

Битуменска хидроизолација на бетонски мостови

Стојанче Стојанов ¹, Љубомир Трајчев ²

¹ дипл. инж. тех., БИМ а.д. Свети Николе, Р.С.Македонија, director@bim.com.mk

² м-р. инж. арх., БИМ а.д. Свети Николе, Р.С.Македонија, ljubomir@bim.com.mk

Апстракт

Хидроизолацијата на коловозните плочи на бетонските мостови, вијадукти и други поголеми бетонски патни сегменти, во суштина е основна за нивните оперативни перформанси.

Овие инфраструктурни објекти во текот на експлоатација се изложени на повеќе негативни физички и хемиски влијанија кои го намалуваат нивниот работен век, безбедноста, како и економската одржливост. За да се намалат ваквите негативни влијанија, неопходна е примена на квалитетни технички решенија и материјали за хидроизолација.

Во овој труд е даден осврт на битуменската хидроизолација на бетонски мостови, преку систем на хидроизолација со полимер-модифицирани битуменски ленти. Покрај тоа се објаснуваат правилниот избор на материјал, начинот на кој се вградуваат, како и проблеми и пропусти кои се среќаваат преку постојните искуства во Македонија и регионот, со цел за поголема ефикасност на хидроизолацијата на бетонските мостови.

Клучни зборови

Хидроизолација, полимер-модифицирани битуменски ленти, бетонски мостови, подлога.

Abstract

Waterproofing of pavement slabs of concrete bridges, viaducts and other larger concrete road segments is essential for their operational performance.

These infrastructures during exploitation are exposed to many adverse physical and chemical impacts that reduce their service life, safety, and economic viability. In order to reduce such adverse impacts, it is necessary to apply quality technical solutions and waterproofing materials.

This paper deals with the bitumen waterproofing of concrete bridges, through polymer-modified bitumen waterproofing system. In addition, the correct choice of material, the way they are applied, as well as the problems and gaps that are encountered through the existing experiences in Macedonia and the region, in order to make the waterproofing of the concrete bridges more efficient.

Key words

Waterproofing, polymer-modified bitumen membranes, concrete bridges, surface.

1 ВОВЕД

Мостовите како дел од целокупната патна инфраструктура се од голема важност. Нивната трајност и квалитет како во проектирањето така и во изведбата, се важен фактор од повеќе безбедносни, економски и еколошки причини, но и за одржливиот развој на општеството.

Една од главните причини за оштетување на бетонот и вградената арматура или челичната конструкција на мостовите и другите патни конструкции, е таа што во текот на експлоатација тие се изложени на различни влијанија. Најбројни се оштетувањата од

продирањето на вода од врнежи, вода која што содржи минерали и дејствува како агресивна средина, како и други хемиски и физички влијанија.

Сите овие негативни влијанија најчесто се појавуваат како резултат на недостаток или губење на цврстината на врската помеѓу хидроизолацијата со подлогата или хидроизолацијата со асфалтниот слој. Затоа неопходно е сите овие влијанија да се предвидат и да се земат во предвид во тек на проектирање на мостовите преку избор на квалитетен систем на хидроизолација. Начинот на изработката и квалитетот на хидроизолацијата директно влијаат на употребливоста и долготрајноста на патните конструкции во текот на експлоатацијата.

Поради широкиот опсег на зборовите “мост” и “хидроизолација”, овој труд ќе се задржи на поконкретни сегменти од двата поими, односно освртот ќе биде на битуменска хидроизолација од систем на полимер-модифицирани битуменски ленти на бетонски мостови.

Овој тип на хидроизолација од полимер-модифицирани битуменски ленти како хидроизолација на бетонски мостови, има најширока примена, не само во нашата земја и регионот, туку и во светот. Искуството покажало дека ова квалитетно техничко решение има голем век на траење, доколку проектирањето, изборот на материјал, постапката на вградување и контролата на квалитетот се стручно направени. Добрата врска помеѓу бетонската подлога и битуменската лента, припремата на подлогата и начинот на вградување на лентите, како и асфалтниот слој е од суштинско значење за добри оперативни перформанси на коловозните плочи на бетонските мостови.

2 ТИПОВИ НА ХИДРОИЗОЛАЦИИ НА КОЛОВОЗНИТЕ КОНСТРУКЦИИ НА МОСТОВИ ВО МИНАТОТО ВО МАКЕДОНИЈА И БИВША ЈУГОСЛАВИЈА

Наназад во историјата на нашите простори па и во Европа, се применувале различни типови на хидроизолации на мостовите.

