



# חידושים ואתגרים בתחבורה הישראלית

ד"ר שי סופר  
המדען הראשי  
משרד התחבורה והבטיחות בדרכים

כנס ITS ישראל ה-8

26.11.2015

המכללה האקדמית ת"א-יפו



# המשכיות הניידות בדרכים כמחויבות גלובלית:

## שבעה אתגרים עיקריים להמשכיות

צמצום פליטת המזהמים

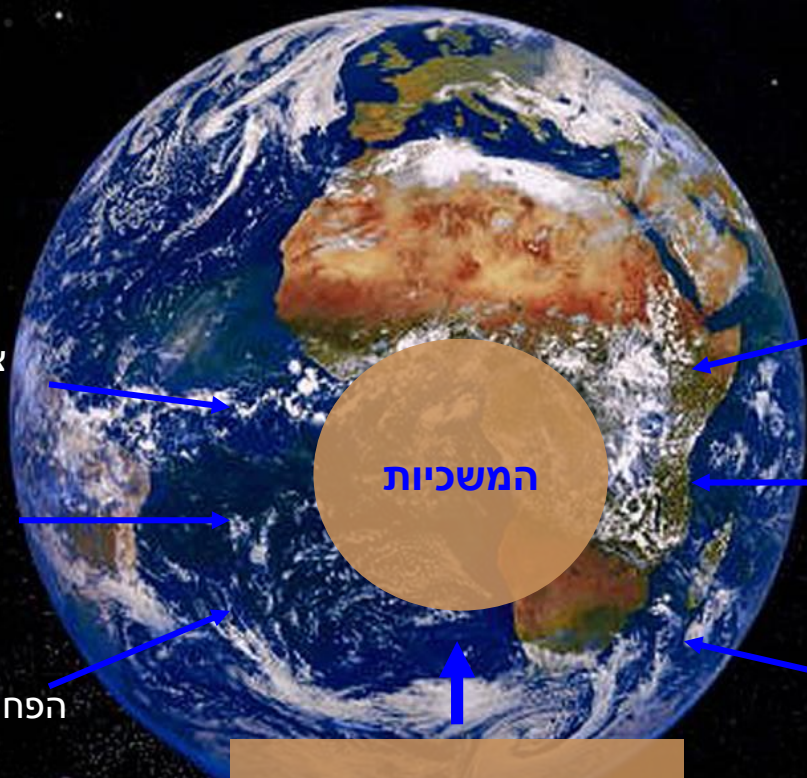
צמצום פליטת גזי חממה

הפחתת רעש

הענקת שירותי תחבורה למעגל גדול יותר של אוכלוסיית העולם

צמצום פערים תחבורתיים בין מדינות מתקדמות למדינות מפגרות

צמצום עומסי התנועה

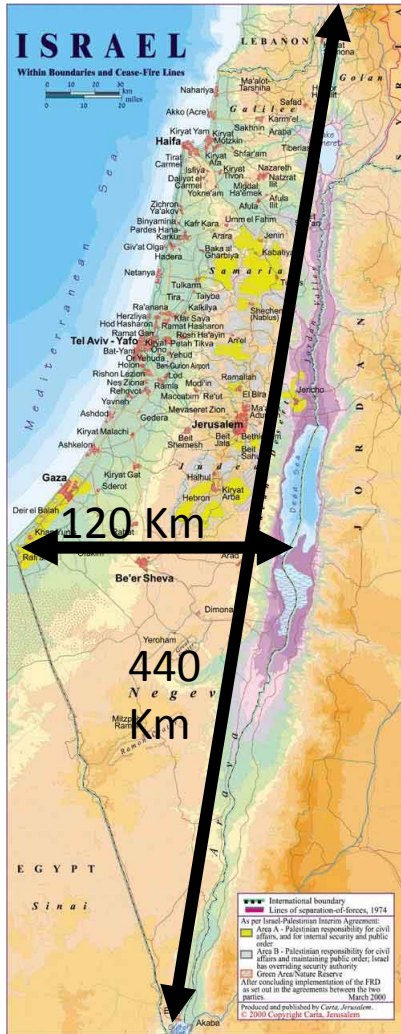


**המשכיות**

**שיפור בבטיחות**



# מדינת ישראל – עובדות ומספרים



- 3.5 מיליון נהגים
- 2.9 מיליון כלי רכב
- 358 מכוניות לאלף נהגים



# עיר חכמה





**בעקבות תהליך העיור (אורבניזציה) ברחבי העולם, האוכלוסייה בערים צפויה לגדול מ- 3.3 מיליארד לכ- 5 מיליארד בני אדם עד 2030. כיום חיים בישראל כמעט שישה מיליון תושבים בישובים עירוניים. על מנת להמשיך לשרת ולשפר את איכות החיים של האוכלוסייה ההולכת וגדלה בערים יש צורך בקידום הקיימות במרחב האורבני, או במילים אחרות – פיתוח ערים חכמות.**



**עיר חכמה שואפת לשפר את השירות לאזרח,  
בדגש על ניצול אופטימאלי ובר-קיימא של כלל המשאבים,  
באמצעות שימוש במגוון טכנולוגיות מתקדמות ובפתרונות  
תכנוניים, תוך שמירת איזון הולם בין עלויות חברתיות,  
סביבתיות וכלכליות.**



# אגף טכנולוגיות תח"צ

## תפקיד

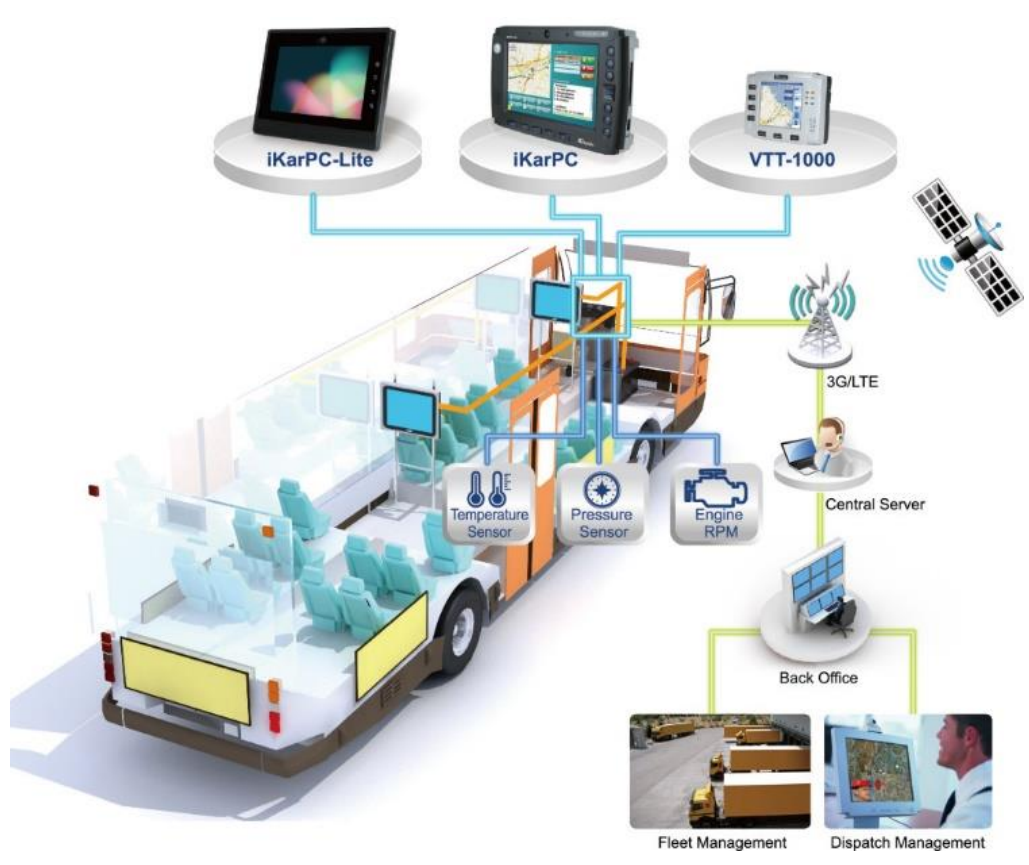
הסדרה מתמדת של המערך הטכנולוגי בענף התחבורה הציבורית תוך שילוב טכנולוגיות מתקדמות ושמירה על רמת שירות במערכות קיימות.

