Navies Works , solibri Bentley , project , wise Navigator) و غيرها ، و الغرض من استخدام هذه البرمجيات هو توفير نموذج ثلاثي الأبعاد له قابلية التشغيل البيني ، بالإضافة إلى مقدرة هذه البرامج على كشف التضارب بين الأنظمة ، و قدرتها على قراءة مختلف أنواع الملفات ، كما أنها أيضاً قادرة على التعامل مع الملفات الكبيرة من المصادر المختلفة ، و القدرة على الاستيراد من برمجيات أخرى ، و أيضاً جمع مختلف الملفات و تسهل التواصل الجغرافي خلال كل المشروع .

1.7 مقارنة بين نمذجة معلومات البناء(BIM) والتصميم بمساعدة الحاسوب (CAD):

مع التطور التكنولوجي كان من الحتمي أن ينعكس هذا التطور على العمارة و البناء فظهرت برامج الرسم بمساعدة الحاسب أو التصميم بمساعدة الحاسب

وهو ما يعرف بـ(Computer Aided Drafting or Design) ويتم الإشارة إليه بـ (CAD) ومن أشهر هذه البرامج برنامج (AutoCAD) والذي تصدره شركة (Autodesk) ، يعتمد هذا النوع من البرامج على الخطوط والأشكال ثنائية الأبعاد البسيطة ليشكلها المستخدم بالشكل الذي يرضيه بنفس طريقة استخدامه للقلم ، ولكن وفرت هذه البرامج على المهندسين مصاريف علاج ظهورهم وأعطتهم وقتًا وإمكانياتٍ أكثر ليطلقوا خيالهم ، ومع مرور الوقت أصبحت تلك البرامج لا غنى عنها وأصبحت تدرس في الكليات والجامعات ، وفي نفس الفترة أصبح التصميم بمراحله المختلفة يدار بالكمبيوتر ، فلرسم العناصر الإنشائية هناك البرامج الإنشائية مثل (Sap) و(Etabs).

ولمعرفة الوقت والتكلفة هناك برامج مثل (primavera) وهكذا الكثير من البرامج التي سهلت ومازالت تسهل حياة المهندس.

اما نمذجة معلومات البناء (BIM) هو محاولة لعمل نماذج لكل معلومات المبنى لجعلها في متناول يد كل المشاركين بالمشروع خلال دورة حياة المبنى.

يعتمد الأمر بالكامل على المعلومات ، فتلك البرامج ذكية تتعامل مع عناصر لا خطوط ، بالتالي تجد الأدوات الأساسية بداخل برنامج الـ (Revit) مثلًا عبارة عن أعمدة وكمرات وحوائط وأبواب ومواسير وكلٍ من هذه العناصر يتم تصنيفه بداخل الـ (Revit) حسب خواص عامة في عائلته وخواص لحظية تعتمد على مكانِهِ والمستوى المرسوم فيه ومرحلة بنائه.

على الرغم من وجود برامج كثيرة تقوم بعمل محاكاة ثلاثية الأبعاد إلا أن هذه البرامج تتعامل مع مجسمات مجردة مثل المكعبات والكرات وفقط المستخدم هو من يشكلها لتعطي الشكل النهائي الذي يريده.

تشعر من اللحظة الأولى بأنك تقوم بالبناء فعلياً لكن على شاشة الكمبيوتر لكن في برامج الـ (BIM).

1.8 نموذج مبسط لدورة استخدام الـ (BIM):

تبدأ العملية باستخدام برنامج للنمذجة مثل (Revit, Archicad, Tekla,…) حيث يتم وضع المحاور وإحداثيات المشروع ، ويبدأ عمل نموذج معماري ثم إنشائي ، ثم يتم تصدير النموذج الإنشائي لبرامج التحليل الإنشائي لتحليلها ، ثم تصميمها ، والتأكد من قطاعات العناصر ، ثم تعديل النموذج المعماري بناءً على ذلك إن لزم الأمر ، يتم أيضاً تصدير النماذج لبرامج تحليل الطاقة في حالة المشاريع الكبيرة لمحاولة تقليل استهلاك الطاقة، كما يمكن عمل نموذج لشبكات الكهرباء والميكانيكا والصرف الصحي ، ثم دمج الثلاث نماذج المعماري والإنشائي والشبكات لمعرفة أماكن التعارض بين النماذج الثلاثة لتلافي أي مشاكل مستقبلية عند التنفيذ.

عند إدخال معلومات الوقت للنموذج النهائي يمكننا تسمية النموذج بنموذج رباعي الأبعاد (4D) باستخدام هذه التقنيات قد يطول وقت التصميم ولكنه يختصر كثيرًا من الوقت والتكلفة عند التنفيذ ، حيث يكون عند المهندسين تخيُّلٌ كامل لكل جزءٍ من المنشأ ، وتوقعٌ كامل لكل العقبات التي قد تقابلهم بالتالي تجهيز الحلول لها مسبقًا.

لا يتوقف دور الـ (BIM) بانتهاء التصميم ولكن يجب أن يتم إضافة أي تعديل يتم للمنشأ أثناء التنفيذ أو في المستقبل ، ليصبح عندك نموذج مطابق للواقع و هو ما يسمى نموذج سداسي الأبعاد (6D) الأمر الذي يسهل أي عمليات تطوير مستقبلية للمنشأ.

1.9 نظرة مستقبلية لبرمجية الـ (BIM):

تتمتع تقنية (BIM) بإمكانيات مهولة تخولها للسيطرة على صناعة البناء ككل ، و لكنها لا تزال تقنية تحت التطوير و تحتاج إلى المزيد من الوقت و العمل لتلافي العيوب أعلاه ، و لتطوير أدواتها المختلفة ، و لكن مع تطور المستمر في صناعة الحواسيب و التقنيات المصاحبة له قد تنجح تقنية (BIM) في بدأ عصر جديد لصناعة البناء.

1.10 الهدف من الدراسة :

i. تصميم أعمال التكييف والتجهيزات الصحية في نموذج لمبنى مكون من طابق وأرضي.

ii. إستخدام تقنية الـ (BIM) في نمذجة وعرض البيانات التصميمية.

الفصل الثاني

الأعمال الميكانيكية والكهربائية وتجهيزات الصرف الصحي

2.1 أعمال التكييف :

أصبحت عمليات تكييف الهواء ذات أهمية كبرى لراحة الإنسان و في التطبيقات الصناعية والزراعية.

2.1.1 تكييف الهواء :

تكييف الهواء هو التحكم في هواء الحيز المراد تكييف هوائه إما لراحة الإنسان أو لتحقيق الشروط الإنتاجية في بعض الصناعات والزراعات وكذلك الابحاث العلمية.

وبصورة أشمل هو التحكم في درجة الحرارة والرطوبة النسبية والتنقية وتوزيع الهواء حسب المواصفات الموضوعة من قبل المصمم الذي يقوم بتصميم نظام توزيع الهواء ، ويمكن إضافة عمليات اخري كالتحكم في الضغط أو التصميم حسب الغرض المستخدم.

عرفت جمعية مهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء الامريكية (ASHRAE) تكييف الهواء بانه العمليات التي يعالج بها الهواء وفي نفس الوقت يتم تنظيم كل من درجة حرارته ونسبة رطوبته وتنقيته وتوزيعه ليفي بمتطلبات الحيز المكيف.

2.1.2 خواص الهواء :

الهواء هو خليط من الغازات يحيط بالكرة الارضية في طبقات تصل إلي 400 ميل وهو عديم اللون والطعم والرائحة ، حيث يتكون هذا الخليط من الأوكسجين والنتروجين وثاني أوكسيد الكربون والهيدروجين وبخار الماء وغازات اخري نادرة نسبيا مثل الهيليوم.

ويمكن تفصيل هذه الخواص كالتالي :

i. الرطوبة :

هي مصطلح يستخدم للتعبير عن وجود بخار الماء في الهواء ، وكميه بخار الماء التي يحملها الهواء

تعتمد على درجة حرارة الهواء ، فالهواء الساخن له قدرة اكبر على حمل البخار ، والرطوبة تؤثر على مقدار تبخر العرق من سطح جسم الإنسان ، فالهواء الجاف يؤدي إلي سرعة تبخر العرق مما يؤدي إلي الاحساس بشيء من التبريد بعكس الهواء الرطب.

ii. الرطوبة النسبية :

هي نسبة كمية بخار الماء الموجود في الهواء إلي كمية بخار الماء اللازمة لجعل هذا الهواء مشبعا عند نفس درجة الحرارة.

iii. درجة الحرارة الجافة :

هي درجة الحرارة التي يقيسها الثيرموميتر وانتفاخه (بصيلته) الجافة.

iv. درجة الحرارة الرطبة :

هي درجة حرارة الهواء التي يقيسها الثيرموميتر و انتفاخة (بصيلته) مبتلة بواسطة قطعة من القماش أو القطن وموضوعه حول انتفاخه (بصيلته).

v. درجة الندى :

هي درجة الحرارة التي يبدأ عندها بخار الماء الموجود في الهواء في التكثيف عندما يبرد عند ثبات الضغط.

vi. الحرارة المحسوسة :

هي الحرارة التي يصاحب انتقالها تغير في درجة الحرارة ويمكن ملاحظة هذا التغير بواسطة (الثيرموميتر).

vii. الحرارة الكامنة :

هي الحرارة التي لا يصاحب انتقالها تغير في درجة الحرارة وإنما يتم التغير في حاله المادة ، فاذا تحولت المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة فإنه يقال الحرارة المنتقلة (الحرارة الكامنة للتجمد).

2.1.3 الغرض من تكييف الهواء :

هو تهيئة الظروف المناخية بحيث يشعر الإنسان أو الحيوان بالراحة أو بعدم الضيق نتيجة لدرجة الحرارة أو الرطوبة ، وينطبق ذلك على تكييف الهواء ليناسب العمليات الانتاجية .

وتتضح اهمية تكييف الهواء لعدة اسباب فمثلا الحرارة الناتجة عن الشمس في فصل الصيف تؤدي إلي ارتفاع درجة الحرارة بصورة غير مرغوبة ، وكذلك الاضاءة والأجهزة الكهربائية تؤدي إلي نفس النتيجة ، والازدحام كذلك يؤدي إلي عدم توفر كمية الهواء مما يؤدي إلي عدم الشعور بالراحة ، وأيضاً فتح النوافذ للتهوية قد يدخل الهواء الملوث مما يعرض صحة الإنسان للخطر وبالتالي تكون النوافذ ذاتها غير مستفاد منها ، وينطبق كل ما سبق على فصل الشتاء.

2.1.4 عمليات تكييف الهواء المختلفة :

يقصد بها العمليات التي تتم بها معالجه الهواء حتي يكون مناسباً وملائماً للمجالات المختلفة التي يستخدم فيها الهواء المكيف ، وهذه العمليات هي :

i. التبريد :

وهي عملية تتم لتخفيض درجة حرارة الهواء إلي درجة مناسبة لتوفير الشعور بالراحة.

ii. التخلص من الرطوبة الزائدة :

تقترن دائما هذه العملية بعملية التبريد ذلك ان الهواء الساخن يكون قابلا لحمل مزيدا من الرطوبة ، وتتم عملية التخلص من الرطوبة الزائدة بإمرار الهواء الساخن على ملفات التبريد فيتم تكثيف جزء من الرطوبة

وتنفصل عن الهواء في صورة قطرات ماء .

iii. التدفئة :

هي عكس عملية التبريد حيث يقصد بها زيادة درجة حرارة الهواء للحيز المراد تكييفه ليوفر الشعور بالراحة.

iv. زيادة الرطوبة :

تقترن هذه العملية بعملية التدفئة حيث ان الاحتياج للتدفئة يكون عندما تكون درجة الحرارة الخارجية منخفضه ويكون الهواء لهذه الحالة اكثر جفافا ولذلك نحتاج إلي زيادة الرطوبة التي يحملها الهواء داخل المكان المراد تكييفه.

v. تنقية الهواء :

يقصد بهذه العملية ترشيح الهواء وتنقيته من الاتربة والأوساخ والأدخنة الضارة التي قد يحملها.

vi. توزيع الهواء :

يجب أن يتم توزيع الهواء داخل المكان المكيف بطريقة سليمة تسمح بعدم وجود فرق بين درجات الحرارة بين موضع وأخر داخل المكان.

vii. تحريك الهواء :

يقصد بهذه العملية أن تكون سرعة الهواء داخل المكان المكيف تسمح بتقليب الهواء بطريقة غير مزعجة.

viii. التهوية :

هي عملية تجديد جزئي لهواء المكان ، والغرض منها هو التخلص من الأدخنة الضارة التي قد تنتج عن الأبخرة و الروائح نتيجة عملية الطهي أو الأبخرة الناتجة عن التفاعلات الكيمائية في المختبرات أو الصناعات ، وكذلك لإمداد الأماكن بالأوكسجين اللازم لتنفس الموجودين داخل المكان .

2.1.5 مجالات استخدام تكييف الهواء :

i. تكييف الهواء في الإسكان :

ويقصد به توفير وسط مريح للإنسان في أماكن الإقامة سواء كانت منازل أو فنادق أو أماكن عمل أو غيرها.

ii. تكييف الهواء في التجارة :

مثل تكييف المحلات التجارية لتوفير جو مريح كما في الأسواق المركزية والمطاعم وغيرها.

iii. تكييف الهواء في الطب :

بغرض توفير جو من الهواء الملائم لظروف المرضي أو غرف العمليات التي لا بد ان يكون فيها الهواء معقم ، وكذلك يستخدم في الغرق التي تحتوي على حاضنات الأطفال المولودين ناقصي النمو.

iv. تكييف الهواء في المواصلات :

بهدف توفير جو مريح للمسافرين كما في تكييف السيارات والقطارات والسفن.

v. تكييف الهواء في الصناعة :

تحتاج كثير من العمليات الصناعية إلي مواصفات خاصة بالنسبة للهواء فمثلا صناعة الغزل والنسيج تحتاج إلي جو رطب اما صناعة الادوية فتحتاج إلي جو جاف نسبياً.

vi. تكييف الهواء في الزراعة :

الغرض منه توفير الجو المناسب للنبات بهدف زراعته في أوقات غير مواسمه كما يحدث في الصوبات الزراعية التي تتحكم في درجة الحرارة ونسبه الرطوبة.

2.1.6 تصنيف أنظمة تكييف الهواء :

يتم عادة تصنيف أنظمة تكييف الهواء طبقا لعده معايير أهمها : السعة التبريدية إلي وحدات قائمة بذاتها (unitary) و وحدات مركزية (central) كما ان اختيار معدات التكييف المختلفة كمثلجات

المياه (chillers) و وحدات مناولة الهواء وابراج التبريد وغيرها يتوقف على عدة عوامل إقتصادية مثل :

- السعات المطلوبة وطبيعة الاستخدام.
- نوعية نظام توزيع الهواء.
- مكان تركيب غرف المعدات.
- التكلفة الابتدائية والتكلفة التشغيلية للمعدات.
- نوعية وتكلفة الطاقة المستخدمة.

يمكن تصنيف أنظمة تكييف الهواء بطريقتين :

2.1.6.1 التصنيفات حسب نوع النظام :

من اجل تحقيق ظروف الراحة للإنسان تستخدم العديد من أنظمة التكييف وهذه الأنظمة تعتمد على نوع الجهاز المستخدم ويتم تصنيفها كالآتي :

A. وحدات التمدد المباشر (Direct Expansion "DX" Unites) :

وحدات التمدد المباشر تعني وجود صمام تمدد للمبخر ومن أمثلة هذا الصنف وحدات التكييف الشباكية و وحدات التكييف المنفصلة و وحدات التكييف المجمعة ، و هذه الوحدات تتكون جميعها من الأجزاء الرئيسة التالية :

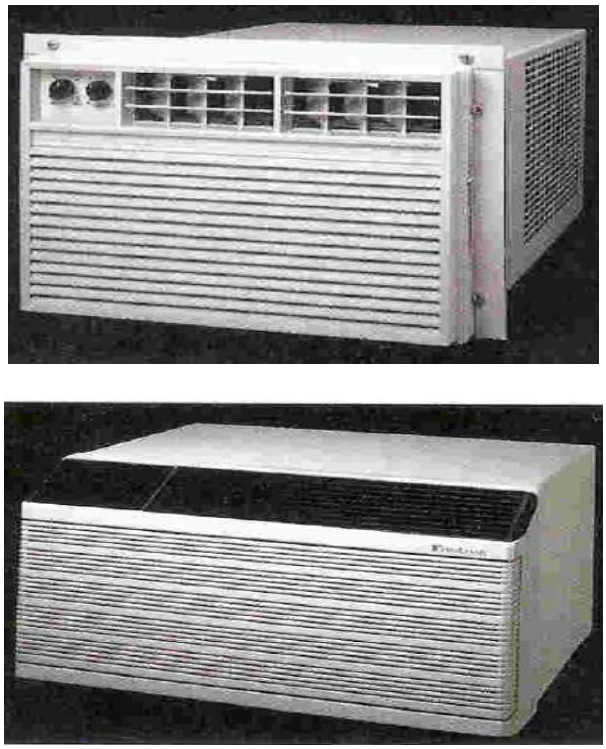
- الضاغط.
- المكثف.
- المبخر.
- المروحة.
- الصمامات.

i. الوحدات الشباكية (Window Unites) :

هذه الوحدات يتم تركيبها بطريقتين :

- عبر النوافذ (Window Unite).
- عبر الحائط (Through-wall).

الشكل (2.1) أدناه يوضح تركيب الوحدات الشباكية.



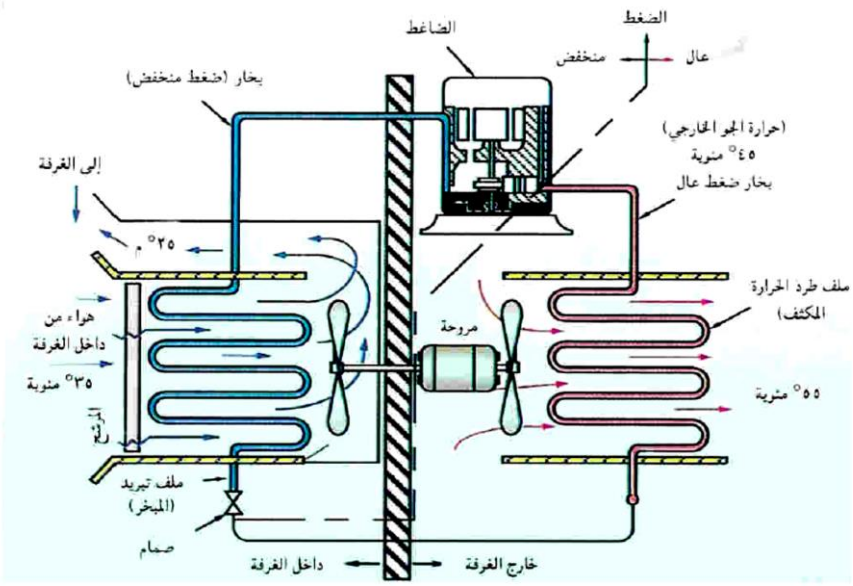
الشكل (2.1) تركيب الوحدات الشباكية

في هذا النوع من الوحدات :

تجمع كل العناصر كالضاغط وملف المبخر والمكثف والفلاتر والمحرك والمروحة و أدوات التحكم في غلاف الوحدة كما هو موضح في الشكل (2.2) أدناه.

يمكن استخدام فتحات للتهوية للسماح بتدوير هواء الغرفة فقط ، أو السماح بسحب نسبة من الهواء الخارجي لغرض التهوية.

تتوفر هذه الوحدات بسعة تبريد (9000 و 24000) وحدة حرارية بريطانيا (BTU) في الساعة أو ما يعادل (1 –2) طن تبريد.



الشكل (2.2) مكونات الوحدة الشباكية

تستخدم هذه الوحدات في حالتي التبريد والتدفئة و ذلك إما باستخدام سخان كهربي أو بطريقة عكس الدورة.

المزايا :

- رخيصة الثمن.
- سهلة التركيب والتشغيل.
- تحكم منفرد في درجة الحرارة للغرفة المراد تكييفها بواسطة الوحدة المركبة بها.
- لا حاجه لتمديدات مجاري الهواء.
- لا حاجه لأعمال السباكة.

المحددات:

- تحتاج لمساحة من الشباك.
- تتوفر بسعات تبريد وتسخين محدودة مقارنة بالأنواع الأخرى.

- يتم التركيب على الجدار الخارجي.
- يمكن أن يكون مظهر الوحدة غير لائق.
- مستوي الضوضاء عالي بالمقارنة مع الوحدات التي لها معدات خارجية.
- مستوي نظافة الهواء منخفض لان الفلاتر المستخدمة تزيل فقط الأجسام الكبيرة.
- يمكن أن تكون صيانتها مرهقة وعالية التكلفة إذا ما استخدمت في مباني ذات غرف متعددة ، كما أن هناك هدر كبير في الطاقة لمثل هذا الاستخدام وذلك لأنه لا يوجد تحكم دقيق في درجة حرارة الهواء.

ii. الوحدات المنفصلة (Split unites) :

هذه الوحدات لها نفس أجزاء الوحدات الشباكية وتستخدم في حالتي التبريد والتدفئة ، وسميت بهذا الاسم لكونها تتكون من وحدتين منفصلتين هما :

❖ الوحدة الداخلية (indoor unit) :

وتتكون من ملف تبريد (المبخر) ومروحة وسخان كهربائي – في حالة التدفئة الكهربية – وفي بعض الأحيان يكون صمام التمدد ملحقا بهذه الوحدة

❖ الوحدة الخارجية (outdoor unit) :

تتكون من ضاغط ومكثف هوائي ومروحة.

تتوفر الوحدات المنفصلة بسعات تبريد من (18000 – 60000) (BTU) أو (1.5 – 5) طن تبريد.

المزايا :

- اهدأ من الوحدات الشباكية لأن عنصر الضوضاء وهو الضاغط يوجد خارج المكان المراد تكييفه.

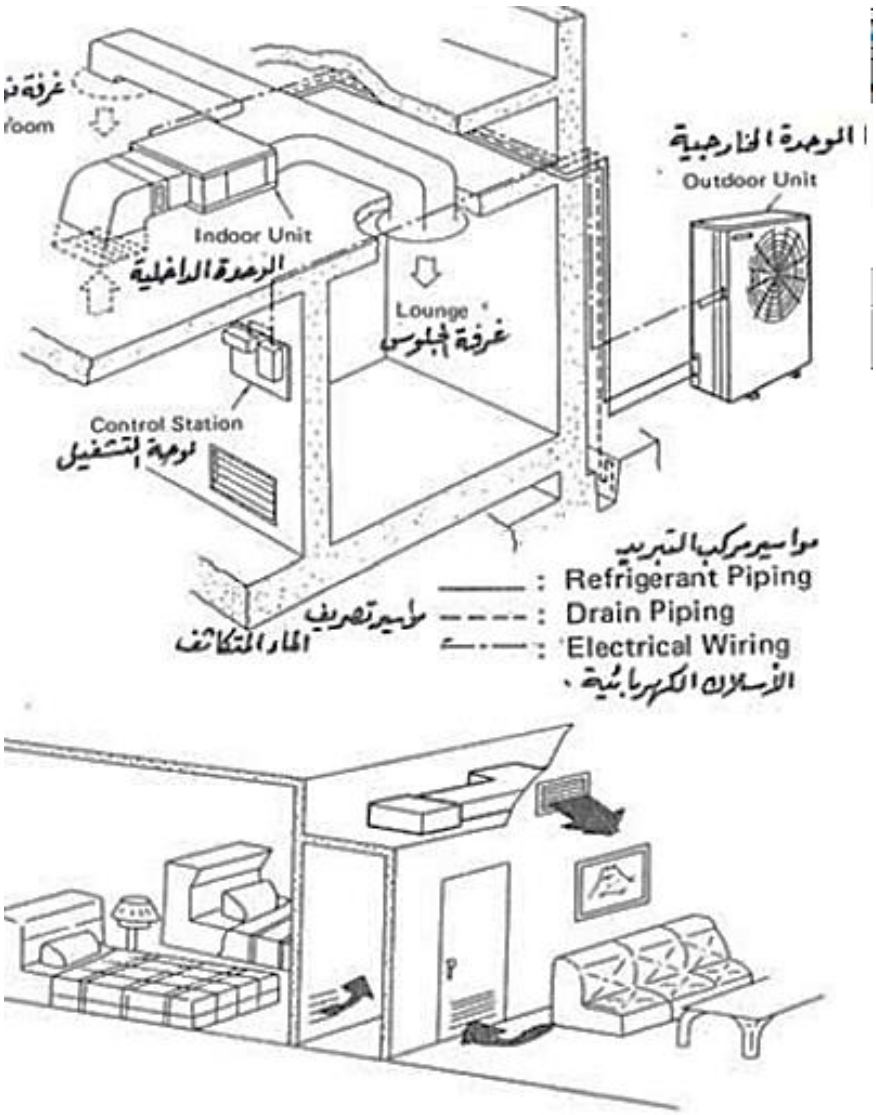
- يمكن تركيب الوحدة الداخلية في أكثر من مكان داخل الغرفة بينما تركب الوحدة الخارجية على الأرض أو السقف أو الحائط الخارجي.
- يمكن استخدام هذه الوحدة لتكييف :

- غرفة واحدة (وحدة خارجية واحدة – وحدة داخلية واحدة).
- عدة غرف في نفس الوقت (وحدة خارجية واحدة – عدة وحدات داخلية).
- في حالة الأماكن الكبيرة يتم استخدام عدة وحدات للمكان الواحد حسب حمل التبريد.

المحددات :

- قصر المسافة بين الوحدات الداخلية والوحدات الخارجية.
- عدم وجود وسيلة لدخول هواء متجدد للتهوية غير فتح وقفل باب الغرفة أو النوافذ.
- الحاجة إلي تمديد أنابيب خاصة لتصريف الماء المتكاثف من الوحدة الداخلية.

الشكل (2.3) أدناه يوضح أنواع المكيفات المنفصلة.



الشكل (2.3) انواع المكيفات المنفصلة

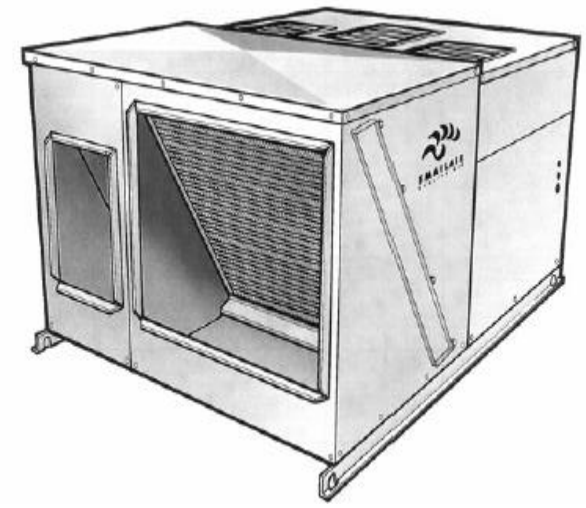
iii. الوحدات المجمعة (Package units) :

تستخدم هذه الوحدات لتكييف مساحات واسعة ومفتوحة أو مساحات صغيرة أو المجموعتين معا ، وتصمم بشكل أفقياً و عمودي ليكون الاختيار حسب المكان المتاح لتركيب الوحدة وهي شبيهه بالوحدة الشباكية من حيث المكونات إلا أنها تمتاز بسعات تبريد كبيرة ويتواجد المكثف " المائي أو الهوائي – لبعض أنواعها– بعيدا عن باقي مكونات الوحدة بحيث توجد هذه الوحدات على هيئة :

- وحدات مجمعة واحدة – تركب على الأرضية لوحدة تكثيف مبردة بالماء (برج التبريد الاختياري)

- وحدة مجمعة – تركب على الأرضية مع وحدة تكثيف مستقلة مبردة بالماء – مع مجاري هواء (برج تبريد اختياري).
- وحدة مجمعة للتبريد فقط وتشتمل على ملف تبريد و وحدة تكثيف مبردة بالماء أو الهواء.
- وحدة مجمعة للتبريد و التسخين معا وتشتمل على ملف تبريد وسخان و وحدة تكثيف مبردة بالماء والهواء.

كل الوحدات المذكورة أعلاه تحتاج لمجاري هواء لربط مخرج المروحة بالحيز المراد تكييفه كما موضح بالشكل (2.4) أدناه :



الشكل (2.4) وحدة تكييف مجمعة

هذه الوحدات تعطي مرونة عالية جدا لكل التطبيقات التجارية المتوقع استخدامها فيها وتتوفر بسعات تبريد تتراوح من (5 – 50) طن تبريد.

المزايا :

- المرونة العالية في التطبيق تعطي حلا لمشاكل المساحة والماء في المواقع المختلفة.
- تحكم دقيق في درجة الحرارة للمكان المراد تكييفه.
- سهولة كبيرة جدا في التحكم في التشغيل.

- سهولة التركيب.
- سهولة تغيير موقع التركيب في حاله التوسع في المكان التجاري.

المحددات :

- وحدات التكثيف المبردة بالماء تحتاج لتوصيلات ماء ومواسير صرف ويمكن ان تكون هناك حاجة لبرج تبريد.
- وحدات التكثيف المبردة بالهواء تحتاج لتوصيلات فريون وتوصيلات كهربية.
- الوحدات المركبة على الأرض يمكن أن تشغل مساحة قيمة جدا من مساحة المكان المراد تكييفه.

B. أجهزة تكييف مركزية (Central systems) :

وفيها تكون وحدة تكييف الهواء في مكان مركزي بالنسبة للمبنى ، وتعمل على خدمة عدد من الضواغط أو الأماكن التي تحتوي على غرف متعددة الأغراض و الشكل (2.5) يوضح منظومة تكييف مركزي ، وتنقسم أنظمة التكييف المركزي إلي ثلاث أنواع :

❖ أنظمة هواء كلي :

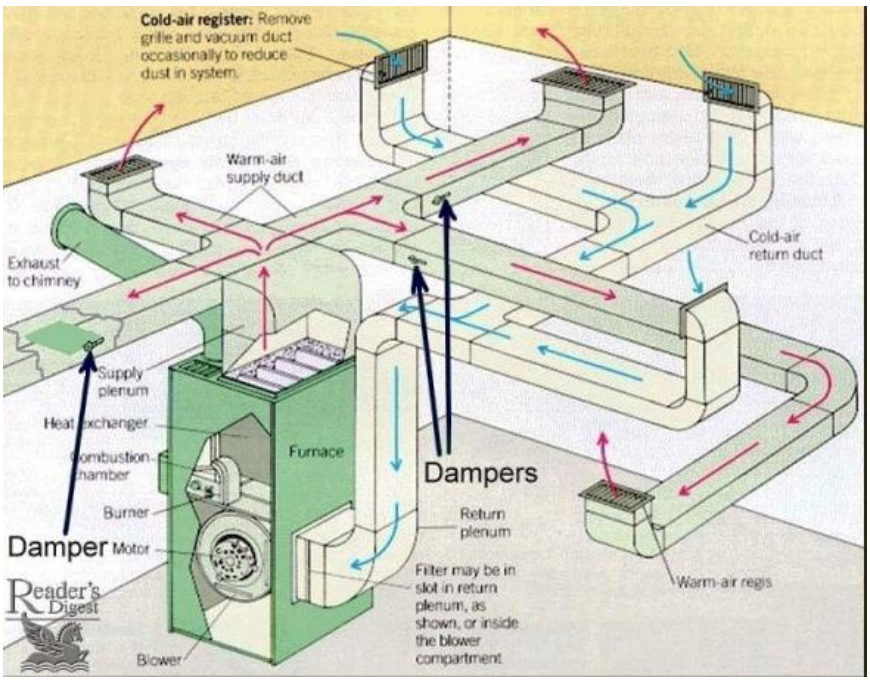
وفيها تتم تغذية الأماكن المراد تكييفها بالهواء فقط باستخدام مجاري هواء يمكن ان تخدم منطقة واحدة أو عدة مناطق.

❖ أنظمة ماء كلي :

وفيها تتم تغذية الأماكن المراد تكييفها بالماء فقط.

❖ أنظمة هواء – ماء :

وفيها تتم تغذية الأماكن المراد تكييفها بماء وهواء.



الشكل (2.5) منظومة تكييف مركزي

مكونات منظومة التكييف المركزي :

i. مجاري الهواء :

تصنيف مجاري توزيع الهواء :

تصنف بناءً على الحمل على تلك المجاري بسبب ضغط الهواء و اضطرابه و يتنوع هذا التصنيف من تطبيق لأخر ، ويصنف على الشكل التالي :

- أنظمة الضغط المنخفض.
- أنظمة الضغط المتوسط.
- أنظمة الضغط المرتفع.

تأثير سرعة الهواء العالية:

سرعة الهواء العالية تؤدي إلي:

- مقاسات المجاري تكون صغيرة نسبيا ، مما يعني ان تكلفة النظام تكون قليلة نسبيا.
- زيادة السرعة تؤدي إلي انخفاض في الضغط وبالتالي استهلاك اكبر للطاقة.

- زيادة في الضجيج وبالتالي الحوجة إلى تجهيزات لتخفيف الضجيج.

الطرق المستخدمة في تصميم مجاري الهواء :

- طريقة السرعة.
- طريقة الاحتكاك المتساوي.
- طريقة الكسب الأستاتيكي.

