جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة

الهندسة الميكانيكية

قسم هندسة القدرة

بحث تكميلي لنيل درجة البكالريوس مرتبة الشرف
في الهندسة الميكانيكية (قدرة)

بعنوان :

تصميم نظم التكييف والتهوية لمصانع الأدوية

دراسة حالة (مصنع بتروباش للأدوية البيطرية)
الخرطوم سوبا

DESIGN OF AN AIR CONDITIONING AND VENTELATION SYSTEM FOR MEDICAL FACTORY (CASE STUDY BASH PHARMA MEDICAL FACTORY) KHARTOUM SUBA

إعداد الطلاب:

1. أحمد موسى الطريفي حمدالنيل
2. عطا المنان بخيت عطا المنان سليمان
3. عمر عبدالمجيد فرح عثمان

إشراف د/ حسن عبداللطيف عثمان

أكتوبر 2017م

الآية

قال تعالى :

بسم الله الرحمن الرحيم

{وَقُلِ اعْمَلُواْ فَسَيَرَى اللّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ}

صدق الله العظيم

سورة التوبة الاية (105)

الإهداء

إلى ...

التي حملتني وهناً على وهن وسقتني حباً وألهمتني فكراً

أمـي الحبـيـبـة

إلى ... ذلك الشامخ بقامة النخيل الذي أفنى شبابه ليرى في ذاتي إمتداداً لذاته

أبـي الـعـزيـز

إلى ... أعزائي وأحبائي

أخـوانـي و أخـواتـي

إلى ... تلك الزهور النرجسية والسوسنية

زمـلائـي

وإلى ...

كل طالب علم ومعرفة

الشكر والعرفان

الشكر من قبل ومن بعد لله سبحانه وتعالى

دائماً يكون الوفاء للأوفياء أهل العطاء ....

دائماً لا نستطيع أن نوفي بحق اوفياء ....

أو نعطي من كلمات أهل العطاء ....

فيكون تقديراً وإحتراماً لأساتذتنا الأجلاء صناع جيل الغد وحملة مشاعل العلم الذين أضاءوا لنا معالم طريق العلم وسقونا من سبيل معارفهم الفياضة علماً يتألق نوراً.

والشكر الخاص جداً إلى ...

الدكتور/ حسن عبداللطيف عثمان

الذي بذل كل غالي ونفيث ولم يبخل لنا بعلمه

كما نتوجه بالشكر إلى هيئة التدريس بالجامعه وبالأخص كلية الهندسه قسم الهندسه الميكانيكيه

كما نشكر أيضاً أسرة مصنع بتروباش للأدويه البيطريه وعلي رأسها المدير العام والإداره الفنيه

وكل من ساهم في إنجاح هذا المشروع سائلين المولى عزوجل أن يجزل الثواب لكل من أسدى لنا نصحاً وقدم لنا عوناً وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

ولكم منا كل الشكر والتقدير

أسرة البحث

المستخلص

يهدف هذا المشروع لتصميم واختيار نظام تكييف مركزي لمصنع بتروباش للادويه البيطريه، الادوية عند تصنيعها وتخزينها لابد من تحقيق الظروف الملائمة لضمان

`

صلاحيتها وذلك باتباع الضوابط والمواصفات من الجهات المختصه لذلك قمنا بالدراسه التصميمية لتكييف مصنع بتروباش للادويه البيطرية مع وضع الاعتبار للمقاييس العالمية المتمثله في ممارسات التصنيع الجيد (GMP)ومرجعيتها منظمة الصحه العالمية (WHO) .
تم استخدام برنامج الهاب(HAB) لحساب الأحمال الحرارية للمبني

Abstracts

This project aims for design and selecting an air conditioning system for Bash pharma medical factory. The medicine at industry and storage must be achieved by the right condition to guarantee the validity by following the control from the competent authorities represenyed by (GMP) and (WHO).

We used the computer programme (HAP) to calculate heating load.

فهرس المحتويات

الآية i

الإهداء ii

الشكر والعرفان iii

المستخلص iii

Abstract ..... **Error! Bookmark not defined.**

فهرس المحتويات v

فهرس الأشكال viii

فهرس الجداول ix

الباب الأول

1-1المقدمه 1

1-2 مشكلة البحث: 3

1- 3 أهداف البحث: 3

1-4 أهمية البحث: 3

1-6 النتائج المتوقعة: 4

الباب الثاني

2-1 تقديم: 5

2-2 التدفئة والتهوية وتكييف الهواء(HVAC): 6

2-3 مسرد: 7

2-4 الحماية:Protection 11

2-5 تكييف الهواء: 15

2-5-1 خواص الهواء الرطب: 16

2-5-2 الراحه الحرارية للإنسان: 17

2-5-3 عمليات معالجه الهواء:.....19
2-5-4 نوعية الهواء الداخل: 20
2-5-5 متطلبات التهوية:.....21
2-5-6 تكييف الهواء لأغراض الصناعة:.....21
2-5-7 شروط التصميم:.....21
2-6 مكونات نظم تكييف الهواء:.....22
2-6-1 وحدات مناولة الهواء: 23
2-6-2 مرشحات الهواء:.....24
2-6-3 ملفات التبريد والتسخين: 25
2-6-4 المراوح: 25
2-6-5 مجاري الهواء: 26
2-6-6 مخارج ومداخل الهواء: 27
2-6-7 ماكينات التبريد: 27
2-6-8 ماكينات التسخين: 28
2-6-9 ابراج التبريد:.....28
2-7 الدراسات السابقة.....29
2-7-1 Design of small cold store 29
2-7-2 Design and Selection of Air Conditioning System for New Faculty of Engineering Library Building.....30
2-7-3 إستعراض نظم التكييف الميكانيكي في السودان بغرض الوصول للنظام الأمثل للتكييف الخاص بكل تطبيق بما يحقق الجدوى الفنية الإقتصادية: 30
2-7-3 مشروع دراسة تصميمية لمخزن تبريد للإمدادات الطبية 31

2-7-4 تكييف المستشفيات 31
2-7-5 دراسة المخازن المبرده لحفظ منتجات او مواد مختلفه في آن واحد: 31
2-7-6 إعادة تصنيع وحده تكييف مركزيه وتدفئه بورشه التبريد والتكييف.....31
2-8 التعليق علي الدراسات السابقة:.....32

الباب الثالث

3-1 حسابات احمال التكييف لمصنع بترورباش 35
3-1-1 الظروف التصميمية: Parameter Condition: 36
3-1-2 المساحات التصميمية: 37
3-1-5 الاسقف.....38
3-1-6 الأجهزة الكهربائية والإضاءة: 39
3-1-9 الافراد.....40
3-1-10 التهويه:.....41

الباب الرابع

4-1-1 نبذة تعريفيه عن البرنامج: 47
4-1-3 الواجهه الرئيسية لبرنامج الهاب: 47
4-1-4 القائمه الشجريه للبرنامج الهاب.....48
4-2 مخرجات برنامج الهاب 51
4-2-1 بيانات الإدخال لكل حيز: 51

الباب الخامس

5-1 النتائج 52
5-2 التوصيات.....55
المراجع:.....57
الملاحق 57

`

فهرس الأشكال

شكل (1- 1) يوضح الدلائل لمختلف معايير النظم وفقا للتتابع 13
شكل (3- 1) الهيكل التنظيمي للمصنع..... 34
شكل (3- 2 (الظروف الداخلية والخارجية لمصنع بتروباش بمدينة الخرطوم 36
شكل (3- 3) يوضح خطوط الخواص السايكومتريه 44

`

فهرس الجداول

جدول (3-1) خطوط الطول والعرض مدينة الخرطوم 36

جدول (3- 2) المساحات التصميمية 37

جدول (3- 3) الحوائط والفواصل والابواب الداخلية والخارجية 38

جدول (3- 4) السقف الخارجي والداخلي 38

جدول (3-5) الأجهزة الكهربائية والاضاءة 39

جدول (3- 6) الافراد..... 40

جدول (3-7) الغرفة النظيفة 41

جدول (3-8) فرق الضغوط في منطقة الحقن 42

جدول (3-9) فرق الضغوط في منطقة القطرات 42

جدول (3- 10) المناطق المعرضة لاشعة الشمس المباشرة..... 45

الباب الأول

`

1-1المقدمه

منذ القدم حاول الإنسان التغلب علي الظروف البيئية المحيطه به من درجة حراره ورطوبة فلجأ إلي خلق المناخ والبيئة المناسبين، فنجد أنه كان يستخدم الكهوف لبرودتها،وعمل علي تجفيف اللحوم والاسماك والخضروات للحفاظ عليها من التلف الناتج من التغيرات المناخيه، فاستخدم عملية التبريد للحصول علي درجة حراره أقل من درجة حرارة المحيط وباستمرار، وذلك لحفظ المنتجات الحيوانيه والنباتيه والفراغ في درجة الحراره المطلوبه كما استخدم نظم التبريد في ايجاد او توفير تكييف الهواء.

تكييف الهواء:

تكييف الهواء عباره عن التحكم في درجة حرارة الهواء ،ورطوبته ،ونقاوته ،وسريانه ،خلال مكان معين ليوفر وسطا مريحا في جميع فصول السنه لشاغلي المكان.

تتم عملية التكييف بمعالجة الهواء الموجود داخل الفراغ وذلك بالتحكم بمستوي درجة الحراره والرطوبه او حركة الهواء داخل الفراغ المراد معالجته للحصول علي وسط مريح خالي من الاتربه والغازات الفاسدة والروائح الكريهه لشاغلي المكان في جميع فصول السنه، يصنف تكييف الهواء لقسمين رئيسيين.

1. تكييف الهواء للراحه.
2. تكييف الهواء للصناعه.

تكييف الهواء للراحه:

يتطلب تكييف الهواء لتوفير جو صحي مريح للإنسان في الأماكن التاليه:

المباني السكنيه، المطاعم ،أماكن التسليه،المحلات العامه، المباني الكبيره ، وسائل النقل وأماكن الإنتاج.

تكييف الهواء للصناعه:

يستخدم تكييف الهواء في الصناعه لتحقيق الأغراض التكنولوجيه وراحة العاملين ويتطلب الحفاظ علي الهواء لماده معينه او منتج خاص في عملية صناعته عند ظروف ملائمة للحفاظ علي جودة المنتج خلال العملية الصناعيه.

التهوية:

هي عباره عن ــتجديد، تغيير، مرور، إستبدال ــللهواء داخل الفراغ بهواء نقي، ولا يتم التعامل فيها مع خصائص الهواء بل مع الهواء الطبيعي ويتم ذلك من خلال الفتحات والمراوح.

أعمال التهوية من المتطلبات الأساسية داخل الفراغات وخاصة الفراغات التي تحتوي الآتي:

- وجود البخار والرطوبه
- نقص نسبة الاوكسجين نتيجة الزحام
- وجود الحرارة الناتجة من المعدات
- وجود الروائح الغير مستحبه

وتعتمد في نجاحها علي العمليه التصميميه للفتحات والتوجيه السليم للمبني، حيث يمر الهواء من خلال الفتحات باستخدام التيارات الهوائيه الخارجيه أو الفرق في درجات الحراره.

تتمركز أهمية التبريد والتكييف في كل العمليات الكيميائيه، الفيزيائيه والبيولوجيه،وهي تتم ببطء شديد عند درجة الحراره المنخفضه والنشاط الحيوي للبكتريا يتوقف كليا عند درجه حراره منخفضه معينه.

الأدويه عند تصنيعها وتخزينها تتضمن صلاحيتها حسب الزمن المسموح به فلابد من تحقيق الظروف الملائمه للأدويه بأتباع الضوابط والمواصفات من الجهات المختصه التي تجعلها صالحه حسب الزمن المسموح به وغير مضره بصحة الأنسان والحيوان.

يخضع تصنيع الأدويه للإشراف والمراقبه من قبل منظمة الصحه العالميه (World Health Organization)(W H O) والتي تطلب من شركات التصنيع أن تلتزم بالتطبيقات العمليه

لصناعة الأدويه وتتمثل في ممارسات التصنيع الجيد(Good Manufacturing Practices) (GMP).

1-2 مشكلة البحث:

مصانع الأدويه السودانيه يصمم نظام تكييف الهواء والتهوية ولا يتم وضع الأعتبار للمواصفات والمقاييس العالمية والمتمثلة في ممارسات التصنيع الجيد (GMP)، ومرجعيتها منظمة الصحة العالمية (WHO)، مما يؤدي ذلك إلى عدم صلاحية أستخدام الدواء المنتج للإنسان والحيوان.

1- 3 أهداف البحث:

حساب الأحمال التصميمية لمنظومة التكيف والتهوية لمصنع بتروباش للأدوية البيطرية بالخرطوم سوبا حسب مواصفات (G M P) و (W H O).

1-4 أهمية البحث:

تكييف الهواء لمصانع الأدوية يحقق عدم تلف المواد الخام قبل التصنيع والأدوية المنتجة وبذلك يمكن تحقيق صحة الإنسان والحيوان ويعتبران مورد اقتصادي هام في السودان .

وأيضاً يؤدي إلى راحة العاملين للعمل بالكفاءة المطلوبة .

تكييف الماكينات التي تعمل على أنتاج الأدوية يمكن أن تعمل بدون أعطال أو تلف أجزاءها.

1-5 طريقة تنفيذ البحث:

1. هذه الدراسة سوف تقام على مصنع بتروباش للأدوية البيطرية بالخرطوم سوبا.
2. المعلومات الأولية تجمع عن طريق:
   i. الأنترنت internet and Dissertation
   ii. الأستبيان Questionnaire
   iii. الأطلاع وجمع المعلومات من المراجع والجهات المتخصصة.
3. المعلومات الثانوية:

`

i. زيارة مصنع باشفارما للأدوية وتدوين المعلومات الفنية الأولية الخاصة بتكييف الهواء.

4. الأحمال والحسابات للتكييف الهواء الخاص بالمصنع حسب المخططات المعمارية الموقع الجغرافي لمناخ السودان، الخرطوم - سوبا.

1-6 النتائج المتوقعة:

1. تحقيق درجة حرارة الدواء والرطوبة المطلوبة.
2. تنقية الهواء من المواد العالقة والشوائب.
3. التقيد بسرعات معينة للهواء المكيف في مجاري الهواء بمستوى ضجيج مناسب.
4. مراعاة الناحية الأقتصادية في تكلفة التكييف والتهوية.

الباب الثانـي

الأطار النظري والدراسات السابقة

2-1 تقديم:

كانت الحضارات القديمة بوادي النيل ووادي الرافدين تستخدم الأواني الخزفية لتبريد الماء؛ كما ظهرت تجارة الثلج وبيعه في المدن الساحلية في أوربا وأمريكا الشمالية. ومن أقدم النظم لإنتاج الأثر التبريدي هو نظام (التبريد الإمتصاصي) الذي أُكتشف بواسطة العالم (ميشيل فاراداي) عام1824م، وأول ثلاجة إمنتصاصية تمت تطويرها بواسطة العالم (فيردناند) عام 1860م؛ حيث إستخدم محلول الأمونيا كمائع تبريد، ومازالت هذه الثلاجة مستخدمة حتى الآن في المجالات المنزلية والصناعية .

في أوائل القرن الماضي ظهرت وسائل التثليج الميكانيكي ، وأول من وضع أسس تكييف الهواء بصورة علمية هو (ويليس كاريير Willis carrier) ومع تطور صناعة الكهرباء والمحركات الكهربائية بدأ إنتاج الثلاجات وإنتاج موائع التثليج (R-12) عام 1930م؛ كما تم إنتاج موائع التثليج الهيدروكربونية (HFC) التي إمتازت بقابليتها للإستعمال؛ وكذلك عدم سمّيتها، كما تعتبر صديقة لطبقة الأوزون.

موائع التثليج هي العامل الناقل للحرارة داخل نظم التبريد وأجزائها المختلفة مما يتطلب تغيير في الطور.

لقد أنشئت منظمة الصحة العالمية عام 1948 لتكون أحدى الوكالات المتخصصة ضمن منظومة الأمم المتحدة ولتصبح السلطة التوجيهية والتنسيقية في الشؤون الصحية الدولية وفي الصحة العامة.

ويُعد تقديم المعلومات الموثوقة والموضوعية وتقديم المشورة في مجال صحة الإنسان واحداً من أهم الوظائف التي نصّ َعليها دستور منظمة الصحة العالمية، وهو أيضاً مسؤولية ينبغي على المنظمة القيام بها من خلال برامجها الشاملة الواسعة النطاق، ومن خلال مطبوعاتها التي تنشرها.

وتهدف منظمة الصحة العالمية من خلال مطبوعاتها الي بلوغ الناس جميعاً أرفع مستوى صحي ممكن، وذلك من خلال المساعدة على تعزيز الصحة وحفظها، والوقاية من الأمراض ومكافحتها، في جميع أنحاءالعالم.

تهدف هذه المنظمه الي تقديم الإرشاد لمصنعى المستحضرات الدوائية ومفتشى تلك المصانع حول ما يتعلق بتصميم، و تركيب، وتأهيل وصيانة أنظمة التدفئة، والتهوية، والتكييف بمرافق تصنيع الصيغ الدوائية وإستكمال تلك الدلائل الموجودة بممارسات التصنيع الجيد للمستحضرات الدوائية ويجب أن تتم قراءتها مع الدلائل الأساسية، ومن ثم يجب إعتبار المواصفات الإضافية التى يشار إليها في هذه الدلائل مكملة للمتطلبات العامة التي ورد ذكرها في الدلائل الأساسية.

ومن ثم يجب أن يتموضع محددات التصميم بشكل واقعي لكل مشروع يهدف إلى عمل تصميم فعال وتكلفة إقتصادية، ويكون في نفس الوقت ملتزماً بكل المواصفات التنظيمية ويؤكد على أن نوعية المنتجات وأمانها لم يتم إغفالها.

2-2 التدفئة والتهوية وتكييف الهواء(HVAC):

تلعب أنظمة التدفئة، والتهوية، وتكييف الهواءHVAC دوراً هاماً في ضمان إنتاج المستحضرات الدوائية الجيدة. وتوفر أنظمة التدفئة، والتهوية، وتكييف الهواء لظروف عمل مريحة للعاملين.

وتركز هذه الدلائل بشكل أساسي على التوصيات المتعلقة بأنظمة المصانع. والأنظمة الأخرى.

إن تصميم أنظمة التدفئة، والتهوية، والتكييف يؤثر على التصميم المعمارى لعدد من البنود مثلاً اماكن المحابس الهوائية ، والمداخل، والصالات.

مكونات التصميم الهندسي (المعمارى) تؤثر على منظومة فروق الضغط الهوائى في الحجرات، ومراقبة التلوث الانتقالي .وذلك لأن منع التلوث والتلوث الانتقالي يعد من الاعتبارات الهامة عند التصميم ونظراً لحساسيه هذه الاعتبارات، يجب أن يؤخذ المفهوم

المتعلق بمصانع انتاج المستحضرات الدوائية في الإعتبار أن تكون درجة الحرارة، والرطوبة النسبية والتهوية مناسبة وألا تؤثر سلباً على نوعية المستحضرات الدوائية أثناء عمليات الإنتاج والتخزين وأيضاً على عمل الأجهزة والمعدات بشكل سليم.

2-3 مسرد:

معاني التعريفات التالية تنطبق علي التعبيرات المستخدمة في الدلائل ويمكن ان يكون لها معاني مختلفة في سياقات إخري.

معايير القبول:acceptance criteria

الشروط الممكن قياسها ،والتي لابد من توافرها لقبول نتائج الإختبار.

حد الفعل :action limit

يتم الوصول إلى حد الفعل عندما يتم تجاوز معايير القبول لأحد المحددات parameters وتحتاج النتائج خارج هذه الحدود إلى إجراءات وتحريات خاصة.

وحدة معالجة الهواء :(air handling unit(AHU

تقوم وحدة معالجة الهواء بتكييف الهواء وضبط حركة الهواء في الممر الهوائي .

محبس هوائي: airlock

وهو حيز محصور له بابان أو أكثر يتوسط حجرتين أو أكثر ،على سبيل المثال حجرات بدرجات نظافة مختلفة، بغرض التحكم في حركة الهواء بين تلك الحجرات عند الحاجة إلى دخولها . ويصمم المحبس الهوائي لإستخدام الأفراد أو المواد، المحبس الهوائي لإستخدام الأفراد PAL ، **المحبس الهوائي للمواد MAL**

تام البناء :(بناء تام ولم يجهز للإنتاج as-built)

وهو الوضع الذي يتم فيه إتمام البناء والتركيب مع توصيل كافة الخدمات التى تعمل بشكل جيد، غير أنه لا توجد معدات إنتاج ولا مواد ولا أفراد.

وضع الراحة :state of comfort

وهو الوضع الذي يكون فيه البناء والتركيب كاملاً مع تركيب الأجهزة وتشغيلها بالشكل المتفق عليه بين المورد والزبون، ولكن لا يوجد عاملون.

منطقة نظيفة :(الحجرة النظيفةclean room)

منطقة أو (حجرة) لها نظام بيئي محدد لمكافحة المواد العالقة والتلوث الجرثومي يتم إنشاؤها وإستخدامها بشكل يقلل من دخول، أو تولد ، أو الإحتفاظ بالملوثات في نطاقها.

معايير المنطقة النظيفة مثل مواصفة الأيزو تقدم تفاصيل حول طريقة تصنيف نظافة الهواء عن طريق تركيز الجسيمات، بينما تقدم معايير ممارسات التصنيع الجيد تصنيفاً لنظافة الهواء من حيث الحالة(في وضع الراحة أو التشغيل)،والتركيزات الميكروبية المسموح بها، وغيرها من العوامل مثل متطلبات النمو. وينبغي إستخدام معايير ممارسات التصنيع الجيد والمنطقة النظيفة جنباً إلى جنب لتحديد وتصنيف بيئات التصنيع المختلفة

الإحتواء :containment

وهو عملية أو جهاز لاحتواء المنتج، أو الغبار ،أو الملوثات لمنطقة واحدة ومنع تسربها إلى منطقة أخرى.

التلوث :contamination

الدخول غير المرغوب فيه للشوائب ذات الطبيعة الكيميائية أو الجرثومية أو الأجسام الغريبة في أو على المواد الأولية أو الوسيطة، أو خلال عمليات الإنتاج، وأخذ العينات ،والتغليف أو إعادة التغليف ،أو التخزين أو النقل.

محدد أو مكون أساسي حرج :critical parameter or component

محدد عمليات (مثل درجة الحرارة أو الرطوبة) يؤثر على نوعية منتج ما، أو مكون يكون له أثر مباشر على نوعية المنتج.

التلوث الإنتقالي :cross-contamination

`

وهو تلوث المواد الأولية أو المنتجات الوسيطة، أو المنتجات تامة الصنع بمواد أولية أخرى أو مواد خلال عملية الإنتاج.

حالة التصميم:design condition

تتعلق حالة التصميم بالمدى المحدد أودقة متغير يتم التحكم به ويستخدم من قبل المصمم كأساس لتحديد متطلبات أداء نظام هندسي ما للميكروبية المسموح بها، وغيرها من العوامل مثل متطلبات النمو .وينبغي إستخدام معايير ممارسات التصنيع الجيد والمنطقة النظيفة جنباً إلى جنب لتحديد وتصنيف بيئات التصنيع المختلفة.

الممارسات الهندسية الجيدة:good engineering practice GEP

الطرق والمعايير الهندسية الراسخة التي تطبق طوال دورة حياة المشروع لتمكنه من تقديم الحلول المناسبة وذات الجدوى الإقتصادية.

التسريب: infiltration

هو تسرب الهواء الملوث من منطقة خارجية إلى المنطقة النظيفة.

نظام غير مؤثر:non-impact system

وهو نظام ليس له أى تأثير مباشر أو غير مباشر على جودة المنتج .ويتم تصميم هذه الأنظمة وتشغيلها وفقاً للممارسات الهندسية الجيدة.

حدود التشغيل:operating limits

القيمة الدنيا أو القيمة القصوى التي تضمن الوفاء بالمتطلبات اللازمة لمنتج وسلامته.

الحالة التشغيلية: operational condition (OC)

تتعلق الحالة التشغيلية بإجراء إختبارات تصنيف الحجرات أثناء عمليات الإنتاج العادية عندما تكون المعدات في حالة تشغيل ويكون العاملون العاديون متواجدين بالغرفة.

التأهل التشغيلي:operational qualification (OQ)

الدليل الموثق لإثبات أن الأجهزة تعمل وفقاً لمواصفات التصميم في مدى تشغيلها الطبيعي، وتؤدي وظائفها بالشكل المتوقع خلال مجالات كل العمليات المتوقعة.

نقطة الإستخلاص:point extraction

هى إستخلاص الهواء للتخلص من الغبار من خلال نقطة استخلاص، على أن تكون نقطة الاستخلاص أقرب ما يمكن من مصدر الغبار.

تتالي الضغط:pressure cascade

هي عملية يتم من خلالها إنسياب الهواء من منطقة يكون ضغط الهواء بها على مستوى مرتفع بصفة مستمرة إلى منطقة أخرى بها ضغط هواء أقل.

الرطوبة النسبية:relative humidity

النسبة المئوية بين ضغط البخار المائي الفعلي للهواء، وضغط بخار الماء المشبع للهواء عند نفس درجة الحرارة. وبتعريف أبسط هي النسبة بين كتلة الرطوبة في الهواء والكتلة في حالة التشبع10% بالرطوبة، وذلك عند درجة حرارة معينة.

الإنسياب المضطرب:turbulent flow

الإنسياب المضطرب أو إنسياب الهواء غير أحادي الإتجاه هو توزيع الهواء بطريقة إدخال الهواء في منطقة محكمة ليتم إختلاطه بهواء الحجرة بطريقة التأثير.

تيار الهواء الوحيدالإتجاه(unidirectional air flow(UDAF

تيار الهواء وحيد الإتجاه هو تيار الهواء المحدد خلال جميع مقاطع المنطقة النظيفة بسرعة ثابتة وخطوط إنسياب متوازية تقريباً ولم تعد المواصفات الحديثة تشير إلى تيار الهواء المنظم ولكنها إعتمدت مصطلح تيار الهواء الوحيد الإتجاه).

4-2 الحماية: Protection

المنتج، العاملون والمناطق التي يتم فيها تصنيع المستحضرات الدوائية والتي تكون فيها المواد الدوائية الأولية، والمنتجات، والمعدات والأجهزة معرضة للبيئة المحيطة -يجب تصنيفها كمناطق نظيفة.

يعتمد الوصول إلى تصنيف منطقة معينة على أنها منطقة نظيفة على عدد من المعايير التي يجب أن تؤخذ في الإعتبار في مراحل التصميم والتأهل .إن التوازن المناسب بين تلك المعايير أمر ضروري لإنشاء منطقة نظيفة ذات كفاءة.

تتضمن بعض المعايير الأساسية التى يجب أن تؤخذ في الإعتبار ما يلي:

- هيكل وتشطيبات المباني
- ترشيح الهواء
- معدل تغيير الهواء أو معدل الطرد
- ضغط الهواء بالغرفة
- تحديد مواضع نهايات الهواء وموجهات تيار الهواء
- درجة الحرارة
- درجة الرطوبة
- مسار حركة المواد
- مسار حركة العاملين
- مسار حركة الأجهزة

تلعب الدرجة التي يتم ترشيح الهواء بها دوراً هاماً في وضع التلوث والتحكم في التلوث المتصالب .تعتمد أنواع المرشحات المطلوبة للتطبيقات المختلفة على نوع هواء الغرفة، والهواء المرتجع(وفقاً للحالة تحت الدراسة)،وأيضاً على معدلات تغيير الهواء .

إتخاذ الإجراءات المناسبة لضمان أن الغبار لا يتحرك من وحدة إنتاج إلى أخرى وذلك

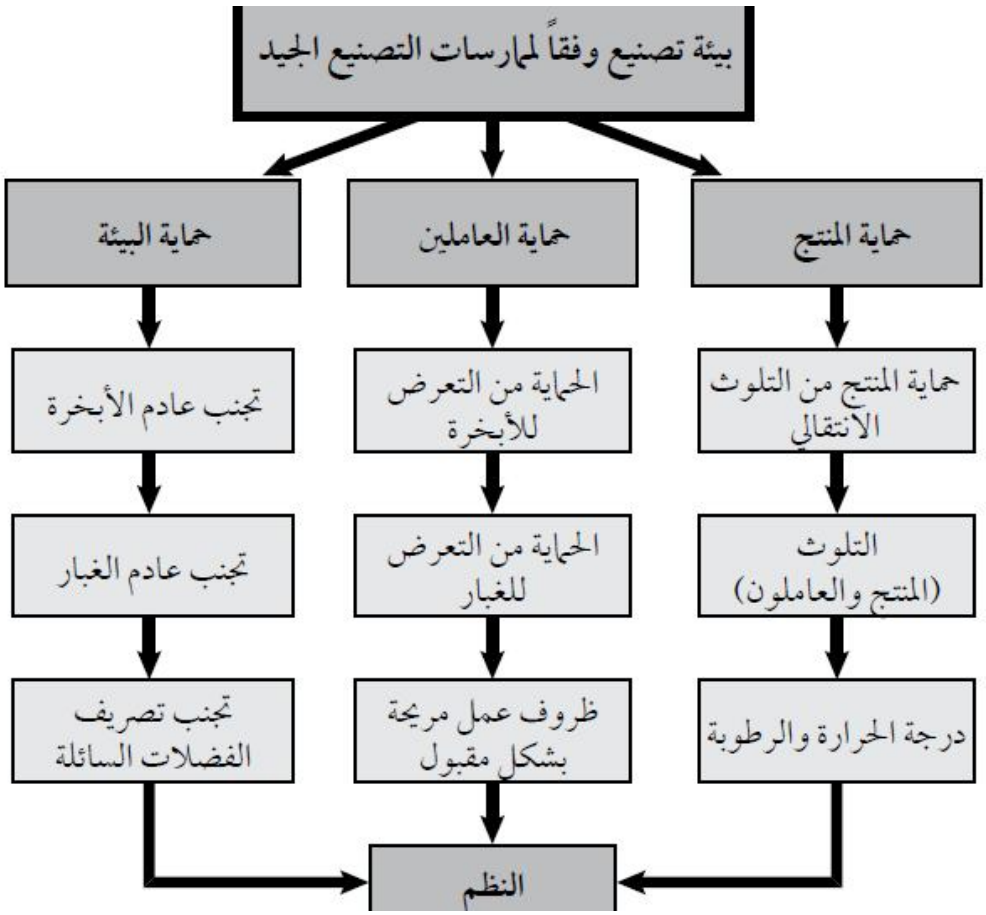
عندما يتم تصنيع منتجات مختلفة في نفس الوقت في مناطق أو وحدات تصنيع مختلفة ،يمكن أن يساعد التوجيه الصحيح لحركة الهواء ونظام تتالي الضغط pressure cascade على منع التلوث الإنتقالي .ويجب أن يعمل تتالي الضغط بحيث يسري تيار الهواء من الممر النظيف إلى مقصورات الإنتاج مما يؤدي إلى احتواء الغبار.

يجب أن يكون الضغط التفريغي كافياً في قوته لضمان الاحتواء ومنع عكس التيار، وأن يؤخذ في الإعتبار عند تقدير فروق الضغط بالحجرات الإختلافات المؤقتة مثل نظم الإستخلاص الآلي.

إن أكثر فروق الضغط قبولاً لتحقيق الإحتواء بين منطقتين متجاورتين هو(15pa)، غير أنه قد يكون مقبولاً فروق ضغط بين(5pa)إلى(20pa)وقد يحدث عكس للتيار إذا ما كان تصميم فروق الضغط قليلاً جداً وأنها تحدث بين الأطراف المتقابلة. فعلى سبيل المثال، إذا كان المدى المسموح به(3pa)يجب تقييم المدى الأعلى والأقل المسموح به لضمان الاحتواء.

