



## **בחינה וזיהוי הקשר בין ממוצע לשונות**

### **זמני הנסיעה בדרכים עירוניות**

שאול ברלב

דוד מהלאל

דוד פרי

יוני 1997



## **בחינה וזיהוי הקשר בין ממוצע לשונות**

### **זמני הנסיעה בדרכים עירוניות**

**שאול ברלב**

**דוד מהלאל**

**דוד פרי**

**יוני 1997**

**בחינה וזיהוי הקשר בין ממוצע לשונות**

**זמני הנסיעה בדרכים עירוניות**

**דו"ח מסכם**

**שאול ברלב, דוד מהלאל, דוד פרי**

הדעות בפרסום זה אינן משקפות בהכרח את עמדת  
מוסד ש. נאמן למחקר מתקדם במדע ובטכנולוגיה

Copyright © 1997, The Samuel Neaman Institute

פורסם - יוני 1997

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע ובטכנולוגיה  
קרית הטכניון  
חיפה 32000  
טל. 04-8292329

## תקציר

מטרת העבודה הנוכחית היא לבחון ולהעריך חלק מהגורמים המשפיעים על שונות זמן הנסיעה. הגורמים שיבחנו במסגרת העבודה הם נפח תנועה, בקרה, סביבה וגיאומטריה של הדרך. המחקר נועד להוות את שלב הגישוש (Pilot) לסקר מקיף לצורך כיול מודל שיחזה את שונות זמן הנסיעה.

זמן נסיעה בקטע דרך משמש כאומדן ראשוני וחשוב לאיכות זרימת התנועה בקטע ובצמתים שלאורכו. גודל זה משמש בתוכניות הצבה כמשתנה החלטה עיקרי שעל פיו נקבעים נפחי התנועה של שווי משקל במערכת הדרכים. יחד עם זאת, סביר להניח שנהגים המקבלים החלטה לגבי מסלול הנסיעה הרצוי להם, מתחשבים גם במספר פרמטרים תנועתיים נוספים המאפיינים את הנסיעה, למשל מידת אי הוודאות לגבי הזמן המתבטאת בשונות זמן הנסיעה.

במסגרת הסקר נבחרו 6 אתרים לניסוי: 4 קטעי דרך בחיפה ו-2 קטעי דרך בתל-אביב. בכניסה וביציאה של כל קטע הוצבו מצלמות וידיאו שצילמו את כל כלי הרכב היוצאים והנכנסים לקטע. מתוך הסרטים נקבע זמן הכניסה והיציאה מהקטע. הזמן נמדד מתוך שעות ספרתי המופיע על תמונת וידאו.

המסקנות העיקריות הן :

1. קיימים הבדלים מובהקים בזמני הנסיעה בין האתרים השונים. הבדלים אלה נובעים בראש וראשונה מקיום צמתים מרומזרים: בדרך אבא חושי ומוריה ומהעדר צמתים מרומזרים בדורי ולוי אשכול.
2. סטיית התקן של זמני הנסיעה גבוהה יחסית בדרך חושי, רח' מוריה ודרך בני אפרים לעומת זאת, בדרך דורי, ברח' פרוייד וברח' לוי אשכול, סטיית התקן נמוכה יותר. הבדלים אלה ניתן ליחס לקיום צמתים מרומזרים: בדרך אבא חושי, מוריה ודרך בני אפרים ומהעדר צמתים מרומזרים בדורי, פרוייד ולוי אשכול.
3. לא נמצא שלנפח התנועה השפעה על זמן הנסיעה הממוצע, סטיית התקן או החציון. יש לזכור שטווח נפחי התנועה במדגמים השונים הוא מצומצם יחסית. כ-86% מהמדגמים נאספו בנפחי תנועה עד 1800 כלי רכב בשעה, וכ-70% עד 1200 כלי רכב בשעה. טווח זה של נפחים הוא נמוך מהקבולת (סביבות 3000 כלי רכב בשעה לשני נתיבים). זאת כנראה הסיבה שאין מבחינים בהארכת זמן הנסיעה עם הגידול בנפח התנועה.
4. זמן הנסיעה הממוצע של המשאיות גבוה יותר מזה של כלי הרכב האחרים. אולם, למרות, לא אובחנה תלות בין חציון זמן/ק"מ לרכב קל לפי אחוז רכב הכבד בשתי קטגוריות של נפח תנועה (מעל ומתחת ל-1500).



5. חסרונות שיטת הדגימה הנוכחית - השיטה שנוסתה בעבודה זאת (צילום ופענוח של סרטי וידיאו) היא שיטה עתירת כוח אדם ודורשת מאמצים רבים בצילום וניתוח הנתונים. בנוסף, שיטה זאת מאפשרת מידה רק של כלי רכב שזוהו בשתי תחנות המדידה - אחוז כלי רכב אלה מסה"כ נפת התנועה עשוי להיות קטן. לא מומלץ להתבסס בעתיד על שיטה זאת.

6. הצעה לבדיקת שיטה חלופית לאיסוף נתונים - מומלץ לבחון ישימות ותקפות של שיטה לאמידת ממוצעי ושונויות זמני נסיעה המבוססת על שימוש בנתונים מחתך רוחב של דרך. היתרון הגדול באיסוף נתונים מחתך רוחב הוא בזמינות מכשור ובקלות איסוף הנתונים. הבחינה הנדרשת תתייחס לתכנים הבאים:

- א. קשרי הגומלין בין נתוני המהירות בחתך של דרך לזמני נסיה בקטע דרך.
- ב. מספר עמדות המדידה הדרושים כדי לאמוד את הממוצעים והשונויות של זמני הנסיעות בקטעי דרך עם מאפיינים תנועתיים וגיאומטריים שונים.

לאחר ביצוע בדיקות אלה, ניתן יהיה לכייל מודל שיאפשר אמידת פרמטרים של זמני נסיעה מתוך נתונים של חתך רוחב.

## תוכן עניינים

### עמוד

### תקציר

1	פרק 1 : מבוא
2	פרק 2 : סקירת ספרות
8	פרק 3 : תאור הנתונים
8	3.1 איסוף הנתונים
10	3.2 תאור הנתונים
22	פרק 4 : ניתוח הנתונים
22	4.1 השוואת התפלגויות זמני נסיעה
23	4.2 השוואת סטיית הזנקן
23	4.3 בדיקת התלות בין זמן/ק"מ לבין משתנים שונים בכל אתר
85	פרק 5 : מסקנות מניתוח הנתונים
86	פרק 6 : דיון והמלצות על הקמת בסיס נתונים
87	מראי מקום

## 1. מבוא

זמן נסיעה בקטע דרך משמע באומדן ראשוני וחשוב לאיכות זרימת התנועה בקטע ובצמתים שלאורכו. גודל זה משמש בתוכניות הצבה כמשתנה החלטה יחיד שעל פיו נקבעים נפחי התנועה של שווי משקל במערכת הדרכים. יחד עם זאת, סביר להניח שנהגים המקבלים החלטה לגבי מסלול הנסיעה הרצוי להם, בצד הפרמטר של זמן נסיעה, מתחשבים גם במספר פרמטרים תנועתיים נוספים המאפיינים את הנסיעה.

אחד הגורמים העשויים להוות מרכיב חשוב במערכת השיקולים של הנהג בבחירת מסלול הנסיעה הוא שונות זמן הנסיעה, היינו הפיזור של זמן הנסיעה סביב הערך הממוצע, גודל זה מהווה עבור הנהג אומדן ליכולת הערכה והחיזוי שלו לגבי משך זמן הנסיעה. סביר להניח שנהג יעדיף לבחור במסלולי נסיעה שעבורם יוכל לחזות, ברמה גבוהה של ודאות את זמן הנסיעה, על פני מסלולים בהם זמן הנסיעה כפוף לתנודות ושינויים משמעותיים, ולכן יעדיף נסיעה במסלולים עם שונות זמן נסיעה נמוכה על פני מסלולים עם שונות גבוהה. מאחר ושונות זמן הנסיעה היא אינדיקטור לגבי רמת אי-הוודאות לגבי משך הנסיעה, נוהגים להתבונן על השונות כעל מדד לאמינות המערכת.

שונות או אמינות זמן הנסיעה מושפעים מגורמים שונים כמו: נפח תנועה, הגיאומטריה של הדרך, בקרת הצמתים, רמת פעילות החניה, רמת פעילות הולכי הרגל, מאפייני שימושי הקרקע, וכו'. חלק מגורמים אלה הם מאפיינים קבועים של הקטע ואילו חלק אחר (כמו נפחי התנועה) נקבעים במהלך הצבת הנסיעות ברשת.

במסגרת סדרה של עבודות שנעשו בשנים האחרונות במימון משרד התחבורה בתחום תוכניות ההצבה הושקעו מאמצים בכוון של הדמיה טובה יותר של המציאות התנועתית המורכבת והחלטות הנהגים המתקשרות למציאות זו. פיתוח היכולת להעריך את שונות זמן הנסיעה עשויה לסייע בשחזור מדויק יותר של החלטות הנהגים.

מטרת העבודה הנוכחית היא לבחון ולהעריך חלק מהגורמים המשפיעים על שונות זמן הנסיעה הגורמים שיבחנו במסגרת העבודה הם נפח תנועה, בקרה, סביבה וגיאומטריה של הדרך. המתקד הנוכחי נועד להוות את שלב הגימוש (Pilot) לסקר מקיף לצורך כיוול מודל שיחזה את שונות זמן הנסיעה.

הפרק הבא בעבודה הוא סקר ספרות המתאר חלק מהעבודות שנעשו בתחום זה. לאחר מכן תתואר דרך איסוף הנתונים, בתמשך יתוארו הנתונים וניתוח התוצאות.

## 2. סקירת ספרות

במשך השנים, נערכו מחקרים שונים שהביאו להבנה טובה יותר של הגורמים המשפיעים על הצורך בעריכת נסיעות והבחירה של אופן הנסיעה עצמה. Hensher (1972) מצא למשל, כי גורמים נוספים, מלבד זמן ועלות, ממלאים תפקיד חשוב בבחירת אמצעי הנסיעה. מבין גורמים אלה, הוא מזכיר נוחות, אמינות, סטטוס ובריאות. Richardson (1974) הדגיש את חשיבות אמינות זמן הנסיעה כפרמטר בבחירת האמצעי. החכרה והסכמה לגבי חשיבות מהירות נסיעה ועיכובים בנסיעה לצורך ניהול תנועה וכיול מודלים תחבורתיים היא הסיבה לריבוי הסקרים הנעשים בתחום זה במקומות שונים.

סקרי מהירויות ועיכובים מבוצעים לשם קביעת איכות זרימת תנועה ורמת השירות הכללית המסופקת הן על-ידי המערכת והן על-ידי קטע הדרך. בעזרת הממצאים המתקבלים מסקרים אלה, ניתן לקבוע באלה מקטעי הדרך נדרש שיפור ומה תהיה התועלת הצפויה מכל שיפור. סקרי מהירויות ועיכובים מספקים אינפורמציה על מהירות נסיעה כוללת, וכן אינפורמציה על משך זמן העיכובים, הסיבות לעיכובים, ומיקום העיכובים (רוזינר, 1971). הממצאים משמשים גם כמדד לקביעת האפקטיביות של השינויים בהסדרי התנועה, כגון: הגבלת חניה, זמני רמזורים, רחובות חד-סטריים וכד'.

קיימות שתי גישות עקרוניות לביצוע סקרי מהירות ועיכובים:

1. אמצעים נייחים - שיטת רישום מספר רישוי  
שיטת עמדות תצפית מוגבהות  
שיטת הראיונות
2. אמצעים ניידים - שימוש במכונות הנעות לאורך קטעי דרך בסדרת נסיעות ורישום זמני המעבר בנקודות שנקבעו מראש, וכן רישום משך העיכובים והסיבות לעיכובים. מכונות נעות אלה נקראות "רכב מבחן" או "מכונת צפה".  
רישום האינפורמציה במהלך הנסיעה יכול להתבצע תוך רישום ידני על-ידי פוקד או בעזרת מכשור מתאים אחר.

קיימות שתי שיטות עיקריות למדידת מהירויות נסיעה ועיכובים:

1. מדידת מהירות נקודתית (spot speeds) - המהירות נמדדת מנקודה מסוימת או באזור קטן מאוד. מדידה זו מתבססת על שלושה עקרונות:  
(א) מדידת זמן הנסיעה בין 2 מכשירים אלקטרוניים הנמצאים במרחק קבוע האחד מהשני.

- (ב) מדידת הזמן שלוקח לרכב לעבור ב-induction loop.  
 (ג) מדידת המהירות באופן ישיר על בסיס של עקרון Doppler. דהיינו, שימוש בציוד רדאר.

2. מדידת מהירות בקטעים מקשרים (Link speeds) - ניתן למדוד ממקומות קבועים מראש

או מרכב הנוסע יחד עם זרם התנועה. למדידה זו 5 צורות עיקריות:

- (א) רישום מספרי לוחיות רישוי וזמני כניסה/יציאה של רכבים מקטע הדרך שנקבע מראש. המהירות מוגדרת כיחס בין אורך הקטע לבין הזמן שלקח לרכב לעבור אותו.  
 (ב) Correlation Profile Method - רישום זרימת הרכבים בתחילת קטע הדרך ובסופו, בפרקי זמן קבועים מראש. במקרה זה, יש צורך לדעת את מספר הרכבים בתחילה ובסיום כל פרק זמן שנמדד.

- (ג) Aerial Survey Method - שימוש ביחס של  $V=DU$  כאשר:

V - נפת התנועה

D - צפיפות המכוניות

U - ממוצע מהירות הנסיעה

מחשבים את ממוצע מהירות U תוך שימוש בנוסחה  $U=D/V$ , כאשר V נמדד בקטע הדרך ו-D נקבע מתצלומי אוויר של האזור.

- (ד) מדידה ברכב מתלווה (accompanying vehicle) - זמני הנסיעה בין נקודות שנקבעו מראש, נמדדים על-ידי רכב הנע עם הזרם הכללי, במהירות הממוצעת של הרכבים האחרים. הנקודות בדרך שנקבעו מראש הינן בעלות מרחקים ידועים האחת מהשניה, כך שניתן לחשב את המהירות הממוצעת לאורך קטע הדרך כולו.  
 (ה) שיטת הצופה הנייד (The Moving-Observer Method) - לעתים נקרא גם "הרכב הנע" - מאפשר לקבוע את זמן הנסיעה הממוצע והזרימה הממוצעת בקטע דרך, במקביל. בצורה זו ניתן לחשב את הנוסחה הבאה:

$$\text{Flow } V = \frac{(X+Y)}{(t_a+t_w)}$$

$$\text{Mean Journey Time } t = t_w - \frac{Y}{V} = \frac{X}{V} - t_a$$

- X - מספר המכוניות בתם נתקל "הרכב הנע" בקטע כאשר הוא נסע בכיוון הפוך לזרם.  
 Y - מספר הרכבים שעקפן את "הרכב הנע", פחות מספר הרכבים ש"הרכב הנע"

עקף בקטע.

- $t_a$  זמן הנסיעה של "הרכב הנע" כאשר הוא נסע נגד הזרם.
- $t_w$  זמן הנסיעה של "הרכב הנע" כאשר הוא נסע עם הזרם.

(מתוך: OECD 1979)

למרות החשיבות הרבה באיסוף מידע על מגמות מהירות וזמני נסיעה, רשויות מעטות עורכות סקרים קבועים בנושא זה, ואותם סקרים שנעשים הינם בדרך-כלל על מדגמים קטנים ובעלי שכיחות נמוכה, שאינם תקפים מבחינה סטטיסטית (May and Montgomery, 1983).

מספר חוקרים בחנו שיטות למדידת מהירות וזמני הנסיעה. למשל, Fowkes (1983), המליץ על סקרים בשני קצות הדרך. המאפיין העיקרי של השיטה הוא הקמת נקודות איסוף נתונים בשני הקצוות של קטע הדרך, ורישום מספרי לוחיות הרישוי של המכוניות העוברות בהן, זמן כניסתן לקטע וזמן יציאתן מהקטע. בשלב שני, משווים את מספרי לוחיות הזיהוי ה"נכנסות" וה"יוצאות", בודקים את זמן הכניסה והיציאה של כל מכונית שיש לגביה מספר לוחית זיהוי בשני קצוות קטע הדרך, מחלקים במספר הק"מ של קטע הדרך, וכך מתקבל זמן הנסיעה בדרך.

May and Montgomery (1983) פיתחו שיטה לאיסוף נתונים בעלות נמוכה הנותנת ביטוי לגורמים הקובעים או משפיעים על שונות זמני נסיעה. מטרתם העיקרית הייתה לקבוע את הדרך הזולה ביותר לאיסוף נתונים על זמני נסיעה ברכב בקטעי דרך שנקבעו מראש, בדרגה נתונה של מובחנות סטטיסטית. מחקרם התמקד במדידת זמן בתוך הרכב (in-vehicle time), ובזמן בו הנהג נמצא בקטע מסוים של הדרך.

May and Montgomery בחנו את השפעת גורמי מזג אוויר על שונות זמני הנסיעה. המחקר נערך באנגליה, וכלל חמישה קטעי דרך עירוניים. הם התאימו בין לוחיות הזיהוי של הרכבים אשר נסעו בקטעי הדרך שנקבעו בין השעה 07:15 ועד 09:45 - זמני שיא בהם זמן הנסיעה משתנה באופן מובהק.

מבחינה סטטיסטית, הם התבססו על הגישה הקובעת כי זמן נסיעה בקטע זמן קצר אך קבוע מראש, הינו בעל התפלגות סטטיסטית נורמלית. אולם, בעקבות מחקרם של Richardson and Taylor (1978), אשר מצאו כי ניתן לאמוד נתונים שנאספו על זמני נסיעה מתוך צפיה במכוניות הנוסעות בצורה טובה יותר על-פי התפלגות לוג-נורמלית (log-normal distribution) (מאשר לאמוד אותם על-פי התפלגות נורמלית), החליטו May and Montgomery גם כן להשתמש בהתפלגות הלוג-נורמלית.

הם חישובו ערך Z עבור כל אחד מבין 7690 זמני הנסיעה שנצפו, תוך שימוש במוצע וסטית תקן עבור הנוסחה של קטע זמן/יום/קטע דרך אליו השתייך כל זמן נסיעה שנמדד. אותה פרוצדורה

נעשתה על הלוגים הטבעיים של זמני הנסיעה, כאשר בחינת ההיסטוגרמות שהתקבלו העלתה שהנתונים שנאספו הינם אכן בעלי התפלגות לוג-נורמלית יותר מאשר התפלגות נורמלית פשוטה.

מהנתונים שנאספו נתקבלו ממוצעי זמן נסיעה ב-10 יחידות זמן של 15 דקות כל אחת, בחמישה סופי שבוע בחמישה קטעי דרך שונים. מהממצאים עולה כי ממוצעי זמן הנסיעה ביחידת הזמן הראשונה (07:15-07:30) הינם עקביים בימים השונים ובקטעי הדרך השונים. ברוב המקרים, ממוצע זמן הנסיעה היה זהה גם ביחידת הזמן האחרונה (09:30-09:45). שתי יחידות זמן אלה אינן נחשבות לזמני שיא עומס בתנועה. אולם, נמצאו הבדלים בממוצע זמני הנסיעה ביחידות הזמן בהם עומס התנועה גדל לשיא (build-up time) - בימים שונים ובקטעי דרך שונים.

במחקר שערכו Freeman and Associates (1972), נבחן הקשר בין מהירויות נסיעה לבין זרימה, במספר קטעי דרך מרכזיים בפרברי לונדון. ההבדלים שנצפו ביחס מהירות/זרימה, נוקפו להבדלים בתנאים הפיזיים בין קטעי הדרך: מספר הצמתים לאורך קטע הדרך, הפרופורציה של דו-מסלוליות, מידת הנגישות לשימושי קרקע ומידת הפיתוח בקרקע הצמודה.

הממצאים העיקריים ממחקר זה היו :

1. קשה להבחין בין זמן נסיעה לבין זמן עצירה, אך הדרך הטובה ביותר לתת ביטוי למהירות הנסיעה היא על-ידי קביעת מהירות הנסיעה הכללית.
2. יש להניח כי היחס בין מהירות הנסיעה לזרימת התנועה הינו ליניארי, בטווח זרימה הנע בין 300 ל-1700 כלי רכב לנתיב.
3. נמצא כי פרופורצית הרכבים הכבדים והאוטובוסים שהינם חלק מזרם התנועה, משפיעה על המחירות הכללית של הזרם. אולם, פרופורציה זו אינה משפיעה על מידת השינוי של המחירות עם הזרם.
4. תנאי מזג אוויר משפיעים על מהירות התנועה באופן עקבי, כך שהמהירות ירדה ככל שתנאי מזג האוויר נעשו קשים יותר. אך, באופן כללי, השפעה זו הייתה קטנה.
5. לא היו הבדלים במהירויות הנסיעה שנבחנו בזרמים שונים בשעות שיא, ולא היו הבדלים במהירויות נסיעה בזרמים שונים שלא היו בשעות שיא.
6. מעל מחצית מהשונות הנצפית במהירות/זרימה, מוסברת על-ידי המאפיינים הפיזיים של קטע הדרך. התנאים שנמצאו בעלי השפעה הרבה ביותר הינם: מספר הצמתים המרומוזרים בקטע, דו-מסלוליות, מידת הקרקע המפותחת לאורך קטע הדרך, קומבינציה של צפיפות צמתים, שוליים וצפיפות החניונים הפרטיים וכניסותיהם.

צפיפות הצמתים המרכזיים הינה בעלת ההשפעה הרבה ביותר - 26% מהשונות במהירות/זרימה מוסברת על-ידי הני"ל.

בשנת 1987, ערכו Montgomery and May מחקר על זמני נסיעה בשעות שיא בעיר LEEDS באנגליה. במחקר נבדקה שונות הנסיעה בין מכוניות שנסעו ב-5 קטעי דרך, ב-250 יחידות זמן קבועות של 15 דקות כל אחת, כמו גם השונות בין יחידות הזמן שהיו ב-1018 נסיעות. הם מצאו כי זמני נסיעה אינדוידואליים הינם בעלי התפלגות לוג-נורמלית, עם ממוצעים וסטיות תקן שהינם דומים יותר בקטעי דרך מסוימים. הם השתמשו בשיטת רישום לוחיות זיהוי והשעה בה רכבים עברו בנקודת התחלה של קטע דרך מסוים, ורישום השעה בה הרכבים עברו בנקודת הסיום של קטע הדרך. בנוסף, הם השתמשו בשיטה של רכב נע (Moving vehicle observer), שבה 2 רכבים נסעו בזרם התנועה בשעות שיא ורשמו את מהירות הנסיעה. ניתוח הנתונים נעשה באמצעות טכניקות של סדרות עתיות.

בניגוד להשערותיהם נמצא כי 50% מהשונות במהירות נסיעה, מוסברת על-ידי זרימת התנועה: נסיעה איטית מושפעת מזרימת התנועה ב-30- הדקות ה"קודמות" ולא מהזרימה ה"עכשווית". שאר המשתנים שנמצאו בעלי השפעה על מהירות הנסיעה, היו מספר האוטובוסים בקטע הדרך, מספר משאיות, משתנה דמה לעונת החורף, משתנה דמה לתקופה בה ישנם לימודים בבתי-הספר, ומשתנה דמה למעברי חציה בהם עומדים ילדי בית-ספר.

Richardson and Taylor (1978), ערכו מחקר בו הם בחנו את מאפייני השונות בזמן נסיעה של נסיעות בדרכים במלבורן, אוסטרליה. מטרת המחקר הייתה לבחון:

1. אי-תלות בזמני הנסיעה בין קטעי הדרך של התיב כולו.
2. הקשר שבין מהירות לבין השונות.
3. פילוג זמני הנסיעה שנצפו בכל קטע.

הנתונים נאספו בשתי תקופות זמן נפרדות - כל אחת במשך חודשיים: מאי-יוני 1975; ואפריל-מאי 1976. 20 תצפיות על נתוני זמן נסיעה נאספו בנסיעות בשעות השיא של הבוקר ובשעות השיא של הערב. זמני הנסיעה חושבו בשני כיווני הנסיעה. התיב כולו היה באורך של 14.5 ק"מ. הוא חולק ל-19 קטעים קצרים יותר, ובכל נסיעה נרשם זמן ההגעה לסוף הקטע. על-מנת להקליט את האירועים בזמן הנסיעה, הם השתמשו בשעוני עצר וברשמקולים. בצורה זו, הנהג עצמו היה יכול לאסוף את הנתונים, ולא היה צורך בצופה נוסף.

ממצאיהם העיקריים היו:

1. אין תלות בין 19 קטעי הדרך בנוגע לזמני הנסיעה ליחידת דרך בכל קטע דרך.
2. ככל שעולה זמן הנסיעה, עולה היחס שבין סטית התקן לממוצע זמן הנסיעה.
3. זמני הנסיעה בקטע אינם מפולגים נורמלית. התפלגות לוג-נורמל תאמה את הנתונים.



סקרי מהירויות ועיכובים במדינת ישראל נערכו בתחילת שנות ה-70 - בתל-אביב (1971), בחיפה (1973) ובירושלים (1973). בחודשים יולי-אוגוסט 1971, בוצע סקר מהירויות נסיעה ועיכובים במטרופולין של תל-אביב. במסגרת הסקר נמדדו זמני נסיעה של רכבים פרטיים בצירי תנועה נבחרים באורך כולל של 260 ק"מ. הנתונים נאספו על-ידי פוקדים אשר נסעו במוניות שכורות - שיטת "מכונית המבחן" - הלך-ושוב ב-21 - מסלולי נסיעה שתולקו למספר קטעי מדידה.

הסקר בוצע בימי א', ב', ג', ד' ו-ה', בין השעות 6:30-8:30, 12:00-14:00, ו-17:30-19:30. המהירות הממוצעת שנמדדה במרכז העיר הייתה: 15 קמ"ש בשעות השיא של הבוקר; 13.1 קמ"ש בשעות השיא של אחה"צ; ו-18.7 קמ"ש בשעות השיא של הערב.

מתוך סה"כ שעות הנסיעה בסקר כולו - 175.5 שעות - מכוניות הסקר עמדו כתוצאה מעיכובים 45.6 שעות (25%). 87.7% מהעיכובים נבעו מעיכובים בצמתים מרומזרים. במרכז העיר, 79% מהעיכובים נבעו מעיכובים שונים בצמתים (סקר מהירויות ועיכובים - תל-אביב, 1971).

בחודש יוני 1973, נערך סקר מהירויות נסיעה ועיכובים בכבישי העיר חיפה. הסקר נערך בין השעות 06:30-19:00. במסגרת הסקר בוצעו 6300 נסיעות ב-534 קטעי דרך בין צמתים, דהיינו בוצעו כ-15 נסיעות בכל קטע.

ממצאי הסקר עולה כי, בעיר התחתית, הדר ומרכז הכרמל, הנסיעה קשה ביותר, כאשר מהירות הנסיעה הממשית (running time - זמן נסיעה ללא עיכובים) היא 27 קמ"ש. ב-30% מהזמן הדרוש למעבר בקטע דרך, הנחג מתעכב בעיקר בצמתים. באזורים הבנויים המקיפים את אזור המע"ר (עיר תחתית, הדר ומרכז הכרמל), מהירות הנסיעה הממשית עולה ב-39% מתמהירות במע"ר - דהיינו 39 קמ"ש. אחוז זמן העיכובים באזורים הבנויים יורד לכרבע מאחוז זמן העיכובים במע"ר, ומסתכם ב-8% בלבד.

מהירות הנסיעה בכבישים העוברים באזורים הלא בנויים בעיר, עולה ב-78% על המהירות הממשית במע"ר, ומגיעה ל-50 קמ"ש. אחוז מן העיכובים הינו נמוך מאד באזורים אלה (4%).

גם כאן, נתוני המהירויות והעיכובים התקבלו על-ידי פוקד שנסע ב"מכונית צפה". הפוקד רשם זמן שוטף משעון עצר על גבי טופס מיוחד, תוך ציון סיבת הרישום.

מבחינת השונויות במחקר, הסתבר כי השונויות היחסיות של הזמן הכולל מושפעת ממהירות הנסיעה. במקום שמהירות הנסיעה הממשית גדולה יותר, קטנה השונויות היחסיות ויחד איתה קטנה טעות הדגימה היחסית (סקר מהירויות ועיכובים - חיפה 1974).

בחודש יוני 1973, ערך המכון הישראלי לתכנון ולמחקר תחבורה, סקר מהירויות ועיכובים בכבישי העיר ירושלים. במסגרת הסקר בוצעו 1360 נסיעות על-פני אורך כבישים כולל של 175.7 ק"מ, ונמדדו 226 קטעים וצמתים על-ידי 15 נסיעות בממוצע לקטע בין השעות 06:00-19:00.

בחלק גדול מצירי הנסיעה בקטעים הבנויים, נתאפשרה נסיעה של 25 קמ"ש בלבד; בחלק מהקטעים מהירות הנסיעה לא עלתה על 15 קמ"ש, ובקטעים אחרים מהירות הנסיעה הגיעה ל-9 קמ"ש בלבד. חישוב המהירות נעשה על זמן הנסיעה בו נמצא הרכב בתנועה וזמן עיכובים. רובו של זמן העיכובים - 28% מתוך הזמן הכולל הדרוש למעבר בכבישי ירושלים - נבע מעצירות בצמתים. מסקנתם של עורכי הסקר הייתה, כי הבעיה המרכזית לגבי מהירות הנסיעה ועיכובים בדרך, נעוצה בסביבות הצמתים.

נתוני המהירות בסקר זה נאספו על-ידי פוקד שנסע ב"מכונית צפה". הפוקד רשם את הזמן השוטף משעון עצר על-גבי טופס מיוחד, תוך ציון סיבת הרישום (תציית צומת, סיבת העיכוב וכדו'). בכל אחד מקטעי הדרך בוצעו מספר נסיעות, כאשר במוצע בוצעו 15 נסיעות בכל קטע, אך לא פחות מ-11 נסיעות בקטע דרך (סקר מהירות ועיכובים - ירושלים 1975).

### 3. תאור הנתונים

#### 3.1 איסוף הנתונים

במסגרת הסקר נבחרו 6 אתרים לניסוי: 4 קטעי דרך בחיפה ו-2 קטעי דרך בתל-אביב. הקטעים שנבחרו הם:

1. **דרך דורי, חיפה** - קטע נמדד: מרח' החשמל ועד כניסה לחניון אגד. אורך: 1960 מ'. דרך עורקית דו-מסלולית, 2 נתיבים בכל מסלול, סביבה לא בנויה, אין צמתים, נסיעה בכיוון עליה.
2. **שד' אבא חושי, חיפה** - קטע נמדד: מרח' קויפמן (בית בירס) ועד צומת דניה העליון. אורך: 2150 מ'. דרך עורקית דו-מסלולית, 2 נתיבים בכל מסלול, סביבה בנויה, 2 צמתים מרומזרים, 1 צומת לא מרומזר. רוב הקטע מישורי להוציא ה-400 מ' האחרונים שהם בכיוון עליה.
3. **רח' ויינשל, חיפה** - קטע נמדד: בהמשך רח' פרויד מצומת וולנברג ועד תחנת הדלק. אורך: 2000 מ'. דרך עורקית דו-מסלולית, 2 נתיבים בכל מסלול, סביבה לא בנויה, 1 צומת לא מרומזר, נסיעה בכיוון ירידה.
4. **שד' מוריה, חיפה** - קטע נמדד: מצומת שמשון ועד כיכר חורב. אורך: 1180 מ'. דרך עורקית דו-מסלולית, 2 נתיבים בכל מסלול, סביבה בנויה, 2 צמתים מרומזרים, 2 צמתים לא מרומזרים, שילוב של מישור וירידה.

5. דרך לוי אשכול, תל-אביב - קטע נמדד: משד' קק"ל ועד רח' איינשטיין. אורך: 1160 מ', דרך עורקית דו-מסלולית, 2 נתיבים בכל מסלול, סביבה לא בנויה, אין צמתים, מישור.

6. דרך בני אפרים, תל-אביב - קטע נמדד: מצומת דרך הרצליה עד צומת עם רח' הדר יוסף. דרך דו-מסלולית, 3 נתיבים, סביבה בנויה, אורך הקטע: 1500 מ'.

בכניסה וביציאה מהקטע הוצבו מצלמות וידיאו שצילמו את כל כלי הרכב היוצאים והנכנסים לקטע. המצלמות הותקנו בגובה ובזווית שאפשרו לצלם את כלי הרכב בשלמותם, על מנת שניתן יהיה לזהותם. זמן הכניסה והיציאה נקבעו בעת מעבר הגלגלים הקדמיים על קו לבן שסומן בכניסה וביציאה מהקטע. הזמן נמדד מתוך שעון ספרתי המופיע על תמונת הווידאו.

קריאת הנתונים נעשתה מתוך צפייה בסרטי הווידאו. לכל קטע היו 2 קבוצות של קלטות: קבוצת קלטות לתחילת הקטע וקבוצת קלטות לסוף הקטע. סוקר שעבד על תחילת הקטע ערך רישום של זמן הכניסה לקטע וסוקר שעבד על סוף קטע רשם את זמן היציאה מהקטע. כל סוקר רשם גם פרטים מזהים של הרכב: סוג הרכב, צבע, תוצר וסימנים מיוחדים.

בכל הקטעים בחיפה צולמו הקטעים במשך 4 שעות. ברח' בני אפרים צולמו 200 דקות ובדרך לוי אשכול כ-210 דקות. כל הצילומים נערכו בשעות הבוקר וכללו את שעות השיא של הבוקר. הצילומים נערכו בימי חול בסוף שנת 1994 תחילת 1995.

לאחר השלמת רישום כלי הרכב נערך שלב ההצלבה של הרשימות לצורך רישום זמן כניסה וזמן יציאה של כל כלי הרכב. הזיווג נעשה לפי פרטי הזיהוי של הרכב.

חלק מכלי הרכב הופיעו רק פעם אחת - בכניסה או ביציאה. הסיבה לכך היא יציאה או כניסה של כלי רכב מהקטע בצמתים שלאורך הקטע. במהלך ניתוח הנתונים חישבנו את נפח התנועה על סמך המספר הכללי של כלי הרכב שנכנסו לקטע. מספר זה גדול יותר ממספר כלי הרכב שנמדד זמן הנסיעה שלהם בקטע. לוח 3.1 מפרט לכל אתר את מספר כלי הרכב שנכנסו לקטע ואת מספר כלי הרכב שנמדד זמן הנסיעה שלהם בקטע.

בעיות אופייניות שנתגלו במהלך ניתוח הנתונים:

1. פענוח המספר בלוחית הזיהוי של כלי הרכב אינו מתאפשר באם מצלמים את כל מסלול הנסיעה. באם רוצים לפענח את מספר לוחית הזיהוי יש לצלם כל נתיב לחוד, אולם גם אז לעתים, עקב מהירות הנסיעה הגבוהה, לא ניתן לפענח את מספר הרכב. לכן, במסגרת עבודה זאת החלטנו לזהות את כלי הרכב על סמך צבע ומודל.

2. השגיאה הקטנה ביותר בקריאת זמן הכניסה או היציאה מהקטע נעשית כאשר המצלמה ממוקמת בכיוון ניצב לציר הדרך. במצב זה לא ניתן לקרוא את לוחית הזיהוי של הרכב,

וכן לעתים רכב גדול הנוסע בנתיב ימין עלול להסתיר את כלי הרכב שנמצא בנתיב הנסיעה השמאלי. לכן, הצבנו את המצלמה בזווית של כ- $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$  ביחס לשפת הדרך.

3. זיהוי כלי הרכב בכניסה וביציאה נעשה על סמך ציון מודל וצבע הרכב. לעתים קרה ששני כלי רכב עם מאפיינים זהים נסעו האחד בעקבות השני. במקרה זה היה קושי לזווג את כלי הרכב בכניסה וביציאה. הכלל שנקבע היה שלא ליצור צמידים מזווגים מכלי רכב אלה.

## 3.2 תאור הנתונים

לוח 3.1 מתאר את מספר המדגמים שנאספו בכל אתר בכל רמה של נפח תנועה. מדגם הוגדר כאינטרוול זמן של 10 דקות. נפח התנועה חושב לפי המכפלה של מספר כלי הרכב הנכנסים לקטע בכל מדגם כפול 6 (עשר דקות מתוך שעה). כפי שניתן להיווכח באתרים דורי ומוריה הפעילות התנועתית היא יחסית נמוכה, באתרים אבא חושי ופריד הפעילות היא נמוכה ד בינונית, ואילו באתרים לוי אשכול ובני אפריים התקבלו מדגמים בטווח רחב של נפחים.

