



גדולים ומורכבים

גשר מוצא עבור הרכבת הקלה לירושלים | צילום: יח"צ

סקירה של כמה מהפרויקטים המרתקים המוקמים כיום ברחבי ישראל - ביבשה, בים וגם מתחת לאדמה | אלעד צור

והגוש; שיפור ושדרוג רמת הבטיחות של המנהרות הקיימות - מערכות, איטום, בטונים ואופציה עתידית של חיבור נוסף לדרום גילה.

כביש 16: כניסה מרכזית לירושלים

באוגוסט 2018 הוכרזה חברה משותפת לש-פיר ופיצרוטי כזוכה במכרז לכניית כביש 16. הזר-כות, יחד עם קרן נוי, השלימו לאחרונה גם את

<<

בר מנהרות. אורכו של הגשר הינו 360 מטר; אורך המנהרה בתחום ירושלים הינו 260 מטר ואורך המנהרה בתחום יו"ש הינו 890 מטר. על פי החברה, לפרויקט מספר מטרות עיקריות: חיבור בין כביש 60 להמשך שד' בגין בדרום; שיפור רמת השירות והבטיחות של הכביש תוך מתן עדיפות לתחבורה ציבורית; שחרור מגבלת תוספות יחידות הדיור בבית שמש עילית, צור הדסה והסביבה; הקלה על עומס התנועה בכביש 1 וכנגזרת גם כביש 443; שיפור נגישות תושבי בית ג'אלה והר גילה לכיוון דרום - צומת חוסאן

של הרכבת הקלה הפועלת בעיר.

כביש 60: נתיבים, גשר ומנהרות

חברת סולל בונה, מקבוצת שיכון ובינוי, מבצעת בימים אלו פרויקט תשתית משמעותי להרחבת כביש 60. בחברה מספרים כי מדובר בפרויקט מורכב וייחודי להוספת שלושה נתיבים חדשים - נת"צ מתחלף וכן שני נתיבים פרטיים מצומת רוזמרין עד כביש 375 (במרחק של כ-5.5 ק"מ).

הפרויקט כולל שני צמתים (רוזמרין וצומת עם כביש 375), אזור בידוק בטחוני (תחום יו"ש) ומע-

רחבי הארץ - או לאורך חופיה, מוקמים בשנים האחרונות פרויקטים תשתיתיים בהיקפים עצומים של עשרות מיליארדי שקלים. חלק מהפרויקטים מוכרים יותר, כמו למשל הרכבת הקלה של תל אביב וגוש דן. אחרים מוכרים קצת פחות. הנה סקירה של כמה מהפרויקטים הגדולים והמורכבים, מוכרים יותר ומוכרים פחות.

באיזור ירושלים מוקמים מספר פרויקטי תשתית גדולים - כולל הרכבת כבישים קיימים, הוספת כבישים חדשים, סלילת מנהרות וגם הרחבה

הפתרון - הנדסה ברמה גבוהה

חברת גרין המתמחה בהקמת פרויקטים מורכבים, סיימה לאחרונה 2 פרויקטים מורכבים בתל אביב - איצטדיון בלומפילד ושיפוץ תיאטרון בית לסיך שנפתח בספטמבר - פרויקט שבו המורכבות הגדולה היא לקיים שיפוץ והרחבה בצפיפות אורבנית.

עם סיום העבודות, הפרויקט כולל 2 אולמות תיאטרון - אולם תח-תון עם כ-300 כסאות, לחזרות ולהצגות קטנות, והאולם העליון עם כ-830 כסאות.

לדברי אייל גרין, מנכ"ל משותף בחברה, "ביצוע עבודות על פינת הרחובות פרישמן-דיזינגוף, כאשר לצד העבודות, הקניין שנמצא במקום פעיל עם סוחרים ואנו מוקפים בקווי מתח או בשפנים, הוא מורכב מאוד".

בנוסף, קובע איל, "כשמשפצים - נכנסים אל הלא נודע. אתה נוגע

קשים, היינו צריכים לאפשר את החיים בלב תל אביב בכל שעות היממה. אתה בלב תל אביב, חנות של הסביבה רוצה למכור ואתה מעליו וצריך להמשיך למסחר לעבוד".

