



Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i.

Pod Vodárenskou věží 4, 182 08, Praha 8

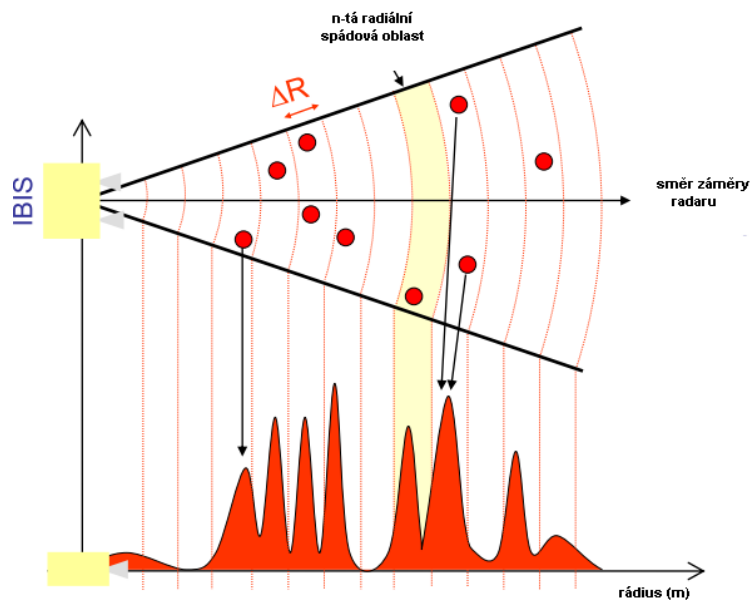
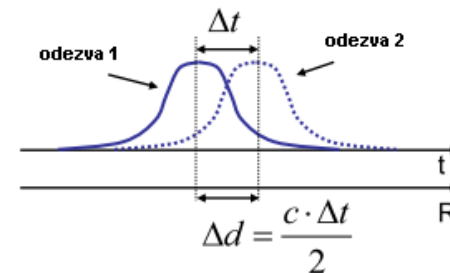
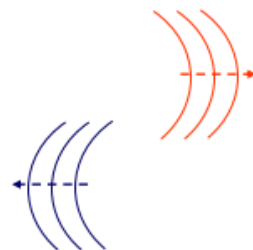
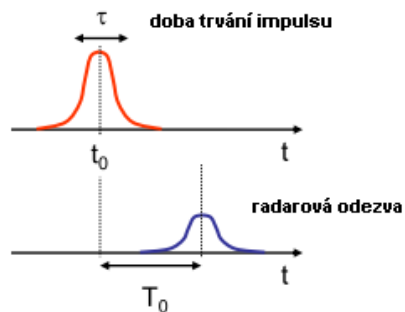
Pozemní radarová interferometrie – využití k určování svislých průhybů mostních konstrukcí

Ing. Milan Talich, Ph.D.

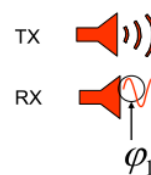


Konference **Projektování pozemních komunikací**, 21. 5. 2013, hotel STEP, Praha 9

