

6. gyakorlat: Épületek süllyedésvizsgálata

A gyakorlat célja

Elsődleges cél, hogy a korábbi előtanulmányokban megszerzett tudás alapján a mindenkori pontossági igények figyelembevételével ismereteket szerezzenek épületek vagy szerkezetek süllyedésvizsgálatához szükséges tervezési, végrehajtási és értékelési gyakorlatban. Egy gyakorlati feladat végrehajtásával hozzuk testközelbe a geodéziában szokásos mindennapi gyakorlatot.

Háttérismeretek

A mindennapi építőipari gyakorlatban számtalanszor felmerül az igény az épülő, az épített, a környezetben lévő vagy a már meglévő épületek mozgásvizsgálatán belül, ezen objektumok süllyedésének meghatározása geodéziái módszerek felhasználásával különböző pontossági igények mellett. Ezen vizsgálatok okai a következők lehetnek:

1. **Szerkezetek deformációja.** Külső terhelések, vagy a szerkezet saját súlyából adódó alakváltozások, illetve ezeknek a terheknek az alapokra történő hatása. Itt különösen figyelemmel kell lennünk azon mozgások kimutatására, amelyek a szerkezetre veszélyesek. A mérési módszerek megválasztásánál a 0,1-0,2 mm-től az 1 cm-en belüli pontossági mérőszámok elvárhatók.
2. **Hosszú időn keresztül tartó mozgásvizsgálatok.** Ezek a fajta süllyedésvizsgálatok általánosabbak, mint a fent említettek, és a szerkezeten elhelyezett mozgásvizsgálati ponthálózatból és általában egy külső viszonyító ponthoz vagy pontokhoz – alappontok – képesti süllyedésváltozás kimutatását jelentik. Ezen alappontokból kialakított hálózatot alappont hálózatnak hívjuk, mely egy stabil, mozdulatlan, hatáskörön kívüli fixen elhelyezett pontokból áll. Ezen pontok időnkénti mozdulatlanságát is klasszikus geodéziái módszerekkel mérnünk kell.

Mérési technikai problémák

1. **Alappontok és mozgásvizsgálati pontok.** Az általános eljárás a szerkezet kitüntetett helyein elhelyezett mozgásvizsgálati pontok magassági értelmű változásának kimutatása az alappontokhoz képest. Ha az alappontok a szerkezeten magán vannak elhelyezve, akkor csak relatív elmozdulás kimutatása lehetséges, azonban az ilyen vizsgálatok menete meghaladja a gyakorlat kereteit – itt nem tárgyaljuk. Amennyiben az alappontok a szerkezeten és hatásterületen kívül vannak elhelyezve, abszolút süllyedés is kimutatható. Ezen pontok időszakonkénti mérése jelenti a süllyedés mérését.
2. **Az alappontok hálózatának kialakítása.** A tervezésnél figyelembe kell venni a hálózat geometriai alakját, melynek megbízhatósági hatásával a kiegyenlítő számítások tantárgy foglalkozik részletesebben. Figyelembe kell venni a hosszú időn keresztül – a projekt időtartama alatti – a pontok fennmaradását, megközelíthetőségét, mérhetőségét, kapcsolatát a mindenkori mozgásvizsgálati pontokkal. Ezen feltételek biztosításár a mindenkori projekt menedzsment feladata.
3. **Mozgásvizsgálati ponthálózat kialakítása.** Elsődleges szempont a szerkezet statikai követelményeinek – ill. a statikussal egyeztetett – megfelelő vizsgálati hely, hogy az együttmozgást a vizsgált objektummal biztosítsuk. Továbbá a figyelembe kell vennünk a

vizsgálati pontok mérhetőségét – a mérőeszköz elhelyezhetőségét – a sértetlen fennmaradását. Gyakori hiba a mozgásvizsgálati pontok vesztésének, a fenti okok figyelmen kívül hagyása. További szempontok lehetnek tartósság, kivitelezhetőség, esztétika – a szomszéd-tulajdonos – nemtetszését kiváltva pontvesztéshez vezethet.

4. **Mozgásvizsgálati módszer tervezése.** Bár a különböző vizsgálatok különböző pontossági igényeket jelentenek, a mérési technikák alapvetően azonosak, azaz a magasságkülönbségek kimutatására koncentrálnak. Pl. egy atomerőmű süllyedésvizsgálatának pontossági igénye $\pm 0,1\text{mm}$, míg egy kőgát mérése esetén $\pm 1\text{cm}$ a pontossági igény. A mérési technika és a műszerek különbözőek lehetnek, de a cél ugyanaz.
5. **Felhasználható műszerek tervezése.** Alapvetően geometriai szintezés módszerét követve szintezőműszerek szükségesek a méréshez, amelyek pontossági kategóriája a következők lehetnek:

Szabatos legnagyobb pontosságú	$\pm 0,5\text{ mm/km}$ kilométeres középhibánál kisebb
Szabatos nagy pontosságú	$\pm 2\text{ mm/km}$ kilométeres középhibánál kisebb
Mérnöki szintezők	$\pm 6\text{ mm/km}$ kilométeres középhibánál kisebb
Építész szintezők	$\pm 20\text{ mm/km}$ kilométeres középhibánál kisebb.