כאמור, בפרק הקודם, מספר כלי הרכב שעבורם נמדד זמן הנסיעה נמוך ממספר כלי הרכב שנכנסו לקטע. לוח 3.2 מתאר את מספר כלי הרכב שנכנס לקטע בכל מדגם ומספר כלי הרכב שזמן הנסיעה שלהם נמדד. כפי שניתן להיווכח בדרך דורי מגיע אחוז כלי הרכב שנמדד זמן הנסיעה שלהם ל-78% מאלה שנכנסו לקטע. לעומת זאת, בדרך בני אפריים, חלק זה עומד על 28%. ההפרש הגדול מעיד על כך שבדרך בני אפריים מספר גדול של כלי רכב לא סיים את הנסיעה בקטע ופנה באחד הצמתים שלאורך הדרך.

לוחות 3.3-3.8 מציגים את זמן הנסיעה (בדקות/לק"מ), סטית התקן והחציון של זמני הנסיעה בכל קטע וקטע. הנתונים קובצו באינטרוולים של זמן באורך של 10 דקות, ולכל אינטרוול זמן חושב נפח התנועה (על סמך המספר הכללי של כלי רכב שנכנסו לקטע ב-10 דקות).

השכיחות המחושבת בלוחות 3.3-3.8 היא שכיחות סוג רכב מסוים במדגמים בהם נפח התנועה היה בתחום מסוים. למשל, בלוח 3.3 ניתן לראות שנמדד זמן הנסיעה של 160 כלי רכב במדגמים שנפח התנועה שלהם היה בתחום שבין 300-600 כלי רכב בשעה. מתוך לוח 3.1 ניתן להשלים את התמונה ולהיווכח שבאתר אבא חושי היו 9 מדגמים שבהם נפח התנועה הי בתחום של 300-600 כלי רכב בשעה.

עבור כל אתר, מכל אחד מששת האתרים, מוצגות 3 טבלאות עם הקטגוריות והנתונים הנ"ל, עפ"י הסיווג של:

(א) כל כלי הרכב שעברו באתר.

(ב) רכב קל בלבד (הכולל רכב נוסעים, מוניות, טנדר + טרנויט).

ג) על פי סוגי הרכב השונים (נוסעים, טנדר + טרנויט, משאיות, אוטובוסים, אופנועים, מוניות).

לוח 3.9 מציג את ממוצע וחציון של זמן/ק"מ בכל ששת האתרים עפ"י חלוקה של רכב קל וכל כלי הרכב.

לוח 3.1 : מספר מדגמים לפי נפח תנועה לפי אתרים.

אתר						נפח תנועה (רכב לשעה)
בני אפריים	לוי אשכול	מוריה	פריד	דורי	אבא חושי	
1	-	1	5	6	9	300-600
-	1	18	7	18	9	600-900
3	5	5	7	-	1	900-1200
3	2	-	2	-	3	1200-1500
2	5	-	3	-	2	1500-1800
3	5	-	-	-	-	1800-2100
8	3	-	-	-	-	2100+
20	21	24	24	24	24	סה"כ

לוח 3.2 : מספר כלי רכב שנכנסו ושנמדדו בכל אתר.

אתר						כלי רכב
בני אפריים	לוי אשכול	מוריה	פריד	דורי	אבא חושי	
5873	5603	3233	3746	2534	3217	נכנסו
1654	3267	1085	2117	1971	647	נמדדו
28	58	33	56	78	20	% כלי רכב שנמדדו

לוח 3.3: ממוצע וחציון של זמן נסיעה (דקות) לק"מ לפי נפח תנועה באתר אבא חושי

חלק א - כל כלי הרכב

נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
300-600	160	1.56352	0.37430	1.54264
600-900	242	1.53075	0.45341	1.50388
900-1200	31	1.30908	0.36159	1.21705
1200-1500	139	1.24572	0.31470	1.20930
1500+	75	1.25995	0.39699	1.29457

חלק ב - רכב קל בלבד

נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
300-600	146	1.55320	0.38284	1.54264
600-900	233	1.52088	0.45634	1.49612
900-1200	31	1.30908	0.36159	1.21705
1200-1500	132	1.25094	0.31783	1.20930
1500+	62	1.25256	0.40414	1.30620

חלק ג - לפי סוגי כלי הרכב

סוג רכב	נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
נוסעים	300-600	119	1.55820	0.37942	1.54264
	600-900	205	1.52286	0.44206	1.49612
	900-1200	28	1.28959	0.33366	1.21705
	1200-1500	122	1.24361	0.31074	1.20930
	1500+	53	1.24221	0.40901	1.28682
סנדר+טרנזיט	300-600	24	1.52358	0.37900	1.47287
	600-900	20	1.45116	0.56942	1.34109
	900-1200	3	1.49096	0.63511	1.21705
	1200-1500	6	1.32687	0.46603	1.31008
	1500+	9	1.31352	0.33087	1.44961
משאית	300-600	2	1.59690	0.82222	1.59690
אוטובוס	300-600	11	1.71811	0.44319	1.65891
	600-900	8	1.87984	0.42277	1.83721
	1200-1500	4	1.14535	0.53865	1.17054
	1500+	9	1.36951	0.52498	1.37984
אופנוע	300-600	1	1.30233	.	1.30233
	600-900	1	1.03876	.	1.03876
	1200-1500	3	1.14987	0.11216	1.09302
	1500+	4	1.12791	0.17013	1.08140
מונית	300-600	3	1.61757	0.03133	1.63566
	600-900	8	1.64438	0.45522	1.70155
	1200-1500	4	1.36047	0.19555	1.32946

לוח 3.4: ממוצע וחציון של זמן נסיעה (דקות) לק"מ לפי נפח תנועה באתר דורי

חלק א - כל כלי הרכב

נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
300-600	420	0.91270	0.16270	0.89286
600-900	1551	0.95750	0.14816	0.94388

חלק ב - רכב קל בלבד

נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
300-600	369	0.89652	0.13273	0.88435
600-900	1428	0.94795	0.13872	0.93537

חלק ג - לפי סוגי כלי הרכב

סוג רכב	נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
נוסעים	300-600	253	0.88345	0.13266	0.87585
	600-900	999	0.93812	0.13043	0.92687
סנדר+טרנזיט	300-600	97	0.93055	0.13362	0.90986
	600-900	379	0.97284	0.15612	0.96939
משאית	300-600	28	1.06961	0.31493	1.00765
	600-900	83	1.09714	0.19935	1.06293
אוטובוס	300-600	17	1.02641	0.23094	0.99490
	600-900	12	1.11820	0.13335	1.14371
אופנוע	300-600	6	0.85317	0.10042	0.82483
	600-900	25	0.93503	0.19009	0.89286
מונית	300-600	19	0.89689	0.09950	0.91837
	600-900	48	0.94671	0.13147	0.96939
אופניים	600-900	1	1.29252	.	1.29252
טרקטור	600-900	1	1.08844	.	1.08844

לוח 3.5: ממוצע וחציון של זמן נסיעה (דקות) לק"מ לפי נפח תנועה באתר פרויד

חלק א - כל כלי הרכב

חציון	סטית תקן	ממוצע	שכיחות	נפח תנועה
1.26667	0.18870	1.27147	323	300-600
1.27500	0.18877	1.30122	595	600-900
1.27500	0.18214	1.28763	667	900-1200
1.31250	0.14476	1.31770	250	1200-1500
1.24167	0.21189	1.23741	282	1500+

חלק ב - רכב קל בלבד

חציון	סטית תקן	ממוצע	שכיחות	נפח תנועה
1.26667	0.17190	1.26408	312	300-600
1.26667	0.16469	1.28842	575	600-900
1.26667	0.17169	1.28186	645	900-1200
1.30417	0.13950	1.30998	238	1200-1500
1.24167	0.20667	1.22986	271	1500+



חלק ג - לפי סוגי כלי חרכב

חציון	סטית תקן	ממוצע	שכיחות	נפח תנועה	סוג רכב
1.25833	0.17271	1.25904	223	300-600	נוסעים
1.26667	0.16892	1.28343	446	600-900	
1.26667	0.17548	1.27644	532	900-1200	
1.30833	0.14139	1.30885	192	1200-1500	
1.22500	0.21451	1.22302	215	1500+	
1.23333	0.15996	1.25378	75	300-600	סנדר+טרנזיט
1.27500	0.14343	1.29899	116	600-900	
1.30833	0.15399	1.31233	98	900-1200	
1.28333	0.13414	1.29792	36	1200-1500	
1.25833	0.16222	1.25135	37	1500+	
1.55833	0.51498	1.75000	3	300-600	משאית
1.92500	0.37722	1.81296	9	600-900	
1.31667	0.18805	1.37333	5	900-1200	
1.49583	0.10017	1.49583	2	1200-1500	
1.54167	0.16499	1.54167	2	1500+	
1.34167	0.25927	1.34167	2	300-600	אוטובוס
1.37083	0.15636	1.36250	10	900-1200	
1.39583	0.01768	1.39583	2	1200-1500	
1.24167	0.21683	1.24167	5	300-600	אופנוע
1.36250	0.23145	1.39479	8	600-900	
1.43333	0.11733	1.40625	4	900-1200	
1.38750	0.18612	1.42500	6	1200-1500	
1.45833	0.29590	1.34286	7	1500+	
1.36667	0.17649	1.39940	14	300-600	מונית
1.38333	0.19225	1.35256	13	600-900	
1.24167	0.12681	1.27500	15	900-1200	
1.40000	0.11365	1.37500	10	1200-1500	
1.23750	0.16839	1.28981	18	1500+	
1.90000	.	1.90000	1	600-900	אמבולנס
1.55000	0.10607	1.55000	2	900-1200	
1.78333	.	1.78333	1	1200-1500	
1.58750	0.08839	1.58750	2	1500+	
2.15000	.	2.15000	1	300-600	אופניים
2.00417	0.46551	2.00417	2	600-900	
1.53333	.	1.53333	1	1200-1500	
2.83333	.	2.83333	1	900-1200	טרקטור

לוח 3.6: ממוצע וחציון של זמן נסיעה (דקות) לק"מ לפי נפח תנועה באתר מוריה

חלק א - כל כלי הרכב

נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
300-600	24	1.65960	0.41147	1.65254
600-900	790	1.74474	0.37690	1.68079
900-1200	271	1.72290	0.33590	1.68079

חלק ב - רכב קל בלבד

נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
300-600	22	1.61466	0.38785	1.57486
600-900	745	1.72709	0.35352	1.68079
900-1200	257	1.70624	0.31942	1.68079

חלק ג - לפי סוגי כלי הרכב

סוג רכב	נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
נוסעים	300-600	12	1.68668	0.34840	1.57486
	600-900	569	1.71418	0.34715	1.68079
	900-1200	192	1.69234	0.33333	1.67373
טנדר+טרנזיט	300-600	6	1.54661	0.55735	1.81497
	600-900	146	1.75925	0.37249	1.68079
	900-1200	59	1.70258	0.37181	1.68079
משאית	600-900	17	1.86108	0.34635	1.85028
	900-1200	3	1.70433	0.41907	1.65254
אוטובוס	300-600	2	2.15395	0.44943	2.15395
	600-900	16	2.45674	0.57781	2.76836
	900-1200	7	2.40920	0.23884	2.41525
אופנוע	600-900	11	1.66281	0.55262	1.56780
	900-1200	4	1.60664	0.27567	1.56780
מונית	300-600	4	1.50071	0.20706	1.53955
	600-900	27	1.84662	0.42147	1.76554
	900-1200	6	1.62194	0.21316	1.67373
טרקטור	600-900	1	2.42938	.	2.42938

לוח 3.7: ממוצע וחציון של זמן נסיעה (דקות) לק"מ לפי גפח תנועה באתר לוי אשכול

חלק א - כל כלי הרכב

חציון	סטית תקן	ממוצע	שכיחות	גפח תנועה
0.80460	0.12415	0.80088	116	600-900
0.79023	0.10090	0.78907	558	900-1200
0.84770	0.12091	0.85357	296	1200-1500
0.80460	0.09782	0.81348	870	1500-1800
0.89080	0.17187	0.91812	861	1800-2100
0.83333	0.12219	0.85494	566	2100+

חלק ב - רכב קל בלבד

חציון	סטית תקן	ממוצע	שכיחות	גפח תנועה
0.80460	0.12404	0.80097	111	600-900
0.79023	0.10023	0.78931	533	900-1200
0.84770	0.12014	0.85334	283	1200-1500
0.80460	0.09652	0.81238	833	1500-1800
0.89080	0.17336	0.91705	813	1800-2100
0.83333	0.12097	0.85392	552	2100+

חלק ג - לפי סוגי כלי הרכב

סוג רכב	נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
נוסעים	600-900	81	0.79768	0.12732	0.79023
	900-1200	387	0.78878	0.10226	0.79023
	1200-1500	228	0.85268	0.12627	0.86207
	1500-1800	653	0.80964	0.09905	0.80460
	1800-2100	647	0.91492	0.17682	0.89080
	2100+	450	0.84866	0.12245	0.83333
טנדר+טרנזיט	600-900	25	0.80747	0.12014	0.80460
	900-1200	113	0.78502	0.09962	0.77586
	1200-1500	49	0.85269	0.09263	0.83333
	1500-1800	157	0.82455	0.08817	0.81897
	1800-2100	148	0.92682	0.15927	0.89080
	2100+	91	0.87438	0.11479	0.84770
משאית	600-900	2	0.89080	0.06096	0.89080
	900-1200	9	0.83014	0.08644	0.89080
	1200-1500	4	1.00575	0.12635	1.00575
	1500-1800	7	0.84975	0.06607	0.84770
	1800-2100	13	0.97370	0.11270	0.96264
	2100+	4	1.04526	0.22115	0.97701
אוטובוס	600-900	1	0.84770	.	0.84770
	900-1200	5	0.81322	0.09985	0.77586
	1200-1500	3	0.76149	0.02489	0.77586
	1500-1800	13	0.84881	0.10319	0.86207
	1800-2100	17	0.95757	0.13827	0.91954
	2100+	6	0.85967	0.08349	0.84770
אופנוע	600-900	1	0.80460	.	0.80460
	900-1200	11	0.73276	0.13168	0.67529
	1200-1500	6	0.80939	0.11264	0.80460
	1500-1800	16	0.80280	0.12634	0.79023
	1800-2100	17	0.88658	0.16938	0.86207
	2100+	4	0.79741	0.10261	0.81178
מונית	600-900	5	0.82184	0.10626	0.84770
	900-1200	33	0.81026	0.07508	0.81897
	1200-1500	6	0.88362	0.08166	0.85489
	1500-1800	23	0.80710	0.07140	0.79023
	1800-2100	18	0.91315	0.16450	0.85489
	2100+	11	0.89995	0.08458	0.90517
אמבולנס	600-900	1	0.56034	.	0.56034
	1500-1800	1	1.19253	.	1.19253
טרקטור	1800-2100	1	0.93391	.	0.93391

לוח 3.8: ממוצע וחציון של זמן נסיעה (דקות) לק"מ לפי נפת תנועה באתר בני אפרים

חלק א - כל כלי הרכב

חציון	סטית תקן	ממוצע	שכיחות	נפת תנועה
1.40244	0.38466	1.43406	24	300-600
1.46341	0.39818	1.48600	174	900-1200
1.36179	0.44282	1.42521	188	1200-1500
1.40921	0.52063	1.45438	111	1500-1800
1.45664	0.35486	1.47977	256	1800-2100
1.34146	0.35967	1.39022	901	2100+

חלק ב - רכב קל בלבד

חציון	סטית תקן	ממוצע	שכיחות	נפת תנועה
1.40244	0.38466	1.43406	24	300-600
1.46341	0.39409	1.48180	157	900-1200
1.36856	0.44349	1.42852	179	1200-1500
1.41599	0.52025	1.46421	102	1500-1800
1.44986	0.34720	1.46878	245	1800-2100
1.34146	0.35356	1.38061	857	2100+

חלק ג - לפי סוגי כלי הרכב

סוג רכב	נפח תנועה	שכיחות	ממוצע	סטית תקן	חציון
נוסעים	300-600	22	1.43200	0.39579	1.40244
	900-1200	146	1.46713	0.38923	1.44309
	1200-1500	159	1.43248	0.43930	1.36856
	1500-1800	84	1.44067	0.52692	1.38889
	1800-2100	229	1.46691	0.34552	1.44986
	2100+	810	1.38108	0.35340	1.34146
טנדר+טרנזיט	300-600	2	1.45664	0.33535	1.45664
	900-1200	11	1.67652	0.42570	1.74797
	1200-1500	19	1.42490	0.48300	1.30081
	1500-1800	18	1.57407	0.48681	1.50407
	1800-2100	16	1.49560	0.38139	1.48374
	2100+	46	1.35855	0.35068	1.28049
משאית	900-1200	5	1.55556	0.57211	1.63957
	1500-1800	1	1.88347	.	1.88347
	1800-2100	2	1.61247	0.93898	1.61247
	2100+	10	1.51762	0.34576	1.50407
אוטובוס	900-1200	3	1.66667	0.49286	1.58537
	1200-1500	3	1.53568	0.72898	1.20596
	1500-1800	3	1.40018	0.61505	1.72087
	1800-2100	2	1.43631	0.42158	1.43631
	2100+	9	1.98284	0.30352	2.00542
אופנוע	900-1200	9	1.46040	0.39926	1.38211
	1200-1500	6	1.27145	0.28852	1.26694
	1500-1800	3	0.99819	0.23870	1.02981
	1800-2100	7	1.83895	0.33354	1.86992
	2100+	25	1.45528	0.41326	1.38211
מונית	1200-1500	1	0.86721	.	0.86721
	2100+	1	2.01897	.	2.01897
אופניים	1500-1800	1	0.88076	.	0.88076
טרקטור	1500-1800	1	2.12737	.	2.12737

לוח מספר 3.9: ממוצע וחציון של זמן הנסיעה (דקות לק"מ) בכל האתרים

רכב קל			כל כלי הרכב			אתר
מקדם השתנות	סטית תקן	ממוצע	מקדם השתנות	סטית תקן	ממוצע	
0.292	0.41788	1.43128	0.295	0.42388	1.43561	אבא חושי
0.148	0.13904	0.93739	0.161	0.15244	0.94795	דורי
0.135	0.17277	1.27736	0.145	0.18661	1.28584	פרויד
0.201	0.34617	1.71944	0.212	0.36785	1.73741	מוריה
0.162	0.13668	0.84632	0.162	0.13713	0.84726	לוי אשכול
0.270	0.38286	1.41634	0.272	0.38769	1.42308	בני אפרים

ממבט פשטני בנתונים המוצגים בלוחות עולה כי קיימים הבדלים בין סוגי כלי הרכב השונים. על סמך הטבלאות לא ניתן להבחין במגמה מסוימת של שני המשתנים זמ/ק"מ ונפח התנועה.

מלוח 3.9 ניתן לראות בברור כי קיימים הבדלים בין הערים השונות. המגמות וההבדלים ייבדקו בפרק הבא של ניתוח סטטיסטי וגרפי של הנתונים.

## 4. ניתוח הנתונים

### 4.1 השוואת התפלגויות זמני הנסיעה

על מנת להשוות את מאפייני המהירות באתרים השונים נעשה שימוש במספר מבחנים לא פרמטרים. ששת האתרים ייצגו שש אוכלוסיות שמתוכן נלקחו מדגמי הנתונים. בהתבסס על מדגמים אלה, בדקנו את השערת האפס שלפיה התפלגות זמני הנסיעה בששת האתרים היא זהה לעומת ההשערה האלטרנטיבית שהתפלגויות שונות.

לבדיקת שוויון התפלגויות זמני הנסיעה בכל ששת האתרים השתמשנו בשלושה המבחנים הלא פרמטרים הבאים:

1. מבחן Kolmogorov-Smirnov - הוא מבחן המתבסס על התפלגות המצטברת המדגמית (האמפירית).
2. מבחן Cramer-von Mises - הוא מבחן המתבסס גם הוא על פונקציונל מסוים של ההתפלגות המצטברת המדגמית.
3. מבחן Kruskal-Wallis הוא מבחן המתבסס על דרגות (ranks) של הנתונים.

בהתבסס על הנתונים מכל ששת האתרים, חושב ה-p-value בכל אחד משלושת המבחנים ונמצא כי הוא קטן מ-0.0001 (נזכור כי ה-p-value הינו רמת המובהקות הקטנה ביותר שלפיה עדיין דוחים את השערת האפס על בסיס הנתונים הקיימים). רמת ה-p-value שחושבה היא קטנה ביותר המצביעה באופן מובהק על דחיית השערת האפס, דהיינו על דחיית השערת השוויון של התפלגויות הזמנים בכל ששת האתרים. תוצאה מובהקת זו שקיבלנו נכונה הן לגבי זמני הנסיעה של כל סוגי הרכב בכל אתר ואתר והן לגבי הקטגוריה של כלי הרכב הקל בלבד באתרים אלו.

כל החישובים בוצעו באמצעות NPARIWAYA PROCEDURE הקיימות בתוכנת SAS. סקירה על תוכנם ויעילותם של שלושת המבחנים הנ"ל מצויה בתוכנת SAS ופירוט נוסף מצוי בספר: Lehmann, E.L., "NONPARAMETRIC STATISTICAL METHODS BASED ON RANKS". Oakland, California, 1975



## 4.2 השוואת סטיית התקן

### השוואת הפיזורים במבחן Levene

המטרה כאן הייתה לבצע בדיקת חומוגניות הפיזורים (סטיות התקן של זמן/ק"מ של רוחי זמן בני 10 דקות כל אחד). השערת האפס שנבדקה טענה שיש שוויון פיזורים בששת האתרים, כשהשערה האלטרנטיבית, כמובן, טוענת את ההפך. לשם בדיקת השערות אלו השתמשנו במבחן Levene שהינו מבחן יעיל לבדיקת שוויון בין פיזורים של מספר אוכלוסיות (אתרים במקרה שלנו). מבחן זה נמצא בספרות המקצועית של הסטטיסטיקה כמבחן עמיד (robust) ורגיש פחות ממבחנים אחרים לגבי סטייה מהתפלגות נורמלית, ראה בעניין זה את המאמר של Johnson, Johnson and Conover (1981).

רמת ה-p-value שחושבה בהתבסס על הנתונים הייתה קטנה מ-0.0001. רמת חישוב זו תקפה הן לכל סוגי כלי הרכב בששת האתרים והן לגבי הקטגוריה של כלי הרכב הקל, ומצביעה באופן מובהק על שווי הפיזורים בכל ששת האתרים.

## 4.3 בדיקת החלות בין זמן/ק"מ לבין משתנים שונים בכל אתר

### 4.3.1 לגבי כל כלי הרכב

בכל אתר נבדקה באופן גרפי החלות בין :

- א) חציון הזמן/ק"מ של ריווחי זמן בני 10 דקות לבין נפח התנועה של כל כלי הרכב.
- ב) ממוצעי זמן/ק"מ של ריווחי זמן בני 10 דקות לבין נפח התנועה של כל כלי הרכב.
- ג) סטיית התקן של זמן/ק"מ של ריווחי זמן בני 10 דקות שבין נפח התנועה לכל כלי הרכב.

תוצאות הבדיקה נתונות בלוח 4.1.

**לוח 4.1 :** תאור הציורים המאפיינים את קשרי הגומלין של כל כלי הרכב

אתר	הציון זמן - נפח תנועה	ממוצע זמן - נפח תנועה	סטית תקן של הזמן - נפח תנועה
בירם	ציור 4.1	ציור 4.2	ציור 4.3
זורי	ציור 4.4	ציור 4.5	ציור 4.6
פרויד	ציור 4.7	ציור 4.8	ציור 4.9
שמשון	ציור 4.10	ציור 4.11	ציור 4.12
לוי אשכול	ציור 4.13	ציור 4.14	ציור 4.15
בני אפריים	ציור 4.16	ציור 4.17	ציור 4.18

מניתוח הציורים עולה בברור שאין תלות בין החציון הממוצע וסטית התקן של זמן/ק"מ לנפח התנועה. כמו כן, אין מגמת עליה של המשתנים הנ"ל כפונקציה של נפח התנועה.

לפני ביצוע הניסוי צפינו שתהיה מגמת עליה.

**4.3.2 לגבי רכב קל**

בדיקה דומה לזו שתוארה בסעיף 4.2.1 בוצעה לגבי הרכב הקל בלבד. תוצאות הבדיקה מרוכזות בלוח 4.2.

**לוח 4.2 :** תאור הציורים המאפיינים את קשרי הגומלין של כל כלי הרכב

אתר	(א) הציון - נפח תנועה	(ב) ממוצע - נפח תנועה	(ג) סטית תקן - נפח תנועה
בירם	ציור 4.19	ציור 4.20	ציור 4.21
זורי	ציור 4.22	ציור 4.23	ציור 4.24
פרויד	ציור 4.25	ציור 4.26	ציור 4.27
שמשון	ציור 4.28	ציור 4.29	ציור 4.30
לוי אשכול	ציור 4.31	ציור 4.32	ציור 4.33
בני אפריים	ציור 4.34	ציור 4.35	ציור 4.36

מניתוח הגרפים המסקנות דומות לאלה של 4.2.1. כלומר, אין מגמת עליה של החציון, ממוצע וסטטיית התקן עם נפח התנועה.

### 4.3.3 בדיקת התלות בין "זמן/ק"מ" לבין "אחוז הרכב הכבד"

שערנו שאחוז הרכב הכבד מכלל התנועה יכול להשפיע על תנועת הרכב הקל. נבדקה התלות בין החציון הממוצע וסטטיית התקן של זמן/ק"מ לבין אחוז הרכב הכבד. לוח 4.3 מציג את מספרי הציורים עבור המשתנים הנ"ל בכל אתר.

לוח 4.3 : תאור הציורים המאפיינים את קשרי הגומלין שבין מאפייני זמן הנסיעה לעומת אחוז של רכב כבד.

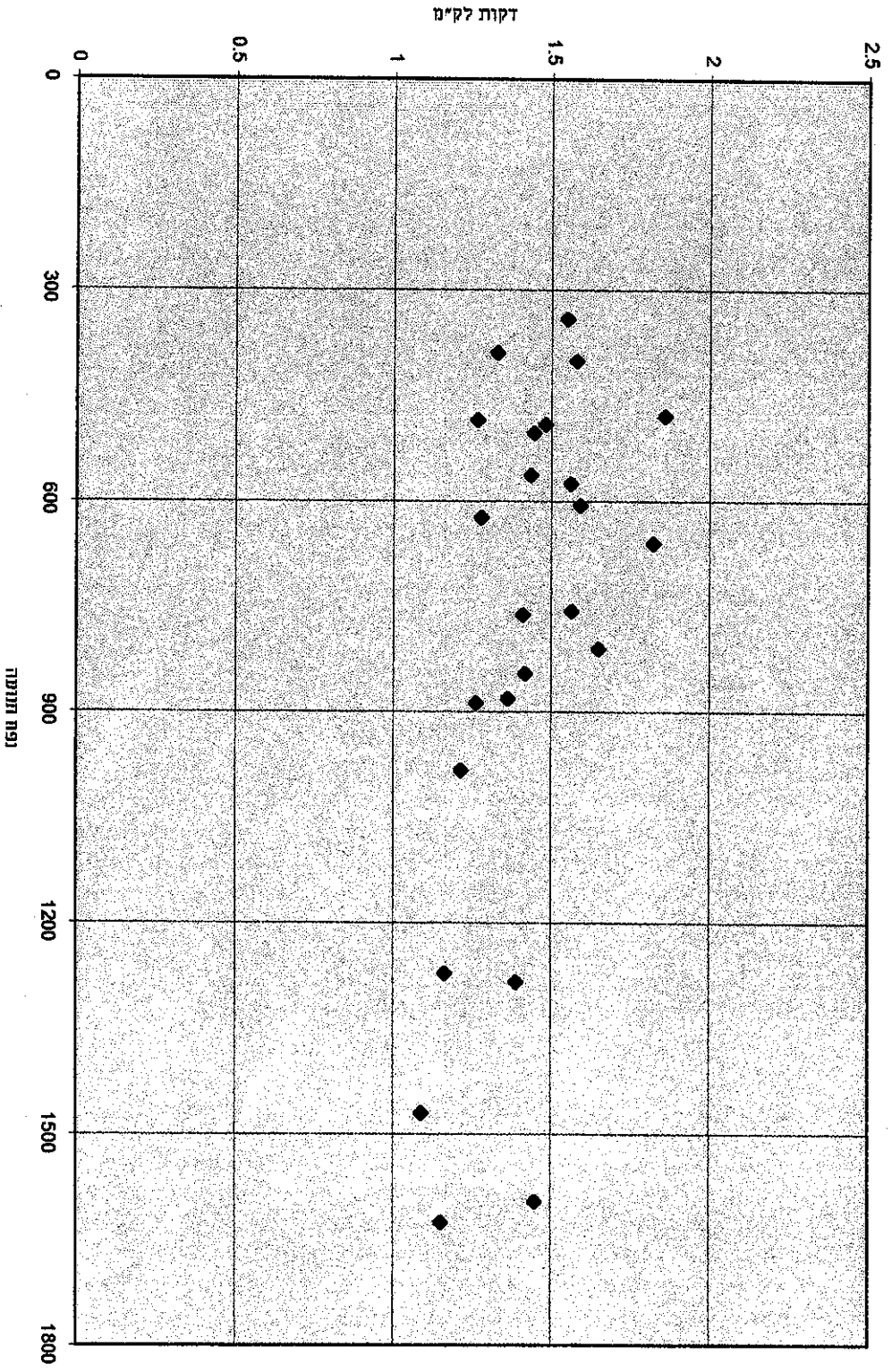
אתר	(א) חציון - אחוז רכב כבד	(ב) ממוצע - אחוז רכב כבד	(ג) סטית תקן - אחוז רכב כבד
בירם	ציור 4.37	ציור 4.38	ציור 4.39
דורי	ציור 4.40	ציור 4.41	ציור 4.42
פרויד	ציור 4.43	ציור 4.44	ציור 4.45
שמשון	ציור 4.46	ציור 4.47	ציור 4.48
לוי אשכול	ציור 4.49	ציור 4.50	ציור 4.51
בני אפריים	ציור 4.52	ציור 4.53	ציור 4.54

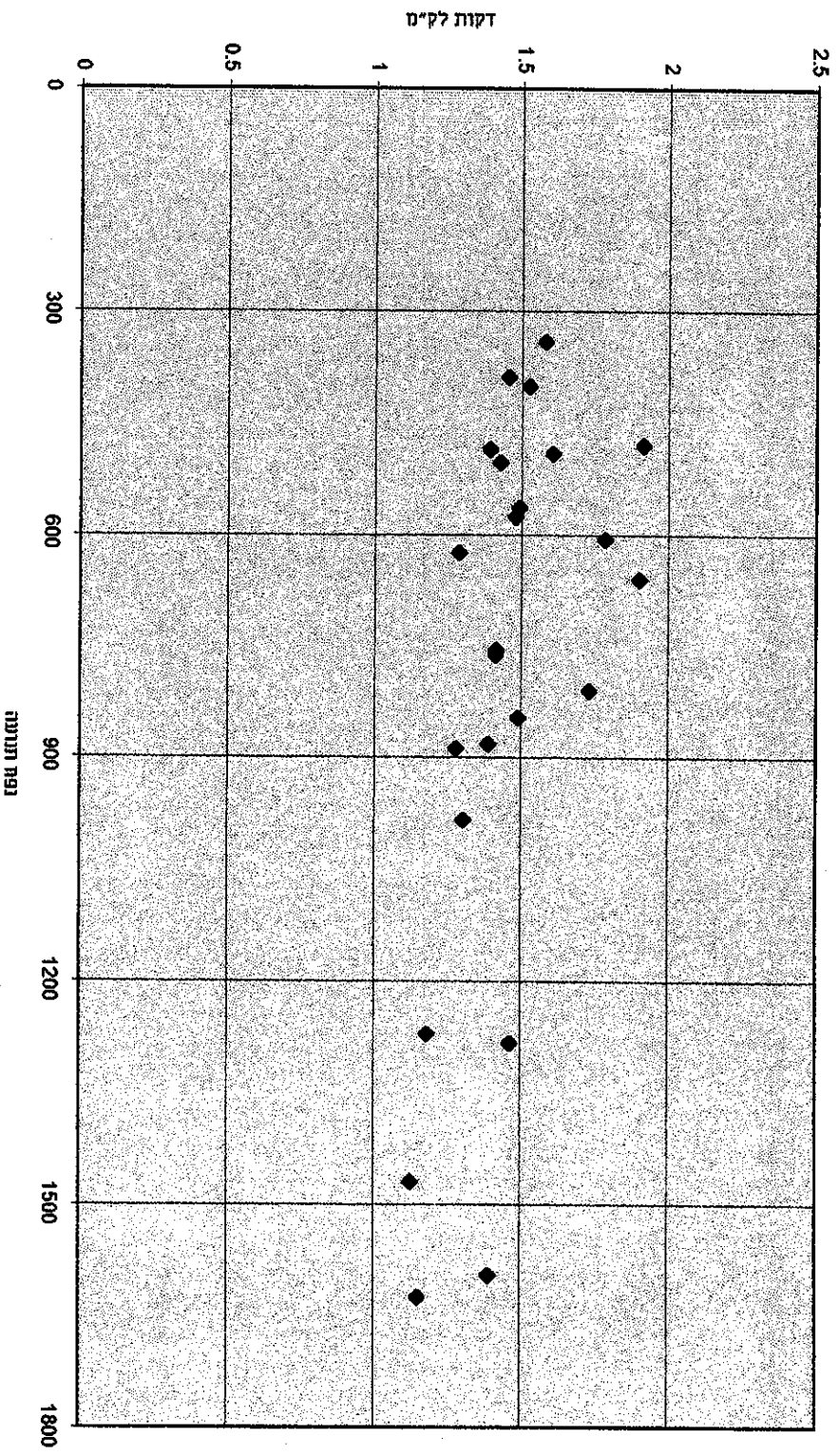
מהציורים עולה בברור שלא קיימת תלות ואין שום מגמת עליה בין ממוצעי חציון וסטית תקן בהתאמה לבין אחוז הרכב הכבד.

### 4.3.4 בדיקת ההשפעה של אחוז הרכב הכבד על זמן/ק"מ

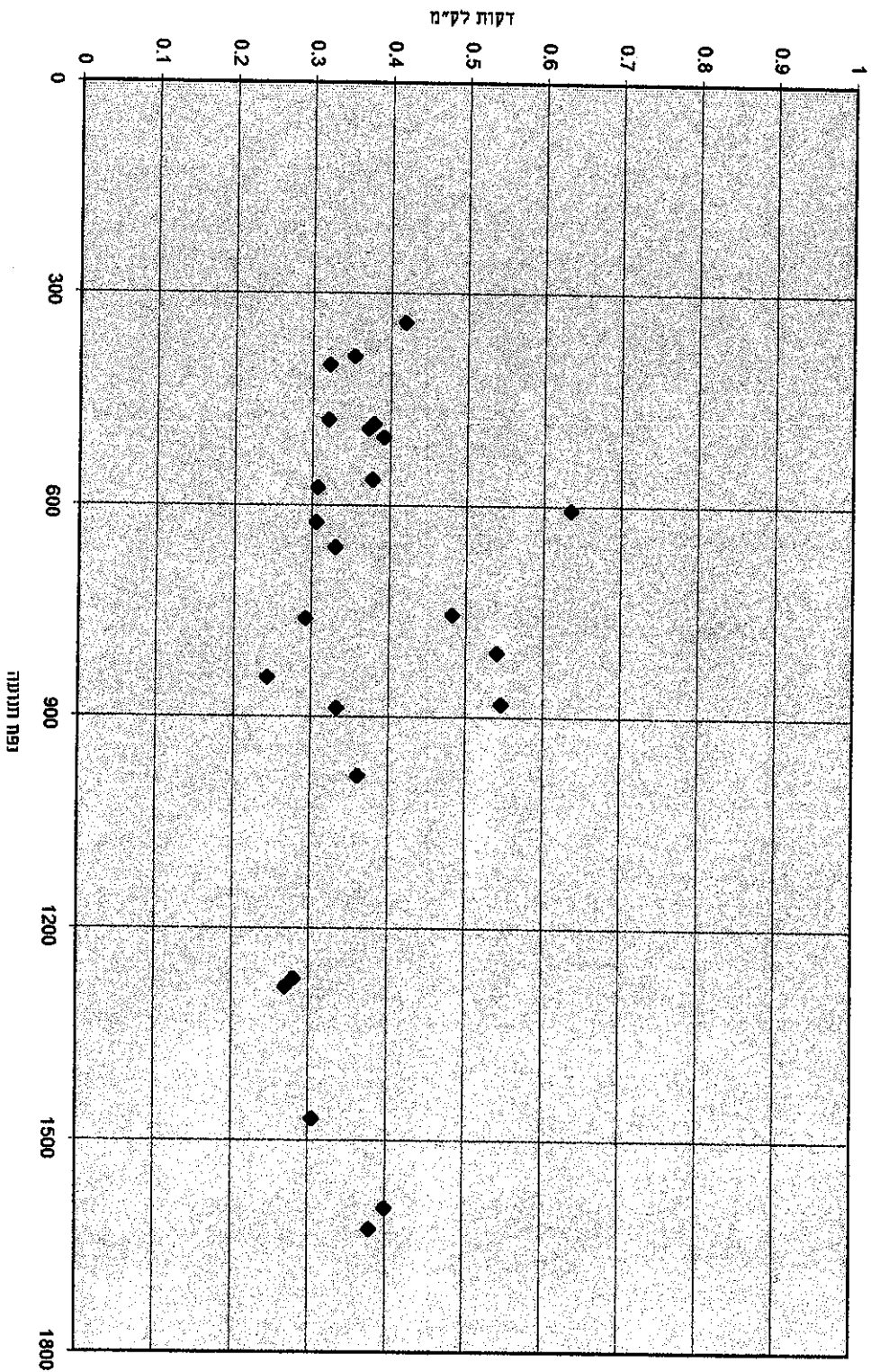
נבדקה גם ההשפעה של אחוז הרכב הכבד על זמן/ק"מ עפ"י שתי קטגוריות של נפח תנועה (מעל 1500 ומתחת 1500 כלי רכב למסלול לשעה). נפח התנועה בשני אתרים בחיפה (דורי ומוריה) היה קטן מ-1500 (שראה טבלה 3.1) ובשני האתרים הנותרים בחיפה היה מספר קטן של ריווחי זמן (2 ו-3) בהם נפח התנועה היה גדול מ-1500. לפיכך, בדיקת השפעה זו נעשתה בשני האתרים של תל-אביב (לוי אשכול ובני אפריים). ציורים 4.55 ו-4.56. מציגים את התלות בין חציון של זמן/ק"מ לרכב קל לפי אחוז רכב כבד בשתי הקטגוריות של נפח תנועה (מעל ומתחת 1500). משני הציורים ניתן להסיק בברור שלא קיימת מגמת שינוי בחציון בשתי הקטגוריות לפי אחוז הרכב הכבד. רמת החציון נשמרת בשתי הקטגוריות. שני ציורים דומים (4.57 ו-4.58) מציגים תמונה דומה לגבי אתר בני אפריים.