إن مكونات التصميم الهندسي (المعماري) تؤثر على منظومة فروق الضغط الهوائي في الحجرات، ومراقبة التلوث الإنتقالي .وذلك لأن منع التلوث والتلوث الإنتقالي يعد من الإعتبارات الهامة عند تصميم تلك الأنظمة .ونظراً لحساسية هذه الاعتبارات، يجب أن يؤخذ المفهوم المتعلق بمصنع لإنتاج المستحضرات الدوائية في الاعتبار عند التصميم، كما يجب أن تكون درجة الحرارة، والرطوبة النسبية والتهوية مناسبة وألا تؤثر سلباً على نوعية المستحضرات الدوائية أثناء عمليات الإنتاج والتخزين وألا تؤثر أيضاً على عمل الأجهزة والمعدات بشكل سليم.
معظم مبادئ تصميم الأنظمة لمصانع المستحضرات الدوائية الصلبة يمكن أن تطبق أيضاً على أماكن تصنيع أخرى مثل تصنيع المستحضرات السائلة والكريمات والمراهم وتمثل هذه الدلائل المرشد الأساسي للمفتشين على ممارسات التصنيع الجيد.

الشكل إدناه يوضح الدلائل لمختلف معايير النظم وفقا للتتابع



شكل (1- 1) يوضح الدلائل لمختلف معايير النظم وفقا للتتابع

هناك متطلبات خاصة لتصنيع المنتجات الطبية المعقمة وذلك لتقليل إحتمالات التلوث الجرثومي أو التلوث بالجزيئات الدقيقة والبايروجين . إن تطبيق هذه المتطلبات يعتمد على مهارة وتدريب وطرق التعامل التي يتبعها الكادر المصنع.

يجب أن تتصف المواقع المعقمة بدرجة عالية من النظافة حيث يتم تهويتها بإدخال الهواء خلال مجموعة من المرشحات عالية الكفاءة .

إن كافة عمليات التحضير للمواد وتحضير المنتج وتعبئته وتعقيمه يجب أن تجرى في حجرات منفصلة داخل الموقع المعقم الذي يتم فيه إنتاج المنتجات المعقمة يجب أن يصنف حسب ما تقتضيه مواصفات البيئة .إن كل عملية من عمليات التصنيع تحتاج إلى درجة نظافة بيئية معينة وذلك للتقليل من إحتمالات التلوث الجزيئي والجرثومي للمنتج أو للمواد التي يتم

تداولها داخل ذلك الموقع ولأجل تطبيق الظروف المطلوبة تصمم هذه المواقع بطريقة تؤمن وجود الدرجة المطلوبة في نظافة الهواء الواصل إلى الموقع المهيأ للإنتاج وبضمنه الأجهزة المهيأة للعمل بوجود الكادر المصنع.

للقيام بتصنيع المنتجات الطبية المعقمة هناك أربعه درجات لنظافة الموقع:

الدرجة (أ) وتطلق على المنطقة التي تجرى فيها العمليات ذات الطبيعة التعرضية العالية على سبيل المثال منطقة التعبئة والأمبولات والقناني الزجاجية المفتوحة والوصلات المعقمة ، ولمجابهة مثل هذه الظروف فلقد إستخدمت منظومات أو كابينات ذات تيار هوائي معزول

الدرجة (ب) لأغراض التحضير المعقم والتعبئة وهذا يشكل البيئة التي تحيط أو تتواجد فيها منظومات الدرجة (أ.)

الدرجتان (ج ، د)تطلق على المناطق النظيفة التي تجري فيها مراحل أقل تعرضا للتلوث أثناء تصنيع المنتجات المعقمة.

الجدول التالي يوضح التصنيف الذي يعتمد على كمية الجزيئات الدقيقة المصاحبة للهواء في المناطق ذات الدرجات المختلفة والمذكورة سلفا

أعلى ما يسمح به من الجزئيات الدقيقة المصاحبة للهواء في المتر المكعب الواحد

جدول (2-1) الغرف النظيفة

5 um	0.5 um	5 um	0.5 um	الدرجة	
موقع ساكن		موقع فعال			
0	3500	0	3500	100 M 3.5 ISO 5	أ
0	3500	2000	350 000		ب
				10 000 M 5.5 ISO 7	
2000	350 000	2000	3500000		ج
				100 000 M 6.5 ISO 8	
20 000	350 000	ج	ج		د

الموقع الفعال : الموقع أثناء التصنيع.

الموقع الساكن : الموقع قبل التصنيع

أ) لغ رض الوصـ ول إلى درجات الهواء (أ) ، (ب) ، (ج) يجب أن تكون تغ يرات الهواء متعلقة بحجم الحجرة والأجهزة والكادر التصنيعي الموجود. يجب أن تزود منظومة الهواء بالمرشحات المناسبة مثل HEPA للدرجات (أ) ، (ب) ، (ج) .

الأمثلة عن العمليات التي تجرى في مختلف الدرجات المذكورة قد شرحت في الجدول المدون أدناه .

الصنف	أم ثلة عن العمليات التي تجرى على المنتجات المعقمة	أم ثلة ع ن عمل يات تحضـ ير المستحضرات الخالية من الجراثيم
أ	تعبئة المنتجات عندما تكون معرضة بصورة غير اعتيادية للتلوث	التحضـ ير الخال ي من الجراثيم والتعبئة
ب	تحضـ ير الس وائل ع ندما تتعرض بصـ ورة غير اعتيادية للتلوث و هذا يشمل تعبئة المنتجات	تحضير المحاليل التي سترشح
ج	تحضير المحاليل ومكونات التعبئة اللاحقة	تداول المكونات قبل عملية الغسل

5-2 تكييف الهواء:

- خواص الهواء الرطب
- الراحةالحراريةللإنسان
- عمليات معالجه الهواء
- نوعيه الهواء الداخل
- متطلبات التهوية
- تكييف الهواء لإغراض الصناعه
- شروط التصميم

يقصد بتكييف الهواء تغيير حالته للوصول به إلى الحالة المطلوبة بالبيئة الداخلية، ومنه الشائع للعامة، تعريف تكييف الهواء بأنه يعني تبريد الهواء، إلا أن هذا التعريف غير

صحيح، حيث إن التعريف العام لتكييف الهواء يقصد به: أن يشمل واحدة أو أكثر من العمليات الآتية:

- تسخين الهواء.
- تبريد الهواء.
- تجفيف الهواء.
- ترطيب الهواء.

2-5-1 خواص الهواء الرطب:

تعتمد هندسة تكييف الهواء على: التعرف الكامل على خواص الهواء الرطب، والفهم العميق لتغيير هذه الخواص عند إنتقال الهواء الرطب من حالة إلى أخرى، وكيفية تغيير هذه الحالة تبعاً للعمليات الحرارية المختلفة التي يتعرض لها هذا الهواء.

والهواء الرطب: هو خليط متجانس من الهواء الجاف وبخار الماء بنسب متفاوتة، تبعاً لما يستطيع الهواء الجاف حمله من بخار الماء. وعليه تعتمد جميع خواص الهواء الرطب؛ على مقدار ما يحمله الكيلوجرام من الهواء الجاف معه من بخار ماء، وعلى الفرق بين ضغط البخار فوق سطح الماء والضغط الجزئي لبخار الماء في الهواء الرطب. وكلما زاد هذا الفرق كان الهواء شرهاً لحمل بخار الماء معه وكلما قل هذا الفرق قلت قابلية الهواء الرطب على حمل المزيد من بخار الماء. فإذا وصل هذا الفرق إلى صفر قيل أن الهواء مشبعاً ببخار الماء، وإذا أصبح هذا الفرق سالباً – أي إذا قيل أن ضغط البخار فوق سطح الماء عن الضغط الجزئي لبخار الماء في الهواء – تكيف بخار الماء الموجود في الهواء. وفيما يلي عرض لأهم هذه الخواص.

ويعتمد مقدار ما يمكن للهواء الجاف حمله من بخار الماء؛ على درجة حرارة الهواء.

نسبية الرطوبة

تعرف نسبة الرطوبة بأنها: مقدار بخار الماء بالكيلوجرام المخلوط مع واحد كيلوجرام من الهواء الجاف: لتكوين الهواء الرطب. فيقال مثلاً أن نسبة الرطوبة هي 0.01 كيلوجرام

ماء/كيلوجرام هواء جاف وتتغير نسبة الرطوبة عادة في نظم تكييف الهواء بين 0.007 إلى 0.03 كيلوجرام ماء/كيلوجرام هواء.

الرطوبة النسبية هي: مقياس لمدى تشبع الهواء الرطب ببخار الماء. فمثلاً إذا كانت الرطوبة النسبية 40% فإن ذلك يعني أن الهواء مشبع بما يعادل 40% من قدرته على التشبع ببخار الماء عند درجة الحرارة نفسها، وإذا كان الهواء مشبعاً ببخار الماء قيل أن للهواء رطوبة نسبية قدرها 100% وتحسب الرطوبة النسبية بدلالة الضغط الجزئي لبخار الماء به، مقارنة بالضغط الجزئي لبخار الماء بالهواء عند الوصول لحالة التشبع عند درجة حرارتها.

2-5-2 الراحه الحرارية للإنسان:

يقصد بالراحة الحرارية: شعور الإنسان بالراحة عند وجوده في ظروف معينة من البيئة الداخلية. يمكن أيضاً تعريف الراحة الحرارية بأنها: غياب الشعور بعدم الراحة، أو أنها حالة المخ عند الرضا بحالة الجو المحيط.

يقوم الجسم بتوليد حرارة كنتيجة لنشاطه الأيضي، وعادة يجب أن يقوم الجسم بطرد هذه الحرارة إلى الجو المحيط؛ ليصل الجسيم إلى حالة الإتزان، الحراري اللازمة للمحافظة بدرجة حرارته ثابتة. يعمل المخ على تثبيت درجة حرارة الجسم عند 37^{o}م، بصرف النظر عند درجة الحرارة المحيطة، ويكون ذلك عن طريق التحكم في الحرارة التي يكتسبها الجسم أو يفقدها عن طريق التبادل مع الجو المحيط، إلا أنه في الظروف غير الملائمة للجو المحيط ترتفع وتنخفض درجة حرارة الجسم بقدر محدود؛ مما قد يؤثر على سلامة الجسم إذا تخطى هذا القدر الحدود الآمنة للجسم. عند هذه الظروف يشعر الإنسان بعدم الراحة الحرارية، حيث يعمل الجسم بمشقة لتثبيت درجة حرارته. بينما يكون الجسم عند الراحة الحرارية، عندما يفقد الجسم مقدراً مماثلاً لما يتولد به من حرارة، دونه بذل جهد لضبط درجة حرارة الجسم.

العناصر المؤثرة على الراحة الحرارية:

هنالك العديد من العناصر التي تؤثر تأثيراً مباشراً في الراحة الحرارية للإنسان. وبعض هذه العناصر ناتج عن البيئة الداخلية، وتعرف بالعناصر البيئية. وعليه يمكن التحكم في هذه

العناصر عن طريق مناسب لنظام تكييف الهواء الذي يتحكم في هذه البيئة. أما البعض الآخر لهذه العناصر فلا علاقة له بالبيئة الداخلية. ومن العناصر التي تؤثر على الراحة الحرارية الآتي:

- درجة حرارة الهواء المحيط.
- درجة الحرارة المتوسطة لإشعاع الإسطح المحيطة.
- رطوبة الهواء.
- سرعة الهواء.

ومن العناصر الغير بيئية التي تؤثر على الراحة الحرارية مايلي:

- الملابس التي يرتديها الإنسان.
- النشاط الذي يقوم به الإنسان.

الإتزان الحراري للجسم:

يتعرض الجسم للتبادل الحراري مع الجو المحيط به في ثلاث صور، وهي: البخر، والتحمل الحراري والإشعاع. ويمثل إنتقال الحرارة بالبخر دائماً؛ فقدان للحرارة من الجسم، بينما يفقد أو يكسب الجسم حرارة بالحمل أو الإشعاع، تبعاً لفرق درجة حرارة الجلد عن الهواء المحيط، أو عن درجة الحرارة المتوسطة لأسطح الإشعاع.

يقوم الجسم فقد بعض الحرارة إلى الجو المحيط بالبخر عن طريق العرق منه سطح الجلد، بالإضافة إلى بخار الماء الخارج من الجسم مع التنفس. ويقوم الجسم – كذلك – بتبادل الحرارة بالحمل الحراري مع الجو المحيط ويفقد الجسم الحرارة إذا كانت درجة حرارة الجو المحيط اقل من درجة حرارة سطح الجسم، بينهما يكسب الحرارة إذا كانت درجة حرارة الجو المحيط أكثر من درجة حرراته، كذلك يفقد الجسم الحرارة بالإشعاع إذا كانت درجة حرارة الجسم أكبر من درجة الحرارة المتوسطة لإشعاع الأسطح المحيطة.

وتؤثر الملابس بشكل كبير على معدل الحرارة المتبادلة بينه الجسم والبيئة المحيطة به، حيث تعمل الملابس كمقاومة لإنتقال الحرارة بالحمل والإشعاع. ويقل معدل البخر من الجلد أيضاً بزيادة المساحة المغطاة من الجلد، وكذلك كلما قلت مسامية الملابس المستخدمة.

2-5-3 عمليات معالجه الهواء:

يعالج الهواء بعدة عمليات حرارية ليكون مناسباً للإستخدام في تكييف الهواء، وتختلف هذه العمليات من نظام لآخر تبعاً لإحتياجات التطبيق الموجود في المكان المكيف. تتكون هذه العمليات من واحدة أو أكثر منه العمليات الأربع الآتية:

- تحسين محسوس.
- تبريد محسوس.
- تجفيف الهواء (إزالة الرطوبة).
- ترطيب الهواء.

يقصد بالتسخين أو التبريد المحسوس: تبريد أو تسخين الهواء دونه ترطيبه أو تجفيفه، ويعني ذلك تغير درجة حرارة الهواء مع ثبات محتوى الرطوبة به (أي ثبات نسبة الرطوبة). ويتم تسخين الهواء عادة بتمريره على سخان كهربائي، أو على ملف تسخين بإستخدام بخار ماء ساخن أو ماء ساخن. أما التبريد فيتم بتمرير الهواء على ملف تبريد لآلة تبريد، أو ملف تبريد بماء مثلج. ويشترط في حالة التبريد المحسوس عدم تبريد الهواء إلى درجة حرارة تقل عند درجة حرارة نقطة الندى لهذا الهواء. أما إذا تم التبريد تحت هذه الدرجة؛ فإنه يتم تجفيف الهواء (إزالة رطوبته) بالإضافة إلى تبريده. وتستخدم هذه الطريقة لإزالة رطوبة الهواء في معظم الحالات، إلا أن هذه الطريقة لا تستخدم في الأحوال التي تحتاج للوصول بالهواء إلى درجات منخفضة من محتوى الرطوبة به، عندئذ يجب استخدام طريقة أخرى. واكثر الطرق شيوعاً هي تمرير الهواء على مادة كيميائية تعمل على إمتصاص بخار الماء من الهواء أي تجفيفه. وتعرف هذه المواد الكيميائية بالمواد المازة، ومنها على سبيل المثال لا الحصر سيليكات الجيل، كلوريد الكالسيوم، وغيرها. وهنالك العديد من المعدات الخاصة بذلك

التي تستخدم مواد كيميائية يتم استرجاعها (أي تجفيفها) بصفة مستمرة؛ لضمان عدم تشبعها ببخار الماء، وبالتالي انخفاض كفائتها لتجفيف الهواء.

يتم ترطيب الهواء برش بخار ماء أو رزاز الماء في الهواء، مما يعمل على رفع محتوى الماء المستخدم به. ويصحب عملية ترطيب الهواء تسخينه أو تبريده تبعاً لحالة البخار، أو رزاز الماء المستخدم.

2-5-4 نوعية الهواء الداخل:

كما ورد سابقاً فإن بناء نظم تكييف الهواء في المباني يهدف إلى تحسين الراحة الحرارية للشاغلين لهذا المبنى. إلا أنه لوحظ أن بعض المباني المكيفة قد تسبب أمراضاً لنسبة من شاغليها، فيما يعرف باسم وباء المبنى المريض. وأعراض هذا الوباء هو: الشعور بالتعب والارهاق وأرق مستمر عند محاولة النوم، وصداع، وجفاف العين ورشح مستمر بالأنف، وضيق في التنفس يصل في بعض الحالات إلى أزمات ربوية، وتوتر وعصبية ظاهرة عند التعامل مع الأخرين. إلا أن هذه الأعراض المرضية تزول فور مغادرة الأشخاص للمبنى المكيف. ولقد عرفت هذه الظاهرة في أواخر عام 1978م، وفسرت فيما بعد بسوء نوعية الهواء الداخلي في المبنى نتيجة ضعف التهوية الطبيعية.

يجب التنظيف الدوري لمرشحات الهواء وملفات التبريد وصواني تجميع الماء المكثف أسفل ملفات التبريد، ومجاري الهواء؛ وجود مرتع خصب لتكاثر الكائنات المجهرية والبكتريا والفيروسات.

يعزى ضعف التهوية الطبيعية بالمبنى؛ إلى الرغبة الملحة في خفض تكاليف تشغيل نظام تكييف الهواء، عن طريق خفض مقدار الهواء الخارجي الداخل إلى المبنى من خلال نظام تكييف الهواء، مما يكون له تأثير واضح على خفض تكاليف إستهلاك الطاقة الكهربائية. وأيضاً بانخفاض كفاية ملفات التبريد في وحدات مناولة الهواء، أو بلإنخفاض أداء آلات التبريد بالتقادم، أو سوء وضعف مستوى الصيانة، أو زيادة حمل التبريد للمبنى عن القيمة التي تستطيع المعدات إعطائها، يقوم مشغلوهذه المعدات بتخفيض مقدار التهوية الطبيعية لتعويض النقص في التبريد. ومن الأسباب الأخرى لضعف التهوية، إستخدام مداخل الهواء

الخارجي النقي بالقرب من مخارج العادم من المبنى، مما يسمح بإعادة العادم مرة أخرى إلى المبنى.

2-5-5 متطلبات التهوية:

يحدد معدل التهوية الخارجية اللازمة للغرفة بناء على تحقيق تركيز الأوكسجين عند مستوى مقبول للشاغلين للغرفة، وتحقيق المستوى المطلوب لضغط الهواء بالغرفة مقارنة لما يجاورها من الأماكن، وكذلك، تبعاً لإحتياج بعض المعدات أو الأجهزة الموجودة بالغرفة. ويحدد معدل إمداد الغرفة بالهواء الخارجي؛ للمحافظة على تركيز الأوكسجين بها، تبعاً للمتوقع لتركيز ثاني أكسيد الكربون بالغرفة. ويعتمد ذلك التركيز علي الحد الاقصي المتوقع لعدد الاشخاص بالمكان والنشاط الذي يقومون به.

يتم تحديد احتياجات الغرفة؛ بغرض المحافظة على ضغط الهواء بالغرفة، عند مستوى معين تبعاً للغرض من إستخدام الغرفة. وبناءً على هذا الإستخدام تصمم الغرفة ليكون لها ضغط موجب (أي أعلى عما يجاورها من غرف)؛ مما يعنى تسرب الهواء منها إلى ما يجاورها من أماكن، أو ضغط سالب (أي أقل من ما يجاورها من غرف)، مما يعني تسرب الهواء إليها مما يجاورها من أماكن. وبناءً على هذا التعريف و إستخدام الغرفة، يقوم المصمم بتحديد إحتياج الغرفة من تصميم نظام تكييف الهواء، أي السماح بتسرب هوائها إلى خارجها، أو تسرب الهواء من خارجها إليها.

2-5-6 تكييف الهواء لأغراض الصناعة:

يستخدم تكييف الهواء أيضاً للتحكم في البيئة الداخلية في صالات الإنتاج، للعمليات الصناعية التي تتطلب ظروف مختلفة عنه إحتياجات الراحة الحرارية للموجودين بهذه الصالات. تختلف ظروف التشغيل المطلوبة من حيث درجة الحرارة والرطوبة النسبية بشكل متباين.

2-5-7 شروط التصميم:

هنالك عدة شروط يجب توافرها لتحقيق نظام التكييف الهدف من إنشائه، وتختلف هذه الشروط تبعاً لإستخدام كل غرفة وشروط البيئة الداخلية المطلوبة فيها. فمثلاً تختلف

إحتياجات البيئة الداخلية. التي تهدف لتحقيق الراحة الحرارية لشاغلي هذه الغرفة من إحتياجات البيئة الداخلية الخاصة بعملية إنتاج صناعية ولمعمل أو منطقة أبحاث. وتختلف أيضاً إحتياجات الراحة الحرارية من غرفة إلى أخرى، تبعاً للنشاط الإنساني في الغرفة. وبناءً على ذلك: تختلف شروط التصميم في المكاتب عنها في المنازل وعنها في صالات انتاج الإدوية. الإجابه علي الأسئلة الأتية، يعرف شروط تصميم وبناء أي نظام لتكييف الهواء: هل من المطلوب التحكم في درجة الحرارة؟ وإن كانت الإجابة نعم، ما هي درجة الحرارة المطلوب تحقيقها بالغرفة؟ هل من المطلوب التحكم في الرطوبة النسبية بالغرفة؟ وإن كانت الإجابة نعم، ما هي الرطوبة النسبية المطلوب تحقيقها بالغرفة؟ هل من المطلوب التحكم في درجة نظافة الغرفة؟ وإن كانت الإجابة نعم، ما هي درجة النظافة المطلوبة؟ هل من المطلوب التحكم في ضغط الهواء بالغرفة؟ وإن كانت الإجابة نعم، ما هو فرق الضغط المطلوب من الأماكن المحيطة بالغرفة؟

6-2 مكونات نظم تكييف الهواء:

- **وحدات مناولة الهواء.**
- **مرشحات الهواء.**
- **ملفات التبريد وملفات التسخين.**
- **المراوح.**
- **مجاري الهواء.**
- **مخارج ومداخل الهواء.**
- **ماكينات التبريد.**
- **ماكينات التسخين.**
- **أبراج التبريد.**

يتكون نظام تكييف الهواء تبعاً للتطبيق المستخدم من واحدة أو أكثر من المكونات الأتية:

1. مصدر تسخين أو مصدر تبريد.
2. أنابيب توزيع الماء المثلج أو الماء الساخن

3. وحدات مناولة الهواء.
4. مجاري توزيع الهواء إلى الأماكن المختلفة بالمبنى، وعودة الهواء إلى وحدات مناولة الهواء.
5. مخارج ومداخل الهواء المكيف إلى ومن الأماكن المكيفة.
6. نظام تحكم لتشغيل المكونات السابقة بحسب الإحتياج لعمل اللازم عند تغيير العوامل الخارجية التي تؤثر على التشغيل.

بالطبع لا يحوي كل نظام جميع المكونات السابقة، ولكن تتغير المكونات تبعاً للتصميم المستخدم، والأسس الهندسية التي تم تصميمه عليها. وقد يحوي النظام جميع المكونات السابقة، كما هو الحال في العديد من المشروعات المميزة، كفنادق الخمسة نجوم، والمباني الإدارية المميزة، والمستشفيات الكبيرة وغيرها. ويقدم الباب الحالي عرضاً بشكل مبسط للبنود عاليه، مع عرض لبعض البدائل المتاحة لكل مكون. لمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى أشري [ASHRAE, 2014].

2-6-1 وحدات مناولة الهواء:

وحدات مناولة الهواء هي معدات تعمل على معالجة الهواء بطريقة معينة تبعاً لاحتياجات التصميم. وتقوم هذه الوحدات بواحدة أو أكثر من العمليات الآتية:

- ترشيح الهواء وإزالة الملوثات منه.
- تبريد أو تسخين الهواء.
- تجفيف أو ترطيب الهواء.
- رفع ضغط الهواء.

لذا تتكون وحدات مناولة الهواء من عدة مقاطع، يختص كل مقطع منها بواحدة من العمليات السابقة. ويقوم المصنعون بتجميع هذه المقاطع بالترتيب الذي يراه مصمم نظام التبريد، للحصول على الظروف الحرارية الداخلية التي صمم النظام من أجلها، وأيضاً حتى يستطيع نظام التكييف تنقية الهواء من الملوثات العالقة به بالمستوى المطلوب، وكذلك لضمان سريان

الهواء بالمعدل المطلوب. وقد تحوي وحدة مناولة الهواء بعض المقاطع من دون أي معدات بها؛ لتسهيل صيانة مقاطع أخرى من الجهات الامامية والخلفية.

2-6-2 مرشحات الهواء:

تستخدم مرشحات الهواء (الفلاتر) لتنقية الهواء من الملوثات العالقة به، سواء كان هذا الهواء من خارج المبنى، ويحمل معه الملوثات الموجودة في الجو الخارجي، أو هواء عائد من المبنى ويحمل معه الملوثات الموجودة في الجو الخارجي، أو هذه الملوثات المواد الصلبة العالقة به من الأتربة، والدخان الشعر، وبقايا المخلفات الآدمية، والحيوانية والنباتية، وغيرها، وتتكون معظم مرشحات الهواء من أنسجة مسامية من البلاستيك، أو البوليستر، أو الصوف الزجاجي، تسمح هذه المرشحات عادة حتى تتسخ ويلزم استبدالها بأخرى، أو تنظيفها إذا كان نوعها يسمح بذلك، كما يمكن لبعض أنواع المرشحات تنقية الهواء من الغازات، والبكتريا والفيروسات.

يمكن إختيار نوع المرشحات تبعاً لنوع الملوثات المطلوب حجزها من الهواء، وكفاءة حجزها للملوثات.

نستخدم نظم تكييف الهواء الأنواع الأتية من مرشحات الهواء: المرشحات غير القابلة للتنظيف، والمرشحات الحقيبية او مرشحات الطييات، والمرشحات المعروفة باسم مرشحات (الهيبا)، مرشحات الكربون. وتستخدم المرشحات الغير قابلة للتنظيف لحماية محركات المراوح وملفات التبريد والتدفئة من الملوثات الصلبة المحمولة بالهواء التي تتميز بأقطار أكبر من (10 ميكرومتر). ولا تتعدى كفاءة هذه المرشحات عادة 65%. تمتاز مرشحات الهيبا بالكفاءة العالية للتخلص من الملوثات التي يزيد قطرها على (0.03 ميكرومتر). وتكون كفاءة هذه المرشحات عادة حوالي 99.97% وتصل الكفاءة لبعضها لما يزيد على 99.999%، إلا أن ارتفاع الكفاءة يعني ارتفاع فقد الضغط المار خلال هذه المرشحات.

وتستخدم مرشحات الكربون لإزالة الغازات من الهواء.

توضع المرشحات في وحدات مناولة الهواء في مقاطع خاصة بها، كما توضع أيضاً في وحدات الملف المروحية، وكذلك في الوحدات المنفصلة لتكييف الهواء، أو في مكيفات وحدات الشباك.

2-6-3 ملفات التبريد والتسخين:

تستعمل ملفات التبريد والتسخين لمعالجة الهواء حرارياً، أي لتبريده أو تسخينه. تتكون هذه الملفات عادة من مجموعة من الأنابيب يسري داخلها مائع ناقل للحرارة، بينما يسري خارجها الهواء المطلوب تبريده أو تسخينه. وتتصل هذه الأنابيب من جهة الهواء بسطح ممتد لنقل الحرارة إلى الهواء. كما تستخدم في بعض الأحيان إنواعاً أخرى من ملفات تسخين الهواء مثل: السخانات الكهربائية وسخانات الغاز.

وهنالك عدة بدائل لمائع نقل الحرارة الذي يسري داخل الأنابيب. تستخدم ملفات التبريد المبردات المستخدمة في آلة التبريد، مثل: فريون 22، أو فريون 134 أ، أو غيرها، ويكون ملف التبريد عندئذ هو مبخر ماكينة التبريد، ويعرف ملف التبريد، عندئذ بملف تبريد مباشر التمدد. تستخدم ايضاً ملفات التبريد ماءً مثلجاً أو محلولاً ملحياً إذا تطلب الأمر تبريد الهواء لما دون الصفر المئوي. كما تستخدم ملفات التسخين ماءً ساخناً أو بخار الماء.

2-6-4 المراوح:

تستهلك عادة قرابة 10 حتى 20% من الطاقة المستهلكة في نظم التكييف المركزي الذي يستهلك عادة أكثر من 25% من الطاقة المستهلكة في المباني الحديثة.

وتستخدم المراوح لتحريك الهواء خلال نظام تكييف الهواء. ويتم ذلك عن طريق رفع ضغط الهواء بقدر معين يسمح بتغلب سريان الهواء على المقاومة التي يتعرض لها السريان في المكونات الختلفة التي يسري خلالها الهواء. تستخدم المراوح في عدة أماكن في نظم تكييف الهواء. فتستخدم المراوح لدفع الهواء المكيف، ولسحب الهواء العائد من الغرف، وتوصيله إلى وحدات مناولة الهواء. عندئذ، توضع المراوح كمقطع في وحدات مناولة الهواء، أو كوحدة مستقلة. كذلك تستخدم المراوح لطرد الهواء العادم خارج المبنى، ولسحب الهواء

الخارجي إلى داخل المبنى. وتعمل المراوح مباشرة بمحرك أو بسير لنقل الحركة من المحرك.

تمتاز مراوح الطرد المركزي بقدرتها علي رفع ضغط الهواء بالمستويات اللازمة لتوزيع الهواء في نظم التكييف المركزي.

تعمل المراوح عادة بسرعة دوران ثابتة، مما يعني تحريك الهواء بمعدل حجم ثابت. يضاف إلى المراوح في بعض التصميمات مغيرات للسرعة تمكن المراوح من تغيير سرعتها أثناء التشغيل، مما يعني تحريك الهواء معدلات مختلفة لسريان حجم الهواء. كما يجب بعض الوسائل الأخرى التي تستخدم أيضاً لتغيير معدل سريان حجم الهواء الذي تعطيه المروحة تبعاً لمتطلبات التشغيل.

ولضمان إنخفاض تكاليف التشغيل ينصح دائماً بعدم إختيار وتشغيل مراوح لها معدلات سريان أكبر من المعدل اللازم، طبقاً لمتطلبات التصميم. كما ينصح المهندسون بإكمال التركيبات الهندسية للمراوح طبقاً لتوصيات الأكواد المتخصصة لذلك، مع ضرورة اجراء الفنية للازمة للتأكد من عمل المروحة عند نقطة أداء أعلى كفاءة أو بالقرب منها.

2-6-5 مجاري الهواء:

تستخدم مجاري الهواء في المباني لتوزيع الهواء الذي تم معالجته في وحدات مناولة الهواء إلى الأماكن المختلفة بالمبنى. كذلك تستخدم هذه المجاري لنقل الهواء العائد من الأماكن المكيفة إلى وحدات مناولة الهواء لإعادة إستعماله أو لإخراجه بالكامل، أو جزئياً إلى خارج المبنى كعادم. كما تستخدم مجاري الهواء لإدخال هواء خارجي جديد لتهوية المبنى.

تصنع مجاري الهواء في معظم الأحوال من الصاج المجلفن غير القابل للصدأ. وتكون هذه المجاري مستطيلة أو دائرية المقطع، وإن كانت المجاري مستطيلة المقطع هي الأكثر إستخداماً في تطبيقات تكييف الهواء، وتتكون مجاري الهواء من جزء رئيسي وفروع حسب المسار الذي صممت به المجاري إلا أنه في جميع الأحوال يلزم أن يوضع في هذه المجاري خناقات هواء للتحكم في مقدار سريان الهواء خلال الأجزاء الرئيسية والفرعية لهذه الشبكة، أيضاً تستخدم الخناقات تستخدم للتحكم في سريان الهواء خلال المخارج التي تغذيها هذه

المجاري أو خلال المداخل للهواء العائد. ويقوم المصمم بتحديد أبعاد مقطع مجرى الهواء تبعاً لمعدل سريان الهواء خلال هذا المقطع. فبزيادة معدل السريان تكبر المساحة وبالتالي تكبر الأبعاد.

