



תכנית לתיעוש ענף הבניה בישראל

.....
מסמך מסכם

משרד הבינוי והשיכון
אגף לתכנון אסטרטגי ומדיניות
מרץ 2016

תוכן עניינים

09

תמצית
למנהלים

07

דבר
המנכ"ל

05

דבר השר

43



פרק 3
מיכון

תמונת המצב הקיים
והמגמות
חסמים מרכזיים המונעים
הרחבת המיכון
המלצות
סיכום עיקרי הפרק

35

פרק 2
מסלול "תכנן ובנה"

יצירת מפנה בענף הבניה
דרך הפעולה ועיקרי השיטה
תנאים להצלחת המהלך
המלצות

15

פרק 1
רקע, מטרות
ומתודולוגית
העבודה

ענף הבניה למגורים
החלטת הממשלה בנושא
תיעוש הבניה
התהליך שבוצע במסגרת
העבודה
היעדים, המרכיבים והתנאים
המחייבים ליישום
סיכום עיקרי הפרק

116



פרק 6
רגולציה

התקינה בענף הבניה
חסמי רגולציה נוספים,
והמלצות לפעילות
להסרתם
המלצות
סיכום עיקרי הפרק

96



פרק 5
טכנולוגיות
וחומרים

טכנולוגיות שלד
טכנולוגיות למחיצות
פנים
חומרי גמר וחיפויים
היבטים נוספים בתהליך
הבניה
המלצות
סיכום עיקרי הפרק

69



פרק 4
כ"א

תמונת המצב הקיים
והמגמות
מנהלי עבודה
מפעילי עגורן צריח
בודקי עגורנים
עובדי שלד
המלצות
סיכום עיקרי הפרק

141

פרק 9
סיכום המלצות
ותכנית עבודה
ליישומן

136

פרק 8
היעדים המוצעים
והמלצות לדרכי פעולה
להשגתם

עקרונות בגיבוש מדדי
ההצלחה להשגת
היעדים
מדד עומק התיעוש

131

פרק 7
תנאי הסביבה שיאפשרו
השגת היעדים

מודעות כלל הגורמים
לתועלות הבניה
המתועשת
המלצות
מודל כלכלי שיאפשר
עידוד בניה מתועשת

180

פרק 11
ביביליוגרפיה

146

פרק 10
נספחים



דבר שר הבינוי והשיכון תיעוש הבניה

עם כינון הממשלה הנוכחית, פתחו משרד האוצר ומשרד הבינוי והשיכון במאמץ מרוכז לפתרון משבר הדיור בישראל. מורכבות האתגר הובילה את משרד הבינוי והשיכון לעיסוק בלתי פוסק בתחומים מרכזיים שונים, אשר באים בהלימה זה עם זה: קידום בניה חדשה, סיוע ושיפור תחום הדיור הציבורי, קידום תהליכי התחדשות עירונית, שיפור תהליכים בירוקרטיים, חיזוק ההתיישבות ו**תיעוש הבניה**.

ענף הבניה הינו אחד הנדבכים המרכזיים בפעילות הכלכלית של המשק במדינת ישראל, וחשיבותו באה לידי ביטוי בהיקפו הרחב, בהשקעות ובמלאי ההון הנצבר. רמות התיעוש ופריון העבודה בענף זה, נמוכות ביחס לענפים אחרים במשק וביחס לעולם, ועל כן הנושא טעון התייחסות יסודית ומקצועית.

בתום למידה מעמיקה ומשמעותית בתחום, מצא משרדנו, כי גורם המפתח העיקרי לפתרון משבר הדיור הינו **שינוי תפיסת התכנון, הפיתוח והבניה** הנהוגה במדינת ישראל.

כדי להביא להתקדמות משמעותית בקצב הבניה ובהיקפיה, יש צורך בשינוי השיטה הנהוגה כיום, בה פועלים באותו פרויקט או מתחם מספר רב של יזמים וקבלנים.

שיטה זו, "שיטת השכבות", אורכת שנים רבות, מובילה לעיכוב בירוקרטי ולהפרות הדדיות בין המבצעים השונים תוך תהליך טורי בלתי הכרחי.

השיטה המוצעת, שיטת "**תכנון ובניה**", מבוססת על תפיסה "חרושתית-מערכתית" שיוזמת פעולות רבות במקביל, ובכפוף לסמכות אחת ("החברה"). שיטה זו מציעה שינוי תפיסתי ביחס לנהוג כיום - כל בניה של אזורי מגורים נרחבים, שכונות גדולות ורובעיים, הכוללים לפחות 1,000 יחידות דיור, תבצע על ידי יזם אחד, אשר הינו האחראי הבלעדי **עד להשלמת כלל הפרויקט**.

היישום יחייב את היזם לבנות את השכונה במלואה, החל משלב התכנון הראשוני, דרך עבודות התשתית, בניית יחידות הדיור ועד להשלמת כלל מבני הציבור הדרושים.

דבר שר הבינוי והשיכון תיעוש הבניה

שיטת "תכנן ובנה" תתמרץ שותפות עם חברות זרות, אשר יהיו אחראיות בין היתר על אספקת כוח אדם המיומן ביישום טכנולוגיות ושיטות עבודה מתקדמות, לרבות:

- שימוש בציוד בניה משוכלל ומעבר למוצרי חרושת המיוצרים מחוץ לאתר, וזאת בשונה מהבניה הקונבנציונלית, שבה נעשה שימוש בטכנולוגיות עתירות עבודה, הנעשות באופן ידני באתרי הבנייה עצמם.

- הטמעת כלים ממוחשבים לתכנון וניהול פרויקט, וזאת בשונה מתהליכי עבודה כיום המחייבים תיאומים חוזרים ונשנים בזמן התכנון והביצוע תוך הגדלת הסיכוי לטעויות ולעיכובים.

- ניצול יעיל של משאבים לביצוע פיתוח ובניה במקביל ובמתואם, וזאת בשונה מהמקובל כיום כאשר העבודות נעשות בזו אחר זו או תוך קידום מקביל אשר מביא להתנגשויות ולחוסר התאמות בין המבצעים השונים.

יתרונות אלו צפויים להביא להקטנת התלות בכוח אדם לא מיומן, לקיצור ולהוזלת העלות תוך הגדלת הפיריון בענף הבניה ואף להביא לשיפור באיכות הבניה.

במקביל להטמעת שיטת "תכנן ובנה" יש לפעול באמצעים המעודדים ומאיצים תהליכי תיעוש בכלל ענף הבנייה לשימוש על ידי יזמים וקבלנים מקומיים ובהם: הכשרת כוח אדם מקומי מיומן, החדרת מיכון, הטמעת טכנולוגיה מתקדמת בתהליכי ושיטות עבודה והתאמת הרגולציה לאתגרים הרבים שעוד ניצבים לפנינו. כל זאת בכדי להבטיח הפקת תועלות ארוכות טווח לענף הבניה בישראל.

תחום **תיעוש הבניה**, הינו חולייה משמעותית בשרשרת הפתרונות אשר מקדם משרד הבינוי והשיכון, בשיתוף שותפי אמת ממשרדי ממשלה נוספים, ועל כך הערכתי הרבה.

משרד הבינוי והשיכון ימשיך לפעול לפתרון משבר הדיור במדינת ישראל, למען אזרחי המדינה ולמען הדורות הבאים.



דבר המנכ"ל

ענף הבניה לדיור מהווה מרכיב משמעותי בתוצר הלאומי והגדלת התפוקות בו היא קריטית, הן בהיבטי התרומה לצמיחת המשק והן בהיבטי המענה לצורך המידי בדירות נוספות.

הרחבת התיעוש והגדלת הפיריון בענף הבניה נועדו בראש ובראשונה לאפשר בניה בהיקפים רבים יותר ובמשכי זמן קצרים יותר, וכן לספק תועלות נוספות שיבואו לידי ביטוי, בין היתר, בירידת עלויות הבניה ובהעלאת איכותה.

למרות שהבניה המתועשת נמצאת בשנים האחרונות במגמת עליה, בעיקר בשל השינוי בתמהיל הבניה והגידול בהיקף הבניה הגבוהה, משך הבניה הממוצע לא התקצר כמעט ותועלות הבניה המתועשת לא באו עדיין לידי ביטוי משמעותי.

רמת הפיריון בענף הבניה, שהייתה נמוכה לאורך שנים, עלתה באופן ברור בעשור האחרון אך עדיין נמצאת בפיגור משמעותי ביחס לממוצע מדינות ה-OECD.

העבודה של הצוות הבין - משרדי שהוקם בהמשך להחלטת ממשלה 204 שהתקבלה ב- 9 ביולי 2015 בנוגע לעידוד התיעוש והגדלת הפיריון בענף הבניה, הגדירה יעדים אותם אנו רוצים להשיג בטווח הקצר, הבינוני והארוך, בהיבטי משך הבניה, עלויות הבניה, איכות הבניה והפיריון בענף, מיפתה את החסמים המונעים כיום את השגת היעדים והציגה רשימת מהלכים שנדרש לבצע כדי להשיג את היעדים.

המהלך המרכזי שיאפשר לפרוץ את "תקרת הזכוכית" של תפוקות הבניה בענף, לייצר קפיצת מדרגה בהיקפי הבניה המתועשת ולהביא לשינוי תרבותי בענף הינו **בנייה של שכונות חדשות במתכונת "תכנן ובנה"**, בהיקפים גדולים ובשיטות בניה מתקדמות, תוך מתן תמריץ לקיצור לוחות הזמנים. במסגרת זו, הכוונה לצאת כבר בשנה הקרובה למכרזי שיווק ב-10 מתחמים בני 1,000-1,500 יח"ד בכל מתחם, תוך שילוב עקרונות המקדמים תיעוש, עידוד השימוש בטכנולוגיות מתקדמות בתכנון ובביצוע, וביצוע פעילות הכנה מתאימה, שתמנע חסמים ומכשולים בשלבי הבניה ועד לאכלוס.

מהלך מרכזי נוסף שנדרש לבצע הינו יישום של **תכנית חירום לפתרון צוואר הבקבוק של כ"א מיומן בענף הבניה**, בדגש על מנהלי עבודה, עגורנאים ועובדי שלד, **והקמת מכללה לאומית למקצועות הבניה**, שתפעל לקדם ולהטמיע טכנולוגיות בנייה מתועשת ולהגדיל את פריון העבודה בענף הבנייה.

בנוסף, מציגה העבודה רשימה של המלצות נוספות למימוש מידי בתחומי המיכון, הטכנולוגיה, הרגולציה והגברת המודעות של הגורמים השונים בענף לתועלות הבניה המתועשת, שיאפשרו להגיע ליעדי התיעוש והפריון שהגדרנו לעצמנו.

אני מודה לחברי הצוות הבין-משרדי ולגורמים השונים שהשתתפו בתהליכי החשיבה שהובלנו במסגרת הצוות.

רקע ומטרת המסמך

תיעוש הבניה הוא שם כולל לבניה שבה נעשה שימוש בטכנולוגיות מתקדמות, בשיטות עבודה, בציווד בניה משוכלל ובמוצרי חרושת המיוצרים מחוץ לאתר, בהשוואה לבניה הקונבנציונלית, שבה נעשה שימוש בטכנולוגיות עתירות עבודה המבוצעות ברובן באופן ידני באתר הבניה עצמו.

בהמשך להחלטת ממשלה מספר 204 מיום ה-9 ביולי 2015, הוקם צוות בינמשרדי, בראשות מנכ"ל משרד הבינוי והשיכון ובהשתתפות נציגי משרד האוצר, משרד הכלכלה, המשרד להגנת הסביבה והמשרד לבט"פ, שמטרתו הייתה לגבש תכנית **לעידוד התיעוש והגדלת הפיריון בענף הבניה**.

המסמך מציג את תמונת המצב בתחום תיעוש הבניה על מרכיביו השונים, את היעדים אותם ניתן להשיג בעקבות הגברת התיעוש של הבניה, את ההמלצות לגבי הפעילויות הנדרשות לטובת השגת היעדים והמשמעויות שלהן, ותכנית עבודה רב שנתית מוצעת לטובת השגת היעדים.

תמונת המצב של ענף הבניה

משנות השישים היו רמות התיעוש ופיריון העבודה בענף הבניה נמוכות ביחס לענפים אחרים במשק וביחס לעולם. ב-7 השנים האחרונות חל גידול משמעותי בהיקף השקעות ההון בענף וכתוצאה מכך גם בפיריון הענף, הן ביחס לענפים מקומיים אחרים והן ביחס למדינות ה-OECD.

המרכיב המרכזי בבניה מתועשת הינו השלד. יש לציין שטכנולוגיות ושיטות בניה מתקדמות קיימות גם בתחומים נוספים, כגון מחיצות פנים, חיפויים, חומרי גמר (מפורטים בעבודה בפרק טכנולוגיות וחומרים), אך בעבודה זו התמקדנו במרכיב השלד, שהינו בעל הפוטנציאל המשמעותי ביותר בראיית היעדים שהגדרנו.

טכנולוגיות תיעוש השלד בישראל מבוססות בטון, כאשר בעולם יש גם טכנולוגיות פלדה, בעיקר במבנים גבוהים. כיום בישראל רמת התיעוש בבניה לגובה (10 קומות ומעלה) הינה גבוהה, בבניה מרקמית (3-9 קומות) רמת התיעוש הינה בינונית-נמוכה (ככל שיוורדים במספר הקומות), ובבניה צמודת קרקע רמת התיעוש נמוכה מאוד.

העבודה מתייחסת למטרות הלאומיות בענף הבניה, שהן **הגדלת תפוקות הענף, לטובת מתן מענה לצרכי האוכלוסייה, הורדת מחיר הדירה והגדלת שיעור העובדים הישראליים בענף הבניה**.

בראיית מטרות אלה, הגדרנו בעבודה ארבעה יעדים:

1. הוזלת עלות הבניה

2. צמצום משך הבניה

3. שיפור איכות הבניה

4. הגדלת הפיריון של הענף

במסגרת העבודה הגדרנו מדדי הצלחה להשגת כל אחד מהיעדים, בטווח הקצר (עד סוף שנת 2017), בטווח הבינוני (עד סוף שנת 2020) ובטווח הארוך (עד שנת 2030).

טבלה 1 | **מדדי הצלחה שהגדרנו, לטווחי הזמן השונים, עבור יעדי העבודה, הם:**

מדדי הצלחה			פירוט המדד	היעד
2030	2020	2017		
20%	10%	-	צמצום עלויות הבניה הממוצעות של השלד	מחיר הדירה
16 חודשים	22 חודשים	26 חודשים	משך הבניה הממוצע של יחידת דיור	משך הבניה
30%	10%	-	שיעור הירידה בהיקף התקציב הממוצע המוקצה לשלב הבדק	איכות הבניה
105%	75%	68.5%	שיעור ממוצע פיריון העבודה בענף הבניה מתוך הממוצע במדינות ה-OECD	פיריון העבודה בענף הבניה

במסגרת העבודה, זיהינו את התועלות וההשלכות העיקריות של תיעוש הבניה, בראיית יעדי העבודה.

התועלות העיקריות הן:

- **הגדלת התפוקות** (מספר יחידות דיור) **של הענף** ללא הגדלת היקף כ"א הנדרש לבנית יח"ד ובהנחה שחלק ניכר מהעובדים הלא מיומנים בענף יוכשרו או יוחלפו בעובדים המיומנים בעבודה מתועשת.
- **הגדלת אטרקטיביות העבודה בענף ומשיכת כ"א איכותי לענף.**
- **שיפור איכות הבניה והבטיחות בעבודה.**
- **הקטנת משך הבניה** ביחס לבניה קונבנציונלית.
- **הורדת עלויות הבניה של יח"ד** (לפי האמדן יכול להגיע עד כ- 50,000 ₪ ליח"ד).

במקביל, זיהינו השלכות אפשריות של הגדלת היקף התיעוש על התעסוקה ומבנה הענף:

- הקטנת מספר מקומות עבודה לעובדים לא מיומנים.
- נדרשות השקעות הון גדולות במכונות וציוד, שיכולות להתבצע בעיקר על ידי קבלנים גדולים.
- הדרישה להשקעות בציוד וטכנולוגיה עלולה לגרום לקבלנים קטנים ובינוניים לצאת מהענף ובכך להקטין תחרות.

טבלה 2 | על מנת להשיג את היעדים שהגדרנו, אנו מציעים להגדיר מדדי הצלחה של רמת התיעוש, בסוגי הבניינים השונים, כדלהלן:

מדדי הצלחה			מצב קיים	סוג הבניה
2030	2020	2017		
100%	100%	100%	100%	רבי קומות ומגדלים
90%	75%	60%	56%	בניה מרקמית 7-9 קומות
75%	55%	40%	35%	בניה מרקמית 3-6 קומות
75%	60%	45%	40%	בניה צמודת קרקע

בעבודה זיהינו ארבעה מרכיבים בהם נדרש לטפל, על מנת להשיג את היעדים ואת רמת התיעוש הרצויה. המרכיבים הם:

1. מיכון

2. כח אדם בענף

3. טכנולוגיה וחומרים

4. רגולציה

בנוסף, הגדרנו שני תנאים שחייבים להתקיים, כדי לאפשר השגת היעדים:

1. קיומו של מודל כלכלי המעודד תיעוש, הן בראיה לאומית והן בראיית היזמים והקבלנים

2. קיום מודעות לתועלות התיעוש ולאפשרויות הקיימות בתחום הבניה המתועשת, בקרב כלל הגורמים בענף הבניה.

המלצות העבודה מציגות מספר רב של מהלכים שיש להתניע בחודשים הקרובים. יחד עם זאת, בעוד שחלק מהמהלכים יניב תוצאות נראות לעיין כבר בטווח הקצר (שנים 2016-2017), הרי שלאור משכי הבניה, ומשכי הזמן שיידרשו ליישום ההמלצות, חלק לא מבוטל מהתוצאות יבואו לידי ביטוי רק בטווח הבינוני (עד שנת 2020) או אפילו בטווח הארוך (מעבר לשנת 2020 ועד שנת 2030).

היעדים שברצוננו להשיג בכל אחד מטווחי הזמן נגזרים, לפיכך, מצד אחד, מההנחה של תחילת יישום ההמלצות כבר במהלך השנה הקרובה, ומהצד האחר, ממשך הזמן הנדרש מתחילת יישום ההמלצות ועד להשגת התוצאות הרצויות. להלן היעדים המוגדרים לטווחי הזמן השונים:

• **טווח קצר (2016-2017)** - בלימת הירידה בפריון והגדלת כושר היצור בענף, למיצוי ההשקעות הגדולות שנעשו בשנים האחרונות.

• **טווח בינוני (עד שנת 2020)** - הגדלת התיעוש בטכנולוגיות הקיימות והגדלת הפריון מעבר לשיא שאליו הגיע ב- 2012.

• **טווח ארוך (עד שנת 2030)** - אימוץ טכנולוגיות בניה חדשניות (כמו בניה בפלדה) והגעה לרמת הפריון הממוצעת בענף במדינות ה-OECD.

מול כל אחד מטווחי הזמן וההישגים הנדרשים בו, בחן הצוות סידרה של דרכים וכלים אשר אמורים לאפשר את ההגעה אליהם.

המהלך המרכזי, שיביא לשינוי בתפוקות הענף בטווח הקצר, וישמש זרז מהותי לקידום השגת יעדי התיעוש, הוא בניה של שכונות שלמות במתכונת "תכנון ובנה", בהיקפים גדולים ותוך שימוש בשיטות בניה מתקדמות.

מהלך זה, בתכנון ובניהול נכונים, יאפשר להטמיע שיטות עבודה וטכנולוגיות מתקדמות בענף הבניה, ולהגביר את המודעות של כלל בעלי העניין בענף הבניה לתועלות הבניה המתועשת, וזאת, בנוסף להגדלת מספר יחידות הדיור הנבנות מידי שנה.

מהלכים נוספים שנדרש להתניע בהקדם האפשרי לטובת השגת היעדים בטווחי הזמן השונים הם:

1. מהלכים שיונתנעו באופן מיידי ויביאו לתוצאות בטווח הקצר (2016-2017):

- תכנית חירום להכשרת כ"א מיומן בענף הבניה במקצועות הקריטיים (בדגש על מנהלי עבודה, קבוצות עבודה בבניית שלד ומפעילי עגורנים)
- הקמת מכון לאומי למקצועות הבניה ומרכז ידע לתיעוש הבניה
- הגדלת מספר העובדים הזרים (מהלך המתבצע כיום)

2. מהלכים שיונתנעו באופן מיידי ויביאו לתוצאות בטווח הבינוני (2018-2020):

- תמרוץ תקציבי לקבלנים לשימוש בשיטות מתועשות
- סיוע לקבלנים בהשקעות הון בציוד
- שילוב חברות בניה בינלאומיות הבונות בשיטת בניה מתקדמות
- קידום תכנון המאפשר תיעוש
- התאמת התקינה כך שתצמצם חסמים העומדים בפני בניה מתועשת

3. מהלכים שיונתנעו באופן מיידי אך התוצאות שלהם יבאו לידי ביטוי רק בטווח הארוך:

- בחינת האפשרויות והמשמעויות לאימוץ טכנולוגיות חדשות
- הטמעת מתודולוגיה וסטנדרטים של BIM בתכנון ובבניה בישראל

לטובת יישום התכנית נדרש להעמיד סכום שנתי של כ- 100 מ' ש (בהתאם להמלצות שיאושרו), למשך חמש שנים.

התועלות הצפויות בראיה משקית יגדלו ככל שייגדל היקף התיעוש, וצפויות להגיע לכ- 740 מיליון ש בשנה בשנת 2020, ואף מעבר לכך בהמשך, עם הטמעה של טכנולוגיות בניה מתקדמות בענף.





פ ר ק

01

**רקע, מטרות
ומתודולוגיית
העבודה**

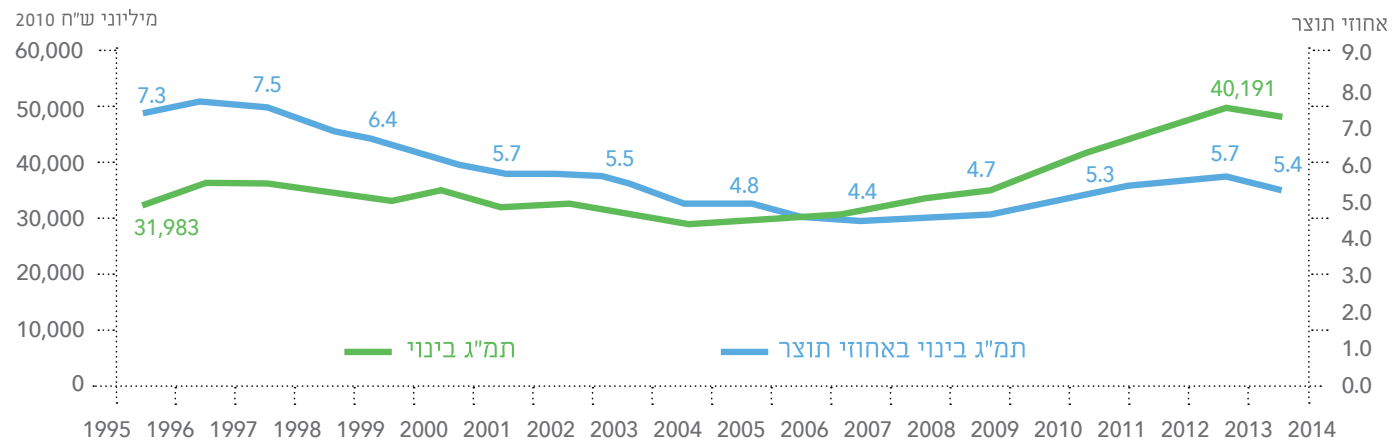
ענף הבניה למגורים

ענף הבניה (או לחלופין בינוי) בישראל מהווה חלק משמעותי וחשוב בפעילות הכלכלית של המשק. חשיבותו הכלכלית של הענף באה לידי ביטוי במספר פרמטרים - היקף התוצר הענפי ושיעורו בתוצר הכללי של המשק, היקף ההשקעות בענף ומלאי ההון הנקי הנצבר בענף.

ניתן להצביע על מספר מגמות בהתפתחות תוצר הענף בעשרים השנים האחרונות. בתחילת התקופה, בין השנים 1995-2004 רמת התוצר נעה באופן מתון סביב 33 מיליארד ₪ בשנה. החל משנת 2005 ועד לשנת 2014, גדלה רמת התוצר בענף בקצב מהיר יחסית, ועלתה במצטבר ב-60% - מרמה של 30 מיליארד ₪ בשנת 2005 לרמה של **48 מיליארד ₪ בשנת 2014**. יש לציין כי לראשונה מאז שנת 2004, חלה בשנת 2014 ירידה בתוצר הענפי השנתי לעומת השנה הקודמת.

למרות העלייה הגדולה ברמת התוצר בשנים האחרונות, חלקו של התוצר הענפי בתוצר הכללי במשק נמצא במגמת ירידה בעשרים השנים האחרונות. **בשנים 1995-2007 חלקו של תוצר הבינוי בתמ"ג ירד מ-7.3% לשיעור הנמוך של 4.4%, ומאז הוא נמצא בעליה מתונה, לשיעור של כ-5.5%**. (ראה תרשים 1).

תרשים 1 | תמ"ג ענף הבינוי אל מול סך התמ"ג בישראל¹

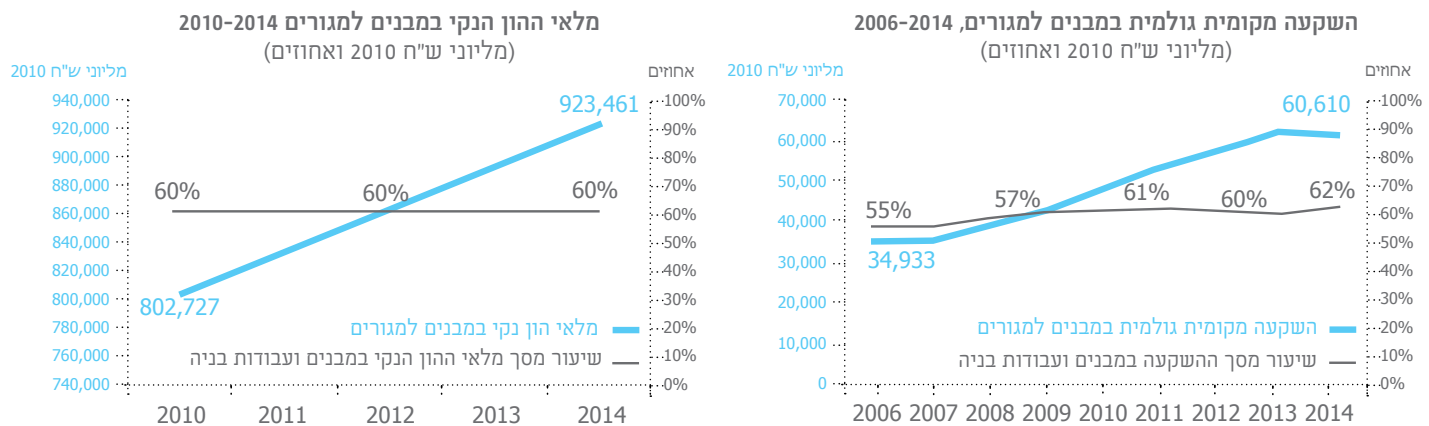


¹ מקור: למ"ס, מאגר הנתונים המרכזי

הבניה למגורים בישראל מהווה מרכיב משמעותי ביותר בסך הבניה. את חלקה של הבניה למגורים מתוך סך הבניה ניתן להעריך דרך חלקן של ההשקעות בנכסים קבועים המוגדרים כמבנים למגורים מתוך סך ההשקעות בנכסים קבועים המוגדרים כמבנים ועבודות בניה. השקעות אלה שונות מההשקעות בענף הבינוי כענף כלכלי, המתמקדות בציווד ומכונות לבניה, אך מהוות אינדקסיה להיקף הפעילות המוקדשת לבניה למגורים אל מול סך פעילות הבניה.

בשנים 2006-2014 שיעור ההשקעה במבנים למגורים מסך ההשקעה במבנים ועבודות בניה היה יציב ונע סביב 59%. באופן דומה, שיעורו של מלאי ההון הנקי במבנים למגורים מתוך סך מלאי ההון הנקי במבנים ועבודות בניה (מבנים למגורים, מבנים לא למגורים ועבודות בניה אחרות) הינו יציב, ועומד בשנים 2010-2014 על 60% (ראה תרשים 2).

תרשים 2 | ההשקעה המקומית הגולמית ומלאי ההון הנקי במבנים למגורים מול סך המבנים ועבודות הבניה²



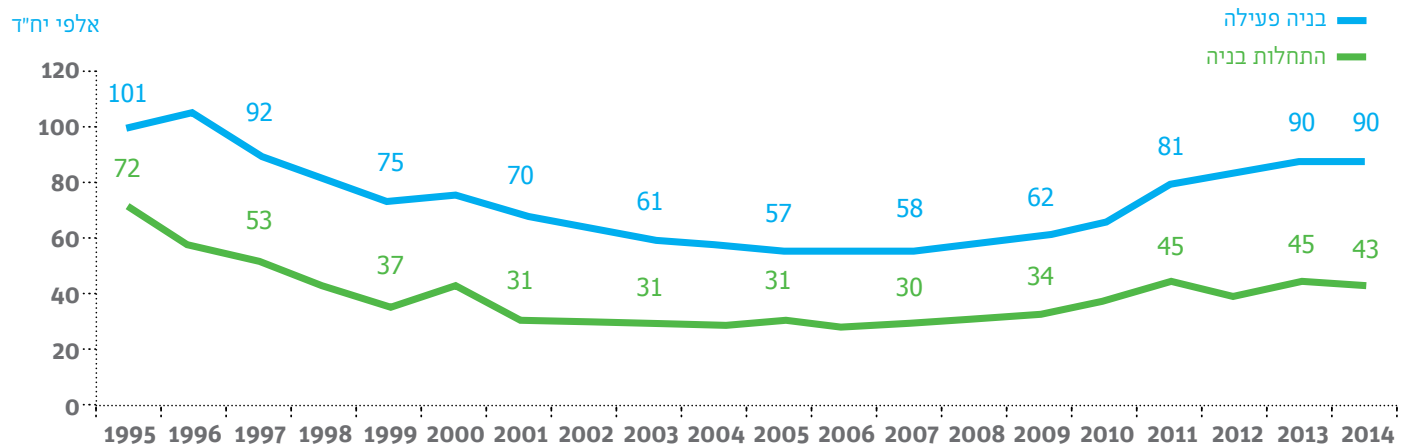
פרמטרים חשובים לאומדן היקף פעילות הבנייה בישראל הינם **מספר יחידות הדיור שבנייתן מתחילה מדי שנה ומספר יחידות הדיור שנמצאות בבנייה פעילה בכל שנה**. היקף יחידות הדיור בבנייה פעילה מושפע משינויים בהיקף התחלות הבנייה בכל שנה ומשינויים במשך הבנייה של יחידות הדיור.

בשנים 1995-2005 חלה ירידה משמעותית בהיקף התחלות הבנייה של יחידות הדיור בישראל, מרמה של כ-70 אלף יחידות דיור בשנה עד לרמה של כ-30 אלף. באופן דומה ובהמשך לכך, חלה ירידה בתקופה זו בהיקף יחידות הדיור בבנייה פעילה, מרמה של כ-100 אלף יחידות דיור עד לרמה של כ-60 אלף.

² מקור: למ"ס, שנתון סטטיסטי 2015

בשנים 2006-2014 חלה מגמת עלייה במספר היחידות שבנייתן מתחילה ובמספר היחידות הנמצאות בבנייה פעילה בכל שנה, כאשר בשנת 2014 החלה בנייתן של כ-43 אלף יחידות דיור וכ-90 אלף יחידות דיור בבנייה פעילה (ראה תרשים 3).

תרשים 3 | התחלות בניה ובניה פעילה של יחידות דיור בישראל (1995-2014)³



תיעוש הבנייה כרעיון נועד, בראש ובראשונה, להעלות את הספק העבודה, תוך חיסכון בתשומות נדרשות על ידי שימוש במיכון וטכנולוגיות מתקדמות. תהליך הבנייה הינו בעל פוטנציאל גבוה לבזבז של תשומות של 4: שעות עבודה של עובדים הממתינים לציווד וחומרים או מידע, עבודה חוזרת לתיקון עבודה פגומה, הריסה ובניה מחדש עקב שינויים בהחלטות או שימוש בתכניות מוטעות, עיכוב בסיום עבודתם של צוותים קודמים ועוד. לתיעוש הבנייה אפקט חסכוני לתשומות הנדרשות ולקיצור לוחות הזמנים על ידי החלפת עבודות עתירות כוח אדם באתר, קיצור תהליכי עבודה והפקת תוצרים ברמה גבוהה. כל אלה מוזילים את עלויות הבנייה ותורמים להפחתת מחירי הדיור. מידת התיעוש מושפעת על ידי מספר גורמים, החל מהמשתתפים בשלב התכנון (מתכננים, יועצים ואדריכלים) דרך החלטות היזם ותנאי האתר וכלה בשיקולי הקבלן, כישורי פועלי הבניה ודרישות הצרכן הסופי.

תיעוש הבניה למול בניה קונבנציונלית

תהליך הבנייה המתועש עשוי להשתלב ברכיבי ובשלבי הבנייה השונים:

- 1. שלב השלב** - יציקות במקום בתבניות מתועשות, שילוב אלמנטי חזית טרומיים (בייצור מוקדם), שילוב לוחות דרוכים לתקרות בייצור מוקדם, שימוש בשיטות מבוססות על פלדה, שילוב אלמנטי חזית בייצור מוקדם.
- 2. שלב הגמר** - גימור פנים, מכלולי נגרות, אלומיניום ומסגרות.
- 3. מערכות** - מערכות תברואה, תיעול, ביוב ומערכות ניקוז.

³ מקור: למ"ס, מחולל לוחות בינוי
⁴ הפוטנציאל לשפור הפיריון בבנייה באמצעות תיעוש לפי עקרונות LEAN, המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון, חיפה, 2008.

כמו כן, תיעוש עשוי להשתלב גם בעבודות תשתית: רכיבי הפרדה בכבישים, מוצרים לעיצוב רחוב וגן, מוצרי תימוך וביסוס.

בניגוד לטכנולוגיות הבנייה המתועשות, הבנייה המסורתית (הקונבנציונלית) הינה עתירת עבודה ועתירת שלבים. במבנים למגורים אופי העבודה מבוסס בעיקרו על שלד של עמודים ותקרות מקשיות מבטון מזוין היצוקים באתר, קירות חוץ ומחיצות מבלוקי בטון או מבלוק תאי מאושפר, ציפוי קירות חוץ ופנים, טיח וריצוף או קרמיקה על מצע חול וטיט.

ישנן שתי הגדרות מרכזיות למושג פריון, הפריון הכולל ופריון העבודה:

הפריון הכולל מחושב מתוך פונקצית היצור של הענף או של המשק, ומביא לידי ביטוי את השינוי בתוצר שאינו מוסבר על ידי שינויים בגורמי הייצור הון ועבודה.

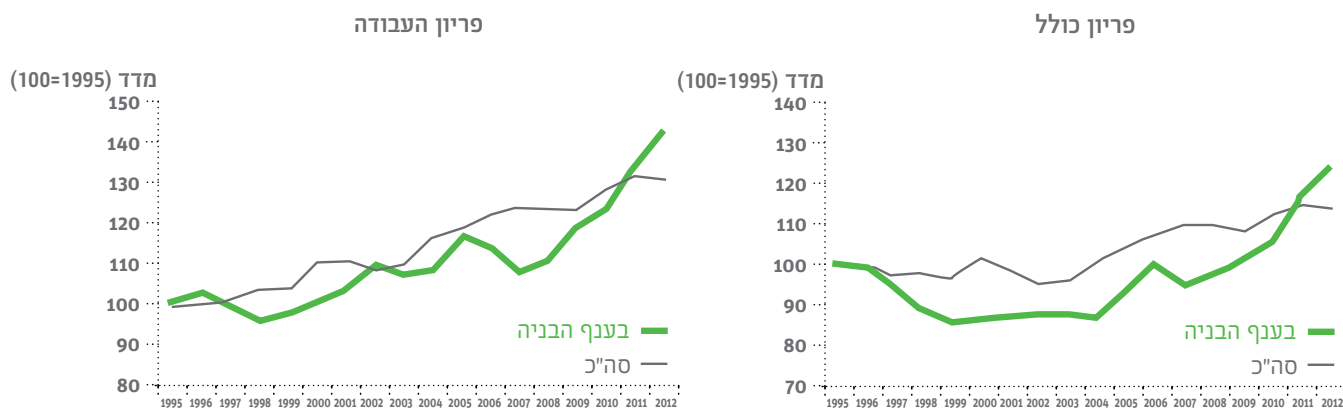
פריון העבודה, המתאר את רמת הפרודוקטיביות של העובדים בענף או במשק, מחושב לפי התוצר לתשומת עבודה, בין אם מדובר בעובדים או בשעות עבודה.

לאורך שנים היה פריון העבודה בענף הבניה, המחושב כתוצר הענפי חלקי מספר העובדים בענף, נמוך מאוד. עבודות ומחקרים שבוצעו בתחילת שנות ה-2000, מתבססות על נתונים של עד שנת 2005, מציגות זאת באופן ברור. יחד עם זאת, בשנים 2007-2012 עלה פריון העבודה בענף הבניה ב-32% (!) לעומת עליה של 6% בלבד בכלל ענפי המשק. בהמשך לגידול המתואר לעיל בהשקעות ובמלאי ההון הנקי בענף, **קצב גידול פריון העבודה בענף הבניה היה גבוה במיוחד בשנים אלה ואף עקף את זה של כלל המשק בשנת 2012.**

הפריון הכולל בענף הבניה עלה בשנים 2007-2014 בכ-31%, בעוד שהפריון הכולל בכלל ענפי המשק עלה בתקופה זו בכ-4% בלבד. **באופן דומה לפריון העבודה, קצב הגידול של הפריון הכולל בענף הבניה היה גבוה במיוחד בתקופה זו, ואף עלה על קצב הגידול של הפריון הכולל במשק בשנת 2012** (ראה תרשים 4).

הפריון בענף הבניה

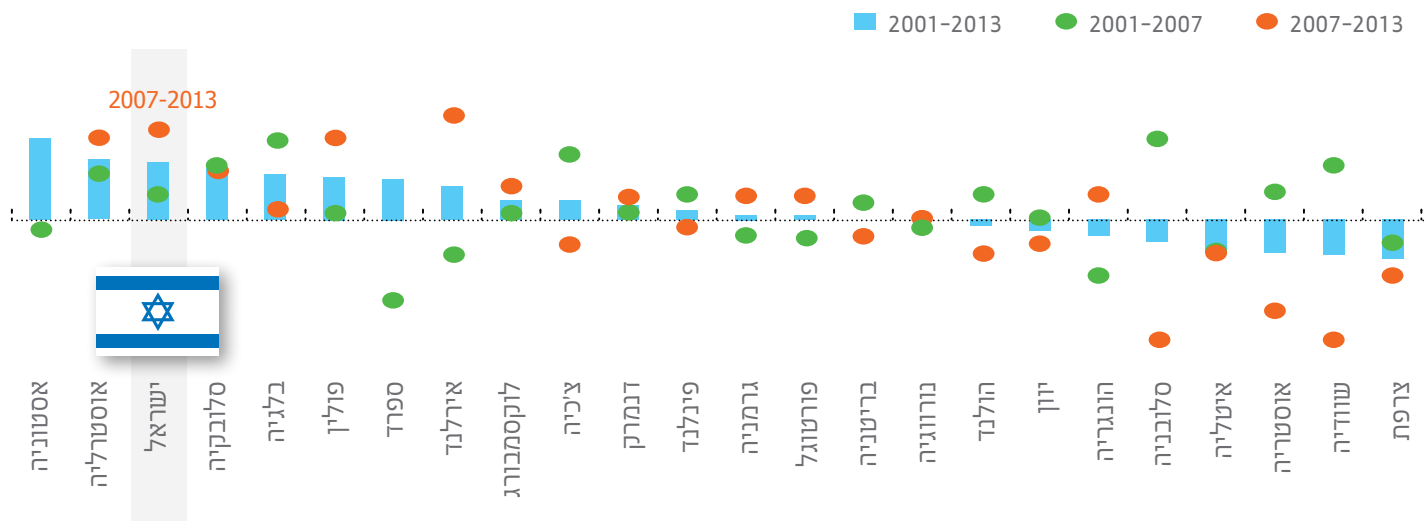
תרשים 4 | הפריון הכולל ופריון העבודה בענף הבניה מול כלל המשק (1995-2012)⁵



⁵ מקור: דו"ח בנק ישראל 2014, לוח ב' נ'9-, לוח ב' נ'35-, לוח ב' נ'15-, מבוסס על עיבודי בנק ישראל ללמ"ס. התוצר בענף הבינוי לקוח ממאגר הנתונים המרכזי בלמ"ס

אם נבחן את קצב הגידול של פריון העבודה בענף הבניה למול קצב הגידול במדינות ה-OECD, נראה כי בשנים 2001-2013 קצב הגידול השנתי בפריון העבודה בענף הבנייה בישראל היה השלישי בגודלו מתוך מדינות ה-OECD הנבדקות. קצב הגידול השנתי בישראל היה גבוה במיוחד בשנים 2007-2013 (ראה תרשים 5).

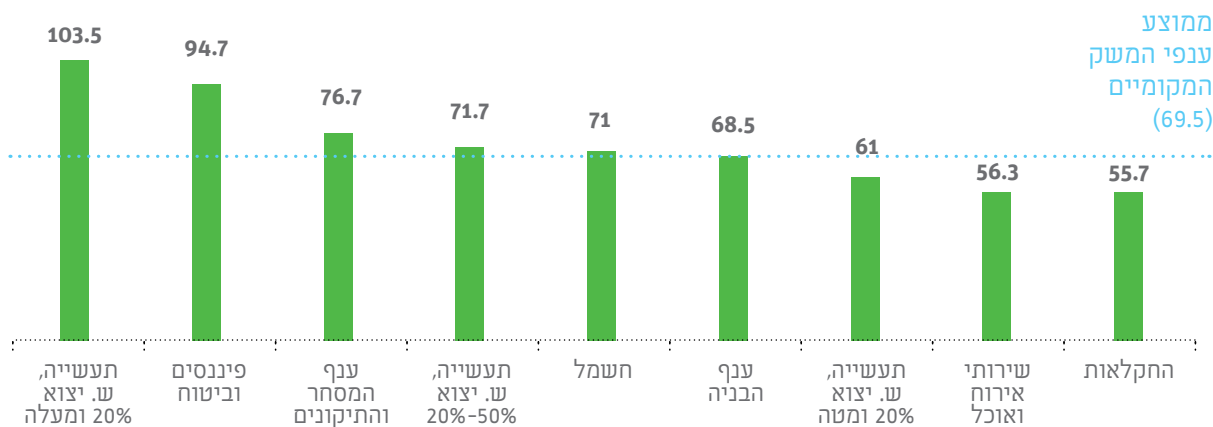
תרשים 5 | פריון העבודה בענף הבניה במדינות ה-OECD (שיעורי שינוי שנתיים ממוצעים על פני שלוש תקופות)⁶



השוואה בינלאומית נוספת לפריון העבודה בענף הבניה הישראלי נעשתה על ידי בנק ישראל לפני מספר שנים. בשנת 2013 פרסם בנק ישראל לוח המשווה בין פריון העבודה בענפי משק נבחרים בישראל לבין פריון העבודה באותם ענפי משק במדינות ה-OECD. כאשר משווים בין פריון העבודה הענפי בישראל לבין פריון העבודה הענפי הממוצע ב-OECD, מתקבל רושם לפיו הענפים המקומיים, שאינם מוכוונים לייצוא ובאופן יחסי אינם חשופים לתחרות בינלאומית, מתאפיינים בפריון עבודה נמוך יותר. רמתו של פריון העבודה בענף הבניה הישראלי היוותה כ-70% מרמת פריון העבודה הממוצעת בענף הבניה ב-OECD בשנת 2011. שיעור זה היה גם השיעור הממוצע של רמות פריון העבודה בענפי המשק המקומיים מתוך רמות פריון העבודה הממוצעות של הענפים המקבילים ב-OECD. כלומר, **פריון העבודה בענף הבניה כשיעור ממוצע ה-OECD הגיע ב-2011 לזה של שאר ענפי המשק המקומיים** (ראה תרשים 6).

⁶ מקור: OECD Compendium of Productivity Indicators 2015

תרשים 6 | פרוין העבודה בענפי המשק כשיעור מממוצע ה-OECD (אחוזים, 2011)⁷



אם כן, בשנים האחרונות ישנה **עדות לגידול מהיר ברמת הפריון לעובד בענף הבניה בישראל, הן ביחס לעולם והן ביחס למשק המקומי**. בנוסף לעדות לגבי קצב הגידול המהיר, אנו עדים גם **לרמה ממוצעת של הפריון לעובד בענף הבניה הישראלי, ביחס לענפי בניה מקומיים אחרים במשק**, כאשר משווים ענפים אלה לענפים המקבילים במדינות ה-OECD. מגמת העלייה בפריון העבודה ובפריון הכולל בענף הבניה נמשכו כאמור עד שנת 2012, במקביל לעליה בהשקעות ההוניות ובמלאי ההון הנקי בצידוד הבניה. יחד עם זאת, ולמרות הגידול המהיר בפריון העבודה בענף הבניה בישראל, **רמת הפריון מהווה כאמור רק כ- 70% מרמת הפריון הממוצעת בענף הבניה במדינות ה-OECD**.

⁷ מקור: דו"ח בנק ישראל 2013, תיבה ב'-1, לוח 1

החלטת הממשלה בנושא תיעוש הבניה

תיעוש הבניה הוא שם כולל למגוון רחב של שיטות ואמצעים שבהם נעשה שימוש בטכנולוגיות מתקדמות, בציוד בניה משוכלל ובמוצרי חרושת המיוצרים מחוץ לאתר. בהשוואה לבניה הקונבנציונלית, שבה נעשה שימוש בטכנולוגיות עתירות עבודה המבוצעות ברובן באופן ידני באתר הבניה עצמו.

ב- 9 ביולי 2015 החליטה ממשלת ישראל על הקמת צוות בינמשרדי, בראשות מנכ"ל משרד הבינוי והשיכון ובהשתתפות נציגי משרדי האוצר, הכלכלה וגופים ממשלתיים רלבנטיים נוספים, שמטרתו **גיבוש תוכנית כוללת לעידוד תיעוש הבניה ולשיפור הפריון לעובד בענף הבניה.**

בהחלטת הממשלה התבקש הצוות להתייחס בעבודתו, בין היתר, לסוגיות הבאות:

בתחום תיעוש הבניה

- צעדים לתכנון המאפשר תיעוש.
- עלויות מיכון של תהליכי עבודה בענף הבניה.
- תמריצים לטובת הגברת השימוש בטכנולוגיות חדשות.
- במסגרת זאת ייבחנו סוג התמריץ האפקטיבי ביותר וקהל היעד הרלבנטי.
- תמריצים לטובת פיתוח טכנולוגיות חדשות בתחום הבניה.
- הכשרות לשימוש בטכנולוגיות בתחום הבניה.
- הגברת המודעות לשימוש בטכנולוגיות בתחום הבניה.

בתחום הסרת חסמי תקינה ורגולציה בענף הבניה -

- חיפויי אבן
- תקני כיבוי אש
- התייעלות אנרגטית
- התאמת תקני יציבות המבנה וניהול הסיכונים לתקינה הבינלאומית

במקצועות הבניה - בחינת דרישות סף מבעלי התפקידים הבאים

- מפעילי ציוד ועגורנים
- מנהלי עבודה

התהליך שבוצע במסגרת העבודה

בהמשך להחלטת הממשלה הוקם צוות בין-משרדי בראשות מנכ"ל משרד הבינוי והשיכון, ובהשתתפות נציגי משרד הבינוי והשיכון, משרד האוצר, משרד הכלכלה, המשרד לבט"פ, המשרד להגנת הסביבה וגורמים רלוונטיים נוספים.

מפגש ההתנעה של הצוות התקיים בתחילת יולי 2015, ובו הוחלט, בין היתר:

א. להקים שלושה צוותי משנה:

1. צוות בנושא תיעוש הבניה

בראשות מנהל אגף בכיר לתכנון אסטרטגי ומדיניות במשרד הבינוי והשיכון, ובהשתתפות נציגי משרד האוצר ומשרד הכלכלה

2. צוות בנושא תקינה בענף הבניה

בראשות מנהלת אגף תורת הבניה ופיתוח הנדסי במשרד הבינוי והשיכון ובהשתתפות נציגי משרד הכלכלה, משרד האוצר, המשרד להגנת הסביבה והמשרד לבט"פ

3. צוות בנושא תנאי סף לבעלי תפקידים בענף

בראשות מנהל תחום בכיר אסטרטגיה ותכנון ומדיניות במשרד הכלכלה ובהשתתפות נציגי משרד האוצר ומשרד הבינוי והשיכון.

ב. להיפגש במסגרת העבודה עם בעלי עניין נוספים ממשרדי הממשלה והגופים השונים, כולל עם התאחדות בוני הארץ, התאחדות התעשיינים ואיגוד המהנדסים, כחלק ממהלך גיבוש המלצות

צוותי העבודה נעזרו בחברות פז כלכלה והנדסה, קו פרויקט ורותם אסטרטגיה, וקיימו מפגשים ושולחנות עגולים עם גורמים בממשלה ובתעשייה, לטובת הבנת תמונת המצב והבעיות, וגיבוש המלצות הצוות.

עבודת צוותי המשנה

צוות התיעוש |

במסגרת עבודת תת הצוות בנושא התיעוש בוצעו הפעילויות הבאות:

1. סקר פרויקטים מקיף של 95 פרויקטים מייצגים בתחום הבניה למגורים, לטובת ניתוח תמונת המצב בענף הבניה לדיור, לזיהוי הבעיות והחסמים ולקבלת הצעות לפתרון.
2. מפגשי שולחן עגול עם יזמים, קבלנים ומתכננים ועם ספקי טכנולוגיות מתועשות לבניה.
3. סבב מפגשים רחב עם גורמים רלבנטיים בענף הבניה.
4. סקירה השוואתית בינלאומית של טכנולוגיות בניה מקובלות.

צוות התקינה |

עלות הבנייה של דירה בישראל כוללת, פרט לעלויות הבנייה הסטנדרטיות (כגון: קרקע, חומרים, עלות כ"א ומימון וכד'), גם עלויות הנגזרות מרגולציה, תקנים ותקנות, המוטלים על ענף הבנייה ואשר הקבלנים מחויבים לעמוד בהם.

במסגרת עבודת תת הצוות בנושא תקינה בענף הבניה, הוחלט להשתמש כבסיס לעבודה בעבודה שהותנעה במשרד הבינוי והשיכון בהמשך להחלטת קבינט הדיור ביולי 2013, לפיה יש להביא הצעות להפחתת עלויות הבנייה בכ-50 אלף ₪ ליחידת דיור.

העבודה עסקה, לפיכך, במיפוי וזיהוי רגולציות רלוונטיות להפחתת עלויות הבניה, הרגולציות המהותיות בעלות פוטנציאל השפעה מובחן ובחינתן בהיבטים שונים: הרקע לקביעתן, עלויות ותועלות, פוטנציאל חיסכון וחסמים. המחקר עסק בעיקרו ברגולציה המוטלת מתוקף תקני הבנייה השונים, שכן לתקנים אלה ישנה השפעה גדולה על פרקטיקות הבנייה ומכאן גם על העלויות הנגזרות ממנה.

מצ"ב **בנספח ג'** סיכום המחקר שבוצע בנושא הרגולציה והתקינה בענף הבניה לדיור.

צוות בעלי תפקידים בענף הבניה |

במסגרת עבודת תת הצוות בנושא תנאי סף לבעלי תפקידים בוצעה סקירה השוואתית בינלאומית של תנאי הסף ותהליכי ההסמכה של מנהלי עבודה ושל מפעילי עגורן צריח.

טיוטות הממצאים וההמלצות של תתי הצוותים הועברו לגורמים הרלבנטיים להתייחסות, ולאחר הטמעת ההתייחסויות גובש המסמך המסכם של הצוות.

היעדים, המרכיבים והתנאים המחייבים ליישום

יעדי העבודה נגזרים מתיחום העבודה כפי שהוגדר בהחלטת הממשלה, ומהמטרות הלאומיות בענף הבניה למגורים, שהן:

1. הגדלת תפוקת הענף, לטובת מתן מענה לצרכי האוכלוסייה.
2. הורדת מחירי הדיור.
3. הגדלת שיעור העובדים הישראליים בענף הבניה.

למול מטרות אלו, ובהתאם לתיחום שהוגדר לעבודה, הגדיר הצוות ארבעה יעדים לעבודה:

1. הוזלת עלות הבניה

מחיר הדירה מורכב ממספר מרכיבים - מחיר הקרקע, עלות הבניה, מסים ואגרות (מע"מ, אגרות בניה והיטלי פיתוח), עלויות נוספות של היזם והקבלן (תכנון, שיווק, הוצאות משפטיות, ניהול ופיקוח, הנהלה וכלליות) ורווח יזמי וקבלני.

העבודה עוסקת בעלות הבניה של שלד הבניין. עלות הבניה כולה מהווה כ- 40% בממוצע ממחיר הדירה ועלות בניית השלד מהווה כ- 40% מעלות הבניה. כך שהמרכיב שבו עוסקת העבודה מהווה כ- 16% ממחיר הדירה.