צירוף מספר 4.1: תוצריו של זמן לקיטה לכל סוגי הרכב באותו בידום

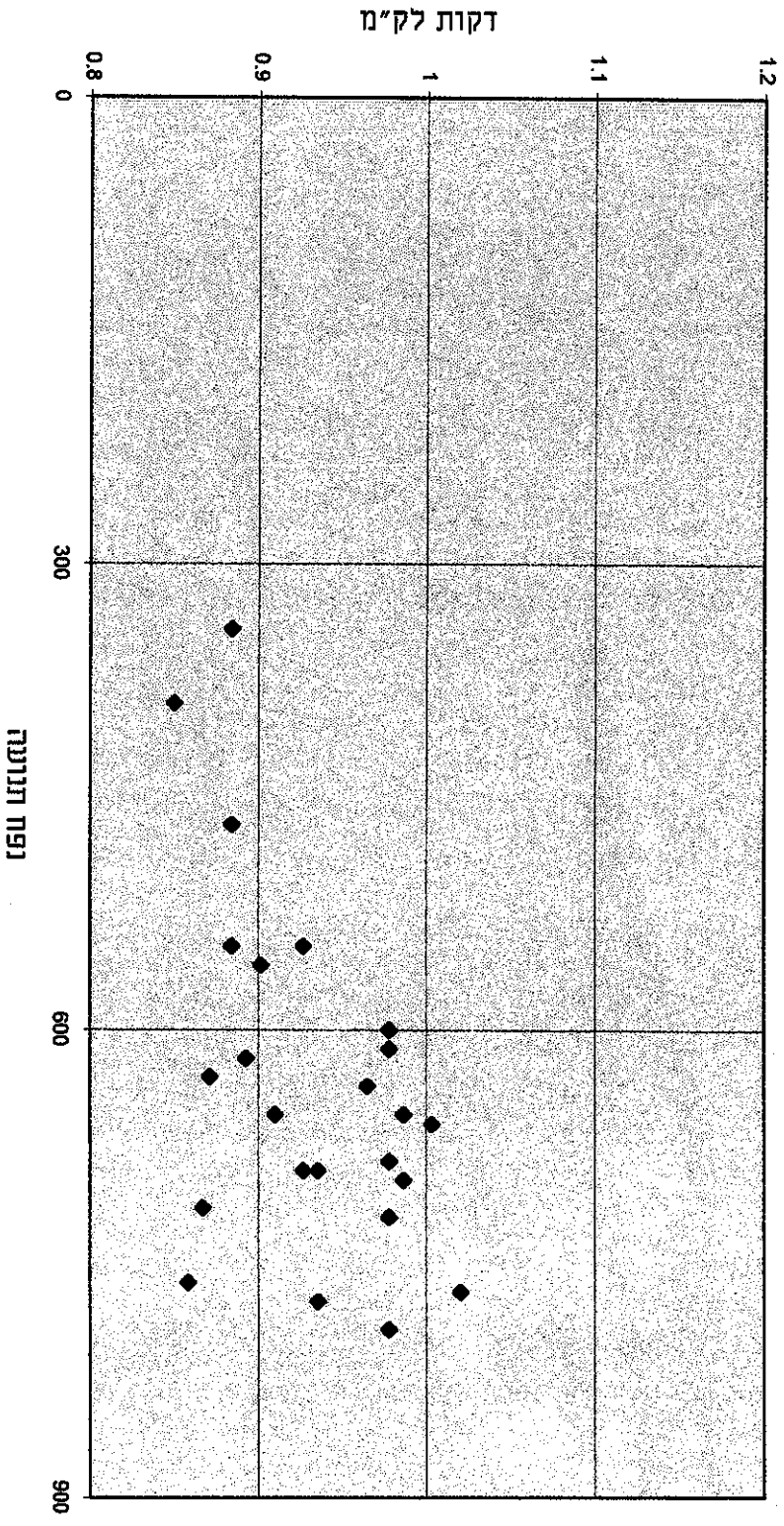




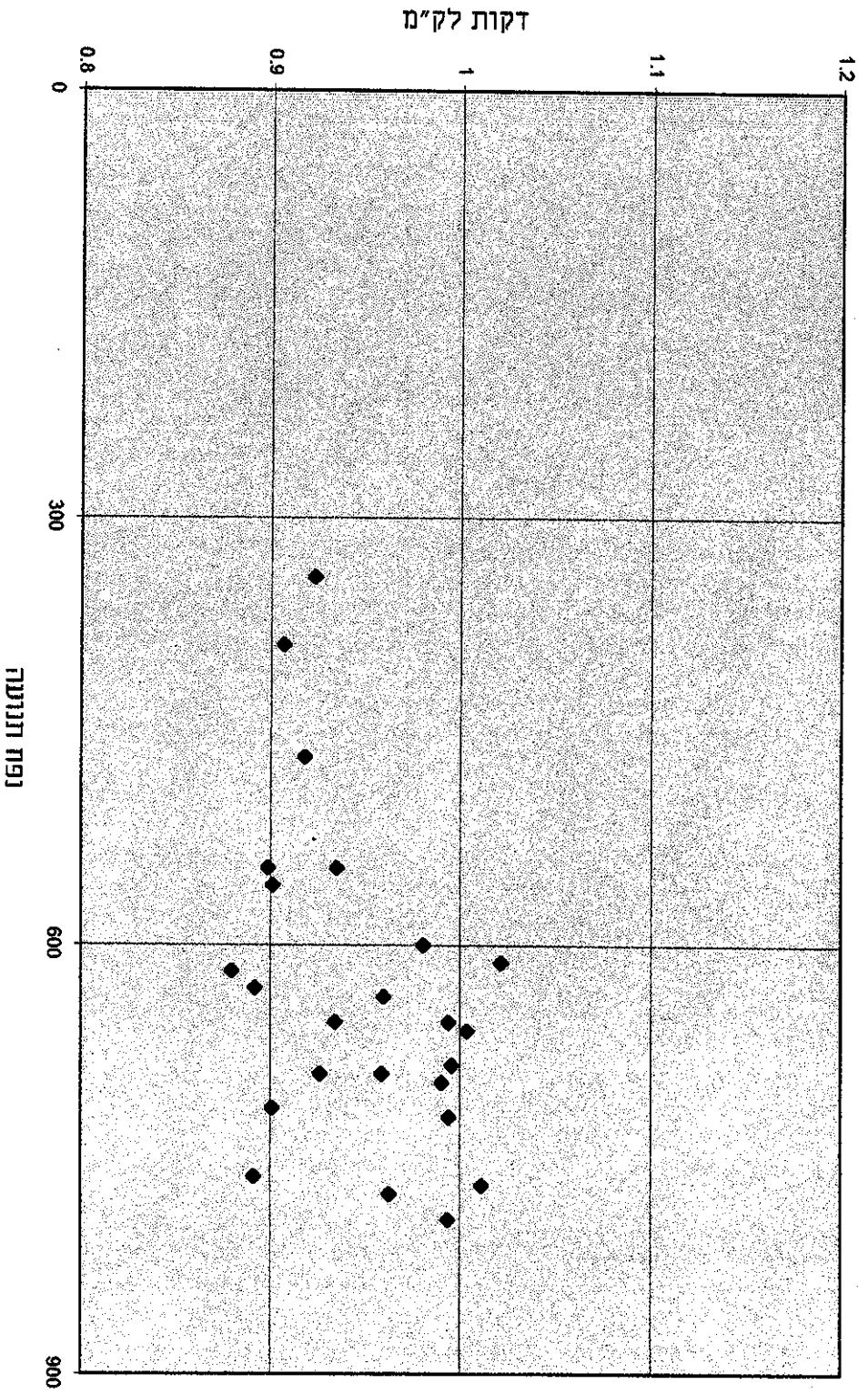
צירוף מספר 1900:4.3 תקן של זמן לקיטם לכל סוגי הרכב באותו בידם



צירוף מספר 4.4: חציית שול זמן לק"מ לכל סוגי הרכב באזור דודי

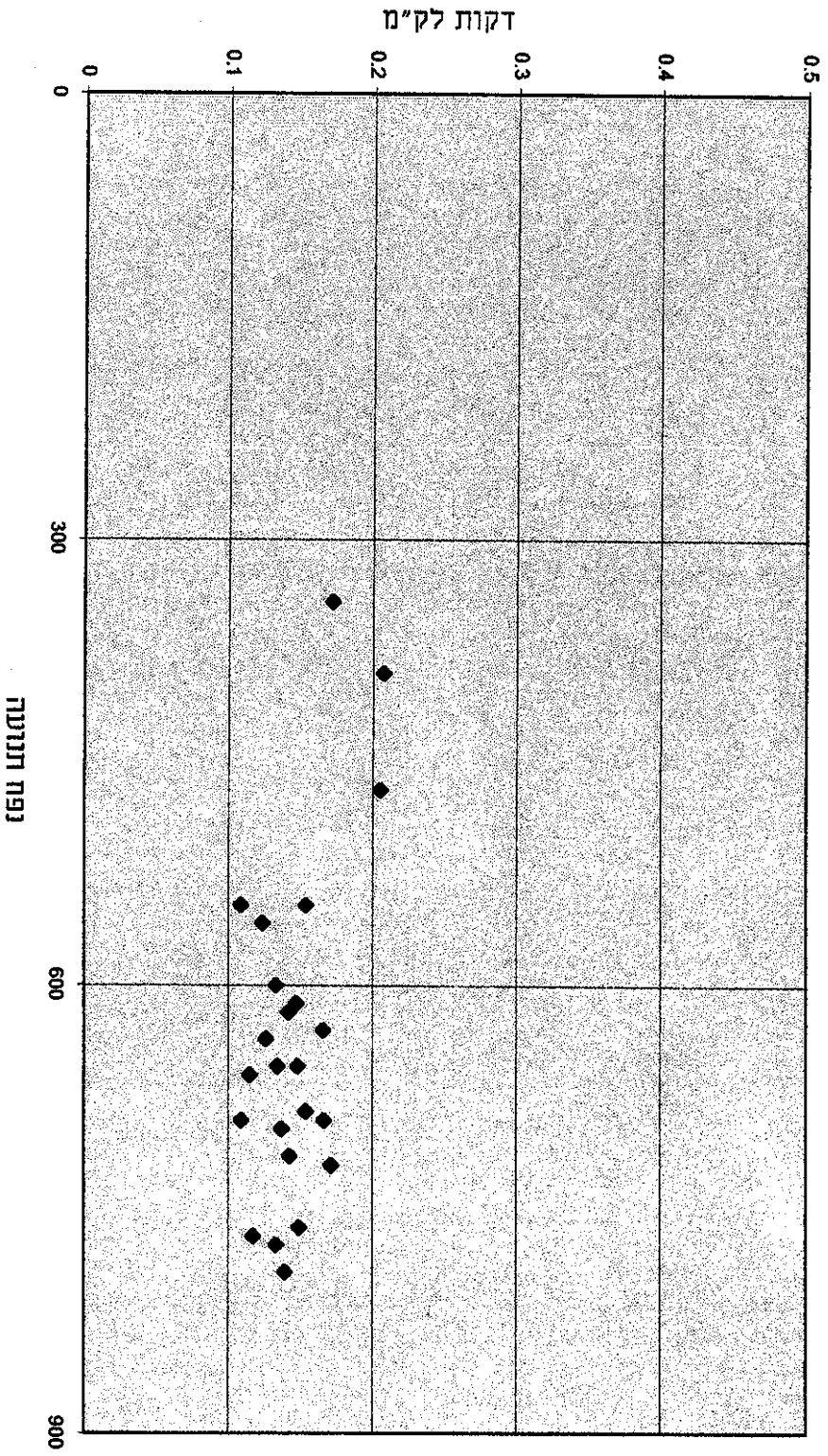


ציוד מספר 4.5: ממוצע של זמן לק"מ לכל סוגי הרכב באתר דור"י

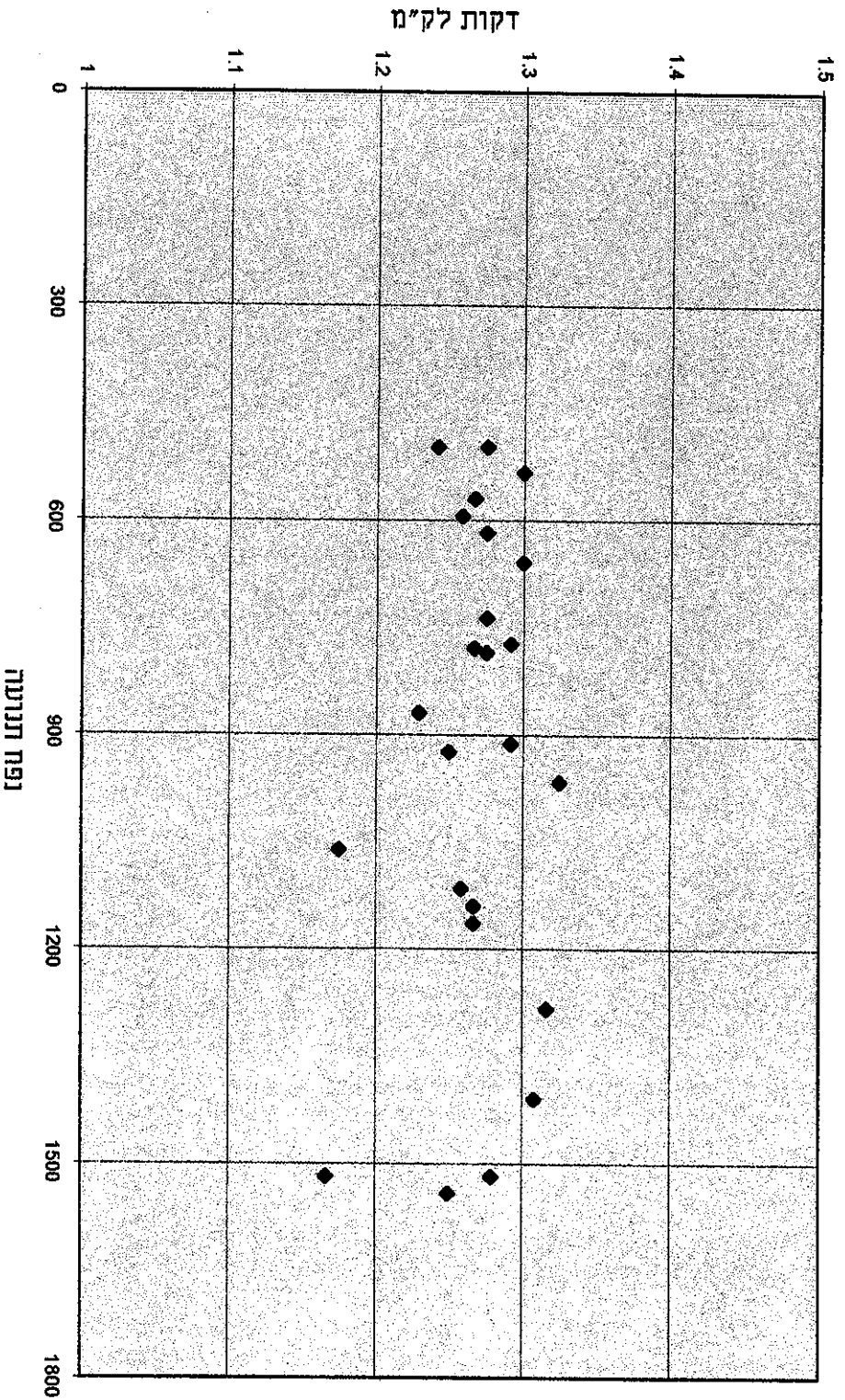




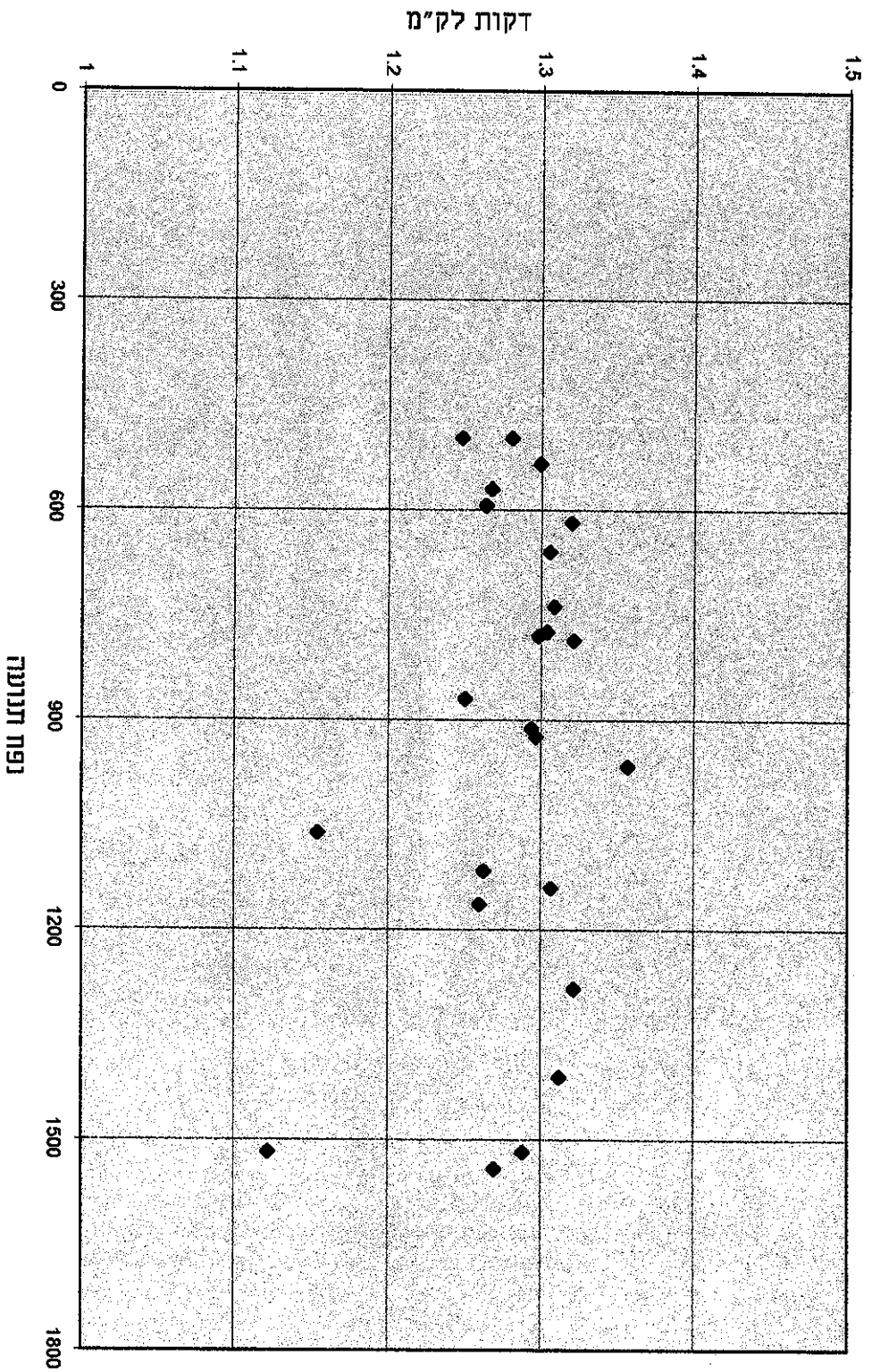
צירוף מספר 4.6: טיפוח וקו של זמן לק"מ לכל סוגי הרכב באזור דודי



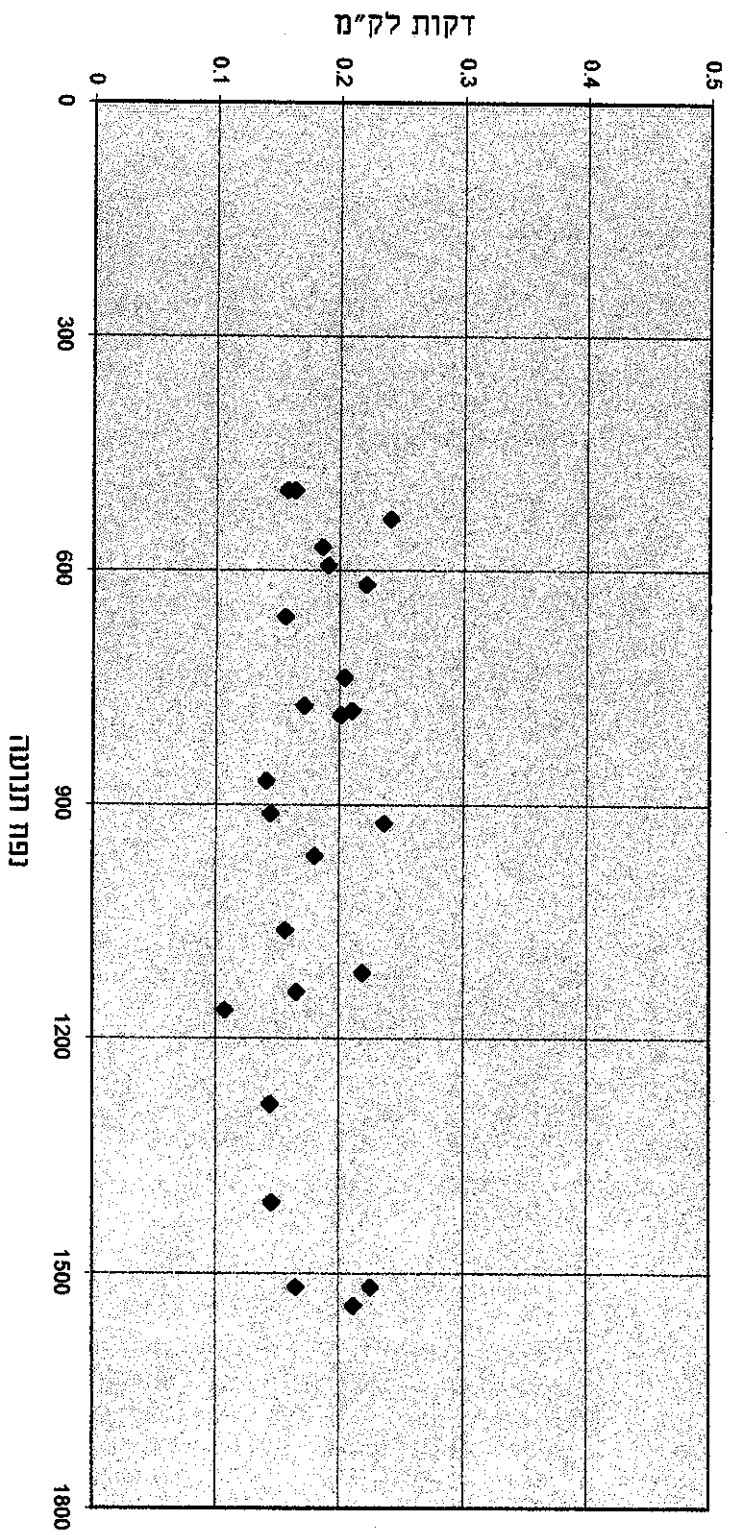
צירוף 4.7: תצויות של זמן לקי"מ לכל סוגי הרכב באזור פוד"ד



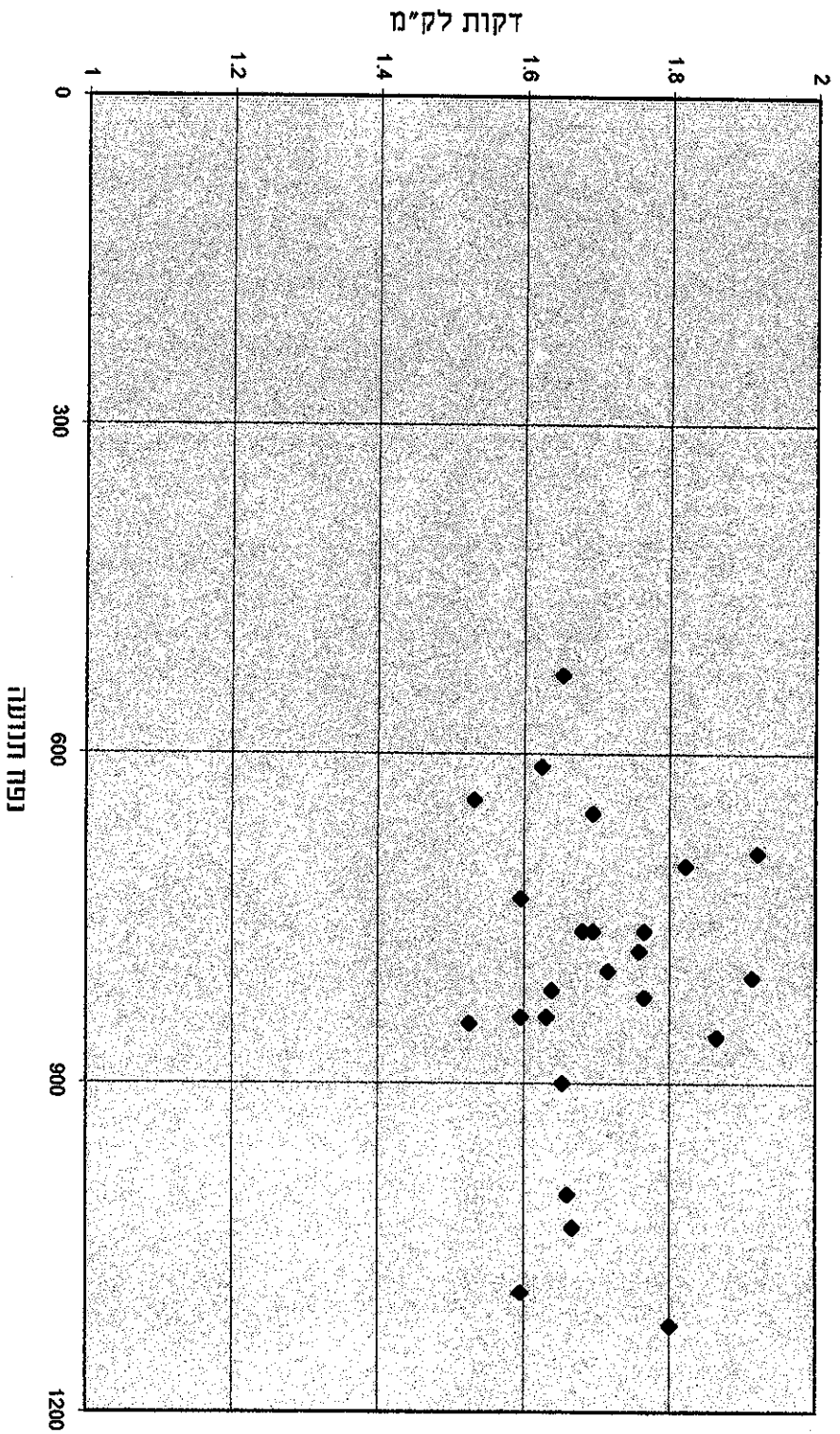
ציור מספר 4.8: ממוצע של זמן לק"מ לכל סוגי הרכב באזור פוד"ד



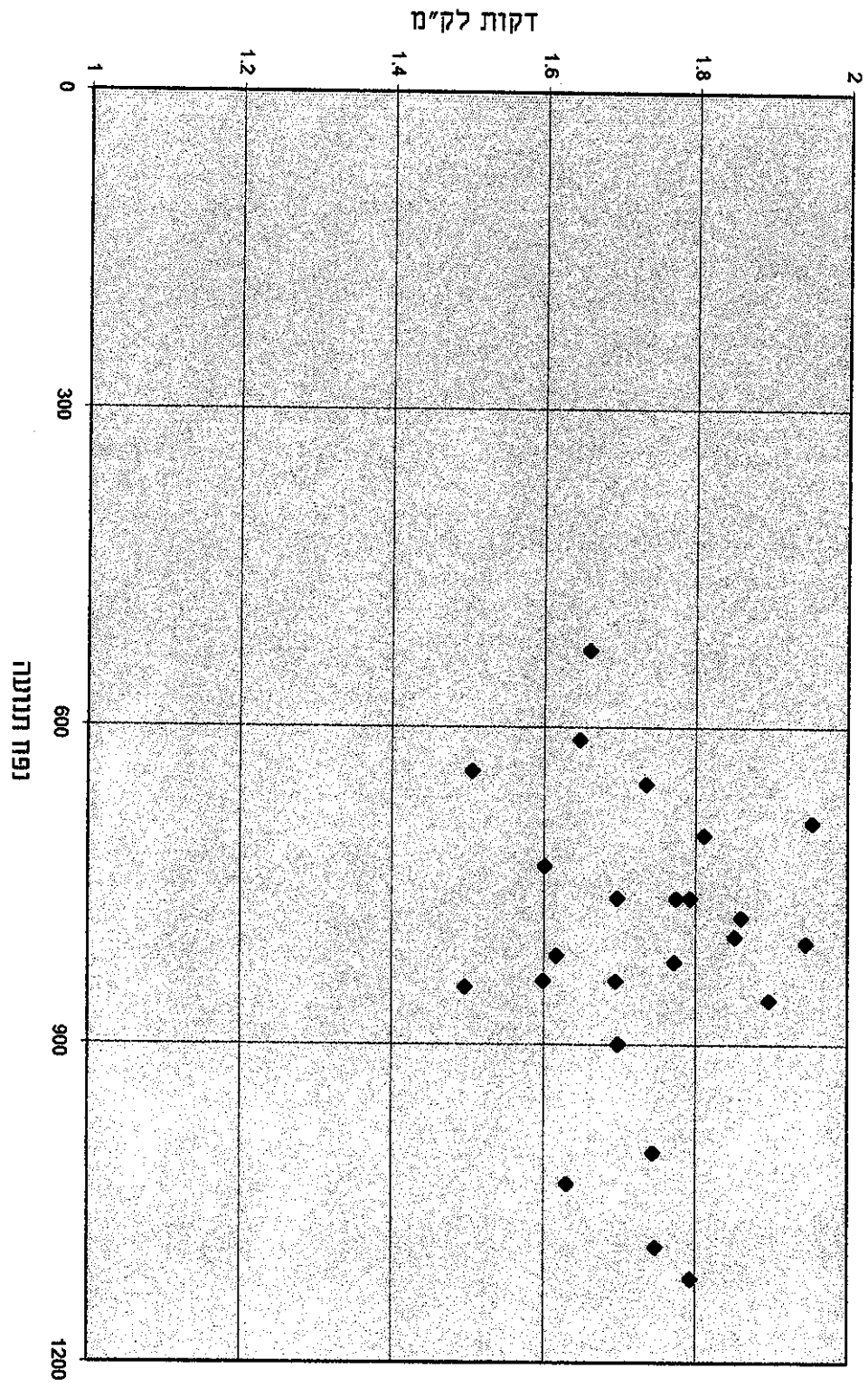
צירוף מספר 4.9: טיפול ותקן של זמן לק"מ לכל סוגי הדרכב באמת פרויז



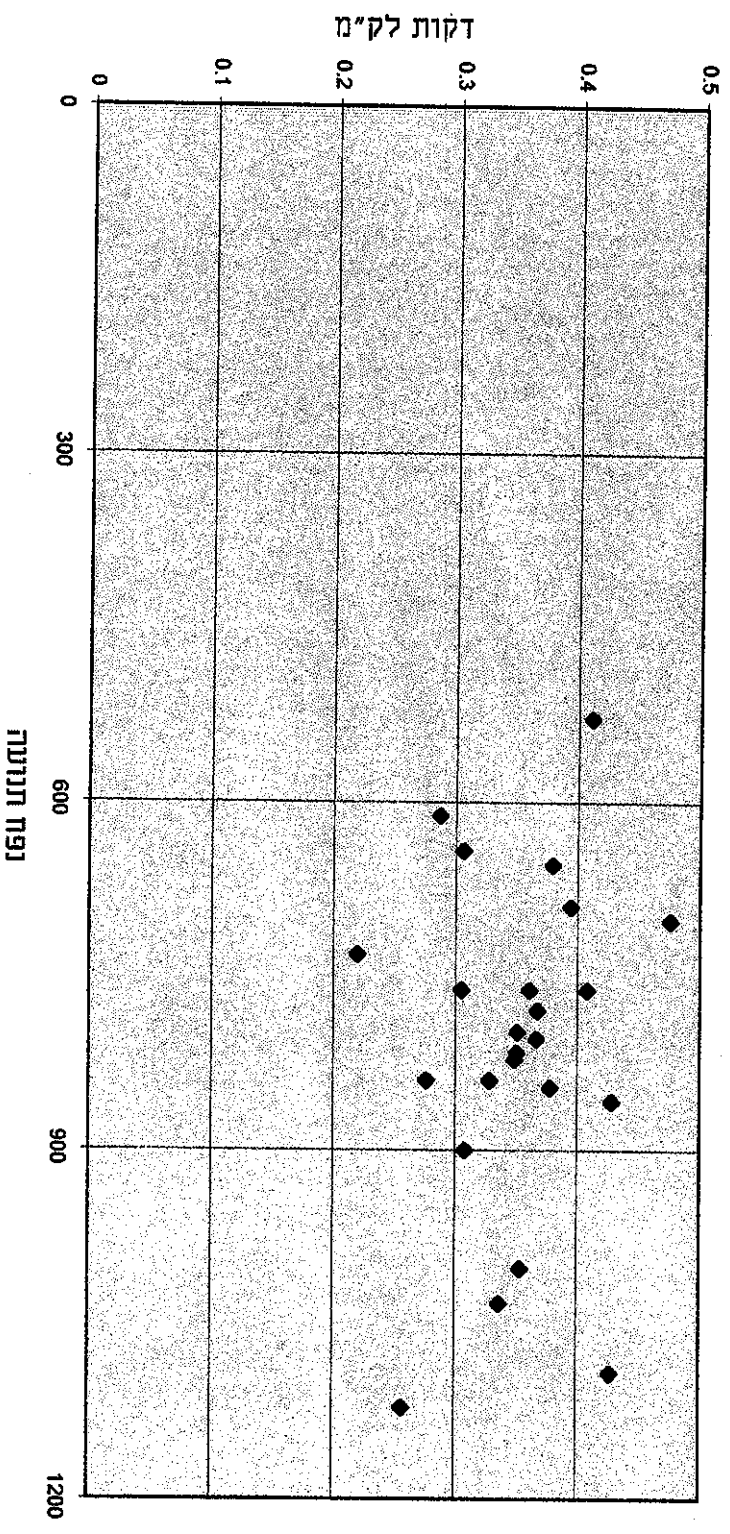
צירוף מסודר 4.10: תצוין של זמן לקי"ם לכל סוגי הרכב באותו שמשון



