

השימוש במדד הגליות

International Roughness Index

להערכת טיב הביצוע ורמת השירות בכבישים ומסלולים



GEOKOM | 2025

נושאי ההרצאה השימוש במדד הגליות

- הגדרת ביצועי המיסעה
- מהי גליות ומהו מדד הגליות
- השיטות והציוד למדידת גליות
- מדד ה-IRI להערכת טיב הגליות
- שימוש בגליות בעבודות סלילה בפרויקטים של נת"י
- השימוש בגליות בפרויקטים חדשים
- השימוש בגליות בעבודות אחזקה ותפעול מיסעות
- אשור מערכות המדידה
- סיכום

גליות Roughness

הגדרה לציבור המשתמשים

”אני יודע מהי הגליות כאשר אני מרגיש אותה”

הגדרה הנדסית

הגליות הינה היחס בין סכום התנודות (Suspensions)

המצטברות של הרכב, המחולק במרחק הנמדד. היחידות

למידת הגליות הנן בערכים של m/km

ביצועי המיסעה

יכולת המיסעה

לשרת את תנועת כלי הרכב והמטוסים בנוחות

ובבטיחות למשך כל תקופת התכנון

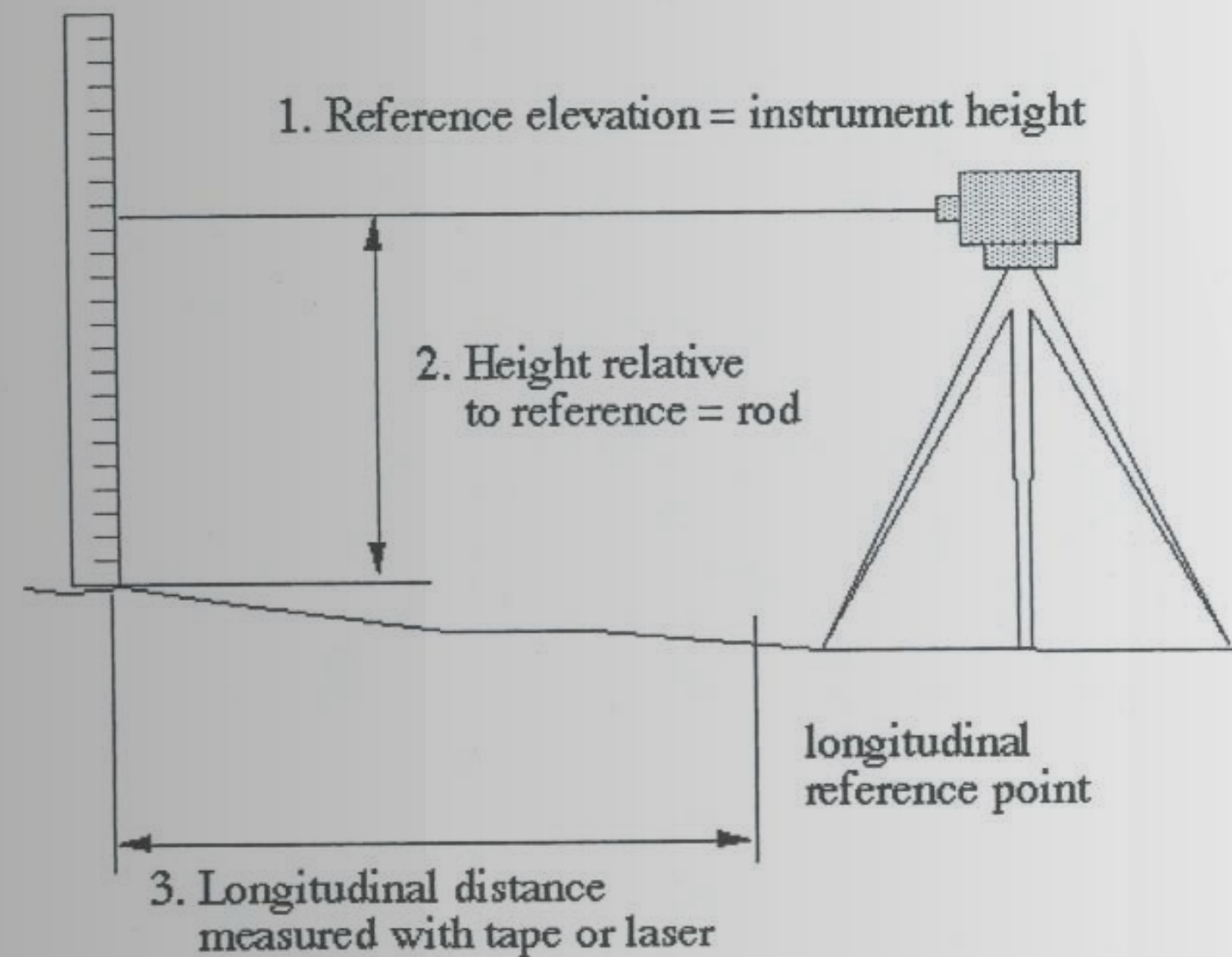
אופן מדידת הגליות

באמצעות מכשור המייצר סידרת מספרים אשר ניתן ליחסה
לפרופיל של פני השטח הנמדדים.
מד פרופיל – Profiler

כל מד-פרופיל משלב שלושה מרכיבים עיקריים:
גובה ייחוס - אופק
גובה נקודה נמדדת ביחס לגובה הייחוס
מרחק אורכי

ASTM – E1364

☞ The rod and level method is called “static” because the instruments are not moving when the elevation measures are taken.

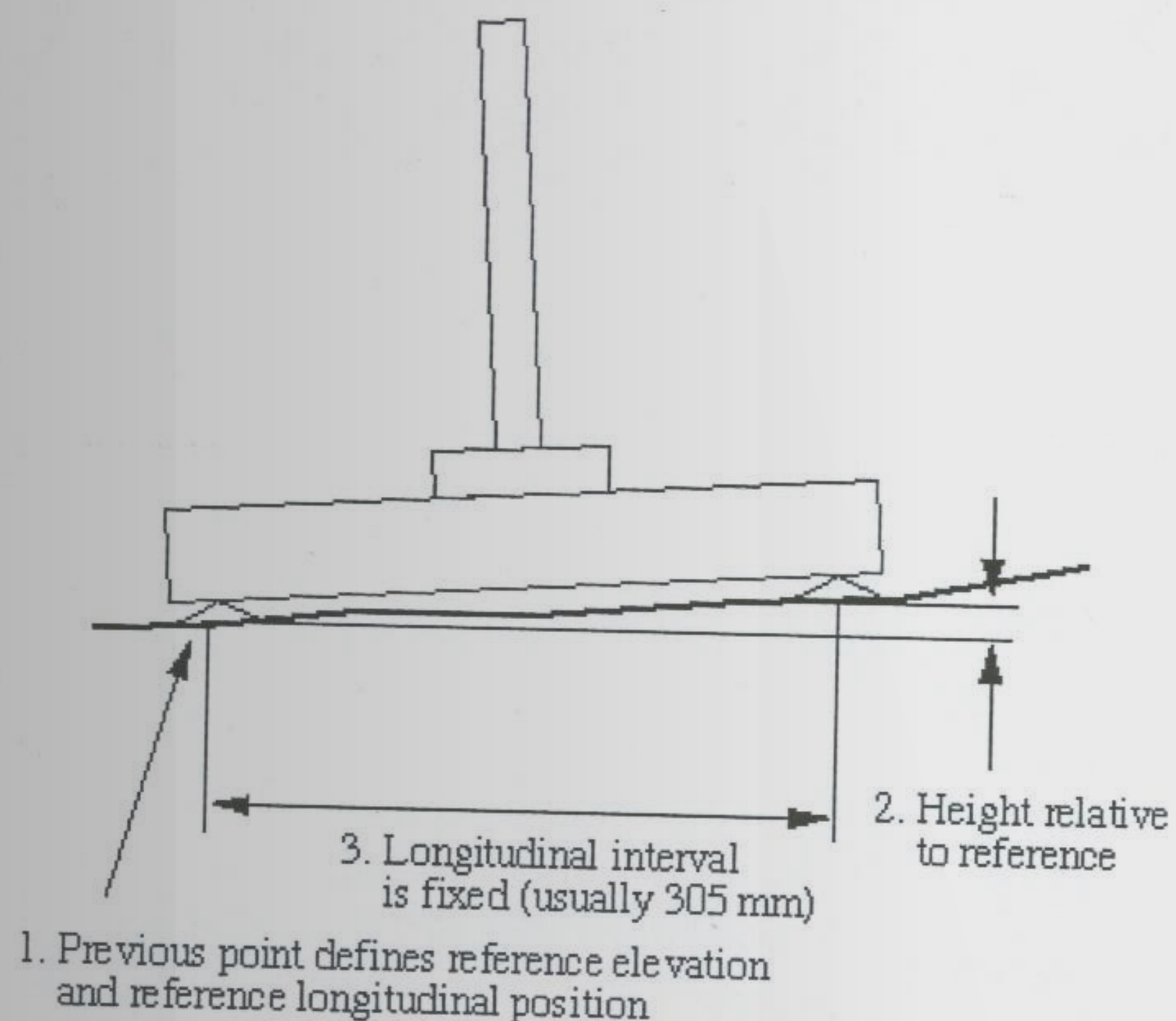


ציוד סטטי למידת פרופיל

מידת מודד-באמצעות מאזנת ומוט מדידה
קודות המדידה חייבות להיות סמוכות (25 ס"מ)
קריאת הגובה חייבת להיות מדויקת (0.5 מ"מ לפחות)

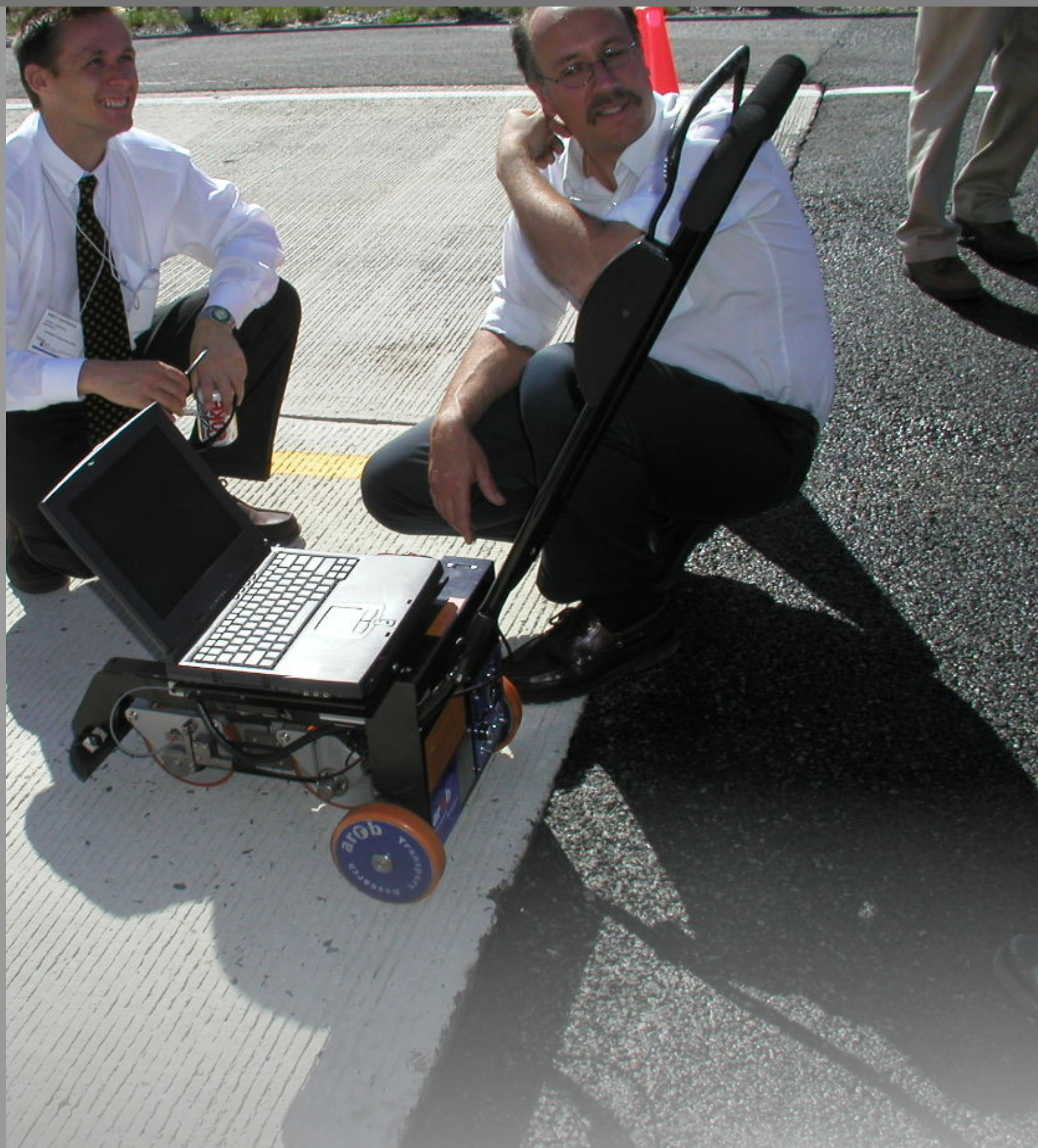
ציוד סטטי למדידת פרופיל

מכשיר **DIPSTICK™** - מתקן ייעודי המתופעל ידנית בהליכה לאורך התוואי הנמדד. הרגשים נשלטים ע"י מחשב אשר מחשב ומדווח את הפרופיל ואת ה- IRI המדידה במכשיר מסוג זה הינה מדויקת. יכולה לשמש לביקורת בחינת אימות נכונות ודיוק של מכשירים אינרציליים (דינמיים).