## תחומי פעילות

- בקרה** – קידום מערכות לניהול, מעקב ובקרה על פעילות התחבורה הציבורית.
- מידע לנוסע** – קידום אמצעי הפצת מידע עדכני והנגשתו לנוסע בזמן אמת – בשילוט בתחנות, באתרי אינטרנט, וביישומי סלולר.
- כרטוס מתקדם** – פיתוח וקידום אמצעי כרטוס חדשניים באינטרנט ובסלולר.



# תחום בקרה



מערכות ניהול צי רכב (נצ"ר)  
מותקנות בכ-9000 אוטובוסים  
אצל 15 חברות שונות.

המידע התפעולי והמכני מנוהל על ידי המפעיל.

המידע הקשור לרמת השירות –  
דהיינו זמני יציאה וחיזוי הגעה  
לתחנות – מועבר למערכות  
המשרד.

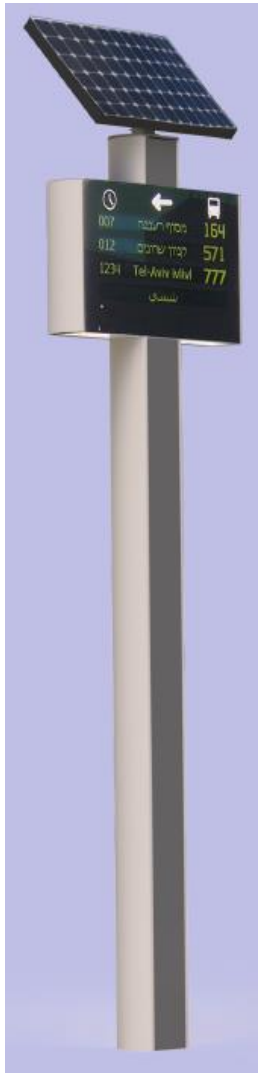




# תחום מידע לנוסע

מערך הפצת מידע זמן אמת לנוסע בכל מקום ובכל אמצעי שיבחר:

2528 שלטים מתחלפים בתחנות (סה"כ יותקנו 4712)  
 הפצת מידע אחודה לעשרות אפליקציות סלולר בשוק הפרטי  
 פרסום מידע באינטרנט – מוצא יעד



כל-קו

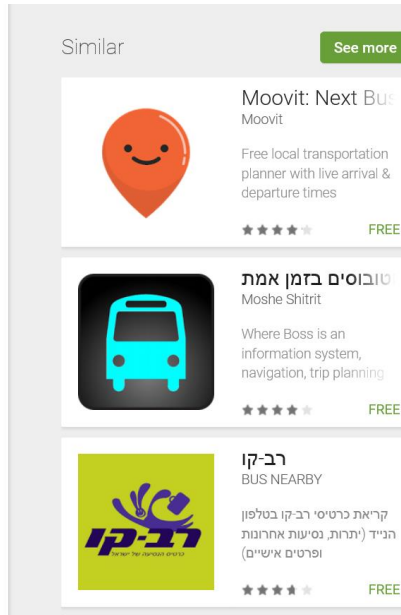
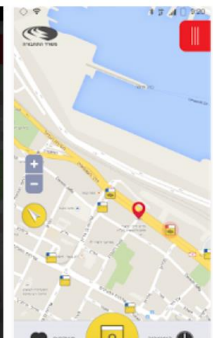
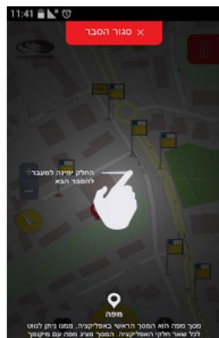
Elad Systems Ltd. Transportation

★★★★★ 2,474

PEGI 3

Add to Wishlist

Install





# כרטוס חכם

- כ-2.5 מליון כרטיסים חכמים (רב קו)
- אלפי מכשירי טעינה ותיקוף באוטובוסים – כולל עליה מכל הדלתות
- סטנדרט אחיד לממשקים והנחיות הפעלה
- שחזור חוזי נסיעה ברב-קו: שחזור כל חוזי הנסיעה אצל כל מפעיל בארץ, ללא תלות במפעיל שטען חוזים אלה.
- טעינה באינטרנט
- טעינה בנקודות מכירה וחנויות (בקרוב)
- תיקוף בסלולר (מכרז בינלאומי ב-2016)