צירוף מספר 1.1:4 ממוצע של זמן לקי"ם לכל סוגי הרכב באזור שמשון

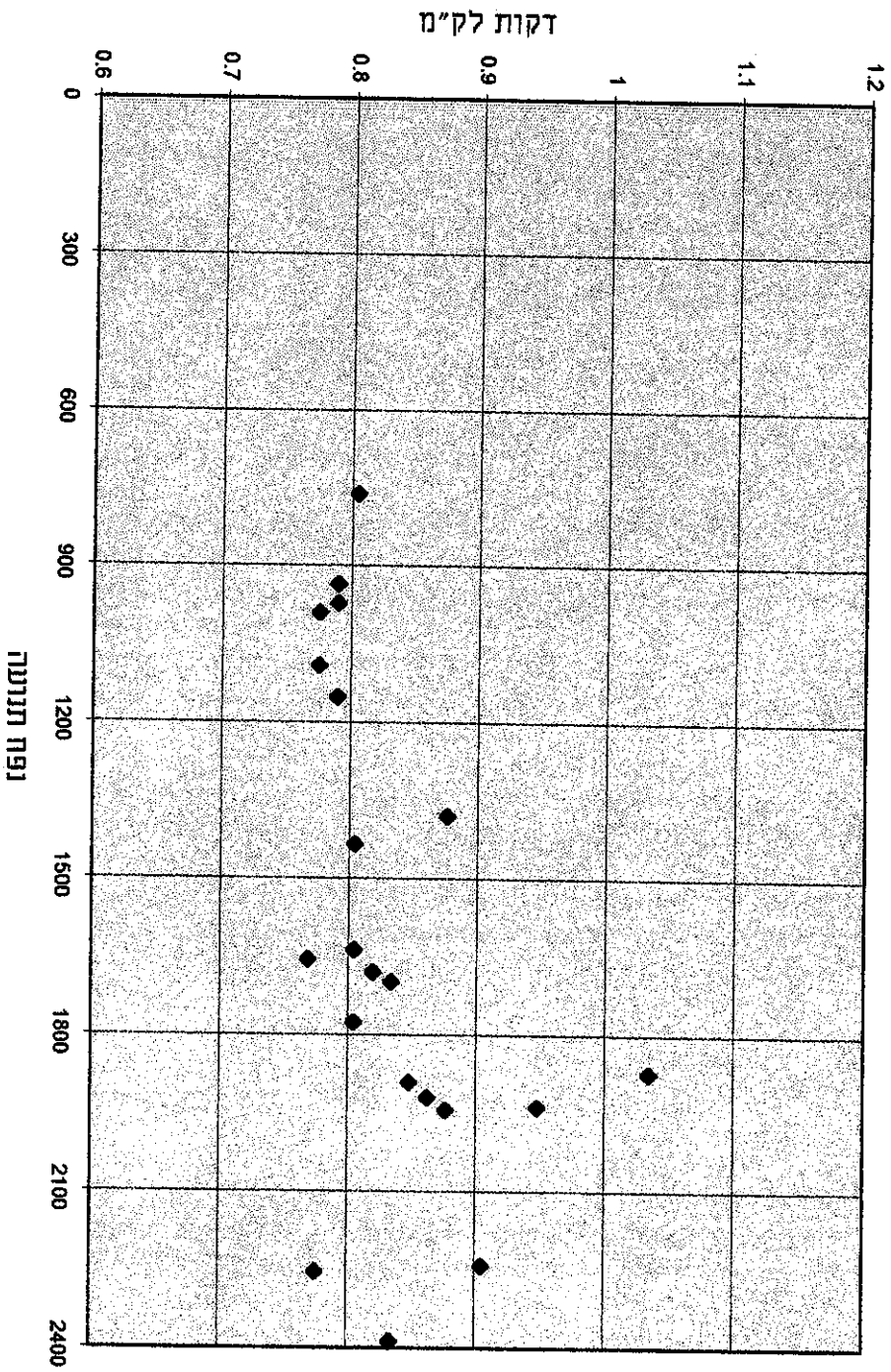


צירוף מספר 4.12: טיפוח תפוח של זמון לק"מ לכל סוגי הרכב באחד שמשון



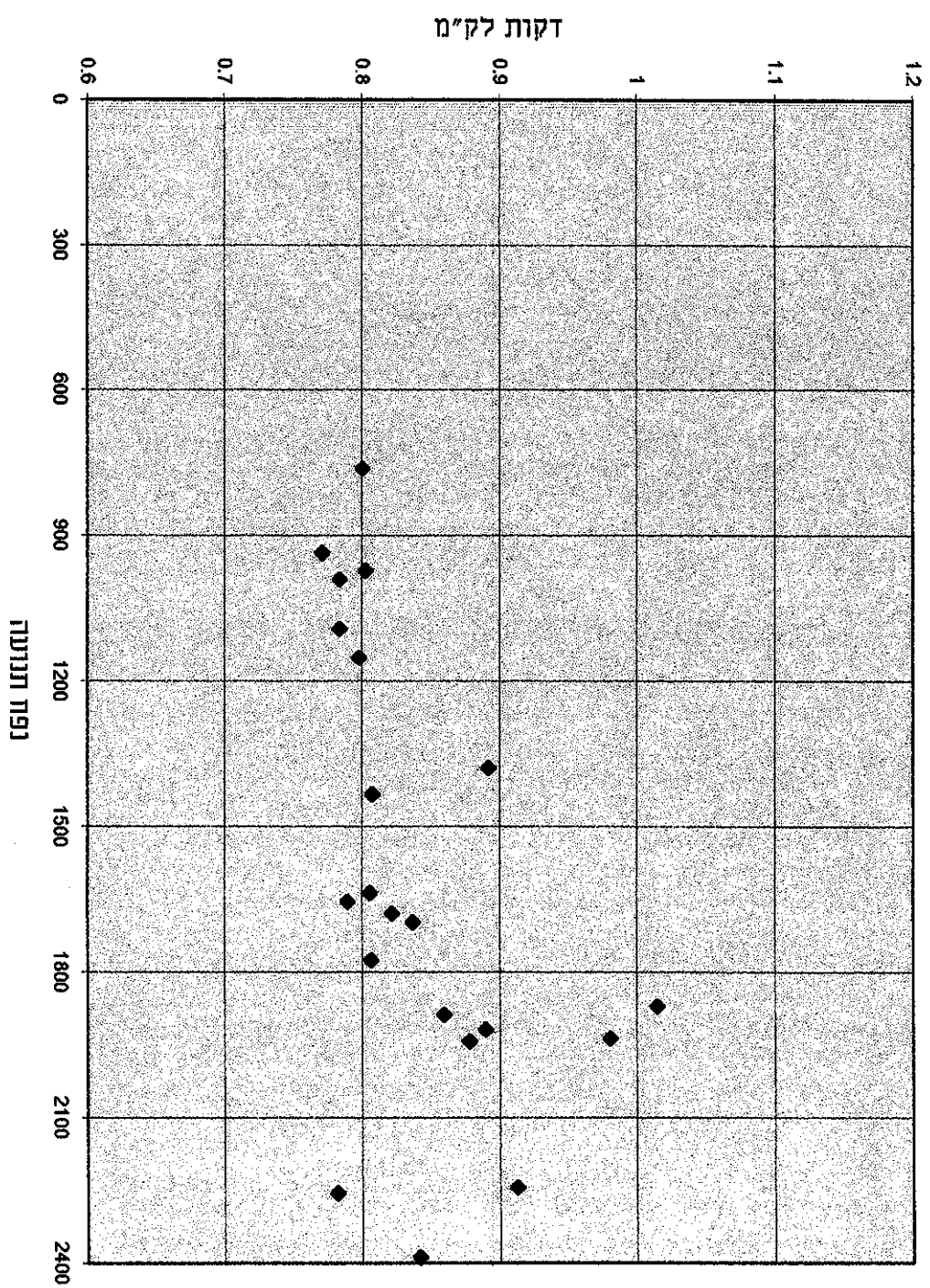


ציור מספר 4.13: חציון של זמן לק"מ לכל סוגי הרכב באותו לוי אשכול

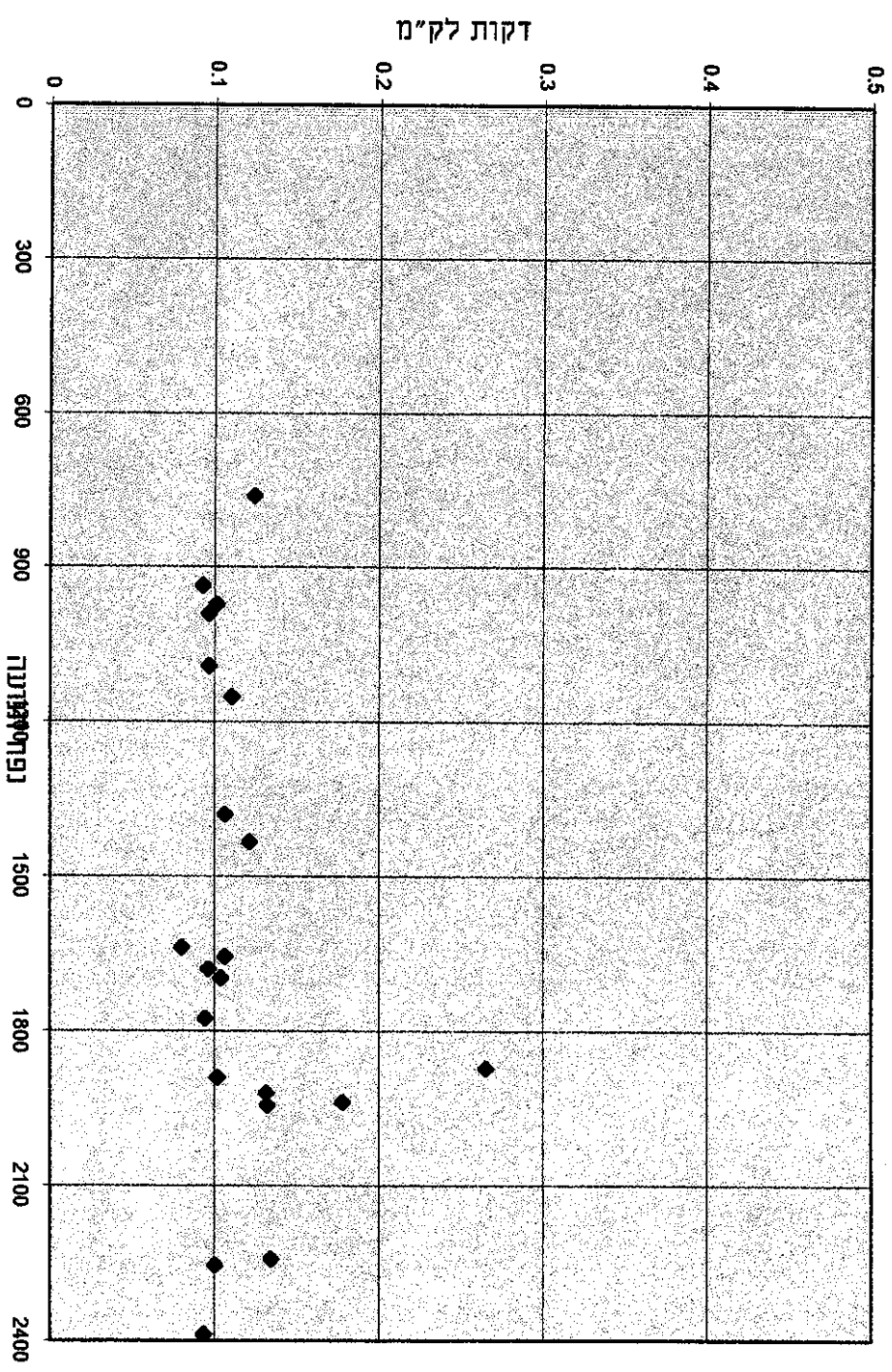




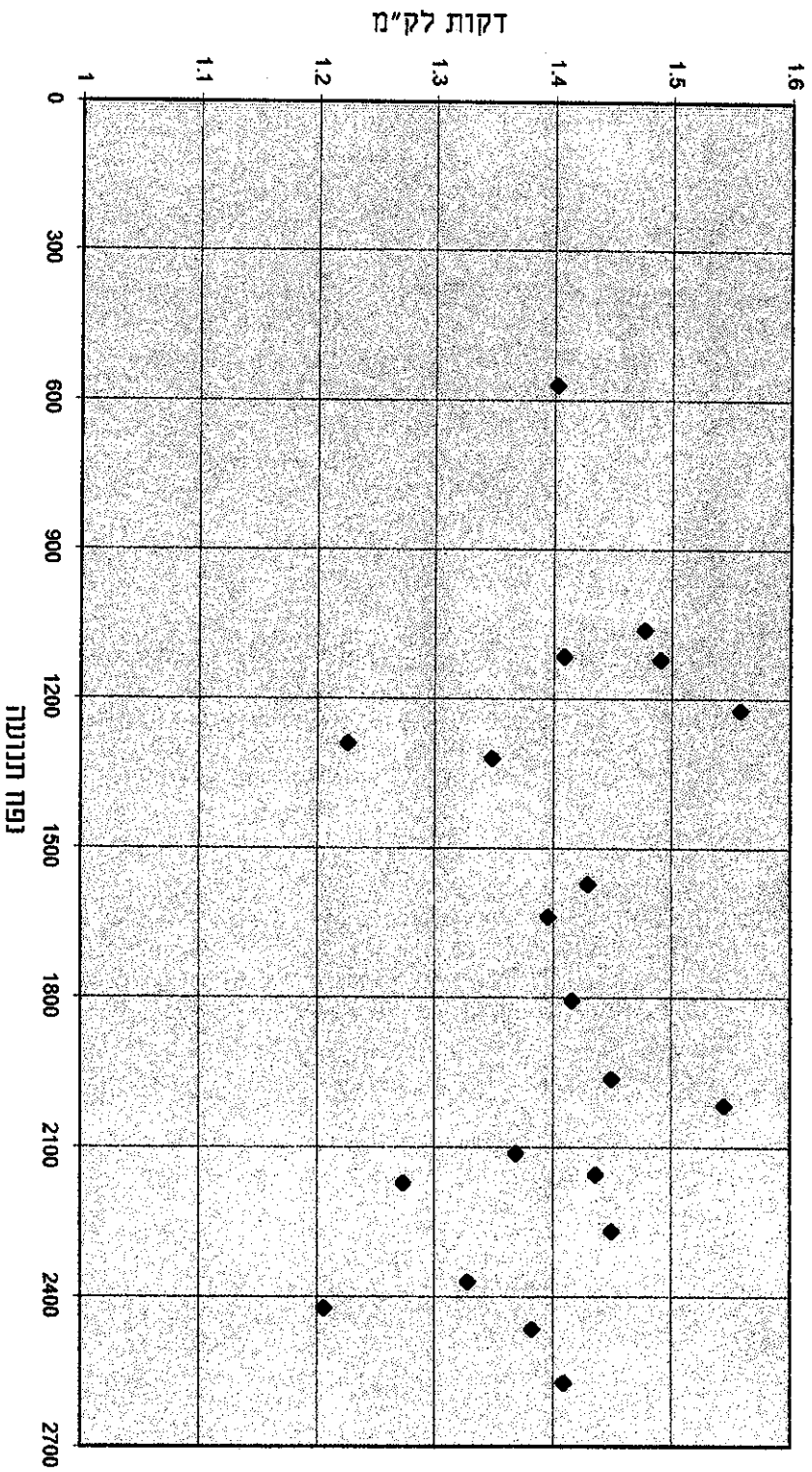
ציור מספר 4.14 של זמן לק"מ לכל סוגי הדרכ נאמר לוי אשכול



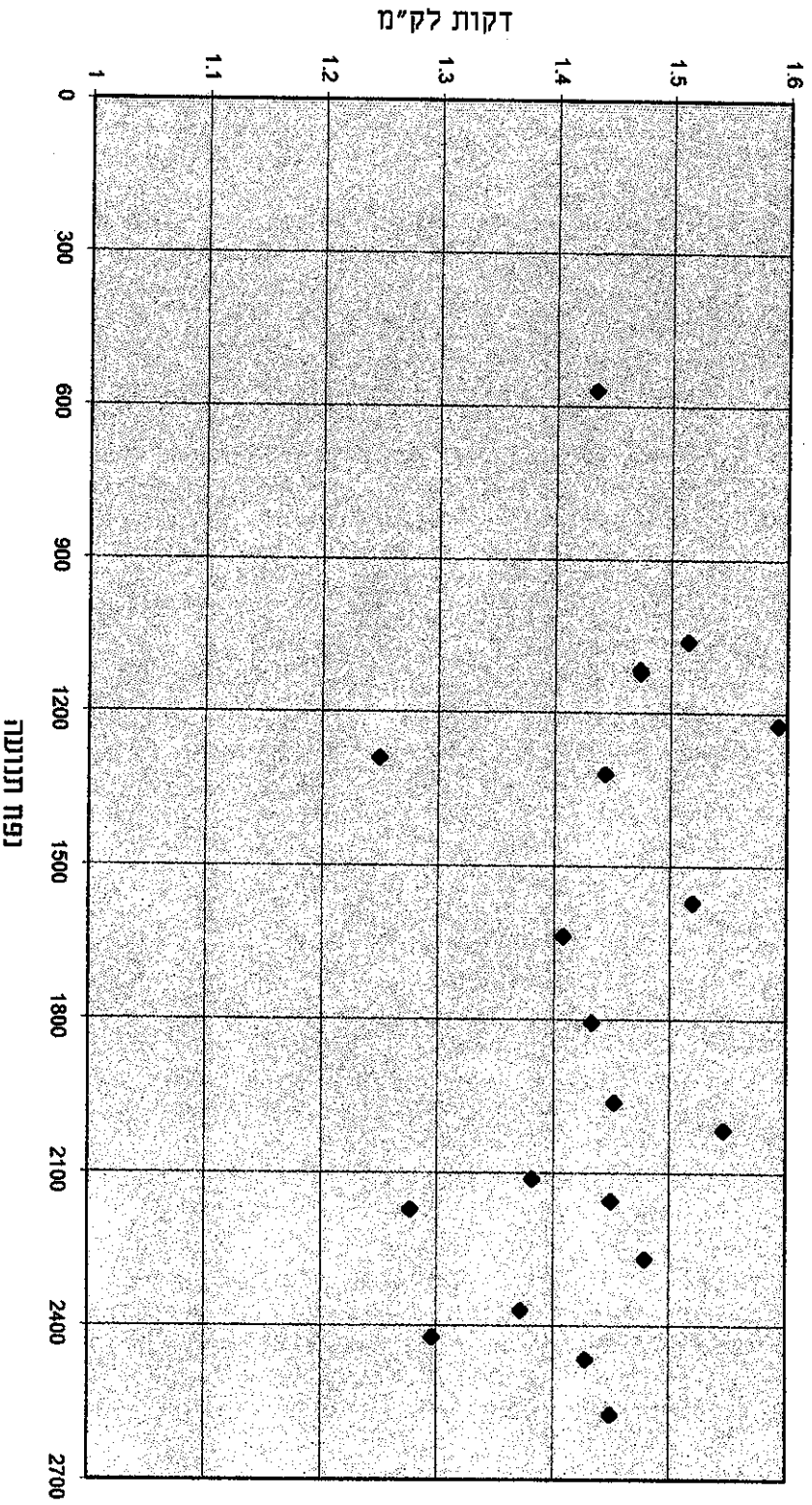
ציור מספר 4.15: טיפוס תמו של זמן לקי"מ לכל סוגי הרכב באחד לוי אשכול



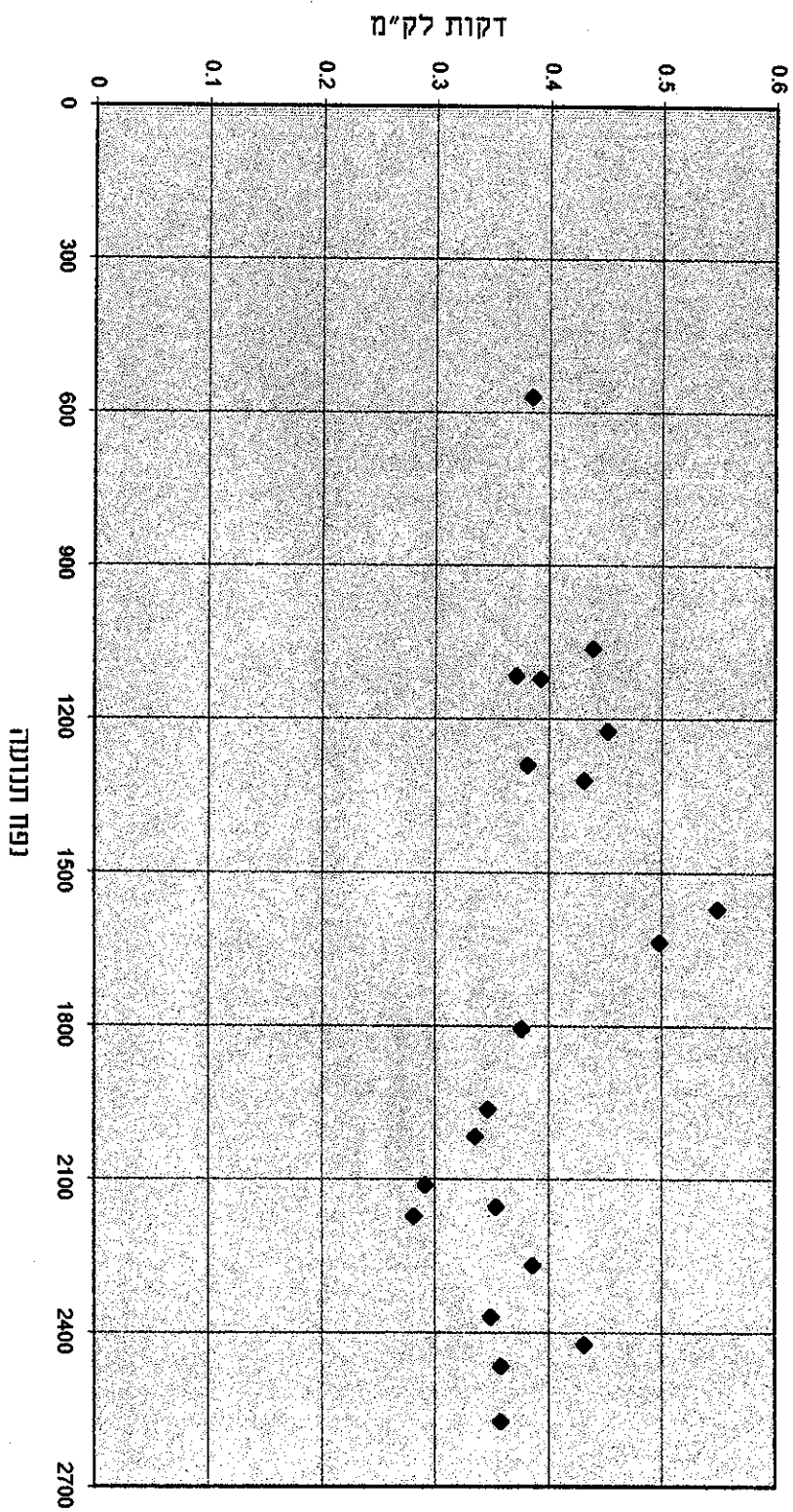
צידוד מספר 4.16: חציון של זמן לק"מ לכל סוגי הרכב באתר בני אפרים



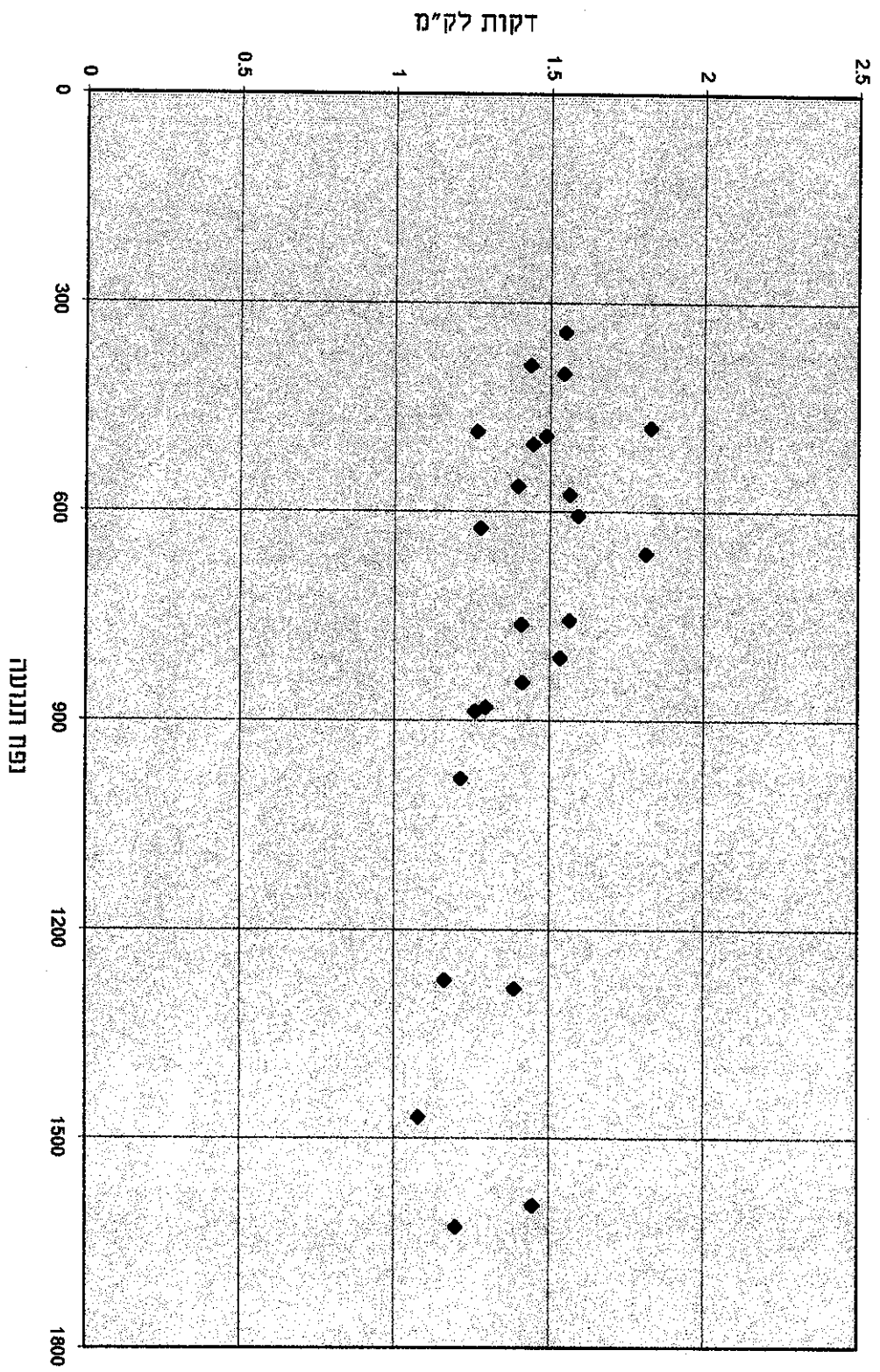
צירוף מספר 4.17: ממוצע של זמן לק"מ לכל סוגי הדרכב באחד בני אפרים



