

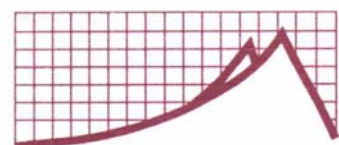


השימוש במדד הגליות בעבודות סלילה ובסקרי אחזקה

אוגוסט 2008

הוכן ע"י:

יוזמה 2, בנין שער העיר, טירת כרמל
ת.ד. 7402 חיפה, 31073
טלפון: 8581999 - 04
פקס: 8574448 - 04



גיאופום בע"מ
הנדסה אזרחית וניאולוגיה

תאריך: 10/8/08

מספר: 669.08

לכבוד

אינג' נועם יהלום

דרך ארץ הייווייז (1997) בע"מ

רחוב המלאכה 23

פארק אפק

ראש העין 48091

הנדון: השימוש במדד הגליות בעבודות סלילה ובסקרי אחזקה

סימוכין: דו"ח גיאוקום בע"מ מס 397.08 מתאריך 12/5/08

מוגש לך לעיון דו"ח המסכם את העבודה שבנדון. מסמך זה מעדכן את המסמך שבסימוכין. מטרת העבודה הייתה לרכז ולבחון את הדרישות המקובלות הנוגעות לעיבוד המידע הנובע מסקרי הגליות והשפעתו על החלת יישום עבודות אחזקה כנדרש. מהחומר העולה מהעבודה נמצא כלהלן:

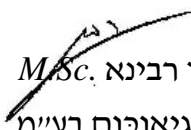
1. מפרט דרך ארץ CJV לעבודות ההקמה, החמיר את קריטריוני הקבלה בנושא הגליות ביחס לדרישות המפרט הזכייני, תוך התאמתם לבקרת תהליך הסלילה מתוך ומטרה להבטיח את העמידה בקריטריון הקבלה לכביש חדש.
2. בניטור הגליות המדווח מסקרים ברמת הרשת, מקובל כי הביצועים נאמדים ביחס לסגמנטים מינימליים באורך של 100 מ' לפחות (או 160 מ'). ערכי הגליות המקומית (לאורך 10 מ') אינם משפיעים על התמונה הכללית לאיכות מדד הגליות בכלל הרשת.
3. מקובל לדווח את הגליות המקומית במהלך יישום סקרי האחזקה. ניתן להשתמש בגליות מקומית כמדד אינדקטיבי אשר מעורר את הצורך לביצוע ברור באם למקד טיפול באזורים הנדרשים לשיקום/תיקון.
4. בניטור הגליות בעבודות האחזקה ובמפרטים לסקרי האחזקה של הפרויקטים בשיטת ה-PFI, מקובל כי ערכי הגליות המקומית (IRI_{10} או מג"ב 10 מ') לא יהיו גבוהים ביותר מ-1.5 מ/ק"מ בהשוואה לקריטריון המג"ב 100 מ'. בהתאם ניתן לבחון את ישימות הגבלת המג"ב 10 מ' בכביש חוצה ישראל לערך של 6.0 מ/ק"מ. מעבר לערך זה תבחן הנחיצות המיידית לתיקון המקומי.

5. במפרטי מעצ המעודכנים יש ציפייה לקבלת ביצועים טובים יותר, מבחינת הגליות כאשר משתמשים בתערובות SMA כשכבת ציפוי עליונה.

6. יש ליצור מפרט גליות מיוחד לאישור הקבלה של הקטעים, בכביש חוצה ישראל, אשר עוברים שיקום/ריבוד במסגרת פעולות האחזקה של חברת דרך ארץ. מומלץ כי מפרט זה יתבסס על בדיקות השוואתיות בין מצב גליות הקיים, בסמוך לטיפול, למצב הגליות לאחר הטיפול. הגליות חייבת להיות טובה יותר, בכל המדדים, אחרת לא יאושר הקטע. בדיקות הקבלה הנ"ל יעדכנו את המידע שבסקר התקופתי.

עומד לרשותך במתן הבהרות נוספות ע"פ הצורך.

בברכה


אמנון רבינא, M.Sc.
חברת גיאופום בע"מ

העתקים:

מר אהוד סביון, מנכ"ל דרך ארץ

אמיר סיון, מנהל חוזים, דרך ארץ

ד"ר אילן ישי – יועץ תכן מבנה דרך ארץ DEC

אינג' אור עמרי – סמנכ"ל הנדסה – דרך ארץ המפעיל

אינג' עדי סחר – מנכ"ל דרך ארץ JV-18

גיאופום בע"מ

כתובת המשרד: רחוב יוזמה 2, בנין שער העיר, טירת הכרמל
טלפון: 048581999 פקס: 048574448
כתובת למכתבים: ת"ד 7402, חיפה, 31073
דואר אלקטרוני: office@geokom.co.il

עמוד 3 מתוך 33

השימוש במדד הגליות בעבודות סלילה ובסקרי אחזקה

תכן העניינים

5	1. מבוא, מטרת העבודה.....
5	2. מפרט דרך ארץ <i>CJV</i> לעבודות הסלילה.....
7	3. בחינות הקבלה בהשוואה לדרישות בחו"ל.....
7	3.1 בחינות הקבלה בהשוואה לדרישות העדכניות של <i>AASHTO</i>
7	3.2 בחינות הקבלה בהשוואה לדרישות העדכניות בארצות נוספות.....
8	4. קטעי מדידה לבקרת <i>IRI</i> בסקרי איסוף נתונים ברמות הרשת.....
10	5. המפרט לגליות בכבישים של מעצ החברה הלאומית לדרכים.....
12	6. מפרטי הגליות בפרויקטים של הקמה ואחזקה בשיטת <i>PFI</i> ו- <i>BOT</i>
12	6.1 מפרטים לעבודות ההקמה.....
12	6.2 מפרטי הגליות לתקופות האחזקה.....
14	6.3 מפרט הגליות לתקופת האחזקה בכביש חוצה ישראל.....
14	7. איכות המדידה בבדיקות הגליות לקבלה ובמסגרת סקרי איסוף נתונים.....
14	7.1 דיוק מדידת הגליות בביצוע ובסקרי אחזקה.....
15	7.2 אפיונים לבדיקות גליות לקבלה ואישור קטעי סלילה.....
16	7.3 אפיונים לבדיקות גליות בסקרי אחזקה.....
16	8. מסקנות, המלצות והערות.....
18	9. מראי מקום.....

טבלאות

5	טבלה 1 : מפרט דרך ארץ <i>CJV</i>
10	טבלה 2 : קריטריונים לקבלת כביש חדש – מעצ החברה הלאומית לדרכים.....
11	טבלה 3 : דרישות איכות לערכי גליות מרביים בעבודות אחזקת כבישים.....
12	טבלה מס 4 : הערכים הקריטריונים לקבלה של שכבות אספלט בפרויקט 431.....

ציטוטים

6	ציטוט מספר 1 – הדיוק הנדרש לניטור הגליות בקטעים קצרים יחסית, ציטוט מ [ממ 2].....
8	ציטוט מספר 2 – הדיוק הנדרש לניטור הגליות ברמת הרשת, ציטוט מ [ממ 2].....

נספחים

19	נספח א' מפרט דרך ארץ <i>CJV</i> לעבודות הסלילה של כביש חוצה ישראל.....
23	נספח ב' מפרט מעצ – החברה הלאומית לדרכים לגליות בכבישים.....
28	נספח ג' אימות תוצאות בדיקת גליות מ 15/10/2004 בכביש חוצה ישראל.....
33	נספח ד' קביעת סגמנטים לטיפול בעבודות אחזקה בהתאם לערכי <i>IRI</i> - אוסטרליה.....

השימוש במדד הגליות בעבודות סלילה ובסקרי אחזקה

1. מבוא, מטרת העבודה

העבודה הוזמנה ע"י חברת דרך ארץ להערכת הצרכים לביצוע עבודות אחזקה הנובעים מסקרי האחזקה התקופתיים במבוצעים במסגרת החוזה הזכייני.

מטרת העבודה הייתה לרכז ולבחון את הדרישות המקובלות הנוגעות לעיבוד המידע הנובע מסקרי הגליות, בעיקר לנושא ארך האלמנט לקביעת הקריטריון והשפעתו על החלת יישום עבודות אחזקה כנדרש.

2. מפרט דרך ארץ CJV לעבודות הסלילה

מפרט דרך ארץ CJV לעבודות הסלילה בתקופת ההקמה מובא במלואו בנספח א. טבלה מס' 1 להלן מרכזת את הדרישות העיקריות. בהשוואה לדרישות המפרט הזכייני בו נתחמה הדרישה לאינטרוולים

טבלה 1 : מפרט דרך ארץ CJV

תשתית אספלט תחתונה	תשתית אספלט עליונה	שכבה מקשרת	שכבה נושאית	% מהתצפיות
3.5	3.0	2.6	2.3	100
2.8	2.5	2.1	1.8	80
2.0	1.8	1.6	1.4	50

התוצאה מדווחת באינטרוול של 10 מ', עבור כל נתיב גלגל, בקטעי מדידה של 300 מ' לפחות .

