



برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس صيانة كهرباء

تحليل بيانات ومخرجات برامج الصيانة المختلفة وتقييم أداء المعدات - الدرجة

الثانية



الفهرس

..... ٢	مقدمة:
..... ٢	العناصر الأساسية لعملية الصيانة
..... ٢	سياسة الصيانة
..... ٣	إدارة الصيانة:
..... ٣	عناصر النجاح في إدارة الصيانة:
..... ٣	أولا النظام:
..... ٣	ثانيا التنظيم:
..... ٣	كيفية توزيع عمالة الصيانة (نظم الهيكل):
..... ٤	ثالثا الإدارة (Management):
..... ٤	الشق العلمي في الإدارة (إدارة عمليات الصيانة Management function)
..... ٤	التخطيط Planning:
..... ٤	المعنى العلمي لتخطيط الصيانة
..... ٤	الجدولة scheduling:
..... ٤	التنفيذ Who do what and when DO
..... ٤	القياس Measure
..... ٥	الهيكل التنظيمي لقسم الصيانة
..... ٥	١. التوزيع المركزي لعمال الصيانة:
..... ٥	٢. التوزيع اللامركزي لقسم الصيانة:
..... ٦	العلاقة بين الصيانة الوقائية والطائرة
..... ٧	١. تحليل نتائج أعمال الصيانة من تقارير البرنامج والسجلات
..... ٨	تحليل نتائج أعمال الصيانة من التقارير المستخرجة:
..... ٨	١. تقرير تكلفة الصيانة لأجزاء المعدات:
..... ٩	٢. تقرير تكلفة أوامر الشغل للمعدات:
..... ٩	٣. تقرير تكلفة الأصول:
..... ٩	٤. تقرير الرواكد من الأصناف
..... ٩	٥. تقرير الأصناف التي وصلت إلى حد الطلب
..... ٩	٦. تقرير حركات الأصناف المخزنية
..... ١٠	٧. تقرير تدريب الموظفين:
..... ١٠	٨. تقرير إنتاجية الموظفين:
..... ١٠	٩. تقرير التاريخ الأسبوعي لأوامر الشغل
..... ١٠	١٠. تقرير استخدام الأصناف المخزنية على أوامر الشغل للصيانة
..... ١٠	١١. تقرير أوامر الشغل المعطلة:
..... ١٠	١٢. تقرير تقادم أوامر الشغل:
..... ١١	١٣. تقرير إحصائيات أوامر الشغل:
..... ١١	١٤. التقارير الخاصة بقياس كفاءة نظام الصيانة (الاعتمادية، الإتاحة، كفاءه الاستخدام)
..... ١٢	١٥ - تقارير بيانية (ساعات العمل للوظائف بالصيانة)
..... ١٢	١٦ - تقارير خاصة بأزمة التوقف للمعدات لأعمال الصيانة:

مقدمة:

يجب أن ندرك الأهمية العظمى لعملية الصيانة والتي تتلخص فيما يلي:

- إطالة عمر المعدات عن العمر الافتراضي
- المحافظة علي الكفاءة الفنية للمعدة
- ضمان استمرار اداء المعدة للمهام المصممة لها
- خفض تكاليف التشغيل وبالتالي المنتج النهائي او التكلفة الكلية للمنتج
- تقليل الفترات الزمنية لتوقف المعدات DOWN TIME

العناصر الأساسية لعملية الصيانة

١. الرقابة والسيطرة على أعمال الصيانة

وتتمثل في وجود شخص قادر على إعطاء الأوامر الخاصة بالصيانة وفي الغالب يكون مهندس الصيانة أو مدير المحطة والحفاظ على تسلسل عملية الأوامر حسب وجود مستند للعمل (الدورة المستندية ونماذج المدخلات ويتم توزيعها على جميع مواقع العمل

٢. برمجة الصيانة (تخطيط وجدوله)

ويتم ذلك بواسطة برامج صيانة متخصصة

٣. وجود سجلات للمعدات

يحتوي هذا السجل على تاريخ المعدة من بداية ورودها للموقع والإصلاحات والصيانة التي تمت عليها

٤. توافر قطع الغيار

لابد من توافر قطع الغيار اللازمة لعملية الصيانة ولإصلاحات التي قد تتم على المعدة

٥. وضع ميزانية لعملية الصيانة

لابد من وجود ميزانية لعملية الصيانة وذلك طبقا لتخطيط وجدولة الصيانة للحصول على أقل تكلفة ممكنة لعملية الصيانة

سياسة الصيانة

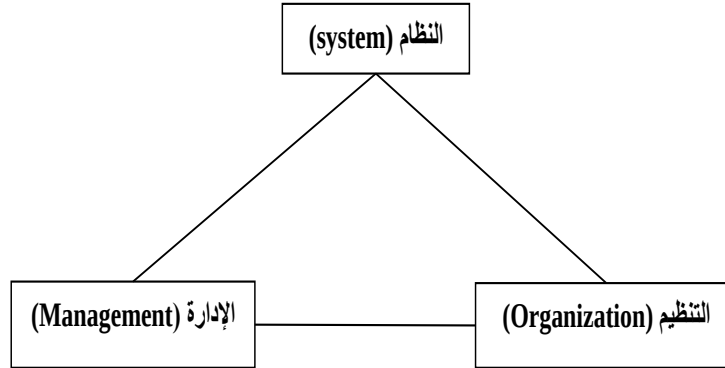
تعرف سياسة الصيانة على أنها الأسلوب أو الإجراء المتبع في عملية الصيانة؛ حيث أنه من المعلوم أن تكلفة قطع الغيار وأجور العمالة تزيد باطراد من سنة لأخر

ويجب أن تكون سياسة الصيانة تهدف دائما إلى تحقيق أقل تكاليف ممكنة وليس خفض حجم أعمال الصيانة الوقائية أو العلاجية

إدارة الصيانة:

وهي عملية التخطيط والجدولة وتنظيم قطع الغيار للصيانة وكذلك تشمل كيفية تخفيض تكلفة الصيانة.

عناصر النجاح في إدارة الصيانة:

**أولا النظام:**

هو مجموعة من المستندات تحتوي على معلومات عند ربط المعلومات ببعضها تشكل النظام (المخازن، الصيانة، التسويق،.....)

ثانيا التنظيم:

يمثل منظومة الأفراد المسؤولين عن تشغيل النظام وتحقيق أهدافه

- عدد أفراد التنظيم لا يقل عن ٣ أفراد
- يجب وجود هدف محدد يسهل تحقيقه (هدف النظام)
- يجب وجود تفويض أو سلطة للتنظيم لتحقيق أهداف النظام

كيفية توزيع عمالة الصيانة (نظم الهيكلية):

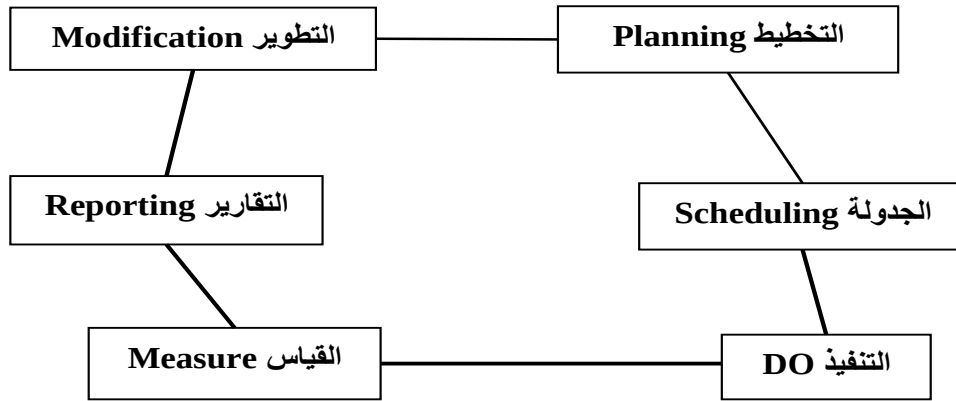
١. صيانة مركزية
٢. صيانة مناطق
٣. صيانة ملحقة
٤. تنظيم مزدوج
٥. تنظيم قيادي
٦. تنظيم مقاولات