2. צמצום משך הבניה

משך הזמן הממוצע ל"ייצור דירה", מתחילת תהליך התכנון הסטטוטורי ועד למסירת המפתח אורך שנים ארוכות (מעל 10 שנים בממוצע).

העבודה עוסקת בצמצום משך הבניה של שלד הבניין בלבד.

משך הבניה הממוצע של דירה משתנה בהתאם למספר הקומות של הבניין ומשך הקמת השלד אורך בממוצע כ- 35% ממשך הבניה הכולל.

(דוגמא מייצגת - משך הבניה הממוצע של בניינים בני 9 קומות מעליה לקרקע ועד קבלת טופס 4 הוא 20 חודשים, מהם משך בניית השלד הינו 7 חודשים).

3. שיפור איכות הבניה

איכות הבניה ניתנת לבחינה במספר היבטים, ביניהם איכות התוצר הסופי, היבטי הקיימות בבניה, ורמת הבטיחות במהלך הבניה.

4. הגדלת הפריון של הענף

הגדלת הפריון תיבחן הן בהיבטי הפריון הכולל, המחושב מתוך פונקציית היצור של הענף או של המשק, ומביא לידי ביטוי את השינוי בתוצר שאינו מוסבר על ידי שינויים בגורמי הייצור הון ועבודה, והן בהיבטי פריון העבודה, המתאר את רמת הפרודוקטיביות של העובדים בענף או במשק, ומחושב לפי התוצר לתשומת עבודה, בין אם מדובר בעובדים או בשעות עבודה.

הגדלת היקפי התיעוש בענף מאפשרת מתן מענה לארבעת המרכיבים הללו:

1. הוזלת עלות הבניה

לתיעוש פוטנציאל להקטנת עלויות הבנייה במידה והתנאים מתאימים ונבחרה טכנולוגיה מתאימה. על פי מחקר של חברת מקנזי⁸, בנייה מתועשת יכולה להוריד את עלות הבנייה בכ-16%. הוזלת העלויות נובעת ממרכיבים שונים הכוללים הקטנה של היקף כח האדם הנדרש וקיצור משך הביצוע המצמצם את העלויות הכלליות של תפעול אתר הבניה. כאשר נעשה שימוש בטכנולוגיות בניה בקונסטרוקציה קלה כמו פלדה דקת דופן, מתווסף חיסכון הנובע מהפחתת עלויות הביסוס.

בנוסף, תיעוש יכול למנוע את העלויות המקושרות לליקויי בנייה, היקפן של עלויות אלו מוערך ע"י המכון הלאומי לחקר הבנייה בסדר גודל של כ-15%-10% מעלות הפרויקט, זאת נוסף על עלויות עקיפות, אבדן מוניטין, עיכובים וכו'⁹.

יש לציין עם זאת כי לתיעוש הבניה ישנן השפעות הגורמות להגדלת עלויות הנובעות בין השאר משכר עבודה גבוה יותר לכח אדם מיומן יותר ומעלותן של טכנולוגיות ומיכון הנדרש לתיעוש (לבחינה מפורטת של תוספת עלויות מול חיסכון אפשרי ראו פרק 5 להלן).

2. צמצום משך הבנייה

משך הבנייה בפרויקטים מתועשים קצר יותר מאשר בפרויקטים קונבנציונליים. שיעור הקיצור משתנה בהתאם לטכנולוגיה שבה משתמשים ומושפע מכמות הרכיבים החוזרים בבנייה. ככל שהרכיבים החוזרים רבים יותר, כך הבנייה המתועשת תקצר את משך הבנייה בצורה ניכרת יותר. במחקר אשר בחן את ההבדלים בין שני פרויקטים זהים שנבנו אחד בשיטה מתועשת והשני בשיטה קונבנציונלית, עלה כי שימוש בשיטות בנייה המתועשות קיצר את הפרויקט בשיעור של כ-32%.

⁸ McKinsey Global Institute, A blueprint for addressing the global affordable housing challenge, Jonathan Woetzel et al, October 2014
⁹ יחיאל רוזנפלד חנן בן-עוז, אפיון ליקויי בנייה לפי גורמים שורשיים: זיהוי גורמיהם, עיתוי יצירתם וחשיפתם, התפתחות עלויותיהם ותרופות לצמצום, המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון, 2010.

טבלה 3 | ערכים מנחים של שנות אדם הדרושות לבניית 1,000 מ"ר (הפער באחוזים חושב ביחס לשיטה קונבנציונלית)¹⁰

טרומית	מתועשת באתר	קונבנציונלית	סוג העבודה
7.8	9.3	13.7	עבודות רטובות
1.5	2	2.8	עבודה אחרת
9.3	11.3	16.5	סה"כ
-44%	-32%	-	פער ב- %

במחקר נוסף, שבוצע ע"י המכון לחקר הבנייה בטכניון¹¹, נבחנו הבדלי תשומות כוח אדם למ"ר, בפרויקטים למגורים מסוגים שונים. במחקר נבחן מספר שעות כוח האדם למ"ר הנדרשות שיטה קונבנציונלית מול בנייה מתועשת. נמצא כי לבניית מ"ר בבנייה קונבנציונלית נדרשות כ-27 שעות עבודה בעוד שלבניית מ"ר בבנייה מתועשת נדרשות כ-20 שעות עבודה.

להלן עיבוד של תמצית הממצאים המצביעים על הבדלים במספר שעות כוח האדם למ"ר הנדרשות בבנייה מרקמית (10-6 קומות) בשיטה קונבנציונלית מול בנייה מתועשת:

טבלה 4 | שעות עבודה למ"ר בניה למלאכות שונות בבנייה קונבנציונלית ומתועשת

בנייה מתועשת	בנייה קונבנציונלית	בניה מרקמית (10-6 קומות)
5.6	10.1	שלד
1.1	1.6	בניית מחיצות פנים וחוץ
0.73	1.41	טיח פנים
0.2	1.73	אבן
12	12	שאר המלאכות
19.63	26.84	סה"כ שעות עבודה
-26%	0%	פער ב- %

¹⁰ רפאל זקס, ישראל קנר, אלברטו אסקנזי, שיפור התחרותיות של רכיבים מתועשים בבנייה על ידי תכן באמצעות מידול מידע בניין ממוחשב, המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון, 2007.

¹¹ פרופ' יחיאל רוזנפלד, מרכיב כוח האדם בטכנולוגית בנייה שונות, המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון, מאי 2007.

היעדים, המרכיבים והתנאים המחייבים ליישום

ניתן לראות כי בנייה קונבנציונלית מאריכה את זמן הבניה בכ-25% במוצע לעומת בניה מתועשת. בחינת מרכיבי העבודה השונים מראה כי המרכיב המשמעותי ביותר מבחינת זמן העבודה הינו השלד, אשר העבודה להקמתו הינה החלק הגדול ביותר מכלל עבודות הבניה. השלד הוא גם אחד המרכיבים אשר הפער בין בניה מתועשת לקונבנציונלית בו הוא המשמעותי ביותר, שכן קונבנציונלית כמעט ומכפילה את זמן הבניה לעומת בניה מתועשת.

מבדיקות שנעשו על בסיס הנתונים שנאספו במסגרת עבודה זו התקבלו המסקנות הבאות בכל הנוגע לקיצור זמן הבניה הממוצע בהתחשב ברמת תיעוש הבניה¹² (נתונים אלו נשלחו לגורמים שונים בענף לבחינה ולתיקוף):

טבלה 5 | זמן הבניה (בחודשים) של בניינים בשיטות בניה שונות

מבוססת פלדה	מבוססת בטון	בניה קונבנציונלית	רמת תיעוש	סיווג הבניה
6	9	12		צמודי קרקע
9	12	15		בניה מרקמית 3-6 (מחושב לפי 6 קומות)
11	15	18		בניה מרקמית 7-9 (מחושב לפי 8 קומות)
18	24	-		בניה רבת קומות 10+ (מחושב לפי 17 קומות)

3. שיפור איכות הבניה, במספר היבטים

תרומה לבנייה בת-קיימא - בצד היבטים כלכליים של הוזלת עלות בנייה באופן ישיר ועקיף, כמפורט לעיל, לתיעוש הבניה השפעות חברתיות וסביבתיות. בדוח שפורסם בבריטניה נמצא כי בניה מתועשת יכולה להוריד את כמות הפסולת הנוצרת באתר הבניה בעד 90%, להקטין את כמות האנרגיה בה נעשה שימוש באתר הבניה ולצמצם תנועת רכבים אל ומאתר הבניה¹³. לשיפור איכות הבניה כמפורט להלן יש גם השפעות סביבתיות מבחינת בידוד טרמי והקפדה על תקנים סביבתיים.

¹² יש לציין כי בבחינת קיצור משך הבניה התמקדה העבודה בזמן בניית השלד בשל היותו מרכיב קריטי במהלך הבניה כמוסבר בסעיף 3.1 לעיל. קיצור זמן בניית השלד בלבד יהיה בעל השפעה חלקית על קיצור זמן הבניה הכולל ויש לצרף אליו מרכיבי תיעוש גם בשלבי בניה נוספים וניהול יעיל על מנת להביא לקיצור זמנים כולל.

¹³ Offsite Construction Sustainability Characteristics, Buildoffsite 2013

שיפור איכות התוצר - הודות לבקרה שיטתית במפעל ייצור הרכיבים או באתר הבנייה עצמו מושגת איכות בנייה משופרת. הבקרה מאפשרת מילוי מדויק של דרישות התפקוד, הפקת מידה הנתפרת על פי צרכי הלקוח, קבלת תוצר נקי יותר, מיעוט תיקונים נדרשים באתר והקטנת בלאי.

תחום שיפור האיכות לא נבדק מבחינה כמותית במסגרת עבודה זו. עם זאת, חוות הדעת של הגורמים השונים בענף הבניה בישראל מאשרות את המסקנות המוצגות לעיל לפיהן לתיעוש הבניה השפעה ישירה על העלאת איכות הבניה, צמצום ליקויי בניה, שיפור בטיחות אתרי עבודה ותנאי העבודה (הנחות אלו נשלחו לגורמים שונים בענף לבחינה ולתיקוף).

שיפור בתנאי העבודה באתר והגברת הבטיחות - תנאי האתר משתפרים בהכנסת מיכון, ציוד, מכשור וטכנולוגיות מתקדמות. הדבר כמובן מתקיים בתנאי שהעובדים עברו הכשרה מתאימה¹⁴.

4. הגדלת הפריזון בענף הבניה

הפריזון הכולל בענף הבניה נמדד, כאמור, כשינוי בתוצר שאינו מוסבר על ידי גורמי הייצור הון ועבודה. **פריזון העבודה** גם הוא מהווה פונקציה של התוצר, שכן הוא מחושב כיחס בין התוצר הענפי לבין מספר העובדים.

הגדלת התיעוש מאפשרת, כאמור, לייצר את אותו התוצר (יח"ד) במספר נמוך יותר של עובדים (ראה טבלה 7), ובהתאם, להגדיל את התוצר (מספר יח"ד בשנה) עם מספר עובדים דומה. בכל מקרה, התיעוש מאפשר הגדלה של הפריזון הכולל ושל פריזון העבודה בענף.

טבלה 6 | מספר שעות העבודה ליח"ד בסוגי הבניה השונים בהתאם לגובה הבניה

סיווג הבניה	רמת תיעוש	בניה קונבנציונאלית	בניה מתועשת מבוססת בטון	בניה מתועשת מבוססת פלדה
כח אדם (ש"ע למ"ר בניה) ¹⁵				
צמודי קרקע	31	25	18	
בניה מרקמית 3-6	28	22	16	
בניה מרקמית 7-9				
בניה רבת קומות + 10				

¹⁴ Safety Management in the Construction Industry SmartMarket Report המבוסס על סקר עם מאות קבלנים. הדוח מציג יחס ישר בין רמת תיעוש באתרים לרמת התאונות ומראה כי חברות שמאמצות טכנולוגיות מתועשות מיישמות ונצמדות להוראות בטיחות באתרים. על פי מסקנות הדוח שיטות מתועשות מקנות הזדמנויות לשיפור הבטיחות באתר באופן ישיר ומעודדות מעורבות של הקבלן בשלבים מוקדמים לביצוע דבר שמהווה כלי חשוב בתכנון העבודה ושיפור הבטיחות באתר.

¹⁵ מבוסס על מחקר של פרופ' יחיאל רוזנפלד - מרכיב כוח האדם בטכנולוגיית בנייה שונות, המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון, מאי 2007 ועל סקר השדה אשר נעשה על ידי פז כלכלה והנדסה.

- הנתונים מבוססים על זמן בניה מיטבי במצב בו אין מחסור בעובדים בשוק הבניה. בתנאי השוק הנכחיים זמני הבניה ארוכים בכ-20% בשל מחסור בכח אדם. - הנתונים משקללים עובדים פשוטים ועובדים מיומנים.

הירידה בפריון בענף הבניה בשנתיים האחרונות

כאשר מנתחים את צמיחת התוצר בענף הבניה בשנים האחרונות יש לשים דגש על שתי תקופות, הראשונה חלה בין השנים 2005 ל-2012 והשנייה חלה בשנתיים האחרונות, 2013-2014.

בשנים 2005-2012 חלה עלייה בגורמי הייצור - הון ועבודה בענף הבניה, כאשר מספר העובדים עלה במצטבר ב-25%, ומלאי ההון הנקי בציוד הבניה עלה ב-78%. התוצר הכולל בענף הבניה עלה בשנים אלה ב-24% במצטבר.

לעומת זאת, בשנתיים האחרונות אנו עדים למצב שונה, בו מלאי ההון בציוד הבניה עולה, מספר העובדים בענף הבניה עולה, אך רמת התוצר בענף הבניה דווקא יורדת. יתר על כן, רמת התוצר בענף הבניה יורדת למרות הגידול המתמשך בהון לעובד, שכן מלאי ההון של ציוד הבניה גדל בשיעור גבוה יותר משיעור הגידול של מספר העובדים בענף. התוצר בענף הבניה ירד בשנים 2012-2014 ב-17% במצטבר (ראה תרשים 7).

תרשים 7 | התפתחות התוצר וגורמי הייצור בענף הבניה בישראל (2005-2014)¹⁶

עלייה בתוצר ובפריון
במקביל לגידול במלאי ההון ובמספר העובדים

ירידה בתוצר ובפריון
למרות גידול במלאי ההון ובמספר העובדים

מלאי הון נקי ציוד הבניה - K

תוצר בענף הבניה - Y

סה"כ עובדים - L

פריון כולל בענף הבניה - A

$$Y = AL^\beta K^\alpha$$

מדד (2005=100)

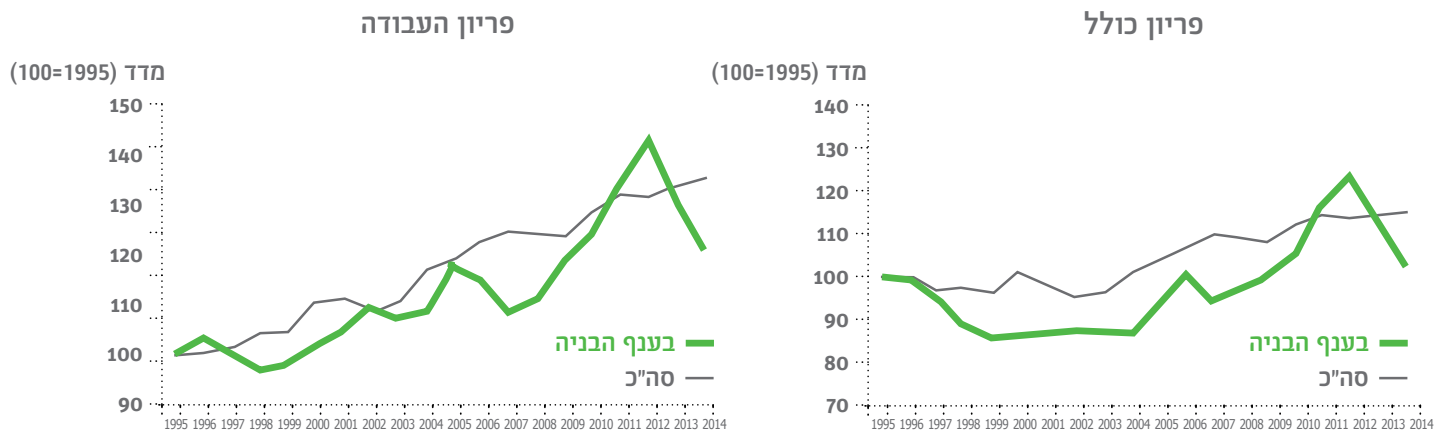
2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014

¹⁶ מקור: דו"ח בנק ישראל 2014, לוח ב'-15, לוח ב'-12, מבוסס על עיבודי בנק ישראל ללמ"ס. התוצר בענף הבינוי לקוח ממאגר הנתונים המרכזי בלמ"ס

רמותיהם של הפרייון הכולל ושל פרייון העבודה, נגזרות, כאמור, ממגמות השינוי בתוצר ובמספר העובדים בענף. בעוד שבשנים 2005-2012 חלה עליה חדה בפרייון בענף הבניה, **בשנתיים האחרונות אנו עדים לירידה בפרייון הכולל ובפרייון העבודה בענף הבניה.**

כתוצאה מהירידה בתוצר, **הפרייון הכולל** בענף הבניה ירד ב-17% בשנים 2012-2014, בעוד שהפרייון הכולל בכלל המשק דווקא עלה עלייה מתונה של כ-1%. **פרייון העבודה** בענף הבניה ירד ירידה חדה יותר של 15% בתקופה זו, שכן יחד עם הירידה בתוצר הענפי, תשומת העבודה בענף המשיכה לעלות. לשם השוואה, פרייון העבודה בכלל המשק דווקא עלה בתקופה זו ב-3% (ראה תרשים 8).

תרשים 8 | הפרייון הכולל ופרייון העבודה בענף הבניה מול כלל המשק (1995-2014)¹⁷



¹⁷ מקור: דו"ח בנק ישראל 2014, לוח ב'-ני'9-, לוח ב'-ני'35-, לוח ב'-ני'15-, מבוסס על עיבודי בנק ישראל ללמ"ס. התוצר בענף הבינוי לקוח ממאגר הנתונים המרכזי בלמ"ס

היעדים, המרכיבים והתנאים המחייבים ליישום

המרכיבים בהם נדרש לטפל, לטובת השגת יעדי העבודה

כפי שנאמר, קיים קשר מובהק בין רמת התיעוש, כוח האדם ורמת הפיריון בענף. כיוון שכך, ועל מנת להגדיל את רמת התיעוש, להגביר את הפיריון בענף הבניה ולהשיג את היעדים שהוגדרו בעבודה, נדרש לטפל בארבעה מרכיבים:

1. מיכון

המשך ההשקעה בציוד ובמכונות והגדלת רמת המיכון בענף הבניה

2. כ"א

התאמת תשומות העבודה, כך שניתן יהיה לנצל באופן מיטבי את הציוד והמכונות בענף ולהגביר את שיעור הבניה המתועשת

3. טכנולוגיה וחומרים

שימוש בטכנולוגיות חדשות יגדיל את התועלות המושגות מהמעבר לתיעוש

4. רגולציה

קיימים תקנים המהווים חסם בפני בניה מתועשת, ובחלקם גורמים לגידול בעלויות הבניה וניתן לשנותם מבלי לפגוע ברמת הבטיחות ואיכות הבניה.

בנוסף, ומעבר לארבעת המרכיבים, קיימים שני תנאים מחייבים, שבלעדיהם לא ניתן יהיה להשיג את היעדים:

1. קיום מודל כלכלי מאפשר

בבסיס ההמלצות נדרש להיות מודל המציג כדאיות כלכלית בהגדלת שיעור התיעוש בענף הבניה, הן בראייה משקית והן בראיית היזם והקבלן.

החיסכון הכלכלי המושג ממעבר לתיעוש נובע מהשילוב של קיצור משך העבודה (בעיקר בהיבטי עלות התקורה של האתר), ושל צמצום מספר העובדים הנדרש לבניה. חיסכון זה מגיע, במעבר לשיטות מתועשות מבוססות בטון, לכ- 55,000 ₪ ליחידת דיור, ובהנחה

של הגדלת מספר יח"ד הנבנות בשיטות מתועשות לכ- 22,000 בשנה בשנת 2020,

מגיע החיסכון בראייה משקית לכ-740 מיליון ₪.

מצ"ב בנספח א' אומדן התועלות הכלכליות של המעבר לבניה מתועשת.

2. קיום מודעות לתועלות התיעוש

במסגרת העבודה הוצג כי במקרים רבים נתפשת בעיני הציבור בניה מתועשת, בעיקר בניה טרומית כבניה פחות איכותית, בעקבות הזיכרון מהעבר בו נבנו בתים טרומיים באיכות נמוכה יחסית. על מנת לעודד בניה מתועשת בכלל, ובניה המשתמשת באלמנטים טרומיים, ובהמשך בניה מבוססת פלדה, נדרש לפעול לשינוי התפישה המייחסת לבניה מסוג זה איכות נמוכה.

בנוסף לכך, גורמים רבים העוסקים בתחום התכנון והבניה, החל ממתכננים ואדריכלים - בממשלה, במגזר המוניציפאלי ובמגזר הפרטי, דרך מהנדסים, יזמים וקבלנים וכלה בבעלי המקצוע הרבים העוסקים בבניה עצמה, אינם מודעים לתועלות הבניה המתועשת, ובאפשרויות התיעוש הקיימות כיום או שאינם מכוונים לתכנון מתועש.

חוסר המודעות מביא, בין היתר, לתכנון שאינו מאפשר תיעוש, או שאינו מאפשר למצות את תועלות התיעוש, ולחוסר התייחסות לאפשרויות התיעוש בעת קבלת ההחלטות על אופן הבניה.

לאור כל אלו, נדרש לפעול להגברת המודעות לתועלות של התיעוש, הן בקרב הציבור הרחב, והן בקרב כלל הגורמים העוסקים בבניה למגורים, החל בשלבי התכנון הראשוניים וכלה בשלב הבניה.

3. קיום זרז משמעותי להטמעת התיעוש בענף הבניה

על מנת לקדם את קצב הטמעת התיעוש, להגדיל באופן מיידי את המועדות לתועלותיו ולאפשר הגדלה מהירה של התפוקות, נדרש לייצר מהלך משמעותי שיוביל את הענף לכיוון התיעוש והגדלת הפיריון.

המהלך שישמש זרז משמעותי, ויאפשר בניה בהיקפים משמעותיים (Mass production) הינו הקמה של שכונות שלמות במתכונת "תכנן ובנה", תוך שילוב שיטות בניה מתקדמות.

המהלך, בתכנון ובניהול נכון, יוכל לאפשר, מעבר להגדלת היצע הדירות, הגדלת המודעות בקרב כלל הגורמים העוסקים בתחום התכנון והבניה, ובקרה כלל הציבור ולקדם את הענף לכיוון היעדים של הגברת התיעוש ושיפור הפיריון.

סיכום עיקרי הפרק

הפרק מציג את **יעדי העבודה**, את **המרכיבים** שטיפול בהם יביא להשגת היעדים,

ואת **התנאים המחייבים** שיאפשרו את השגת היעדים.

להלן תיאור סכמתי של היעדים, המרכיבים והתנאים המחייבים:

י ע ד י ה ע ב ו ד ה

הורדת עלויות הבניה

צמצום משך הבניה

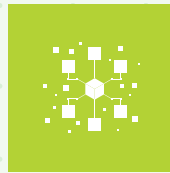
שיפור איכות הבניה

הגדלת הפריזון בענף

מ ר כ י ב י ה ת ו כ נ י ת



רגולציה



טכנולוגיה
וחומרים



כ"א



מיכון

ת נ א י מ מ ח י י ב י מ

קיומו של זרז מהותי
להגברת התיעוש

מודעות לתועלות
הבניה המתועשת

מודל כלכלי
המעודד תיעוש

פ ר ק

02

**המהלך המוביל להגדלת
התפוקות ולהטמעת התיעוש
- הקמת שכונות חדשות
במסלול "תכנן ובנה"**

הקמת שכונות חדשות - "תכנן ובנה"

יצירת מפנה בענף הבניה למגורים

עבודה זו שמה לה למטרה ליצור מפנה בענף הבניה למגורים בישראל, שיתרום בטווח הקצר לפתרון משבר הדיור ולעצירת עליית מחירי הדיור ויביא בטווח הבינוני והארוך להגברת התיעוש ולהגדלת הפריזון בענף הבניה.

כדרך פעולה מרכזית, מוצע להקים שכונות חדשות ברחבי המדינה בשיטת "תכנן ובנה"¹⁸. בשיטה זו ישווקו קרקעות מדינה לצורך הקמת היקף משמעותי של יחידות דיור ביעילות ובמהירות תוך מסירת האחריות ליזם לתכנון המפורט ולביצוע של השכונה כולה - התשתיות, מבני הציבור, השטחים הפתוחים ומבני המגורים. שיטת "תכנן ובנה" תעודד שיתופי פעולה בין גורמים ישראליים לגורמים בינלאומיים לצורך הבאת ידע וטכנולוגיות בניה חדישות לתיעוש הבנייה וכוח אדם המאפשר את הביצוע, תוך שמירה על סטנדרט בניה ראוי.

הסרת חסמי רגולציה, הכשרת כח אדם והגברת מודעות לבניה מתועשת המפורטים בהמשך עבודה זו הינם תנאים הכרחיים להגברת התיעוש, אך אינם תנאים מספיקים. גם יצירת תמריצים כלכליים המופנים באופן כללי לעוסקים בבניה למגורים או הוכחת כדאיות כלכלית אינם מספיקים להנעת תהליכי אימוץ טכנולוגיות בניה מתועשות באופן משמעותי המביא לשינוי המיוחל בענף. שמרנות ענף הבניה למגורים והפיצול הרב בו לקבלני משנה כמפורט בפרקים הבאים עלולים להביא לכך שהפעולות והכלים המוצעים להגברת התיעוש לא יביאו למימוש מלא הפוטנציאל הטמון בתיעוש.

יצירת תנאי סביבה המעודדים חדשנות ונותנים יתרון לגודל ולפעולות מתואמות על ידי גורם קבלני/יזמי אחד, יכולה להביא למימוש טוב יותר של הכלים המוצעים בעבודה ולהשגת יעדיה. תנאים כאלו יכולים לבוא לידי ביטוי בשיווק מתחמי דיור גדולים לבניה בו זמנית של מאות יחידות דיור בלוחות זמנים קצרים. התנאים יחייבו לשפר וליעל את תהליך הבניה תוך שימוש בטכנולוגיות מתועשות הנמצאות בחזית ענף הבניה בישראל ואף צפויות לעודד הטמעתן של טכנולוגיות בניה מתקדמות מהעולם.

¹⁸ פרק זה נסמך בין השאר על העבודה "מדיניות לאומית בתחום הבינוני: קיצור משך הבניה לשיפור הפריזון" המכון הלאומי לחקר הבניה, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית; מוסד שמואל נאמן למחקרי מדיניות לאומית, הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל, 2015

דרך הפעולה ועיקרי השיטה

דרך הפעולה המוצעת בשיטת "תכנן ובנה" מסתמכת על מנגנון תכנון-ביצוע בו עבודות הפיתוח והבניה של מתחמי מגורים מתוכננות ומבוצעות על ידי אותו גורם, תוך ייעול הליך התכנון והבינוי בביצוע עבודות במקביל ותוך הקטנת החיכוך והכפילויות בין הגורם המפתח הציבורי לבין הגורם המבצע הפרטי. השיטה מיועדת לפעול על חטיבות קרקע גדולות תוך ניצול יתרון הגודל בביצוע עבודות הבניה והפיתוח. מניחות של היתרונות לעיל נמצא כי בשיטת "תכנן ובנה" ניתן לקצר את משך הזמן לתכנון תשתיות ויחידות דיור לכחצי שנה לעומת שנה בשיטות המקובלות, את זמן הבניה לכשנתיים לעומת כשלוש שנים בשיטות המקובלות ולאפשר אכלוס מיידית עם סיום העבודות לעומת כחצי שנה בשיטות המקובלות.

מנגנון תכנון-ביצוע |

אופן הביצוע של פרויקטי מגורים כיום מפריד בין התכנון של שטחי הציבור - התשתיות, השטחים הפתוחים ומבני הציבור, הנעשים על ידי גורם ציבורי (משרד השיכון, רמ"י, רשות מקומית) לבין הביצוע שנעשה על ידי קבלני תשתיות פרטיים. בנוסף, קיימת הפרדה בין הביצוע של שטחי הציבור על ידי קבלן תשתיות אחד לבין הביצוע של מתחמי המגורים הנעשים על ידי זם/קבלן אחר. הפרדות אלו גורמות לעיתים קרובות לעיכובים ומונעות את מיקסום התועלות במתחם במונחי עלות וזמן.

ההפרדה בין גורם מתכנן לתשתיות לגורם המבצע אותן, מביאה לכך שהגורם המבצע נאלץ להתאים עצמו לתכנון קבוע מראש, שאינו בהכרח מאפשר ניצול של הידע, היכולות והציוד הנמצאים ברשותו. מנסיון השנים האחרונות, בין היתר בחברת נתיבי ישראל, נראה כי מעבר למכרזי תכנון ביצוע של תשתיות, שיפר את מדדי הפרויקטים הללו במונחי זמן והעלות.

בנוסף, בשיטה בה המרחב הציבורי מתוכנן על ידי גורם ציבורי, כששיטת תמחור שכר הטרחה בפרויקטים אלו נעשית כאחוז מעלות הפרויקט, עלולה לעודד בחירה בתכנון ובשיטות ביצוע יקרים יותר ויעילים פחות ואינה מתמרצת פתרונות שיביאו לצמצום עלויות בשלב הביצוע.

ההפרדה בין התכנון והביצוע של התשתיות ומבני הציבור לבין התכנון והביצוע של מתחמי המגורים עלולה להביא לחוסר התאמות בלוחות זמנים, להתנגשות בין עבודות המתבצעות בו זמנית ולחוסר התאמות בתכנון הפיזי (גובה 0.00, מיקומי כניסות למגרשים, חיבור התשתיות הציבוריות למגרש וכיו"ב). העברת האחריות לביצוע של שטחי הציבור ושטחי המגורים לגורם אחד, תגביר את התיאום ותאפשר ניצול טוב יותר של משאבים (כלי עבודה, כוח אדם ותקורות אתר).

הקמת שכונות חדשות - "תכנון ובנה"

עם זאת, בהעברת האחריות הכוללת לתכנון ולביצוע במלואו לגורם אחד קיימים גם סיכונים הנוגעים לחשש מתכנון מוטה הפחתת עלויות תוך פגיעה באיכות ומהעדר שליטה של המדינה בתוצר. תנאי מכרזי הקרקע למתחמים כמפורט בהמשך הפרק צריכים למנוע סיכונים אלו ולאפשר בקרה על התוצר.

לסיכום - גישה אינטגרטיבית של מנגנון תכנון-ביצוע (design-build) המעביר את האחריות לתהליך כולו לגורם פרטי האחראי לכל מרכיבי הפרוייקט - הן מבני המגורים (בהם זכה במכרז) והן התשתיות ומבני הציבור (אותם עליו להעביר לרשות המקומית כמוצר מוגמר - turnkey) יכולה לפתור רבים מהכשלים הנובעים מההפרדה בין תכנון לביצוע ובין מבני המגורים לשטחי הציבור. מנגנון זה צריך לכלול גם כלי בקרה להבטחת איכות ולצמצום הסיכונים המתקיימים במהלך.

יתרון הגודל |

לפרוייקטים בסדר גודל משמעותי (1000 יח"ד ומעלה) ישנם מספר יתרונות להגברת תיעוש: פעולות להכשרת כח אדם, להבאה של טכנולוגיות בניה חדשות ולהטמעה של תהליכי ניהול ותקשוב מתקדמים, הופכות לכדאיות משום שההשקעה הראשונית בהן מתחלקת על יחידות דיור רבות יותר. בדומה לכך, גם תהליכי ייצור של רכיבים סטנדרטיים מתועשים הופכים לכדאיים. היקפי הבינוי המשמעותיים והיכולת לאפיין את הבינוי (מספר מצומצם של טיפוסי מבנים) ופרטי הבניה (חומרי גמר חזיתות, פרטי פיתוח) באופן חזרתי מאפשרים מודולריות ומביאים גם הם לכך שהחזר על ההשקעה הראשונית גדול יותר.

פרוייקטים בסדר גודל משמעותי יאפשרו להציב מראש דרישות ללוחות זמנים המחייבים שימוש בתיעוש ואף לדרישות לשימוש בכלים ספציפיים (למשל טכנולוגיות BIM). דרישות אלו יקנו יתרון לחברות גדולות, אשר מראש יש להן עדיפות בתחומי הטכנולוגיה והניהול ויעודדו אותן לאמץ ולפתח כלי תיעוש נוספים. בהמשך, לאחר הוכחת הכדאיות של כלים אלו, הצטברות הנסיון והידע בקרב גורמי המקצוע שיהיו מעורבים בפרוייקטים הללו (מהנדסים, מנהלי עבודה, קבלי משנה, צוותי ביצוע) צפוי כי הם יחלחלו גם לחברות וקבלנים קטנים יותר ויהפכו זמינים לענף כולו.

גם בתחום כח האדם והייצור צפוי כי תיווצר המשכיות אשר תחלחל לשוק הבניה כולו: לאחר שיוכשרו בעלי המקצועות הנדרשים ולאחר שיוקמו קווי ייצור לרכיבים מתועשים, ניתן להניח כי הם ישולבו גם בפרוייקטים בסדרי גודל בינוניים וקטנים.

תנאים להצלחת המהלך

על מנת שמתחמי "תכנן ובנה" יצליחו, יש צורך במספר תנאים הנוגעים למאפייני הבינוי במתחם ולדרישות הנוגעות לאיכות ולרמת התיעוש בפרויקט. בנוסף, על מנת שיתרונות השיטה יגיעו וישפיעו מעבר למתחמי "תכנן ובנה" עצמם ויביאו לשינוי המבוקש בענף הבניה גם בטווח הבינוני והארוך, יש לקבוע תנאים וכללים אשר יבטיחו הטמעת תיעוש הבניה ואימוץ שיטות בניה מתקדמות בקרב מירב העוסקים בענף.

מאפייני המתחמים |

כאמור לעיל, מתחמי "תכנן ובנה" יכללו לכל הפחות 1000 יח"ד. בבחירת המתחמים יש להקפיד על זמינות ביצוע מיידית ללא חסמים והתניות משמעותיות (למשל דרישות תחבורתיות, דרישות למתקני תשתית או תכנון המחייב בדיקות נוספות למשל בהיבטים סביבתיים). לצורך מימוש שיטות מתועשות, לקיצור זמן הבניה ולהוזלת עלויות הבניה יש להעדיף מתחמים בעלי המאפיינים הבאים:

- מתחמים בהם מתאפשר בינוי חזרתי הכולל מספר מצומצם של טיפוסי מבנים.
- מתחמים הכוללים בניה מרקמית עד 9 קומות הדורשת מערכות הנדסיות פשוטות יחסית.
- מתחמים הכוללים פתרונות חניה תת קרקעיים מצומצמים ככל האפשר.

הטמעת תיעוש בפרויקט |

במכרזי שיווק הקרקע יש לשלב תנאים ותמריצים לתיעוש הבניה כדוגמת:

- דרישה לבניה בשיטות מתועשות באופן ישיר או על ידי תמרוץ.
- דרישה ללוחות זמנים המחייבים שימוש בשיטות מתועשות.
- דרישה לשילוב שיטות תכנון וניהול מתקדמות (כדוגמת BIM).
- מתן תמריצים לשיטות מתקדמות שאינן קיימות בארץ תוך הצגת הוכחה ליעילותן ואיכותן.

מפרטים ודרישות איכות |

העברת האחריות לתכנון לגורם פרטי והדרישה לביצוע מתועש בלוחות זמנים קצרים מעלה את החשש מפגיעה באיכות הבניה (בדומה לניסיון העבר בעת השימוש בבניה המהירה ומתועשת כמענה לקליטת גלי עלייה) ומהעדר שליטה על התוצר התכנוני.

הקמת שכונות חדשות - "תכנן ובנה"

כדי לא להתפשר על איכות הבניה ואף להביא לשיפורה נדרשת הגדרה ברורה של דרישות התכנן וניהול האיכות בפרויקטים על מנת להימנע מכשלים בתחום זה. גם מבחינת סטנדרט הדירה עצמה, יש לקבוע מפרט מחייב להבטחת איכות (כדוגמת מפרט "מחיר למשתכן").

יצויין, שגם בתחום של ניהול האיכות הוכח בפרויקטי תשתיות כדוגמת כביש חוצה ישראל שבקביעת מנגנוני ניהול איכות נכונים והעברת האחריות לגורם הפרטי ניתן להשיג את יעדי האיכות ואף בהצלחה ניכרת. עם זאת, יש מקום לקביעת מנגנון בקרת איכות מטעם המדינה על מנת להבטיח שהתוצר המתקבל עומד בסטנדרטים שנקבעו.

שיתופי פעולה בינלאומיים-ישראליים |

מתווה מכרזי "תכנן ובנה" יחייב או ייתן עדיפות לשיתופי פעולה של גורמים ישראליים עם חברות בינלאומיות בעלות ניסיון מוכח בפרויקטי מגורים גדולים ובשיטות בניה מתקדמות, אשר יביאו את אנשי הביצוע מטעמם, ובכך יתרמו ליכולת המימוש. על מנת שהידע והניסיון יתרמו לכלל ענף הבניה בישראל, יש לקבוע תנאים או תמריצים בהתייחס בין השאר להיבטים הבאים:

- חיוב לשותפות עם חברה ישראלית.
- התחייבות לשילוב אנשי מקצוע ישראליים הן בשלבי התכנון והן בשלבי הביצוע.
- תמרוץ להכשרת עובדים מקומיים בשיטות עבודה מתקדמות.
- חיוב לקיים מהלכים של העברת ידע (Knowledge transfer) לטובת שימורו של הידע בישראל.
- תמרוץ שיתופי פעולה עם מפעלים ישראליים תוך פיתוח קווי ייצור חדשים או הקמת מפעלים חדשים ככל הנדרש.

רשת בטחון |

בצד היתרונות של פרויקטים בסדר גודל משמעותי, קיים בהם סיכון עבור הגורם הפרטי, במיוחד כאשר ישנה דרישה לשימוש בשיטות בניה מתועשות מתקדמות, אשר הניסיון בהם בשוק הישראלי אינו רב. הצבת "רשת בטחון" אשר מבטיחה מראש שיווק של חלק או כל יחידות הדיור במחיר ידוע יכולה להוות תמריץ משמעותי לחברות גדולות לאמץ טכנולוגיות חדשות.

שילוב מתחמי "תכנן ובנה" בשיטות שיווק מסוג "דיור למשתכן" יכולה לתת רשת בטחון כזו. בצד רשת ביטחון, לשיטת שיווק מסוג "דיור למשתכן" יש יתרונות נוספים כמו סטנדרטיזציה מובנית של פנים הדירה ואיסור שינויי דיירים המעודדים גם הם תיעוש.

המלצות

יצירת מסגרת לפרויקטי פיילוט מסוג "תכנן ובנה" אשר ישווקו כך שהזוכה במכרז יהיה אחראי לתכנון המפורט ולביצוע התשתיות ושטחי הציבור בנוסף לתכנון וביצוע שטחי המגורים, תוך חיוב או תמרוץ לשימוש בשיטות בניה מתועשות. פרויקטים אלו יהיו מעבדה חיה ליישום ההמלצות לתיעוש הבניה המפורטות בעבודה. ויהיו זרז להרחבת השימוש בהליכי בניה מתועשים בכלל שוק הבניה למגורים בישראל. לצורך כך יש לבצע את הפעולות שלהלן:

1. איתור עשרה מתחמים בני 1,000 יחידות דיור ומעלה, המתאימים לשיווק במסלול "תכנן ובנה" בשנים 2016-2018.

2. קידום מתווה מכרזי למסלול של שיווק מתחמי "תכנן ובנה" הכולל את ההיבטים הבאים:

- תנאים ולוחות זמנים המעודדים שימוש בטכנולוגיות בנייה מתועשות.
- תנאים לפיהם החברות הישראליות יהיו מחויבות לעבוד בשותפות עם חברה זרה.
- תנאים ותמריצים המביאים לפיתוח ענף הבניה למגורים ולהטמעת שיטות בניה מתקדמות בו לאורך זמן דרך התחייבות להעסקת עובדים ישראליים, להכשרת עובדים ישראליים ולהעברת ידע (Knowledge transfer) לחברות ישראליות.
- רשת ביטחון שתבטיח מענה מספק למקרה שלא ישווקו בהצלחה כל הדירות באתר



סיכום עיקרי הפרק

שיטת "תכנן ובנה" מסתמכת על מנגנון בו עבודות הפיתוח והבניה של מתחמי מגורים מתוכננות ומבוצעות על ידי אותו גורם, תוך ייעול וקיצור הליך התכנון והבינוי. לשיטה יתרונות לבעלי העניין השונים:

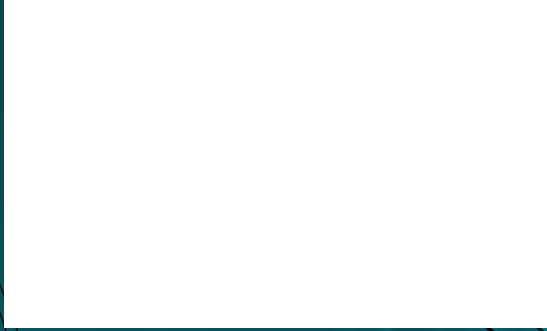
✓ **לדייר** - סטנדרט בניה גבוה; איכות חיים - השלמת העבודות במתחם ביום הכניסה לדירה; הוזלת הבניה בשל מאפייני השיטה (יתרון לגודל, עבודה במקביל)

✓ **לרשות המקומית** - עבודה מול גורם אחד שאחראי לפיתוח, לבניית הדירות ומבני הציבור; השלמה של העבודות במתחם כולל גני ילדים, בתי ספר, מתנ"סים, מעונות וגינות ציבוריות עם סיום הבניה

✓ **ליזם** - חסכון בתאום מול גורמים נוספים באתר; יתרון לגודל - עבודה בהיקף גדול שמאפשרת ניצול מיטבי של כ"א והציוד

עיקרי ההמלצות

1. איתור עשרה מתחמים בני 1,000 יחידות דיור ומעלה לשיווק במסלול "תכנן ובנה".
2. קידום מתווה מכרזי למסלול של שיווק מתחמי "תכנן ובנה" תוך קביעת כללים, תנאים ותמריצים המעודדים בניה מתועשת, שיתופי פעולה עם חברות זרות והבטחת העברת ידע לחברות ישראליות, לטובת הטמעת שיטות בניה מתקדמות בענף הבניה למגורים.



פ ר ק
03



מ י כ ו ן



תמונת המצב הקיים והמגמות

תמונת המצב והמגמות בתחום השקעות הון ומלאי ההון הנקי בענף הבניה

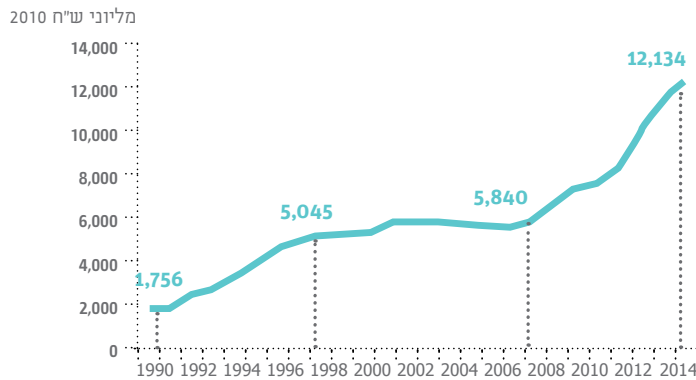
במסגרת פרסומי בנק ישראל יש הצגה מפורטת של נתוני השקעות, מלאי הון ופריזון בכל ענפי המשק, בכלל זה בענף הבניה. מתוך הנתונים המפורטים ביחס לתקופה מ-1990 ועד לשנת 2014, ניתן להצביע על מספר ממצאים מרכזיים: בשנים 1990-2004 ההשקעה המקומית הגולמית בציווד הבניה נעה סביב מיליארד ₪ בשנה. אירועים מסוימים, כגון העלייה הגדולה מחבר העמים בתחילת שנות ה-90, היו מתואמים עם עליה בהשקעות, בעוד שאירועים אחרים, כגון האינתיפאדה השנייה בתחילת שנות ה-2000, היו מתואמים שלילית עם ההשקעות. עם זאת, בתקופה זו ההשקעה השנתית הגבוהה ביותר חלה בשנת 1995 ועמדה על 1.3 מיליארד ₪ (ראה תרשים 1).

החל משנת 2005 חלה עלייה חדה בהשקעות הון בציווד ענף הבניה, באופן חסר תקדים. ההשקעות השנתיות עלו מ-0.8 מיליארד ₪ בשנת 2004 ל-3.6 מיליארד ₪ בשנת 2014, **עלייה של כ-370% בעשור.** יש לציין כי לאורך השנים הללו חלו ירידות נקודתיות בהשקעה המקומית בציווד, בשנת 2009, לאחר המשבר העולמי, ובשנת 2013. עם זאת מגמת העלייה לאורך כל התקופה הינה משמעותית ביותר.

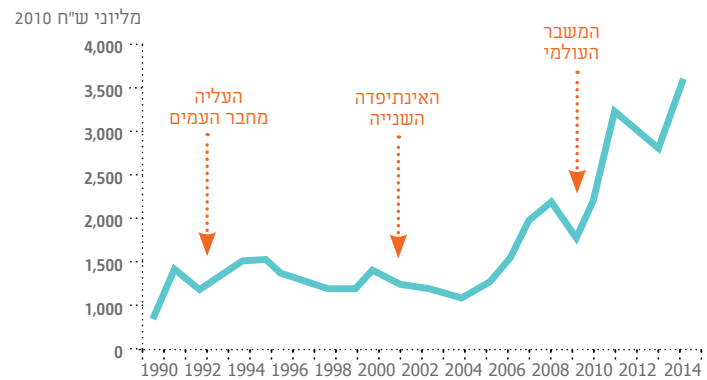
בתוך כך, **במהלך שבע השנים האחרונות עלתה ההשקעה המקומית במכונות וציווד בענף הבניה לרמה גבוהה פי שלושה מכפי שהייתה במחצית הראשונה של העשור הראשון של שנות ה-2000.** ההשקעה המקומית הגולמית מהווה למעשה ביטוי להוצאות שבוצעו לשם הגדלת מלאי ההון של הנכסים הקבועים. הסטגנציה שחלה בהשקעה הגולמית במקומית בציווד הבניה עד שנת 2007 באה לידי ביטוי בסטגנציה במלאי ההון הנקי בציווד הבניה בשנים 1997-2007. למעשה במשך עשר שנים אלה מלאי ההון הנקי עלה בקצב נמוך יחסית, ועמד בממוצע על 5.6 מיליארד ש"ח. מאז 2007 יש שינוי במגמה, כתוצאה מהגידול החד בהשקעה המקומית הגולמית בשבע השנים האחרונות, מלאי ההון הנקי עלה גם הוא בחדות והסתכם ב-12.1 מיליארד ₪ בשנת 2014. כלומר, **מלאי ההון הנקי בציווד הבניה הכפיל את עצמו בשבע השנים האחרונות**, בהמשך לגידול החד בהשקעות (ראה תרשים 9).

תרשים 9 | ההשקעות ומלאי ההון הנקי בצידוד הבניה (1990-2014)¹⁸

מלאי הון נקי צידוד הבניה



השקעה מקומית גולמית בצידוד הבניה

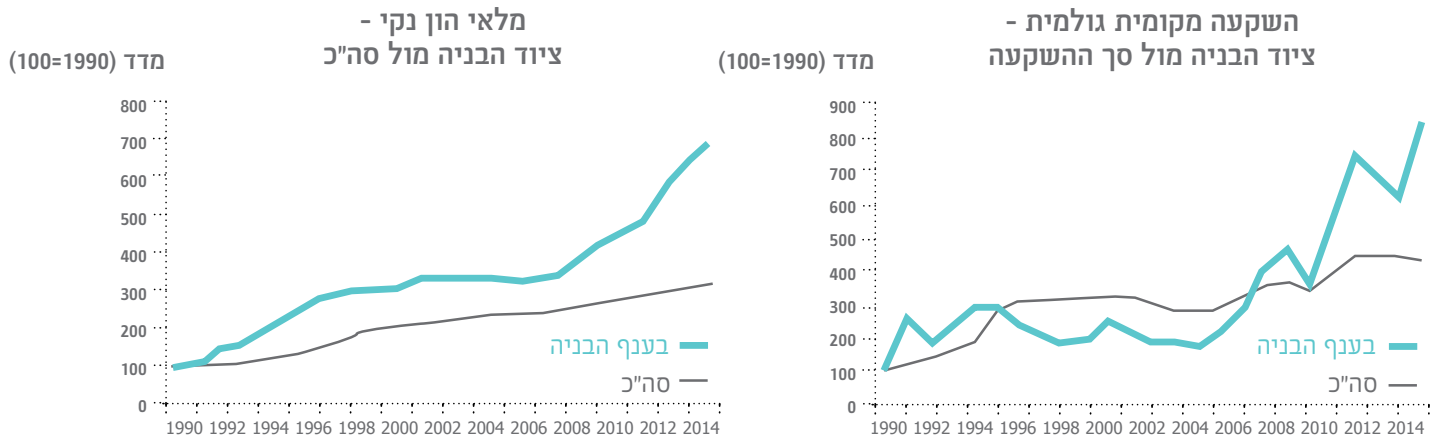


קצבי הגידול של ההשקעה המקומית הגולמית בצידוד הבניה ושל מלאי ההון הנקי בצידוד הבניה היו חריגים ביחס לקצבי הגידול של ההשקעה ומלאי ההון בכלל המשק. ההשקעות המקומיות הגולמיות במלאי המשק גדלו מרמה של 119.9 מיליארד ₪ בשנת 2007 לרמה של 144.2 מיליארד ₪ בשנת 2014, עלייה של כ-20%. ההשקעה הגולמית השנתית בצידוד הבניה בתקופה זו עלתה בכ-110%. באופן דומה, מלאי ההון הנקי בכל המשק עלה בכ-30% בתקופה זו, בעוד שמלאי ההון הנקי בצידוד הבניה עלה בכ-110% באותה תקופה. כלומר, **בשבע השנים האחרונות שיעור הגידול בהשקעות ובמלאי ההון בצידוד הבניה היה גבוה פי 5 משיעור הגידול של הנתונים המקבילים בכלל המשק**, כאשר בוחנים את הנתונים בסוף התקופה לעומת הנתונים בתחילתה (ראה תרשים 10).

¹⁸ מקור: דו"ח בנק ישראל 2014, לוח ב' נ' 13 ו-ב' נ' 12, מבוסס על עיבודי בנק ישראל ללמ"ס



תרשים 10 | ההשקעה ומלאי ההון בציוד הבניה לעומת כלל המשק (1990-2014)¹⁹



על פי המכון הלאומי לחקר הבניה **רמת התיעוש** משתנה: החל ממרכיבים בודדים או ישום של היקף טכנולוגיה בהיקף מצומצם, וכלה במבנים המתועשים בשלמותם. ניתן לסווג את רמת התיעוש לשלוש²⁰:

תמונת המצב והמגמות בתיעוש הבניה בענף הבניה בישראל

- 1. פרויקטים שאינם מתועשים כלל** - פרויקטים מבוצעים בשיטה הקונבנציונלית בכל חלקיהם (כולל שיטת ברנוביץ').
- 2. פרויקטים מתועשים חלקית** - פרויקטים בהם קירות החוץ מבוצעים בשיטה טרומית.
- 3. פרויקטים מתועשים באופן מלא** - פרויקטים הכוללים רכיבים טרומיים הן בקירות והן בתקרות.

התיעוש מתרחש בשתי זירות עיקריות

- 1. תיעוש באתר בנייה** - למשל שימוש בטפסות גדולות ליצירת תקרות, קירות ועמודים, שימוש בשיטות מתועשות לחיפוי קירות חוץ באבן ושימוש בטיח מתועש.
- 2. תיעוש במפעל** - ייצור רכיבי בנייה גדולים המיוצרים במפעלים בישראל ומובלים לאתרי הבניה. למשל מכלולי תברואה, לוחות חלולים דרוכים (לוח"דים) ורכיבי קרום.

¹⁹ מקור: דו"ח בנק ישראל 2014, לוח ב'נ-13 ו-ב'נ-12, מבוסס על עיבודי בנק ישראל ללמ"ס
²⁰ רפאל זקס, ישראל קנר, אלברטו אסקנזי, שיפור התחרותיות של רכיבים מתועשים בבנייה על ידי תכן באמצעות מידול מידע בניין ממוחשב, המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון, חיפה 2007.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ביצעה בשנים האחרונות שני סקרים לבחינת טכנולוגיות הבנייה למגורים, ב-2002 וב-2008.²¹ סקרים אלו נותנים תמונה לגבי מצב תיעוש הבניה למגורים בצורה מפורטת למדי, עם זאת, עלה הצורך לבחון את תמונת המצב העדכנית (במיוחד לאור העובדה שהסקר מ-2008 נעשה בעיקר לצורך עדכון סל מדד תשומות הבנייה למגורים ולא בחן את כל מלאכות הבניה).