توازن النظام :

في المباني الكبيرة وبعد تركيب وحدة مناولة الهواء ، فإنه يتم عمل موازنة للحصول على تشغيل مرضٍ ، واستقرار النظام يتطلب الآتي :

- قياس الانسياب الفعلي لهواء الإمداد و الإرجاع.
- تعديل الـ (damper) بحيث تستجيب وتوفر الانسياب المطلوب.
- أحيانا يتطلب توازن النظام تعديل سرعة المروحة للتحكم في درجة الحرارة.

ii. فتحات توزيع الهواء :

(موزع الهواء) هو جهاز يستخدم لخفض السرعة وزيادة الضغط الاستاتيكي للهواء المار في النظام .

- أنواعها :

- Two-way diffusers.
- Four-way diffusers.
- Radial vane diffusers.

- مواصفاتها :

يتم تحديد المواصفات المطلوبة بناءً على حاجة النظام من الهواء وهذه الاعتبارات تؤخذ بـ :

- الإطار.
- الريش.

- المحاور.
- مركز الدولاب.

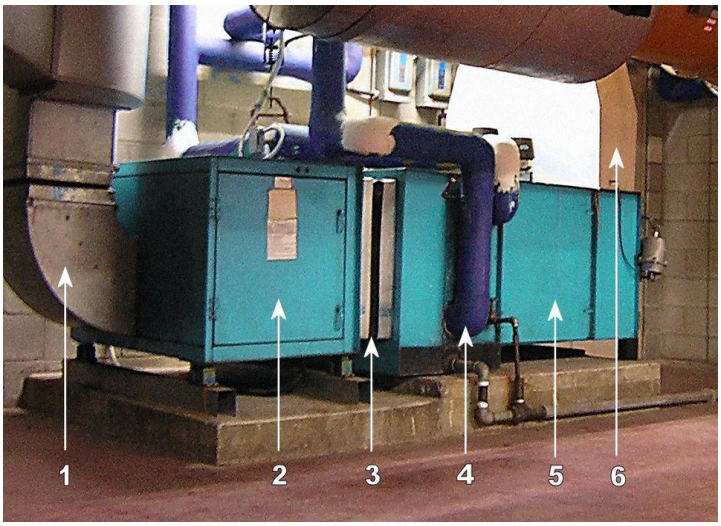
عادة ما يصنع الإطار والريش من الحديد المجلفن ، عدد لشفرات المستخدمة يختلف باختلاف الموديل ، القطعة الواحدة من (Radial vane diffusers) تتكون من محورين كل منهما مصنوع من صفيحة فولاذ ملحومة من النهايتين.

iii. وحدات مناولة الهواء (Air handling units) :

وحدة مناولة الهواء هي أجهزة تستخدم لتنظيم وتدوير الهواء خلال نظام تكييف (HVAC) ، وهي عبارة عن صندوق ضخم من الفولاذ يشتمل على الاتي :

- نافخ.
- ملفات التبريد والتسخين.
- معدات التنقية.
- موانع الضجيج.

فيتم توصيل وحدات مناولة الهواء (AHU) إلي نظام مجاري توزيع الهواء، كما موضح في الشكل (2.6) أدناه.



الشكل (2.6) وحدة مناولة الهواء (AHU)

في هذه الحالة يكون انسياب الهواء من اليمين إلى اليسار ومن مكونات هذه الوحدة :

- مجري إمداد الهواء (1).
- حجيرة المروحة (2).
- عزل الاهتزاز (3).
- ملف تبريد – تسخين (4).
- حجيرة التنقية (5).
- مجري لخلط الهواء (6).

2.1.7 أنظمة تكييف الهواء :

تصنف أنظمة تكييف الهواء التي توفر الهواء المريح كالتالي :

i. القطاع السكني (Residential Sector) :

يشمل المنازل الخاصة والفنادق ومجموعات الشقق ، وتعمل الأجهزة في هذا القطاع بصورة متواصلة ومستمرة.

الأجهزة المستخدمة في هذا القطاع تشمل الوحدات الشباكية والوحدات المنفصلة والوحدات المجمعة والوحدات المجمعة السقفية والمكيفات الصحراوية وأجهزة التكييف المركزي.

ii. القطاع التجاري (Commercial Sector) :

ويشمل المكاتب التجارية وصالات ومراكز التسوق و المطاعم و المطارات و دور السينما والمكتبات العامة والمتاحف والملاعب الرياضية المغلقة.

الأجهزة المستخدمة في هذا القطاع تشمل الوحدات المجمعة والوحدات المجزأة والصحراوية و السقفية وأجهزة التكييف المركزي.

iii. القطاع الصناعي (Industrial Sector) :

ويسمي هذا القطاع بـ (Process Air Conditioning System) ويشمل صناعة النسيج حيث يتم التحكم في الرطوبة النسبية بتأثيرها على مكونات النسيج وفي صناعة الالكترونيات والأجهزة ذات الحساسية العالية التي تحتاج لدرجة نقاوة عالية للهواء المكيف وفي الصناعات الدوائية والتي بدورها تحتاج لظروف خاصة من الرطوبة النسبية ونقاء الهواء بجانب درجة الحرارة المناسبة كما أن صناعة المخازن الباردة تحتاج أيضاً لرطوبة نسبيه خاصة للمواد الغذائية القابلة للتلف السريع.

2.2 الاشغال الصحية :

2.2.1 الأجهزة الصحية :

تعريف :

يقصد بالأجهزة (التجهيزات) الصحية هي كافة التجهيزات المثبتة التي تستخدم فيها المياه إما لشطف المواد القذرة او للتنظيف او لأغراض الطبخ والشرب.

وتنقسم الأجهزة الصحية الي مجموعتين هما :

المجموعة الاولي من الأجهزة :

وهي أجهزة استقبال الفضلات وتشمل (المراحيض والمباول) ، حيث تصرف هذه الأجهزة على ماسورة تسمي (عمود) العمل وأقل قطر لها 4 بوصة وتنتهي من اسفل بكوع ثم غرفة تفتيش تصب في شبكة الصرف الخاصة بالمبنى ثم الشبكة العمومية .

المجموعة الثانية من الأجهزة :

وهي أجهزة استقبال مياه التنظيف والغسيل وتشمل :

(أحواض الغسيل ، البانيوهات ، الادشاش ، البيدية ، حنفيات الشرب ....).

حيث تصرف هذه الأجهزة في قائم صرف رأسي يسمي ماسورة الصرف وتنتهي من اسفل في معظم الاحيان بجاليتراب ، ويصب في شبكة الصرف الخاصة بالمبنى ثم الشبكة العمومية .

وتختلف الأجهزة الصحية بدرجات متفاوتة سواء في انواعها واحجامها او المواد المصنوعة منها حيث توجد شروط عامة لصحة هذه الأجهزة وهي كالاتي :

i. الحجم المناسب والشكل المناسب.
ii. قوة ومتانة المواد المصنوعة منها.
iii. عدم نفاذية الأجهزة للمياه باي شكل من الاشكال.
iv. خلوها من التشققات او البروزات التي تساعد على تكاثر الجراثيم.
v. يكون سطحها الداخلي املس حتي يسهل عملية التنظيف.
vi. مقاومة للصدأ والتأكل والتفاعلات الكيميائية.
vii. ان تكون الأجهزة المستخدمة مناسبة لمكان الاستخدام.

2.2.2 المواد التي تصنع منها الأجهزة الصحية :

تصنع الأجهزة الصحية من عدة مواد اهمها (الصيني – السيراميك – الحديد المقاوم للصدأ – البلاستيك – الألياف الزجاجية).

2.2.3 انواع الأجهزة الصحية :

2.2.3.1 أنواع المجموعة الاولي من الأجهزة الصحية (المراحيض والمباول) :

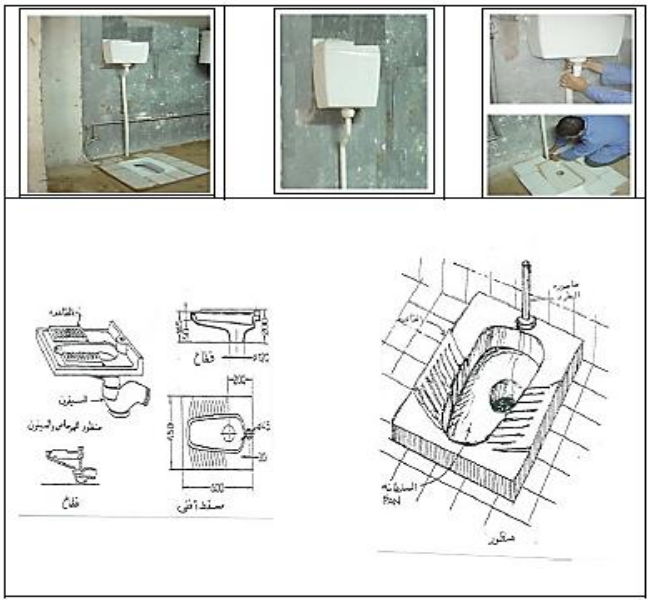
أولاً: المراحيض :

وتنقسم الي نوعين :

i. المرحاض العربي (الشرقي):

من مميزاته عدم تلامس جسم الإنسان عند استعماله ، حيث أن القرضاء هي الجلسة الطبيعية

لاستعماله ، وبذلك يقلل من نقل الأمراض التي تأتي عن طريق التلامس كما موضح في الشكل (2.7) أدناه.



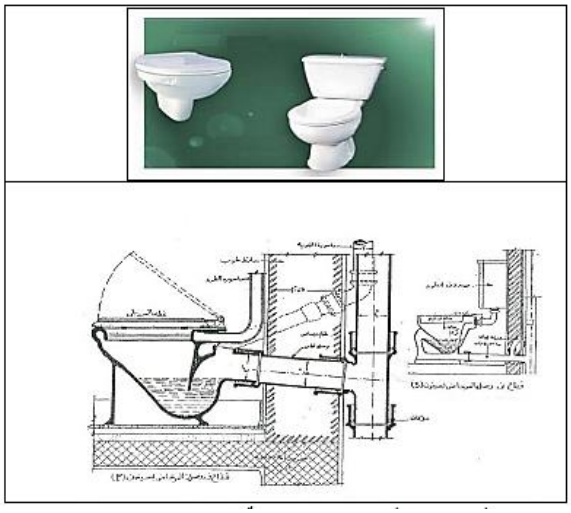
الشكل (2.7) المرحاض العربي

ii. المرحاض الافرنجي (الغربي) :

يتكون من سلطانية المرحاض وعادة ما تكون من الحديد او الفخار المطلي بالصيني ، يتصل بها سيفون حرف (s) او حرف (p) يكون معها قطعة واحدة ولها مخرج صرف بقطر 3 بوصة وفتحة لماسورة الطرد

تتكون أيضاً من المقعد ويكون غالبا من البلاستيك ويتم تثبيته بسلطانية المرحاض بصواميل او مفصلات غير قابلة للصدأ أو من البلاستيك.

وكذلك تحتوي على صندوق الطرد ويكون إما عالياً او منخفضاً بسعة 3 جالونات. الشكل (2.8) أدناه يوضح المرحاض الإفرنجي.



الشكل (2.8) المرحاض الإفرنجي

ثانياً: المباول :

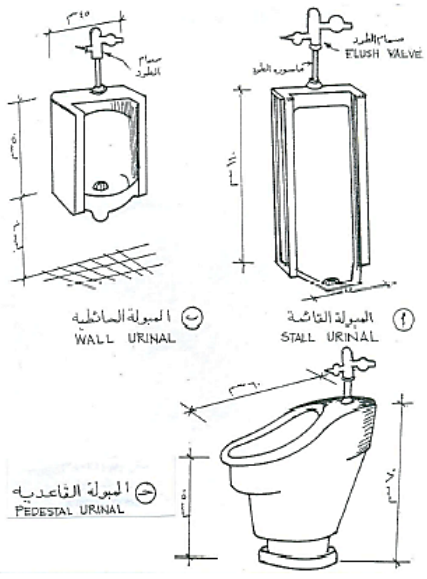
تستعمل المباول في دورات المياه العامة الخاصة بقسم الرجال مثل المسارح و المطاعم و الشكل (2.9) أدناه يوضح تفاصيل ومقاسات المباول ، و تنقسم الي اربعة انواع :-

i. المبولة القائمة.

ii. الميولة الحائطية.

iii. الميولة القاعدية.

iv. الميولة البلاطة.



الشكل (2.9) تفاصيل ومقاسات المباول

2.2.3.2 أنواع المجموعة الثانية من الأجهزة الصحية :

أولاً : أحواض غسيل الايدي (المغاسل) :

تصنع هذه الأحواض من الفخار المطلي بالصيني الابيض او الملون والمكون من مادة البورسلين او من الرخام الصناعي او البلاستيك الشكل (2.10) أدناه يوضح تفاصيل ومقاسات المغاسل.

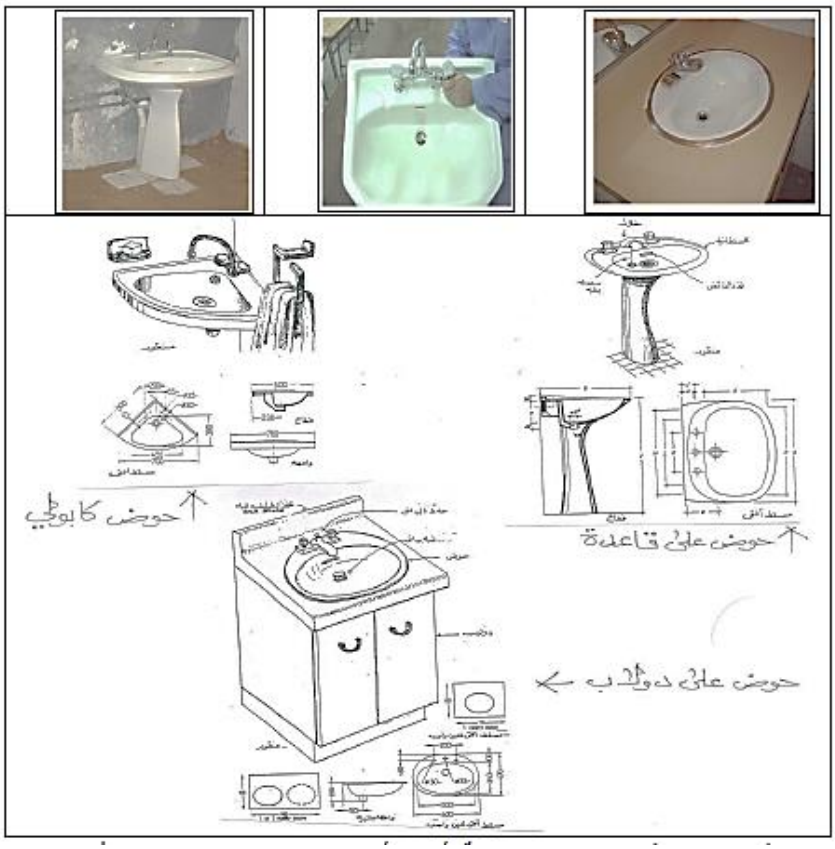
وتنقسم المغاسل الي اربعة انواع من حيث طرق تثبيتها وهي :-

i. حوض على القاعدة.

ii. حوض كابولي.

iii. حوض على ارجل.

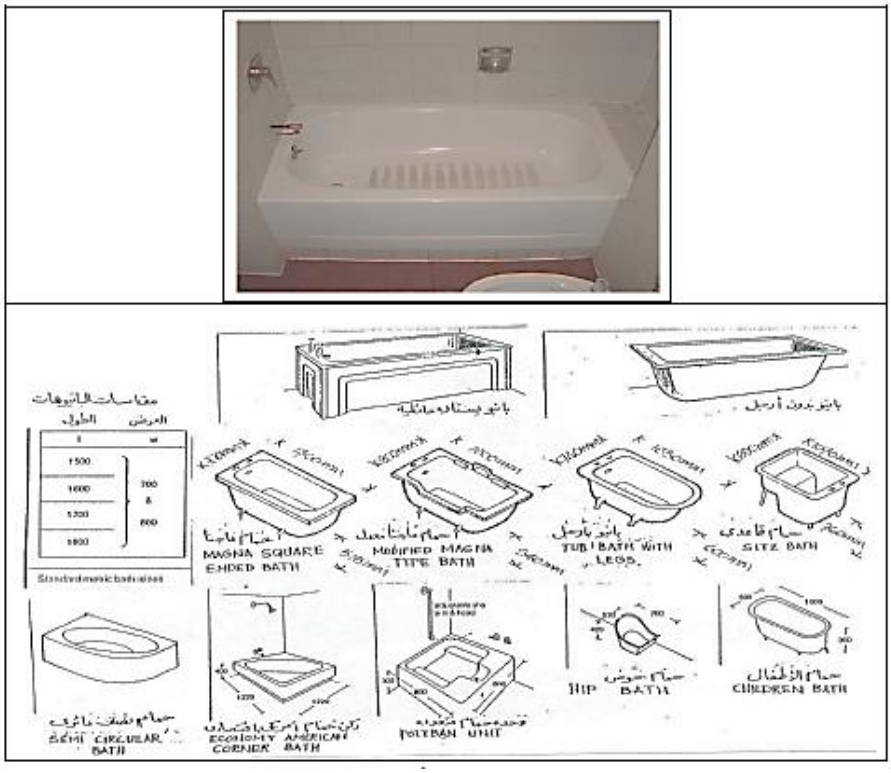
iv. حوض على دولاب.



الشكل (2.10) تفاصيل ومقاسات المغاسل

ثانياً : البانيوهات (bath tub) :

يوجد في الاسواق اشكال ومقاسات وانواع مختلفة متعددة للبانيوهات ، إلا ان اكثرها شيوعا وانتشارا الانواع التي تتراوح مقاساتها بين (60*140 سم ، او 160سم او 170سم) وبارتفاع 45 سم وحافة 7.5 سم يتم فيها تثبيت البانيو ، وغالبا ما يتم عمل البانيوهات من الحديد الزهر او الحديد المطاوع المطلي بالسيراميك او الفايبر جلاس او الرخام الصناعي او البلاستيك ويتم عمل فتحة بقطر 2 بوصة للبانيو ليتم تثبيت سيفون الارضية للتصريف ، ويمكن في بعض الاحيان سدها بواسطة طبة او سدادة عادية او مغناطيسية كما موضح في الشكل (2.11) أدناه يوضح تفاصيل ومقاسات البانيوهات.

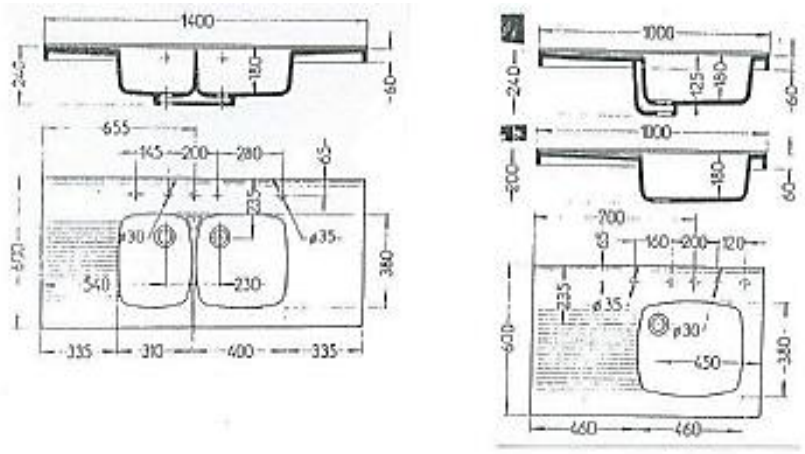


الشكل (2.11) تفاصيل ومقاسات البانيوهات

ثالثاً : حوض المطبخ :

قد يطلق عليه حوض غسيل الأواني ، ويستعمل لأغراض كثيرة ، كما يوجد له أشكالاً ومقاسات وألوان عديدة منه ماهو بعين واحدة ومنه ما هو بعينيين كما موضح بالشكل (2.12) أدناه.

يصنع عادة من الفخار او الحديد المطلي بالسيراميك.



الشكل (2.12) مقاسات وأشكال أحواض المطبخ

رابعاً : حوض غسيل الملابس :

يستعمل هذا الحوض في غسيل الملابس او نقعها ، و كذلك عادة ما يتم تجهيزه بالمياه الباردة و الساخنة.

2.2.4 أنظمة الصرف الصحي :

في العهود القديمة كانت تنتشر مواسير خاصة بتغذية المباني بمياه الشرب وذلك فوق مستوي الدور الارضي ، أما فيما يتعلق بصرف المراحيض فكانت هذه العملية بدائية للغاية حيث يتم حمل مياه تنظيف المراحيض في اوان ومن ثم تحفظ في أحواض بجانبها ، ولذلك فلم تسير حينها وضع هذه المراحيض في ادوار مرتفعة داخل المبنى وإنما كانت توضع على مستوي الدور الارضي ويمكن ان تكون خارج المبنى في بعض الاحيان . ومع تقدم التكنولوجيا خاصة في مجال تصنيع الادوات والأجهزة الصحية امكن تمديد مواسير تغذية المياه لتصل الي الادوار المرتفعة للمبنى ليتم بذلك تغذية أحواض الغسيل والايدي والبانيوهات والمراحيض والتي توضع في اماكن معينة داخل المبنى مثل الحمامات والمطابخ حيث توصل بمواسير مياه والصرف بصورة مناسبة ولذلك فكان يراعي دائماً اختيار وضع هذه الاماكن في التصميم المعماري للمبنى بحيث يسهل التعامل معها في عمليتي الصرف و التغذية .

ويراعي دائما في التصميم الا يشغل التصريف اكثر من 25% من مقطع ماسورة الصرف سواء كانت مدادات افقية او اعمدة راسية واذا وصل التصريف في الاعمدة من ربع الي ثلث تصريف الماسورة وهي ممتلئة يمكن ان يحدث سدد مائي حيث يتواجد عدد من الكتل المائية بالعمود على مسافات راسية تتحرك الي اسفل بنفس سرعة المياه وتؤدي هذه الظاهرة إلى حدوث ضغوط متغيرة والتي تؤثر بدورها في الحواجز المائية بالأجهزة الصحية بشكل سالب أو موجب.

وتسري المياه من أعمدة الصرف إلى المواسير الافقية وتقل سرعتها ويراعي عند اختيار اقطارها وميولها وسرعة المياه فيها الا يحدث فيها قفزات هيدروليكية لأنها قد تتسبب في حدوث تغيرات في الضغط داخل

المواسير مما يؤثر على تشغيل نظم الصرف الداخلية.

وتتمثل أنظمة الصرف الصحي في نظامان اساسيان ينبثق منهما أنظمة فرعية وهما:

- نظم الصرف ذات الماسورة الواحدة.
- نظم الصرف ذات الماسورتين.

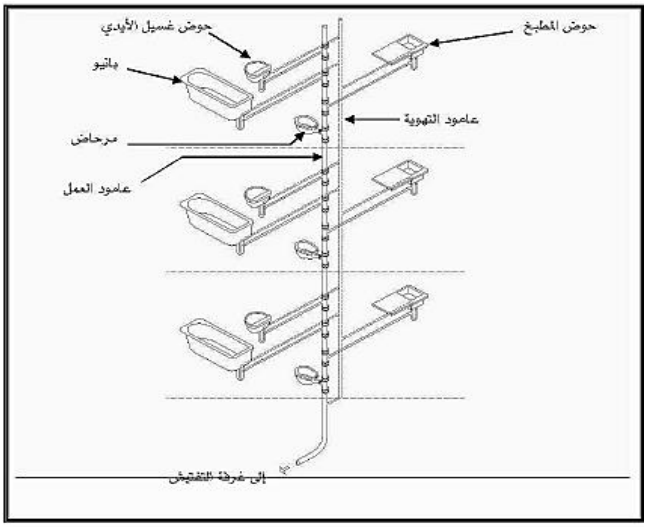
2.2.4.1 نظم الصرف ذات الماسورة الواحدة (Single pipe systems) :

i. نظام الماسورة المهواة بالكامل (One pipe system fully vented) :

يتم في هذا النظام تصريف جميع الأجهزة الصحية في عمود صرف واحد متصل بعمود تهوية واحد كما يظهر في الشكل (2.13) أدناه. وفي حالة زيادة قطر مداد المرحاض الي 4 بوصات يمكن تصريف عدد ثمانية مراحيض على هذا المداد بدون وصلات تهوية لأن كمية المياه المصرفة في هذه الحالة لا تملأ قطاع الامداد بأكمله وبذلك فلا يخشي من تفريغ الحاجز المائي من المراحيض .

ويظهر في هذا النظام من التصريف أن ماسورة واحدة تجمع كل من مخلفات العمل والصرف وتسمي أيضاً الماسورة الرئيسية للعمل والصرف ويقع بجانبها عمود التهوية وهو الذي يقوم بتهوية الحواجز

المائية العميقة بسيفونات الأجهزة الصحية والتي يصل عمق المياه فيها الي 7.5 سم ، ويراعي دائماً أن تكون النهايتان العلويتان للعمودين مفتوحتين للهواء الجوي ، كما يجب ألا تستخدم بالوعات قمعية أو الجاليترابات في هذا النظام .

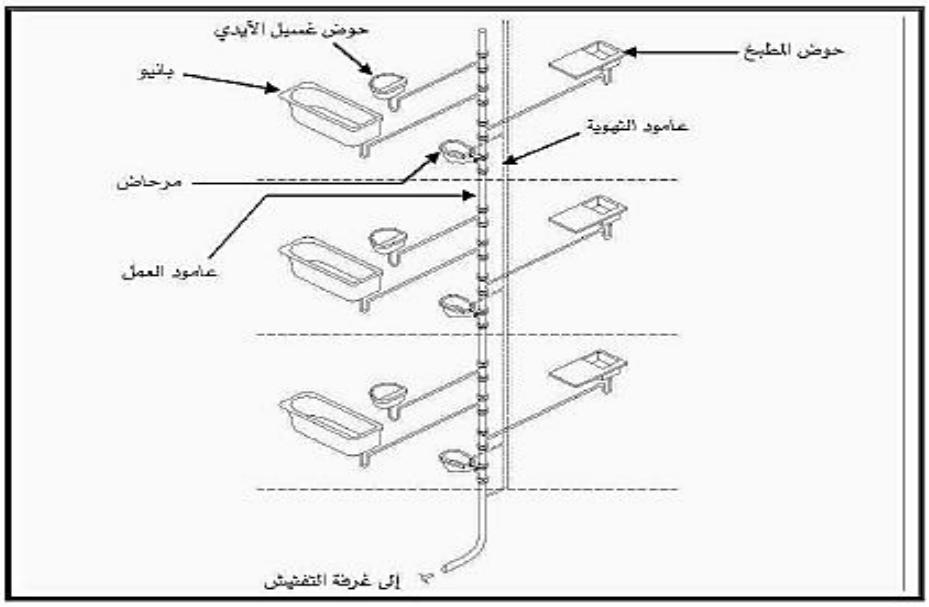


الشكل (2.13) نظام الماسورة المهواة بالكامل

ii. النظام المعدل للماسورة الواحدة مع تهوية أفرع ماسورة العمل:

(Modified One Pipe System with Vented Soil Branches)

يحتوي هذا النظام على عمود كما في النظام السابق ، هذا مع الفارق في كون عمود التهوية يستخدم فقط لتهوية الوصلات من المراحيض مع الوضع في الاعتبار وضع سيفونات بحواجز مائية عميقة تصل الي 7.5 سم وذلك لكل من البانيوهات ، أحواض غسيل الايادي وأحواض المطابخ ، كما لا تستخدم البالوعات القمعية ولا الجاليترابات لصرفة المخلفات السائلة ، وإنما تصميم مواسير الصرف كما هو متبع في نظام العمود الوحيد الذي سيرد ذكرة لاحقاً و الشكل (2.14) أدناه يوضح النظام المعدل للماسورة الواحدة مع تهوية أفرع.

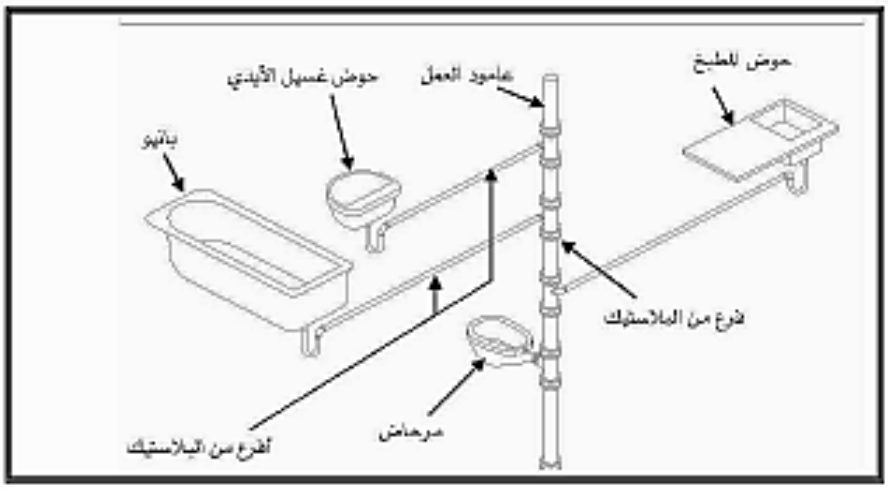


الشكل (2.14) النظام المعدل للماسورة الواحدة مع تهوية أفرع

iii. نظام العمود الوحيد (single stack system):

الطريقة التي يعمل بها هي نفس الطريقة التي يعمل بها نظام الماسورة الواحدة لكن دون وصلات تهوية راسية و الشكل (2.15) أدناه يوضح نظام العمود الوحيد ، ويتميز هذا النظام بكونه نظاماً اقتصادياً هذا مع مراعاة الشروط التالية عند استخدامه :

- أن تكون الأجهزة الصحية ملاصقة لعمود الصرف ، حتى يكون طول مدادات الصرف أقل ما يمكن.



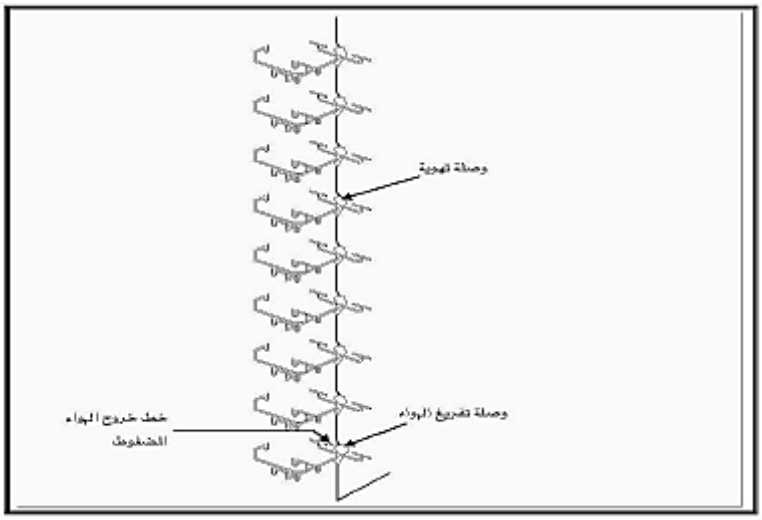
الشكل (2.15) نظام العمود الوحيد

- يراعى عند توصيل مدادات الصرف بالعمود الراسي ان يكون هذا الاتصال على مستويات مختلفة ، بحيث يتم ترك مسافات راسية بين مناسيب منتصف هذه المدادات .
- تتصل الأجهزة الصحية بعمود الصرف بواسطة مدادات منفصلة.
- تتصل المدادات الافقية للأحواض والمراحيض مع العمود الراسي ، وذلك لتفادي وصول تصريفات مدادات المراحيض الي مدادات الأحواض.

iv. نظام سوفينت للعمود الوحيد (Single Stack Sovent System):

اتضح من التجربة أن نظام العمود الوحيد أفضل في الاستخدام من الأنظمة التي تستخدم فيها عمود التهوية ، وذلك لان عدم وجود هذا العمود لا يؤثر سلباً بشكل واضح وجوهري في أنظمة الصرف خاصة في المباني المرتفعة . وقد تم تطوير هذا النظام بشكل يتناسب مع الصرف في مثل هذه النوعية من المباني واحدث ما تم التوصل إليه في هذا الاطار هو نظام سوفينت والذي يستخدم المواسير النحاسية في نظم الصرف ، ويعتبر هذا النظام نظاما متطوراً في مجال مواسير الصرف للمباني المرتفعة ، وتتلخص فكرتة في جمع مواسير العمل والصرف والتهوية في ماسورة واحدة يسهل تركيبها في المباني .

