

# Magyarország felszínmozgása 2014–2020

ORSZÁGOS MŰHOLDRADAROS  
MOZGÁSMONITOROZÁSI RENDSZER

KÉSZÍTETTE:  
GEO-SENTINEL

## Bevezető

- ☉ A Geo-Sentinel Kutató, Szolgáltató és Tanácsadó Kft. feltérképezte Magyarország felszínmozgásait, kifejlesztett egy országos mozgásmonitorozási rendszert és elkészítette hazánk első nagyfelbontású felszínmozgástérképét.
- ☉ Az adatbázis mintegy 12 millió helyen, átlagosan 100 különböző időpontból származó, közel másfél milliárdnyi mozgásadatot tartalmaz.
- ☉ Előállításához az európai Copernicus program Sentinel-1A és Sentinel-1B műholdjainak 2014 októbere és 2020 szeptembere közötti apertúraszintézises radarészleléseit dolgoztuk fel a legkorszerűbb, speciális interferometrikus módszerrel.
- ☉ Az országos felszínmozgástérképünk, a bemutatott példák és a mögöttes adatrendszer demonstrálja a műholdradaros mozgásvizsgálatban rejlő példátlanul hatékony és változatos mozgásvizsgálati lehetőségeket.
- ☉ Nagy pontosságú, nagy térbeli és időbeli felbontású eredményekkel segíteni lehet többek között az olyan emberi tevékenységhez köthető felszínmozgások detektálását, vizsgálatát és monitorozását, mint a vízkivétel, gáz- és olajkitermelés, mélyépítés, bányászati tevékenység és utóhatásai, vagy egyes nagyfontosságú létesítmények, valamint infrastruktúra-elemek sajátmozgása, deformációja. De természetes eredetű mozgások is vizsgálhatók, mint földcsuszamlás, talajcsúszás, természetes kompakció vagy akár erózió.

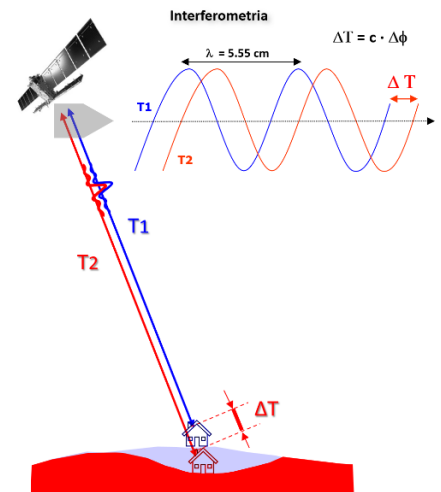
## Tartalom

☉ Bevezető	2
☉ A technológia rövid ismertetése	4
☉ Magyarország felszínmozgástérképe	6
☉ Alkalmazási példák	7
Városi régiók:	
☉ Budapest	8
☉ Debrecen	9
☉ Szeged	10
Bányászat:	
☉ Csincse – lignitbánya	11
☉ Borota – szénhidrogén	12
☉ Kiskunhalas – szénhidrogén	13
Infrastruktúra:	
☉ Felsőzsolca – M30 autópálya	14
☉ Pécs, Tetteyi romok – műemlékvédelem	15
☉ Dunakiliti – gátak, duzzasztóművek	16
Környezeti folyamatok:	
☉ Hernádbúd – artéri süllyedés	17
☉ Rácalmás – magaspart csúszás	18
☉ Összefoglalás, további fókuszált vizsgálatok	19

## A technológia rövid ismertetése

Magyarország felszínmozgásainak feltérképezését a műholdradar-interferometria (Synthetic Aperture Radar Interferometry, InSAR), és ezen belül az állandó szórópontokat használó (Persistent Scatterer InSAR, PSI) mozgásvizsgálati űrtechnológia alkalmazásával végeztük el.

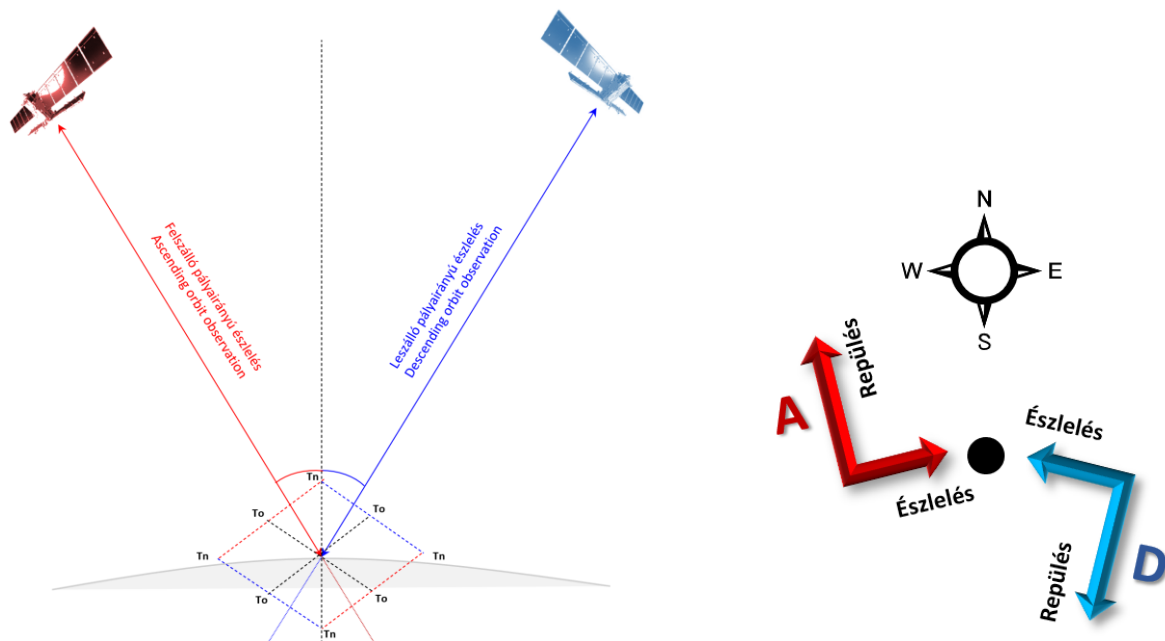
A műholdradaros technológia alapja, hogy speciális radarberendezéssel felszerelt műholdak mikrohullámú sugárzást bocsátanak a Föld felszíne felé, majd az onnan visszaverődött jeleket detektálják. Mivel a műholdak meghatározott időszakonként újra elrepülnek ugyanazon területek felett, az egymás utáni visszatérések sorozata alkalmával végzett észlelések összehasonlításával egy idő után a felszín változásaira lehet következtetni.



A műholdradar-interferometria módszerének egy speciális alkalmazásával az elektromágneses hullám fázisviszonyainak megváltozását követve – azaz a fázisadatokon létrehozott interferenciát előállítva – meg lehet állapítani, hogy a felszínen elhelyezkedő reflektáló felületek műholdirányú távolsága hogyan változik az idővel. A műholdradaros mozgásvizsgálat alapelvét a fenti ábránk illusztrálja. A mért fáziskülönbségeknek több összetevője van. Az adatok gondos feldolgozásával, az egyéb hatások megfelelő modellezésével és korrekciójával ki lehet mutatni a fázis változásának tisztán az elmozdulásból eredő tagját.

A műholdradaros mozgásvizsgálatnak számos forradalmi előnye van a többi mérési technikákkal szemben:

- ☉ nem kell mérőpontokat kijelölni, mérőhálózatot telepíteni, nincs szükség terepi felvonulásra és terepi műszerre sem, a vizsgált terület vagy építmény bárhol lehet a világon, megközelítése nem szükséges;
- ☉ közel három évtizedre visszamenőleg a mérések már rendelkezésre állnak szinte bárhol a világon, így a múlt és jelen mozgásai azonnal feltárhatóak, azaz egyedülállóan visszamenőleg is megismerhető a mozgástörténet;
- ☉ az észlelések éjjel-nappal és bármilyen időjárási viszonyok között végezhetőek, a mozgások meghatározása műholdirányú, de vertikálissá konvertálható, két repülési irányból pedig a vízszintes mozgásokra is lehet következtetni.



Észlelési geometriák mindkét repülési irányból:  
oldalnézet (bal oldali ábra), felülnézet (jobb oldali ábra)

☉ Az adatfeldolgozás és a mozgások kiértékelése, okainak kiderítése körültekintő tudományos és műszaki elemzést kíván, de a PSI technikával már néhány év leforgása alatt is könnyen kimutatható például a felszín alatti ivó- vagy öntözővíz, a szénhidrogének kitermelése miatti süllyedés, vagy épp ellenkezőleg, az ilyen tevékenység felhagyását követő kiemelkedés. Detektálhatóak az infrastrukturális beruházások, mélyépítés, alagút-fúrás, metró-, út- és vasútépítés és a természetes folyamatok vonatkozó deformációi is.

