

עלון ביטוח הנדסי מס' 11

אפריל 2017



שלום,

לקראת חג הפסח, ברצוננו לאחל לכם ולמשפחותיכם חג אביב שמח וטוב.

אנו שמחים לשתף אתכם בגליון ה- 11 בסדרת עלוני הביטוח שלנו. גם הפעם נעסוק בתחומים מעניינים, העוסקים במישרין או בעקיפין בביטוח, בהם (1) מספר נקודות בקשר עם ביטוח עגורני צריח באתרי בנייה וסיבות לנזקים (2) ההשפעה של אמונה ומסורת על בניית רבי קומות וסלילת כבישים, בארץ ובעולם (3) מגדל המילניום בסן פרנסיסקו, ששוקע ונוטה על צדו (4) מקבץ אתרים ודפים מעניינים מן המרשתת (5) הבולען היפני שתוקן בתוך זמן שיא (6) מאמר אורח: סקירת הקמת גשר בשיטת הזיז המאוזן במחלף אם המושבות.

כרגיל, תוכלו למצוא עותק של גליון זה וכן של גליונות קודמים באתר האינטרנט שלנו www.eng-ins.co.il

חג שמח ונתראה בגליון הבא!

אלון איזנברג, ערן בן צבי, אילת יגיל

(התמונה באדיבות רוני – שוזרת פרחים <https://www.facebook.com/roniflorist/?fref=ts>)

ביטוח עגורני צריח

לאור האירועים האחרונים שהיו בכותרות, בדבר נזקי גוף ורכוש, כתוצאה מהתמוטטויות של עגורני צריח, ראינו לנכון לגעת בקצרה בנקודה זאת.

ברצוננו לשתף אתכם בשתי תובנות הקשורות בנושא זה.

תובנה 1. ביטוח פעילות העגורן באתר וביטוח העגורן עצמו.

הצבת עגורני צריח באתר בנייה היא פעילות בסיסית והכרחית לקידום קצב העבודות בפרויקט. לא ניתן להקים פרויקט משמעותי ללא עגורן צריח, ובייחוד כשמדובר בפרויקטים בהם יש מספר מבנים או בפרויקטים רבי קומות. התכנון של מיקום העגורן הוא קריטי לקידום העבודות באתר. התכנון נעשה כך שהעגורן או מספר העגורנים באתר יוכלו להגיע בכל זמן נתון גם לנקודות האחסון או אספקת הציוד באתר, וכן לכל נקודה באתר בה תידרש עבודה.

התכנון נעשה כך שהעגורנים יפעלו ללא הפרעה האחד לשני. אם תסתכלו פעם באתר בנייה, תראו שבאתר בו יש מספר עגורנים, לעולם העגורנים לא יהיו באותו הגובה, כך שיוכלו לפעול בו זמנית.

עלות ההקמה וההפעלה של העגורן כלולה באופן מלא בשווי הפרויקט, ובהתאם, להבנתנו, כמו גם על פי תנאי הפוליסה, כל הפעילות וכל הנזקים שעשויים להיגרם כתוצאה מעבודות העגורן, בין אם לעבודות עצמן או לצדי ג', גוף או רכוש, או לעובדי האתר מכוסות באופן מלא.

למען הסר ספק, עגורן אינו נחשב כלי רכב מנועי מכל סוג שהוא, ובהתאם, אינו מוחרג בסעיפים אלה בפוליסה (נציין כי רוב העגורנים הינם סטטיים, אולם ישנם אתרי בנייה בהם העגורן יכול לנוע על מסילה קצרה בתוך האתר).

נדגיש כי גם לפי תנאי הפוליסה, העגורן לכשעצמו ושווי, אינו מכוסה בפוליסה הקבלנית ויש לבטחו בנפרד, באמצעות ביטוח ציוד מכני הנדסי.

תובנה 2. עגורנים והרשות המחוקקת.

כל הפעילות של עגורני צריח מוסדרת במשרד הכלכלה והתעשייה, משרד העבודה והרווחה ומשרד התחבורה, המנפיק את הרשיונות. תקנות, הוראות, הנחיות ונהלים מוסדרים קיימים בכל הקשור בתכנון ההקמה ואופן ההקמה של עגורנים באתרי בנייה, ברישוי ההפעלה של עגורנים, הכולל גם מפעיל עגורן וגם אתת (קושר המטענים ונותן סימני האיתות לתנועת העגורן). קיימות דרישות בחקיקה בכל הנוגע לתנאים והבדיקות שיש לערוך לעגורן לפני, במהלך ובסיום עבודתו.

לאור כך שהתמוטטות עגורנים מגיעה לכותרות החדשות, הנושא נמצא בימים אלה בעין הסערה,

להבנתנו, בשלב זה, אין לחברות הביטוח יתרון יחסי בהפעלת תנאים או הוראות בכל הקשור לפעילות העגורנים באתרי בנייה ויש להותיר את ההסדרה בידי משרדי הממשלה השונים.

