



פברואר, 2018

**חישוב תרומת אפר פחם למנת הקרינה מצמנט בבטון במגורים**

חישוב תרומת אפר הפחם למנת הקרינה מצמנט בבטון במגורים מתבסס על ממצאי בדיקות הנערכות מדי שנה במעבדות ממ"ג-שורק ואוניברסיטת בן-גוריון בדוגמאות בטון המיוצרות בהזמנת המנהלת במכון התקנים והמכילות אפר פחם ממקורות הפחם העיקריים שנשרפו באותה שנה. הבדיקות מתבצעות בהתאם לתנאי ת.י. 5098 – תכולת יסודות רדיואקטיביים טבעיים במוצרי בנייה וכוללות מדידת קצב מנת הקרינה החיצונית (גמא) והפנימית (רדון). ממצאי הבדיקות מותאמים לחלקו היחסי של אפר הפחם המיושם בבטון באמצעות הצמנט.

הצמנט התקני (על פי ת.י. 1 [חלק 1] – צמנט רגיל) CEMII AM S-L-V המיושם בבטון בישראל מורכב מתערובת טחונה של קלינקר, סיגים (S), גיר (L) ואפר מרחף (V), המהווה 88% בשוק הצמנט בארץ וכן CEMI המורכב מקלינקר טחון וגבס, המהווה 12% מהצמנט המנוצל בארץ.

אפר הפחם משמש את תעשיית הצמנט לשתי מטרות:

- כתחליף לחלק ממרכיבי הקלינקר ומשפר כימי (בעיקר הגדלת שיעור האלומינה).
- כתוסף לצמנט בשלב טחינת הקלינקר או בערבוב.

כמויות אפר פחם בייצור צמנט במיצוי אפשרויות התקינה:

צמנט	יעוד אפר הפחם	כמות במוצר (ק"ג לטונה)	כמות בצמנט (ק"ג לטונה) <sup>1</sup>	כמות בבטון (ק"ג למ <sup>2</sup> )
CEMII	חי"ג לקלינקר	140	114	29
	תוסף לצמנט	100	100	25
	סה"כ		214	54

תרומת אפר הפחם בצמנט למנת הקרינה מבטון במגורים נגזרת [מחישוב תרומת אפר הפחם כתוסף לבטון](#) בהתאמות הנגזרות מכמויות האפר כחי"ג לקלינקר וכתוסף לצמנט.

לכל 100,000 טונות אפר פחם בשנה המשמשים בצמנט CEMII לבטון מתקבלות התוצאות הבאות<sup>3</sup>:

סה"כ		תוסף לצמנט		חי"ג לקלינקר	
54		25		29	
כוללת	גמא	כוללת	גמא	כוללת	גמא

יעוד אפר הפחם  
ק"ג למ"ק בטון

מרכיב  
תוספת מנת קרינה לקבוצות גיל (mSv/y) באוכלוסייה

19%	ילד
16%	נער
65%	בוגר
100%	משוקלל

0.014	0.016	0.006	0.007	0.008
0.010	0.011	0.004	0.005	0.006
0.009	0.010	0.004	0.004	0.005
0.010	0.011	0.004	0.005	0.006

**תרומה קולקטיבית לאוכלוסייה**

תרומת אפר פחם בצמנט למנת קרינה לציבור בשנה (man-Sv)

עלות תרומת אפר פחם בצמנט לקרינה בשנה (\$) <sup>4</sup>

ע.נ. עלות תרומת אפר פחם בצמנט לקרינה בתוחלת קי"ם מבני בטון עם אפר פחם (ש)

ע.נ. עלות תוספת מנת הקרינה מהצמנט לטון אפר (ש)

0.26	0.29	0.23	0.29	0.29
26,154	29,143	22,807	29,143	29,143
4,011,653	4,468,486	3,486,551	4,455,037	4,480,494
40	45	34.87	44.55	44.80

<sup>1</sup> 810 ק"ג קלינקר בטונה צמנט CEMII-AM S-L-V.

<sup>2</sup> 251 ק"ג צמנט CEMII במ<sup>3</sup> בטון במוצע משוקלל של הרכבי בטון לאזורי חשיפה 1 – 3, 4, 5 – 11, לפי ת.י. 118 – בטון דרישות, תפקוד וייצור.

<sup>3</sup> לשם פשוטות הונח כי כל אפר הפחם המשמש כחי"ג בייצור קלינקר מיושם בצמנט CEMII. זאת משום שהשימוש בצמנט CEMI לבנייה יחידות שהייה זניח. כמו כן הונח לאותה מטרה, כי רק 80% מאפר הפחם המשמש בייצור צמנט מיושם בבניית מגורים (נגזר מנתוני התאחדות בניי הארץ לשנת 2016 ש- 20% מהבטון משמש לבנייה שאינה למגורים). בהנחה זו ומנתוני למי"ס בשנת 2016, לכל היותר 8% מהבטון משמש לבניית חללי שהייה לבני אדם בבנייה הציבורית (פירוט בהערה לתחשיב מנת הקרינה הקולקטיבית מבטון בבנייה למגורים). בהנחות אלה ובהתחשב באפיוני הבנייה הציבורית (חללים גדולים יחסית, מסת בטון קטנה יחסית), ניתן להעריך כי מנת הקרינה הקולקטיבית הנתרמת ע"י אפר הפחם לאוכלוסייה בבנייה זו זניחה.

<sup>4</sup> בהנחת \$ 100,000 ל- man-Sv להערכת הועדה לאנרגיה אטומית.