

דו"ח זה משקף את דעותיהם והמלצותיהם של המחברים.
המחברים והמרכז לבטיחות בדרכים אחראים לעבודה,
למסקנות ולדיוק הנתונים הכלולים בדו"ח.

תוכן הדו"ח אינו בהרכח משקף את דעותיהם של הגופים
הרשמיים והרשויות המוסמכות האחראים לנושא, ואין
הדו"ח מהווה תקן, הנחיה או נוהל מחייבים של אותם
גופים ורשויות.

<p>שם הפרסום מתודולוגיה לעריכת נתוחי עלות - תועלת לאביזרי בטיחות ברכב</p>	<p>תאריך אפריל 1982</p>
<p>מחברים ד"ר ד. מהלאל ד"ר ש. הקרט</p>	<p>פרסום מס' 80 - 12</p>
<p>הגוף המבצע (מדור) המכון לחקר התחבורה המרכז לבטיחות בדרכים</p>	<p>פרויקט מס' 80 - 107</p>
<p>שם המזמין משרד התחבורה מינהל הבטיחות האגף לרשוי ורכב</p>	<p>סלמון מחקר מס' עמודים 38</p>
	<p>מחיר</p>
	<p>סוג הפרסום דו"ח מחקר</p>
<p>תקציר עבודה זאת נועדה להציג את הכלים המתודולוגיים לצורך עריכת ניתוח עלות-תועלת של אביזרי בטיחות ברכב. מוצגת בעבודה התפיסה הכללית של ניתוח עלות-תועלת לאביזרי בטיחות. פרק מיוחד בעבודה דן בצורך בהתערבות חיצונית בשוק אביזרי הבטיחות. צורך זה נוצר כתוצאה מהחסרונות החיצוניים של אביזרי הבטיחות. הפרקים האחרים בעבודה דנים בבעיות הכרוכות באמידת העלות של תאונת דרכים למשק ואמידת התועלת הטמונה באביזרים בטיחותיים. בפרק המסקנות מוצגים מספר כללים שתפקידם להנחות את משרד התחבורה בקביעת עמדותיו לגבי אביזרי בטיחות שונים.</p> <p>המסקנה הכללית מעבודה זאת היא שתהליך קבלת החלטות רציונלי בנוגע לאביזרי בטיחות ברכב, אינו יכול להתבסס על שימוש בנוסחת פלא מקוצרת או על "בדיקת בזק" של עלות-תועלת. מאחר ולא מומלץ לערוך בדיקת עלות-תועלת לכל אביזר ואביזר (בגלל העלות הגבוהה של הבחינה), הפתרון חייב להמצא באימוץ כללי עבודה שיטתיים, שיטות סיווג וקריטריונים רציונליים לסיווג אביזרי הבטיחות. כללים אלה יהיו מסוגלת להרחקה מלידת של אביזרים שאינם רלוונטים ולהתרכזות בטיפול באביזרים שתועלתם ממשית.</p>	
<p>מילות מפתח עלות-תועלת נתוח כדאיות תקנות רכב בטיחות ברכב</p>	<p>הפצה-יעוד משרד התחבורה אגף הרכב אגף תכנון וכלכלה מינהל הבטיחות אנשי מקצוע בתחום הרכב</p>
<p>הערות</p>	

עמוד

תוכן הענינים

1	תקציר
2	הקדמה
3	התפיסה של נתוח עלות-תועלת של אביזרים בטיחותיים
5	התערבות חיצונית בשוק אביזרי הבטיחות
7	אמידת עלויות של אביזרי בטיחות
8	הערכה של עלות תאונת דרכים
17	עודף הצרכן
19	אמידת התועלת הטמונה באביזרים בטיחותיים
22	דוגמא לנתוח עלות תועלת של מערכות ריסון ברכב
34	מסקנות
36	מראי מקום

ת ק צ י ר

עבודה זאת נועדה להציג את הכלים המתודולוגיים לצורך עריכת ניתוח עלות-תועלת של אביזרי בטיחות ברכב. מוצגת בעבודה התפיסה הכללית של ניתוח עלות-תועלת לאביזרי בטיחות. פרק מיוחד בעבודה דן בצורך בהתערבות חיצונית בשוק אביזרי הבטיחות. צורך זה נוצר כתוצאה מהחסרונות החיצוניים של אביזרי הבטיחות. הפרקים האחרים בעבודה דנים בבעיות הכרוכות באמידת העלות של האונת דרכים למשק ואמידת התועלת הטמונה באביזרים בטיחותיים. בפרק המסקנות מוצגים מספר כללים שתפקידם להנחות את משרד התחבורה בקביעת עמדותיו לגבי אביזרי בטיחות שונים.

המסקנה הכללית מעבודה זאת היא שמהליך קבלת החלטות רציונלי בנוגע לאביזרי בטיחות ברכב, אינו יכול להתבסס על שימוש בנוסחת פלא מקוצרת או על "בדיקת בזק" של עלות-תועלת. מאחר ולא מומלץ לערוך בדיקת עלות-תועלת לכל אביזר ואביזר (בגלל העלות הגבוהה של הבחינה), הפתרון חייב להמצא באימוץ כללי עבודה שיטתיים, שיטות סיווג וקריטריונים רציונליים לסיווג אביזרי הבטיחות. כללים אלה יהוו מסגרת להרחקה מיידית של אביזרים שאינם רלוונטיים ולהתרכזות בטיפול באביזרים שתועלתם ממשית.

1. ה ק ד מ ה

בצד הסבל הרב הנגרם ע"י תאונות הדרכים, נגרמים מדי שנה בזקים כלכליים חמורים לפרט ולמשק. כדי להדגים את חומרת הבעיה, יצויין כי בשנת 1979 ארעו כ 14367 תאונות דרכים, מהן כ 485 היו תאונות קטלניות. בתאונות אלה נפגעו כ 20633 בני אדם ומתוכם כ 566 הרוגים. הנזקים הכלכליים הנגרמים בתאונות דרכים הוערכו ב 6.4 מיליארד ל"י, לגבי שנת 1978 (בקר, 1979). כלומר, במחירי 1978 הנזק הממוצע מתאונות דרכים היה כ- 380 אלף ל"י.

הנזקים החמורים הנגרמים מדי שנה בתאונות דרכים יוצרים מוטיבציה לחפוש אמצעים להקטנת חומרת הבעיה והיקף הנזקים. המאמצים להפחתת הנזק מופנים לאפיקים שונים כמו: שיפורים הנדסיים בדרכים, אכיפה משטרתית, הדרכת נהגים ובקורת תקופתית של כלי הרכב.

חלק מהאמצעים המוכרים להקטנת מספר התאונות וחומרתן הם אביזרי הבטיחות המותקנים ברכב; חגורות בטיחות, הגה מתקפל, פגושים סופגי אנרגיה, מחזירי אור, זכוכיות מוקשות, ריפוד לוח המחוונים וכו'. אביזרים אלה נבדלים הן בצורת התפקוד והן במידת האפקטיביות.

אחד התפקידים של משרד התחבורה הוא לבחון אביזרי בטיחות שונים לרכב, לבדוק את יעילותם ולהמליץ או לחייב את התקנתם של אביזרים אלה ברכב. כדי לקבל החלטות נכונות, חייב משרד התחבורה לערוך בדיקות ולאסוף אינפורמציה לגבי אפקטיביות האביזרים, התועלת שעשויה לצמוח מהן והעלות של אביזרים אלה. אינפורמציה זאת חיונית לבדיקות עלות-תועלת של אביזרים אלה לצורך המלצה בדבר הכדאיות הכלכלית של התקנה ושימוש באביזרים אלה.

עבודה זאת נועדה להציג את הכלים המתודולוגיים והבעיות הכרוכות בעריכת ניתוח עלות-תועלת של אביזרי הבטיחות לרכב. במסגרת זאת יוצגו מספר עקרונות של ניתוחים אלה וכן דוגמא חשובית מהספרות של בחינת אביזר בטיחות.

יש להדגיש שהכרת המתודולוגיה של ניתוחי עלות-תועלת מהווה רק את החוליה הראשונה בשרשרת הארוכה של תהליך הבדיקה. עיקר הבעיה של בדיקת אביזר בטיחות מתמקדת בחפוש אחר נתונים מתאימים לצורך הערכת האפקטיביות. לעומת זאת, הבעיה של הערכת עלויות, קלה יחסית כאשר מדובר במוצר מיובא. אולם, כאשר ניתן לייצר את המוצר בארץ, הערכה של העלות מורכבת יותר ודורשת מספר ניכר על נתונים והתאמות.

אחת המסקנות הראשונות שתוצר אצל קורא העבודה היא שתהליך בחינה של אביזר בטיחות מסויים הוא מורכב ודורש מאמצי מחקר מרובים. לכן, רצוי שבמקרים מסויימים משרד התחבורה יאמץ לעצמו שורה של כללים שיאפשרו קבלת החלטות ללא צורך בתהליך בחינה מפורט, הצורך, משאבי זמן וכסף מרובים. לדוגמא, אביזר בטיחות שנהפך לתקן בשוק האירופאי המשותף. נקודה זאת תפורט בהמשך העבודה.

2. התפיסה של ניתוח עלות-תועלת של אביזרים בטיחותיים

ניתוח עלות-תועלת הוא שיטה באמצעותה ניתן לבחון את מידת תוספת הרווחה החברתית הטמונה בפרויקט מסויים. בהקשר של אביזרי בטיחות, הניתוח נועד לספק בסיס רציונלי לקבלת החלטות של הרשות הממשלתית, בדבר חיוב התקנה של אביזרי בטיחות ברכב. הניתוח עצמו לא מהווה תחליף לתהליך קבלת החלטות, אלא נועד לסייע בידו של מקבל ההחלטות.

יתרון חשוב הטמון באימוץ השיטה על ידי רשות ממשלתית נובע מהעובדה שהרשות למעשה מתחייבת לקבל על עצמה תהליך חשיבה שיטתי ובמידת האפשר כמותי, בתהליך קבלת ההחלטות. בכך, משמש תהליך ניתוח העלות-תועלת כבלם לקבלת החלטות ספורדיות ובלתי מבוססות. יתרון נוסף הנוצר מאימוץ השיטה, הוא באפשרות הניתנת לגורמים שונים לעקוב אחרי ההגיון העומד מאחורי ההחלטות ובמידת הצורך להשיג ולבקר. אחת המגבלות של הניתוח הוא ביכולת המוגבלת להעריך רק את התועלות והעלויות הניתנות לביטוי כמותי. מאחר ולעיתים קיימים גדלים שאינם ניתנים לביטוי כמותי, ברור שתוצאות האנליזה מתייחסות רק להיבטים מסויימים ואינן מעריכות את כל ההשלכות האפשריות. נקודה זאת רלבנטית כאשר התועלת מתבטאת בגודל כמו מספר התאונות שנמנעו עקב קיזום אביזר בטיחות מסויים. ידוע כי רבים הקטיים המתודולוגיים כאשר ניגשים להעריך כמותית את העלות של תאונות דרכים. קיימים מרכיבים שונים כמו צער על אובדן חיי אדם, שלמעשה לא ניתן להעריכם ולמרות זאת למרכיבים אלה משקל כבד בנכונות החברתית להקצות משאבים למלחמה בתאונות הדרכים.

