

נובמבר, 2021

בחינת הצורך בכביש נפרד לתחבורה ציבורית (מת"צ) בתוואי נתניה-פולג-שפיים

מאת:

פרופ' אבישי פולוס - הנדסת תחבורה

פרופסור אבישי פולוס – הנדסת תחבורה *AP* Prof. Abishai Polus – Transportation Engineering

• מחקר • יעוץ • בטיחות • חוות דעת • Expert Opinions • Safety • Consulting • Research

רחוב תרשיש 5, ת.ד. 4324, קיסריה, 38900

נייד: 3646-567-052

Email1: polus@technion.ac.il Email 2: apnp1000@gmail.com

פרופ' אמריטוס אבישי פולוס

ביוגרפיה מקוצרת

פרופ' אבישי פולוס הוא פרופסור אמריטוס להנדסה אזרחית (תחבורה) בפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, היחידה להנדסת תחבורה וגיאו-אינפורמציה בטכניון, מכון טכנולוגי לישראל, שם היה חבר סגל בין השנים 1976-2013. הוא סיים לימודיו בטכניון (תואר ראשון בהנדסה אזרחית, 1967) ובאוניברסיטת Northwestern בארה"ב (מגיסטר ודוקטורט בהנדסת תחבורה ב-1973 ו-1975). עד לאחרונה היה פרופסור מן המניין בטכניון. כיום הוא עוסק ביעוץ ובמחקר בתחומים של הנדסת תחבורה. תחומי עיסוקו כוללים תשתיות תחבורה, כגון כבישים, צמתים ומחלפים; וגם מאפייני זרימת התנועה כולל נושאים של קיבולת, גודש, השתזרות, רמות שרות וכדומה. כמו כן הוא פתח מודלים משמעותיים לקשרים בין התשתיות, תוואי הכביש והגיאומטריה ונושאי בטיחות ותאונות דרכים.

בנוסף לשלל תפקידים אקדמיים שמילא במהלך עבודתו בטכניון, היה גם סגן הדיקן ללימודי מוסמכים ולמחקר של הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית וגם היה ממונה על המילגות והענקת הפרסים לתזות מצטיינות במסגרת הלימודים לתוארים מתקדמים בפקולטה. פרופ' פולוס הנחה 54 סטודנטים לתוארים מתקדמים (מגיסטר ודוקטורט בהנדסת תחבורה) וכתב כ-100 מאמרים בירחונים מבוקרים בנוסף לדוחות מחקר רבים. הוא עוסק עדיין בכתיבת מאמרים.

בנוסף לעבודתו בטכניון, פרופ' פולוס זכה גם להכרה בינלאומית רבה והוזמן במהלך השנים גם כפרופ' אורח למספר אוניברסיטאות אמריקאיות מהשורה הראשונה בתחומי התחבורה: West Virginia University, North Western University, Texas A&M University and University of Delaware. כמו כן היה פרופ' אורח בקנדה ב-University of Manitoba. במסגרת עבודתו באוניברסיטאות אלו עסק במחקר וגם בהרצאות ובהדרכת סטודנטים לתוארים מתקדמים. בנוסף הנו פעיל ומציג את מחקריו בכנסים בינלאומיים שונים, במיוחד בכנס השנתי המרכזי בתחום התחבורה של TRB (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine – Transportation Research Board).

במסגרת זו של TRB, פרופ' פולוס היה חבר במספר ועדות קבע שלהם כגון הועדה על Low Volume Roads (בועדה מתמדת זו הוא עדיין פעיל), או הועדה שדנה ב-Operational Effects of Geometrics ובנוסף היה חבר בועדה המארגנת של כנסים בינלאומיים אחדים. לאחרונה למשל, הכנס הבינלאומי ה-11 על Low Volume Roads שנערך בפייטסבורג בשנת 2015. במסגרת כנס זה היה פרופ' פולוס יושב הראש של סדנת עיון (Workshop) שעסקה באספקטים בטיחותיים של דרכים. במסגרת פעילותו ב-TRB מקבל פרופ' פולוס, גם בתקופה האחרונה פרקי טיוטה למתן הערות לספר הנחיות חדש בהנדסת תחבורה (HCM – Highway Capacity Manual).

פרופ' פולוס עסק במשך השנים גם בפרוייקטים הנדסיים מעשיים, בנוסף לפעילותו האקדמית - בישראל ובארה"ב. במסגרת שרותו הצבאי קיבל תואר "מודד מוסמך" והיה קצין הבינוי של אגף המודיעין ועסק בנושאי הנדסה אזרחית, הקשורים לחיל זה, כולל גם בשרותו במילואים, שם הגיע לדרגת רס"ן. בארץ, עסק ביעוץ לפרוייקטים שונים וגם שימש פעמיים כבורר ויועץ של בית המשפט המחוזי (המחוזי בנצרת והמחוזי בת"א) בהקשר של סכסוכים עתירי ממון הקשורים לפרוייקטים של הנדסה אזרחית. בארה"ב עבד תקופה מסוימת כנשיא של מחלקת התחבורה בחברה הנדסית בשיקגו ועסק בעיקר בפרוייקטים גדולים של כבישי אגרה. בנוסף, הוזמן להעביר קורסים מעשיים בהנדסת תחבורה למהנדסים אמריקאיים; למשל, ימי השתלמות של מחלקות התחבורה של מדינות שונות שם, כגון: Delaware, New Jersey, Maryland. גם בארץ העביר פרופ' פולוס השתלמויות רבות, למשל למהנדסים של מ.ע.צ., (שמה כיום "חברת נתיבי ישראל") בנושאים שונים של חידושים בהנדסת תחבורה.

תוכן העיניינים

- פרופ' אבישי פולוס – ביוגרפיה מקוצרת. -- עמ' 1
- תוכן העיניינים -- עמ' 2
- תקציר -- עמ' 3

- 1. הקדמה והרקע לעבודה. -- עמ' 7
- 2. תמיכתי בתחבורה הציבורית. -- עמ' 9
- 3. המקובל בעולם. -- עמ' 10
- 4. המקובל בארץ והנחיות רלוונטיות. -- עמ' 11
- 5. הערות מקדימות:
- רוחב הנתבי ורוחב השוליים בתכנון המוצע וההשפעה על השטח הדרוש. -- עמ' 12
- 6. ההתייחסות לכביש (מת"צ) המוצע החדש בתמ"א 42 ותת"ל 65. -- עמ' 18
- 7. ההסברים הסטטוטוריים לרעיון הכביש החדש ובחינה האם הם מוצדקים. -- עמ' 20
- 8. הצדק תנועתי בדו"ח של חברת גיאופרוספקט. -- עמ' 22
- 9. הפרויקט המתוכנן של תוספת "הנתיבים המתחלפים" המהירים. -- עמ' 23
- 10. הפרויקט המתוכנן של שילוש מסילות הרכבת. -- עמ' 24
- 11. חיזוי התנועה לעתיד במסדרון נתניה שפיים תל אביב. -- עמ' 26
- 12. חישובי קיבולת בשעות השיא בבוקר, הכוון לדרום. -- עמ' 30
- 13. השפעת קטעי ההשתזרות על מספר הנתיבים. -- עמ' 34
- 14. האם כמות האוטובוסים הצפויה במסדרון נתניה-שפיים מצדיקה מת"צ. -- עמ' 35
- 15. מהפכת הרכבים האוטונומיים תשפר את איכות הזרימה ותפחית הצורך במתצ עמ' 36
- 16. הערות לעיניין קצהו של המת"צ המיועד באזור הדסים. -- עמ' 38
- 17. הערות לעיניין שפור הקיבולת של כביש 2 על ידי שפור הגיאומטריה. עמ' 40
- 18. אפשרות לשדרוג ושפור מחלף פולג והשפעה הדרמטית על זרימת התנועה. -- עמ' 42
- 19. סיור בשטח המת"צ המיועד וההשפעה הסביבתית. -- עמ' 46
- 20. סיכום. -- עמ' 52

בחינת הצורך בכביש נפרד לתחבורה ציבורית (מת"צ) בתוואי נתניה-פולג-שפיים

מאת:

פרופ' אמריטוס אבישי פולוס - הנדסת תחבורה

תקציר

Abstract

מטרת חוות הדעת המוצגת בדו"ח זה היא לבדוק את הנחיצות וההצדק למסלול (כביש) תחבורה ציבורית (מת"צ) במסדרון נתניה-שפיים, דרך ביצות הפולג. במהלך הדו"ח, כחלק אינטגרלי מהבדיקה, מוצעות בחוות הדעת גם מספר הצעות גיאומטריות-תנועתיות-בטיחותיות, לשפור הזרימה על כביש 2 ולהגדלת הקיבולת שם.

למען הסר ספק יש להדגיש שאני תומך ברעיונות שנותנים עדיפות לתחבורה ציבורית; ובתנאי שיהיו מגובים בבדיקה מעמיקה של התועלות הצפויות לציבור וכדאיותם תעלה על הנזקים שעלולים להגרם בגינם. בנוסף, ברצוני להדגיש את הערכתי לחברות ולגופים הרציניים והמכובדים המוזכרים בדו"ח זה. ההערות שלי מתבססות על ניסיוני רב השנים ומתייחסות אך ורק לניתוח או אלמנטים מקצועיים וספציפיים, הן בהקשר הגיאומטרי והן התנועתי, כפי שראיתי בתוכניות, בדו"חות שנמסרו לי, או התרשמתי מהסיוור שערכתי בשטח הנדון.

אני גם חייב לציין שהשם "מסלול" במילה מת"צ הוא שגוי, כיון שמסלול הינו קבוצת נתיבים לכוון אחד בתוך כביש עם שני מסלולים או יותר. אף על פי כן יודגש, שאנו עוסקים בכביש האמור להיות מיועד אך ורק לתחבורה ציבורית.

ברם, תמ"א 42, תכנית המתאר הארצית לתשתיות התחבורה היבשתית, מאפשרת, בין השיטין, בהקשר למת"צ הנדון גם נסיעה של כלי רכב אחרים - כגון מכוניות פרטיות עם מספר נוסעים שלא הוגדר. המספר אמור להיקבע על ידי המפקח על התעבורה במשרד התחבורה – כלומר תהיה קיימת האופציה לנסיעת כלי רכב רבים על המת"צ, שיהפוך בכך לכמעט כביש רגיל לכל דבר ועניין.

חיזוק לטענה זו הוא שעל פי חישובי, כמות האוטובוסים שצפויה לעבור במסדרון הנדון, בעתיד, היא כ- **100 אוטובוסים בשעת השיא** (ראה פרק 14). כמות זו לא מצדיקה בשום אופן בניית כביש שיהיה בו נתיב אוטובוסים בלבדי, אחד לכל כוון. נתיב כזה יכול להעביר כ- **1000 עד 1200** אוטובוסים לשעה (לכל כוון) ולכן אם יסעו עליו רק אוטובוסים, הוא יהיה כמעט ריק וזאת בשעות השיא; להמחשה בממוצע כ- 3 אוטובוסים בשתי דקות. בשאר היום אף פחות מכך.

לכן, להערכתי המיקצועית, **אין ולא תהיה גם בעתיד, כמות אוטובוסים שמצדיקה בניית מת"צ, במסדרון הנדון.** התוצאה הכמעט וודאית תהא שהכביש יפתח לנסיעה של כלל התנועה.

בנוסף, בבחינה של החיבור הצפוני של המת"צ המיועד, הסתבר לי שהוא מתחבר לכביש מקומי בין שתי כיכרות. בנתוח ראשוני של הקיבולת שתוכל לעבור בכיכרות אלו, מצאתי שמדובר בסדר גודל של כ- 300-350 אוטובוסים לשעה, ראה פרק 16. גם היבט זה ממחיש את חוסר היכולת של המת"צ להעביר את כמות האוטובוסים לה הוא נועד דהיינו, הוא לא יוכל מלא את תפקידו המיועד.

חיזוק נוסף, אם כי עקיף, לטענתי לעיל שהכביש יפתח לנסיעה של כלל התנועה, הוא שגם מאפייני התכנון בחתך לרוחב שנמסר לי, מציגים נתיבים ברוחב של 3.50 מטר ושוליים ברוחב של 1.20 מטר, שהם נתיבים ושוליים שקטנים ברוחבם אף מהקריטריונים הדרושים לכביש רגיל, שמשרת כלי רכב פרטיים ומעט משאיות ואוטובוסים. דהיינו, הם בוודאי קטנים מהדרוש לכביש המיועד לאוטובוסים בלבד (ראה פרק 5).

בנוסף לאוטובוסים, ועל מנת לקבל את התמונה השלמה, יש צורך להעריך את כמות התנועה הרלוונטית האחרת בציר צפון-דרום. לכן, לצורך הנתוח התנועתי, בחרתי בקטע הקריטי במסדרון והוא כביש 2 בין מחלף פולג למחלף חוף השרון. לקטע זה יש מספר בעיות גיאומטריות כגון השתזרות, העדר "איזון נתיבים", מחלף פולג שאינו מתאים, עקומה מדרום למחלף פולג שהרדיוס שלה קטן מדי, ועוד.

בעיות אלה ללא ספק מורידות את קיבולת הקטע הנדון בכביש 2, פוגעות באיכות הזרימה ובבטיחותה. לכן, הדו"ח מציג נושאים אלה עם הצעות תכנוניות (מוצגות בקצרה) לפתרון ולשפור הזרימה (ראה פרקים 15, 17 ו-18).

מובן שהשיפורים המוצעים ישדרגו את כביש 2 בעלות קטנה יחסית ויקטינו עוד יותר את "הצורך" לבנות את המת"צ הנדון, ולו גם ככביש "רגיל".

תחזית התנועה שערכתי לצורך הניתוחים מבוססת על נפחי התנועה האמיתיים על כביש 2 שניצפו בשנים האחרונות בקטע הנדון על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס). פותחו שני מודלים – ליניארי ולוגיסטי. שני המודלים נתנו תוצאות דומות, אך למען הזהירות לצורך הניתוחים בדוח זה - נבחר הנפח הגדול מבין השניים החזויים, לפי המודל הליניארי. המודל מעריך לשנת 2040 נפח של כ- 8500 כ"ר לשעה על כביש 2 במסלול לכוון דרום (ראה פרק 11).

מחישובי קיבולת שערכתי לכביש 2, בהתבסס על התחזית התנועתית, יוצא שמספר הנתיבים הקיים לכוון דרום בקטע זה (4) ועוד 2 "הנתיבים המתחלפים" הנוספים שייבנו בשנים הקרובות (ובסה"כ 6 נתיבים), והשדרוגים המוצעים לכביש 2, **יענו בהחלט לצרכי הזרימה של התנועה; ואף ברמת שרות טובה.**

במהלך הדו"ח מוצגים גם גורמים נוספים שיעזרו להפחית ולייתר את הצורך בכביש נוסף לאוטובוסים: שילוש של מסילות הרכבת מ-2 ל-6 מסילות (ראה פרק 9). בנוסף, שיפור אפשרי של הגיאומטריה הן של הדרך והן של מחלף פולג וזאת בהשקעה יחסית קטנה (בהשוואה לבנית דרך נפרדת) (ראה פרקים 18, 19, ו-20).

גורם מסייע נוסף שיש להביאו בחשבון, במבט לעתיד, הוא החדירה של הרכבים האוטונומיים למערכת התחבורה. תופעה זו שהולכת ומתגברת, תביא לכך ש"הצורך" (שלא קיים מלכתחילה) לסלול כביש מיוחד לתחבורה ציבורית, או אפילו כביש "רגיל" לכלל התנועה, גם הוא הולך ונמוג. ההסברים מוצגים בפרק 15.

הרשמים מהסיוור שנערך בשטח וכן הערכתי להשפעה הסביבתית-נופית השלילית של המת"צ על ביצוע הפולג, והשטח הפתוח סביבו, מוצגים גם הם בקצרה בחוות דעת זו (ראה פרק 19).

לאור האמור לעיל, והמוצג ביתר הרחבה בפרקים השונים, המסקנה העיקרית מעבודה זו היא שהצורך במת"צ במסדרון הנדון אינו מתקיים ולכן יש להוריד אותו מסדר היום. מוצגים פתרונות אחרים לשפור זרימת התנועה כולל התחבורה הציבורית במסדרון תנועת זה.

יתרה מזו, גם התכנון של המת"צ שהוצג בתוכניות שנמסרו לי לעיון לצורך הכנת דו"ח זה רלוונטי יותר לכביש רגיל ולא לכביש לאוטובוסים. אבל כפי שהוכח, כביש רגיל אינו דרוש כלל ועיקר.

