



**KLOKNERŮV
ÚSTAV
ČVUT V PRAZE**

G_{FUNK} – FUNKČNÍ VZOREK

**AUTOMATIZOVANÝ SYSTÉM MONITOROVÁNÍ POHYBU
KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ S BEZDRÁTOVÝM PŘENOSEM.**

Identifikační údaje:

Gfunk – Funkční vzorek:

Automatizovaný systém monitorování pohybu konstrukčních prvků s bezdrátovým přenosem

Technická dokumentace

Poskytovatel: **Česká republika – Ministerstvo kultury**

Maltézské náměstí 1

118 11 Praha 1

Program: **Program na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje národní a kulturní identity na léta 2016 až 2022 (NAKI II)**

Projekt: **Technologie a postupy pro ochranu historických betonových mostů**

Identifikační kód projektu: **DG20P02OVV005**

Příjemce: **České vysoké učení technické v Praze, Kloknerův ústav**

Šolínova 1903/7, 166 08 Praha 6 – Dejvice

Autorský tým:

prof. Ing Jiří Kolísko, Ph.D.

MgA. Josef Červinka

MgA. Aleš Hvizdal

Ing. arch. MgA. Petr Tej, Ph.D.

Ing. arch. Michael Gabriel

Mgr. Roman Kocourek

Ing. arch. Oto Melter

Ing. Vítězslav Vacek, CSc.

Ing. David Čítek, Ph.D.

Rok uplatnění výsledku: 2022

Adresa uložení výsledku: České vysoké učení technické v Praze, Kloknerův ústav

Šolínova 1903/7, 166 08 Praha 6 – Dejvice

Technická dokumentace:

Webové stránky Kloknerova ústavu ČVUT v Praze.

Odkaz na výzkumnou aktivitu:

Tato práce byla podpořena z programu Ministerstva kultury České republiky na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje národní a kulturní identity na léta 2016 až 2022 (NAKI II), grantový projekt " Technologie a postupy pro ochranu historických betonových mostů ", č. DG20P02OVV005.

OBSAH:

1.1	Účel	4
1.2	Měření	4
1.3	Data.....	4
1.4	Napájení	4
1.5	Princip měření	4
1.6	Popis konstrukce	5
1.7	Schéma	6
1.8	Fotodokumentace.....	9
1.9	Provedené měření.....	11

1 Automatizovaný systém monitorování pohybu konstrukčních prvků s bezdrátovým přenosem

1.1 Účel

Zařízení je určeno pro měření relativního pohybu konstrukcí v rozmezí 0-8m s odchylkou +/- 0.25cm. Zařízení je konstruováno s ohledem na dlouhodobé použití v nehlídaných a nechráněných prostorech, v řešení je tedy upřednostněna nízká cena a postradatelnost. Prezentovaný systém je unikátní svou jednoduchostí řešení, čímž je umožněno toto zařízení instalovat i na nedostupná místa mostní konstrukce, kam je složitý přístup. Jedná se o přístroj pro měření dlouhodobého vlivu klimatických podmínek během roku na tvar a pohyby mostní konstrukce, speciálně na trojkloubé mostní konstrukce, v rámci měsíců. Tento druh měření je přímo zaměřený na klenuté konstrukce. Při teplotních změnách klenutých mostních konstrukcí je příhodné měřit nejen přesné body, ale i změnu tvaru konstrukce v případě, že by docházelo k vyosení tvaru klenby, které by mohlo mít vliv na stabilitu celé konstrukce. Tento funkční vzorek je možné vytvořit i ve variantách s přesnějšími typy lidarových snímačů. Tento přístroj je možno nechat na místě i po dobu mnoha měsíců a při sběru dat není nutné se dostávat přímo k zařízení, které je na těžce dostupných místech. Cena tohoto zařízení je výhodou při umístění i na místech, kam je umožněn přístup a tím i možné odcizení. Systém měření počítá také s rektifikačním objektem pro zpětné zjištění přesnosti měření, díky tomuto předmětu je možno přesně lokalizovat úhel měřeného paprsku a tím zpětně identifikovat odchylky od ideálního směru měřené plochy. Dále je důležitá jednoduchá manipulace a osazení částí systému, pro méně dostupná místa, jakými jsou například mostní oblouky nad vodní hladinou.

