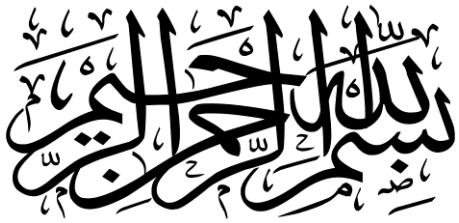


موضوع البحث

ترشيد إستهلاك الكهرباء والمياه فى المباني بكافة إستخداماتها

مقدم البحث : مهندس/ مبارك صلاح

تركيجهة العمل : شركة بتروجت

المقـــــــر: المركز الرئيسي

الإدارة العامة: الشئون الهندسية

المقدمة

- الـــدول المتقدمـــة تضـــع البحـــث العملـــي محـــل إهتمـــام وتخصـــص لـــه أرقام لا يستهان بها فى الموازنات المالية لتلك الدول لما للبحث العملي من أهمية قصوي فى دفع عجلة الانتاج والحد من إهدار الموارد ومعرفتها المؤكدة بالعوائد الضخمة التى تغطي اضعاف تلك النفقات، فتقدم الأمم وتطورها مرهون بدعم البحث العملي وتطويره.
- رؤية الحكومة وعلى رأسها القيادة السياسة متوجهه نحو التوسع العمراني فى صحاري مصر شرقها وغربها والخروج من الوادي الضيق الذى إكتظ بسكانه واصبح مشكلة معقدة ببنيته التحتيه المتهالكة المتمثلة فى المرافق الحيوية من ماء وكهرباء وصرف صحي وخلافه فأصبح الخروج منه إلى الظهير الصحرواي لمحافظات الدولة حتمياً وليس إختيارياً.
- الماء والكهرباء هما عصب الحياة والعناصر الحيوية التي لاغنى للإنسان عنها فلولا الماء لما بقي كائن حي على وجه الأرض ولولا الكهرباء لتوقفت الحياة واصبح التخلف هو سمة العصر.

الغرض من البحث

هو محاولة الحصول على حلول عملية لترشيد إستهلاك الطاقة والمياة فى المباني بكل انواعها من خلال السيطرة على تأثيرات الجو الخارجي عليها وتوظيف المياة الجوفية فى أعمال التبريد والإستخدامات الشخصية.

المشكلة

1- الكهرباء

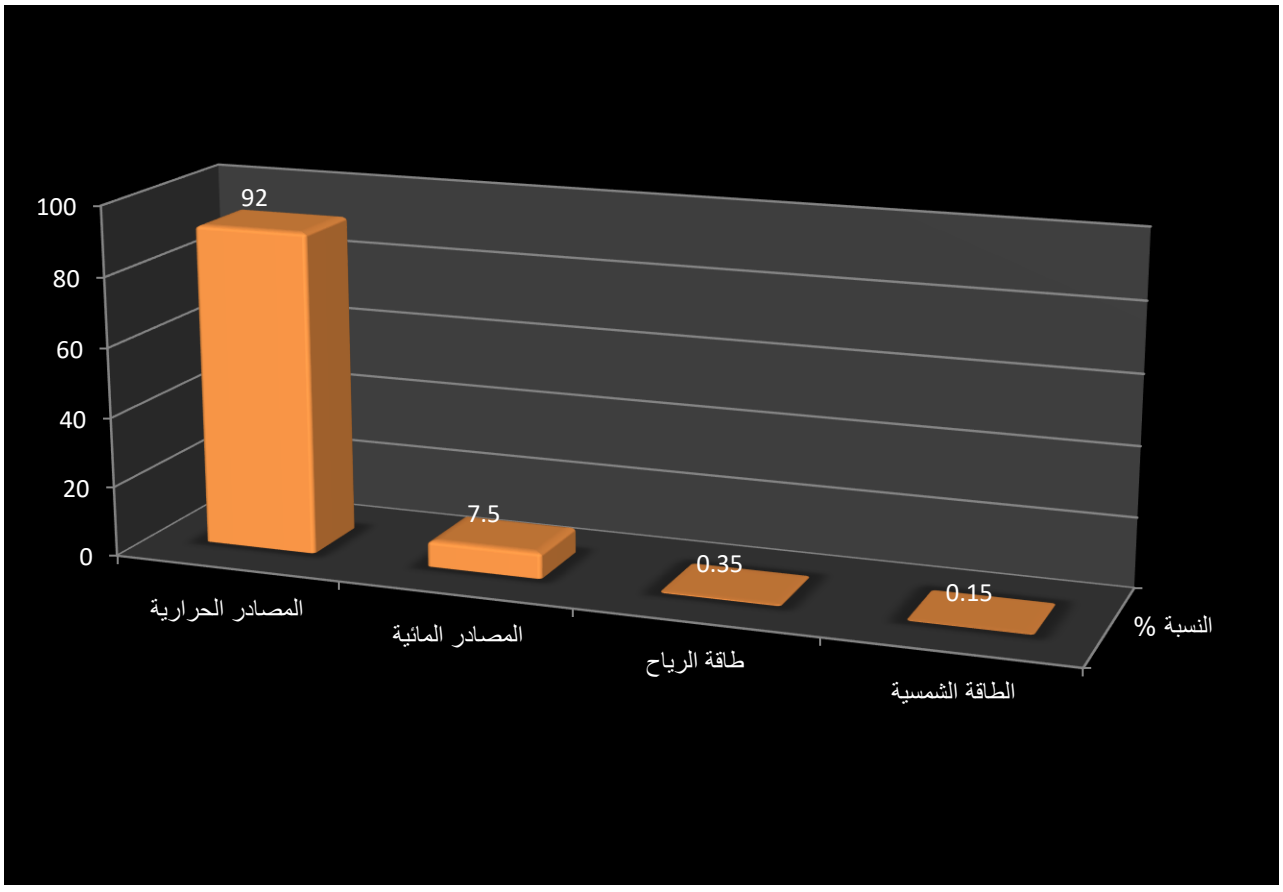
طبقاً وتقارير المرصد التابع لجهاز تنظيم مرفق الكهرباء فى مصر على مدار العام فان العجز فى الطاقة الكهربية يتراوح مابين 3000إلى 7000 ميجاوات حيث سجل المرصد يوم 2014/8/18 عجز فى الانتاج قدرة 6000 ميجاوات مما ادى إلى خسائر ومشاكل لا حصر له فى كل قطاعات الدولة المستهلكة للتيارالكهربي مع العلم بان الطاقة الكهربية المتوقع طلبها خلال عام 2015 ستكون فى حدود 30000 ميجاوات فى ظل قدرات توليدية متاحة من محطات مصر تتأرجح مابين 23000 إلى 27000 ميجاوات وذلك حسب الأحمال وجداول الصيانة والفقد فى الشبكات.

