



עירוב אגרגטים ממקורות שונים

בתערובות אספלט

וההשפעה על מקדם החיכוך בכבישים

הרחבת קטעי הניסוי והמעקב אחר קטעי הניסוי,

בתום שנתיים ממועד הסלילה

ספטמבר 2010

הוכן ע"י : חברת גיאופום בע"מ

עבור : מעצ – החברה הלאומית לדרכים בע"מ

מס' הדו"ח :		
עירוב אגרגטים ממקורות שונים בתערובות אספלט וההשפעה על מקדם החיכוך בכבישים הרחבת קטעי הניסוי והמעקב אחר קטעי הניסוי, בתום שנתיים ממועד הסלילה		תאריך הגשת הדו"ח : 1/10/10
המחברים : אמנון רבינא גיאופום בע"מ – הנדסה אזרחית וגיאולוגיה תד 7402, חיפה 31073		סימוכין גיאוכים : 914.010
סוג הדו"ח : הרחבת קטעי הניסוי והמעקב אחר קטעי הניסוי, בתום שנתיים ממועד הסלילה .		מספר החוזה : 3189/06
הערות נוספות: דו"ח קודמים בפרויקט: סקר ספרות, סיכום בדיקות התכנות, דוח סיכום לסלילת קטעי הניסוי בכביש 784. דוח מעקב בתום שנה ממועד הסלילה בכביש 784.		
תקציר: על רקע של חסר באגרגט הבזלת, המשמש לשיפור מקדם ההחלקה בכבישים יזמה מעצ עבודות 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 בעולם המיושם באופן שוטף ע"פ הנחיות המוסדות במפרטי העבודה. עירוב האגרגטים באיכויות השונות לא מפחית את הערך 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. היכולת לדילול כמות האגרגט העמיד לליטוש בתערובות אומתה בבדיקות PSV בסדרת בדיקות ההיתכנות והבדיקות המוקדמות שבוצעו לקראת יישום קטעי הניסוי. כ 4 ק"מ כביש נסללו בשנת 2007 בכביש 784 עם תערובות נסיוניות אשר חלקן הורכבו מעירוב אגרגטים בזלתיים עם דולומיטיים. קטעי הניסוי הורחבו לכביש 864 בשנת 2009. 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 שיעור ההתנגדות להחלקה נמצא התערובות הדולומיטיות מציגות את הערכים הנמוכים יותר. בבדיקות אשר נערכו על קטעי הניסוי בחלוף שנה ושנתיים ממועד הסלילה, נמצא כי התערובות המעורבות (זברה-Z) מציגות ערכי התנגדות להחלקה משופרים בהשוואה לתערובות הדולומיטיות וערכים הדומים לתערובות הבזלתיות. מטרות : 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. ממצאים : דילול מבוקר של אגרגטים, עם ערכי התנגדות לליטוש גבוהים, בתערובות אספלט הינו נוהל מקובל המיושם בחו"ל באופן שוטף ע"פ הנחיות המוסדות במפרטי העבודה. היכולת לדילול האגרגט העמיד לליטוש אומתה בבדיקות PSV במהלך בדיקות ההיתכנות והבדיקות המקדימות. ניתן לייצר את התערובות במפעלי האספלט עם בקרה מלאה על ההרכבים וההזרמות. בבדיקות שנערכו כשנה ושנתיים לאחר סיום מועד הסלילה נמצא כי שיעור ההתנגדות להחלקה של התערובות המעורבות הוא טוב יותר באופן משמעותי מהתערובות הדולומיטיות והוא דומה לביצועי התערובות הבזלתיות. המלצות : 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 ממינימום של 50% מתכולת האגרגטים המשתייכים על נפה #4. יש להמשיך ולבצע את הבדיקות למעקב אחר ביצועי קטעי הניסוי. התערובות המעורבות הוטמעו במפרט מעצ.		
מילות מפתח : אגרגטים, בזלת, ערך PSV, התנגדות לליטוש, עירוב אגרגטים.		
סווג תפוצה (של הדו"ח): לא מוגבל	סווג תפוצה (של עמוד זה): לא מוגבל	מס' עמודים : 32 (בתוספת נספחים)

זכויות יוצרים והסרת אחריות

א. כללי

האמור בסעיפים ב' ו'ג' שלהלן מתייחס אך ורק לכל משתמש ו/או צד ג' – למעט צוות המחקר ו/או גיאופום, 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.
אזכור של שמות יצרנים/ספקים/קבלנים בדו"ח זה נעשה ממניע חיוניות לתוכן הדו"ח בלבד.

לכבוד

תאריך: 30/9/10

מספר: 914.010

אינג' שמעון נסיכי, המדען הראשי

מעצ החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ

אור יהודה

שמעון שלום,

**הנדון: עירוב אגרגטים ממקורות שונים בתערובות אספלט
והשפעה על מקדם החיכוך בכבישים,
הרחבת קטעי הניסוי והמעקב אחר קטעי הניסוי, בתום שנתיים ממועד הסלילה**

מוגש לך לעיון דו"ח המסכם את השלב של בדיקות המעקב בשטח אחר ביצועי תערובות הזברה בקטעי הניסוי השונים, בכביש 784 לאחר כשנתיים ממועד הסלילה ובכביש 864 לאחר כחצי שנה ממועד הסלילה. הבדיקות בוצעו ע"י מכון התקנים ומבדקת הצפון בהתאם לפרוגרמה שנקבעה לתכנית המעקב. הבדיקות כללו בדיקה רציפה להתנגדות להחלקה באמצעות מערכות ה DT ו ה MK2 בהתאמה. בדיקות לעומק המרקם בוצעו עם מערכת ה MK2. במקביל רוכז מידע על עומק המרקם גם מהמידות של מערכת ה ARRB האוספת את המידע במהלך ביצוע הסקרים במסגרת המנמ של מעצ.

ע"פ הבדיקות נמצא כי גם בחלוף למעלה משנתיים, תערובות הזברה הציגו שיעורי התנגדות החלקה הטובים באופן מובהק מקטעי הבקרה אשר נסללו עם התערובות הדולומיטיות. כמוכן נמצא כי תערובות הזברה הציגו תכונות טובות משביעות רצון גם בהשוואה לתערובות הבזלתיות וביחס לדרישות המפרט. ממצאים אלו תקפים גם לקטעי הניסוי החדשים אשר נסללו בכביש 864.

הממצאים מאששים את הצורך להמשיך ולפעול להכנסת התערובות המעורבות בזלת/דולומיט-Z לשימוש שוטף כמפורט בדוח. יש להמשיך ולעקוב אחר קטעי הניסוי בהתאם לתכנית המעקב. עומד לרשותך במתן הבהרות נוספות ע"פ הצורך.

בברכה

M.Sc. אמנון רבינא
חברת גיאופום בע"מ

העתקים:

לריסה ליאחובצקי – סמנכ"ל הבטחת איכות ומו"פ
אינג' אדריאן קוטרש, ראש האגף למו"פ
ליאוניד סוסקין – ראש האגף לה"א
נעם וינשטיין, ויטה פולונבסקי – אגף מו"פ

עירוב אגרגטים ממקורות שונים בתערובות אספלט

והשפעה על מקדם החיכוך בכבישים

הרחבת קטעי הניסוי והמעקב אחר קטעי הניסוי,

בתום שנתיים ממועד הסלילה

תכן העניינים

1	מבוא	8
1.1	המחסור בבזלת ובאגרגטים הנדרשים להעלאת מקדם החיכוך בתערובות אספלט	8
1.2	מטרת העבודה	8
1.2.1	מטרת פרויקט המו"פ	8
1.2.2	מטרה שלב העבודה הנוכחי	8
1.3	שלבי עבודת המחקר	8
2	תמצית הממצאים משלבי עבודה מוקדמים	9
2.1	הממצאים וההמלצות משלב סקר הספרות	9
2.2	הממצאים והמסקנות משלב בדיקת ההיתכנות והבדיקות המוקדמות	10
2.2.1	השפעת העירוב על תכונות תערובת האגרגטים	10
2.3	יישום קטעי הניסוי בכביש 784	13
2.3.1	סלילת קטעי הניסוי	13
2.3.2	מיקום תערובות הניסיון בקטעי הניסוי השונים	13
2.4	סיכום, מסקנות והמלצות לשלב סלילת קטעי הניסוי	15
2.5	ממצאים והמלצות בנושא המעקב אחר קטעי הניסוי	15
2.6	תוצאות הבדיקות והמדידות בחלוף כשנה ממועד הסלילה	15
2.6.1	ביצוע הבדיקות למעקב אחר קטעי הניסוי	15
2.6.2	מסקנות והמלצות לאחר המדידות בחלוף כשנה ממועד הסלילה	17
3	הרחבת קטעי הניסוי עם תערובות זברה בכבישים	17
3.1	יישום קטעי הניסוי בכביש 864	17
3.1.1	סלילת קטעי הניסוי	17
3.1.2	מיקום התערובות השונות בקטעי הניסוי בכביש 864	17
3.1.3	בקרת התערובות לקטעי הניסוי בכביש 864	18
4	ביצוע בדיקות המעקב והבדיקות התקופתיות	21
4.1	תכנית הבדיקות	21
4.2	ביצוע הבדיקות ע"י המעבדה	21
4.3	שילוב מידע נוסף מסקרי איסוף הנתונים עבור מנ"מ מעצ	21
5	- תוצאות הבדיקות	24
5.1	כללי	24
5.2	בחינת התאמת ההתנגדות להחלקה בין מערכות המדידה השונות בכביש 784	24
5.3	ההתנגדות להחלקה בכביש 784	24
5.3.1	התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ה-DT	24

26	5.3.2 התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ה MK2
26	5.4 התנגדות להחלקה בכביש 864
26	5.4.1 התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ה DT
27	5.4.2 התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ה MK2
27	5.4.3 מתאם הבדיקות בין המעבדות בכביש 864
29	5.5 בדיקת עומק המרקם בקטעי הניסוי
29	5.5.1 אופן המדידה
29	5.5.2 תוצאות בדיקות עומק המרקם בכביש 784
29	5.5.3 תוצאות בדיקות עומק המרקם בכביש 864
30	6 בחינת התוצאות לפי סוגי התערובות- דיון
30	6.1 כללי
30	6.2 ביצועי התערובות עם אגרגט הדלומיט ללא בזלת
30	6.3 ביצועי תערובות ה SMA ביחס לתערובות ה S
30	6.4 ביצועי התערובות המעורבות, זברה Z, בהשוואה לתערובות האחרות
31	7 מסקנות והמלצות לאחר הרחבת קטעי הניסוי ובחלוף כשנתיים ממועד הסלילה
31	7.1 ביצועי תערובות הזברה ביחס לתערובות הרגילות
31	7.2 עדכון דרישות המפרט לאספלט
31	7.3 המשך מעקב אחר קטעי הניסוי
32	8 מראי מקום

גרפים

9	גרף מס' 1 : לוח הזמנים לפרויקט מו"פ בחינת ההשפע של תערובת אגרגטים מקדם החיכוך בכבישים
12	גרף מס' 2: השינוי במקדם ליטוש האגרגט -PSV
12	גרף מס' 3: ערכי PSV לאחר ערבוב דולומיט/גיר עם בזלת בשיעורים מבוקרים
13	גרף מס' 4: מיקום קטעי הניסוי לארך כביש 784
16	גרף מס' 5: גאנט סופי של פרויקט בכביש 784 (עמוד נפרד)
18	גרף מס' 6 : מיקום קטעי הניסוי בכביש 864
19	גרף מספר 7 : תרשים התקדמות וטבלת תערובות אספלט
25	גרף מס' 8: התנגדות החלקה, הקורלציה בין ROAR(2009) ל DT(2010)
25	גרף מס' 9: התנגדות החלקה, הקורלציה בין ROAR(2009) ל MK2(2010)
28	גרף מס' 10: התנגדות החלקה כביש 864, הקורלציה בין DT(2010) ל MK2(2010)
28	גרף מס' 11: התנגדות החלקה כביש 864, הקורלציה בין DT(2010) ל MK2(2010) ערכים מנורמלים לערכי ROAR

טבלאות

טבלה מס' 1 :	רכוז תוצאות בדיקות מוקדמות לתערובות האגרגטים לקראת הייצור	11
טבלה מס' 2:	פרויקט עירוב אגרגטים קווים מאושרים ותכונות התערובת בהתאם למערכות מרשל	14
טבלה מס' 3:	צפיפות ממשית/ספיגות של האגרגטים במערכות המרשל	14
טבלה מס' 4:	קווים מאושרים ותכונות תערובת האספלט לכביש 864	20
טבלה מס' 5.1:	כ.784 ריכוז פרמטרים סטטיסטיים פשוטים לתוצאות הבדיקות מקטעי הניסוי	22
טבלה מס' 5.2:	כביש 864 ריכוז פרמטרים סטטיסטיים פשוטים לתוצאות הבדיקות מקטעי הניסוי	23

נספחים

נספח א' ריכוז גרפי של תוצאות הבדיקות בכביש 784 בתום שנתיים ממועד הסלילה	33
נספח ב' ריכוז גרפי של תוצאות הבדיקות בכביש 864 בתום הסלילה	42
נספח ג' תוצאות הוכחת היכולת ובקרת האיכות לייצור תערובות האספלט במפעל הנסון-חנתון	53
נספח ד' פרוגרמת הבדיקות למעקב	63
נספח ה' צילומים ממהלך ביצוע הבדיקות בקטעי הניסוי בכביש 784 ו 864	68
נספח ו' דיווח תוצאות בדיקות מכון התקנים בכבישים 784, 864	70
נספח ז' דיווח תוצאות בדיקות מבדק הצפון בכבישים 784, 864	71
נספח ח' דיווח תוצאות עומק מרקם (SMTD) בכבישים 784, 864	72

1.1- המחסור בזלזת ובארגונים הנדרשים להעלאת מקדם החיכוך בתערובות אספלט

הדרישה לאגרגט בזלתי איכותי הולכת וגוברת במשק התשתיות בישראל. הצריכה המוגברת נובעת מהיכולת של האגרגט הזלתי 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 נדב"ה 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 הזלתי במשק הסלילה הישראלי עומדת על כ 800,000 טון אגרגט איכותי. כושר הייצור הקיים במדינה לרוב אינו עומד בביקושים. סקירה של מצב משק הזלזת בענף התשתיות במדינת ישראל מובאת ב [מ"מ 2] "העדר המשאבים של חצץ בזלתי לענף התשתיות במדינת ישראל". לשיפור המצב יוזמת מעצ עבודות מחקר אשר באמצעותו ניתן יהיה לפתח תערובות אספלט אשר ישפרו את הנצילות של האגרגט הזלתי 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 הזלתי בתערובות האספלט העליונות, תוך שמירה על ערכי התנגדות להחלקה גבוהים של תערובת האספלט. הקטנת כמות האגרגט הזלתי 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 הינה בחינת הביצועים של קטעי הניסוי השונים לאחר תקופה של כשנתיים ממועד הסלילה. הוספת קטעי ניסוי נוספים הכוללים תערובות זברה ויישום מעקב ראשוני אחר הקטעים החדשים.

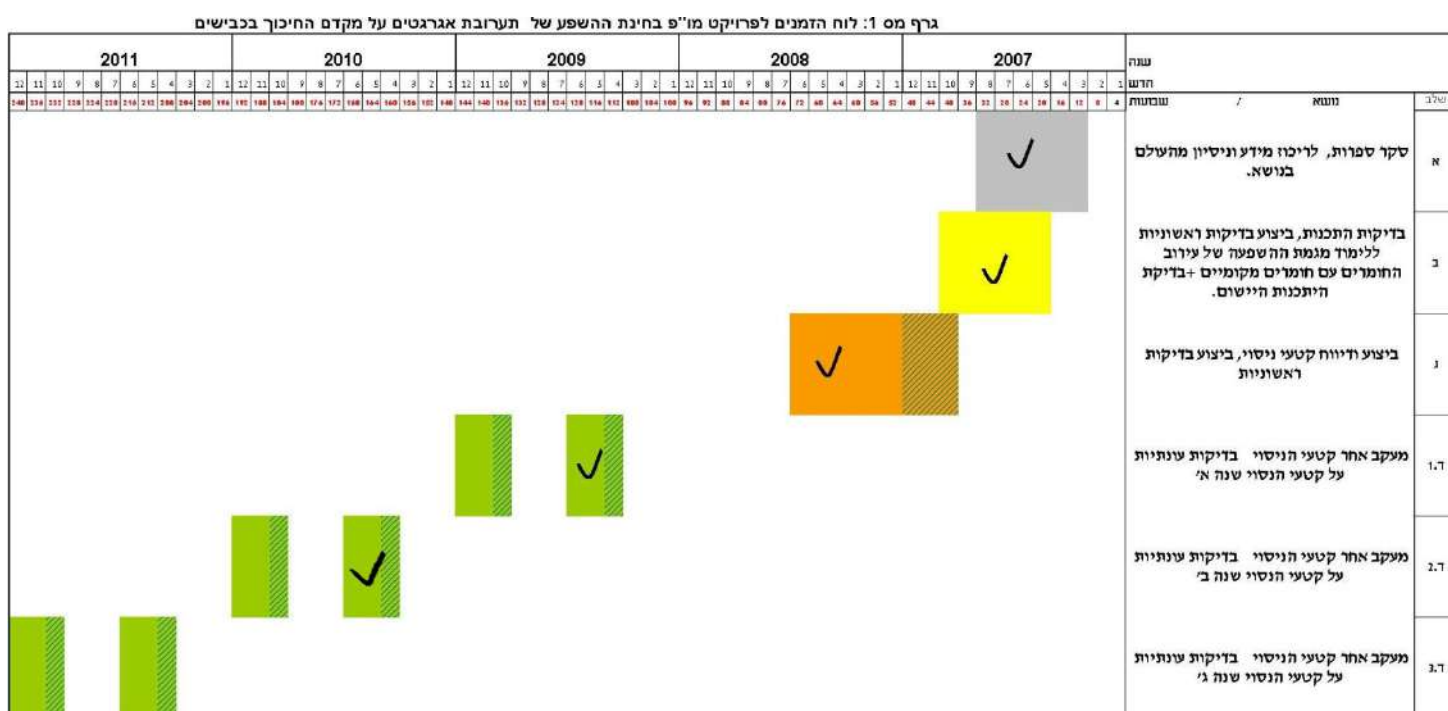
1.3- שלבי עבודת המחקר

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

— **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.1**: מעקב אחר קטעי הניסוי אשר החל למעשה לאחר סיום הסלילה. בשלב זה מתוכננות להיערך בדיקות תקופתיות על קטעי הניסוי במהלך שלוש שנים לפחות.
- **שלב ד.2**: השלב הנוכחי, המשך מעקב אחר קטעי הניסוי והרחבת קטעי הניסוי. בשלב זה נמשכות בדיקות עונתיות בקטעי הניסוי הראשוניים ומבוצעות הבדיקות ראשוניות למעקב אחר קטעי הניסוי החדשים.

גרף מס' 1: לוח הזמנים לפרויקט מו"פ בחינת ההשפע 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 האגרגטים העמידים לליטוש מתוך כלל תערובת האגרגטים, גם בתערובות אספלט הנדרשות לערכי התנגדות מבוקרים וגבוהים, הינו נוהל מקובל ומיושם. הנושא מיושם באופן סטנדרטי המגובה במפרטים מוסדרים והנחיות ברורות. מהמקורות עולה כי יש להקפיד על מספר הדגשים בעת תכנון תערובות ליישום מסוג זה:

1. ניתן לדלל את תכולת האגרגטים העמידים לליטוש עד למינימום של 50% מתכולת האגרגטים המשתתפים על נפה #4 מבלי לפגוע בביצועי תערובות האספלט. האפשרות לירידה ממנימום זה, מתאפשרת באם לאגרגט הקרבונטי 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 %	צפיפות ק"ג/מ"ק	שכיחות אגרטים ממינרולוגיות שונות בתערובות לבדיקה			מספר תערובת	סוג תערובת	מקור אגרטים
	שיטה C	שיטה B			גיר	דולומיט	בזלת			
54	18	14.7	2.35	2781	-	0	100	24	אגרטים	שפיר ואדי ערה - מוקדמות
52	18.9	16.1	1.93	2715	-	60	40	25	אגרטים	
54	18.6	15.5	2.07	2737	-	40	60	26	אגרטים	
47	19.6	17.1	1.65	2673	-	100	0	27	אגרטים	
56	19.9	15.9	2.35	2781	-	0	100	28	אגרטים	הנסון חנתון - מוקדמות
49	18.8	15.6	2.01	2721	-	60	40	29	אגרטים	
57	19.5	15.4	2.12	2741	-	40	60	30	אגרטים	
43	19.1	16.2	1.78	2683	-	100	0	31	אגרטים	

מכלל תוצאות הבדיקות שבוצעו בשלב זה עלו העובדות הבאות :

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

האגרנט הגירי/דולומיטי באופן לינארי. השינויים בספיגות היו קטנים במדגמים אלה.

2- עירוב האגרטים הבזלתיים משפר את ערכי שחיקת הלוס אנג'לס גם לאגרנטים 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

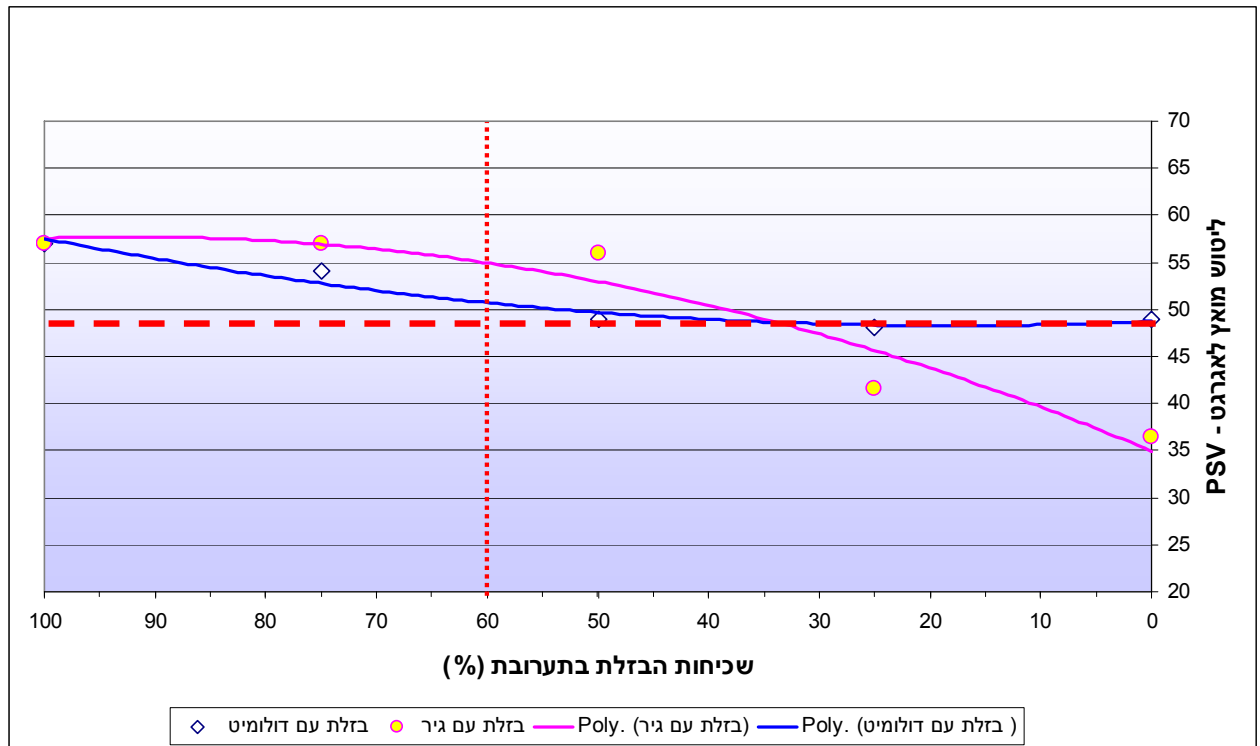
אגרטים בזלתיים עם אגרטים דולומיטיים/גיריים להשיג תוצאות משביעות רצון מבחינת עמידות

תערובת האגרטים לליטוש.

