

תאריך: 18-Mar-24
סימוכין: Sitting Ergonomic 170324

ארגונומיקה של ישיבה

הקדמה

מצ"ב דוח אודות נוחות נוסעים באוטובוסים משנת 1970.
מאז שנות השבעים ועד היום חל שיפור בנושא הארגונומיקה של הישיבה, אבל המודעות הנושא עדיין נמוכה מאוד.
זה ניכר בכיסאות, כורסאות, ספות, מושבים במכוניות ובאוטובוסים.
על כן, שחרתי את הדוח משנת 1970 אשר נערך במוסד הטכניון.
בהתאם אני מוסיף תמונות והנחיות בקשר עם נוחות ישיבה ועבודה מול מחשב.
כל זה על מנת למנוע כאבי גב וכאבי כתפיים.

פרק א- רקע מקצועי

להלן רקע מקצועי חלקי:

מוסד הטכניון:

- 4 שנים - חוקר במוסד הטכניון למחקר ופיתוח.
- בצוע מחקרים בעניין בטיחות כלי רכב עבור משרד התחבורה,
- חקירת כשלים של מכוניות, מתקני הרמה, מיכלי לחץ, סילוסים וקונסטרוקציות, כולל איתור הסיבות לכשלים,
- בצוע בדיקות תו-תקן של מוסד הטכניון,
- חקירת תאונות דרכים עבור משטרת ישראל ועבור אחרים,
- מחקר בעניין בטיחות ארגונומית באוטובוסים וכלי רכב,
- חבר בוועדות תקינה של מכון התקנים בקשר עם מערכות בטיחות.

עיסוק בכל התחומים של ניהול סיכונים:

- בתחום הרכוש, אובדן רווחים חבויות והקמות, כולל סקירת סיכונים במפעלים (מאות רבות),
- ייעוץ ותכנון ביטוחים,
- ביצוע בפועל של "Re-insurance Placement" באירופה וארה"ב,
- ייעוץ ותכנון מערכות כיבוי אש מכל הסוגים, פיקוח על הביצוע,
- חקירת כשלים של מערכות כיבוי אש בשריפות,
- חקירת הסיבות להפעלות שווא,
- חקירת כשלים מכנים וקונסטרוקטיביים,
- חקירת השרשרת שמתחילה ממוקד אש עד אובדן גדול בשריפה,
- ייעוץ בטיחות בהקמות,
- עבודה מול שירותי הכבאות,
- עבודות של שמאות נזקים משולבת בחקירת הסיבות לאירועים ובהמשך תכנון שיפורים בסיכונים.

חלק מהנושאים מכוסים באתר www.riskmanage.com, ייחודי מסוגו בעולם.

פרק ב- תנוחות ישיבה נכונות

מצ"ב כמה תמונות המציגות צורות ישיבה. מסומנות צורות ישיבה גרועות מאוד לעומת צורות ישיבה טובות. אלא שגם מה שמוגדר טוב הוא למעשה גרוע אם כי פחות גרוע ממה מאלה שהן גרועות



תצורת הישיבה למעלה, מראה שיפוע שלילי של הזרוע ופרק היד. לאמור, ישיבה נמוכה מדי לעומת גובה השולחן ומסך המחשב.

מה חסר כאן:

- א.** רוחב התמיכה בישיבה שנראה צר מדי.
- ב.** אין שחרור באזור עצם הזנב.
- ג.** אין התייחסות לגובה המושב ולאפשרות שהרגליים תלויות באוויר עם לחץ בצד הקדמי של הירך שעוצר את הדם לרגל.
- ד.** שיפוע עמוד השדרה 90 מעלות, גרוע מאוד.

פרק ב' - תנוחות ישיבה גרועות ונכונות (המשך)

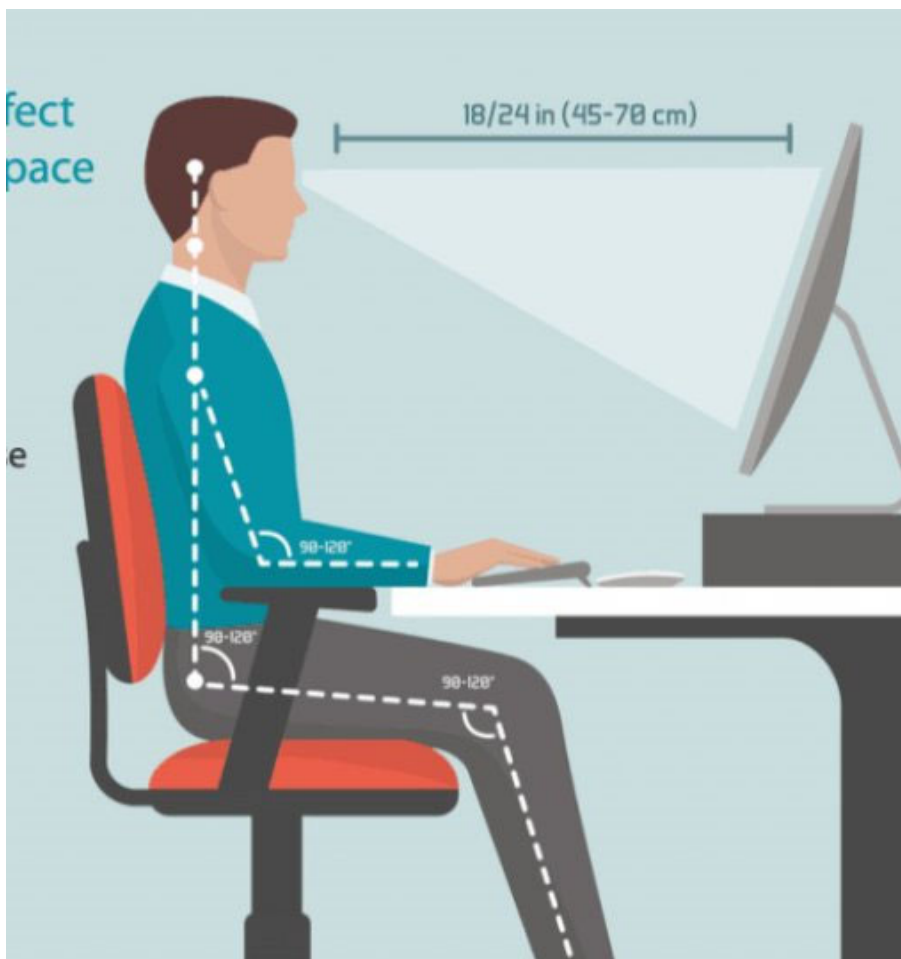
בסה"כ תנוחה נכונה כאשר שיפוע היד כלפי מטה.

אבל יש משענות ידיים ללא שימוש.

השענת הזרוע על המשענת חשובה כאשר למשענת יש תזוזה אופקית.



Sit in the
Correct Posture



כתוב שהזווית בין הגב והרגל היא בין 90 ל-120 מעלות.

התחום רחב מדי.

צ"ל בין 100 ל-105 מעלות.

פרק ב' - תנוחות ישיבה גרועות ונכונות (המשך)



גרוע מאוד

גרוע מאוד

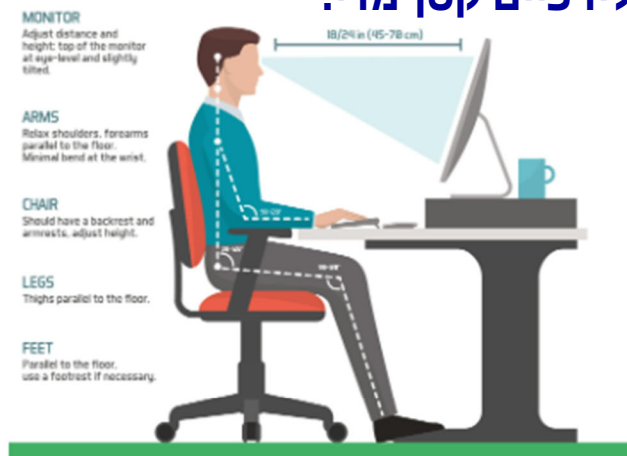


לא טוב
 בשל אי
 תמיכה בגב
 ושיפוע גב
 זקוף מדי

שיפוע עמוד השדרה ביחס
 לירכיים קטן מדי.



WRONG SITTING POSTURE

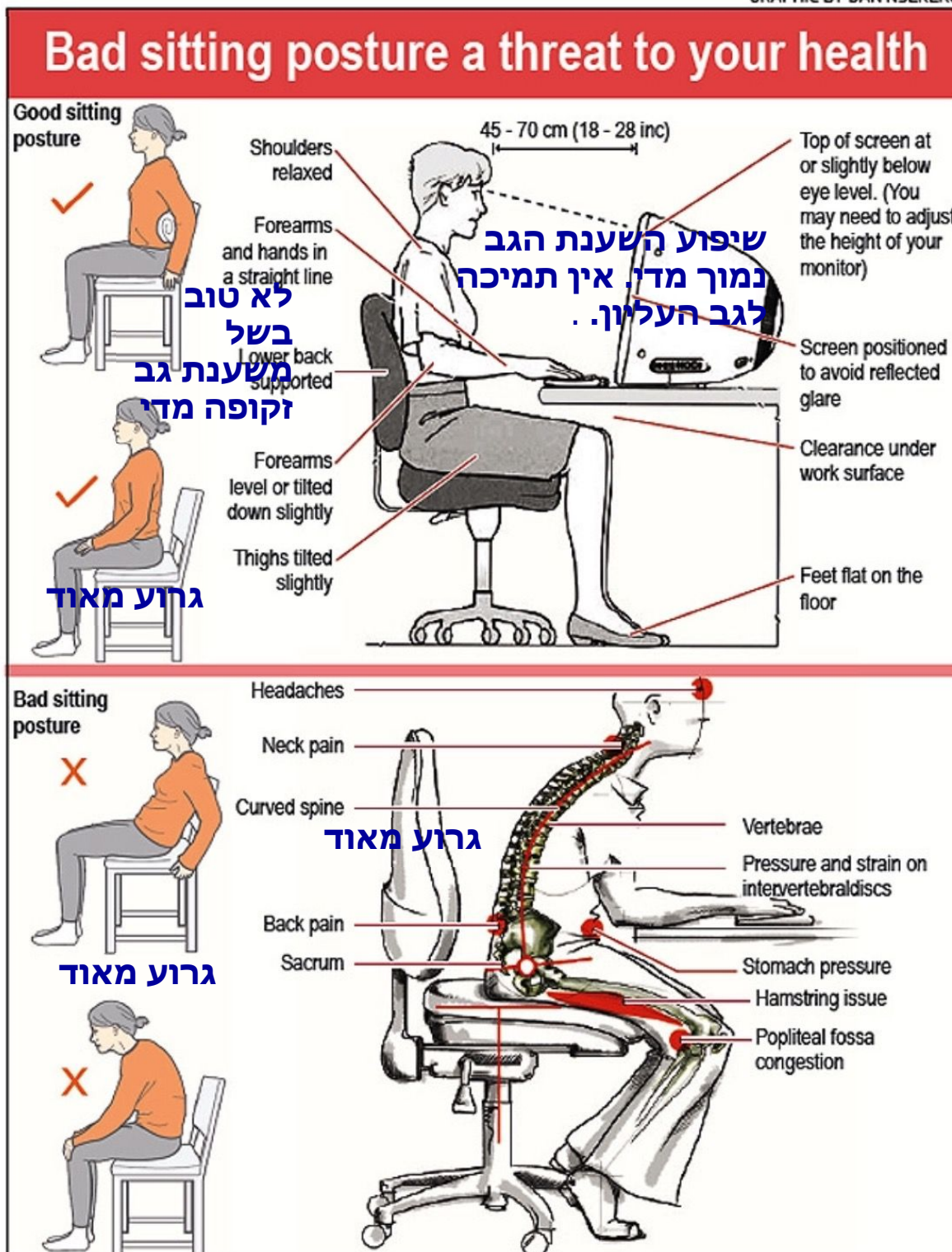


CORRECT SITTING POSITION

פרק ב' - תנוחות ישיבה גרועות ונכונות (המשך)

מה שמסומן "לא תקין" הוא אכן "גרוע מאוד". אבל גם מה שמסומן תקין הוא "לא תקין". הכיסאות בצד שמאל הם גרועים. העדר משען לגב הוא גרוע. שיפוע משענת הגב נמוך מדי.

GRAPHIC BY DAN NSEREKO



פרק ב' - תנוחות ישיבה גרועות ונכונות (המשך)




פרק ב' - תנוחות ישיבה גרועות ונכונות (המשך)

סיכום:

- 1.** המושבים גבוהים מדי לנמוכי קומה ונשים, דבר המחייב הדום לרגליים.
- 2.** ללא הדום לרגליים, הן תלויות עם לחץ על הצד התחתון של הירכיים קרוב לברכיים דבר שגורם לעצירת דם לרגליים ובנוסף נטייה להחליק קדימה.
- 3.** כדאי שלמושבים יהיו משענות יד מתכווננות עם אפשרות לנטייה קדמית אופקית ליצירת משען ברוחב הגוף לכיוון המקלדת.
- 4.** כדאי שלמשען הישבן יהיה שחרור מאחור במרכז על מנת למנוע לחץ על עצם הזנב.
- 5.** שיפוע עמוד השדרה ביחס לירכיים יהיה 105 מעלות בקירוב.
- 6.** נדרשת תמיכה בקשת הגב התחתונה ובגב העליון.
- 7.** אם יש משענת ראש, היא אמורה להיות בגובה החלק העליון של הצוואר.

