

Geotechnikai kockázatok és hatásuk a beruházásra foghíjbeépítésnél

Geotechnical Risks and its Influence on Investment in the Case of Vacant Locus

G. LÁMER

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék, glammer@eng.unideb.hu

Absztrakt. A foghíjak beépítésénél jelentős számú geotechnikai eredetű kockázat léphet fel. A geotechnikai kockázatok bekövetkezése esetén a beruházás műszaki tartalma módosul, a beruházás időigénye és költsége megnő. A tanulmányban áttekintjük a geotechnikai kockázatokat, azok hatását, valamint a kockázatok kezelésének módjait.

Abstract. At a building on vacant locus a significant amount of geotechnical risk can be arisen. In the case of arise of risks the technical content of the investment is amended, the time requirement as well as the cost of the investment is increasing. In the paper a review on the geotechnical risks, on their effects, as well as on the management of risks is given.

Bevezetés

Emberként azt szeretjük, ha az általunk kigondolt folyamatokat el tudjuk képzelni, sőt, az eseményeket előre tudjuk jelezni. Ez különösen érvényes mind beruházásokra, mind pedig az építési folyamatokra (lásd pl. [2]).

Az előre jelezhetőség (egyik) feltétele, hogy a folyamat determinisztikus legyen. A tapasztalatok alapján az építési folyamatok, ha a kiinduló feltételeket garantálni lehet, akkor előre jelezhetőek. Ugyanakkor, ismét csak a tapasztalatra hivatkozva, az építési folyamatok során sok az előre nem ismert adat: nem látjuk, hogy mi van az építési területen a talajfelszín alatt, nem ismert, hogy az építési vállalkozó tevékenysége milyen mértékben van/lesz összhangban az elvárásokkal, a szerződésben foglaltakkal, nem ismert, hogy a piac hogyan reagál az építkezési és az értékesítési fázisban.

Az utóbbi időben a beruházásokban a nem ismert, de előre jelezhető, becsülhető, valószínűségekkel leírható jelenségeket, amennyiben negatív kimenetűek, kockázatként értelmezzük, és a kezelésükhöz kockázatkezelési eljárásokat alkalmazunk [2-7,10].

A foghíjak beépítésénél jelentős számú geotechnikai eredetű kockázat léphet fel. Jelen tanulmányban a geotechnikai kockázatoknak a beruházásra gyakorolt hatásaival, valamint a geotechnikai kockázatok kezelésével foglalkozunk.

1. Geotechnikai kockázatok

A geotechnikai kockázatok közé a talajjal, a talajban lévő „tárgyakkal” kapcsolatos kockázatokat soroljuk. Ezeket a kockázatokat, a kockázatot kiváltó „tárgy”, vagy jelenség okán, négy nagyobb csoportba oszthatjuk be (a beruházás szempontjából lásd pl. [9]). Ezek a következők:

- a talajba az épített környezetből bekerülő „tárgyak”,
- a talajban lévő víz,
- a talaj nem várt tulajdonságai,
- a talaj állapotát befolyásoló építési folyamatok.

1.1. Az épített környezetből a talajba kerülő „tárgyak”

A talajban, különösen egy település régóta használt területén, az épített környezettel összhangban korábbi építmények, az építményeket kiszolgáló közműhálózatok maradványai lehetnek (a beruházás gyakorlatában lásd pl. [9]). A tapasztalat alapján különböző építmények-építményrészek lehetnek egy korábban használt területen, például:

- pince,
- pincefal,
- alaptest,
- kút,
- közmű akna
- közmű csatorna,
- közmű vezeték.

Előfordulhat, hogy a fentiek közül némelyiket régészeti leletek közé sorolják.

A kockázat formája: ezek az építmények, illetve építményrészek fizikailag akadályozzák az építkezést.

Az épített környezetből, az ember által használt területen különböző anyagok maradhatnak a területen. Ezek, a teljesség igénye nélkül, az alábbiak lehetnek:

- korábbi mészsoltó gödör,
- építési törmelék,
- elfolyt üzemanyag,
- elfolyt vegyszer.

