



הערכת כמות בטון ביחידת מגורים ממוצעת

כמות הבטון בדירת מגורים מייצגת בישראל 2018, ג. אירוס, 12.1.18

סוג בנייה	שיטת בנייה	שיעור (%) ¹	נפח (מ"ק)
משותפת	רוויה (ברנוביץ מורחב ²)	70%	90
	רגילה	30%	150
	משותפת משוקללת	80%	108
צמודת קרקע	צמודת קרקע (מעטפת בטון)	50%	140
	צמודת קרקע (מעטפת איטונג)	50%	115
	צמודת קרקע משוקללת	20%	127
בנייה משוקללת			112

¹ שיעורי שיטות הבנייה בהתייעצות עם ג. אירוס. שיעורי סוגי הבנייה מנתוני התאחדות בוני הארץ.
² לפי חישוב ג. אירוס: עובי קירות המעטפת הוא ממוצע השיטות ברנוביץ וקונבנציונלית.

14/01/2018

כמות הבטון בדירת מגורים מייצגת-ישראל 2018

הקדמה

במסגרת הכנת עבודה/מסמך למנהלת אפר הפחם בנושא "הערכת-עלות תועלת למשק של השימוש באפר פחם כחומר גלם לתעשיית הבניה והתשתיות" שהוכנה על ידי דויד לנגר וגדעון אירוס נערך תחשיב, תוך כדי התייעצות עם גורמים שונים (יצרני בטון מובא, מתכננים, קבלנים), לקביעת כמות הבטון המסופקת לדירת מגורים מייצגת. בתחשיב זה נכללו כל סוגי מבני המגורים הקיימים בישראל (בנינים גבוהים (מגדלים - sky scrapers), בנינים גבוהים עד 18 קומות כאשר במרביתם המעטפת הינה בשיטת ברנוביץ (בניה רוויה). בנוסף נלקחו בחשבון גם בנינים סמי גבוהים 4-8 קומות, בנינים טוריים או בודדים בני 4-1 קומות ובניה צמודת קרקע כאשר שלד המבנה שלהם (כולל המעטפת) עשוי מבטון מובא או בחלקו "בטון מוקצף" (בלוקי איטונג).

התחשיב כלל את כמויות הבטון בדירת המגורים עצמה את השטחים הציבוריים (מבואה, חדר מדרגות, פיר מעלית, חניה תת קרקעית במבנים הגבוהים ותשתיות הנוצקות מבטון עם אפר פחם).

סיכום התחשיב הראה שבדירת מגורים מייצגת בת 120 מ"ר יש כ 100 מ"ק בטון וכ 50 מ"ק בטון לתשתיות (חניה תת קרקעית, תשתיות פיתוח וכד').

במסגרת עבודה אחרת שהוזמנה על ידי המשרד להגנת הסביבה העוסקת בקשר שבין הקרינה המייננת בדירות מגורים הבנויות מבטון המכיל אפר פחם הוצגה דרישה לקבל את הנתון המייצג את כמות הבטון בדירת מגורים מייצגת.

הנתון המוזכר לעיל הוצג על ידי מנהלת אפר הפחם למשרד להגנת הסביבה אולם המשרד הציג תחשיבים אחרים תוך התבססות על נתונים שמקורם :

◆ מצגת "השפעת מיסוי חומרי מחצבה על עלויות הבניה שהוכנה על ידי "התאחדות בוני הארץ" (כאשר נתונים אלה מכוונים רק לבניה רוויה (בניה עילית כלשונם)).

◆ חישוב כוללני של כמויות הבטון בדירה בשטח של 120 מ"ר בבניה רוויה וחישוב כוללני של כמות הבטון במבנים "צמודי קרקע" בשטח של 180 מ"ר כל אחד.

בנוסף הועברה על ידי המהנדס נתן חילו, מהתאחדות בוני הארץ" מצגת המציינת שבשנת 2016 "נתח" הבניה שלא למגורים היווה 19% מסך המ"ר שנבנו באותה שנה (11.5 מיליון מ"ר).

