



1/8/07
1156.07

מוגש לכנס איגוד המהנדסים לבניה ותשתיות, אוקטובר, 2007

איטום מסעות גשרים בראי התקינה הבין לאומית ומהנעשה בארץ
אורי עינבל, M.Sc., פוקר בע"מ

מבוא

גשרים הם מבנים המתוכננים לאורך חיים של 80 עד 120 שנים. בעוד חלקי הגשר הנמצאים מעל לקרקע הינם גלויים, ומאפשרים תיקון נזקי קורוזיה כאשר הדבר נדרש. הרי במיסעת גשר מכוסה באספלט הנזק לבטון ולברזל הזיון עשוי להתגלות כאשר הפגיעה משמעותית מאוד, התיקון יקר, וגורם להשבתה ארוכה של הגשר לצורך עבודות תחזוקה. מסעות גשרים מבטון מזוין המצופות באספלט חשופות לפגיעה מתמשכת כתוצאה מחדירת מים, כימיקלים, ומזהמים אטמוספריים למיסעת הבטון הסמויה מהעין. סלילת אספלט ישירות על גבי הבטון מאפשרת חדירה של מים, מזהמים אטמוספריים וכימיקלים לשכבת הבטון. התוצאה היא פגיעה בבטון, וברזל הזיון ממנו בנויה מיסעת הגשר.

הפתרון הוא לאטום את פני הבטון שמעל לגשר לפני סלילת האספלט, ולאחר מכן לסלול אספלט.

מערכת האיטום הנדרשת הינה ייחודית, מאחר ועליה לשרוד תחילה בכוחות ובחום המופעלים בזמן סלילת האספלט החם על מיסעת הגשר. לאחר מכן, על מערכת האיטום המותקנת על הבטון ומתחת לאספלט לעמוד בכוחות דינאמיים המתפתחים ממאמצי האצה ובלימה של הרכב. מאמצי גזירה בין שכבת האספלט לבטון, הנובעים מכוחות גזירה העשויים להתפתח במקומות בהם המיסעה אינה אופקית, וכתוצאה מנסיעת רכב בסיבוב. בסדיקה דינאמית המתפתחת בבטון ומשתקפת לתוך מערכת האיטום, בכימיקלים שונים כמו כלורידים סולפטים וכוי העשויים לחדור ממיסעת האספלט לבטון שמתחת.

מאחר וגשר הוא אלמנט הנדסי יקר מאוד, התפתחה תקינה ייעודית לאיטום מסעות גשרים. קיימת תקינה אמריקאית, אנגלית, גרמנית, קנדית, סקנדינבית וכוי. ובנוסף, התפתחה תקינה כלל אירופאית (EN), המאחדת את הדרישות התפקודיות השונות הנדרשות ממערכת איטום לגשרים מבטון המחופים במסעה אספלטית.

בעבר הרחוק לא נהגו לאטום מסעות גשרים. תיקון הנזקים שנגרמו הינו בעלות של מיליוני דולרים. לאחר שהתברר כי איטום גורם לנזקים שעלות תיקונם גבוהה בהרבה מעלות האיטום, החלו לאטום מסעות גשרים גם בארץ.

בארץ מערכות האיטום עברו ממערכות איטום צמנטיות, למערכות איטום בבמברנות פולימריות דקות עובי, וכיום נעשה מעבר לפתרונות על בסיס מוצרים ביטומניים, תוך בדיקת הפרמטרים ההנדסיים, והתפקודיים שיבטיחו את תפקוד מערכת האיטום לאורך זמן.

הסיבה לאיטום מסעות גשרים

גשרים הם חלק המשכי של כביש אספלט המונח על מצע וקרצע. או חלק ממסילת רכבת. בעוד ששאר חלקי הגשר חשופים וגלויים ונוזק מתגלה לעין תוך זמן קצר, מיסעת הגשר העשויה בטון מכוסה באספלט או בחצץ מתחת לפני רכבת. בטון מתכווץ במשך הזמן ונסדק, ההתכווצות נובעת משלוש סיבות עיקריות: א. התכווצות מייבוש ואובדן עודפי מים. ב. התכווצות כימית הנגרמת מכך שנפח תוצרי הריאקציה הכימית קטן מנפח הרכיבים הבודדים. ג. בפני השטח קיימת קרבונציה. הקרבונציה היא ריאקציה כימית איטית בין דו תחמוצת הפחמן לבין יוני OH^- . תוצר הריאקציה הוא גיר. הגיר הוא אינרטי ולכן אינו מספק יותר הנה לפלדה הזקוקה לסביבה בסיסית בכדי לשמור על מעטפת מחומצנת קשת תמס.

