

OPONENTSKÝ POSUDOK

habilitačnej práce Ing. Jozefa Gocála, PhD.

v odbore habilitačného konania a inauguračného konania *inžinierske konštrukcie a dopravné stavby*.

Skutočné pôsobenie vybraných detailov oceľových a kombinovaných dreveno-ocelových mostných sústav

Predložená habilitačná práca je venovaná skúmaniu skutočného pôsobenia vybraných typov spojov používaných v oblasti oceľových a kombinovaných dreveno-ocelových mostných sústav. Autor v nej uvádza výsledky vlastného teoretického a experimentálneho výskumu realizovaného na Katedre stavebných konštrukcií Stavebnej fakulty UNIZA.

Práca s celkovým počtom strán 108 okrem Úvodu a Záveru je rozdelená do dvoch základných kapitol pričom prvá kapitola je členená na štyri a druhá na šesť podkapitol. Za záverom práce sa nachádza zoznam použitej literatúry. Práca má monotematický charakter, po formálnej stránke je na výbornej úrovni a spĺňa kritéria habilitačnej práce.

1. Aktuálnosť zvolenej témy

Oblasť skúmania špecifických detailov spojov u mostných konštrukcií s ktorou sa aktívne zaoberá Ing. Gocál už niekoľko rokov, je stále aktuálna v záujme nájsť optimálne riešenie detailov niektorých exponovaných spojov samotnej mostovky alebo spoja priečnika s hlavným nosníkom ako u čisto oceľových mostov podobne aj u drevených mostov a lávok. Dokazuje to zvýšený záujem viacerých zahraničných a aj domácich výskumných pracovísk o túto oblasť. Tento záujem je vyvolaný hlavne dopytom výrobcov drevených konštrukcií o využitie kombinovaných drevených konštrukcií s oceľovými prvkami, ktoré vďaka svojim viacerým výhodným vlastnostiam zvyšujú konkurencie schopnosť drevených konštrukcií mostov ale aj budov.

Dôležitým predpokladom spoľahlivého navrhovania kombinovaných drevených konštrukcií s oceľovými prvkami je detailné poznanie ich pretvárných mechanizmov a dôkladné poznanie dominantných vlastností základných tvoriacich prvkov tj. dreva, kovových prvkov a aj spájacich elementov. K tomu poznaniu prispievajú aj teoretické analýzy v konfrontácii s praktickými skúškami reálnych konštrukcií, ktoré sú uvedené v predloženej habilitačnej práci.

2. Spôsob spracovania a zdokumentovania výsledkov

V úvode kapitoly Úvod a ciele habilitačnej práce habilitand uvádza dôležitosť poznania skutočného pôsobenia nosných stavebných konštrukcií, ktorého predpokladom je disponovať

s dostatočne veľkou množinou parametrov charakterizujúcich jednotlivé konštrukčné prvky a aj ich detailov. Ďalej v kapitole je uvedený zámer habilitačnej práce, ktorým je analýza skutočného pôsobenia vybraných typov spojov používaných v oblasti ocelových a drevených mostných sústav kombinovaných s ocelovými prvkami s poukázaním na dôležitosť výstižného numerického modelovania týchto spojov v procese navrhovania, čo má vplyv aj na celkové posúdenie odolnosti konštrukcie. Následne autor uvádza ciele habilitačnej práce, ktorými sú uvedenie výsledkov a záverov teoretického a experimentálneho výskumu, ktoré autor realizoval v predchádzajúcom období na ocelových a kombinovaných dreveno-ocelových mostných konštrukciách. Hlavne ide o skutočné pôsobenie vybraných spojov prvkov mostovky pri rôznych konfiguráciách nosných prvkov.

Uvedený zámer a z neho vyplývajúce ciele sú definované v súlade s princípmi komplexného a analytického riešenia výskumnej úlohy s jednoznačným definovaním riešenej problematiky a spôsobu a postupu dosiahnutia vytýčených cieľov.

Kapitola 1 je venovaná typickej problematike únavovej poruchy na pozdĺžniku mostovky u ocelových nitovaných železničných mostov. Jedná sa o trhlinovú únavovú poruchu steny pozdĺžníka v mieste prípoja na priečnik pomocou uholníkov.

