

14. יישום שיטות הפעלה עתידיות

משרד התחבורה עתיד לבחון שיטות הפעלה חדשות בתחבורה הציבורית על מנת לאפשר ניהול תנועה בזמן אמת והתאמת השירות לפי תנאי התנועה המשתנים בתקופות יום שונות ומועדים שונים (על פי פירוט אירועים, חגים ומועדים מיוחדים בנספח יג'). להלן תיאור שיטות ההפעלה אשר ייבחנו בעתיד ואשר המפעילים יצטרכו ליישמן על פי הנחיות המפקח על התעבורה במידה ואלו יאושרו על ידו. יודגש כי על כל שיטות ההפעלה להיתמך במערכת ניהול הצי או מערכות טכנולוגיות אחרות (על פי פירוט בנספח כא'):

14.1. **הכנסת אוטובוס** - הכנסת אוטובוס מאמצע המסלול על מנת לחפות על אוטובוס שנתקע במהלך המסלול ולאסוף את הנוסעים בתחנות שמעבר לנקודה הבעייתית.

14.2. **חיתוך נסיעה** - חיתוך של הקו בנקודה מסיימת וחזרה של האוטובוס במסלול הנגדי. יש לזכור כי למרבית הנוסעים יכולת מעבר לאוטובוס אחר ברמת סכמת הכרטוס (מעבר 90 דקות באזור רפורמה, כרטיס תקופתי).

14.3. **ביצוע תגבור מבוסס ספירות נוסעים בזמן אמת** - אפשרות לביצוע תגבור לקו במסלול שלם או חלקי. הוספת נסיעה בזמן אמת בנקודת המוצא, או הכנסת אוטובוס בתחילת המיקום העמוס בקו.

14.4. **ויסות למניעת הידבקות (bunching)** - יכולת ניהול הנסיעה הפרטנית בזמן אמת, בדגש על ויסות ומניעת הידבקות על פי ההנחיות לתכנון ותפעול שירות תחבורה ציבורית באוטובוסים של משרד התחבורה:

14.4.1. הגדרות

14.4.1.1. **מרווח (headway)** - ניהול משך זמן (בדקות) בין מעבר שני כלי רכב המשרתים אותו קו שרות, באותו כיוון, על פני נקודה מוגדרת במסלול.

14.4.1.2. **תחום המרווח המותר** - תחום זמן (בדקות) בין שני ערכי מרווח (מקסימלי ומינימלי) אשר חריגה ממנו מהווה חריגה מרמת השירות.

14.4.2. **מטרת השירות החדשני (בישראל)** הינה הקטנת השכיחות של תופעה נפוצה בה בקו שירות עירוני בתדירות גבוהה, נוצרת שונות במופעי האוטובוסים לאורך הקו, מסיבות שונות, כששיאה הוא מצב של "הידבקות" מספר אוטובוסים אחד לשני תוך פתיחת פער זמן גדול מדי עד לאוטובוס הבא. ככל שהשונות גבוהה יותר, כך נגרם יותר נזק לכל בעלי העניין המתבטא בתופעות הבאות: ירידת אמינות השירות לנוסע; פיזור לא אחיד של עומסי הנוסעים; ניצול לא יעיל של משאבים (אוטובוסים, שעות נהג, דלק וכדומה); חלוקה לא מאוזנת בין הנהגים של עומס העבודה ואי סדירות של זמני ההפסקות.

14.4.3. **לצורך צמצום התופעה**, כאשר יש אינדיקציה על נטייה ל"הידבקות" של שני אוטובוסים או יותר בקו מסוים, נדרש לנקוט באמצעי ויסות תוך כדי הנסיעה בזמן אמת באמצעים הבאים (בנפרד או במשולב):

¹ [הנחיות לתכנון ותפעול שירות תחבורה ציבורית באוטובוסים](#), משרד התחבורה – הרשות הארצית לתח"צ – מהדורה ראשונה 2016.

14.4.3.1. **ויסות בזמן הנסיעה** - העברת הוראות לנהגים על האטה / האצה תוך כדי הנסיעה. כמו כן, עשויות להיות הנחיות נוספות לפי מדיניות המשרד: עקיפה, הורדה בלבד וכו'.

14.4.3.2. **ויסות בתחנות** - העברת הוראות לנהג האוטובוס להמתין פרק זמן מסוים בתחנות ויסות שיוגדרו מראש. ויסות בתחנות גם תומך במצב תפעול ON TIME בו האוטובוסים יוצאים בשעות נקובות מהתחנות (כשהתדירות נמוכה, בלילה וכו').