כל הניתוחים, תחזיות, בדיקות וההערכות שבוצעו הביאו אותי למסקנה חד משמעית, שחזרה על עצמה מספר פעמים מזויות שונות של אותה סוגיה, **שכביש המת"צ אינו דרוש כלל ועיקר**. אין לו הצדק, לא מהצד של כלל התנועה ולא מההיבט של התחבורה הציבורית.

אני מציע לשקול לבטל כביש זה ולהשקיע את המשאבים שיתפנו בפרויקטים אחרים במסדרון הנדון (למשל כביש 2), ושהזכרו במהלך הצגת הדברים בדו"ח זה.

1. הקדמה והרקע לעבודה

רשות הטבע והגנים פנתה אלי בתאריך 8.7.2021 בבקשה לבדוק את נושא הכביש הייעודי לתחבורה ציבורית המכונה מת"צ (מסלול תחבורה ציבורית) כפי שמופיע בתכנית "הרחבה ושדרוג מסילות החוף, תכנית תשתיות לאומיות תת"ל 65/א". הכוונה לפרקים א+ב – קטע 4, נתניה – שפיים.

המדובר על בדיקה תחבורתית של התכנית של המת"צ בכללותה, בדגש על **כביש 2** (כביש החוף) שהוא כיום עורק התנועה המרכזי בכוון צפון-דרום במסדרון הנדון. הבדיקה התחבורתית (חיזוי תנועה, חישובי קיבולת, גיאומטריה, בטיחות, וכדומה) כוללת גם אלמנטים מסוימים של התכנון המוצע של המסלול הייעודי לתחבורה ציבורית כפי שהוצג בתוכנית. למעשה המסלול הנדון צריך להיקרא כביש יעודי. כאמור, גם נתוח של כביש 2 הקיים, (על מיגרעותיו) נכלל בחוות דעתי זו.

מעבר לכך נערכת בדיקה האם מתקיים בכלל ההצדק למת"צ הנדון, כולל תקפות התוואי המוצע, בתכנית האמורה.

הרקע ששימש לי לעזר בהכנת חוות דעת זו הינו ההשכלה והניסיון שלי בהנדסת תחבורה, הן בתחום ההוראה והמחקר האקדמי והן בתחום המעשי – כלומר בתחום הייעוץ וחוות הדעת ההנדסיות שהכנתי במשך השנים שבהן אני מחזיק בתואר מהנדס אזרחי בתחום של הנדסת תחבורה ומדידות (מאז 1967) ובתואר מגיסטר בהנסת תחבורה (מאז 1973) ודוקטורט בהנדסת תחבורה (מאז 1975).

כמובן שנעזרתי, ככל שנדרש גם בספרות המיקצועית של הנדסת תחבורה כולל ספר "יסודות הנדסת תחבורה" שאני אחד משלושת מחבריו. בנוסף, אציין במיוחד את מדריך תכנון התנועה האמריקאי המקובל בכל העולם בשם HCM - Highway Capacity Manual שכולל פרקים בכל התחומים של הנדסת תחבורה וכבישים. המהדורה האחרונה שפורסמה היא משנת 2010, אך נעזרתי גם בפרקים מעודכנים שאושרו באופן סופי על ידי הוועדות הנוגעות בדבר ב- TRB- Transportation Research Board האמריקאי, אך עדיין לא יצאו להפצה לקהל המהנדסים הרחב. זאת כיון שיש בידי את הגרסה המעודכנת האחרונה; קיבלתי אותה להערות, טרם הפירסום הסופי והרישמי.

כמו כן עיינתי בדו"ח על "הרחבה ושדרוג של מסילות החוף" שהוכן על ידי חברת גיאופרוספקט וכן תוכניות הנדסיות פונקציונליות (ראשוניות) כגון "תכנית כללית על רקע תצ"א" מתאריך 26.4.2020 בקנ"מ 1:5000 (תכנית YNN-RR-N01-000Ln_BL-PD-0201-00) שהוכנה כנראה על ידי חברת ינון

הנדסה (על התוכניות שהיו בידי לא ראיתי ציון מפורש של שם החברה). כמו כן נעזרתי בחתכים לרוחב, למשל, "חתכים טיפוסיים נופיים 4.5.2" מתאריך 3.5.2020 שהוכנו על ידי "חברת רכבת ישראל בע"מ".

ברצוני להדגיש את הערכתי לחברות ולגופים המכובדים והרציניים המוזכרים בדו"ח זה. ההערות שלי מתבססות על ניסיוני רב השנים ומתייחסות אך ורק לניתוח או אלמנטים מקצועיים וספציפיים, הן בהקשר הגיאומטרי והן התנועתי, כפי שראיתי בתוכניות, בדו"חות שנמסרו לי או התרשמתי מהסיוור שערכתי בשטח הנדון.

2. תמיכתי בתחבורה הציבורית

אציון, בפתח הדו"ח להלן, שאני תומך מאד במתן העדפה לתחבורה הציבורית, שהינה מטרה ראויה ביותר משלל סיבות כלכליות, חברתיות וסביבתיות שאיני מפרטן. פרוייקטים של מתן עדיפות לתחבורה הציבורית אמורים להיות מגובים בבדיקה מעמיקה של התועלות הצפויות לציבור כך שכדאיותם תעלה על הנזקים שעלולים להגרם בגינם. במילים אחרות, שהתחבורה הציבורית בציר מסויים תהא מוצדקת ושתתוכנן בקפידה.

כללית, התחבורה הציבורית משרתת את הציבור ביעילות טובה יותר מהרכב הפרטי תוך מתן יתרונות בתחום של חסכון בהוצאות, זיהום אויר ורעש וגם מתן נגישות לאנשים שאין ידם משגת לנסוע ברכב הפרטי.

דעתי היא שיישומים של פתרונות להעדפת תחבורה ציבורית הם בהחלט רצויים אך הם צריכים להיות נכונים מיקצועית וציבורית – כאלה שייטנו אמנם העדפה לתחבורה הציבורית אך באופן מושכל ובלבד משאבים יקרים של שטחים וכספים. בדרך כלל פתרונות מבוססי אוטובוסים אמורים להיות מיושמים בערים עצמן ולא בשטחים בין עירוניים ("בשדות הפתוחים") ששם יש יתרון ברור לרכבות; בעיקר רכבת "כבדה" אך גם רכבות קלות.

כלומר, הקצאת הנתיבים תיתן עדיפות לתחבורה הציבורית לפי אזורי הביקוש ומסדרונות התנועה העמוסים בערים ובפרברי הערים (ויש לכך פתרונות רבים, עם כוון התנועה, נגד כוון התנועה, נתיבים משולבים בכבישים מהירים וכדומה). פתרונות אלה יכולים תדיר להיות מבוססים על שינוי ייעוד ושדרוג של נתיבים קיימים וכן יכולים להתווסף לפתרונות אחרים לטווח רחוק יותר, כגון בניית קווי רכבת קלה – בין אם מתחת לקרקע או במפלס הכביש או אפילו במפלס עליון.

הפתרון המערכתי הנכון הוא שהתנועה הציבורית הבין עירונית תהיה מבוססת בעיקר על תנועה ברמת שרות טובה **בכבישים מהירים, כולל שלוב של נת"צים בכבישים אלו**, תוך קביעת מספר הנתיבים הדרוש לפי תחזיות תנועה לשנת היעד, נניח ל-20 שנה קדימה. רצוי כמובן שהפתרון האופטימאלי יהיה בשילוב עם **קווי רכבת ("כבדה")**, וככל שניתן גם בשילוב של קו ייעודי של רכבת קלה.

אדגיש גם שאפשר ורצוי לשלב בפתרון הכולל של התח"צ במסדרון נתון גם שרות אוטובוסים שיקבל עדיפות על פני הרכב הפרטי, אך לעניות דעתי, וכך גם מקובל בעולם, בשילוב עם (בתוך) תוואים קיימים של כבישים מהירים.

3. המקובל בעולם

ניסיתי להבין את המשמעות "והייחודיות" של הכביש הבין עירוני שהתוואי שלו יהיה במקביל למסילות הרכבת המתוכננות בין נתניה לשפיים (6 במספר). כביש זה המכונה מת"צ (מסלול תחבורה ציבורית) מוצע לשמש כדרך ייחודית לתחבורה ציבורית. חיפשתי האם קיימים פרויקטים בין עירוניים דומים בעולם. הכוונה לפרויקטים שבהם נתיבי התחבורה הציבורית מופרדים לחלוטין ונמצאים בתוואי נפרד (כביש נפרד) במרחק משמעותי מהכביש המהיר הסמוך.

אודה שלא הצלחתי למצוא פרויקטים של תחבורה ציבורית כאלה. לעומת זאת, כן מצאתי מספר פרויקטים באזור עירוני או פרברי (שהוא אזור עירוני בשולי המטרפולין הגדול) שבהם הוסבו נתיבים "רגילים" לנתיבים בלעדיים לאוטובוסים. לדוגמא בפיטסבורג, בפנסילבניה שבארה"ב, הפכו מספר רחובות (קיימים!) לרחובות לאוטובוסים בלבד. בטורונטו שבקנדה התקינו נתיבי תחבורה ציבורית בצמידות לכביש מהיר קיים – כלומר, הפכו נתיבים קיימים מנתיבים המיועדים לכלל התנועה לנתיבים ייחודיים לתחבורה ציבורית. במיניאפוליס, שבמינסוטה ברחובות מרקט והשדרה השניה (Marquette and 2nd Ave) הפכו נתיבים קיימים במרכז העיר לנתיבי תחבורה ציבורית.

אלו הן רק שלש דוגמאות בהן "הפכו" נתיבים עירוניים שיועדו לכלל התנועה לנתיבים שמיועדים לתחבורה ציבורית בלבד. ויש עוד דוגמאות לנתיבי אוטובוסים עירוניים ופרבריים בערים אחרות בעולם.

ברצוני להדגיש שהפרויקט שהוצע בתוכנית שמכונה "מת"צ נתניה-פולג-שפיים" אינו דומה כלל ועיקר לפרויקטים שהוזכרו לעיל.

4. המקובל בארץ והנחיות רלוונטיות

חיפשתי אך לא מצאתי כביש חדש, שנבנה בארץ בשטח בין עירוני - כלומר בשטחי טבע פתוחים ושדות חקלאיים - שיועד בלבדית לתחבורה הציבורית.

מכאן אני למד בבטחון שבארץ אין הדבר מקובל. חיזוק חד משמעי לכך מתקבל מההנחיות הגיאומטריות של חברת נתיבי ישראל בהקשר של נתיבים ומסלול לתחבורה ציבורית (פרק 10 "שילוב תחבורה ציבורית" סעיף 10.2) אומרות כך:

"בדרך דו מסלולית ניתנים ליישום פתרונות של נתיב תחבורה ציבורית ימני, נתיב תחבורה ציבורית שמאלי, ומסלול תחבורה ציבורית. בדרך חד מסלולית לא מומלץ ליישם נת"צים, והתחבורה הציבורית תשולב בנתיבי הנסיעה הרגילים".

ובהמשך אותן הנחיות לתכן גיאומטרי של דרכים של חברת נתיבי ישראל (פרק 10, סעיף 10.2.3 העוסק "במסלול לתחבורה ציבורית") נאמר כך:

"במת"צ מתוכנן נתיב תחבורה ציבורית אחד לכל כיוון. מסלול תחבורה ציבורית (מת"צ) ימוקם בשטח המפרדה".

דהיינו, **בתוך שטח המפרדה של כביש מהיר או רב נתיבי קיים.**

להבהרה: עצם השם מת"צ כלומר **מסלול** תחבורה ציבורית, מעיד **חד משמעית** שמדובר על מסלול **בתוך** דרך מרובת מסלולים. לא קיים מושג כזה של "מסלול" בדרך נפרדת.

כלומר לפי ההנחיות הרישמיות של משרד התחבורה - מותר לבנות מת"צ רק בתוך דרך דו מסלולית קיימת ולא כביש נפרד! לא קיימת בכלל האופציה לבנות מת"צ כדרך נפרדת.

הנחיות רלוונטיות נוספות מוצגות בפרק 5, להלן.

5. הערות מקדימות: רוחב הנתיב ורוחב השוליים בתכנון המוצע

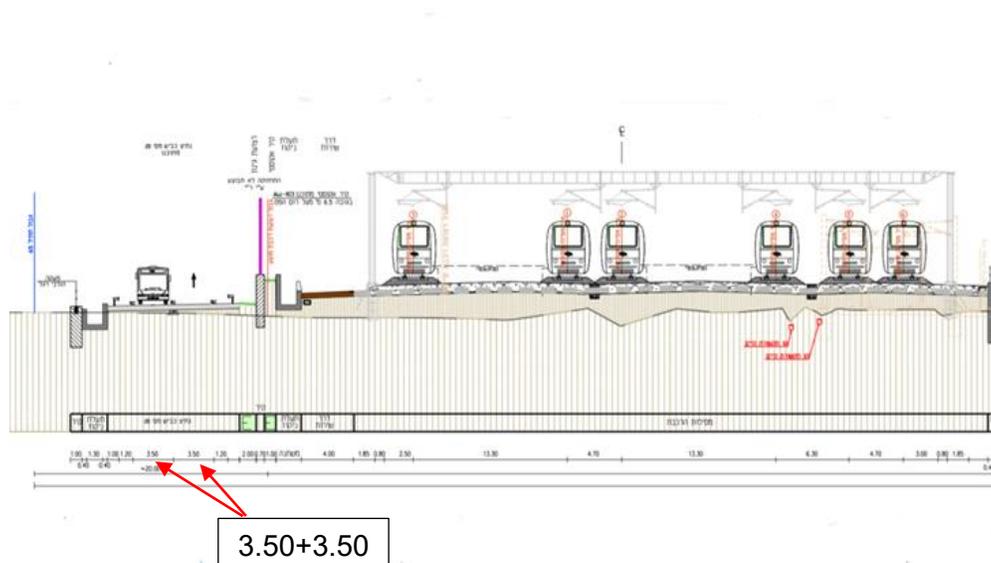
וההשפעה על השטח הדרוש

כיון שאיני תומך כלל בבניית "המסלול" המיוחד לאוטובוסים, הדברים האמורים להלן מהווים הערות הנדסיות-גיאומטריות בלבד למוצג בתוכניות שהוגשו לעיון רשות הטבע והגנים (רט"ג); אין לראות בהערות אלה כהסכמה לתכנון הנתיב או לנחיצותו.

רוחב של נתיב המיועד לאוטובוסים בלבד **חייב להיות גדול** מנתיב "רגיל" המיועד לכלל התנועה. השיקולים לכך הם בראש ובראשונה שיקולי **בטיחות** אך גם שיקולים של **קיבולת** הנתיב. לדוגמא, יצוין שרוחב הנתיב לאוטובוסים בפרויקט במיניאפוליס שהוזכר לעיל היה 13 פוט (3.96 מטר) **להבדיל מהנתיב של 3.50 מטר, כפי שראיתי שהוצע בחתך לרוחב של התוואי המוצע של המת"צ.**

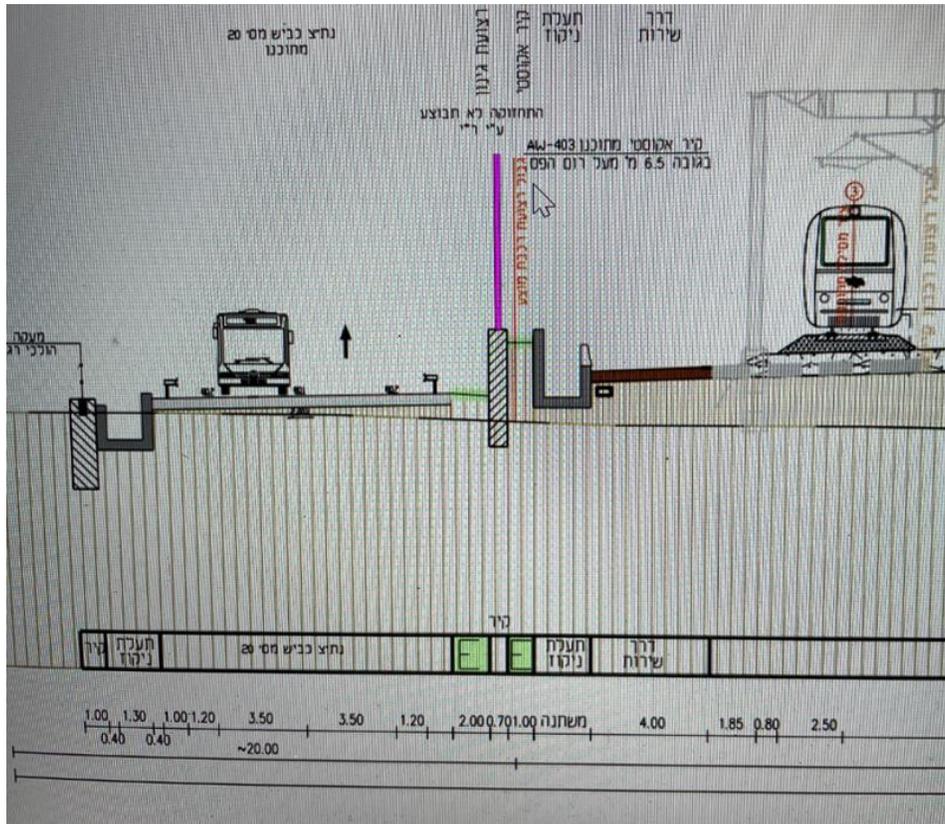
גם הנחיות חברת נתיבי ישראל (סעיף 10.2.1 שם) מציינות **שהרוחב הרצוי של נת"צ הינו 4.0 מטר** (הכוונה לנתיב תחבורה ציבורית המשולב בכביש מהיר).