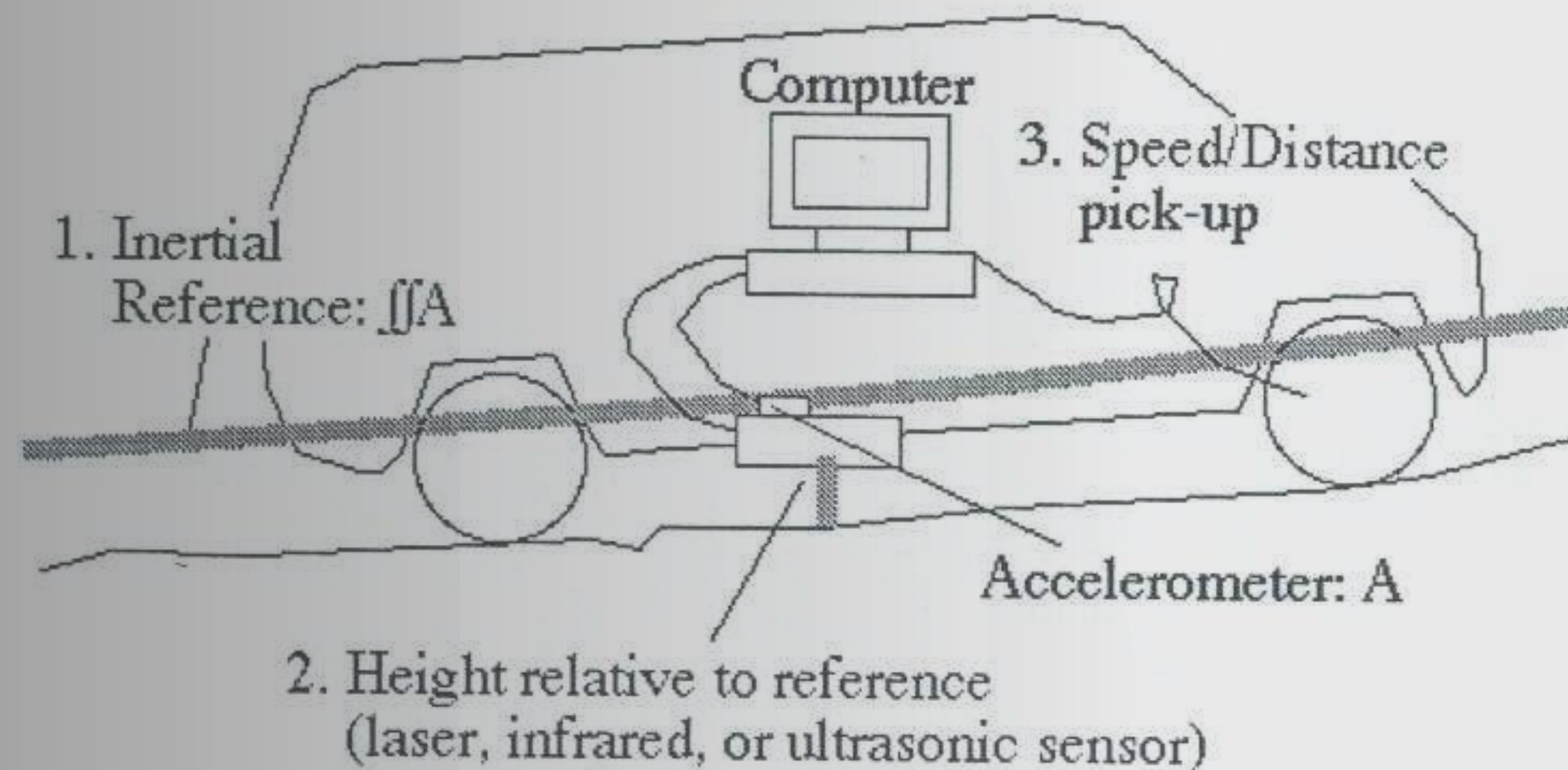
המשך

ציוד סטטי למדידת פרופיל



ציוד מדידה דינמי (רכוב)

למדידה שוטפת של קטעי כביש עד רמת הרשת,
מתבצעת המדידה במכשיר רכוב היוצר פרופיל
אינרציאלי באמצעות מד-תאוצה מדויק.



RSP-5051

— model L3.2 —

מערכת למדידת גליות





מערכת ה-RSP מסוגלת בעת מעבר יחיד לאורך קטע דרך, למדוד ולחשב בזמן אמת את הפרופיל והגליות של הכביש, בכל אחד מצירי הגלגל, בציר מרכזי ואת נתוני החריצה.

כל המידע הנמדד נשמר בקובץ מחשב, אליו מחובר ציוד המדידה

RSP-5051
model L3.2



**מד מרחק/מהירות מותקן על
הרכב הנושא ומחובר למחשב**



צג המחשב בעת ההפעלה

					0	NO	NO	0	0	NA	5216
					750	NO	NO	1062	3058	5000N761	5217
		Line ID Number			0	NO	NO	0	0	NA	5218
			0		0	NO	NO	0	0	NA	5219
			0		0	NO	NO	0	0	NA	5220
		Beginning of Interval	0		0	NO	NO	0	0	NA	5221
								11942	-11901	QA727155	5223
		End of Interval						0	0	NA	5224
								11911	-11750	QA727982	5225
			10	-10	10	-10	10	-10	-10	NA	5228
		Velocity	-9.8188	-9.7917	318.6	316	314.7	317.12	317.11		5401
			0	0	1.1	0.9	0.7	317.12	317.11		5402
							9.3	317.12	317.11		5403
		Right Wheel IRI			4.49	3.5	3.06	317.12	317.11		5406
					1.58	1.89	2.08	317.12	317.11		5407
		Left Wheel IRI			0	1.4	0	317.12	317.11		5411
			-9.8679	-9.8323	319.4	323.6	325.7	317.13	317.12		5401
			0	0	0.6	0.2	0.2	317.13	317.12		5402
		Right Wheel RN					29.4	317.13	317.12		5403
					1.59	2.03	1.9	317.13	317.12		5406
		Left Wheel RN			2.57	2.76	2.64	317.13	317.12		5407
					0	0	0	317.13	317.12		5411
			-9.7916	-9.7545	323.1	325.7	324.1	317.14	317.13		5401
		Rutting	0	0	1.1	0.5	0.1	317.14	317.13		5402
							37.8	317.14	317.13		5403
					1.75	1.3	1.72	317.14	317.13		5406
					2.16	2.79	2.83	317.14	317.13		5407
					0	0	0	317.14	317.13		5411
			-9.9103	-9.8741	319.3	320.8	319.1	317.15	317.14		5401
			0	0	0.4	0.2	0.1	317.15	317.14		5402
							44	317.15	317.14		5403
					2.06	1.78	1.45	317.15	317.14		5406

תאור הנתונים
בפלט של המחשב



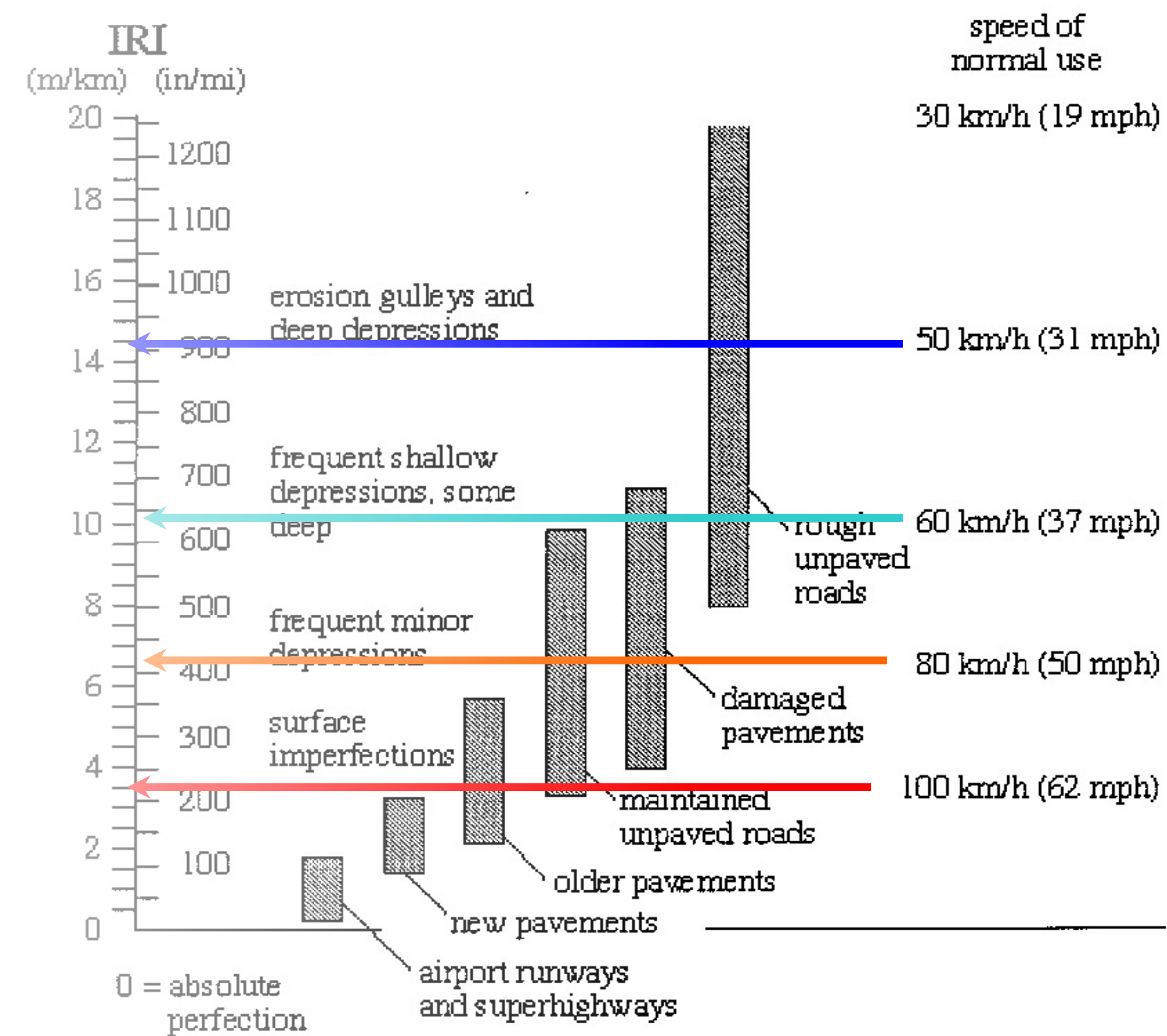
IRI

International
Roughness
Index

מדד הגליות הבינלאומי ה- IRI הינו נגזרת של פרופיל המיסעה

ה- IRI מתקבל בסדרת חישובים, המהווים סינון של נתוני מדידת הפרופיל האורכי האמיתי של הנתיב.
מודל החישוב סוכם את התנודות האנכיות ביחס לאופק המדידה בקטע נמדד ומדווח ביחידות של מ/ק"מ

תאור סקלת ה-IRI



יישום קריטריון הגליות בעבודות סלילה

במדינות המערב, איכות הנסיעה המורגשת על ידי המשתמשים בכביש הינה אחד הפרמטרים התפקודיים החשובים ביותר בקביעת מדד לאיכות הביצוע של הכביש.

אכיפת קריטריוני קבלה מחמירים בנושא הגליות, מגדיל את משך החיים ההתחלתי של המיסעה, דוחה את מועד יישום פעולות השיקום בשיעורים בעלי משמעות כלכלית.

קריטריון הגליות מאפשר את קביעת רמת נוחות הנסיעה למשתמש כקריטריון תכנוני, כפרמטר מפרטי וכיעד לאיכות אחזקת המיסעה.

גליות נמוכה מעלה את בטיחות הנסיעה ומורידה את עלות הנסיעה למשתמש.

יישום בדיקות גליות בעבודות פיתוח



דרישות מפרטיות לגליות ומישוריות המיסעה מפרט נת"י - חברת נתיבי ישראל

דרישות רמת הגימור במפרט נת"י נקבעות עפ"י:
סוג שכבת האספלט
שכבה נושאת עליונה
שכבה נושאת תחתונה ותשתית אספלטית

סוג הפרויקט (סלילה חדשה, שיקום או ריבוד מיסעה קיימת)

מפרט נת"י הגדרות

גליות – סטיות של פני המיסעה מפני מישור הסלילה המתוכנן האידיאלי שממדיו משפיעים על איכות הנסיעה.

