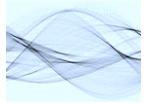


**השוואת הקריטריון של
תקינות ערך הבידוד האקוסטי
לקול נישא באוויר וקול הולם
עבור בדיקות באתר לדירות מגורים
(ת"י 1004 חלק 1)**

לקריטריון במדינות אחרות.

מנחם אב תש"פ

מאת: מיכאל זלבה, BSc



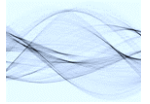
תוכן עניינים

פרק א- מבוא 3

פרק ב- הקריטריונים $L'_{n,w}$ ו R'_{w} באירופה לעומת ישראל. 4

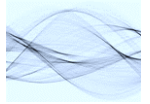
פרק ג- מידת שביעות רצון ציבורית מהקריטריון האקוסטי. 7

פרק ד- סיכום 9



פרק א - מבוא

- א. מסמך זה משווה את הקריטריון לתקינות ערך הבידוד האקוסטי לקול נישא באוויר וקול הולם עבור בדיקות באתר לדירות מגורים לקריטריון המקביל במדינות אחרות.
- ב. **נסכם בקצרה. הקריטריון בתקינה הישראלית לאיכות הבידוד האקוסטי לקול נישא באוויר וקול הולם הינו בין הגרועים ביותר ביחס לתקינה העולמית.**
- ג. התקן הקובע את הקריטריון לתקינות הבידוד האקוסטי הינו ת"י 1004 חלק 1, אוקטובר 2014, אקוסטיקה בבנייני מגורים: בידוד אקוסטי של קירות ותקרות (רצפות) שבין חללי דירה ליתר חלל הבניין- דרישות ושיטות לחישוב.
- ד. הפרמטרים להשוואה:
1. ערך המדד המשוקלל להפחתת הקול הנישא באוויר שנמדד בתנאי שטח הכוללים מעברי איגוף. פרמטר הייחוס הינו ערך $R'w(\text{dB})$ -מדד הפחתת הקול הנישא באוויר לרבות מעברי איגוף.
 2. ערך המדד המנורמל והמשוקלל של מפלס לחץ הקול ההולם לרבות מעברי איגוף הנמדד באתר בפסי שליש אוקטבה. פרמטר הייחוס הינו ערך $L'_{n,w}(\text{dB})$ מדד הקול ההולם לרבות מעברי איגוף.
- ה. הקריטריון לעמידת הבידוד האקוסטי בת"י 1004 חלק 1 (טבלה 1 בתקן) הינו:
1. עבור קול נישא באוויר, הקריטריון לתקינות הינה קבלת ערך $R'w(\text{dB}) \geq 48\text{dB}$, כאשר מדובר על המקרה הנפוץ של קיר משותף בין דירות. ההפרדה האקוסטית טובה יותר ככל כשהערך $R'w(\text{dB})$ גבוה.
 2. עבור קול הולם, הקריטריון לתקינות הינה קבלת ערך $L'_{n,w}(\text{dB}) \leq 62$, כאשר מדובר על המקרה הנפוץ של רצפות בין קומות של דירות נפרדות. ההפרדה האקוסטית טובה יותר ככל שהערך $L'_{n,w}(\text{dB})$ נמוך.
- ו. תקני ביצוע המדידות:
1. עבור קול נישא באוויר המדידה באתר נערכת בהתאם לת"י 1034 חלק 4 מ דצמבר 2012, אשר הינו למעשה ISO140-4 מ 1998. ניתוח הערכים הנמדדים וביצוע החישוב הינו בהתאם לת"י 985 חלק 1 ממרץ 2014, והמבוסס על ISO717-1
 2. עבור קול הולם המדידה באתר נערכת בהתאם לת"י 1034 חלק 7 מ דצמבר 2012, אשר הינו למעשה ISO140-7 מ 1998. ניתוח הערכים הנמדדים וביצוע החישוב הינו בהתאם לת"י 985 חלק 2 ממרץ 2014, והמבוסס על ISO717-2
 3. מדידת זמן ההידהוד הינה בתאם ל ISO3382-2.
 - ז. יש להעיר כי התקנים ISO140-4, ISO140-7, למעשה כבר בוטלו והוחלפו ב ISO-16283.



