

**עירוב אגרגטים ממקורות שונים**  
**בתערובות אספלט**  
**והשפעה על מקדם החיכוך בכבישים**  
מעקב אחר קטעי ניסוי בתום שנה ממועד הסלילה

יולי 2009

**הוכן ע"י : חברת גיאופוס בע"מ**  
**עבור : מעצ – החברה הלאומית לדרכים בע"מ**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| מס' הדו"ח :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                   |
| <b>עירוב אגרגטים ממקורות שונים<br/>בתערובות אספלט וההשפעה על מקדם<br/>החיכוך בכבישים<br/>מעקב אחר קטעי הניסוי בתום שנה</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | <b>תאריך הגשת הדו"ח : 17/6/09</b> |
| <b>המחברים : אמנון רבינא</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  | <b>סימוכין גיאוכום : 423.09</b>   |
| <b>גיאופום בע"מ – הנדסה אזרחית וגיאולוגיה<br/>תד 7402, חיפה 31073</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  | <b>מספר החוזה : 3189/06</b>       |
| <b>סוג הדו"ח : סיכום לתוצאות בדיקות המעקב התקופתיות אחר קטעי הניסוי, שנה ממועד הסלילה.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                   |
| <b>הערות נוספות:</b> דו"ח חוות קודמים בפרויקט: סקר ספרות, סיכום בדיקות התכנות, דוח סיכום לסלילת קטעי הניסוי בכביש 784.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                   |
| <p><b>תקציר:</b> על רקע של חסר באגרגט הבזלת, המשמש לשיפור מקדם ההחלקה בכבישים יזמה מעצ עבודת מחקר מתוך שאיפה לפתח תערובות אספלט אשר ישפרו את הנצילות של האגרגט הבזלתי תוך שמירה על קריטריוני האיכות הנדרשים מתערובות אספלט בעלות מקדם חיכוך משביע רצון. מסקר הספרות אשר בוצע עבור עבודה זו עולה כי דילול מבוקר של אגרגטים, עם ערכי התנגדות לליטוש גבוהים, בתערובות אספלט הינו נוהל מקובל המיושם באופן שוטף ע"פ הנחיות המוסדרות במפרטי העבודה. עירוב האגרגטים באיכויות השונות לא מפחית את ערך הקריטריוני הנדרש לביצועי תערובת האספלט מבחינת העמידה בדרישות ההתנגדות להחלקה של המסעה. השיקולים אשר נדרשו לאשור דילול האגרגט העמיד לליטוש לרמה אופטימלית נגזרו מסיבות של מצאי נמוך של חומרי גלם ובהמשך לכך שיקולי עלות תועלת. נסיבות אלה דומות למצב הקיים בארץ מבחינת הזמינות הנמוכה של האגרגט הבזלתי באיכות הגבוהה. עובדות אלו אומתו בבדיקות PSV בסדרת בדיקות ההיתכנות והבדיקות המוקדמות שבוצעו לקראת יישום קטעי הניסוי. כ 4 ק"מ כביש נסללו בכביש 784 עם תערובות נסיוניות אשר חלקן הורכבו מעירוב אגרגטים בזלתיים עם דולומיטיים. מיישום תערובות הניסיון בקטעי הכביש עלה כי ניתן לייצר את התערובות באופן מבוקר תוך שליטה על ערבוב החומרים. תערובות הניסיון עמדו בכל הקריטריונים המפרטיים הנדרשים. בבדיקה ראשונית לשיעור ההתנגדות להחלקה נמצא התערובות הדולומיטיות מציגות את הערכים הנמוכים יותר. בבדיקות אשר נערכו על קטעי הניסוי בחלוף שנה מועד הסלילה, נמצא כי התערובות המעורבות (זברה - Z) מציגות ערכי התנגדות להחלקה משופרים בהשוואה לתערובות הדולומיטיות וערכים הדומים לתערובות הבזלתיות. יש להמשיך ולעקוב אחר ביצועי תערובות אלה בתקופה הקרובה.</p> <p><b>מטרות :</b> מטרת המחקר הינה לבדוק את היכולת לצמצם את כמות האגרגט הבזלתי בתערובות האספלט העליונות, תוך שמירה על ערכי התנגדות להחלקה גבוהים של תערובת האספלט. הקטנת כמות האגרגט הבזלתי למידה אופטימלית, עשויה לשפר את הנצילות של המשאב האיכותי המצטמצם ולשפר את כלכליות היישום של התערובות האספלט העליונות.</p> <p><b>ממצאים :</b> דילול מבוקר של אגרגטים, עם ערכי התנגדות לליטוש גבוהים, בתערובות אספלט הינו נוהל מקובל המיושם בחו"ל באופן שוטף ע"פ הנחיות המוסדרות במפרטי העבודה. עובדות אלה אומתו בבדיקות PSV במהלך בדיקות ההיתכנות והבדיקות המקדימות. ניתן לייצר את התערובות במפעלי האספלט עם בקרה מלאה על ההרכבים וההזרמות. בבדיקה שנערכה כשנה לאחר סיום מועד הסלילה נמצא כי שיעור ההתנגדות להחלקה של התערובות המעורבות הוא טוב יותר באופן משמעותי מהתערובות הדולומיטיות והוא דומה לביצועי התערובות הבזלתיות.</p> <p><b>המלצות :</b> ממצאי המחקר מצדיקים את הכנסה לשימוש שוטף של התערובות המעורבות בזלת/דולומיט Z בהתאם להנחיות המפורטות בדו"ח. בהליך עירוב אגרגטים מומלץ כי תכולת האגרגטים העמידים לליטוש לא תפחת ממניימום של 50% מתכולת האגרגטים המשתתרים על נפה #4. יש להשלים את הבדיקות למעקב אחר ביצועי קטעי הניסוי.</p> |                                  |                                   |
| <b>מילות מפתח:</b> אגרגטים, בזלת, ערך PSV, התנגדות לליטוש, עירוב אגרגטים.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |                                   |
| <b>סוג תפוצה ( של הדו"ח):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>סוג תפוצה ( של עמוד זה ):</b> | <b>מס' עמודים :</b>               |
| לא מוגבל                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | לא מוגבל                         | 20 (בתוספת נספחים)                |

## **זכויות יוצרים והסרת אחריות**

### **א. כללי**

האמור בסעיפים ב' וג' שלהלן מתייחס אך ורק לכל משתמש ו/או צד ג' – למעט צוות המחקר ו/או גיאוכום, אשר ביחס אליהם יחול האמור בהסכם שבינם ובין מעצ החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ.

### **ב. זכויות יוצרים**

(1) זכויות היוצרים בדו"ח זה שייכות באופן בלעדי לחברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ (להלן: "החברה"). למען הסר כל ספק, זכויות יוצרים אלו חולשות, בין השאר, על ניסוח, עימוד, עריכה, תמליל, תמונות, איורים, שרטוטים, מפות, גרפיקה וכל מידע אחר הכלול בדו"ח זה.

(2) אין לבצע שום שינוי או עיבוד בדו"ח זה, אין לשעתק את כולו או חלקו ואין לשלבו בשום מאגר מידע אחר לרבות שילובו מכל סיבה שהיא באתרי אינטרנט, בחומר מודפס, מאמרים, הוראות שימוש ומפרטים שאינם של החברה ושאינם מיועדים לשימוש עבור מיזמים של החברה. כמו כן, אין להעתיק, להפיץ, לשדר או לפרסם את הדו"ח, כולו או חלקו, להשכירו או לסחור בו בכל דרך. כל זאת כאמור למעט, אם ניתן לכך אישור, מראש ובכתב, מאת החברה.

### **ג. הגבלת אחריות**

בשום מקרה לא תחול על החברה אחריות בגין כל נזק ישיר או עקיף העלול להיגרם למשתמש ו/או לצד ג' כלשהו עקב השימוש בדו"ח זה וכולל, בין היתר אך מבלי לגרוע מן האמור, נזק מקרי, מיוחד או תוצאתי, או כל נזק אחר מכל סוג ומין; לרבות אך ללא הגבלה, כל נזק כספי או נזקי לגופו או לרכושו של המשתמש ו/או של צד ג', הנובעים או קשורים בכל דרך שהיא לשימוש בדו"ח זה.

### **ד. שונות**

תוכנו של דו"ח זה משקף את דעות מחבריו בלבד בדבר העובדות הנתונים הממצאים המסקנות והלקחים המובאים בו. תוכן הדו"ח איננו משקף בהכרח את ההשקפות או המדיניות הרשמית של החברה. אין לראות בדו"ח זה כשלעצמו תקן, מפרט או הנחייה מחייבת. הדו"ח אינו מיועד לצרכי מכרז ואין לראות בו אישור למוצר או טכנולוגיה מכל סוג שהוא. אין לראות בדו"ח זה עידוד או פרסומת לרכישת מוצר או טכנולוגיה מכל סוג שהוא. אזכורם של שמות יצרנים/ספקים/קבלנים בדו"ח זה נעשה ממניע חיוניות לתוכן הדו"ח בלבד.



לכבוד

תאריך: 17/6/09

מספר: 423.09

אינג' שמעון נסיכי

מעצ החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ

אור יהודה

שמעון שלום,

**הנדון: עירוב אגרגטים ממקורות שונים בתערובות אספלט**

**והשפעה על מקדם החיכוך בכבישים**

**מעקב אחר קטעי הניסוי בתום שנה ממועד הסלילה - דיווח תוצאות**

מוגש לך לעיון דו"ח המסכם את השלב של בדיקות המעקב בשטח אחר ביצועי התערובות בקטעי הניסוי השונים בכביש 784, לאחר כשנה ממועד הסלילה.

הבדיקות בוצעו ע"י המבדקה לתשתית ובנין בהתאם לפרוגרמה שנקבעה לתכנית המעקב. הבדיקות כללו בדיקה רציפה להתנגדות להחלקה באמצעות מערכת ROAR, בדיקות נקודתיות להתנגדות להחלקה באמצעות מטוטלת בריטית ובדיקות למרקם התערובות באמצעות טלאי חול. מידע נוסף אשר העבר לידינו כלל את בדיקות ההתנגדות להחלקה ועומק המרקם אשר בוצעו עם המערכת מסוג MK2 במסגרת בדיקות המנמ של מעצ.

ע"פ הבדיקות נמצא כי תערובות הזברה הציגו שיעורי התנגדות החלקה טובים באופן מובהק מקטעי הבקרה אשר נסללו עם התערובות הדולומיטיות. נמצא כי תערובות הזברה הציגו תכונות טובות משביעות רצון גם בהשוואה לתערובות הבזלתיות וביחס לדרישות המפרט.

בהתאם לממצאים יש לפעול להכניס את התערובות המעורבות בזלת/דולומיט-Z לשימוש שוטף כמפורט בדוח. יחד עם זה, יש להמשיך ולעקוב אחר קטעי הניסוי בהתאם לתכנית המעקב. עומד לרשותך במתן הבהרות נוספות ע"פ הצורך.

בברכה

אמנון רבינא M.Sc.

חברת גיאוקום בע"מ

העתקים:

לריסה ליאחובצקי – סמנכ"ל הבטחת איכות ומו"פ

ליאוניד סוסקין – מ"מ ראש אגף לה"א

ויטה פולונובסקי – אגף מו"פ

גיאוקום בע"מ

כתובת למכתבים: ת"ד 7402, חיפה, 31073  
דואר אלקטרוני: [office@geokom.co.il](mailto:office@geokom.co.il)

כתובת המשרד: רחוב יוזמה 2, בנין שער העיר, טירת הכרמל  
טלפון: 8581999-04 פקס: 8574448-04

# עירוב אגרגטים ממקורות שונים בתערובות אספלט

## והשפעה על מקדם החיכוך בכבישים

מעקב אחר קטעי הניסוי בתום שנה ממועד הסלילה

### תכן העניינים

|    |       |                                                                    |
|----|-------|--------------------------------------------------------------------|
| 7  | 1     | מבוא                                                               |
| 7  | 1.1   | - המחסור בבזלת ובאגרגטים הנדרשים להעלאת מקדם החיכוך בתערובות אספלט |
| 7  | 1.2   | - מטרת העבודה                                                      |
| 7  | 1.2.1 | מטרת פרויקט המו"פ                                                  |
| 7  | 1.2.2 | מטרה שלב העבודה הנוכחי                                             |
| 7  | 1.3   | - שלבי עבודת המחקר                                                 |
| 8  | 2     | תמצית הממצאים משלבי עבודה מוקדמים                                  |
| 8  | 2.1   | - הממצאים וההמלצות משלב סקר הספרות                                 |
| 9  | 2.2   | - הממצאים והמסקנות משלב בדיקת ההיתכנות והבדיקות המוקדמות           |
| 9  | 2.2.1 | - השפעת העירוב על תכונות תערובת האגרגטים                           |
| 12 | 2.3   | - יישום קטעי הניסוי בכביש 784                                      |
| 12 | 2.3.1 | סלילת קטעי הניסוי                                                  |
| 12 | 2.3.2 | מיקום תערובות הניסיון בקטעי הניסוי השונים                          |
| 14 | 2.4   | - סיכום, מסקנות והמלצות לשלב סלילת קטעי הניסוי                     |
| 14 | 2.5   | - ממצאים והמלצות בנושא המעקב אחר קטעי הניסוי                       |
| 16 | 3     | - התארגנות לביצוע בדיקות המעקב התקופתיות                           |
| 16 | 3.1   | - תכנית הבדיקות                                                    |
| 16 | 3.2   | - ביצוע הבדיקות ע"י המעבדה                                         |
| 16 | 3.3   | - שילוב מידע נוסף מתוצאות סקרי החיכוך ממני"מ מעצ                   |
| 16 | 4     | - תוצאות הבדיקות                                                   |
| 16 | 4.1   | - כללי                                                             |
| 18 | 4.2   | - התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ה Roar                              |
| 18 | 4.3   | - בדיקות בנקודה, מטוטלת בריטית וטלאי חול                           |
| 18 | 4.4   | - בדיקות באמצעות מערכת MK2                                         |
| 19 | 5     | - בחינת התוצאות לפי סוגי התערובות- דיון                            |
| 19 | 5.1   | - כללי                                                             |
| 19 | 5.2   | - ביצועי התערובות עם אגרגט הדולומיט ללא בזלת                       |
| 19 | 5.3   | - ביצועי תערובות ה SMA ביחס לתערובות ה S                           |
| 19 | 5.4   | - ביצועי התערובות המעורבות, זברה Z, בהשוואה לתערובות האחרות        |
| 20 | 6     | - מסקנות והמלצות לאחר מדידות, האביב בחלוף כשנה ממועד הסלילה        |
| 20 | 6.1   | - ביצועי תערובות הזברה ביחס לתערובות הרגילות                       |
| 20 | 6.2   | - עדכון דרישות המפרט לאספלט                                        |
| 20 | 6.3   | - המשך מעקב אחר קטעי הניסוי                                        |
| 21 | 7     | מראי מקום                                                          |

### גרפים

|    |           |                                                                              |
|----|-----------|------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | גרף מס' 1 | : לוח הזמנים לפרויקט מו"פ בחינת ההשפעה של תערובת אגרגטים מקדם החיכוך בכבישים |
| 11 | גרף מס' 2 | : השינוי במקדם ליטוש האגרגט PSV                                              |
| 11 | גרף מס' 3 | : ערכי PVC לאחר עירוב דולומיט/גיר ובזלת בשיעורים מבוקרים                     |
| 12 | גרף מס' 4 | : מיקום קטעי הניסוי                                                          |
| 15 | גרף מס' 5 | : גאנט סופי של הפרויקט                                                       |

## טבלאות

- טבלה מס' 1 : רכוז תוצאות בדיקות מוקדמות לתערובות האגרטים לקראת הייצור..... 10  
טבלה מס' 2 : פרויקט עירוב אגרטים קווים מאושרים ותכונות התערובת בהתאם למערכות מרשל..... 13  
טבלה מס' 3 : צפיפות ממשית/ספיגות של האגרטים במערכות המרשל..... 13  
טבלה מס' 4 : ריכוז פרמטרים סטטיסטיים פשוטים לתוצאות הבדיקות מקטעי הניסוי..... 17

## נספחים

- נספח א' ריכוז גרפי של תוצאות הבדיקות בכביש 784 בתום שנה ממועד הסלילה..... 22  
נספח ב' תכנית הבדיקות לביצוע ע"י המעבדה לבנין ותשתית..... 29  
נספח ג' צילומים במהלך ביצוע הבדיקות בקטעי הניסוי בכביש 784..... 31  
נספח ד' דיווח תוצאות הבדיקות בקטע הניסוי בכביש 784..... 33  
נספח ה' דיווח תוצאות הבדיקות החיכוך ועומק המרקם בקטעי הניסוי בכביש 784..... 35  
נספח ו' הצעה לניסוח עדכונים במפרט 51.04 להכנסת מוסדרת של תערובות הזברה, Z..... 38

## **1 מבוא**

### **1.1- המחסור בזלת ובאגרגטים הנדרשים להעלאת מקדם החיכוך בתערובות אספלט**

הדרישה לאגרגט בזלתי איכותי הולכת וגוברת במשק התשתיות בישראל. הצריכה המוגברת נובעת מהיכולת של האגרגט הבזלתי להעלות את ערכי החיכוך לתערובות אספלט. המסקנות הראשונות בנושא זה פורסמו ע"י מע"צ [מ"מ 1] כבר בתחילת שנות השמונים בעבודה שנערכה ע"י המחלקה לחומרים ומחקר ברשות נדביה ד. ואחרים. תערובות עם אגרגט בזלתי נמצאו כמתאימות ביותר לשימוש כאגרגט משפר חיכוך הן מבחינת הזמינות והן מבחינת והאיתנות ההנדסית של האגרגט.

הדרישה השנתית של האגרגט הבזלתי במשק הסלילה הישראלי עומדת על כ 800,000 טון אגרגט איכותי. כושר הייצור הקיים במדינה לרוב אינו עומד בביקושים. סקירה של מצב משק הבזלת בענף התשתיות במדינת ישראל מובאת ב [מ"מ 2] "העדר המשאבים של חצץ בזלת לענף התשתיות במדינת ישראל".

לשיפור המצב יוזמת מעצ עבודות מחקר אשר באמצעותו ניתן יהיה לפתח תערובות אספלט אשר ישפרו את הנצילות של האגרגט הבזלתי תוך שמירה על קריטריוני האיכות הנדרשים מתערובות אספלט בעלות מקדם חיכוך משביע רצון.

שלב זה של העבודה הינו הרביעי בסדר לאחר שנשלמו שלב סקר הספרות, בדיקות ההתכנות הראשונות וסלילת קטעי הניסוי בכביש 784. סקירה בנושא השלמת השלבים הקודמים תפורט בהמשך.

### **1.2- מטרת העבודה**

#### **1.2.1 מטרת פרויקט המו"פ**

מטרת המחקר הינה לבדוק את היכולת לצמצם את כמות האגרגט הבזלתי בתערובות האספלט העליונות, תוך שמירה על ערכי התנגדות להחלקה גבוהים של תערובת האספלט. הקטנת כמות האגרגט הבזלתי למידה אופטימאלית, עשויה לשפר את הנצילות של המשאב האיכותי המצטמצם ולשפר את כלכליות היישום של התערובות האספלט העליונות.

#### **1.2.2 מטרה שלב העבודה הנוכחי**

מטרת שלב זה של העבודה היא לבחון את הביצועים של קטעי הניסוי השונים לאחר תקופה של כשנה לאחר מועד הסלילה.

### **1.3- שלבי עבודת המחקר**

עבודת המחקר מחולקת למספר שלבים כמפורט להלן ובלוח הזמנים בגרף 1. אופן ההתקדמות משלב לשלב תלויה בממצאים ובמסקנות הנובעות מכל שלב.