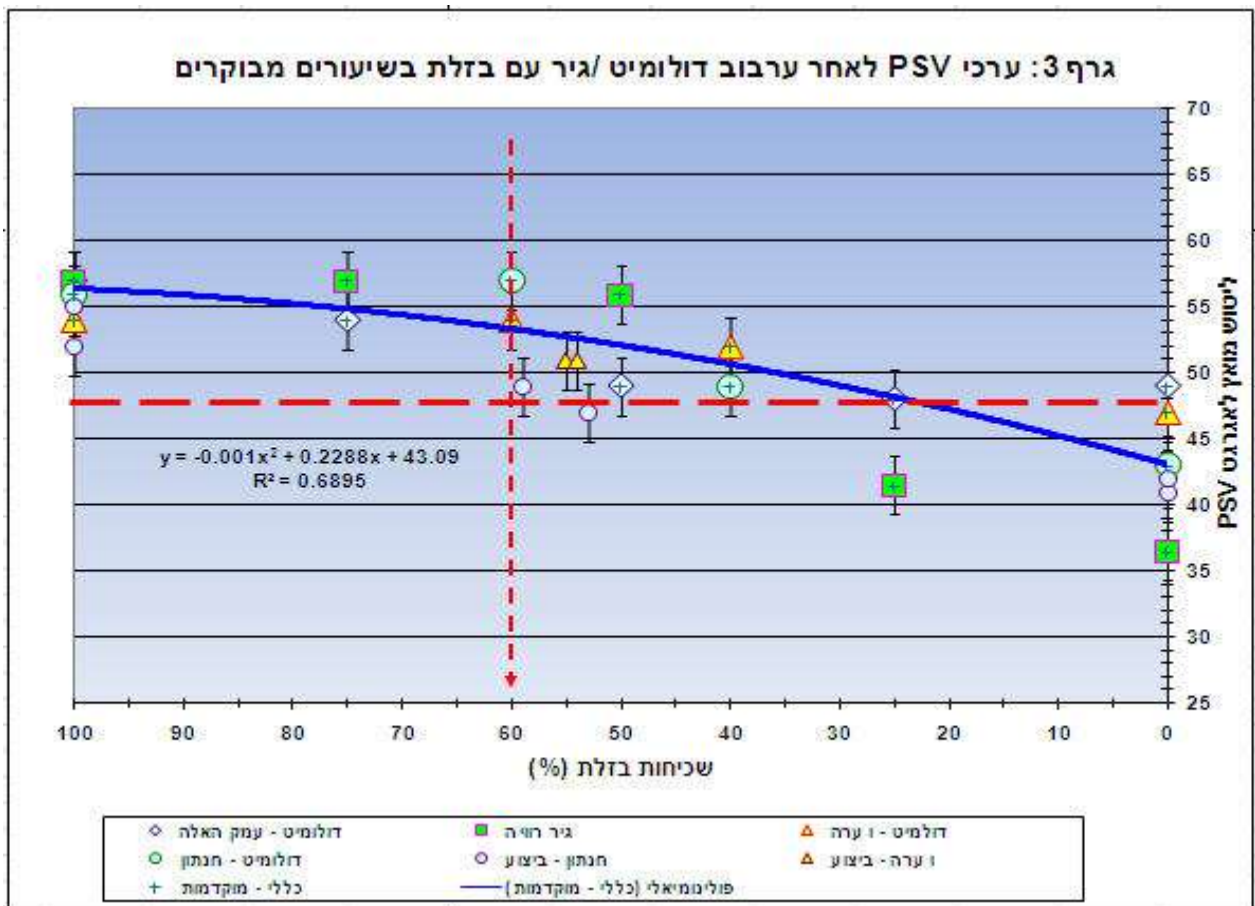
בהתאם לתוצאות הבדיקות ניתן היה להתקדם לשלבים מתקדמים של העבודה. קרי, תכנון וביצוע קטעי

הניסוי להשלמת הפרויקט.

גרף מס' 2: השינוי במקדם ליטוש האגרנט - PSV



גרף 3: ערכי PSV לאחר ערבוב דולומיט/גיר עם בזלת בשיעורים מבוקרים

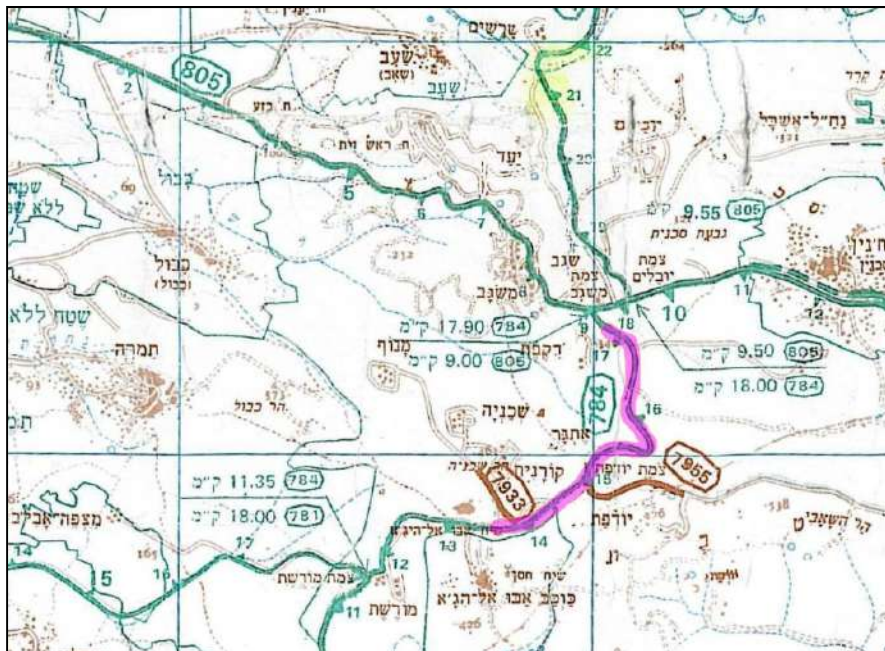


2.3 - יישום קטעי הניסוי בכביש 784

2.3.1 סלילת קטעי הניסוי

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

גרף מס 4: מיקום קטעי הניסוי לאורך כביש 784



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 (מקטעים אלו לא נכללים 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, רגילות, כחלק מהליך השיקום הנדרש לכביש במסגרת פרויקט הריבודים. האספלט ייושם על שטחים אשר קורצפו לפני הריבוד.

טבלה 2: פרויקט ערוג אנרגטיים - קוים מאושרים ותכונות התערובות בהתאם למעורבות מורשל

מספר התערובת	מספר חקיקת	כיצד ואיך התערובת	יחס אגרגטים בתערובת מקסימלית		שער תכולת מכלל התערובת	קו דרייט (ע"בד)										חיס חל בישימן	חיס מלאן בי-שימן	יציבות	גודל קוטר	חוזק משיקורי	חול יותר ממ	V.M.A	מספר התערובת	
			אחוז אגרגטים דליל	אחוז אגרגטים מלא		1"	3/4"	1/2"	3/8"	4#	10#	20#	40#	80#	200#									
2.745	14.5<	6.0	80%	11	2700	2405	1.40	4.3	6.0	8	11	14	25	32	68	87	94	100	0	100	-	מחצית 25 חושן	1	18
2.760	17<	6.5	80%	-	1550	2360	1.58	5.7	9.0	-	-	-	18	25	29	93	100	-	0	100	-	SMA חושן 19 N"מ	8	17
2.745	14.5<	6.0	80%	11	2700	2405	1.40	4.3	6.0	8	11	14	25	32	68	87	94	100	41	40	60	מחצית 25 MIX שפיר	6	15
2.765	17<	6.6	80%	-	1600	2360	1.58	5.7	9.0	-	-	-	18	25	29	93	100	-	45	40	60	SMA מחצית 19 N"מ	3	16
2.795	17<	6.5	80%	-	1600	2380	1.58	5.7	9.0	-	-	-	18	25	29	93	100	-	45	40	60	SMA מחצית 19 N"מ	27,א"ג	14
2.800	17<	6.4	80%	-	1600	2390	1.58	5.7	9.0	-	-	-	18	25	29	93	100	-	75	-	100	SMA מחצית 19 ב"ק	2	13
2.760	14.5<	6	80%	10	2900	2420	1.40	4.3	6.0	8	11	14	25	32	68	87	94	100	41	40	60	מחצית 25 חושן	4	12
2.765	14.5<	6.0	80%	-	3000	2430	1.43	4.2	6.0	8	11	14	25	35	68	87	94	100	65	-	100	מחצית 25 ב"ק	5	11

טבלה 3: צפיפות ממשיית/ספינות של האלגוריתם במערכות המורשל

בולת		דלמית	
בטירת - ספר גולקור		ואי צורה - שפיר	
ספינות	צפיפות ממשיית	ספינות	צפיפות ממשיית
2.0	2778	מיליק גורלה 25 מיינ	-
-	-	מיליק קטנה 19 מיינ	-
1.3	2785	מיליק 14 מיינ	1.3
2.2	2782	שומשים 10 מיינ	-
		2702	
		חול מתכה	

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 בחו"ל. הקושי בהכנת המדגמים מחד ובנוסף חוסר היכולת לבצע את הבדיקה במעבדות בארץ מקשה מאד את השימוש בבדיקות ה PSV לצורך בקרה שוטפת במהלך הייצור ומצביע על כך שניתן להשתמש בבדיקות אלה רק כבדיקות תכן מוקדמות.
- 3 – עבירות 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 השתנות/שינוי 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.

2.6 - תוצאות הבדיקות והמדידות בחלוף כשנה ממועד הסלילה

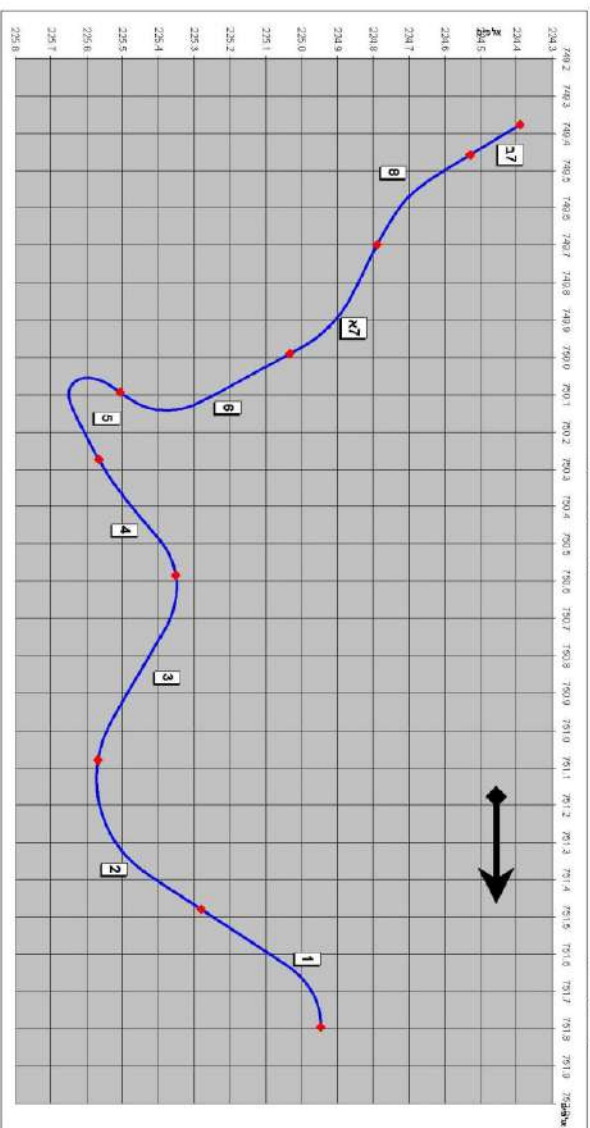
2.6.1 - ביצוע הבדיקות למעקב אחר קטעי הניסוי

תכנית הבדיקות כללה סדרת בדיקות להתנגדות להחלקה ברצף באמצעות מערכת ה ROAR, ובדיקות נקודתיות באמצעות מטוטלת בריטית (BPN) ובדיקות טלאי-חול בסמוך (MTD). הבדיקות בוצעו באמצעות המעבדה לבנין ולתשתית בתקופת האביב 2009 (מרץ אפריל). בנוסף על הבדיקות הנ"ל נתקבל מידע מסייע מתוצאות סקרי ההתנגדות להחלקה אשר בוצעו במסגרת הבדיקות של המנ"מ של מעצ. מידע מפורט בנושא תוצאות בדיקות המעקב בשנה א' מפורט בדוח גיאוכום מס 423.09 מ 17/6/09 אשר הוגש למעצ בסיכום שלב זה.

דברים
אברהם אבינו

שם	שעה	מיקום	סוג	מספר	מחיר	הערות
מיקום 1	13:00 - 13:30	מיקום 1	סוג 1	1	100	
מיקום 2	13:30 - 14:00	מיקום 2	סוג 2	2	200	
מיקום 3	14:00 - 14:30	מיקום 3	סוג 3	3	300	
מיקום 4	14:30 - 15:00	מיקום 4	סוג 4	4	400	
מיקום 5	15:00 - 15:30	מיקום 5	סוג 5	5	500	
מיקום 6	15:30 - 16:00	מיקום 6	סוג 6	6	600	
מיקום 7	16:00 - 16:30	מיקום 7	סוג 7	7	700	
מיקום 8	16:30 - 17:00	מיקום 8	סוג 8	8	800	
מיקום 9	17:00 - 17:30	מיקום 9	סוג 9	9	900	
מיקום 10	17:30 - 18:00	מיקום 10	סוג 10	10	1000	

Index	Start		End	
	From	To	From	To
1	17040	220200	17040	220487
2	18651	232656	18651	232650
3	16626	228287	16626	228109
4	16560	228269	16560	228351
5	1621	228207	170034	225566
6	14680	228062	146936	228607
7	143	234718	146836	232022
8	1344	224242	144497	224710
9	1319	224330	140718	224548
10	1319	224330	140718	224548



2.6.2 - מסקנות והמלצות עיקריות מדו"ח המעקב הראשון, לאחר המדידות בחלוף כשנה ממועד הסלילה

2.6.2.1 - 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 מבחינת ערכי התנגדות להחלקה שנתקבלו 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 במסגרת סקרי מני"א 2008. ביצועי תערובות הזברה Z, היו משופרים באופן בולט ביחס לתערובות הדולומיטיות ודומים לביצועי התערובות הבזלתיות.
- 3 – במדידות עומק המרקם שבוצעו, נמצאה התאמה בין שיטות המדידה אשר בוצעו בטכנולוגיות שונות. ההבדלים בעומק המרקם היו קשורים בעיקר לשוני בין קוי הדרוג של התערובות מסוג SMA ביחס לתערובות ה S.

2.6.2.2 - עדכון דרישות המפרט לאספלט

בהמשך לממצאי ניסוי השדה ובדיקות המעקב פרי מחקר זה, יושמו ההצעות לניסוח העדכון מפרט מעצ מס 51.04. השינויים נכנסו לתוקף בעבודות הריבודים בשנת 2010.

3 הרחבת קטעי הניסוי עם תערובות זברה בכבישים

3.1 - יישום קטעי הניסוי בכביש 864

3.1.1 סלילת קטעי הניסוי

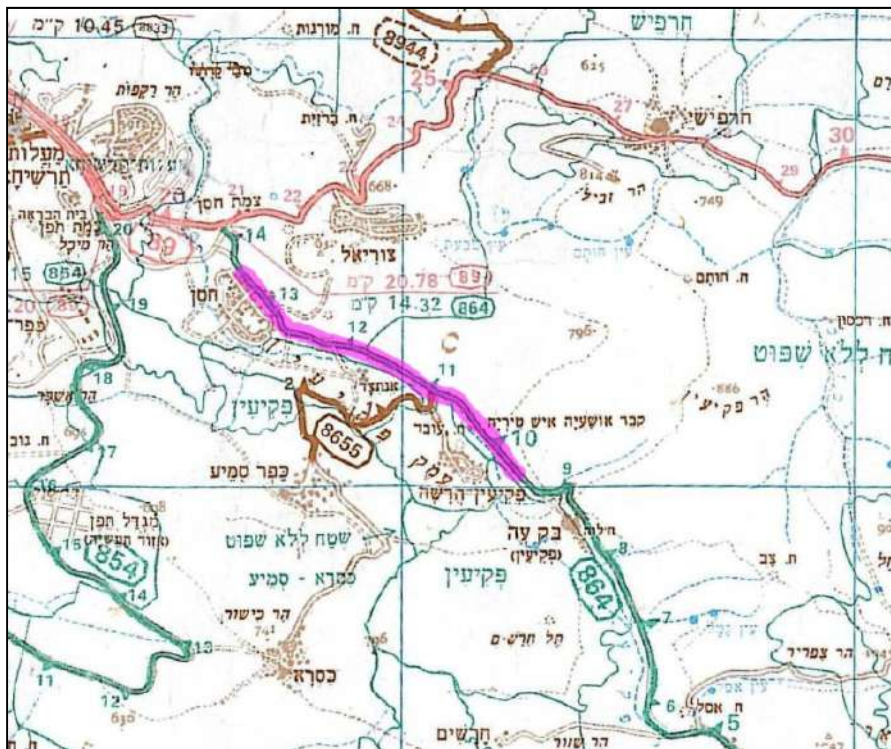
במהלך חודש יולי שנת 2009 במסגרת פרויקט הריבודים של החברה הלאומית לדרכים במחוז צפון, שולב יישום של קטעי ניסוי נוספים עם תערובות מעורבות (זברה). כביש 864 הוקצה לביצוע קטעי הניסוי הנוספים. הקטע לסלילה ומעקב נקבע בין צמת חוסן ממערב עד לכניסה המערבית של פקיעין. מיקום קטעי הניסוי מסומן בגרף מס' 6 להלן. ניהול פרויקט הריבודים בוצע ע"י חברת גיאוכום בע"מ בראשות אינג' נתן הוניג ומר אדי רוזנפלד. הקבלן המבצע היה "מובילי המרכז", תערובות האספלט בזלת (בקרה) יוצרו במפעל פוריה, תערובות הדולומיט (בקרה) והתערובות המערבות, זברה, יוצרו במפעל הנסון חנתון.

3.1.2 מיקום התערובות השונות בקטעי הניסוי בכביש 864

כביש מספר 864 בקטע שבין ק"מ 9.61 – 13.62 (פקיעין – צ חוסן בהתאמה) הינו כביש חד מסלולי דו נתיבי. תוואי הכביש עובר באזור הררי עם סובות לא חדות, מאופיין בשיפוע אורכי בכיוון עליית הק"מ. המסעה הקיימת לפני הריבוד אופיינה בנזקי בליה, סדקי בלוק, סדקי התעייפות במוקדים שונים וסדרת הטלאות.

תרשים ההתקדמות המפורט של קטעי הניסוי מובא בגרף מס' 7 להלן.

גרף מס 6 : מיקום קטעי הניסוי בכביש 864



פירוט התערובות השונות אשר יוצרו ונסללו מפורט בתרשימים ההתקדמות (גרף 7) ובטבלה המצורפת לתרשימים ההתקדמות להלן. בסה"כ יושמו במהלך חודש יולי 2009, כ 6,532 טון תערובות אספלט בפרויקט כחלק מהליך השיקום הנדרש לכביש במסגרת הפרויקט. כ 3,607 טון תערובות ניסיוניות והשאר כשכבות עליונות סטנדרטיות, תערובות בקרה. האספלט ייושם על שטחים אשר קורצפו לפני הריבוד.

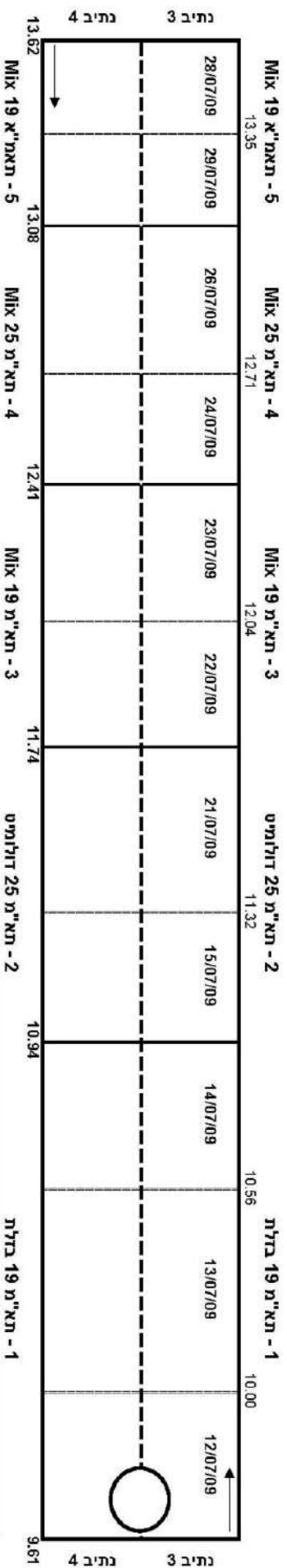
3.1.3 בקרת התערובות לקטעי הניסוי בכביש 864

בתאריך 30/6/09 נערכה הוכחת יכולת לייצור תערובות מעורבות במפעל הנסון-חנתון. הוכחת יכולת הייצור עברה בהצלחה. דיווח תוצאות הוכחת היכולת וכלל תוצאות בקרת האיכות ממהלך הייצור מפורט בנספח ג. ריכוז תכונות תערובות האספלט והקווים המאושרים אשר שמשו לייצור תערובות האספלט לקטעי הניסוי בכביש 864 מפורטים בטבלה מס' 4. בהתאם לתוצאות בדיקות בקרת האיכות בפרויקט נמצא כי:

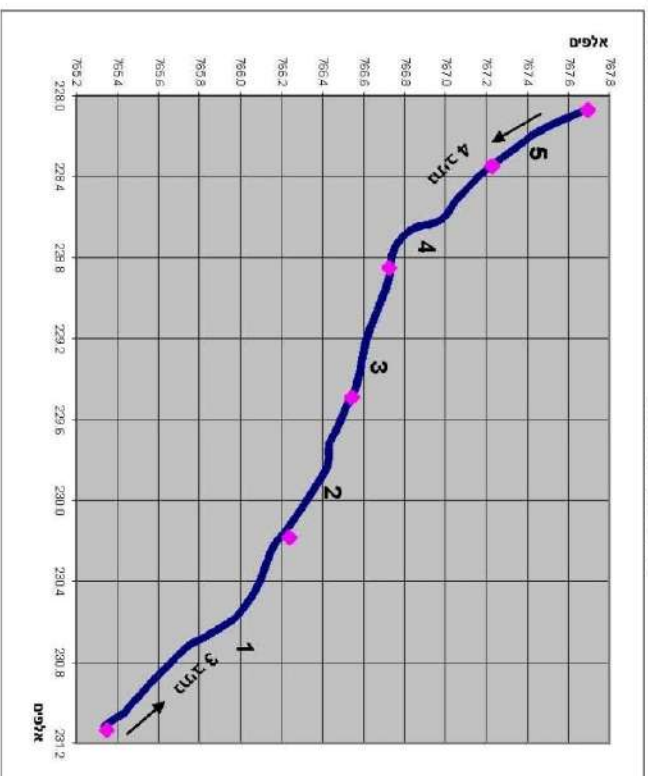
- 1 - תערובות הניסיון אשר יוצרו וסופקו לפרויקט עמדו בכל דרישות התכן. לרבות שכיחות אגרגט הבזלת בתערובות הזברה כנדרש במפרט המיוחד.
- 2 - עבידות תערובות הניסיון הייתה דומה לתערובות הסטנדרטיות.
- 3 - שיעור הקנסות הכולל עבור הפרויקט היה כמעט אפסי, עובדה המעידה על ייצור קפדני וסלילה ברמה גבוהה.