של 1 ק"מ, צומצמו מנות המדידה לקטעים של 300 מ'. הצמצום נבע מהצורך לבצע ניטור של הגליות בתהליך הביצוע תוך מתן אפשרות לביצוע בדיקה גם על חלקי מנות עיבוד. יחד עם זה היות ומבחן הקבלה מתווה גם את הפילוג של התצפיות, ומתוך מטרה להבטיח כי השכבה העליונה תעמוד בדרישת הקבלה של המדינה, הוחמרו במקצת הדרישות הקריטריוניות ובנוסף בחינת הפילוג נערכה על כמות גדולה של תצפיות, בכל אנטרוול, כל ערכי ה-IRI₁₀ אשר נמדדו לאורך נתיבי הגלגל. בסה"כ, כל

מנת בדיקה (נתיב) באורך של כ 300 מ' כללה לפחות 60 תצפיות. ערכי ה- IRI_{10} היוו את האינדיקציה לקיום ואיתור של הגליות המקומית, הבעייתית ברזולוציה של חצי חתך, כל 10 מ'. חריגות המקומיות תוקנו כך שנתאפשרה המסירה התקינה של כל הקטעים המוכלים בכל ק"מ כביש כנדרש בחוזה הזכיני.

קביעת השימוש באיטרולים של IRI לאורך 10 מ' נסתמכה על ההמלצות המופיעות ב [ממ 2] Little Book of Profiling, המהווה את אחד מהמקורות המקובלים ביותר להתוויית השימוש במדד הגליות.

ציטוט מספר 1 – הדיוק הנדרש לניטור הגליות בקטעים קצרים יחסית, ציטוט מ [ממ 2]

Diagnostic applications require accuracy and inspection of profiles.

Time is less of a factor when the intent is to closely study sections of road of a few kilometers or less. Lower measurement speeds of 25 or 40 km/hr are acceptable.

For diagnostic applications, it may be desirable to show properties of the road on a scale such that trouble spots can be located to within 10 or 20 meters. (As a point of

Revision: September 18, 1998

Page 94

reference, when traveling at 100 km/hr, which is 62.5 mi/hr, you cover almost 28 meters each second. Thus, 33 meters (100 ft) corresponds to a little over 1 second of time as perceived by a driver at highway speeds.)

Accuracy may be of greater concern for diagnostic applications. The measures are not just for a statistical data base—they are to describe the exact condition of a particular section of pavement.

כמפורט ב [ממ 2] בקטעי מדידה קצרים, למיקום תחילת המדידה קיימת השפעה על תוצאות ה IRI המקומי גם כאשר ה- IRI_{100} ואו ה IRI הממוצע הם אותם ללא שינוי. הדבר נובע משיטת עיבוד המידע שכן יחידת המרחק הבסיסית בחישוב מודל ה IRI הינה בארך 11.11 מ', המייצגת את המרחק אותו עוברת מכונית במהירות 80 קמ"ש בפרק זמן של חצי שניה. בהתאם הייתה חשיבות רבה במהלך

הביצוע לקשירת מיקומי תחילת המדידה למיקומי ומספרי החתך השלמים. כך ניתן היה בשיטה אחידה לחזור במידת הצורך על מדידות ואו לנטר תיקונים שבוצעו.

3. בחינות הקבלה בהשוואה לדרישות בחו"ל

3.1 בחינות הקבלה בהשוואה לדרישות העדכניות של AASHTO

בהשוואת מפרט דרך ארץ CJV לדרישות בארה"ב כפי שהם באים לביטוי במסמך AASHTO PP 53-02 Standard Practice for Determining Ride Quality [ממ 1] משנת 2002, ערכי האחוזון 50% הנדרשים, אשר בפילוג נורמלי מהווים גם את הממוצע, היו מתקבלים כתקינים ואו עם קנס קטן לאורך מקטעי קבלה באורך של 0.1 מייל (כ 160 מ'). בפועל המרבית המוחלטת של הקטעים שנשללו היו מתקבלים כתקינים וחלק גדול מהם יכול היה להיכנס לקטגוריית הבונוס הכספי על פי השיטה האמריקאית.

במסמך AASHTO הגליות המקומית לא נבחנת בערכי IRI של אינטרוולים קצרים יותר (IRI_{10}) או (IRI_{16} וכיו"ב) אלא באמצעות פרוצדורות עיבוד מידע מתוך הפרופיל האמיתי הנמדד והמדווח אשר באמצעותו מאותרים קטעים מקומיים, בליטות או שקיעות אשר עלולים להשפיע על נוחות הנסיעה. אנטרול הקבלה באורך של 160 מ' וערכי הקנס /פרס אומצו גם ברשויות של המדינות השונות (טקסס, לואיזאנה [ממ 4, 5]) סגמנטים אלה נבחנו גם במהלך תקופת האחזקה.

3.2 בחינות הקבלה בהשוואה לדרישות העדכניות בארצות נוספות

במסמך טכני אשר פורסם במסגרת תכנית ה C-SHRP של קנדה [מ"מ 6] מובא רכוז של הדרישות של הפרובינציות השונות בקנדה בכל הנוגע למדדים בנוגע לנוחות הנסיעה (Pavement Smoothness). כמו גם, מובא להשוואה מידע בנוגע לדרישות בארצות אירופה השונות. בקנדה רווח השימוש בפרופילוגרף אשר באמצעותו נקבע מדד ה PI למיסעה. תת הקטעים לקבלה נקבעים בעיקר באינטרוולים של 100 מ'.

בארצות אירופה השונות רווח יותר השימוש במדד ה IRI אם כי עדיין לא בכל הארצות (בלגיה). הסגמנט הארכי המיוחס לקריטריון הקבלה משתנה בכמה ארצות. בדנמרק, ספרד, הולנד

והונגריה מיוחס קריטריון הקבלה ליחידת ארך של 100 מ'. בצרפת מיוחסים קריטריונים לסגמנטי ארך של 200 מ' מתוך קטעים של 4 ק"מ (בכבישי אגרה). בשוודיה מנטרים לבדיקות הקבלה, סגמנטים של 20 מ' בקטעים של 200 מ'.

4. קטעי מדידה לבקרת IRI בסקרי איסוף נתונים ברמות הרשת

ב [ממ 2] (ראה גם ציטוט 2) מובאת התייחסות לאורך קטעי המדידה הנדרשים לניטור בסקרי איסוף נתונים המבוצעים ברמות של רשת כבישים. ההנחה היא להתפנות מהעיסוק בקטעי המדידה הקצרים – בארך של כ 10 מ' - ולא לעסוק בניתוחי הפרופיל האמיתי שכן שגיאות המדידה על פני הרשת ממצעות את התוצאה ואינן משפיעות על התמונה הכוללת של איכות הנסיעה.

How Accurate Should a Profile Be?

There is not a single use for profiles, and there is not a single "best" profiler design for all applications.

Network monitoring requires high measurement efficiency.

Year-to-year records of the state of a road network are used to manage sections that are typically several miles in length. Time is a significant constraint—the measurement and analysis process for the entire network must be completed in a year, when it is then time to repeat the process for the next year. Measurement speeds are typically 80 km/hr (50 mi/hr) or higher for this application.

The accuracy of individual readings is not critical, nor is the ability to pin-point trouble spots to the nearest 10 m. Recall, one of the criteria for a valid profiler is that measures are neither higher nor lower, on the average, than would be obtained with painstakingly measured "true profiles." Random errors in measurement average out for individual sections of road and do not affect the big picture.

ציטוט מספר 2 – הדיוק הנדרש לניטור הגליות ברמת הרשת, ציטוט מ [ממ 2]

ב [ממ 3] מובאת עבודה בנושא מדידות הבטחת איכות על סקרי ה IRI על פני רשת הכבישים של אונטריו, קנדה. ארך הרשת כ 18,000 ק"מ. במהלך תקופת האחזקה נערכים סקרי גליות במכשירים שונים. המדידות מדווחות באינטרוולים של 150 מ' וגם ב 10 מ' ואולם הערכים הקריטריוניים

לבקרה נקבעים לסגמנטים שאורכם 150 מ'. מיקום הגליות המקומית מתועד לביקורת שכן אין אפשרות לתקן את גליות בעבודות הטלחה במקטעים של 10 מ'. בססקצ'ואן, קנדה נאסף המידע לסגמנטים בארך של 50 מ'.