אחד הצעדים החשובים ביותר באנליזה הוא הגדרה נכונה של הבעיה. לעיתים קרובות כאשר ניתוח מוביל למסקנה לא נכונה, הדבר אינו נובע מכך שישממה טכניקה לא נכונה, אלא משום שלא נשאלו השאלות הנכונות בשלב הראשוני של הגדרת הבעיה. לעיתים ניתן לתרום בצורה משמעותית לתהליך קבלת החלטות רק ע"י הצגת השאלות הנכונות וללא כל ניתוח כמותי מתלווה.

הגדרה נכונה של הבעיה לפי Little (1968) כוללת את השלבים הבאים:

1. הגדרת המטרות
2. הצגת תוכניות תחליפיות
3. פירוט האילוצים המגבילים
4. קריטריונים להעדפה

הגדרת המטרה חשובה כדי להמנע ממצב בו תמצא הדרך הטובה ביותר למטרה לא רצויה. כמובן שבניתוח של אביזרי בטיחות "מטרת העל" הקיימת תמיד היא הקטנה של מספר הנפגעים בתאונות דרכים. אך תמיד ניתן ורצוי להגדיר גם מטרות משנה כמו: העדפה של אמצעים להקטנת תמותה בתאונות, אמצעים להגנת הנוסע או הנהגים, אמצעים שמכוונים דווקא לגילים מסויימים כמו מערכות ריסון לילדים, אמצעים להגנת משתמשים בסוגי כלי רכב מסויימים כמו קסדות לרוכבי אופנועים, או הגנה לנהגי טרקטורים.

יש להדגיש שהגדרת המטרות אינה דומה להצגה של דרישות חובה לרכב. בהצגת דרישות לרכב מוגדרים אמצעים להשגת מטרה מסויימת. כלומר, ההגדרה של דרישות החובה היא שלב מתקדם יותר מהגדרת הבעיה.

פירוט שיטתי של האלטרנטיבות הרלוונטיות לקידום המטרה נועד לאלץ את מקבל ההחלטות להרחיב את מימדי הבעיה הנחקרת, ולבחון אותה מזוויות נוספות. פעולה מעין זאת עשויה להצביע על אפשרויות חדשות לקידום המטרה, שהן מבחינה כלכלית טובות יותר.

לצורך הדגמת הנחיצות של פירוט אלטרנטיבות נתבונן בבדיקה של זכוכית הבטחון בשמשה הקדמית של כלי הרכב. בניח שמשרד התחבורה בוחן את האפשרות של חיוב כלי רכב חדשים בזכוכית בטחון. המטרה של אביזר זה היא להגן על הראש וחלקי גוף עליונים בעת עצירה פתאומית או כאשר חפץ פוגע בשמשה הקדמית. האלטרנטיבה החלקית לזכוכית הבטחון היא חגורת הבטיחות. מאחר וחובת התקנה של חגורת בטיחות כבר קיימת למעשה, רלוונטי לבחון כאלטרנטיבה רק את הרחבת השימוש בחגורת הבטיחות אם באמצעות הרחבת החקיקה ואם באמצעות אכיפה של החוק הקיים. יתכן מאד שפעולה זאת היא יותר כדאית מבחינה כלכלית מאשר חיוב התקנה של זכוכית בטחון. דוגמא זאת ממחישה כיצד הרחבת היקף הניתוח של אביזר מסויים יצרה מודעות לפעולה אלטרנטיבית כדאית יותר.

הכללת האילוצים בניתוח היא פעולה הכרחית. האילוץ העיקרי בניתוח כלכלי הוא בדרך כלל תקציבי. בהקשר של אביזרי בטיחות מיובאים, בהחלט ניתן לקחת בחשבון הגבלות על היקף ההוצאות במטבע זר. כאשר עוסקים בבדיקת מוצר מקומי יש לבחון מגבלות על שוק התעסוקה כאשר המשק נמצא בתעסוקה מלאה.

הצורך בבחירת קריטריון להעדפה מתעורר בגלל העובדה שקיימים מספר קריטריונים שהשימוש בהם אינו מניב תוצאות זהות. נושא זה של קריטריונים להעדפה ידון בפרק נפרד בהמשך.

3. התערבות חיצונית בשוק אביזרי הבטיחות

כאשר עוסקים בניתוח הצורך בהתערבות חיצונית (בדרך כלל ממשלתית) בשוק כלשהו, מושמעת תכופות הטענה שהתערבות זאת מיותרת ואף מזיקה. ההצדקה לטעון זה מבוססת על ההנחה שמנגנון השוק יכול להקצות את המשאבים באופן אופטימלי. התערבות חיצונית במקרים כאלה עלולה אף לעוות את הקצאת המקורות של המשק. בשוק אביזרי הבטיחות ניתן להבחין בשתי חולשות עיקריות של מנגנון השוק: (א) החסרונות החיצוניים הכרוכים במוצר הסופי; (ב) חוסר היכולת של הצרכן לקבל החלטות רציונליות.

החסרונות החיצוניים של אביזרי הבטיחות מתחלקים לכמה קבוצות בהתאם לתפקוד הצפוי של כל אביזר, הקבוצה הראשונה היא של האביזרים שנועדו למנוע את עצם קיום התאונה. לדוגמה שיפור במערכת הבלמים. כאשר שיפור במערכת הבלמים מונע תאונה של רכב בודד לא נוצרים יתרונות חיצוניים. לעומת זאת, כאשר שיפור במערכת הבלמים מונע תאונות התנגשות או פגיעה בהולך רגל נוצרים יתרונות חיצוניים למערכת הבלמים. במקרה זה, נפגע הולך הרגל או הרכב האחר לא בגלל פעולה מסוימת שלהם, אלא בגלל הבלמים הלא תקינים של הרכב הפוגע. בדוגמה זאת, בחשוב התועלת הצפויה ממערכת בלמים משוכללת, יש לקחת בחשבון בנוסף לנזק הנחסך לנהג הפוגע גם את הנזק הנחסך לצדדים האחרים שעלולים להיות מעורבים בתאונה.

הקבוצה השנייה של אביזרי הבטיחות, מכילה את האביזרים שנועדו להקטין את חומרת התאונה כאשר היא מתרחשת. לדוגמה, חגורות בטיחות וקסדות מגן לאופנועים. אביזרים אלה עשויים להקטין את שיעורי התמותה בתאונות דרכים. כתוצאה, חש האזרח שפרמיות הביטוח של כלי הרכב וביטוח החיים עשויים לרדת. זאת אחת ההשפעות שניתן לייחס להקטנת התמותה בתאונות דרכים. השפעה אחרת היא ההפחתה (הגדלה) במיסים שעליו לשלם באם האדם

שהיה עלול לההרג בתאונה משלם מיסים יותר (פחות) מתשלומי העברה שהוא קיבל מהממשלה. סוג אחר של יתרון חיצוני, נוצר באם התרומה החברתית של פרט מסויים גדולה מהצריכה שלו. לדוגמא, באם ערך התפוקה השולית שלו גדול משכרו או באם היתה קיימת תרומה חיובית נטו בפעילויות לא כלכליות, החברה תפסיד במותו.

החולשה האחרת של מנגנון השוק ביחס לאביזרי בטיחות מתבטאת, כאמור, בחוסר היכולת של הצרכן לקבל החלטות רציונליות. הקשיים של הצרכן לקבל החלטה רציונלית נובעים מהסיבות הבאות:

1. לצרכן אין אינפורמציה מספקת כדי להעריך את ההסתברות שלו להיות מעורב בתאונת דרכים.

2. הצרכן חסר מקורות אינפורמציה על מנת להעריך את האפקטיביות של אביזר בטיחות מסויים.

3. קיימת לעיתים קרובות נטיה להתעלם מבחינת נושאים בלתי נעימים כמו פציעה או מוות בתאונת דרכים. תופעה זאת אינה כלכלית, אך עשויה להצדיק התערבות ממשלתית לצורך שימוש והתקנה של אביזר בטיחות מסויים.

מכלול חולשות אלה של מנגנון שוק אביזרי הבטיחות יוצר מצב לפיו פונקציות ההוצאות השוליות של הפרט שונה מפונקציות ההוצאות השוליות של החברה. הפער שנוצר בין שתי פונקציות אלה מונע שוויון בין התועלת השולית החברתית לבין ההוצאה החברתית השולית. התערבות חיצונית באמצעות כפיה של חוק יכולה להקטין את הפער בין ההוצאה השולית לבין הרווחה החברתית השולית ולקרב את המשק להקצאה אופטימית.

הדרכים להתערבות ממשלתית יכולות להיות:

א. כפיה באמצעות חוק.

ב. עידוד קניה באמצעות הוזלת מוצרים אם כתוצאה מהפחתת מיסים, או באמצעות סבסוד ישיר.

ג. פעולת עידוד מכירה כללית, באמצעות הסברה.

השיקולים לבחירת אמצעי זה או אחר של התערבות ממשלתית יכולים להיות כלכליים, פוליטיים וכו'. יש להדגיש שלצורת ההתערבות הממשלתית יש השפעה על מסקנות ניתוח העלות-תועלת ולכן השיטה צריכה להקבע לפני תחילת הניתוח או לחילופין, החוקר צריך לערוך מספר ניתוחים עבור כל צורה של התערבות ממשלתית.

4. אמידת עלויות של אביזרי בטיחות

כאשר פירמה קטנה עורכת חשובי עלויות של פרויקט מסויים, מחירי השוק הם הגדלים הרלוונטים לצורך חשוביה. כאשר פירמה גדולה עורכת חשובים דומים עליה להתחשב בהשפעה האפשרית של השינוי בביקוש על רמת המחירים. לעומת זאת, כאשר עוסקים בחשובים מנקודת ראות של המשק יש לקחת בחשבון השפעות נוספות שפירמות נוהגות להתעלם מהן.

בשורות הבאות נמנה מספר כללי יסוד המקובלים בחשובים של עלויות בנייתוחים של עלות-תועלת:

א. שינויי מחירים - אם המחירים צפויים להשתנות בצורה משמעותית במשך התקופה הנבחנת, המחירים של העלויות והתועלות שבאותן שנים צריכים להיות מחושבים על בסיס המחירים שישירו באותן שנים. המחירים הקיימים משמשים כבסיס מתאים לצורך חיזוי המחירים העתידיים.

ב. השפעות על הביקוש - אם הפרויקט הנבחן הוא גדול ויכולה להיות לו השפעה על שוק התשומות וכתוצאה מכך יגדל הביקוש, יש להשתמש במחירים החדשים של שווי משקל. לעומת זאת, אם כתוצאה מפרויקט מסויים, יקטן הביקוש למוצר מסויים או יגדל ההיצע והמחיר שיווצר יהיה נמוך יותר, יש להשתמש במחירים החדשים הנמוכים יותר.

ג. שוק מונופוליסטי - בשוק מונופוליסטי מחיר המוצר גבוה מהעלות לייצר אותו. במקרה זה המחיר שיש להשתמש בו לתוצרת חדשה, שונה מזה של התוצר הקיים. במקרה של תוצר חדש, המחיר צריך להיות מחושב לפי עלות הייצור. במקרה של תוצר קיים שמופנה לצרכנים אחרים, יש להשתמש במחיר המונופוליסטי. פעולה זאת נעשית מאחר והמחיר משקף את הערך לצרכנים הקיימים, כלומר הערך לחברה המתבטא בנכונות לשלם של אותם צרכנים.