הדוח משנת 1970 מצ"ב.


בכבוד רב
דן ארבל
דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ.

מוסד הטכניון למחקר ופתוח בע"מ
מכון המתכות הישראלי

הטכניון -
מכון טכנולוגי לישראל

נוחות ובטיחות של נוסעים באוטובוס

מאת

אינג' דן ארבל

עבודה זו מומנה ע"י משרד התחבורה

חיפה דצמבר 1970

לשלושה גורמים יש אינטרסים באוטובוס;

- . למפעל
- . למתחזק
- . לנוסע

אינטרסים אלה הם משותפים בחלקם, בחלקם בלתי תלויים זה בזה ובחלקם מנוגדים. למשל, ביצועי האוטובוס, בטיחותו ואמינותו הם אינטרס משותף. נוחותו של הנהג תורמת לבטיחות האוטובוס אך מקשה אולי על הנוסעים (הנהג החש בנוח עלול להחריף את ביצוע האוטובוס וע"י כך להקשות על הנוסעים).

עבודה זו באה איפא להאיר את האינטרס של הנוסע, בפרט את אוחו חלק שאינו תלוי בגורמים האחרים או משותף להם.

העבודה מורכבת מ- 3 שלבים:

- א. עריכת סקר ספרותי
- ב. חיבור מפרט בדיקה לפי קריטריונים של נוחות ובטיחות של נוסעים באוטובוס.
- ג. בדיקות מעשיות של אוטובוסים לפי המפרט.

העבודה המוגשת בזה מהוה את השלב הראשון.

תוכן ענינים

עמוד

1	. . . . .	1. מ ב ו א
1	. . . . .	2. ר ק ע
3	. . . . .	3. סוגי האוטובוסים
6	. . . . .	4. תא הנוסעים
6	. . . . .	א. ה מ ר כ ב
6	. . . . .	ב. ה מ ו ש ב י ס
6	. . . . .	1. חשיבות המושב והדרישות ממנו
10	. . . . .	2. מבנה המושב - מידות קיימות וממלצות
10	. . . . .	(א) סידור המושבים
10	. . . . .	(ב) מרחק בין מושבים עוקבים
11	. . . . .	(ג) מרחק בין מושבים המופנים זה כלפי זה
11	. . . . .	(ד) רוחב מעברים
12	. . . . .	(ה) רוחב מושב יחיד
12	. . . . .	(ו) רוחב מושב כפול
12	. . . . .	(ז) עומק מושב
13	. . . . .	(ח) שטח ישיבה
13	. . . . .	(ט) גובה המושב (מדוד מן הקצה הקדמי)
13	. . . . .	(י) שיפוע מישור המושב
14	. . . . .	(יא) שיפוע משען הגב
14	. . . . .	(יב) אורך משען הגב
14	. . . . .	(יג) משעני יד ורגל (לפנים)
15	. . . . .	(יד) משענת יד
15	. . . . .	(טו) חוזק מושב
16	. . . . .	(טז) ריפוד המושב
16	. . . . .	ג. ע מ י ד ה
16	. . . . .	1. אזורים אשר אינם מוקצים לעמידה
16	. . . . .	2. שטח סגולי לעמידה
17	. . . . .	3. גובה עמידה
17	. . . . .	4. אמצעי אחיזה לעומדים

III

תוכן ענינים (המסר)

18	.....	ד. הרצפה
18	.....	1. מבנה הרצפה
18	.....	2. שיפוע הרצפה
18	.....	3. גובה הרצפה
18	.....	ה. מדרגות
18	.....	1. דרישות כלליות
19	.....	2. גובה מדרגות ועומקן
20	.....	ו. דלתות כניסה ויציאה
20	.....	1. מספר הדלתות
20	.....	2. רוחב הדלת
20	.....	3. גובה הדלת
22	.....	4. כללי
22	.....	ז. פתחי חירום
22	.....	1. דרישות כלליות
22	.....	2. מספר פתחי חירום
23	.....	ח. חלונות
23	.....	1. כללי
23	.....	2. גובה האדן
23	.....	3. גובה המשקוף
23	.....	4. מידות חלון
24	.....	ט. תאורה פנימית
24	.....	1. סוג תאורה
24	.....	2. עוצמת תאורה
25	.....	י. מיזוג אוויר
25	.....	1. כללי
25	.....	2. מהירות האוויר
27	.....	3. ספיקת אוויר
27	.....	4. סירקולציה יעילה
28	.....	5. ויסות טמפרטורה ולחות בתוך האוטובוס
29	.....	6. הערות כלליות

תוכן ענינים (המשך)

29	.. . . . .	יא. מרחב מטען
29	. . . . .	1. נושאי חפצים בפנים
29	. . . . .	2. מרחב נפרד למטען
30	(אופקי)	יב. נוחות קינמטית (חאוצות ושינוי חאוצות במישור אופקי)
31	. . . . .	יג. נוחות דינמית
31	. . . . .	1. אופי החנודה
36	. . . . .	2. ריטון החנודה
37	. . . . .	יד. גורמי נוחות - ובטיחות נוספים
37	. . . . .	טו. ש י ל ס
38	. . . . .	טז. ס י כ ו ס
39	. . . . .	מראי מקום

1. מ ב ר א

למרות שהתחבורה הציבורית בעולם נמצאת בשנים האחרונות בשפל, מחוונים מתכנני התחבורה להחזיר לה את עטרת ראשה. הסיבה לכך היא שריבוי כלי הרכב הביא להקטנה ניכרת ביעילות הסגולות של התחבורה תוך כדי הגדלת נפחה עד כדי סתימת עורקיה. הכוונה היא שנושא דגל התחבורה הציבורית בעתיד הנראה לעין יהיה האוטובוס. כדי שהדבר יעלה יפה יש צורך לשכנע את הנוסעים בכדאיות הנסיעה באוטובוס, לשם כך יש להקנות להם תנאי נוחות ובטיחות נאותים.

בעבודה זו אנו נדון רק באותו חלק של מערכת התחבורה הדין ביחסי גומלין בין האוטובוס והנוסע. במסגרת יחסים אלה אנו נצטמצם (בהתאם להזמנת משרד התחבורה) ביחסים בין הנוסע והאנוסעים. לכן לא נתייחס לאספקטים הכלליים של בעיות הבטיחות הכוללים את כשרותו הבטיחותית של האוטובוס ככלי רכב, כמו כן לא נתייחס לבעית הרעש באוטובוס מאחר שבעיה זאת נמסרה לטיפול גורם אחר.

הנקודות העיקריות ביחסי הגומלין בין הנוסע והאוטובוס הינן:

- . ירידה מהאוטובוס ועליה אליו.
- . המרחב המוקצה לנוסע (לישיבה לעמידה ולמטען).
- . שירותי הנוחות במרחב.
- . תנאי בטיחות למניעת תאונה ופגיעה בנוסע.
- . תנאי בטיחות לצמצום הפגיעות בשעת תאונה.
- . תנאי חילוץ יעילים לאחר תאונה.

הסימוכין לפיתוח נקודות אלה לוקטו מתוך תקנים ותקנות תעבורה בין לאומיים, מתוך מאמרים בכחבי עט אוטומוטיביים וכך מספרות כללית של הנדסת אנוש.

2. ר ק ע

התכנון של מבנה כלי רכב המקנה נוחות ובטיחות למניעת תאונה חייב להתבסס על עקרון ההתחשבות בתכונות הפיזיות של הנוסעים. כך יקטן הסיכוי שהנוסע יעשה משגה בעל משמעות בטיחותית, אם נפרק עקרון זה לגורמים אנו נתייחס למימדי פתחים ומדרגות, שיטת פתיחת הדלתות וסגירתן, קלות התנועה אל מקומות הישיבה או העמידה ומהם החוצה, נוחות ישיבה ועמידה, בדוד מרעידות ומרעש, איוורור או מיזוג אויר, תאורה ושדה ראייה. התכנון והבצוע חייבים להיות אופטימליים לגבי אוכלוסייה ממוצעת של נוסעים.

תכנון האמצעים לצמצום פגיעות הנוסע בשעה תאונה צריך שיתבסס על הערכה נכונה של פוטנציאל הסבל של אדם ממוצע. פוטנציאל זה הוא פונקציה של מספר משתנים: התאוצה, שינוי התאוצה בזמן והזמן עצמו. קיים אופטימום ממוצע, אשר על ידי ניצולו בתכנון המבנה של תא הנוסעים ניתן לצמצם את הנזק שנגרם לנוסע אפילו בעת תאונות הצורכות אנרגיה גבוהה מאוד. באורח כללי הדבר נעשה באופן הבא:

. בניית מערכת במסגרת כלי הרכב, בעלת כושר אופטימלי לספיגת אנרגיה.

. בנייה רציונלית של תא הנוסעים במסגרת כלי הרכב במטרה לשמור על שלמותו בשעת תאונה.

. בניית סביבה מגינה על הנוסע שתפקידה לדאוג לבלימה אופטימלית של הנוסע.

הצגת נקודות אלה נשמעת אולי יומרנית, אך זאת היא המטרה הנצבת לעיני המחנך בשנים האחרונות. עצם המחשבה על הבעיות הכרוכות בבטיחות כבר יכולה להביא לשינויים ברי חשיבות רבה, כגון: פגושים בגובה אחיד, חיזוק המושבים בחוף תא הנוסעים, הגבהת משענת הגב לתמיכת העורף, בניית ריפוד מתאים (גם מהצד האחורי של משענת הגב!), משענות לידיים ולרגליים (חשיבות רבה בבלימה) במרחקים ובזוויות הנכונות, וחיסול מפגעים כמו עצמים בולטים ונוקשים. חלק מדברים אלה קשור גם בשיפור הנוחיות, וחלק מקשה עליה. משענת עורף מקטינה את שדה הראיה של הנוסע, והדרישה לבטל עצמים בולטים וחדים, מקשה על תכנון אמצעי אחיזה.

בעית החילוץ המהיר של הנוסע אינה פחות קשה. לפתחי חירום נזקקים כאשר פתחי השירות (יציאה וכניסה) חסומים. אולם מעיכות המבנה הקיים של האוטובוס אינה מותירה סיכויים רבים לפתחי חירום כאשר נמעכים פתחי השירות, פרט לסיכוי הסטטיסטי הנוסף במספר הפתחים האפשריים הנוספים. במלים אחרות, שיפור מבנה האוטובוס מנקודת מבט בטיחותית למניעת תאונה, תשפר גם את סיכויי החילוץ. אשר לפתחים עצמם, כדאי לעשותם עם מסגרות חזקות ועם אמצעי סגירה אמינים, שניתן יהיה לפתחם בעת הצורך גם מבחוץ. לבסוף, לשיפור סיכויי החילוץ יש השלכה על נוחיות, שכן מתבקשת דרישה למיעוט הצפיפות בחוף תא הנוסעים ולשמירה על מעברים פתוחים בין המושבים.

3. סוגי האוטובוסים

הגדרה.

. אוטובוס עירוני: הינו חלק ממערכת תחבורתית שתפקידה להעביר מקסימום נוסעים למרחק קצר, במינימום זמן, בחנאי נוחות המוסכמים על-ידי הנוסעים.

. אוטובוס בין-עירוני: תפקידו להעביר נוסעים מרחק ארוך (או קצר), בזמן קצר ובחנאי נסיעה מהירה.

. אוטובוס תיור: הינו חלק ממערכת המיועדת לגרום הנאה לנוסע, בנסיעה למרחקים ארוכים.

נוחות אינה קשורה אך ורק בחנאים בהם נמצא הנוסע אלא בעוד שני גורמים:

- משך הזמן בו נהוץ הנוסע באותם חנאים.
- כוונתו של הנוסע. האם הכוונה המרכזית של הנוסע היא להגיע ממקום למקום, או להנות מן הנסיעה.

כללי הנוחות והבטיחות נכונים לכל סוגי האוטובוסים, כרס, כאשר מפרקים אותם לגורמים, שמים אז דגש על גורמים שונים בהתאם לסוג האוטובוס.

בטבלה הבאה נחאר את הגורמים השונים בהתאם לחשיבותם ולסוג האוטובוס.

טבלה 1 - השואה של דרישות כתיחות ונזחות בסוגי אוטובוסים שונים.

