

בסכמה שנבחרה שני צדי הקשת מחוברים בעזרת קורה אופקית ביניהם אשר מונעת פתיחה או פיסוק של הקשת לצדדים תחת עומסים אנכיים.

החיבור לקרקע באחד משני בסיסי הקשת מאפשר תזוזה (סמך ניד) ולכן לא מתקבלים כוחות אופקיים בבסיסי הקשתות (להבדיל מקשת חסומה בבסיסים). נוסף על כך, בסכמה זו קיימת יכולת תזוזה עקב שינוי טמפרטורה ללא תופסת משמעותית של מאמצים. לגשר תפר התפשטות בצד המזרחי בלבד המאפשר תזוזה של 160 מ"מ.

הגשר נבנה במקביל משתי צדי מסילת הרכבת. התכנון המקורי היה לבנות את מערכת הקשתות ביחד עם חלק מקורות הרוחב על הקרקע (ברחבת ההתארגנות) ואז בהנפה אחת לחבר את שני חלקי הגשר. שלבי ביצוע שכאלה חוסכים תיאומים ואישורים עם גורמים כגון רכבת ישראל, תש"ן וקצא"א וכן אינם מצריכים שימוש בתמיכות זמניות, שכן כאשר מערכת הקשת מושלמת (קשת, קורה ומוטות ביניהם) קשיחותה גדולה. לבקשת הקבלן, שלבי הביצוע שונו מהתכנון המקורי והוצבו ארבע מגדלי תמיכה זמניים משני צדי מסילת הרכבת. כך, היה אפשר להרכיב את קורת האורך הראשית והקשתות במספר הנפות של משקלים קלים (ביחס לתכנון המקורי). לאחר השלמת הקשתות וחיבור המוטות שבין הקשת לקורה הראשית, היה אפשר לפרק את המגדלי התמיכה.

ביצוע החלק המחבר בין שני הצדדים דרש דיוק רב שכן מדובר בחיבור באמצעות ברגים רבים, ועל מנת להגיע לרמת הדיוק הדרושה, היה צורך להגיע ליכולת להזיז לפחות צד אחד של הגשר. כיוון שהצד המזרחי של הגשר מחובר ליסודות על ידי סמך החלקה בנקודה אחת ומוט דו-פרקי בנקודה השנייה, לא הייתה בעיה להזיז את כל קונסטרוקציית הגשר בצד המזרחי בעזרת ג'קים קטנים ובכך לחבר את שני צדי הגשר באופן מהיר, קל ומדויק.

לאחר סיום הרכבת אלמנטי הפלדה, הונחו קרומים טרומיים מבטון בין קורות הרוחב. קרומים אלה יצרו משטח עבודה על הגשר ושימשו כטפסות עליהם נוצקה יציקת הבטון המשלימה של המסעה.

בשונה מרוב הגשרים בארץ, שבהם אנו נוסעים על קונסטרוקציית הגשר (בדרך כלל קורות בטון) וככל שמגדילים את המפתח בין העמודים כך גדל גם גובה הקורה, במקרה זה, כיוון שהקשת נמצאת מעל מסעת הגשר (קונסטרוקציה עילית ולא תחתית),



מבט על הגשר מכיוון מזרח - מקריית השרון לכיוון כביש 2

הפתרון ההנדסי

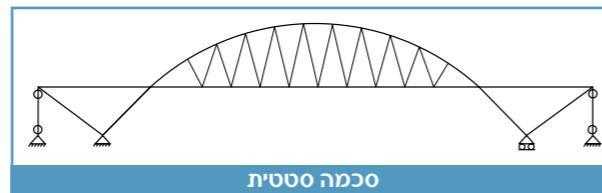
הפתרון ההנדסי של גשר קשת פלדה לא היה מקובל בארץ. על פי רוב הגשרים המתוכננים למפתח שכזה הם גשרי מקטעים מבטון דרוך.

השימוש בקונסטרוקציית פלדה במקום בטון איפשר לבנות את הגשר בזמן קצר - בתוך שלושה חודשים סיימו את הרכבת אלמנטי הפלדה באתר, כאשר ייצור האלמנטים במפעל והובלתם התבצע במקביל לעבודה על יסודות הגשר.