כביש 864

גרף מס' 7: תרשים קטעי הניסוי בפרויקט ערוב אגרגטים בתערובות בזלת



GPS		קואורדינטות		קטע		תאריך		מנות פיזור, ט'		תערובת	
Y_End	X_End	Y_Start	X_Start	מק"מ	עק"מ	פירור	מק"מ	מנות פיזור, ט'	מנות פיזור, ט'	מנות פיזור, ט'	מנות פיזור, ט'
765.619	230.858	765.349	231.135	10.00	9.61	12/07/09	10.00	1692	495	בזלת	19 מ"מ
766.065	230.518	765.619	230.858	10.56	10.00	13/07/09	10.56	514	683	בזלת	19 מ"מ
766.240	230.183	766.065	230.518	10.94	10.56	14/07/09	10.94	514	514	בזלת	19 מ"מ
766.449	229.861	766.240	230.183	11.32	10.94	15/07/09	11.32	509	624	דולומיט	25 מ"מ
766.544	229.491	766.449	229.861	11.74	11.32	21/07/09	11.74	692	624	דולומיט	25 מ"מ
766.615	229.201	766.544	229.491	12.04	11.74	22/07/09	12.04	692	624	דולומיט	25 מ"מ
766.726	228.851	766.615	229.201	12.41	12.04	23/07/09	12.41	692	624	דולומיט	25 מ"מ
766.904	228.648	766.726	228.851	12.71	12.41	24/07/09	12.71	692	624	דולומיט	25 מ"מ
767.228	228.347	766.904	228.648	13.08	12.71	25/07/09	13.08	692	624	דולומיט	25 מ"מ
767.451	228.186	767.228	228.347	13.35	13.08	29/07/09	13.35	391	551	MIX SMA	19 מ"מ
767.685	228.071	767.451	228.186	13.62	13.35	28/07/09	13.62	391	551	MIX SMA	19 מ"מ



כריש 864

טבלה 4: קווים מאושרים וזכונות תערובות אספלט

אחוז בולת מכלל	אחוז בולת + 4#	VMA	צפיפות אפוקסיבית (ק"ג/מ"ק)	חוזק משריר (%)	אחוז חלל (%)	התקנות	דיליות (0.01")	יציבות (ליבר)	צפיפות מעבדה (ק"ג/מ"ק)	תכולת ביטומן (%)	קו דרוג (%) עובר										תכונות סוג תערובות	
											#200	#80	#40	#20	#10	#4	3/8"	1/2"	3/4"	1"		
-	-	16.1		93	6	-	11	2,980	2,350	4.7	6	8	10	13	24	37	75	93	100		חא"מ - 19 בולת	
-	-	15.4	2760	93	6	-	11	2,850	2,440	4.2	5.5	8	11	14	25	35	68	87	95	100	חא"מ - 25 מ"מ דולומיט	
43	64	15.7	2765	80	6	-	12	2,000	2,420	4.5	5.5	8	11	14	25	35	73	92	100		חא"מ - 19 מ"מ	
42	62.5	15.4	2760	80	6	-	9	2,000	2,420	4.2	5.5	8	11	14	25	35	68	87	94	100	חא"מ - 25 מ"מ	
42	60	17.8	2810	92	6.3	0.06	-	1,400	2,398	5.6	9	-	-	-	18	25	29	93	100		חא"מ - 19 Z	

4 ביצוע בדיקות המעקב והבדיקות התקופתיות

4.1 – תכנית הבדיקות

במהלך חודש ינואר 2010 הוזמנה, ע"י אגף מו"פ החברה הלאומית לדרכים, סדרת בדיקות להתנגדות להחלקה. כבישים 784 ו-864 תוכננו להיבדק בסדרת בדיקות להתנגדות להחלקה ברצף באמצעות מערכת ה-ROAR (המערכת בה נעשה שימוש עד עתה) ובאמצעות מערכת ה-Dynatest (DT) המתופעלת ע"י מכון התקנים (מת"י). הבדיקות הוזמנו מהמבדקה לתשתית ובנין ומת"י בהתאמה במסגרת החוזה להבטחת האיכות עם מעצ. התכנית מפורטת בנספח ד'. כל כביש תוכנן להבדק בשני מעברים בכל נתיב סלול במהירות אחידה של 50 קמ"ש.

מערכת ה-ROAR הושבתה מפעולה במהלך ביצוע הבדיקות בכביש 784, לא נתקבלה כל תוצאת מדידה. להשלמת סדרת בדיקות מקבילה הזמין אגף מו"פ סדרת בדיקות התנגדות להחלקה ועומק מרקם ממבדק הצפון לביצוע עם מערכת ה-Grip-Tester, MK2.

4.2 – ביצוע הבדיקות ע"י המעבדה

הבדיקות של מכון התקנים והמבדקה לתשתית תואמו לחודש ינואר 2010. מערכת ה-ROAR כאמור כשלה ולא השלימה את הבדיקות. הבדיקות עם מערכת ה-MK2 בוצעו בסוף חודש יוני 2010 בשני הכבישים. יחד עם זה, בתאריך 1/7/10 בצעה מבדקת הצפון ביוזמתה בדיקה נוספת בכביש 864, על רקע של חוסר אחידות בתוצאות. כל הבדיקות, למעט הבדיקה החוזרת של מבדק הצפון, בוצעו בליווי של מפקח מטעם גיאוכום. תמונות ממהלך הבדיקות בשטח מובאות בנספח ה'. דוחות המעבדה עם תוצאות הבדיקות מצורפות לנספחים ו' ו ז' בהתאמה. ריכוז גרפי של תוצאות הבדיקות מובא בנספחים א + ב.

4.3 – שילוב מידע נוסף מסקרי איסוף הנתונים עבור מנ"מ מעצ

מערכת ה-ARRB מבצעת את איסוף המידע עבור מעצ בכבישי הצפון. באמצעות המערכת ניתן לאסוף מידע על המקרו-טקסטורה של קטעי הדרך (SMTD, ARRB). מידע זה הוצג ודווח על קטעי הניסוי אשר נסללו בכביש 784. במהלך עיבוד הנתונים לשלב עבודה זה רוכזו גם נתונים אלה. תוצאות הבדיקות אשר נאספו ממערכת ה-ARRB מובאות בנספח ח'. ריכוז גרפי של תוצאות הבדיקות מובא בנספחים א + ב. מערכת ה-ARRB מתופעלת ע"י גיאוכום בע"מ.

טבלה מס' 5.1: כ.784 ריכוז פרמטרים סטטיסטיים פשוטים לתוצאות הבדיקות מקטעי הניסוי

טבלה מס' 5.1: כביש 784 - רכוז פרמטרים סטטיסטיים פשוטים לתוצאות הבדיקות מקטעי הניסוי

[illegible]

מקטעי הניסוי

טבלה מס' 5.2: כריש 864 - רכז פרמטרים סטטיסטיים פשוטים למצאות הבריקות הקטעני הניסוי

[illegible]

5.1 כללי

ממוצעי תוצאות כל בדיקות ההתנגדות להחלקה, עומק המרקם בשיטות השונות והסטטיסטיקה הפשוטה המאפיינת, בהתאם לקטעי הניסוי הספציפיים, מסוכמים בטבלאות מספר 5.1 ו 5.2 לעיל. הטבלאות מציגות את ערכי הממוצע, סטיית התקן ואת רווח הסמך ברמת הודאות של 90% עבור כל התצפיות בנתיב נסיעה ספציפי ובכל קטע מהמסלול הכולל את הנתיבים הנ"ל. ערכי ההתנגדות להחלקה מפורטים בהתאם לערכי הדיווח המקורי של המבדקה ובנוסף לאחר נרמול התוצאות לסולם ה- ROAR בהסתמך על הקורלציה שאותרה בין שיטות המדידה השונות (ראה סעיף 5.2 להלן). מצג פילוג הבדיקות השונות לאורך נתיבי הנסיעה מפורט בסדרת הגרפים בנספחים א' + ב'.

בנספחים מוצגים הביצועים לפי סוגי המדידות השונות ותערובות האספלט השונות. ההתייחסות הפרטנית לבדיקות השונות מפורטת בסעיפים העוקבים להלן.

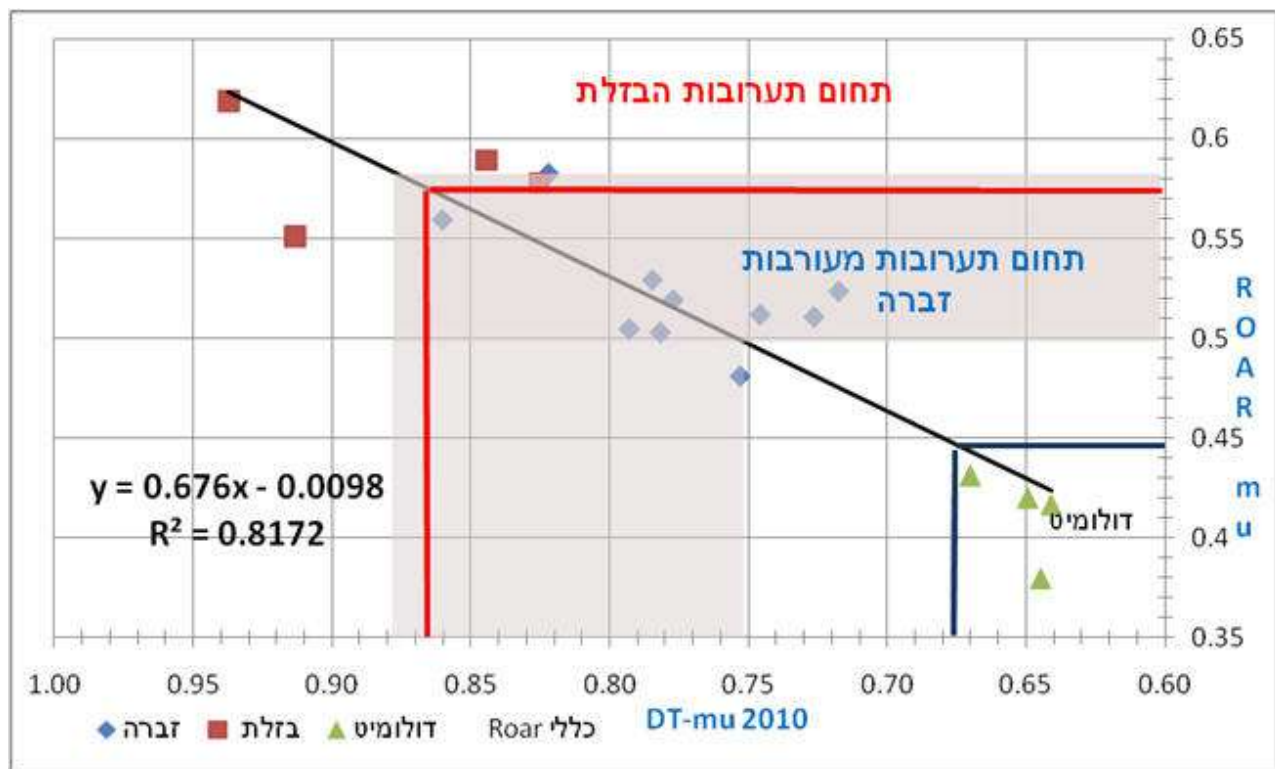
5.2 - בחינת התאמת ההתנגדות להחלקה בין מערכות המדידה השונות בכביש 784

בכביש 784 נמצא כי, בין תוצאות בדיקות ה ROAR משנת 2009 לתוצאות בדיקות מערכות ה DT וה MK2 משנת 2010, ניתן לבסס קורלציה טובה בין הערכים הממוצעים המייצגים כל נתיב בקטעי הניסוי השונים. הקורלציה מתוארת בגרפים מס' 8 ו 9 להלן. כפי שניתן לראות הקורלציה גבוהה וטובה מאד בין ה DT ל ROAR ומצוינת בין ה MK2 ל ROAR. פילוג הנתונים הוא קרוב לנורמלי על פני תחום רחב יחסית ללא נקודות בודדות של קיצון, כך שנקודות בודדות אינן משפיעות על מהות הקשר. מכאן, שניתן להסתמך על רגרסיה זאת. ניתן לזהות את תחומי הפיזור של ביצועי התערובות השונות, באמצעי המדידה השונים, ולתחום את טווח הביצועים של התערובות בהתאם למינרלוגיה של האגרגטים. הקורלציה הקיימת חשובה מאד להמשך המעקב אחר קטעי הניסוי שכן היא תאפשר להשלים את המעקב לאורך כל תקופת המעקב על פי סולם קריטריונים אחיד. ערכי הרגרסיה ייושמו גם להמרת ערכי המדידות בכביש 864 לצורך ההשוואה בין המדידות וכמובן גם להמשך המעקב בעתיד.

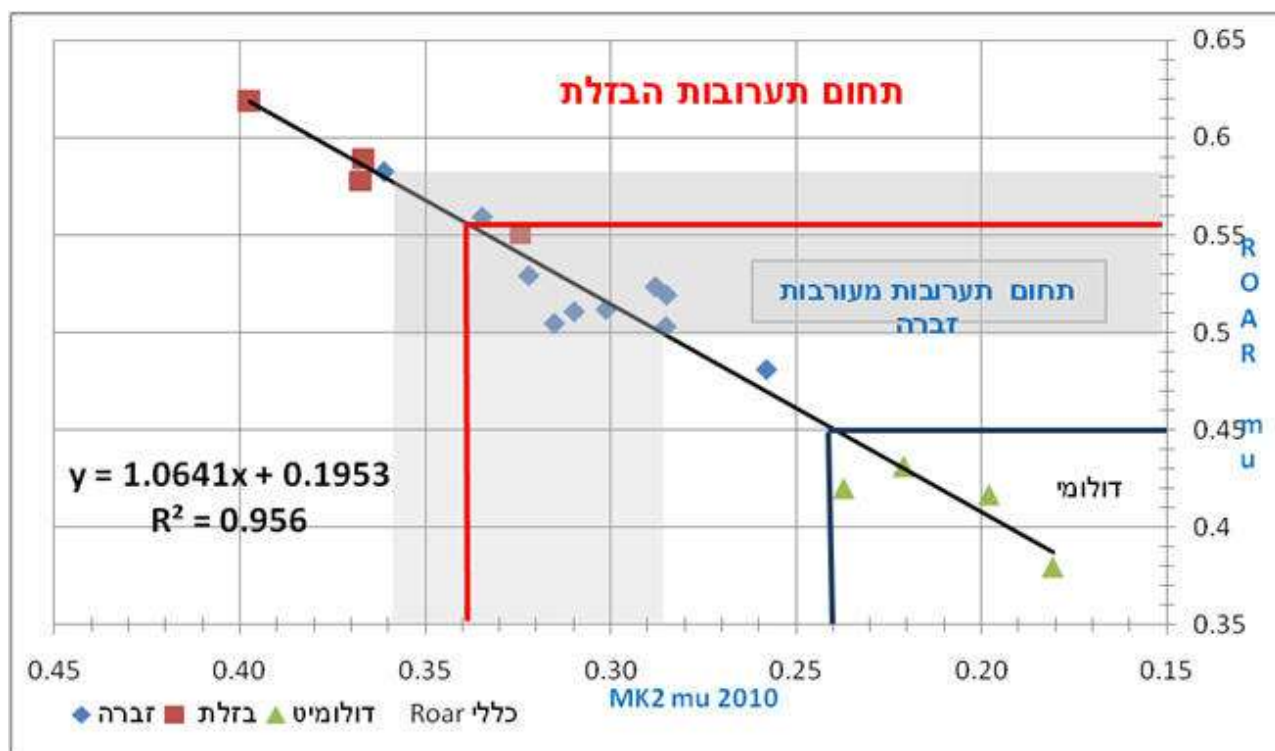
5.3 - ההתנגדות להחלקה בכביש 784**5.3.1 - ההתנגדות להחלקה באמצעות מערכת ה DT**

בדיקות ההתנגדות להחלקה (Mu-DT) בוצעו כאמור ע"י מבדקת מכון התקנים (מת"י) באמצעות מערכת ה DT מתוצרת חברת Dynatest. כל נתיב נסיעה נמדד פעמיים (2 מדידות). התוצאה המדווחת הנה הממוצע בין שתי המדידות.

גרף מס 8 : התנגדות החלקה, הקורלציה בין ROAR(2009) ל DT(2010)



גרף מס 9 : התנגדות החלקה, הקורלציה בין ROAR(2009) ל MK2(2010)



מתוצאות המדידות, כפי שמוצג בגרפים מס' 2 וא.3 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. ההתפלגות היא מאד דומה לזאת אשר נצפתה בשנת המדידה הקודמת, 2009, באמצעות מערכת ה ROAR (ר' גרף א.1).

אותרה קורלציה גבוהה מאד בין תוצאות בדיקות ה ROAR משנת 2009 לתוצאות בדיקות ה DT משנת 2010, הקורלציה מתוארת בגרף מס 8. ניתן לזהות את תחומי הפיזור של התערובות השונות ולתחום את טווח הביצועים של התערובות בהתאם למינרלוגיה.

הערכים הגבוהים ביותר מוצגים ע"י התערובות הבזלתיות, SMA ו S. ניתן לראות בבירור כי התערובות המעורבות Z מציגות ערכי התנגדות להחלקה גבוהים יחסית בהשוואה לתערובות הבקרה הדלומיטיות, וערכים הנמוכים רק במעט בהשוואה לתערובות הבזלתיות. נמצאה התאמה טובה וגבוהה בין תוצאות הבדיקות של המעבר הראשון בהשוואה לתוצאות הבדיקות במעבר השני. שגיאת המדידה במקרה כזה עשויה להיות נמוכה.

5.3.2 - התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ה MK2

בדיקות ההתנגדות להחלקה (Mu-MK2) בוצעו ע"י מבדקת הצפון, באמצעות מערכת ה Grip-Tester, MK2. כל נתיב נסיעה נמדד פעמיים (2 מדידות). התוצאה המדווחת הנה הממוצע בין שתי המדידות.

מתוצאות המדידה, כפי שמוצג בגרפים מס' 4 וא.5 בנספח א', בדומה למדידות עם מערכת ה DT ניתן גם כאן להבחין ביחסים ההשוואתיים בין כל התערובות לאורך התוואי ובאופן בולט את הערכים הנמוכים יחסית של תערובות הבקרה הדלומיטיות בהשוואה לתערובות המכילות אגרגטים בזלתיים. הערכים הגבוהים ביותר מוצגים ע"י התערובות הבזלתיות, SMA ו S. לאחר המרת הערכים לשווי ערך מדד ה ROAR, התערובות המעורבות Z מציגות ערכי התנגדות להחלקה גבוהים ומשביעי רצון בהשוואה לתערובות הבקרה הדלומיטיות וערכים דומים אך מעט יותר נמוכים בהשוואה לתערובות הבזלתיות.

אותרה קורלציה גבוהה מאד בין תוצאות בדיקות ה ROAR משנת 2009 לתוצאות בדיקות ה MK2 לעונה זאת, הקורלציה מתוארת בגרף מס 9. ניתן לזהות את תחומי הפיזור של התערובות השונות ולתחום את טווח הביצועים של התערובות בהתאם למינרלוגיה.

בכביש 784 נמצאה התאמה בין תוצאות הבדיקות של המעבר הראשון בהשוואה לתוצאות הבדיקות במעבר השני. ההתאמה פחות טובה מזאת המתקבלת ממערכת ה DT. שגיאת המדידה במקרה כזה עשויה להיות גבוהה הרבה יותר. התאמה הרבה פחות טובה במדידות במערכת זאת נצפתה בכביש 864 כפי שיפורט להן.

5.4 - התנגדות להחלקה בכביש 864

5.4.1 - התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ה DT

בדיקות ההתנגדות להחלקה (Mu-DT) בוצעו ע"י מבדקת מכון התקנים (מת"י) באמצעות מערכת ה DT מתוצרת חברת Dynatest. כל נתיב נסיעה נמדד פעמיים (2 מדידות). התוצאה המדווחת הנה הממוצע בין שתי המדידות.

מתוצאות המדידות, כפי שמוצג בגרפים מס' ב.1 וב.2 בנספח ב', ניתן להבחין ביחסים ההשוואתיים בין כל התערובות לאורך התוואי ובאופן מובלט את היחס בין תערובות הבקרה הדלומיטיות לתערובות המכילות אגרגטים בזלתיים.

הערכים הגבוהים ביותר מוצגים ע"י התערובת הבזלתית S. התערובות המעורבות Z מציגות ערכי התנגדות להחלקה גבוהים יחסית בהשוואה לתערובת הבקרה הדלומיטית וערכים דומים לתערובת הבקרה הבזלתית. תערובת ה SMA המעורבת הציגה את התוצאות הנמוכות ביותר מתערובות הזברה. נמצאה התאמה טובה בין תוצאות הבדיקות של המעבר הראשון בהשוואה לתוצאות הבדיקות במעבר השני. שגיאת המדידה במקרה כזה צפויה להיות נמוכה.

5.4.2 - התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ה MK2

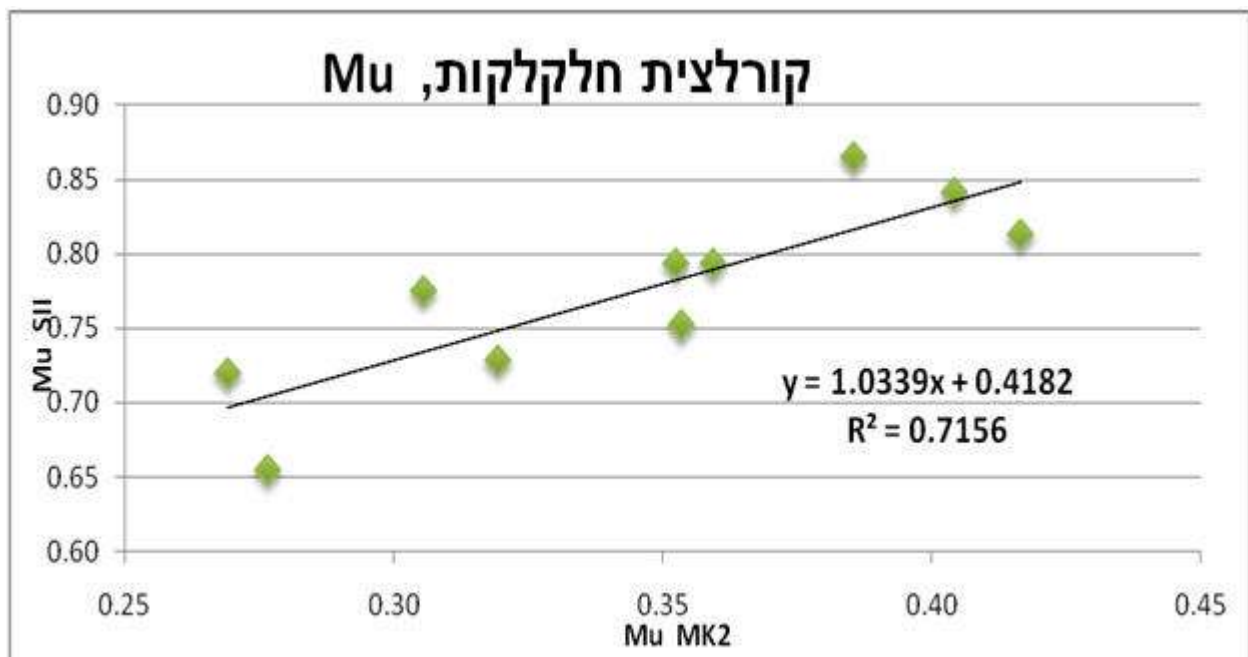
בדיקות ההתנגדות להחלקה (Mu-MK2) בוצעו ע"י מבדקת הצפון, באמצעות מערכת ה Grip-Tester, MK2. בסדרה הראשונה של הבדיקות כל נתיב נסיעה נמדד פעמיים (2 מדידות). על רקע של חוסר אחידות בבדיקות יצאה מבדקת הצפון מיוזמתה לבדיקה נוספת בכביש זה, כל נתיב נבדק פעמיים נוספות. היות ובאחד המעברים נתקבלו תוצאות נמוכות, באופן עקבי בהשוואה לשאר המעברים (ראה גרף ב.6) התוצאה המדווחת הנה הממוצע בין שלוש בדיקות. מתוצאות המדידות, כפי שמוצג בגרפים מס' ב.3 וב.4 בנספח ב', קיימים היחסים ההשוואתיים בין כל התערובות לאורך התוואי ונראה היחס בין תערובות הבקרה הדלומיטיות לתערובות המכילות אגרגטים בזלתיים.

