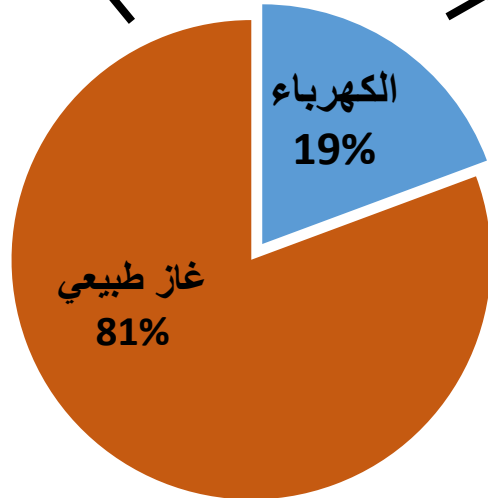
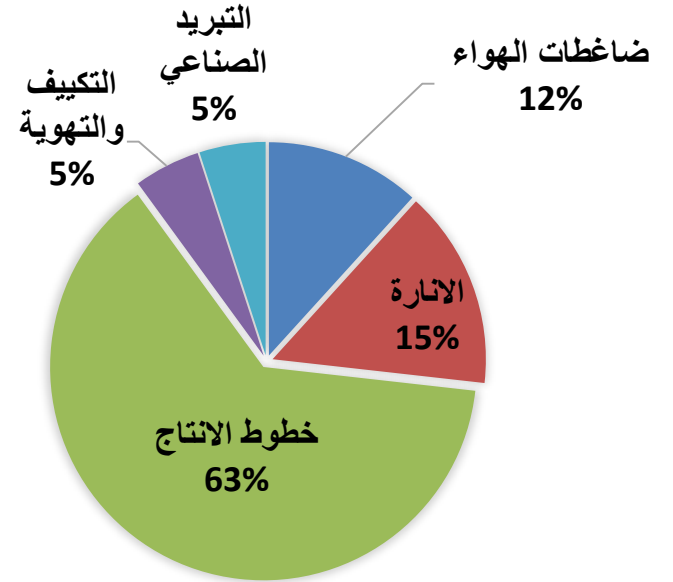
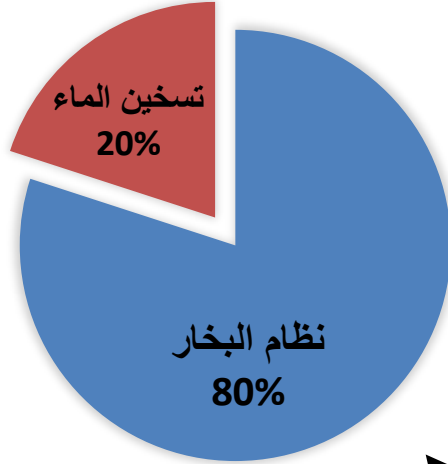