2- المياه

طبقاً وتقارير مركز المعلومات ودعم إتخاذ القرارالتابع لمجلس الوزراء ان مصرحالياً تعاني من عجز مائي يقدر بسبعة مليارات متر مكعب مياه وان إحتياجات مصر من المياة سيفوق مواردها المائية بحلول عام 2017 بحوالي 15 مليار متر مكعب نظراً للتوسع العمراني وزيادة السكان حيث ان الإحتياجات المتوقعة ستكون 87 مليار متر مكعب فى حين ان المتاح سيكون 72 مليار متر مكعب كما أضاف التقرير ان مصر فى طريقها إلى النزول تحت خط الفقر المائي .

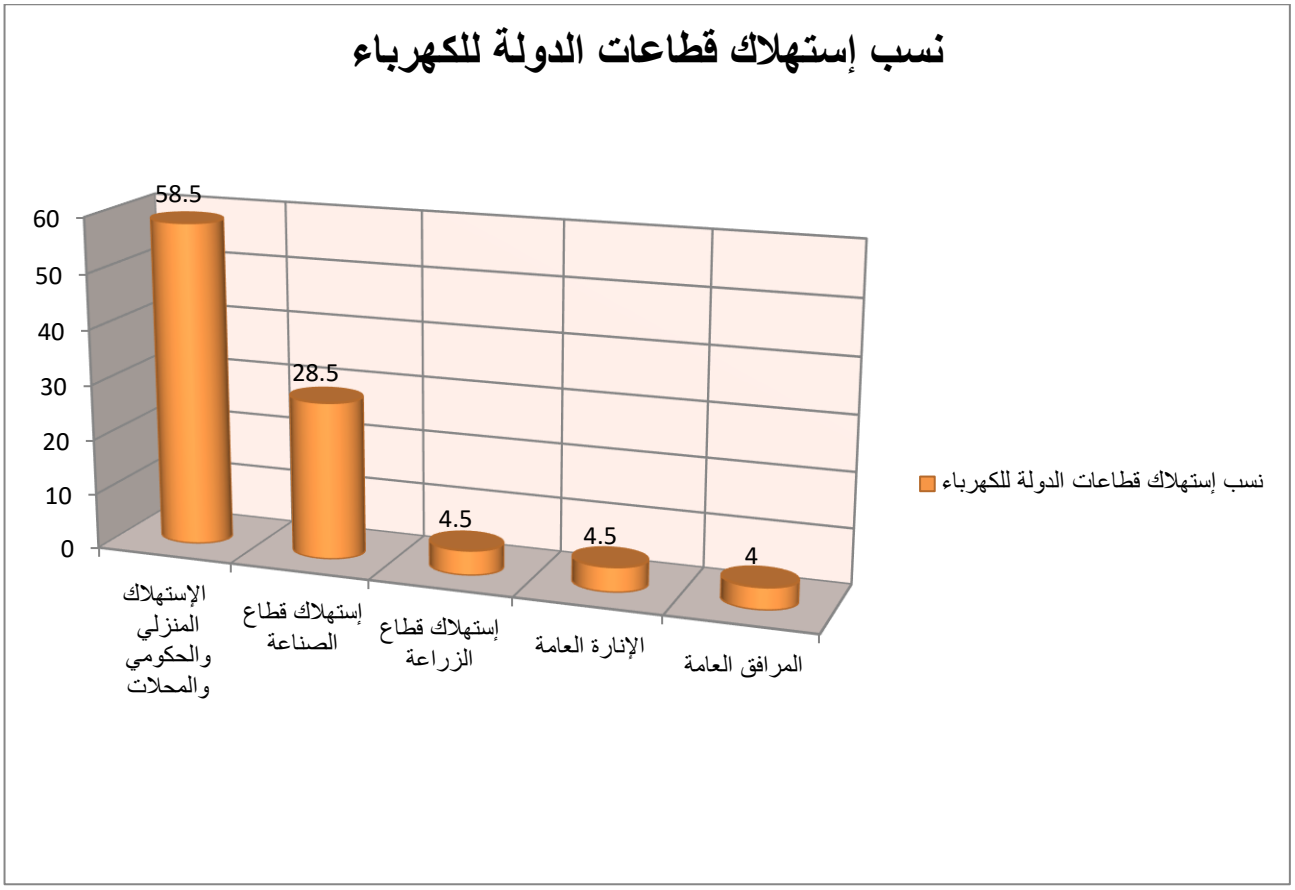
الموضوع

- السيطرة على إستهلاك الكهرباء والمياه وطرق ترشيدها أصبحت حاجة ماسة وملحة جداً لأسباب كثيرة منها فقرمصادر الإمداد والسيطرة على التكاليف ، وتجنب عدم الحرمان من هذه العناصر المهمةوالتي قد يؤدي – الحرمان منها إلى خسائر فادحه.
- المصادر الحرارية تتصدر قائمة نسب مساهمة كافة مصادر توليد الكهرباء فى مصر يليها المصادر المائية ثم طاقة الرياح وتأتي الطاقة الشمسية فى أخر القائمة وبيانها كالأتي:



هذا يعني أن لا مفر من الإعتماد على المصادر الحرارية فى حل المشكلة ولكن بطرق مرشدة

- **الإستهلاك الكهربي لقطاع (المنازل والمحلات والأبنية الحكومية) يتصدر قائمة إستهلاك كافة قطاعات الدولة على الإطلاق وبيانها كالأتي.**