ثالثا الإدارة (Management):

المقصود بها هو كيفية تحقيق أهداف النظام بواسطة الأفراد والتنظيمات تنقسم العملية الإدارية إلى:

- فن اتخاذ القرار (الشق الفني وهو صفة خاصة تنمو مع الإنسان منذ صغره)
- علم الإدارة (الشق العلمي ويلزم له دراسات أكاديمية)

الشق العلمي في الإدارة (إدارة عمليات الصيانة Management function)



التخطيط Planning:

هو عملية مركزية يتم عملها في بداية كل شهر أو كل مدة زمنية

المعنى العلمي لتخطيط الصيانة

١. ترتيب الأهداف حسب الأولويات
٢. إمكانيات كل أمر لتحقيق الأهداف
٣. يتم عمل تخصيص (عدد الأيام) لتنفيذ الأعمال

الجدولة scheduling:

هي تفاصيل أعمال الصيانة

التنفيذ DO Who do what and when

يحتاج إلى المهارة الفنية والتكنولوجية كما يحتاج لتعليمات الصيانة التفصيلية من المصنع أو من خبرات القائمين بأعمال الصيانة

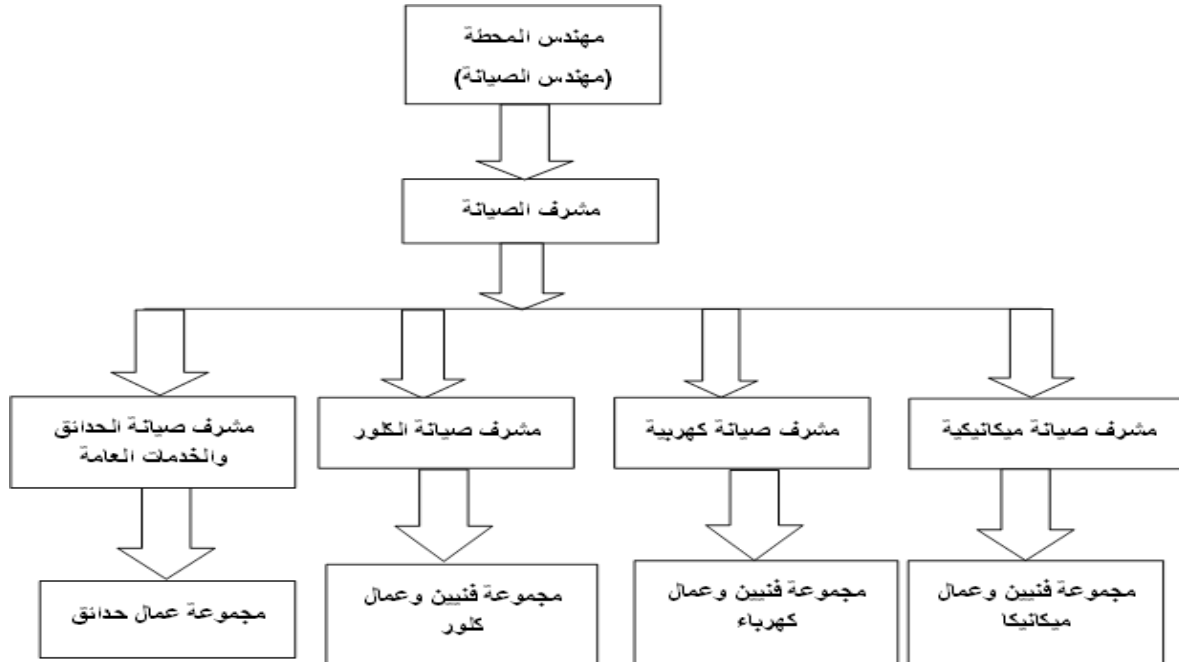
القياس Measure

قياس كفاءة النظام للصيانة وسوف يتم الحديث عن كيفية قياس كفاءه الصيانة في الجزء الخاص بالتقارير وتحليل البيانات تفصيليا فيما بعد

الهيكل التنظيمي لقسم الصيانة

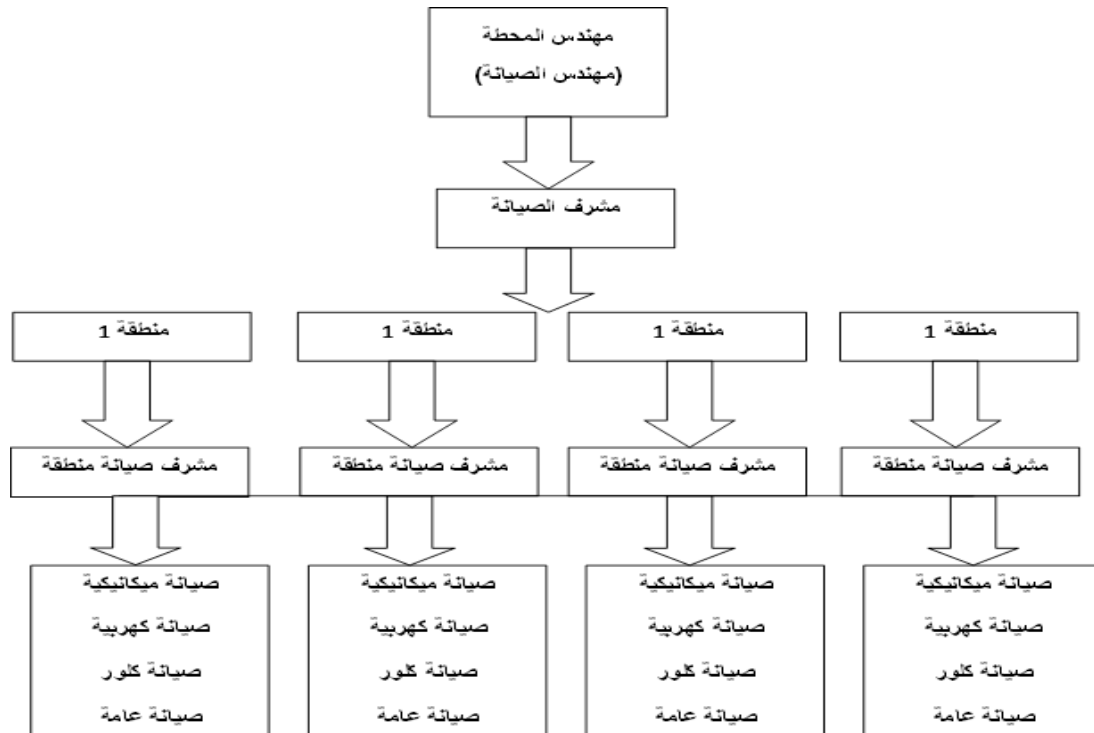
١. التوزيع المركزي لعمال الصيانة:

يتم استخدام هذا التوزيع في حالة المؤسسات والمصانع الصغيرة الحجم والمحدودة الأقسام والمناطق والأصول ويمكن توضيح التوزيع المركزي من خلال المخطط التالي