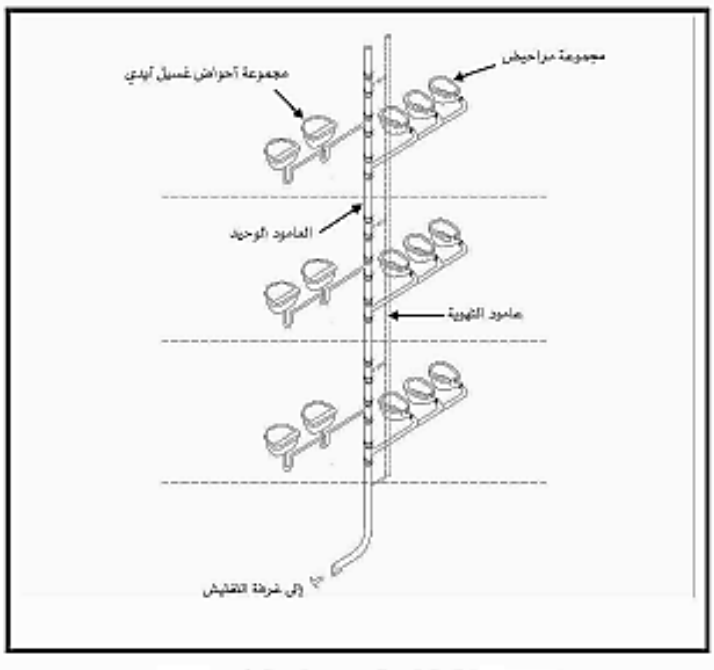
ويشتمل نظام سوفينت على عمود قائم يخرج منة وصلات تهوية عند كل دور من المبنى يتم توصيلة بالأفرع الافقية للأجهزة الصحية ، ويوجد بأعلى العمود فتحة لخروج الهواء المضغوط بينما يوجد أسفله وصلة تفريغ مكونة من غرفة فصل للهواء بها عمود وحاجز داخلي ، وبذلك فان هذه الوصلات تؤمن لهذا العمود التهوية الكافية والشكل (2.16) أدناه يوضح نظام سوفينت للعمود الوحيد.



الشكل (2.16) نظام سوفينت للعمود الوحيد

v. نظام العمود الوحيد مع عمود الهواء:

في هذا النظام يتصل عمود التهوية بعمود العمل في كل دور على مستوى يعلو وصلات الأجهزة الصحية بعمود العمل ، وبذلك فلا تختص التهوية في هذه الحالة بأي من الأجهزة فرادي ، هكذا نجد أن هذا النظام يعد شبيها بنظام العمود مضافاً إليه عمود للتهوية ، ويبين الشكل (2.17) فكرة عمل هذا النظام.



الشكل (2.17) نظام العمود الوحيد مع عمود الهواء

2.2.4.2 نظم الصرف ذات الماسورتين (Two pipes systems) :

يعتبر هذا النظام من النظم التقليدية التي عرفها الانسان منذ بدء التفكير في صرف المياه والمخلفات من المباني ، لذلك أنه كانت تتولي اهمية خاصة لصرف المخلفات العضوية من المراحيض وما شابهها ، اما صرف المياه من الأحواض والبانيوهات فلا يحمل نفس الروائح التي تنبعث من صرف المخلفات ،ولذلك كانت تجمع في بعض الاحيان مع مواسير صرف مياه الامطار.

يمكن تقسيم هذا النظام الي عدد من الأنظمة الفرعية وهي :

i. نظام الماسورتين التقليدي (Traditional Two-pipes system):

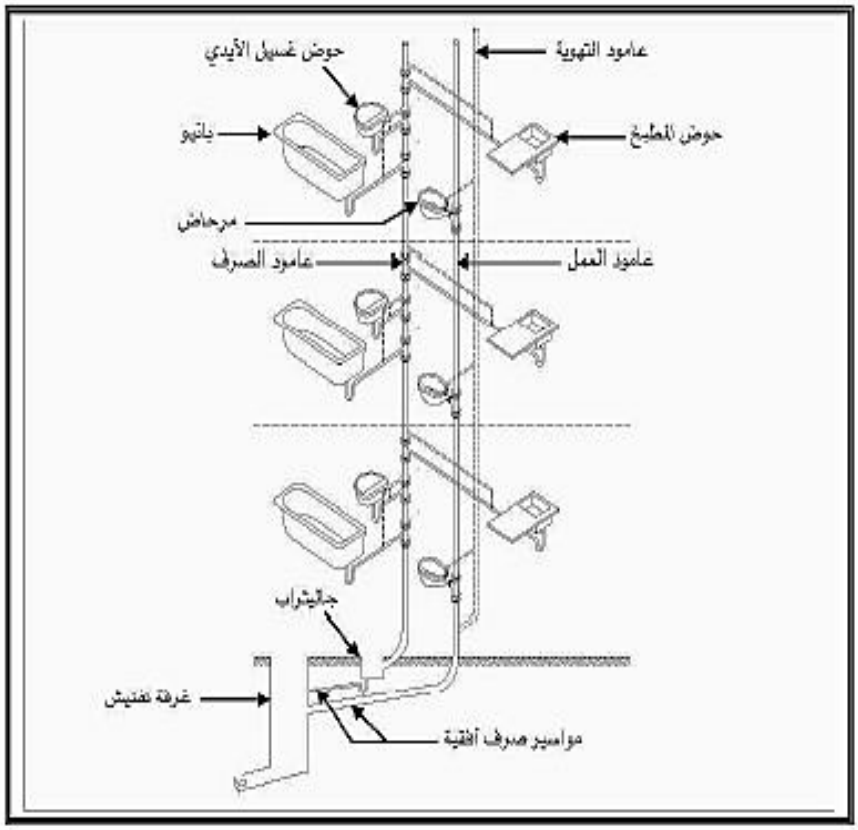
يستخدم هذا النظام في حالة كون المسافات الافقية بين الأجهزة الصحية كبيرة مثل المباني التعليمية والصناعية والتي يمكن ان يتواجد بها عدد كبير من الأحواض بعيداً عن دورات المياه كما يمكن استخدام نظام الماسورتين في جزء من المبنى كما موضح في الشكل (2.18) أدناه ، ونظام الماسورة الواحدة في بعض الاجزاء الاخري ، أما الحالة الاخيرة التي يستخدم فيها هذا النظام تكون لصرف مجموعتين من الأجهزة الصحية وهما:

المجموعة الاولي :

تشتمل المراحيض وما شابهها ، حيث يتم صرف مخلفات هذه عن طريق قائم عمل راسي ينتهي من اسفل بكوع وماسورة صرف افقية متصلة بشبكة الصرف الداخلية المحيطة بالمبنى أو العمومية.

المجموعة الثانية :

وتشتمل أحواض الغسيل والبانيوهات وحنفيات الشرب وما شابهها ، وتصرف هذه الأجهزة على قائم صرف راسي يصرف على بالوعة قمعية ومنها على جاليتراب تخرج منة ماسورة افقية متصلة بشبكة الصرف الداخلية المحيطة بالمبنى أو العمومية.



الشكل (2.18) نظام الماسورتين التقليدي

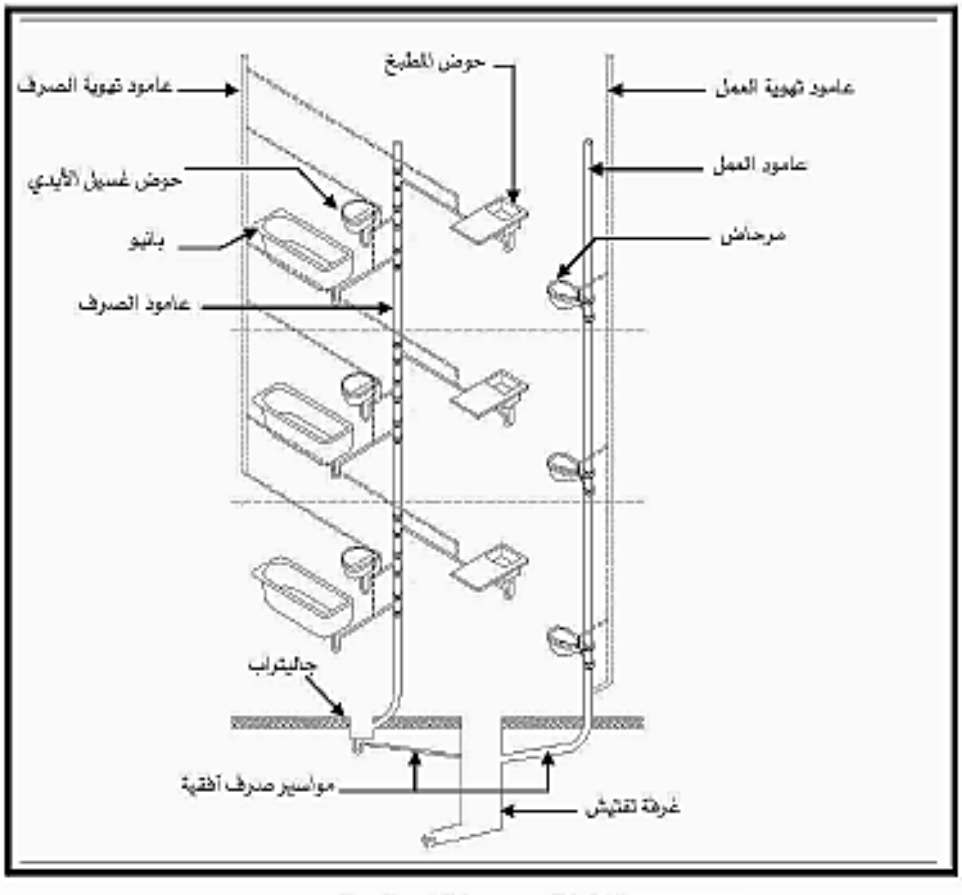
ii. نظام الماسورتين كاملتي التهوية (Fully vented Two- pipes system):

يتكون هذا النظام من قائمتين صاعدين يسمي احدهما ماسورة الصرف الرئيسية ، وتنتهي عند مستوي الدور الارضي في اسفلها بجليتراب يصب على غرفة تفتيش المبنى ، ويصرف على هذه الماسورة الأجهزة الصحية التي لها سيفونات بحاجز مائي صغير كالبانيوهات والأحواض.

اما القائم الثاني فيسمي ماسورة العمل الرئيسية والتي تصب عند المستوي على غرفة تفتيش المبنى ، ويصرف على هذه الماسورة المراحيض وما شابهها ، هذا وتتصل كافة الأجهزة الصحية التي تصرف على كلا الماسورتين من اعلى نقطة في سيفوناتها بوصلة هوائية من احد قائمي التهوية الموازيين لماسورة الصرف والعمل ، ويطلع على هذين القائمين ماسورة هواء الصرف الرئيسية وماسورة هواء العمل الرئيسية.

ومن المعروف أن وظيفة مواسير الهواء بشكل عام في نظم الصرف المختلفة ينحصر في تقليل تأثير تفريغ الحاجز المائي لسيفونات الأجهزة الصحية بالإضافة الي المحافظة على الضغط الجوي داخل الوصلات الفرعية ، ولهذا السبب يطلق عليها مواسير منع تفريغ الحاجز المائي ، ويتم توصيلها في النظام على بعد 7.5–30 سم من الحاجز المائي للأجهزة الصحية ، وتصل الي اعلى المبنى وتكون مفتوحة للهواء الجوي .

ومن عيوب هذا النظام تكلفتة المرتفعة ، حيث أنه يتكون من أربعة قوائم اثنان للصرف والعمل واثنان للتهوية بالإضافة الي وصلاتهم بالأجهزة الصحية ، ويبين الشكل (2.19) فكرة هذا النظام .



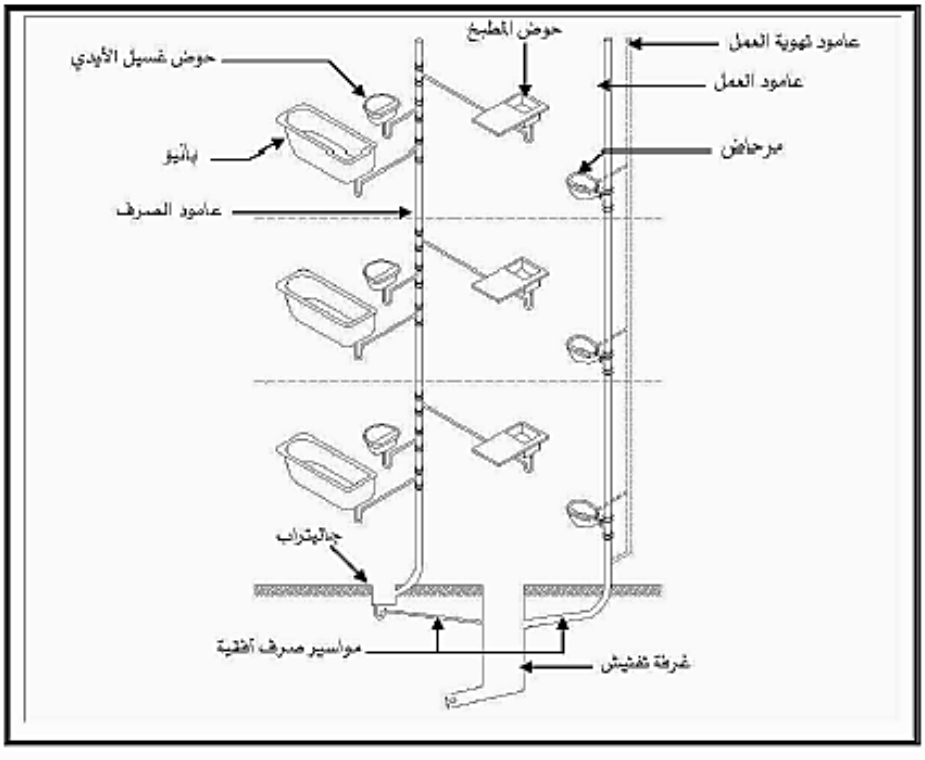
الشكل (2.19) نظام الماسورتين كاملتي التهوية

iii. النظام المعدل لماسورتين مع تهوية أفرع ماسورة العمل :

(Modified Two-pipes system with vented soft branches)

يتكون هذا النظام مثل النظام السابق من ماسورتي صرف رئيسية وعمل رئيسية ، ويختلف عنة كونه يحتوي على ماسورة تهوية واحدة لمنع تفريغ الحاجز المائي للمراحيض فقط ، بدلاً من توصيل باقي الأجهزة الصحية بماسورة التهوية ، ويكتفي بتوصيلهم بسيفونات ذات حاجز مائي عميق (حوالي 7.5 سم).

ويتضح في هذا النظام أنه تم توفير ماسورة تهوية بالإضافة إلى وصلاتهم بالأجهزة الصحية ، كذلك فإن ماسورة الصرف تصب مباشرة في غرفة تفتيش المبنى بدون التوصيل بجاليتراب ، ويناسب هذا النظام الحالات التي تحتوي على وصلات طويلة لماسورة العمل والشكل (2.20) أدناه يوضح النظام المعدل لماسورتين مع تهوية أفرع ماسورة العمل.



الشكل (2.20) النظام المعدل لماسورتين مع تهوية أفرع ماسورة العمل

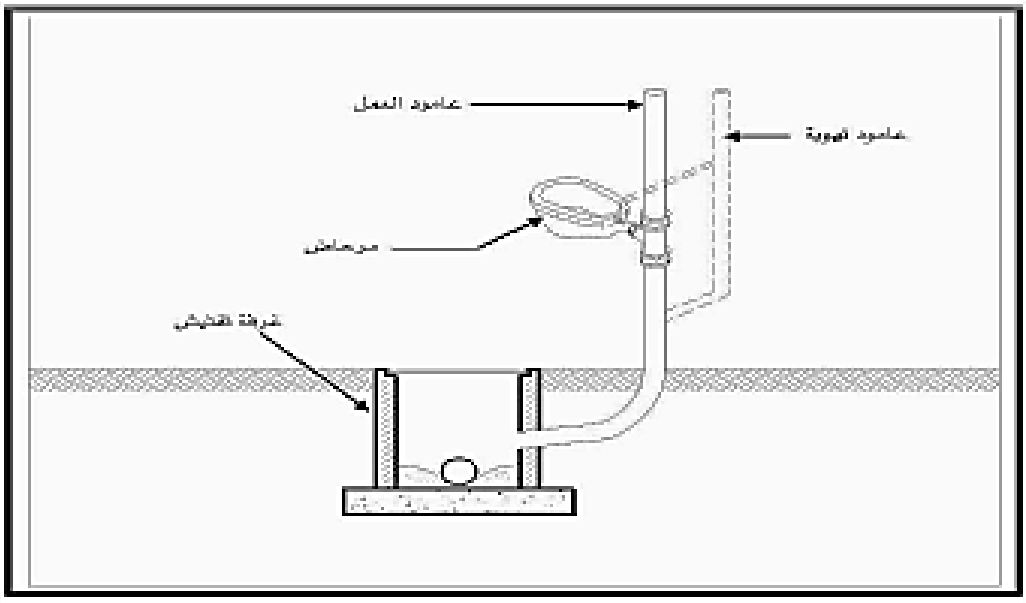
iv. نظام الماسورتين بسيفونات الارضيات مع تهوية أفرع ماسورة العمل :

(Two pipes system with floor traps and vented soil branches)

يتكون هذا النظام من ثلاث قوائم راسية وهي : اعمدة العمل والصرف والتهوية ، وتتصف جميعا باستقدامها وخلوها من الانحناءات وبتوحيد اقطارها بالكامل وارتفاعها .

هذا وتتصل الأجهزة الصحية بهذه الاعمدة عن طريق مشتركات لها فروع ، ويقوم كل عمود بالوظائف التالية :

- **عمود العمل** : وهو المختص بصرف مخلفات المراحيض وينتهي في أسفله بأكواع تصله بغرفة التفتيش للمبنى ومنها إلى المجاري العمومية ، ويتراوح قطرها ما بين 4 الي 5 بوصة حسب عدد المراحيض المتصلة به ، ويبين الشكل (2.21) طريقة الصرف على هذا العمود .

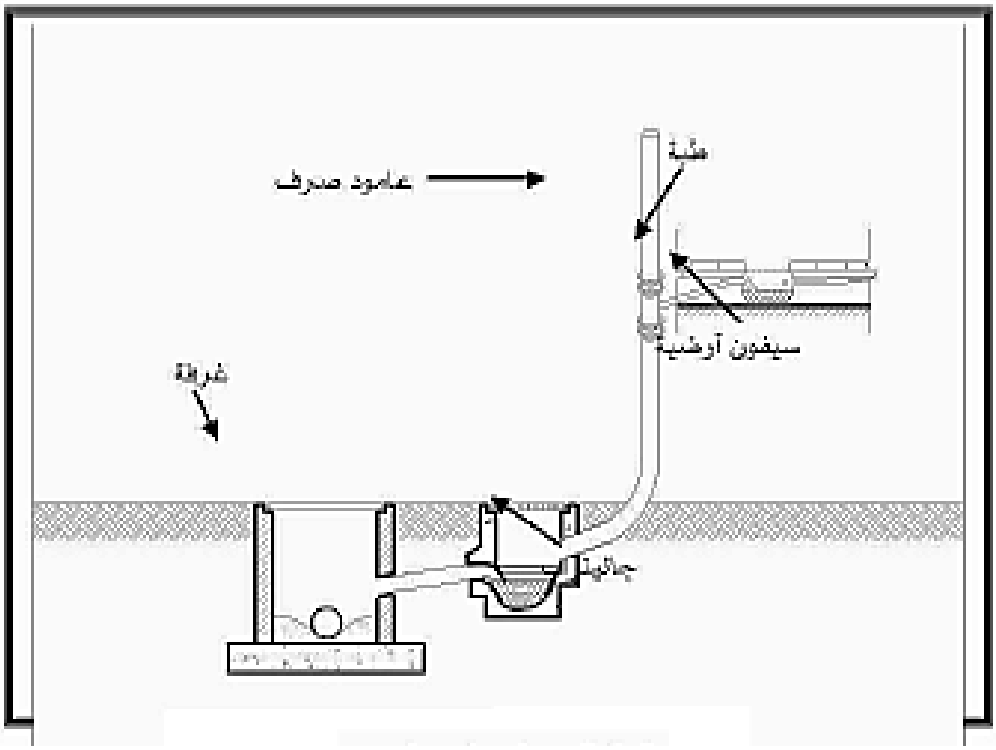


الشكل (2.21) الصرف على طريقة العمل

- **عمود الصرف** : وهو المختص بصرف مخلفات الأحواض والبانيوهات وصنابير المياه ..... الخ ، وذلك من خلال سايفونات الارضيات التي تصرف جميع الأجهزة الصحية السابقة عليها ، وينتهي هذا العمود في أسفله بسيفون يعرف بالجليتراب الذي يصرفه على غرفة التفتيش الخاصة بالمبنى ومنها الي المجاري العمومية .

وتأتي مرحلة الصرف على الجاليتراب كخطوة امان لعدم وصول الغازات الموجودة بالمجاري الي عمود الصرف ومنة الي داخل المبنى ، حيث ان السيفونات الخاصة بالأجهزة الصحية ، وأيضاً الخاصة بالأرضيات تعتبر ضعيفة مما يزيد من امكانية تفريغ حواجزها المائية بسهولة .

ويتراوح قطر هذا العمود ما بين 3–4 بوصة حسب اعداد الأجهزة الصحية المتصلة به ويبين الشكل (2.22) طرق الصرف على هذا العمود .

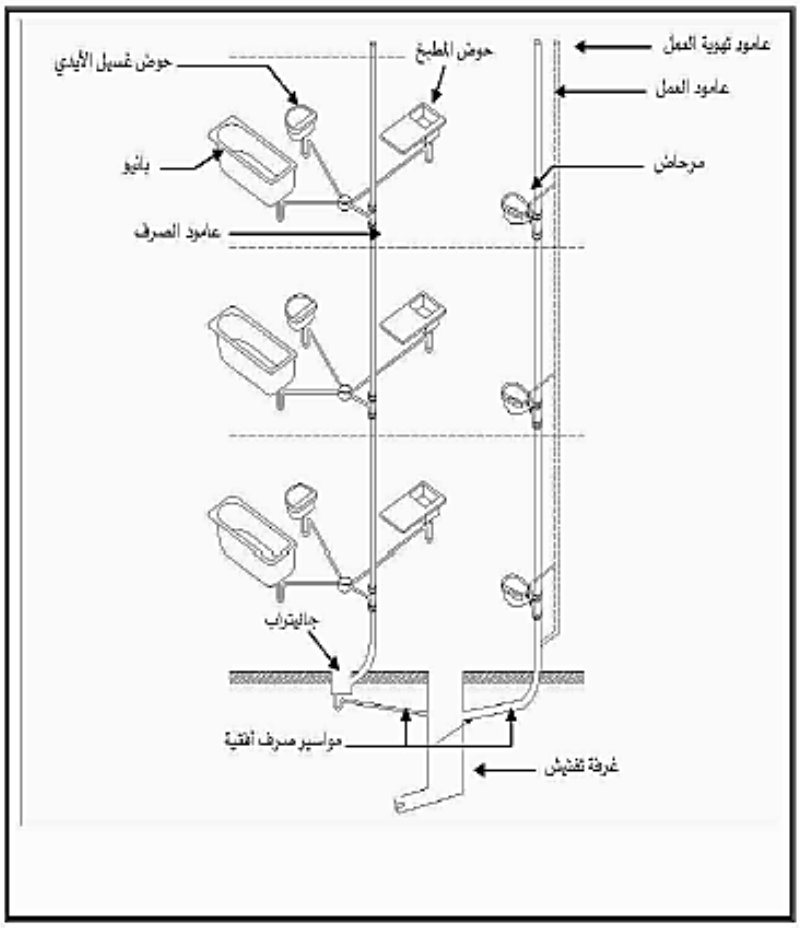


الشكل (2.22) طرق الصرف على عمود

- **عمود التهوية :** وهو الذي يقوم بتهوية أعمدة العمل والصرف للتقليل من الغازات غير المرغوب فيها نتيجة لتحلل المواد العضوية التي تكون عالقة بها ، ويساعد ذلك على حماية مادة الزهر المكونة للأعمدة في حالة استخدامها من الصدأ.

كما ان من مهامه الأساسية عمل توازن للضغط داخل المواسير مما يساعد على ثبات الحاجز المائي الموجود في سيفونات الأجهزة الصحية ، وكذلك الخاصة بالأرضيات.

ويبين الشكل (2.23) نظام صرف الماسورتين باستخدام سيفونات الأرضيات مع تهوية أفرع ماسورة العمل .



الشكل (2.23) نظام الماسورتين بسيفونات الأرضيات مع تهوية أفرع ماسورة العمل

الفصل الثالث

الأعمال الميكانيكية والكهربائية والصرف الصحي بتقنية نمذجة معلومات البناء (BIM)

3.1 تمهيد:

البيئة التجارية في يومنا هذا تطالب بالمزيد من الكفاءة و التكامل في سلاسل البناء ، فالمالكين يطالبون ببناء مباني أفضل بأقل تكاليف في أقل فترة زمنية ممكنة ، مما يجعل المهندسون والمقاولون تحت ضغط ، فبدأ البحث عن طريقة جديدة لتبسيط عملية التصميم والتسليم بأقل تكاليف وأفضل جودة .

نجحت تقنية نمذجة معلومات البناء في تصميم المباني ، فقد تم الاعتماد عليها سريعا في ايجاد حلول لهذه المشاكل .

استخدام نمذجة معلومات البناء في الأعمال الميكانيكية هي منهجية تصميم تتميز بإنشاء واستخدام منسق لمعلومات المباني القابلة للحوسبة ، هذه المعلومات تستخدم في اتخاذ القرارات ، وإنتاج الوثائق الدقيقة ، والتنبؤ بالأداء ، وتقدير التكاليف والتخطيط للبناء.

3.2 المفاهيم الاساسية لتقنية نمذجة معلومات البناء:

هنالك العديد من المفاهيم الاساسية لفهم كيف تؤثر تقنية نمذجة معلومات البناء في التصميم

3.2.1 نموذج المبني القابل للحوسبة:

هو نموذج لمبني في برنامج حاسوبي ، يتم تصميمه باستخدام نظم (CAD) التقليدية للتصميم أو برامج تصميم الأعمال الميكانيكية ، يتم تصميمه في شكل مبني ثلاثي الابعاد ويمكن تحويله إلى مبني ثنائي الابعاد ، بعض أنظمة من طراز (CAD) المتخصصة في تصميم الأعمال الميكانيكية (AUTOCAD MEP) تسمح باستخراج النموذج في ثلاث ابعاد لأغراض التنسيق واستخراج

الرسومات وذلك لجعل النموذج يبدو أكثر ذكاء مما هو عليه ، ولكن لأن النموذج غير قابل لنمذجة عناصر النظام (لا تعرف العناصر كيف تتفاعل مع بعضها البعض) .

في حين أن هنالك برامج أخري مثل برنامج (Revit) لنمذجة معلومات البناء يعبر عن العلاقات بين عناصر المبني والنظام مثل الحوائط و مجاري الهواء و الأنابيب و الاعمدة الخرسانية ، جميع العناصر السابقة معرفة (ما هي ، ماذا تفعل وكيف تتجاوب مع بقية عناصر المبني).

3.2.2 التصميم المتكامل للأعمال الميكانيكية والكهربائية والصرف الصحي (MEP):

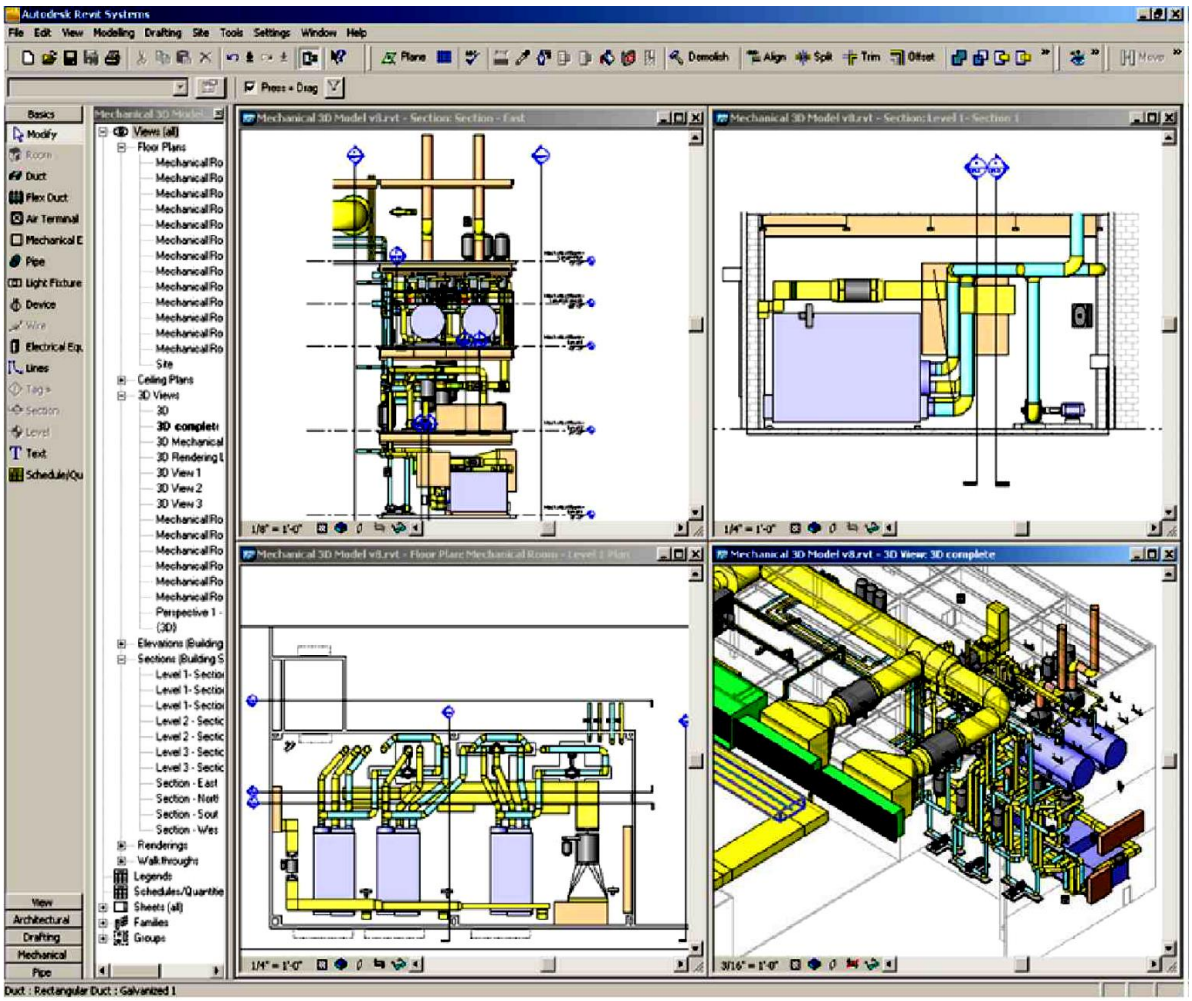
نموذج المبني المحوسب في برنامج (Revit) يسمح بالتصميم المتكامل للأعمال الميكانيكية والقيام به في سياق المبني بأكمله ، مثلاً الأنظمة الميكانيكية والكهربائية معرفة مع بعضها البعض مما يمكن المهندس الكهربائي من تتبع متطلبات الطاقة للمعدات الميكانيكية المدرجة في التصميم ويقوم البرنامج تلقائياً بتكوين متطلبات الأحمال الكهربائية علي حسب مواصفات المعدات الميكانيكية .

وهذا النهج المتكامل لا يشمل فقط التخصص في حزم الأعمال الميكانيكية والكهربائية والصرف الصحي (MEP) ، بل تتعدي هذا لتتميز ببيئة رقمية متكاملة للتصميم والتوثيق والتحليل .

3.2.3 إدارة العناصر المتغيرة (Parametric Change Management):

معظم الحلول الهندسية المستخدمة اليوم في الأعمال الميكانيكية تعتمد علي تقنية (CAD) ، مع التركيز علي إنتاج وثائق البناء بدلاً من التصميم الهندسي نفسه ، إما أن يتم إنشاء الرسومات مباشره أو استخراجها من النموذج وهناك حاجه إلى مستوى عالي من الجهد لأداره وتنسيق الوثائق وبيانات تصميم البناء القابلة للتنفيذ (مثل الجدول الزمنية ، والتكلفة ، وأداء البناء).

وعلي عكس ذلك فإن تقنية (BIM) توفر التنسيق المباشر لبيانات التصميم مثل الجداول الزمنية وحساب الكميات و التكلفة ، وهذا يؤدي إلى معلومات تصميم موثوقة ومنسقه ومتناسقة ، الشكل (3.1) أدناه يوضح مشروع (Revit) متكامل للأعمال الميكانيكية .