הערכים הגבוהים ביותר מוצגים ע"י התערובת הבזלתית S. התערובות המעורבות Z מציגות ערכי התנגדות להחלקה גבוהים יחסית בהשוואה לתערובת הבקרה הדלומיטית וערכים דומים לתערובת הבקרה הבזלתית. תערובת ה SMA המעורבת מציגה ערכים נמוכים יחסית. מגמה דומה נראתה גם במדידות מת"י. נמצאה התאמה בין תוצאות הבדיקות של שלושה מעברים מתוך הארבעה שבוצעו. המעבר החריג הוצא מהממוצע. שגיאת המדידה במדידות אלה צפויה להיות גבוהה יותר.

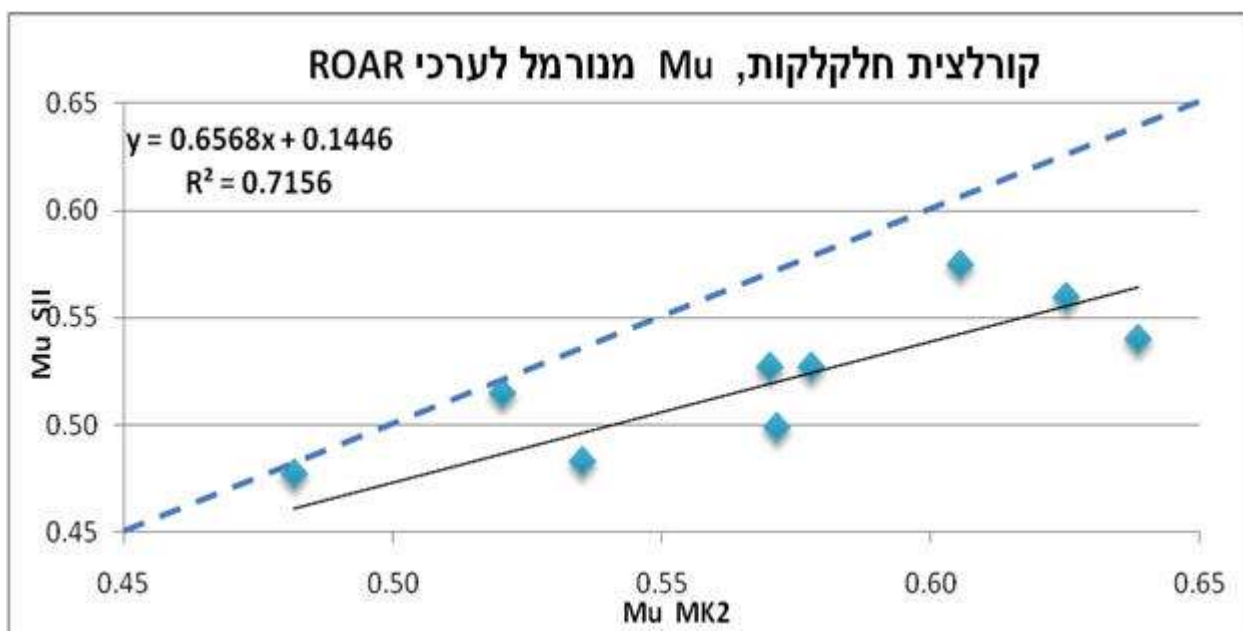
5.4.3 – מתאם הבדיקות בין המעבדות בכביש 864

נערכה השוואה בין תוצאות המדידות של שתי המבדקות אשר בצעו מדידות בכביש 864. בגרף מס' 10 מובאית הקורלציה בין שתי המדידות. התצפיות להשוואה היו ערכי הממוצע המייצגים נתיב נסיעה (3 או 4) בקטע ניסוי מסוים. ניתן לראות כי הקורלציה היא טובה וקיים מתאם טוב בין מגמת תוצאות המדידה של קטעי הניסוי השונים. יחד עם, כאשר מנורמלות התוצאות לסולם ה ROAR, בהתבסס על הקורלציה מכביש 784 (ראה גרף 11) נראה כי התוצאות המנורמלות של ה MK2 גבוהות יותר בשיעורים של כ 10%. יודגש כי המדידות אמנם בוצעו באותם קטעי הניסוי ואולם בתקופה אחרת בשנה. ייתכן כי לתקופת הזמן שחלפה ממועד השלמת הסלילה קיימת השפעה לאור השינויים אשר בד"כ חלים בתערובות האספלט במהלך השנה הראשונה מתום הביצוע. ניתן יהיה לבחון נושא זה במדידה הבאה לכשתבוצע במקביל באותם המועדים ע"י שתי המבדקות.

גרף מס 10 : התנגדות החלקה כביש 864, הקורלציה בין DT(2010) ל MK2(2010)



גרף מס 11 : התנגדות החלקה כביש 864, הקורלציה בין DT(2010) ל MK2(2010)
ערכים מנורמלים לערכי ROAR



5.5.1 – אופן המדידה

במערכות ה DT וה MK2 נמדד עומק המרקם (MPD) עם רגש לייזר במהלך ביצוע בדיקת ההתנגדות להחלקה. תוצאות בדיקות עומק המרקם מפורטות בטבלאות 5.1 ו 5.2 ומתוארות בגרף א.6 בנספח א ובגרף ב.7 בנספח ב'. הערכה נוספת לעומק המרקם ניתן לקבל ממדידות מערכת ה ARRB אשר אוספת את המידע במהלך ביצוע הסקרים עבור מעצ במסגרת סקרי המני"מ. תוצאות מדידה זו מובאות בטבלאות הנ"ל ובגרף מס א.7. בנספח א' ובגרף ב.8 בנספח ב'. המידע ממערכת ה ARRB כולל גם נתונים מתקופת טרום הסלילה ולאחר שנה ממועד הסלילה.

5.5.2 – תוצאות בדיקות עומק המרקם בכביש 784

מתוצאות מערכות ה DT וה MK2 לעומק המרקם עולה בברור השפעת קו הדרוג של התערובות בדומה לממצאי הבדיקות שנערכו בשנים הקודמות. תערובות ה SMA (כולל SMA דולומיטי) מציגות ערכים גבוהים יותר בהשוואה לתערובות ה S. בהתאם לממצאים לא מובחנת, בשלב זה, השפעה כל שהיא לסוג האגרגט על עומק המרקם.

אותה מגמה של תוצאות ניתן לראות במדידות ה SMTD ממערכת ה ARRB. תערובות ה SMA מציגות ערכים גבוהים יותר של עומק מרקם. יחד עם זה, ניתן להבחין בהשתנות עומק המרקם במהלך השנים כפי שמוצגת בגרף א.7. הסלילה החדשה העלתה את ערכי עומק המרקם בתערובות ה S והקפיצה באופן משמעותי את ערכי קטעים אשר נסללו עם ה SMA. בחלוף שנתיים ממועד הסלילה ערכי עומק המרקם של תערובות ה S כמעט וחזר לערכי מועד טרום הסלילה בכביש 784. גם בתערובות ה SMA מובחנת ירידה ואולם הערכים עדיין גבוהים בהשוואה לקטעי הניסוי אשר בוצעו בתערובות ה S.

5.5.3 – תוצאות בדיקות עומק המרקם בכביש 864

תוצאות בדיקות עומק המרקם בכביש 864 במערכות ה DT וה MK2 מציגות, כמו בקטעי הניסוי האחרים, את השפעת קו הדרוג של התערובות. תערובת ה SMA מציגה ערכים גבוהים יותר בהשוואה לתערובות ה S ללא קשר לסוג האגרגט בו נעשה שימוש. הערכים בכביש 864, עבור כלל התערובות, גבוהים יותר מאשר בכביש 784 עובדה אשר בד"כ מיוחסת לביצועי הסלילה החדשה במהלך השנה הראשונה. ניתן יהיה לעקוב אחר פרמטר זה במהלך הבדיקות בעתיד. יש להדגיש כי שגיאת המדידה בכביש 864 גם כן הייתה גבוהה יותר בהשוואה לכביש 784. הערכים המדווחים למערכת ה MK2 מייצגים ממוצע של שלוש מדידות מוך ארבע שבוצעו.

מגמה דומה לפילוג תוצאות ה DT וה MK2 ניתן לראות במדידות ה SMTD ממערכת ה ARRB. תערובת ה SMA מציגה ערכים גבוהים יותר של עומק מרקם. בנתיב 3 ניתן להבחין גם בעלייה בעומק המרקם לאחר הסלילה בהשוואה לנתוני הכביש לפני הסלילה. מומלץ להמשיך ולעקוב אחר פרמטר זה במהלך ביצוע הבדיקות העתידיות.

6.1 - 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 בשני הכבישים מנוטר ההרכב המינרולוגי השונה של התערובות. בסדרת הגרפים המרוכזים בגרף מס' א.8. בנספח א ובגרף ב.10 בנספח ב', מוצגים בהפרדה הביצועים לשנת 2010, ע"פ הפרמטרים השונים, של קבוצות התערובות השונות.

6.2 - ביצועי התערובות עם אגרגט הדולומיט ללא בזלת

שלוש תערובות בשני הכבישים הורכבו על טהרת האגרגט הדולומיטי כקטעי בקרה. תערובת S 1 בקטע מס 1 בכביש 784 וקטע מס 2 בכביש 864, ותערובת SMA3/4 בקטע מס' 8 בכביש 784. מהנתונים המתקבלים עולה בבירור כי מהשנה הראשונה ובהמשך תקופת המעקב ניתן להבחין בנחיתות התערובות הדולומיטיות 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.

6.3 - ביצועי תערובות ה SMA ביחס לתערובות ה S

חמש תערובות בקטעי הניסוי (בששה מקטעי ניסוי בשני הכבישים) הן תערובות SMA. כל התערובות מציגות ערכים משופרים, יחסית, מבחינת עמק מרקם התערובות. ואולם, מבחינת ערכי התנגדות להחלקה הן מציגות ערכים דומים ולעיתים אף נמוכים יותר מאשר תערובות ה S. ממצא זה בולט בכביש 864. תערובת ה SMA הדולומיטית בכביש 784, על אף עמק המירקם המשופר, מציגה ערכי התנגדות להחלקה הנמוכים באופן מובהק מהתערובות המעורבות, זברה, ואו תערובות הבזלת.

6.4 - ביצועי התערובות המעורבות, זברה Z, בהשוואה לתערובות האחרות

שבע תערובות בקטעי הניסוי (בשמונה מקטעי ניסוי, בשני הכבישים) 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. בהמשך לביסוס הקורלציות בין שיטות המדידה השונות בקטעי הניסוי הספציפיים נורמלו תוצאות המדידות לסולם ה ROAR. כל התערובות המעורבות הציגו ערכי ROAR- μ הגבוהים משמעותית מהערך של 45 בחלוף מספר חדשים מהסלילה בכביש 864 ובחלוף למעלה משנתיים בכביש 784. ביצועי תערובות הזברה Z, מבחינת ערכי ההתנגדות להחלקה היו גבוהים וטובים יותר, ברובם המוחלט, מהתערובות הדולומיטיות והיו דומים או מעט נמוכים מערכי התערובות הבזלתיות. מסקנות דומות ניתן היה להסיק מכל מערכות המדידה השונות בהם נעשה שימוש בפרויקט.

מבחינת עמק מרקם התערובות, בכל אמצעי המדידה השונים, נמצא כי 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. לא נמצאה אינדיקציה לתהליך כזה מנתוני המדידה בכביש 784.

7 - מסקנות והמלצות לאחר הרחבת קטעי הניסוי ובחלוף כשנתיים ממועד הסלילה

7.1 - ביצועי תערובות הזברה ביחס לתערובות הרגילות

- 1- בפרויקט זה נמצא כי קיימת קורלציה גבוהה וטובה מאד בין מערכות המדידה השונות למדידת ההתנגדות להחלקה ועומק המרקם. בהתאם לרגרסיה המתקבלת ניתן היה לנרמל את התוצאות לסולם קריטריוני אחיד, לזהות את תחומי הפיזור של ביצועי התערובות השונות, באמצעי המדידה השונים, ולתחום את טווח הביצועים של התערובות בהתאם למינרלוגיה של האגרטים.
- 2- ביצועי התערובות המעורבות, זברה Z, מבחינת ערכי ההתנגדות להחלקה, נמצאו טובים יותר ומשופרים באופן מובהק ביחס לקטעי הבקרה אשר נסללו מתערובות עם אגרגט דולומיטי. ממצא זה תקף גם לקטעי הניסוי החדשים ובחלוף תקופה של מעל שנתיים ממועד הסלילה בקטעי הניסוי הראשונים.
- 3 – ביצועי התערובות המעורבות, זברה Z, היו דומים לביצועי התערובות הבזלתיות. בהתאם לביצועים ערכי התנגדות להחלקה נתקבלו ברמה משביעת רצון לאחר חצי שנה, שנה ושנתיים ממועד הסלילה.
- 4 – בכל מערכות המדידה בשיטות המדידה השונות נמצא כי באופן עקבי ביצועי תערובות הזברה Z, היו משופרים באופן בולט ביחס לתערובות הדולומיטיות ודומים לביצועי התערובות הבזלתיות.
- 5 – במדידות עמק המרקם שבוצעו, נמצאה התאמה בין שיטות המדידה אשר בוצעו בטכנולוגיות שונות. ההבדלים בעמק המרקם היו קשורים בעיקר לשוני בין קוי הדרוג של התערובות מסוג SMA ביחס לתערובות ה S.

7.2 - עדכון דרישות המפרט לאספלט

הצעות לניסוח לעדכון מפרט מעצ מס 51.04 הועברו בהמשך לדוח המעקב אשתקד [מ"מ 7]. בשלב זה אין צורך לביצוע עדכונים נוספים.

7.3 - המשך מעקב אחר קטעי הניסוי

מומלץ להמשיך את המעקב אחר קטעי הניסוי בתדירות החצי שנתית כמתוכנן. יש לעשות מאמץ לתאם את בדיקות המבדקות השונות לביצוע במקביל באותן תקופות ותנאי מזג אוויר דומים להפחתת שגיאת המדידה.

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.
6. **אמנון רבינא**, גיאוכום בע"מ, עירוב אגרגטים ממקורות שונים וההשפעה על מקדם החיכוך בכבישים, יישום תערובות ניסיון וביצוע קטעי ניסוי – החברה הלאומית לדרכים, יוני 2008.
7. **אמנון רבינא**, גיאוכום בע"מ, עירוב אגרגטים ממקורות שונים וההשפעה על מקדם החיכוך בכבישים, מעקב אחר קטעי הניסוי בתום שנה ממועד הסלילה – החברה הלאומית לדרכים, יולי 2009.



נספח א'

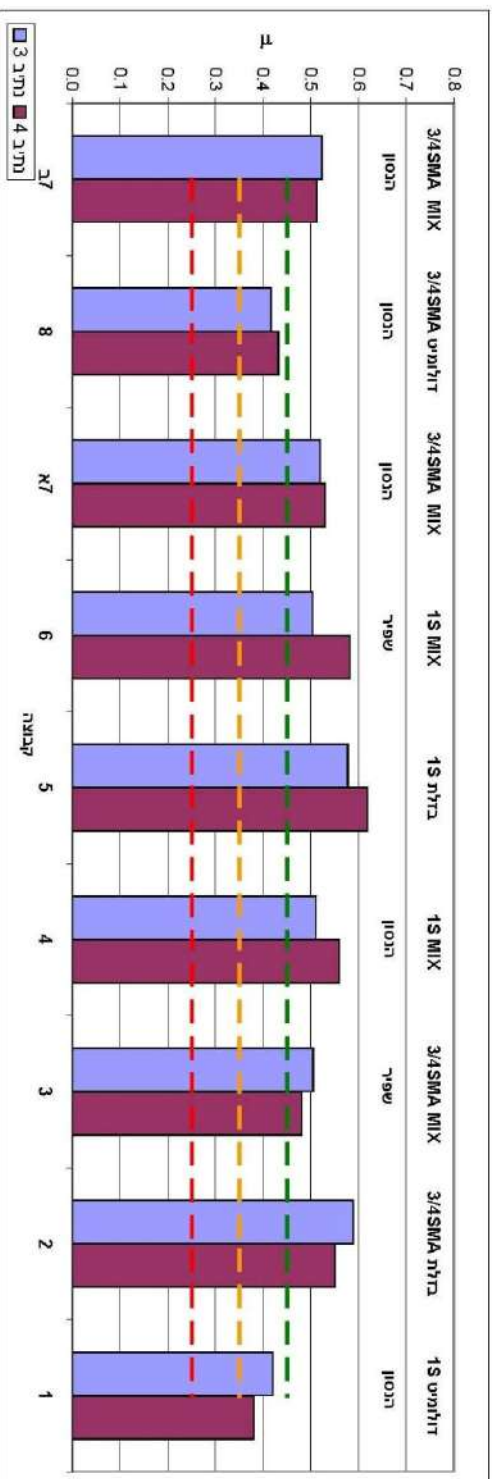
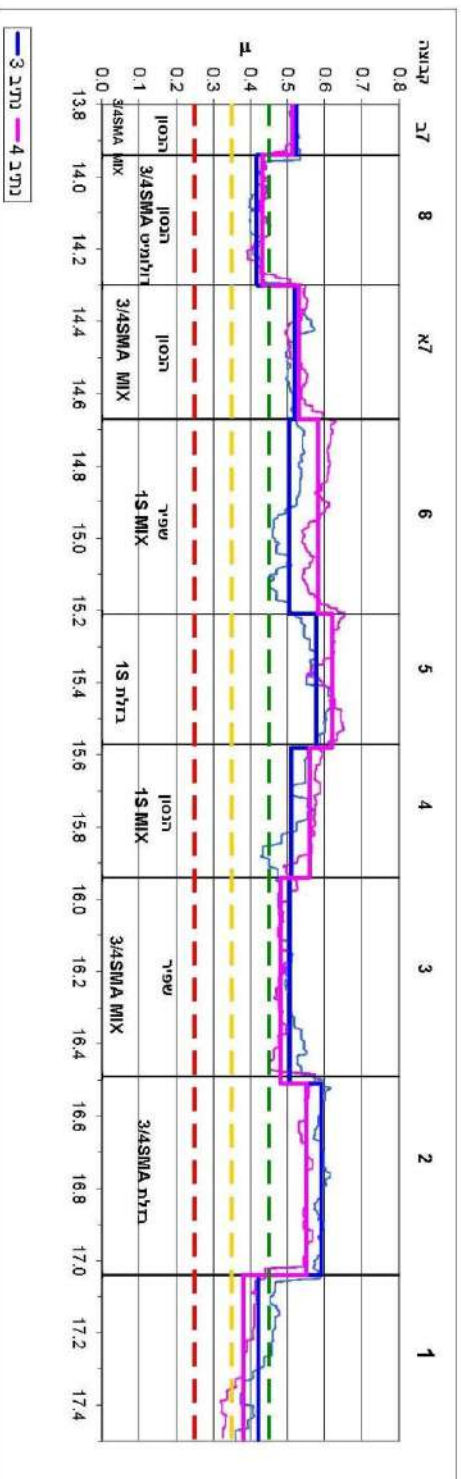
ריכוז גרפי של תוצאות הבדיקות

בכביש 784

בתום שנתיים ממועד הסלילה

- א.1 : נתוני בדיקת התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ROAR מרץ 2009.
- א.2 : נתוני בדיקת התנגדות להחלקה באמצעות מערכת מכון התקנים DT – ינואר 2010.
- א.3 : ערכי התנגדות להחלקה של 2010 (מכון התקנים) DT מנורמלים לרמת הערכים של ROAR 2009.
- א.4 : נתוני בדיקת התנגדות להחלקה באמצעות מערכת MK 2 מבדק הצפון – יוני 2010.
- א.5 : ערכי התנגדות לחריצה של 2010 (מבדק הצפון) MK 2 מנורמלים לרמת ערכים של ROAR 2009.
- א.6 : נתוני בדיקת עומק המרקם MPD באמצעות מערכת MK 2 מבדק הצפון יוני 2010.
- א.7 : כ.784 – תוצאות בדיקות עומק המרקם לאורך זמן.
- א.8 : כ.784 – בחינת ביצועי תערובת השוואת תערובות SMA ותערובות S

כביש 784
גרף מס' 1: נתוני בדיקת התנגדות להחלקה באמצעות מערכת ROAR - מרץ 2009



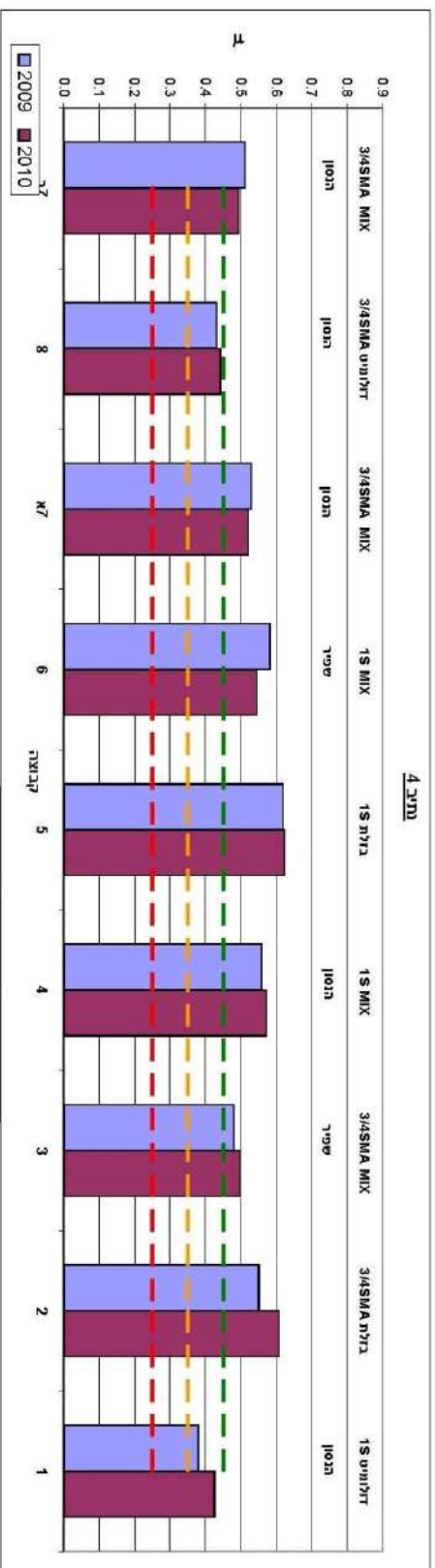
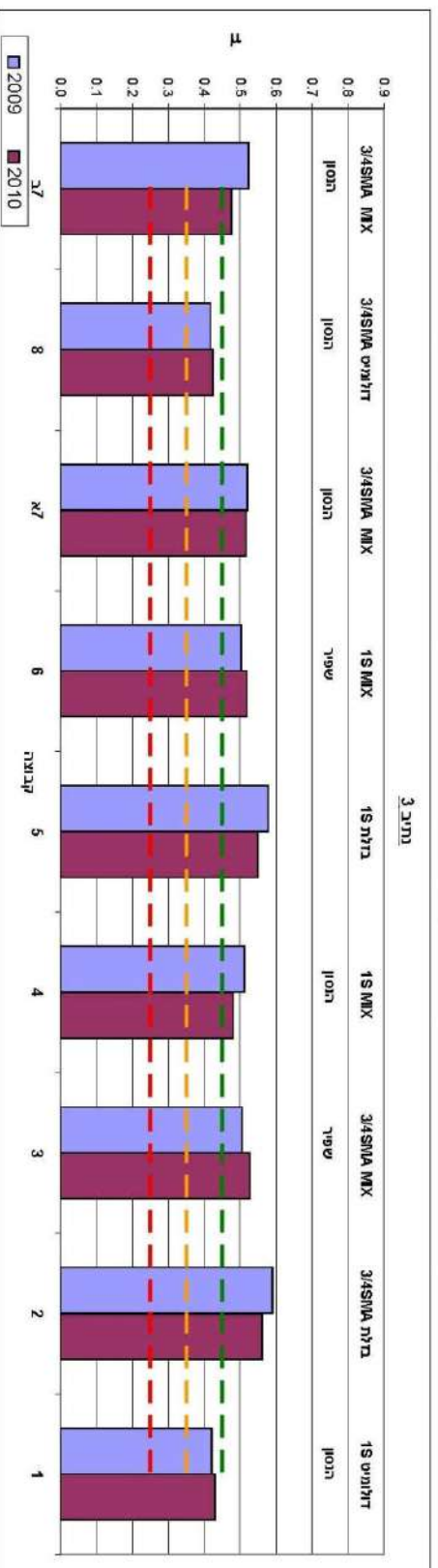
Asphalt	Plant	Group	From	To	תנ"כ 3	תנ"כ 4
3/4SMA MIX	100%	3	13.94	13.94	0.55	0.55
3/4SMA דולומיט	100%	3	13.94	13.94	0.55	0.55
1S MIX	100%	3	13.94	13.94	0.25	0.25
1S דולומיט	100%	3	13.94	13.94	0.25	0.25
3/4SMA MIX	100%	3	13.94	13.94	0.55	0.55
3/4SMA דולומיט	100%	3	13.94	13.94	0.55	0.55
1S MIX	100%	3	13.94	13.94	0.25	0.25
1S דולומיט	100%	3	13.94	13.94	0.25	0.25
3/4SMA MIX	100%	3	13.94	13.94	0.55	0.55
3/4SMA דולומיט	100%	3	13.94	13.94	0.55	0.55
1S MIX	100%	3	13.94	13.94	0.25	0.25
1S דולומיט	100%	3	13.94	13.94	0.25	0.25