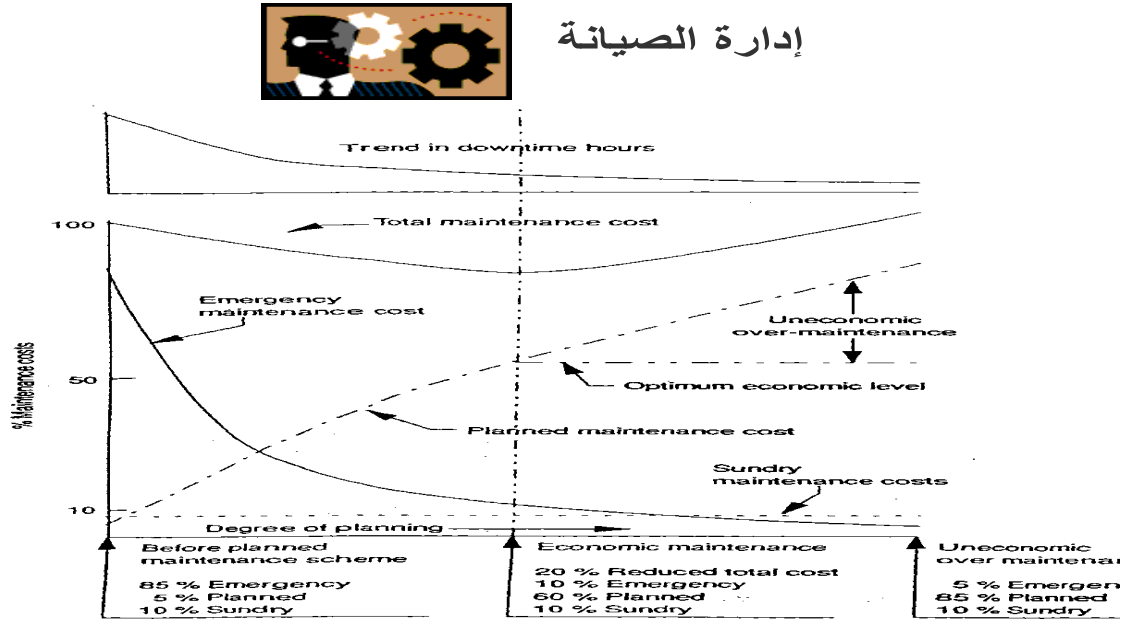
٢. التوزيع اللامركزي لقسم الصيانة:

يتم استخدام هذا التوزيع في حالة المؤسسات والمصانع الكبيرة الحجم والمتعددة الأقسام والمناطق والأصول ويمكن توضيح التوزيع اللامركزي من خلال المخطط التالي:



العلاقة بين الصيانة الوقائية والطائرة

إن عملية إدارة الصيانة هي الإجراء المتبع لتطبيق وتنفيذ سياسة الصيانة وهي خفض تكلفة الصيانة الكلية وذلك عن طريق تخطيط وجدولة الصيانة الوقائية المخططة وخفض تكلفة الصيانة الغير مخططة (الأعطال) وفي نفس الوقت خفض معدل التوقفات والأعطال والمنحنى التالي يوضح العلاقة بين الصيانة المخططة والصيانة الغير مخططة ومعدل الأعطال وعلاقته بتنفيذ الصيانة المخططة



ويمثل هذا المنحنى كيفية إدارة عملية الصيانة بأي منشأة صناعية حيث أنه يمكن توضيح العلاقات الموضحة بالمنحنى كما يلي:

1. يمثل منحنى (Emergency maintenance cost) المرحلة الأولى من مراحل تطور عملية الصيانة وهي الاعتماد الكلى على إجراء أعمال الإصلاحات لأعطال المعدات بدون وجود صيانة مجدولة أو مخططة (نسبة منخفضة جدا) وفي هذه الحالة تكون تكلفة الصيانة الكلية أعلى ما يمكن وتمثل نسبة تكلفة الصيانة الغير مخططة في هذه الحالة ٨٥% والصيانة المخططة نسبة ٥% والصيانة الثابتة نسبة ١٠% كما يكون معدل توقف المعدات والأعطال أعلى ما يمكن وتمثل هذه الحالة الصيانة الغير اقتصادية.
2. بوضع مخطط لصيانة المعدات والأصول والذي يمثل منحنى (Planned maintenance cost) ومن الملاحظ أنه بزيادة حجم التخطيط لهذا النوع من الصيانة فإن ذلك يؤدي إلى زيادة تكلفة الصيانة المخططة.
3. مع ارتفاع حجم الصيانة المخططة وارتفاع تكلفتها فإن ذلك يؤدي بطبيعة الحال إلى انخفاض في تكلفة الصيانة الإصلاحية الغير مخططة.
4. تؤدي عملية زيادة حجم التخطيط للصيانة المجدولة أيضا إلى خفض في ساعات التوقف للمعدات ومعدل الأعطال.

٥. توجد نقطة اقتصادية لحجم الصيانة المخططة تكون عندها تكلفة الصيانة المخططة تمثل ٦٠% من حجم التكلفة وتكون عنها نسبة تكلفة الصيانة الغير مخططة (الطارئة) تمثل نسبة ٢٠% كما يحدث خفض في تكلفة الصيانة الكلية بمعدل ٢٠% وتمثل هذه النقطة الحجم الأمثل للصيانة المخططة

٦. عندما يتم رفع حجم الصيانة المخططة إلى حد أعلى يلاحظ انخفاض في قيمة التوفير في تكلفة الصيانة الكلية ويبدأ الدخول في مرحلة الصيانة الغير اقتصادية بالرغم من ملاحظة انخفاض معدل التوقف للمعدات إلا أنه يتم اللجوء في بعض الأحيان إلى زيادة حجم الصيانة المخططة لبعض المعدات على حساب التكلفة وذلك بغرض خفض معدل الأعطال والتوقفات ويتم ذلك للمعدات الاستراتيجية الهامة التي يعتمد عليها اعتمادا كليا في بعض أعمال الإنتاج والتي يؤدي توقفها إلى توقف معدات أخرى أو توقف عملية الإنتاج كليا

١. تحليل نتائج أعمال الصيانة من تقارير البرنامج والسجلات

أولا التقارير المطلوبة من منظومة الصيانة والمستويات الإدارية المستخرجة لها:

يجب على إدارة الصيانة بالمؤسسة أن تحدد مجموعة من التقارير المختصة بعملية الصيانة والمستخرجة من منظومة الصيانة سواء كانت أعمال يدوية أو باستخدام الحاسب الآلي

ويجب أن تكون هذه التقارير مختارة بواسطة الإدارات المعنية والتي لها علاقات مباشرة مع إدارة الصيانة وتتمثل في:

- رئيس مجلس الإدارة
- رئيس القطاع المختص
- إدارة التكاليف
- إدارة المخازن
- إدارة العقود والمشتريات
- إدارة الموازنة
- إدارة الموارد البشرية
- مدير المحطة
- مدير ومشرفي الصيانة

ويمكن أن نوضح مثال لأهم التقارير المستخرجة للجهات المعنية والتي تدير عملية الصيانة بشكل عام:

التقارير المطلوبة من برنامج الصيانة MP2 على مستوى الإدارات

#	الاسم	مستوى (1) رئيس الشركة	مستوى (2) رئيس القطاع	مستوى (3) مدير عام	مستوى (4) مدير المحطة	مستوى (5) مدير الصيانة	إدارة المشريات	إدارة المخازن	إدارة التحليل للمن	إدارة التكاليف	المقرن	ملاحظات
المعدات	دققة صيانة أجزاء المعدات		AR	AR	6M	3M						
	2- دققة أوامر الشغل	Y	Y	6M	M	M				Y		
	3- دققة الأصول	Y							Y	Y		
المخازن	1- اصداف وصات لحد الطلب				Y						3M	
	2- اصداف لآلة الاستخدام (بواقي)				Y			Y			3M	
	3- خرافات الاصداف						AR				3M	
العمالة	1- تهرب الموظفين				AR							
	2- بداجية الموظفين			AR	Y							
الوقت	1- تاريخ اسبوعي لأوامر الشغل				AR	M						
	2- استخدام الاصداف على أوامر الشغل					6M		6M			M	
	3- أوامر شغل لم تتم		AR	AR	3M	W						
	4- نظام		AR									
	5- الإحصائيات	Y	Y									