הסדקים הנוצרים והפסיבציה של הבטון בפני השטח חושפים את הבטון והפלדה לתקיפה של כלורידים, סולפטים וכימיקלים נוספים החודרים לגשר מפני האספלט. מאחר ופני הבטון במסעה אינם חשופים לעין, נגלה את הנוזק כשר התופעה תחדור את כל עובי הבטון המשמש כחלק מהמיסעה. בעוד שמבנה הגשר מתוכנן לתקופות של 120 עד 150 שנים, נזק חמור למסעה עשוי להתפתח תוך עשר שנים ואף פחות. נזקים חמורים שהתגלו בכל רחבי העולם הביאו להתפתחות מערכות לאיטום גשרים בכל רחבי העולם. מטרת האיטום למנוע מעבר מים כימיקלים מזיקים וגזים לפני הבטון הנמצאים מתחת לאספלט.

רקע וסקירת ספרות:

בסוף שנות ה-90 החלו להתגלות בארץ נזקים למסעות גשרים ומעברירי מים, עפ"י דוחות שנעשו היה צורך לפרק כשליש מהמבנים. עיקר הנזקים נבעו מכך שהמבנים לא נאטמו או לא נאטמו כראוי. דוחות דומים החלו להכתב במקומות שונים בעולם בהם התלו נזקים דומים. כתוצאה מהנזקים החמורים למבנים וחוסר אחידות או ידע לגבי כל הגורמים המשפיעים פותחו ברחבי העולם תקנים ותקנות לאיטום מסעות גשרים, במיוחד גשרים מבטון עליהם מיושמת מסעה אספלטית.

הבעיה שהתגלתה בארץ איננה חדשה. ברחבי העולם נתקלו בבעיות רבות של נזקים חמורים למסעות גשרים העשויים בטון ומכוסים בריבוד אספלטי.

בשנת 1994 פורסם דו"ח של ה-National Research Program בארה"ב, בשם:

“Waterproofing Membranes for Bridge Deck” אותו חיבר Manning.

הדו"ח סקר את השימוש בממבראות איטום בארה"ב, שהשימוש בהם החל בשנות ה-60. השימוש בממבראות לאיטום החל לאחר שהתגלו נזקים למסעות כתוצאה מחדירת מים וכלורידים לשכבת הבטון הנושאת, ותקיפת הברזל. חלק מהאמצעות הגדילו את עובי כיסוי הבטון, ללא הועיל. וחלקן החלו לאטום את מסעות הגשרים בעזרת ממבראות המיועדות לאיטום גגות המורכבות משכבות של ביטומן מנושף ובד זכוכית. מערכות אלו נזנחו כתוצאה מחריצה שהתפתחה בפני האספלט.

בתחילת שנות ה-60 החל גם השימוש במערכות איטום נוזליות על בסיס ביטומן משופר בגומי סינטטי (SBS), שימוש זה נפוץ מאוד בקנדה ופחות בארצות הברית.

בתחילת שנות ה-70 החלו להשתמש בארה"ב ביריעות איטום המיושמות בריתוך, אחד הכישלונות העיקריים של יריעות אלו נבע כתוצאה מאיכות עבודה ירודה. פתרון לבעיה נמצא ביריעות הדבקה עצמית הנמצאות כיום בשימוש וחשופות פחות לאיכות עבודה ומיומנות של העובדים בשטח.

בתחילת שנות ה-90 אושרו לשימוש בארה"ב כ-22 מערכות איטום, רובן מתבססות על יריעות מוכנות מראש. מערכות נוזליות (Liquid Application) כמעט ולא היו בשימוש. המפרטים, מפרטי בדיקות ודרישות ברורות לא היו בנמצא, כמו כן לא נעשו ניתוחי עלות תועלת. סיבות אלו הביאו לכישלונות נוספים של מערכות איטום, שחלקן התקבלו על בסיס הזול ביותר במכרז.