בהולנד [מ"מ 7] נמדדת כל רשת הכבישים הארצית מידי שנתיים ולכל כביש מבוצע מיון של רמת גליות המיסעה ומידת דחיפות הטיפול וצורת השיקום כאשר:

- עבור ערכי IRI בין 2.6-3.4 ממיון הקטע למעקב ולתכנון שיקום.
- עבור ערכי IRI בין 3.5-4.9 מתוכנן טיפול בכביש בהקדם.
- עבור ערכי IRI גבוהים מ-5.0 מיושם טיפול מיידי, באותה עונה.

ערכי ה IRI מיוחסים לסגמנטים בארך 100 מ'.

ב **[מ"מ 8]** מובא ריכוז של הערכים הקריטריוניים, הנגזרים מסקרי אחזקה, המקובלים בארצות סקנדינביה לטיפול במערכת הכבישים. **בשוודיה** בכבישים מהירים בעלי נפח תנועה גבוה, מגבילים את הממוצע של קטע בארך 400 מ' לערך ממוצע של 3.0 מ/ק"מ. ה IRI בסגמנטים מקומיים, בארך 20 מ', מוגבל ל 4.0 מ/ק"מ.

בנורווגיה מוגבלים ערכי ה IRI₁₀₀ (מג"ב ליחידת ארך 100 מ') בכבישים מהירים ל 2.5 מ/ק"מ ואולם ערך זה מיוחס לאחוזון ה 90%. **בפינלנד** מוגבלים ערכי ה IRI₁₀₀ במפרטים ל 2.5 מ/ק"מ – ואולם ע"פ כותבת המאמר יעד זה אינו מושג מטעמי חסר תקציב. הערכים המיושמים עומדים על 3.0 מ/ק"מ.

בבריטניה [מ"מ 9] מדידת הפרופיל הארכי נמדדת באמצעות שיטות מדידה וציוד שונה (TRACS) ואולם הקריטריונים לניטור מיוחסים ליחידות ארך של 100 מ'.

בסקרים באוסטרליה (ראה נספח ד) מנוטר ה IRI הממוצע בקטעים בארך של 500 מ'. כאשר מאותרת החריגה (מעל 3.5 מ/ק"מ בכבישים מהירים) נקבע אופן הטיפול בקטע לאחר יישום בדיקה/חקירה (Investigation) של הפרמטרים נדרשים ליחידת הארך הנבדקת.

5. המפרט לגליות בכבישים של מעצ החברה הלאומית לדרכים

מעצ החברה הלאומית לדרכים מפרסמת את העדכונים במפרט מעצ לעבודות סלילה ולעבודות אחזקה. הדרישות המפרטיות מופיעות בשני מפרטים. מפרט 51, עבודות סלילה תת פרק 11, בדיקות גליות במיסעות, וכסעיף לקביעת קריטריוני איכות בתת פרק 04 (מצ"ב בנספח ב). שיטת המדידה בפרופילומטר אינרציאלי מפורטת בתת פרק 11 יש להדגיש מספר הנחיות:

- ◆ מדידת גליות ומישוריות מתבצעת על פני השכבה המוגמרת של כל נתיב מנתיבי המיסעה בכל האזורים פרט לאזורי הרחבת מסעה קיימת ושכבה מיישרת.
- ◆ הגליות תבוצע עם כיוון נסיעת התנועה לאורך הנתיב הנבדק.
- ◆ הגליות נמדדת (מחושבת מתוך פרופיל מדוד) במרווחים אופקיים של כל 5 ס"מ לפחות הן לאורך הגלגל הימני והן לאורך הגלגל השמאלי של הרכב המודד.
- ◆ עבור כל אחד מהפרופילים המדודים יש לחשב אינדקס גליות בינלאומי (מג"ב) לאורך מקטעים רציפים של 10 מטר וכן לאורך מקטעים רציפים של 100 מטר.
- ◆ ערך הגליות האורכי הקובע הינו ערך מג"ב 100 הממוצע בין ערכי מג"ב 100 של שני גלגלי הרכב המודד.

בהתאם לנ"ל הערכים הקריטריניים לקבלה מבוססים על המג"ב הממוצע בין אם זה מג"ב 100 ואו 10 מ'. בטבלה מס 2 להלן מרוכזים הערכים לקבלה של קטעי סלילה חדשים (בארך מינימלי של 300 מ').

טבלה 2: קריטריונים לקבלת כביש חדש – מעצ החברה הלאומית לדרכים

טבלה מספר <u>051.04.09.02</u> : ערכי הגליות בעבודות				
ערכי גליות מקסימליים מ"/ק"מ, שכבה				פרמטר
שכבת ציפוי	נושאת עליונה	מקשרת	תשתיות אספלט	
1.0	1.4	2.3	3.0	מג"ב 100 מ'
2.5	2.9	3.3	4.0	מג"ב 10 מ'

הקריטריון לקבלה הינו תקינות מג"ב 100 תוך הדגשה והקפדה שמג"ב 10 מ', הגליות המקומית לא תהיה גבוהה מידי ובאופן זה מוגבל הפילוג. בשכבות SMA המשמשות כשכבות ציפוי מצופה רמת גליות משופרת בהשוואה לסוגי אספלט אחרים.

לעבודות האחזקה, בעיקר לעבודות ריבודים הדרישות לקבלה מבוססות על מצב המסעה לפני יישום הריבוד. הקריטריון לקבלה הוא מדורג ומשתנה בהתאם לערכי הגליות שנמדדו "ערב" יישום פעולת השיקום. טבלה 3 להלן מפרטת את הדרישות.

טבלה 3: דרישות איכות לערכי גליות מרביים בעבודות אחזקת כבישים

כתלות בסוג התערובת (מפרט מעצ טבלה 051.04.09.03)

ערכי גליות (מ"/ק"מ) בעבודות אחזקה לפי תערובת אספלט		
תאמ"א, תא"נ	תא"צ, תא"ק, תא"מ	ערך גליות התחלתי (מ"/ק"מ)
שיפור מזערי של 2.2	שיפור מזערי של 1.8	$4.0 \geq \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$
לא יעלה על 1.8	לא יעלה על 2.0	$4.0 > \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$
לא יעלה על 1.7		$2.5 \geq \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$
לא יעלה על 1.5		$2.0 > \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$
לא יעלה על הערך ההתחלתי		$1.5 \geq \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$
לא יעלה על 1.2		$1.2 > \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$

ב. ערך מג"ב₁₀ מ' לא יעלה על 1.5 מ"/ק"מ מערך מג"ב₁₀₀ מ' הנדרש.

כפי שניתן לראות בטבלה זה גם כאן יש ציפיה לביצועים משופרים בתערובות SMA, כמוכן בנתיב כביש המציג ערכי IRI הגבוהים מ 4.0 מ/קמ לאורך 100 מ', לא מצופה כי בעבודות ריבוד של שכבה אחת, ניתן יהיה להגיע לביצועי מסעה באיכות נסיעה גבוהה.

6. מפרטי הגליות בפרויקטים של הקמה ואחזקה בשיטת PFI ו- BOT

6.1 מפרטים לעבודות ההקמה

בימים אלה נסלל כביש 431 בשיטת PFI. פרויקט אחר כביש 531 נמצא בשלבי מתקדמים של המכרז לבחירת הזכיין. פרויקט נוסף הינו הפרויקט לאחזקת כבישים באזור חדרה הנמצא בשלבי מיון לקראת המכרז. בטבלה 4 שלהלן מפורטים הערכים הקריטריוניים לקבלה לכביש חדש בפרויקט 431.

טבלה מס 4: הערכים הקריטריוניים לקבלה של שכבות אספלט בפרויקט 431

נושאת עליונה ברמפות	תשתית אספלט	שכבה נושאת תחתונה	שכבה נושאת עליונה	% מהתצפיות
3.0	3.0	2.8	2.2	< 100
2.0	2.3	1.8	1.5	< 80
1.4	1.6	1.3	1.1	< 50

התוצאה מדווחת באינטרוול של 10 מ', עבור כל נתיב גלגל, בקטעי מדידה של 300 מ' לפחות.

הערכים הנדרשים דומים לערכי המפרט של דרך ארץ CJV, במקומות הם נראים מעט מחמירים ואולם אישור הקטעים מתבצע לפי IRI_{10} ממוצע. היות והזכיין מתעתד לבצע את השכבה העליונה ב תערובת SMA לא צפויה בעיה לעמידה בקריטריונים אלה. מפרט לכביש 531 הוא קצת יותר מחמיר בשכבת הציפוי היות ויש כוונה להשתמש ב SMA.