ת. י. ר	ע. י. ר. ג. י.		ע. י. ר. ג. י.	ע. י. ר. ג. י.	הנשא
	לטרזחים ארובים	לטרזחים קצרים			
<p>כונה: להנות מהנסיעה ומתנור. זמן: זמן שהייה ארוך (חלקי יום)</p>	<p>כונה: להגיע במקום למקום. זמן שהייה ארוך (שעות)</p>	<p>זמן: זמן שהייה קצר באוטובוס (20 דק' עד שעה)</p>	<p>כונה: להגיע במהירות במקום למקום. זמן: זמן שהייה קצר באוטובוס (עד 20 דקות)</p>	<p>מטרה</p>	<p>מטרה</p>
<p>אינו בעל חשיבות ראשונה.</p>	<p>חשיבות הנושא יורדת ככל שמרחק הנסיעה גדל.</p>	<p>להקל את העלייה והירידה של הנוסעים ועל תנועתם בתוך האוטובוס. ע"י כך קטן גם היחס בין זמן המתנה של האוטובוס בתחנה לזמן הנסיעה שלו.</p>	<p>מטרה:</p>	<p>תחלופה</p>	<p>תחלופה</p>
<p>1. מושב אינדיבידואלי עם אפשרויות כיוון לצורך החאמה לכל נוסע. 2. מרחב למטען קל בתא הנוסעים ולמטען כבד באופן נפרד מחוץ לתא.</p>	<p>1. הטעה נוסעים בישיבה בלבד תוך שיפור תנאי הישיבה. 2. מטען במסגרת תא הנוסעים מקום מיוחד מחוץ למסגרת התא.</p>	<p>1. הטעה נוסעים בישיבה בלבד תוך שיפור תנאי הישיבה. 2. מטען במסגרת תא הנוסעים בלבד.</p>	<p>1. המינימום הדרוש כדי למנוע הרגשת צפיפות וכדי לא להכביד על החללופה. 2. המטען חופס חלק משטח העמידה.</p>	<p>מרחב מוקצב לנוסע</p>	<p>מרחב מוקצב לנוסע</p>
<p>דרישה ראשונה במעלה באוטובוס חיור, לכן דרושה מערכת מיזוג אויר מלאה.</p>	<p>לאור זמני הנסיעה דרושה מערכת מיזוג אויר.</p>	<p>ניתן להסתפק באיכותו בנוסח האוטובוס העירוני. ניתן לנצל את מהירות האוטובוס</p>	<p>איורור הינו צורך חיוני גם לזמנים קצרים. הספקת האויר צריכה להיות בלתי תלויה במהירות הנסיעה של האוטובוס.</p>	<p>איורור ומיזוג אויר.</p>	<p>איורור ומיזוג אויר.</p>
<p>דרישה ראשונה במעלה, דוידות ראייה רחבה לנוסעים היושבים.</p>	<p>זיהוי תחנות וצפייה תנאי הדרך עבור נוסעים יושבים בלבד.</p>	<p>לזיהוי תחנות ולצפייה תנאי הדרך המשתנים באופן תדיר. במיוחד עבור נוסעים עומדים.</p>	<p>לזיהוי תחנות ולצפייה תנאי הדרך המשתנים באופן תדיר. במיוחד עבור נוסעים עומדים.</p>	<p>שדה ראייה</p>	<p>שדה ראייה</p>

ת י י ר	ע י י ר		ע י י ר	ע י י ר	הנושא	
	לטרזורים ארזוכים	לטרזורים קצרים				
בשל רמת הנוחות הנדרשת יש לפתח את הנושא.	חשוב מטעמי נוחות אך לא בא לידי ביטוי חזיר.	מנאי הנסיעה משתנים אך לא בתדירות גדולה כבעירורני וכן הנוסעים אינם עומדים.	חשוב במיוחד עקב מנאי הנסיעה המשתנים בהכיפות מחד ובשל חוסר יציבות הנוסעים העומדים מאידך.	בקרית תאוצה ושינויי תאוצה		
בשל רמת הנוחות הנדרשת ובשל זמני הנסיעה הארוכים דרוש רסון מעולה.	בשל זמני הנסיעה הארוכים יש צורך ברסון יעיל.	זמן הנסיעה ומחיריהם הנסיעה יותר גדולים מאשר בעירורני, דרוש רסון למושב.	רסון רעידות תא הנוסעים גם במצבי קבול קיצוניים (ריק או מלא) וכן שמירה גובה רצפה אחיד בעית רסון המושבים אינה באה לידי ביטוי בשל הזמן הקצר של הנסיעה.	רסון רעידות וזעזועים. תא הנוסעים	2. מושבים	
תאורה אינדיבידואלית ניתנת לכיוון ולייסות.	שאיפת לתאורה אינדיבידואלית מספקת לנוסעים ואינה מפריעה לנהג.	תאורת המספיקה לקריאה	תאורה	תאורה		
רזיר עם אפשרות בחירה בידי המטיילים.	רזיר			רזיר		
אמצעי חזיר. מלבזייה כאופציה בעתיד	אמצעי חזיר והודעה על תחנות			אמצעי המודיע על תחנות	אמצעי תחנות	
ומעניין.	מגורן	פנימי	אבעים	ושיילוב	עיצוב	אסתטיקה

4. תא הנוסעים

א. ה מ ר כ ב

המבנים לשלדות תאי הנוסעים המקובלים היום בעולם אינם מספקים הגנה על הנוסע בשעת תאונה וגם לא אפשרויות חילוץ אחריה. יתר על כן, גורם זה אינו נלקח לרוב בחשבון בשעת התכנון. ההתפתחות בעולם בנושא זה מוגבלת לפי שעה למכונניות פרטיות בלבד.

המגמה להקטין את משקל תא הנוסעים ולהרחיב את שטח החלונות מצמצמת עוד יותר את בטיחות הנוסע. במספר דגמים חדשים של אוטובוסים התקרה של תא הנוסעים מתחברת עם פינה חדה לדפנות. צורת החך זו גורמת להלם חזק יותר על התקרה בשעת התהפכות וכתוצאה מכך למעיכה פנימה בצורה ניכרת, מסייעת לכך הנטייה להקטין את מספר העמודות בין החלונות.

הגם שהמגמה להרחבת שטח החלונות ולצמצום המשקל הינן חיוביות מנקודת מבט של נוחות הנוסעים וביצועי האוטובוס, ניהן לבצע את התהליך הזה תוך כדי חזק הפוטנציאל לספיגת אנרגיה של רכיבי המרכב. לפי שעה, כאמור, לא נעשה דבר בשטח זה.

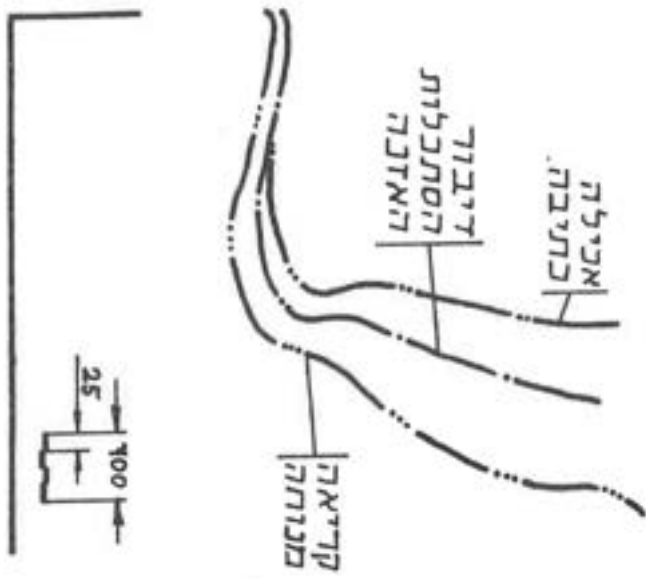
ב. מ ו ש ב י מ

(ראה תרשימים 1, 2, 3, 4 - דוגמאות למושבים)

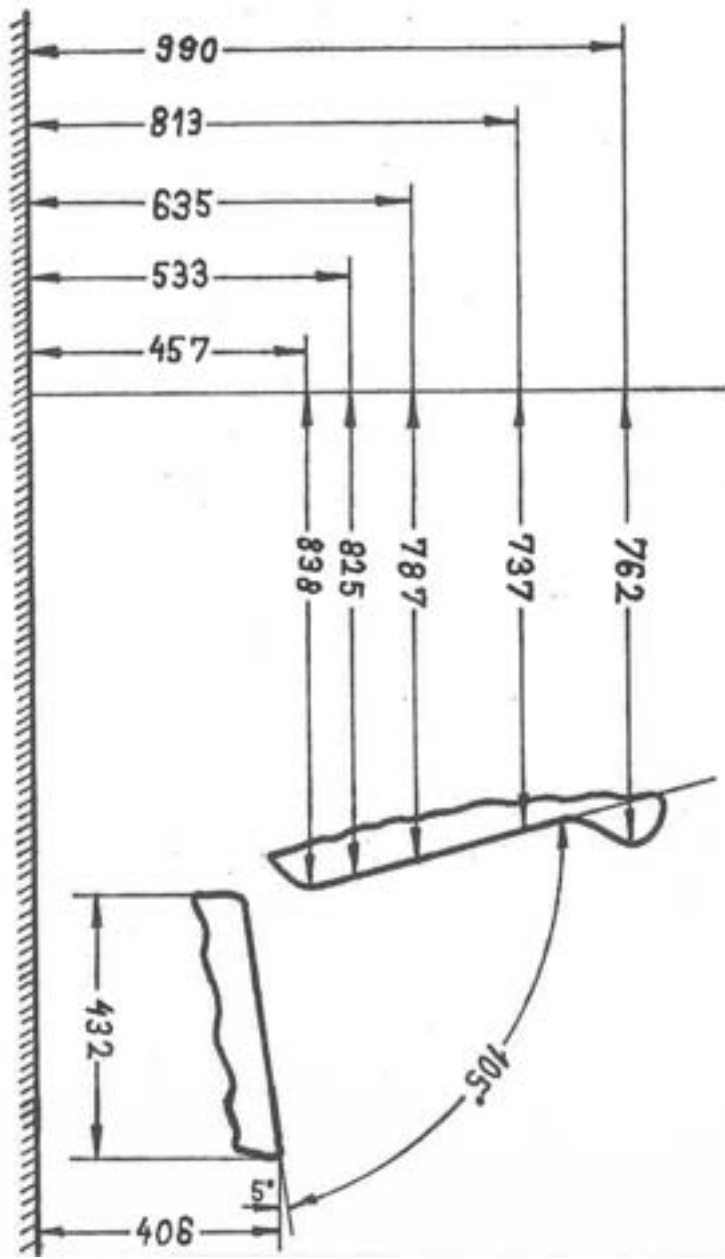
1. חשיבות המושב והדרישות ממנו.

המושב הוא האלמנט החשוב ביותר במערכת ההסעה. חשיבותו עולה עם התארכות טווח הנסיעה וזמנה. מהמושב נדרשים הדברים הבאים:

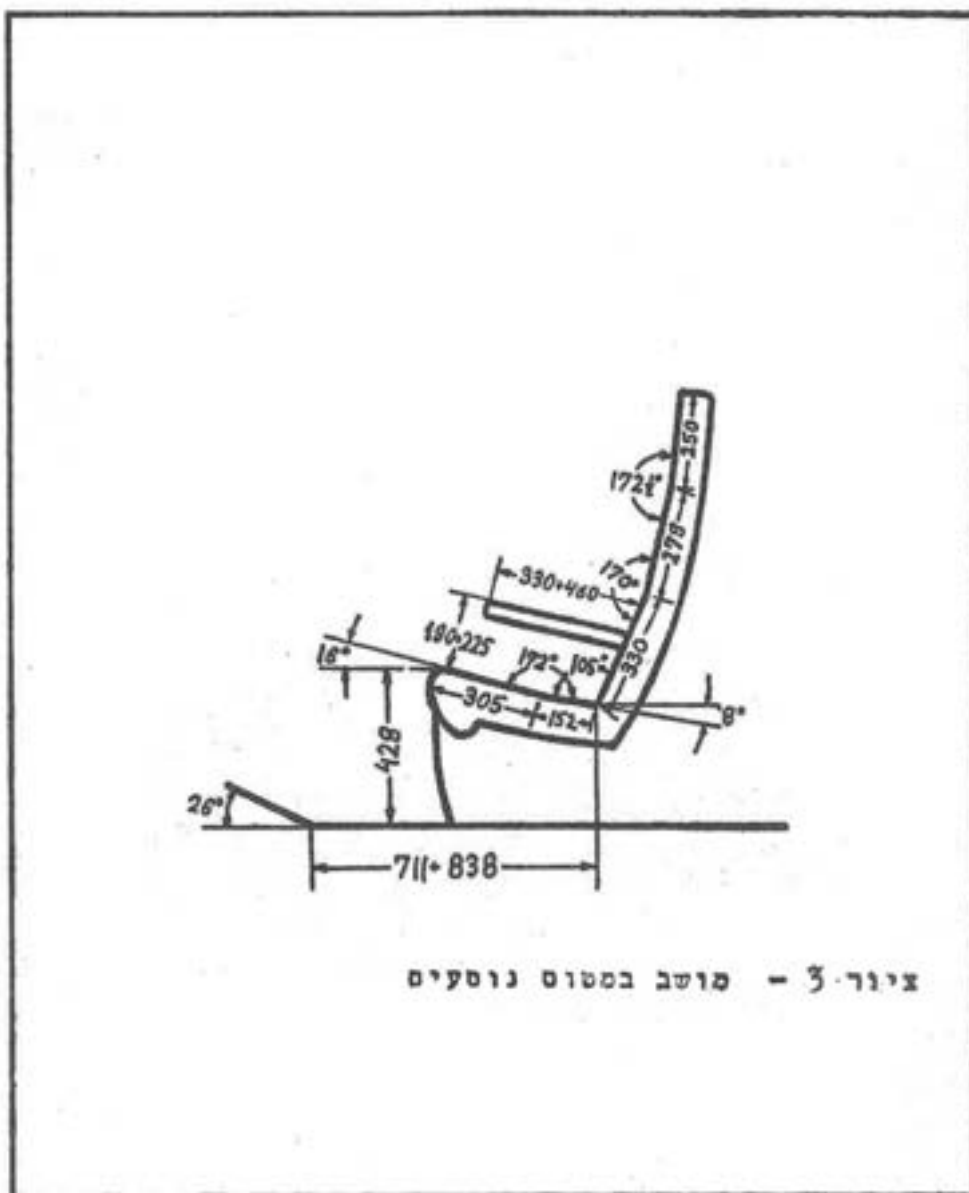
- א) התאמה למידותיו הפיזיות של נוסע (תוך התחשבות יתר בנוסעים קטני קומה אשר רגליהם אינן מגיעות לרצפה).
- ב) חמיכה בגופו של הנוסע.
- ג) כושר לספיגת זעזועים, בפרט אנכיים וכושר לספיגת אנרגיות גבוהות, דבר שצריך לקבל ביטוי בשעת תאונה.
- ד) חוזק מספיק לנשיאת עומסים בחנאי תאוצות גבוהות.
- ה) סידור עוקב של מושבים הוא היחיד שמאפשר להעניק לנוסע הגנה.



