



Roads paving – סלילת כבישים ודרכים (718)

מאי 2020

תוכן עניינים

2..... מבוא

3..... מבנה הכביש

3..... הגדרות

4..... תיאור שלבים עיקריים בעבודות סלילת כבישים

4..... עבודות עפר

5..... עבודות מצעים

6..... יציקת שכבת בטון

7..... מאפיינים עיקריים של בטון

8..... סיכונים של מגע עם מלט

8..... עבודות התשתית ועבודות האספלט

10..... מאפיינים של אספלט

11..... תיקון כבישים, קרצוף

12..... סימון כבישים

12..... עבודת דגלנים

13..... עומס חום ועקת חום

14..... סיכונים בתהליך

14..... סיכונים בטיחותיים בעבודות סלילה של כבישים

14..... פגיעה בעובד מרכב או מצידוד מכני כבד שעובד באתר

15..... פגיעה בעובד בתיקון כבישים מרכב חולף

15..... פגיעה בעיניים של עובד מנתזי הבטון

15..... פגיעה בעובד כתוצאה ממגע עם אספלט חם

16..... סיכונים גהותיים

16..... חשיפת עובדים לרעש מזיק

16..... חשיפת עובדים לחומרים הנמצאים בבטון רטוב

17..... חשיפת עובדים לאדי אספלט

17..... פגיעה במערכת שריר ושלד עקב בעיות ארגונומיות בעבודה

18..... חשיפה לצבעים תוך סימון כבישים

18..... חשיפת עובדים לתנאי מזג אוויר קיצוניים

18..... מניעת מפגעים (נוהג טוב)

19..... ביבליוגרפיה



מקור התמונה: Roman Roads: Paths To Ancient Rome (Ancient Rome History Documentary). YouTube, August 2014. <https://www.youtube.com/>

(Glastonbury), אנגליה.

בני הדרכים הגדולים בעולם העתיק היו הרומאים הם היו מודעים היטב על יתרונות הצבאיים, הכלכליים והמינהליים של מערכת דרכים טובה. הרומאים התחילו בסלילת הכבישים בשנת 334 לפני הספירה ובשיא האימפריה בנו כמעט 53,000 מיילים של דרכים שחברו בין בירתם לגבולות האימפריה שלהם הרחוקים [1].

מאז תחילת המאה העשרים, כאשר הרכב המודרני הציע רמות ניידות גבוהות יותר ויותר, הוא נהיה נפוץ מאוד בכל האוכלוסייה, והצורך בכבישים עלה באופן חד.

היום בכל העולם, ובמיוחד במדינות מפותחות, קיימת מערכת מורכבת מאוד של דרכים, אשר כוללת דרכים עירוניות ובינעירוניות, כבישים מהירים חד סטריים ודו-סטריים, מחלפים, גשרים, מנהרות וכו'.

סלילת כבישים תלויה במבנה השטח (קיומם של מבנים קיימים, בקעים, רמות, הרים, נהרות, נחלים וכו'), תנאי מזג אוויר (קרונת

שמש, גשמים, רוח) וכרוכה בעבודות הריסה של מבנים קיימים, בניית קירות תומכים, קירות אקוסטיים, קירות תומכים, מפרידי נתיבים, גשרים, כריית פירים, מנהרות ועוד.

הסקירה הזאת מתייחסת רק לסלילה ואחזקה של כבישים עצמם ואינה כוללת עבודות נלוות, כמו בניית קירות, גשרים ומנהרות וכו'.

הדרכים הראשונות היו שבילים שנעשו על ידי בעלי חיים ובהמשך הותאמו על ידי בני אדם. התיעודים המוקדמים ביותר של שבילים כאלה נמצאו סביב מעיינות סמוך ליריחו והם משנות ה-6000 לפני הספירה.

השרידים של הכבישים הראשונים שנבנו על ידי בני אדם, הם משנות ה-4000 לערך לפני הספירה והם רחובות מרוצפים באבן בעיר אור (Ur) שבעיראק וכבישי עץ שנשמרו בביצה בגלסטונברי



מחלף מודרני בדאלאס, טקסס. מקור התמונה: Wikipedia. High Five Interchange. <https://en.wikipedia.org/>

מבנה הכביש

כביש בינעירוני מכיל בד"כ מיסעה ושוליים, כביש עירוני מכיל מיסעה, חניות ומדרכה. כמו כן, בצדי הכביש קיימות תעלות ניקוז.

הכביש בנוי מאוסף של שכבות עם תכונות ותפקידים שונים.

השכבה התחתונה של הכביש הינה שתית – בסיס טבעי לכביש עליו מוסיפים שכבות אחרות.

על השתית נמצאת שכבת מצעים, אשר מקובל לעשות מספר שכבות מצעים.

בכבישים קשיחים על המצע נמצאת שכבת בטון. לעיתים קרובות, על מנת להגמיש את פני השטח של כביש מבטון, מוסיפים לו שכבה עליונה של אספלט.

בכבישים עם מיסעה גמישה על שכבת המצע שמים שכבת תשתית שהיא מורכבת מאגרגטים (aggregates) (בדרך כלל חול, חצץ או אבן כתוש) ולפעמים גם מאספלט – ערבוב של ביטומן עם אגרגט. בתשתית משתמשים באספלט עם אגרגט גס.

שכבה עליונה של כביש עם מיסעה גמישה הינה שכבת אספלט עם אגרגט דק ועמיד יותר לחיכוך.