2-6-6 مخارج ومداخل الهواء:

توضع مخارج الهواء في الأماكن المخصصة لها بشبكة المجاري، للتحكم في معدل الهواء المطلوب توزيعه في الأماكن المختلفة. ويقوم المصمم بحساب حالة ومعدل الهواء اللازم لكل غرفة تبعاً لحمل التبريد أو حمل التدفئة للغرفة، وكذلك تبعاً لمتطلبات توزيع الهواء بالغرفة، وفي بعض التطبيقات تبعاً للمعدل المطلوب لدوران الهواء؛ لترشيحه لضمان المستوى المطلوب للنظافة بالغرفة. بعمل المصمم كذلك على تحديد قيمة الهواء اللازم سحبه من الغرفة. ويكون الفرق بين الهواء الوارد والمسحوب من الغرفة هو معدل الهواء الخارجي المطلوب إمداده للغرفة. كما يقوم المصمم إيضاً بتحديد موقع كل مخرج ومدخل هواء بالغرفة؛ لضمان جودة توزيع الهواء بالغرفة.

2-6-7 ماكينات التبريد:

عاده تعمل ماكنات التبريد بدوره إنضغاط البخار او بدورة التبريد بالإمتصاص، وتنقسم هذه الماكينات من حيث التبريد إلى ماكنيات تمدد مباشر أو ما كينات تثليج ماء. وفي الأولى تقوم الماكينة بتبريد الهواء مباشرة قبل الاستفادة منه في تكييف الهواء. أما ماكينات تثليج الماء فتهدف إلى تثليج الماء إلى درجة حرارة 6^{o} م عادة في التطبيقات غير الصناعية لتكييف الهواء أو إلى أقل من ذلك حتى إلى ما تحت الصفر المئوي في التطبيقات الصناعية، أو في بعض التصميمات الخاصة لنظم تكييف الهواء التقليدية غير الصناعية.

تنقسم ماكينات التبريد إلى قسمين – أيضاً – تبعاً لطريقة طرد الحرارة منها، فهي: أما مبردة بالهواء أو مبردة بالماء. فإذا كانت ماكينات التبريد مبردة بالهواء لزم وضعها في أماكن مفتوحة للهواء الخارجي كسطح المبنى أو بجواره. اما إذا كانت الماكينات مبردة بالماء فيمكن وضعها في غرف الماكينات الداخلية بالمبنى. وتستخدم مضخات مياه لتدوير الماء لسحب الحرارة من المكثف، ويتم عادة تبريد هذا الماء في برج تبريد لإعادة استخدامه كما

سيرد فيما بعد. ويتم التفصيل بين ماكينات التبريد المبردة بالهواء أو تلك المبردة بالماء تبعاً للاستثمارات المتاحة لبناء نظم تكييف الهواء، ومدى أهميتها بالمقارنة بتكاليف التشغيل السنوية. فبينما تكون التكلفة الأولية لماكينات التبريد المبردة بالهواء أقل من التكلفة الأولية لمثيلاتها المبردة بالماء، بعد إضافة التكلفة الأولية لابراج التبريد ومضخات المياه اللازمة للتشغيل، فإن تكلفة التشغيل الثانية أقل منها للأولى نظراً لارتفاع كفاءة تشغيل الماكينات المبردة بالماء عن تلك المبردة بالهواء.

2-6-8 ماكينات التسخين:

تستخدم عدة وسائل لتسخين لغرض الإستخدام في تدفئة المباني. أبسط هذه الوسائل هو التسخين بإستخدام الكهرباء حيث يمرر الهواء على مقاومة كهربائية يتم التحكم بها لتسخين الهواء. وتستخدم هذه الطريقة عادة في لتدفئة الغرف موضعياَ دون الحاجة لنظام مركزي للتدفئة. وعادة تستخدم النظم المركزية للتدفئة، ماء يتم تسخينه ثم توزيعه على وحدات المناولة الهواء لتسخين الهواء بحسب الحاجة قبل توزيع هذا الهواء على الغرف التي تخدمها وحدة مناولة الهواء.

يسخن الماء مركزياً بعدة طرق منها: تسخين الماء في غلاية أو تسخينه بواسطة بخار ماء يتم الحصول عليه من غلاية بخار، أو الماء بالطاقة الشمسية، أو بأي مصادر حرارية أخرى قد تكون متاحة. فمثلاً يمكن تسخين الماء بالحرارة المتولدة في محطات توليد الطاقة الكهرباء النووية او تسخين الماء في المحارق الخاصة بحرق النفايات وغيرها. ويمكن تسخين الماء جزئياً بإستخدام الحرارة المطرودة من ماكينات التبريد، أو تسخين الماء بالكامل بهذه الماكينات عند عملها كمضخة حرارية.

2-6-9 ابراج التبريد:

أبراج التبريد هني مجموعة معدات هندسية تستخدم لتبريد الماء بالهواء.

وهي شائعة الإستخدام صناعياً بالإضافة إلى إستخدامها مع نظم تكييف الهواء. ويبلغ بعضها أحجاماً كبيرة تبعاً لمقدار الحمل الحراري.

يتكون برج التبريد من بناء به مادة مسامية تعرف بحشو البرج حيث تسمح هذه المادة بمرور الماء والهواء خلالها بدون أن تتأثر خواصها بأي منهما. يدخل الماء من أعلى البرج ثم يسقط بتأثير الجاذبية الأرضية إلى أسفل حيث يقابل الهواء الساري في إتجاه عكسي إلى أعلى يتأثر حمل المروحة في أعلى البرج. بتبخير الماء إلى الهواء يتم تبريد الماء وعليه يكون تبريد الماء بقدر ما يمكن تبخيره منه إلى الهواء، ويعتمد ذلك بشكل مباشر على درجة تشبع الهواء ببخار الماء فعندما يكون الهواء جافاً يمكن حمل قدر كبير من بخار الماء مما يساعد على تبريد الماء، أما إذا كان الهواء مشبعاً ببخار الماء فلا يمكنه حمل أي قدر من بخار الماء. لذلك لا يمكن إستخدام أبراج التبريد التي تحتمل أن يكون الهواء الجوي بها قريباً من التشبع ببخار الماء. ويستخدم حشو البرج لتكسير الماء إلى جزئيات صغيرة لتسهيل تعرضها للهواء.

يدخل الماء الساخن العائد من ماكينات التبريد من اعلى برج التبريد ثم يسحب الماء المبرد من قاع البرج لتدويره مرة أخرى في ماكينات التبريد للمساعدة في طرد الحرارة منها. يدخل الهواء الجوي من إسفل البرج من الجوانب، ثم يطرد إلى الخارج من أعلى البرج. ونظراً لتبخر جزء من الماء في البرج فإنه يلزم دائماً تعويض هذا الفقد بإمداد البرج بمصدر ماء خارجي. يعمل البخر أيضاً على رفع مقدار نسبة الأملاح بالماء الدائر في البرج ومكثفات ماكينات التبريد. لذا يلزم دائماً إحلال جزء من الماء الدوار بماء خارجي للمحافظة على نسبة مقبولة من الاملاح بالماء، ونظراً لتعرض الماء بالبرج للجو الخارجي فإنه يلزم التنظيف الدوري للبرج و إستخدام مواد كيميائية خاصة لمعالجة المياه الدائرة بالبرج والمكثفات لضمان العمل بكفاءة عالية.

2-7 الدراسات السابقة

2-7-1 Design of small cold store

يهدف البحث لحل مشكلة تخزين بعض المنتجات في المخازن المبردة في مدينةالأبيض، والتي تنتج كميات كبيرة من المنتجات في فترات محددة.

إخذت جميع الإعتبارات التصميمية في هذه المدينة.

تم الحصول علي نتائج جيدة

2-7-2 Design and Selection of Air Conditioning System for New Faculty of Engineering Library Building

يهدف هذا المشروع لتصميم واختيار نظام تكييف لمبني مكتبة كلية الهندسة الجديد لتوفير بيئه مريحه داخل المبني، ثم استخدام طريقة CLTD/CLF لحساب الحمل الحراري للمبني، وأيضا إيجاد قيم كميات الهواء المطلوبة بمساعدة الخريطة السيكرومترية،ثم الحصول علي النتائج المطلوبة لكامل المبني، لإختيار نظام التكييف الأمثل لضمان بيئة مريحة إقتصادياً.

2-7-3 إستعراض نظم التكييف الميكانيكي في السودان بغرض الوصول للنظام الأمثل للتكييف الخاص بكل تطبيق بما يحقق الجدوى الفنية الإقتصادية:

الإنسان بطبعه ميال للعطاء وفي ظل بيئة مريحة ولذللك قمنا بدراسة الجدوى الفنية والإقتصادية لأنظمة التكييف للحصول علي أساس علمي،فني وإقتصادي لإختيار النظام الأمثل لكل تطبيق حيث درسنا:

- معني تكييف الهواء وأهميته وأنواعه وطريقة تصميم نظام التكييف
- أنواع أنظمة تكييف الهواء (الوحدات المدمجة، وحدات الشباك، الماء المثلج) دراسة الاحمال الحرارية والعوامل المؤثرة علي الحمل داخل أروغةلامثلة من المباني المختلفة
- حساب التكلفة الكلية للمباني(متحركة اوثابتة) موضع التطبيق بإستخدام كل نوع من أنواع أنظمة التكييف.
- إختيار أفضل نظام يلائم متطلبات كل مبني.
- رسم مخطط بين عدد السنوات والتكلفه الكلية يتضمن الأنظمة الثلاثه خلال فتره زمنية قدرها 14 سنة ويحمل هذا المخطط بداخله كل العوامل المؤثرة والتي بني عليها الإختيار وجعل هذا المخطط كركيزة يستند عليها المهندس المصمم ليلغي عامل الشك في صحة الإختيار لتطبيق موضع الدراسة.

`

2-7-3 مشروع دراسة تصميمية لمخزن تبريد للإمدادات الطبية

في هذا البحث تمت دراسة تصميمية لنموذج مخزن تبريد يصلح لتخزين أدوية حيث تم تصميم المبني بالمواصفات الفنية وتم تحقيق شروط العزل الحراري اللازمة وإختيار السمك الأمثل للعازل والذي يحقق أقل تكلفة للإستهلاك السنوي للكهرباء.

وإختيار وحدة التبريد المناسبة وتوزيع المبخرات.

وختاماً تحديد ممرات الدخول الي المخزن والمساحات المستغلة لترتيب الأدوية والثلاجات.

2-7-4 تكييف المستشفيات

تطرق البحث الي إستخدام التكييف المركزي كوحده مقترحه في تكييف المستشفيات وناقش استخدام الحاسب الالي في حسابات الأحمال الحراريه وقد تم تطبيق البرنامج باخذ المدخلات من مستشفي علياء التخصصي كتجربه للتاكد من دقه النتائج

2-7-5 دراسة المخازن المبرده لحفظ منتجات او مواد مختلفه في آن واحد:

هدف هذا البحث الي حساب الرطوبه النسبيه ونظام التعبئه مدة التخزين، تحدث الباب الثاني عن الدراسات السابقه للتبريد وفوائد ومواصفات مخازن التبريد والأبعاد الأساسيه ومتطلبات مخازن التبريد وإحتياطات الآمن والتوسيعات المستقبليه والوضع الحالي للتخزين ونقل الأغذيه الحساسه. الباب الثالث تحدث عن حسابات الحمل الحراري والباب الرابع تحدث عن كيفيه إختيار أجهزة التبريد أما في الباب الخامس النتائج والسادس الخلاصه والتوصيات.

2-7-6 إعادة تصنيع وحده تكييف مركزيه وتدفئه بورشه التبريد والتكييف

من الضروري التطرق لمواضيع البحث وذلك نسبه لأهميه تكييف الهواء للإنسان في الراحه الحراريه وأيضا في الصناعه ويشمل البحث مقدمه عامه عن التكييف المركزي وبعد ذلك أنتقلنا الي الجانب النظري حيث تم التعرف علي أنواع التكييف المركزي بصفه عامه وأجزائه وأهميته ومميزاته وعيوبه

2-8 التعليق علي الدراسات السابقة:

أتفقت جميع الدراسات السابقة (أعلاه) علي تصميم نظم التكييف والتهوية علي أساس علمي، فني وإقتصادي،

كما هدفت لتحقيق شروط العزل الحراري اللازمة واختيار السمك الأمثل الذي يحقق أقل تكلفة إقتصادية.امتازت دراسة(أياد موسي يوسف،توماس الفريد،محمد عبدالله حامد،عمر مكنون) بإستخدام نظامالـــ(W H O) في تصميم مخزن تبريد للأدوية، كما درجت الدراسة علي التكاليف الإقتصادية المثلي والإستهلاك السنوي للكهرباء وأيضا إختيار أجهزة التكييف المناسبة التي تتناسب مع مستودع الأدوية نجد أن هذه الدراسة تشابهت مع دراستنا إلى حد كبير وذلك في توفير الظروف الملائمة للمنتجات الدوائية وضمان جودتها.

وكذلك تشابهت دراسه (إبراهيم عباس بريمه وأسامه السر محمد وحماد يوسف جمعه حماد) في بحثهم عن تكييف المستشفيات ، بعكسهم للطريقه الصحيحه والقياسيه لتكييف المستشفيات كما أعتمدت علي إستخدام برامج الكمبيوتر لحساب الأحمال الحراريه

هدفت دراسة المخازن المبرده للطلاب (أحمد الشيخ فضل وهاشم آدم أحمد ومحمد تجاني إبراهيم حسين) الي تحديد مدي التزام أصحاب المنشئات الغذائيه بالطرق الصحيحه العمليه من نقل وتداول الاغذيه الحساسه وأعتمدت علي الإستبيان لمدي توافر الإشتراطات الفنيه والقياسيه في مخازن الأغذيه الحساسه وشملت مختلف أصناف المخازن مثل المخازن الخاصه بالمصانع ومخازن المستوردين والموزعين.

أشارة دراسة الطلاب(شاهاب الدين عبد الحفيظ وعمر محمد أحمد بابكر ومحمد أحمد محمد) في بحثهم إعاده تصنيع وحده التكييف المركزي ،الي تجميع وحدات التكييف المركزيه والتحكم من تحديد الأعطال وإجراء الصيانه اللازمه وتحصلوا علي نتائج جيده .

الباب الثالث

مصنع بتروباش للادويه البيطرية

تعريف

مصنع بتروباش للإدويه البيطريه من اكبر مصانع الادويه في السودان يعمل علي انتاج جميع الإدويه البيطريه، يقع في خط طول($32^{o}w$) وخط عرض ($38^{o}n$) في ولايه الخرطوم منطقه سوبا غرب علي بعد 26 كيلومتر فى اتجاه الجنوب الشرقى من جامعه السودان الجناح الجنوبي ، المساحه الكليه للمصنع m^2(12960)

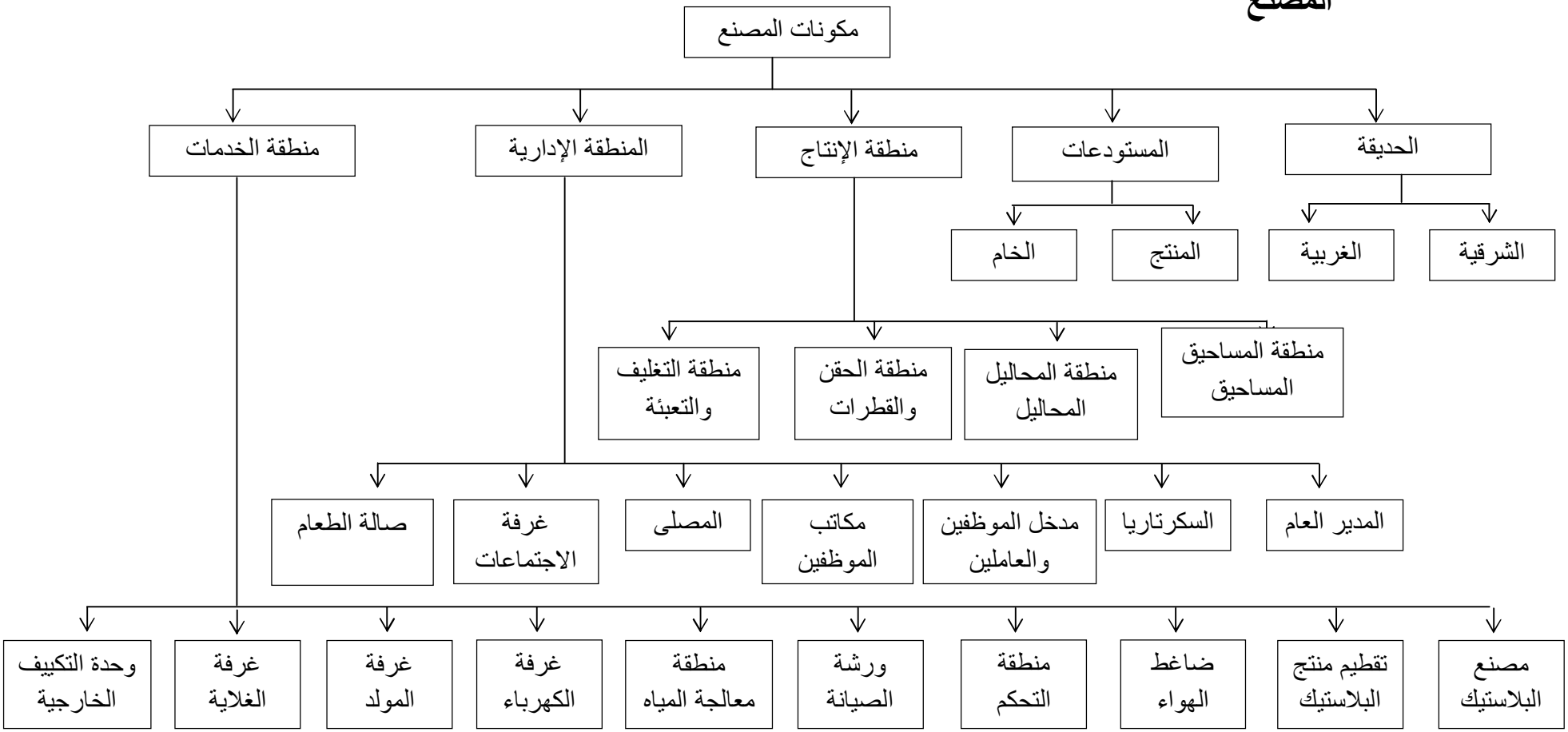
التكوين من الناحيه المعماريه:

عباره عن جملون ارضي به طابق(ميزانين) يحد من الخارج بجدار من االطوب الاسمنتي ارتفاعه الاقصي(7.2m) والارتفاع الادني (3m) ،الحوائط الداخليه عباره عن فايبر بطبقتين بسمك (15cm) ، يتكون السقف الخارجي من صاج معزول بسمك (5cm) تم تركيب سقف داخلي مستعار من الفايبر بسمك 3cm من الارتفاع الادني، يحاط المصنع بمساحه خضراء من نجيله ،اشجار نخيل وزينه تعمل علي تحسين الظروف الخارجيه للتكييف بتقليل درجه حرارة الهواء المحيط وازاله العوالق والغبار، تركيز الأوكسجين ، تقليل ثاني أوكسيد الكربون و مصدات للرياح

يتكون المصنع من خمسه أقسام رئيسيه وهي:

- الحديقه
- المستودعات
- منطقه الإنتاج
- المنطقه الإدارية
- منطققه الخدمات

المصنع



شكل (3- 1) الهيكل التنظيمي للمصنع

3-1 حسابات احمال التكييف لمصنع بترورباش

احمال التكييف وعلاقتها بسعة النظام المطلوب للحيز، والتي يبني عليها اختيار وتصميم نظام التكييف الصحيح.

يهدف المشروع الي ايجاد حساب الحمل الحراري للتكييف ومن ثم تصميم واختيار وحدة التكييف المناسبه للمصنع ومعرفة معدل الطاقه المستهلكه باستخدام برنامج كمبيوتر متخصص لحساب هذه الاحمال ويجب الحرص على حساب هذه الأحمال بدقة كبيرة لضمان إختيار السعة التبريدية الصحيحة

عدا ذلك يترتب زياده او عدم توفير في الطاقة مما يسبب رفع تكلفة أجهزة التكييف واستعمالها لطاقة كهربائية غير ضرورية.

من أهم الأمور التي يجب اخذها في الإعتبار عند حساب الاحمال الحرارية هي حساب حمل التهوية لغرف انتاج الادويه ؛ وهو عبارة عن إدخال هواء خارجي مع الهواء الراجع من المبنى بنسب محدوده ويدخلان إلى أجهزة التكييف بقصد تجديد الهواء للتقليل من أثر الملوثات الداخلية مثل الروائح الكريهه الناتجه من غبار الأدويه وزيادة تركيز (CO،CO_2)

يعتمد حساب الاحمال الحرارية على معرفة عدد من المدخلات وهي:

-الظروف التصميميه

-المساحات التصميميه

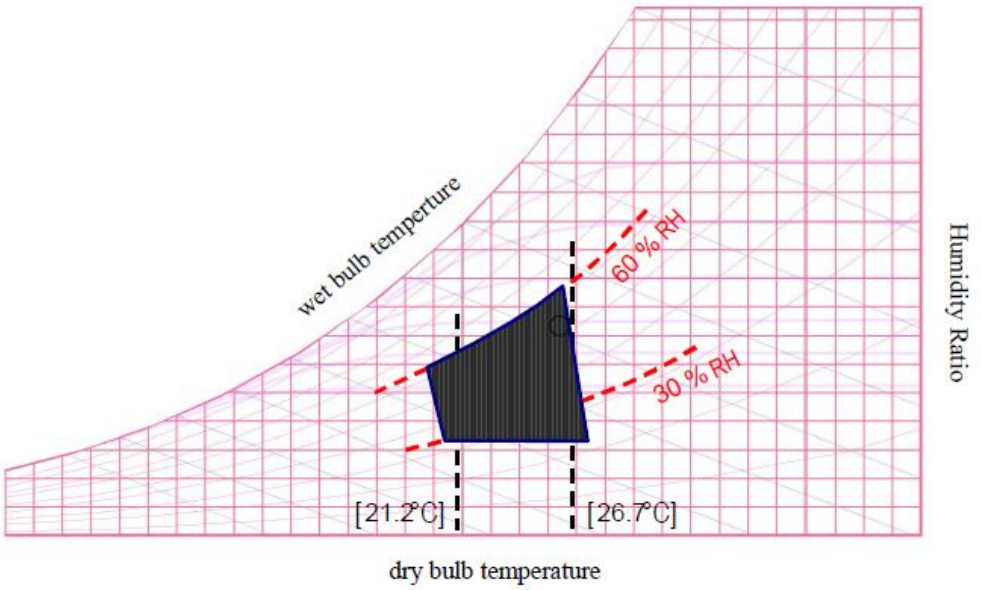
- الحوائط؛الفواصل والابواب
- السقف
- الأجهزة الكهربائية والإضاءة.
- الأفراد.
- التهوية.
- الإشعاع الشمسي.

3-1-1 الظروف التصميمية: Parameter Condition:

City: Khartoum:

جدول (3-1) خطوط الطول والعرض لمدينة الخرطوم

Degrees	درجة	15^{o}
Altitude	خط عرض	$38^{o}N$
Longitude	خط طول	$32^{o}W$



شكل (3- 2) منطقه الراحه الحراريه Ashrae comfort zone

جدول (3- 2) الظروف الداخلية والخارجية لمصنع بترورباش

Design Month	June
Out Door dry bulb درجة الحرارة الخارجية الجافة	43 ^{o}c
Out Door wet bulb درجة الحرارة الخارجية الرطبة	26 ^{o}C

`

indoor dry bulb درجة الحرارة الدخلية الجافة	22 ^{o}C
In door wet bulb درجة الحرارة الداخلية الرطبة	(20) ^{o}C
In door Relative Humidity الرطوبة النسبية	50%
سرعات الهواء الخارجة من الوحدات الداخلية	3.0 m/s
Noise Level درجة الضجيج	(35-40) (dB) (A)

3-1-2 المساحات التصميمية:

جدول (3- 3) المساحات التصميمية

المساحة M^2	المنطقة zone
	المنطقة الإدارية Administration
650	المكاتب الإدارية (Administration Office)
157	المعمل Laps
60	المصلىPrayer
212	صالة الطعام و الإجتماعات Dining hall & Meeting Room
	منطقة الإنتاج Production Area
187.5	منطقة الحقن والقطرات 3A Injectable
187.5	منطقة الحقن والقطرات3B Injectable
252.6	منطقة المحاليل Liquid Area
311.3	منطقة التغليف والممرات Area Packing & Corridor
252.6	منطقة المساحيق Powder Area
	منطقة الخدمات Utility Area
232	مصنع البلاستيك Plastic factory
185	محطة معالجة المياه والتخزين Pw & Storage Area
	المستودعات Storage
600	مستودع المواد الخام Raw Material Store
404.2	مستودع المنتجات Finish Goods Store
3691.7	**المجموع Total**

مرفق المخطط رقم (1) PLAN ZON (AREA)

3-1-3 حساب الحمل الحراري خلال الجدران والسقوفات الداخلية :-

عندما يتجاوز حيز مكيف مكان غير مكيف تختلف درجة حرارته عن درجة حرارة الحيز المكيف يحصل انتقال الحرارة خلال الجدران الفاصلة بين الاثنين او السقف او القاطع الانشائي او ما شابه ذلك ويحصل انتقال الحرارة بمعدل ثابت تقريبا ويحسب معدل انتقال الحرارة خلال الجدران والسقوفات الداخلية بالمعادلة التالية :

حيث : Tb درجة الحرارة في الحيز المجاور غير المكيف c^o.

Ti : درجة حرارة الحيز المكيف c^o.

U : معامل التوصيل الحراري للسطح w/m^2c^o

A : مساحة السطح m^2

3-1- 4 الحوائط والفواصل والأبواب

جدول (3- 4) الحوائط والفواصل والأبواب الداخلية والخارجية

البيان	k معامل التوصيل الحراري w/m °C	سمك Cm	النوع
الحوائط الخارجية	0.51	25	طوب أسمنتي
الفواصل الداخلية	0.04	15	فايبر قلاس
الابواب	0.14	5	خشب

مرفق مخطط رقم (2)+ تفاصيل للفواصل الداخلية

3-1-5 الاسقف

جدول (3- 5) السقف الخارجي والداخلي

k	سقف	النوع	سمك العازل cm
0.78	خارجي	صاج	5
0.04	داخلي	فايبر قلاس	3

مرفق مخطط رقم (3)

3-1-6 الأجهزة الكهربائية والإضاءة:

جدول (3-6) الأجهزة الكهربائية والاضاءة

Item	Panel Name Supply	Load kva	Load description Feeding
1	الإضاءة	20	Lighting and small power
2	منطقة التعقيم	18	Sterilization machine
3	منطقة المحاليل والقطرات	42	Syrup, Filling and eye drop preparation machine
4	ماكينات النظافة	12	Accessories machine
5	غسيل وتجفيف قوارير الأدوية	145	Washing and drying sterilizer machine
6	ماكينات المساحيق	60	Powder section machine

3-1-7 الحمل الحراري من الإنارة:

ان الحرارة عند انارة المصابيح الكهربائية لاتحول الي حمل تبريد انتقال الحرارة يتم معظمه بالاشعاع وكما هو الحال مع الاشعاع الشمسي تتطلب الحالة مرور بعض الوقت قبل ان تنتقل الحرارة الاشعاعية التي تمتصها سطوح الغرفة واثاثاتها مرة ثانية الي هواء الغرفة مسببة ارتفاع في درجات حرارة الهواء والذي يعتمد اسلوب تحول الكسب الحراري من الانارة الي حمل تبريد ويحسب من المعادلة:

حيث :-

n= عدد المصابيح داخل الحيز المكيف.

p = قدرة المصباح الواحد w .

Fu = معامل الاستخدام .

CLF= معامل حمل البريد.

3-1-8 الحمل الحراري من الماكينات والمحركات الكهربائية والمعدات الاخري :-

وتعتمد كمية الحرارةالمتولدة من المحركات الكهربائية علي مدي استعمال المحركات ان وجد اكثر من واحد وعلي كفاءة المحرك وما اذا كان المحرك والماكينة التي يديرها كلاهما في

`

الحيز المكيف ام لا وفي تطبيقات تكييف الهواء غالبا ما تستعمل المضخات والمراوح التي تديرها محركات كهربائية تقع في الحيز المكيف بينما يدفع الماء والهواء الي مناطق خارج الحيز . وفي هذه الحالة التي يكون فيها المحرك داخل الحيز وحمله يقع خارج الحيز يمكن حساب الحمل الحراري من المحركات من

المعادلة الاتية :-

حيث :-

n = عدد الاجهزة

P = معدل استهلاك الجهاز الواحد w

3-1-9 الافراد

جدول (3- 7) الافراد

الأفراد	نوع النشاط	المنطقة Zones
40	نظاقة + عمال	منطقة الإنتاج
100	موظفين + إداريين	المنطقة الإدارية

الحمل الحراري من الافراد :

ان المعدل الذي يفقد به الانسان حرارة جسمه وبخار الماء منه الي الحيز المكيف يعتمد علي نوعية النشاط الذي يقوم به من شهيق وزفير، وطول ولون البشره؛ وكذلك علي درجة حرارة هواء الحيز المكيف والرطوبة النسبية فيه وتكون المعادلة : .

حيث أن CLF للحمل الكامن تساوي واحد(1).

`

3-1-10 التهويه:

الغرفة النظيفة داخل مصنع بترورباش للأدوية:

هي منطقه لها نظام بيئي محدد لمكافحه المواد العالقه والتلوث الجرثومي يتم انشاوها واستخدامها بشكل يقلل من دخول او تولد او الاحتفاظ بالملوثات في نطاقها حسب معايير التصنيع الجيد.

تعتمد المناطق A , B و D,C على تنقية الهواء المغذى إليها بواسطة فلاتر لحمايتها من التلوث مثال لذلك فلاتر هيبا hippa filter. وتستخدم هذه الفلاتر في ازاله الملوثات التي يزيد قطرها علي(0.03)ميكروميتر، وتصل كفاءتها الي 99.999% مما يوثر سلبا بتقليل الضغط المار خلال هذه المرشحات. مرفق مخطط رقم (4)

جدول (3-8) الغرفة النظيفة

Class	Air change per Hour	Zones	Type of Filter
A	50	منطقة الحقن الوريدية والقطرات	HEPA Filters 99.999%
B	40	منطقة المحاليل والمساحيق	,,
C	40	منطقة التغليف	,,
D	20	منطقة الممرات الرئيسية	,,

3-1-11 الضغوط المطلوبة لغرف التعقيم (الغرف النظيفة) Pressure Differential Requirement in pascal:

فرق الضغوط الذي يعمل علي منع التلوث الانتقالي لتحقيق الاحتواء بين منطقتين متجاورتين لا يتجاوز ال(15)paحسب نظام GMP

`

جدول (3-9) فرق الضغوط في منطقة الحقن

Item	Injection section	Pressure Different in (Pa)
1	Filling room	90-100
2	Cooling zone	70-85
3	Filling air lock(1)	50-60
4	Filling air lock(11)	35-45
5	Buffer zone	50-60
6	Preparation room	75-85
7	Enter room	35-45
8	Material air lock(1)	35-45
9	Material air lock(11)	50-60
10	Tunnel room	35-45
11	Auto clave room	35-45
12	Packing room	35-45

جدول (3-10) فرق الضغوط في منطقة القطرات

Item	Eye drop section	Pressure Different in (Pa)
1	Filling room	75-85
2	Filling air lock(1)	50-60
3	Filling air lock(11)	35-45
4	Packing enter air lock(1)	50-60
5	Man entry	35-60
6	Buffer zone	50-60
7	Preparation room	75-85
8	Packing room	35-45

3-1-12 الكسب الحراري الناتج عن التهوية :

معدل تدفق الهواء الحجمي : volumetric flow rate

المعادلات المستخدمة :-

Where =

V_{out} = Q uantity of out door air needed in space (m^3/ s)

N = Number of people in space

`

Q =Quantiy of air needed in space per person per hour.