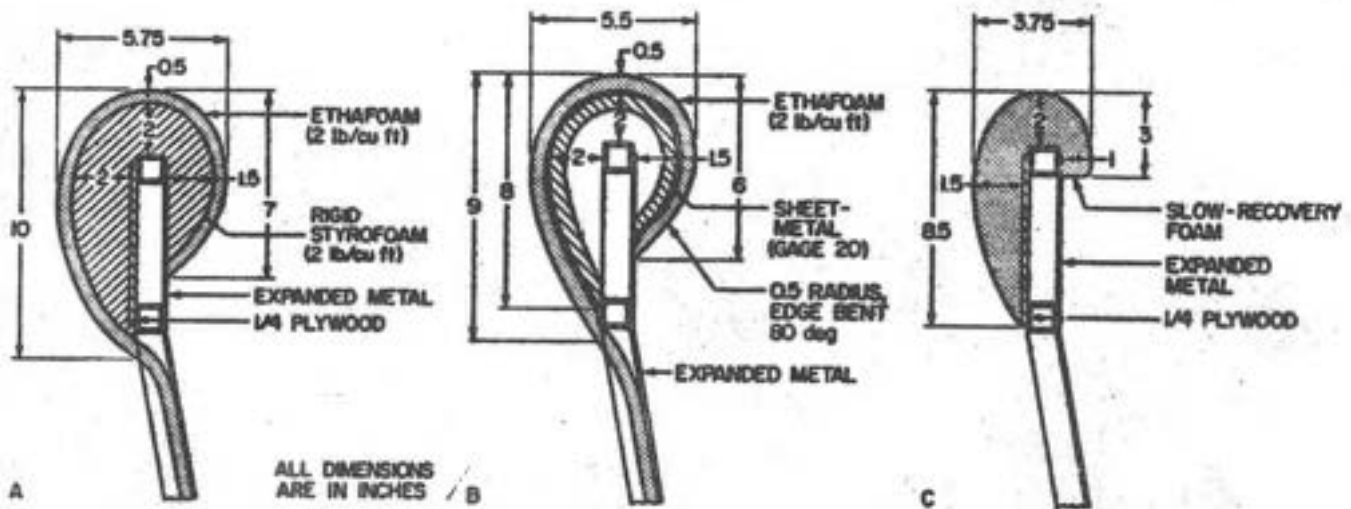
ציור 1 - צורת מושפ רצויה.



ציור 2 - מושפ באוקטובוס חירי.



ציור 3 - מושב במטוס נוסעים



צור 4 - מודלים של מעגני ראש במיחומיים (כל המידות באינצ'ים)

הדרישות בסעיפים א ו- ב אינן רק דרישות לנוחות סטטית אלא גם לנוחות דינמית. הדרישה לחמיכה צדדית למשל בגופו של הנוסע מאפשרת להעלות את ביצועי הרכב מבלי לפגוע בהרגשת הנוחות של הנוסע. מאידך הדרישה לחמיכת עורף החשבה כל כך מטעמי בטיחות (וגם נוחות!) גורמת להפרעה לשדה הראיה של הנוסע, דבר המקשה על הנוסע לצפות את תנאי הנסיעה. לפיכך חשוב שמשענת הגב והעורף תהיה אינדיבידואלית (היא תחפוס חלק קטן יותר מזוית הראיה מאשר משענת כפולה).

הדרישות בסעיפים ב' עד ה' תפקידן ליצור תא הגנה המאפשר לבלום את הנוסע בצורה רכה במסגרת התא. השלמה חשובה לתא זה תהיה חגורת בטחון או אמצעי בלימה אחר (יש לחשוש שחגורת בטחון לא תהיה מעשית).

2. מבנה המושב - מידות קיימות ומומלצות.

(א) סידור מושבים (מנקודת מבט של תחלופה מהירה באוטובוס עירוני)

. מושבים עוקבים כפולים מקשים על תחלופה מהירה.

. מושבים לאורך האוטובוס מחייבים התקנת אמצעי אחיזה כדי לשבת ולקום בקלות ובאופן מבוקר. אמצעי אחיזה אלה ישמשו גם לנוסעים העומדים דבר שיגרום להצטופפות יתר של נוסעים עומדים ליד יושבים (הרגשת אי נוחות של היושבים במיוחד כאשר רומסים את רגליהם).

. מושב עוקב יחיד לרוחב הוא הפתרון האידיאלי הן מנקודת מבט בטיחותית והן מנקודת מבט של תחלופה מהירה.

(ב) מרחק בין מושבים עוקבים.

טבלה 2 - מרחק ברוטו בין מושבים עוקבים
(כולל עובי משענת)

הערות וסימוכין	מידה (מ"מ)	
בצרפת	650	קיים
בהולנד ובנורווגיה	680	
שוויץ, אוסטריה	700	
(1) בשוודיה ואיטליה	720	
בלגיה	730	
אוטובוס אמריקאי בין עירוני Greyhound	850	
בשוויץ (2)	710 מינימום	תקנות
חקן גרמני	700 "	
מידה נטו (לא כולל עובי המושב) לפי תקנות התעבורה הישראלית.	650	
(3) מרחק רצוי לנוחות הנוסע	740 + 750	המלצות

(ג) מרחק בין שני מושבים המופנים זה כלפי זה.

טבלה 3 - מרחק בין שני מושבים המופנים זה כלפי זה, נסו.

ה ע ר ו ת	מידה (מ"מ)	
נדרש בתקן הגרמני (מדוד בגובה 150 מ"מ מעל מישור המושב) לאוטובוס עירוני. אינו מומלץ בכלל לאוטובוס בין עירוני. (4)	1300	תקנה

הערה: בנית מושבים זה כלפי זה נעשית מטעמי ניצול שטח. הסידור אינו נוח (הנוסע אינו צופה את חנאי הנסיעה) ואינו בטיחותי (סכנת פגיעת אדם באדם).

(ד) רוחב מעברים

טבלה 4 - רוחב מעברים נסו.

הערות וסימוכין	מידות לפי סוג האוטובוס (מ"מ)			
	עירוני	בין עירוני	חיוך	
Greyhound Bus	350	350		קיים
בתקן גרמני (לנוסעים בישיבה בלבד)			350 מינימום	תקנה
אוטובוס עירוני (5)			530	המלצות
אוטובוס עירוני, סידורים (6)			600	
סידור של 4 מושבים זוג משמאל וזוג מימין בכוון הנסיעה.			1050	
3 מושבים זוג משמאל ויחיד מימין.			1500	
יחיד משמאל ויחיד מימין זוג מימין בכוון הנסיעה ומושב לאורך בצד שמאל			810	

(ה) רוחב מושב יחיד

טבלה 5 - רוחב מושב יחיד

המידה (מ"מ)	הערות וסימוכין	
450	רוחב מינימלי נדרש בתקן גרמני	חקנות
400	לפי חקנות התעבורה - ישראל	
430 + 450	רוחב קיים בשוויץ אוסטריה, שוודיה, איטליה, גרמניה בלגיה. (1)	קיים
500	רוחב קיים מכסימלי בהולנד. (1)	
400	רוחב קיים מינימלי בצרפת. (1)	

(ו) רוחב מושב כפול

טבלה 6 - רוחב מושב כפול

המידה (מ"מ)	הערות וסימוכין	
975	המלצה לאוטובוס בין עירוני סטנדרטי גרמני. (4)	המלצה
930	אוטובוס עירוני סטנדרטי גרמני (ברוסו)	קיים
860	קיים בבלגיה	
800	קיים בצרפת	
880	קיים בהולנד	
900	קיים בשוויץ, אוסטריה, נורווגיה, גרמניה. (1)	
975	קיים ב-Greyhound Bus	

(ז) עומק מושב.

טבלה 7 - עומק מושב מהקצה עד המשענת

המידה (מ"מ)	הערות וסימוכין	
430	מומלץ ל- Long distance Coach ע"י (5)	המלצות
430 + 455	מומלץ לאוטובוס לפי (6)	
400 + 450	עומק רצוי למושב (לאו דוקא באוטובוס) (7)	
400	מינימום לפי התקן ההולנדי.	חקנים
370	מינימום לפי התקן הגרמני.	
350	מינימום לפי חקנות התעבורה-ישראל.	

(ח) שטח ישיבה

טבלה 8 - שטח ישיבה מוקצה לנוסע (משטח הרצפה)

סימונין (1)	מ ² מינימום	
צרפת, לוקסמבורג, בריטניה, נורווגיה, הולנד	0,26+0,286	תקנוח
אוסטריה, שוויץ, גרמניה, בלגיה.	0,3	
שוודיה, איטליה.	0,315	
מומלץ לפי קונגרס בין לאומי (1)	0,33+0,34	
	0,36+0,37	מומלץ

(ט) גובה המושב

טבלה 9 - גובה המושב (מדוד לקצה הקדמי מהרצפה)

הערות וסימונין	המידה (מ"מ)	
המלצה ל- Long distance coach לפי (5)	405	המלצות
המלצה כללית למושב באוטובוס לפי (6)	380 + 430	
גובה מקסימלי למושב באוטובוס עירוני סטנדרטי גרמני (8)	450	תקנים
מקסימום מותר בחקן הגרמני.	460	
מינימום + מקסימום בחקן הולנדי.	350 + 500	
Greyhound Bus - גובה קיים ב-	425	קיים

(י) שיפוע מישור המושב

טבלה 10 - שיפוע מישור המושב (החלק הקדמי הוא הגבוה)

הערות וסימונין	השיפוע	
המלצה ל- Long distance coach (5)	5°	המלצות
המלצה למושב באוטובוס כלשהו (6)	6 + 7°	
המלצה למושב כלשהו (לאו דוקא באוטובוס)	5 + 7°	

הערה: אם כסוי המושב מחוספס ניתן להקטין את השיפוע.

(יא) שיפוע מסען הגב (ביחס למישור המושב)
 השיפוע 105° לפי המלצות (6) ו-(7).
 כיוונון עד 115° באוטובוס תיור.

(יב) אורך מסען הגב

טבלה 11 - אורך מסען הגב (מדוד החל ממישור המושב)

המידה (מ"מ)	הערות וסימוכין
490	גובה מסען גב באוטובוס עירוני סטנדרטי
510	המלצת (6) ללא מסען ראש.
700	כולל מסען ראש לפי (8), (9) ו-(10) סימוכין (10) נובע ממחקרי U.C.L.A. הניסיוניים על בטיחות הנוסעים במושבים.

(יג) מיסעד רגל ויד (מלפנים)

בסידרה של ניסויים (11) של מתנדבים במושבים
 בחנאי האוטה של 15g, נחברר שכורר ספיגת האנרגיה של
 הרגליים מגיע ל- 55% מסה"כ האנרגיה שיש לספוג מנוסע
 החגור חגורת בטחון סביב מותניו. הכוח האופקי המקסימלי
 שהפעילו הרגליים הגיע ל- 350 ק"ג. מחברר איפוא שניהן
 לנצל את הרגליים לבלימה יעילה של הנוסע. מכון התקנים
 והמכון לבטיחות בדרכים האמריקאיים ממשיכים במחקריהם,
 כאשר אחת המטרות היא לבחון גם את יכולת הבלימה של
 הידיים.

כח הלחיצה של הרגליים תלוי במרחק המיסעד מהמושב
 (בכוון אופקי ואנכי). כדי לקבל מושג על כח זה כפונקציה
 של מיקום המיסעד נעייין בטבלה 12.

טבלה 12 - כח לחיצה סטטי של רגלי אדם על מיסעד

הערות	גובה מתחם למושב (מ")	מרחק מסענה הגב (מ"מ)	כח סטטי
Human engineering (5)	150	890	190
	300	790 + 840	130

מסעמי נוחות מומלץ על ידי (6):

טבלה 13 - מיקום מיסעד הרגל

מרחק המיסעד מקצה המושב (מ"מ)	זווית המיסעד מהמישור האופקי
280 + 330	38 ⁰

יד) משענת יד (צידית)

טבלה 14 - מיקום משענת יד (צידית)

הערות וסימוכין	מידות משענת היד (מ"מ)	
	גובה	אורך
מקביל למושב לפי (12)	180 + 230	
לפי (6) נמדד ממשענת הגב לפי תקן הולנדי.		330 + 450 200 מינימום

טו) חוזק המושב - המלצות מ- (10)

1. המושב חייב לעמוד בעומס של הנוסע בחנאי תאוצה וחאוסה של 30g.
2. כאשר מופעל על משענת הגב סומנט בשיעור 67000 ק"גאס"מ יהיה העוות קדימה מוגבל ל- 30⁰ והעוות אחורה מוגבל ל- 10⁰.
3. כיסוי מסגרת המושב מחתח לריפוד (פרט לאיזור העורף) חייב להיות מחומר בעל משיכות פלסטית גבוהה. רשת מחכת (expended metal) יכולה להוות פתרון זול כאלטרנטיבה לכרית אויר.