<https://www.osh.org.il/heb/articles/article,492>

<http://economy.gov.il/Employment/SafetyAndHealth/OccupationalSafety>

https://www.nevo.co.il/law_html/Law01/051_049.htm

שלושה או ארבעה דברים קטנים על עגורני צריח שאולי לא ידעתם:

1. בסוף יום העבודה, העגורן אינו ננעל במקומו ויכול לנוע עם כיוון הרוח. אם תסתכלו על עגורן צריח בימי רוחות חזקות בחורף, תראו שהוא כל הזמן נע ומסתובב על צירו. הדבר נכון ומקובל, כיוון שהעגורן, בדומה לשבשבת, תמיד ירצה לעמוד במצב שהוא ניצב לרוח. לכן, בסוף כל יום עבודה תראו שהעגורנים כולם פונים לאותו הכיוון, וזאת על מנת שהזרועות של העגורן לא יישברו אל מול הרוח ותהיה התנגדות מינימלית לרוח.
2. לא תראו שלטי פרסום על עגורני צריח, כיוון שהדבר יוצר מפרש, שעלול להפעיל כוחות על העגורן.
3. הקמה עצמית: עגורנים אינם נדרשים לסיוע חיצוני להקמתם, והם יכולים בעצמם, באמצעות הכבלים והמנועים שלהם, להקים את עצמם וכן לפרק עצמם ללא עזרה של עגורן נוסף. בהתאם, במבנים רבי קומות, כמו לדוגמה הבניינים החדשים שנבנים בתל אביב, תראו שהעגורן כלל אינו מחובר לקרקע, אלא לקומות העליונות של הבניין ומטפס עמן כלפי מעלה.
4. באתרי בנייה בהם ישנו יותר מעגורן צריח אחד, הם לעולם יהיו בגבהים שונים.



שני אתרי בניה סמוכים, 3 עגורנים, 3 גבהים שונים



לאחר שהבהרנו נקודות אלה, להלן הסיבות העיקריות לנפילת עגורנים ומספר דוגמאות:

1. ביסוס העגורן: אי הקפדה על תכנון ביסוס נכון ותואם לעגורן, או הבדלים בין התכנון לביצוע.

(ככל הנראה הסיבה לקריסת העגורן בבת ים 02/2017)



2. נפילת משאות: משאות שאינם מחוברים עלולים להשתחרר ולפגוע ברכוש או עובדים הנמצאים מתחתם.

3. שחרור הבלם (אי שחרור) - הבלמים לסיבוב הזרוע חייבים להיות משוחררים, כשהעגורן אינו בפעולה, על מנת שהעגורן ישאר יציב כשהרוח חזקה.

4. הרכבה, הגבהה ופירוק - אי הקפדה על זהירות בעת ההרכבה, ההגבהה (בשלבי הבנייה, נעשית הגבהה של העגורן כדי להתאימו לגובה הבנייה) או בעת הפירוק.

מגדל נווה צדק 03/20016 - א. תושב תל אביב ופועל מיוקנעם נהרגו בקריסת מנוף בניין גדול בגובה עשרות מטרים בתל אביב. המנוף הוצב ליד "מגדל נווה צדק", פרויקט יוקרה חדש שנבנה בדרך יפו בעיר, ואז זרועו התנתקה מהעיגון - ונפלה לרחוב. ככל הנראה, המקרה התרחש במהלך הגבהת המנוף.

כמעט התמוטטות בראש העין 01/2017 - לא הגיע לעיתונות. כשל בזמן הנפה או ביסוס. המנוף שהקים את העגורן והעגורן נותרו מחוברים עד שהגיע מנוף נוסף



5. כשל מכני - כל בעיה במערכות המכניות.

(ככל הנראה הסיבה להתמוטטות ברמת גן 02/2017. שימו לב שהתורן נותר עומד)



6. התחשמלות - לעתים עגורנים מוצבים בקרבת כבלי חשמל.

7. התנגשות בין עגורנים - למרות כל אמצעי הבטיחות האמורים להגביל תאונות כאלה, היו מקרים בהם זרועות של עגורנים, שפעלו יחד באותו אתר, התנגשו זה בזה.

8. כלי טיס – יש לשים לב במיוחד לעגורנים הסמוכים לשדות תעופה.

9. אחסון - אחסון בתנאים בלתי נאותים הפוגעים באלמנטים המבניים.

10. נזקי טבע- רוחות חזקות עשויות לגרום לכוחות, שיגרמו לקריסת העגורן, ובייחוד אם יש עליו שלטי פרסומת ו/או אם היה נעול למקומו.

10/2015 - הרוחות העזות הובילו לקריסת מנוף מנופים במתחם הבנייה עזריאלי שרונה במרכז תל אביב. למרבה המזל, לא היו נפגעים. כביש בגין מרחוב קפלן נחסם לתנועה.



מזוזות, פנג שווי וההלכה

על פי מנהגי היהדות, בכל בית בישראל נהוג לקבוע מזוזה בכניסה, שתפקידה להגן על דרי הבית. מקור המזוזה הוא בסימון הבתים של בני ישראל במצרים (ברוח חג הפסח המתקרב), למען לא יפגעו בעת מכות מצרים.

לשים מזוזה זה פתרון פשוט.

אבל זה לא כך בכל מסורת, וגם ביהדות יש אתגרים...

לו גרתם בהונג קונג או בסין, המצב היה מסובך הרבה יותר.

המבנים בארצות אלה נבנים על פי **עקרונות הפנג-שווי**, או התורה הסינית ליצירת סביבה הרמונית שמאזנת בין ין ויאנג. על פי המסורת הסינית, ישנם דרקונים אשר עפים מן ההרים אל המים. חסימת נתיב הטיסה של הדרקון עלולה להביא למזל רע. לכן, במבנים המצויים במסלול הטיסה של הדרקונים, נבנים פתחים שיאפשרו את רציפות מעוף הדרקון. בתמונות תראו דוגמאות למבנים בהם תוכננו חלונות במיוחד ברוח הפנג שווי.

מבנים בהונג קונג



ואולי גם לנו יש פנג שוואי בחיפה ?



נשמע מצחיק? עברו לעמוד הבא

כביש עם חלל הלכתי למעבר כהנים

גם אצלנו ענף הבנייה צריך להתחשב במסורת, רוחות ושדים למיניהם. כידוע, מציאת שרידי קברים באתרי בנייה עשויה להוות בעיה, כפי שהתגלה בעת בניית כביש 6 ובמקומות אחרים.