פרק ב- הקריטריונים $R'w$ ו $L'_{n,w}$ לביטוי ערכי בידוד אקוסטיים, באירופה לעומת ישראל.

ח. על פי סקר תקינה אקוסטית השוואתי שפורסם במאמר BNAM2018.Baltic Nordic Acoustic Building acoustic regulations in Europe – Brief history and actual situation, Meeting April 2018

נכון לינואר 2018, הקריטריונים $R'w$ ו $L'_{n,w}$ לביטוי ערכי בידוד אקוסטיים הינם הנפוצים ביותר באירופה.

טבלה 1: הקריטריון לביטוי בידוד אקוסטי בדירות מגורים

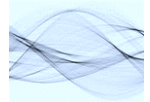
Table 2: Sound insulation descriptors applied for regulatory requirements between dwellings in 31 countries Europe – Status January 2018.

Airborne sound		Impact sound	
No. of countries	Descriptor	No. of countries	Descriptor
15	$R'w$	17	$L'_{n,w}$
3	$R'w + C$	2	$L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$
1	$D_{nT,w} + C_{50-3150}$	9	$L'_{nT,w}$
7	$D_{nT,w}$	2	$L'_{nT,w} + C_I$
3	$D_{nT,w} + C$	1	$L'w$
1	$D_{nT,A} (\approx D_{nT,w} + C)$?	Variants
1	$D_{nT,w} + C_{tr}$?	Recommendations
?	Variants	?	Special rules
?	Recommendations		
?	Special rules		

ט. בכנס: ICA2016 International Congress on Acoustics (2016),

הוצג סקר ספרות המציג השוואת ערכי תקינה אקוסטית עבור מדינות באירופה ודרום אמריקה: Comparison of acoustic regulations for housing and schools in selected countries in Europe and South America – A pilot study

י. להלן טבלה המפרטת את מסגרת התקנים המשמשים לביצוע המדידות האקוסטיות במדינות שנסקרו בסקר הספרות. המדידות בוצעו בהתאם ל ISO140 4,7, כפי שמבוצע בארץ.



טבלה 2: תקנים בשימוש לקביעת ערך הבידוד האקוסטי בין דירות מגורים

Table 3: Acoustic regulations and sound insulation measurement methods in selected countries

	BUILDING ACOUSTIC REGULATIONS ⁽¹⁾	MEASUREMENT METHODS ⁽²⁾
Argentina	IRAM 4044 -2015 (R) [8]	ISO 140 series both for lab and situ
Brazil	In NBR 15573 (N) [9]	ISO 140-4, -5, -7 (Engineering) ISO 10052 (Survey)
Chile	OGUC: Título 4 - Capítulo 1, Artículos 4.1.5 y 4.1.6 (N) [10], [11]	ISO 140 series both for lab and situ
Austria	[12], [13]	ISO 140-4, -5, -7
Belgium	[14], [15]	ISO 140-4, -5, -7
Czech Rep	[16]	ISO 140-4, -5, -7
Denmark	[17]	ISO 140-4, -5, -7
Spain	CTE-DB HR (N) [18]	ISO 140-4, -5, -7

(1) R = Recommended; N = Normative
(2) The field standards ISO 140-4, -5, -7 have now been replaced by the ISO 16283 series, the last part being published spring 2016, and implementation is expected in many countries soon.

יא. להלן קריטריון הבידוד האקוסטי במדינות שונות. בתחתית האיור נוספה שורה (באדום) עם הקריטריונים האקוסטיים הקבועים בארץ.

