



Automatizált mozgásvizsgálat tömegpiaci GNSS eszközök felhasználásával

Horváth Tamás

Műszaki kereskedelmi vezető

Alberding GmbH

Mérnökgeodézia Konferencia 2021

BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék

2021. november 6.

Tartalom

- Alberding GmbH
- Mozcászvizsgálat tömegpiaci GNSS vevőkkel
- A07-MON monitoring rendszer
- AMoS központi feldolgozó szoftver
- Gyakorlati példák
- aTonne – automatizált vízszint-meghatározás RTK technológiával

Alberding GmbH

- Német GNSS szoftver- és hardverfejlesztő cég
- 1994-ben alakult Lipcsében
- Központi iroda: Wildau (Berlin mellett)
- KKV: 17 alkalmazott (15 mérnök)
- Független a GNSS vevőgyártóktól
- Szakterületünk a GNSS adatkommunikáció, adatkezelés, adatfeldolgozás és monitoring



Alkalmazási területek

- Automatizált **szenzorok, szoftverek, szolgáltatások** és teljes **rendszerek** a nagy pontosságú (mm-cm) műholdas helymeghatározás gyakorlati alkalmazásaihoz

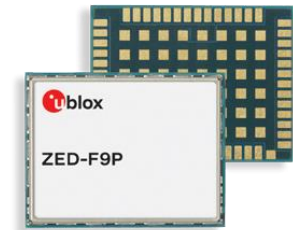


Paradigmaváltás a GNSS mozgásvizsgálatban

- GNSS technológiát régóta alkalmaznak mozgásvizsgálati célra
- Természeti objektumok monitorozása (pl. felszínsüllyedés, földcsuszamlás, partfalomlás)
- Mérnöki létesítmények monitorozása (pl. gátak, hidak, magas épületek)
- Korlátozó tényező: a geodéziai kategóriájú GNSS vevők magas ára
- Megjelentek a kiváló minőségű tömegpiaci GNSS chipek (autóipar)
- A technológia sokat fejlődött
 - Nem jelent már minőségi kompromisszumot (többfrekvenciás, több műhold konstellációt támogató RTK GNSS modulok)
 - Kis méret
 - Alacsony energiafogyasztás
- A gyártási költségek csökkentek
- Előny a professzionális alkalmazásfejlesztők számára



NVS NV08C-CSM
26.0 x 20.0 x 2.5 mm



u-blox ZED-F9P
22.0 x 17.0 x 2.4 mm



Septentrio mosaic-X5
31.0 x 31.0 x 4.0 mm

Mozgásvizsgálat tömegpiaci GNSS szenzorokkal

- **Megfizethető GNSS modulok használata**

- Alberding A07-MON szenzor
- kiváló minőségű nyers észlelési adatok
- integrált helymeghatározó és telemetriai funkciók
- automatizált adatgyűjtés és adattovábbítás

- **Automatizált adatfeldolgozás**

- Alberding AMoS szoftver
- központi pozíció számítás
- közel valós-idejű vektorszámítás
- RTK helymeghatározás
- webfelület (megjelenítés, riasztás)

- **Az A07 monitoring rendszer ideális**

- lassú mozgások nagy pontosságú monitorozására hosszú időn keresztül
- rövid vektorok esetén (fizikai- vagy virtuális bázisállomás)



Alberding A07-MON monitoring rendszer

- **Megfizethető árú GNSS modul kód- és fázismérési adatokkal**

- alacsony ár
- alacsony energiafogyasztás
- kis méret

- **Fő hardver komponensek**

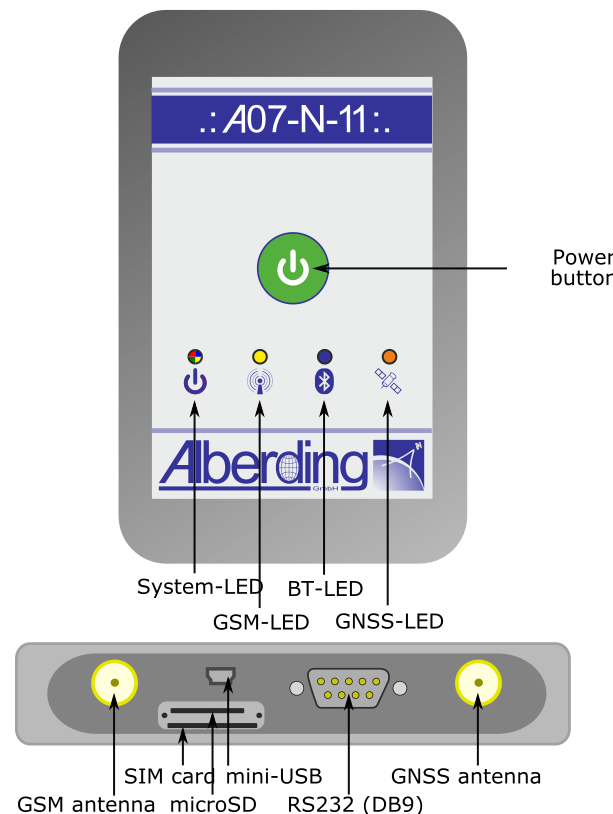
- L1 GPS+GLONASS modul (NVS), külső antennával
- belső memória adatrögzítéshez
- GPRS modem a szerverre történő adattovábbításhoz
- processzor Alberding adatkezelő szoftverrel

- **Egyszerű telepítés a helyszínen**

- előre konfigurálható az Alberding Konfigurator alkalmazással
- egyetlen gombnyomással indítható az adatgyűjtés

- **Külső eszközök USB-n vagy soros porton keresztül**

- külső adatkommunikáció (URH rádió modem)
- adatgyűjtés külső szenzorokból (pl. dőlésmérő, meteorológiai állomás, geotechnikai szenzorok)



AMoS (Alberding Monitoring Software)

• Központi adatfeldolgozás

- Bejövő adatok (fájlok, adatfolyamok) kezelése
- A07-MON, RTCM 3.x és egyéb nyers adatformátumok támogatása
- GNSS nyers adatok konverziója RINEX-be
- Automatikus feldolgozás meghatározható időközönként (1h, 4h, 12h, 24h)
- Rövid / közepes vektorok számítása utófeldolgozással