ציור 5.1 להלן מציג את החתך לרוחב הטיפוסי של הפרויקט הנדון - ששת פסי הרכבת והכביש המכונה "נת"צ כביש 20" (המת"צ) המתוכנן מנתניה לכוון שפיים. ניתן לראות שרוחב השטח הדרוש לנת"צ, כפי שמוצג בחתך הוא **לערך 17 מטר**, לא כולל הסוללה הדרושה.



ציור 5.1: חתך לרוחב טיפוסי של 6 מסילות הרכבת והמת"צ המוצע עם 2 נתיבים שרוחבם 3.50 מטר כל אחד (מקור: תכנית "שדרוג והרחבת מסילת החוף בין תחנת חוף הכרמל לשפיים" שהוגשה על ידי רכבת ישראל, 8.5.2020).

ציור 5.2 מציג הגדלה של החתך לרוחב בתחום הכביש המתוכנן:



ציור 5.2: הגדלה של החתך לרוחב בתחום המכונה "נת"צ כביש 20". (מקור: הגדלה מהתוכנית "שדרוג והרחבת מסילת החוף בין תחנת חוף הכרמל לשפיים" שהוגשה על ידי רכבת ישראל, 8.5.2020)

כאמור לעיל, רואים מהציור שהנתיב המתוכנן ב"חתכים לרוחב" של פרויקט המת"צ הנדון הינו 3.50 מטר. זהו רוחב שלא מספיק אפילו לנתיב "רגיל" שצריך להיות כ- **3.65** מטר (כ-12 פוט שהוא הרוחב הנכון ובהמרה מדויקת 3.63 מטר).

להמחשה, ראה גם ההנחיות של חברת נתיבי ישראל לתכן של רוחב נתיבים - ההנחיה היא לרוחב של 3.6-3.7 מטרים לדרך מהירה בין עירונית. לחילופין, נדרש שם 3.6 מטר לדרך חד מסלולית ראשית (כמוצג להלן בטבלה שמספרה 3.1, הלקוחה מספר ההנחיות של "חברת נתיבי ישראל"). המספר להלן הוא **טבלה 5.1**.

רוחב השוליים בדרך חד מסלולית ראשית אמור להיות לפי הנחיות "חברת נתיבי ישראל 3.0 מטר מכל צד. ראה טבלה 3.2 מהנחיות חברת נתיבי ישראל להלן, שמוצגת בדו"ח זה **כטבלה 5.2**. גם רוחב השוליים ליד נת"צ ימני צריך להיות 3.0 עד 3.5 מטר (ראה למשל חתך לרוחב בצויר 10.1 שבהנחיות של חברת נת"י).

ברם, הרוחב המתוכנן של כל שול שראיתי בתוכניות **הינו 1.20 מטר**, שזה חד משמעית רוחב שהינו **פחות מהנדרש** – דעתי זו בעיקר משיקולים של בטיחות התנועה וגם קיבולת הדרך.

למרות שלדעתי המת"צ שתוכנן אינו מוצדק (כמוצג בהמשכו של דו"ח זה), עדיין אני חייב בכל זאת להעיר על הרוחב של המסלול הנדון שהוצע בתוכניות. לאחר בדיקה, מסתבר שלתכנון הרוחבים בתכניות המת"צ יש להוסיף:

- א. חצי מטר לכל נתיב ובסך הכל 1.0 מטר למסלול עצמו;
- ב. 1.80 מטר לכל שול (ההבדל בין 1.2 מטר שתוכננו ל 3.0 מטר הנדרשים) וביחד 3.6 מטר.

כלומר, בסך הכל תוספת הרוחב המינימלית הנדרשת היא **4.60 מטר**, כדי שהתכנון של המסלול הנדון יעמוד במינימום של קריטריונים בטיחותיים-תנועתיים נכונים. במילים אחרות – התוכניות שהוצגו אינן משקפות את התכנון הדרוש למת"צ בטיחותי.

יודגש שבנוסף להתנגדות העקרונית למסלול המת"צ שאינו מקובל ככביש נפרד - הגעתי כבר בשלב זה של הבדיקה, למסקנה שהתוכנית שהוצגה עלולה לדרוש טרם אישורה **תיקונים והרחבות**.

הרוחב שהוצג "בחתך לרוחב", כולל הנתיבים, השוליים, התעלה והקיר התומך **הוא של 16.8 מטר (כ-17 מטר)**. רוחב זה **לא כולל את הסוללות**, ככל שידרשו (ראה להלן).

אדגיש שאין חולק על כך שרוחב של נתיב שמיועד (לכאורה) לאוטובוסים בלבד צריך להיות גדול יותר מרוחבו של נתיב רגיל. כלומר, אפילו אם תכנון חתך הרוחב שהציג נתיב של 3.50 מטר מהווה טעות –

בעת התכנון המפורט וביצוע המסלול הנדון בפועל, יוגדל הרחב בערך **במטר אחד** נוסף (כחצי מטר לכל נתיב). וגם רוחב השוליים קרוב לוודאי שיוגדל מ 1.2 מטר ל 3.0 מטר (כלומר 1.8 מטר נוספים מכל צד ובסה"כ 3.6 מטר נוספים). כלומר הרחב של המסעה והשוליים **יגדל ב- 4.60** מטר ובסך הכל יהא לפחות **21.4** מטר (16.8+4.6), לא כולל הסוללה הדרושה.

דהיינו, ההשפעה על השטחים החקלאיים ושיטחי ביצות הפולג הנדירות תהיה **גדולה יותר משמעותית** מהמוצג בתוכניות.

טבלה 5.1: הנחיות חברת נתיבי ישראל לרוחב נתיב לפי סיווג דרכים (הערה: לתנועה רגילה שמורכבת ברובה מרכבים פרטיים)

טבלה 3.1: רוחב הנתיב בקטע ישר לפי סיווג הדרך

| רוחב הנתיב (מ') | מהירות תכן (קמ"ש) ⁽¹⁾ | סוג הדרך |
|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ⁽²⁾ 3.6-3.7 | 100-120 | מהירה בין-עירונית |
| 3.6 | 90-110 | מהירה מעויירת / פרברית |
| 3.6 | ⁽³⁾ 80-100 | דו-מסלולית ראשית / אזורית |
| 3.6 | 60-80 | חד-מסלולית ראשית |
| 3.6 | 80 | חד-מסלולית אזורית |
| 3.5 | 70 | |
| 3.3 | 60 | |
| ⁽⁴⁾ 3.0-3.3-3.5 | 60-80 | חד-מסלולית מקומית וגישה |

(1) בהתאם להגדרות ולהסבר על תחום המהירויות בסעיף 2.2.

(2) אפשר רוחב 3.7 מ' למהירות תכן/מותרת 120 קמ"ש.

(3) רק בדרך דו-מסלולית ממוחלפת במלאה, אפשרית גם מהירות תכן של 110 קמ"ש.

(4) 3.0 מ' בדרך דלת-תמעה.

טבלה 5.2: הנחיות חברת נתיבי ישראל לרוחב שוליים לפי סיווג דרכים

טבלה 3.2: רוחב השוליים לפי סיווג הדרך

| סוג הדרך | מהירות התכן (קמ"ש) ⁽¹⁾ | משיני ציד דרך חד-מסלולית ומימין לדרך דו-מסלולית | | | | במפרדה משמאל למסלול בדרך דו-מסלולית | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|---|------------------|------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------|------------------|
| | | דרך דו-נתיבית | | דרך מחולקת | | מסלול 2 נתיבים | מסלול 3 נתיבים | מסלול 4 נתיבים | תוספת רוחב פעיל |
| | | רוחב פעיל | תוספת רוחב פעיל | רוחב פעיל | רוחב פעיל | רוחב פעיל | רוחב פעיל | | |
| מהירה בין-עירונית | 120 | - | - | * 3.5 | ⁽⁴⁾ W | ⁽⁵⁾ 1.2 | ⁽⁷⁾ 1.2 | 3.0 | ⁽⁶⁾ W |
| מהירה בין-עירונית מעיירת/פרברית | 100-110 | - | - | * 3.5 | ⁽⁴⁾ W | ⁽⁵⁾ 1.2 | ⁽⁵⁾ 1.2 | 3.0 | ⁽⁶⁾ W |
| | 90-110 | - | - | 3.0 | ⁽⁴⁾ W | ⁽⁵⁾ 1.2 | ⁽⁵⁾ 1.2 | 3.0 | ⁽⁶⁾ W |
| דו-מסלולית ראשית | ⁽²⁾ 80-100 | - | - | * 3.5 | ⁽⁴⁾ W | ⁽⁵⁾ 1.2 | ⁽⁵⁾ 1.2 | 3.0 | ⁽⁶⁾ W |
| דו-מסלולית אזורית | ⁽²⁾ 80-100 | - | - | 3.0 | ⁽⁴⁾ W | ⁽⁵⁾ 1.2 | ⁽⁵⁾ 1.2 | 3.0 | ⁽⁶⁾ W |
| חד-מסלולית ראשית | 60-80 | 3.0 | ⁽⁴⁾ W | - | - | - | - | - | - |
| חד-מסלולית אזורית | 80 60-70 | 3.0 ⁽³⁾ 2.0/2.5 | ⁽⁴⁾ W | - | - | - | - | - | - |
| חד-מסלולית מקומית וגושה | 60-80 | 2.0 | ⁽⁴⁾ W | - | - | - | - | - | - |

* לחלופין 3.0 מטר עם מפריזי חירום מימין (סעיף 3.10).
 (1) בהתאם להנדרות ולהסבר על תחום המהירות בסעיף 2.2.
 (2) רק עבור דרך דו-מסלולית ממוחלפת במלואה, אפשרית גם מהירות תכן של 110 קמ"ש.
 (3) המידה הקטנה למהירות תכן 60 קמ"ש, והמידה הגדולה למהירות תכן 70 קמ"ש.
 (4) W – הרחבת הפעיל הדרוש להצבת מעקה בטיחות לפי רמת התפקוד הנדרשת ובהתאם לסוג המעקה הנבחר.
 (5) אין לתכנן רוחב שבין 1.2-3.0 מ'.

בהנחיות של משרד התחבורה משנת 2018 "הנחיות לתכנון נתיבים לתעבורת אוטובוסים מהירה (תאו"מ BRT), בפרק שעוסק ברוחב הנתיבים מופיעות המלצות לרוחבים של 3.6-4.0 מטר. למשל בציר 3.7 באותו פרסום, מופיע רוחב של **4.0 מטר** כאשר הנתיב הוא שמאלי וללא מוגבה. גם התרשימים שבאים בהמשך 4.1 ו-4.2 מציגים נתיבים של 4.0 מטר. לעומת זאת התרשים 4.3 מציג נתיב של 3.6 מטר, אך הוא מתייחס לדרך עירונית. מופיעים גם רוחבים צרים יותר לנתיבים מוגבהים וכדומה, אך לדעתי המיקצועית הרוחב הנכון הוא 4.0 מטר.

על התוספת הנדרשת לרוחב המודגשת לעיל (4.60 מטר) יש להוסיף את רוחב שיפולי הסוללה **בצד המזרחי** של הדרך הנדונה, ככל שיהיו, תלוי בגובה הכביש מעל הקרקע הטיבעית וכן רוחב "האלמנטים האחרים" המתוכננים בדרך זו.

לא ראיתי **חתכים לאורך** של התוכנית כך שאיני יכול לקבוע את גובה הסוללה. מבחינה הנדסית סביר להניח שתהיה **סוללה מסוימת**, כי בחתך לרוחב ראיתי שפני הכביש בגובה דומה לפני המסילות. המסילות לכשעצמן נמצאות בחלק מאורכן על **סוללות**. בדרך כלל, אם רום פני הכביש גבוהים מהקרקע הטיבעית הפתרון ההנדסי מחייב או קיר תומך או כפי שמקובל ברוב המיקרים - סוללה.

לאור האמור לעיל, אני מניח שתהא סוללה לאורך המת"צ הנדון, לפחות בחלקים מסויימים מהתוואי, בצדו המזרחי, הרחוק מפסי הרכבת.

נניח שהסוללה גבוהה בממוצע בכ-2 מטר מעל הקרקע הטיבעית ושיפוע הסוללה הוא 1:4, אזי יש להוסיף רוחב של כ- 8 מטר לצד המיזרחי של זכות הדרך, עד לחזרה לקרקע הטיבעית. ומהתוכניות אני למד שבצד המערבי של המת"צ המתוכנן (הצד הסמוך לפסי הרכבת) יהיה קיר תומך, כ-0.7 מטר; תעלת ניקוז ושטח להולכי רגל, כ-2.3 מטר; וגם מתוכננת רצועת גינון, כ-2.0 מטר.

ובסך הכל התוספת לרוחב ביחס למוראה בחתכים לרוחב שהוצגו לי היא כ- 4.6 מטרים לנתיבים ולשוליים המומלצים (ראה לעיל). ובהקשר זה יש להביא בחשבון גם רוחב של כ- 13 מטר $(2+2.3+0.7+8.0)$ בגין שיפולי הסוללה, והאלמנטים התכנוניים האחרים.

יוצא אפוא שהרוחב של הכביש (מת"צ) המתוכנן, כלומר השטח הנלקח מהשטח הפתוח כולל מביצות הפולג, יגדל ביחס למוראה בתוכניות: כ- 4.6 נוספים לנתיבים ולשוליים הנכונים ועוד כ- 8 מטר לסוללה (במקום בו היא קיימת) דהיינו להערכתי כ-12.6 מטרים נוספים.

רוחבים אלה כמובן בנוסף לרוחב שהוצג בתוכניות כדרוש לכביש עצמו (כ-17 מטר) וכן בנוסף ל-6 המסילות המתוכננות והשטח הדרוש לקו המתח הגבוה (שיועתק מזרחה ממקומו הנוכחי).

כל האמור לעיל, כמובן בהנחה הברורה מאליה, שהמתכננים ירצו שהתכנון ההנדסי יענה גם לשיקולים הגיאומטריים וגם לשיקולים הבטיחותיים, כולל כל הקריטריונים ההנדסיים המקובלים.

6. ההתייחסות לכביש (מת"צ) המוצע החדש בתמ"א 42 ותת"ל 65

התוכניות הארציות שברקע הרעיון של הדרך המיוחדת לאוטובוסים הן תוכנית מתאר ארצית משולבת לתשתיות תחבורה יבשתית (תמ"א) 42 ותוכנית תשתית לאומית (תת"ל) 65, שלפיה יתווספו שתי מסילות רכבת בין חיפה לנתניה ומשם עד שפיים "תוספת של 4 מסילות" 2 מהירות ו 2 פרבריות. דרומה משפיים יתווספו 4 מסילות עד לחיבור עם המסילות של 531.