A kockázat formája: ezek az anyagok fizikailag akadályozzák az építkezést. Egyes anyagok lehetnek veszélyes anyagok. Ekkor a terület emberi tartózkodás szempontjából veszélyessé válhat.

Az emberi kultúrához tartozó tárgyak, emberi kultúra emlékei megbújhatnak a felszín alatt. Ezek közé, ugyancsak a teljesség igénye nélkül, a következőket soroljuk:

- használati eszközök,
- művészeti tárgyak,
- emberi és állati maradványok,
- sírok.

Előfordulhat, hogy egyes esetekben ezeket is régészeti leletek közé sorolják.

A kockázat formája: ezek az anyagok egyrészt fizikailag akadályozzák az építkezést, másrészt egyetemes emberi értéket képvisel(het)nek és (előfordulhat, hogy) meg kell őrizni. Rendszerint külön eljárás és elbánásmód alá esnek.

A korábbi háborús cselekmények okán, a területen lehet

- lőszer (lőfegyverbe való lőszer, akna, bomba).

A kockázat formája: ezek az anyagok veszélyesek. Az anyagok eltávolítása külön szabályozás alá esik.

1.2. A talajban lévő víz

A talajban három formában van jelen a víz: talajpára, talajnedvesség és talajvíz. Ebből jelentős hatást a talajnedvesség és a talajvíz gyakorolhat a talajban elhelyezkedő építményre.

Általánosságban a talajvíz éves rendszeres szintváltozását nem tekintjük kockázati tényezőnek: ezek előre jelezhetőek, és egy beruházás elemeiként ismertek. Ellenben a talajvíz paramétereinek rendkívüli változásait, mint például, hogy

- megnő a talajvíz hozama,
- jelentősen és „véglegesen” megváltozik a talajvíz szintje,
- a talajvíz kimossa a talajt,
- a talajvíz elapad,
- megváltozik a talajvíz kémiai összetétele,

már kockázati tényezőnek tekintjük.

A kockázat formája: a talajvíz szintjének változása maga után vonhatja a talaj jellemzőinek a változását (átnedvesedik, kiszárad), a talajvíz önálló hatást gyakorol az építményre (talajvíz nyomása), a megváltozott kémiai összetétel károsan befolyásolja a talajban lévő építőanyagok élettartalmát. Többnyire a talajban-talajon álló építmények károsodnak.

1.3. A talaj nem várt tulajdonságai

Általánosságban a talaj tulajdonságait önmagában nem tekintjük kockázati tényezőnek: egy geotechnikai feltárás során ezekre az adatokra fény derül. Ugyanakkor nem minden esetben ismertek a geotechnikai adatok a beruházási programjavaslat összeállítása előtt.

A talaj tulajdonságaival kapcsolatos geotechnikai kockázatok lehetnek, például,

- a talaj geotechnikai jellemzői szélsőségesek,
- a talaj nem teherhordó,
- a talaj „kényes” a vízre (erősen csökken a teherbíró képessége talajvíz jelenlétében),
- a talaj jellemzői egy-egy pontban élesen változnak,
- nem ismert, hogy esetleg a mélyebb rétegekben nem kellően teherhordó réteg települt, így ennek a rétegnek a jellemző tulajdonságai ismeretlenek,
- a talaj tulajdonságainak alaprajzi eloszlása az építkezéssel érintett területen nem ismert.

A kockázat formája: a kockázatot valójában nem a talaj jellemző tulajdonságok számszerű értékei, illetve az értékek eloszlása, hanem ezen ismeretek nyilvánvaló válásának időpontja jelenti: előfordulhat, hogy már a beruházás közben szerzünk tudomást a talaj egyes jellemző tulajdonságáról, vagy annak számszerű értékéről, illetve az értékek eloszlásáról.

1.4. A talaj állapotát befolyásoló építési folyamatok

Egyes építési folyamatok során a talaj állapotát megváltoztathatjuk. A talaj állapotának megváltozását előidézi a munkagödör kiemelése, a terepfelszín feltöltése, a talajvíz szintjének megváltoztatása (többnyire süllyesztése). Ezek az építési folyamatok a talajban mechanikai és/vagy hidromechanika folyamatokat indítanak el. Ezért a talaj állapotát befolyásoló építési folyamatok oldaláról nézve kockázati tényezőnek az alábbiakat tekintjük:

- rézsűképzés,
- munkagödör kiemelése,
- rézsű megtámasztása,
- munkagödör megtámasztása,
- munkaterület, munkagödör víztelenítése,
- talaj szilárdítása,
- a talajvíz áramlását befolyásoló szerkezet építése.

