

# Felszín süllyedés

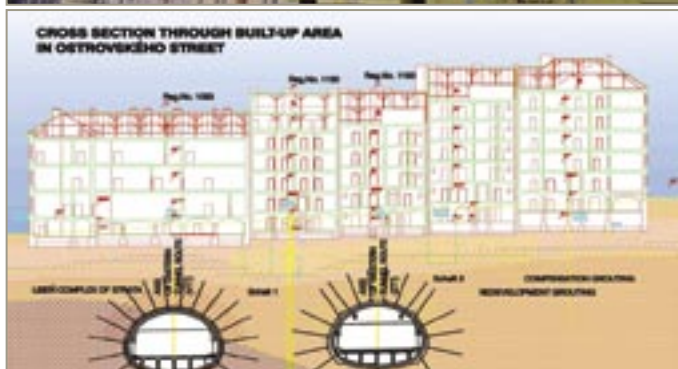
Számos programot készítettek az alagútépítés földkitermeléséből adódó felszín süllyedés megállapítására. Mindazonáltal nagyon kevés program képes előre jelezni a felszín alakváltozásainak épületekre gyakorolt hatását az érintett zónában, és lehetővé tenni, hogy a mérnökök megelőző lépéseket tegyenek az épületkárok elhárítása érdekében, vagy kiszámolják a károk okozta többletköltséget.

Engedjék meg hogy bemutassunk egy új, a süllyedés által érintett zónában lévő épületek kockázatelemzésén alapuló programot, az Európában és Észak-Amerikában érvényes tervezési szabványoknak megfelelően.

A számítások gyakorlati mérnöki tapasztalatokon alapulnak számos út, vasút és földalatti alagút kivitelezési munkálataiból, puha talajokban és agyagban, Prágában, Brnóban és Budapesten.



A szerző, Radko Bucek MSc., Ph.D., elismert szakteknitely a földalatti szerkezetek tervezésében. Széleskörű tapasztalatát világszerte ismert tanácsadó cégekkel – mint a Golder Associates, SG-Geotechnika, D2-Consult – folytatott együttműködéséből merítette. Jelenleg a prágai Mott MacDonald vezető alagúttervező mérnöke.



## Az alagútépítésből származó épületkárok kockázatelemzése

### A Felszín Süllyedés szoftver fejlesztése és gyakorlati haszna:

Az alap gondolatot, hogy olyan szoftvert fejlesszenek, amelyik lehetővé teszi a mérnökök számára hogy azonnal kiértékeljék a felszín alakváltozásainak hatását a meglévő építményekre, a prágai Mrázovka iker-alagút kivitelezése adta. A program magja a nemzeti tervezési szabványokon és az elérhető műszaki irodalomban található információk alapul. Ezután alkalmazták a megsüllyedt terület és az itt elhelyezkedő épületekben keletkezett sérülések közötti kapcsolatokat tartalmazó adatbázist, kiegészítve a sekély fúrású alagutak feletti többszintes, falazott szerkezetű épületek tipikus sérülési osztályainak kiértékelési szempontjaival.

A program szerzői fontos adatokat gyűjtöttek a süllyedési zónákban elhelyezkedő ingatlanokról, különböző geológiai környezetben, mint például agyagpala, kvarcit, túlkonsolidált agyagok. A következő lépés a program fejlesztésében a szekvenciális földkiemelési módszer (Új Osztrák Alagútépítési Módszer, NATM) általánosítása és együttműködés több alagúttal. A programot felhasználták Prága új, IV C2 metróvonalának, és az egyhajós Kobylisy állomásnak a tervezésénél, hogy előre jelezze a süllyedés nagyságát milliméter pontossággal, és a várható épületkárokat a fő repedések helyével és statikai következményeivel együtt.

Az építőmérnöki szoftvereket fejlesztő FINE céggel együttműködve, az eredeti program számottevően fejlettebb lett, és bekerült a GEO5 professzionális geotechnikai szoftvercsomagba.

### Referenciák:



Ezt a szoftvert használta az osztrák D2-Consult cég, a budapesti 4-es metróvonal tervezésénél, a várható felszíni süllyedések és az épületekre gyakorolt hatásuk előrejelzésére.