معدل كتلة الهواء المتدفق :

Where =

$\dot{m}_o$ = total outdoor air mass flow rate. (Kg /s).

V_{out} = Q uantity of out door air needed in space (m^3/ s)

v_{out} = specific volame of outedoor air. (m^3/ kg)

13-1-3 الكسب الحراري الناتج عن التسرب:

معدل الحراره المحسوسه المنتقله يمكن ايجادها من المعادله

Q_s = ١

حيث:

$\dot{v}_0$: معدل التصريف بوحدة m^3/s

ρ_0 : كثافة الهواء الخارجي Kg/m^3

cp_m : الحرارة النوعية عند ثبوت الضغط للهواء الرطب.

$\dot{m}_o$: معدل إنسياب كتلة الهواء بوحدة Kg/s.

$(T_o \& T_i)$: درجة حرارة الهواء الخارجي والداخلي بوحدة ^oC.

معدل الحرارة الكامنة المنتقلة إلى فراغ التكييف بواسطة التسرب يمكن إيجادها بواسطة المعادلة التالية:

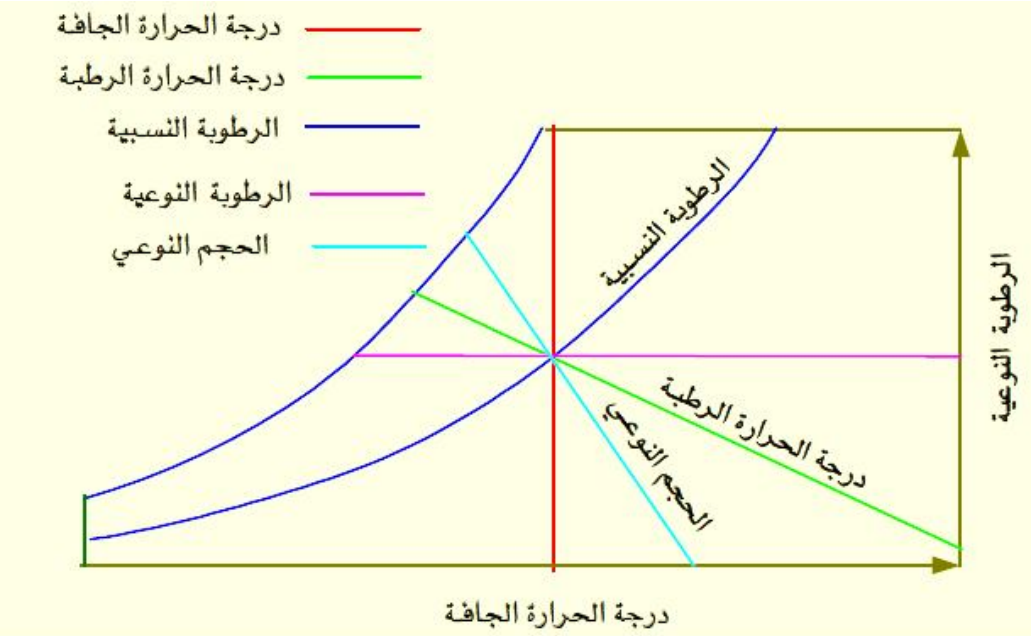
Q_L =

حيث:

h_{fg}: الحرارة الكامنة للتغير بوحدة Kj/Kg

$(w_o \& w_i)$: نسبة الرطوبة للهواء الخارجي والداخلي بوحدة $Kg_w/Kg_{d.a}$

الرسم ادناه يوضخ خمس من مكونات الخريطه السايكومتريه



شكل (3- 3) يوضح خطوط الخواص السايكومتريه

لتحديد خاصيه الهواء عند أي حاله يجب معرفه اتنين من الخواص السته السابقه

مرفق مخطط رقم (4) الخريطة السايكومترية

3-1-14 الاشعاع الشمسي

تعتبر المصادر الخارجية من اهم مصادر الحمل الحراري لمصنع بتوباش لموقعه الجغرافي ينتقل الحمل الحراري خلال الجدران والسقوف عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي اعلي من درجة حرارة الهواء داخل الحيز وانتقال الحرارة غير المستقرة والناتج من تغير شدة الاشعاع الشمسي وصعوبه حساب معدل انتقال الحرارة غير المستقر بسبب السعة الحراريه للجدران التي تجعله يخزن جزء من الحرارة ،والتي تتحرر في وقت لاحق وتعتمد كمية الحرارة المنتقلة عبر الجدران والسقوفات علي العوامل التالية :-

- شدة الاشعاع الشمسي المباشر علي الجدران والسقوفات .

`

- مقدرة امتصاصية هذه الاسطح لاشعة الشمس .
- درجة حرارة الهواء المحيط بالسطح .

درجة حرارة السطح الخارجي للبناء

جدول (3- 11) المناطق المعرضة لاشعة الشمس المباشرة

Zone المنطقة	المساحة المعرضة لاشعة الشمس	اتجاه التاثير			
		شمال	جنوب	شرق	غرب
Equipment + room	9.75 *2.6 = 25	√	-	-	-
ADM OFFICE	3.025 *2. 6 =8	√	-	-	-
MAIN RECEPTION	8 * 2.6 =21	√	-	-	-
TECHMCAL MANAGER OFFICE	6.336 *2.6 =17	√	-	-	-
GENERAL MAMAGER	6.45 *2.6 =17	√	-	-	-
SPCRETARY	3.5*2.6 =9	√	-	-	-
BOARD OF DIRECTOR	10.894 *2.6 =28	√	-	-	-
PUBLICRELODION OFFIVE	4.62 *2.6 =12	√	-	-	-
ENT RANCE	3.975 *2.6 =10	√	-	-	-
PRAY ROOM	8.025 *2.6 =21	√	-	-	-
DININC ROOM	11.85 *2.6 =31	√	-	-	-
KITCHEN	4 *2.6 =11 10*2.6=26	√ -	- -	- -	- √
MEETING ROOM	6.52*2.6 = =17	-	-	-	-
MCUBATORS ROOM (LAB)	2.52 *2.6 =6.17	-	-	√	-
LAB ENTRONC	5.15 *2.6 =13	-	-	√	-
RAW MATERIAL STORT	25.5 *7.2 = 184	-	-	√	
FINISHED GOOD ROOM	25.5*7.2=184	-	-	-	√

مرفق مخطط رقم (2)

3-1-15 الحرارة المنتقلة عبر النوافز والأبواب المعرضة لأشعة الشمس يتم حسابها من المعادلة الآتية:

Q_{tran}

حيث:

$SHGF_{max}$: أقصى معامل الإشعاع الشمسي

$A_{unshaded}$: المساحة الغير مظللة

SC: معامل الظل.

ويحسب انتقال الحرارة عبر الجدران والاسطح الخارجيه من المعادلة التالية:

$$Q=A * U *(CLTD)$$

حيث :

Q = كمية الحرارة المنتقلة الي داخل الحيز ووحدتها W

U = معامل انتقال الحرارة الكلي للجدار ووحدتها W/ m^2c^o

A = مساحة سطح الجدار ووحدتها m^2

CLTD= فرق درجة الحرارة الكلي الداخلي والخارجي للحيز .

قيمة U تعطي بالعلاقة :-

$\sum X$: مجموع سمك طبقات الحائط (M)

ho: الانثالبي الخارجيه للحيز $w/ m^{2o}c$

hi: الانثالبي الداخلية للحيز $w/ m^{2o}c$

k: معامل التوصيل الحراري للحائط w/ m^oc

R: الفراغ الهوائي (المقاومية الحرارية)

الباب الرابع

`

حساب الحمل الحراري

يتم البدء بحساب الأحمال الحرارية لمصنع بترورباش للأدويه البيطريه بواسطة برنامج الهاب(HAP)

وهو إختصار لكلمة (HOURLY ANALYSIS PROGRAM)

4-1-1 نبذة تعريفيه عن البرنامج:

يعتبر أحد أهم البرامج المتوفره التى تساعد المهندس على تصميم أنظمة التدفئة والتكييف في المباني.

يقوم البرنامج بمهمتين أساسيتين:

1- تقدير الأحمال الحراريه وتصميم أنظمة الهواء:

- معدلات التدفق .
- مواصفات ملفات التدفئه والتبريد.
- مواصفات المراوح.

2- تقدير الطاقه المستهلكه والتكاليف السنويه المتوقعه للمشروع مثل إستهلاك الكهرباء والوقود.

4-1-3 الواجهه الرئيسية لبرنامج الهاب:

- تتكون من خمس عناصر

1- شريط العنوان.

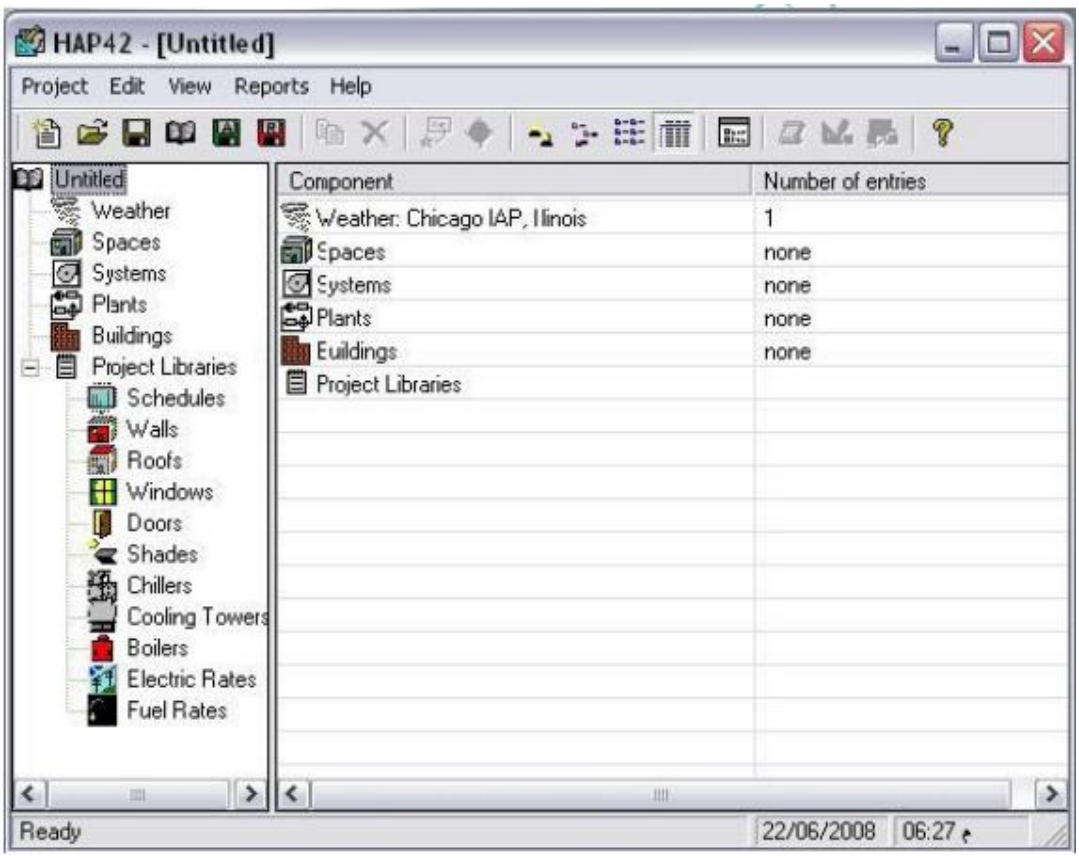
2- شريط القوائم.

3- شريط الادوات.

4- القائمه الشجريه.

5-لوحه العرض الرئيسي.

`



4-1-4 القائمه الشجريه للبرنامج الهاب

تتكون القائمه الشجريه من الاتي:

1-weather
2-space
3-system
4-plants

Weather:-

لتحديد إسم الدوله ،موقعها ،خطوط الطول والعرض ودرجات الحراره

Space:-

لتحديد كل البيانات المتعلقه بالمكان (من مساحات ،أرضيات ، إرتفاع الأسقف والإضاءه وإدخال المعلومات المتعلقه بالأبواب والجدران والفواصل الداخليه).

`

System:-

لتحديد نوع نظام تصميم التكييف للمبني، من الأنظمه المستخدمه:

Constant air volume (CAV)

يستخدم هذا النظام وحدة معالجه مركزيه لتقديم حجم ثابت من الهواء المكيف.

Variable air volume (VAV)

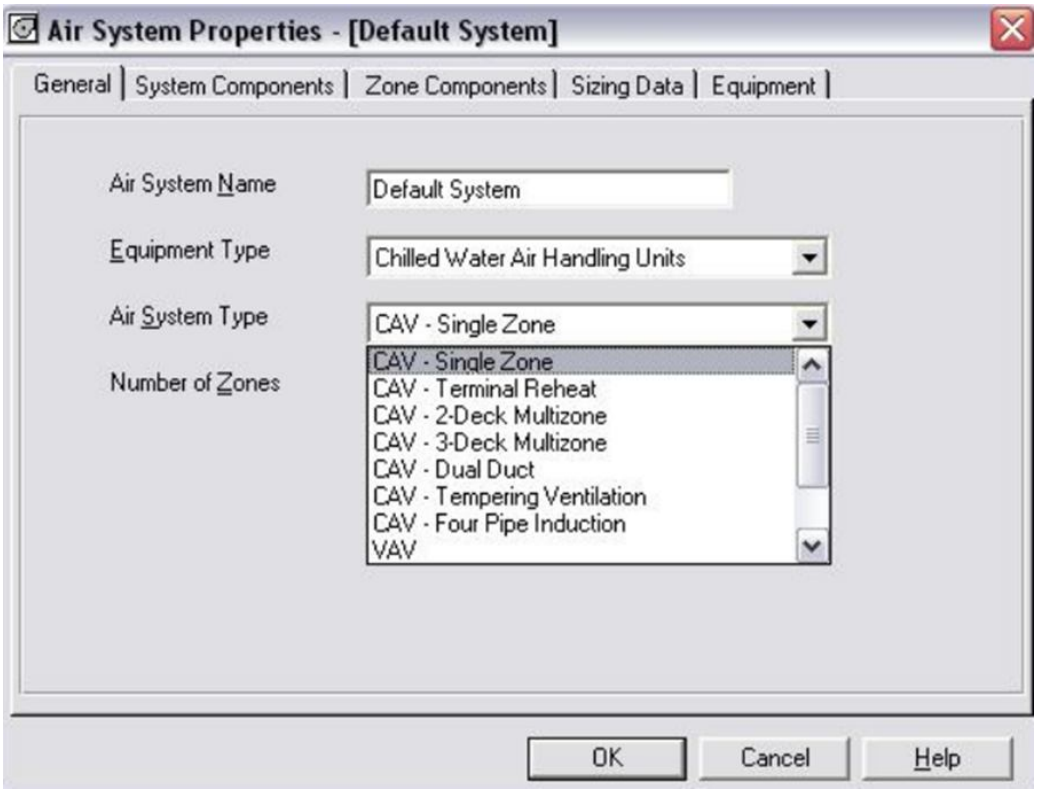
نظام الحجم المتغير يستخدم هذا النظام في التحكم بحجم الهواء الداخل لكل حيز وتامين حجم متغير من الهواء المكيف الي وحدات المناطق الطرفيه.

Plants:-

وهي مجموعه التجهيزات للوحده الخارجيه وعناصر التحكم التي تؤمن الماء البارد لملفات البريد او الماء الساخن او البخار لملفات التدفئه ، يتم تحديد نوع

المحطه حسب نوع الماء إما ساخن أو بارد

`


Air System Properties - [Default System]
General
System Components
Zone Components
Sizing Data
Equipment
Air System Name
Default System
Equipment Type
Chilled Water Air Handling Units
Air System Type
CAV - Single Zone
Number of Zones
CAV - Single Zone
CAV - Terminal Reheat
CAV - 2-Deck Multizone
CAV - 3-Deck Multizone
CAV - Dual Duct
CAV - Tempering Ventilation
CAV - Four Pipe Induction
VAV
OK
Cancel
Help

2-4 مخرجات برنامج الهاب

1-2-4 بيانات الإدخال لكل حيز:

Space Input Data

bash pharma
hp-PC

10/19/2017
04:40PM

raw material store

1. General Details:
Floor Area ..... 600.0 m²
Avg. Ceiling Height ..... 5.0 m
Building Weight ..... 341.8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
Space Usage GENERAL: Occupiable storage room (liq/gel)
OA Requirement 1 ..... 2.5 L/s/person
OA Requirement 2 ..... 0.60 L/(s•m²)
Space Usage Defaults ASHRAE Standard 62.1-2010

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
Fixture Type ..... Recessed (Unvented)
Wattage ..... 13.30 W/m²
Ballast Multiplier 1.00
Schedule ..... lighting Schedule

2.2. Task Lighting:
Wattage ..... 0.00 W/m²
Schedule ..... None

2.3. Electrical Equipment:
Wattage ..... 2.60 W/m²
Schedule ..... general Schedule

2.4. People:
Occupancy ..... 5.0 People
Activity Level ..... Office Work
Sensible ..... 71.8 W/person
Latent ..... 60.1 W/person
Schedule ..... general Schedule

2.5. Miscellaneous Loads:
Sensible ..... 0 W
Schedule ..... None
Latent ..... 0 W
Schedule ..... None

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
Design Cooling ..... 0.50 ACH
Design Heating ..... 0.00 L/s
Energy Analysis ..... 0.00 L/s
Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
Type ..... Floor Above Conditioned Space
(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Hourly Analysis Program v4.90

Page 1 of 1

الباب الخامس

5-1 النتائج

بعد إجراء الحسابات اللازمة لأنظمة تكييف مصنع بتروباش للأدويه البيطريه أظهرت النتائج ملخص حسابات النظام و حساب الأحمال الحراريه علي مستوي المنطقة والحيز كما تم عرض الاحمال الحراريه لوحدات مناولة الهواء لكل منطقة واظهار حسابات حمل محطة التبريد (Chiller) ، كما أظهرت النتائج الأحمال الحراريه للشهر (موضع الدراسه) وعلي مدار الساعه في اليوم وكذلك تم عرض كل العمليات السايكومترية المصاحبه

❖ مقارنه بين نتائج مصنع بتروباش للأدويه البيطرية (القائم) ودراسة الحالة

البند	دراسه الحاله	المصنع القائم
الحمل الحراي الاجمالي	359.5 KW	420 KW
نوع اختيار نظام التبريد	Chiller+AHU	Chiller+AHU+Packaged units+FCU
درجه الحرارة الجافه الداخليه	^{o} C22	^{o} C22
درجه الحرارة الداخليه الرطبه	^{o} C20	^{o} C20
الرطوبه النسبية	50%	(40% – 60%)
سرعات الهواء للوحدات الداخلية	3m/s	2.75 m/s
مواضع فلاتر الهيبا في الغرف النظيفه	منطقه الحقن الوريديه ، منطقه المحاليل والمساحيق ،منطقه التغليف، منطقه الممرات الرئيسية	منطقة الحقن الوريديه

`

مناقشة النتائج:-

نجد ان ناتج الحمل الحراري الإجمالي لمصنع بتروباش للادويه البيطريه (دراسة الحاله) ،اقل من الحمل الحراري الإجمالي للمصنع القائم ،وذلك يعزي الي اختيار معامل انتقال الحراري الاجمالي

معامل التوصيل الحراري بدقه عاليه .والإختلاف في نوع البرنامج المستخدم في حساب الأحمال الحراريه.

نسبة لنقص مساحة الميزانين المخصصه لوحدات مناولة الهواء تمت إضافه وحدات ال package و الfcu، في المصنع القائم.

من الملاحظ ان درجات الحراره والرطوبه النسبيه الملائمه لصناعة الادويه تطابقت في الحالتين .

أما سرعه الهواء إختلفت بقيمه 0.25 م/ث. وهو إختلاف مقبول حسب المدي المسموح به في المواصفه العالميه.

تم وضع فلاتر الهبا في حالة الغرف النظيفه حسب توجيهات وزاره الصحه العالميه وذلك في حاله (دراسه الحاله) اما في حالة المصنع القائم تم وضعها في منطقة الحقن الوريديه

`

الخلاصـــــة:-

تم حساب الأحمال التصميميه لمنظومة التكييف والتهويه لمصنع بتروباش للأدويه البيطريه بالخرطوم سوبا حسب مواصفات ال(GMP) و ال(WHO).

مع تحقيق درجة حرارة الدواء والرطوبة المطلوبه،وايضا تنقيه الهواء مع التقيد بالسرعات المطلوبه ومراعاة الناحية الإقتصاية.

2-5 التوصيات

- في تصميم مصانع الادويه يجب الالتزام باسس ولوائح ممارسات التصنيع الجيد(GMP) وتوجيهات منظمة الصحه العالميه(WHO) يجب استخدام مرشحات تنقيه الهواء مثل مرشحات الهيبا التي تصل كفاءتها 99.99%.
- يجب توفير رقابة دوريه من أجهزة الدوله المختصه في مصانع الأدوية والسموم لحماية الانسان والحيوان و ضمان الإنتاج الجيد.
- الالتزام بالتصميم والصيانة بمصداقية لضمان إستمرار أنظمة التكييف والتهويه حسب المواصفات المطلوبة.
- يجب عند تصميم مجاري الهواء مراعاة نسبه الضجيج التي تنشأ من سوء التصميم وعدم التوزيع الجيد للهواء.
- الإلتزام بالضغوط المحدده في مناطق الغرف النظيفة وماجاورها للمحافظة والحد من التلوث الإنتقالي.
- يجب مطابقة مخططات المهندس الميكانيكي مع مخططات المعماري، المدني والكهربائي لتجنب حدوث الاخطاء التصميمية.
- مناخ السودان بصوره عامه هو مناخ السافنا حار جدا خاصه في فتره الصيف وان درجة الاشعاع الشمسي عاليه جدا،عليه يجب عزل سقف المصنع المصنوع من الصاج بطبقه من البورسلين بسمك(15)سم بدلا من سمك (5)سم وذلك لتقليل الحمل الحراري المنتقل داخل المبني.
- يجب إختيار معامل إنتقال الحراره الإجمالي ومعامل التوصيل الحراري لمواد البناء بدقه عاليه للحصول علي الحمل الحراري الامثل
- يجب اختيار وحدات التكيف بان تتناسب مع طبيعه المنتج .
- المداخل الرئيسيه للمنطقه الادارية والمعمل تعمل علي تسريب الهواء ،عليه نوصي بعمل ابواب مذدوجه (air lock) تعمل علي الحد من عمليه تسريب الهواء المكيف الي خارج المبني.

- البوابات الرئيسية للمستودعات ومصنع البلاستيك مصنعه من الصاج والزوي تعمل علي زياده انتقال الحراره عبر اسطح الابواب ، نوصي بعمل صاج من طبقتين بسمك (5)سم (ساندوتش بنيل).
- من الناحيه المعمارية يجب زياده ارتفاع الميزانين المخصص لوحدات معالجه الهواء داخل المصنع من(2.5) متر الي(4)متر لتسهيل الصيانة وعمليه وضع الوحدات ومجاري الهواء بصوره مريحه .
- يفضل استخدام الحاسب الألي في حساب الاحمال الحراريه للمباني الكبيره لتوفير الوقت والجهد والمال.

`

المراجع:

1- منظمة الصحة العالمية. المكتب الإقليمي لشرق المتوسط.

ضمان الجودة للمستحضرات الصيدلانية (الدوائية) الجزء الثاني ممارسة التصنيع الجيد والتفتيش/ منظمة الصحة العالمية. المكتب الإقليمي لشرق المتوسط. – ط 2 محدثة. صدرت الطبعة الإنجليزية في جنيف 2007 -4-92-978 :ISBN) 154709-6)

2- هندسه تكييف الهواء - مصطفي محمد السيد - الرياض

1429هـ - 2008م

رقم الايداع 2499/1429

ردمك978-9960-893-80-8

3- دليل التصنيع الدوائي الجيد لمصنعي المنتجات الطبيه 2000

4- ملخص دكتور حسن عبد الطيف عثمان_تكييف الهواء _الفصل العاشر

5- (L.F)-ASHRAE Fundamentals 2013-ch18

6- (ACH)-ASHRAE-(www.ashrae.org)

7- (LP)- ASHRAE Fundamentals2013

8- [ASHRAE, 2014] .

الملاحق

Space Input Data

bash pharma
hp-PC

10/19/2017
04:38PM

finisf goods store

1. General Details:
Floor Area ..... **404.2** m²
Avg. Ceiling Height ..... **5.0** m
Building Weight ..... **341.8** kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
Space Usage .. **GENERAL: Occupiable storage room (liq/gel)**
OA Requirement 1 ..... **2.5** L/s/person
OA Requirement 2 ..... **0.60** L/(s-m²)
Space Usage Defaults .. **ASHRAE Standard 62.1-2010**

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**
Wattage ..... **13.30** W/m²
Ballast Multiplier **1.00**
Schedule ..... **general Schedule**

2.2. Task Lighting:
Wattage ..... **0.00** W/m²
Schedule ..... **None**

2.3. Electrical Equipment:
Wattage ..... **2.60** W/m²
Schedule ..... **general Schedule**

2.4. People:
Occupancy ..... **5.0** People
Activity Level ..... **Office Work**
Sensible ..... **71.8** W/person
Latent ..... **60.1** W/person
Schedule ..... **general Schedule**

2.5. Miscellaneous Loads:
Sensible ..... **0** W
Schedule ..... **None**
Latent ..... **0** W
Schedule ..... **None**

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
Design Cooling ..... **0.50** ACH
Design Heating ..... **0.00** L/s
Energy Analysis ..... **0.00** L/s
Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
Type ..... **Floor Above Conditioned Space**
(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 04:38PM

INJECTABLE AREA-A

1. General Details:
Floor Area ..... 187.5 m²
Avg. Ceiling Height ..... 3.0 m
Building Weight ..... 341.8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
Space Usage . MISCELLANEOUS: General Manufacturing
OA Requirement 1 ..... 5.0 L/s/person
OA Requirement 2 ..... 0.90 L/(s-m²)
Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
Fixture Type ..... Recessed (Unvented)
Wattage ..... 13.30 W/m²
Ballast Multiplier 1.00
Schedule ..... lighting Schedule

2.2. Task Lighting:
Wattage ..... 0.00 W/m²
Schedule ..... None

2.3. Electrical Equipment:
Wattage ..... 18.0 Watts
Schedule ..... general Schedule

2.4. People:
Occupancy ..... 3.0 People
Activity Level ..... Office Work
Sensible ..... 71.8 W/person
Latent ..... 60.1 W/person
Schedule ..... general Schedule

2.5. Miscellaneous Loads:
Sensible ..... 0 W
Schedule ..... None
Latent ..... 0 W
Schedule ..... None

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
Design Cooling ..... 0.50 ACH
Design Heating ..... 0.00 L/s
Energy Analysis ..... 0.00 L/s
Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
Type ..... Floor Above Conditioned Space
(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 04:38PM

INJECTABLE AREA-B

1. General Details:
Floor Area ..... 187.5 m²
Avg. Ceiling Height ..... 3.0 m
Building Weight ..... 341.8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
Space Usage .MISCELLANEOUS: General Manufacturing
OA Requirement 1 ..... 5.0 L/s/person
OA Requirement 2 ..... 0.90 L/(s-m²)
Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
Fixture Type ..... Recessed (Unvented)
Wattage ..... 13.30 W/m²
Ballast Multiplier 1.00
Schedule ..... general Schedule

2.2. Task Lighting:
Wattage ..... 0.00 W/m²
Schedule ..... None

2.3. Electrical Equipment:
Wattage ..... 18.0 Watts
Schedule ..... general Schedule

2.4. People:
Occupancy ..... 3.0 People
Activity Level ..... Office Work
Sensible ..... 71.8 W/person
Latent ..... 60.1 W/person
Schedule ..... general Schedule

2.5. Miscellaneous Loads:
Sensible ..... 0 W
Schedule ..... None
Latent ..... 0 W
Schedule ..... None

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
Design Cooling ..... 0.50 ACH
Design Heating ..... 0.00 L/s
Energy Analysis ..... 0.00 L/s
Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
Type ..... Floor Above Conditioned Space
(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 04:38PM

labs

1. General Details:
- Floor Area ..... 157.0 m²
- Avg. Ceiling Height ..... 2.6 m
- Building Weight ..... 341.8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
- Space Usage ..... EDUCATION: Science laboratory
- OA Requirement 1 ..... 5.0 L/s/person
- OA Requirement 2 ..... 0.90 L/(s-m²)
- Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
- Fixture Type ..... Recessed (Unvented)
- Wattage ..... 13.30 W/m²
- Ballast Multiplier 1.00
- Schedule ..... lighting Schedule

2.2. Task Lighting:
- Wattage ..... 0.00 W/m²
- Schedule ..... None

2.3. Electrical Equipment:
- Wattage ..... 18.0 Watts
- Schedule ..... general Schedule

2.4. People:
- Occupancy ..... 10.0 People
- Activity Level ..... Office Work
- Sensible ..... 71.8 W/person
- Latent ..... 60.1 W/person
- Schedule ..... general Schedule

2.5. Miscellaneous Loads:
- Sensible ..... 0 W
- Schedule ..... None
- Latent ..... 0 W
- Schedule ..... None

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
- Design Cooling ..... 0.50 ACH
- Design Heating ..... 0.00 L/s
- Energy Analysis ..... 0.00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
- Type ..... Floor Above Conditioned Space

(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 04:39PM

LIQUID AREA

1. General Details:
- Floor Area ..... 252.6 m²
- Avg. Ceiling Height ..... 3.0 m
- Building Weight ..... 341.8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
- Space Usage .. MISCELLANEOUS: General Manufacturing
- OA Requirement 1 ..... 5.0 L/s/person
- OA Requirement 2 ..... 0.90 L/(s-m²)
- Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
- Fixture Type ..... Recessed (Unvented)
- Wattage ..... 13.30 W/m²
- Ballast Multiplier 1.00
- Schedule ..... lighting Schedule

2.2. Task Lighting:
- Wattage ..... 0.00 W/m²
- Schedule ..... None

2.3. Electrical Equipment:
- Wattage ..... 42.0 Watts
- Schedule ..... general Schedule

2.4. People:
- Occupancy ..... 4.0 People
- Activity Level ..... Office Work
- Sensible ..... 71.8 W/person
- Latent ..... 60.1 W/person
- Schedule ..... general Schedule

2.5. Miscellaneous Loads:
- Sensible ..... 0 W
- Schedule ..... None
- Latent ..... 0 W
- Schedule ..... None

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
- Design Cooling ..... 0.50 ACH
- Design Heating ..... 0.00 L/s
- Energy Analysis ..... 0.00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
- Type ..... Floor Above Conditioned Space

(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma — 10/19/2017
hp-PC — 04:39PM

meeting&dining R

1. General Details:
- Floor Area ..... 212.0 m²
- Avg. Ceiling Height ..... 2.7 m
- Building Weight ..... 341.8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
- Space Usage ..... OFFICE: Office space
- OA Requirement 1 ..... 2.5 L/s/person
- OA Requirement 2 ..... 0.30 L/(s-m²)
- Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
- Fixture Type ..... Recessed (Unvented)
- Wattage ..... 13.30 W/m²
- Ballast Multiplier 1.00
- Schedule ..... lighting Schedule

2.2. Task Lighting:
- Wattage ..... 0.00 W/m²
- Schedule ..... None

2.3. Electrical Equipment:
- Wattage ..... 2.60 W/m²
- Schedule ..... general Schedule

2.4. People:
- Occupancy ..... 20.0 People
- Activity Level ..... Office Work
- Sensible ..... 71.8 W/person
- Latent ..... 60.1 W/person
- Schedule ..... general Schedule

2.5. Miscellaneous Loads:
- Sensible ..... 0 W
- Schedule ..... None
- Latent ..... 0 W
- Schedule ..... None

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
- Design Cooling ..... 0.50 ACH
- Design Heating ..... 0.00 L/s
- Energy Analysis ..... 0.00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
- Type ..... Floor Above Conditioned Space