כחלק מהעבודה הנוכחית, בוצע על ידי חברת פז כלכלה והנדסה סקר שדה שכלל דגימת אתרי בניה. יש לציין כי להבדיל מסקרי הלמ"ס, הסקר לא נעשה בשיטות מחקר סדורות ואינו בעל תוקף סטטיסטי. עם זאת, הסקר כלל מדגם רחב של פרוייקטים הכוללים כ-3,700 יח"ד והוא למיטב ידיעתנו סקר השטח המפורט ביותר שנעשה בנושא בניה מתועשת בשנים האחרונות בארץ. בבחירת מתודולוגיית הסקר ניתנה העדפה לשיטות איכותניות אשר כללו ביקור בכל אתרי הבניה שנסקרו, שיחות עם בעלי תפקידים באתר והיכרות מעמיקה עם הפרוייקטים אשר כולם מלווים על ידי חברת פז כלכלה והנדסה באופן שוטף. ממצאיו של הסקר נבחנו מול קבלנים ואנשי מקצוע הפועלים בשטח ואנו סבורים כי ממצאיו מצביעים על מגמות ברורות.

בצד בדיקת הטכנולוגיות בהן נעשה שימוש באתרי הבניה למגורים בישראל, כלל סקר השדה שני מרכיבים נוספים שלא נכללו בסקרי הלמ"ס - בדיקה של תשומות כח האדם הנדרשות לביצוע המלאכות בטכנולוגיות השונות ואיתור חסמים לשימוש בטכנולוגיות מתועשות. מרכיבים אלו אינם מפורטים בפרק זה אך הם שימשו חלק ממקורות המידע לפרקים העוסקים בחסמים וביעדי התיעוש בהמשך המסמך.

²¹ סקר טכנולוגיות בנייה בישראל - מבנים בבנייה בסוף 2002, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אוגוסט 2004; סקר טכנולוגיות בנייה למגורים בישראל 2008, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מרס 2014



שלב א' - בחירת הפרוייקטים לסקירה

נבחרו 95 פרויקטים מגוונים הנבנים ביוזמה פרטית הנמצאים בשלבי הקמה שונים בישובים שונים בארץ ונאספו נתוניהם לפי אפיון סוג המבנה²² כמפורט להלן:

טבלה 7 | מאפייני מבנים בסקר שדה בניה מתועשת

היקף מסה"כ יח"ד	סה"כ יח"ד	היקף מסה"כ פרויקטים	מספר פרויקטים	אפיון סוג המבנה
10%	366	5%	5	צמודי קרקע
17%		24%	23	בנייה מרקמית נמוכה
25%	913	28%	27	בנייה מרקמית גבוהה
28%	1,029	33%	31	רב קומות
20%	749	9%	9	מגדל
100%	3,691	100%	95	סה"כ

שלב ב' - סקירת האתרים

הסקירה בוצעה במהלך חודש אפריל של שנת 2015 על ידי עובדי מחלקת הנדסה בחברת פז כלכלה והנדסה. בכל אתר נבחנו טכנולוגיות הבנייה והמיכון בו נעשה שימוש במלאכות השונות כמפורט להלן:

טבלה 8 | סקירת טכנולוגיות בסקר שדה בניה מתועשת

פירוט	מלאכה / מיכון
מנופים, תבניות, מעליות משא, משאבה סטטית	שלד - ציוד
בלוק בטון, בלוק תאי מאושפר, בלוק גבס, לוחות גבס	מחיצות פנים
טיח שחור, טיח גבס, שפכטל אמריקאי, לוחות גבס	חיפוי פנים
טיח, אבן רטובה, פסיפס, אבן יבשה, פח, ברנוביץ', קיר מסך, טרומי, קרומים	חיפוי חוץ

²² בניה מרקמית נמוכה נמוכה מוגדרת במסמך זה כבניה של 3-5 קומות ובניה מרקמית גבוהה כבניה של 6-9 קומות. מסיבות טכניות סקר השדה התייחס למבנים בעלי עד 6 קומות כבנייה מרקמית נמוכה

שלב ג' - בחינת תשומות העבודה

בשלב זה הועבר שאלון להתייחסות קבלני הפרוייקטים לניתוח תשומות הנדרשות לכל מלאכה על פי פרמטר של מספר הפועלים הנדרש לביצוע המלאכה:

טבלה 9 | סקירת תשומות עבודה נדרשות בסקר שדה בניה מתועשת

מלאכה / מיכון	הספק נבחן
שלד	הספק חודשי- מ"ק
מחיצות פנים	מספר ימים לדירה
חיפוי פנים	מספר ימים לדירה
חיפוי חוץ	הספק חודשי- מ"ר

הממצאים שהתקבלו בשלב זה הצביעו על שונות גבוהה בהספקי העבודה של מלאכות דומות בפרוייקטים שונים אשר ככל הנראה נבעו ממרכיבים שאינם קשורים לטכנולוגיית העבודה אלא להיבטים אחרים כמו מיומנות העובדים, עבודה לא רציפה ומעקב לא מדויק אחר תשומות העבודה. לפיכך, בנתונים שנאספו בשלב זה נעשה שימוש מוגבל תוך בחינה אל מול נתונים ממקורות נוספים.

שלב ד' - ניתוח הממצאים

הממצאים שהתקבלו בסקר השדה נותחו לבחינת מצאי סוג הטכנולוגיה והיקף השימוש בטכנולוגיה באתרי הבנייה בישראל, לפי סוג המבנה. בניתוח זה נעשה שימוש במתודולוגיית המקנה ניקוד עבור שימוש בטכנולוגיות תיעוש שונות לקביעת "מדד" הבוחן את רמת התיעוש במלאכת בנייה ספציפית ובמבנה כולו. הניתוח והממצאים של שלב זה מפורטים להלן.

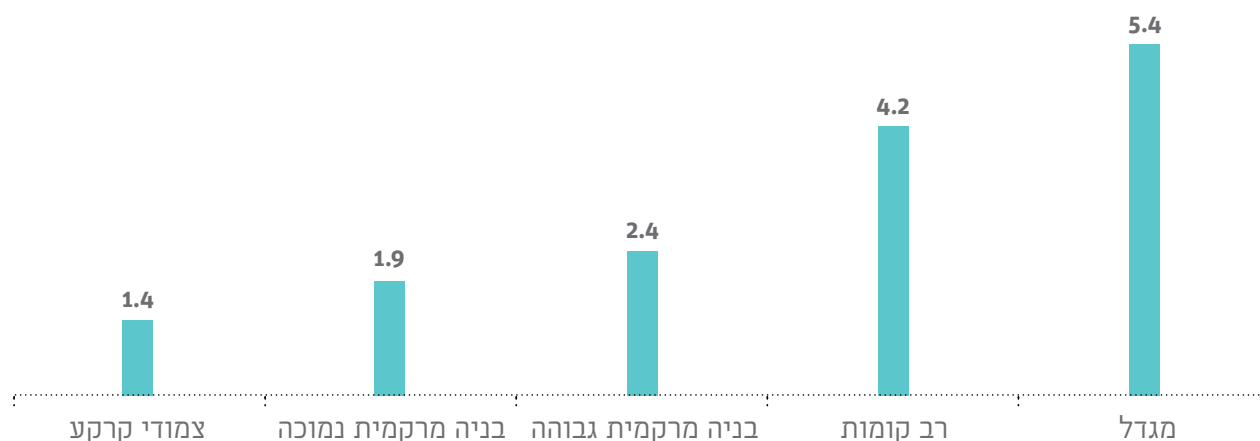
רמת תיעוש השלד

ליצירת מדד הבוחן את רמת תיעוש השלד, ניתנה נקודה אחת עבור שימוש בתבניות מתועשות, נקודה עבור כל מיכון שנמצא באתר ושתי נקודות עבור שימוש בטכנולוגיות שלד מתקדמות כמו בניה טרומית מלאה או שימוש בקונסטרוקציית פלדה (יש לציין כי שימוש בקונסטרוקציית פלדה לא נמצא באף אחד מ-95 הפרוייקטים שנסקרו). הציון הכללי לאתר נסכם על פי סך הציווד שנמצא (לדוגמא, אתר בו נמצאו בשימוש תבניות ומנוף קיבל שתי נקודות. האתר היה זוכה לנקודה נוספת במידה ונמצא בשימוש מנוף נוסף).



להלן ניקוד רמת תיעוש שלד הממוצעת על פי היקף המיכון שבשימוש באתר על פי סוג המבנה:

תרשים 11 | רמת תיעוש שלד לפי סוג מבנה

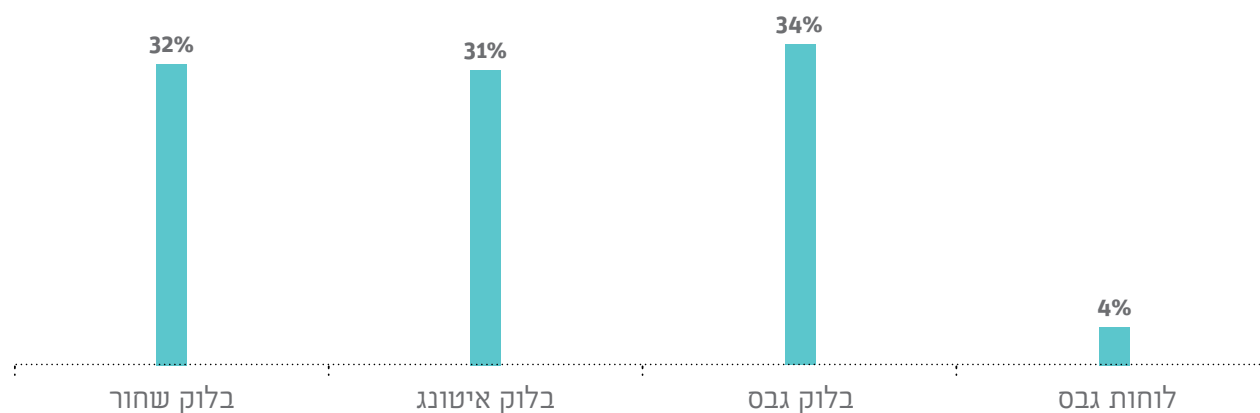


מן הנתונים ניתן לראות כי במגדלים וברבי קומות השימוש בתבניות מתועשות ובמנופים הגיע לרוויה. השימוש בטכנולוגיות הולך ופוחת ביחס ישיר לגובה הבניה. בצמודי קרקע לרוב, אין צורך בשימוש במנוף, עם זאת נמצא שהשימוש בתבניות מתועשות בהן עולה במקצת על זה שבבניה מרקמית נמוכה.

רמת תיעוש מחיצות פנים

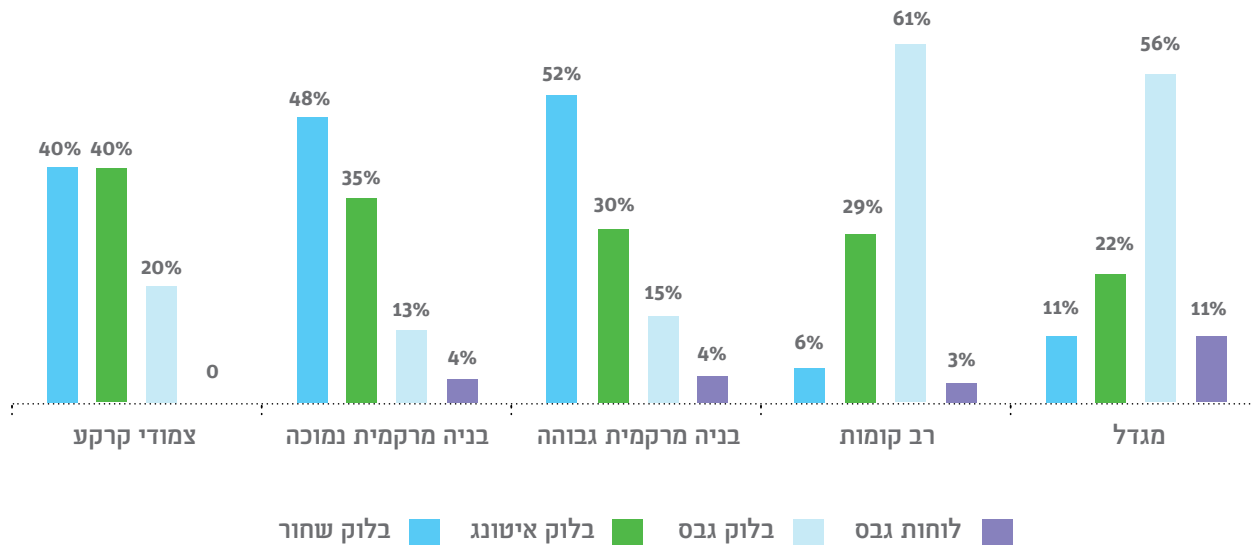
לשם בחינת רמת תיעוש מחיצות הפנים נבחן השימוש בסוגי המחיצות השונים באתרי הבנייה. להלן סיכום שכיחות השימוש בטכנולוגיות השונות:

תרשים 12 | שכיחות שימוש בטכנולוגיות מחיצות פני



ניתן לראות כי שכיחות השימוש בבלוק השחור, בלוק תאי מאושפר ובלוק הגבס דומים זה לזה. נתח כל קבוצה עומד על כשליש מהשוק הישראלי. היקף השימוש בלוחות הגבס נמוך ועומד על כ-4%.

תרשים 13 | שכיחות שימוש בטכנולוגיות מחיצות פנים לפי סוג מבנה

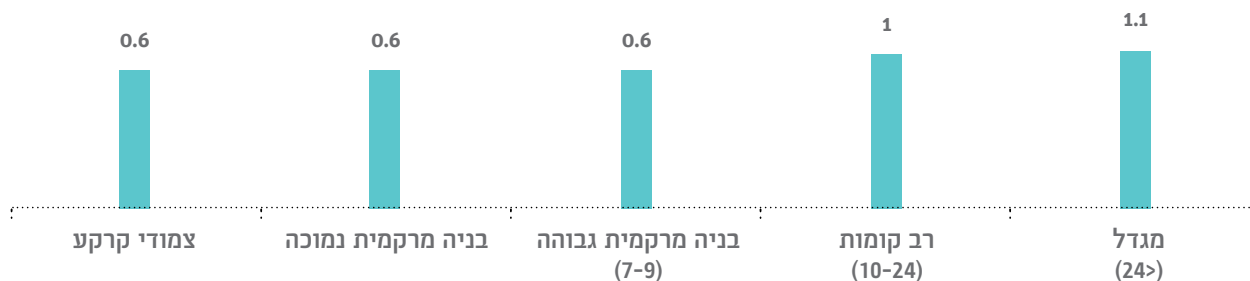


ניתן לראות כי קיימות שתי קבוצות היוצרות תמונת מראה זו לזו בהיקפי השימוש של טכנולוגיות מחיצות הפנים השונות בבנייה מעל 10 קומות השימוש העיקרי הינו בבלוק הגבס ובבניה של עד 9 קומות השימוש העיקרי הינו בבלוק בטון ולאחר מכן בבלוק תאי מאושפר. בכל המבנים היקף שימוש במחיצות גבס נמוך, כאשר במגדלים הוא עומד על ההיקף הנרחב ביותר.

ליצירת מדד הבוחן את רמת תיעוש מחיצות הפנים, ניתן ניקוד כמפורט להלן: לשימוש בבלוק בטון - 0 נקודות, לשימוש בבלוק גבס או בבלוק תאי מאושפר - 1, לשימוש בלוחות גבס - 3, לשימוש במכלולי חדרים או דירות - 4 (יש לציין כי שימוש במכלולי חדרים או דירות לא נמצא באף אחד מ-95 הפרוייקטים שנסקרו).



תרשים 14 | ניקוד רמת תיעוש מחיצות פנים הממוצעת על פי סוג המבנה

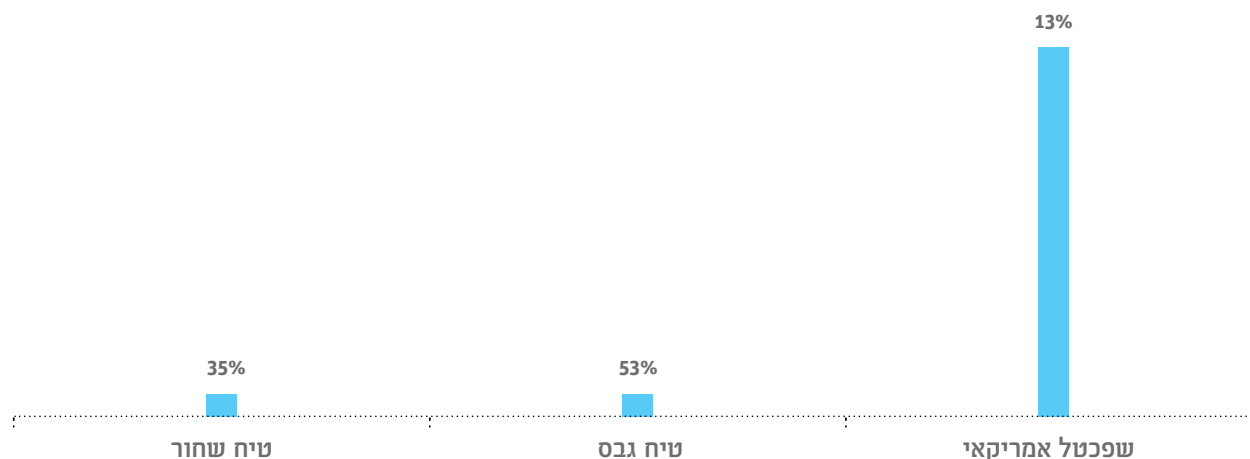


מן הנתונים ניתן לראות כי קיימות שתי קבוצות הנבדלות זו מזו על פי רמת התיעוש הממוצעת שנמדדה לשימוש במחיצות הפנים: בנייה גבוהה מעל ל-10 קומות בה רמת התיעוש במחיצות פנים כמעט כפולה מזו של הבניה שעד 9 קומות.

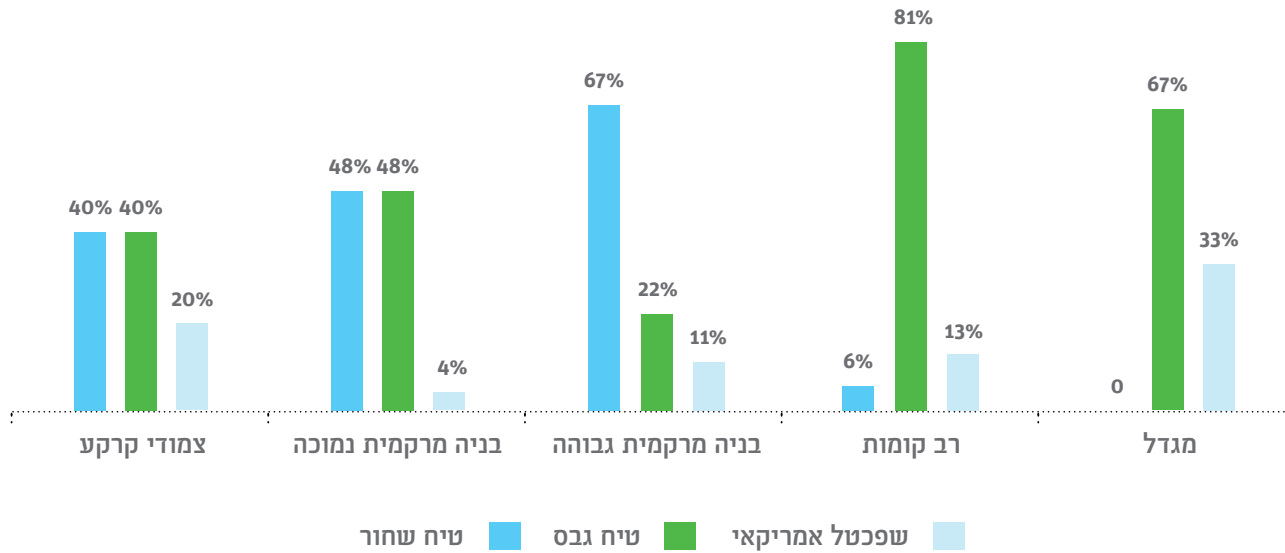
רמת תיעוש חיפוי קירות הפנים

לשם בחינת רמת תיעוש חיפוי קירות הפנים נבחן השימוש בסוגי החיפוי השונים באתרי הבנייה.

תרשים 15 | שכיחות השימוש בטכנולוגיות השונות



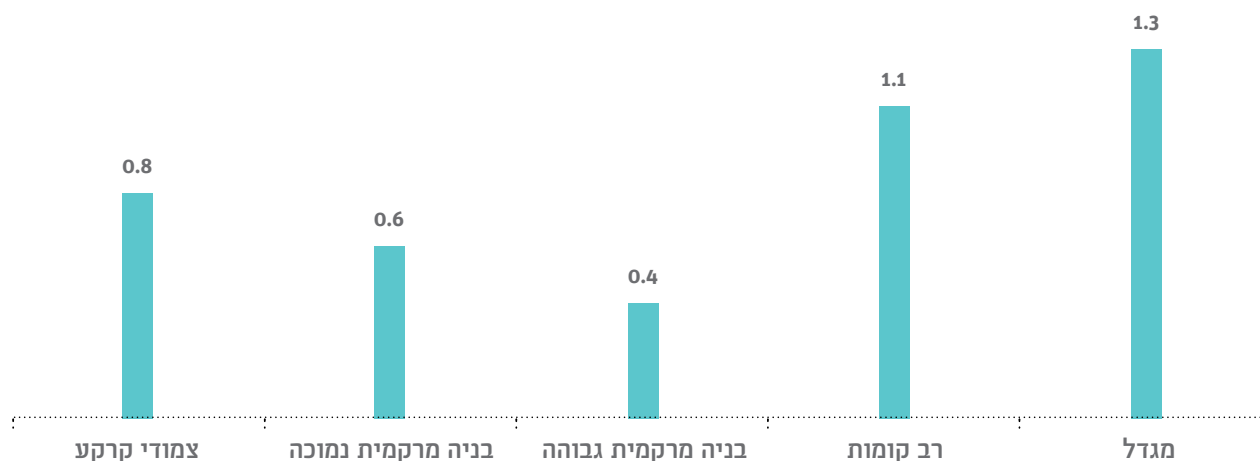
תרשים 16 | שכיחות השימוש בטכנולוגיות השונות לפי אפיון סוג המבנה



ניתן לראות כי שכיחות השימוש בטיח גבס היא הגבוהה ביותר ונעשה בה שימוש בכמחצית מאתרי הבניה, בטיח שחור נעשה שימוש בכשליש מאתרי הבניה, השימוש בשפכטל אמריקאי הוא הנמוך ביותר.

**ניתן להצביע על מספר מגמות ברורות:**

- חיפוי קירות פנים בטיח שחור הוא הנפוץ ביותר במבנים שעד 10 קומות וכמעט שלא נעשה בו שימוש במבנים שמעל ל-10.
- טיח הגבס נמצא בחדירות גבוהה יחסית כמעט בכל סוגי המבנים - נתון מעניין בהתחשב כי מדובר בטכנולוגיה חדשה יחסית לשוק.
- שפכטל אמריקאי נמצא בשימוש בכל המבנים. השכיחות הנמוכה ביותר היא במבנים בבניה מרקמית של 3-9 קומות, השכיחות הגבוהה ביותר קיימת בשליש מהפרויקטים במגדלים. כאמור שימוש בשפכטל אמריקאי תלוי בסוג מחיצה ומתאים רק לקירות מבלוקי גבס או לוחות גבס.
- ליצירת מדד הבוחן את רמת תיעוש חיפוי קירות הפנים, ניתן ניקוד כמפורט להלן: לשימוש בלוחות גבס - 3, לשימוש בשפכטל אמריקאי - 2, לשימוש בטיח גבס - 1, לשימוש בטיח שחור - 0 נקודות. הניקוד נגזר מסקר התשומות וההספקים.

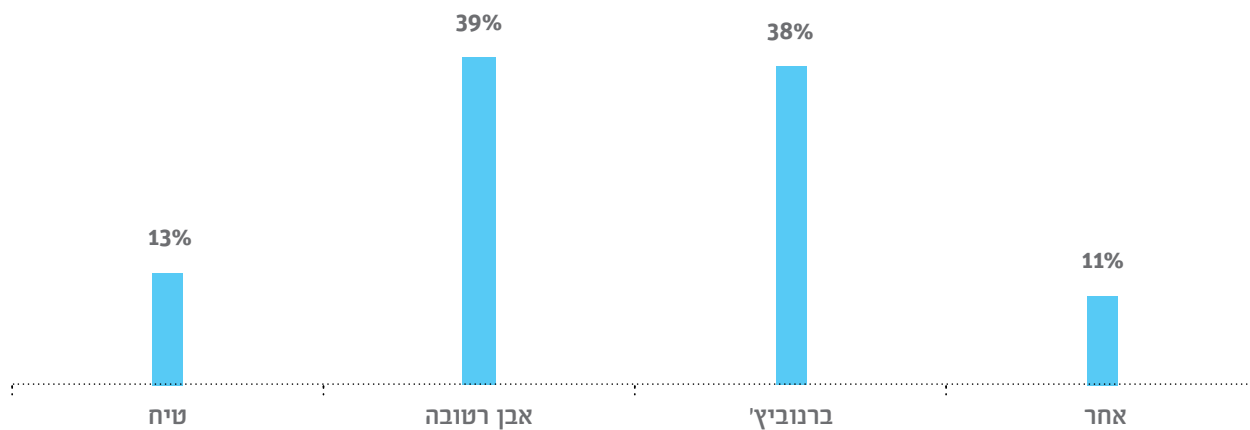
תרשים 17 | ניקוד רמת תיעוש חיפוי קירות פנים הממוצעת על פי סוג המבנה

מהתוצאות עולה כי שימוש בטכנולוגיה יעילה יותר לחיפוי פנים מיושמת ברבי קומות ומגדלים. בבניית צמודי הקרקע נבחרת טכנולוגיה יעילה יותר לעומת הבניה המרקמית. הסבר לדבר יכול להמצא בדרישת צרכן לרמת גימור גבוהה יותר בצמודי קרקע.

רמת תיעוש חיפוי חוץ

לשם בחינת רמת תיעוש חיפוי חוץ נבחן השימוש בסוגי החיפוי השונים באתרי הבנייה.

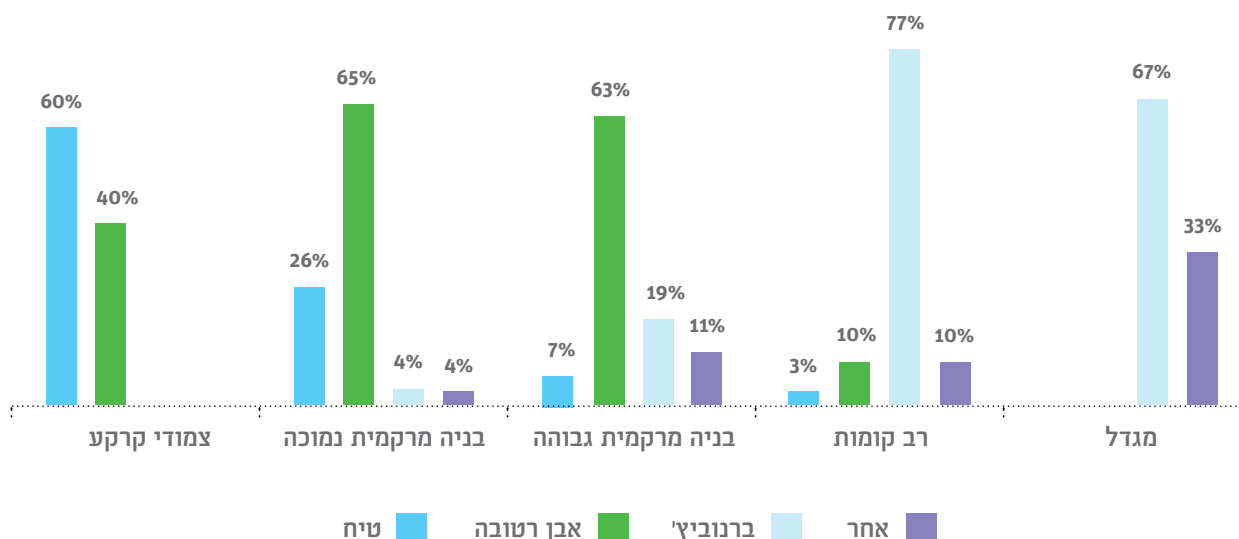
תרשים 18 | להלן סיכום שכיחות השימוש בטכנולוגיות השונות



להבדיל מהממצאים הקודמים, השימוש בחיפוי חוץ נשען על דרישות שנקבעות בשלב תכנון ועיצוב הבניין. במרבית המקרים ליזם ולקבלן אין אופציה לבחור בין כלל החלופות, מכיוון שהוא מחוייב על פי הוראות התב"ע לגימור של חיפוי אבן, במקרים אחרים ההחלטה מתקבלת על פי השיקולים העיצוביים של אדריכל המבנה. במקרים אלו עומדות לרשותו שתי האפשרויות לחיפוי אבן בשיטת ברנוביץ' או חיפוי אבן בשיטה הרטובה. נראה שהשכיחות של שתי שיטות אלה בכלל הפרויקטים שנדגמו מאוד דומה ומהוות ביחד כ-80% מהפרויקטים.



תרשים 19 | שכיחות השימוש בטכנולוגיות השונות לפי אפיון סוג המבנה

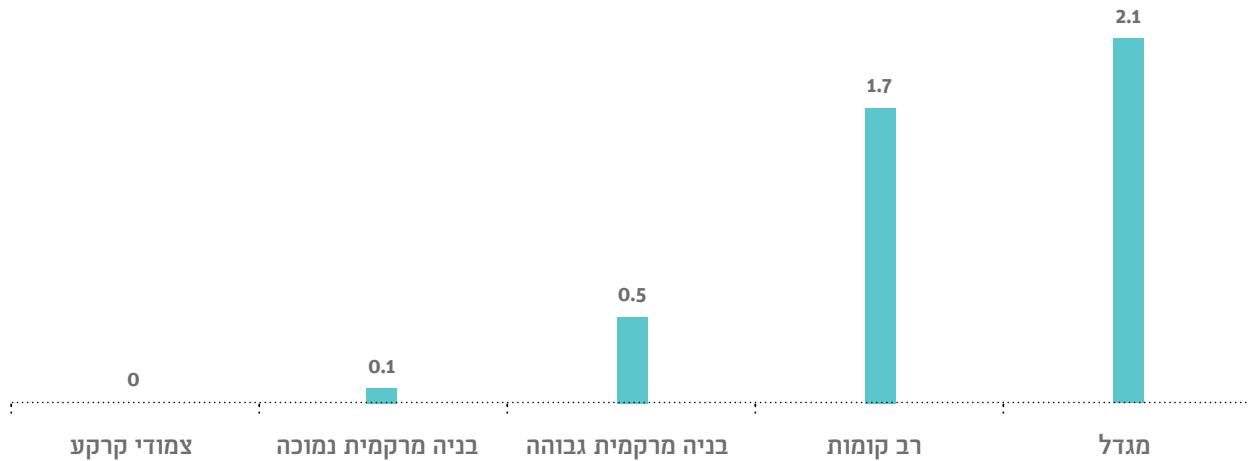


שיטות קונבנציונליות נצפו בשכיחות גבוהה בצמודי הקרקע ובבנייה מרקמית. מבנים מעל 10 קומות מבוצעים בעיקר בשיטת ברנוביץ'. ברבי קומות זו השיטה השכיחה ביותר, במגדלים השכיחות יורדת בשל מעבר לשיטות אחרות כמו קירות מסך, קירות טרומים וקרומים. בולט השימוש הגבוה בחיפוי באבן רטובה בבניה מרקמית של 3-9 קומות.

ליצירת מדד הבוחן את רמת תיעוש לחיפוי חוץ, ניתן ניקוד כמפורט להלן: קיר מסך, טרומי, קרומים - 3, ברנוביץ' - 2, אבן יבשה, פח - 1, לשימוש בטיח שחור, אבן רטובה ופסיפס - 0 נקודות.

הניקוד נגזר מסקר התשומות וההספקים.

תרשים 20 | ניקוד רמת תיעוש חיפוי חוץ הממוצעת על פי סוג המבנה

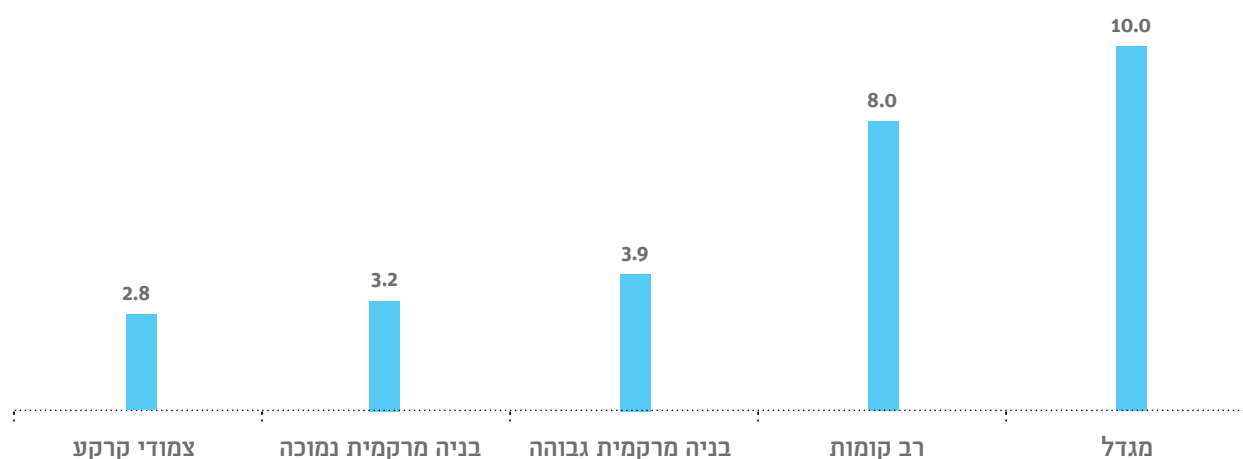


בחיפוי חוץ רמת התיעוש גבוהה באופן משמעותי במגדלים ורבי קומות. בפרויקטים אלו ישנה הפנמה של הנושא מכיוון שהעבודה בבניין בגובה רב מגדילה את הצורך בתיעוש ומיכון להגברת הבטיחות ולגזירת חיסכון גדול בזמן העבודה.

בבחינת רמת התיעוש של מלאכות שונות בהן נעשה שימוש באתרי בניה, ניתן לראות באופן עקבי יחס ישר בין גובה המבנה לבין רמת התיעוש. ממצא זה אינו מפתיע, שכן כדאיות השימוש בטכנולוגיות מתועשות עולה ככל שגודל המבנה ורמת מורכבותו עולה. בנוסף, דרישות רגולטוריות שונות מחייבות לעיתים קרובות שימוש בטכנולוגיות מתועשות במגדלים וברבי קומות מסיבות בטיחות, עמידה בתקנים שונים כמו עמידה בעומסי רוח ודרישות תב"ע.



תרשים 21 | רמת התיעוש על פי סוג מבנה על פי ציון מצרפי הנשען על מדדים
לרמת התיעוש של שלד הבניין, מחיצות פנים, חיפוי קירות פנים וחיפוי קירות חוץ



כאמור, רמת התיעוש הולכת ועולה עם גובה הבניין, אולם ניתן לראות כי המבנים בבניה מרקמית דומים יותר ברמת התיעוש לבניה צמודת קרקע מאשר לבניה במגדלים ובמבנים רבי קומות.

בחינת נתונים של מלאכות ספציפיות מראה כי לעיתים רמת התיעוש בבניה מרקמית אף נמוכה מזו של צמודי הקרקע, למשל במחיצות פנים וחיפוי פנים בהם נעשה שימוש נרחב בטיח בבלוק בטון ובטיח שחור בבניה מרקמית יותר מאשר בצמודי קרקע (נתון שניתן להסבירו על בסיס דרישות לרמת גמר גבוה יותר בצמודי קרקע). **לפיכך, הפוטנציאל הגדול בשוק להחדרת טכנולוגיות והגברת התיעוש הינו בבניה מרקמית של 3-9 קומות.**

רמת התיעוש של מבנים רבי קומות ובמגדלים קרובה למצות את שיטות התיעוש הנפוצות בישראל ובעיקר את השיטות המתועשות לבניה בבטון יצוק באתר בתבניות מתועשות תוך שימוש במנופים (ראו טבלה להלן). עם זאת, גם בבניה זו פוטנציאל גדול להחדרת שיטות תיעוש מתקדמות ובהן בנייה טרומית מבטון ובעיקר שימוש בשיטות מתועשות מבוססות פלדה אשר לא נמצאו בשימוש בסקר השדה כלל.

סיכום

על פי סקר אתרים אשר נערך על ידי פז כלכלה והנדסה במהלך שנת 2015, נמצא כי רוב מכריע של הבניה בישראל הינו בשיטות בנייה קונבנציונליות אשר כמעט ולא מקובלות בעולם המערבי. שימוש בשיטות מתועשות נעשה בעיקר מבנים רבי קומות ומגדלים, המהווים פחות מרבע מהיקף התחלות הבניה למגורים בישראל. במבנים בני 3-9 קומות, ובמבנים צמודי קרקע המהווים את עיקר התחלות הבניה, היקף השימוש בשיטות מתועשות נמוך ועומד על כ-40%.

טבלה 10 | נתוני רמת התיעוש הממוצעת בהתאם למספר הקומות בבניין²³

התחלות בניה 2014	אחוז מהיקף הבניה למגורים 2009-2014	שיעור הפרויקטים בהם משתמשים בתבניות מתועשות	סיווג הפרויקט
2,325	6%	100%	מגדל 21 קומות ומעלה
7,200	17%	97%	רב קומות 10-20 קומות
11,280	21%	56%	בנייה מרקמית 7-9 קומות
7,310	19%	35%	בנייה מרקמית 3-6 קומות
14,163	37%	40%	צמודי קרקע

חשוב לציין כי גם בפרויקטים בהם נעשה שימוש בטכנולוגיות לתיעוש בניה, מדובר בתיעוש מבוסס בטון יצוק באתר, אשר נחשב נחות לשיטות המתקדמות אליהן מוביל הענף בעולם (ולעיתים אף אינו נלקח בחשבון כשיטה מתועשת כלל).

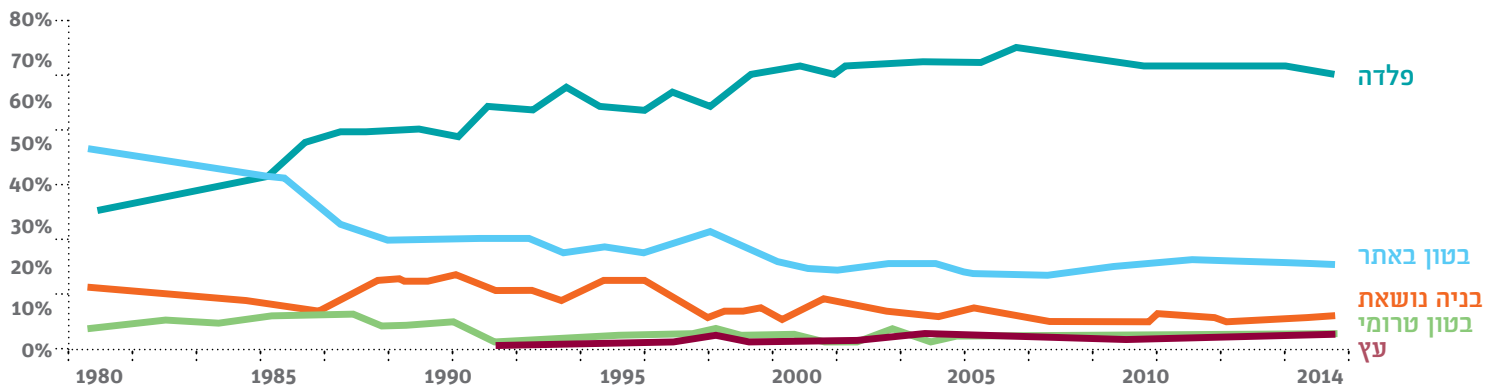
²³ היקף השימוש בתבניות מתועשות לבנית שלד מבני מגורים בישראל



השוואת המצב הקיים בישראל לרמות התיעוש בעולם

התפתחות ענף הבניה בעולם הינה לשיטות בניה מתועשות מתקדמות ובהן שיטות מבוססות פלדה וזאת בשל איכות המבנים, מהירות הקמתם, הגדלת הבטיחות בעבודה והפחתת עלות הבניה. כך למשל, ממחקר שנעשה בבריטניה נמצא במהלך העשורים האחרונים חלה הכפלה בהיקף השימוש בפלדה לקונסטרוקציית מבנים רבי קומות עד להיקף של 70% משטחי הבניה בעוד שהשימוש בבטון יצוק באתר הצטמצם ועומד על כ-20%²⁴.

תרשים 22 | להלן טבלה המציגה את היקף השימוש בטכנולוגיות שלד מתועשות בבריטניה



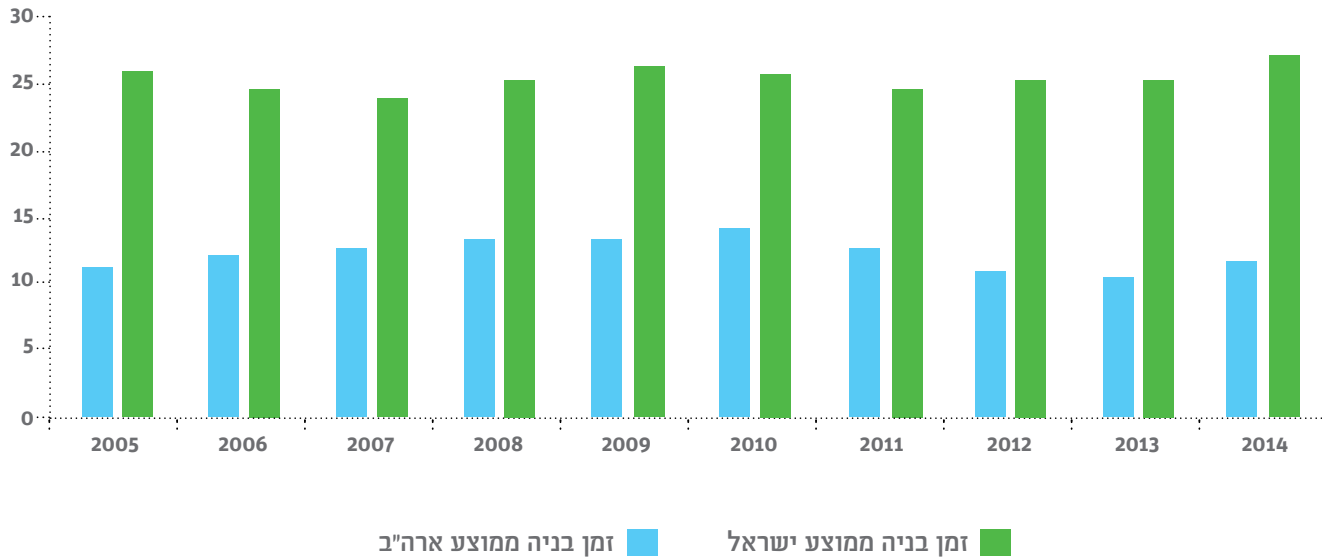
בחינת מצב שוק הבניה למגורים בארצות הברית, בה רמת התיעוש והיקף השימוש בטכנולוגיות תיעוש מבוססות פלדה גבוה כבר כיום מצביע על זמני בניה ליחידות דיור הקצרים משמעותית מהמקובל בארץ. בעוד שבארץ זמן הבניה הממוצע ליחידת דיור בישראל עומד בשנים האחרונות על כ-25 חודשים, בארצות הברית זמן הבניה הינו כ-13 חודשים בממוצע²⁵. אמנם, לזמן הבניה הקצר בארה"ב סיבות נוספות פרט לשיטת הבניה ובהן תמהיל הדירות השונה, העדר דרישות התמגנות והיבטים הנוגעים לתהליכי אישור ורישוי בניה, אולם בידוד נתונים של בניה רוויה בארה"ב ובחינת טכנולוגיות בניה מקובלות מצביעים על קשר ישיר בין רמת התיעוש לבין זמן הבניה הקצר.

²⁴ מקור: <http://www.steelconstruction.info>

²⁵ מקור לנתוני ארה"ב: US Census Bureau

<https://www.census.gov/construction/nrc/lengthoftime.html>

תרשים 23 | להלן טבלה המציגה את זמן הבניה הממוצע ליחידת דיור בישראל ובארצות הברית²⁶



²⁶ זמן בניה ממוצע ליחיד (חודשים) בישראל ובארה"ב.



חסמים מרכזיים המונעים הרחבה של המיכון

על מנת להבין חלק ניכר מהחסמים להגברת התיעוש, יש להכיר את מבנה ענף הבניה ואת "שרשרת היצור" אשר בסופה מוקם מבנה מגורים. הסכמה שלהלן, מציגה שרשרת זו, החל מהתכנון הסטטוטורי אשר קובע את ההנחיות לבניה וכלה בצוות הבונה את מבנה המגורים בפועל.

**מבנה קבלת
ההחלטות בענף
הבניה למגורים**



בראש שרשרת היצור נמצא כאמור התכנון הסטטוטורי, לעיתים הוראות תכניות בניין עיר יכולות להקשות על יישום שיטות מתועשות בבנייה למגורים. כך למשל, דרישה לחיפוי באבן מקשה על תיעוש חיפוי החוץ וחלוקה למגרשים לא רגולריים מקשה על בניה חזרתית המגדילה את הכדאיות בתיעוש.

מרבית הקרקעות בישראל הינן קרקעות בבעלות מדינה אשר משווקות במכרזים, מכרזי שיווק הקרקע אינם מתייחסים לשיטת הבניה ואין בהם תמריץ לבחינת שיטות חדשות באופן ישיר וגם לא באופן עקיף, למשל דרך מתן עדיפות במכרז לזים המתחייב לסיים את הבניה בזמן קצר אשר ניתן לעמוד בו רק תוך שימוש בשיטות מתועשות.

התכנון האדריכלי של מבני המגורים בארץ מתעלם לעיתים קרובות משיטת הבנייה שבה יבנה המבנה בפועל. מכיוון שבניה מתועשת חייבת להיות מוטמעת כבר בשלבי התכנון האדריכלי, לעיתים קרובות התכנון האדריכלי והקונסטרוקטיבי אינו מאפשר שימוש בשיטות מתועשות.

בצד דרישות סטטוטוריות, הנקבעות בשלב התב"ע, קיימות דרישות רבות נוספות הנקבעות בזמן רישוי הבניה ותהליך קבלת ההיתר. לעיתים דרישות לעמידה בתקנים או אישורים של גורמי רישוי שונים אינם תואמים טכנולוגיות מתועשות.

לבסוף, מרכזי הקבלנים אינם מתערבים על פי רוב בשיטות הבניה וצוותי הבניה באתר לעיתים קרובות חסרי הכשרה לביצוע שיטות בניה מתועשות בפועל.

לסיכום - נתק או חוסר תיאום בין השלבים המוקדמים יותר מביאים לכך שקשה או בלתי אפשרי ליישם שיטות מתועשות בשלבי הייצור הסופיים. לכן, חלק מחסמי מימוש התיעוש, נובעים ממבנה קבלת ההחלטות בענף והמשמעות של קבלת החלטה בסוף התהליך, כאשר יכולת היישום הצטמצמה ובהעדר הלימה בין הגורם המחליט לבין הגורם הנהנה.

חסם מרכזי בהקשר זה הינו בין היזם או הקבלן הראשי לבין קבלני המשנה. כפי שהוצג לעיל, בחירה בשיטות מתועשות בשלב השלד, מקטינה את התלות בפועלים, מקצרת זמן בנייה, מקטינה את הצורך בעבודות חוזרות ומוזילה עלויות עוקבות, כל אלו תורמים לרווחיות היזם או הקבלן הראשי. אולם, המועד בו מתקבלת ההחלטה לגבי שיטת הבניה, הינה לרוב בשלב מרכזי הקבלנים או על ידי קבלן המשנה המבצע את הבניה, אשר לצורך יישום שיטות מתועשות נדרש לזמן התארגנות, רכישת ציוד ולרוב עלות הביצוע הישיר ללא כל חסכון. לפיכך, היתרונות של הבניה המתועשת אינם באים לידי ביטוי בחישוב הכללי של קבלן השלד למול הקבלן הראשי.

לבנייה המתועשת יתרונות כאשר צורת ההתקשרות מאפשרת למבצע להתאים את הפתרון הטכני לאילוצים הספציפיים של שיטות הבניה בהן הוא מתמחה. את זאת ניתן להשיג כאשר ההתקשרות הנה לפי שיטת תכנון - ביצוע. בשיטה זו, דרישות המזמין מוגדרות על פי הפרוגרמה בלבד או על ידי תכנית כללית המאפשרת ביצוע בשיטות בניה שונות.





חסמי מימון

תיעוש הבנייה דורש השקעות ראשוניות גדולות וכאשר יש חלופה זולה וגמישה יותר (למשל בנייה קונבנציונלית עם פועלים זרים חוקיים ולא חוקיים), קיימת רתיעה מהשקעות ארוכות טווח העשויות להפוך לנטל במידה ורמת הביקוש לבנייה תרד.

קבלנים, שפועלים בסביבת פרויקטים בהיקפים גדולים, לרוב מחזיקים בציוד רב, בידע ובמנופים ולא יאפשרו לעצמם עבודה אחרת מלבד עבודה בציוד מתועש של חברה כזו או אחרת.

הידע נגיש להם באמצעות מחלקת הנדסה מנוסה או חברות כדוגמת PERI ואחרות אשר מספקות שירותי הנדסת תבניות והשכרת ציוד מתאים לפי סוג העבודה. מבחינה תזרימית הן מודעות לעלות הראשונית ולתזרים הצפוי של הפרויקט ולרוב מידת התיעוש בפרויקטים שלהם תהיה רבה ביותר על מנת לייעל את העבודה ולמקסם את הרווחים.

קבוצות העבודה שאותן הן שוכרות מחויבות לעבודה בציוד מתועש. הקבלן מספק את הציוד, המנוף, מפעיל המנוף, אתה, מנהלי עבודה, מהנדס ביצוע והחומרים. קבוצת העבודה מחויבת בביצוע העבודה בלבד ועל כך מתוגמלת לפי מחיר למ"ר שלד.

קבלנים בינוניים לרוב יעבדו בשיטה שעובדים הקבלנים הגדולים. לרוב עם ציוד בשכירות אך בדומה הם יתקשרו עם קבוצות שלד לביצוע העבודה בלבד בקבלנות. התמחור יהיה לפי מ"ר שלד כאשר הציוד החומרים והמנופים מסופקים ע"י החברה הקבלנית.

מנגד, קיים מודל של התקשרות של יזמים / קבלנים ששוכרים קבלן שלד כולל ציוד (תבניות) ובניסוח הפניה לקבוצות השלד מציינים שהם לא מתכוונים להציב מנוף באתר ולכן בהכרח פונות לקבוצות שלד שעובדות עדיין בשיטה המיושנת.



משיחות עם קבלנים וספקי ציוד למדנו שקבלנים קטנים נמנעים מרכישת תבניות מתועשות בשל הסיבות הבאות:

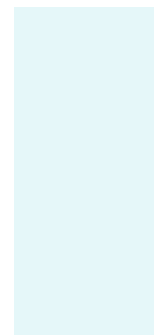
- הון ראשוני גבוה וקשיי מימון לתקופת הביניים עד לאיזון (לאחר שניים עד שלושה פרויקטים).
- הרגלים ישנים ומאזן נוחות במצב הקיים: הקבלנים אינם נדרשים להשקעות, העבודה הינה המשכית אך גם במידה והיא תעצר, אין להם התחייבויות שיקשו עליהם לעבור את התקופה של ההמתנה לעבודה חדשה.
- חשש מאובדן ונזק לציוד יקר ובעקבות כך קריסת המודל הכלכלי שמציג רווח עתידי.
- ברכישת ציוד, נדרש מחסן ותחזוקה יקרה בתקופת ההמתנה בין פרויקטים.
- קבלני שלד קטנים לרוב אינם מודעים למודלים הקיימים של השכרת תבניות וגם אם כן, הם ספקנים לגבי מידת החסכון בכ"א. החסכון בכ"א שמוצג להם תאורטי לעומת ההשקעה הנדרשת שהיא ודאית.
- קיים ביקוש של יזמים וקבלנים קטנים לקבלני שלד (בעיקר בפריפריה ובבנייה נמוכה של עד 9 קומות) שאינם מעוניינים בהוצאות של הרכבה ושכירות של מנוף לאתר.

חלק מהמאפיינים של בניה מתועשת הם ייצור של האלמנטים מחוץ לאתר במפעלים ייעודיים לצורך כך. כושר הייצור של אלמנטים שונים בתחום השלד הינו במפעלים גורם מרכזי ביכולת החדירה של שיטות אלה לשוק.

תבניות אבודות: מפעלים לייצור של תבניות אבודות לא קיימים נכון להיום בארץ, למעט תבניות מסוג ICF. לכן, חלק ניכר מהבניה באמצעות שיטה זו מבוצע על בסיס יבוא האלמנטים מחו"ל המביא לעלויות גבוהות יותר ולזמן אספקה ארוך יחסית. הקמה של מפעל חדש מלווה סיכונים רבים במיוחד בתחום שמרני יחסית כמו הבניה.

אלמנטים טרומיים לבניה: בארץ מספר מפעלים לייצור של אלמנטים טרומיים לבניה, ביניהם אשטרום, מנרב טרומי, דניה סיבוס, רמט טרום, שיכון ובינוי כלל מוצרי בטון. מפעלים אלה נמצאים בבעלות של חברות הבניה הגדולות. במידה ויורחב השימוש באלמנטים טרומיים מחוץ לאתר עלולים המפעלים להגיע למגבלת כושר הייצור שלהם. ונדרש יהיה לשקול הקמה של מפעלים נוספים שיתנו מענה לקבלנים קטנים ובינונים הפועלים בתחום.