בתכנית תמ"א 42 ההתייחסות המפורשת **לכבישים מיוחדים או מסלולים בלבדיים** לתחבורה ציבורית (מת"צים) היא מועטה. נאמר כך:

"יש להקצות קרקע לצרכי תשתיות תחבורה ציבורית (מתח"מים, חניוני לילה, מסופים, תחנות קצה, דיפו למתע"ן, פתרונות הטענה ונת"צים). פיזור תשתיות התחבורה הציבורית ייעשה מתוך ראייה אזורית שמאפשרת שיתופי פעולה בין רשויות בכל הנוגע למיקומם והפעלתם".

ככתוב, הדגש הוא על **נת"צים** ולא מת"צים.

ההתייחסות "חיובית" (תומכת) לבניית נת"צים (**נתיבים** לתחבורה ציבורית) מופיעה מספר ניכר של פעמים. למשל בנספח ה': הנחיות מנהל התכנון לתכנון מוטה תחבורה ציבורית ותנועה בת קיימא; עקרונות יסוד לעידוד תחבורה ציבורית, הליכה ורכיבה על אופניים בעת בחינת תכניות: מופיעה שם בסעיף ה', התייחסות כלהלן להקצאת קרקע לתשתיות תחבורה ציבורית:

לפי **תמ"א 42**, התוואי הנדון מוגדר כ"שטח שמור לתכנון דרך בלעדית לתחבורה ציבורית".

אך באותה נשימה **ההגדרה בתמ"א מתירה גם תנועת רכבים פרטיים, שאינם ציבוריים**, כנאמר שם: "דרך המיועדת באופן בלעדי לתחבורה ציבורית לסוגיה, לרבות רכבת קלה, או לרכב שבו מספר הנוסעים מינימאלי, כפי שיקבע על ידי רשות התמרור המרכזית".

כלומר, תמ"א 42 מתירה גם רכבים אחרים בדרך "הבלעדית" לתחבורה הציבורית **ובמיוחד רכבים עם מספר מינימאלי של נוסעים כלומר כלי רכב רבי תפוסה**.

המושג "רב תפוסה" הוא מושג חמקמק – כלומר יכול להיות למשל (וכך נוהג משרד התחבורה במיקרים רבים) מצב של +2 כלומר נהג ונוסע. ובנוסף, התמ"א מתירה גם רכבת קלה במת"צ הנדון.

במילים אחרות: הדרך עלולה להפוך לכביש רגיל לכל דבר ועניין; כולם יוכלו לסוע בו, למעט נהגים הנוסעים לבד ברכבם. יוצא איפה, שדרך רגילה זו תוכל לשרת רכבים עם כמות נוסעים כפי שיקבע מפעם לפעם על ידי רשות התמרוך.

בתת"ל 65, מוגדר המת"צ סטטוטורית כ"דרך מוצעת" ואין אמירה בהוראות התוכנית כלל על הגבלה לתחבורה ציבורית בלבד, מלבד בדברי ההסבר הכלליים שאין להם תוקף מחייב סטטוטורית.

ומהי ההגדרה של "דרך מוצעת" שם? כל השימושים הכלולים ב"דרך" כהגדרתה בסעיף 1 לחוק, (הכונה לחוק התכנון והבניה המגדיר דרך לתנועת כלי רכב, אופניים, הולכי רגל וכדומה...) לרבות מבני ומתקני הדרך, העבודות והשימושים הדרושים במישרין לצורכי הקמה ו/או תפעול ו/או תחזוקה ו/או לבטיחות הנוסעים והסביבה.

כלומר על סמך תמ"א 42 ותת"ל 65 אני רוצה להביע את חששותי שמבלי כונה של מתכנני התוכניות שהוזכרו לעיל, יש אפשרות שהכביש עלול לא להישאר בגדר של כביש לתחבורה ציבורית אלא להפוך לכביש רגיל, שתיסע בו כמעט כל התנועה.

ברור לי שזו לא כוונת המתכננים, לא של התוכניות המפורטות ולא של התוכניות הלאומיות.

לעניות דעתי, יש לשקול את בנית כביש זה מחדש. זאת כיון שלמיטב הערוכתי המיקצועיות, הכביש הנדון אינו נחוץ (הפרטים מוצגים בהמשך). המתכננים והיזמים חייבים לזכור שתועלת הציבור פנים רבות לה: יכול להיות שבתנאים מסוימים היא הופכת להפסד ונזק לציבור, בבחינת ניזקה גדול מתועלתה.

7. ההסברים הסטטוטוריים לרעיון הכביש החדש ובחינה האם הם מוצדקים

כאמור לעיל, לדעתי המיקצועית, במסדרון הנדון בין נתניה לשפיים, אין צורך לבנית כביש חדש, ובוודאי שלא מת"צ, להלן תמצית הנימוקים:

7.1: בתמ"א 42 ובתת"ל 65

כמוסבר לעיל אין המלצה חד משמעית על תכנון נתיב לאוטובוסים בלבד בתוכניות אלה.

כפי שציינתי לעיל, המת"צ הבלבדי לאוטובוסים הוא פתרון שלדעתי לא קיים בכלל בסביבה הבין עירונית, ולכן לדעתי גם תמ"א 42 מאפשרת הן נסיעה של רכבים רבי תפוסה וגם נסיעה של רכבות קלות על אותו תוואי.

כמות האוטובוסים במסדרון הנדון צפויה להיות בעתיד מועטה יחסית. להערכתי, סדר הגודל של הכמות הוא כ-100 אוטובוסים לשעה בשעת השיא (ראה פרק 14 להלן). בין הייתר זו אחת הסיבות, לדעתי, שהמת"צ בתוואי הנדון בין נתניה לשפיים אינו בין האמצעים שיש לתכנן, כאשר רוצים לייצר עדיפות לתחבורה הציבורית על ידי "תכנון מוטה תחבורה ציבורית ותנועה בת קיימא". יש פתרונות טובים יותר.

7.2 - בדו"ח של חברת גיאופרוספקט מנובמבר, 2020

הדוח הנדון של חברת גיאופרוספקט הוא מקיף מאד. בדו"ח שעוסק בעיקרו בהרחבה ושדרוג מסילת החוף, (חברת גיאופרוספקט, פרקים א+ב, קטע 4 נתניה שפיים נובמבר 2020, עמ' 230) נאמר לגבי אזור נתניה ודרום השרון: "מדיניות התכנון העתידית באור זה שקובעת תמ"א 42 (לקראת אישור) כוללת תעדוף תחבורה ציבורית במרחב באמצעות רשת של נתיבי תחבורה ציבורית ונתיבים מתחלפים בדרכים באזור והשלמתה באמצעות דרכים בלעדיות לתחבורה ציבורית....".

אני מסכים עם תחילת המשפט בדבר תעדוף תחבורה ציבורית באמצעות רשת של **נתיבי** תחבורה ציבורית **ונתיבים מתחלפים** אך, איני יכול להסכים עם הסיפא של המשפט: לעניות דעתי, הדבר אינו סביר, ואינו הכרחי ואינו מוצדק מבחינה תנועתית.

זאת ועוד: ההגדרה בתמ"א מתירה גם תנועת רכבים פרטיים, שאינם ציבוריים, כנאמר שם: "דרך המיועדת באופן בלעדי לתחבורה ציבורית לסוגיה, לרבות רכבת קלה, או לרכב שבו מספר הנוסעים מינימאלי, כפי שיקבע על ידי רשות התמרור המרכזית".

כלומר תמ"א 42, למיטב הבנתי, אינה דורשת כביש בלעדי לתחבורה ציבורית באזור זה. לעומת זאת "נתיבים מתחלפים" כן נדרשים, ואכן מתוכננים במרכזו של כביש 2, ואני תומך באופן מלא בנתיבים מתחלפים אלה.

8. הצדק תנועתי בדו"ח של חברת גיאופרוספקט

כפי שנכתב מספר פעמים בדו"ח המקיף בנושא הנדון ("הרחבה ושדרוג מסילת החוף, תכנית תשתיות לאומיות תת"ל 65/א, פרקים א+כ קטע 4, נתניה שפיים, נובמבר, 2020") מתוכננים 2 נתיבים חדשים בציר נתניה-שפיים בתחום הדרך של כביש 2. נתיבים אלה מתוכננים "כנתיבים מתחלפים" כך שבשעות השיא בבוקר הם יובילו תנועה דרומה ואחר הצהריים צפונה. ולכן, מחברי הדו"ח הגיעו למסקנה הבאה:

"במצב זה לא נשאר נתיב לכוון הנגדי המסוגל להעביר תחבורה ציבורית" (עמ' 230, פרקים א+ב).

למיטב הבנתי, זו טענה מרחיקת לכת, ולכן כדי לבסס אותה יש לדרוש איסוף נתונים, חישובי קיבולת והוכחה מקצועית.

לעניות דעתי: בהעדר כל זאת, הטענה לא יכולה להוות הצדק לבנית המת"צ.

יתר על כן אני מעיד מנסיוני האישי: אני נוסע באופן תדיר בשעות השיא בבוקר לכוון צפון (כוון המנוגד לכוון השיא) ואני יכול להעיד שישנה קיבולת עודפת רבה בכוון זה בבוקר. אדגיש שמדובר בזמנים שונים בשעות השיא בבוקר. במילים אחרות, אוטובוסים, רכבי תחבורה ציבורית אחרים, ולמעשה כלל התנועה, נוסעים במהירות, ללא עיכובים וברמת שרות גבוהה בכוון זה בשעות אלו.

עקב הקיבולת העודפת הגדולה כיום, לכוון צפון בשעות השיא בבוקר, לא סביר שהמצב ישתנה בשנים הקרובות.

9. הפרויקט המתוכנן של תוספת "הנתיבים המתחלפים" המהירים

כדי למלא את הוראות תמ"א 42 בהקשר לנתיבים מתחלפים, מתוכנן כבר כיום פרויקט גדול של נתיבים מהירים מנתניה עד לנתיבי איילון בת"א ולאורך התוואי ממוקמים מספר חניוני חנה וסע כולל חניון שפיים שאליו יכנסו אוטובוסים רבים וגם כלי רכב פרטיים.

נתיבים מתחלפים אלה ביחד עם הנתיבים הרגילים יספקו את כל הקיבולת הדרושה הן לכוון דרום בשעות השיא בוקר (קביעה זו מוסברת בפרוטרוט, ראה פרק 11, להלן) והן לכוון צפון בשעות השיא ערב. לכוון ההפוך תהא קיבולת מספקת: למשל לכוון צפון, בשעות השיא בוקר, תהיה קיבולת מספקת גם ללא "הנתיבים המתחלפים", כאמור בפרק 8 לעיל..

10. הפרויקט המתוכנן של שילוש מסילות הרכבת

כיום יש שתי מסילות ברזל בכוון צפון-דרום בקטע שבין נתניה לשפיים. קיבולת העברת הנוסעים של מסילות אלה, שעליהן התנועה היא דו-כיוונית, היא מוגבלת. צילום התוואי של מסילות אלה בקטע שנמצא בחפירה, ליד כביש 553, מוראה בציור 10.1.



ציור 10.1: צילום התוואי של שתי מסילות הרכבת הנוכחיות, בקטע חפירה ליד כביש 553. צילום: אבישי פולוס, בתאריך: 30.8.2021

לצורך הערכת הצורך בפרויקט המת"צ באזור זה, יש להביא בחשבון, כמובן, גם את התוספת המתוכננת של 4 מסילות הברזל. כלומר, את העובדה שקיבולת הרכבת תגדל משמעותית - בסה"כ במקום שתי מסילות כיום, תהינה 6 מסילות בקטע מנתניה לת"א, 4 מהן פרבריות ו-2 מהן מהירות. מסילות אלו יאפשרו קיבולת עצומה, ראה להלן. נראה לי שתוספת המסילות הללו היא מצויינת והינה בבחינת "די והותר" (למתן מענה לצרכי התחבורה הציבורית במסדרון זה).

לכן, מובן מאליו שתוספת קווי רכבת אלה תפחית גם היא (בנוסף לנימוקים האחרים) את הצורך לתוספת אוטובוסים במסדרון זה. להלן הסבר נוסף:

המערכת המסילתית המתוכננת (6 מסילות) תאפשר לכוון התנועה לפחות על 3 מסילות וסביר גם **שעל 4 מסילות, לכוון אחד** – דהיינו הכוון העמוס; כוון דרום בשעות השיא בבוקר. כלומר קיבולת הרכבת להובלת נוסעים תהיה גדולה מאד.

ברור שהמסילות הפרבריות, ישרתו את הנוסעים בין מרכזי התעסוקה בנתניה, בית יהושע, מרכז התעסוקה הגדול המתוכנן בשפיים ודרומה משם הרצליה בואך תל אביב. ארבעת המסילות הפרבריות ישרתו את הנוסעים בתדירות גבוהה (כ- 14 רכבות בשעה כלומר רכבת בכל כ 4-5 דקות) ולפי התחזית של תת"ל 65 יהיו במסדרון 30 אלף נוסעים בשעת השיא, לשני הכוונים.

נניח ש 2/3 יבואו מחיפה והצפון לכוון תל אביב ו 1/3 מנתניה והסביבה לכוון תל אביב. כלומר כ- 10,000 נוסעים לשני הכוונים במסדרון נתניה-ת"א. נניח שוב ש- 2/3 ייסעו לכוון דרום בשעת השיא – כלומר כ- 6000 עד 7000 נוסעים בשעה ייסעו ברכבות הפרבריות מנתניה לת"א - בשעות השיא.

הדו"ח של חברת גיאופרוספקט גם הוא חוזה לשנת 2040 כמות של 6031 נוסעים עולים לשעת השיא בתחנת נתניה מרכז (טבלה 3.2.1.1 עמוד 230 פרקים ג+ה).

כלומר התנועה בכביש מספר 2 תפחת משמעותית עם השלמת פרויקט הרכבת. לפי מקדם מילוי ברכב של 1.2, (שהוא הממוצע כיום בישראל, יש על כך מספר מחקרים, למשל עבודתו של פרופ' מנואל טרכטנברג, שוקי כהן, אלון פרדו וניר שרב, ספטמבר 2018) במוסד שמואל נאמן בטכניון) ההפחתה תהא בין 5000 ל 5800 כלי רכב בשעת שיא בוקר.

הפחתה זו תתרחש בד בבד עם השלמת פרויקט הרכבת שתואר לעיל. כלומר ב"מושגים של נתיבים" תהא הפחתה של לפחות כ- 2 נתיבים דרושים. מה שמחזק את הטענה שהכביש הקיים והנתיבים המתחלפים שיבנו במרכזו, יענו די והותר על הביקוש לנסיעה.

יוצא איפה שהרכבת המתוכננת תביא לרמת שרות גבוהה יותר (זרימה מהירה יותר עם פחות פקקים ועיכובים) בששת הנתיבים של כביש 2 שישרתו את התנועה.

11. חיזוי התנועה לעתיד במסדרון נתניה שפיים תל אביב

לצורך הערכה האם כביש 2 הקיים והנתיבים המהירים (המתחלפים) שיתווספו לו, על פי התוכניות הקיימות, יענה על ביקוש התנועה במסדרון הנדון, יש צורך להעריך את כמות התנועה שתהא בעתיד במסדרון זה.

הקיבולת של מסדרון נקבעת לפי הקטע הקריטי ("צואר הבקבוק") בעל הקיבולת הנמוכה ביותר. הירידה בקיבולת בקטע הקריטי בדרך כלל נובעת מאילוצים גיאומטריים, כגון למשל עקומות אופקיות ברדיוסים לא מתאימים, או למשל השתזרות שנובעת מכניסה ויציאה וכדומה.

אי לכך בחרתי להמשך הניתוח וההערכה את קטע **כביש 2 ממחלף פולג (נתניה דרום) עד מחלף חוף השרון**, שהוא להערכתי הקטע הקריטי במסדרון זה.

בחרתי בשנים **2030 וגם 2040** כשנים העתידיות שיש להעריך את התנועה שתהיה בהן. אגב, גם הדוח של חברת גיאופרוספקט בחר בשנת 2040 כשנה עתידית לחיזוי. (ראה למשל טבלה 3.2.1.1 בעמוד 230 בפרקים ג+ה, דו"ח מנובמבר, 2020)

חיזוי התנועה נעשה בעזרת מודל רגרסיה ליניארית וגם לשם השוואה מודל של רגרסיה לא ליניארית. המודל מבוסס על "עיגון" התחזיות לעתיד – **בהתבסס על שיעור של גידול התנועה הממשי**, בשנים האחרונות.

גידול התנועה הממשי בפועל מתקבל מנפחי התנועה שמתפרסמים כמידע לציבור על ידי **הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס)** עבור השנים האחרונות וחיזוי של ההתפתחות שלהם לשנים הבאות.