תחזוקה של כבישים בד"כ כוללת ציפוי נוסף עם רסיס של ביטומן על פני השטח של הכביש, שעליו לפעמים מוסיפים עוד שכבה של אגרגט דק.

להלן ציור להמחשת המבנה של כבישים.



חתיכים רוחביים של כבישים מודרניים. משמאל - מיסעה גמישה מבוססת אספלט, מימין - מיסעת בטון פורטלנד-צמנט קשיחה. מקור התמונה: Encyclopedia Britannica. Roads and Highways. <https://www.britannica.com/>

הגדרות

כביש - חלק הדרך המיועד לתנועת כלי רכב, או שנסלל או שופר לשם כך, או שתנועת כלי רכב נוהגת לעבור בו, למעט שולי הדרך.

דרך - כל מסילה, רחוב, סמטה, כיכר, מעבר, גשר או מקום פתוח שיש לציבור זכות לעבור בהם.

סלילת כבישים ודרכים הינה סדרת פעולות להנחת שכבות חומרים בעלות תכונות שונות מהם בנוי הכביש. הפעולות מבוצעות שלב אחרי שלב, כאשר שלבי הביצוע העקרוניים הם: עבודות עפר, עבודות מצעים, יציקת שכבת בטון, עבודות התשתית ועבודות האספלט.

עבודות עפר

עבודות עפר מבצעים להכנת שתית הכביש והן כוללות ניקוי קרקע מאבנים, צמחייה וכל הפריטים האחרים, כולל הריסת מבנים ועברת תשתיות כמו כבלים, צינורות, תעלות ועוד. העבודות כוללות חפירות עם העברה של האדמה ויישור הקרקע. פירוט נוסף ניתן לראות בתהליכים [704 עבודות חפירה](#) ו- [712 הריסת מבנים](#).

שלב הבא לאחר ניקוי קרקע וביצוע חפירות הינו הידוק השתית. כאשר לחות הקרקע נמוכה, מבצעים הרטבתה לפני ההידוק.

להלן דוגמאות להמחשת יישור והידוק השתית בדיקת צפיפותה והרטבתה.



הידוק ויישור הקרקע וביצוע בדיקה לצפיפותה של השתית. מקור התמונות: Andale Construction. Road Construction Procedure (Bluff City). YouTube, August 2017. <https://www.youtube.com/>



הרטבת קרקע במהלך ההידוק. מקור התמונה: Mid North Coast Water Tankers Pty Ltd. <http://www.mncwatertankers.com.au/>

עבודות מצעים

מצע בד"כ עושים מחצץ, אך משתמשים גם מחומרים אחרים, כמו אספלט ממוחזר. לפעמים שמים מתחת למצע יריעת טקסטיל. קיימת שיטה גם עם שימוש במסגרות (כוורת) בהן מוכנס את החצץ.



מקור התמונה: Kapper Outdoors. Reverse Drop Spreading Gravel from Dump Truck! This guy is good!! YouTube. December 2016. <https://www.youtube.com/>

מקור התמונה: ReneNeck. Niek Konijn BV Volvo L70 H. YouTube, November 2016. <https://www.youtube.com/>



מקור התמונה: Bm1113. Volvo L110F with Reptail Gravellayer. YouTube June 2016. <https://www.youtube.com/>



מקור התמונה: אדמיר טכנולוגיות. ייצוב קרקע - שריון מיסעות באמצעות כוורת גיאוטכנית -
<http://www.admir.co.il/>. NEOWEB®

יציקת שכבת בטון

בכבישים עם מיסעה קשיחה על המצע שמים שכבת בטון. הצבת השכבה מתבצעת באמצעות יציקה בדומה ליציקת בטון בבניית מבנים. פרטים לגבי יציקת בטון ניתן לראות בתהליך [705 יציקת בטון באתר](#).
להלן תמונה להמחשה של יציקת כביש מבטון בשיטה דומה ליציקה בבניית מבנים.



יציקת כביש מבטון. מקור התמונה: Machines News. World Amazing Modern Concrete Paving Machine. YouTube. February 2019. <https://www.youtube.com/>

בתקופה אחרונה פותחו מכונות ליציקת ממוכנת של כבישים מבטון, אשר מבצעות את כל הפעולות הנדרשות - יציקה, הידוק, יישור והחלקה.
להלן תמונות להמחשת יציקה ממוכנת של כביש מבטון.



Virginia Department of Transportation. VDOT: Hydraulic Cement Concrete Paving. YouTube. October 2012. <https://www.youtube.com/>



הכנת בטון
לציקה

יציקת כביש
מבטון



워니TV. SP-1200(Wirtgen) 콘크리트포장 시공 Slipform Pavers. מקור התמונות: YouTube. September 2016. <https://www.youtube.com/>

מאפיינים עיקריים של בטון

המרכיב העיקרי של בטון הינו מלט.

מלט הוא אבקה אורגנית לא מתכתית טחונה דק וכאשר הוא מעורבב עם מים הופך המלט למשחה ומתקשה [2]. המלט הינו חומר שידוע מזמן כחומר טבעי והחל ממאה 18 החלו ליצור מלט מלאכותי.

הפטנט הראשון למלט מלאכותי נרשם בשנת 1824 לחומר שנקרה פורטלנד צמנט (Portland Cement) שגם כיום הינו סוג המלט הנפוץ ביותר.

פורטלנד צמנט מיוצר על ידי ערבוב אבקת אבן גיר, חרסית וחול ים קוורצי.