Túto poruchu dizertand prisudzuje typickému nevhodnému spôsobu vytvorenia spoja v časoch realizácie mostov. Za hlavný dôvod poruchy považuje nízku tuhosť prípoja pozdĺžníka na priečnik a nevýstižný výpočtový model. Na potvrdenie predpokladov a pre dôkladnejšie poznanie skutočného pôsobenia spoja pozdĺžníka a priečnika bola realizovaná jeho numerická analýza použitím MKP modelov pri troch rôznych konštrukčných konfiguráciách, tj. pripojenie len steny pozdĺžníkov k stene priečnika, prepojenie horných pásnic pozdĺžníkov a prepojenie horných aj dolných pásnic pozdĺžníkov. Každá z nich vytvára rôznu ohybovú tuhosť spoja. Analýzou bolo zistené, že pripojenie len steny pozdĺžníka k priečniku modelovať s predpokladom čistého klbového spoja nevystihuje jeho skutočné pôsobenie, nakoľko spoj disponuje aj určitou ohybovou tuhosťou. Na základe zistenia autor správne konštatuje, že v prípade použitia zjednodušeného klbového modelu pri návrhu spoja je potrebná ďalšia analýza únavovej odolnosti.

V tejto kapitole výsledky numerickej analýzy sú porovnávané s výsledkami diagnostík in-situ dvoch ocelových železničných mostov v Turanoch a Strečne. Porovnanie potvrdilo závery z numerickej analýzy, z ktorými je možné v plnom rozsahu súhlasiť. Snáď záverom mohol autor na základe získaných výsledkov formulovať isté odporúčania pre odbornú prax pre tvorbu a modelovania skúmaného detailu spoja v rámci rekonštrukcií nitovaných ocelových mostov.

Druhú kapitolu dizertand venoval rozsiahlej analýze drevených plnostenných cestných mostov a lávok pre peších s ocelovou nosnou konštrukciou mostovky ako aj detailu pripojenia ocelového priečnika k drevenému hlavnému nosníku. Takáto kombinácia dreva a ocele u mostov a lávok je veľmi výhodná z pohľadu trvácnosti s poveternostnými účinkami ovplyvnených konštrukčných prvkov mostovky. V prípade použitia drevených prvkov ich ochrana a následná údržba je náročnejšia oproti ocelovým prvkom, preto výber kombinovaného riešenia vyšetrovanej lávky považujem za optimálnu.

S úvodným konštatovaním o nízkej úrovni používania drevených mostov a lávok a s dôvodmi súčasnej nepriaznivej situácie v tejto oblasti na Slovensku plne súhlasím a môžem potvrdiť z viacerých vlastných skúseností minimálny dopyt o tieto konštrukcie, napriek ich viacerým výhodným vlastnostiam a zvyšujúcej sa popularite v zahraničí.

V prvej fáze 2. kapitoly je uvedená parametrická štúdia lávky s kombinovanou drevo-ocelovou konštrukciou pri rôznych usporiadaniach ocelových nosných prvkov mostovky a pri rôznych dĺžkach drevených plnostenných hlavných nosníkov.

V rámci štúdie bola uskutočnená statická a dynamická analýza 3 základných konfigurácií mostnej konštrukcií. Analýza bola riešená pomocou softwaru SCIA Engineeringa na 3-D modeloch lávky. Dynamickou analýzou bola vyšetovaná celková stabilita hlavného nosníka pri klopení. Ukázalo sa, že tuhý prípoj priečnika na hlavný nosník výrazným spôsobom prispieje k celkovej stabilite hlavného nosníka. Porovnania dispozičných variantov mostovky ukázala,

že mostovka s priečnikom priamo pripojeným na hlavný nosníky bez pozdĺžnikov je najvýhodnejším variantom. Z doterajších skúsenosti môžem konštatovať že táto konštrukčná dispozícia mostovky je v súčasnosti najrozšírenejšia u konštrukcii lávok pre peších. Preto vyšetovanie detailu spoja priečnika k hlavným nosníkom, ktorá tvorí ďalšiu časť kapitoly, je plne opodstatnená. Analýza tohto detailu bola uskutočnená jednak teoretickou analýzou ako aj meraním pretvorení na reálnej mostnej konštrukcii. V rámci teoretickej analýzy doktorand použil spresnení škrupinovo -prúťový výpočtový MKP model v rámci ktorého bolo možné namodelovať nelineárne správanie sa dreva v spoji. Pomerne veľké rozdiely medzi výsledkami numerického výpočtu a reálnych meraní naznačujú, možné problémy v samotných meraniach resp. v modelovaní spoja bez zohľadnenia globálneho pôsobenia celkovej konštrukcii lávky. Keďže tento detail sa ukázal ako pomerne problematicky z hľadiska výstižnosti jeho skutočného pôsobenia, bola uskutočnená ďalšia jej laboratórna experimentálna a teoretická analýza. Táto komplexná analýza na špecifických vzorkách spoja dreveného prvku a oceľového nosníka s rôznou tuhosťou spojenia ukázala, že detail spoja dreveného prvku s oceľovou styčnou doskou prostredníctvom mechanických spojovacích prvkov nie je možné uvažovať za dokonalé tuhé spojenie, nakoľko aj v prípade najtuhšieho konštrukčného riešenia vykazuje určitú poddajnosť, a preto je potrebné s ním uvažovať ako s polotuhým spojom. Preto v kap.2.5 je uvedená presnejšia analýza ako bežne používaný postup pri modelovaní polotuhého styčníka použitím pružinovej konštanty v rámci uzla. Analýza vyšetovaných spojov bola uskutočnená použitím metódy komponentov, ktorá rozdeľuje spoj na komponenty s vlastnými pružinovými konštantami. Táto analýza bola zameraná hlavne na možnosť zohľadnenia vplyvu reálnej tuhosti prípoja priečnika na správanie sa dreveného nosníka pri strate stability.

