



TUCHNER ENGINEERING
טוכנר הנדסה

"...בשילוב של ניהול אחזקה, מידע הנמסר למנהל מהמכונות וביצוע פעולות מתקנות יעילות ואפקטיביות ניתן להגיע להישגים נכבדים בתחום הגדלת זמינות המכונות והקטנת הוצאות המפעל."

מפרט טכני
לשירותי אחזקה
חזויה, אחזקה
מכאנית ויעוץ
הנדסי בתחום
האחזקה

יוסי טוכנר

מפרט טכני לשירותי אחזקה חזויה

ניטור רעידות, שיוור בלייזר, צילום תרמוגרפי, ניטור גלי קול אולטראסוניים,

וייעוץ ארגוני להנהלה הטכנית של המפעל

המטרה:

**הגדלת זמינות המכונות והקטנת הוצאות האחזקה,
האנרגיה והתפעול של המפעל, ע"י יישום יעיל
ואפקטיבי של מדיניות אחזקה חזויה בשילוב עם ניהול
אפקטיבי יותר, ביצוע עבודות מכאניות מדויקות יותר,
התאמת המכונות לדרישות התפעול, התאמת המחלקה
הטכנית ושיפור הידע הטכני, התפעולי והארגוני
במפעל**

שיטת הביצוע

ליווי צוות הנהלת ההנדסה והאחזקה של המפעל, תוך מתן ייעוץ, בכדי לקבל החלטות משותפות לגבי בניית תכנית אחזקה יעילה ואפקטיבית למכונות במפעל. הליווי יתבצע ע"י מומחה אחזקה בעל תואר ראשון בהנדסת מכונות, תואר שני במנהל עסקים, משנת 1998 עוסק בליווי צוותים טכניים, מנהלים טכניים ומפעלים תהליכיים ובעל ניסיון ניהולי כמנהל אחזקה ומהנדס מפעל ומומחה רעידות בצידוד טובב לפי תקן ISO-18436 CAT-III.

בדיקה תקופתית מחזורית- וניתוח הממצאים:

1. ניטור רעידות- ביצוע ניטור רעידות תקופתי למכונות השונות במתקני המזמין, לפי תקן ISO-10816. הבדיקות תבוצענה ע"י הקבלן באמצעות מכשור נייד ורגשי רעידות סיסמיים. כמו כן, יבצע הקבלן ניתוח ממצאי הבדיקה, הסקת המסקנות והנחיית המזמין לטיפול המתאים, תוך כדי מתן התראות למצב המכונות.
2. בדיקות וניטור פרמטרים נוספים:
 - 2.1. צילום תרמוגרפי של המנועים \ מכונות לפי הצורך.
 - 2.2. ניטור גלי קול אולטראסוניים של המכונות לפי הצורך.
 - 2.3. בדיקות מנועי חשמל ע"י אנליזת זרמי המנוע.
3. כל הבדיקות תבוצענה לפי תקני ISO המתאימים.
4. דו"חות לבדיקות אלו יכללו 3 שדות עקרוניים:
 - 4.1. תיאור מצב קיים.
 - 4.2. ניתוח ממצאים.
 - 4.3. המלצות לביצוע.
5. מיקום ומספור נקודות- נקודות המדידה על גבי המכונות ייקבעו ע"י הקבלן לפי תקן ISO-10816, בתאום עם המזמין ואישורו. מספר נקודות המדידה, מיקומן וכיוונן יהיה כזה שיאפשר ניתוח והסקת מסקנות לצורך קבלת התמונה הטובה ביותר לגבי מצב המכונות.
6. בניית בסיס הנתונים- בסיס נתונים ייבנה בשיתוף עם המזמין ויכלול רשימה סדורה של כל המכונות הכלולות בהסכם, מיסבים המותקנים בכל מכונה ומהירויות סיבוב של כל יחידת ציוד במכונה. לצורך ניתוח מעמיק יידרש מפעם לפעם מידע נוסף על המכונות כגון: מספרי ג"ש, יחסי תמסורת ג"ש/רצועות, מספרי כפות וכו'. נתונים אלה יימסרו בהקדם האפשרי ע"י המזמין לפי בקשת הקבלן.
7. תכיפות הבדיקות- תוגדר ע"י המזמין והקבלן עפ"י דרישות האחזקה, דו"חות הניטור והתסקיר (במידה ונעשה). והשיקולים הכלכליים של המזמין. הקבלן יתאם ביצוע בדיקה תקופתית מחזורית כשבוע לפני מועד הביצוע. האחריות על קביעת מועדי הבדיקה הינה של המזמין בלבד.