# מחקר ופיתוח בישראל



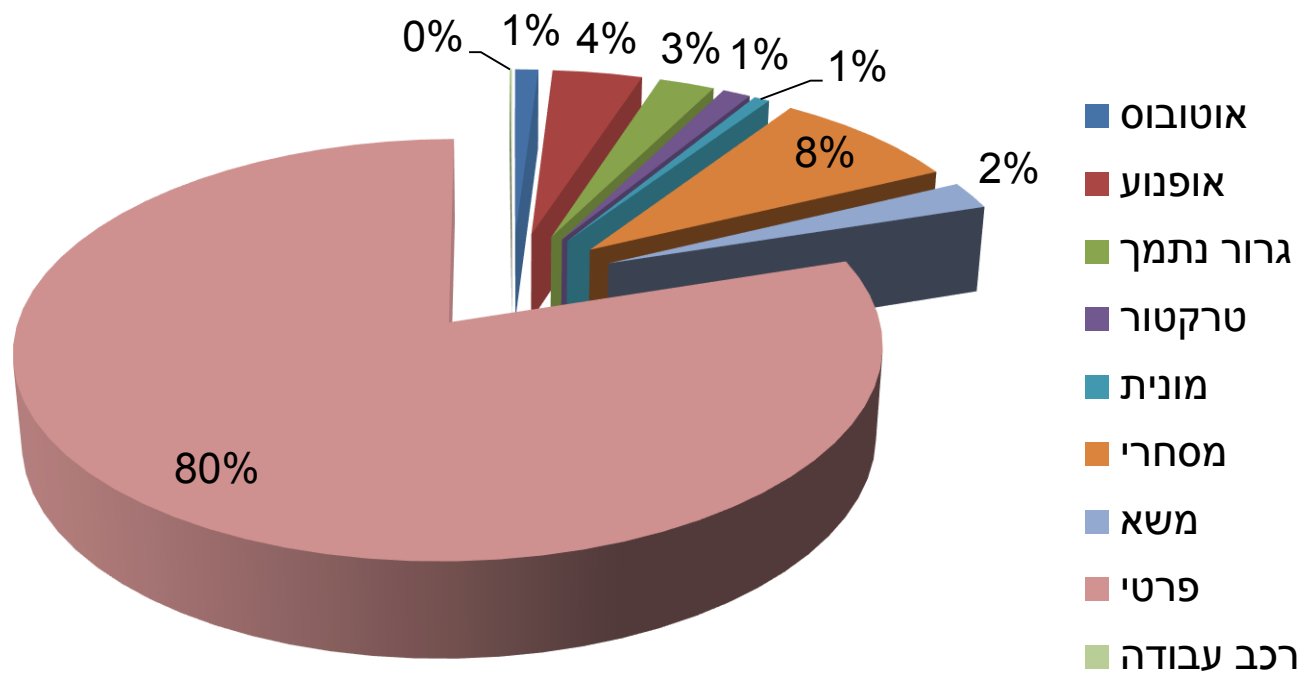


# רכב





## אחוז מצבת רכב לפי סוגי רכב

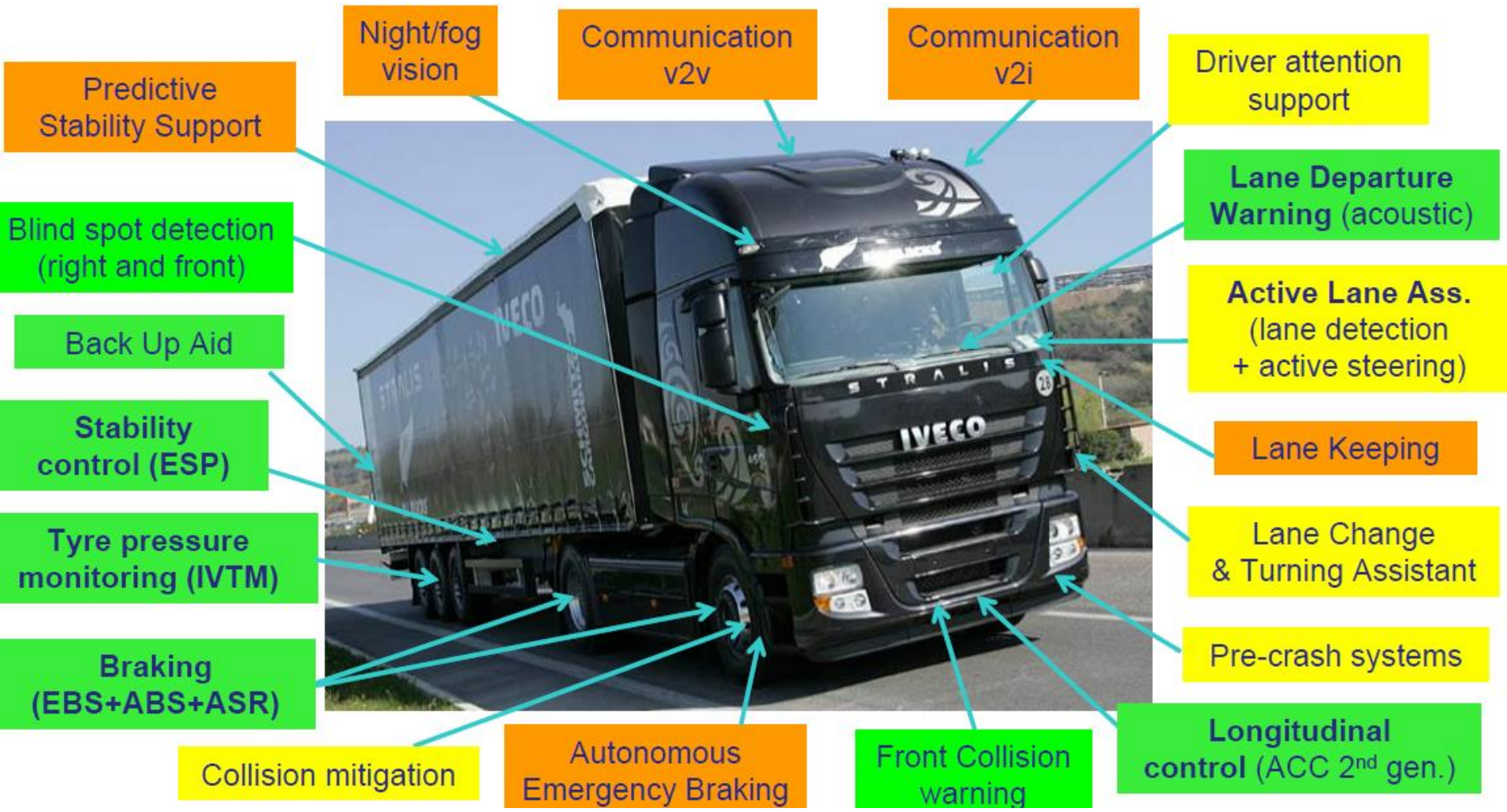




**TIME SCALE**

**Today**

**Future application**





## היקף שימוש באופניים



Unlocking new opportunities: jobs in green and healthy transport, WHO, 2014






# אמצעים טכנולוגיים מתקדמים כאמצעי הגנה







## Small Family Car

Make and model	Adult	Child	Pedestrian	Compare
 <b>Peugeot 308CC</b> (2008)	★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆	+ ADD
 <b>Renault Megane</b> (2008)	★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆	+ ADD
 <b>VW Golf</b> (2008)	★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆	+ ADD

## Large Family Car

Make and model	Adult	Child	Pedestrian	Compare
 <b>Honda Accord</b> (2008)	★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆	+ ADD
 <b>Opel/Vauxhall Insignia</b> (2008)	★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆	+ ADD

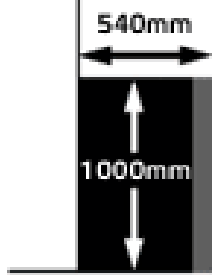
## Large MPV

Make and model	Adult	Child	Pedestrian	Compare
 <b>Mercedes Benz Viano</b> (2008)	★★★★☆	★★★★☆	★★★☆☆	+ ADD

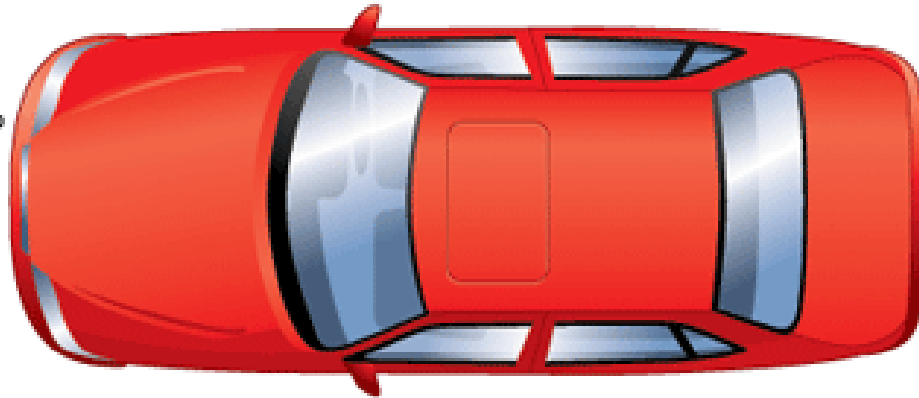


## 5 סוגי מבחנים:

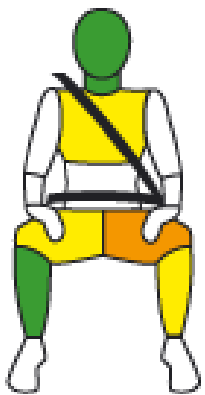
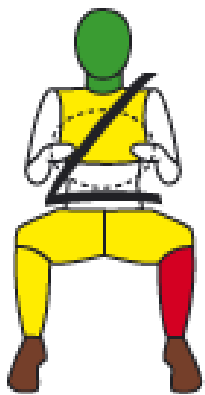
- התנגשות חזיתית ב 64 קמ"ש
- פגיעת צד במהירות 50 קמ"ש
- פגיעה בעמוד במהירות של 30 קמ"ש
- מבחן הפגיעה בהולך רגל
- בדיקת התקני הריסון ברכב המיועדים לילדים



40% overlap = 40% of the width of the widest part of the car (not including wing mirrors)



Readings taken from dummies are used to assess protection given to adult front occupants.