גורף מס' א.2: נתוני בדיקות התנגדות להחלקה באמצעות מערכת מכון התקנים דט - ינואר 2010

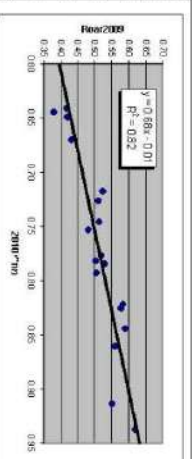


Aspart	Pent	Grown	T ₀	3 cm	4 cm
34/5NA M ₀	10/7	13/9	13.94	0.77	0.75
34/5NA M ₁	10/7	52	14.00	0.54	0.67
34/5NA M ₂	10/7	8	13.04	0.54	0.62
34/5NA M ₃	10/7	14.80	14.80	0.67	0.75
1S M ₀	7/59	6	14.87	0.78	0.82
1S M ₁	7/59	15.87	15.21	0.78	0.82
1S M ₂	7/59	5	15.58	0.83	0.94
1S M ₃	7/59	5	15.58	0.83	0.94
34/5NA M ₀	10/7	15.88	15.04	0.73	0.65
34/5NA M ₁	7/59	15.84	16.51	0.73	0.65
34/5NA M ₂	10/7	2	16.51	0.94	0.91
34/5NA M ₃	10/7	1	17.04	0.94	0.84

גרף מס' א.3: ערכי התנגדות להחלוקה של 2010 (מאן חתוך) ו-Roar 2009 (גרסיה לינארית)

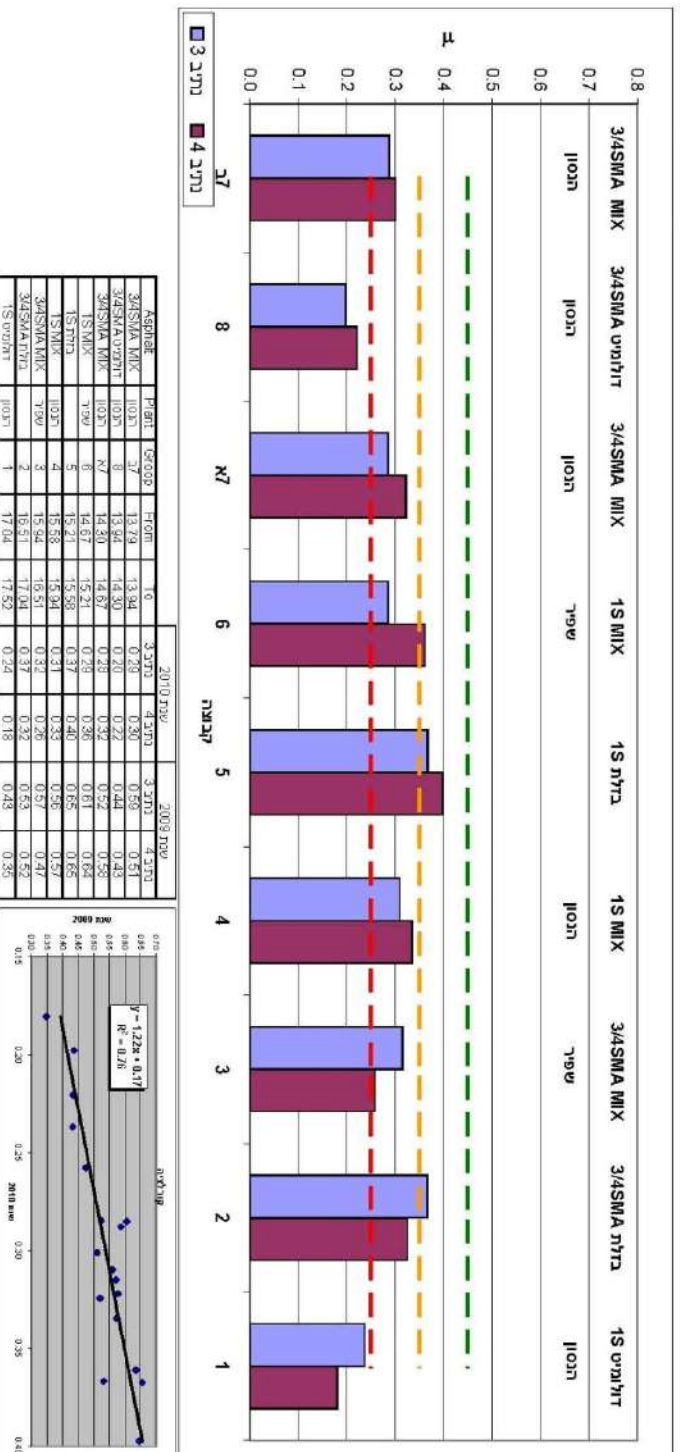
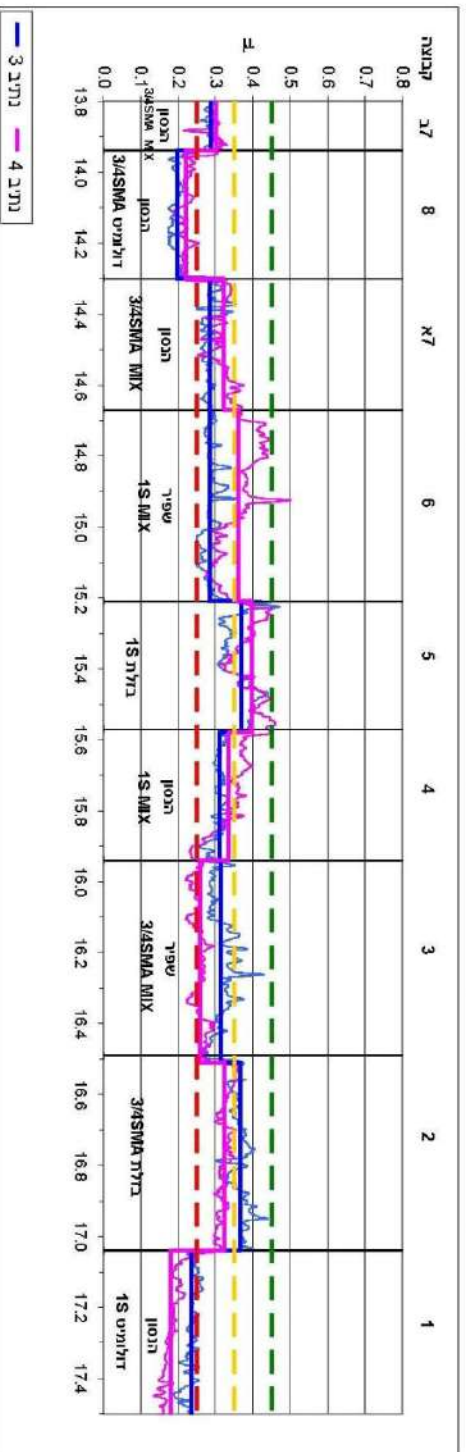


		Roar		מאן חתוך		R²	
		2009	2010	2009	2010	2009	2010
Asphalt	Plant	Group	From	To			
3/4SMA MIX	1000	3/7	13.79	13.94	0.52	0.51	0.48
3/4SMA MIX	1000	8	13.94	14.30	0.42	0.43	0.44
3/4SMA MIX	1000	7	14.30	14.67	0.50	0.58	0.52
3/4SMA MIX	1000	6	14.67	15.21	0.50	0.58	0.52
IS MIX	1000	5	15.21	15.58	0.58	0.62	0.55
IS MIX	1000	4	15.58	15.94	0.51	0.56	0.57
3/4SMA MIX	1000	3	15.94	16.51	0.50	0.53	0.50
3/4SMA MIX	1000	2	16.51	17.04	0.59	0.54	0.51
דלורית IS	1000	1	17.04	17.52	0.42	0.38	0.43



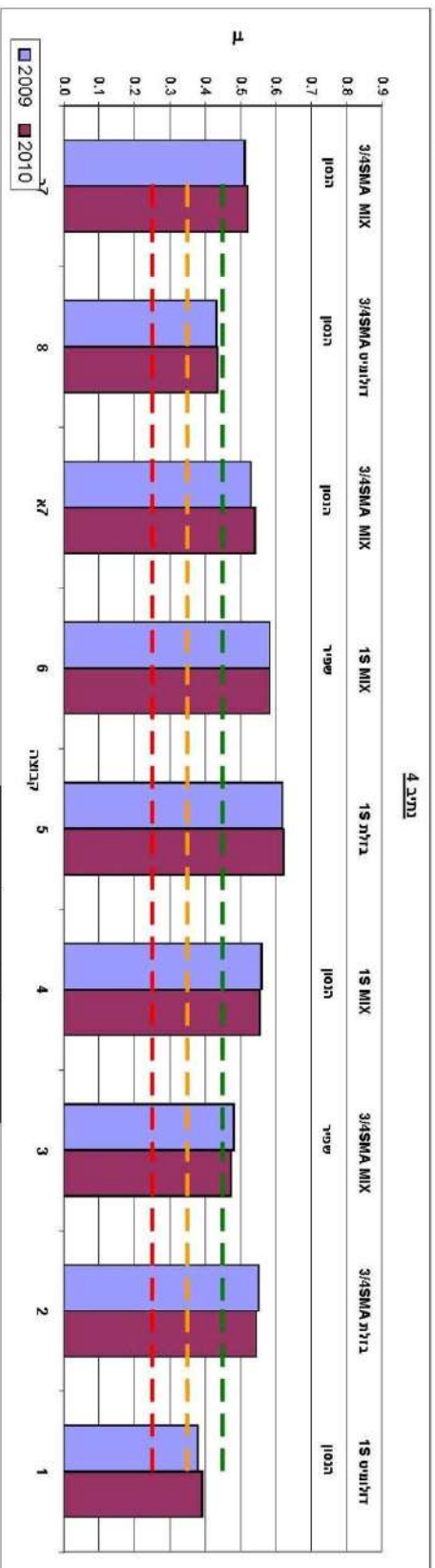
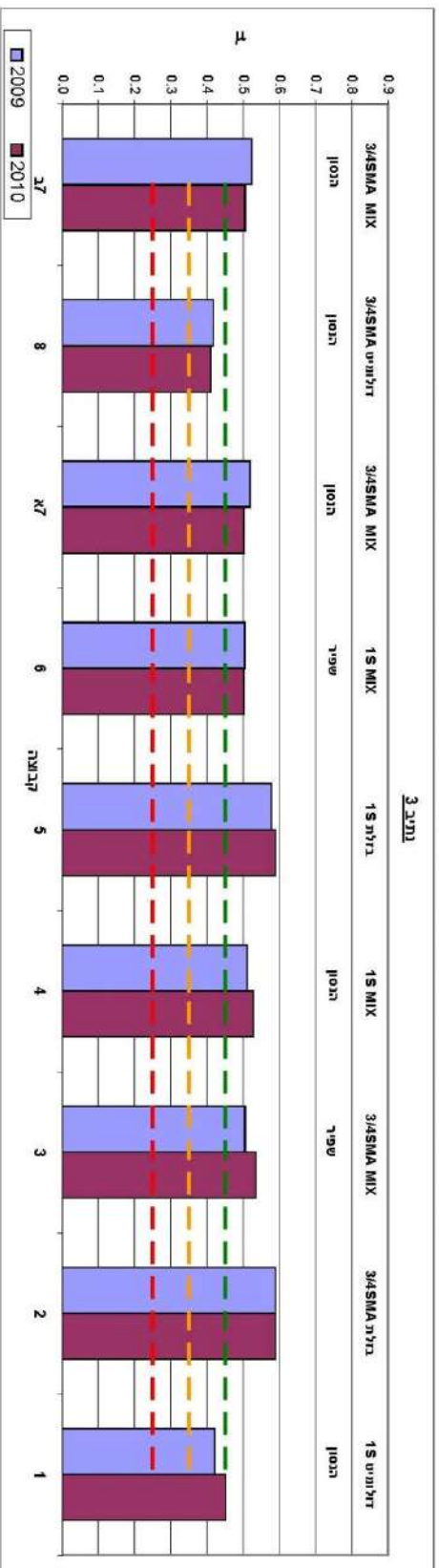
גרף מס' 4.א : נתוני בדיקת התנגדות להחלקה באמצעות מערכת MA2 מודק הצפון - יוני 2010

גוף : 4.א' סמך

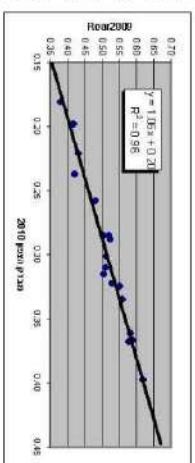


בריש 784

גרף מס' 5: שרי התנגדות לחריצה של 2010 (מבדק האפון) 2MA מוממלים לרמת הערכים של 2009 (Roar)

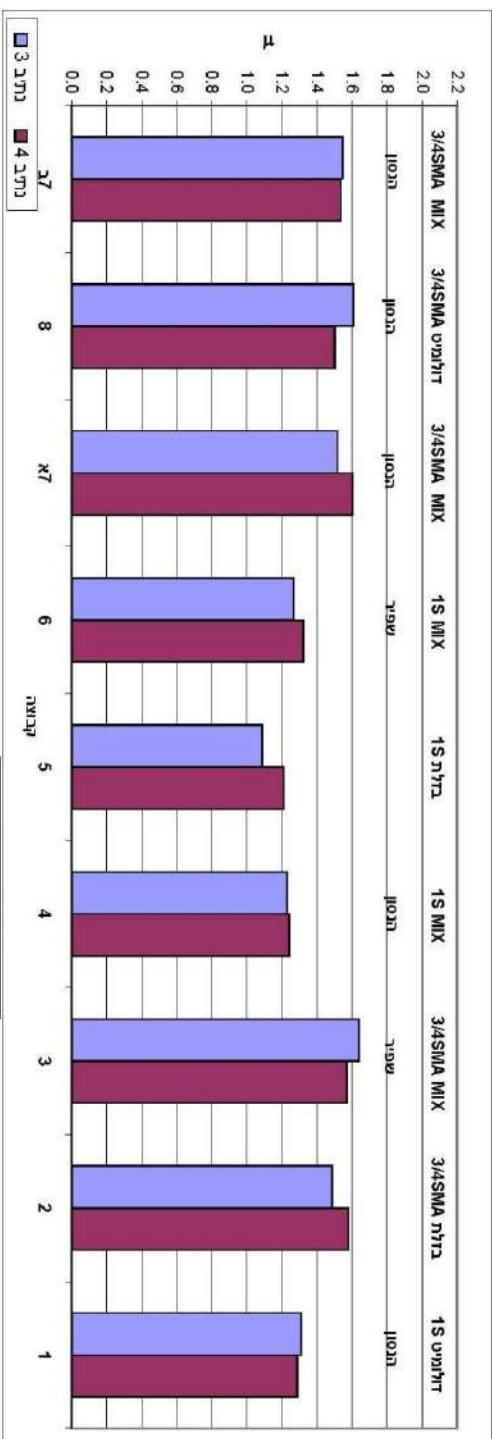
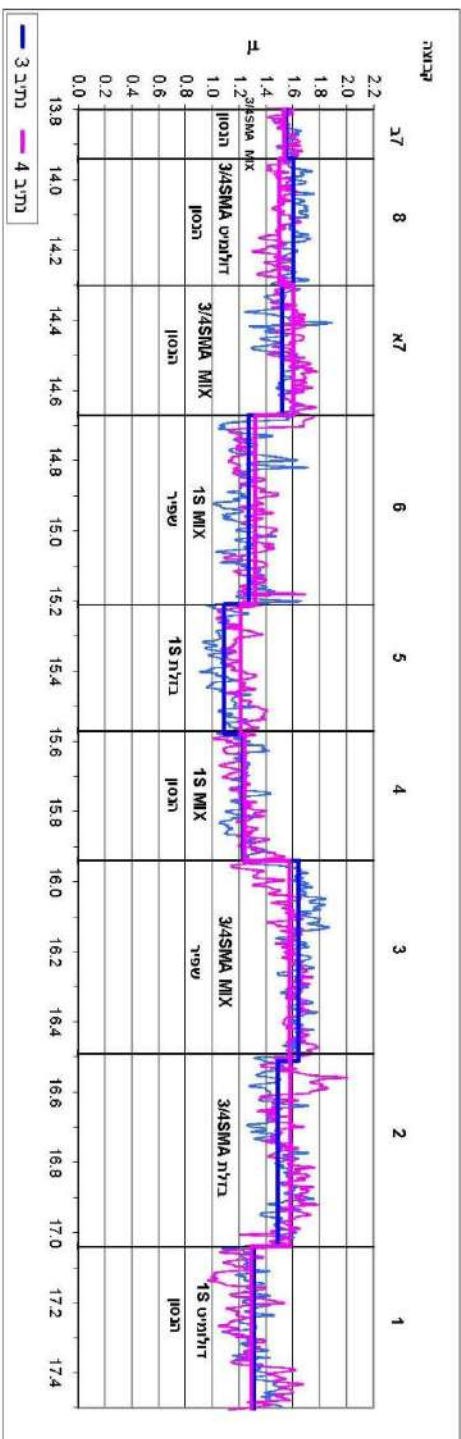


Asphalt	Plant	Group	From	To	Roar	עבור ממו	Roar	עבור ממו
3/4SMA MIX	100%	37	13.70	13.94	0.52	0.51	0.50	0.51
3/4SMA MIX	100%	38	13.94	14.30	0.42	0.43	0.40	0.41
3/4SMA MIX	100%	39	14.30	14.91	0.52	0.53	0.49	0.50
3/4SMA MIX	100%	40	14.91	15.21	0.50	0.51	0.47	0.48
3/4SMA MIX	100%	41	15.21	15.86	0.52	0.53	0.49	0.50
3/4SMA MIX	100%	42	15.86	16.34	0.51	0.52	0.48	0.49
3/4SMA MIX	100%	43	16.34	16.91	0.50	0.51	0.47	0.48
3/4SMA MIX	100%	44	16.91	17.04	0.42	0.43	0.40	0.41
3/4SMA MIX	100%	45	17.04	17.52	0.52	0.53	0.49	0.50



784 8122

גרף מס' א.6: נתוני בדיקת עומק המרקם MAP באמצעות מערכת 2MA מברדן הצפון - יוני 2010

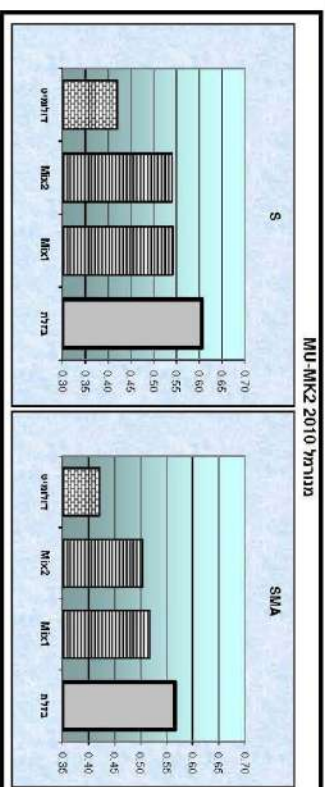
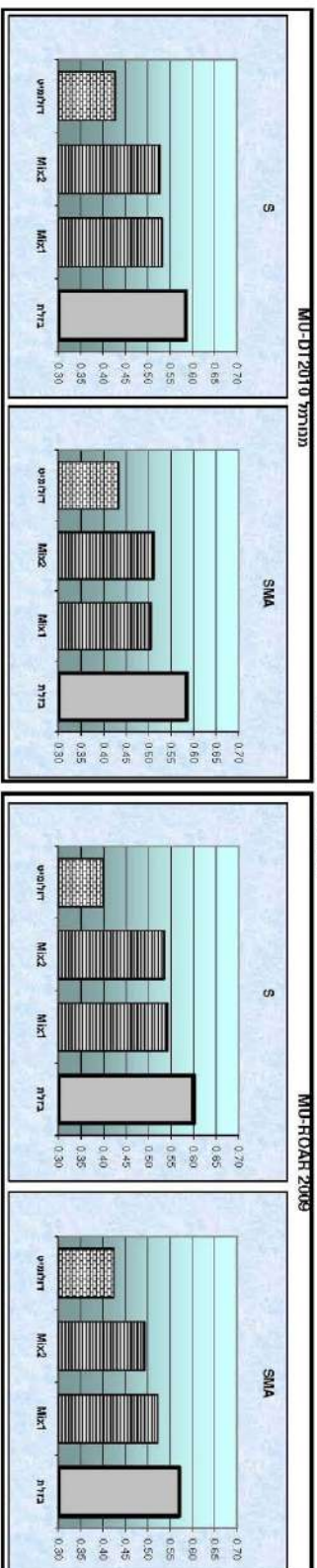


ASPIRANT	HAKAT	GROSS	FROM	2010 NEW		2009 NEW		
				3 YRS	4 YRS	3 YRS	4 YRS	
3435424 VJX	1031	37	13.99	13.94	1.56	1.54	1.56	1.44
3435424 VJX	1031	8	13.64	14.30	1.52	1.53	1.58	1.44
3435424 VJX	1031	87	14.30	14.67	1.52	1.60	1.61	1.44
3435424 VJX	7460	5	14.67	15.86	1.52	1.52	1.25	1.23
3435424 VJX	7460	3	15.86	15.44	1.52	1.24	1.28	1.23
3435424 VJX	1031	4	15.44	16.51	1.64	1.61	1.58	1.44
3435424 VJX	1031	2	16.51	17.04	1.49	1.58	1.46	1.43
3435424 VJX	1031	1	17.04	17.52	1.41	1.28	1.16	1.03

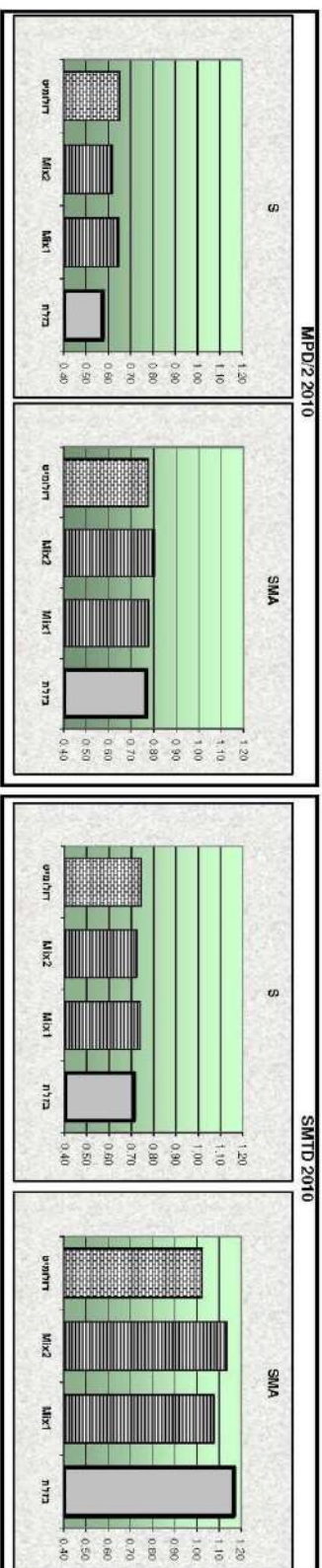
גרף מס' 8: כביש 784 - בחינת ביצועי תערובות. השוואת תערובות SMA ותערובות S