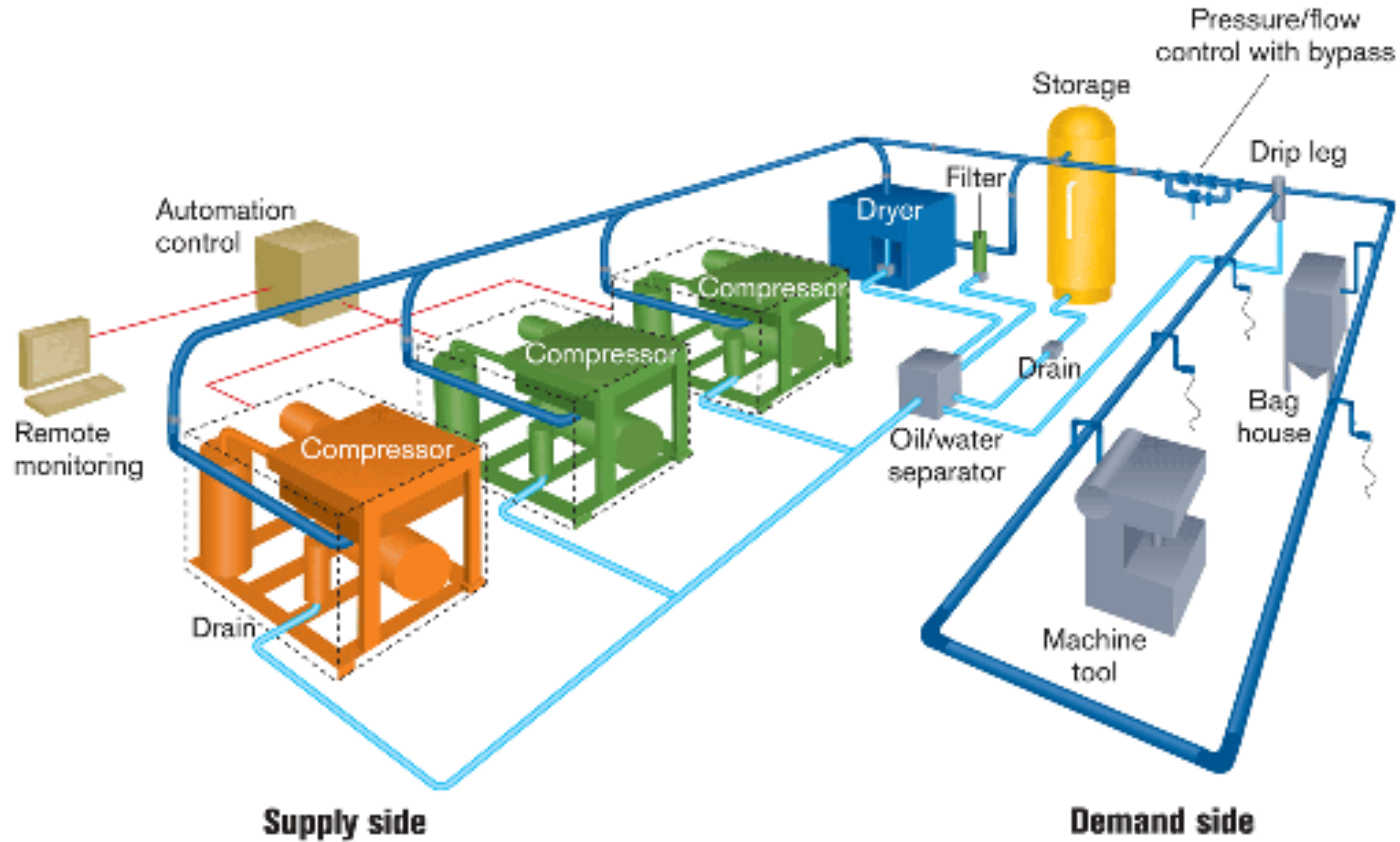
ترشيد استهلاك الطاقة في المصانع

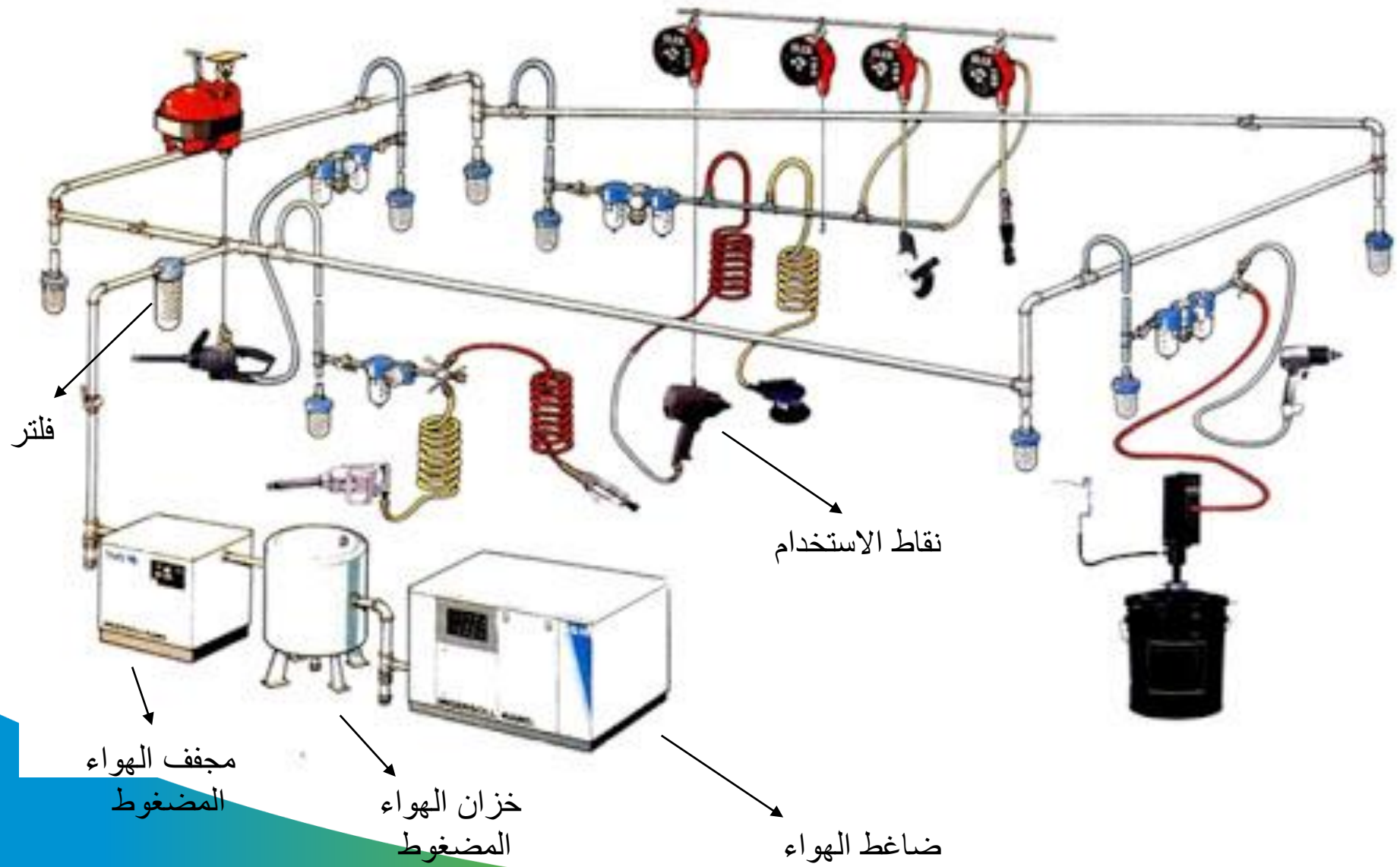
استهلاك الطاقة في القطاع الصناعي

مستهلكات الطاقة في المصانع

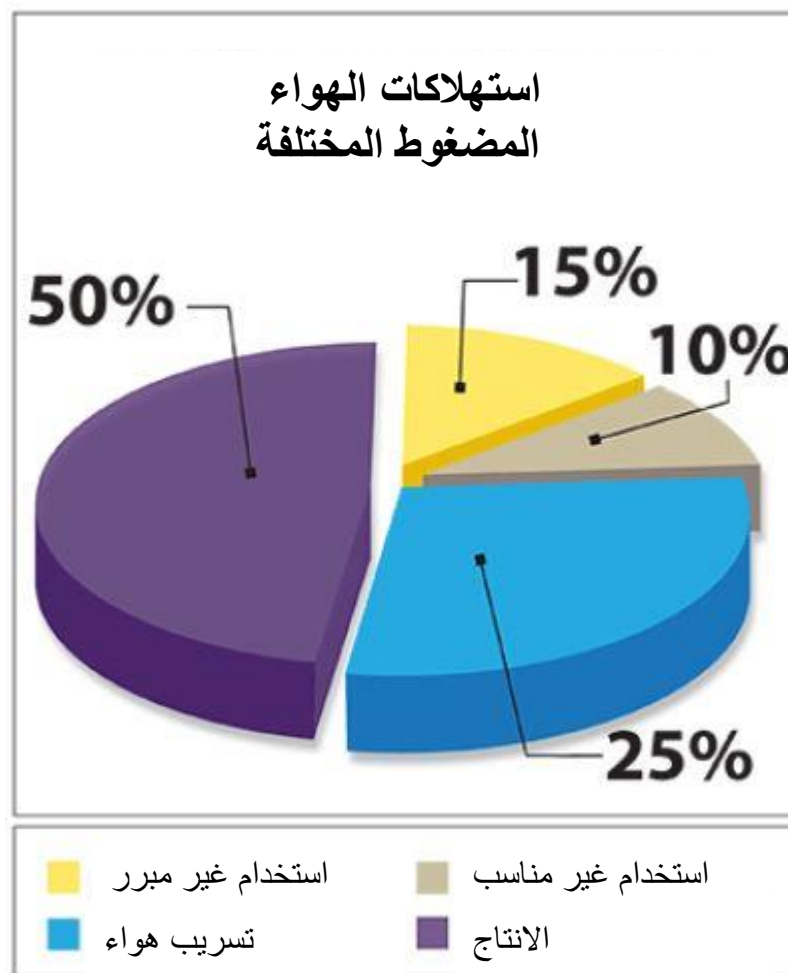
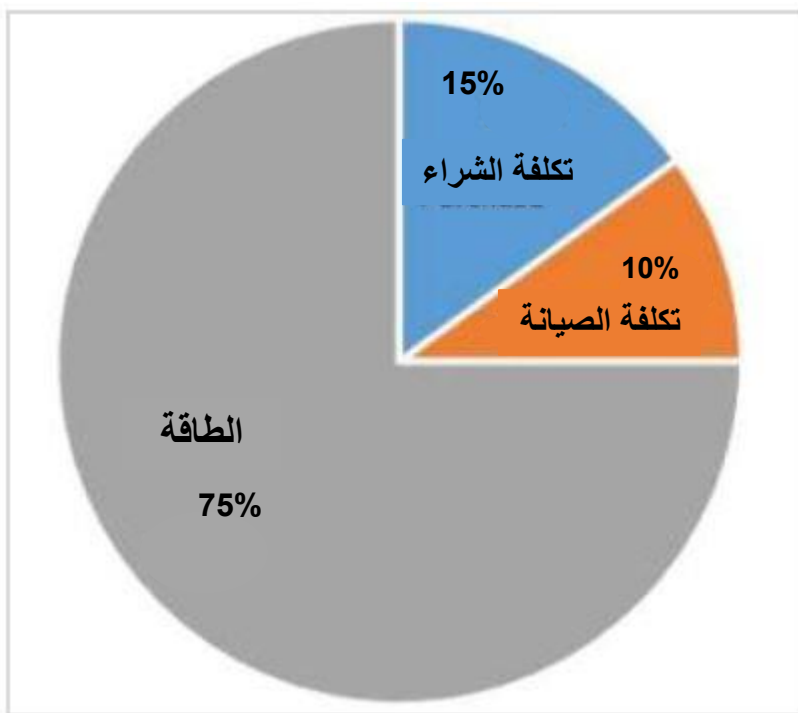


ترشيد استهلاك الطاقة في نظام الهواء المضغوط





بالنسبة لضغط الهواء النموذجي ، يمثل استهلاك الطاقة 75٪ من تكلفة التشغيل مدى الحياة ، ولذا ينبغي أن يكون ترشيد استخدام الطاقة هو الأولوية لتقليل التكاليف الإجمالية للهواء المضغوط.



إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في نظام الهواء المضغوط بالترتيب:

1. اجراءات تقليل الطلب على الهواء المضغوط.
2. اجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في عملية انتاج الهواء المضغوط.
3. اجراءات رفع كفاءة الطاقة في ضاغطات الهواء.
4. اجراءات استرجاع الطاقة المفقودة في نظام الهواء المضغوط.
5. اجراءات استخدام مصدر طاقة بديل ونظيف.



إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في نظام الهواء المضغوط:

1. إجراءات تقليل الطلب على الهواء المضغوط:

- ✓ صيانة واصلاح كافة تسريبات الهواء المضغوط.
- ✓ محاولة استخدام المراوح النافخة عوضا عن الهواء المضغوط للعمليات التي تحتاج ضغط أقل أو يساوي 0.5 بار.
- ✓ محاولة تقليل ضغط الهواء المضبوط الى الضغط المناسب لان اي ارتفاع بالضغط يعني زيادة في كمية تهريب الهواء وزيادة في الاستهلاك لتلبية الضغط المطلوب.(7% توفير عن كل 1 بار تخفيض)
- ✓ في حالة وجود بعض الخطوط التي تحتاج هواء بضغط منخفض، ينصح بفصلها عن نظام الهواء المركزي وتركيب نظام هواء خاص بها عند الضغط المطلوب.
- ✓ عزل خطوط الانتاج التي تعمل بشكل متقطع عن شبكة الهواء المضغوط في حال عدم تشغيلها باستخدام محبس قفل اتوماتيكي، وذلك لتجنب زيادة كمية الهواء المضغوط في الشبكة وتشكيل عبئ زائد على الضاغط.
- ✓ تجنب استخدام الهواء المضغوط لأغراض التبريد أو التنظيف أو تقليب المياه أو التجفيف، حيث يمكن استبدالها بمراوح نافخة (Blowers).
- ✓ في حال استخدام الهواء المضغوط في المعدات الدوارة مثل الثاقب او الصاروخ، يفضل عمل دراسة

إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في نظام الهواء المضغوط:

1. إجراءات تقليل الطلب على الهواء المضغوط:

✓ صيانة واصلاح كافة تسريبات الهواء المضغوط.

يمكن أن يؤدي الى تقليل أكثر من 10% من استهلاك الطاقة.

ضغط الهواء بوحدة PSIG	قطر فتحة التسريب				
	1/64"	1/32"	1/16"	1/8"	1/4"
60	0.26	1.06	4.23	16.90	67.60
70	0.30	1.20	4.79	19.20	76.70
80	0.34	1.34	5.36	21.40	85.70
90	0.37	1.48	5.92	23.70	94.80
100	0.41	1.62	6.49	26.00	104.00
110	0.44	1.76	7.05	28.20	113.00
120	0.48	1.91	7.62	30.50	122.00
كمية التسريب بوحدة (CFM)					

فحص التسريب الدوري (في فترة ايقاف المصنع)

$$\text{كمية التسريب (متر مكعب بالدقيقة)} = \frac{\text{وقت تحميل الضاغط} * \text{كمية الهواء الحر}}{\text{وقت تحميل الضاغط} + \text{وقت ايقافه}}$$

$$\text{كمية الاستهلاك نتيجة التسريب (كيلو واط ساعة)} = \text{كمية التسريب} * \text{الاستهلاك النوعي للضاغط} * \text{وقت التشغيل السنوي}$$

COMPRESSOR		Atlas Copco	
Type	: GA75P		
n°	: API610530		
P _{max}	: 8 bar	- 116 psi	- 0.8 MPa
Qv	: 230.6 l/s	- 488.6 cfm	- 13,84 m³/min
P _{motor}	: 75 kW	- 100 hp	
n _{motor}	: 2978 r/min		
m	: 1530 kg	- 3373 lb	
Manufacturing year :			2009
ATLAS COPCO AIRPOWER n.v.			Belgium

القدرة النوعية: كمية الطاقة المستهلكة عند انتاج متر مكعب واحد من الهواء المضغوط بالدقيقة الواحدة، ووحدته (كيلو واط/ (م3 /الدقيقة))

القدرة النوعية = القدرة / كمية الهواء الحر
حسب المثال الموضح:

القدرة النوعية = 75 (كيلو واط) / 13.84 (م3 /الدقيقة)
= 5.42 عند ضغط 8 بار

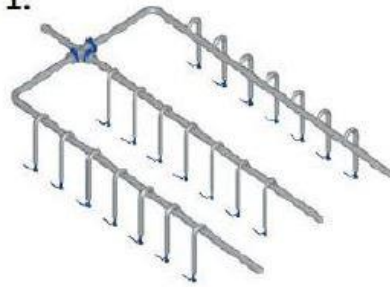
ملصق تعريفى لأحد ضاغطات الهواء

إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في نظام الهواء المضغوط:

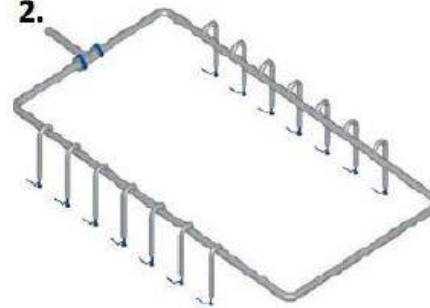
2. إجراءات تقليل الطاقة المستهلكة في عملية انتاج الهواء المضغوط:

- ✓ ضرورة تجنب سحب الهواء للضاغط من مكان ذو حرارة مرتفعة لان كثافة الهواء تقل مع ارتفاع الحرارة، وحيث ينصح بسحب الهواء من مكان أكثر برودة (توفير 1% عند خفض 3 درجات مئوية).
- ✓ تقليل كمية الهواء المفقودة في عملية التصريف (Drain) باستخدام نظام تحكم اتوماتيكي مع مؤقت.
- ✓ وضع مؤشرات ضغط قبل وبعد الفلاتر للتحقق من عملها ، حيث يجب الا يزيد فرق الضغط عن 0.5 بار. او بحسب المواصفات التصنيعية.
- ✓ التأكد من مدى جودة الهواء المضغوط المطلوبة، لان الهواء ذو الجودة العالية يحتاج الى طاقة اعلى لانتاجه، في حال الحاجة لذلك لبعض خطوط الانتاج، يمكن تركيب نظام معالجة قبل نقطة التزويد لهذه الخطوط فقط.
- ✓ ضرورة تركيب خزان للهواء المضغوط بالقرب من الضاغط بالاضافة الى خزان آخر بالقرب من العمليات خاصة تلك التي تتطلب سحب كبير للهواء ولكن بشكل دوري.
- ✓ ضرورة تقليل فقدان هبوط الضغط عند الشبكة من حيث قطر واطوال المواسير.
- ✓ استخدام نظام الدائرة المغلقة (Ring) في شبكة الهواء المضغوط لتقليل الخسارة في الضغط.
- ✓ ضرورة سحب هواء الضاغط من مكان جاف ونظيف قدر الامكان.