מבחינים בין גליות אורכית ומקומית

גליות אורכית - מוגדרת בעזרת מדד הגליות הבינלאומי (מג"ב) המחושב מהפרופיל האורכי באמצעות אלגוריתם מתמטי המכונה "רבע מכונית".
המדד נמדד ביחידות של מטר/ק"מ בקטעים של 10 או 100 מטר.

גליות מקומית – מוגדרת כמג"ב 10

מפרט נת"י הגדרות המשך

מישוריות – שקעים או בליטות בפני השכבה המוגמרת. מוגדרת בעזרת שיעור המרווח הנוצר בין תחתית סרגל אלומיניום סטנדרטי (3.60 מטר) לפני השכבה המוגמרת, בנקודה בה נוצר המרווח הגדול ביותר. מישוריות נמדדת ביחידות של מ"מ.

מבחינים בין מישוריות רוחבית ואורכית

מישוריות אורכית – נמדדת ע"י הנחת הסרגל לאורך הנתיב.

מישוריות רוחבית – נמדדת ע"י הנחת הסרגל לרוחב הנתיב

קטע מדידה סטנדרטי – מקטע של 100 מטר ברוחב נתיב נסיעה אחד

שיטות מדידה וחישובים במפרט

מדידת גליות ומישוריות מתבצעת על פני השכבה המוגמרת של כל נתיב מנתיבי המיסעה בכל האזורים פרט לאזורי הרחבת מסעה קיימת ושכבה מיישרת.

הגליות תבוצע עם כיוון נסיעת התנועה לאורך הנתיב הנבדק.

הגליות נמדדת (מחושבת מתוך פרופיל מדוד) במרווחים אופקיים של כל 5 ס"מ לפחות הן לאורך הגלגל הימני והן לאורך הגלגל השמאלי של הרכב המודד.

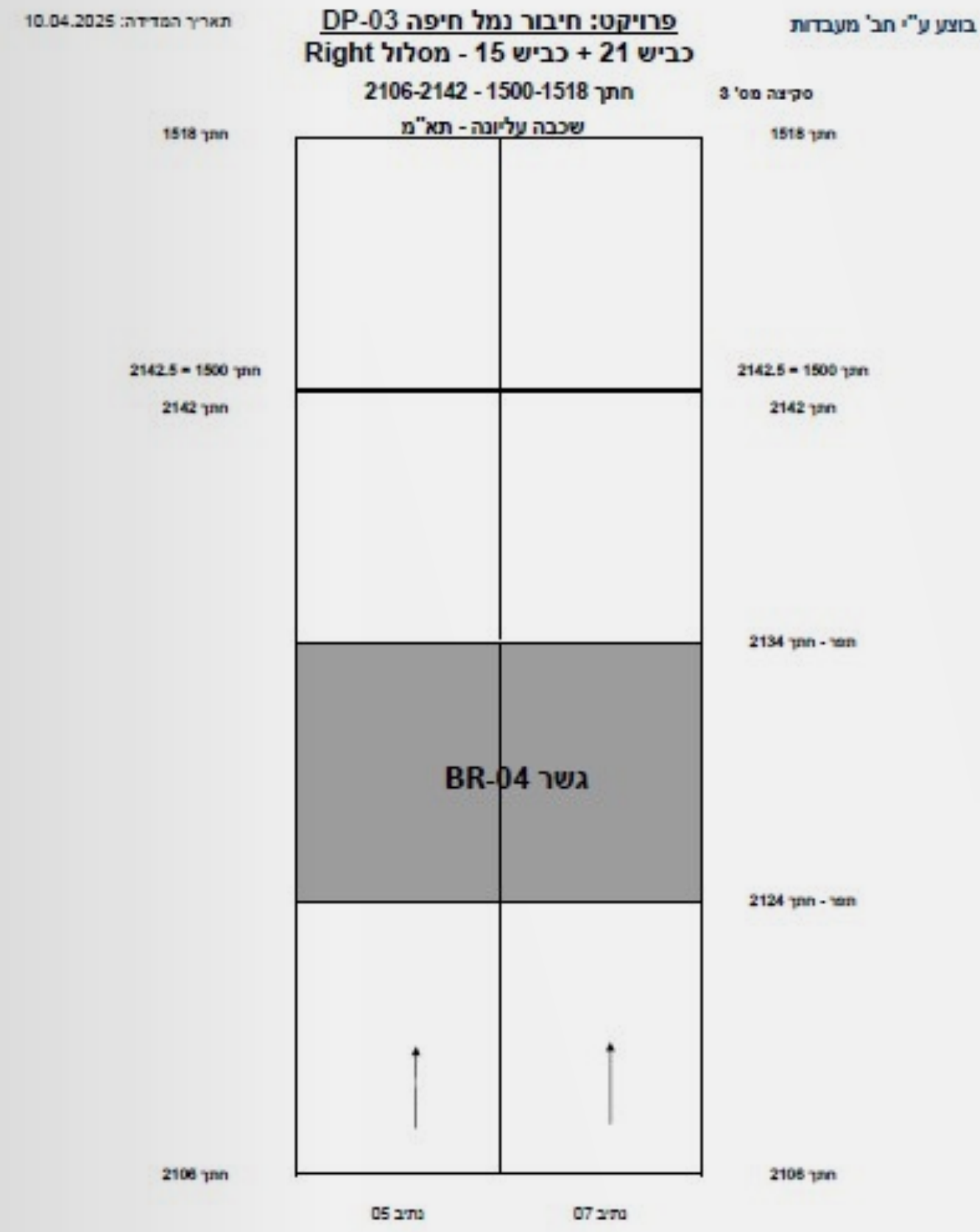
עבור כל אחד מהפרופילים המדודים יש לחשב אינדקס גליות בינלאומי (מג"ב) לאורך מקטעים רציפים של 10 מטר וכן לאורך מקטעים רציפים של 100 מטר.

ערך הגליות האורכי הקובע הינו ערך מג"ב 100 - הממוצע בין ערכי מג"ב 100 של שני גלגלי הרכב המודד

ערכים קריטריונים עבור גליות לשכבת אספלט בעבודות פיתוח

טבלה מספר 051.04.09.02: ערכי הגליות בעבודות פיתוח בפרק "נוחות הנסיעה"				
ערכי גליות מכסימליים מ"/ק"מ, לפי סוג שכבה, אורך מינימלי לביצוע בדיקה 300 מ'				
פרמטר	תשתית אספלט	מקשרת	נושאת עליונה	שכבת ציפוי
מג"ב 100 מ'	3.0	2.5	1.4	1.0
מג"ב 10 מ'	4.0	3.5	2.9	2.5

שכבה עליונה כביש גישה לנמל הקישון



תאריך המדידה: 10.04.2025

פרויקט: חיבור נמל חיפה DP-03

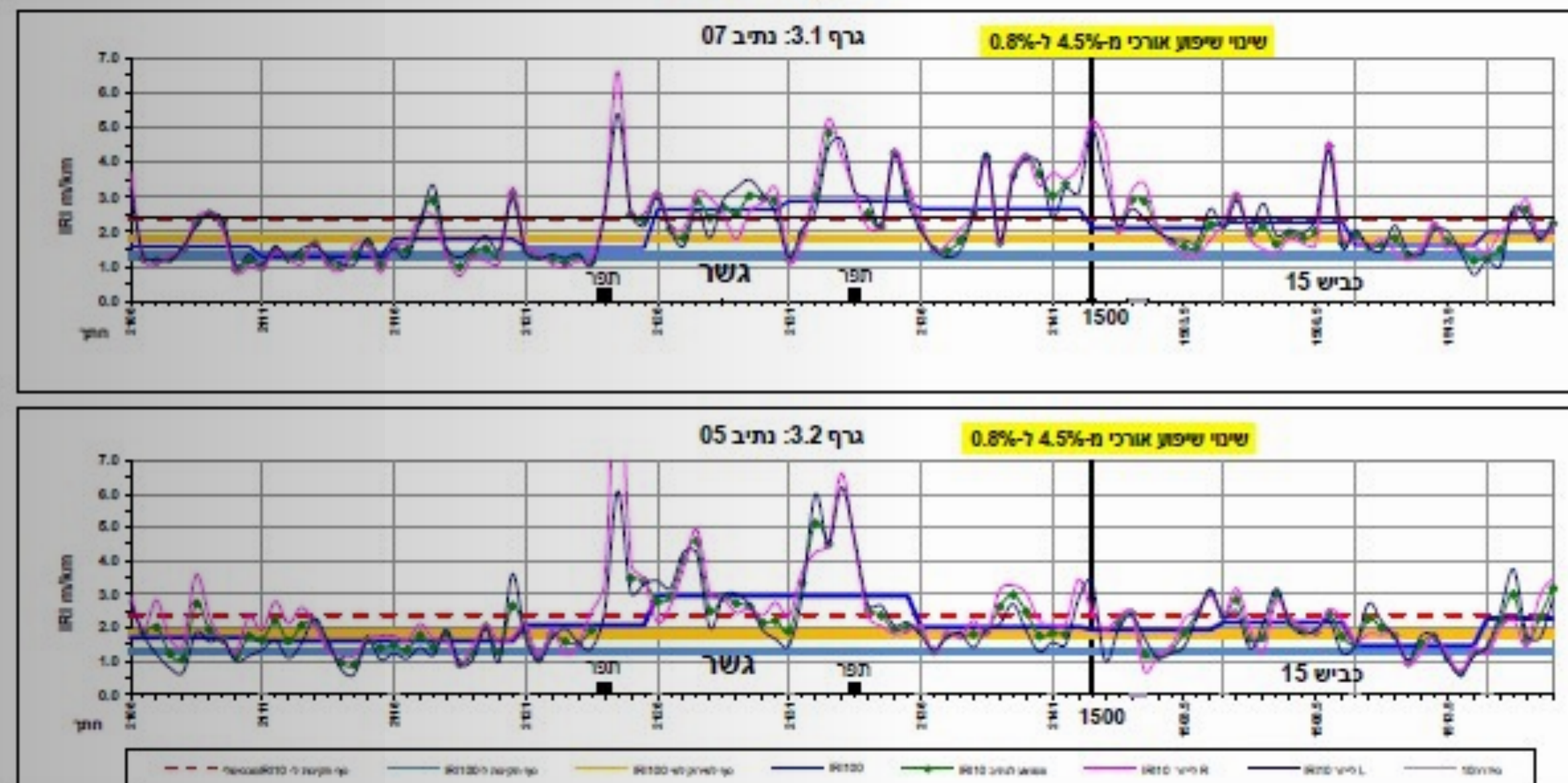
בוצע ע"י חב' מעבדות

גרף מדידת גליות

כביש 21 + כביש 15 - מסלול Right

חתך 1518-1500 - 2142-2106

שכבה עליונה - תא"מ



פוענח ע"י גיאומט

שכבה עליונה כביש גישה לנמל הקישון

בוצע ע"י חב' מעבדות

פרויקט: חיבור נמל חיפה DP-03

תאריך המדידה: 10.04.2025

כביש 21 + כביש 15 - מסלול Right

טבלה 3.1: חתך 1518-1500 - 2142-2106

טבלת מבחן הגליות לפי דרישות המפרט המיוחד של הפרויקט

שכבה עליונה - תא"מ

הערה	נתיב 05								נתיב 07								קטע	
	דרישה Max IRI ₁₀			דרישה IRI ₁₀₀				אורך, מ'	דרישה Max IRI ₁₀			דרישה IRI ₁₀₀				אורך, מ'		
	מסקנה	דרישה	כמות חריגות	מסקנה	סף לתקנות	סף לשירות	ערך		מסקנה	דרישה	כמות חריגות	מסקנה	סף לתקנות	סף לשירות	ערך			
כביש 21 מסלול Right																		
	NC	2.4	1	קנס	1.8	1.3	1.71	100	NC	2.4	1	קנס	1.8	1.3	1.58	100	2111	2106
	OK	2.4	0	קנס	1.8	1.3	1.61	100	OK	2.4	0	תקין	1.8	1.3	1.28	100	2116	2111
	NC	2.4	1	קנס	1.8	1.3	1.60	100	NC	2.4	2	קנס	1.8	1.3	1.80	100	2121	2116
	NC	2.4	2	פירוק	1.8	1.3	2.09	100	NC	2.4	1	קנס	1.8	1.3	1.54	100	2126	2121
גשר BR-04	NC	2.4	8	פירוק	1.8	1.3	2.95	100	NC	2.4	7	פירוק	1.8	1.3	2.64	100	2131	2126
	NC	2.4	4	פירוק	1.8	1.3	2.96	100	NC	2.4	5	פירוק	1.8	1.3	2.88	100	2136	2131
	NC	2.4	3	פירוק	1.8	1.3	2.03	100	NC	2.4	5	פירוק	1.8	1.3	2.67	100	2141	2136
	OK	2.4	0		1.8	1.3	1.82	100	NC	2.4	2		1.8	1.3	3.22	20	2142	2141

הערה	נתיב 05								נתיב 07								קטע	
	דרישה IRI ₁₀ Max			דרישה IRI ₁₀₀				אורך, מ'	דרישה IRI ₁₀ Max			דרישה IRI ₁₀₀				אורך, מ'		
	מסקנה	דרישה	כמות חריגות	מסקנה	סף לתקנות	סף לשירות	ערך		מסקנה	דרישה	כמות חריגות	מסקנה	סף לתקנות	סף לשירות	ערך			
כביש 15 מסלול Right																		
	NC	2.4	3	פירוק	1.8	1.3	1.95	100	NC	2.4	2	פירוק	1.8	1.3	2.12	100	1505	1500
	NC	2.4	3	פירוק	1.8	1.3	2.17	100	NC	2.4	2	פירוק	1.8	1.3	2.29	100	1510	1505
	OK	2.4	0	קנס	1.8	1.3	1.48	100	OK	2.4	0	קנס	1.8	1.3	1.62	100	1515	1510
	NC	2.4	2		1.8	1.3	2.27	60	NC	2.4	2		1.8	1.3	2.00	60	1518	1515

שכבה עליונה
כביש גישה
לנמל הקישון

ערכים קריטריונים עבור גליות לשכבת אספלט בעבודות פיתוח המשך

ברמפות תהיה הקלה של 0.5 מ'ק"מ ב-מג"ב 100 מ' בלבד ביחס לערכים הנ"ל.
הערכים הנ"ל יוגדלו ב-15% (כלומר, הקלה בדרישות), ברכיבים הגיאומטריים הבאים

1. קטעים מעגליים עם רדיוסים קטנים מ-300 מטר אך גדולים מ-100 מטר;
2. קטעי דרך עם שיפועים אורכיים גדולים מ-6%;
3. בשכבות תאמ"א בעובי של 2-3 ס"מ.