חסמי ייצור





המלצות להתמודדות עם החסמים ולתמרוץ יזמים וקבלנים לעבור לבניה בשיטות מתועשות

1. תגמול קבלנים בינוניים וקטנים (ברמות ג' - 4') על שימוש בשיטות מתועשות בבניה מרקמית וצמודת קרקע

מהות ההמלצה

החסכון שניתן להשיג באמצעות שימוש בשיטות מתועשות הינו של עשרות אלפי ₪ ליחידת דיור, בנוסף לצמצום במשך הבניה ולשיפור באיכותה.

יחד עם זאת, קבלנים בינוניים וקטנים מהססים לעבור לעבודה בשיטות מתועשות, הן בשל חוסר מודעות לתועלות האפשריות, ובעיקר בשל הצורך בביצוע השקעות ראשוניות, וחוסר ודאות באשר להחזר ההשקעה.

העמדת תגמול של 20,000 ₪ לכל יח"ד שנבנתה בשיטה מתועשת בבניה מרקמית וצמודת קרקע תהווה תמריץ שיקל על יזמים וקבלנים בינוניים וקטנים לקבל החלטה על בניה בשיטה מתועשת.

לטובת יישום ההמלצה נדרש:

- להגדיר קריטריונים
- לגבש מגגנון בקרה, שיתבסס על גופי הבקרה הקיימים כיום
- לסכם תכנית ולהפיצה בקרב הקבלנים והיזמים

העלויות הנדרשות

בהנחה של בניית 5,000 יח"ד בבניה מתועשת בבניינים בני 9-1 קומות על ידי הקבלנים הרלבנטיים, נדרש להעמיד 40 מ' ₪ בשנה לטובת התגמול.

בהנחת עמידה ביעדים והגדלת מספר יח"ד הנבנות בשנה על ידי קבלנים אלו ל- 10,000 - יידרשו 200 מ' ₪ בשנה.

המשרד האחראי

משרד הבינוי והשיכון

תכנית העבודה ליישום

גיבוש תכנית, בשיתוף עם משרד האוצר, עד סוף רבעון אחד של שנת 2016
הפעלת התכנית החל מתחילת Q3 2016

2. סיוע במימון ציוד לתיעוש במסגרת קרן ערבות מדינה והשקת מסלול ייעודי בהיקף ערבות גבוה לתקופה של 10 שנים

מהות ההמלצה

חלק מהקבלנים הבינוניים והקטנים אינו משתמש בתיעוש בשל הצורך בהשקעה ראשונית גבוהה הנובעת מעלויות הרכישה של ציוד ומכונות בעוד שהתועלות מתקבלות רק לאחר שימוש בהם במספר פרויקטים. בניית תכנית ייעודית לקבלנים בענף הבניה לדיוור תספק מענה לחסם זה.

העלויות הנדרשות

12 מ' ש

המשרד האחראי

משרד הכלכלה, בשיתוף עם משרד הבינוי והשיכון

תכנית העבודה ליישום

הגדרת השיטות והציוד להם יינתן מענה (משרד הבינוי והשיכון) עד סוף 2015 Q4

אישור השימוש בכספי קרן ערבות מדינה (משרד הכלכלה) עד סוף 2015 Q4

פרסום ושיווק הערוץ לקבלנים (משרד הבינוי והשיכון, בסיוע התאחדות בוני הארץ) - החל מ- 2016 Q1

3. מתן אישור פחת מואץ לציוד הנדסי לתקופה קצובה

מהות ההמלצה

חלק מהקבלנים הבינוניים והקטנים אינו משתמש בתיעוש בשל עלויות השימוש בציוד ובמכונות. הפחת המואץ עשוי לתמרץ את הקבלנים לרכוש את הציוד והמכונות.

העלויות הנדרשות

טרם הוצגו

המשרד האחראי

משרד האוצר, בשיתוף עם משרד הבינוי והשיכון

תכנית העבודה ליישום

הגדרת תנאי התכנית ובחינת המשמעויות בהיבטי רגולציה - עד סוף 2015 Q4

סיכום עיקרי הפרק

רמת המיכון והפריון בענף, שהיו נמוכות לאורך שנים, גדלו בשבע השנים האחרונות בקצב המהיר ביותר בכל ענפי המשק. כתוצאה עלה הפריון הענפי לרמה מקבילה לשאר הענפים המקומיים (בהשוואה בינלאומית)

כיום, כל הבניה של רכי קומות ומגדלים בישראל (10 קומות ואילך) הינה מתועשת ברמה טובה ואילו הבניה המרקמית (9-3 קומות) אינה מתועשת ברמה מספקת.

למרות הגידול ברמת המיכון והפריון בענף, רמת פריון העבודה בישראל עדיין נמוכה בהשוואה בינלאומית, והינה כ- 70% ממוצע הפריון במדינות ה-OECD. מעבר לכך, התיעוש הקיים כיום בישראל הינו בטכנולוגיות מבוססות בטון, בעוד במדינות מפותחות אחרות חלק גדול מהבניה הגבוהה מתבצע בטכנולוגיות מבוססות פלדה, בהן משך הבניה קצר בהרבה.

בשנתיים האחרונות, למרות המשך הגידול במלאי ההון ובעובדים, חלה ירידה בפריון העבודה בענף, כשבמקביל ניתן לזהות ירידה בהתחלות בניה של בניינים גבוהים.

קיימים חסמים העומדים בפני קבלנים קטנים ובינוניים, שעיקרם חוסר הוודאות לגבי השגת תועלות התיעוש בפועל, וחוסר יכולות המימון הנדרשות לטובת רכישת הציוד והמכונות הנדרשים לעבודה מתועשת.

בעתיד, עם הגדלת היקף הבניה המתועשת, ייתכנו גם חסמי ייצור בישראל. כיום לא מזהים חסמי ייצור מהותיים בענף.

עיקרי ההמלצות

- ✓ תמרוץ תקציבי לקבלנים שיבנו בתים בבניה מרקמית בשיטות עבודה מתועשות
- ✓ סיוע לקבלנים במימון ציוד ומכונות לעבודה מתועשת, במסגרת קרן ערבות מדינה
- ✓ מתן אישור פחת מואץ לציוד הנדסי לתקופה קצובה
- ✓ קביעת מדד "עומק תיעוש", כולל קריטריונים ומנגנוני בקרה



פ ר ק

04

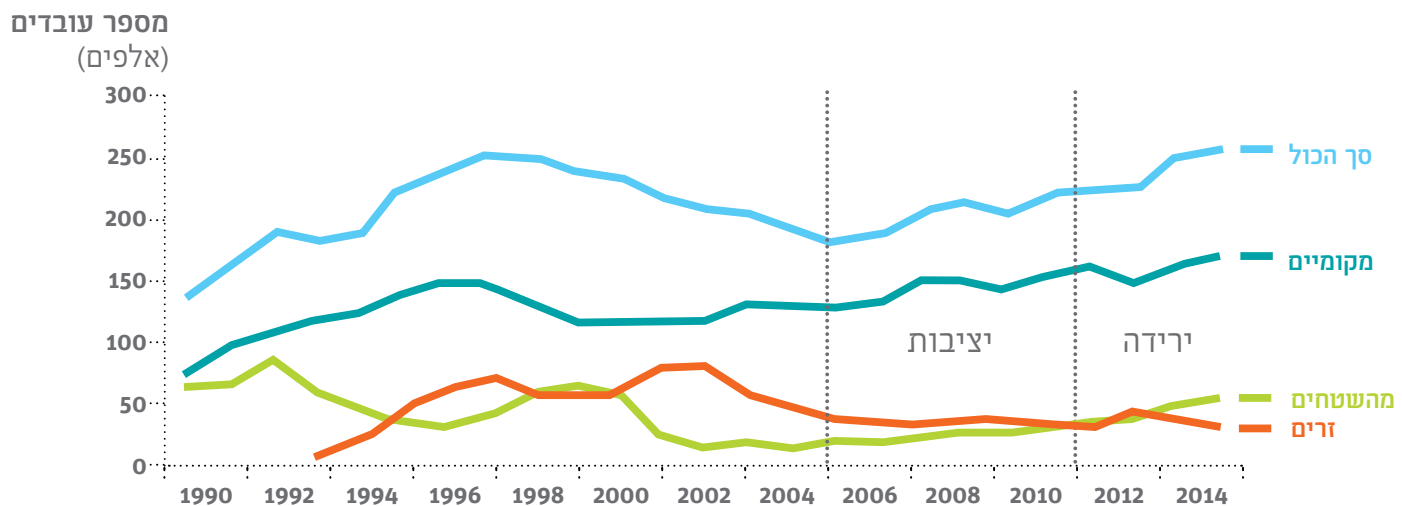
כ ו ח א ד ם



תמונת המצב הקיים והמגמות

על פי נתוני בנק ישראל, כולל ענף הבניה כיום כ- 250,000 עובדים. בעשור האחרון חל גידול מתמשך במספר העובדים בענף, אך בעוד שהגידול התרחש במספר העובדים הישראליים והפלסטינים, המיומנים פחות באופן יחסי בשיטות בניה מתקדמות, הרי שבשנים 2005-2012 התקיימה יציבות במספר העובדים הזרים המועסקים בבניה בישראל, ובשנים 2013-2014 חלה ירידה במספר העובדים הזרים המועסקים בענף הבניה (ראה תרשים 24).

תרשים 24 | מגמות בתמהיל המועסקים בענף הבניה בישראל (1990-2014) ²⁷



²⁷ מקור: דו"ח בנק ישראל 2014, לוח ב'-ב-35, מבוסס על עיבודי בנק ישראל ללמ"ס

העובדים הזרים, לעומת העובדים הישראלים והעובדים הפלסטינים המועסקים בענף, מיומנים ככלל בשיטות בניה מתועשות, ומהווים את כוח העבודה העיקרי בבניה מסוג זה.

יש לציין כי בניית השלד מתבצעת על ידי קבוצות עבודה (בגודל של 10-3 עובדים בד"כ) הפועלים ביחד. קבוצות העבודה הן הומוגניות (קבוצה ישראלית לחוד, קבוצה פלשתינאית לחוד, קבוצה סינית לחוד וכו') ומידת המיומנות שלהם בבניה מתועשת משפיעה באופן משמעותי על קצב בניית השלד.

בבדיקה שנערכה בשנת 2013 נמצא שקצב הבניה של קבוצת עבודה של סינים בבניית מגדלים קצב בניית השלד היה שלוש קומות בחודש, לעומת פחות מ-2 קומות בממוצע בחודש לקבוצת עבודה של ישראלים ולקבוצות עבודה של פלשתינאים.

בשל רמת התיעוש הנמוכה יחסית בישראל (למעט בבניה הגבוהה), רמת ההיכרות והידע לגבי האפשרויות והתועלות של התיעוש הינה נמוכה בקרב כל בעלי העניין לאורך שרשרת ייצור הדירות - החל מרמת מקבלי ההחלטות והפקידות המקצועית, דרך אנשי המקצוע העוסקים בתכנון וכלה בעוסקים בבנייה בפועל - יזמים, קבלנים, מנהלי אתר ופועלים.

אופי ותרבות העבודה של פועלי הבניין משתנים בהתאם למגזר אליו הם משויכים. הדבר משפיע על שעות העבודה, המנוחה והחגים, התמחויות השונות בענף בנייה, רמת ההכשרה, הניסיון והמוטיבציה. לכך קשר ישיר על התפוקה וכן על העלות של קבוצות הפועלים השונות. עבודה המצריכה שימוש במכשור וציוד יקר דורשת הכשרה מתאימה מצד המעסיק ומשמעת מצד הפועל.

משיחות עם קבלנים, יזמים ונציגים מענף הבנייה עולה כי בשל מצוקת כח האדם בענף, אין אפשרות לבצע מיון איכותי אמיתי של פועלים ולכן חלק גדול מהפועלים הנמצאים בענף אינם מקצועיים, ועובדים ללא מודעות לאיכות/ טיב מוצר ואחריות לציוד, ועל כן אינם מוכשרים לעבוד עם ציוד ומיכון מתקדם- מה שמהווה חסם מבחינת היזם ו / או הקבלן להכנסת הציוד לאתר.

שימוש ברכיבים מתועשים מחייב תכנון מראש של אופן הביצוע. זאת על מנת שחומרי הגלם, הרכיבים, הציוד וקבלני המשנה יגיעו בתזמון מדויק ולא יהול עיכוב בלוחות הזמנים. בנוסף, תיעוש הבנייה מחייב היערכות מיוחדת באתר, דיוק בעבודה ובדיקה מתמדת במהלך הביצוע. אם תנאים אלו לא יתקיימו, יבזבזו זמן יקר, עלויות עובדים וציוד אשר עלולות להפוך את התיעוש ליקר מאוד ולא כדאי לקבלן. אתרי בניה אשר אינם מנוהלים באופן מקצועי מקטינים את הכדאיות בשימוש בשיטות מתועשות ובמקרים רבים אינם מאפשרים שימוש בשיטות מתועשות כלל.

**מאפיינים
רלבנטיים
של כ"א בענף
הבניה**



תמונת המצב הקיים והמגמות

היבטי הניהול באים לידי ביטוי הן בחוסר הכשרה של מנהלי אתר ומנהלי עבודה בנושאי תיעוש והן בהיעדר שימוש בתוכנות לניהול אתר.

בנוסף, לאור התלות בשימוש בעגורני צריח לתיעוש אתרים והמחסור שעלה במפעילים משיחות עם גורמי ביצוע נבחן גם נושא זה.

צוות העבודה התמקד בעבודתו במספר בעלי תפקיד בענף:

1. מנהלי עבודה

2. מפעילי עגורן צריח

3. בודקי עגורן צריח

4. עובדים בקבוצות עבודה לבניית שלד

בעמודים הבאים יוצגו עיקרי הממצאים והתובנות לגבי בעלי התפקיד השונים.





מנהלי עבודה

תמונת המצב, אתגרים וחסמים

על פי תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בניה), התשמ"ח-1988 "מבצע בניה אחראי לכך כי כל עבודת בניה תתבצע בהנהלתו הישירה והמתמדת של מנהל עבודה שהוא מינה".

מנהל עבודה הוא אדם אשר עומד באחד משני התנאים הבאים:

בידו תעודה שסיים בהצלחה קורס מנהלי עבודה מוסמכים לענף הבנין או לעבודות ביצוע כבישים, תשתית ופיתוח, לפי הענין, שאישר האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם במשרד הכלכלה.

הוא מהנדס אזרחי או הנדסאי אזרחי או טכנאי אזרחי, שצבר ניסיון של שתי שנים לפחות בבניה, לאחר שהשלים את לימודיו כאמור ועמד בהצלחה במבחן בטיחות בעבודות בניה בפני ועדה שמינה מפקח העבודה הראשי אשר נערך לפי תכנית שאישר.

באחריות מנהל העבודה להבטיח שכל עובד ימלא אחר התקנות הנוגעות לעבודתו. לצורך כך נדרש מנהל העבודה להכיר את מגוון העבודות בענף הבנייה (כולל מגוון המערכות הקשורות בה), ולנהל צוותי עובדים תוך שמירה על תקנות ונהלי בטיחות.

על פי נתוני מאגר משרד הכלכלה, בשנתיים האחרונות הוסמכו 1,870 מנהלי עבודה לבנייה וכיום המאגר כולל כ- 14,000 מנהלי עבודה מוסמכים²⁸.

חשוב להדגיש כי כיום קיימים ברחבי הארץ כ- 20,000 אתרי בניה פעילים. משמעות הפער הגדול בין מספר אתרי הבניה לבין מספר מנהלי העבודה המוסמכים הינה ברורה.

מתוך בחינת המצב בארץ, אנו מזהים מספר חסמים המובילים למחסור במנהלי עבודה:

מאפייני האוכלוסייה - מנהלי העבודה רבים הם מהנדסים שעלו בשנות העלייה הגדולה ממדינות חבר העמים, ובשל התבגרות האוכלוסייה החל תהליך של פרישה, שצפוי אף לגדול בעתיד הקרוב.

²⁸ מהמערכת נגרעים מנהלי עבודה שרישיונם נשלל או שנפטר, אולם לא נגרעים מנהלי עבודה שאינם פעילים



תנאי סף להכשרה במסגרת קורס מנהלי עבודה - ישנם מסלולי הכשרה רבים המותאמים למגוון תנאי סף, אולם בחלק גדול מתוכם נדרש ניסיון מעשי בטפסנות (סוג 5 או 3) / ברזלנות. תנאי הסף יוצרים שתי בעיות מרכזיות:

1. אוכלוסייה רחבה מנועה להיכנס לענף בשל חוסר רצון לעסוק בעבודות מסוג טפסנות/ברזלנות

2. שיעור ניכר מהבניה למגורים כיום הינה בניה מתועשת (בניה גבוהה) ועבודות מסוגים אלה אינן רלוונטיות לשיטות בנייה מתועשות (שיטת ברנוביץ', למשל).

אין מסלול מקוצר לבעלי ניסיון בניה או בפיקוח על בניה - באתרי בניה רבים (בעיקר בבניינים רבי-קומות) לכל מנהל עבודה יש עוזרים המכירים את העבודה ברמה גבוהה ועוסקים בתחום שנים רבות, אולם ניסיון זה לא מקנה הקלות או מסלול הכשרה מקוצר יותר. יותר מכך, ניסיון זה לא מוכר במסגרת תנאי הסף לקבלה לקורס מנהלי עבודה.

אין הכרה בניסיון המעשי שנצבר ע"י מהנדס/הנדסאי/טכנאי בטרם השלמת לימודיו.

סקירה השוואתית בינלאומית:

לטובת ביצוע השוואה בינלאומית מיפינו מדינות העונות לתנאים הבאים:

מדינות שבהן קיימת הגדרה, במסגרת חקיקה, לרישום מנהלי בניה

מדינות בהן קיים גוף סטטוטורי שמונה ע"י המדינה להסמכת מנהלי עבודה

בבחינה שביצענו מול מספר רחב של מדינות, נמצא כי:

אין אסדרה²⁹ של תהליך ההסמכה לרישום מנהלי העבודה בבריטניה, אירלנד, דנמרק ושוודיה. יש אסדרה של התהליך בדרום אפריקה ובמערב אוסטרליה

תמונת המצב בדרום אפריקה:



בהתאם לחוק משנת 2000 (SACPCMP Act), מוגדרות סמכויותיה של מועצה רשמית לרישום מנהלי הבניה בדרום אפריקה על פי חוק. המועצה (SACPCMP) פועלת החל משנת 2002 ומגדירה קריטריונים לרישום מנהלי בניה.

²⁹ אסדרה של תהליך הסמכת מנהלי העבודה לא מוזכרת בחקיקה המרכזית ובתקנות הנלוות לה במדינות אלה. בנספח א' מצורפים קישורים למסמכי החקיקה ו/או התקנות הרלוונטיים במדינות שצוינו לעיל.

המועצה מציעה חמישה מסלולים לרישום מנהלי בניה, הכוללים 2 אבני בניין מרכזיות בדרך להסמכה:

1. לימודים תיאורטיים (תואר / תעודה)³⁰.

2. ניסיון מעשי - נדרש כי הניסיון המעשי ב-4 המסלולים הראשונים ייצבר לאחר השלמת הלימודים.

על מנת לקבל את ההסמכה כמנהל בניה, לא נדרש קורס ייעודי - כל מגיש בקשה נדרש לעבור ראיון מקצועי מטעם המועצה כחלק מתהליך בחינת בקשתו.

חמשת מסלולי ההכשרה לרישום כמנהלי בניה בדרום אפריקה (ראה גם תרשים 1), מסווגים לפי סוג התואר / התעודה שיש למגיש הבקשה:

1. בעלי תואר ארבע שנתי (Honours Degree) בתחום הבניה - נדרשים לצבור ניסיון מעשי במשך 4 שנים נוספות.

2. בעלי תואר ראשון טכנולוגי (B-Tech) שכולל לימודים תלת שנתיים בתחום הבניה - נדרשים לצבור ניסיון מעשי במשך 5 שנים נוספות.

3. בעלי תעודת לימודים מקצועיים (National Higher Diploma) שנלמדו במשך 4 שנים בתחום הבניה - נדרשים לצבור ניסיון מעשי במשך 6 שנים נוספות.

4. בעלי תעודת לימודים מקצועיים (National Diploma) שנלמדו במשך 3 שנים בתחום הבניה - נדרשים לצבור ניסיון מעשי במשך 7 שנים נוספות.

5. חסרי תעודה רשמית - נדרשים לצבור ניסיון מעשי במשך 10 שנים ולענות על מבחן בכתב.

במסגרת ארבעת מסלולי ההכשרה הראשונים, מאפשרת המועצה (SACPCMP) להגיש בקשה למעמד של "מועמד למנהל בניה" במהלך הניסיון המעשי (נדרש לעבור ראיון מקצועי מטעם המועצה). מעמד זה מאפשר לשמש כמנהל בניה בפועל, בכפוף לפיקוח ובקרה של מנהל בניה מוסמך.

השוני בין המצב הרגולטורי בדרום אפריקה, לבין המצב בישראל:

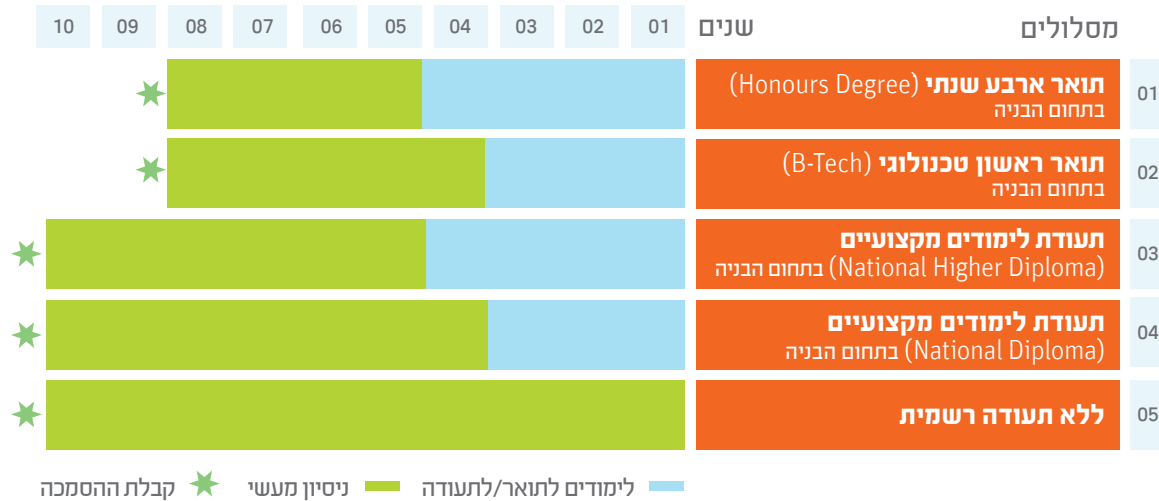
מסלולי ההכשרה בדרום אפריקה ארוכים יותר מאלו שב ישראל, אך יחד עם זאת:

1. אדם בעל תואר/תעודה רלוונטיים אינו מחויב לעבור מבחן בכתב, אלא ראיון מקצועי בלבד.

2. אדם בעל תואר/תעודה רלוונטיים הנמצא במסלול הכשרה יכול לשמש כמנהל בניה בפועל, בכפוף לפיקוח ובקרה של מנהל בניה מוסמך, במסגרת מעמד של "מועמד למנהל בניה".

3. אדם בעל ניסיון של 10 שנים יכול לקבל הסמכה כמנהל בניה, בתנאי שביצע מבחן בכתב מטעם המועצה.

³⁰ ניתן להגיש בקשה ללא תואר או תעודה רלוונטיים, בתנאי שבנוסף לראיון יש לעבור מבחן בכתב מטעם המועצה



סיכום 5
המסלולים
הקיימים
בדרום
אפריקה

תמונת המצב במערב אוסטרליה



החל משנת 2011 נקבע במסגרת החוק (Building Services (Registration) Act) כי בנאי רשום (Registered Building Practitioner) מורשה לפקח על עבודות בנייה, תחת השגחתו של הקבלן הרשום (Contractor) ומטעמו, לכן הגדרתו מקבילה לזו של מנהל בניה בישראל.

משרד המסחר מציע חמישה מסלולים לרישום בנאים המוגדרים במסגרת תקנות המלוות את החוק Building (Services (Registration) Regulation). גם במסלולים אלו ישנן 2 אבני בניין מרכזיות בדרך להסמכה:

1. לימודים תיאורטיים (תואר / תעודה) ³¹.

2. ניסיון מעשי - ניתן לצבור את הניסיון המעשי לפני, במהלך או לאחר הלימודים התיאורטיים על מנת לקבל את ההסמכה כבנאי רשום, לא נדרש קורס ייעודי - כל מועמד נדרש לעבור ראיון מקצועי מטעם משרד המסחר כחלק מתהליך בחינת בקשתו. מועמד במסלול 4 או 5, נדרש לעבור מבחן בכתב.

חמשת מסלולי ההכשרה לרישום בנאים במערב אוסטרליה (ראה גם תרשים 2), מסווגים לפי סוג התואר / התעודה ולפי סוג הניסיון המעשי שיש למגיש הבקשה:

1. בעלי תעודה מקצועית בתחום הבנייה (Diploma of Building and Construction) שלימודיה נמשכים שנתיים, או תעודה מקבילה - נדרשים לצבור ניסיון מעשי בניהול או בפיקוח על בניה במשך 5 שנים, או לחילופין ניסיון מעשי בעבודות בניה ³² במשך 7 שנים.

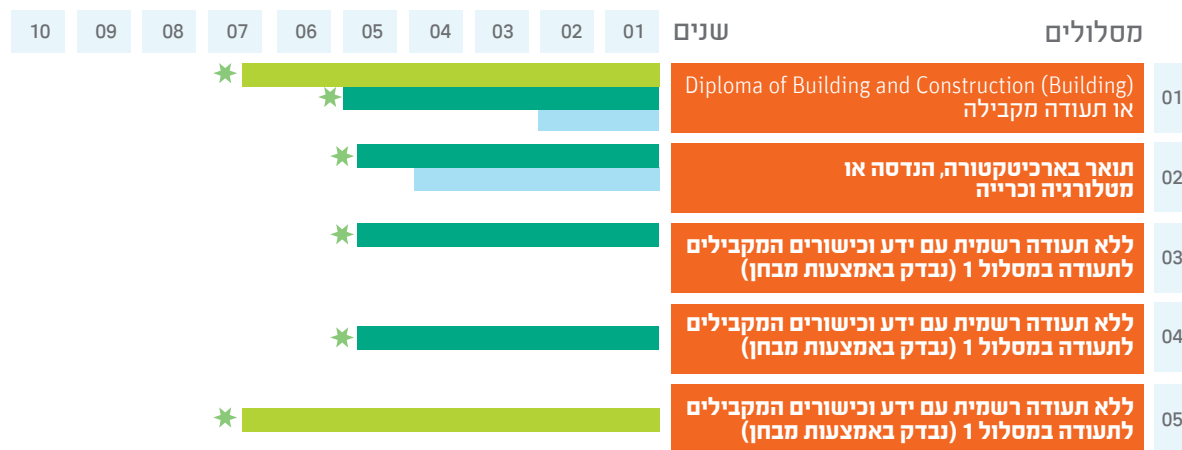
³¹ ניתן להגיש בקשה ללא תעודה מקצועית או תואר, אולם מחויבים לעבור מבחנים מטעם המשרד (Board examinations) כדי לוודא שהידע והכישורים שצברו בשנות ניסיונם מקבילים לאלה של המחזיק בתעודה רשמית (Diploma of Building and Construction).

³² הניסיון המעשי שנדרש בביצוע עבודות בנין כולל מספר רכיבים - בניה, הקמה, הרכבה ומיקום של בנינים ומבנים מסוימים; או שיפוץ, שינוי, הרחבה, שיפור או תיקון של בנינים ומבנים או שינוי מפלסי קרקע של שטחים למטרות עבודה מסוימות וביקפים מסוימים.

2. בעלי תואר בארכיטקטורה, הנדסה או מטלורגיה וכרייה, שמשך הלימודים הם ארבע שנים - נדרשים לצבור ניסיון מעשי בניהול או פיקוח על בניה במשך 5 שנים.
3. עמית/ה במכון הבניה האוסטרלי (על בסיס מכתבי המלצה ממעסיקים) - נדרשים לצבור ניסיון מעשי בניהול או פיקוח על בניה במשך 5 שנים.
4. חסרי תעודה רשמית, בדומה לנדרש לתעודה במסלול 1 (נבדק באמצעות מבחני משרד המסחר - Board examinations), עם ניסיון מעשי בניהול או פיקוח על בניה במשך 5 שנים.
5. חסרי תעודה רשמית, בדומה לנדרש לתעודה במסלול 1 (נבדק באמצעות מבחני משרד המסחר - Board examinations), עם ניסיון מעשי בעבודות בניה במשך 7 שנים.
 - ניסיון מעשי בניהול או פיקוח על בניה במשך 5 שנים.
 - ניסיון מעשי בעבודות בניה במשך 7 שנים.

השוני בין המצב הרגולטורי במערב אוסטרליה, לבין המצב בישראל

1. אדם בעל תואר/תעודה רלוונטיים אינו מחויב לעבור מבחן בכתב, אלא ראיון מקצועי בלבד.
2. יש הבחנה בין סוגי הניסיון המעשי של המועמד - במקרה בו מדובר בניסיון של פיקוח או ניהול על בניה, משך הניסיון הנדרש קצר יותר.
3. ניתן לצבור את הניסיון גם במהלך הלימודים.
4. אדם בעל ניסיון של 5 או 7 שנים (תלוי בסוג הניסיון המעשי) יכול לקבל הסמכה כמנהל בניה, בתנאי שביצע מבחן בכתב מטעם משרד המסחר (Board examinations).



סיכום 5
המסלולים
הקיימים
במערב
אוסטרליה

לימודים לתואר/לתעודה — ניסיון בפיקוח או ניהול בניה — ניסיון בעבודות בניה* *קבלת ההסמכה



מפעילי עגורן צריח

תמונת
המצב,
אתגרים
וחסמים

עגורן צריח הוא מבנה הנדסי זמני המוקם לצורך הרמת מטענים באתר בנייה מסוים. העגורן מורכב מחוליות וניתן להרכיבו בתצורות שונות כתלות באתר ולפי הוראות היצרן.

לצורך הפעלת עגורן יש צורך בהסמכה לפי תקנות הבטיחות בעבודה (עגורנאים, מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים), התשנ"ג - 1992.

הלימודים בקורס עגורן צריח ועגורן נייד מתקיימים במוסדות ההכשרה בתוך תהליך מסודר הכוללת תוכניות לימוד, מבחנים והתנסות.

התהליך כולל ממשקים עם משרד הכלכלה ומשרד התחבורה, לטובת הסמכה וקבלת רישיון להפעלה.

מתוך בחינת המצב בארץ, אנו מזהים **מספר חסמים המובילים למחסור במפעילי עגורן צריח:**

א. מסלול ההכשרה ארוך - דרישות תנאי הסף להכשרה בתפקיד זה אינם גבוהים (גיל 18 ומעלה, 9 שנות לימוד, מבחן פסיכוטכני וראיון אישי), אולם מסלול ההכשרה ארוך ויכול להגיע לחצי שנה. המסלול כולל שני שלבים מרכזיים:

א.1. קורס לימודים תיאורטיים - משך הקורס נע בין 165-200 שעות. הלימודים ניתנים במסגרת קורס שתוכנית הלימודים שלו אושרה ע"י משרד הכלכלה, כאשר בסופו נדרש המועמד לעבור מבחן עיוני של משרד הכלכלה. ההכשרה מאפשרת עבודה על כל סוגי עגורני הצריח (בכל הגבהים וללא מגבלת משקל).

א.2. התנסות מעשית למשך 360 שעות בצמוד למפעיל מוסמך עם ותק של שנה לפחות, באתר בניה במסגרת חברת בניה.

ב. מחסור במקומות המאפשרים לבצע הכשרה מעשית - החסם המרכזי בתהליך ההכשרה הינו הקושי לצבור

360 שעות ניסיון המעשי בצמוד למפעיל מוסמך, הנובע ממספר סיבות:

ב.1. המפעילים הותיקים אינם מעוניינים לחנוך את הצעירים, כיוון שהם חוששים לפרנסתם וגם בגלל שחניך מלווה מפריע למהלך העבודה השוטפת.

ב.2. בתא הפעלה של עגורן צריח אין מקום לשני אנשים ביחד.

ב.3. קבלנים אינם מעוניינים להקדיש "שעות מנוף" לטובת התנסות מעשית.

ג. אין תוכנית לימודים מקוצרת להסבת רישיון ממפעיל עגורן נייד למפעיל עגורן צריח ולהיפך - מפעיל

עגורן שברצונו להרחיב את תחום התעודה ולשמש כמפעיל של 2 סוגי העגורנים, נדרש להשתתף בקורס מלא ללא הקלות.





ד. קושי בהמרת רישיון לעולים חדשים - יש קשיים וסיבוך לבעלי רישיון מחו"ל להמיר את רישיונם.





סקירה השוואתית בינלאומית

המדינות שנבחרו לביצוע הסקירה ההשוואתית הן:

- ארה"ב 
- בריטניה 
- אוסטרליה 
- קנדה (British Columbia) 

תמונת המצב בארה"ב



בארה"ב קיימים 2 מסלולי הסמכה מרכזיים למפעילי עגורן צריח שבמסגרתם יכול המועמד להיבחן³³:

א. ארגון מוכר לבחינת מפעילי עגורנים - כולל בחינות עיוניות ומעשיות המקיפות את הידע והכישורים הנדרשים להפעלת עגורן צריח וההסמכה תקפה ל-5 שנים³⁴.

ב. תכנית מבוקרת של המעסיק - כוללת בחינות עיוניות ומעשיות המותאמות למאפייני הפעילות של המעסיק, ומנוסחות ע"י ארגון מוכר לבחינת מפעילי עגורנים. הבחינות צריכות להקיף את הידע והכישורים הנדרשים לביצוע הפעילות הרלוונטית. ההסמכה מסוג זה תקפה לעובד בעבודה עבור המעסיק הספציפי בלבד, למשך 5 שנים.

בארה"ב קיימים מספר ארגונים מוכרים לבחינת מפעילי עגורנים, אחד הידועים הינו NCCCO.

על מנת לקבל הכשרה ע"י ארגון זה, יש לעמוד בתנאי סף ולהשלים את מסלול ההסמכה:

- גיל 18 ומעלה
- עמידה בדרישות הגופניות
- הסכמה עם מדיניות הארגון לאי שימוש בחומרים אסורים
- הסכמה עם הקוד האתי של הארגון
- ניסיון הנרכש באמצעות הפעלת עגורנים תחת הנחייה של מפעילים מוסמכים
- מעבר של בחינות הסמכה של הארגון, הדורשות ידע קודם ומופנות לעובדים בעלי ניסיון בתחום. כוללות:
- בחינה תיאורטית בכתב
- בחינה מעשית

³³ מקור: מינהל הבטיחות והבריאות התעסוקתיות, משרד העבודה, ארה"ב.

קישור: https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=82

³⁴ בתום תקופת ההסמכה, נדרש מפעיל העגורן לבצע מבחן רענון לטובת חידוש ההסמכה.

מתוך סקר שנערך על ידי מינהל הבטיחות והבריאות התעסוקתיות האמריקאי (OSHA) באתרי בנייה, עולה כי הקבלנים ככלל לא מאפשרים להפעיל עגורן אך ורק על סמך תעודת מפעיל.

כמו כן מסקר זה עולים מספר מאפיינים של תכניות הכשרה למפעילי עגורנים במקומות העבודה³⁵:

א. הכשרת מפעילים חדשים

1. לימודים פורמאליים בכיתה
2. הכשרה לכישורים ראשוניים
3. ניסיון ולמידה תוך כדי עבודה (On-the-Job) - נהיגה, התקנה (set up), תחזוקה, קשירה (rigging), תנאי קרקע, בדיקות (inspections), היכרות עם העגורן.
4. הפיפה על ידי מפעילים מנוסים
5. תרגול בפועל בשטחי אחסון או באתרי בניה
6. ההכשרה מתחילה עם עגורנים קטנים יותר / אורכי זרוע (Boom) קצרים יותר
7. ההפעלה כוללת בהתחלה משימות והרמות פשוטות יותר ובעדיפות נמוכה
8. הערכה בנקודות שונות לאורך הדרך
9. משך ההכשרה - בדרך כלל 1-3 שנים, תלוי באדם ובציווד

ב. הערכה של מפעילים מנוסים

1. לעתים קרובות, השלמה של התמחות באיגוד מקצועי תורמת להערכת המפעיל
2. ההערכה מבוססת על ריאיון, מבחן מעשי על עגורן, CDL, בחינות, תעודות אם קיימות, ניסיון עם עגורנים דומים המשמשים לבניה, ובחינת המלצות (checking references).
3. רמה מקצועית בעבודות הרמה בסיסיות מאושרת לפי הערכות שניתנות מידי מפעילים מנוסים או מידי מעריכים אחרים
4. צוותי הרמה מנוסים ולקוחות יכולים לספק משוב על ביצועי המועמד בעבודות מסובכות יותר
5. חלק מהמעסיקים עוקבים אחרי תקריות וסטאטוס ההכשרה
6. משך ההערכה - ההערכה מתמשכת

מינהל הבטיחות והבריאות התעסוקתיות האמריקאי מחייב את המעסיקים לוודא שמפעילי העגורנים שלהם הינם מפעילים מוסמכים (Certified) וכן שהם מוכשרים להפעיל את העגורן בבטיחות עד ל-10/11/2017.

³⁵ מקור: מינהל הבטיחות והבריאות התעסוקתיות, משרד העבודה, ארה"ב.



תמונת המצב בבריטניה



נראה כי אין הגדרה רשמית בחקיקה וברגולציה הנלווית במדינה להסמכת מפעילי עגורני צריח, אולם קיימים מספר ארגונים פרטיים המספקים תעודות להפעלת עגורני צריח, למשל CITB שכדי לקבל הכשרה ע"י ארגון זה, יש לעמוד בתנאי סף ולהשלים את מסלול ההסמכה³⁶ :

- הקורס מיועד למועמדים ללא ניסיון מעשי קודם
- מעבר בחינה בנושא כשירות רפואית, בטיחות וסביבה
- 9 ימים - 8 ימי לימודים תיאורטיים והתנסות מעשית ויום אחד של מבחנים:
- מעבר בחינה בכתב
- מעבר בחינה מעשית

לאחר השלמת הקורס ומעבר המבחנים, המועמד מקבל כרטיס בשם "CPCS Red Trained Operator Card", תעודת הסמכה שאינה רשמית, אך מוכרת על ידי מעסיקים רבים. תיתכן דרישה ע"י המעסיק להסמכה נוספת/אחרת.

ארגונים פרטיים מסוימים בבריטניה מציעים מסלולי התמחות למפעילי עגורנים. ארגון CITB מציע מסלול התמחות שאורכו שנתיים להפעלת 4 סוגי עגורנים מתוך 7 אפשריים, ביניהם עגורן צריח³⁷.

בשנת הלימודים הראשונה המשתתפים עוברים 12 שבועות של הכשרה ומבחנים. שנת הלימודים השנייה כוללת ניסיון עבודה מעשי אצל מעסיק, כאשר המשתתפים מוכוונים להוציא תעודה מקצועית מטעם National Construction College.

דרישות הסף להתמחות לא מחייבות לימודים אקדמיים קודמים, אך מומלץ להגיע עם עדות לידע באנגלית, מתמטיקה וטכנולוגיה (תעודת סיום תיכון בציונים מסוימים). המועמדים לקורס מחויבים לעבור תרגיל שעוסק בלמידת כישורים ויתכן שיופנו למבחנים נוספים במכללה. דרישות הסף להתמחות כוללות כישורי תקשורת טובים, כשירות גופנית, יכולת לעבוד בגובה (אדם ללא פחד גבהים וללא נטייה לפחד מנפילות או לסבול מורטיגו), וידע וכישורים טכניים בנושא (technically competent).

המבחנים וההערכות של המשתתפים בתכנית נוגעים בתיאוריה הנלמדת בכיתה ובהכשרה המעשית. בחינת המשתתפים נעשית באמצעות מבחנים תיאורטיים ומעשיים ובאמצעות ביקור של המעריכים מטעם המכללה באתר הבנייה.

בסופו של תהליך ההתמחות, המשתתפים מקבלים תעודות שונות המעידות על כישוריהם, ביניהן תעודת מפעיל לא רשמית אך מוכרת במידה מסוימת בתעשיית הבנייה (CPCS), ותעודת כישורים מקצועיים לאומית (NVQ) לעוסקים בהפעלת ציוד בנייה.

מקור: ^{37,36} Construction Industry Training Board (CITB) [/http://www.citb.co.uk/training-courses/apprenticeships-courses/crane-operation](http://www.citb.co.uk/training-courses/apprenticeships-courses/crane-operation) קישור:

תמונת המצב באוסטרליה



בשנת 2001 הוגדר תקן של ארגון הבטיחות התעסוקתית להסמכת מפעילי ציוד תעשייתי³⁸, לפיו על המועמד להוכיח יכולת של הפעלת הציוד, באמצעות ביצוע הכשרה מעשית מפורקת. ישנם מספר ארגונים המספקים תעודות להפעלת עגורן צריח, למשל ארגון CSTC, שבמסגרת ההסמכה שלו נדרש המועמד לעמוד בתנאי סף ובמסלול הסמכה³⁹:

- גיל 18 ומעלה
- שליטה בשפה האנגלית
- בחלק ממכוני ההסמכה (כולל בארגון CSTC):
- רישיון לביצוע עבודות בסיכון גבוה (לפחות 3 חודשים לפני תחילת ההכשרה)
- כרטיס אינדוקציה כחול / לבן (כרטיסי עובדים בבניה)
- ידע בסיסי במתמטיקה
- לימודים תיאורטיים והתנסות מעשית ובסופם מעבר מבחני ההסמכה:
- בחינה בע"פ, בחינה בכתב ובחינה מעשית

תמונת המצב בקנדה



בשנת 2014 הוסדר ע"י ITA תהליך ההסמכה למפעילי עגורן צריח⁴⁰. התהליך כולל שני מסלולי הסמכה אפשריים:

- א. התמחות - מיועד למועמדים שיש בידם הסמכה מצד "מעסיק תומך" (Sponsor) בהתמחות. בסוף המסלול מקבל המועמד תעודת הסמכה ותעודת התמחות. תנאי הסף וההסמכה במסלול זה:
- רישום באגודת הבטיחות במנופים של המדינה
 - הסמכה מצד מעסיק לתמוך בהתמחות
 - לימודים תיאורטיים ומעשיים - 170 שעות (7 שבועות)
 - מעבר שני מבחנים בכתב
 - מעבר מבחן מעשי

³⁸ מקור: NATIONAL OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY CERTIFICATION STANDARD FOR USERS AND OPERATORS OF INDUSTRIAL EQUIPMENT

³⁹ מקור: Construction Skills Training Centre (CSTC)






⁴⁰ מקור: Industry Training Authority (ITA)



- התנסות מעשית במסגרת התמחות אצל מעסיק:
 - 500 שעות חבלול
 - 24 שעות - עבודה תחת פיקוח והכשרה של מפעיל מוסמך
 - 500 שעות - הפעלת עגורן צריח (ניהול יומן)
 - המלצה מצד המעסיק להסמכה

- ב. הסמכה ישירה - מיועד לעובדים בעלי ניסיון במקצוע שלא הוסמכו בעבר, אשר נדרשים להציג ניסיון רלוונטי ולעבור מבחנים בכתב ומעשי. תנאי הסף וההסמכה במסלול זה:
- ניסיון מקצועי מקדים של לפחות 1024 שעות (מתוכם 500 שעות חבלול)
 - מסמכים והמלצות המעידים על כישורי המועמד
 - מעבר מבחן מעשי
 - מעבר מבחן בכתב



מאפייני ההסמכה	מבנה ההסמכה	תנאי הסף	המדינה
<ul style="list-style-type: none"> הכשרה המאפשרת עבודה על כל סוגי עגורני הצריח 	<p>קורס של 4-6 חודשים, כולל שני שלבים מרכזיים:</p> <ol style="list-style-type: none"> הכשרה תיאורטית (165-200 שעות) הכשרה מעשית (360 שעות) בסיום כל שלב, יש לבצע מבחן הסמכה 	<ul style="list-style-type: none"> גיל 18 ומעלה 9 שנות לימודים מבחן פסיכוטכני ראיון אישי 	<p>ישראל</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ההסמכה תקפה ל-5 שנים (לאחר מכן נדרש רענון) 	<p>ע"י ארגון מוכר לבחינת מפעילי עגורנים:</p> <ul style="list-style-type: none"> בחינות עיוניות ומעשיות המקיפות את הידע והכישורים הנדרשים להפעלת עגורן צריח 	<ul style="list-style-type: none"> גיל 18 ומעלה עמידה בדרישות הגופניות הסכמה עם מדיניות הארגון לאי שימוש בחומרים אסורים הסכמה עם הקוד האתי ניסיון בהפעלת עגורנים תחת הנחייה של מפעיל מוסמך 	<p>ארה"ב</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ההסמכה תקפה לעובד בעבודה עבור המעסיק הספציפי בלבד ההסמכה תקפה ל-5 שנים (לאחר מכן נדרש רענון) 	<ul style="list-style-type: none"> במסגרת תכנית מבוקרת של המעסיק בחינות עיוניות ומעשיות, אשר: מותאמות למאפייני הפעילות של המעסיק ומקיפות את הידע והכישורים הרלוונטיים מנוסחות ע"י ארגון מוכר לבחינת מפעילי עגורנים 	<ul style="list-style-type: none"> לא נדרש ניסיון מעשי קודם מעבר בחינה בנושא כשירות רפואית, בטיחות וסביבה 	<p>בריטניה</p> 
<ul style="list-style-type: none"> הסמכה המוכרת ע"י ארגון הבטיחות התעסוקתית למפעילי ציוד תעשייתי 	<p>לימודים תיאורטיים (30-50 שעות) והתנסות מעשית שבסופם מעבר מבחני הסמכה:</p> <ul style="list-style-type: none"> בחינה בע"פ, בחינה בכתב ובחינה מעשית 	<ul style="list-style-type: none"> גיל 18 ומעלה שליטה בשפה האנגלית לעיתים יש דרישות נוספות 	<p>אוסטרליה</p> 
<ul style="list-style-type: none"> הסמכה המוכרת ע"י הרשות הממשלתית להכשרה בתעשייה (ITA) 	<ul style="list-style-type: none"> מסלול התמחות: לימודים תיאורטיים ומעשיים 170 שעות מעבר שני מבחנים בכתב ומבחן מעשי התמחות מעשית אצל מעסיק של 1024 שעות המלצה מצד המעסיק להסמכה 	<ul style="list-style-type: none"> רישום באגודת בטיחות הסכמה מצד מעסיק לתמוך בהתמחות 	<p>קנדה (BC)</p> 



בודקי עגורנים

לטובת הפעלת עגורן צריח באתר, נדרש הקבלן לקבל אישור להפעלת העגורן מבודק עגורנים מוסמך, שצריך להגיע לאתר, לבדוק את העגורן ולאשרו.

כיום קיימים חמישה בודקי עגורן צריח פעילים, וכ- 15 בודקים רשומים.

המחסור בבודקי עגורן צריח מביא לכך שקבלנים נדרשים להמתין מספר ימים בטרם יוכלו להתחיל לעבוד באתר.

תנאי סף לבודק עגורן

1. נדרש להיות בודק מתקני הרמה (כגון מנופים קטנים, "ליפטרים" במוסכים וכיו"ב) ולבצע מספר מינימלי של בדיקות

2. לאחר מכן, נדרש לעשות קורס ולבצע מבחני הסמכה (תיאורטי ומעשי)

הסיבה לכך שיש מעט בודקי עגורן צריח נעוצה בעיקרה בסוגיית הביטוח

במרבית המקרים בהם מתרחשת תאונה, יש תביעה נגד הבודק, והוא נדרש להפעיל את פוליסת הביטוח.

חברת הביטוח מייקרת את פוליסת הביטוח (ההשתתפות העצמית של הבודק יכולה להגיע לכ- \$50,000) ולאחר 2-3 תביעות היא אינה מוכנה לבטח אותו.

כיוון שהביטוח תקף לא רק לעגורן צריח אלא גם למתקני הרמה אחרים, הרי שהמשמעות היא שבודק העגורנים אינו יכול לעבוד כלל, אם הביטוח מסרב להמשיך ולבטח אותו.

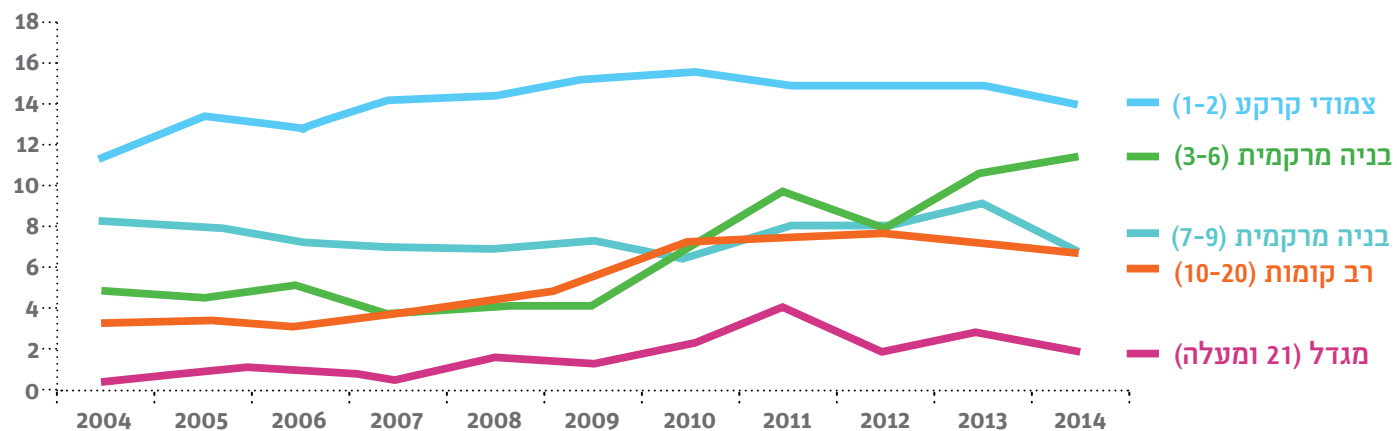


עובדי שלד

הקשר שבין
הירידה
בפריון לבין
המחסור
בעובדי שלד

הירידה בפריון בענף הבניה בשנים האחרונות, שהוצגה בפרק הראשון, מתרחשת במקביל למגמה נוספת, של ירידה בשיעור התחלות הבניה של דירות בבניינים בני 10 קומות ומעלה (להלן, רבי קומות ומגדלים) מתוך סך התחלות הבניה של דירות למגורים. שיעור התחלות הבניה ברבי קומות ומגדלים הגיע לרמה של 27% מתוך סך התחלות הבניה בשנת 2011, ומאז נמצא במגמת ירידה, כאשר בשנת 2014 הנתון הסתכם ב-23% (ראה תרשימים 25-26).

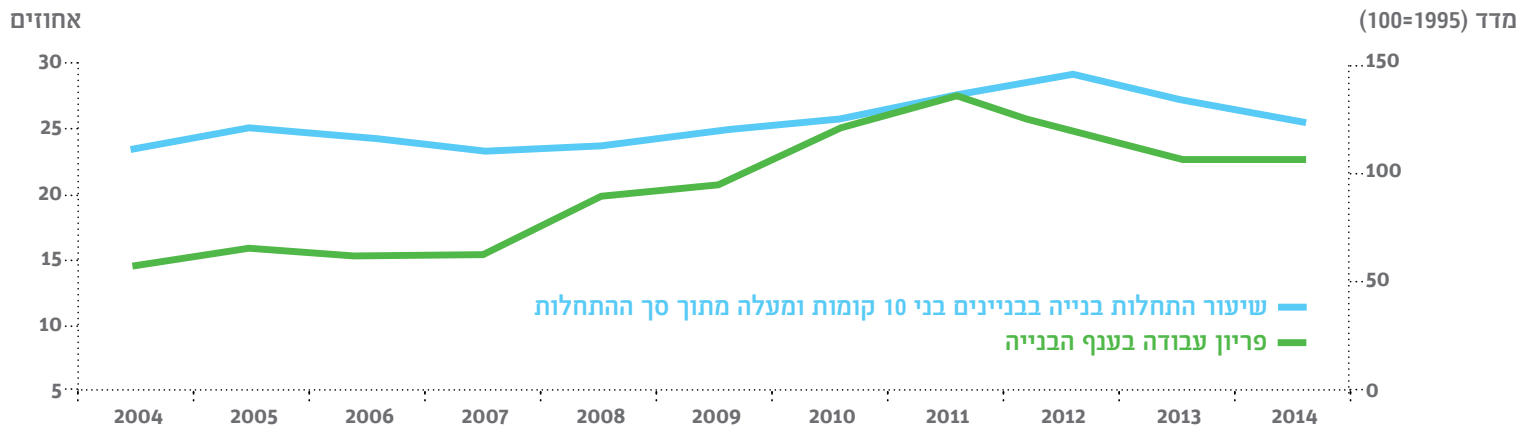
תרשים 25 | מספר התחלות בניה של יחידות דיור לפי מספר קומות בבניין (2004-2014)⁴¹



⁴¹ מקור: למ"ס, מחולל לוחות בינוי



תרשים 26 | שיעור התחלות הבניה בבניינים בני 10 קומות ומעלה
מתוך סך ההתחלות מול פריון העבודה בענף הבניה (2004-2014)⁴²



ההתמקדות בהתחלות בניה של רבי קומות ומגדלים נובעת מרמת התיעוש הגבוהה של הבניה בבניינים מסוגים אלה. **בניה של רבי קומות ומגדלים היא בניה שמתאפיינת ככלל בפריון גבוה יותר**, בעוד שבניה נמוכה מתאפיינת בפריון נמוך באופן יחסי ולכן הירידה בשיעור הבניה של בניינים גבוהים מקטינה את שיעור התיעוש הממוצע בענף הבניה.