בשנת 1990 פורסמה ע"י Price עבודה בשם:

Laboratory Tests on Waterproofing Systems for Concrete Bridge Decks

העבודה נעשתה במעבדת המחקר הבריטית של Transport and Road Research Laboratory: העבודה ערכה מיון של מערכות האיטום הקיימות וחילקה אותן לממבראות נוזליות ויריעות מוכנות מראש. במסגרת הסקירה פורטו היתרונות והחסרונות של כל מערכת, והתקלות שנמצאו בגשרים שנבדקו.

בשנת 1999 פורסם דו"ח של חיל ההנדסה האמריקאי בשם:

Procedures for the Evaluation of Sheet Membranes Waterproofing

עפ"י הדוח הפרמטרים החשובים ביותר ביריעות ובהתקנתן על גשרים הם: רציפות בחיבור היריעה לגשר, עמדות בטמפרטורה נמוכה המאפשרת גישור סדקים דינאמי בתנאי קור ועמידות

גבוהה לניקוב. אחד הבעיות המרכזיות שתוארה בדו"ח הן הופעת בועות מתחת ליריעות לפני ובזמן הסלילה.

בשנת 1994 פרסם Manning טבלה המשווה בין מערכות איטום נזוליות למערכות איטום המבוססות על ממבראנות מוכנות מראש :

יתרונות וחסרונות של יריעות מוכנות מראש מול ממבראנות נזוליות

מערכות נזוליות	יריעות מוכנות מראש	
בד"כ התוצאות במעבדה פחות טובות מאשר בשטח	מתפקדות היטב בתנאי מעבדה	1
קשה להבטיח איכות אחידה של המוצר הסופי	החומר המגיע לאתר תואם את המפרט (הרכב, עובי, תכונות)	2
קשה לבקר את עובי וקיום של חריצים כציפוי	ההתקנה באתר כרוכה בעבודה רבה	3
בד"כ מיישמים בשכבה בודדת תוך קבלת סטיות משמעותיות בעובי	יש חפיפות בין היריעות	4
אין חפיפות	קיימת בעייתיות ביישום על פני שטח שאינו חלק או מקומר	5
אין בעיה ליישם על משטחים מקומרים	עשויה להיווצר בעיה בחיבור למעקות, קולטנים וכו'	6
בד"כ אין בעיה של אדהזיה	יש לתקן בועות אוויר (התנפחויות) ע"י בקוע והטלאה	7
ניתן לתקן בקלות בועות המתפתחות לאחר היישום	לעיתים המחיר יקר יותר	8

על פי Manning ההגנה של הבטון ע"י מערכת האיטום הוא פועל יוצא של שני גורמים :
א. הנזק המתפתח במערכת האיטום לאורך זמן.

ב. כושר החיבור של מערכת האיטום למסעה.

באותו פרסום משנת 1994 מופיעות הדרישות ממערכות איטום למסעות גשרים בזמן ההתקנה ולאחר מכן.

דרישות ממערכות לאיטום מסעות גשרים :

בזמן השרות	בזמן ההתקנה	
עמידות לטמפרטורות סביבה קיצוניות	רגישות נמוכה לפגמים קלים ואבק	1
נשאר אטומה ומחוברת לשתיית לתקופת השירות 15-30 שנה	רגישות נמוכה לטמפרטורה ולחות יחסית בזמן היישום	2
עמידה לניקוב ע"י האגרטים באספלט כתוצאה מעומסי תנועה	קלה להתקנה	3
עמידה למאמצי גזירה הנובעים מעומסי תנועה, פניות חדות, בלימה והאצה	נדבקות היטב לבטון ובמיוחד בקצוות	4
מגשרת על פני סדקים דינאמיים במיסעת הבטון ללא פגיעה	עמידה לפגיעות מכאניות בזמן ההתקנה	5
הבטון ללא פגיעה. ניתן לקרצף ולרבד את שכבת האספלט העליונה ללא פגיעה במערכת האיטום	אינה נפגעת ע"י ציוד הסלילה	6
ניתנת למחזור	אינה נפגעת ע"י האספלט הנסלל מעל	7
	נדבקות היטב לאספלט	8

בשנת 1989 פורסם באנגליה ע"י Price ממעבדות:

Transport and Road Reseaches Laboratory

המאמר: A field trial of waterproofing systems for concrete bridge decks.