ערך מג"ב 10 מ' בשכבה עליונה בתפרי גשרים יהיה קטן מ-3.5 מ'ק"מ. יחידה זו
באורך של 10 מ' הכוללת את התפר תחושב בנפרד. מג"ב 100 מ' הכולל יחידת אורך
זו יחושב כ-מג"ב 90 מ' ויעמוד בקריטריונים הנדרשים בטבלה לעיל.

ובמעקפים זמניים ערך הגליות מג"ב 100 מ' לא יעלה על 3.0 מ'ק"מ וערך הגליות
מג"ב 10 מ' לא יעלה על 4.5 מ'ק"מ.

בוצע ע"י תב' מעבדות

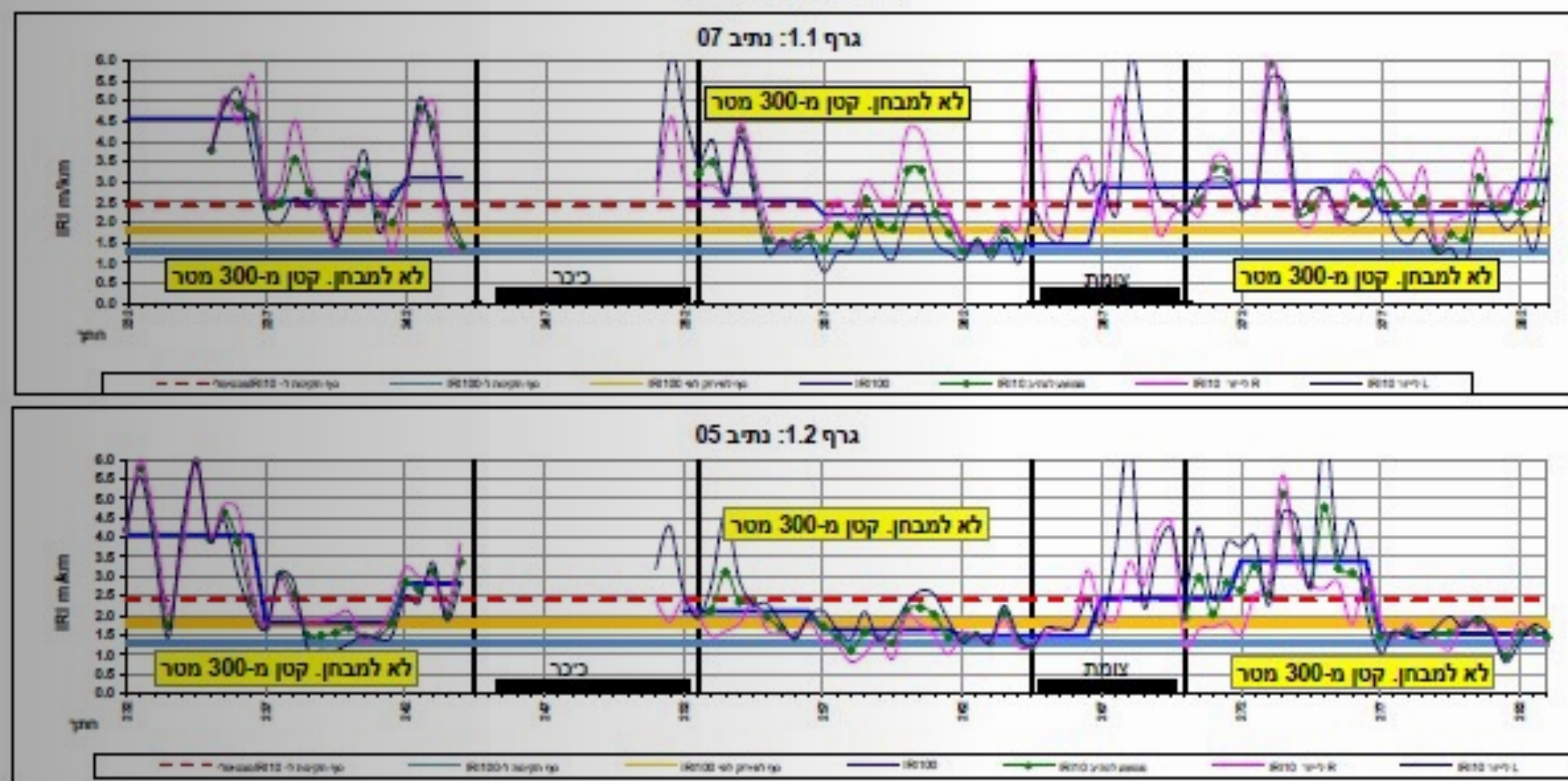
פרויקט: חיבור נמל חיפה DP-03

גרף מדידת גליות

כביש 2 - מסלול Right

חתך 232 - 281

שכבה עליונה - תא"מ



שכבה עליונה
כביש גישה
לנמל הקישון

דו"ח מעבדה

טבלה 51.04.10.04: ניכויים בגין ליקויים בנוחות הנסיעה בעבודות פיתוח

ניכויים בגין ליקויים בנוחות הנסיעה בעבודות פיתוח בכבישים דו-מסלוליים או חד-מסלוליים					
ניכוי בגין ליקוי	מדד/שכבה				מאפיינים
	שכבת ציפוי	נושאת עליונה	שכבה מקשרת	תשתית אספלטית	
0%	≤ 1.00	≤ 1.40	-	-	גליות מג"ב ¹ (מ"ק"נ)
3% לכל 0.1 מ"ק"מ	1.50-1.01	1.90-1.41	-	-	
פסילה, פירוק וסלילה מחדש	≥ 1.51	≥ 1.91	> 2.5	> 3.0	גליות מג"ב ² (מ"ק"נ)
פסילה, פירוק וסלילה מחדש	> 2.5	> 2.9	> 3.5	> 4.0	

ב. הניכוי יהיה בהתאם לכמות האספלט ביחידת האורך הלקויה. דהיינו, ניכוי במג"ב¹ מ' יהיה לכמות בקטע באורך של 100 מ' וניכוי במג"ב² מ' יהיה לכמות בקטע באורך של 10 מ'.

ג. פסילת קטע וטיפול כמפורט בסעיף 51.04.10.05 להלן.

ד. לדוגמה: בשכבת ציפוי בכביש דו-מסלולי נתקבלו הערכים הבאים של מג"ב¹ מ': 1.38, 1.52, 1.03, 0.92, 0.79, 0.84

במקרה זה יחושב הניכוי כלהלן:

(1) ניכוי (עבור הערכים 1.38, 1.03) $3\% \times 10 \times (0.38 + 0.03) \times \text{מחיר שטח } (100 \text{ מ"א})$;

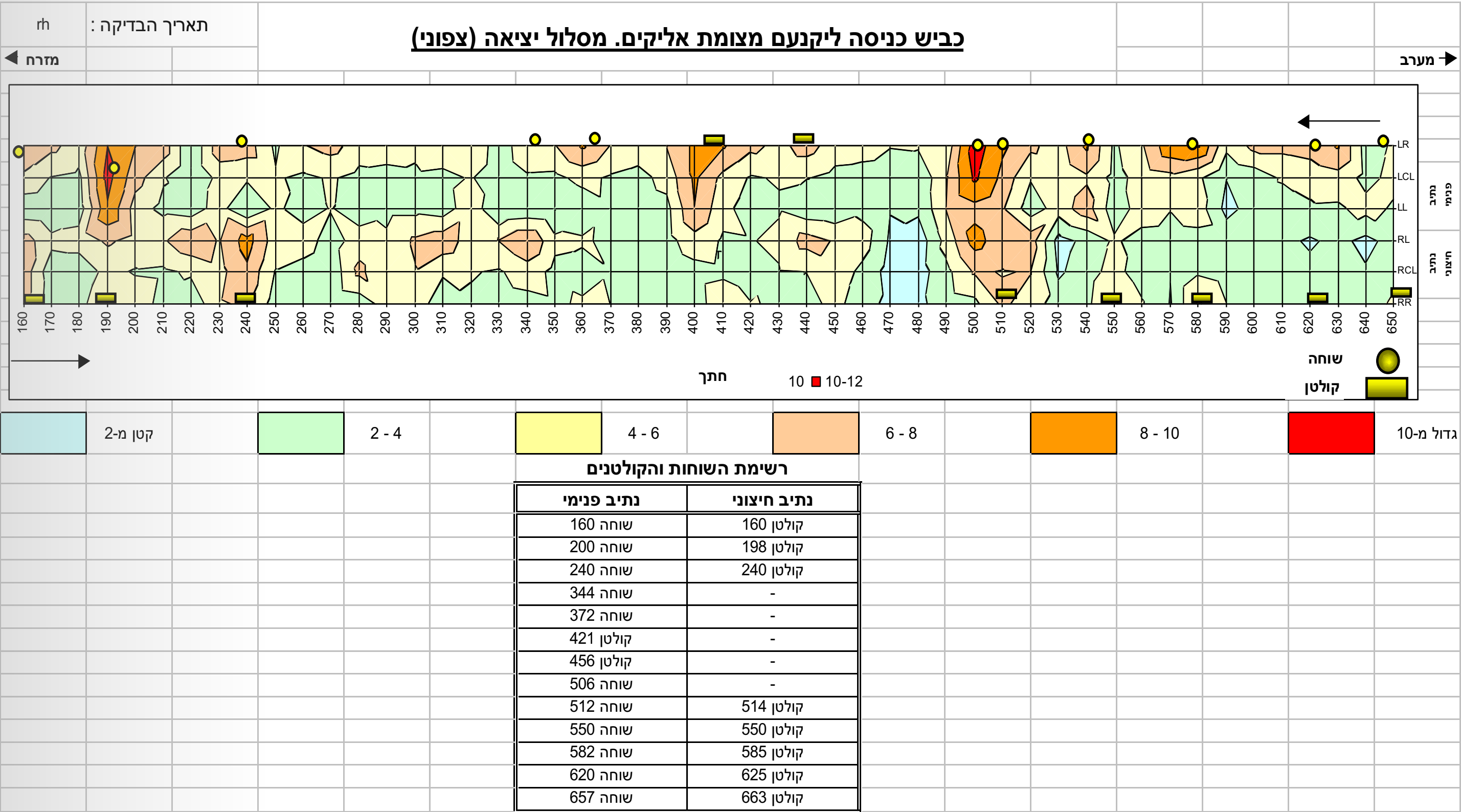
(2) פסילה (עבור הערך 1.52) $75\% \times \text{מחיר שטח } (100 \text{ מ"א})$.