هذا يعني أن ترشيد الإستهلاك (المنزلي والمحلات والأبنية الحكومية) هوسيطرة على المشكلة وبداية للحل .

طـــــرق الترشـــــيد

للترشـــــيد طريقتـــــان :

- **الأولـــى : وكلنـــا يعلمهـــا جيـــداً وهـــي توعيـــة الفـــرد بكيفيـــة إســـتخدام مصـــادر الميـــاة والكهربـــــاء بأنســـــب وســـــائل التـــــوفير وهـــــذا يقـــــع بشـــــكل رئيســـــي علـــــى عـــــاتق وســـــائل الإعـــــلام المقـــــروءة والمســـــموعة والمرئيـــــة وهـــــي علـــــى ســـــبيل المثـــــال لا الحصـــــر اللمبـــــات المـــــوفرة– الـــــري بـــــالتنقيط – الصـــنابير ذات الحساســـات – الأبـــواب والشـــبابيك المعزولـــة – تفعيـــل الطاقـــة الشمســـية – وحدات تكييف حديثة تعمل بتكنولوجيا الإنفرتر... وغيره.**

- **الثانية : وهي ماتعنينا الأن وهي إبتكار طرق جديدة للسيطرة على إستهلاك المياه فى المبني وكذلك المحتوي الحراري لـه والتحكم فى أكثر احتياجات الأنسان إستهلاكا للطاقة وترشيدها قـــدرالامكان وهـــي انظمـــة التكيـــف الميكانيكيـــة والتـــي تحتـــل مالايقـــل عـــن 60% من فاتورة إستهلاك المبني للطاقة.**

