



VÝVOJ TECHNICKÝCH POŽADAVKŮ PRO NÁVRH, REALIZACI A ZKOUŠENÍ VOZOVEK NA MOSTĚ

Zpracovali: Ing. Jan Hradil, Ph.D., Ing. Josef Žák, Ph.D., Ing. Jan Valentin, Ph.D., Ing. Petr Mondschein, Ph.D. (Fakulta stavební ČVUT v Praze)

Souhrn

Konstrukce vozovek na mostech jsou řešeny jako dvouvrstvé či třívrstvé systémy tvořené vrstvami z asfaltových směsí uložených na tuhém podloží – z tohoto pohledu se tedy už principiálně nejedná o netuhé vozovky, nýbrž koncepčně o hybridní (polotuhé) konstrukce. Pochopitelně ale základní požadavky z hlediska kvality zůstávají identické: trvalé deformace, textura obrusné vrstvy, protismykové vlastnosti, tuhost, odolnost k vzniku a šíření trhlin, trvanlivost, rovinatost, odolnost proti stárnutí apod. Nelze rovněž pominout podstatnou funkci povrchové ochrany nosné konstrukce zejména z hlediska dopravního zatížení a klimatických vlivů. Stávající předpisy upravující využití jednotlivých konstrukčních vrstev na mostech, ale příliš nezohledňují základní fakt, že existují z hlediska statického působení a deformačních vlastností rozdíly mezi mosty s betonovou či spřaženou mostovkou a mosty s mostovkou ocelovou ortotropní. V rámci výzkumu je tedy snaha definovat ideální využití materiálů do vozovkového souvrství s ohledem na specifické vlastnosti ocelových ortotropních mostovek

Oblast použití

Poznatky rozvíjené v rámci řešení této dílčí aktivity se v budoucnu uplatní při návrhu nových mostů s ocelovými ortotropními mostovkami a při rekonstrukci vozovkového souvrství na stávajících mostech. Současně by mělo dojít k získání poznatků vhodných pro predikci chování uvedeného typu konstrukce, jež se uplatní při nastavení vlastního systému hospodaření s danou částí dopravní infrastruktury (údržba, prevence apod.).

Metodika a postup řešení

Postup řešení lze rozdělit na dvě základní oblasti:

- a) Návrh a optimalizace asfaltových směsí (zejména MA), které budou použitelné do vrstev vozovek na mostních konstrukcích, včetně jejich laboratorního odzkoušení.

- b) Modelování ortotropní mostovky s vozovkovým souvrstvím pro možnost aplikace principů spolupůsobení jednotlivých konstrukčních vrstev, resp. spolupůsobení vozovky a ocelové ortotropní mostovky pomocí konečně prvkových metod.

Z hlediska první etapy je zkoušení prováděno na následujících směsích:

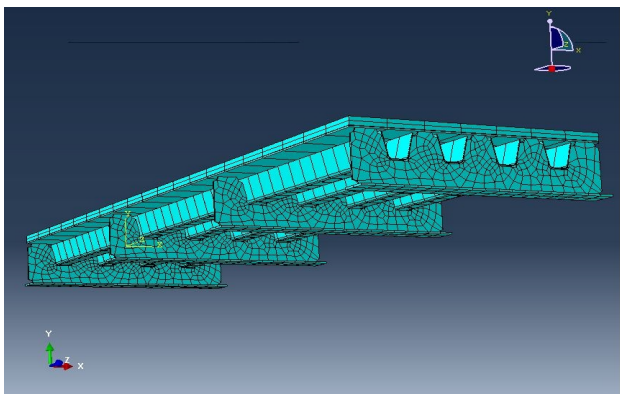
- MA 11 (pojivo 20/30; 7,6 %-hm.),
- MA 11 (pojivo PMB; 7,6 %-hm.),
- MA 11 (PMB s přísadou přírodního asfaltu),
- MA 11 (pojivo 20/30 + přísada + vlákna Forta),
- MA 11 (pojivo s přísadou VBT či podobnou).

Prováděny jsou přitom následující základní zkoušky, které dovolí sledovat základní charakteristiky jednotlivých asfaltových směsí.

- 1) Stanovení čísla tvrdosti a přírůstku čísla tvrdosti širokým trnem – měření je prováděno na krychlích o hranách 70,7 mm, zkušební tělesa jsou umístěna do vodní lázně o teplotě vody 40°C (postup dle ČSN EN 12 697-20 [1]).
- 2) Stanovení zpracovatelnosti – vyhodnocuje se hloubka vniknutí zkušebního trnu v časové závislosti do horké směsi MA ve zkušebním zařízení (postup dle ČSN 73 6160 [2]).
- 3) Stanovení modulu tuhosti opakovaným namáháním v příčném tahu modifikací zkušební postupu dle ČSN EN 12697-26 při zvolených teplotách na válcových tělesech.
- 4) Odolnost asfaltové směsi proti šíření trhliny zkouškou ohybem na půlválcovém zkušebním tělese – pro stanovení pevnosti v tahu nebo odolnosti vůči lomu asfaltové směsi pro hodnocení možného šíření trhliny při nízkých teplotách.
- 5) Dále se předpokládá provedení zkoušky jednoosým smykovým přístrojem (UST). UST zkouška umožňuje měření smykových parametrů asfaltových směsí, jako je smykový modul tuhosti, počet cyklů do 5% smykového přetvoření, viskoelastické parametry akumulace smykového přetvoření. Je známo, že tyto parametry souvisí s citlivostí materiálu ke vzniku trvalých deformací. Měření parametrů vybraných

asfaltových směsí metodou UST bude tedy prováděno za účelem stanovení odolnosti materiálu mostního souvrství k trvalým deformacím.