המשקל הקל של קונסטרוקציית הפלדה (לעומת קונסטרוקציה מבטון) איפשר להניף את הקשתות בעזרת מנופים פשוטים ולחברן לשני צדי הגשר.

מבצע הנפת הקשתות מעל מסילת הרכבת וחיבורן בוצע במשך שעות בודדות, כך התאפשרה בנייתו של הגשר מבלי לפגוע בתנועת הרכבות אף לא פעם אחת.

בחרנו להשתמש בסכמה הנדסית של קשת הידועה בספרות המקצועית בשם "tied arch".



סכמה סטטית



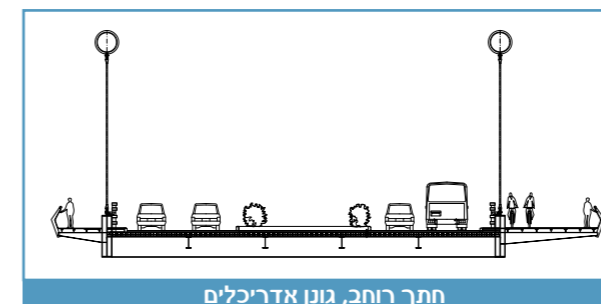
גשר אריאל שרון, נתניה. מבט על קשתות הפלדה. צילומים: עמית גירון

תאפשר לרכבת לנוסע ללא הפסקה. נוסף על אלה, לפי דרישת רכבת ישראל, המרחק בין תחתית קורת הגשר למסילת הרכבת צריך להיות גדול מ-6.5 מטרים וכדי לעלות לגובה זה מנקודות ההתחברות למערכת הכבישים הקיימת, גם עם רמפות עליה בשיפוע הגדול ביותר שניתן, נדרש כי גובה קונסטרוקציית הגשר מתחת לרכבים הנוסעים עליו יהיה נמוך מ-1.5 מטרים, ולא יהיה צורך בהגבהת הכבישים הקיימים - פעולה שיכולה לארוך זמן רב ולגרור עלות כלכלית נוספת לפרויקט.

נתוני הגשר שתוכנן

תוכנן גשר קשתות מקונסטרוקציית פלדה בעל מפתח נקי של 76 מטר בין בסיסי הקשתות ובאורך כולל של 100 מטר. רוחב הגשר 32 מטר והוא כולל ארבעה נתיבי תנועה לכלי רכב - שניים לכל כיוון, נתיב תחבורה ציבורית (BRT) נוסף וכן מדרג לאופניים והולכי רגל.

כל מסלולי התנועה ברוחב של כ-24 מטר תוכננו מקונסטרוקציה המשלבת פלדה ובטון (composite beams), חלק הגשר המשמש להולכי רגל ורכבי אופניים תוכנן מקונסטרוקציית פלדה ועליה דק עץ.



חתך רוחב, גונן אדריכלים

עם התרחבותה של שכונת קריית השרון בנתניה והקימת האצטדיון העירוני, נדרש להקים גשר מעל מסילת הרכבת החוצה באזור כמענה לעומסי התנועה במקום. ריבוי התשתיות מתחת לגשר ואי היכולת למקם עמודי ביניים, הצריכו מפתח נקי וגדול. נוסף לכך, נדרש כי קורת הרכבת לא יופרע במשך הבנייה וגובה קונסטרוקציית הגשר מתחת לרכבים הנוסעים עליו יהיה נמוך ככל האפשר

פרויקט גשר אריאל שרון, נתניה

גשר השרון בנתניה מהווה דרך גישה נוספת לכביש 2 ודרך גישה נוספת לבאי האצטדיון העירוני, והוא מחבר בין שכונת קריית השרון במזרח העיר ובין מרכז העסקים והטכנולוגיות ע"ש ספיר. על תכנון הגשר הופקד משרד תכנון הגשרים "רוקח אשכנזי מהנדסים".

האתגר ההנדסי

האתגר ההנדסי שעמד בפנינו לא היה פשוט. מתחת לגשר קיימות תשתיות רבות, החשובות שבהן - רצועת קו הרכבת, רצועת צינורות להעברת דלק ונפט (תש"ן וקצא"א) תשתיות של חברת חשמל ותכנון עתידי של המשך נתיבי אילון לכיוון צפון. ריבוי התשתיות מתחת לגשר ואי היכולת למקם עמודי ביניים, הצריכו מפתח נקי וגדול ללא עמודים - באורך של 76 מטר.