1.2 Měření

Zařízení umístíme na požadované místo a podle referenční roviny (1) zařízení srovnáme s požadovanou rovinou měření, která je kolmá na střed rektifikačního objektu Spínačem napájení (8.1) zapneme, po rozsvícení indikační led napájení (8.2) zapneme měření spínačem měření (8.3). Pro vypnutí zmáčkeme vypínač měření (8.3) a následně vypneme spínač napájení (8.1).

1.3 Data

Pomocí laptopu v terénu, nebo jiným zařízením se připojíme přes WIFI na VNC server zařízení a stáhneme naměřená data.

1.4 Napájení

Zařízení je napájeno 12V motobaterií (4), pro její nabití odejmeme zadní kryt (3) a připojíme vhodnou nabíječku na terminály baterie (9).

1.5 Princip měření

Rotující snímač lidarů (2) snímá vzdálenost optické překážky na definovaných stupních rotace. Za otáčku lidar zaměří 800 bodů v prostoru, lidar se otáčí rychlostí 60t/s. Měření je prováděno ve volitelných intervalech po dobu 5s. Každé dílčí měření je samostatně zprůměrováno a je spočítána poloha každého z bodů v daném čase a uložena jako datový záznam pro danou

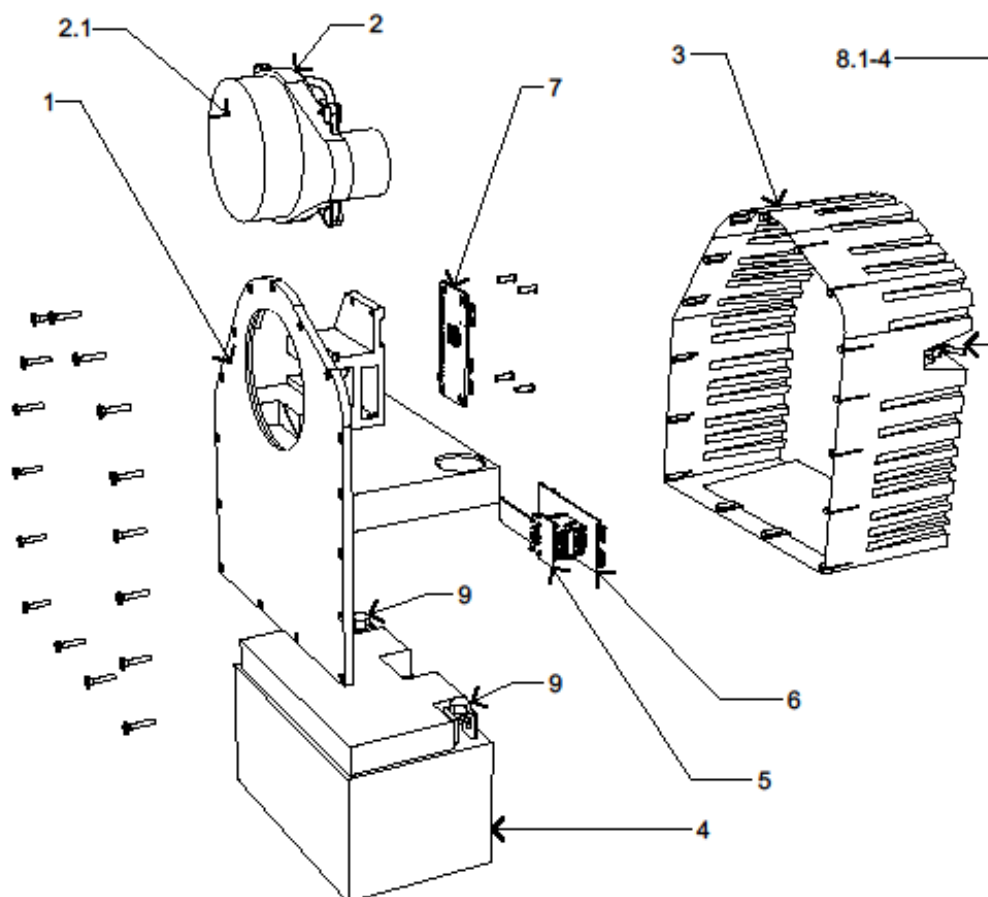
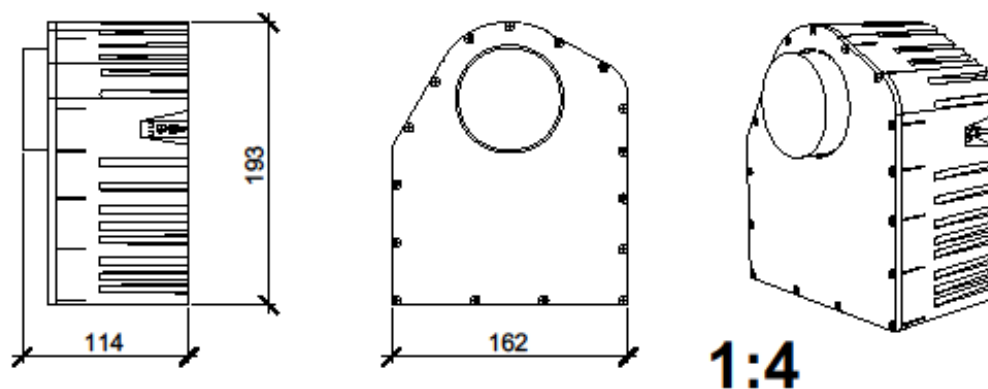
minutu. Komprimací dat průměrováním je možno uchovávat data i delší časové období a nezaplnit úložiště.