51.04.10.05 פסילת שכבה אספלטית

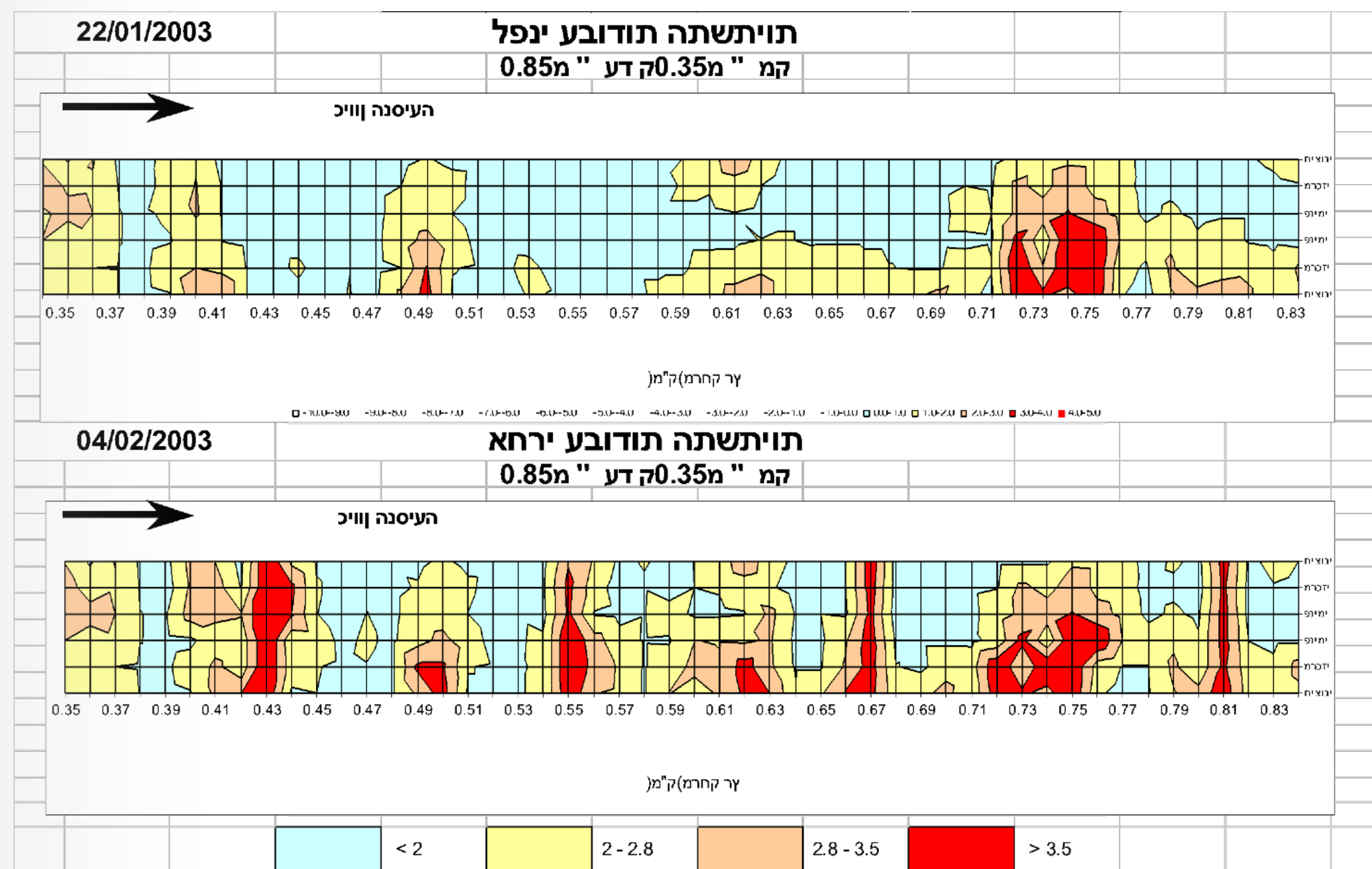


- 51.04.10.05.01 אם סך כל הניכויים המצטברים במנת הייצור, או בחלקה, או במנת העיבוד, או בחלקה, יעלו על 25% - תיפסל כל מנת העיבוד הלקויה, או חלקה, בהתאם.
- 51.04.10.05.02 ♦ אם השכבה האספלטית תיפסל, במקרים המפורטים לעיל, רשאי מנהל הפרויקט, על פי שיקול דעתו הבלבדי, לפעול באחת משתי החלופות הבאות:
- א. לחייב את הקבלן לפרק את השכבה האספלטית הפסולה, לפנות את האספלט הפסול ולסלול אחרת במקומה; או,
- ב. להשאיר את השכבה ולנכות מחשבון הקבלן בשיעור המפורט במסמכי ההסכם.
- 51.04.10.05.03 ♦ במקרה של פסילת שכבה אספלטית ודרישת מנהל הפרויקט לפרק את השכבה הפסולה ולסלול אותה מחדש, יעשה התיקון כלהלן:
- א. בגין חריגה במג"ב 100 מ' - החלפת כל הקטע באורך של 100 מ'.
- ב. בגין חריגה במג"ב 10 - החלפת הקטע הפסול, בתוספת של 10 מ' מכל צד שלו, ובסה"כ 30 מ"א.
- ג. ליבה בודדת או ערך מישוריות בודד - החלפת השטח המיוצג על ידי הליבה הבודדת או הערך הבודד.
- ד. במידה ובמנת עיבוד של שכבה נושאת עליונה או שכבת ציפוי יהיו 3 קטעים או יותר המחייבים תיקונים כ-נ"ל - תוחלף כל מנת העיבוד.
- ה. מנת-עיבוד לקויה - החלפת כל מנת העיבוד.
- ♦ התיקון יבוצע לכל רוחב הסלילה המייצגת את מנת העיבוד היומית ובכל מקרה לא פחות מרוחב נתיב/נתיבי הנסיעה.