ציור מספר 4.18: טיית תקן של זמן לקי"מ לכל סוגי הרכב באתר בני אפרים

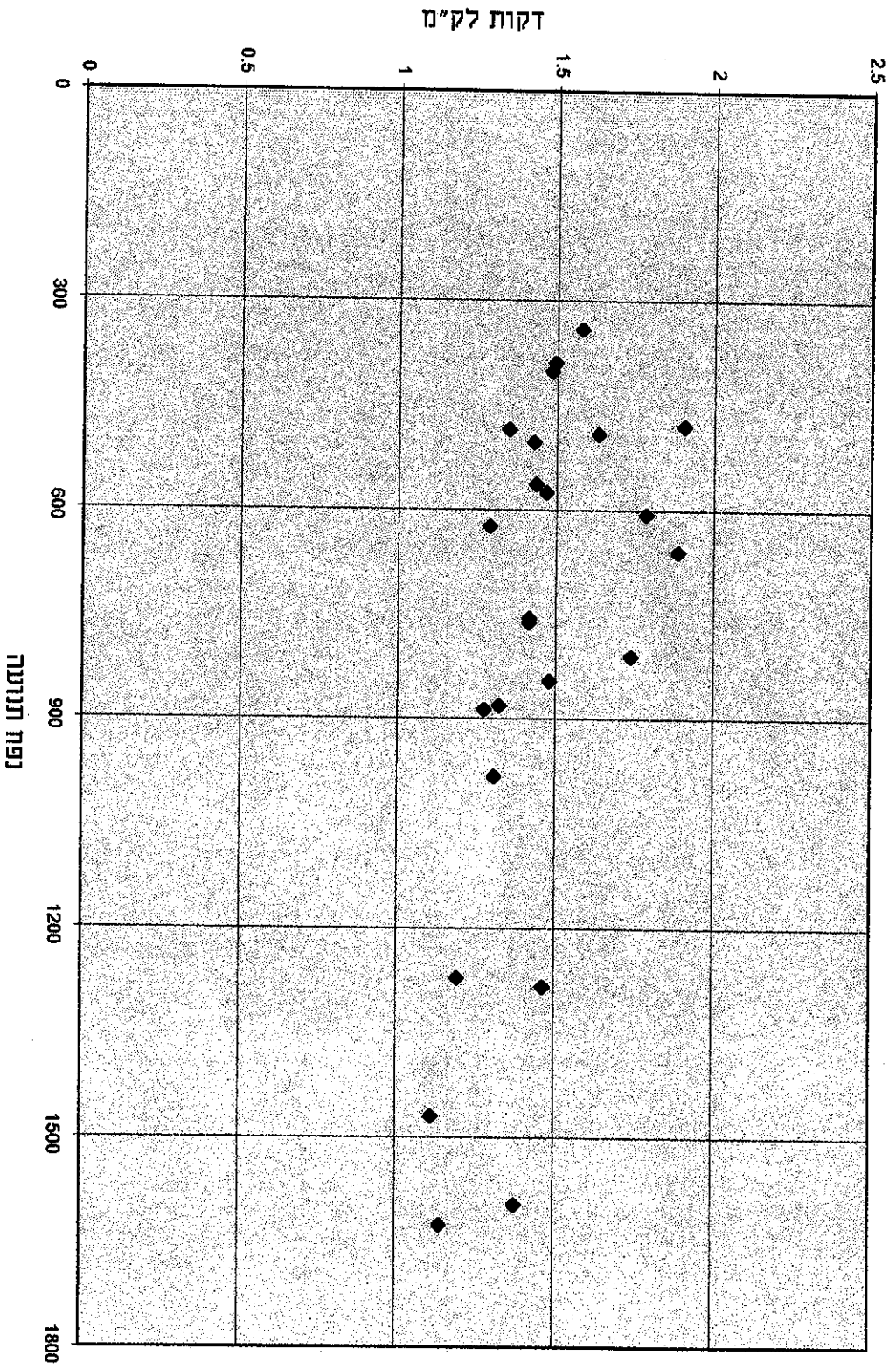


ציוד מספר 4.19: חציון של זמן לק"מ לזכב קל באזור בידם

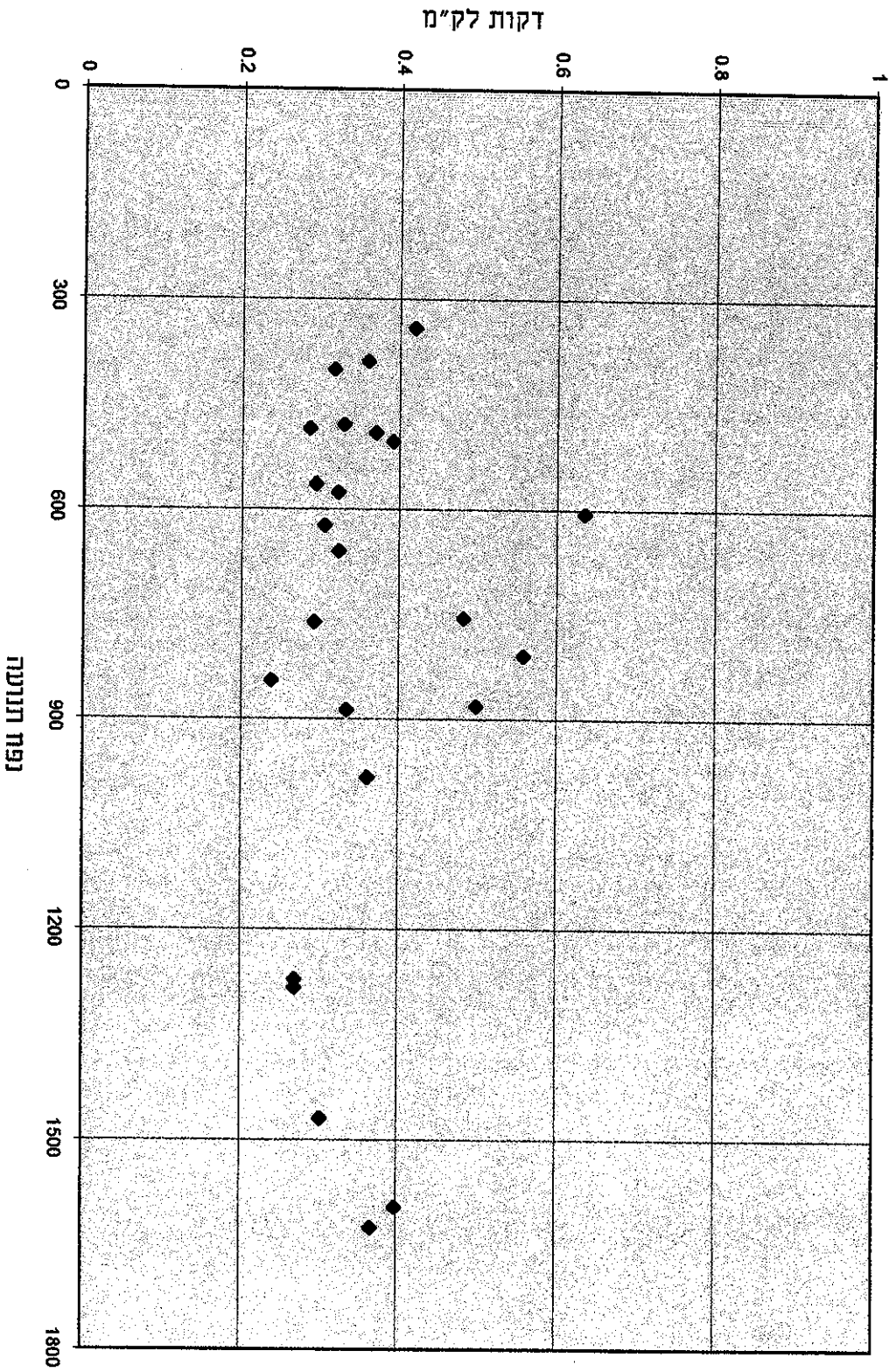




ציור מספר 4.20 המוצג של זמן לקי"מ לדכב קל באזור בידס

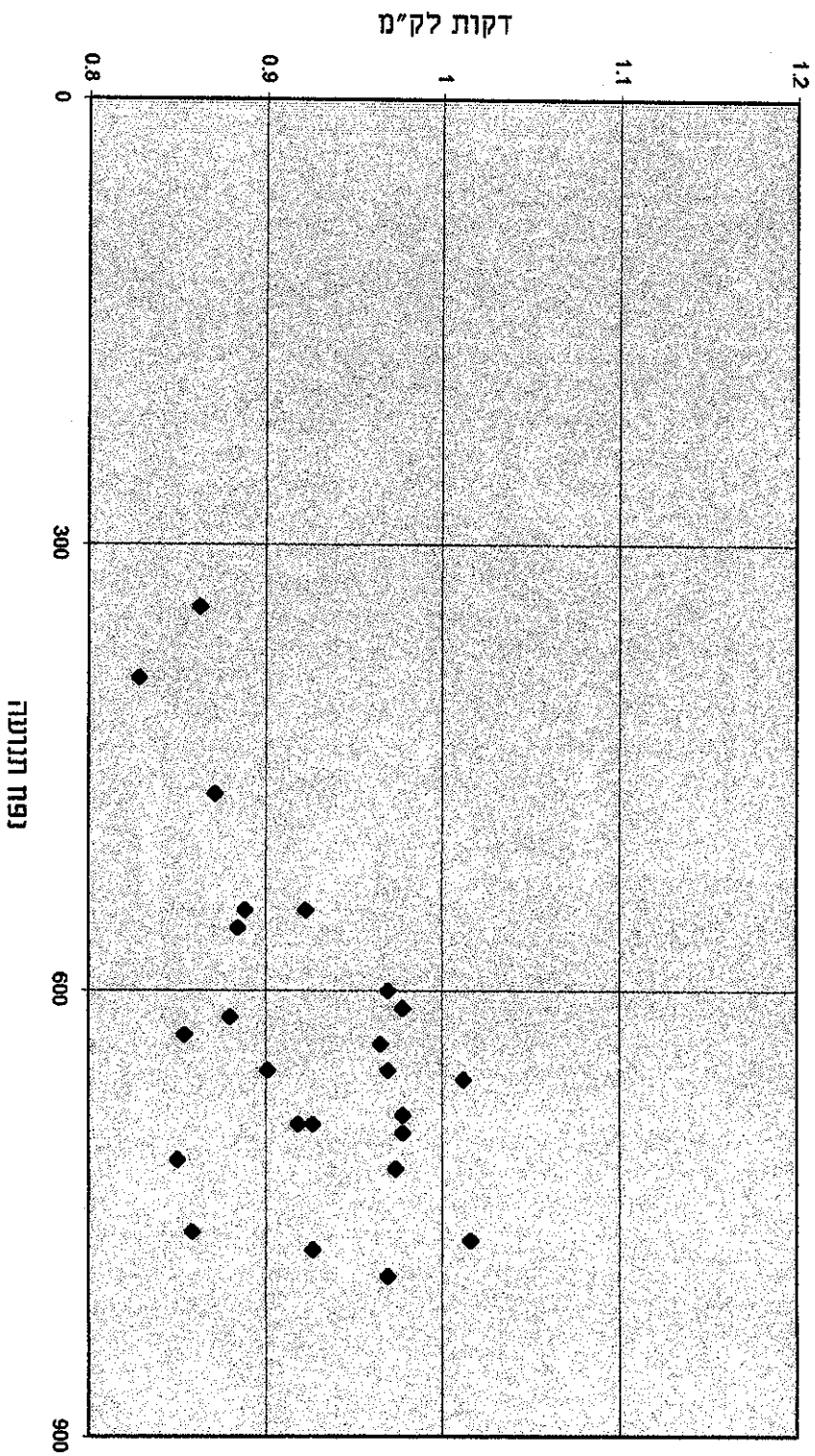


צירוף מספר 1900:4.21 טקסית תקן של זמן לק"מ לדבב קל באזור בידים

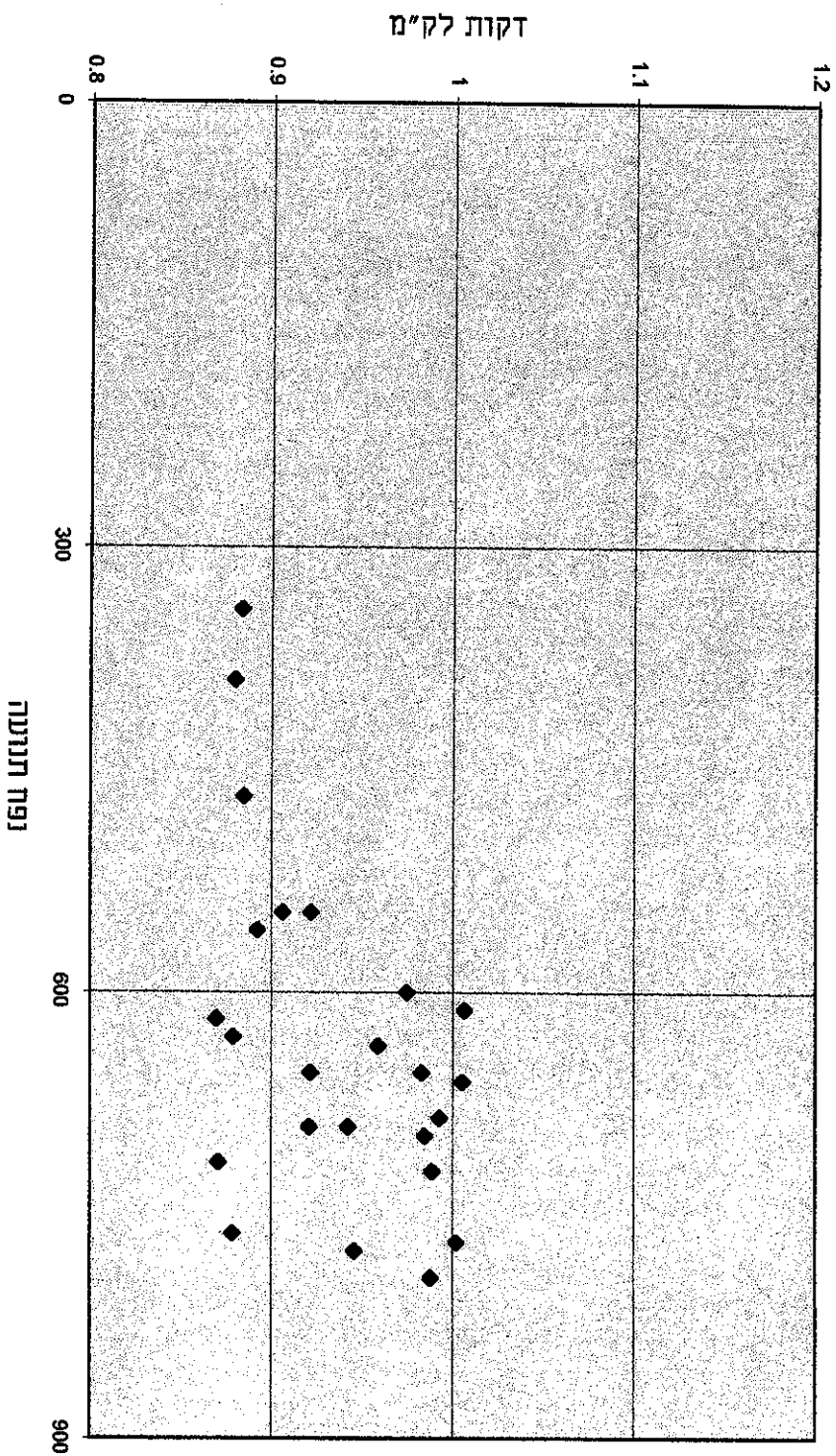




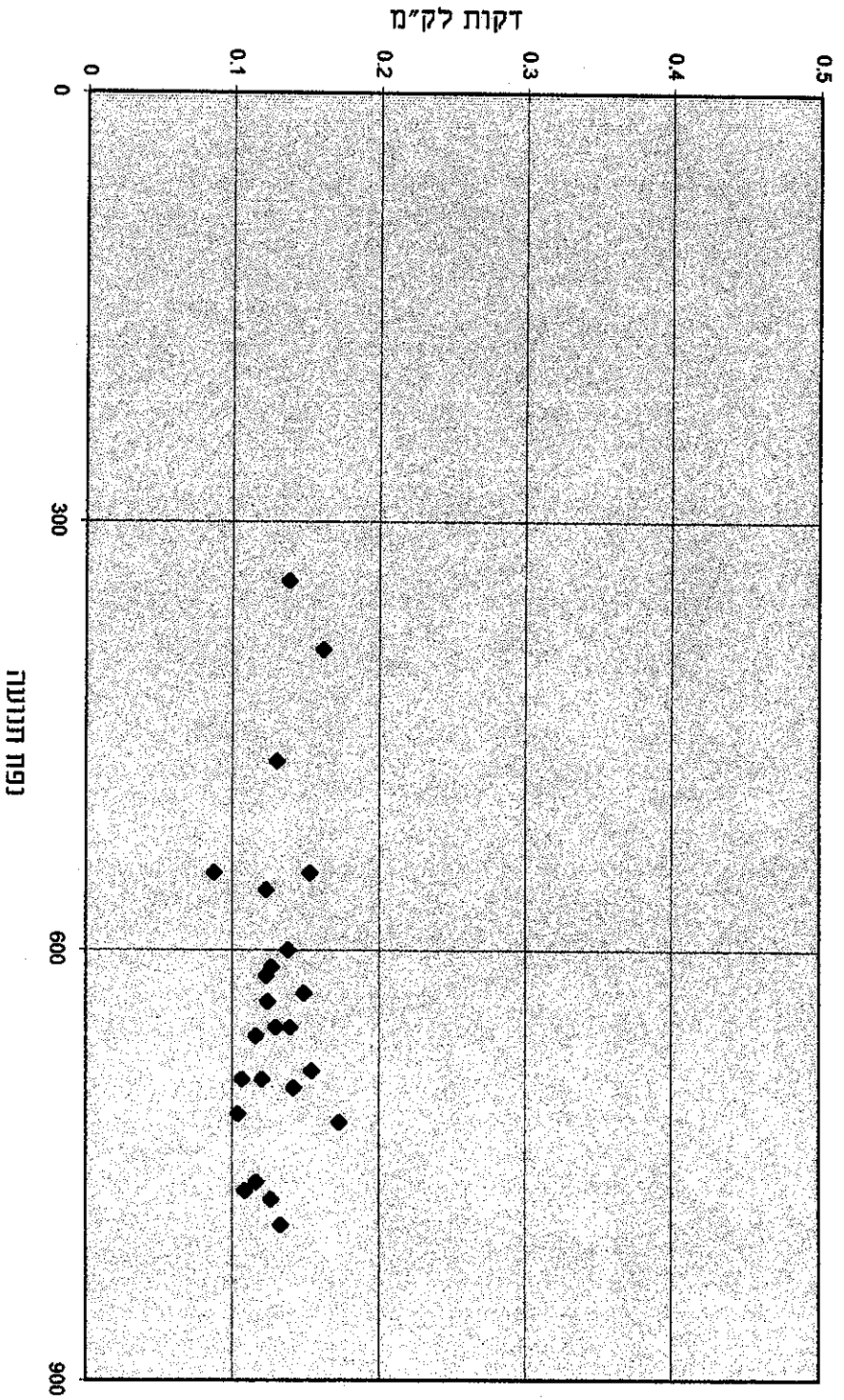
ציוד מס' 19004.22: חצייה של וסו לק"מ לרכב קל באזור דורי



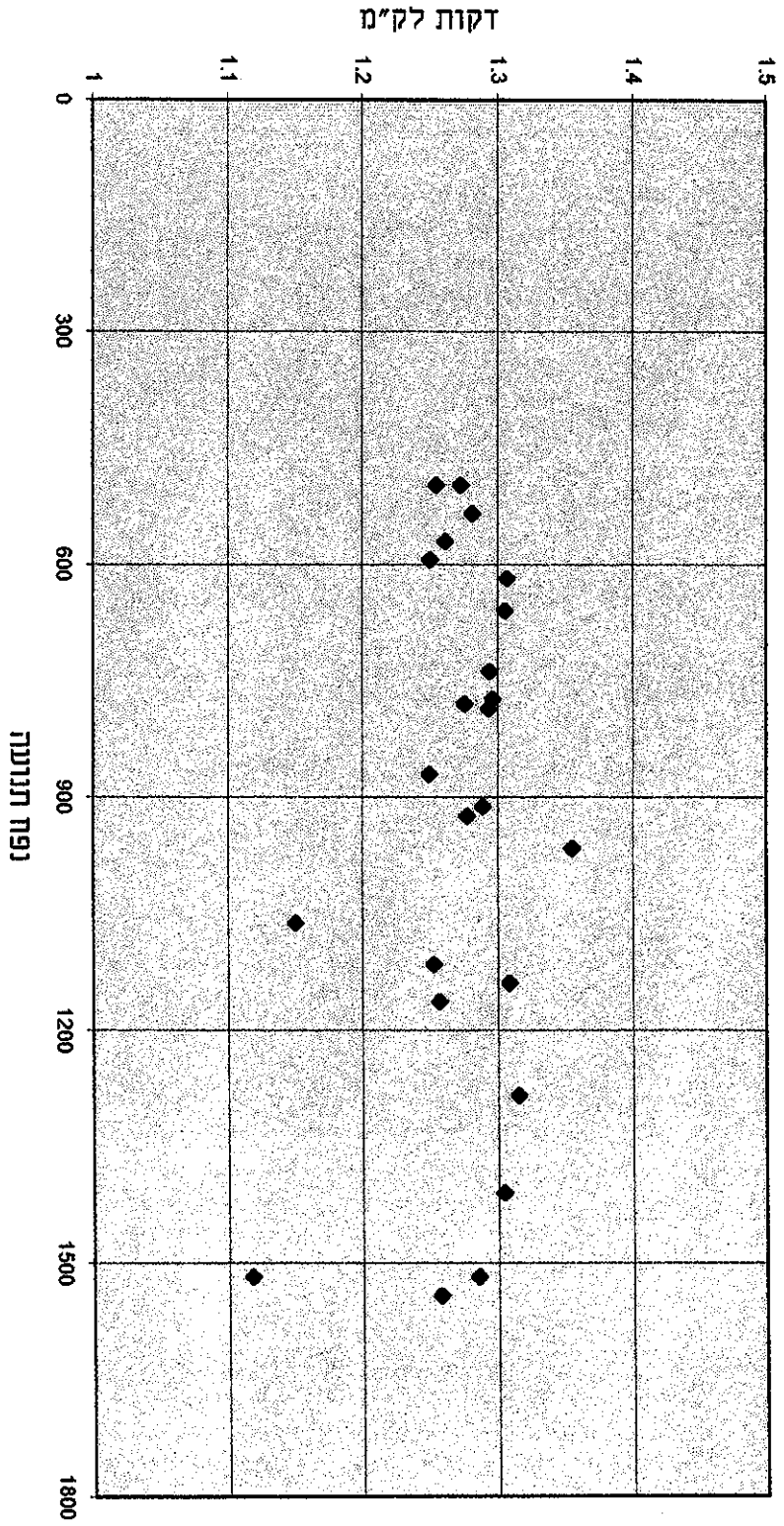
ציוד מספר 4.23: סמועט של זמן לק"ס לידנב קל באחר דורי



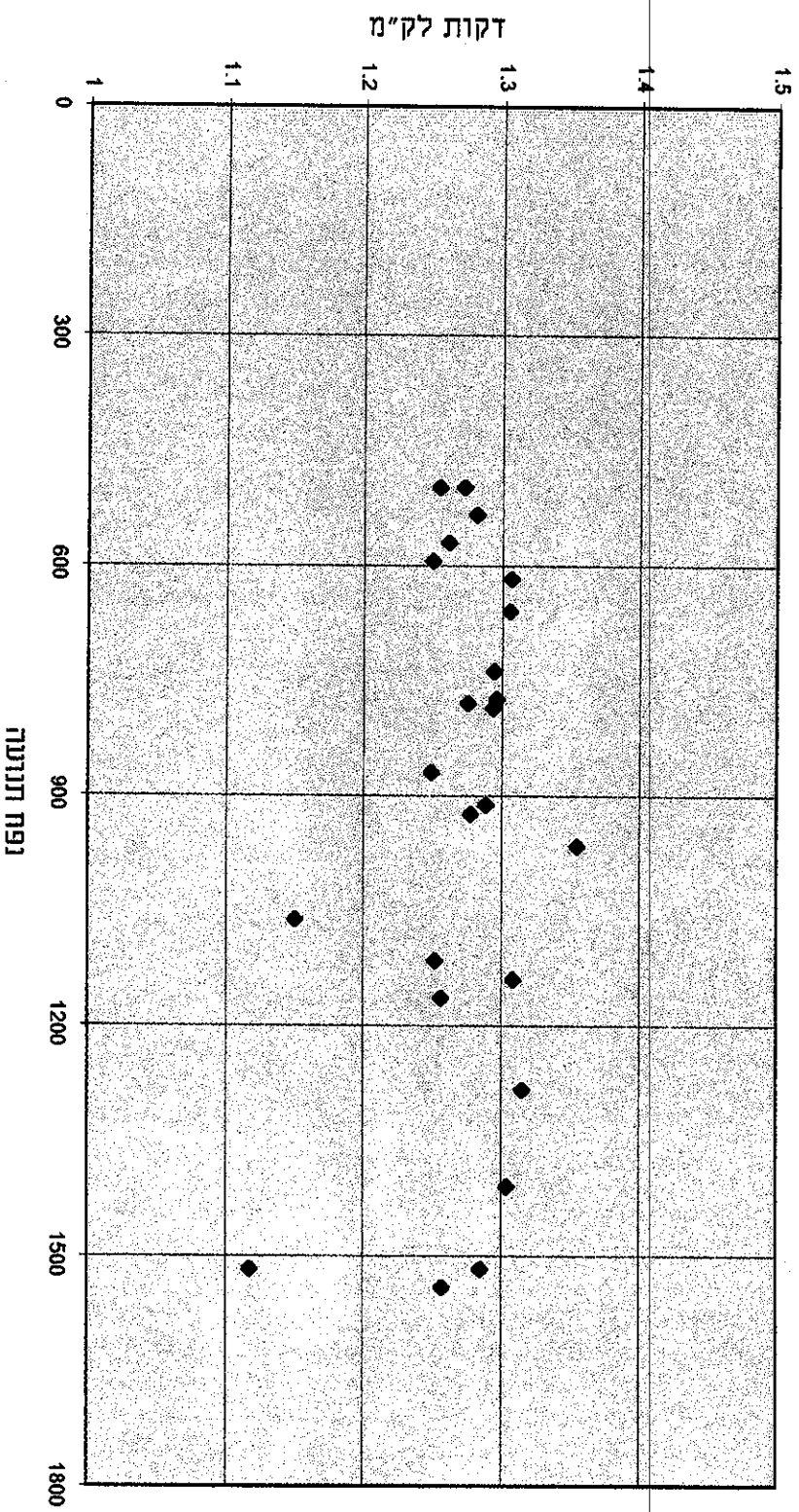
צידוד מספר 4.24: טיפית תקן וסו לידכב קל באמת דודי



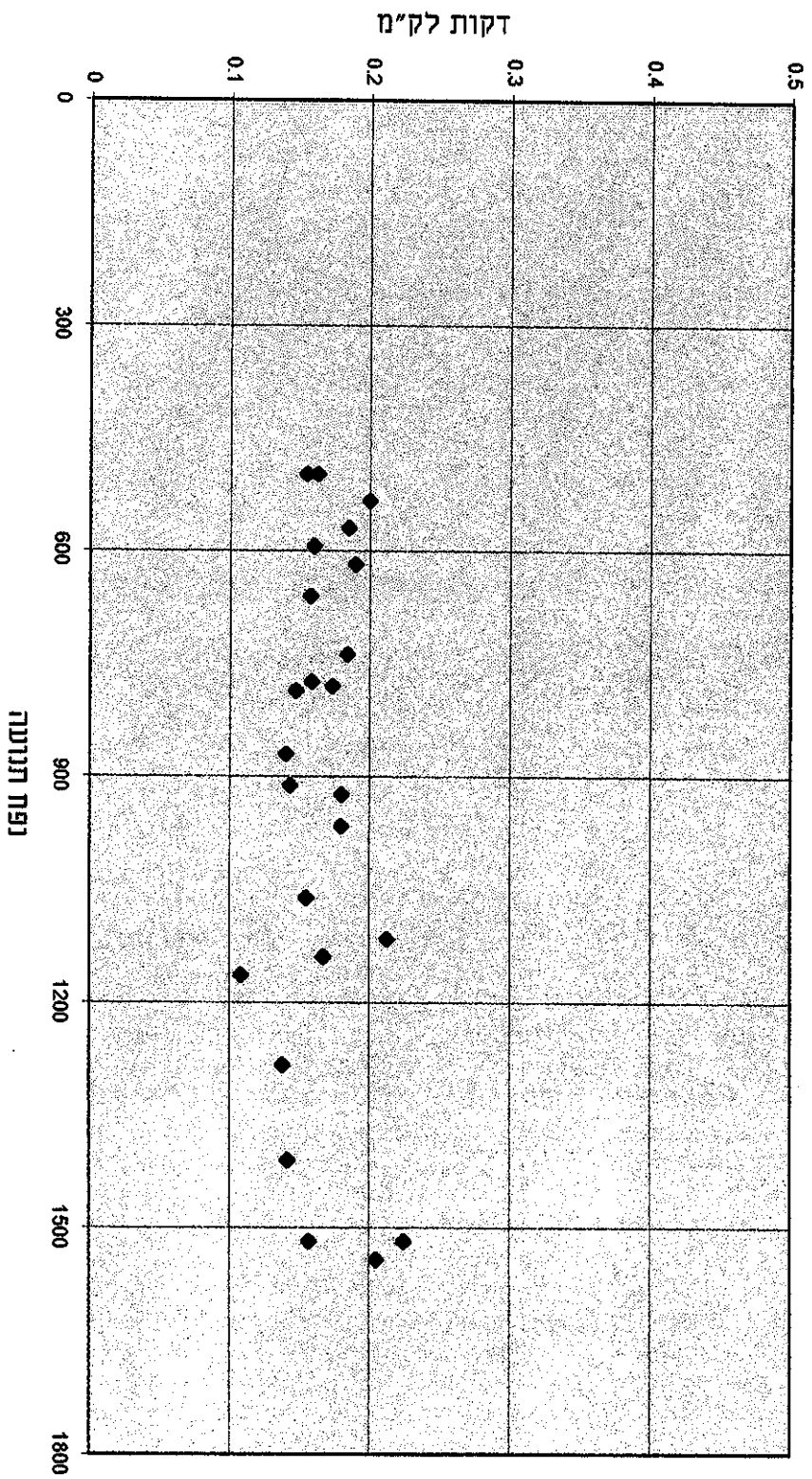
צירוף 4.25: חציון של זמן לקי"מ של דכב קל באתר פרו"ד



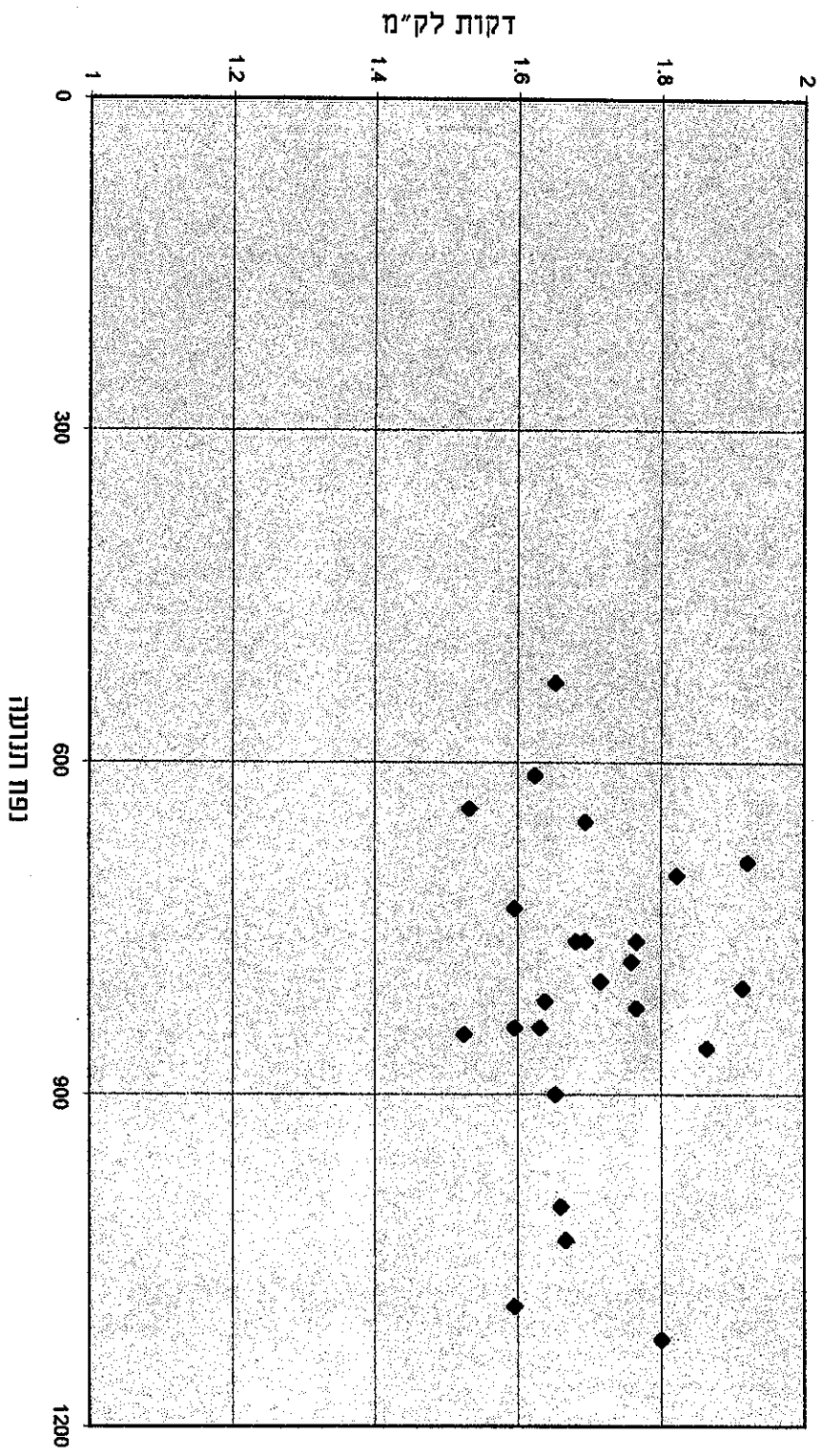
צילוד 4.26: ממוצע של זמן לק"מ של רכב קל באתר פרויז



ציון 4.27: סטיית תקן של זמן לקי"ח של רכב קל באזור פרו"ד

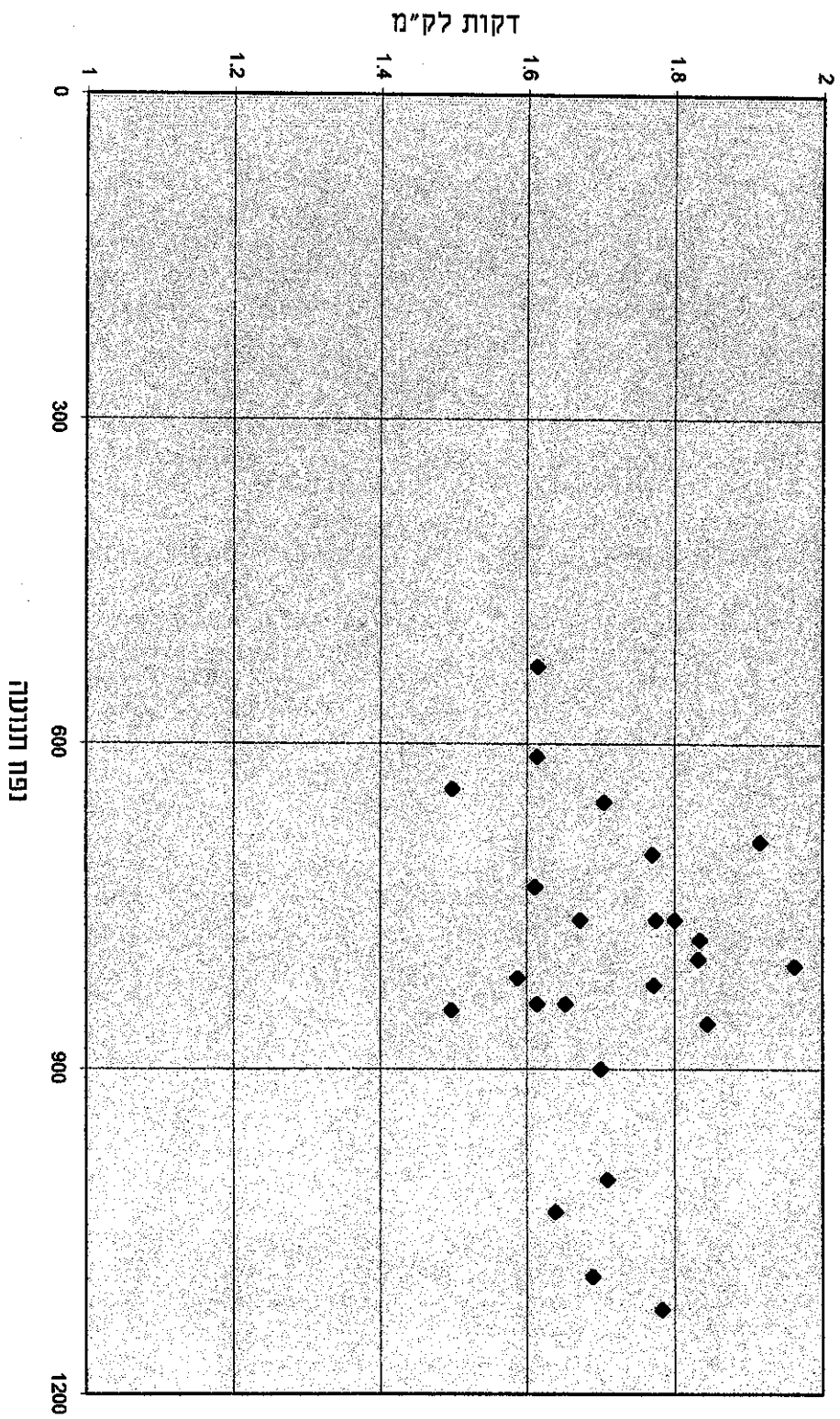


ציוד מספר 4.28 וציוד של זמן לקי"מ לכל סוגי הרכב באזור שמשון



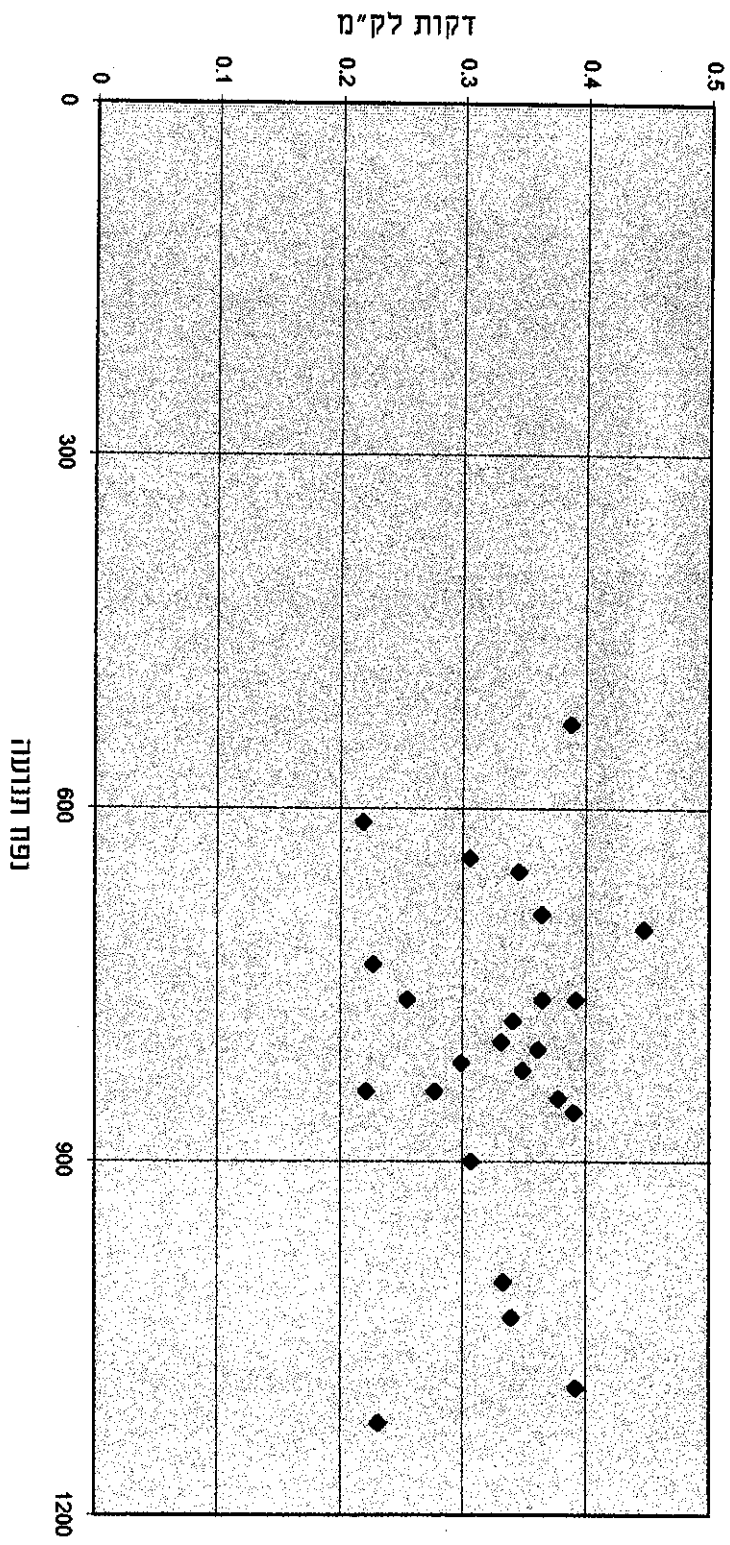


צירוף מספר 4.29 ממוצע של זמן לקי"ט לרכב קל באחת שמשון

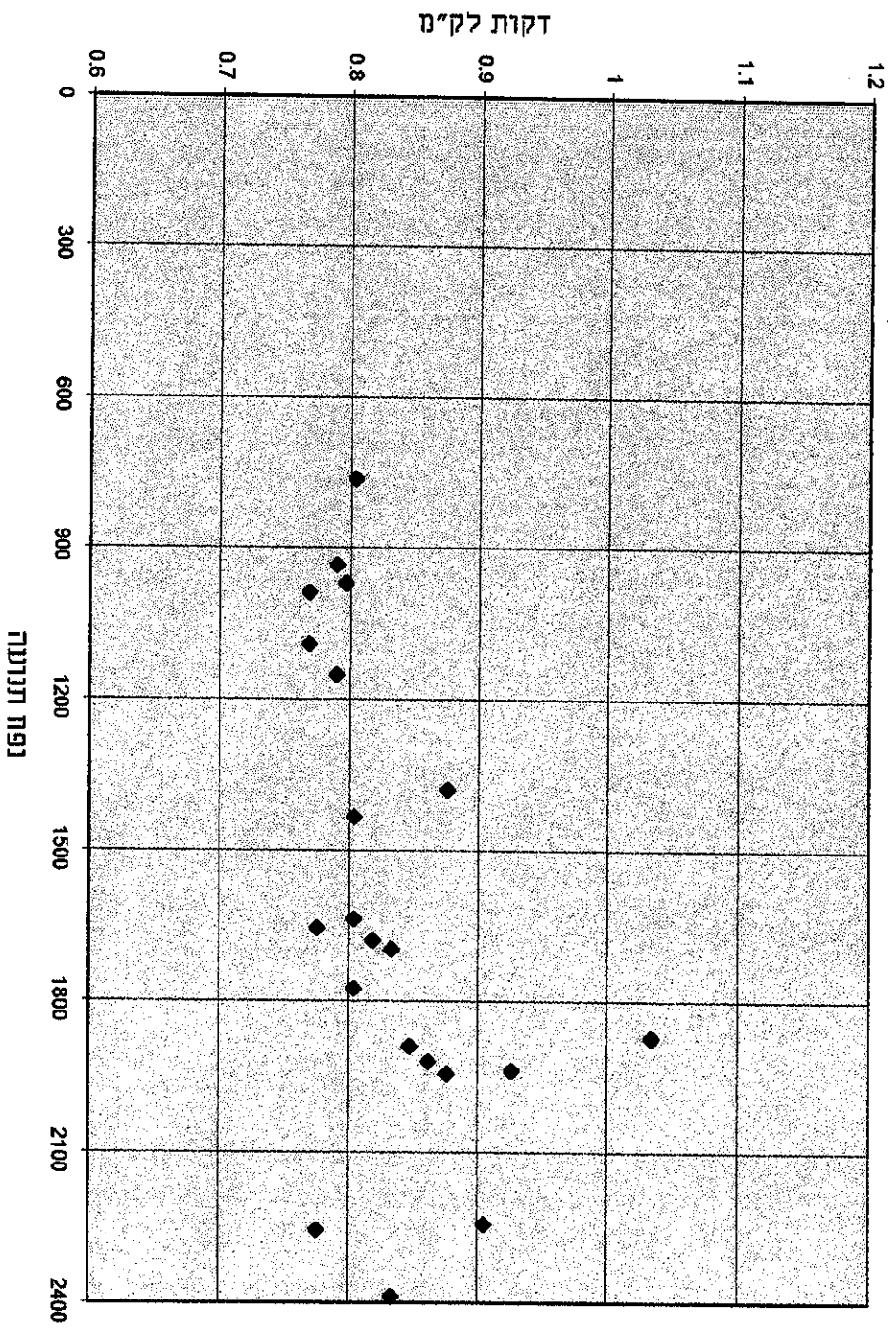




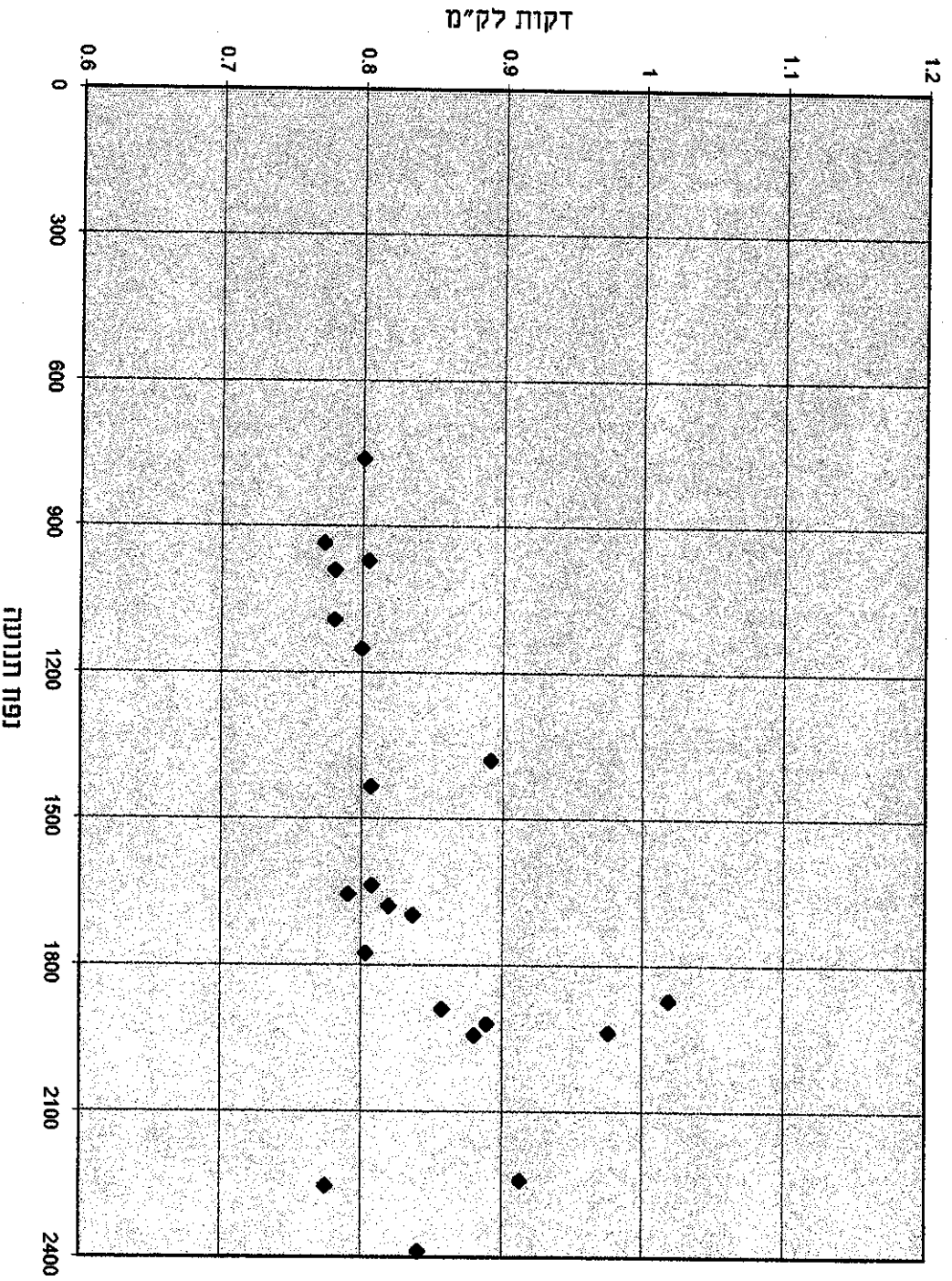
ציור מספר 4.30: טיפוס תהן של זמן לק"מ לרכב קל בארץ שמשון