שם	סוג התערובת	SMA					חריגה	מקור
		S	זאמ2	זאמ1	דולמיט	בולת		
חריגה	מערובת M2-M2010	0.40	0.54	0.54	0.60	0.42	0.49	0.57
		0.43	0.53	0.53	0.59	0.43	0.51	0.58
		0.42	0.54	0.54	0.61	0.42	0.50	0.57
		0.74	0.72	0.74	0.71	1.02	1.13	1.17
ערך	MPD2 2010	0.65	0.62	0.65	0.57	0.78	0.80	0.77

התנגדות לחילוקה



מקום



גיאופום בע"מ - הנדסה אזרחית וגיאולוגיה

נספח ב'

ריכוז גרפי של תוצאות הבדיקות

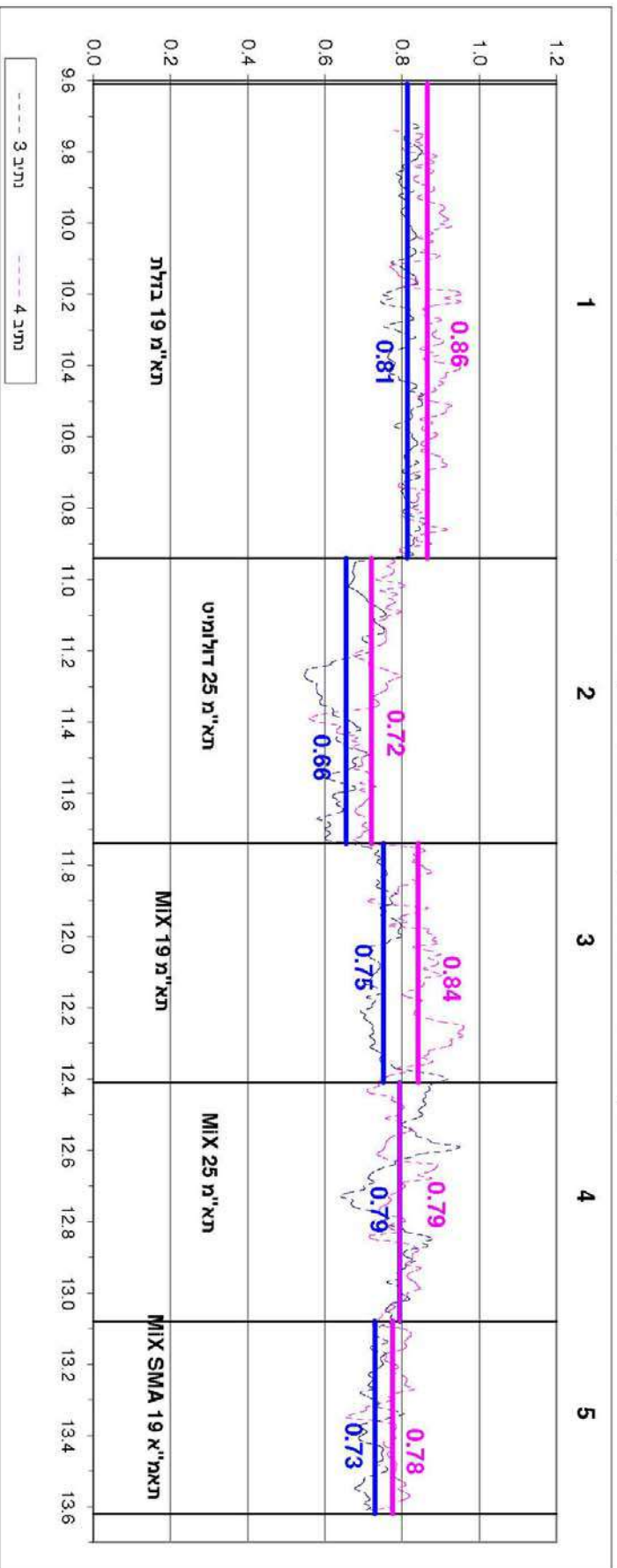
בכביש 864

בתום הסלילה

1. ב. : התפלגות ערכי התנגדות להחלקה μ – מכון התקנים.
2. ב. : התפלגות ערכי התנגדות להחלקה μ – מכון התקנים מנורמלים לסולם ערכי ROAR.
3. ב. : התפלגות ערכי התנגדות להחלקה μ ע"י מכשיר MK 2 של מבדק הצפון.
4. ב. : התפלגות ערכי התנגדות להחלקה μ מנורמלים לסולם ערכי ROAR.
5. ב. כ. 864 – מדידות התנגדות להחלקה של מכון התקנים DT – אחידות המדידה.
6. ב. כ. 864 מדידות ההתנגדות להחלקה של מבדק הצפון MK 2.
7. ב. : התפלגות ערכי עומק המרקם MPD ע"י מכשיר MK 2 של מבדק הצפון.
8. ב. כ. 864 תוצאות בדיקות SMTD לאורך זמן ע"י ARRB של מ.נ.מ.
9. ב. : מדידות עומק המרקם MPD ע"י מבדק הצפון MK 2.
10. ב. כ. 864 בחינת ביצועי תערובות השוואת תערובות SMA ותערובות S.

כריש 864

גרף מס' ב.1: התפלגות ערכי התנגדות לחלקה טמ - מכון התקנים DI

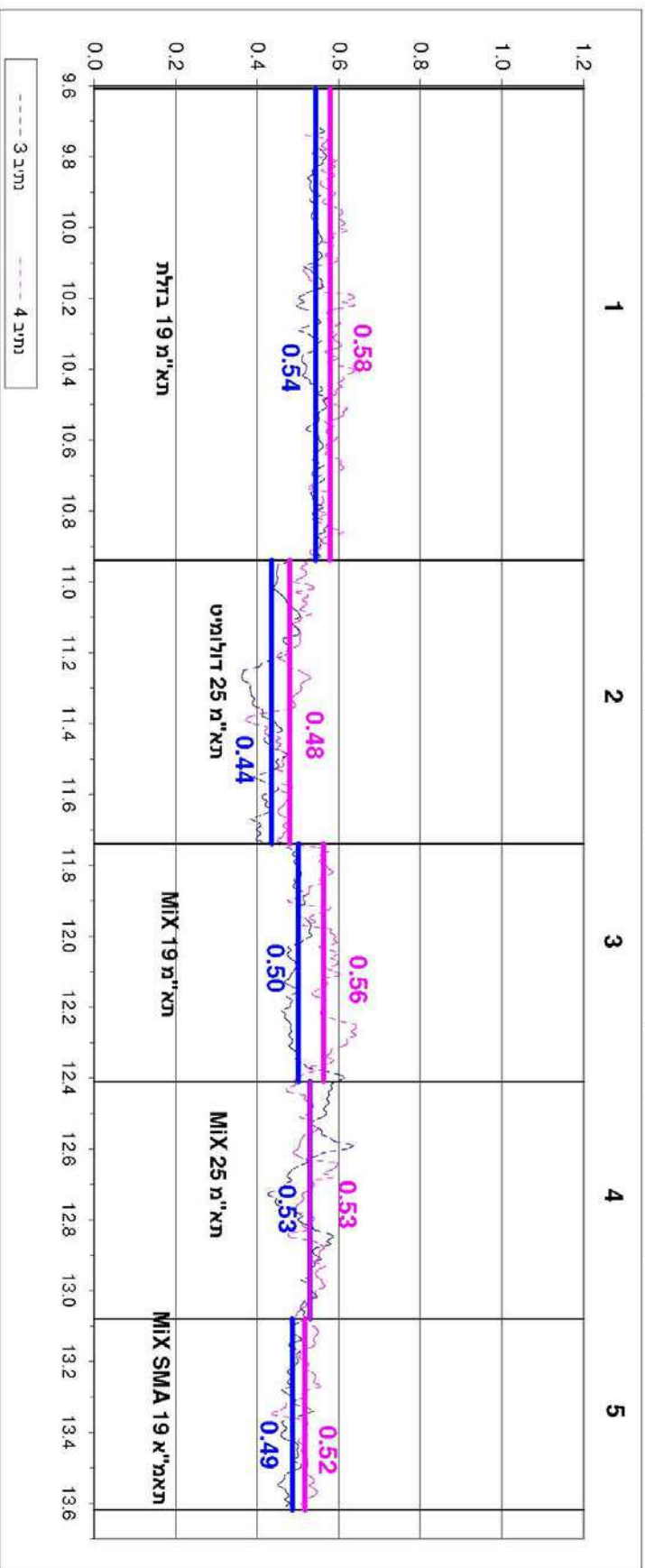


ערכי החיכוך טמ ממוצע לקטע

מס' הקטע	תעריבות	קטע			תאריך פירור
		קטע	מק"מ	עק"מ	
1	תא"מ 19 בולת	Mu Avg	0.81	0.06	12/07/09
		sigma	0.06	0.06	13/07/09
		0.86	0.81	0.06	14/07/09
		0.72	0.66	0.06	15/07/09
2	תא"מ 25 דולומיט	Mu Avg	0.72	0.06	21/07/09
		sigma	0.06	0.06	22/07/09
		0.84	0.75	0.06	23/07/09
		0.79	0.79	0.06	24/07/09
3	תא"מ 19 MIX	Mu Avg	0.84	0.07	26/07/09
		sigma	0.07	0.07	27/07/09
		0.78	0.73	0.07	28/07/09
		0.78	0.73	0.07	29/07/09
4	תא"מ 25 MIX	Mu Avg	0.79	0.07	29/07/09
		sigma	0.07	0.07	29/07/09
		0.78	0.73	0.07	29/07/09
		0.78	0.73	0.07	29/07/09
5	תא"מ 19 SMA	Mu Avg	0.78	0.07	29/07/09
		sigma	0.07	0.07	29/07/09
		0.78	0.73	0.07	29/07/09
		0.78	0.73	0.07	29/07/09

כביש 864

גרף מס' 2.1: התפלגות ערכי התנגדות להחלקה מ μ - מיון התקנים DT ממוחלים לסולם ערכי ROAR



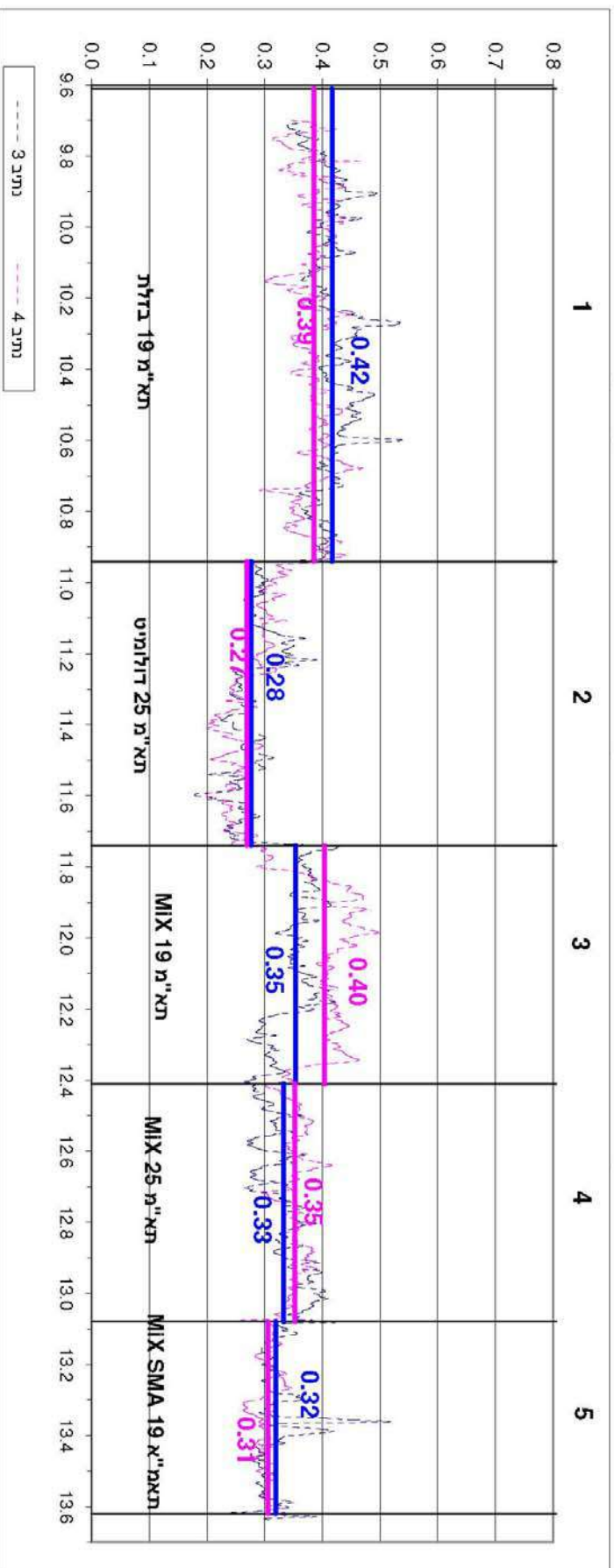
ערכי החיכוך מ μ ממוצע לקטע

Mix Avg		קטע		תאריך פיקוד	תעריכות	מס' הקטע
4 נתיב	3 נתיב	מק"מ	ער' ק"מ			
0.58	0.54	10.00	9.61	12/07/09	תא"מ 19 מ' בולת	1
		10.56	10.00	13/07/09		
		10.94	10.56	14/07/09		
		11.32	10.94	15/07/09		
0.48	0.44	11.74	11.32	21/07/09	תא"מ 25 מ' דולומיט	2
		12.04	11.74	22/07/09		
		12.41	12.04	23/07/09		
		12.71	12.41	24/07/09		
0.56	0.50	12.41	12.04	23/07/09	תא"מ 19 מ' MIX	3
		12.71	12.41	24/07/09		
		13.08	12.71	26/07/09		
		13.35	13.08	29/07/09		
0.52	0.49	13.62	13.35	28/07/09	תא"מ 19 מ' MIX SMA	5

גאופוס בע"מ - הנדסה אזרחית וגיאוולוגיה

כביש 864

גרף מס' 3: התפלגות ערכי התנגדות להחלקה טמ"ע"י מכשיר MAK2 של מברק האפון

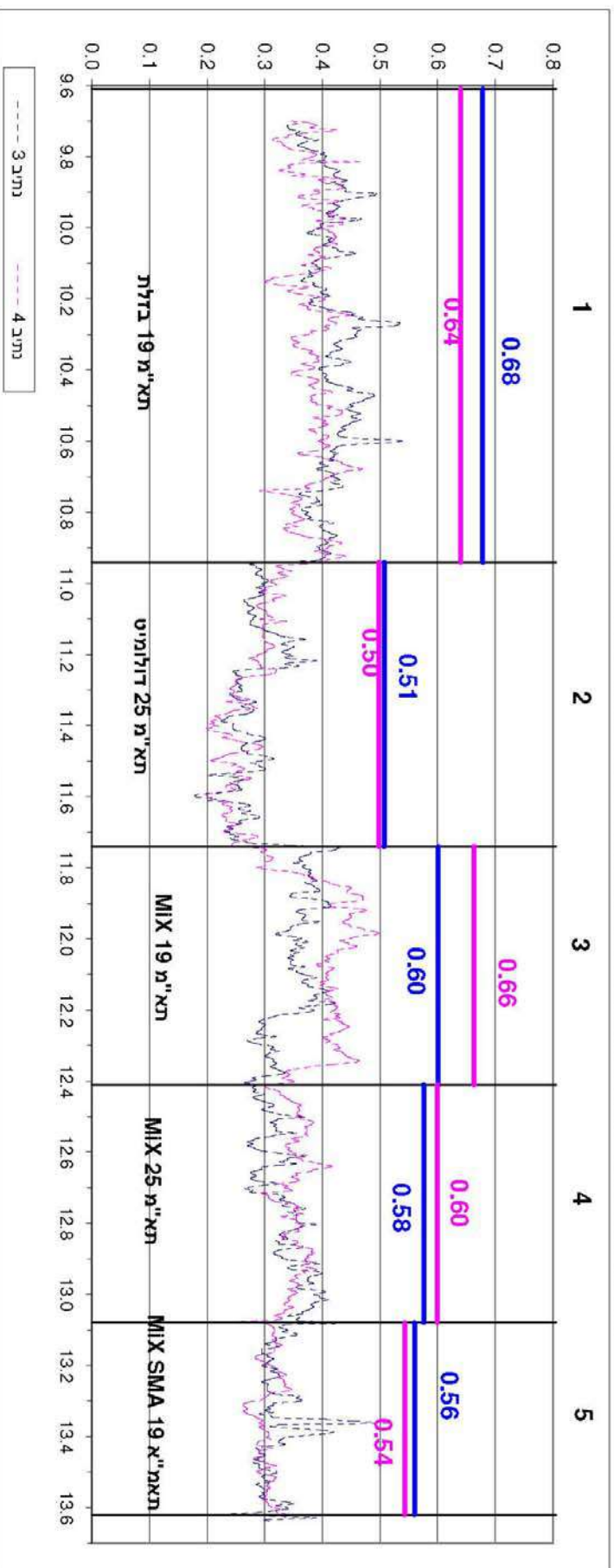


ערכי החיכוך טמ ממוצע לקטע

מס' הקטע	תערובת	תאריך פיצור	קטע		Mu Avg	
			מק"מ	עד ק"מ	נתב 3	נתב 4
1	תא"מ 19 מ' בולת		10.00	9.61	12/07/09	0.39
			10.56	10.00	13/07/09	0.42
			10.94	10.56	14/07/09	0.39
			11.32	10.94	15/07/09	0.27
2	תא"מ 25 מ' דולמיט		11.74	11.32	21/07/09	0.28
			12.04	11.74	22/07/09	0.40
			12.41	12.04	23/07/09	0.35
			12.71	12.41	24/07/09	0.35
4	תא"מ 25 מ' MIX		13.08	12.71	26/07/09	0.33
			13.35	13.08	29/07/09	0.35
			13.62	13.35	28/07/09	0.32
						0.31
5	MIX SMA 19 א"מ					

כביש 864

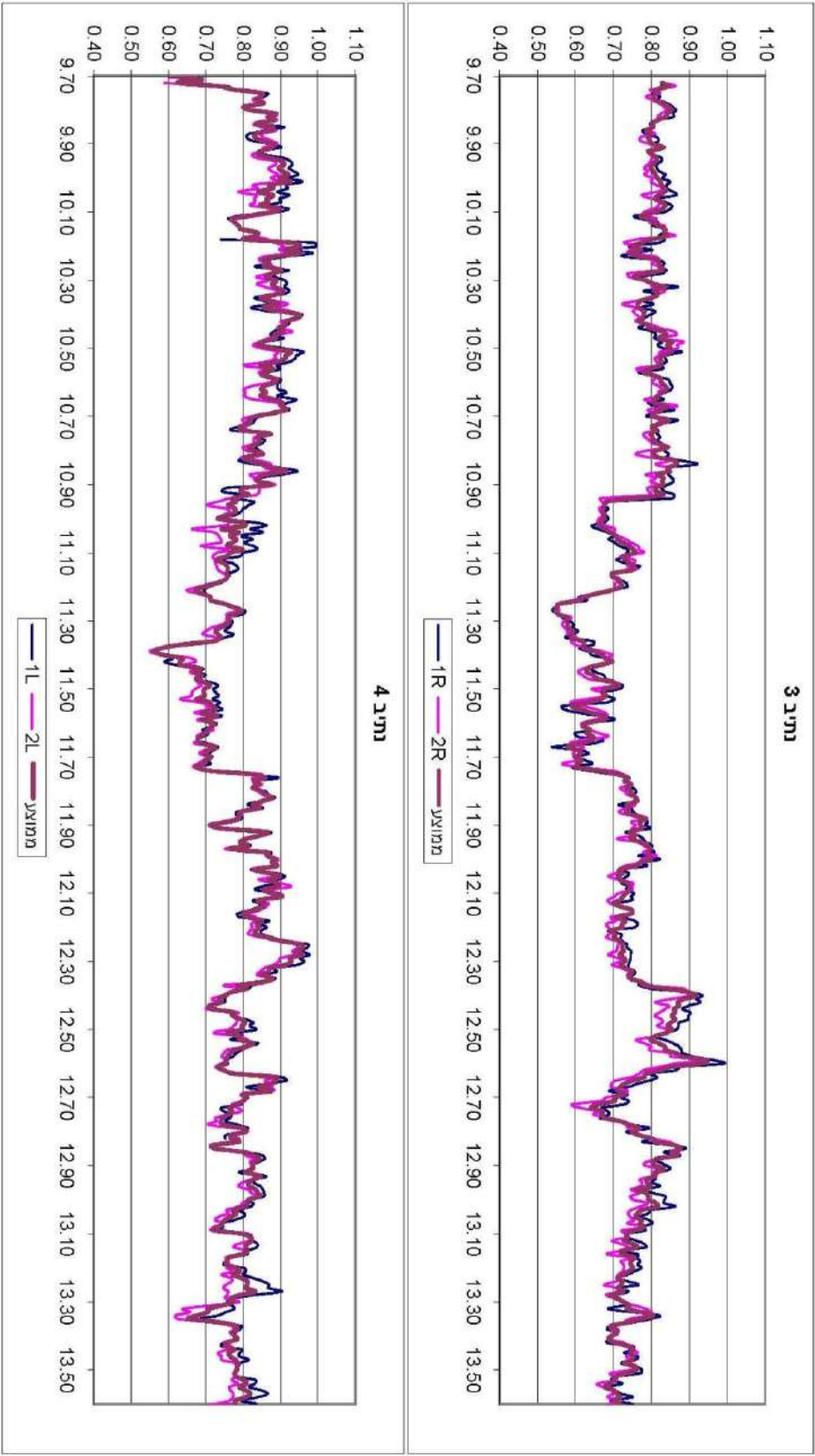
גרף מס' 4: התפלגות ערכי התנגדות להחלקה μ ע"י מכשיר MAK2 של מברק האפון מנומלים לסולם ערכי ROAR