ד. שכר עבודה - בחשוב עלויות של שכר עבודה יש להתחשב באם המשק הוא בתעסוקת יתר או באבטלה. אם המשק נמצא בתעסוקת יתר הרי שכר העבודה שיש לחשב הוא שכר העבודה שישולם לפועלים בתוספת העלות של הלחצים האינפלציוניים שיווצרו בשוק העבודה. אם המשק נמצא באבטלה הרי העלות האמיתית היא לא זאת המשולמת, אלא רק זאת השווה לערך הזמן הפנוי שהפועל ייאלץ לוותר עליו.

ה. מיסים וטובסידיות - מיסים וטובסידיות הם תשלומי העברה ולהוציא שני מקרים, הם אינם נכללים בחשובים של עלות-תועלת. היוצאים מהכלל הם:

1. מיסים עקיפים הם חלק מהמחיר הסופי של המוצר. הטיפול המתודולוגי הניתן להם דומה לזה הניתן למחירים של מונופול. אם המוצר נרכש מהיצרנים במסגרת כמיות היצור המקובלות ולמעשה הוא רק מחליף צרכנים, יש לכלול את המס העקיף. במקרה ומדובר ביצור המיועד לאותו פרויקט, אין לכלול את המס העקיף בחשב.

2. למיסים עקיפים יש השפעות עקיפות על תעסוקה, תוצר וכו'. השפעות אלה יש לקחת בחשבון בניתוח של תוכנית מיסוי.

1. מסחר בינלאומי - כאשר המוצר אותו בוחנים הוא מוצר מיובא, או מוצר המכיל מרכיב של יבוא בתוכו, יש להשתמש בשער החליפין של שווי משקל לצורך תרגום המטבעות. תקון זה רלוונטי, כמובן רק לאותם מדינות בהן קיים שער חליפין קבוע ולא נייד.

5. הערכה של עלות תאונת דרכים

מרכיב התועלת החשוב ביותר בניתוח ההשפעה של אביזרי בטיחות, הוא מספר התאונות, או מספר הנפגעים שעשוי להחסך משימוש באותו אביזר בטיחות. אילו שוק אביזרי הבטיחות היה שוק משוכלל, ללא חסרונות חיצוניים והצרכן היה יכול לקבל החלטות רציונליות לגבי קניית המוצר, לא היה מתעורר הצורך להעריך את עלות תאונות הדרכים. בשוק זה היה במחיר שהצרכן משלם, ביטוי לנזק הצפוי לו מתאונת דרכים. אולם, היות וצרכני אביזרי הבטיחות אינם מצביעים באמצעות כספם על מידת העדפתם את מוצר זה, מתעורר הצורך בפיתוח שיטות מדידה עקיפות שבאמצעותן ניתן יהיה להעריך את תוספת הרווחה הטמונה בהשקעות הבטיחותיות.

את עלות תאונות הדרכים ניתן לחלק ל-3 קבוצות:

1. עלויות של משאבים ישירים - קבוצה זאת מכילה את הנזקים לרכב ולתשתית הדרכים שנגרמים על ידי תאונות הדרכים, הוצאות רפואיות והוצאות פינוי נפגעים, הוצאות משטרה, הוצאות הקשורות במערכת השיפוט וכו'.

2. עלויות של משאבים עקיפים - קבוצה זאת מכילה את הפסדי התפוקה העתידית מנפגעים של תאונות דרכים.

3. עלויות אחרות - קבוצה זאת מכילה את כל ההשפעות האחרות שאינן מתבטאות באובדן של משאבים כמו כאב וצער.

בעוד שאמידת העלויות של משאבים ישירים אינה מהווה בעיה מתודולוגית, מתעוררים קשיים רבים בהערכת העלויות של המשאבים העקיפים והעלויות האחרות הקשורות בתאונות דרכים.

הערכות שונות לגבי המשקל היחסי של סעיפי הנזק השונים ניתן למצוא אצל:
1. Reynolds (1956) העריך את העלויות במונחים של אבדן נקי של סחורות ושרותים כתוצאה ממוות או פציעה. העלויות הוערכו על פי הסעיפים הבאים:

1. עלות הנזק לרכוש (25% מהנזק הכולל).

2. עלות האדמיניסטרציה של חברות הביטוח (16.75%).

3. עלות טיפול רפואי (8.3%).

4. אבדן תפוקה כתוצאה ממוות (13.8%).

5. אבדן תפוקה כתוצאה מפציעה (36.2%).

2. Cillie (1975) העריך את הנזק מתאונות דרכים בדרום אפריקה במונחים של תפוקה גולמית. סעיפי המשנה שלפיהם נערכו החישובים הינם:

1. אבדן תפוקה (31%).

2. עלות נזק לרכוש (47%).

3. הוצאות רפואיות (6%).

4. הוצאות אדמיניסטרטיות (8%).

5. הוצאות משפטיות (8%).

3. Dawson (1971) ערך חשובי עלות במונחים של תפוקה גלמית, סעיפי המשנה:

1. הוצאות רפואיות, אמבולנס, וקבורה (5%).

2. נזק לרכב ולרכוש (58%).

3. הוצאות אדמיניסטרטיות (9.3%).

4. הפסד תפוקה עתידית (27.7%).

4. עבודה של משרד התחבורה האמריקאי (U.S. Department of Transportation (1972) מבססת את אמידת העלות החברתית של תאונות הדרכים על הסעיפים הבאים: נזק לרכוש, עלות רפואית, אבדן תפוקה, ניהול ביטוח, הפסד לפרטים אחרים, הפסדי מעביד, עלות לוויה, הפסדים קהילתיים, כאב וסבל ועלויות אחרות. העלות החברתית של הרוג, שנאמדה בעבודה זו היא \$ 200.000 ופצוע \$ 7,300. הנזק מהרוגים מהווה 24% מהנזק הכולל והנזק מפצועים מהווה 60% מהנזק הכולל. תאונת נזק בלבד הוערכה ב \$ 300 וגורם זה מהווה 16% מהנזק הכולל בתאונות.

המגמה בעבודה הנ"ל היתה להכליל מספר גדול ככל האפשר של סעיפי נזק הקשור לתאונות דרכים. המחברים ערים לעובדה שלמרות זאת רק חלק מהנזק הכרוך בתאונות דרכים נכלל באמדנים אלה. לטענתם, אמדנים אלה מיצגים את הסכומים המינימליים, שכדאי להשקיע במניעת תאונות ועדיין לא יורע מצב החברה מבחינה כלכלית. קיימת עירנות לעובדה שהשינוי ברווחה החברתית (Societal welfare) אינו בהכרח זהה לשינוי בתוצר הלאומי הגולמי ולכן שקולים לגבי ההשקעות הדרושות למניעת תאונות דרכים אינם יכולים להתבסס רק על השיקול הכלכלי. לוח 1 מציג את מאפייני הנזק לפי חומרת הפגיעה. כ 80% מהנזק מהרוגים נוצר מהפסדי שכר עתידיים. יותר מ 80% מהנזק אצל נפגעים שנותרים נכים חלקית או באופן מלא מורכב מהפסדי שכר עתידיים, צער וסבל.

בישראל נערכו שתי עבודות בנושא אמידת הנזק הכלכלי מתאונות דרכים. האחת נערכה על ידי לשכת היועץ הכלכלי (1960) והאחרת על ידי נאמן (1969). האמדן בעבודה הראשונה נערך לגבי הנזק בשנת 1958 והוא מסתמך בעיקר על נתוני חברות הביטוח. הגדרת הנזק הכלכלי מתאונות מורכבת משני חלקים: נזק ישיר ונזק עקיף. הנזק הישיר כולל את שרותי העבודה הפוטנציאליים של ההרוגים והפצועים בתאונות ואת הרכוש שנפגע בתאונה. הנזק העקיף מורכב משרותי העבודה של האנשים המטפלים בתאונות כגון: רופאים, אחיות, שמאי-נזקים, עו"ד, אנשי ביטוח. תגמולי חברות הביטוח משמשים כאמדן לנזק מפצועים ולנזק לרכוש.

קיים שקלול הסתברותי לסוגי ביטוח שונים. הנזק מאבדן תפוקה של ההרוגים מוערך לפי ערך שרותי העבודה הצפויים בהתאם לגיל וההכנסה לפני המוות.

לוח 1 : הרכב הנזק בתאונות רכב (מקור: (U.S. Department of Transportation (1972)).

נכות לא תמידית		נכות חלקית		נכות מלאה ותמידית		הרוג		המרכיב
\$	אחוז	\$	אחוז	\$	אחוז	\$	אחוז	
700	29.00	900	1.55	1000	0.45	1500	0.92	נזק לרכוש
115	4.76	1600	2.75	5000	2.34	700	0.43	הוצאות אשפוז
200	8.28	1200	2.06	2800	1.25	425	0.26	הוצאות רפואיות אחרות.
-	-	-	-	-	-	900	0.55	עלות קבורה
150	6.21	1000	1.72	3000	1.34	3000	1.84	הוצאות בית משפט
200	8.28	36000	62.00	139000	62.2	132000	81.12	הפסד שכר (שער היוון של 7%)
50	2.07	100	0.17	200	0.09	200	0.12	הוצאות אחרות
800	33.13	4300	7.40	4300	1.92	4700	2.89	ניהול ביטוח
100	4.14	1200	2.06	10000	4.47	1300	0.80	הפסד לאחרים
-	-	-	-	1000	0.44	1000	0.06	הפסד מעביד
-	-	1800	3.10	7000	3.13	7000	4.3	שרותים קהילתיים
100	4.14	10000	17.21	50000	22.39	10000	6.14	כאב וסבל
2415	100	58100	100	223300	100	162725	100	סה"כ

הנזק הכללי מתאונות דרכים מוערך בעבודה זו ב 38,681 אלפי לירות. הנזק מתאונה בודדת מסתכם בממוצע ב 1600 ל"י. לוח 2 מציג את מרכיבי הנזק שחושבו בעבודה זו.

לוח 2 : מרכיבי הנזק בתאונות דרכים ב 1958 (מקור: לשכת היועץ הכלכלי - 1960).

סה"כ	עקיף	י ש י ר					
		סה"כ	רכוש	נ פ ג ע י מ			
				סה"כ	פצועים	הרוגים	
38681	5450	33231	7474	25757	14935	10822	אלפי לירות
100.0	14.0	85.9	19.3	66.6	38.6	28.0	אחוזים

נאמן (1969) ערך את חישוביו לפי ארבעת הסעיפים הבאים:

1. נזק מהרוגים (24%).
2. נזק מפצועים (45%).
3. אمدן נזק לרכוש (17%).
4. מחיר שרותים שונים (14%).

בהמשך העבודה תפורט עבודתו של נאמן לצורך עדכון הנתונים והתאמתם לעלות הנזק בשנת 1974.

Babkov (1975) אסף וסיכם נתונים של נזק כלכלי בתאונות דרכים מכמה ארצות. לוח 3 מציג את ממצאיו. קיים פער גדול במדינות שונות בין הנזק מהרוג לנזק מפצוע. בארצות הברית ופולין יחס זה קטן מ 10 ובדנמרק מגיע היחס ל 70. הפער ביחסים שבין הנזק מפגיעה לנזק לרכוש, בין המדינות השונות הינו קטן יותר ואינו עולה על 10.