בנוסף, הוא מוסיף, "כל משימה חייבת להיות מתוכננת עד לפרטים הקטנים. כדי לאפשר לסוחרים לעבוד. בצענו הרבה מאוד עבודות לילה. העבודה חייבה הרבה הסדרי תנועה מקומיים, בשילוב של תכנוני משימה - למשל, חסימות צירים, אבל אי אפשר מתי שרר-צים, חייבם לתכנן את זה בשיתוף העירייה והמשטרה וגם לבצע הרבה מעקפים מקומיים. זו עבודה כירורגית".

כדי לעמוד במשימה, חילקו בחברה את העבודה ל-4 צוותי עבודות הנדסה: צוות עבודה למעטפת, צוות הנדסה לחיזוק היסודות, צוות הנדסה לפירים של הביטון וצוות הנדסה לעבודות הגמר.

ביסודות ומגלה שהם ישנים ולא יכולים לשאת הבנין, אתה מגדיל את היסודות - מקטין את הבנין, נוצרות בעיות של גבהים ועוד המון שינויים והכל תוך כדי תנועה, בלתי על בלתי והדרך להתמודד - ריבוי הנדסה. הנדסה לכל משימה - הנדסה ברמה גבוהה".

מה היו האתגרים ההנדסיים העיקריים?

"העבודה הצריכה אותנו להעמיק ולחזק את היסודות הקיימים, כאשר אנחנו מפשיטים את המבנה ובעצם, עושים שם פרויקט ברמת גמר גבוהה מאוד מאוד, עם פרטי אדריכלות סבוכים ופרטי גמר שצריכים להתחבר למבנה קיים - זה דבר שמקשה ומחייב הסתכלות אחרת".

עוד בעיה שמוסיפה למורכבות בעבודה בלב איזור עירוני צפוף היא נושא הבטיחות וגם התחבורה. לדברי איל, "לצד תקני בטיחות



כביש 16 בכניסה לירושלים | הדמיה: יח"צ

לאחרונה גם במרכז הרכבת הקלה בירושלים לה-קמה ותפעול הקו הירוק ולהארכת ותפעול הקו האדום הקיים. בחברה מספרים כי מדובר במרכז הנחשב לגדול ביותר שפורסם עד היום בישראל. פרויקט הקו הירוק יתפוס את ירושלים לעיר בע-לת רשת תחבורה ציבורית נגישה המבוססת על רכבת קלה, אשר כיום נסמכת על קו יחיד. שותפות שפיר-CAF תרחיב את הקו האדום לשכונת נווה

תית לבאים וליוצאים מהעיר ירושלים כאשר יהווה כניסה / יציאה מרכזית מאזור מערב העיר וייתן מענה לבעיית פיזור התנועה המורגשת היום בירושלים ויקל באופן משמעותי על עומסי התנו-עה הקיימים כיום בכניסה לעיר.

קו נוסף לרכבת הקלה בירושלים
שפיר הנדסה ושותפתה הספרדית CAF זכתה

עול ב-2022 ומאופיין ברמת מורכבות תכנונית גבוהה ובשיקום הנוף בדגש על אזור יער ירושלים, וכן מיועד להיות ידידותי יותר לסביבה. אורכו של הכביש המתוכנן הוא כ-5 ק"מ והוא יורכב בעיקר משתי מנהרות תחת שכונות מגורים בעיר. העבודות המוקדמות להכנת הפורטלים של המנהרות כבר החלו. בחברה קובעים כי כביש 16 הוא בשורה אמי-

>>

"כביש 6 חוצה צפון".

כביש 16 יהווה כניסה מרכזית שנייה לעיר ירושלים ויחבר את כביש 1 לשכונות המערביות והדרומיות של העיר. הכביש אמור לאפשר כניסה מהירה ללא רמזורים. מחברת שפיר מספרים כי הכביש מתוכנן לפ-

"גיט גראוטינג" - בזכות יכולות שנרכשו ב-100 שנות ניסיון

ה-TBM חצתה את תעלת איילון.