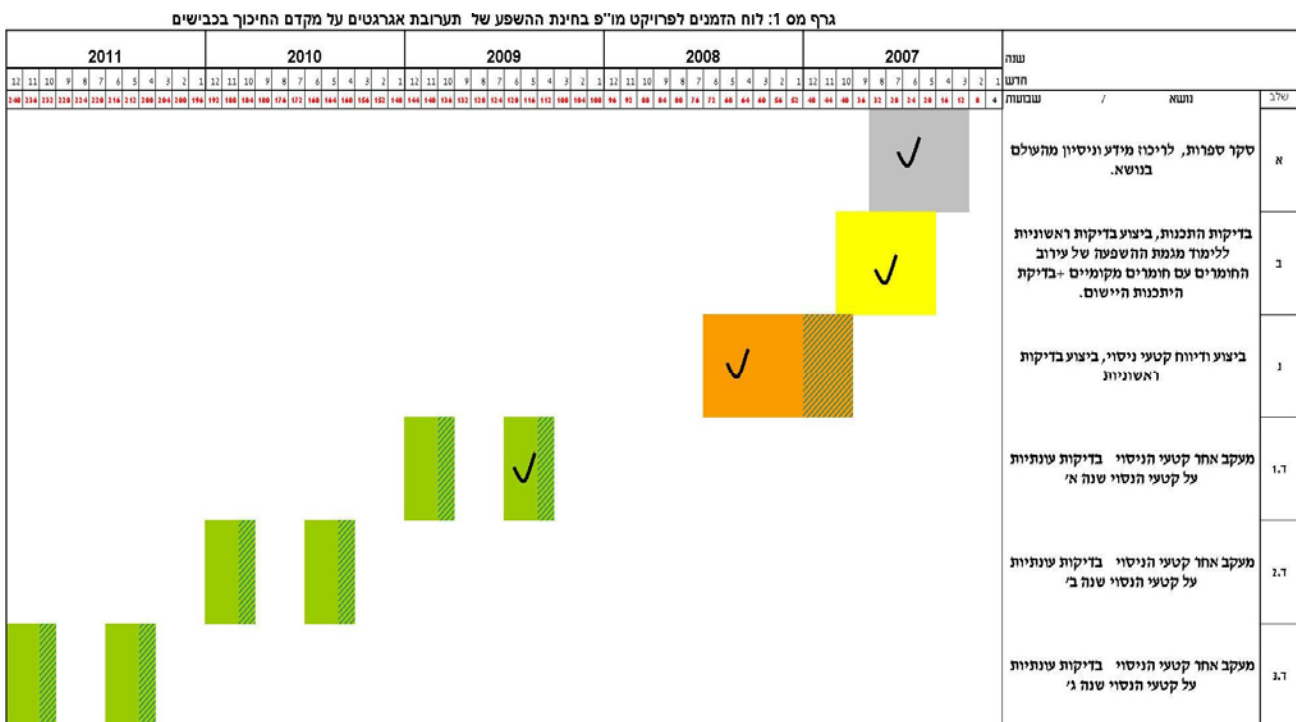
גיאופוס בע"מ

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](mailto:office@geokom.co.il)

עמוד 7 מתוך 36

- **שלב א':** סקר ספרות, לריכוז מידע וניסיון מהעולם בנושא.
- **שלב ב':** בדיקות התכנות, ביצוע בדיקות ראשוניות על מנת ללמוד את מגמת ההשפעה של עירוב החומרים עם חומרים מקומיים ללימוד היתכנות היישום.
- **שלב ג':** ביצוע קטעי ניסוי.
- **שלב ד':** השלב הנוכחי, מעקב אחר קטעי הניסוי אשר החל למעשה לאחר סיום הסלילה. בשלב זה מתוכננות להיערך בדיקות עונתיות על קטעי הניסוי במהלך שלוש שנים לפחות.

## גרף מס' 1: לוח הזמנים לפרויקט מו"פ בחינת ההשפעה של תערובת אגרגטים מקדם החיכוך בכבישים



## 2 תמצית הממצאים משלבי עבודה מוקדמים

### 2.1 – הממצאים וההמלצות משלב סקר הספרות

מתוך המקורות שנסקרו עולה כי דילול כמות האגרגט העמידים לליטוש מתוך כלל תערובת האגרגטים, גם בתערובות אספלט הנדרשות לערכי התנגדות מבוקרים וגבוהים, הינו נוהל מקובל ומיושם. הנושא מיושם באופן סטנדרטי על פי מפרטים מוסדרים והנחיות ברורות. יש להקפיד על מספר נושאים בעת תכנון תערובות ליישום מסוג זה:

1. ניתן לדלל את תכולת האגרגטים העמידים לליטוש עד למינימום של 50% מתכולת האגרגטים המשתתירים על נפה #4 מבלי לפגום בביצועי תערובות האספלט. האפשרות לירידה ממנימום זה, מתאפשרת באם לאגרגט הקרבוניטי המשמש לדילול יש ערכים גבוהים יחסית של התנגדות לליטוש – יש לבחון נושא זה עם בדיקות ייעודיות לכל מחצבה/מרבץ.



2. יש ללוות את הבדיקות עם ניסויי שדה להוכחת היכולת כמקובל במספר מדינות בהם נעשה השימוש בטכנולוגיה זו.
3. דילול כמות האגרנט העמיד לליטוש בתערובת האספלט לא יפחית את הערך הקריטריוני לקבלת שכבת האספלט מבחינת ההתנגדות לליטוש.
4. ערבוב אגרגטים עם הפרשי משקל יחסי (G) העולים על 0.3 מחייבים ערבוב ע"פ יחסי נפח.
5. יש להקפיד במהלך ביצוע בדיקות קבלה ותכן לתערובות האספלט – לבדוק את אותם מקטעים אשר בהם מתבצעת ההחלפה/ערבוב של האגרנטים.
6. יש לוודא את יכולת מפעל האספלט המייצר להזרים את הרכבי האגרנטים בהרכבים המתוכננים באופן מדויק ומבוקר.

## **2.2 - הממצאים והמסקנות משלב בדיקת ההיתכנות והבדיקות המוקדמות**

### **2.2.1 – השפעת העירוב על תכונות תערובת האגרנטים**

לביצוע הבדיקות, בשלב ראשון, נדגמו אגרנטים בזלתיים ממחפורת הבטיחה ואגרנטים קרבונטיים ממחצבת דולומיט (עמק האלה) וממחצבת גיר/דולמיט (רוויה). ליישום הבדיקות הוכנו תערובות אגרנטים בפרופורציה משתנה של כמות הבזלת במקטעים של 25%.

בגרף מספר 2 להלן מובאת תמצית הממצאים הראשוניים המציגה את עליית ערכי ה-PSV עם העלאת שיעור הבזלת בתערובת האגרנטים. נמצא כי ערבוב בשיעור של 50% – 60% כבר משפר את תערובת האגרנטים לערך המטרה 48, הנדרש ע"פ המפרט הכללי החדש של מעצ - החברה הלאומית לדרכים [מ"מ 5].

לקראת סלילת קטעי הניסוי הורחבה סדרת הבדיקות המוקדמות. בבדיקות אלה נבדקו החומרים והתערובות אשר יועדו לשימוש בקטעי הניסוי. הרכב החומרים והתערובות אשר נבדקו בבדיקות המוקדמות מפורטים בטבלה מס 1 להלן. תוצאות הבדיקות המוקדמות היו דומות ומובחן השיפור בערכי ה-PSV עם העלייה בשיעורי הבזלת מעל 50% ואף מתחת לזה. ריכוז כל תוצאות הבדיקות של תערובות האגרנטים השונות מפורט בגרף מס' להלן 3.

**טבלה מס' 1 : רכוז תוצאות בדיקות מוקדמות לתערובות האגרטים לקראת הייצור**

| PSV | לוס אנג'לס (%) |           | ספיגות<br>% | צפיפות<br>ק"ג/מ"ק | שכיחות אגרטים<br>ממינרולוגיות שונות<br>בתערובות לבדיקה |         |      | מספר<br>תערובת | סוג<br>תערובת | מקור<br>אגרטים                |
|-----|----------------|-----------|-------------|-------------------|--------------------------------------------------------|---------|------|----------------|---------------|-------------------------------|
|     | שיטה<br>C      | שיטה<br>B |             |                   | גיר                                                    | דולומיט | בזלת |                |               |                               |
| 54  | 18             | 14.7      | 2.35        | 2781              | -                                                      | 0       | 100  | 24             | אגרטים        | שפיר ואדי<br>ערה -<br>מוקדמות |
| 52  | 18.9           | 16.1      | 1.93        | 2715              | -                                                      | 60      | 40   | 25             |               |                               |
| 54  | 18.6           | 15.5      | 2.07        | 2737              | -                                                      | 40      | 60   | 26             |               |                               |
| 47  | 19.6           | 17.1      | 1.65        | 2673              | -                                                      | 100     | 0    | 27             |               |                               |
| 56  | 19.9           | 15.9      | 2.35        | 2781              | -                                                      | 0       | 100  | 28             | אגרטים        | הנסון חנתון<br>- מוקדמות      |
| 49  | 18.8           | 15.6      | 2.01        | 2721              | -                                                      | 60      | 40   | 29             |               |                               |
| 57  | 19.5           | 15.4      | 2.12        | 2741              | -                                                      | 40      | 60   | 30             |               |                               |
| 43  | 19.1           | 16.2      | 1.78        | 2683              | -                                                      | 100     | 0    | 31             |               |                               |

מכלל תוצאות הבדיקות שבוצעו לשלב זה עלו העובדות הבאות :

1- עירוב האגרטים הבזלתיים מעלה את הצפיפות הממשית של האגרט הגס בתערובת האגרט

הגירי/דולומיטי באופן לינארי. השינויים בספיגויות היו קטנים במדגמים אלה.

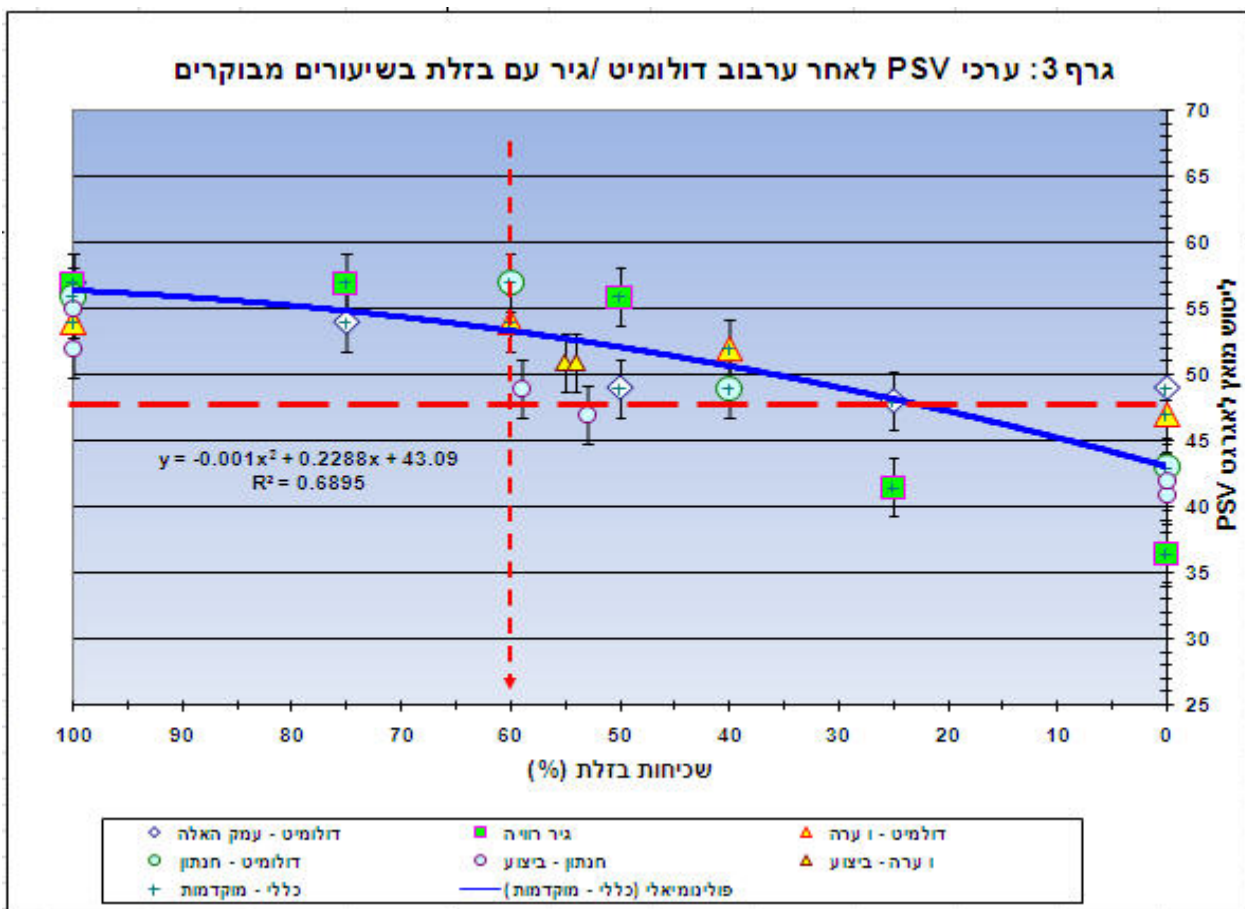
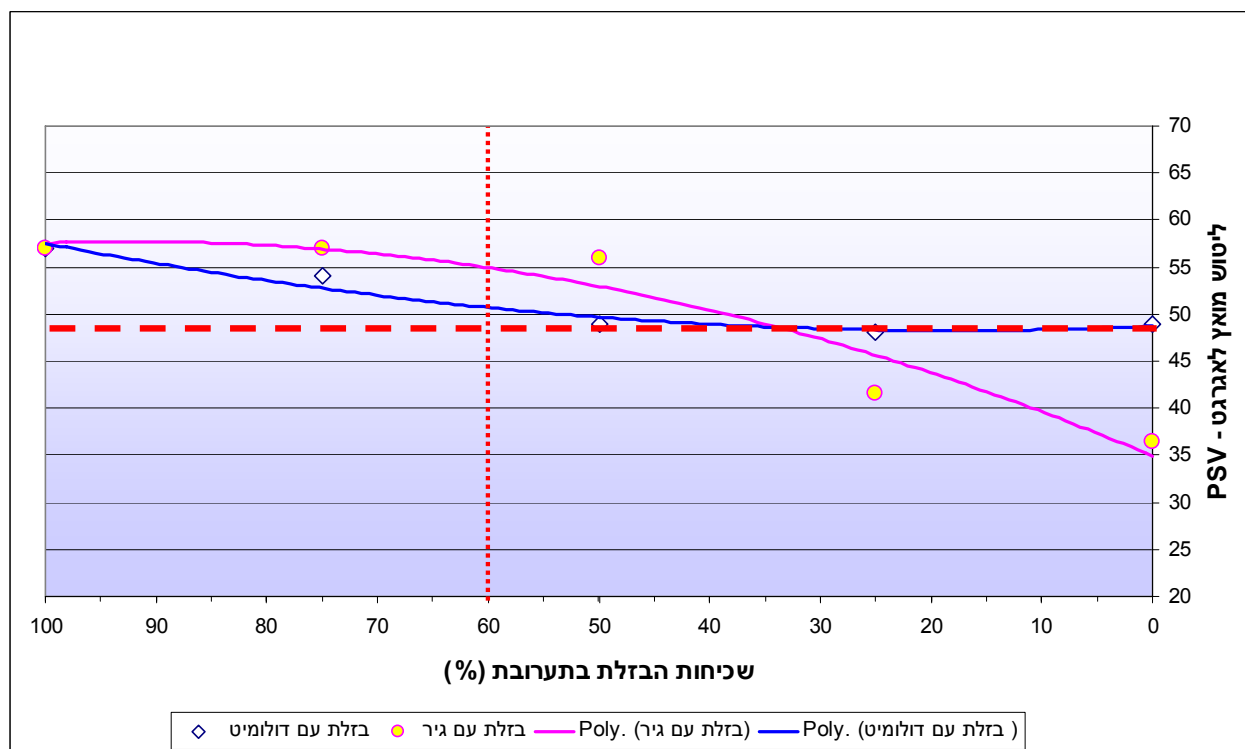
2- עירוב האגרטים הבזלתיים משפר את ערכי שחיקת הלוס אנג'לס גם לאגרטים שלא עומדים בדרישה לסוג א' (גיר רוויה).

3- עירוב אגרטים בזלתיים בשיעור של כ 60% אגרטים בזלתיים (או יחס תעשייתי של 1:2) מבטיח ע"פ תוצאות המעבדה קבלה של ערכי PSV העולים על 48.

המשמעות של תוצאות הבדיקות הן חיזוק הנחת היסוד של הפרויקט כי ניתן באמצעות עירוב אגרטים בזלתיים עם אגרטים דולומיטיים/גיריים להשיג תוצאות משביעות רצון מבחינת עמידות תערובת האגרטים לליטוש.

בהתאם לתוצאות הבדיקות ניתן היה להתקדם לשלבים מתקדמים של העבודה. קרי, תכנון וביצוע קטעי הניסוי להשלמת הפרויקט.

## גרף מס' 2: השינוי במקדם ליטוש האגרנט - PSV



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](mailto:office@geokom.co.il)

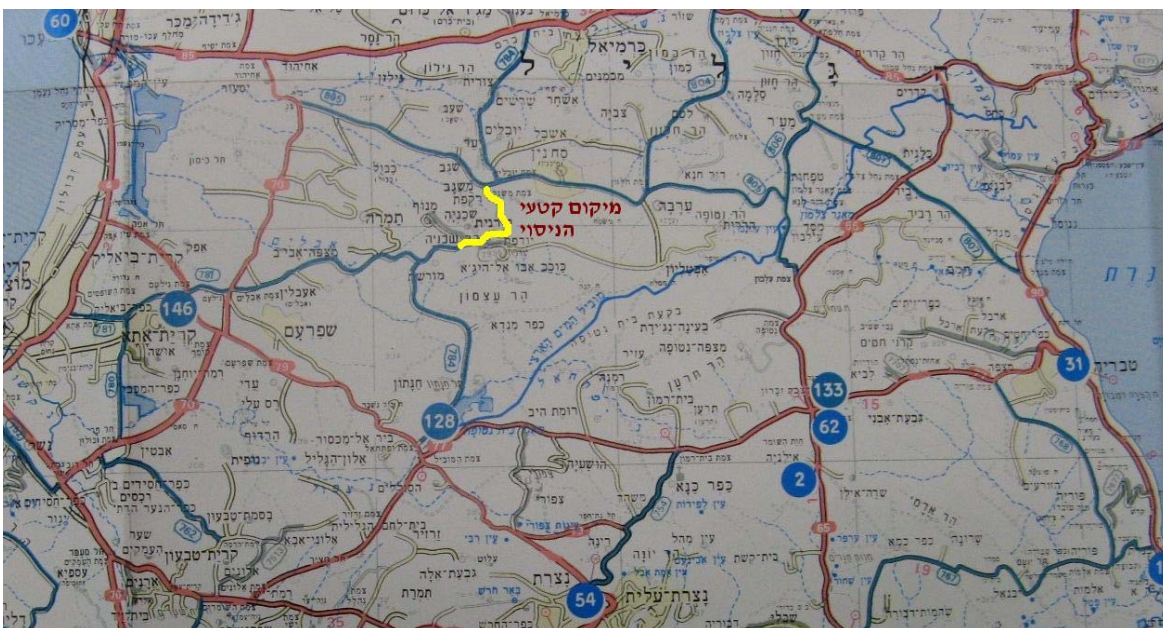
עמוד 11 מתוך 36

## 2.3 - יישום קטעי הניסוי בכביש 784

### 2.3.1 סלילת קטעי הניסוי

יישום קטעי הניסוי שולב בסוף שנת 2007 במסגרת פרויקט הריבודים של החברה הלאומית לדרכים במחוז צפון. כביש 784 הוקצע לביצוע הקטעים. הקטע ליישום נקבע בין צמת קורנית לצמת משגב. מיקום קטעי הניסוי מסומן בגרף מס' 4 להלן. ניהול פרויקט הריבודים בוצע ע"י חברת גיאוכום בע"מ בראשות אינג' נתן הוניג ומר אדי רוזנפלד.