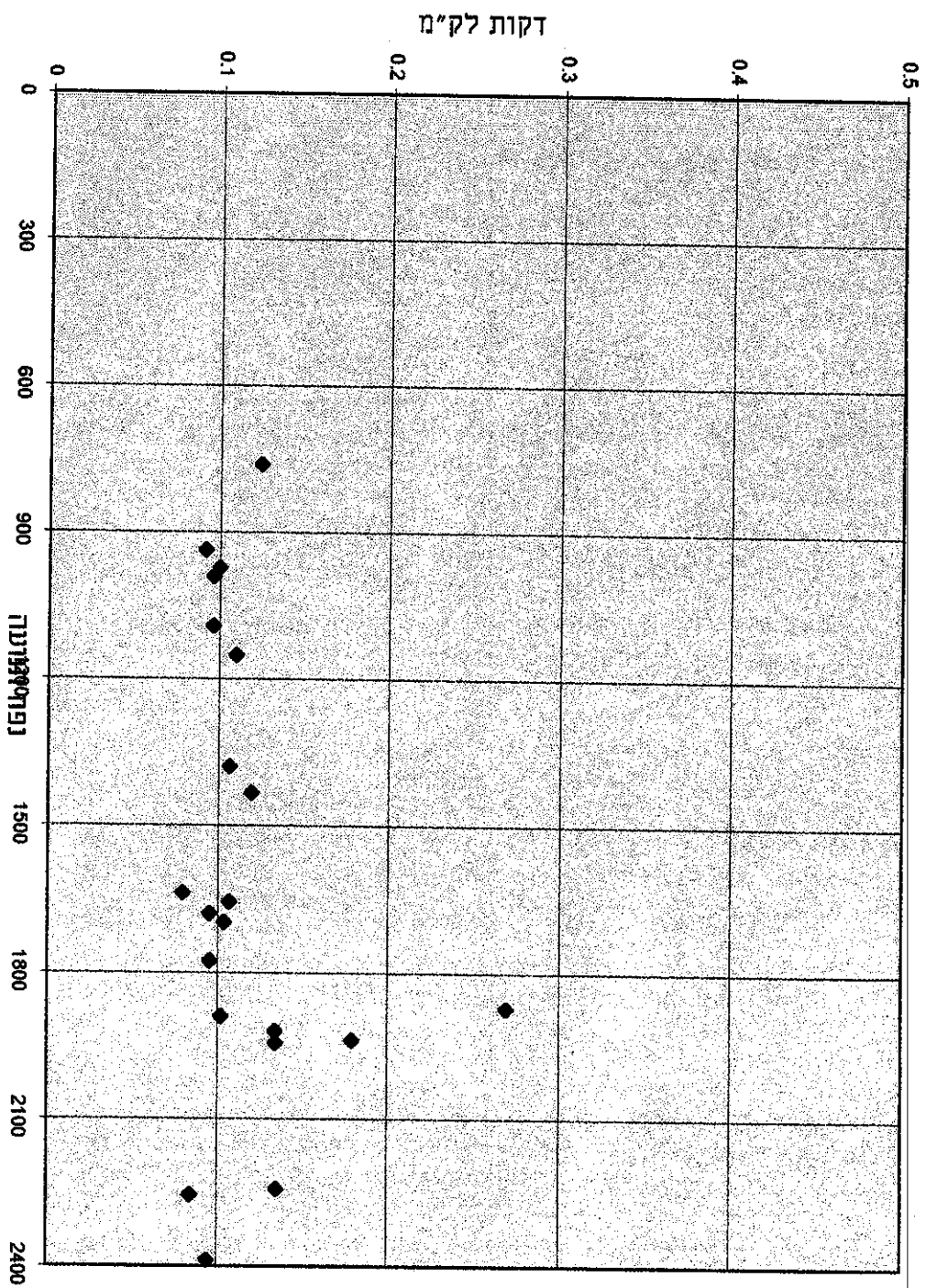
ציור מספר 4.31: חציון של זמן לק"מ לדכב קל באתר ליד אשכול



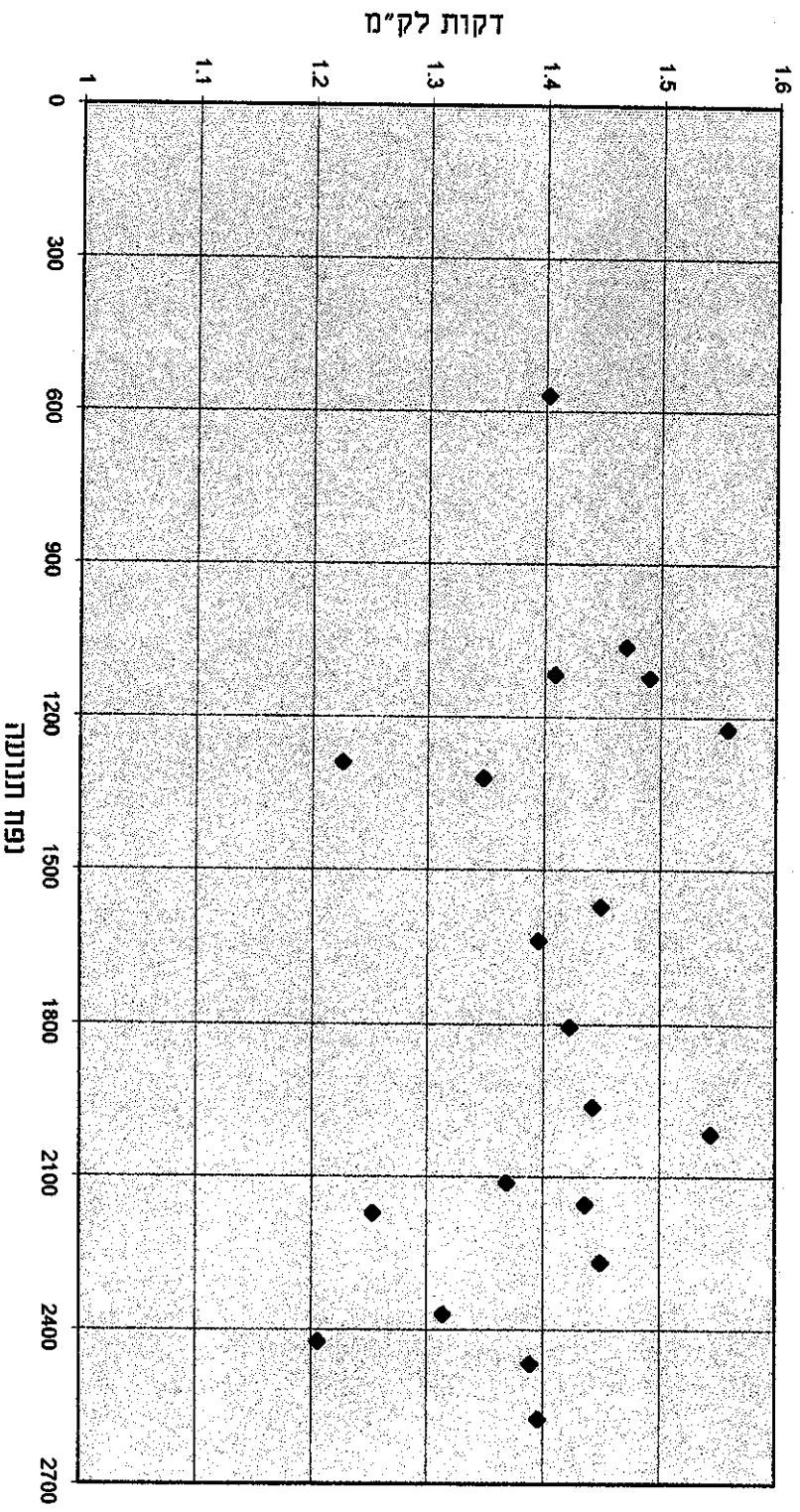
ציור מספר 4.32 ממוצע של זמן לקיט לידב קל באחד ליד אשכול



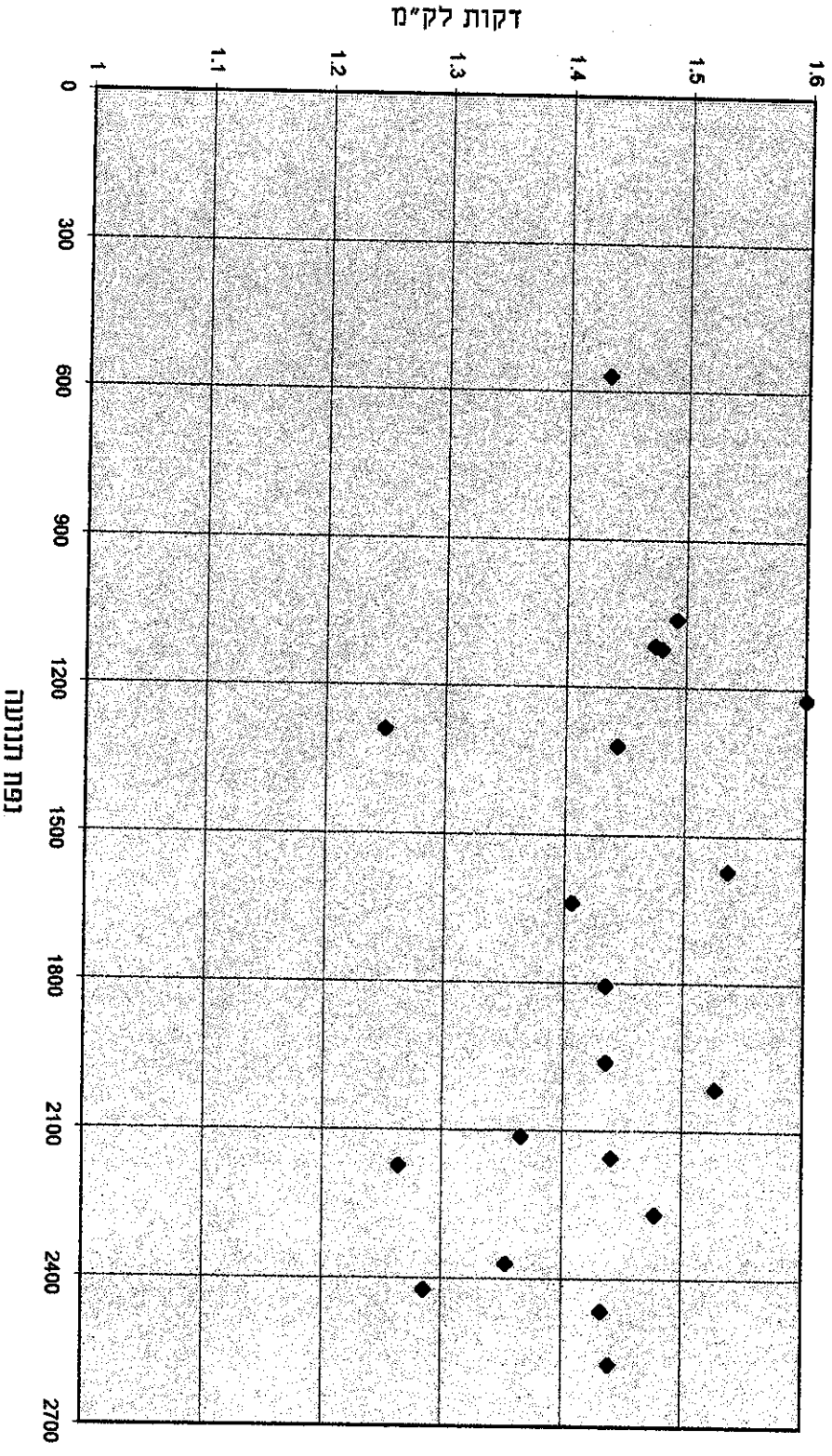
צירוף מספר 4.33: סטיית תקן של זמן ללקימת לרכב קל באחוז לוי אשכול



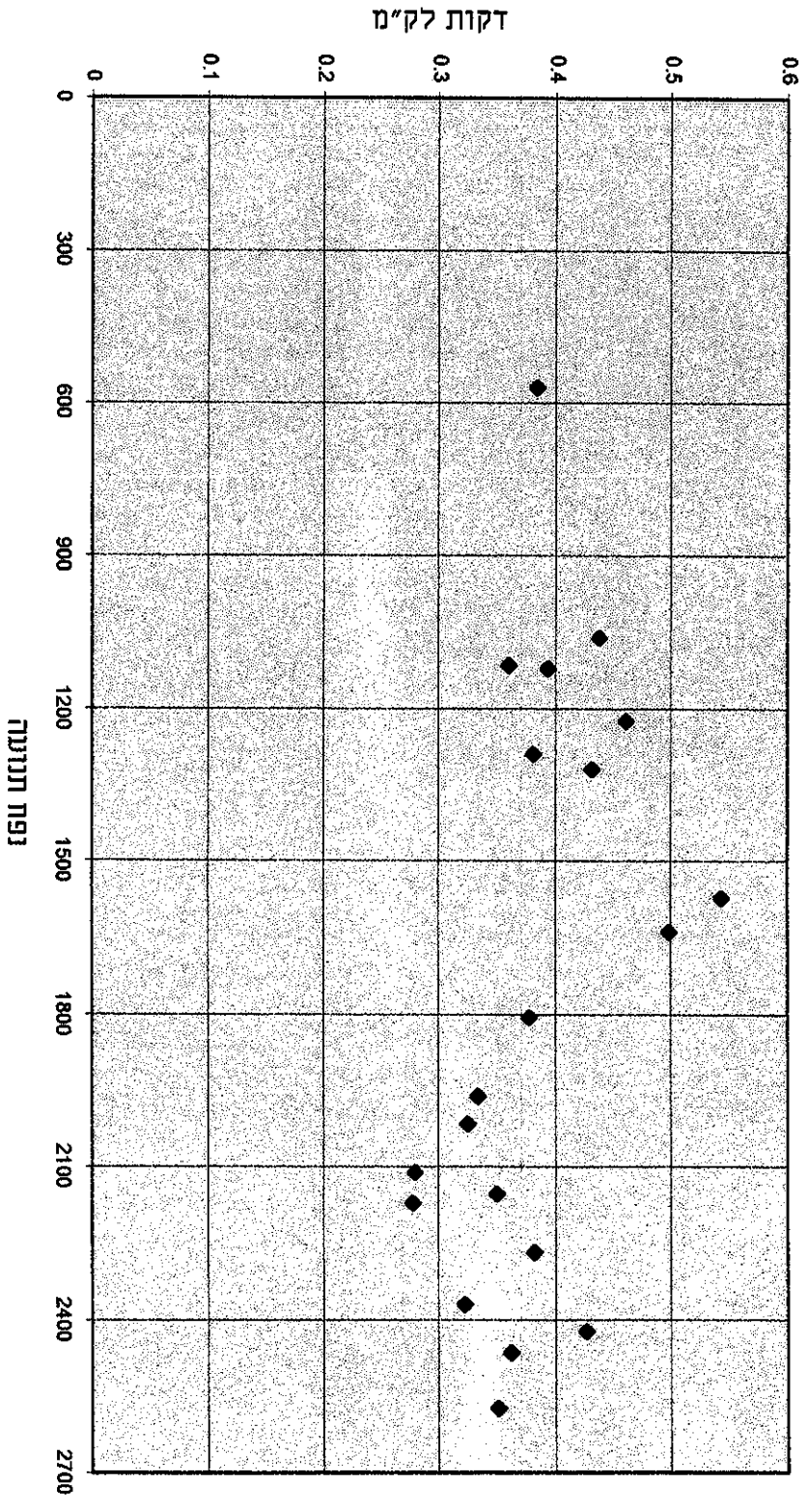
צירוף מספר 4.34: חצייון של זמן לק"מ לדכב קל באחר בני אפרים



צירוף מספר 4.35: ממוצע של זמן לק"ח לרכב קל באחת בני אפרים

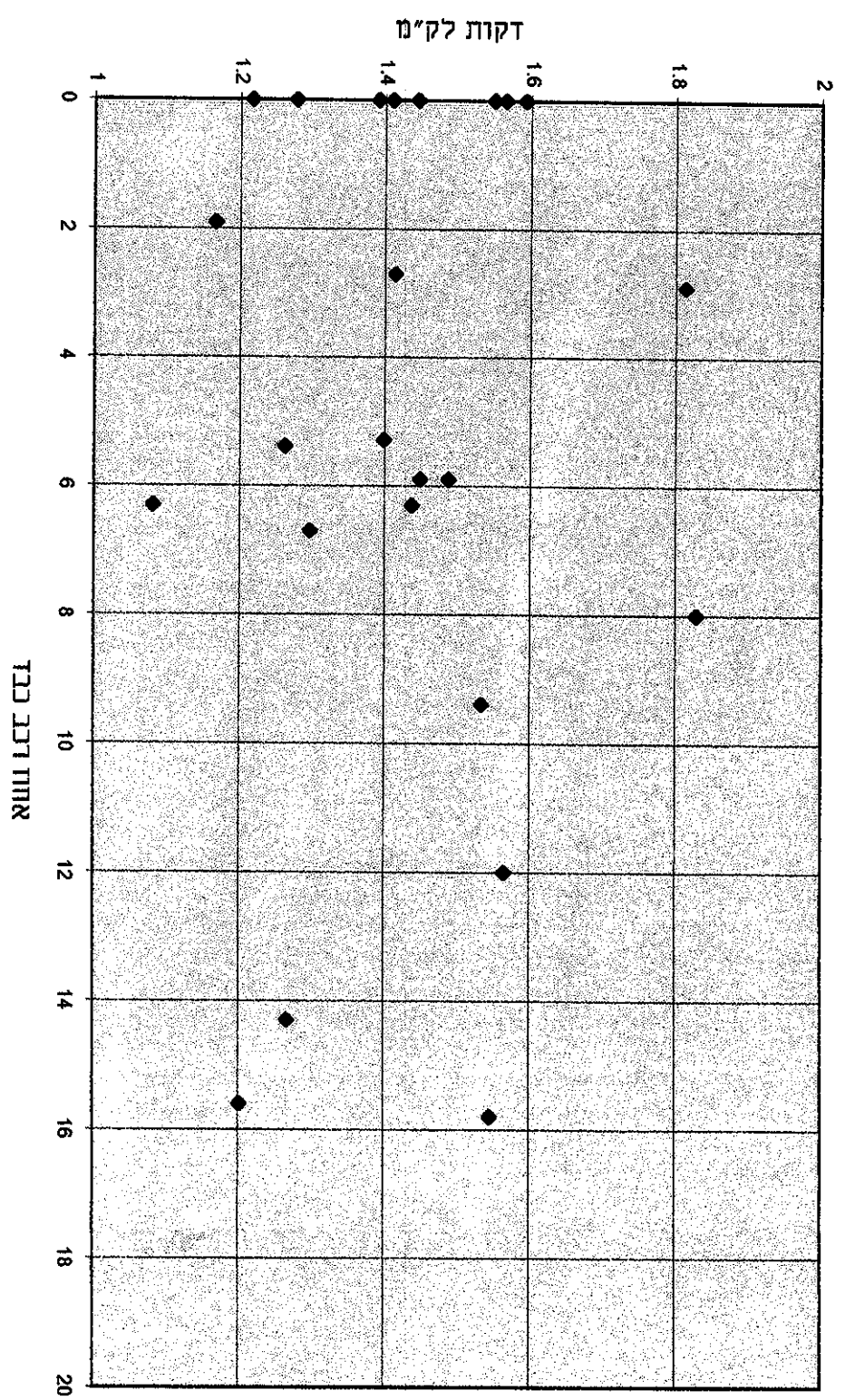


ציווד מסוד 1904:4.36 חקון שול זמן לק"מ לודכב קל באחוד בני אפודים



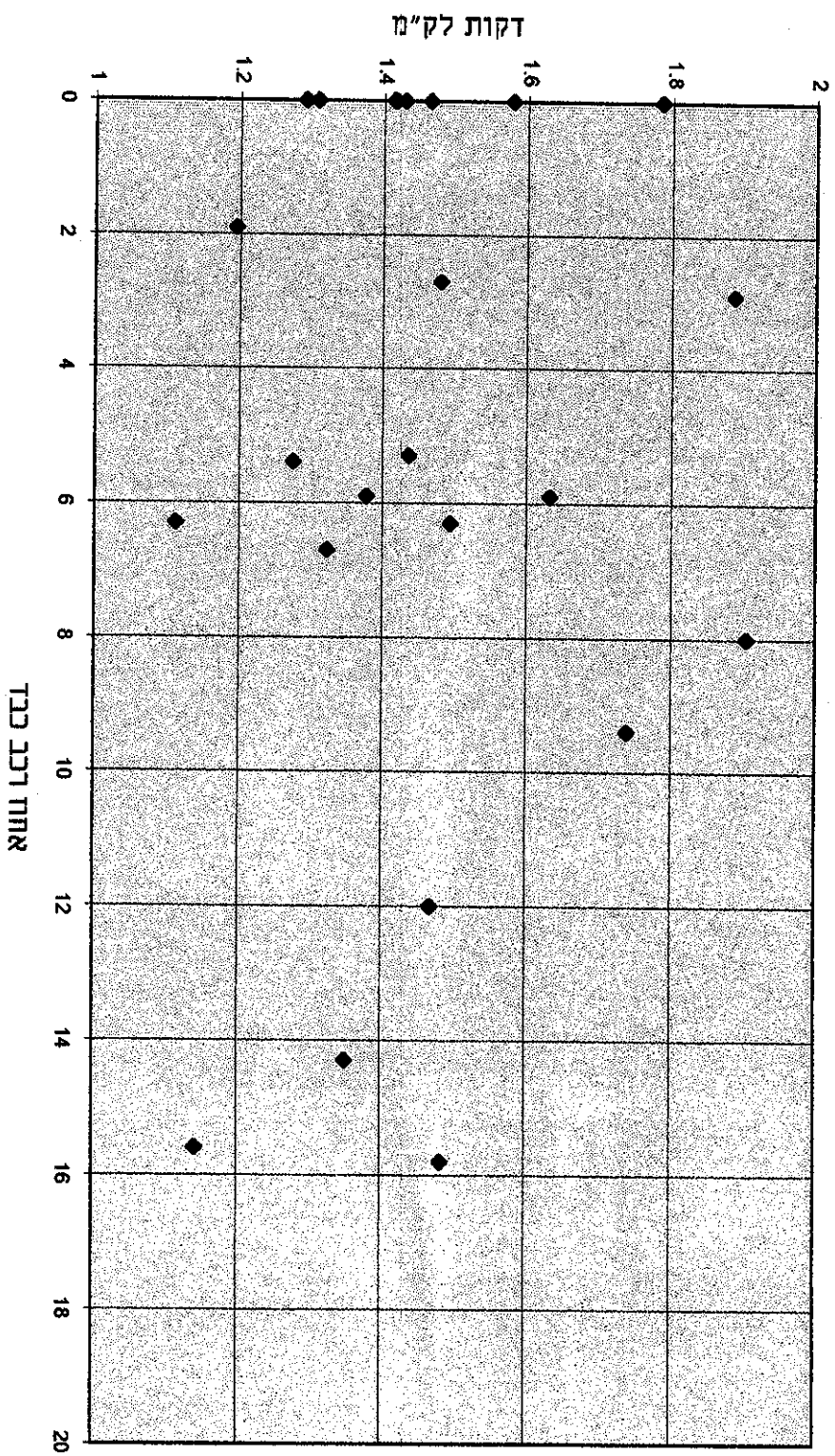


ציור מסמך 4.37: תצורת של זמן לק"מ לרכב קל לפי % רכב כבד באותו בי"מ

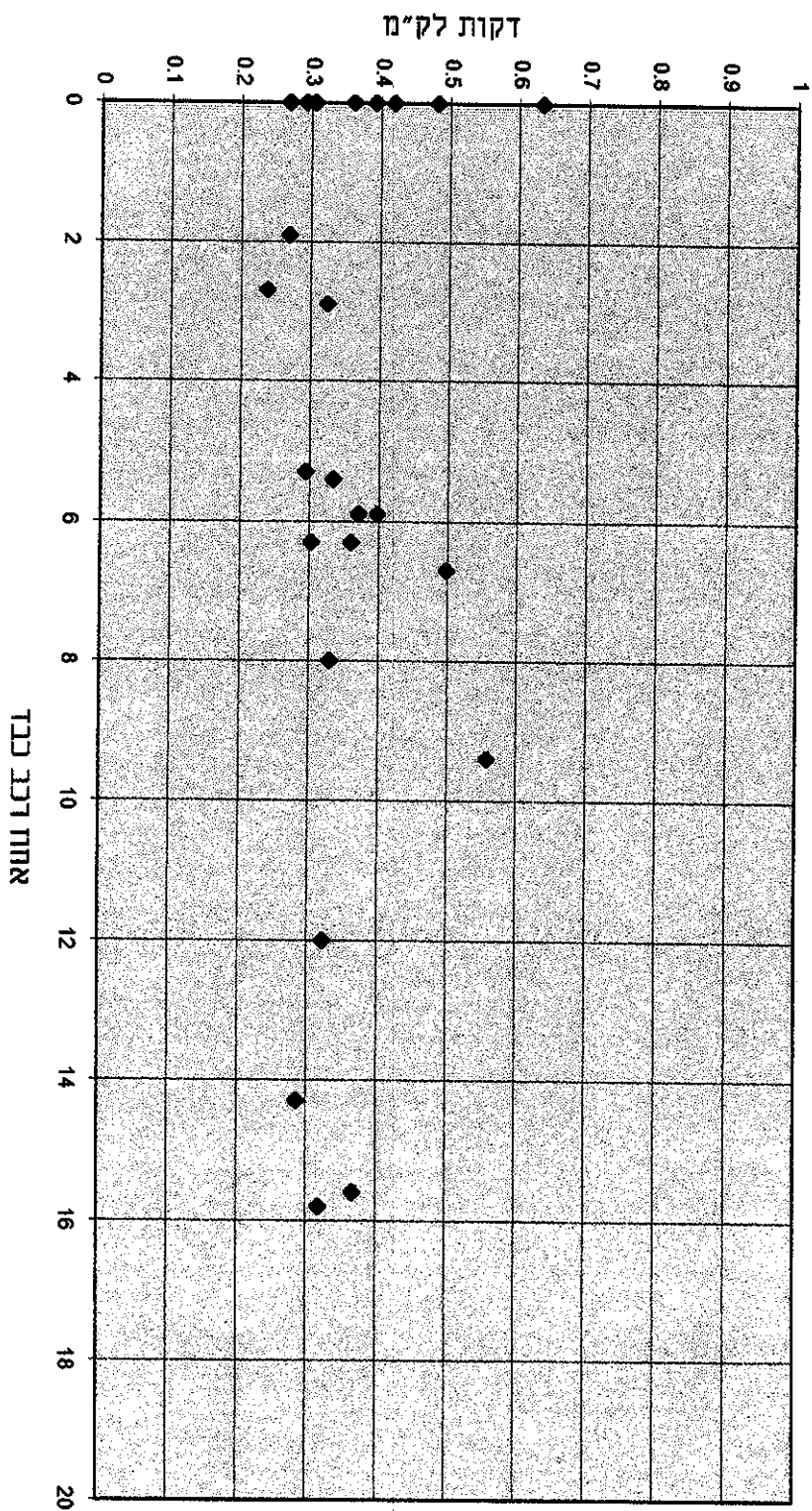




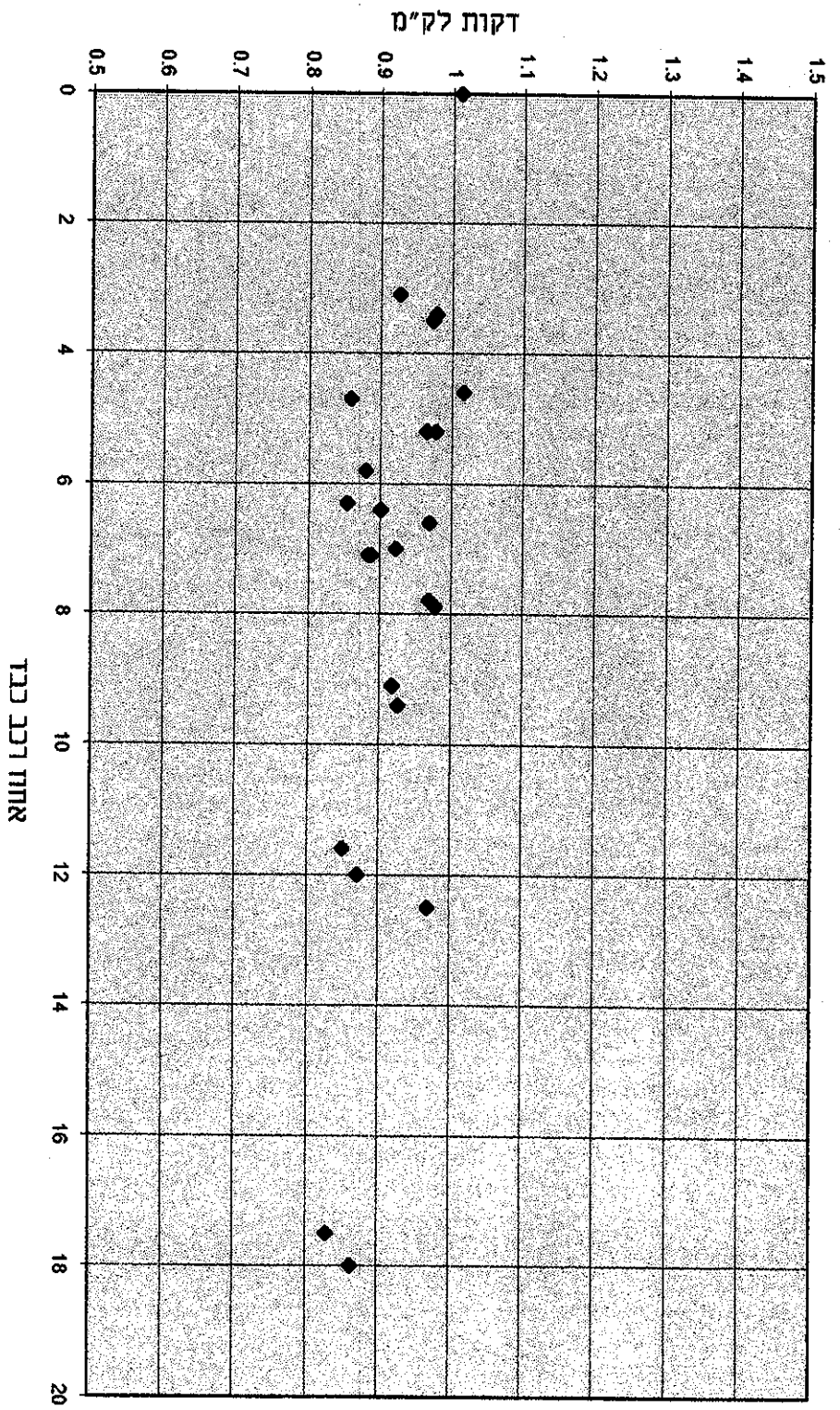
ציוד מספר 4.38 ממוצע של זמן לק"ס לרוב קל לפי % ורוב כבד נאחר בידים



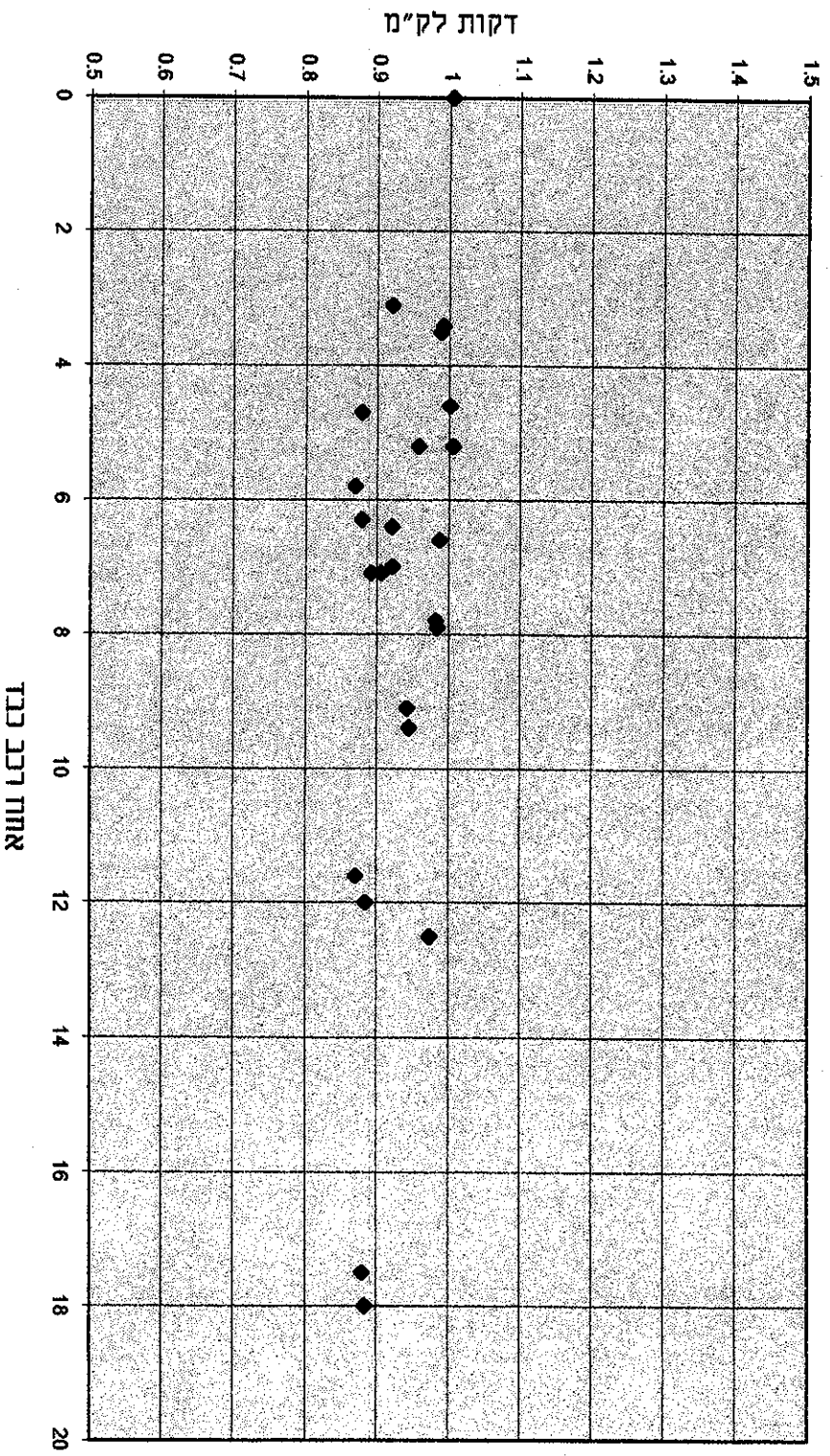
צירוד מספר 4.39: טסית חקן של זמן לקי"מ לרנב כנב באזור בידס