הנפחים של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה לכביש 2 בקטע שבים מחלף פולג למחלף חוף השרון מוצגים בטבלה 11.1

טבלה 11.1: הנפחים בכביש 2, קטע 40, בין מחלף פולג למחלף חוף השרון לשנים 2007-2020. מקור: לשכה מרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס)

9/8/2021

Excel הדפס סגור



| נפח תנועה לפי דרך, קטע והיום בשבוע באלפים | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|
| כיוון | שנה | חודש | אורך קטע בק"מ | ממוצע יומי | ראשון | שני | שלישי | רביעי | חמישי | שישי | שבת | ממוצע יומי לימי חול א-ה |
| דרך 2 קטע 40 מק"מ 33.0 עד ק"מ 38.0 מ מחלף חוף השרון עד מחלף פולג מקום הצבה ק"מ 33.0 | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 2007 | 7 | 5.0 | 158.9 | 168.5 | 164.2 | 166.4 | 171.5 | 178.2 | 147.1 | 116.2 | 169.8 |
| 2 | 2007 | 7 | 5.0 | 79.4 | 84.3 | 82.1 | 83.2 | 85.7 | 89.1 | 73.6 | 58.1 | 84.9 |
| 0 | 2008 | 11 | 5.0 | 148.6 | 153.9 | 153.6 | 155.9 | 157.6 | 159.7 | 136.9 | 122.8 | 156.1 |
| 1 | 2008 | 11 | 5.0 | 74.3 | 77.0 | 76.8 | 77.9 | 78.8 | 79.8 | 68.4 | 61.4 | 78.1 |
| 0 | 2009 | 3 | 5.0 | 140.1 | 150.9 | 149.7 | 150.7 | 148.9 | 149.8 | 121.6 | 109.4 | 150.0 |
| 1 | 2009 | 3 | 5.0 | 70.1 | 75.4 | 74.8 | 75.4 | 74.4 | 74.9 | 60.8 | 54.7 | 75.0 |
| 0 | 2010 | 7 | 5.0 | 146.3 | 143.7 | 152.7 | 154.9 | 158.9 | 162.0 | 144.1 | 107.9 | 154.4 |
| 1 | 2010 | 7 | 5.0 | 73.2 | 71.8 | 76.3 | 77.5 | 79.4 | 81.0 | 72.1 | 53.9 | 77.2 |
| 0 | 2011 | 1 | 5.0 | 146.2 | 148.0 | 154.9 | 150.2 | 156.6 | 159.2 | 135.3 | 119.6 | 153.8 |
| 1 | 2011 | 1 | 5.0 | 73.1 | 74.0 | 77.4 | 75.1 | 78.3 | 79.6 | 67.6 | 59.8 | 76.9 |
| 0 | 2020 | 5 | 5.0 | 146.3 | 158.5 | 159.7 | 158.4 | 158.4 | 157.3 | 133.7 | 97.8 | 158.5 |
| 1 | 2020 | 5 | 5.0 | 73.1 | 78.3 | 79.6 | 79.1 | 79.1 | 77.3 | 69.8 | 48.5 | 78.7 |
| 2 | 2020 | 5 | 5.0 | 73.2 | 80.3 | 80.1 | 79.4 | 79.3 | 80.0 | 63.9 | 49.3 | 79.8 |

בנוסף, ועל מנת לבחון את האמור לעיל בדבר "הקטע הקריטי", גם בדקתי את הנפחים שפורסמו על ידי הלמ"ס לקטע 50 ממחלף פולג צפונה לכיוון גשר השלום. נפחים אלה מוצגים בטבלה 11.2 להלן. ניתן לראות שנפחים אלה קטנים באופן משמעותי מהנפחים בקטע 40.

לכן, המשך הניתוח, חיזוי התנועה והדיון הנגזר ממנו - הוא לקטע 40 ושנות היעד הן 2030 ו-2040 כאמור לעיל.

טבלה 11.2: הנפחים בכביש 2, קטע 40, בין מחלף פולג למחלף גשר השרון לשנים 2007-2020. מקור: לשכה מרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס).

9/8/2021

Excel הדפס סגור



| נפח תנועה לפי דרך, קטע והיום בשבוע באלפים | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|
| כיוון | שנה | חודש | אורך קטע בק"מ | ממוצע יומי | ראשון | שני | שלישי | רביעי | חמישי | שישי | שבת | ממוצע יומי לימי חול א-ה |
| דרך 2 קטע 50 מק"מ 38.0 עד ק"מ 39.7 מ מחלף פולג עד מחלף גשר השלום מקום הצבה ק"מ 39.0 | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 2006 | 12 | 1.7 | 103.0 | 104.2 | 107.6 | 99.7 | 110.2 | 114.4 | 93.3 | 91.9 | 107.2 |
| 1 | 2006 | 12 | 1.7 | 51.5 | 52.1 | 53.8 | 49.9 | 55.1 | 57.2 | 46.6 | 46.0 | 53.6 |
| 0 | 2007 | 7 | 1.7 | 109.2 | 113.3 | 109.7 | 110.8 | 111.8 | 115.8 | 100.3 | 102.7 | 112.3 |
| 1 | 2007 | 7 | 1.7 | 54.6 | 56.7 | 54.8 | 55.4 | 57.9 | 59.9 | 50.1 | 51.3 | 56.1 |
| 0 | 2008 | 11 | 1.7 | 108.8 | 108.5 | 110.4 | 112.6 | 113.8 | 117.4 | 98.0 | 100.9 | 112.5 |
| 1 | 2008 | 11 | 1.7 | 54.4 | 54.3 | 55.2 | 56.3 | 56.9 | 58.7 | 49.0 | 50.5 | 56.3 |
| 0 | 2009 | 3 | 1.7 | 108.1 | 108.9 | 107.9 | 112.3 | 113.4 | 116.4 | 96.9 | 100.7 | 111.8 |
| 1 | 2009 | 3 | 1.7 | 54.0 | 54.4 | 53.9 | 56.2 | 56.7 | 58.2 | 48.5 | 50.3 | 55.9 |
| 0 | 2010 | 5 | 1.7 | 106.4 | 106.7 | 109.3 | 113.6 | 116.6 | 109.9 | 92.7 | 95.8 | 111.2 |
| 1 | 2010 | 5 | 1.7 | 53.2 | 53.3 | 54.7 | 56.8 | 58.3 | 55.0 | 46.4 | 47.9 | 55.6 |
| 0 | 2011 | 1 | 1.7 | 103.7 | 109.1 | 111.2 | 112.3 | 105.8 | 112.3 | 91.5 | 84.0 | 110.1 |
| 1 | 2011 | 1 | 1.7 | 51.9 | 54.5 | 55.6 | 56.1 | 52.9 | 45.7 | 42.0 | 55.1 | |
| 0 | 2020 | 5 | 1.7 | 131.7 | 140.4 | 143.0 | 143.2 | 146.3 | 143.0 | 93.4 | 143.3 | |
| 1 | 2020 | 5 | 1.7 | 66.6 | 71.4 | 73.1 | 73.1 | 75.1 | 55.4 | 45.0 | 73.2 | |
| 2 | 2020 | 5 | 1.7 | 65.1 | 69.0 | 70.0 | 70.2 | 71.3 | 56.6 | 48.4 | 70.1 | |

המודל הליניארי הפשוט לחיזוי התנועה העתידית, הוא בעל הצורה הבאה:

$$Y = aX + b$$

כאשר Y הוא נפח התנועה השעתי העתידי (לתכנון) בשנה עתידית X . המקדמים a ו- b מתקבלים מתוך הנתונים של הלמ"ס על ידי הרגרסיה הליניארית, כאשר מתאימים את קו המתאם (קו התחזית)

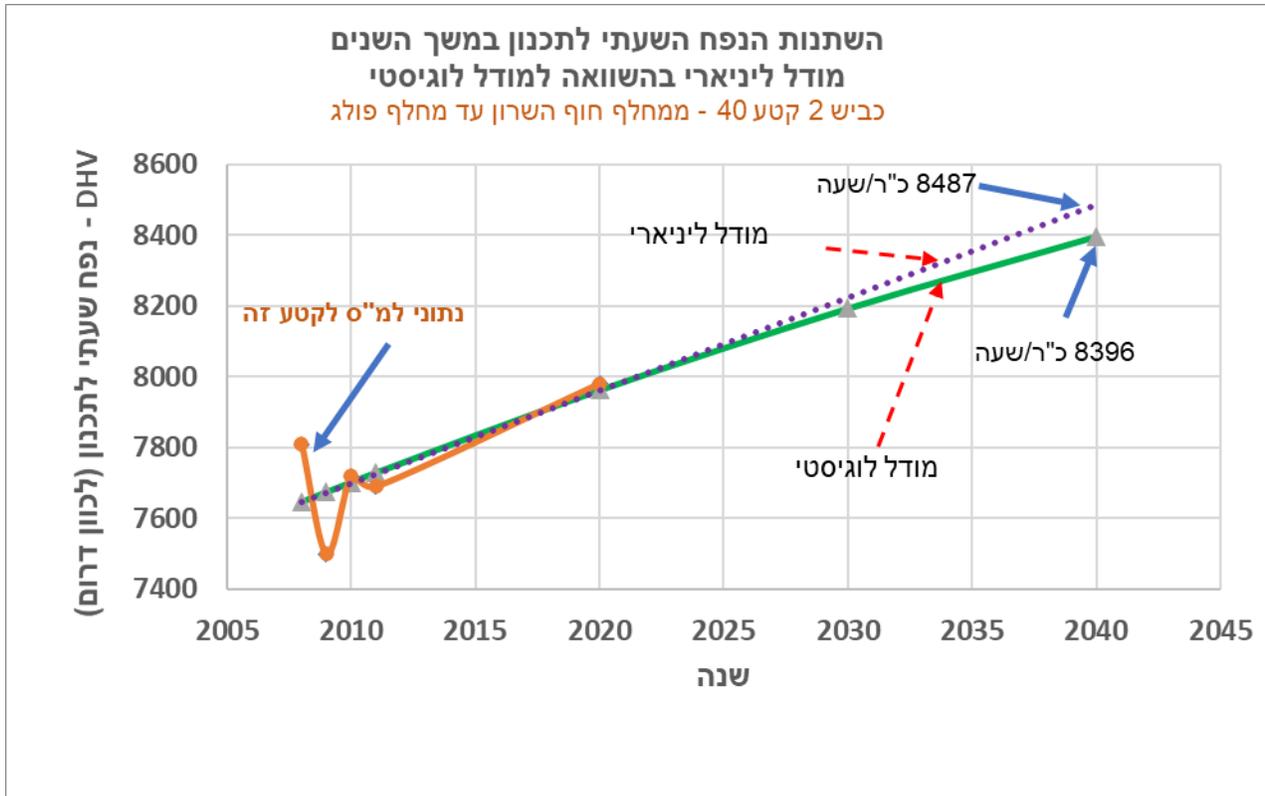
הטוב ביותר.

אפשר להעלות את הטענה שנפח התנועה לא יגדל בצורה ליניארית. אי לכך, ערכתי לשם השוואה גם בדיקה של הנפח העתידי בעזרת מודל לוגיסטי (מודל לא ליניארי בצורת S) שניסחתי אותו בצורה הבאה:

$$D = \frac{MD}{1 + e^{\alpha \cdot (Y - Y_0)}}$$

כאשר D הוא הביקוש לתנועה (הנפח השעתי לתכנון) בשנה Y , הגודל MD הוא הביקוש המקסימלי והמקדם Y_0 הוא "שנת הפיתול" של עקום ה- S - כלומר השנה בה יש שינוי בגרף הגידול, מגידול מעריכי מהיר לגידול "דועך" או מתמתן ומתיישר. המשתנה α הוא מקדם שמתקבל מהרגרסיה הלא ליניארית במהלך התאמת המודל הטוב ביותר לגדול התנועה.

התוצאות של הרגרסיה הליניארית (המודל הליניארי) והרגרסיה הלא-ליניארית (המודל הלוגיסטי) מוצגות באופן גרפי בציר 11.1 להלן. הציר האנכי הוא הנפח השעתי לתכנון (DHV) והציר האופקי הוא השנה.



ציור 11.1: השתנות הנפח השעתי לתכנון במשך השנים – מודל ליניארי בהשוואה למודל לוגיסטי (כביש 2 קטע 40, מק"מ 33 עד ק"מ 38 ממחלף חוף השרון עד מחלף פולג).

ניתן לראות מהציר שאין הבדל משמעותי בין שני המודלים: הליניארי חוזה נפח של **8487** כ"ר לשעה לכוון דרום בשעת השיא ב 2040 ואילו המודל הלוגיסטי חוזה נפח של **8396** כ"ר לשעה לאותו כוון באותה שנה. בהמשך הניתוח, לצורך חישוב מספר הנתיבים הדרוש, אני "מאמץ" את הערך הגדול יותר של המודל הליניארי.

נשאלת השאלה האם נפח תנועה כזה, או דומה לו, יהיה מתחת לקיבולת של כביש 2 והנתיבים המהירים המיועדים להתווסף לו? שאלה זו והתשובה לה תידון להלן.

12. חישובי קיבולת בשעות השיא בבוקר, הכוון לדרום

כאמור לעיל, הכוון לדרום בשעות שיא הבוקר, דהיינו הכוון מנתניה לת"א, הוא "הקטע הקריטי" והכוון שיש לנתח אותו בכדי לבחון באם נפחי התנועה שבו, כולל האוטובוסים, מצדיקים את בנייתו של המת"צ הנדון ככביש נוסף.

כפי שציינתי נשאלת השאלה אם הנפח של התנועה, הנוכחי והחזוי לעתיד, יכול להיות "משורת" ברמת שרות סבירה על ידי הנתיבים הקיימים והמתוכננים. לשון אחר: האם הנפח החזוי מצדיק בנית כביש נוסף שמיועד לתחבורה ציבורית בלבד, בנוסף ל 4 הנתיבים הקיימים ובנוסף ל"נתיבים המתחלפים" (2 במספר) שמתוכננים להבנות במרכזו של כביש 2.

ערכתי חישובי קיבולת והתשובה שמתקבלת היא חד משמעית: אין צורך בנתיבים נוספים, כלומר אין צורך בכביש נוסף דוגמת המת"צ הנדון, וזאת בטווח של לפחות 20 השנים הבאות, וקרוב לוודאי שאף מעבר לכך.

לפי החישובים, מצאתי שיש קיבולת מספקת הן לאוטובוסים והן לכלל התנועה בכוון דרום בשעות הבוקר.

התבססתי בעיקרי חישובי על המדריך להנדסת תנועה האמריקאי שנקרא Highway Capacity Manual (HCM) מהדורת 2010 והעידכונים שלו. מדריך זה נחשב ל"אורים והתומים" בהנדסת התנועה בעולם והוא מבוסס על מחקרים רבים משנות ה-50 של המאה שעברה ועד לימנו אנו. אציין במיוחד שגם הנחיות החברה הלאומית לדרכים בארץ מבוססות על ה-HCM.

לצורך האמור לעיל החלטתי לבחון את מספר הנתיבים הדרוש ולהשוותו למספר הנתיבים הקיים והמתוכנן. אני מפרט את עיקרי החישובים.

מספר הנתיבים הדרוש לתנועה העתידית מתקבל לפי הנוסחה להלן:

$$N = \frac{V}{MSF * PHF * fhv * fp}$$

כאשר N הוא מספר הנתיבים הדרוש ופרוש שאר המשתנים בנוסחה הוא כלהלן:

V = Demand volume under prevailing conditions; נפח התנועה השעתי לתכנון החזוי לעתיד;
(כ"ר לשעה);

MSF = Maximum service flow, pc/h/ln; - שיעור הזרימה המכסימלי (כ"ר נוסעים לשעה) -

PHF = Peak hour factor; - מקדם שעת השיא -

fhv = Adjustment factor for heavy vehicles; - מקדם תיקון לכלי רכב כבדים -

fp = Adjustment factor for unfamiliar drivers; - מקדם תיקון לנהגים שלא מכירים את הדרך -

כדי להשלים את החישובים לצורך הניתוח להלן, ובהתחשב בעובדה שמדובר בתנועה עתידית, ואין אפשרות לעשות מדידות מדויקות, יש צורך להעריך מהם המקדמים השונים הרלוונטים לקטע הנדון בכביש 2.