### גרף מס' 4: מיקום קטעי הניסוי



### 2.3.2 מיקום תערובות הניסיון בקטעי הניסוי השונים

כביש מספר 784 בקטע שבין ק"מ 13.910 – 17.515 הינו כביש חד מסלולי דו נתיבי ברובו למעט מקטעים בהם קיים נתיב זחילה (לא נכלל בקטע הניסוי). תוואי הכביש עובר באזור הררי מפותל מאופיין בשיפוע ארכי. המסעה הקיימת לפני הריבוד אופיינה בנזקי בליה, סדקי בלוק, סדקי התעייפות במוקדים שונים וסדרת הטלאות נרחבת.

תרשים ההתקדמות המפורט של קטעי הניסוי מובא בגרף מס' 5 להלן. פירוט התערובות השונות אשר יוצרו ונסללו מפורט בטבלה מס' 2 להלן בסה"כ יושמו במהלך חודש נובמבר 2007 כ 8,870 טון תערובות אספלט בפרויקט. כ 6,950 טון תערובות ניסיוניות והשאר כשכבות תחתונות כחלק מהליך השיקום הנדרש לכביש במסגרת הפרויקט. האספלט ייושם על שטחים אשר קורצפו לפני הריבוד.

טבלה 2: פרויקט ערוב אגרגטים - קוים מאושרים ותכונות התערובות בהתאם למערכות מרשל

| מספר התערובת | מספר הקטעי | כינוי ותאור התערובת    | יחס אגרגטים בתערובת אספלט |                      | שיעור הבזלת מכלל התערובת | קו דירוג ( % עובר) |      |      |      |    |     |     |     |     |      |     |      |      | תכולת ביטומן | יחס מלאן -ביטומן | צפיפות | יציבות | נזילות | חוזק משתייר | אחוז חלל | V.M.A | צפיפות אפקטיבית |
|--------------|------------|------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------|------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|--------------|------------------|--------|--------|--------|-------------|----------|-------|-----------------|
|              |            |                        | אחוז אגרגטים בזלת         | אחוז אגרגטים דולומיט |                          | 1"                 | 3/4" | 1/2" | 3/8" | 4# | 10# | 20# | 40# | 80# | 200# |     |      |      |              |                  |        |        |        |             |          |       |                 |
| 11           | 5          | תא"מ 25 בזלת           | 100                       | -                    | 65                       | 100                | 94   | 87   | 68   | 35 | 25  | 14  | 11  | 8   | 6.0  | 4.2 | 1.43 | 2430 | 3000         | -                | 80%    | 6.0    | <14.5  | 2.765       |          |       |                 |
| 12           | 4          | תא"מ 25 MIX הנסון      | 60                        | 40                   | 41                       | 100                | 94   | 87   | 68   | 32 | 25  | 14  | 11  | 8   | 6.0  | 4.3 | 1.40 | 2420 | 2900         | 10               | 80%    | 6      | <14.5  | 2.760       |          |       |                 |
| 13           | 2          | תאמ"א 19 בזלת SMA      | 100                       | -                    | 75                       | -                  | 100  | 93   | 29   | 25 | 18  | -   | -   | -   | 9.0  | 5.7 | 1.58 | 2390 | 1600         | -                | 80%    | 6.4    | <17    | 2.800       |          |       |                 |
| 14           | 7א; 7ב     | תאמ"א 19 MIX הנסון SMA | 60                        | 40                   | 45                       | -                  | 100  | 93   | 29   | 25 | 18  | -   | -   | -   | 9.0  | 5.7 | 1.58 | 2380 | 1600         | -                | 80%    | 6.5    | <17    | 2.795       |          |       |                 |
| 15           | 6          | תא"מ 25 MIX שפיר       | 60                        | 40                   | 41                       | 100                | 94   | 87   | 68   | 32 | 25  | 14  | 11  | 8   | 6.0  | 4.3 | 1.40 | 2405 | 2700         | 11               | 80%    | 6.0    | <14.5  | 2.745       |          |       |                 |
| 16           | 3          | תאמ"א 19 MIX שפיר SMA  | 60                        | 40                   | 45                       | -                  | 100  | 93   | 29   | 25 | 18  | -   | -   | -   | 9.0  | 5.7 | 1.58 | 2360 | 1600         | -                | 80%    | 6.6    | <17    | 2.765       |          |       |                 |
| 17           | 8          | תאמ"א 19 הנסון SMA     | -                         | 100                  | 0                        | -                  | 100  | 93   | 29   | 25 | 18  | -   | -   | -   | 9.0  | 5.7 | 1.58 | 2360 | 1550         | -                | 80%    | 6.5    | <17    | 2.760       |          |       |                 |
| 18           | 1          | תא"מ 25 דולומיט הנסון  | -                         | 100                  | 0                        | -                  | 100  | 94   | 87   | 68 | 32  | 25  | 14  | 11  | 8    | 6.0 | 4.3  | 1.40 | 2405         | 2700             | 11     | 80%    | 6.0    | <14.5       | 2.745    |       |                 |

טבלה 3: צפיפות ממשית/ספיגות של האגרגטים במערכות המרשל

| דולמיט             |              |                    | בזלת               |                    |        |
|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
| חנתון - הנסון      |              |                    | בטיחה - כפר גילעדי |                    |        |
| ואדי ערה - שפיר    |              |                    | בטיחה - כפר גילעדי |                    |        |
| ספיגות             | צפיפות ממשית | ספיגות             | ספיגות             | צפיפות ממשית       | ספיגות |
| פוליה גדולה 25 מ"מ | -            | פוליה גדולה 25 מ"מ | -                  | פוליה גדולה 25 מ"מ | 2.0    |
| פוליה קטנה 19 מ"מ  | 1.1          | פוליה קטנה 19 מ"מ  | -                  | פוליה קטנה 19 מ"מ  | -      |
| עדש 14 מ"מ         | 1.3          | עדש 14 מ"מ         | 1.3                | עדש 14 מ"מ         | 1.3    |
| שומשום 10 מ"מ      | 1.1          | שומשום 10 מ"מ      | -                  | שומשום 10 מ"מ      | 2.2    |
| חול מחצבה          |              |                    | 2702               |                    |        |

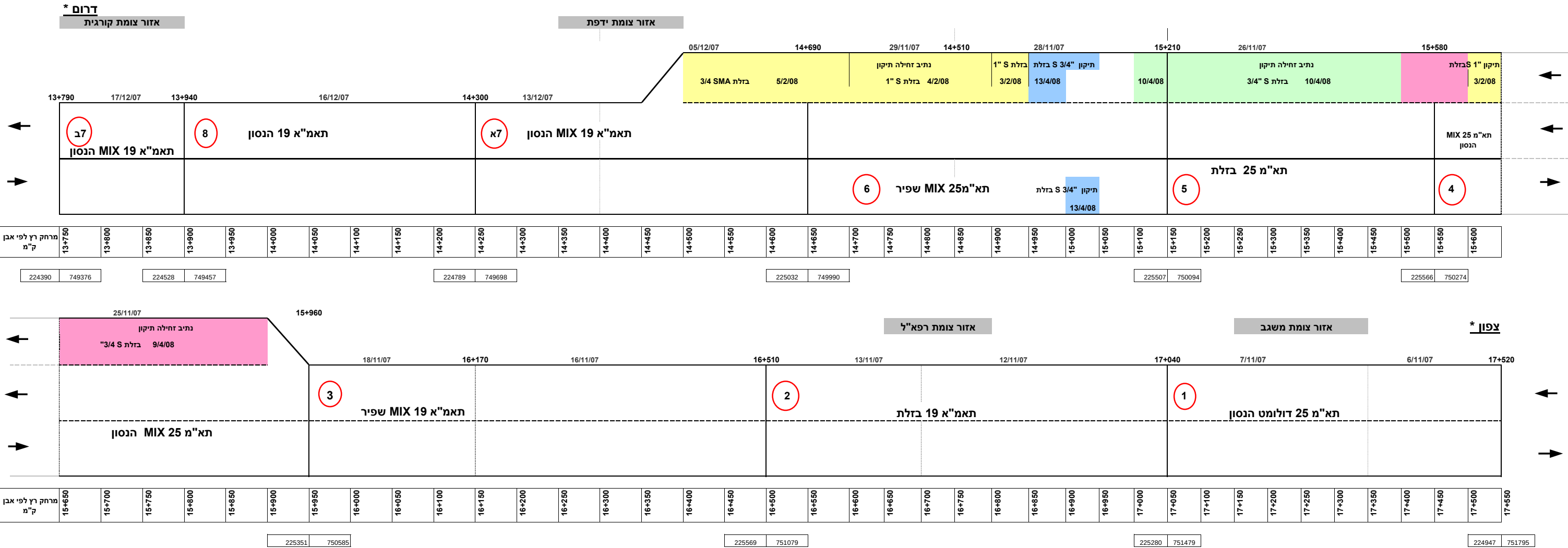
## **2.4 – סיכום, מסקנות והמלצות לשלב סלילת קטעי הניסוי**

- 1 – תערובות הניסיון אשר יוצרו וסופקו לפרויקט עמדו בכל דרישות התכן.
- 2 – במהלך הייצור נתקלה המעבדה בקשיים בהכנת מדגמים מייצגים לבדיקות ה PSV אשר מבוצעות בח"ל. הקושי בהכנת המדגמים מחד ובנוסף חוסר היכולת לבצע את הבדיקה במעבדות בארץ מקשה מאד את השימוש בנתוני בדיקות ה PSV לבדיקות בקרה שוטפות ומצביע על כך שניתן להשתמש בבדיקות אלה רק כבדיקות תכן מוקדמות.
- 3 – עבידות תערובות הניסיון הייתה דומה לתערובות הסטנדרטיות. יחד עם זה במספר מקומות נתקבלו תוצאות אשר העידו על הדוק יתר של התערובות המעורבות. נושא זה ינוטר בקטעי המעקב באמצעות המעקב אחר התפתחות אחוזי החלל של התערובות בשטח.
- 4 – שיעור הקנסות הכולל עבור הפרויקט עמד על פחות מ 1.1% עובדה המעידה על ייצור קפדני וסלילה ברמה גבוהה.

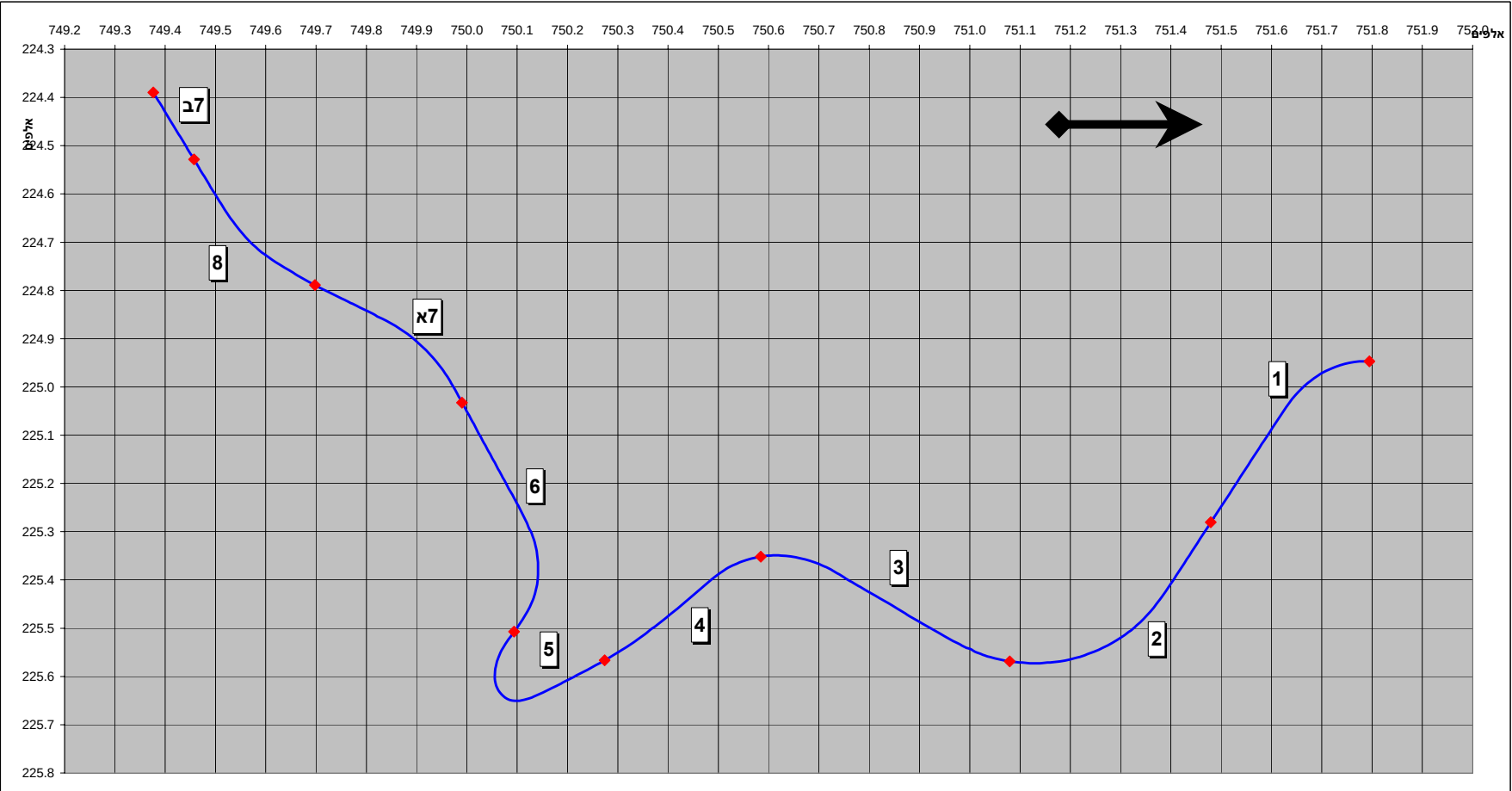
## **2.5 – ממצאים והמלצות בנושא המעקב אחר קטעי הניסוי**

1. בדיקה ראשונית בנושא ההתנגדות להחלקה בכביש, באמצעות מערכת ה ROAR, נתקבלה מסקר המנ"מ שבוצע במאי 2008, כ- 5 חדשים לאחר השלמת הסלילה. מתוצאות הסקר ניתן היה לראות כי התערובות הדולומיטיות הציגו את הערכים הנמוכים ביותר. התערובות המעורבות ותערובות הבזלת מציגות ערכים גבוהים יותר.
2. המידע הרלוונטי רוכז למעקב לכל קטע ניסוי אשר בוצע. מידע זה מתאר את נתוני הסלילה התחיליים המאפיינים את הקטע. נתונים אלה מהווים את הבסיס למעקב הרב שנתי אחר קטעי הניסוי.
3. מומלץ לקיים מדידת התנגדות להחלקה ייעודית לקטעי הניסוי תוך יישום מאמץ לאסוף נתונים מדויקים לכל קטע בגזרה בה הוא נמצא.
4. יש לשקול לבצע לפחות שתי בדיקות בשנה לפחות, להתנגדות להחלקה, אחת בקיץ ואחת בחורף – לאחר גשם. בתנאים אלה יש לחזור ולבדוק מדי שנה במהלך כל תקופת המעקב.

גרף מס' 5: תרשים קטעי הניסוי בפרויקט ערוב אגרגטים בתערובות בזלת



| Keta | Start |        |        | End   |        |        |
|------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|
|      | Km    | East   | North  | Km    | East   | North  |
| 7ב   | 13.79 | 224390 | 749376 | 13.94 | 224528 | 749457 |
| 8    | 13.94 | 224528 | 749457 | 14.3  | 224789 | 749698 |
| 7א   | 14.3  | 224789 | 749698 | 14.69 | 225032 | 749990 |
| 6    | 14.69 | 225032 | 749990 | 15.21 | 225507 | 750094 |
| 5    | 15.21 | 225507 | 750094 | 15.58 | 225566 | 750274 |
| 4    | 15.58 | 225566 | 750274 | 15.96 | 225351 | 750585 |
| 3    | 15.96 | 225351 | 750585 | 16.51 | 225569 | 751079 |
| 2    | 16.51 | 225569 | 751079 | 17.04 | 225280 | 751479 |
| 1    | 17.04 | 225280 | 751479 | 17.52 | 224947 | 751795 |





### **3 – התארגנות לביצוע בדיקות המעקב התקופתיות**

#### **3.1 – תכנית הבדיקות**

תכנית הבדיקות למעקב נערכה עם סיום קטעי הניסוי. התכנית הוגשה לאשרור אגף המו"פ בתחילת ינואר 2009. התכנית מפורטת בנספח ב'. התכנית כוללת סדרת בדיקות להתנגדות להחלקה ברצף באמצעות מערכת ה ROAR, ובדיקות נקודתיות באמצעות מטוטלת בריטית (BPN) ובדיקות טלאי-חול בסמוך (MTD).

#### **3.2 – ביצוע הבדיקות ע"י המעבדה**

בדיקות המעבדה תואמו לתקופה של סוף מרץ תחילת אפריל 2009. הבדיקות בוצעו ע"י המעבדה לבנין ותשתית אשר גם מתפעלת את מערכת ה ROAR. הבדיקות בוצעו בליווי של מפקח מטעם גיאוכום ובליווי צוותי אבטחה במהלך ביצוע הבדיקות הנקודתיות. תמונות מהבדיקות בשטח מובאות בנספח ג'. דוח המעבדה עם תוצאות הבדיקות מצורף לנספח ד'.

#### **3.3 – שילוב מידע נוסף מתוצאות סקרי החיכוך ממנ"מ מעצ**

במהלך אותו החודש ביצעה מבדקת הצפון, עבור מעצ, בדיקות התנגדות להחלקה ובחינת עומק המרקם בכבישי הצפון. בין הכבישים נמדד גם כביש 784. תוצאות בדיקות אלה נמסרו לידינו. ואולם, הבדיקות נמסרו לאחר שעברו מיצוע בהתאם לסגמנטים קבועים שארכם 100 מ'. היות וקטעי הניסוי הפרטניים היו באורך של כ 450 מ' הגבולות הקווים בין קטעי הניסוי השונים, ובהתאמה התערובות השונות, מיטשטשים. ולמרות זאת, בהחלט ניתן היה לאמוד את הכיווניות ובחינת ההתאמה של התוצאות. כל תוצאות הבדיקות ממערכת המנ"מ מובאות בנספח ה'.

### **4 – תוצאות הבדיקות**

#### **4.1 – כללי**

ממוצעי תוצאות כל בדיקות ההתנגדות להחלקה ועומק המרקם השונות והסטטיסטיקה הפשוטה המאפיינת, בהתאם לקטעי הניסוי הספציפיים, מסוכמים בטבלה מספר 1 להלן. הטבלה מציגה את ערכי הממוצע, סטיית התקן ואת רווח הסמך ברמת הודאות של 90%. ניתוח פילוג הבדיקות השונות לאורך נתיבי הנסיעה מפורט בסדרת הגרפים בנספח א. בנספח מובאת גם השוואה בין סוגי המדידות השונות, ותערובות האספלט השונות וכמוכן מוצגות מהירויות המדידה של המדידות אשר בוצעו ברצף. התייחסות פרטנית לבדיקות השונות מפורטת בסעיפים העוקבים להלן.



