

פרויקט ניסוי רמזורים מקושרים

תפיסת מערכת

1. מבוא -

פרויקט ההעדפה לתחבורה ציבורית ברמזורים מיועד להוות שדה לפיתוח, הדגמה והערכה לשירות העדפה לתחבורה ציבורית ברמזורים המבוססת על טכנולוגיית תקשורת אלחוטית ייעודית לטווח קצר. הפרויקט יהווה מדגים טכנולוגי שישרת את קווי המטרונית הקיימים והמתוכננים במטרופולין חיפה.

מסמך תפיסת ההפעלה של המערכת הגדיר עקרונות מנחים ודרישות מנחות לתפיסת המערכת שעיקרן – יישום מערכת, שתפעל בשלב הניסוי במקביל למערכת ההעדפה הקיימת ללא התערבות או השפעה על תכניות הרמזורים הקיימות, שתאגור את המידע הנדרש לחקר תוצאות הניסוי ממערכת הניסוי באמצעות תקשורת אלחוטית מבוססת DSRC בין יחידות OBU באוטובוסים לבין יחידות קולטות RSU במנגנוני הרמזורים ו/או לאורך ציר הניסוי.

בנוסף, נתוני הניסוי יושוו לנתוני ותוצרי מערכת ההעדפה הקיימת.

2. מטרות המסמך -

- א. הגדרת עקרונות ליישום המערכת בהתאם לתפיסת ההפעלה.
- ב. להוות מסמך מנחה לגופי היישום של המערכת.
- ג. להוות שפה משותפת בין כלל בעלי העניין העוסקים ביישום.
- ד. להוות מסמך דרישות לצורך התקשרות עם חברת אינטגרציה.

3. קהלי היעד של המסמך -

- א. מנהל הפרויקט – חברת "יפה נוף" ומשרד התחבורה
- ב. חברי צוות הפרויקט – מהנדס המערכת, מהנדס התנועה, מנהל תכנית הניסוי, מהנדס ההתקנות ואנשי רכש.
- ג. בעלי העניין הישירים המעורבים בפרויקט – חברת דן צפון, עיריית חיפה, ספקי ציוד ותוכנה.
- ד. בעלי תפקידים במשרד התחבורה – המדען הראשי, המפקח על התעבורה, אגף תכנון הנדסי, הרשות לתחבורה ציבורית, מנהלת תשתיות, וועדת הניסויים.
- ה. בעלי תפקידים במרכז ניהול ובקרת תנועה מטרופולין חיפה
 1. חברות הרמזורים
 2. מפעילי שירותי תחבורה.

4. מונחים והגדרות -

- א. **מערכות תבוניות שיתופיות לתחבורה** (Cooperative Intelligent Transportation Systems): קבוצה חלקית של שירותי מערכות תבוניות לתחבורה, אשר מבוססת על שימוש בתקשורת אלחוטית בין כלי רכב ובין מערכות צד הדרך. שתי טכנולוגיות תקשורת עיקריות: תקשורת ייעודית לטווח קצר או תקשורת סלולארית.
- ב. **תקשורת ייעודית לטווח קצר** (DSRC – Dedicated Short Range Communication): תקשורת אלחוטית בתדר 5.9 GHz, על בסיס תקן IEEE 802.11p או המקביל האירופי ETSI 302 663 Access layer specification for ITS (המכונה גם ITS-G5A). סדרת