A kockázat formája. Külön választjuk a talajtömeg mozgásával és a talajvízszint változásával kapcsolatos kockázatokat. A talajtömeg mozgásával kapcsolatos építési folyamatokhoz kapcsolódó kockázatok következménye, hogy a munkaterületen, annak szélén, vagy azon túl a megbolygatott talajtömeg, a rajta álló építményekkel együtt megmozdul. Ennek következtében az építmények rendszerint károsodnak. A talajvíz szintjének változása megváltoztatja a talaj szilárdsági tulajdonságait, aminek következtében a talaj tömörödik, egyes esetekben duzzad; az áramló talajvíz kimossa a talajt; ezek a változások rendszerint az építmények mozgásához, esetenként a károsodásához vezetnek.

1.5. A geotechnikai kockázatok összefoglaló jellemzése

A geotechnikai kockázatok alapvetően azzal jellemezhetőek, hogy a beruházást befolyásoló paraméterek az után látnak napvilágot, hogy a beruházás programját jóváhagyták. *Megjegyzés:* rendszerint

előbb szerzi meg a beruházó az építési területet, mint hogy a geotechnikai vizsgálatokat elvégeznék. Ezért a geotechnikai kockázatok bekövetkezése után olyan helyzet áll elő, amely helyzetre a beruházás programja nem készült fel.

2. Geotechnikai kockázatok várható műszaki-gazdasági következményei

A geotechnikai kockázatok bekövetkezése esetén a beruházást az eredeti beruházási program alapján nem lehet folytatni: a bekövetkezett esemény miatt a helyzet megváltozik. A változást több, különböző szinten kell kezelni. Ebben a tanulmányban három szempontot emelünk ki:

- műszaki szempontok,
- szervezési szempontok,
- pénzügyi szempontok.

2.1. Műszaki szempontok

2.1.1. Az épített környezetből a talajba kerülő „tárgyak”

A talajban talált „tárgy”, annak jellege szerint lehet

- építmény(rész),
- veszélyes anyag,
- régészeti lelet,
- lőszert.

Általában a fellelt „tárgyakat” el kell távolítani, az utolsó három „tárgy” esetén nem elégséges a talált anyagot eltávolítandó tárgyként kezelni.

A talajban „megbújt” tárgyakat fel kell térképezni, az új építmény megépítését akadályozó tárgyat el kell távolítani, helyette megfelelően tömörített feltöltést kell készíteni. Alternatív változat lehet, hogy a talajban lévő új építményrész (rendszerint az alaptest) helyét áttervezik. Az áttervezés többnyire kihat a felszerkezetre is.

Veszélyes anyag esetén a veszélyeztetés mértékét meg kell vizsgálni. Előfordulhat, hogy nem csak a talált anyag veszélyes, hanem szennyezett a talaj (és a talajvíz) is. Ekkor a veszélytelenítést a szennyezett talaj egészére ki kell terjeszteni.

Régészeti lelet esetén az örökségvédelem tárja fel a területet, a talált anyagot eltávolítja, vagy egy helyszíni védőépítmény készítését rendel(het)i el.

Lőszert arra szakosodott szakemberek szállítják el, vagy a helyszínen hatástalanítják, illetve megsemmisítik.

2.1.2. A talajban lévő víz

A megváltozott talajvízszint miatt létrejött építménykárokat helyre kell állítani, hogy további károsodás ne lépjen fel, vagy az eredeti állapotot helyre kell állítani (már ha ez egyáltalán lehetséges), esetenként az alapozás szerkezetét (is) át kell alakítani a megváltozott (kisebb teherbírású a talaj) állapotra.