טבלה מס' 4: רכוז פרמטרים סטטיסטיים פשוטים לתוצאות הבדיקות מקטעי הניסוי

קטעים 5 - 8

| תכנה           | סוג התערובת                 |                              | דולומיט 3/4SMA |        |       | 3/4SMA MIX |        |       | 1S MIX |        |       | בזלת 1S |        |       |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|--------|-------|------------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|--------|-------|
|                | מס' הקטע                    |                              | 8              |        |       | * 7        |        |       | 6      |        |       | 5       |        |       |
|                | נתיב                        |                              | נתיב R         | נתיב L | קטע   | נתיב R     | נתיב L | קטע   | נתיב R | נתיב L | קטע   | נתיב R  | נתיב L | קטע   |
| התנגדות להחלקה | Mu-ROAR                     | תצפיות                       | 61             | 63     | 124   | 95         | 95     | 190   | 101    | 99     | 200   | 65      | 73     | 138   |
|                |                             | ממוצע                        | 0.42           | 0.43   | 0.42  | 0.52       | 0.52   | 0.52  | 0.50   | 0.58   | 0.54  | 0.58    | 0.62   | 0.60  |
|                |                             | סטיית תקן                    | 0.015          | 0.017  | 0.018 | 0.018      | 0.030  | 0.018 | 0.032  | 0.028  | 0.050 | 0.026   | 0.025  | 0.033 |
|                |                             | רווח סמך Cl <sub>90</sub>    | 0.003          | 0.004  | 0.003 | 0.004      | 0.005  | 0.003 | 0.005  | 0.005  | 0.006 | 0.005   | 0.005  | 0.005 |
|                |                             | Cl <sub>90</sub> ביחס לממוצע | 0.7%           | 0.8%   | 0.6%  | 0.8%       | 0.9%   | 0.6%  | 1.0%   | 0.8%   | 1.1%  | 0.9%    | 0.8%   | 0.8%  |
|                | BPN/100<br>מטוטלת<br>בריטית | תצפיות                       | 8              | 8      | 16    | 11         | 11     | 22    | 10     | 10     | 20    | 7       | 7      | 14    |
|                |                             | ממוצע                        | 0.55           | 0.48   | 0.51  | 0.53       | 0.61   | 0.57  | 0.54   | 0.60   | 0.57  | 0.57    | 0.59   | 0.58  |
|                |                             | סטיית תקן                    | 0.068          | 0.037  | 0.064 | 0.059      | 0.049  | 0.068 | 0.041  | 0.044  | 0.053 | 0.038   | 0.035  | 0.036 |
|                |                             | רווח סמך Cl <sub>90</sub>    | 0.040          | 0.021  | 0.026 | 0.029      | 0.024  | 0.024 | 0.021  | 0.023  | 0.019 | 0.024   | 0.022  | 0.016 |
|                |                             | Cl <sub>90</sub> ביחס לממוצע | 7.3%           | 4.4%   | 5.1%  | 5.6%       | 4.0%   | 4.2%  | 3.9%   | 3.8%   | 3.4%  | 4.1%    | 3.7%   | 2.7%  |
|                | MU-Mk2                      | תצפיות                       | 4              | 4      | 8     | 5          | 5      | 10    | 5      | 5      | 10    | 4       | 4      | 8     |
|                |                             | ממוצע                        | 0.44           | 0.43   | 0.44  | 0.54       | 0.56   | 0.55  | 0.61   | 0.64   | 0.62  | 0.65    | 0.65   | 0.65  |
|                |                             | סטיית תקן                    | 0.045          | 0.031  | 0.036 | 0.031      | 0.030  | 0.033 | 0.053  | 0.038  | 0.046 | 0.061   | 0.056  | 0.054 |
|                |                             | רווח סמך Cl <sub>90</sub>    | 0.037          | 0.025  | 0.021 | 0.023      | 0.022  | 0.017 | 0.039  | 0.028  | 0.024 | 0.051   | 0.046  | 0.032 |
|                |                             | Cl <sub>90</sub> ביחס לממוצע | 8.5%           | 5.8%   | 4.8%  | 4.3%       | 3.9%   | 3.1%  | 6.4%   | 4.4%   | 3.8%  | 7.7%    | 7.1%   | 4.9%  |
| עומק מרקם      | MTD<br>טלאי חול             | תצפיות                       | 8              | 8      | 16    | 11         | 11     | 22    | 10     | 10     | 20    | 7       | 7      | 14    |
|                |                             | ממוצע                        | 0.78           | 0.79   | 0.78  | 0.75       | 0.93   | 0.84  | 0.55   | 0.62   | 0.59  | 0.55    | 0.55   | 0.55  |
|                |                             | סטיית תקן                    | 0.126          | 0.173  | 0.146 | 0.105      | 0.107  | 0.137 | 0.024  | 0.068  | 0.063 | 0.034   | 0.049  | 0.041 |
|                |                             | רווח סמך Cl <sub>90</sub>    | 0.074          | 0.100  | 0.060 | 0.052      | 0.053  | 0.048 | 0.013  | 0.036  | 0.023 | 0.021   | 0.031  | 0.018 |
|                |                             | Cl <sub>90</sub> ביחס לממוצע | 9.4%           | 12.7%  | 7.7%  | 6.9%       | 5.7%   | 5.7%  | 2.3%   | 5.7%   | 3.9%  | 3.9%    | 5.6%   | 3.3%  |
|                | MPD/2<br>(MK2)              | תצפיות                       | 4              | 4      | 8     | 5          | 5      | 10    | 5      | 5      | 10    | 4       | 4      | 8     |
|                |                             | ממוצע                        | 0.79           | 0.72   | 0.75  | 0.82       | 0.78   | 0.80  | 0.63   | 0.57   | 0.60  | 0.61    | 0.61   | 0.61  |
|                |                             | סטיית תקן                    | 0.032          | 0.073  | 0.063 | 0.023      | 0.118  | 0.083 | 0.042  | 0.033  | 0.048 | 0.033   | 0.081  | 0.057 |
|                |                             | רווח סמך Cl <sub>90</sub>    | 0.026          | 0.060  | 0.037 | 0.017      | 0.087  | 0.043 | 0.031  | 0.025  | 0.025 | 0.027   | 0.066  | 0.033 |
|                |                             | Cl <sub>90</sub> ביחס לממוצע | 3.4%           | 8.3%   | 4.9%  | 2.0%       | 11.1%  | 5.4%  | 4.9%   | 4.4%   | 4.2%  | 4.4%    | 10.8%  | 5.4%  |

\* כולל תוצאות של קטעים 7א' ו-7ב'

קטעים 1 - 4

| תכנה           | סוג התערובת                 |                              | 1S MIX |        |       | 3/4SMA MIX |        |       | בזלת 3/4SMA |        |       | דולומיט 1S |        |       |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|--------|--------|-------|------------|--------|-------|-------------|--------|-------|------------|--------|-------|
|                | מס' הקטע                    |                              | 4      |        |       | 3          |        |       | 2           |        |       | 1          |        |       |
|                | נתיב                        |                              | נתיב R | נתיב L | קטע   | נתיב R     | נתיב L | קטע   | נתיב R      | נתיב L | קטע   | נתיב R     | נתיב L | קטע   |
| התנגדות להחלקה | Mu-ROAR                     | תצפיות                       | 67     | 70     | 137   | 94         | 92     | 186   | 101         | 96     | 197   | 87         | 85     | 172   |
|                |                             | ממוצע                        | 0.51   | 0.56   | 0.54  | 0.50       | 0.48   | 0.49  | 0.59        | 0.55   | 0.57  | 0.42       | 0.38   | 0.40  |
|                |                             | סטיית תקן                    | 0.043  | 0.029  | 0.044 | 0.023      | 0.013  | 0.022 | 0.011       | 0.011  | 0.022 | 0.045      | 0.037  | 0.046 |
|                |                             | רווח סמך Cl <sub>90</sub>    | 0.009  | 0.006  | 0.006 | 0.004      | 0.002  | 0.003 | 0.002       | 0.002  | 0.003 | 0.008      | 0.007  | 0.006 |
|                |                             | Cl <sub>90</sub> ביחס לממוצע | 1.7%   | 1.0%   | 1.1%  | 0.8%       | 0.5%   | 0.5%  | 0.3%        | 0.3%   | 0.4%  | 1.9%       | 1.8%   | 1.4%  |
|                | BPN/100<br>מטוטלת<br>בריטית | תצפיות                       | 7      | 7      | 14    | 11         | 11     | 22    | 11          | 11     | 22    | 8          | 8      | 16    |
|                |                             | ממוצע                        | 0.54   | 0.57   | 0.56  | 0.54       | 0.53   | 0.54  | 0.63        | 0.60   | 0.62  | 0.51       | 0.57   | 0.54  |
|                |                             | סטיית תקן                    | 0.052  | 0.026  | 0.042 | 0.056      | 0.034  | 0.045 | 0.095       | 0.030  | 0.070 | 0.054      | 0.043  | 0.057 |
|                |                             | רווח סמך Cl <sub>90</sub>    | 0.032  | 0.016  | 0.018 | 0.028      | 0.017  | 0.016 | 0.047       | 0.015  | 0.024 | 0.031      | 0.025  | 0.024 |
|                |                             | Cl <sub>90</sub> ביחס לממוצע | 6.0%   | 2.9%   | 3.3%  | 5.2%       | 3.1%   | 3.0%  | 7.5%        | 2.5%   | 4.0%  | 6.1%       | 4.3%   | 4.4%  |
|                | MU-Mk2                      | תצפיות                       | 5      | 5      | 10    | 6          | 6      | 12    | 5           | 5      | 10    | 5          | 5      | 10    |
|                |                             | ממוצע                        | 0.57   | 0.59   | 0.58  | 0.57       | 0.47   | 0.52  | 0.53        | 0.52   | 0.53  | 0.43       | 0.35   | 0.39  |
|                |                             | סטיית תקן                    | 0.076  | 0.085  | 0.076 | 0.101      | 0.061  | 0.095 | 0.059       | 0.069  | 0.061 | 0.128      | 0.097  | 0.116 |
|                |                             | רווח סמך Cl <sub>90</sub>    | 0.056  | 0.063  | 0.040 | 0.068      | 0.041  | 0.045 | 0.043       | 0.050  | 0.032 | 0.094      | 0.071  | 0.060 |
|                |                             | Cl <sub>90</sub> ביחס לממוצע | 9.8%   | 10.6%  | 6.9%  | 11.9%      | 8.7%   | 8.6%  | 8.2%        | 9.7%   | 6.0%  | 21.9%      | 20.4%  | 15.5% |
| עומק מרקם      | MTD<br>טלאי חול             | תצפיות                       | 7      | 7      | 14    | 11         | 11     | 22    | 11          | 11     | 22    | 8          | 8      | 16    |
|                |                             | ממוצע                        | 0.59   | 0.73   | 0.66  | 0.78       | 0.94   | 0.86  | 0.80        | 1.15   | 0.97  | 0.67       | 0.65   | 0.66  |
|                |                             | סטיית תקן                    | 0.086  | 0.127  | 0.126 | 0.101      | 0.095  | 0.125 | 0.143       | 0.188  | 0.240 | 0.077      | 0.083  | 0.078 |
|                |                             | רווח סמך Cl <sub>90</sub>    | 0.054  | 0.079  | 0.056 | 0.050      | 0.047  | 0.044 | 0.071       | 0.093  | 0.084 | 0.045      | 0.048  | 0.032 |
|                |                             | Cl <sub>90</sub> ביחס לממוצע | 9.0%   | 10.8%  | 8.4%  | 6.4%       | 5.0%   | 5.1%  | 8.8%        | 8.1%   | 8.6%  | 6.6%       | 7.4%   | 4.8%  |
|                | MPD/2<br>(MK2)              | תצפיות                       | 5      | 5      | 10    | 6          | 6      | 12    | 5           | 5      | 10    | 5          | 5      | 10    |
|                |                             | ממוצע                        | 0.64   | 0.65   | 0.65  | 0.80       | 0.79   | 0.80  | 0.73        | 0.71   | 0.72  | 0.58       | 0.52   | 0.55  |
|                |                             | סטיית תקן                    | 0.033  | 0.045  | 0.038 | 0.087      | 0.031  | 0.062 | 0.078       | 0.165  | 0.122 | 0.029      | 0.049  | 0.051 |
|                |                             | רווח סמך Cl <sub>90</sub>    | 0.024  | 0.033  | 0.020 | 0.058      | 0.021  | 0.030 | 0.058       | 0.121  | 0.063 | 0.022      | 0.036  | 0.026 |
|                |                             | Cl <sub>90</sub> ביחס לממוצע | 3.8%   | 5.1%   | 3.0%  | 7.3%       | 2.6%   | 3.7%  | 7.9%        | 17.0%  | 8.8%  | 3.7%       | 6.9%   | 4.8%  |

#### **4.2 - התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ה Roar**

בדיקות ההתנגדות להחלקה (Mu-Roar) בוצעו ע"י המבדקה לתשתית ובנין באמצעות מערכת ה ROAR מתוצרת חברת Northmeter. כל נתיב נסיעה נמדד 3 (שלוש) פעמים. התוצאה המדווחת הנה הממוצע בין שלושת הבדיקות.

מתוצאות המדידה, כפי שמוצג בגרף מס א.1 בנספח א', ניתן לראות בבירור את היחסים ההשוואתיים בין כל התערובות לאורך התוואי ובאופן מובלט את היחס בין תערובות הבקרה הדלומיטיות לתערובות המכילות אגרגטים בזלתיים. הערכים הגבוהים ביותר מוצגים ע"י תערובת ה S הזלתית – אם כי יש להדגיש כי באזור זה קיימת עקומה חדה יחסית. בהתאם, מהירות המדידה בקטע זה הייתה מעט נמוכה יותר (כ-10% מתחת לממוצע ר' גרף א.6). כמוכן ניתן לראות בבירור כי התערובות המעורבות Z מציגות ערכי התנגדות להחלקה גבוהים ומשביעי רצון במהירות מדידה דומה.

#### **4.3 - בדיקות בנקודה, מטוטלת בריטית וטלאי חול**

תוצאות בדיקות הנקודתיות להתנגדות להחלקה אשר בוצעו באמצעות המטוטלת הבריטית (British Pendulum Number – BPN) מפורטות בסדרת הגרפים א.2 בנספח א. גם על פי בדיקות אלה ניתן לראות את אותה המגמה אשר נצפית בבדיקות ההתנגדות לחלקה האחרות. התערובות המכילות בזלת, לרבות תערובות הזברה, מציגות ערכים גבוהים יותר מהתערובות הדלומיטיות. ואולם, ההפרשים היחסיים בין קטעי הניסוי השונים מתרסנים.

תוצאות מדידות מרקם התערובות באמצעות טלאי החול (MTD) מופיעות גם כן בסדרת הגרפים א.2 בנספח א. הבדלים העיקריים בין קטעי הניסוי קשורים בעיקר לסוג התערובת ופחות לנושא המינרלוגיה של האגרגטים כפי שיפורט להלן.

#### **4.4 – בדיקות באמצעות מערכת MK2**

במסגרת איסוף הנתונים למנ"מ של החיברה הלאומית לדרכים, הוחל באסוף נתונים של ההתנגדות להחלקה באמצעות מערכות חדשות. בכבישי הצפון נאספים הנתונים באמצעות מערכת מסוג Grip Tester Mark2 (MK2) המופעלת ע"י ממעבדת מבדק הצפון. תוצאות המדידה מדווחות בקנ"מ הנדרש של הסקר, בסגמנטים באורך של 100 מ'. תוצאות מדידת ההתנגדות להחלקה מוצגות בגרפים מס א.3 בנספח א, בהשוואה למדידות במערכת ה ROAR. ניתן לראות את הכיווניות בתוצאות ואת הדמיון בהתנהגות ביחס למדידות המערכת ה ROAR.

במערכת ה MK2 נמדדת בדיקת עמק המרקם (MPD) עם רגש לייזר. תוצאות בדיקות עמק המרקם מובאות בגרף א.4 בנספח א, בהשוואה למדידות עמק המרקם (MTD) אשר נמדדו בבדיקת טלאי החול. קיימת התאמה בין תוצאות המדידות. גם כאן, הבדלים העיקריים בין קטעי הניסוי קשורים בעיקר לסוג התערובת ופחות לנושא המינרלוגיה של האגרגטים.

## **5. – בחינת התוצאות לפי סוגי התערובות - דיון**

### **5.1 - כללי**

קטעי הניסוי מכילים סוגים שונים של תערובות אספלט בהרכבים שונים. ההפרדה המיידית היא בין תערובות ה SMA לתערובות המבניות S. בחלק העיקרי בפרויקט זה, בקטעי הניסוי מנוטר ההרכב המינרולוגי השונה של התערובות. בסדרת הגרפים המרוכזים בגרף מס' א.5 בנספח א, מוצגים בהפרדה הביצועים, ע"פ הפרמטרים השונים, של קבוצות התערובות השונות.

### **5.2 - ביצועי התערובות עם אגרגט הדלומיטי ללא בזלת**

שתי תערובות הורכבו על טהרת האגרגט הדלומיטי כקטעי בקרה. תערובת "S 1 בקטע מס 1, ותערובת SMA3/4" בקטע מס 8. מהנתונים המתקבלים עולה בבירור כי כבר לאחר השנה הראשונה ניתן להבחין בנחיתות התערובות הדלומיטיות משאר התערובות אשר מכילות מרכיב בזלתי כלשהוא. אמנם תוצאות בדיקות ההתנגדות להחלקה עומדות עדיין בדרישות המפרטיות לתערובות אספלט חדשות. ואולם, ערכי ההתנגדות להחלקה המוצגים, בכל אמצעי המדידה השונים, נמוכים באופן מובהק משאר התערובות. ממצא זה נכון גם לתערובות המבניות וגם לתערובות ה SMA.

### **5.3 - ביצועי תערובות ה SMA ביחס לתערובות ה S**

ארבע תערובות בקטעי הניסוי (בחמישה קטעי ניסוי) הן תערובות SMA. כל התערובות מציגות ערכים משופרים, יחסית, מבחינת עמק מרקם התערובות. ואולם, מבחינת ערכי התנגדות להחלקה הן מציגות ערכים דומים ולעיתים נמוכים יותר מאשר תערובות ה S. תערובת ה SMA הדלומיטית, על אף עמק המירקם המשופר, מציגה ערכי התנגדות להחלקה הנמוכים באופן מובהק מהתערובות המעורבות, זברה, ואו תערובות הבזלת.

### **5.4 - ביצועי התערובות המעורבות, זברה Z, בהשוואה לתערובות האחרות**

ארבע תערובות בקטעי הניסוי (בחמישה מקטעים) הן תערובות עם מקטעים מעורבים. לבחינת תקינות התערובות ביחס לקריטריונים קיימים, ניתן להישען על הדרישות המפרטיות העדכניות של מפרט מעצ בגרסתו ממרץ 2009. בהתאם, ערכי **מיו** של ה ROAR הגבוהים מ 35 נחשבים תקינים – ובאותו סולם, הערכים הגבוהים מ 45 מערכים כטובים מאד. כל התערובות המעורבות הציגו ערכי  $\mu$ -ROAR הגבוהים מערך זה. ביצועי תערובות הזברה Z, מבחינת ערכי ההתנגדות להחלקה היו גבוהים וטובים יותר באופן מובהק מהתערובות הדלומיטיות והיו דומים או מעט נמוכים מערכי התערובות הבזלתיות. מסקנות דומות ניתן להסיק גם מהמדידות שנתקבלו מהמערכת מסוג MK2. אמנם הערך המוחלט של סולם הערכים המדווחים אינו מכויל, בשלב זה, ביחס לתוצאות ה ROAR ואולם בהחלט ניתן להבחין

כי הסגמנטים, בהם יש תערובות מעורבות, מציגים ערכים גבוהים יותר של התנגדות להחלקה. בשלב זה לא נתקבל המידע של נקודות המדידה בתוך הסגמנטים בהתאם, לא ניתן לזהות באופן מדויק את נקודות המעבר בין קטעי הניסוי השונים. לפיכך לא ניתן לבצע בדיקות מובהקות לתוצאות ואולם כן ניתן להבחין בכיוונויות של התוצאות ובהתאמה הקיימת בין התוצאות גם כאשר הן מתבצעות בטכנולוגיות שונות.

