

## Moderní způsoby ochrany silničních mostů

### 1. Úvod

Silniční mosty jsou jednou z důležitých a relativně nejdražších součástí silničních tahů. Kvalita a trvanlivost asfaltových vozovek na mostech je úzce spjata s úpravou podkladních konstrukcí, zejména mostovky. Více než kde jinde zde platí, že jen komplexní návrh, komplexní řešení, zahrnující vlastní vozovku, ochrannou vrstvu izolačních úprav, izolační vodotěsné vrstvy a vrstvy spojovací a přechodové, mohou zajistit očekávaný výsledek jak z hlediska vozovky, tak ochrany mostní konstrukce, které by bez generální opravy měly bezpečně vydržet nejméně 15 - 20 let. Vysoká životnost a nízké udržovací náklady jsou požadovány nejen daňovými poplatníky z jejichž kapes náklady na výstavbu a údržbu silnic jdou, ale i uživatelé silnic, vyžadujících omezování plynulé dopravy na minimum.

Podívejme se v této souvislosti na zkušenosti našich sousedů v Německu, tedy v zemi s jednou z nejrozsáhlejších a také nej kvalitnějších silničních sítí až k současně platnému předpisu ZTV - BEL - B a snažme se vyvarovat tam draze zaplacených chyb.

### 2. Vývoj ochrany mostů v Německu

V šedesátých a sedmdesátých letech byly v Německu aplikovány dva druhy ochrany (podle Merkblatt für bituminöse Brückenbeläge auf Beton, 1976, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, FGSV):

- ochrana mastixovým asfaltem s vrstvou umožňující expanzi vodních par,
- ochrana kovovými pásy s vrstvou umožňující expanzi vodních par.

V obou případech nebyla ochrana plně spojena s podkladem. Takzvaná expanzní vrstva byla tvořena mezilehlým rounem a měla umožnit odvod vodních par a vlhkosti, která případně vnikla do betonu.

Výsledkem této dnes 30 let staré technologie ochrany byl vznik rozsáhlých poruch způsobených penetrací vlhkosti pod silniční plášť a tím značnou chloridovou korozi mostní konstrukce. Tyto otrěsné výsledky byly zjištěny podrobným průzkumem německého Ministerstva dopravy na 100 mostech (Schäden an Brücken und anderen Ingenieurbauwerken, 1982, BMV, Abteilung Straßenbau) z něhož byly učiněny tyto závěry:

- konstrukce s jakoukoli vrstvou umožňující expanzi vodních par jsou nebezpečné. I malý průnik vlhkosti může vést k penetraci vlhkosti do celého povrchu s následnými poruchami,

- žádné poruchy nebyly zjištěny u ochran připojených na celém povrchu, předem ochráněných epoxidovou pryskyřicí.

Výsledkem bylo doporučení:

- ochrana musí být připojena k podkladu v celém rozsahu, aby se zabránilo porušení konstrukčního betonu při lokálním porušení ochrany,
- k zlepšení připojení ochrany v celém rozsahu a současně k ochraně betonu má být vždy provedena úprava (nátěr) betonového povrchu epoxidovou pryskyřicí.

### 3. Moderní způsoby ochrany a nové předpisy

Ochrana je vystavena těmto druhům namáhání:

- od tlaků kol (tlakové a smykové),
- vibrací (dopravou),
- sezónními změnami teploty a změnami teploty v průběhu dne a noci,
- od pokládání silničního povrchu (mechanické a teplotní),
- tlakem vody až do 10. cm vodního sloupce,
- od dynamického pohybu trhlin v betonu a to i při velmi nízkých teplotách.