לוח 3 : עלויות תאונות דרכים במדינות שונות (מקור: Babkov (1975)).

יחסים		עלויות במטבע מקומי			המטבע	המדינה
עלות פצווע	עלות הרוג	נזק לרכוש	פצועים	הרוגים		
עלות נזק לרכוש	עלות פצווע					
			1500- 9500	75- 110	דולר אוסטרלי	אוסטרליה *
9	26.66	5000	45000	1200000	פרנק בלגי	בלגיה
1.25	70	800	1000	70000	קרון	דנמרק
5.02		635	3190	-	מרק	גרמניה המערבית
	34.9		6350	222000	מרק	פינלנד
2.5-4	12.5-14.3	4000	10000-16000	125000-230000	פרנק חדש	צרפת
5.38	18.16	910	4900	89000	מרק	גרמניה המזרחית
10	13.5	170	1700	23000	לירה שטרלינג	בריטניה
	37.9		92800	3519000	יאן	יפן
12	9.37	4000	48000	450000	זלוטי	פולניה
				313000	קרונה	שוודיה
				256000	פרנק שוויצרי	שוויצריה
5	4.5-16	400	2000	9000- 34000	דולר	ארה"ב

* נתונים לא עקביים.

בעיות מושגיות בחישוב נזק הכלכלי

כאמור, מתכונת החשובים כפי שהוצגה על ידי Winfrey (1969) מהווה אב-טיפוס לחשובים של נזק כלכלי מתאונות דרכים. עבודות שונות שנעשו בתחום זה נבדלות בהכללה או השמטה של סעיפים מסויימים מהחשובים. בפרק זה יסקרו חלק מהבעיות המושגיות המתעוררות בעת עריכת חשובי הנזק מתאונות דרכים.

א. הנזק הנגרם ממוות - ברוב העבודות שבהן נערך חישוב הנזק הנגרם ממוות מונח היסוד הבא: "ניתן לדמות את האדם למכונה כלכלית" Winfrey (1969). ואמנם, בדומה לחשובי כדאיות של רכישת מכונה, מחשבים את ערך התפוקה העתידית ומחסירים את "הוצאות ההחזקה", היינו את התצרוכת של אותו אדם. Reynolds (1956) נוהג לחשב את התפוקה העתידית של הרוג באמצעות ההכנסה הלאומית חלקי כוח העבודה. צורת חישוב זו יוצאת מנקודת הנחה ששכרו של אדם אינו יכול לשמש אומדן לערך תפוקתו למשק. לעומתו Dawson (1967) מניח שאת ערך התפוקה העתידית של אדם ניתן לאמוד באמצעות שכר השוק.

באמצעות צורות חישוב אלה התקבלו לזקנים וילדים ערכים שליליים. זקנים - מאחר שעברו כבר את גיל העבודה וילדים - מאחר שערך נוכחי של השרותים המוענקים להם בתקופה הקרובה גדול מהערך הנוכחי של תפוקתם העתידית. ידוע, לעומת זאת, שהחברה מוכנה להשקיע משאבים למניעת מותם של זקנים וילדים. עובדה זו מקשה על ההבנה והמשמעות של החשובים הנערכים בשיטת ה"נטו".

כדי לעקוף את הבעיה של קבלת ערכים שליליים נקט Dawson (1971) בשיטה של חישוב "ערך גולמי". לפי שיטת חישוב זו, לא נוהגים להחסיר את התצרוכת העתידית מהתפוקה העתידית. בהצדיקו גישה זו טוען Dawson (1971) שמאחר וחשובים כלכליים נערכים לצורך מניעת תאונות, הפרטים המעורבים בהם עדין חיים ונהנים מתצרוכתם ולכן יש להתחשב רק בתפוקה העתידית. Goodwin (1973), בנסיון לפרש את Dawson מטיל ספק בהפרדה בין תאונות נמנעות לבין תאונות נגרמות. לתאונה אותה אנו מונעים יש ליחס נזק לפי שקולים גלמיים בעוד לתאונה נגרמת, כמו במקרה של סלילת דרך חדשה, יש לחשב נזק לפי שיקולי הנטו. הנזק מתאונה נמנעת הינו כפול מהנזק של תאונה נגרמת (או קורית).

ההבחנה שיוצר Dawson בין תאונה נמנעת לתאונה נגרמת מעוררת מספר ספיקות. נקח דוגמה היפוטטית של סלילת כביש עוקף כתחליף לדרך קיימת שבה צופים 100 תאונות בשנים הבאות. בכביש העוקף צופים 200 תאונות בעתיד. התאונות בדרך הקיימת הינן בחזקת "נמנעות" והתאונות בדרך העוקפת הינן בחזקת "נגרמות". לפי המשקלות שמעניק Goodwin 100 התאונות ה"נמנעות" הינן שוות ערך ל 200 התאונות ה"נגרמות". לכן נהיה אדישים לברירה בין סלילת הדרך העוקפת לבין השארת המצב הקיים. רק כאשר מספר התאונות בדרך הקיימת יהיה קטן ממאה נעדיף שלא לסלול את הדרך העוקפת.

ב. הערכת עלויות - במשק מודרני מחיר מוצר אינו משקף בצורה ישירה את עלותו, במונחים של משאבים ריאליים. קיום מיסים ומונופולים או מצבים של אבטלה ובעיות מאזן תשלומים משפיעים על המחירים באופן שאינם משקפים את יחסי התחלופה הטכניים שבין המוצרים. לדוגמא: הטלת מס על מוצר מסויים, מייקרת את מחירו למרות שהמשאבים הריאליים ליחידת מוצר לא השתנו. במצב של אבטלה, שכירת פועלים מחייבת תשלום שכר, למרות שההוצאה הריאלית בשכירת הפועלים הינה אפס.

קיימת בעיה נוספת, של מוצרים או שרותים שאינם סחירים בשוק. הדוגמא של שווייץ היא אדם שנדונה קודם, שייכת לקטגוריה זאת. דוגמא נוספת היא הערך שיש ליחס לשרותים של עקרת בית. Dawson (1967) מיחס לשרותים של עקרת הבית את השכר המקובל לגבי עובדת. A.D. Little (1968) בנמקו גישה זו טוען שמותה של עקרת בית מחייב שכירת שרותיה של עוזרת בית בתשלום מקובל. Goodwin (1973) טוען שיש להתייחס במידה של חשדנות להנחה שאבדן שרותיה של עקרת בית מחייב שכירת עוזרת בית.

השימוש במחירי צל נועד להתגבר על הבעיות שהוצגו לעיל. הכוונה במחירי צל היא למערכת אלטרנטיבית של מחירים שתשקף יחסי תחלופה בין המוצרים ביחס לאופטימום של פונקצית מטרה מסויימת. McKean (1968) דן בהרחבה בשימוש במחירי הצל ובדרכים למציאתם.

ג. ספירה כפולה - יש להזהר מהכללה של סעיפים מסויימים יותר מפעם אחת בחישוב הנזק מתאונות דרכים. לדוגמא: Winfrey (1969) בסכימת החשובים שאותה הוא מציג, עוסק בסעיף D בהערכת עלות זמן העבודה שאבד עקב פגיעה בתאונה ובסעיף H עוסק בירידת מיסים עקב ירידת הכנסה. מאחר שמיסים הינם חלק מהכנסתו של אדם יש בהכללה זאת משום סיכום כפול.

בכל מקרה של חשוב הנזק, יש להגדיר בצורה חדה את הצרכים שלמענם נערך החישוב. הגדרה זו תסייע במניעת כפל חישובים. חשוב הנזק הישיר הנגרם לפרטים, לדוגמא, אינו דומה לנזק הנגרם לחברת הביטוח, שונה מהנזק הנגרם לממשלה ושונה מהנזק הריאלי הנגרם למשק.

ד. בעיות אגרגציה - חשובי עלות תאונה אינם נעשים במישור המיקרוסקופי. לא נערכים חשובי נזק עבור כל פרט ופרט המעורב בתאונה. החשובים נערכים, לפי מספר סעיפים עיקריים, בצורה מצרפית עבור כל התאונות. בעבודות שונות ישנו נסיון לעדן את החשובים לפי סעיפי משנה מסויימים.

הפעולה המקובלת ביותר היא הבחנה בגיל הנפגע. במקום להתייחס לגיל ממוצע של נפגעים בתאונה מחשבים את הנזק עבור כל קבוצת גילים בנפרד. בצורה זו ניתן לטפל טוב יותר באובדן ימי עבודה, תצרוכת עתידית ושרותים אחרים האופייניים לקבוצות גיל מסויימות.

הבחנה נוספת, שלעיתים היא מקובלת, הינה הבחנה במין הנפגע. Dawson (1967) מצא שהערך הנקי של תפוקת אישה הינו שלילי. כלומר, תצרוכת עתידית ממוצעת של אישה עולה בערכה על תפוקתה העתידית הממוצעת. תוצאה מספרית זאת נובעת מכך שהשכר הממוצע המשולם לאישה, נמוך מהשכר הממוצע המשולם לגבר. השאלה החייבת להשאל במקרה זה היא: האם ערכה של התפוקה שונה, או האם בגלל הסדרים מוסדיים מסויימים שכרה של האישה נמוך יותר?

הבחנה נוספת שיוצר Dawson, היא בין תאונה בדרך עירונית לבין תאונה בדרך בין עירונית. הבחנה זו חשובה, לעתים, בגלל הבדלים בחומרה שבין תאונות עירוניות לתאונות בין עירוניות. בישראל בשנת 1974 היו 2.7% מהתאונות העירוניות קטלניות לעומת 8.7% בדרכים בין עירוניות. Burke and McFarland (1973) יוצרים הבחנה בין סוגי התאונות וסוגי כלי הרכב המעורבים בתאונות. הבחנה זאת מאפשרת עידון נוסף של החשובים מאחר שקיים הבדל בחומרה בין סוגי התאונות וכן יש הבדלים בגלל סוגים שונים של כלי רכב המעורבים בתאונות.

בעבודה שנעשתה בדרום אפריקה [Burton and Eksteen (1967)], קיימת הבחנה גם בין הגזעים המעורבים בתאונות. בעבודה מאוחרת יותר [Cillie (1975)] לא קיימת הבחנה בין הגזעים מאחר שקיימת לדעת המחברים בעיה של חיזוי התפלגות גזע המשתמשים בדרך ולכן הרלוונטיות של הבחנה זאת בטלה.

ה. שער היוון - חלק משמעותי מהנזק שנגרם עקב תאונות הדרכים אינו מתרחש סמוך לזמן התאונה, אלא במשך שנים אחרי התאונה. ידוע כי התועלת והרווחה שהחברה מפיקה מכמות מוגדרת של תפוקה בזמן t , אינה זהה לתועלת שהחברה תפיק מאותה יחידת תפוקה המתקבלת בזמן $t+\Delta t$. ככל ש Δt גדול יותר, הרווחה הצפויה בזמן t מהתפוקה המתקבלת בזמן $t+\Delta t$ תהיה קטנה יותר. פעולת השקלול המתאימה של זרמי התפוקות כדי ליצור מכנה משותף בקראת היוון.