2.1.3. A talaj nem várt tulajdonságai

A talaj tulajdonságainak ismerete rendszerint vagy a tervezés során (a geotechnikai feltárások során), vagy a kivitelezés során válnak ismertté. Ezért az építmény áttervezésével a felmerülő kockázat – műszaki kérdés – kezelhető.

2.1.4. A talaj állapotát befolyásoló építési folyamatok

A talaj állapotát befolyásoló építési folyamatokhoz köthető kockázatok rendszerint az építés során, esetenként annak lezárulását követően lépnek fel, és kárként jelentkeznek. Ezért a kockázatkezelés alapvetően a károkat kiváltó okok felszámolását, valamint a károk helyreállítását teszi szükségessé. Ugyanakkor szükségessé teheti az építési technológia megváltoztatást is.

2.2. Szervezési szempontok

2.2.1. Az épített környezetből a talajba kerülő „tárgyak”

A főbb szervezési lépések a következők:

- a talált tárgyak feltérképezése,
- a talált tárgyak hatásának meghatározása,
- cselekvési terv kidolgozása,
- az új állapot kezeléséhez szükséges (rendszerint a talált tárgyak, esetleg a szennyezet talaj eltávolítására vonatkozó) tervezés,
- a talált tárgyak meglétéből eredő többletfeladatok beillesztése az eredeti beruházási programba,
- a talált tárgyak eltávolításához vállalkozó kiválasztása,
- a talált tárgyak eltávolítása.

2.2.2. A talajban lévő víz

A főbb szervezési lépések a következők:

- kárfelmérés,
- a kár hatásának meghatározása,
- cselekvési terv kidolgozása,
- az új állapot kezeléséhez szükséges (rendszerint az építmény alapozását, víz elleni szigetelését és/vagy az épület körüli vízelvezetést érintő-módosító) tervezés,
- az káreseményből eredő többletfeladatok beillesztése az eredeti beruházási programba,

- a kárt felszámoló feladatok elvégzéséhez vállalkozó kiválasztása,
- a feladatok elvégzése.

2.2.3. A talaj nem várt tulajdonságai

Általános megjegyzés. Rendszerint az engedélyezési terv összeállításához elsősorban irodalmi adatokra és/vagy az igen kevés számú fúrásból nyert adatokra alapozzák a talajba kerülő szerkezetek kialakítását. Ezzel összhangban, ezt a vázlatos szerkezeti tervet használják fel a költségek becsléséhez. Az építési engedélyezési terv elkészülte után készül a részletes geotechnikai feltárás, majd annak ismeretében a kiviteli terv és a költségvetés. A részletes geotechnikai feltárás az, ami pontosítja a geotechnikai adatokat, és azok teszik lehetővé a költségek pontos(abb) becslését.

Három karakterisztikusan jól elválasztható időpillanat létezik. Példaként feltesszük, hogy

- az előzetes geotechnikai vizsgálódások csak irodalmi adatokra (pl. a környéken végzett fúrások eredményeire, a nagyléptékű geológiai térképekre) támaszkodnak, és jó teherbírású talajt prognosztizáltak (alapozás szempontjából: pontalapot irányoztak elő az engedélyezési tervben),
- a részletes geotechnikai vizsgálat szerint, az egy-két helyen vett minta alapján közepesnél kissé nagyobb teherbírású talajjal lehet számolni (alapozás szempontjából: szalagalapot terveztek a kiviteli tervben),
- a földkiemelés során derül ki, hogy a talaj nem kellően tömör, sok benne a fellazult rész, korábbi építmény maradványa, ezért inkább közepes, vagy annál kissé gyengébb teherbírású talajjal lehet számolni (alapozás szempontjából: a laza talajt le kell fedni egy teherelosztó lemezzel).

Tervezés előtt: a talajjal érintkező szerkezetek kialakítására vonatkozó elsődleges műszaki elképzeléseket (vázlatrtervek, elvi építési engedély) felül kell bírálni.

Tervezés után, szerkezetépítés előtt: új kiviteli tervet kell készíteni. *Megjegyzés:* a teljes építmény számára készülő földmunka (munkagödörkiemelés) során derül ki, hogy a néhány fúrásból nyert adat nem fedi mindenütt a valóságot.