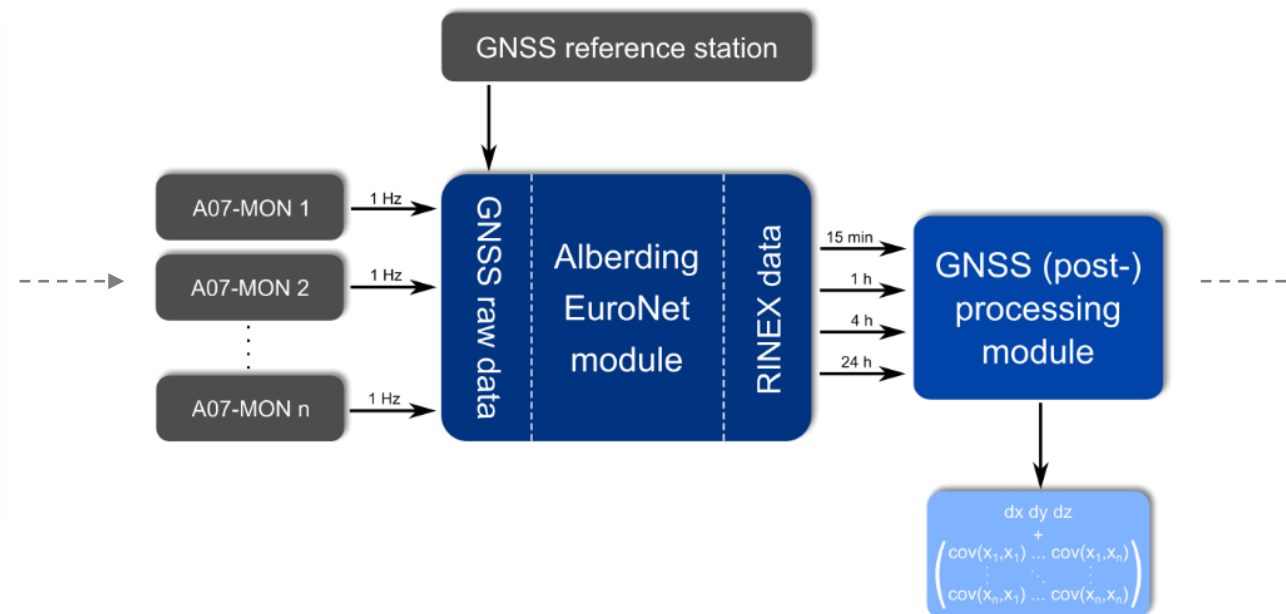
– Elérhető pontosság:

- 1 órás megoldás => ~ 1-2 cm
- 4 órás megoldás => < 1 cm
- 24 órás megoldás => < 0.5 cm

– Webfelület:

- Megjelenítés idősorokon, PDF jelentések, CSV kimenet, adatbázis

– Riasztás: email/SMS



Példa: földcsuszamlás monitoring

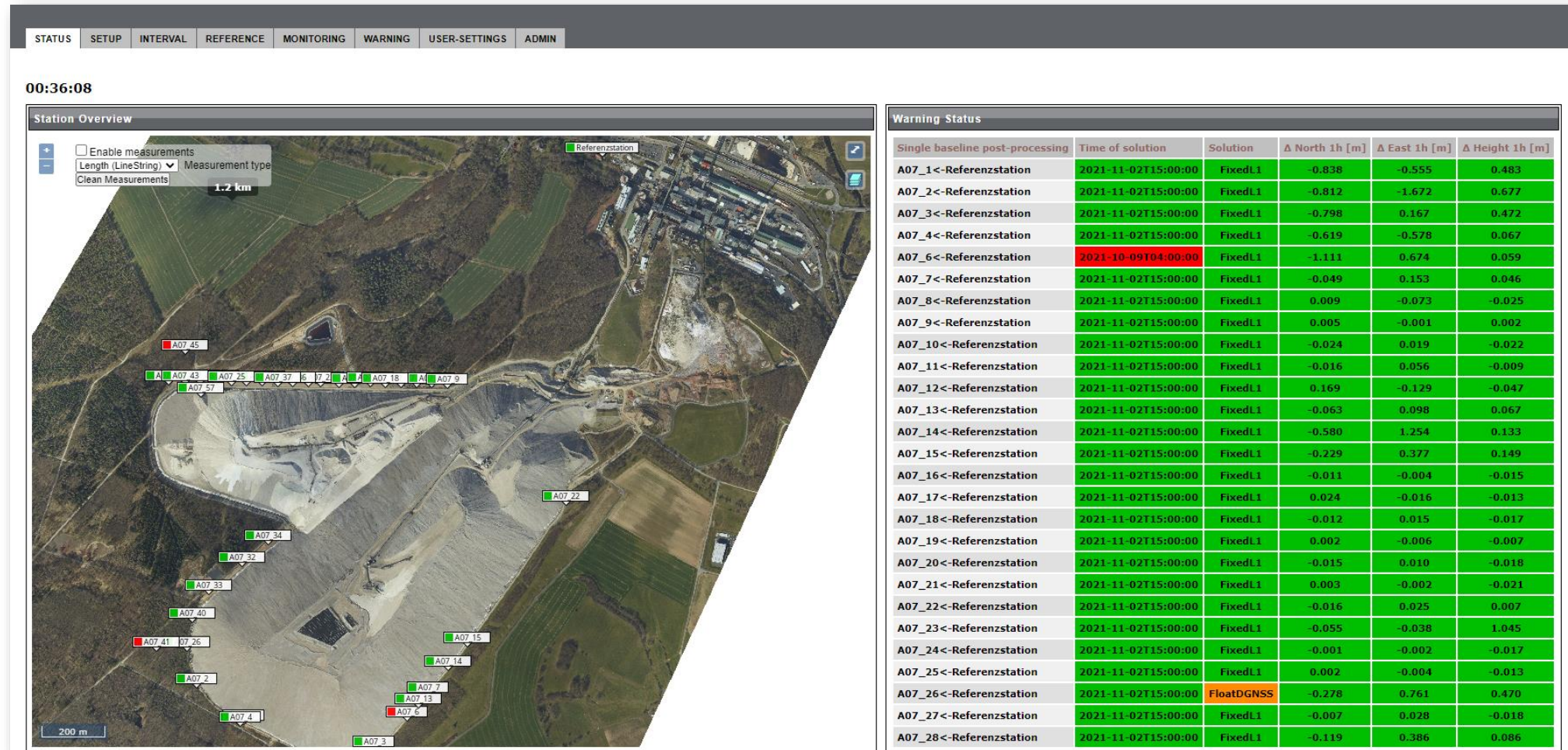
- **Külszíni barnakőszén bányák (Németország)**
 - Az előre konfigurált A07-MON szenzor telepítése időjárásvédő dobozban az antenntartó rúdra szerelve
 - Monitorállomás: 5-100 x A07-MON
Referenciaállomás: 1-2 x A07-MON vagy geodéziai GNSS vevő
 - Energiaellátás: 2 x 30 W napelem, külső akkumulátorok
 - Adatátvitel: fájlátvitel mobil interneten keresztül (1h)
 - Adatfeldolgozás: AMoS szolgáltatás

Referenciák:

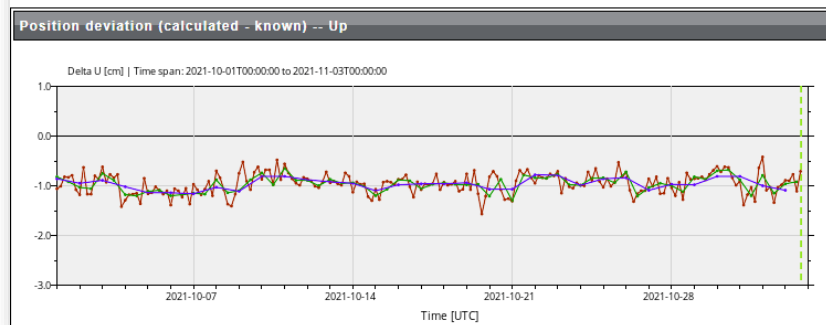
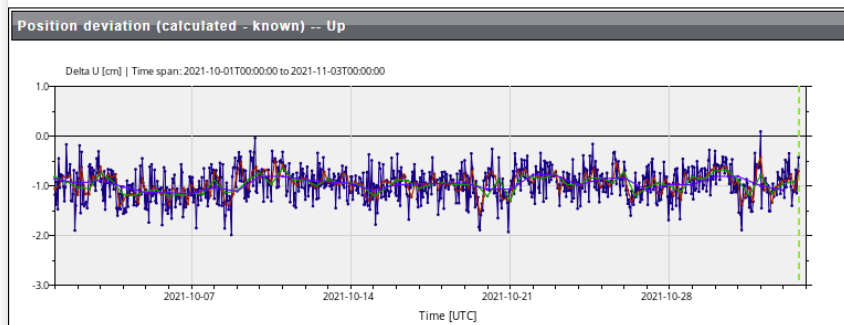
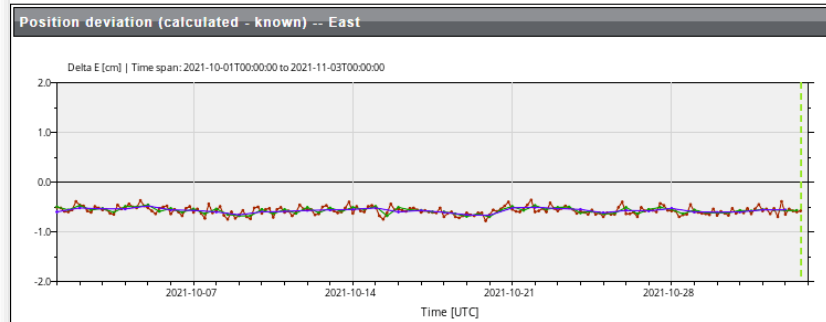
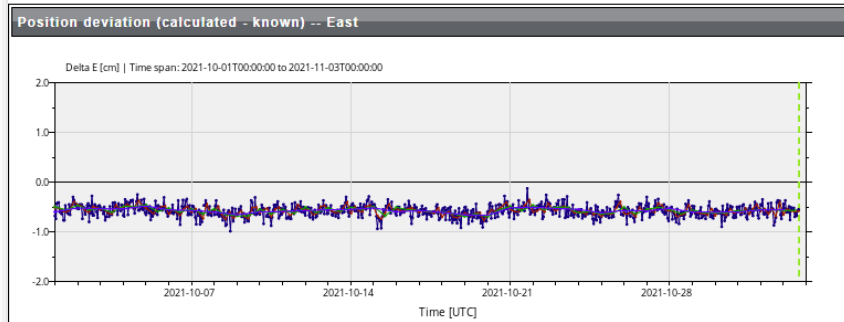
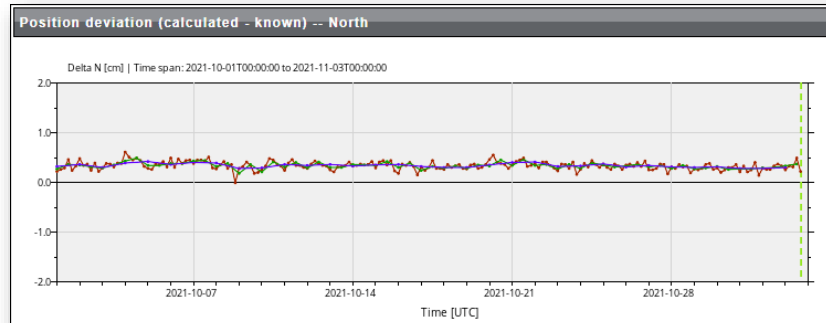
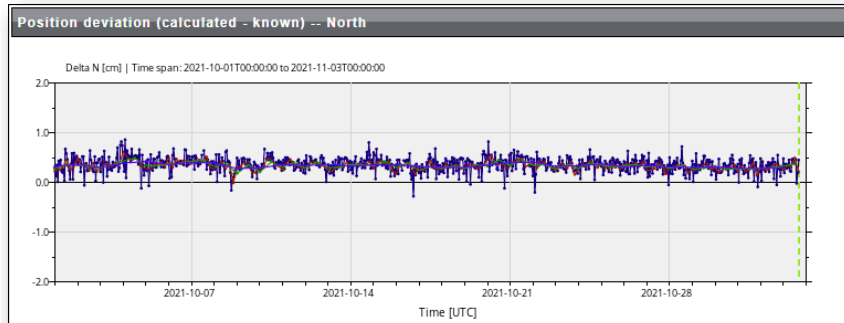