ירידה במדד הגליות בהשפעת נקזים ושוחות

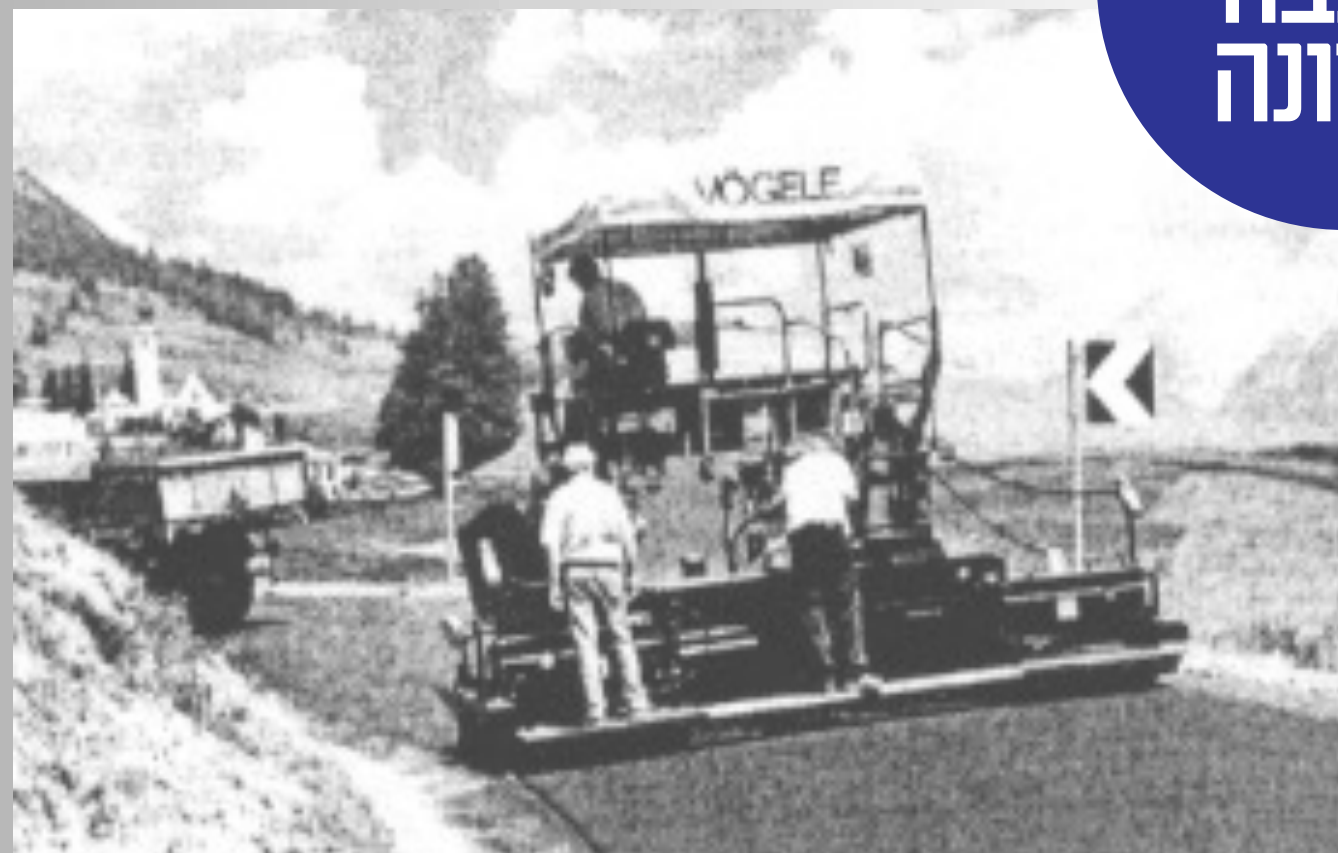


מעקב אחר הנחת תשתיות / שנת בדיק



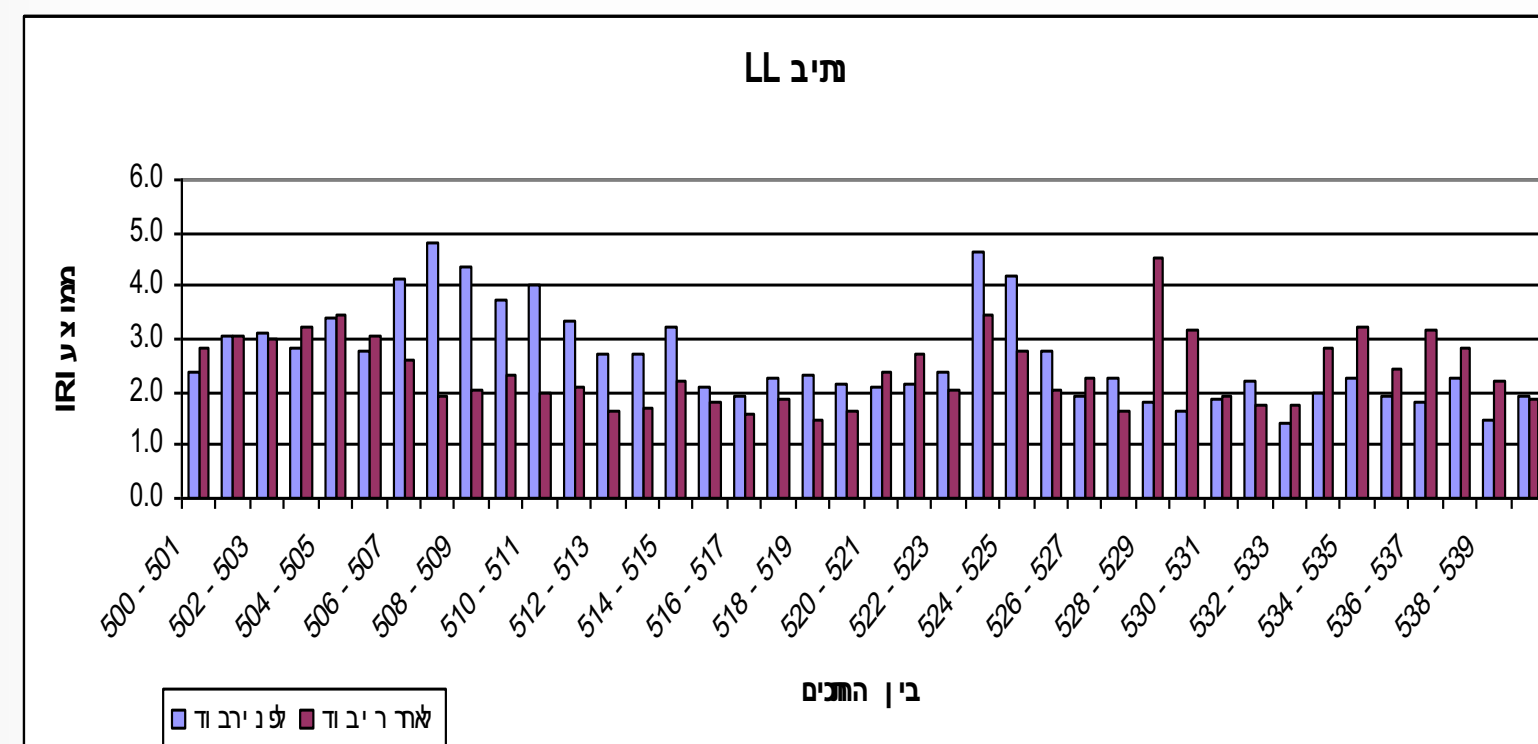
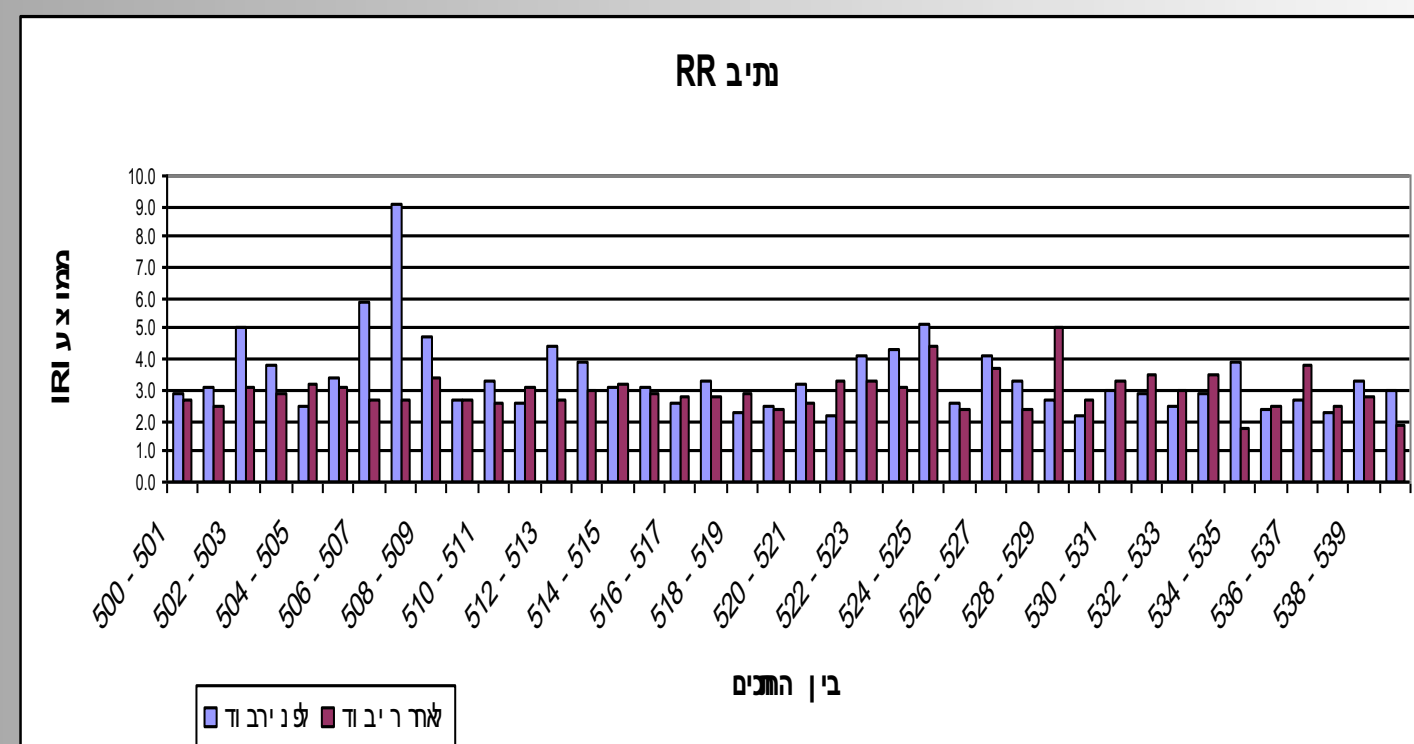
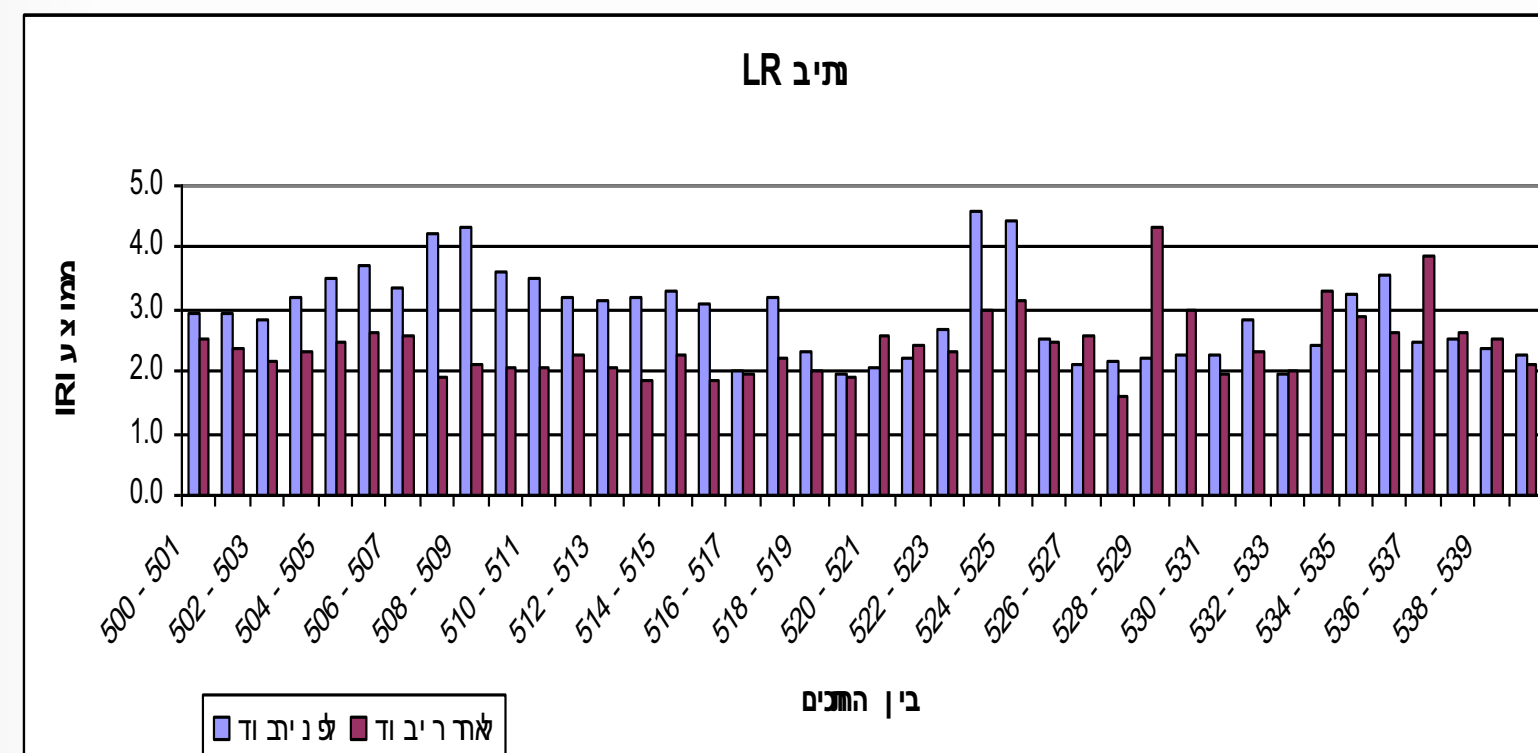
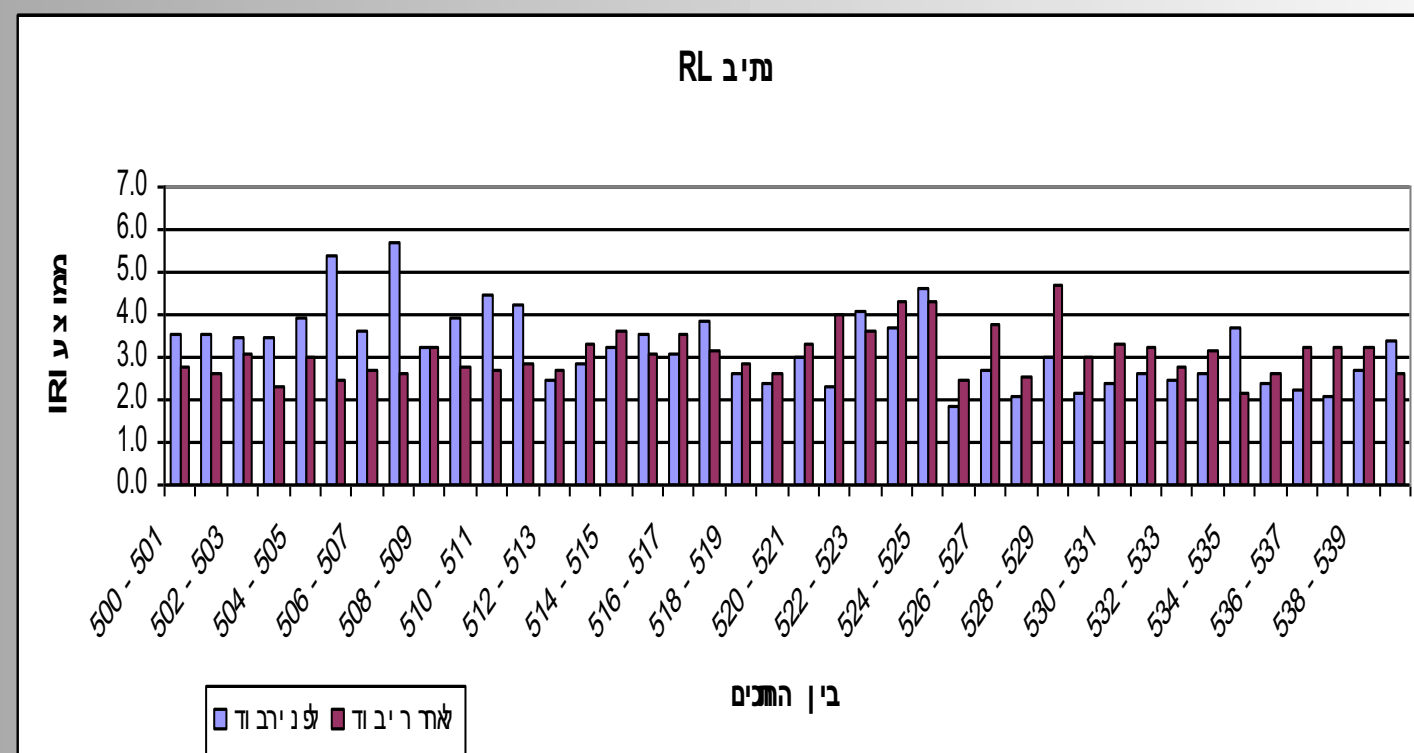
יישום בקרת גליות בעבודות ריבודים

ריבוד
שכבה
עליונה



**נתיבי
ישראל**
החברה הלאומית לתשתיות תחבורה בע"מ

מדידות IRI ונביש מס' 2 לפני ואחרי ריבוד



קריטריונים לבחינת
נוחות הנסיעה
במפרט נת"י
השוואה בין הקיים
לשכבת הריבוד
המיושמת

גליות השכבה העליונה תימדד במדד הגליות הבינלאומי
(מג"ב – IRI) בקטעים של 100 מ' לכל נתיב.

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

מודגש כי אם לא בוצעה מדידה בשכבת-ביניים, ייקבע מדד
הקבלה הסופי לפי מספר השכבות שבוצעו, בהנחה שהקבלן
הגיע בכל שכבת-ביניים כאמור לערך הנדרש בטבלה.



קריטריונים לבחינת נוחות הנסיעה (המשך) במפרט נת"י

טבלה 051.04.09.03 : ערכי הגליות (מ'/ק"מ) בעבודות אחזקה, ע"פ תערובת		
תא"צ, תא"ק, תא"מ		ערך גליות התחלתי (מ'/ק"מ)
ערך שיפור מזערי		
2.2	1.8	$4.0 \geq \text{מג"ב } 100 \text{ מ}$
ערך גליות		ערך גליות התחלתי (מ'/ק"מ)
קטן מ- 1.8	קטן מ- 2.0	$4.0 > \text{מ' } 100 \geq 2.5$
קטן מ- 1.7	קטן מ- 1.7	$2.5 > \text{מ' } 100 \geq 2.0$
קטן מ- 1.5	קטן מ- 1.5	$2.0 > \text{מ' } 100 \geq 1.5$
לא יעלה על הערך התחילי		$1.5 > \text{מ' } 100 \geq 1.2$

■ כאשר ערך מג"ב 100 המקורי נמוך מ 1.2 מ/ק"מ הערך לשיקום יהיה קטן מ 1.2 מ/ק"מ
 ■ ערך מג"ב 10 מ' המכסימלי בקטע באורך של 100 מ' לא יעלה על 1.5 מ'/ק"מ מערך מג"ב 100 מ' הנדרש באותו קטע.

קריטריונים לבחינת נוחות הנסיעה (המשך) במפרט נת"י

הערות ליישום

בקטעי דרך "מיוחדים", שייקבעו על-פי שיקול דעתו הבלבדי של מנהל הפרויקט, המבוצעים באזורים מפותלים עם טופוגרפיה גבעית ו/או הררית ללא תכנון גיאומטרי, תינתן הקלה של 0.4 מ"ק"מ לעומת הערכים בטבלה.