Типови на хидроизолации кои се применувале во минатото, а некои од нив и денес, се:

- хидроизолации на база на мастикс, односно лиен асфалт
- хидроизолации на база на епоксидни смоли
- хидроизолации на база на алумиумска/метална фолија
- хидроизолации на база на битуменски пасти по ладна постапка
- хидроизолации на база на битуменска маса со додатоци на полимери

Овие хидроизолации се едни од почесто применувани на овие простори и домашните искуства укажуваат на одредени пропусти како во квалитетот на материјалите, така и во начинот на вградување, како и реакцијата на истите по одреден период на експлоатација.

Хидроизолации на база на мастикс, односно лиен асфалт

Лиените асфалти кои се користат како заштитен хидроизолационен слој во себе содржат поголем процент на битумен. Во пракса е покажано дека доколку се користат во подебел слој и со помал квалитет често доаѓа до појава на набирање на асфалтниот слој со што се појавуваат пукнатини и оштетувања, најчесто кај местата каде што има поголемо сообраќајно оптеретување. Проблеми се појавиле и со кртоста на материјалот и како и неговата лепливост на ивиците кај страничните елементи на мостовите. Истото се случува и кај хидроизолациите на база на битуменски мастикс.

Хидроизолации на база на епоксидни смоли

Овој тип на хидроизолации на нашите простори е многу ретко користен, но е честа појава во Европа. Бара покарактеристичен пристап кон припрема на подлогата и е поскап.

Хидроизолации на база на алумиумска/метална фолија

Овој тип на хидроизолација во еден период од минатото бил застапен на нашите простори, под влијание на пример од поголемите Европски држави. Искуствата покажале дека треба посебен третман и избор на материјали со кои металната фолија била поставувана. Се појавувале поголеми истегнувања и дилатирања кај фолијата, издолжувања и собирања, за разлика од другите градежни материјали и материјалот бил константно напрегнат. Поради тоа се појавувале пукнатини со што се уништувал хидроизолациониот слој. Подоцна се преминало кон префабрикувани фолии во битуменски ленти (како влошка во битуменската лента), кое исто така имало одредени несоодвености поради некомпатибилноста на материјалите.

Хидроизолации на база на битуменска пасти по ладна постапка

Хидроизолациите на база на битуменски пасти биле вградувани по ладна постапка. Се вградувале во неколку слоја со нанесување на подлогата. проблемот кај овој начин на изолација се појавил при асфалтирање врз хидроизолацијата, со тоа што масата од пастите се лепела на финишерот. Исто така требало и подолг период да исуши пастата пред да се асфалтира, односно да испарат разредувачите, бидејќи имало голема количина на наносна маса и тие останувале заробени со што при повисоки температури се формирале меури кој го оштетувале асфалтот.

Хидроизолации на база на битуменска маса со додатоци на полимери

Хидроизолациите со битуменски маси во поодамнешното минатото се користеле без додатоци од полимери, со вградување по топла постапка. Подоцна е увидено дека додатоците на полимери значајно ги подобруваат перформансите, со што се зголемила нивната издржливост во однос на истегање, отпорност на стареење, како и значајно се зголемил температурниот интервал, подобри карактеристики на ниски и поголема отпорност на високи температури. Овој тип на хидроизолации бил најзастапен во минатото како во Македонија така и на другите простори од бивша Југославија. Подоцна почнало со лепење на битуменски ленти врз топол премаз од битуменски маси, но имало еден проблем, а тоа е несоодветноста на битуменските ленти кои најчесто биле од обичен-оксидиран битумен кои ни од далеку немале слични карактеристики со битуменската маса со додатоци од полимери. Различните истегања на материјалите при температурни разлики повторно појавувале проблеми со пукнатини.^[1]

Сиве овие условно речено проблеми, најчесто поради специфичноста на климатското подрачје на овие простори, а тоа значи ладни зими и топли лета, односно поголеми температурни разлики, навеле на заклучок дека е неопходно да се користи материјал кој што ќе ги задоволи истите.

Несоодветноста на битуменските маси со полимери и битуменските лени со оксидиран битумен, навело на производство на полимер-модифицирани битуменски ленти, кои на некои начин биле спој на барањата кои што едни материјали ги исполнувале, а други не.