- התקנים הרלוונטית מפורטת בהמשך המסמך.
- ג. **שירותי מערכות שיתופיות לתחבורה:** רשימה של שירותים המבוססים על תקשורת אלחוטית, כפי שהם מפורטים במסמכי ארכיטקטורת Connected Vehicle Reference Implementation Architecture, וכן בתקן ETSI TS 102 637-1 Basic set of applications Functional requirements.
 - ד. **שירות מתן ההעדפה - שירות מתן העדפה לרמזורים לרכבי התחבורה ציבורית המבצעים את נסיעתם בנתיבים ייעודיים באמצעות תקשורת ייעודית לטווח קצר.**
 - ה. **מערכת ניהול הרשאות ביטחון (SCMS – Security Credentials Management)** (System): מערכת של הנחיות, כללים, פרוטוקולים ומסמכים שנועדה לספק שירותי ביטחון לתקשורת ייעודית לטווח קצר.
 - ו. **תחנת ITS:** יחידת תקשורת סטנדרטית לניהול תקשורת ייעודית לטווח קצר. ארכיטקטורת התחנה ותפקודה מוגדרים בסדרת תקני IEEE 1609 וכן במקביל האירופי תקן ETSI EN 302 665 communications architecture.
 - ז. **יחידת צד הדרך (Road-side unit):** תחנת ITS המשרתת מתקן תשתית בצד הדרך, כמו רמזור, תמרור מתחלף, שלטי מידע מתחלף, או תמרור נייד.
 - ח. **יחידה ברכב (On-board unit):** תחנת ITS המשרתת את הרכב.
 - ט. **שדר מופעי הרמזור (SPaT – Signal Phase and Time)**
 - י. **שדר גיאומטרית הצומת (MAP/GID – Map data/Geometric Intersection)** (Description)
 - יא. **שדר תיקון מיקום (RTCM – Real Time Correction Message for GPS)**
 - יב. **שדר מיקום ומהירות (CAM – Cooperative Awareness Message)** – שדר הנשלח 10 בפעמים בשנייה על ידי היחידה ברכב, המכיל נתוני מיקום, כוון ומהירות, כפי שהוא מוגדר בתקן ETSI EN 302 637-2 Specification of Cooperative Awareness Basic Service.
 - יג. **שדר בקשה לעדיפות (SRM - Signal Request Message):** שדר לבקשת עדיפות הנשלח על ידי היחידה ברכב, המכיל פרטי זיהוי, הרשאה, מיקום, מהירות ורמת עדיפות.

5. מסמכים ישימים -

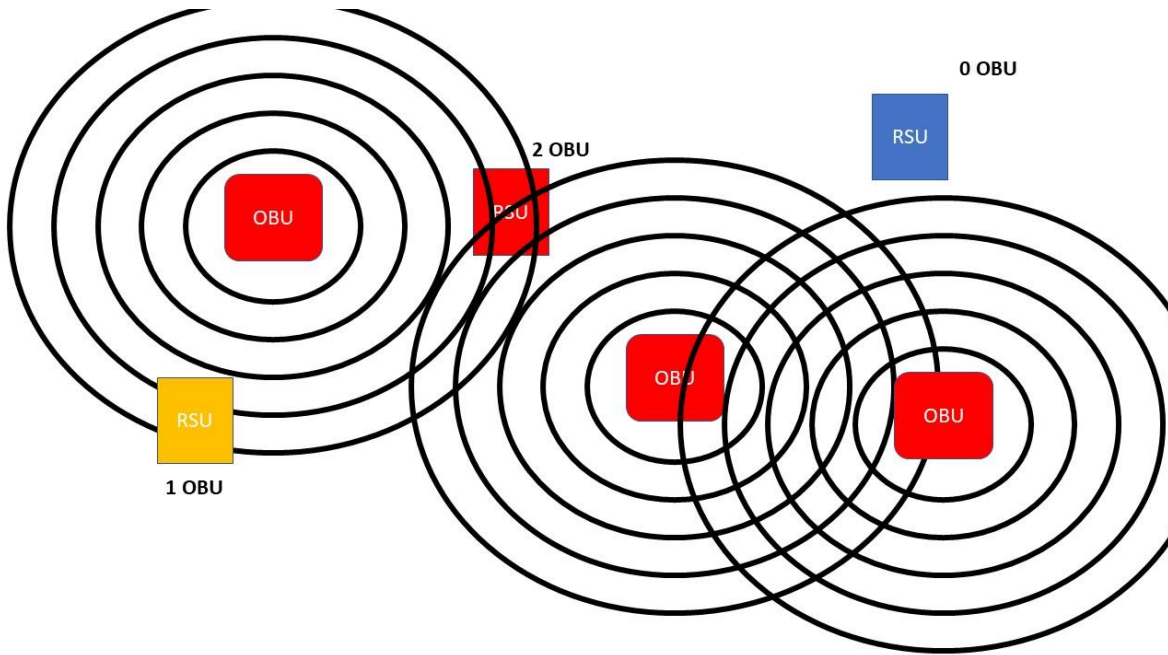
- א. מסמך תפיסת ההפעלה.
- ב. מסמך תקן –
ISO 19091 C-ITS Using V2I and I2V communications for applications related to signalized intersections 2017
- ג. מסמך תקן –
EN 302 637-2 V1.3.2 Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 2: Specification of Cooperative Awareness Basic Service
- ד. מסמך ממשק מול מרכז הנתונים של משרד התחבורה –