Példa: földcsuszamlás monitoring

Külszíni bánya Hessen tartományban – 63 db monitorállomás



Példa: földcsuszamlás monitoring

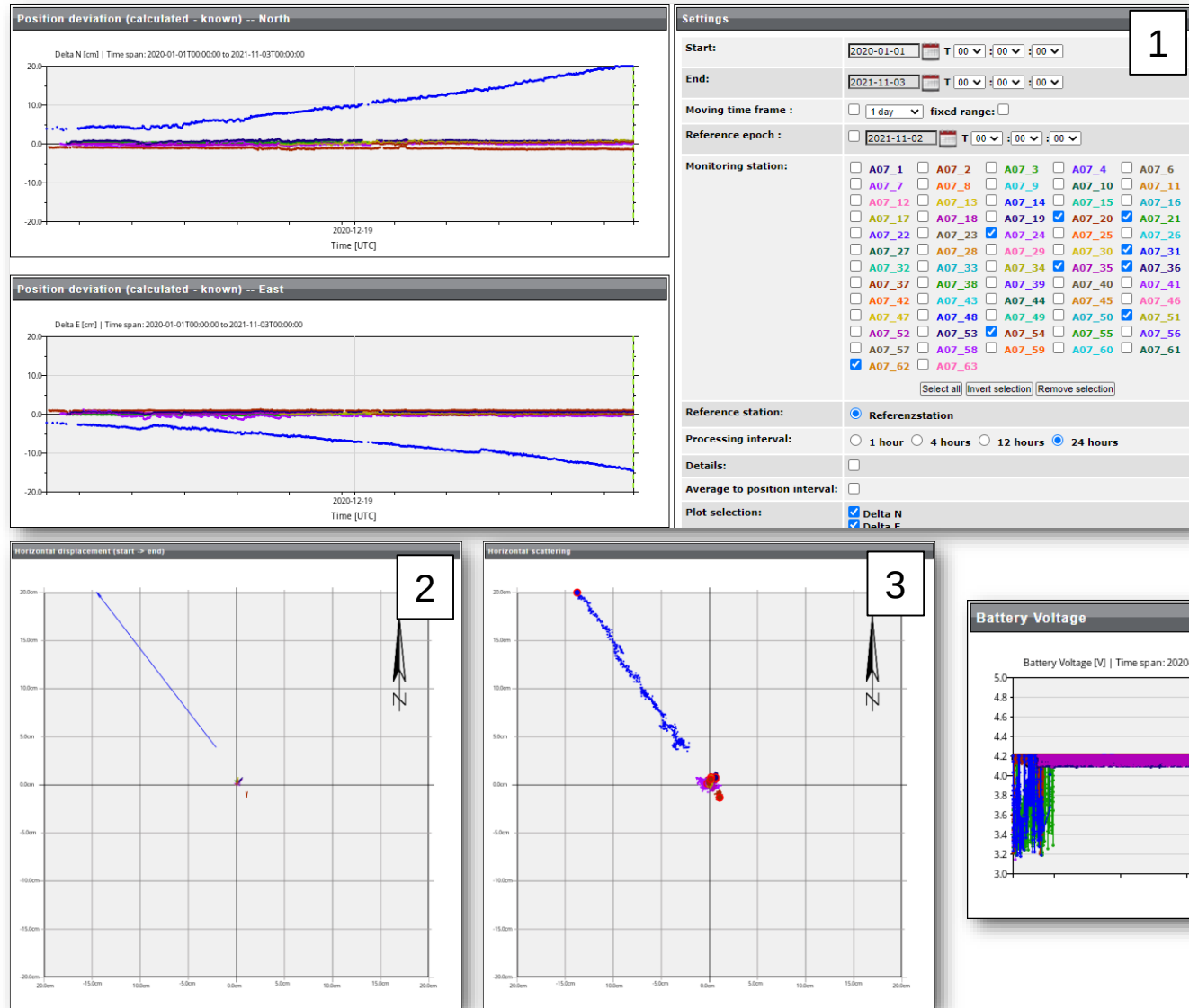


Az A07_19 szenzor
elmozdulása 1 hónap alatt

1 km-es vektor
y tengely: ± 2 cm

- 1 órás megoldás
- 4 órás megoldás
- 12 órás megoldás
- 24 órás megoldás

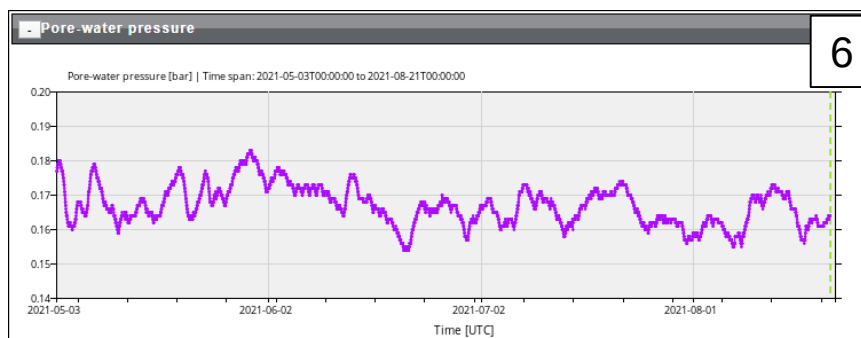
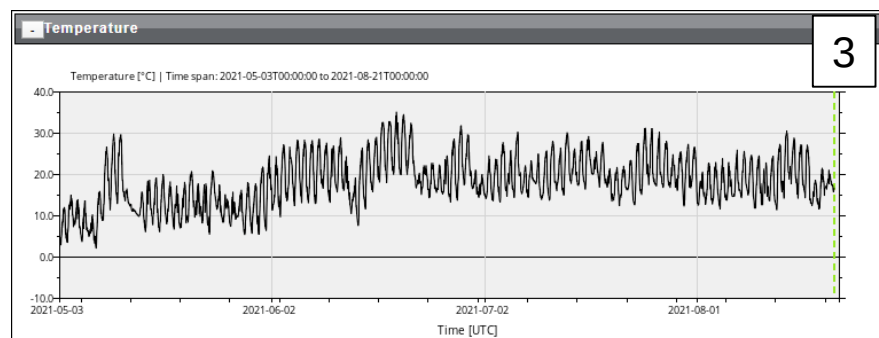
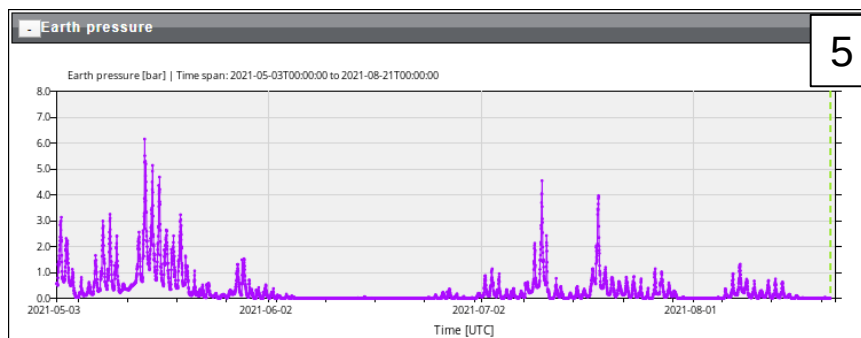
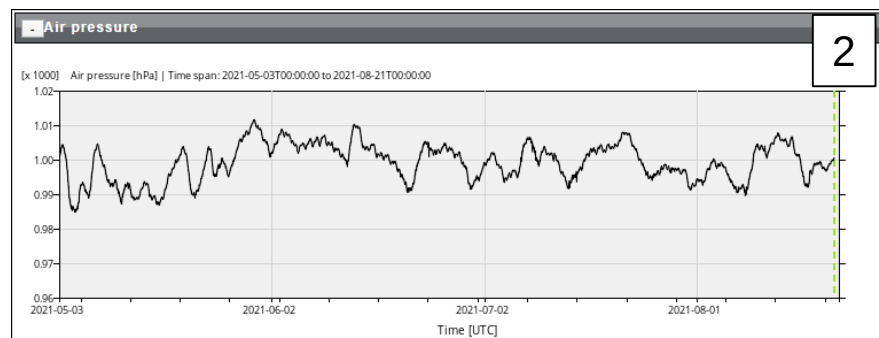
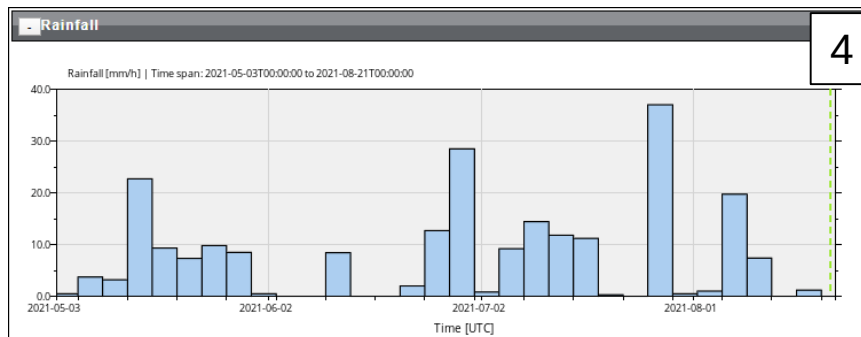
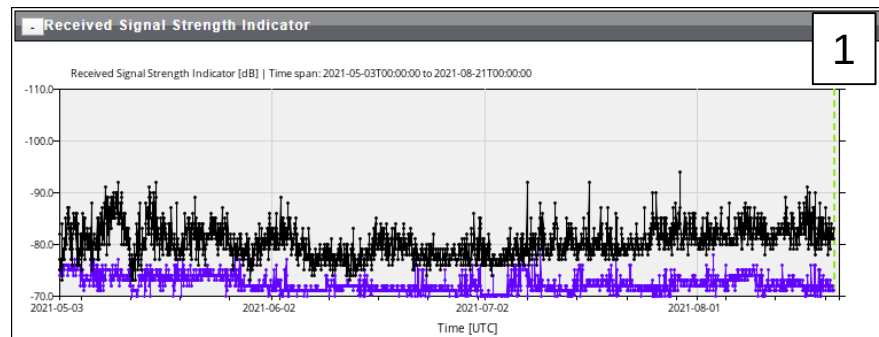
Példa: földcsuszamlás monitoring