כיום, הוא מוסיף, TLG מבצעת פקק ג'ט גראוטינג המורכב ביותר שבוצע עד כה בישראל, בפרויקט מלון שרונה תל אביב, במקביל לביצוע עבודות בנייה ע"י אלקטרה בניה, באותו תא שטח. מורכבות הביצוע מצריכה שימוש בצידוד מגוון: 4 סטים של ג'ט גראוטינג, 4 מכונות קידוח בגדלים שונים, ביצוע בער-מקים משתנים, עדכון תכנון ביצוע יום יומי, בקרת איכות ברמה גבוהה, והכל על מנת לייצר קופסא סגורה שמגבילה את כמויות המים לשאיבה.

עוגנים פולימריים: הקו האדום פועל בלב איזור בנוי צפוף ועתיר תשתיות ונת"ע אינה מאשרת ביצוע עוגני קרקע מפלדה באיזור הסמוך לו. ליפסקר פיתחה בהצלחה עוגן פיברגלאס ששבר שיא עולמי מבחינת יכולת לשאת עומס שירות והמוגן בפנטנט. היא ביצ-עה אלפי עוגנים כאלה באתרים שונים וכיום בפרויקט מלון שרונה ופרויקט סמל בתל אביב.

עבודות סלארי: TLG מבצעת פרויקט מורכב של דיפון, ביסוס עמוק והשפלת מי תהום ברח' הלח"י בבני ברק (המזמין: אלייד - אמות). היקפו הגדול של הפרויקט המשתרע על מגרש של כששה עשר וחצי דונם מחייב את TLG לביצוע משולב של מגוון העבודות הנדרשות בפרויקט, לרבות הפירה ויציקה של קירות סלארי עמו-קים, הפירה ופינוי עפר, עוגני קרקע והשפלת מים.



גיט גראוטינג בפרויקט חציית האילון. המזמין: חברת CRTG | צילום: יח"צ

את איזור החציה (תוואי רווי תשתיות וסמוך למסילות רכבת פעיי-לות) בכדי למנוע נזק לקירות הדיפון ומסילות הרכבת.

לדברי ליפסקר, הלון הזמנים היה מצומצם מאוד - לסיים את הע-בודה עד החורף עקב סכנת הצפה. TLG עבדה במתכונת חירום של 24/7 וסיימה בהצלחה את העבודה לפני בוא הגשמים, ומכונת

חברת ליפסקר הוקמה לפני כ-60 שנה על ידי יצחק ליפ-סקר ז"ל, והיא כיום מהחברות המובילות בישראל בענף הגיאוטכניקה. לפני כ-4 שנים הקימה ליפסקר שותפות עם חבר-רת טכנסול הפורטוגלי - חברה אירופאית, עם ניסיון דומה של כ-50 שנה, בין היתר מומחית לביצוע עבודות ג'ט גראוטינג, סלארי, מנהור ועוד.

החברה המשותפת, TLG, מעסיקה צוות פורטוגלי קבוע בישראל הכולל מהנדסים, מנהלי עבודה ומפעילים מומחים. היא מנוהלת ע"י יורם ליפסקר ופדרו רוצ'ה הפורטוגלי. לחברה מגוון רחב של מכונות וציוד. משרדי החברה והמרכז הלוגיסטי שלה נמצאים בא-זור התעשייה קדימה.

יורם ליפסקר מספר כי TLG ביצעה את מרבית עבודות הג'ט גראוטינג ב"קו האדום" של הרכבת הקלה בתל אביב וכ-10 פרויקטים עבור מזמינים שונים, כשהראשון שבהם היה חציית איילון.

Jet grouting - דיוס סילונג, היא טכנולוגיה המאפשרת לחזק ול-שפר את הקרקע הטבעית באמצעות הזרקות של חומרים צמנטיים ללחצים גבוהים מאוד, מה שמפרק את הקרקע הטבעית והופך אותה לקרקע משופרת.

בפרויקט חציית האילון, היה על החברה הסינית CRTG לחצות את תעלת האילון עם מכונות הכרייה (ה-TBM). על TLG הוטל לייצב



פרויקט הרחבת כביש 60 של סולל בונה | הדמייה: RDV וחברת דן בן עמרם

קומת משרדים וחללי עבודה משותפים. בנוסף בצעו מתחם חניה וכניסה מאובטחים.