AR	طلب	W	اسبوعي	M	شهري	3M	3 شهور	6M	6 شهور	Y	سنوي
----	-----	---	--------	---	------	----	--------	----	--------	---	------

تحليل نتائج أعمال الصيانة من التقارير المستخرجة:

في العادة فإن التقارير المستخرجة من منظومة الصيانة يتم استخدامها لتحليل سير عملية الصيانة وذلك طبقا لكل تقرير مستخرج والمستوى الطالب لهذا التقرير ويمكن وضع أمثلة لبعض هذه التقارير فيما يلي:

١. تقرير تكلفة الصيانة لأجزاء المعدات:

- التعرف على التكاليف الكلية والتفصيلية لكل معدة من بداية تشغيل برنامج الصيانة وحتى استخراج هذا التقرير بما فيها تكاليف العمالة وقطع الغيار.
- تحديد تكلفة كل جزء من اجزاء المعدة على حدة
- المساعدة في اتخاذ القرار المناسب لاستمرار الوحدات في الخدمة أم استبدالها بوحدات جديدة وذلك بناء على ملاحظة ارتفاع تكلفة صيانة بعض الاجزاء وبالتالي فإنه يمكن اتخاذ القرار بتغيير الجزء وليس كل الوحدة.

٢. تقرير تكلفة أوامر الشغل للمعدات:

- تحديد عدد اوامر الشغل التي تم اصدارها لأي معدة خلال فترة معينة
- تحديد التكلفة التفصيلية والكلية لكل اوامر الشغل التي صدرت لهذه المعدة خلال هذه الفترة
- يمكن استخراج تكلفة اوامر الشغل حسب نوعها للمعدة الواحدة (اوامر شغل صيانة وقائية أو اصلاحية أو)
- بناء على البند ٣ يمكن المقارنة بين عدد اوامر الشغل للصيانة الوقائية التي اصدت للمعدة وتكاليفها وبين نفس البيانات لأوامر الشغل للصيانة الاصلاحية لنفس المعدة وتقييم اعمال الصيانة الوقائية التي تمت بناء على ذلك.
- يمكن طباعة هذا التقرير شهرياً وإرساله إلى الجهات العليا وذلك بدلاً من التجميع اليدوي لأعمال الصيانة التي تمت خلال الشهر
- يمكن استخراج تكلفة اوامر الشغل لمعدة / معدات معينة

٣. تقرير تكلفة الأصول:

- حساب تكلفة الأصول والإحلال السنوي
- حساب التكلفة الكلية للأصول بما فيها تكلفة استهلاك قطع الغيار والعمالة.
- عمل المقارنات اللازمة بين السعر الحالي للمعدة بعد الاحلال وسعر السوق الحالي ويمكن أن يتضمنه التقرير وتكلفة الصيانة التي تم صرفها على المعدة وبالتالي اتخاذ القرار المناسب بخصوص هذه المعدة
- يمكن تحديد العمرات السنوية التي يتم من خلالها رفع أداء المعدة وسعرها الأصلي.

٤. تقرير الرواكد من الأصناف

- التعرف على الأصناف الغير مستخدمة فعلياً بالمخزن واتخاذ القرار بنقلها إلى مخازن أخرى داخل الشركة أو التصرف ببيعها بالمزاد أو بأي طريقة أخرى
- وجود مستند ثابت يحدد عدم شراء هذه الأصناف مستقبلاً وتحديد الكمية المطلوبة فعلياً عند طلبها

٥. تقرير الأصناف التي وصلت إلى حد الطلب

- يستفيد منه مدير المحطة لتحديد الطلبية السنوية (الدورية) فعلياً للأصناف التي وصلت إلى حد الطلب
- يفيد أمين المخزن لمعرفة الأصناف الدائمة الكثيرة الحركة وغير بسيطة ويلزم شراؤها دورياً
- عمل قائمة بواسطة أمين المخزن بالأصناف المتكررة الطلب وتجميعها مع المحطات والإدارات الأخرى للحصول على عروض اسعار أفضل لها حسب زيادة كميتها

٦. تقرير حركات الأصناف المخزنية

- حصر الحركات التي تمت على أي صنف من بداية التشغيل ويستخدم هذا التقرير بالذات عند الجرد او حدوث مشاكل في أصناف معينة

٧. تقرير تدريب الموظفين:

- الوقوف على الأفراد الذين تم تدريبهم خلال فترة معينة
- توزيع الدورات التدريبية على الأشخاص الذين لم يتم تدريبهم
- تحديد مستوى الأفراد خلال التدريب وتوزيعهم على الأعمال التي تصلح لمستوى مهارتهم
- تقييم الأفراد من خلال الدورات التدريبية التي حصلوا عليها.

٨. تقرير إنتاجية الموظفين:

- تقييم أفراد المحطة وبالذات أفراد الصيانة وذلك بناء على نسبة إنتاجية كل موظف حسب ساعات العمل المقدرة لإنجاز العمل والساعات التي استغرقها فعلياً لإنجاز هذا العمل
- يستفاد من هذا التقرير في التقرير السنوي للأفراد

٩. تقرير التاريخ الأسبوعي لأوامر الشغل

- تحديد عدد أوامر الشغل لكل نوع من أنواع أوامر الشغل (وقائية، اصلاحية، دهانات،....) والتي تم اصدارها خلال أسبوع من الشهر
- المقارنة بين تحميل أوامر الشغل لكل اسبوع خلال شهر واحد واعادة توزيعها إذا كانت غير موزعة بانتظام (خصوصاً اوامر الشغل للصيانة الوقائية المخططة)

١٠. تقرير استخدام الأصناف المخزنية على أوامر الشغل للصيانة

- حساب التكلفة الكلية لقطع الغيار المنصرفة على اوامر الشغل خلال ٦ شهور كل شهر على حدة
- يمكن لأمين المخزن مراجعة المهمات والأصناف المنصرفة خلال الشهر ومقارنتها بأوامر الشغل الصادرة خلال الشهر
- يمكن تحديد الأصناف المتكررة الصرف خلال ٦ شهور وبالتالي تحديد كميات الطلب على هذه الأصناف

١١. تقرير أوامر الشغل المعطلة:

- المتابعة الجيدة والاسبوعية لأوامر الشغل التي لم تتم وذلك من خلال الاجتماع الأسبوعي لإدارات المحطة المختلفة مع إدارة الصيانة
- تحديد سبب تعطل أوامر الشغل وتوفير الحلول لها لالانتهاء منها سواء كانت عمالة أو قطع غيار او مهمات
- تحديد المسؤوليات والمحاسبة الواقعية والجيدة لمسؤولي الصيانة بناء على الأسباب التي أدت إلى تعطل أوامر الشغل

١٢. تقرير تقادم أوامر الشغل:

- تحديد عدد أوامر الشغل التي تأخرت خلال فترة معينة ووضع أولوية لتنفيذ هذه الأوامر حسب فترات تأخيرها

١٣. تقرير إحصائيات أوامر الشغل:

- هذا التقرير يخص الإدارات العليا لعمل إحصائية لأوامر الشغل على المدى البعيد

١٤. التقارير الخاصة بقياس كفاءة نظام الصيانة (الاعتمادية، الإتاحة، كفاءة الاستخدام)