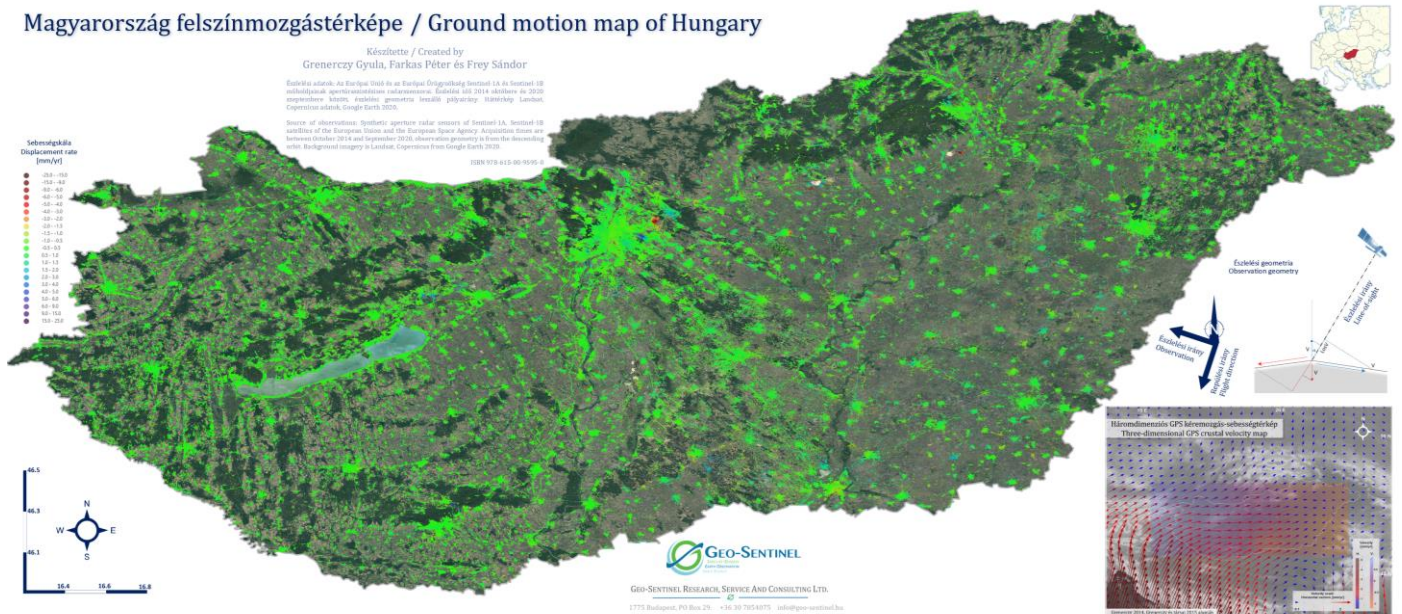
☉ A PSI technika ugyanúgy ideális nagy területek, de akár egyes nagyfontosságú építmények lokálisabb, fókuszált stabilitás- és mozgásvizsgálatára, mozgástörténetük feltárására is.

☉ Instabilitást okozó hatások térben és időben nagy pontossággal lehatárolhatók, deformációk korai felismerésével pedig későbbi komoly problémák, akár katasztrófák is megelőzhetők.




☉ A módszer használatával távolról megismerhető valamely terület vagy létesítmény térben és időben részletes és precíz mozgásvizsgálata bárhol a világon, amihez már több mint tíz különböző műhold három különböző frekvencián, igény szerinti térbeli és időbeli felbontással tud megfigyelési adatot szolgáltatni.

# Magyarország felszínmozgástérképe

## Magyarország felszínmozgástérképe / Ground motion map of Hungary



A nagyfelbontású országos térkép a fenti képre kattintva letölthető.

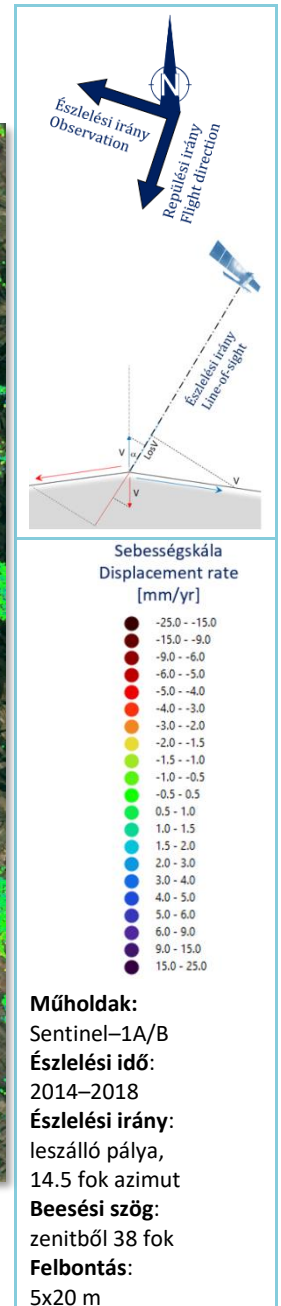
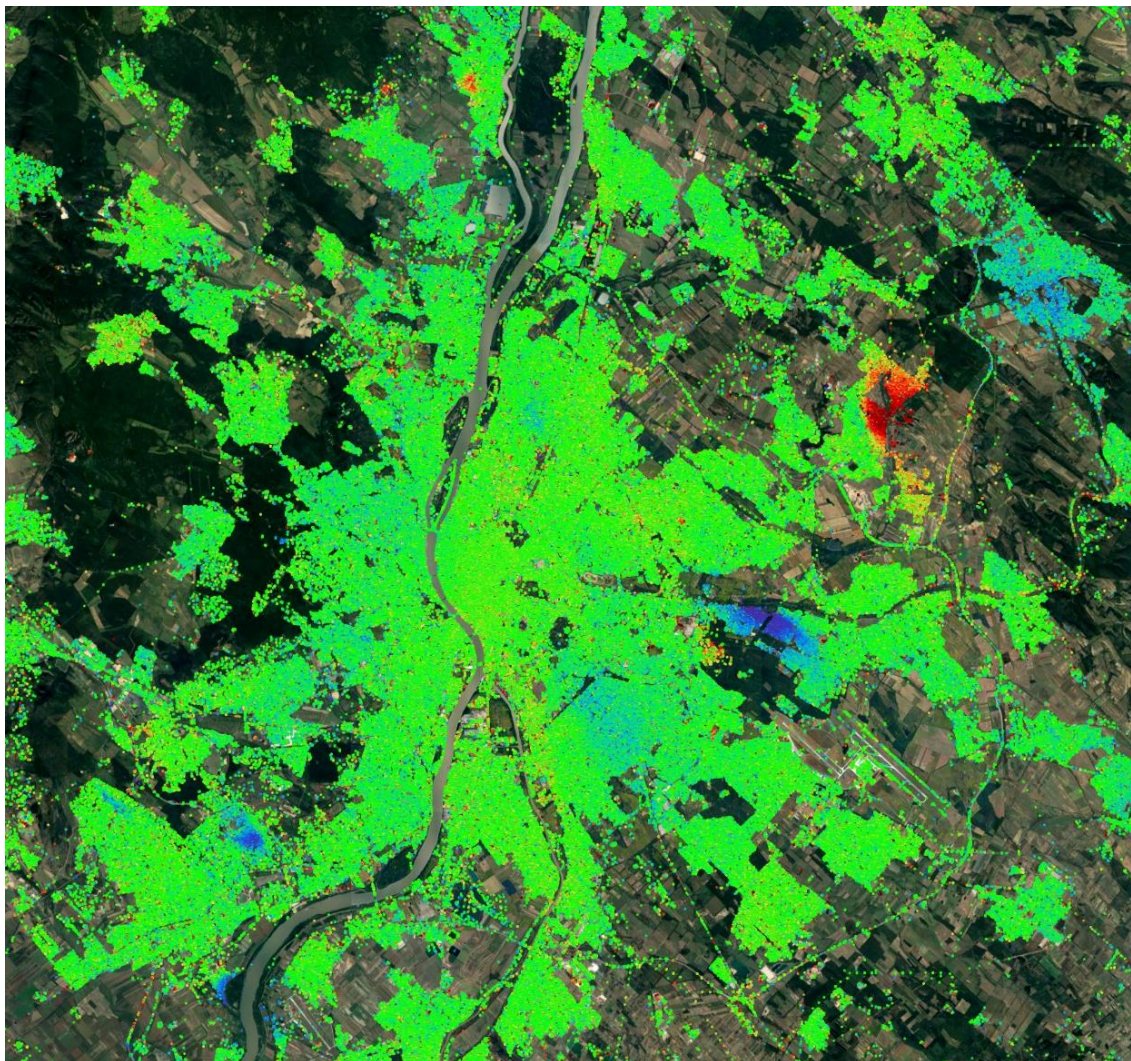
-  A létrehozott térképtermékünk radarműholdak jeleit reflektáló felületek színekkel jelölt sebességtérképe Magyarországon, melyet az Európai Unió és az Európai Űrügynökség Copernicus Programja által létrehozott és működtetett Sentinel-1A és Sentinel-1B műholdak 2014 októbertől és 2020 szeptembere közötti, leszálló, azaz északról dél felé haladó műholdpályáján végzett észleléseinek állandó szórópontú műholdadaradar-interferometria módszerével való feldolgozása alapján készítettünk. A térkép több mint 12 millió pontban meghatározott mozgássebességet szemlélteti az országban. A sebességeket minden egyes pontban közel 6 évet átfogó időintervallumon belül átlagosan 100 különböző időpontból származó adat alapján meghatározott mozgástörténetéből számítottunk. Az elmozdulás idősorokból meghatározott sebességek átlagos pontossága 0.5 mm/év alatti.
-  A színekkel jelölt sebességtérkép a relatív stabilitást zöld színnel jelzi, a növekvő műholdirányú távolságot – többnyire süllyedést – pirosas színnel, míg a csökkenő műholdirányú távolságot – többnyire emelkedés – kék színnel jelzi. A műholdas észlelési geometria miatt a magassági és vízszintes irányú mozgások is megjelennek az adatokban, ahol az utóbbiak a mozgás és az észlelés relatív geometriája miatt mindkét színnel előfordulhatnak. Az országos léptékben a jelenkori tektonika is meghatározó mértékű mozgást jelent, azonban az adatfeldolgozási stratégiánk miatt a nagy térbeli skálájú kéregmozgások nem jelennek meg a fenti felszínmozgástérképen, így a természetes és mesterséges eredetű, kisebb térbeli kiterjedésű mozgások a kiemelték, azok megjelenését a tektonika nem befolyásolja.
-  A felszínmozgások többnyire emberi tevékenységhez köthetők, mint például a vízkivétel, gáz- és olajkitermelés, bányászati tevékenység, mélyépítés stb., vagy az egyes építmények, infrastruktúraelemek sajátmozgása, deformációja, de természetes eredetűek is lehetnek, mint földcsuszamlások, talajcsúszás, természetes kompakció vagy duzzadó agyag okozta mozgás vagy akár erózió. A műholdadaradarjelet reflektáló pontok általában házak, építmények, azok egyes részei, főbb infrastruktúraelemek, mint hidak, gátak, tornyok, vasúti és közúti infrastruktúra, valamint művelés alatt nem álló, kopár természetes felszínek.