8. ציוד הבדיקה וכוח- האדם- הבדיקות התקופתיות תבוצענה בעזרת אוגרי נתונים ניידים. רגשי הרעידות וציוד המדידה שבהם ישתמש הקבלן יכסו תחום רחב של תדרים: 0.1 הרץ עד 5000 הרץ, ערכי הרעידה יימדדו ביחידות מטריות. לתזוזה - מיקרוניס (μm); למהירות- מילימטר לשנייה (mm/sec); לתאוצה- ג'י ($G=\text{mm/sec}^2$). ערכי הרעידה הכוללת ימדדו בערכי- R.M.S (Root Mean Square). הבדיקות ייעשו לפי תקן ISO-10816 ע"י צוות מיומן בתחום.
9. ריכוז התוצאות וניתוח הממצאים- תוצאות הבדיקות ישמשו בסיס נתונים לצורך ניהול ממוחשב של היסטוריית המכונות. המידע ייאגר אצל הקבלן ויהיה זמין בכל עת בזמן קיום ההסכם. במקרה אחר ישמר המידע 3 שנים לאחר תום תקופת הסכם. כל הנתונים שייאספו יהיו רכוש של המזמין והוא יוכל לבקש אותם בכל עת.
10. אופן הגשת הממצאים והתוצאות:
- 10.1. דו"ח ראשוני בו ירוכזו הממצאים המצריכים טיפול מידי יימסר ללקוח במקום בע"פ עוד לפני סיום הבדיקה. בהמשך יימסר בדואר אלקטרוני לנציג המזמין תוך יומיים מיום ביצוע הבדיקות, בפורמט WORD או PDF. הדו"ח יכיל את ריכוז הבדיקות, ממצאים, המלצות אופרטיביות ומסגרות זמן מומלצות לביצוע לפי תקן ISO-10816.
- 10.2. דו"ח מסכם יוגש לאחר 5 ימי עבודה ממועד ביצוע העבודה. הדו"ח יימסר בדואר אלקטרוני בפורמט Word או PDF או Excel. הדוח המסכם יכלול:
- 10.2.1. רשימה כוללת של כל המכונות. רמת רעידות מרבית ומצבן של כל המכונות שנבדקו במהלך סבבי הבדיקות.
- 10.2.2. לכל מכונה חריגה תצוין מהות החריגה וחומרתה, כולל המלצות לביצוע ודחיפות הטיפול.
- 10.3. המלצות ביצוע. הקבלן יתריע על בעיות וימליץ על פתרונות לביצוע, כגון:
- 10.3.1. פגמים בבסיס המכונה או במשככי הרעידות שלה.
- 10.3.2. חוסר איזון חלקים סובבים במכונה.
- 10.3.3. חוסר שיוור בין חלקי המכונה.
- 10.3.4. חלקים רופפים\חופשים מכאניים\רזוננס במבנה המכונה.
- 10.3.5. מיסבים- הרכבה לא נכונה, עומס לא נכון, חוסר\עודף סיכה, התאמה לא נכונה ועוד...
- 10.3.6. בעיות תפעוליות הגורמות לנזק במכונה.

10.3.7. רעידות כתוצאה מתמסורות שונות כגון רצועות הנעה, גלגלי שיניים, מצמדים וכו'.