Základní principy



První akvizice

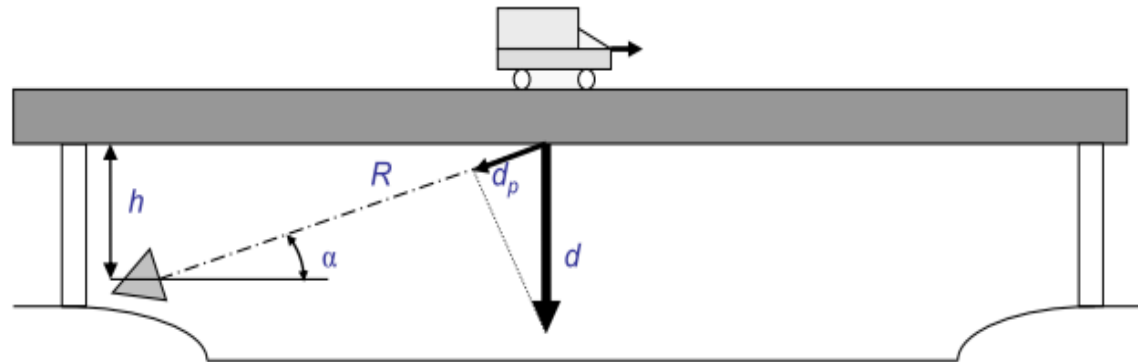


Druhá akvizice



$$d = -\frac{\lambda}{4\pi}(\phi_2 - \phi_1)$$

Princip určování průhybů mostů



$$d = d_p \cdot R / h$$

**Veškeré posuny jsou měřeny ve směru záměry
a přepočteny na svislé průhyby**

Pozemní interferometrický radar IBIS-FS

Výrobce: Ingegneria Dei Sistemi S.p.A., Itálie
Zastoupení v ČR: Geodézie Ledec nad
Sázavou s.r.o.

- frekvenční pásmo 17.1 až 17.3 GHz (Ku)
- dosah až 500m
- směrodatná odchylka určených poklesů 0,01 až 0,5mm
- frekvence vyhodnocených dat až 100 Hz (100 hodnot za sekundu)
- délková rozlišovací schopnost neboli min. vzdálenost mezi sledovanými body ve směru záměry je 0,75m



Metody sledování

Dynamické sledování:

- Obvykle krátkodobé sledování (cca 1 hodina) s vysokou frekvencí až 100 Hz (100 údajů za sekundu)
- využíváno u většiny aplikací IBIS-FS **kde se očekávají rychlé změny polohy sledovaného objektu**

Statické sledování:

- dlouhodobé sledování s nízkou frekvencí od 0,5 Hz (od 1 údaj za 2 sekundy)
- využití v případech **kde se očekávají pomalé (dlouhodobé) změny polohy sledovaného objektu**

Výhody

- bezkontaktní metoda sledování dálkovým přístupem,
- rychlá a jednoduchá instalace a měření,
- vysoká přesnost (až 0,01mm) a vysoká frekvence (až 100 Hz),
- současné přímé sledování velkého počtu bodů - celého mostu, nebo jeho vybrané části (závisí na rozměrech mostu)
 - kontinuální sledování a sběr dat o dynamickém přetvoření celého objektu (sledování rizikových objektů apod.),
- v reálném čase, za běžného provozu nebo při kontrolním měření a při extrémním zatížení - zátěžové zkoušky