## Alkalmazási példák

- ☉ A kifejlesztett országos műholdradaros mozgásmonitorozási rendszer és az abból készített országos felszínmozgástérkép mögött mintegy 12 millió helyről, átlagosan 100 különböző időpontból származó, közel másfél milliárdnyi mozgásadat van.
- ☉ A fenti extrém térbeli információsűrűség miatt az országos térképen túl a városok szintjére, utcák épületek, sőt épületrészek szintjére is rá lehet közelíteni és kisebb léptékű és kiterjedésű jelenségek is megismerhetők.
- ☉ Az észlelési időintervallum országos mozgásmonitorozási rendszerünkben átlagosan több mint 100 különböző időpontban végzett észlelést tartalmaz, ami egyes esetekben akár elérheti a 300-at is. Így az időben változó, lassuló, gyorsuló vagy periodikus mozgások is nagy megbízhatósággal feltárhatóak.
- ☉ A bemutatott térképek a Sentinel-1A és Sentinel-1B műholdak leszálló pályairányú észlelésein alapulnak. Az országos mozgásmonitorozási rendszerünkben lehetőség van a felszálló pályairány bevonására, ami az időbeli felbontást duplájára, a térbeli felbontást másfél-kétszeresére növelheti. Sőt más műholdak és frekvenciák bevonásával mind a térbeli és időbeli felbontás, mind a sebességmeghatározási pontosság is tovább növelhető.
- ☉ Az alábbiakban néhány, az ország különböző tájairól vett változatos példa alapján bepillantást kaphatunk a vizsgálható jelenségek egy részébe.

# Budapest

Városi környezet



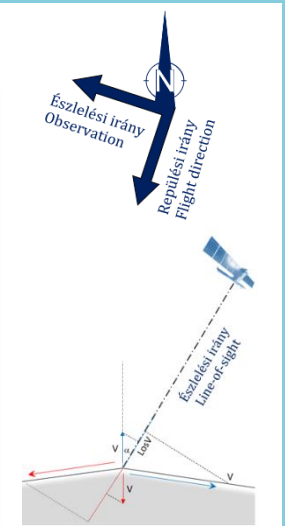
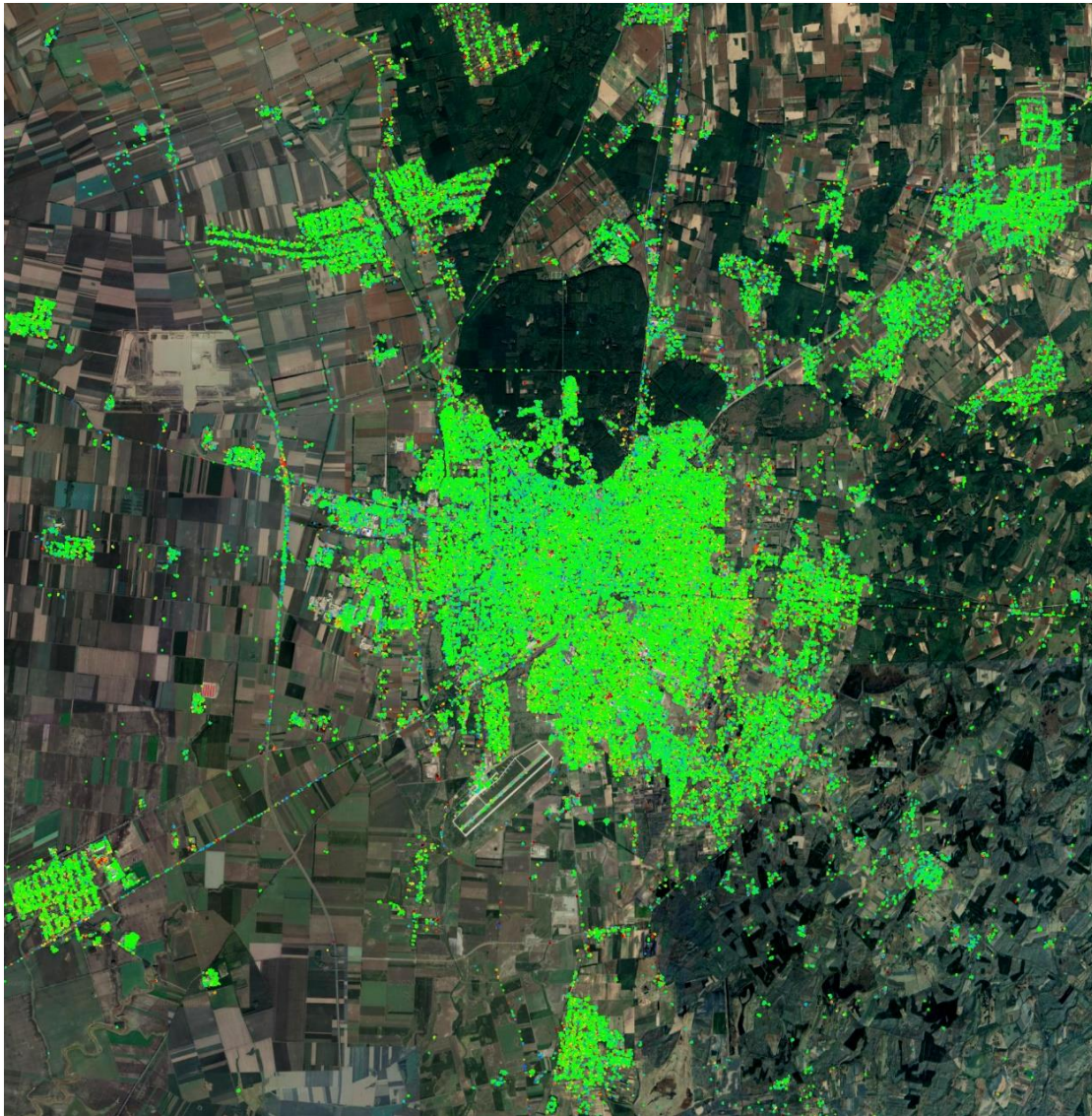
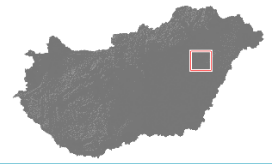
- ☉ Budapesten és környezetében több nagyobb mozgásanomália detektálható. Ezen kiterjedt felszínmozgások jelentős része víztermeléshez köthető, ivóvíz, ipari felhasználású, valamint termásvíz kivételéhez. Az intenzív termelés többnyire a felszín süllyedéséhez vezet, amelynek mértéke a kútmélységtől, a termelt mennyiségtől és kőzet típusától is függ. Ha a termelés visszaesik, az ipari felhasználás megszűnik, a rétegekbe visszaáramló víz többnyire emelkedést generál.
- ☉ A kiterjedt felszínmozgások mellett, jóval kisebb skálán az épületek, sőt épületek egyes részeinek mozgása és stabilitása is vizsgálható, hiszen a fenti térkép által lefedett területen hozzávetőlegesen 1 millió pont sebessége és mozgástörténete ismert.