שער ההיוון לפי Baumol (1965) צריך לשקף את המחיר האלטרנטיבי של ההון. הגבול התחתון הוא הריבית המשתלמת על אגרות חוב ממשלתיות הנחשבות לבטוחות ביותר. Jokschi (1975) טוען שיש לשלב בשקולים גם את העדפת הזמן הסובייקטיבית לכסף. העדפת הזמן הסובייקטיבית לכסף משתנה מפרט לפרט בהתאם לאפשרויות האלטרנטיביות העומדות לפניו ובהתאם לטעמו. Jokschi טוען שבארה"ב שער היוון של 5% משקף בצורה נאותה את העדפת הזמן הסובייקטיבית ואת האפשרויות הריאליות העומדות בפני הפרט. כמובן בתקופה של אינפלציה ועליות מחירים יש להגדיל את שער ההיוון.

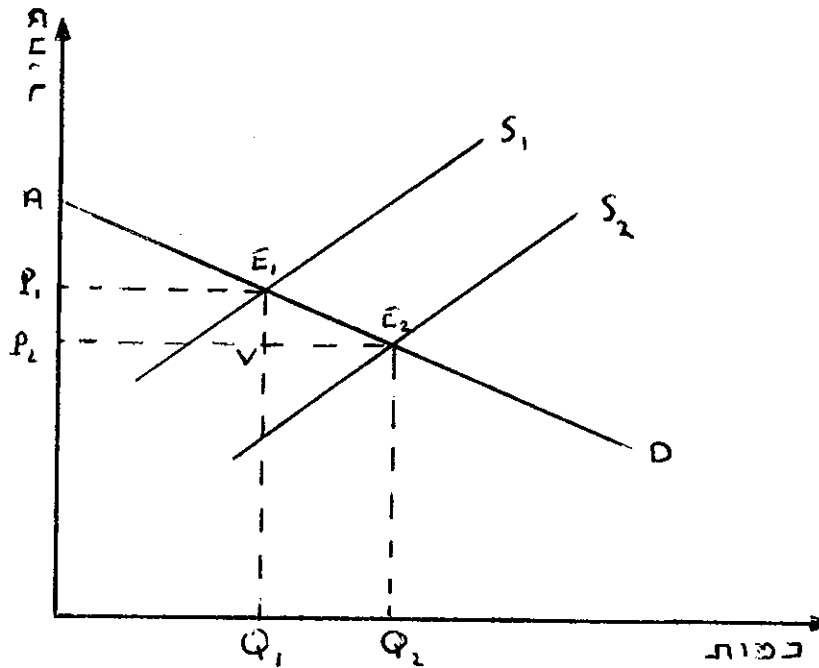
עודף הצרכן

.6

אחת מהאפשרויות העומדות בפני משרד התחבורה, לעודד את השימוש באביזר בטיחות מסויים, היא שינוי במחיר המוצר בשוק. פעולה זאת יכולה להעשות על ידי הקטנת שיעורי המס או אפילו באמצעות סבסוד ישיר של המוצר. את השינויים הצפויים ברווחה של הצרכן, כתוצאה מירידת המחיר, אומדים באמצעות עודף הצרכן.

עודף הצרכן הוא ההפרש הנוצר בין המחיר המקסימלי שצרכן מוכן לשלם על מנת לרכוש מוצר מסויים, לבין המחיר שהוא נדרש לשלם בפועל.

בשוק תחרותי, מחיר המוצר נקבע בהתאם לנקודת החתוך של עקומת ההיצע ועקומת הביקוש. כל הפרש שבין מחיר זה לבין מחיר גבוה יותר של עקומת הביקוש, משמאל לנקודת החיתוך, מייצג את עודף הצרכן.



כאשר עקומת הביקוש היא רציפה, המשולש AE_1P_1 מייצג את עודף הצרכן כאשר המחיר בשוק הוא P_1 . ככל שעקומת הביקוש פחות גמישה, גדול יותר עודף הצרכן. בעקומת ביקוש גמישה לחלוטין לא קיים עודף צרכן. כאשר עקומת ההיצע של מוצר יורדת מ- S_1 ל- S_2 , נוצרת בשוק נקודת שווי משקל חדשה (E_2 במקום E_1). בנקודה זאת המחיר בשוק P_2 נמוך יותר והכמות הנקנית Q_2 גדולה יותר. את השינוי שחל בעודף הצרכן נוהגים לחלק לשני חלקים: (א) השינוי בתועלת לצרכנים המקוריים; (ב) השינוי בתועלת לצרכנים החדשים. הגידול בתועלת לצרכנים המקוריים הוא $P_1P_2VE_1$ ואילו E_1E_2V הוא השינוי בעודף הצרכן שנוצר אצל הצרכנים החדשים. כאשר מנתחים את התועלת הנוצרת משינוי מחיר של מוצר, אין צורך לזהות את כל עקומת הביקוש. במקרה כזה ניתן להסתפק רק בזיהוי העקומה בתחום הרלוונטי לשינוי המחירים. לעומת זאת כאשר מדובר במוצר חדש לחלוטין, יש צורך בכל עקומת הביקוש על מנת לאמוד את עודף הצרכן.

7. אמידת התועלת הטמונה באביזרים בטיחותיים

התועלת שבאביזרי בטיחות ברכב נמדדת בהקטנת מספר התאונות ו/או חומרתן. נוהגים לחלק את אביזרי הבטיחות לשתי קבוצות עיקריות: (א) אביזרים שנועדו למנוע את הארוע של תאונת דרכים; (ב) אביזרים שתפקידם להקטין את חומרת תאונת הדרכים כאשר היא כבר קרתה. הבחנה זאת אינה תמיד חד משמעית, מאחר ופעולה של אביזר מהקבוצה הראשונה הפועלת לדוגמא על מהירות הנסיעה עשויה גם להשפיע על חומרת התאונה כאשר היא כבר קרתה.

אחת הבעיות הקשות שנתקלים בה בתהליך אמידת התועלת, היא היקף הנתונים הסטטיסטיים. בישראל קיים דיווח סטטיסטי רק על תאונות דרכים עם נפגעים. אוכלוסיה הגדולה פי ארבע (ויש אומרים פי שמונה) של תאונות שהסתיימו רק בנזק לרכוש, אינה מדווחת ואינה נחקרת. ההבדל בין תאונה המסתיימת בפגיעה ובין תאונה המסתיימת בנזק הוא לעיתים לא מהותי ואף מקרי לחלוטין (קרוב ל- 80% מהתאונות עם נפגעים הן תאונות המסווגות כקלות). כלומר, חלק ניכר מהאוכלוסיה הפוטנציאלית למחקר על אביזרי בטיחות אינה נחקרת באופן שגרתי ואינה משמשת בסיס עובדתי להסקת מסקנות.

בעיה אחרת המתווספת, היא בעית הדיווח החלקי. מטבע הדברים שחקירה סטנדרטית של תאונות דרכים, מזניחה גורמים רבים, העשויים להיות בעלי משמעות רבה בניתוח אפקטיביות של אביזר מסויים. החקירה המשטרית הנפוצה סבה סביב האספקטים החוקיים שבחקירת התאונה ואינה יורדת לפרטים בעלי אופי מחקרי ספציפי. עובדה זאת מגדילה את השונות של התכונה הנבדקת. לדוגמא, אם יעילות פעולה של אביזר מסויים תלויה במהירות הרכב, ואין בדיווח הסטטיסטי של התאונה אינפורמציה על מהירות הרכב המעורב בתאונה, הרי נכנס אלמנט מקרי לתוצאות "המכלול" את הנתונים. אם תחום מהירויות הרכב הוא ממילא קטן, הרי אין נזק גדול באי ידיעת המהירות. לעומת זאת, במידה וספקטרום המהירויות רחב, מטשטשת ההשפעה של אותו אביזר הבטיחות, וכתוצאה גדלה השונות של התכונה הנבדקת. לעומת זאת, אם נערכת חקירה מדוקדקת של מספר תאונות, בהן נחקרת המהירות של הרכב המעורב בתאונה, המספר של תאונות בכל קבוצת מהירויות יהיה קטן. כתוצאה תגדל השונות של כל התכונות האחרות ותוצר בעיה של אמינות סטטיסטית וגודל מדגם.

כדי לאמוד את האפקטיביות של אביזרי בטיחות שנועדו למנוע תאונות דרכים, יש צורך להגדיר את הקשר הפונקציונלי שבין מעורבות בתאונות דרכים לבין חשיפה לתאונות דרכים. רק באמצעות ידיעת הקשר הפונקציונלי שבין מעורבות בתאונות לבין חשיפה לתאונות, ניתן לחזות את מספר התאונות, שהיה קורה ללא אביזר הבטיחות.

האמידה של מספר התאונות שהיו עלולות לקרות ללא הנהגת השימוש באביזר הבטיחות, בהנחות שונות של חשיפה, פשוטה ומעוררת מספר בעיות מתודולוגיות. עיקר הבעיות נוצרות מהצורך להגדיר מספר מדדי חשיפה רלוונטים. מדדי החשיפה צריכים להיות קשורים פונקציונלית למספר התאונות. אולם מאחר והסדרות העתיות בהן עוסקים, קצרות יחסית (20 - 10 נתונים), חלק מהשיטות הסטטיסטיות אינן ישימות ואילו באחרות מתעוררים ספקות לגבי האמינות והתקפות.

ההחלטה לגבי האוכלוסייה הרלוונטית לביתוח אינה חד משמעית. אם כדי לבדוק את האפקטיביות של אביזר מסויים תלקח אוכלוסיית כל התאונות, תתקבל סדרה עתית יותר יציבה והתנודות משנה לשנה תהיינה יותר מרוסנות. אם מצד שני תלקח רק אוכלוסיית התאונות הרגישה להשפעתו של אותו אביזר בטיחות, תתקבל סדרה פחות יציבה מבחינה סטטיסטית. לעומת זאת השונות של התכונה עליה משפיע אביזר הבטיחות, תהיה יותר קטנה במקרה השני מאשר במקרה הראשון.

הערכת האפקטיביות של קבוצת אביזרי הבטיחות שנועדו להפחית את חומרת התאונה יכולה להסתייע במדדים כמו: מספר הנפגעים לתאונה או אחוז התאונות עם פצועים קשה מכלל התאונות. החסרון במדדים אלה הוא שהם מספקים רק תמונה חלקית מהאפקטיביות של האביזר. הסיבה לכך היא שאוכלוסיית התאונות המסתיימת בנזק בלבד אינה מדווחת ולכן לא קיימת אינפורמציה לגבי תאונות בהן נמנעה פגיעה גופנית לחלוטין. במילים אחרות, במקרים בהם מספר הנפגעים לתאונה או חומרת התאונות קטנה, ניתן לקבוע שהאביזר היה יעיל. במקרים אחרים, לא ניתן להסתפק רק במדדים אלה ויש לנקוט בשיטות אחרות כמו חיזוי מספר התאונות הצפוי על סמך החשיפות.

בעיות נוספות העשויות להתעורר בביתוח:

א. רמת השימוש - חלק מאביזרי הבטיחות דורש פעולה אקטיבית מצד הנהג כדי שיהפך לאפקטיבי. לדוגמא: חגורות הבטיחות הדורשות חגירה, קסדות המגן הדורשות חבישה וכו'. הצורך לאמוד את רמת השימוש באביזרים אלה מגדיל את אי הוודאות הכרוכה בביתוח.