אנו בחרנו להתמקד דווקא ברחוב הירדן בטבריה.

מסתבר שכהנים אינם מוכנים להשתמש בצירי תנועה במרכז העיר טבריה, כיון שאלה נבנו על אזורי קבורה.

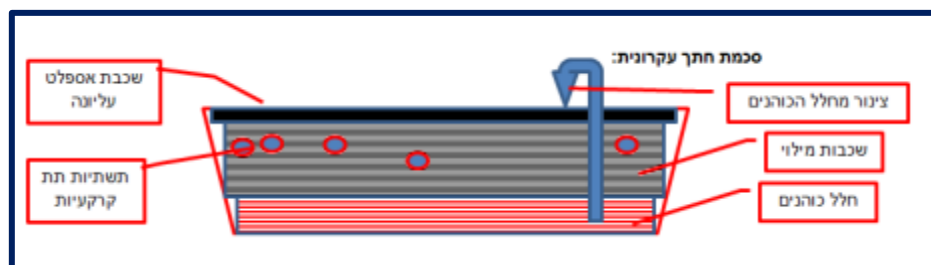
להלן תקציר מסקר שביצענו: כפי שנמסר, כהנים לא מוכנים להשתמש בצירי התנועה בטבריה באזור מרכז העיר וזאת כיוון ש"בתי קברות מכסים את מרבית השטח סביב העיר העתיקה". לאור זאת, נמצא פתרון הלכתי, אשר יאפשר לכהנים לנסוע בצירי תנועה אלה, הפתרון הוא הקמת "חללי כהנים".

"חללי כהנים" היא טכניקה המאפשרת לכהנים לנסוע מעל שטח, שתחתיו התגלו קברים עתיקים. מדובר בהנחת שתי שכבות של קורות בטון, בצורת אות ח' מוארכת, על פני משטח בטון שנוצק מעל הקברים. מתוך החלל שנוצר בין שכבות הבטון החלולות, נמתח החוצה (אל פני הקרקע) צינור, כדי שהחלל לא יהיה אטום. מעל קורות הבטון נסלל הכביש, ומרגע זה הוא כשר למעבר כהנים עליו.

ביצוע "חללי כהנים" מגדילה לאין ערוך את מורכבות הפרויקט, ובאופן ישיר את העלות ואת תקופת הביצוע. בניית החללים ההלכתיים מחייבת חפירת שטח הכביש, בין קיר חנויות מצד אחד ועד לקיר חנויות בצד השני, פינוי כל המערכות התת-קרקעיות, הנחת אלמנטים הלכתיים והנחת מערכות תת-קרקעיות מעל מפלס האלמנטים. רק לאחר מכן, סוללים את הכביש. המשמעות: חפירה מלאה של כל רוחב הכביש, עד לעומק של כ-2 מטר, עבודה המגדילה את מורכבות הפרויקט ויוצרת הגבלה משמעותית של היכולת לעבוד ברצף ובמהירות, מעצימה את ההפרעה לתנועה הקיימת ומגדילה באופן משמעותי את עלות הפרויקט.

אז אם אתם מטיילים במרכז טבריה, ואתם רואים שמתוך האדמה יוצא צינור פלדה, זה לא סתם. זהו צינור המיועד לאוורר את שטחי הקבורה, ומחובר לחלל ההלכתי.

הראש היהודי מציא לנו פטנטים.



תוכנית חתך טיפוסי של כביש עם חלל הלכתי למעבר כהנים:



מוגדל:



פתחי שחרור אוויר מהחללים ההלכתיים ברחוב הירדן בטבריה



שקיעתו של המילניום

מגדל המילניום בסן פרנסיסקו הוא מגדל מגורים בן 58 קומות (כ-200 מ' גובה) שבנייתו הסתיימה בשנת 2009, בחלקו הדרומי של מרכז העיר סן פרנסיסקו. אזור זה מאופיין במי תהום גבוהים ובבנייה על אדמת מילוי לחה, רכה ולא יציבה, והוא חשוף לרעידות האדמה הנפוצות באזור.

באופן כללי, ביסוס מבנים באזורים מסוג זה יכולים להתבצע בשתי צורות (1) על ידי קידוח כלונסאות וביסוס על קרקע יציבה, או (2) על ידי שימוש בביסוס, הנעזר בחיכוך של הכלונסאות בקרקע.

ביסוס הפרויקט הנדון נעשה בשיטה השנייה, וכלל שני מרכיבים – יציקה של כ-190 כלונסאות בטון, לעומק של עד 30 מ', ועל זה יציקה של רפסודת בטון, מתחת לכל שטח הבניין.

מיד לאחר תום הבנייה, התגלה כי המבנה שוקע, ולא זו בלבד, אלא שהוא גם נוטה על צדו.

נכון לתחילת 2017, המבנה שקע בלמעלה מ-40 ס"מ אל תוך הקרקע, ובנוסף הוא נוטה על צדו, כך שחלקו העליון נע כ-38 ס"מ מהציר המקורי, וחלקו התחתון נע כ-5 ס"מ מהציר המקורי.

ואם לא די בכך, קיימת חדירה של מי תהום לקומות החניון של הבניין.

מנהלי הבניין טוענים, שאחת הסיבות לנזק הן עבודות סמוכות להקמה של תחנת רכבת מרכזית, שכללו שאיבת מי תהום, המהווים חלק משיקולי היציבות של מגדל המילניום, והעדרם גרם לשקיעתו.