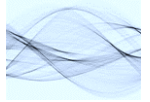
טבלה 3: ערך הקריטריון לבידוד אקוסטי בין דירות מגורים במדינות שונות

Table 5 – Sound insulation requirements for multi-family housing

Sound insulation between dwellings in multi-family housing – Requirements ^{(1),(2),(3)} – March 2016			
Country	Airborne Requirement [dB]	Impact Requirement [dB]	Comments
Argentina	$R'_w \geq 50$	$L'_{n,w} \leq 53$	Not mandatory. Approved November 2015
Brazil	$D_{nT,w} \geq 45$	$L'_{nT,w} \leq 80$	Mandatory
Chile	$R_A / R'_A \geq 45$	$L_{n,w} \leq 75$	Mandatory. Under revision. Proposal 2014: $R'_w + C \geq 50$ dB; $L'_{n,w} \leq 65$ dB.
Austria	$D_{nT,w} \geq 55$	$L'_{nT,w} \leq 48$	Stricter requirements for row housing
Belgium	$D_{nT,w} \geq 54$	$L'_{nT,w} \leq 58$	From "non-bedrooms" outside the dwelling to a bedroom ≤ 54 dB is required.
Czech Rep.	$R'_w \geq 53$	$L'_{n,w} \leq 55$	
Denmark	$R'_w \geq 55$	$L'_{n,w} \leq 53$	
España (Spain)	$D_{nT,A}^* \approx D_{nT,w} + C \geq 50$	$L'_{nT,w} \leq 65$	* $D_{nT,A}$ from 100 Hz to 5000 Hz
ישראל	$R'_w \geq 48$	$L'_{n,w} \leq 62$	

Notes - General

- (1) Overview information only. Detailed requirements and conditions are found in the building codes.
- (2) No generally applicable conversion between the different descriptors exists, as the relations depend on characteristics of rooms and constructions. Exact conversion can only be made in specific cases.
- (3) Main requirements only. Typically, there are stricter requirements towards e.g. noisy premises.



1. עבור קול נישא באוויר, התקינה הישראלית מציבה סף של $R'_w \geq 48$, כאשר עבור המדינות העושות שימוש בקריטריון זהה R'_w בארגנטינה, צ'כוסלובקיה, דנמרק ערך נדרש לבידוד אקוסטי לקול נישא באוויר גבוה משמעותית מהקריטריון בארץ. כלומר, במדינות אלו קיימת דרישה לערך בידוד אקוסטי גבוה יותר משמעותית מאשר בארץ. (ארגנטינה 50, צ'כוסלובקיה 53, דנמרק 55)
2. עבור קול הולם, התקינה הישראלית מציבה סף של $L'_{n,w} \leq 62$, כאשר עבור המדינות העושות שימוש בקריטריון זהה $L'_{n,w}$ בארגנטינה, צ'כוסלובקיה, דנמרק הערך הנדרש לבידוד אקוסטי לקול הולם נמוך משמעותית מהקריטריון בארץ. כלומר, במדינות אלו קיימת דרישה לערך בידוד אקוסטי טוב יותר משמעותית מאשר בארץ. (ארגנטינה 53, צ'כוסלובקיה 55, דנמרק 53)
- יב. מסמך נוסף המשווה בין מדינות אירופה עבור הקריטריון לבידוד אקוסטי לקול נישא באוויר וקול הולם בבנייני מגורים נערך ע"י אוניברסיטת מלטה במאי 2010, Sound classification Action TU0701 schemes in Europe-quality classes untended for renovated housing, וכן ב Sound Classification of Dwellings Acusticum 2011-Denmark.
 1. במסגרת המסמך נורמל הפרמטר המייצג את קריטריון הרעש במדינות אירופה לערך R'_w , $L'_{n,w}$ כך שניתן להשוות בין הקריטריונים במדינות השונות.
 2. להלן ערך הבידוד האקוסטי לקול נישא באוויר R'_w , כאשר הקריטריון במדינת ישראל מסומן באדום.

