



ANALÝZA VOZOVKOVÉHO SOUVRSTVÍ NA ORTOTROPNÍ MOSTOVCE

Zpracovali: Ing. Josef Žák, Ph.D., Doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D. (Fakulta stavební VUT v Praze)

Souhrn

Problematika vozovkového souvrství a jeho interakce s mostovkou (mostní konstrukcí) je řešena v rámci dopravního stavitelství od nepaměti. V České republice jsou na mostech používány především vozovky tvořené asfaltovým souvrstvím. Cílem řešení bylo provést analýzu napírových stavů této konstrukce na ocelových ortotropních mostovkách. Za tímto účelem byl vybrán most s ortotropní mostovkou přes Ohň na dálnici D6.

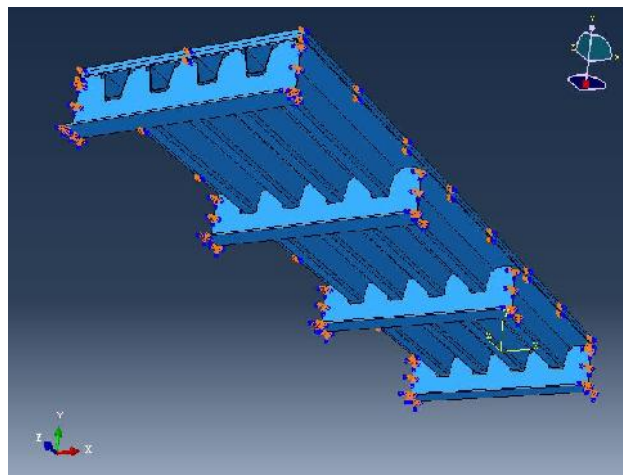
Oblast použití

Výsledky analýzy naleznou uplatnění při návrhu vozovkových souvrství pro mosty s ortotropní ocelovou mostovkou. Dílčími zpusobem budou využitelné i pro jiné typy mostů.

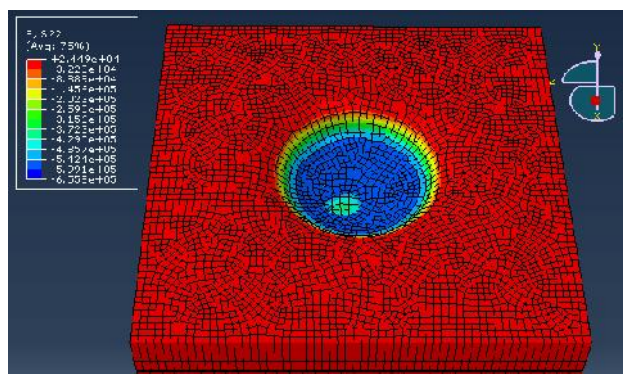
Metodika a postup řešení

Pro analýzu napírových stavů byla provedena analýza metodou konečných prvků s použitím programu ABAQUS. Model o rozměrech 7,5x2,5m reprezentuje ortotropní mostovku ve středě mostního pole. Mostovka je podepena tyčmi pí níky, které podírají samotnou mostovku a podélné trapézové výztuhy. Ukotvení pí níků do stojiny hlavních nosníků je modelováno jako vetknuté. Model je zobrazen na obr. 1. Dále byl modelován zatížený stav, který odpovídá kolu hnané nápravy zatížené silou 115 kN. Modelované zatížení odpovídá průběhu napětí pod kolem pneumatiky známému ze zahraniční literatury [1, 2] a zatížení používanému k návrhu konstrukcí vozovek v národních technických podmínkách [3].

Na základě vyhodnocení tohoto modelu bylo zjištěno, že konstrukce je natolik tuhá, že na napětí a přetvoření ve vrstvách z asfaltových směsí a izolační vrstvy nemá vliv, zda je modelována konstrukce s pí níky a podélníky a pro podrobnější analýzu byl dále vytvořen druhý konečný prvkový model obsahující pouze část (výsek) konstrukce v místě zatížení hnanou nápravou o velikosti 1x1m (obr. 2). V této části bylo dále možno provést analýzu napírových stavů vrstev s dostatečnou podrobností (velikosti konečného prvku <1.2cm).



Obr. 1. Pohled na model části ortotropní mostovky.



Obr. 2. Výsek modelovaného vozovkového souvrství se zatížením (v etně zobrazení přetvoření)

Model mostu byl připraven na základě projektové dokumentace stavby. Vstupní hodnoty materiálových charakteristik použitých v MKP analýze jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 Vstupní hodnoty do MKP modelu.