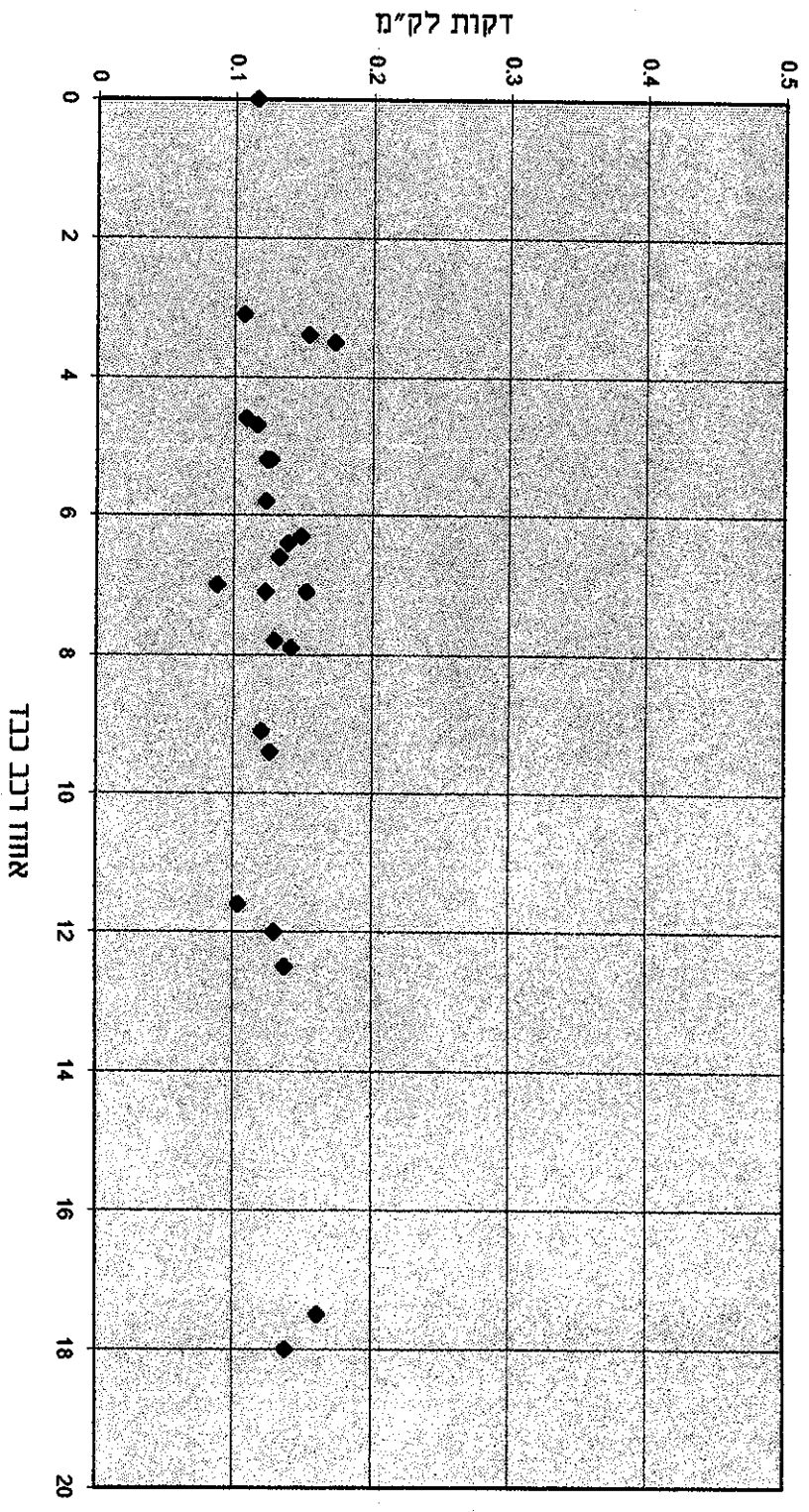
צירוד מסוד 4.40:4.40 של זמן לק"ט לדכב קל לפי % דכב ככד בארת דודי



צידוד מספר 4.41:ממוצע של זמן לק"ס לזכב קל לפי % זכב כבד באותו דוד

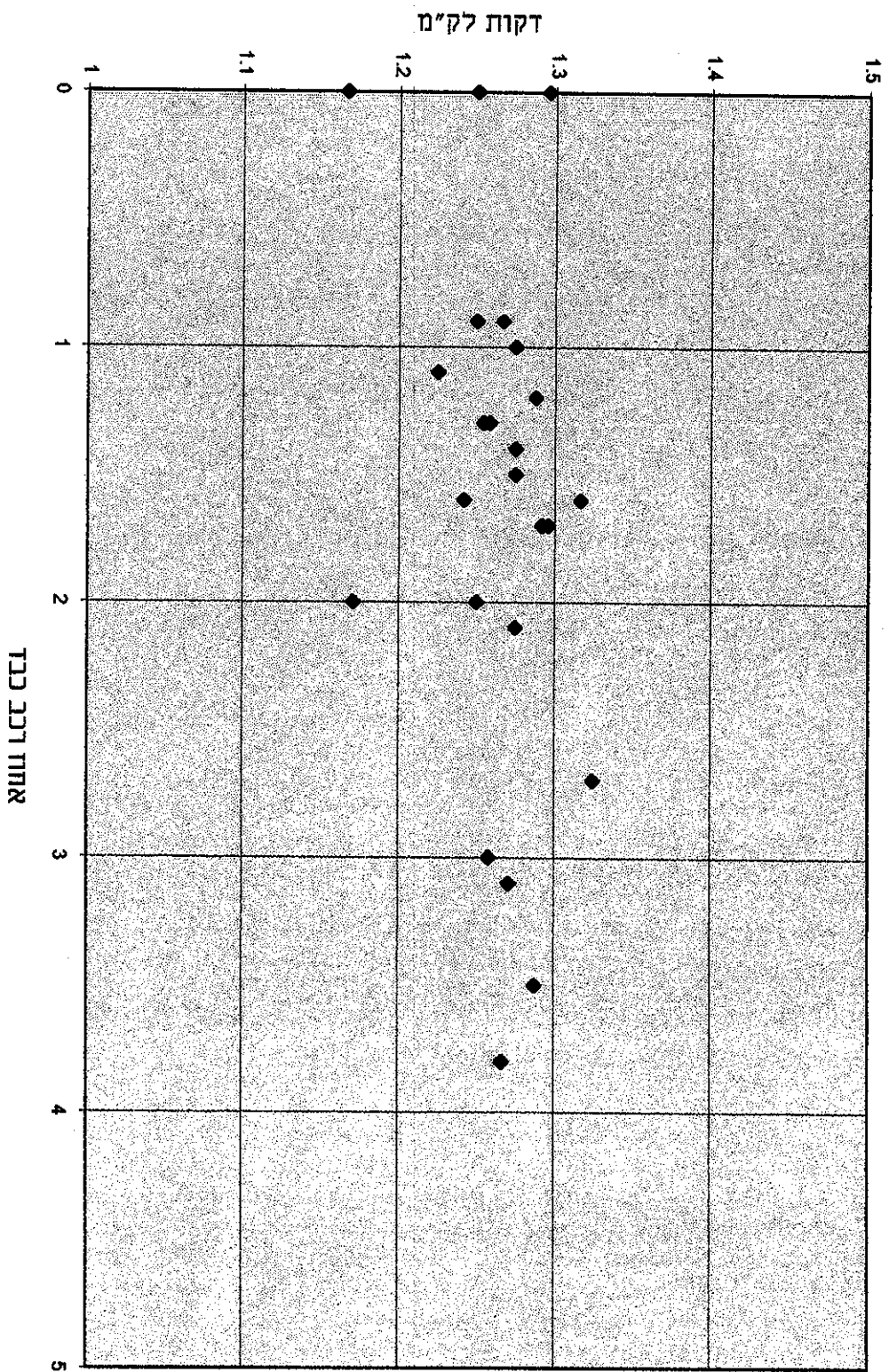


ציור מס' 1900:4.42 תיקן של זמן לק"ט לדכב קל לפי % דכב כבד באזור דוד

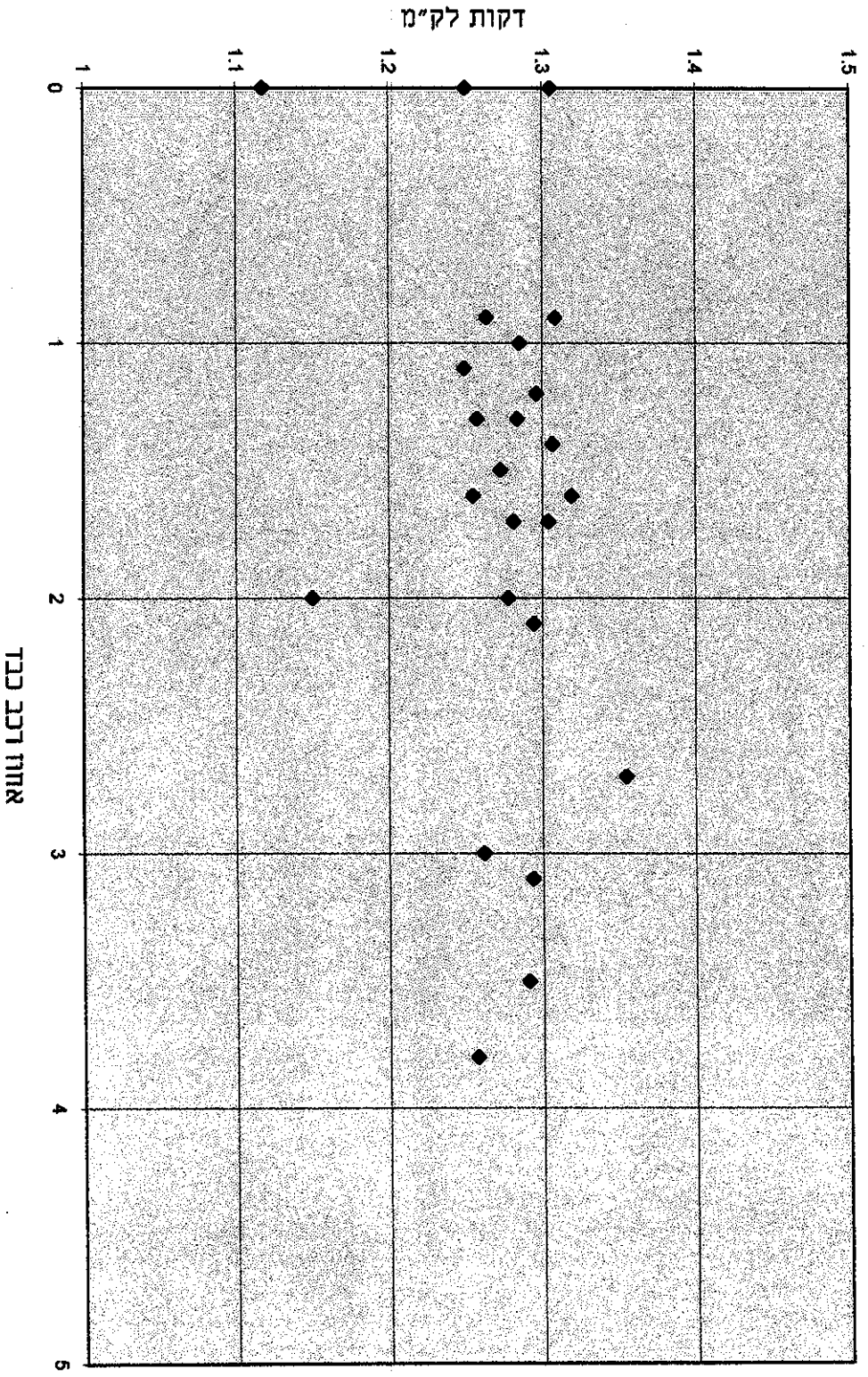




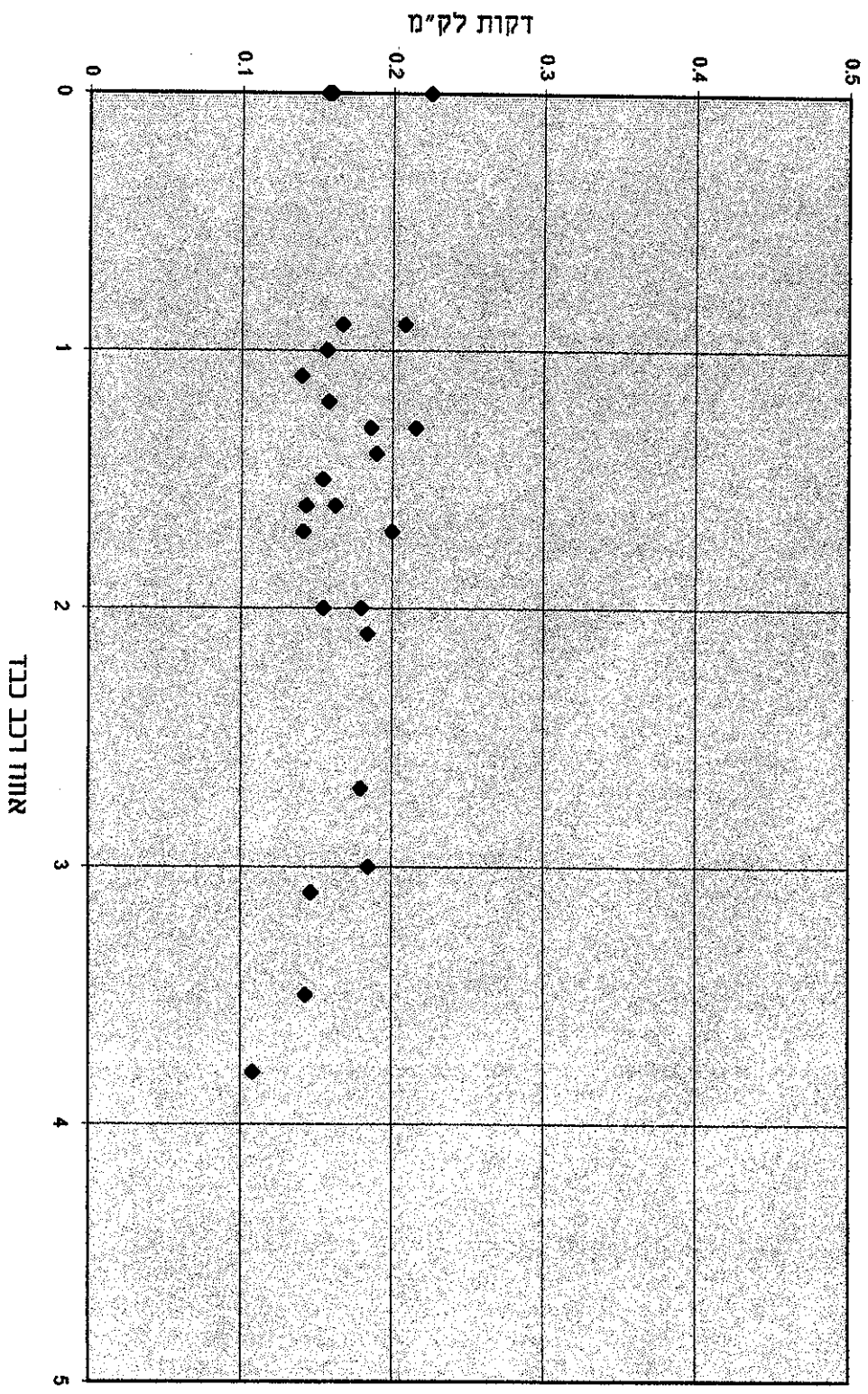
ציור מספר 4.43: תצויות של זמן לק"מ לרכב קל לפי % רכב כבד באותו פרט



צ׳יט מס׳ 4.44: מס׳ של זמן לק״ם לרוב קל לפי % וכב כבד באחר פוד׳

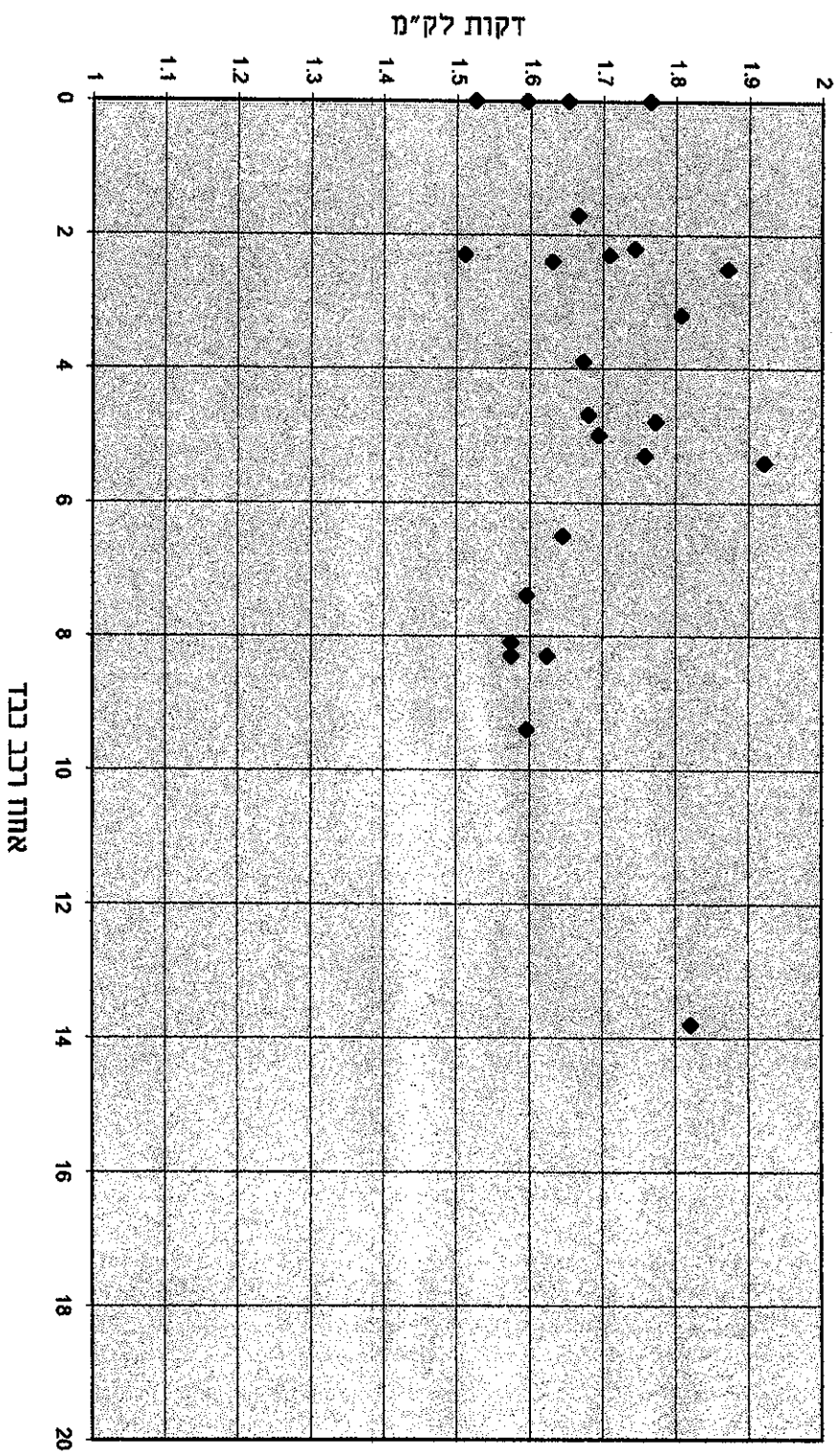


צילוד מספר 4.45:00:04 של ומו לק"מ לרוב קל לפי % רוב כבד נארר פרוד

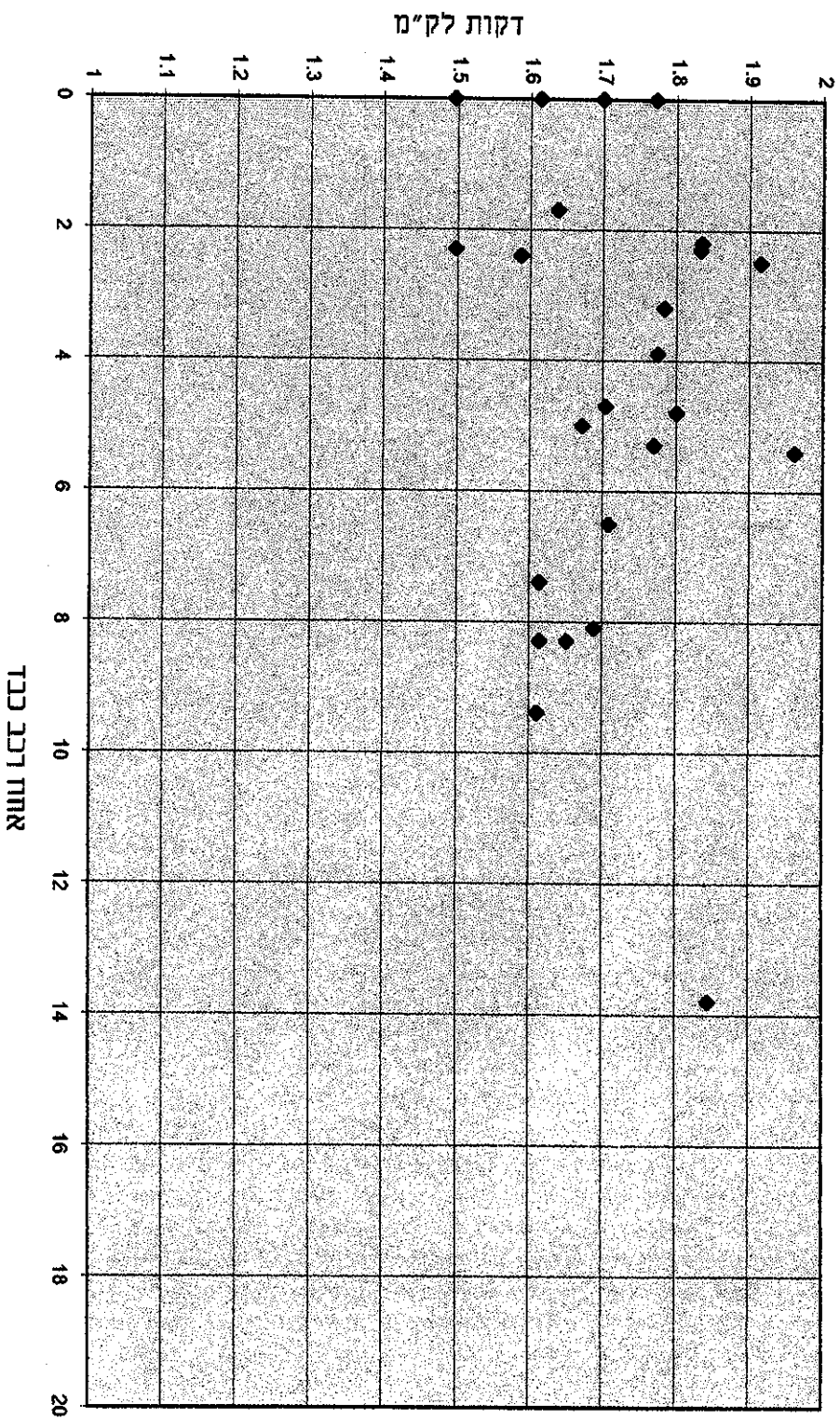




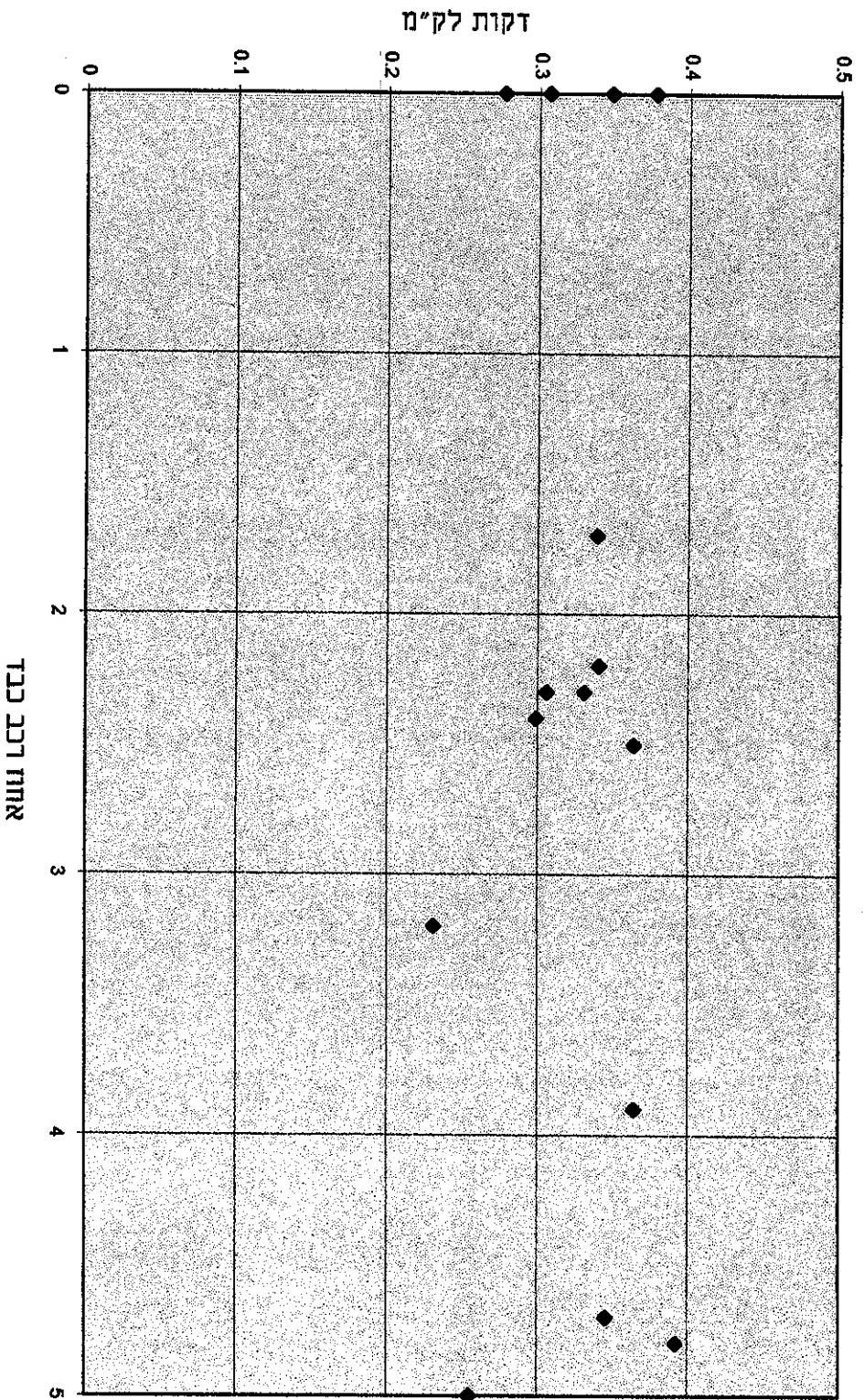
צירוד מספר 4.46: תוצייו של זמן לקי"ם לודכב קל לפי % רכב כבד גאתר שמיטיו



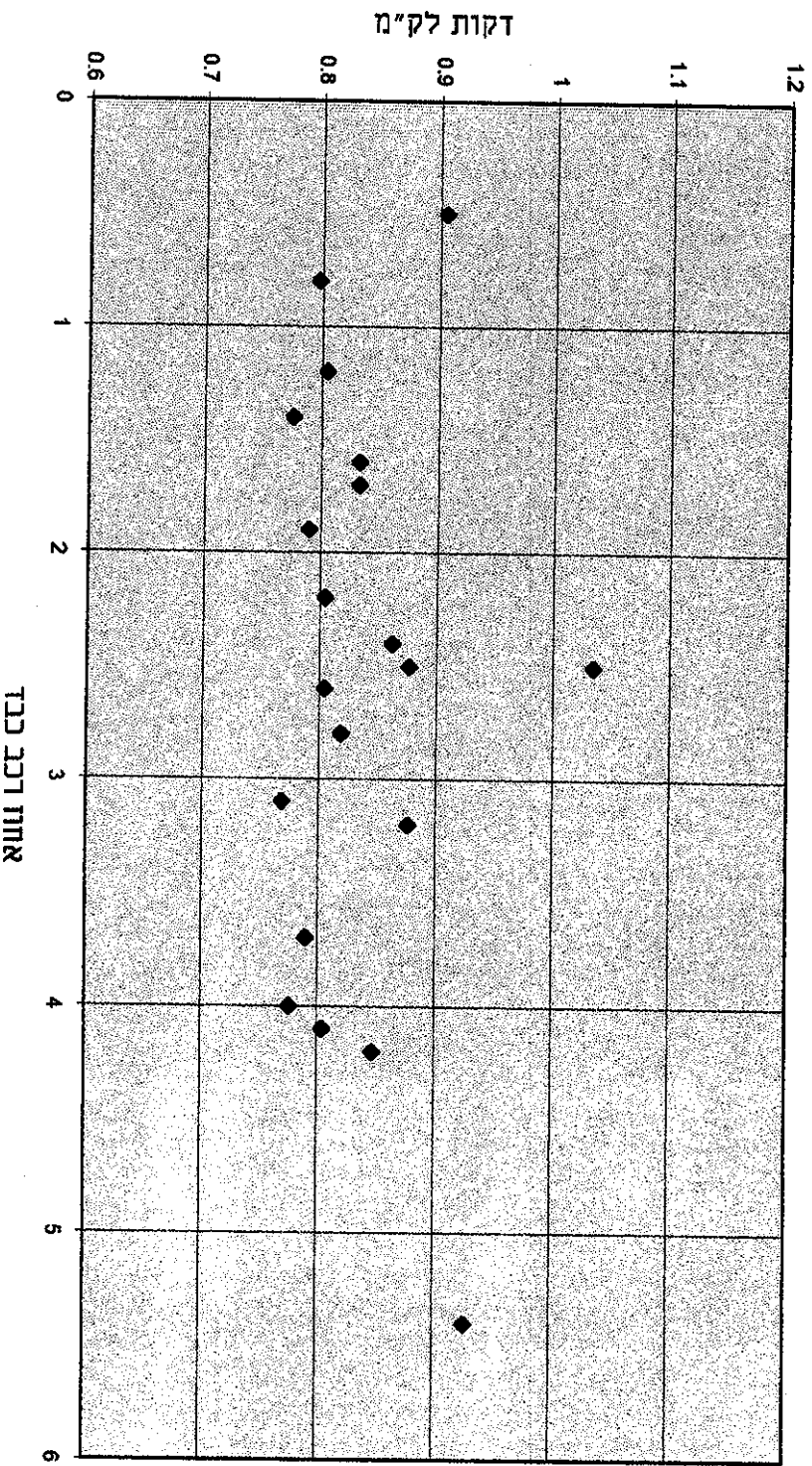
צירוף מספר 4.47: מסוציט של זמן לק"ס לידנב קל לפי % ריב כנב באחר שמשון



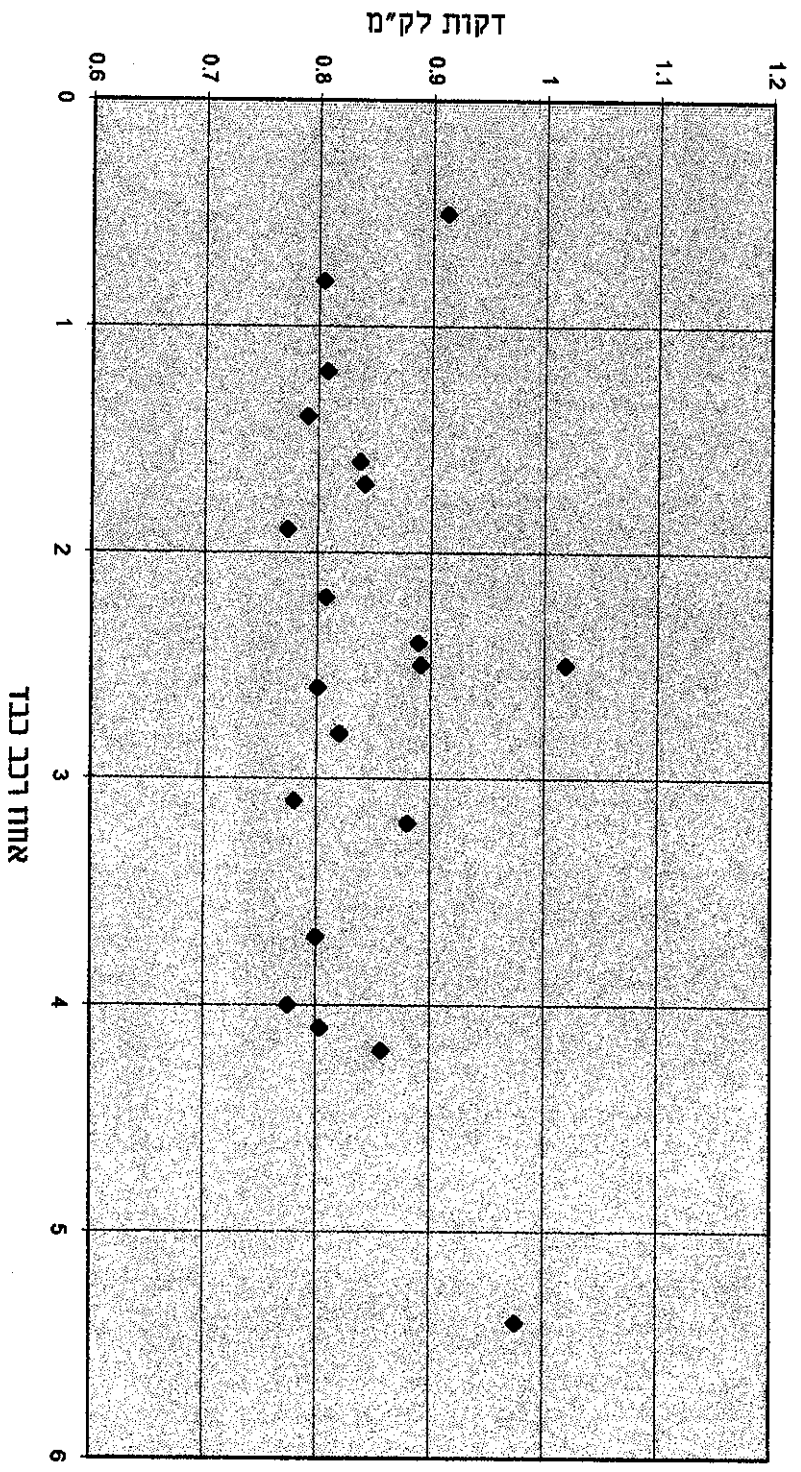
ציוד מס' 19004:4.48 תיקן של זמן לק"ס לדכב קל לפי % דכב כבד באחד שמשון