http://media.mot.gov.il/PDF/HE_TRAFFIC_PUBLIC/ANHAYIOT/ICD-SM.pdf

6. דרישות פונקציונאליות למערכת -

- א. לא תהיה כל מעורבות פיזית או תקשורתית, ישירה או עקיפה בין מנגנוני הרמזורים לרכיבי הניסוי. בכל מקום בו ייכתב "מנגנוני הרמזורים" הכוונה הינה למיקום רכיבי הניסוי באותו קבינט או בסמוך בהתאם לתכן מפורט בשלב היישום.
- ב. כל הדרישות ימומשו עם ממשק למחשבי האוטובוס, כולל שידור קוד קו.
- ג. המערכת תאפשר זיהוי קוד רכב העדפה ומיקומו באופן שיאפשר ניתוח זמן הגעה לצומת.
- ד. המערכת תאפשר איסוף נתונים כנדרש במסמך תפיסת ההפעלה על מנת לאפשר את ניתוח תוצאות הניסוי.
- ה. הנתונים יאספו ויבחנו השוואתית משני מקורות –
- 1) מקורות מערכת הניסוי.
 - 2) מקורות מערכת ההעדפה הקיימת (מבוססת גלאים מוטמנים).
- ו. הסכרון בין המקורות יתבסס על –
- 1) מזהה רכב ונסיעה.
 - 2) TimeStamp
- ז. נתוני ההעדפה ישודרו מרכיבי ה OBU באוטובוסים באמצעות תקשורת DRSC תקנית כ Broadcast.
- ח. נתוני ההעדפה ייקלטו ב RSU במנגנוני הרמזורים, יישמרו בזיכרון לא נדיף ייעודי לניסוי ובמקביל יועברו לשמירה בשרת מרוחק באמצעות תקשורת GSM מבוססת IP.
- ט. בשל העובדה שכל השידורים הינם Broadcast נדרשת המערכת להתמודד עם קריאה בו זמנית של אותה הודעה באמצעות יותר מ RSU אחד.
- י. מנגנוני הניסוי יפעלו כמערכת "צל" למערכת קיימת ולא תהיה לה כל השפעה ישירה או עקיפה על מערכת הרמזורים וההעדפה הקיימת בשטח.
- יא. בשל ההבדל בין תפיסת הניסוי לבין התפיסה בתקנים הרלוונטיים לשירותי העדפה על בסיס תקשורת אלחוטית נדרש להדגיש כי תפיסת הארכיטקטורה תתבסס על העקרונות הבאים –
- 1) רכב התחבורה הציבורית לא נדרש לחשב האם מגיעה לו העדפה. הרכב ישדר בקשת העדפה ללא קשר לצורך התחבורתי שלו בהעדפה. יחד עם זאת, לצורך הניסוי ישודר ערך בינרי להעדפה.
 - 2) לוגיקת ההעדפה נמצאת רק במנגנוני הרמזורים.
 - 3) רכב התחבורה הציבורית לא נדרש לחשב איזה מנגנון רמזור נידרש לספק לו העדפה. לא יבוצע חישובי מיקום מבוססי מיפוי על מנת לספק את היכולת ה"ל".
 - 4) רכבי התחבורה הציבורית לא ישדרו את נתוני מסלול כגון נתיב נסיעה, נתיב כניסה ויציאה מהצומת. רכבי התחבורה ישדרו קוד זיהוי למספר הרכב.
 - 5) השלמת המידע לגבי מזהה הנסיעה והמסלולים של רכבי התחבורה הציבורית יבוצעו בשלבי הניתוח בהתבסס על שאילתות למרכז הנתונים. במקביל לניסוי יבוצע בטכניון תהליך אגירת נתונים באמצעות שאילתות בפרוטוקול SIRS SM למרכז הנתונים של משרד התחבורה או SIRS VM מול מפעיל המטרונית (עדיף) בהתאם לאפשרויות שיבחרו על ידי הטכניון ומנהל הפרויקט.
 - 6) התפיסה בניסוי היא שבמערכת מבצעת המבוססת על בקשות העדפה רציפות באמצעות שדר אלחוטי, מנגנון הרמזור יהיה אחראי לנתח האם בקשת ההעדפה הנקלטת אצלו משויכת אליו או למנגנון אחר. בניית הנתונים על ידי הטכניון, הנחת העבודה היא שמנגנוני הרמזורים הם אלה שיהיו בעלי יכולת ניתוח מיקומי אוטובוסים, מסלולים ועוד.
 - 7) כמו כן, הנחת העבודה בשלבי הניתוח תהיה כי במידה ונדרש תיאום העדפה ו/או סינכרון גלים ירוקים בציר בין מספר צמתים – באחריות מנגנוני הרמזורים לסנכרן