Způsob sledování mostů

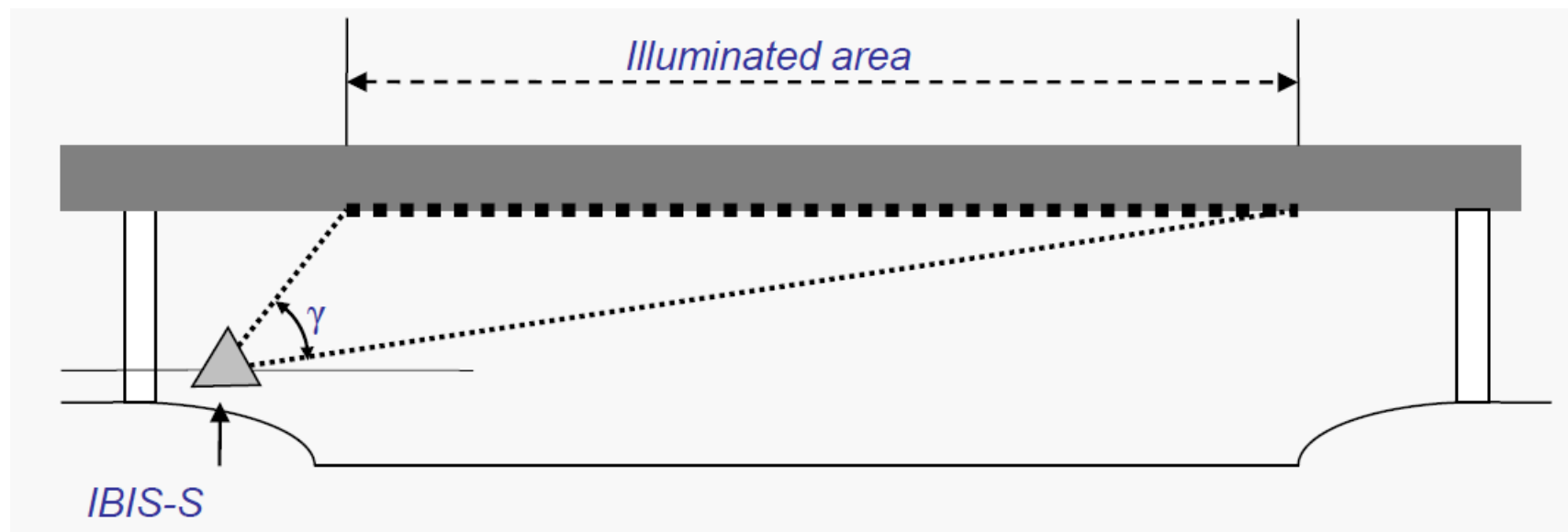


Schéma současného sledování celého mostu nebo jeho vybrané části

Příklad umístění radaru pod mostem

Cadore Bridge (Belluno)