الشكل (3.1) مشروع (Revit) متكامل للأعمال الميكانيكية

3.3 تصميم الأعمال الميكانيكية والكهربائية وتجهيزات الصرف الصحي (MEP) باستخدام برنامج (Revit):

3.3.1 التصميم والاقتراحات:

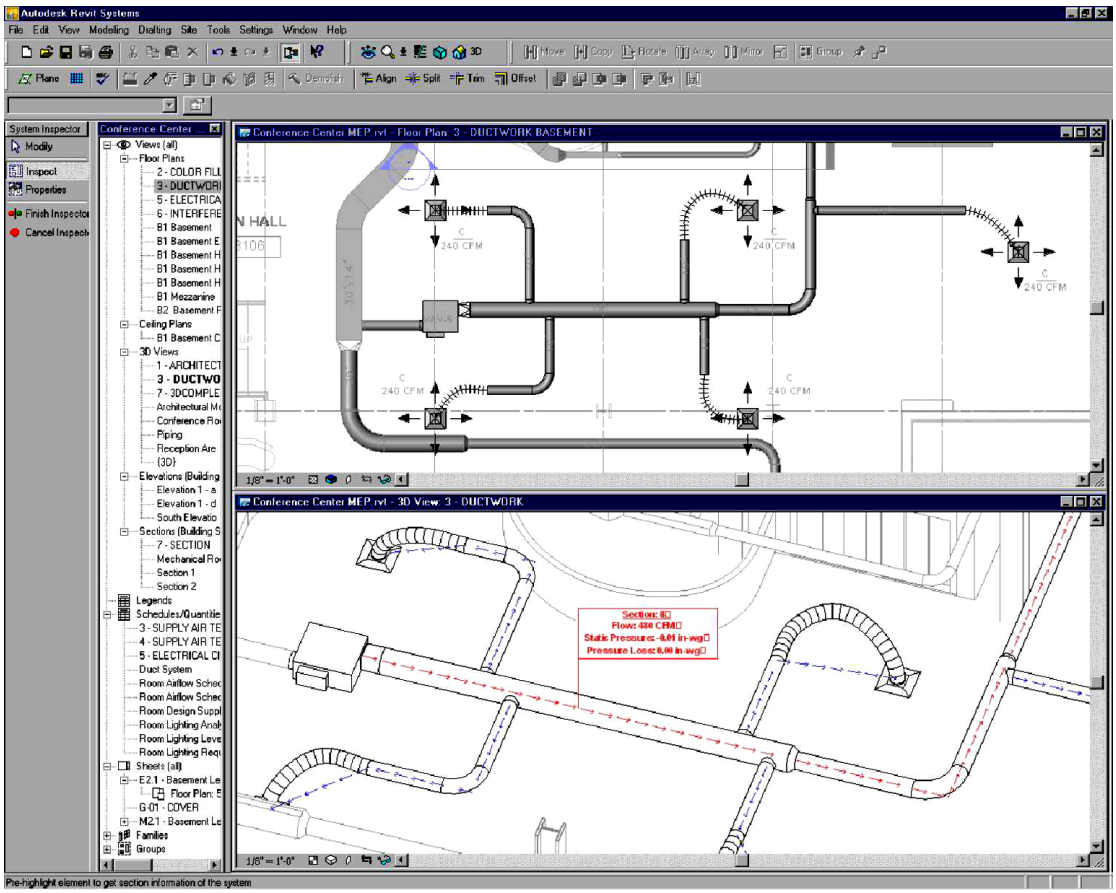
i. التصميم:

توفر أنظمة (Revit) بيئة موحدة للتصميم والتحليل والتوثيق ، كما أن مصممي الأعمال الميكانيكية يعملون مباشرة في النموذج ، والرسومات نفسها هي جزء من النموذج مما يجعل أدوات التخطيط أسهل وأسرع .

تعديل التصميم من قبل المصممين يتم عن طريق تحريك او تغيير العناصر على الرسومات الموضحة علي شاشة البرنامج هذا التعديل يتم تحديثه تلقائياً على كافة الرسومات وفى نفس الوقت.

ii. الاقتراحات:

توفر أنظمة التحجيم ونظم أدوات التخطيط في برنامج الـ (Revit) للمصممين مميزات الاقتراحات الفورية مثلاً أثناء التخطيط الميكانيكي تسمح نظم الـ (Revit) بعرض التدفق الحرج مما يسمح للمهندس تعديل التصميم لأقصى قدر من الاداء والكفاءة كما موضح في الشكل (3.2) أدناه .



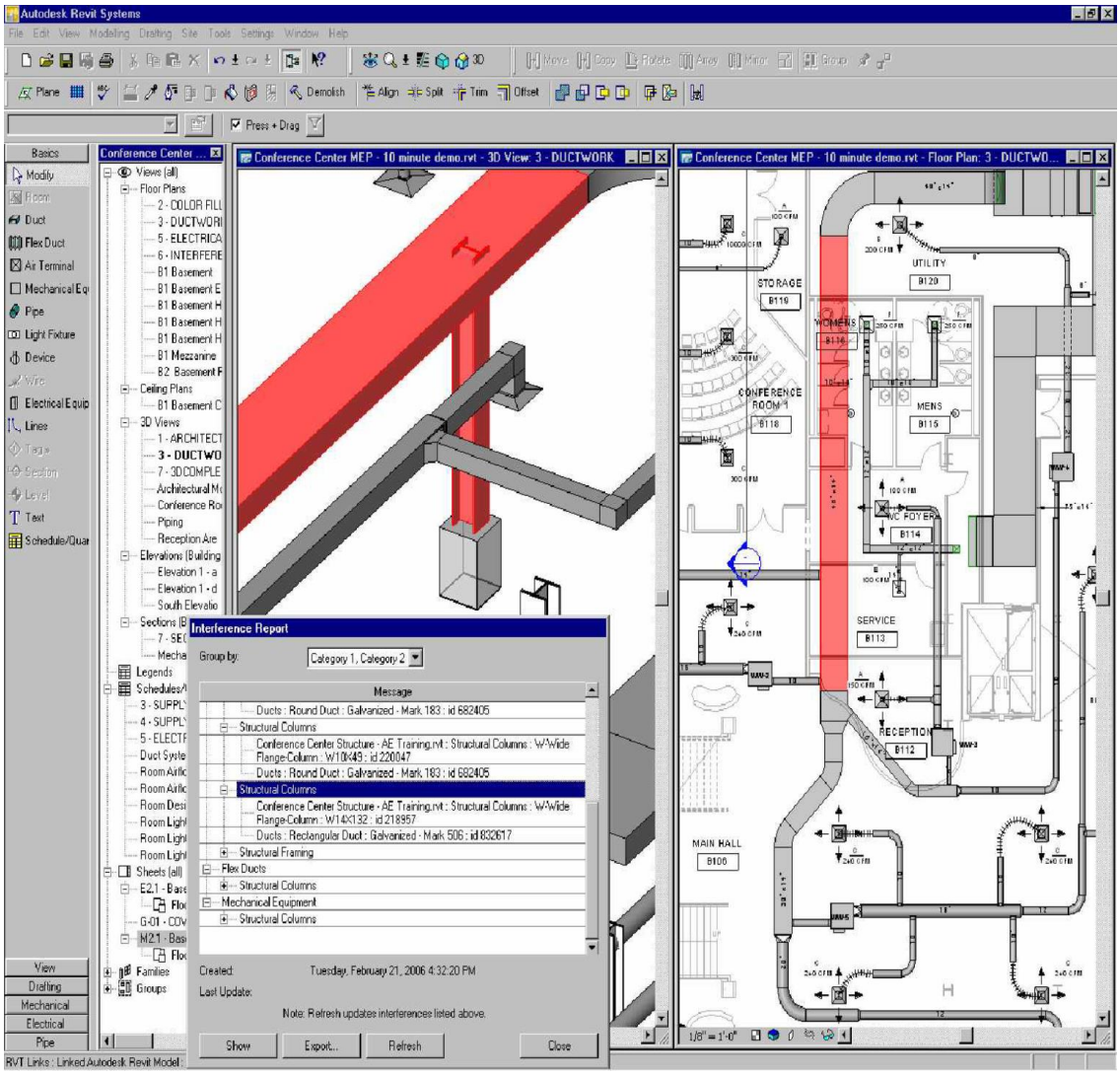
الشكل (3.2) عرض التدفق الحرج

3.3.2 التداخل (Interferences):

التحقق التلقائي من التداخل أثناء عملية التصميم هو ميزة أخرى من مميزات برنامج الـ (Revit) ، عادة يتم تعريف الأنظمة المعمارية والإنشائية للمبني أولاً ، ثم بعد ذلك يتم تعريف الأعمال الميكانيكية والتجهيزات الصحية والأعمال الكهربائية .

في تصميم المباني الكبيرة مثل الفنادق أو المباني السكنية ذات الارتفاع الشاهق أو مجمعات المكاتب المعقدة تكون التكلفة الاجمالية للمبني مهمة وهذا يمهد للصراعات التي لا مفر منها بين المساحة المطلوبة لمعدات الأعمال الميكانيكية (الأنابيب ، مجاري الهواء ، توصيلات الكهرباء، أجهزة التكييف) تحت السقف و التكلفة الاجمالية .

بيئة النمذجة ثلاثية الأبعاد (3D) من أنظمة (Revit) تساعد مصمم الأعمال الميكانيكية والكهربائية والصرف الصحي (MEP) في التغلب على تحديات تركيب المكونات المطلوبة في مساحات ضيقة ، ومن ثم يوفر التحقق من التداخل للكشف عن الاصطدامات خلال عملية التصميم والحد من خطر تجاوزات تكاليف إعادة التشييد، والشكل (3.3) أدناه يوضح ذلك.



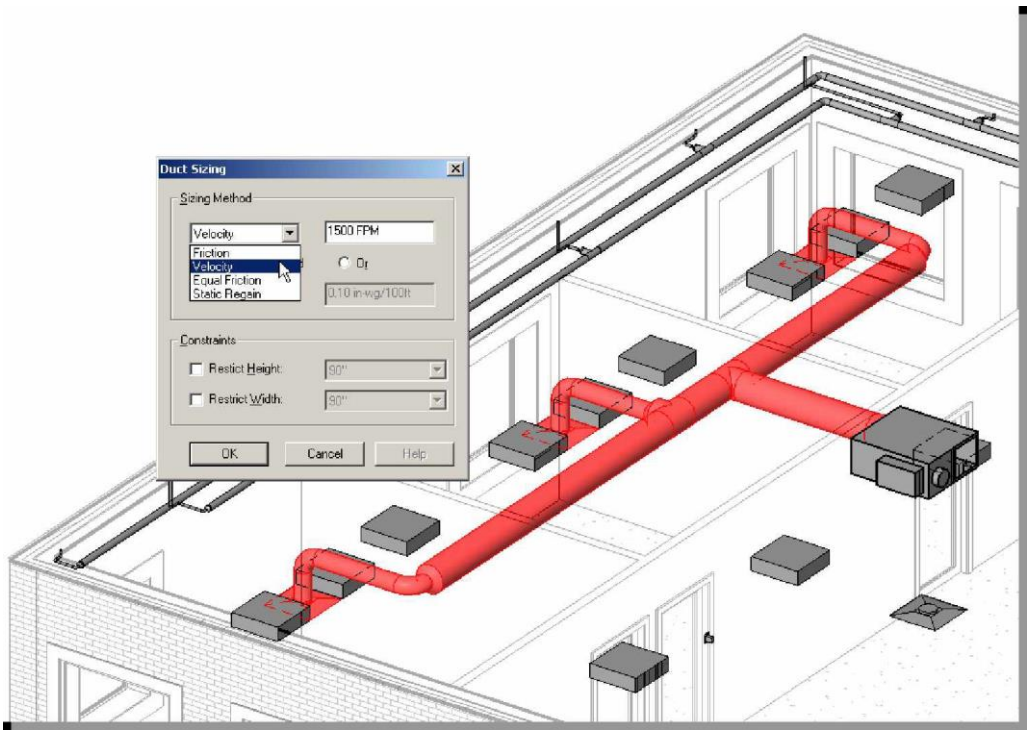
الشكل (3.3) التحقق من التداخل خلال عملية التصميم

3.4 نمذجة معلومات البناء (BIM) لتصميم الأعمال الميكانيكية والكهربائية والصرف الصحي (MEP):

3.4.1 التصميم المتمحور حول البيانات (Data-Centric Design):

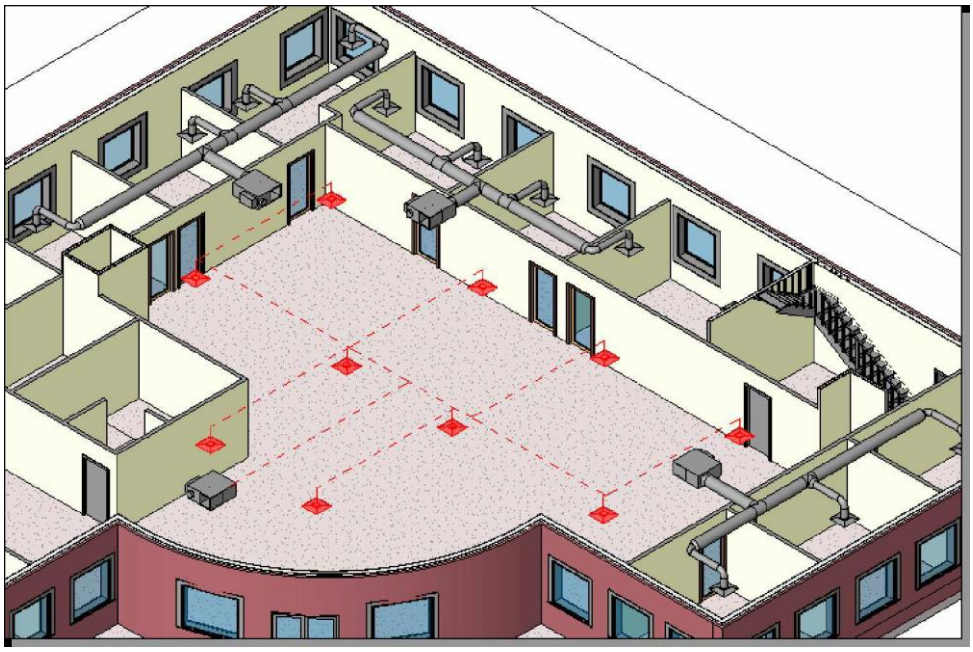
نموذج برنامج الـ (Revit) المحوسب الغني بالبيانات يستخدم لتحسين عمليات تصميم الأعمال الميكانيكية مع مجموعة من الأدوات المساعدة في تخطيط مجاري الهواء والأنابيب والنظم الصحية . علي سبيل المثال تمكن أنظمة (Revit) المصممين من إجراء العديد من الحسابات الهندسية مباشره في النموذج مثل تحديد حجم مجري الهواء الرئيسي والفروع لكل النظام وفي نفس الوقت بناءً علي الطرق والمواصفات القياسية (يستخدم ASHRAE كقاعدة للبيانات).

يتم دمج أدوات تحجيم النظام مع أدوات التخطيط وعلى الفور يتم تحديث الحجم ومعايير التصميم لعناصر مجاري الهواء والأنابيب دون تبادل الملفات مع تطبيق أخر لإجراء هذه العملية والشكل (3.4) أدناه يوضح ذلك.

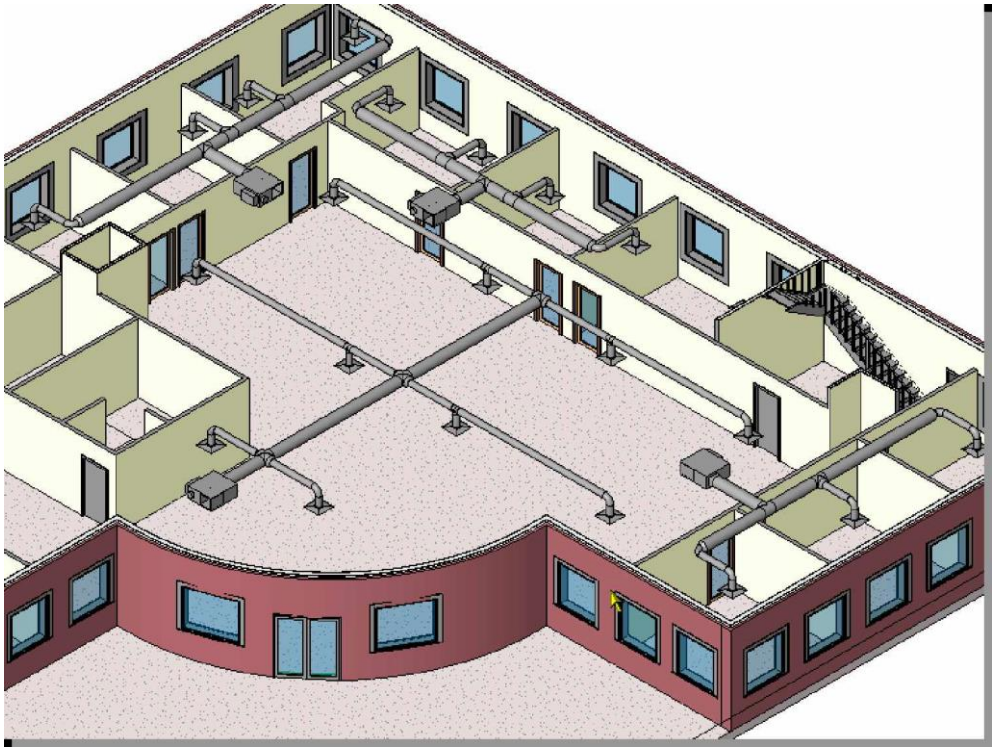


الشكل (3.4) نظم (Revit) تمكن مباشرة من تحديد حجم مجري الهواء في النموذج أثناء التخطيط

يوفر نظام الـ (Revit) حلول متعددة لتوصيلات مجاري الهواء بموزعات الهواء تلقائياً والذي يعطي عدد من طرق التوصيل ، من ثم يتم تقييد مسار التوجيه من قبل المصمم ، الذي يحدد طريقة التوصيل وذلك للوفاء بمعايير تصميم محددة ، الشكل (3.5) والشكل (3.6) أدناه يوضحان ذلك.



الشكل (3.5) احدي الحلول المقترحة من نظام (Revit) لتوصيل مجاري الهواء بموزعات الهواء

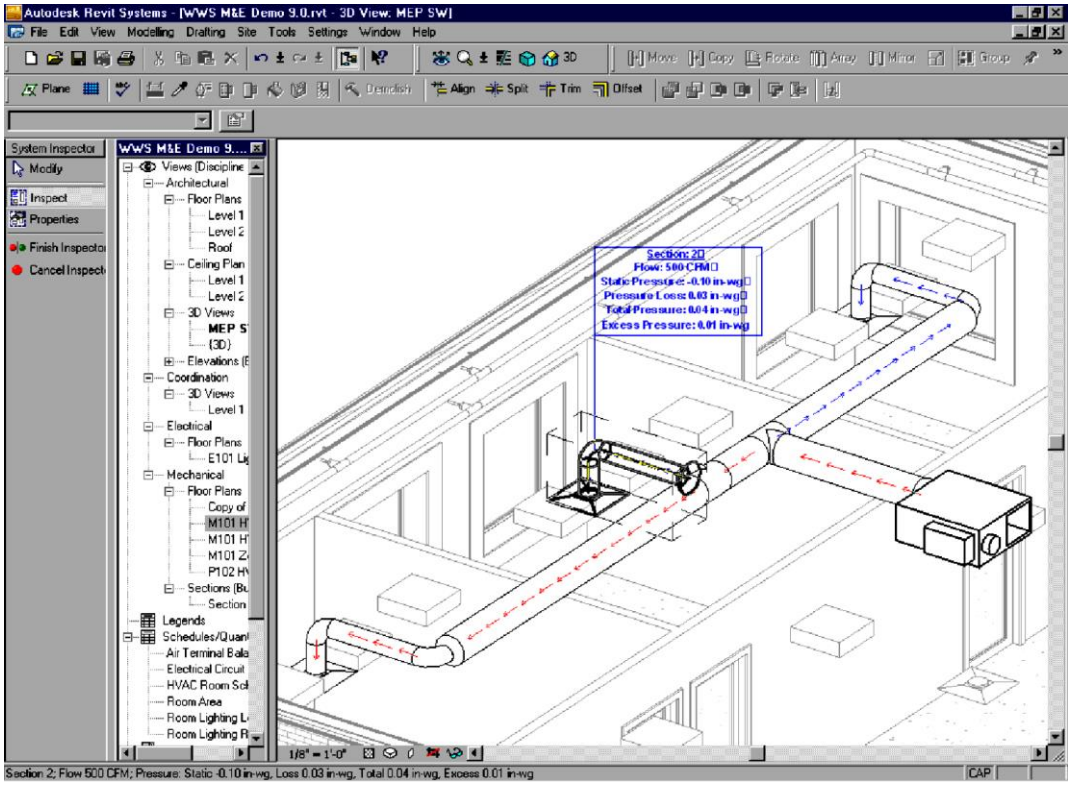


الشكل (3.6) اختيار الحل الامثل الذي يتماشى مع معايير التصميم

3.4.2 فكرة التصميم:

نمذجة معلومات البناء في نظام (Revit) المحوسب يستخدم أيضاً لإعطاء اقتراحات لمصمم الأعمال الميكانيكية ليطور التصميم ، حيث يمكن أن تكون الأنابيب ومجاري الهواء مرمزة بألوان على حسب معايير التصميم مثل (ارتفاع أو انخفاض الضغط ، نطاق السرعة ، مائع التشغيل ، معدل الانسياب) هذا التمثيل المرئي لتصميم البيانات يعطي المهندسين البصيرة الفورية للتصميم .

يقوم خيار(Inspector) بعرض مسار التدفق الحرج لمجاري الهواء حيث يوفر بسرعة مواصفات التصميم لكل قطعة في النظام (لكل مجري هواء) ، تسمح هذه الملاحظات للمهندس بتحديد مناطق أعلى فقودات للضغط في النظام بسرعة ثم تعديل التصميم لتحسين أداء النظام الشكل(3.7) أدناه يوضح ذلك .



الشكل (3.7) خيار (Inspector) يوفر فوراً ملاحظات التصميم

تمكن نظم (Revit) علي مستوي التحليل من تصدير النموذج المحوسب مباشرة إلى البرامج الرائدة في التحليل مما يقضي علي النقل اليدوي للبيانات ذهاباً واياباً بين برامج النمذجة و التحليل.

3.5 تحسين التنسيق بين مصممين المشروع:

يعزى المصدر الرئيسي للأخطاء والتأخير في تشييد المباني إلى وثائق التصميم السيئة الناتجة من عدم التنسيق الجيد بين مصممين المشروع (المعماري ، الانشائي ، الميكانيكي ، الكهربائي).

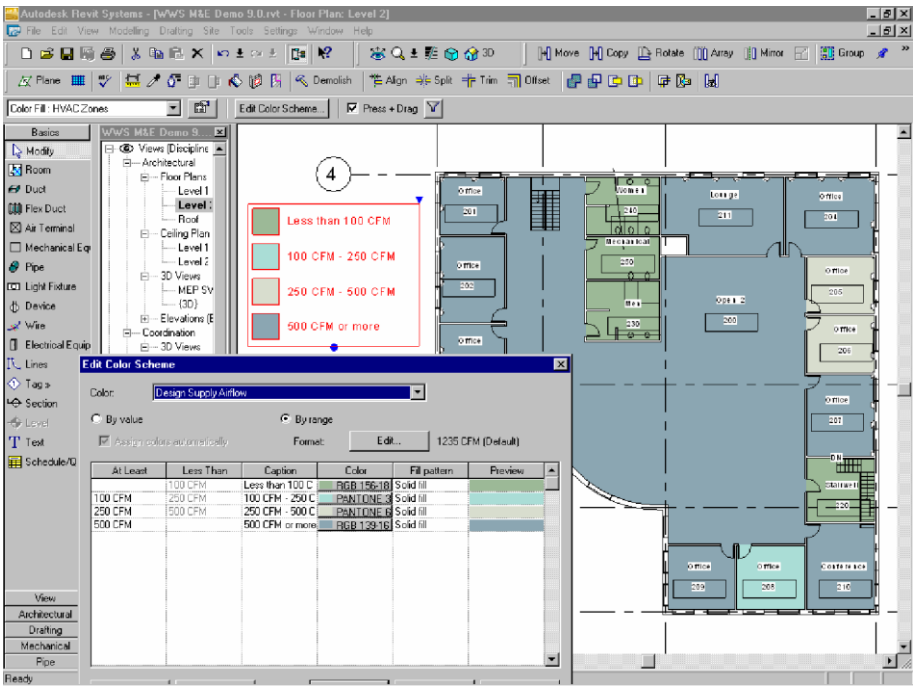
البيئة البدائية لنظم الـ (CAD) كانت توقع المهندسين في أخطاء فادحة لا يتم اكتشافها إلا في الموقع مما تزيد من تكاليف إعادة العمل وتأخر زمن تسليم المشروع.

وفرت نظم الـ (Revit) للمهندسين التنسيق الجيد أثناء التصميم حيث مكنت من كشف التداخلات بين عناصر المبنى (الحوائط ، الابواب ، الأعمدة) وعناصر النظام (الأنابيب، مجاري الهواء) الى تعديل الاخطاء مبكرا وعلي شاشة الحاسوب مما يوفر تكاليف اعادة العمل في الموقع.

3.6 تحسين الاتصالات:

تشمل نظم (Revit) مجموعة متنوعة من المميزات التي تحسن الاتصال بين أعضاء فريق المشروع والمهندسين و المعماريين والعملاء والمقاولين بما في ذلك تبادل المعلومات ، بالإضافة إلى أن نمذجة المبني بصورة ثلاثية الابعاد تعطي المالك فكرة للصورة النهائية التي سيكون عليها المبني.

توفر أيضاً ميزات الاستيراد والتصدير بالإضافة إلى أن إعطاء كل غرفة أو مساحة لون على حسب الحمل الحراري أو معدل انسياب الهواء و الذي يحسن من تقنيات الاتصال المرئي ، كما موضح في الشكل (3.8) أدناه.



الشكل (3.8) اضافة الالوان الي الغرف حسب معدلات انسياب الهواء

3.7 نمذجة معلومات البناء للتصميم الكهربي :

3.7.1 تمهيد:

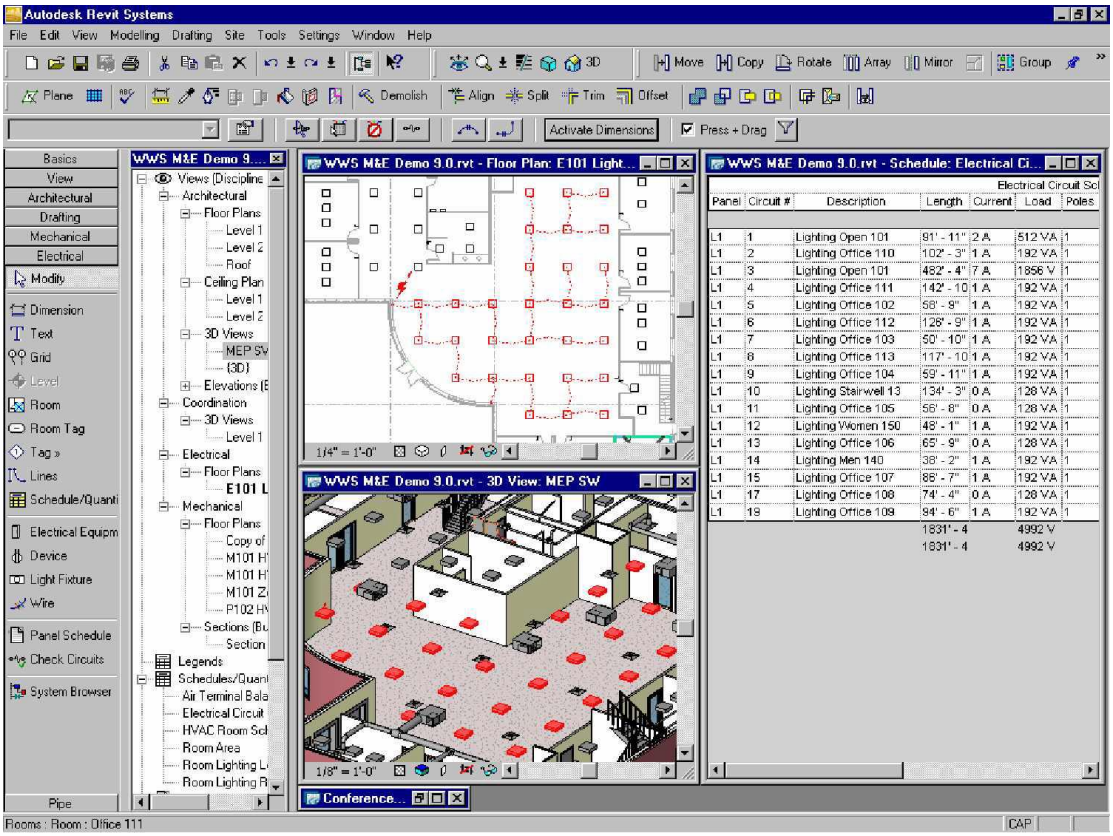
تجسيد نموذج بناء قابل للحوسبة وتعريف العناصر المعمارية والهيكلية وعناصر الأنظمة الميكانيكية وكيفية التفاعل مع بعضها البعض ، تحديد وفهم العلاقات الفيزيائية لعناصر المبني الانشائي (الموقع ، الحجم ، العلاقة بين مكونات المبني) لا تقل أهمية عن القدرة علي وضع النماذج والحصول على اقتراحات حول كيفية عمل النظام الميكانيكي (كمية تدفق الهواء ، الضغط المطلوب لتحريك الهواء عبر القنوات) ، كما تم شرحه سابقاً ، له أهمية خاصة في التصميم الكهربائي .

ومن حيث ترتيب أعمال التصميم في النموذج فان تصميم الأعمال الكهربائية تكون هي الاخيرة وذلك للاستفادة من معلومات الأجهزة الميكانيكية المستخدمة ، لا يتم توصيل أسلاك فعلياً في النموذج و يتم تركها للمقاول في الموقع ، أما الاشياء الوحيدة المجسدة فعلياً هي الأجهزة الكهربائية والمعدات مثل (تركيبات الاضاءة ، المحولات ، المولدات ، صناديق التوزيع) ، في حين أن نمذجة النظام هي ذات أهمية قصوي.

3.7.2 الاعتبارات والتصميم:

- ما هو عدد وانواع الدوائر الكهربائية ؟
- هل هناك أجهزة غير مخصصة لدائرة معينة ؟
- هل توجد قوة اضاءة كافية ؟

تشكل اعتبارات التصميم هذه والحسابات التحدي الاساسي لمهندس الكهرباء ، يوفر النموذج المحوسب بيئة مثالية لهذا النوع من نمذجة النظام المرتكزة على البيانات ، من نمذجة الأنظمة الكهربائية في المبنى بأكمله والمساعدة في ضمان تنسيق التصميم من اجل تصميم النظام الامثل ، والشكل (3.9) أدناه يوضح ذلك.