החומרים הטבעיים, מהם מיוצר המלט, מכילים כול מיני חומרים כימיים שביניהם נמצאים גם שאריות של מתכות, כולל כרום. המקורות העיקריים שלכרום בפורטלנד צמנט הם אבן גיר, חול ובפרט טיט. בגלל השוני הטבעי בהרכב הכימי של קרום כדור הארץ, כמות הכרום בחומרי גלם עשויה להשתנות במידה ניכרת. חלק של הכרום נוכח במלט בצורת כרום מסיס במים (water-soluble form), כאשר בצורה זאת הוא כרום שש ערכי (כרום (VI)) [BAT].

מגוון רחב של כימיקלים מתווספים למלט כדי לתת לו תכונות פלסטיות (plasticizers and superplasticizers), להשתמש כמאיצים (accelerators), מפיצים (dispersants), וחומרים להפחתת כמויות מים בחומר (water-reducing agents). תוספים אלה נקראים admixtures ומטרתן להגדיל יכולות שימוש במלט לפני הכנת בטון וחוזקו של מלט ועמידתו נגד מים לאחר יישומו [3]. לפעמים לחיזוק בטון (שיפור עמידות הבטון בסדיקה, בנגיפה, בכפיפה או כהשלמה או תוספת לזיון הבטון) מוסיפים לו סיבים סינטטיים, פולימריים, סיבי פלדה או סיבים אחרים [4].

בטון הוא חומר בנייה מוקשה שנוצר על ידי שילוב של מינרלים אינרטיים הנקראים אגרגטים (aggregates) (בדרך כלל חול, חצץ או אבן כתוש) המהווים כ-75% מהרכב הבטון, חומר מקשר (מלט טבעי או סינתטי), תוספים כימיים (תערובות), סיבים ומים.

סיכונים של מגע עם מלט

מלט רטוב הוא חומר בסיסי בטבעו ויכול לגרום לכוויות קשות או לכיבים בעור שמתפתחים במהירות אם החומר נמצא במגע עם עור זמן ממושך, במיוחד כאשר הוא נמצא בתוך הכפפות, מתחת לבגדים או בתוך הנעליים. מלט יכול לגרום גם לכוויות כימיות בעיניים.

המלט גורם לדלקת עור ממגע גם עקב שפשוף העור.

כמו כן, מלט מכיל כרום שש הרכי (כרומטיים). חומר זה יכול לגרום להתפתחות רגישות יתר (sensitization) אצל עובדים ולדלקת עור אלרגית. כרום שש ערכי ידוע כחומר מסרטן.

לפעמים, כדי להנמיך את התכולה של כרום שש הרכי ולהקטין את הסיכון, יצרנים מוסיפים למלט תוסף מיוחד, אך מרכיב זה יעיל רק לתקופה מוגבלת, עד לתאריך שצוין על מדבקה. לאחר תקופה זאת התכולה של כרום שש ערכי במלט שוב עולה [5].

עבודות התשתית ועבודות האספלט

התשתית היא בד"כ שכבה של אספלט עם אגרגט גס, כאשר עליה שמים שכבת אספלט נוספת עם אגרגט דק – שכבה עליונה. לכן העבודות לסלילת תשתית ושכבת אספלט עליונה הן דומות.

מבצעים אותם בד"כ באמצעות מכונות סלילת אספלט שפועלות ביחד עם משאית המביאות אספלט לאתר ופורקות אותו לתוך המכונה תוך תנועה איטית.

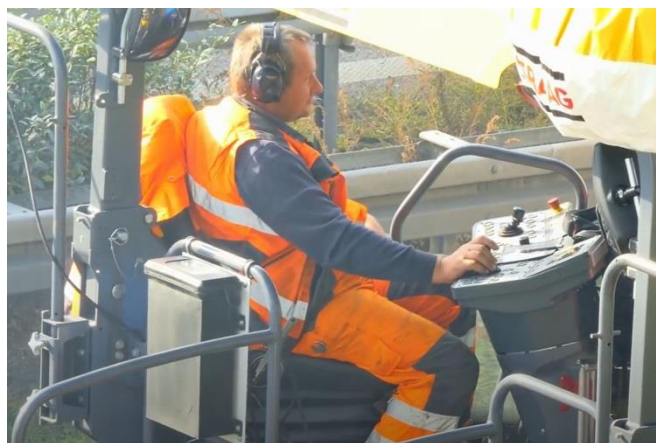
האספלט שיוצא ממכונת סלילה הוא חם בטמפרטורות עד 160°C והוא מתקרר תוך סלילתו על הכביש. בשלב הבא מבצעים הידוק התשתית והשכבה העליונה באמצעות מכשירים ניידים.

כל העבודות נעשות תוך תנועה והימצאות של מכונות ומשאיות בקרבה זה לזה, כאשר ביניהם ולידם נמצאים עובדים.

גם העובדים שלייד המכונות וגם מפעילי מכונות נמצאים באוויר פתוח, בד"כ עם שימוש באמצעי הגנה נגד רעש שמפלטיו, במהלך העבודה של המשאיות והמכונות, גבוהים.

גם מפעילי מכבשים בד"כ אינם נמצאים בקבינה סגורה. גם כאשר המכבש מצויד בקבינה סגורה, המפעילים עובדים עם דלתות פתוחות, כפי שניתן לראות בתמונה. להלן תמונות להמחשה של סלילת תשתית ושכבה עליונה של הכביש.