S ohledem na výsledky průzkumu stávajících mostů a také na výše uvedené namáhání vydalo německé Ministerstvo dopravy nový předpis ZTV - BEL - B 87, s částí 1, 2 a 3:

část 1 - ochrana s asfaltovými navařovanými pásy

část 2 - ochrana se dvěma vrstvami asfaltových pásů

část 3 - ochrana tekutou membránou

Tento předpis nemá sice charakter normy, ale vytyčuje kvalitativní požadavky, jak pro výrobky, tak pro postupy. Platí pro všechny silniční konstrukce v jurisdikci Ministerstva dopravy a nepřipouští jiné způsoby ochrany než tři shora uvedené, aniž by současně některou úpravu upřednostňoval. Nicméně v různých zemích Německa je preferován některý z předepsaných způsobů ochrany. Např. Jižní Německo dvouvrstvá bitumenová ochrana, Severní Německo jednovrstvá bitumenová ochrana, Berlín, Hessensko a Sársko, polyuretanová membrána. Charakteristiky jednotlivých typů ochran obsahuje tab. 1.

#### *3.1 Polyuretanová tekutá membrána*

Hlavní výhodou polyuretanové (PU) stříkané membrány s tloušťkou min. 2 mm je, že mohou být stejnoměrně pokryty i nerovné, zakřivené a svislé povrchy. Protože s vhodným základním nátěrem dokonale přilne k téměř všem podkladům, může být aplikována i na všechny instalace jako konstrukce dilatací, závěrů, odvodnění, balustrády atd. V porovnání s bitumenovými pásy má PU membrána vyšší ohebnost a elasticitu si plně zachovává i při velmi nízkých teplotách (-20°C). Použité polyuretany tvrdnou velmi rychle (10 - 15 sec) a proto mohou být již po několika minutách otevřeny pro pěší provoz, po krátké době i pro provoz auty bez nebezpečí poruchy ochrany. PUR membrána jako CONCRETIN BA může být

použita i pod parapet bez další ochranné vrstvy. Výstuž může být montována hned po nanesení vrstvy. Aplikace PUR membrány umožňuje až čtyřnásobný výkon a tedy výrazné urychlení stavby, po několika minutách již není ovlivněna deštěm, pevnost není ovlivněna teplotou a proto je zvláště doporučována u mostů ve spádu a před křížovatkami (zvýšené zatížení brzdnými silami). Pro opravy malých nedostatků (např. po tahové zkoušce) lze použít také manuálně aplikovatelné PU systémy se stejnými charakteristikami (např. CONCRETIN BA-M). Tyto systémy lze použít pro kompletní ochranu i u menších mostů, kde se stříkací dvousložkové zařízení nevyplatí. Výhodně lze použít tyto PU systémy také v kombinaci s levnějšími bitumenovými pásy pro izolaci všech detailů, instalací a přechodů.

### 3.2 Úprava čerstvého betonu

Při betonáži mostovky nových mostů nebo při opravě mostovek s polymery modifikovaným betonem lze užít speciálně vyvinutých materiálů na epoxidové bázi, jako např. CONCRETIN FBS, nanášených ve dvou vrstvách. První nátěr se nanáší na zatvrdlý povrch betonu (po 3 - 7 dnech) a působí jako ochranná vrstva, brání odpařování záměsové vody a podporující vytvrzení betonu. Druhý nátěr (opatřený posypem křemenným pískem) slouží již jako základní nátěr pro následující vodotěsnou izolaci. Tento postup má vedle dokonalého vytvrzení betonu výhodu i v tom, že odpadá mechanická úprava podkladu a kvalita betonového povlaku je vyšší a konečně že mohou být ušetřeny nejméně dva týdny ve srovnání s tradičními metodami.

### 3.3 Pečetící vrstva

Nátěr epoxidovou pryskyřicí (základní nátěr, dvojnásobný nátěr, příp. zatmelení) jednak zvyšuje adhezi ochranných vrstev k betonu a současně slouží jako další účinný ochranný prostředek. Kapiláry v betonu jsou zaplněny (zapečetěny - odtud název pečetící vrstva), žádný vzduch nemůže být uvolněn během výroby ochranné vodotěsné vrstvy a vznik puchýřů pod izolací je vyloučen. Základní nátěr s následným posypem může být dostatečný u výborných betonů (co do nepropustnosti, pevnosti i rovinnosti). Pokud podklad je více nasákavý, je třeba aplikovat duhou (a případně i další) vrstvu, která se již neposypává. Na velmi nerovné podklady se nanáší do čerstvého základního nátěru samonivelační epoxidová vrstva, opatřená posypem. Pečetící vrstva splní dokonale svou funkci jen tehdy, pokud všechny póry v celé ploše jsou zaplněny (zapečetěny). To lze prověřit např. celoplošným proměřováním elektrického odporu.