בדיקה מזדמנת/מיוחדת:

1. בדיקה זו, בשונה מבדיקת רעידות תקופתית, תתבצע לרוב בנוהל דחוף עקב התראה כלשהיא במכונה כלשהיא. בדיקה זו תתבצע על מכונה אחת או מספר מוגבל של מכונות תוך מתן דגש על התמקדות רבה יותר במכונה הנבדקת. בדיקה זו יכולה להתבצע גם על מכונה שאין לקבלן כל מידע עליה מראש.
2. בדיקה זו תתבצע בהתאם למפורט בבדיקת רעידות תקופתית.
3. בדיקה זו תתבצע אך ורק ע"י מומחה אחזקה בעל הסמכה כמומחה לפי תקן ISO-81436 CAT-III.
4. תוצאות הבדיקה יינתנו מיידית באתר הלקוח בכדי לקדם את הטיפול הדחוף במכונה הנבדקת.
5. הקבלן ילווה ככל האפשר בתהליך הטיפול המומלץ במכונה.
6. המזמין יעשה ככל יכולות בכדי לאפשר לקבלן לבצע את מירב הבדיקות השונות הנדרשות בכדי לקבל תמונה מדויקת ככל האפשר על מצב המכונה וזאת בכדי להגיש המלצות לביצוע אשר יפתרו את הבעיה במכונה.

מפרט טכני Laser Alignment – בלייזר

1. בדיקת שיוור בלייזר כוללת:
 - 1.1. בדיקת "רגל צפה"- בדיקה שהמכונה \ המנוע, מונחים על בסיס המכונה באופן מפולס וישר.
 - 1.2. בדיקת שיוור במכונות אופקיות ואנכיות: סטיית מקבילות זוויתיות.
 - 1.3. בדיקת תקינות מצמדים, גלגלי רצועה ועוד.
2. ביצוע שיוור:
 - 1.4. איסוף הנתונים של מצב השיוור לפני ביצוע השיוור.
 - 1.5. בדיקת תקינות, בסיס המכונה, כל הברגים, ניקויים שימון וגירוז הברגים וכו'...
 - 1.6. ביצוע תיקון לשיוור ע"י הוספה וגריעה של עלי מרווח (שימסים) מתאימים מנירוסטה לכיוון האנכי וביצוע הזזות מדויקות למנוע\מכונה בכיוון האופקי.
 - 1.7. סגירת בורגי המנוע\מכונה בצורה מבוקרת ע"י מפתח מומנט במידת הצורך.
3. סטיות מותרות ייקבעו לפי התקנים הנפוצים בתעשייה או המלצות יצרן המכונה- התקן המחמיר מבניהם.
4. להלן התקנים הנפוצים בתעשייה לשיוור בלייזר:

| Offset | Excellent | | Acceptable | | |
|---------------|-----------|-------|------------|-------|--------|
| | rpm | mils | mm | mils | mm |
| 0000-1000 | | 3,0 | 0,07 | 5,0 | 0,13 |
| 1000-2000 | | 2,0 | 0,05 | 4,0 | 0,1 |
| 2000-3000 | | 1,5 | 0,03 | 3,0 | 0,07 |
| 3000-4000 | | 1,0 | 0,02 | 2,0 | 0,05 |
| 4000-5000 | | 0,5 | 0,01 | 1,5 | 0,03 |
| 5000-6000 | | <0,5 | <0,01 | <1,5 | <0,03 |
| Angular error | rpm | mils" | mm/100 | mils" | mm/100 |
| 0000-1000 | | 0,6 | 0,06 | 1 | 0,1 |
| 1000-2000 | | 0,5 | 0,05 | 0,8 | 0,08 |
| 2000-3000 | | 0,4 | 0,04 | 0,7 | 0,07 |
| 3000-4000 | | 0,3 | 0,03 | 0,6 | 0,06 |
| 4000-5000 | | 0,2 | 0,02 | 0,5 | 0,05 |
| 5000-6000 | | 0,1 | 0,01 | 0,4 | 0,04 |

5. דו"ח מלא יוגש תוך שבוע מיום הביצוע. הדוחות יכללו מצב לפני שיוור ואחריו - כולל הסטיות שנמצאו ב- מילימטרים (mm), תוספות עלי מרווח (שימסים), פירוטים והמלצות לפי הצורך.
6. ייזום הקריאה של הקבלן לעריכת הבדיקות וליישום המלצות הקבלן בהתאם לתוצאות הבדיקות הינה באחריותו הבלעדית של המזמין.