סלילת אספלט – מכונות ומשאיות עובדות בקרבה ושיתוף



מפעיל מכונת סלילה בקבינה פתוחה

סלילת אספלט חם, העובדים נמצאים בקרבת המכונות שפועלות בתנועה





מכונות להידוק אספלט (מכבשים).
מפעילים בקבינות סגורות עם דלתות
פתוחות.

מקור התמונות: Benjamin Beytekin. 2x VÖGELE InLine Pave Einbauzüge, B 14, Stuttgart - Fellbach, Germany, 21.10.2017. YouTube January 2018. <https://www.youtube.com/>

מאפיינים של אספלט

אספלט (asphalt) או ביטומן (bitumen), הוא חומר חצי-מוצק או צמיג נוזלי בצבע חום כהה עד שחור המיוצר על ידי זיקוק של נפט גולמי. ביטומנים מכילים תערובת מורכבת של תרכובות אליפטיות, פחמימנים ארומטיים, פחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים (polycyclic aromatic hydrocarbons) ((PAH)), חומרים כמו חנקן, חמצן, גופרית ומתכות (למשל ברזל, ניקל, ונדיום). הפרופורציות של החומרים האלה עשויות להשתנות מאוד כי קיימים הבדלים משמעותיים בהרכב של נפט גולמי משדה אחד לשדה נפט אחר ואפילו במקומות שונים באותו שדה הנפט.

מבחינת ההשפעה של אדי אספלט על בריאות, סימנים של גירוי בעיניים, אף או גרון התגלו אצל עובדים שעסקו עם אספלט בסלילת כבישים. עם זאת, רמות החשיפה לאדי אספלט באוויר שעלולות לגרום להשפעות בריאותיות לא ידועים היטב.

כמו כן, כוויית עלולות להתרחש אצל עובדים שמטפלים באספלט חם. אזורים של כוויית כוללים בדרך כלל את הראש והצוואר, הזרועות, הידיים והרגליים [6].

במחקרים שבוצעו בהקשר אפשרות שביטומן עלול להיות חומר מסרטן, התקבלו תוצאות קונטרוברסליות. בשנת 2013 התפרסמה מונוגרפיה של הסוכנות הבינלאומית לחקר סרטן (IARC) בה הוצגו תוצאות של ניתוח מקיף של המחקרים שפורסמו עד אז בנושא.

הסוכנות מסווגת את כל הגורמים, שלגביהם מבצעים ניתוח מחקרים, בהתאם לסכנה שלהם, לארבע קבוצות:

קבוצה 1 – מסרטנים וודאיים (Carcinogenic to humans)

קבוצה 2A - גורמים שקרוב לוודאי מסרטנים (Probably carcinogenic to humans)

קבוצה 2B – מסרטנים אפשריים (Possibly carcinogenic to humans)

קבוצה 3 – גורמים שאינם מסווגים כמסרטנים (Not classifiable as to its carcinogenicity)

על סמך הניתוח שבוצע, הסוכנות סיווגה את הביטומן שנמצא בשימוש בסלילת כבישים כמסרטן אפשרי (קבוצה B2) [7].

תיקון כבישים, קרצוף

על מנת להחזיק כבישים במצב תקין מבצעים את תיקונם. התיקון יכול להיות מקומי קטן, כאשר מתקנים פגם קטן במדרכה או מיסעה, או תיקון גדול יותר כאשר מחליפים את השכבה העליונה של הכביש בשיטת קרצוף וריבוד.

קרצוף של הכביש – הורדת שכבת אספלט עליונה.

ריבוד - חידוש שכבת האספלט העליונה בכביש.

חשיפה לסיליקה בקרצוף

העובדים בקרצוף כביש חשופים לרעש וגם לאבק שמכיל סיליקה הנמצא באגרטים של הכביש הישן. רמות החשיפה לסיליקה תלויות בכמות הסיליקה חופשי גבישי בתוך האגרט. כך, באבן גיר כמות הסיליקה היא קטנה ובגרניט כמות הסיליקה יכולה להגיע עד ל-70% מתכולת החומר.

מכיוון שסיליקה מסוכנת יותר כאשר קיים שבר טרי בחומר (אגרט), הקרצוף הוא התהליך מסוכן יותר מבחינת החשיפה לחומר זה בהשוואה לעבודות אחרות בסלילית כבישים.

בעבודות תיקון כביש החלק של עבודה ידנית הינו גבוהה יותר מאשר בסלילת כביש חדש.

להלן הדוגמה לעבודות תיקון כביש.



תיקון כביש עירוני. מקור התמונה: Asphalt Maintenance Group. Infrared pothole repair. YouTube. July 2013. <https://www.youtube.com/>



מקור התמונה: א. אורן פיתוח ואספלט בע"מ. קרצוף כבישים. <https://www.a-oren.co.il/>



עבודה ידנית בתיקון כבישים. מקור התמונה: Katabedanesh. Sweden - Modern Road Asphalt Peab + Bomag + Vögele - Road Cunstruction! YouTube, July 2018. <https://www.youtube.com/>

סימון כבישים

סימון כבישים מבצעים באמצעות צבעים שמכילים בד"כ ממיסים אורגניים (כמו קסילן, אצטון, טולואן), חומרים אקריליים וחומרים אחרים.

במחקר שבוצע בפולין בשנת 2014 לא נמצאו רמות חשיפה לחומרים כימיים אצל עובדים בסימון כבישים שעולות על רמות המרביות המותרת שמקובלת במדינה.

במחקר מודגש כי גורמי הסיכון העיקריים בעבודה זאת הם חשיפה לחומרים כימיים ועבודה בקו תנועה של מכונות. כמו כן, העובדים חשופים לתנאי אקלים קיצוניים וקרירת שמש [8].