يتم قياس كفاءة عملية الصيانة ومدى تأثيرها في إطالة العمر الاقتصادي والفني للمعدات والأصول بواسطة مجموعة من المؤشرات النظرية والتي تم صياغتها ووضع معادلات رياضية لحسابها وهذه المؤشرات هي:

- الاعتمادية = قياس الثقة في المنتج أو المصنع للمعدة Reliability

- الإتاحة = قياس للأعطال وكفاءة الصيانة Availability

- كفاءة الاستخدام = قياس لمؤشر الكفاءة الكلية للمعدة Utilization

ولكل جزء من هذه الأجزاء معادلة لقياسه وحسابه للمعدة أو الأصل كما يلي:

Tup = فترة التشغيل للمعدة

Td = فترة التوقف للمعدة

- الاعتمادية = $Reliability = Tup / \sum Tup + \sum Td$

- الإتاحة = $Availability = Tup / \sum Tup + \sum Td$

- كفاءة الاستخدام = $Utilization = Tup / \sum Tup + \sum Td$

الثابت في هذه المعادلات هو قيمة Tup

أما قيمة Td فتختلف من معادلة إلى أخرى كما يلي:

- $Td1$ = توقف بسبب عطل مفاجئ

- $Td2$ = توقف بسبب مبرمج (مخطط)

- $Td3$ = توقف بسبب عدم الحاجة للإنتاج

وبالتالي فإنه يمكن حساب قياسات الصيانة كما يلي

- الاعتمادية = $Reliability = Tup / \sum Tup + Td1$

- الإتاحة = $Aviability = Tup / \sum Tup + Td1 + Td2$

- كفاءة الاستخدام = $Utilization = Tup / \sum Tup + Td1 + Td2 + Td3$

مثال:

باعتبار ساعات العمل لظلمة خلال الشهر هي: ٤٥٠ ساعة وساعات التوقف بسبب الأعطال هي ٣٠ ساعة وساعات التوقف لأعمال الصيانة الوقائية العادية هي ٨٠ ساعة والمتبقي من ساعات الشهر بسبب عدم الحاجة للاستخدام فإن:

$$\text{الاعتمادية} = \frac{450}{450 + 30} = 94\%$$

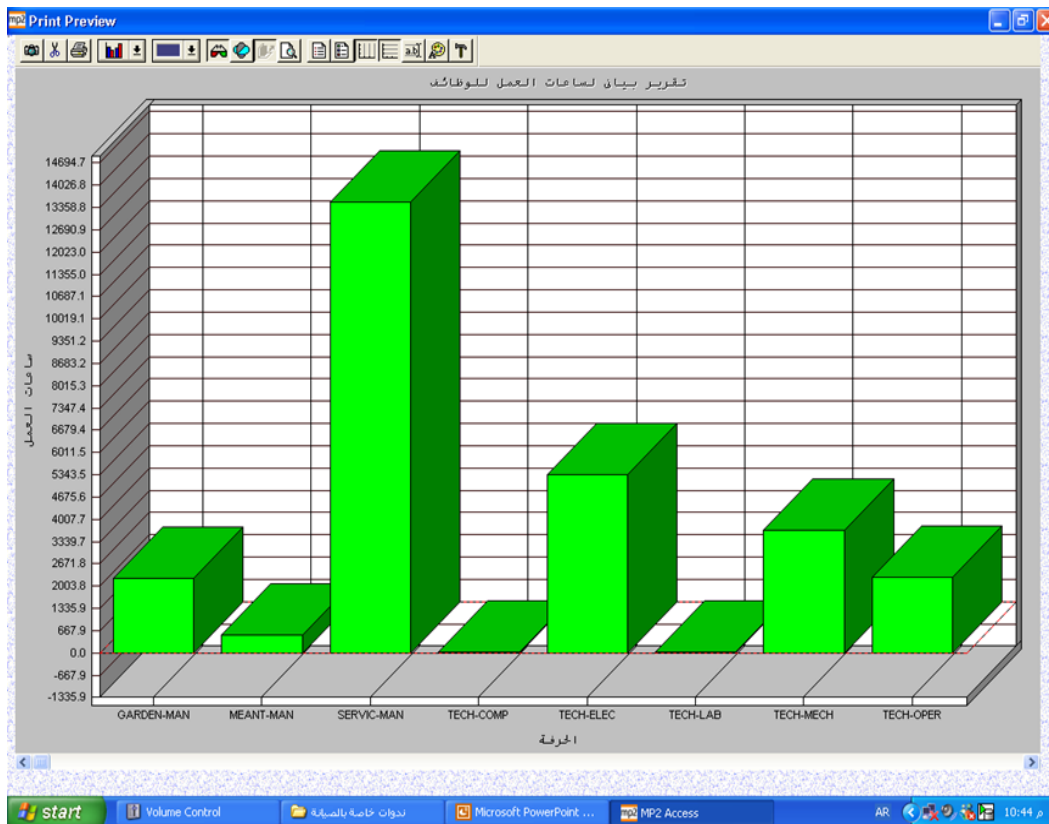
$$\text{الإتاحة} = \frac{450}{450 + 30 + 80} = 80\%$$

$$\text{ساعات عدم استخدام المعدة} = 450 - (30 * 24) = 270$$

$$\text{كفاءه الاستخدام} = \frac{270 + 80 + 30 + 450}{450} = 69\%$$

١٥- تقارير بيانية (ساعات العمل للوظائف بالصيانة)

والهدف من هذا التقرير هو تحديد معدل تحميل كل وظيفة من وظائف الصيانة ومعدل استخدامها



١٦- تقارير خاصة بأزمة التوقف للمعدات لأعمال الصيانة:

أ. متوسط الوقت بين عطلين (MTBF) Mean Time Between Failure

يمكن تعريفه بأنه هو الزمن الذي يحدد مقدار الثقة في المنتج (المعدة / الأصل) ويمكن اعتبار التعريفات الواردة بالبند الخاص بالتقارير رقم (١٤) هو تعريف متكامل لمتوسط الوقت بين عطلين للمعدة وكما تم توضيحه فإن زيادة هذا الزمن يقلل من معدل الثقة في المنتج كما تم توضيحه من المثال الذي تم عرضه

ب. متوسط وقت إصلاح المعدات (MTTR) Main Time To Repair

Is the Basic measure of the maintainability of repairable items, it represents the average (mean) time required to repair a failed component or device

هي المقياس الأساسي لقابلية الصيانة للمعدات والأصول العاطلة وهو يعبر عن متوسط الزمن اللازم لإصلاح جزء / كل المعدة.

خطط وموازنات الصيانة

١. العناصر الأساسية لخطة الصيانة:

تحديد أعمال الصيانة المطلوب القيام بها:

بناء على الحصر السابق فإنه يتم تحديد الأعمال المطلوب تنفيذها في الصيانة الوقائية وتقسيمها إلى أنواع من الصيانات الوقائية التي تُجرى كل فترة زمنية معينة، أو طبقا لساعات التشغيل بالنسبة للمشروعات والمعدات الثابتة، أو بعد قطع مسافات طويلة معينة بالنسبة للمعدات المتحركة على الطرق كالاتي:

أ. بالنسبة للمشروعات والمعدات الثابتة التي تدخل ضمن مكونات المشروع، والتي يحسب تشغيلها بالساعات، فإنه يجب تجميع الأعمال ذات دورية صيانة متقاربة لتنفيذها معا في وقت واحد ويطلق عليها الصيانة رقم (١)، وبمعنى آخر تجميع أعمال الصيانة التي تنفذ دوريا كل ٤٠ - ٦٠ ساعة تشغيل ليتم إجراؤها بعد ٥٠ ساعة تشغيل كدورية متوسطة (هذه الأعمال موضحة في كتاب تعليمات تشغيل وصيانة المعدة) وتسمى الصيانة الأسبوعية.