6.2 מפרטי הגליות לתקופות האחזקה

לתקופת האחזקה קיימים מספר הדגשים בפרויקט 431. הידרדרות הגליות מוגבלת, על פי התוצאות של הסקרים שנתיים (ממוצע IRI_{100} בקטעים של 100 מ):

- * 100% מממוצע התצפיות בשני הגלגלים חייב להיות נמוך מ IRI 4.0
 - * 80% מממוצע התצפיות בשני הגלגלים חייב להיות נמוך מ IRI 3.3
 - * 50% מממוצע התצפיות בשני הגלגלים חייב להיות נמוך מ IRI 2.2
- מג"ב 10 מוגבל למקסימום של 5.0 מ/ק"מ לכל ק"מ
 עם זיהוי החריגה מחויב הזכיון בקנסות ובנקיטת פעולות.

לתקופת האחזקה בפרויקט 531 הידרדרות הגליות מוגבלת, על פי התוצאות של הסקרים שנתיים (ממוצע IRI₁₀₀ בקטעים של 100 מ) ערכי ה IRI המחמירים יותר נובעים מהיישום המתכונן של שכבות SMA :

- * 100% מכל התצפיות חייב להיות נמוך מ IRI 3.7
 - * 80% מכל התצפיות חייב להיות נמוך מ IRI 2.7
 - * 50% מכל התצפיות חייב להיות נמוך מ IRI 2.2
- מג"ב 10 מוגבל למקסימום של 5.0 מ/ק"מ לכל ק"מ

בפרויקט ה PFI לאחזקה באזור חדרה 531 הידרדרות הגליות מוגבלת, על פי התוצאות של הסקרים שנתיים (ממוצע IRI₁₀₀ בקטעים של 100 מ) :

- * 100% מממוצע התצפיות בשני הגלגלים חייב להיות נמוך מ IRI 4.0
 - * 80% מממוצע התצפיות בשני הגלגלים חייב להיות נמוך מ IRI 3.0
 - * (50% אין דרישה)
- מג"ב 10 מוגבל למקסימום של 5.5 מ/ק"מ לכל ק"מ

בכל המפרטים הנ"ל הנוגעים לעבודות האחזקה ההנחיות לטיפול מגדירות סגמנטים לבקרת הגליות בארך 100 מ'. יחד עם זה קיימת התייחסות לערכי הגליות המקומית הבאים לידי ביטוי בהגבלת ערכי הגליות IRI₁₀. ההגבלה היא לערך מקסימלי של 5.5 – 5.0 מ/ק"מ. במקביל, במפרט הגליות לעבודות הריבוד, המג"ב 10 מ' מוגבל לחריגה אשר אינה עולה על 1.5 מ/ק"מ מערך המג"ב 100 מ'.

6.3. מפרט הגליות לתקופת האחזקה בכביש חוצה ישראל

לשלמות המידע מפורטים להלן הערכי הקריטריוניים לאחזקה בכביש חוצה ישראל, קיימת הגבלה לערכי הידרדרות הגליות, על פי תוצאות סקרים דו שנתיים (IRI_{100} בקטעים של 1000 מ):

100%	מכל התצפיות חייב להיות נמוך מ 4.5 IRI	*
80%	מכל התצפיות חייב להיות נמוך מ 3.5 IRI	*
50%	מכל התצפיות חייב להיות נמוך מ 2.5 IRI	*

עם זיהוי החריגה מחויב היזם בעבודות שיקום! במפרט זה לא מוגדר הקריטריון לערך הגליות באינטרולים של 10 מ'. זהו למעשה מהות הדיון עם חברת כביש חוצה ישראל, מצד אחד לא נכון להתעלם מהמידע הקיים בנוגע לגליות המקומית ומאידך קיימת חוסר פרופורציה בנסיון לאכוף את הערכים הקריטריוניים המתאימים למג"ב 100 על מג"ב 10 מ'.

7. איכות המדידה בבדיקות הגליות לקבלה ובמסגרת סקרי איסוף נתונים

7.1. דיוק מדידת הגליות בניצוע ובסקרי אחזקה

עם הכנסת טכנולוגיית מדידת הגליות לפרויקט כביש חוצה ישראל נערכה בדיקה [מ"מ 10] ללימוד דיוק המדידה ובהתאם את היכולת להסיק את המסקנה לגבי פסילת ו/או אישור קטעי ביצוע הנמצאים בספק עקב קרבת הערכים המדודים לערכים הקריטריוניים לאישור. לאחר עשרות מדידות, נמצא כי בקטעים באורך של 300 מ', השגיאה עבור ערכי ה IRI_{10} נעה בתחום של כ 0.2 – 0.25 מ/ק"מ. השגיאה הוגדרה בתור האחוזון ה 90% של רווח הסמך המחושב משלוש מדידות עוקבות. האחוזון ה 100% היה הרבה יותר גבוה – עובדה המעידה על האפשרות לקבל באופן אקראי ערך בודד חריג במיוחד. בהתאם לממצאים נקבע כי כאשר קיימת מחלוקת לגבי תוצאת מדידה מסוימת – במיוחד כאשר היא גבולית – יש לבצע בדיקה חוזרת. את הבדיקה החוזרת נדרש היה לבצע בשני מעברים נוספים על מנת לצמצם למינימום את שגיאת המדידה.

ראוי לציין כי גם חברת חוצה ישראל, במפרט הסלילה של קטעים 19 ו 20 דרשה לאשר ביצוע של בדיקה חוזרת רק לאחר ביצוע מדידה כפולה.

בעבודה שנערכה במהלך אוקטובר 2004, עם תחילת תקופת האחזקה, נערכה בדיקה לקביעת מידת השונות בין שני דיווחים של סקרי IRI אשר נערכו בסמיכות אחד לשני (ר נספח ג'). בבדיקה זו נמצא כי תחום הקבלה ביחידות של IRI_{100} עומד על 0.2 מ/ק"מ. שינוי מעבר לתחום זה, תחום שגיאת המדידה, הוגדר כממשי. בהתאם לכך, יחידת המידה של IRI_{100} יכולה לשמש כבדיקה קריטריונית ליישום בסקר אחזקה בנתיב כביש לאורך כ 80 ק"מ, במידת דיוק סבירה. ביחידות ה IRI_{10} תחום השגיאה גדול הרבה יותר, בסדר גודל לפחות, גם בדיוק מיקום הממצאים לאורך התוואי וגם בערך המדידה. בהתאם יכולה יחידת ה IRI_{10} לשמש כבדיקה אינדקטיבית בלבד.

7.2. אפיונים לבדיקות גליות לקבלה ואישור קטעי סלילה

ניתן לאפיין את בדיקות IRI לקבלה/אישור של עבודות סלילה

- המדידה זמינה, בצמוד לביצוע.
- המדידה מבוצעת בקטעים קטנים יחסית, (מאות מטרים)
- ישי חשיבות רבה לאיתור מדויק של בעיות, ברמה של חצי חתך (10 מ') על מנת לאפשר לצוות הסלילה לבצע תיקון מיידי – כל עוד אמצעי הסלילה זמינים לביצוע.
- יש חשיבות רבה לקביעת מקום תחילת המדידה למקרה של ברור או דיון בדיוק התוצאות.
- באם קיימת מחלוקת לגבי המדידה ניתן, בקלות יחסית, לשחזר את מסלול הנסיעה שנבדק בבדיקה הראשונית.
- מידת הדיוק של ערך ה IRI_{10} המשמש לקריטריון הקבלה הוא 0.2 – 0.25 מ/ק"מ לאחר ביצוע שתי מדידות נוספות.
- ערך ה IRI_{10} יכול לשמש כקריטריון קבלה גם לעבודות סלילה חדשה וגם לקבלת שכבות ריבוד במסגרת עבודות אחזקה.
- לבדיקת טיב ביצוע עבודות ריבוד, יש לבצע בקטע המיועד לשיקום מדידה מוקדמת, עם מיקום מדויק, בסמיכות לביצוע ולא להסתפק במידע מהסקר השנתי. בעבודת הריבוד חייב המבצע לשפר את הנתיב המשוקם בכל קריטריון IRI_{10} ואו IRI_{100} .

7.3. אפיונים לבדיקות גליות בסקרי אחזקה

- ניתן לאפיין בדיקות גליות המבוצעות במסגרת סקרי אחזקה;
- מדידה תקופתית, או חד פעמית (בתדירות של פעם בשנתיים בכח"י)
- המדידה מבוצעת לאורך נתיבי נסיעה בנתיבים ומסלולים לאורך של עשרות ק"מ ויותר.
- תיקון קטעים בכביש לשיפור איכות הנסיעה מתבצע עונתית בהתאם למדיניות ותכנית האחזקה של רשת הכבישים הנמדדת. מצב הרשת וטיב הנסיעה מתעדכן מסקר לסקר.
- מידת הדיוק של ערך ה- IRI_{100} המשמש לקריטריון הקבלה הוא כ-0.2 מ/ק"מ ניתן לאימות לאחר ביצוע מדידה נוספת.
- חריגות גבוהות במיוחד ברכי ה- IRI_{10} יכולות להוות אינדיקציה בלבד לביצועים חריגים של נתיב הנסיעה. ואולם ביצועים חריגים אלה מחייבים ברור/בדיקה (Investigation) לגבי קיום הנזק, מיקומו ומהותו.