ملخص الفكرة

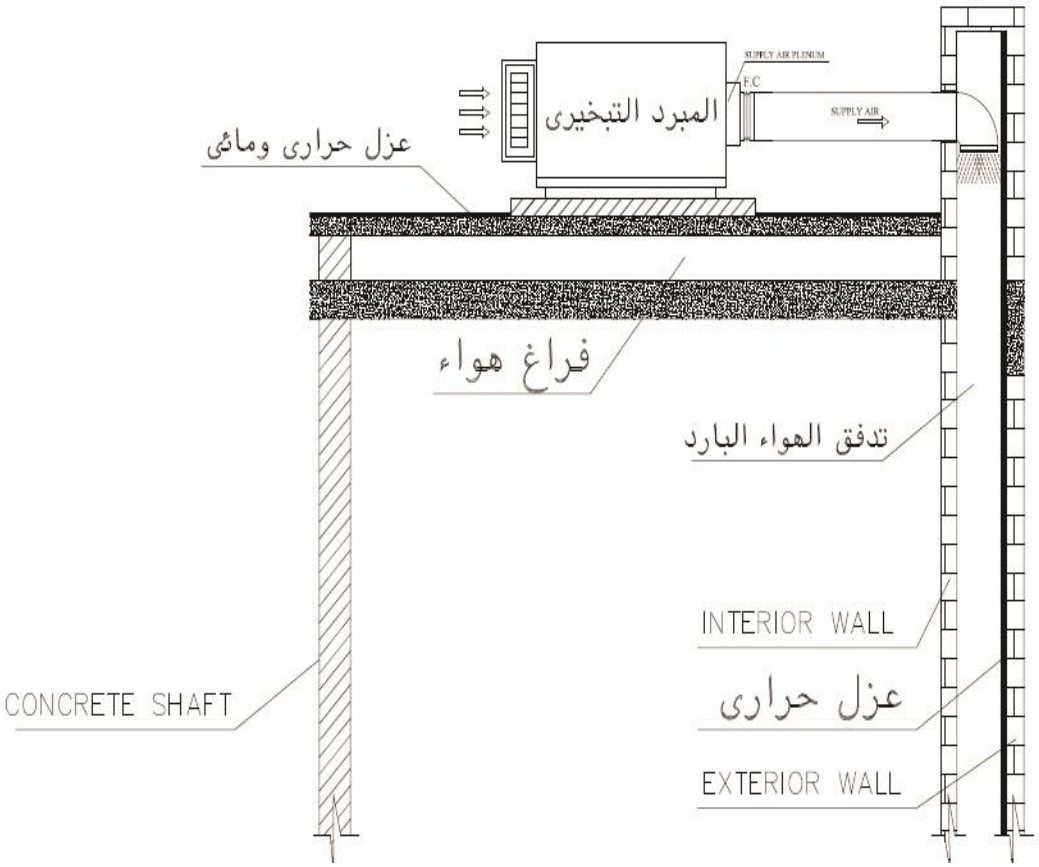
اولاً: بالنسبة لإستهلاك الكهرباء

1- حرارة الشمس تضرب حوائط وأسقف المبني طوال اليوم لتمتصها مواد البناء وتصبح بعدها كتلاً حرارية (THERMAL MASSES) تضخ بعد ذلك حرارتها بكثافةفى الأماكن المطلوب تكييفها لتجعل أجهزة التكييف فى مقاومة مستمرة لهذا التدفق الحراري المستمر وذلك بشغل الكباسات فترات طويلة حيث انه لا يكاد يخرج من الخدمة حتى يدخل من جديد نظراً لاستمرار هذا التدفق الحراري الكثيف من الخارج عبرالحوائط والأسقف المعرضة للشمس.

2- والسؤال .... ؟ لماذا ننتظر دخول هذا التدفق الحراري الكثيف للمكان ويبدا بعدها التعامل معه وطرده مرة اخرى خارج المكان عن طريق المكثفات(الكباسات)؟؟ لماذا لايتم منعه اساسا من الدخول ويكون التعامل معه خارج المبنى ؟؟.

3- عزل الحوائط والأسطح بعوازل ثابته كالفلين والفوم والعزل الحراري وخلافه مازال إهتمام المهندسين حتى الأن للسيطرة على هذه المشكلة ولكن ماذا لو كان هناك بالإضافة إلى ذلك عازل هوائي بارد متحرك بسرعات معينة على محيط المبنى الخارجي وتوضيحها فيما يلي:

- بناء الحائط الخارجي للمبني بشكل مزدوج بينهما فراغ هوائي بإرتفاع المبني وعرضة فى حدود 20 سموعلى محيط المبني بالكامل .
- تركيب وحدات تبريد تبخيرية زهيدة السعر والتكاليف تعمل بالماء وتضخ هوائها من على سطح المبني فى هذا الفراغ بشكل محكم ليعمل كستارة هوائية باردة تمنع وبشكل كبير هذا التدفق الحراري من الدخول للمبني بالإضافة إلى تبريد الحوائط الداخلية من هذا الازدواج للمبني وكأنها (COOLING JACKET) لتعمل على النزح الحراري المستمر لحرارة الشمس (DISPLACED ENERGY) وبعدها يخرج الهواء من فتحات صغيرة اسفل المبني وهذا بدورة سوف يقلل جداً فترة تشغيل الكباسات بشكل فعال لأن الإطار الخارجي للمبني (الحائط الداخلي)أصبح مظلل بحائط خارجي مواجه للشمس ومعزول عن الجو الخارجي بستارة هواء باردة ويتم التعامل معه فى حسابات الأحمال الحرارية على انة فاصل (PARTITION) وليس حائط معرض (EXPOSED WALL) وبالتالى سوف تقل الطاقة المستهلكة وتكاليف التشغيل بشكل جيد..