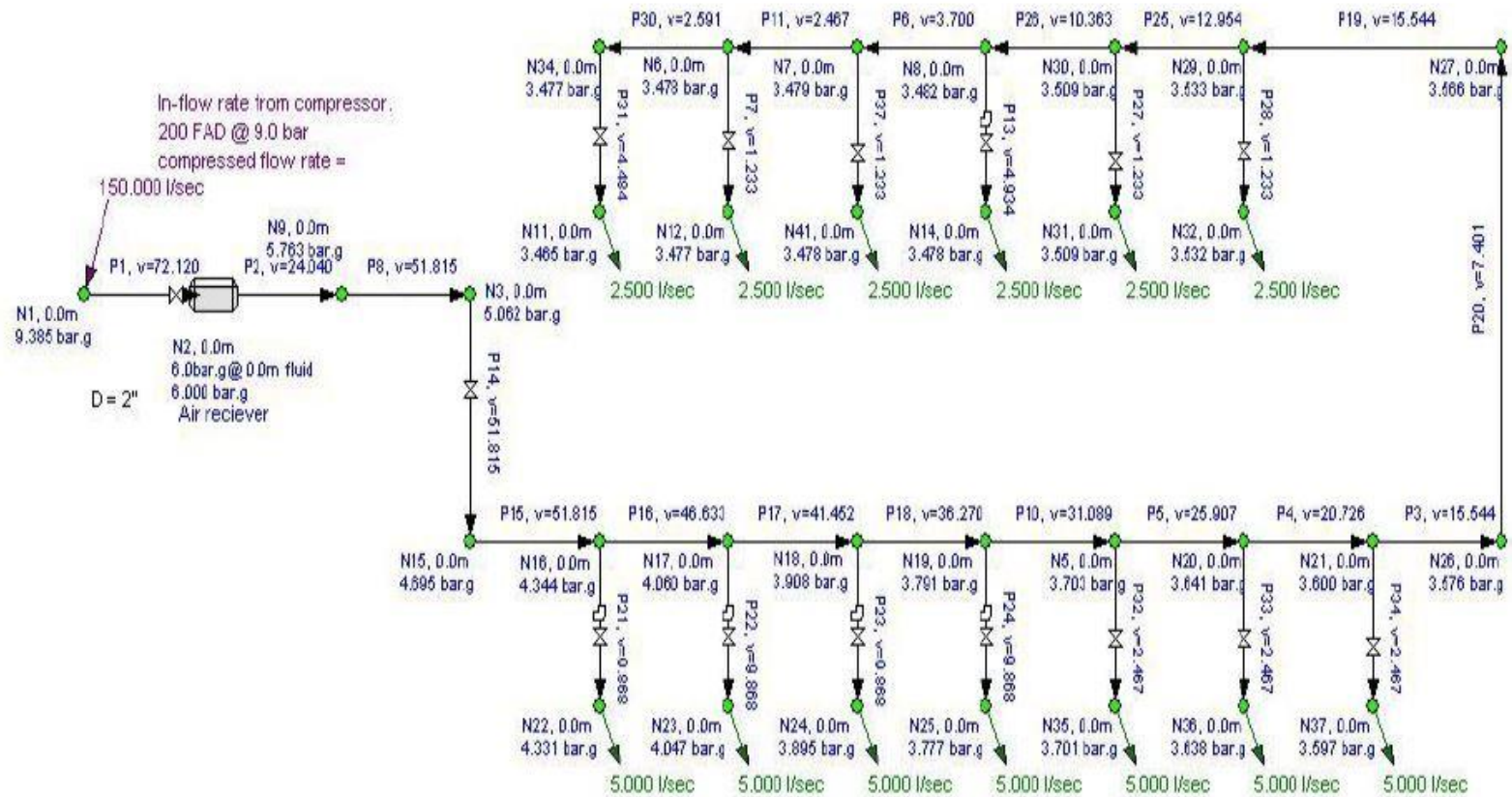
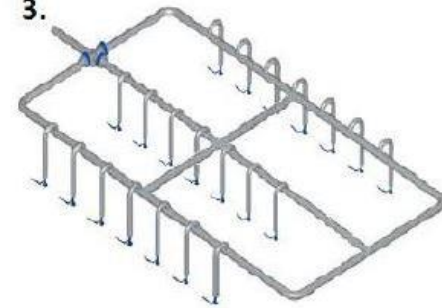
1.

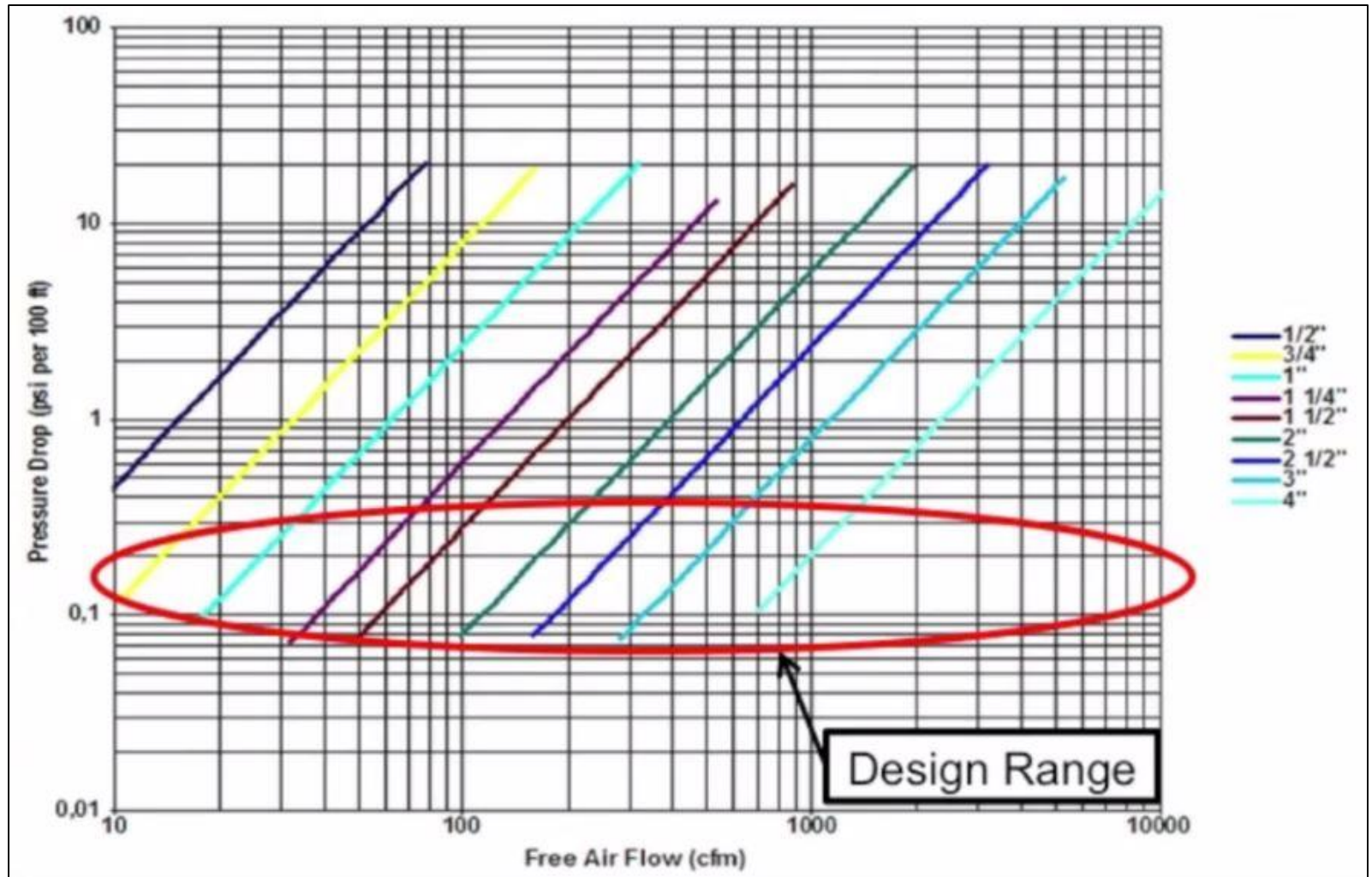


2.