1.6 Popis konstrukce

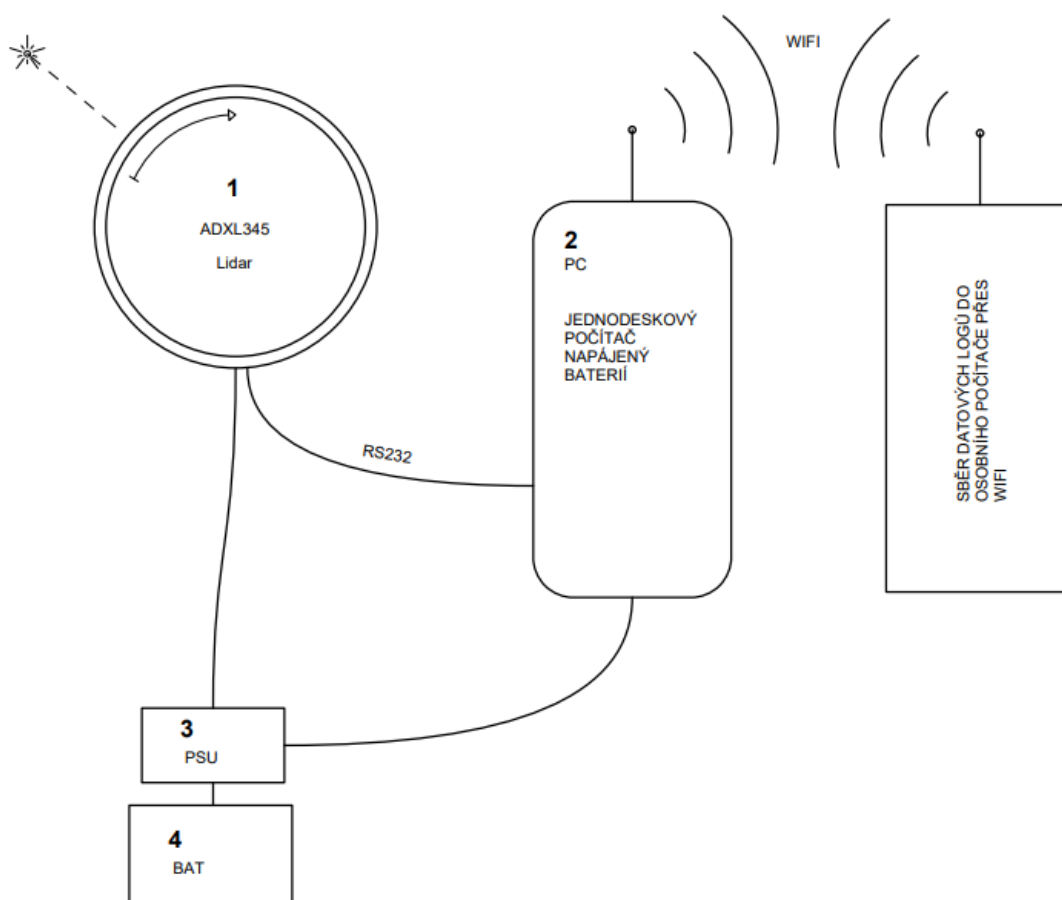
Zařízení je konstruováno okolo desky referenční roviny (1). Lidar (2) je přišroubován zezadu na referenční desku (1) a rotující těleso lidaru (2.1) prochází deskou skrz (ven).

K referenční desce(1) je zezadu přidělána motobaterie (4) , obvod napájení (5), řídicí obvod lidaru (6) a deska řídicího počítače (7). Zadní kryt (8) je přišroubován k referenční desce (1) a prochází jím spínač měření (8.3), vypínač napájení (8.1), indikátor napájení (8.2) a indikátor měření (8.4).

1.7 Schéma



- | | | | |
|-----|-------------------------|-------|-------------------------|
| 1 | Deska referenční roviny | 5 | Obvod napájení |
| 2 | Modul lidarů | 6 | Obvod ovladače lidarů |
| 2.1 | Rotující těleso lidarů | 7 | Deska řídicího počítače |
| 3 | Zadní kryt | 8.1-4 | Ovládací prvky |
| 4 | Baterie 12V | 9 | Terminály baterie |



1 3I Delta 2A

Modul lidaru

Rozsah měření: 0.13m - 8m (white wall)
Sweep frequency: 6.2Hz(4-10Hz)
Výkon laseru: 3mW(max)
Distance coefficient of variance: DCV<0.2%
Teplota pracovního prostředí: 0 ° C - 45 ° C
Vlhkost pracovního prostředí: <90%
snímkovací frekvence: 5K/s
Laserní vlnová délka: 780nm
Komunikační protokol: RS232 (TTL) 3.3V-TTL
Baud rate: 230400