על פי בקשת עמרי לולב ממנהלת אפר הפחם העבירה לידי לפני זמן מה פרופ' רחל בקר מהטכניון העברי תוכנית של קומת מגורים הכוללת שתי דירות האחת דירת 5 חדרים בשטח של 126 מ"ר ודירת 4 חדרים בשטח של 112 מ"ר המהוות לדידה דירות מייצגות בבניה רוויה בין אם יציקת המעטפת הינה בשיטת ברנוביץ או בשיטות הקונבנציונליות. לתוכנית צורפו הנחיות לחישוב כמות הבטון בדירות אלו כשהן נבנות בשיטות הבניה השונות.

הערכת כמות הבטון בדירת מגורים מייצגת

הערכה זו בנויה על המסמכים המוזכרים לעיל תוך בדיקת התאמתם למערכת הבניה בפועל מקור הנתונים ונכונות הנתונים המוצגים בהן.

❖ מצגת "השפעת מיסוי חומרי מחצבה על עלויות חומרי הבניה

- הנתון המרכזי ממנו בנוי השקף "בטון מובא – שטח עילי" הינו "נתון אצבע" שנתקבל מגורמים רלבנטיים (כך מסר לי כלכלן "התאחדות בוני הארץ" שהכין את המצגת) הינו שכמות הבטון במ"ר בניה של דירה (ללא השטחים הציבוריים) בבניה עילית (רוויה) הינו 0.35 מ"ק.

נתון זה הוכפל ב 2400 ק"ג ל מ"ק דהיינו 0.84 טון בטון למ"ר בניה. **נתון זה לכשעצמו איננו נכון-משקל 1.0 מ"ק בטון המיועד לבניה רוויה הינו בסדר גודל של 2300-2350 ק"ג.**

מנתון זה בהפחתת כמות המים בתערובת הבטון נקבע כי בדירה בבניה רוויה בשטח של 120 מ"ר (ללא השטחים הציבוריים) יש 94.5 טון חומרי מחצבה .

- מסקנה- לא ניתן להשתמש בנתון 0.35 מ"ק למ"ר של בטון בדירה בת 120 מ"ר בבניה רוויה מהטעמים הבאים: (1) אין כל סימוכין לנתון 0.35 מ"ק למ"ר. (2) כל החישובים בנויים על כמות חומרי מחצבה במחצבה/במחפורת עצמם ולא בעת ייצור הבטון. (3) משקל מ"ק בטון הינו כ 2350 ק"ג ולא 2725 ק"ג. (4) כמות הצמנט במ"ק בטון המיועד לבניה רוויה (ב-30) הינה כ 270 ק"ג ולא 621 ק"ג, מה עוד שרק 80% מתוך זה מהווים חומרי מחצבה.

- המצגת מציגה שקף של "מדד תשומות הבניה למגורים" בו מצוין שעל פי המדד הכספי מהווה הבטון 7.63%:

✓ אם ניקח בחשבון שעלות מ"ר בניה למגורים (רוויה ורגילה) הינה בסדר גודל של 5000-7000 ש"ח, שעלות בטון ב-30 המיועד לבניה זו הינו בסדר גודל של 400-350 ₪ למ"ר יתקבל הנתון הבא ככמות הבטון בדירת מגורים

$$6000 \text{ ₪} * 120 \text{ מ"ר} * 0.0763 = 54,936 \text{ ₪}$$

$$54.936 \text{ ש"ח} / 375 \text{ ₪} \text{ ל מ"ק} = 147 \text{ מ"ק}$$

כלומר לדירת מגורים המייצגת את כל סוגי הבניה למגורים בישראל נדרשים כ 150 מ"ק בטון.

150 מ"ק אלו כוללים בתוכם את השטחים הציבוריים, יסודות המבנה ובבתים בבניה רוויה ובמגדלים גם את החלק היחסי של משטחי חניה תת קרקעיים לכל דירה.

- מסקנה- בדירה מייצגת בת 120 מ"ר של כלל הבניה למגורים בישראל יש כ 150 מ"ק בטון. במידה ורוצים לחשב את כמות הבטון בדירת המגורים עצמה יש להוריד כ 25%-20% עבור השטחים הציבוריים ומשטחי החניה, ו 15%-20% עבור היסודות כך שכמות הבטון בדירה עצמה הינה כ 90 מ"ק או 0.75 מ"ק למ"ר מבנה.