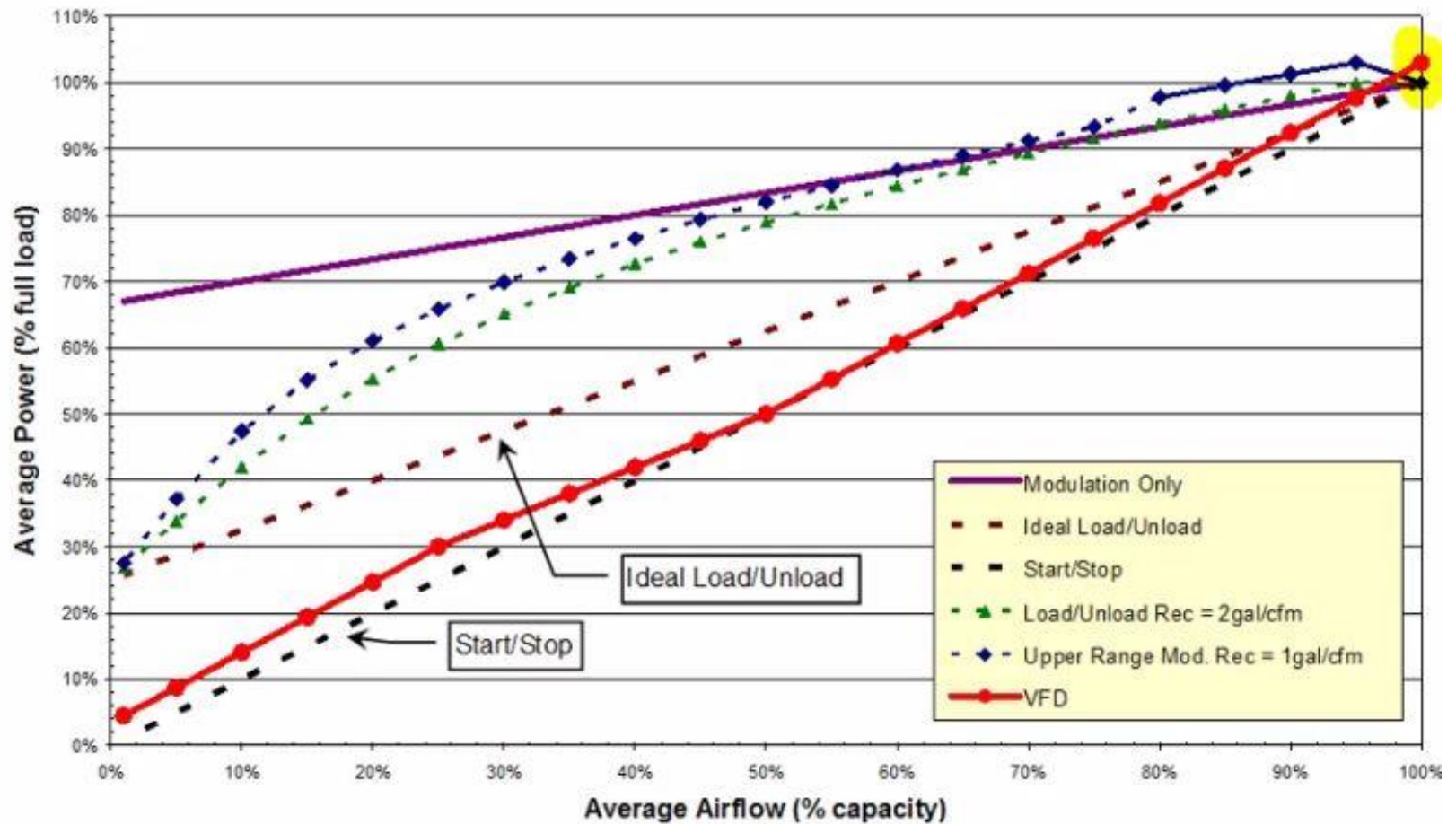
3



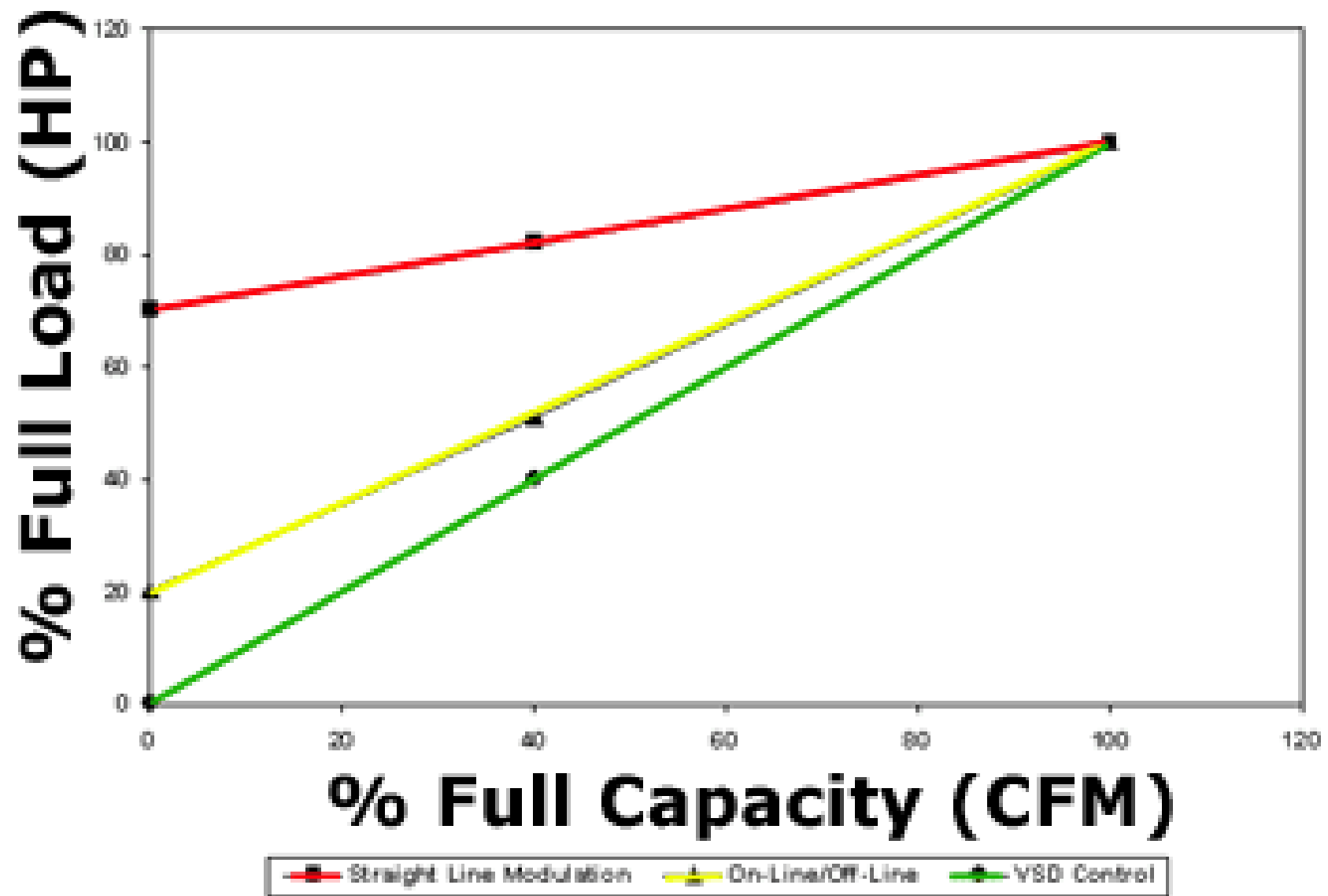


3. إجراءات رفع كفاءة الطاقة في ضاغط الهواء:

- ✓ المحافظة على أعلى كفاءة للضاغط والمجففات عن طريق الصيانة الدورية لها.
- ✓ استبدال الضاغط القديم او غير الكفؤ بآخر جديد ذو كفاءة عالية.
- ✓ استخدام نظام المحرك متغير التردد في التحكم في عمل الضاغط. (توفير يصل الى 10%)



Compressor Control Systems



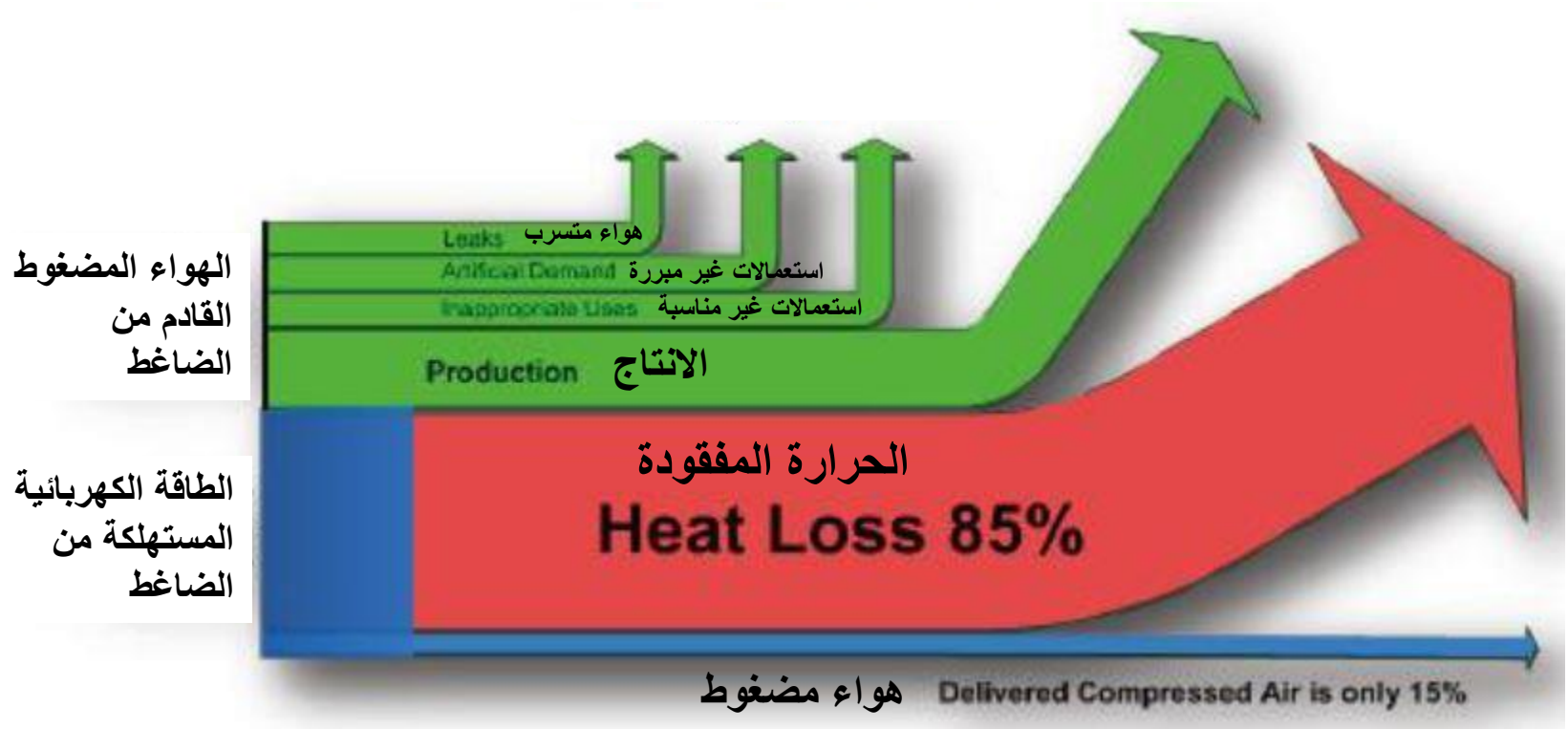
4. إجراءات استرجاع الطاقة:

✓ الاستفادة من الطاقة الحرارية الضائعة نتيجة تبريد زيت ضاغط الهواء، وذلك من خلال استرجاعها باستخدام المبادلات الحرارية بينها وبين الهواء أو الماء لأغراض تسخينه وتزويده أما لأحد عمليات الإنتاج أو لنظام الماء المكثف للمرجل أو لأغراض التدفئة للمباني القريبة.

5. إجراءات استخدام مصدر طاقة بديل ونظيف:

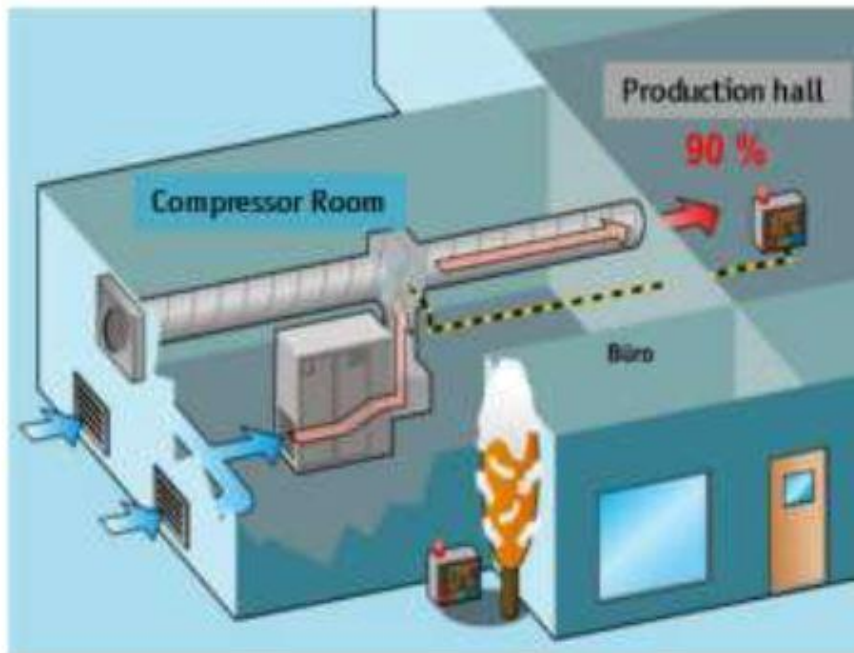
✓ استخدام نظام الخلايا الشمسية لتزويد النظام بالكهرباء.

4. إجراءات استرجاع الطاقة:

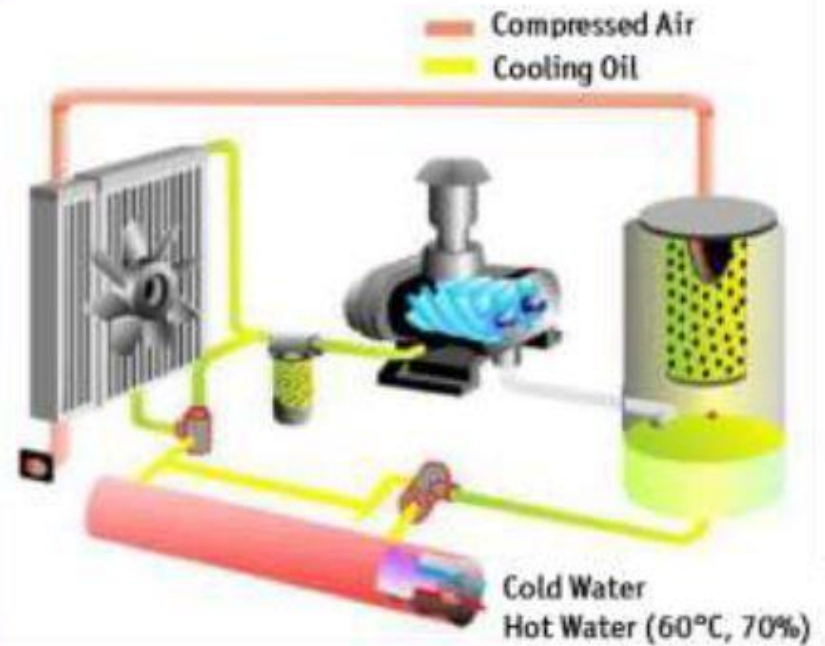


4. إجراءات استرجاع الطاقة:

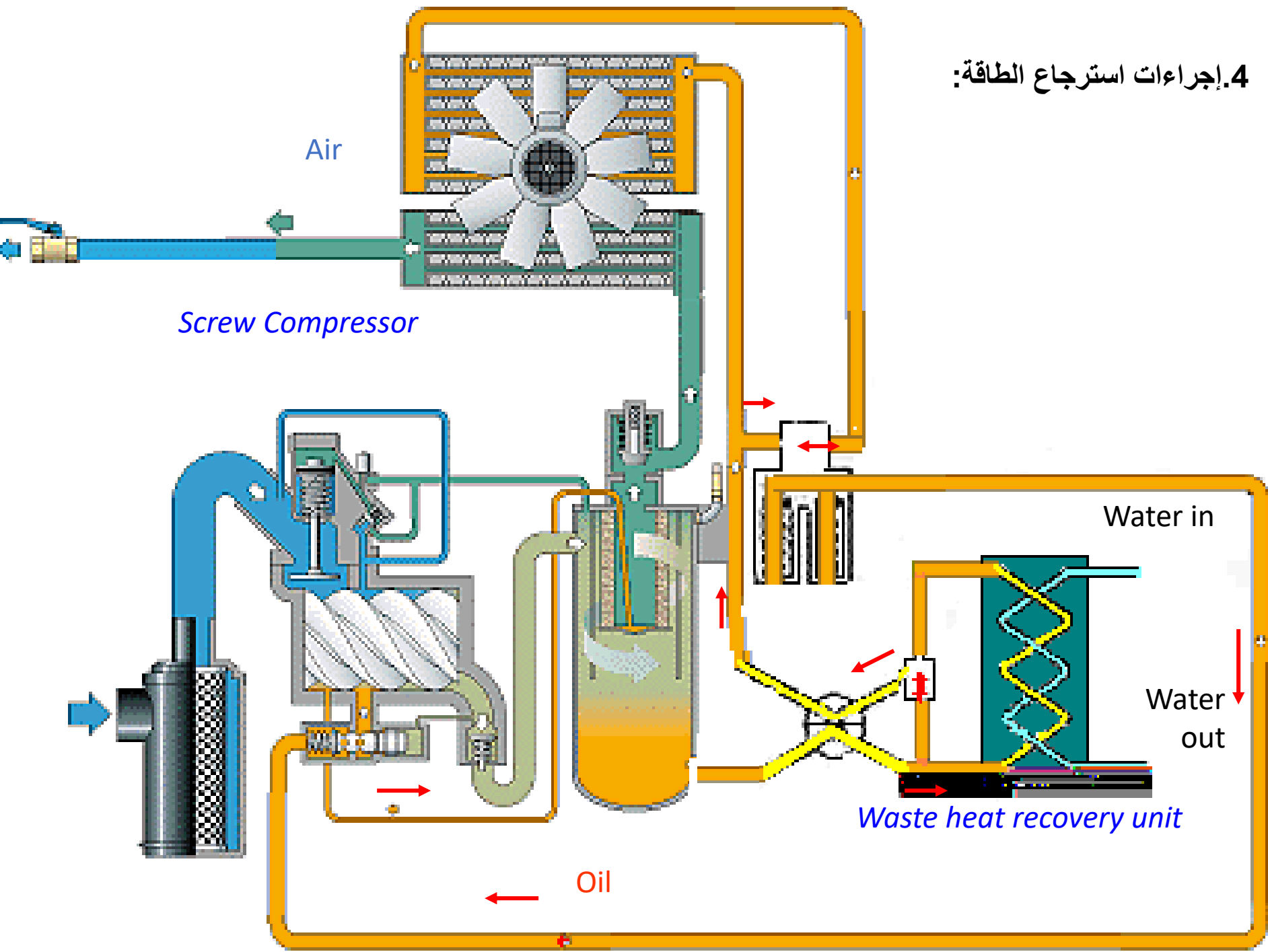
Heat Loss → Space Heating Energy
Conversion rate = 90%



Heat Loss → Water Heating Energy
Conversion rate = 70%

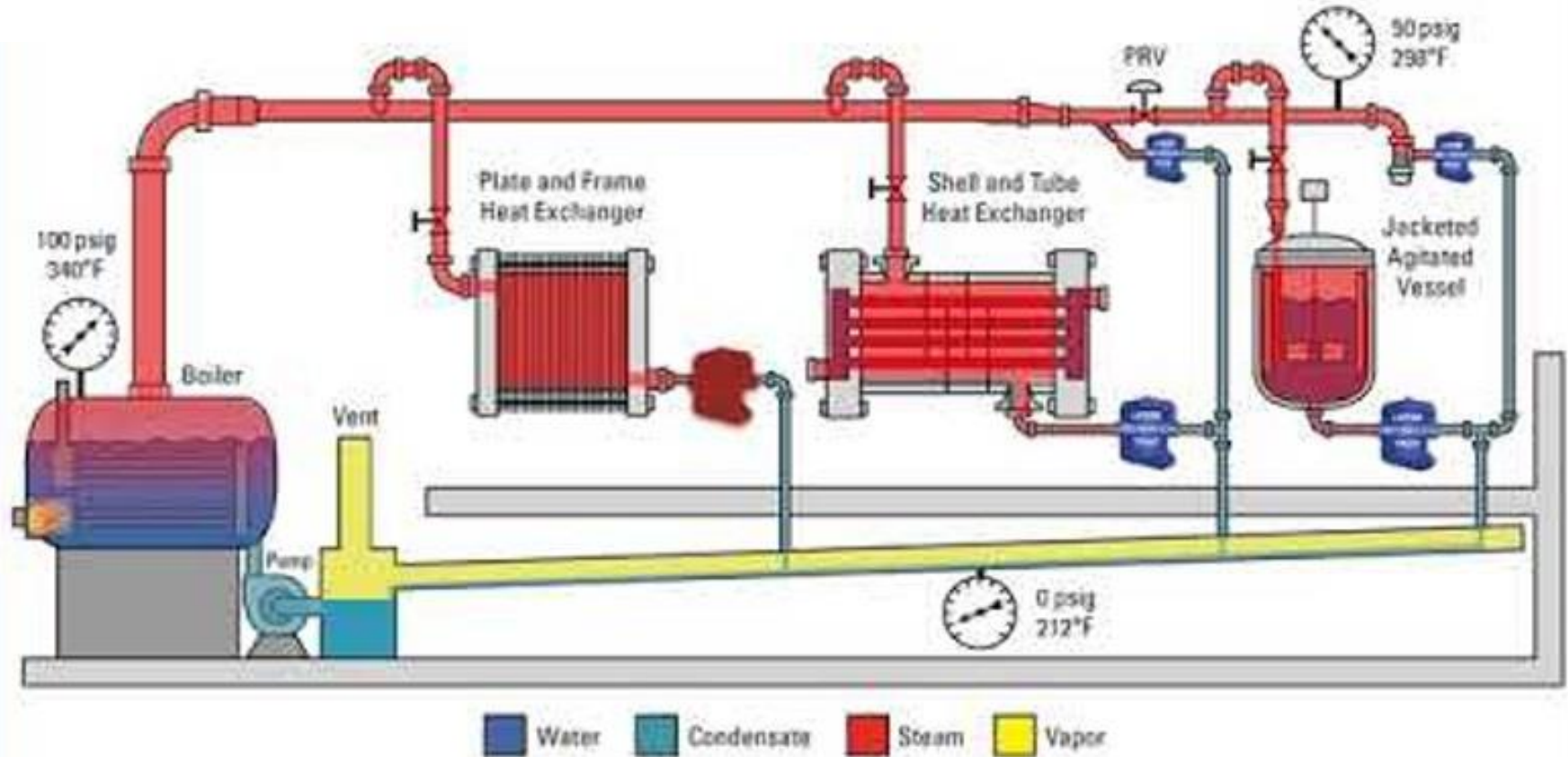


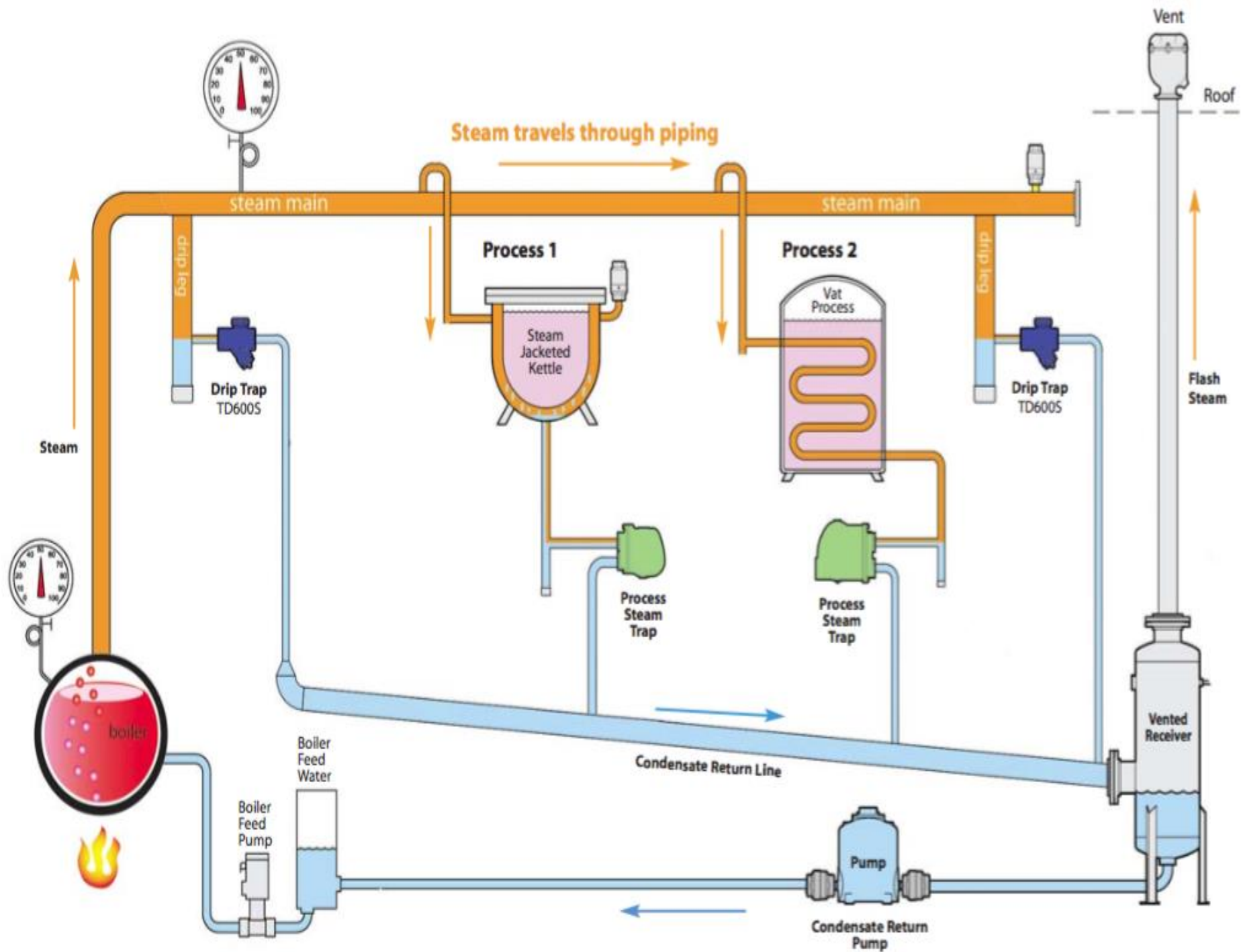
4. إجراءات استرجاع الطاقة:





ترشيد استهلاك الطاقة في نظام البخار



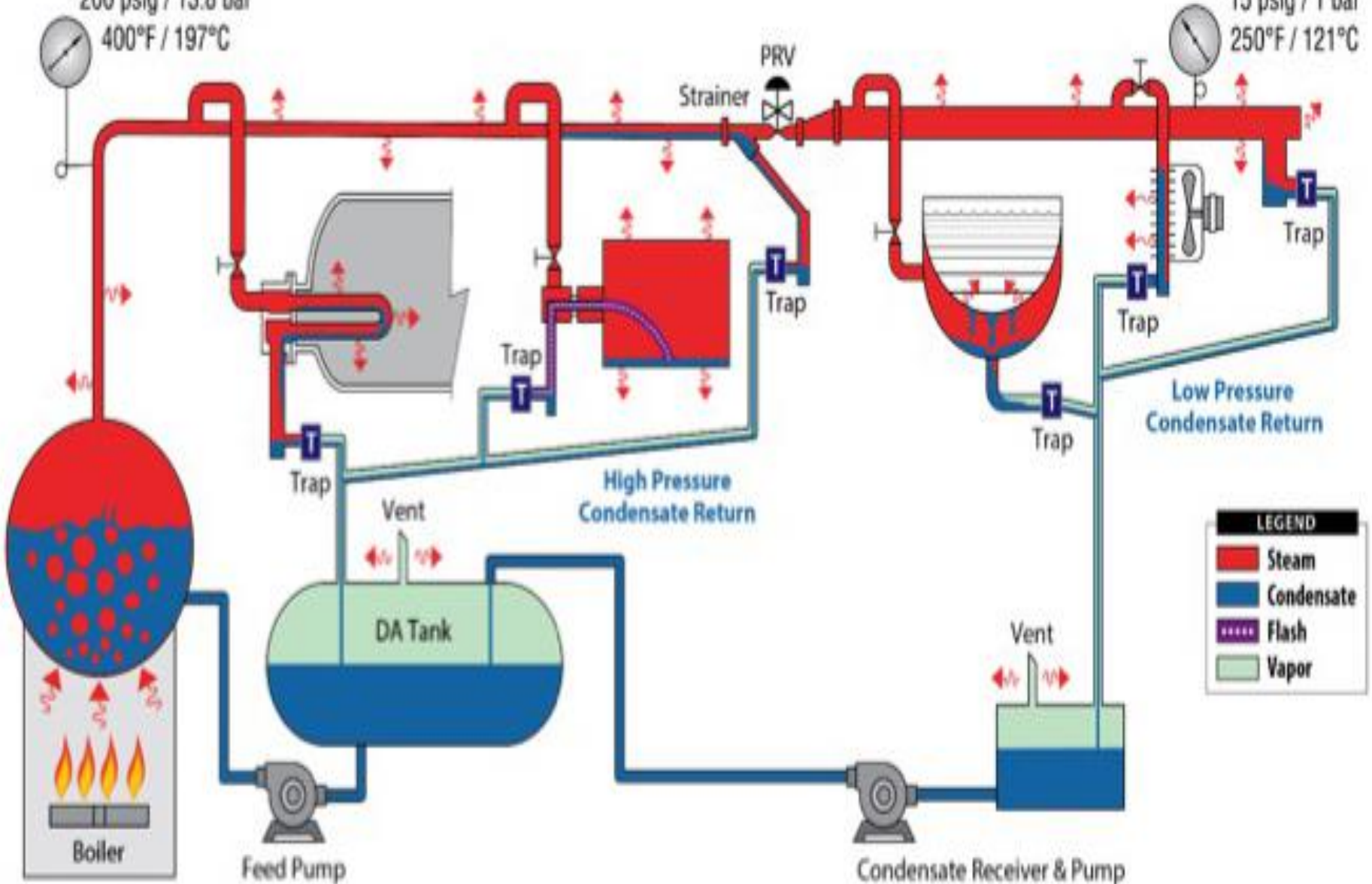


High Pressure Steam

200 psig / 13.8 bar
400°F / 197°C

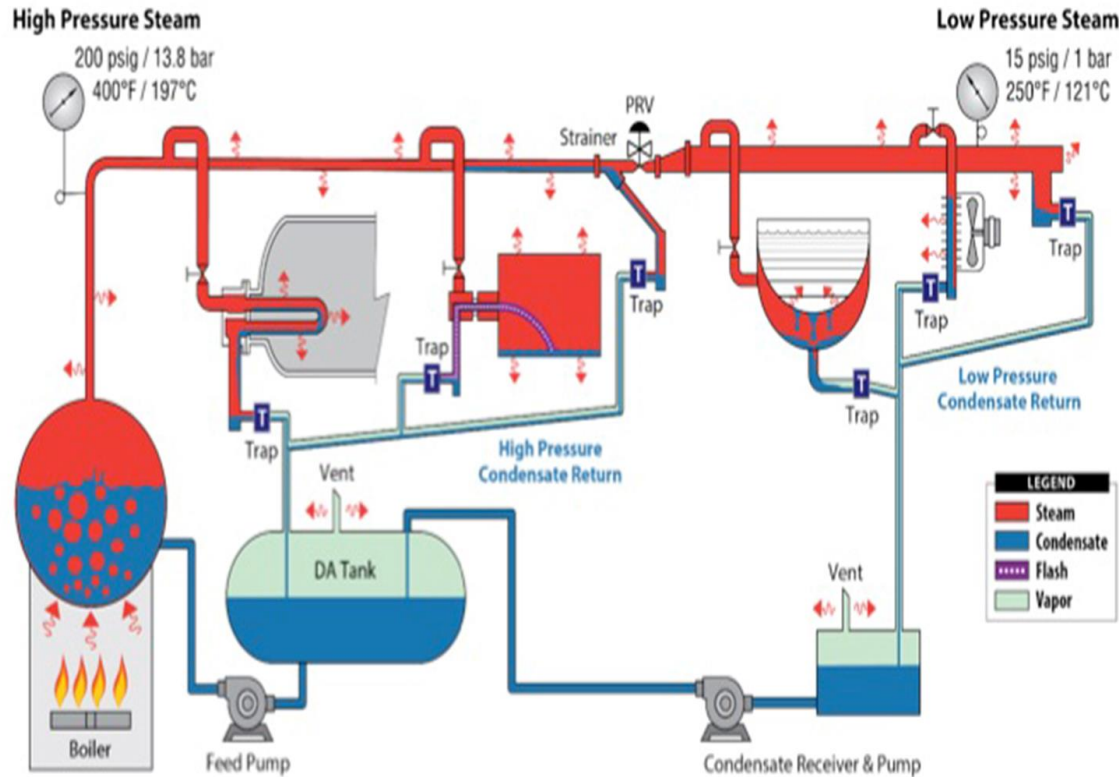
Low Pressure Steam

15 psig / 1 bar
250°F / 121°C



إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في نظام البخار بالترتيب:

1. إجراءات تقليل الطلب على البخار.
2. إجراءات تقليل استهلاك الطاقة اللازمة في عملية انتاج البخار.
3. إجراءات رفع كفاءة الطاقة في مراحل البخار.
4. إجراءات استرجاع الطاقة المفقودة في نظام البخار.
5. إجراءات استخدام مصدر طاقة بديل ونظيف.

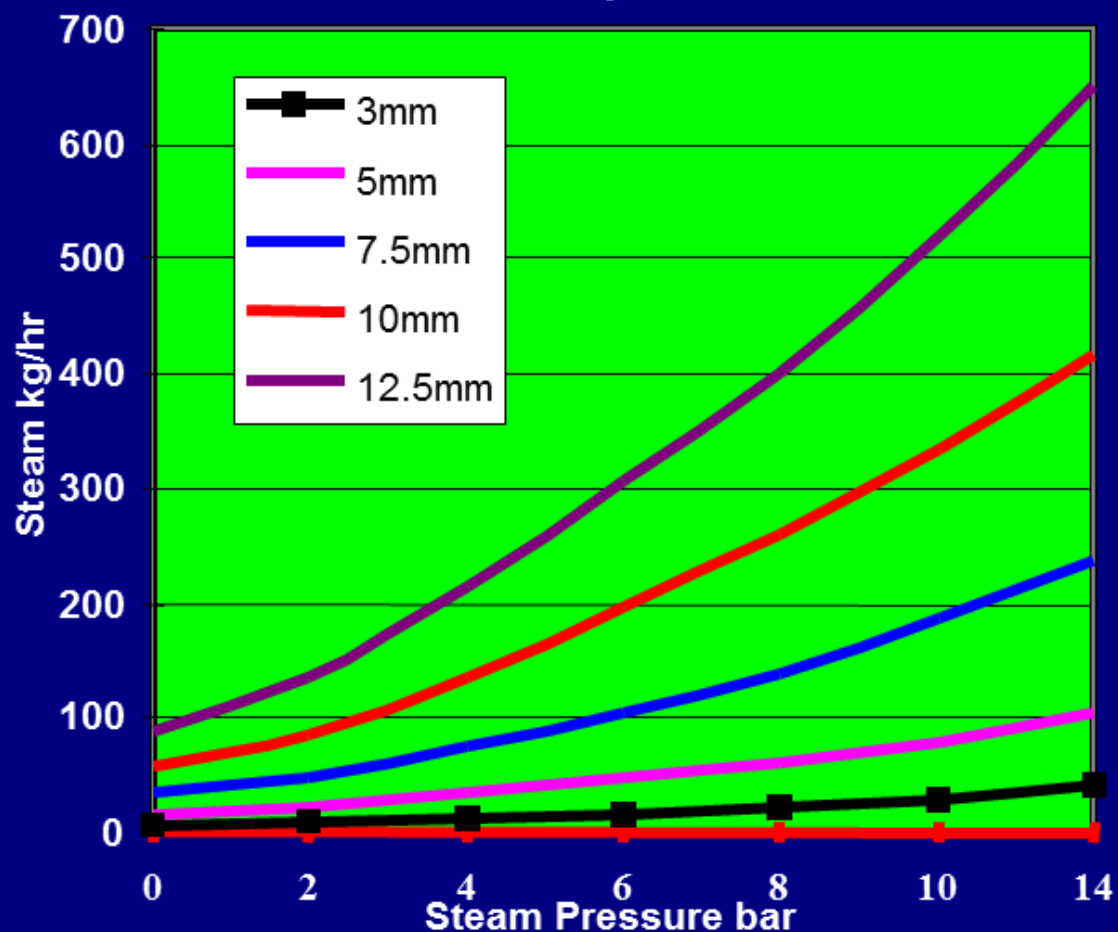


إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في نظام البخار بالترتيب:

1. إجراءات تقليل الطلب على البخار:

- ✓ صيانة واصلاح كافة تسريبات البخار
- ✓ محاولة استخدام الماء الساخن عوضا عن البخار للاحمال التي تحتاج درجة تسخين أقل من 90 درجة مئوية.
- ✓ استخدام الانظمة المغلقة عوضا عن الانظمة المفتوحة في عمليات التعقيم لتقليل الفاقد.
- ✓ عزل كافة المواسير والمحابس الموجودة على شبكة البخار لتقليل فقدان الحرارة من البخار وتحوله الى الحالة السائلة مما يتطلب ضخ كميات اكبر من البخار لتعويض هذا النقصان فيه.
- ✓ عزل كافة نقاط استخدام البخار مثل الخزانات ذات الغلافين والمبادلات الحرارية.
- ✓ محاولة تقليل ضغط البخار المضبوط الى الضغط المناسب لان اي ارتفاع بالضغط يعني زيادة في كمية الحرارة والفقدان الحراري بالاضافة الى زيادة في كمية تهريب البخار.
- ✓ التأكد من كفاءة عمل مصائد البخار والتحقق من عدم مرور البخار من خلالها الى شبكة الماء المكثف.
- ✓ عزل خطوط الانتاج التي تعمل بشكل متقطع عن شبكة البخار في حال عدم تشغيلها لتجنب تجمع البخار عند مصائد البخار وتحوله الى ما مكثف دون الاستفادة منه.

Steam Loss Through Leaks To The Atmosphere



فقدان البخار نتيجة التسريب هو مشكلة مشتركة في أي مصنع، ويحصل عادة نتيجة قلة الصيانة الجيدة و قلة جودة المحابس و قطع الوصل في الشبكة.

فقدان الحرارة في خطوط البخار

فقدان الحرارة من خلال الخطوط غير المعزولة يمكن أن يشكل جزء كبير من الطاقة الكلية المستهلكة.