length: 128m

Radar
position



Kovové mosty – přirozené odražeče



Betonové mosty – koutové odražeče



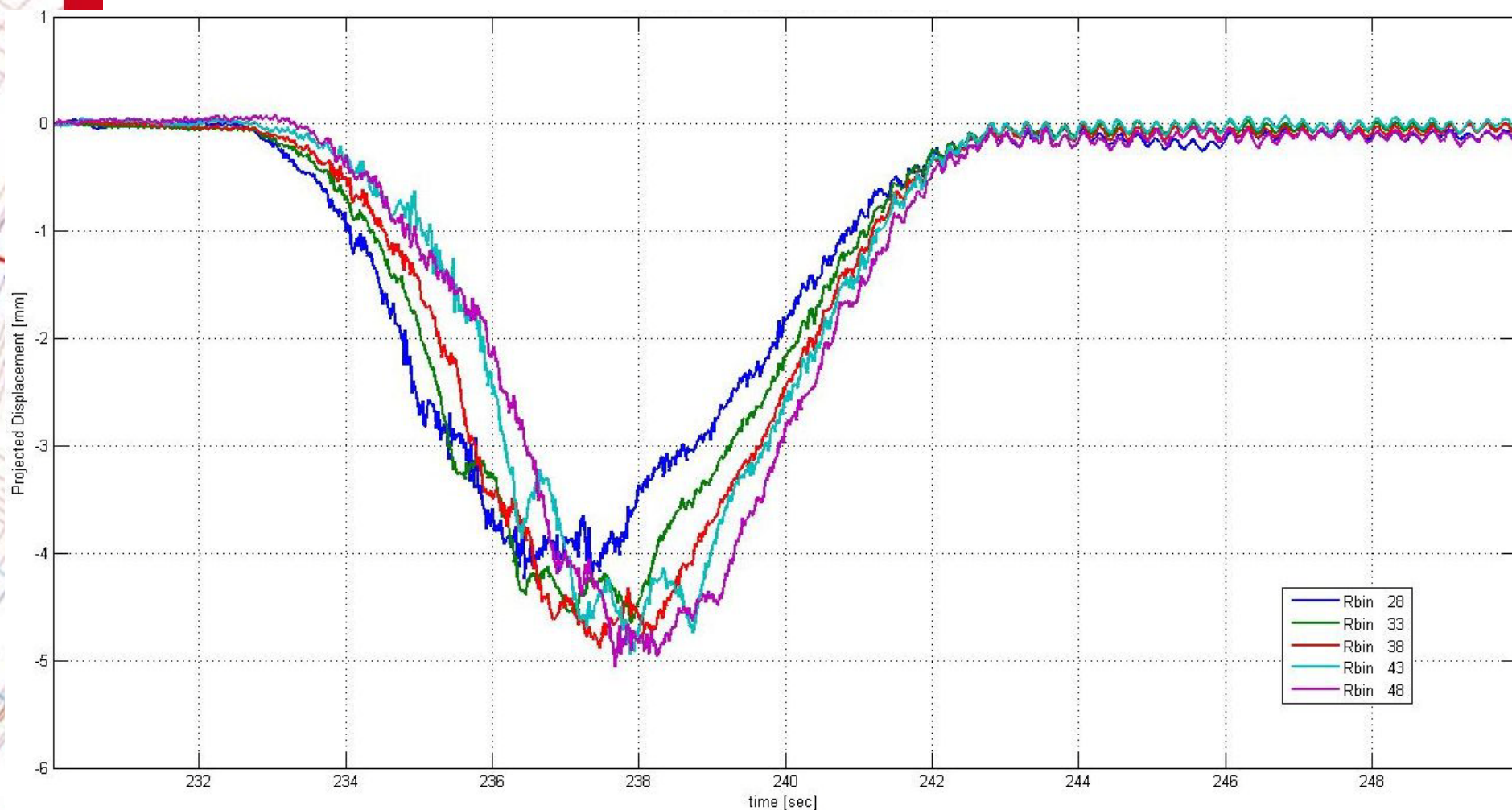
Výsledky

- hodnoty a grafy vývoje poklesů u všech sledovaných bodů v průběhu celého měření s přesností až 0,01 mm
- detailní vyhodnocení vybraných poklesů při průjezdu vozidel
- frekvenční analýza (periodogram) – určení rezonančních frekvencí konstrukce (v rozsahu až do 50 Hz)
- různé druhy vizualizací a animací dynamických změn
- podrobná data pro následné vyhodnocení statikem