נציין, כי מספר פרויקטים להם ערכנו סקרים בתל אביב כוללים ביסוס בשיטות דומות, וחדירה של מי תהום לחניונים ופרויקטים היא בעיה ידועה ומוכרת גם בישראל.

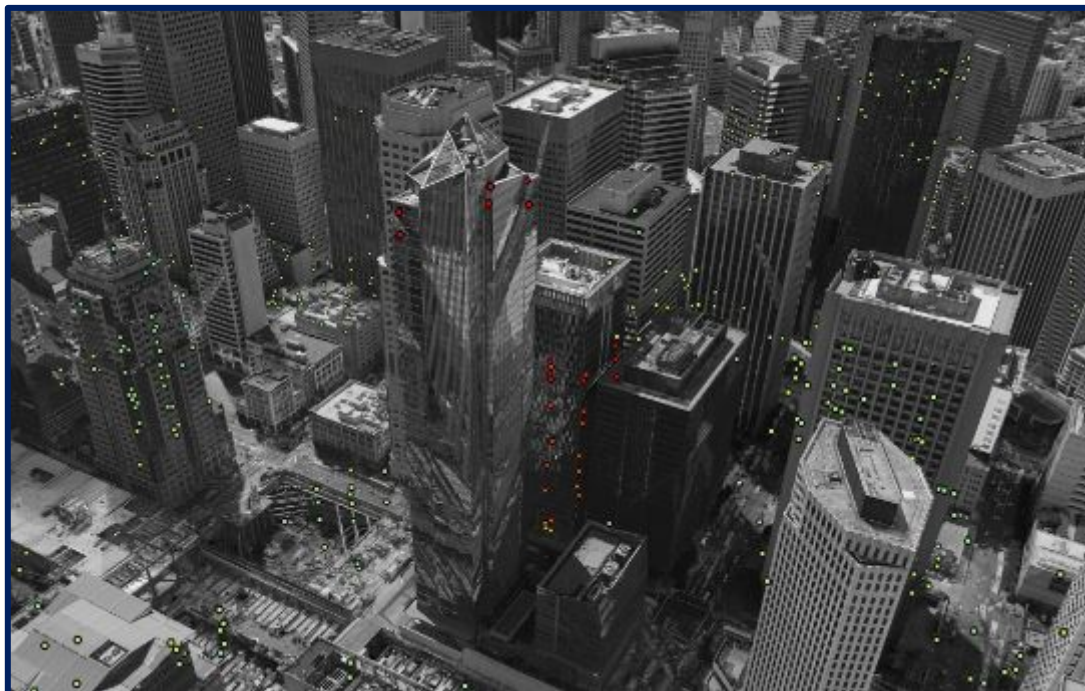
ככל הידוע לנו, הבניין עדיין בשימוש, אך קיימות תביעות הדדיות לגבי גורמי הנזק, וצוותי מהנדסים שבודקים את הסיבות כמו גם פתרונות אפשריים.

נכון לכתיבת שורות אלה, למגדל המילניום בתל אביב שלום.

מגדל המילניום בסן פרנסיסקו וידיד איטלקי



מיפוי תזוזות של מגדל המילניום ומבנים סמוכים (הסימונים באדום משקפים תזוזה)



נזקי מים בחניון



מרחבי הרשת 1

מלבד דף הפייסבוק שלנו (כבר ביקרתם?) <https://www.facebook.com/eng.ins.co.il>,

אנו מרבים לבקר ולהיעזר בעבודתנו במספר מקורות ואתרים, העוסקים בפרויקטים קבליים, ומתארים אותם מהיבטים שונים. להלן שניים שברצוננו לשתף אתכם.

Civileng.co.il – הפורטל הישראלי להנדסה אזרחית בנייה וסביבה – אתר ודף פייסבוק

<https://www.facebook.com/CivilEngIsrael>

<http://www.civileng.co.il/>

אתר האינטרנט של הפורטל הוא אתר נרחב, הכולל מאמרים, רעיונות, חדשות ומידע נוסף הקשור לבנייה. נציין במיוחד את דף המאמרים, בו ניתן למצוא סקירה וליווי של הקמת פרויקט מגדל רוטשילד בתל אביב, כשלי בנייה בארץ ובעולם והשלכותיהם, ההבדלים בין פרויקטים לשימור ופרויקטים של תמ"א 38 ומספר מאמרים העוסקים בעגורנים. בדף הפייסבוק של הפורטל ניתן למצוא את הנושאים העיקריים הנסקרים בו.

דוגמאות

<http://www.civileng.co.il/פרויקט-מתגלגל-הקמת-עגורן-צריח-חלק-7>

<http://www.civileng.co.il/בבטן-האדמה-מחפרי-הענק-מתחת-לאדמת-תל-אביב>

<http://www.civileng.co.il/כשלי-בנייה-בארץ-ובעולם-וההשלכות-הנובעות-מכך>

(אבל בלי אף מילה על ביטוח !!)



The screenshot shows the homepage of the CivilEng website. At the top, there is a navigation bar with links for 'חדשות' (News), 'אירועים' (Events), 'לימודים' (Studies), 'מידע שימושי' (Useful Information), 'חדשות' (News), 'ראיונות' (Interviews), 'דוחים' (Reports), and 'מאמרים' (Articles). Below the navigation bar, there is a main content area with several articles and images. One article is titled 'רשימת מפתח חברות CivilEng בנושא הקשר שבין ספורט' (Key list of companies CivilEng on the subject of the relationship between sports). Another article is titled 'כחול סמליות הפקטור של CivilEng' (Blue symbolism the factor of CivilEng). There are also images of construction sites and a group of people. At the bottom, there are logos for 'מבט' (Metab), 'BIMarket', and 'WhatsApp'.

