

3D LÉZERSZKENNELÉS ALKALMAZÁSA GSM TORNYOK STATIKAI VIZSGÁLATÁBAN

Szerkezeti elmozdulások térbeli analízise távközlési tornyokon Riegl VZ-600i-vel végzett felmérés alapján

Kriston Roland | 06-30/200-7034 | kriston.roland@gmail.com

Riegl VZ-600i



Elméleti háttér

A 3D lézerszkennelés szerepe a GSM tornyok statikai vizsgálatában

A távközlési tornyok folyamatos működése és statikai állékonyasága kritikus jelentőségű a mobilkommunikációs és rádiós hálózatok zavartalan üzemeltetéséhez. Az ilyen szerkezetek terhelés alatt bekövetkező deformációi, mint a dőlés, csavarodás és hajlás, valamint a stabilitást biztosító feszítősodronyok viselkedése, kiemelt figyelmet érdemel.

Nagy magasságú szerkezeteknél a torony tengelyétől való kis mértékű eltérés is komoly hatással lehet a terheléeloszlásra. A hagyományos mérési módszerekkel nehezen kivitelezhető a térbeli alakváltozások nagy felbontású, pontos detektálása.

A 3D lézerszkennelés lehetővé teszi e statikai elváltozások térbeli, precíz és gyors dokumentálását, különösen a RIEGL VZ-600i eszköz segítségével, amely a mai piacon az egyik legfejlettebb földi lézerszkennerek, különösen alkalmas nagy magasságú objektumok pontos dokumentálására és térbeli viselkedésük követésére.

Kutatási kérdések, hipotézisek

Vizsgálati célok és feltételezések

A vizsgálat célja annak meghatározása volt, hogy a Fehérgyarmat/Penyige településen található 215 m magas TV-URH gerincadó állomás szerkezete miként reagál a különböző időjárási viszonyokra.

Fő kutatási kérdések:

- Kimutathatók-e dőlés, hajlás és csavarodás a torony szerkezetében?
- Mérhető-e különbség a feszítősodronyok viselkedésében szélirány szerint?
- Képes-e a sodronyok belógásának és feszülésének pontos térbeli analízisére?

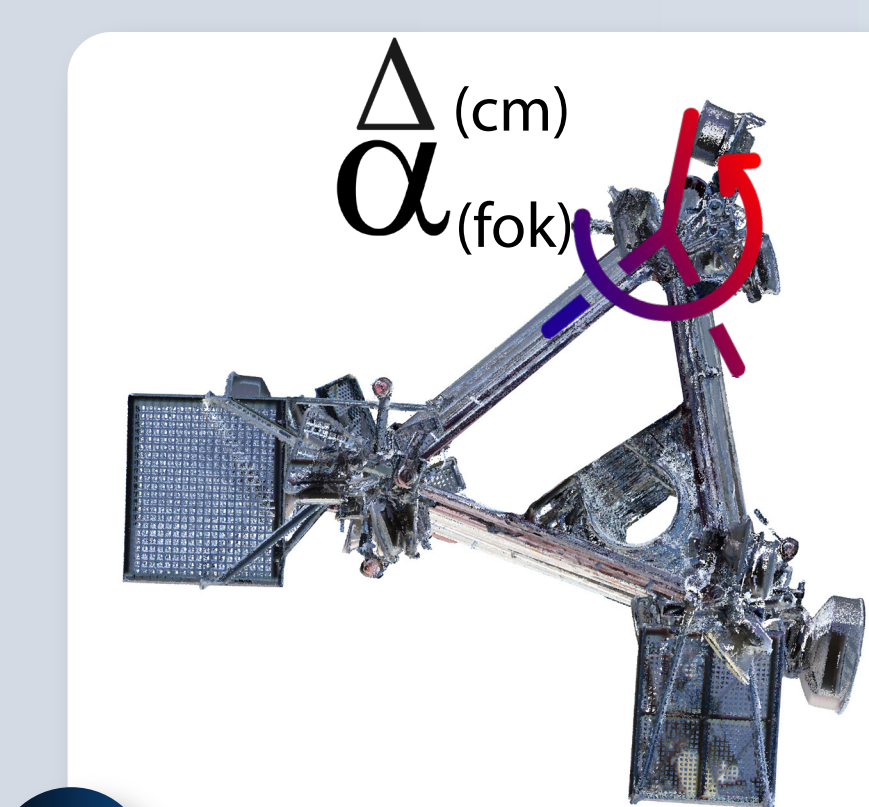
Hipotézis:

A Riegl VZ-600i lézerszkennerekkel végzett többszöri mérés alkalmas arra, hogy nagy pontossággal kimutathatóvá váljanak a torony szerkezeti deformációi és a sodronyfeszülések különbségei változó időjárási viszonyok mellett.

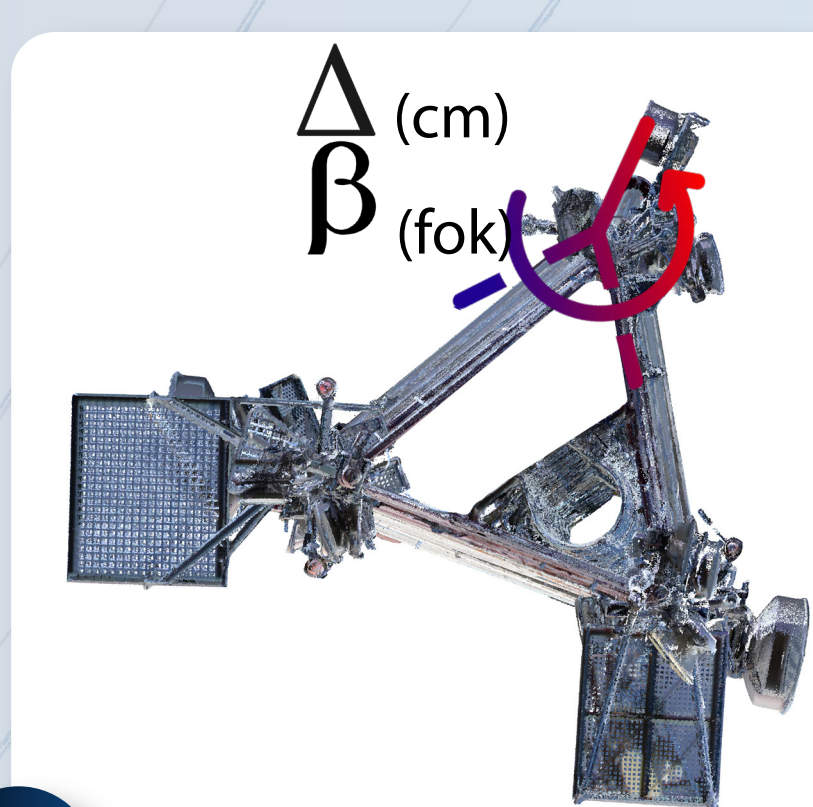
Elmozdulás - és csavarodásvizsgálat

Elmozdulás- és csavarodásanalízis 51–195 m magasság között, változó szélterhelés mellett

