

Jak si Gertie naposled zatančil

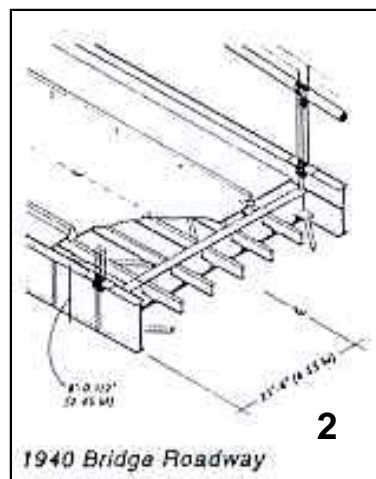
V americkém státě Washington leží poblíž města Tacoma mořská úžina The Narrows (výběžek zátoky Puget Sound), kterou se koncem 30. let 20. století úřady rozhodly



přemostit, aby se zrychlila doprava. Lacey Murrow, ředitel washingtonského úřadu pro komunikace, zadal mostnímu inženýrovi úřadu Clarku Eldridgeovi, aby navrhl most. Eldridgeův plán počítal s 5000 stop (cca 1,5 km) dlouhým visutým mostem. Most se měl stát třetím nejdelším visutým mostem na světě.

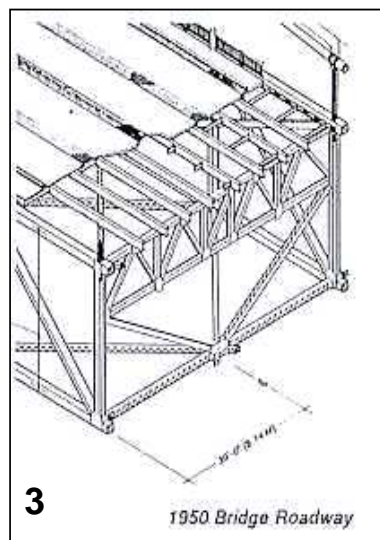
Po zhlédnutí Eldridgeova plánu se však státní správa ve snaze ušetřit rozhodla, že projekt by měli přezkoumat nezávislí odborníci. Pověřila tímto úkolem

firmu Moran and Proctor a světově proslulého amerického mostaře lotyšského původu Leona S. Moisseiffa. Moisseiffovo řešení vedlo nakonec k úpravě, která znamenala sice úsporu, ale také katastrofu. Moisseiff totiž mimo jiné navrhl náhradu příhradových nosníků nosníky plnostěnnými o třetinové výšce (2,65 m, obr. 2), čímž most sice odlehčil, ale také vystavil tlaku větru. I mistr tesař... Moisseiffovy návrhy byly skloubeny s Eldridgeovým řešením a mezi stavebními firmami byla opět upřednostněna ta levnější – Pacific Bridge Company (5,5 mil. \$). S přispěním oceláren Bethlehem Steel Company (nosné kabely aj.) byl most za 6,4 mil. \$ postaven v letech 1939 – 1940. Doprava mezi pevninou a poloostrovem Olympic Peninsula se rozběhla 1. 7. 1940.



Od začátku nebylo něco v pořádku. Nový Tacoma Narrows Bridge se choval tak, že si od místních vysloužil přezdívku *Gallopig Gertie* (volně přel. „Tančící Gertie“). Nebyl prvním – v roce 1849 byl tak pojmenován visutý most přes Ohio River v západní Virginii (zřítíl se za bouře v květnu 1854...).

Už během stavby se objevily kmity mostovky způsobené větrem a vedly v dohadům o stabilitě mostu. Do mostních věží byly vestavěny hydraulické nárazníky, most byl na doporučení University of Washington vyztužen dalšími lany, ale bez výsledku.

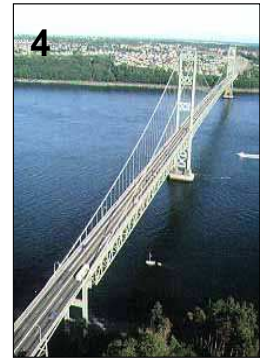


Zatímco odborníci trnuli, veřejnost se sjížděla k mostu jako k atrakci. Návštěvníci urazili tisíce mil, aby se podívali na vlnící se mostovku. Turistický ruch přinášel peníze, místní banka tvrdila, že je bezpečná jako Tacomský most. Dlouhá mostovka se někdy vlnila tak, že řidičům mizela protijedoucí auta z dohledu. Elegantní štíhlá a úzká mostovka, vznosné pilíře a nosná lana předvedly finále svého programu 7. 11. 1940. Střední část mostovky začala ve větru o rychlosti asi 42 mph (cca 68 km/h) vykazovat pravidelné kmity od 3 do 5 stop (tj. asi 1-1,5 m). Zneklidňující pravidelnost pohybu vedla úřady k tomu, že policie v 10 h dopoledne zastavila provoz. Následně se pohyb prudce změnil ve vlnění, při němž se vozovka nakláněla na obě strany v úhlu 45°. Zhruba v 10:30 h

se střední část mostu rozlomila (obr. 1) a zřítíla se do hloubky skoro 60 m. Její západní zbytek se houpal dál a v 11:02 skončil ve vodě také. Zbytky mostovky se rozpadaly ještě několik minut. Oba pylony se vychýlily směrem k břehům o 4 m. Nikdo nepřišel o život, z celé

události dokonce existuje filmový záznam.

Tradiční fyzikální pohled na tento problém vysvětluje katastrofu jako důsledek jevu zvaného rezonance, při němž se frekvence nucených kmitů vybuzených nárazy větru shodla s tzv. vlastní frekvencí konstrukce a rozkmit mostovky začal růst. Obor zvaný aeroelasticita, který se rozvíjel právě v posledních 60 letech a který vysvětluje mj. také účinky proudění na stavební konstrukce, nahlíží na konečné selhání mostu jinak, používá pojmů samobuzení (*self-excitation*), popř. „negativní tlumení“ (*negative damping*), které souvisí se vztahem aerodynamických podmínek (periodické odtrhávání vírů) k torznímu stupni volnosti (torze je krut – nikomu nepřeji torzní zlomeninu..., stupeň volnosti je parametr, kterým jsou vyjádřeny pohybové možnosti soustavy). Ono nebezpečné krouživé kmitání se nazývá *flutter* (v letectví se používá český ekvivalent „třepetání“) a jeho poznávání stálo život řadu pilotů. Mimo jiné je prý tento druh pohybu příčinou mořské nemoci, lidské tělo někdy jaksi nesnáší kývá ní kolem dvou os a často v tom případě rychle a kdekoli odkládá obsah žaludku.



Leon Moisseiff byl zproštěn viny, přestože bylo prokázáno nevhodné řešení konstrukce (a sám Eldridge spolu s dalšími inženýry protestoval proti plnostěnným nosníkům, které nazýval „plachtami“). Nový Tacomský most byl dokončen v roce 1952 (obr. 3 a 4). Přestože využíval pozůstatků „Tančícího Gertieho“, už naštěstí netančil.

Použito:

Galloping Gertie. [online]. [cit. 2005-04-22]. Dostupné na World Wide Web <http://www.nwrain.com/~newtsuit/recoveries/narrows/gg.htm>

HONS, J. *Velké mosty světa*. 1. vyd. Praha : VICTORIA PUBLISHING, 1996.

Ing. Josef Gruber

Publikováno ve Zpravodaji SPŠ strojnické, Plzeň v dubnu 2005.