ZJIŠTĚNÍ TUHOSTI JÍZDNÍ DRÁHY PO DÉLCE VYSOKORYCHLOSTNÍ VÝHYBKY POMOCÍ VÝPOČTOVÉHO MODELOVÁNÍ

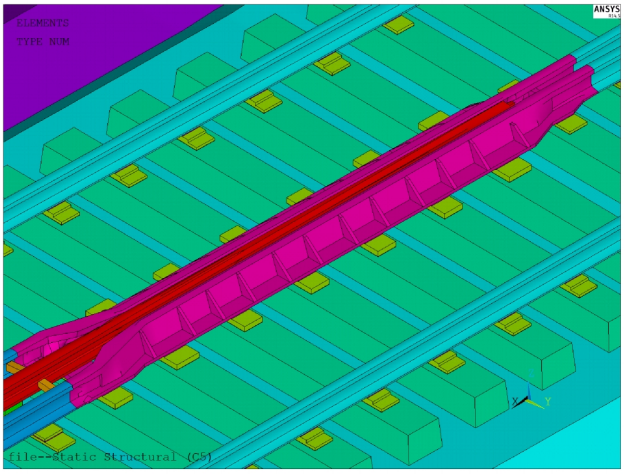
Zpracovali: Ing. Lukáš Raif, Ing. Bohuslav Puda, Ing. Jiří Havlík, Ing. Marek Smolka (DT – Výhybkárna a strojírna, a.s.)

Souhrn

Tento technický list stručnou formou pojednává o postupu prací v roce 2015 v aktivitě 2.2 Statické a dynamické analýzy drážních staveb, modelování konstrukcí a součástí kolejové jízdní dráhy. Největší pozornost byla věnovaná výhybce tvaru J60 1:33,5-8000/4000/14000-PHS, která je konstrukčně navržena pro použití ve vysokorychlostních tratí, u kterých se ve srovnání s konvenčními tratěmi výrazněji projevují nedostatky ve změnách tuhosti kolejové jízdní dráhy.

Oblast použití

Výhybky mají z povahy své konstrukce po délce větší ohybovou tuhost než přiléhající běžná kolej. To je dáno tím, že ve výhybkových konstrukcích se nachází mnohem více tužších prvků, které mají zásadní vliv na ohybovou tuhost v podélném směru. V případě vysokorychlostní výhybky J60 1:33,5-8000/4000/14000-PHS tomu není jinak. Existuje předpoklad, že v některých místech této výhybky bude ohybová tuhost ještě mnohem větší. Hlavním prvkem, který zásadně ztužuje vysokorychlostní výhybku, je odlévaný rám srdcovky s pohyblivým hrotem, který je robustní ocelové konstrukce. Změny tuhosti po délce výhybky mají zásadní vliv na dynamické chování železničních vozidel jedoucích přes výhybku. Vliv dynamických účinků se s rostoucí rychlostí zvětšuje, což znamená, že se při konstrukci vysokorychlostních výhybek, kde se předpokládá provoz vozidel s rychlostmi přesahujícími 300 km.h^{-1}, již musí zohlednit proměnná tuhost po délce výhybky. Při takto vysokých rychlostech dochází i při menších změnách tuhosti k mnohem většímu namáhání některých částí, což způsobuje rychlejší degradaci dotčených prvků ve výhybce, je vyvolána rychlejší potřeba zásahu údržby, případně přímo výměna daného dílu a také je zapříčiněn rychlejší rozpad geometrických parametrů koleje ve výhybce. Toto vše s sebou může přinášet častější potřebu úpravy prostorové polohy koleje. Optimalizace tuhosti, resp. vyrovnání poklesů po délce výhybky, přinese tedy mimo jiné snížení nároků na údržbu, což je na vysokorychlostních tratích jedním z hlavních požadavků. Získané poznatky při výzkumu dynamického chování výhybky J60 1:33,5-8000/4000/14000-PHS, která umožňuje rychlost v odbočném směru 160 km.h^{-1}, budou zcela jistě použity i při budoucím vývoji dalších štíhlých výhybek do vysokorychlostních tratí, tedy např. do výhybky, která by umožňovala rychlost jízdy v odbočné větvi až 230 km.h^{-1}.



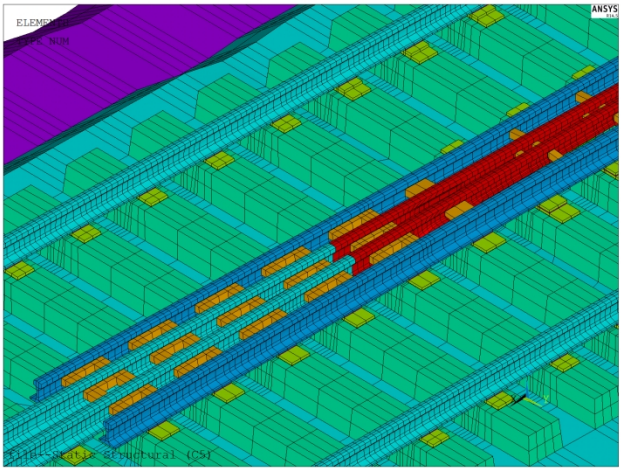
Obr. 1 Model srdcovky s pohyblivým hrotem.