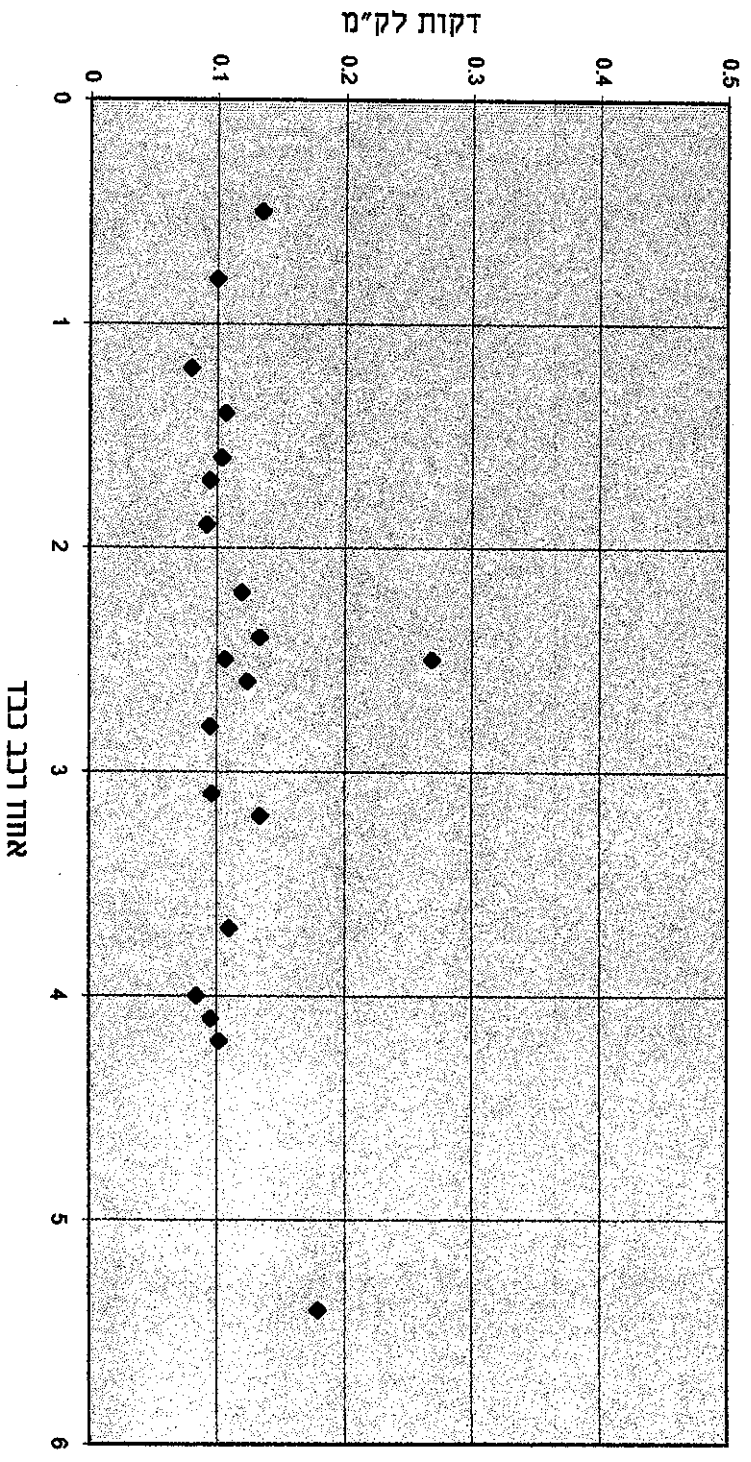
צירוף 4.49: של זמן לקי"מ לרכב קל לפי % ורכב כבד נאמד ליד אשכול



ציוד 4.50:ממוצע של זמן לקי"ם לדכב קל לפי % דכב כבד באחד לוי אשכול

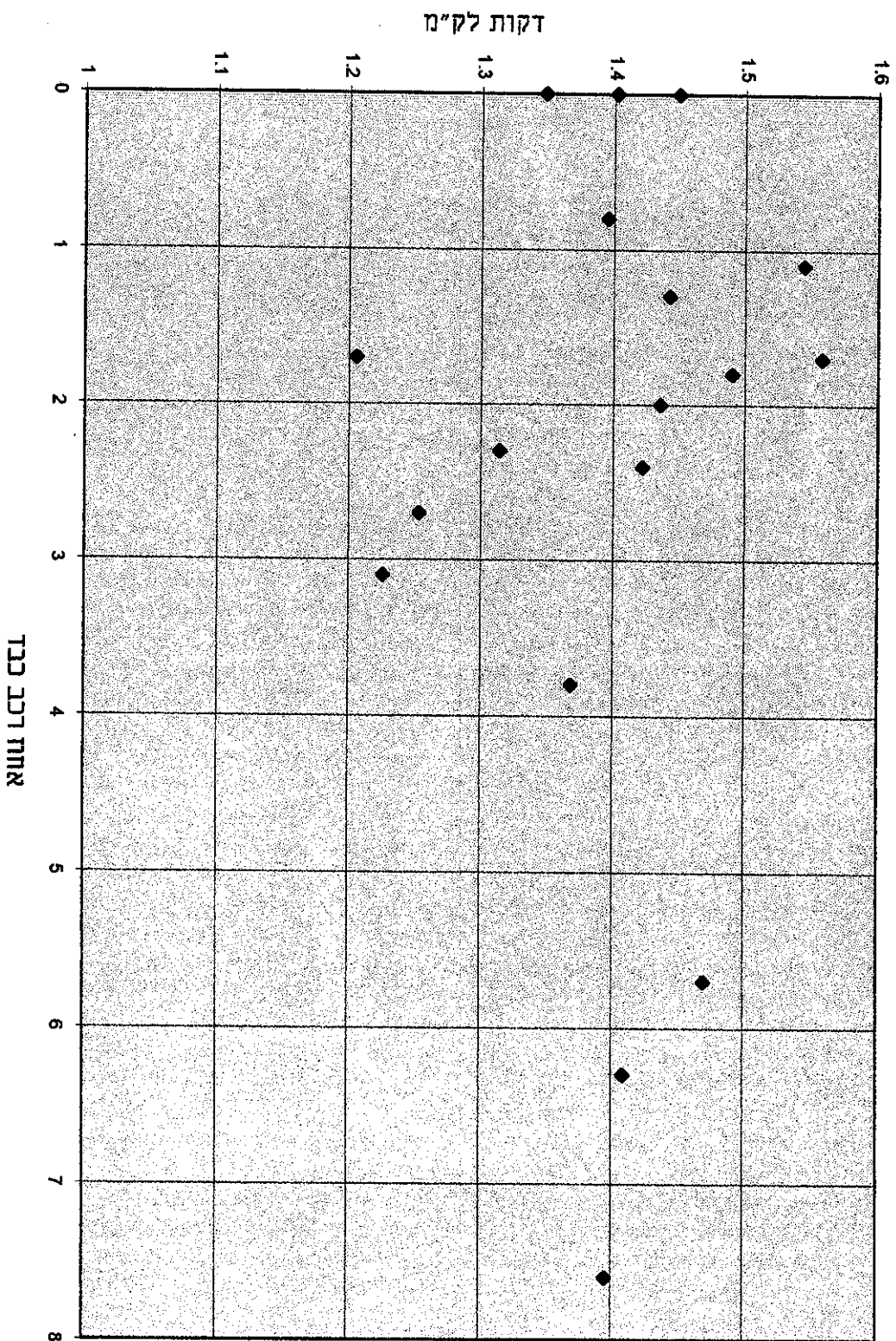


ציור 4.51: טעיית תקן של זמן לק"מ לדכב קל לפי % דכב כבד באחד לוי אשכול

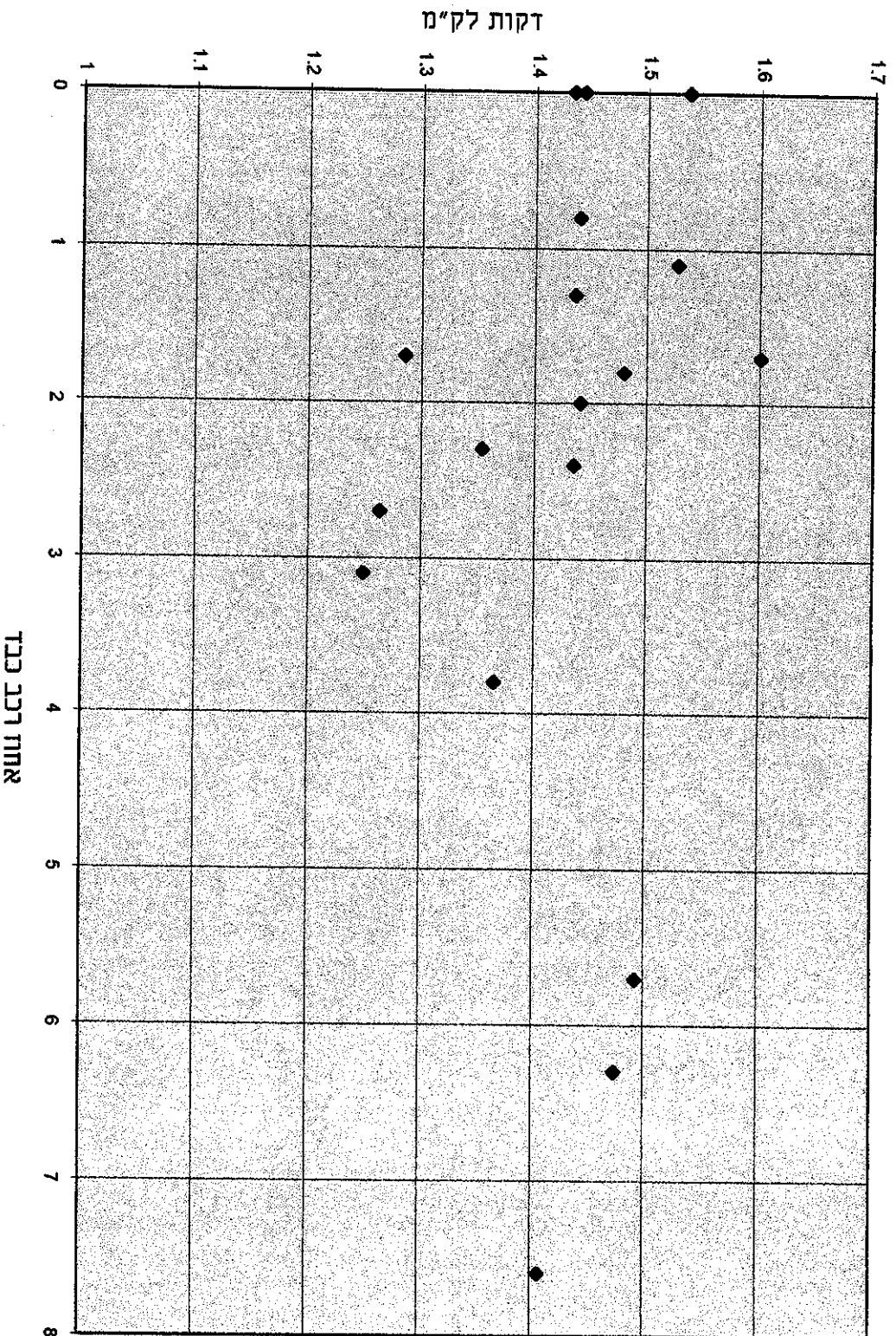




צירוף מספר 4.52: חציון של זמן לרכב קל לפי % רכב כבד באזור בני אפרים

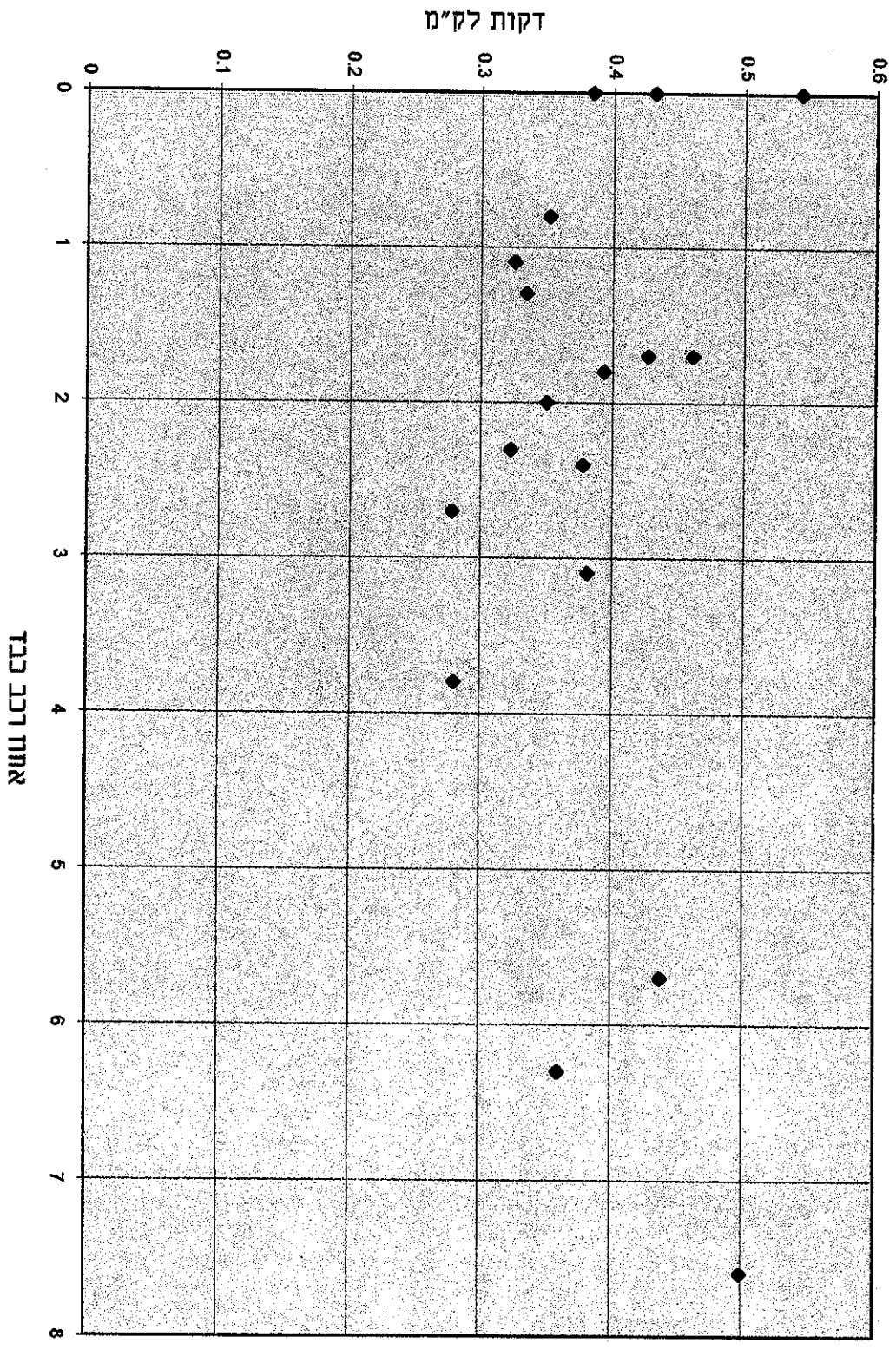


ציור מספר 4.53: ממוצע של זמן לדוב קל לפי % רוב כבד באתר בני אפרים

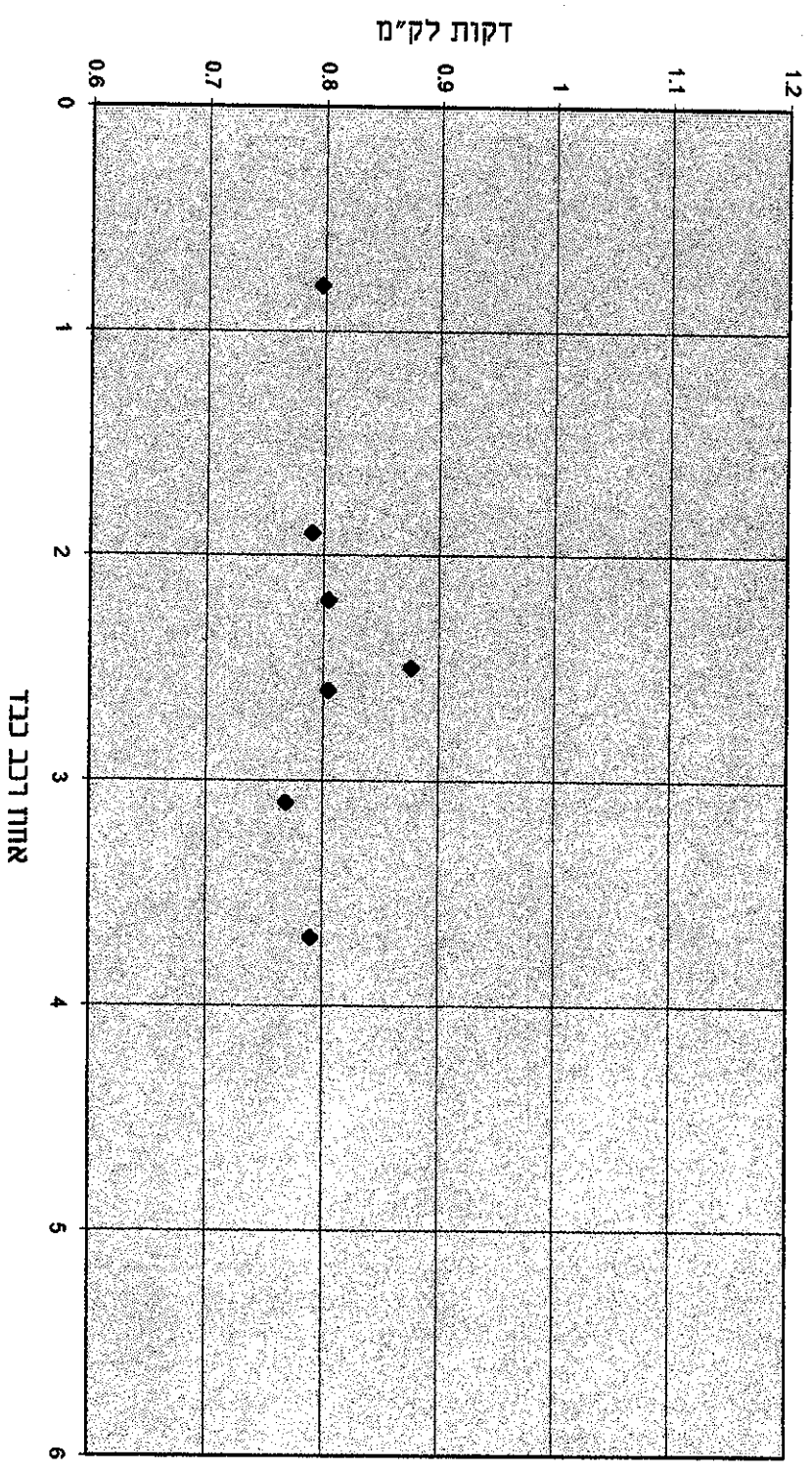




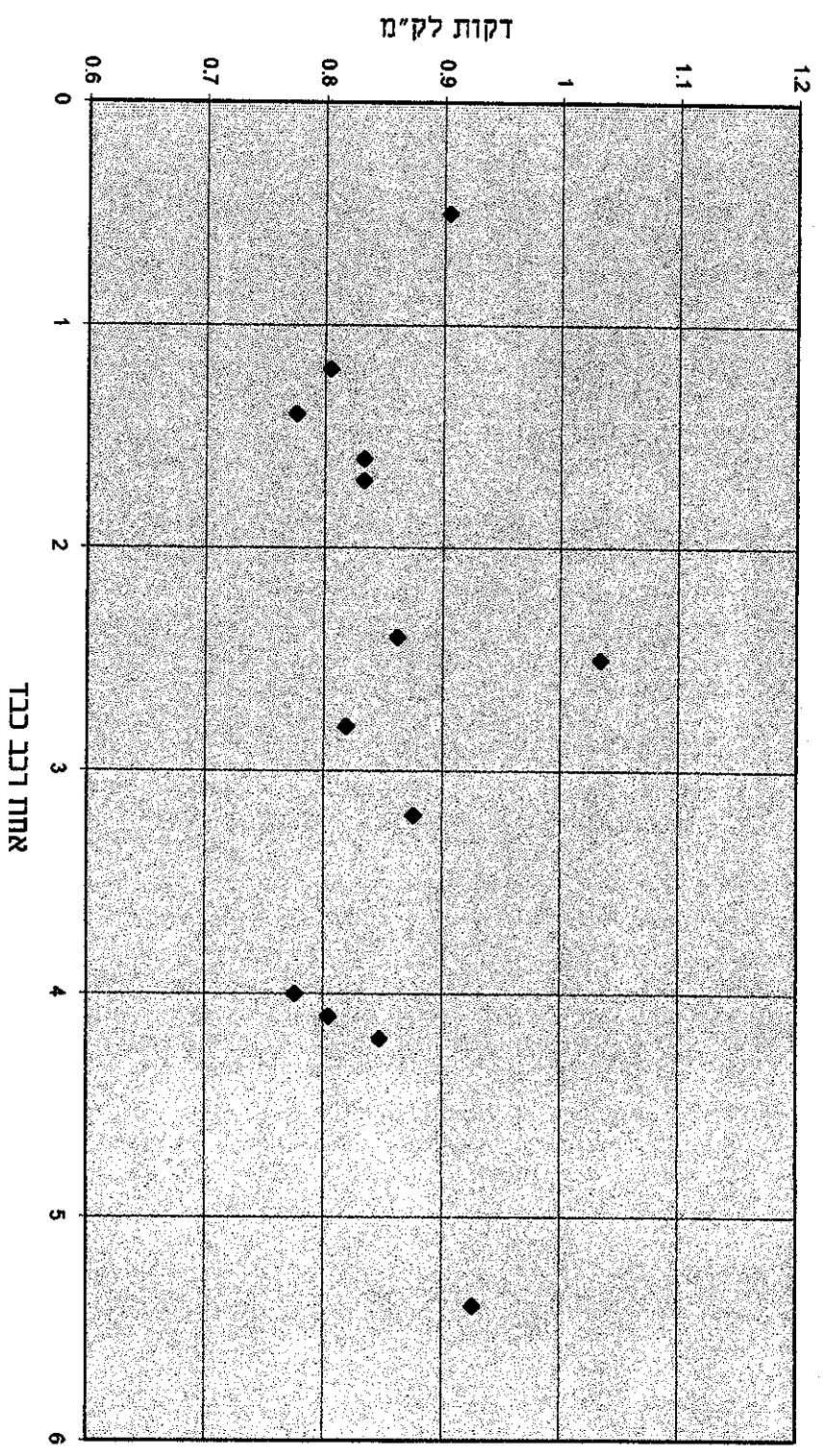
ציוד מסודר 4.54: מסתית תקן זמן לרכב קל לפי % רכב כבד באחור בני אפרים



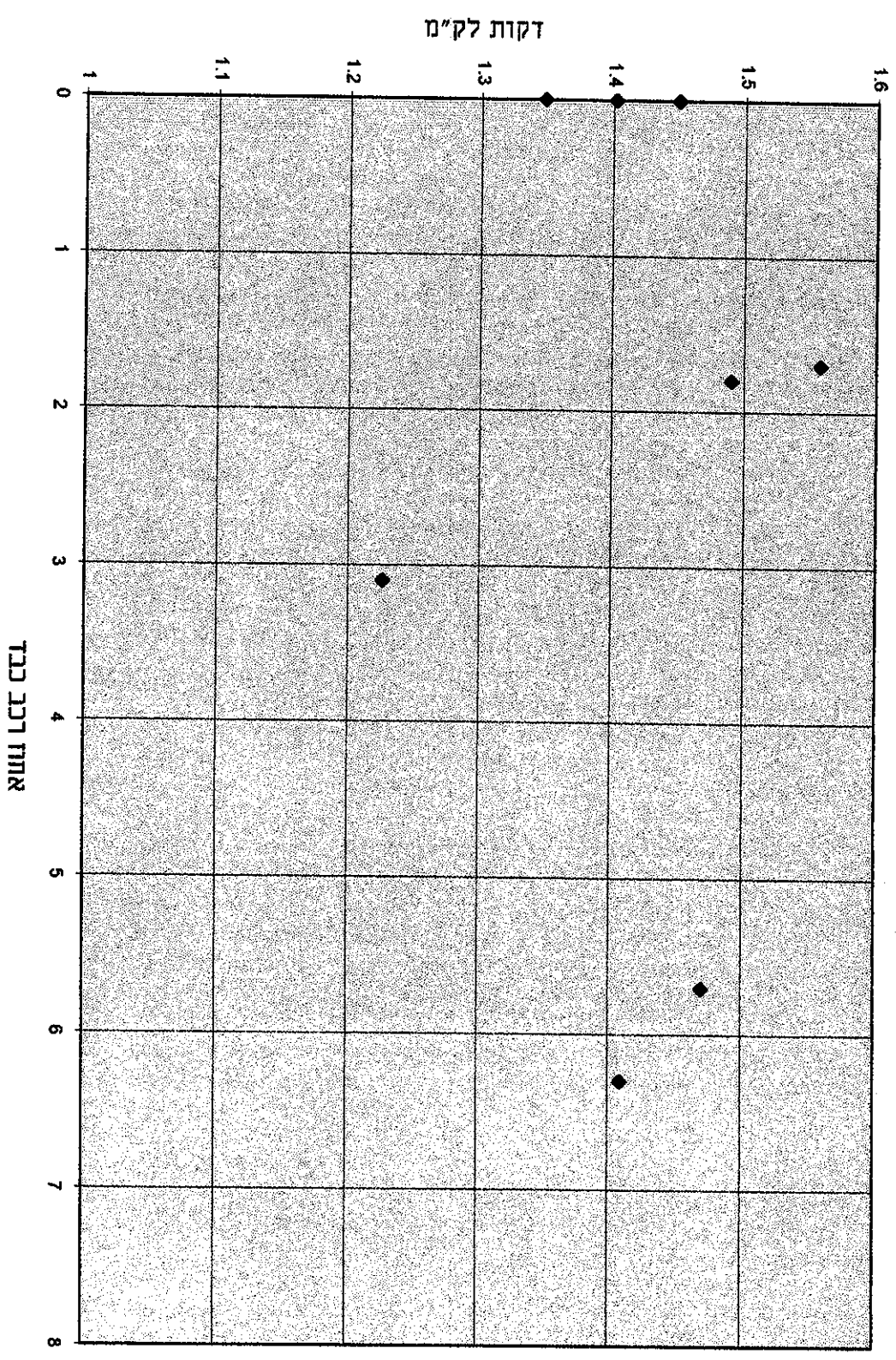
צירוד 4.55: חצייון של זמן לקימ לדכב קל לפי % רכב כבוד באחר לוי אשכול עבוד נפח תנועה עד 1500 כללי רכב בשעה



ציוד 4.56: חצייון של זמן לקי"מ לדכב קל לפי % דכב כבד באחר לוי אשכול עבוד נפח חנוניה מעל 1500 כלי דכב בשעה

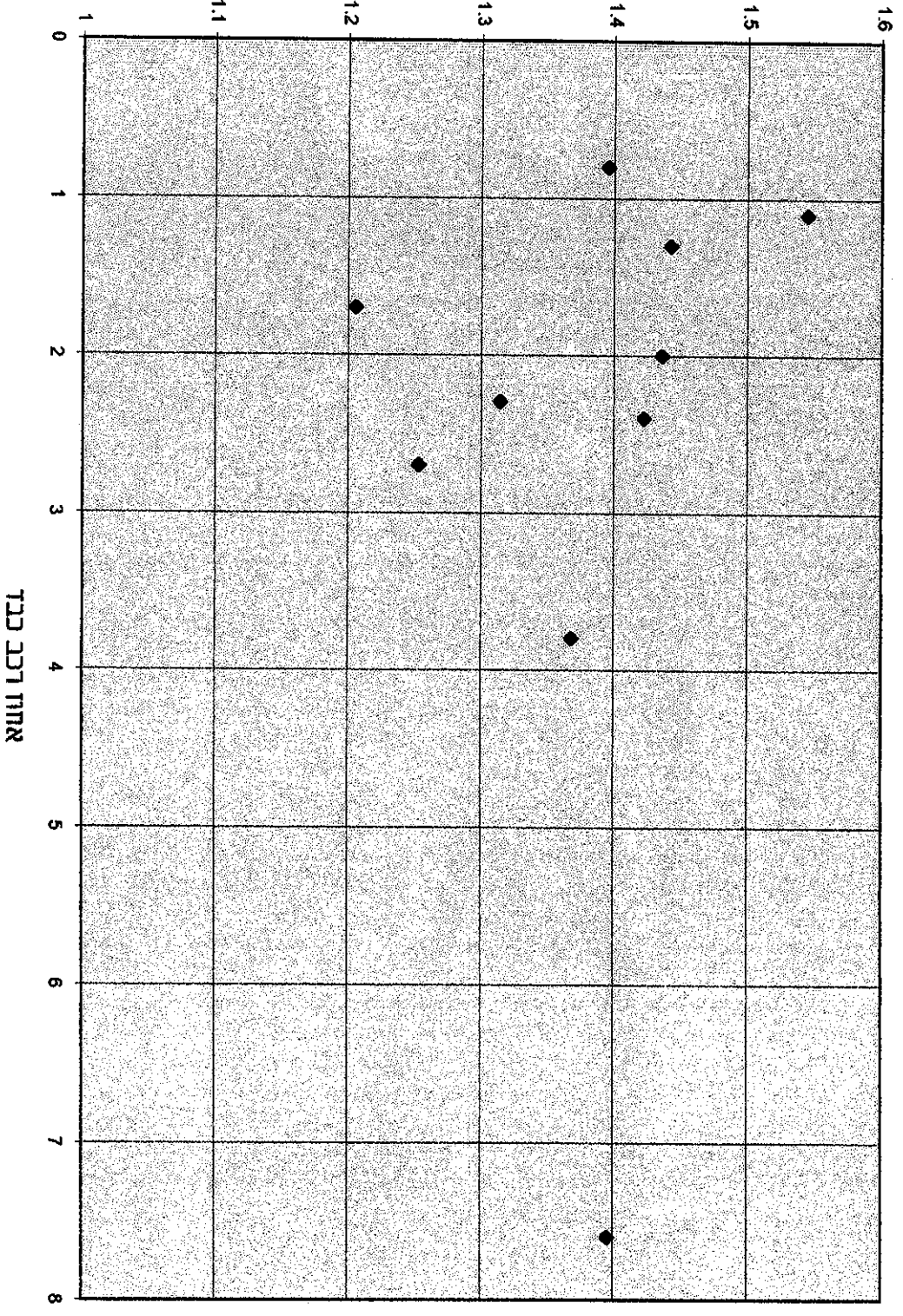


ציוד מספר 4.57:חציון של זמן לדכב קל לפני % רכב כבד באחד בני אפרים עבור נפח תנועה עד 1500 כלי רכב בשעה



ציוד מספד 4.58:תציון של זמן לדכב קל לפי % דכב ככד באזחז בני אפריד עכוד נפח חזוזנה מעל 1500 כלי דכב בשענה

דקות לק"מ



## 5. מסקנות מניתוח הנתונים

**בללי :** המסקנות להלן מתבססות על ניתוח סטטיסטי וגרפי של הנתונים. כל המבחנים הסטטיסטיים של הנתונים מאוששים באופן מובהק ובולט במסקנות אלה (ראה פרק 4).

1. קיימים הבדלים מובהקים בזמני הנסיעה בין האתרים השונים. בדרך זורי וברחי לוי אשכול הזמנים הם 0.95 ו-0.85 דקות לק"מ נסיעה ואילו בדרך אבא חושי ומוריה הזמנים הם 1.43 ו-1.74 דקות לק"מ בהתאמה. הבדלים אלה נובעים בראש וראשונה מקיום צמתים מרומזרים: בדרך אבא חושי ומוריה ומהעדר צמתים מרומזרים בדורי ולוי אשכול.
2. סטיית התקן של זמני הנסיעה גבוהה יחסית בדרך חושי, רחי' מוריה ודרך בני אפריים. לעומת זאת, בדרך זורי, ברחי' פרויד וברחי' לוי אשכול, סטיית התקן נמוכה יותר. גם היחס שבין סטיית התקן לממוצע נמוך יותר בשלושת האתרים האחרונים לעומת הראשונים. הבדלים אלה ניתן ליחס לקיום צמתים מרומזרים: בדרך אבא חושי ומוריה ודרך בני אפריים ומהעדר צמתים מרומזרים בדורי, פרויד ולוי אשכול.
3. לא נמצא שלנפת התנועה השפעה על זמן הנסיעה הממוצע, סטיית התקן או החציון. יש לזכור שטווח נפחי התנועה במדגמים השונים הוא מצומצם יחסית. כ-86% מהמדגמים נאספו בנפחי תנועה עד 1800 כלי רכב בשעה, וכ-70% עד 1200 כלי רכב בשעה. טווח זה של נפחים הוא נמוך מהקבולת (סביבות 3000 כלי רכב בשעה לשני נתיבים). זאת כנראה הסיבה שאין מבחינים בהארכת זמן הנסיעה עם הגידול בנפת התנועה.
4. זמן הנסיעה הממוצע של המשאיות גבוה יותר מזה של כלי הרכב האחרים. אולם, למרות, לא אובחנה תלות בין חציון זמן/ק"מ לרכב קל לפי אחוז רכב הכבד בשתי קטגוריות של נפת תנועה (מעל ומתחת ל-1500).

## 6. דיון והמלצות על הקמת בסיס נתונים

1. הצורך במידע - ממוצע ושונות זמני נסיעה בקטעי דרך חיוניים לצורך מעקב והערכת איכות זרימת התנועה, איתור מוקדי גודש ועיכובים, הכנה של תסקירים כלכליים להצדקת שיפורים הנדסיים וכו'. תכופות לא ניתן להסתפק רק בנתונים בחתך זמן מסוים אלא יש צורך בסדרה עתית לאורך תקופת זמן ארוכה.
2. הצורך בבסיס מידע - הקמה של בסיס מידע ואיסוף נתונים באופן שיטתי בהתאם לתוכנית מסודרת ותאפשר קבלת מידע מייצג בתוכי זמן ארוכים לצרכים מגוונים. הקמה של בסיס מידע תסייע בהעמקת השימוש בנתונים ובהפיכתו לעניין שגרתי.
3. איסוף נתונים מהיר ופשוט - איסוף הנתונים צריך להיות זול ומבוסס על מיכשור ואוטומציה.
4. חסרונות שיטת הדגימה הנכחית - השיטה שנוסתה בעבודה זאת (צילום ופענוח של סרטי וידיאו) היא שיטה עתירת כוח אדם ודורשת מאמצים רבים בצילום וניתוח הנתונים. בנוסף, שיטה זאת מאפשרת מדידה רק של כלי רכב שזוהו בשתי תחנות המדידה - אחוז כלי רכב אלה מסה"כ נפח התנועה עשוי להיות קטן. לא מומלץ להתבסס בעתיד על שיטה זאת.
5. הצעה לבדיקת שיטה חלופית לאיסוף נתונים - מומלץ לבחון ישימות ותקפות של שיטה לאמידת ממוצעי ושונות זמני נסיעה המבוססת על שימוש בנתונים מחתך רוחב של דרך. היתרון הגדול באיסוף נתונים מחתך רוחב הוא בזמינות מיכשור ובקלות איסוף הנתונים. הבחינה הנדרשת תתייחס לתכנים הבאים:
  - א. קשרי הגומלין בין נתוני המהירות בחתך של דרך לזמני נסיעה בקטע דרך.
  - ב. מספר עמדות המדידה הדרושים כדי לאמוד את הממוצעים והשונות של זמני הנסיעות בקטעי דרך עם מאפיינים תנועתיים וגיאומטריים שונים.לאחר ביצוע בדיקות אלה, ניתן יהיה לכייל מודל שיאפשר אמידת פרמטרים של זמני נסיעה מתוך נתונים של חתך רוחב.



## מראי מקום

- המכון הישראלי לתכנון ומחקר ותחבורה, 1971. מהירות נסיעה וזמני עיכובים תל-אביב. דו"ח מס' 5.
- המכון הישראלי לתכנון ומחקר ותחבורה, 1974. סקר מהירויות ועיכובים חיפה, יוני 1973. דפי אינפורמציה מס' 27.
- המכון הישראלי לתכנון ומחקר ותחבורה, 1975. סקר מהירויות ועיכובים ברכב לא ציבורי בירושלים. דפי אינפורמציה מס' 25.
- רוזינר, חנוך, 1971. שיטות למדידת מהירות נסיעה ועיכובים. המכון הישראלי לתכנון ומחקר ותחבורה, מס' 7.
- Branston, David, 1976. "Link Capacity Functions: A Review". Transport Research, 10: 223-236.
- Fowkes, A.S., 1983. "The Use of Number Plate Matching for Vehicle Travel Time". Transportation Planning Methods. PTRC 11th Summer Annual Meeting, VI P243: 141-148.
- Feeman, Fox and Associates, 1972. Speed/Flow Relationships on Suburban Main Roads. Road Research Laboratory, London.
- Hensher, D.A., 1972. "The Consumer's Choice Function: A Study of Traveler Behaviour Values". Ph.D. Thesis, School of Economics, University of New South Wales, Kensington, N.S.W.
- Johnston, R.H., 1988a. "Some Mechanisms of Speed Similarity in Urban Areas: 1. The Similarity of Observed "door-to-door" Speeds". Traffic Engineering and Control. pp.6-9.
- Johnston, Johnston and Conover (1981), "A comparative study of tests for homogeneity of variances with applications to the outer continental shelf bidding data", Technometrics, 23, pp.351-361.
- Johnston, R.H., 1988b. "Some Mechanisms of Speed Similarity in Urban Areas: 2. The Stability of Observed Road Speeds". Traffic Engineering and Control. pp.72-75.



May, A.D. and F.O. Montgomery, 1983. "Travel Time Monitoring in Urban Areas". Transportation Planning Methods. PTRC 11th Summer Annual Meeting, VI P243: 129-140.

Montgomery, F.O. and A.D. May, 1987. "Factors Affecting Travel Times on Urban Radial Routs". Traffic Engineering and Control, pp.452-458.

Richardson, A.J., 1974. "Car-Pooling for the Journey to Work", Proc. 7th Australian Research Board Conference 7(2): 365-383.

Richardson, A.J. and M.A.P. Taylor, 1978. "Travel Time Variability on Commuter Journeys". High Speed Ground Transportation Journal. 12(1): 77-99.

"Traffic Measurement Methods for Urban and Suburban Areas". A Report Presented by an OECD Road Research Group, March 1979. in Road Research.