**PROTECTION**

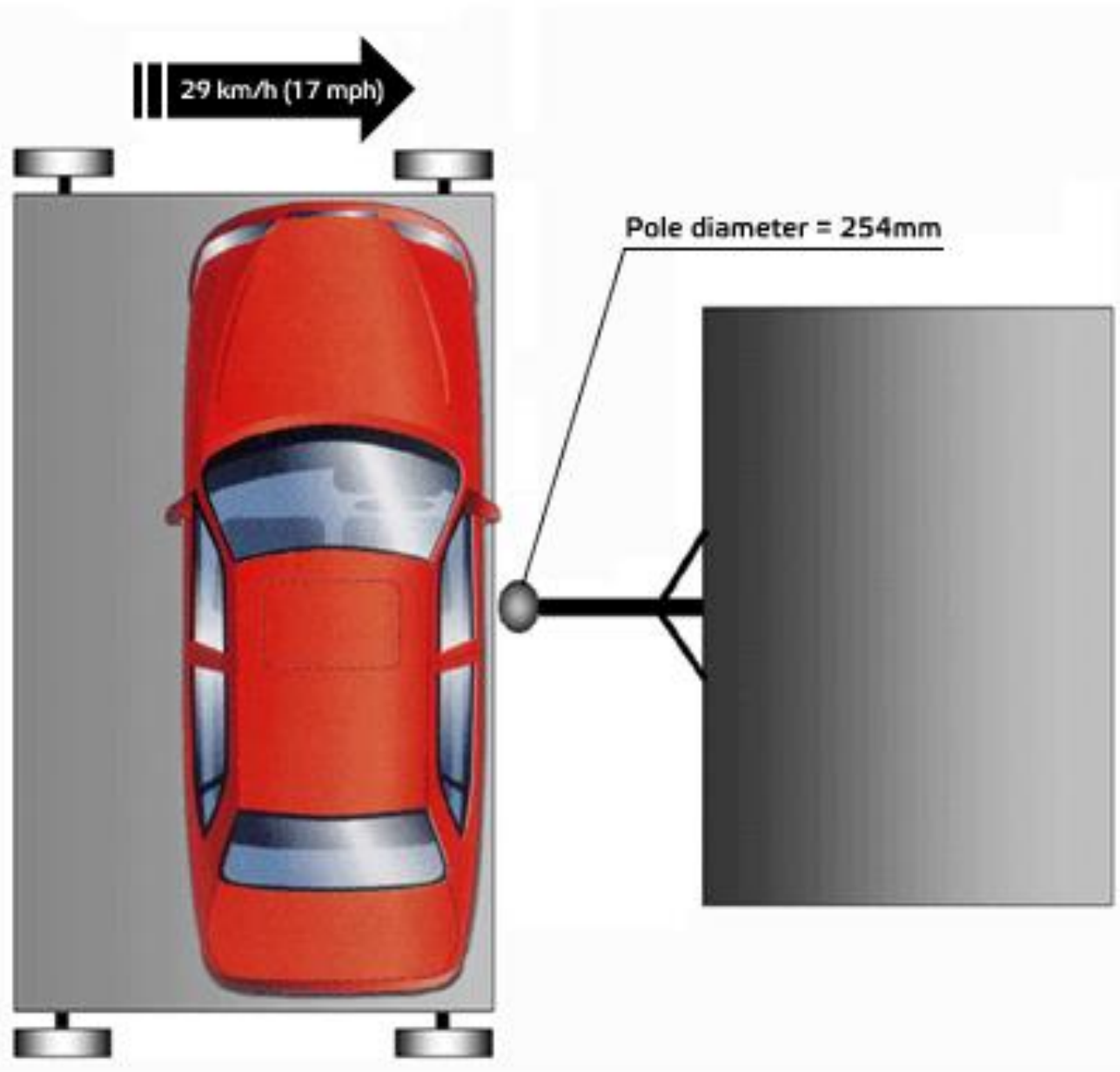
- GOOD
- ADEQUATE
- MARGINAL
- WEAK
- POOR



ction

ivers

apers

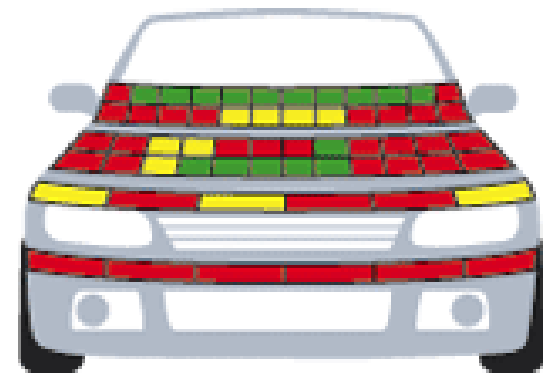
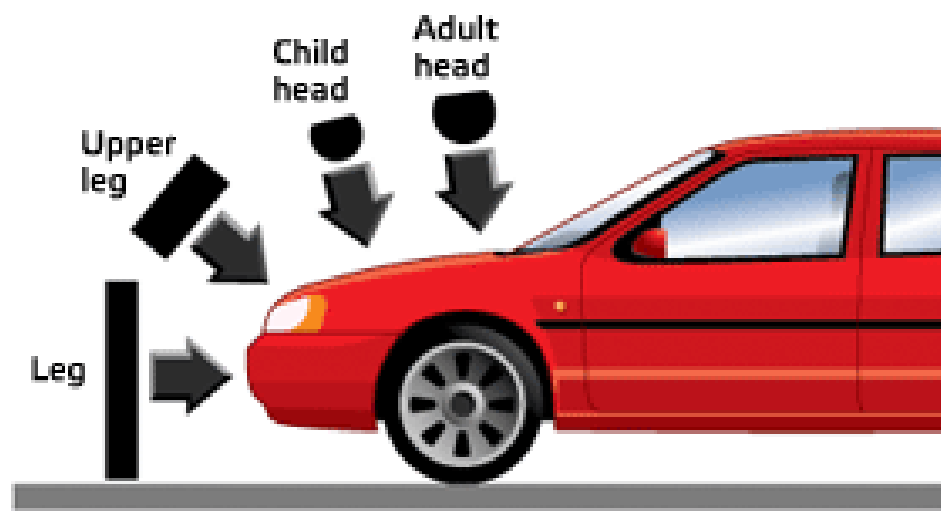


In an impact without the head protecting airbag a driver's head could hit the



## t Pedestrian protection

A series of tests are carried out to replicate accidents involving child and adult pedestrians (25mph). Impact sites are then assessed and rated fair, weak and poor. As with other Enhanced Vehicle-safety Committee guidelines



GOOD      ADEQUATE      MARGINAL



יעילות נצפית/משוערת	אחוז התאונות הרלבנטיות לאמצעי הטכנולוגי מסה"כ התאונות (בהתייחס לשנת 2007 בישראל)	סוג התאונות הרלבנטיות לאמצעי הטכנולוגי	האמצעי הטכנולוגי
0	76.1%	חזית-צד, חזית-אחור, חזית-חזית, צד-צד והתנגשות ברכב חונה/עצם	מערכת למניעת נעילת גלגלים (ABS)
25%	11.1%	תאונות רכב יחיד	מערכת בקרת יציבות (ESP)
ב- 5% מעבר לחגורות	70.1%	התנגשויות ברכב נע	כריות אוויר קדמיות (SRS)
51%	21.7%	חזית-אחור, חזית-חזית והתנגשויות ברכב חונה/עצם	מערכת התראה למניעת התנגשות חזיתית
24%	0.05%	חזית-חזית וירידה מהכביש	מערכת מניעת ירידה לשוליים



## אמצעים טכנולוגיים מתקדמים כאמצעי הגנה (המשך)

- מערכת בקרת יציבות ESP

- המערכת האלקטרונית לבקרת יציבות ברכב נועדה לשפר את שליטת הנהג ברכב על ידי ויסות מערכת הבלמים והפחתת כוח המנוע, בהתבסס על חישוב פעולות הנהג המכוונות והשוואתן למאפיינים הדינאמיים של הרכב.
- נחיצותה המרבית של המערכת היא במצבים בהם הנהג עלול לאבד שליטה על הרכב, כדוגמת סיבובים והחלקות.
- סוג התאונות הרלבנטיות: תאונות רכב יחיד.



## אמצעים טכנולוגיים מתקדמים כאמצעי הגנה (המשך)

- כריות אוויר קדמיות SRS

- כרית האוויר פותחה בכדי לשמש כשכבת מגן רכה בין נוסעי הרכב ובין פנים הרכב. על מערכת זו שולט מחשב הרכב בעזרתם של חיישנים הפזורים בדפנות הרכב ומזהים תאונה.





## התרעה על סטייה מנתיב הנסיעה



ניתן לראות תצוגה לנהג בה המערכת מתריעה על קרבה יתרה לקו הפרדה

[http://wn.com/Lane\\_Departure\\_Warning](http://wn.com/Lane_Departure_Warning)