8. מסקנות, המלצות והערות

1. מפרט דרך ארץ CJV לעבודות ההקמה, החמיר את קריטריוני הקבלה בנושא הגליות ביחס לדרישות המפרט הזכיני, תוך התאמתם לבקרת תהליך הסלילה מתוך ומטרה להבטיח את העמידה בקריטריון הקבלה לכביש חדש.
2. בניטור הגליות המדווח מסקרים ברמת הרשת, מקובל כי הביצועים נאמדים ביחס לסגמנטים מינימליים באורך של 100 מ' לפחות (או 160 מ'). ערכי הגליות המקומית (לאורך 10 מ') אינם משפיעים על התמונה הכללית לאיכות מדד הגליות בכלל הרשת.
3. מקובל לדווח את הגליות המקומית במהלך יישום סקרי האחזקה. ניתן להשתמש בגליות מקומית כמדד אינדקטיבי אשר מעורר את הצורך לביצוע ברור באם למקד טיפול באזורים הנדרשים לשיקום/תיקון.
4. בניטור הגליות בעבודות האחזקה ובמפרטים לסקרי האחזקה של הפרויקטים בשיטת ה- PFI, מקובל כי ערכי הגליות המקומית (IRI_{10} או מג"ב 10 מ') לא יהיו גבוהים ביותר מ-1.5 - 1.5 מ/ק"מ בהשוואה לקריטריון המג"ב 100 מ'. בהתאם ניתן לבחון את ישימות הגבלת המג"ב

10 מ' בכביש חוצה ישראל לערך של 6.0 מ/ק"מ. מעבר לערך זה תבחן הנחיצות המיידית לתיקון המקומי.

5. במפרטי מעצ המעודכנים יש ציפייה לקבלת ביצועים טובים יותר, מבחינת הגליות כאשר משתמשים בתערובות SMA כשכבת ציפוי עליונה.

6. יש ליצור מפרט גליות מיוחד לאישור הקבלה של הקטעים, בכביש חוצה ישראל, אשר עוברים שיקום/ריבוד במסגרת פעולות האחזקה של חברת דרך ארץ. מומלץ כי מפרט זה יתבסס על בדיקות השוואתיות בין מצב גליות הקיים, בסמוך לטיפול, למצב הגליות לאחר הטיפול. הגליות חייבת להיות טובה יותר, בכל המדדים, אחרת לא יאושר הקטע. בדיקות הקבלה הנ"ל יעדכנו את המידע שבסקר התקופתי.

9. מראי מקום

- 1 - AASHTO PP 53-02 Standard Practice for Determining Ride Quality 05/29/02
- 2 – Sayers M. W., Karamihas S. M., The Little Book of Profiling, U Of Michigan, 1998.
- 3 – Ningyuan L. et al, Quality assurance applied in measuring pavement roughness of Ontario Provincial roads, Report of the Ministry of transportation of Ontario, 2002
- 4 – Hani T. H., Masood R., IRI smoothness criteria for asphalt concrete pavement in Louisiana. Louisiana Transportation Research Center, 2002
- 5 – Bohuslav K. Statewide Special Specification 5880(93)and 5440(95) “Ride Quality for Pavement Surface, Maintenance Memornadum, 2002.
- 6 – C-SHRP, Canadian Strategic Research HWY Research Program, Summary of Pavement Smoothness Specification in Canada & Around the World, Technical Breif # 19, 1999.
- 7 – Vos Erik PhD, . Head of Research Laboratories, Ministry of Transportation Netherland, POB 5044, Delf, Pers. Com, 2000.
- 8 – Johhansson S., Socio-Economic Impact of Road Condition on Low Volume Roads, Rodex-II Northern Periphery, Project Report, 2006.
- 9 - Design Manual for Roads & Bridges (Great Britain), Volume 7 section 3 part 2 HD 29/08, Annex 2B.
- 10 – רבינא א., יישום מערכת RSP למדידת גליות (IRI) בפרויקט כביש חוצה ישראל, דוח עבור חברת דרך ארץ CJV, גיאופום בע"מ נובמבר 2001.



נספח א'

מפרט דרך ארץ CJV לעבודות הסלילה של כביש חוצה ישראל

גיאופום בע"מ

כתובת המשרד: רחוב יוזמה 2, בנין שער העיר, טירת הכרמל
כתובת למכתבים: ת"ד 7402, חיפה, 31073
טלפון: 048581999 פקס: 048574448
דואר אלקטרוני: office@geokom.co.il

עמוד 19 מתוך 33

- 510423 Mixture properties
In contradiction to sec 510423 in the GS the range of Air void content of the AC mixtures will be as follows:
- Base-asphalt mixtures: 5 – 8%, median for design is 6.5%.
Binder course mixtures: 4 – 7 %, median for design is 5.5%.
Wearing course mixture: 3 – 5%, median for design is 4.0%.
- The values are to be used for the mixture design and for the fluent production quality control.
- 510441 Production control
In Section 510441 A, paragraph 2, of the GS, air void content of the mixture is to be included.
- 510459 Measuring Roughness
This section is to be implemented in addition to all the field tests that are described in the GS.
- A – Roughness measuring gauge
The roughness-measuring device should be graded as a Class I or Class II device, according to Appendix J of the FHWA specification.
- B – Roughness Measurement Records
The measurement should be performed for each lane in every AC layer, on both wheel paths, as specified in Appendix J of the FHWA specification.
These measurements shall be performed on a minimum length of 300m of lane and the results be recorded every 10 meters (this will be called the “Measurement Record”). The output data shall include the section identification, the measured roughness, and the measurement speed.
Roughness records and achievements will be used as criteria for approving or disqualifying sections of work.
- C - Roughness Requirements
The measurements must meet the following criteria:
- C1- Wearing Course
100% of the measurement records must be below IRI = 2.3 m/km.
80% of the measurement records must be below IRI = 1.8 m/km.
50% of the measurement records must be below IRI = 1.4 m/km.

C2 - Binder Course

100% of the measurement records must be below IRI = 2.6 m/km.

80% of the measurement records must be below IRI = 2.1 m/km.

50% of the measurement records must be below IRI = 1.6 m/km.

C3 - Base-asphalt - Top Layer

100% of the measurement records must be below IRI = 3.0 m/km.

80% of the measurement records must be below IRI = 2.5 m/km.

50% of the measurement records must be below IRI = 1.8 m/km.

C4 - Base-asphalt - Bottom Layer (if such exists)

100% of the measurement records must be below IRI = 3.5 m/km.

80% of the measurement records must be below IRI = 2.8 m/km.

50% of the measurement records must be below IRI = 2.0 m/km.

510460 Financial fines – general

In section C (א) of the GS new clause I (ט) – **Air void content** - is added.

In section C (א) of the GS new clause J (י) – **Roughness measurements** - is added.

510469-A Air void content

If the air void content of the sampled batch deviates from the tolerances defined in the Special Specification, a monetary fine of 3% will be implemented on the production batch. The size of the batch is described in section 510441.

510469-B Roughness fines

B -1 Base asphalt

If the Sub-contractor does not meet the requirement of the base-asphalt (top or bottom layer) then the monetary fine will be as follows:

For each additional 0.1 m/km of IRI, for each category, then the fine will be the monetary equivalent of 1.0% of the laid asphalt quantity, for which the faulty measurement is relevant. If the total fine percentage is above 40%, then the layer should be scarified and re-laid.

B-2 Binder course

If the Sub-contractor does not meet the requirement of the binder course then the fine will be as follows:

For each additional 0.1 m/km of IRI, for each category, then the fine will be the monetary equivalent of 2% of the laid asphalt quantity, for which the faulty measurement is relevant. If the total fine percentage is above 35%, then the binder course should be scarified and re-laid.

B-3 Wearing course

If the Sub-contractor does not meet the requirement of the wearing course then the monetary fine will be as follows:

For each additional 0.1 m/km of IRI, for each category, then the fine will be the monetary equivalent of 3% of the laid asphalt volume, for which the faulty measurement is relevant. If the total fine percentage is above 30%, then the wearing course should be scarified and re-laid.

b-4 Roughness fine calculations – Example

The following is a simple numerical example of the fine calculation:

The measurements are of 1 lane (3.6 meters wide) for 1 kilometer.
100% of the measurements are below 2.4 m/km. (i.e., 0.1 m/km above the requirement)
80% of the measurements are below 2.2 m/km. (i.e., 0.4 m/km above the requirement)
50% of the measurements are below 1.6 m/km. (i.e., 0.2 m/km above the requirement).
Therefore, the monetary equivalent of 21% of the laid asphalt volume is to be paid as a fine.



