

Celková charakteristika plnění projektu FR-TI4/436 v období 01/2015 až 12/2015

Projekt je plněn dle harmonogramu, nevyskytly se žádné problémy, které by bránily jeho úspěšnému řešení. Vlastní plnění je podrobněji pojednáno níže.

V roce 2015 pokračovaly práce v rámci 4. etapy řešení projektu. Tyto práce zahrnují především dokončení expertního systému pro analýzu deformací, jehož koncepce byla navržena v předchozí etapě. Expertní systém byl implementován na webovém serveru ÚTIA a průběžně jsou do něj vkládány webové aplikace pro analýzu deformací, které byly vytvořeny v předchozí etapě. Rovněž pokračují implementační práce na grafickém rozhraní pro vizualizaci výsledků analýzy deformací formou 2D a 3D modelů. Současně pokračují metodické práce na přípravě nových technologických postupů a metodik pro systém IBIS a měřické práce na ověření připravovaných technologických postupů. Naměřená data jsou průběžně zpracovávána. Některé vybrané soubory jsou připravovány pro účely vzorových ukázek zpracování jak firemním software, tak nově vytvořenými webovými aplikacemi. Tyto práce jsou zaměřeny na optimální návrh technologické linky pro sběr, zpracování a prezentaci dat radarové interferometrie pomocí systémů IBIS-S, IBIS-L.

Práce na dokončení budovaného expertního systému pro analýzu deformací s využitím technologie pozemního InSAR

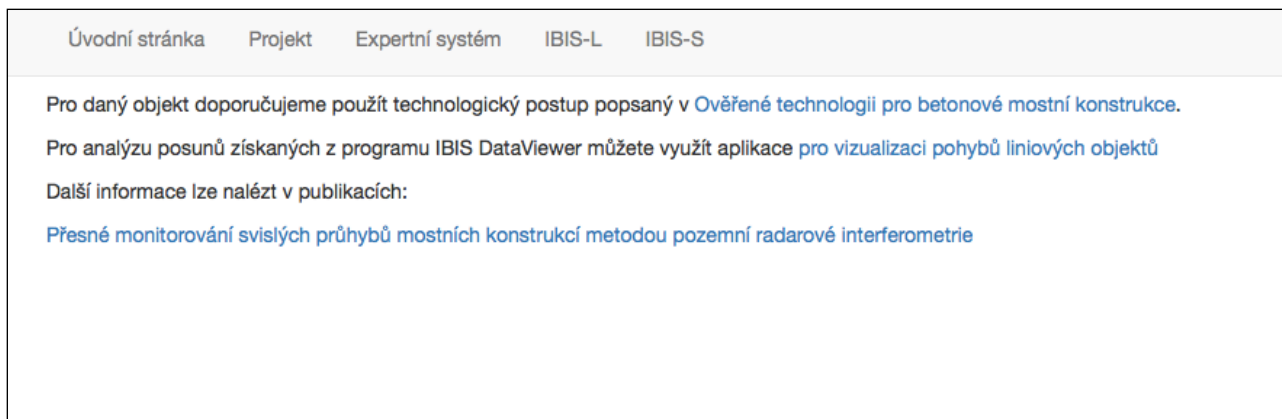
Expertní systém pro analýzu deformací slouží ke snadné aplikaci získaných poznatků a příslušných softwarových nástrojů v praxi. Expertní systém pro analýzu deformací je zpracován jako webová aplikace, která se skládá z několika dílčích modulů, které společně pomáhají s výběrem vhodné technologie měření a s interpretací výsledků měření. Jsou to moduly:

- IBIS Rádce
- IBIS-L modul
- IBIS-S modul

IBIS Rádce

Tento modul pomáhá s výběrem vhodné technologie měření na základě několika otázek o měřeném objektu (tvarová charakteristika, materiál, atd.). Aplikace podle odpovědí doporučí vhodnou technologii a aplikace užitečné pro analýzu výsledků. Aplikace vychází ze schématu popsaného v Roční zprávě o řešení projektu FR-TI4/436 v programu TIP v roce 2014, příloze č. 3.