Денес еден од најчестите системи на хидроизолација кои се користи во Македонија и регионот, па и во Европа е системот од полимер-модифицирани битуменски ленти, кои се произведуваат по европски стандарди и норми, во различни дебелини.

Во продолжение на овој труд ќе се опфатат стандардот и методите по кои се вршат испитувања на битуменските ленти, преку конкретни примери.

3 ВИДОВИ НА ПОЛИМЕР-МОДИФИЦИРАНИ БИТУМЕНСКИ ЛЕНТИ, СТАНДАРДОТ EN 14695 И МЕТОДИ НА ИСПИТУВАЊЕ

Системите на хидроизолација од полимер-модифицирани битуменски ленти за бетонски мостови, во зависност од бројот на ленти во нив можат да се поделат на еднослојни и двослојни системи.

Денешниот модерен процес на производство на полимер-модифицирани битуменски ленти се основа на мешавини од битумен, полимер и филер, кои се импрегнираат во влошка која ја армира битуменската лента. Во производството воглавно се користат два типа на полимер-битумени: SBS – битумен модифициран со еластомери и APP – битумен модифициран со пластомери. Во зависност од тоа со каков полимер се, лентите можат да бидат еластомерни (SBS) или пластомерни (APP), или комбинација еласто-пластомерни битуменски ленти. Како влошка за ојачување се користи најчесто полиестерски филц или стаклена ткаенина. Битуменските ленти кои служат за хидроизолација на мостови се произведуваат според европски стандард EN 14695, и покрај тоа што имаат посебно декларирани својства кои мора да се задоволат, специфично за нив е тоа што на горната страна се заштитени со ситен посип од песок/талк, чие својство е да ја направи лентата поотпорна на висока температура во момент на асфалтирање над неа, односно кога поминува финашер. Од долната страна се заштитени со ПЕ фолија која што е лесно согорлива. Се произведуваат воглавно во две варијанти со дебелина од 4 и 5 мм, а некои производители имаат и варијации, на пример со дебелина од 4,5 мм и сл.

Стандардот EN 14695

Овој европски стандард ги специфицира карактеристиките и перформансите на полимер-модифицираните битуменски ленти, армирани со влошка, кои се користат за хидроизолација на бетонски мостовски коловозни конструкции и други бетонски патни сегменти, каде што системот на хидроизолација е врзан за подлогата и прекриен со асфалт. Стандардот ги специфицира и методите кои што се користат за проверка на карактеристиките и перформансите.

Во Македонија единствен производител на мостовски битуменски хидроизолациони ленти е Фабриката за производство на битуменски изолациони материјали БИМ а.д. Свети Николе.

БИМ а.д. произведува полимер-модифицирани битуменски ленти за хидроизолација на мостови, според стандардот EN 14695 за што има CE знак и е сертифицирана компанија од нострифицирано тело од Европската унија. Производите се под името БИКУТОП и БИМПЛАСТ МОСТ. БИКУТОП МОСТ е еластомерна, а БИМПЛАСТ МОСТ пластомерна битуменска лента. И двете се во варијанти со дебелина од 4 и 5 mm, и влошка од полиестерски филц или стаклена ткаенина.

Во продолжение, може да се види табеларен приказ на лабораториски испитувања во лабораторија на БИМ а.д., конкретно за производите БИКУТОП П 5 мм МОСТ и БИМПЛАСТ П 5 мм МОСТ. Во неа се прикажани декларираните вредности кои ги налага стандардот, односно минималните вредности кои мора да ги задоволи лентата, како и некои од поважните EN методи по кои се врши испитувањето и на крај добиените лабораториски резултати за истоимените производи.

Табела 1. Лабораториски испитувања на Бикутоп П 5 мм МОСТ во лабораторија на БИМ а.д