נספח ב'

מפרט מעצ – החברה הלאומית לדרכים
לגליות בכבישים

עמוד מס' 64 מתוך 111 עמודים

(3) אין דרישות לשיעור הידוק לתערובת תא"נ.

- ו. שיעור ההידוק המזערי במישקים יהיה נמוך בשני אחוז מערך הגבול התחתון המצוין לעיל, ביחס לצפיפות המעבדתית (100%) הממוצעת של האספלט ממנו נסללה השכבה משני עברי המישק.
- ז. במיסעות גשרים אטומות אין ליטול ליבות לבקרת שיעור ההידוק ועובי השכבות ייקבע במדידות רומים בנקודות שתיקבענה - כמות ומיקום - על-ידי מנהל הפרויקט ובלבד שלא תפחתנה מ-10 נקודות לגשר.

051.04.09.05.05 נוחות הנסיעה - גליות בעבודות-פיתוח

- א. מדידות הגליות ייעשו על ידי המזמין ועל חשבונו שכבות המבנה (למעט שכבה מיישרת), בצידוד ובשיטה כמתואר במפרט הכללי/פרק 051 - "עבודות-סלילה"/תת-פרק 11 - "בדיקות גליות במיסעות". הגליות תדווח בערכי מג"ב וביחידות של מ"ק"מ.
- ב. מדידות גליות ייעשו רק בקטעי דרך באורך גדול מ-300 מ'.
- ג. דרישות האיכות לערכי הגליות המרביים בעבודות פיתוח של כבישים חדשים דו-מסלוליים, או חד-מסלוליים באורך גדול מ-0.3 ק"מ מוצגות בטבלה 51.04.09.02 להלן.

טבלה 051.04.09.02: דרישות איכות לערכי-גליות מרביים בעבודות פיתוח של כבישים חדשים בהתאם לסוג השכבה האספלטית

ערכי גליות בעבודות פיתוח				
ערכי גליות מרביים מ"ק"מ/מ/שכבה				מאפיינים
שכבת ציפוי	שכבה נושאת עליונה	שכבה מקשרת	שכבת תשתית אספלטית	
1.0	1.4	2.5	3.0	מג"ב ₁₀₀ מ'
2.5	2.9	3.5	4.0	מג"ב ₁₀ מ'

- ג. ברמפות תהיה הקלה של 0.5 מ"ק"מ ב-מג"ב₁₀₀ מ' בלבד ביחס לערכים הנ"ל.
- ד. הערכים הנ"ל יוגדלו ב-15% (כלומר, הקלה בדרישות), ברכיבים הגיאומטריים הבאים:
 - (1) קטעים מעגליים עם רדיוסים קטנים מ-300 מטר אך גדולים מ-100 מטר;
 - (2) קטעי דרך עם שיפועים אורכיים גדולים מ-6%;
 - (3) בשכבות תאמ"א בעובי של 2-3 ס"מ.

עמוד מס' 65 מתוך 111 עמודים

- ה. ערך מג"ב₁₀₀ מ' בשכבה עליונה בתפרי גשרים יהיה קטן מ-3.5 מ"ק"מ. יחידה זו באורך של 10 מ' הכוללת את התפר תחושב בנפרד. מג"ב₁₀₀ מ' הכולל יחידת אורך זו יחושב כ-מג"ב₉₀ מ' ויעמוד בקריטריונים הנדרשים בטבלה לעיל.
- ו. במעקפים זמניים ערך הגליות מג"ב₁₀₀ מ' לא יעלה על 3.0 מ"ק"מ וערך הגליות מג"ב₁₀₀ מ' לא יעלה על 4.5 מ"ק"מ.

51.04.09.05.06 נוחות הנסיעה - גליות בעבודות-אחזקה (ריבודים)

- א. דרישות האיכות למידת השיפור (הקטנת ערך הגליות) המזערית של ערכי הגליות בכל שכבה בעבודות אחזקה (ריבודים), בהתאם לסוג התערובת האספלטית וכתלות בערך הגליות ההתחלתי, מוצגות בטבלה 51.04.09.03 להלן.

טבלה 051.04.09.03: דרישות איכות לערכי גליות מרביים בעבודות אחזקה בכבישים כתלות בסוג התערובת

ערכי גליות (מ"ק"מ) בעבודות אחזקה לפי תערובת אספלט		
תאמ"א, תא"נ	תא"צ, תא"ק, תא"מ	ערך גליות התחלתי (מ"ק"מ)
שיפור מזערי של 2.2	שיפור מזערי של 1.8	$4.0 \geq \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$
לא יעלה על 1.8	לא יעלה על 2.0	$4.0 > \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$
לא יעלה על 1.7		$2.5 > \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$
לא יעלה על 1.5		$2.0 > \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$
לא יעלה על ההתחלתי		$1.5 > \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$
לא יעלה על 1.2		$1.2 > \text{מג"ב}_{100} \text{ מ'}$

- ב. ערך מג"ב₁₀₀ מ' לא יעלה על 1.5 מ"ק"מ מערך מג"ב₁₀₀ מ' הנדרש.
- ג. בקטעי דרך "מיוחדים", שייקבעו על-פי שיקול דעתו הבלבדי של מנהל הפרויקט, המבוצעים באזורים מפותלים עם טופוגרפיה גבעית ו/או הררית ללא תכנון גיאומטרי, תינתן הקלה של 0.4 מ"ק"מ לעומת הערכים בטבלה 051.04.09.03. בקטעי דרך "רגילים" המרובדים בשכבת תאמ"א בעובי של 2-3 ס"מ, תינתן הקלה של 0.4 מ"ק"מ לעומת הערכים בטבלה 051.04.09.03. בקטעי דרך "מיוחדים", שייקבעו על-פי שיקול דעתו הבלבדי של מנהל הפרויקט, המרובדים בשכבות תאמ"א בעוביים של 2-3 ס"מ, תינתן הקלה של 0.6 מ"ק"מ לעומת הערכים בטבלה 051.04.09.03.
- ד. שכבה ראשונה תיחשב כשכבה מיישרת שבגינה יידרש הקבלן שלא להרע את הגליות המקורית.

עמוד מס' 66 מתוך 111 עמודים

ה. לדוגמה: בריבוד שתי שכבות אספלטיות עם תא"צ בכביש "מיוחד", שגליותו ההתחלית גדולה מ-4.0 מ"ק"מ, יידרש הקבלן לשפר את הגליות ב-1.4 מ"ק"מ לפחות, במקום ב-1.8 מ"ק"מ כפי שנדרש בכביש "רגיל". לפי אותו עיקרון, בקטע "מיוחד" שגליותו ההתחלית נתונה בין 2.5 לבין 4.0 מ"ק"מ, נדרש הקבלן להגיע לגליות קטנה מ-2.4 מ"ק"מ בשכבת תא"מ שניה.

51.04.09.05.07 נוחות הנסיעה - מישוריות

א. ערך המישוריות נקבע באמצעות סרגל העשוי מפרופיל אלומיניום שרוחבו 2 ס"מ לפחות ואורכו 3.60 מטר, הבנוי כך ששקיעתו המכסימלית עקב משקלו העצמי בהישענו על קצותיו לא תעלה על מילימטר אחד, ובאמצעות מדיד טרפזי שגובהו המשתנה מסומן בשנתות.

ב. מדידת המישוריות האורכית תבוצע על ידי הנחת סרגל האלומיניום האמור לעיל על פני האספלט בכיוון האורכי של נתיב הנסיעה, ומדידת המרווח הנוצר בין תחתית הסרגל לפני השכבה המוגמרת באמצעות המדיד הטרפזי, בנקודה בה נוצר המרווח הגדול ביותר.

ג. מדידת המישוריות הרוחבית תבוצע על ידי הנחת הסרגל בכיוון הרוחבי של נתיב הנסיעה בו נערכה מדידת המישוריות האורכית.

ד. במצבים בהם מאובחנים חזותית קטעים בעלי מישוריות לקויה יש לבצע את מדידות המישוריות באותם קטעים ולא על פי מרווחים קבועים או כיוונים מוגדרים.

ה. עמידה בדרישות המישוריות האורכית מחייבת אך ורק באזורים הבאים שלא ניתן למדוד בהם גליות בעזרת מפי"א:

(1) צמתים;

(2) שוליים;

(3) מיסעה בעקומה אופקית עם רדיוס קטן מ-100 מטר;

(4) פרויקטים ו/או קטעים בהם האורך הכולל של המיסעה קטן מ-300 מטר.