V roce 2015 byly do budovaného expertního systému začleněny výsledky měření deformací hráze vodního díla Vír a výsledky sledování vodorovných pohybů lomové stěny lomu Kotouč Štramberk.



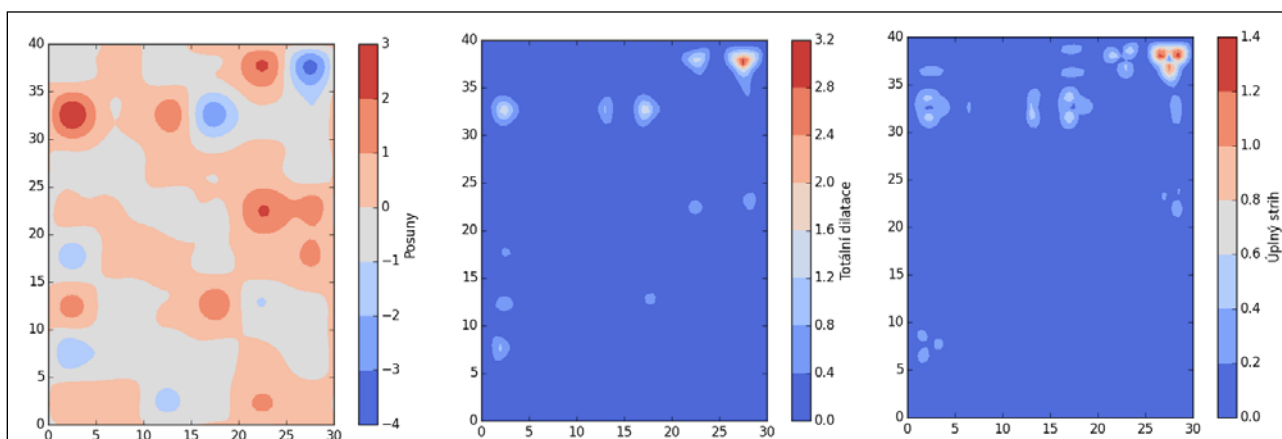
Obr. 1 – příklad výsledku modulu IBIS rádce: odkazy na relevantní technologie, aplikace a odborné články