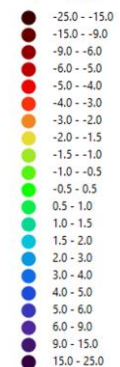
# Debrecen

Hajdú-Bihar megye

Városi környezet



Sebességskála  
 Displacement rate  
 [mm/yr]



**Műholdak:**

Sentinel-1A/B

**Észlelési idő:**

2014–2020

**Észlelési irány:**

leszálló pálya,  
 14.5 fok azimut

**Beesési szög:**

zenitből 38 fok

**Felbontás:**

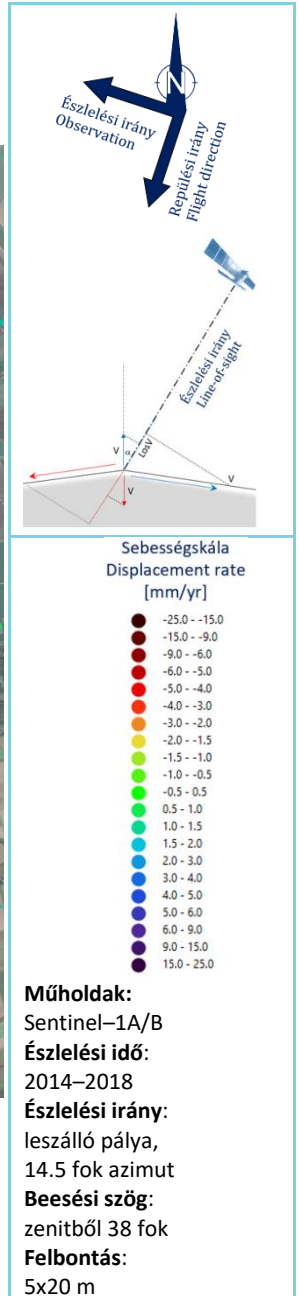
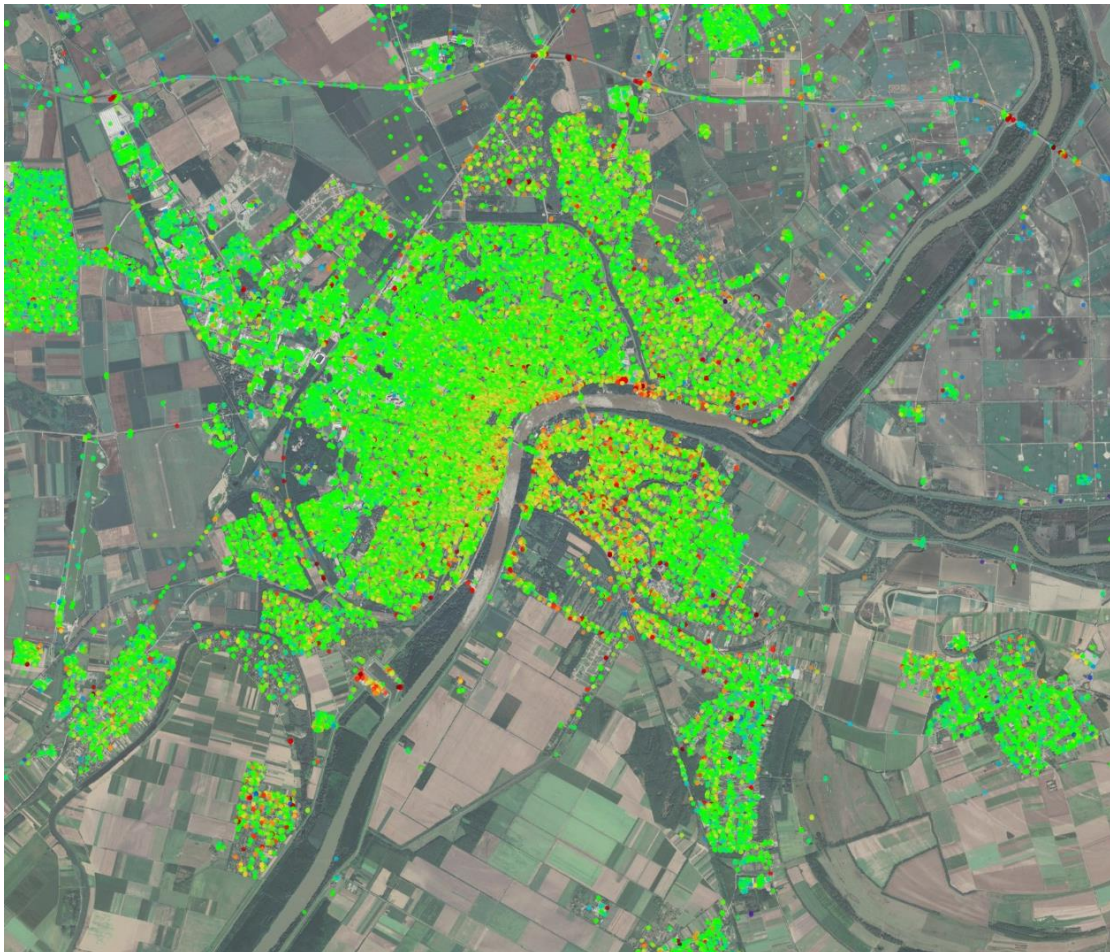
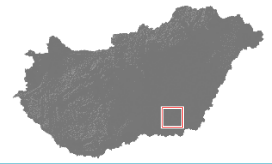
5x20 m

- ☉ Debrecen területe stabil. A városban és környezetében az 1950-es és az 1970-es években végzett szintezések adatainak összehasonlítása alapján Magyarország akkoriban megismert legintenzívebb süllyedése volt tapasztalható.
- ☉ A víztermelés mértéke a korábbi szintekről az 1980-as évek végére, az 1990-es évek közepére jelentősen mérséklődött. A rétegvízszint csökkenése miatti kompaktió és süllyedés megállt, Debrecenben és tágabb környezetében kiterjedt, jelentős süllyedés az 1 mm/év szint felett már nincs.
- ☉ Az adatok általános stabilitást jeleznek, ahol a jelentősebb mozgások lokálisak, csak egyes építményekhez és infrastruktúrákhoz köthetők. A város északnyugati részein a kékesebb színű pontok arról árulkodnak, hogy a jelenben nemhogy süllyedés nincs már, hanem igen enyhe emelkedés detektálható a debreceni vízbázisok mérsékeltebb, kiegyensúlyozottabb termelése, a rétegvízszint rendeződése miatt.

# Szeged

Csongrád-Csanád megye

Városi környezet

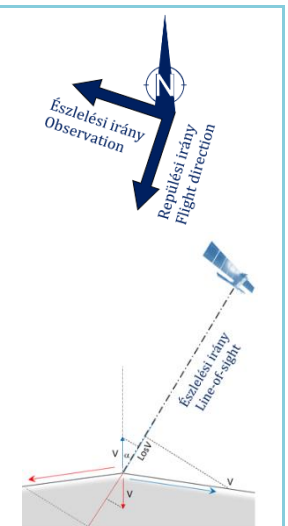
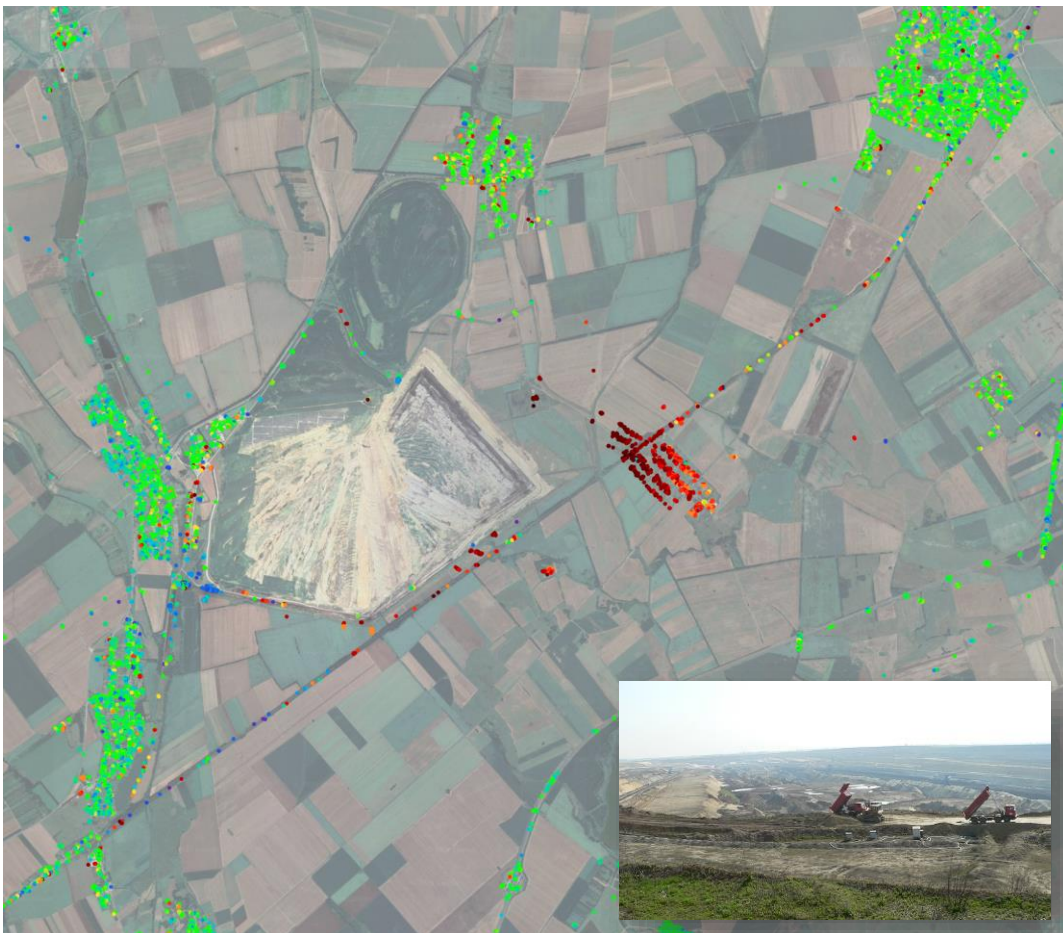
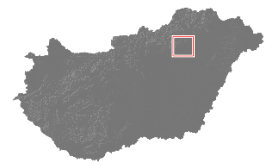


- ☉ Szeged város környezetében nagyarányú jelentős mozgásanomália nem tapasztalható. Északkeleten az algyői szénhidrogénmező már nem süllyed, enyhe emelkedésbe fordult és stabilizálódás zajlik.
- ☉ A városon belül a Tisza-part, a kikötő enyhe süllyedést mutat a belső területekhez képest és hasonló mozgás detektálható a keleti, Odessza, Újszeged városrészekben is. A jelentősebb mozgások lokálisak, csak egyes építményekhez és infrastruktúrákhoz köthetők.