פרויקט התחבורה במטרופולין חיפה

קבוצת רמי צרפתי באמצעות חברת הביצוע "רגבים" ביצעה עבודת בניה ותשתית, לצד חברות בניה ותשתית נוספות, במרכז התחבורה "מרכזית המפרץ" בחיפה. בחברה מספרים כי העלות הכרוכה ללת של מרכז התחבורה החדש, שמטרתו לקרב את הפריפריה למרכז, כ-200 מיליון שקלים, כאשר שר חלקה של קבוצת רמי צרפתי בו הוא כ-40 מיליון שקלים.

מתחם מרכזית המפרץ החדשה משתרע על כ-12,000 מ"ר וכולל את כל מרכיבי התחבורה הציבורית הקיימים בסביבה - המטרופולין, קווי האוטובוסים העירוניים והבין-עירוניים, גישה לתחנות הרכבת של רכבת החוף ורכבת העמק, גישה לרכבל העתידי וחניון לכלי רכב פרטיים.

ניתן להגיע לחניון דרך הכביש המחבר את מנהרות הכרמל עם כביש 22. האגף הצפוני של מרכזית המפרץ ממוזג ובן שתי קומות. בקומה התחתונה רציפי מטרונית ורציפי אוטובוסים בינ-עירוניים, עם מידע אלקטרוני לציבור, כפי שניתן לראות בתחנות מתקדמות בעולם. הקומה השנייה משמשת כתחנת המוצא לרכבת העמק. האגף הדרומי, משמש לרציפי הורדה והעלאה של אוטובוסים עירוניים.

לדברי רמי צרפתי, מנכ"ל ובעלי החברה "הפרויקט היה מורכב וייחודי, כלל עבודה בתאום עם מספר רב של גורמים. רמת הביצוע שלו גבוהה ביותר, והתוצר הסופי הוא פרויקט מהיפים ומתקדמים מסוגו בארץ. אין לי ספק שהוא ישפר את הנגישות בחיפה והצפון".

רין גבע המנהלת את הפרויקט מספרת כי "מדובר בפרויקט דגל עבור עיריית אשדוד, ומאחר ומדובר במערך חדש וחלוצי שעוד לא נראה כמותו בארץ, הוא היווה גם עבורנו כמנהלי הפרויקט אתגר לא קטן. האתגר העיקרי הוא הקמת רשת צירי העדפה לתחבורה ציבורית שתצליח להביא את התושב להעדיף אותה על פני הרכב הפרטי. בזמן הביצוע האתגרים הטכניים היו הסדרי התנועה המסובכים, ריבוי גורמי החוץ בפרויקט, העבודה בזמנית במספר מוקדים בעיר והמאמץ לצמצם ככל הניתן את ההפרעות למהלך היומיומי הסדיר של התושבים בעיר".

המרכז הלאומי לחקר האור ליד ממ"ג שורק

לאחרונה הושלמה הקמתו של המרכז הלאומי לחקר האור (פוטוניקה) ליד ממ"ג שורק. המבנה הוקם לאחר שיפוצים והסבות משמעותיות הכוללות תוספת אגפים חדשים, על בסיס מבנה ישן קיים. בפרויקט הוקם מרכז אנרגיה חדש לתמיכה בצרכי הפרויקט המיוחדים.

את הקמת הפרויקט כקבלן ראשי ביצעה חברת רת ינושבסקי א. הנדסה ובניה. את המערכות בפרויקט ביצעה חברת אלקטרה.

בחברת ינושבסקי א. הנדסה ובניה מספרים כי לטובת הפרויקט יובא במיוחד גנרטור מימן, אחד מתוך השלושה היחידים הקיימים בארץ. הפרויקט כולל שילוב של התקנת ציוד ומכונות ייעודיים של המזמין אשר הצריכו, לשם תפעולם, הקמת חדריים נקיים ברמות גבוהות.

לשם תמיכה בתפעול הוקמה מערכת של גזים נקיים ובהם ארגון, מימן, חמצן, חנקן, מערכות מים מטופלים, אוויר דחוס ועוד. לשם משיכת חוקרים חדשים למתקן הוקמה

אופטימלי והן לבטיחות על כל צדדיה. המורכבות כוללת את כל שרשרת התכנון בכל התחומים, הניהול, השינוע וההתקנה".