(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 04:39PM

PACKING AREA- CORRID0RS

1. General Details:
Floor Area ..... 311.3 m²
Avg. Ceiling Height ..... 3.0 m
Building Weight ..... 341.8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
Space Usage MISCELLANEOUS: General Manufacturing
OA Requirement 1 ..... 5.0 L/s/person
OA Requirement 2 ..... 0.90 L/(s-m²)
Space Usage Defaults ASHRAE Standard 62.1-2010

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
Fixture Type ..... Recessed (Unvented)
Wattage ..... 13.30 W/m²
Ballast Multiplier 1.00
Schedule ..... lighting Schedule

2.2. Task Lighting:
Wattage ..... 0.00 W/m²
Schedule ..... None

2.3. Electrical Equipment:
Wattage ..... 60.0 Watts
Schedule ..... general Schedule

2.4. People:
Occupancy ..... 20.0 People
Activity Level ..... Office Work
Sensible ..... 71.8 W/person
Latent ..... 60.1 W/person
Schedule ..... general Schedule

2.5. Miscellaneous Loads:
Sensible ..... 0 W
Schedule ..... None
Latent ..... 0 W
Schedule ..... None

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
Design Cooling ..... 0.50 ACH
Design Heating ..... 0.00 L/s
Energy Analysis ..... 0.00 L/s
Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
Type ..... Floor Above Conditioned Space
(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 04:39PM

plastic factory

1. General Details:
- Floor Area ..... **232.0** m²
- Avg. Ceiling Height ..... **3.0** m
- Building Weight ..... **341.8** kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
- Space Usage ..... **MISCELLANEOUS: General Manufacturing**
- OA Requirement 1 ..... **5.0** L/s/person
- OA Requirement 2 ..... **0.90** L/(s-m²)
- Space Usage Defaults ..... **ASHRAE Standard 62.1-2010**

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
- Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**
- Wattage ..... **13.30** W/m²
- Ballast Multiplier **1.00**
- Schedule ..... **lighting Schedule**

2.2. Task Lighting:
- Wattage ..... **0.00** W/m²
- Schedule ..... **None**

2.3. Electrical Equipment:
- Wattage ..... **145.0** Watts
- Schedule ..... **general Schedule**

2.4. People:
- Occupancy ..... **6.0** People
- Activity Level ..... **Office Work**
- Sensible ..... **71.8** W/person
- Latent ..... **60.1** W/person
- Schedule ..... **general Schedule**

2.5. Miscellaneous Loads:
- Sensible ..... **0** W
- Schedule ..... **None**
- Latent ..... **0** W
- Schedule ..... **None**

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
- Design Cooling ..... **0.50** ACH
- Design Heating ..... **0.00** L/s
- Energy Analysis ..... **0.00** L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
- Type ..... **Floor Above Conditioned Space**

(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 04:40PM

POWDER AREA

1. General Details:
- Floor Area ..... **252.6** m²
- Avg. Ceiling Height ..... **3.0** m
- Building Weight ..... **341.8** kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
- Space Usage . **MISCELLANEOUS: General Manufacturing**
- OA Requirement 1 ..... **5.0** L/s/person
- OA Requirement 2 ..... **0.90** L/(s-m²)
- Space Usage Defaults .. **ASHRAE Standard 62.1-2010**

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
- Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**
- Wattage ..... **13.30** W/m²
- Ballast Multiplier **1.00**
- Schedule ..... **lighting Schedule**

2.2. Task Lighting:
- Wattage ..... **0.00** W/m²
- Schedule ..... **None**

2.3. Electrical Equipment:
- Wattage ..... **60.0** Watts
- Schedule ..... **general Schedule**

2.4. People:
- Occupancy ..... **4.0** People
- Activity Level ..... **Office Work**
- Sensible ..... **71.8** W/person
- Latent ..... **60.1** W/person
- Schedule ..... **general Schedule**

2.5. Miscellaneous Loads:
- Sensible ..... **0** W
- Schedule ..... **None**
- Latent ..... **0** W
- Schedule ..... **None**

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
- Design Cooling ..... **0.50** ACH
- Design Heating ..... **0.00** L/s
- Energy Analysis ..... **0.00** L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
- Type ..... **Floor Above Conditioned Space**

(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 04:40PM

prayer

1. General Details:
- Floor Area ..... 60.0 m²
- Avg. Ceiling Height ..... 2.6 m
- Building Weight ..... 341.8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
- Space Usage ..... OFFICE: Office space
- OA Requirement 1 ..... 2.5 L/s/person
- OA Requirement 2 ..... 0.30 L/(s-m²)
- Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
- Fixture Type ..... Recessed (Unvented)
- Wattage ..... 13.30 W/m²
- Ballast Multiplier 1.00
- Schedule ..... lighting Schedule

2.2. Task Lighting:
- Wattage ..... 0.00 W/m²
- Schedule ..... None

2.3. Electrical Equipment:
- Wattage ..... 2.60 W/m²
- Schedule ..... general Schedule

2.4. People:
- Occupancy ..... 25.0 People
- Activity Level ..... Office Work
- Sensible ..... 71.8 W/person
- Latent ..... 60.1 W/person
- Schedule ..... general Schedule

2.5. Miscellaneous Loads:
- Sensible ..... 0 W
- Schedule ..... None
- Latent ..... 0 W
- Schedule ..... None

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
- Design Cooling ..... 0.50 ACH
- Design Heating ..... 0.00 L/s
- Energy Analysis ..... 0.00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
- Type ..... Floor Above Conditioned Space

(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 04:40PM

pw&storage area

1. General Details:
- Floor Area ..... 185.0 m²
- Avg. Ceiling Height ..... 3.0 m
- Building Weight ..... 341.8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
- Space Usage . MISCELLANEOUS: General Manufacturing
- OA Requirement 1 ..... 5.0 L/s/person
- OA Requirement 2 ..... 0.90 L/(s-m²)
- Space Usage Defaults . ASHRAE Standard 62.1-2010

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
- Fixture Type ..... Recessed (Unvented)
- Wattage ..... 13.30 W/m²
- Ballast Multiplier 1.00
- Schedule ..... lighting Schedule

2.2. Task Lighting:
- Wattage ..... 0.00 W/m²
- Schedule ..... None

2.3. Electrical Equipment:
- Wattage ..... 145.0 Watts
- Schedule ..... general Schedule

2.4. People:
- Occupancy ..... 5.0 People
- Activity Level ..... Office Work
- Sensible ..... 71.8 W/person
- Latent ..... 60.1 W/person
- Schedule ..... general Schedule

2.5. Miscellaneous Loads:
- Sensible ..... 0 W
- Schedule ..... None
- Latent ..... 0 W
- Schedule ..... None

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
- Design Cooling ..... 0.50 ACH
- Design Heating ..... 0.00 L/s
- Energy Analysis ..... 0.00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
- Type ..... Floor Above Conditioned Space

(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:
(No partition data).

Space Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 04:37PM

administration office

1. General Details:
- Floor Area ..... 650.0 m²
- Avg. Ceiling Height ..... 2.6 m
- Building Weight ..... 341.8 kg/m²

1.1. OA Ventilation Requirements:
- Space Usage ..... OFFICE: Office space
- OA Requirement 1 ..... 2.5 L/s/person
- OA Requirement 2 ..... 0.30 L/(s-m²)
- Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

2. Internals:

2.1. Overhead Lighting:
- Fixture Type ..... Recessed (Unvented)
- Wattage ..... 13.30 W/m²
- Ballast Multiplier 1.00
- Schedule ..... lighting Schedule

2.2. Task Lighting:
- Wattage ..... 0.00 W/m²
- Schedule ..... None

2.3. Electrical Equipment:
- Wattage ..... 2.60 W/m²
- Schedule ..... general Schedule

2.4. People:
- Occupancy ..... 90.0 People
- Activity Level ..... Office Work
- Sensible ..... 71.8 W/person
- Latent ..... 60.1 W/person
- Schedule ..... general Schedule

2.5. Miscellaneous Loads:
- Sensible ..... 0 W
- Schedule ..... None
- Latent ..... 0 W
- Schedule ..... None

3. Walls, Windows, Doors:
(No Wall, Window, Door data).

4. Roofs, Skylights:
(No Roof or Skylight data).

5. Infiltration:
- Design Cooling ..... 0.50 ACH
- Design Heating ..... 0.00 L/s
- Energy Analysis ..... 0.00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

6. Floors:
- Type ..... Floor Above Conditioned Space

(No additional input required for this floor type).

7. Partitions:

7.1. 1st Partition Details:
- Partition Type ..... Ceiling Partition
- Area ..... 710.0 m²
- U-Value ..... 2.839 W/(m²-°K)
- Uncondit. Space Max Temp ..... 23.9 °C
- Ambient at Space Max Temp ..... 35.0 °C
- Uncondit. Space Min Temp ..... 23.9 °C
- Ambient at Space Min Temp ..... 12.8 °C

7.2. 2nd Partition Details:
(No partition data).

`

بيانات الادخال لوحدات مناولة الهواء

001-AHU-Powder A Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:24PM

1. General Details:

Air System Name	001-AHU-Powder A
Equipment Type	Chilled Water AHU
Air System Type	VAV
Number of zones	1

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control	Constant Ventilation Airflow	
Ventilation Sizing Method	ASHRAE Std 62.1-2010	
Unocc. Damper Position	Open	
Outdoor Air CO2 Level	400	ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint	10.0	°C
Heating Source	Hot Water	
Schedule	JFMAMJJASOND	
Coil position	Downstream of Mixing Point	

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature	12.8	°C
Coil Bypass Factor	0.100	
Cooling Source	Chilled Water	
Schedule	JFMAMJJASOND	
Capacity Control	Constant Temperature - Fan On	

Supply Fan Data:

Fan Type	ASHRAE 90.1 App G Fan Curve	
Configuration	Draw-thru	
Fan Performance	80	Pa
Overall Efficiency	54	%

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	83	68	54	41	30

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	21	13	7	3	0

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain	3	%
Duct Leakage	3	%

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via	Ducted Return

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
POWDER AREA	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone	All	
Cooling T-stat: Occ.	22.0	°C
Cooling T-stat: Unocc.	22.0	°C
Heating T-stat: Occ.	21.0	°C
Heating T-stat: Unocc.	19.0	°C
T-stat Throttling Range	1.00	°K
Diversity Factor	50	%
Direct Exhaust Airflow	0.0	L/s
Direct Exhaust Fan kW	0.0	kW
Thermostat Schedule	f/t Schedule	
Unoccupied Cooling is	Available	

Supply Terminals Data:

Zone	All	
Terminal Type	VAV box	
Minimum Airflow	40.00	ACH

Hourly Analysis Program v4.90 — Page 1 of 2

`

002-AHU-Liquids A Input Data

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

10/19/2017
04:36PM

1. General Details:

Air System Name	002-AHU-Liquids A
Equipment Type	Chilled Water AHU
Air System Type	VAV
Number of zones	1

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control	Constant Ventilation Airflow	
Ventilation Sizing Method	ASHRAE Std 62.1-2010	
Unocc. Damper Position	Open	
Outdoor Air CO2 Level	400	ppm

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature	12.8	°C
Coil Bypass Factor	0.100	
Cooling Source	Chilled Water	
Schedule	JFMAMJJASOND	
Capacity Control	Constant Temperature - Fan On	

Supply Fan Data:

Fan Type	ASHRAE 90.1 App G Fan Curve	
Configuration	Draw-thru	
Fan Performance	80	Pa
Overall Efficiency	54	%

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	83	68	54	41	30

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	21	13	7	3	0

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain	3	%
Duct Leakage	3	%

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via	Ducted Return

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
LIQUID AREA	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone	All	
Cooling T-stat: Occ.	22.0	°C
Cooling T-stat: Unocc.	22.0	°C
Heating T-stat: Occ.	21.0	°C
Heating T-stat: Unocc.	19.0	°C
T-stat Throttling Range	1.00	°K
Diversity Factor	50	%
Direct Exhaust Airflow	0.0	L/s
Direct Exhaust Fan kW	0.0	kW
Thermostat Schedule	9t Schedule	
Unoccupied Cooling is	Available	

Supply Terminals Data:

Zone	All	
Terminal Type	VAV box	
Minimum Airflow	40.00	ACH

Zone Heating Units:

Zone	All
Zone Heating Unit Type	None

003-AHU-3A Injec A Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:26PM

1. General Details:

Air System Name	003-AHU-3A Injec A
Equipment Type	Chilled Water AHU
Air System Type	VAV
Number of zones	1

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control	Constant Ventilation Airflow	
Ventilation Sizing Method	ASHRAE Std 62.1-2010	
Unocc. Damper Position	Open	
Outdoor Air CO2 Level	400	ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint	10.0	°C
Heating Source	Hot Water	
Schedule	JFMAMJJASOND	
Coil position	Downstream of Mixing Point	

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature	12.8	°C
Coil Bypass Factor	0.100	
Cooling Source	Chilled Water	
Schedule	JFMAMJJASOND	
Capacity Control	Constant Temperature - Fan On	

Supply Fan Data:

Fan Type	ASHRAE 90.1 App G Fan Curve	
Configuration	Draw-thru	
Fan Performance	80	Pa
Overall Efficiency	54	%

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	83	68	54	41	30

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	21	13	7	3	0

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain	3	%
Duct Leakage	3	%

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via	Ducted Return

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
INJECTABLE AREA-A	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone	All	
Cooling T-stat: Occ.	22.0	°C
Cooling T-stat: Unocc.	22.0	°C
Heating T-stat: Occ.	21.0	°C
Heating T-stat: Unocc.	19.0	°C
T-stat Throttling Range	1.00	°K
Diversity Factor	50	%
Direct Exhaust Airflow	0.0	L/s
Direct Exhaust Fan kW	0.0	kW
Thermostat Schedule	f/t Schedule	
Unoccupied Cooling is	Available	

Supply Terminals Data:

Zone	All	
Terminal Type	VAV box	
Minimum Airflow	50.00	ACH

004-AHU-3B Iject A Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:27PM

1. General Details:

Air System Name	**004-AHU-3B Iject A**	
Equipment Type	**Chilled Water AHU**	
Air System Type	**VAV**	
Number of zones	**1**	

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control	**Constant Ventilation Airflow**	
Ventilation Sizing Method	**ASHRAE Std 62.1-2010**	
Unocc. Damper Position	**Open**	
Outdoor Air CO2 Level	**400**	ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint	**10.0**	°C
Heating Source	**Hot Water**	
Schedule	**JFMAMJJASOND**	
Coil position	**Downstream of Mixing Point**	

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature	**12.8**	°C
Coil Bypass Factor	**0.100**	
Cooling Source	**Chilled Water**	
Schedule	**JFMAMJJASOND**	
Capacity Control	**Constant Temperature - Fan On**	

Supply Fan Data:

Fan Type	**ASHRAE 90.1 App G Fan Curve**	
Configuration	**Draw-thru**	
Fan Performance	**80**	Pa
Overall Efficiency	**54**	%

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	83	68	54	41	30

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	21	13	7	3	0

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain	**3**	%
Duct Leakage	**3**	%

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via	**Ducted Return**	

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
INJECTABLE AREA-B	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone	**All**	
Cooling T-stat: Occ.	**22.0**	°C
Cooling T-stat: Unocc.	**22.0**	°C
Heating T-stat: Occ.	**21.0**	°C
Heating T-stat: Unocc.	**19.0**	°C
T-stat Throttling Range	**1.00**	°K
Diversity Factor	**50**	%
Direct Exhaust Airflow	**0.0**	L/s
Direct Exhaust Fan kW	**0.0**	kW
Thermostat Schedule	**f/t Schedule**	
Unoccupied Cooling is	**Available**	

Supply Terminals Data:

Zone	**All**	
Terminal Type	**VAV box**	
Minimum Airflow	**50.00**	ACH

005-AHU-Pack-corridors Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:27PM

1. General Details:

Air System Name **005-AHU-Pack-corridors**
Equipment Type ..... **Chilled Water AHU**
Air System Type ..... **VAV**
Number of zones **1**

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control ..... **Constant Ventilation Airflow**
Ventilation Sizing Method ..... **ASHRAE Std 62.1-2010**
Unocc. Damper Position ..... **Open**
Outdoor Air CO2 Level ..... **400** ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint ..... **10.0** °C
Heating Source ..... **Hot Water**
Schedule ..... **JFMAMJJASOND**
Coil position ..... **Downstream of Mixing Point**

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature ..... **12.8** °C
Coil Bypass Factor **0.100**
Cooling Source ..... **Chilled Water**
Schedule ..... **JFMAMJJASOND**
Capacity Control ..... **Constant Temperature - Fan On**

Supply Fan Data:

Fan Type ..... **ASHRAE 90.1 App G Fan Curve**
Configuration ..... **Draw-thru**
Fan Performance ..... **80** Pa
Overall Efficiency ..... **54** %

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	83	68	54	41	30

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	21	13	7	3	0

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain ..... **3** %
Duct Leakage ..... **3** %

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via ..... **Ducted Return**

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
PACKING AREA- CORRID0RS	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone ..... **All**
Cooling T-stat: Occ. ..... **22.0** °C
Cooling T-stat: Unocc. ..... **22.0** °C
Heating T-stat: Occ. ..... **21.0** °C
Heating T-stat: Unocc. ..... **19.0** °C
T-stat Throttling Range ..... **1.00** °K
Diversity Factor ..... **50** %
Direct Exhaust Airflow ..... **0.0** L/s
Direct Exhaust Fan kW ..... **0.0** kW

Thermostat Schedule ..... **f/t Schedule**
Unoccupied Cooling is ..... **Available**

Supply Terminals Data:

Zone ..... **All**
Terminal Type ..... **VAV box**
Minimum Airflow ..... **40.00** ACH

006-AHU-Raw Mat store Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:28PM

1. General Details:

Air System Name ..... **006-AHU-Raw Mat store**
Equipment Type ..... **Chilled Water AHU**
Air System Type ..... **VAV**
Number of zones **1**

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control ..... **Constant Ventilation Airflow**
Ventilation Sizing Method ..... **ASHRAE Std 62.1-2010**
Unocc. Damper Position ..... **Open**
Outdoor Air CO2 Level ..... **400** ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint ..... **10.0** °C
Heating Source ..... **Hot Water**
Schedule ..... **JFMAMJJASOND**
Coil position ..... **Downstream of Mixing Point**

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature ..... **12.8** °C
Coil Bypass Factor **0.100**
Cooling Source ..... **Chilled Water**
Schedule ..... **JFMAMJJASOND**
Capacity Control ..... **Constant Temperature - Fan On**

Supply Fan Data:

Fan Type ..... **Forward Curved**
Configuration ..... **Draw-thru**
Fan Performance ..... **0** Pa
Overall Efficiency ..... **54** %

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	91	81	72	61	54

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	46	40	33	27	21

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain ..... **3** %
Duct Leakage ..... **3** %

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via ..... **Ducted Return**

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
raw material store	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone ..... **All**
Cooling T-stat: Occ. ..... **22.0** °C
Cooling T-stat: Unocc. ..... **22.0** °C
Heating T-stat: Occ. ..... **21.0** °C
Heating T-stat: Unocc. ..... **19.0** °C
T-stat Throttling Range ..... **1.00** °K
Diversity Factor ..... **50** %
Direct Exhaust Airflow ..... **0.0** L/s
Direct Exhaust Fan kW ..... **0.0** kW

Thermostat Schedule ..... **f/t Schedule**
Unoccupied Cooling is ..... **Available**

Supply Terminals Data:

Zone ..... **All**
Terminal Type ..... **VAV box**
Minimum Airflow ..... **20.00** ACH

007-AHU-Finished Good store Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:28PM

1. General Details:

Air System Name	**007-AHU-Finished Good store**
Equipment Type	**Chilled Water AHU**
Air System Type	**VAV**
Number of zones	**1**

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control	**Constant Ventilation Airflow**	
Ventilation Sizing Method	**ASHRAE Std 62.1-2010**	
Unocc. Damper Position	**Closed**	
Damper Leak Rate	**0**	%
Outdoor Air CO2 Level	**400**	ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint	**10.0**	°C
Heating Source	**Hot Water**	
Schedule	**JFMAMJJASOND**	
Coil position	**Downstream of Mixing Point**	

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature	**12.8**	°C
Coil Bypass Factor	**0.100**	
Cooling Source	**Chilled Water**	
Schedule	**JFMAMJJASOND**	
Capacity Control	**Constant Temperature - Fan On**	

Supply Fan Data:

Fan Type	**ASHRAE 90.1 App G Fan Curve**	
Configuration	**Draw-thru**	
Fan Performance	**80**	Pa
Overall Efficiency	**54**	%

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	83	68	54	41	30

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	21	13	7	3	0

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain	**3**	%
Duct Leakage	**3**	%

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via	**Ducted Return**

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
finisf goods store	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone	**All**	
Cooling T-stat: Occ.	**22.0**	°C
Cooling T-stat: Unocc.	**22.0**	°C
Heating T-stat: Occ.	**21.0**	°C
Heating T-stat: Unocc.	**19.0**	°C
T-stat Throttling Range	**1.00**	°K
Diversity Factor	**50**	%
Direct Exhaust Airflow	**0.0**	L/s
Direct Exhaust Fan kW	**0.0**	kW

Thermostat Schedule	**f/t Schedule**
Unoccupied Cooling is	**Available**

Supply Terminals Data:

Zone	**All**
Terminal Type	**VAV box**

008-AHU-Labs Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:28PM

1. General Details:

Air System Name	**008-AHU-Labs**
Equipment Type	**Chilled Water AHU**
Air System Type	**VAV**
Number of zones	**1**

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control	**Constant Ventilation Airflow**	
Ventilation Sizing Method	**ASHRAE Std 62.1-2010**	
Unocc. Damper Position	**Open**	
Outdoor Air CO2 Level	**400**	ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint	**10.0**	°C
Heating Source	**Hot Water**	
Schedule	**JFMAMJJASOND**	
Coil position	**Downstream of Mixing Point**	

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature	**12.8**	°C
Coil Bypass Factor	**0.100**	
Cooling Source	**Chilled Water**	
Schedule	**JFMAMJJASOND**	
Capacity Control	**Constant Temperature - Fan On**	

Supply Fan Data:

Fan Type	**Forward Curved**	
Configuration	**Draw-thru**	
Fan Performance	**80**	Pa
Overall Efficiency	**54**	%

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	91	81	72	61	54

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	46	40	33	27	21

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain	**3**	%
Duct Leakage	**3**	%

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via	**Ducted Return**

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
labs	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone	**All**	
Cooling T-stat: Occ.	**22.0**	°C
Cooling T-stat: Unocc.	**22.0**	°C
Heating T-stat: Occ.	**21.0**	°C
Heating T-stat: Unocc.	**19.0**	°C
T-stat Throttling Range	**1.00**	°K
Diversity Factor	**50**	%
Direct Exhaust Airflow	**0.0**	L/s
Direct Exhaust Fan kW	**0.0**	kW
Thermostat Schedule	**f/t Schedule**	
Unoccupied Cooling is	**Available**	

Supply Terminals Data:

Zone	**All**	
Terminal Type	**VAV box with RH**	
Minimum Airflow	**50.00**	ACH

009-AHU-Meeting-dining R Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:29PM

1. General Details:

Air System Name ..... **009-AHU-Meeting-dining R**
Equipment Type ..... **Chilled Water AHU**
Air System Type ..... **VAV**
Number of zones **1**

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control ..... **Constant Ventilation Airflow**
Ventilation Sizing Method ..... **ASHRAE Std 62.1-2010**
Unocc. Damper Position ..... **Open**
Outdoor Air CO2 Level ..... **400** ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint ..... **10.0** °C
Heating Source ..... **Hot Water**
Schedule ..... **JFMAMJJASOND**
Coil position ..... **Downstream of Mixing Point**

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature ..... **12.8** °C
Coil Bypass Factor **0.100**
Cooling Source ..... **Chilled Water**
Schedule ..... **JFMAMJJASOND**
Capacity Control ..... **Constant Temperature - Fan On**

Supply Fan Data:

Fan Type ..... **Forward Curved**
Configuration ..... **Draw-thru**
Fan Performance ..... **80** Pa
Overall Efficiency ..... **54** %

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	91	81	72	61	54

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	46	40	33	27	21

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain ..... **3** %
Duct Leakage ..... **3** %

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via ..... **Ducted Return**

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: 2	
meeting&dining R	x1
prayer	x2

Thermostats and Zone Data:

Zone ..... **All**
Cooling T-stat: Occ. ..... **22.0** °C
Cooling T-stat: Unocc. ..... **22.0** °C
Heating T-stat: Occ. ..... **21.0** °C
Heating T-stat: Unocc. ..... **19.0** °C
T-stat Throttling Range ..... **1.00** °K
Diversity Factor ..... **50** %
Direct Exhaust Airflow ..... **0.0** L/s
Direct Exhaust Fan kW ..... **0.0** kW

Thermostat Schedule ..... **f/t Schedule**
Unoccupied Cooling is ..... **Available**

Supply Terminals Data:

Zone ..... **All**
Terminal Type ..... **VAV box**

010-AHU-Plastic Factory A Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:29PM

1. General Details:

Air System Name	**010-AHU-Plastic Factory A**
Equipment Type	**Chilled Water AHU**
Air System Type	**VAV**
Number of zones	**1**

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control	**Constant Ventilation Airflow**	
Ventilation Sizing Method	**ASHRAE Std 62.1-2010**	
Unocc. Damper Position	**Open**	
Outdoor Air CO2 Level	**400**	ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint	**10.0**	°C
Heating Source	**Hot Water**	
Schedule	**JFMAMJJASOND**	
Coil position	**Downstream of Mixing Point**	

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature	**12.8**	°C
Coil Bypass Factor	**0.100**	
Cooling Source	**Chilled Water**	
Schedule	**JFMAMJJASOND**	
Capacity Control	**Constant Temperature - Fan On**	

Supply Fan Data:

Fan Type	**ASHRAE 90.1 App G Fan Curve**	
Configuration	**Draw-thru**	
Fan Performance	**80**	Pa
Overall Efficiency	**54**	%

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	83	68	54	41	30

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	21	13	7	3	0

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain	**3**	%
Duct Leakage	**3**	%

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via	**Ducted Return**

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
plastic factory	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone	**All**	
Cooling T-stat: Occ.	**22.0**	°C
Cooling T-stat: Unocc.	**22.0**	°C
Heating T-stat: Occ.	**21.0**	°C
Heating T-stat: Unocc.	**19.0**	°C
T-stat Throttling Range	**1.00**	°K
Diversity Factor	**50**	%
Direct Exhaust Airflow	**0.0**	L/s
Direct Exhaust Fan kW	**0.0**	kW
Thermostat Schedule	**f/t Schedule**	
Unoccupied Cooling is	**Available**	

Supply Terminals Data:

Zone	**All**	
Terminal Type	**VAV box**	
Minimum Airflow	**20.00**	ACH

011-AHU- PW-Storage A Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:29PM

1. General Details:

Air System Name ..... **011-AHU- PW-Storage A**
Equipment Type ..... **Chilled Water AHU**
Air System Type ..... **VAV**
Number of zones **1**

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control ..... **Constant Ventilation Airflow**
Ventilation Sizing Method ..... **ASHRAE Std 62.1-2010**
Unocc. Damper Position ..... **Open**
Outdoor Air CO2 Level ..... **400** ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint ..... **10.0** °C
Heating Source ..... **Hot Water**
Schedule ..... **JFMAMJJASOND**
Coil position ..... **Downstream of Mixing Point**

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature ..... **12.8** °C
Coil Bypass Factor **0.100**
Cooling Source ..... **Chilled Water**
Schedule ..... **JFMAMJJASOND**
Capacity Control ..... **Constant Temperature - Fan On**

Supply Fan Data:

Fan Type ..... **ASHRAE 90.1 App G Fan Curve**
Configuration ..... **Draw-thru**
Fan Performance ..... **80** Pa
Overall Efficiency ..... **54** %

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	83	68	54	41	30

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	21	13	7	3	0

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain ..... **3** %
Duct Leakage ..... **3** %

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via ..... **Ducted Return**

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
pw&storage area	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone ..... **All**
Cooling T-stat: Occ. ..... **22.0** °C
Cooling T-stat: Unocc. ..... **22.0** °C
Heating T-stat: Occ. ..... **21.0** °C
Heating T-stat: Unocc. ..... **19.0** °C
T-stat Throttling Range ..... **1.00** °K
Diversity Factor ..... **50** %
Direct Exhaust Airflow ..... **0.0** L/s
Direct Exhaust Fan kW ..... **0.0** kW

Thermostat Schedule ..... **f/t Schedule**
Unoccupied Cooling is ..... **Available**

Supply Terminals Data:

Zone ..... **All**
Terminal Type ..... **VAV box**
Minimum Airflow ..... **20.00** ACH

`

012-AHU-Admin-Office Input Data

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:29PM

1. General Details:

Air System Name	**012-AHU-Admin-Office**	
Equipment Type	**Chilled Water AHU**	
Air System Type	**VAV**	
Number of zones	**1**	

2. Ventilation System Components:

Ventilation Air Data:

Airflow Control	**Constant Ventilation Airflow**	
Ventilation Sizing Method	**ASHRAE Std 62.1-2010**	
Unocc. Damper Position	**Open**	
Outdoor Air CO2 Level	**400**	ppm

Preheat Coil Data:

Setpoint	**10.0**	°C
Heating Source	**Hot Water**	
Schedule	**JFMAMJJASOND**	
Coil position	**Downstream of Mixing Point**	

Central Cooling Data:

Supply Air Temperature	**12.8**	°C
Coil Bypass Factor	**0.100**	
Cooling Source	**Chilled Water**	
Schedule	**JFMAMJJASOND**	
Capacity Control	**Constant Temperature - Fan On**	

Supply Fan Data:

Fan Type	**ASHRAE 90.1 App G Fan Curve**	
Configuration	**Draw-thru**	
Fan Performance	**80**	Pa
Overall Efficiency	**54**	%

% Airflow	100	90	80	70	60	50
% kW	100	83	68	54	41	30

% Airflow	40	30	20	10	0
% kW	21	13	7	3	0

Duct System Data:

Supply Duct Data:

Duct Heat Gain	**3**	%
Duct Leakage	**3**	%

Return Duct or Plenum Data:

Return Air Via	**Ducted Return**	

3. Zone Components:

Space Assignments:

Zone 1: Zone 1	
administration office	x1

Thermostats and Zone Data:

Zone	**All**	
Cooling T-stat: Occ.	**22.0**	°C
Cooling T-stat: Unocc.	**22.0**	°C
Heating T-stat: Occ.	**21.0**	°C
Heating T-stat: Unocc.	**19.0**	°C
T-stat Throttling Range	**1.00**	°K
Diversity Factor	**50**	%
Direct Exhaust Airflow	**0.0**	L/s
Direct Exhaust Fan kW	**0.0**	kW
Thermostat Schedule	**f/t Schedule**	
Unoccupied Cooling is	**Available**	

Supply Terminals Data:

Zone	**All**	
Terminal Type	**VAV box with RH**	
Minimum Airflow	**20.00**	ACH

ملخص مخرجات برنامج الهاب لوحدات مناوله الهواء

Air System Sizing Summary for 001-AHU-Powder A

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

10/19/2017
04:46PM

Air System Information

Air System Name	001-AHU-Powder A		Number of zones	1	
Equipment Class	CW AHU		Floor Area	252.6	m²
Air System Type	VAV		Location	khartoum, sudan	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	Mar to Sep		Zone L/s Sizing	Peak zone sensible load	
Sizing Data	Calculated		Space L/s Sizing	Coincident space loads	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	17.1	kW	Load occurs at	Jun 1500	
Sensible coil load	13.1	kW	OA DB / WB	42.4 / 26.0	°C
Coil L/s at Jun 1500	8680	L/s	Entering DB / WB	13.9 / 13.2	°C
Max block L/s at Jan 0000	8680	L/s	Leaving DB / WB	12.6 / 12.6	°C
Sum of peak zone L/s	8680	L/s	Coil ADP	12.5	°C
Sensible heat ratio	0.764		Bypass Factor	0.100	
m²/kW	14.7		Resulting RH	97	%
W/m²	67.8		Design supply temp.	12.8	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	0.74	L/s	Zone T-stat Check	1 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0.0	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	8680	L/s	Fan motor BHP	1.62	BHP
Standard L/s	8638	L/s	Fan motor kW	1.29	kW
Actual max L/(s-m²)	34.36	L/(s-m²)	Fan static	80	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	247	L/s	L/s/person	123.67	L/s/person
L/(s-m²)	0.98	L/(s-m²)			