IBIS-L modul

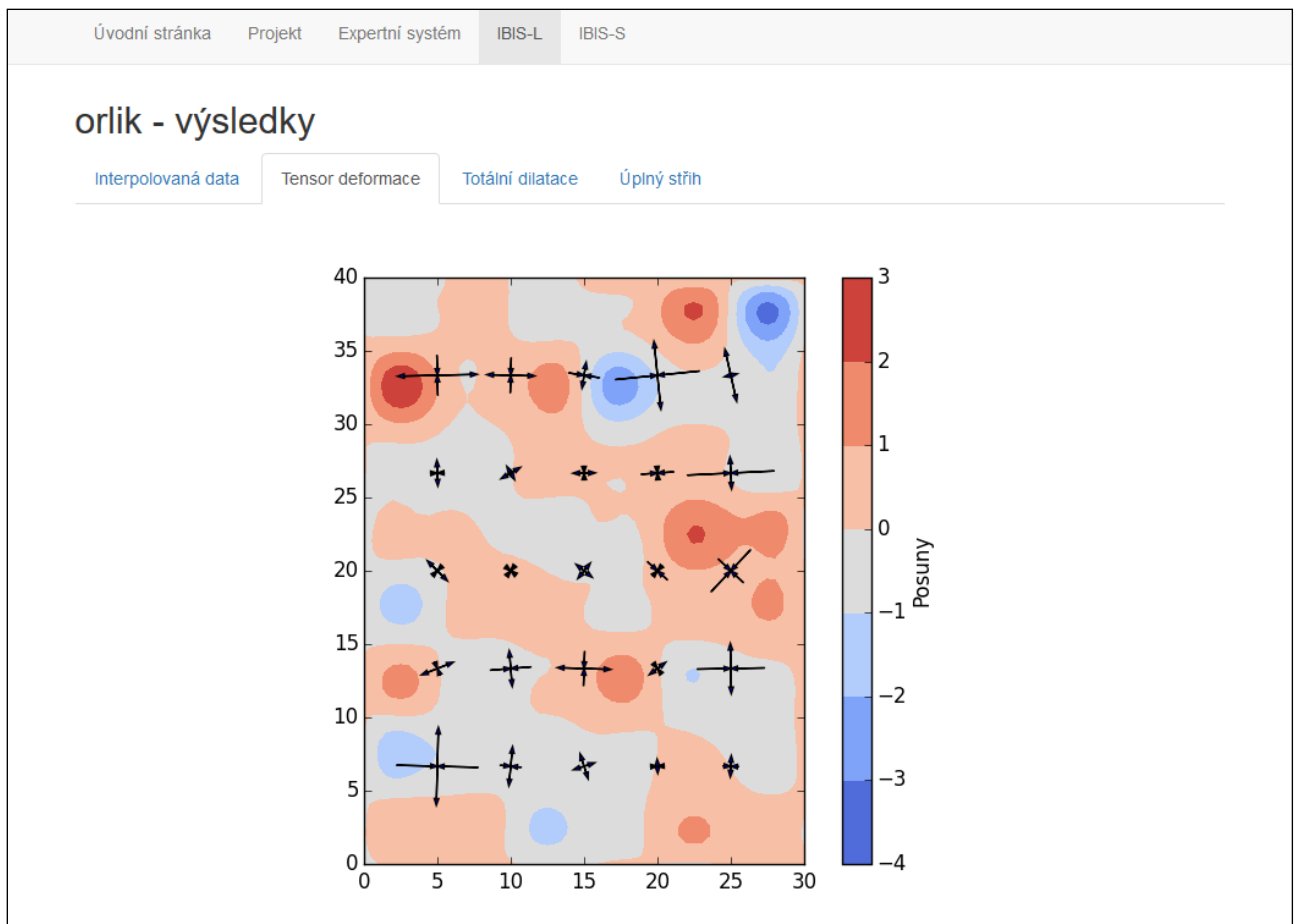
Tento modul má za úkol vizualizaci výsledků měření pomocí přístroje IBIS-L - spojitého pole posunů, tenzoru deformace a veličin z tenzoru deformace odvozených. Vychází z algoritmu pro výpočet spojitého pole posunů ve směru záměry (viz [1]) a algoritmu pro výpočet tenzoru deformace (viz [1] kap. 3.3 až 3.5).

Vstupem pro aplikaci jsou naměřené posuny ve směru záměry (exportované z firemního software IBIS-L Guardian) a několik doplňkových údajů: velikost pixelu, požadované rozlišení interpolace a parametry pro výpočet aproximační funkce σ , u a σ_ϵ (viz [1], odst. 1.4.6.1.). Velikost pixelu je daná konfigurací měření a výstupem z firemního software Guardian. Rozlišení interpolace, tj. rozlišení vypočítaného pole posunů a veličin odvozených z tenzoru deformace, je libovolně volitelná. Čím jemnější je rozlišení, (menší velikost pixelu výsledků) tím hladší je výsledná kresba, ale za cenu delšího výpočtu. V praxi by mělo být zcela dostačující rozlišení 1,0 - 0,5 m.

Výstupem jsou znázornění pole posunů ve směru záměry, tenzoru deformace a vybraných veličin odvozených z tenzoru deformace - totální dilatace a úplný střih. Pole posunů, totální dilatace a úplný střih jsou znázorněny pomocí barevné hypsometrie (viz obr. 2), tenzor deformace je znázorněn ve vybraných bodech pomocí hlavních směrů (viz obr. 3). Hlavní směry v obr. 3 jsou opatřeny šipkami, které udávají směr působení deformace.



Obr. 2 – ukázka výstupů z aplikace pro vizualizaci výsledků měření přístrojem IBIS-L: pole deformací, totální dilatace a úplný střih



Obr. 3 – tenzor deformace vypočítaný aplikací pro analýzu výsledků měření přístrojem IBIS-L

IBIS-S modul

IBIS-S slouží k vizualizaci výsledků měření přístrojem IBIS-S. Výsledky, tj. naměřené posuny, je možné zobrazit jako časovou řadu nebo jako animaci deformací schématického modelu měřeného objektu v čase. Podrobnější popis aplikace je v [5], příloze č. 3.