- את המידע ביניהם.
- 8) פרוטוקול התקשורת בין הרכיבים בשטח יתבסס על תקן ISO 19091 בחלקים הרלוונטיים.
- 9) התשדורת כולה תהיה מאובטחת ומוצפנת כנדרש בתקנים.
- 10) ה-RSU בניסוי לא ישדרו אלא רק יקלטו.
- 11) לא תהיה לכלי התחבורה הציבורית אפשרות לקבלת משוב באופן ישיר על אופן יישום ההעדפה בפועל במנגנוני הרמזורים.
- יב. טווחי התקשורת ועוצמות השידור יותאמו לזירת הניסוי כפי שהוגדרה במסמך תפיסת ההפעלה ובאופן בו יינתן מענה לדרישות הניסוי.
- יג. קצבי השידור יהיו לא פחות מ 10 פעמים בשנייה.
- יד. נדרשת יכולת שמירת נתונים ברכיב הניסוי במנגנוני הרמזורים של שבוע לפחות.
- טו. בסביבת פעולת המערכת יתכנו כל המצבים האפשריים של קליטת שידורי DSRC Broadcast שהמערכת נדרשת להתמודד –
- 1) RSU קולט שידור מ OBU מתאים לבקשת ההעדפה מהצומת.
- 2) RSU קולט שידור מ OBU שאינו מתאים לבקשת ההעדפה מהצומת.
- 3) RSU קולט כמה שידורים שרק אחד מהם מתאים לבקשת ההעדפה מהצומת.
- 4) RSU קולט כמה שידורים שאף אחד מהם לא מתאים לבקשת ההעדפה מהצומת.
- 5) RSU לא קולט אף שידור.
- טז. ה-RSU נדרש לקלוט 99.5% מכלל השידורים הרלוונטיים אליו (מבחינת בקשת ההעדפה).
- יז. 100% מכלל השידורים שנקלטו יישמרו במנגנוני שמירת הנתונים.
- יח. רכיבי ה-OBU ישדרו לפחות 99% מהשדרים הנדרשים לשידור בתדירות שהוגדרה.
- יט. שידורי ה-OBU יכילו 100% מהשדות הנדרשים לשידור בכל שדר.
- כ. בדיקת אמינות ויעילות המערכת תיבדק מול נתונים אמיתיים של מערכת העדפה פעילה באותו הציר עבור אותם רכבים.

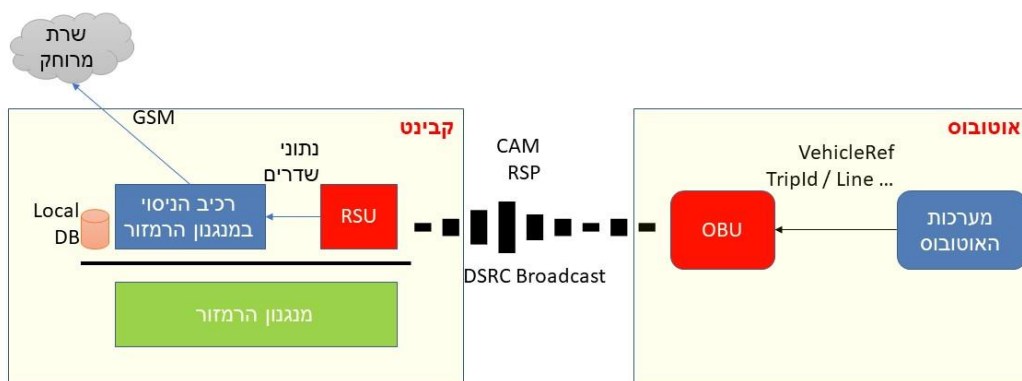


איור 1 - המחשת סביבת הפעולה בהיבטי שידור וקליטה

7. ארכיטקטורת המערכת -

א. תרשים ארכיטקטורה -

(1) תרשים 2 מתאר את ארכיטקטורת מערכת הניסוי במיקוד על שידור וקליטה בין אוטובוס למנגנון רמזור.