ב. חיזוי אפקטיביות של אביזרים חדשים - לעיתים ניתוח העלות-תועלת אינו רטרואקטיבי אלא פרוספקטיבי. במקרה האחרון מתעורר הצורך לאמוד השפעה של אביזר שעדיין לא מותקן בכלי רכב ועדיין לא נוסה בשימוש המוני. במקרים כאלה מומלץ לערוך ניתוחי רגישות עבור תחום רחב של הפרמטרים ולהצביע על תחום היציבות של החשבה המתקבלת.

ג. ספירה כפולה - קיימים אביזרי בטיחות שמידת האפקטיביות שלהם חופפת לזאת של אביזרים אחרים. לדוגמא: היתרונות של זכוכית בטחון גדולים יותר כאשר הנהג אינו משתמש בחגורת בטיחות או התועלת הצפויה משקיות האוויר קטנה כאשר הנהג ממילא חגור בחגורת בטיחות. כדי להמנע מספירה כפולה יש לבחון בזהירות את מכלול האביזרים המתחרים בהשפעתם לאביזר הנבדק, ולהפחית מההשפעה במקרים בהן קיימת החפיפה.

מכלול הבעיות שהועלו בפרק זה, הן בעיות שהחוקר יהיה חייב להתמודד איתן כל פעם מחדש ולא קיים מרשם כללי שידיעתו מהורה תשובה כללית, לכל בעיה ספציפית יש להתאים את צורת התקיפה ולערוך את מערכת ההכללות הרלוונטית לאותה תפוקה.

8. בדיקת העלות-תועלת של MVSS 208 ומערכות ריסון שונות בכלי רכב פרטיים

כדי להמחיש את מערכת החישובים, השיקולים וההנחות הדרושים לביצוע חישוב עלות-תועלת מפורט לגבי פרוט בטיחותי כלשהו, נביא כאן כדוגמא את החישובים שנערכו עבור מערכת ריסון נוסעים על פי MVSS 208 בארה"ב -
Motor Vehicle Safety Standard no. 208 - Occupant Crash Protection
(MVSS 208). * Appel et al. [1973].

הדוגמא מובאת על פי מראה מקום

1. מ ב ר א

לפי MVSS 208 של ארה"ב כלי רכב פרטיים יהיו מצויידיים במתקנים הבאים:
החל מ- 1.1.1972 במערכת חגורת בטיחות עם מערכת אזהרה, או מערכת ריסון פאסיבית.

החל מ- 15.8.1973 במערכת חגורת בטיחות עם מתקן למניעת הפעלת הרכב או מערכת ריסון פאסיבית.

החל מ- 15.8.1975 מערכת ריסון פאסיבית העומדת בקריטריונים למניעת פגיעה בתנאי מעבדה 30/20/30, ז"א:

30 mph (40 kph) התנגשות חזיתית בקיר בזווית 0° עד 30° .

20 mph (32 kph) התנגשות צידית במחסום שטוח, נייד של 4000 lbs (1810 kg).

30 mph (48 kph) גלגול (התהפכות).

בינתיים חלו שינויים בדרישות בטיחות אלה של התקן האמריקאי מסי 208, הן לגבי התאריכים והן לגבי התוכן, אך נוכל להדגים את דרך החישוב והפירוט על הנתונים כפי שהיו בעת כתיבת המאמר.

* בדיקת עלות-תועלת לחגורות בטיחות, תקני בטיחות ורכב בטיחות של פולקסוואגן

לחישוב המובא בהמשך אומצה מערכת מהירויות דומה, אך לא זהה - אשר מתאימה יותר לתנאי הבדיקה. נכנה מערכת זאת $V_F / V_S / V_H$ כאשר הכוונה ל:

V_F - התנגשות חזיתית במחסום קבוע

V_S - התנגשות צידית ברכב דומה

V_H - התנגשות מאחור על ידי רכב דומה

לשם עריכת חישובי הנזק נוח לתרגם את התנגשויות הרכב-רכב בהתנגשויות עם מחסומים נייחים ולשם כך משתמשים להתנגשות הצידית בעמוד 14" בה מתנגשים במחצית המהירות ולהתנגשות מאחור מחסום קבוע במהירות $1 / \sqrt{2}$ של המהירות החזיתית, כדי להגיע לספיגת אנרגיה זהה בחזית ומאחור. כדי להגיע לתנאים הדומים לתנאי הבדיקה בוחרים על כן במהירויות:

$$V_F / \frac{1}{\sqrt{2}} V_S / \frac{1}{\sqrt{2}} V_H = V_F^* / V_S^* / V_H^*$$

אשר מתאימים ל:

התנגשות חזיתית במחסום קבוע

התנגשות צידית בעמוד 14"

התנגשות מאחור במחסום קבוע

תנאים אלה דומים למבחן 208 MVSS בתנאים (48 / 16* / 34* kph) (30 / 10* / 21* mph)

ה- * מסמנת שמדובר כאן במהירויות שקולות במחסום קבוע מוגדר.

2. חישובי העלות

עלויות המשתמש מתבטאים בעלויות רכישה ועלויות החלפה בעת התנגשות. עלויות אלה תלויות במחירי חלקי החילוף - חומרים ועבודה.

1.2 עלות סופית של מערכת ריסון

עלויות אלה חושבו על ידי היצרנים וכוללים את כל מרכיבי העלות למושב או לרכב.

\$	חגורת בטיחות 3 נקודות (משולבת) - אוטומטית
15.-	מערכת מגביל מתיחה
5.-	מניעת הצתה - לכל הרכב
13.-	מערכת שילוב אוטומטית
11.-	מנגנון להגבלת האימפקט
19.50	כרית אוויר עם חישן ומנגנון ניפוח
80.-	

בחישוב המותאם לרכב המצויד בארבע מערכות חגורות מתקבלות העלויות הבאות לרכב בצרופים שונים.

מערכת ריסון אקטיבית

עלות אחזקה (\$)	עלות התקנה (\$)	
20.-	60.-	4 חגורות משולבות אוטומטיות
27.-	80.-	4 חגורות משולבות אוטומטיות עם מגביל כוח

מערכת ריסון אקטיבית עם מניעת הצתה לרכב

24.-	73.-	4 חגורות משולבות אוטומטיות
31.-	93.-	4 חגורות משולבות אוטומטיות עם מגביל כוח
57.-	171.-	4 חגורות משולבות אוטומטיות עם מגביל כוח ומונע אמפקט

מערכת ריסון פאסיבית

35.-	104.-	4 חגורות משולבות אוטומטיות
42.-	124.-	4 חגורות משולבות אוטומטיות עם מגביל כוח
68.-	202.-	4 חגורות משולבות אוטומטיות עם מגביל כוח ומונע אמפקט
107.-	320.-	4 כריות אוויר

עלויות האחזקה מחושבות לפי 5% של עלות ההתקנה, אורך חיים של 10 שנים ובשער הריבוי של 8%.

2.2 עלויות התקנה למרכב

בחישוב זה יש לכלול את העלויות הנובעות מחיזוקים לרכב ושינויים אחרים הנובעים מהכנסת המתקנים, או אשר דרושים כדי שהרכב יעמוד בהתנגשויות במהירויות הדרושות.

בהתקנת חגורות בטיחות, או כריות אוויר יש לדאוג לחיזוק גב המושב, חיזוק נקודות עיגון, הגנת בירכיים להשלמת יעילות כריות האוויר. על פי האמדן מתקבל לרכב עם ארבע מושבים מוגנים:

<u>כריות אוויר</u>	<u>חגורות משולבות</u>	
\$	\$	
18.-	18.-	חיזוק המושבים
28.-		הגנת בירכיים
	20.-	חיזוק עוגנים ומניעת אמפקט
<u>46.-</u>	<u>38.-</u>	סה"כ:

חיזוקים בצידי הרכב ובגג הנובעים מהגדלת הדרישות לעמידה בהתנגשויות נגרמות על ידי חיזוק הגג, צידי הרכב. עלויות אלה התבטאו ב-\$ 40 ברכב בטיחות (ESVW) ובהנחה של קשר ריבועי בין מהירות ההתנגשות לבין עלויות החיזוקים מתקבלות העלויות הבאות:

\$			
14.40	(MVSS 208)	(48/32/48 kph)	30/20/30 mph
32.40		(72/48/72 kph)	45/30/45 mph
40.-	(ESVW)	(80/48/80 kph)	50/30/50 mph
57.60		(97/64/97 kph)	60/40/60 mph

חישובי העלויות הכלליות לעמידה בדרישות השונות מבוססים על הנחות רבית וחישובים שונים אשר מפורטים במאמר המקורי. עלויות אלה התקבלו לאחר חישוב אוטרטיבי של מבנה הרכב הקדמי, האחורי והצידי:

<u>תוספת עלות</u>	<u>תוספת משקל</u>		
\$	kg		
67.-	27	(48/32/48 kph) MVSS 208	30/20/30 mph
570.-	228	(72/48/72 kph)	45/30/45 mph
696.-	278	ESVW (80/48/80 kph)	50/30/50 mph
1568.-	627	(97/64/97 kph)	60/40/60 mph

2.3 תוספת עלות אחזקה

עלויות שנתיות אלה מבוססות על רכב מדגם VW K70 וכוללות למקרה של רכב הבטיחות ESVW:

	\$	
בטוח	-	למרות עליית המשקל אין גידול בביטוח עקב הקטנת עלות תאונות קלות.
מסים	20.-	
אחזקה	25.-	
בנזין	<u>150.-</u>	
	195.-	

אלה הן עלויות שנתיות הנובעות מחיזוקו והגדלת משקלו של הרכב. עבור תנאי ההתנגשות האחרים נעשו חישובים דומים ומתקבל:

	\$			
127.-		(MVSS 208)	(48/32/48 KM/h)	30/20/30 mph
1073.-			(72/48/72 KM/h)	45/30/45 mph
1308.-		ESVW	(80/48/80 KM/h)	50/30/50 mph
2950.-			(97/64/97 KM/h)	60/40/60 mph

3. התועלת ממניעת פגיעה בנוסעים

כתועלת (תמורה) להכנסת המתקנים המפורטים בכלי הרכב מחשבים את ההרוגים והנפגעים הנמנעים כאשר מתרגמים פגיעה, פגיעה וחיי אדם לנזק כלכלי, כספית. על פי אמדנים שנלקחו מחישוב NHTSA -

(1971) (National Highway Traffic Safety Administration)

בארה"ב מתקבל הנזק הכלכלי מאבדן חיי אדם כ- \$ 43,000. והנזק הכלכלי לנפגע \$ 2,200. לפי מקורות אחרים נערכו חישובים נוספים אשר בחלקם גבוהים בהרבה מסכומים אלה.

על פי נתוני הסטטיסטיקה בארה"ב מתקבלים:

41,630	(1969	מסי הרוגים (יושבי רכב פרטי בארה"ב
1,731,000	(" " " " "	מסי נפגעים)

על ידי הכפלת מספרים אלה בתועלת המשוערת של המתקנים מתקבלת התועלת הסכומית לכל שנה. התועלת לרכב מתקבלת על ידי חלוקת סכום זה במספר כלי הרכב הפרטיים בארה"ב באותה שנה (90 מליון).

3.1 יעילותם של המתקנים הבטיחותיים

הערכת יעילותם של מתקני הריסון מבוססת על מחקרים שונים הכוללים בדיקות של מדגמי תאונות דרכים, בדיקות מעבדה ביו-מכניות ובדיקות סימולציה בעזרת בובות (dummies). הטבלאות הבאות מסכמות את הממצאים למערכות השונות על פי מקורות הספרות.

