



VLIV VNITŘNÍHO PNUTÍ NA ÚNOSNOST KOLEJNICE

Zpracovali: Ing. Andrei Stadnik, doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D. (Fakulta stavební VUT v Praze)

Souhrn

Problematika interakce mostu a koleje zahrnuje celou řadu úloh a parametrů, které jsou řešeny nejen v rámci projektu CESTI. Jedním z faktorů ovlivňujících možnost zatížení kolejnice od interakce most-kolej je její reziduální napětí, které bylo v poslední době značně diskutováno v odborné veřejnosti. To má vliv jak na únavové chování kolejnice, tak i na statické, s ohledem na dřívější dosažení smluvní meze kluzu, jak je i uvedeno v MVL 150.

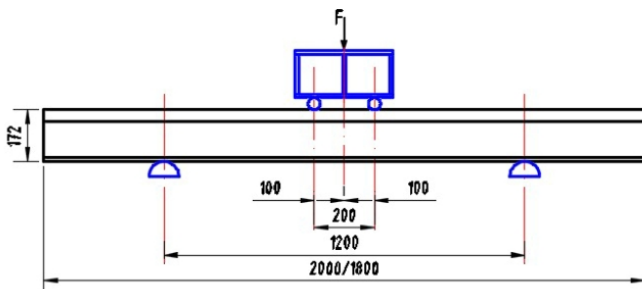
V rámci uvedené činnosti byl vliv reziduálního napětí ověřen zatížovací zkouškou na celkem dvou vzorcích – nové kolejnici s reziduálním napětím a kolejnici ošetřené žíháním na odstranění vnitřních napětí v rozmezí 550-650°C. Následně byly výsledky analyzovány s vytvořeným numerickým modelem a vnitřní napětí změněno na tenčí vzorku.

Oblast použití

Využití získaných výsledků se předpokládá v oblasti železničních mostů. Globálním cílem je pak shrnutí veškerých poznatků v komplexních podmínkách pro použití železničního svršku na mostě.

Metodika a postup řešení

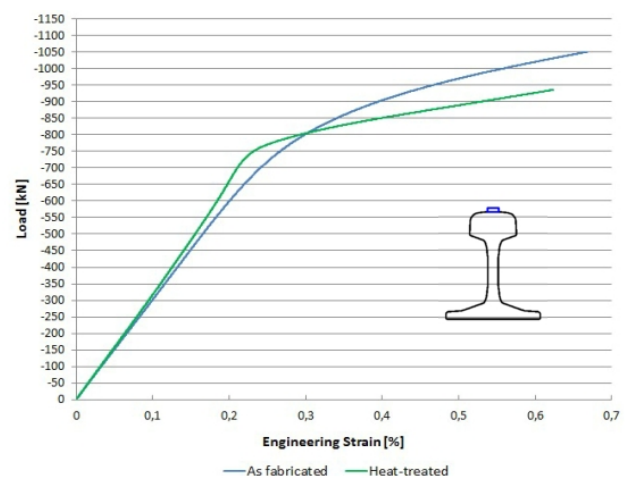
V první fázi byla na dvou vzorcích provedena statická zatížovací zkouška čtyř bodovým ohybem kolejnice 60E1. Cílem bylo porovnat napětí a deformace na vzorku z výroby a vyžháném vzorku.



Obr. 1 Uspořádání statické zatížovací zkoušky

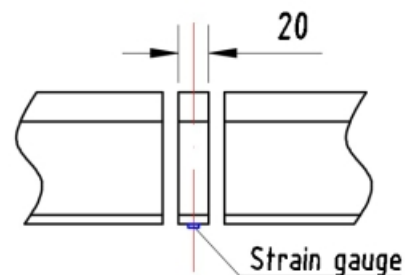
Při zkoušce byl měřen jak průhyb, tak i napětí po průhybu kolejnice uprostřed rozpětí. Výsledky ukázaly, že po vyžhání došlo k ústřednímu

ovlivnění struktury materiálu a následnému snížení jeho pevnosti. To lze potvrdit i změnou tvrdosti, kde na vyžháném vzorku byla zjištěna tvrdost menší o cca 14% oproti vzorku z výroby.



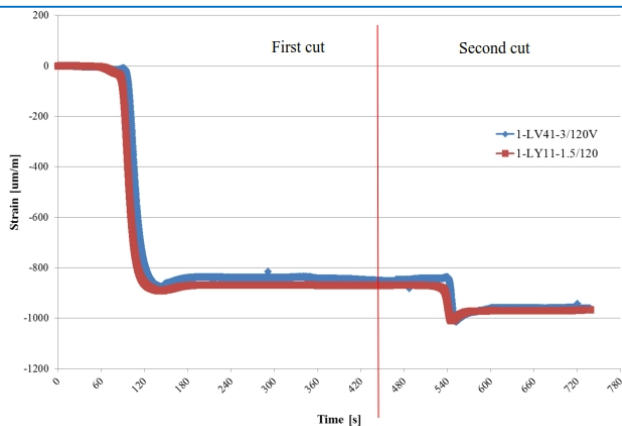
Obr. 2 Napětí v horních vláknech obou vzorků

Další zkouškou bylo zjištění skutečného vnitřního pnutí podle SN EN 13674-1. Při této zkoušce se nejprve nalepí tenzometr na patu kolejnice, následně se v tomto místě odřízne 20 mm silný plátek, čímž dojde k uvolnění vnitřního pnutí.