איור 2 - ארכיטקטורת מערכת הניסוי

ב. רכיבי המערכת, תיאור ודרישות -

1 (OBU) On Board Unit –

- i. הרכיב המשדר למנגנוני הרמזורים באמצעות תקשורת DSRC.
- ii. הרכיב יכלול –
 1. יכולות עיבוד וזיכרון.
 2. יכולת הרצת תוכנה / אפליקציות.
 3. Firmware עדכני.
 4. מערכת הפעלה פתוחה (כגון Linux).
 5. משדר DSRC.
 6. רכיב GPS (גיבוי לקבלת הנתון מהרכב).
 7. יכולת שליטה מרחוק.
 8. יציאות תקשורת מתאימות לחיבור למחשבי האוטובוס.
 9. אספקת כוח / יכולת עבודה זמנית בנתק.
 10. יכולות הצפנה ואבטחת מידע לפי הפרוטוקולים של DSRC.
 11. כל הנדרש על מנת לעמוד בדרישות תפיסת ההפעלה.
- iii. ישדר באמצעות פרוטוקול DSRC את הנתונים כמוגדר בסעיף הגדרת הממשק ג.1).
- iv. Make or Buy –
 1. נדרש רכש חומרה.
 2. נדרש לפתח ממשק ל מערכות האוטובוס – פיתוח תוכנה והטמעה.
 3. התאמה לדרישות השידור – פיתוח תוכנה והטמעה.
- 2 (RSU) רכיב הניסוי במנגנון (RSU) –
 - i. יורכב מרכיב קליטת שידורי ה DSRC ומרכיב עיבוד ושמירת הנתונים.
 - ii. אין דרישה לגבי החלוקה הפנימית בין הרכיבים.
 - iii. דרישות מהרכיב –
 1. קליטת שדרי ה DSRC הנקלטים מכלל ה OBU המשדרים בטווח.
 2. המרת הנתונים ושמירה לזיכרון לא נדיף בפורמט בסיס נתונים שיוגדר.
 3. עמידה בביצועי קליטת ועיבוד כלל השדרים בקצבים שנקבעו (כל OBU משדר 10 HZ).
 4. שמירת נתונים – לפחות שבוע לאחור.
 5. שמירה ללוג של כל שדר.
 6. שמירה ללוג של כל תקלה בממשק.
 7. יכולת התממשקות למשרד אחורי לצורך ניטור סטטוס הכולל סטטוס טכני, מצב זיכרון, תקלות ועוד.
 8. יכולת שליטה מרחוק.
 9. יכולת תחזוקה מקומית.
 10. יכולת טעינת זיכרון היחידה לזיכרון חיצוני נייד.
 11. יכולות עיבוד וזיכרון.
 12. יכולת הרצת תוכנה / אפליקציות.
 13. Firmware עדכני.
 14. מערכת הפעלה פתוחה (כגון Linux).
 15. יכולת שידור נתוני הזיכרון למשרד אחורי (יכול להיות גם בענן).

- באמצעות הרשת הסלולרית המאובטחת.
16. הפרדה בין הרכיב למנגנון הרמזור באופן שלא יאפשר פריצה באמצעות הרכיב למנגנון הרמזור.
17. יכולת Decryption של השדרים המוצפנים באמצעות מפתח פרטי שייטען לרכיב.
- iv. Make or Buy –
1. נדרש רכש חומרה.
 2. נדרש לפתח תוכנה לקליטת שידורי ה DSRC ועיבודם – פיתוח תוכנה והטמעה.
 3. נדרש לפתח ממשק בין RSU לרכיב – פיתוח תוכנה והטמעה.
 4. נדרש לפתח תוכנה לשמירה, אחזור ושידור הנתונים לשרת מרוחק – פיתוח תוכנה והטמעה.
- (3) שרת מרוחק לשמירת נתונים –
- i. יכולת קבלת נתונים דרך האינטרנט.
 - ii. יכולת שמירת נתונים בבסיס נתונים או קבצים.
 - iii. כניסה מאובטחת.
 - iv. יכולת אחזור של הנתונים (Download).
 - v. יכולת ניטור מרוחקת (במידה ובענן).
 - vi. Make or Buy –
1. רכש / שימוש בשרת קיים או השכרת שירות בענן.
 2. פיתוח תוכנה בשרת וממשק – פיתוח תוכנה והטמעה.