2 PC

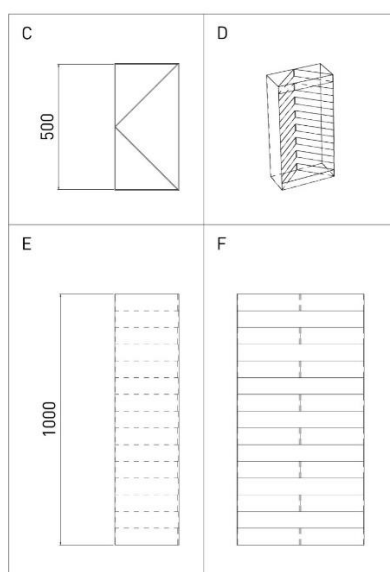
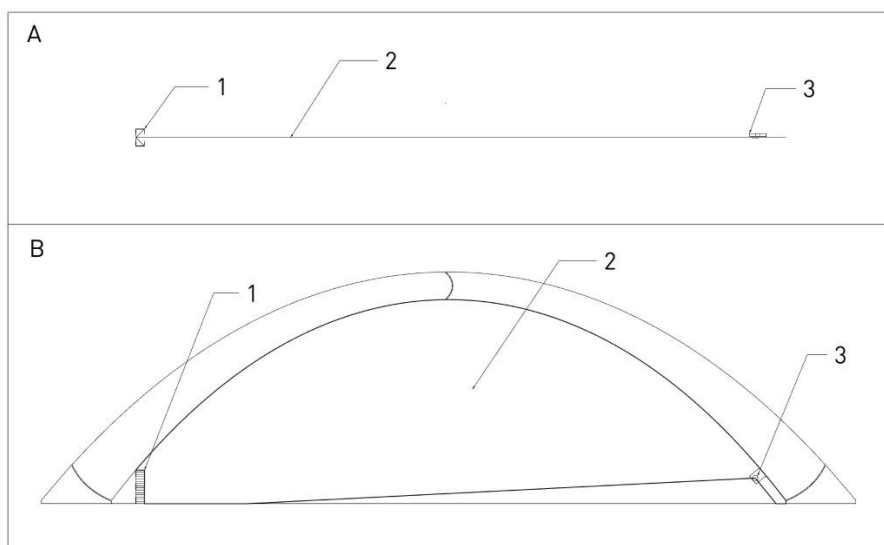
-zápis naměřených dat do logu s časovou značkou.
-jednodeskový počítač napájený z baterie pro dlouhodobé měření in situ.

3 PSU

-Jednotka řízení napájení, slouží i jako nabíjecí obvod.

