

מחשבון להערכת חשיפה אישית של עובדים לרעש

מאת: רון וייזינגר *

רקע

במקומות עבודה מבוצעות על פי דרישת תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש) בדיקות שטח ובדיקות אישיות לרעש. בדיקות השטח מבוצעות על מנת לזהות אזורים רועשים. בדיקות אישיות על מנת להעריך את חשיפת העובדים לרעש במשך המשמרת. בעבר בכדי לקבוע אם העובד נחשף לרעש מזיק הסתפקו בודקי הרעש בבדיקות השטח. כך למשל, אם מכונה מסוימת פלטה רעש של 91 דציבל העובד נחשב כחשוף לרעש מזיק (מעל 85 דציבל). מצב זה שונה בעקבות הוראה מטעם אגף הפיקוח על העבודה להעריך את חשיפת העובדים לרעש על פני יום העבודה.

כך נוספו לסקרי הרעש מונחים חדשים כמו מנת חשיפה או חשיפה משוקללת ל 8 שעות.

על מנת לסייע לכל מי שעוסק או מתעניין בנושא הרעש ומניעתו פיתחנו במוסד לבטיחות ולגיהות כלי חדש:

[מחשבון להערכת חשיפה אישית של עובדים לרעש](#)  (לחץ לפתיחת המחשבון).

מה במחשבון?

המחשבון הוא גיליון חישובים, כאשר מכניסים לטבלאות את ערכי המדידה ואת הזמנים מתקבלת מנת החשיפה והערך המשוקלל למשמרת בת 8 שעות – אין צורך בביצוע החישובים המורכבים.

למי מיועד המחשבון?

המחשבון מיועד לא רק לבודקי הרעש שמבקשים לחסוך מעצמם את הצורך בשימוש בנוסחאות הלוגריתמיות אלא גם לממונים על הבטיחות, לרופאים התעסוקתיים ולייתר העוסקים והמתעננים בבדיקות הרעש ובפענוח שלהם. בתוצאות שמתקבלות ניתן להשתמש גם לצרכי בקרת החשיפה.

מה במסמך זה?

מסמך זה שמלווה את המחשבון בנוי משלושה חלקים. בחלקו הראשון הסבר כללי על הבדיקות והמונחים העיקריים. חלקו השני נועד למי שמעוניין להתעמק ולהבין את הנוסחאות בצורה מפורטת יותר ובחלקו האחרון דוגמאות לשימוש במחשבון (החומר במסמך מיועד למי שיש לו ידע בסיס ביסודות הרעש).

בדיקה אישית לרעש

בדיקה אישית לרעש מבוצעת על מנת להעריך את חשיפת העובד לרעש במשך המשמרת. את הבדיקה ניתן לבצע תוך שימוש ב**דוזימטר** או ב**מד רעש**.

בדיקה באמצעות הדוזימטר

הדוזימטר הוא מד רעש קטן שמוצמד לעובד למשך המשמרת. מתרגם את אנרגיית הקול ל**מנת חשיפה**.

מנת חשיפה (dose)

מנת החשיפה היא היחס שבין משך חשיפה **מותר** למפלס מסוים לבין משך חשיפת העובד לאותו מפלס. מנת החשיפה המותרת היא 100%. מנה זו שקולה לרעש של 85 דציבל למשך 8 שעות, למפלס 88 ל 4 שעות או 91 למשך 2 שעות וכך הלאה.

את מנת החשיפה מחשבים לפי הנוסחה:

$$D=C/T*100\%$$

כאשר:

$D =$ מנת חשיפה באחוזים.

$C =$ משך חשיפת העובד במפלט מסוים.

$T =$ משך חשיפה מותר לאותו מפלט.

למעשה, מנת החשיפה כוללת בחובה הן את המפלט והן את מימד הזמן - זהו ערך אחד שמבטא את חשיפת העובד.

בדיקה באמצעות מד רעש

שימוש במד רעש לביצוע בדיקות אישיות מצריך ביצוע ניתוח עיסוק. את העבודה יש לפלח למטלות ולרשום את מפלס הרעש ומשך הזמן בו מתבצעת כל מטלה. מתוך נתונים אלו מחשבים את ערכי LAeqT ואת ערכי LEX,8h.