במחקר נבדקו כשלים 47 מערכות איטום שונות בגשרים. הגורם העיקרי לכשל היה נזק מאספלט חם שנכבש מעל למערכת האיטום.

עפ"י Manning יריעות בעובי קטן מ – 2.5 מ"מ ומערכות נוזליות בעובי קטן מ – 2 מ"מ רגישות ביותר לניקוב בזמן כבישת אספלט חם.

בשנת 2000 פורסם ע"י L. Kyosti ואחרים, ב-Nordic Road & Transport Research דו"ח מפורט שמקורו בפינלנד. הדו"ח נוגע באחד הבעיות הקשות בהן נתקלו בזמן ירום יריעות בגשרים – בועות (Blistering), הדו"ח מפרט את הסיבות לבעות ופתרונות אפשריים. הפתרון שנמצא הינו פריימר אפוקסי החוסם את מעבר האדים מהבטון אל מתחת לממבראת האיטום.

בגרמניה פורסם דו"ח ע"י R. Wruck מה-Federal Highway Research Institute במסגרת הדו"ח נסקרו 99 גשרים. שבעקבותיו עברו ממערכות איטום המחוברות חלקית לגשר בכדי לשחרר אדים, למערכות המחוברות באופן מלא, על גבי פריימר העשוי אפוקסי.

תכנון דרישות ובדיקה של מערכת איטום לגשרים המרובדים באספלט

בבואנו לתכנן או לבדוק מערכות לאיטום מסעות גשרים יש לתת את הדעת לגורמים הבאים:

- א. האיטום למים, כימיקלים ואדי מים חייב לתפקד לאורך זמן ארוך.
- ב. מערכת האיטום חייבת להיות מחוברת באופן מלא לגשר, והאספלט הנסלל מחובר באופן מלא למערכת האיטום.
- ג. מערכת האיטום עמידה לכוחות המתפתחים בזמן סלילת אספלט חם.
- ד. המערכת כולה עמידה לעומסי גזירה הנובעים מכוחות בלימה, האצה, ותנועה בסיבוב.
- ה. האיטום חייב לעמוד בכוחות המתפתחים כתוצאה משינויים תרמיים, ובסדיקה דינאמית.
- ו. מערכת האיטום תתחבר בצורה טובה לאלמנטים בקצוות (מעקות, תפרים) ולא למנטים חודרים (קולטנים וכו').
- ז. מערכת האיטום ניתנת למחזור בסוף תקופת חייה.

תקינה

כתוצאה מהדרישות המיוחדות לאיטום מסעות גשרים התפתחה בעולם תקינה ייחודית לתחום זה. סקירת התקנים והנעשה בארץ מפורט בהמשך:

תקינה אמריקאית

התקן האמריקאי לאיטום מסעות גשרים נכתב לראשונה ב 1997 ואושר מחדש ב 2003 ASTM D 6153-97 (2003)

Standard Specifications for Materials for Bridge Deck Waterproofing membrane System.

התקן מטפל במערכות איטום לגשרים המיועדים לקבל ציפוי אספלטי. בתקן שלשה סוגים של מערות איטום:

סוג I (Type I):

- ממבראנה נוזלית המתקשה ע"י ריאקציה כימית.
- ממבראנת הגנה על האיטום המוגדרת ע"י יצרן מערכת האיטום.

סוג II (Type II):

- ממבראנה מביטומן אלסטומרי המיושם בחם.
- ממבראנת הגנה על האיטום המוגדרת ע"י יצרן מערכת האיטום.

סוג III (Type III):

- מערכת ממברנות מוכנות מראש.