4 PC

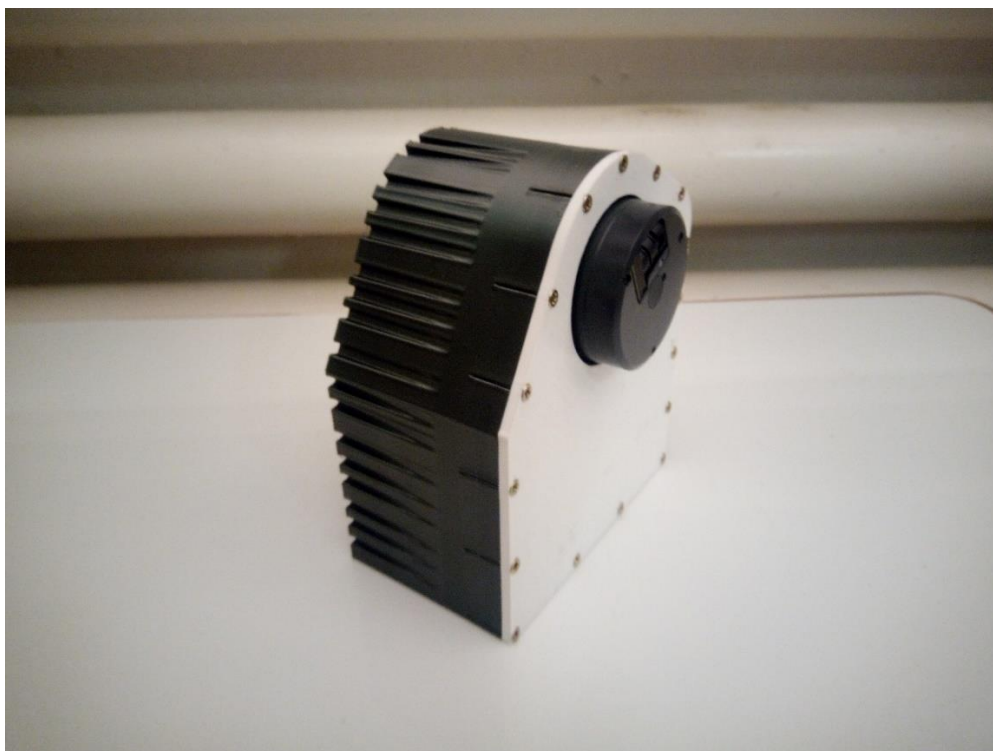
Baterie 12V 3 Ah