Tervezés után, szerkezetépítés közben: új kiviteli tervet kell készíteni, az elkészült szerkezetet meg kell erősíteni, vagy át kell építeni. *Megjegyzés:* a szakaszos földkiemelés és szerkezet szakaszos építése során csak néhány szerkezeti egység elkészítése után derül arra fény, hogy a néhány fúrásból nyert adat nem fedi mindenütt a valóságot.

2.2.4. A talaj állapotát befolyásoló építési folyamatok

A talaj állapotát befolyásoló építési folyamatokkal kapcsolatos kockázat rendszerint az építés során, esetenként annak lezárulását követően lép fel, és kárként jelentkezik. Ezért alapvetően a kárt kiváltó ok felszámolását és a károk helyreállítását teszi szükségessé.

A főbb szervezési lépések a következők:

- a veszélyes helyzet felszámolása (pl. biztosítás beépítése),
- a kár(oka)t kiváltó ok(ok) felderítése,
- kárfelmérés,
- a kár hatásának meghatározása,

- cselekvési terv kidolgozása (a kár okának felszámolása (pl. a mozgó földtömeg megállítása), az okozott kár felszámolása (pl. helyreállítás), a beruházás (azaz az építési folyamat) folytatása károkozás nélkül (pl. építési technológia váltása)),
- a kár okának felszámolásához szükséges építési szerkezetek, a károsodott építmény helyreállításának és a beruházás károkozás nélküli folytatásának tervezése,
- a kár okának felszámolásához szükséges építési szerkezetek elkészítése, beépítése, a károsodott építmény helyreállítása és a károkozás nélküli építési folyamat beillesztése az eredeti beruházási programba,
- a kár okának felszámolásához szükséges építési szerkezeteket készítő, beépítő, a károsodott építményt helyreállító és a módosított építési folyamatot elvégző vállalkozó kiválasztása,
- a kár okának felszámolása, a károsodott építmény helyreállítása és a károkozás nélküli kivitelezés folytatása.

2.3. Pénzügyi szempontok

Általánosságban a geotechnikai kockázatok bekövetkezése a beruházás költségét növeli. Egyszerűen arról van szó, hogy a beruházás több pénzügyi erőforrást igényel.

3. Geotechnikai kockázatok kezelési módjai az építési folyamatban

3.1. Az építési folyamatok tagolása

Az építési folyamatokat az alábbi hat részre bontjuk [8,9].

- Az építmények megvalósításának előkészítése
- Az építmények tervezése
- Az építmények megvalósítása
- Az építmények üzembe helyezése
- Az építmények fenntartása
- Az építmények felszámolása

Jelen tanulmányban a foghíjbeépítésre fókuszáljuk a figyelmünket, így az építési folyamatok közül az első három csoportba eső folyamatokkal foglalkozunk.

3.2. Általános megjegyzések

A beruházások esetén a kockázatok kezelése alapvetően a következő lépésekből áll [1-4,9]

- a kockázatok felderítése,
- a kockázatok vizsgálata,
- válaszlépések megtervezése a kockázat kiküszöbölésére, illetve hatásának csökkentésére,
- intézkedés,

- követés és felügyelet.

A kockázat kezelésére az alábbi négy stratégia közül választhatunk:

- *A kockázat elkerülése:* Vizsgáljuk meg a kockázat lehetséges okait. Végezzünk változtatásokat a terven, hogy a kockázat okai ne állhassanak elő.

Geotechnikai kockázatok esetén: a lehetséges okok ismertek. Fel lehet tárni, hogy mi van talajban, milyen a talaj, meg lehet tervezni az építési folyamatokat, de a talajt, mint kockázati forrás kiküszöbölni nem lehet.

- *A kockázat csökkentése:* Megpróbálhatjuk csökkenteni a kockázat valószínűségét vagy súlyosságát. Ilyenkor a kockázat várható következményeit vizsgáljuk meg, és ezek hatását próbáljuk meg csökkenteni.