תכונות פיזיקליות נדרשות (סוגים I, II, III):

- עמידות למעבר מים ואדי מים (Permeability). דרישה: $5.7\text{NG}/\text{PaSm}^2$ (Perms 0.1 max)

- עמידות בקור ASTM D146, דרישה ל-18 °C, למשך 24 שעות, כפוף על מנדל של 180 בקוטר 6 מ"מ.
דרישה: אין שברים.

הכנת השטח לאיטום מוגדרת בתקן נפרד ASTM D5295-92
Standard Guide for Preparation of Concrete Surfaes for Adhered (Bonded)
Membrane Waterproofing Systems.

התקן מגדיר תנאי מינימום לכנת שטח לאיטום בבטון חדש.
התקן מפרט את: הגורמים המפריעים לאדהזיה טובה של מערכת האיטום לבטון, הדרכים למניעת גורמים אלו, והדרכים לתיקון במידה ונדרש.
גורמים המפריעים לאדהזיה

- חומרי הפרדה (שמן תבניות).
- Curing Compound.
- מוספים לבטון.
- קרום צמנטי Laitance.
- רטיבות.
- שמנים ושומנים (גריז).

חומרי הפרדה:

חומרים אלו נודדים לפני השטח, ויגרמו לאדהזיה גרועה של מערכת האיטום.

Concrete Curing Compound:

חומרים אלו עשויים למנוע הדבקות של מערכת האיטום לבטון.

מוספים לבטון:

קיימים מוספים מסיסים במים המוספים לבטון התורמים לשמיכת מים בבטון (במקום Curling Compound), חומרים אלו עשויים לנדוד לפני השטח ולמנוע הדבקה).

קרום צמנטי/שמנים:

קרום צמנטי, לכלוך ואבק יש להסיר מפני השטח לפני ביצוע האיטום מאחר ונוכחותם תפריע להדבקה של מערכת האיטום לבטון.

תיקונים:

יש לתקן פגמים בבטון ע"י חיתוך, ניסור ופרוק בטון לקוי, או בטונים שאינם נמצאים במישור אחד. אין ללטש בטון המיועד לאיטום.

- כל חור הגדול מ-15 מ"מ, יש למלא בדיס צמנטי.

- רצוי לבצע תיקונים מיד לאחר שהבטון התייבש.

- רצוי לבצע תיקונים בעזרת דייס צמנטי הזהה בהרכבו לבטון שנוצק, ללא האגרנטים.

ניקוי פני השטח:

- כרסום מכני בתוספת ניקוי חול או מים שבלחץ לסילוק חלקים שהתרופפו מהכרסום.

ניקוי חול או מים בהתזה נותן בד"כ תוצאות טובות להכנת השטח באחת השיטות הבאות:

- ניקוי חול ביבש.

- ניקוי חול ברטוב.

- התזת מים בלחץ גבוה.

בדיקה לפני יישום:

יש ליישם את המערכת על שטח מוגבל ולבדוק את האדהזיה.

התוצאה של תקן מינימליסטי זה הוא שברוב המדינות בארה"ב קיימים מפרטים מקומיים, ורשימות יצרנים/ מערכות מאושרים לאיטום מסעות גשרים (QPL – qualified product list)

תקינה באנגליה:

באנגליה פורסם בשנת 1999 מסמך חדש המסכם את הדרישות לאיטום מסעות גשרים

בממלכה הבריטית (מסמך קודם פורסם בשנת 1994):

Waterproofing and surfacing of concrete bridge decks.

המופיע כחלק מ:

Design manual of road bridges.

המפרט מטפל בהכנת השטח, ביצוע האיטום, והדרישות ממערכת האיטום.

הכנת השטח:

- אין להשתמש ב - Curling compound.
 - יש לסלק קרום צמנטי Laitance.
 - התקן מפריד בין מערכות נוזליות ומערכות של ממבראות מוכנות מראש.
- דרישות כלליות ממערכת האיטום :**
- הדבקות טובה למערכת האיטום.
 - שמירה על ההדבקות לאורך חיי השרות של הגשר. המפרט כולל בדיקות שונות על המוצר לפני התקנתו המקובלת בחומרים המיועדים לאיטום, ובדיקות לאחר התקנה הכוללת:
 1. בדיקת אדהזיה לשתית.
 2. התנגדות לחדירת יוני כלור.
 3. עמידות לקיפאון והפשרה.
 4. עמידות לחום.
 5. עמידות לניקוב ע"י אספלט חם.
 6. עמידות להלם תרמי, חום וגישור סדקים מחזורי.
 7. חוזק גזירה של כל המערכת.
 8. האדהזיה בין האספלט למערכת האיטום.