מבחינת עמק מרקם התערובות, בכל אמצעי המדידה השונים, ההבדל בין ביצועי התערובות השונות קשור לדרוג התערובות ונובע בעיקר מההבדל בין קווי הדירוג של תערובות ה SMA לתערובות ה S. יתכן ובהמשך, באם תתרחש שחיקה בלתי אחידה של התערובות או מרכיבי התערובות יימצאו הבדלים נוספים אשר יצביעו על שינויים בביצועים.

## **6. - מסקנות והמלצות לאחר מדידות, האביב בחלוף כשנה ממועד הסלילה**

### **6.1 - ביצועי תערובות הזברה ביחס לתערובות הרגילות**

- 1 – ביצועי התערובות המעורבות, זברה Z, מבחינת ערכי ההתנגדות להחלקה, היו טובים יותר ומשופרים באופן מובהק ביחס לקטעי הבקרה אשר נסללו מתערובות עם אגרגט דולומיטי.
- 2 – ביצועי התערובות המעורבות, זברה Z, היו דומים לביצועי התערובות הבזלתיות. בהתאם לביצועים ערכי התנגדות להחלקה נתקבלו ברמה משביעת רצון לאחר שנה ממועד הסלילה.
- 3 – חיזוק למסקנות מתוצאות המדידה אשר נתקבלו ממערכת ה ROAR ניתן לקבל גם מתוצאות המדידה אשר נערכו באמצעות המערכת מסוג MK2. ביצועי תערובות הזברה Z, היו משופרים באופן בולט ביחס לתערובות הדולומיטיות ודומים לביצועי התערובות הבזלתיות.
- 4 – במדידות עמק המרקם שבוצעו, נמצאה התאמה בין שיטות המדידה אשר בוצעו בטכנולוגיות שונות. ההבדלים בעמק המרקם היו קשורים בעיקר לשוני בין קווי הדרוג של התערובות מסוג SMA ביחס לתערובות ה S.

### **6.2 - עדכון דרישות המפרט לאספלט**

הצעות לניסוח לעדכון מפרט מעצ מס 51.04 אשר נשענות על מסקנות עבודות המחקר עד לשלב זה ממובאות באופן מרוכז בנספח ו.

### **6.3 - המשך מעקב אחר קטעי הניסוי**

יש להמשיך את המעקב אחר קטעי הניסוי בתדירות החצי שנתית כמתוכנן.

## **מראי מקום 7.**

1. **אמנון רבינא**, גיאוכום בע"מ, עירוב אגרגטים ממקורות שונים וההשפעה על מקדם החיכוך בכבישים, סקר ספרות עבור מעצ – החברה הלאומית לדרכים, יולי 2007.
2. **רבינא א.**, נסיכי ש., בוידק ז., העדר המשאבים של חצץ בזלת לענף התשתיות במדינת ישראל. הרצאה במסגרת הכנס הגיאולוגי השנתי, מרץ 2007.
3. **QCM מהנדסים בע"מ**, דו"ח בקרת האיכות, כביש 784 משגב קורנית, אפריל 2008.
4. **Barry Jan**, MACRO-TEXTURE, SMTD vs. MPD vs. Sand-patch Test, Technical assay, ARRB 2007
5. **מעצ החברה הלאומית לדרכים בע"מ**, המפרט הכללי לעבודות סלילה וגישור, פרק 051: עבודות-סלילה, תת-פרק 04: שכבות אספלטיות במיסעות. מהדורה ראשונה מעודכנת 26 לפברואר 2008.



# נספח א'

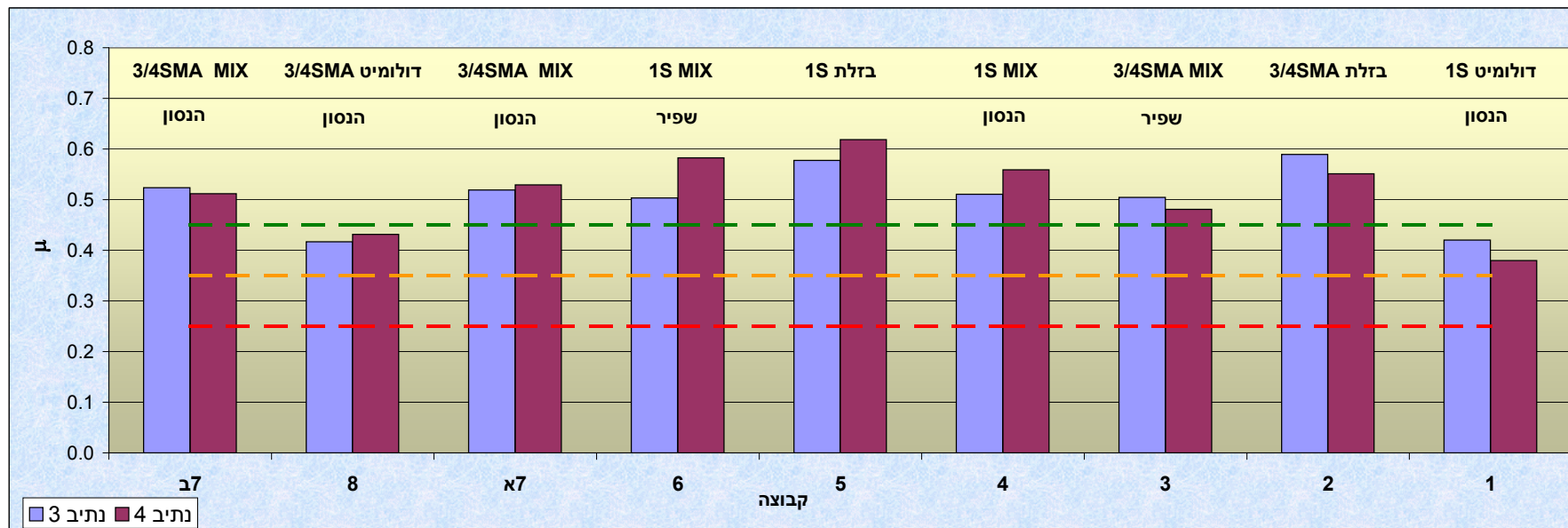
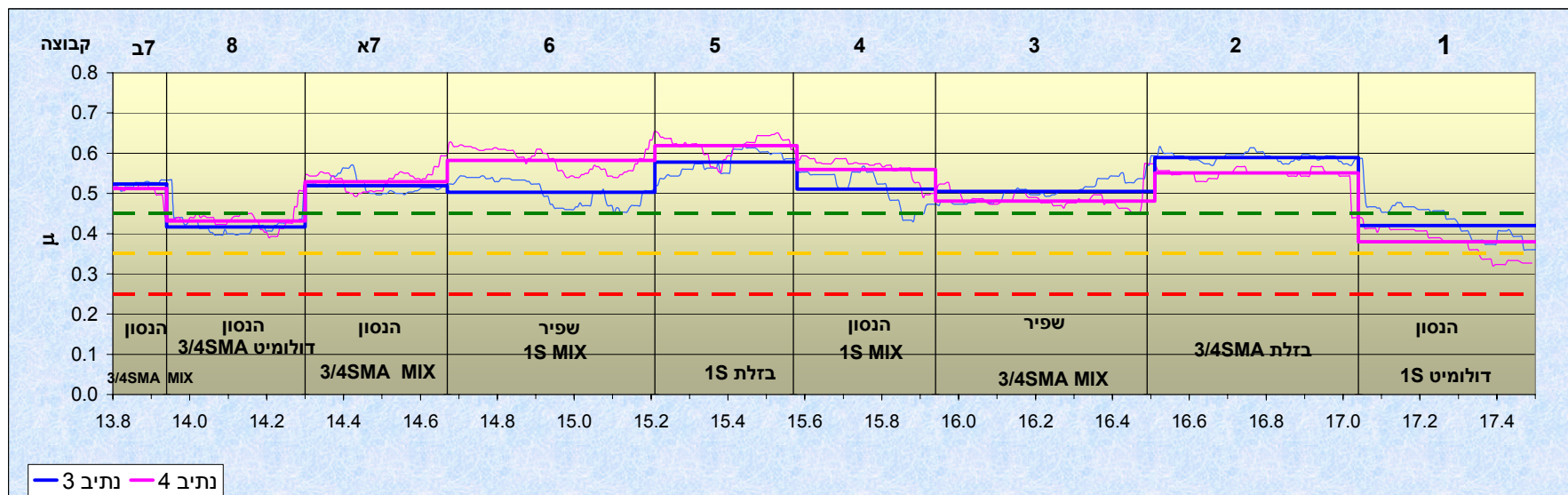
## ריכוז גרפי של תוצאות הבדיקות

### בכביש 784

### בתום שנה ממועד הסלילה

- א.1 – תוצאות מדידות ההתנגדות להחלקה, בכביש 784, באמצעות מערכת ה-ROAR.
- א.2 – ריכוז תוצאות הבדיקות הנקודתיות בכביש 784, מטוטלת הבריטית (BPN) וטלאי החול (MTD).
- א.3 – השוואת מדידות החיכוך בכביש 784,  $\mu$  - ROAR מול בדיקות BPN ו-  $\mu$  ממערכת MK2.
- א.4 – השוואת מדידות בדיקת המרקם בכביש 784, מדידות טלאי חול (MTD) בהשוואה לתוצאות MPD אשר נמדד ברצף באמצעות מערכת MK2.
- א.5 – בחינת ביצועי כלל התערובות בהתאם לפרמטרים השונים, תערובות SMA מול תערובות ה-S.
- א.6 – מהירות המדידה, התנגדות להחלקה (רציפה) בקטעי הניסוי בכביש 784.

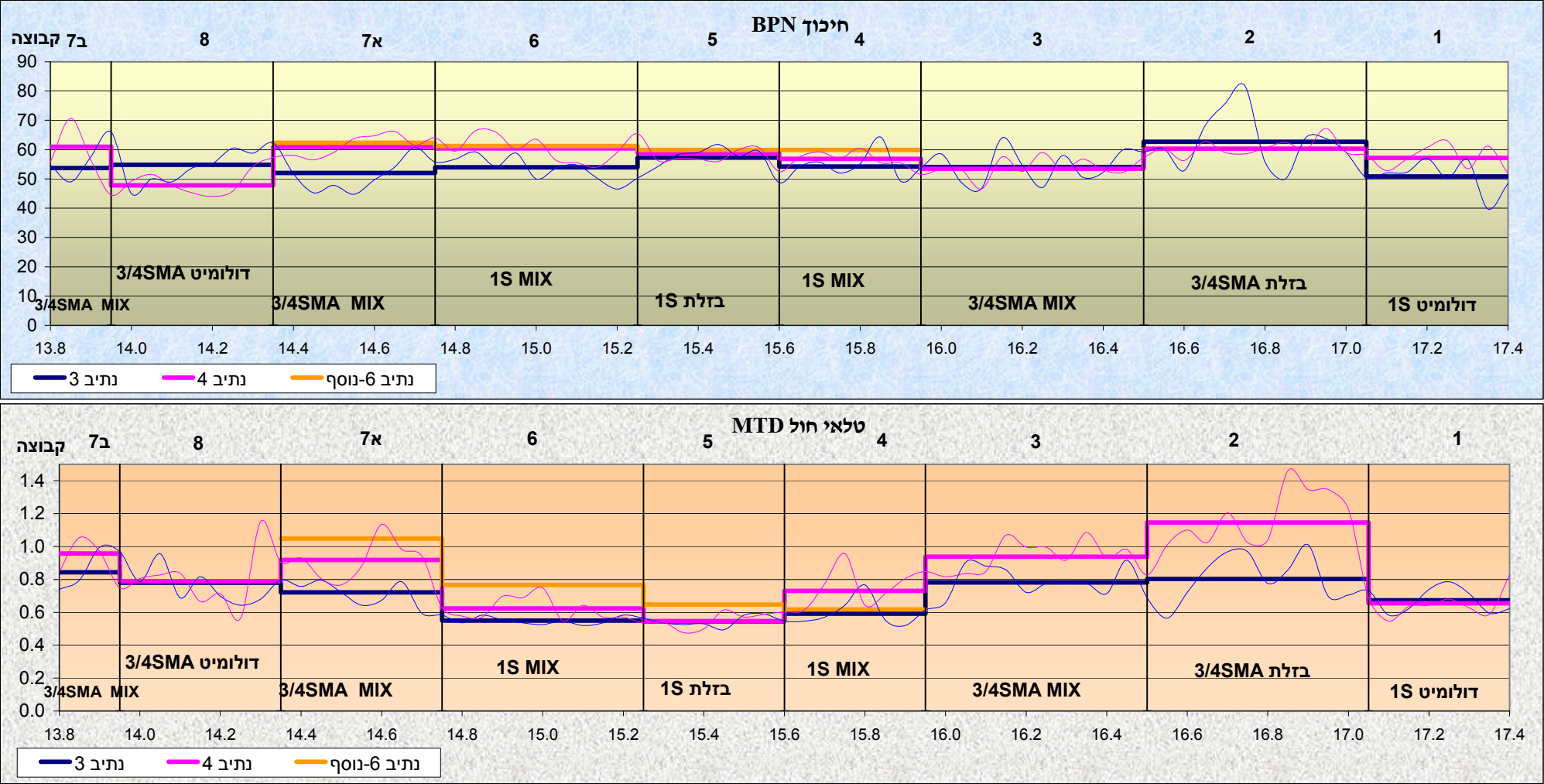
## גרף מס' א.1 : נתוני בדיקת התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ROAR - מרץ 2009



| Asphalt        | Plant | Group | From  | To    | נתיב 3 | נתיב 4 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 3/4SMA MIX     | הנסון | 7ב    | 13.79 | 13.94 | 0.52   | 0.51   |
| 3/4SMA דולומיט | הנסון | 8     | 13.94 | 14.30 | 0.42   | 0.43   |
| 3/4SMA MIX     | הנסון | 7א    | 14.30 | 14.67 | 0.52   | 0.53   |
| 1S MIX         | שפיר  | 6     | 14.67 | 15.21 | 0.50   | 0.58   |
| 1S בזלת        | הנסון | 5     | 15.21 | 15.58 | 0.58   | 0.62   |
| 1S MIX         | הנסון | 4     | 15.58 | 15.94 | 0.51   | 0.56   |
| 3/4SMA MIX     | שפיר  | 3     | 15.94 | 16.51 | 0.50   | 0.48   |
| 3/4SMA בזלת    | הנסון | 2     | 16.51 | 17.04 | 0.59   | 0.55   |
| 1S דולומיט     | הנסון | 1     | 17.04 | 17.52 | 0.42   | 0.38   |



גרף מס' א.2 : רכוז תוצאות הבדיקות של מטוטלת בריטית (BPN) וטלאי חול (MTD)

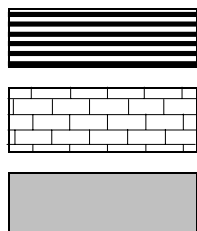
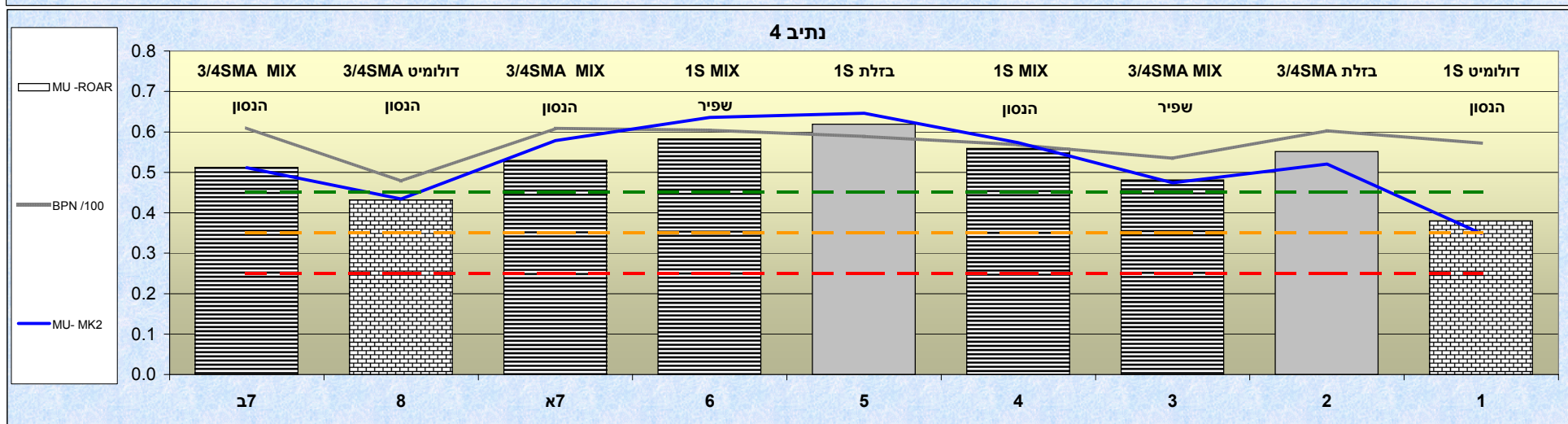
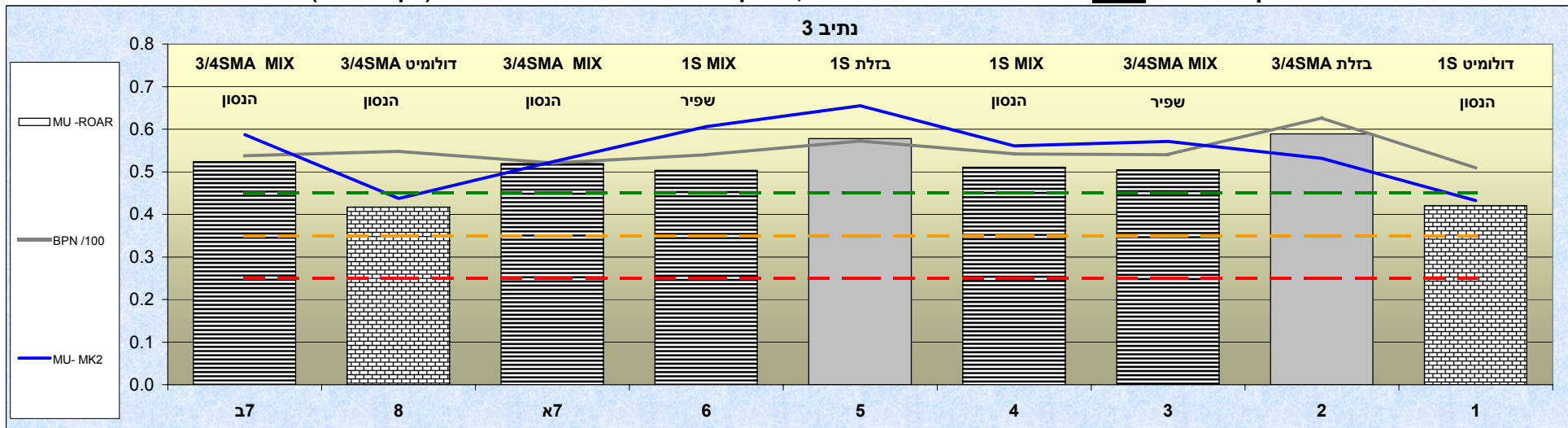


| תערובת         | מפעל  | קבוצה | קטע ק"מ |       | חינוך BPN |        |        | טלאי חול MTD |        |        |
|----------------|-------|-------|---------|-------|-----------|--------|--------|--------------|--------|--------|
|                |       |       | מ-      | עד-   | נתיב 3    | נתיב 4 | נתיב 6 | נתיב 3       | נתיב 4 | נתיב 6 |
| 3/4SMA MIX     | הנסון | ב7    | 13.80   | 13.90 | 53.8      | 61.0   |        | 0.84         | 0.96   |        |
| 3/4SMA דולומיט | הנסון | 8     | 13.95   | 14.30 | 54.8      | 47.8   |        | 0.78         | 0.79   |        |
| 3/4SMA MIX     | הנסון | 7א    | 14.35   | 14.70 | 52.0      | 60.9   | 62.4   | 0.72         | 0.92   | 1.05   |
| 1S MIX         | שפיר  | 6     | 14.75   | 15.20 | 54.0      | 60.4   | 61.2   | 0.55         | 0.62   | 0.77   |
| 1S בזלת        |       | 5     | 15.25   | 15.55 | 57.3      | 58.9   | 59.9   | 0.55         | 0.55   | 0.65   |
| 1S MIX         | הנסון | 4     | 15.60   | 15.90 | 54.2      | 56.8   | 59.9   | 0.59         | 0.73   | 0.62   |
| 3/4SMA MIX     | שפיר  | 3     | 15.95   | 16.45 | 54.0      | 53.5   |        | 0.78         | 0.94   |        |
| 3/4SMA בזלת    |       | 2     | 16.50   | 17.00 | 62.7      | 60.3   |        | 0.80         | 1.15   |        |
| 1S דולומיט     | הנסון | 1     | 17.05   | 17.40 | 50.8      | 57.2   |        | 0.67         | 0.65   |        |