נשאלת השאלה **מה הביא לירידה בשיעור התחלות הבניה של רבי הקומות והמגדלים בשנים האחרונות**, ירידה שמתרחשת במקביל לירידה בפריון ענף הבניה.

נבחנו מספר הסברים אפשריים:

1. הירידה נובעת ממחסור בציוד

הסבר זה נפסל מכיוון שלפי הנתונים המוצגים לעיל, ההשקעה ומלאי ההון הנקי בציוד הבניה הולכים וגדלים בקצב גבוה, גם בשנים האחרונות. כמו כן, הטענה הזו לא הועלתה מהשטח.

2. חסמים ושיקולים עסקיים של היזמים

הסבר זה נפסל מסיבה דומה, שכן ההשקעות ההוניות של הקבלנים בציוד הבניה המשיכו לגדול בשנים האחרונות.

⁴² מקור: למ"ס, מחולל לוחות בינוי

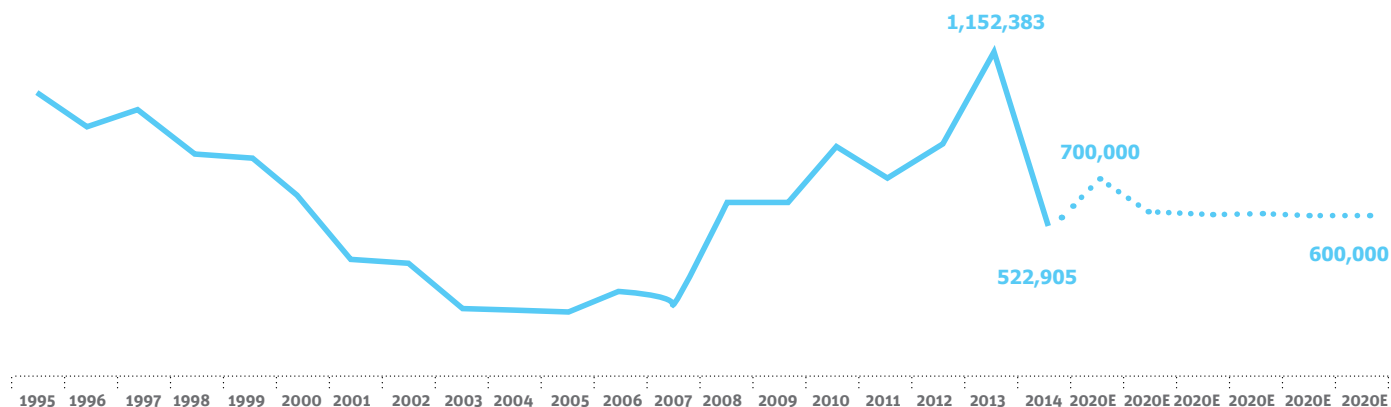
3. כשלים בזמינות האשראי ליזמים

גם הסבר זה נפסל, שכן ממחקר שבוצע לאחרונה על ידי חב' רותם אסטרטגיה ניתן ללמוד שדווקא היזמים הגדולים, אשר בונים את מרבית רבי הקומות והמגדלים, נהנים מזמינות אשראי גבוהה ביחס ליזמים הקטנים.

ההסבר הרביעי לירידה בשיעור התחלות הבניה של רבי הקומות והמגדלים בשנים 2013-2014 הוא מחסור בכוח עבודה מיומן בבניה מתועשת, בדגש על עובדי שלד.

בהיבטי זה חשוב לציין כי בשנים האחרונות חל במקביל לגידול בהיקף הבניה הפעילה בענף הבניה לדיור, חל גידול משמעותי בהתחלות הבניה של משרדים, שהגיע לשיא בשנת 2013 (ראה תרשים 27). בניה זו, המאופיינת ככלל כבניה גבוהה ומתועשת, משכה אליה עובדים מיומנים רבים והייתה ככל הנראה אחת הסיבות לצמצום היקף פעילותם בבניה הגבוהה למגורים בשל מספרם המצומצם יחסית. עם זאת, בשנת 2014 חלה ירידה משמעותית בהתחלות הבניה של משרדים (שמשמעותה פינוי של עובדים מיומנים וצידוד לבניה גבוהה במהלך השנה הקרובה). **אנו צופים שמגמת ירידה זו תמשיך בשנים הבאות, כך שכוח עבודה מיומן יוכל להתפנות לבניה מתועשת למגורים.**

תרשים 27 | התחלות בניה למסחר ולשירותים עסקיים (מ"ר) (1995-2015, E) נתונים מקוריים עד שנת 2014 ותחזית עד לשנת 2020





הפער הקיים כיום בעובדי שלד

המחסור בעובדי שלד ישראליים מוכר זה שנים בענף. משרד הכלכלה, בשיתוף עם התאחדות בוני הארץ, פועלים זה בשנים האחרונות לבניית תכנית הכשרה לעובדי שלד ועבודות נדרשות נוספות, ואף העמידו תקציב בהיקף של כ- 90 מ' ש, לטובת הכשרת 2,000 עובדים חדשים. התכנית טרם החלה לפעול עדיין, מסיבות שונות, שלא כאן המקום לפרטן.

כפי שתואר מקודם, עובדי השלד עובדים בקבוצות עבודה, ולטובת שימוש בשיטות עבודה מתועשות נדרשת הכשרה ייעודית של עובדי הקבוצה בטכנולוגיה המתאימה ובשיטות העבודה הרלבנטיות לקבוצת השלד לקראת תחילת הבניה. ההכשרה הייעודית והליווי בתחילת העבודה בשיטות המתועשות מתבצעות במרבית המקרים על ידי ספק הטכנולוגיה, בתיאום עם הקבלן.

אחת המטרות הלאומיות בתחום הבניה לדיוור היא הגדלת שיעור העובדים הישראליים, בדגש על עובדי שלד, על מנת להקטין את התלות בעובדים זרים ובעובדים פלשתינים. המעבר לתיעוש מציב הזדמנות משמעותית לכיוון זה, באמצעות שינוי מהות העבודה מעבודת כפיים של נשיאת בלוקי אבן לעבודה עם ציוד ומכונות, הדורשת רמת מיומנות גבוהה יותר, ובהתאם, כפי שתואר קודם, מביאה לתוצר גבוה יותר ויכולה לפיכך להביא להגדלת רמות השכר של העובדים, ולהגברת האטרקטיביות של המקצוע לעובדים ישראליים.

הפער הקיים כיום בעובדים ישראליים בעבודות שלד הינו של אלפים רבים: הרוב המוחלט של העובדים הזרים (כ- 6,000 עובדים בשנתיים האחרונות, לפי רישומי רשות האוכלוסין) עובד בעבודות שלד, וחלק משמעותי מהעובדים הפלשתינים עובד גם הוא בעבודות רטובות. כיוון שכך, נדרש להכשיר אלפי עובדים ישראליים לעבודות שלד, בדגש על עבודה בשיטות בניה מתועשות, כדי להשיג את המטרה.

דרכים להכשרת עובדי שלד לבניה מתועשת

קיימים שתי דרכים עיקריות להכשרת עובדי שלד לבניה מתועשת:

1. הכשרת קבוצות עבודה קיימות של עובדים, באתר הבניה, על ידי ספקי הטכנולוגיה או מדריכים ייעודיים שיביא הקבלן, במשך מספר ימים לקראת תחילת העבודה, וליווי של מספר חדשים לאחר מכן (הכשרת (OJT – On Job Training).
2. הכשרת עובדים חדשים במסגרת קורסי הכשרה, בהם יילמדו שיטות העבודה המתועשות הפופולאריות, כחלק מתכנית ההכשרה.

על פי החישובים שבוצעו במסגרת העבודה (מפורטים בנספח ב'), על מנת להגדיל את מספר הדירות הנבנות בשיטות מתועשות בכ- 20,000 יח"ד בשנה בשנת 2020, נדרש להכשיר כ- 500 קבוצות עבודה, כלומר כ- 3,500 עובדים לעבודה בשיטות מתועשות.



המלצות

הפעלת
תכנית חירום
להכשרת
כ"א מיומן
בענף הבניה

1. הכשרת קבוצות עבודה קיימות (צוותי שלד) לעבודה בשיטות מתועשות

מהות ההמלצה -

תקצוב הכשרות OJT המתבצעות לקבוצות עבודה קיימות, למשך שלושה חדשים - תקצוב חונך ב- 3,000 ₪ לחודש לביצוע הכשרה ראשונית וליווי העובדים באתר תקצוב העובדים (10-3 עובדים בקבוצת עבודה) ב- 2,000 ₪ לחודש התשלום מתבצע דרך המעסיק

העלויות הנדרשות -

נדרש להכשיר כ- 3,500 עובדים לבניה מתועשת על מנת לעמוד ביעדי התיעוש העלות - 13 מ' ₪ במשך 5 שנים

המשרדים האחראיים - משרד הבינוי והשיכון ומשרד הכלכלה.

תכנית העבודה ליישום -

המשרד יגבש תכנית מתאימה, כולל התייחסות לסוגיית הבקרה, בשיתוף עם משרד הבינוי והשיכון, משרד האוצר והתאחדות בוני הארץ, עד סוף רבעון ראשון של שנת 2016 התכנית תתחיל יישום לא יאוחר מתחילת רבעון שני של שנת 2016

2. הכשרת עובדי שלד חדשים

מהות ההמלצה -

סיכום תכנית ההכשרה של עובדים חדשים בענף הבניה, בדגש על עובדי שלד, לה הוקצו בעבר 90 מ' ₪

המשרדים האחראיים - משרד הבינוי והשיכון ומשרד הכלכלה.

תכנית העבודה ליישום -

המשרד יסכם תכנית יישום עם התאחדות בוני הארץ ויחל יישום עוד בשנת 2015



3. הכשרה והסמכה של 500 מנהלי עבודה נוספים בשנה, במשך 5 שנים

מהות ההמלצה

קיים כיום מחסור של אלפי מנהלי עבודה, למול מספר אתרי הבניה הקיימים. כיום מתבצע קורס מנהלי עבודה (בהיקף של 600 שעות) תוך כדי תפקיד.

אנו ממליצים לעודד יציאה לקורס מנהלי עבודה באמצעות מתן שוברי השתתפות בקורס בעלות של 9,000 ₪ לשובר, ל- 500 עובדים בשנה, ולפעול לקיום קורסים מרוכזים כדי להאיץ את קצב ההכשרה.

העלויות הנדרשות

עלות השוברים ל- 500 עובדים בשנה למשך 5 שנים היא 22.5 מ' ₪ (4.5 מ' ש"ח בשנה). בנוסף, אנו ממליצים על מתן שכר בעלות של 5,000 ₪ לחודש בתקופת ההכשרה, כלומר 20,000 ₪ לכל תלמיד. עלות שנתית לתשלום השכר - 10 מ' ₪.

המשרדים האחראיים - משרד הבינוי והשיכון ומשרד הכלכלה.

תכנית העבודה ליישום -

המשרד יגבש תכנית מתאימה, בשיתוף עם משרד הבינוי והשיכון, משרד האוצר והתאחדות בוני הארץ, עד סוף רבעון ראשון של שנת 2016. התכנית תתחיל ליישום לא יאוחר מתחילת רבעון שני של שנת 2016.

4. הכשרת עובדי בניה חדשים וקיימים למקצוע עוזר מנהל עבודה

מהות ההמלצה

יצירת מקצוע חדש של עוזר מנהל עבודה, שלאחר ביצוע קורס ראשוני והכשרה מעשית כעוזר מנהל עבודה בצמוד למנהל עבודה במשך כשנתיים ומעבר מבחן הסמכה, יוכל להיות מוסמך למנהל עבודה. המסלול צריך לאפשר כניסה של עובדים חדשים היישר לקורס, ללא עבודה קודמת בענף, כדי לעודד עובדים איכותיים להיכנס לענף.

בחינת האפשרות לשנות את פקודת הבטיחות בעבודה כך שבאתרים קטנים ובעלי מורכבות נמוכה ניתן יהיה לפעול עם עוזר מנהל עבודה תחת הנחיה ובקרה של מנהל עבודה.

העלויות הנדרשות - ללא עלות

המשרד האחראי - משרד הכלכלה.

תכנית העבודה ליישום -

המשרד יגבש תכנית מתאימה, כולל התייחסות לסוגיית הבקרה, בשיתוף עם משרד הבינוי והשיכון, משרד האוצר והתאחדות בוני הארץ, עד סוף רבעון ראשון של שנת 2016. התכנית תתחיל ליישום לא יאוחר מתחילת רבעון שני של שנת 2016.

5. הגדלת מספר מפעילי עגורן צריח ב- 100 מידי שנה, במשך חמש שנים

מהות ההמלצה -

הגידול הצפוי בעבודה מתועשת מחייב הגדלה של מספר מפעילי העגורנים.

כיום ההכשרה של מפעילי עגורנים נחלקת לשלושה שלבים - כ- 80 שעות הכשרה מעשית לצד מפעיל עגורן באתר, כ- 200 שעות הכשרה עיונית ולאחריהן כ- 240 שעות הכשרה מעשית עם מפעיל עגורן צרחי באתר.

צוואר הבקבוק בהכשרה כיום הוא שלב ההכשרה המעשית, המחייב "הצמדה" של הלומד למפעיל עגורן העובד באתר, דבר המקשה על מפעיל העגורן, ומקטין את התפוקות שלו.

קיימות שלוש חלופות לביצוע -

1. תגמול תקציבי של 30,000 ₪ לקבלן שיוסימך מפעיל עגורן צריח אצלו באתר. המשמעות התקציבית היא 3 מ' ₪ בשנה, למשך חמש שנים.

2. הקמה והפעלה של אתר הכשרת מפעילי עגורן, באמצעות שכירת ארבעה מנופים, והעסקת ארבעה מדריכים באתר המדמה אתר בניה, בשטח שיוקצה על ידי עיריית ירושלים

המשמעות התקציבית היא 3 מ' ₪ בשנה - 30,000 ₪ לחודש לכל מנוף, 25,000 ₪ לחודש למפעיל העגורן המדריך את החניכים, וכ- 30,000 ₪ לחודש עלויות חשמל.

להערכתנו ניתן לצמצם משמעותית את משך ההכשרה המעשית במתכונת זו (מ- 240 שעות הכשרה מעשית לכ- 120 שעות באתר), כיוון שהיא מתבצעת "תחת עיני הרגולטור", ובכך להביא להכשרה של 100 מפעילי עגורן בשנה ויותר.

3. עידוד עובדים לבצע הכשרה והסמכה כמפעילי עגורן צריח באמצעות מתן שוברים, בעלות של 9,000 ש"ח לכל שובר, ל- 500 עובדים במשך 4 שנים

העלות הכוללת היא 4.5 מ' ש"ח במשך 5 שנים

המשרדים האחראיים - משרד הבינוי והשיכון ומשרד הכלכלה.

תכנית העבודה ליישום -

המשרד יבחן את החלופות השונות ויגבש תכנית מתאימה, בשיתוף עם משרד הבינוי

והשיכון, משרד האוצר והתאחדות בוני הארץ, עד סוף רבעון ראשון של שנת 2016

התכנית תתחיל ליישום לא יאוחר מתחילת רבעון שני של שנת 2016.



6. הכשרת מפעילי מנוף נייד ו/או משאית מנוף להרמה מהירה לטובת בניה צמודת קרקע ובניה מרקמית נמוכה

מהות ההמלצה -

כיום לא קיימת הכשרה ייעודית למפעיל מנוף נייד, ולטובת הפעלת המנוף יש לבצע הכשרה להפעלת עגורן צריח. נדרש לייצר מסלול הכשרה קצר, בן כשבוע ימים, להפעלת מנוף נייד באתר. מידת הישימות הכלכלית של העבודה עם מנוף נייד אינה ברורה עדיין, בשל העלויות של רכישה ושימוש בו לעומת החיסכון הכלכלי הנובע מהשימוש.

בנוסף לכך, מומלץ לבחון התאמה של מסלול הכשרה להפעלת משאיות מנוף להכשרה מהירה, בשיתוף עם משרד התחבורה, ולגבש המלצות מתאימות שיאפשרו הפעלה של משאיות המנוף בבניה מרקמית נמוכה ובבניה צמודת קרקע

העלויות הנדרשות - ללא עלות.

המשרדים האחראיים - משרד הבינוי והשיכון ומשרד הכלכלה.

תכנית העבודה ליישום - המשרד יגבש תכנית מתאימה, סוף רבעון ראשון של שנת 2016.

7. הקמת מכללה לאומית למקצועות הבניה

מהות ההמלצה -

יציאה בקול קורא לבחירת זכיין שיקים מכללה לאומית למקצועות הבניה, בה יתקיימו הכשרות והשתלמויות למקצועות הבניה השונים.

העלויות הנדרשות - טרם נאמדו.

המשרדים האחראיים - משרד הבינוי והשיכון ומשרד הכלכלה.

תכנית העבודה ליישום -

המשרדים יגבשו תכנית מתאימה, בשיתוף עם משרד האוצר והתאחדות בוני הארץ, סוף רבעון ראשון של שנת 2016, מתוך כוונה להשלים הקמת המכללה עד סוף שנת 2016.

8. בחינת דרכים לפתרון החסמים המונעים הגדלה של מספר בודקי העגורנים

מהות ההמלצה -

בשל סיכוני הביטוח, מעטים מהעוסקים בבדיקת מתקני הרמה פונים לעבוד כבודקי עגורן צריח. נדרש לבחון דרכים לביצוע הפרדה בין הביטוחים כך שבמקרה של תביעה כנגד בודק עגורן צריח, לא יושפע הביטוח שלו בבדיקת מתקני הרמה אחרים

העלויות הנדרשות - ללא עלות.

המשרדים האחראיים - משרד הבינוי והשיכון ומשרד הכלכלה.

תכנית העבודה ליישום - המשרד יבחן את הסוגיה ויגבש פתרונות מתאימים עד סיום רבעון שני של שנת 2016



סיכום עיקרי הפרק

הפעלת תכנית חירום להכשרת כ"א מיומן בענף הבניה

המחסור בכ"א מיומן לעבודה בשיטות בניה מתועשות מהווה את צוואר הבקבוק המרכזי בהגדלת היקף התיעוש והגברת הפיריון בענף.

המקצועות שזוהו במסגרת העבודה להם נדרש לייצר פתרונות מהירים לטובת פתיחת צוואר הבקבוק הם:

- **עובדי שלד** - קיים מחסור של אלפי עובדים מיומנים, הגורם לפגיעה קשה בפיריון הענף, וליכולת להגביר את רמת התיעוש בענף
- **מנהלי עבודה** - קיים מחסור של אלפי מנהלי עבודה
- **מפעילי עגורן צריח** - קיים מחסור של מאות מפעילים

בטווח המיידי הפתרון היחיד לעובדי השלד המיומנים בעבודה בשיטות מתועשות הינו המשך היבוא של עובדים זרים, עד למכסה שהוגדרה על ידי הממשלה (20,000 עובדים).

ההמלצות המרכזיות של העבודה הן

✓ **הפעלת תכנית חירום להכשרת כ"א מיומן בענף הבניה**, לטובת סגירת הפערים הגדולים הקיימים בעובדי שלד, מנהלי עבודה ומפעילי עגורן צריח, הכוללת, בין היתר:

- קיום מסלולי הכשרה מזורזים, בתקצוב ממשלתי למנהלי עבודה
- סיוע תקציבי להכשרה ולליווי קבוצות עבודה בשיטות עבודה מתועשות באתרים

✓ **הקמת מכללה לאומית למקצועות הבניה**

✓ **שינוי תנאי הסף ומסלולי ההכשרה וההסמכה לתפקיד מנהל עבודה**, כולל:

- הכרה במקצוע עוזר מנהל עבודה, שיעבוד תחת פיקוח והנחיה של מנהל עבודה
- שינוי תנאי הסף להכשרת מנהלי עבודה כך שניתן יהיה להיכנס למסלול הכשרה הכולל הכשרה תיאורטית ומעשית, ללא צורך בניסיון קודם בבניה

✓ **גיבוש פתרון להכשרת מפעילי עגורן צריח, במימון ממשלתי**

פ ר ק

05

טכנולוגיות
וחומרים



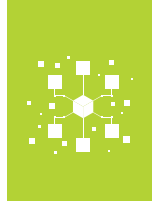
מבוא

פרק זה סוקר את שיטות התיעוש השונות הכוללות טכנולוגיות, מיכון וציווד. רוב השיטות המוצגות בפרק קיימות בשוק הבניה הישראלי, עם זאת, חלק מהן נמצאות בשימוש מועט (בעיקר השיטות מבוססות הפלדה) או שנמצאות בשימוש בעיקר בבניה שאינה למגורים (בעיקר שיטות טרומיות).

בצד השיטות המתועשות, נסקרו מספר שיטות קונבנציונאליות כבסיס להשוואה. לצורך הנוחות חולקו השיטות לשתי קבוצות: בניה מתועשת מבוססת בטון ובניה מתועשת מבוססת פלדה.

חשוב לציין, כי למרות שהעבודה עוסקת בהגברת התיעוש באמצעות טכנולוגיות ושיטות בניה בשלב השלד, בחרנו במסגרת העבודה לפרט גם טכנולוגיות ושיטות בניה העוסקות בחיפויים, במחיצות פנים, בחיפויים ובהיבטים נוספים הקשורים בתיעוש, לטובת יצירת תמונה מלאה של האפשרויות הקיימות כיום בתחומי הטכנולוגיה והחומרים בבניה.





טכנולוגיות שלד

טכנולוגיות שלד מבוסס בטון

שלד המבנה הינו האלמנט הקונסטרוקטיבי הנושא מאמצים ומקנה יציבות, עליו נסמכים מרכיבי הבניין: העומס העצמי (המורכב מהקורות, עמודים, תקרות, ריצוף, מחיצות) והעומס השימושי (הנובע מהשימושים הנעשים בבניין: ריהוט, אנשים).

בניית השלד היא שלב קריטי בבנייה, וביצועו מחייב מקצועיות ודיוק מקסימליים. איכות הבנייה ותקינותו של השלד חשובות לא רק בשל הפן הבטיחותי אלא גם כי הן מהוות הכנה לעבודות עוקבות ובהן: הקמת המחיצות, חיפוי הפנים וחיפוי החוץ - הנסקרות בפרק זה, וכן בסיס לעבודות החשמל, האינסטלציה, הריצוף, הנגרות, האלומיניום ולכלל מרכיבי הגמר השונים. במחקר שנערך ע"י המכון לחקר הבנייה, נמצא כי 45% מליקויי הבנייה קשורים בשיטת העבודה, כאשר מירב הליקויים נוצרו בשלב השלד (37%)⁴³ כפועל יוצא, טכנולוגיית בניית השלד מהווה נתיב קריטי בלוחות הזמנים של כלל הפרוייקט.

בישראל חומרי הבנייה העיקריים לבניית השלד מתבססים על שילוב של ברזל זיון וחומרי מליטה. בעולם ניתן למצוא שיטות שונות לבניית שלד מעץ, אלומיניום, ומפלדה (הנסקרת בפרק הבא). קיימות שתי שיטות עקרוניות לבניית שלד מבטון: שלד יצוק באתר ושלד מאלמנטי בטון טרומי דרוכים. שלד יצוק באתר מהווה את שיטת הבנייה הנפוצה ביותר בישראל, בשוק הישראלי קיימים סוגים שונים של תבניות ליציקת התקרות, עמודים וקירות אולם בבניה נמוכה עדיין נעשה שימוש בקרשים ולוחות לבניית התבנית ליציקת הבטון בהיקף נרחב.

שלד בטון בבניה קונבנציונאלית

השיטה המסורתית לבניית שלד נעשית על ידי הרכבת לוחות עץ שישמשו כבסיס ליציקת הבטון. שיטה זו מתבצעת ללא מיכון וללא עזרים טכנולוגיים מיוחדים. לביצוע השלד נדרשת מצבת פועלים גדולה ובסיום היציקה נדרש פירוקה של התבנית המורכבת יחסית. לכן, זמן העבודה בשיטה זו ארוך ביחס לשיטות מתועשות אחרות המפורטות להלן. הבלאי לעץ המשמש לתבניות בשיטה זו גבוה וה"קרשים" משמשים במספר מועט של סבבי בנייה. בענף הבניה עדיין עובדות קבוצות שלד רבות בשיטה פשוטה זו אשר אינה דורשת השקעה רבה מצד הקבלן בציוד ובמיכון. באופן מפתיע, המיומנויות הנדרשות מטפסן בשיטה קונבנציונאלית גבוהות מהנדרש בשיטות המתועשות שיפורטו להלן.



מקור: צילום פז כלכלה והנדסה

⁴³ אתר משרד הבינוי > הודעות דובר > שיטת העבודה היא הגורם העיקרי והשורשי לליקויים בענף הבנייה. מתבסס על עבודתם של יחיאל רוזנפלד, 24.12.2007. נדגם בתאריך 28.6.15.

שלב בטון יצוק בתבניות מתועשות (פלדה, אלומיניום, פלסטיק)

בשיטה זו נעשה שימוש בתבניות מתועשות מוכנות מראש. מספר הטפסנים הנדרשים בשיטה נמוך, שכן לתבנית שטח פנים גדול ביחס ללוחות העץ כך שבפרק זמן זהה מבוצע נפח עבודה גדול. מספר סבבי השימוש של התבניות רב ויכול לשמש בבניית מספר בניינים. התוצאה המתקבלת איכותית ומדוייקת יותר, וניתן להתחיל בעבודות עוקבות במהירות. בשוק מצויות תבניות מתועשות עשויות פלדה, אלומיניום ופלסטיק, ההבדל בין שלושת חומרי התבנית הנ"ל הינו משקלן, יעילות העבודה המושגת ומחירן. שימוש במנוף נדרש על מנת לחסוך בכח אדם. במקרה של תבניות הפלדה השימוש במנוף מחוייב לשינוען בשל משקלם הרב.

תבניות מתועשות זמינות גם במודל של השכרה כדי לענות על בעיית המימון, אך משיקולים שונים גם פתרון זה לא מביא להרחבת השימוש במוצרים אלו בקרב קבלנים קטנים בבניה נמוכה.

תבניות מתועשות מתומחרות כך שההשקעה הראשונית חוזרת רק לאחר שניים עד שלושה פרויקטים. רק לאחר מכן הקבלן יכול להנות מהרווח של חסכון בכוח האדם. לרבים מקבלני השלב הקטנים אין אפשרות לממן את ההשקעה בתקופת הביניים עד לאיזון הנדרש. הטמעת שיטות אלו מצריכה הכשרה קצרה ביותר לפועלים אך דורשת במקביל שינוי הרגלי עבודה ישנים. השיטה כלכלית ככל שהמחזוריות של האלמנטים גבוהה וכמות סוגי האלמנטים קטנה. על כן ככול שמידת החזרתיות בתכנון המבנה תהיה גבוהה יותר, יושג חיסכון בזמן ובעלות.

תבניות אבודות (שלב בטון נושא, יצוק לתבניות)

גם בשיטה זו נעשה שימוש בתבניות מוכנות מראש, אולם תבניות אלה משמשות כמסגרת קבועה ליציקה ובשונה מתבניות מתועשות, התבניות הופכות לחלק ממרכיבי הבניין ואינן מפורקות בסוף התהליך. כלומר - התבניות הופכות לחלק בלתי נפרד מהמבנה ומשמשות כחלק מהקיר וכבסיס לחומרי הגמר הפנימיים והחיצוניים. מספר הפועלים הנדרש לעבודה בשיטה זו הוא הנמוך משאר שיטות היציקה באתר, בין היתר מכיוון שמתייתר שלב פירוק התבניות. לרוב התבניות קלות משקל ולא נדרש מנוף לשינוען. כאשר נעשה שימוש בתבניות פוליסטירן מוקצף (קלקר) התבניות מספקות גם בידוד תרמי. שכיחות השימוש בשיטה זו נמוכה, מכיוון שהמוצר בתהליך חדירה.

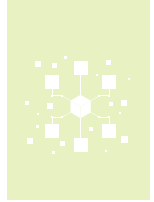
חלק מהטכנולוגיות הקיימות בשוק הישראלי לא מותאמות לתקן לבניית הממ"דים, ומחייבת יציקה בשיטות בנייה אחרות.



מקור: צילום פו כלכלה והנדסה



מקור: אתר "בית תרמי"
www.bait-termi.co.il



בצד שמרנות והיעדר היכרות עם השיטה, החסמים בפניהם עומדים ספקי הטכנולוגיה נובעים מכך שהתבניות אינן מיוצרות כיום ברובן בארץ (תבניות מסוג ICF מיוצרות על ידי מספר יצרנים מקומיים). דבר המגביל את יכולת החדירה לשוק הן מבחינה כמותית והן מבחינת היכולת לתת מענה מהיר. על פי המקובל בארץ, קבלן מקבל הודעה על זכיה בעבודה ומעוניין להתחיל בעבודה באופן מיידי, לעיתים הקמת שלד מתבצעת מיד לאחר הביסוס ולכן נמצאת בנתיב הקריטי של הפרויקט. לכן, יש קושי להציע חלופות לבניית שלד באופן קונבנציונאלי העלולות לעכב את הפרויקט.

מרכיבי שלד טרומיים מבטון

בשיטה זו הזים נדרש לתכנן את המבנה מראש באופן מתאים לשיטה. לאחר התכנון קירות המבנה מיוצרים במפעל מראש על פי הזמנה או באתר הבניה. התבניות יוצרות תצורת קיר בעזרת שילוב אלמנטים של בטון וברזל על גבי משטח בסיס. את הקיר המוכן מניפים בעזרת מנוף לנקודת ההשקה לחיבור עם המבנה, החיבור מבוצע על ידי הלחמה ויציקת השלמה. בשיטה זו החיפוי החיצוני לקירות המבנה - אבן או כל חומר חיפוי אחר, מבוצע כחלק מהתהליך במפעל.



מקור: צילום פז כלכלה והנדסה

מספר הפועלים המקצועיים הנדרש באתר בתהליך זה הוא הנמוך מבין השיטות הנסקרות לעיל. בנוסף נהנים מחסכון בזמן עבודה באתר בזכות ביצוע ההזמנה במפעל. טיב עבודה בשיטה זו גבוה במידה והתכנון והיישום נעשו תחת בקרה מקצועית. התוצאה שמתקבלת ברמת הדיוק גבוהה וחוסכת במלאכות תיקון. השיטה מתאימה במבנים בהם קיימת חזרתיות גבוהה של אלמנטים שמאפשרת ייצור סדרתי במפעל. שיטה זו היתה מקובלת מאד בשנות ה-70 אך בשל ביצוע וישום לא מוקפד צברה מוניטין שלילי ותדמיתה נפגעה.

בהכנת קיר טרומי יצוק באתר התבניות נבנות מראש באתר המוקם באיזור המבנה. לשם כך נדרש לאתר שטח תפעולי מתאים. הצורך באתר תפעולי הוא אחת הסיבות לכך ששיטה זו פחות נפוצה בישראל ולכן התייחסותנו היא בעיקר לקירות טרומיים יצוקים במפעל.

בצד קירות טרומיים מבטון כמפורט לעיל, קיימים אלמנטים נוספים המיוצרים במפעל, היכולים לשמש בבניין ובהם לוחות דרוכים חלולים (לוח"דים) לתקרות ומהלכי מדרגות. בדומה לאמור לעיל לגבי קירות טרומיים, גם אלמנטים אלו דורשים תכנון מוקדם באופן מתאים לשיטה ויצור במפעל. בארץ, נעשה שימוש מועט באלמנטים טרומיים קונסטרוקטיביים מבטון במבני מגורים, מלבד קירות.



מקור לוח"דים -
tropicalconcrete.com

טכנולוגיות שלד מבוסס פלדה

השימוש בארץ בפלדה כחומר בניה (שלא כזיון ביציקות בטון) מוגבל וזאת על אף שלחומר זה יתרונות רבים מבחינת תיעוש, שכן בניה בפלדה היא באופן מובנה בניה באלמנטים המוכנים מחוץ לאתר, אשר הרכבתם באתר נעשית באמצעים מכניים. בבניה רבת קומות, גם אם השלד כולו בנוי מפלדה, גרעין הבניין נבנה על פי רוב מבטון. בארץ, בכל מקרה מרחבים מוגנים יוקמו מבטון.

שלד מפרופילי פלדה כבדים

בנית שלד מפרופילי פלדה קיימת בעולם מזה עשרות שנים.

עמודי וקורות הפלדה מהווים חלופה מלאה לשלד הבטון בכל סוגי המבנים ולכל גובה, אך תהליך הבניה מהיר יותר, מדויק יותר ומצמצם את פסולת הבניין.

מבנים משלד פרופילי פלדה כבדים יכולים לשלב אלמנטים מבטון (מעבר לגרעין כמפורט לעיל) גם בתקרות.



היתרונות המרכזיים בבניית שלד המבנה מפרופילי פלדה:

מהירות ביצוע:

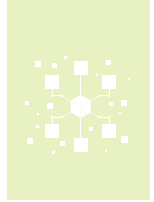
תקופת ביצוע שלד מפלדה קצרה יותר מזו של מבנה בטון. הביצוע מבוסס על אספקת קורות ועמודים מהמפעל וחיבורן באמצעות ברגים וריתוכים באתר. כמו-כן, בשל דיוק הביצוע בשיטה זו, ניתן לתכנן ולייצר טרם ביצוע השלד את מעטפת המבנה. קיצור תקופת הביצוע חוסך הוצאות תקורת אתר ומימון בתקופת הבניה ומקדם את מועד אכלוס הבניין.

שטח רצפה גדול:

העובדה שחתך עמודי מבנה פלדה קטן מחתך עמודי בטון מאפשרת קבלת שטח רצפה (נטו) גדול יותר. לאמור ישנה משמעות גבוהה ביותר במבנים רבי קומות.

עמידות:

שילוב של קונסטרוקציה מפלדה וגרעין מבטון הנו השילוב הטוב ביותר לעמידות הבניין בפני רעידות אדמה בשל הגמישות המושגת בתכנון מעין זה.



דיוק ויעילות:

סטיות הביצוע המושגות במבנה המבוסס על פלדה הינן קטנות לעין ערוך מהסטיות המקובלות במנה בטון ולכן מאפשרת הזמנת פירטי מעטפת וחומרי גמר טרם השלמת ביצוע השלד (הסתמכות על מידות התכן). כמו כן, הדיוק המושג מאפשר חסכון נוסף בעלות תיקונים ו"יישור" הנדרשים לרוב בבנייה המקובלת על מנת להשיג את יעדי האיכות הנדרשים בתקנים.

חסכון בעלויות הביסוס:

בשל הפחתת בעומסי המבנה, למבנה המבוסס על שלד מפלדה עלויות ביסוס נמוכות מזו של שלד הבטון.

חסכון בכוח אדם:

האלמנטים במבנה פלדה מגיעים לשטח מוכנים להרכבה וכך קטנות תשומות כוח העבודה באתר.

שטח התארגנות:

האלמנטים במבנה מגיעים לשטח מוכנים ועל כן ניתן לצמצם באופן ניכר את שטח ההתארגנות (מהמשאית לבניין).

חסרונות מרכזיים:

עלות הפלדה בארץ הינה פונקציה של עלות הפלדה בעולם והיא משתנה כתלות בכוחות השוק הבינלאומי במתכת זו.

בשנת 2008, לאור הגידול בביקוש לפלדה, על רקע הקמת המתקנים האולימפיים לאולימפיאדה בסין חלה עלייה משמעותית במחירה. אך החל מסוף 2008, בעקבות המשבר העולמי, שוק הברזל התכווץ ומחירי הפלדה ירדו בהתאם ומאפשרים שימוש בו כחלופה לשלד מבוסס בטון ללא תוספת למחיר הבניה על אף כל היתרונות הגלומים בשיטה.

בשיטת ביצוע המבוססת על פלדה, נדרש לבצע מיגון לרכיבי הפלדה כנגד אש ויש לקחת בחשבון מרכיב עלות זה.

שלד בבניה קלה - שלד מפלדה דקת דופן (L.G.S)

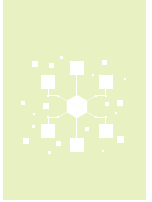
שיטה זו מתאימה לביצוע מבנים צמודי קרקע ומבנים בגובה של עד 9 קומות בשילוב גרעין וממ"דים מבטון או פרופילציה כבדה יותר.

בארץ השיטה משמשת בעיקר לצמודי קרקע, לתוספות בנייה, או לגגות במפתחים גדולים. השיטה מיושמת ע"י בניית רצפת בטון בקומת הקרקע וממ"ד מבטון ועליהם וסביבם מוקם שלד שתוכנן ויוצר מראש בהרכבה מהירה ביותר. את החיפוי החיצוני ניתן לבצע במגוון פתרונות ואילו החיפוי הפנימי מוגבל לגבס. אין תקינה בארץ לשיטה זו, על כן הישום מתבצע בהתאם לתקינה בינלאומית. כיום הזמן הממוצע לתכנון ולהזמנת החומר למבנה צמוד קרקע עומד על כחודש והרכבתו בין 3 ל-4 ימי עבודה. לפי נציג אחת החברות המספקות שיטה זו בארץ, שיעור הגידול השנתי בעולם בבנייה למגורים עם שלד פלדה נמצא בהאצה מתמדת⁴⁴. לדבריו, קצב גידול המוצר גבוה בארץ (כ-15% בשנה), בעיקר בבנייה צמודת קרקע אך עדיין עומד על מספרים נמוכים ביותר (כ-0.5% מהתחלות הבניה בישראל).



Steel Construction Technology:
 Prescient Simplifies 12-Story
 Buildings
linespacespace.com/steel-construction-technology-prescient

⁴⁴ משיחה שנערכה עם אינג' אילן רביב, מאי 2015.



בניה טרומית חלקית ומלאה (בניה במכולות/ בניה מודולרית נפחית)

בניה במכולות / בניה נפחית מודולרית היא במהותה בניה מאלמנטים טרומיים הנעשים מחוץ לאתר ובכך היא דומה לבנייה באלמנטים טרומיים מבטון. עם זאת, בניה טרומית מבוססת פלדה, מאפשרת לבנות בבנייה טרומית חלקים שלמים מהמבנה או את המבנה כולו במפעל, הבאתו לאתר בשלמותו או בחלקים, כאשר במקרה קיצון, העבודה באתר מוגבלת לעבודות תשתית והרכבת החלקים בלבד.

שימוש ברכיבים טרומיים מאפשר חלוקה של העבודה הדרושה להקמת הבניין בין האתר עצמו למקומות אחרים (מפעלים לדוגמא). "צמיחת" הבניין יכולה להתרחש מהר יותר כאשר חלק מן המרכיבים, ובעיקר המרכיבים "זוללי הזמן" מובאים כשהם כבר מוכנים להתקנה מהירה, יבשה ונקייה. כך נחסך זמן יקר משלושה היבטים:

עלות ישירה - עלות שעת פועל במפעל זולה מן העלות של פועל בניין,

נצילות - תפוקה במפעל להקמת הרכיבים הטרומיים גבוהה מאשר באתר הבניה,

היסכון בעלויות עקיפות ותקורות - הנגררות אחרי כל שעת עבודה ישירה של פועל בניין באתר.

יתרונות השיטה יבואו לידי ביטוי בפרויקטים מודולרים וחזרתיים.

שיטה זו מתאימה גם לייצור חלקי מבנה מורכבים לדוגמא חדרי שירותים, חדרי אמבטיה ומטבחים. כאשר כל האינסטלציה, ההרכבות, החיפוי והריצוף נעשה במפעל ובאתר נותר רק להכניס את ה"קוביה" למקומה ולחבר למערכות המבנה השונות.

היקף הבנייה הטרומית המלאה במדינת ישראל נמוך מאוד, וקיים בעיקר במבני ציבור צמודי קרקע או בפרויקטים צבאיים. השוק הפרטי כמעט ואינו משתמש בשיטה טרומית מלאה. בשנים האחרונות ניתן למצוא פרויקטים נקודתיים כמו הקמת מבני מגורים במכולות בכפר הסטודנטים בלוד ובניית מעונות הסטודנטים החדשים באוניברסיטת ת"א⁴⁵.



מקור: SteelConstruction.info

⁴⁵ גם במדינות אחרות תרומת השיטה היא מינורית ביחס לסך התחלות הבניה (בארה"ב נכון ל-2012 היקף הבניה בשיטה זו עמד על 837 מליון דולר המהווים כ-3.6% מהבניה הגבוהה למגורים נכון לשנה זו) אך ניתן לזהות מגמה של עליית השימוש בשיטה זו (עלייה של 6.5% ביחס לשנה קודמת).



טכנולוגיות למחיצות פנים

את מחיצות הבניין, או קירות המבנה ניתן לבצע במספר חלופות: בלוקים של בטון, גיר או גבס (קירות קלים) - כולם בעלי תפוצה דומה בשוק הישראלי ומחיצות הבנויות מלוחות גבס - שתפוצתם יחסית נמוכה אך היא במגמת עליה בשנים האחרונות. בניית המחיצות עוקבת לעבודות השלד, ומתבצעת לרוב כשבועיים לאחר סיום יציקת הקומה בה הן מותקנות. במחיצות בלוקים העבודה מבוצעת על ידי פועל מקצועי ולצידו עוזר - המופקד על הכנת חומרי ההדבקה ושינוע הבלוקים בתוך הקומה. במחיצות גבס לרוב אין צורך בכוח עזר כיוון שהעבודה מתבצעת על ידי פועל מקצועי.

מחיצות בבניה קונבנציונאלית

בבניית מחיצות קונבנציונאלית נעשה שימוש בבלוק בטון או בבלוק תאי מאושפר באוטוקלב (המוכר בישראל בשם המסחרי "איטונג", להלן בלוק תאי מאושפר). בלוק בטון מורכב מתערובת בטון, חול וחצץ דק. עבודה עם בלוקי בטון מחייבת תוספת שכבות של טיח או ציפויים חיצוניים לגימור המחיצה. בנוסף נדרשת הוספת חגורת בטון לחיזוק המחיצה. בלוקי הבטון מגיבים טוב עם השלד והטיח - המהווים את חומרי ההדבקה הנפוצים ביותר בשוק. בלוקי הבטון שכיחים בבנייה עצמית, בפרויקטים קטנים ושיפוצים בזכות מחירם הנמוך⁴⁶.



צילום פז כלכלה והנדסה

בבלוק תאי מאושפר באוטוקלב נדרשת שכבת טיח מישרת אך בחלק מהמקרים לא נדרש חיזוק על ידי חגורת בטון אלא ניתן להשתמש בקורת משקוף.

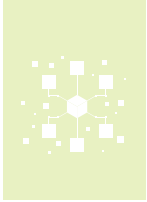
בלוקי גבס ("אשבונד")

מיוצרים מגבס המחוזק בסיבי זכוכית. תכונותיו מאפשרות קבלת תוצר בעל בעל שטח פנים חלק ללא צורך בטיח או "שליכט". התוצר מוכן לשפכטל וצבע בסיום הרכבתו. משקל הבלוק מגיע לכמחצית ממשקל בלוקי בטון ולא נדרש חיזוק על ידי חגורת בטון. יתרונות נוספים: חוזק מכני גבוה, קל להרכבה ביחס לאמצעים הקודמים, ניתן לבנות גם על גבי ריצוף, כך שמתאפשר ריצוף מלא של הדירה, וזירוז שלבי הבנייה.



צילום פז כלכלה והנדסה

⁴⁶ כחלק מהליך שיתוף בעלי עניין בתכנית התקבלה התייחסות חברת בלוקל רביד בנוגע ליתרונות שונים של בלוקי בטון הן במחיצות פנים והן בקירות חוץ. בין השאר צוינו יתרונות בלוקי הבטון בהיבטים סביבתיים ואחרים בשל היותם חלולים, כך שהם מנצלים פחות חומרי גלם בהשוואה לקירות בנויים בטון. בנוסף, הוצגו שיטות בנייה נוספות אשר אינן קיימות בארץ המאפשרות לתעש וליעל בניה תוך שימוש בבלוקים מסוגים שונים. חלק מההערות שולבו במסמך, כל ההערות כולל אלו שלא נבחנו על ידי צוות העבודה מופיעות בנספח ג' - שיתוף בעלי העניין בהכנת התכנית



מחיצות מלוחות גבס

מחיצות לוחות גבס מורכבות מפרופיל פח שמהווה את הקונסטרוקציה למחיצה, עליה מורכבים לוחות הגבס וחומרי בידוד. לבניית מחיצות על ידי לוחות גבס יתרונות רבים הן בשיטת העבודה והן בתרומה הנמוכה יחסית למשקל הכולל של הבניין. העבודה מהירה אך מצריכה הכשרה מקצועית נוספת. הערך כלכלי עולה בזכות צמצום פסולת בניין, הקלה על עבודות עוקבות הדורשות חציבה כגון חשמל ואינסטלציה. בנוסף, לוחות גבס מייתרים את עבודת הטיח כך שניתן לצבוע ישירות על גבי שכבת שפכטל בחיבורים, ומקלים על ביצוע שינויים גם אחרי גמר הבנייה בהתאם לצרכי המשתמשי קצה. ניתן להקים מחיצות בין חדרים וחללים ולהזיזן בעת הצורך באופן פשוט וקל. שכיחות השימוש במחיצות העולה בשנים האחרונות. גם במחיצות מלוחות גבס ניתן לבנות על גבי הריצוף ולזרז את תהליך הבנייה.



מקור: המרכז לנדון בנייה ואדריכלות,
הקמת מבנה נייד - סקירה מצולמת
כיצד להקים מבנה נייד
www.citytabu.org.il

מחיצות מפאנלים בגובה קומה

לוחות בגובה של קומה (שמות מסחריים: איטונגטק/ אקוטק ועוד) עם אלמנטים מבטון קל מאפשרים לצוותי הביצוע לאחר הדרכה ולימוד של מספר שעות לצאת לאתר הבניה ולעבוד בנוחות, ניקיון, מהירות וגמישות. תוך דיוק מרבי. שני עובדים בונים מעל 6 מ"ר בשעה (פי שניים מאשר בנייה במחיצות מבלוקי בטון). המחיצות מתאימות לכל סוגי המבנים. יתרונות: אין צורך בפיגומים, פחות פחת ופסולת, פחות ידיים עובדות באתר, הסכון של עבודה עוכבת (אין צורך בטיח אלא במריחת שכבת שפכטל בלבד).



חומרי גמר וחיפויים

חומרי גמר וחיפויי קירות חוץ

חיפוי חוץ הינו המעטפת של המבנה. לשכבת גמר זו מספר תפקידים, ביניהם: בידוד תרמי, אקוסטי, הגנה מפני פגעי מזג אוויר ועיצוב אדריכלי. חיפויי החוץ הנפוצים ביותר בישראל הינם טיח חוץ וחיפוי באבן טבעית. בנוסף קיימים סוגי חומרים שונים ביניהם פח, אלומיניום, זכוכית, פסיפס ודמוי עץ.

חיפוי חוץ בבניה קונבנציונאלית - טיח חוץ

מורכב משלוש שכבות: שכבת הרבצה לצורך איטום וקישור לשכבה השניה, שכבת הישור, והשכבה השלישית - שכבת הגמר, היא זו שקובעת את מראה הטיח. קיימים סוגים שונים של שכבות גמר הנבדלות בסוג החומר ובאופן ישומם, ביניהם: טיח חוץ רגיל, טיח פלסטי, טיח אקוסטי, טיח גרנולית, טיח תרמי, טיח סיד, טיח התזה צבוע, טיח מושלך וכו'. לשם קבלת בידוד תרמי מקובל ליישם מעטפת תרמית על כל המבנה אשר כולל לוחות מבודדים בשילוב דבק וטיח מותאמים. לא ניתן להתחיל עבודות טיח לפני סיום עבודות השלד במבנה. בכל סוגי הטיח יש להקים פיגומי חוץ והעבודה היא עבודת פועל ללא מיכון.



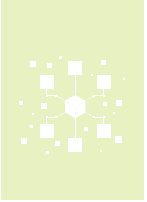
מקור: www.natooor.com

חיפוי חוץ בבניה קונבנציונאלית - אבן בשיטה רטובה

בחירה באבן כחיפוי חוץ נובעת משיקולים אדריכליים, אסטטיים, נופיים או שנדרשים על פי הוראות התכנית. בדומה לטיח חוץ - גם בשיטה זו נדרשת שכבת הרבצה לאיטום הבניין. קיימות שיטות שונות לישום, השיטה הקונבנציונאלית הנפוצה הינה **חיפוי אבן בשיטה הרטובה** - מערכת חיפוי בה האריח מחובר לקירות הבניין ע"י טיט וחיבור רשתות ברזל היוצרות נקודות עיגון לאריחי האבן. בדומה לטיח חוץ-לא ניתן להתחיל בעבודות החיפוי טרם גמר ביצוע השלד ונדרש פיגום חיצוני בהיקף המבנה. הישום דורש מנהל עבודה לבקרה על שלבי העבודה להבטחת האיכות ובטיחות התוצר. האלמנטים כבדים ומשונעים בשטח ע"י כננת המופעלת על ידי פועל.



מקור: ערך "אבן לבניה



חיפוי אבן בשיטת ברנוביץ' או בשיטת הקרומים

שיטת ברנוביץ' פותחה בישראל והיא ייחודית לשוק הישראלי. העבודה בשיטה זו מתבצעת על ידי סידור אבני החיפוי על גבי תבניות מוכנות מראש, חיפוי האבן מתבצע במקביל לזמן יציקת הקירות ההיקפיים של המבנה ולא בסיום בניית השלד והקירות: הקיר החיצוני נבנה כאשר האבן כבר מעוגנת אליו מבחוץ, תוך כדי יציקה. קצב ההתקדמות זהה לקצב התקדמות שלד המבנה, ונותר רק ניקיון האבן ותיקונים במידת הצורך. שיטה זו דורשת רכישת תבניות המוכנות מראש ותכנון מוקדם לסידורן. את התבניות ניתן להעביר לפרויקטים אחרים בעל גיאומטריה זהה בלבד. חברות המייצרות תבניות מסרבות להשכירן - סוגיה היוצרת בעיות מימון לקבלנים קטנים. כלכליות השיטה מתאימה רק במבנים של מעל ל- 9 קומות. הבקרה מתבצעת במהלך סידור האבן על גבי התבניות. נדרש מנוף לצורך הנפת האלמנטים לקומה המבוצעת. בשיטה זו מחוייבים להוסיף בידוד תרמי במעטפת מהצד הפנימי או החיצוני (מתחת לאבן) של הקיר המקבל, מפני שהן הבטון והן האבן אינם מבודדים מבחינה תרמית. בפנים המבנה מקובל לבודד עם בלוקים מסוגים שונים בשילוב קלקר או עם בלוקים ולוחות מבודדים כגון: איטונג ופוליאש. מחוץ למבנה, ניתן לבודד עם לוחות פוליאש המיושמים בין הבטון לבין האבן.



הבעיה עם שיטת ברנוביץ', בלוג- זה מרקר קפה

שיטת הקרומים דומה אך מתועשת יותר, בשיטה זו יוצקים קרום בטון דק מעל אבני חיפוי המסודרות בתבנית המונחת על שולחן. הקרום עם האבנים מועברים למקומם בחזית, ומשמשים כדופן חיצונית ליציקת הקיר.

חיפויי חוץ אחרים בשיטה יבשה

בשוק קיימים חיפויי חוץ נוספים אותם ניתן לישם בשיטות יבשות - כלומר בחיבור מכני לקיר בטון, בלוקים או תשתית קיר אחרת. חומרי החיפוי כוללים בין השאר אבן, פח, אלומיניום, עץ, זיגוג ועוד. בשיטה זו יש להוסיף בידוד תרמי בין קירות הבטון לבין החיפויים השונים. הבידוד המקובל הנו קלקר, צמר סלעים, פוליאש, שיטות אלה אינן נפוצות בשוק הבניה למגורים בישראל ובפרויקטים בהם הן כן מיושמות והן משמשות בעיקר כאלמנט עיצובי שמשתלב אך אינו דומיננטי.

חיפוי קירות פנים משמש כחומר גמר עיקרי בבנייה המודרנית והמסורתית - מהווה את המעטפת הפנימית של הבניין, משמש כתשתית לצבע ומקנה לקירות בחדרים מראה חלק ורציף. לחיפוי תפקידים נוספים ביניהם איטום, בידוד ויצירת שכבה אחידה כהכנה לצבע במבנה.

חומרי גמר והיפוי פנים

חיפוי קירות פנים בבניה קונבנציונאלית

הטיח הינו חומר החיפוי לקירות הבנויים מבלוק בטון, בלוק תאי מאושפר ובטון. הטיח המודרני מורכב מחומרי מליטה (צמנט וסיד, או גבס) ומאגרגט דק (בדרך כלל חול). בעבודת הטיח נדרשים פועלים מקצועיים. במידה והעבודה בוצעה בידי עובדים שאינם מיומנים דיים - נדרשת הוספת שכבת שפכטל. בבניה קונבנציונלית נעשה שימוש בטיח שחור מורכב משתי שכבות: השכבה הראשונה-שכבת הישור והשכבה השנייה - שכבת הגמר ("שליכט") המיושמת יום למחרת. בשלב הסופי מתבצעת בדיקה על ידי סרגל ארוך על מנת לוודא שהטיח מישורי לחלוטין ומבוצעת עבודת שיוף נוספת.