התרעה על יציאה מנתיב שמאלי  
- מלווה בהתרעה קולית

התרעה על יציאה מנתיב ימני  
- מלווה בהתרעה קולית

זיהוי רכב - והתרעה מרחק

מחווני מערכת



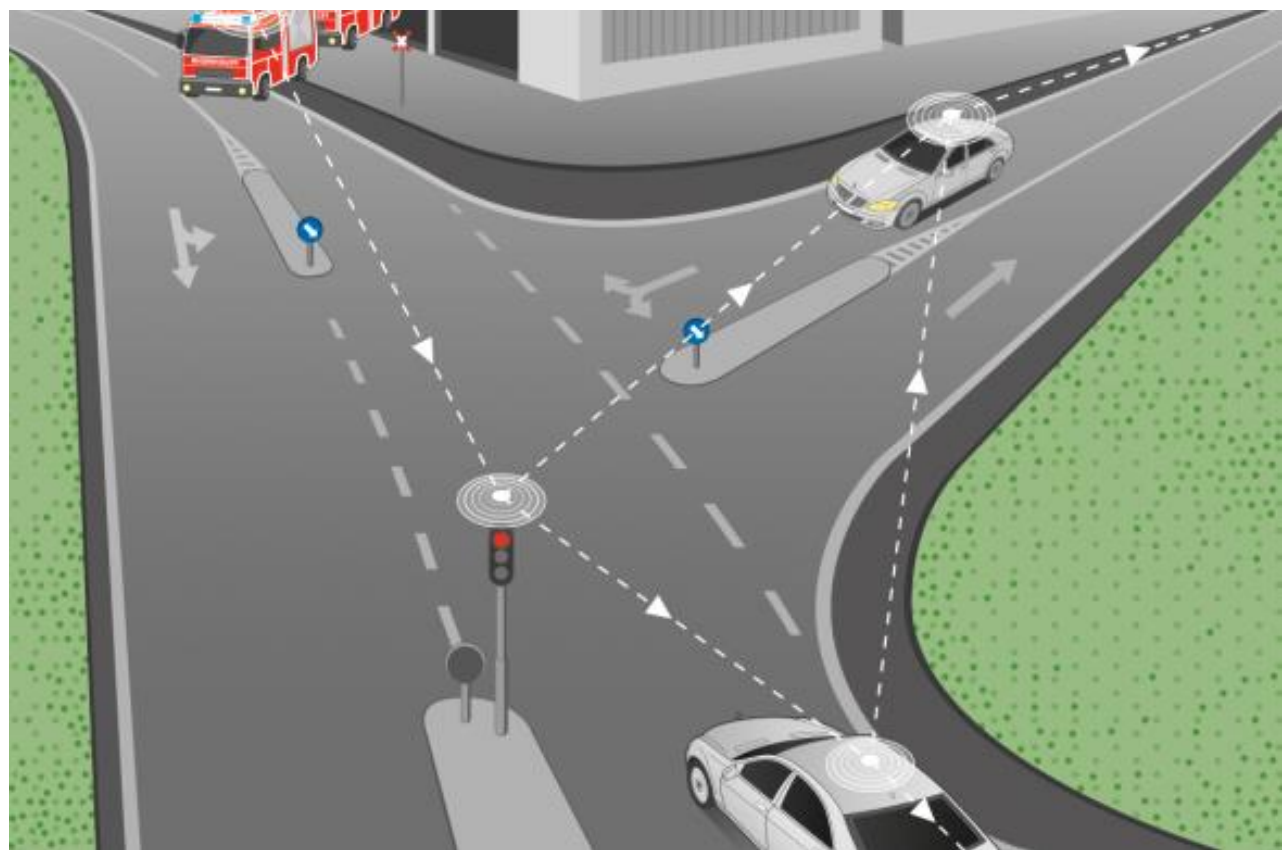
מרחק מהרכב לפנים ביחידות זמן  
(שנייה)

מקשי תפעול והגדרות



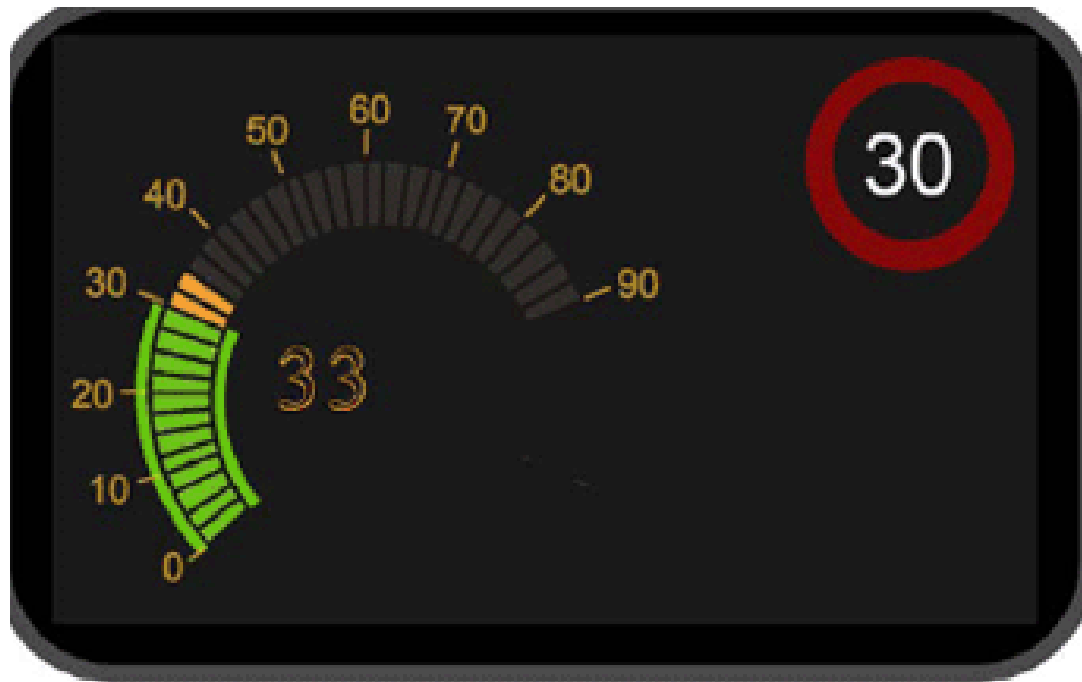
# תקשורת רכב אינטראקטיבית

- איסוף, שידור וקליטת מידע למגוון רחב של תרחישים (יכולת זיהוי אוטומטית של רכב חרום, תנאי מזג אוויר, מכשולים בדרך ועוד)
- תקשורת מבוססת WLAN (Wireless Local Area Networks) בתדירות 5.9 ג'יגהרץ ומרחק קליטה / שידור של עד 500 מ'.





## התרעת מהירות

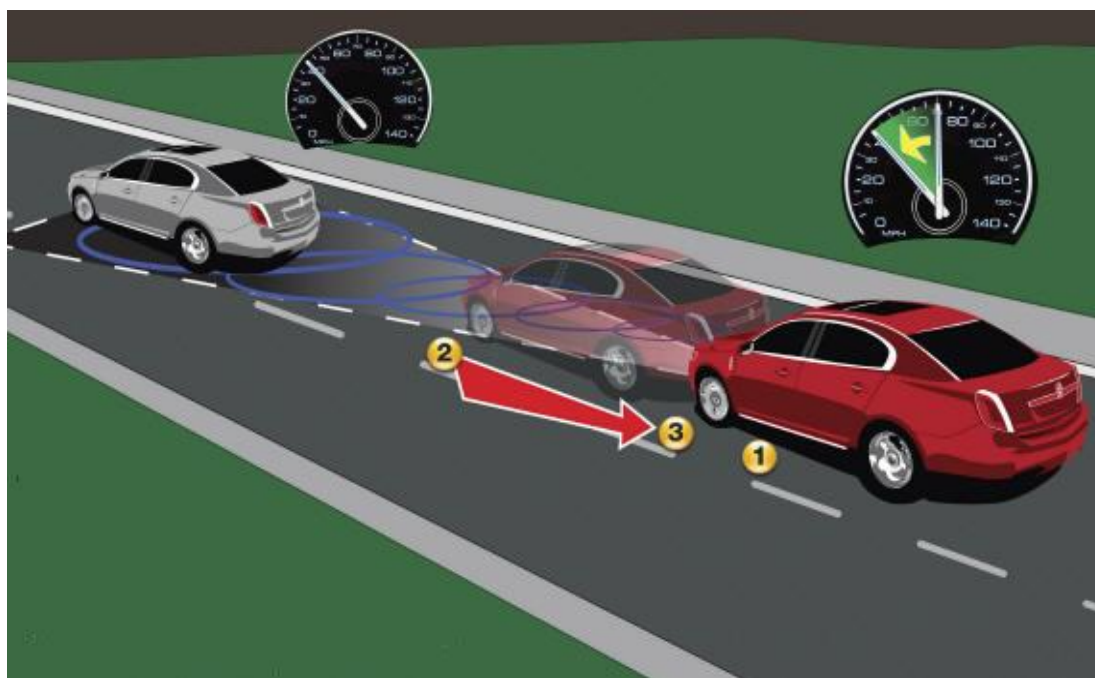


משמאל ניתן לראות מהירות הגבוהה מהמהירות המרבית המותרת לקטע דרך מסוים ומימין, את ההתרעה על המהירות המותרת

<http://ergonomista.blogspot.com/2010/04/intelligent-speed-adaptation.html>



## בקרת שיוט אדפטיבית



באיור מודגם רכב הנוסע במהירות מסוימת (הרכב האדום), כאשר הרכב שלפניו (הרכב הכסוף) מאט, המערכת מזהה את מהירות נסיעתו, מחשבת את המרחק בין שני הרכבים, ומאטה את הרכב בהתאם



## ראיית לילה משופרת



ניתן לראות כיצד באמצעות מצלמה מסוג אינפרא - אדום הנהג רואה הולכי רגל שבלעדי המערכת הוא לא היה מבחין בהם בגלל החשיכה. באמצעות הצג הנהג מקבל התרעה ומבחין היכן ממוקמים הולכי הרגל.