ערכי התיכון μ ממוצע לקטע

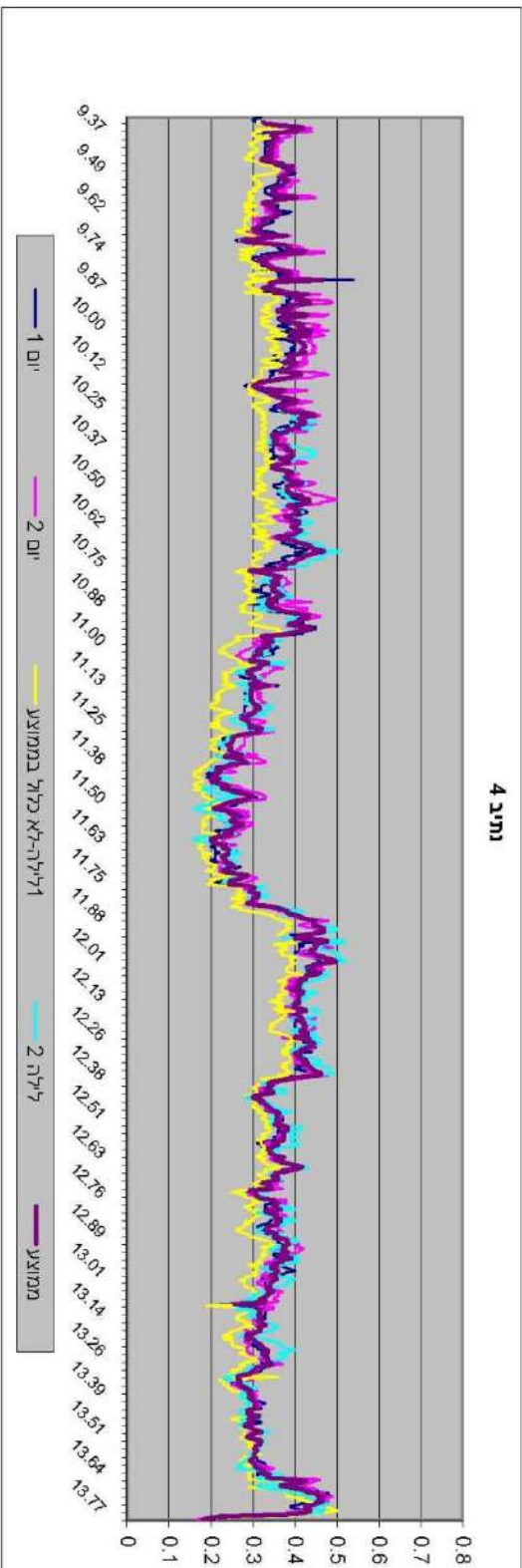
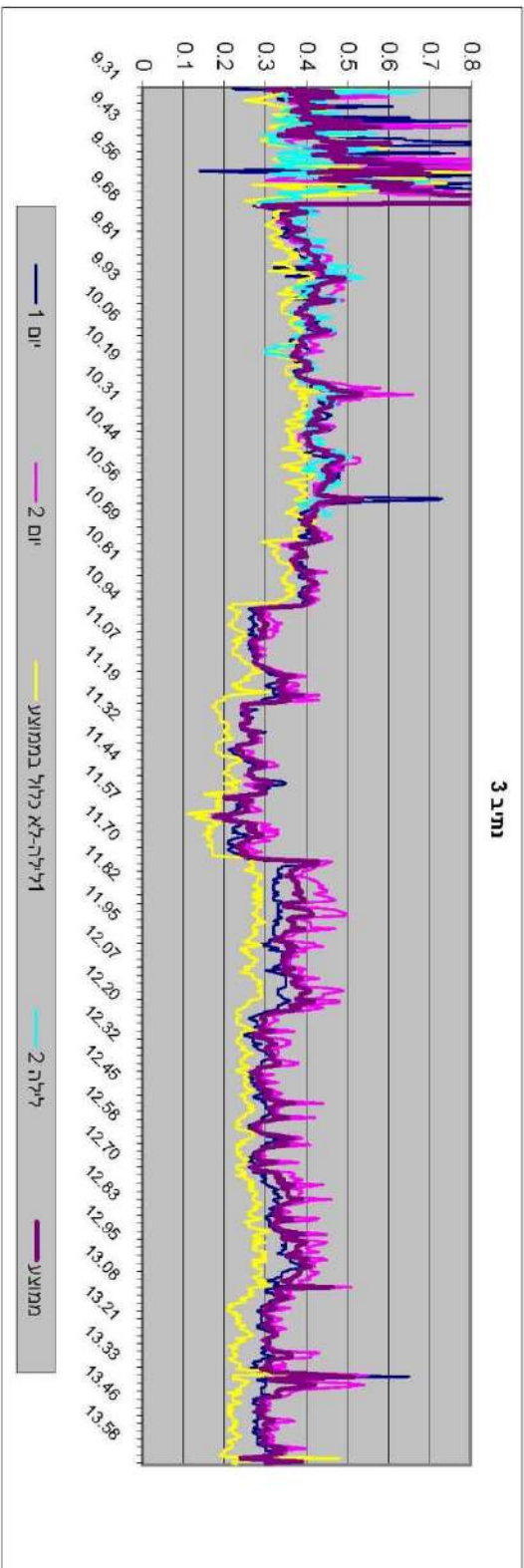
Mu Avg		קטע		תאריך פיזור		תערובת	מס' הקטע
נתיב 4	נתיב 3	עד ז"מ	מק"מ	12/07/09	13/07/09	תא"מ 19 בדלת	1
0.64	0.68	10.00	10.56	10.00	10.56	תא"מ 19 בדלת	1
0.50	0.51	11.32	10.94	15/07/09	21/07/09	תא"מ 25 דולומיט	2
0.66	0.60	12.04	11.74	22/07/09	23/07/09	MIX 19 תא"מ	3
0.60	0.58	12.41	12.04	24/07/09	26/07/09	MIX 25 תא"מ	4
0.54	0.56	13.08	13.35	29/07/09	28/07/09	MIX SMA 19 תא"מ	5

גרף 5.ב: כביש 864 - מדידת התנגדות להחלקה של מון התקנים DT - אחידות המדידה



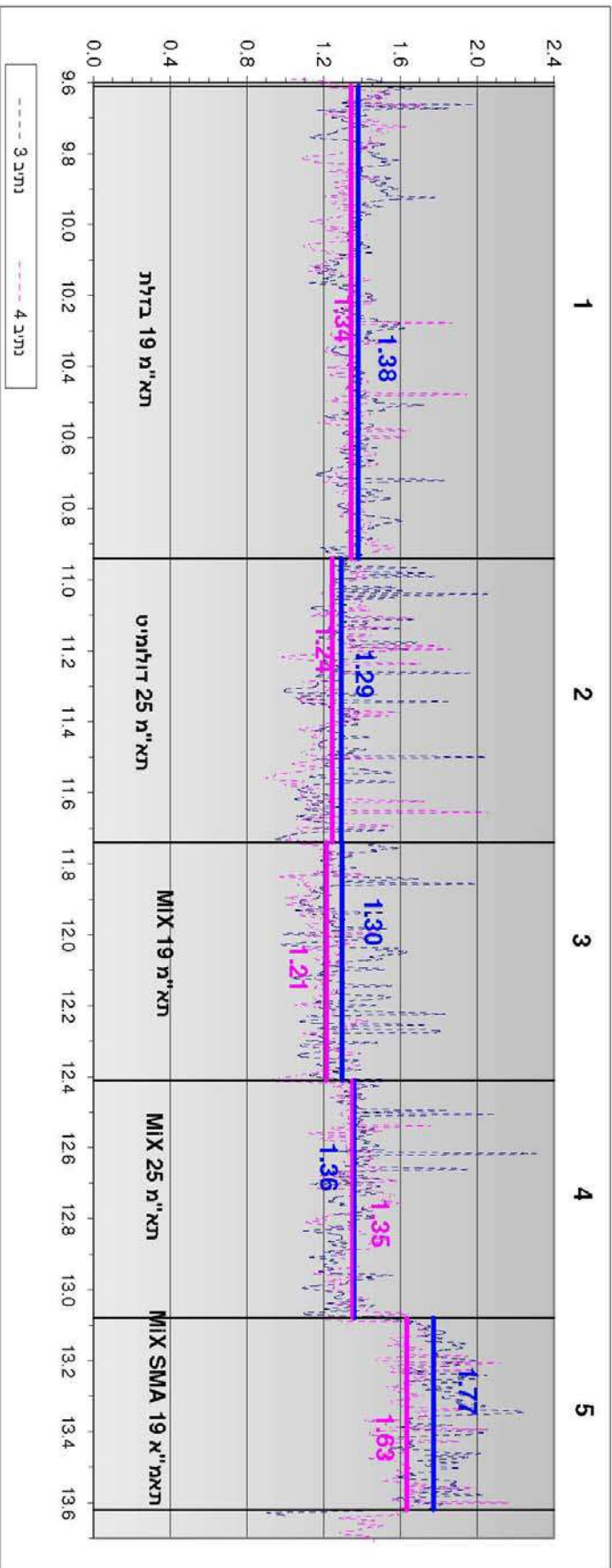
גיאופום בע"מ - הנדסה אזרחית וגיאולוגיה

גרף ב.6: כביש 864 - מדידת התנגדות להחלקה של מברק האפון MK2 אחידות המדידה



כריש 864

גרף מס' 7: התפלגות ערכי עומק המרקם MPD ע"י מכשיר AK2 של מברק האפון

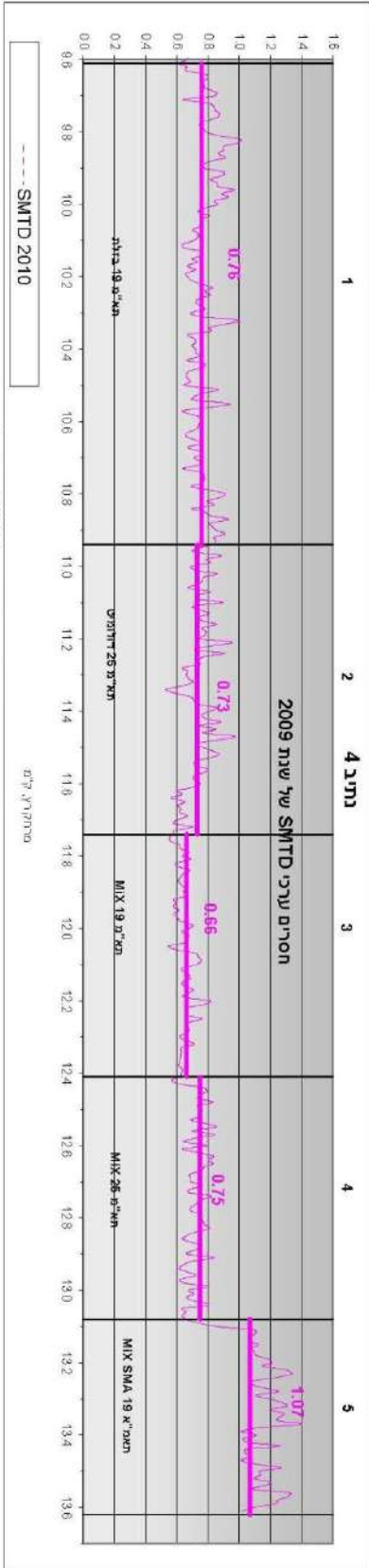
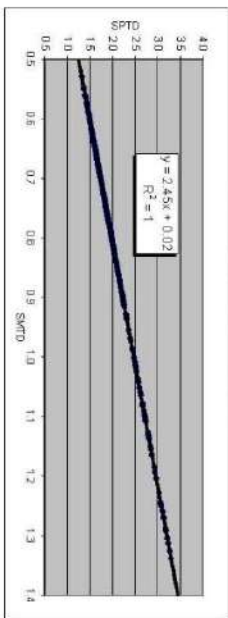


ערכי עומק המרקם MPD ממוצע לקטע

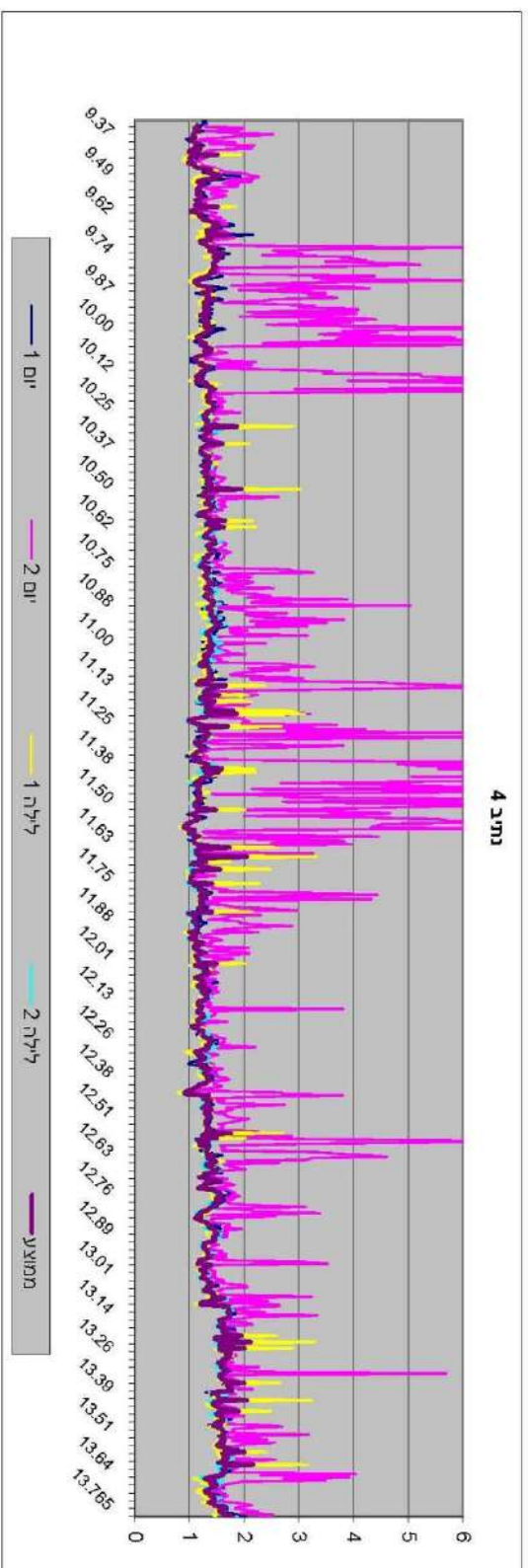
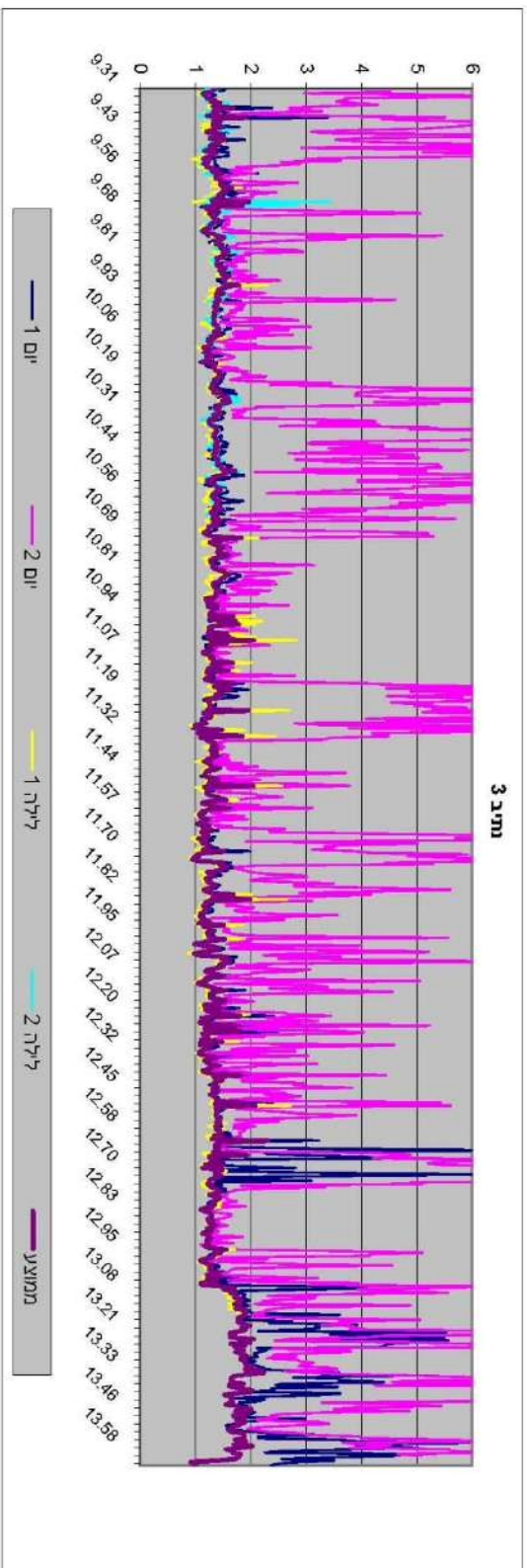
מס' הקטע	תעריכות	תאריך פיקור	קטע		Mu Avg	
			מק"מ	ערך מ"	נתיב 3	נתיב 4
1	תא 19 מ' ברלית	12/07/09	10.00	9.61	1.38	1.34
		13/07/09	10.56	10.00		
		14/07/09	10.94	10.56		
		15/07/09	11.32	10.94		
2	תא 25 מ' דולומיט	21/07/09	11.74	11.32	1.29	1.24
		22/07/09	12.04	11.74		
		23/07/09	12.41	12.04		
		24/07/09	12.71	12.41		
3	תא 19 מ' MIX	26/07/09	13.08	12.71	1.36	1.35
		27/07/09	13.35	13.08		
		28/07/09	13.62	13.35		
4	תא 25 מ' MIX				1.77	1.63
5	תא 19 מ' SMA MIX					

גיאופום בע"מ - הנדסה אזרחית וגיאוולוגיה

גרף מס' 8.2 : כביש 864 - תוצאות בדיקות SMTD (Sensor Measured Texture Depth) לאורך זמן ע"י ARRB של ת.ג.מ.

[illegible]

**גרף ב.9: כביש 864 - מדידות עומק המרקם MTD ע"י מברק האפון 2AK
אחידות המדידה**

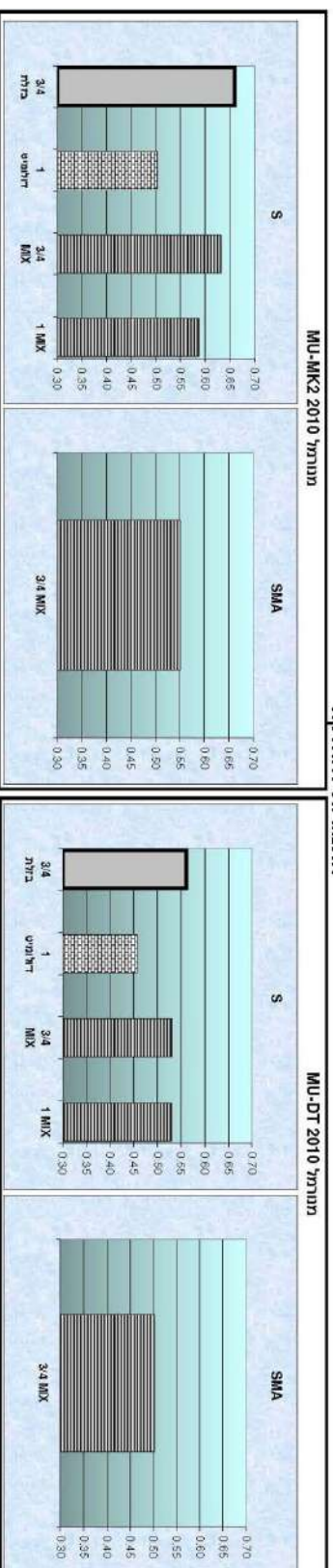


גיאומס בע"מ - הנדסה אזרחית וגיאולוגיה

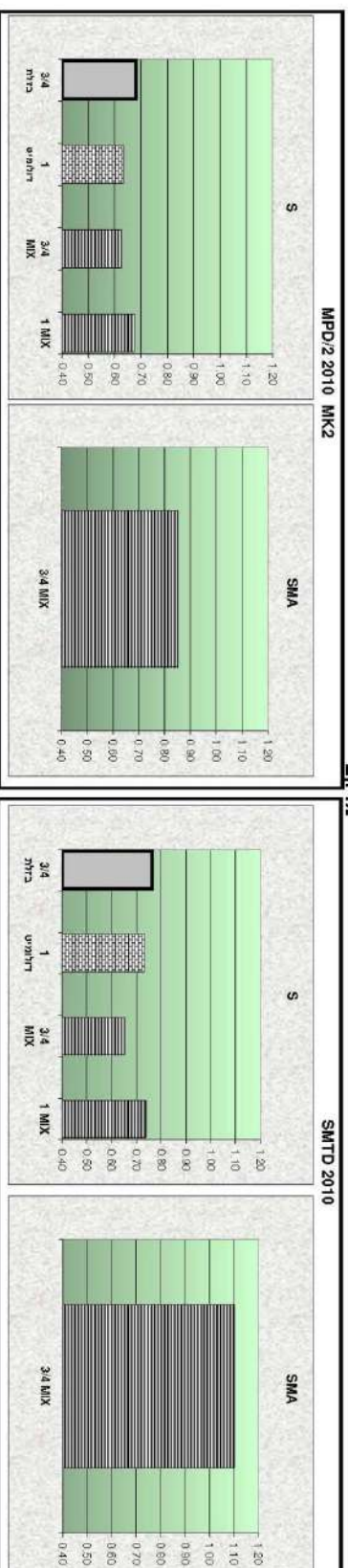
גרף מס' 10: כביש 864 - בחינת ביצועי תערובות. השוואת תערובות SMA ותערובות S

שם	SMA				S			
	סוג התערובת	הרכב	מערבול 2010	מערבול 2010	מערבול 2010	מערבול 2010	מערבול 2010	מערבול 2010
חיקר								
מקרים								

התנגדות להחלקה



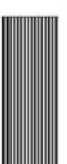
מקרים



תערובות בדלת



תערובות דולמיט



תערובות אומ



נספח ג'

תוצאות הוכחת היכולת ובקרת האיכות לייצור תערובות

האספלט במפעל הנסון-חנתון

- סיכום הוכחת יכולת במפעל הנסון חנתון

- טבלה ג.1: ריכוז בקרת איכות לתערובות אספלט תא"מ 19-בזלת.
- טבלה ג.2: ריכוז בקרת איכות לתערובות אספלט תא"מ 25-דלומיט.
- טבלה ג.3: ריכוז בקרת איכות לתערובות אספלט תא"מ Z-19.
- טבלה ג.4: ריכוז בקרת איכות לתערובות אספלט תא"מ Z-25.
- טבלה ג.5: ריכוז בקרת איכות לתערובות אספלט תאמ"א Z-19.
- טבלה ג.6: תוצאות צפיפות שדה ועובי גלילי אספלט.

לכבוד

תאריך: 6/7/09

נתן הוניג/אדי רוזנפלד

מספר: 446.09

מנה"פ ריבודים צפון

גיאופום בע"מ

הנדון: תערובות מעורבות בזלת/דולומיט-Z הוכחת יכולת ייצור

מפעל אספלט הנסון חנתון

כחלק מההסכם בפריקט הריבודים מתוכנן ליישם בכביש 864 תערובות מעורבות דולומיט/בזלת-Z. בתאריך ה 30/6/09 נערכה הוכחת יכולת לייצור תערובות מעורבות במפעל הנסון חנתון. בהוכחת היכולת השתתפו נציגי בקרת האיכות של הקבלן, יועץ היצרן, נציגי מעבדות בקרת/הבטחת איכות והח"מ מטעם מנה"פ.

נערכה בדיקת הוכחת יכולת לייצור לשלוש (3) תערובות "S 3/4", "S 1" ו-"SMA 3/4".

הדגש העיקרי בבדיקה לייצור תערובות אלו הוא בחינת יכולת היצרן לייצר תערובות עם אגרגט מעורב בזלת/דולומיט בהרכב מתוכנן, מבוקר ובר שליטה. בטבלה מס 1 להלן, מפורט מרכיב אגרגט הבזלת בתערובות האספלט Z שנבדקו תכנון מול תוצאות הבדיקה במהלך הייצור הנסיוני. בדיקת כמות אגרגט הבזלת בתערובת נערכה ע"י שלושה טכנאים כל אחד בתורו בנפרד.