טז) רפוד המושב

1. מושב סטטי.
"ריפוד של פוליאורחן מוקצף בעובי $2 + 2/4$ אינץ'
עדיף מבחינה נוחות על מושב המרופד רפוד בעל
תרכובת רגילה של קצף וכותנה" (13).
2. באוטובוס סטנדרטי גרמני מומלץ שילוב של קפיצים
גליים עם שכבת שער-גומי Gummi Hafr ושכבת
של קצף. נסויים של ווינקלהולץ הראו שמושבים כאלו
המתאימים לתנודות בתדירות של 2.5 הרץ מהווים את
הפתרון הטוב ביותר (לפי שעה) בשל הרסון
הגדול שלהם (8).

ג. עמידה

להלן נביא פרטים על המרחב המוקצה לנוסע עומד באוטובוס
אירופי.

1. איזורים אשר לא יוקצו לצרכי עמידה (תקנים גרמני והולנדי)
 - א) איזור שרוחבו קטן מ- 40 ס"מ.
 - ב) איזור שגובהו נמוך מ- 180 ס"מ.
 - ג) שטחים המיועדים לישיבה כולל 30 ס"מ לפני המושבים.
2. שטח סגולי לעמידה.

טבלה 15 - שטח מוקצה לנוסע

הערות וסימוכין	שטח לנסע (מ ²)	
שטח סגולי באוטובוס גרמני	0.1 מינימום	תקנים
שטח סגולי במשטח עמידה שרוחבו עולה על 60 ס"מ - תקן הולנדי	0.14	
שטח סגולי כאשר ניתן להקציב לנוסע 40x40 ס"מ, תקן הולנדי.	0.16	

הערה: בחנאי הארץ יש להקטין עוד יותר את הצפיפות (בעונה הקיץ),

3. גובה עמידה (בין הרצפה לבליטה הנמוכה ביותר שבחקרה)

טבלה 16 - גובה עמידה

הערוח וסימוכין	היור (מ"מ)	בין עירוני (מ"מ)	עירוני (מ"מ)	
המלצה לפי קונגרס בין-לאומי (1)	2100	2100	2100	המלצות
המלצה לסטנדרט גרמני עבור אוטובוס בין עירוני (14)		1950		
אוטובוס היור גרמני קיים	2000			קיים
תקנות התעבורה בישראל			1800	תקנות

הערה: חקרה גבוהה מדי יש לה מגרעות אחדות:

- . הגבהת מרכז הכבד.
- . הקטנת היעילות של אמצעי האחיזה התלויים מחמת לחקרה.

4. אמצעי האחיזה לעומדים.

אמצעי האחיזה האנכיים עדיפים מבחינת נוחות על אלה התלויים מחמת לחקרה (ראה פרק "נוחות קינמטית"). אולם מוט אנכי משמש מפגע בטיחותי ביחוד כאשר הוא קורס, או כאשר אנשים נזרקים אליו.

טבלה 17 - מוטות אחיזה המקובלים בגרמניה

הערוח וסימוכין	דרישה	
תקנות תעבורה - ישראל. באוטובוס גרמני גובה המוטות בחצי גובה בין הרצפה והחקרה.	מוט אחיזה ליד פתחי כניסה ויציאה.	תקנות
אוטובוס עירוני סטנדרטי גרמני, 12 מוטות לאורך תא הנוסעים. הסידור לסירוגין בין ימין ושמאל.	מוטות אחיזה * אנכיים קוטר 35 מ"מ.	
שני מוטות מחמת לחקרה בגובה 1900 מ"מ מעל לריצפה - אוטובוס עירוני סטנדרטי גרמני.	מוטות אחיזה * אופקיים בקוטר 30 מ"מ.	

* מוט בעל קוטר מעל 40 מ"מ קשה לאחיזת יד-אדם.

ד. הרצפה

1. מבנה הרצפה.

יש להמנע ממכשולים על הרצפה ומהבדלי גובה או מדרגות בתוך תא הנוסעים (8).

2. שיפוע הרצפה.

בחנאי הארץ כאשר ישנן ערים עם מורדות ועליות, שיפוע בקטעים מסוימים ברצפה יקשה על הנוסעים. שיפועים אינם מומלצים גם בסטנדרטים הולנדיים וגרמניים אם כי הם מרשים שיפועים שלא יעלו על 6.5% לפי החקן הגרמני ו- 12½% לפי החקן ההולנדי.

3. גובה הרצפה.

טבלה 18 - גובה הרצפה מעל לכביש (מ"מ)

הערות וסימוכין	היור	בין עירוני	עירוני	
המלצות (4) מקסימום לפי קונגרס בין לאומי (1)		875	725+740 725	המלצות
המלצה לפי (15) בין עירוני (14)		890	600	
מרצדס בנץ 0305 אוטובוס איטלקי המהלך בגינואה.			712 670	קיים
אוטובוס Greyhound עד לרצפת המושבים (במצב לא עמוס)	1400			
אוטובוס תיור גרמני.	950 880			

ה. מדרגות

1. דרישות כלליות (חקן הולנדי וסימוכין (5))

- א) המדרגות לא יבלטו החוצה כשהדלת סגורה.
- ב) מקור האורה בסמוך למדרגות (כדי שהנוסע לא יצל על המדרגות בשעה ירידתו).
- ג) המדרגות לא יכוסו בחלקים מהדלת בשעה שהיא סגורה.
- ד) המדרגות חייבות להיות שלימות למלוא רוחבן.

2. גובה ועומק המדרגות

טבלה 19 - גובה ועומק המדרגות (מ"מ)

הערות וסימוכין	עומק	גובה	
גובה רצפה מעל מידה זו מחייב מדרגות (חקן הולנדי).		450	חקנים
גובה מקסימלי של מדרגה מעל לכביש (חקן גרמני).		400	
מדרגה ראשונה (בין עירוני סטנדרטי מדרגה שניה מדרגה שלישית) לפי (14)	320	380	
		255	
		255	
אוטובוס איטלקי עירוני המהלך בגינואה (3)		390 280	קיים
מדרגה ראשונה Greyhound Bus מדרגה שניה מדרגה שלישית (אל פלטפורמת הנהג) מדרגה רביעית לחלק הקדמי של האוטובוס למחלקת הנוסעים.		400 260 250 240 256	קיים
מדרגות באוטובוס תיור גרמני.		390 270 220	קיים
המלצה לפי (15)		300 300	המלצות
המלצת קונגרס בין לאומי (1). לאוטובוס עירוני		350 200 200	

1. דלתות כניסה ויציאה (ראה חרשים 5 - שיטת פתיחה של דלת)

1. מספר הדלתות

טבלה 20 - מספר הדלתות

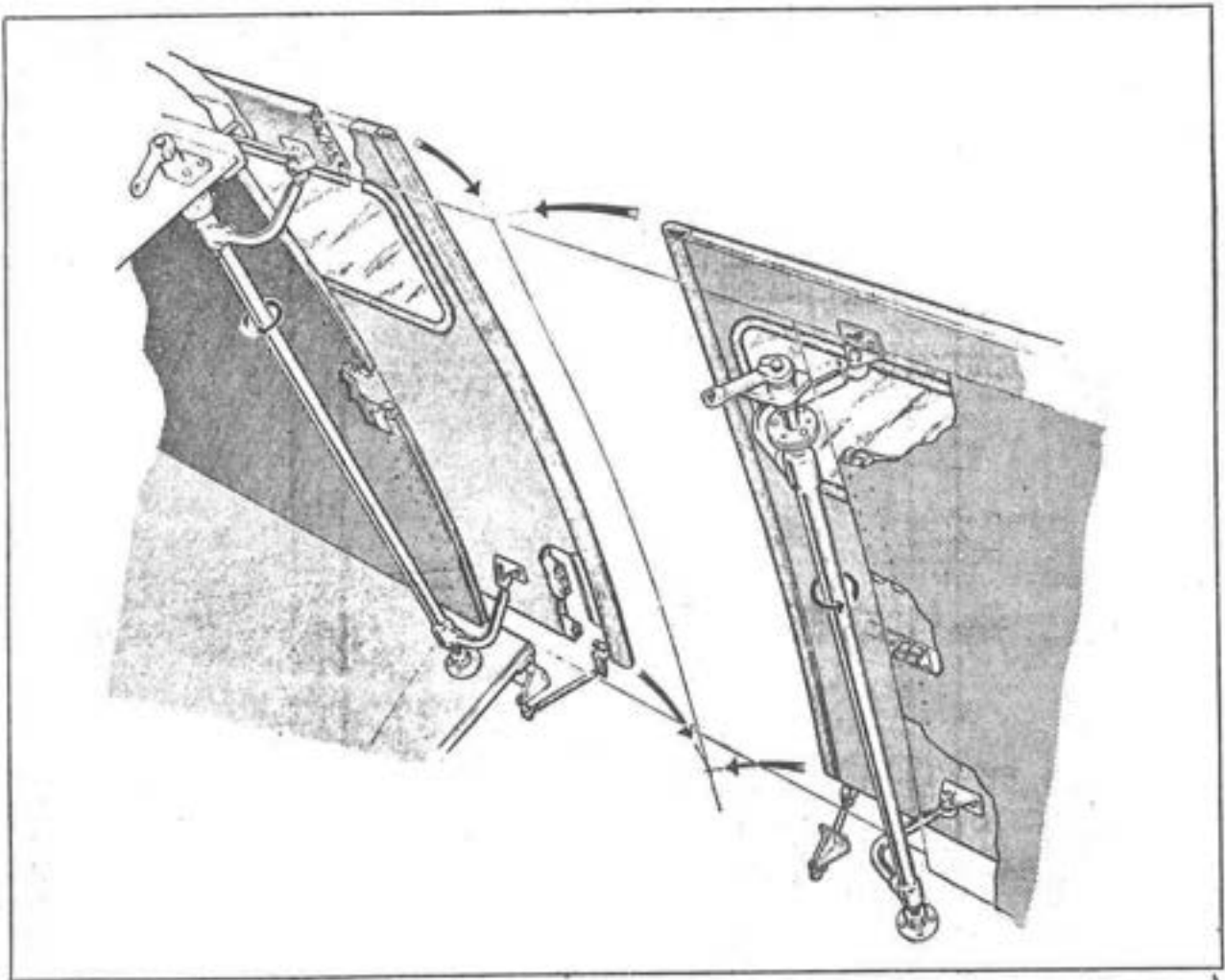
מספר הדלתות	הערות וסימוכין	
3 דלתות: אחת לכניסה ושתיים ליציאה. כניסה ויציאה אחת ברוחב מינימלי של 650 מ"מ. שתי כניסות ויציאות ברוחב מינימלי של 650 מ"מ. אלטרנטיבה כניסה ויציאה אחת משותפת ברוחב מינימלי של 1200 מ"מ.	אוטובוס עירוני (15) עד 26 נוסעים - חקן גרמני לפי החקן הגרמני עבור יותר מ- 26 נוסעים.	חקנים
כניסה ויציאה יחידה ברוחב 650 מ"מ.	אוטובוס Greyhound	קיים

2. רוחב הדלת.

טבלה 21 - רוחב הדלת

מידה (מ"מ)	הערות וסימוכין	
1334	רוחב מומלץ באוטובוס עירוני לפי (11)	המלצה
1240	רוחב דלת קדמית ואחורית באוטובוס סטנדרטי גרמני (3)	חקנים
1100	רוחב דלת סטנדרטית באוטובוס אנגלי (19)	
650	רוחב מינימלי לדלת (חקן גרמני)	
1200	רוחב מינימלי לדלת ברוחב כפול (חקן גרמני)	
600	רוחב מינימלי לפתח כניסה או יציאה "בתקנות העבודה".	
667	רוחב מינימלי של דלת באוטובוס שוויצרי	
1334	לדלת כפולה	

3. גובה דלתות כניסה ויציאה 2050 (אוטובוס סטנדרטי גרמני).



ציור 5 - שיטה של פתיחה דלת

4. כללי.

המלצות לפי (5) ו-(8):

(א) הדלתות בהיפתחן לא תפרענה לנוסעים. קיימות שתי אפשרויות: פתיחה דלתות במשיק לדופן האוטובוס.

פתיחה דלתות במקביל לכוון היציאה (בצורה זו החתכים שנעשה במדרגה השניה מסתי צידיה הם מינימליים).

(ב) כאשר בשעת סגירה נחקלת הדלת בהתנגדות 5+10 ק"ג היא נפתחת.

(ג) במסמכי המגע של הדלתות - פרופיל מגומי, רוחב הפרופיל כ- 80 מ"מ.

(ד) הנהג יכול לנסוע רק זמן מה לאחר סגירת כל הדלתות לאחר קבלת סיגנל חזותי וקולי.

ז. פתחי חירום

1. דרישות כלליות.

פתחי חירום חייבים לשמש לחילוץ כאשר אין אפשרות להשתמש בפתחי השירות, במיוחד כאשר האוטובוס הפוך על צידו הימני. הדרישה המרכזית מפתחי חירום היא שעליהם להפתח בקלות מבפנים ומבחוץ אפילו בתנאי שלד הא נוסעים מעוות ושאת שמשותיהם ניתן יהיה להרחיק בקלות.