Az A07_31 szenzor elmozdulása 2 év alatt

- 1: elmozdulás az É-D és K-Ny komponensekben
y tengely: ± 20 cm
- 2: vízszintes elmozdulás
- 3: vízszintes pozíció
- 4: akkumulátor töltöttség (napelemes táp)

Szerzor adatok



Szenzor adatok (3.5 hónap)

1: GSM jelerősség

2: légnyomás

3: hőmérséklet

4: csapadék

5: földnyomás

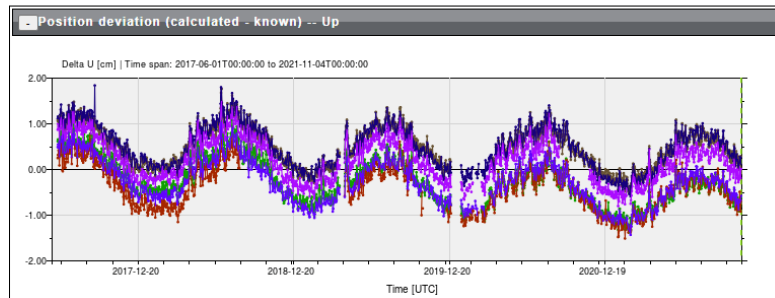
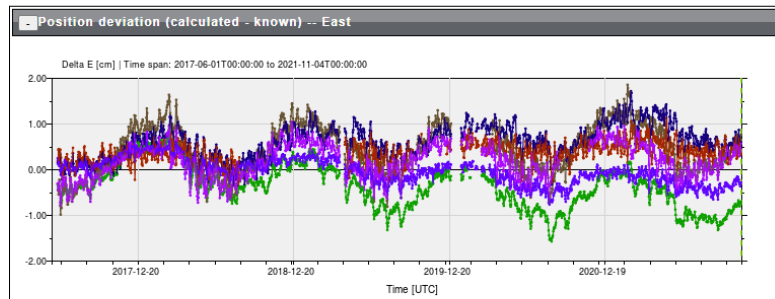
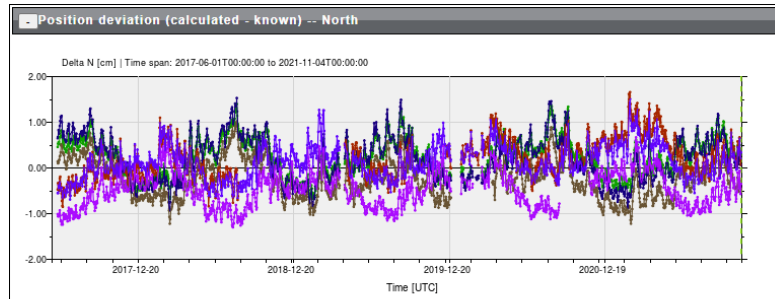
6: pórusvíznyomás

Példa: híd mozgásvizsgálata

- **Új Botlek híd Rotterdam mellett**
 - Mozgatható / emelhető híd, közúti és vasúti forgalommal
 - 6 db 64 m magas tartópillér mozgásvizsgálata utófeldolgozással, < 1 cm pontossággal
 - Monitorállomás: 6 x A07-MON a pilléreken
Referenciaállomás: 2 x A07-MON (a hídtól keletre és nyugatra)
 - Energiaellátás: 230 V elérhető a hídon
 - Adatátvitel: mobil internet
 - Adatfeldolgozás: AMoS szoftver felhasználói PC-n



Példa: híd mozgásvizsgálata



Settings

Start: 2017-06-01 T 00 : 00 : 00

End: 2021-11-04 T 00 : 00 : 00

Reference Epoch : 2016-06-17 T 09 : 00 : 00

Monitoring Station: ☒ P30-N ☒ P30-Z ☒ P40-N ☒ P40-Z ☒ P50-N ☒ P50-Z ☐ spare

Select all Invert selection Remove selection

Reference Station: ☒ R1 ☐ R2

Processing interval: ☐ 1 hours ☐ 4 hours ☐ 12 hours ☒ 24 hours

Details: ☐

Average to position interval: ☐

Plot Selection: ☒ Delta N ☒ Delta E ☒ Delta U ☐ Battery Voltage ☐ Horizontal displacement

Select all Invert selection Remove selection

North Scale: ☒ -2.00 [cm] to 2.00 [cm]

East Scale: ☒ -2.00 [cm] to 2.00 [cm]

Up Scale: ☒ -2.00 [cm] to 2.00 [cm]

Battery Voltage Scale: ☐ 0.00 [V] to 5.00 [V]

Autoscale: ☐

Ok pdf csv



Vizsgált pontok mozgása 4 év 5 hónap alatt

Vízszintes komponensek változása: ± 1.0 cm

Magasság változása: ± 1.5 cm

y tengely: ± 2 cm

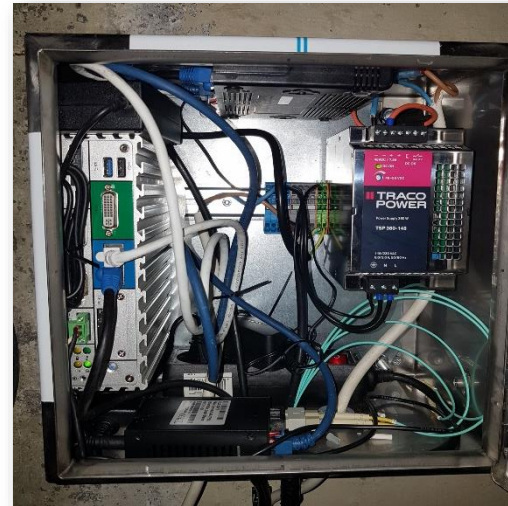
Példa: völgyzáró gát mozgásvizsgálata

- **MI-DAM projekt (2017-2020)**

- Kirgizisztáni vízerőmű gátkorona mozgásvizsgálata utófeldolgozással, < 1 cm pontossággal
- Monitorállomás: 13 x A07-MON
Referenciaállomás: 2 x A07-MON (a gát két oldalán)
- Energiaellátás: 48 V elérhető a gáton
- Adatátvitel: Ethernet (RS232 konverter)
- Adatfeldolgozás: AMoS szoftver ipari PC-n a gáton telepítve