`

System Psychrometrics for 001-AHU-Powder A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:46PM

June DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	42.4	0.01450	247	400	8729	3921
Vent - Return Mixing	Outlet	13.9	0.00925	8680	791	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.9	0.00925	8680	791	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.6	0.00909	8680	791	13084	4043
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00909	8680	791	1286	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00909	8420	791	-	-
Zone Air	-	13.1	0.00909	8420	803	3012	120
Return Plenum	Outlet	13.1	0.00909	8420	803	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00909	260	791	-	-
Return Duct	Outlet	13.1	0.00909	8680	803	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	1883	Deadband	3012	13.1	8420	803	0	0

System Psychrometrics for 001-AHU-Powder A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:46PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	247	400	6574	3775
Vent - Return Mixing	Outlet	13.5	0.00927	8680	736	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.5	0.00927	8680	736	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00912	8680	736	8893	3775
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00912	8680	736	1286	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00912	8420	736	-	-
Zone Air	-	12.9	0.00912	8420	746	1033	0
Return Plenum	Outlet	12.9	0.00912	8420	746	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00912	260	736	-	-
Return Duct	Outlet	12.9	0.00912	8680	746	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Deadband	1033	12.9	8420	746	0	0

Air System Sizing Summary for 002-AHU-Liquids A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:46PM

Air System Information

Air System Name	**002-AHU-Liquids A**		Number of zones	**1**
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**252.6** m²
Air System Type	**VAV**		Location	**khartoum, sudan**

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Mar to Sep**	Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**
Sizing Data	**Calculated**	Space L/s Sizing	**Coincident space loads**

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**17.1**	kW	Load occurs at	**Jun 1500**	
Sensible coil load	**13.1**	kW	OA DB / WB	**42.4 / 26.0**	°C
Coil L/s at Jun 1500	**8680**	L/s	Entering DB / WB	**13.9 / 13.2**	°C
Max block L/s at Jan 0000	**8680**	L/s	Leaving DB / WB	**12.6 / 12.6**	°C
Sum of peak zone L/s	**8680**	L/s	Coil ADP	**12.5**	°C
Sensible heat ratio	**0.764**		Bypass Factor	**0.100**	
m²/kW	**14.8**		Resulting RH	**97**	%
W/m²	**67.7**		Design supply temp.	**12.8**	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	**0.74**	L/s	Zone T-stat Check	**1 of 1**	OK
			Max zone temperature deviation	**0.0**	°K

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	**8680**	L/s	Fan motor BHP	**1.62**	BHP
Standard L/s	**8638**	L/s	Fan motor kW	**1.29**	kW
Actual max L/(s-m²)	**34.36**	L/(s-m²)	Fan static	**80**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**247**	L/s	L/s/person	**123.67**	L/s/person
L/(s-m²)	**0.98**	L/(s-m²)			

System Psychrometrics for 002-AHU-Liquids A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:46PM

June DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	42.4	0.01450	247	400	8730	3921
Vent - Return Mixing	Outlet	13.9	0.00925	8680	791	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.6	0.00909	8680	791	13066	4043
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00909	8680	791	1286	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00909	8420	791	-	-
Zone Air	-	13.1	0.00909	8420	803	2994	120
Return Plenum	Outlet	13.1	0.00909	8420	803	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00909	260	791	-	-
Return Duct	Outlet	13.1	0.00909	8680	803	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	1865	Deadband	2994	13.1	8420	803	0	0

System Psychrometrics for 002-AHU-Liquids A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:46PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	247	400	6574	3775
Vent - Return Mixing	Outlet	13.5	0.00927	8680	736	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00912	8680	736	8893	3775
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00912	8680	736	1286	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00912	8420	736	-	-
Zone Air	-	12.9	0.00912	8420	746	1033	0
Return Plenum	Outlet	12.9	0.00912	8420	746	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00912	260	736	-	-
Return Duct	Outlet	12.9	0.00912	8680	746	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Deadband	1033	12.9	8420	746	0	0

Air System Sizing Summary for 003-AHU-3A Injec A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:47PM

Air System Information

Air System Name	003-AHU-3A Injec A	Number of zones	1
Equipment Class	CW AHU	Floor Area	187.5 m²
Air System Type	VAV	Location	khartoum, sudan

Sizing Calculation Information

Calculation Months	Mar to Sep	Zone L/s Sizing	Peak zone sensible load
Sizing Data	Calculated	Space L/s Sizing	Coincident space loads

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	12.9	kW	Load occurs at	Jun 1500	
Sensible coil load	9.9	kW	OA DB / WB	42.4 / 26.0	°C
Coil L/s at Jun 1500	8054	L/s	Entering DB / WB	13.7 / 13.1	°C
Max block L/s at Jan 0000	8054	L/s	Leaving DB / WB	12.7 / 12.6	°C
Sum of peak zone L/s	8054	L/s	Coil ADP	12.5	°C
Sensible heat ratio	0.768		Bypass Factor	0.100	
m²/kW	14.5		Resulting RH	97	%
W/m²	69.1		Design supply temp.	12.8	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	0.56	L/s	Zone T-stat Check	1 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0.0	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	8054	L/s	Fan motor BHP	1.50	BHP
Standard L/s	8015	L/s	Fan motor kW	1.19	kW
Actual max L/(s-m²)	42.96	L/(s-m²)	Fan static	80	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	184	L/s	L/s/person	122.50	L/s/person
L/(s-m²)	0.98	L/(s-m²)			

`

System Psychrometrics for 003-AHU-3A Injec A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:47PM

June DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	42.4	0.01450	184	400	6498	2907
Vent - Return Mixing	Outlet	13.7	0.00923	8054	793	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.7	0.00923	8054	793	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00910	8054	793	9949	2999
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00910	8054	793	1193	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00910	7813	793	-	-
Zone Air	-	13.0	0.00911	7813	802	2216	90
Return Plenum	Outlet	13.0	0.00911	7813	802	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00910	242	793	-	-
Return Duct	Outlet	13.0	0.00911	8054	802	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	1373	Deadband	2216	13.0	7813	802	0	0

System Psychrometrics for 003-AHU-3A Injec A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:47PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	184	400	4888	2801
Vent - Return Mixing	Outlet	13.4	0.00924	8054	791	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.4	0.00924	8054	791	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00912	8054	791	6849	2801
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00912	8054	791	1193	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00912	7813	791	-	-
Zone Air	-	12.9	0.00912	7813	800	767	0
Return Plenum	Outlet	12.9	0.00912	7813	800	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00912	242	791	-	-
Return Duct	Outlet	12.9	0.00912	8054	800	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Deadband	767	12.9	7813	800	0	0

Air System Sizing Summary for 004-AHU-3B Iject A

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

10/19/2017
04:47PM

Air System Information

Air System Name	004-AHU-3B Iject A		Number of zones	1	
Equipment Class	CW AHU		Floor Area	187.5	m²
Air System Type	VAV		Location	khartoum, sudan	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	Mar to Sep	Zone L/s Sizing	Peak zone sensible load
Sizing Data	Calculated	Space L/s Sizing	Coincident space loads

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	12.9	kW	Load occurs at	Jun 1500	
Sensible coil load	9.9	kW	OA DB / WB	42.4 / 26.0	°C
Coil L/s at Jun 1500	8054	L/s	Entering DB / WB	13.7 / 13.1	°C
Max block L/s at Jan 0000	8054	L/s	Leaving DB / WB	12.7 / 12.6	°C
Sum of peak zone L/s	8054	L/s	Coil ADP	12.5	°C
Sensible heat ratio	0.768		Bypass Factor	0.100	
m²/kW	14.5		Resulting RH	97	%
W/m²	69.1		Design supply temp.	12.8	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	0.56	L/s	Zone T-stat Check	1 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0.0	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	8054	L/s	Fan motor BHP	1.50	BHP
Standard L/s	8015	L/s	Fan motor kW	1.19	kW
Actual max L/(s-m²)	42.96	L/(s-m²)	Fan static	80	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	184	L/s	L/s/person	122.50	L/s/person
L/(s-m²)	0.98	L/(s-m²)			

System Psychrometrics for 004-AHU-3B Ject A

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

10/19/2017
04:47PM

June DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	42.4	0.01450	184	400	6498	2907
Vent - Return Mixing	Outlet	13.7	0.00923	8054	793	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.7	0.00923	8054	793	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00910	8054	793	9949	2999
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00910	8054	793	1193	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00910	7813	793	-	-
Zone Air	-	13.0	0.00911	7813	802	2216	90
Return Plenum	Outlet	13.0	0.00911	7813	802	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00910	242	793	-	-
Return Duct	Outlet	13.0	0.00911	8054	802	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	1373	Deadband	2216	13.0	7813	802	0	0

System Psychrometrics for 004-AHU-3B Ject A

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

10/19/2017
04:47PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	184	400	4888	2801
Vent - Return Mixing	Outlet	13.4	0.00924	8054	791	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.4	0.00924	8054	791	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00912	8054	791	6849	2801
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00912	8054	791	1193	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00912	7813	791	-	-
Zone Air	-	12.9	0.00912	7813	800	767	0
Return Plenum	Outlet	12.9	0.00912	7813	800	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00912	242	791	-	-
Return Duct	Outlet	12.9	0.00912	8054	800	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Deadband	767	12.9	7813	800	0	0

Air System Sizing Summary for 005-AHU-Pack-corridors

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:48PM

Air System Information

Air System Name	**005-AHU-Pack-corridors**		Number of zones	**1**	
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**311.3**	m²
Air System Type	**VAV**		Location	**khartoum, sudan**	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Mar to Sep**		Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**	
Sizing Data	**Calculated**		Space L/s Sizing	**Coincident space loads**	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**25.9**	kW	Load occurs at	**Jun 1500**	
Sensible coil load	**19.3**	kW	OA DB / WB	**42.4 / 26.0**	°C
Coil L/s at Jun 1500	**10698**	L/s	Entering DB / WB	**14.1 / 13.4**	°C
Max block L/s at Jan 0000	**10698**	L/s	Leaving DB / WB	**12.6 / 12.6**	°C
Sum of peak zone L/s	**10698**	L/s	Coil ADP	**12.5**	°C
Sensible heat ratio	**0.744**		Bypass Factor	**0.100**	
m²/kW	**12.0**		Resulting RH	**96**	%
W/m²	**83.3**		Design supply temp.	**12.8**	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	**1.12**	L/s	Zone T-stat Check	**1 of 1**	OK
			Max zone temperature deviation	**0.0**	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	**10698**	L/s	Fan motor BHP	**2.00**	BHP
Standard L/s	**10646**	L/s	Fan motor kW	**1.58**	kW
Actual max L/(s-m²)	**34.36**	L/(s-m²)	Fan static	**80**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**380**	L/s	L/s/person	**38.02**	L/s/person
L/(s-m²)	**1.22**	L/(s-m²)			

`

System Psychrometrics for 005-AHU-Pack-corridors

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:48PM

June DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	42.4	0.01450	380	400	13399	6024
Vent - Return Mixing	Outlet	14.1	0.00929	10698	796	-	-
Preheat Coil	Outlet	14.1	0.00929	10698	796	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.6	0.00908	10698	796	19301	6628
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00908	10698	796	1585	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00908	10377	796	-	-
Zone Air	-	13.1	0.00910	10377	811	4232	601
Return Plenum	Outlet	13.1	0.00910	10377	811	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00908	321	796	-	-
Return Duct	Outlet	13.1	0.00910	10698	811	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	2848	Deadband	4232	13.1	10377	811	0	0

System Psychrometrics for 005-AHU-Pack-corridors

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:48PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	380	400	10104	5810
Vent - Return Mixing	Outlet	13.7	0.00930	10698	669	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.7	0.00930	10698	669	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00911	10698	669	12962	5810
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00911	10698	669	1585	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00911	10377	669	-	-
Zone Air	-	12.9	0.00911	10377	679	1273	0
Return Plenum	Outlet	12.9	0.00911	10377	679	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00911	321	669	-	-
Return Duct	Outlet	12.9	0.00911	10698	679	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Deadband	1273	12.9	10377	679	0	0

Air System Sizing Summary for 006-AHU-Raw Mat store

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:48PM

Air System Information

Air System Name	**006-AHU-Raw Mat store**		Number of zones	**1**	
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**600.0**	m²
Air System Type	**VAV**		Location	**khartoum, sudan**	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Mar to Sep**	Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**
Sizing Data	**Calculated**	Space L/s Sizing	**Coincident space loads**

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**29.3**	kW	Load occurs at	**Jun 1500**	
Sensible coil load	**23.3**	kW	OA DB / WB	**42.4 / 26.0**	°C
Coil L/s at Jun 1500	**17182**	L/s	Entering DB / WB	**13.9 / 13.3**	°C
Max block L/s at Jan 0000	**17182**	L/s	Leaving DB / WB	**12.8 / 12.7**	°C
Sum of peak zone L/s	**17182**	L/s	Coil ADP	**12.6**	°C
Sensible heat ratio	**0.796**		Bypass Factor	**0.100**	
m²/kW	**20.5**		Resulting RH	**96**	%
W/m²	**48.8**		Design supply temp.	**12.8**	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	**1.26**	L/s	Zone T-stat Check	**1 of 1**	OK
			Max zone temperature deviation	**0.0**	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	**17182**	L/s	Fan motor BHP	**0.00**	BHP
Standard L/s	**17099**	L/s	Fan motor kW	**0.00**	kW
Actual max L/(s-m²)	**28.64**	L/(s-m²)	Fan static	**0**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**373**	L/s	L/s/person	**149.00**	L/s/person
L/(s-m²)	**0.62**	L/(s-m²)			

System Psychrometrics for 006-AHU-Raw Mat store

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:48PM

June DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	42.4	0.01450	373	400	13057	5823
Vent - Return Mixing	Outlet	13.9	0.00928	17182	793	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.9	0.00928	17182	793	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.8	0.00917	17182	793	23322	5977
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00917	17182	793	0	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00917	16667	793	-	-
Zone Air	-	13.3	0.00917	16667	802	10093	150
Return Plenum	Outlet	13.3	0.00917	16667	802	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00917	515	793	-	-
Return Duct	Outlet	13.3	0.00917	17182	802	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	5729	Deadband	10093	13.3	16667	802	0	0

System Psychrometrics for 006-AHU-Raw Mat store

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:48PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	373	400	9857	5595
Vent - Return Mixing	Outlet	13.5	0.00931	17182	791	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.5	0.00931	17182	791	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.8	0.00920	17182	791	13891	5595
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00920	17182	791	0	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00920	16667	791	-	-
Zone Air	-	13.0	0.00920	16667	800	4034	0
Return Plenum	Outlet	13.0	0.00920	16667	800	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00920	515	791	-	-
Return Duct	Outlet	13.0	0.00920	17182	800	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Deadband	4034	13.0	16667	800	0	0

Air System Sizing Summary for 007-AHU-Finished Good store

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:49PM

Air System Information

Air System Name	**007-AHU-Finished Good store**		Number of zones	**1**	
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**404.2**	m²
Air System Type	**VAV**		Location	**khartoum, sudan**	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Mar to Sep**		Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**	
Sizing Data	**Calculated**		Space L/s Sizing	**Coincident space loads**	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**21.8**	kW	Load occurs at	**Jun 1500**	
Sensible coil load	**17.6**	kW	OA DB / WB	**42.4 / 26.0**	°C
Coil L/s at Jun 1500	**11575**	L/s	Entering DB / WB	**13.9 / 13.2**	°C
Max block L/s at Jan 0000	**11575**	L/s	Leaving DB / WB	**12.6 / 12.6**	°C
Sum of peak zone L/s	**11575**	L/s	Coil ADP	**12.5**	°C
Sensible heat ratio	**0.808**		Bypass Factor	**0.100**	
m²/kW	**18.5**		Resulting RH	**95**	%
W/m²	**54.0**		Design supply temp.	**12.8**	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	**0.94**	L/s	Zone T-stat Check	**1 of 1**	OK
			Max zone temperature deviation	**0.0**	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	**11575**	L/s	Fan motor BHP	**2.16**	BHP
Standard L/s	**11519**	L/s	Fan motor kW	**1.71**	kW
Actual max L/(s-m²)	**28.64**	L/(s-m²)	Fan static	**80**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**255**	L/s	L/s/person	**102.01**	L/s/person
L/(s-m²)	**0.63**	L/(s-m²)			

`

System Psychrometrics for 007-AHU-Finished Good store

Project Name: bash pharma 10/19/2017
Prepared by: hp-PC 04:49PM

June DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	42.4	0.01450	255	400	8938	4048
Vent - Return Mixing	Outlet	13.9	0.00921	11575	794	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.9	0.00921	11575	794	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.6	0.00908	11575	794	17627	4201
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00908	11575	794	1715	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00908	11228	794	-	-
Zone Air	-	13.3	0.00909	11228	803	6857	150
Return Plenum	Outlet	13.3	0.00909	11228	803	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00908	347	794	-	-
Return Duct	Outlet	13.3	0.00909	11575	802	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	3918	Deadband	6857	13.3	11228	803	0	0

System Psychrometrics for 007-AHU-Finished Good store

Project Name: bash pharma 10/19/2017
Prepared by: hp-PC 04:49PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	255	400	6748	3893
Vent - Return Mixing	Outlet	13.5	0.00923	11575	791	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.5	0.00923	11575	791	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00912	11575	791	11181	3893
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00912	11575	791	1715	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00912	11228	791	-	-
Zone Air	-	13.0	0.00912	11228	800	2717	0
Return Plenum	Outlet	13.0	0.00912	11228	800	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00912	347	791	-	-
Return Duct	Outlet	13.0	0.00912	11575	800	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Deadband	2717	13.0	11228	800	0	0

Air System Sizing Summary for 008-AHU-Labs

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:49PM

Air System Information

Air System Name	**008-AHU-Labs**		Number of zones	**1**	
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**157.0**	m²
Air System Type	**VAV**		Location	**khartoum, sudan**	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Mar to Sep**	Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**
Sizing Data	**Calculated**	Space L/s Sizing	**Coincident space loads**

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**61.9**	kW	Load occurs at	**Jun 1500**	
Sensible coil load	**57.5**	kW	OA DB / WB	**42.4 / 26.0**	°C
Coil L/s at Jun 1500	**5845**	L/s	Entering DB / WB	**20.8 / 15.6**	°C
Max block L/s at Jan 0000	**5845**	L/s	Leaving DB / WB	**12.6 / 12.1**	°C
Sum of peak zone L/s	**5845**	L/s	Coil ADP	**11.7**	°C
Sensible heat ratio	**0.929**		Bypass Factor	**0.100**	
m²/kW	**2.5**		Resulting RH	**59**	%
W/m²	**394.1**		Design supply temp.	**12.8**	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	**2.67**	L/s	Zone T-stat Check	**1 of 1**	OK
			Max zone temperature deviation	**0.0**	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	**5845**	L/s	Fan motor BHP	**1.09**	BHP
Standard L/s	**5816**	L/s	Fan motor kW	**0.87**	kW
Actual max L/(s-m²)	**37.23**	L/(s-m²)	Fan static	**80**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**239**	L/s	L/s/person	**47.83**	L/s/person
L/(s-m²)	**1.52**	L/(s-m²)			

System Psychrometrics for 008-AHU-Labs

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:49PM

June DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	42.4	0.01450	239	400	6473	4094
Vent - Return Mixing	Outlet	20.8	0.00890	5845	793	-	-
Preheat Coil	Outlet	20.8	0.00890	5845	793	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.6	0.00864	5845	793	57478	4396
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00864	5845	793	866	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00864	5669	793	-	-
Zone Air	-	20.1	0.00866	5669	810	1548	300
Return Plenum	Outlet	20.1	0.00866	5669	810	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00864	175	793	-	-
Return Duct	Outlet	19.9	0.00866	5845	810	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	1421	Heating	1548	20.1	5669	810	48548	0

System Psychrometrics for 008-AHU-Labs

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:49PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	239	400	4341	3967
Vent - Return Mixing	Outlet	20.5	0.00890	5845	632	-	-
Preheat Coil	Outlet	20.5	0.00890	5845	632	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00867	5845	632	55142	3967
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00867	5845	632	866	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00867	5669	632	-	-
Zone Air	-	20.1	0.00867	5669	642	61	0
Return Plenum	Outlet	20.1	0.00867	5669	642	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00867	175	632	-	-
Return Duct	Outlet	19.9	0.00867	5845	642	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Heating	61	20.1	5669	642	49874	0

Air System Sizing Summary for 009-AHU-Meeting-dining R

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:50PM

Air System Information

Air System Name	**009-AHU-Meeting-dining R**		Number of zones	**1**	
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**332.0**	m²
Air System Type	**VAV**		Location	**khartoum, sudan**	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Mar to Sep**	Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**
Sizing Data	**Calculated**	Space L/s Sizing	**Coincident space loads**

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**19.7**	kW	Load occurs at	**Jun 1500**	
Sensible coil load	**14.5**	kW	OA DB / WB	**42.4 / 26.0**	°C
Coil L/s at Jun 1500	**5065**	L/s	Entering DB / WB	**15.0 / 13.8**	°C
Max block L/s at Jan 0000	**5065**	L/s	Leaving DB / WB	**12.6 / 12.5**	°C
Sum of peak zone L/s	**5065**	L/s	Coil ADP	**12.4**	°C
Sensible heat ratio	**0.736**		Bypass Factor	**0.100**	
m²/kW	**16.8**		Resulting RH	**92**	%
W/m²	**59.4**		Design supply temp.	**12.8**	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	**0.85**	L/s	Zone T-stat Check	**1 of 1**	OK
			Max zone temperature deviation	**0.0**	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	**5065**	L/s	Fan motor BHP	**0.95**	BHP
Standard L/s	**5041**	L/s	Fan motor kW	**0.75**	kW
Actual max L/(s-m²)	**15.26**	L/(s-m²)	Fan static	**80**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**198**	L/s	L/s/person	**5.66**	L/s/person
L/(s-m²)	**0.60**	L/(s-m²)			

System Psychrometrics for 009-AHU-Meeting-dining R

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:50PM

June DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	42.4	0.01450	198	400	6789	3098
Vent - Return Mixing	Outlet	15.0	0.00937	5065	1637	-	-
Preheat Coil	Outlet	15.0	0.00937	5065	1637	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.6	0.00902	5065	1637	14514	5203
Supply Fan	Outlet	12.7	0.00902	5065	1637	750	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00902	4913	1637	-	-
Zone Air	-	13.9	0.00917	4913	1690	6807	2103
Return Plenum	Outlet	13.9	0.00917	4913	1690	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.7	0.00902	152	1637	-	-
Return Duct	Outlet	13.9	0.00916	5065	1688	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
2	5584	Deadband	6807	13.9	4913	1690	0	0

System Psychrometrics for 009-AHU-Meeting-dining R

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:50PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	198	400	5214	3034
Vent - Return Mixing	Outlet	13.9	0.00930	5065	638	-	-
Preheat Coil	Outlet	13.9	0.00930	5065	638	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00910	5065	638	7767	3034
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00910	5065	638	750	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00910	4913	638	-	-
Zone Air	-	13.1	0.00910	4913	648	1803	0
Return Plenum	Outlet	13.1	0.00910	4913	648	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00910	152	638	-	-
Return Duct	Outlet	13.1	0.00910	5065	648	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
2	0	Deadband	1803	13.1	4913	648	0	0

Air System Sizing Summary for 010-AHU-Plastic Factory A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:50PM

Air System Information

Air System Name	**010-AHU-Plastic Factory A**		Number of zones	**1**	
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**232.0**	m²
Air System Type	**VAV**		Location	**khartoum, sudan**	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Mar to Sep**	Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**
Sizing Data	**Calculated**	Space L/s Sizing	**Coincident space loads**

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**15.9**	kW	Load occurs at	**Jul 1500**	
Sensible coil load	**12.0**	kW	OA DB / WB	**43.0 / 26.0**	°C
Coil L/s at Jul 1500	**3986**	L/s	Entering DB / WB	**15.2 / 13.8**	°C
Max block L/s at Jan 0000	**3986**	L/s	Leaving DB / WB	**12.6 / 12.5**	°C
Sum of peak zone L/s	**3986**	L/s	Coil ADP	**12.4**	°C
Sensible heat ratio	**0.758**		Bypass Factor	**0.100**	
m²/kW	**14.6**		Resulting RH	**94**	%
W/m²	**68.5**		Design supply temp.	**12.8**	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	**0.68**	L/s	Zone T-stat Check	**1 of 1**	OK
			Max zone temperature deviation	**0.0**	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	**3986**	L/s	Fan motor BHP	**0.74**	BHP
Standard L/s	**3967**	L/s	Fan motor kW	**0.59**	kW
Actual max L/(s-m²)	**17.18**	L/(s-m²)	Fan static	**80**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**239**	L/s	L/s/person	**79.60**	L/s/person
L/(s-m²)	**1.03**	L/(s-m²)			

System Psychrometrics for 010-AHU-Plastic Factory A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:50PM

July DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	43.0	0.01427	239	400	8496	3666
Vent - Return Mixing	Outlet	15.2	0.00935	3986	686	-	-
Preheat Coil	Outlet	15.2	0.00935	3986	686	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.6	0.00902	3986	686	12046	3848
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00902	3986	686	591	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00902	3867	686	-	-
Zone Air	-	13.4	0.00904	3867	705	2902	180
Return Plenum	Outlet	13.4	0.00904	3867	705	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00902	120	686	-	-
Return Duct	Outlet	13.4	0.00904	3986	705	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	1903	Deadband	2902	13.4	3867	705	0	0

System Psychrometrics for 010-AHU-Plastic Factory A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:50PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	239	400	6318	3669
Vent - Return Mixing	Outlet	14.3	0.00940	3986	549	-	-
Preheat Coil	Outlet	14.3	0.00940	3986	549	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00908	3986	549	7858	3669
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00908	3986	549	591	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00908	3867	549	-	-
Zone Air	-	13.0	0.00908	3867	558	949	0
Return Plenum	Outlet	13.0	0.00908	3867	558	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00908	120	549	-	-
Return Duct	Outlet	13.0	0.00908	3986	558	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Deadband	949	13.0	3867	558	0	0

Air System Sizing Summary for 011-AHU- PW-Storage A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:51PM

Air System Information

Air System Name	**011-AHU- PW-Storage A**		Number of zones	**1**	
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**185.0**	m²
Air System Type	**VAV**		Location	**khartoum, sudan**	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Mar to Sep**		Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**	
Sizing Data	**Calculated**		Space L/s Sizing	**Coincident space loads**	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**12.8**	kW	Load occurs at	**Jul 1500**	
Sensible coil load	**9.7**	kW	OA DB / WB	**43.0 / 26.0**	°C
Coil L/s at Jul 1500	**3179**	L/s	Entering DB / WB	**15.2 / 13.8**	°C
Max block L/s at Jan 0000	**3179**	L/s	Leaving DB / WB	**12.6 / 12.5**	°C
Sum of peak zone L/s	**3179**	L/s	Coil ADP	**12.4**	°C
Sensible heat ratio	**0.758**		Bypass Factor	**0.100**	
m²/kW	**14.5**		Resulting RH	**94**	%
W/m²	**69.0**		Design supply temp.	**12.8**	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	**0.55**	L/s	Zone T-stat Check	**1 of 1**	OK
			Max zone temperature deviation	**0.0**	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	**3179**	L/s	Fan motor BHP	**0.59**	BHP
Standard L/s	**3163**	L/s	Fan motor kW	**0.47**	kW
Actual max L/(s-m²)	**17.18**	L/(s-m²)	Fan static	**80**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**192**	L/s	L/s/person	**76.60**	L/s/person
L/(s-m²)	**1.04**	L/(s-m²)			

`

System Psychrometrics for 011-AHU- PW-Storage A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:51PM

July DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	43.0	0.01427	192	400	6811	2940
Vent - Return Mixing	Outlet	15.2	0.00935	3179	688	-	-
Preheat Coil	Outlet	15.2	0.00935	3179	688	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.6	0.00902	3179	688	9679	3092
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00902	3179	688	471	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00902	3083	688	-	-
Zone Air	-	13.4	0.00903	3083	707	2350	150
Return Plenum	Outlet	13.4	0.00903	3083	707	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00902	95	688	-	-
Return Duct	Outlet	13.4	0.00903	3179	707	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	1555	Deadband	2350	13.4	3083	707	0	0

System Psychrometrics for 011-AHU- PW-Storage A

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:51PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	192	400	5067	2943
Vent - Return Mixing	Outlet	14.3	0.00940	3179	548	-	-
Preheat Coil	Outlet	14.3	0.00940	3179	548	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00908	3179	548	6294	2943
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00908	3179	548	471	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00908	3083	548	-	-
Zone Air	-	13.0	0.00908	3083	558	757	0
Return Plenum	Outlet	13.0	0.00908	3083	558	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00908	95	548	-	-
Return Duct	Outlet	13.0	0.00908	3179	558	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Deadband	757	13.0	3083	558	0	0

Air System Sizing Summary for 012-AHU-Admin-Office

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:51PM

Air System Information

Air System Name	**012-AHU-Admin-Office**		Number of zones	**1**	
Equipment Class	**CW AHU**		Floor Area	**650.0**	m²
Air System Type	**VAV**		Location	**khartoum, sudan**	

Sizing Calculation Information

Calculation Months	**Mar to Sep**		Zone L/s Sizing	**Peak zone sensible load**	
Sizing Data	**Calculated**		Space L/s Sizing	**Coincident space loads**	

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	**112.1**	kW	Load occurs at	**Jul 1500**	
Sensible coil load	**100.8**	kW	OA DB / WB	**43.0 / 26.0**	°C
Coil L/s at Jul 1500	**9679**	L/s	Entering DB / WB	**21.3 / 15.8**	°C
Max block L/s at Jan 0000	**9679**	L/s	Leaving DB / WB	**12.6 / 12.1**	°C
Sum of peak zone L/s	**9679**	L/s	Coil ADP	**11.7**	°C
Sensible heat ratio	**0.899**		Bypass Factor	**0.100**	
m²/kW	**5.8**		Resulting RH	**59**	%
W/m²	**172.5**		Design supply temp.	**12.8**	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	**4.83**	L/s	Zone T-stat Check	**1 of 1**	OK
			Max zone temperature deviation	**0.0**	°K

Preheat Coil Sizing Data

No heating coil loads occurred during this calculation.