6. **Mérési módszer tervezése.** A szigorú előtervezés bonyolult matematikai módszerekkel történik, melynek tárgyalása a kiegyenlítő számítások, hálózattervezés témaköréhez tartozik, de egyszerűbb esetben a következők figyelembevételével jó eredmény, becslés érhető el:
 - várható mozgás mértéke,
 - pontossági igény,
 - kiválasztott műszer pontossága,
 - adatgyűjtési és számítási módszerek,
 - mérési eredmények feldolgozási módszere.

Mindenkor biztosítani kell a mérési módszer megválasztásával a belső ellenőrzés lehetőségét, és a felhasznált műszer szabályos hibájának minimalizálásához szükséges mérési eljárást.

7. Feldolgozás, értékelés

- a. A jegyzőkönyvek alapján a végleges mérési eredmények számítása – zárások, átlagolások, javítások – melyek a süllyedés számításának alapját adják.
- b. A süllyedési értékek számítása, amely egyfelől a mérési sorrendben az aktuális és az azt megelőző eredmények különbségét jelenti, másfelől, az aktuális és az ún. „0. mérés”, különbségét jelenti. Ezt általában táblázatos formában adjuk meg.
- c. Az értékelés mindig szakértő – statikus, építész – feladata. Az értékelést segíthetjük a kapott eredmények logikus rendezésével, a mozgásvizsgálati pontok geometriai elhelyezkedésének vázlatával, illetve az azokban a pontokban mért elmozdulások kirajzolásával.

Gyakorlati tudnivalók a feladat megoldásához a BME Ch épületének vizsgálata esetében

Mérések

A feladat tárgya a BME Ch épületének lábazatában elhelyezett mozgásvizsgálati csapok elmozdulásának meghatározása. Az egyik kiválasztott mozgásvizsgálati csap és a Gellért-hegy sziklájában elhelyezett, mozdulatlanak tekintett alappont magasságkülönbségének meghatározása egy másik tárgy keretén belül történik, ennek eredményét a hallgatók megkapják. A gyakorlaton végrehajtandó mérési feladat tehát a mozgásvizsgálati csapok magasságkülönbségeinek meghatározása.

A hallgatók 3-4 fős „kiscsoportokban” dolgoznak. Az épület körüli szintezési kört a „kiscsoportok” számától függően több részre osztjuk. A mérés felsőrendű (szabatos) szintezőfelszereléssel történik. A rendelkezésre álló eszközök:

- libellás (Wild N3) vagy kompenzátoros (Zeiss Ni 007 „KoNi”) szabatos szintezőműszer,
- a szintezőműszer típusának megfelelően cm-es vagy 0,5 cm-es kettős osztású lécs,
- mérőszalag, műszerállvány, szintezősar, léctámasztó bot, igény szerint elemlámpa, jegyzőkönyv-alátét, stb.

A mérések a felsőrendű szintezés gyakorlatának megfelelően történnek: a lécs két skáláján hátra bal – előre bal – előre jobb – hátra jobb sorrendben olvasunk le. A leolvasások befejeztével azonnal számítandó a két skálán mért magasságkülönbség, amiknek eltérése nem haladhatja meg a gyakorlatvezető által megadott határértéket. Megfelelő egyezés esetén a két skálán mért magasságkülönbséget közepeljük. A megengedettnél nagyobb eltérés esetén a magasságkülönbséget azonnal újramérjük.

A mérésre kijelölt szakaszt a csoportnak kétszer, „oda” és „vissza” kell végigszinteznie. Az „oda” és „vissza” mért magasságkülönbségek eltérése nem haladhatja meg a gyakorlatvezető által megadott határértéket. A megengedettnél nagyobb eltérés esetén a magasságkülönbséget még egyszer meg kell mérni, ez az új mérés a már rendelkezésre álló mérések alapján az „oda” vagy „vissza” mért magasságkülönbség helyébe lép.

A munka során be kell tartani a szintezés általános szabályait: ügyeljünk az egyenlő műszer-lécs távolságokra, a helyes léctartásra (ha szükséges, léctámasztó bot alkalmazandó), stb.

Tájékoztatásul közöljük az alábbi határértékeket: „jobb” és „bal” magasságkülönbség közötti eltérés max. 0,2 mm; „oda” és „vissza” magasságkülönbség közötti eltérés max. 0,4 mm.

Figyelem! A „KoNi” típusú műszerrel mért magasságkülönbségek, mivel a lécs és a műszer skálája cm helyett 0,5 cm-es egységeken alapul, kettővel osztandók!