Použité technologie

Aplikace je napsaná v programovacím jazyce Python s použitím frameworku Django [2]. Výpočetní modul a tvorba vizualizací jsou napsané také v jazyce Python s využitím knihoven SciPy [3] a matplotlib [4].

Implementace grafického rozhraní pro vizualizaci výsledků analýzy deformací formou 2D a 3D modelů

Grafické rozhraní pro vizualizaci výsledků analýzy deformací je postupně vyvíjeno v několika variantách odpovídajících jednotlivým druhům modelů a způsobům snímání. Tyto varianty zahrnují:

- jednorozměrné snímání (IBIS-S) nebo dvojrozměrné snímání (IBIS-L),
- 2D nebo 3D modely,
- statické nebo dynamické modely.

Přednostně byly vyvíjeny ty varianty vizualizace, které nepodporuje dodávaný firemní

software (Data Viewer, Guardian), zejména:

- grafické znázornění spojitého pole dvojrozměrných posunů změřených systémem IBIS-L pomocí statického 3D modelu,
- grafické znázornění průběhu vybraných veličin odvozených od tenzoru deformace
- dynamické zobrazení časové změny průhybu liniového objektu (mostu nebo věžové stavby) zaměřeného systémem IBIS-S

Vizualizace jsou součástí vytvořených webových aplikací. V současné fázi projektu vizualizace zahrnují:

- zobrazení spojitého pole posunů formou hypsometrie
- zobrazení tenzoru deformace pomocí jeho hlavních směrů
- zobrazení totální dilatace a úplného stříhu formou barevné hypsometrie
- zobrazení pohybů liniových těles v čase formou animace modelu tělesa
- zobrazení pohybů liniových těles v čase formou časové řady

Ověření celé technologické linky na vybraných lokalitách s reálnými měřeními daty a jejich začlenění do expertního systému.

Současně s pracemi na dokončení expertního systému probíhaly měřické práce na různých zájmových lokalitách a objektech. Jedná se například o:

- zaměření vodního díla – betonové přehradní hráze Vír,
- zaměření vápencového lomu v areálu společnosti KOTOUČ ŠTRAMBERK za účelem tvorby Ověřené technologie určování vodorovných pohybů stěn lomů pozemní radarovou interferometrií se syntetickou aperturou (GB-SAR),
- statická zatěžovací zkouška mostu v km 41,791 trati Tábor – Písek,
- dlouhodobé (24h) dynamické zaměření kovového železničního mostu v Ratajích za účelem zjištění vlivu změn teploty na svislé průhyby mostní konstrukce. Toto měření bylo prováděno v zimě a létě (únor a srpen 2015), aby mohlo být porovnáno odlišné chování ocelové mostní konstrukce při diametrálně odlišných teplotách.

Tyto práce slouží k ověření funkčnosti celé technologické linky a k naplnění expertního systému vzorovými daty.

Plnění cílů etapy E4 bude pokračovat v souladu s projektem až do dubna 2016.

Odkazy na literaturu:

- [1] Lubomír Soukup. Návrh algoritmu pro odhad kovarianční matice tenzorového pole deformací a charakteristik přesnosti vybraných veličin pole deformací. Výzkumná zpráva ke 2. etapě grantového projektu FR-TI4-436, Příloha 3 Roční zprávy projektu, Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v. v. i., 2013.
- [2] Django - High-level Python Web Framework. Dostupné z: <https://www.djangoproject.com/>, <http://www.djangoproject.cz/>
- [3] SciPy - Python-based ecosystem of open-source software for mathematics, science, and engineering. Dostupné z: <http://www.scipy.org/>
- [4] matplotlib - python 2D plotting library <http://matplotlib.org/>
- [5] Roční zpráva projektu FR-TI4/436 za r. 2014. ÚTIA, 2014