EN норма	Опис на EN метода	Испитувањето се извршува во:	Декларирани резултати	Добиени резултати
EN 1426	Пенетрација на наносна маса: Одредување на иглична пенетрација	Лабораторија БИМ а.д	не е условено	≥ 30 1/10 mm
EN 1427	ПК на наносна маса: Одредување на точка на омекнување-Метод со прстен и топче	Лабораторија БИМ а.д	не е условено	$\geq 125^{\circ}\text{C}$
EN 1928	Определување на водонепропустливост	Лабораторија БИМ а.д	≥ 100 кПа	≥ 100 кПа
EN 14223	Определување на впивање на вода	Лабораторија БИМ а.д	$\leq 1,5\%$	$\leq 1,5\%$
EN 12311-1	Определување на сила на кинење	Лабораторија БИМ а.д	$\geq 800/800$ N/50 mm	$\geq 1000/900$ N/50 mm
EN 12311-1	Определување на издолжување при кинење	Лабораторија БИМ а.д	$\geq 40/40\%$	$\geq 43/45\%$
EN 13596	Определување на јачина на врска/спој	Надворешна акредитирана институција	$\geq 0,4$ N/mm ²	$\geq 0,42$ N/mm ²
EN 1109	Определување на флексибилност на ниска температура	Лабораторија БИМ а.д	$\leq -20^{\circ}\text{C}$	$\leq -20^{\circ}\text{C}$

Извор: Лабораторија БИМ а.д. Свети Николе

Табела 2. Лабораториски испитувања на Бимпласт П 5мм МОСТ во лабораторија на БИМ а.д

EN норма	Опис на EN метода	Испитувањето се извршува во:	Декларирани резултати	Добиени резултати
EN 1426	Пенетрација на наносна маса: Одредување на иглична пенетрација	Лабораторија БИМ а.д	не е условено	≥ 23 1/10 mm
EN 1427	ПК на наносна маса: Одредување на точка на омекнување-Метод со прстен и топче	Лабораторија БИМ а.д	не е условено	$\geq 125^{\circ}\text{C}$
EN 1928	Определување на водонепропустливост	Лабораторија БИМ а.д	≥ 100 кПа	≥ 100 кПа
EN 14223	Определување на впивање на вода	Лабораторија БИМ а.д	$\leq 1,5\%$	$\leq 1,5\%$
EN 12311-1	Определување на сила на кинење	Лабораторија БИМ а.д	$\geq 800/800$ N/50 mm	$\geq 1050/910$ N/50 mm
EN 12311-1	Определување на издолжување при кинење	Лабораторија БИМ а.д	$\geq 40/40\%$	$\geq 44/46\%$
EN 13596	Определување на јачина на врска/спој	Надворешна акредитирана институција	$\geq 0,4$ N/mm ²	$\geq 0,42$ N/mm ²
EN 1109	Определување на флексибилност на ниска температура	Лабораторија БИМ а.д	$\leq -10^{\circ}\text{C}$	$\leq -11^{\circ}\text{C}$

Извор: Лабораторија БИМ а.д. Свети Николе

Како што може да се забележи во табелата се дадени описите на строго утврдени EN норми/методи по стандардот EN 14695, и по кои се вршат испитувања дали материјалот ги задоволува основните барања на истиот тој стандард. Некои од овие методи не се условени, но некои се неопходни и бараат одредени вредности кои мораат да бидат задоволени. Како што може да се види еластомерната битуменска лента Бикутоп П 5 мм МОСТ и пластомерната БИМПЛАСТ П 5 мм МОСТ ги задоволуваат сите норми и во некои од нив, при лабораториските испитувања се добиени и повисоки резултати.

4 СИСТЕМ НА ХИДРОИЗОЛАЦИЈА ОД ПОЛИМЕР- МОДИФИЦИРАНИ БИТУМЕНСКИ ЛЕНТИ, ПРИПРЕМА НА БЕТОНСКАТА ПОДЛОГА НА МОСТОВИТЕ И НАЧИН НА ВГРАДУВАЊЕ НА БИТУМЕНСКИТЕ ЛЕНТИ

4.1 Систем на хидроизолација од полимер- модифицирани битуменски ленти

Хидроизолационите системи од полимер-модифицирани ленти на бетонските мостови се состојат од припремен, хидроизолационен и заштитен слој.

Припремните слоеви

Ја креираат врската помеѓу хидроизолацијата и подлогата, и нив ги сочинуваат прајмерот и порамнителната маса. Прајмерот кај овој тип на хидроизолација со битуменски ленти е разреден битумен во течна состојба со кој се премачкува подлогата.

Порамнителните маси пак служат за порамнување на одредени помали нерамнини на подлогата и можат да се користат полимер-битуменски маси или епоксидни малтери.

Хидроизолациониот слој

Се состои од полимер-модифицирани битуменски ленти за мостови, кои можат да бидат еластомерни SBS или пластомерни APP, или комбинација. Можат да се појават во неколку дебелини 4 ; 5 мм или сл. во еден или во два слоја.