# כביש 784 - מרץ 2009

גרף מס' א.3: חיכוך - השוואת תוצאות MU-ROAR, בדיקות בשטח BPN ונתוני MU-Mk2 (סקר המני"מ)



תערובות MIX

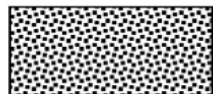
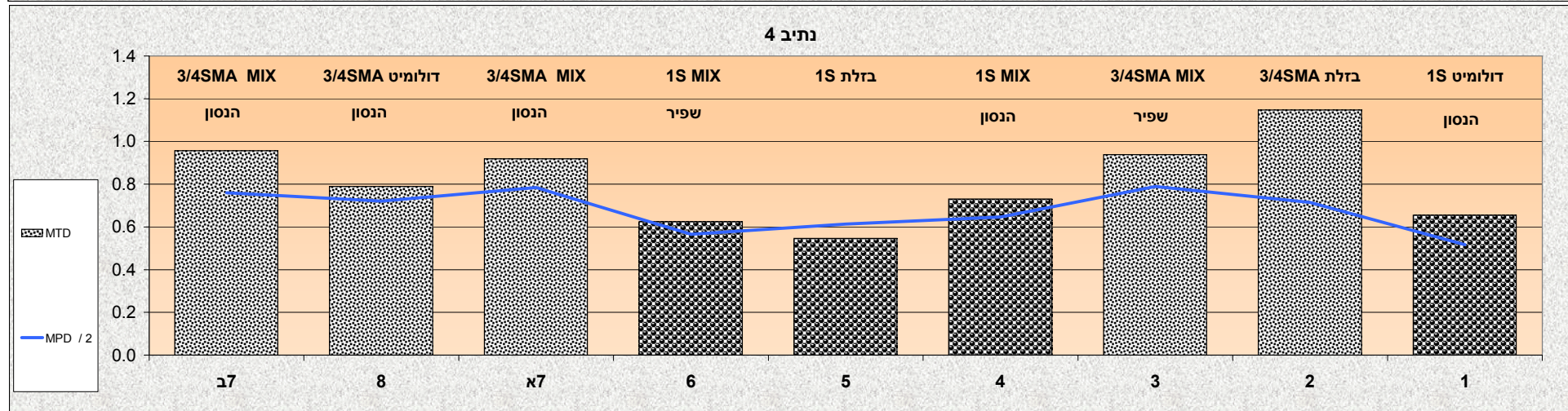
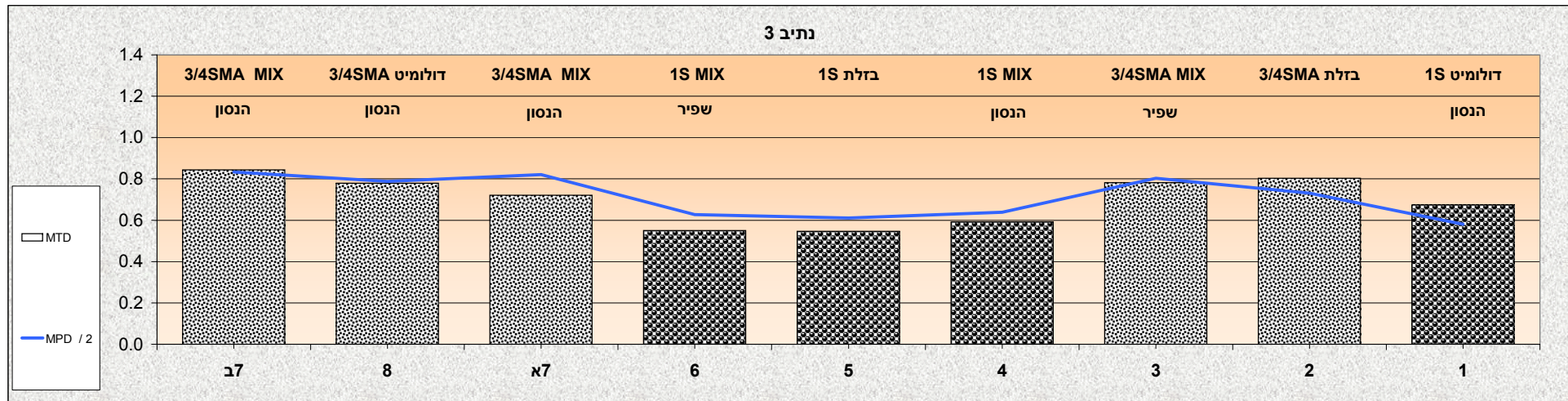
תערובות דולומיט

תערובות בזלת

| סוג התערובת    | מפעל  | קבוצה | קטע ק"מ |       | Mu-ROAR |        | שטח-BPN |        | MU-Mk2 |        |
|----------------|-------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|
|                |       |       | מ-ע     | ע-מ   | נתיב 3  | נתיב 4 | נתיב 3  | נתיב 4 | נתיב 3 | נתיב 4 |
| 3/4SMA MIX     | הנסון | 7ב    | 13.79   | 13.94 | 0.52    | 0.51   | 53.8    | 61.0   | 0.59   | 0.51   |
| 3/4SMA דולומיט | הנסון | 8     | 13.94   | 14.30 | 0.42    | 0.43   | 54.8    | 47.8   | 0.44   | 0.43   |
| 3/4SMA MIX     | הנסון | 7א    | 14.30   | 14.67 | 0.52    | 0.53   | 52.0    | 60.9   | 0.52   | 0.58   |
| 1S MIX         | שפיר  | 6     | 14.67   | 15.21 | 0.50    | 0.58   | 54.0    | 60.4   | 0.61   | 0.64   |
| 1S בזלת        |       | 5     | 15.21   | 15.58 | 0.58    | 0.62   | 57.3    | 58.9   | 0.65   | 0.65   |
| 1S MIX         | הנסון | 4     | 15.58   | 15.94 | 0.51    | 0.56   | 54.2    | 56.8   | 0.56   | 0.57   |
| 3/4SMA MIX     | שפיר  | 3     | 15.94   | 16.51 | 0.50    | 0.48   | 54.0    | 53.5   | 0.57   | 0.47   |
| 3/4SMA בזלת    |       | 2     | 16.51   | 17.04 | 0.59    | 0.55   | 62.7    | 60.3   | 0.53   | 0.52   |
| 1S דולומיט     | הנסון | 1     | 17.04   | 17.52 | 0.42    | 0.38   | 50.8    | 57.2   | 0.43   | 0.35   |

## כביש 784 - מרץ 2009

גרף מס' א.4 : בדיקת מרקם - תוצאות בדיקות טלאי חול (MTD) בהשוואה לבדיקות המרקם (MPD) מסקר המנ"מ



תערובות SMA



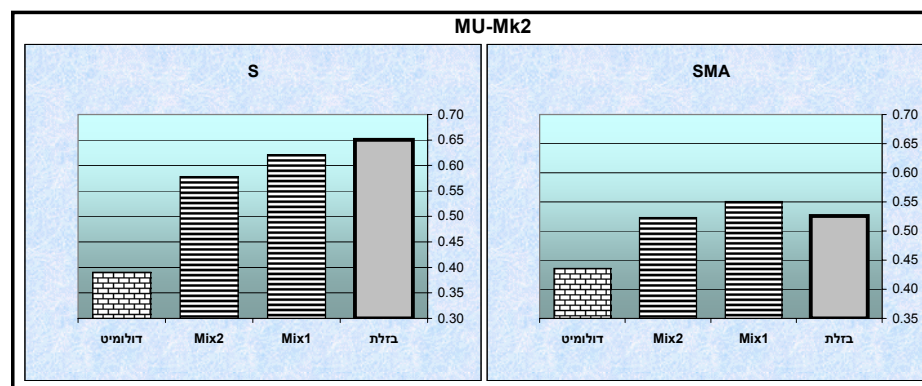
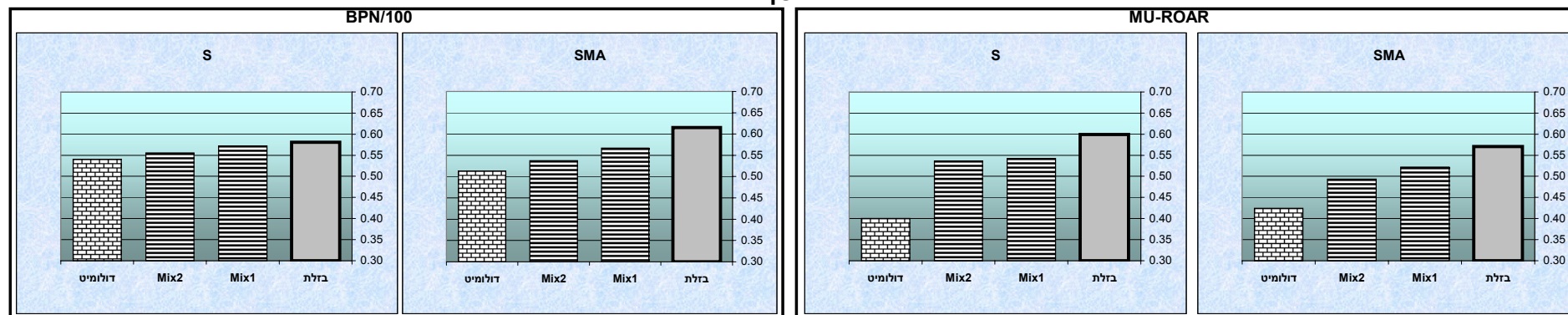
תערובות S

| סוג התערובת    | מפעל  | קבוצה | קטע ק"מ |       | MTD    |        | MPD- Mk2 |        |
|----------------|-------|-------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|
|                |       |       | מ-      | עד-   | נתיב 3 | נתיב 4 | נתיב 3   | נתיב 4 |
| 3/4SMA MIX     | הנסון | 7ב    | 13.79   | 13.94 | 0.84   | 0.96   | 1.67     | 1.52   |
| 3/4SMA דולומיט | הנסון | 8     | 13.94   | 14.30 | 0.78   | 0.79   | 1.58     | 1.44   |
| 3/4SMA MIX     | הנסון | 7א    | 14.30   | 14.67 | 0.72   | 0.92   | 1.64     | 1.57   |
| 1S MIX         | שפיר  | 6     | 14.67   | 15.21 | 0.55   | 0.62   | 1.26     | 1.13   |
| 1S בזלת        |       | 5     | 15.21   | 15.58 | 0.55   | 0.55   | 1.22     | 1.23   |
| 1S MIX         | הנסון | 4     | 15.58   | 15.94 | 0.59   | 0.73   | 1.28     | 1.29   |
| 3/4SMA MIX     | שפיר  | 3     | 15.94   | 16.51 | 0.78   | 0.94   | 1.61     | 1.58   |
| 3/4SMA בזלת    |       | 2     | 16.51   | 17.04 | 0.80   | 1.15   | 1.46     | 1.43   |
| 1S דולומיט     | הנסון | 1     | 17.04   | 17.52 | 0.67   | 0.65   | 1.16     | 1.03   |

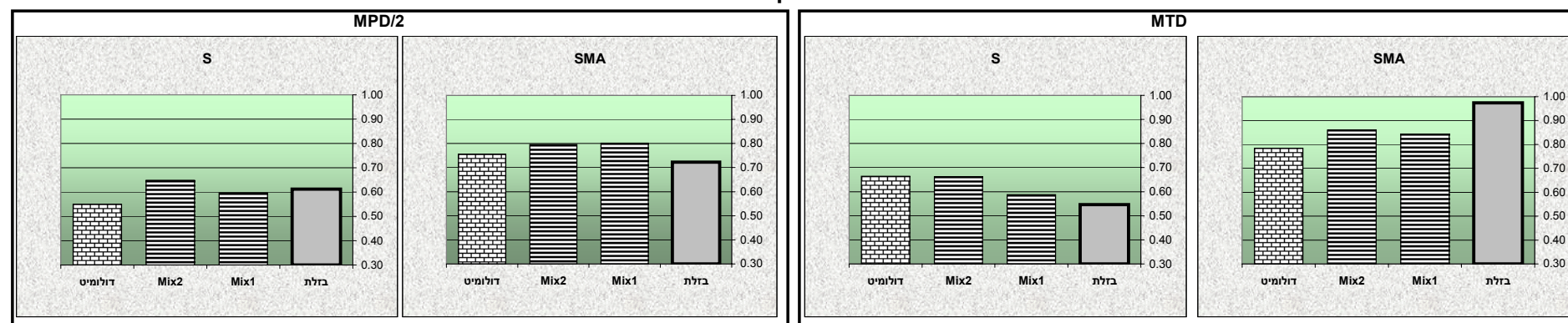
## גרף מס' א.5: בחינת ביצועי תערובות. השוואת תערובות SMA ותערובות S

| תכונה | S       |      |      |      | SMA     |      |      |      | סוג התערובת |
|-------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|-------------|
|       | דולומיט | Mix2 | Mix1 | בזלת | דולומיט | Mix2 | Mix1 | בזלת | הרכב        |
| חיכוך | 0.40    | 0.54 | 0.54 | 0.60 | 0.42    | 0.49 | 0.52 | 0.57 | MU-ROAR     |
|       | 0.54    | 0.56 | 0.57 | 0.58 | 0.51    | 0.54 | 0.57 | 0.62 | BPN/100     |
|       | 0.39    | 0.58 | 0.62 | 0.65 | 0.44    | 0.52 | 0.55 | 0.53 | MU-Mk2      |
| מרקם  | 0.66    | 0.66 | 0.59 | 0.55 | 0.78    | 0.86 | 0.84 | 0.97 | MTD         |
|       | 0.55    | 0.65 | 0.60 | 0.61 | 0.75    | 0.80 | 0.80 | 0.72 | MPD/2       |

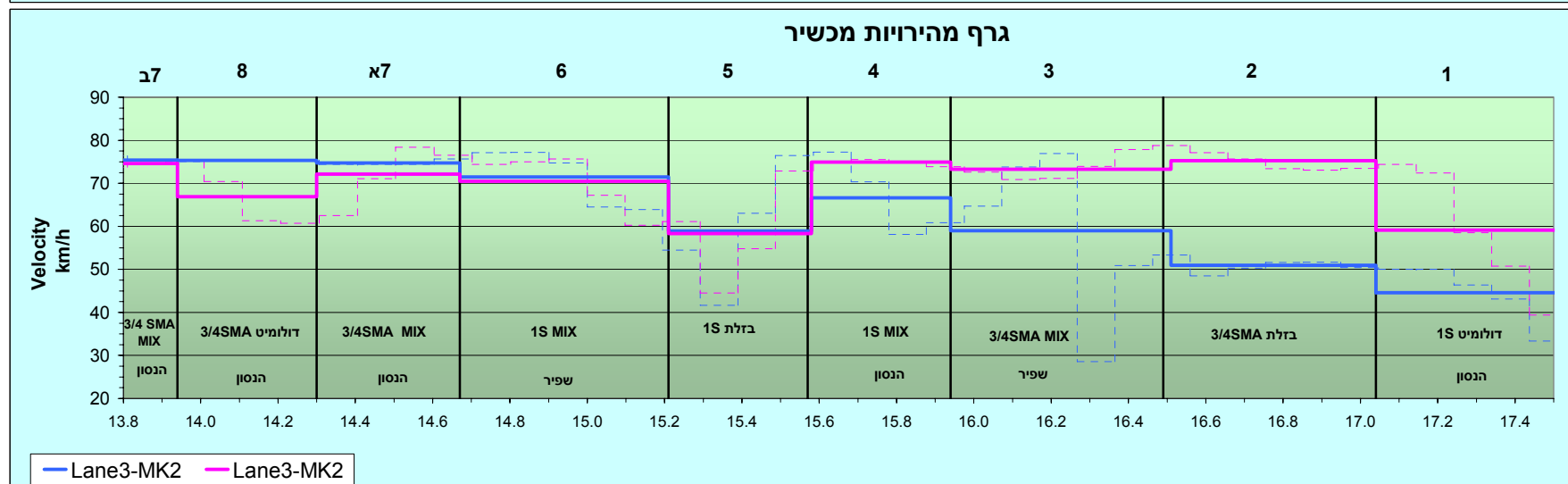
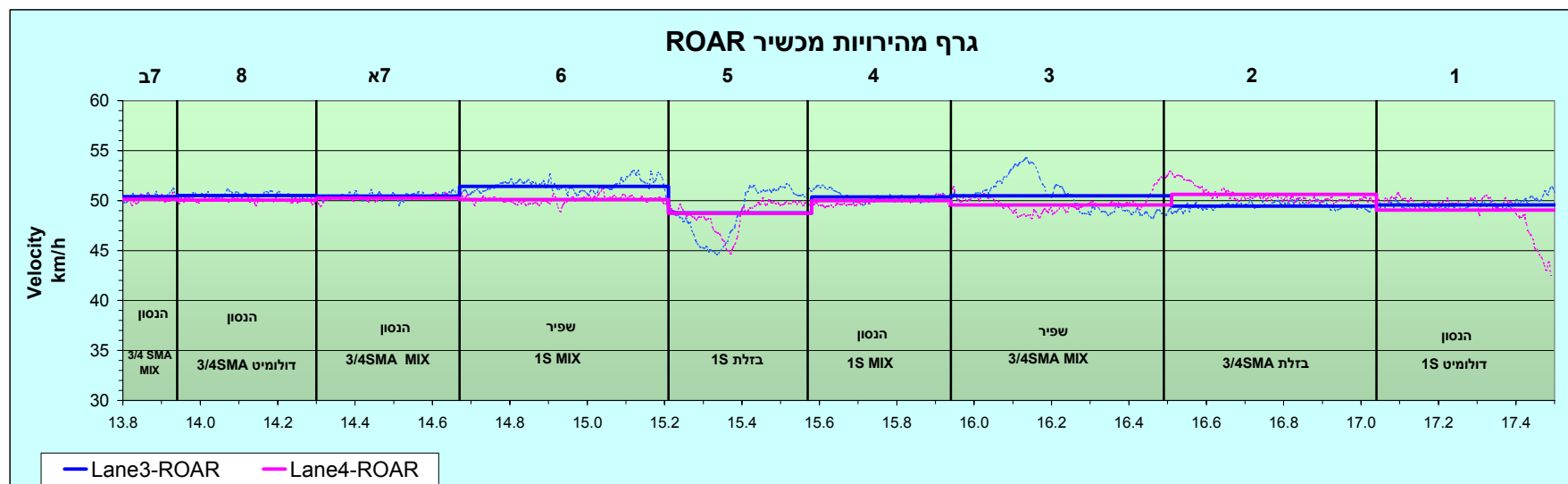
### חיכוך