LAeqT - מפלס הרעש המשוקלל למשך ביצוע המדידה.

LEX,8h - מפלס הרעש המנורמל ל 8 שעות עבודה.

ניתן להסביר את ערך LEX,8h באמצעות הדוגמה הבאה: מדדנו את עוצמת הרעש לפועל בקו אריזה והתקבל מפלס רעש של 85 דציבל למשמרת בת 4 שעות. האם העובד חשוף לרעש מזיק? במקרה זה העובד נחשף למחצית הזמן המותר כך שהחשיפה האישית שלו היא 82 דציבל זהו ערך LEX,8h. אם הפועל היה עובד באותו מפלס רעש (85 דציבל) למשך משמרת בת 12 שעות אזי ערך LEX,8h הנו 87 דציבל.

גם ערך LEX,8h הוא ערך יחיד שכולל הן את המפלט ואת מימד הזמן.

הערה: כאשר משך המדידה כמשך משמרת שאורכה 8 שעות ערכים אילו דומים, אם משך המדידה שונה מ 8 שעות יש לנרמל את ערך LAeqT ולחשב את LEX,8h.

הנוסחאות שאחרי המחשבון

נוסחת המנה:

$$D=C/T*100\%$$

דוגמה מס' 1: מהי מנת החשיפה של עובד אשר נחשף במשך 4 שעות (240 דקות) ביום לרעש של 91 ביום עבודה (8 שעות).

לפני השימוש בנוסחה יש למצוא משך חשיפה מותר למפלט של 91. את משך החשיפה מחשבים מתוך הנוסחה הבאה (או מתוך טבלאות- ראו מקורות).

נוסחה למשך חשיפה מותר:

$$T(\text{min}) = \frac{480}{2^{(L-85)/3}}$$

כאשר:

L - מפלס הרעש ו T - משך מותר בדקות .

חישוב משך חשיפה מותר למפלט של 91 דציבל.

$$T = \frac{480}{2^{(91-85)/3}} = \frac{480}{2^{6/3}} = \frac{480}{2^2} = 120$$

התוצאה היא 120 דקות.

פתרון מס' 1: משך חשיפה מותר למפלט 91 הוא 120 דקות, משך החשיפה 240 דקות. מנת החשיפה לפי נוסחת המנה 200%.

$$D=C/T*100\% = 240/120*100\% = 200\%$$

נוסחת המנה בריבוי מטלות:

$$D=(C_1/T_1+C_2/T_2+\dots+C_n/T_n)*100$$

כאשר:

D = מנת חשיפה באחוזים .

C_n = משך חשיפת העובד במפלס מסוים.

T_n = משך חשיפה מותר לאותו מפלס

הנוסחה המקשרת בין מנת החשיפה לבין המפלס :

$$TWA=10*\text{Log}(D/100)+85$$

כאשר TWA הוא מפלס הרעש הא קוולנטי למנת החשיפה.

דוגמה:

- מצא מפלס הרעש למנה 50%?

$$TWA = 10 * \text{Log} (D / 100) + 85 = 10 * \text{Log} (50 / 100) + 85 = 10 * (-0.3) + 85 = -3 + 85 = 82$$

L_{Aeq,T} – מפלס הרעש למשך המדידה בריבוי מטלות

$$L_{Aeq,T} = 10 * \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^m T_i * 10^{L_{Aeq,T_i} / 10} \right) dB$$

כאשר

L_{Aeq} – חשיפה משוקללת למשך תהליך מסוים

T_i – משך הזמן של התהליך המסוים

$$\sum_{i=1}^m T_i = T$$

(משך זמן המדידה)

n – מספר משכי זמן מדידה

דוגמה מס' 2: במפעל נמדדו מפלסי הרעש הבאים:

הזרקה – 82 דציבל למשך 6 שעות.

יניקה – 91 דציבל למשך 1 שעה וחצי .

הפסקה – 75 דציבל למשך חצי שעה.

משך הבדיקה כמשך המשמרת 8 שעות.

האם העובד חשוף לרעש מזיק?