A07-MON szenzor



Adatfeldolgozó számítógép

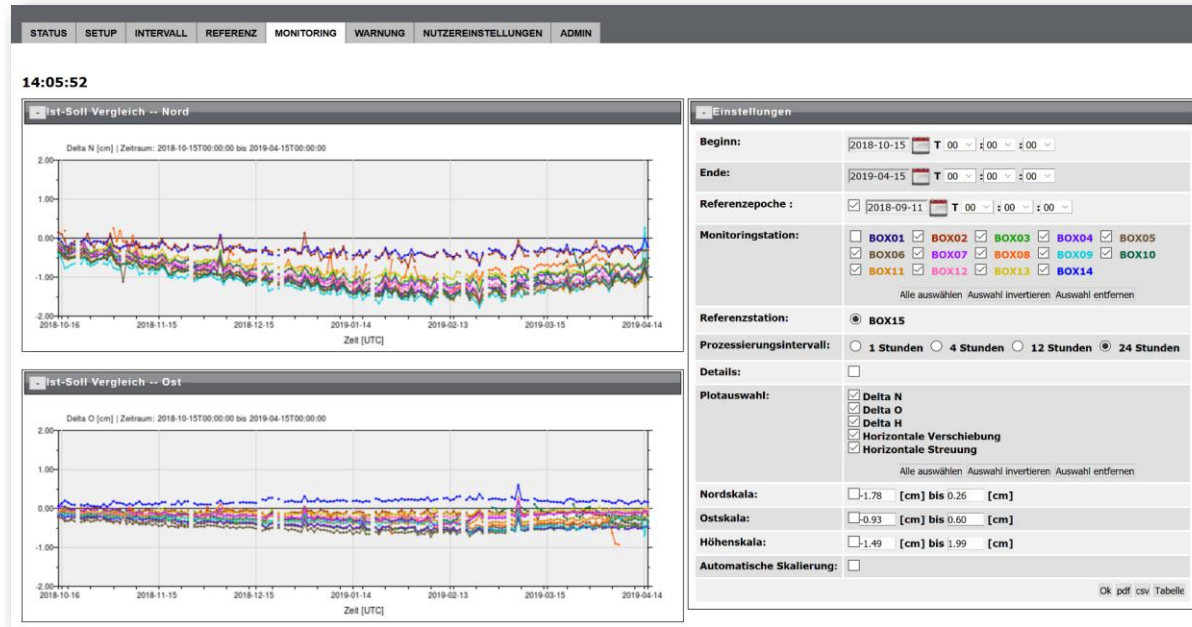


Kurpsai gát - fotó: Dr. Marco Pilz, GFZ Potsdam

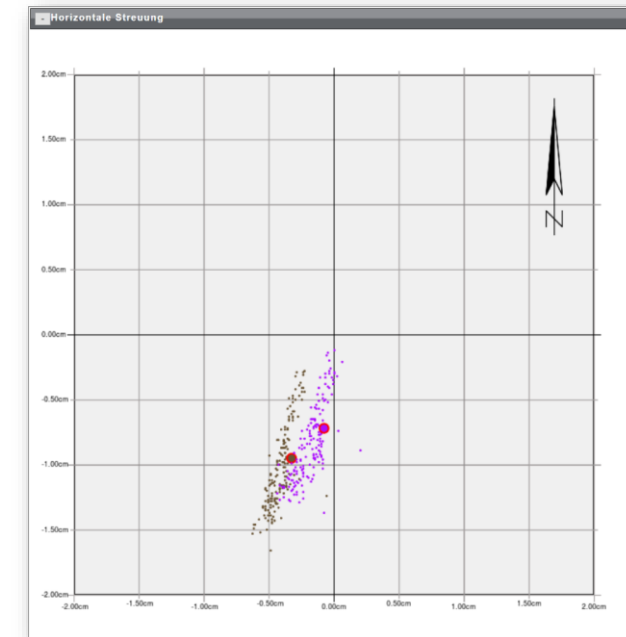


Példa: völgyzáró gát mozgásvizsgálata

- MI-DAM projekt (2017-2020)



É-i komponens változása 6 hónap alatt: $< 1.5 \text{ cm}$
y tengely: $\pm 2 \text{ cm}$



A 6-os és 7-es szenzorok vízszintes elmozdulása 6 hónap alatt

Példa: zagytározó gát mozgásvizsgálata

- **Tomigley aranybánya, NSW, Ausztrália**
 - Gátkorona mozgásvizsgálata utófeldolgozással és RTK-val
 - Monitorállomás: 7 x Emlid Reach RS2
 - Referenciaállomás: 1 x Emlid Reach RS2
 - Energiaellátás: napelemekkel
 - Adatátvitel: mobil internet
 - Adatfeldolgozás: AMoS szolgáltatás