טבלה 2: יעילותם של מתקני ריסון. הפחתה באחוזים של מספר ההרוגים והנפגעים. (המספרים בטבלה - נפגעים/הרוגים)

מקור	סוג מערכת הריסון					
	ריפוד משופר	חגורת מותניים	חגורת 3 נקודות משולבות	חגורה משולבת עם מגביל כוח	חגורה משולבת עם מגביל כוח ומתיחה	כריות אוויר
Mac Lean, Ford 1971		37 /	54 /			29 /
Ford Motor Comp 1971	18 /	36 /	52 /	57 /		24 /
Lave, Weber 1970		40 /35				
Patrick			31 /			26 /
Mackay			/41			/30
Bohlin			50 /50			
VW 1971		35 /35	45 /45		55 / 55	55 /55
VW 1972		35 /35	45 /45	50 /50	55 / 55	30 /30

טבלה 3: יעילותם של תקנות הבטיחות. הפחתה של מספר ההרוגים T ומספר הנפגעים V - באחוזים.

מקור	תחום ההגנה אחורי/צידי/קדמי (mph)					
	30/20/30 MVSS 208		45/30/45		60/40/60	
	T	V	T	V	T	V
NHTSA Jan 1971	13	24	26	32	34	35
NHTSA April 1971	14	24	43	56	58	64
Bohlin 1967	<45	<50	<65	<75	<80	< 90
Ford Sept. 1971	<25		<99		<99,9	
VW Oct. 1971	55	55	57	57	61	61
VW April 1972	50	50	60	60	67	67

נתונים נוספים הדרושים לחישובי התועלת נלקחו ממקורות נוספים, המפורטים במאמר המקורי.

ממצא מעבין מטבלה מס' 2 הינו שיעילותם של כריות האוויר מוערכת בכ- 30% פחות מאשר חגורות משולבות. יש לזכור כי ההנחה הינה שחגורות הבטיחות נחגרות במאה אחוזים וכי תמיד נחגרות נכון. הנחה זאת אינה תמיד עומדת במבחן המציאות.

כמו כן מתקבל כי הגדלת הדרישות ומהירויות ההתנגשות ב- 50% וב- 100% מגדיל את יעילות המתקנים רק ב-33% וב- 49%.

כל הממצאים מתייחסים לרכב אמריקאי וקשה לתרגמם לרכב אירופאי כפי שיש לעשות בבדיקה הנוכחית.

4. השוואת עלות-תועלת

עתה יש להציב את העלות הנובעת מהגדלת ו/או חיזוק הרכב מול התועלת הנובעת מחסכון בהרוגים ובנפגעים. התועלת מחושבת על כל אורך החיים של הרכב - המחושב לפי 10 שנים.

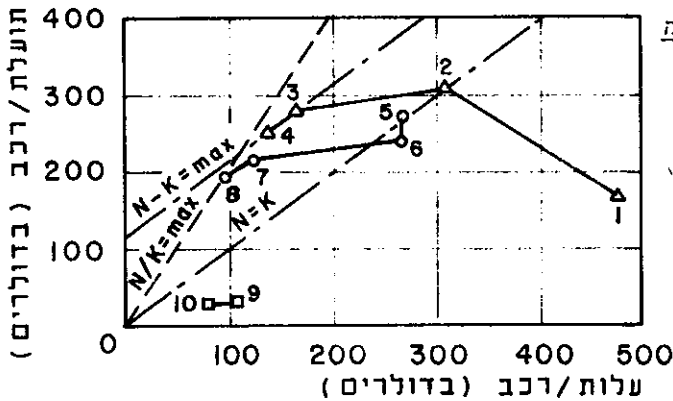
טבלה 4 ושרטוט 1 מביאים את ריכוז הממצאים של חישובי העלות והתועלת ממערכות הריסון השונות. ההנחה הינה שמערכות אלה מותקנות בכלי רכב סטנדרטיים. הנחה נוספת הינה כי ללא חוק חיוב חגירה, השימוש בחגורה רגילה יהיה רק 10%, ובמקרה זה מושגת יחס תועלת-עלות של 0.35 בלבד. דהיינו, על כל שקל מושקע באביזר הבטיחות, מושגת תועלת של 0.35 שקל בלבד, על ידי חיוב חגירה, מניעת הדלקת הרכב או מערכות פאסיביות, לעומת זאת ניתן להשיג יחסי תועלת-עלות גבוהים, מעבר ל- 1.0.

טבלה 4: תועלת ועלות של מערכות ריסון.
 ארחה"ב - 1969: 90 מליון כלי רכב, אורך חיי הרכב - 10 שנים, נזקים מהרוגים ונפגעים - 5600×10^6 \$.

יחס תועלת/עלות	עלות				תועלת		יעילות	שימוש משוער	תפחיתת הרוגים ונפגעים	סוג המתקן	
	סה"כ לכלי רכב	שינויי מבנה לכלי רכב	אחזקה לכלי רכב	התקנה לכלי רכב	לכלי רכב	סה"כ 106					
0.35	80	-	20	60	28	252	4.5	10	45	4 חגורות משולבות KB + חגורות	אקטיבי
0.29	107	-	27	80	31	280	5.0	10	50	4 חגורות משולבות KB + חגורות	
2.00	97	-	24	73	196	1764	31.5	70	45	4 חגורות משולבות KB + חגורות	מביעת הדלקת הרכב ללא חגורה
1.80	124	-	31	93	218	1960	35.0	70	50	4 חגורות משולבות A + KB + חגורות	
0.90	266	38	57	171	240	2156	38.5	70	55	4 חגורות משולבות AZ+A+KB+חגורות	
1.00	266	38	57	171	274	2464	44.0	80	55	4 חגורות משולבות	
1.80	139	-	35	104	252	2268	40.5	90	45	4 חגורות משולבות KB + חגורות	מערכת פאסיבית
1.70	166	-	42	124	280	2520	45.0	90	50	4 חגורות משולבות A + KB + חגורות	
1.00	308	38	68	202	308	2772	49.5	90	55	4 חגורות משולבות A + KB + חגורות	
0.36	473	46	107	320	168	1512	27.0	90	30	4 חגורות משולבות	

חייב חגירה = AZ, מתיחה מוקדמת = A, מגביל כוח = KB

שרטוט 1: תועלת (N) ועלויות (K) של מערכות ריסון שונות מחושב לסק אורך החיים של כלי רכב.



מניעת הדלקת רכב ללא חגורה

- AZ+A+KB+ חגורות 4 ○ 5
- A+KB+ חגורות 4 ○ 6
- KB+ חגורות 4 ○ 7
- חגורות 4 ○ 8

מערכת פאסיבית

- 4 △ 1 כריות אוויר
- 4 △ 2 A+KB+
- 4 △ 3 KB+
- 4 △ 4 חגורות

- =KB מגביל כח
- =A מתיחה מוקדמת
- =AZ חיוב חגורה

מערכת אקטיבית

- 4 □ 9 KB+
- 4 □ 10 חגורות

על פי ההצגה הגרפית מתקבלת התמורה הנקיה הגבוהה ביותר בנקודות בהן המרחק הניצב לקו $N=K$ (עלות=תועלת) הינו גדול ביותר. נקודות אלה מושגות בקו $N-K = \max$ ומושגות עבור המערכות הפאסיביות הפשוטות בהן $N-K = \$113$. והמערכת הפאסיבית עם מגביל כוח בהן $N-K = \$114$.

נקודות אלה שונות מהנקודה בה מושג יחס התועלת/עלות הגבוה ביותר $N/K = \max$. היחס הגבוה ביותר מושג בנקודה המתאימה ל-4 חגורות משולבות עם חיוב חגורה (יחס תועלת/עלות - 2.0).

המערכת הטובה ביותר היא זו - המשיגה גם יחס תועלת/עלות גבוה ביותר (ובוודאי גבוה מ-1.0) וגם יחס תועלת נטו גבוה ביותר, ז"א $N/K = \max$ ו- $N-K = \max$.

על פי שיקולים אלה המערכות הטובות ביותר הן:

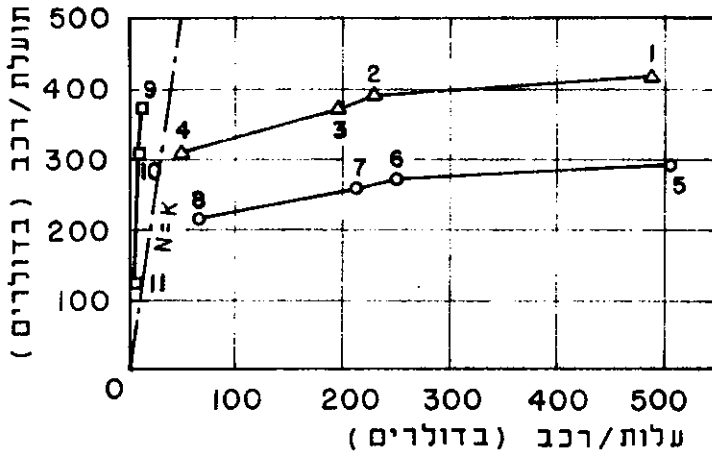
N/K	$N-K$	
	\$	
1.81	113.-	חגורה פאסיבית
2.02	99.-	חגורה משולבת עם חיוב חגירה

כריות האוויר מגיעות למקום גרוע, עם הפרש $N-K$ שלילי של $\$259$. יחס תועלת/עלות של 0.36. יש שוב לציין כי תוצאות אלה נובעות במידה רבה ממערכת ההנחות - הן לגבי התועלות והן לגבי העלויות. טבלה 5 ושרטוט 2 מביאים את תוצאות החישוב לתועלת והעלות של דרישות הבטיחות המשולבות שנבדקו בדוגמא זו. הן מעריכות את התועלות של 4 דרישות התקן השונות.

טבלה 5: מועלות ועלויות של 4 דרישות תקן על פי קריטריוני התוגשות.

יחס מועלות/עלות	סה"כ מועלת עלות ל"ח' רכב \$	עלות אחזקה מועלת מועלת \$	מועלת עלות		מועלת		ייעילות משוערת %	סוג מערכת מריסון	תקן בטחונותי המקב	
			מערב ריסון \$	מבנה \$	רכב \$	10 ⁶ ל"ח' רכב \$				
0.600	516	195	202	119	311	2800	50	מגנרת משופרת	(M/VSS 208) 30/20/30	
0.190	1982	1140	202	640	373	3360	60		45/30/45	
0.170	2352	1376	202	774	392	3528	63	(ES/VW)	50/30/50	
0.085	4884	3018	202	1664	417	3752	67		60/40/60	
0.320	681	234	320	127	218	1960	35	כריות אוריר	(M/VSS 208) 30/20/30	
0.120	2147	1179	320	648	261	2352	42		45/30/45	
0.110	2517	1415	320	782	274	2464	44	(ES/VW)	50/30/50	
0.058	5049	3057	320	1672	292	2632	47		60/40/60	
1.700					124	1120	20	חישובי NHTSA (1971)	(30/20/30	
3.100					311	2800	50		NHTSA	(45/30/45
3.00					373	3360	60		Apr. 71	(60/40/60

שרטוט 2: תועלת (N) ועלות (K) של תקני בטיחות נבדקים לכל אורך חיי הרכב.