Заштитниот слој на хидроизолацијата

На коловозните плочи се изработува од асфалт бетон, мастикс асфалт или лиен асфалт.

4.2 Припрема на бетонската подлога на мостовите

Квалитетната припрема на бетонската подлога на која се вградува хидроизолацијата, директно влијае на квалитетот на истата.

Површината на која се вградува хидроизолацијата од битуменски ленти, треба да биде колку што е можно порамна и исчистена од целиот некохерентен (неврзан) материјал. Подлогата не треба да има нагли дисконтинуитети, голема сегрегација на бетонот, неврзани зрна од агрегатот, цементно млеко, како и дамки од улиња и нафта кои истекуваат од градежните машини во текот на градежните активности. Пред вградување на прајмерот подлогата мора да се исчисти од прашина и песок. Сите овие фактори доколку не бидат запазени се зголемува ризикот од недобра врска помеѓу битуменската лента и бетонот. Покрај овие важни услови во припремата на подлогата, од есенцијална важност се и:

- Бетонот од подлогата мора да биде сув, односно влажноста на бетонот на 2 см длабочина не смее да биде поголема од 4 % (m/m)
- Бетонот мора да биде стар најмалку 21 ден, освен во случај каде што однапред се докаже дека подлогата ги исполнува сите услови и е спремна за хидроизолација
- Површината мора да е доволна рапава но без нагли нреамнини. Во случај каде битуменските ленти се вградуваат со заварување, рапавоста на бетонската површина, одредена по метод со песок, треба да е најмалку 0,8 mm а најмногу 1,5 mm.

Во случај на поставување хидроизолација на нови коловозни плочи на бетонски мостови неопходно е пескарење или сачмарење на подлогата, како би горенаведените параметри биле задоволени, а со тоа и квалитетот на подлогата и нејзиниот спој со хидроизолацијата. Во случаи на санација на веќе постоечки бетонски мостови, тргањето

на заштитниот асфалтен слој треба да биде претпазливо за да не се уништи површината од бетонската коловозна плоча, како би имало помалку работа и време во припремата.



Слика 1. Нерамна и неисчистена бетонска подлога
Извор: Слика од градилиште



Слика 2. Цементен малтер одвоен од подлогата и залепен на битуменската лента
Извор: Слика од градилиште

4.3 Начин на вградување на битуменските ленти

Накратко пред да преминеме кон начинот на кој се вградуваат битуменските ленти за мостови, ќе ги појасниме прајмерот со кој се премачкува подлогата и еден од двата погоре споменати типа на порамнителни маси кои се вградуваат пред битуменските ленти, битуменски полимерни маси.

Битуменски прајмер

Битуменскиот прајмер е разреден битумен во течна состојба, со црна боја, кој се наноси по ладна постапка со четка или ваљак. Служи за обеспрашување на подлогата, пенетрира во истата, и како врска со хидроизолацијата. Пред вградување подлогата мора да е чиста според начинот на припрема. Потрошувачката е во зависност од рамнината на подлогата од 300 – 400 g/m².

Прајмерот не смее да се вградува:

- Во временски услови на дожд, роса или влажност при магла.
- Ако релативната влажност на воздухот е над 85 %
- Ако температурата на површината на бетонската подлога е под +8 °C или над +40 °C

Сушењето на прајмерот е во зависност од временските услови од 8 до 24 часа. ^[2]



Слика 3. Премачкување со битуменски прајмер на бетонска подлога на мост
Извор: Слика од градилиште



Слика 4. Дел од мостовска коловозна конструкција премачкана со прајмер
Извор: Мост Остружница, Белград

Битуменски полимерни маси

Овој тип на порамнителни маси се вградуваат по топла постапка и служат за исполнување на некои поголеми нерамнини на подлогата. Се наносуваат со рамномерно залевање во количина од 2-3 kg/m². Масата се загрева на одредена температура, со индиректно загревање, и со постојано мешање на истата и контрола на температурата, за да не дојде до деградација на истата уште пред вградување.

Полимер-модифицирани битуменски ленти

Најважен момент во експлоатациониот век на битуменските хидроизолациони ленти е во самото нивно вградување. Оштетените или не доволно залепени/заварени битуменски ленти можат да доведат до сериозни оштетувања на асфалтниот слој кај мостовите, како што се пукнатини и дупки.