14.4.4. מערכת ניהול הצי צריכה לתמוך בכלל היכולות המפורטות ב"הנחיות לתכנון ותפעול תח"צ" של משרד התחבורה (2016) לרבות פרק 4.5. על המערכת לתמוך בשני המצבים של ניהול בזמן אמת: ניהול HEADWAYS וניהול ON TIME. על המפעיל לקבוע לכל קו סוג ויסות בהתאם לסיווגים הבאים (יישום סוגי הוויסות האלה יוכל להיות מבוצע בצורה ידנית או ממוחשבת אוטומטית להחלפת סוג הוויסות בשעות קבועות):

14.4.4.1. **ויסות על פי לוח זמנים (Time table):** הקפדה על לוחות הזמנים התיאורטיים של הגעה לתחנות ביניים חשובות ולתחנת הקצה.

14.4.4.2. **ויסות המרווח במסוף:** הקפדה על תדירות עזיבה בתחנת המוצא, תוך ניתוק התלות משעת יציאה מתוכננת ומעבר לשמירה על תדירות שעתית עם מרווחים קבועים.

14.4.4.3. **ויסות המרווח בקו (Headways):** הקפדה על מרווחים בהגעה לתחנות בקו, מרווח ההגעה תלוי בשעה ובתחנה.

14.4.5. סוג ויסות בשימוש (לוחות זמנים או מרווח) יוצג בתצוגת קו ופרטי הקו במערכת הנצ"ר. בנוסף סוג הוויסות יוצג על מסך צג הנהג.

14.5. **ביצוע מעקפים** - הסטה של הקו למסלול חלופי, בהתאם לאירועים בדרך. יכולת זאת כוללת בניה מראש של "בנק מעקפים" (מסלול ותחנות מעקף) וכן ניהול בזמן אמת של המעקף על ידי חדר הבקרה כך שישלח לנהג באמצעות המערכות ברכב. בהתאם לכך תתבצע עצירה בתחנות אחרות במעקף, תוך סנכרון המידע לנוסעים הממתינים במסלול הקו והן לנוסעים בתוך האוטובוס. על ממשק המשתמש לאפשר החלטה, ניהול, הקמה וביצוע קל ומהיר של כל סוג מעקף נדרש. המערכת תביא לידיעת כל המשתמשים מידע האם ביצוע המעקף יהווה "יתרון אמיתי" באמצעות "מערכת תומכת החלטה" עם המאפיינים הבאים:

14.5.1.1. כל המעקפים יוצגו בצבע מיוחד בתצוגת הרשת והקו (מיפוי קרטוגרפי ו/או תצוגה סינופטית) של תחנות העבודה של מערכת הנצ"ר.

14.5.1.2. המערכת תטפל באופן אוטומטי בכל השפעות ביצוע המעקף על חלקים אחרים שלה, לדוגמא: יש לעדכן את מערכת ניהול תח"צ מטרופולינית במעקף.

14.5.1.3. בכל מקרה של ביצוע מעקף, המערכת תציין את סוג האוטובוס שפועל בקו הנוגע בדבר. המערכת תוכל להציע תסריטים של סוגי פעולות שונים התלויים בסוגי האוטובוסים הנכללים בביצוע המעקף.

14.5.1.4. על מערכת הנצ"ר לקבל את נתוני מעקף זה דרך ממשק עם קובץ מיוחד או תוכנה לנושא תכנון וניהול מעקפים (ניהול שינויים זמניים). ניהול המעקף הזה יהיה ממוכן ע"י המערכת, כמו ניהול פעולת קו רגיל, ומסלול המעקף יוטען למערכת האוטובוס כחלק מתיאור תוואי מסלול גרפי מיוחד. כדי להפעיל מעקף שתוכנן ונקלט בבסיס הנתונים במערכת הפעלת האוטובוסים, מערכת הנצ"ר תאפשר לשלוח בזמן אמת קוד בחירה והפעלה של המעקף הנבחר.

14.5.1.5. במידה והמעקף ידוע בטווח קצר, המערכת תספק, בדומה להקמת תצוגת התיאור הגרפית (תצוגה קו), ממשק משתמש כדי "לצייר" את המעקף ולקלוט אותו במערכת, המערכת תאפשר לקבוע את זמני המסלול וכל ההשפעות על הניהול ועל המידע לנוסעים, כל הפעולות הנדרשות יינתנו לביצוע על תחנה עבודה במערכת הנצ"ר. המערכת תהיה צריכה לאפשר מתן סיוע בזמן אמת לתפעול.