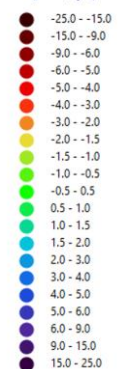
# Csincse

Borsod-Abaúj-Zemplén megye

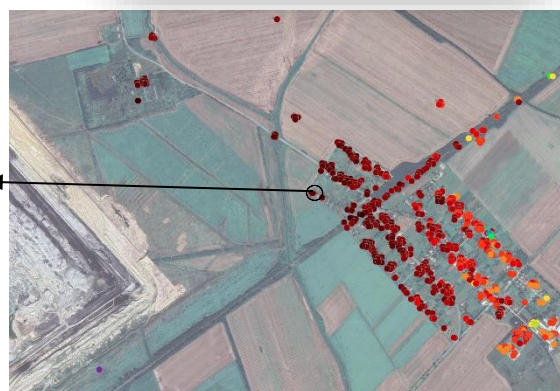
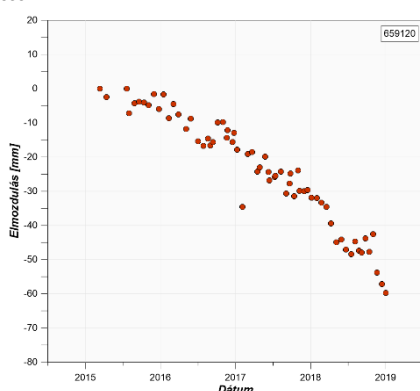
Bányászati tevékenység, lignit



Sebességskála  
Displacement rate  
[mm/yr]



Elmozdulás idősor:  
-műholdirány-



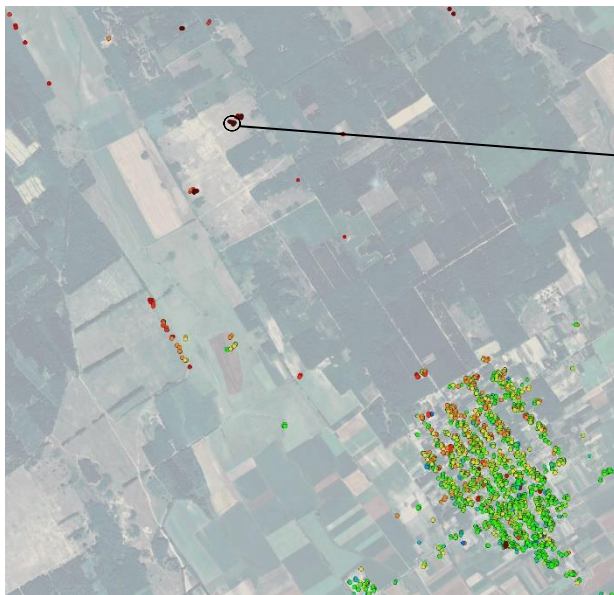
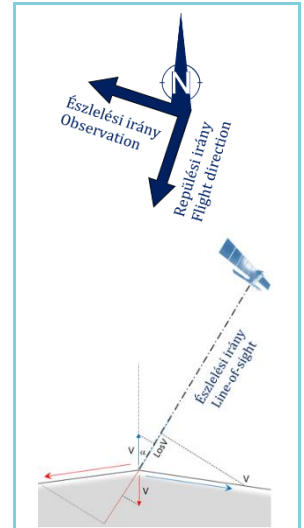
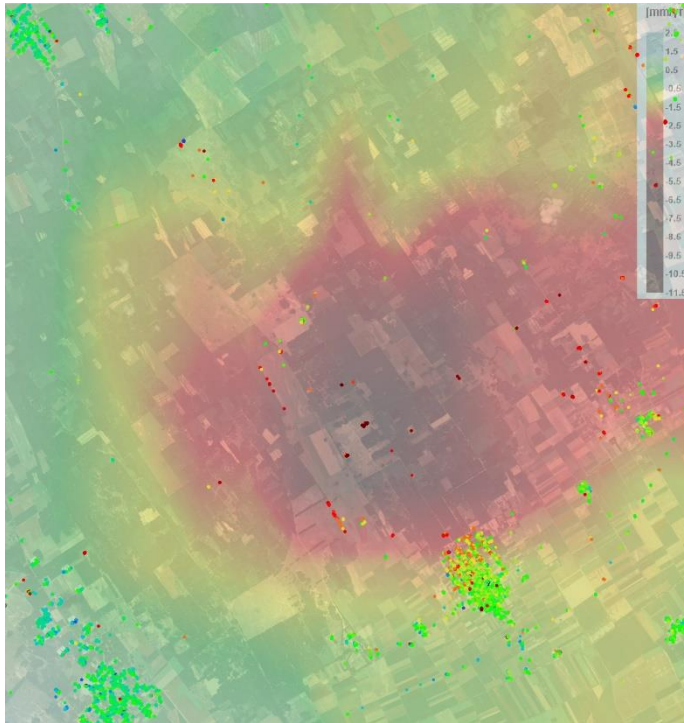
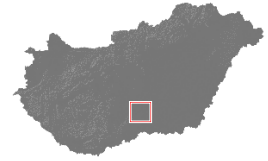
**Műholdak:**  
Sentinel-1A/B  
**Észlelési idő:**  
2015–2019  
**Észlelési irány:**  
leszálló pálya,  
14.5 fok azimut  
**Beesési szög:**  
zenitből 38 fok  
**Felbontás:**  
5x20 m

- ☞ A Csincse környezetében lévő bányáüreg esetében 60 méternél mélyebbre kell vinni a talajvízszintet, hogy a külszíni lignitfejtésben termelni lehessen. Pumparendszer működtetésével vízmentesítenek, azaz kiszivattyúzzák a talajból a szükséges mélységig a vizet, ezért az szárad, a pórusnyomás csökken, a talaj kompaktálódik: a terület süllyed.
- ☞ Ahogy a bánya fejtése közeledik a településhez, a felszín süllyedésének mértéke ennek megfelelően gyorsul, amit a radaros szórópontok elmozdulásainak idősorai jeleznek (lásd a példát). Amint látható, a már rekultivált nyugati részen, Bükkábránynál a szivattyúzás leállításával, a fejtés beszüntetésével a vízszint lassan visszaáll és a talaj emelkedni kezd.

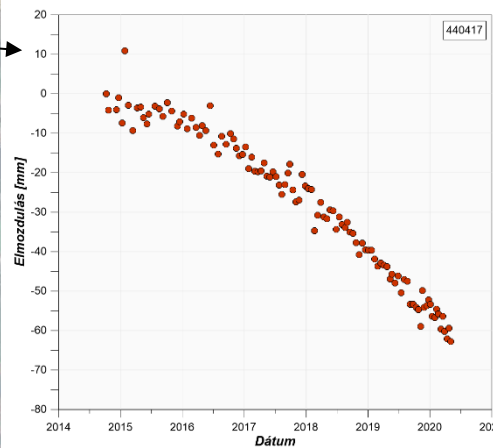
# Borota

Bács-Kiskun megye

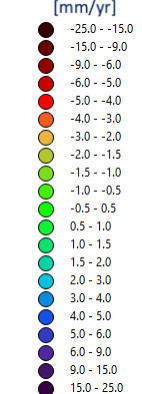
Bányászati tevékenység, szénhidrogén



**Elmozdulás idősor:**  
-műholdirány-



**Sebességskála**  
Displacement rate



**Műholdak:**  
Sentinel-1A/B  
**Észlelési idő:**  
2015–2019  
**Észlelési irány:**  
leszálló pálya,  
14.5 fok azimut  
**Beesési szög:**  
zenitből 33 fok  
**Felbontás:**  
5x20 m