מפרט טכני צילום תרמוגרפי של ציוד סובב

1. צילום תרמוגרפי הינו כלי המשמש לזיהוי ראייה של מקודי קרינת החום מהמנוע\המכונה, בכדי להתמקד בגורם השורש של התפתחות השחיקה במכונה או במוקדים הסובלים במכונה כתוצאה מחיכוך יתר עקב היות המכונה במצבה הנוכחי.
2. דוח צילום תרמוגרפי של מכונה כולל:
 - 1.1. צילום המנוע\המכונה.
 - 1.2. השוואת טמפ' בין חלקי המכונה.
 - 1.3. השוואה עם תמונה קודמת.
 - 1.4. סיכום והמלצות.
2. הצילום יתווסף לדוח בדיקת רעידות לפי הצורך בכדי לעזור ללקוח או להבין מהו גורם השורש או מהו הרכיב שסובל במכונה ויש צורך לטפל בו בהקדם.

מפרט טכני ניטור גלי קול אולטראסוניים

1. ניטור גלי קול אולטראסוניים מאפשר זיהוי גלי קול אשר לא נשמעים ע"י אוזן האדם ואשר מאפשרים לזהות מספר גורמים:
 - 1.1. ניטור מצב מיסבים ואו גג"ש ללא מגע במכונה עקב חוסר גישה או שיקול בטיחותי אחר.
 - 1.2. ניטור מצב מגעי חשמל במנוע.
 - 1.3. ניטור דליפות גזים שונים ואויר דחוס בכדי להקטין הוצאות הקשורות לדליפות.
 - 1.4. ניטור תקינות מלכודות קיטור.
2. דוח ניטור גלי קול אולטראסוני כולל:
 - 2.1. צילום נקודת הדליפה \ כשל.
 - 2.2. פירוט הדליפה\ מקור הכשל והמלצות.

מפרט טכני ייעוץ ארגוני בתחום האחזקה

1. לאחר צבירת ניסיון כולל בתחום האחזקה החל משנת 1998, כאשר באותה תקופה ליוויתי מנהלי אחזקה \ מהנדסי מפעלים רבים וכן תפקדתי בעצמי כמנהל אחזקה ומהנדס מפעל ואשר באמצעותו הבאתי לשיפור משמעותי במפעלים שונים, אני מציע ללקוחותיי את הידע אשר צברתי בדמות ייעוץ ארגוני לגורמי הניהול הטכני, שמטרתו להגדיל את זמינות ואמינות המכונות במפעל ולהקטין את הוצאות האחזקה. עקרונות הצלחת הייעוץ הם כדלקמן:
 - 1.1.1 ביצוע תסקיר מקיף של מצב המפעל ברמה הטכנית:
 - 1.1.1.1 המצב התחזוקתי של המפעל.
 - 1.1.1.2 מצב מחלקת האחזקה.
 - 1.1.1.3 מצב המחסן הטכני.
 - 1.1.1.4 תמונת מצב כלכלית- הוצאות אחזקה, הוצאות אנרגיה, הוצאות תפעוליות ועוד.
 - 1.2 הצפת הפערים העיקריים אשר בעזרתם ניתן לשפר משמעותית את אמינות המפעל מחד ולהקטין את העלויות מאידך.
 - 1.3 קביעת תכנית עבודה עם אבני דרך בשיתוף הנהלת המפעל ובתמיכתו הכלכלית והמעשית, כולל קביעת יעדים ומסגרות זמן להגעה ליעדים.
 - 1.4 ליווי צמוד של כל התהליך עד להגעה ליעדים אשר נקבעו.
2. יש לציין כי ליווי שכזה יכול להצליח רק בעזרת הירתמות הנהלת המפעל לתהליך ותמיכה כלכלית, ארגונית ותפעולית בתהליך. ללא כל זאת מידת ההצלחה תיפגם משמעותית.