A gyakorlat végén a mérési jegyzőkönyveket a hallgatók a gyakorlatvezetőnek leadják. A gyakorlatvezető a jegyzőkönyveket összesíti, és ez alapján elkészíti az egyéni feladatkiírásokat, amiket a tárgy honlapjára feltölt. A hallgatóknak a számukra kiadott egyéni feladat adatait kell feldolgozni. A továbbiakban említett munkarészeket személyenként kell elkészíteni és leadni.

Beadandó munkarészek elkészítése

Számítási jegyzőkönyv. A tárgy honlapjáról letöltött mérési jegyzőkönyvet az előtanulmányokban tanultak alapján kell feldolgozni. A számítás lépései:

- az „oda” és „vissza” irányban mért magasságkülönbségek középértékének kiszámítása;
- a kezdőpont és a végpont ismert magassága alapján a szintezési vonal záróhibájának számítása;
- a záróhiba visszaosztása a magasságkülönbségekre a lécműszer-léc távolságokkal arányosan;
- a kezdőpont magassága és a javított magasságkülönbségek alapján az egyes mozgásvizsgálati pontok tengerszint feletti magasságának számítása, a végponton ellenőrzéssel.

Süllyedésértékek számítása. A tárgy honlapjáról letölthetők a korábbi vizsgálati mérések eredményei. A számított magasságokat a „nullmérés” és a legutóbbi vizsgálati mérés adataival összevetve számíthatók a vizsgálati pontok süllyedésének értékei (mm egységben), valamint (a legutóbbi eredményeket figyelembe véve) süllyedés jelenlegi sebessége (mm/hónap egységben). Az eredményeket táblázatos formában kérjük közölni.

Süllyedések ábrázolása. A Ch épület helyszínrajza, rajta a bejelölt vizsgálati pontokkal, a tárgy honlapjáról letölthető. A süllyedések értékei a megfelelő helyeken feltüntetendők. Ezen kívül az épület süllyedését grafikusán, a felhasználó szempontjából szemléletes módon is ábrázolni kell. Az alábbiakban ismertetünk néhány lehetséges ábrázolási módot, ezek közül kell egyet kiválasztani.

- Ábrázolás oszlopgrafikonon a helyszínrajzon.
- Izovonalas („szintvonalas”) ábra készítése a süllyedésértékek alapján.
- Az összes eddigi vizsgálati eredményt figyelembe véve az egyes pontok magasságának változása külön-külön egy-egy grafikonon ábrázolható. Figyeljünk rá, hogy a grafikonok mindkét tengelyének léptéke azonos legyen az összes ábrán.

Maga az ábrázolás készülhet papíron vagy számítógépen, de az utóbbi esetben az ábrákat kinyomtatva kell leadni.

Beadás

Az elkészült dokumentumokat papíralapon (nyomtatva vagy kézzel elkészítve) a gyakorlatvezetőnek kell leadni.

A gyakorlat időbeosztása

- 30 perc bevezetés,
- 150 perc mérés.

Balesetvédelmi és egyéb megjegyzések

A Ch épület körüli terület bizonyos helyeken kordonnal el van határolva, mivel azt az üzemeltetők balesetveszélyesnek minősítették. Kérjük a hallgatókat ezen helyek elkerülésére! A Ch épület főbejáratának környéke, valamint a Budafoki út felőli járda forgalmas gyalogosközlekedési terület. Kérjük a hallgatókat, a műszer elhelyezésekor törekedjenek arra, hogy a forgalmat a lehető legkevésbé akadályozzák! A gyakorlat során 2 m hosszú szintezőlécekkel dolgozunk. Kérjük a hallgatókat, hogy ezekkel körültekintően bánjanak, egymás és a járókelők testi épségére vigyázzanak!

Ajánlott irodalom

- ÉSZ 75-73: Építménymozgások. Alapok függőleges mozgásainak mérése és értékelése. Építésügyi ágazati szabvány.
- *Dede K, Kiss A, Kiss A, Varga J, Völgyesi L*: Elektronikus oktatási segédlet az „Építésirányítás, mozgásvizsgálatok” tantárgyhoz (<http://www.agt.bme.hu>), „Épületek általaja, általajmozgások” c. fejezet (53. oldal)
- *Kiss Albert*: Elektronikus oktatási segédlet a Geodézia mérőgyakorlathoz (<http://www.agt.bme.hu>), „Magassági értelmű mozgásvizsgálat szabatos szintezőfelszerelés használatával” c. fejezet (41. oldal)
- *Farkas József*: Alapozás előadások rövidített jegyzete (BSc. képzés). Elektronikus oktatási segédlet (<http://www.gtt.bme.hu>), 6. (27. oldal), 8. (36. oldal) és 9. (39. oldal) előadás
- *Bodó Tibor*: Geodézia gyakorlat I-II.
- *Homolya András*: Elektronikus gyakorlati segédletek a Geodézia I., Geodézia II. tantárgyakhoz (<http://www.agt.bme.hu>)
- *Dr. Krauter András*: Geodézia. BME jegyzet