Geotechnikai kockázatok esetén: az egyes geotechnikai kockázatok bekövetkezése utáni állapot, annak időbeli és pénzügyi vonzata egyaránt becsülhető. A kockázatok egy részének – mi van a talajban, milyen a talajvíz, milyen a talaj geotechnikai jellemzőinek az eloszlása – bekövetkezését nem lehet kiküszöbölni, a súlyosságát nem lehet csökkenteni, de fel lehet rá készülni, és mind az időbeli vonzatát, mind a pénzügyi következményét a beruházás programjába be lehet építeni. A kockázatok egy másik részére –hibás tervezés, hibás kivitelezés, a földkiemeléssel járó mozgások megjelenése – nem lehet felkészülni.

- *A kockázat áthárítása:* Bizonyos kockázatokat át lehet hárítani az alvállalkozókra.

Megjegyzés: a „kockázat áthárítása” kifejezés használata helyett korrektebbnek tűnik a „felelősségvállalás megkövetelése az elvégzett munkáért” kifejezés használata. Ugyanis nem arra kötelezzük az alvállalkozót, hogy egy tetszőlegesen fellépő kockázat okozta kárért viseljen anyagi felelősséget, hanem csak és kizárólag az általa elvégzendő munka során fellépő (szóba jöhető) kockázat bekövetkezése esetén viselje a felelősséget, és annak anyagi vonzatát.

Geotechnikai kockázatok esetén: a hibás tervezéshez, a hibás kivitelezéshez köthető kockázatokat az alvállalkozóra, azon belül is a tervezőre, illetve a kivitelezőre hárítjuk át.

- *Tartalékterv (vészhelyzeti terv) készítése:* A tartalékterv meghatározza, hogy mit kell tenni a kockázat bekövetkezése esetén.

Geotechnikai kockázatok esetén: gondos tervezés és gondos kivitelezés mellett a földkiemeléssel járó mozgások megjelenése esetén az okozott kárt megtérítjük. *Megjegyzés:* ha a tervezési és/vagy kivitelezési hiba miatt áll elő a vészhelyzet, akkor a tartalékterv ennél összetettebb, lásd lentebb.

A geotechnikai kockázatok kezelésére tehát alapvetően három eljárást alkalmazunk:

- geotechnikai feltárás + geotechnikai tervezés,
- tervezői és kivitelezői felelősségbiztosítás,
- tartalékképzés.

3.3. Az építmények megvalósításnak előkészítése

Az építmények megvalósításának előkészítése során az alábbi geotechnikai kockázatok léphetnek fel:

- a talajban lévő tárgyak, anyagok ismeretének hiánya,
- a talajkörnyezet geotechnikai paramétereinek ismeretének hiánya.

Az építmények megvalósításának előkészítése során alapvetően a kockázati tényezők becslésére, illetve a kockázatnak a beruházás pénzügyi mérlegére vonatkozó hatásának becslésére helyezük a hangsúlyt. Rendszerint az alábbi lépéseket végezzük el:

- tájékozódás, hogy a területen milyen ipari-mezőgazdasági tevékenységet folytattak, milyen háborús események történtek, a területet milyen katasztrófák érintették,
- tájékozódás, hogy a területen korábban állt-e építmény,
- a terület szűrőpróbaszerű feltárása,
- a terület előzetes, elsősorban irodalmi adaton alapuló geotechnikai jellemzése,
- a vételi szándéknak a geotechnikai minimál paraméterek fennállásához való kötése (az adásvétel csak akkor lép életbe, ha a vevő által finanszírozott geotechnikai vizsgálat igazolja, hogy a talaj teherbírása a szükséges minimális értékkel rendelkezik, ellenkező esetben vevő vételi szándékától jogkövetkezmény nélkül elállhat).

3.4. Az építmények tervezése

Az építmények tervezése során az alábbi geotechnikai kockázatok léphetnek fel:

- a talajban lévő tárgyak, anyagok ismeretének hiánya,
- a talajkörnyezet geotechnikai paramétereinek, azok eloszlása ismeretének hiánya.