ג. ממשקים -

- (1) שידור בקשת העדפה באמצעות DSRC –
- i. יתחלק לשני סוגי שדרים :
 1. (ETSI) Cooperative Awareness Message (CAM) –
 2. Signal Request Message (SRM) -
 - ii. נדרש להעביר את המידע הבא בתאימות מרבית לתקנים:
 1. מזהה הודעה – אינקרמנטלי וייחודי.
 2. מזהה קו (קבוע ל OBU).
 3. מזהה רכב – בהתאם לשדה VehicleRef על פי SIRS ICD
 4. בקשת העדפה – בינרי (True קבוע).
 5. מיקום
 6. מהירות בקמ"ש.
 7. כיוון.
 8. מזהה צומת להעדפה (אופציונאלי).
 9. מיקום רכב ביחס לצומת.
 10. חותמת זמן (TimeStamp) השדר.
 11. חותמת זמן קבלת הנתונים מהאוטובוס.
 12. סוג הרכב (קוד) – למקרה של שילוב כלי רכב שונים ממטרונות.
 - iii. השדר יהיה מוגן באמצעות חתימה דיגיטלית ותעודה Certificate לפי הפרוטוקול.
- (2) ממשק בין מחשבי האוטובוס ל OBU –

- i. ממשק בפרוטוקול ייעודי שיקבע בין מפעיל האוטובוסים לבין ספק יישום ה OBU.
 - ii. הממשק נדרש לספק את המידע הדרוש לשידורי ה DSRC בביצועים, באמינות וביתירות הנדרשת.
- (3) ממשק בין ה RSU לרכיב הניסוי במנגנון –
- i. ממשק בפרוטוקול ייעודי שיקבע בין חברת הרמזורים לבין ספק יישום ה RSU.
 - ii. הממשק נדרש לספק את המידע הדרוש לשמירת נתוני שדרי ה DSRC שנקלטו ב RSU בביצועים, באמינות וביתירות הנדרשת.
- (4) ממשק בין רכיב הניסוי במנגנון לבין השרת המרוחק –
- i. מטרת הממשק – גיבוי לנתונים הנשמרים בזיכרון רכיב הניסוי במנגנון.
 - ii. ממשק מבוסס תקשורת סלולרית בפרוטוקול סטנדרטי.
 - iii. הממשק יאפשר את העברת הנתונים שנשמרו בזיכרון רכיב הניסוי במנגנון בתהליך Batch בשעות בהם אין שידורי DSRC.
 - iv. נדרש לכל הפחות להעביר את המידע שהצטבר בזיכרון מאז ההעברה הקודמת. נדרש לשמור את הנקודה האחרונה בה הושלמה העברת המידע לשרת.
 - v. תהליך הממשק יוודא כי כל המידע הנדרש הועבר.
 - vi. במקרה של תקלה במהלך ההעברה יבוצע תהליך התאוששות והשלמת המידע.
 - vii. עם סיום ההעברה תבוצע בדיקה כי כל המידע הועבר.
 - viii. הממשק ישמור לוג אירועים לתהליך כולל תקלות, תחילת העברה, סיום העברה וכל הנדרש לתחקור ההעברות שבוצעו.