עבודת דגלנים

בתיקון כבישים נדרשת הצבת דגלנים כדי לתת הזרה למכונות שחולפות מפני כניסה לאזור התיקון או לפני כניסה לאזור התיקון, אם הדבר מתאפשר. הדגלן נמצא בקרבה גם למכונות החולפות וגם לצידוד שמבצע את התיקון ולכן חייב להיות ערני כל הזמן, ולהימצא מחוץ למסלולי התנועה של מכונות העלולות לפגוע בו.

להלן דוגמה להמחשת עבודה של דגלן בתיקון כבישים.



דגלנית נמצאת ליד המשאית המבצעת ציפוי ביטומן בכביש וליד מסלול התנועה של מכוניות חולפות. מקור התמונה: YouTube, September 2016. Asphalt Maintenance Group. Chip Seal Part 5.: <https://www.youtube.com/>

עומס חום ועקת חום

עבודה ממושכת בשטח פתוח תחת שמש כרוכה בחשיפת עובדים לעומס חום. מבדילים בין שני מצבים הנגרמים על ידי חשיפה לתנאים קיצוניים עם טמפרטורה גבוהה – עומס חום ועקת חום.

עומס חום (Heat stress) הינו מצב שבו עובד יכול להיחשף עקב שילוב של חום פנימי המיוצר על ידי הגוף (החום המטבולי שתלוי בעומס העבודה), תנאים סביבתיים (טמפרטורת האוויר, לחות, תנועות אוויר ועוד) והלבוש.

עקת חום (Heat strain) הינה תגובה פיזיולוגית של כלל הגוף שנובעת מעומס חום וייעודה לפזר את עודף החום מהגוף.

קיימת תופעה של התאקלמות (acclimatization). כאשר עובד נמצא במצב כזה שבחמישה ימים משבעה ימים אחרונים או בשבעה ימים מעשרה ימים אחרונים הוא באופן רצוף במשך שעתיים ביום נחשף לעומס חום, אצל עובד כזה מתפתחת התאקלמות - עמידות מסוימת נגד עומס חום. ההתאקלמות פוחתת באופן משמעותי כעבור ארבעה ימים בהם העובד לא היה בתנאים של עומס חום ונעלמת בכלל כעבור שלושה - ארבעה שבועות ללא עבודה בתנאי עומס חום [9].

הרגולציה של עומס חום במקום העבודה בארץ מתבצעת בהתאם להמלצות של ארגון הגיהותנים הממשלתיים של ארה"ב (ACGIH). עומס החום המקסימלי המותר מגדירים באמצעות שילוב של שני פרמטרים – עומס העבודה (עבודה קלה, בינונית, קשה וקשה מאוד) ומשך העבודה לפי העומס (אחוז מסה"כ משך המשמרת).

קיימים שני סוגים של ערכים מותרים: רמה מרבית מותרת (Threshold Limit Value - TLV) של עומס חום ורמת פעולה (Action Limit), כאשר הרמה המרבית המותרת היא לעובדים עם התאקלמות ולעובדים שעוד אין להם התאקלמות משתמשים ברמת הפעולה.

גורמי סיכון אישיים, כמו עקת חום בעבר, תשישות מחום, מחלות לב או כליות, השמנת יתר, גיל מבוגר, נטילת תרופות מסוימות וגורמים אחרים עלולים להחמיר את המצב הבריאותי של עובדים בתנאי עומס חום.

להלן המלצות של ACGIH לבקרה על עומס חום במקום עבודה ומניעת עקת חום:

- לספק לעובדים הוראות מדויקות בעל פה ובכתב, לקיים הדרכות שנתיים, למסור מידע כללי על עומס ועקת חום;
- לעודד שתיית מים קרים או משקאות בתדירות של כוס אחת כל 20 דקות ;
- לעודד את העובדים לדווח לממונים על הופעת התסמינים של עקת חום במהלך ביצוע העבודה;
- לעודד את העובדים להגביל את עצמם בחשיפת יתר לחום, זאת במצב שהעבודה מתבצעת ללא השגחת הממונים;
- לעודד מצב בו העובדים משגיחים אחד על השני במטרה לזהות סימנים ותסמינים של עקת חום באחרים;
- לייעץ ולפקח על מי שנוטל תרופות שעלולות במצב של עומס חום חריג לפגוע בלב ובכלי דם, ברמת לחץ הדם, בוויסות טמפרטורת הגוף, בתפקודי כליות או בלוטות זיעה. כמו כן, לייעץ ולפקח על מי שמשמש או נמצא בגמילה מאלכוהול או מחומרים משכרים אחרים;
- לעודד את העובדים לקיים אורח חיים בריא, לשמור על משקל גוף תקין ואיזון אלקטרוליטי;
- לשקול בדיקות רפואיות מקדימות לשם איתור עובדים הנוטים להיפגע מחום;
- לעקוב אחר תנאי עומס החום ודיווחי העובדים לגבי ההפרעות והליקויים הקשורים לעבודה בתנאי החום;
- לשקול להשתמש באמצעים הנדסיים המפחיתים את קצב היווצרות החום המטבולי, להבטיח תנועת אוויר מספקת, להפחית את שיעורי פליטת החום לסביבת העבודה ובין היתר לבדוד מקורות חום המוקרן לסביבה;
- לשקול בקרה ניהולית שתקבע זמני חשיפה מקובלים, תאפשר זמני מנוחה מספקים ותקטין עקה פיזיולוגית;
- לשקול שימוש בצידוד מגן אישי שהוכיח את יעילותו במסגרת נהלי עבודה ספציפיים עבור התנאים בסביבת העבודה הנתונה [ACGIH,10].