Přínosem předúpravy podkladu epoxidovou pryskyřicí je především:

- zpevnění povrchu betonu
- zapečetění kapilár
- zabezpečení soudržnosti
- přídavná izolační vrstva betonu
- jistější výstavba (menší vliv počasí, např. deště)
- zmenšená nerovnost podkladu
- definovaný podklad

Je zřejmé, že zdražení o pečetící vrstvu (zanedbatelné vzhledem k ceně mostu) je vyrovnáno tolika kladnými přínosy, že její všeobecná aplikace by se měla stát i u nás samozřejmostí.

Jednu z nejspolehlivějších pečetících vrstev poskytuje na základě mnoha nezávislých ověření CONCRETIN BV 88, resp. CONCRETIN BV 95. Použije-li se polyuretanová tekutá membrána (CONCRETIN BA), aplikuje se na pečetící vrstvu nejdříve spojovací vrstva CONCRETIN VS 70, na membránu před nanesením mastixového asfaltu mezilehlý základní nátěr z CONCRETINU VRS.

#### 4. Vlastnosti, kontrola a zkoušení ochrany

Vzhledem k tomu, že ne vždy jednotlivé vrstvy, z nichž je ochrana vytvořena, jsou kompatibilní, je nezbytné podrobit zkouškám nejen jednotlivé komponenty (vrstvy), ale celý systém ochrany.

Pro ochranu s bitumenovými pásy (jedno- nebo dvouvrstvou) jsou vyžadovány podle ZTV-BEL-B zkoušky k určení těchto charakteristik:

- adhezní pevnost při aplikaci mastixového asfaltu po expozici teplotním cyklům od + 8°C do + 23°C,
- mezní protažení po položení asfaltu (vodorovné, svislé a příčné),
- překlenutí dynamických trhlin při aplikaci mastixového asfaltu po uložení v různých teplotách až - 20°C (100 000 cyklů 0,15 až 0,25 mm),
- překlenutí statických trhlin při aplikaci mastixového asfaltu po umělém stárnutí (7 dní 70°C) při 23°C šířky 1 mm,
- smyková pevnost ve spojení s mastixovým asfaltem při uložení v teplotě + 8°C, + 23°C a + 45°C.

#### 5. Závěr

Důvod, proč pro ochranné vrstvy mostů pod asfaltovým kobercem jsou stále ve větší míře využívány systémy CONCRETIN, spočívá v tom, že všechny výrobky byly podrobeny zkouškám podle požadavků ZTV-BEL-B 87 a vyhovují technickým podmínkám, že je sledována stálost kvality výrobků podle DIN 18200 individuálními firemními zkouškami pro každou šarži a dvakrát ročně zkouškami nezávislé zkušebny, určené Ministerstvem dopravy a konečně výrobcí byla udělena známka nejvyšší kvality podle ISO 9001/EN 29001.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny ochranné systémy a materiály využívající pro pečetící vrstvu CONCRETIN BV 88, vyzkoušené podle ZTV-BEL-B příp. RVS 15.362 (rakouský předpis), a schválené Ředitelstvím dálnic ČR.

**Tab. 2 - Seznam vyzkoušených ochranných systémů s pečetící vrstvou  
CONCRETIN BV 88 podle ZTV - BEL - B.**

Označená pásů	Výrobce pásů
Büsscher BARUPLAST KV PL 5 B	Büsscher & Hoffmann A - Enns
Hammouth Alu GA	Soprema F -Strasbourg
Eshagum IM	Smid & Hollander NL - Groningen
Isovill P 5 B	Heraklith A - Furnitz
Isovill B - 18 S 4 + Combiral B.66	Heraklith A - Furnith
KV E 45 B BARUPLAN	Büsscher & Hofmann A - Enns
Tiropont EL 1	Dörr A - Innsbruck
Villas E - GW - B	Heriklith A - Furnitz
Pontiflex PYE - KV 4	Teerag - Aschag A - Wien
Proteaduo Testudo	Index I - Itálie