טיח גבס

טיח גבס, לעומת טיח צמנטי שחור, מיושם בשכבה אחת. בנוסף הכנתו מהירה וניתן לייצר באתר כמויות גדולות על ידי שימוש במיכל סילו. קיימות שיטות מכניות להתזה יעודיות המאפשרות ישום זריז על גבי המחיצות.



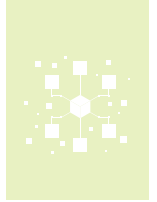
מרק / שפכטל

משמש כחומר ישור והחלקה של מחיצות- לרוב מתבצע במחיצות העשויות מבלוקי ולוחות גבס- בהם לא נדרש טיח, אך גם משמש כשכבת החלקה נוספת לטיח שנדון לעיל.

שפכטל אמריקאי - הינו מרק גמיש ומשחתי בעל מרקם רך. שכבת השפכטל האמריקאי היא שכבת הגמר של הקיר, והיא משמשת הכנה לצביעה. התוצר שמתקבל הינו ברמת גימור גבוהה.

ניתן ליישם מרק/שפכטל אמריקאי בהתזה, אשר משתלב בבנייה מתועשת במהירות ובמיכון.





חיפוי רצפה בבניה קונבנציונאלית

השיטה הנפוצה בישראל לחיפוי רצפה הינה ריצוף על גבי תשתית או מילוי חול של אריחי קרמיקה, אבן, טרצו או חומרים קשיחים אחרים. שיטה זו מאפשרת להעביר צנרת של תשתיות שונות במילוי החול, אולם היא מעמיסה משקל על שלד הבניין והינה עתירת עבודה יחסית לחיפוי בהדבקה.

חיפוי רצפה בהדבקה

בשיטה זו מודבק חומר החיפוי באופן ישיר על גבי משטח קשיח ישר (קונסטרוקציית הבניין עצמה, חיפוי מעל הקונסטרוקציה או מדה מתפלסת). חומר החיפוי יכול להיות קרמיקה, אבן, פרקט וכן חומרים רכים כמו שטיחים. שיטה זו מחייבת להעביר צנרת של תשתיות שונות בפירים אנכיים או בתוך עובי הקונסטרוקציה (אם מדובר בקונסטרוקציית פלדה) או בתקרה מונמכת. ההדבקה מאפשרת שימוש בחומרים קלים, ללא העמסה של חומרי מילוי והיא מהירה יחסית ליישום. השימוש בשיטות לחיפוי רצפה בהדבקה הינו חלק אינטגרלי משיטות בניה מתועשות אשר יוצרות תשתית רצפה חלקה.



היבטים נוספים בתהליך הבניה

מיכון ומכשור

להלן סקירה של מיכשור ומיכון כבדים בעלי פוטנציאל להגברת התפוקה בתחום השלד. ככול שהבניין גבוה יותר עולה הכדאיות לשימוש במיכון כבד ומתקדם. במקרים רבים, המיכון הוא תנאי לשימוש בטכנולוגיות מתועשות הדורשות הנפה של אלמנטים אשר בלתי אפשרי להעלותם לגובה באופן ידני. יצויין כי מכשור קל אינו נסקר בפרק זה, מכיוון שהשפעתו על הפיריון נמוכה.

משאבות בטון - משאבת בטון היא כלי שמטרתו להעביר בטון למקומות שהגישה אליהם מוגבלת למשל לקומות גבוהות בבנייה רוויה. בישראל לרוב מותקנת המשאבה על משאית המצוידת במנוף, שמוזמנת מראש ליציקה גדולה.

משאבה סטטית - משמשת בבנייה לגובה לקומות אליהן משאבה רגילה לא יכולה להגיע. משאבה סטטית מורכבת משני חלקים: מערכת שאיבה ומנוף. המנוף מורכב על עמוד בדומה לעמוד של עגורן, והוא ממוקם על שלד הבניין. עם כל קומה שמתווספת, מגביה המנוף את עצמו במקביל להתקדמות השלד.

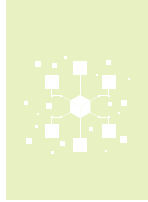
עגורנים (מנופים) - ציוד מכני כבד המיועד להרמת גופים כבדים, חומרי גלם ומוצרים מתועשים. מורכב מתורן מרכזי (צריח) וזרוע אופקית המסוגלת להסתובב ב-360 מעלות סביב צירה. לעתים יכול העגורן לנוע קדימה ואחורה על גבי מסילה, אך על פי רוב אינו נייד באתר, אלא מכסה בהיטל את האתר בעזרת הזוע הארוכה⁴⁷. תרומתו בהפחתת כוח עבודה רב המיועד לשינוע וסבלות.

ישנם מספר סוגי עגורנים, הנבדלים זה מזה בצורתם, בגודלם ואופן שינועם. מנופים הנפוצים באתרי הבנייה בארץ כוללים: עגורן חוליות - למבנים גבוהים ועגורן טלסקופי - למבנים נמוכים ובינוניים. קיימים בנוסף עגורן נייד - למבנים נמוכים ועגורן מטפס - שהינו מנוף אשר "צומח" עם הבניין.



צילום פז כלכלה והנדסה

⁴⁷ סקר טכנולוגיות בנייה בישראל- מבנים בבנייה בסוף 2002, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אוגוסט 2004.



מעליות - מעליות משא משמשות לשינוע ולהרמה של ציוד או פועלים לקומות השונות. הישוב נכון של מספר המעליות הינו צורך חיוני וחשוב על מנת לחסוך את שעות העבודה הרבות שמתבזבזות על מעבר פועלים ביו קומות.

פיגום ממוכן - כדי ליצור משטחי עבודה בהיקף המבנה יש צורך בהקמת פיגום, בסיסו של הפיגום השמרני מונח על הרצפה בהיקף המבנה וצמוד לקירות ההיקפיים במקביל לגובה הבניין. רמת הבטיחות של פיגומים אלו נמוכה. פיגום ממוכן כולל משטח עבודה שיכול לנוע בכיוון האנכי בעזרת מנגנון הרמה מכני, חשמלי, או הידראולי. כלומר, במקרה זה אין מקימים משטחי עבודה בגבהים שונים אלא משתמשים במשטח העבודה הנע על-מנת להגיע לגובה העבודה הרצוי. הפיגום הממוכן משפר את רמת הבטיחות באתר ומצמצם את היקף העבודה הנדרש להקמת הפיגום עצמו.

ניהול האתר

ניהול האתר ומנהל האתר הם משתנים בעל השפעה גבוהה על רמת הפיריון באתר בניה. לרוב לחברות שהינן בעלות היקף פעילות גדול ישנה מחלקת הנדסה אינטגרלית בחברה או ליווי על ידי מהנדסים ראשיים האחראיים על ניהול הבנייה והאתר. תהליך הניהול כולל תכנון ניהול ובקרת לוחות זמנים, תכנון ניהול ובקרת תקציב וכן ניהול מערך איכות ברמה כזו או אחרת. נוסף לאלה ישנם מנהלי פרויקטים, מהנדס ביצוע ומנהלי עבודה למלאכות השלד והגמר. לרוב בחברות גדולות, בשוק הבינוי הישראלי, כלל המלאכות מבוצעות על ידי קבלני משנה. החברה מספקת את הציוד והמיכון לשלד, לרבות המנופים ואילו קבוצת השלד תספק את כח האדם המקצועי לביצוע העבודה.

טרם תחילתו של הפרויקט, מנהל הפרויקט ומחלקת ההנדסה יחליטו על שיטת הביצוע, אלמנטים שניתן לייעל באמצעות תיעוש (לשיפור לוחות זמנים או שיפור מבנה העלויות). בהתאם לכך, מנהל הפרוייקט יבצע רכש וינהל את ההתקשרויות והלוגיסטיקה לאספקת חומרים וציוד לאתר. האחרונים מהווים פרמטרים המשפיעים מהותית על לוחות זמנים בפרויקט. בהמשך ינהל את אופן הביצוע, סדר הביצוע הבניה והבקרות הנדרשות להשלמת המלאכות השונות.

בחברות הקטנות על פי רוב, ניהול הפן ההנדסי, רכש והתקשרויות, בחירת שיטות וציוד יבוצע על ידי הנהלת החברה או הבעלים בעצמו. באתר הבנייה יוצב מנהל עבודה שיטפל בלוגיסטיקה ובתיאום בין הקבלנים.

ניהול מיטבי, העושה שימוש בכלי הניהול המקובלים באתרי בניה גדולים גם באתרים קטנים ובינוניים, יביא לצמצום לוחות זמנים, הקטנת עלויות, חסכון בחומרים וכפועל יוצא שיפור בפיריון.

BIM (Building information modeling)

מתודולוגיית ה-BIM למידול המידע של הבניה, עוסקת ביעול תהליכי התכנון והבניה.

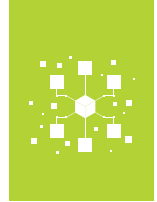
בבסיס המתודולוגיה עומד מודל ממוחשב, המכיל את המידע הנדרש לשלבי התכנון והביצוע, ומאפשר לפעול באופן יעיל וכלכלי יותר.

המודל מאפשר תיאום בין המערכות השונות בבניין, בחינת אופן החיבור בין מרכיבי הבניין השונים וחישוב כמויות נדרשות לחומרים שונים. מודל זה יכול ליעל הליך תכנון וביצוע של כל פרויקט בניה, ובפרט פרויקטי תשתית מורכבים ופרויקטי בניה מתועשת, הדורשים תיאום בין מערכות שונות המיוצרות מחוץ לאתר ובמיוחד באתרי בניה גדולים.

עבודה של מספר רב של מתכננים, מהנדסים וגורמי ביצוע בסטנדרט אחוד של BIM יכולה לאפשר שיתוף מידע בין כלל הגורמים, ולייעל באופן מהותי את התכנון והבניה. לשם כך נדרש להגדיר סטנדרט BIM, וייתכן שאף להגדיר תקן BIM, כפי שמיושם במספר רב של מדינות בעולם.

קיימים שני סוגים של תקן BIM - BIM Mandate, המבטא הנחיה רשמית ממשלתית, המחייבת את אנשי המקצוע בענף, ותקן BIM Standard, המבטא רמה של איכות.





1. הבאת חברות ביצוע זרות לישראל

מהות ההמלצה -

על מנת להטמיע שיטות בניה מתקדמות ובהמשך ליוזמה שמוביל שר הבינוי והשיכון, יש לקדם כניסה של חברות בינ"ל שיביאו איתם את הידע, המיומנות, והטכנולוגיות המתקדמות, ויסייעו בהכנסת השיטות והטכנולוגיות המתקדמות לבניה בישראל. הצוות ממליץ לקבוע תנאי סף וקריטריונים פיננסיים, איכותיים ובתחום כוח האדם על מנת להבטיח כי החברות שיגיעו יהיו בעלות איכות גבוהה ויתרמו להכנסת שיטות וטכנולוגיות בניה מתקדמות בענף הבניה, לקידום השגת יעדי התיעוש.

העלויות הנדרשות - טרם נאמדו

המשרד האחראי - משרד הבינוי והשיכון

תכנית העבודה ליישום - הגעה של חברת ביצוע ראשונה לישראל בתחילת שנת 2017

2. בחינת דרכים ליישום מתודולוגיית BIM בענף הבניה בישראל

מהות ההמלצה -

ביצוע עבודה, בשיתוף עם גורמים נוספים בתחום התכנון והבניה בישראל, לבחינת התועלות של יישום סטנדרט BIM ותקן BIM בענף הבניה בישראל, ולגיבוש המלצות לאופן היישום.

העלויות הנדרשות - טרם נאמדו.

המשרד האחראי - משרד הבינוי והשיכון.

תכנית העבודה ליישום - ההשלמת עבודת הבחינה וההמלצות עד סוף הרבעון השני של שנת 2016

3. בחינת הישימות והדרכים לשימוש והטמעת טכנולוגיות בניה מתקדמות מבוססות פלדה

מהות ההמלצה -

בחינת התועלות והמשמעויות של שימוש בטכנולוגיות פלדה בבניה גבוהה, ושל הדרכים לאימוץ והטמעת שיטות וטכנולוגיות רלבנטיות בענף הבניה לדיור

העלויות הנדרשות - טרם נאמדו

המשרד האחראי - משרד הבינוי והשיכון

תכנית העבודה ליישום - השלמת בניית התכנית עד סוף שנת 2016



סיכום עיקרי הפרק

הפרק סוקר טכנולוגיות, חומרים ושיטות בניה פופולריות בארץ ובעולם:

טכנולוגיות שלד מבוסס בטון

- ✓ שלד בטון בבניה קונבנציונלית
- ✓ שלד בטון יצוק בתבניות מתועשות (פלדה, אלומיניום ופלסטיק)
- ✓ תבניות אבודות
- ✓ מרכיבי שלד טרומיים

טכנולוגיות שלד מבוסס פלדה

- ✓ שלד מפרופילי פלדה כבדים
- ✓ שלד בבניה קלה - פלדה קלת דופן (LGS)
- ✓ בניה טרומית חלקית ומלאה

טכנולוגיות למחיצות פנים

- ✓ מחיצות בבניה קונבנציונלית
- ✓ לוחות גבס ומחיצות גבס
- ✓ מחיצות מפאנלים בגובה קומה

חומרי גמר וחיפויים

- ✓ חיפויי קירות חוץ - טיח חוץ, אבן בשיטה רטובה, שיטת ברנוביץ ושיטת הקרומים
- ✓ חיפויי קירות פנים - בבניה קונבנציונלית, טיח גבס, מרק/שפכטל, חיפוי רצפה בהדבקה
- ✓ בנוסף, מציג הפרק מספר היבטים נוספים המשמעותיים מאוד בבניה המתועשת
- ✓ סווגי מכשור כבד המסייע בהגברת התפוקה בבניית שלד -

משאבות, עגורנים ופיגום ממוכן

- ✓ BIM - מתודולוגיה העושה שימוש במודל ממוחשב של הבניין ומערכותיו, המאפשר תכנון וביצוע יעילים.

ה מ ל צ ו ת

- ✓ הבאת חברות ביצוע זרות שיסייעו בהכנסת שיטות וטכנולוגיות בניה מתקדמות
- ✓ ביצוע בחינה של תועלות האימוץ של מתודולוגיית ה-BIM ולאופן היישום שלה.
- ✓ בניית תכנית להטמעת טכנולוגיות בניה מתקדמות.

פ ר ק

06

רגולציה



התקינה בענף הבניה

כללי

בהחלטת הממשלה נדרש הצוות להתייחס, במסגרת גיבוש התוכנית לעידוד תיעוש הבניה ולשיפור הפריון לעובד בענף הבניה, לסוגיות בתחום הסרת חסמי תקינה ורגולציה בענף הבניה, כולל, בין היתר לנושאים הבאים:

- חיפויי אבן
- תקני כיבוי אש
- התייעלות אנרגטית
- התאמת תקני יציבות המבנה וניהול הסיכונים לתקינה הבינלאומית

הצוות בחן סוגיות של רגולציה גם בהיבטים נוספים, המפורטים בהמשך הפרק.

בתחום התקינה, ביצע הצוות מיפוי רחב של היבטי תקינה ורגולציה בענף הבניה, מתוך כוונה לזהות נושאים שטיפול בהם יכול לסייע בהורדת עלויות הבניה ולקידום בניה מתועשת.

הנושאים שזוהו כבעלי פוטנציאל להורדת עלויות וקידום תיעוש באמצעות שינויים בתקינה

לאחר מיפוי התקינה והרגולציה הקיימת בתחומי הבניה למגורים, זוהו חמישה נושאי ליבה כבעלי פוטנציאל להשגת חיסכון בעלויות:

1. אימוץ תקינה אירופאית בתחום תכן הבנייה
2. מדיניות התכנון בשלטון המקומי
3. תקן ת"י 4466 - פלדה לזיון בטון
4. סכימות לאספקת מים לצורכי בטיחות אש
5. תקן ת"י 1045 - בידוד תרמי של מבני מגורים



עיקרי הממצאים וההמלצות בנוגע לתקינה בענף הבניה

1. אימוץ תקינה אירופאית בתחום תכן הבניה

החל משנת 2007 מבצע מכון התקנים החלפה של תקנים רשמיים מקוריים בתקנים בין לאומיים, בהתאם להנחיית חוק התקנים, זאת במטרה להסיר חסמי ייבוא ולקדם את התפתחות התקינה בישראל בהתאם להתפתחויות הבינלאומיות בענפים השונים. עם זאת, תקנים רשמיים מחייבים רבים טרם הוחלפו בתקנים בינלאומיים, כאשר תחום בולט בהקשר זה הינו תכן הבנייה.

כיום, על אף שישנם תחומים ספציפיים בתכן הבנייה אשר בהם אומצה התקינה האירופאית (לדוגמת ת"י 414 לעומסי רוח), ככלל טרם נעשה מהלך כולל לאימוץ תקני ה-EUROCODE והתאמת דרישות התקנים הישראלים בתחום זה.

לאימוץ התקינה האירופאית בתחום תכן הבנייה מספר יתרונות בולטים:

- שיפור איכות הבנייה בישראל והתאמת פרקטיקות הבנייה לנהוג במדינות המתקדמות בתחום.
- הוזלת מחירי חומרי הגלם על ידי פתיחת השוק לחומרי גלם מיובאים ולשיטות בנייה נוספות, באופן שיאפשר הגברת תחרות.
- תרומה להפחתת עלויות והתייעלות בזמני ביצוע על ידי הקטנת כמויות חומרי הגלם הנדרשים לביצוע (הקטנת מקדמי עומס בהתאם לנהוג בתקינה אירופית, התרת שימוש בחומרי גלם המתירים שימוש בכמויות קטנות יותר וכיוצא בזה).
- שיפור יכולת התאמת תקני הבנייה בישראל לסטנדרטים בינלאומיים באופן שיטתי ויעיל.

לצד יתרונות אלה, ישנם מספר היבטים שיש לשכללם בתהליך אימוץ שיטתי ואפקטיבי

- טיפול מקיף בתקני תכן הבנייה כמכלול, לצורך הבטחת קוהרנטיות וצמצום פערים פוטנציאליים בהנחיות התקנים.
- התאמת התקנים האירופאים למאפייני הייחודיים של מדינת ישראל.
- בחינת השפעות אימוץ התקנים על המשק הישראלי וענף הבנייה לצורך זיהוי חסמים והערכות להטמעה (לרבות הערכות התעשיות המקומיות ואנשי המקצוע בענף הבנייה ליישום השינויים).

פוטנציאל החיסכון באימוץ תקינה האירופאית

לצורך בחינת פוטנציאל החיסכון הגלום באימוץ תקינה אירופית בתחום תכן הבניה, נעשתה בדיקה עבור מקרה בוחן לפי תקן ת"י 412, הקובע, בין היתר, את מקדמי הביטחון הנדרשים לחישוב עומסי הפלדה במבנים.

פוטנציאל חיסכון בהתאמת תקן זה לתקן האירופי:

1. אימוץ מקדמי הביטחון הנדרשים בתקן האירופי בתקן 412, יביאו להפחתת השימוש ברכיב הפלדה בשיעור של כ-4% ולחיסכון של כ-14,600 טון פלדה בשנה. חיסכון זה הינו עבור בנייה למגורים בלבד ואינו כולל חיסכון בבנייה לצורכי תעשייה, מבני ציבור, משרדים וכדומה.

2. המשמעות הכספית של החיסכון מוערכת בכ-55 מיליון ₪ בשנה לכלל המשק ובכ-1,200 ₪ ליח"ד.

3. בחינה מערכתית כוללת של דרישות התקנים הישראליים בתכן הבנייה ביחס לדרישות תקנים אירופאים, תאפשר חיסכון בהיקפים גדולים יותר.

סיכום והמלצות

1. משרד הבינוי והשיכון באמצעות מכון התקנים יוביל פרויקט רוויזיה מקיף לאימוץ תקנים בנושאי הליבה של תכן הבנייה, בהתאם לתוכנית העבודה שנקבעה בשיתוף עם מכון התקנים.

2. הרוויזיה תבוצע ע"י וועדה רב-תחומית שהוקמה בספטמבר 2015, לצורך הנושא במכון התקנים, בליווי יועץ חיצוני ייעודי, שילווה את עבודת הוועדה, בהכנת המסמכים המקצועיים לדיונים.

3. מומלץ כי הפרויקט ילווה בעבודה כלכלית מטעם משרד הבינוי והשיכון, לבחינת השפעות הרוויזיה על המשק הישראלי, לצורך ניהול סיכונים, זיהוי חסמים והערכות ליישום בפועל. התהליך יבוצע במקביל לעבודת היועץ המקצועי ומכון התקנים ויכלול בחינת הכדאיות הכלכלית, בחינת השלכות על התעשייה המקומית, בחינת השלכות על אנשי המקצוע בענף וכו'. תהליך זה יכלול מתן המלצות אופרטיביות ליישום, אשר ישמשו את מקבלי ההחלטות במשרד הבינוי והשיכון, משרד הכלכלה ומכון התקנים.

4. הפרויקט ילווה ע"י גורם לניהול הפרויקט מטעם משרד הבינוי והשיכון, לצורך בקרה על העמידה בלוחות הזמנים ותיכלול עבודת הגורמים השונים, זאת בשל לוחות הזמנים הקצרים.



2. מדיניות התכנון בשלטון המקומי

עבודת המיפוי שנעשתה במסגרת עבודה זו, העלתה מגוון נושאים בתחום הבנייה, אשר אומצו ברשויות מקומיות כחלק ממדיניות מקומית מחייבת כתנאי לקבלת היתרי בנייה בוועדות התכנון המקומיות.

אומנם תהליכים אלה מתבצעים במסגרת הסמכות התכנונית של הרשות המקומית, אך ישנם מקרים בהם קביעת הנחיות מחייבות אלה, לא רק שאינה תואמת את המדיניות הרגולטיבית של השלטון המרכזי, אלא אף מביאה להגדלת עלויות הבניה ולהארכת משך הבניה. להלן מספר דוגמאות מרכזיות:

קביעת חובה לשימוש בחיפויי אבן במסגרת תכניות בניין עיר - ברשויות מקומיות רבות נהוג לקבוע בתוכניות בניין עיר חובה לשימוש בחיפויי אבן כחומר גמר במבני מגורים, קביעה שאינה עולה בקנה אחד עם תקנות התכנון והבנייה שאינן כוללות הוראה המחייבת שימוש בחומר גמר מסוג זה או אחר ומאפשרות גמישות תכנונית בתחום. קביעה זו, שמקורה ברצון לשמר לאורך שנים את הנראות של הבניין למול חלופות אחרות כגון טיח אקרילי, מייקרת את עלות יחידת הדיור בעשרות אלפי שקלים ומצריכה בהמשך תחזוקה מוגברת לפי הוראות התקן בנושא, וזאת בנוסף להיבט הבטיחותי האפשרי, במקרה של התקנה לא טובה, של השימוש בחיפוי האבן.

החלטה שהתקבלה בשנת 2013 בפורום 15 הערים, המאגד את 'העיריות העצמאיות' בישראל בנוגע לאימוץ תקן 5281 לבנייה ירוקה, שהינו תקן וולונטארי בלבד, כמדיניות עירונית מחייבת באופן מדורג החל משנת 2015. המשמעות של החלטה זו היא התניית מתן היתר בנייה בערים אלה, בתכנון וביצוע של מבני מגורים בהתאם לדרישות התקן הירוק. החלטה זו, על אימוץ תקן וולונטרי כתקן מחייב, מביאה לייקור של 10,000 ל-40,000 ש"ח ליחיד, כתלות בסעיפים השונים אותם יבחר היזם ליישם בכדי לצבור את הניקוד הנדרש לקבלת דירוג 'ירוק' לפי התקן.

· קביעת גודל דירה מינימלי

· הצמדת חניות מעבר למינימום הנדרש בתקנות

· איסור השימוש בשטחים ציבוריים לצורך רחבות הערכות (בטיחות אש)

בנוסף על דוגמאות אלו נמצאו עוד תחומים רבים, פחות שכיחים, בעלי השפעה ניכרת על עלויות הבניה.

סיכום והמלצות

כאמור, החלטות המפורטות לעיל הינן בעלות השלכות כלכליות ניכרות, באופן שאינו עולה בקנה אחד עם מדיניותו של השלטון המרכזי להביא להגברת התיעוש והפחתת עלויות הבנייה. יחד עם זאת, מניעת החלטות אלו באופן גורף עשויה לעמוד בניגוד למגמה הרווחת בתחום התכנון לפיה יש לבזר את סמכויות התכנון לממשל המקומי. בשל כך מומלצים הצעדים הבאים:

המלצות טווח קצר:

1. משרד הבינוי והשיכון ומנהל התכנון יבחנו דרכים לטיפול בנושא חיפויי האבן באמצעות תקנות התכנון והבנייה - תיבחן אפשרות לספק לוועדה המקומית אמצעים לשינוי סוג החיפוי בהליך שאינו מחייב תוכנית חדשה.

המלצות טווח ארוך:

2. משרד הבינוי והשיכון (אגף התכנון) ומנהל התכנון (משרד האוצר) יקימו צוות היגוי משותף שיפעל לגיבוש ויישום כלים לטיפול בנושא, תוך שמירה על איזון בין שיקולים מקומיים וממשלתיים:

- גיבוש מסמך עקרונות המדיניות הממשלתית בנושא הגברת התיעוש והפחתת עלויות הבנייה. המסמך יכלול עקרונות היסוד ויעדי הממשלה בנושא ועקרונות ושיקולים לגיבוש הנחיות מרחביות ברשויות המקומיות.
- בחינת אמצעים לטיפול בהחלטות קיימות להן השפעה נוכחית ניכרת על עלויות הבנייה באמצעות רגולציה מתאימה (בהמשך להמלצה 1).

3. הטמעת תוצרי צוות ההיגוי תתבצע, בין היתר, במסגרת מערך ההדרכה שמוביל מנהל התכנון כחלק מרפורמת תיקון 101 לחוק התכנון והבניה.



3. תקן ת"י 4466 - פלדה לזיון בטון

תקן ת"י 4466 חלק 3, הינו חלק מסדרת התקנים החלים על פלדה לזיון בטון. התקן קובע את הדרישות הטכניות עבור מוטות מצולעים, השיטה הנפוצה ביותר לזיון בטון. התקן קובע, בין היתר, את חוזק הפלדה ואת דרגת המשיכות שלה, תכונה החשובה לצורך עמידת הפלדה בתנאים סייסמיים כגון רעידות אדמה.

עד ליולי 2015, התיר חלק 3 בתקן שימוש בפלדה מסוג פ-400 ו פ-400W, בדרגת משיכות D. הערך המספרי מייצג את הערך המינימלי לגבול הכניעה של החומר, כלומר מידת החוזק שלו. האות D מייצגת את דרגת המשיכות המותרת בתקן, שהיא דרגת המשיכות הגבוהה ביותר (דרגות משיכות נעות בין A-D, כאשר A היא הדרגה הנמוכה ביותר).

התקן, תחת דרישות אלה, הגביל את התחרות בשוק הפלדה הן מבחינת ייצור והן מבחינת ייבוא, שכן סוג פלדה זה אינו נפוץ לשימוש וייצור במדינות אחרות.

בשנת 2013 פרסם מכון התקנים גיליון תיקונים לפיו יותאם התקן הישראלי לדרישות התקן האירופי ויכיל בנוסף על הפלדה הנכללת בו כיום, פלדה בדרגת חוזק 500. הגדלת דרגת החוזק משמעותה הקטנת כמות הפלדה הנדרשת לזיון בטון, כלומר הוזלת עלויות הבנייה.

בעקבות המלצה של מנהל התכנון, שערך בדיקה מעמיקה בנושא ובדק עם מומחים את היתכנות השימוש בדרגות משיכות נמוכות יותר בישראל, הוציא מכון התקנים גיליון תיקונים נוסף אשר קבע הוספת דרגת משיכות נוספת על הקיים - דרגת משיכות C. הוספת דרגת משיכות זו, שהינה דרגת משיכות נפוצה בעולם, מעודדת את פתיחת שוק הפלדה לתחרות על ידי יבוא, ובכך בעלת פוטנציאל להוזיל את מחירי הפלדה בארץ. שני גיליונות התיקונים אושרו על ידי משרדי הממשלה הרלוונטיים והמסמך הועבר למשרד הכלכלה לאישור סופי וחתימת השר במרץ 2014. כעבור שנה וחצי, ביולי 2015, תוך כדי ביצוע עבודה זו, נחתמו גיליונות התיקונים על ידי שר הכלכלה תוך קביעת תקופת הערכות של שנה.

כאמור גיליונות תיקון אלה, חלים על שיטת זיון בטון מסוג אחד - מוטות מצולעים. פרקי התקן הנוספים, פרק 4 ופרק 5, העוסקים בשיטות זיון בטון נוספות כגון רשתות מרותכות ומוטות ורשתות חתוכים ומכופפים, נמצאים ברוויזיה וטרם אושרו.

פוטנציאל החיסכון

הערכת פוטנציאל החיסכון מבוססת על עבודה שפרסם איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות, כחלק מתהליך אישור גיליונות התיקונים. להלן סיכום פוטנציאל החיסכון:

1. שימוש בפלדה מסוג פ-500 יביא לירידה בצריכת הפלדה בכ-20% (על פי יחס חוזק הפלדה 400/500), כלומר לחיסכון של כ-70 אלף טון פלדה לזיון בשנה.

2. המשמעות הכספית של חיסכון זה בבנייה למגורים, מוערכת בכ-275 מיליון ₪ בשנה לכלל המשק וב-6,100 ₪ ליח"ד.

3. פוטנציאל חיסכון נוסף, שאינו נכלל בתחשיב לעיל, יושג כתוצאה מפתיחת השוק ליבוא והגברת התחרות, שייבאו להוזלת מחירי הפלדה בארץ. כמו כן, חיסכון זה הינו עבור בנייה למגורים בלבד ואינו כולל חיסכון בבנייה לצורכי תעשייה, מבני ציבור, משרדים וכדומה.

סיכום והמלצות

אישור וחתימת גיליונות התיקונים עבור חלק 3 הושלם במהלך ביצוע עבודה זו, ביולי 2015. אישור השימוש בפלדה מסוג 500 בדרגת משיכות C עתיד לאפשר חיסכון של אלפי שקלים ליח"ד. התקן יכנס לתוקף ביולי 2016, בתום תקופת הערכות של שנה שנועדה לאפשר לתעשייה המקומית להתכונן לשינויים. להלן הצעדים המומלצים למימוש מירב פוטנציאל החיסכון:

המלצות טווח קצר:

1. כיום ישנם גיליונות תיקון נוספים עבור חלק 4 וחלק 5 בתקן 4466. משרד הבינוי והשיכון ומנהל התכנון, יבצעו באמצעות המומחים העומדים לרשותם, בדיקה מעמיקה של גיליונות תיקון לאלה, במטרה להבטיח כי התיקונים בחלקים אלה אינם מונעים את היתכנות השימוש בפלדה 500 בדרגת משיכות C בשיטות זיון הפלדה הנוספות המפורטות בחלקים אלה. מהלך זה יאפשר למקסם את פוטנציאל החיסכון המוצג לעיל.

המלצות טווח ארוך:

2. במידה ויקבע כי ניתן לעשות שימוש בפלדה 500 בדרגת משיכות C בחלק 4 העוסק ברשתות מרותכות, מומלץ לבצע פנייה לפיקוד העורף לבחינת עדכון דרישות התקנות בנוגע לעובי רשתות הברזל בממ"דים. בדיקה זו עשויה להביא לחיסכון נוסף בסדר גודל של מאות שקלים ליח"ד.

4. סכימות לאספקת מים לצורכי בטיחות אש

הפתרונות הנהוגים כיום בישראל, בתחום אספקת המים לצורכי בטיחות האש, מאופיינים לרב בחיוב שימוש במאגרי מים ומשאבות ייעודיים שעלותן עשויה להגיע למאות אלפי ₪ לבניין. חיוב זה נובע מכך שתאגידי המים ומפקחי בטיחות האש ברשויות המקומיות מאשרים את תכניות אספקת המים לבניין בהתאם ללחץ מים של 1.5 אטמוספרות, שהינו לחץ המים המינימלי אליו מחויבת הרשת העירונית. לחץ מים זה, מחייב שימוש במשאבות ומאגרים לצורך אספקת המים לקומות הגבוהות בבניין.

על אף האמור לעיל, ישנן רשויות מקומיות בהן קיים לחץ מים גבוה יותר המאפשר שימוש בפתרונות אספקת מים המבוססים על רשת המים העירונית ושעלותם נמוכה יותר. אף על פי כן, גם בהינתן לחצי מים גבוהים יותר, השימוש בפתרונות אלה אינו מקובל, היות ולא קיימים תהליכים ונהלים מוסדרים לאישור פתרונות תחליפיים. כתוצאה מכך, במרבית הבניינים נעשה שימוש בפתרונות יקרים במיוחד.



לשימוש המבוצע כיום במשאבות ספרינקלרים ומשאבות כיבוי אש מספר חסרונות בולטים:

- **אמינות נמוכה** - אינן עובדות באופן שוטף ועל כן אינן מתחזקות כראוי. העדר התחזוקה גורם לתקלות בהפעלה ואפילו להוצאה מכלל שימוש, זאת ללא ידיעת הדיירים.
- **פוטנציאל גבוה למפגעים תברואתיים** - כתוצאה מתחזוקה לקויה הופכים את מאגרי המים למוקד לזיהום וחדירת מכרסמים ומזיקים.
- **עלות גבוהה** - עלות הקמה המורכבת מעלות הציוד שטחי הבניה, עלות מאגר המים שנדרש בשימוש במשאבות, עלות גנרטור וחדר גנרטור שנדרשים כגיבוי להפעלת המערכות בעת שריפה ובנוסף עלות תחזוקה גבוהה של כלל המערכות המושתת על הדיירים.
- **הגברת צריכת החשמל** - לצורך הפעלת המשאבות.

בסוף 2014, יזם מנהל התכנון, בשיתוף עם הנציגים המקצועיים של משרד הבינוי והשיכון, רשות הכבאות, רשות המים ומשרד הבריאות, צוות בין-משרדי שמטרתו גיבוש חלופות מוסכמות לתכנון מערכת המים בבניין. מטרת העבודה הייתה לייצר סכימות תכנון אספקת מים אחידות, המותאמות למגוון בניינים, ואשר מספקות כלים אחידים הן לתכנון והן לבדיקה ואישור מערכת אספקת המים בבניין. צוות העבודה גיבש 9 סכימות מים המציעות חלופות לארבעה טיפוסי בנייה:

1. בנייה צמודת קרקע

2. בנייה עד גובה 13 מטר

3. בנייה בגובה 13-29 מטר (בנייה מרקמית)

4. בנייה בגובה 29-42 מטר (בניינים רבי קומות)

יישום סכימות המים בתוכניות הביצוע, מחייב לחץ מים מינימלי של 2.5 אטמוספרות בכניסה למגרש. היות ולחץ מים זה אינו נגיש בכל מגרש, אישור השימוש בסכימה מותנה בקיומו של לחץ מים מתאים במגרש הספציפי, בהתאם למידע הקיים על המגרש ובכפוף לביצוע בדיקות מטעם היזם ונציגיו בהתאם לנדרש בתהליך אישור היתר הבנייה.

ייחודן של הסכימות הוא בכך שהן עושות שימוש באמצעים קיימים כגון חיבור לרשת המים הארצית ושימוש במערכות הידרנטים (ברזי כיבוי אש) ומפחיתות את הצורך בשימוש במשאבות ומאגרי מים. בכך לסכימות המים פוטנציאל גבוה ליעול הבנייה, שיפור האיכות והפחתת עלויות הבנייה.

בעת עריכת עבודת המחקר של צוות התקינה, הסתיים תהליך תכנון הסכמות והן עברו אישור מקצועי של מומחים מטעם המשרדים השותפים. למרות זאת, יישומן טרם החל בשל עיכוב בעדכון נהלי העבודה של הגורמים המאשרים מטעם רשות הכבאות.

כמו כן, המידע הקיים ברשויות המקומיות על לחצי המים אינו אחיד ועל כן, יישום הסכימות בטווח הקצר יתבצע באופן מוגבל בלבד.

פוטנציאל היסכון

פוטנציאל היסכון נובע מהחלפת השימוש במאגרי מים ומשאבות על ידי חיבור לרשת המים העירונית והוא:

- עבור בניינים בגובה 13-29 מטר הינו 215,000 ₪ לבניין (כ- 6,700 ₪ ליח"ד),
- עבור בניינים רבי קומות בגבהים של 29-42 מטר - 325,000 ₪ לבניין (כ- 6,500 ₪ ליח"ד)

סיכום והמלצות

סכימות המים גובשו בשיתוף הגורמים הרלוונטיים לנושאי אספקת מים ובטיחות אש ובוצעו בהתאמה מלאה לתקני התכן והביצוע הקיימים, כך שיישומן אינו מצריך עדכון תקנים או חקיקה.

הצעדים הנדרשים לצורך הטמעת סכימות המים בעבודת התכנון והבנייה במשק הישראלי:

בטוח קצר:

1. רשות הכבאות תפעל באופן מיידי לעדכון הנחיות הנציב הרלוונטיות לצורך יישום השימוש בסכימות המים, בכל מקום בו קיים לחץ מים מתאים.
2. מנהל התכנון ימליץ על היתכנות דיווח אודות כמויות ולחצי המים בכל אזור, בשלב הבקשה למידע. מהלך זה יאפשר שיפור וטיוב המידע הקיים על לחצי מים במגרש ויאפשר יישום של סכמות המים בהיקף רחב יותר של רשויות מקומיות.

בטוח ארוך:

3. לצורך יישום סכימות המים באופן גורף נדרש לבחון את לחץ המים המינימלי הנדרש מרשות המים העומד כיום על 1.5 אטמוספרות. מהלך זה הינו בעל השלכות הנדסיות וכלכליות אותן יש לבחון באופן מקצועי, תוך תיאום בין כל הגופים המעורבים לרבות רשות המים ורשות הכבאות. לצורך בחינת הנושא מומלץ על הקמת צוות בין משרדי בשיתוף רשות הכבאות ורשות המים אשר יגיש המלצות לגבי ההיתכנות ליישום לחץ מים של 2.5 אטמ' ברמה ארצית. הצוות יבחן את ההיתכנות היישום מבחינה הנדסית וכלכלית.
4. רשות המים תפעל לעדכון הנחיות תכניות האב ברשויות המקומיות באופן שיאפשר את קבלת המידע הנדרש על לחצי המים הקיימים. מהלך זה יאפשר יישום של סכמות המים בהיקף רחב יותר של רשויות מקומיות.

5. תקן ת"י 1045 - בידוד תרמי של מבני מגורים

תקן ת"י 1045 חלק 1 הינו תקן ישראלי מחייב מתוקף תקנות התכנון והבנייה, הקובע דרישות מינימליות לבידוד בבנייני מגורים. התקן קובע את ההתנגדות התרמית האופיינית המקסימלית של אלמנטי המעטפת, את העברות התרמית הנפחית המקסימלית של דירה ואת מקדם רווח החום הסולרי המקסימלי של מערכת הזיגוג בבניין. עיקר תפקידו של התקן היא השגת נוחות תרמית לדייר, מניעת עיבוי במבנים והשגת הוצאה סבירה על איקלום (קירור וחימום יחידת הדיור).



קביעת הדרישות התרמיות נעשית בחלוקה ל-4 אזורי אקלים בהתאם לטמפרטורה וללחות האוויר בעונות השנה⁴⁸ :

- אזור א' - אזור רצועת החוף - 30% מיחידות הדיור
 - אזור ב' - אזור מישור החוף והשפלה, הנגב והעמקים הצפוניים - 40% מיחידות הדיור
 - אזור ג' - אזור ההר - 20% מיחידות הדיור
 - אזור ד' - אזור בקעת הירדן והערבה - 10% מיחידות הדיור
- עולה כי, באזורים א ו-ב (אזור רצועת החוף ואזור מישור החוף והשפלה) מתרכז חלקה הארי של הבנייה בישראל (70%).

בשנת 2011 אושר גיליון תיקונים אשר הגדיל את דרישות הבידוד, במטרה להגדיל את החיסכון באנרגיה תוך הפחתת הוצאות החשמל על איקלום. עיקר השינוי בדרישות הבידוד נעשה עבור גשרי הקור בבניין - קורות בטון או ברזל המחוברות ישירות לקיר המבנה, אשר בשל תכונות החומרים (מוליכי חום בקיץ וקור בחורף), עשויים לגרום להתחממות או התקררות של קירות המבנה ולתופעות של עיבוי.

ביולי 2014 אושר גיליון תיקונים מס' 2 במסגרתו הוקפא יישום התקן למשך שנה, לבניינים גבוהים ורבי קומות באזורים א' ו-ב, הבנויים בטון יצוק עם בידוד תרמי פנימי (שיטת ברנוביץ', שיטת בנייה מתועשת), זאת בשל קשיים טכניים ביישום שהביאו להיווצרותם של סדקים באזור גשרי הקור.

השינוי בדרישות התקן להשגת חיסכון אנרגטי מוגבר, כמו גם הקשיים הטכניים שעלו ביישום העלה את הצורך בבחינת יחס העלות-תועלת הנובע מעדכונו, בהיבטים של חיסכון אנרגטי ויעילות הבנייה.

צוות התקינה ערך בדיקה להערכת השפעות התקן על עלויות הבנייה ומשכן תוך התייחסות לשיטות בנייה שונות, והבדלים בין אזורי האקלים כפי שהם מוגדרים בתקן.

סיכום והמלצות

לטווח הקצר:

א. בשיטת בנייה קונבנציונאלית -

תוספת עלות בנייה ממוצעת : כ-3,000 ₪ ליח"ד

תוספת תועלת לחיסכון אנרגטי : כ-90-360 ₪ ליח"ד

תקופת החזר ההשקעה נעה בין 10 ל-30 שנה, כאשר במרבית יחידות הדיור, המרוכזות באזורים א' ו-ב, עולה הסבירות לחיסכון אנרגטי נמוך ומכאן לתקופת החזר גבוה יחסית. אף על פי כן, בשל החשיבות בחיסכון אנרגטי ברמה לאומית ועלות נמוכה וקלה יחסית לביצוע, מומלץ לא לבצע שינוי בתקן.

⁴⁸ דניאל, ר. ושוורץ, י. 2014, "בידוד בנייני מגורים בישראל: חסמים, הזדמנויות והמלצות ליישום", המועצה הישראלית לבנייה ירוקה.

ב. בשיטת ברנוביץ' -

תוספת עלות בנייה ממוצעת : כ-8,000 - 13,000 ₪ ליח"ד

תוספת תועלת לחיסכון אנרגטי : כ-90-360 ₪ ליח"ד

תקופת החזר ההשקעה היא ארוכה (30 שנה ומעלה), עלות הביצוע גבוהה וקיימים קשיים טכניים ביישום. בשל כך מומלץ שמכון התקנים יאריך את תוקף גיליון התיקונים חלק 1 (יולי 2014), עד למציאת פיתרון טכני לביצוע גשרי הקור.

לטווח הארוך:

ג. יש להנחות את מכון התקנים לקדם עדכון תקן שייתן מענה טכני לבעיית גשרי הקור בבנייה בשיטת ברנוביץ', בכדי להביא למימוש פוטנציאל החיסכון האנרגטי של התקן תוך התחשבות בעלויות והתארכות משך הבנייה. מומלץ כי המענה הטכני ייבחן לא רק בהיבטים של חיסכון אנרגטי, אלא גם מבחינת השפעתו על עלויות הבנייה.

מצ"ב בנספח ג' פירוט העבודה שבוצעה במסגרת תת הצוות, כולל הממצאים וההמלצות המפורטות.





חסמי רגולציה נוספים, והמלצות לפעילות להסרתם

כל שרשרת ייצור הדירות נשענת על מערכת רגולטיבית של חוקים, תקנות, תקנים ונהלים המסדירים את התכנון והביצוע של הבניה למגורים. מערכת זו נבנתה לאורך השנים על בסיס שיטות הבניה הקונבנציונאליות, כך שלעיתים קרובות היא אינה תואמת לבניה מתועשת.

היבטי תכנון:

מערכת התכנון הינה חלק מהמערכת הרגולטורית אשר הותאמה לאורך השנים לבניה קונבנציונאלית. בצד היבטים רגולטוריים-סטטוטוריים של מערכת התכנון, גם היבטים הנוגעים לתפיסה התכנונית-עיצובית של המבנה והיבטים הנוגעים לציפיות לקוחות הקצה מהדירה מוסיפים חסמים לתיעוש:

1. סטטוטוריקה

לעיתים דרישות התב"ע (תכנית בניין עיר) מקשים על יישומה של בנייה מתועשת. דוגמא נפוצה לכך נמצאת בדרישת חיפוי אבן לבניינים ברשויות רבות.

2. צורת המבנים

ככל שהצורה הגיאומטרית של המבנה תכלול רכיבים זהים רבים יותר כך היא תתאים יותר לתיעוש ואפשר יהיה לחסוך בהוצאות ייצור הרכיבים. לעתים תנאי האתר או דרישות התכנון החלות עליו מחייבים מבנים שצורתם אינה מאפשרת שימוש ברכיבים זהים ולכן התיעוש בהם אינו כדאי. עם זאת, ככל שתחום תיעוש הבנייה מתקדם יותר, כך מתאפשר שימוש במגוון רב יותר של רכיבים.

3. שינויי דיירים

חברות הבנייה והיזום מתמודדות עם שוק תחרותי ומתוחכם. הדבר מכריח את חברות הבניה להיענות לבקשות של שינויי דיירים. השינויים מתייחסים בדרך כלל למיקום המחיצות ולעיתים למיקום החדרים הרטובים כך שהם מונעים חלק מפתרונות התיעוש בעיקר טכנולוגיות הנוגעות למחיצות הפנים ולחיפויים.

התאמת מכרזים:

צורת מכרזים, הן פרטיים והן ציבוריים, מהווה קושי לקבלנים הרוצים לעבור לשיטה המתועשת מכיוון שבמקרים רבים המתכננים מטעם היזם מפיקים תוכניות לפי השיטה הקונבנציונאלית כברירת מחדל. ניתן להתגבר על המגבלה על ידי חקיקה מתאימה. בהחלטת הממשלה מס' 2467 משנת 2002 נקבע במפורש כי: "משרדי ממשלה, רשויות מקומיות וחברות ממשלתיות לא יטילו מגבלות על השימוש בשיטות מתועשות במכרזים המפורסמים על ידם".



המלצות

1. עידוד תיעוש במסגרת מכרזי קרקע שמבצעת המדינה

מהות ההמלצה -

גיבוש כללים שיעודדו תיעוש במכרזי קרקע שמבצעת המדינה, כולל בנייה מרקמית באמצעות פלדה דקת דופן או בנייה טרומית

המשרדים האחראיים -

משרד הבינוי והשיכון, משרד האוצר ורשות מקרקעי ישראל

תכנית העבודה ליישום -

השלמת הכנת הכללים ברבעון שני של שנת 2016

שילוב שיקולי
תיעוש בשלבי
התכנון והשיווק

2. צמצום דרישות העלולות להקשות על בניה מתועשת בתכניות בניין עיר ובשלבי קבלת היתר

מהות ההמלצה -

גיבוש הנחיות מנכ"ל בנוגע לדרישות תב"ע ולדרישות במתן היתר בניה, בכל הקשור להיבטים המונעים אפשרות ליישום בניה מתועשת

העלויות הנדרשות - 6 מ' ש

המשרד האחראי -

משרד האוצר- מינהל התכנון

תכנית העבודה ליישום -

פרסום הנחיות מנכ"ל בנושא עד סוף רבעון שלישי של שנת 2016



סיכום עיקרי הפרק

הנושאים בעלי הפוטנציאל להורדת עלויות וקידום תיעוש

באמצעות שינויים בתקינה הם:

✓ אימוץ תקינה אירופאית בתחום תכן הבנייה

✓ מדיניות התכנון בשלטון המקומי

✓ תקן ת"י 4466 - פלדה לזיון בטון

✓ סכימות לאספקת מים לצורכי בטיחות אש

✓ תקן ת"י 1045 - בידוד תרמי של מבני מגורים

לגבי כל אחד מהנושאים מפורטים בפרק תמונת המצב, התועלות, וההמלצות לתכנית היישום.

נושאים נוספים בתחום הרגולציה, בהם נדרש לטפל:

✓ עידוד תיעוש במסגרת מכרזי קרקע שמבצעת המדינה

✓ צמצום דרישות העלולות להקשות על ביצוע בנייה מתועשת, בתכניות בניין עיר ובשלבי קבלת ההיתר

פ ר ק

07

**תנאי הסביבה
שיאפשרו השגת
היעדים**

מודעות כלל הגורמים לתועלות הבניה המתועשת

מודעות הציבור

הבנייה המתועשת מאפשרת בנייה איכותית הרבה יותר בהשוואה לבנייה המסורתית. עם זאת הציבור הישראלי מפקפק ביכולותיה בעיקר כאשר מדובר בבנייה למגורים. ספקנותו נובעת בעיקר מן הניסיון השלילי שחווה בשנות החמישים והשישים כאשר גורמים חסרי ידע בבנייה מתועשת עסקו בכך.

מאפייני הבנייה נתפשים כמגדירים את רמת הביטחון של המתגוררים בה - הן מבחינת שמירה על ערך הנכס והן מבחינת התפקוד היומי. הבנייה בבלוקים, לדוגמא, מהווה קוד בו משתמשים אנשי שיווק והקונים על מנת להקנות מסר של ביטחון ואיכות (למשל: הגנה מרטיבות, רעש, חום קור). בסקר שבחן עמדות כלפי בניה מתועשת עלה כי הציבור מסייג מהרעיון ומחזיק עמדות שליליות כלפי קירות חיצוניים ופנימיים מתועשים. ההתנגדות היא לא רק למושג "בניה מתועשת" (שחופפת בעיני הציבור לבניה טרומית למרות שהשיטות הינן מגוונות), אלא לשיטות הבניה החלופיות לשיטת הבלוקים. הציבור הישראלי מעדיף את הבלוקים הן עבור קירות חיצוניים והן עבור קירות פנימיים, בעיקר בשל חוסר ידע מספיק בתחום. הקונה והמשווק לא מודעים ליתרונות העמידות של קירות מתועשים על פני קירות בלוקים, ואינם מודעים לטכנולוגיה המאפשרת בידוד טוב יותר. מעבר לכך - הציבור רואה את הבניה המתועשת כ"פתרון מהיר וזול לקבלן ומאפשר לקבלנים להגדיל את הרווחים על חשבון בטחון הציבור".

ציבור הקונים אינו מודע ליתרונות של המוצרים הטכנולוגיים ועל כן אינו יוצר דרישת קצה. מצד שני אנשי השיווק אינם מודעים ליתרונות של הבניה המתועשת. לחילופין, אין לחברות הבניה ולאנשי השיווק תמריץ להתמודדות עם התדמיות הני"ל על ידי חשיפת הציבור לשיטות החדשות. בגלל קשיי השיווק לצרכן הישראלי, היתרון הכלכלי של הבניה המתועשת אינו תמיד ברור גם לחברות הגדולות, בעוד שהחסרונות השיווקיים שלה ברורים להן.

מודעות היזמים והקבלנים

כפי שהוצג בפרק המיכון, בחירה בשיטות הבניה המתבצעת בשלבים המוקדמים של התכנון יכולה להביא למימוש תועלות מהותיות של הבניה המתועשת. כיוון שכך, הגורם שנדרש להחליט לגבי בניה בשיטות מתועשות הינו היזם.

בפועל, המועד בו מתקבלת ההחלטה לגבי שיטת הבניה, הינה לרוב בשלב מרכז הקבלנים או על ידי קבלן המשנה המבצע את הבניה, אשר לצורך יישום שיטות מתועשות נדרש לזמן התארגנות, רכישת ציוד ולרוב עלות הביצוע הישיר ללא כל חסכון. לפיכך, היתרונות של הבניה המתועשת אינם באים לידי ביטוי בחישוב הכללי של קבלן השלד למול הקבלן הראשי.

כיום, היזמים והקבלנים הקטנים והבינוניים, העוסקים בבניה מרקמית ונמוכה, אינן מודעים בחלקם הגדול לתועלות הבניה המתועשת. הגברת המודעות של היזמים ושל הקבלנים לתועלות הבניה המתועשת, וההיכרות שלהם עם השיטות והטכנולוגיות של התיצוע, הינם הכרחיים לטובת קבלת ההחלטה שהבניה תהיה בשיטה מתועשת, בעיקר בבניה המרקמית והנמוכה.

מעבר למהלך הגדול של הקמת שכונות חדשות במתכונת "תכנן ובנה", בהיקפים גדולים ובשיטות בניה מתקדמות, שיביא באופן מיידי להגברת המודעות של כלל הגורמים בענף לאפשרויות שיש בתיצוע ולתועלות שהוא מביא איתו, נדרש לבצע מהלכים משלימים למול הגורמים השונים:

המלצות להגברת המודעות של כלל הגורמים בענף לתועלות הבניה המתועשת

1. שילוב מערכי לימוד בנוגע לבניה מתועשת במסגרת תכניות הלימודים במוסדות האקדמיים

מהות ההמלצה -

הכנת מערכי שיעור מתאימים ללימודי הנדסה אזרחית, אדריכלות ותכנון, והעברתם לידי מרצים במוסדות הלימוד הרלבנטיים

העלויות הנדרשות - הערכה של כ- 0.75 מ' ש" לייצירת מערכי שיעור מתאימים

המשרד האחראי - משרד הבינוי והשיכון

תכנית העבודה ליישום -

גיבוש מערכי שיעור מתאימים עד סוף רבעון שני של שנת 2016

הטמעת מערכי השיעור בתכניות הלימודים החל מאוקטובר 2016

הגדלת הידע והמודעות לתועלות ולאפשרויות הבניה המתועשת בקרב הגורמים השונים בענף הבניה

המלצות להגברת המודעות של כלל הגורמים בענף הבניה לתועלות הבניה המתועשת

2. קיום כנסים והשתלמויות להגברת המודעות של יזמים וקבלנים, מתכננים ואדריכלים, מהנדסים ומנהלי פרויקטים

מהות ההמלצה -

קיום כנסים מקצועיים והשתלמויות ייעודיות, בהובלה ממשלתית ובשיתוף עם התאחדות בוני הארץ והתאחדות התעשיינים, להכרות עם שיטות הבניה מתועשת והתועלות של השימוש בה.