خط بخار غير معزول طوله 14 متر وقطره 1 انش عند ضغط 5.5 بار (162 درجة مئوية) يمكن أي يؤدي الى خسارة 1900 لتر ديزل في السنة. ←

كل فلنجة وصل تعادل 0.3 متر طول لماسورة من نفس القطر
كل محبس يعادل 1.5 متر طول لماسورة من نفس القطر

• فقدان الحرارة في خطوط البخار

الطاقة الحرارية المفقودة في خطوط نقل البخار بوحدة (واط لكل متر)										فرق الحرارة C°
قطر الخط										
150mm	100mm	80mm	65mm	50mm	40mm	32mm	25mm	20mm	15mm	
324	233	188	155	132	108	103	79	65	54	56
410	296	236	198	168	136	122	100	82	68	67
500	360	298	241	203	166	149	122	100	83	78
601	434	346	289	246	205	179	146	120	99	89
696	501	400	337	285	234	208	169	140	116	100
816	598	469	392	334	271	241	198	164	134	111
969	699	555	464	394	321	285	233	191	159	125
1133	815	622	540	458	373	333	272	224	184	139
1305	939	747	623	528	429	382	312	255	210	153
1492	1093	838	713	602	489	437	357	292	241	167
1660	1190	959	808	676	556	494	408	329	274	180

اختيار سماكة العزل الحراري المناسبة

سماكة العزل المطلوبة (مم) صوف زجاجي					حرارة سطح خط البخار (°C) درجة مئوية
الأسطح المستوية	قطر خط البخار (مم)				
	100	75	50	25	
75	65	50	40	25	لغاية 100
100	75	65	50	40	150-100
125	100	75	65	50	200-150
150	125	100	75	50	250-200
175	150	115	90	65	300-250

• فقدان الحرارة في خطوط البخار

مثال:

الحرارة المفقودة (واط)	الطول (متر)	القطر (مم)	حرارة السطح (°C)	النوع	
560	4	20	96	خط بخار	1
704	1.5 (مكافئ)	80	113	محبس	2
164	2	20	96	خط بخار	3
108	0.3 (مكافئ)	100	98	قطعة وصل Flange	4
1700	17	20	107	خط بخار	5
200	2	20	107	خط بخار	6
3436	مجموع الطاقة الحرارية المفقودة (واط)				

الطاقة الحرارية المفقودة بعد تطبيق العزل الحراري = $3436 \times 15\% = 515.4$ واط

الطاقة الحرارية المحفوظة بعد تطبيق لعزل الحراري = 2920.6 واط

كفاءة المرجل: 80% ← طاقة الوقود المحفوظة 3651 واط

عدد ساعات التشغيل السنوية = 7000 ساعة

كمية الوقود المحفوظة = 2556 لتر ديزل (2.19 طن غاز طبيعي)

إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في نظام البخار بالترتيب:

2. إجراءات تقليل الطاقة اللازمة لعملية انتاج البخار:

✓ الاستفادة من الماء المتكثف في الشبكة وعند نقاط الاستخدام وارجاعه الى المرجل مرة أخرى على حرارة تصل الى 85 درجة مئوية مما يقلل الطاقة والكمية اللازمة لرفع حرارته الى الدرجة المطلوبة.

✓ ضرورة تسخين مياه التعويض قبل ارسالها الى خزان التجميع مع الماء المتكثف و الرجوع من الشبكة، حيث تكون حرارتها مساوية لحرارة الجو، مما له الاثر في تقليل حرارة الماء المتكثف مما يعني استهلاك كمية اكبر من الطاقة لاعادة رفعه الى درجة الحرارة المطلوبة.

✓ تقليل كمية البخار المفقودة في عملية التصريف (Blow down) باستخدام نظام تحكم اتوماتيكي مع مؤقت، بالاضافة الى استخدام مياه معالجة للتقليل من الحاجة للتصريف.

إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في نظام البخار بالترتيب:

3. إجراءات رفع كفاءة الطاقة في مرجل البخار:

✓ المحافظة على أعلى كفاءة احتراق في مرجل البخار عن طريق معايرة تدفق الوقود والهواء الى الحارقة بحيث تكون اقرب الى الاحتراق المثالي.

(يمكن رفع كفاءة المرجل 1% عند تخفيض نسبة الهواء الزائد من الاحتراق 10%)

✓ المحافظة نظافة المرجل من الداخل والتأكد من عدم تراكم الرماد والكلس على الجدار الداخلي للمرجل. ويمكن التأكد من ذلك عن طريق قياس حرارة نواتج الاحتراق في المدخنة.

(يمكن رفع كفاءة المرجل 2.5% عند خفض حرارة المدخنة 55 درجة مئوية).

درجة الحرارة الدنيا الموصى بها لمرجل الديزل هي 220° مئوية و لمرجل الغاز 125° مئوية

✓ عزل جسم المرجل حراريا لضمان الحفاظ على الحرارة المتولدة فيه.

✓ ضرورة وضع المرجل في مكان بعيدا عن تيارات الهواء الباردة او الاماكن المشبعة بالرطوبة

لتفادي سحب هواء بارد او رطب الى عملية الاحتراق مما له الأثر في تقليص الطاقة المستفاد

من عملية الاحتراق.

إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في نظام البخار بالترتيب:

4. إجراءات استرجاع الطاقة المفقودة في نظام البخار.

✓ الاستفادة من أي طاقة حرارية ضائعة سواء من البخار الضائع أو نواتج الاحتراق في المدخنة، وذلك من خلال استرجاعها باستخدام المبادلات الحرارية بينها وبين الهواء أو الماء لأغراض تسخينه وتزويد اما لاحد عمليات الانتاج او لنظام الماء المكثف أو لأغراض التدفئة للمساكن القريبة.

5. إجراءات استخدام مصدر طاقة بديل ونظيف:

✓ استخدام اللواقط الشمسية لتسخين مياه التعويض قبل إرسالها الى خزان الماء المكثف.

✓ استخدام نظام الطاقة الشمسية الحرارية المركزة لإنتاج البخار بكمية وضغط مناسبين ليكون بديل جزئي عن المرجل البخاري المستخدم.

بناء خط الأساس لاستهلاك الطاقة في المصنع

لغايات فهم استهلاك الطاقة في أي مصنع ومتابعته، يتوجب ربطه بمتغير أو أكثر تؤثر عليه و تكون بنفس الفترة التي تم احتسابه عليها. ولغاية ايجاد هذه العلاقة بين الاستهلاك والمتغيرات، يتوجب ادخال البيانات الشهرية أو الاسبوعية او اليومية للاستهلاك و لهذه المتغيرات. وكلما كانت كمية البيانات أكبر كانت العلاقة أكثر وضوحا ويمكن استنتاجها حسابيا.

ومن أهم المتغيرات التي تؤثر على استهلاك الطاقة في المصنع هي كمية الانتاج والظروف الجوية.

بناء خط الأساس لاستهلاك الطاقة في المصنع

مثال عملي:

2017		
الشهر	كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة (كيلو واط ساعة)	كمية الانتاج بالطن
كانون ثاني	798106	12730
شباط	798471	11870
آذار	780000	12000
نيسان	810000	13000
أيار	839982	13200
حزيران	840000	14200
تموز	867412	15000
آب	810000	13610
أيلول	822035	13510
تشرين أول	820795	12530
تشرين ثاني	879303	15000
كانون أول	890076	16200

بناء خط الأساس لاستهلاك الطاقة في المصنع

مثال عملي:

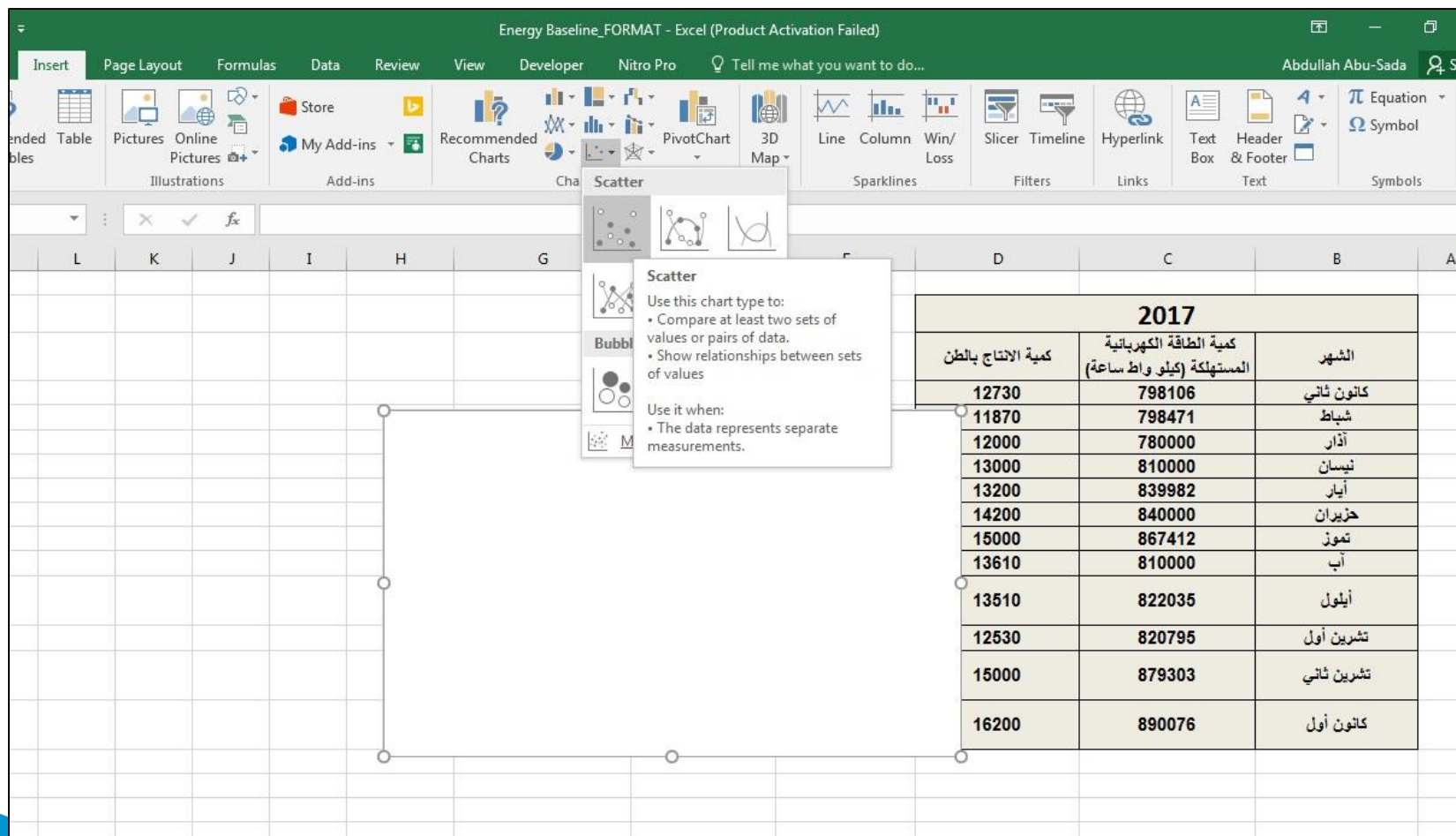
RMAT - Excel (Product Activation Failed)

Nitro Pro Tell me what you want to do... Abdullah Abu-Sada Share

	F	E	D	C	B	A
1						
2			2017			
3			كمية الإنتاج بالطن	كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة (كيلو واط ساعة)	الشهر	
4			12730	798106	كانون ثاني	
5			11870	798471	شباط	
6			12000	780000	آذار	
7			13000	810000	نيسان	
8			13200	839982	أيار	
9			14200	840000	حزيران	
10			15000	867412	تموز	
11			13610	810000	آب	
12			13510	822035	أيلول	
13			12530	820795	تشرين أول	
14			15000	879303	تشرين ثاني	
15			16200	890076	كانون أول	
16						
17						
18						
19						
20						