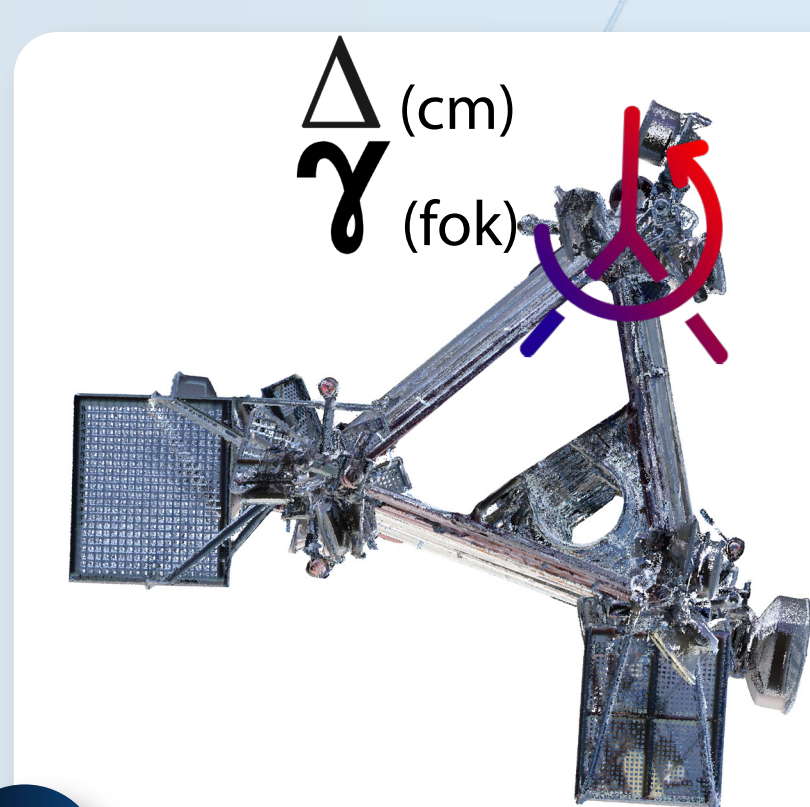
A torony négy különböző feszítési magasságán (51-106-160-197 m) vizsgáltuk a háromszög alapú gúla mindhárom tartóoszlopának térbeli elmozdulásait és csavaradási értékeit. A mérések különböző időjárási viszonyok és változó szél erősségek mellett történtek, lehetővé téve a szerkezet viselkedésének részletes analízisét dinamikus terhelési körülmények között.



T1' csavarodás és elmozdulás



T2' csavarodás és elmozdulás



T3' csavarodás és elmozdulás

A mérések eredményei rámutattak, hogy az acélszerkezet viselkedése a különböző feszítési szinteken (51-106-160-195 m) eltérő dinamikájú az aktuális környezeti terhelések (szélnyomás, hőmérsékleti gradiens) függvényében. Az elmozdulások és csavarodások értékei a legtöbb feszítési magasságon jól definiálható, szűk tartományon belül maradtak, azonban a 160 méteres feszítési zónában egy markáns anomáliát észleltünk. A három feszítési irány közül az egyik esetében szignifikánsan nagyobb térbeli elmozdulás (transzláció) és torziós deformáció (csavarodás) volt mérhető, amely meghaladta a többi irányban tapasztalt értékeket, és eltért a szerkezetre jellemző átlagos dinamikus válaszoktól. Ez az eltérés potenciális lokális gyengülésre, illetve feszítetlenségre utalhatott az adott sodrony esetében.