מרחבי הרשת 2

שבתשתיות – קהילת פייסבוק

<https://www.facebook.com/שבתשתיות-373566349461843?fref=ts>

דף פייסבוק בו מוצגים פרויקטים קבלניים שונים מגורמים שונים. אנו אוהבים במיוחד שיתופים של מנהלי פרויקטים, המציגים פרויקטים אותם הם מבצעים, תוך תיעוד העבודות בתמונות ובסרטונים.

מתוך דף הפייסבוק:

שבתשתיות הוסיף/הוסיפה 7 תמונות חדשות.
24 מרץ ב-17:24

"נתיבי ישראל", כביש 38
עדכון קצר ממחלף שמשון בו בוצע השבוע שלב 2 א' שבשפת הפרויקט. אז מה חדש בתפריט? נפתחה הרמפה הסופית מ-38 צפון אל גשר המחלף. נפתח קטע כביש חדש שמחבר את מעגל התנועה המזרחי של המחלף אל כביש 395, סמוך לצומת אשתאול. בנוסף, בוצעו הסטות תנועה קטנות מדרום ומצפון לגשר המחלף. הכביש מתחיל להתיישר. בואו נראה.
#פרויקט_כביש_38
ניהול: "דוד אקרשטיין"
ביצוע: "עינב החץ".

שבתשתיות הוסיף/הוסיפה 6 תמונות חדשות.
18 דקות

מתניהו משה, איש הגשרים של פינת "קוראים תורמים", מדווח על סיום הנחת קורות על גשר 307 בפרויקט הארכת כביש 6 בצפון. על הגשר הונחו 32 קורות אשר הכבדות מביניהן במשקל 115 טון. הפרויקט, שמבוצע ע"י שותפות "שפיר פיצרטי", מתועד בדף ומידע אודותיו ניתן למצוא בסקירות הדף. בקרוב תועלה סקירה רחבה מהפרויקט. סקירה זו תכלול ביקור בכל שלוש המנהרות שלו. עד למועד מתעתע זה של "שבתשתיות", הנכם מזמנים להביט בתמונותיו של קוראי האמן. תודה רבה, משה!
#קוראים_תורמים

זהירות, בולענים! (או: איך אומרים בולען ביפנית?)

למי שחושב שבולענים אפשר למצוא רק בים המלח, צפויה הפתעה: בנובמבר האחרון ביפן פערה האדמה את פיה ויצרה בולען בגודל 30 מטרים, באמצע רחוב סואן, בסמוך לתחנת רכבת, בעיר פוקוקה. נמסר כי, למרבה המזל, לא היו פגיעות בנפש, מאחר שהבולען נפער בשעה חמש בבוקר, אולם האזור הוצף במים וחמישה נתיבים של הכביש נעלמו כלא היו.

אלא שכיאה למי שנודעים בחריצותם, העובדים המקומיים פעלו סביב השעון כדי לתקן את הבור, שעומקו 15 מטרים, בזמן שיא של כ-48 שעות (!), שכללו תיקון של צינור ביוב, החלפת רמזורים ועמודים, ומילוי הבור שפער הבולען ב-6,200 מ"ק של עפר ומלט.

עם זאת, למען הסדר הטוב, מקטע הכביש המתוקן לא נפתח לתנועה אלא שבוע לאחר מכן, לאחר שוידאו שהתיקון עומד בכל תקן.

הבולען שנפער בקרקע



תמונות הבולען ואחרי התיקון



מחלף אם המושבות - הקמת גשר בשיטת הזיז המאוזן / יציקה מאוזנת

מידע לחתם ביטוח - לפעם הבאה שתבקשו לבטח פרויקט גשרים משמעותי

מאמר מתוך אתר [Civileng.co.il](http://www.civileng.co.il) - הפורטל הישראלי להנדסה אזרחית בנייה וסביבה - אתר ודף.

<http://www.civileng.co.il/mchlf-am-hמושבות-מהנדס-אורי-שקד-סולל-בונה>

תודה למנהלי האתר ולמהנדס אורי שקד מסולל בונה.

שיטת הזיז המאוזן - Balanced Cantilever Method

הקמת גשר בשיטת הזיז המאוזן \ יציקה מאוזנת

באדיבותם הרבה של החברים הבאים:

מהנדס אורי שקד מנהל פרויקטים בחברת סולל בונה תשתיות

מהנדס מיכה פטרי - קדמור מהנדסים

מהנדס אמיר חדד - יהל מהנדסים

פרטים מזהים

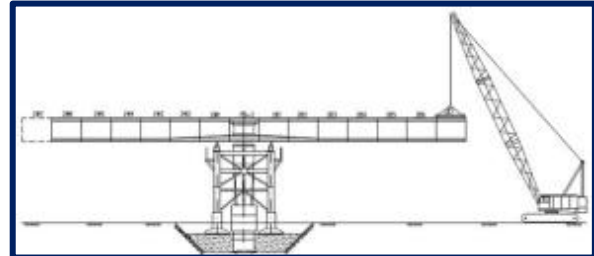
שם הפרויקט:	מחלף אם המושבות, כחלק מפרויקט דרך אם המושבות.
מיקום:	חציית כביש מספר 4 בין פתח תקווה ובני ברק, צפונית לציר ז'בוטינסקי.
היזם:	נתיבי איילון
משרד תכנון:	קדמור מהנדסים
קבלן ראשי:	א.י.ל סלע בע"מ
קבלן מבצע:	סולל בונה תשתיות
אדריכלות:	אדריכל אריה גונן
תכנון תנועה ודרכים:	דגש הנדסה
ניהול פרויקט:	יהל מהנדסים

הקדמה

גשר אם המושבות מהווה חלק מדרך אם המושבות, ומשמש לחיבור בין פתח תקווה לבני ברק. הצורך בדרך זו נבע מהרצון להקל על גודש התנועה בציר ז'בוטינסקי, המחבר ומהווה דרך ראשית בין פתח תקווה, בני ברק ורמת גן. גשר אם המושבות משמש למעבר כלי רכב, אולם מיועד גם לאפשר מעבר להולכי רגל, ולכן בנוסף למסעה, נבנו בצדי הדרך מדרכות.