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s at Jan 0000	**9679**	L/s	Fan motor BHP	**1.81**	BHP
Standard L/s	**9632**	L/s	Fan motor kW	**1.43**	kW
Actual max L/(s-m²)	**14.89**	L/(s-m²)	Fan static	**80**	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s	**525**	L/s	L/s/person	**11.67**	L/s/person
L/(s-m²)	**0.81**	L/(s-m²)			

System Psychrometrics for 012-AHU-Admin-Office

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:51PM

July DESIGN COOLING DAY, 1500

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	43.0	0.01427	525	400	14477	8562
Vent - Return Mixing	Outlet	21.3	0.00901	9679	1148	-	-
Preheat Coil	Outlet	21.3	0.00901	9679	1148	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.6	0.00861	9679	1148	100832	11270
Supply Fan	Outlet	12.7	0.00861	9679	1148	1434	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00861	9389	1148	-	-
Zone Air	-	20.3	0.00871	9389	1193	17021	2704
Return Plenum	Outlet	20.3	0.00871	9389	1193	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.7	0.00861	290	1148	-	-
Return Duct	Outlet	20.0	0.00871	9679	1191	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	13051	Heating	17021	20.3	9389	1193	67509	0

System Psychrometrics for 012-AHU-Admin-Office

Project Name: bash pharma — 10/19/2017
Prepared by: hp-PC — 04:51PM

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°C)	Specific Humidity (kg/kg)	Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (W)	Latent Heat (W)
Ventilation Air	Inlet	35.0	0.01432	525	400	9519	8717
Vent - Return Mixing	Outlet	20.7	0.00897	9679	573	-	-
Preheat Coil	Outlet	20.7	0.00897	9679	573	0	-
Central Cooling Coil	Outlet	12.7	0.00866	9679	573	93854	8717
Supply Fan	Outlet	12.8	0.00866	9679	573	1434	-
Cold Supply Duct	Outlet	12.8	0.00866	9389	573	-	-
Zone Air	-	20.1	0.00866	9389	583	2005	0
Return Plenum	Outlet	20.1	0.00866	9389	583	0	-
Duct Leakage Air	Outlet	12.8	0.00866	290	573	-	-
Return Duct	Outlet	19.9	0.00866	9679	583	-	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.207; At site altitude = 1.201 W/(L/s-K)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 2947.6; At site altitude = 2933.3 W/(L/s)
Site Altitude = 41.0 m

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (W)	T-stat Mode	Zone Cond (W)	Zone Temp (°C)	Zone Airflow (L/s)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (W)	Zone Heating Unit (W)
Zone 1	0	Heating	2005	20.1	9389	583	80896	0

ملخص مخرجات برنامج الهاب لمحطه الماء البارد (الجلر)

Plant Sizing Summary for chiller Plant

bash pharma
hp-PC

10/19/2017
05:04PM

1. Plant Information:

Plant Name ..... **chiller Plant**
Plant Type ..... **Generic Chilled Water**
Design Weather ..... **khartoum, sudan**

2. Cooling Plant Sizing Data:

Maximum Plant Load ..... **359.5** kW
Load occurs at ..... **Jun 1500**
m²/kW ..... **10.4** m²/kW
Floor area served by plant ..... **3751.7** m²

3. Coincident Cooling Loads for Jun 1500

Air System Name	Mult.	System Cooling Coil Load [kW]
001-AHU-Powder A	1	17.1
002-AHU-Liquids A	1	17.1
003-AHU-3A Injec A	1	12.9
004-AHU-3B Iject A	1	12.9
005-AHU-Pack-corridors	1	25.9
006-AHU-Raw Mat store	1	29.3
007-AHU-Finished Good store	1	21.8
008-AHU-Labs	1	61.9
009-AHU-Meeting-dining R	1	19.7
010-AHU-Plastic Factory A	1	15.9
011-AHU- PW-Storage A	1	12.8
012-AHU-Admin-Office	1	112.1

Air system loads are for coils whose cooling source is ' Chilled Water ' or ' Any ' .

chiller Plant Input Data

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 05:03PM

1. General Details:

Plant Name ..... **chiller Plant**
Plant Type ..... **Generic Chilled Water**

2. Air Systems served by Plant:

Air System Name	Mult.
001-AHU-Powder A	1
002-AHU-Liquids A	1
003-AHU-3A Injec A	1
004-AHU-3B Ject A	1
005-AHU-Pack-corridors	1
006-AHU-Raw Mat store	1
007-AHU-Finished Good store	1
008-AHU-Labs	1
009-AHU-Meeting-dining R	1
010-AHU-Plastic Factory A	1
011-AHU- PW-Storage A	1
012-AHU-Admin-Office	1

`

Hourly Chiller Load Profiles for chiller Plant

bash pharma 10/19/2017
hp-PC 05:04PM

1. Plant Information:

Plant Name ..... **chiller Plant**
Plant Type ..... **Generic Chilled Water**
Design Weather ..... **khartoum, sudan**

2. Chiller Load Profiles from July to July :

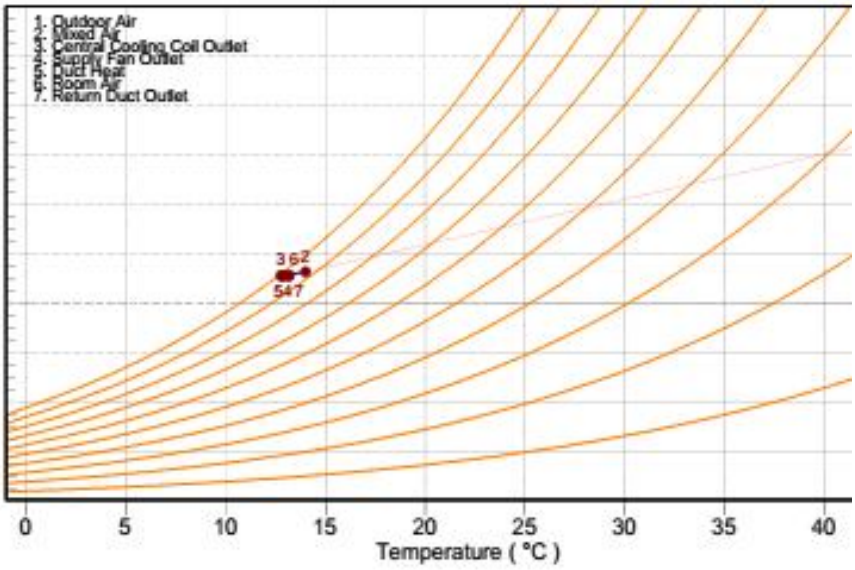
	DESIGN MONTH: JULY	
Hour	OA TEMP [°C]	TOTAL COOLING [kW]
0000	29.9	307.8
0100	29.1	304.6
0200	28.3	301.4
0300	27.6	298.9
0400	27.2	297.0
0500	27.0	296.4
0600	27.3	297.7
0700	28.1	300.8
0800	29.6	306.6
0900	31.6	314.8
1000	34.0	324.3
1100	36.8	335.0
1200	39.3	345.1
1300	41.2	352.6
1400	42.5	357.7
1500	43.0	359.5
1600	42.5	357.6
1700	41.4	353.1
1800	39.6	346.1
1900	37.6	337.9
2000	35.5	329.7
2100	33.7	322.8
2200	32.1	316.5
2300	30.8	311.5
	Total Ton-hrs	**7775.2**

`

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

Psychrometric Analysis for 001-AHU-Powder A

Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1500

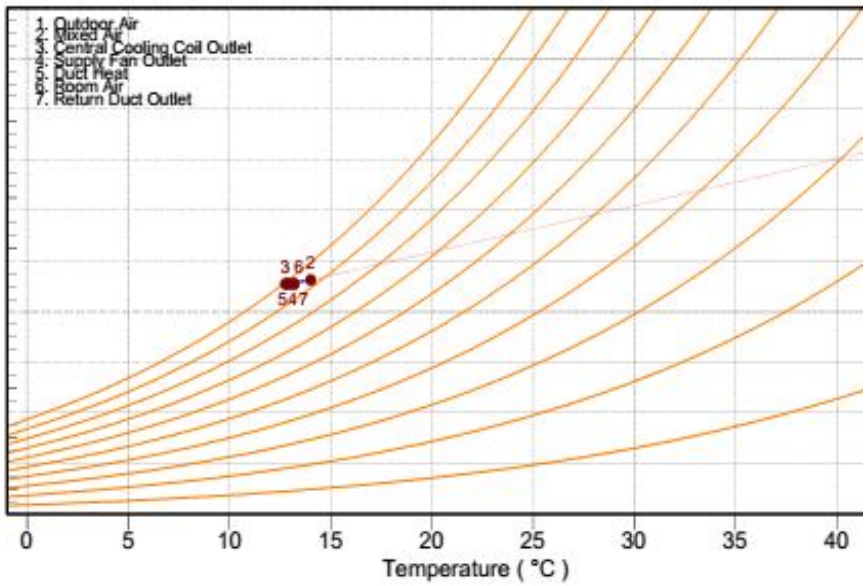


Hourly Analysis Program v4.90

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

Psychrometric Analysis for 002-AHU-Liquids A

Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1500

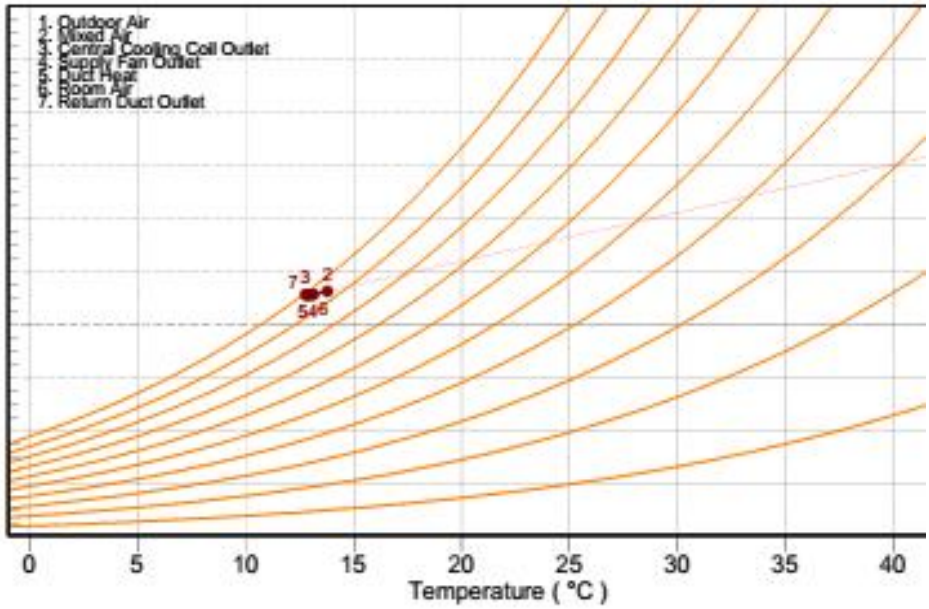


`

Psychrometric Analysis for 003-AHU-3A Injec A

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1500



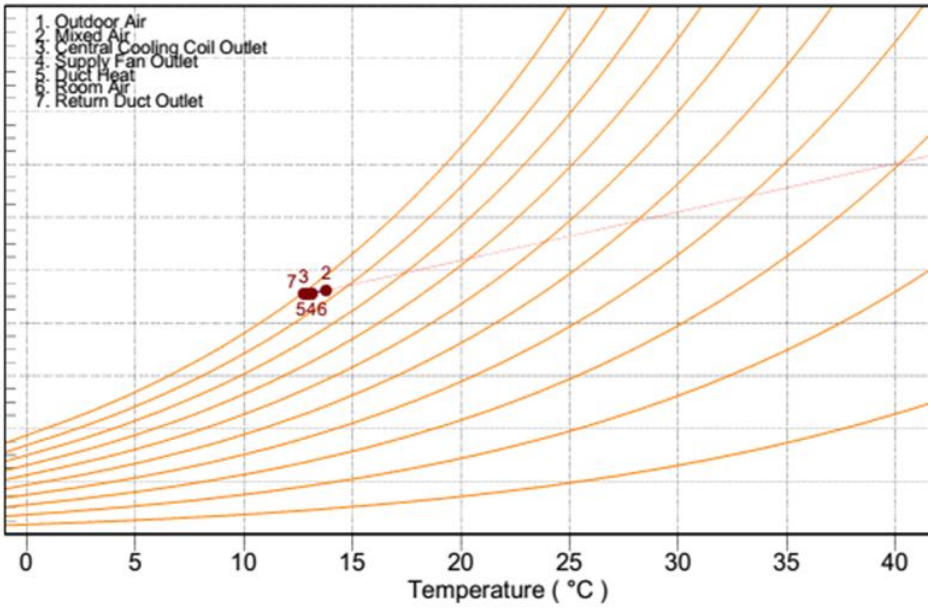
Hourly Analysis Program v4.90

`

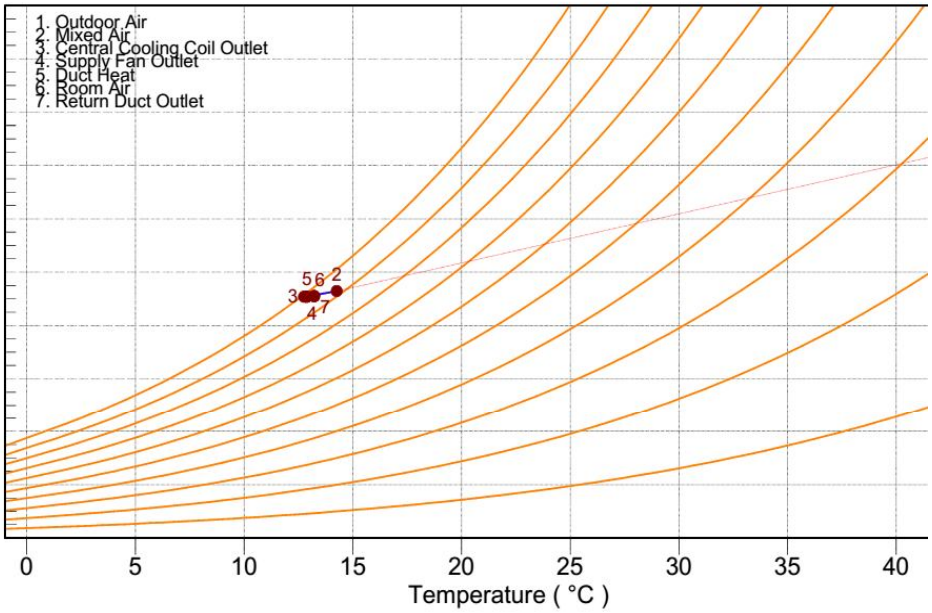
Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

Psychrometric Analysis for 004-AHU-3B Ject A

Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1500



Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1500

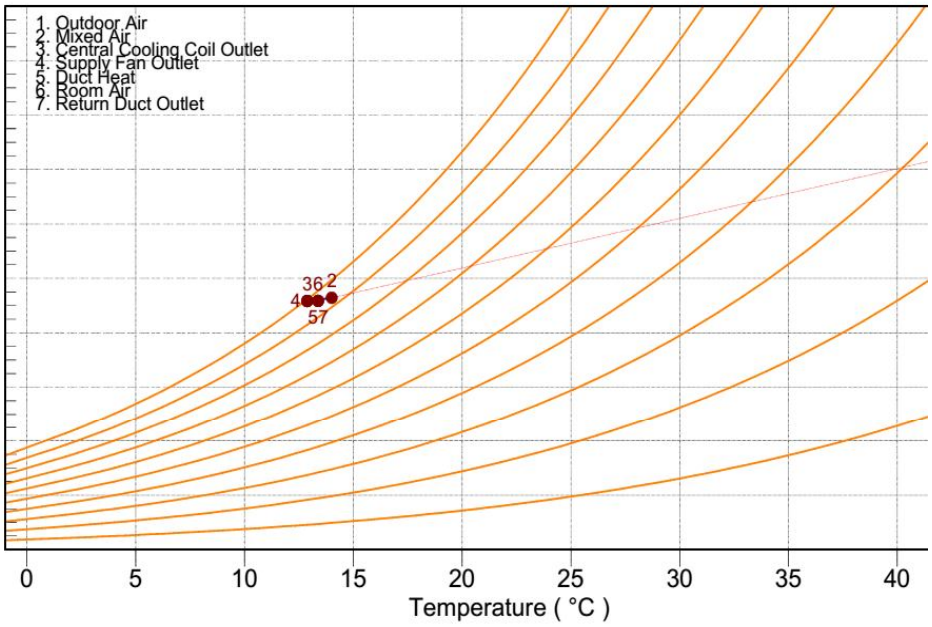


`

Psychrometric Analysis for 006-AHU-Raw Mat store

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1500



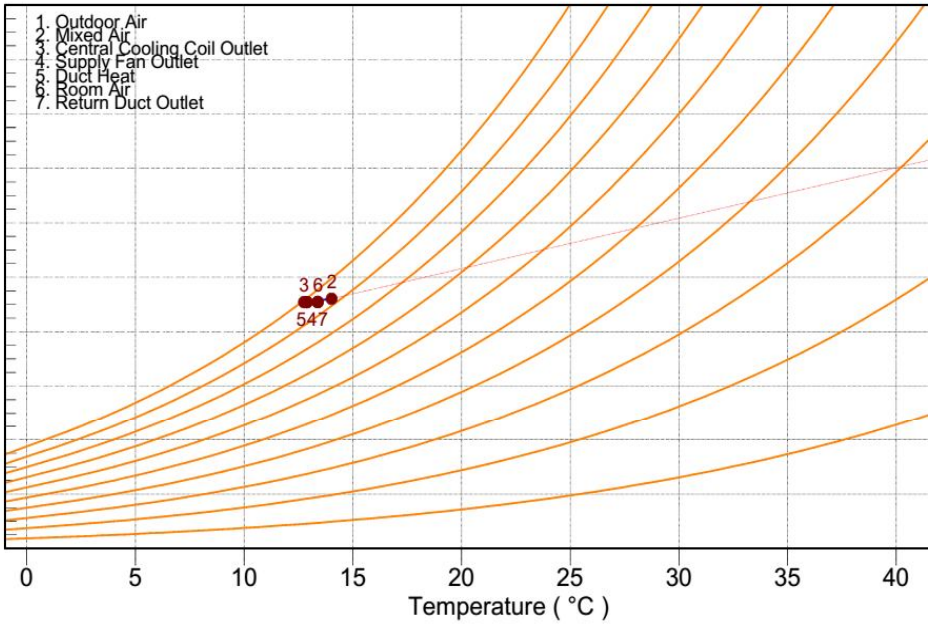
Hourly Analysis Program v4.90

`

Psychrometric Analysis for 007-AHU-Finished Good store

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1500



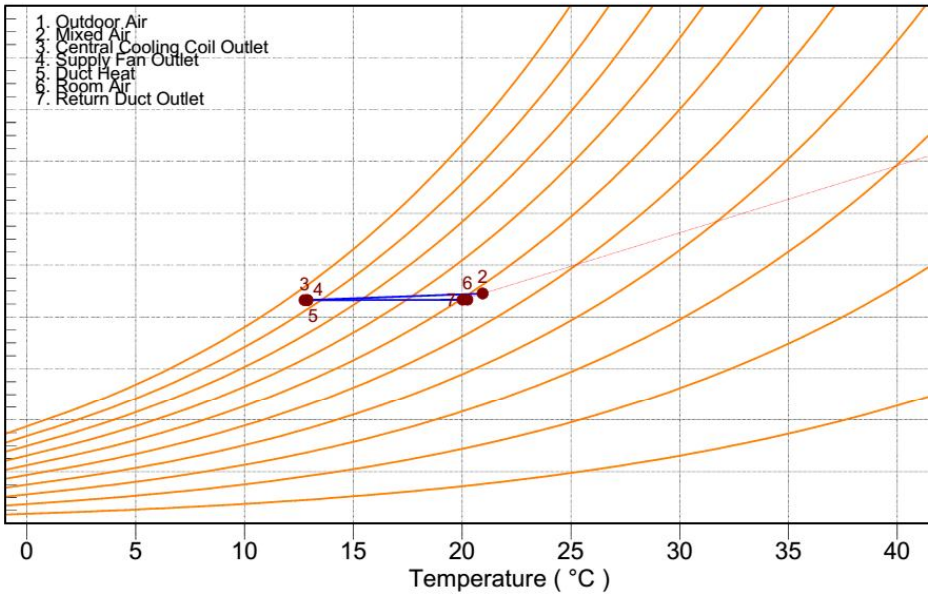
Hourly Analysis Program v4.90

`

Psychrometric Analysis for 008-AHU-Labs

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1500



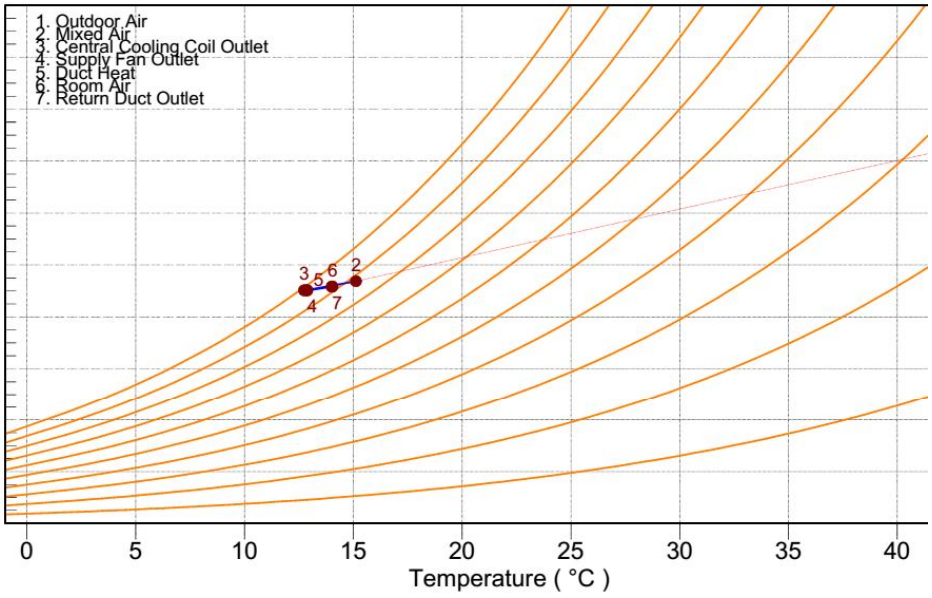
Hourly Analysis Program v4.90

`

Psychrometric Analysis for 009-AHU-Meeting-dining R

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1500

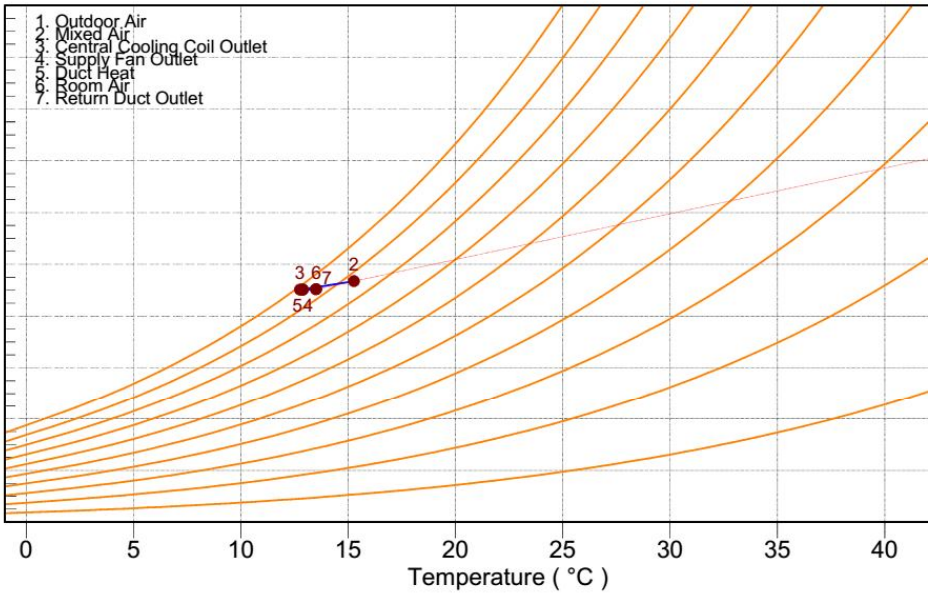


Hourly Analysis Program v4.90

Psychrometric Analysis for 010-AHU-Plastic Factory A

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: July DESIGN COOLING DAY, 1500

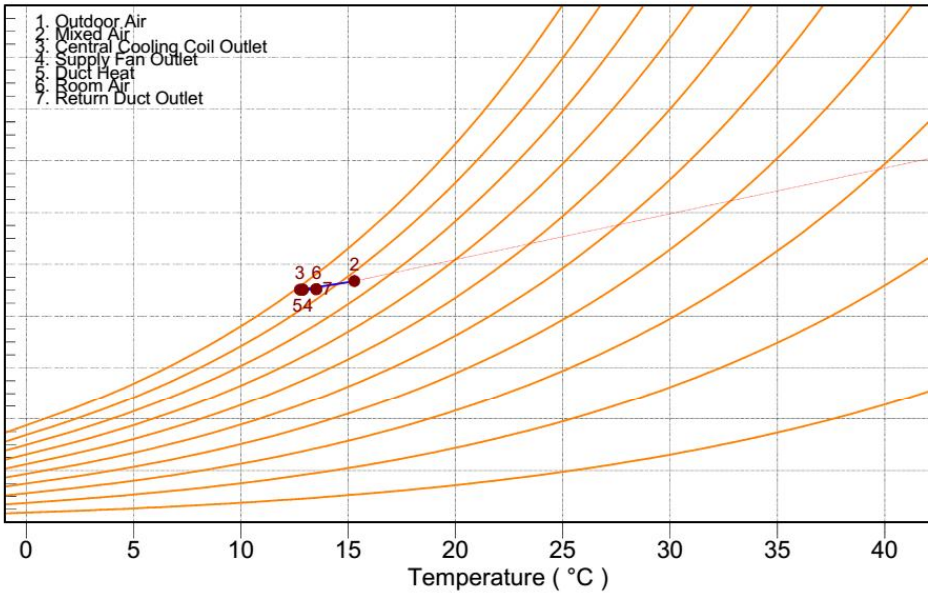


Hourly Analysis Program v4.90

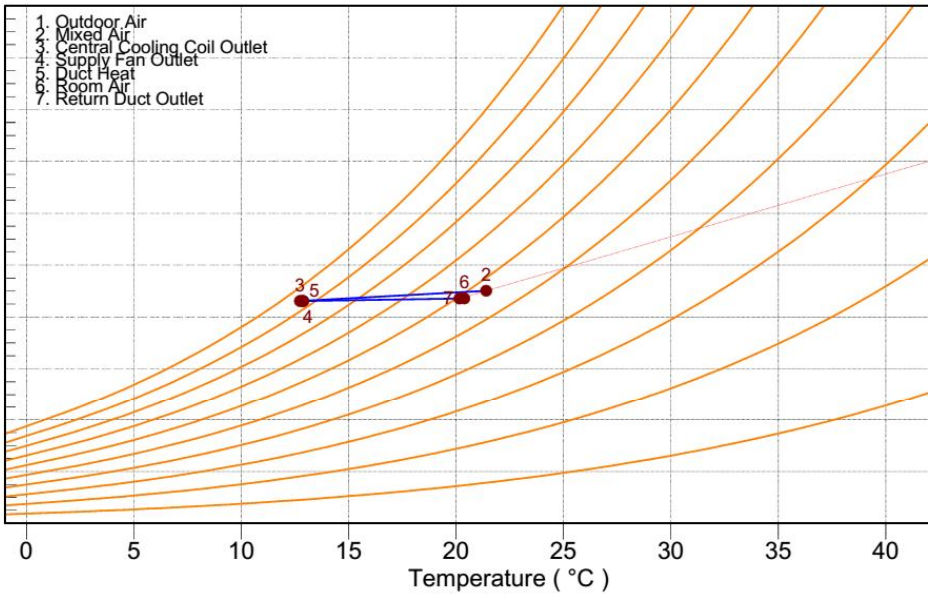
Psychrometric Analysis for 011-AHU- PW-Storage A

Project Name: bash pharma
Prepared by: hp-PC

Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: July DESIGN COOLING DAY, 1500



Location: khartoum, sudan
Altitude: 41.0 m.
Data for: July DESIGN COOLING DAY, 1500

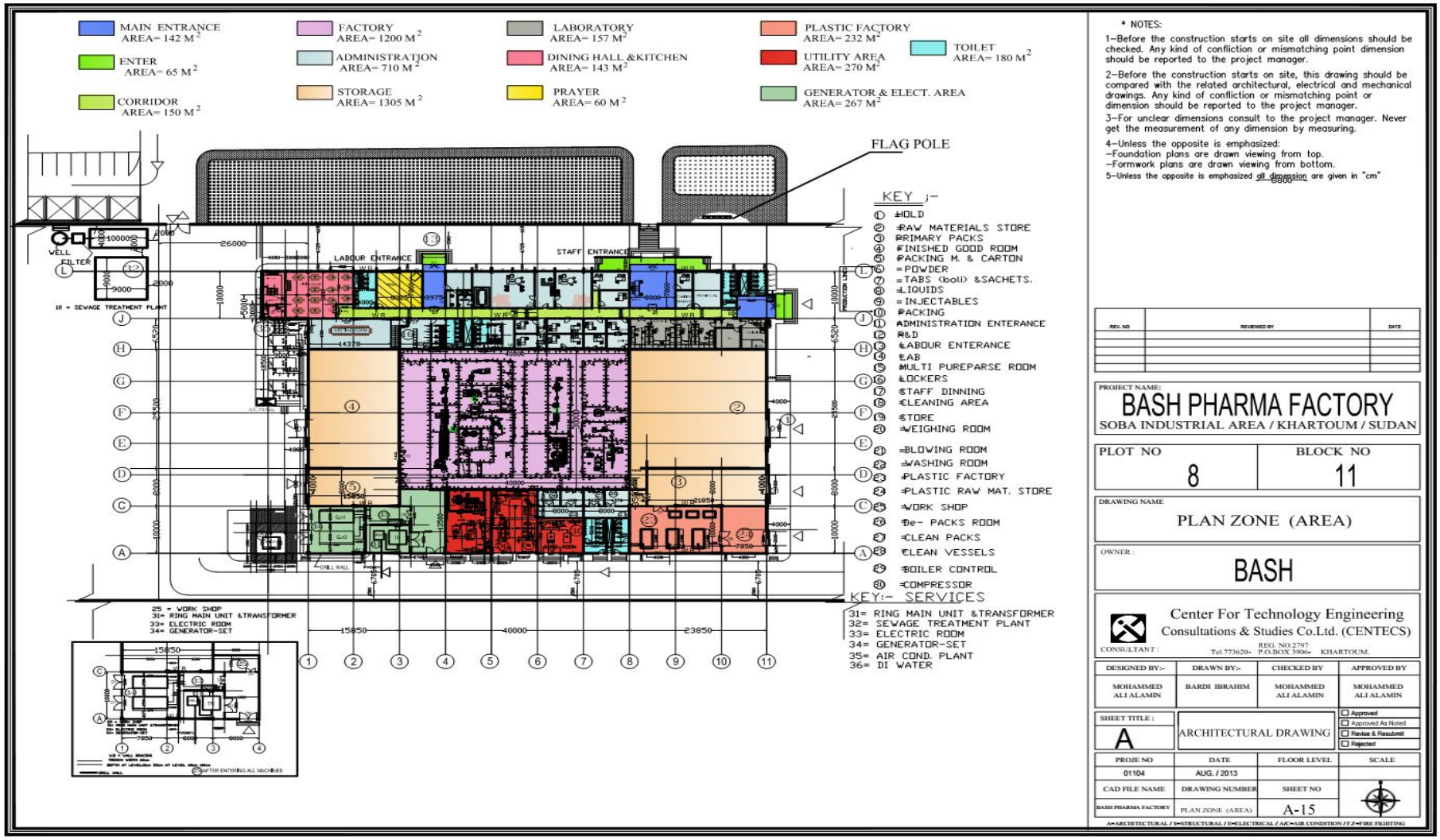


`

خريطة الموقع العام للمصنع

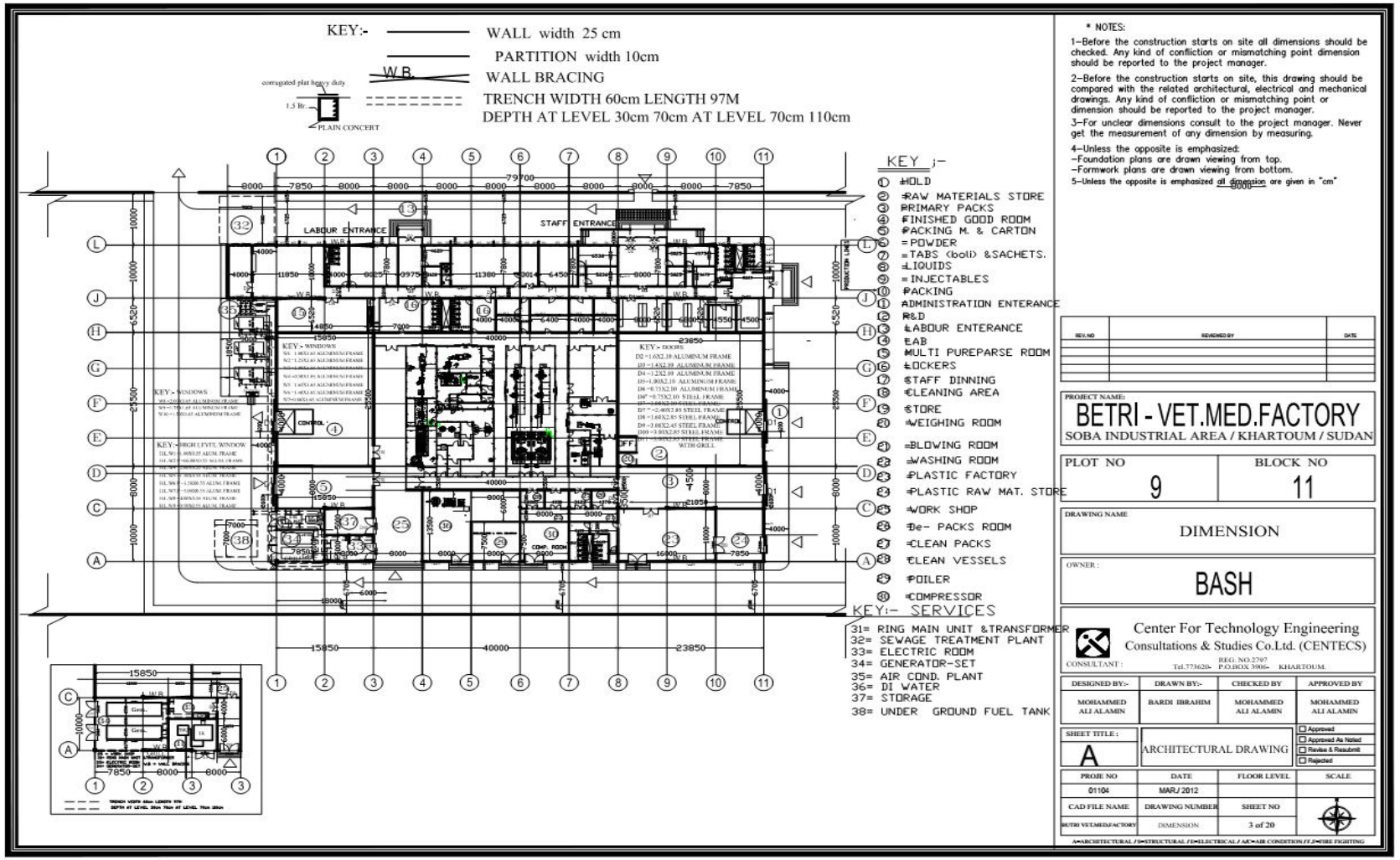
`

مخطط رقم (1)