לפי תקנות התעבורה הגרמניות § 35 f Stuzo יכול חלון שמידותיו 1200 x 430 מ"מ לשמש כפתח חירום כפול. כמו כן רצוי שתקבע בדופן השמאלית דלת שרוחבה 430 מ"מ לפחות.

2. מספר פתחי חירום.

טבלה 22 - מספר פתחי חירום

	מספר פתחי חירום	עבור מספר נוסעים
תקנות	1	עד 26 נוסעים
	2	27 + 50 נוסעים
	3	51 + 80 נוסעים
	4	מעל 80 נוסעים
המלצה	4	באוטובוס ילדים. ממסקנות מחקר U.C.L.A. על אוטובוס ילדים (16) עבור כ- 50 ילדים.

ח. ח ל ו נ ו ת

1. כללי

- (א) השמשות תהיינה בטיחותיות בהתאם לתקנים בין-לאומיים.
(ב) חלונות מוזזים אופקית עדיפים על חלונות מועלים ומורדים (מבחינה בטיחותית).

2. גובה אדן החלון

טבלה 23 - גובה אדן החלון מהרצפה

הערות וסימוכין	גובה במ"מ		
	בין עירוני	עירוני	
בגרמניה (8), (14) בגרמניה (8)	750	900	אוטובוסים סטנדרטיים

3. גובה מסקוף החלון

טבלה 24 - גובה מסקוף החלון מהרצפה

הערות וסימוכין	גובה במ"מ		
	בין עירוני	עירוני	
בגרמניה (8) בגרמניה (14)	1750 1650		קיים
המלצה לאוטובוס סטנדרטי גרמני (8).		1900	מומלץ כחקן
המלצה בין לאומית (1)	1800	1800	

4. מידות החלון.

המלצה למידות חלון: 1334×916 מ"מ באוטובוס סטנדרטי עירוני גרמני (8).

ט. תאורה פנימית

1. סוג התאורה

מקובלים 3 סוגים של תאורה באוטובוסים:

. תאורת חוט להט

. תאורה פלואורסנטית

. נורה כחולה לתאורה לילית (באוטובוס Greyhound)

לתאורה פלואורסנטית יש עדיפות כלכלית ברורה על תאורת חוט להט.

2. עוצמת התאורה

לפי דרישות בינלאומיות העוצמה הדרושה היא 80 lux.

טבלה 25 - תאורה מקובלת

מקור	סידור התאורה וסוג התאורה
אוטובוס סטנדרטי גרמני	(1) 16 מנורות כוללות 2 נורות כל אחת 640 כ"ס וואט. (2) 4 נורות פלואורסנטיות 80 כ"ס וואט.
חקן הולנדי	עוצמת דרושה בוואטים לכל נוסע 11 ואט בתאורת חוט להט. בתאורת חוט להט נקודת התאורה לכל 10 נוסעים בתאורת נורות גז נקודת התאורה לכל 20 נוסעים מאחורי הנהג מחיצה לבליעת אור, כללית, התאורה לא תכוון לעיני הנהג.
Greyhound Bus	(1) תאורה כללית. 16 מנורות כל מנורה שתי נורות אחת לבנה - הספק 5 וואט אחת כחולה - הספק 3 וואט. (2) תאורה אינדיבידואלית - ניתנת לוויסות ולכוונון. 23 נורות.

י. מיזוג אויר ואיורור (ראה חרשים 6 - מיזוג אויר באוטובוס)

1. כללי

מערכת מיזוג אויר היא מערכת המסוגלת לווסת את כל הגורמים שיש להם השפעה על הנוחות של בן אנוש, גורמים אלה הם:

- . טריות האויר
- . נקיון האויר
- . מהירות האויר בסביבת הנוסע.
- . טמפרטורה
- . לחות

על ידי איורור בלבד ניתן לשלוט על שלשת הגורמים הראשונים בלבד. לפרקי זמן קצרים יכולה מערכת איורור לספק את דרישות הנוחות של הנוסע בחקופת הקיץ. ברם, לפרקי זמן ארוכים (אוטובוסים בין עירוני ותיור) יש צורך במערכת מיזוג אויר מלאה.

בחקופת החורף, הרגשת הקור מוחשית לנוסע יותר מהסכנה של אויר מעופש. הנוסעים סוגרים איפא את חלונות האיורור. כדי למנוע מחנק יש לספק לתא הנוסעים אויר טרי נקי ומחומם. באוטובוס אשר מותקנה בו מערכת מיזוג אויר, החימום נעשה באמצעות מערכת זאת.

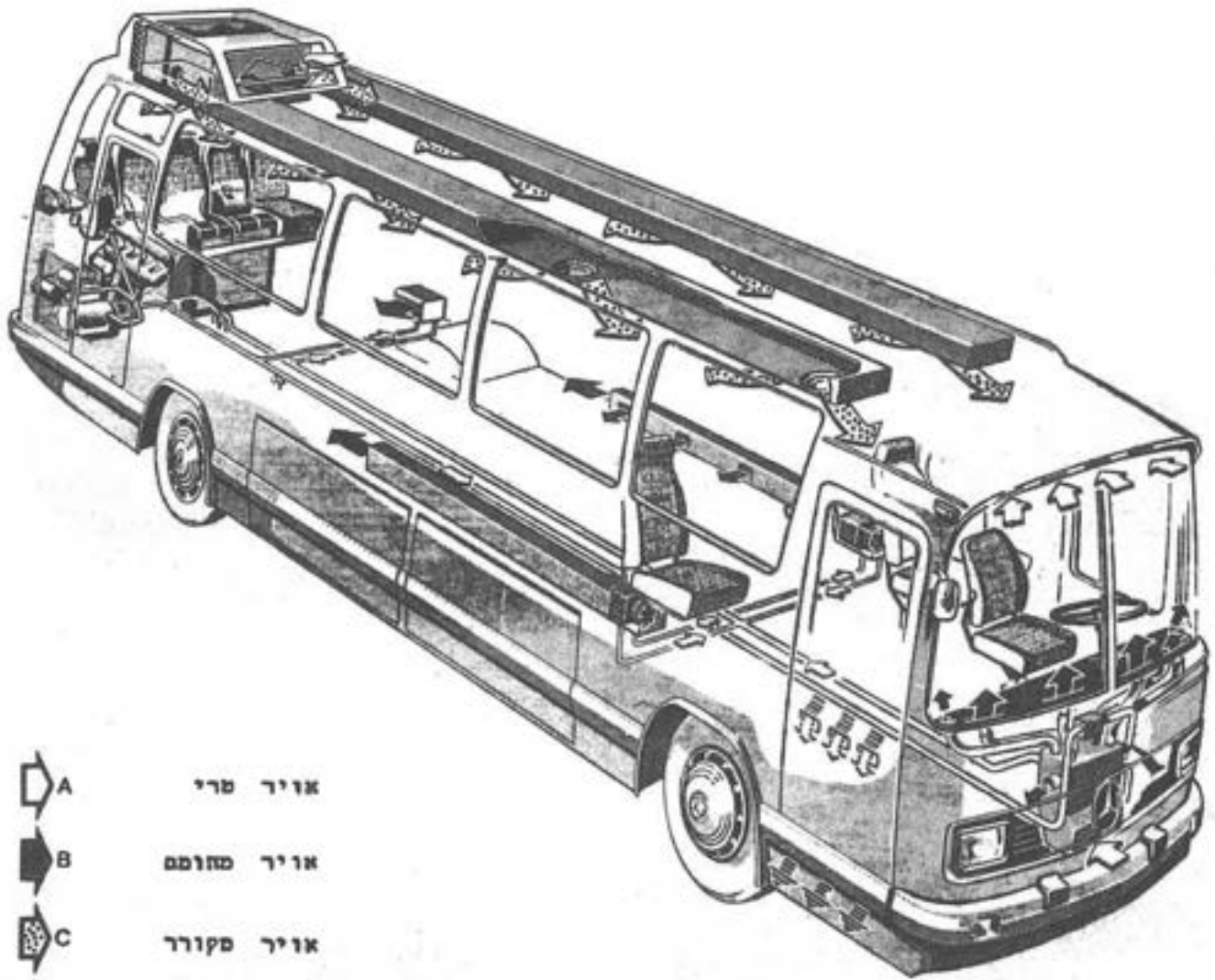
להלן נביא נתונים והמלצות על הגורמים השונים במערכת מיזוג אויר כאשר שלושת הסעיפים הראשונים מתייחסים גם לאיורור.

2. מהירות האויר

מהירות האויר לא תעלה על הערכים הבאים:

טבלה 26 - מהירות האויר בפני הנוסע (סקסימום)

מהירות האויר (מטר/שניה)	טמפרטורה (°C)
0,14	20°
0,25	22°
0,37	24°
0,5	26°



- A  אויר טרי
- B  אויר מזומם
- C  אויר מקורר
- D  איורור
- E  אויר נסנק

צור 6 - דובמא למיוזב אויר באוטובוס חיור

3. ספיקת אויר

טבלה 27 - יחס בין הספקת אויר חיצוני לכמות האויר במערכת המיזוג.

באוטובוס	יחס	
	אויר פנימי	אויר חיצוני
אוטובוס מרצדס דגם 0302 בשעה נסיעה.	1	1
בשעה עמידה.	2	1
Greyhound ארה"ב	1	0,2

טבלה 28 - כמות אויר נדרשת

הערה וסימוכין	כמות לנוסע (מ ³ /שעה)
כדי לא לעלות על ריכוז $CO_2 = 0,15\%$ (18)	12
כדי לשמור על ריכוז CO_2 נמוך יותר (18)	15
כמות נמוכה מזאת גורמת להרגשה אי נוחה רבה (19)	20
מקנה הרגשת נוחה (19)	100
המלצת בי"ח Siroco בצרפת המרכיב 4 מאווררים המספקים כמות זאת באופן קבוע.	33
לפי Automobile engineer (20)	60
ספיקת מערכת מיזוג האויר של אוטובוס Greyhound	90
כמות אויר טרי מחומם הדרושה לפי (20)	15
האוטובוס הלאומי של Leyland כמות אויר מחומם. (21)	24

4. סירקולציה של אויר.

המטרה: למנוע קיום כיסי אויר עומד ולהגיע לפילוג שווה יותר של הנועת אויר בחוך חא הנוסעים. ניתן לעשות זאת בשני אמצעים: פתחי אספקת האויר יהיו רבים ככל האפשר ושטחם הכולל יהיה מקסימלי.

במערכת מיזוג אויר הזרמת אויר קר מלמטה למעלה יוצרת ערבוב טוב יותר.

5. ויסות טמפרטורה ולחות בתוך האוטובוס.

(א) הפרשי טמפרטורות בין פנים האוטובוס והסביבה החיצונית.

טבלה 29 - הפרש טמפ. מקסימלי בין פנים תא הנוסעים לסביבה החיצונית החמה.

הפרש טמפרטורה מקסימלי	הערות וסימוכין
5 + 7	דרישה רפואית לפי (12)
6 + 7	מקובל באירופה לפי (18)
10	מקובל בארה"ב.

טבלה 30 - טמפרטורות מומלצות בחור תא הנוסעים

הערות וסימוכין	טמפרטורה בחור תא הנוסעים (°C)	טמפרטורת הסביבה (°C)
לפי (18)	22°	עד 20°
	23°	25°
	25°	30°
	26°	32°

(ב) אחידות הטמפרטורה באוטובוס (18)

הפרש הטמפרטורה בין שתי נקודות בגוף האדם לא יעלה על 1.50C. כדי להימנע מהפרש בשיעור גדול מזה אסור שהפרש הטמפרטורה האנכי באוטובוס יעלה על 30C. המדידה נעשית בגובה 50 ס"מ ו- 120 ס"מ מעל הרצפה.

(ג) לחות יחסית בפנים בתלוח טמפ. הסביבה החיצונית.

טבלה 31 - לחות יחסית

לחות יחסית בפנים	טמפ. הסביבה (°C)
0.35 + 0.65	25°
0.35 + 0.60	30°
0.5 + 0.55	32°

6. הערות.

- (א) רצוי שהאוויר הבא מבחוץ באמצעות מערכת האוורור יעבור דרך מסנן אבק.
- (ב) מערכת מיזוג האוויר חייבת לכלול גם אלמנטים של סינון האוויר מעשן סיגריות מאחר שבחלקו האוויר מוחזר פנימה.
- (ג) זכוכית בטיחות כהה (Tinted glass) מצמצמת את השפעת החימום הישיר של השמש, דבר שמקל על מערכות מיזוג האוויר.
- (ד) הספק החימום הדרוש באוטובוסים בארץ בעונה הקור קטנה בהרבה ממה שדרוש באירופה: שם דרושים שני מחממים בעלי כושר חימום כולל של 10000 K cal כאשר טמפרטורת הסביבה 0°C (12). באוטובוס הלאומי של Leyland יש מערכת חימום המסוגלת לספק 15000 קילו/קלוריות לשעה להפרש טמפרטורות של 55°C (21). בתנאי הארץ $1/3$ מיכולת זאת תספיק.

יא. מרחב מטען

1. נושאי חפצים בפנים.

נושאי חפצים הם אחד המקורות לקיום עצמים בולטים וחדים המסוכנים בשעת תאונה. לפיכך מומלץ לעשותם בצורה גמישה ועגולה ולהמנע מבליטות חדות.