כיון שאחוזי הרכב הכבד ואחוז הנהגים שאינם מכירים את הכביש דהיינו נהגים שאינם מקומיים (כגון תיירים וכדומה וגורמים עקב "היסוסים בנהיגה" ולו גם קטנים, להורדת הקיבולת) **אינם ידועים**, נעזרתי בטבלה 11-16 במדריך ה HCM שהוזכר לעיל לצורך קבלת **הערכים המומלצים כערכי ברירת המחדל** (default values).

יש שם מספר המלצות שאין צורך לפרט את כולן. רק אציין שמקדם שעת השיא שמומלץ שם הוא **PHF=0.94**. המקדם המומלץ לנהגים שאינם מכירים את הדרך הינו **fp = 1**.

לצורך הניתוח להלן, (ובהתחשב בעובדה שמדובר בתנועה עתידית), אני מציע לאמץ את מקדם שעת השיא (PHF) כשווה ל- **1.0**. המלצתי זו נובעת מכך שלהערכתי במקום זה (ואני מכיר מקום זה היטב מנסיעות תכופות שם) התנועה במשך כל שעת השיא, היא במידה רבה **הומוגנית**. כלומר אין "שיאים" פנימיים בתוך שעת השיא, אלא כל השעה עמוסה בערך במידה שווה. אני סבור שזו הנחה סבירה בהחלט לאזור הנדון של פולג ושפיים.

כאמור, למיטב הערכתי, כל המקדמים שצויינו נראים סבירים לתנאים שלנו בקטע הנדון, וגם לחזוי לשנים הבאות - לא מצאתי צורך לשנותם מעבר לאמור לעיל.

פרמטר חשוב נוסף הדרוש לצורך הניתוח הוא **אחוז המשאיות** העתידי. בהתחשב באופי הפרברי של האזור (ובמיוחד עם הפיתוח העתידי), וכיון שלא ידוע אם אחוז המשאיות הנוכחי יגדל או יקטן (למשל

הקטנה בתנועת המשאיות עקב מעבר תנועת משאות ממשאיות לרכבת), החלטתי לאמץ את ערכי ברירת המחדל מהטבלה הרלוונטית של HCM.

לצורך כך, הנחתי שברירת המחדל של אחוז הרכב הכבד תהיה **הממוצע** שבין המומלץ לאזור עירוני (5%) לבין המומלץ לאזור בינעירוני (12%) כלומר ממוצע של **8.5%**. אפשר לערוך חישובים נוספים עם אחוזים דומים אחרים, אך אציין שהחישובים של מספרי הנתיבים הדרושים לא משתנים באופן משמעותי.

לצורך החישוב של מספר הנתיבים נהוג להשתמש ב**נפח התנועה העתידי**, שאליו יש לתכנן.

כאמור, חיזוי הנפח העתידי מבוסס על סמך שני המודלים - האחד ליניארי והשני לוגיסטי - שכיולם תואר לעיל (בפרק 11). למען הזהירות ו"השמרנות" בניתוח, בחרתי בערך של המודל הליניארי **שהוא גבוה יותר**, ולכן אני משתמש בו לצורך הניתוח.

כפי שרואים מצויר 11.1, נמצא שנפח התנועה השעתי, לכונן אחד, בשעת השיא במסדרון הנדון, יהא בשנת 2040: **8487** כ"ר/שעה.

מכאן אפשר לקבל את מספר הנתיבים N על פי הנוסחה שהוצגה לעיל. בהצבה לנוסחה של הנפח לתכנון **לשנת 2040**, ובהצבת ערכי ברירת המחדל המומלצים, מספר הנתיבים הדרוש **N** יתקבל על פי הנוסחה כלהלן:

$$N = \frac{8487}{2400 * 1 * 0.9592 * 1} = 3.69$$

הערך המתקבל הוא של **3.69** נתיבים דרושים. שינויים קטנים בערכי הנפח החזוי לתכנון או הערכים של ברירת המחדל שהוזכרו לעיל, **לא ישנו מהותית** את מספר הנתיבים הדרוש.

לדוגמא: נניח שהנפח לתכנון יהיה **9000** כ"ר לשעה (במקום 8487 כ"ר לשעה) מספר הנתיבים הדרוש יהיה **3.90**.

דוגמא נוספת: באם בנוסף, **באותו נפח** - אחוז המשאיות יהיה **10%** (במקום 8.5% שהנחתי קודם) אזי מספר הנתיבים הדרוש יהיה **3.94** נתיבים.

בכל מקרה, הערך המתקבל קטן מ 6 נתיבים שקיימים בקטע הנדון של מסדרון נתניה-שפיים (4 נתיבים עוברים על כביש 2 בקטע זה ועוד 2 נתיבים "מהירים מתחלפים" שמתוכננים להיבנות במפרדה של כביש 2).

כלומר, מספר הנתיבים הקיים והמתוכנן במסגרת תוואי כביש 2 - עונה די והותר על הביקוש הצפוי לנסיעות. לכן, כאמור לעיל, למיטב הערכתי אין צורך בנתיבים נוספים בטווח של לפחות 20 השנים הבאות, ואף מעבר לכך.

במילים אחרות – מאחר ואין צורך בנתיבים נוספים, אזי ברור שאין צורך בכביש נוסף דוגמת המת"צ הנדון שתוכנן לשרת את אותו מסדרון תנועה. המת"צ מיותר ועדיף להשקיע את המשאבים הכספיים (המוגבלים) בשפור כביש 2, כפי שמוצע בחוות דעת זו (ראה להלן, פרקים 17 ו-18).

13. השפעת קטעי ההשתזרות על מספר הנתיבים

"קטע השתזרות" הינה קטע כביש מהיר או כביש פרברי מהיר למחצה, שבו יש כניסה של כלי רכב לכביש ולאחריה, במרחק לא רב (נניח עד כקילומטר) קיימת יציאה של כלי רכב אחרים. שני הזרמים, הנכנס והיוצא, "מתערבים" אחד עם השני בפעולה שנקראת "השתזרות" (weaving) והתוצאה היא ירידה בקיבולת הדרך.

קיימים בספרות המיקצועית של הנדסת תחבורה מודלים מיוחדים לחישוב קיבולת של קטעי השתזרות, והם שונים מאד מחישוב הקיבולת של "קטע רגיל", ללא השתזרות. אין טעם (בשלב זה) לחשב קיבולת בעזרת מודלים אלה, כיון שהפרמטרים הגיאומטריים המדוייקים בקטעים אלה אינם ידועים. למשל, לא ידוע מה המרחק בין הכניסה של כלי רכב במחלף פולג לכונן דרום, לבין החבור שיאפשר לאותם כלי רכב להיכנס לנתיבים המתחלפים, באמצע המפרדה.

מה שברור הוא שיש לתת את הדעת על נושא ההשתזרות ולתכנן את הגיאומטריה של התוואי שבו קיימת השתזרות **בקפדנות יתרה**.

השפעתה השלילית של ההשתזרות ניתנת למזעור על ידי שיטות גיאומטריות שונות: למשל הגדלת המרחק בין הכניסה והיציאה והוצאת הקטע מהתחום הנחשב לתחום העליון של ההשתזרות (כלומר הפיכתו לקטע ללא השתזרות).

במיקרים אחרים, בהם אין אפשרות להגדיל את המרחק, ישנן טכניקות אחרות למזעור השפעת ההשתזרות, למשל, שינוי צורת המחלף או תכנון של הפרדה "מפלסית" המכונה "basket weave".

מטרת דו"ח זה אינה להציע פתרונות גיאומטריים ספציפיים אלא להתריע **שנושא זה דורש תכנון קפדני**. ותכנון קפדני זה יאפשר בהחלט למזער את ההשפעה השלילית של ההשתזרות ולכן – תכנון נכון יעלה את הקיבולת של הכביש הקיים ו**בוודאי שיקטין את הצורך בבניית כבישים חדשים נוספים, כגון המת"צ הנדון**.

14. האם כמות האוטובוסים הצפויה במסדרון נתניה-שפיים מצדיקה מת"צ

התשובה לשאלה המופיעה בכותרת היא **בוודאות לא**. ניסיתי לבדוק מה נפח האוטובוסים הנוסע מנתניה לתל אביב כבר היום בשעות השיא בוקר. הקו הותיק המשרת מוצא ויעד זה הוא קו 605 של חברת אגד. לשם התרשמות, בדקתי את התדירות של קו זה בין השעות 05:00 בבוקר ל 10:00 בבוקר. הסתבר לי שבין השעות הללו (כולל הנסיעה ב 5 בבוקר והנסיעה ב 10 בבוקר) פועלים בקו זה סך הכל **31 אוטובוסים** שמשרתים את ציבור הנוסעים. כלומר כ- **6 אוטובוסים בשעה בלבד**.

יש עוד מספר קווים נוסף של חברות אחרות (מטרופולין למשל) אך גם הם בתדירות של מספר אוטובוסים חד סיפרתי לשעה, בשעת השיא בוקר.

אם נוסיף למספר זה אוטובוסים נוספים, נניח מחדרה לתל אביב, מבית-ליד לתל אביב וכן מחיפה והגליל לתל אביב, אני מעריך שמספר האוטובוסים שיעברו במסדרון הנדון **בשעת השיא** הינו לכל היותר **50 אוטובוסים**.

לצורך הדיון, **נניח שבעתיד מספר זה אף יוכפל**. זו הנחה מרחיקת לכת כיון שכמות מסילות הרכבת תשולש (מ-2 ל-6). 4 מסילות יהיו מיועדות לרכבות פרבריות לשרות הציבורי של אזורי התעסוקה החדשים והן "יגזלו" (ימשכו) נוסעים רבים מהאוטובוסים לרכבות.

כלומר, בהנחה של הכפלת הכמות מדובר על כ-**100 אוטובוסים לשעת השיא**, לכל היותר, **בתרחיש האופטימי** ביותר מבחינת התחבורה הציבורית.

נתיב תחבורה ציבורית יכול להעביר כ-**1000 עד 1200** אוטובוסים בשעה. בנפח של **100** אוטובוסים לשעה, אין כל הצדק לבנית כביש מיוחד לתחבורה ציבורית.

לכן, גם משיקול זה, המת"צ הנדון וכל הרעיון של בנייתו, לא מוצדק.

15. מהפכת הרכבים האוטונומיים תשפר את איכות הזרימה ותפחית הצורך

במת"צ

אנחנו נימצאים בתחילתה של מהפכה של רכבים אוטונומיים, שיסעו באופן עצמאי, מהמטרה ליעד. מהפכת הרכבים האוטונומיים לא תאחר לבוא למרות שנכון להיום יש אמנם קשיים תפעוליים וסטטוטוריים וגם בעיות בטיחותיות; אך סביר להניח שנושאים אלה ייפתרו בעתיד הלא רחוק.

קיימים מחקרים רבים על רכבים אוטונומיים והתועלת התחבורתית הצפויה מהם, שמחזקים את האמור לעיל. כפי שחוזים המחקרים הללו, אחוז הרכבים הפועלים באופן אוטונומי יעלה משמעותית בשנים הבאות ובוודאי שבעוד 20 שנה ויותר. תהא לכך השפעה מכרעת לפחות על שלושה נושאים הרלוונטיים לשאלה הנדונה, דהיינו השאלה האם המת"צ המתוכנן מוצדק אם לאו:

אנסה לנתח בקצרה את שלושת ההשפעות העיקריות הללו:

א. הגדלת הקיבולת עם גידול אחוז הרכבים האוטונומיים

הנושא הראשון הוא הגדלה דרמטית של קיבולת של נתיב בכביש מהיר עם הגידול באחוז הרכבים האוטונומיים. ברכבים אוטונומיים מדובר על מערכת אוטומטית לחלוטין ומתוחכמת מאד שתאפשרנה לכלי הרכב להגדיל את "הצפיפות" כלומר לצמצם את המרווח בין המכוניות תוך כדי נסיעה במהירות קבועה ואחידה.

לכן הזרם האוטונומי ישמור על **מרווח קבוע וקטן** בניגוד למרווח הגדול יחסית ולשונות במרווחים בזרם התנועה הרגיל, שמשפיעה לרעה על הקיבולת שהוזכרה לעיל.

גורם נוסף שיעלה את הקיבולת הוא האפשרות להפעיל את הנתיב האוטונומי במהירות קבועה הקרובה ל**מהירות האופטימלית**. עובדה ידועה בהנדסת תנועה היא שהמהירות האופטימלית איננה המהירות הגבוהה ביותר, **אלא מהירות שתאפשר את שיעור הזרימה הגבוה ביותר**. במילים אחרות מהירות שתאפשר תפעול הכביש בתנאי הקיבולת שלו.

כלומר - לעיניין הרכבים האוטונומיים והקיבולת – **אפשר יהיה לכוון (לתכנת) את התנועה של הרכבים האוטונומיים לנוע במהירות כזו שתתן את הנפח האופטימלי** (כלומר המקסימלי בכביש נתון).

למותר לציין שפועל יוצא מהדוגמאות שהוצגו לעיל בדבר "הצטופפות התנועה" והנסיעה "במהירות האופטימלית" כתוצאה ממהפכת הרכבים האוטונומיים שאנו בתחילתה, הוא שהקיבולת של הנתיבים תגדל משמעותית ויידרשו פחות נתיבים להעביר את התנועה החזויה.

ב. ההשפעה על הבטיחות

ההערכה המקובלת בספרות היא שבד בבד עם עליית שיעור הרכבים האוטונומיים בזרם התנועה **תרד כמות התאונות וכמות "הארועים"** של קרבת תאונה. הדבר נובע מהשליטה של המערכות הממוחשבות שברכב על המהירות, שמירת מרחק ומרווחים קבועים מהרכב הסמוך, ניתור מתמיד של מצב המיסעה ושאר הפרמטרים שמשפיעים על בטיחות הנסיעה. כתוצאה מהירידה בכמות הארועים והתאונות, תהיה עליה בקיבולת הנתיבים שישרתו את הרכבים האוטונומיים וזאת כיון שזרימת התנועה תהיה עם מינימום הפרעות.

ג. המהפכה האוטונומית תביא להגדלה של צי הרכב הציבורי האוטונומי

כתוצאה מההתפתחות וההתקדמות הצפויה של הטכנולוגיה האוטונומית לכלי רכב פרטיים, צפויה במקביל התפתחות דרמטית גם בתחום הרכבים האוטונומיים של **התחבורה הציבורית**.

אוטובוסים אוטונומיים ומוניות אוטונומיות יגיעו לפתחנו בעתיד הקרוב.

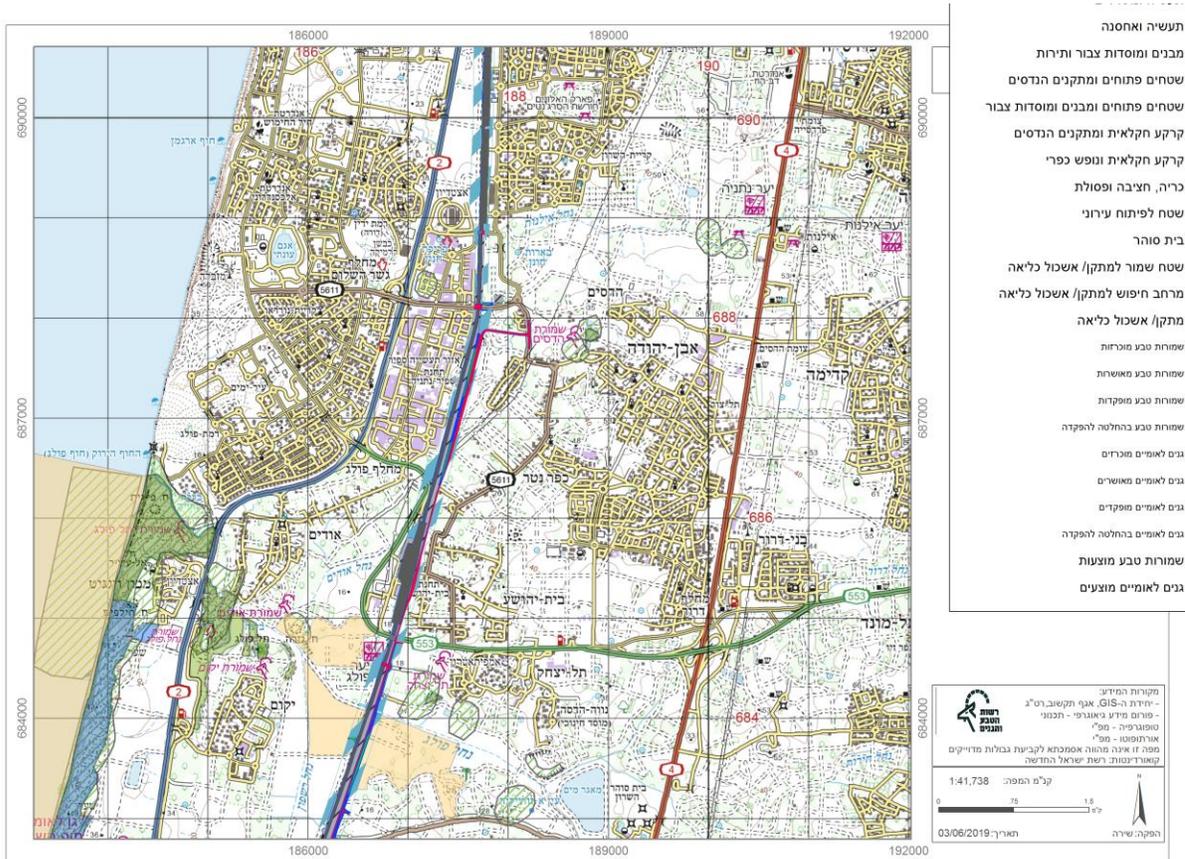
התועלת מפיתוחים אלה בתחבורה הציבורית עשויה להיות משולשת: **1.** שיפור הנגישות לנכים ובעלי מוגבלויות; **2.** מעבר של נוסעים מרכבם הפרטי לאוטובוסים אוטונומיים, בטוחים, אטרקטיביים ובעלי אמינות גבוהה (מבחינת זמן נסיעה קבוע וידוע מראש); **3.** שיפור תנאי הזרימה של שאר המשתמשים בדרך והפחתת הצורך בנתיבים נוספים.