תקינה גרמניה:

בשנת 2003 פורסם מסמך חדש המסכם את הדרישות למערכות איטום על מסעות בטון בגשרים המרובדים באספלט. ההנחיות מתייחסות לכל הגשרים בדרכים בגרמניה. המסמך מפרט את ההכנות לאיטום וכמו כן שלוש מערכות איטום מאושרות.

הכנת השטח לאיטום:

1. ניקוי וסילוק שכבות רופפות – חוזק למתיחה 1.5 N/mm^2 .
2. - יישום פריימר אפוקסי ועליו מפוזר חול בהיותו רטוב.
3. - יישום טיח אפוקסי מיישר (במידת הצורך).

מערכות איטום:

1. יריעה ביטומנית, כיסוי במסטיק אספלט, בטון אספלט - ZTV-BEL 1
2. שתי שכבות של יריעות ביטומניות, כיסוי במסטיק אספלט אובטון אספלט - ZTV-BEL 2
3. איטום בממבראנה נוזלית, בד"כ פוליאורטן, כיסוי במסטיק אספלט- שיטה נמצאת בשימוש מוגבל עקב מחירה הגבוה והשימוש הוא בעיקר למקומות בהם יש גיאומטריה מסובכת

התקן האירופאי

במשך שנים רבות נדון התקן האירופאי במסגרת ועדת תקינה טכנית כלל אירופאית CEN/TC 254, תוצאות העבודה של המעבדה פורסמו בסופו של דבר בתן אירופאי EN 14695 Flexible sheets for waterproofing bitumen sheets for waterproofing of concrete bridge deck and other concrete surfaces trafficable by vehicles – Definitions and characteristics.

התקן מפרט את הדרישות הכלליות ממערכות איטום מיריעות ביטומניות המיועדות לאיטום גשרים. בנוסף התקן מפנה לסדרה של תקנים המאפשרים בדיקה של תכונות המיוחדות לאיטום מסעות גשרים כמו: עמידות לחום EN 14691, חוזק החיבור לבטון EN 14224, כושר גישור סדקים דינמי EN 14224, עמידות לגזירה EN 13653, עמידות מערכת האיטום בהידוק אספלט חם EN 14692 ובדיקות נוספות המקובלות בבדיקת יריעות ביטומניות. סדרת התקנים הנשענת ברובה על התקינה הגרמנית והבריטית מכסה את כל האספקטים המאפשרים לבחור מערכת לאיטום גשרים שתתפקד לאורך זמן.

ישראל

עד לאמצע שנות ה-90 לא נעשה איטום מסעות גשרים בישראל. באמצע שנות ה-90 החלו לאטום גשרים בחומרי איטום על בסיס צמנט- פולימר (איטום צמנטי). האיטום בשיטה זו נעשה ללא בקרה וללא כל התייחסות לאפשרות לבדוק את התפקוד של מערכת זו עפ"י העומסים הפועלים בגשר בזמן היישום ולאחר מכן. לפני כשש שנים התחילו להיערך ביוזמת מע"צ דוחות שבדקו את מצב הגשרים הארץ. מהדוחות שהתקבלו התברר כי בגשרים רבים מצב המסעות מחייב תיקונים מידיים או הריסה. בתחילת שנת 2004 נערך בחברה הלאומית לדרכים דיון רב משתתפים שמטרתו הייתה לפתוח בתהליך שמטרתו להגיע למערכת איטום שתתן מענה לאיטום מסעות הגשרים בארץ.

לאחר שנלמדו התקנים הזרים והסיבות לכשלים בחו"ל פותחה מערכת המתאימה לתנאי הארץ ועומדת בדרישות המופיעות בתקנים זרים.