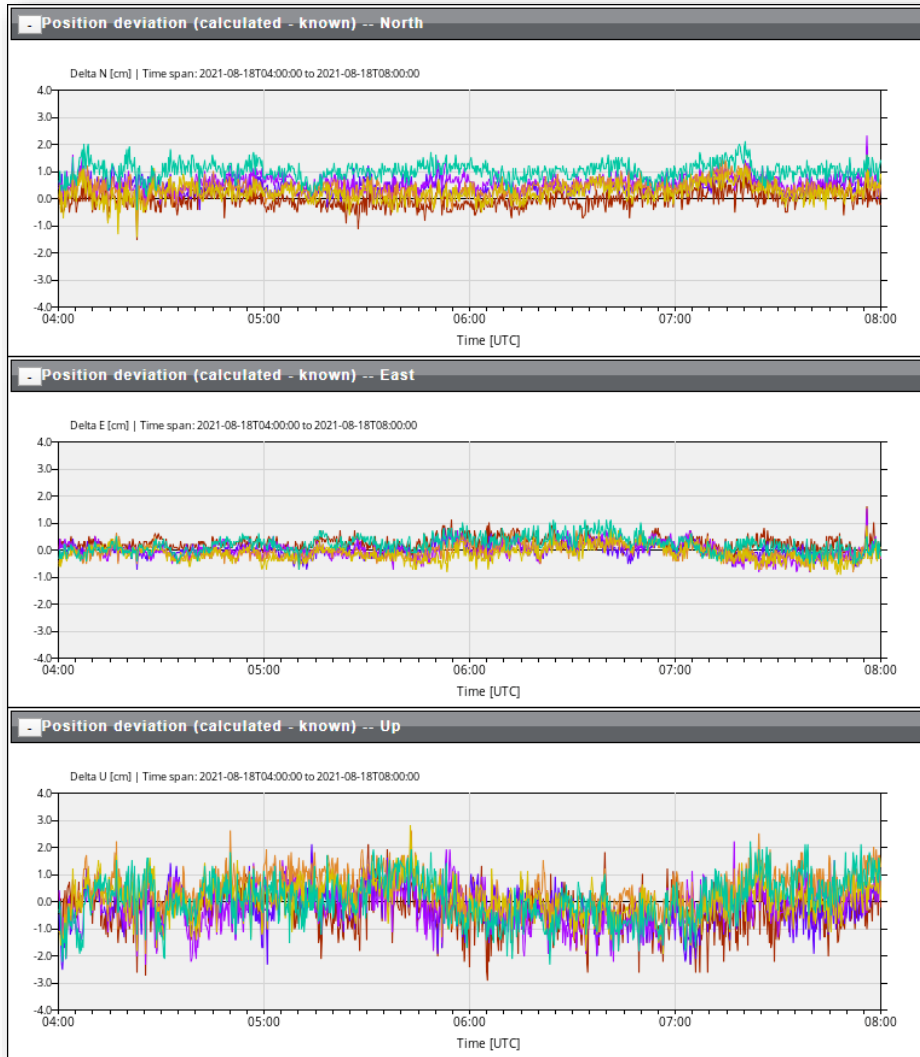


Példa: zagytározó gát mozgásvizsgálata

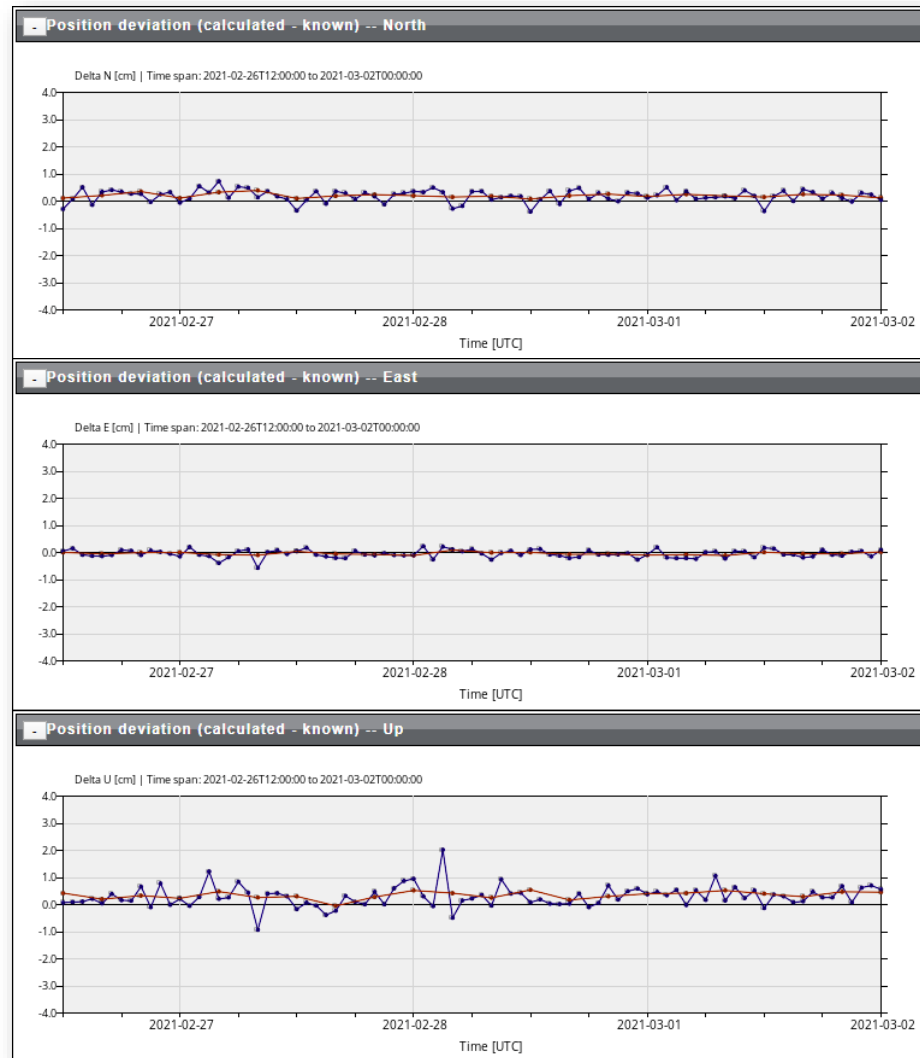
7 monitorállomás RTK pozíció meghatározása (4 órányi minta)

Pontossági adatok (a 7 monitorállomás átlaga):

	dN	dE	dU
Átlag [cm]	0.44	0.04	-0.02
Középhiba [cm]	0.30	0.27	0.73
RMS [cm]	0.57	0.30	0.77



Példa: zagytározó gát mozgásvizsgálata



A #7 szenzor közel valós-idejű utófeldolgozásának eredményei (3.5 napnyi minta)

Pontossági adatok:

	dN	dE	dU	
Átlag [cm]	0.19	-0.05	0.29	1h
Középhiba [cm]	0.22	0.14	0.39	
RMS [cm]	0.29	0.15	0.49	
	dN	dE	dU	
Átlag [cm]	0.20	-0.04	0.35	4h
Középhiba [cm]	0.08	0.05	0.14	
RMS [cm]	0.22	0.06	0.37	

Példa: zagytározó gát mozgásvizsgálata



A #7 szenzor közel valós-idejű utófeldolgozásának eredményei (3.5 napnyi minta)

Pontossági adatok:

	dN	dE	dU	
Átlag [cm]	0.19	-0.05	0.29	1h
Középhiba [cm]	0.22	0.14	0.39	
RMS [cm]	0.29	0.15	0.49	
	dN	dE	dU	
Átlag [cm]	0.20	-0.04	0.35	4h
Középhiba [cm]	0.08	0.05	0.14	
RMS [cm]	0.22	0.06	0.37	
	dN	dE	dU	
Átlag [cm]	0.20	-0.04	0.37	12h
Középhiba [cm]	0.05	0.04	0.08	
RMS [cm]	0.20	0.05	0.37	
	dN	dE	dU	
Átlag [cm]	0.20	-0.03	0.33	24h
Középhiba [cm]	0.03	0.02	0.04	
RMS [cm]	0.20	0.03	0.33	

aTonne – RTK vevővel felszerelt bója

- A belvízi utakon bekövetkező balesetek (hídnak ütközés) elkerülése érdekében pontos és naprakész vízállás adatokra van szükség
- Intelligens bójak használata vízszint meghatározásra
- Előnyök:
 - Telepítés a célterület közelében (hidak mellett)
 - Pontos függőleges és vízszintes pozíció meghatározás (bója sodródás)
 - Emberi beavatkozás mentes működés (IoT funkció)
 - Energiaellátás napelemekkel
 - Kétirányú adatátvitel (konfiguráció távoli elérésen keresztül)
 - AIS (Automatic Identification System) transzponderrel felszerelve
 - Lehetséges kiegészítő mérések: dőlés, áramlási sebesség, pH, stb.