שיטת הביצוע

שיטת הביצוע, שנבחרה לפרויקט זה, הינה **שיטת הזיז המאוזן - Balanced Cantilever Method**. ייחודה של שיטה זו מתבטא באופן בו ניתן להרכיב ולבנות את הגשר מאלמנטי בטון טרומיים, ובכך להימנע מעבודות טפסנות וברזלנות באתר (למעט במקומות מסוימים, עליהם אפרט בהמשך). בנוסף, מאפשרת שיטה זו לבצע עבודות גישור מעל דרך פעילה (כביש מספר 4) וזאת מבלי לשבש את שגרת הדרך.



הגשר מורכב מ-74 יחידות טרומיות (סגמנטים - Segments) המגשרות על מפתח מקסימלי של 60 מטרים וברוחב גשר סופי של 22.5 מ"א, כך שלבסוף יתקבל אורך כולל של 242 מ"א שיכלול שני נתיבים לכל כוון, כולל מדרכה להולכי רגל. האלמנטים מיוצרים במפעל לאלמנטים טרומיים (סולל בונה) בהתאם להנחיות אותם קיבל הקבלן המבצע מהמתכנן ובשיטת ה-Match Cast (יציקה מתואמת, כל אלמנט נוצק כנגד האלמנט הבא בהתאם לשיפוע האנכי ורדיוס הסיבוב של הגשר, תוך שימוש בשיני גזירה ובאלמנט "שקע-תקע"). האלמנטים מיוצרים ומובלים לאתר בהתאם לקצב התקדמות ההרכבות. אורכו של אלמנט טרומי טיפוסי 3 מ"א רוחבו 17 מ"א ומשקלו כ-80 טון. בכדי לאפשר רוחב מסעה סופי, מתבצעת באתר יציקה משלימה של שני זיזים משני צידי הגשר. בנוסף באלמנטים הטרומיים משולבים 4 צינורות לחיצה מפלדה (שני צינורות בכל דופן) שהוכתבו מטעמים קונסטרוקטיביים ותפקידם להקטין את אורך הזיז ומכאן את העומסים הנוצרים בקצה זיז האלמנט הטרומי (הזיז נוצר בשל רוחב מסעה).



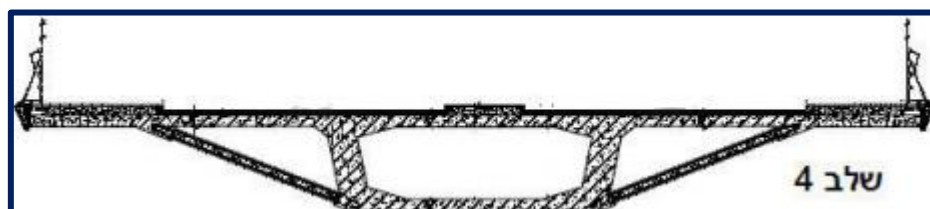
חתך האלמנט הטרומי בזמן הרכבתו בשיטת הזיז המאוזן - לכל אורך הגשר



יציקה באתר של הזיזים - לרבות פרטי הדריכה



ביצוע דריכות אחר - רוחביות



חתך הגשר המושלם - כולל עבודות הגמר (מסעה, אי תנועה, מדרכות וכו')

תמונה: צנרת הפלדה (מכוסה בניר קרטון, על מנת להגן עליה עד תום העבודות) ומבט קרוב על שיני הגזירה.



בתמונות: סגמנט טרומי טיפוזי - ניתן להתרשם מהגיאומטריה המדויקת ומהיפוי הקונסטרוקטיבי והאדריכלי של האלמנטים. כמו כן, ניתן בכבלי הדריכה הרוחבית וקוצי הזיון להשלמת היציקה בזיזים.



עבודות קידוח ודיפון

עבודות הביסוס בפרויקט התבצעו בשני מוקדים:

1. ביסוס נציבי הגשר: קוטר הכלונסאות 140-160 ס"מ ועומק ממוצע של 46 מטר.

2. ביסוס קירות רמפות גישה.

מאחר ומי התהום באזור זה צפויים להימצא כמעט מיד עם תחילת הקידוח ובנוסף, חתך הקרקע הינו חרסיתי בעיקרו, הוחלט כי עבודות הביסוס ייעשו באמצעות מכונת קידוח ושימוש בתמיסת בנטונייט.

תקציר מהלך העבודות (בהתאם לתפקוד הכלונס)

1. כלונסאות המשמשים לביסוס: קידוח ויציקת הכלונסאות, חציבה וניקוי של ראשי הכלונס (משאריות בנטונייט) בניית ראשי כלונס, יציקת נציבים.

2. כלונסאות המשמשים לדיפון: קידוח ויציקת הכלונסאות, חציבה וניקוי של ראשי הכלונס (משאריות בנטונייט) בניית קורת קשר, חפירה.