באזורים אחרים מהווה הבדיקה הערכה מוקדמת ליכולת הקבלן לעמוד בדרישות הגליות.

ו. עמידה בדרישות המישוריות הרוחבית מחייבת בכל קטעי הדרך.

ז. מדידות מישוריות תבוצענה במהלך הביצוע ולפני תום משמרת העבודה.

ח. דרישות המישוריות בעבודות פיתוח מוצגות בטבלה 051.04.09.04 להלן:

עמוד מס' 67 מתוך 111 עמודים

טבלה 051.04.09.04: דרישות איכות למישוריות בעבודות פיתוח בהתאם לסוג השכבה האספלטית

דרישות מישוריות בעבודות פיתוח				
ערכי מישוריות מרבית (מ"מ) לפי שכבה				מאפיינים
שכבת ציפוי	שכבה נושאת עליונה	שכבה מקשרת	שכבת תשתית אספלטית	
3	4	5	6	מישוריות אורכית
5	6	7	8	מישוריות רוחבית

ט. בעבודות שתוגדרנה על ידי המזמין כעבודות אחזקה, יהיו ערכי המישוריות המכסימלית גבוהים ב-2 מ"מ מהדרישות המופיעות בטבלה 051.04.09.04 לעיל.

י. האמור לעיל אינו מתייחס לשכבות מיישורות.

יא. כללי הפעולה (ניכוי, פירוק ותיקון) במקרים של אי-עמידה בתנאי הקבלה של מישוריות רוחבית ומישוריות אורכית מוגדרים בפרק-משנה 051.04.10 - "ניכויים בגין ליקויים" סעיף 051.04.10.03.05 להלן.

051.04.09.05.08 רמת ההתנגדות להחלקה

א. רמת ההתנגדות להחלקה של פני המיסעה תימדד בשיטה הבאה:

- (1) ציוד המדידה - Roar של חברת Northmeter;
- (2) מהירות הנסיעה - 75 קמ"ש;
- (3) אחוז החלקה - 86%;
- (4) עובי קרום מים תיאורטי - 0.5 מ"מ;
- (5) מיקום ציר המדידה - לאורך ציר הנסיעה של הגלגל הימני בכל נתיב;
- (6) מדידה תבוצע בקטעים עוקבים באורך של 100 מטר או בקטעים קצרים יותר על-פי הנחיות של מנהל הפרויקט;
- (7) המדידה תבוצע ברציפות, בתדירות המוכתבת ע"י המכשיר, שהיא מדידה אחת כל 5.7 מטר לערך.

ב. רמת ההתנגדות להחלקה תימדד על ידי המזמין ועל חשבונו בשכבה נושאת עליונה, או בשכבת ציפוי, שתיהן עם אגרגאט גס בזלתי בלבד.



נספח ג'

אימות תוצאות בדיקת גליות מ 15/10/2004

בכביש חוצה ישראל

גיאופוס בע"מ

כתובת המשרד: רחוב יוזמה 2, בנין שער העיר, טירת הכרמל **כתובת למכתבים:** ת"ד 7402, חיפה, 31073
טלפון: 048581999 **פקס:** 048574448 **דואר אלקטרוני:** office@geokom.co.il

עמוד 28 מתוך 33

נספח ג: אימות תוצאות מדידת גליות במדידה מה 15/10/04
בכביש חוצה ישראל

הקדמה

במהלך דיווח תוצאות ה-IRI₁₀₀ לארך נתיב התנועה הכבדה נתקבלו מספר קטעים בהם לא נתקבל מתאם הגיוני בין דיווח התוצאות מתקופת הביצוע לתוצאות הבדיקה שבוצעו באוקטובר 2004. לברור הנושא נבדק טווח סטיית הדיווח למדידה מסוג זה אשר מבוצעת ברמת הרשת. מטרת הברור הנה ביצוע אימות לתוצאות המדידה האחרונה.

מדידות בקרה

במסגרת ההיערכות להתמצאות טובה שבצענו לקראת המדידה ב 15/10/04 ואחרות בצענו בסמיכות, מדידת בקרה במהלך המיפוי ואיתור העצמים לארך קטע המדידה. ניתן להשתמש בנתוני מדידת הבקרה להערכת דיוק המדידה המתבצעת על פני הקטעים הנרחבים ברמת הרשת.

הערכת פילוג הפרשים המתקבל בשתי מדידות

בגרף מספר 1 ובטבלה המצ"ב מובא פילוג הפרשים ב-IRI₁₀₀ של כל קטע המדידה לארך כ-160 ק"מ. על פי הגרף והטבלה ניתן לראות כי בשתי מדידות, עצמאיות בפרקי זמן סמוכים, לאורך מסלול מדידה בלתי מבוקר;

בכ 87% מהתצפיות הפרש התוצאות נמצא בתחום של ± 0.1 מ/ק"מ

בכ 99% מהתצפיות הפרש התוצאות נמצא בתחום של ± 0.2 מ/ק"מ

קטעים בודדים היו מעבר להפרשים אלה בסטיות קלות בלבד.

ההפרשים יכולים ליבוע

- משינויים קלים במסלול הדגימה לרחב הנסיעה.

- משינויים קלים במיקום לאורך מסלול.

לפי תוצאות אלה ניתן להסיק כי כל שינוי מעבר לערך של 0.2 מ/ק"מ מראה על מגמת שינוי. מגמה של הידרדרות כאשר הערך גבוה יותר ומגמת שיפור, כתוצאה מפעולת תיקון כלשהי כאשר הערך נמוך יותר.

איתור קטעי מדידה חריגים

בהשוואת המדידה מה 15/10/04 לתוצאות במסד הנתונים ממועד הביצוע נתקבלו, כאמור, מספר קטעים אשר הצביעו על "שיפור" לכאורה בתפקוד ע"פ מדד ה-IRI₁₀₀.

בשלב ראשון הושלם המידע מקטעים אשר בהם בוצעו בבדיקות חוזרות לאחר התיקונים. אלו הוכנסו למסד הנתונים במקום התוצאות הקודמות. לאחר מכן ובהמשך לני"ל אותרו הקטעים בהם עדיין נצפו הבדלים הגדולים מ 0.2 מ/ק"מ בין המדידה ב 15/10/04 למדידה בסוף הביצוע.

קטעים אלו מסומנים ברקע שונה במסד הנתונים המוגש. לאימות תוצאות המדידה בקטעים אלה נבדקו ההפרשים הספציפיים בין התצפית ב 15/10/04 לבדיקת הבקרה. רכוז תוצאות הבדיקה מפורט בטבלה 2 להלן. ניתן לראות כי ההפרשים בין המדידות (מדידת הבקרה ל 15/10/04) באזורים אלו הינו נמוך מ 0.2 IRI ובהתאם ניתן לקבל אמות לתוצאות המדווחות במדידה שנערכה ב 15/10/04.