الشكل (3.9) نظم (Revit) يساعد في تنسيق وتصميم الأعمال الكهربائية

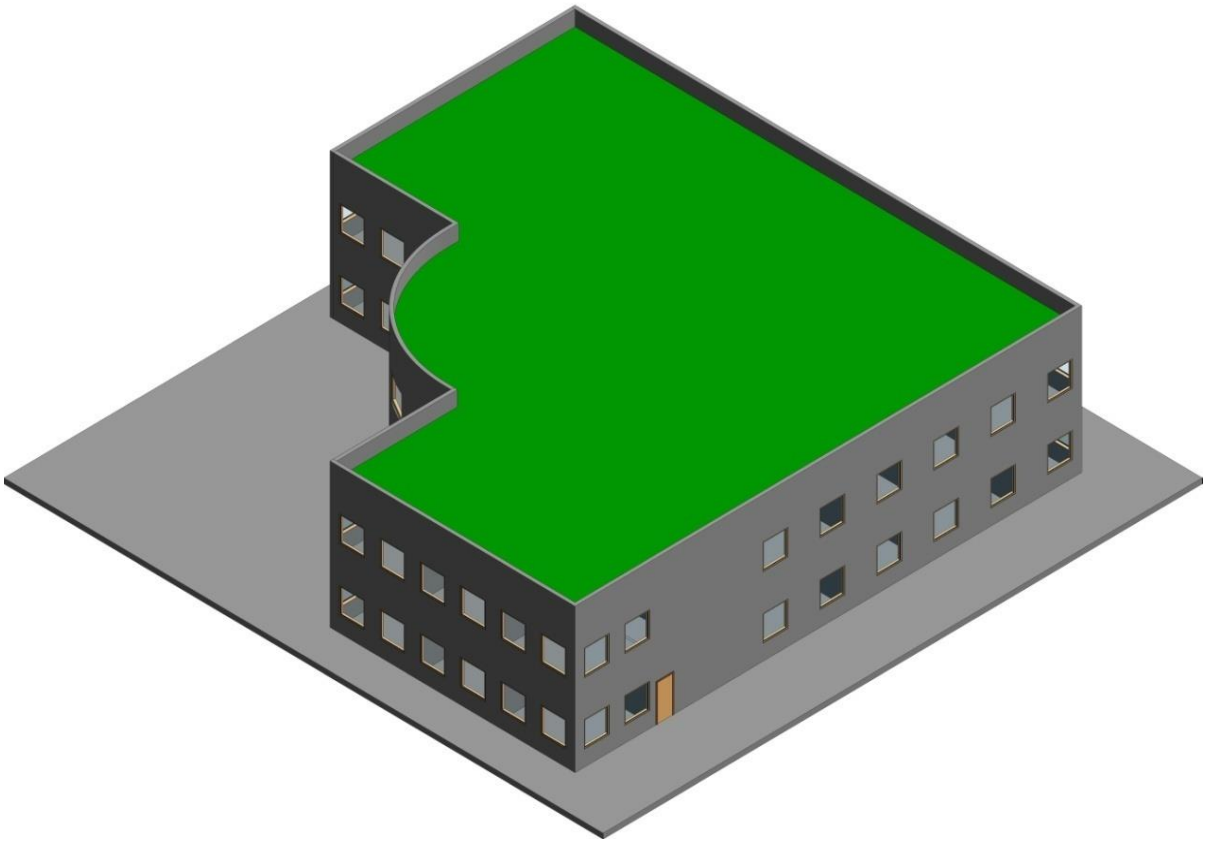
الفصل الرابع

دراسة الحالة (Case Study)

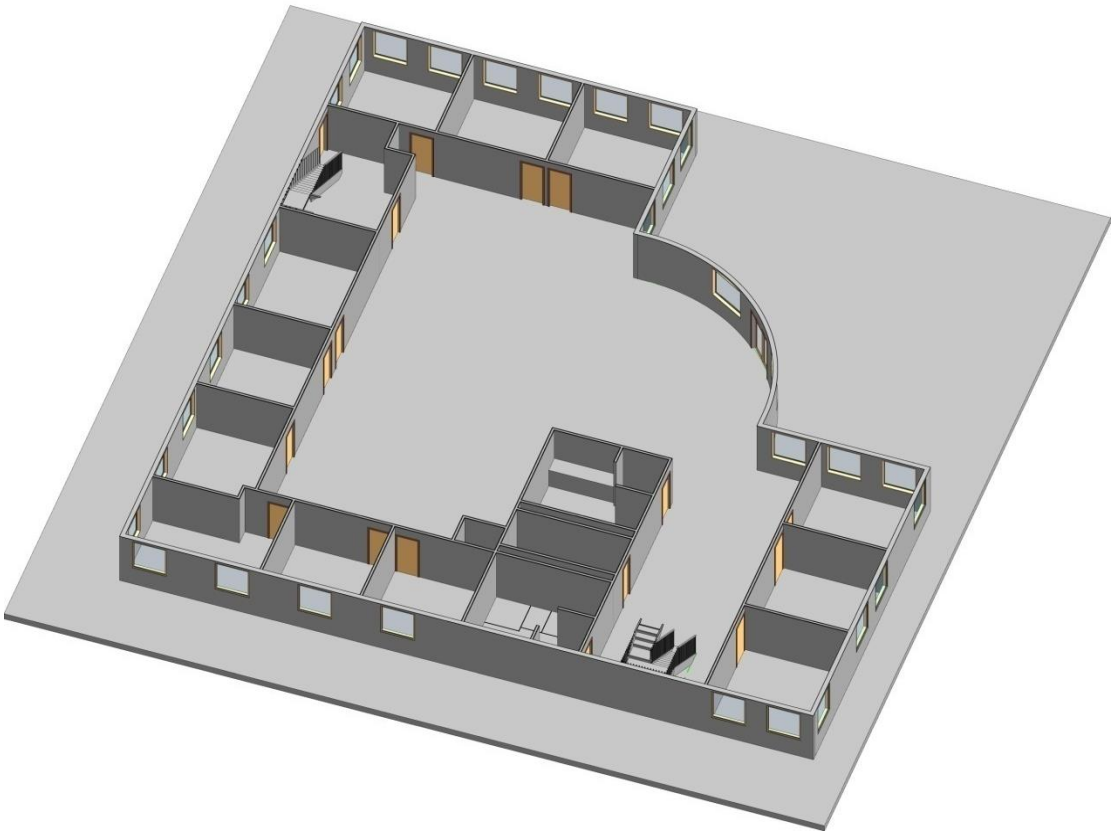
الأعمال الميكانيكية وتجهيزات الصرف الصحي بحزمة (MEP)

4.1 الوصف المعماري :

مبنـي إداري يتكـون مـن أرضـي وطـابق ، يحتويـان علـى (39) (space) ، الـ (space) المسـتهدفة بالتكييف عددها (31) (space) ، الشكل (4.1) يوضح الوصف المعماري للمبنـي ، الشكل (4.2) يوضح قطاع للمبني يوضح التقسيم الداخلي.



الشكل (4.1) الوصف المعماري للمبني



الشكل (4.2) التقسيم الداخلي للمبني

4.2 المنطقة الجغرافية :

- المدينة : الخرطوم – السودان.
- خط الطول : (32.5341°).
- دائرة العرض :(15.588°).
- المنطقة الزمنية (UTC+02:00).

4.3 أحمال تكييف المبنى :

- الحمل الحراري الناتج من الشمس.
- الحمل الحراري من المعدات والأجهزة الكهربائية المستخدمة في المبني.
- الحمل الحراري الناتج من شاغلي المكان.

4.4 برمجية النمذجة المستخدمة لتصميم الأعمال الميكانيكية:

(REVIT 2015) ، وهى أحد برامج تقنية نمذجة معلومات المباني (BIM) .

(REVIT) اختصار لـ (Revise Instantly) أي يعد تشكل نفسه بشكل متوافق.

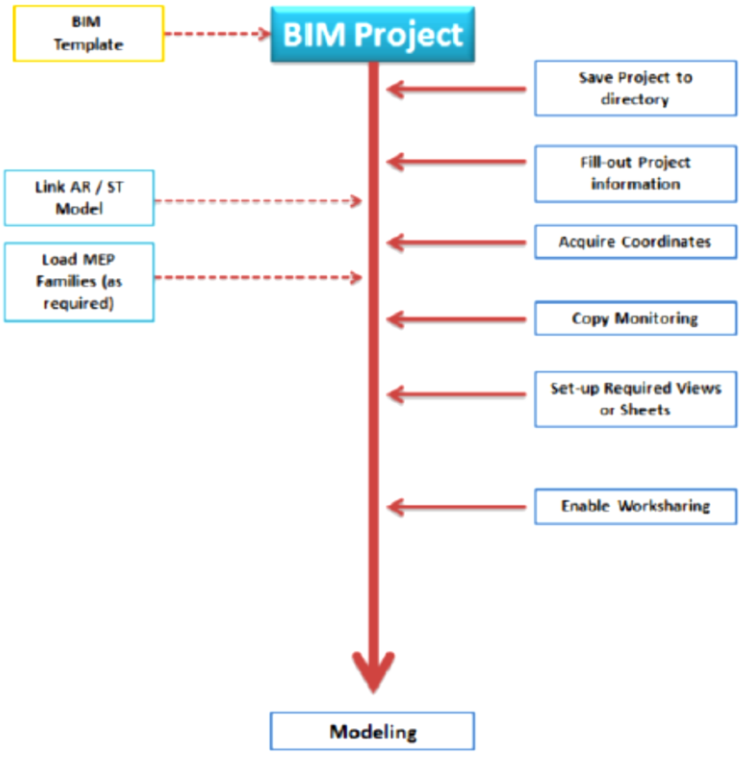
و السبب وراء أختيار برنامج (REVIT) من بين برامج تقنية نمذجة معلومات المباني (BIM) لأنه يتميز بسهولة التعامل مع الاوامر، كما أن طريقة رسم العناصر الموجودة بحزمة (MEP) بسيطة مقارنة ببرامج النمذجة الأخرى كما يتميز بجدولة جيدة للنتائج.

4.4.1 ضبط (Revit 2015) :

قبل ضبط المشروع هناك عوامل يجب أخذها في الاعتبار :

- متطلبات الزبون كما تم توضيحها في خطة تنفيذ الـ (BIM).
- منصة برمجية متفق عليها للاستخدام في المشروع.

الشكل (4.3) أدناه يوضح ضبط نموذج (BIM) لانسياب العمل.



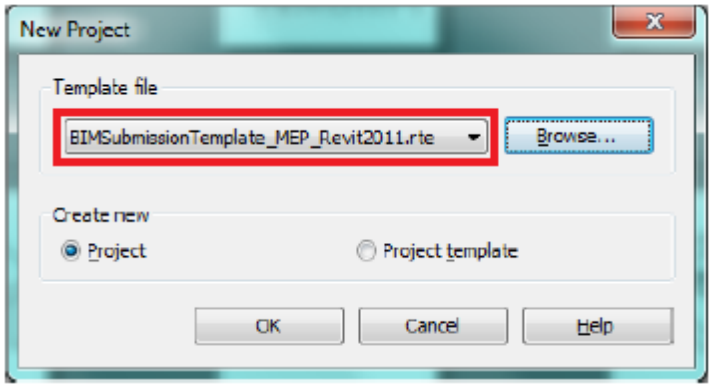
الشكل (4.3) ضبط نموذج (BIM) لانسياب العمل

4.4.2 تحميل القالب :

يـتم تحميـل القالـب قبـل بدايـة المشـروع ، و القالـب يجـب أن يحتـوي مقـاييس الشـركة الأربعـة المرتبطة بالـ (MEP) وهي :

- أجهزة تكييف الهواء والتهوية الميكانيكية ACMV (Services).
- أنظمة السباكة والصرف الصحي.
- خدمات الحماية من الحريق.
- الخدمات الكهربائية.

الشكل (4.4) أدناه يوضح تحميل القالب.



الشكل (4.4) تحميل القالب

4.4.3 معلومات المشروع :

ملف المشروع يحوي علي :

- حالة المشروع.
- اسم الزبون.
- عنوان المشروع.
- اسم المشروع.
- موقع المشروع.

- أي معلومات اختيارية أخرى مثل اسم المصمم.

4.4.4 بيانات إضافية متعلقة بخدمات المبني :

- نوع خدمة المبني (VAV-single duct).
- نوع التقرير (يوضح نوع تقرير التحليل المخرج).
- المستوي الأرضي (يوضح مستويات المشروع المرتبطة بمستوي الارض للموقع).
- طور المشروع (يوضح أي طور من المشروع يتم تحليله).
- سماحية المكان للأعمدة (Sliver space tolerance).

4.4.5 التأكد من صلاحية النموذج المعماري :

يتم التأكد من تناسق كل من النموذج المعماري ونموذج (MEP) قبل الربط.

العناصر المطلوبة من النموذج المعماري هي :

- الطوابق البارزة (Raised plans).
- السقف المستعار (False ceiling).
- شبكات القطبان (Grids).
- الطوابق (Levels).
- تمديدات السباكة (Plumbing Fixtures).
- البلاطة (Slabs).
- الجدران (Walls).
- الخدمات (Services).

العناصر يجب أن توضع بصورة واقعية علي النموذج المعماري لأجل الحصول علي نمذجة جيدة لأنظمة (MEP).

بعد ذلك يتم ربط المشروع مع مراعاة ضبط نقطة أصل المشروع مع نقطة أصل لوحة الرسم كما موضح في الشكل (4.5) أدناه.

الشكل (4.5) ضبط نقطة اصل المشروع مع نقطة اصل لوحة الرسم

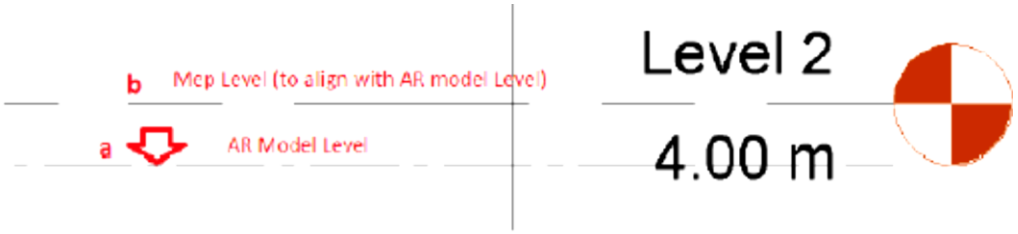
4.4.6 تحضير النموذج :

يتم التأكد من محاذاة المستويات في النموذج المعماري ونموذج (MEP Template).

ويتم ذلك كالآتي :

- يتم فتح احد نوافذ الارتفاعات في النموذج بالضغط علي الزر الايمن للفأرة واختيار الأمر (go to elevation view).
- يتم فتح النافذة (Modify tab) لأداء المحاذاة المختارة ثم يتم اختيار النموذج المعماري (a) وبعدها يتم اختيار مستوي نموذج (MEP) ليحاذي (b).

الشكل (4.6) أدناه يوضح نافذة ضبط الارتفاعات.



الشكل (4.6) نافذة ضبط الارتفاعات

- يـتم قفـل مسـتوي نمـوذج (MEP) مـع النمـوذج المعمـاري عـن طريـق الضـغط علـى الرمـز

4.5 خطوات أعمال التكييف:

4.5.1 تحديد المساحات (SPACE):

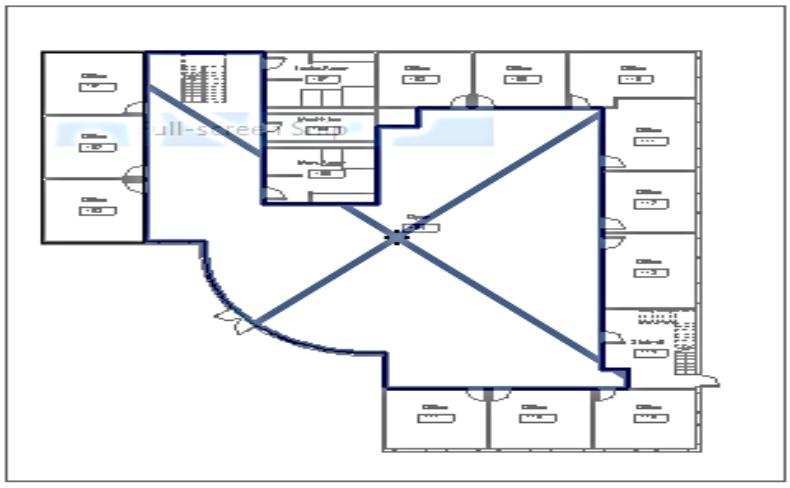
بعد تحميل النموذج والضبط كما موضح أعلاه ، تم تحديد المساحات (SPACE) تلقائيا الشكل (4.7) أدناه يوضح الطابق الأرضي عند عرضه في قالب (MEP Template) ، الشكل (4.8) أدناه يوضح الطابق الأول عند عرضه في قالب (MEP Template).

الشكل (4.7) الطابق الأرضي عند عرضه في قالب (MEP Template)

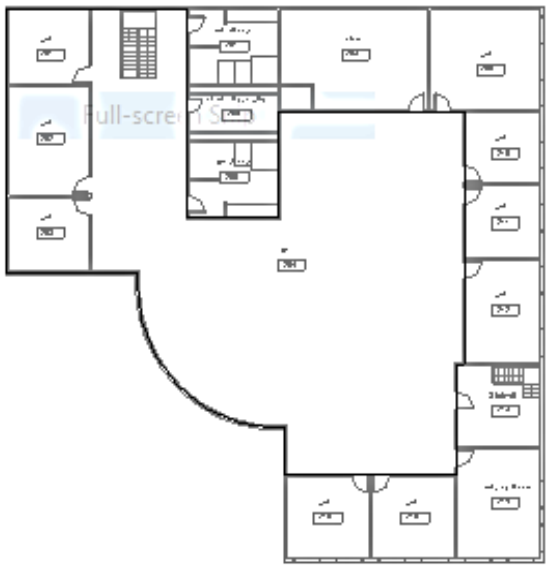
الشكل (4.8) الطابق الأول عند عرضه في قالب (MEP Template)

4.5.2 تقسيم (Spaces) الي (Zones):

بعد تحديد المساحات (spaces) ، يتم وضع عدد من المساحات مع بعضها فتعرف بـ (zones) ، وهي منطقة يتم تغذيتها بواسطة ماكينة واحدة ، الشكل (4.9) يوضح تقسيم (spaces) للطابق الأرضي التي يراد تكييفها إلى (zones) وتم تقسيمها إلى ثلاث (zones) ، شكل (4.10) يوضح تقسيم (spaces) للطابق الأول التي يراد تكييفها إلى (zones) وتم تقسيمها إلى ثلاث (zones).



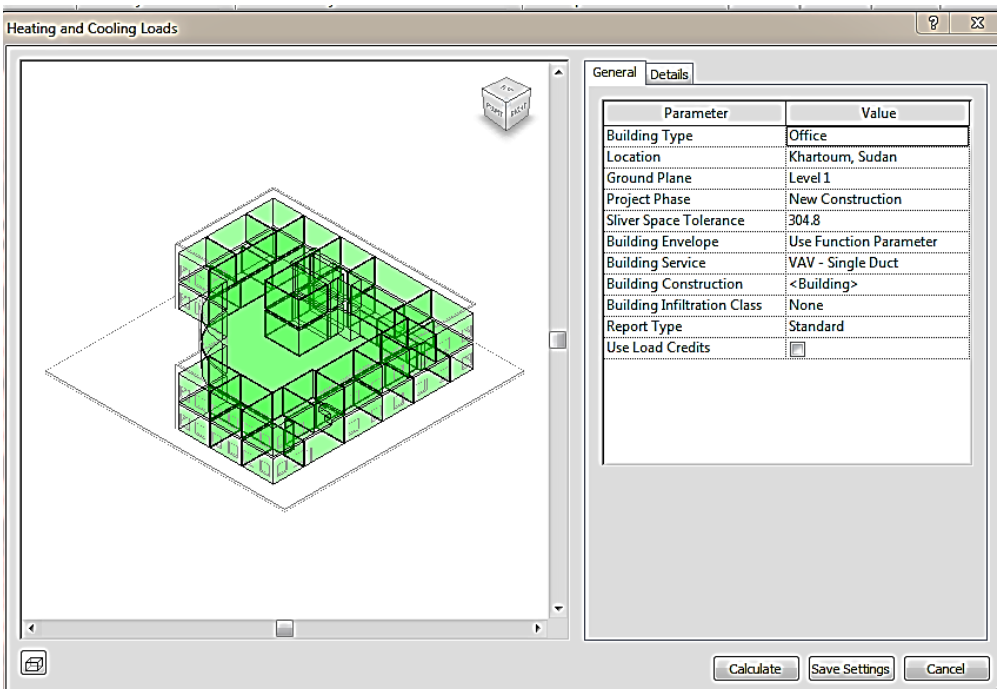
الشكل (4.9) تقسيم (spaces) للطابق الأرضي التي يراد تكييفها الي (zones)



الشكل (4.10) تقسيم (Spaces) للطابق الأول التي يراد تكييفها إلى (Zones)

4.5.3 حساب الأحمال الحرارية (Heating and Cooling Load):

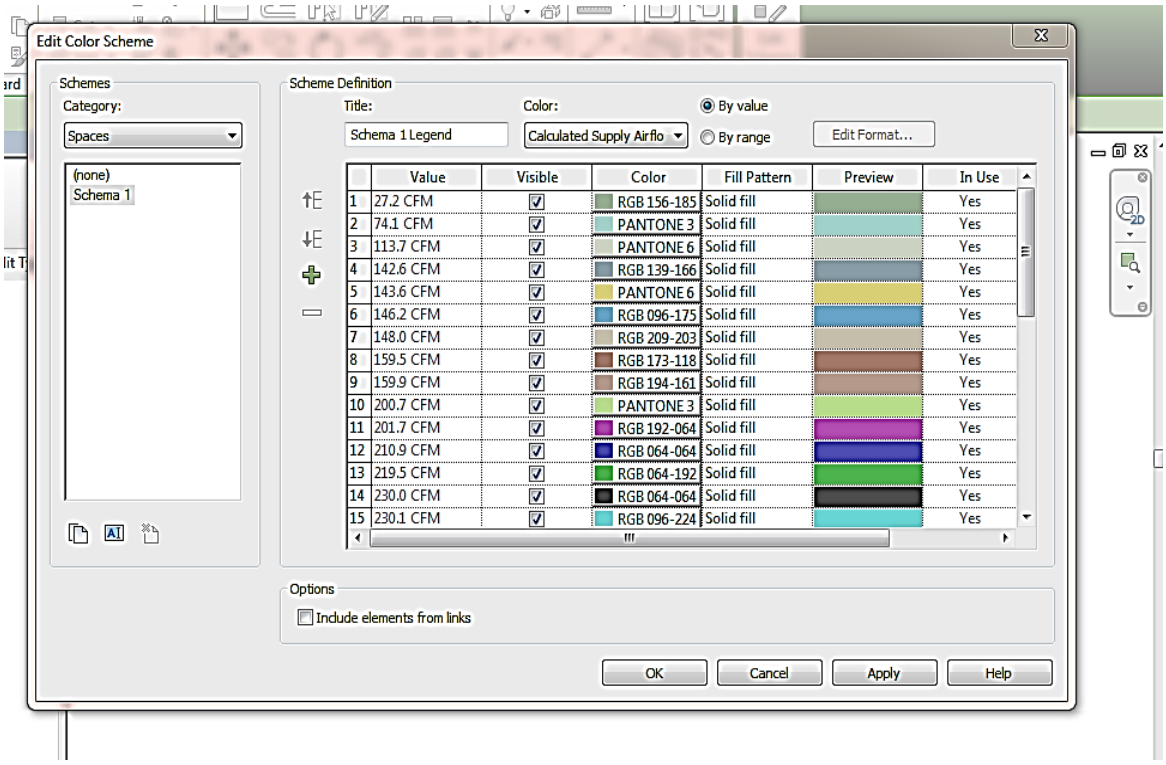
لحساب الأحمال للمبني من قائمة (Analyze) ومنها يتم اختيار الخيار (Reports) واختيار الأمر (Heating and Cooling Load) ، والشكل (4.11) أدناه يوضح ذلك.



الشكل (4.11) عملية حساب أحمال التبريد للمبنى

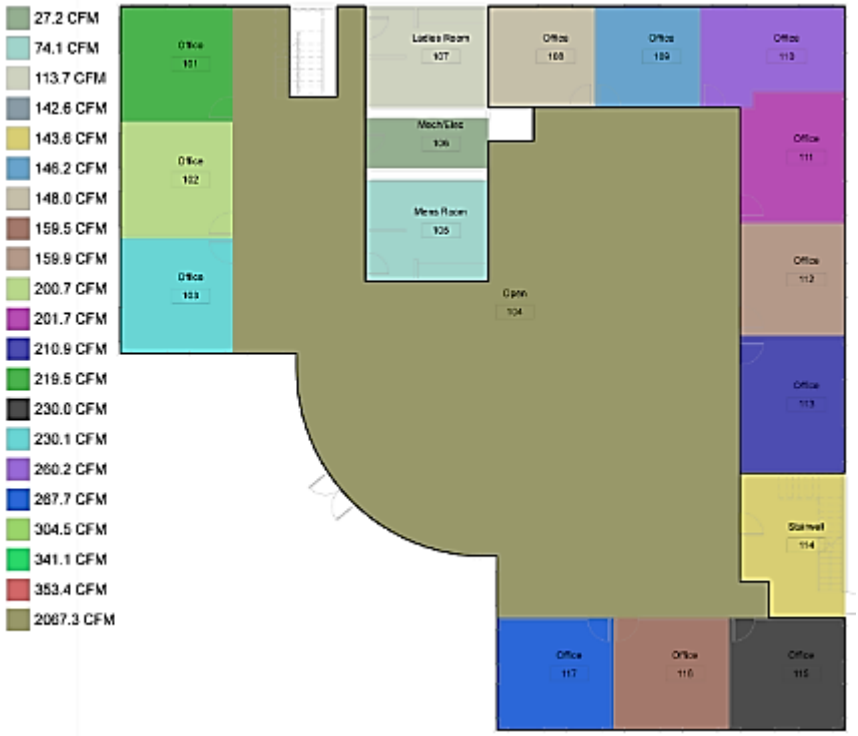
و يشير اللون الأخضر إلى الـ (Zones) التي تم تحديدها في الخطوات السابقة ، ويبلغ حمل التبريد الأقصى للمبني ككل (119017W) كما يبلغ معدل انسياب الهواء المطلوب لتكييف المبنى ككل (3658.6 CFM).

بعد حساب الحمل الحراري للمبني، يتم استخدام أداة (Legend) منها يتم إعطاء لون لكل مساحة حسب (كمية الهواء المطلوبة ، حمل التبريد المطلوب...) ، و الشكل (4.12) يوضح ذلك.

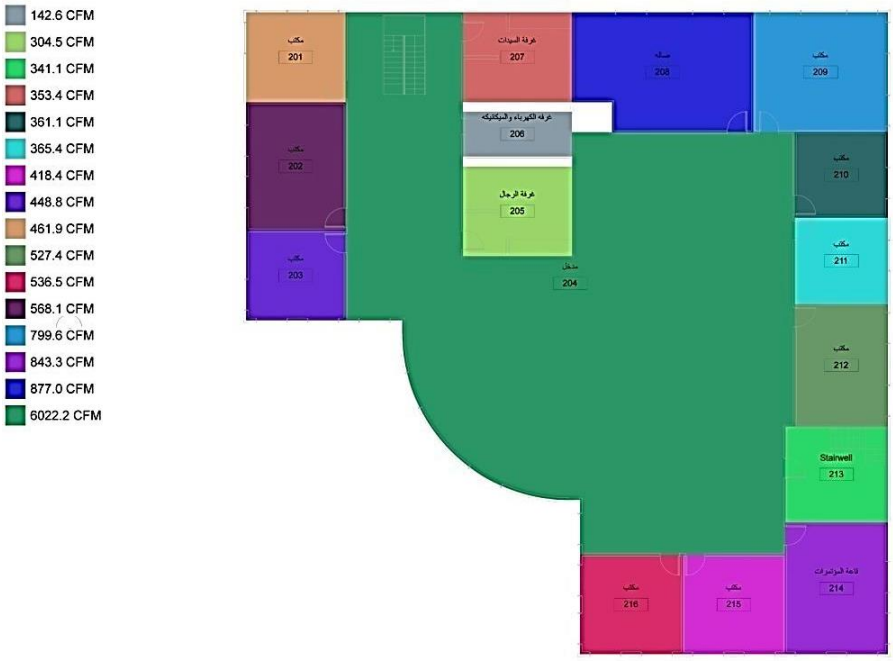


الشكل (4.12) أداة (Legend)

بعد تحديد نوع التقسيم من أداة (Legend) وقد تم اختيار (Calculated Supply Airflow) يعطي البرنامج تلقائيا لون لكل مساحة مع عرض كمية الهواء المطلوبة لها و الشكل (4.13) يوضح معدلات إنسياب الهواء للطابق الأرضي ، و الشكل (4.14) يوضح معدلات انسياب الهواء للطابق الأول.



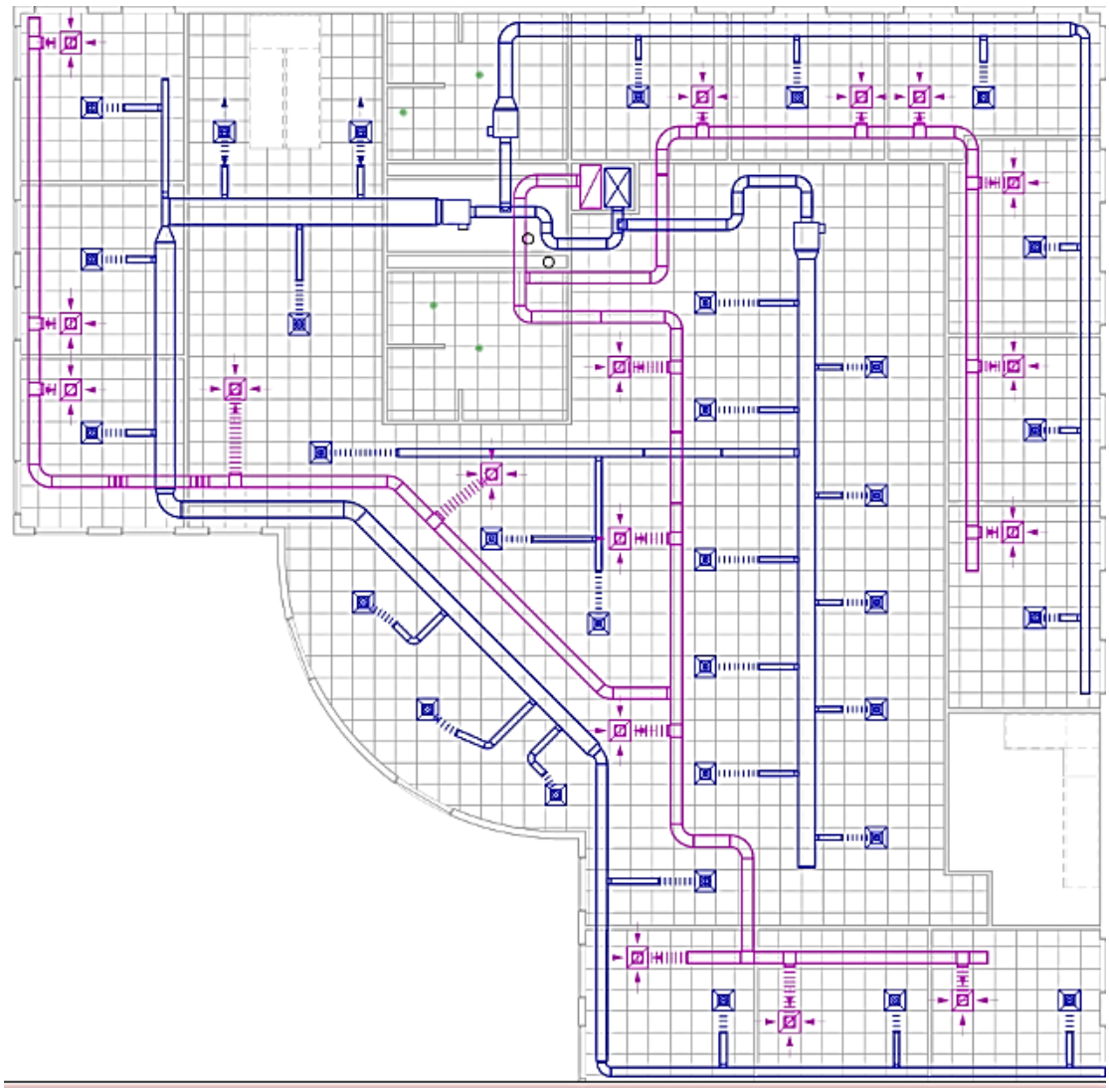
الشكل (4.13) تقرير بمعدلات انسياب الهواء لغرف المبنى للطابق الأرضي باستخدام الأداة (Legend)



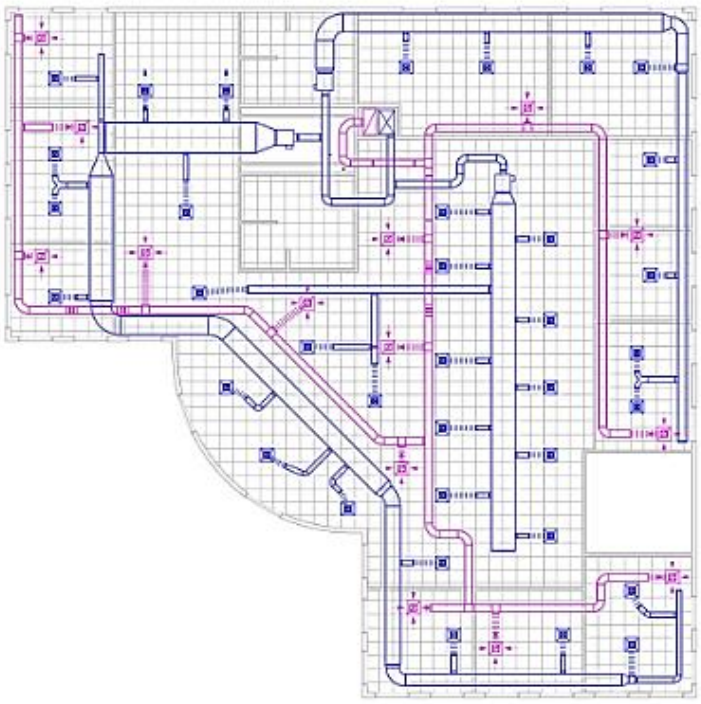
الشكل (4.14) تقرير بمعدلات انسياب الهواء لغرف المبنى للطابق الأول باستخدام الأداة (Legend)

4.5.4 توزيع موزعات الهواء (Diffuser) و توصيلها بمجاري الهواء (DUCT):

بعد معرفة أحمال التبريد ومعدلات الإنسياب المطلوبة لكل طابق في المبني يتم توزيع موزعات الهواء (Diffuser) وتوصيلها بمجاري الهواء (DUCT) ، حيث أن اللون الأزرق يشير للـ (Supply Duct) ، واللون الأحمر يشير للـ (Return Duct)، الشكل (4.15) أدناه يوضح توصيلات (Duct) وتوزيع (Diffuser) في سقف الطابق الأرضي ، الشكل (4.16) أدناه يوضح توصيلات (Duct) وتوزيع (Diffuser) في سقف الطابق الأول.