المبرد التبخيرى
SUPPLY AIR PLENUM
F.C
SUPPLY AIR
عزل حرارى ومائى
فراغ هواء
تدفق الهواء البارد
INTERIOR WALL
عزل حرارى
EXTERIOR WALL
CONCRETE SHAFT

الدليل النظري

النتـائج النهائيـة لحسـاب الحمـل الحـراري لمبنـي بمسـاحة 1500 متـر مربـع ومطبق علية فكرة البحث وذلـك بـبرنامج HAP(Hourly Analysis Program).

Air System Sizing Summary for INSULATED.ADMIN.1FLOOR BLDG@28C

Project Name: test 50x30m 28-dec-2014 ONE FLOOR BUILDING — 01/13/2015 11:10AM
Prepared by: Petrojet

Air System Information

Air System Name	INSULATED.ADMIN.1FLOOR BLDG@28C		Number of zones	1
Equipment Class	SPLT AHU		Floor Area	1500.0 m²
Air System Type	SZCAV		Location	Cairo, Egypt

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates	Calculation Months	Jan to Dec
Space L/s	Individual peak space loads	Sizing Data	Calculated

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	146.8	kW	Load occurs at	Jun 1500	
Sensible coil load	108.2	kW	OA DB / WB	44.4 / 30.0	°C
Coil L/s at Jun 1500	7359	L/s	Entering DB / WB	27.0 / 19.8	°C
Max block L/s	7359	L/s	Leaving DB / WB	14.7 / 14.1	°C
Sum of peak zone L/s	7359	L/s	Coil ADP	13.3	°C
Sensible heat ratio	0.737		Bypass Factor	0.100	
m²/kW	10.2		Resulting RH	53	%
W/m²	97.9		Design supply temp.	14.6	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	1 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0.0	°K

Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load	11.1	kW	Load occurs at	Des Htg	
Coil L/s at Des Htg	7359	L/s	W/m²	7.4	
Max coil L/s	7359	L/s	Ent. DB / Lvg DB	19.5 / 20.8	°C
Water flow @ 11.1 °K drop	N/A				

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	7359	L/s	Fan motor BHP	9.14	BHP
Standard L/s	7295	L/s	Fan motor kW	6.81	kW
Actual max L/(s-m²)	4.91	L/(s-m²)	Fan static	500	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

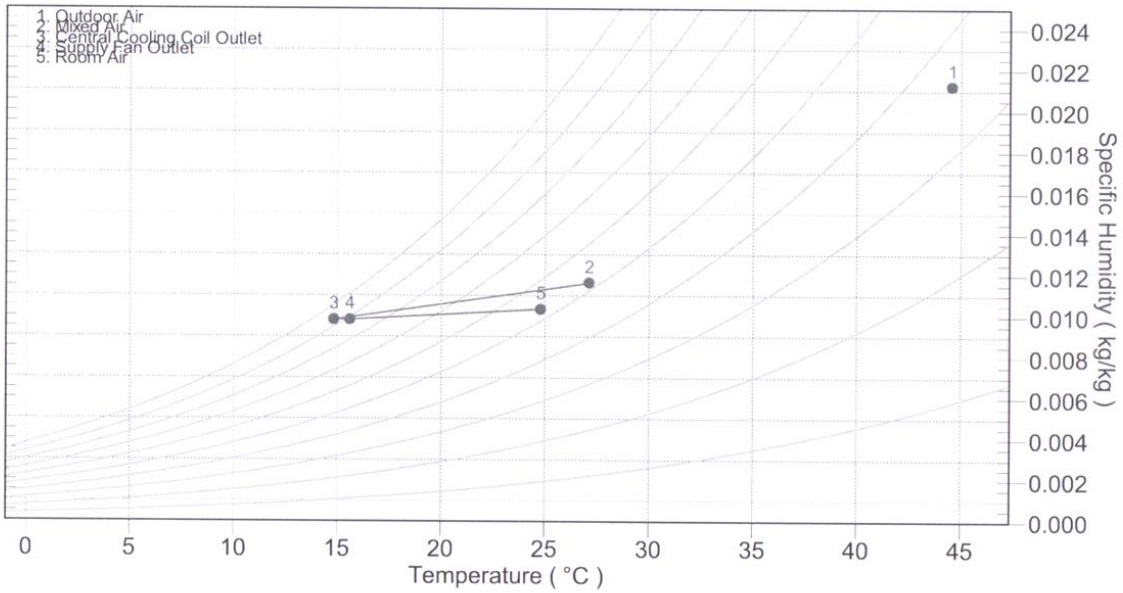
Design airflow L/s	867	L/s	L/s/person	5.20	L/s/person
L/(s-m²)	0.58	L/(s-m²)			

Psychrometric Analysis for INSULATED.ADMIN.1FLOOR BLDG@28C

Project Name: test 50x30m 28-dec-2014 ONE FLOOR BUILDING
Prepared by: Petrojet

01/13/2015
11:10AM

Location: Cairo, Egypt
Altitude: 73.8 m.
Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1500



النتـــائج النهائيـــة لحســـاب الحمـــل الحـــراري لمبنـــي بمســـاحة 1500 متـــر مربـــع وغيرمطبق علية فكـــرة البحث وذلـــك بـــبرنـــامجHAP (Hourly Analysis Program).

