

Prvi Real-Time Monitoring premikov in deformacij v Sloveniji

Milivoj VULIĆ
Andrej KOS
Matej NAGY
Mladen ŽARIĆ
Gregor BILBAN
Andrej BILBAN
Aleš LAMOT
Florjan SEDEJ
Janez ROŠER
Drago POTOČNIK
Vojkan JOVIČIĆ
Goran VIŽINTIN
Jože KORTNIK
Mihael RIBIČIČ

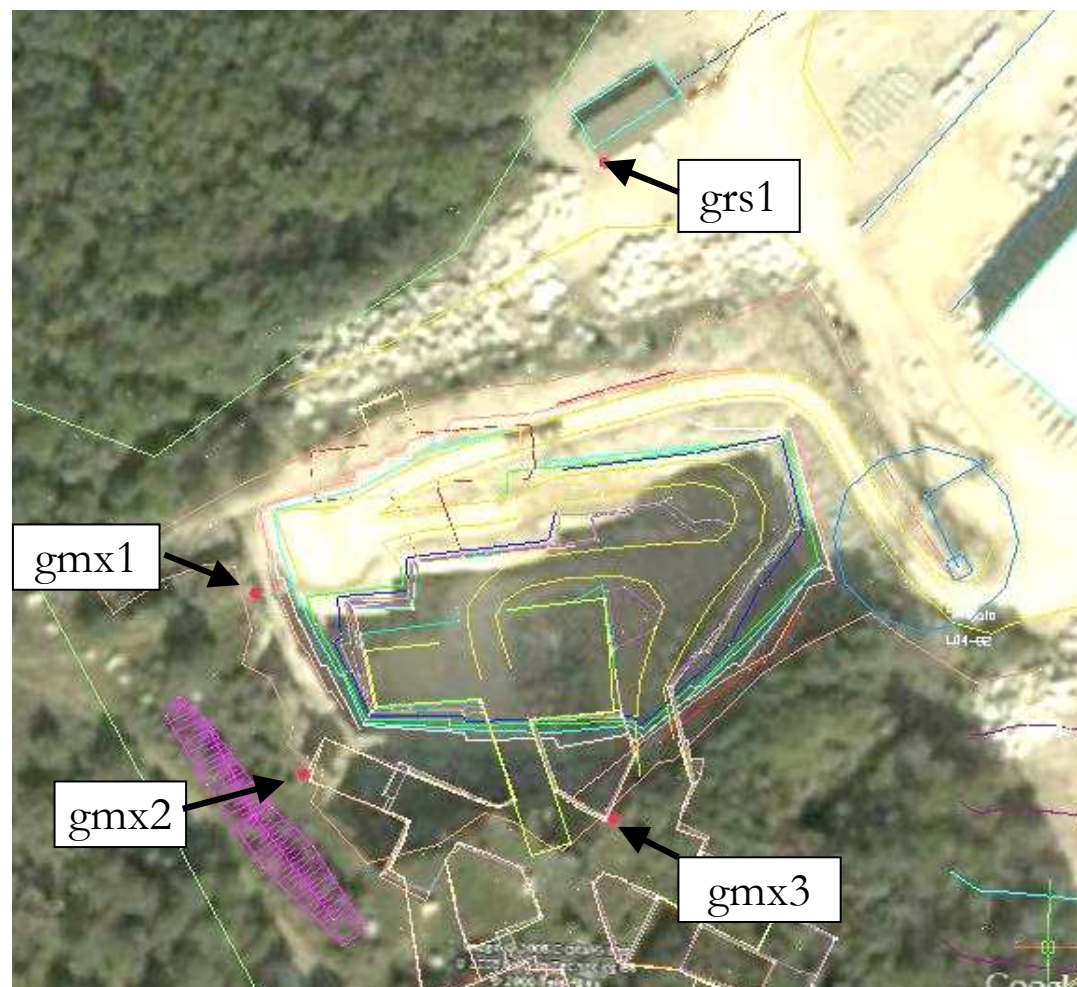


Uvod

- Namen:
 - ❑ Ugotavljanje **dogodkov, deformacij, premikov...**
 - ❑ Ugotavljanje v **realnem času**
 - ❑ Postprocesiranje zaradi ugotavljanja **korelacij**
 - ❑ Kreiranje **virtualnih senzorjev** katere uporabnik **potrebuje in razume**
- Prednost metode:
 - ❑ omogoča takojšnje **zaznavanje** dogodkov
 - ❑ omogoča takojšen **prikaz** podatkov
 - ❑ omogoča takojšnjo **analizo** dogodkov