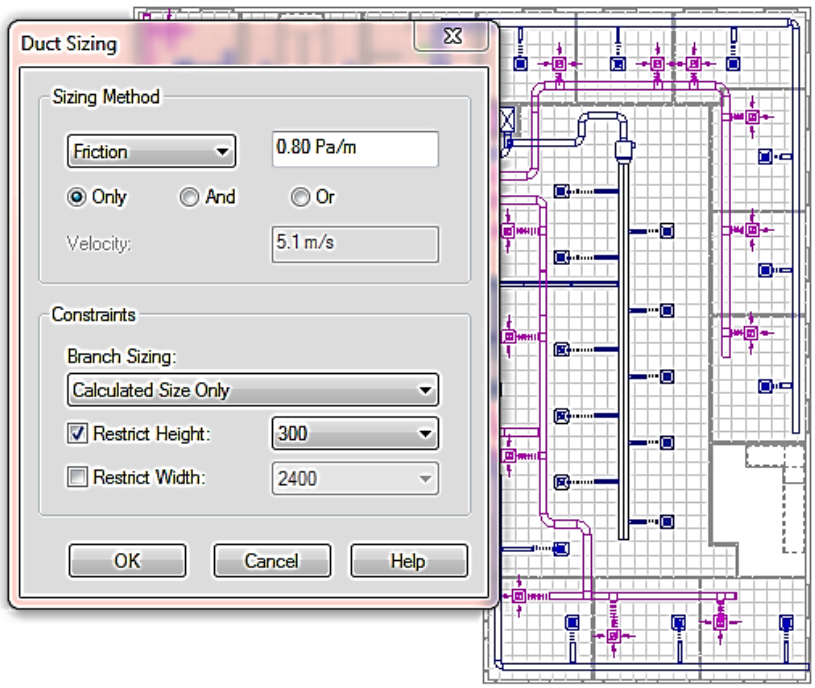
الشكل (4.15) عملية رسم مجاري الهواء (Ducts) وتوزيع الـ (Diffuser) في سقف الطابق الأرضي



الشكل (4.16) عملية رسم مجاري الهواء (Ducts) وتوزيع (Diffuser) في سقف الطابق الأول

4.5.5 تحديد أحجام مجاري الهواء(Duct Sizing):

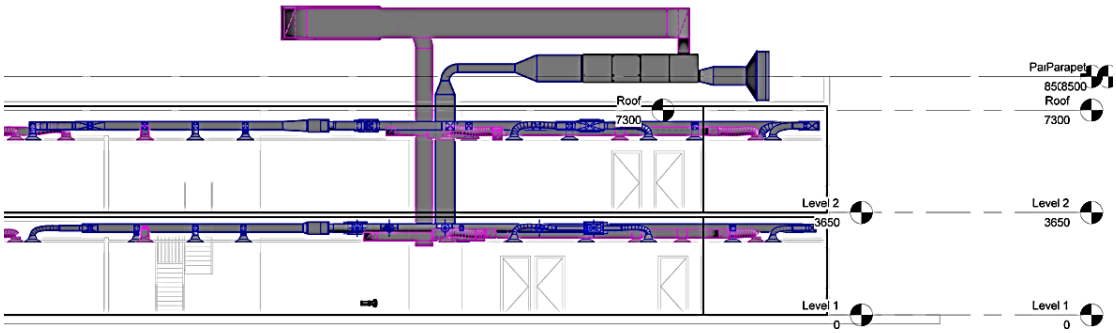
بعد عمل الخطوات السابقة ، تم تحديد حجم مجاري الهواء بواسطة الأداة (duct sizing) ، والشكل (4.17) أدناه يوضح ذلك.



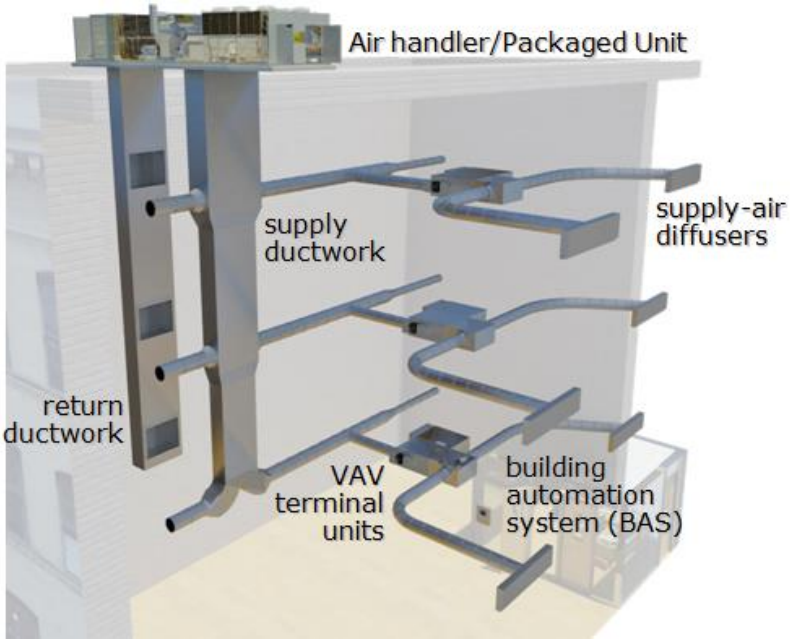
الشكل (4.17) تحديد حجم مجاري الهواء

4.5.6 توصيل وحدة مناولة الهواء (AHU):

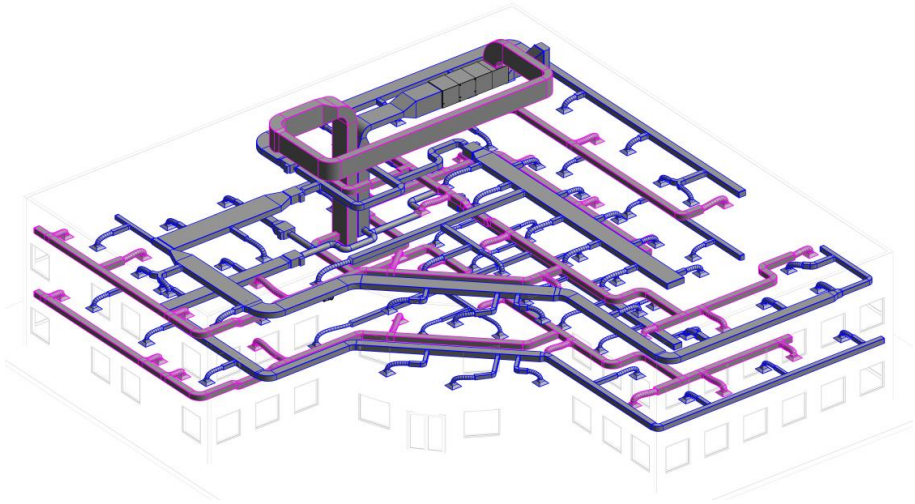
بعد توصيل فروع مجاري الهواء (ducts) بموزعات الهواء (diffuser) ، يتم وضع وحدة مناولة الهواء (AHU) على سطح المبني (roof) ، وتوصيل (supply ductwork) بوحدة مناولة الهواء (AHU) وفروع مجاري الهواء (branch duct)، الشكل (4.18) يوضح توصيل (supply ductwork) بوحدة مناولة الهواء (AHU) وفروع مجاري الهواء، الشكل (4.19) أدناه يوضح مخطط للتوصيلات والشكل (4.20) يوضح المبني ثلاثي الأبعاد (3D) بعد اكتمال أعمال التكييف.



الشكل (4.18) قطاع من المبني يبين طريقة توصيل مجري الهواء بوحدة مناولة الهواء فوق سطح المبنى وتوزيعه للفروع في الطابق الأرضي و الاول



الشكل (4.19) مخطط توصيل وحدة مناولة الهواء ومجاري الهواء الرئيسية ومجاري الهواء الفرعية والماكينات وموزعات الهواء مع بعضها البعض

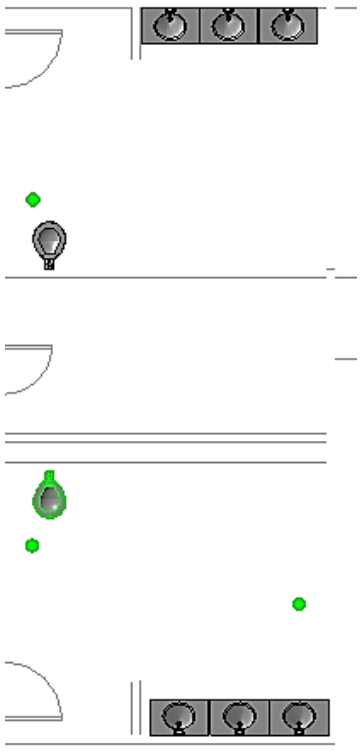


الشكل (4.20) المبني ثلاثي الأبعاد (3D) بعد اكتمال أعمال التكييف

4.6 خطوات أعمال الصرف الصحي :

4.6.1 وضع التركيبات الصحية (Plumping Fixtures):

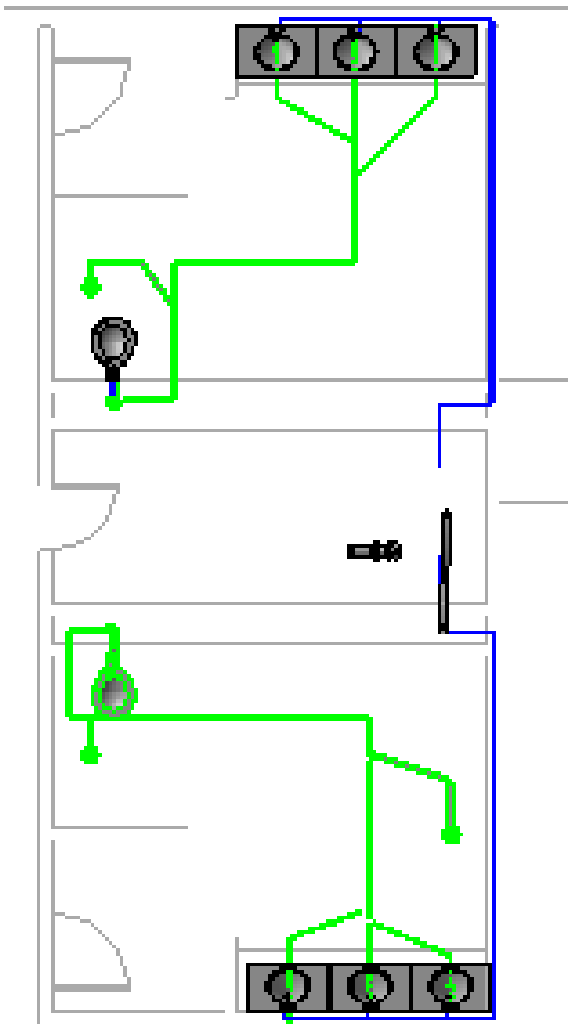
يتم وضع التركيبات الصحية (Plumping Fixtures) على حسب توصيات المهندس المعماري في الحمامات ، والشكل (4.21) أدناه يوضح ذلك.



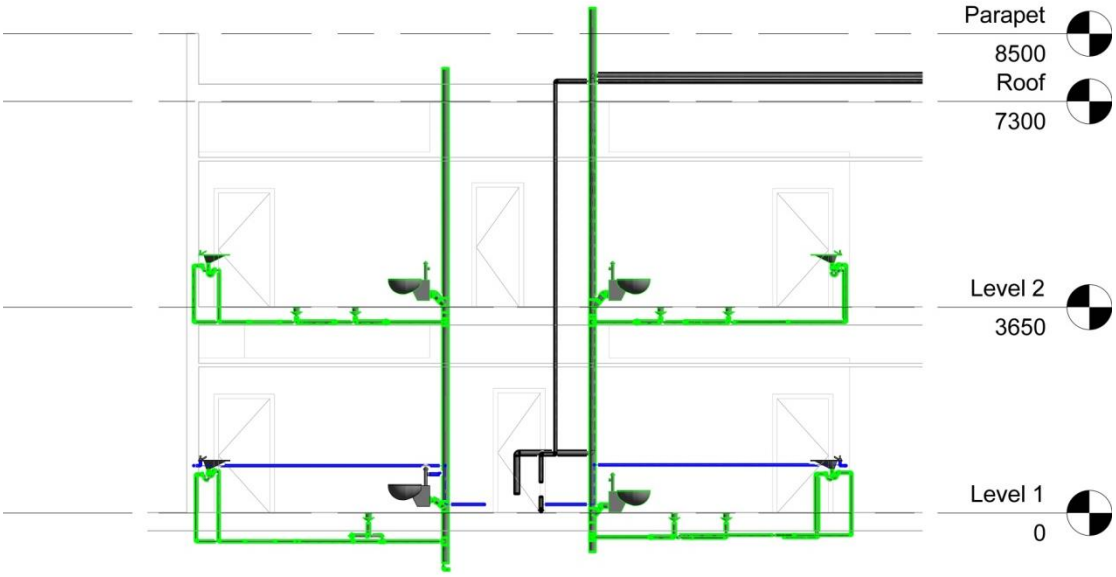
الشكل (4.21) التركيبات الصحية

4.6.2 توصيل مواسير الصرف الصحي ومياه التغذية:

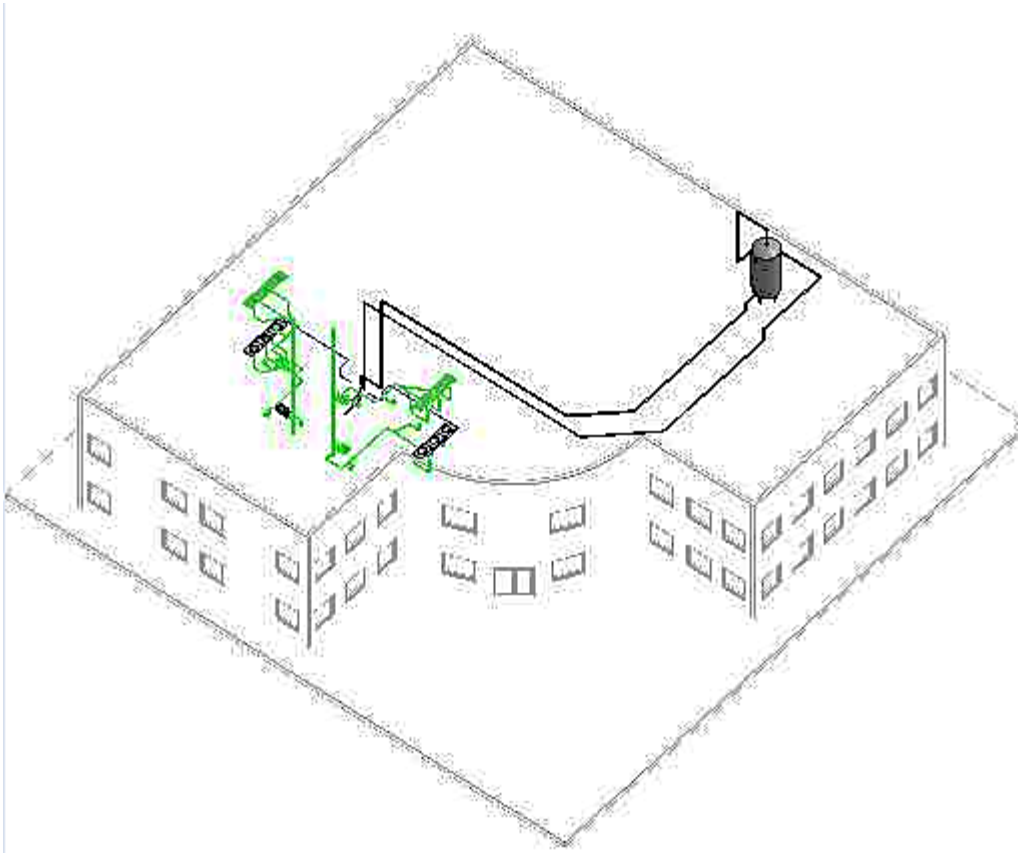
تم توصيل مواسير الصرف الصحي والموضحة باللون الأخضر، وتوصيل مياه التغذية والموضحة باللون الأزرق ، والشكل (4.22) أدناه يوضح توصيلات مواسير الصرف الصحي ومواسير مياه التغذية ، والشكل (4.23) أدناه يوضح قطاع لتوصيلات مواسير الصرف الصحي و مواسير مياه التغذية في المبني بأكمله ، الشكل (4.24) أدناه يوضح أعمال الصرف الصحي ثلاثية الأبعاد (3D) بعد اكتمالها.



الشكل (4.22) توصيل مواسير الصرف الصحي و مواسير مياه التغذية

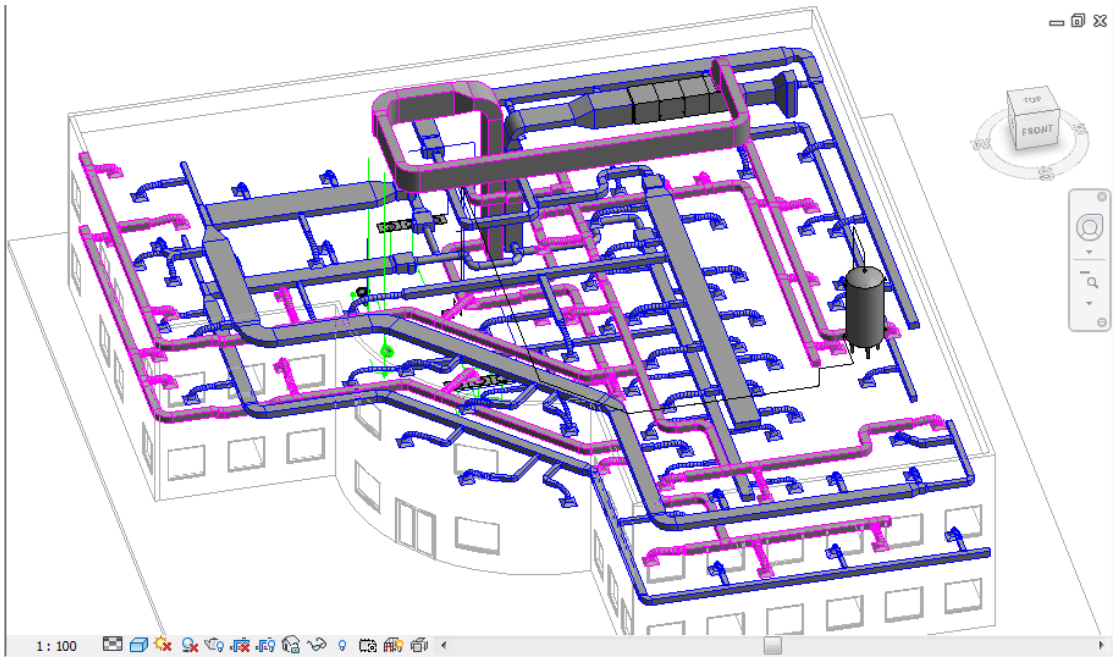


الشكل (4.23) قطاع يبين أعمال الصرف الصحي



الشكل (4.24) أعمال الصرف الصحي ثلاثية الأبعاد (3D) بعد اكتمالها

الشكل (4.25) أدناه يوضح الأعمال الميكانيكية بعد اكتمالها للمبني بأكمله.



الشكل (4.25) الأعمال الميكانيكية في المبني

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات

5.1 الخلاصة :

أي مبنـى، صـناعي كـان أم تجـاري أم سـكني، يتطلـب إنشـاؤه تعـاون مهندسـين مـن مختلـف الاختصاصات؛ فالمهندس المعماري مسؤول عن شكل المبنى و تقسيماته، وكذلك المدني مسؤول عن هيكله الإنشائي ودراسة أرضيته جيوتقنياً، والميكانيكي مسؤول عن أنظمة التدفئة والتبريد من جهة وعن التمديدات الصحية والأنابيب المائية المختلفة من جهة اخرى، والكهربائي مسؤول عن شبكات التيار المنخفض والتيار العالي.

تتمتع تقنية نمذجة معلومات البناء بإمكانيات تؤهلها إلي نقل صناعة التشييد والصناعات الأخرى ذات الصلة بها إلى مستوى جديد من دقة التصميم والتحليل ، فهي تسمح للمعماري بنقل أفكاره وتصوراته بصورة سهلة وسلسة علي شاشة الحاسوب وبصورة ثلاثية الأبعاد، وتسمح للمدني من تسليح المبني و وضع الحوائط من ثم تصدير النموذج الى برامج التحليل المختلفة ، بالنسبة لمهندسي الميكانيكا والكهرباء وعلى حسب ما تم استعراضه سلفاً في الفصل الثالث من الأدوات التي في برنامج الـ (Revit 2015) وهي أحدي برامج تقنية الـ (BIM) ، فهي قد سهلت كثيرا من عملية التصميم وبفضل النمذجة ثلاثية الأبعاد فقد قللت من الأخطاء وجنبت من إعادة العمل في الموقع جراء تلك الأخطاء ، ناهيك عن الجدولة الممتازة للنتائج فطريقة عرضها سهلت من التواصل ، ليس ذلك وحده فقد امتدت لتشمل المقاولين في الاستفادة ، وذلك بوضع جداول تنفيذ الأعمال.

عليه فقد خلص من الدراسة التي تمت للنموذج أن تقنية (BIM) وبرنامج النمذجة والتحليل (Revit 2015) قد وفر بيئة مثالية لنمذجة خدمات المباني أفضل من تلك المتوفرة في بيئة الـ (CAD).

5.2 التوصيات :

مع التوجه العالمي نحو المباني الخضراء أو المستدامة تظهر الحوجة إلى تقنيات جديدة تمكن مع تصاميم تلبي معايير هذا التوجيه .

ونوصي باستكمال تصميم الخدمات الـ (Electrical) و الـ (Fire fighting) للنموذج باستخدام برنامج (Revit MEP) كأداة نمذجة وتحليل ، وإمكانية إعتماد هذه التقنية في السودان كما تم اعتمادها في العديد من الدول مثل دولة الامارات.

المراجع :

- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني – الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج – المملكة العربية السعودية – برنامج أخصائي التبريد والتكييف واساسيات التبريد والتكيف – 2001م .
- هندسة التركيبات الصحية – د. م. نادر جواد النمرة – غزة – فلسطين – يناير 2006م.
- Challenges ,Opportunities and solutions in structural engineering and construction . Taylor and Francis group, London 2010
- Introduction to building information modeling (BIM).
- ASHRAE 2008
- WWW.AUTODESK.COM

الملاحق

ملحق (A): Heating and Cooling Load Calculation

Project Summary

Location and Weather	
Project	Project Name
Address	
Calculation Time	17/شعبان/٩٣٤١ ٧٠:٧١م
Report Type	Standard
Latitude	15.59°
Longitude	32.53°
Summer Dry Bulb	44 °C
Summer Wet Bulb	22 °C
Winter Dry Bulb	8 °C
Mean Daily Range	14 °C

Building Summary

Inputs	
Building Type	Office
Area (m²)	691
Volume (m³)	2,315.44
Calculated Results	
Peak Cooling Total Load (W)	**41,956**
Peak Cooling Month and Hour	June 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	34,806
Peak Cooling Latent Load (W)	7,150
Maximum Cooling Capacity (W)	41,971
Peak Cooling Airflow (CFM)	5,726.7
Peak Heating Load (W)	**7,071**
Peak Heating Airflow (CFM)	960.8
Checksums	
Cooling Load Density (W/m²)	60.68
Cooling Flow Density (L/(s·m²))	3.91
Cooling Flow / Load (L/(s·kW))	64.42
Cooling Area / Load (m²/kW)	16.48
Heating Load Density (W/m²)	10.23
Heating Flow Density (L/(s·m²))	0.66

Zone Summary -Default

Inputs	
Area (m²)	75
Volume (m³)	254.48
Cooling Setpoint	23 °C
Heating Setpoint	21 °C
Supply Air Temperature	12 °C
Number of People	7
Infiltration (CFM)	0.0
Air Volume Calculation Type	VAV - Single Duct
Relative Humidity	46.00% (Calculated)
Psychrometrics	
Psychrometric Message	None
Cooling Coil Entering Dry-Bulb Temperature	23 °C
Cooling Coil Entering Wet-Bulb Temperature	16 °C
Cooling Coil Leaving Dry-Bulb Temperature	10 °C
Cooling Coil Leaving Wet-Bulb Temperature	10 °C
Mixed Air Dry-Bulb Temperature	23 °C
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**3,280**
Peak Cooling Month and Hour	June 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	2,900
Peak Cooling Latent Load (W)	380
Peak Cooling Airflow (CFM)	478.8
Peak Heating Load (W)	**536**
Peak Heating Airflow (CFM)	72.9
Peak Ventilation Airflow (CFM)	0.0
Checksums	
Cooling Load Density (W/m²)	43.52
Cooling Flow Density (L/(s·m²))	3.00
Cooling Flow / Load (L/(s·kW))	68.89
Cooling Area / Load (m²/kW)	22.98
Heating Load Density (W/m²)	7.11
Heating Flow Density (L/(s·m²))	0.46
Ventilation Density (L/(s·m²))	0.00
Ventilation / Person (CFM)	0.0

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	659	20.08%	438	81.73%
Window	0	0.00%	0	0.00%
Door	157	4.79%	98	18.27%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Ventilation	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	686	20.92%		
Power	892	27.20%		
People	801	24.41%		
Plenum	0	0.00%		
Fan Heat	85	2.60%		
Reheat	0	0.00%		
Total	**3,280**	**100%**	**536**	**100%**

Default Spaces

Space Name	**Area (m²)**	**Volume (m³)**	**Peak Cooling Load (W)**	**Cooling Airflow (CFM)**	**Peak Heating Load (W)**	**Heating Airflow (CFM)**
4 Space	21	69.39	954	142.9	208	28.2

12 Space	21	70.01	705	105.6	0	0.0
14 Space	10	34.01	256	38.4	0	0.0
16 Space	24	81.08	1,284	191.9	328	44.6

Zone Summary -2

Inputs	
Area (m²)	492
Volume (m³)	1,647.35
Cooling Setpoint	23 °C
Heating Setpoint	21 °C
Supply Air Temperature	12 °C
Number of People	116
Infiltration (CFM)	0.0
Air Volume Calculation Type	VAV - Single Duct
Relative Humidity	46.00% (Calculated)
Psychrometrics	
Psychrometric Message	None
Cooling Coil Entering Dry-Bulb Temperature	23 °C
Cooling Coil Entering Wet-Bulb Temperature	16 °C
Cooling Coil Leaving Dry-Bulb Temperature	8 °C
Cooling Coil Leaving Wet-Bulb Temperature	8 °C
Mixed Air Dry-Bulb Temperature	23 °C
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**31,865**
Peak Cooling Month and Hour	September 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	25,439
Peak Cooling Latent Load (W)	6,426
Peak Cooling Airflow (CFM)	4,177.7
Peak Heating Load (W)	**4,484**
Peak Heating Airflow (CFM)	609.2
Peak Ventilation Airflow (CFM)	0.0
Checksums	
Cooling Load Density (W/m²)	64.71
Cooling Flow Density (L/(s·m²))	4.00
Cooling Flow / Load (L/(s·kW))	61.88
Cooling Area / Load (m²/kW)	15.45
Heating Load Density (W/m²)	9.11
Heating Flow Density (L/(s·m²))	0.58
Ventilation Density (L/(s·m²))	0.00
Ventilation / Person (CFM)	0.0

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	2,718	8.53%	2,231	49.76%
Window	4,571	14.34%	2,054	45.80%
Door	246	0.77%	199	4.44%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Ventilation	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	4,421	13.88%		
Power	5,749	18.04%		
People	13,413	42.09%		
Plenum	0	0.00%		
Fan Heat	747	2.34%		
Reheat	0	0.00%		
Total	**31,865**	**100%**	**4,484**	**100%**

2 Spaces

Space Name	**Area (m²)**	**Volume (m³)**	**Peak Cooling Load (W)**	**Cooling Airflow (CFM)**	**Peak Heating Load (W)**	**Heating Airflow (CFM)**
1 Space	21	71.91	1,636	197.4	583	79.3

2 Space	22	72.47	1,343	179.8	328	44.5
3 Space	21	71.91	1,558	207.3	583	79.3
17 Space	21	71.91	1,806	242.4	650	88.3
18 Space	22	72.47	1,147	141.2	328	44.5
19 Space	21	71.91	1,604	207.2	650	88.3
20 Space	363	1,214.77	22,363	3,002.3	1,362	185.0

Zone Summary -3

Inputs	
Area (m²)	124
Volume (m³)	413.61
Cooling Setpoint	23 °C
Heating Setpoint	21 °C
Supply Air Temperature	12 °C
Number of People	7
Infiltration (CFM)	0.0
Air Volume Calculation Type	VAV - Single Duct
Relative Humidity	46.00% (Calculated)
Psychrometrics	
Psychrometric Message	None
Cooling Coil Entering Dry-Bulb Temperature	23 °C
Cooling Coil Entering Wet-Bulb Temperature	16 °C
Cooling Coil Leaving Dry-Bulb Temperature	11 °C
Cooling Coil Leaving Wet-Bulb Temperature	11 °C
Mixed Air Dry-Bulb Temperature	23 °C
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**6,826**
Peak Cooling Month and Hour	June 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	6,482
Peak Cooling Latent Load (W)	344
Peak Cooling Airflow (CFM)	1,070.2
Peak Heating Load (W)	**2,051**
Peak Heating Airflow (CFM)	278.7
Peak Ventilation Airflow (CFM)	0.0
Checksums	
Cooling Load Density (W/m²)	55.21
Cooling Flow Density (L/(s·m²))	4.08
Cooling Flow / Load (L/(s·kW))	73.99
Cooling Area / Load (m²/kW)	18.11
Heating Load Density (W/m²)	16.59
Heating Flow Density (L/(s·m²))	1.06
Ventilation Density (L/(s·m²))	0.00
Ventilation / Person (CFM)	0.0

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	1,717	25.15%	1,136	55.40%
Window	1,647	24.13%	915	44.60%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Ventilation	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	1,110	16.26%		
Power	1,443	21.15%		
People	719	10.53%		
Plenum	0	0.00%		
Fan Heat	190	2.79%		
Reheat	0	0.00%		
Total	**6,826**	**100%**	**2,051**	**100%**

3 Spaces

Space Name	**Area (m²)**	**Volume (m³)**	**Peak Cooling Load (W)**	**Cooling Airflow (CFM)**	**Peak Heating Load (W)**	**Heating Airflow (CFM)**
5 Space	20	65.46	964	151.0	256	34.7

6 Space	24	80.64	1,340	199.8	365	49.5
7 Space	22	72.83	1,550	250.0	587	79.8
8 Space	18	58.93	857	138.2	243	33.1
9 Space	23	75.95	1,290	191.3	355	48.2
10 Space	18	59.80	867	139.9	246	33.4

Space Summary - 4 Space

Inputs	
Area (m²)	21
Volume (m³)	69.39
Wall Area (m²)	19
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	0
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	223
Power Load (W)	290
Number of People	3
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Restrooms
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**954**
Peak Cooling Month and Hour	June 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	838
Peak Cooling Latent Load (W)	115
Peak Cooling Airflow (CFM)	142.9
Peak Heating Load (W)	**208**
Peak Heating Airflow (CFM)	28.2

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	290	30.36%	208	100.00%
Window	0	0.00%	0	0.00%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	185	19.38%		
Power	240	25.20%		
People	239	25.06%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**954**	**100%**	**208**	**100%**

Space Summary - 12 Space

Inputs	
Area (m²)	21
Volume (m³)	70.01
Wall Area (m²)	0
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	0
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	225
Power Load (W)	293
Number of People	3
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Restrooms
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**705**
Peak Cooling Month and Hour	April 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	588
Peak Cooling Latent Load (W)	117
Peak Cooling Airflow (CFM)	105.6
Peak Heating Load (W)	**0**
Peak Heating Airflow (CFM)	0.0

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	0	0.00%	0	0.00%
Window	0	0.00%	0	0.00%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	196	27.84%		
Power	255	36.20%		
People	253	35.96%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**705**	**100%**	**0**	**100%**

Space Summary - 14 Space

Inputs	
Area (m²)	10
Volume (m³)	34.01
Wall Area (m²)	0
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	0
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	109
Power Load (W)	142
Number of People	1
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Electrical/Mechanical
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**256**
Peak Cooling Month and Hour	April 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	239
Peak Cooling Latent Load (W)	17
Peak Cooling Airflow (CFM)	38.4
Peak Heating Load (W)	**0**
Peak Heating Airflow (CFM)	0.0

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	0	0.00%	0	0.00%
Window	0	0.00%	0	0.00%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	95	37.21%		
Power	124	48.37%		
People	37	14.42%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**256**	**100%**	**0**	**100%**

Space Summary - 16 Space

Inputs	
Area (m²)	24
Volume (m³)	81.08
Wall Area (m²)	23
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	4
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	0
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	253
Power Load (W)	329
Number of People	3
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Stairs - Inactive
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**1,284**
Peak Cooling Month and Hour	July 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	1,153
Peak Cooling Latent Load (W)	131
Peak Cooling Airflow (CFM)	191.9
Peak Heating Load (W)	**328**
Peak Heating Airflow (CFM)	44.6

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	372	28.95%	230	70.17%
Window	0	0.00%	0	0.00%
Door	158	12.31%	98	29.83%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	210	16.35%		
Power	273	21.25%		
People	271	21.14%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**1,284**	**100%**	**328**	**100%**

Space Summary - 1 Space

Inputs	
Area (m²)	21
Volume (m³)	71.91
Wall Area (m²)	35
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	7
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	231
Power Load (W)	301
Number of People	2
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Enclosed
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**1,636**
Peak Cooling Month and Hour	June 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	1,576
Peak Cooling Latent Load (W)	60
Peak Cooling Airflow (CFM)	197.4
Peak Heating Load (W)	**583**
Peak Heating Airflow (CFM)	79.3

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	424	25.91%	309	52.96%
Window	643	39.32%	274	47.04%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	193	11.80%		
Power	251	15.34%		
People	125	7.63%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**1,636**	**100%**	**583**	**100%**