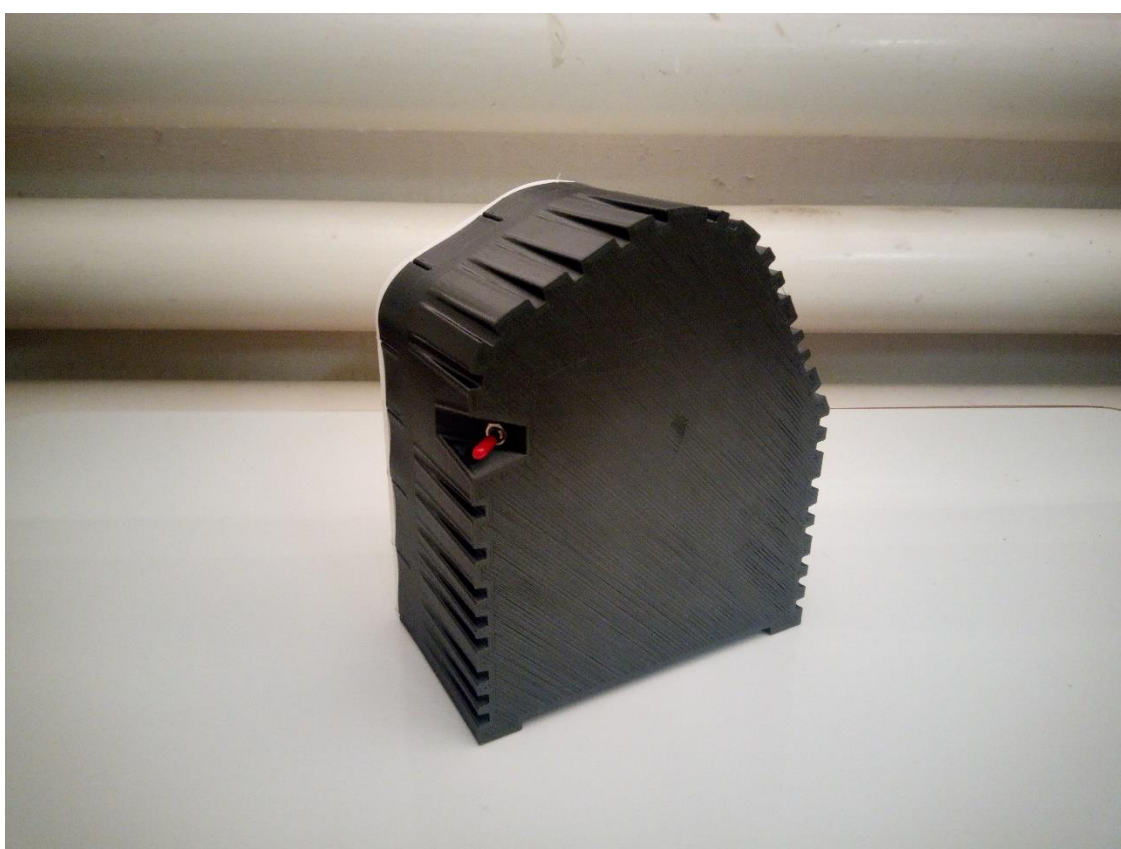
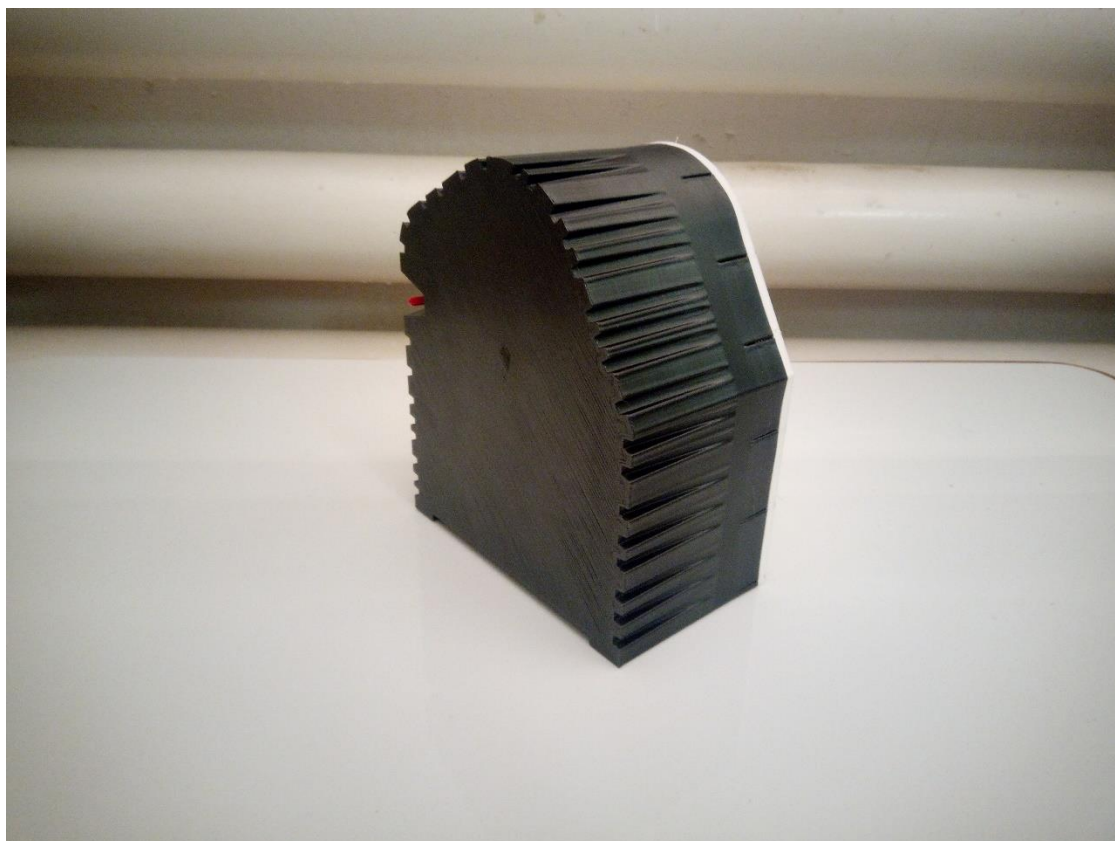