Lokacija: sežanski Kras pri Lipici

MARMOR, Sežana d.d. - Kamnolom Lipica II



Značilnosti kraškega terena na območju kamnoloma



- kompaktna hribina (odkrivka in kompaktna kamnina) z veliko razpokami skozi katere pronica voda
- jame, kaverne
- zmrzovanje, erozija, temperaturno raztezanje
- nevarnosti so možni zdrsi klinov, lomljenje skal na robu izkopa in brežinah.

(na sliki razpoka nad izkopom)

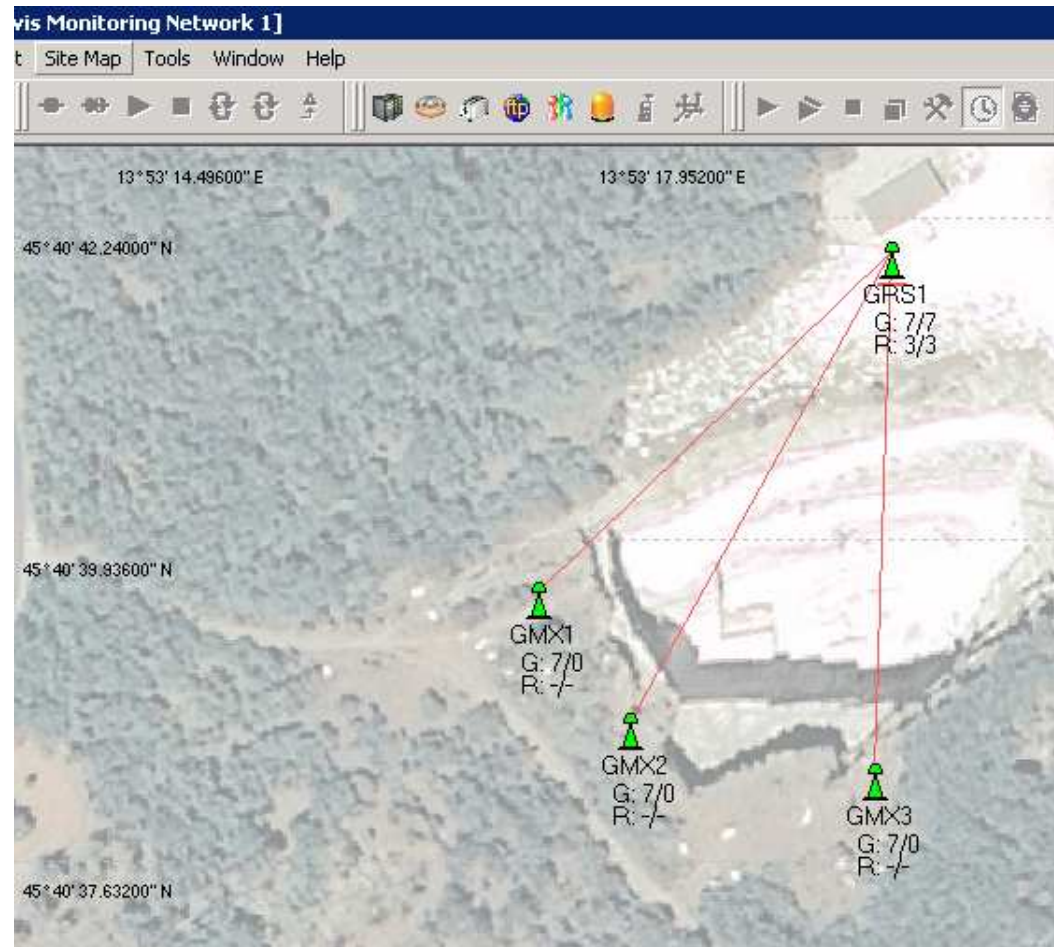
Namen postavitve sistema

- Ločeno merjenje dvoosne inklinacije x,y (v mRad)
- Spremljanje pomikov določenih območij terena x,y,z
- Zakaj?
 - Zaradi varnosti pri površinskem in podzemnem pridobivanju naravnega kamna ter vplivov podzemnega odkopavanja na okolje in površje.
 - Ker je možno takoj, kjerkoli se nahajamo zaznati spremembe ali dogajanje na terenu preko medmrežja.
 - Možno zaznati koreliranost z drugimi dogodki, ki se sočasno pojavljajo (dež, potresi, miniranje, temperaturno raztezanje)
 - Prikaz podatkov v relativno kratkem času (nekaj sekund)