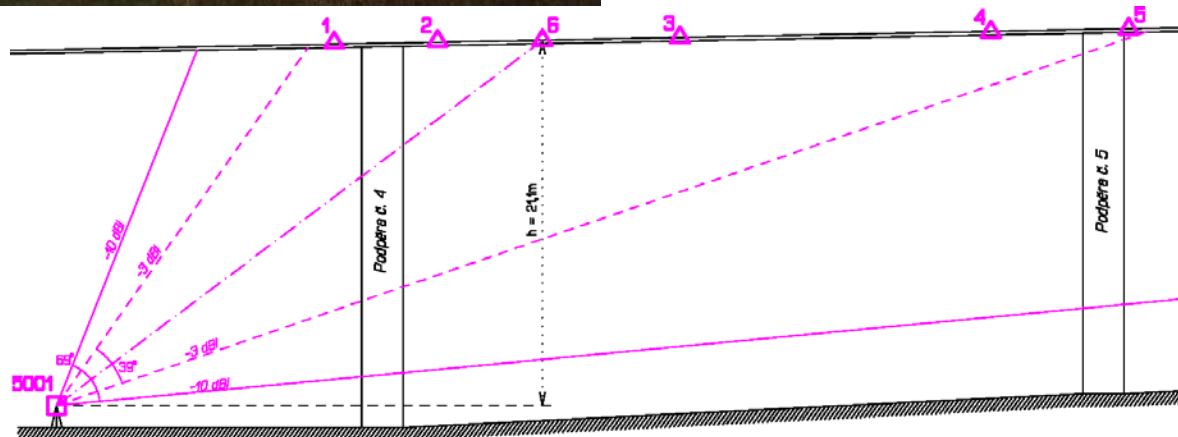
Železniční most Rataje nad Sázavou



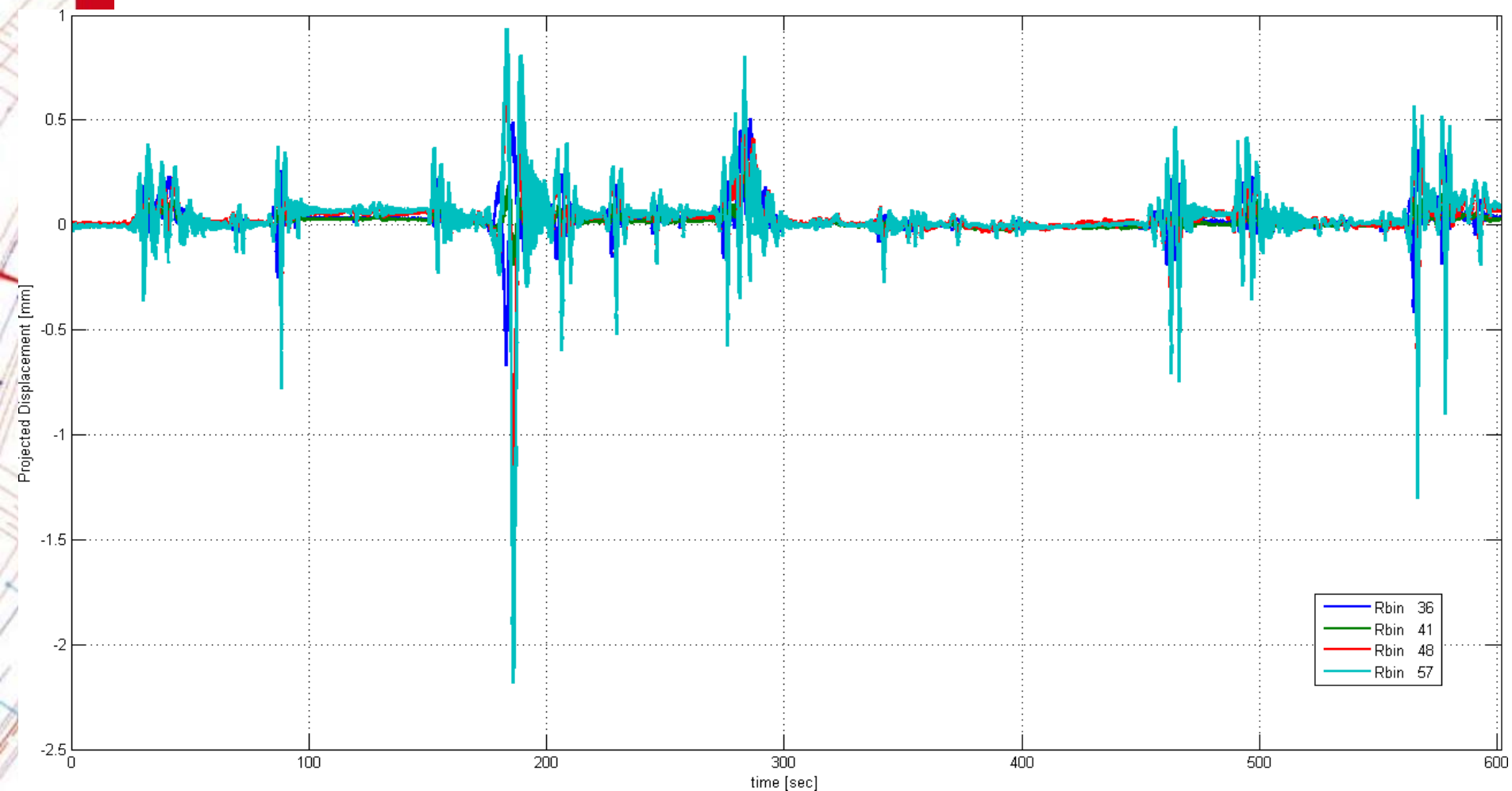
Poklesy u vybraných sledovaných bodů