*הרחבה על שיטת הקידוח באמצעות תמיסת בנטונייט [כאן](#)

*הרחבה בנושא שיטות ביסוס והתאמתן לסוג הקרקע [כאן](#)

*הרחבה בנושא קידוח כלונסאות בבנטונייט [כאן](#)

הערה: עם סיום קידוח הכלונסאות, ביצע הקבלן קידוחי גלעין בכלונס (מקודקודו ועד תחתיתו) ולהזריק בלחץ דייס צמנטי על מנת להגדיל עוד יותר את תסבולת הכלונס (ההזרקה יוצרת "בצל" בתחתית הכלונס ומרחיבה אותו)

בתמונה: אדום - קורת קשר לראשי הכלונסאות. בחלקו המזרחי של הגשר, בשל הקרבה לכביש 4 נקדחו כלונסאות דיפון, על מנת לחזק את דופן החפירה, הצמודה למסלול הנסיעה צפונה. כחול - כלונסאות דיפון שנחשפו לאחר החפירה. צהוב - כלונסאות ביסוס לראשי הכלונס שישמשו בסיס לנציבים.



נציבים (עמודים) Piers

גשר אם המושבות עתיד לגשר על מפתח כולל של 242 [מ"א] ולכן נשען על נציבים (עמודים). הנציבים מהווים סמכים עבור הגשר ומקטינים בכך את המפתח הכולל. הנציבים נשענים ומחוברים בבסיסם לראש כלונס אשר נשען גם הוא על כלונסאות (ראה הרחבה קודמת).

נבחין בשני סוגים של נציבים:

1. נציב קצה: נציב הקצה ממוקמים בשני הצדדים של הגשר (מזרח ומערב) ומשמשים כסמכים הקיצוניים של המקטעים. הנציב משמש לשני תפקידים, מצידו האחת מהווה נקודת השענה לסגמנט הראשון ומצידו השני נקודת השענה לפלטת הגישה המחברת בין המסעה לתחילתו של הגשר.



2. נציב אמצעי: בכדי להקטין את המפתחים וכדי לאפשר את הרכבת האלמנטים בשיטת ה-Balanced Cantilever Method יש לצקת תחילה נציבים. בגשר זה, תוכננו ארבעה נציבים אמצעיים, עליהם יורכבו הסגמנטים בשיטה זו. הנציבים נוצקו בטפסות מתועשות וזאת על מנת לאפשר יציקה מחזורית / חוזרת בכל נציב הגשר. נציב האמצע מונח על ראש כלונס המחובר ונשען על כלונסאות הביסוס (ראה פירוט קודם).



חתך המצורף, נוכל להתרשם משני נציבי הקצה (הנציבים הקיצוניים) ומארבעה נציבים נוספים עליהם נשענים אלמנטי הגשר (נציבים אמצעיים). המפתח בין נציבי הקצה והנציבים הפנימיים הוא כ-30 [מ"א] והמפתח בין הנציבים האמצעיים הוא כ-60 [מ"א].



סמכים קבועים / סמכים זמניים

סמכים קבועים: סמכים אלה ישמשו בשלב הסופי והאחרון, והם יהוו נקודות השענה לגשר לכל אורכו. **סמכים זמניים:** מסביב לכל נציב, מורכבת קונסטרוקציית פלדה זמנית (הנשענת על כלונסאות) אליה מחוברים 4 ג'קים (מגבהים) בעלי כושר נשיאה של 600 טון לכל אחד. בשעת הרכבת האלמנטים, ההשענה נעשית על הג'קים וזאת על מנת לאפשר ביצוע תיקונים / צידוד. רק בשלב הסופי והאחרון, לאחר שיצקו גראוט מתפלס מתחת לסגמנט, יסיימו הג'קים את תפקידם וההשענה המלאה תעבור לסמכים הקבועים.



רכבת אלמנטים טרומיים

בשיטת ה-Balanced Cantilever Method האלמנטים מורכבים באמצעות עגורן נייד. העגורן שנבחר לפרוייקט זה הוא מסוג CC2000 של חברת DEMAG. העגורן מתנייד על זוג זחלים המאפשרים יציבות ויכולת להתגבר על כל מכשול פיסי בעת ההרכבה. האלמנטים נרתמים לאונקל העגורן באמצעות מסגרת פלדה הנצמדת אלמנט בחלקו העליון (ראה תמונה מצ"ב). כניסה **לאתר חברת העגורנים DEMAG**. הרכבת האלמנטים על ידי העגורן, נעשית משלושה אזורים, ממערב לכביש, ממזרח לכביש ומאי התנועה שבין הנתיבים (כביש 4).

למסמכי קבלן הביצוע צורף מדריך הנדסי **erection manual** ובו הסבר מקיף על מהלך ושלבי ההרכבות. עיגון האלמנטים הטרומיים לעגורן, נעשה באמצעות "מפזר עומס" Spreader (בתמונה: מסגרת פלדה צהובה).



האלמנט הראשון שיורכב על הנציב (Pier Segment) בנוי למעשה מזוג אלמנטים צמודים (ראה סימון ירוק) המורכבים ומונפים כסגמנט אחד. הסיבה לשימוש בשני סגמנטים נעוצה במגבלות משקל ובשיקולי ההובלה של האלמנטים לאתר. את זוג הסגמנטים הראשיים מצמידים בהיותם על הקרקע, ודורכים האחד כנגד השני באמצעות מוטות דריכה מסוג דוודג (ראה סימון אדום). הדריכה נעשית באמצעות בוכנות הידראוליות. בשלב זה, ההשענה של הסגמנט הראשון (הכפול) תיעשה זמנית על הנציבים עצמם ולא על הג'קים.