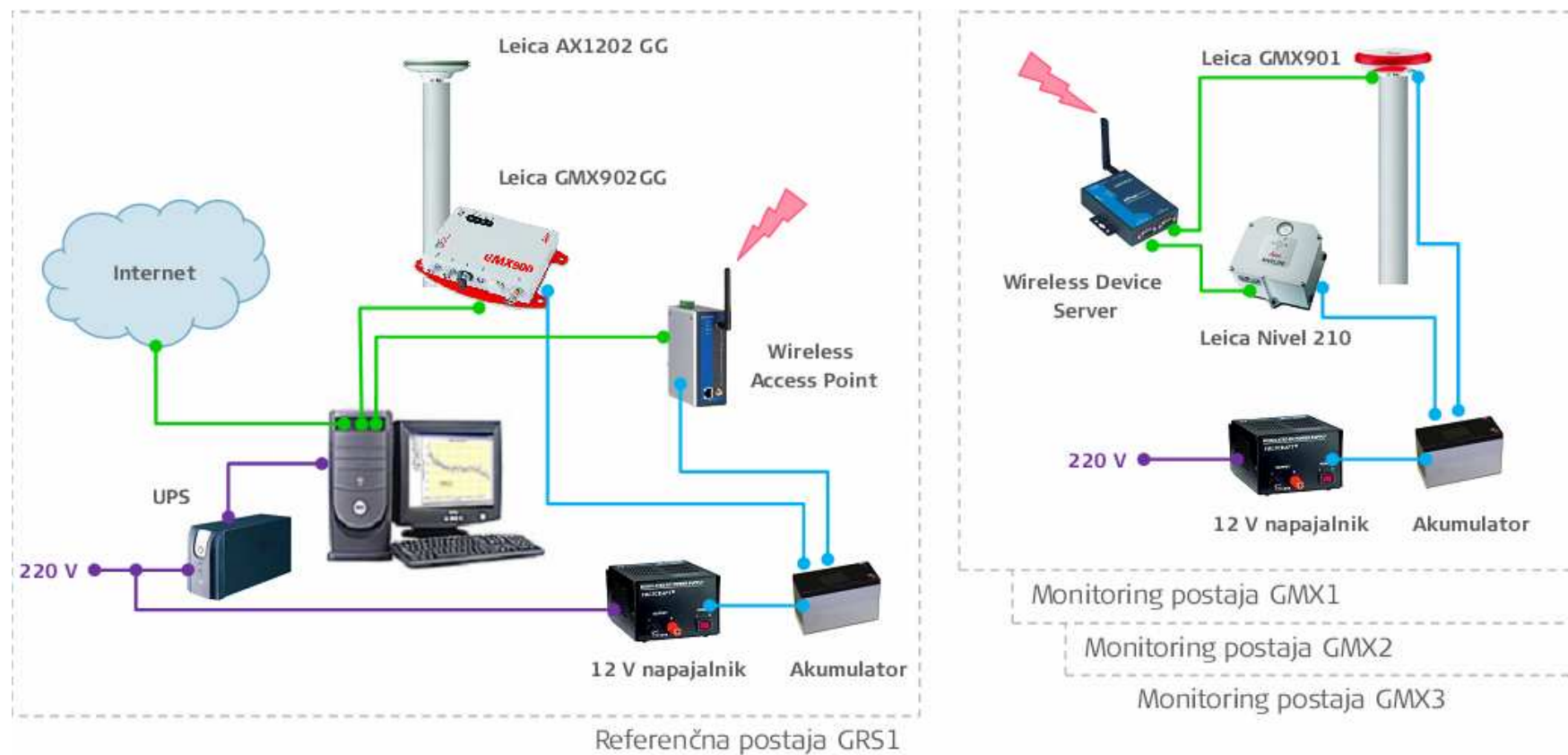


Metodologija

- Stabilna točka (GRS1-referenca) je uporabljena kot izhodišče vektorjev preko katerih se določajo koordinate opazovanih točk (GMX1- 3)