وأیضا بالنسبة للأعمال التي تنفذ دوريا كل ١٩٠ - ٢١٠ ساعة تشغيل ليتم إجراؤها بعد ٢٠٠ ساعة تشغيل، ويطلق عليها الصيانة رقم (٢) أو الشهرية، وأخيرا تجمع الأعمال التي تنفذ دوريا كل ٩٠٠ - ١١٠٠ ساعة تشغيل ليتم إجراؤها بعد ١٠٠٠ ساعة تشغيل، ويطلق عليها الصيانة رقم (٣) أو الصيانة النصف سنوية. كما تجمع الأعمال بنفس الطريقة التي تنفذ كل ٢٠٠٠ ساعة ويطلق عليها الصيانة رقم (٤) أو الصيانة السنوية - انظر الجدول (٥-١) - هذا بالإضافة إلى الصيانة اليومية التي تجرى يوميا قبل بدء تشغيل المعدة.

ب. بالنسبة للمعدات المتحركة على الطرق فإنه تجمع العمليات التي تجرى بعد مسيرة ٤٠٠ - ٦٠٠ كيلومتر بالمعدة ليتم تنفيذها بعد ٥٧٠ كم، ويطلق عليها الصيانة رقم (١) أي الصيانة الأسبوعية.

كما تجمع الأعمال التي تجرى بعد مسيرة ١٥٠٠ - ٢٠٠٠ كم بالمعدة ليتم تنفيذها بعد ٢٠٠٠ كم، ويطلق عليها الصيانة رقم (٢) أي الصيانة الشهرية.

أما الصيانة الموسمية أو النصف سنوية والتي تجرى كل ٦ شهور لإمكان تغيير المواد البترولية الموجودة في أجزاء المعدة أو بعد مسيرة ١٢٠٠٠ كم بالمعدة أيهما أقرب.

كما تجمع الأعمال التي تنفذ كل ٢٤٠٠٠ كم تقريبا ويطلق عليها الصيانة السنوية أو الصيانة رقم (٤). هذا بالإضافة إلى الصيانة اليومية التي يجريها السائق يوميا قبل الخروج إلى العمل اليومي.

وعلى هذا فإن نظام الصيانة المقترح هو كالتالي:

مستوى المحطة:

يوجد بالمحطات (تنقية / معالجة) ورشة للصيانة في أغلب الأحيان - مجهزة بالعدد والآلات والعمالة الفنية المدربة على تنفيذ مهام الصيانة. وسيكون دور ورشة المحطة وقسم الصيانة الموجود تنفيذ الأعمال التالية:

- المساعدة في تشغيل المعدات الموجودة في المحطة عند الحاجة.
- تنفيذ أعمال الصيانة الأسبوعية والشهرية والنصف سنوية والسنوية أي ص ١، ص ٢، ص ٣، ص ٤، وهذا يتوقف على المستوى المهارى لأطقم التنفيذ.
- صيانة وإصلاح شبكة التوزيع أو شبكة التجميع (في حالة عدم وجود ورشة لها).
- القيام بإجراء الإصلاحات البسيطة (ج) والإصلاحات المتوسطة (م) طبقا لمستوى خبرة العمالة الفنية المتوفرة بالورشة.
- متابعة تنفيذ الصيانة للأعمال المدنية، كما تقوم بتنفيذ بعض هذه الأعمال في الحالات الطارئة (مباني، أراضي، طرق).

مستوى المنطقة:

إن دور المنطقة في تنفيذ أعمال الصيانة يتوقف على الإمكانيات المتوفرة في ورشة المنطقة من حيث المعدات والآلات والعمالة الفنية المدربة، فإذا توفرت هذه العناصر في ورشة المنطقة فإنه يُقترح أن تكلف بالواجبات التالية:

- القيام بتنفيذ جميع أنواع الصيانة الوقائية للمركبات والمعدات الموجودة على مستوى المنطقة.
 - إجراء واجبات الصيانة الوقائية التي تفوق طاقة ورش المحطات.
 - القيام بتنفيذ الإصلاحات الجارية (ج) والمتوسطة (م) للمعدات والمركبات المجهزة.
- أما في حالة عدم وجود ورشة على مستوى المنطقة أو كونها ضعيفة، أي ليست لديها العناصر الرئيسية لتنفيذ أعمال الصيانة (عدد، آلات، عمالة) فإنه يوصى بأحد الحلول التالية:

- تكليف ورشة أو مركز صيانة الشركة بالقيام بهذه الأعمال إن وجد هذا المركز أو الورشة على مستوى الشركة.
- مشاركة القطاع الخاص في القيام بهذه الأعمال كلها أو جزء منها عن طريق عقد سنوي أو طبقا للاحتياج أو للقيام بعمل محدد.
- تكليف ورشة منطقة مجاورة بالتنفيذ للمنطقة موضوع البحث.

مستوى الشركة:

يكلف مركز الصيانة على مستوى الشركة إن وجد بالقيام بالأعمال التي تفوق طاقة ورش المناطق والمحطات إذا لزم الأمر. ويتوقف ذلك على مدى توفر العناصر الرئيسية للصيانة (عدد، آلات، معدات، أفراد مجهزة)، وإلا فإنه في حالة عدم توفرها توكل الأعمال المطلوبة إلى ورش القطاع الخاص عن طريق عقد سنوي أو تعاقد بالشغلة حسب الحالة.

أما في حالة تواجد مركز صيانة الشركة، فإنه يُقترح أن يكون الآتي بعد هو دوره في الصيانة:

- القيام بعمل الإصلاحات التي تفوق طاقة ورش المناطق والمحطات.
- القيام بالإصلاحات الرئيسية لجميع أنواع المعدات: ثابت أو متحرك.
- القيام ببعض واجبات الصيانة الوقائية الصعب تنفيذها بمعرفة ورش المناطق والمحطات مثل تحليل الذبذبات لمحركات الكهرباء.
- القيام بجميع الصيانة الوقائية والإصلاحات للسيارات والمركبات والمعدات الموجودة على مستوى الشركة.

ولإمكان القيام بتلك الأعمال فإن واحدا أو أكثر من الاقتراحات الآتية يتم الأخذ به:

- الاستعانة بالإمكانات المتاحة على مستوى الشركة في عمل بعض أعمال الصيانة المذكورة عالية وطبقا للإمكانات المتاحة، مع ترحيل الفائض من الإصلاحات للقطاع الخاص وطبقا ووفقا للتعليمات المالية.
- التعاقد مع القطاع الخاص للقيام بأعمال الصيانة والإصلاح وذلك عن طريق عقد سنوي خاصة بالنسبة للمعدات والتي لا تتوفر لها الإمكانات اللازمة للقيام بتلك الأعمال.
- تدعيم مراكز الصيانة الحالية لتكون قادرة على القيام بعمل الإصلاحات المتوسطة - مع الاستعانة بالقطاع الخاص جزئيا لإجراء العمرات (الإصلاح الرئيسي) إذا لزم الأمر.

العمالة الفنية المطلوبة لإجراء الصيانة:

العمالة الفنية المباشرة:

يمكن تقدير حجم العمالة المطلوبة طبقا للجهد (رجل/ ساعة) المطلوب من الورشة ولكل تخصص من العمالة الفنية، وذلك عن طريق حساب أعداد الصيانة والإصلاحات المطلوبة خلال سنة واحدة طبقا لأعداد وأنواع المشروعات والمعدات المطلوب صيانتها على المستويات المختلفة كالاتي:

- حصر العمليات التي تنفذ في كل نوع من أنواع الصيانة.
- تقسيم هذه العمليات طبقا لكل تخصص ينفذها (ميكانيكي، كهربائي، ... الخ)، أي حصر الأعمال التي يقوم بها الميكانيكي مثلا في الصيانة الأسبوعية.
- تقدير الوقت اللازم لتنفيذ هذه العمليات بالنسبة لكل تخصص وبالنسبة لكل نوع من أنواع الصيانة.
- حساب عدد مرات إجراء كل نوع من أنواع الصيانة سنويا.