כל התופעות א-ג שהוזכרו לעיל יאוששו את הטענה שהזכרה מספר פעמים בחוות דעת זו, שהכביש המיוחד לאוטובוסים (המת"צ מנתניה לשפיים) **אינו נדרש**.

לסכום סעיף זה – החדירה של הרכבים האוטונומיים למערכת התחבורה, שהולכת ומתגברת, תביא לכך ש"הצורך" (שלא קיים מלכתחילה) בבניית כביש מיוחד לתחבורה ציבורית, גם הוא הולך ונמוג. כביש 2 הקיים, והנתיבים המתחלפים שיתווספו לו – יספקו די והותר את הצורך של כלל התנועה, כולל אוטובוסים.

16. הערות לעיניין קצהו של המת"צ המיועד באזור הדסים

בחנתי את החיבור של המת"צ המיועד לרשת הכבישים הקיימת ממערב לשמורת הדסים - החיבור מוראה בציור 16.1; ראה התוואי בצבע סגול.



ציור 16.1: תוכנית המראה את תוואי המת"צ המיועד באזור התעשיה של נתניה והסיום הצפוני מערבית לשמורת הטבע בהדסים. (מקור: רשות הטבע והגנים).

כפי שנאמר כבר בפרקים הקודמים למת"צ הנדון אין הצדקה. החיבור הצפוני שלו ממחיש עובדה זו ביתר שאת. החיבור הוא לכביש מקומי, שמספרו 5611 שמסתעף מכביש 561, המתוכנן להשלמת החיבור מזרח-מערב בין כביש 4 לכביש 2, צפונה מהדסים. ההסתעפות המתוכננת תהיה בקטע צפון-דרום ממזרח לשמורת הדסים, התחום על ידי שתי כיכרות, מצפון ומדרום לנקודת החיבור.

יוצא איתה, שהכניסה אל המת"צ הנדון תהיה באמצעות כיכר. קיבולת של כיכר תלויה "בנפח המתנגד" (Conflicting Flow) וגם בקוטר הכיכר. דבר זה הוכח גם במודל ישראלי שפותח בטכניון (והיתה לי הזכות להיות בין מפתחיו) וגם במודלים דומים כפי שמובאים ב HCM האמריקאי, למשל בציור 21-6 בפרק 21, של הטיטה המאושרת (למהדורה המעודכנת).

אפשר להווכח שמבלי להידרש לפרטים המדויקים של הגיאומטריה שאינם נחוצים בשלב זה, בהנחה סבירה של "נפח מתנגד" של כ- 600 כ"ר פרטיים לשעה, הקיבולת של הכיכר תהא בערך בטווח של 650-750 כ"ר פרטיים לשעה (תלוי בגיאומטריה המדויקת), כלומר ההזנה האפשרית של המת"צ, ביחידות של **כלי רכב פרטיים**, לא תעבור על ערך זה.

מבחינת **אוטובוסים**, מדובר על חצי או פחות מקיבולת זו, **כלומר בערך כ- 300-350 אוטובוסים לשעה**. זה מספר האוטובוסים שיוכל להכנס למת"צ הנדון.

אמנם התחזית שלי שצויינה בדוח זה היא שכמות האוטובוסים תהא קטנה יותר, כ- 100 אוטובוסים, ראה פרק 14, אבל מספר זה של 300 אוטובוסים לשעה שיוכלו להכנס למת"צ, ממחיש גם מההיבט של הקיבולת שהמת"צ, המיועד לאוטובוסים בלבד, אינו מוצדק כלל ועיקר.

אין זה סביר לבנות כביש נפרד לכמות קטנה כזו של אוטובוסים.

יש בנקודת החיבור הצפונית של המת"צ גם **היבט מערכתי**: אפשר לומר שהמת"צ, בקצהו הצפוני שליד נתניה, מתחבר לנקודה "בלתי חשובה" במערכת ההירארכית של הכבישים - לכביש מקומי. הוא אינו מתחבר לתחנה מרכזית כלשהיא, לא לליבו של אזור התעשייה ולא לכביש ראשי כלשהוא.

אי לכך הוא לא יוכל לשרת באופן יעיל את הציבור – לא מבחינת נקודות המוצא והעלאת נוסעים ולא מנקודת מספרי האוטובוסים שיוכלו להכנס אליו, כאמור לעיל.

כמובן שנקודת חיבור זו אינה מוצלחת (בלשון המעטה) ולא תענה על צרכי התחבורה הציבורית.

יש בתוואי המוראה בציור 16.1 לעיל נקודה צורמת נוספת; למרות חשיבותה, אציין אותה בקצרה, וללא הרחבה בהעדר פרטים גיאומטריים מדויקים: התוואי מראה קטע ישר וארוך של 2-3 קילומטרים בצד המזרחי של אזור התעשייה שבקצהו הצפוני רדיוס קטן (הגודל המדויק לא ידוע) שמפנה את הכביש לכוון מזרח.

בתכנון נכון אין זה מקובל להציג עקומה עם רדיוס קטן בסיומו של קטע ארוך. **תכנון כזה מועד לתאונות רבות**. לכן גם מהיבט זה, התוואי המוראה הינו פגום.

17. הערות לעיניין שפור הקיבולת של כביש 2 על ידי שפור הגיאומטריה

ניתן לשפר את הגיאומטריה של כביש 2 באופן משמעותי ובכך לשפר את הקיבולת שלו. כוונתי בעיקר למסלול לדרום אך בד בבד, מתוך עקרון ההדדיות בהנדסת תנועה, גם כמובן במסלול לצפון.

על ידי שפור הגיאומטריה בד בבד עם יצירת "איזון נתיבים" (Lane Balance) - על פי החוקים הידועים והמקובלים בספרות – אפשר יהיה לשפר את רמת השרות ואחידות הזרמה (כלומר מניעת גודש) באופן ניכר.

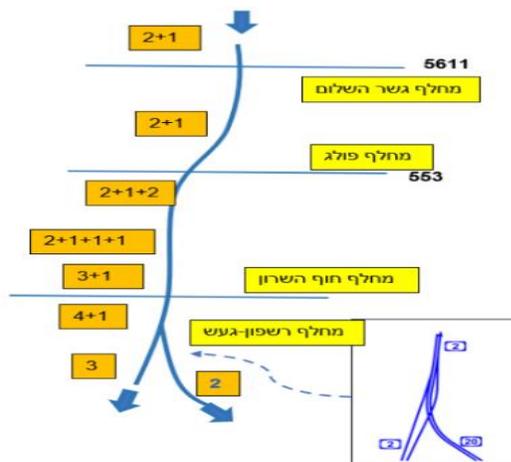
שיטת התכנון של "איזון הנתיבים" היא שיטה שפותחה בארה"ב על ידי Jack Leisch (שהיה בזמנו גם יועץ למ.ע.צ.) וחוקרים אחרים ואומצה גם בספרי ההנחיות לתכן גיאומטרי כגון AASHTO. יש כללים ברורים ליישום של קביעת מספר הנתיבים הדרוש כפעולה מקדימה והכרחית בתכנון כביש מהיר וכדי להבטיח את איכות הזרמה.

לא אפרט כאן את כל הכללים אך בבדיקה שערכתי לגבי המסלול הדרומי של כביש 2 בקטע הנדון, מצאתי שכללים חשובים וקריטיים אלה אינם נשמרים ודבר זה פוגע באיכות הזרימה ובהיצרות פקקים.

לדוגמא בקטע שבין מחלף גשר השלום ומחלף רשפון-געש. מספר הנתיבים עובר מ-3 ל-5, אחר"כ ל-4 ושוב ל-5 ובהמשך נשארים 5 נתיבים. ניתן לראות זאת באופן סכמתי בתרשים שבציר 17.1, להלן.

יש לציין שהמספר +1 בציר 17-1 מסמן נתיב נוסף המיועד כיום כנתיב רב-תפוסה של שני נוסעים ומעלה.

ברצוני גם להדגיש בהקשר זה שאין לבוא בטענות כאן אל חברת נתיבי ישראל; התכנון והביצוע נעשו עוד בטרם הקמתה של חברה זו.



ציור 1-17: סכמה (ללא קנ"מ) של מספרי הנתבים בכביש 2 במסלול לדרום ממחלף גשר השלום עד מחלף רישפון-געש.

בהמשך לאמור לעיל בקשר לאיזון הנתבים, אני טוען שאפשר לשפר גיאומטריה לקויה זו בתכנון נכון ובהשקעה לא גדולה באופו יחסי.

כמובן שלשיפור זה רצוי להוסיף את **שידרוג צורת המחלפים** על מנת להקטין את ההשפעה השלילית של ההשתזרות ובמיוחד כוונתי למחלף פולג; ראה דיון נפרד בפרק 18 להלן, לגבי החשיבות של סוגיה זו

18. אפשרות לשדרוג ושפור מחלף פולג והשפעה הדרמטית על זרימת

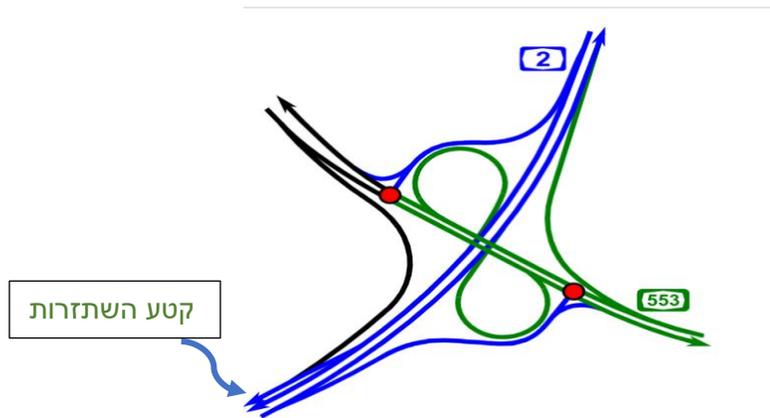
התנועה

זרימת התנועה במסדרון כביש החוף (כביש 2) בתוואי נתניה-שפיים סובלת מרמת שרות נמוכה. המדובר על רמת שרות נמוכה במסלול לכוון דרום בשעות השיא-בוקר וכך גם במסלול לכוון צפון בשעות השיא-ערב.

הדבר נובע משני גורמים עיקריים: הגורם האחד הוא תנועה כבדה של כלי רכב על כביש החוף, ולא דווקא של תחבורה ציבורית. הגורם השני, הוא **ליקויים בתכנון הגיאומטרי של הקטע הנדון ובמיוחד בצורת מחלף פולג וגם תכנון לקוי של קטעי ההשתזרות** על כביש 2 מדרום למחלף פולג.

מחלף פולג הינו "מחלף עלה תלתן מסוג A". צורת מחלף זו גורמת לקיצור קטע ההשתזרות שמדרום למחלף. המחלף תוכנן והוקם בתחילת שנות ה-70 ונפתח לתנועה בספטמבר 1975. מטרת המחלף העיקרית היתה לאפשר כניסה ויציאה משכונות דרום נתניה (קרית נורדאו, רמת פולג וכד') לכוון כביש החוף לדרום ולצפון וכן מעבר ממזרח למערב על כביש 553.

מחלף פולג מוצג בצורה סכמטית (ללא קנ"מ) בציור 18.1.



ציור 18.1: מחלף פולג (עלה תלתן A) על כביש החוף (מקור: ויקיפדיה)

סביר להניח שהמחלף התאים בזמנו לכווני זרימת התנועה הן על 553 והן על כביש 2, ושרת את התושבים בהצלחה. ברם, צורתו, ובמיוחד כניסת הרמפה המחברת את צד מערב לצד דרום (מ 553

לכוון מזרח לכביש 2 לכוון דרום) הינה גורם ראשי להפרעה לתנועה בכביש 2 בגין ההשתזרות (Weaving) שהיא גורמת.

יש שתי אפשרויות עיקריות לפתור (או לצמצם משמעותית) את בעיית ההשתזרות שנוצרת כאמור מצורת המחלף:

אפשרות א: לתכנן ולבנות "**השתזרות סל**" (basket weave) שתמנע או תקטין משמעותית את ההשפעה השלילית של ההשתזרות הנדונה. פתרון זה עשוי להיות מורכב מבחינה גיאומטרית אם כי לא בלתי אפשרי. ככל שנדרש ניתן יהיה לבדוק זאת.

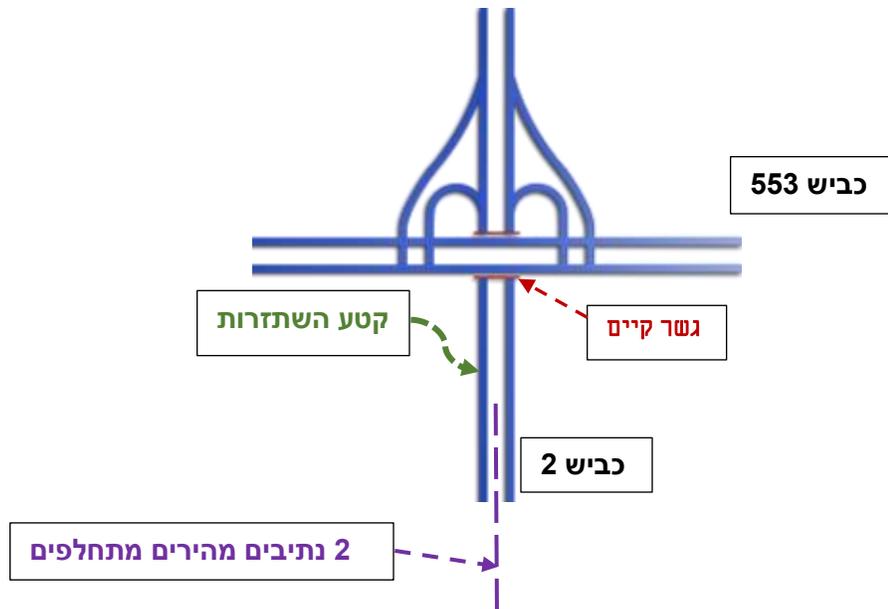
אפשרות ב, לחילופין: פתרון אחר ופחות מורכב לעניות דעתי, **לשנות את צורת המחלף** מצורת עלה תלתן מסוג A למחלף עלה תלתן מסוג AB. ראה תרשים בציור 18.2, שעליו הוספתי גם את סימון קטע ההשתזרות והנתיבים המתחלפים.

זה פתרון אחד שמובא כאן אך ורק **לצורך המחשה**, מתוך מגוון פתרונות אפשריים נוספים שלא מפורטים בשלב זה.

צורה כזו של מחלף (או דומה לו) **תרחיק צפונה** את רמפת הכניסה לכוון דרום, תקטין במידה רבה את "עצמת ההשתזרות" ותשפר משמעותית את איכות הזרימה על כביש החוף, דרומה ממחלף פולג.