כמו כן, כיוון שאין אפשרות לעצור את קו הרכבת העמוס המקשר בין מרכז הארץ לצפונה, על הגשר להיבנות בשיטת ביצוע אשר

* רוקח אשכנזי מהנדסים יועצים בע"מ, משרד תכנון המתמחה בתחום הנדסת המבנים.
** צילומי הפרויקט: עמית גירון



מבט על הגשר העובר מעל מסילת הרכבת

גשר קשתות מקונסטרוקציית פלדה

המשך

ניתן לגשר על מפתחים גדולים מבלי להגדיל את גובה הקורות עליהן נוסעים הרכבים; ככל שהמפתח גדל מגביהים את גובה הקשת. כך הצלחנו לעמוד בדרישה לגובה קורות הנמוך מ-1.5 מטרים ולא נדרשנו להגביה את מערכת הכבישים הקיימים בשני צדי הגשר, שהיה בלתי אפשרי בחלופת הבטון הדרך שם גובה הקורות המתקבל הוא כ-3.5 מטרים.

נוסף על כך, שיטת הביצוע הנפוצה של גשרי מקטעים מבטון נקראת "זיז מאוזן" ואיננה מאפשרת לגשר על מפתח אחד גדול מבלי להאריך את הגשר לפחות בחצי המפתח הגדול לכל צד, כך שבשיטה זו היה מתקבל אורך גשר של 152 מטר $(152=38+76+38)$ - אורך פי 1.5 מגשר הקשת שתוכנן. יתרונותיו ההנדסיים של גשר קשת הפלדה כפי שצוין, לצד כל המגבלות הקיימות, איפשרו עלות בנייה שהייתה זולה משמעותית מכל חלופה הנדסית אחרת עבור המפתח הדרוש.

תחזוקה

ישנה בארץ דעה מקובלת מוטעית לפיה לגשרי פלדה עלויות תחזוקה גבוהות - תחזוקה של גשר פלדה מסתכמת בצביעה של הפלדה בכל פרק זמן. כיום ישנן מערכות הגנה לפלדה אשר מאפשרות להאריך פרק זמן זה לעשרות שנים (יש בספרות נתונים של עד 80 שנה). מהנדסים המומחים בתכנון גשרי פלדה ובטון דרוך באירופה, שאיתם התיעצנו, טענו בפנינו כי רוב הגשרים הנבנים כיום כמעט בכל מדינות אירופה הם גשרי פלדה וזאת דווקא משיקולי תחזוקה.

היבט אדריכלי

ברור כי לגשר מהסוג שתוכנן יש יתרון אדריכלי משמעותי ביחס לגשרי קורות הבטון המקובלים. לגשרים מסוג זה ישנה השפעה משמעותית על דימוי האזור והעיר אשר לא ניתן לאמוד בכסף. אדריכל הגשר, אריה גונן, ממשרד גונן אדריכלים, היה שותף מלא לתכנון הגשר ודאג להקפיד על כל פרט - כך שיתקבל גשר מרשים ביותר שכיף לעבור בו ולהביט עליו מכל כיוון. **זים הגשר - החברה לפיתוח ולתירות נתניה** בניהולו של **מר רמי דואני** וסגנו **מר יוני איצ'קוביץ**, וכן **סגן ראש עריית נתניה מר אלי דלל** שקידמו, ליוו ותמכו אישית בכל שלבי תכנון הגשר והקמתו. בפרויקט לקחו חלק:

- | | |
|---------------------|--------------------------------|
| גאומטריה | חברת מהנדסים - אינג' דן אמסלם. |
| תנועה | אריה הוכברג. |
| בקרת תכנון | לויטן מהנדסים. |
| אדריכלות | גונן - אדריכלים. |
| ניהול פרויקט | אילן חדד שירותי הנדסה. |
| קבלן ראשי | רולידר. |
| קבלן הפלדות | הגבעה. |
| חשמל | דוד ברהום. |
| יועץ ביסוס | מכטה-גאוסטכניקה בע"מ. |
| יועץ דינמיקה | פרופסור י. שיינמן. |
| מטלורג | שרגא ירון. |
| קונסטרוקציה | רוקח אשכנזי מהנדסים ■ |