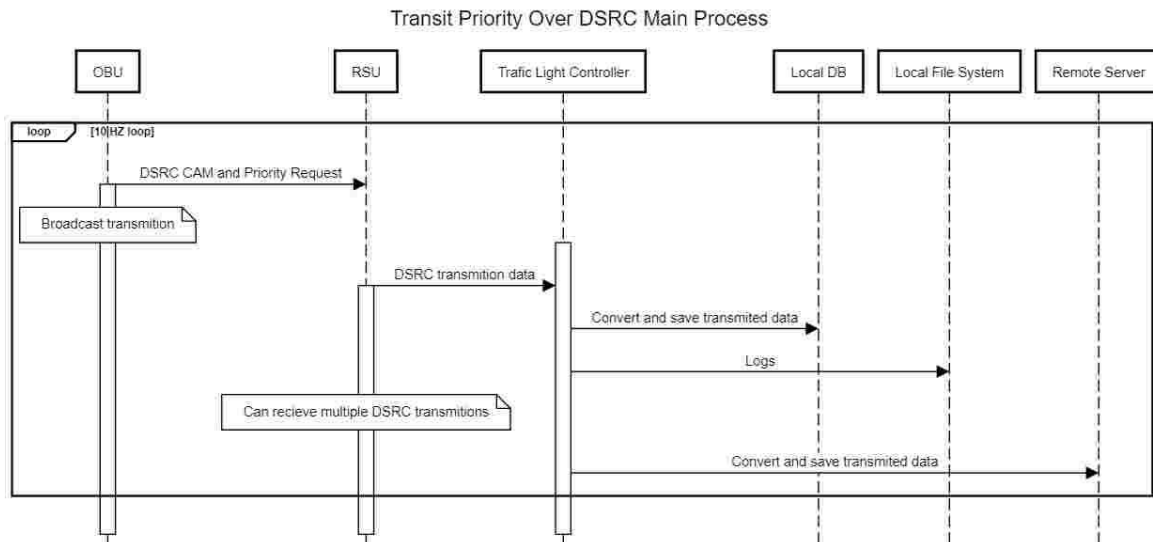
8. יכולות המערכת ומעבר ממצב קיים לחדש -

- א. המערכת בניסוי תיושם במקביל למערכת הקיימת ולכן אין תהליך מעבר ממצב קיים לחדש.

9. עקרונות מנחים לתכן המערכת -

- א. יש ליישם את הממשקים בהתאם לתקנים שהוגדרו ככל שניתן.
- ב. יש לוודא הפרדה מלאה בין המערכת הקיימת לבין מערכת הניסוי.
- ג. יש לאפשר ניתוח השוואתי בין נתוני מערכת הניסוי לבין נתוני מערכת ההעדפה הקיימת.
- ד. נדרש ליישם סביבה סימולטיבית המאפשרת בדיקות מקדימות במעבדה.

א. מימוש תהליכים באמצעות המערכת -



איור 3 - תהליך עיקרי בין רכיבי המערכת

10. אבטחת מידע –

תפיסת ביטחון התקשורת במערכות C-ITS בישראל תהיה מבוססת על הכללים והעקרונות שנקבעו בתקן IEEE 1609.2. בעתיד תיכנס לשימוש מערכת ניהול בטיחות תקשורת מבוססת תשתית מפתח ציבורי, אשר תשתלב במערכת האירופית (EU-CCMS: EU C-ITS Credential Management System), תפעל לפי הפרוטוקולים והנהלים שעליהם יסכימו מדינות ה-EU, ואליהן תצטרף מדינת ישראל¹.

בפרויקט הנוכחי לא תהיה אפשרות (לפחות בתחילתו) לעשות שימוש במערכת המיועדת, בגלל היעדר זמינות המרכיבים המקומיים במסגרת האירופית, ולכן גובשה תפיסת הפעלה מקומית זמנית שנועדה לענות על צרכי הפרויקט.

מערכת ביטחון התקשורת (להלן DSS – DSRC Security System) תגן על המידע העובר באמצעות מערכת התקשורת הייעודית (DSRC - Dedicated Short Range Communication). מערכת ה-DSS אינה תחליף להגנת סייבר על המערכות הייעודיות ברכב ובמתקני צד הדרך, וכן בכל אחד מהיישומים (Applications) המתבצעים במערכות הרכב ובמתקני בקרת התנועה.

מערכת ה-DSS תענה על האיומים הבאים:

- שידור של שדרים משובשים או מטעים על ידי גורם בלתי מורשה;
- הקלטה ושידור מחדש של שדר לגיטימי ממקור מורשה על ידי גורם בלתי מורשה;

מערכת ביטחון התקשורת – DSS - תענה על הדרישות הבאות:

- בדיקת הרשאה (Authority) – לוודא כי מקור השידור בעל הרשאה לשדר מסרים מאותו סוג;
- בדיקת אימות (Authentication) – לוודא כי מקור השידור הוא אמנם המקור האמתי ולא מתחזה;
- בדיקת שלמות (Integrity) – לוודא כי המסר המשודר שלם וזהה למקור ששודר, כלומר שלא נעשה שינוי או מניפולציה על ידי גורם בלתי מורשה;
- אי הכחשה (Non-repudiation) – הגורם המשדר לא יוכל להתכחש למסר ששודר.