העלויות הנדרשות -

הערכה של כ- 0.5 מ' ש"ל לקיום סדרת כנסים והשתלמויות הכוללת, בין היתר

- כנס שנתי בינלאומי שמציג שיטות בניה מתועשות
- כנס אקדמי העוסק בתכנון בראיית תיעוש
- כנסים והשתלמויות ליזמים ולקבלנים המציג שיטות תיעוש ותועלותיהן, ודרכים ליישום תיעוש בבניית בניה מרקמית וצמודת קרקע
- השתלמויות למהנדסים בנושאי תקינה ותיעוש
- השתלמויות למתכננים ולאדריכלים באגפי ההנדסה ברשויות המקומיות ובגופי התכנון המחוזיים והארציים, בנוגע לתכנון בראיית תיעוש

המשרד - האחראי - משרד הבינוי והשיכון

תכנית העבודה ליישום -

ביצוע כנס או השתלמות אחת לחודש לפחות, החל מחודש מרץ 2016

1. קיום קמפיין תקשורתי לשינוי תפיסת הצרכנים את הבניה המתועשת

מהות ההמלצה -

כיום נתפשת בניה מתועשת (בדגש על בניה טרומית) בקרב רבים באוכלוסיה כבניה פחות איכותית, לא כל שכן בניה מבוססת פלדה, שאינה מוכרת בישראל.

נדרש לקיים קמפיין תקשורתי שיביא לשינוי התפישה של הבניה המתועשת, בדומה לתפישה הקיימת כיום בעולם.

העלויות הנדרשות - הערכה של כ- 0.5 מ' ש"ל

המשרד האחראי - משרד הבינוי והשיכון

תכנית העבודה ליישום -

גיבוש תכנית עבודה ודרישות תקציב לקיום קמפיין תקשורתי - עד סוף רבעון ראשון של שנת 2016

שינוי תפיסת
הצרכנים
את הבניה
המתועשת

מודל כלכלי שיאפשר עידוד בניה מתועשת

על מנת שתתקיים בניה מתועשת בהיקף גדול יותר, נדרש לעודד ולתמרץ את הגורמים השונים בענף - לרכוש ציוד ומכונות, להכשיר עובדים בשיטות בניה מתועשות, ועוד.

על מנת לקיים תמריץ אפקטיבי, נדרש לייצר מודל כלכלי שיאפשר, מצד אחד, תועלות משקיות - כלומר החיסכון המשקי שיושג מהגברת התיעוש יהיה גבוה מאשר היקף ההשקעות של המדינה בהגברת התיעוש, ומצד אחר - יציג כדאיות כלכלית ליוזמים, לקבלנים ולספקי הטכנולוגיות בענף להיכנס לתחום התיעוש.

בבחינת התועלות בראיה משקית (ראה נספח א') - מוצג חיסכון שנתי שיכול להגיע עד כ- 1.5 מיליארד ₪ בשנה, כתלות בהיקפי התיעוש ובמידת ההטמעה של טכנולוגיות בניה מתקדמות, בעוד שההשקעות הנדרשות לטובת השגתו נאמדות במאות בודדות של מיליוני ₪ בשנה, בהתאם להמלצות ולתכנית העבודה המוצגת.

בראיית היוזמים והקבלנים, ניתן לחסוך כ- 50,000 ₪ בעלויות הבניה של כל יחידת דיור, בבניה מתועשת המתחילה כבר בשלבי התכנון ועד להשלמת בנית השלד. כפי שצויין בהמלצות בפרק המיכון, לטובת תמרוץ היוזמים והקבלנים הבינוניים והקטנים לעבור לתיעוש, אנו מעריכים שתקצוב של 20,000 ₪ לכל יח"ד שנבנתה בבניין מרקמית ונמוכה בשיטה מתועשת, במהלך חמש השנים הבאות, כדאי כלכלית בראיה לאומית, ויסייע בהגדלת המודעות לתועלות השיטה בקרב מקבלי החלטות הרלבנטיים.

מצ"ב נספח א' - אומדני התועלות מהשגת יעדי התיעוש, המציג את המודל הכלכלי התומך.

פ ר ק

08

**היעדים המוצעים
והמלצות לדרכי
פעולה להשגתם**

עקרונות בגיבוש מדדי ההצלחה להשגת היעדים

במסגרת גיבוש הדרכים להשגת היעדים, החלטנו שהדרך הנכונה הינה להגדיר את מדדי ההצלחה, ובהתאם את דרכי הפעולה להשגתם, בשלושה טווחי זמן:

הטווח הקצר - עד סוף שנת 2017

הטווח הבינוני - עד שנת 2020

הטווח הארוך - עד שנת 2030

בכל אחד מטווחי הזמן הגדרנו בשלב הראשון את מדדי ההצלחה להשגת ארבעת היעדים, את ההישג הנדרש, לאור תמונת המצב הקיים והמגמות בענף ואת הדרכים להשגתו. בהמשך לכך, הגדרנו מדדי עזר להשגת היעדים, בהיבט של רמת התיעוש אליה אנו שואפים להגיע בכל אחד מטווחי הזמן.

אנו מעריכים כי לטובת השגת שינוי משמעותי יידרשו מספר שנים. בהתאם לכך, היעדים המשמעותיים הוגדרו בטווח הארוך, כשבטווח הזמן הבינוני (עד שנת 2020) אנו צופים שיורגש שינוי בעקר במשך הבניה הממוצע.

מדדי ההצלחה
להשגת ארבעת
היעדים

טבלה 12 | מדדי ההצלחה שהגדרנו להשגת היעדים הם

מדדי ההצלחה			פירוט המדד	היעד
2030	2020	2017		
20%	10%	-	צמצום עלויות הבניה הממוצעות של השלד	מחיר הדירה
16 חודשים	22 חודשים	26 חודשים	משך הבניה הממוצע של יחידת דיור	משך הבניה
30%	10%	-	שיעור הירידה בהיקף התקציב הממוצע המוקצה לשלב הבדק	איכות הבניה
105%	75%	68.5%	שיעור ממוצע פריון העבודה בענף הבניה מתוך הממוצע במדינות ה-OECD	פריון העבודה בענף הבניה

היעדים המוצעים והמלצות לדרכי פעולה להשגתם

עקרונות בגיבוש מדדי ההצלחה להשגת היעדים

כתפישה, אנו מצפים כי בטווח הקצר נצליח, באמצעות יישום המלצות העבודה, להגדיל את המודעות לתועלות הבניה המתועשת ולהגדיל את תפוקות הענף באופן משמעותי באמצעות הקמה של שכונות שלמות במתכונת "תכנן ובנה", ולבלום לבלום את הירידה בפריזון העבודה, באמצעות הגדלת היקפי כוח האדם המיומן בבניה מתועשת. כל שאר הפעילויות שיותנעו במהלך השנה הקרובה יחלו להשפיע, להערכתנו באופן מהותי החל משנת 2018 ואילך, כלומר בטווח הבינוני והארוך.

המהלכים שנדרש להתניע בהקדם האפשרי לטובת השגת היעדים בטווחי הזמן השונים הם:

- ייזום מהלכים גדולים שיביאו לזירוז ההטמעה של התיעוש, במקביל להגדלת התפוקות של ענף הבניה לדירור:
 - הקמת שכונות שלמות, במתכונת תכנן ובנה, בהיקפים גדולים ובשיטות בניה מתקדמות
 - עידוד תיעוש במכרזי קרקע שמשווקת המדינה
 - הבאת חברות זרות העוסקות בבניה מתועשת
- מהלכים שיותנעו באופן מיידי ויביאו לתוצאות **בטווח הקצר** (2016-2017):
 - תכנית חירום להכשרת כ"א מיומן בענף הבניה במקצועות הקריטיים (בדגש על מנהלי עבודה, קבוצות עבודה בבניית שלד ומפעילי עגורנים)
 - הקמת מכון לאומי למקצועות הבניה ומרכז ידע לתיעוש הבניה
 - הגדלת מספר העובדים הזרים (מהלך המתבצע כיום)
- מהלכים שיותנעו באופן מיידי ויביאו לתוצאות **בטווח הבינוני** (2018-2020):
 - תמרוץ תקציבי לקבלנים לשימוש בשיטות מתועשות
 - סיוע לקבלנים בהשקעות הון בצידוד
 - קידום תכנון המאפשר תיעוש
 - התאמת התקינה כך שתצמצם חסמים העומדים בפני בניה מתועשת
- מהלכים שיותנעו באופן מיידי אך התוצאות שלהם יבאו לידי ביטוי רק **בטווח הארוך**:
 - בחינת האפשרויות והמשמעויות לאימוץ טכנולוגיות חדשות
 - הטמעת מתודולוגיה וסטנדרטים של BIM בתכנון ובבניה בישראל

מדדי ההצלחה			מצב קיים	סוג הבניה
2030	2020	2017		
100%	100%	100%	100%	רבי קומות ומגדלים
90%	75%	60%	56%	בניה מרקמית 7-9 קומות
75%	55%	40%	35%	בניה מרקמית 3-6 קומות
75%	60%	45%	40%	בניה צמודת קרקע

טבלה 13 |
מדד עזר -
רמת התיעוש הרצויה
בסוגי הבניה השונים

מדד עומק התיעוש

רקע

בשנת 2004 הכין משרד הבינוי והשיכון עבודה שמטרתה לקבוע "מדד עומק תיעוש הבניה למגורים"⁵⁰. עבודה זו נשענה על סקר טכנולוגיות בניה למגורים שנערך על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה שנתיים קודם לכן.⁵¹ מדד עומק התיעוש הינו כלי שמטרתו לקבוע את אחוז החסכון בכח אדם בעקבות שימוש בטכנולוגיות מתועשות לעומת מצב בו כל רכיבי הבניה היו מבוצעים בטכנולוגיות הקונבנציונאליות ביותר. באמצעות המדד ניתן לנקד כל מבנה, לבצע בחינה לפי חיתוכים לסוגי מבנים ואף לנקד את עומק התיעוש הכללי בענף. כך למשל, בסקר שנערך ב-2004 הסתבר שמדד עומק התיעוש היה 0.169. כלומר בשנת 2004 הענף משתמש בטכנולוגיות שחוסכות 16.9% מכח העבודה שהיה נדרש לבצע את אותן עבודות בשיטות הקונבנציונאליות. פוטנציאל התיעוש הכללי נכון לשנת המדגם היתה 0.41, כלומר במידה ובכל המבנים שנבנו באותה שנה היו מיושמות הטכנולוגיות המתקדמות ביותר היו נחסכות 41% מתשומות העבודה ביחס לשיטות הקונבנציונאליות. בסיס הנתונים ששימש לקביעת המדד אפשר לפלח את התוצאות ולקבוע מדד נפרד בחיתוכים שונים, למשל למבנים מסוגים שונים (למשל על פי גובה או על פי שטח הבניה) או לרכיבים ספציפיים (למשל לריצוף או לשלד). בשנת 2008 ביצעה הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה סקר נוסף⁵², אולם סקר זה לא לווה בנייתו לקביעת מדד עומק התיעוש.

מדד עומק התיעוש, ככל שיתבסס על נתונים אשר יאספו באופן תדיר ויקבע במתודולוגיה קבועה יכול לשמש ככלי רב ערך הן למעקב אחר השינויים וההתפתחויות בענף הבניה מבחינת שימוש בטכנולוגיות בניה מתועשות והן ככלי אובייקטיבי המאפשר לבחון בניין ספציפי לצורך תמרוץ או מתן מענקים לעידוד שימוש בטכנולוגיות תיעוש.

⁵⁰ מדד עומק תיעוש הבניה למגורים, משרד הבינוי והשיכון, נובמבר 2004.

<http://www.moch.gov.il/SiteCollectionDocuments/research/r0001.pdf>

⁵¹ סקר טכנולוגיות בנייה בישראל- מבנים בבניה בסוף 2002, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אוגוסט 2004.

<http://www.cbs.gov.il/publications/bltc1221/intbltch.pdf>

⁵² סקר טכנולוגיות בנייה למגורים בישראל 2008, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מרס 2014.

http://www.cbs.gov.il/publications14/1556/pdf/h_print.pdf

המלצות

מהות ההמלצה -

קיום סקר דו שנתי על ידי חברה מתמחה או על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה לבחינת טכנולוגיות בניה למגורים שעל בסיסו יקבע מדד עומק תיעוש. המדד יציג תמונה עדכנית של רמת התיעוש בענף הבניה למגורים. חישוב המדד יעשה תוך התייחסות לשינוי ולעדכון בטכנולוגיות הבניה הקיימות ותוך שינוי משקולות הרכיבים השונים. בדומה לנעשה בתחום הבניה הירוקה, ניתן יהיה להסמך את מכון התקנים או חברות בקרה לבדיקת רמת התיעוש בבניין ספציפי בהתאם להגדרות המדד, תוך התייחסות לשיפור הנדרש ביחס לקו בסיס שיקבע על מנת שהבניין יזכה במענק או הטבות כלשהו הניתנות כתמרוץ לתיעוש.

העלויות הנדרשות - טרם נאמדו.

המשרד האחראי - משרד הבינוי והשיכון.

תכנית העבודה ליישום -

בשלב הביניים, עד להשלמת סקר וקביעת מדד עומק התיעוש יש לגבש קריטריונים זמניים ומנגנון בקרה, על בסיס מנגנוני בקרה קיימים עד סוף הרבעון הראשון של שנת 2016.

השלמת סקר טכנולוגיות בניה למגורים עד סוף הרבעון השני של שנת 2016.

חידוש העבודה לקביעת מדד עומק התיעוש וביצועה בפועל עד סוף שנת 2016.

קביעת מנגנון בלתי תלוי לניקוד בניינים ספציפיים בהתאם למדד והסמכת מכון תקנים/חברות בקרה לביצועו עד סוף 2016.

פ ר ק

09

ההמלצות
ותכנית עבודה
ליישומן

סיכום ההמלצות ותכנית העבודה ליישומן

טבלה 14 | תכנית העבודה המוצעת ליישום ההמלצות

מרכיב	המלצה	גורם אחראי	אבני דרך	ליווי לסיום	עלות
מהלכים מרכזיים	בניית שכונות שלמות במתכונת "תכנון ובנה" בהיקפים גדולים ובישיות בניה מתקדמות	משרד הבינוי והשיכון	יציאה לשיווק	רבעון 4, שנת 2016	ללא עלות
	גיבוש כללים שיעודדו תיעוש במרכזי קרקע שמשווקת המדינה	משרד הבינוי והשיכון, רמ"י ומשרד האוצר	אישור הכללים	רבעון 2, שנת 2016	ללא עלות
	הבאת חברות ביצוע זרות	משרד הבינוי והשיכון	יציאה למכרז הגעת חברת ביצוע ראשונה	יולי 2016 ינואר 2017	טרם נאמדה
תכנית חירום להכשרת כ"א מיומן בענף הבניה	הכשרת קבוצות עבודה קיימות בשלד לעבודה בשיטות מתועשות	משרד הבינוי והשיכון ומשרד הכלכלה, משרד האוצר והתאחדות בוני הארץ	גיבוש תכנית מתאימה, כולל מענה לסוגיית הבקרה, בשיתוף עם משרד הבינוי והשיכון ומשרד האוצר	רבעון 1, שנת 2016	13 מ' ש בשנה למשך 5 שנים
			הפעלת התכנית	רבעון 2, שנת 2016	
	הכשרת עובדי שלד חדשים		סיכום והפעלת תכנית ההכשרה של עובדים חדשים בענף הבניה, בתאום עם הקרן לעידוד ענף הבניה	לרבעון 1, שנת 2016	90 מ' ש (תוקצבו בעבר)
	הכשרה מקוצרת של 500 מנהלי עבודה בשנה למשך 5 שנים		גיבוש תכנית מתאימה, בשיתוף עם משרד הבינוי והשיכון ומשרד הכלכלה	רבעון 1, שנת 2016	4.5 מ' ש בשנה, למשך 5 שנים סה"כ 22.5 מ' ש
			הפעלת התכנית	רבעון 2, שנת 2016	
	הכשרת עובדי בניה קיימים וחדשים למקצוע עוזר מנהל עבודה		גיבוש תכנית מתאימה והגדרת תנאי סף להכשרת עוזרי מנהלי עבודה, בשיתוף עם משרד הבינוי והשיכון	רבעון 1, שנת 2016	ללא עלות
הפעלת תכנית ההכשרה לעוזרי מנהלי עבודה		רבעון 2, שנת 2016			

מרכיב	המלצה	גורם אחראי	אבני דרך	ל"ז לסיום	עלות
תכנית חירום להכשרת כ"א בענף הבניה	הכשרת 100 מפעילי עגורן צריח בשנה למשך 5 שנים		גיבוש תכנית שתיתן מענה לצורך בהגדלת מספר מפעילי עגורן צריח בבניה גבוהה ומירקמית בשנים הקרובות	רבעון 1, שנת 2016	900,000 ₪ בשנה, למשך 5 שנים, סה"כ 4.5 מ' ₪
			תקצוב התכנית והפעלתה	רבעון 2, שנת 2016	
	הכשרת מפעילי מנוף נייד, ו/או משאיות מנוף, לטובת בניה מתועשת צמודת קרקע, ובבניה מרקמית נמוכה	משרד הכלכלה, בעיתוף עם משרד התחבורה, משרד הבינוי והשיכון	גיבוש תכנית מתאימה, להכשרה קצרה שתאפשר הפעלת משאיות מנוף או מנוף נייד, לטובת בניה מתועשת בבניינים נמוכים	רבעון 2, שנת 2016	ללא עלות
			הפעלת התכנית	רבעון 3, שנת 2016	
	הקמת מכללה לאומית למקצועות הבניה	משרד הבינוי והשיכון ומשרד הכלכלה, משרד בעיתוף עם משרד התחבורה, משרד הבינוי והשיכון	גיבוש תכנית להקמת המכללה, בעיתוף עם התאחדות בוני הארץ תקצוב התכנית והפעלתה	רבעון 1, שנת 2016	טרם נאמדו
			תקצוב התכנית והפעלתה	רבעון 3, שנת 2016	

תמרוץ קבלנים למעבר לתיעוש בניה מרקמית ונמוכה	תגמול קבלנים ב- 20,000 ₪ עבור כל יח"ד שנבנתה בשיטה מתועשת בבניה מרקמית וצמודת קרקע	משרד הבינוי והשיכון	הגדרת קריטריונים שיכירו בבניה כבניה מתועשת	רבעון 1, שנת 2016	40 מ' ₪ בשנה, למשך 5 שנים, סה"כ 200 מ' ש"ח
			סיכום מנגנון בקרה, על בסיס גופי הבקרה הקיימים כיום	רבעון 1, שנת 2016	
			סיכום התכנית ותקצובה	רבעון 2, שנת 2016	
			הפעלת התכנית	רבעון 3, שנת 2016	
12 מ' ש"ח	סיוע במימון ציוד לתיעוש, לקבלנים קטנים ובינוניים, במסגרת קרן ערבות מדינה, במסלול ייעודי בהיקף ערבות גבוה לתקופה של 10 שנים	משרד הכלכלה (בעיתוף עם משרד הבינוי והשיכון)	הגדרת השיטות והציוד להם יינתן מענה - על ידי משרד הבינוי והשיכון	רבעון 1, שנת 2016	
			אישור השימוש בכספי קרן ערבות מדינה	רבעון 4, שנת 2015	
			פרסום ושיווק הערוץ לקבלנים - על ידי משרד הבינוי והשיכון	רבעון 2, שנת 2016	
ללא עלות	מתן אישור פחת מואץ לציוד הנדסי לתקופה קצובה	משרד האוצר (בעיתוף עם משרד הבינוי והשיכון)	הגדרת תנאי התכנית ובחינת המשמעויות בהיבטי רגולציה	רבעון 1, שנת 2016	ללא עלות
ללא עלות	קביעת מדד עומק תיעוש על בסיס סקר טכנולוגיות בניה	משרד הבינוי והשיכון (בשיתוף הלמ"ס)	השלמת סקר טכנולוגיות בניה למגורים	רבעון 2, שנת 2016	
			ביצוע עבודה לקביעת מדד עומק התיעוש	רבעון 4, שנת 2015	
			הגדרת קריטריונים קבועים ומנגנון בקרה	רבעון 4, שנת 2015	

סיכום ההמלצות ותכנית עבודה ליישומן יעדים

ההמלצות ותכנית עבודה ליישומן יעדים

מרכיב	המלצה	גורם אחראי	אבני דרך	לוח לסיים	עלות
הגברת המודעות של כלל הגורמים בענף לתועלת הבניה המתועשת	שילוב מערכי לימוד בנוגע לבניה מתועשת, במסגרת תכניות הלימודים במוסדות האקדמיים	משרד הבינוי והשיכון	בניית מערכי שיעור מתאימים	רבעון 2, שנת 2016	0.75 מ' ש"ח
			הטמעת מערכי השיעור בתכניות הלימודים	רבעון 3, שנת 2016	
	קיום כנסים והשתלמויות להגברת המודעות של יזמים וקבלנים, מתכננים ואדריכלים, מהנדסים ומנהלי פרויקטים	משרד הבינוי והשיכון	גיבוש תכנית עבודה שנתית, בשיתוף עם הגורמים השונים	רבעון 1, שנת 2016	0.5 מ' ש"ח
			הפעלת התכנית, בקצב של לפחות כנס / השתלמות אחת בחודש	רבעון 2, שנת 2016	
	קיום קמפיין תקשורתי לשינוי תפישת הצרכנים את הבניה המתועשת	משרד הבינוי והשיכון	גיבוש תכנית עבודה ודרישות תקציביות לקיום הקמפיין	רבעון 1, שנת 2016	0.5 מ' ש"ח בשנה
			תקצוב והפעלת הקמפיין	רבעון 2, שנת 2016	
צמצום חסמי רגולציה	אימוץ תקינה אירופאית בתחום תכן הבניה	משרד הכלכלה - על התקינה	כתיבת טיוטות לפרקים הרלבנטיים ואישורן בוועדה רב תחומית	רבעון 1, שנת 2017	6.3 מ' ש"ח
			הפצת הטיוטות לבקרת הציבור	רבעון 2, שנת 2017	
			טיפול בהערות הציבור והכנת נוספח סופיח לתקנים	רבעון 3, שנת 2017	
			אישור הצעות תקני ה- Eurocode במכון התקנים	רבעון 4, שנת 2017	
	גיבוש והטמעת המלצות בנוגע לחיפויי אבן	משרד הבינוי והשיכון ומינהל התכנון במשרד האוצר	ליווי התהליך וקידום הפעילות	עד סוף 2017	
			בחינת היתכנות ועדכון תקנות הת"ב לנושא חיפויי אבן	רבעון 1, שנת 2016	
			הקמת צוות היגוי ומימוש המלצות - מסמך עקרונות, רגולציה, מנגנון תמריצים	רבעון 2, שנת 2016	
			הדרכה והטמעת ההמלצות ברשויות המקומיות	רבעון 2, שנת 2016	

מרכיב	המלצה	גורם אחראי	אבני דרך	לוח לסיים	עלות	
צמצום חסמי רגולציה	תקן ת"י 4466 - פלדה לזיון בטון	משרד הבינוי והשיכון ומינהל התכנון	בדיקת היתכנות השימוש בפלדה 500 בחלקים 4 ו-5 לתקן 4466	רבעון 1, שנת 2016	6.3 מ' ש"ח	
		משרד הכלכלה - הממונה על התקינה	הכנת נוסח סופי לתקן	רבעון 1, שנת 2016		
		משרד הכלכלה	אישור התקן	רבעון 3, שנת 2016		
	רשות הכבאות	רשות הכבאות	עדכון הנחיות הנציב לאישור השימוש בסכימות	רבעון 1, שנת 2017		
		מינהל התכנון	גיבוש המלצה אודות דיווח על לחצי מים בשלב בקשת המידע להיתר	רבעון 1, שנת 2017		
		משרד הבינוי והשיכון, רשות הכבאות ורשות המים	הקמת צוות עבודה בנושא הגדלת לחץ המים ברשת הארצית	רבעון 3, שנת 2017		
		משרד הבינוי והשיכון, רשות הכבאות ורשות המים	הגדרת המלצות בנושא הגדלת לחץ המים ברשת הארצית	רבעון 4, שנת 2017		
	בידוד תרמי של מבני מגורים	משרד הכלכלה - הממונה על התקינה	רשות המים	עדכון תכנית האב		רבעון 4, שנת 2017
			משרד הכלכלה - הממונה על התקינה	הארכת תוקף גיליון תיקונים מס' 2 (יולי 2014)		מייד
			משרד הכלכלה - הממונה על התקינה	הכנת עדכון תקן לפתרון בעיית גשרי הקור		רבעון 2, שנת 2016
המלצות נוספות	הטמעת השימוש במתודולוגיית BIM בענף הבניה	משרד הבינוי והשיכון	גיבוש תכנית להטמעת מתודולוגיית BIM בענף הבניה, כולל היבטי סטנדרטיזציה, תקינה, הכשרה ועוד	רבעון 1, שנת 2016	טרם נאמדו	
	בחינת דרכים ליישום והטמעה של שיטות בניה באמצעות פרופילי פלדה כבדים	משרד הבינוי והשיכון	בחינת התועלות והמשמעויות של שימוש בטכנולוגיות פלדה בבניה גבוהה, ושל הדרכים ליישום והטמעת שיטות וטכנולוגיות רלבנטיות	סוף שנת 2016	ללא עלות	
	ניתוח צווארי בקבוק צפויים להגדלת היקף הבניה לדיור בשנים הקרובות	משרד הבינוי והשיכון	בחינת המשאבים הנדרשים למול הקיימים לאורך כל "מסלול ייצור הדירה", לזיהוי צווארי בקבוק וחסמים צפויים וגיבוש המלצות להתמודדות	סוף שנת 2016	ללא עלות	



פ ר ק
10

נ ס פ ח י ם

נספח א' - אומדני התועלות מהשגת יעדי התיעוש

על מנת לאמוד את יעדי התיעוש נערך אומדן של היקף הקיצור בלוחות הזמנים, צמצום כ"א, צמצום עלויות אי איכות (המתבטאות בהפרשה לתקופת הבדק). סך החיסכון המצטבר לטווח הבינוני (שנת יעד 2020) עומד על כ-1.5 מיליארד ₪ בהפחתת עלות מימוש התכנית, כ-100 מיליון ₪ לשנה למשך 5 שנים, מדובר על סך חיסכון של כ-מיליארד ₪.

יצוין כי תחשיבים אלה מבוססים על אומדנים כלליים בהתאם להנחות סבירות ואינם כוללים את כלל התועלות שעשויות לצמוח ועלויות הנגזרות מיעדי התוכנית. מומלץ לבחון יעדים אלה במהלך מימוש התוכנית ולתקפם.

1. אומדן תועלות לטווח הבינוני

תחשיב התועלות בטווח הזמן הבינוני, שנת יעד 2020.

יובהר כי תחשיב זה איננו מביא בחשבון את כל העלויות הצפויות לקבלנים בגין אימוץ שיטות עבודה מתועשות:

לכל התקופה	לשנת היעד	בנינים בני 10 קומות ויותר	בנינים בני 7-9 קומות	בנינים בני 3-6 קומות	בנינים בני 1-2 קומות	
5,369	2,684	0	106	154	2,424	סה"כ מבנים
		4	4	4	1	יח"ד בקומה
		17	8	6	1	קומות במבנה מייצג
19,019	9,509	0	3,391	3,694	2,424	סה"כ יח"ד
			3	3	3	חיסכון בזמן למול מצב קיים
		0	318	462	7,273	סה"כ
			100,000	100,000	10,000	תקורת אתר לחודש
301,396,555	150,698,278	0	31,790,398	46,173,884	72,733,995	סה"כ חיסכון תקורה
		18	16	16	6	פועלים
1,122,293,648	561,146,824	0	50,864,637	73,878,215	436,403,972	סה"כ חיסכון בעלויות כ"א

נספח א' - אומדני התועלות מהשגת יעדי התיעוש

לכל התקופה	לשנת היעד	בנינים בני 10 קומות ויותר	בנינים בני 7-9 קומות	בנינים בני 3-6 קומות	בנינים בני 1-2 קומות	
		0	3,391	3,694	2,424	סה"כ יח"ד
57,056,118	28,528,059	0	10,172,927	11,081,732	7,273,400	סה"כ חיסכון בהפרשה לתקופת הבדק
1,480,746,321	740,373,161					סה"כ
500,000,000	100,000,000					עלות התכנית
980,746,321	640,373,161					סה"כ

הערות וביאורים

1. שנת היעד/לכל התקופה | התחשיב מבוצע להיקף התחלות הבניה בשנת היעד (2020). אולם סך התועלות כולל מעבר הדרגתי לתיעוש במהלך השנים עד שנת היעד. לצורך התחשיב נלקח מקדם של 200% על התחלות הבניה בשנת היעד כסך המבנים שיבנו בשיטה מתועשת (כלומר: שנה ראשונה 0% מהיעד, שנה שניה 10%, שנה שלישית 30%, שנה רביעית 60% שנה, חמישית 100% מהיעד)

2. סה"כ מבנים | סך כל המבנים אשר יעברו לבניה מתועשת בשנת יעד 2020

3. חסכון בזמן למול מצב קיים | קיצור זמן בנייה ב-3 חודשי עבודה בהתחשב ברמת התיעוש

4. סה"כ חיסכון בזמן | סה"כ מבנים | חיסכון בזמן למול מצב קיים

5. סה"כ חיסכון תקורה | סה"כ חיסכון בזמן | תקורת אתר לחודש

6. פועלים | מספר פועלים נדרשים להקמת שלד

7. סה"כ חיסכון בעלויות כ"א | סה"כ מבנים | פועלים | חסכון בזמן למול מצב קיים | 20 י"ע לחודש 500 ₪ עלות פועל ליום

8. סה"כ חיסכון בהפרשה לתקופת בדק | סה"כ יח"ד | 500,000 עלות בניה ליח"ד | 3% שיעור ההפרשה מעלות בניה לתיקון ליקויי בניה | 20% שיעור מוערך בהפחתת הצורך בתיקון עלויות בניה מתוך הליקויים במעבר לשיטה מתועשת

נספח ב' - אומדן היקף המבנים שייבנו בבניה מתועשת ובהתאם, צרכי ההכשרה ורכישת התבניות

על מנת לבחון את היקף ההכשרות הנדרשות והיקף רכישת התבניות נערך אומדן להיקף המבנים שייבנו בשיטות המתועשות על בסיס יעדי התיעוש שנקבעו ותחזית גידול בהיקפי הבניה לפי הסוגים השונים של המבנים.

תחזית הגידול בהיקף יח"ד:

התחלות בניה - דירות

סה"כ	בנינים בני 10 קומות ויותר	בנינים בני 7-9 קומות	בנינים בני 3-6 קומות	בנינים בני 1-2 קומות	שנה
31,093	4,918	4,816	8,021	13,338	2005
30,395	4,565	5,291	7,465	13,074	2006
29,961	4,602	3,712	7,293	14,354	2007
31,891	6,160	4,195	6,968	14,568	2008
34,115	7,052	4,353	7,219	15,491	2009
39,112	9,690	6,895	6,934	15,593	2010
45,199	12,120	9,849	7,949	15,281	2011
41,515	10,221	7,946	8,273	15,075	2012
45,402	10,446	10,478	9,385	15,093	2013
43,200	10,133	11,469	7,382	14,216	2014
44,375	10,741	11,928	7,419	14,287	2015
45,605	11,385	12,405	7,456	14,359	2016
46,893	12,069	12,901	7,493	14,430	2017
48,243	12,793	13,417	7,531	14,502	2018
49,516	13,483	13,900	7,565	14,568	2019
50,697	14,131	14,345	7,595	14,626	2020
51,769	14,724	14,747	7,621	14,677	2021
52,562	15,166	15,042	7,641	14,714	2022
53,049	15,439	15,222	7,652	14,736	2023
53,214	15,532	15,283	7,656	14,743	2024
53,296	15,578	15,313	7,658	14,747	2025

נספח ב' - אומדן היקף המבנים שייבנו בבניה מתועשת ובהתאם, צרכי ההכשרה ורכישת התבניות

תחזית הגידול במספר המבנים:

התחלות בניה - בניינים

סה"כ	בניינים בני 10 קומות ויותר	בניינים בני 7-9 קומות	בניינים בני 3-6 קומות	בניינים בני 1-2 קומות	שנה
11,161	79	194	666	10,222	2005
10,638	65	212	717	9,644	2006
11,495	13	216	700	10,565	2007
12,060	129	162	624	11,145	2008
12,763	158	164	644	11,797	2009
13,360	232	180	697	12,251	2010
13,385	283	245	810	12,047	2011
13,258	182	319	835	11,923	2012
13,582	317	333	958	11,974	2013
12,751	217	430	820	11,284	2014
12,633	247	354	752	11,281	2015
12,722	262	368	755	11,337	2016
12,813	278	383	759	11,394	2017
12,906	295	398	763	11,451	2018
12,991	310	412	766	11,502	2019
13,068	325	425	770	11,548	2020
13,137	339	437	772	11,589	2021
13,187	349	446	774	11,618	2022
13,217	355	451	775	11,635	2023
13,227	358	453	776	11,641	2024
13,232	359	454	776	11,644	2025

1. אומדן היקף המחזוריים השנתיים של ביצוע השלד

לצורך אמידת מספר המחזוריים השנתיים של בניית שלד נעשה שימוש באומדן זמן הבניה הכולל לכל סוג מבנה בכל שיטה ולזמן הבניה לשלב השלד בלבד. מתחשיב זה ניתן להעריך את היקף השימוש החוזר באותן תבניות ובאותו צוות פועלים באותה שנה.

זמן בניה כולל (חודשים)

קומות ויותר בני 10	בני 7-9 קומות	בני 3-6 קומות	בני 1-2 קומות	
0	18	15	12	קונבנציונלי
24	15	12	9	מתועש בטון
18	11	9	6	מתועש פלדה

זמן שלד (חודשים)

קומות ויותר בני 10	בני 7-9 קומות	בני 3-6 קומות	בני 1-2 קומות	
0	8	5	4	קונבנציונלי
12	6	4	3	מתועש בטון
10	4	3	1	מתועש פלדה

נספח ב' - אומדן היקף המבנים שייבנו בבניה מתועשת ובהתאם, צרכי ההכשרה ורכישת התבניות.....

2. אומדן הכשרות ורכישת תבניות מתועשות

בהתאם ליעדי התיעוש שהוגדרו נקבע היקף המבנים שיוסבו לבניה מתועשת בתבניות בשנת היעד 2020. התחשיב נעשה על פי היקף המבנים בכל סוג מבנה בחלוקה לאזורים גאוגרפיים (מרכז ופריפריה). מתוך התחשיב עולה כי היקף המבנים שיוסבו לתיעוש באמצעות תבניות יעמוד על כ- 2,600 מבנים.

סה"כ	בנינים בני 10 קומות ויותר	בנינים בני 7-9 קומות	בנינים בני 3-6 קומות	בנינים בני 1-2 קומות	
2,586	0	59	102	2,424	מבנים
	8	6	6	2	מספר פועלים מקצועיים
	10	10	10	4	מספר פועלים לא מקצועיים
	1.00	2.00	3.00	4.00	מחזורים בשנה
1,594	0	178	204	1,212	סה"כ הכשרות
12,753,048	0	1,423,856	1,631,326	9,697,866	עלות הכשרות
670	0	30	34	606	סה"כ סטים
	1,400,000	700,000	700,000	150,000	עלות סט תבניות
135,472,234	0	20,764,568	23,790,172	90,917,494	סך עלות

3. אומדן הכשרות לתבניות אבודות

בהתאם ליעדי התיעוש שהוגדרו נקבע היקף המבנים שיוסבו לבניה מתועשת בתבניות אבודות בשנת היעד 2020. גם כאן, התחשיב נעשה על פי היקף המבנים בכל סוג מבנה בחלוקה לאזורים גאוגרפיים (מרכז ופריפריה). מתוך התחשיב עולה כי היקף המבנים שיוסבו לתיעוש באמצעות תבניות יעמוד על כ-100 מבנים.

סה"כ	בנינים בני 01 קומות ויותר	בנינים בני 7-9 קומות	בנינים בני 3-6 קומות	בנינים בני 1-2 קומות	
99	0	47	52	0	מבנים
	8	6	6	2	מספר פועלים מקצועיים
	10	10	10	4	מספר פועלים לא מקצועיים
	1.00	2.00	3.00	4.00	מחזורים בשנה
244	0	140	104	0	סה"כ הכשרות
1,950,657	0	1,119,376	831,281	0	עלות הכשרות

הערות וביאורים

1. סה"כ מבנים | סך כל המבנים אשר יעברו לבניה מתועשת בשנת יעד
2. מספר פועלים מקצועיים/לא מקצועיים | עובדי שלד על פי סוג המבנה
3. מחזורים בשנה | 12 חודשים לחלק לזמן בניית שלד לסוג המבנה
4. סה"כ הכשרות | סה"כ מבנים | מספר פועלים / למספר מחזורים בשנה
5. סה"כ עלות הכשרות | סה"כ הכשרות | 8,000 ₪ לפועל
6. סה"כ סטים של תבניות | סה"כ מבנים / למספר מחזורים בשנה
7. עלות סט תבניות | עלות סט תבניות לפי סוג המבנה
8. סך עלות | סה"כ סטים של תבניות | עלות סט תבניות

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

רקע

במסגרת עבודת תת הצוות בנושא תקינה, בוצע מיפוי של הרגולציות המהותיות בעלות פוטנציאל השפעה מובחן ובחינתן בהיבטים שונים - הרקע לקביעתן, עלויות ותועלות, פוטנציאל חיסכון וחסמים. המחקר עסק בעיקרו ברגולציה המוטלת מתוקף תקני הבנייה השונים, שכן לתקנים אלה ישנה השפעה גדולה על פרקטיקות הבנייה ומכאן גם על העלויות הנגזרות ממנה.

הנושאים שזוהו כבעלי פוטנציאל להשגת חיסכון בעלויות :

- אימוץ תקינה אירופאית בתחום תכן הבנייה
- מדיניות התכנון בשלטון המקומי
- תקן ת"י 4466 - פלדה לזיון בטון
- סכימות לאספקת מים לצורכי בטיחות אש
- תקן ת"י 1045 - בידוד תרמי של מבני מגורים

החל משנת 2007 מבצע מכון התקנים החלפה של תקנים רשמיים מקוריים בתקנים בין לאומיים, בהתאם להנחיית חוק התקנים, זאת במטרה להסיר חסמי ייבוא ולקדם את התפתחות התקינה בישראל בהתאם להתפתחויות הבינלאומיות בענפים השונים. עם זאת, תקנים רשמיים מחייבים רבים טרם הוחלפו בתקנים בינלאומיים, כאשר תחום בולט בהקשר זה הינו תכן הבנייה.

כיום, על אף שישנם תחומים ספציפיים בתכן הבנייה אשר בהם אומצה התקינה האירופאית (לדוגמת ת"י 414 לעומסי רוח), ככלל טרם נעשה מהלך כולל לאימוץ תקני ה-EUROCODE והתאמת דרישות התקנים הישראליים בתחום זה.

אימוץ תקינה אירופאית בתחום תכן הבניה

לאימוץ התקינה האירופאית בתחום תכן הבנייה מספר יתרונות בולטים:

- שיפור איכות הבנייה בישראל והתאמת פרקטיקות הבנייה לנהוג במדינות המתקדמות בתחום.
- הוזלת מחירי חומרי הגלם על ידי פתיחת השוק לחומרי גלם מיובאים ולשיטות בנייה נוספות, באופן שיאפשר הגברת תחרות.
- תרומה להפחתת עלויות והתייעלות בזמני ביצוע על ידי הקטנת כמויות חומרי הגלם הנדרשים לביצוע (הקטנת מקדמי עומס בהתאם לנהוג בתקינה אירופית, התרת שימוש בחומרי גלם המתירים שימוש בכמויות קטנות יותר וכיוצא בזה).
- שיפור יכולת התאמת תקני הבנייה בישראל לסטנדרטים בינלאומיים באופן שיטתי ויעיל.

לצד יתרונות אלה, ישנם מספר היבטים שיש לשכללם בתהליך אימוץ שיטתי ואפקטיבי:

- טיפול מקיף בתקני תכן הבנייה כמכלול, לצורך הבטחת קוהרנטיות וצמצום פערים פוטנציאליים בהנחיות התקנים.
- התאמת התקנים האירופאים למאפייניה הייחודיים של מדינת ישראל.
- בחינת השפעות אימוץ התקנים על המשק הישראלי וענף הבנייה לצורך זיהוי חסמים והערכות להטמעה (לרבות הערכות התעשיות המקומיות ואנשי המקצוע בענף הבנייה ליישום השינויים).

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

פוטנציאל החיסכון באימוץ התקינה האירופאית

לצורך בחינת פוטנציאל החיסכון הגלום באימוץ תקינה אירופית בתחום תכן הבניה, נעשתה בדיקה עבור מקרה בוחן לפי תקן ת"י 412, הקובע, בין היתר, את מקדמי הביטחון הנדרשים לחישוב עומסי הפלדה במבנים. הבדיקה נערכה עבור מקדמי הביטחון החלקיים למצב גבולי של הרס עבור מרכיב הפלדה לכפיפה, המשמשים לחישוב כמות הפלדה הנדרשת לצורך הבנייה.

א. הנחות עבודה לחישוב פוטנציאל החיסכון:

- להלן ההשוואה בדרישות תקן ת"י 412 לעומת הנדרש בתקן האירופי המקביל EuroCode 2:

EC 2	ת"י 412	מקדם בטחון חלקי
1.35	1.4	עומס קבוע
1.35	1.4	עומס קבוע נוסף
1.5	1.6	עומס שימושי

- מספר התחלות הבנייה הממוצע לשנה: 45,000 יחידות דיור
- גודל דירה ממוצע: 125 מ"ר (כולל שטחי שירות)
- כמות הבטון הממוצעת למ"ר (כולל יסודות): 0.5 מ"ק למ"ר
- כמות הפלדה הנדרשת למ"ק בטון: 130 ק"ג
- שיעור הקטנת השימוש בפלדה לכפיפה כתוצאה מאימוץ התקן האירופאי: 4%. שיעור זה חושב ביחס ישר לשיעור הפחתת העומס כתוצאה משימוש במקדמי ביטחון נמוכים יותר:

$$1 - (1.575 / 1.65) = 0.04$$

עומס אופייני מצב גבולי של הרס בדירת מגורים לפי ת"י 412

עומס אופייני מצב גבולי של הרס בדירת מגורים לפי EC 2

- עלות טון פלדה: ₪ 3,750

ב. חישוב פוטנציאל החיסכון



ג. סיכום פוטנציאל חיסכון:

1. אימוץ מקדמי הביטחון הנדרשים בתקן האירופי בתקן 412, יביאו להפחתת השימוש ברכיב הפלדה בשיעור של כ-4% ולחיסכון של כ-14,600 טון פלדה בשנה. חיסכון זה הינו עבור בנייה למגורים בלבד ואינו כולל חיסכון בבנייה לצורכי תעשייה, מבני ציבור, משרדים וכדומה.
2. המשמעות הכספית של חיסכון זה מוערכת בכ-55 מיליון ₪ בשנה כלל המשק ובכ-1,200 ₪ ליח"ד.
3. בחינה מערכתית כוללת של דרישות התקנים הישראלים בתכן הבנייה ביחס לדרישות תקנים אירופאים, תאפשר חיסכון בהיקפים גדולים יותר.

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

סיכום והמלצות

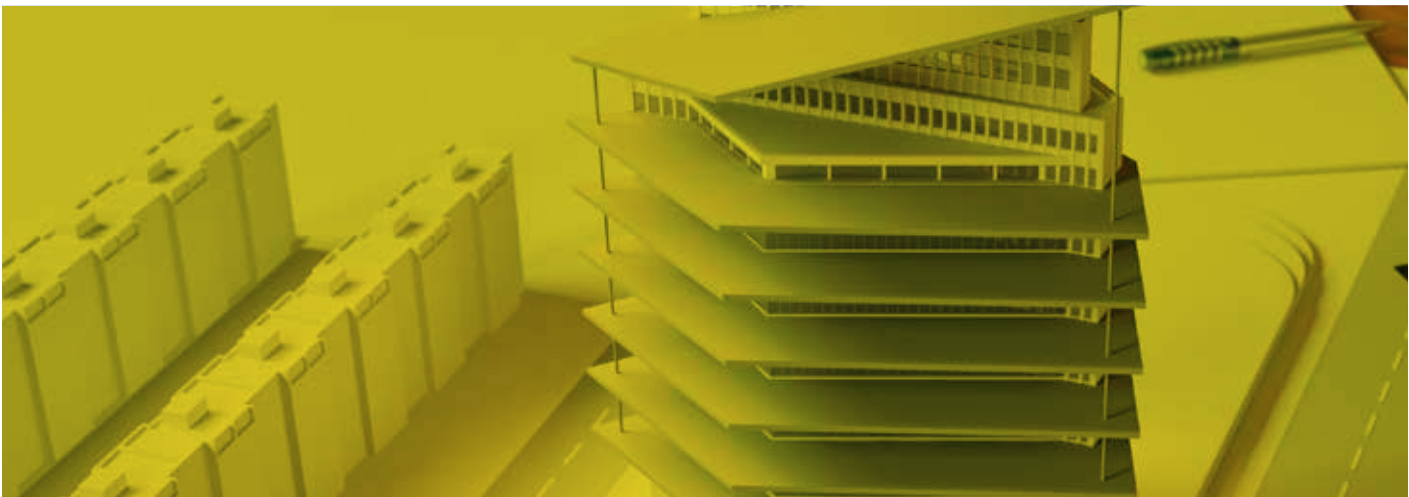
1. משרד הבינוי באמצעות מכון התקנים יוביל פרויקט רוויזיה מקיף לאימוץ תקנים בנושאי הליבה של תכן הבנייה, בהתאם לתוכנית העבודה שנקבעה בשיתוף עם מכון התקנים:

תקנים אירופאים לרוויזיה	תקציר חלות התקן הישראלי	התקן הישראלי
<p><u>EC 1 ו-חלק 1.1 של EC 0 אימוץ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • EN 1990 – Basic of Structural Design • EN 1991-1.1 - Actions on structures: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings 	<p>תקן זה קובע את העומסים האופייניים במבנים. התקן חל על כל סוגי המבנים. התקן אינו חל על גשרים ולא על מבנים ימיים.</p>	412
	<p>תקן זה מיועד לחישוב העומסים הנובעים ממשקלם של חומרי בנייה, של חלקי מבנה ושל חומרים העשויים להיות מוחסנים או מובלים בכניין.</p>	109
<p><u>אימוץ חלק 1.4 של EC 1</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • EN 1991-1.4 - Actions on structures: General actions - Wind actions 	<p>תקן זה דן בקביעת הערכים האופייניים של עומסים הנגרמים על ידי הרוח, שיש להתחשב בהם בתכן של מבנים שלמים ושל חלקיהם. התקן חל על מבנים הכלולים במפת מהירות הרוח הבסיסית בישראל</p>	414
<p><u>אימוץ חלק 1.1 של EC 1</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • EN 1992-1.1 - Design of concrete structures: General rules and rules for buildings 	<p>תקן זה דן בדרישות תכן וביצוע של מבנים או רכיבים מבטון לא מזוין, בטון מזוין, בטון טרום ובטון דרוך, לרבות שיטות החישוב שלהם וכללי התכן. הרכיבים או המבנים שהתקן דן בהם מיוצרים מבטון שנוצק והתקשה במקום ייעודו במבנה, או מבטון דרום</p>	466 חלק 1
<p><u>אימוץ חלק 1.1 וחלק 1.8 של EC 3</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • EN 1993-1.1 - Design of steel structures: General rules and rules for buildings • EN 1993-1.8 - Design of steel structures: Design of joints 	<p>תקן זה דן בתכן ובביצוע בניינים, מבנים ורכיבים עשויים מפלדה מעורגלת, בין שהם משמשים כמבנה קבע ובין שהם משמשים כמבנה ארעי, כגון פיגומים, במות ותמיכות לטפסות. התקן אינו חל על רכיבים דקי דופן מעוצבים בקר ועל מבני פלדה דרוכים.</p>	1225 חלק 1
<p><u>אימוץ חלק 1 של EC 8</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • EN 1998-1 - Design of structures for earthquake resistance: General rules, seismic actions and rules for buildings 	<p>תקן זה דן בתכן עמידות מבנים ברעידת אדמה. דרישות תקן זה חלות על סוגי המבנים המפורטים בסעיף 105.1. אין דרישות תקן זה חלות על סוגי המבנים המפורטים בסעיף 105.2. על מבנים אלה חלות דרישות חמורות יותר.</p>	413

2. הרוויזיה תבוצע ע"י וועדה רב-תחומית שהוקמה בספטמבר 2015, לצורך הנושא במכון התקנים, בליווי יועץ חיצוני ייעודי, שילווה את עבודת הוועדה, בהכנת המסמכים המקצועיים לדיונים.

3. מומלץ כי הפרויקט ילווה בעבודה כלכלית מטעם משרד הבינוי, לבחינת השפעות הרוויזיה על המשק הישראלי, לצורך ניהול סיכונים, זיהוי חסמים והערכות ליישום בפועל. התהליך יבוצע במקביל לעבודת היועץ המקצועי ומכון התקנים ויכלול בחינת הכדאיות הכלכלית, בחינת ההשלכות על התעשייה המקומית, בחינת ההשלכות על אנשי המקצוע בענף וכו'. תהליך זה יכלול מתן המלצות אופרטיביות ליישום, אשר ישמשו את מקבלי ההחלטות במשרד הבינוי, משרד הכלכלה ומכון התקנים.

4. הפרויקט ילווה ע"י גורם לניהול הפרויקט מטעם משרד הבינוי, לצורך עמידה בלוחות הזמנים ותכלול עבודת הגורמים השונים, זאת בשל לוחות הזמנים הקצרים.



נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

מדיניות התכנון בשלטון המקומי

עבודת המיפוי שנעשתה במסגרת עבודה זו, העלתה מגוון נושאים בתחום הבנייה, אשר אומצו ברשויות מקומיות כחלק ממדיניות מקומית מחייבת כתנאי לקבלת היתרי בנייה בוועדות התכנון המקומיות.

אומנם תהליכים אלה מתבצעים במסגרת הסמכות התכנונית של הרשות המקומית, אך ישנם מקרים בהם קביעת הנחיות מחייבות אלה, לא רק שאינה תואמת את המדיניות הרגולטיבית של השלטון המרכזי, אלא אף מביאה להגדלת עלויות הבניה ולהארכת משך הבניה. להלן מספר דוגמאות מרכזיות:

קביעת חובה לשימוש בחיפויי אבן במסגרת תכניות בניין עיר - ברשויות מקומיות רבות נהוג לקבוע בתוכניות בניין עיר חובה לשימוש בחיפויי אבן כחומר גמר במבני מגורים, קביעה שאינה עולה בקנה אחד עם תקנות התכנון והבנייה שאינן כוללות הוראה המחייבת שימוש בחומר גמר מסוג זה או אחר ומאפשרות גמישות תכנונית בתחום. קביעה זו, שמקורה ברצון לשמר לאורך שנים את הנראות של הבניין למול חלופות אחרות כגון טיח אקרילי, מייקרת את עלות יחידת הדיור בעשרות אלפי שקלים ומצריכה בהמשך תחזוקה מוגברת לפי הוראות התקן בנושא, וזאת בנוסף להיבט הבטיחותי האפשרי, במקרה של התקנה לא טובה, של השימוש בחיפוי האבן.

החלטה שהתקבלה בשנת 2013 בפורום 15 הערים, המאגד את 'העיריות העצמאיות' בישראל בנוגע לאימוץ תקן 5281 לבנייה ירוקה, שהינו תקן וולונטארי בלבד, כמדיניות עירונית מחייבת באופן מדורג החל משנת 2015. המשמעות של החלטה זו היא התניית מתן היתר בנייה בערים אלה, בתכנון וביצוע של מבני מגורים בהתאם לדרישות התקן הירוק. החלטה זו, על אימוץ תקן וולונטרי כתקן מחייב, מביאה לייקור של 10,000 ל-40,000 ש"ח ליח"ד, כתלות בסעיפים השונים אותם יבחר היזם ליישם בכדי לצבור את הניקוד הנדרש לקבלת דירוג ירוק לפי התקן.

· קביעת גודל דירה מינימלי

· הצמדת חניות מעבר למינימום הנדרש בתקנות

· איסור השימוש בשטחים ציבוריים לצורך רחבות הערכות (בטיחות אש)

בנוסף על דוגמאות אלו נמצאו עוד תחומים רבים, פחות שכיחים, בעלי השפעה ניכרת על עלויות הבניה.