Image: WSV

Alberding A07-RTK-M szenzor a bójában

- Több műhold konstellációt támogató, többfrekvenciás RTK GNSS modul
- u-blox ZED-F9P / NVS NV08C-RTK-M / Trimble MB-Two / Septentrio mosaic-X5
- Integrált processzor Alberding adatkezelő szoftverrel
- Integrált akkumulátor (napelemtől táplálva)
- Integrált 4G modem vezeték nélküli adatátvitelhez
- Külső GNSS antenna
- Dőlésérzékelő csatlakoztatva a GNSS vevőhöz
- RTK pozíciószámítás óránként
- SAPOS VRS korrekciók Ntrip-en keresztül
- Óránként 10 percre csatlakozik a vevő
- Pozíció- és állapotinformációk küldése a központi szerverre (akkumulátor feszültség, GSM térerősség, etc.)

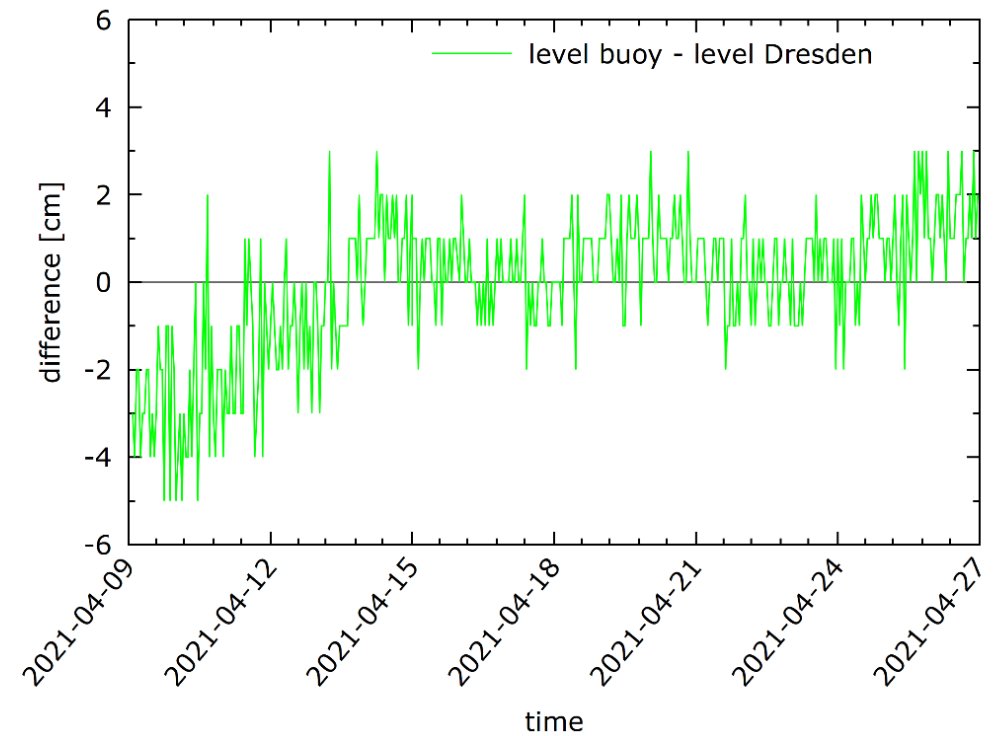
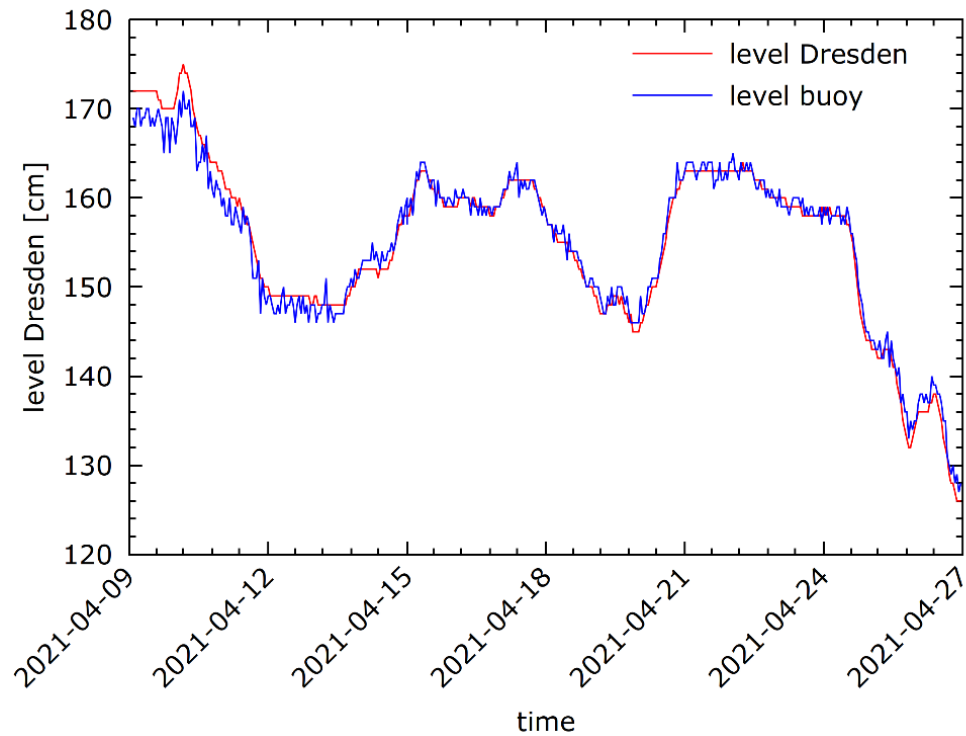


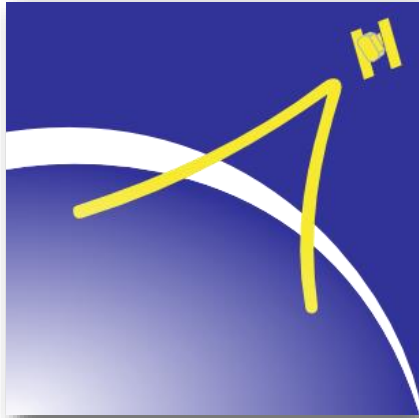
Images: WSV



A drezdai vízmérce és a bója vízszint összehasonlítása

- Időintervallum: 2021. április 9 – 27





Alberding GmbH

Ludwig-Witthöft-Straße 14
D-15745 Wildau, Németország

Tel: +49 3375 2519 800

Mobil: +49 151 1880 4899

Email: horvath@alberding.eu

Web: www.alberding.eu