Metodika a postup řešení

Prvním krokem bylo vytvoření 3D geometrického modelu, který zohledňuje všechny významné prvky výhybky. Byly vymodelovány všechny podstatné části, u kterých se očekává, že budou mít vliv na ohybovou tuhost po délce výhybky, a tedy také na dynamické chování celé výhybkové konstrukce. Jednalo se např. o kolejnice, opornice, jazyky, rám srdcovky i s pohyblivým hrotem srdcovky, systémy upevnění a nakonec také pražce. V některých případech byla přijata zjednodušení, která spočívala v zanedbání některých konstrukčních detailů, které by zbytečně zvyšovaly nároky na diskretizaci konečnými prvky a výpočtový čas.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168

Dalším zásadním krokem byl import 3D geometrického modelu do výpočtového softwaru ANSYS, ve kterém budou provedeny všechny důležité výpočty. Po načtení modelu do prostředí programu ANSYS bylo provedeno doplnění materiálových charakteristik, model byl vybaven dalšími prvky, které reprezentují hmotnostní parametry jednotlivých částí, které budou mít vliv na dynamické charakteristiky soustavy. Následně proběhla diskretizace na konečné prvky, čímž byl výpočtový model výhybky připraven k jednotlivým statickým i dynamickým výpočtům.



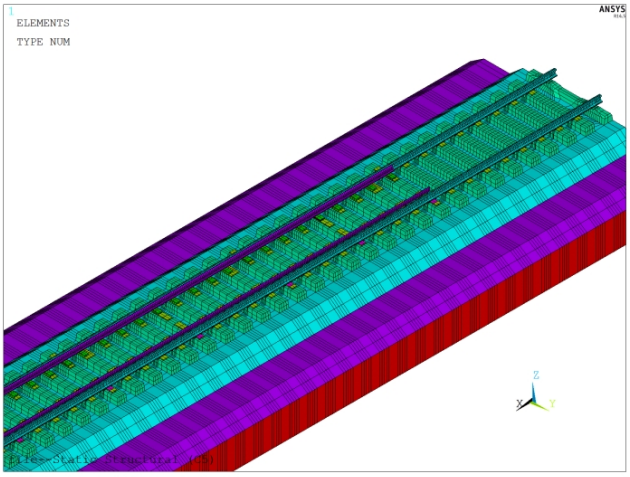
Obr. 2 Pohled na rám srdcovky PHS.

Výsledky

Hlavním výsledkem v této aktivitě bylo úspěšné vytvoření 3D geometrického modelu výhybky a úspěšné načtení do prostředí softwaru ANSYS. V roce 2015 byl tedy dokončen 3D geometrický model vysokorychlostní výhybky J60 1:33,5-8000/4000/14000-PHS a byl proveden převod modelu do výpočtového prostředí softwaru ANSYS. Byly nastaveny materiálové charakteristiky a byly zohledněny další zařízení, která se vyskytují ve výhybce.

Závěr

Na výsledky roku 2015 budou navazovat další činnosti. V následujícím roce bude dokončen výpočet poklesů po délce výhybky a bude provedena vhodná optimalizace svislé tuhosti po délce výhybky za účelem minimalizace dynamických účinků od vozidel na konstrukční prvky výhybky. Tato optimalizace bude provedena návrhem zpružnění nejtužších částí ve výhybce, což s sebou pravděpodobně přinese i konstrukční úpravu některých uzlů upevnění.



Obr. 3 Pohled na výměnovou část modelu výhybky.

Literatura

[1] ESVELD, C. Modern Railway Track. 2nd ed. Delft, 2001. 632 p. ISBN 90-800324-3-3.

[2] MORAVČÍK, M., MORAVČÍK, M. Mechanika železničních tratí 1. diel: Teoretická analýza a simulácia úloh mechaniky železničních tratí. 1st ed. Žilina: EDIS - vydavateľstvo ŽU, 2002. 300 p. ISBN 80-7100-983-0.

[3] MORAVČÍK, M., MORAVČÍK, M. Mechanika železničních tratí 2. diel: Teoretická analýza a simulácia úloh mechaniky železničních tratí. 1st ed. Žilina: EDIS - vydavateľstvo ŽU, 2002. 312 p. ISBN 80-7100-984-9.

[4] MORAVČÍK, M., MORAVČÍK, M. Mechanika železničních tratí 3. diel: Experimentálna analýza namáhania a pretvorenia komponentov trate. 1st ed. Žilina: EDIS - vydavateľstvo ŽU, 2002. 220 p. ISBN 80-7100-985-7.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168