המערכת שנבחרה על ידי מע"צ לאחר בדיקות מקיפות שנעשו מבוססת על התקן האמריקאי: ממברנה נוזלית ביטומנית, וממבראנת הגנה ביטומנית מוכנה מראש (יריעה ביטומנית). לאור הדיווחים הרבים בספרות על בעיית הבועות (Blisters) נעשה שימוש בפריימר על בסיס אפוקסי (כדוגמת 100-XL), הכנת השטח כוללת סילוק מוחלט של הקרום הצמנטי וחלקים רופפים מפני המסעה. ממבראנת האיטום העיקרית מבוססת על ביטומן אלסטומרי בעל עמידות גבוהה בחום (כדוגמת אלסטוגום). הביטומן מיושם על הגשר בחם בעזרת ציוד יעודי ומהווה ממבראנת איטום רציפה וללא תפרים בעובי של 2 מ"מ. יריעות ההגנה שנבחרו הינם יריעות המשמשות מזה שנים רבות למניעת השתקפות סדקים בכבישים בעובי של 3 מ"מ, וידועות בעמידותן לאורך שנים בתנאי הכבישים בארץ.

לאור הדיווחים בספרות על כשלים בריתוך יריעות בגשרים נעשה שימוש ביריעות בהן מסלקים את גב היריעה לפני היישום (כדוגמת פוליפז SP 3/250). שיטה זו מבטיחה כי לאחר כבישת היריעות באספלט חם תהיה הדבקה מלאה לשתית.

מערכת האיטום הנמצאת כיום בשימוש נבדקה במכון התקנים לניקוב באספלט חם, לגישור דינאמי על פני סדקים, ולעמידות לכלורידים, עמידות ללחץ מים, הלם תרמי. בנוסף נבדקה האדהזיה של מערכת האיטום לגשר. עד היום בוצעו כעשרה גשרים.

סיכום

הגורמים החשובים ביותר באיטום מסעות גשרים הם: ההדבקה של האיטום לשתית, ההדבקה של האספלט למערכת האיטום, עמידות מערכת האיטום במאמצים השונים המתפתחים בגשר בזמן הסלילה ובתקופת השרות. וחשוב לא פחות האפשרות למחזר את מערכת האיטום בתום תקופת השרות. בהעדר תקן ישראלי יש לפעול לאימוץ התקן האירופאי הארץ. תקן זה המפרט ביותר הקיים כיום ונותן מענה לכל הדרישות הידועות כיום לאיטום מסעות גשרים.

ספרות

1. Bridge deck waterproofing in Ontario, W. E. Blum, Ministry of Transport and communication, M.T.C. Report IR 50, July 1972
2. Effectiveness of Waterproofing Membranes Installed on Bridge Decks constructed in 1973 to 1978, Canada, Ontario, Ministry of Transportation, report SO-97-01,
3. Procedures for evaluation of Sheet Membranes Waterproofing, C. J. Kohonen, CRREL, Special report 99-11, 08/1999
4. Design Manual for roads and bridges, Waterproofing and surfacing of concrete bridge decks, UK highways agency, BD47/99, part 4&5
5. Abdichtung von beton bruckenbauwerken, A. Kraus, Tiefbau, 10/2000
6. Bruckenbelage auf beton mit einer dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweissbahn, teil 7, bruckenbelage, ZTV-ING, Forchingsgesellschaft fur strassen – und verkehrswesen, 08/2003
7. Preventing the blistering of bridge deck waterproofing, L. Kyosti, Technical Research of Finland, Nordic Road & Transprt Resarch, No 3. 2000
8. Surfacing of concrete bridges, V. Wegan, Danish Road Institute, Report 106, 2000
9. Reflective cracking in bridge deck surfacing of asphalt, E. J. Vater, Federal Institute for Material Research and Testing(BAM), Germany,
10. Bridge waterproofing courses, review of waterproofing course swelling problems and filler, J. P. Benneton, Bulletin Des Laboratores des chausses,09-10/2002 re 4451 pp. 95-99
11. Brigge deck waterproofing with bitumen sheets, Development, practical efficiency, end European standardization. G. Dohr, proceeding of the XIth congress, International Waterproofing Association, 10/2000 pp 99-140