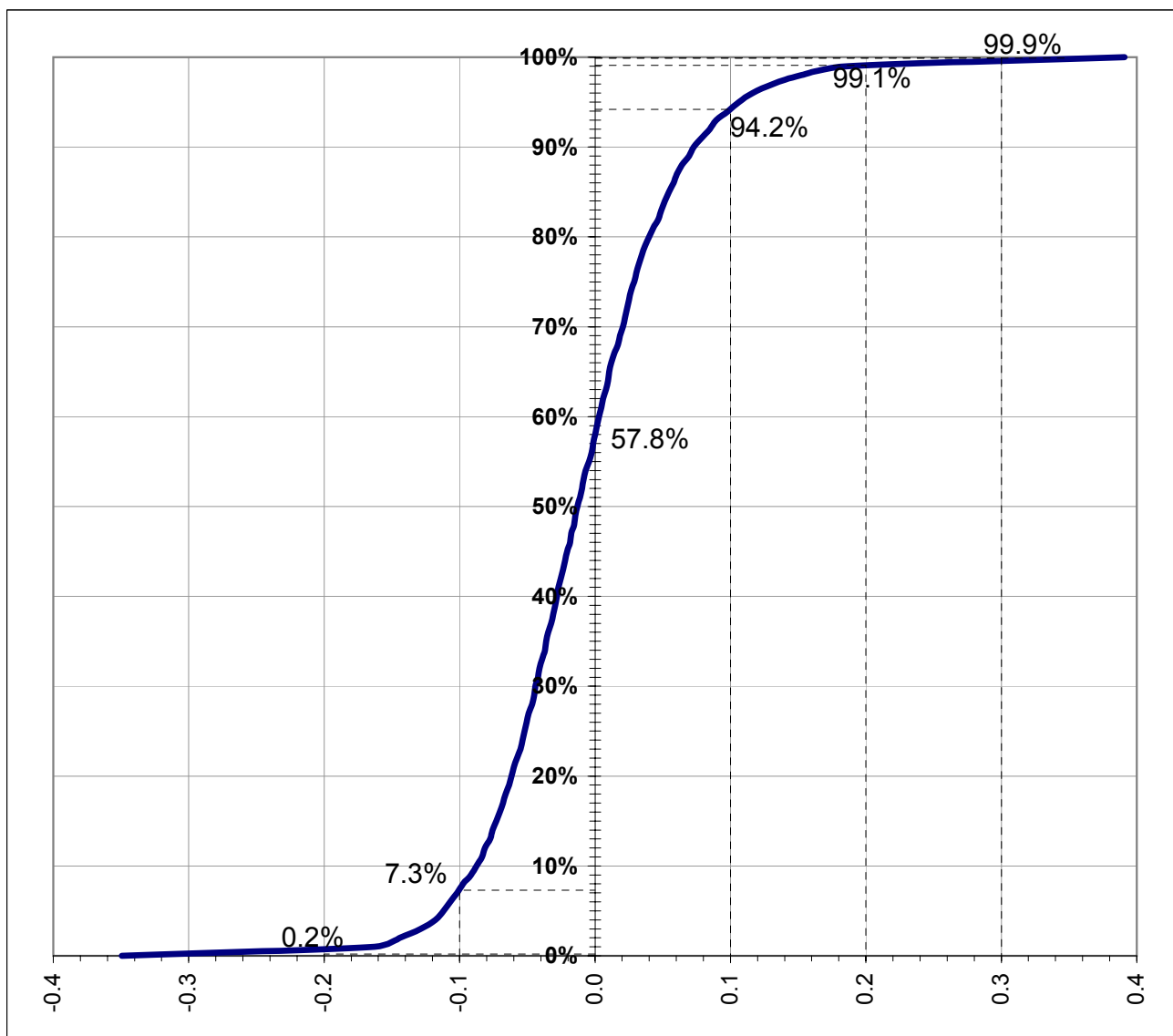
בקטעים אלו שארכם המצטבר כ 1,400 מ' ב NBL וכ 1,100 מ ב SBL אין מתאם הגיוני בתוצאות ה IRI₁₀₀ ביחס לתוצאות שדווחו במועד הביצוע. ראוי לציין כי למעט 2 מתוך קטעים אלה, ערך ה IRI₁₀₀ הינו בד"כ נמוך. מאחר ושיפור, מעבר לתחום הסטיה השכיח, אינו יכול "להתרחש" ללא ביצוע תיקון, קיימות מספר אפשרויות:

- חלק מהקטעים תוקנו ללא דיווח בבדיקה חוזרת (ראה גשר נרבטה).
- קטעים שתוקנו ונבדקו לאחר פתיחת הכביש, דווחו כאחרים (שכן ההתמצאות בכביש הסלול היתה קשה יותר בהשוואה להתמקמות מול חתכים במהלך הביצוע, די בסטייה קלה במיקום ליצירת אע התאמה). אי התאמה מסוג זה ניתן לאתר רק לאחר איחוד מלא של כל רצף המדידות כפי שנעשה לקראת עבודה זאת.

סיכום ומסקנות

- תוצאות מדידת הגליות מה 15/10/04 אומתו בעזרת מדידות הבקרה.
- ברמת הרשת, לארוך מסלול מדידה לא מבוקר הפרש ב 0.2 מ/ק"מ בערכים של IRI₁₀₀ מראה על שינוי מגמה ב 99% מהמקרים.

השוואת הפרשי IRI₁₀₀, מדידת בקרה מול המדידה ב 15/10/2004 בשני המסלולים



אחוזון			הפרש IRI ₁₀₀
מסלול SBL	מסלול NBL	שני המסלולים	
0.0%	0.0%	0.0%	-0.25
0.1%	0.2%	0.2%	-0.2
8.5%	6.0%	7.3%	-0.1
57.4%	58.3%	57.8%	0
94.3%	94.2%	94.2%	0.1
99.2%	99.1%	99.1%	0.2
99.8%	99.6%	99.6%	0.25
100.0%	99.8%	99.9%	0.3
100.0%	99.9%	99.9%	0.35

טבלא 2א: השוואה בין תוצאות המדידה ב 15/10/04 למדידת הבקרה, מסלול NBL

Reference הפרש מדידת בקרה	Reference הפרש 15.10	Reference הפרש 15.10-מדידת בקרה	Reference	מדידת בקרה	15.10.04	NBL
	0.42		1.33	לא נבדק	0.91	100.8 - 100.9
0.24	0.20	-0.04	1.15	0.91	0.94	108.1 - 108.2
0.22	0.23	0.01	1.15	0.93	0.92	110.9 - 111
0.13	0.22	0.10	1.52	1.40	1.30	120.7 - 120.8
0.28	0.25	-0.03	1.31	1.03	1.06	122.3 - 122.4
0.21	0.25	0.03	1.27	1.06	1.03	166.4 - 166.5
0.13	0.22	0.09	1.21	1.08	0.99	166.5 - 166.6
0.11	0.28	0.16	1.94	1.83	1.66	167.2 - 167.3
0.15	0.26	0.11	1.45	1.30	1.19	167.4 - 167.5
0.31	0.43	0.12	1.31	1.00	0.88	167.8 - 167.9
0.13	0.20	0.07	1.19	1.06	0.99	168.1 - 168.2
0.10	0.29	0.18	2.15	2.05	1.86	181.4 - 181.5
0.34	0.33	-0.02	1.09	0.74	0.76	184 - 184.1
0.35	0.34	-0.02	1.22	0.87	0.88	184.3 - 184.4

טבלא 2ב: השוואה בין תוצאות המדידה ב 15/10/04 למדידת הבקרה, מסלול SBL

Reference הפרש מדידת בקרה	Reference הפרש 15.10	Reference הפרש 15.10-מדידת בקרה	Reference	מדידת בקרה	15.10.04	SBL
0.33	0.48	0.15	2.27	1.94	1.79	181.5 - 181.4
0.83	0.79	-0.04	2.99	2.16	2.20	181.3 - 181.2
0.20	0.21	0.01	0.99	0.79	0.78	177.9 - 177.8
1.93	1.90	-0.04	2.71	0.78	0.81	175.5 - 175.4
0.57	0.60	0.03	1.57	1.00	0.97	175.4 - 175.3
0.31	0.38	0.07	2.72	2.41	2.34	173.8 - 173.7
0.12	0.21	0.09	1.30	1.17	1.09	170.1 - 170
0.18	0.33	0.15	1.41	1.23	1.08	165.2 - 165.1
0.16	0.26	0.10	1.46	1.30	1.20	164.6 - 164.5
0.32	0.25	-0.07	1.25	0.93	1.00	123.4 - 123.3
0.03	0.21	0.19	1.15	1.12	0.94	114.2 - 114.1



נספח ד'

קביעת סגמנטים לטיפול בעבודות אחזקה בהתאם לערכי

IRI - אוסטרליה

גיאופום בע"מ

כתובת המשרד: רחוב יוזמה 2, בנין שער העיר, טירת הכרמל
כתובת למכתבים: ת"ד 7402, חיפה, 31073
טלפון: 048581999 פקס: 048574448
דואר אלקטרוני: office@geokom.co.il

עמוד 33 מתוך 33

From: Kym Neaylon
Sent: Thursday, 29 May 2008 5:05 PM
To: 'Amnon@geokom.il'
Cc: Roland Leschinski
Subject: FW: IRI Specifications For maintenance In Australia

Dear Amnon,

Acceptable values of roughness are usually established by each individual road authority, but recently Austroads published some national indicative levels, shown below, in a document 'Guide to asset management part 5B: Roughness', AGAM05b/07, Austroads, Sydney, 2007.

This document can be obtained from
<http://www.onlinepublications.austroads.com.au/script/ICSDocBrowse.asp?Code=99.AR.AM&StdType=Austroads>

and from it is 'Table 7.1: levels of roughness'

Road function	Typical maximum desirable roughness for new construction or rehabilitation (length 500m) (IRI)	Indicative investigation level for roughness at isolated areas (IRI)	Indicative investigation level for roughness for length>500m (IRI)
Freeways and high class	1.6	4.2	3.5
Highways and main roads (100kph)	1.9	5.3	4.2
Highways and main roads (<80kph)	1.9	6.1	5.3
Local sealed roads	No limit	No limit	No limit

The specification for roughness surveys, and the test methods, can be found at
<http://www.austroads.com.au/asset/test.html>

I hope this is of assistance,

Regards

Kym Neaylon
Principal Research Scientist

ARRB Group Ltd
500 Burwood Hwy
Vermont South VIC 3133
AUSTRALIA

P: +61 3 9881 1629 | **F:** +61 3 9887 8104 | **M:** 0430 437 172
www.arrb.com.au