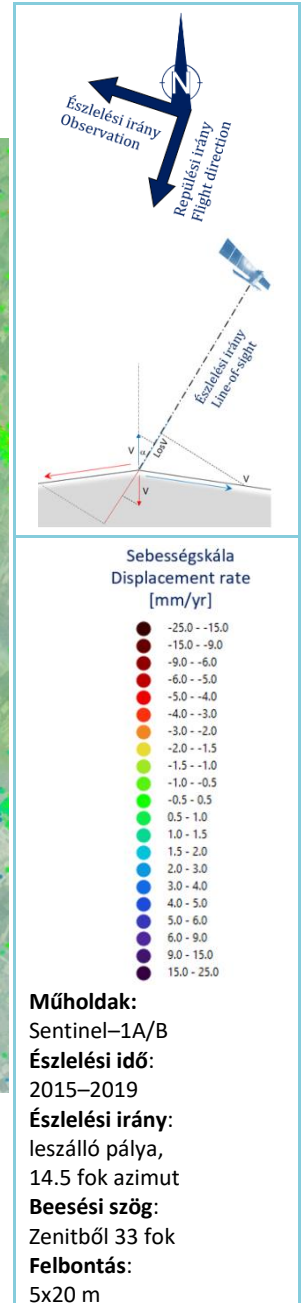
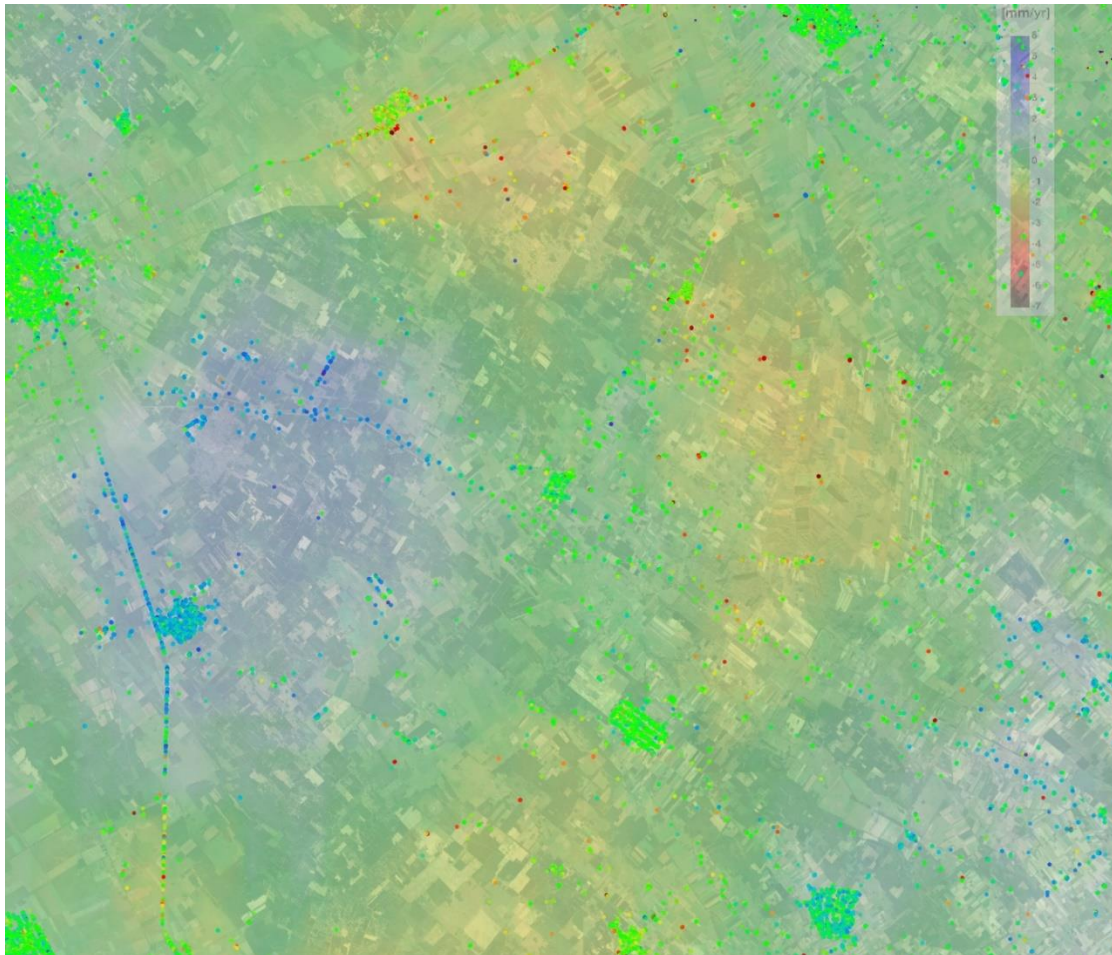
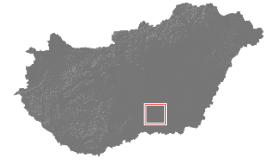
☞ Borota településtől északnyugatra szénhidrogén-termelés folyik, a relatíve kis mező lokális felszínmozgás-anomáliát okoz. A bányászat során a kőzetből kitermelt anyag a pórusnyomás csökkenését, a kőzetmátrix kompaktálódását, következésképp a felszín süllyedését okozza.

☞ A Borota melletti szénhidrogén-termeléssel korrelációban 2016-tól gyorsuló ütemben süllyed a terület, amit az egyik termelő kútra vonatkozó elmozdulás idősor 1 cm/évet is meghaladó sebességgel tisztán jelez. A mozgás hatással van a település északkeleti felére is. Hasonló süllyedés figyelhető meg többek között Medgyesbodzás, Magyarbánhegyes térségében is.

# Kiskunhalas

Bács-Kiskun megye

Bányászati tevékenység, szénhidrogén



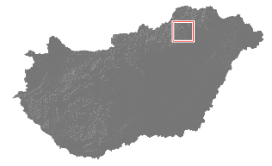
☞ Kiskunhalas északi részétől Balotaszálláson és Ruzsán át Üllésig három terület is enyhe emelkedést jelez, egy pedig, Zsanától északra, Kiskunmajsától délre süllyedést mutat.

☞ Hasonlóan, mint az Algyő, Szeged szénhidrogénmezők esetében, a termelés lassulásával és a jövesztéstől, besajtolástól is függően enyhe emelkedésbe fordult, illetve stabilizálódik a felszín. Egy-egy kisebb területtől eltekintve általánosan jellemzőbb, hogy a szénhidrogén kitermelésének lassulásával Magyarországon jelenleg inkább az emelkedés és stabilizálódás a domináns.

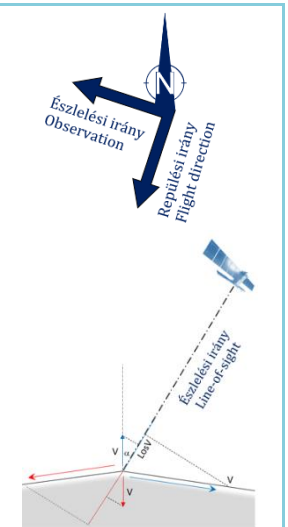
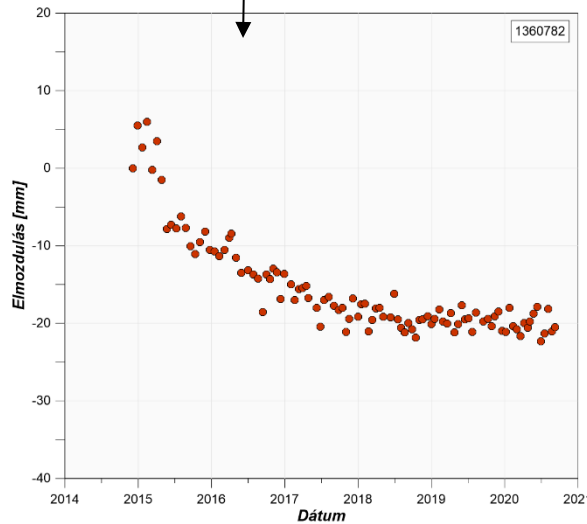
# Felsőzsolca M30

Borsod-Abaúj-Zemplén megye

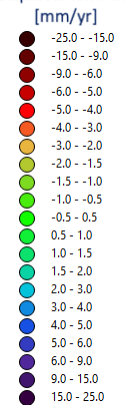
Közúti infrastruktúra



Elmozdulás idősor:  
-műholdirány-



Sebességskala  
Displacement rate



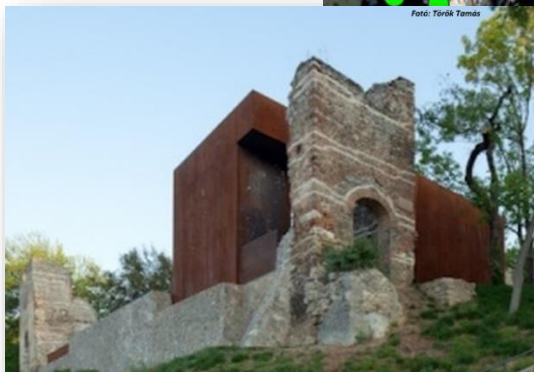
**Műholdak:**  
Sentinel-1A/B  
**Észlelési idő:**  
2015–2019  
**Észlelési irány:**  
leszálló pálya,  
14.5 fok azimut  
**Beesési szög:**  
zenitből 38 fok  
**Felbontás:**  
5x20 m

- ☑ Felsőzsolca környezetében közúti csomópont épült. A térség relatíve stabil, a bevásárlóközpont balra, a település jobbra és a felsővezeték-oszlopok balra fent mind mozgásmentesek. Az új közúti infrastruktúrán viszont jelentős mozgások detektálhatók.
- ☑ A hidak, felüljárók stabilak, viszont a rájuk vezető rámpa, a töltésen haladó le- és felvezető utak jelentős süllyedésen, a töltés kompaktációján esnek át. Az idősoron jól látható, hogy ez az egyébként normális, megszokott jelenség csak átmeneti és a kompaktációs süllyedés mintegy két év után végül megáll és stabilá válik a töltés. A feltárt mozgástörténet pontosan ezt támasztja alá, az elmozdulás idősor ezt szemlélteti.