סיכום והמלצות

כאמור, החלטות המפורטות לעיל הינן בעלות השלכות כלכליות ניכרות, באופן שאינו עולה בקנה אחד עם מדיניותו של השלטון המרכזי להביא להגברת התיעוש והפחתת עלויות הבנייה. יחד עם זאת, מניעת החלטות אלו באופן גורף עשויה לעמוד בניגוד למגמה הרווחת בתחום התכנון לפיה יש לבזר את סמכויות התכנון לממשל המקומי. בשל כך מומלצים הצעדים הבאים:

המלצות טווח קצר:

1. משרד הבינוי ומנהל התכנון יבחנו דרכים לטיפול בנושא חיפויי האבן באמצעות תקנות התכנון והבנייה - תיבחן אפשרות לספק לוועדה המקומית אמצעים לשינוי סוג החיפוי בהליך שאינו מחייב תוכנית חדשה.

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

המלצות טווח ארוך:

2. משרד הבינוי (אגף התכנון) ומנהל התכנון (משרד האוצר) יקימו צוות היגוי משותף שיפעל לגיבוש ויישום כלים לטיפול בנושא, תוך שמירה על איזון בין שיקולים מקומיים וממשלתיים:
 - א. גיבוש מסמך עקרונות המדיניות הממשלתית בנושא הגברת התיעוש והפחתת עלויות הבנייה. המסמך יכלול עקרונות היסוד ויעדי הממשלה בנושא ועקרונות ושיקולים לגיבוש הנחיות מרחביות ברשויות המקומיות.
 - ב. בחינת היתכנות וכדאיות בגיבוש מנגנון לתימרוץ רשויות מקומיות שאינן מגדירות רגולציה וולונטרית, כמחייבת.
 - ג. בחינת אמצעים לטיפול בהחלטות קיימות להן השפעה ניכרת על עלויות הבנייה כיום באמצעות רגולציה מתאימה (בהמשך להמלצה 1).
3. הטמעת תוצרי וועדת ההיגוי תתבצע, בין היתר, במסגרת מערך ההדרכה שמוכיל מנהל התכנון כחלק מרפורמת תיקון 101 לחוק התכנון והבניה.

תקן ת"י 4466 - פלדה לזיון בטון

תקן ת"י 4466 חלק 3, הינו חלק מסדרת התקנים החלים על פלדה לזיון בטון. התקן קובע את הדרישות הטכניות עבור מוטות מצולעים, השיטה הנפוצה ביותר לזיון בטון. התקן קובע, בין היתר, את חוזק הפלדה ואת דרגת המשיכות שלה, תכונה החשובה לצורך עמידת הפלדה בתנאים סייסמיים כגון רעידות אדמה.

עד ליולי 2015, התיר חלק 3 בתקן שימוש בפלדה מסוג פ-400 ו פ-400W, בדרגת משיכות D. הערך המספרי מייצג את הערך המינימלי לגבול הכניעה של החומר, כלומר מידת החוזק שלו. האות D מייצגת את דרגת המשיכות המותרת בתקן, שהיא דרגת המשיכות הגבוהה ביותר (דרגות משיכות נעות בין A-D, כאשר A היא הדרגה הנמוכה ביותר).

התקן, תחת דרישות אלה, הגביל את התחרות בשוק הפלדה הן מבחינת ייצור והן מבחינת ייבוא, שכן סוג פלדה זה אינו נפוץ לשימוש וייצור במדינות אחרות.

בשנת 2013 פרסם מכון התקנים גיליון תיקונים לפיו יותאם התקן הישראלי לדרישות התקן האירופי ויכיל בנוסף על הפלדה הנכללת בו כיום, פלדה בדרגת חוזק 500. הגדלת דרגת החוזק משמעותה הקטנת כמות הפלדה הנדרשת לזיון בטון, כלומר הוזלת עלויות הבנייה.

בעקבות המלצה של מנהל התכנון, שערך בדיקה מעמיקה בנושא ובדק עם מומחים את היתכנות השימוש בדרגות משיכות נמוכות יותר בישראל, הוציא מכון התקנים גיליון תיקונים נוסף אשר קבע הוספת דרגת משיכות נוספת על הקיים - דרגת משיכות C. הוספת דרגת משיכות זו, שהינה דרגת משיכות נפוצה בעולם, מעודדת את פתיחת שוק הפלדה לתחרות על ידי יבוא, ובכך בעלת פוטנציאל להוזיל את מחירי הפלדה בארץ.

שני גיליונות התיקונים אושרו על ידי משרדי הממשלה הרלוונטיים והמסמך הועבר למשרד הכלכלה לאישור סופי וחתימת השר במרץ 2014. כעבור שנה וחצי, ביולי 2015, תוך כדי ביצוע עבודה זו, נחתמו גיליונות התיקונים על ידי שר הכלכלה תוך קביעת תקופת הערכות של שנה.

כאמור גיליונות תיקון אלה, חלים על שיטת זיון בטון מסוג אחד - מוטות מצולעים. פרקי התקן הנוספים, פרק 4 ופרק 5, העוסקים בשיטות זין בטון נוספות כגון רשתות מרותכות ומוטות ורשתות חתוכים ומכופפים, נמצאים ברוויזיה וטרם אושרו.

פוטנציאל חיסכון

הערכת פוטנציאל החיסכון מבוססת על עבודה שפרסם איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות⁵³, כחלק מתהליך אישור גיליונות התיקונים.

א. הנחות העבודה לחישוב פוטנציאל החיסכון:

- מספר התחלות הבנייה הממוצע לשנה: 45,000 יחידות דיור
 - גודל דירה ממוצע: 125 מ"ר (כולל שטחי שירות)
 - כמות הבטון הממוצעת למ"ר (כולל יסודות): 0.5 מ"ק למ"ר
 - כמות הפלדה הנדרשת למ"ק בטון: 130 ק"ג
 - שיעור הקטנת השימוש בפלדה לזיון בטון כתוצאה מאימוץ פלדה 500: 20%.
 - שיעור זה חושב ביחס ישר לשיעור הגברת חוזק הפלדה:
- $$1 - (400 / 500) = 0.2$$
- עלות טון פלדה: ₪ 3,750
 - תחת הנחה שמחיר פלדה במגמת ירידה והמחיר יהיה דומה או אף נמוך ממחיר הפלדה כיום בשל פתיחת השוק לתחרות
 - פוטנציאל החיסכון מתייחס לכלל שיטות השימוש בפלדה לזיון בטון, ולא רק לחלק היחסי של מוטות מצולעים (חלק 3 בתקן).

⁵³ מקור: פניית איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות בישראל לוועדה מרכזית 100, בנושא: "בקשה להכנת גיליון תיקון מס' 2 לת"י 4466 חלק 3", ישראל דוד.

ב. להלן חישוב פוטנציאל החיסכון:



ג. סיכום פוטנציאל חיסכון:

- שימוש בפלדה מסוג פ-500 יביא לירידה בצריכת הפלדה בכ-20% (על פי יחס חוזק הפלדה 400/500), כלומר לחיסכון של כ-70 אלף טון פלדה לזיון בשנה.
- המשמעות הכספית של חיסכון זה בבנייה למגורים, מוערכת בכ-275 מיליון ₪ בשנה לכלל המשק וב-6,100 ₪ ליח"ד.
- פוטנציאל חיסכון נוסף, שאינו נכלל בתחשיב לעיל, יושג כתוצאה מפתיחת השוק ליבוא והגברת התחרות, שייבאו להוזלת מחירי הפלדה בארץ. כמו כן, חיסכון זה הינו עבור בנייה למגורים בלבד ואינו כולל חיסכון בבנייה לצורכי תעשייה, מבני ציבור, משרדים וכדומה.

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

סיכום והמלצות

אישור וחתימת גיליונות התיקונים עבור חלק 3 הושלם במהלך ביצוע עבודה זו, ביולי 2015. אישור השימוש בפלדה מסוג 500 בדרגת משיכות C עתיד לאפשר חיסכון של אלפי שקלים ליח"ד. התקן יכנס לתוקף ביולי 2016, בתום תקופת הערכות של שנה שנועדה לאפשר לתעשייה המקומית להתכונן לשינויים.

להלן הצעדים המומלצים למימוש מירב פוטנציאל החיסכון:

המלצות טווח קצר:

1. כיום ישנם גיליונות תיקון נוספים עבור חלק 4 וחלק 5 בתקן 4466. משרד הבינוי ומנהל התכנון, יבצעו באמצעות המומחים העומדים לרשותם, בדיקה מעמיקה של גיליונות תיקון אלה, במטרה להבטיח כי התיקונים בחלקים אלה אינם מונעים את היתכנות השימוש בפלדה 500 בדרגת משיכות C בשיטות זיון הפלדה הנוספות המפורטות בחלקים אלה. מהלך זה יאפשר למקסם את פוטנציאל החיסכון המוצג לעיל.

המלצות טווח ארוך:

2. במידה ויקבע כי ניתן לעשות שימוש בפלדה 500 בדרגת משיכות C בחלק 4 העוסק ברשתות מרותכות, מומלץ לבצע פנייה לפיקוד העורף לבחינת עדכון דרישות התקנות בנוגע לעובי רשתות הברזל בממ"דים. בדיקה זו עשויה להביא לחיסכון נוסף בסדר גודל של מאות שקלים ליח"ד.

סכימות לאספקת מים לצורכי בטיחות אש

הפתרונות הנהוגים כיום בישראל, בתחום אספקת המים לצורכי בטיחות האש, מאופיינים לרב בחיוב שימוש במאגרי מים ומשאבות ייעודיים שעלותן עשויה להגיע למאות אלפי ש"ח לבניין. חיוב זה נובע מכך שתאגידי המים ומפקחי בטיחות האש ברשויות המקומיות מאשרים את תכניות אספקת המים לבניין בהתאם ללחץ מים של 1.5 אטמוספרות, שהינו לחץ המים המינימלי אליו מחויבת הרשת העירונית. לחץ מים זה, מחייב שימוש במשאבות ומאגרים לצורך אספקת המים לקומות הגבוהות בבניין.

על אף האמור לעיל, ישנן רשויות מקומיות בהן קיים לחץ מים גבוה יותר המאפשר שימוש בפתרונות אספקת מים המבוססים על רשת המים העירונית ושעלותם נמוכה יותר. אף על פי כן, גם בהינתן לחצי מים גבוהים יותר, השימוש בפתרונות אלה אינו מקובל, היות ולא קיימים תהליכים ונהלים מוסדרים לאישור פתרונות תחליפיים. כתוצאה מכך, במרבית הבניינים נעשה שימוש בפתרונות יקרים במיוחד.

לשימוש המבוצע כיום במשאבות ספרינקלרים ומשאבות כיבוי אש מספר חסרונות בולטים:

- אמינות נמוכה - אינן עובדות באופן שוטף ועל כן אינן מתוחזקות כראוי. העדר התחזוקה גורם לתקלות בהפעלה ואפילו להוצאה מכלל שימוש, זאת ללא ידיעת הדיירים.
 - פוטנציאל גבוה למפגעים תברואתיים - כתוצאה מתחזוקה לקויה הופכים את מאגרי המים למוקד לזיהום וחדירת מרכסמים ומזיקים.
 - עלות גבוהה - הכוללת עלויות נוספות כגון הגדלת גנרטור, תחזוקה וצורך בשטח למיקומם.
 - הגברת צריכת החשמל - בשל השימוש בגנרטורים ייעודיים לצורך הפעלת המשאבות.
- בסוף 2014, יזם מנהל התכנון, בשיתוף עם הנציגים המקצועיים של משרד הבינוי, רשות הכבאות, רשות המים ומשרד הבריאות, צוות בין-משרדי שמטרתו גיבוש חלופות מוסכמות לתכנון מערכת המים בבניין. מטרת העבודה הייתה לייצר סכימות תכנון אספקת מים אחידות, המותאמות למגוון בניינים, ואשר מספקות כלים אחידים הן לתכנון והן לבדיקה ואישור מערכת אספקת המים בבניין.

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

צוות העבודה גיבש 9 סכימות מים המציעות חלופות לארבעה טיפוסים בנייה:

1. בנייה צמוד קרקע

2. בנייה עד גובה 13 מטר

3. בנייה בגובה 13-29 מטר (בנייה מרקמית)

4. בנייה בגובה 29-42 מטר (בניינים רבי קומות)

יישום סכימות המים בתוכניות הביצוע, מחייב לחץ מים מינימלי של 2.5 אטמוספרות בכניסה למגרש. היות ולחץ מים זה אינו נגיש בכל מגרש, אישור השימוש בסכימה מותנה בקיומו של לחץ מים מתאים במגרש הספציפי, בהתאם למידע הקיים על המגרש ובכפוף לביצוע בדיקות מטעם היזם ונציגיו בהתאם לנדרש בתהליך אישור היתר הבנייה.

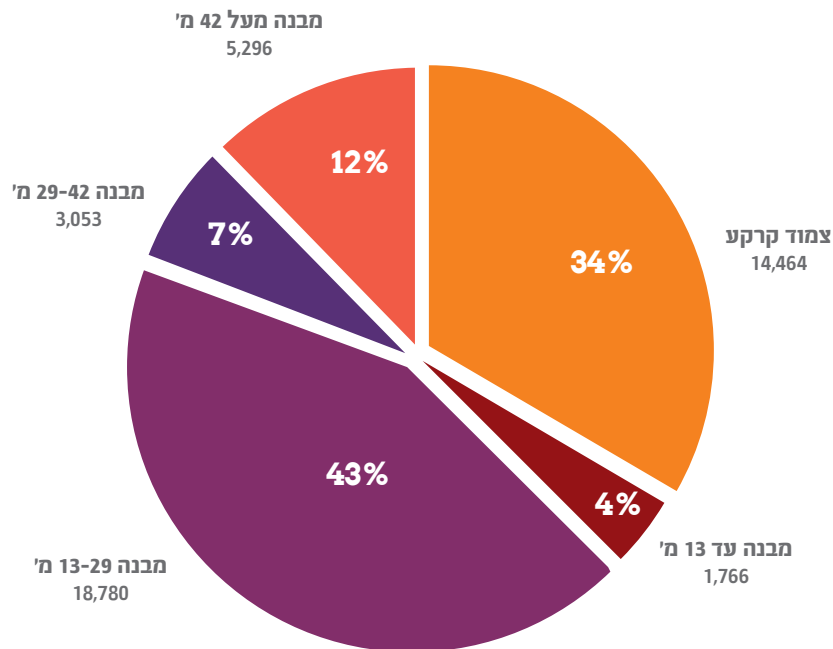
ייחודן של הסכימות הוא בכך שהן עושות שימוש באמצעים קיימים כגון חיבור לרשת המים הארצית ושימוש במערכות הידרנטים (ברזי כיבוי אש) ומפחיתות את הצורך בשימוש במשאבות ומאגרי מים. בכך לסכימות המים פוטנציאל גבוה לייעול הבנייה, שיפור האיכות והפחתת עלויות הבנייה.

בעת עריכת עבודת המחקר של צוות התקינה, הסתיים תהליך תכנון הסכמות והן עברו אישור מקצועי של מומחים מטעם המשרדים השותפים. למרות זאת, יישומן טרם החל בשל עיכוב בעדכון נהלי העבודה של הגורמים המאשרים מטעם רשות הכבאות.

כמו כן, המידע הקיים ברשויות המקומיות על לחצי המים אינו אחיד ועל כן, יישום הסכימות בטווח הקצר יתבצע באופן מוגבל בלבד.

פוטנציאל חיסכון

עיקר פוטנציאל החיסכון בעלויות הבנייה, כתוצאה ממעבר לשימוש בסכמות המים, הינו עבור בנייה מרקמית בגובה 13-29 מטר ובבניית רבי קומות בגובה 29-42 מטר. יחידות דיור במבנים אלה מהוות כ-50% מסך התחלות הבנייה לצורכי מגורים בישראל⁵⁴ :



פוטנציאל החיסכון נובע מהחלפת השימוש במאגרי מים ומשאבות על ידי חיבור לרשת המים העירונית.

⁵⁴ הבינוי בישראל 2013 - לוח 24, בנייה למגורים: בניינים חדשים, דירות ושטח הבניינים, לפי שלב בנייה ומספר קומות בבניין - סדרות עתיות"

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

להלן פירוט הערכת פוטנציאל החיסכון, עבור בניינים מעל 13 מטר, המבוססת על עבודת הצוות הבין-משרדי שעבד על גיבוש הסכימות:

הערכת פוטנציאל החיסכון לפי מרכיב	יתרונות כלכליים	סוג הבניין	סכימה
35,000 ₪ למאגר (לפי 1,000 ₪ למ"ק) 20,000 ₪ למשאבה 5,000 ₪ לגנרטור (הגדלת הספק)	חסכון בחדר משאבות ובמאגר למתזים בקומות המרתף והלובי	מבנה מגורים גבוה (13-29 מטר)	טיפוס 02-A (מאגר מים תחתון)
35,000 ₪ למאגר 100,000 ₪ למשאבות מיוחדות 10,000 ₪ תוספת הספק לגנרטור.	חסכון בחדר משאבות ובמאגר למתזים למחסנים הקומתיים		
10,000 ₪ חסכון במשאבה	חסכון במשאבה נפרדת להידרנטים פנימיים, ע"י שימוש במערכת משולבת לצריכה ולהידרנטים פנימיים		
215,000 ₪ לבניין	סה"כ פוטנציאל חיסכון		
6,718 ₪ ליח"ד	פוטנציאל חיסכון ליח"ד (32 יח"ד)		
35,000 ₪ למאגר 30,000 ₪ למשאבה 10,000 ₪ לגנרטור (הגדלת הספק)	חסכון בחדר משאבות ובמאגר למתזים בקומות המרתף והלובי	מבנה מגורים גבוה (29-42 מטר)	טיפוס 03-S (מאגר מים תחתון)
200,000 ₪ משאבות fm/ul 50,000 ₪ תוספת הספק לגנרטור 28kW כולל תשתיות חשמל	חסכון במשאבות ספרינקלרים לבניה על הגג (הזנה מקו הידרנטים)		
325,000 ₪ לבניין	סה"כ פוטנציאל חיסכון		
6,500 ₪ ליח"ד	פוטנציאל חיסכון ליח"ד (50 יח"ד)		

סיכום והמלצות

סכימות המים גובשו בשיתוף הגורמים הרלוונטיים לנושאי אספקת מים ובטיחות אש ובוצעו בהתאמה מלאה לתקני התכן והביצוע הקיימים, כך שיישומן אינו מצריך עדכון תקנים או חקיקה.

להלן הצעדים הנדרשים לצורך הטמעת סכימות המים בעבודת התכנון והבנייה במשק הישראלי:

המלצות לטווח קצר:

1. רשות הכבאות תפעל באופן מיידי לעדכון הנחיות הנציב הרלוונטיות לצורך יישום השימוש בסכימות המים, בכל מקום בו קיים לחץ מים מתאים.

2. מנהל התכנון ימליץ על היתכנות דיווח אודות כמויות ולחצי המים בכל אזור, בשלב הבקשה למידע. מהלך זה יאפשר שיפור וטיוב המידע הקיים על לחצי מים במגרש ויאפשר יישום של סכמות המים בהיקף רחב יותר של רשויות מקומיות

המלצות לטווח ארוך:

3. לצורך יישום סכימות המים באופן גורף נדרש לבחון את לחץ המים המינימלי הנדרש מרשות המים העומד כיום על 1.5 אטמוספרות. מהלך זה הינו בעל השלכות הנדסיות וכלכליות אותן יש לבחון באופן מקצועי, תוך תיאום בין כל הגופים המעורבים לרבות רשות המים ורשות הכבאות. לצורך בחינת הנושא מומלץ על הקמת צוות בין משרדי בשיתוף רשות הכבאות ורשות המים אשר יגיש המלצות לגבי ההיתכנות ליישום לחץ מים של 2.5 אטמ' ברמה ארצית. הצוות יבחן את ההיתכנות היישום מבחינה הנדסית וכלכלית.

4. רשות המים תפעל לעדכון הנחיות תכניות האב ברשויות המקומיות באופן שיאפשר את קבלת המידע הנדרש על לחצי המים הקיימים. מהלך זה יאפשר יישום של סכמות המים בהיקף רחב יותר של רשויות מקומיות.

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

תקן ת"י 1045 - בידוד תרמי של מבני מגורים

תקן ת"י 1045 חלק 1 הינו תקן ישראלי מחייב מתוקף תקנות התכנון והבנייה, הקובע דרישות מינימליות לבידוד בבנייני מגורים. התקן קובע את ההתנגדות התרמית האופיינית המקסימלית של אלמנטי המעטפת, את העברות התרמית הנפחית המקסימלית של דירה ואת מקדם רווח החום הסולרי המקסימלי של מערכת הזיגוג בבניין. עיקר תפקידו של התקן היא השגת נוחות תרמית לדייר, מניעת עיבוי במבנים והשגת הוצאה סבירה על איקלום (קירור וחימום יחידת הדיור).

קביעת הדרישות התרמיות נעשית בחלוקה ל-4 אזורי אקלים בהתאם לטמפרטורה וללחות האוויר בעונות השנה⁵⁵:

- אזור א' - אזור רצועת החוף - 30% מיחידות הדיור
- אזור ב' - אזור מישור החוף והשפלה, הנגב והעמקים הצפוניים - 40% מיחידות הדיור
- אזור ג' - אזור ההר - 20% מיחידות הדיור
- אזור ד' - אזור בקעת הירדן והערבה - 10% מיחידות הדיור

עולה כי, באזורים א ו-ב (אזור רצועת החוף ואזור מישור החוף והשפלה) מתרכז חלקה הארי של הבנייה בישראל (70%).

בשנת 2011 אושר גיליון תיקונים אשר הגדיל את דרישות הבידוד, במטרה להגדיל את החיסכון באנרגיה תוך הפחתת הוצאות החשמל על איקלום. עיקר השינוי בדרישות הבידוד נעשה עבור גשרי הקור בבניין - קורות בטון או ברזל המחוברות ישירות לקיר המבנה, אשר בשל תכונות החומרים (מוליכי חום בקיץ וקור בחורף), עשויים לגרום להתחממות או התקררות של קירות המבנה ולתופעות של עיבוי.

ביולי 2014 אושר גיליון תיקונים מס' 2 במסגרתו הוקפא יישום התקן למשך שנה, לבניינים גבוהים ורבי קומות באזורים א' ו-ב', הבנויים הבנויים בטון יצוק עם בידוד תרמי פנימי (שיטת ברנוביץ', שיטת בנייה מתועשת), זאת בשל קשיים טכניים ביישום שהביאו להיווצרותם של סדקים באזור גשרי הקור.

השינוי בדרישות התקן להשגת חיסכון אנרגטי מוגבר, כמו גם הקשיים הטכניים שעלו ביישומם העלה את הצורך בבחינת יחס העלות-תועלת הנובע מעדכונו, בהיבטים של חיסכון אנרגטי ויעילות הבנייה.

צוות התקינה ערך בדיקה להערכת השפעות התקן על עלויות הבנייה ומשכן תוך התייחסות לשיטות בנייה שונות, והבדלים בין אזורי האקלים כפי שהם מוגדרים בתקן.

⁵⁵ דניאל, ר. ושוורץ, י, 2014, "בידוד בנייני מגורים בישראל: חסמים, הזדמנויות והמלצות ליישום", המועצה הישראלית לבנייה ירוקה.

השפעת התקן על עלויות הבנייה

בחינת השפעת עדכון התקן על עלויות הבנייה עסקה בשני היבטים מרכזיים:

- עלויות חומרים - בחינת קיומם של שינויים בעלויות החומרים הנדרשים ליישום התקן
- משך הבנייה - בחינת קיומן של השפעות על הנתיב הקריטי והתארכות משך הבנייה, כתוצאה מיישום דרישות התקן

א. הנחות העבודה ששימשו לביצוע החישוב:

- תוספות בגין חומרים - חושבו בהתאם לדרישות התקן לרבות החומרים הנדרשים לבידוד קירות חוץ, קירות פנים, תקרה עליונה, רצפה מעל חלל פתוח, רצפה מעל חלל סגור וגשרי קור.
- משך הבנייה - הבדיקה נעשתה תוך הבחנה בין שתי שיטות הבנייה העיקריות המשמשות לבניית מבני מגורים בישראל:

בנייה קונבנציונאלית: אין התארכות במשך הבנייה.

יישום התקן בבנייה קונבנציונאלית מתבצע לרוב על ידי בידוד הקירות החיצוניים בבניין תוך שימוש בסוגי בלוקים בעלי כושר בידוד תרמי גדול יותר והוספת חומרי בידוד בעובי מתאים. כתוצאה מכך בידוד בשיטת בנייה זו לא נמצא על הנתיב הקריטי לביצוע הפרויקט.

בנייה בשיטת ברנוביץ': עיכוב של כ-0.5 יום עבודה ליח"ד.

יישום התקן בשיטת ברנוביץ' מחייב בידוד הקירות הפנימיים וכתוצאה מכך מחייב פתרון ייעודי לגשרי הקור במבנה הכולל לרוב שימוש ברצועות בידוד מעל ומתחת לתקרות. יישום רצועות הבידוד מתחת לתקרה, מחייב הפסקה ברצף העבודה ומצריך טיפול נוסף לפני ביצוע טיח פנים, כדי למזער הסכנה להופעת סדקים.

- תקורות אתר: עלות תקורת האתר נעה בין **80 אלף ₪** לחודש בבנייה קונבנציונלית מרקמית (עד 9 קומות) ועד **מאות אלפי ₪** בבניית רבי קומות בשיטת ברנוביץ'.
- תקורות אתר הבנייה כוללות עלות מהנדס, עלות מנהל עבודה, ביטוח, פיגומים, עגורן, תבניות יציקה וכד'.
- תוספת עלות ייעוץ תרמי: 400 ₪ ליח"ד
- יישום התקן החדש דורש בשנים הראשונות ליווי של יועץ תרמי.
- גודל דירה ממוצע: 100 מ"ר (לא כולל שטחים משותפים)

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

ב. חישוב התוספת לעלויות הבנייה

הערכת התוספת הממוצעת לעלויות הבנייה מבוססת על מחקרים שונים שבוצעו בנושא על ידי המועצה הישראלית לבנייה ירוקה, המשרד להגנת הסביבה, התאחדות בוני הארץ ומהנדס בניין מומחה⁵⁶ לביצוע תיקוף הנדסי של הממצאים:

תוספת עלות ליח"ד (₪)	פרמטר
1,750	קירות פנים/חוץ, רצפה גג
850	גשרי קור
400	ייעוץ תרמי
0	התארכות משך ביצוע, תקורות ומימון
3,000	סה"כ עלויות ביצוע

- להלן הערכת תוספת העלויות הממוצעת עבור יח"ד בבניה קונבנציונלית במבנה בן 8 קומות ו-32 יח"ד:

תוספת עלות ליח"ד (₪)	פרמטר
1,750	קירות פנים/חוץ, רצפה גג
850	גשרי קור
400	ייעוץ תרמי
5,000-10,000	התארכות משך ביצוע, תקורות ומימון
13,000 - 8,000	סה"כ עלויות ביצוע

- להלן תחשיב תוספת העלויות עבור יח"ד בבניה בשיטת ברנוביץ' במבנה בן 8 קומות ו-32 יח"ד:

⁵⁶ אנג' קובי בנעזרי, ME בהנדסה אזרחית.

ג. סיכום תוספת עלויות:

1. תוספת עלויות הביצוע בבנייה קונבנציונאלית, מוערכת בכ-3,000 ₪ ליח"ד.
2. תוספות העלויות הביצוע בשיטת ברנוביץ' מוערכת בכ-8,000-13,000 ₪ ומושפעת בעיקר מהתארכות משך הבנייה בכחצי יום עבודה ליח"ד.

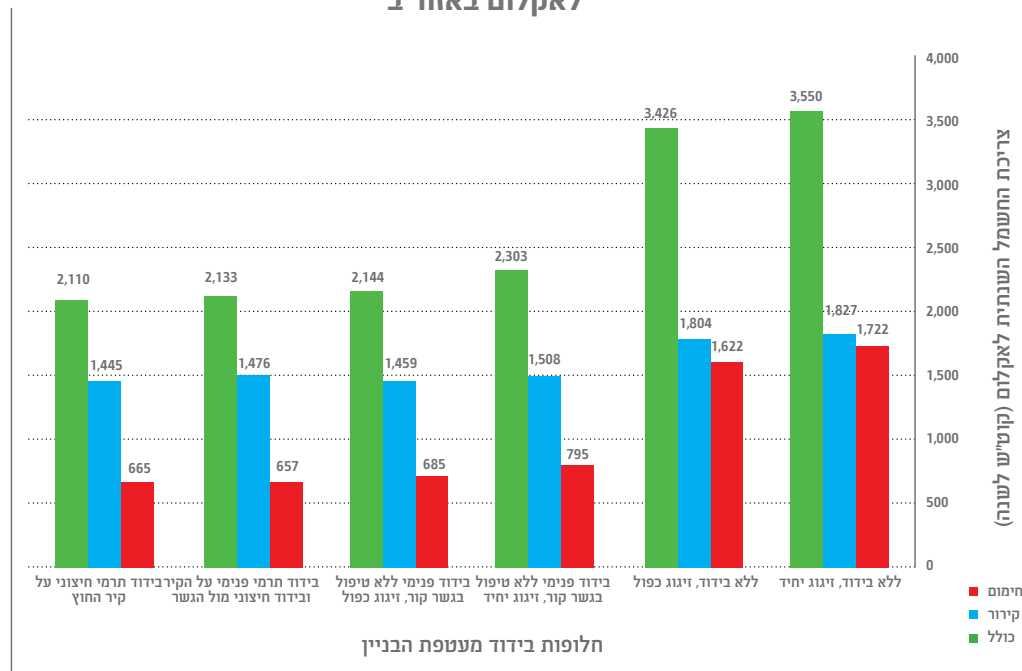
השפעת התקן על תועלות הבנייה

בחינת התועלות הנובעות משינוי התקן התמקדה בהיבטים השונים של חיסכון אנרגטי:

א. חיסכון בהוצאות החשמל לצורכי איקלום:

- צריכת החשמל הממוצעת לצורכי אקלום בדירה הינה כ-2,300 קוט"ש בשנה. הערכת היקף צריכת החשמל הממוצעת לצורכי אקלום מבוססת על עבודת ניתוח של חברת "קוד אנרגיה"⁵⁷ שבוצעה בהזמנת התאחדות בוני הארץ. העבודה כללה ניתוח השפעת גשרים תרמים על תנאי פנים וצריכת אנרגיה, באמצעות סימולציה תרמית - אנרגטית ממוחשבת, עבור בית דגן (אזור ב') וירושלים (אזור ג'). בתרשימים הבאים מוצגים תוצאות הסימולציה המצביעות על היקף הצריכה הממוצע:

בחינת השפעת בידוד המעטפת, הזיגוג והטיפול בגשר תרמי על צריכת החשמל לאקלום באזור ב'

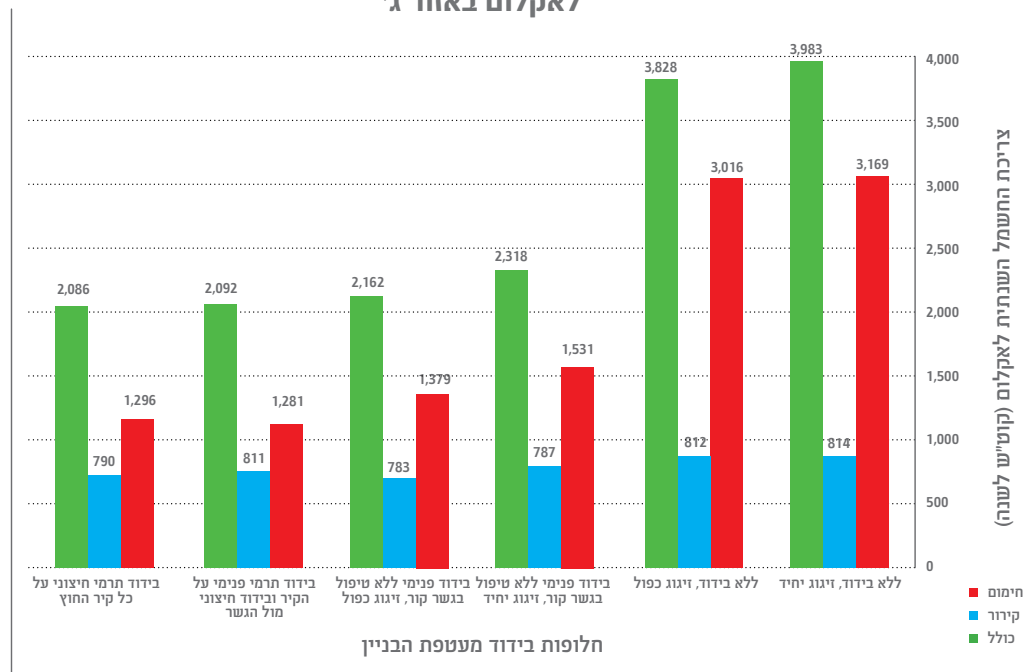


מתוך: קוד אנרגיה - צריכת חשמל שנתית כוללת (בקוט"ש לשנה), השוואה בין פתרונות בידוד שונים וחלופות זיגוג לגשרים התרמיים במפגש קיר - תקרה, באזור אקלים ב' - מישור החוף

⁵⁷ קוד אנרגיה, 2015, "בחינת השפעת גשרים תרמים במפגש קיר - תקרה על תנאי הפנים וצריכת האנרגיה השנתית בדירות מגורים".

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

בחינת השפעת בידוד המעטפת, הזיגוג והטיפול בגשר תרמי על צריכת החשמל לאקלום באזור ג'

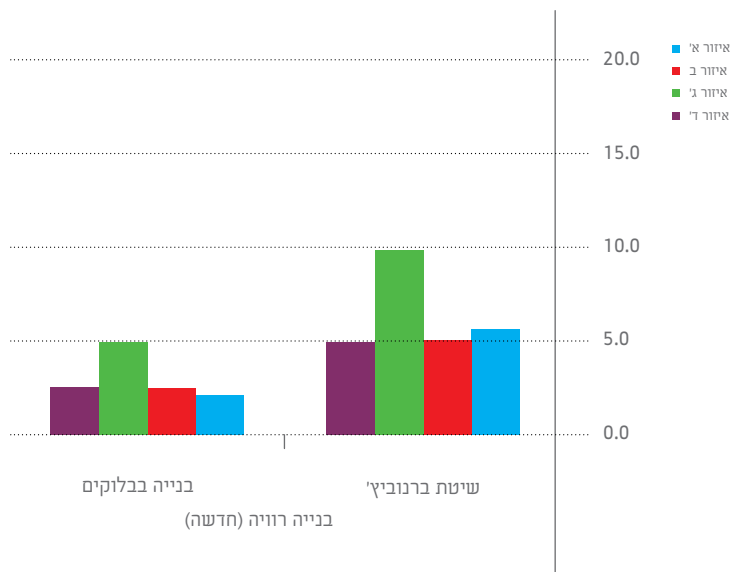


מתוך: קוד אנרגיה - צריכת חשמל שנתית כוללת (בקוט"ש לשנה), השוואה בין פתרונות בידוד שונים וחלופות זיגוג לגשרים התרמיים במפגש קיר - תקרה, באזור אקלים ג' - אזור ההר

- הערכת שיעור החיסכון האנרגטי הצפוי כתוצאה מעדכון 2011, התבססה על מספר מחקרים שנערכו בנושא ומשתנה בהתאם לסוג הבנייה, מאפייני צריכה, מיקום הדירה בבניין והמיקום הגיאוגרפי.

כך למשל, במחקר שבוצע עבור המועצה הישראלית לבנייה ירוקה, נערכה בדיקה האומדת את ההשפעה של השימוש בבידוד על רמת ביצועיהם האנרגטיים של מגוון טיפוסים מגורים נפוצים בישראל. תוצאות הבדיקה מראות כי ששיפור הבידוד בבנייה רוויה (שיטת ברנוביץ' ובנייה בבלוקים) הביא לחיסכון בשיעור של 9.9%-2.2% מהנתונים עולה כי שיעור החיסכון הגבוה ביותר (9.9%) מושג באזור ג', בבנייה מסוג ברנוביץ'. בשאר האזורים ממוצע החיסכון נע בין 2.2%-5%⁵⁸.

⁵⁸ דניאל ר. ושוורץ, י, 2014, "בידוד בנייני מגורים בישראל: חסמים, הזדמנויות והמלצות ליישום", המועצה הישראלית לבנייה ירוקה.



מתוך: "בידוד בנייני מגורים בישראל: חסמים, הזדמנויות והמלצות ליישום", המועצה הישראלית לבנייה ירוקה.

עבודה נוספת, של פרופסור אביתר אראל מאוניברסיטת בן גוריון, מצביעה על שיעור חיסכון מקסימלי של 20%, אשר מושג ברובו בדירות גג, שהינן הדירות החשופות ביותר בבניין לשינויי טמפרטורה⁵⁹. שקלול המחקרים הנ"ל מצביע על כך כי פוטנציאל החיסכון משתנה בהתאם לאיזור, סוג הבנייה, מיקום הדירה בבניין ועוד.

⁵⁹ אראל, א., 2013, "הערות לטענות התאחדות בוני הארץ בנושא ת"י 5280-1 ות"י 1045-1".

נספח ג' - הפחתת עלויות הבנייה ועידוד התיעוש באמצעות בחינת רגולציה

- חישוב החיסכון בהוצאות החשמל לצורכי איקלום (לפי עלות של 57 אג' לקוט"ש)⁶⁰



ב. תועלת סביבתית:

- התועלת הסביבתית נובעת מהחיסכון בפליטת גזים מזהמים כתוצאה מהפחתת הצריכה בחשמל. תרגום הנזק הסביבתי הנחסך למונחי כסף בוצע על ידי גורמים שונים כגון המשרד להגנת הסביבה, ארגון אדם טבע ודין, אגף התקציבים במשרד האוצר ועוד. על פי הערכות של גופים אלה החיסכון מצמצום צריכת חשמל מוערך בעד 21 אג' לקוט"ש.

- חישוב התועלת הסביבתית:

תועלת הסביבתית מחיסכון של 115 קוט"ש (חיסכון נמוך): 24 ₪

תועלת הסביבתית מחיסכון של 460 קוט"ש (חיסכון גבוה): 97 ₪

⁶⁰ נתוני חברת חשמל, פברואר 2015

ג. סיכום תוספת תועלות:

1. פוטנציאל החיסכון בצריכת חשמל, כתוצאה מעדכון התקן הינה 115-460 קוט"ש בשווי של 66 - 263 ₪.
 2. התועלת הסביבתית כתוצאה מעדכון התקן הינה חיסכון של 115 - 460 קוט"ש בשווי של כ- 97 - 24 ₪ ליח"ד.
- סך התועלות הינו 90-360 ₪ ליח"ד.**

סיכום והמלצות

המלצות לטווח קצר:

1. שיטת בנייה קונבנציונאלית

תוספת עלות בנייה ממוצעת : כ-3,000 ₪ ליח"ד

תוספת תועלת לחיסכון אנרגטי : כ-90-360 ₪ ליח"ד

תקופת החזר ההשקעה נעה בין 10 ל-30 שנה, כאשר במרבית יחידות הדיור, המרוכזות באזורים א' ו-ב', עולה הסבירות לחיסכון אנרגטי נמוך ומכאן לתקופת החזר גבוהה יחסית. אף על פי כן, בשל החשיבות בחיסכון אנרגטי ברמה לאומית ועלות נמוכה וקלה יחסית לביצוע, **מומלץ לא לבצע שינוי בתקן.**

2. שיטת ברנוביץ'

תוספת עלות בנייה ממוצעת : כ-8,000 - 13,000 ₪ ליח"ד

תוספת תועלת לחיסכון אנרגטי : כ-90-360 ₪ ליח"ד

תקופת החזר ההשקעה היא ארוכה (30 שנה ומעלה), עלות הביצוע גבוהה וקיימים קשיים טכניים ביישום. בשל כך **מומלץ שמכון התקנים יאריך את תוקף גיליון התיקונים חלק 1 (יולי 2014), עד למציאת פיתרון טכני לביצוע גשרי הקור.**

המלצות לטווח ארוך:

3. יש להנחות את מכון התקנים לקדם עדכון תקן שייתן מענה טכני לבעיית גשרי הקור בבנייה בשיטת ברנוביץ', בכדי להביא למימוש פוטנציאל החיסכון האנרגטי של התקן תוך התחשבות בעלויות והתארכות משך הבנייה. מומלץ כי המענה הטכני ייבחן לא רק בהיבטים של חיסכון אנרגטי, אלא גם מבחינת השפעתו על עלויות הבנייה.

פ ר ק

11

ביבליוגרפיה

- אינג' ש. אנגל, נ. אנגל, י. קורץ, וא. חסון. (2001). מודל כלכלי- תמחירי של כדאיות המעבר לבנייה מתועשת למגורים. ש. אנגל מהנדסים בע"מ.
- אראל, א., 2013 "הערות לטענות התאחדות בוני הארץ בנושא ת"י 1-5280 ות"י 1-1045", אוניברסיטת בן גוריון.
- בנעזרי, ק., 2015, "הפחתת עלויות בינוי משהב"ש - מקדמי בטחון חלקיים, מצב גבולי של הרס".
- בנעזרי, ק., 2015, "הפחתת עלויות בינוי משהב"ש - ת"י 1045 תיקון 2011".
- בנק ישראל (2014). דו"ח בנק ישראל 2013. תיבה ב'1-: פריון העבודה בענפי המשק כשיעור מממוצע ה-OECD.
- בנק ישראל. (2014). דין וחשבון 2013. פרק ז'- סוגיות מבניות במשק הישראלי. חלק א'- הבנייה ושוק הדיור.
- בנק ישראל (2015). דו"ח בנק ישראל 2014. נספחים סטטיסטיים. הפריון הכולל ופריון העבודה בענף הבניה מול כלל המשק (תוצר ענף הבינוי לקוח ממאגר הנתונים המרכזי בלמ"ס).
- בנק ישראל (2015). דו"ח בנק ישראל 2014. נספחים סטטיסטיים. התפתחות התוצר וגורמי הייצור בענף הבניה בישראל (תוצר ענף הבינוי לקוח ממאגר הנתונים המרכזי בלמ"ס).
- בנק ישראל (2015). דו"ח בנק ישראל 2014. נספחים סטטיסטיים. ההשקעות ומלאי ההון הנקי בציוד הבניה ובכלל המשק.
- בנק ישראל (2015). דו"ח בנק ישראל 2014. נספחים סטטיסטיים. מגמות בתמהיל המועסקים בענף הבניה בישראל, נספחים סטטיסטיים לדו"ח בנק ישראל לשנת 2014.
- בנק ישראל, מחלקת המחקר. (2003) דין וחשבון 2002, פרק V: ענף הבנייה, חלק א': התוצר לענפיו והביקושים. ירושלים: דפוס איילון.
- ברבי, י., 2014, פנייה לצוות תיאום סכימות המים, בנושא: "סכמת מים עם התחברות ישירה לרשת עירונית ומאגר מי שתיה עליון לחירום לבנין עד גובה של 29 מטר".
- ג. קון. (2004). סקר טכנולוגיות בנייה למגורים בישראל- מבנים בבנייה בסוף 2002. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומשרד הבינוי והשיכון.
- דוד, י., 2014, פניית לוועדה מרכזית 100, בנושא: "בקשה להכנת גיליון תיקון מס' 2 לת"י 4466 חלק 3", איגוד המהנדסים לבניה ותשתיות בישראל.
- דניאל, ר., שוורץ, י., 2014, "בידוד בנייני מגורים בישראל: חסמים, הזדמנויות והמלצות ליישום", המועצה הישראלית לבנייה ירוקה.

- הבינוי בישראל 2013 - לוח 24, בנייה למגורים: בניינים חדשים, דירות ושטח הבניינים, לפי שלב בנייה ומספר קומות בבניין - סדרות עתיות", הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. (2004). סקר טכנולוגיות בנייה למגורים בישראל 2002.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. (2014). התחלות בנייה למגורים: דירות, לפי מספר קומות בבניין (א) ואזור טבעי 2011-2013.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. (2014). סקר טכנולוגיות בנייה למגורים בישראל 2008. פרסום מס' 1556.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). מאגר הנתונים המרכזי. תמ"ג ענף הבינוי אל מול סך התמ"ג בישראל.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). מאגר הנתונים המרכזי. תוצר ענף הבינוי.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). השנתון הסטטיסטי לישראל לשנת 2015. ההשקעה המקומית הגולמית ומלאי ההון הנקי במבנים למגורים מול סך המבנים ועבודות הבניה.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). מחולל לוחות בינוי. התחלות בניה ובניה פעילה של יחידות דיור בישראל.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). מחולל לוחות בינוי. התחלות בניה ובניה פעילה של יחידות דיור בישראל.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). מחולל לוחות בינוי. התחלות בניה של יחידות דיור לפי מספר קומות בבניין.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). מחולל לוחות בינוי. שיעור התחלות הבניה בבניינים בני 10 קומות ומעלה מתוך סך ההתחלות.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). מחולל לוחות בינוי. התחלות בניה למסחר ולשירותים עסקיים.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). לוח ב'-נ'10-: התוצר המקומי העסקי לפי ענפי המשק, 1961 עד 2014.
- התאחדות בוני הארץ, 2015, "חיפוי אבן מול חיפוי טיח".
- התאחדות בוני הארץ, 2015, פנייה למשרד האוצר, משרד הפנים ומשרד הבינוי בנושא: "הפחתת עלויות הבניה באמצעות ייעול רגולציה".
- חברת חשמל, דין וחשבון סטטיסטי לשנת 2010, https://www.iec.co.il/investors/DocLib/stat_2010.pdf.
- חברת חשמל, דין וחשבון סטטיסטי 2011, https://www.iec.co.il/investors/Documents/Heb_2011_Stat.pdf.

- חברת חשמל, "תעריפי החשמל האחדים לאספקה במתח נמוך, בתוקף מ-1.2.2015",
https://www.iec.co.il/HomeClients/DocLib3/Taarif_13_9_pri.pdf
- י. רוזנפלד. (2005). שילוב רכיבים טרומים בבנייה למגורים- פתרונות טכנולוגיים והכדאיות הכלכלית. חיפה: הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.
- י. רוזנפלד. (2007). מרכיבי כוח האדם בטכנולוגיות בנייה שונות. דו"ח מחקר בהזמנת משרד הבינוי והשיכון. חיפה: המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.
- י. רוזנפלד. (2007). איתור הזדמנויות לשילוב עזרים מתקדמים לתיעוש חלקי של הבנייה כתחליף לשיטות בנייה עתירות כוח אדם. דו"ח מחקר בהזמנת משרד הבינוי והשיכון. חיפה: המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.
- י. רוזנפלד, ת. בן-עוז (2010). אפיון ליקויי בנייה לפי גורמים שורשיים: זיהוי גורמיהם, עיתוי יצירתם וחשיפתם, התפתחות עלויותיהם ותרופות לצמצומם. חיפה: המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.
- לזר, ז., חילו, נ., 2012, "עלויות בניה ירוקה למגורים לפי תקן 5281", התאחדות בוני הארץ.
- לזר, ז., חילו, נ., 2013, "עלות מול תועלת שלהתקנים התרמיים 1045 החדש ו-5280/5282 במבני מגורים", התאחדות בוני הארץ.
- לזר, ז., 2014, "ממשיכים לפעול נגד רגולציה מיותר: עדכון התקן התרמי 1045 למבני מגורים מיותר", הקבלן והבונה, אפריל-מאי 2014, התאחדות בוני הארץ.
- מ. פרלמן. (1998). פונקציית הייצור של ענף הבנייה ותיעוש הבנייה. א.ג.פ אפלייד אקונומיקס בע"מ.
- מערכת תשתיות, 08/03/2012, "הדו"ח הסולארי של ירון זליכה: ישראל נמצאת בעידן הגריד פאריטי, מחיר החשמל המזהם לא ריאלי", נדלה ב 09/06/2015 מתוך
[/http://www.tashtiot.co.il/2012/03/08/%D7%96%D7%9C%D7%99%D7%9B%D7%94](http://www.tashtiot.co.il/2012/03/08/%D7%96%D7%9C%D7%99%D7%9B%D7%94)
- משרד התשתיות הלאומיות, 2010, התכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית - צמצום צריכת החשמל 2010-2020",
<http://energy.gov.il/gxmsmnpublishations/energy.pdf>
- סיכום ישיבה - סכמות מים למבני מגורים מיום 27/10/2014, נרשם ע"י: אדי יונתן, מינהל תכנון.
- סיכום דיון סכמות מים למבני מגורים מיום 15/01/2015, נרשם ע"י: ויטלי רויטמן, רשות המים.
- סיכום ישיבה - סכמות מים למבני מגורים מיום 19/05/2015, נרשם ע"י: עפר סבר, מינהל תכנון.
- פורום ה-15 פורום הערים העצמאיות, 2013, "אימוץ התקן הישראלי לבנייה ירוקה בערי פורום ה-51 - הצעת מחליטים",
http://www.forum15.org.il/art_images/files/180/Mayors%20Decision%20.pdf

- פורום ה-15 פורום הערים העצמאיות, 2013, "נספח 1 להחלטת ראשי הערים בדבר אימוץ התקן הישראלי לבנייה ירוקה", http://www.forum15.org.il/art_images/files/180/Appendix%201%20Mayors%20Decision.pdf
- פורום ה-15 פורום הערים העצמאיות, 2014, "החלטות מליאת ועדת המעקב והבקרה אחר יישום החלטת פורום ה-15 לאימוץ התקן הישראלי לבנייה ירוקה", http://www.forum15.org.il/art_images/files/248/Decision_December%202014.pdf
- קוד אנרגיה, 2015, "בחינת השפעת גשרים תרמים במפגש קיר - תקרה על תנאי הפנים וצריכת האנרגיה השנתית בדירות מגורים".
- קוט, ח., כ"ץ ד., 2013, "עלויות בנייה ירוקה בבנייני מגורים בישראל", המועצה הישראלית לבנייה ירוקה.
- ר.ברנדמן. (1999). סקר משולב על עמדות לבניה מתועשת למגורים בקרב הציבור הכללי ואנשי מקצוע. מכון ברנדמן.
- ר. זקס, אינג' י. קנר, ואינג' א. אסכנזי. (2007). שיפור התחרותיות של רכיבים מתועשים בבנייה על ידי תכן באמצעות מידול מידע בניין ממוחשב. דו"ח מחקר בהזמנת משרד הבינוי והשיכון. חיפה: המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.
- ר. זקס, א. שפירא, אינג' א. ברודצקי, אינג' ר. פרטוש. (2008). הפוטנציאל לשיפור הפריון בבנייה באמצעות תיעוש לפי עקרונות LEAN. דו"ח מחקר בהזמנת משרד הבינוי והשיכון. חיפה: המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.
- ש. אנגל מהנדסים, וחב' י.ק תכנון כלכלי בע"מ. (2004). מדד עומק תיעוש הבנייה למגורים. משרד הבינוי והשיכון, האגף למידע וניתוח כלכלי.
- שישון, א., 01/03/2015, "חיפוי בניין חדש באבן עולה 50 אלף שקל לדירה. לא חבל?", גלובס, נדלה ב 05/10/2015 מתוך <http://www.globes.co.il/news/article.aspx?did=1001014250>
- CITB - Construction Industry Training Board (Retrieved 2015). אתר מועצת ההכשרה לענף הבניה, בריטניה. מידע על מסלולי הכשרה והתמחות להפעלת עגורן צריח.
- CSTC - Construction Skills Training Centre (Retrieved 2015). מרכז ההכשרה לכישורי בניה, אוסטרליה. מידע על הסמכה להפעלת עגורן צריח.
- ITA - Industry Training Authority (Retrieved 2015). רשות ההכשרה לתעשייה, קנדה. מידע על תהליך ההסמכה למפעילי עגורן צריח.
- OECD (2015). OECD Compendium of Productivity Indicators 2015. פריון העבודה בענף הבניה במדינות ה-OECD.
- OSHA - US Occupational Safety & Health Administration (Retrieved 2015). אתר מינהל הבטיחות והבריאות התעסוקתיות, משרד העבודה, ארה"ב. מסלולי הסמכה מרכזיים למפעילי עגורן צריח.

- התעסוקתיות, משרד העבודה, ארה"ב. מאפייני תכניות ההכשרה למפעילי עגורנים במקומות עבודה. (Retrieved 2015) US Occupational Safety & Health Administration - OSHA.
- תקנות "Building Services (Registration) Regulation 2011". אתר משרד המסחר של מערב אוסטרליה. (Retrieved 2015) Western Australia Ministry of Commerce.
- המועצה הדרום אפריקנית למקצועות ניהול פרויקטים ובניה. חוק SACPCMP (Retrieved 2015). אתר המועצה הדרום אפריקנית למקצועות ניהול פרויקטים ובניה. (SACPCMP ACT, 2000).
- וקווים מנחים לרישום (SACPCMP Registration Policies and Guideline, 2009). אתר המועצה הדרום אפריקנית למקצועות ניהול פרויקטים ובניה. מדיניות SACPCMP (Retrieved 2015).
- מפעילי ציוד תעשייתי (National Occupational Health and Safety Certification Standard for Users and Operators of Industrial Equipment). אתר ארגון הבטיחות התעסוקתית, אוסטרליה. תקן להסמכת Safe Work Australia (Retrieved 2015).
- J. Woetzel et al. (2014). A blueprint for addressing the global affordable housing challenge. McKinsey Global Institute.
- New Residential Construction: US Census Bureau: <https://www.census.gov/construction/nrc/lengthoftime.html>.
- Offsite Construction Sustainability Characteristics. (2013). Buildoffsite.
- Safety Management in the Construction Industry SmartMarket Report.