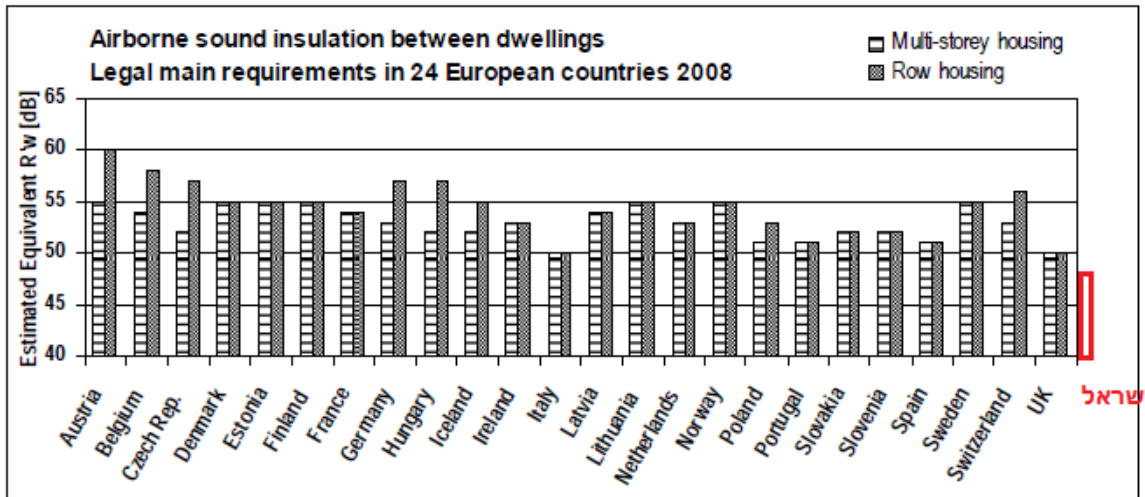
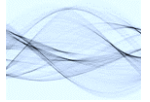


Fig.2: Overview of airborne sound insulation requirements between dwellings. Graphical presentation of estimated equivalent values of R'_w . Note: The results indicated for UK apply to England and Wales only.

איור 1: מדד הקול הנישא באוויר, הקריטריון הישראלי בהשוואה למדינות אירופה



3. עיון באיור לעיל מעלה כי ערך הבידוד האקוסטי לקול נישא באוויר בארץ, $R'w > 48$, הינו היותר נמוך מכל מדינות אירופה, כלומר מאפשר מפלס רעש גבוה בדירת מקבל הרעש. היינו התקן הישראלי מאפשר את ערך הבידוד האקוסטי לקול נישא באוויר הנמוך ביותר.
4. להלן ערך הבידוד האקוסטי לקול הולם $L'_{n,w}$, כאשר הקריטריון במדינת ישראל מסומן באדום.

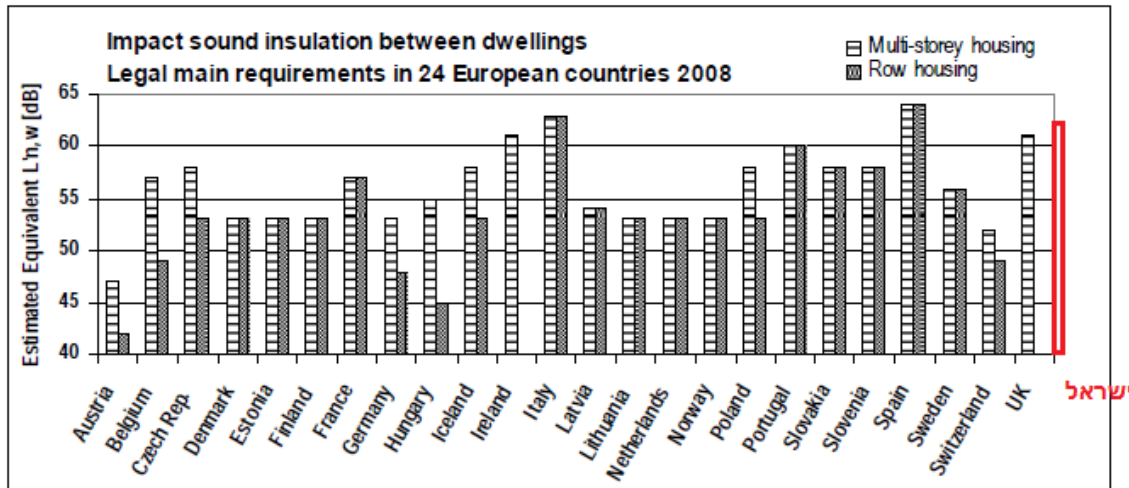


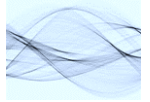
Fig.3: Overview of impact sound insulation requirements between dwellings. Graphical presentation of estimated equivalent values of $L'_{n,w}$. Note: The results indicated for UK apply to England and Wales only.