Air System Sizing Summary for STAND. ADMIN.1FLOOR BLDG @ 45C

Project Name: test 50x30m 28-dec-2014 ONE FLOOR BUILDING — 01/13/2015
Prepared by: Petrojet — 11:17AM

Air System Information

Air System Name	STAND. ADMIN.1FLOOR BLDG @ 45C	Number of zones	1
Equipment Class	SPLT AHU	Floor Area	1500.0 m²
Air System Type	SZCAV	Location	Cairo, Egypt

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates	Calculation Months	Jan to Dec
Space L/s	Individual peak space loads	Sizing Data	Calculated

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	307.2	kW	Load occurs at	Jul 1600	
Sensible coil load	268.2	kW	OA DB / WB	44.6 / 29.9	°C
Coil L/s at Jul 1600	21107	L/s	Entering DB / WB	25.3 / 18.3	°C
Max block L/s	21107	L/s	Leaving DB / WB	14.7 / 14.0	°C
Sum of peak zone L/s	21107	L/s	Coil ADP	13.5	°C
Sensible heat ratio	0.873		Bypass Factor	0.100	
m²/kW	4.9		Resulting RH	52	%
W/m²	204.8		Design supply temp.	14.6	°C
Water flow @ 5.6 °K rise	N/A		Zone T-stat Check	1 of 1	OK
			Max zone temperature deviation	0.0	°K

Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load	90.9	kW	Load occurs at	Des Htg	
Coil L/s at Des Htg	21107	L/s	W/m²	60.6	
Max coil L/s	21107	L/s	Ent. DB / Lvg DB	20.4 / 24.0	°C
Water flow @ 11.1 °K drop	N/A				

Supply Fan Sizing Data

Actual max L/s	21107	L/s	Fan motor BHP	26.21	BHP
Standard L/s	20923	L/s	Fan motor kW	19.54	kW
Actual max L/(s-m²)	14.07	L/(s-m²)	Fan static	500	Pa

Outdoor Ventilation Air Data

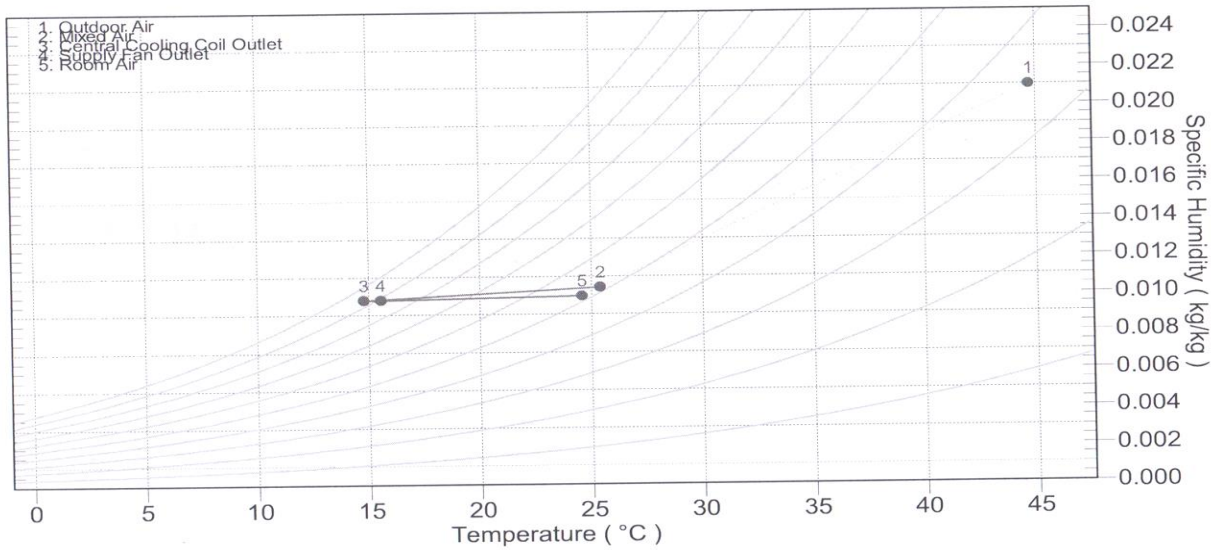
Design airflow L/s	867	L/s	L/s/person	5.20	L/s/person
L/(s-m²)	0.58	L/(s-m²)			