טבלה 1: בדיקת תכולת בזלת בתערובות מעורבות - Z (%) - בייצור תערובות ניסיון

תערובת	תכולה מתוכננת במרשל		בודק גיאופום		בודק מגאמא (ב"א)		בודק מת"י (ה"א)	
	מאגרגט +4#	מכלל התערובת	מאגרגט +4#	מכלל התערובת	מאגרגט +4#	מכלל התערובת	מאגרגט +4#	מכלל התערובת
S - 3/4"	64	43	67	43.5	66.7	42.5	67	43
S - 1"	62.5	42	65.5	43	65.2	43.2	65	44
SMA - 3/4"	56 *	42	61.5	46.5	62.2	47	62	47

* לקראת הייצור הנסיוני נתנה הנח"ה להעלות תכולת בזלת ל 60% מינימום ממרכיב +4, בהתאם לדרישה המתעכנת במפרט

גיאופום בע"מ

כתובת למכתבים: ת"ד 7402, חיפה, 31073
דואר אלקטרוני: office@geokom.co.il

כתובת המשלוח: החוב יוזמח 2, בנין שער העיר, סירת חסרמל
טלפון: 8581999-04 מקס: 8574448-04

טבלה 2: ריכוז קריטריונים לבקרה - להוכחת יכולת

				תערובת	
הערות	SMA - 3/4"	S - 1"	S - 3/4"	תכונה	
	✓	✓	✓	מערכת מרשל לתערובת מעורבת Z	בדיקות מוקדמות
	✓	✓	✓	פירוט יחס עירוב בזלת דולומיט	
	✓	✓	✓	מאגרסט #4+	תכולת בזלת
	✓	✓	✓	מכלל התערובת	
	✓	✓	✓	הזרמה דולומיט ובזלת מתאים קרים נפרדים	
לבדיקה בתערובת ראשונה ב"יצור השוטף	✓	גבולי בנפה 1/2"	✓	דרוג אגרגטים	
	✓	✓	✓	דרוג דקים	
לבדיקה בתערובת ראשונה ב"יצור השוטף	נמוכה ב 0.2% במרשם! לתיקון	נמוכה ב 0.3% במרשם! לתיקון	נמוכה ב 0.2% במרשם! לתיקון	תכולת ביטומן	
לבדיקה בתערובת ראשונה ב"יצור השוטף	✓	גבולי (גבוה), יתוקן עם תיקון ביטומן במרשם	✓	יחס מלאן/ביטומן	
	✓	✓	✓	צפיפות תערובת	
לבדיקה בתערובת ראשונה ב"יצור השוטף	✓	יתוקן עם תיקון תכולת הביטומן	✓	אחוז חלל (%)	
	✓	✓	✓	VMA	
לבדיקה בתערובת ראשונה ב"יצור השוטף	✓	גבולי (נמוך) יתוקן עם ת ביטומן	✓	יציבות	
	✓	✓	✓	חזק משתייר	
	✓			התנקזות	
	✓	✓	✓	הצגת פלט הזרמות לתאים קרים	
	✓	✓	✓	הצגת פלט שקילות לתאים חמים	

גיאופום בע"מ

כתובת המשרד: רחוב יזומה 2, בנין שער העיר, טירת הכרמל
טלפון: 048581999 פקס: 048574448

כתובת למכתבים: ת"ד 7402, חיפה, 31073
דואר אלקטרוני: office@geokom.co.il

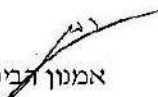
עמוד 2 מתוך 3

בטבלה מס' 2 לעיל מפורטים כלל הנושאים אשר נבדקו במהלך הוכחת היכולת. הערות נרשמו לנושא תכולת הביטומן אשר הייתה נמוכה במרשמי הייצור של התערובות. יש לתקן את תכולת הביטומן – לתכולה המתוכננת – במרשם התערובת המיוצרת – כנדרש במפרט.

מסקנות והמלצות

1. – היצרן הוכיח את יכולתו לייצר תערובות מערובות דולומיט/בולת Z עם שליטה מלאה ביחסי הערבוב כנדרש במפרט ובתכנון התערובות.
 2. – היצרן נדרש לתקן את תכולת הביטומן בתערובת "S 1" בכ 0.3% כמובן יש לתקן את תכולת הביטומן בתערובות ה"3/4 S" וה SMA בכ 0.2% במרשם התערובת לייצור.
 3. – יש לוודא את השלמת חתיקונים הנ"ל כבר במנת הבדיקה הראשונה בייצור השוטף.
 4. – ניתן לאשר את ייצור התערובות שנבדקו לפרויקט הריבודים בכביש 864 כתוכן.
- לרשותך במתן הבהרות נוספות ע"פ הצורך.

בברכה


אמנון רבינא M.Sc.
חברת גיאוכום בע"מ

העתק: שמעון נסיכי, ויטה פולונובסקי, אלכס סלוצקר – מעצ החברה הלאומית לדרכים

גיאופום בע"מ

כתובת המשרד: רחוב יוזמה 2, בנין שער העיר, טירת הכרמל
טלפון: 048581999 פקס: 048574448
כתובת למכתבים: ת"ד 7402, חיפה, 31073
דואר אלקטרוני: office@geokom.co.il
עמוד 3 מתוך 3

טבלה מס' 1: ריכוז בקרת איכות לתערובות אספלט

תא"מ 19 - בזלת															סוג תערובת:										פריה		מפעל:	
מספר תעורה	שם התערובת	VMA	צפיפות אפיקטיבית (ק"ג/מ"ק)	חוזק משקווי"ר (%)	אחוז חלל (%)	נזילות (מ"מ/0.01")	צפיפות ציביות (ק"ג/מ"ק)	צפיפות מעבדה (ק"ג/מ"ק)	תכולת ביטומן (%)	קו דרגו (%) ענבר										כביש ייצור	תכולת נדרשת מע"י מערכת מושל							
										#200	#80	#40	#20	#10	#4	3/8"	1/2"	3/4"	1"			1.5"						
		16.1		93	6	11	2,980	2,350	4.7	6	8	10	13	24	37	75	93	100										
בריקות שוטפות																												
125050	מוגאמא	15.9	2677	110	5.6	11.5	3,608	2,348	4.7	5.9	7	9	12	22	37	75	93	100				864						
125049	מוגאמא	15.9	2677		5.8	11.8	3,605	2,346	4.6	6	7	10	13	23	37	76	94	100										
125075	מוגאמא	16.2	2677	92	6.2	11.8	3,355	2,337	4.6	5.6	8	10	12	24	37	74	92	100				864						
125076	מוגאמא	16.3	2666	91	5.5	11.8	3,336	2,338	4.8	5.9	8	9	12	25	36	77	94	100										
125178	מוגאמא	15.9	2672	89	5.7	11.9	3,406	2,344	4.6	6.1	8	10	14	24	39	76	95	100				864						
125179	מוגאמא	15.9	2672	91	5.7	12.2	3,454	2,345	4.6	6.2	7	10	12	23	38	76	94	100				147/09						

טבלה מס' 2: ריכוז בקרת איכות לתערובות אספלט

סוג תערובת:															תא"מ 25 - דולמיט										הנסון חמתון					מפעל :	
מספר תעודה	שם התערובת	VMMA	אפיפות אפקטיבית (ק"ג/מ"ק)	חוזק משקווי (%)	אחוז חול (%)	ניליות (0.01")	יציבות (ליבר)	אפיפות תערובת (ק"ג/מ"ק)	תכולת ביטון (%)	קו דידו (%) עובר															כביש	תאריך ייצור					
										#200	#80	#40	#20	#10	#4	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1.5"											
		15.4	2760	93	6	11	2,850	2,440	4.2	5.5	8	11	14	25	35	68	87	95	100			מערכת מרשל									
בריקות שוטפות																															
125233	מגאמא	15.1	2,743	89	6.1	11.8	2,503	2,402	4.3	5.4	7	10	14	27	35	70	87	94	100			864	15/7/09								
125234		15	2,743		5.9	12.2	2,520	2,405	4.3	5.8	7	10	14	25	32	64	82	92	100												
125520	מגאמא	15.2	2,738	90	6.3	11.8	2,987	2,396	4.2	6.3	10	12	15	24	37	66	84	95	100			864	21/7/09								
125521		15.2	2,731		5.8	12.2	2,980	2,399	4.3	5.7	7	10	13	24	32	64	82	92	100												

טבלה מס' ג.3: ריכוז בקרת איכות לתערובות אספלט

תא"מ Z - 19 סוג תערובת:

מפעל: הנסון תמנו

מספר תעודה	שם תערובת	אחוז בולת מעיל	אחוז בולת + #	VMA	עפפות אסקיטיביות (ק"ג/מ"ק)	חוזק משתי"ר (%)	אחוז חול (%)	בוליות (0.075")	יציבות (ליטר)	עפפות מעבדה (ק"ג/מ"ק)	חולת ביטסון (%)	קו דרגה (%) עובר										כביש ייצור	תאריך							
												#200	#80	#40	#20	#10	#4	3/8"	1/2"	3/4"	1"			1.5"						
		43	64	15.7	2765	80	6	12	2,000	2,420	4.5	5.5	8	11	14	25	35	73	92	100			מערבית מוסל							
מ"ר"		43	67	בריקות מוקדמות																										
מגאמא		42.5	66.6	16.3	2736	91	5.8	10	2,200	2,401	4.4	5.4	7	9	13	25	36	76	92	100			30/6/09							
אדן		43.5	67																											
בריקות שוטפות																														
125610/2	מגאמא	39.5	62.2	16.3	2757		6.1	11.9	3,048	2,404	4.5	5.3	7.2	9	12	22	36	77	92	100			864	22/7/09						
125611/2	מגאמא	40.1	66.3	15.9	2757	98	5.9	12.2	3,032	2,412	4.4	5.5	7	11	17	23	39	77	93	100										
125648	מגאמא	41	65	15.3	2742	88	5.7	11.8	3,018	2,436	4.7	5.7	9.6	12	15	24	37	76	93	100			864	23/7/09						
125649	מגאמא	39.7	63.5	15.8	2742		6.7	12.2	3,048	2,417	4.5	5.6	9.1	12	15	25	37	76	93	100										

הנסיון חנני מפעל:

עמוד 60 מתוך 72

טבלה מס' 5: ריכוז בקרת איכות לתערובות אספלט

סוג תערובת: **תאמ"א 19 - Z**

מפעל : הנסון תתנו

מספר תעודה	שם התערובת	אחוז בולט מכלל	אחוז בולט + #	VMA	צפיפות אפוקסיט"ר (ק"ג/מ"ר ³)	חוזק משות"ר (%)	אחוז חלל (%)	התנפחות (ליבר")	צפיפות מעבדה (ק"ג/מ"ר ³)	תכולת ביטון (%)	קו דרג (%) ענבר										כריש	תאריך ייצור
											#200	#80	#40	#20	#10	#4	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1.5"	
		42	60	17.8	2810	92	6.3	0.06	1,400	2,398	5.6	9	-	-	-	18	25	29	93	100		מערבת מרשל
מ"י		47	62	בדיקות חוזרות																		
מאמא		47	62.2	17.4		90	6.7		2,103	2,400	5.4	8.8				17	24	31	92	100		30/6/09
אדן		46.5	61.5																			
בדיקות שוטפות																						
125896	מאמא	46.8	62.5	17.4	2828		6.4		1,702	2,401	5.8	9.3				18	22	33	94	100		864
125897	מאמא	46.1	63	17.3	2828	86	6.4		1,701	2,404	5.7	8.5				17	21	30	94	100		28/7/09
125913				17.4	2,816	85	6.8		1,713	2,392	5.5	9				18	22	33	94	100		
125914	מאמא			17.3	2,816		6.5		1,705	2,383	5.7	8.2				16	21	29	94	100		864
																						29/7/09

כביש 864

טבלה מס' 6: תוצאות צפיפות שדה ועובי גלילי אספלט

מערבית: מנאמא

חצרות	צפיפות										עובי										תאריך קידוח גלילים	מס' תעורה	מפעל אספלט	תאריך פיוז אספלט		סוג תערובת	קטע
	מערב		שטח חידוק ממזער (%)	ערך נבילי מוחלט (%)	ערך נבילי מוחלט (תחזית) (%)	ערך נבילי מקסימלי (%)	ערך נבילי מינימלי (%)	ממשות מעבדות (ק"מ/מ"ק)	מערב		עובי ממזער (מ"מ)	עובי ממוצע (מ"מ)	דרוש (מ"מ)	ער' ק"מ	מק"מ												
	\ קניס	OK / NC							\ קניס	OK / NC																	
		OK	98.1	103.3	94.6	100.4	96.6	2347		OK	50	55	50	9.9	9.7	1	126550	פ"רה	12/07/09	S 3/4" ב' לר	1						
תרפ		OK	98.2	103.5	92.45	100.5	94.5	2347		OK	50	53	50	9.9	9.7												
		OK	98.1	103.1	94.9	100.1	96.9	2338		OK	50	60	50	10.5	10.05												
תרפ		OK	98.6	103.3	92.6	100.3	94.6	2338		OK	50	61	50	10.5	10.05												
		OK	97.6	103.4	94.6	100.4	96.6	2345		OK	50	58	50	10.9	10.6												
תרפ		OK	97.8	103.3	92.6	100.4	94.6	2345		OK	50	60	50	10.9	10.6	2	126550	תסון	14/07/09	S 1" דיליט	2						
		OK	96.8	103.2	94.8	100.2	96.7	2404		OK	50	60	50	11.25	11												
תרפ		OK	96.4	103.2	92.7	100.2	94.7	2404		OK	50	57	50	11.25	11												
		OK	97.3	103.2	94.8	100.2	96.8	2398		OK	50	60	50	11.65	11.35												
תרפ		OK	97.1	103.1	92.9	100.1	94.9	2398		OK	50	57	50	11.65	11.35												
		OK	97.6	103.2	94.8	100.2	96.8	2408		OK	50	60	50	12	11.8	3	126605	תסון	22/07/09	S 3/4" ג' ב'רה	3						
תרפ		OK	97.6	103.1	92.9	100	94.9	2408		OK	50	57	50	12	11.8												
		OK	96.5	103.3	94.7	100.3	96.6	2427		OK	50	62	50	12.35	12.15												
תרפ	0.8	OK	96.1	103.2	92.7	100.2	94.7	2427		OK	50	59	50	12.35	12.15												
		OK	97.5	103	94.9	100	96.9	2418		OK	50	65	50	12.65	12.45												
תרפ		OK	96.2	103.3	92.7	100.3	94.7	2418		OK	50	68	50	12.65	12.45	4	126605	תסון	24/07/09	S 1" ג' ב'רה	4						
		OK	96.5	103.3	94.8	100.3	96.8	2432		OK	50	60	50	13.05	12.75												
תרפ		OK	96.9	103.2	92.8	100.2	94.8	2432		OK	50	62	50	13.05	12.75												
		OK	99	103.3	94.6	100.4	96.6	2393		OK	50	55	50	13.3	13.1												
תרפ		OK	98	103.5	92.5	100.5	94.5	2393		OK	50	53	50	13.3	13.1												
		OK	98.5	103.1	92.8	100.1	94.8	2403		OK	50	55	50	13.55	13.4	5	126493	תסון	29/07/09	SMA 3/4" ג' ב'רה	5						
תרפ		OK	99.5					2403		OK	50	54	50	13.55	13.4												



נספח ד'

פרוגרמת הבדיקות למעקב



החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ

כ"ד בסבת, התש"ע
10 ינואר 2010
סימול: 144410

לכבוד
יובל שרון/יאן גורצקי
המבדקה לבנין

הנדון: ביצוע בדיקת חלקלקות במסגרת חוזה 105/08

1. אנו מבקשים לבצע בדיקות חלקלקות באמצעות מכשיר ה-ROAR, במסגרת חוזה 105/08.
2. הבדיקות יבוצעו בכביש 784 באזור גוש שגב ובכביש 864 באזור פקיעין.
3. מיקום הבדיקה:
 - כביש 784 – בין הק"מ 17.55 + 13.75 (ללא נתיב האחילר).
 - כביש 864 – בין הק"מ 13.62 + 9.616.
4. הבדיקה תבוצע בכל נתיבי הנסיעה (פרס לנתיב האחילר).
5. הבדיקה תבוצע פעמיים בכל קטע.
6. מכיוון שהכביש מפותל, בעיקר 784, ומכיוון שאנו מצוימים שכל המדידות יהיו בתנאים דומים יחסית, יש למדוד את החיכוך במהירות נסיעה של 50 קמ"ש, לאורך כל הקטעים.
7. מיקום מדויק של התחלת וסיום הקטע, יקבע בשטח צ"ח"מ או מישור מסעמו.
8. סה"כ אורך משוער של קטעים כ-32 ק"מ, ראה סבלה מצורפת.
9. תוצאות כל המדידות יועברו במלואם, כולל קבצי ה-data המקוריים כפי שנמדדו בבדיקה.
10. ביצוע הבדיקות יהיה במהלך חודש ינואר 2010, מועד מדויק יתואם סלפוט.
11. לפרטים נוספים ניתן ליצור קשר בסלפון 054-3200267.
12. תודה מראש על שיתוף הפעולה.

בברכה,
נועם וינשטיין

מנהל תחום מיסעות אגף מו"פ

מסמכים:

סבלת סעיפים לביצוע.

העתיקים:

אדריאן קוסרוב – מנהל אגף מו"פ
בז'יס רחוב – סגן מנהל אגף מו"פ
רויטה חיימוביץ – מנהלת תחום הבטחת איכות

נתובת: רחוב יהדות קנדה 29 (קפלן) ת.ד. 1021 אור יהודה 60371
טל: 03-7355444 פקס: 03-7355455 www.IRoads.co.il



מק"ט (חומר) ב- SAP	#	סוג השירות	תאור קצר המופיע ב- SAP	מטלה לבצוע	פריט לתשלום	יחידת המידה	יחידת המידה SAP	מחיר בש"ח *	כמות	סך ש לסעיף	הערות
4,000,000,352	345	בדיקת חלקלקות (תוך כדי נסיעה, צד 26 ק"מ מינימום	בדיקת חלקלקות עד 26 קמ מינימום	בדיקת כל נתיבי הנסיעה שנשללו (לא כולל נתיב זחילה בכבישים 864,784 - הבדיקה תבוצע פעמיים	יום עבודה של מערכת מדידה	קומפי	CMP	6000.00	1	6,000.0	צ"פ תקן ASTM 97-1859. מהירות נסיעה 75 קמ"ש, אחוז החלקה 8%, צוב: קרום מיס תיאוריס 0.5 מ"מ, או בכל שיסה אחרת ובלבד שתהיה מאושרת צ"פ מצד, מדידה כל 5.7 מ', תוצאות מדידה וכן תוצאה מנורמלת ל-C21
4,000,000,353	346	בדיקת חלקלקות (תוך כדי נסיעה, לכל ק"מ 26 ק"מ ראשוניים	בדיקת חלקלקות מצד 26 ק"מ ראשוניים	בדיקת כל נתיבי הנסיעה שנשללו (לא כולל נתיב זחילה בכבישים 864,784 - הבדיקה תבוצע פעמיים	בדיקה	ק"מ נתיב	KM	200	6	1,200.0	צ"פ תקן ASTM 97-1859. מהירות נסיעה 75 קמ"ש, אחוז החלקה 8%, צוב: קרום מיס תיאוריס 0.5 מ"מ, או בכל שיסה אחרת ובלבד שתהיה מאושרת צ"פ מצד, מדידה כל 5.7 מ', תוצאות מדידה וכן תוצאה מנורמלת ל-C21
								סה"כ	7,200.0		

* - המחירים הינם מחירים לפני תהליך הקיימת בחזרה.



החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ

כ"ד בסבת, התש"ע
10 ינואר 2010
סימוכין: 145010

לכבוד
גדי שחף/אמנון גיל
אישוטט

הגדיון: ביצוע בדיקת חלקלקות במסגרת חוזה 10/08

1. אנו מבקשים לבצע בדיקות חלקלקות ועומק מרקם באמצעות מכשיר ה-Dynatest, במסגרת חוזה 10/08.
2. הבדיקות יבוצעו בכביש 784 באזור גוש שגב ובכביש 864 באזור פקיעין.
3. מיקום הבדיקה:
 - כביש 784 – בין הק"מ 13.75 ÷ 17.55 (ללא נתיב האחילון).
 - כביש 864 – בין הק"מ 13.62 ÷ 9.616.
4. הבדיקה תבוצע בכל נתיבי הנסיעה (פרס לנתיב האחילון).
5. הבדיקה תבוצע פעמיים בכל ק"מ.
6. מכיוון שהכביש מפותל, בעיקר 784, ומכיוון שאנו מעוניינים שכל המדידות יהיו בתנאים דומים יחסית, יש למדוד את החיכוך במהירות נסיעה של 50 קמ"ש, לאורך כל הקסעים.
7. מיקום מדויק של התחלת וסיום הקסע, יקבע בשטח צ"ח הח"מ או משהו מסעמו.
8. סה"כ אורך משוער של קסעים כ-32 ק"מ, ראה סבלה מצורפת.
9. תוצאות כל המדידות יועברו במלואם, כולל קבצי ה-data המקוריים כפי שנמדדו בבדיקה.
10. ביצוע הבדיקות יהיה במהלך חודש ינואר 2010, מועד מדויק יתואם סלפומות.
11. לפרטים נוספים ניתן ליצור קשר בסלפון 054-3200267.
12. תודה מראש על שיתוף הפעולה.

בברכה,
נעם ויינשטיין

מנהל תחום מיסעות אגף מו"פ

ספחים:

סבלת סעיפים לביצוע.

הצתקים:

אדריאן קוסרוב – מנהל אגף מו"פ
בוריס רוחנברג – סגן מנהל אגף מו"פ
רוחקה חיימוביץ – מנהלת תחום הבטחת איכות

נתובת : רחוב יהדות קנדה 29 (קפלן) ת.ד. 1021 אור יהודה 60371
טל : 03-7355444 פקס : 03-7355455 www.IRoads.co.il



החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ

טבלה: סעיפי החזרה

מק"ט (חומר) ב-SAP	#	סוג השירות	תאור קצר המופיע ב-SAP	מטלה לביצוע	פריט לתשלום	יחידת המדידה	יחידת המדידה SAP	מחיר בשי"ח *	כמות	סך נט לסעיף	הערות
4,000,000,352	345	בדיקת חלקיקות (תוך כדי נסיעה, עד 26 ק"מ מינימום)	בדיקת חלקיקות עד 26 ק"מ מינימום	בדיקת כל נתיב הנסיעה שנשלל (לא כולל נתיב זהיר) בכבישים - 864,784 - הבדיקה תבוצע פעמיים	יום עבודה של מערכת מדידה	קומפ'	CMP	6000.00	1	6,000.0	שי"ח תקן ASTM 97-1859. מהירות נסיעה 75 קמ"ש, אחוז החלקיקה 8%, צוב: קרום מיס תי אורסי 0.5 מ"מ, או בכל שיסה אחרת ובלבד שתהיה מאושרת שי"ח מצט, מדידה כל 5.7 מ' / תוצאות מדידה וכן תוצאה מנורמלת ל-C ₂₁
4,000,000,353	346	בדיקת חלקיקות (תוך כדי נסיעה, לכל ק"מ מעל 26 ק"מ ראשוניים)	בדיקת חלקיקות מעל 26 ק"מ ראשוניים	בדיקת כל נתיב הנסיעה שנשלל (לא כולל נתיב זהיר) בכבישים - 864,784 - הבדיקה תבוצע פעמיים	בדיקה	ק"מ נתיב	KM	200	6	1,200.0	שי"ח תקן ASTM 97-1859. מהירות נסיעה 75 קמ"ש, אחוז החלקיקה 8%, צוב: קרום מיס תי אורסי 0.5 מ"מ, או בכל שיסה אחרת ובלבד שתהיה מאושרת שי"ח מצט, מדידה כל 5.7 מ' / תוצאות מדידה וכן תוצאה מנורמלת ל-C ₂₁
		בדיקת עומק מרחם בפני שכבת אספלט מוטאית	בדיקת עומק מרחם בפני שכבת אספלט מוטאית	ביצוע בדיקת מרחם באמצעות מערכת לייזר במשלב עם מדידות ההתנגדות לחלקיקה - בחתום לרישית הממים של מע	יום עבודה של מערכת מדידה	קומפ'	CMP	0	4	-	הבדיקה מבוצעת שי"ח נהל המדידה המאושר למערכות המני"מ של מצט. המדידה נערכת במקביל למדידות ההתנגדות לחלקיקה ומדווחות בפרד. העלות כוללת במחיר האידיה של מדידת ההתנגדות לחלקיקה.
									סה"כ	7,200.0	

* - המחירים הינם מחירים לפני תהנוח הקיימת בחזרה.

נתובת : רחוב יהדות קנדה 29 (קפלן) ת.ד. 1021 אור יהודה 60371
טל : 03-7355444 פקס : 03-7355455 www.IRoads.co.il



נספח ה'

צילומים ממהלך ביצוע הבדיקות בקטעי הניסוי בכביש 784 ו 864

גרף ה.1: מערכת מכון התקנים DT



גרף ה.2: מערכת מבדק הצפון MK2



גרף ה.3: נתיב המדידה של מערכת DT



גרף ה.4: נתיב המדידה של מערכת MK2





נספח ו'

דיווח תוצאות בדיקות מכון התקנים

בכבישים 864, 784



נספח ז'

דיווח תוצאות בדיקות מבדק הצפון

בכבישים 784, 864



נספח ח'

דיווח תוצאות עומק מרקם (SMTD)

בכבישים 864, 784