ברצוני להדגיש ששינוי צורת המחלף והרחקה צפונה של רמפת הכניסה הוא פרויקט שאולי נשמע יקר ומורכב, אך להערכתי הינו פרויקט **שאינו יקר ואינו מורכב הנדסית**. הגשר של כביש 553 מעל כביש 2 קיים ממילא (ייתכן ויהיה צורך להגדיל המפתח במספר מטרים בודדים) והשינוי של תוואי הרמפות הינו **פרויקט זול יחסית** שתועלתו מרובה.

המחלף הנוכחי, שתוכנן ונבנה כאמור בשנות ה-70 מיצה את תפקידו, את משך "חיי השרות" שלו, ולאחר כ-50 שנות שרות הגיע הזמן לשדרג אותו.



ציור 2-18: סכמה של מחלף מוצע בתצורת עלה תלתן חלקי מסוג AB לחיבור בין כביש 2 לכביש 553 בתוספת סכמה של קטע ההשתזרות בין רמפת הכניסה לדרום והנתיבים המהירים המתחלפים. (הערה: המחלף הינו מקובל ומופיע אף בספר שאני אחד ממחבריו, אך המקור לציור הוא: en.m.wikipedia.org)

רציתי להדגיש שההשתזרות דרומה למחלף פולג נובעת משני זירמי תנועה שמשתזרים האחד עם השני: המעבר שמאלה של הרכבים הנוסעים לכוון ת"א דרך כביש 20 בו זמנית עם המעבר ימינה של הרכבים היוצאים במכון ווינגייט, או בשפיים או ממשיכים בהמשך הדרך על כביש 2 לכוון ת"א.

כאשר עוצמת ההשתזרות תפחת וקיבולת הקטע הנדון תגדל, רמת השרות תעלה ויהיו פחות עיכובים לתנועה דרומה בשעות השיא בבוקר.

ושתי הערות נוספות לאמור לעיל:

1. שפור הזרימה שנגרמת כתוצאה מהפחתת עצמת ההשתזרות, הוכח בהרבה מחקרים שעסקו בקטעי השתזרות. הדבר אף בא לידי ביטוי בחישוב של מקדם "עוצמת ההשתזרות" במדריך התכנון Highway Capacity Manual (HCM) 2010 שהוזכר לעיל. במדריך החדש והמעודכן יותר שנמצא בהכנה, מתבססים בנתוח (בין היתר) על מספר "מעברי נתיב" של הרכבים המשתזרים וגם הם כמובן יתבצעו בהתחשב באורך הפיזי של קטע ההשתזרות.

2. עם בניית הנתיבים המתחלפים סביר להניח שתהיה אפשרות נסיעה ממחלף פולג לנתיבים המתחלפים ולכן ההשתזרות עלולה עוד להתעצם ולהגדיל ההפרעה לתנועה.

מהאמור לעיל נובעת החשיבות הרבה של פתרון גיאומטרי נכון וחסכוני וגם נובע הצורך לשדרג מחלף שנבנה לפני כ-50 שנה ואינו עונה עוד לקריטריונים העדכניים של זרימת התנועה.

ההצדק לבנית כביש מת"צ חדש לא מתקיים, כפי שהוכח לעיל, אך שיפור הגיאומטריה יעזור אף מעבר לכך: הוא יאפשר תנועה ברמת שרות גבוהה יותר וגם עם בטיחות משופרת.

19. סיור בשטח המת"צ המיועד וההשפעה הסביבתית

בתאריך 30.8.2021 ערכתי ביחד עם אדריכל נוף שירה בן ארי כהן ראש תחום תשתיות ונוף ברט"ג ועם מר עמי לזר ממונה תשתיות מחוז המרכז ברט"ג, סיור בתוואי המת"צ הנדון. הסיור היה לאורך התוואי ובסמוך למסילת הרכבת הכפולה העוברת לאורכו. כמו כן בסמיכות לדרכים החקלאיות שבסביבתו ובנוסף ליד ביצות הפולג.

ראה ציור 19.1, תמונה כללית של השטח הנדון ותוואי המת"צ ופסי הרכבת המקורב; תמונה זו נלקחה מתוך Google Earth. התוואי מציג את ביצות הפולג והשמורה שהתוואי הנדון יעבור בתוכן ובסמיכות להן.

התרשמתי שהפגיעה בשטח הפתוח בכלל ובשטח ביצות הפולג **תהיה קשה מאד**. האמור במשפט זה הינו **חד-משמעי** ואין מקום לפרשנויות מקילות כאלה ואחרות. ששת פסי המסילה המתוכננת, ובנוסף הכביש המתוכנן המכונה מת"צ, יגרמו לפגיעה והפרה של האיזון הטיבעי בשטח זה.

צילום של אחת מביצות הפולג מוצג בציור 19.2. הביצות (wet lands) באזור זה הן נדירות וייחודיות. אפשר להתרשם מיופין מהצילום שנעשה אגב, בשיא העונה החמה, בסוף אוגוסט. בחודשי החורף שטח וכיסוי הביצות גדל במידה רבה.

צילום של מסילות הברזל הנוכחיות בסמיכות ומדרום לגשר בכביש 531 מראה בציור 19.3. שתי מסילות ברזל אלה מתוכננות להיות מוכפלות פי 3, כלומר יהפכו ל 6 מסילות. המסילות שכיום הן משוקעות יהיו במפלס הקרקע או על גבי סוללה.

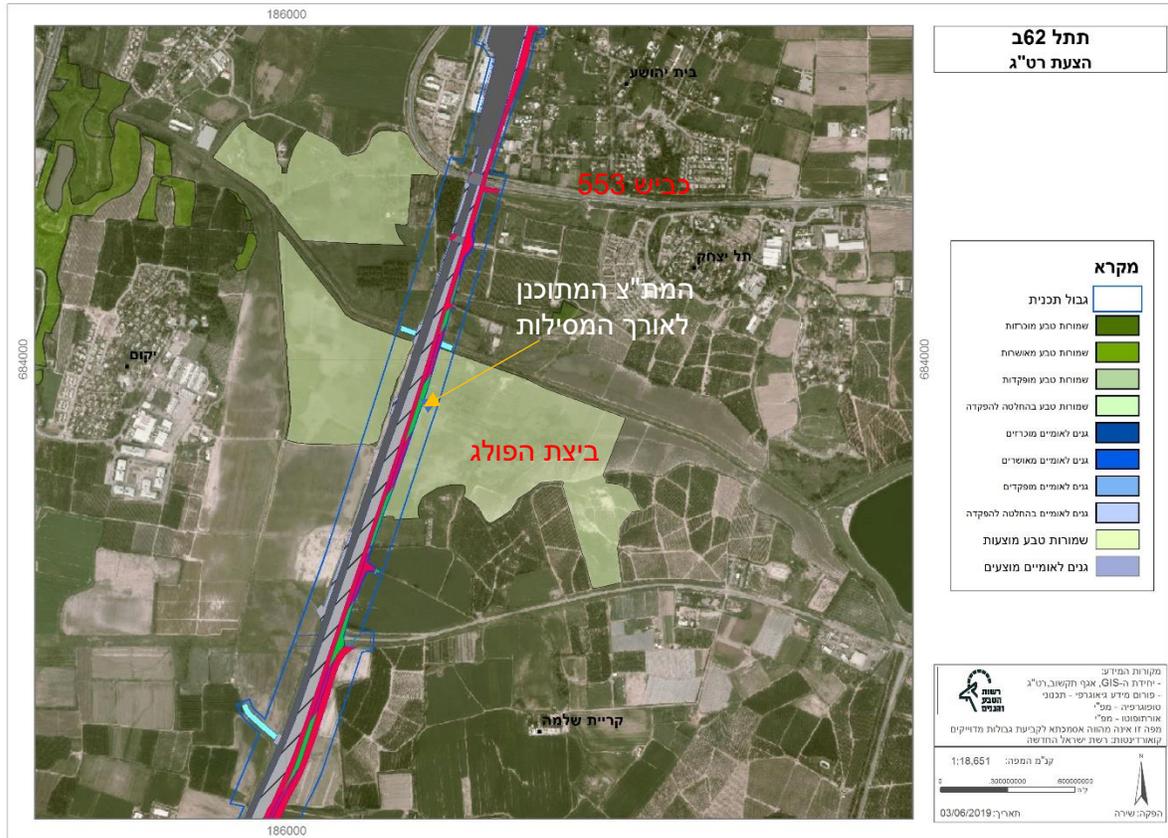
ציור 19.4 מציג באופן סכמתי בלבד (כלומר ללא קנה מידה ובמידות מקורבות) את תוואי המת"צ המתוכנן ותוואי 6 פסי הרכבת על רקע אחת מביצות הפולג שהוראתה לעיל. ניתן להתרשם מהפגיעה בנוף, בביצה ובכלל בשטח הפתוח.

אני טוען שלא רק שמת"צ ככביש חדש בן 2 נתיבים אינו מקובל ואינו מוצדק, אלא הוא גם יקר, בעל "חותמת סביבתית" ובזבזני להחריד.

אגב, החותמת הסביבתית לא רק תהא בגין מפגעי הרעש וזיהום האויר ליישובים לאורך המת"צ אלא גם השפעות שונות, למשל על הנגר העילי ומניעת ספיגת מי גשמים נקיים בקרקע.

אינני מומחה לנושאים סביבתיים, נפיים, ביצות ייחודיות, בעלי חיים נדירים וכדומה – אך ברור שהפגיעה בכל אלה תהיה חד משמעית קשה מאד וספק רב אם ניתנת לשיקום.

להלן הצילומים והתוספות הסכמתיות:



ציר 19.1: סכמה של תוואי מקורב של המת"צ המתוכנן בסמיכות לתוואי ההרחבה של מסילות הרכבת, בתוך ביצות הפולג, מדרום לכביש 553. מקור התמונה: Google Earth



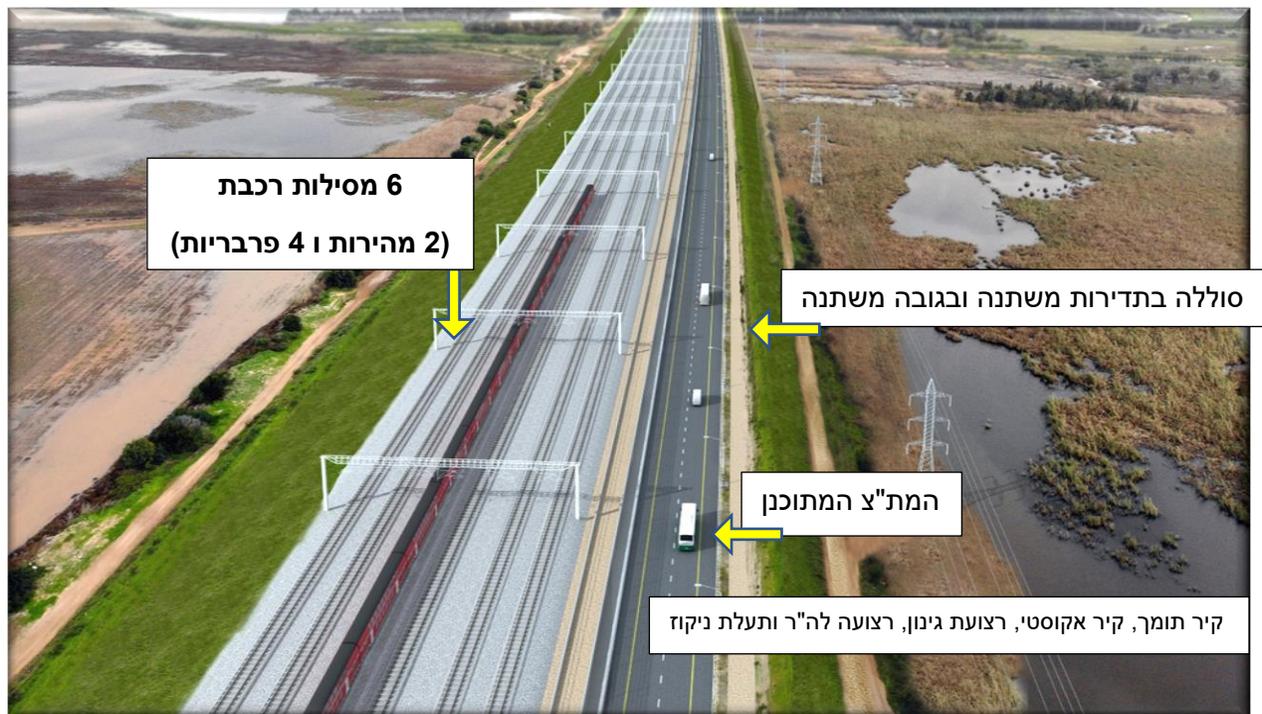
ציור 19.2: דוגמא לאחת מביצות הפולג, צילום מגובה הקרקע, מבט כללי למזרח,

צילום: אבישי פולוס, 30.8.2021



ציור 19.3: שתי מסילות הברזל המשוקעות הנמצאות כיום מדרום לגשר שעל כביש 531 ויהפכו על פי

תת"ל 65 ל-6 מסילות. צילום: אבישי פולוס, 30.8.2021



ציור 19.4: הדמיה (ללא קנה מידה) של המת"צ המתוכנן ופסי הרכבת המתוכננים על רקע השטח הפתוח ואחת מביצות הפולג. המבט לכוון מזרח.

בציור 19.5 מוצג צילום של ביצה נוספת באזור הפולג במבט מקורב לצפון-מערב.



ציור 19.5: דוגמא נוספת לאחת מביצות הפולג, צילום מגובה הקרקע, מבט כללי לצפון-מערב, צילום: אבישי פולוס, 30.8.2021

כדי להמחיש גם מזוית זו את נושא הפגיעה של הכביש המוצע באדמה הרטובה (Wet Land) והנדירה כאמור לעיל, מוראה בציור 19.6, באופן מקורב וסכמתי בלבד (ללא קנ"מ) הדמיה של הכביש, במקביל לפסי הרכבת (שגם הם ישולשו מ-2 ל-6); מוראה תוואי הכביש על הביצות.



ציור 19.6: המחשה סכמתית (ללא קנה מידה) של הכביש המוצע על הביצה שהוראתה בציור 17.5. המבט הוא כללי לכוון מערב; תוואי הכביש במקביל לפסי הרכבת שגם הן ישולשו מ-2 ל-6 מסילות.

דו"ח זה משקף את חוות דעתי המיקצועית על הכביש המיועד לתחבורה ציבורית, המכונה מת"צ, שמוצע לאורך פסי הרכבת בין נתניה לשפיים, דרך השדות הפתוחים וביצות הפולג.

ניתוח המשתנים השונים והגורמים השונים שמשפיעים על סוגיה זו, מפורט בדו"ח. בין היתר נעשה ניתוח של גידול התנועה הצפוי, ניתוח קיבולת לפי המודלים של HCM – Highway capacity Manual ומספר הנתיבים הדרוש על כביש 2 הנגזר מהניתוח. כמו כן הערכה של כמות האוטובוסים הנמוכה שצפויה בעתיד, של מעבר נוסעים לרכבת עקב הגדלת כמות המסילות מ-2 ל-6, של שיפורים גיאומטריים לא יקרים יחסית בכביש 2 ובמחלף פולג אשר הגיע זמנם להתבצע – שיפורים שיפחיתו את ההשלכות השליליות של ההשתזרויות של התנועה ויגדילו את קיבולת כביש 2.

בנוסף מוצגת ברמה העקרונית, ללא פרוט יתר, ההשפעה של המהפכה של הרכבים האוטונומיים על הגדלת הקיבולת, שפור התחבורה הציבורית ושיפור הבטיחות (הקשורה לקיבולת).

כל הניתוחים, תחזיות, בדיקות וההערכות שבוצעו הביאו אותי למסקנה חד משמעית, שחזרה על עצמה מספר פעמים מזויות שונות של אותה סוגיה, **שכביש המת"צ אינו דרוש כלל ועיקר. אין לו הצדק לא מהצד של כלל התנועה ולא מההיבט של התחבורה הציבורית.**

אני מציע לשקול לבטל הרעיון של סלילת כביש זה ולהשקיע את המשאבים שיתפנו בפרויקטים אחרים שתועלתם לציבור רבה יותר במסדרון הנדון (כביש 2), ושהוזכרו בפרוט במהלך הצגת הדברים בדו"ח זה.