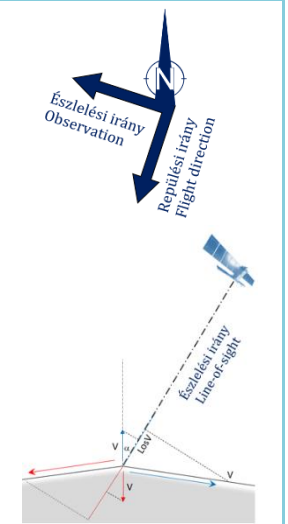
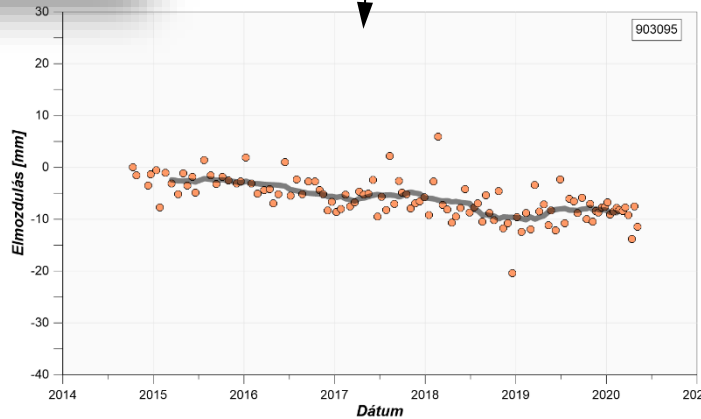
# Pécs, Tettyei romok

Baranya megye

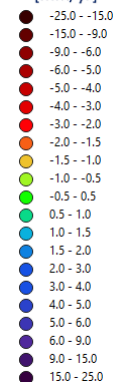
Műemlékvédelem



Elmozdulás idősor:  
-műholdirány-



Sebességskála  
Displacement rate  
[mm/yr]



**Műholdak:**

Sentinel-1A/B

**Észlelési idő:**

2014–2020

**Észlelési irány:**

leszálló pálya,  
14.5 fok azimut

**Beesési szög:**

zenitből 38 fok

**Felbontás:**

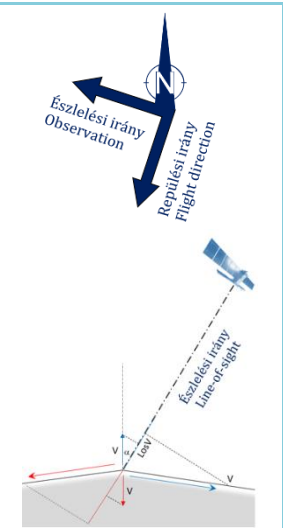
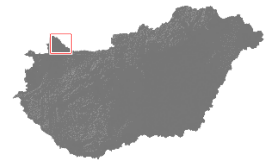
5x20 m

- ☞ Pécsen a középkori Tettyei palotaromok a város egyik nevezetessége. Rekonstrukciós munkák következtében egy évtizeddel ezelőtt a délkeleti falrész süllyedni kezdett, a műemlék veszélyes állapotba került.
- ☞ Amint azt műholdradaros mozgásvizsgálatunk, a fenti példában bemutatott elmozdulás idősor szemlélteti, az enyhe süllyedés folyamatosan jelen volt 2019 első feléig. Az idősorra illesztett mozgóátlag görbéje jól illusztrálja, hogy az akkoriban végzett állagmegóvási munkák sikeresek voltak. 2019 közepétől a délkeleti fal stabilizálódott, 2020 közepéig tartó észleléseink már nem mutatnak süllyedést.

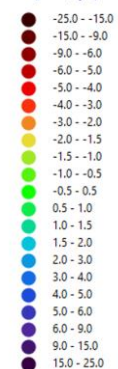
# Dunakiliti, Dunacsúny

Győr-Moson-Sopron megye

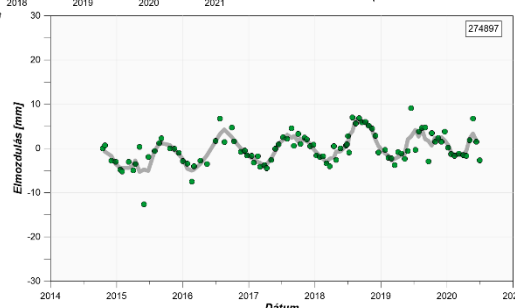
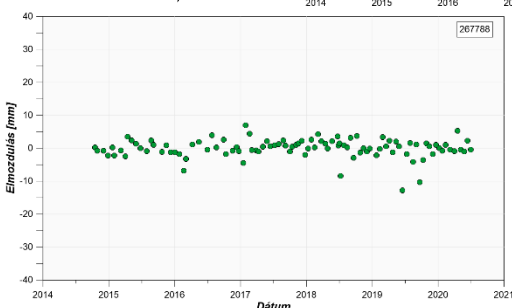
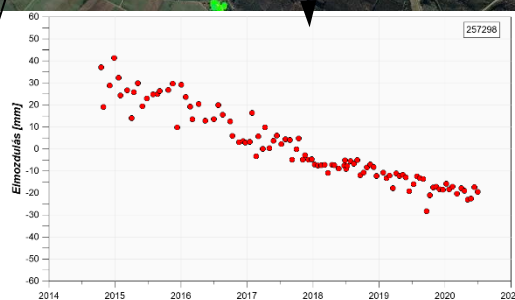
Gátak, duzzasztóművek



Sebességskala  
Displacement rate  
[mm/yr]



Elmozdulás idősor:  
-műholdirány-



**Műholdak:**  
Sentinel-1A/B  
**Észlelési idő:**  
2014–2020  
**Észlelési irány:**  
leszálló pálya,  
14.5 fok azimut  
**Beesési szög:**  
zenitből 38 fok  
**Felbontás:**  
5x20 m

☞ A fenti színekódolt sebességtérkép a magyar-szlovák határ mentén a Duna és Duna-csatorna gátrendszer, vízügyi objektumai, a duzzasztóművek területét mutatja, szemléltetve a műholdradar-interferometria példátlan hatékonyságát. Hiszen a különböző vízügyi objektumok stabilitás- és mozgásviszonyait sok ezer radaros mérőpontban, nagy térbeli és időbeli felbontással, nagy pontossággal lehet feltérképezni, monitorozni.

☞ A fenti sebességtérképen a Duna medrében lévő mesterséges és természetes szigetek, félszigetek, objektumok egyes részei enyhe süllyedést, kompakció, erózió jeleit mutatják. A Duna és Duna-csatorna gátjai a fenti területen sok ezer pontban nagyfokú stabilitást jeleznek. Északnyugaton a Dunacsúny, délkeleten a Dunakiliti duzzasztóművek is sok száz pontban monitorozhatóak. Példaként a Dunakiliti duzzasztómű északi vége egyik pontjának elmozdulás idősorát mutatjuk be, amely a duzzasztómű ezen részén 10 mm-t elérő amplitúdójú éves periódusú mozgását jelez.



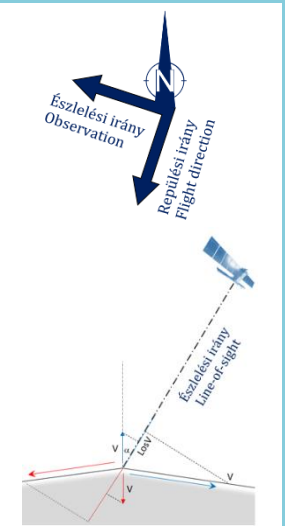
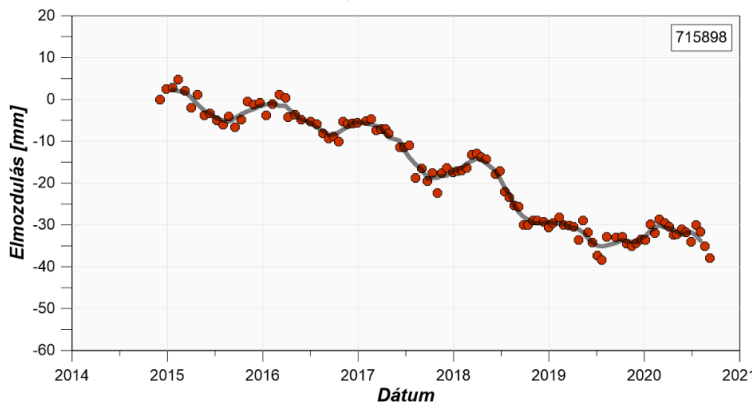
# Hernádbúd, Pere

Borsod-Abaúj-Zemplén megye

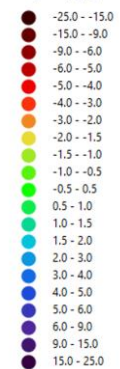
Folyó ártéri süllyedés



Elmozdulás idősor:  
 -műholdirány-



Sebességskala  
 Displacement rate  
 [mm/yr]