Битуменските ленти кај нас па и пошироко најчесто се вградуваат по принципот на заварување. Заварувањето се врши со помош на таканаречени брениери или пламеници кои дуваат пропан бутан гас под висока температура. Исто така заварувањето може да се врши со помош на машини за варење кои имаат повеќе цевки како брениери. Кај заварувањето на лентите има неколку битни фактори од кои што зависи квалитетот на вградувањето: лентите треба да се заваруваат по целата ширина на ролната со еднаков пламен, така што битуменскиот слој на долната страна од лентата доволно ќе се растопи и ќе пушти маса (каша) за да се обезбеди потполно лепење со подлогата. Битуменската каша треба да се појави по должината на целата ролна, особено на преклопот на лентите. Откако ќе се завари ролната таа треба да се помине со ваљак или друго помошно средство рамномерно за да залепи целата и да излезе воздухот од кај преклопите.

Вградувањето на битуменските ленти треба да започне од пониската страна на коловозната плоча на мостот, така што лентите на повисокиот нагиб ќе ги преклопуваат лентите на понискиот дел. Тоа е затоа за да се запази падот на плочата и да се даде природен тек на водата во правец на истиот од плочата. Подолжните и попречните преклопи на лентите треба да бидат најмалку 10 cm. Попречните споеви на лентите треба да бидат поместени најмалку 50 cm, од соседниот ред. Сливниците, дилатациите, фугите на споевите кај тротоарите и сл. Детали треба да се обработат со посебно внимание. Температурата на воздухот на која се вградуваат битуменските ленти не смее да биде под + 5 °C. [3]



Слика 5. Заварување на битуменски ленти П 5 мм МОСТ на мост
Извор: Мост Остружница, Белград



Слика 6. Заварени битуменски ленти Бикутоп П 5 мм МОСТ на мост
Извор: Мост на река Сава и Колубара, Србија

Најголем проблем во пракса при изведба на хидроизолација со битуменски ленти е појавата на меури, односно заробен воздух/влага. Како што веќе се напомена битуменските ленти се вградуваат со заварување со специјални бренери кои што дуваат под голема температура. При таа температура доаѓа до оптеретување на бетонската подлога на мостовите и се ослободува влага од неа што резултира со појава на меури помеѓу неа и хидроизолацијата. Исто така и доколку се останати воздушни џебови можат подоцна да формираат меури. За време на топлите летни месеци кога температурата на воздухот е значајно поголема тие меури се зголемуваат и со тоа се формираат деформации и пукнатини кај асфалтните слоеви на мостот.

Главни причинители кои придонесуваат до слаба прионливост (конекција) помеѓу хидроизолацијата и подлогата се: некавалитетно вградување, односно лошо заварување на битуменските ленти, неисчистена подлога од прашина, голем процент на влага во подлогата во момент на вградување на хидроизолацијата, нерамнини на бетонската подлога и сл.

5 ЗАКЛУЧОК

На крај можеме да заклучиме дека хидроизолацијата, во овој случај полимер-модифицираните битуменски ленти се од клучно значење за долготрајноста на експлоатациониот век на бетонските мостовски конструкции. Таа е важен фактор од повеќе безбедносни, економски и еколошки причини, но и за одржливиот развој на општеството.

Уште во фаза на проектирање треба да се предвиди квалитетен материјал со соодветни карактеристики и перформанси по европските стандарди. Да се зададат услови кои треба да ги исполни како материјалот така и бетонската подлога, односно да биде соодветно припремена. Квалитетно и стручно вградување на материјалите, следејќи препораки од производители, почитување на правилата на вградување, и сето тоа во склоп со моменталните климатски услови кои исто така се многу значаен фактор, се основни за долготрајноста на мостовите. Како што веќе и спомнавме, хидроизолацијата својата најголема улога ја одигрува во моментот на вградувањето, затоа што секое понатамошно санирање, повлекува поголеми проблеми во смисла на технички и економски аспект.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Душан Светел, дипл. инж.технол., Институт за путеве Д.Д., Београд, *Асфалтни застори и хидроизолације на мостовима* (Put i saobraćaj - naučno stručni časopis srpskog društva za puteve Via-vita, стр. 5-12)
- [2] Пројекат rehabilitације транспорта, Приручник за пројектовање путева у Republicи Србији, 9. Пројектовање мостова, 9.12.3 Хидроизолације, Београд,2012.
- [3] Татјана Бошковић¹, Имре Пап, Милорад Смилјанић (2014), Хидроизолација бетонских мостова – Iskustva iz prakse, (institute за путеве ad Београд)