Experiment prezentovaný v závere práce v rámci ktorého bol vyšetovaný vplyv premenného zaťaženia na tuhosť prípoja priečnika ukázal, že dôsledku cyklického namáhania vzoriek dochádza k významnejšiemu poklesu tuhosti prípoja.

3. Vlastný prínos uchádzača v habilitačnej práci a možnosti jej využitia

Predložená habilitačná práca Ing. Gocála je dôkazom jeho rozsiahlej aktivity v oblasti komplexnej diagnostiky a posudzovania mostných konštrukcií. Vypracovaním habilitačnej práce a s prezentovaním výsledkov predchádzajúcich výskumov oceľových aj drevených mostných konštrukcií prispieva k lepšiemu poznaniu skutočného pôsobenia jednotlivých prvkov a detailov týchto konštrukčných sústav.

Výsledky ktoré habilitand prezentoval v prvej časti práce, sú potvrdením predpokladu, že nepresný výpočtový model, môže ohroziť spoľahlivosť konštrukciu spoja mosta a pre výstižnejšie modelovanie jeho skutočného pôsobenia v súčasnosti je potrebné použiť výpočtové aparáty umožňujúce zohľadniť čo najviac parametrov spoja.

Získané výsledky z kapitoly 2 objasnilo tuhostné správanie sa prípoja priečnika k dreveným hlavným nosníkom pri rôznych konštrukčných konfigurácii spoja. Významným prínosom práce je tiež analýza predopnutia spojovacích svorníkov spoja s prezentovanými návrhmi pre účinnejšie zavedenie predpätia v spoji vrátane odporúčaní pre potrebnú úroveň predpínacích síl v svorníkoch.

Záveru rozsiahlych prezentovaných analýz rozširujú množinu znalostí o pôsobení skúmaných spojov v rámci mostného inžinierstva a napomáhajú k zdokonaleniu ich optimálneho navrhovaniu.

4. Pripomienky a otázky k práci

V globále k práci nemám zásadné pripomienky, ale pri riešení problematiky spoja drevenej konštrukcie, ktorá je jednou z najviac prebádaných oblastí drevených konštrukcií, očakával by som prácu s väčším počtom súčasnej zahraničnej odbornej literatúry. Ďalej by som sa opýtal:

- Ako vysvetľujete rôzne odolnosti a priehyby hlavných nosníkov s rovnakým rozpätím a rozmerov prierezu u jednotlivých typov mostoviek v tab. 2.2 str. 37?
- Aký bol dôvod navrhnuť priečnik mosta v kap. 2.3 pri maximálnom zaťažení s percentuálnym využitím v prípade I.MS cca 19% a v prípade II. MS 20% ako to vyplýva z tab. 2.3 str. 46.

5. Celkové hodnotenie

Ing. Jozef Gocál, PhD. svojou prácou preukázal, že má výborné odborné vedomosti a je schopný samostatnej vedeckej a pedagogickej práce. Habilitačná práca je po odbornej stránke spracovaná prehľadne a vecne. Prináša poznatky dopĺňujúce obraz o skutočnom pôsobení spojov mostoviek, jednak oceľových nitovaných mostov a aj drevených mostných konštrukcií kombinované s kovovými prvkami. Napriek vyššie uvedeným pripomienkam práca je hodnotným prínosom pre vedecko – odbornú verejnosť z oblasti navrhovania mostných konštrukcií a napomáha k dokonalejšiemu poznaniu staticky výhodnej a ekonomicky efektívnej nosnej konštrukcie drevených mostov.

Na základe posúdenej habilitačnej práce navrhujem, aby po jej úspešnom obhájení bola Ing. Jozefovi Gocálovi, PhD. udelená akademická hodnosť

„docent“

v odbore habilitačného konania a inauguračného konania *inžinierske konštrukcie a dopravné stavby*.

Košice, 26.6.2024

doc. Ing. Ján Kanócz, CSc. univerzitný profesor
oponent