### מרקם



# גרף מס' א.6 - מהירות המדידה, התנגדות להחלקה (רציפה) בקטעי הניסוי בכביש 784



|                |       |       |       |       | ROAR   |        | MK2    |        |
|----------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                |       |       |       |       | Lane 3 | Lane 4 | Lane 3 | Lane 4 |
| Asphalt        | Plant | Groop | From  | To    |        |        |        |        |
| 3/4SMA MIX     | הנסון | ב7    | 13.79 | 13.94 | 50     | 50     | 75     | 75     |
| 3/4SMA דולומיט | הנסון | 8     | 13.94 | 14.30 | 51     | 50     | 75     | 67     |
| 3/4SMA MIX     | הנסון | 7א    | 14.30 | 14.67 | 50     | 50     | 75     | 72     |
| 1S MIX         | שפיר  | 6     | 14.67 | 15.21 | 51     | 50     | 71     | 71     |
| 1S בזלת        |       | 5     | 15.21 | 15.58 | 49     | 49     | 59     | 58     |
| 1S MIX         | הנסון | 4     | 15.58 | 15.94 | 50     | 50     | 67     | 75     |
| 3/4SMA MIX     | שפיר  | 3     | 15.94 | 16.51 | 50     | 50     | 59     | 73     |
| 3/4SMA בזלת    |       | 2     | 16.51 | 17.04 | 49     | 51     | 51     | 75     |
| 1S דולומיט     | הנסון | 1     | 17.04 | 17.52 | 50     | 49     | 45     | 59     |



# נספח ב'

**תכנית הבדיקות לביצוע ע"י**

**המעבדה לבנין ותשתית**

---

**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](mailto:office@geokom.co.il)  
עמוד 27 מתוך 36



2 במרץ, 2009

# המבדקה לבנין ותשתית בע"מ

לכבוד:

גיאוכום בע"מ, הנדסה אזרחית וגיאולוגיה  
רח' יוזמה 2, בניין שער העיר  
טירת הכרמל

בפקס: 0-8574448

לידי: M.Sc. אמנון רבינא

א.ג.,

הנדון: כביש 784, אזור גוש שגב – בדיקות לביצוע קטעי ניסיון.  
הצעת מחיר

בהמשך לבקשתך, אנו מתכבדים להגיש הצעת מחיר לביצוע הבדיקות עבור הפרויקט הנ"ל:

| סעיף<br>חוזה/מכרז<br>105/08    | תאור העבודה                                                | יח'             | כמות | מחיר יח' | סה"כ<br>(בש"ח) |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------|------|----------|----------------|
| 345                            | בדיקת חלקלקות (תוך כדי נסיעה), עד 26 ק"מ מינימום           | קומפי' (ליציאה) | 1    | 6,000.00 | 6,000.00       |
| 346                            | בדיקת חלקלקות (תוך כדי נסיעה), לכל ק"מ מעל 26 ק"מ ראשוניים | ק"מ נתיב        | 0    | 200.00   | 0              |
| 343                            | מדידת מקדמי חיכוך בעזרת מטוטלת בריטית, עד 40 נקודות        | קומפי' (ליציאה) | 4    | 3,600.00 | 14,400.00      |
| 344                            | מדידת מקדמי חיכוך בעזרת מטוטלת בריטית, מעל 40 נקודות       | נקודה           | 60   | 75.00    | 4,500.00       |
| 1                              | ימי עבודה לביצוע בדיקות טלאי חול בכביש, עד 40 נקודות       | י"ע             | 4    | 1,100.00 | 4,400.00       |
| 3                              | שעות עבודה לביצוע בדיקות טלאי חול בכביש                    | ש"ע             | 12   | 110.00   | 1,320.00       |
| סה"כ לפני הנחה (לא כולל מע"מ): |                                                            |                 |      |          | 30,620.00      |
| הנחת לקוח בשיעור 18% (פרק ב'): |                                                            |                 |      |          | 5,511.60       |
| סה"כ לאחר הנחה (לא כולל מע"מ): |                                                            |                 |      |          | 25,108.40      |

## הערות:

1. התמחור נעשה בהתאם לחוזה אבטחת איכות מע"צ, כלל ארצי (מכרז 105/08).
2. תוקף הצעת המחיר הינה 90 יום מיום הגשתה.
3. המחירים אינם כוללים מע"מ והמזמין יחוייב עפ"י החוק.
4. כמויות הבדיקות הינן משוערות והמזמין יחוייב עפ"י ביצוע העבודה בפועל.
5. תנאי תשלום: שוטף + 45 יום.
6. תחילת העבודה תתבצע לאחר קבלת הזמנה חתומה ומאושרת.

נשמח לעמוד לרשותכם בכל עת.

בכבוד רב  
ד"ר יאן גורצקי  
סמנכ"ל הנדסה

|                |
|----------------|
| שם מאשר ההצעה: |
| תאריך:         |
| חתימה:         |

PAMData יאן גורצקי - תכתובת ביניים/הצעות מחיר - לקוחות כללים/כביש 784 - אזור גוש שגב - גיאוכום - הצעת מחיר.doc



# **נספח ג'**

**צילומים במהלך ביצוע הבדיקות**

**בקטעי הניסוי בכביש 784**

**ע"י המעבדה לבנין ותשתית**



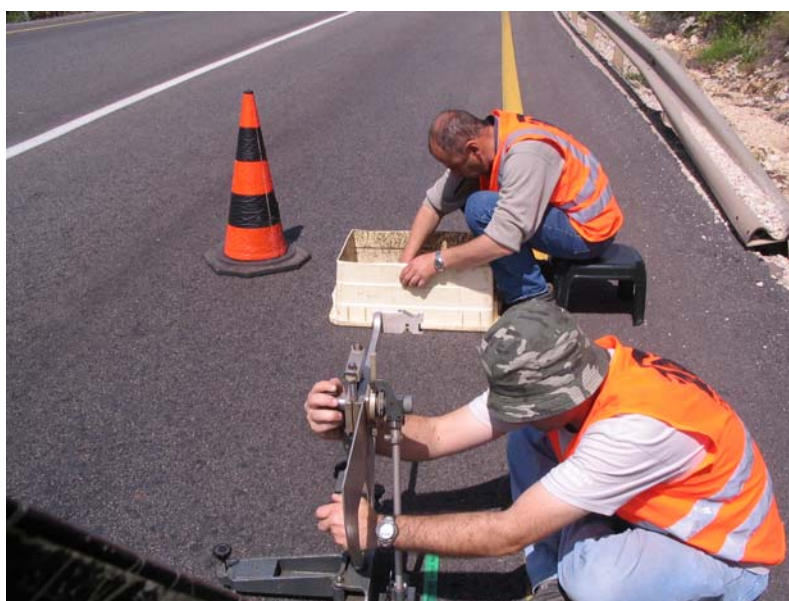
ג.1 : בדיקת טלאי חול בתערובת SMA דולומיט



ג.2 : בדיקת מטוטלת בריטית למדידת חיכוך בנקודה (BPN).



ג.3 : ביצוע הבדיקות בקטעי הניסוי בכביש 784.



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](mailto:office@geokom.co.il)  
עמוד 30 מתוך 36



## **נספח ד'**

### **דיווח תוצאות הבדיקות בקטעי הניסוי בכביש**

**784**

### **ע"י המעבדה לבנין ותשתית**

(חוברת מצורפת)



המבדקה לבנין ותשתית בע"מ

קטע ניסוי בכביש 784  
צומת משגב – צומת קורנית

בדיקות חלקלקות  
בדיקות מקדמי חיכוך  
בדיקות טלאי חול

חודשים מרץ-אפריל 2009

**גיאוכוס בע"מ**



## **נספח ה'**

**דיווח תוצאות הבדיקות החיכוך ועומק המרקם**

**בקטעי הניסוי בכביש 784**

**בהתאם לסקר מנ"מ – מדידות במערכת MK2**

---

**גיאוקום 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](mailto:office@geokom.co.il)

עמוד 33 מתוך 36

**טבלה מס' ה.1 : תוצאות מדידות ממערכת MK2 מסקר מנ"מ מע"צ 2009 על פי סגמנטים. נתיב R**

| MPD_100_ST | MPD_100_AV | Velocity | MU_100_STD | MU_100_AVG | S_Date   | AC_Temp | Air_Temp | LANE | OFFSET | Device | COMPANY | TO_KM  | FROM_KM | ROAD_NUM | SHAPE_LEN | OBJECTID_1 |
|------------|------------|----------|------------|------------|----------|---------|----------|------|--------|--------|---------|--------|---------|----------|-----------|------------|
| 0.197      | 1.417      | 76.4     | 0.167      | 0.6110     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 13.810 | 13.711  | 784      | 100.00    | 39877      |
| 0.321      | 1.666      | 75.4     | 0.127      | 0.5871     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 13.910 | 13.810  | 784      | 100.00    | 38878      |
| 0.205      | 1.632      | 75.1     | 0.106      | 0.5024     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 14.008 | 13.910  | 784      | 100.00    | 37788      |
| 0.226      | 1.601      | 75.3     | 0.023      | 0.4255     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 14.107 | 14.008  | 784      | 100.00    | 41338      |
| 0.255      | 1.590      | 75.6     | 0.031      | 0.3980     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 14.206 | 14.107  | 784      | 100.00    | 40210      |
| 0.215      | 1.484      | 75.4     | 0.044      | 0.4224     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 14.306 | 14.206  | 784      | 100.00    | 38671      |
| 0.324      | 1.689      | 74.4     | 0.054      | 0.5332     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 14.405 | 14.306  | 784      | 100.00    | 39888      |
| 0.309      | 1.671      | 74.4     | 0.071      | 0.5377     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 14.504 | 14.405  | 784      | 100.00    | 38887      |
| 0.248      | 1.572      | 74.4     | 0.064      | 0.5125     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 14.603 | 14.504  | 784      | 100.00    | 37797      |
| 0.226      | 1.639      | 75.7     | 0.024      | 0.5098     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 14.702 | 14.603  | 784      | 100.00    | 41394      |
| 0.297      | 1.305      | 77.1     | 0.063      | 0.5878     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 14.802 | 14.702  | 784      | 100.00    | 40217      |
| 0.195      | 1.294      | 77.2     | 0.106      | 0.6580     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 14.901 | 14.802  | 784      | 100.00    | 41128      |
| 0.197      | 1.317      | 74.7     | 0.179      | 0.6553     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.000 | 14.901  | 784      | 100.00    | 39950      |
| 0.141      | 1.114      | 64.5     | 0.105      | 0.5316     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.097 | 15.000  | 784      | 100.00    | 38947      |
| 0.195      | 1.246      | 63.9     | 0.097      | 0.5990     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.195 | 15.097  | 784      | 100.00    | 37854      |
| 0.188      | 1.165      | 54.4     | 0.149      | 0.7438     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.292 | 15.195  | 784      | 100.00    | 41454      |
| 0.162      | 1.189      | 41.6     | 0.053      | 0.6318     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.390 | 15.292  | 784      | 100.00    | 40265      |
| 0.215      | 1.215      | 63.0     | 0.025      | 0.6415     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.487 | 15.390  | 784      | 100.00    | 38692      |
| 0.322      | 1.314      | 76.4     | 0.054      | 0.6027     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.585 | 15.487  | 784      | 100.00    | 39909      |
| 0.190      | 1.288      | 77.2     | 0.054      | 0.5675     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.683 | 15.585  | 784      | 100.00    | 38909      |
| 0.217      | 1.376      | 70.3     | 0.060      | 0.6754     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.780 | 15.683  | 784      | 100.00    | 37816      |
| 0.213      | 1.229      | 58.1     | 0.072      | 0.5207     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.877 | 15.780  | 784      | 100.00    | 41413      |
| 0.228      | 1.215      | 60.9     | 0.038      | 0.4793     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 15.975 | 15.877  | 784      | 100.00    | 40235      |
| 0.135      | 1.494      | 64.7     | 0.024      | 0.5080     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 16.072 | 15.975  | 784      | 100.00    | 38673      |
| 0.208      | 1.736      | 73.8     | 0.029      | 0.5355     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 16.170 | 16.072  | 784      | 100.00    | 39890      |
| 0.467      | 1.678      | 76.9     | 0.092      | 0.6089     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 16.267 | 16.170  | 784      | 100.00    | 38889      |
| 0.280      | 1.830      | 28.6     | 0.140      | 0.7484     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 16.365 | 16.267  | 784      | 100.00    | 37799      |
| 0.196      | 1.543      | 50.9     | 0.048      | 0.4557     | 20090216 | 25.7    | 25.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 16.463 | 16.365  | 784      | 100.00    | 41396      |
| 0.175      | 1.358      | 53.3     | 0.026      | 0.5723     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 16.559 | 16.463  | 784      | 100.00    | 40218      |
| 0.141      | 1.435      | 48.5     | 0.028      | 0.5586     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 16.657 | 16.559  | 784      | 100.00    | 38683      |
| 0.134      | 1.474      | 50.3     | 0.066      | 0.5419     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 16.754 | 16.657  | 784      | 100.00    | 39900      |
| 0.151      | 1.636      | 51.6     | 0.026      | 0.5730     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 16.852 | 16.754  | 784      | 100.00    | 38900      |
| 0.173      | 1.543      | 51.7     | 0.021      | 0.5563     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 16.949 | 16.852  | 784      | 100.00    | 37807      |
| 0.269      | 1.216      | 50.4     | 0.075      | 0.4276     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 17.047 | 16.949  | 784      | 100.00    | 41405      |
| 0.189      | 1.183      | 50.0     | 0.020      | 0.3881     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 17.144 | 17.047  | 784      | 100.00    | 40228      |
| 0.150      | 1.150      | 50.0     | 0.058      | 0.4219     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 17.242 | 17.144  | 784      | 100.00    | 38659      |
| 0.130      | 1.181      | 46.3     | 0.028      | 0.3752     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 17.340 | 17.242  | 784      | 100.00    | 39876      |
| 0.110      | 1.225      | 43.1     | 0.027      | 0.3232     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 17.437 | 17.340  | 784      | 100.00    | 38877      |
| 0.173      | 1.068      | 33.3     | 0.161      | 0.6531     | 20090216 | 16.7    | 23.1     | 3    | 3.50   | MK2    | M_TS    | 17.534 | 17.437  | 784      | 100.00    | 37787      |

טבלה מס' 2. : תוצאות מדידות ממערכת MK2 מסקר מנ"מ מע"צ 2009 על פי סגמנטים. נתיב L

| MPD_100_ST | MPD_100_AV | Velocity | MU_100_STD | MU_100_AVG | S_Date   | AC_Temp | Air_Temp | LANE | OFFSET | Device | COMPANY | TO_KM  | FROM_KM | ROAD_NUM | SHAPE_LEN | OBJECTID_1 |
|------------|------------|----------|------------|------------|----------|---------|----------|------|--------|--------|---------|--------|---------|----------|-----------|------------|
| 0.333      | 1.657      | 73.7     | 0.081      | 0.5426     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 13.810 | 13.711  | 784      | 100.00    | 39877      |
| 0.192      | 1.521      | 74.6     | 0.061      | 0.5111     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 13.910 | 13.810  | 784      | 100.00    | 38878      |
| 0.166      | 1.449      | 75.1     | 0.075      | 0.4656     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 14.008 | 13.910  | 784      | 100.00    | 37788      |
| 0.183      | 1.293      | 70.4     | 0.024      | 0.3961     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 14.107 | 14.008  | 784      | 100.00    | 41338      |
| 0.204      | 1.388      | 61.3     | 0.066      | 0.4233     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 14.206 | 14.107  | 784      | 100.00    | 40210      |
| 0.202      | 1.637      | 60.7     | 0.051      | 0.4506     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 14.306 | 14.206  | 784      | 100.00    | 38671      |
| 0.595      | 1.743      | 62.5     | 0.028      | 0.5777     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 14.405 | 14.306  | 784      | 100.00    | 39888      |
| 0.184      | 1.687      | 71.1     | 0.070      | 0.5774     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 14.504 | 14.405  | 784      | 100.00    | 38887      |
| 0.246      | 1.683      | 78.4     | 0.048      | 0.5749     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 14.603 | 14.504  | 784      | 100.00    | 37797      |
| 0.186      | 1.165      | 76.5     | 0.048      | 0.5837     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 14.702 | 14.603  | 784      | 100.00    | 41394      |
| 0.143      | 1.117      | 74.4     | 0.060      | 0.6589     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 14.802 | 14.702  | 784      | 100.00    | 40217      |
| 0.147      | 1.187      | 75.0     | 0.036      | 0.6490     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 14.901 | 14.802  | 784      | 100.00    | 41128      |
| 0.223      | 1.202      | 75.7     | 0.032      | 0.6549     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.000 | 14.901  | 784      | 100.00    | 39950      |
| 0.140      | 1.033      | 67.2     | 0.110      | 0.6478     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.097 | 15.000  | 784      | 100.00    | 38947      |
| 0.172      | 1.119      | 60.3     | 0.054      | 0.5689     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.195 | 15.097  | 784      | 100.00    | 37854      |
| 0.153      | 1.001      | 61.1     | 0.110      | 0.6284     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.292 | 15.195  | 784      | 100.00    | 41454      |
| 0.299      | 1.314      | 44.5     | 0.042      | 0.5895     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.390 | 15.292  | 784      | 100.00    | 40265      |
| 0.238      | 1.222      | 54.8     | 0.044      | 0.7220     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.487 | 15.390  | 784      | 100.00    | 38692      |
| 0.473      | 1.367      | 72.8     | 0.074      | 0.6456     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.585 | 15.487  | 784      | 100.00    | 39909      |
| 0.212      | 1.283      | 75.1     | 0.219      | 0.6894     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.683 | 15.585  | 784      | 100.00    | 38909      |
| 0.164      | 1.188      | 75.5     | 0.048      | 0.5814     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.780 | 15.683  | 784      | 100.00    | 37816      |
| 0.157      | 1.276      | 75.1     | 0.132      | 0.5524     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.877 | 15.780  | 784      | 100.00    | 41413      |
| 0.148      | 1.424      | 73.9     | 0.055      | 0.4698     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 15.975 | 15.877  | 784      | 100.00    | 40235      |
| 0.146      | 1.515      | 72.6     | 0.028      | 0.4201     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 16.072 | 15.975  | 784      | 100.00    | 38673      |
| 0.149      | 1.568      | 70.9     | 0.038      | 0.4728     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 16.170 | 16.072  | 784      | 100.00    | 39890      |
| 0.180      | 1.575      | 71.2     | 0.026      | 0.4526     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 16.267 | 16.170  | 784      | 100.00    | 38889      |
| 0.201      | 1.571      | 73.9     | 0.036      | 0.4320     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 16.365 | 16.267  | 784      | 100.00    | 37799      |
| 0.282      | 1.696      | 77.9     | 0.094      | 0.4778     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 16.463 | 16.365  | 784      | 100.00    | 41396      |
| 0.260      | 1.551      | 78.8     | 0.064      | 0.5910     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 16.559 | 16.463  | 784      | 100.00    | 40218      |
| 0.272      | 1.667      | 77.1     | 0.034      | 0.5535     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 16.657 | 16.559  | 784      | 100.00    | 38683      |
| 0.199      | 1.704      | 75.7     | 0.096      | 0.5796     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 16.754 | 16.657  | 784      | 100.00    | 39900      |
| 0.221      | 1.609      | 73.4     | 0.018      | 0.5262     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 16.852 | 16.754  | 784      | 100.00    | 38900      |
| 0.275      | 1.204      | 73.1     | 0.110      | 0.5392     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 16.949 | 16.852  | 784      | 100.00    | 37807      |
| 0.144      | 0.961      | 73.5     | 0.083      | 0.4028     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 17.047 | 16.949  | 784      | 100.00    | 41405      |
| 0.126      | 0.927      | 74.4     | 0.021      | 0.3300     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 17.144 | 17.047  | 784      | 100.00    | 40228      |
| 0.170      | 1.000      | 72.4     | 0.018      | 0.2938     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 17.242 | 17.144  | 784      | 100.00    | 38659      |
| 0.136      | 1.182      | 58.5     | 0.034      | 0.3157     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 17.340 | 17.242  | 784      | 100.00    | 39876      |
| 0.143      | 0.990      | 50.8     | 0.037      | 0.2838     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 17.437 | 17.340  | 784      | 100.00    | 38877      |
| 0.171      | 1.074      | 39.4     | 0.054      | 0.5181     | 20090216 | 25.1    | 16.0     | 4    | -3.50  | MK2    | M_TS    | 17.534 | 17.437  | 784      | 100.00    | 37787      |

## נספח ו'

**הצעה לניסוח עדכונים במפרט 51.04**

**להכנסת מוסדרת של תערובות הזברה, Z**

## הצעה לעריכת סעיפים להתאמת מפרט 51.04 להטמעת תערובות זברה-Z (סעיפים בכחול = הצעה לשינוי בניסוח)

51.04.01.03.33 **בדיקות מוקדמות לקביעת הרכב ומרשם התערובת:** בדיקות מוקדמות לקביעת הרכב ומרשם התערובת תבוצענה באמצעות שימוש במערכת בדיקות "מרשל" או דומות לה. מערכות אלו תתבססנה על 5 תכולות ביטומן לפחות. המרווחים בתכולות הביטומן יהיו 0.5% בתא"צ ובתא"מ, ו-0.3% בתא"ק, בתאמ"א ובתא"נ. בתערובות תאמ"א ותא"נ תכלול מערכת הבדיקות גם בדיקות מיוחדות נוספות כמוגדר בסעיפים הרלוונטיים לכל סוג תערובת. הבדיקות תבוצענה על חשבון הקבלן, עבור החומרים הספציפיים שמהם תיוצר התערובת. מועד ביצוע הבדיקות לא יעלה על שנה אחת לפני מועד האספקה. **דירוג האגרגטים בתערובת** יהיה מקביל לערך תחום הדירוג המותר לכל **תערובת. ההרכב המינרולוגי של האגרגטים יוגדר במדויק במערכת המרשל**. טמפרטורת ההידוק ואנרגיית ההידוק מפורטות בהמשך לכל אחת מהתערובות המפרטיות. הבדיקות תבוצענה במעבדה מאושרת ומכויילת של היצרן. בסמכות מנהל הפרויקט להעביר את ביצוע הבדיקות למעבדה חיצונית מוסמכת ומאושרת אחרת לפי שיקול דעתו.