Psychrometric Analysis for STAND. ADMIN.1FLOOR BLDG @ 45C

Project Name: test 50x30m 28-dec-2014 ONE FLOOR BUILDING
Prepared by: Petrojet

01/13/2015
11:17AM

Location: Cairo, Egypt
Altitude: 73.8 m.
Data for: July DESIGN COOLING DAY, 1600



من الحسابات أعلاه يتضح ان السعة التبريدية المطلوبة لتكييف مبني إداري تقليدي بارتفاع دور واحد ومساحة قدرها 1500 متر مربع يحتاج إلى 307.2 كيلو وات إي مايعادل 88 طن تبريد وفى حالة تطبيق فكرة البحث على نفس المبني بنفس المساحة بنفس الظروف فقد خرجت النتائج بإحتياج المبني لسعة قدرها 146.8 كيلو وات إي مايعادل 42 طن تبريد وهذا يعتبر توفير جيد جداًبالنسبة لتكلفة التشغيل وإن تساوت التكلفة المبدئية نتيجة أخذ الأعمال الإضافية فى الإعتبار .

ثانياً: بالنسبة لإستهلاك المياه

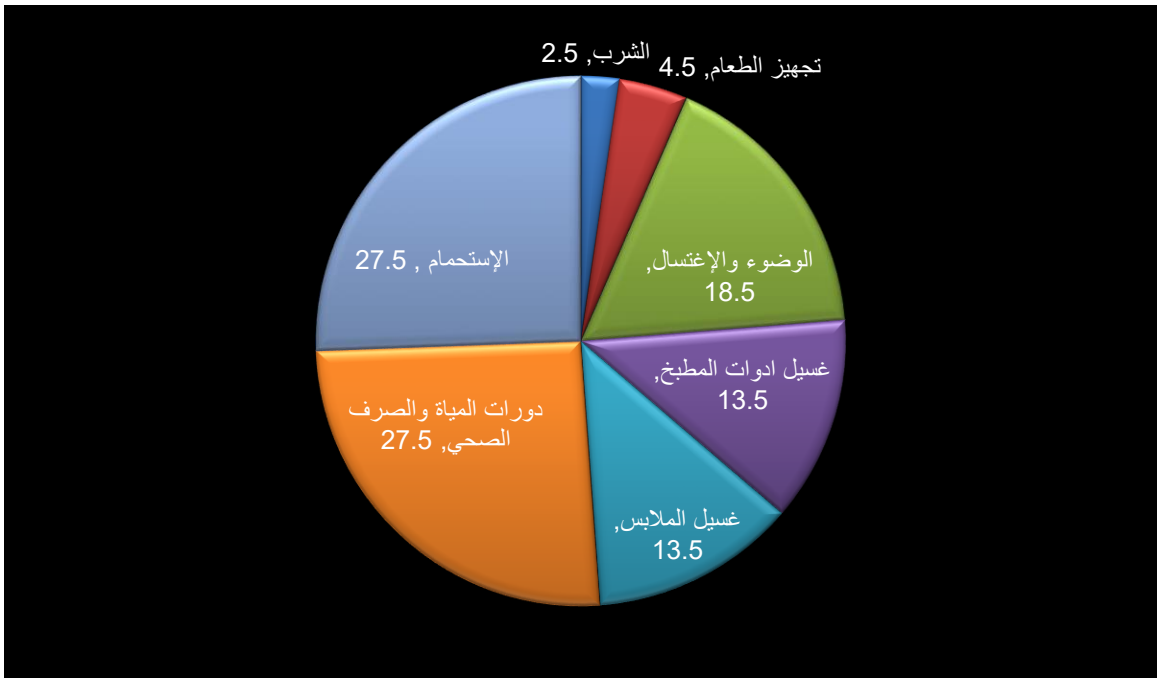
طبقاً وتقديرات معهد بحوث المياه الجوفية فى مصر فإن وادي النيل يحتوي على 200 مليار متر مكعب مياة جوفية وإقليم الدلتا يحتوي على 400 مليار متر مكعب وإن ماتم سحبة حتي الأن يقدر بنحو 7.5 مليار متر مكعب فقط .

ولهذا تعتبر المياه الجوفية احد الموارد المائية الغير تقليدية والتى تتميز بأنتشارها جغرافياً فى كافة مناطق الجمهورية وبالإضافة انها تكاد تكون الحل الرئيسي للفقر المائي المنتظر فانه يمكن إستغلال محتواها الحراري كالأتي:

1- الإحصائيات تؤكد ان متوسط الإستهلاك اليومي للفرد من المياة باللتر كما يلي :-

- **الشرب 2.5 لتر**
- **تجهيز الطعام 4.5 لتر**
- **الوضوء والإغتسال 18.5لتر**
- **غسيل ادوات المطبخ والتنظيف 13.5لتر**
- **غسيل الملابس 13.5لتر**
- **دورات المياه والصرف الصحي 27.5 لتر**
- **الإستحمام 27.5لتر**

من هذا يتضح ان الانسان احتياجاته للمياة للطعام والشراب



لا يتعدي 7% من إجمالي إحتياجاته اليومية.