❖ חישוב כמות הבטון בדירת מגורים בת 120 מ"ר כפי שבוצעה על ידי אדריכל המשרד להגנת הסביבה

• בנייה צמודת קרקע

- ✓ בניה צמודת קרקע מתאפיינת במבנים הבאים: (1) בנין חד קומתי בודד כששלד הבטון כולל המעטפת יצוק מבטון. (2) כנ"ל אולם מעטפת המבנה בנויה מבלוקי "בטון מוקצף" (בלוקי איטונג). (3) בתים דו משפחתיים חד קומתיים כשהקיר המשותף הינו קיר בטון בעובי 20 ס"מ. (4) מבנים דו קומתיים בודדים או טוריים כשהשלד כולו מבטון או שהמעטפת הינה מבלוקי איטונג. (סוג מבנה זה לא נלקח בחישובנו)
- ✓ חישוב כמות הבטון ליח"ד/מ"ר מבנה בשטח של 180 מ"ר יחושב לפיכך על פי ממוצע כמות הבטון במבנים הנדונים באמצעות הטבלה שהוכנה על ידי אדריכל המשרד להגנת הסביבה כאשר גובה המבנה נמדד ממרכז רצפה למרכז תקרה.

חישוב מבנה צמוד קרקע שלד בטון (בודד/דו משפחתי)

הנחות מוצא-בניה צמודת קרקע

נפח המעטפת - 24.0 מ"ק (ללא קירות הממ"ד והורדת הפתחים)
 נפח ממ"ד פינתי - $(0.2 \times 3.0 \times 6.0 + 0.3 \times 3.0 \times 6.0) = 10.0$ מ"ק
 נפח עמודים - 3.0 מ"ק
 נפח רצפה - 180 מ"ר * 0.2 מ' = 36.0 מ"ק
 נפח תקרה - תלוי תכנון, מחצית העובי 18.0 מ"ק
יסוד למבנה (יסוד עובר, כלונסאות) 20% מכמות הבטון (18מ"ק) לא נלקח בחישוב הבטון המיועד לפיתוח הסביבתי של המבנה צמוד הקרקע כגון משטח חניה, גדרות היקפיות, שבילי גישה וכד' המהווה כ 30% מכמות הבטון לא נלקח בחישוב.

גובה קירות	3.2	מ'
שטח יחידה	180.0	מ"ר
עובי רצפה	0.20	מ'
אורך קירות ממ"ד פנימיים	6.0	מ'
אורך קירות ממ"ד חיצוניים	6.0	מ'
עובי קירות ממ"ד פנימיים	0.2	מ'
עובי קירות ממ"ד חיצוניים	0.3	מ'
אורך קיר X	15.0	מ'
אורך קיר Y	12.0	מ'
עובי קירות מעטפת	0.2	מ'
עמודים קירות נושאים	3.0	מ"ק

סה"כ - 91.0 מ"ק 0.51 מ"ק למ"ר

חישוב מבנה צמוד קרקע בודד / דו-משפחתי מעטפת בלוקי "בטון מוקצף"

נפח מעטפת- 10.0 מ"ק (ללא קירות ממ"ד חיצוניים)

נפח ממ"ד- 10.0 מ"ק

נפח עמודים- 3.0 מ"ק

נפח רצפה- 180 מ"ר * 0.2 מ' = 36.0 מ"ק

נפח רצפה – (תלוי תכנון) = 18.0 מ"ק

סה"כ- 77.0 מ"ק 0.43 מ"ק למ"ר

■ מסקנה- כמות הבטון בבניה צמודת קרקע נעה בין 91.0 מ"ק ל 77.0 מ"ק כתלות בשיטת הבניה .

■ במידה ומוסיפים כ 50% ליסודות המבנה (בד"כ כלונסאות) ופיתוח סביבתי סה"כ כמות הבטון לבניה צמודת קרקע הוא 115-140 מ"ק בטון.