- Sprememba smeri ali dolžine vektorja pomeni premik merjene točke



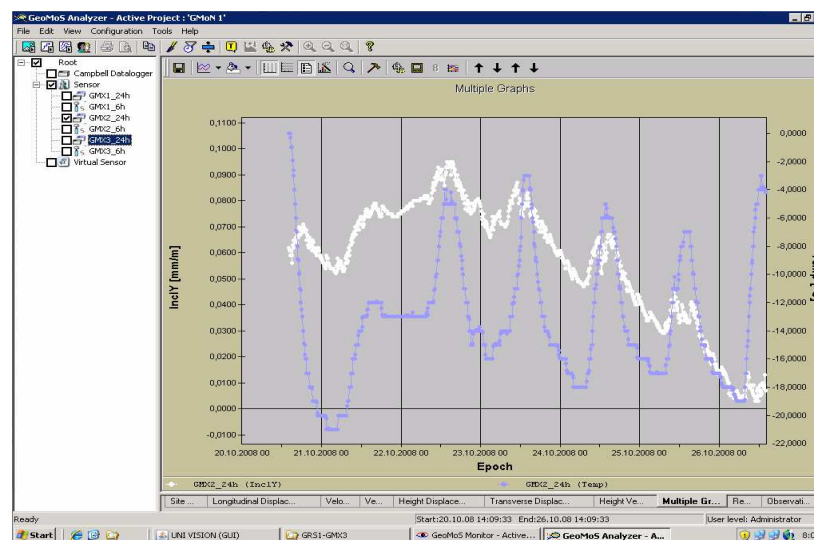
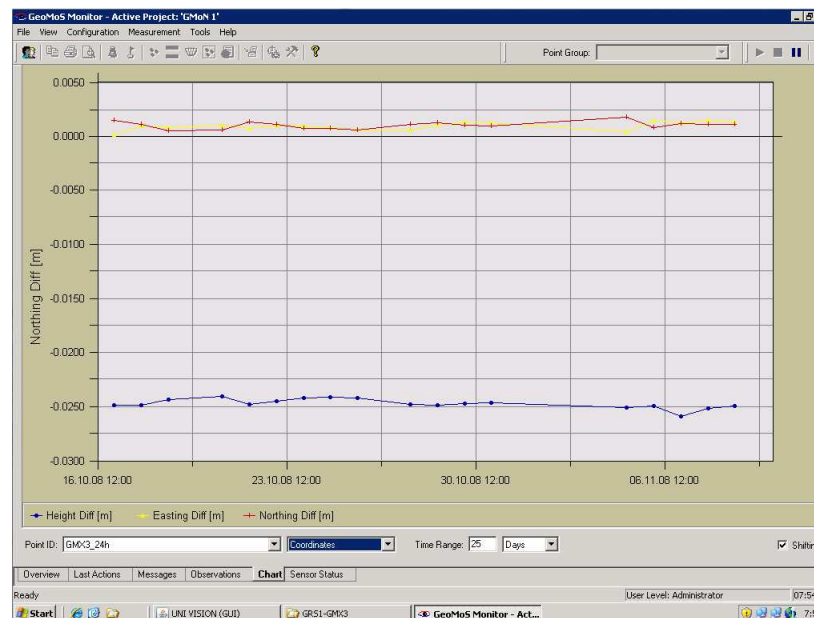
Oprema in komunikacijska mreža