Space Summary - 2 Space

Inputs	
Area (m²)	22
Volume (m³)	72.47
Wall Area (m²)	18
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	5
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	233
Power Load (W)	303
Number of People	2
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Open Plan
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**1,343**
Peak Cooling Month and Hour	August 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	1,283
Peak Cooling Latent Load (W)	60
Peak Cooling Airflow (CFM)	179.8
Peak Heating Load (W)	**328**
Peak Heating Airflow (CFM)	44.5

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	192	14.33%	145	44.18%
Window	577	42.98%	183	55.82%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	195	14.48%		
Power	253	18.83%		
People	126	9.37%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**1,343**	**100%**	**328**	**100%**

Space Summary - 3 Space

Inputs	
Area (m²)	21
Volume (m³)	71.91
Wall Area (m²)	35
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	7
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	231
Power Load (W)	301
Number of People	2
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Enclosed
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**1,558**
Peak Cooling Month and Hour	October 03:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	1,498
Peak Cooling Latent Load (W)	60
Peak Cooling Airflow (CFM)	207.3
Peak Heating Load (W)	**583**
Peak Heating Airflow (CFM)	79.3

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	351	22.52%	309	52.96%
Window	641	41.17%	274	47.04%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	192	12.32%		
Power	250	16.02%		
People	124	7.97%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**1,558**	**100%**	**583**	**100%**

Space Summary - 17 Space

Inputs	
Area (m²)	21
Volume (m³)	71.91
Wall Area (m²)	35
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	9
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	231
Power Load (W)	301
Number of People	2
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Enclosed
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**1,806**
Peak Cooling Month and Hour	September 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	1,746
Peak Cooling Latent Load (W)	60
Peak Cooling Airflow (CFM)	242.4
Peak Heating Load (W)	**650**
Peak Heating Airflow (CFM)	88.3

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	352	19.47%	284	43.66%
Window	885	49.02%	366	56.34%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	193	10.69%		
Power	251	13.90%		
People	125	6.92%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**1,806**	**100%**	**650**	**100%**

Space Summary - 18 Space

Inputs	
Area (m²)	22
Volume (m³)	72.47
Wall Area (m²)	18
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	5
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	233
Power Load (W)	303
Number of People	2
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Enclosed
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**1,147**
Peak Cooling Month and Hour	October 02:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	1,087
Peak Cooling Latent Load (W)	60
Peak Cooling Airflow (CFM)	141.2
Peak Heating Load (W)	**328**
Peak Heating Airflow (CFM)	44.5

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	174	15.18%	145	44.18%
Window	406	35.43%	183	55.82%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	192	16.76%		
Power	250	21.80%		
People	124	10.83%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**1,147**	**100%**	**328**	**100%**

Space Summary - 19 Space

Inputs	
Area (m²)	21
Volume (m³)	71.91
Wall Area (m²)	35
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	9
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	231
Power Load (W)	301
Number of People	2
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Enclosed
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**1,604**
Peak Cooling Month and Hour	September 09:00 ص
Peak Cooling Sensible Load (W)	1,544
Peak Cooling Latent Load (W)	60
Peak Cooling Airflow (CFM)	207.2
Peak Heating Load (W)	**650**
Peak Heating Airflow (CFM)	88.3

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	365	22.73%	284	43.66%
Window	694	43.29%	366	56.34%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	185	11.53%		
Power	240	14.99%		
People	120	7.47%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**1,604**	**100%**	**650**	**100%**

Space Summary - 20 Space

Inputs	
Area (m²)	363
Volume (m³)	1,214.77
Wall Area (m²)	83
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	34
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	10
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	3,907
Power Load (W)	5,080
Number of People	109
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Reception/Waiting - Hotel
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**22,363**
Peak Cooling Month and Hour	September 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	16,297
Peak Cooling Latent Load (W)	6,066
Peak Cooling Airflow (CFM)	3,002.3
Peak Heating Load (W)	**1,362**
Peak Heating Airflow (CFM)	185.0

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	888	3.97%	756	55.53%
Window	1,068	4.78%	407	29.86%
Door	246	1.10%	199	14.60%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	3,260	14.58%		
Power	4,239	18.96%		
People	12,661	56.62%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**22,363**	**100%**	**1,362**	**100%**

Space Summary - 5 Space

Inputs	
Area (m²)	20
Volume (m³)	65.46
Wall Area (m²)	17
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	2
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	211
Power Load (W)	274
Number of People	1
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Open Plan
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**964**
Peak Cooling Month and Hour	July 09:00 ص
Peak Cooling Sensible Load (W)	910
Peak Cooling Latent Load (W)	54
Peak Cooling Airflow (CFM)	151.0
Peak Heating Load (W)	**256**
Peak Heating Airflow (CFM)	34.7

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	232	24.05%	164	64.21%
Window	236	24.48%	91	35.79%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	168	17.46%		
Power	219	22.70%		
People	109	11.31%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**964**	**100%**	**256**	**100%**

Space Summary - 6 Space

Inputs	
Area (m²)	24
Volume (m³)	80.64
Wall Area (m²)	21
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	5
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	259
Power Load (W)	337
Number of People	2
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Enclosed
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**1,340**
Peak Cooling Month and Hour	July 09:00 ص
Peak Cooling Sensible Load (W)	1,273
Peak Cooling Latent Load (W)	67
Peak Cooling Airflow (CFM)	199.8
Peak Heating Load (W)	**365**
Peak Heating Airflow (CFM)	49.5

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	256	19.14%	182	49.80%
Window	472	35.23%	183	50.20%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	207	15.48%		
Power	270	20.12%		
People	134	10.03%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**1,340**	**100%**	**365**	**100%**

Space Summary - 7 Space

Inputs	
Area (m²)	22
Volume (m³)	72.83
Wall Area (m²)	35
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	7
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	234
Power Load (W)	305
Number of People	2
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Enclosed
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**1,550**
Peak Cooling Month and Hour	June 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	1,490
Peak Cooling Latent Load (W)	61
Peak Cooling Airflow (CFM)	250.0
Peak Heating Load (W)	**587**
Peak Heating Airflow (CFM)	79.8

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	460	29.69%	313	53.25%
Window	514	33.14%	274	46.75%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	195	12.61%		
Power	254	16.40%		
People	127	8.16%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**1,550**	**100%**	**587**	**100%**

Space Summary - 8 Space

Inputs	
Area (m²)	18
Volume (m³)	58.93
Wall Area (m²)	16
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	2
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	190
Power Load (W)	246
Number of People	1
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Enclosed
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**857**
Peak Cooling Month and Hour	June 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	808
Peak Cooling Latent Load (W)	49
Peak Cooling Airflow (CFM)	138.2
Peak Heating Load (W)	**243**
Peak Heating Airflow (CFM)	33.1

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	211	24.64%	152	62.41%
Window	179	20.95%	91	37.59%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	158	18.46%		
Power	206	24.00%		
People	102	11.95%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**857**	**100%**	**243**	**100%**

Space Summary - 9 Space

Inputs	
Area (m²)	23
Volume (m³)	75.95
Wall Area (m²)	20
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	5
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	244
Power Load (W)	318
Number of People	2
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Enclosed
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**1,290**
Peak Cooling Month and Hour	July 09:00 ص
Peak Cooling Sensible Load (W)	1,227
Peak Cooling Latent Load (W)	63
Peak Cooling Airflow (CFM)	191.3
Peak Heating Load (W)	**355**
Peak Heating Airflow (CFM)	48.2

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	243	18.80%	172	48.42%
Window	472	36.58%	183	51.58%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	195	15.13%		
Power	254	19.68%		
People	127	9.81%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**1,290**	**100%**	**355**	**100%**

Space Summary - 10 Space

Inputs	
Area (m²)	18
Volume (m³)	59.80
Wall Area (m²)	16
Roof Area (m²)	0
Door Area (m²)	2
Partition Area (m²)	0
Window Area (m²)	2
Skylight Area (m²)	0
Lighting Load (W)	192
Power Load (W)	250
Number of People	1
Sensible Heat Gain / Person (W)	73
Latent Heat Gain / Person (W)	59
Infiltration Airflow (CFM)	0.0
Space Type	Office - Enclosed
Calculated Results	
Peak Cooling Load (W)	**867**
Peak Cooling Month and Hour	June 04:00 م
Peak Cooling Sensible Load (W)	817
Peak Cooling Latent Load (W)	50
Peak Cooling Airflow (CFM)	139.9
Peak Heating Load (W)	**246**
Peak Heating Airflow (CFM)	33.4

Components	**Cooling**		**Heating**	
	Loads (W)	**Percentage of Total**	**Loads (W)**	**Percentage of Total**
Wall	215	24.75%	154	62.80%
Window	179	20.70%	91	37.20%
Door	0	0.00%	0	0.00%
Roof	0	0.00%	0	0.00%
Skylight	0	0.00%	0	0.00%
Partition	0	0.00%	0	0.00%
Infiltration	0	0.00%	0	0.00%
Lighting	161	18.51%		
Power	209	24.06%		
People	104	11.98%		
Plenum	0	0.00%		
Total	**867**	**100%**	**246**	**100%**

Shortcut Text	Internet Address
4 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-0
12 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-1
14 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-2
16 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-3
1 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-4
2 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-5
3 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-6
17 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-7
18 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-8
19 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-9
20 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-10
5 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-11
6 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-12
7 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-13
8 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-14
9 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-15
10 Space	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#SP8888-16
Back to summary of spaces	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#Summary_ZONE9999-0
Back to summary of spaces	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#Summary_ZONE9999-1
Back to summary of spaces	file:///C:/Users/khalid/AppData/Local/Temp/ILR11.htm#Summary_ZONE9999-2

ملحق (B): Space Schedule

<Space Schedule 2>

A	B	C	D	E	F	G	H
Name	Number	Room: Name	Room: Number	Calculated Cooling Load	Calculated Supply Airflow	Area	Level
Space	1	Office	101	1694 W	219.5 CFM	21 m²	Level 1
Space	2	Office	102	1402 W	200.7 CFM	22 m²	Level 1
Space	3	Office	103	1616 W	230.1 CFM	21 m²	Level 1
Space	4	Ladies Room	107	732 W	113.7 CFM	21 m²	Level 1
Space	5	Office	112	1015 W	159.9 CFM	20 m²	Level 1
Space	6	Office	113	1402 W	210.9 CFM	24 m²	Level 1
Space	7	Office	110	1609 W	260.2 CFM	22 m²	Level 1
Space	8	Office	109	904 W	146.2 CFM	18 m²	Level 1
Space	9	Office	111	1349 W	201.7 CFM	23 m²	Level 1
Space	10	Office	108	916 W	148.0 CFM	18 m²	Level 1
Space	12	Mens Room	105	478 W	74.1 CFM	21 m²	Level 1
Space	14	Mech/Elec	106	183 W	27.2 CFM	10 m²	Level 1
Space	16	Stairwell	114	936 W	143.6 CFM	24 m²	Level 1
Space	17	Office	117	1864 W	267.7 CFM	21 m²	Level 1
Space	18	Office	116	1205 W	159.5 CFM	22 m²	Level 1
Space	19	Office	115	1660 W	230.0 CFM	21 m²	Level 1
Space	20	Open	104	14395 W	2067.3 CFM	363 m²	Level 1
Space	21	مكتب	201	3016 W	461.9 CFM	19 m²	Level 2
Space	22	مكتب	203	2922 W	448.8 CFM	19 m²	Level 2
Space	23	مكتب	202	3692 W	568.1 CFM	27 m²	Level 2
Space	24	مكتب	211	2207 W	365.4 CFM	17 m²	Level 2
Space	25	مكتب	212	3185 W	527.4 CFM	24 m²	Level 2
Space	26	Stairwell	213	2171 W	341.1 CFM	21 m²	Level 2
Space	27	مكتب	216	3470 W	536.5 CFM	21 m²	Level 2
Space	28	غرفة السيدات	207	2247 W	353.4 CFM	21 m²	Level 2
Space	30	غرفه الكهرباء والميكانيكه	206	907 W	142.6 CFM	10 m²	Level 2
Space	33	غرفة الرجال	205	1937 W	304.5 CFM	21 m²	Level 2
Space	34	مكتب	209	4830 W	799.6 CFM	34 m²	Level 2
Space	35	صاله	208	5386 W	877.0 CFM	44 m²	Level 2
Space	36	مكتب	210	2181 W	361.1 CFM	17 m²	Level 2
Space	37	قاعة المؤتمرات	214	5476 W	843.3 CFM	29 m²	Level 2
Space	38	مدخل	204	38195 W	6022.2 CFM	354 m²	Level 2
Space	39	مكتب	215	2808 W	418.4 CFM	22 m²	Level 2

ملحق (C): Duct Schedule

<Duct Schedule>

A	B	C	D	E	F	G	H
Flow	Height	Length	Loss Coefficient	System Name	Velocity	Width	Count
2637.6 CFM	300	7507	0.088086	Mechanical Supply Air 1	5.5 m/s	750	1
197.4 CFM	175	3149	0.330963	Mechanical Supply Air 1	3.0 m/s	175	1
1813.5 CFM	300	6927	0.022683	Mechanical Supply Air 1	5.2 m/s	550	1
1426.4 CFM	300	4570	0.236498	Mechanical Supply Air 1	5.0 m/s	450	1
1426.4 CFM	300	9189	0.184476	Mechanical Supply Air 1	5.0 m/s	450	1
197.4 CFM	175	966	0.134945	Mechanical Supply Air 1	3.0 m/s	175	1
179.8 CFM	175	703	0.100112	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
207.3 CFM	200	703	0.092191	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
1540.5 CFM	300	17050	0.062132	Mechanical Supply Air 1	5.1 m/s	475	1
799.7 CFM	300	8323	0.220074	Mechanical Supply Air 1	4.2 m/s	300	1
590.8 CFM	275	13870	0.252929	Mechanical Supply Air 1	4.1 m/s	250	1
118.5 CFM	150	646	0.117389	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
118.5 CFM	150	646	0.117389	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
118.5 CFM	150	646	0.117389	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
118.5 CFM	150	646	0.117389	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
118.5 CFM	150	646	0.117389	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
208.9 CFM	200	1348	0.176433	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
242.4 CFM	200	873	0.104521	Mechanical Supply Air 1	2.9 m/s	200	1
141.2 CFM	175	873	0.144542	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
207.2 CFM	200	873	0.114468	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
208.9 CFM	200	1584	0.207277	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
208.9 CFM	200	841	0.110033	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
208.9 CFM	200	969	0.126804	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
208.9 CFM	200	566	0.074036	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
208.9 CFM	200	969	0.126804	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
208.9 CFM	200	428	0.055962	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
208.9 CFM	200	1423	0.186246	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
208.9 CFM	200	792	0.10362	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
208.9 CFM	200	792	0.10362	Mechanical Supply Air 1	2.8 m/s	175	1
118.5 CFM	150	1001	0.181881	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
118.5 CFM	150	1001	0.181881	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
118.5 CFM	150	1001	0.181881	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
118.5 CFM	150	1001	0.181881	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
118.5 CFM	150	1001	0.181881	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
355.5 CFM	225	6880	0.125927	Mechanical Supply Air 1	3.3 m/s	225	1
237.0 CFM	200	3086	0.282285	Mechanical Supply Air 1	3.2 m/s	175	1
118.5 CFM	150	1661	0.301832	Mechanical Supply Air 1	2.7 m/s	140	1
1070.2 CFM	300	1513	0.087803	Mechanical Supply Air 2	4.5 m/s	375	1
1070.2 CFM	300	15492	0.194529	Mechanical Supply Air 2	4.5 m/s	375	1
542.1 CFM	275	18370	0.475331	Mechanical Supply Air 2	3.7 m/s	250	1
139.9 CFM	175	511	0.084708	Mechanical Supply Air 2	2.7 m/s	140	1
138.2 CFM	175	611	0.101539	Mechanical Supply Air 2	2.7 m/s	140	1
250.0 CFM	200	611	0.072661	Mechanical Supply Air 2	2.9 m/s	200	1
191.3 CFM	175	473	0.066542	Mechanical Supply Air 2	2.9 m/s	175	1
151.0 CFM	175	473	0.074763	Mechanical Supply Air 2	2.7 m/s	150	1
199.8 CFM	175	473	0.065975	Mechanical Supply Air 2	3.1 m/s	175	1
542.1 CFM	300	761	0.053127	Mechanical Return Air 1	2.6 m/s	325	1
1070.2 CFM	300	477	0.029338	Mechanical Return Air 1	5.2 m/s	325	1
348.4 CFM	300	821	0.062936	Mechanical Return Air 1	1.7 m/s	325	1
590.8 CFM	300	2594	0.17803	Mechanical Return Air 1	2.9 m/s	325	1
590.8 CFM	300	1025	0.070358	Mechanical Return Air 1	2.9 m/s	325	1
1767.8 CFM	300	904	0.051775	Mechanical Return Air 1	8.6 m/s	325	1
821.5 CFM	300	1514	0.097552	Mechanical Return Air 1	4.0 m/s	325	1
703.0 CFM	300	1211	0.08034	Mechanical Return Air 1	3.4 m/s	325	1
584.5 CFM	300	565	0.038868	Mechanical Return Air 1	2.8 m/s	325	1
584.5 CFM	300	1799	0.123754	Mechanical Return Air 1	2.8 m/s	325	1
584.5 CFM	300	59	0.004048	Mechanical Return Air 1	2.8 m/s	325	1
584.5 CFM	300	59	0.004048	Mechanical Return Air 1	2.8 m/s	325	1
584.5 CFM	300	1612	0.110896	Mechanical Return Air 1	2.8 m/s	325	1

A	B	C	D	E	F	G	H
Flow	Height	Length	Loss Coefficient	System Name	Velocity	Width	Count
584.5 CFM	300	1936	0.133176	Mechanical Return Air 1	2.8 m/s	325	1
377.2 CFM	300	1485	0.11185	Mechanical Return Air 1	1.8 m/s	325	1
0.0 CFM	300	511	0	Mechanical Return Air 1	0.0 m/s	325	1
197.4 CFM	300	7530	0.655523	Mechanical Return Air 1	1.0 m/s	325	1
930.3 CFM	300	4101	0.258379	Mechanical Return Air 1	4.5 m/s	325	1
792.1 CFM	300	1289	0.083603	Mechanical Return Air 1	3.8 m/s	325	1
542.1 CFM	300	808	0.056407	Mechanical Return Air 1	2.6 m/s	325	1
350.8 CFM	300	4786	0.36624	Mechanical Return Air 1	1.7 m/s	325	1
199.8 CFM	300	4308	0.373951	Mechanical Return Air 1	1.0 m/s	325	1
0.0 CFM	300	897	0	Mechanical Return Air 1	0.0 m/s	325	1
207.2 CFM	300	4508	0.388052	Mechanical Return Air 1	1.0 m/s	325	1
703.0 CFM	300	4082	0.27087	Mechanical Return Air 1	3.4 m/s	325	1
0.0 CFM	300	500	0	Mechanical Return Air 1	0.0 m/s	325	1
1530.8 CFM	300	5041	0.241906	Mechanical Return Air 1	7.4 m/s	325	1
242.4 CFM	300	1500	0.124594	Mechanical Return Air 1	1.2 m/s	325	1
1649.3 CFM	300	799	0.046181	Mechanical Return Air 1	8.0 m/s	325	1
5197.9 CFM	300	6710	0.046322	Mechanical Supply Air 3	6.1 m/s	1350	1
284.1 CFM	200	2879	0.209302	Mechanical Supply Air 3	3.4 m/s	200	1
4010.5 CFM	300	5533	0.014603	Mechanical Supply Air 3	6.0 m/s	1050	1
2993.6 CFM	300	3922	0.155318	Mechanical Supply Air 3	5.5 m/s	850	1
2993.6 CFM	300	9653	0.131345	Mechanical Supply Air 3	5.5 m/s	850	1
284.1 CFM	200	953	0.110616	Mechanical Supply Air 3	3.4 m/s	200	1
448.8 CFM	250	453	0.041659	Mechanical Supply Air 3	3.8 m/s	225	1
3974.1 CFM	300	15416	0.013506	Mechanical Supply Air 7	6.0 m/s	1050	1
2090.3 CFM	300	7045	0.110582	Mechanical Supply Air 3	5.1 m/s	650	1
305.7 CFM	225	498	0.054298	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
305.7 CFM	225	498	0.054298	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
305.7 CFM	225	498	0.054298	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
305.7 CFM	225	498	0.054298	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
305.7 CFM	225	498	0.054298	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
301.1 CFM	225	473	0.051727	Mechanical Supply Air 3	3.2 m/s	200	1
536.5 CFM	275	723	0.058846	Mechanical Supply Air 3	3.7 m/s	250	1
418.4 CFM	250	723	0.067338	Mechanical Supply Air 3	3.5 m/s	225	1
301.1 CFM	225	1367	0.149381	Mechanical Supply Air 3	3.2 m/s	200	1
301.1 CFM	225	824	0.090028	Mechanical Supply Air 3	3.2 m/s	200	1
301.1 CFM	225	744	0.081306	Mechanical Supply Air 3	3.2 m/s	200	1
301.1 CFM	225	541	0.059094	Mechanical Supply Air 3	3.2 m/s	200	1
301.1 CFM	225	744	0.081306	Mechanical Supply Air 3	3.2 m/s	200	1
301.1 CFM	225	403	0.044001	Mechanical Supply Air 3	3.2 m/s	200	1
301.1 CFM	225	1123	0.12275	Mechanical Supply Air 3	3.2 m/s	200	1
301.1 CFM	225	492	0.053751	Mechanical Supply Air 3	3.2 m/s	200	1
301.1 CFM	225	492	0.053751	Mechanical Supply Air 3	3.2 m/s	200	1
305.7 CFM	225	573	0.062469	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
305.7 CFM	225	573	0.062469	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
305.7 CFM	225	573	0.062469	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
305.7 CFM	225	573	0.062469	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
305.7 CFM	225	573	0.062469	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
917.1 CFM	300	10698	0.320433	Mechanical Supply Air 7	4.4 m/s	325	1
611.4 CFM	275	3036	0.17477	Mechanical Supply Air 7	3.8 m/s	275	1
305.7 CFM	225	1611	0.175499	Mechanical Supply Air 7	3.2 m/s	200	1
2876.5 CFM	300	1239	0.04989	Mechanical Supply Air 34	5.7 m/s	800	1
2876.5 CFM	300	14205	0.11234	Mechanical Supply Air 34	5.7 m/s	800	1
1199.9 CFM	300	16363	0.213692	Mechanical Supply Air 34	4.7 m/s	400	1
438.5 CFM	250	298	0.027531	Mechanical Supply Air 34	3.7 m/s	225	1
438.5 CFM	250	398	0.036757	Mechanical Supply Air 34	3.7 m/s	225	1
399.8 CFM	250	518	0.048677	Mechanical Supply Air 34	3.4 m/s	225	1
361.1 CFM	225	398	0.039859	Mechanical Supply Air 34	3.4 m/s	225	1
365.4 CFM	225	398	0.039768	Mechanical Supply Air 34	3.4 m/s	225	1
2326.5 CFM	300	1068	0.059301	Mechanical Return Air 1	11.3 m/s	325	1
1018.4 CFM	300	821	0.050919	Mechanical Return Air 1	4.9 m/s	325	1
1554.9 CFM	300	2594	0.150183	Mechanical Return Air 1	7.5 m/s	325	1
1554.9 CFM	300	803	0.046496	Mechanical Return Air 1	7.5 m/s	325	1
1835.1 CFM	300	614	0.03504	Mechanical Return Air 1	8.9 m/s	325	1
1534.0 CFM	300	1041	0.060411	Mechanical Return Air 1	7.4 m/s	325	1
1232.9 CFM	300	565	0.033926	Mechanical Return Air 1	6.0 m/s	325	1

A	B	C	D	E	F	G	H
Flow	Height	Length	Loss Coefficient	System Name	Velocity	Width	Count
1232.9 CFM	300	1799	0.108019	Mechanical Return Air 1	6.0 m/s	325	1
1232.9 CFM	300	59	0.003533	Mechanical Return Air 1	6.0 m/s	325	1
1232.9 CFM	300	59	0.003533	Mechanical Return Air 1	6.0 m/s	325	1
1232.9 CFM	300	1612	0.096796	Mechanical Return Air 1	6.0 m/s	325	1
1232.9 CFM	300	1761	0.105735	Mechanical Return Air 1	6.0 m/s	325	1
0.0 CFM	300	831	0	Mechanical Return Air 1	0.0 m/s	325	1
600.0 CFM	300	4183	0.286234	Mechanical Return Air 1	2.9 m/s	325	1
1534.0 CFM	300	4202	0.24384	Mechanical Return Air 1	7.4 m/s	325	1
3691.1 CFM	300	7665	0.213387	Mechanical Return Air 1	17.9 m/s	325	1
536.5 CFM	300	1500	0.104978	Mechanical Return Air 1	2.6 m/s	325	1
3992.2 CFM	300	1219	0.06453	Mechanical Return Air 1	19.3 m/s	325	1
3992.2 CFM	300	1399	0.074035	Mechanical Return Air 1	19.3 m/s	325	1
3992.2 CFM	300	59	0.003114	Mechanical Return Air 1	19.3 m/s	325	1
3992.2 CFM	300	838	0.044362	Mechanical Return Air 1	19.3 m/s	325	1
3992.2 CFM	300	59	0.003114	Mechanical Return Air 1	19.3 m/s	325	1
600.0 CFM	300	712	0.048724	Mechanical Return Air 1	2.9 m/s	325	1
600.0 CFM	300	1775	0.121467	Mechanical Return Air 1	2.9 m/s	325	1
417.2 CFM	250	1647	0.153395	Mechanical Supply Air 3	3.5 m/s	225	1
417.2 CFM	250	3741	0.248803	Mechanical Supply Air 3	3.5 m/s	225	1
1789.2 CFM	300	9642	0.101507	Mechanical Supply Air 3	5.1 m/s	550	1
417.2 CFM	250	1046	0.097432	Mechanical Supply Air 3	3.5 m/s	225	1
417.2 CFM	250	360	0.033549	Mechanical Supply Air 3	3.5 m/s	225	1
1599.7 CFM	300	1361	0.066808	Mechanical Supply Air 34	5.0 m/s	500	1
765.4 CFM	300	1326	0.086553	Mechanical Return Air 1	3.7 m/s	325	1
1126.5 CFM	300	600	0.036572	Mechanical Return Air 1	5.5 m/s	325	1
2326.5 CFM	300	3877	0.21538	Mechanical Return Air 1	11.3 m/s	325	1
568.1 CFM	275	908	0.073109	Mechanical Supply Air 3	3.9 m/s	250	1
784.1 CFM	300	9340	0.360853	Mechanical Return Air 1	3.8 m/s	325	1
400.0 CFM	300	8058	0.599453	Mechanical Return Air 1	1.9 m/s	325	1
400.0 CFM	300	903	0.06718	Mechanical Return Air 1	1.9 m/s	325	1
473.4 CFM	250	1223	0.106072	Mechanical Supply Air 34	3.6 m/s	250	1
821.5 CFM	300	6435	0.414657	Mechanical Return Air 1	4.0 m/s	325	1
590.8 CFM	300	2434	0.167053	Mechanical Return Air 1	2.9 m/s	325	1
400.0 CFM	300	903	0.06718	Mechanical Return Air 1	1.9 m/s	325	1
473.4 CFM	250	1223	0.106072	Mechanical Supply Air 34	3.6 m/s	250	1
821.5 CFM	300	6435	0.414657	Mechanical Return Air 1	4.0 m/s	325	1
590.8 CFM	300	2434	0.167053	Mechanical Return Air 1	2.9 m/s	325	1
500.0 CFM	300	1236	0.087748	Mechanical Return Air 1	2.4 m/s	325	1
1835.1 CFM	300	6435	0.367015	Mechanical Return Air 1	8.9 m/s	325	1
2136.2 CFM	300	772	0.043257	Mechanical Return Air 1	10.3 m/s	325	1
6619.8 CFM	300	453	0.02318	Mechanical Return Air 1	32.0 m/s	325	1
6619.8 CFM	300	1815	0.092976	Mechanical Return Air 1	32.0 m/s	325	1
4293.3 CFM	300	640	0.033685	Mechanical Return Air 1	20.8 m/s	325	1
4293.3 CFM	300	1950	0.102635	Mechanical Return Air 1	20.8 m/s	325	1
4293.3 CFM	300	364	0.019183	Mechanical Return Air 1	20.8 m/s	325	1
9457.8 CFM	1050	20	0.00053	Mechanical Return Air 1	10.6 m/s	400	1
9457.8 CFM	1200	7019	0.05666	Mechanical Return Air 1	6.2 m/s	600	1
6619.8 CFM	300	990	0.050714	Mechanical Return Air 1	32.0 m/s	325	1
6619.8 CFM	300	1012	0.051841	Mechanical Return Air 1	32.0 m/s	325	1
6619.8 CFM	300	311	0.015917	Mechanical Return Air 1	32.0 m/s	325	1
1767.8 CFM	300	1775	0.10168	Mechanical Return Air 1	8.6 m/s	325	1
1767.8 CFM	300	1941	0.111165	Mechanical Return Air 1	8.6 m/s	325	1
1070.2 CFM	300	697	0.04285	Mechanical Return Air 1	5.2 m/s	325	1
1070.2 CFM	300	2550	0.156767	Mechanical Return Air 1	5.2 m/s	325	1
1070.2 CFM	300	3404	0.20924	Mechanical Return Air 1	5.2 m/s	325	1
9457.8 CFM	1200	2276	0.043541	Mechanical Return Air 1	6.2 m/s	600	1
9457.8 CFM	1050	3159	0.083641	Mechanical Return Air 1	10.6 m/s	400	1
9457.8 CFM	1050	12880	0.341063	Mechanical Return Air 1	10.6 m/s	400	1
9457.8 CFM	1050	3226	0.085428	Mechanical Return Air 1	10.6 m/s	400	1
355.5 CFM	225	2037	0.204404	Mechanical Supply Air 1	3.3 m/s	225	1
355.5 CFM	200	2149	0.227437	Mechanical Supply Air 1	3.7 m/s	225	1
1649.3 CFM	300	1975	0.114092	Mechanical Return Air 1	8.0 m/s	325	1
1649.3 CFM	300	1634	0.094409	Mechanical Return Air 1	8.0 m/s	325	1
2838.0 CFM	300	3314	0.138378	Mechanical Return Air 1	13.7 m/s	325	1
2838.0 CFM	300	1403	0.07644	Mechanical Return Air 1	13.7 m/s	325	1
1126.5 CFM	300	2721	0.165832	Mechanical Return Air 1	5.5 m/s	325	1

ملحق (D): HVAC Zone Schedule

<HVAC Zone Schedule>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Name	Level	Gross Area	Gross Volume	Calculated Cooling Load	Cooling Air Temperature	Cooling Set Point	Calculated Supply Airflow	Coil Bypass	Dehumidification Set Point
Default		148 m²	520.16 m³	9806 W	12 °C	23 °C	1500.1 CFM	0.00%	0.7
2	Level 1	492 m²	1648.81 m³	24103 W	12 °C	23 °C	3374.8 CFM	0.00%	0.7
3	Level 1	124 m²	413.61 m³	7171 W	12 °C	23 °C	1127.0 CFM	0.00%	0.7
4	Level 2	490 m²	1789.99 m³	60635 W	12 °C	23 °C	9299.1 CFM	0.00%	0.7
5	Level 2	136 m²	497.95 m³	18214 W	12 °C	23 °C	2930.4 CFM	0.00%	0.7

ملحق (E): Mechanical Equipment Schedule

<Mechanical Equipment Schedule>

A	B	C
System Name	System Classification	Count
Mechanical Supply Air 4,Mechanical Supply Air 1	Supply Air	1
Mechanical Supply Air 4,Mechanical Supply Air 1	Supply Air	1
Mechanical Supply Air 4,Mechanical Supply Air 2	Supply Air	1
Mechanical Supply Air 4,Mechanical Supply Air 3	Supply Air	1
Mechanical Supply Air 4,Mechanical Supply Air 7	Supply Air	1
Mechanical Supply Air 4,Mechanical Supply Air 34	Supply Air	1
Mechanical Supply Air 5,Mechanical Return Air 1,Mechanical Supply Air 4	Supply Air,Return Air,Supply Air,Hydronic Return,Hydronic Supply,Power,Sanitary	1
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply,Power	1
Other 2,Other 1	Other,Sanitary	1