- A- Půdorysné instalace systému
- B- Schéma využití v případě mostní obloukové konstrukce
- C- Půdorys rektifikačního objektu
- D- Axonometrie rektifikačního objektu
- E- Bokorys rektifikačního objektu
- F- Nárýs rektifikačního objektu

- 1- Rektifikační objekt
- 2- Rovina snímání
- 3- Lidar

1.8 **Fotodokumentace**

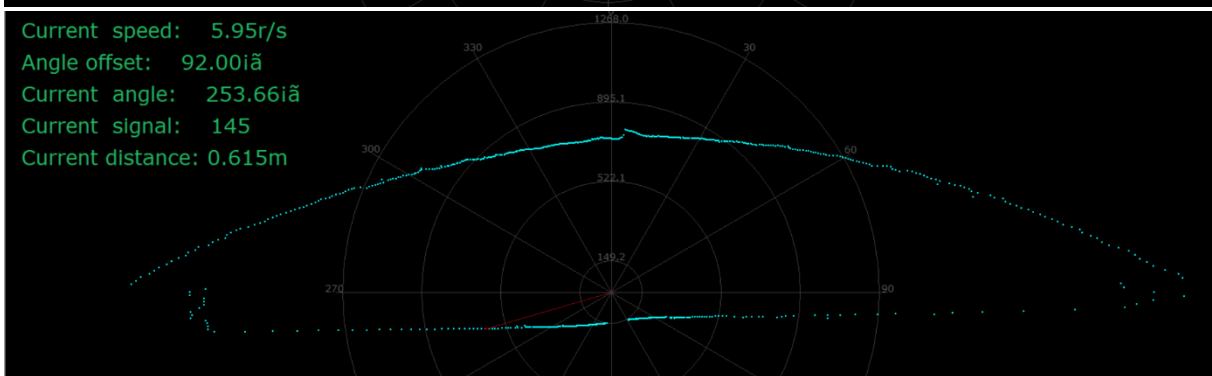
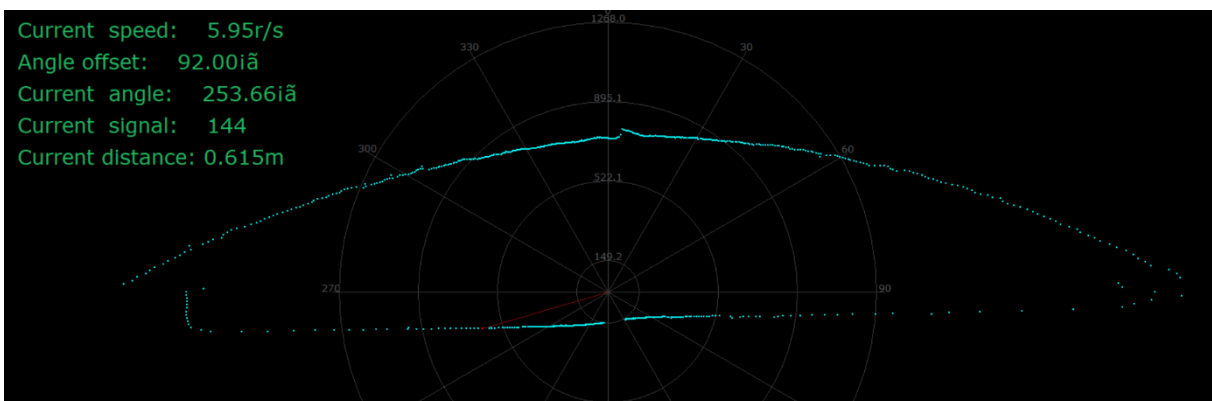


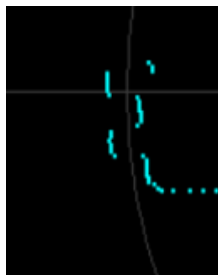


1.9 Provedené měření

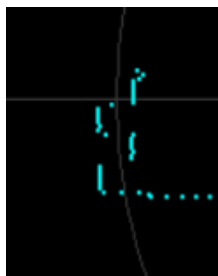
Měření bylo provedeno na lávce z prostého betonu, která svou konstrukcí odpovídá trojkloubovým mostům z první poloviny 20. století. Součástí měření byla i zpětná rektifikace výsledků měření pomocí rektifikačního objektu na jedné z krajních poloh měřené roviny.



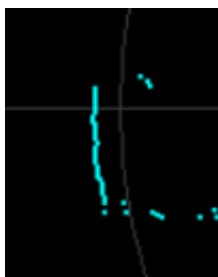




1



2



3

Podle detailu obrazové dokumentace měření je patrné, v jakém úhlu k měřené rovině se laserový paprsek ocital. 1__pravá strana rektifikačního objektu 2__levá strana rektifikačního objektu 3__střed rektifikačního objektu