Programska oprema

■ Leica GeoMoS

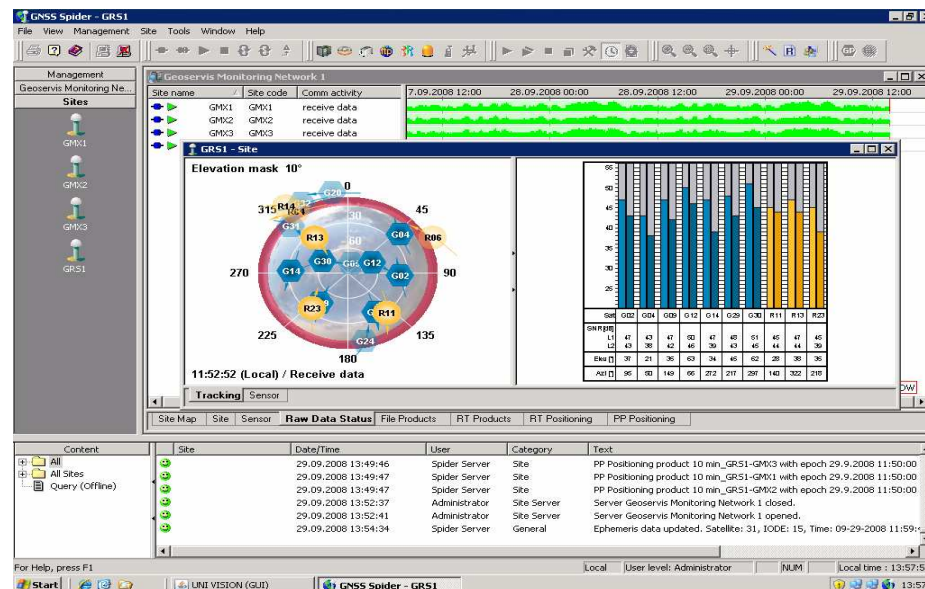
- omogoča upravljanje, konfiguriranje, zbiranje podatkov iz Spiderja in Nivelov,
- in obdelavo iz različnih senzorjev:
 - geometričnih (samodejni tahimetri, GPS/GNSS sprejemniki, digitalni nivelirji), geotehniških senzorjev (senzor nagiba) in temperatur
- podatke spremlja, shranjuje in prezentira.



Programska oprema

■ Leica GNSS Spider

- ❑ GPS/GNSS senzorji,
- ❑ zbiranje in distribucija podatkov,
 - obdelavo GPS meritev opazovanih točk in referenčne točke,
- ❑ nastopa v vlogi senzorja, ki na svojem izhodu podaja koordinate točk GMX1-3 glede na referenčno točko GRS1,
 - računa koordinate v realnem času
- ❑ naknadna obdelava opazovanj,
- ❑ interval opazovanj nastavljev
 - 24 urni interval za doseg najvišje natančnosti
 - 10min., 30min., 1h, 12h, 24h.