- حساب الوقت المطلوب لتنفيذ كل نوع من أنواع الصيانة سنويا بواسطة كل مهنة من المهن طبقا للعمليات التي يقوم بها في كل نوع من أنواع الصيانة.
- تقدر ساعات العمل السنوية للعامل بعد خصم الإجازات المختلفة من أيام العمل السنوية فتكون كالآتي:

- ٣٠ يوما إجازة سنوية
- ٧ أيام إجازة عارضة
- ٥٣ يوما راحة أسبوعية (أيام الجمعة)
- ٢٥ يوما مواسم وأعياد رسمية
- ١١٥ إجمالي الإجازات سنويا للعامل

$$\therefore \text{أيام العمل الفعلية} = ٣٦٥ - ١١٥ = ٢٥٠ \text{ يوما سنويا}$$

$$\therefore \text{ساعات العمل الفعلية} = ٢٥٠ \times ٧ = ١٧٥٠ \text{ ساعة سنويا}$$

- الجدول رقم (٢-٢) التالي يوضح مثالا على كيفية حساب الجهد المطلوب من كل تخصص عند القيام بإجراء الصيانة لإحدى الطلمبات والمحرك الذي يقوم بإدارتها، هذا بالإضافة إلى وصلات المواسير والمحابس كوحدة واحدة.

جدول رقم (٢-٢) الزمن اللازم لتنفيذ الصيانة الوقائية لمجموعة الطلمبة المتكاملة

نوع الصيانة	عدد المرات السنوية للتنفيذ	الزمن اللازم بالساعات للتنفيذ			الوقت الإجمالي لمهنة الميكانيكي	الوقت الإجمالي لمهنة الكهربائي
		الطلمبة	المحابس	المحرك		
ص ١	٤٠	٠,٦	-	٢,٩	٢٤,٠٠	١١٦,٠٠
ص ٢	١٠	١,١	٢ x ٠,٦	٣,٤٥	٢٣,٠٠	٣٤,٥٠
ص ٣	١	٢,٠	٢ x ٢,٩	٤,٦٥	٧,٨	٤,٦٥
ص ٤	١	٧,٨	٢ x ٢,٩	٥,١	١٣,٦	٥,١
الإجمالي	-	-	-	-	٦٨,٤	١٦٠,٢٥
الساعات المتوفرة للعامل في السنة بعد خصم الراحة والإجازات						
عدد الطلمبات التي تصان بواسطة ميكانيكي وكهربائي سنويا						
					١٧٥٠	١٧٥٠
					٢٦	١١

ويمكن القول بأن الميكانيكي الواحد يمكنه صيانة ٢٦ طلمبة بمكوناتها في السنة، وأن الكهربائي الواحد يمكنه صيانة ١١ محركا كهربائيا سنويا، أي أن ميكانيكيا واحدا وعدد (٢) كهربائي يمكنهم القيام بصيانة ٢٠ مجموعة (طلمبة، محرك، محابس) سنويا.

وقد تم حساب عدد مرات التنفيذ السنوية لكل نوع من أنواع الصيانة كالتالي:

- عدد مرات الصيانة السنوية (ص ٤) = ١ مرة في السنة.
- عدد مرات الصيانة النصف سنوية (ص ٣) = ٢ - ١ = ١ مرة في السنة.
- عدد مرات الصيانة الشهرية (ص ٢) = ١٢ - (١+١) = ١٠ مرات في السنة.
- عدد مرات الصيانة الأسبوعية (ص ١) = ٥٢ - (١٠+١+١) = ٤٠ مرة في السنة.

كما تحتاج كل غرفة طلبات إلى عامل واحد للتشغيل. ويتكرر هذه العملية للتخصصات المختلفة من العمالة الفنية المطلوبة لإجراء الصيانة الوقائية، فإنه يمكن تقدير العمالة المباشرة المطلوبة طبقاً لعدد المعدات ونوعها وأنواع الصيانة المطلوبة لها عند كل مستوى (محطة/ منطقة/ شركة).

وباستخدام هذه الطريقة فإنه يمكن تقدير العمالة اللازمة لإجراء جميع أعمال الصيانة كالتالي:

أ. محطة تنقية مياه الشرب:

- ميكانيكي -----
- كهربائي -----
- عامل صيانة شبكات -----
- سباك -----
- عامل عادي -----
- فني صيانة عدادات -----
- فني صيانة أجهزة كلور -----

ب. محطة معالجة مياه الصرف الصحي:

- ميكانيكي -----
- كهربائي -----
- سباك -----
- عامل صيانة وخطوط طرد -----
- عامل صيانة شبكات انحدار -----
- فني صيانة أجهزة قياس -----
- فني صيانة أجهزة كلور -----
- فني صيانة أجهزة معمل -----
- عامل عادي -----

ج. عمليات مياه الشرب النقلي

- ميكانيكي واحد لكل عشر وحدات
- كهربائي واحد لكل عشر وحدات
- سباك (شبكات) لكل وحدتين بالإضافة إلى المواسير التابعة لهما.

د. خزانات المياه

- عامل كلور لكل عشر خزانات
- سباك لكل عشر خزانات
- عامل عادي لكل خمس خزانات

هـ. المعدات المتحركة (مركبات مجهزة - معدات)

الجدول رقم (٣-٢) التالي يوضح العمالة الفنية المقترحة لصيانة وإصلاح المعدات المتحركة طبقا لمسافة سنوية قدرها ٢٤٠٠٠ كم لكل معدة أو ٢٠٠٠ ساعة تشغيل للمعدات الثابتة.

جدول (٣-٢) الزمن اللازم لتنفيذ الصيانة الوقائية لمعدة

الزمن اللازم للتنفيذ بالساعات										عدد مرات التنفيذ سنويا	نوع الصيانة المطلوبة
ميكانيكي		كهربائي		سمكري / لحام		عامل إطارات		عامل تشحيم، تزييت			
زمن التنفيذ	الزمن الكلى	زمن التنفيذ	الزمن الكلى	زمن التنفيذ	الزمن الكلى	زمن التنفيذ	الزمن الكلى	زمن التنفيذ	الزمن الكلى		
١	٣٠	١	٣٠	-	-	-	-	{	-	{	ص١
٤	٤٠	١,٥	١٥	-	-	-	-	{ ٩٤	-	{ ٥٦	ص٢
١٠	١٠	٢	٢	-	-	-	-	{	-	{	ص٣
١٠	١٠	٤	٤	-	-	-	-	{	-	{	ص٤
١٠	١٢٠	٤	٤٨	-	٨٠	٠,٥	٦	-	-	-	ج
٢٠	٦٠	١٠	٣٠	-	٤٥	١	٣	-	-	-	م
٢٧٠		١٢٩		١٢٥		١٠٣		٥٦		الإجمالي	
٧		١٤		١٤		١٧		٣٢		المعدات التي تصان لكل تخصص	

وقد تم حساب عدد مرات التنفيذ في السنة كالآتي،

- بفرض أن المسافة السنوية ٢٤٠٠٠ كم:

- عدد مرات الصيانة السنوية (ص ٤) = $24000 / 24000 = 1$ مرة سنويا

- عدد مرات الصيانة النصف سنوية (ص ٣) = $12000 / 24000 = 1 - 2 = 1$ مرة سنويا

- عدد مرات الصيانة الشهرية (ص ٢) = $2000 / 24000 = (1+1) - 12 - 2 = 10$ مرات سنويا