• בניה רוויה

✓ החישוב נעשה על פי תכנית דירה מייצגת בת 120 מ"ר שנמסרה על ידי פרופ' רחל בקר ועל פי הנחייתה (guide line) שהועברה אלינו.

✓ יש לציין שבניה רוויה כשהמעטפת הינה בשיטת ברנוביץ איננה מהווה רוב משמעותי בהיקף הבניה למגורים, היא מתרכזת באזור המרכז בפרויקטים המאפשרים בנית חלק המעטפת שאיננו בטון על משטחים בצמוד לבניין, איננה מקובלת בבניית "מגדלים" (מעל 20-18 קומות), נוכחות מעטה באזורי הדרום הצפון ובירושלים (בה נדרש ציפוי אבן ירושלמית ולא משטחי אבן חלקים). במרכזי הערים בפרויקטי "חידוש בניה" קיימת בעיית שטח צמוד למבנה החדש המוקם במקום הבניין הקיים שעליו ניתן להכין את המשטחים על פי שיטת ברנוביץ.

בחישוב כמות הבטון בבניה רוויה השתמשנו בעובי קירות המעטפת כ 0.18 מ' המהווים ממוצע בין כמות הבטון על פי שיטת ברנוביץ ובשיטה הקונבנציונלית כך שלמעשה ההערכה היא ששיטת ברנוביץ מהווה כ 50% מסך הבניה הרוויה.

החישוב מתבסס על (1) העובי הממוצע של קירות המעטפת היצוקים מבטון על פי שיטת ברנוביץ ובשיטה הקונבנציונלית עם ציפוי אבן- 0.18 מ'. (2) עובי תקרה/רצפה - 0.25 מ' (הגדלת מפתחים לאפשר שינויים במיקום מחיצות פנים. (3) גובה המבנה 2.95 מ' (נמדד בין מרכז התקרה למרכז הרצפה). (4) הפתחים (דלתות וחלונות) מהווים כ 15% משטח הרצפה.

הנחות מוצא- בניה רוויה

מ'	2.95	גובה קירות
מ"ר	120	שטח היחידה
מ'	0.25	עובי רצפה
מ'	6.0	אורך קירות ממ"ד פנימיים
מ'	6.0	אורך קירות ממ"ד חיצוניים
מ'	0.2	עובי קירות ממ"ד פנימיים
מ'	0.3	עובי קירות ממ"ד חיצוניים
מ'	12.0	אורך קיר X
מ'	10.0	אורך קיר Y
מ'	0.18	עובי קירות מעטפת
מ"ק	2.0	עמודים /קירות נושאים

חישוב דירה בבניה רוויה

נפח המעטפת - $2 \cdot (10+12) \cdot 2.95 = 155.8$ מ"ר -
 $(2.95 \cdot 6.0) - (120 \cdot 15\%) = 120.1$ מ"ר * 0.9 =
 $19.5 = 0.18$ מ"ק

נפח ממ"ד פינתי - $0.20 \cdot 2.95 \cdot 6.0 + 0.30 \cdot 2.95 \cdot 6.0 = 8.8$ מ"ק

נפח עמודים - 2.0 מ"ק

נפח רצפה/תקרה - $10.0 \cdot 12.0 \cdot 0.25 = 30.0$ מ"ק

יסוד למבנה שהינו בד"כ רפסודה המהווה 15%-20% מכמות הבטון הנדרשת למבנה לא נלקח בחישוב בטון לפתוח סביבתי כגון משטחי חניה עיליים, קירות תומכים, שבילי גישה המהווים כ 30% מכמות הבטון לדירה לא הוכנסו לתחשיב

סה"כ 60.3 מ"ק 0.50 מ"ק למ"ר

■ מסקנה- כמות הבטון בדירה בשטח של 120 מ"ר בבניה רוויה בשיטת ברנוביץ הינה כ 60 מ"ק או 0.50 למ"ר

■ בתוספת כ- 50% ליסודות המבנה (בד"כ רפסודה) ופיתוח סביבתי סה"כ כמות הבטון לדירת 120 מ"ר בשיטת ברנוביץ ובשיטה הקונבנציונאלית בממוצע היא 90 מ"ק

בברכה

ג. אירוס יועצים בע"מ

גדעון אירוס