51.04.01.03.34 **נוסחת התערובת:** נוסחת התערובת (Job Mix Formula) מגדירה את מינון מרכיבי התערובת האספלטית הנקבעים באמצעות תכנון. מרכיבים אלה כוללים את קו דירוג האגרגטים, **את ההרכב המינרולוגי של האגרגטים (בזלת/דולומיט)**, את תכולת הביטומן המיטבית של התערובת ואת סוג וכמות המוספים (במידה וישנם כאלה). צירופם קובע את הרכב התערובת הנדרש במהלך האספקה השוטפת. נוסחת התערובת תוצע ע"י הקבלן על סמך מערכת בדיקות מעבדה ותוך התחשבות בדרישות ההנדסיות המצוינות במפרט באופן מיוחד לגבי כל אחת מהתערובות. הנוסחה חייבת באישור מנהל הפרויקט. מנהל הפרויקט רשאי לחייב תיקונים בנוסחה המוצעת ע"י הקבלן, משיקולים הנדסיים (כגון אם התערובת עומדת בדרישות המפרט באופן גבול), מבניים ו/או תפקודיים.

51.04.01.03.35 **נוסחת התערובת המאושרת:** נוסחת התערובת שתאושר לעבודה תקרא "נוסחת התערובת המאושרת". מנהל הפרויקט רשאי לדרוש שינויים בנוסחה המאושרת, במהלך הייצור השוטף, אם ימצא באמצעות שיטה סטטיסטית, או אחרת, שנתוני הייצור מעידים על סטייה משמעותית, מגמתית ומתמשכת בתכונות התערובת המיוצרת **ואו מרכיביה** בהשוואה לנוסחה המאושרת. אסור לקבלן לסטות בתהליך הייצור השוטף מהנוסחה המאושרת (כגון ע"י שימוש בתכולת ביטומן נמוכה מהתכולה שנקבעה בנוסחה המאושרת, או אספקת אספלט בעל אחוז חלל גבוה מהנדרש, וכד').

51.04.01.03.52 **תערובת אספלט מעורבת, זברה-Z :** תערובת אספלט אשר בה האגרגט הגס (#4+) מורכב מתערובת של אגרגט בזלת (60% מינ) ואגרגט דולומיט (40% מקסימום)

### 51.04.01.04 מילות-מפתח

אגרגט, ביטומן, סיבים מייצבים, מרשל, תערובת אספלטית, שכבה אספלטית, מיסעה אספלטית, תא"צ (תערובת אספלטית צפופת דירוג), תא"ק (תערובת אספלטית קטועת דירוג), תא"מ (תערובת אספלטית מבנית), תאמ"א (תערובת אספלטית מסטיק-אגרגט), תא"נ (תערובת אספלטית נקבובית), **תערובת אספלטית זברה Z**, נוחות-נסיעה, גליות, מישוריות, חיכוך.



## א. כללי

לפני תחילת סלילת עבודות האספלט או לפני ביצוע שכבה חדשה, יוכיח הקבלן את יכולתו לייצר תערובת אספלטית ו/או לסלול שכבה אספלטית בהתאם לדרישות התכנוניות והמפרטיות. שלב זה יבוצע על פי דרישה של מנהל הפרויקט ומהווה "נקודת-עצירה" כמוגדר במפרט הכללי/פרק 00 - "מוקדמות"/תת-פרק 01 - "הנחיות כלליות לביצוע עבודות קבלניות". הצלחת קטע הניסוי מהווה תנאי להמשך העבודה.

## ב. הוכחת יכולת הייצור בתערובות תאמ"א, תא"נ וזברה-Z

(1) לפני אספקת תאמ"א או תא"נ או **תערובת Z** לאתר הסלילה, ייצר הקבלן תערובות בכמות שתיקבע בלעדית ע"י מנהל הפרויקט, על מנת לנסות ולהוכיח יכולתו בעמידה בדרישות המפרט. בשלב זה יקבע מנהל הפרויקט גם את פרמטרי הייצור כגון: זמני ערבול, גודל אצווה וכו'. הוכחת היכולת תבוצע בשעות היום בכדי לאפשר ראות טובה של המתקן, התהליך והחומרים. המזמין ישלם בגין ניסיון זה סך השווה למחיר התערובת המיועדת לסלילה באתר העבודה מוכפל בכמות התערובת שנקבעה על ידי מנהל הפרויקט לצורך הוכחת היכולת, ובנוסף, סכום המתאים לנקוב בפריט התשלום המתאים בכתב הכמויות (ראו בספריית "פריטי-תשלום לכתבי-כמויות"/סעיף "פריטי-תשלום להוכחת יכולת").

051.04.02.02 **אגרגאט גס (מעל 4.75 מ"מ)**

051.04.02.02.01 האגרגאט יהיה תוצר גריסה של סלע טבעי בלבד, או אגרגאט גרוס מצרורות נחל. הסלע וצרורות הנחל יהיו מאבן דולומיט עד גיר דולומיט או בזלת או **תערובת בינהן**, על פי המצוין במפרט הטכני המיוחד ו/או בתוכניות ו/או בכתב הכמויות.

051.04.02.02.02 טבלה 051.04.02.01 להלן מציגה את תכונות האגרגאט הגס; וטבלה 051.04.02.02 להלן מציגה את תחומי הדירוג (באחוזי משקל) של מקטעים חד-גרגריים גסים:

## טבלה 051.04.02.01: תכונות האגרגאט הגס

| #   | תכונות החומר                               | סוג א'       | סוג ב' |
|-----|--------------------------------------------|--------------|--------|
| 1   | צורת האגרגאט בכל גודל מ- 6.3 מ"מ עד 50 מ"מ |              |        |
| 1.1 | מאפיין פחיסות (*)                          | (%) מכסימום: | 20 30  |
| 1.2 | מאפיין מוארכות (*)                         | (%) מכסימום: | 35 45  |

**טבלה 051.04.02.01: תכונות האגרגאט הגס (המשך)**

| #   | תכונות החומר                                                                                                                                                     |                               | סוג א'    | סוג ב'    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|
| 2   | שחיקה (לוס אנג'לס)                                                                                                                                               |                               |           |           |
| 2.1 | שחיקה (לוס אנג'לס) דירוג B - בתערובות בהן מרבית האגרגט הגס משתיירת על נפה 9.5 מ"מ (+)                                                                            | (%) מכסימום :                 | 25        | 32        |
| 2.2 | שחיקה (לוס אנג'לס) דירוג C - בתערובות בהן מרבית האגרגט הגס עוברת נפה 9.5 מ"מ (+)                                                                                 | (%) מכסימום :                 | 28        | 35        |
| 3   | ערך PSV (Polished Stone Value) של המקטע הדומיננטי באגרגט בזלתי או באגרגט מעורב בזלת/דולומיט המכיל לפחות 60% בזלת במקטע הנבדק, המשתתיר על נפה 4.75 מ"מ (#4) (**). | (%) מינימום :                 | 48        | -         |
| 4   | ספיגות האגרגאט (***)                                                                                                                                             |                               |           |           |
| 4.1 | ספיגות למקטע באגרגאטים המשתתירים על נפה 4.75 מ"מ (#4) (+)                                                                                                        | (%) מכסימום :                 | 3.0 (***) | 4.0 (***) |
| 4.2 | ספיגות משוקללת באגרגאטים כנ"ל (+)                                                                                                                                | (%) מכסימום :                 | 2.5 (***) | 3.5 (***) |
| 5   | צפיפות ממשית (+)                                                                                                                                                 | מינימום (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.5       | -         |
| 6   | תכולת בולי חרסית (+)                                                                                                                                             | (%) מכסימלית :                | 0.5       | 1         |
| 7   | תכולת גרגירים גרוסים בשתי "פנים" לפחות באגרגאטים המיוצרים מצורות נחל באגרגאט המשתתיר על נפה 4.75 מ"מ (#4)                                                        | (%) מינימום :                 | 80        | 50        |
| 8   | בתערובות בזלת/דולומיט Z, תכולת אגרגט בזלת באגרגאטים המשתתירים על נפה 4.75 מ"מ (#4) (***)                                                                         | (%) מינימום[****]             | 60        | 50        |
|     | תכולת אגרגט בזלת מכלל התערובת בתערובות מעורבות Z, (****)                                                                                                         | (%) מינימום[****]             | 40        | 40        |

**הערות**

- (+) בתערובות בזלת/דולומיט Z יש לבצע בדיקה נפרדת לאגרגט הדולומיטי ולאגרגט הבזלתי ולדווח את שתי התוצאות.
- [\*] הבדיקות תיעשנה לפי תקן ASTM D-4791 ביחס של 2:1. הדרישות המוצגות ייכנסו לתוקף החל מ-01.05.2007.
- [\*\*] הבדיקה תבוצע על פי תקן EN 1097-8:2000 (B.S.812 Part 114:1989), בכפיפות לתנאי של קיום מעבדה מוסמכת לבדיקה זו בישראל.
- [\*\*\*] הספיגות המרבית המותרת באגרגאט בזלתי גבוהה ב-0.5% מעל המצוין ב-4 למעט בתערובות תאמ"א ו-תא"נ (ראו סעיפים ענייניים).

[\*\*\*] בתערובות בזלת המכילות מקטע מעורב של בזלת עם דולומיט, ידווח מראש שיעור הערבוב במקטע ומכלל התערובת. הבדיקה לכמות האגרנט הבזלתי תבוצע ע"י ליקוט ושקילת האגרנט הבזלתי לאחר מיצוי.

[\*\*\*\*] כאשר יש הפרש של מעל 100 ק"ג/מ"ק בצפיפות האגרנט, בין אגרנט הבזלת לאגרנט הדולומיט המעורבים, % המינימום מתייחס לאחוז הנפחי של האגרנט הבזלתי.

### **051.04.02.03 אגרנט בזלתי**

051.04.02.03.01 בכל מקרה בו נדרשת תערובת אספלטית בזלתית, ייוצר האספלט עם אגרנט גס, גדול מנפה 4.75 מ"מ (נפה #4), סוג א', ממקור מינרולוגי בזלתי. במקרה זה מותר שעד 5% ממשקל האגרנטים בכלל התערובת יהיה ממקור גיר/דולומיט.

051.04.02.03.02 תערובת עם אגרנט גס בזלתי משני מקורות כרייה שונים תאושר בתנאים הבאים:

- א. ככלל, יהיה כל מקטע ממקור אספקה אחד.
- ב. הבדל הספיגויות בין האגרנטים מהמקורות השונים לא יעלה על 1.0% ;
- ג. ההזנה תהיה מבוקרת ותעשה מתאי הזנה קרים נפרדים (ראו סעיף 051.04.08.08.02 ד'.2).

051.04.02.03.03 תערובת של אגרנט גס בזלתי המכילה מקטע אחד בו מוחלק מהאגרנט הבזלתי או כולו באגרנט דולומיט סוג א', לייצור תערובת אספלט (זברה) בזלת/דולומיט Z, תאושר בתנאים הבאים:

- א. ניתן להחליף או לערב רק מקטע אחד מתוך המקטעים הבזלתיים של האגרנט הגס בתערובת.
- ב. ניתן לבצע את הערבוב רק עם אגרנט דולומיטי העומד בדרישות לאגרנט סוג א'.
- ג. שיעור הבזלת במקטע המשתתף על נפה #4, לא יפחת מ 60% בתערובת סוג א'.
- ד. שיעור הבזלת מכלל התערובת לא יפחת מ 40%.
- ה. לאישור התערובת חייב היצרן, במסגרת הבדיקות המוקדמות, להציג תוצאת בדיקת PSV תקינה (מעל 48) של התערובת המעורבת המורכבת ביחסי הערבוב המתוכננים בין בזלת לדולומיט. (ראה הערה [\*\*] לטבלה 051.04.02.01)

ו. ההזנה תהיה מבוקרת ותעשה מתאי הזנה קרים נפרדים (ראו סעיף 051.04.08.08.02 ד'.2).

ז. דרוג המקטע הדולומיטי המחליף את החלק מהמקטע הבזלתי חייב להיות עם אותו דרוג כמו של המקטע הבזלתי ( $\pm 3\%$ ). לא יאושר לערבב מקטעים אשר אינם עם אותו דרוג. יש להציג את אחידות הדרוג לפני הוכחת היכולת לייצר את התערובת.

ח. הקבלן חייב יהיה לבצע הוכחת יכולת לייצור התערובת עם המקטע המעורב לפני הייצור והאספקה לכביש כמפורט בסעיף 51.04.01.06.04.

**ניכויים בגין ליקויים בערך PSV 051.04.10.02.11**

- א. בגין ערך PSV של 45-47, באגרנט גס בזלתי ינוכה מחשבון הקבלן בשיעור של 3% לכל יחידה אחת של PSV.
- ב. בגין ערך PSV קטן מ-45 תיפסל התערובת, והשכבה ממנה נסללה.
- ג. לדוגמה: בגין ערך PSV של 46 ינוכה מחשבון הקבלן בשיעור של 6% ובגין ערך PSV של 44 תיפסל התערובת והשכבה ממנה נסללה.

**ניכויים בגין חריגה בכמות האגרנט הבזלתי בתערובת בזלת או בזלת/דולומיט Z 051.04.10.02.12**

- א. בגין כמות אגרנט בזלת הנמוכה ב 2% מכמות הבזלת המתוכננת למקטע, מכלל האגרנטים המשתתפים על נפה #4 ואו מכלל התערובת, ינוכה מחשבון הקבלן 3% על כל 1% שיעור בזלת חסר מהמתוכנן.
- ב. מעבר ל 10% חריגה מהמתוכנן תיפסל התערובת, והשכבה ממנה נסללה.
- ג. לדוגמה: במקטע המעורב (בזלת/דולומיט) המשתתף על נפה #4 נמצא כי שיעור הבזלת עומד על 55% במקום 60%. שיעור הקנס יעמוד על 9%.

**אופני מדידה ותשלום**

**טבלה מס' 1.1: אופני מדידה ותשלום לסעיפי העבודות בתערובות אספלט זברה-Z**

| פריט תשלום מס' | תיאור                                                                                              | יחידת מדידה | התשלום (כולל כל הקשור עם)                                                                                                                                          |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 51.04.5020     | ניסיון ייצור ופיזור תערובות ניסיון במפעל                                                           | י"ע         | פינוי המפעל מכל עבודה אחרת, אספקת החומרים, ייצור תערובות הניסיון ועריכת הבדיקות השונות על פי הנחיות מנהל הפרויקט                                                   |
| 51.04.5070     | שכבת אספלט תא"מ 25 (S) בעוביים שונים מתערובת אספלטית בזלת/דולומיט- Z S1" וביטומן PG70-10           | טון         | תכנון התערובת, ייצור, אספקה, הובלה, פיזור והידוק במקום, בעובי ולמפלס הנדרשים, בדיקות בקרת איכות. סימון זמני של סימני הדרך וניקוי השטח מכל פסולת כולל חומרים ועבודה |
| 51.04.5080     | שכבת אספלט תא"מ 19 (S) בעוביים שונים מתערובת אספלטית בזלת/דולומיט- S3/4 Z" וביטומן PG70-10         | טון         | תכנון התערובת, ייצור, אספקה, הובלה, פיזור והידוק במקום, בעובי ולמפלס הנדרשים, בדיקות בקרת איכות. סימון זמני של סימני הדרך וניקוי השטח מכל פסולת כולל חומרים ועבודה |
| 51.04.5090     | שכבת אספלט תא"מ 19 (S.M.A) בעוביים שונים מתערובת אספלטית בזלת/דולומיט- Z S.M.A3/4" וביטומן PG70-10 | טון         | תכנון התערובת, ייצור, אספקה, הובלה, פיזור והידוק במקום, בעובי ולמפלס הנדרשים, בדיקות בקרת איכות. סימון זמני של סימני הדרך וניקוי השטח מכל פסולת כולל חומרים ועבודה |

## הנחיות למתכנן (טיוטא ראשונית)

### הנחיות עזר להכנת תוכנית עבודה לחלקלקות

א. הנחיות לחלוקת הרשת לאיזורי קדימות לטיפול מבחינת חלקלקות

ב. מטריצה לבחירת פתרונות לקטעים עם ערכי חיכוך נמוכים

1) רשימת פתרונות אפשריים ודרוגם (האיכותי) על פי קיים ועל פי רמת ההתנגדות להחלקה

| <u>סוג התערובת</u>                   |                           |                           |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <u>SMA זברה – 3/4"</u>               | <u>דייס ביטומני בזלתי</u> | <u>SMA דק 1/2 – בזלתי</u> | <u>SMA דק 3/4 – בזלתי</u> |
| <u>דרוג על פי קיים</u>               |                           |                           |                           |
| <u>1</u>                             | <u>2</u>                  | <u>1</u>                  | <u>1</u>                  |
| <u>דרוג על פי רמת התנגדות להחלקה</u> |                           |                           |                           |
| <u>1-2</u>                           | <u>3</u>                  | <u>2</u>                  | <u>1</u>                  |

2) מטריצת פתרונות

| רמת דרישת חיכוך | נפחי תנועה ופתרונות מומלצים               |                                           |             |
|-----------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|
| 1               | עד 5000                                   | 5000-10000                                | >10000      |
|                 | דייס ביטומיני בזלתי – סוג 4               | SMA זברה 3/4"                             | SMA דק 3/4" |
| 2               | עד 8000                                   | 8000-15000                                | >15000      |
|                 | דייס ביטומיני בזלתי – סוג 4               | SMA זברה 3/4"                             | SMA דק 1/2" |
| 3               | עד 8000                                   | מעל 8000                                  |             |
|                 | דייס ביטומיני בזלתי – סוג 4               | SMA זברה 3/4" או SMA דק 1/2" <sup>1</sup> |             |
| 4               | עד 10000                                  | מעל 10000                                 |             |
|                 | SMA זברה 3/4" או SMA דק 1/2" <sup>2</sup> | SMA דק 3/4"                               |             |

<sup>1</sup> לפי החלופה הזולה מהשתיים  
<sup>2</sup> לפי החלופה הזולה מהשתיים