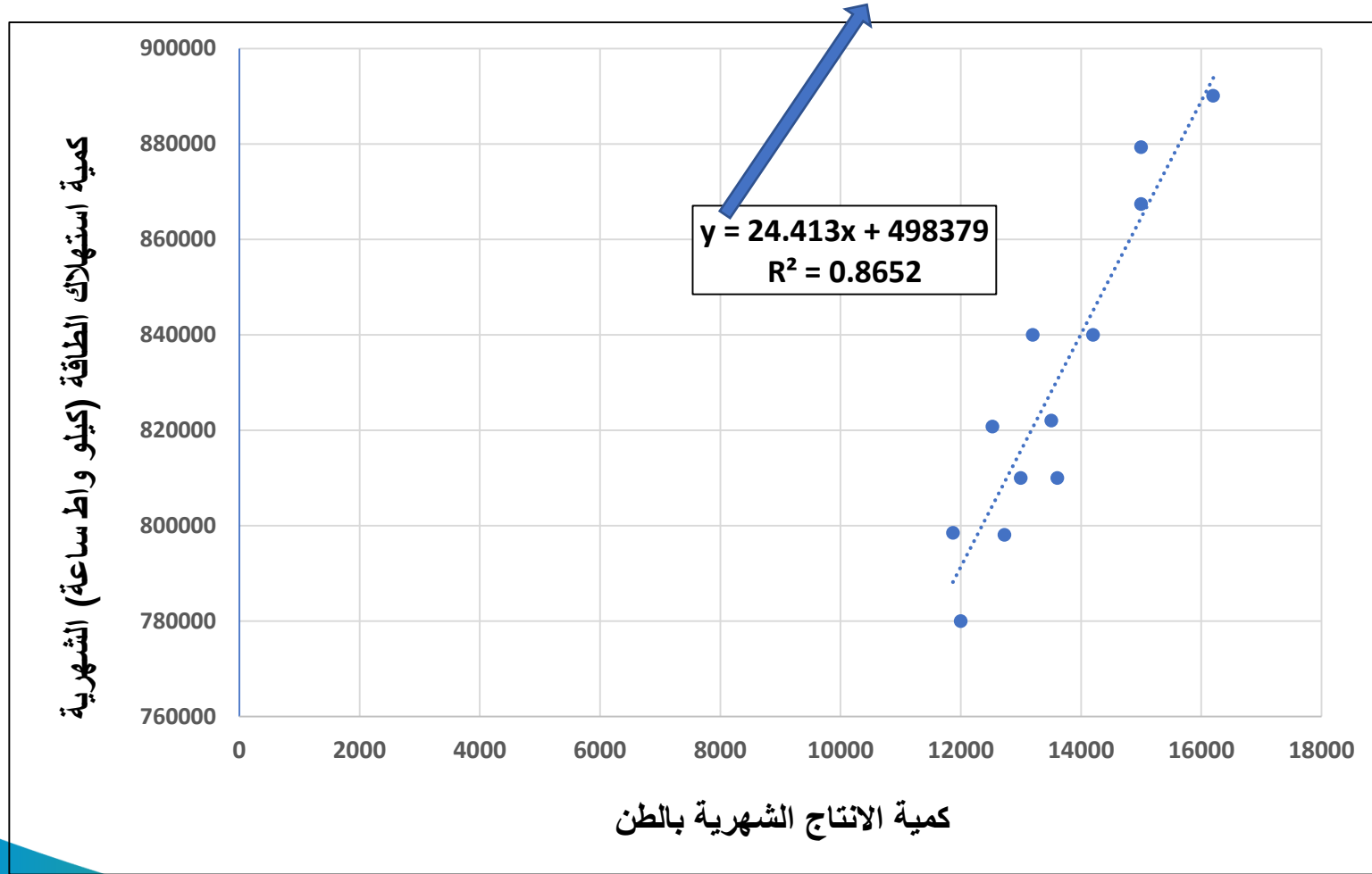
بناء خط الأساس لاستهلاك الطاقة في المصنع

مثال عملي:



بناء خط الأساس لاستهلاك الطاقة في المصنع

مثال عملي: كمية الاستهلاك الشهرية = 24.413 * كمية الانتاج الشهرية + 498379 كيلو واط ساعة



بناء خط الأساس لاستهلاك الطاقة في المصنع

مثال عملي:

الشهر	كمية الانتاج بالطن	كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة (كيلو واط ساعة)	كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة المتوقعة حسب العلاقة (كيلو واط ساعة)	التوفير أو الخسارة في الطاقة (كيلو واط ساعة)	التوفير أو الخسارة التراكمية (كيلو واط ساعة)
2017					
كانون ثاني	12,730	798,106	809,156	11,050	11,050
شباط	11,870	798,471	788,161	-10,310	741
آذار	12,000	780,000	791,335	11,335	12,076
نيسان	13,000	810,000	815,748	5,748	17,824
أيار	13,200	839,982	820,631	-19,351	-1,528
حزيران	14,200	840,000	845,044	5,044	3,516
تموز	15,000	867,412	864,574	-2,838	678
آب	13,610	810,000	830,640	20,640	21,318
أيلول	13,510	822,035	828,199	6,164	27,482
تشرين أول	12,530	820,795	804,274	-16,521	10,960
تشرين ثاني	15,000	879,303	864,574	-14,729	-3,769
كانون أول	16,200	890,076	893,870	3,794	25
المجموع	162,850	9,956,180	9,956,205	25	

بناء خط الأساس لاستهلاك الطاقة في المصنع

مثال عملي:

الشهر	كمية الانتاج بالطن	كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة (كيلو واط ساعة)	كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة المتوقعة حسب العلاقة (كيلو واط ساعة)	التوفير أو الخسارة في الطاقة (كيلو واط ساعة)	التوفير أو الخسارة التراكمية (كيلو واط ساعة)
2018					
كانون ثاني	11,170	780,020	771,072	-8,948	-8,948
شباط	10,740	795,000	760,575	-34,425	-43,373
آذار	11,030	777,680	767,654	-10,026	-53,399
نيسان	10,690	786,222	759,354	-26,868	-80,267
أيار	10,010	754,685	742,753	-11,932	-92,199
حزيران	11,060	777,222	768,387	-8,835	-101,034
تموز	11,090	842,553	769,119	-73,434	-174,468
آب	11,020	784,262	767,410	-16,852	-191,319
أيلول	10,260	755,552	748,856	-6,696	-198,015
تشرين أول	10,260	752,151	748,856	-3,295	-201,310
تشرين ثاني	10,950	775,642	765,701	-9,941	-211,250
كانون أول	12,640	894,050	806,959	-87,091	-298,341
المجموع	130,920	9,475,039	9,176,698	-298,341	-298,341
التوفير في الطاقة لعام 2018 مقارنة باستهلاك خط الاساس					
-298,341					

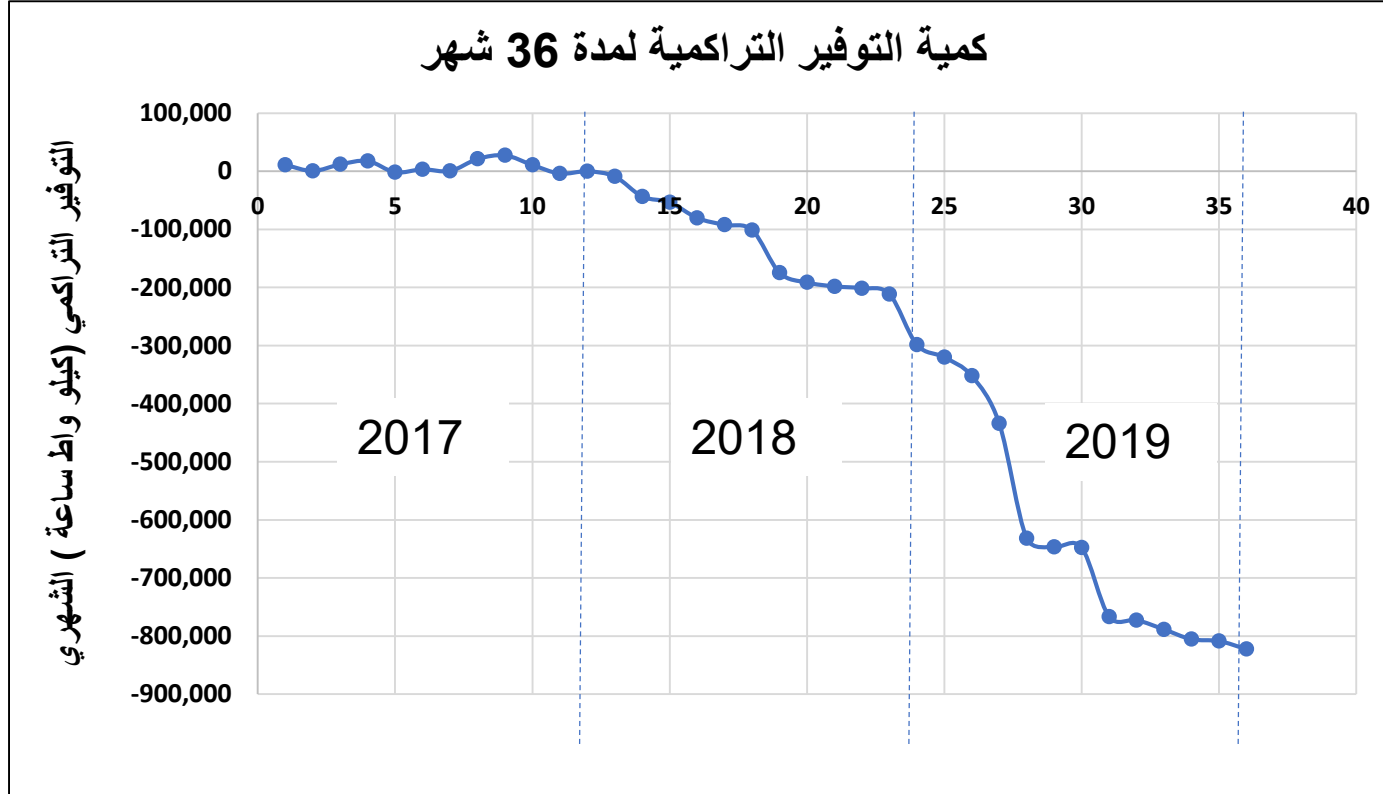
بناء خط الأساس لاستهلاك الطاقة في المصنع

مثال عملي:

الشهر	كمية الانتاج بالطن	كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة (كيلو واط ساعة)	كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة المتوقعة حسب العلاقة (كيلو واط ساعة)	التوفير أو الخسارة في الطاقة (كيلو واط ساعة)	التوفير أو الخسارة التراكمية (كيلو واط ساعة)
2019					
كانون ثاني	13,310	845,020	823,316	-21,704	-21,704
شباط	11,740	817,074	784,988	-32,086	-53,790
آذار	13,880	918,917	837,231	-81,686	-135,476
نيسان	13,940	1,036,444	838,696	-197,748	-333,224
أيار	12,700	823,494	808,424	-15,070	-348,294
حزيران	15,810	885,232	884,349	-883	-349,177
تموز	14,860	980,052	861,156	-118,896	-468,073
آب	13,940	844,662	838,696	-5,966	-474,039
أيلول	13,550	845,220	829,175	-16,045	-490,084
تشرين أول	12,120	811,220	794,265	-16,955	-507,039
تشرين ثاني	12,720	812,005	808,912	-3,093	-510,132
كانون أول	13,690	846,522	832,593	-13,929	-524,061
المجموع	162,260	10,465,862	9,941,801	-524,061	-524,061
التوفير في الطاقة لعام 2019 مقارنة باستهلاك خط الاساس					

بناء خط الأساس لاستهلاك الطاقة في المصنع

مثال عملي:





شكراً لكم