בקטעי דרך "רגילים" המרובדים בשכבת תאמ"א בעובי של 2-3 ס"מ, תינתן הקלה של 0.2 מ"ק"מ לעומת הערכים בטבלה

בקטעי דרך מקומיים (ביחידות אורך של 100 מ'), הנדרשים לקרצוף ולריבוד בשכבה אספלטית יחידה ו/או תחתונה, בהם התגלו לאחר הקרצוף בורות בעומק של 2 ס"מ או יותר, שתועדו ביומן העבודה, תינתן הקלה, לשכבה ה-נ"ל בלבד, של 0.4 מ"ק"מ בהתייחס לטבלה

בשכבה מיישרת המשמשת לשינוי שיפועים רוחביים או למילוי בורות בעובי שכבה מזערי המתאים לגודל האגרגט המרבי נדרש הקבלן למנוע כל הרעה ביחס לגליות המקורית.

דיווח תוצאות גליות בריבודים

דוח
מעבדה
ריבודים

מבחן קבלה

כביש מס' 87 - אזור צומת יהודיה

קבלן מבצע: מרדכי בנימין צוות: איד אבו בקה

הערה	תוצאות המבחן				נתיב 3						קטע	
					ריבוד שכבה עליונה		בדיקה מקדימה					
	IRI ₁₀ מקס'		IRI ₁₀₀				09/09/2005		ערך קריטריוני			
	אחוז הקנס	מסקנה	אחוז הקנס	מסקנה	IRI ₁₀ מקס'	IRI ₁₀₀	IRI ₁₀ מקס'	IRI ₁₀₀	IRI ₁₀ מקס'	IRI ₁₀₀	מ-	עד-
	תקין		קנס	3.86	2.39	1.93	3.30	1.80	4.06	2.31	10.6	10.7
	תקין		קנס	3.14	3.11	1.90	3.30	1.80	3.20	2.34	10.7	10.8
	קנס	15.75	קנס	9.56	3.83	2.12	3.30	1.80	3.73	2.56	10.8	10.9
גשר	פירוק	100.00	תקין		8.35	4.65	6.96	5.46	12.63	6.66	10.9	11
	תקין		תקין		2.23	1.78	3.30	1.80	4.07	2.27	11	11.1
	תקין		קנס	6.33	3.00	2.06	3.35	1.85	4.96	3.05	11.1	11.2
	תקין		תקין		3.90	2.63	4.58	3.08	6.22	4.28	11.2	11.3

הערה	תוצאות המבחן				נתיב 4						קטע	
					ריבוד שכבה עליונה		בדיקה מקדימה					
	IRI ₁₀₀		IRI ₁₀ מקס'				09/09/2005		ערך קריטריוני			
	מסקנה	אחוז הקנס	מסקנה	אחוז הקנס	IRI ₁₀₀	IRI ₁₀ מקס'	IRI ₁₀₀	IRI ₁₀ מקס'	IRI ₁₀₀	IRI ₁₀ מקס'	IRI ₁₀₀	מ-
	קנס	9.47	תקין		4.29	2.35	3.97	2.47	6.24	3.67	11.1	11
	תקין		תקין		3.75	2.29	4.27	2.77	5.74	3.97	11	10.9
	תקין		קנס	13.85	3.30	2.26	3.30	1.80	3.77	3.00	10.9	10.8
	קנס	8.40	קנס	9.93	3.58	2.13	3.30	1.80	4.33	2.86	10.8	10.7
גשר	פירוק	100.00	תקין		9.02	4.78	7.56	6.06	15.54	7.26	10.7	10.6
	תקין		קנס	11.99	2.72	2.20	3.30	1.80	4.33	2.79	10.6	10.5
	תקין		קנס	14.24	3.02	2.27	3.30	1.80	4.61	2.90	10.5	10.4
	תקין		תקין		3.07	2.23	4.54	3.04	7.26	4.24	10.4	10.3

51.04.10.03.06 ניכויים בגין ליקויים בגליות בעבודות-אחזקה

- א. בגין סטיות מערך הגליות (מג"ב 100 מ' ו-מג"ב 10 מ') בעבודות אחזקה ינוכו מחשבון הקבלן 2% לכל סטייה של 0.1 מ"ק"מ, עד לסטייה מרבית של 0.6 מ"ק"מ. שכבה עם סטייה גדולה מ-0.6 מ"ק"מ תיפסל.
- ב. הניכוי יהיה בהתאם לכמות האספלט ביחידת האורך הלקויה. דהיינו, ניכוי במג"ב 100 מ' יהיה לכמות בקטע באורך של 100 מ' וניכוי במג"ב 10 מ' יהיה לכמות בקטע באורך של 10 מ'.
- ג. פסילת קטע תטופל כמפורט בסעיף 51.04.10.05 להלן.
- ד. **לדוגמה:** בכביש "מיוחד", בעל ערך גליות התחלתית של 4.2 מ"ק"מ לכל אורכו, נתקבלו ערכי מג"ב 100 מ' של: 3.2, 3.6, 3.4, 3.9, 2.2, 2.5, 2.8 לאחר ריבוד שכבת תא"מ. במקרה זה יחושב הניכוי כלהלן:
- (1) ערך הגליות הנדרש הינו 2.8 מ"ק"מ $(4.2 - 1.8 + 0.4)$, או פחות, וערך הגליות לפסילה הינו 3.4 מ"ק"מ $(2.8 + 0.6)$, או יותר.
- (2) ניכוי עבור הערכים 3.2, 3.4 : $2\% \times 10 \times (0.6 + 0.4) \times \text{מחיר} \times \text{כמות}$ (ל-100 מ"א);
- (3) פסילת קטע באורך של 200 מ' בגין הערכים 3.6 ו-3.9.

הנחיות למנהל הפרויקט בנוגע לגליות

051.04.11.07 התייחסות לגליות

051.04.11.07.01 כל צוות סלילה חדש הנכנס לביצוע שכבות אספלט חייב לבצע קטע הוכחה/ניסוי באורך של 300 מ' לפחות להוכחת יכולתו לבצע את האספלט ע"פ הקריטריונים המפרטיים.

051.04.11.07.02 המסקנה מקטע ההוכחה/ניסוי תצומצם לשלוש אפשרויות:

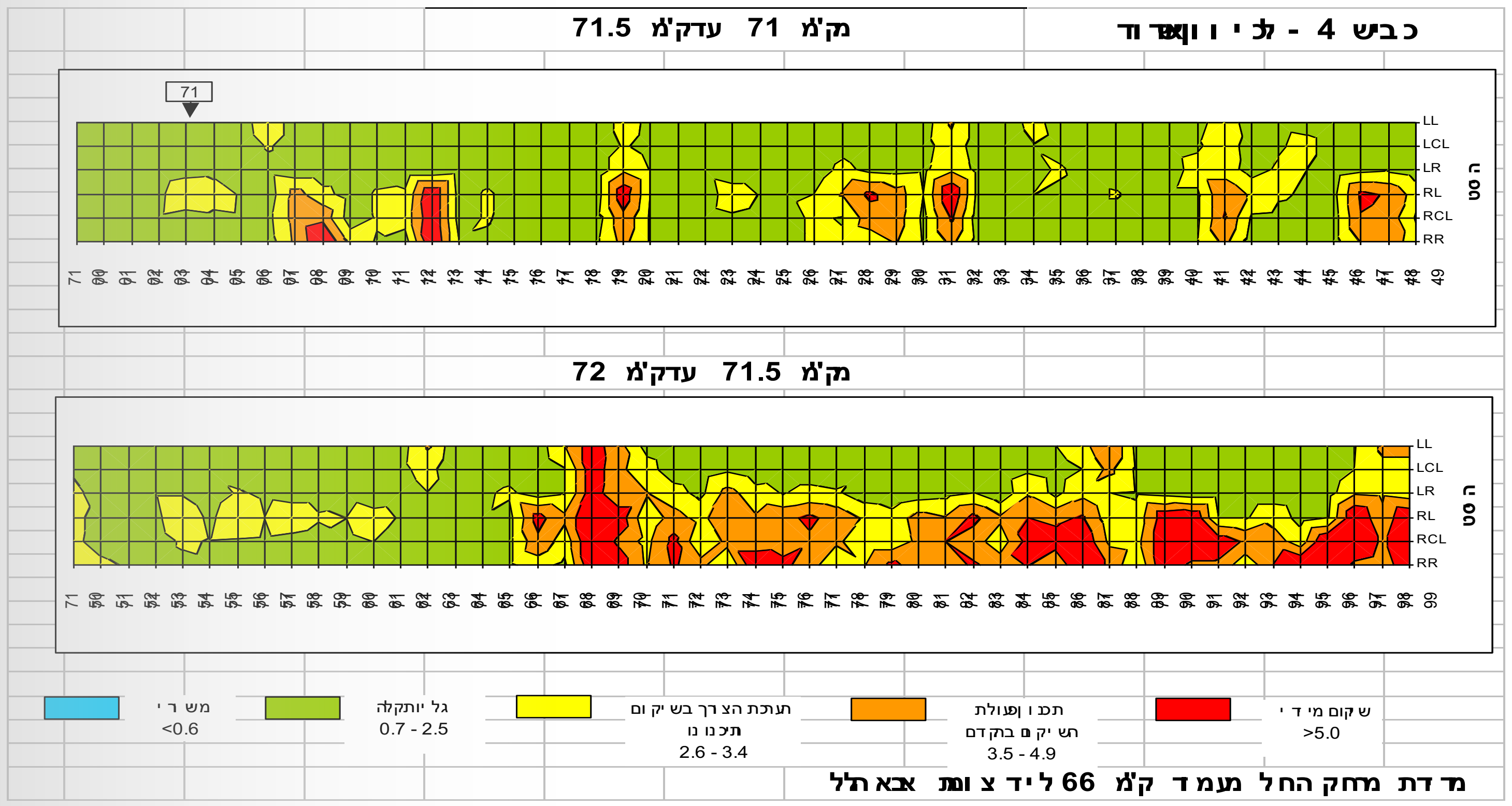
א. צוות שביצע את הקטע ללא ליקויים ואו עם שיעור ניכוי של עד 4% יאושר ללא תנאי.

ב. צוות שביצע את הקטע עם לא יותר מאשר מנת-בדיקה אחת (100 מ') לפרוק, יאושר על תנאי. התנאי המחייב הוא שיפור הביצועים במהלך הסלילה בסמוך לביצוע קטע ההוכחה/ניסוי ומעבר לכך.

ג. צוות שבקטע ההוכחה/ניסוי שלו נתקבל יותר מאשר מנת-בדיקה אחת לפרוק, ייקבע כנכשל ולא יוכל להמשיך ולעבוד באתר העבודה.

051.04.11.07.03 צוות ביצוע שיימצא בעבודתו שיעור הניכוי גדול מאשר 10% לאורך קטע של כ-2 ק"מ במהלך הביצוע, לא יוכל להמשיך בביצוע עבודות הסלילה בפרויקט. חזרתו לעבודה תהיה מותנית בביצוע קטע הוכחה/ניסוי חדש שאותו הוא יאלץ לעבור בהצלחה מלאה ללא תנאי.

מפת תחומי תוצאות בדיקות IRI



קריטריון איכות המיסעה ומדידות גליות תקופתיות

שילוב מדידות גליות תקופתיות בפרויקטים של PFI-1 BOT

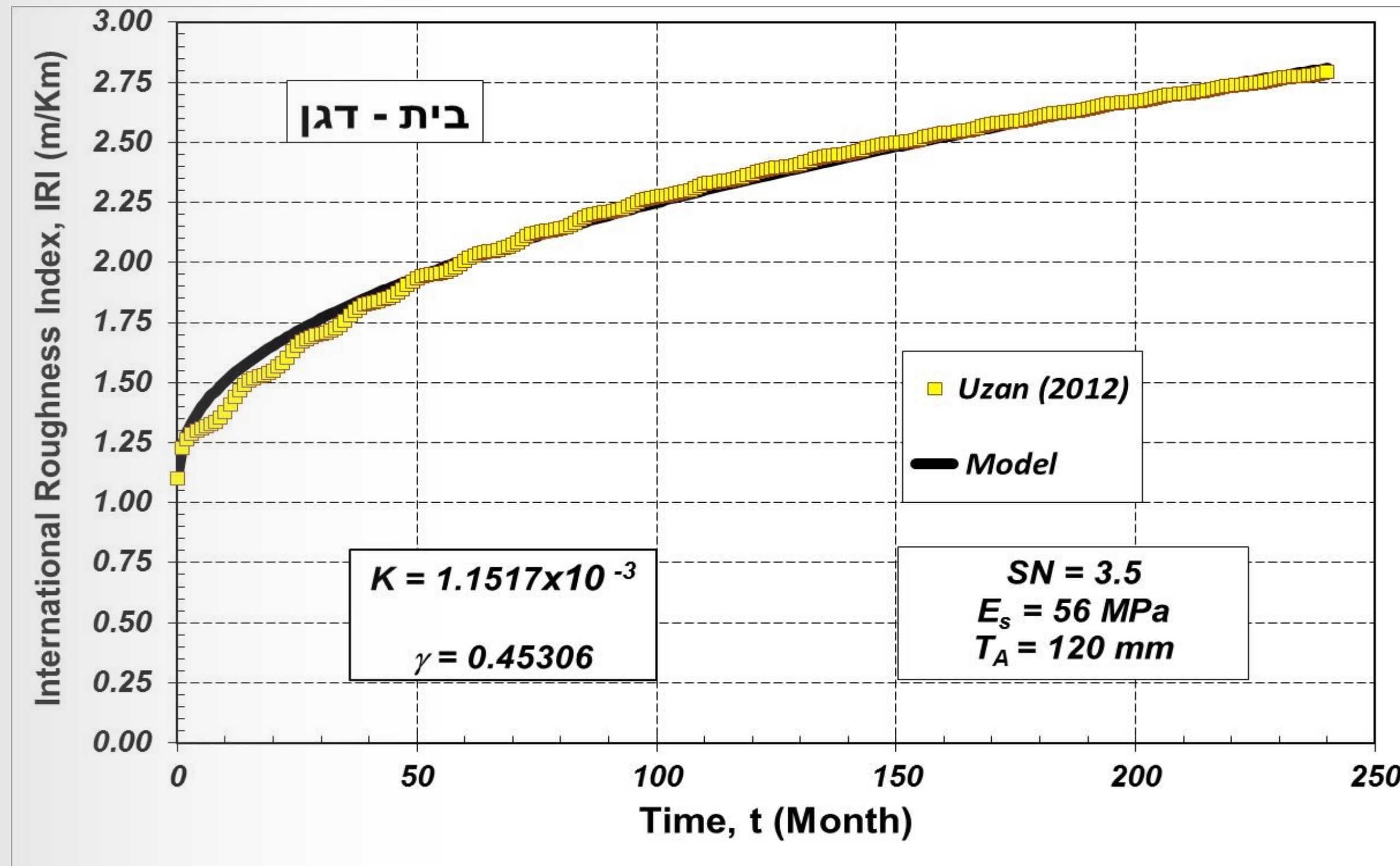
בכביש חוצה ישראל קיימת הגבלה לערכי הידרדרות הגליות,
על פי תוצאות סקרים דו שנתיים (IRI100 בקטעים של 1000 מ):