## התרעה ברכב על התקרבות מסוכנת לאור אדום



באמצעות תקשורת בין הרמזור לרכב המתקרב לצומת, המערכת מתריעה על התקרבות מסוכנת לאור אדום



## מערכת הבולמת אוטומטית את הרכב במקרה של סכנה להתנגשות קדמית



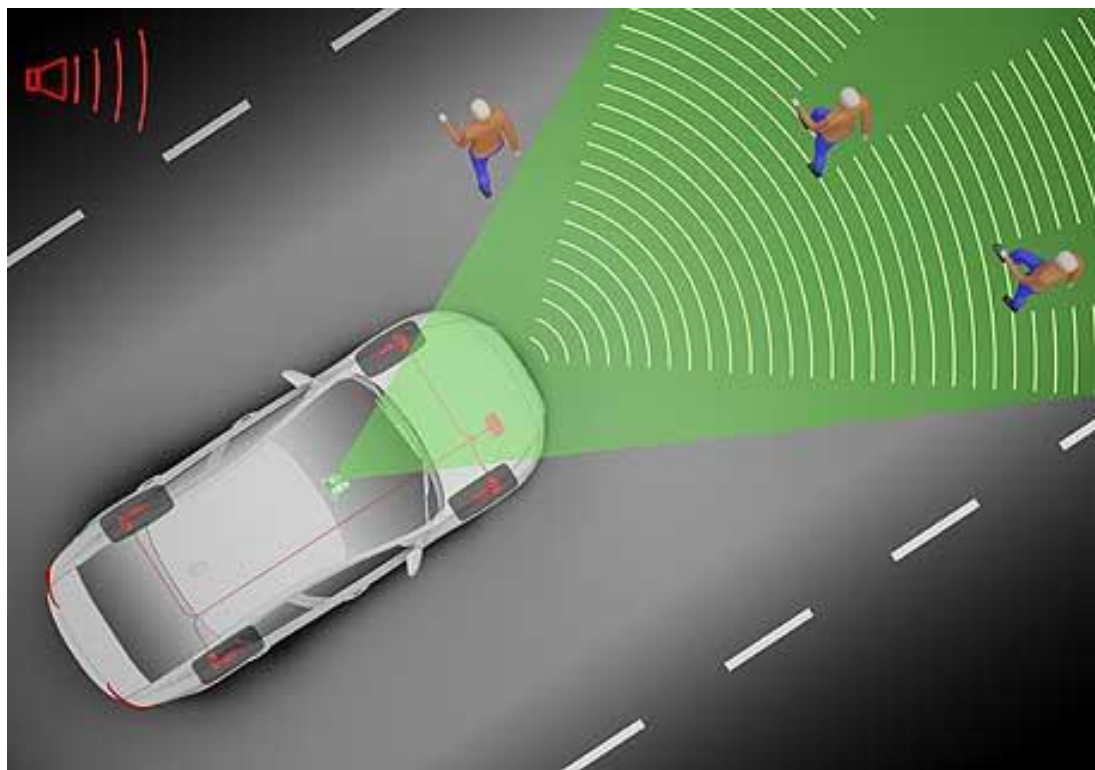
ל ידי

המערכת מסוגלת לזהות סכנת התנגשות קדמית ולהזהיר את הנהג באמצעות תאורת דאשבורד ותזמון בלמים אוטומטיים. ובמידת הצורך מפעילה את מערכת הבלמים.





# מערכת התרעה על סכנת פגיעה במשתמשי דרך פגיעים



- מצלמה מכסה את השטח הירוק ומכ"ם מכסה את השטח המקווקו. כאשר שני החיישנים הללו מזהים את הולך הרגל, מופעלת התרעה לנהג.



## אורות קדמיים תבוניים



- האורות מכוונים לסיבוב ברגע שהרכב מתחיל לפנות.
- מהירות הרכב, שיעור הסבסוב וכיוון זווית הגלגל משמשים כנתוני קלט לבקר המערכת. על פי נתוני קלט אלו משתנה זווית הפנסים.



# ניטור לחץ אוויר

Tyre pressure monitoring (IVTM)