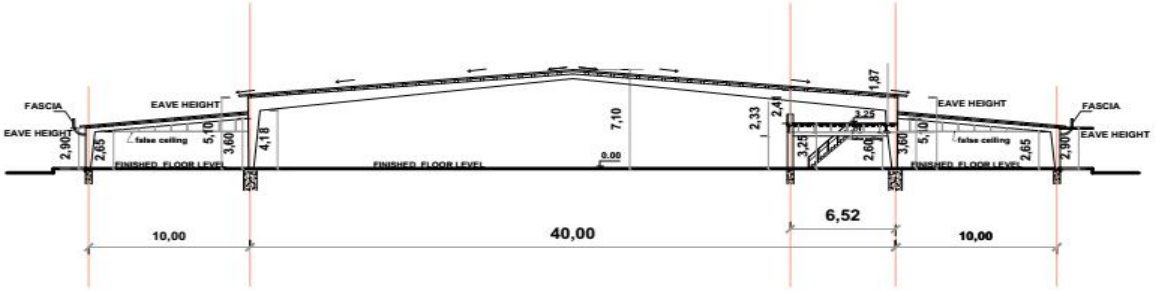

MAIN ENTRANCE AREA= 142 M2
FACTORY AREA= 1200 M2
LABORATORY AREA= 157 M2
PLASTIC FACTORY AREA= 232 M2
TOILET AREA= 180 M2
ENTER AREA= 65 M2
ADMINISTRATION AREA= 710 M2
DINING HALL &KITCHEN AREA= 143 M2
UTILITY AREA AREA= 270 M2
CORRIDOR AREA= 150 M2
STORAGE AREA= 1305 M2
PRAYER AREA= 60 M2
GENERATOR & ELECT. AREA AREA= 267 M2
FLAG POLE
LABOUR ENTRANCE
STAFF ENTRANCE
WELL
FILTER
10 = SEWAGE TREATMENT PLANT
KEY :-
1 =HOLD
2 =RAW MATERIALS STORE
3 =PRIMARY PACKS
4 =FINISHED GOOD ROOM
5 =PACKING M. & CARTON
6 =POWDER
7 =TABS (bolt) &SACHETS.
8 =LIQUIDS
9 =INJECTABLES
10 =PACKING
11 =ADMINISTRATION ENTERANCE
12 =R&D
13 =LABOUR ENTERANCE
14 =LAB
15 =MULTI PUREPARSE ROOM
16 =LOCKERS
17 =STAFF DINNING
18 =CLEANING AREA
19 =STORE
20 =WEIGHING ROOM
21 =BLOWING ROOM
22 =WASHING ROOM
23 =PLASTIC FACTORY
24 =PLASTIC RAW MAT. STORE
25 =WORK SHOP
26 =De- PACKS ROOM
27 =CLEAN PACKS
28 =CLEAN VESSELS
29 =BOILER CONTROL
30 =COMPRESSOR
KEY:- SERVICES
31= RING MAIN UNIT &TRANSFORMER
32= SEWAGE TREATMENT PLANT
33= ELECTRIC ROOM
34= GENERATOR-SET
35= AIR COND. PLANT
36= DI WATER
25 = WORK SHOP
31= RING MAIN UNIT &TRANSFORMER
33= ELECTRIC ROOM
34= GENERATOR-SET
* NOTES:
1-Before the construction starts on site all dimensions should be checked. Any kind of confliction or mismatching point dimension should be reported to the project manager.
2-Before the construction starts on site, this drawing should be compared with the related architectural, electrical and mechanical drawings. Any kind of confliction or mismatching point or dimension should be reported to the project manager.
3-For unclear dimensions consult to the project manager. Never get the measurement of any dimension by measuring.
4-Unless the opposite is emphasized:
-Foundation plans are drawn viewing from top.
-Formwork plans are drawn viewing from bottom.
5-Unless the opposite is emphasized all dimension are given in "cm"
REV. NO
REVIEWED BY
DATE
PROJECT NAME:
BASH PHARMA FACTORY
SOBA INDUSTRIAL AREA / KHARTOUM / SUDAN
PLOT NO
8
BLOCK NO
11
DRAWING NAME
PLAN ZONE (AREA)
OWNER :
BASH
Center For Technology Engineering
Consultations & Studies Co.Ltd. (CENTECS)
CONSULTANT :
REG. NO.2797
Tel.773620- P.O.BOX 3906- KHARTOUM.
DESIGNED BY:-
MOHAMMED ALI ALAMIN
DRAWN BY:-
BARDI IBRAHIM
CHECKED BY
MOHAMMED ALI ALAMIN
APPROVED BY
MOHAMMED ALI ALAMIN
SHEET TITLE :
A
ARCHITECTURAL DRAWING
Approved
Approved As Noted
Revise & Resubmit
Rejected
PROJE NO
01104
DATE
AUG. / 2013
FLOOR LEVEL
SCALE
CAD FILE NAME
BASH PHARMA FACTORY
DRAWING NUMBER
PLAN ZONE (AREA)
SHEET NO
A-15
A=ARCHITECTURAL / S=STRUCTURAL / E=ELECTRICAL / AC=AIR CONDITION / F.F.=FIRE FIGHTING

`

مخطط رقم (2)


KEY:-
WALL width 25 cm
PARTITION width 10cm
W.B.
WALL BRACING
TRENCH WIDTH 60cm LENGTH 97M
DEPTH AT LEVEL 30cm 70cm AT LEVEL 70cm 110cm
corrugated plat heavy duty
1.5 Br.
PLAIN CONCERT
LABOUR ENTRANCE
STAFF ENTRANCE
KEY ;-
1 =HOLD
2 =RAW MATERIALS STORE
3 =PRIMARY PACKS
4 =FINISHED GOOD ROOM
5 =PACKING M. & CARTON
6 = POWDER
7 = TABS (boli) &SACHETS.
8 =LIQUIDS
9 = INJECTABLES
10 =PACKING
11 =ADMINISTRATION ENTERANCE
12 =R&D
13 =LABOUR ENTERANCE
14 =LAB
15 =MULTI PUREPARSE ROOM
16 =LOCKERS
17 =STAFF DINNING
18 =CLEANING AREA
19 =STORE
20 =WEIGHING ROOM
21 =BLOWING ROOM
22 =WASHING ROOM
23 =PLASTIC FACTORY
24 =PLASTIC RAW MAT. STORE
25 =WORK SHOP
26 =De- PACKS ROOM
27 =CLEAN PACKS
28 =CLEAN VESSELS
29 =POILER
30 =COMPRESSOR
KEY:- SERVICES
31= RING MAIN UNIT &TRANSFORMER
32= SEWAGE TREATMENT PLANT
33= ELECTRIC ROOM
34= GENERATOR-SET
35= AIR COND. PLANT
36= DI WATER
37= STORAGE
38= UNDER GROUND FUEL TANK
* NOTES:
1-Before the construction starts on site all dimensions should be checked. Any kind of confliction or mismatching point dimension should be reported to the project manager.
2-Before the construction starts on site, this drawing should be compared with the related architectural, electrical and mechanical drawings. Any kind of confliction or mismatching point or dimension should be reported to the project manager.
3-For unclear dimensions consult to the project manager. Never get the measurement of any dimension by measuring.
4-Unless the opposite is emphasized:
-Foundation plans are drawn viewing from top.
-Formwork plans are drawn viewing from bottom.
5-Unless the opposite is emphasized all dimension are given in "cm"
REV.NO
REVIEWED BY
DATE
PROJECT NAME:
BETRI - VET.MED.FACTORY
SOBA INDUSTRIAL AREA / KHARTOUM / SUDAN
PLOT NO
9
BLOCK NO
11
DRAWING NAME
DIMENSION
OWNER :
BASH
Center For Technology Engineering
Consultations & Studies Co.Ltd. (CENTECS)
CONSULTANT :
REG. NO.2797
Tel.773620- P.O.BOX 3906- KHARTOUM.
DESIGNED BY:-
MOHAMMED ALI ALAMIN
DRAWN BY:-
BARDI IBRAHIM
CHECKED BY
MOHAMMED ALI ALAMIN
APPROVED BY
MOHAMMED ALI ALAMIN
SHEET TITLE :
A
ARCHITECTURAL DRAWING
Approved
Approved As Noted
Revise & Resubmit
Rejected
PROJE NO
01104
DATE
MAR./ 2012
FLOOR LEVEL
SCALE
CAD FILE NAME
BETRI VET.MED.FACTORY
DRAWING NUMBER
DIMENSION
SHEET NO
3 of 20
A=ARCHITECTURAL /S=STRUCTURAL /E=ELECTRICAL / A/C=AIR CONDITION /F.F.=FIRE FIGHTING

مخطط رقم (3)



* NOTES:

1-Before the construction starts on site all dimensions should be checked. Any kind of confliction or mismatching point dimension should be reported to the project manager.

2-Before the construction starts on site, this drawing should be compared with the related architectural, electrical and mechanical drawings. Any kind of confliction or mismatching point or dimension should be reported to the project manager.

3-For unclear dimensions consult to the project manager. Never get the measurement of any dimension by measuring.

4-Unless the opposite is emphasized:
-Foundation plans are drawn viewing from top.
-Formwork plans are drawn viewing from bottom.

5-Unless the opposite is emphasized all dimension are given in "cm"

REV. NO	REVIEWED BY	DATE

PROJECT NAME:
BETRI - VET.MED.FACTORY
SOBA INDUSTRIAL AREA / KHARTOUM / SUDAN

PLOT NO	BLOCK NO
9	11

DRAWING NAME
SECTION A-A

OWNER :
BASH

CONSULTANT :
Center For Technology Engineering
Consultations & Studies Co.Ltd. (CENTECS)
RFG. NO.2797
Tel.775620- P.O.BOX 3986- KHARTOUM.

DESIGNED BY:-	DRAWN BY:-	CHECKED BY	APPROVED BY
MOHAMMED ALI ALAMIN	BARDI IBRAHIM	MOHAMMED ALI ALAMIN	MOHAMMED ALI ALAMIN

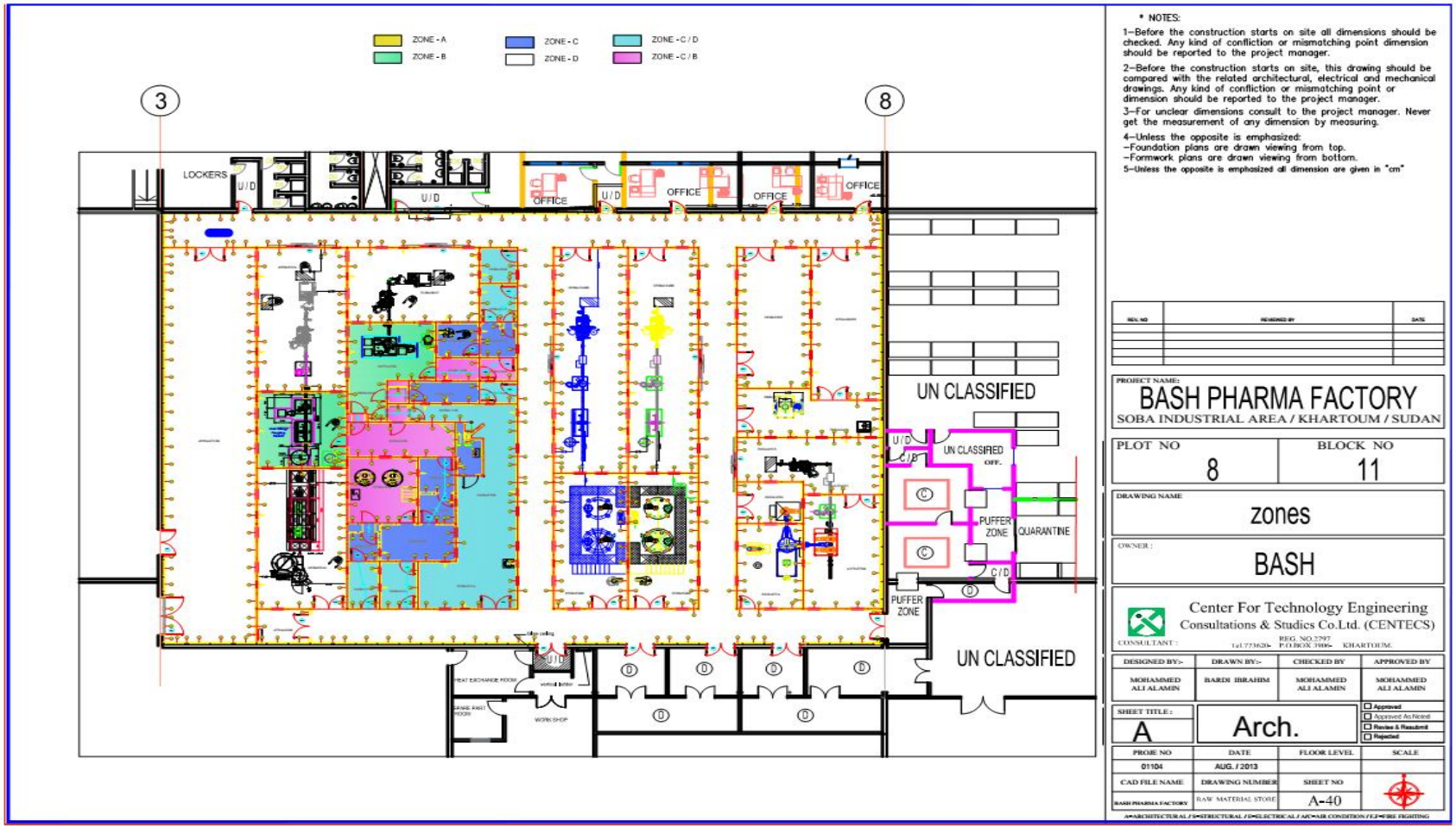
SHEET TITLE :		
A	ARCHITECTURAL DRAWING	☐ Approved ☐ Approved As Noted ☐ Revise & Resubmit ☐ Rejected

PROJE NO	DATE	FLOOR LEVEL	SCALE
01104	MAR./ 2012		
CAD FILE NAME	DRAWING NUMBER	SHEET NO	
BETRI VET.MED.FACTORY	SECTION A-A	13 of 20	

A=ARCHITECTURAL / S=STRUCTURAL / E=ELECTRICAL / A/C=AIR CONDITION / F.F=FIRE FIGHTING

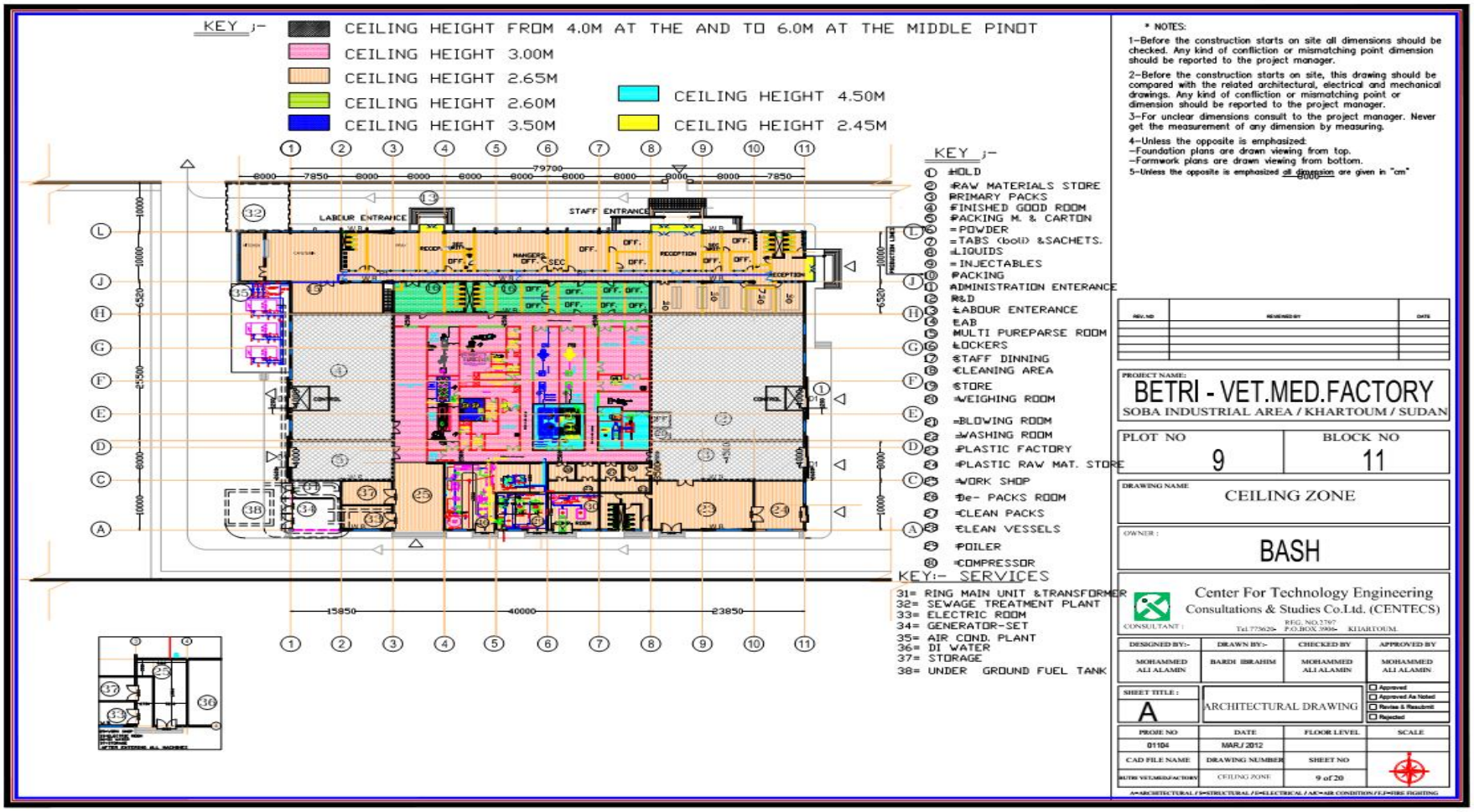
`

مخطط رقم (4)


ZONE - A
ZONE - B
ZONE - C
ZONE - D
ZONE - C / D
ZONE - C / B
3
8
LOCKERS
U/D
OFFICE
UN CLASSIFIED
UN CLASSIFIED OFF.
PUFFER ZONE
QUARANTINE
C/D
WORK SHOP
* NOTES:
1-Before the construction starts on site all dimensions should be checked. Any kind of confliction or mismatching point dimension should be reported to the project manager.
2-Before the construction starts on site, this drawing should be compared with the related architectural, electrical and mechanical drawings. Any kind of confliction or mismatching point or dimension should be reported to the project manager.
3-For unclear dimensions consult to the project manager. Never get the measurement of any dimension by measuring.
4-Unless the opposite is emphasized:
-Foundation plans are drawn viewing from top.
-Formwork plans are drawn viewing from bottom.
5-Unless the opposite is emphasized all dimension are given in "cm"
PROJECT NAME:
BASH PHARMA FACTORY
SOBA INDUSTRIAL AREA / KHARTOUM / SUDAN
PLOT NO 8
BLOCK NO 11
DRAWING NAME
zones
OWNER :
BASH
Center For Technology Engineering
Consultations & Studies Co.Ltd. (CENTECS)
CONSULTANT :
DESIGNED BY:- MOHAMMED ALI ALAMIN
DRAWN BY:- BARDI IBRAHIM
CHECKED BY MOHAMMED ALI ALAMIN
APPROVED BY MOHAMMED ALI ALAMIN
SHEET TITLE : A
Arch.
PROJE NO 01104
DATE AUG. / 2013
FLOOR LEVEL
SCALE
CAD FILE NAME BASH PHARMA FACTORY
DRAWING NUMBER RAW MATERIAL STORE
SHEET NO A-40

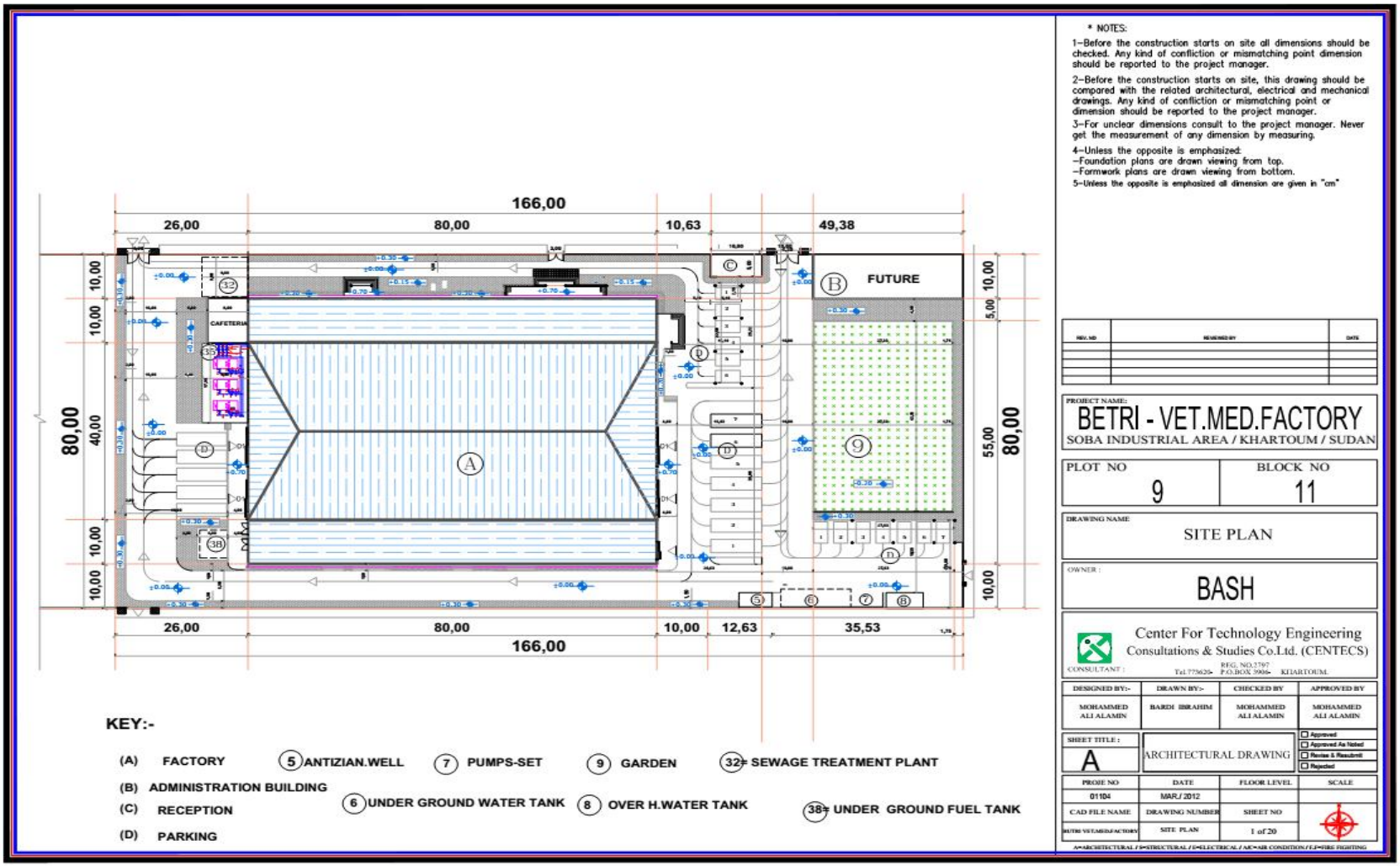
`

مخطط رقم (5)


KEY :-
CEILING HEIGHT FROM 4.0M AT THE AND TO 6.0M AT THE MIDDLE PINOT
CEILING HEIGHT 3.00M
CEILING HEIGHT 2.65M
CEILING HEIGHT 2.60M
CEILING HEIGHT 3.50M
CEILING HEIGHT 4.50M
CEILING HEIGHT 2.45M
LABOUR ENTRANCE
STAFF ENTRANCE
KEY :-
1 =HOLD
2 =RAW MATERIALS STORE
3 =PRIMARY PACKS
4 =FINISHED GOOD ROOM
5 =PACKING M. & CARTON
6 =POWDER
7 =TABS (bold) &SACHETS.
8 =LIQUIDS
9 =INJECTABLES
10 =PACKING
11 =ADMINISTRATION ENTERANCE
12 =R&D
13 =LABOUR ENTERANCE
14 =LAB
15 =MULTI PUREPARSE ROOM
16 =LOCKERS
17 =STAFF DINNING
18 =CLEANING AREA
19 =STORE
20 =WEIGHING ROOM
21 =BLOWING ROOM
22 =WASHING ROOM
23 =PLASTIC FACTORY
24 =PLASTIC RAW MAT. STORE
25 =WORK SHOP
26 =De- PACKS ROOM
27 =CLEAN PACKS
28 =CLEAN VESSELS
29 =POILER
30 =COMPRESSOR
KEY:- SERVICES
31= RING MAIN UNIT &TRANSFORMER
32= SEWAGE TREATMENT PLANT
33= ELECTRIC ROOM
34= GENERATOR-SET
35= AIR COND. PLANT
36= DI WATER
37= STORAGE
38= UNDER GROUND FUEL TANK
* NOTES:
1-Before the construction starts on site all dimensions should be checked. Any kind of confliction or mismatching point dimension should be reported to the project manager.
2-Before the construction starts on site, this drawing should be compared with the related architectural, electrical and mechanical drawings. Any kind of confliction or mismatching point or dimension should be reported to the project manager.
3-For unclear dimensions consult to the project manager. Never get the measurement of any dimension by measuring.
4-Unless the opposite is emphasized:
-Foundation plans are drawn viewing from top.
-Formwork plans are drawn viewing from bottom.
5-Unless the opposite is emphasized all dimension are given in "cm"
PROJECT NAME:
BETRI - VET.MED.FACTORY
SOBA INDUSTRIAL AREA / KHARTOUM / SUDAN
PLOT NO 9
BLOCK NO 11
DRAWING NAME
CEILING ZONE
OWNER :
BASH
CONSULTANT :
Center For Technology Engineering
Consultations & Studies Co.Ltd. (CENTECS)
DESIGNED BY:- MOHAMMED ALI ALAMIN
DRAWN BY:- BARDI IBRAHIM
CHECKED BY MOHAMMED ALI ALAMIN
APPROVED BY MOHAMMED ALI ALAMIN
SHEET TITLE : A
ARCHITECTURAL DRAWING
PROJE NO 01104
DATE MAR./ 2012
FLOOR LEVEL
SCALE
CAD FILE NAME
DRAWING NUMBER
CEILING ZONE
SHEET NO 9 of 20

`

مخطط رقم (6)


166,00
26,00
80,00
10,63
49,38
FUTURE
CAFETERIA
80,00
10,00
10,00
40,00
10,00
10,00
5,00
55,00
80,00
10,00
26,00
80,00
10,00
12,63
35,53
166,00
KEY:-
(A) FACTORY
(B) ADMINISTRATION BUILDING
(C) RECEPTION
(D) PARKING
5 ANTIZIAN.WELL
6 UNDER GROUND WATER TANK
7 PUMPS-SET
8 OVER H.WATER TANK
9 GARDEN
32 SEWAGE TREATMENT PLANT
38 UNDER GROUND FUEL TANK
* NOTES:
1-Before the construction starts on site all dimensions should be checked. Any kind of confliction or mismatching point dimension should be reported to the project manager.
2-Before the construction starts on site, this drawing should be compared with the related architectural, electrical and mechanical drawings. Any kind of confliction or mismatching point or dimension should be reported to the project manager.
3-For unclear dimensions consult to the project manager. Never get the measurement of any dimension by measuring.
4-Unless the opposite is emphasized:
-Foundation plans are drawn viewing from top.
-Formwork plans are drawn viewing from bottom.
5-Unless the opposite is emphasized all dimension are given in "cm"
PROJECT NAME:
BETRI - VET.MED.FACTORY
SOBA INDUSTRIAL AREA / KHARTOUM / SUDAN
PLOT NO 9
BLOCK NO 11
DRAWING NAME
SITE PLAN
OWNER :
BASH
CONSULTANT :
Center For Technology Engineering
Consultations & Studies Co.Ltd. (CENTECS)
DESIGNED BY:- MOHAMMED ALI ALAMIN
DRAWN BY:- BARDI IBRAHIM
CHECKED BY MOHAMMED ALI ALAMIN
APPROVED BY MOHAMMED ALI ALAMIN
SHEET TITLE : A
ARCHITECTURAL DRAWING
PROJE NO 01104
DATE MAR./ 2012
FLOOR LEVEL
SCALE
CAD FILE NAME
DRAWING NUMBER
SHEET NO 1 of 20
SITE PLAN

`

جدول الاختصارات

GMP	Good Manufacturing Practices	CLTD	Cooling load temperature difference
WHO	World Health Organization	CLF	Cooling load factor
HAP	Hourly Analysis Program	Fu	Used factor
HVAC	Heat and ventilation air condition	p	power
AHU	air handling unit	Q_L	Lateen heat load
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers	Q_S	Sensible heat load
SHGF	Shine Gain Factor	Q_T	Total heat load
SC	Shaded Factor	k	Conductivity of Wall Thichness
A	area m^2	U	Overall Heat Transfer Coefficient
Q	heat	R	Air space
VAV	Variable air volume	CAV	Constant air volume