איור 2: מדד הקול ההולם, הקריטריון הישראלי בהשוואה למדינות אירופה

5. עיון באיור לעיל מעלה כי ערך הבידוד האקוסטי לקול הולם בארץ, $L'_{n,w} \leq 62$, הינו מהגבוהים מכל מדינות אירופה, כלומר מאפשר מפלס רעש גבוה בדירת מקבל הרעש. היינו התקן הישראלי מאפשר את ערך הבידוד האקוסטי לקול הולם מהנמוכים ביותר.

פרק ג- מידת שביעות רצון ציבורית מהקריטריון האקוסטי.

- יג. סקר הספרות BNAM2018. Baltic Nordic Acoustic Meeting April 2018, Building acoustic regulations in Europe – Brief history and actual situation, מציין את מידת שביעות הרצון של דיירים בבנייני מגורים ממידת ערך הבידוד האקוסטי בבניין, כתלות בערך הבידוד האקוסטי. במלבן אדום סומנה השורה הכוללת את טווח הערכים שנקבעו בארץ. ($L'_{n,w} \leq 62$, $R'w > 48$).
- יד. אומנם לא ניתן להשוות רגישות אקוסטית בין מדינות שונות ותרבויות שונות, אך בוודאי הערכים המוצגים נותנים אינדיקציה טובה למידה בה הציבור מעריך את הבידוד האקוסטי בין דירות.

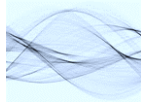


טבלה 4: הקריטריון האקוסטי ותגובת הציבור

Table 10: Occupants' expected satisfaction for different sound classes according to DS 490:2007 [12].
Summary based on information in DS 490 and proposed revision.

Sound insulation between dwellings Main class criteria A-D in DS 490:2007 Draft class criteria E-F from proposed revision			Characteristics of DS 490 sound classes for dwellings and occupants' expected evaluation Information from DS 490 and proposed revision		
Class	Airborne	Impact	Sound class descriptions	Good or very good	Poor
A	$R'_w + C_{50-3150} \geq 63 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 43 \text{ dB}$ and $L'_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 43 \text{ dB}$	Excellent acoustic conditions. Occupants will be disturbed only occasionally by sound or noise.	> 90 %	
B	$R'_w + C_{50-3150} \geq 58 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 48 \text{ dB}$ and $L'_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 48 \text{ dB}$	Significant improvement compared to minimum in class C. Occupants may be disturbed sometimes.	70 to 85 %	< 10 %
C	$R'_w \geq 55 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	Sound class intended as the minimum for new buildings.	50 to 65 %	< 20 %
D	$R'_w \geq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 58 \text{ dB}$	Sound class intended for older buildings with less satisfactory acoustic conditions, e.g. for renovated dwellings.	30 to 45 %	25 to 40 %
Draft E	Draft $R'_w \geq 45 \text{ dB}$	Draft $L'_{n,w} \leq 63 \text{ dB}$	Sound class intended for older buildings with unsatisfactory acoustic conditions.	10 to 25 %	45 to 60 %
Draft F	Draft $R'_w \geq 40 \text{ dB}$	Draft $L'_{n,w} \leq 68 \text{ dB}$	Sound class intended for older buildings with clearly unsatisfactory acoustic conditions.	< 5 %	65 to 80 %
References: "Lydklassifikation af boliger" (Sound classification of dwellings), versions DS 490:2007 and proposed revision			Note: Within each sound class the percentage of satisfied or dissatisfied occupants may depend on the type of criterion. The grouping is mainly based on the subjective assessments of airborne and impact sound from adjacent dwellings.		