2-خلق الله سبحانه وتعالي درجة حرارة مياة باطن الأرض ثابتة طوال العام من (20 إلى 26 درجة مئوية) على عمق (من 12 إلى 15) متر (عمق الثابت الحراري)فيمكن ببساطة وبتكاليف زهيدة إنتزاع هذا المحتوى الحراري من الأرض فى شكل مياه جوفية لإمداد وحدات التكييف التبخيرية بها وكذلك إمداد الشقق السكنية أوالمكاتب الإدارية بالمباني بهذه المياه لكافة الإستخدامات ماعدا الطعام والشراب طبقاً للإحصائيةفى الصفحة السابقة (صفحة 12).

دراسة جدوي مبسطه

أولاً : المبنى التقليدى

يحتاج طبقاً وحسابات الأحمال الحرارية علي برنامج HAP سعة تبريدية قدرها 307 كيلو وات أي مايساوي88 طن تبريد وهذا يعادل عدد 44 جهاز تكييف بسعة 2 طن تبريد لكل جهاز.

إذا التكلفة الأولية (The Initial Cost) للتوريد والتركيب

= 44×6000= 264000 جنية مصري

بما أن كل جهاز تكييف بسعة 2 طن تبريد يستهلك 4 كيلو وات ساعة وبإفتراض أن الجهاز سيعمل 8 ساعات يومياً لمدة استهلاك قدرها شهر وسعر الكيلو وات ساعة 40 قرش.

فان تكلفة التشغيل (The Running Cost)

= 44×4×8×0.4×30= 16896 جنية شهرياً

ثانياً : المبنى بفكرة البحث

يحتاج طبقاً وحسابات الأحمال الحرارية علي برنامج HAP سعة تبريدية قدرها 146.8 كيلو وات أي مايساوي42 طن تبريد وهذا يعادل عدد 21 جهاز تكييف بسعة 2 طن تبريد لكل جهاز.

إذا التكلفة الأولية (The Initial Cost) للتوريد والتركيب

= 21×6000= 126000 جنية مصري

والتكلفة الأولية (The Initial Cost) للأعمال الأضافية عبارة عن :

- بناء جدار داخلي = (27) الف طوبة × 500 =13500 جنية
- وحدات تبريد تبخيرية =4 × 10000=40000 جنية
- تركيب طلمبة مياة جوفية = 1 × 5000 = 5000 جنية
- أعمال دكت لعمال التبخير = 1 طن × 20000= 20000
- أعمال عزل حراري = 20000 جنية
- فرق مواصفات الأبواب والشبابيك = 30000 جنية

إجمالي التكلفة الأولية =254500جنية مصري

إجمالي تكلفة الأعمال الأضافية =128500 جنية مصري

تكلفة التشغيل (The Running Cost)

=21×4×8×0.4×30= 8064 جنية شهرياً

مما سبق يتضح أن :

1- التكلفة الأولية (The Initial Cost) تكاد تكون متقاربة فى الحالتين وأن كانت اكبر فى المبني التقليدي بنسبة بسيطة.

2- تكلفة التشغيل (The Running Cost) انخفضت بنسبة كبيرة نتيجة إنخفاض معدلات استهلاك الكهرباء وذلك تبعاً لإنخفاض القدرات المطلوبة لوحدات التكييف.

3- بفارق تكلفة التشغيل فى الحالتين يمكن تغطية التكاليف الأولية (pay back) للأعمال الإضافية فى مدة تقريبية قدرها عام ونصف من بدء التشغيل لتبقي بعدها الإستفادة من خفض تكاليف التشغيل وخفض إستهلاك التيارالكهربي هي الأساس .

ملاحظات:-

1- القدرات الصغيرة للمواتير الخاصة بالمكيف التبخيرى وطلمبة ضخ المياه الجوفية يجعلها صالحة للعمل بالطاقة الشمسية فى حال توفرها .
2- بأخذ طريقة الترشيد رقم (1) فى الإعتبار وتطبيق طريقة الترشيد رقم (2) متوقع توفير مالايقل عن 60% من إستهلاك المياه والكهرباء للمبني.
3- مطلوب تحديد جهة تتبنى الفكرة وتنشئ مبنين بنفس المواصفات أحدهما عادي والأخر تطبق عليه فكرة البحث وعمل قياسات لإستهلاك الطاقة لمدة شهر والخروج بالنتائج المطلوبة وعمل المقارنات اللازمة لتأكيد التطبيق العملي للفكرة .

الخاتمة

فى نهاية هذا الجهد المتواضع أود أن أذكر أنني قد عرضت رأيى وحاولت قدرالامكان توضيح فكرتي ومما سبق يتبين أنه من الأهمية بمكان أن تتكاتف الجهود حول موضوع الترشيد وأن يحظي بالعناية والإهتمام من المسئولين لما له من فائدة كبيرة للفرد والمجتمع وأسأل الله عزوجل التوفيق والسداد

وتفضلو بقبول فائق الأحترام