מידה נושאי חפצים:

גובה (סמ')	עומק (סמ')	אורך (סמ')	נפח (מק')
150	55	10 מכל צד	3

לפי החקן ההולנדי גובה מומלץ 165 ס"מ. מימדי נושאי החפצים באוטובוס Greyhound האמריקאי הינם:

2. מרחב נפרד למטען.

טבלה 32 - מרחב למטען חיצוני

הערות וסימוכין	מרחב סגולי (מ ³ /נוסע)	מרחב מטען (מ ³)
אוטובוס היור גרמני רגיל	0.11	5.3
Mercedes 0302 אוטובוס היור מדגם	0.127	6.6
Greyhound אוטובוס אמריקאי	0.245	11.6

י.ב. נוחות קינמטית (תאוצות ושינויי תאוצות בכוון אורכי ורוחבי)

פרק זה דן בהשפעת התאוצות והתאוסות בכוון הנסיעה ובכוון הרדיאלי בסבובים על הרגשת הנוחות של הנוסעים. הפרק מבוסס על דוח שנכתב עבור משרד התחבורה האמריקאי (23) ואשר מסכם את המחקרים שנעשו בנושא עד לשנת 1970.

בטבלה הבאה מסוכמים מחקרים אלה:

טבלה 33 - תאוצות ותאוסות - גבולות נוחות

הרכב	מצב הנוסעים	תאוצה	שינוי תאוצה
<u>תחילת נסיעה</u>			
חשמלית	ישיבה - עמידה	0.12	
רכבת חשמלית	ישיבה - עמידה	0.11	
רכבת חשמלית	ישיבה בלבד	0.15	
מכונית מעבדה	עמידה ללא אחיזה	0.09 (א)	
	עמידה עם אחיזה מוט מעל הראש	0.23 (ב)	
	עמידה עם אחיזה מוט אנכי	0.27 (ב)	
מכונית פרטית	ישיבה	0.26	
<u>בלימה</u>			
חשמלית	מעורב יושבים ועומדים	0.12	
רכבת חשמלית	מעורב יושבים ועומדים	0.11	
רכבת חשמלית	ישיבה בלבד	0.13-0.15	0.30
רכבת חשמלית	עמידה	0.11	0.12
רכבת חשמלית	ישיבה בלבד	0.11 (ג)	0.09
רכבת חשמלית	עמידה בלבד	0.09 (ג)	0.06
מכונית	ישיבה	0.26	
<u>סבובים</u> (תאוצה צדדית)			
רכבת מונעת קיטור	ישיבה	0.06	0.04
רכבת מונעת דיזל	ישיבה	0.10	0.3
רכבת חשמלית	ישיבה	0.22 (ג)	0.07
מכונית פרטית	ישיבה	0.068-0.236 (ד)	

הערות א, ב, ג ו- ד מעבר לדף.

- (א) שווי המשקל נשמר ב- 90% מהמבחנים.
- (ב) תאוצה ממוצעת מושגת לפני איבוד שווי המשקל.
- (ג) נוח עבור 90% מהנוסעים.
- (ד) ערך זה נבחר ע"י נהג המכונית הפרטית. הערך משתנה בין אוכלוסיות גברים ונשים במיוחד עם גדול מהירות הסיבוב.

קיימים ארבעה גורמים המשפיעים על הרגשת הנוחות של הנוסע הממוצע.

1. שיעור התאוצה.
2. אופיין שינוי התאוצה.
3. מצבו של הנוסע ויכולת האחיזה שלו.
4. צפיית תנאי הדרך ע"י הנוסע (שדה ראייה)

המחקרים המצויינים בדו"ח אינם קובעים קשר חד משמעי בין ארבעה גורמים אלה לבין רמת הנוחות המקובלת על אוכלוסיה של אנשים. אולם, לכל הפחות, הם יכלו להצביע על מספר עובדות:

- (א) תאוצה וקצב שינוי תאוצה בשעה הפסקה בלימה משפיעים באופן ניכר על הרגשת הנוחות. קצב שינוי תאוצה בתחילת בלימה משפיע באופן מועט על הרגשת הנוחות.
- (ב) הסבילות לבלימה ולקצבי שינוי תאוצה (Jerk) גדלה בתנאי ישיבה וצפיפות וקטנה בתנאי עמידה.
- (ג) עמוד אנכי הוא אמצעי האחיזה הנוח ביותר לנוסע העומד.
- (ד) קיים ערך של קצב שינוי תאוצה אופטימלי שהוא הנוח ביותר. ערך זה הוא לאו דוקא נמוך. (2מטר/שנ. 3³ עדיף על 0.08 מטר/שנ. 3³). הקצב האופטימלי לא נקבע.
- (ה) גורמים 3 ו-4 בולטים כאשר עושים השוואה בין הנוחות כפונקציה של התאוצה בין מכונית פרטית ורכבת.

יג. נוחות דינמית (רעידות על המושב)

1. אופי התנודה - רקע.
הרגשת הנוחות של אדם הנתון חחת תנודות תלויה במספר אופיינים של התנודה:
 - . רמת התנודה - אמפליטודה.
 - . תאוצה מקסימלית של התנודה (אמפליטודת התאוצה).
 - . תדירות התנודה.

- בציור מס. 7 מחואר היחס בין חדירות התנודה והאמפליטודה עבור רמות נוחות מוגדרות כאשר המספור מ-0 עד 5 מתאר את רמת הנוחות:
- 0-בלתי מורגש
 - 2-מורגש אך עדיין נוח
 - 4-לא נוח
 - 5-מאד לא נוח.

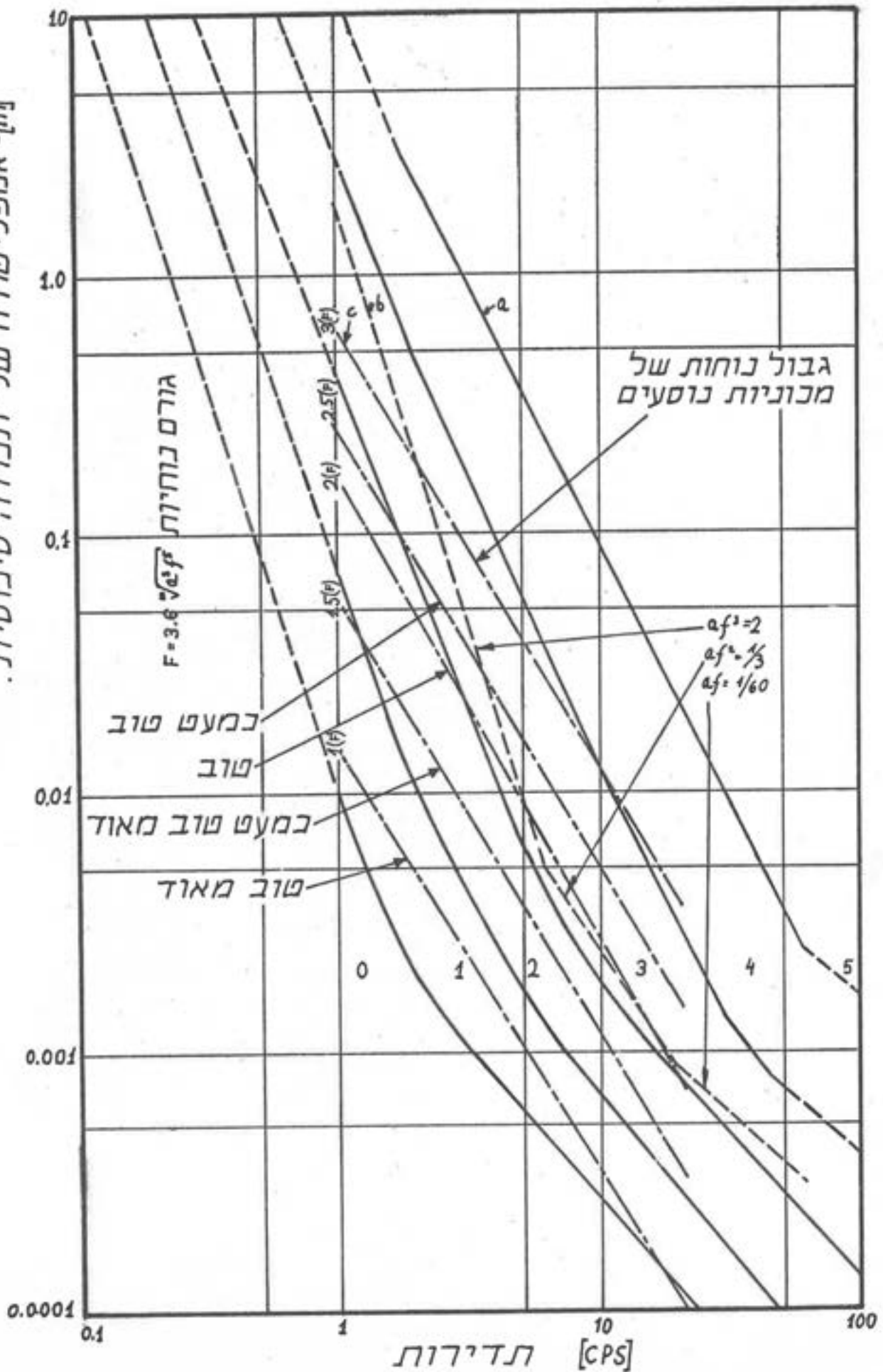
בגוף הציור מופיעה נוסחה המתארת את גורם הנוחות בנסיעה (Ride factor) כפונקציה של האמפליטודה וחדירות התנודה, מנוסחה אמפירית זאת ניתן ללמוד שהגדלת החדירות משפיעה הרבה יותר על ירידה רמת הנוחות מאשר הגדלת האמפליטודה. התגובה של אדם יושב לתנודות אנכיות הרמוניות מתוארת בציור 8 כפונקציה של התאוצה האנכית וחדירות התנודה. מציור זה לומדים שרגישות האדם לתנודה היא מקסימלית בין החדירויות 4 - 6 הרץ.

כללית רגישות האדם לתנודות תלויה במבנה גופו. מאחר שגוף האדם ניתן להתאור כמערכת מסות, מרסנים וקפיצים, יש לצפות למספר חדירויות טבעיות בין חלקי הגוף השונים. חדירויות אלו משתנות בהתאם למצבו הסטטי של האדם (אופן ישיבתו או עמידתו) ובמידה מועטת בין אדם לאדם.

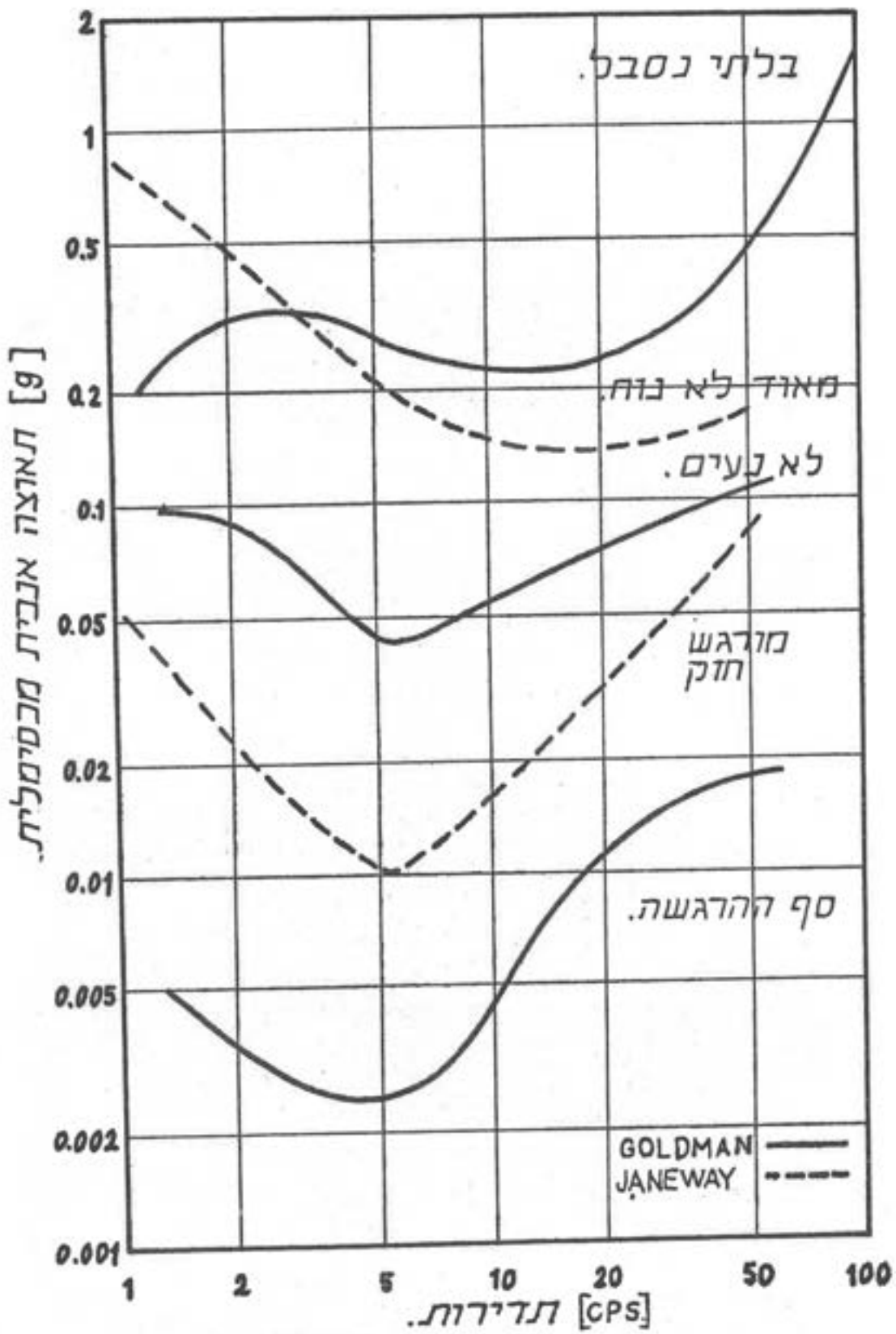
אם נגדיר את המושג הגברה כמתאר את היחס בין אמפליטודת התנודה של הנוסע לבין אמפליטודת התנודה המאלצת של הרצפה ונבדוק מה היא ההגברה של כל איבר ואיבר אנו נגיע למסקנות הבאות:

- (א) ההגברה של איברי אדם עומד קטנה בהרבה משל אברי אדם יושב. (בתנודות אנכיות ואופקיות).
- (ב) התנודה הולכת ומתרסנת ככל שהאיבר הנמדד גבוה יותר (ריסון עצמי בגוף האדם).
- (ג) ההגברה קטנה עם עליה החדירות.
- (ד) קימות מספר חדירויות, אשר בהן יש לאופיין ההגברה מקסימום. הדבר כרוך בתדירויות התהודה של חלקי הגוף השונים. ראה טבלה 34.