יד. טווח הערכים שנקבעו בארץ סומן במלבן אדום. ניתן להבחין, כי עבור התקינה המיושמת בארץ לבידוד אקוסטי לקול נישא באוויר וקול הולם, מקבלים אינדיקציה לרמת שביעות רצון קיימת נמוכה ביותר של הדיירים Draft-E. כאשר מציבים את הקריטריון שנקבע בארץ יתקבל כי כ 60 % - 45 % יסברו כי נמכרה להם דירה עם בידוד אקוסטי עלוב poor בין הדירות. המדרגה עברה רק 20 % מהציבור יעריכו כי הבידוד האקוסטי של דירת המגורים הינו נמוך הינה מדרגה C. זאת מדרגת המינימום עבור מבני מגורים חדשים. עבור מדרגה זו $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$, $R'_w \geq 55 \text{ dB}$.



פרק ד- סיכום

1. ניתוח מדד הבידוד האקוסטי לקול הולם וקול נישא באוויר כמפורט בת"י 1004 חלק 1, ביחס למדידות אירופה ומדינות נוספות, מעלה כי הקריטריון הישראלי גורר איכות אקוסטית נמוכה משמעותית ביחס למדינות אחרות בהיבט הפרדה אקוסטית בין דירות.
2. הדבר בא לידי ביטוי בכך שבהתאם למידע שהוצג, כאשר מציבים את הקריטריון שנקבע בארץ יתקבל כי כ 60% - 45% מהדיירים יסברו כי נמכרה להם דירה עם בידוד אקוסטי עלוב, poor בין הדירות.
3. מעבדת אתרוג אקוסטיקה ביצעה עד כה מאות מדידות אקוסטיות לחדרי מגורים (עשרות רבות של דירות מגורים) בהתאם לת"י 1004 חלק 1. העולה מכלל המדידות הוא כי כ 50% מהחדרים בדירות מגורים עבורם בוצעה מדידה נמצאו ללא עמידה בתקן הישראלי. גם עבור החדרים שנמצאו תקינים, נמצאו תלונות חריפות על ערכי בידוד אקוסטי נמוכים על ידי הדיירים.
4. בהתאם לסקר הספרות לעיל, המציב את קריטריון התקינה האקוסטית בארץ במקום נמוך מאוד ביחס למדידות אחרות, יש לשנות את קריטריון הבידוד האקוסטי הישראלי כך שיותאם ויושווה לסטנדרט העולמי.
5. היעד המוצע הינו עדכון הקריטריון כך ש 50-65% מהציבור הרוכש דירות חדשות יעריכו את הבידוד האקוסטי כטוב- טוב מאוד, ורק 20% מהציבור יעריכו כי הבידוד האקוסטי של דירת המגורים הינו נמוך. היינו, אימוץ מדרגה C (מדרגת המינימום לתקינות אקוסטית). עבור מדרגה זו $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$, $R'_{w} \geq 55 \text{ dB}$.
6. נכון יהיה כי הקריטריונים המרכזיים בת"י 1004 חלק 1 יעודכנו לערכים אלו.
7. חוק התקנים תשי"ג סע' 2. א קובע כי "מטרת המכון היא תקינה והבטחת רמה נאותה של טיב המצרכים, אם בקביעת תקנים ואם בדרך אחרת...". בהתאם לאמור לעיל, הקריטריון האקוסטי הקיים חורג באופן בלתי סביר מדרישות חוק התקנים. קריטריון הבידוד האקוסטי הנוכחי אשר הינו מהנמוכים ביותר בהשוואה למדינות אחרות והגורר תלונות רבות על בידוד אקוסטי לקוי, רחוק מ"רמה נאותה של טיב המצרכים" הנדרש בחוק התקנים.
8. נדרש לתקן את התקן בהתאם לאמור לעיל.
בברכה.

מיכאל זלבה, BSC
אתרוג אקוסטיקה