אשדוד עוברת לגל ירוק

אשדוד עוברת לגל ירוק הינו פרויקט ייחודי וראשון מסוגו בארץ, שמטרתו הקמת מערכת תחבורה ציבורית ייחודית הכוללת מרכיב טכנולוגי מתקדם לצורך מתן שירות מיטבי לנוסע וכן שיפור ניכר במערך האוטובוסים.

הפרויקט ממוקם בשדרות מנחם בגין, שדרות הרצל, דרך הגישה לרכבת, מסוף אוטובוסים צפוני.

עם השלמתו הוא יכלול בניית נתיב העדפה לתחבורה ציבורית באורך כולל של כ-22 ק"מ, מתוך כ-8 ק"מ בשלב א' שכבר הסתיים.

לאורך התוואי יוקמו 62 רציפי תחנה, רשת שבילי אופניים ושיפור המרחב הציבורי להולכי הרגל, הקמת כ-200 תחנות ברחבי העיר, בניית 3 מסופי אוטובוסים, ובניית חדר שליטה ובקרה. בנוסף, הפרויקט כולל ארגון מחדש של קווי האוטובוסים העירוניים והבינעירוניים ברחבי העיר ורכישת צי אוטובוסים חדשני ומתקדם אשר בחלקו בהנעה ירוקה.

הפרויקט כולו, שהוזמן ומבוצע על ידי עיריית אשדוד, מבוסס על מערכת טכנולוגית מתקדמת המאפשרת מתן העדפה אקטיבית לאוטובוסים ברמזורים, מערכות טכנולוגיות ברציפים (כרטוס), מערכת NEXT BUS, קיוסק מידע, מצלמות, מערכת כריזה, טעינת USB, WIFI ומערכת ולידציה ועוד), מצלמות אכיפה, מצלמות בקרת תנועת רמזורים והכל נשלט במרכז בקרה חדשני בזמן אמת.

רחלי לוז, מנהלת שותפה בחברת וקסמן גובי

יעקב בצפון, ולבית החולים הדסה עין כרם בדרום. הקו הירוק החדש ייצא מהאוניברסיטה העברית בחר הצופים, ויגיע עד לשכונות מלחה וגילה, עם שלוחות לאוניברסיטה העברית בשכונות גבעת רם וגבעת שאול.

במסגרת הפרויקט יוקמו בין היתר מסילות חדשות באורך של 27 ק"מ, 50 תחנות חדשות וייוצרו יותר מ-100 קרוונות. כמו כן תקום השותפות מתחם דפו מרכזי שיכלול חניון ומוסך לקרוונות ומרכז בקרה ושליטה וכן חניוני חנה וסע.

אסדת הפקת הגז הטבעי במאגר לווייתן

את הפרויקט של חברת נוכל אנרג'י מבצעות חברות מ-36 מדינות. העבודות שהחלו ב-2014, צפויות להסתיים בחודשים הקרובים. האסדה היא מבנה פלדה המשמש למתקני הפקת גז טבעי של שדה לווייתן.

הפרויקט ממוקם בים, 10 קילומטרים מחוף דור. הוא כולל מבנה עם כלונסאות באורך 120 מטר, רגלי האסדה - באורך של 100 מטר, סיפונים בגובה של כ-30 מטר, כאשר שטח המבנה הוא 100 על 70 מטרים, במשקל כולל של 55,000 טון.

ד"ר דורון שלו, בעלים של משרד דורון שלו הנדסה, וחבר ועד בתא קונסטרוקציה של איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות, הוא המהנדס הישראלי האחראי על תכנון שלד המבנה מספר כי "מדובר בפרויקט תשתיות לאומי בחשיבות הגדולה ביותר מאז קום המדינה ובראייה לעתיד - לעשרות רבות של שנים קדימה. מבחינה הנדסית מדובר בפרויקט מהגדולים והמורכבים ביותר בעולם. קונסטרוקציית פלדה במשקל כולל של כ-55,000 טון. מערכות הפקת הגז הטבעי - מורכבות ומסובכות ביותר אשר נותנות מענה הן לייצור