Silniční betonový most na silnici I/19 u Pelhřimova

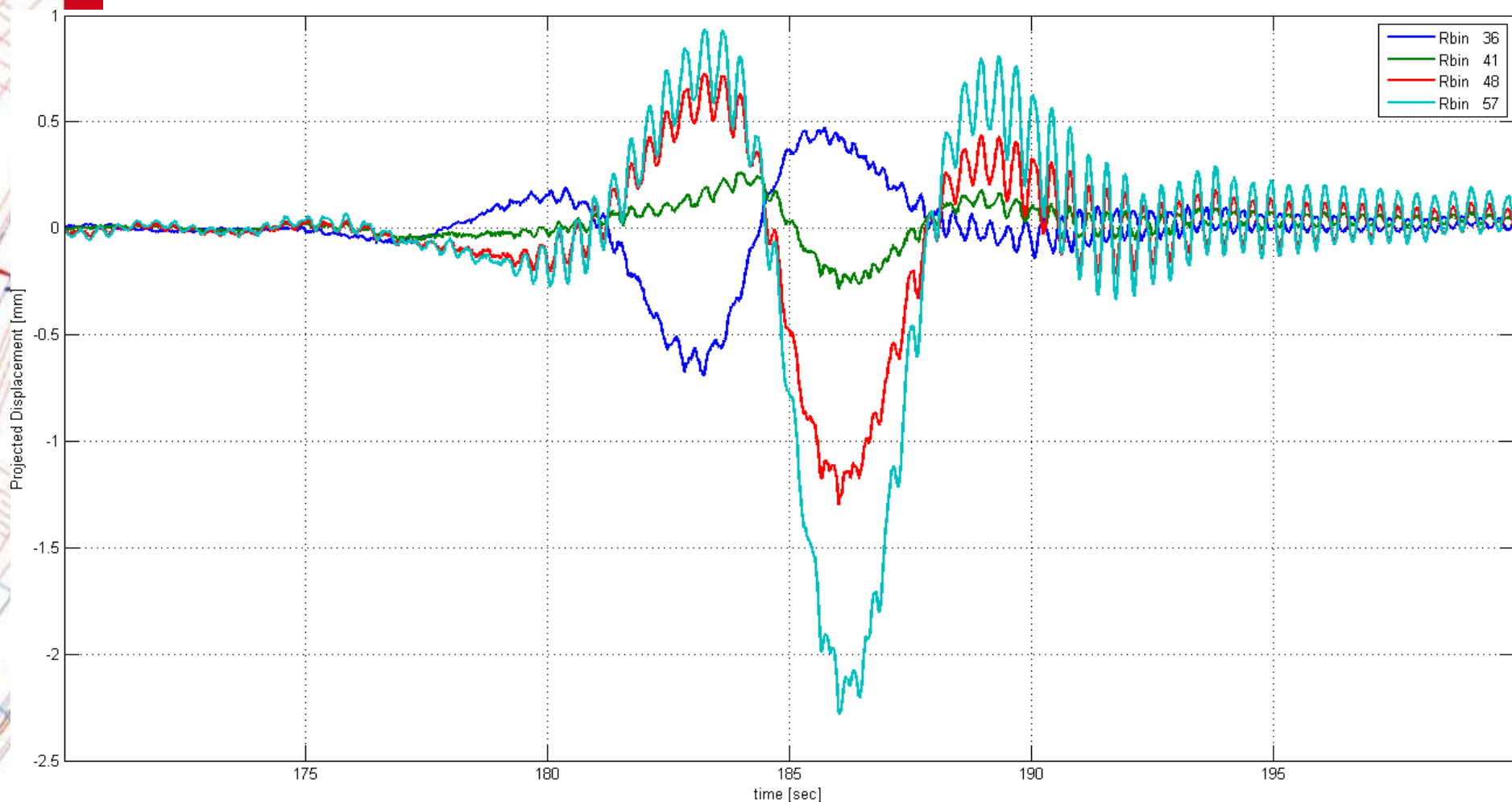


Svislé pohyby během 10 min měření



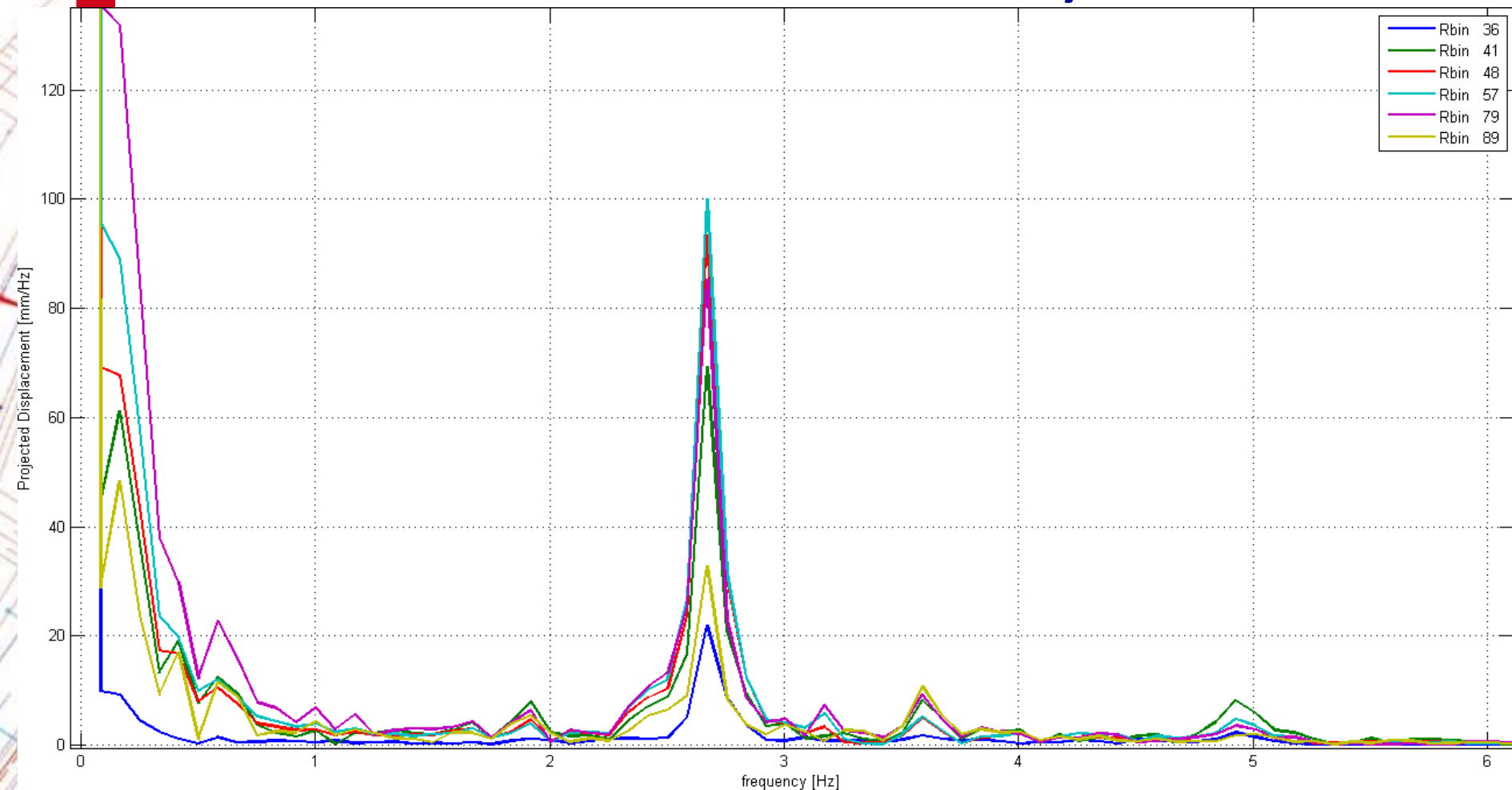