השדרים שישודרו במסגרת הפרויקט יכללו הודעות CAM, SPaT, SPR (Signal Priority Request), על פי התקנים המאושרים בפרויקט. לכל אחת מההודעות מבנה מוגדר, הכולל בעיקרון את המרכיבים הבאים:

¹ Certificate Policy for Deployment and Operation of European Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS), Release 1

- Header
- Message information
- ECDSA – Elliptic Curve Digital Signature Algorithm
- Certificate

ראש השדר (Header) לפי תקן ETSI EN 302 637-2 בגרסתו המעודכנת ביותר. תוכן השדר יהיה בפורמט גלוי לפי אותו תקן לעיל. חתימה דיגיטלית ברמת ECDSA NISTp256 with SHA256 או מקביל לו. תעודה (Certificate) ככל האפשר לפי תקן ETSI TS 103 097 בגרסתו המאוחרת ביותר.

תפיסת הפעלת מנגנון ביטחון התקשורת בפרויקט תהיה כלהלן:

- חתימות דיגיטליות בשדרים יוצאים ובדיקות שדרים נכנסים בהתאם לדרישות לעיל יתבצעו ביחידת ביטחון התקשורת התקנית ב ITS-Station.
 - כל אחד מהגורמים המשדרים במערכת יהיה מזוהה, ואין מחויבות לשמירת פרטיותו; יונפקו תעודות שתוקפן יוגבל למשך תקופת זמן מוגבלת (משך התקופה – יום, שבוע וכדומה - לשיקול דעת מאוחר יותר);
 - ניתן יהיה להנפיק תעודות חדשות Over the Air באמצעות המרכיבים התקניים הנכללים ב ITS-Station בשידור מוצפן;
 - אם ייקלט שדר לא תקין - יחידת התקשורת תתעלם ממנו. האירוע יתועד וישמש לניתוח מאוחר יותר.
- ספק מערכת התקשורת יהיה אחראי להסדרת מנגנון ניהול ושמירת התעודות, וכן להפצת עדכונים מוצפנים בצורה מאובטחת. במסגרת זאת גם תקבע אחריות לניהול מפתחות ההצפנה.

11. ניתוח סיכונים -

- א. אי התאמת חברת אינטגרציה –
 - (1) התממשות הסיכון –
 - i. התארכות ל"ז ועלויות עקב חוסר ניסיון רלוונטי של חברת האינטגרציה.
 - ii. הסתבכות בפיתוחי חומרה ותוכנה מיותרים.
 - (2) ניהול הסיכון –
 - i. הגדרת תנאי סף מתאימים לחברה הנבחרת.
 - ii. הקפדה על שימוש ככל הניתן במוצרי מדף.
- ב. התארכות והתייקרות תהליכי היישום והאינטגרציות –
 - (1) התממשות הסיכון –
 - i. אינטגרציות מורכבות עקב ריבוי רכיבים וממשקים לא סטנדרטיים.
 - ii. התארכות תהליכי פיתוח ורכש.
 - iii. קשיים בשילוב בעלי עניין.
 - iv. תהליכי התקנה ארוכים.
 - (2) ניהול הסיכון –
 - i. הקטנת כמות וסוגי הרכיבים והממשקים.
 - ii. הצמדות לתקנים וסטנדרטים.
 - iii. השגת מעורבות ומחויבות בעלי עניין
 - iv. הקטנת התלות ככל הניתן בגורמי הקצה – אוטובוסים וחברת הרמזורים
 - v. פשטות ביישום
- ג. חוסר יכולת של הטכניון לבצע את המחקר עקב אי שלמות נתונים –
 - (1) התממשות הסיכון –
 - i. נתונים חסרים ברכיבי הניסוי.
 - ii. נתונים חסרים לגבי זיהוי הנסיעה.
 - iii. נתוני השוואת מערכת קיימת חסרים או לא מסונכרנים.

iv. חוסר בכלי ניתוח.

(2) ניהול הסיכון –

- i. דרישות מחמירות לרמת איכות וזמינות הנתונים במכרז היישום.
- ii. בדיקות יומיות לאיכות הנתונים (נשמרים בענן).
- iii. הערכות מוקדמת לצבירת נתונים ממערכת קיימת כולל מתן מענה לאופן הסנכרון בין המערכות.
- iv. רכש ופיתוח כלי ניתוח נדרשים.
- v. ביצוע הפרויקט בשלבים – הרצה קצרה ובחינת יכולת ניתוח מלאה של הטכניון. פתרון של הפערים במידה ולא.