	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Modul pružnosti [MPa]	Poisson. číslo [-]
Izolační vrstva	1200	36	0.5
Asfaltové hutné směsi	2400	3000	0.35
Ocel	7800	210000	0.3

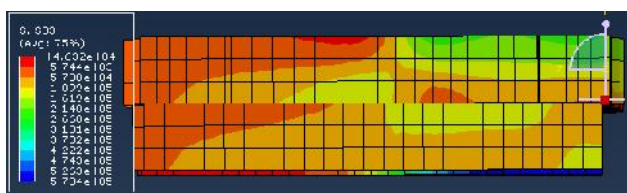
Modul tuhosti izolacní vrstvy byl zmenšen pomocí bodové zkoušky za ohybu. Modul pružnosti asfaltové směsi odpovídá modulu pružnosti při 30 °C. Interakce jednotlivých vrstev byly v modelu nastaveny tak, že není umožněn prokluz materiálu mezi jednotlivými vrstvami. Vzhledem k tomu, že vytvoření jednotlivých vrstev je malé (do 420 microstrain), byla zvolena lineární analýza. Pro analýzu byly voleny hexahedrální elementy sítě.

Výsledky a závěry

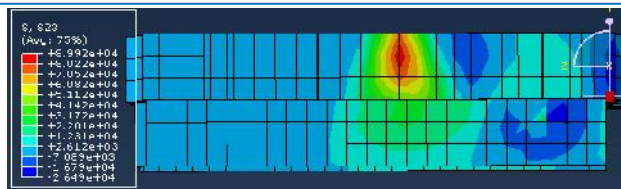
Průběh normálových napětí je zobrazen na obr. 3, průběh smykových napětí na obr. 4 a průběh Von Misesova napětí na obr. 5. Z analýzy napírových stavů dále vyplývá, že samotná izolacní vrstva je vystavena tangenciálním tahovým silám (vodorovným normálovým) vznikajícím po okrajích aplikovaného zatížení. Tyto síly mohou mít za následek, s uvažováním únavy materiálu, snížení odolnosti těchto spojení proti smykovému namáhání až porušení spojení jednotlivých vrstev a jejich následnou separaci. Z tohoto ohledu je velmi důležité dodržovat technologickou kázi při provádění jednotlivých vrstev souvrství a především dbát na zajištění co nejlepšího spojení mezi jednotlivými vrstvami.

S ohledem na průběh normálových napětí, který je podobný průběhu napětí v netuhých konstrukcích vozovek, lze pro stanovení odolnosti materiálů proti tvorbě trvalých deformací doporučit použití zkoušky pojízdné kolem. Vhodná se zdá být modifikace zkušební vzorku, kdy pod samotnou zkoušenou směsí bude realizována izolacní vrstva obdobně jako to bylo na mostě.

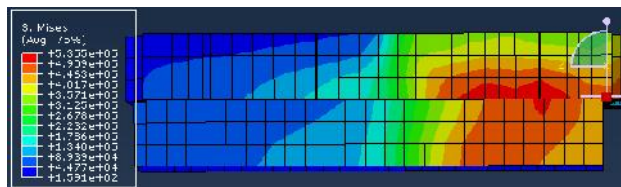
S ohledem na velikost smykových napětí vzniklých v obrusné vrstvě lze pro návrh asfaltových směsí do obrusné vrstvy s výhodou použít jednoosé smykové zkoušky [4].



Obr. 3. Normálové vodorovné (tangenciální) napětí v obrusné, ložné a izolacní vrstvě ortotropní mostovky (příčný řez, zobrazení levé poloviny modelu).



Obr. 4. Smykové napětí v obrusné, ložné a izolacní vrstvě ortotropní mostovky (příčný řez, zobrazení levé poloviny modelu).



Obr. 5. Von Misesovo napětí v obrusné, ložné a izolacní vrstvě ortotropní mostovky (příčný řez, zobrazení levé poloviny modelu).

Literatura

- [1] M. De Beer, C. Fisher, a F. J. Jooste, „Determination of Pneumatic Tyre/Pavement Interface Contact Stresses under Moving Loads and some Effects on Pavement with Thin Asphalt Surfacing Layers“, prezentováno v Eighth International Conference on Asphalt Pavements, 1997.
- [2] EN 1991-2, „Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges“. European Committee for Standardization, 2003.
- [3] TP 170, „Navrhování vozovek pozemních komunikací“. Ministerstvo dopravy České republiky, 2004.
- [4] Zak, J., C. L. Monismith, E Coleri, and J. T. Harvey. 2016. “Uniaxial Shear Tester - Test Method to Determine Shear Properties of Asphalt Mixtures.” *Road Materials and Pavement Design, 1-17*.