**Műholdak:**

Sentinel-1A/B

**Észlelési idő:**

2014–2020

**Észlelési irány:**

leszálló pálya,  
 14.5 fok azimut

**Beesési szög:**

zenitből 33 fok

**Felbontás:**

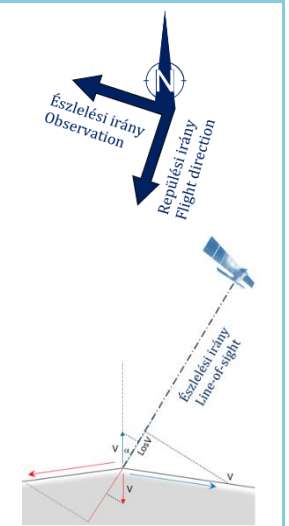
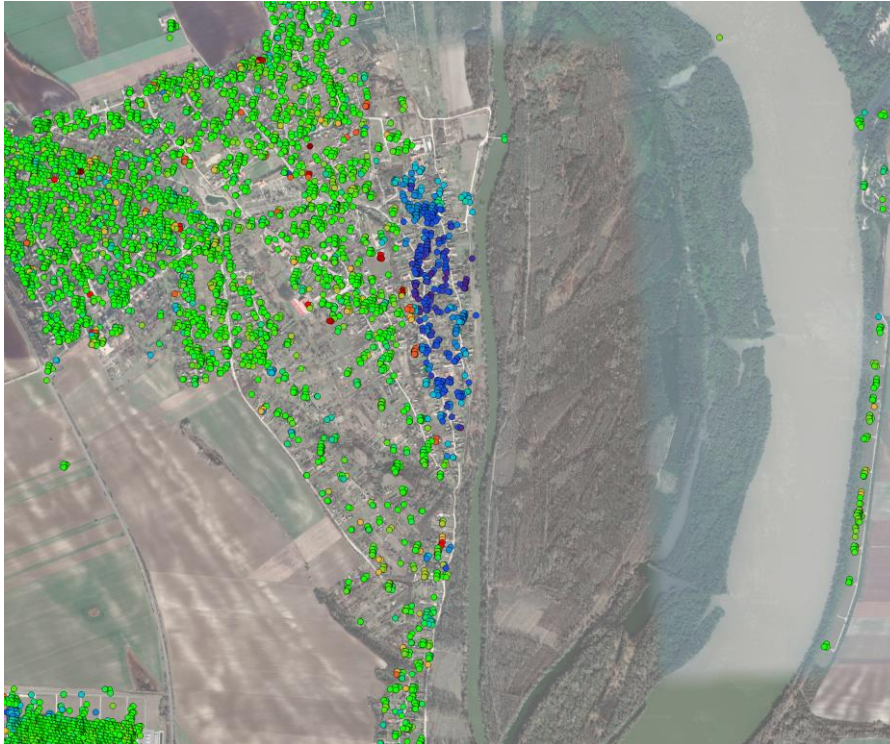
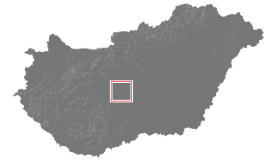
5x20 m

- ☞ A Hernád folyó környezete gyakori áradások színtere. A bemutatott két település – Hernádbúd és Pere – közepén az ártérben található. Mindkét település nagy része jelentős mértékben süllyed, feltehetően hidrológiai, talajszerkezeti okokból.
- ☞ A környezet relatíve stabil. A termőföldeken keresztülhaladó zöld, gyöngysorra emlékeztető vonal az elektromos távvezeték tartóoszlopainak sebességét, stabilitását mutatja. A környező településekhez és az infrastruktúrához képest a két település süllyedése szignifikáns, ami hosszú időtávon ezeken a helyeken növelheti az árvíz, az elöntés veszélyét. A példában bemutatott elmozdulás-idősoron jól kivehető a hosszú időtávú süllyedésre rakódva egy éves periódusú mozgás jelenléte is. A téli hónapokban a terület relatíve emelkedik, a nyári, kora őszi időszakban süllyed, valószínűleg a talajréteg víztartalmával, a pórusnyomással összefüggésben.

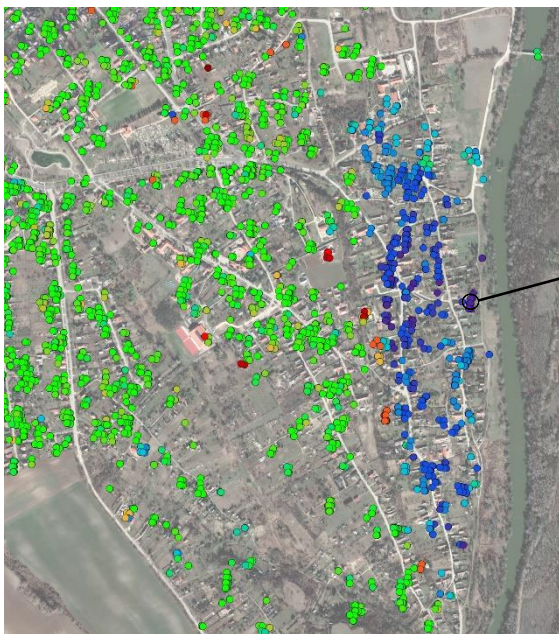
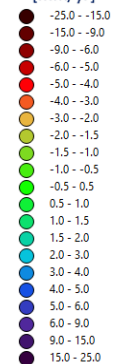
# Rácalmás

Fejér megye

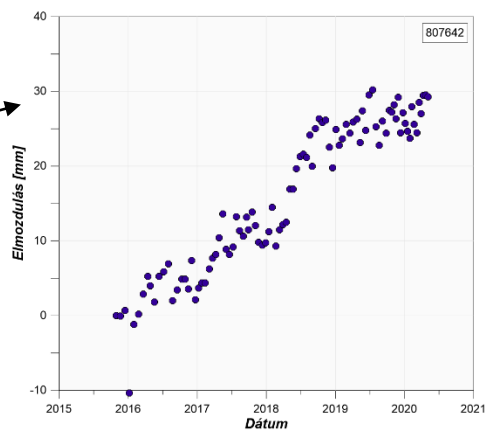
Magaspart, lejtőmozgás



Sebességskala  
Displacement rate  
[mm/yr]



Elmozdulás idősor:  
-műholdirány-



**Műholdak:**  
Sentinel-1A/B  
**Észlelési idő:**  
2015–2020  
**Észlelési irány:**  
leszálló pálya,  
14.5 fok azimut  
**Beesési szög:**  
zenitből 38 fok  
**Felbontás:**  
5x20 m

☞ Rácalmás területének keleti részén a Duna menti magaspart egy blokkja csúszik a Duna felé egy a sebességtérképen jól látható elválási felület mentén.

☞ Egy keleti, alacsony szögű, lejtős, agyagos rétegen csúszik keletre, lefelé a löszpart, amely mozgás műholdirányban az észlelés geometriáját (jobb felső ábra) figyelembe véve közeledést jelent. A mozgásanomália Rácalmás két legkeletibb utcája után megszűnik, a település többi, belső része stabil. A sebesség a keletre lecsúszó blokk közepén a legnagyobb, ami lejtőirányba átszámítva eléri a több cm/évet. Itt a csúszó löszblokk határánál, az elválási felületnél jelentkező süllyedésre utaló mozgások is detektálhatók.

## Összefoglalás, további fókuszált vizsgálatok

- ☉ Az Európai Unió és az Európai Űrügynökség Sentinel-1 műholdrendszere és a műholdradar-interferometrikus módszer ezen észlelésekre való alkalmazása először tette lehetővé Magyarország felszínmozgásainak feltérképezését, hazánk első nagyfelbontású, precíz, országos lefedettségű felszínmozgástérképének elkészítését és egy országos mozgásmonitorozási rendszer kifejlesztését.
- ☉ A fentiekben néhány, az ország különböző tájairól vett változatos példa alapján bepillantást kaphattunk a rendszer által vizsgálható jelenségek egy részébe.
- ☉ E nagyarányú, átfogó térképezési feladatok mellett a technológia alkalmazásával részletes, fókuszált szakmai vizsgálatok készülhetnek többek között nagyfontosságú létesítmények monitorozása, előkészítő, tervezési munkái, katasztrófamegelőzési, vízgazdálkodási, bányászati tevékenység és utóhatásai, természetes mozgások, veszélyeztetettség becslése, valamint egyes építmények, infrastruktúrák és közvetlen környezetük stabilitás- és mozgásvizsgálata kapcsán.
- ☉ A fókuszált műholdradaros stabilitás- és mozgásvizsgálatok a bemutatott, nyilvánosan elérhető EU-ESA észlelési adatoknál tér- és időbeli felbontásban és sebességmeghatározási pontosságban szükség szerint jelentős mértékben eltérhetnek amennyiben speciális mozgásvizsgálati szakmai analízisre, kiértékelésre, interpretációra, kombinált háromdimenziós vizsgálatra, még pontosabb, részletesebb adatokra, hosszabb idősorokra, természetes felületek vagy nagyobb sebességű mozgások L-sávú vizsgálatára, infrastruktúrák az elérhető legnagyobb térbeli felbontású X-sávú monitorozására, vagy a fentieket kombináló többfrekvenciás vizsgálatra, avagy monitorozásra, a mozgások időben való nyomon követésére van szükség.