wheel module

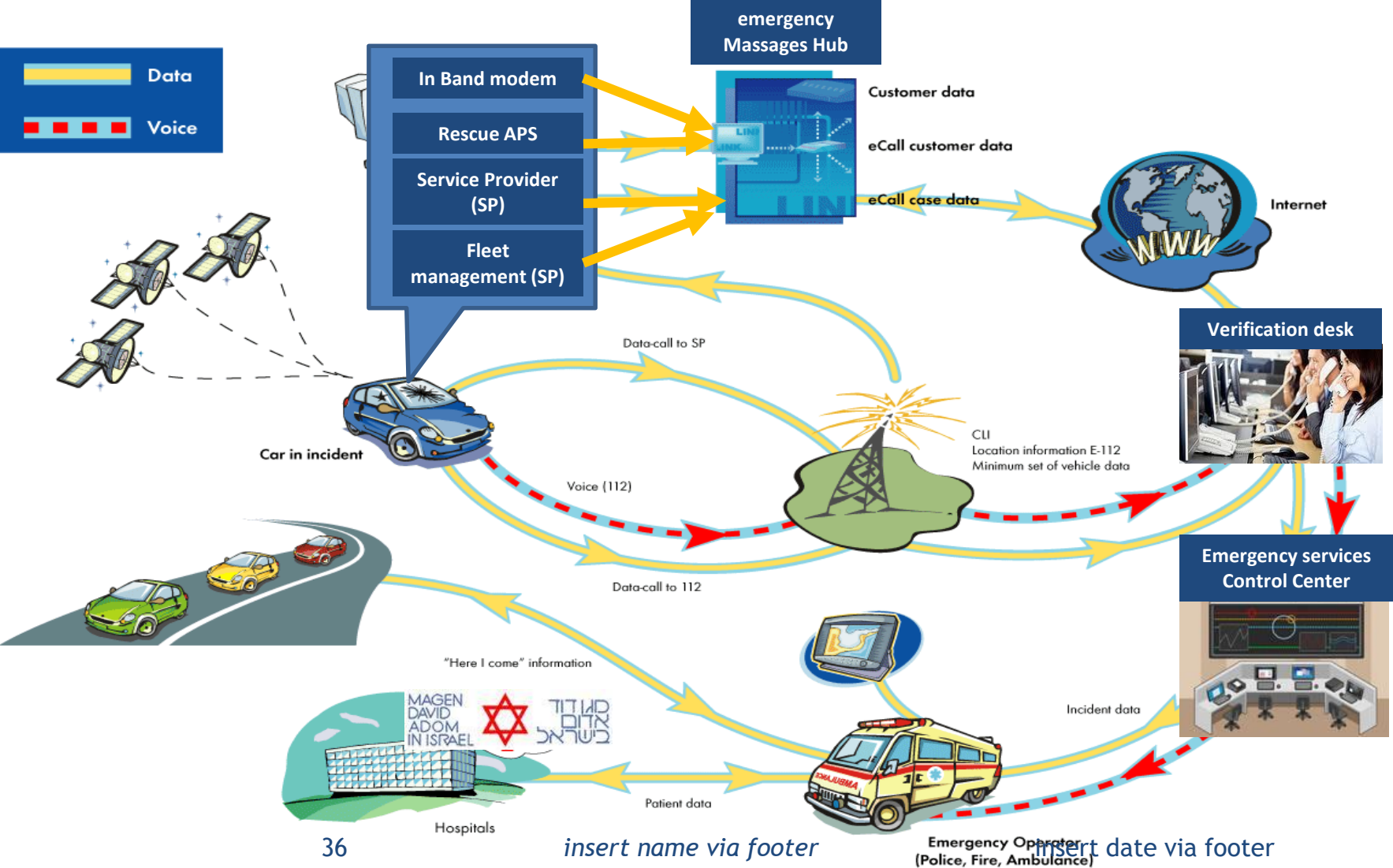
frame mounted electronic



Wireless Communication  
433 MHz radio frequency range

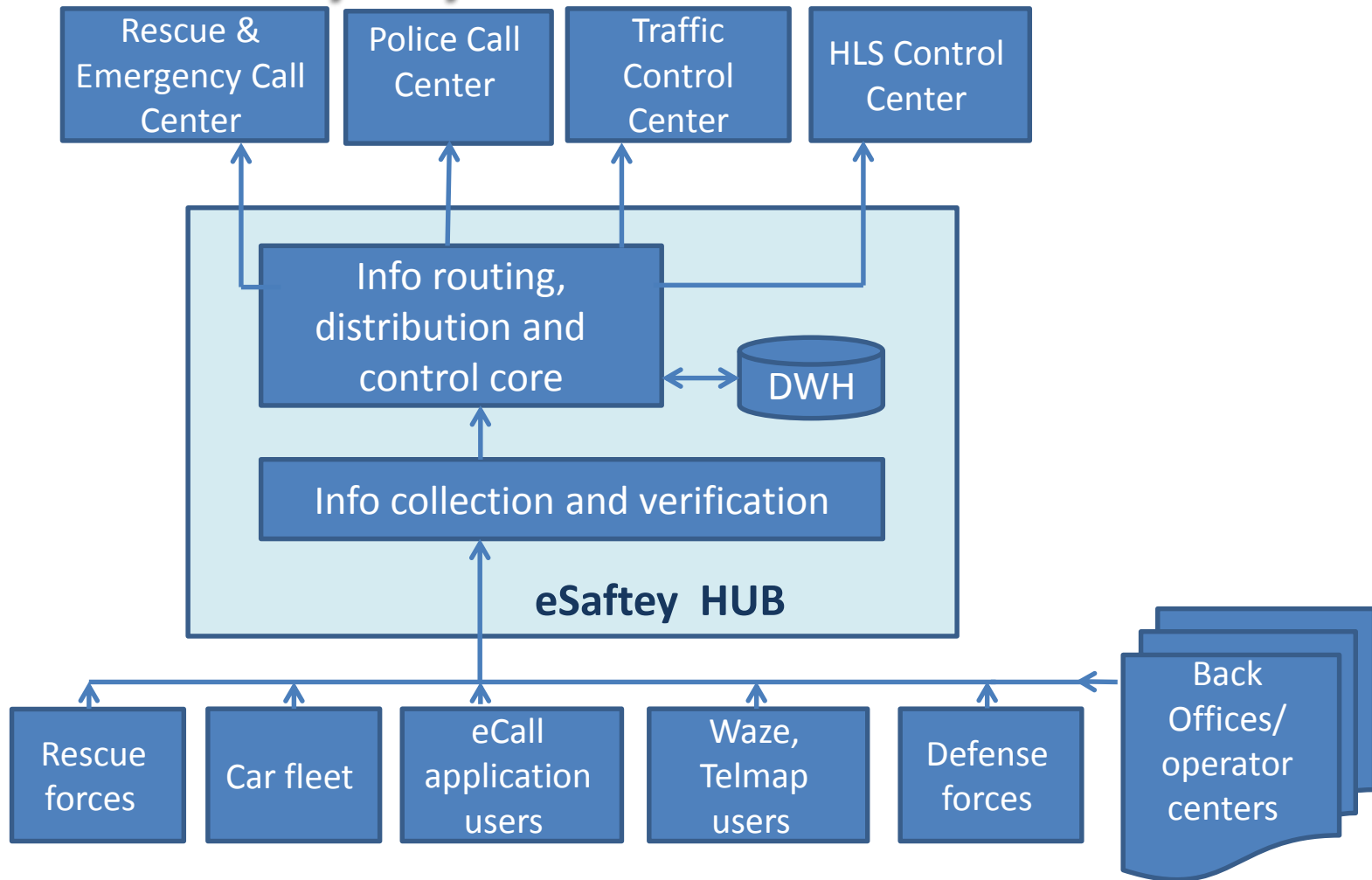


# Israel ITS architecture for eCall

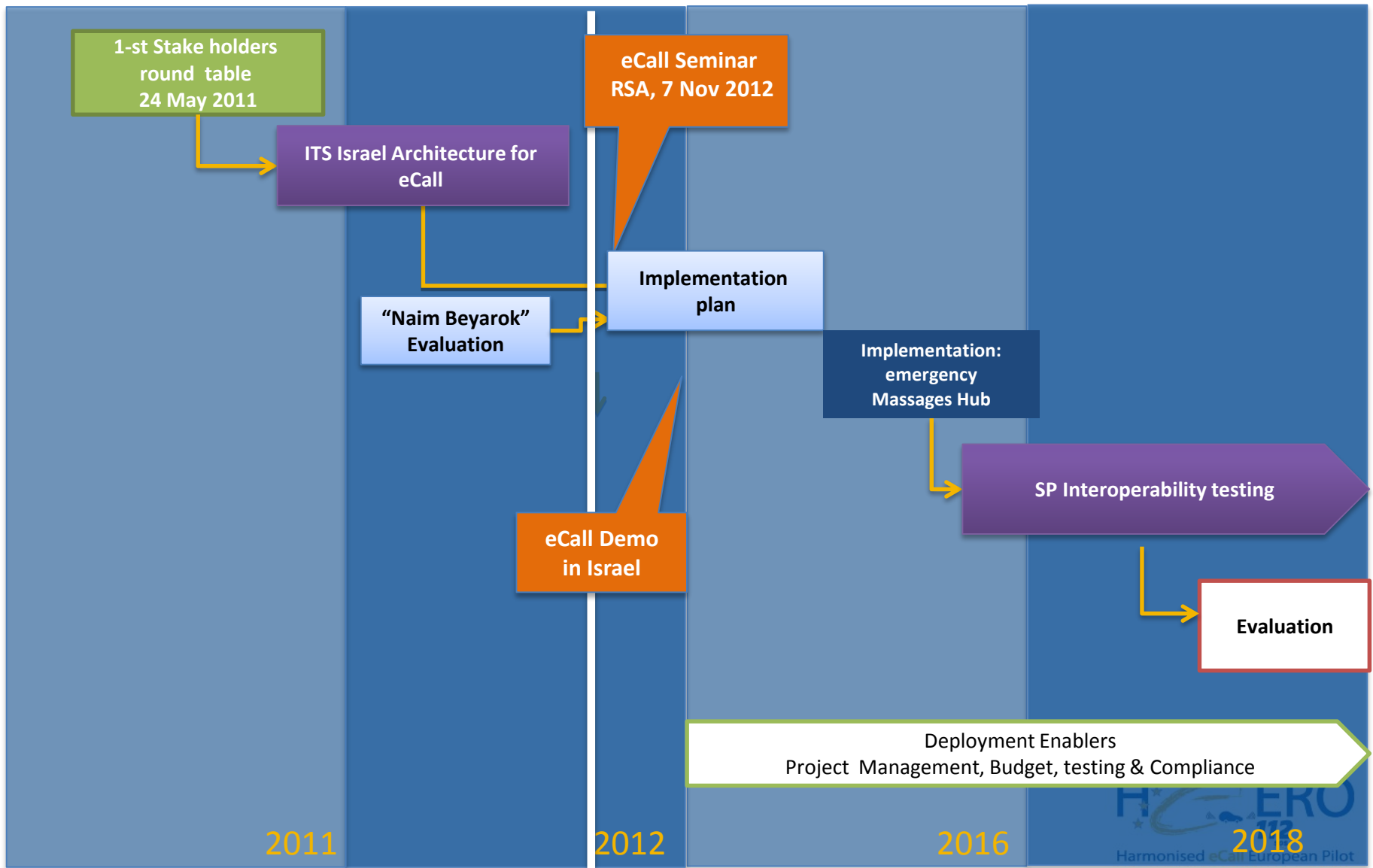




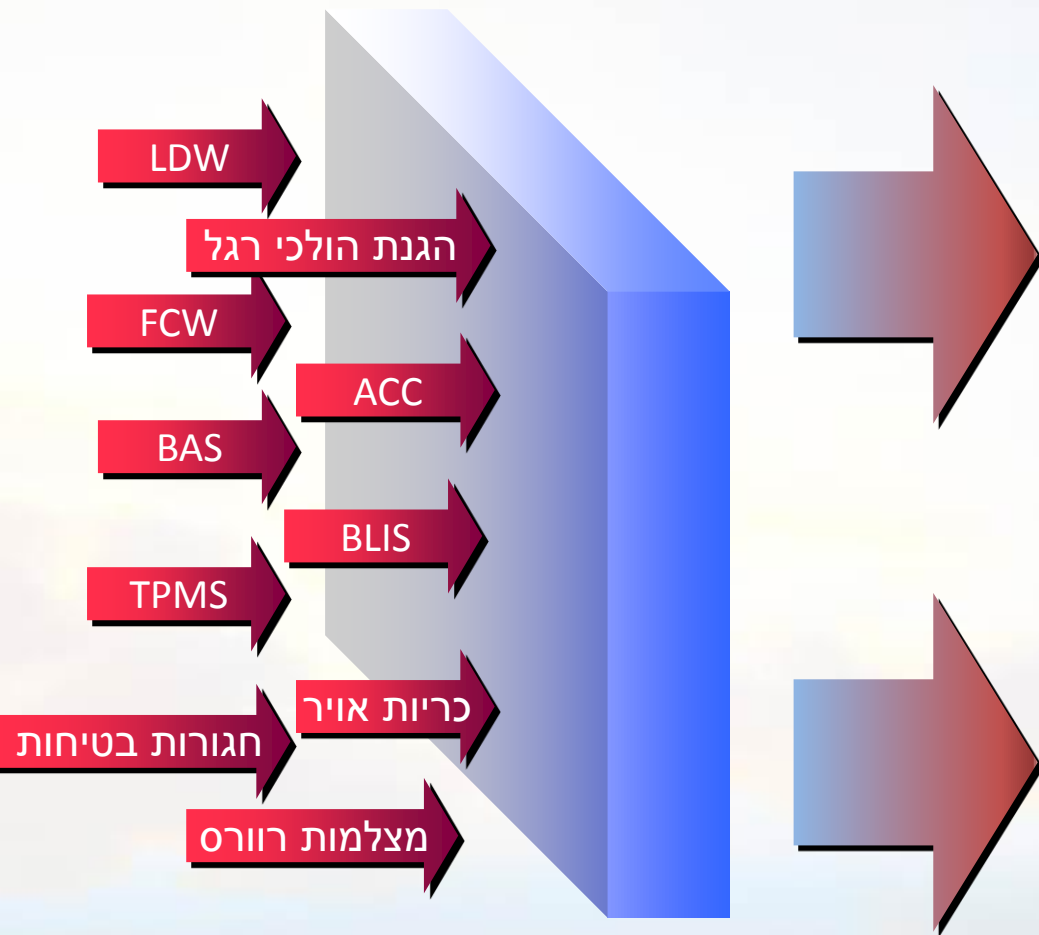
# eSaftey System Architecture



# eCall implementation plan in Israel



# עידוד מערכות בטיחות



ע"פ האבזור תקבע רמת הבטיחות  
אשר תירשם ברישיון הרכב

הימצאות מערכות בטיחות בכלי רכב  
מזכה בהטבות במסי הקנייה



## רמת אבזור בטיחותי

### לפי ניקוד מערכות הבטיחות

<u>זיכוי</u>	<u>מס' כריות אויר מינימלי</u>		<u>ניקוד נדרש</u>	<u>רמת אבזור בטיחותי</u>
	רכב	רכב פרטי מסחרי		
0	0	0	—	0
500	4	6	—	1
900	4	6	2	2
1,250	4	6	3	3
1,550	4	6	4	4
1,800	4	6	5	5
2,000	4	6	6	6
2,150	4	6	8	7
2,250	4	6	10	8

## ניקוד מערכות הבטיחות

<u>ניקוד</u>	<u>מערכות בטיחות</u>	
2	מערכת סטייה מנתיב	➤
2	מערכת ניטור מרחק מלפנים	➤
1	בקרת שיוט אדפטיבית	➤
1	מערכת התראה על הולכי רגל	➤
1	מערכת עזר לבלם	➤
1	מערכת לזיהוי "שטח מת"	➤
1	7 כריות אויר ומעלה	➤
0.5	מצלמת רוורס	➤
0.5	מערכת חישני לחץ אויר	➤
0.5	חישני חגורות בטיחות	➤



# הנעות חלופיות

הפחתת התלות בנפט ✓

כלי רכב חשמליים והיברידיים ✓

- קוואדרו סייקל

- אוטובוס חשמלי

- הנעה בגז טבעי



# אוטובוס חשמלי



- מזהם פחות
- שקט יותר
- בעל טווח נסיעה גדול



# קוואדרו סייקל

*קטן, שקט, לא מזהם*





# כלי רכב חשמלי זעיר Quadricycle







## כלי רכב מסוג L7e :

- כלי רכב בעל 4 גלגלים.
- בעל משקל עצמי (ללא סוללות ברכב חשמלי) שלא יעלה על 400 ק"ג
- הספק מנוע שלא יעלה על 15 ק"ו.
- מהירות מרבית שלא תעלה על 80 קמ"ש. מהירות מרבית של לפחות 45 קמ"ש.