סיכונים בתהליך

כאמור, סלילת כבישים מכילה בתוכה עבודות הריסה של מבנים, חפירות רבות ומגוונות, בניית גשרים ומבנים אחרים גם מרכיבים טרומיים ועבודות אחרות. הסיכונים שבעבודות נלוות האלה תוארו בתהליכים הבאים: [701 הקמת קיר סלארי](#), [702 קמת קלונסאות קידוח](#), [703 הרכבת עוגני קרקע מדויסים](#), [704 עבודות חפירה](#), [705 יציקת בטון באתר](#), [706 הרכבה ופריקה מערכות תפסות](#), [707 הרכבה ופירוק פיגומים](#), [708 בנייה טרומית](#), [712 הריסת מבנים](#), [720 תהליכי בנייה – שינוע מטענים באמצעות עגורן](#).

סיכונים בטיחותיים בעבודות סלילה של כבישים

פגיעה בעובד מרכב או מצידוד מכני כבד שעובד באתר

זיהוי:

בזמן הסלילה העובדים נמצאים בקרבת רכבים או ציוד מכני פעיל, כגון משאית, דחפור, מגרדה, מכבש להידוק תשתית או אספלט. הפגיעה עלולה להתרחש בזמן הסעתם של הכלים לאחור או כאשר שדה הריאה של מפעיל הכלי מוגבל על ידי מכשול כלשהו. זאת כאשר הרכב או הציוד לא מצויד בזמזם הזהרת

נסיעה לאחור, או כאשר תנועה לאחור או עם שדה הריאה מוגבל מתבצעת ללא הכוונת הרכב או ציוד על ידי אתת/אדם.

בקרה:

בהתאם לדרישות תקנות התעבורה, התשכ"א-1961, סימן ג': סטייה, פניה ונסיעה אחורנית:

- א. יש לצייד את כל הרכבים והציוד המכני שמופעל באתר בזמזם הזהרת נסיעה לאחור;
- ב. כל תנועה לאחור או עם שדה הריאה מוגבל יש לבצע רק עם הכוונה של אתת;
- ג. על העובדים באתר להשתמש בחזיות (וסטות) זוהרות להבלטת העובדים באתר, וקסדות עם חומר מחזיר אור [11].

פגיעה בעובד בתיקון כבישים מרכב חולף

זיהוי:

בעת ביצוע עבודות של תיקון וסימון כבישים הכבש בד"כ נסגר לתנועת רכבים רק חלקית והעובדים, במיוחד דגלנים, נמצאים בקרבת מכונות חולפות. הפגיעה בעובדים עלולה להתרחש כאשר לא בוצע גידור או סימון ברור של מקום התיקון בו נמצאים העובדים.

בקרה:

- א. לפני תחילת עבודות התיקון יש לסמן את מקום התיקון באמצעות סימנים ברורים ובאמצעות הצבת דגלנים;
- ב. יש להדריך עובדים בסיכונים של עבודה בקרבת כביש פעיל;
- ג. הדגלן חייב להיות ערני כל הזמן, ולהימנע מחוץ למסלולי תנועה העלולים לפגוע בו;
- ד. בלילה יש להשתמש בפנסי הכוונה עם שרולית אדומה
- ה. על העובדים באתר להשתמש בחזיות (וסטות) זוהרות להבלטת העובדים באתר, וקסדות עם חומר מחזיר אור [סלילת דרכים, חלק א'].

פגיעה בעיניים של עובד מנתזי הבטון

זיהוי:

הפגיעה בעיניים יכולה להיות מנתזי בטון שנוצרים בעת זרימת הבטון ממוצא המשאבה או מדוד בטון, וזאת עקב אי שימוש במשקפי מגן.

בקרה:

יש להשתמש באמצעי הגנה אישיים, ובפרט - במשקפי מגן.

פגיעה בעובד כתוצאה ממגע עם אספלט חם

זיהוי:

האספלט שמשמשים בסלילת כבישים נמצא במצב חם. הטמפרטורה של אספלט בעת הסלילה יכולה להיות עד 160°C . הפגיעה עלולה להתרחש כאשר רסיסי אספלט באים במגע עם עור. הכוויות ממגע עם אספלט עלולות להיות בראש ובצוואר, בזרועות, בידיים וברגליים.

בקרה:

- א. יש להדריך עובדים בהקשר לסכנות הנובעות מעבודה עם אספלט חם;
- ב. על העובדים להשתמש בלבוש מתאים (שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכות) ובאמצעי הגנה אישיים כמו כפפות עם שרוולים ארוכים ומשקפי מגן.

סיכונים גהותיים

חשיפת עובדים לרעש מזיק

זיהוי:

- רעש היינו כל צליל בלתי רצוי הנובע במקרה זה כתוצאה מהפעלת מנועים וביצוע העיבוד.
- רעש מזיק היינו רעש בעל יכולת לגרום לפגיעה בשמיעה.
- לפי תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד-1984, רעש שמפלוסו המשוקלל עולה על 85 dB(A) לחשיפה במשך 8 שעות הנו רעש מזיק.
- בעבודות סלילת כבישים המקורות העיקריים של רעש מזיק הינם משאיות וכלים מכאניים העובדים באתר.