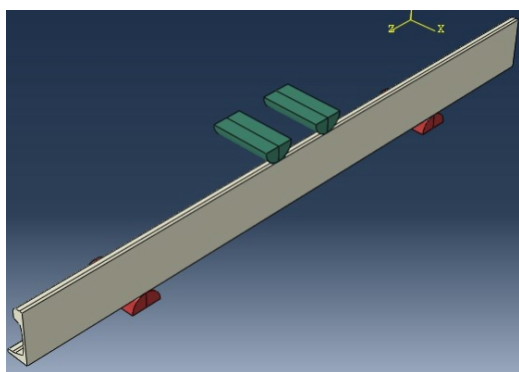
Obr. 3 Zkouška pro stanovení vnitřního pnutí

Napětí bylo měřeno v průběhu celé zkoušky. Na obr. 4 je vidět, že k největšímu uvolnění došlo na začátku po prvním řezu, druhý řez mírně uvolnil jen menší část pnutí. Celkové pnutí bylo stanoveno o velikosti 202 MPa, což je pod mezí 250 MPa danou SN EN 13674-1.



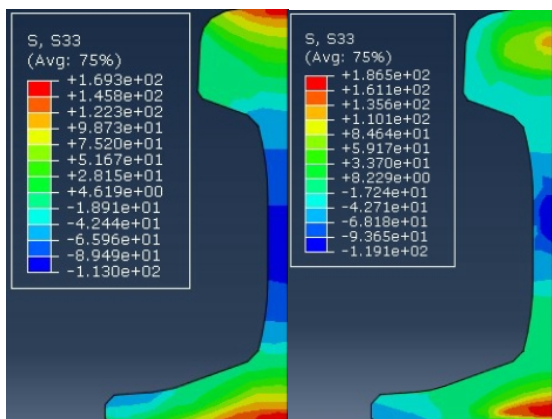
Obr. 4 Zkouška pro stanovení vnitřního pnutí

Po experimentální části byla provedena numerická simulace zkoušky v programu ABAQUS, kde byla kolejnice modelována 3D prvky.



Obr. 5 Numerický model v programu ABAQUS

Na pruhu pak byla simulována úroveň vnitřního pnutí dvěma různými šablonami známými z literatury, RW-1 a RW-2, v porovnání se vzorkem bez vnitřních pnutí RO-1.

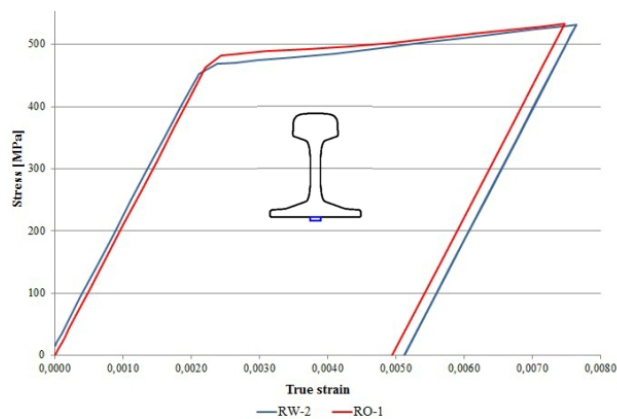


Obr. 6 Šablona vnitřních pnutí, vlevo RW1, vpravo RW2

Závěr

Celkově lze závěry zhodnotit takto:

- Hodnoty vnitřních pnutí se reálně pohybují okolo 200 MPa, což odpovídá experimentálně zjištěným hodnotám.



Obr. 7 Zatěžovací cyklus pro vzorky RW-2 a RO-1

- Vnitřní pnutí nemá významný vliv na statickou únosnost, jak ukázaly numerické simulace, a i v několika cyklech zatížení dojde pouze k minimálnímu zvýšení trvalých deformací,
- Vyžhání kolejnice na odstranění vnitřních pnutí má vliv pro statické chování spíše negativní, nebo dojde i při dodržení správných postupů k malému snížení pevnosti materiálu a tvrdosti oceli. Lze tedy usoudit, že je lépe vnitřní pnutí ponechat, než se jej snažit tímto způsobem odstranit.
- Únavové chování nebylo předmětem tohoto experimentu, zde by pravděpodobně vyžhání zlepšilo únavovou životnost. Nelze ani vyloučit i negativní vliv na stabilitu bezстыkové koleje v tlaku.

Na základě výsledků lze též konstatovat, že s ohledem na minimální statický vliv nebyl nalezen důvod pro posuzování interakce most - kolej zvyšovat v MVL 150 uvažovanou hodnotu vnitřního pnutí 100 MPa.

Literatura

- Stadnik, A., Ryjáček, P.: (2017) The influence of the residual stresses on the static behaviour of the rail
- MVL 150 - Kombinovaná odezva mostu a koleje, SŽDC. (2016)
- Union Internationale des Chemins de fer (UIC), 774-3R. Track/bridge interaction, Recommendations for calculations, Paris, 2001.