- רכב משא זעיר – עד 550 ק"ג ובעל שטח העמסה של לפחות 1/3 מהיטל הרכב.
- באירופה כלי הרכב עומד באופן מלא בתקינה העדכנית 2002/24/EC
- בחלק מהמדינות נדרש רישיון לאופנוע בכדי לנהוג בכלי רכב כזה ובחלק אחר
- רישיון B לרכב פרטי.



# טכוגרף דיגיטלי





## טכוגרף

- מכשיר מכני המותקן ברכב (מעין "קופסה שחורה"), המאפשר רישום פעילות הרכב ופעילות הנהג שבוצעו (מהירות, שעות פעילות, שעות מנוחה ופרטי נהג)
- המכשיר מאפשר לראות את היסטוריית הפעילויות האחרונות, של הרכב ושל הנהג.

## טכוגרף דיגיטלי

- מכשיר אלקטרוני המשמש בעקרון לאותו היעוד אך בעל יכולת העברת נתונים ורישום ספרתיים כלומר מדויק, אמין, מאובטח ובעל יכולת ממשק לתוכנות או מכשירים אחרים בכל רגע נתון בזמן אמת.
- הטכוגרף הדיגיטאלי כולל כרטיס "חכם" - תעודת זיהוי אלקטרונית.

אנלוגי



דיגיטאלי







# עקרונות פעולת הטכוגרף הדיגיטאלי

## המכשיר

- מקובע פיסית ו"נעול" אלקטרונית לרכב הספציפי
- שני כונני כרטיסים חכמים
- צג "רב לשוני"
- מקלדת מגע
- מיני מדפסת
- זיכרון בנפח 365 ימים



## כרטיס חכם

- מיבנה פיסי דומה לכרטיס אשראי
- אישי ומכיל את כל פרטי הנהג
- שבב אלקטרוני כרכיב חומרתי לתוכנה
- זיכרון האוגר 28 ימי פעילות





## הסיבות המרכזיות למעבר לטכוגרף דיגיטלי באירופה

- שיפור הבטיחות בדרכים באמצעות פיקוח ואכיפה מתקדמים (מדויק, מידע מהיר וזמין, אינו מוטל בספק).
- ביטול אפשרות לזיופי נתונים והתחזות נהגים.
- האחדת כללי שעות עבודה ומנוחה ב"מרחב התנועה האירופאי".
- סטנדרטיזציה והפשטה של אמצעי הבקרה ונוהלי האכיפה ביבשת כך שהפיקוח יתאפשר בכל ארץ ולרכב מכל ארץ ביבשת.
- השוואת תנאי תחרות בין המובילים.



**סיכו** ➤

**חי**

**כלי רכב בטיחותיים יותר** ➤

**ירידה בכמות הנפגעים וההרוגים** ➤

**שמירה על איכות הסביבה** ➤

**התפתחות** ➤

**טכנולוגית**