2005 óta folyamatosan használja a programot a Ko-ka vállalat, prágai gyűjtők tervezésénél.



A szoftvert használja a prágai Mott MacDonald. A program fejlesztője itt dolgozik mint a földalatti szerkezetek vezető tervezője.

A programot a földkiemelések feletti felszín süllyedések alakjának, és az ebből eredő érintett zónában keletkező épületkárok megállapításának céljából fejlesztették.

**A program alapvető tulajdonságai:**

- Felszín süllyedés számítás a térfogat veszteségi módszerrel, vagy klasszikus elméletekkel (Peck, Limanov, Fazekas)
- Felszín süllyedés alakjának meghatározása Gauss vagy Aversin közelítéssel
- Szekvenciális földkiemelés (NATM) és több alagút modellezésének lehetősége
- A felszín süllyedés alakjának, függőleges mértékének, lejtésének és vízszintes alakváltozásának meghatározása
- Süllyedés és hatásainak számítása felszínen, vagy adott mélységben
- Rétegzett geológiai profil figyelembevétele a klasszikus módszerek esetén
- Térfogatvesztés módszer használatakor a VL és k tényezők ajánlott értékeinek táblázata
- Épületkárok kiértékelése
- Húzófeszültségek, irányok és lokális alakváltozások megállapítása
- Lehetőség az épület bizonyos szegmenseinek vizsgálatára
- Beépített határértékek az épületkárok osztályozásánál



**Alagútépítés okozta épületkár:**

A beépített területek alatt épülő alagutak földkiemeléséből származó jelentős tapasztalat lehetővé tette a felszín süllyedés és az épületkárok közötti összefüggések kiértékelését. A program olyan pontossággal jelzi előre a földmozgásokat, hogy mostanra lehetséges az eredmények felhasználása az alagútépítésből származó károk összegének kiszámítására, úgy, hogy az már a szerződésekre is bekerülhessen.

**A program négyféle épületkár típust különböztet meg:**

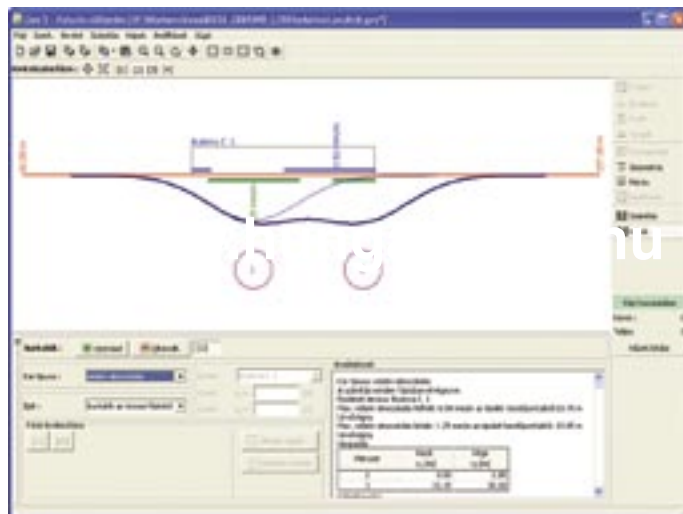
- Húzási határfeszültség kiértékelése
- A billenésből származó tönkremenetel kiértékelése
- Épületek relatív elmozdulásaiból származó tönkremenetel kiértékelése
- Az épületek egyes részeinek kiértékelése

**GEO5 programcsomag**

A felszín süllyedés a GEO5 programcsomag része, amely széleskörű geotechnikai kérdések megoldására készült. A csomag különálló, de egymással szoros kapcsolatban lévő, felhasználóbarát programokból áll.

# Felszín süllyedés

## Szoftver az épületkárok kiértékelésére



### Felszín süllyedés fő tulajdonságai:

- Térfogatvesztés és klasszikus módszerek
- A földmozgások előrejelzése
- Az épületkárok előrejelzése
- Fő repedések helye
- Sequential excavations
- Szekvenciális földkiemelés
- Süllyedésprofil tetszőleges mélységben
- Adatok a megerősítések megtervezéséhez
- Könnyen használható és tanulható
- Átfogó grafikus megjelenítés
- On-line részletes Sűgő