מערכת כריות אוויר

- 60/40/60 ○ 5
- 50/30/50 ○ 6
- 45/30/45 ○ 7
- 30/20/30 ○ 8

מערכת חגורות

- 60/40/60 △ 1
- 50/30/50 △ 2
- 45/30/45 △ 3
- 30/20/30 △ 4

NHTSA

- 60/40/60 □ 9
- 45/30/45 □ 10
- 30/20/30 □ 11

מתקבל שהן לחגורות הבטיחות המשופרות והן לכריות האוויר יחס התועלת/עלות הינו פחות מיחידה ועל כן התמורה לכל שקל מושקע היא שלילית. היחס הטוב ביותר מושג עבור חגורות בטיחות על פי MVSS 208, בו מושג יחס של 0.60. העלות הנוספת לכל יחידת רכב הינה \$ 516.- עבור חגורות בטיחות ו-\$ 680.- עבור כריות אוויר. התועלת המושגת במקרים אלה הינה \$ 311.- ו-\$ 218.-.

נראה בבירור כי התוצאות המובאות בעבודה זו שונות מהותית מן התוצאות שנתקבלו בעבודה דומה שנערכה בארה"ב ב- 1971 ע"י NHTSA. שם התקבלו יחסי תועלת/עלות גבוהים בהרבה וכולם גבוהים מיחידה. ממצא אחרון זה מוכיח עד כמה חשובים אלה רגישים להנחות.

5. ס כ ו ם

- נביא כאן את עיקר הממצאים של הבדיקה של מערכות ריסון שונות לכלי רכב.
- (1) שיפורי מבנה הדרושים לשיפור הבטיחות למקרה של התנגשות צד דורשים עלויות גבוהות יותר ותוספת משקל לרכב כבד יותר מאשר הדרוש להגנה בפני התנגשות קדמית או אחורית.
 - (2) העלות הנוספת הכללית במבנה ומערכות ריסון דומים לרכב של 1000 ק"ג ולרכב של 2000 ק"ג.
 - (3) כריות אוויר עדיפות על חגורות בטיחות רגילות בגלל אחוזי החגירה הנמוכים. לאחר חוק חיוב חגירה ובהנחת אחוזי חגירה גבוהים עדיפה חגורת הבטיחות בהרבה.
 - (4) יחס התועלת/עלות הגבוה ביותר הושג עבור רכב עם חגורות בטיחות משולבות וחיוב חגירה.
 - (5) הגדלת מבחני התקן להתנגשות חזיתית מעבר ל- 30 mph, 48 kph מביא לעלויות הגדלות בקצב יותר מהיר מאשר גידול התועלת.
 - (6) הפעלת תקן הבטיחות MVSS 208 בהנחות הנהוגות בדוגמא זו עולה לצרכן יותר מן התועלת שהוא מפיק.

מסקנות

.9

למרות שעבודה זאת עוסקת רק בצדדים המתודולוגיים של בדיקת עלות/תועלת לאביזרי בטיחות ברכב, ניתן להצביע על מספר מסקנות אופרטיביות. מסקנות אלה התקבלו לאחר קריאת מספר עבודות העוסקות בבדיקה של עלות/תועלת, והערכת כמות המאמץ שיש להשקיע בבדיקה מעין זאת.

(1) תהליך בחינת עלות/תועלת לאביזר בטיחותי דורש מאמץ מחקרי ניכר. לכן, לא רצוי ולא ניתן לערוך מחקר לגבי כל אביזר בטיחותי המובא לידיעת משרד התחבורה.

(2) חייב להיות תהליך סיבון התחלתי, שיקבע לגבי אלו פריטים יש לערוך ניתוח עלות/תועלת מפורט ולגבי אלו פריטים ניתן לאמץ החלטות ללא תהליך בדיקה מפורט. ההחלטה באם לקיים בחינה מפורטת של עלות/תועלת יכולה להיות מלווה באחד מההצדקים הבאים:

א. אביזר זה קיים כבר כתקן מחייב במספר ארצות.

ב. הנתונים הראשוניים שהובאו על ידי היצרן מצדיקים בחינה מעין זאת.

(3) אחד האמצעים שעשוי להקל על משרד התחבורה לקבוע את עמדותיו בצורה שיטתית ועקבית הוא פיתוח שיטת סיווג רציונלית לאביזרים בטיחותיים ברכב.

(4) קטגוריות הסיווג האפשריות הן:

קטגוריה א': אביזרים בטיחותיים החייבים להמצא בכל רכב.

קטגוריה ב': אביזרים בטיחותיים המומלץ להתקינם אך אינם בגדר של תקן מחייב.

קטגוריה ג': אביזרים שאין התנגדות לקיומם אך אין חובה או המלצה.

קטגוריה ד': אביזרים שאסור שימצאו ברכב מסיבות בטיחותיות או אחרות.

(5) לכל קטגוריה יש להרכיב קבוצת קריטריונים לצורך סיווג אביזרי הבטיחות בקטגוריה זאת.

(6) במקרים והיוזמה לסיווג אביזר בטיחות בקטגוריה א' או ב' באה מיצרן או יבואן של אביזר הבטיחות יש לחייבו בעריכת בדיקה ראשונית של כדאיות ובהמצאת נתונים לצורך בדיקה מפורטת יותר, במידה ותדרש.

בדיקה זאת נועדה לייעל את תהליך קבלת ההחלטות במשרד התחבורה ולהרחיק יצרנים או יבואנים של אביזרים שתועלתם מפוקפקת. אין סיבה שמשרד התחבורה ישקיע משאבים בבחינת אביזרים שכבר בבדיקה ראשונית נראה שאין לסווגם בקטגוריה א' או ב'.

(7) כאשר מדובר בסיווג בקטגוריות ג' או ד' בלבד, תהליך הבחינה הוא פשוט יחסית ושונה במהותו מהסיווג בקטגוריות א' או ב'. לכן, כדאי להפריד בתהליך הסיווג ולמנות גופים חיצוניים לצורך החלטת הסיווג לקטגוריות ג' ו-ד'. לדוגמא, מכון הרכב בטכניון, או מכון התקנים.

(8) לקטגוריה א' ניתן לאמץ את הקריטריונים הבאים:

א. אביזר זה קיים כבר כחקן מחייב בקהילת השוק המשותף.

ב. בעקבות בדיקת עלות/תועלת מפורטת נמצא שהתועלת הצפויה מצדיקה את חיוב ההתקנה של אביזר זה ברכב.

אין צורך כמובן, ששני הקריטריונים יתקיימו לגבי אביזר מסויים. מספיק שלפחות אחד מהם יתקיים. קיום הקריטריון הראשון דיו כדי לבטל את הצורך של קריטריון ב'.

(9) לקטגוריה ב' ניתן לאמץ את הקריטריונים הבאים:

א. אביזר זה קיים כבר כחקן מחייב במספר ארצות.

ב. בדיקה מפורטת של עלות/תועלת הצביעה על אי הכללה בקטגוריה א' אך מצדיקה הכללה בקטגוריה ב'.

גם במקרה הנוכחי מספיק שרק אחד משני הקריטריונים יתקיים.

(10) לסיכום, תהליך קבלת החלטות רציונלי בנוגע לאביזרי בטיחות ברכב, אינו

יכול להתבסס על שימוש בנוסחת פלא מקוצרת, או על "בדיקת בזק" של עלות/תועלת. מאחר ולא מומלץ לערוך בדיקת עלות/תועלת מפורטת לכל אביזר ואביזר (בגלל העלות הגבוהה של הבחינה), הפתרון חייב להמצא באימוץ כללי עבודה שיטתיים, שיטות סיווג וקריטריונים רציונליים לאביזרים השונים. כללית, אלה יהיו מסננת להרחקה מייזית של אביזרים שאינם רלוונטים ולהתרכזות בטיפול באביזרים שתועלתם ממשית.

REFERENCES

מראה מקום

1. Appel, H., Fiala, E., Hesse, G. (1973). "Nutzen/Kosten-Analyse fur Ruckhaltesysteme, Sicherheitsnormen und VW-Sicherheitswagen," ATZ, Vol. 75, pp. 85-90.
2. Babkov, V.F. (1975). "Road Conditions & Traffic Safety." MIR Publishers, Moscow.
3. Baumol, W.J. (1969). "On the Appropriate Discount Rate for the Evaluation of Public Projects." Hinrichs, H.H. and Taylor, G.M., (eds.), "Programme Budgeting & Benefit-Cost Analysis." pp. 202-212, Goodyear Publishing Company, Pacific Palisades, Calif.
4. Burke, D. & McFarland, W.F. (1973). "Accident Costs : Some Estimates for Use in Engineering-Economy Studies." Highway Research Record 467. Highway Research Board, Washington, D.C.
5. Burton, R.W. & Eksteen, R.B. (1967). "Unit Cost Estimates of Road Accidents in South Africa." National Institute for Road Research RE/6/67.
6. Cillie, F.P. (1975). "An Estimate of Road Accident Costs in South Africa." National Institute for Road Research, South Africa.
7. Dawson, R.F.F. "Cost of Road Accidents in Gt. Britain." Ministry of Transport, Road Research Laboratory Report LR 79. 1967.
8. Dawson, R.F.F. (1971). "Current Costs of Road Accidents in Gt. Britain." Dept. of the Environment, Road Research Laboratory Report LR 396.
9. Goodwin, P.B. (1973). "On the Evaluation of Human Life in Accident Studies." Accid. Anal. & Prev., Vol. 5, pp. 287-293.
10. Joksch, H.C. (1975). "A Critical Appraisal of the Applicability of Benefit-Cost Analysis to Highway Traffic Safety." Accid. Anal. & Prev., Vol. 7, Pergamon Press.
11. Little, A.D., Inc. (1968). "Cost-Effectiveness in Traffic Safety." Praeger Special Studies in U.S. Economic & Social Development.
12. McKean, R.N. (1968). "The Use of Shadow Prices in Problems in Public Expenditure." S.B. Chase (ed.). Brookings Institution, Washington, D.C.
13. NHTSA (1971). "Economic Analysis of the Occupant Crash Protection Standard." Staff Report, Office of Systems Analysis, NHTSA, Washington.

REFERENCES Cont'd.

מראה מקום (המשך)

14. Reynolds, D.J. (1956). "The Cost of Road Accidents." Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General). Vol. 119, Part IV.
15. U.S. Department of Transportation, (1972). National Highway Traffic Safety Administration. "Societal Costs of Motor Vehicle Accidents," (Preliminary Report).
16. Winfrey, R. (1971). "Summary & Evaluation of Economic Consequences of Highway Improvements." NCHRP 122.
17. בקר (1979) "אמדן עלות הנזק הכלכלי למשק הישראלי עקב תאונות הדרכים פרסום מס' 78/1004, במרכז לבטיחות בדרכים.
18. משרד התחבורה, ירושלים, הוכן ע"י לשכת היועץ הכלכלי (1960). הנזק הכלכלי מתאונות דרכים בשנת 1958 וגורמי התאונות.
19. נאמן א., (1970). מחקרו של א. נאמן - הנזק הכלכלי כתוצאה מתאונות דרכים בישראל 1969, אומדן הנזק והשמושים באומדן. הטכניון, המרכז לבטיחות בדרכים, פרסום מס' 69/6.