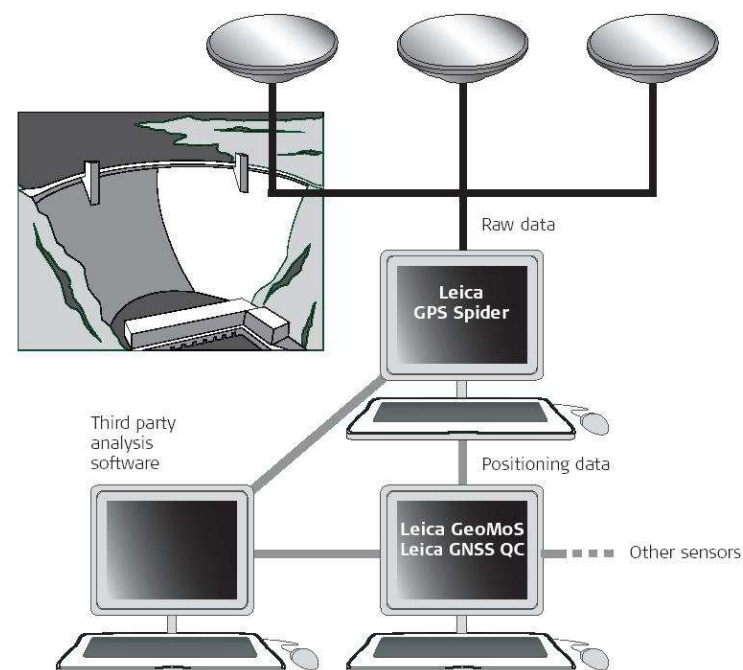


Site	Date/Time	User	Category	Text
GRS1	29.09.2008 13:49:46	Spider Server	Site	PP Positioning product 10 min_GRS1-GMX3 with epoch 29.9.2008 11:50:00
GRS1	29.09.2008 13:49:47	Spider Server	Site	PP Positioning product 10 min_GRS1-GMX1 with epoch 29.9.2008 11:50:00
GRS1	29.09.2008 13:49:47	Spider Server	Site	PP Positioning product 10 min_GRS1-GMX2 with epoch 29.9.2008 11:50:00
GRS1	29.09.2008 13:52:37	Administrator	Site Server	Server Geoservis Monitoring Network 1 closed.
GRS1	29.09.2008 13:52:41	Administrator	Site Server	Server Geoservis Monitoring Network 1 opened.
GRS1	29.09.2008 13:54:34	Spider Server	General	Ephemeris data updated. Satellite: 31, IODE: 15, Time: 09-29-2008 11:59:...

Preliminarni rezultati in natančnost

- Odvisno je od pogostosti, časovnega intervala in sprejema signala iz satelitov. Vsakih 20 min na 24 h se lahko doseže 0.1 mm-0.4 mm, torej v najslabšem primeru bi se zaznal premik >1.2 mm z 99.73% verjetnostjo

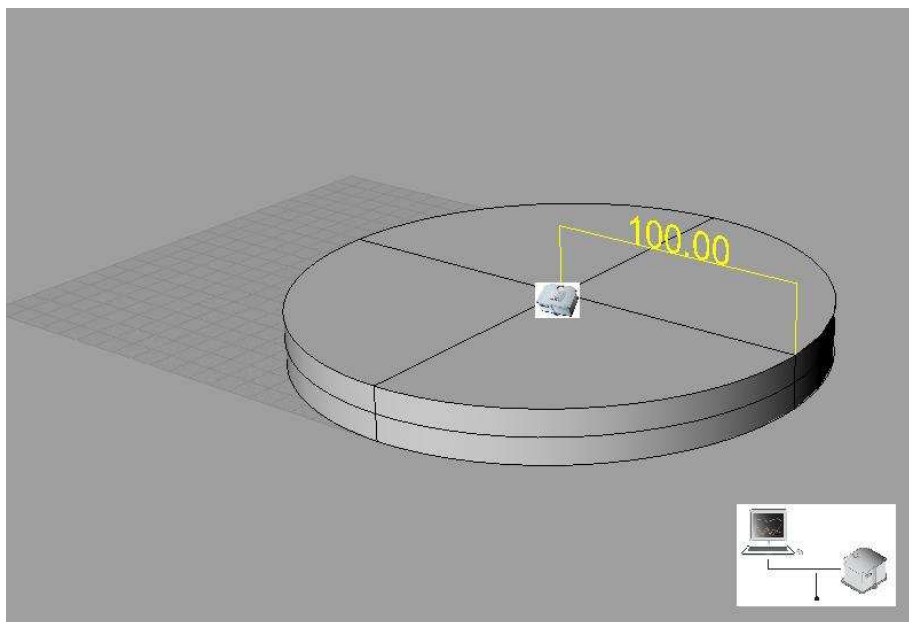
- Natančnost Leica GNSS Spider sistema:



2-frekvenčni sprejemnik	2D natančnost (95%)	Višinska natančnost (95%)
10 min	5.2mm	11.8mm
1 h	3.8mm	7.2mm
24 h	1.8mm	2.0mm

1-frekvenčni sprejemnik	2D natančnost (95%)	Višinska natančnost (95%)
10 min	7.2mm	12.4mm
1 h	3.8mm	7.0mm
24 h	2.2mm	1.8mm

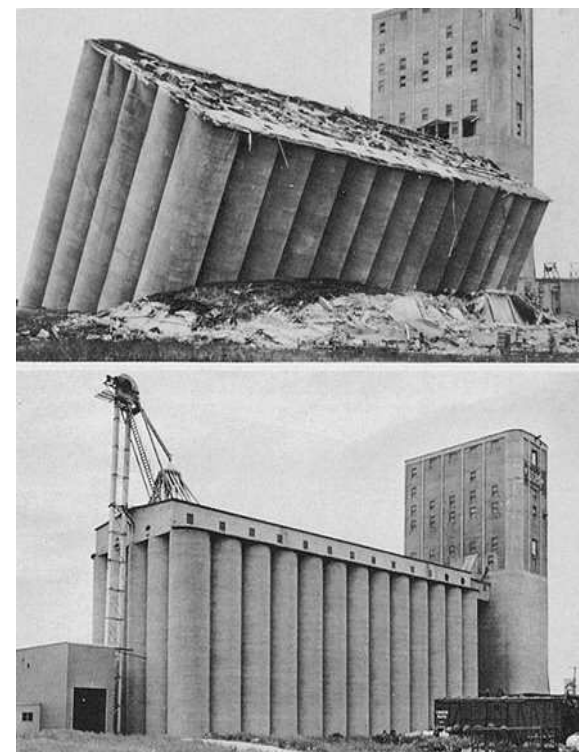
Natančnost nivela



			omočje zaznane deformacije >	
merilno območje	natančnost	natančnost	95%	99%
[mRad]	[mRad]	[mm/100m]	[mm/100m]	[mm/100m]
±1.51	±0.0047	±0.5	±0.9	±1.4
±2.51	±0.0141	±1.4	±2.8	±4.2
±3.00	±0.0471	±4.7	±9.4	±14.1

Uporaba sistema v geotehnologiji, rudarstvu in gradbeništvu

- Monitoring velikih objektov na slabo nosilnih tleh
- Opazovanje lezenja in plazenja hribinskih gmot
- Spremljanje obnašanja objektov in hribinskih gmot med miniranjem



Uporaba sistema v geoznanosti



- Spremljanje premikov določenih točk pri objektih med obremenitvami.
- Opazovanje brežin okrog večjih izkopov
- Določanje pomikov in posedanja pri gradnji ali postavljanju velikih temeljev in objektov
- Monitoring površja nad vsakršnim podzemnim kopom ali gradnjo podzemnega prostora.

Zaključek

- Po preliminarnih rezultatih sodeč se je metoda izkazala za boljšo od danih podatkov natančnosti, ki jih je dal proizvajalec (Leica)
 - GNSS položaj >**1.2mm** (99.73%)
 - Nivel ima še boljšo natančnost
- Cena v primerjavi z klasičnimi pristopi je ugodnejša
 - Kvantitativno
 - več podatkov, kot je sploh lahko dosegljivo s klasiko
 - Kvalitativno
 - omogoča virtualne senzorje
 - alarmiranja
 - takojšnjo obdelavo podatkov ter dostop do teh
- Praktično zvezno v času
- Prilagodljivo različnim potrebam različnih uporabnikov
- **Preliminarni rezultati** kažejo, da je **metoda uporabna**, za **monitoring**
 - v zimskem času s to metodo lahko opazujemo spremembe na površini vplivnega območja kamnoloma.