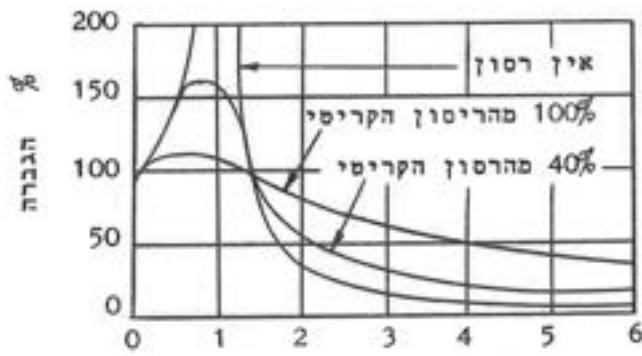
[ח] - אמפליטודה של תנודה סינוסית.



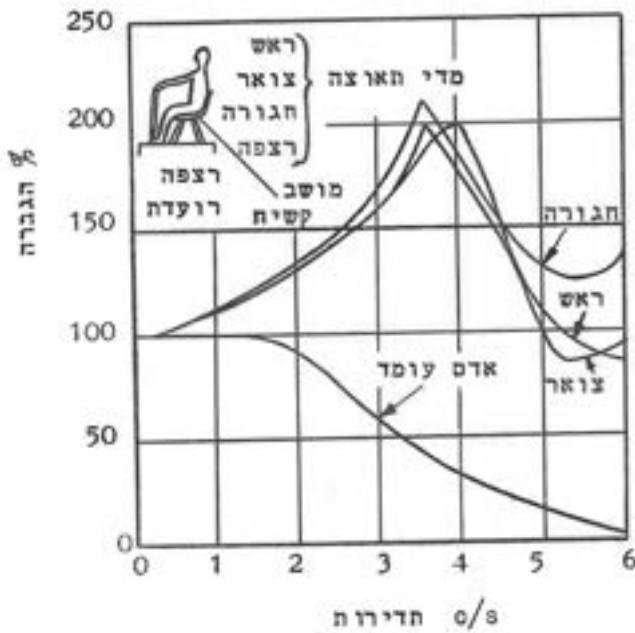
ציור 7 - היחס בין חדירות של חנודה והאמפליטודה עבור רמה נוחות מוגדרת.



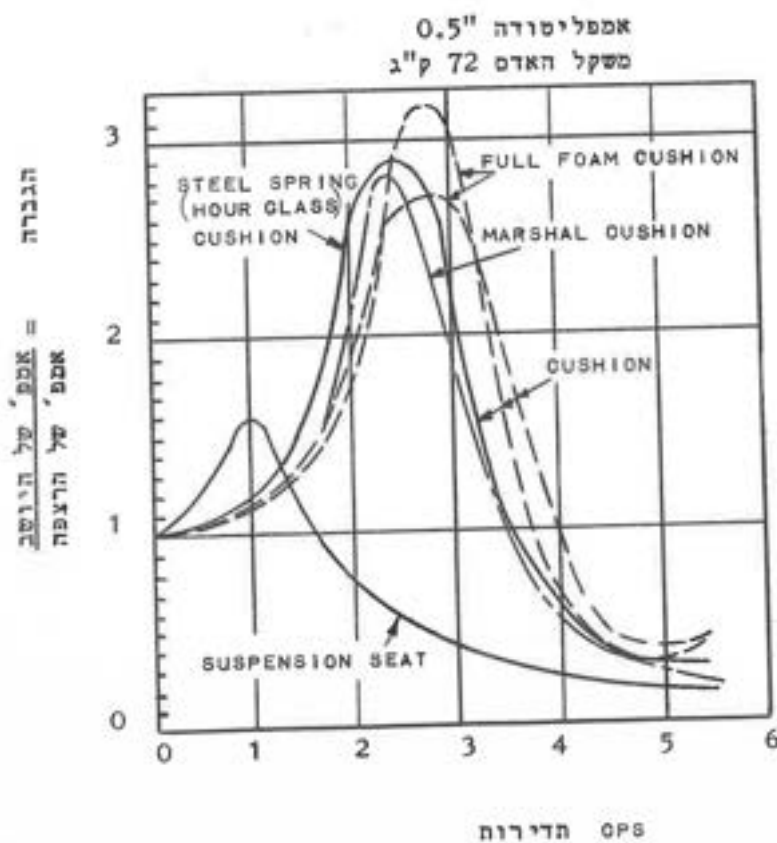
ציור 8 - חגובות סוביקטיביות של אדם יושב לחנודות הרטוניות, כפונקציה של התדירות.



ציור 9 - יחס של תדירות הרכב לתדירות הטבעית של המושב.



ציור 10 - האוצה חלקי גופו של אדם בחלות בתדירות התנודה.



ציור 11 - הגברה המושב.

טבלה 34 - תדירות תהודה עצמיות של אדם

י ד	אופקי		אנכי		תדירות תהודה
	עומד	יושב	עומד	יושב	
		+			1.5
	+	+			2
	+				3
+					2 + 4
				+	4 + 6
			+		5 + 7
			+	+	10 + 14
			+	+	20 + 30
+					30 + 40
			+	+	60 + 90

2. ריסון התנודה

אופי התנודה של רצפת הרכב חלוי במבנה המתלה שלו (כולל הצמיגים) ובכביש עליו הוא נוסע. המתלה איננו מעביר את תנודות הכביש לגוף הרכב כמות שהן. הוא מחליש את הגבוהות ומגביר את הנמוכות הקרובות לתדירויות התהודה של המתלה. לטובת הנוסע העומד יש צורך להנמיך את תדירויות התהודה של מתלה הרכב. מערכת המושב לעומת זאת חייבת להיות בעלת תדירות תהודה קטנה ככל האפשר ביחס לתדירות התהודה של המתלה (ראה ציור 9). אולם קיימות כמובן מגבלות מעשיות לגבי הגבול שאליו אפשר להוריד את התדירות הטבעית (התהודה) של מערכת המושב. מאידך כאשר הרכב נוסע בדרך משובשת, המתלה מעביר לרצפת הרכב תנודות בעלות תדירויות נמוכות ואמפליטודות גבוהות. במצב זה מוגברת התנודה של מערכת המושב (כולל האדם היושב על המושב) באופן ניכר. והנוסע עלול לסבול מכך. לפיכך כדי לענות על שתי דרישות מנוגדות, שואפים למערכת מושב אופטימלית אשר תדירות התהודה שלה משתנה. כאשר האמפליטודות של תנודות הרצפה קטנות תדירות התהודה של מערכת המושב נמוכה, כאשר האמפליטודות גבוהות עולה תדירות התהודה על המושב ואז ההגברה היא 1. מערכת העונה על דרישה זאת הינה יקרה ולפיכך יהיה זה יקר להרכיב מושבים מסוג זה לכל הנוסעים. על כל פנים זאת היא הדרישה מהמושב האופטימלי. (ראה ציור 10 - השואה בין אדם יושב על כסא קשיח ואדם עומד וציור 11 - סוגי מושבים שונים).

י.ד. גורמי נוחות ובטיחות - נוספים

1. אות 'עצור' יהיה בטווח ידו של כל נוסע (יושב או עומד).
אות 'העצור' יופיע לפני הנהג והנוסעים באופן חזותי וקולי.
2. שלטי הדרכה והזהרה במסגרות ובצבעים מתאימים יותקנו בחוף האוטובוס ומחוץ לו. (ראה רשימה של 15 שלטים מקובלים באוטובוס סטנדרטי גרמני).
3. האסטטיות של האוטובוס יכולה לתרום למצב רוחו של הנוסע ראה מחקרים (25) (26) ובאופן מקוצר (19).

טו. ש י ל ט

1. יציאה.
2. אין יציאה.
3. יציאה לשעת חירום.
4. פטיש לשעת חירום (לשבירת השמשה).
5. ידיה לשעת חירום, לסובב למצב חירום, ולפתוח הדלת ביד.
6. מקום לעגלה תינוק.
7. מקום שמור לנכים.
8. היציאה בדלת האמצעית.
9. נא להכנס פנימה.
10. נא היאחז חזק.
11. אסור לעשן.
12. נא לא לדבר עם הנהג בשעת הנסיעה.
13. בשעת חירום לשבור השמשה ולפתוח המנעול.
14. ציון יעד הנסיעה: בחוץ - בחזית ובצד ימין של האוטובוס בפנים - בחזית.

סיכום הסקר

המושגים של נוחות ובטיחות אינם ניתנים להגדרה מדויקת וחד משמעית. הם משתנים ממקום למקום, עם הזמן ומאדם לאדם. יתר על כן, רגישותו ויחסו של אדם לנוחות ובטיחות משתנים לפי רמת צפיותו (הצפיה לנוחות ובטיחות ברכב צבאי פחותה מאשר באוטובוס תיור).

המתכנן פועל לפי קריטריונים כלליים של נוחות ובטיחות שאליהם יש לשאוף, אך הוא חייב להתאימם למסגרת הנקבעת ע"י המחיר. המחיר המוקצב לא קובע רק את רמת הנוחות והבטיחות בדגם מסוים, אלא מגביל את מספר הדגמים, דבר זה מחייב את המתכנן לבנות דגם ורסטילי המתאים לתנאים שונים.

קושי נוסף העומד בפני המתכנן הוא קביעת סדר העדיפות של גורמי הנוחות והבטיחות לאור הסחירות הרבות הקיימות ביניהם, כגון:

- . ריבוי פתחים ושטח חלונות מחליש את המרכב.
- . ריבוי אמצעי אחיזה - סכנה בשעת חאונה.
- . משענת גב גבוהה - מגבילה את שדה הראיה.
- . בגובה רצפה נתון, מה עדיף - מספר רב של מדרגות נמוכות או מספר קטן של גבוהות?
- . רוחב מושב כנגד רוחב מעבר.

קיים גם קושי בהחמת התכנון לצרכים של אנשים בעלי חכונות פיזיות קיצוניות. במיוחד אמור הדבר לגבי זקנים וילדים.

בכך מוסבר הפיזור הקיים בספרות. יכולתו של המתכנן הישפט לפי הצלחתו להגיע לאופטימום המתאים לתנאי המקום ויעוד האוטובוס.

- (1) 38 the international Congress, London 1969
- (2) Automobile Revue, Heft 30, Bern Switzerland.
- (3) Verkehr und Technick, 1965, S. 168 + 170.
- (4) Automobiltechnisches Handbuch (2) Band.
- (5) Automotive design engineering, July 1965.
- (6) Human engineering - Ernest J. McCormick P. 356 + 8.
- (7) Ergonomics Vol. 12 No. 2, P. 120 + 131.
- (8) Verkehr und Technick, 1968 Sonderheft "Ommibus"
- (9) S.A.E. Journal No. 67 (P 62 + 9)
- (10) S.A.E. Journal 1970, vol 78 N. 6
- (11) S.A.E. Journal February 1970 , vol 78 N.2
- (12) Humain engineering guide- wesley E. Woodson, U.C press.
- (13) S.A.E. 670043: The Truck seating Art-its state and futur.
- (14) Lastauto Ommibus stuttgart Sept. 1969.
- (15) Safety characteristics of city-Bus, Santiago Estrade.
- (16) School Bus passenger protection SAE 670040
- (17) Bus and coach , January 1968
- (18) A.T.Z. 70 (1968) 2 S 62 + 65
- (19) Humain factors in aircraft interior design - christopher L. LAIR S.A.E. 700234.
- (20) Automobile engineer's reference book A.J. COKER.
- (21) Automotive design engineering , October 1970.
- (22) Lastauto Ommibus, April 1968.
- (23) Acceleration and comfort in public ground transportation, J.W. GEBHARD FEB 1970 TPROOZ.
- (24) הכנון כסא נהג, א. קרסני 1970.
- (25) Designing for people H Dreyfuss, New-York paragrahic books 1967.
- (26) The use of color in Interiors New-York Mc Graw-Hill book