פתרון מס' 2 (בדרך הלוגריתמית) :

$$L_{Aeq,T} = 10 * \lg \left(\frac{1}{480} (360 * 10^{82/10} + 90 * 10^{91/10} + 30 * 10^{75/10}) \right) = 85.8$$

LEX,8h - מפלס הרעש המנורמל למשך משמרת בת 8 שעות .

במקרים בהם משך המשמרת שונה מ – 8 שעות יש לנרמל את תוצאת המדידה למשך 8 שעות לפי הנוסחה.

$$L_{ex,8h} = L_{leq,Te} + 10 \cdot 1g \frac{Te}{T_o}$$

כאשר $T_o = 8$ שעות

Te = משך משמרת

דוגמה מס' 3: בוצעה מדידת רעש במפעל מוש מוש והתקבלה תוצאה של 85 דציבל במשך 4 שעות - משך המשמרת 4 שעות. מצא ערך $L_{EX,8h}$?

פתרון מס' 3 -

$$L_{ex,8h} = L_{leq,Te} + 10 \cdot 1g \frac{Te}{T_o} = 85 + 10 \cdot 1g \frac{240}{480} = 85 + 101g \frac{1}{2} = 85 + 10 \cdot -0.3 = 85 - 3 = 82dBA$$

חשיפתו המשוקללת של העובד ל 8 שעות היא 82 דציבל.

שימוש בטבלה ודוגמאות

במפעל תותב עובדים במשמרות של 4 שעות ללא הפסקה . הפועל בפס היצור מבצע המטלות הבאות:

- במשך שלוש ורבע שעות אריזת קופסאות קרטון – מפלס נמדד 86 דציבל.
- במשך רבע שעה אריזת קופסאות פח – מפלס נמדד 89 דציבל.
- בחצי השעה האחרונה מופעלת המגרסה והרעש בעמדה הוא 95.

את התוצאות נזין לטבלה :

תוצאות				אזור עיבוד תוצאות			אזור הזנת נתונים				
משך		Lex,8	Leq,T	משך	משך	משך	1	3	2	מפלס	1
מנה	מותר						משך משמרת	משך מטלה	משך מטלה		
%	דקות	dB(A)	dB(A)	יח	מותר	דקות	שעות	דקות	שעות	Leq,TI	2
				0.51	381	195	4	15	3	86.0	1
				0.08	190	15		15		89.0	2
				0.63	48	30		30		95.0	3
											4
											5
122%	395	85.8	88.9								

מנת החשיפה המתקבלת היא 122%. מנה זו שקולה למפלס רעש של 85.8 דציבל. ברור שהעובד חשוף לרעש מזיק.

אפשר להיעזר בטבלה גם לצורך תכנון אמצעי בקרה.

לדוגמה, ניתן להקטין את חשיפת העובד לרעש. נוכל, למשל, להוציא את המגרסה למקום אחר, להפעיל אותה במשמרת אחרת כאשר באולם היצור פחות עובדי ייצור או לסגור אותה בתא אקוסטי.

נניח שבמקרה זה הוציאו את המגרסה מהאולם והוסיפו לעבוד חצי שעה הפסקה ביום.

נכניס לטבלה את הנתונים כאשר העובד הועבר למקום שקט בו הרעש 70 דציבל.

תוצאות				אזור עיבוד תוצאות			אזור הזנת נתונים				
משך מנה				משך	משך	משך	1	3	2		
מנה	מותר	Lex,8	Leq,T	יח	מותר	מטלה	משך משמרת	משך מטלה	משך מטלה	מפלס	
%	דקות	dB(A)	dB(A)		דקות	דקות	שעות	דקות	שעות	Leq,TI	
				0.51	381	195	4	15	3	86.0	1
				0.08	190	15		15		89.0	2
59%	812	82.7	85.7	0.00	15360	30		30		70.0	3
											4
											5

במקרה זה העובד אכן מבצע פעולות רועשות אך מנת החשיפה היא 59% . מנה זו שקולה למפלס של 82.7 דציבל. העובד אינו חשוף לרעש מזיק.

מקורות :

- <http://www.cdc.gov/niosh/98-126a.html>
- ת"י 5541 אקוסטיקה: קווים מנחים למדידה ולהערכה של חשיפה לרעש בסביבת עבודה.

רון וייזינגר, מנהל מחלקת גיהות, המוסד לבטיחות ולגיהות