לאחר ההרכבה של הסגמנט הראשי, ייבדק מיקומו על ידי המודד ולאחר אישורו - תתאפשר המשך תליית הסגמנטים. סדר ההרכבה ייעשה בהתאם להוראות המתכנן, כשבסיס ההרכבה הוא שמירה על שווי משקל סביב הנציב (ולכן סדר התלייה יהיה על בסיס סגמנט משמאל לנציב ומיד אחריו סגמנט מימין לנציב, בהתאמה).

בתמונה: סידור טיפוסי להרכבת הסגמנטים. צהוב - סמך קבוע הישמש להשענה עם תום ההרכבות. אדום - סמך זמני (ג'ק). קונסטרוקציית פלדה זמנית להנחת הג'קים.



המשך ההרכבות משני צידי הנציב. בצידה הימני של התמונה, נוכל להבחין בחצייה של כביש 4. הנחת הסגמנטים מעל הכביש נעשתה בלילות, באמצעות הסדר תנועה זמני להסטת התנועה, כך שתתאפשר המשך העבודה ללא סיכון כלי הרכב והנוסעים. שימו לב לזיז הנוצר סביב הנציב...



עבודות לילה

הרכבות אלמנטים שבוצעו מעל כביש 4 - התקיימו בלילות, לאחר הקמת הסדרת תנועה זמני על ידי צוות אבטחה ושיטור מתאים.

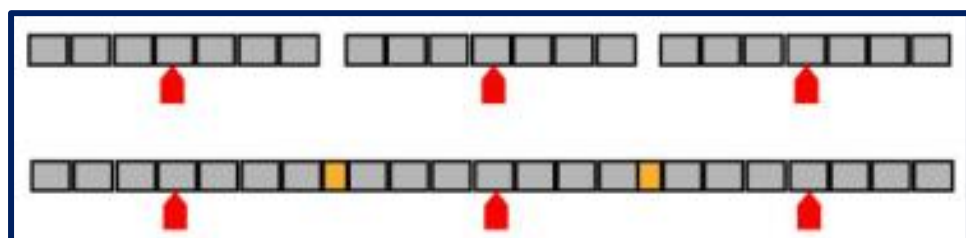


השלמות יציקה (Closure Cast)

בין כל שני נציבים תתבצע השלמת יציקה. השלמת היציקה מתבצעת באמצעות טפסנות ידנית \ מתועשת למחצה המחוברת משני צדדיה לסגמנטים הקרובים. הצורך בהשלמת יציקה נובע מאילוצים גיאומטריים בין הזיזים. בדרך כלל בהשלמות יציקה, מקובל כי אורך ההשלמה ינוע בין 70-120 [ס"מ] אולם בגשר אם המושבות, בשל מוטות הפלדה הייחודיים ומודול החזרה שלהם - רוחב השלמת היציקה המתקבל הוא 300 [ס"מ].



בסקיצה: סכמה טיפוסית להשלמות יציקה (ההשלמה בכתום).



מידה ובקרת איכות

על מנת לוודא כי כל אלמנטי הגשר מורכבים בגובה, בזווית ובכוון הרצויים, מתבצעות מדידות לפני, במהלך ובסיום העבודה. בחלקו העליון של כל סגמנט הוטבעו במהלך היציקה 6 פלטות קטנות העשויות מפח, עליהן נקבל נקודות קבועות במרחב שימשו אותנו לקבלת ייחוס ואוריאנטציה של ההרכבה (גובה וצידוד). מיקומו היחסי של כל אלמנט טרומי, נבדק עוד במפעל לפני ההגעה לשטח. באמצעות נתונים אלה, ניתן לקבוע איך להציב את האלמנט ובמידת הצורך, לבצע תיקון - באלמנט שיורכב אחריו. עם סיום הרכבת האלמנט, תתבצע מדידה והמודד יעביר את הקואורדינטות של נקודות אלה לבדיקה. במידה ויש לבצע תיקונים (בדרך כלל מדובר על מספר בודד של מילימטרים) הם יקוזזו / יתוקנו במהלך הרכבת האלמנט הבא. התיקונים נעשים באמצעות ג'קים (מגבהים) עליהם מונחים הסגמנטים (ראה הרחבה בהמשך) ובמקרה הצורך יונחו שימסים ("קלינים" ייעודיים) על מנת לקזז את התיקון.



הרכבה וחיבור אלמנטים

בכל אלמנט נוכל להבחין בארבעה סוגים של מעברים / שקעים:

1. חורי מעבר לכבלי דריכה סופית (כחול): דריכה תחתונה לאחר שינוי סכימה מזיז לשדה. עם תום ההרכבות וסיום השענת האלמנטים עם הנציבים, יושחלו כבלי דריכה אורכיים והאלמנטים ידרכו זה לצד זה, לכל אורכו של הגשר.
2. חורי מעבר למוטות דריכה "מוטות דוודג" Dywidag Bars (אדום): מוטות הברגה, הננעלים בכח דריכה כנגד הבטון. מוטות הדוודג משמשים לחיבור האלמנטים באופן זמני, עד להשלמת כבלי הדריכה ודריכתם. עם תום דריכת הכבלים, ישוחררו מוטות הדוודג. בשעת תליית האלמנטים, הדוודגים משמשים להצמדתם הזמנית (בעיקר המוטות העליונים).
3. שקעי גזירה (לבן): "שקע תקע" בין אלמנט אחד ורעהו. השקעים מתנגדים לכוחות הגזירה המתפתחים בין הסגמנטים (האלמנטים שואפים להחליק זה על דופן זה).
4. דריכה עליונה (ירוק): דריכה עליונה להרכבה, המשמשת גם כדריכה למומנט שלילי מעל הסמך.



תמונות נוספות