**Tab. 1 - Základní charakteristiky ochran**

	Předpis	ZTV - BEL - B1/87	ZTV - BEL - B2/87	ZTV - BEL - B3/87	
Charakteristika	Počet vrstev	1	1	2	
	Metoda aplikace	Navařování		podlévání a válcování	
	Typ pásů	laminované kov folií	nelaminované		
	Podklad	otryskaný beton			
Systém	Penetrace/nátěr/vyr. vrstva	epoxidová pryskyčice			
	Adhesní vrstva	xxx	xxx	asfalt	xxx
	1. izolační vrstva	asf. navař. pásy	asf. navař. pásy	asf. pásy	asf. navař. pásy
	2. izolační vrstva	xxx	xxx	asf. pásy	asf. navař. pásy
	Ochranná vrstva	mastixový asfalt	mastixový asfalt, asfaltobeton	asfaltobeton	
Požadavky na podklad	Hloubkové nerovnosti (mm)	< 1,5	1,5	< 2,0	< 1,5
	Min. tah. pevnost (MPa)	> 1,5	1,5	> 1,5	> 1,5
	Obsah vlhkosti (hm %)	< 4,0	4,0	< 4,0	< 4,0
Vlastnosti	Tah. pevnost při 8°C (MPa)	0,7		0,7	1,3
	Tah. pevnost při 23°C (MPa)	0,4		0,4	1,3
	Smyk. pevnost při 23°C (MPa)	0,15		0,15	0,3
	Tepl. odolnost (°C)	250		160	250
	Překlenutí dyn. trhlin při -20 °C (mm)	0,2 +/- 0,05		0,2 +/- 0,05	0,3 +/- 0,1
	Překlenutí statických trhlin při +23°C (mm)	1		1	xxx
	Překlenutí statických trhlin při -20°C (mm)	žádný požadavek		žádný požadavek	1
	Stabilita po aplikaci ochranné vrstvy	žádný posuv při 4%		žádný posuv při 4%	deformace < 2,0
Ostatní charakteristiky	Pojivo	polymerně modifikovaný asfalt			dvousložkový polyuretan
	Způsob aplikace	ruční (navařování, natírání, válcování)			dvoukomponentní horké stříkání
	Denní výkon (4 osoby) (m <sup>2</sup> )	500			200
	Pro zakřivené podklady	ne			ano
	Odolné poh. hm., olejům, brzdové kap.	ano			ano
	Difúze vzduchových par	nepropustné			SD H <sub>2</sub> O = 4 m

# **ispo CONCRETIN<sup>®</sup>**

## **dokonalé materiály pro ochranu silničních mostů**

### **TRADICE - KVALITA - KOMPLEXNOST**

ispo CONCRETIN BV 88  
ispo CONCRETIN BV 95

**EPOXIDOVÉ PEČETÍCI  
VRSTVY**

ispo CONCRETIN BA  
ispo CONCRETIN BA-M

**POLYURETANOVÁ TEKUTÁ  
MEMBRÁNA**

ispo CONCRETIN VS 70  
ispo CONCRETIN VBS  
ispo CONCRETIN TB 50

**SPOJOVACÍ VRSTVY**

**SCHVÁLENO PODLE ZTV - BEL - B**

**NEZŮSTÁVEJTE POZADU !**

**Všechny materiály ispo CONCRETIN<sup>®</sup> dodá, veškeré informace a bezplatné  
porady zajistí, výrazné slevy velkým odběratelům a nezanedbatelné  
zprostředkovatelské odměny poskytne**

**Společnost COMING s.r.o. Praha  
výhradní zastoupení pro dovoz materiálů ispo CONCRETIN.**

**COMING, spol. s r.o.  
Nuselská 69, Praha 4**

**tel/fax: 02/61220535  
61224960, 61214957-8**