בקרה:

- א. ביצוע פעולות להקטנת הרעש במקור. לדוגמא: העדפת ביצוע פעולות במכונות אוטומטיות בעלות התקני מניעת רעש סביבתי כאשר העובד נמצא באזור שאינו מרעיש. הקפדה על שימוש בציוד מגן אישי כאשר פעולות כאלה לא צלחו בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997 לשם הפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש;
- ב. ביצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש;
- ג. ביצוע ניטור רעש סביבתי מתמשך, כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד – 1984;
- ד. ביצוע בדיקות רפואיות לעובדים חשופים לרעש מזיק בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד – 1984;
- ה. שילוט אזור העבודה כאזור מרעיש וכן החובה בשימוש בציוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).

חשיפה לאבק אנאורגני

זיהוי:

- בעת ביצוע עבודות עפר, עבודות מצע ובמיוחד בעבודות קרצוף העובדים באתר חשופים לאבק אנאורגני. אבק כזה עלול להכיל סיליקה בריכוזים שונים, כאשר הגורם החשוב הינו תכולתו של הסיליקה גבישי חופשי בחומר המעובד.
- מכיוון שסיליקה מסוכנת יותר כאשר קיים שבר טרי בחומר (אגרגט), הקרצוף הוא התהליך מסוכן יותר מבחינת החשיפה לחומר זה בהשוואה לעבודות אחרות בסלילת כבישים.

בקרה:

- על מנת להקטין את פיזור האבק לאוויר יש להשתמש בהרטבת השטח המעובד.
- במידה הקיימת סכנה להופעת רמות גבוהות של סיליקה באוויר יש לצייד עובדים באמצעי הגנה אישיים – מסכות עם מסנן מתאים.

חשיפת עובדים לחומרים הנמצאים בבטון רטוב

זיהוי:

ממגע ממושך של עור עם בטון רטוב, עקב חשיפה למלט, עלול לגרום לדלקת עור ממגע או להתפתחות רגישות יתר ודלקת עור אלרגית. כמו כן, כרום שש ערכי אשר שאריותיו נמצאים במלט הוכר כחומר מסרטן.

בקרה:

יש להימנע ממגע ישיר של עור עם בטון רטוב. יש להשתמש בבגדי העבודה וכפפות. במקרה והבטון הגיע למגע עם העור יש לרחוץ היטב את מקום המגע עם מים.

מומלץ להשתמש במלט עם תכולת כרום שש ערכי נמוכה או במלט עם תוסף להנמכת תכולה של כרום שש ערכי. יש לזכור כי התוסף פעיל זמן מוגבל, כלי שצוין על מדבקה.

חשיפת עובדים לאדי אספלט

זיהוי:

תוך עבודות סלילה של אספלט חם לאוויר נפלטים אדי אספלט בכמויות נכרות. חשיפה לאדי אספלט באוויר עלולה לגרום לגירוי בעיניים, אף או גרון.

הריכוזים המינימליים שבהם הסימנים של פגיעה מאדי אספלט עלולים להופיע אינם ידועים מכיוון שהרכב של חומרים כימיים שונים באספלט משתנה מאוד.

כמו כן, אדי אספלט בסלילת כבישים ידועים כמסרטן אפשרי (לא וודאי) לבני אדם.

בקרה:

יש להקטין עד כמה שניתן חשיפת עובדים לאדי אספלט.

במידה ואין אפשרות למנוע את חשיפה, יש לצייד עובדים באמצעי הגנה אישיים – מסכות עם מסנן מתאים.

פגיעה במערכת שריר ושלד עקב בעיות ארגונומיות בעבודה

זיהוי:

פגיעה במערכת שרירים ושלד כתוצאה מעבודה ידנית ממושכת, כמו העברת חומרים (עפר, אגרגט, בטון או אספלט), המצאות בתנוחה לא נוכה, הרמת משאות כבדים ועוד.

בקרה:

- א. הדרכות עובדים בנושאים הקשורים לבעיות ארגונומיות ופגיעות במערכת שריר ושלד ובהקשר לאמצעים להקטנת הסיכוי לפגיעה, כמו ארגון מקום העבודה, שיטות נכונות להרמה ידנית של משאות כבדים, הקפדה על הפסקות במהלך העבודה ועוד;
- ב. הימנעות, עד כמה שניתן, מהעברת חומרים בצורה ידנית;
- ג. שימוש באמצעים מכניים להרמת משאות.

חשיפה לצבעים תוך סימון כבישים

זיהוי:

החשיפה עלולה להתרחש בעבודות של סימון כבישים, תוך הכנת צבעים לסימון וביצוע הסימון באמצעות התזת הצבע או במהלך הצביעה בשיטה אחרת. הצבעים מכילים ממיסים אורגנים וחומרים אקריליים.

בקה:

בעת ביצוע סימון כבישים יש להקפיד על שימוש בבגדי עבודה מתאימים – שרוול ארוך ומכנסיים ארוכים, יש להשתמש באמצעי הגנה אישיים על עור הידיים (כפפות) ועל עיניים (משקפי מגן).

חשיפת עובדים לתנאי מזג אוויר קיצוניים

זיהוי:

תוך עבודה בסלילת כבישים העובדים נמצאים זמן רב בשטח פתוח ועלולים להיות חשופים לתנאי מזג אוויר קיצוניים, כמו קרינת לשמש, חום או קור קיצוניים, לחות גבוהה.

בקה:

להגנה מפני חשיפה לתנאי מזג אוויר קיצוניים יש להשתמש בלבוש מתאים וציוד מגן אישי מתאים (משקפי מגן, משחות להגנה נגד קרינת שמש), להתקין נקודות מכסה והספקת מים.