- عدد مرات الصيانة الأسبوعية (ص ١) = $570 / 24000 = (1+1+1) - 42 - 12 = 30$ مرة سنويا

وعلى سبيل المثال: فإن الساعات الإجمالية المطلوبة من الميكانيكي لإجراء كل أنواع الصيانة هي: ١٠ + ٤٠ + ٣٠

١٠ + ١٢٠ + ٦٠ = ٢٧٠ ساعة سنويا

وحيث أن عدد الساعات السنوية التي يمكن الحصول عليها من العامل هي ١٧٥٠ ساعة، لذا فإن الميكانيكي الواحد لديه

القدرة على صيانة: $1750 / 270 = 7$ مركبة

وبنفس الطريقة فقد حُسبت إمكانات كل مهنة وكانت كالتالي:

- واحد كهربائي سيارات يكفي لصيانة ١٤ معدات / سيارات

- واحد ميكانيكي ديزل يكفي لصيانة ٧ معدات / سيارات

- واحد سمكري سيارات يكفي لصيانة ١٤ معدة / سيارة

- واحد عامل تشحيم وتزييت يكفي لصيانة ٣٢ معدة / سيارة

- واحد عامل إطارات يكفي لصيانة ١٧ معدة / سيارة

العمالة غير المباشرة والعمالة الإدارية:

هي العمالة التي تختص بالإشراف والمتابعة والأعمال الإدارية علاوة على الأعمال ذات الصلة العامة. ولتوضيح المضمون سوف نذكر بعض الأمثلة:

فالعمالة غير المباشرة والمخصصة للإشراف هي مدير ورشة الصيانة ورؤساء الأقسام والملاحظين على مستوى المنطقة، أو مهندس ورشة المحطة وملاحظو الأقسام على مستوى المحطة. أما العمالة المخصصة للأعمال الإدارية فهي التي تعمل في مجال مراقبة الوقت والحراسة والمخازن والأعمال المالية والإدارية. مثال ذلك الخازن، وكاتب الحسابات، وكاتب الحضور والانصراف.

العمالة المخصصة للأعمال الفنية ذات الصلة العامة

مثل لحام المعادن والخرائط والبراد والسمكري... الخ، فإن كلا منهم يؤدي أعمالاً مساعدة للأعمال الفنية الرئيسية. ولقد وضعت معايير لهذه العمالة لإمكان حصر الأعداد المطلوبة منها:

- مهندس فني ذو خبرة رئيساً لمركز الصيانة.
- مهندس لكل تخصص أو قسم من أقسام مركز الصيانة (إصلاح - صيانة - ...).
- ملاحظ لكل قسم من الأقسام (ميكانيكا - كهرباء - خراطة - صيانة - ...).
- مراقب للوقت لكل ٢٠ عامل وموظف.
- كاتب حسابات لكل ٢٠ عامل وموظف.
- كاتب إداري وأرشيف لكل ٢٠ عامل وموظف.
- خراط لكل مخرطة (عدد المخارط يتوقف على الأعمال المطلوبة).
- براد لكل اثنين خراط.
- سمكري سيارات لكل ٢٥ سيارة أو معدة.
- سمكري ردياتيرات لكل ٥٠ سيارة أو معدة لها ردياتير، أي دورة التبريد بالمياه.
- حداد لكل ٥٠ سيارة أو معدة.
- لحام كاوتش لكل ٢٥ سيارة أو معدة.
- خازن لكل ٢٠ عامل من العمالة المباشرة.
- رئيس إدارة محلية وشئون عاملين إذا بلغ عدد العمالة المباشرة وغير المباشرة أكثر من ٥٠ فرداً.

العدد اليدوية وآلات الورش:

من المعروف أنه لا بد أن يكون لكل عامل العدد اليدوية الخاصة به، وكذلك لا بد أن تتواجد عدد عامة لكل ورشة أو مركز صيانة، وعدد ومعدات لكل قسم من أقسام تلك الورش أو المراكز. وبناءً عليه يمكن تحديد حجم المطالب من العدد

والمعدات لكل مستوى من المستويات (محطة / منطقة / شركة)، ولكل تخصص على حدة، وذلك عن طريق حساب أعداد العمالة الفنية والسابق ذكرها، وكذلك أنواع الأقسام الفنية (خرطة، برادة، كهرباء،الخ) المطلوبة لكل مستوى.

حساب المطالب من قطع الغيار والخامات:

طبقاً لأعمال الصيانة والإصلاح المطلوب تنفيذها من كل مستوى من المستويات القائمة بأعمال الصيانة، وكذلك حجم الأعمال المطلوبة، والتي تحدد بناءً على أعداد وأنواع المشروعات والمعدات وحالتها الفنية، فإنه يمكن تقدير المطالب سنوياً من قطع الغيار والخامات: كمّاً ونوعاً، ويُقترح أن تُشتري كل ثلاثة شهور، أي كل ربع سنة - على أن تراعى النقاط التالية:

- نوع المعدّة وحالتها الفنية حالياً.
- عدد ساعات التشغيل/ المسافة المقطوعة يومياً.
- طبيعة التحميل على المعدّة (أقل من النمطي، نمطي، حميل زائد).
- قطع الغيار والخامات المطلوبة لكل نوع من أنواع الصيانات المطلوب استبدالها أثناء إجراء الصيانة الوقائية طبقاً لخطة لصيانة الموضوع.
- مدى توفر قطع الغيار والخامات المطلوبة في السوق المحلي.
- مراعاة تكلفة التخزين ومقارنتها بالتضخم الناتج عن ارتفاع الأسعار.
- تلافي تواجد مخزون راكد من قطع الغيار الغير مستخدمة صفة دورية.
- مساحة التخزين المتوفرة لكل مستوى.

مبنى ورشة الصيانة:

- بالنسبة للمحطة (معالجة/ تنقية) فإنه من المفروض تواجد ورشة، يطلق عليها ورشة المحطة، وتتواجد داخل المحطة.
- ورشة على مستوى المنطقة، وذلك لخدمة المحطات الشبكات الموجودة على مستوى المنطقة، سواء مياه شرب أو صرف صحي، هذا بالإضافة إلى المركبات والمركبات المجهزة والمعدات الموجودة على مستوى المنطقة، ويفضل أن تكون هذه الورشة داخل أو بالقرب من المبنى الإداري للمنطقة أو رئاسة المدينة.
- ورشة كبيرة أو مركز صيانة على مستوى الشركة يتواجد في موقع مبنى الشركة أو بالقرب منه.

المراجع

• تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ

• و مشاركة السادة :-

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| ➤ مهندس/ أشرف لمعي توفيق | شركة صرف صحي القاهرة |
| ➤ مهندس/ السيد رجب شتيا | شركة مياه وصرف صحي البحيرة |
| ➤ مهندس/ أيمن النقيب | شركة صرف صحي الاسكندرية |
| ➤ مهندس/ خالد سيد أحمد | شركة مياه القاهرة |
| ➤ مهندس/ طارق ابراهيم | شركة صرف صحي القاهرة |
| ➤ مهندس/ علي عبد الرحمن | شركة صرف صحي الاسكندرية |
| ➤ مهندس/ علي عبد المقصود | شركة صرف صحي القاهرة |
| ➤ مهندس/ محمد رزق صالح | شركة مياه وصرف صحي البحيرة |
| ➤ مهندس/ مصطفى سبيع | شركة صرف صحي القاهرة |
| ➤ مهندس/ وحيد أمين أحمد | شركة مياه القاهرة |
| ➤ مهندس/ يحي عبد الجواد | شركة مياه وصرف صحي الدقهلية |