14.5.1.6. במידה והמעקף נדרש בזמן אמת (בזמן ההפעלה) במקרה לא צפוי בקו (כגון: במצב של תאונת דרכים, הוראה שניתנה לנהג או מכל סיבה אחרת, אשר כתוצאה ממנה האוטובוס חייב לצאת ממסלול הקו), הנהג יציין מצב זה על ידי לחיצה על מקש "מעקף" שיהיה מצוי בזמינות אליו. המידע ישודר למערכת הנצ"ר ואז ייחשב האוטובוס במצב "מעקף" (במצב זה המערכת תציג את המיקום האמיתי של האוטובוס), נציג חדר הבקרה יאשר את המעקף ויציין לנהג האוטובוס הראשון שיבצע את המעקף את תוואי המסלול שהוא צריך לנסוע לאורכו (באמצעות תקשורת קולית או חזותית ליחידת הנהג). המעקף יחושב בצורה אוטומטית באמצעות ההקלטה של תוואי המסלול שיעשה האוטובוס הראשון זה במסלול החדש. המערכת תטעין את המסלול שהוקלט לאוטובוסים הבאים. בנוסף לכך, מסלולי מעקף ("שרטוט") אלה יהיו ניתנים להכנה במערכת במהירות ולהשתלב מידית בבסיס נתונים ובתחנת העבודה על ידי נציג בחדר הבקרה. במצב זה יוצגו מידית בתצוגת הרשת ותצוגת הקו של תחנות העבודה.

14.5.1.7. במצב של מעקף באוטובוס עוקב (לא האוטובוס הראשון המבצע את המעקף) הנהג לא יצטרך במצב זה להקיש על מקש המעקף במכשיר שלו.

14.5.1.8. בביצוע כל סוג מעקף, המערכת תהיה צריכה להציג סיוע מהיר, יעיל ופשוט לחזרה למצב נורמאלי.

14.5.1.9. צג נהג

14.5.1.9.1. מעקף ארוך, מתוכנן, ידוע ומוכן זמן רב מראש ומעקף ידוע בטווח קצר- מסלול המעקף יטען למחשבי הרכב כחלק מתיאור תוואי מסלול גרפי מיוחד. כדי להפעיל מעקף שתוכנן מראש ושודר למחשבי הרכב, מערכת הנצ"ר תשלח בזמן אמת קוד בחירה והפעלה של מעקף זה ומחשבי הרכב יפעילו את המעקף.

14.5.1.9.2. מעקף בזמן אמת בזמן ההפעלה- נציג חדר הבקרה ינחה במערכת הנצ"ר את נהג האוטובוס הראשון שיבצע את המעקף לגבי תוואי

המסלול שהוא צריך לנסוע לאורכו (באמצעות תקשורת קולית או הודעת טקסט ליחידת הנהג). מערכת הנצ"ר תטעין את המסלול שהוקלט לשאר האוטובוסים המיועדים בקו, אשר יקבלו את פרטי המעקף (במיוחד מקום התחלת המעקף, אורך מסלול המעקף וכו'). הדבר ישפיע על "התחנה הבאה" במסגרת המידע לציבור (שילוט מתחלף וכריזה). הנהגים בשאר האוטובוסים לא יצטרכו במצב זה להקיש באופן קבוע על מקש המעקף במכשיר שלהם.

14.6. **שינוי משימה** – לרבות, נסיעה על פי פקודה (עצירה והמתנה עד לקבלת פקודה אחרת, דילוג על תחנת איסוף).

14.7. **שינוי לוחות זמנים** – לרבות, תוספת או צמצום נסיעות, עם "החלקה אוטומטית" של לוחות זמנים – עדכון לוחות הזמנים והתדירויות בהתאם להוספה או צמצום הנסיעות, תוך שמירה מרווחים קבועים.

14.8. **מערכת הבטחת מעברים (CAS – Connection Assurance System)** - מערכת הנצ"ר תכלול מערכת הבטחת מעברים. מערכת זאת מבטיחה מעבר תקין - סנכרון זמנים בין אמצעי תח"צ מזין לאמצעי תח"צ מוזן. מערכת זאת מבטיחה גם רמת שירות גבוהה, בדגש על מערכות תח"צ המבוססות על קווים מזינים וקווי שדרה (כולל מערכת מתע"ן כגון, רכבת קלה ו-BRT). אחד היישומים החשובים של מערכת הבטחת מעברים הינה מעברים בין הקווים האחרונים בשירות (שעות הערב והלילה).

14.8.1. ישנם שני סוגים של מעברים אשר על המערכת לאפשר את ניהולם :

14.8.1.1. מעברים פנימיים - מעבר בין שני אוטובוסים של אותו מפעיל, המנוהל על ידי מערכת הנצ"ר (באמצעות מערכת הבטחת מעברים) של אותו מפעיל.

14.8.1.2. מעברים חיצוניים - מעבר בין שני כלי רכב (אוטובוסים, רכבות קלות וכ"ו) של מפעילי תח"צ שונים. המעבר מנוהל על ידי מערכת ניהול תח"צ מטרופולינית (באמצעות מערכת הבטחת מעברים) ומבוצע על ידי שתי מערכות הנצ"ר הרלוונטיות למעבר. היכולת הנדרשת בסעיף זה היא המרכיב של מערכת הנצ"ר בביצוע המעבר, המנוהל על ידי מערכת ניהול תח"צ מטרופולינית.