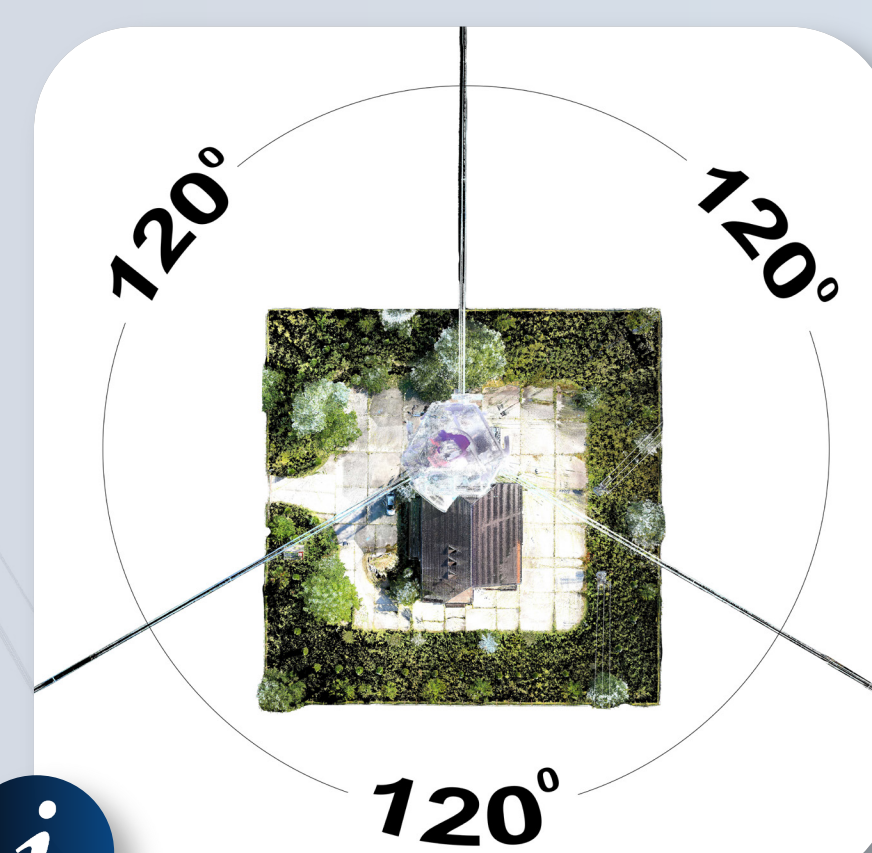


Vizsgált objektum

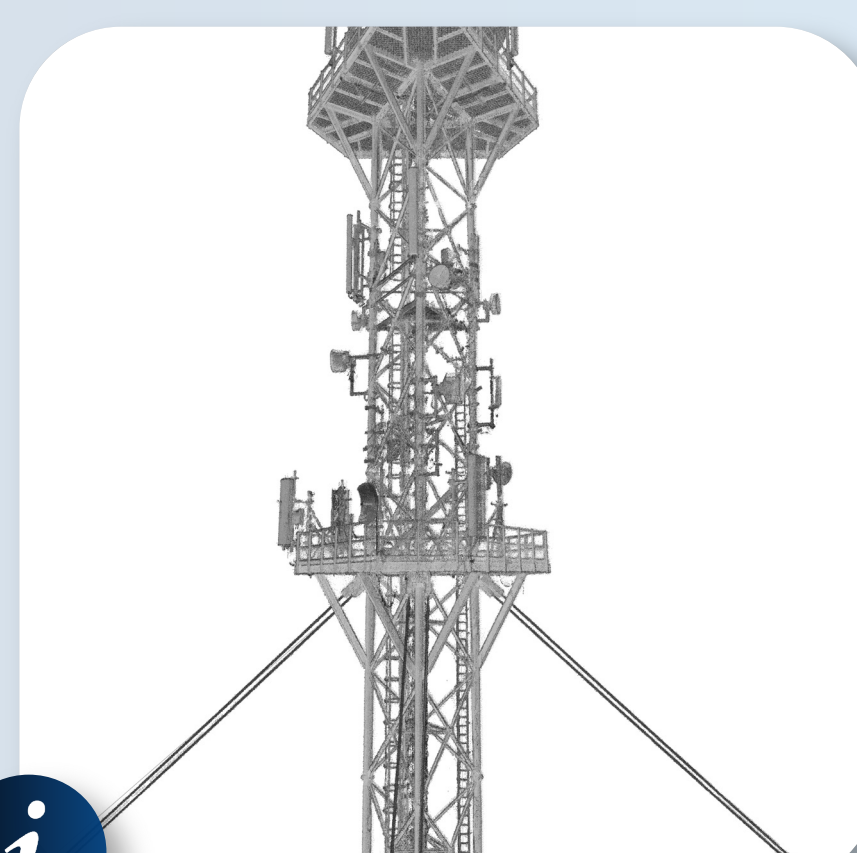
Fehérgyarmat/Penyige TV-URH gerincadó állomás

- Helyszín: Fehérgyarmat (47° 59' 56" É, 22° 35' 12" K)
- Magasság: 215 m
- Típus: Rácsos/csöves acéltorony, horganyzott kivitel
- Építés éve: 1992
- Funkció: GSM mobilhálózati átjátszó és analóg rádióadó
- Üzemeltető: Antenna Hungária Zrt.

A torony működése során statikailag terhelte szerkezet, melyet acélsodronyok feszítése stabilizál. E feszítősodronyok a különböző magasságú feszítési pontokon kapcsolódnak a talajhoz.