Svislé pohyby koutových odražečů č. 1,2,6 a 3

Detailní vyhodnocení max. poklesů



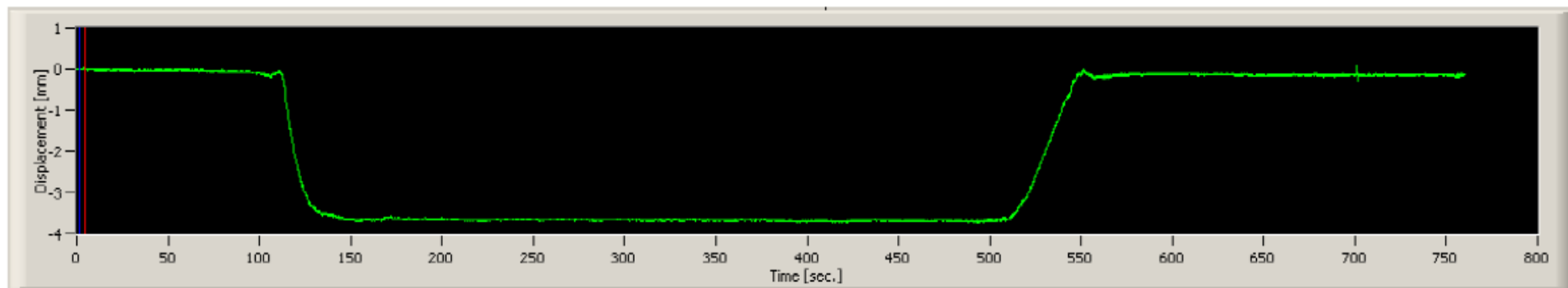
Svislé pohyby koutových odražečů č. 1,2,6 a 3 v čase 170 až 200s