100% מכל התצפיות חייב להיות נמוך מ- IRI 4.5
80% מכל התצפיות חייב להיות נמוך מ- IRI 3.5
50% מכל התצפיות חייב להיות נמוך מ- IRI 2.5
עם זיהוי החריגה מחויב היזם בעבודות שיקום!

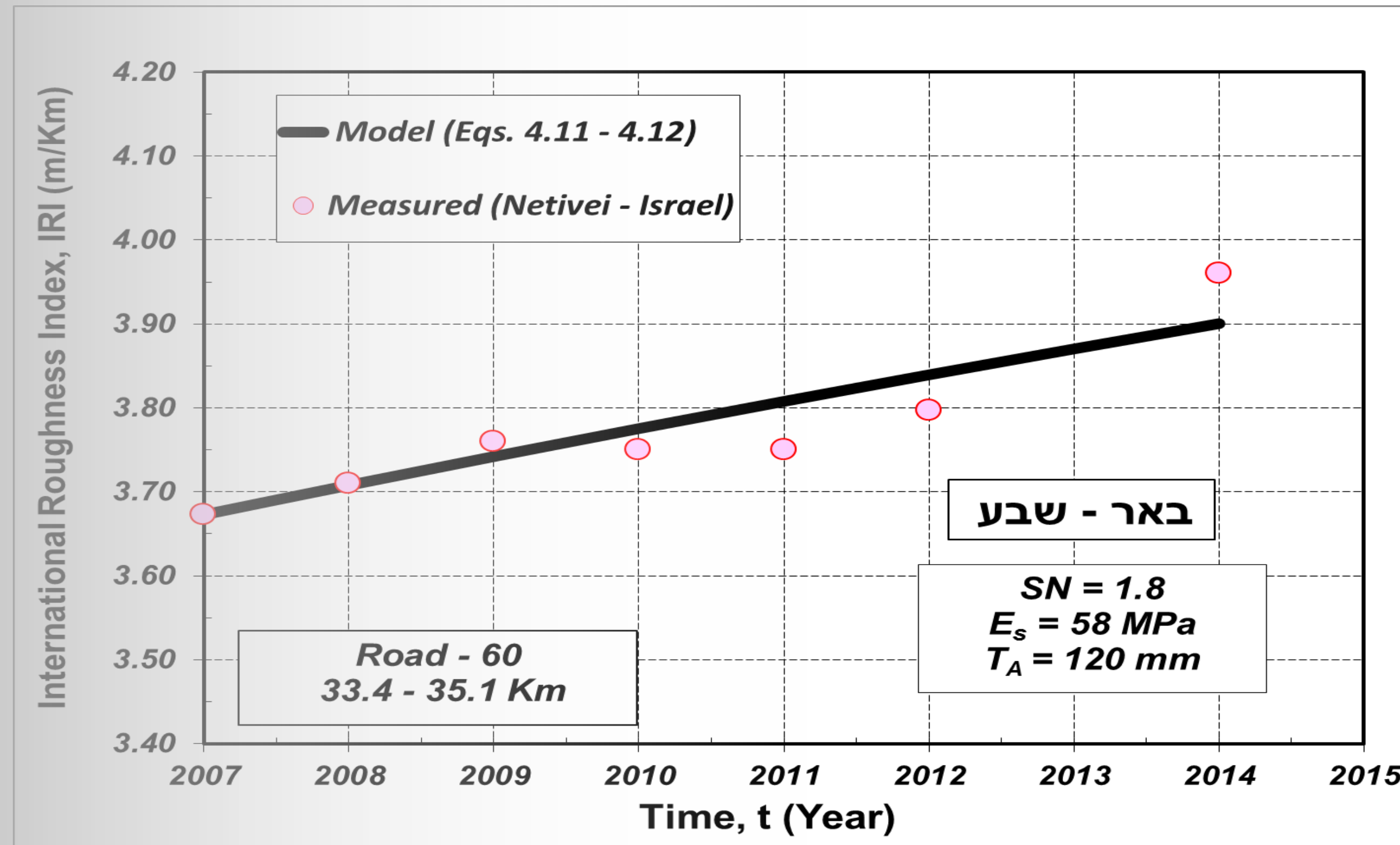
בפרויקט כביש 16 לירושלים מוגבלת הידרדרות הגליות,
על פי תוצאות סקרים שנתיים (בקטעי הדרך הסלולים ב SMA):

אחוזון 50 בכל ק"מ נתיב חייב להיות נמוך מ- IRI 1.5
אחוזון 80 בכל ק"מ נתיב חייב להיות נמוך מ- IRI 1.7
מג"ב 100 בכל ק"מ נתיב, לא יעלה על IRI 2.0
מג"ב 10 מוגבל למקסימום של 3.0 מ/ק"מ לכל ק"מ
עם זיהוי החריגה מחויב הזכיין בקנסות ובנקיטת פעולות.

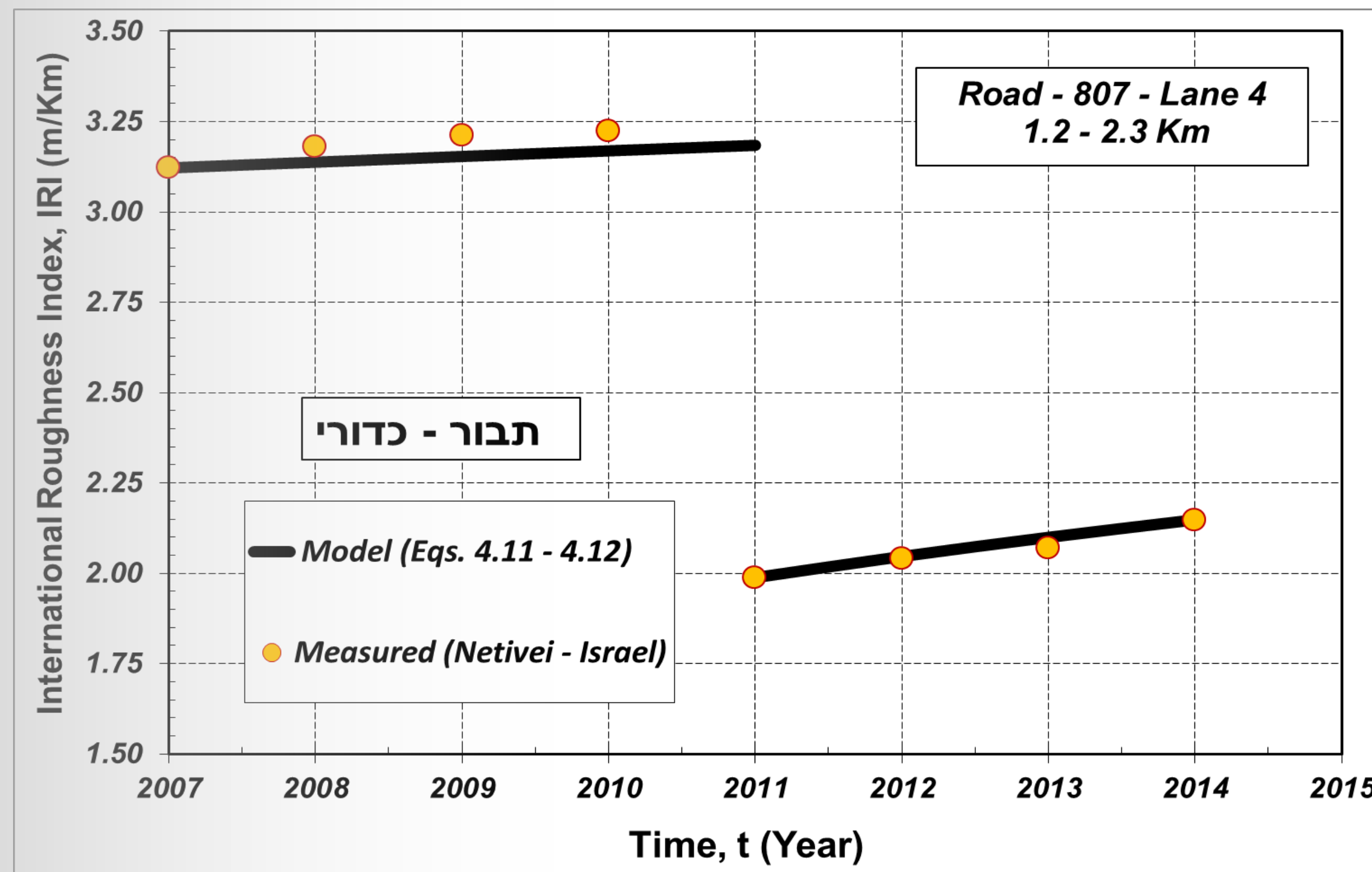
דוגמא לעקום הידרדרות של אינדקס הגליות וכיול המודל



גליות - השוואת תוצאות מדודות לחזויות



גליות - השוואת תוצאות מדודות לחזויות – מיסעה משוקמת



אשרור המדידות ומערכות המדידה

המדידות מבוצעות ע"פ הנחיית התקנים האמריקאים
AASHTO pp51-02, ASTM-E950



סימון קטע בקרה
לבחינת דיוק של
מכשיר RSP



הדרישות לדיוק (Precision) ולנכונות (Bias) המדידות (המשך)

דיוק המדידה מוגדר, כממוצע סטיות התקן של המדידות החוזרות על מדגמים במבחני ההדירות של הפרופיל.

נכונות המדידה הינה ממוצע הערך המוחלט של ההפרשים בין המדידה המבוצעת לפרופיל מוסכם.

ע"פ כשר צפיפות הדיגום של המכשיר וע"פ תוצאות בדיקות הדיוק והנכונות - מסווג המכשיר לשמישות ואו ל-CLASS מרמה I הגבוהה לרמה III הפחות מדויקת

הערות לסיכום

ניתן לבצע בדיקת גליות במהירות באמינות ובדיוק רב תוך שמירה על קריטריוני דרישות התקנים הישימים.

השימוש במדידת גליות כפרמטר מפרטי לקביעת איכות הנסיעה, נהוג במקומות שונים בעולם המערבי בכבישים חדשים וכבישים משוקמים.

בדיקת גליות שכבות האספלט בכבישים חדשים ואכיפת הדרישות המפרטיות, מביא לאיכות נסיעה גבוהה ובהמשך להגברת בטיחות הנסיעה

גליות ראשונית משופרת במיסעות מאריכה את משך החיים התחילי של המסעות ודוחה את השיקום בשיעורים משמעותיים.

הערות לסיכום

קריטריון הגליות מהווה סף איכות לקבלת שכבות אספלט בעבודות פיתוח וריבוד. אי התאמות גוררות הטלת קנסות ואף דרישה לפרוק וסלילה מחדש.

ערכי גליות והחריצה, פרמטרים מרכזים להתוויית השיקום במערכות הכבישים הארצית / עירונית. בנוסף, מהווים כלים למעקב אחר אפן הידרדרות המיסעה לאורך זמן.

בהוראות למנהל הפרויקט ניתנת הדגשה לנושא הגליות. יש למנוע מצוותים שלא עברו את הוכחת היכולת להמשיך את עבודת הריבוד/סלילה בפרויקט

תודת!

M•GEOKOM | 2025
הנדסה