עד כמה שניתן, יש להימנע מעבודה תחת תנאים קיצוניים של מזג אוויר.

מניעת מפגעים (נוהג טוב)

ניהול היבטי הבטיחות בעבודות סלילת כבישים ודרכים תוך הקפדה על התנאים הבאים:

1. כללי

קיום הדרכה לפחות אחת לשנה בדבר מניעת סיכונים והגנה מפניהם באמצעות בעל מקצוע מתאים אשר יודא שכל עובד הבין את הסיכונים והוא בקיא דיו בנושאי ההדרכה, בהתאם לתפקידו ולסיכונים שלהם הוא חשוף.

ניהול פנקס הדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, המדריך והחומר הנלמד. עם כניסתו של עובד חדש או שינוי עמדת העבודה של עובד יש לדאוג לביצוע הדרכה ביחס לסיכונים בעבודות עיגון, אמצעי הפחתת סיכונים לרבות אמצעי מיגון אישי, התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה [12].

שילוט הסיכונים בטיחותיים באזור העבודה. שילוט בדבר הצורך בשימוש בציוד מגן אישי.

הגדרת שיטה (נוהל בכתב) מסירת מידע לגבי מפגעי בטיחות בתהליך העבודה, באמצעות מחזיק במקום העבודה. מסירת מידע מהעובדים להנהלת האתר, באמצעות דיווח על מפגעי בטיחות, כמעט תאונות או תאונת עבודה.

2. פגיעה מכאנית

- א. שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים;
- ב. הרכבת משקפי מגן;
- ג. הגנת ראש על ידי קובע מגן תיקני;
- ד. הגנת כפות הרגליים על ידי נעלי בטיחות תקינות.

3. חשיפה לרעש מזיק

- א. ביצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש.

- ב. ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים אשר חשופים לרעש מזיק בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה.
ג. הקפדה על שימוש בצידוד מגן אישי בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (צידוד מגן אישי), תשנ"ז-1997.

4. חשיפה לחומרים כימיים

- א. נקיטת צעדים למניעת חשיפה לחומרים תוך מניעת חשיפה נשימתית, מגע עורי עמום והגנה על עיניים;
ב. במידה ואין אפשרות למנוע חשיפה לחומרים כימיים יש להשתמש באמצעי הגנה אישיים למערכת הנשימה (מסכות עם מסנן מתאים), העור (לבוש עם שרוול ארוך ומכנסיים ארוכים, כפפות) והעיניים (משקפי מגן).

5. בעיות ארגונומיות

- א. יש להדריך עובדים לגבי בעיות ארגונומיות בעבודתם ומניעת מחלות שריר ושלד;
ב. יש להימנע עד כמה שניתן מהרמת משאות כבדים ולהשתמש בצידוד מכאני להרמת משאות;
ג. יש להימנע עד כמה שניתן מעבודה בתנחות לא נוחות או לקצר זמן המצאות של עובדים בתנוחה לא נוחה, בין היתר, גם באמצעות החלפת תפקידים של עובדים;
ד. במידת הצורך יש לארגן הפסקות למנוחה בתדירות גבוהה מהתדירות הרגילה.

6. חשיפה לתנאי אקלים קיצוניים

- א. בעת ביצוע עבודה בשטח פתוח חשוב להקפיד על שימוש בבגדים שמתאימים להגנה נגד מזג אוויר קיצוני. כמו כן, כשעבודה מתבצעת בתנאי חום (חממות או שטח פתוח תחת שמש) יש להקפיד על פעולות בקרה של עומס חום ומניעת עקת חום בהתאם להמלצות של ACGIH.

ביבליוגרפיה

1. Encyclopedia Britannica. Roads and Highways. <https://www.britannica.com/technology/road>
2. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control), 2013. http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/CLM_30042013_DEF.pdf
3. How products are made. Concrete. <http://www.madehow.com/Volume-1/Concrete.html>
4. הנסון ישראל. בטון סיביים. http://www.hanson-israel.com/page_13299
5. Health and Safety Executive (HSE). Construction hazardous substances: Cement. <http://www.hse.gov.uk/construction/healthrisks/hazardous-substances/cement.htm>
6. Concise International Chemical Assessment Document 59. Asphalt. World Health Organization Geneva, 2004. https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad59_rev_1.pdf
7. IARC. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs of Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Bitumens and Bitumen Emission, and Some N- and S-

Heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Volume 103.

<https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono103.pdf>

8. Szpakowska-Kozikowska E., Mniszek W.: Exposure assessment of workers during road surface marking. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach Nr 1(10)/2014, s. 32-40. https://www.wszop.edu.pl/download/pobierz,27,3,0?fp=./media/Zeszyty%20naukowe/Nr%2010/Exposure_assessment.pdf

9. מאירסון י. עבודה בתנאי עומס חום. המוסד לבטיחות ולגיהות, יוני 2013.

<https://www.osh.org.il/UploadFiles/t-183.pdf>

10. ACGIH. TLVs and BIEs 2018, Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indexes.

11. סלילת דרכים, חלק א'. דגשי בטיחות – סלילת דרכים, תחזוקתם, תיקונם ושדרוגם. מאת דוד זיו.

המוסד לבטיחות ולגיהות, מרץ 2008. https://www.osh.org.il/uploadfiles/t_156_slilat-drahim-a.pdf

12. תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), תשנ"ט-1999.