Frekvenční analýza



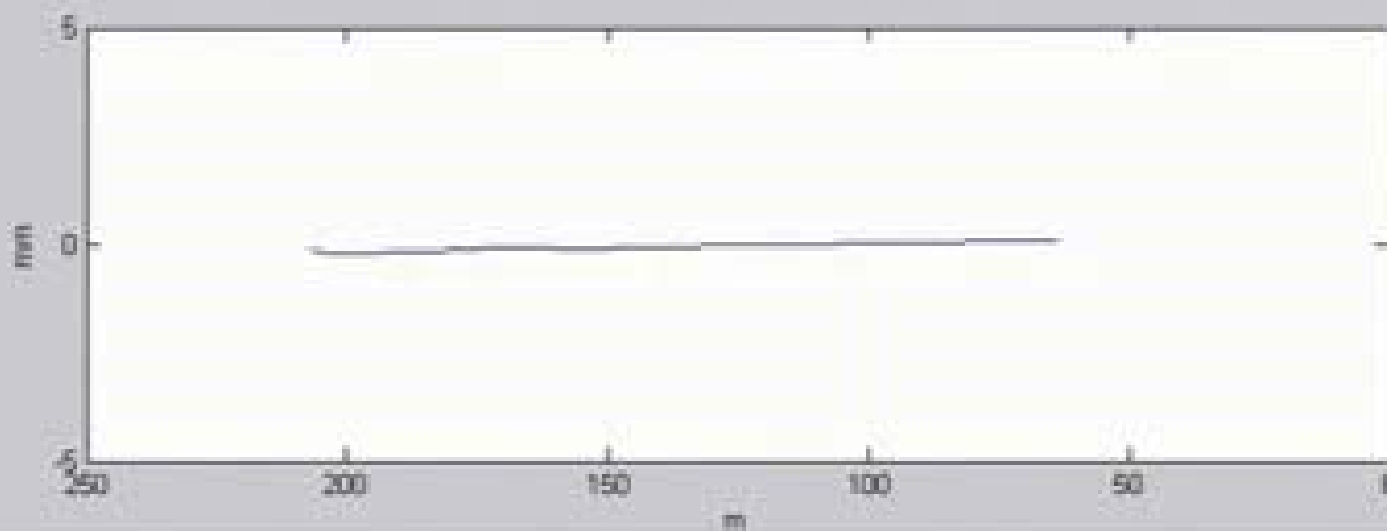
Periodogram svislých pohybů v čase 188 až 200s

Zátěžové zkoušky



Bridge mid-point	Max. Displacement	@ time
Bridge without load	0mm	0 sec
Bridge with load	-3,7mm	350 sec
Bridge after removal of the load	-0.14mm	750 sec
Max. displacement	-3,7mm	
Residual displacement	-0,14mm	

Vizualizace výsledků



Tento příspěvek byl podpořen projektem:

„Výzkum možností pozemního InSAR pro určování deformací rizikových objektů a lokalit“

č. FR-TI4/436 v programu TIP Ministerstva průmyslu a obchodu ČR.

Příjemce podpory: Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i.
Další účastník řešení: Geodézie Ledec nad Sázavou, s.r.o.

Kontaktní osoba: Ing. Milan Talich, Ph.D.,
tel: 603 942 104,
e-mail: Milan.Talich@utia.cas.cz

V prezentaci byly použity materiály a výsledky měření firem Geodézie Ledec n/S s.r.o. a IDS S.p.A.

Děkuji za pozornost