ملحق (F): Pipe Schedule

<Pipe Schedule>

A	B	C	D
System Name	System Type	Material	Length
Sanitary 1	Sanitary	Copper	108
Sanitary 1	Sanitary	Copper	186
Sanitary 1	Sanitary	Copper	1062
Sanitary 1	Sanitary	Copper	970
Sanitary 1	Sanitary	Copper	130
Sanitary 1	Sanitary	Copper	136
Sanitary 1	Sanitary	Copper	1041
Sanitary 1	Sanitary	Copper	143
Sanitary 1	Sanitary	Copper	96
Sanitary 1	Sanitary	Copper	1059
Sanitary 1	Sanitary	Copper	183
Sanitary 1	Sanitary	Copper	215
Sanitary 1	Sanitary	Copper	563
Sanitary 1	Sanitary	Copper	336
Sanitary 1	Sanitary	Copper	178
Sanitary 1	Sanitary	Copper	919
Sanitary 1	Sanitary	Copper	215
Sanitary 1	Sanitary	Copper	359
Sanitary 1	Sanitary	Copper	3168
Sanitary 1	Sanitary	Copper	120
Sanitary 1	Sanitary	Copper	198
Sanitary 3	Sanitary	Copper	140
Sanitary 3	Sanitary	Copper	66
Sanitary 3	Sanitary	Copper	1139
Sanitary 3	Sanitary	Copper	826
Sanitary 3	Sanitary	Copper	73
Sanitary 3	Sanitary	Copper	26
Sanitary 3	Sanitary	Copper	1205
Sanitary 3	Sanitary	Copper	428
Sanitary 3	Sanitary	Copper	991
Sanitary 6	Sanitary	Copper	76
Sanitary 6	Sanitary	Copper	452
Sanitary 3	Sanitary	Copper	193
Sanitary 3	Sanitary	Copper	233
Sanitary 3	Sanitary	Copper	529
Sanitary 3	Sanitary	Copper	608
Sanitary 3	Sanitary	Copper	25
Sanitary 3	Sanitary	Copper	432
Sanitary 3	Sanitary	Copper	42
Sanitary 3	Sanitary	Copper	4077
Domestic Cold Water 3	Domestic Cold Water	Copper	159
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	76
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	66
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	510
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	70
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	66
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	917
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	66
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	70
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	888
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	66
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	91
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	66
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	85
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	890
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	466
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	213
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	1193
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	206
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	1032
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	747

<Pipe Schedule>

A	B	C	D
System Name	System Type	Material	Length
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	6539
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	13975
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	4113
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	7690
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	1768
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	3780
Sanitary 1	Sanitary	Copper	158
Sanitary 1	Sanitary	Copper	56
Sanitary 1	Sanitary	Copper	178
Sanitary 1	Sanitary	Copper	56
Sanitary 1	Sanitary	Copper	860
Sanitary 1	Sanitary	Copper	73
Sanitary 1	Sanitary	Copper	92
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	4421
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	3693
Hydronic Supply 2	Hydronic Supply	Copper	2029
Sanitary 3	Sanitary	Copper	98
Sanitary 3	Sanitary	Copper	51
Sanitary 3	Sanitary	Copper	1180
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	66
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	85
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	17
Sanitary 3	Sanitary	Copper	933
Sanitary 3	Sanitary	Copper	2052
Sanitary 3	Sanitary	Copper	1004
Sanitary 3	Sanitary	Copper	910
Sanitary 3	Sanitary	Copper	1265
Sanitary 3	Sanitary	Copper	329
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	571
Sanitary 1	Sanitary	Copper	883
Sanitary 7	Sanitary	Copper	1642
Sanitary 1	Sanitary	Copper	39
Sanitary 1	Sanitary	Copper	970
Sanitary 1	Sanitary	Copper	523
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	865
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	4431
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	571
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	4397
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	11
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	8
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	586
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	671
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	886
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	657
Domestic Cold Water 1	Domestic Cold Water	Copper	686
Other 2	Other	Copper	554
Other 2	Other	Copper	408
Other 2	Other	Copper	8635
Other 2	Other	Copper	3339
Other 2	Other	Copper	11915
Other 2	Other	Copper	6568
Sanitary 1	Sanitary	Copper	944
Sanitary 1	Sanitary	Copper	880
Sanitary 1	Sanitary	Copper	965
Sanitary 1	Sanitary	Copper	990
Sanitary 1	Sanitary	Copper	145
Sanitary 1	Sanitary	Copper	455
Sanitary 1	Sanitary	Copper	1285
Sanitary 1	Sanitary	Copper	1867
Sanitary 1	Sanitary	Copper	1791
Sanitary 1	Sanitary	Copper	546
Sanitary 1	Sanitary	Copper	69
Sanitary 3	Sanitary	Copper	60
Sanitary 3	Sanitary	Copper	99
Sanitary 3	Sanitary	Copper	106
Sanitary 3	Sanitary	Copper	100

<Pipe Schedule>

A	B	C	D
System Name	System Type	Material	Length
Sanitary 3	Sanitary	Copper	462
Sanitary 3	Sanitary	Copper	521
Sanitary 3	Sanitary	Copper	63
Sanitary 3	Sanitary	Copper	321
Sanitary 3	Sanitary	Copper	163
Sanitary 3	Sanitary	Copper	36
Sanitary 3	Sanitary	Copper	875
Sanitary 3	Sanitary	Copper	486
Sanitary 4	Sanitary	Copper	88
Sanitary 4	Sanitary	Copper	104
Sanitary 4	Sanitary	Copper	950
Sanitary 3	Sanitary	Copper	88
Sanitary 3	Sanitary	Copper	96
Sanitary 3	Sanitary	Copper	950
Sanitary 3	Sanitary	Copper	980
Sanitary 3	Sanitary	Copper	1042
Sanitary 4	Sanitary	Copper	1456
Sanitary 3	Sanitary	Copper	473
Sanitary 3	Sanitary	Copper	52
Sanitary 3	Sanitary	Copper	52
Sanitary 3	Sanitary	Copper	1059
Sanitary 3	Sanitary	Copper	928
Sanitary 3	Sanitary	Copper	823
Sanitary 3	Sanitary	Copper	611
Sanitary 3	Sanitary	Copper	864
Sanitary 7	Sanitary	Copper	98
Sanitary 3	Sanitary	Copper	367
Sanitary 3	Sanitary	Copper	485
Sanitary 3	Sanitary	Copper	1266
Sanitary 1	Sanitary	Copper	52
Sanitary 1	Sanitary	Copper	52
Sanitary 1	Sanitary	Copper	701
Sanitary 1	Sanitary	Copper	991
Sanitary 1	Sanitary	Copper	991
Sanitary 3	Sanitary	Copper	980
Sanitary 4	Sanitary	Copper	622
Sanitary 3	Sanitary	Copper	3116
Sanitary 1	Sanitary	Copper	689
Sanitary 1	Sanitary	Copper	973
Sanitary 1	Sanitary	Copper	412
Sanitary 1	Sanitary	Copper	195
Sanitary 1	Sanitary	Copper	5171
Sanitary 1	Sanitary	Copper	353
Sanitary 1	Sanitary	Copper	118
Sanitary 1	Sanitary	Copper	58
Sanitary 1	Sanitary	Copper	680
Sanitary 1	Sanitary	Copper	775
Sanitary 1	Sanitary	Copper	56
Sanitary 1	Sanitary	Copper	1217
Sanitary 1	Sanitary	Copper	3236
Other 2	Other	Copper	1208
Other 2	Other	Copper	654
Domestic Cold Water 2	Domestic Cold Water	Copper	580

ملحق (G): Plumbing Fixture Schedule

<Plumbing Fixture Schedule>

A	B	C
System Name	Count	Level
Domestic Cold Water 3,Sanitary 3	1	Level 1
Domestic Cold Water 2,Sanitary 1	1	Level 1
Domestic Cold Water 1,Sanitary 3	1	Level 1
Domestic Cold Water 1,Sanitary 1	1	Level 1
Domestic Cold Water 1,Sanitary 1	1	Level 1
Domestic Cold Water 1,Sanitary 1	1	Level 1
Sanitary 1	1	Level 1
Sanitary 1	1	Level 1
Domestic Cold Water 1,Domestic Hot Water 1,Sanitary 3	1	Level 1
Sanitary 3	1	Level 1
Sanitary 3	1	Level 2
Sanitary 1	1	Level 2
Sanitary 1	1	Level 2
Sanitary 1	1	Level 2
Sanitary 3	1	Level 2
Sanitary 4	1	Level 2
Sanitary 1	1	Level 2
Domestic Cold Water 1,Sanitary 3	1	Level 1
Sanitary 3	1	Level 2
Sanitary 3	1	Level 2
Sanitary 3	1	Level 2
Sanitary 1	1	Level 2
Sanitary 1	1	Level 2

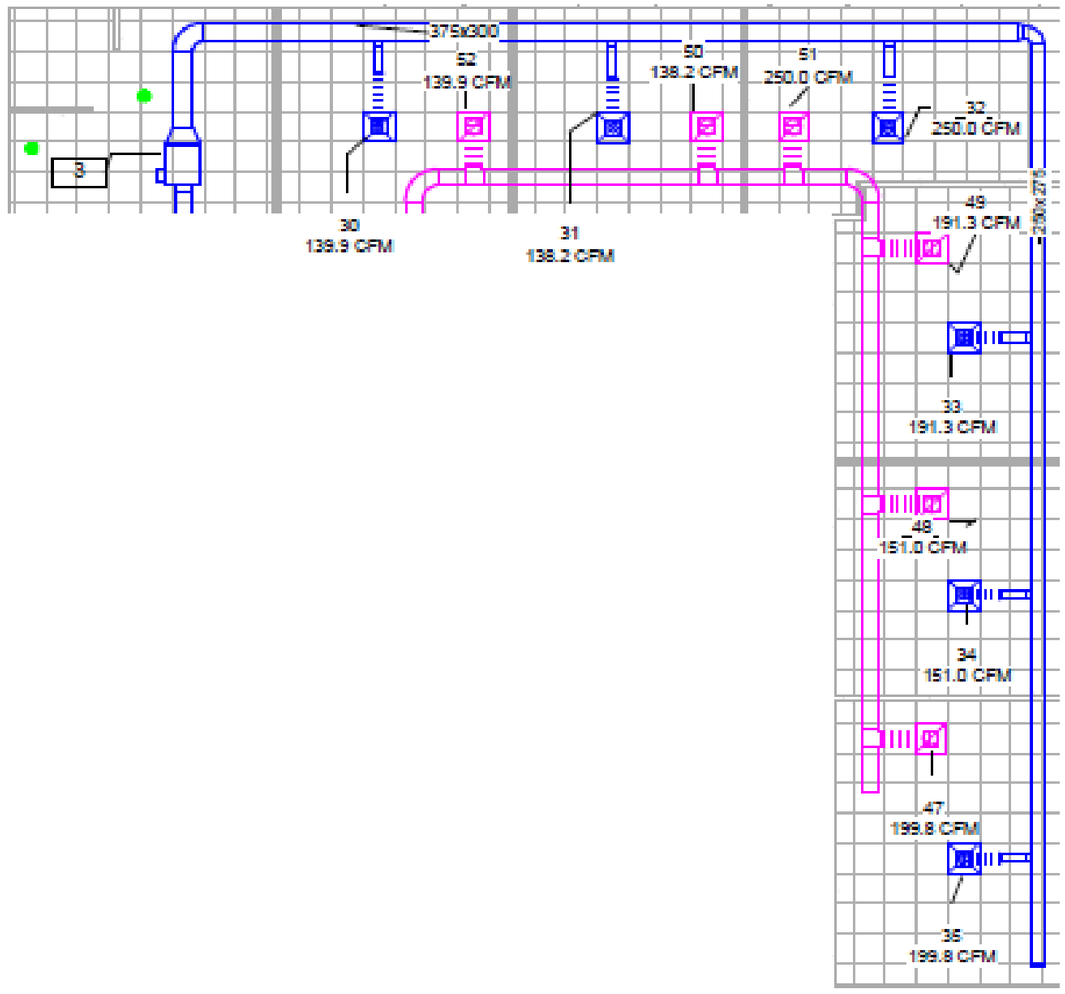
ملحق (H): Air Terminal Schedule

<Air Terminal Schedule>

A	B	C	D	E
System Name	System Type	Flow	Type	Count
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	197.4 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	179.8 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	207.3 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	208.9 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	208.9 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	208.9 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	208.9 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	208.9 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	208.9 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	208.9 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	242.4 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	141.2 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 1	Supply Air	207.2 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 2	Supply Air	139.9 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 2	Supply Air	138.2 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 2	Supply Air	250.0 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 2	Supply Air	191.3 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 2	Supply Air	151.0 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 2	Supply Air	199.8 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	207.3 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	179.8 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	197.4 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	118.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	141.2 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	242.4 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	207.2 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	199.8 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	151.0 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	191.3 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	138.2 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	250.0 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	139.9 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	284.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	284.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	448.8 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1

<Air Terminal Schedule>

A	B	C	D	E
System Name	System Type	Flow	Type	Count
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 7	Supply Air	305.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	536.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	418.4 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	417.2 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 34	Supply Air	438.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 34	Supply Air	438.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 34	Supply Air	399.8 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 34	Supply Air	361.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 34	Supply Air	365.4 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 34	Supply Air	236.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	448.8 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	284.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	418.4 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	536.5 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	600.0 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	400.0 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	365.4 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	700.0 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	417.2 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	417.2 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 34	Supply Air	399.8 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 3	Supply Air	284.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 34	Supply Air	236.7 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	500.0 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	301.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Supply Air 5	Supply Air	11992.9 CFM	1750 mmx750 mm	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	361.1 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1
Mechanical Return Air 1	Return Air	500.0 CFM	600 x 600 Face 300 x 300 Connection	1



1 - Ceiling Mech - Callout 1

1 : 100

Autodesk® Revit®

Approved by osama mohamed

Scale 1 : 100

جامعة وادي النيل كلية الهندسة

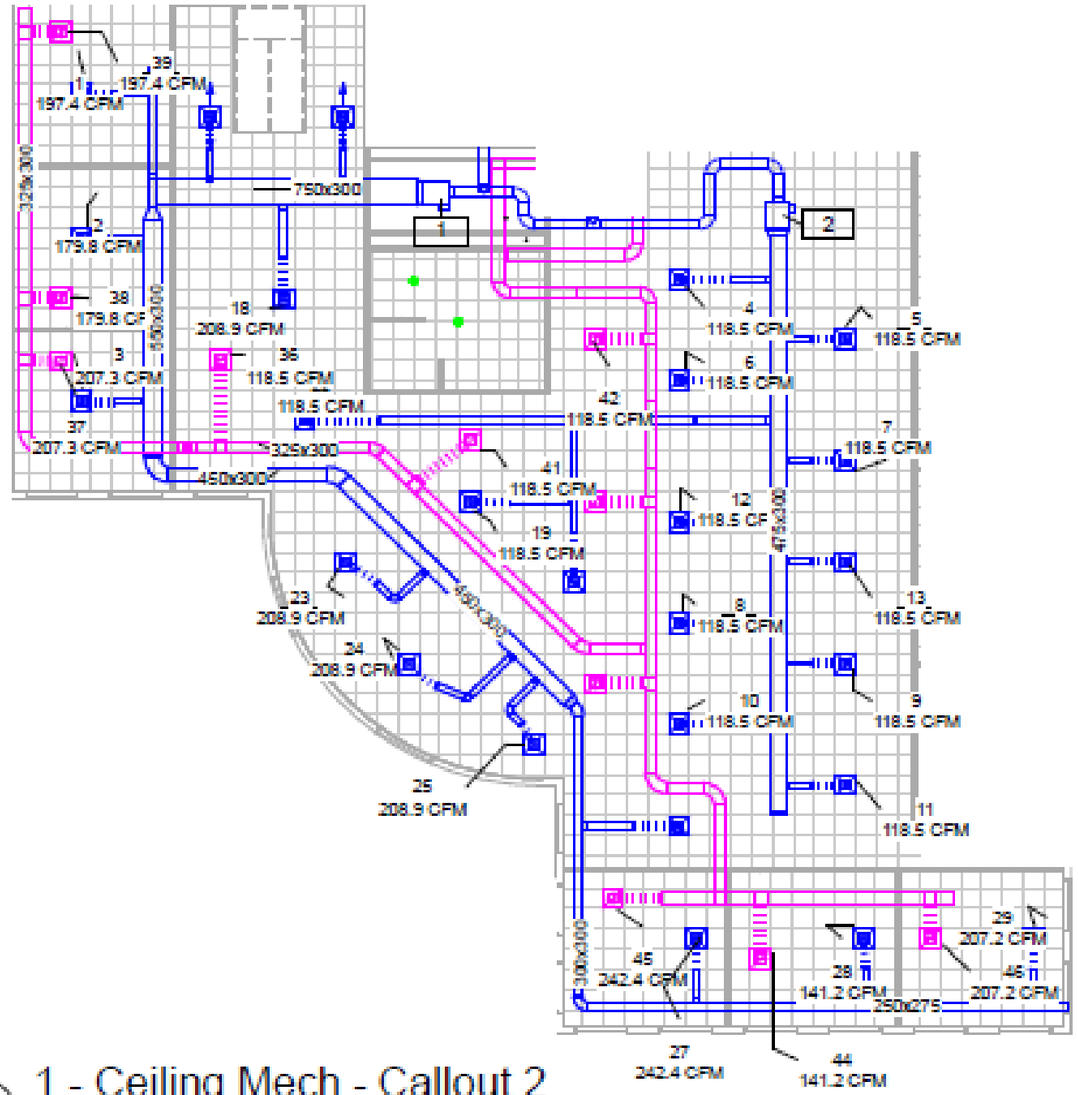
قسم الهندسة الميكانيكة

أستخدام تقنية(BIM) لنمذجة خدمات المباني

Date

Designed by Hussein-Khalid

Checked by Abdulhafez Salah



1 - Ceiling Mech - Callout 2

1 : 150

Autodesk® Revit®

Approved by osama mohamed

Scale 1 : 150

جامعة وادي النيل كلية الهندسة

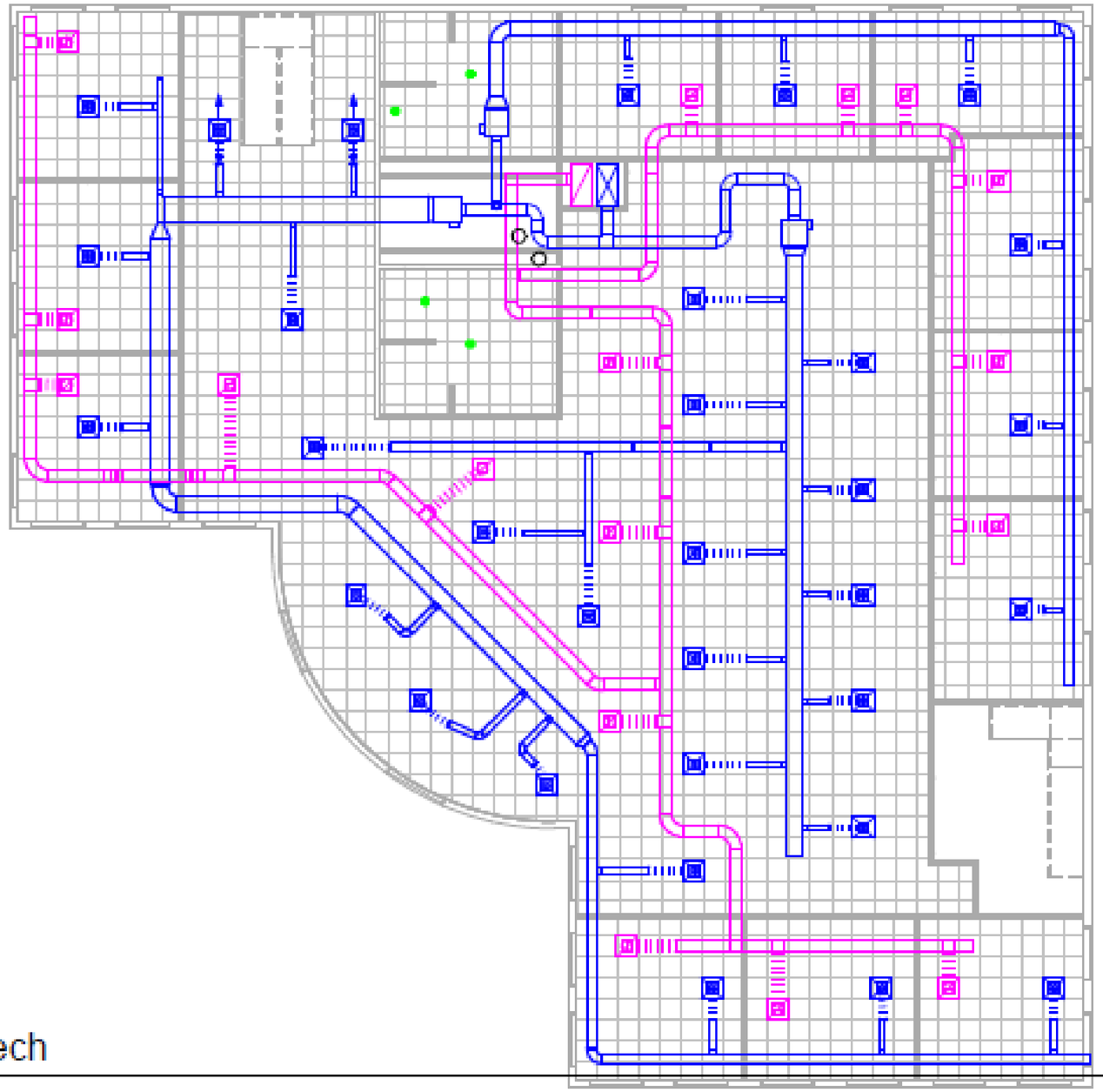
قسم الهندسة الميكانيكة

أستخدام تقنية(BIM)لنمذجة خدمات المباني

Date يوليو ٢٠١٨

Designed by Hussein-Khalid

Checked by Abdulhafez Salah



1 - Ceiling Mech

1 : 130

Autodesk® Revit®

Approvered by Dr.osama Mohamed

Scale 1 : 130

جامعة وادي النيل كلية الهندسة

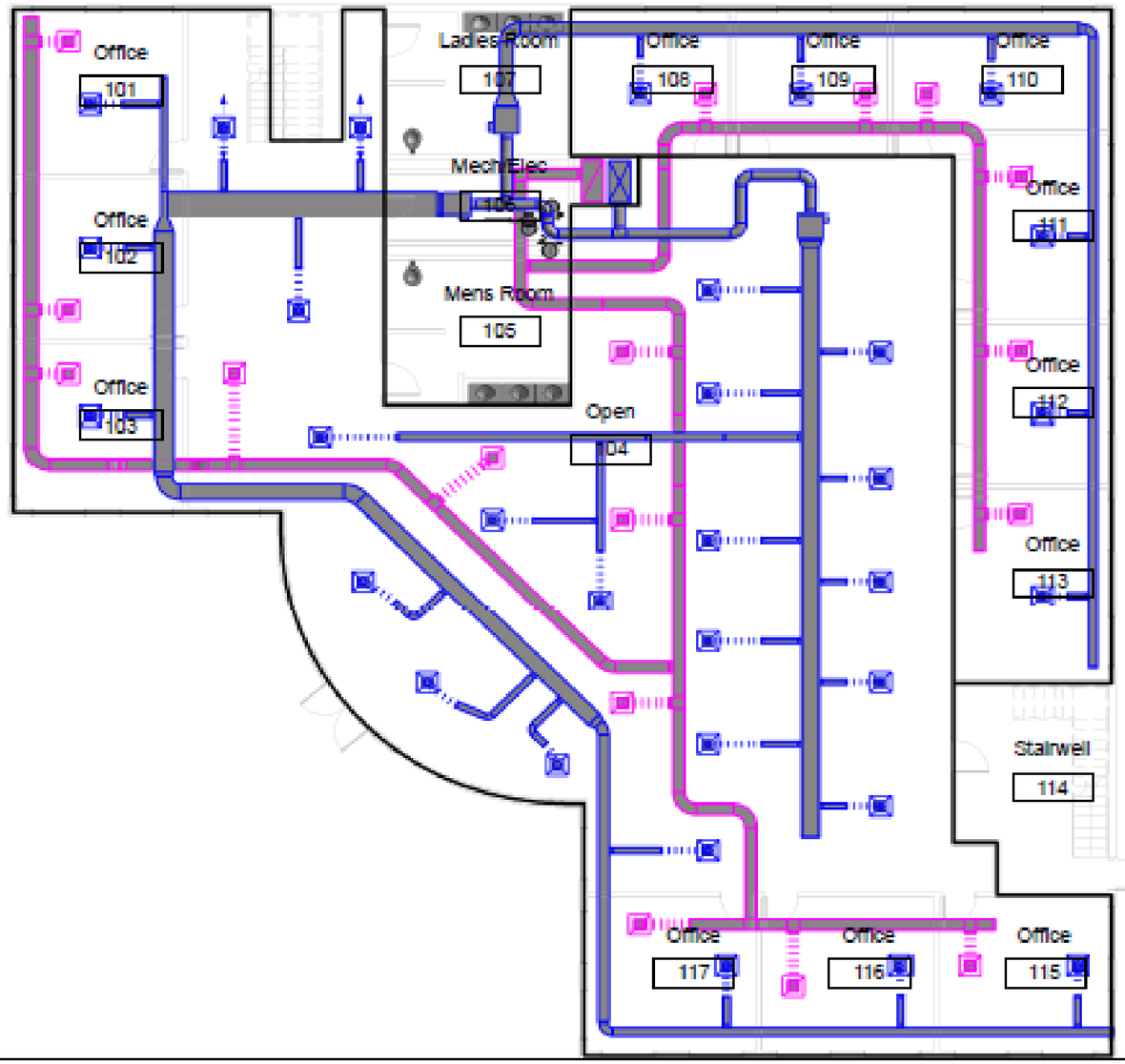
قسم الهندسة الميكانيكة

أستخدام تقنية(BIM)لنمذجة خدمات المباني

Date يناير ٢٠١٦

Designed by Huzaifa-khalid

Checked by Abdulhafiz Salah



1 - Mech

1 : 140

Autodesk® Revit®

Approvered by Dr.osama Mohamed

Scale 1 : 140

جامعة وادي النيل كلية الهندسة

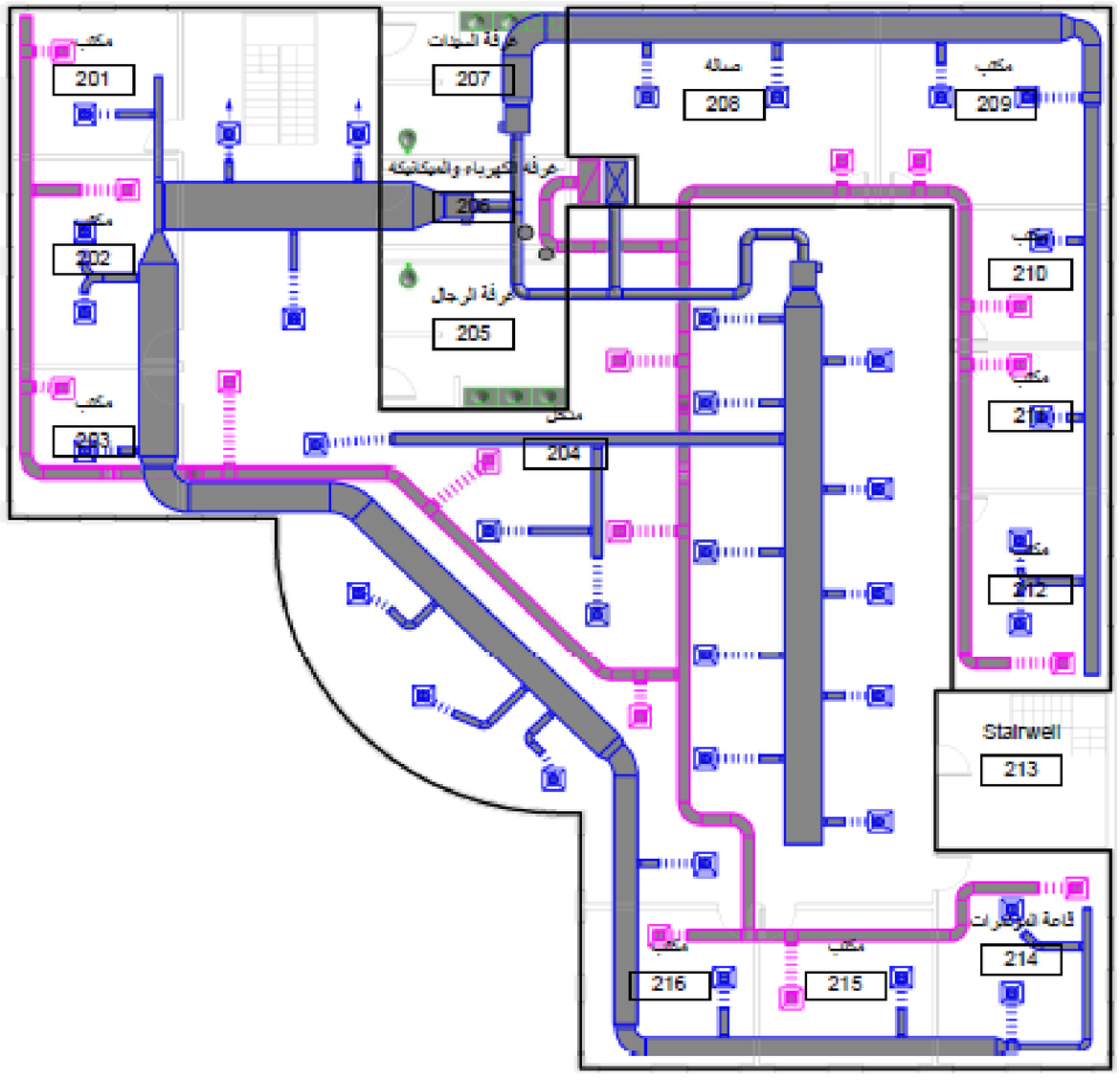
قسم الهندسة الميكانيكة

أستخدام تقنية(BIM) لنمذجة خدمات المباني

Date يوليو ٢٠١٨

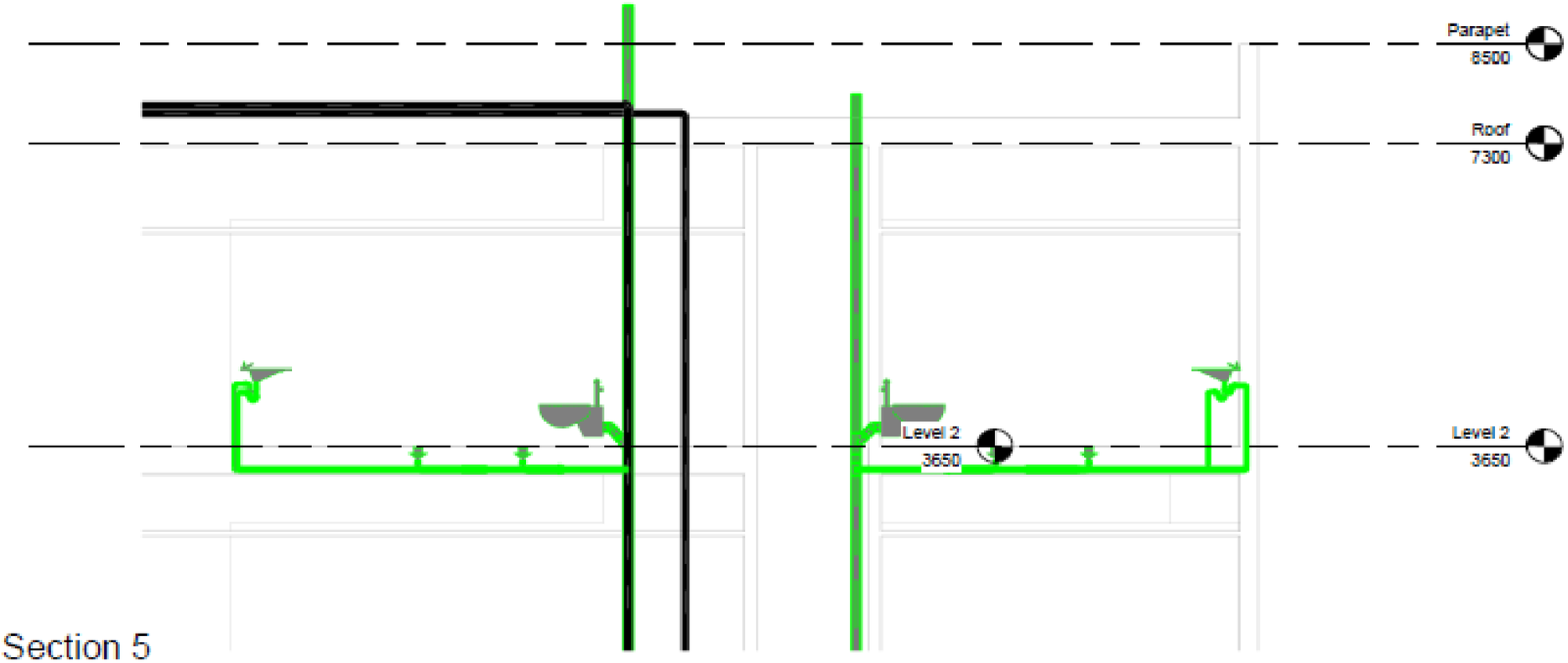
Designed by Huzieb-Khalid

Checked by Abdulhafez Salah



1 2 - Mech
1 : 140

Autodesk® Revit®	Approvered by Dr.osama Mohamed Scale 1 : 140	جامعة وادي النيل كلية الهندسة قسم الهندسة الميكانيكة	أستخدام تقنية(BIM) لنمذجة خدمات المباني Date نوفمبر ٢٠١٨ Designed by Huzaifa-Khalid Checked by Abdulhafez Salah



1 Section 5
1 : 50

Autodesk® Revit®

Approvered by Dr.osama Mohamed

Scale 1 : 50

جامعة وادي النيل كلية الهندسة

قسم الهندسة الميكانيكة

أستخدام تقنية(BIM) لنمذجة خدمات المباني

Date ٢٠١٩ يونيو

Designed by Huzaifa-khalid

Checked by Abdulhafez Salah