24 db feszítőkábel
120 fokos feszítőirányok



Az 51 m magasságban
lévő podeszmagasság

Módszerek

Empirikus vizsgálat: szkennelési stratégia és mérési körülmények

A torony mérése 47 különböző pozícióból történt, ebből 25 közvetlenül a szerkezet körül, míg a többi 450–550 méteres távolságban került felvételre a felsőbb részek pontos megfigyelhetősége érdekében.

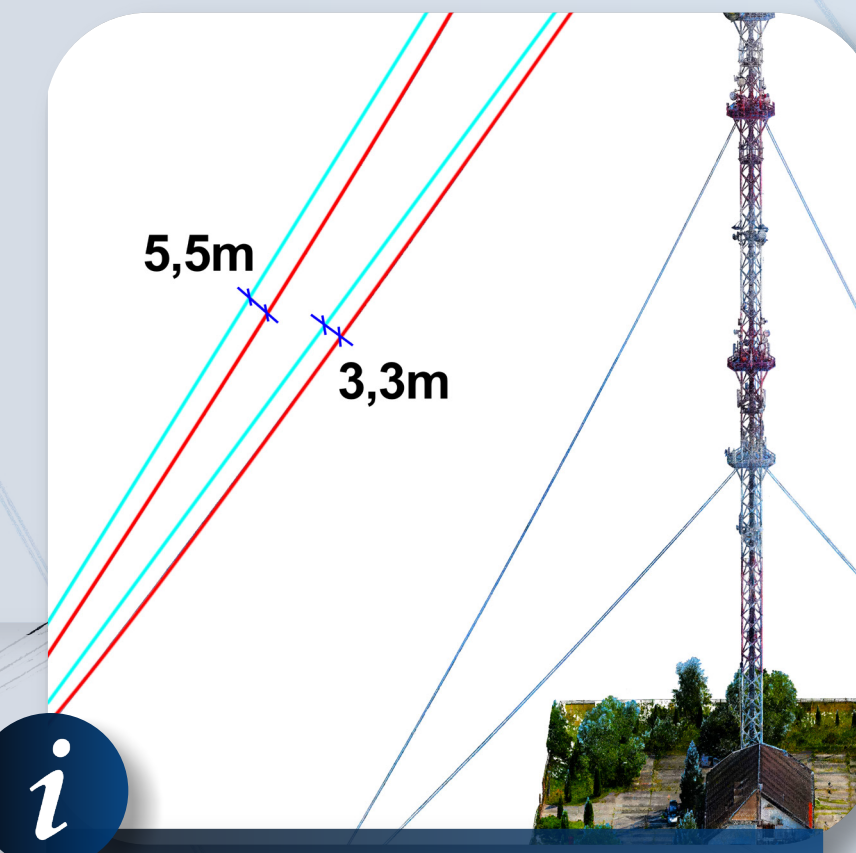
A szkennelések több napszakban és eltérő időjárási körülmények között történtek, különösen figyelembe véve a szélirány és szélesség változását. A torony 24 darab acélsodronnyal van kifestve négy különböző magassági szinten (51 m, 106 m, 160 m, 197 m), ezek elmozdulásait és feszültségi állapotait is vizsgáltuk.

A feldolgozás során a pontfelhő-alapú összehasonlítási módszerekkel meghatároztuk a szerkezeti elmozdulásokat, belógási értékeket és szögbeli eltéréseket.