Z hlediska druhé etapy byly připraveny dva konečné prvkové modely ortotropní mostovky s využitím parametrů a dat mostu přes Ohři na rychlostní silnici R6. První model o rozměrech 7,5x2,5 m reprezentuje ortotropní mostovku ve středu mostního pole. Mostovka je podepřena čtyřmi příčnicí, které podírají samotnou mostovku; to je doplněno o podélné trapézové výztuhy. Ukotvení příčnic k do stojiny trámů je modelováno jako vetknuté. Jsou modelovány dva zatěžovací stavy. Prvním je zatížení odpovídající kolu hnané nápravy zatížené 115 kN. Druhé zatížení odpovídá tlaku dvojnápravy zatížené 180 kN. Modelované zatížení odpovídá průběhu napětí pod kolem pneumatiky, které jsou známé z dostupné literatury [3, 4], tedy napětí v ploše zatížení se zvětšuje směrem od středu zatížení (kola) ke krajům (bočnicím pneumatiky). Předpokládá se porovnání napěťového stavu tohoto komplexního modelu v kombinaci s dále zjednodušeným modelovaným (početně jednodušším) stavem.



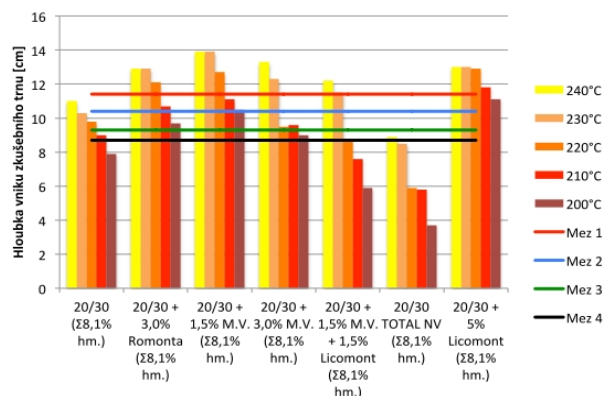
Obr. 1 Model pro stanovení napětí/deformací v rámci spolupůsobení mostovky a vozovkového souvrství.

Druhý konečně prvkový model je tvořen třemi podélnými trapézovými výztuhami a plechem mostovky. Rozměr modelu je 2,5x2,5m. Předpokládá se využití tohoto modelu k detailní analýze napětí ve vozovkovém souvrství. Tento model bude použit k identifikaci stavu napětí v jednotlivých vrstvách vozovky a spojení vrstev. Analýza bude provedena se zaměřením na smykové deformace vznikající ve vrstvách, přetvoření na spoji izolační a ložné vrstvy a modelování imperfekcí vzniklých při provádění vozovkového souvrství.

Výsledky

V současné době probíhá v rámci první etapy návrhu směsí zkoušení výše uvedených směsí pomocí zvolených zkušebních metod a postupů. Cílem je zde optimalizovat zejména funkční charakteristiky

asfaltových směsí s důrazem na prodlouženou životnost. Pomocí aditiv je snaha na základě analýzy výsledků přistoupit k návrhu využití nízkoteplotních směsí MA pro vozovkové souvrství na mostních konstrukcích, čímž se eliminuje jednak vyšší teplotní zatížení mostní konstrukce jako takové, ale rovněž degradace vlastního pojiva i použitých přísad, resp. vláken, které zlepšují vlastnosti litých asfaltů. Na tomto místě jsou dále uváděny díky omezenému prostoru výsledky zpracovatelnosti vybraných směsí MA11 s jednotlivými typy aditiv.



Obr. 2 Výsledky zkoušek zpracovatelnosti MA 11- první etapy, po 30 s.

Závěr

V rámci řešení byly navrženy základní asfaltové směsi, zkušební postupy a rovněž teoretický prvkový model, do kterého budou formou kalibrací vnášeny výsledky jednotlivých materiálů, aby bylo možné stanovit charakteristiky odezvy jednotlivých vrstev a míru spolupůsobení. Jako značný potenciál se přitom jeví zejména kombinace modifikovaných nízkoteplotních litých asfaltů a výztužných vláken

Literatura

- [1] ČSN EN 12697-20: Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horky – Část 20: Stanovení čísla tvrdosti na krychli nebo na válcových zkušebních telesech, ČNI, 2012.
- [2] ČSN 73 6160: Zkoušení asfaltových směsí, ČNI, 2008.
- [3] Determination of Pneumatic Tyre/Pavement Interface Contact Stresses under Moving Loads and Some Effects on Pavement with Thin Asphalt Surfacing Layers, De Beer, M., C. Fisher, and F. J. Jooste, 1997.
- [4] EN 1991-2: Actions on Structures - Part 2: Traffic Loads on Bridges, European Committee for Standardization, 2003.
- [5] Žák, J., C. L. Monismith, E Coleri, and J. T. Harvey. 2015. "Uniaxial Shear Tester - Test Method to Determine Shear Properties of Asphalt Mixtures." Ve vydání časopisu Road Materials and Pavement Design Journal.