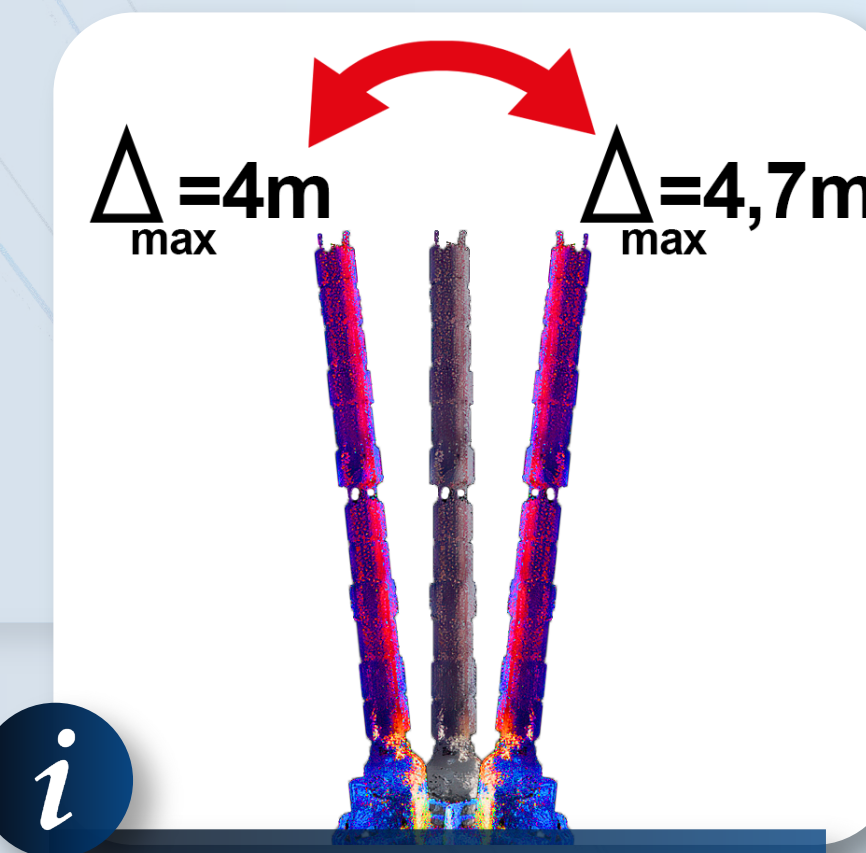
Elmozdulás és belógás vizsgálat

Elmozdulási értékek, változó szélterhelés és hőmérsékletek mellett

A vizsgálatok során a feszítő acélsodronyok dinamikus viselkedését is értékeltük, különös tekintettel a belógási értékekre.



acélsodronyok belógása



torony kilengése 215 m-en

A mért adatok alapján a sodronyok maximális belógása 3,3–5,5 méter között változott, amely szoros összefüggést mutatott az aktuális szélterhelés mértékével és irányával. A vizsgált toronyszerkezet csúcspontján, azaz 215,0 méteres magasságban végzett nagy távolságú referenciamérések alapján a teljes szerkezet horizontális irányú kilengése elérte a 4,0–4,7 métert. Ez az érték jól korrelál a szélirány szerinti sodronyok megfeszülésével, illetve az ellenirányú oldalon jelentkező belógással. A torony ilyen jellegű oldalkitérései dinamikus hatásként jelentkeznek, és megerősítik a szerkezet aerodinamikai érzékenységét magasabb szinteken.

Diszkusszió, következtetések

Technológiai hatékonyság és alkalmazási lehetőségek

A vizsgálat igazolta, hogy a Riegl VZ-600i lézerszkennerekkel végzett 3D térképezés rendkívül pontos és megbízható módszert kínál a távközlési tornyok szerkezeti diagnosztikájához. A mért adatok alapján még a legkisebb alakváltozások is észlelhetők, beleértve azokat is, amelyek rövid idő alatt, szélterhelés hatására keletkeznek dinamikus környezeti körülmények között. A technológia legnagyobb előnye a gyors és non-invazív adatgyűjtés, az objektum teljes szerkezetének komplex térbeli modellezése, valamint a precíz összehasonlító vizsgálatok lehetősége.

Következtetés

A 3D lézerszkennelés hatékony és precíziós alapú módszert kínál nemcsak az ilyen típusú, rácsos felépítésű távközlési tornyok vizsgálatára, hanem minden olyan magasépítmény esetében, ahol a szerkezeti stabilitás, a dinamikus deformációk és az időben változó terhelések nyomon követése alapvető fontosságú. A Riegl VZ-600i lézerszkennerek alkalmazása különösen előnyös, mivel lehetővé teszi a komplex geometriai viselkedések térbeli leképezését, az eltérések korai detektálását, és így kulcsszerepet játszik a megelőző diagnosztikában, a karbantartás tervezésében és az üzemeltetési biztonság növelésében.