Az építmények tervezése során alapvetően a kockázati tényezők feltárására helyezük a hangsúlyt. Ezen belül az alábbi lépéseket végezzük el:

- feltáró munka: a területen végzett ipari-mezőgazdasági tevékenység, háborús események, a területet érintő katasztrófák áttekintése,
- tervtári munka: a területen korábban állt építménye tanulmányozása,
- a terület szűrőpróbaszerű feltárása,
- a terület részletes feltárása,
- geotechnikai mintavétel, laborálás, szakértői vélemény készítése,
- geotechnikai tervezés,
- tartószerkezeti tervezés,
- a vízszint változásának a modellezése, szükség esetén tartószerkezeti és épületszerkezeti elemek alkalmazásának betervezése,
- a megváltozott talajtömeg hatásának, azaz az alkalmazott építési folyamat, az alkalmazott építés-technológia hatásának a modellezése,
- a munkagödör-megtámasztás alkalmazása, a megtámasztáshoz méretezéssel igazolt szerkezet beépítése,
- előírják az egyes építési folyamatokban használatos technológia lépéseket,
- korlátozzák a szabad partfal megtámasztás nélküli időtartamát,

- a földmunkák során (elsősorban munkagödör-kiemelést értünk alatta) a környezet mozgásá-
llapotának műszeres nyomon követése, a nyert eredmények alapján a teendők meghatározása
(visszacsatolás).

3.5. Az építmények megvalósítása

Az építmények megvalósítása során az alábbi geotechnikai kockázatok léphetnek fel.

- a talaj állapotát befolyásoló építési folyamatok kiváltotta kockázatok.

Ez, többnyire, a munkagödör melletti földtömegek nem kívánt mozgását, a munkagödör melletti föld-
tömegek geotechnikai paramétereinek a talajvízszint változás kiváltotta változása (a teherbírás csök-
kenése), kiüregelődés, és ezzel együtt a munkagödör melletti földtömegeken álló építmények károsodás-
át foglalja magába.

Az építmények megvalósítása során az alábbi kockázatkezelési technikát alkalmazzuk:

- tervezői felelősségbiztosítás (mint „felelősségáthárítás”, azaz a felelősségvállalás megkövetelése az
elvégzett munkáért),
- a munkagödör megnyitása előtt a környezet állapotának felmérése (hogyan legyen viszonyítási alap a
tényleges károsodás meghatározására),
- kivitelezői felelősségbiztosítás (mint „felelősségáthárítás”, azaz a felelősségvállalás megkövetelése
az elvégzett munkáért),
- a kivitelezés során a talaj állapotának (elsősorban mozgásának) mérése, a mért eredmények ana-
lízise, a nyert eredmények alapján a kivitelezés technológiájának módosítása (az elágazási pont
felismerése, amikor is a vészhelyi terv lép életbe),
- beruházói tartalékképzés (vészhelyzetre való felkészülés).

4. Esettanulmányok

A továbbiakban saját szakmai tapasztalatból ismertetünk néhány speciális geotechnikai kockázatot.
Csak az utca nevével hivatkozunk az építkezésre.

4.1. Molnár utca

A Molnár utcai épületeknek a Duna felé eső vége nem a természetes talajon áll. Itt ugyanis, az 1838-as
árvíz után, feltöltötték a Duna partot. Ez a feltöltés kb. 3-5 m „mélységet” érintett.

Egy háromszintes épület egy megsüllyedt falát alá kívántunk alapozni. Az előzetes geotechnikai feltá-
rások szerint az alapozási mélység 5-6 méter volt. A szakaszos, kézzel végzett aláalapozás mellett dön-
töttünk.

Az épületnek az aláalapozandó falra feltámaszkodó földemjeit, a tetőszerkezetét „leakasztottuk”, és az
épület aláalapozandó falától független állvánnyal támasztottuk alá.

A fal elbontása után kiemeltük a fal alatt, a földben lévő szerkezetet. Alapozási szerkezet helyett az
1838. után felöltött zónában egy földszintes épület falát találtunk meg (még a falban lévő ablaknyílást

is megtaláltuk, amelyet a feltöltés során talajjal töltöttek ki). A 1838. után betemetett épület alapozása alatt egy kb. 5 m hosszú 15-16 cm csúcsátmérőjű pilótafát is találtunk. Az alapozási síkot levittük a teherhordó talajra (a korábbi alapozási sík a alá).

Az utólagos aláalapozás elvégzése derített fényt arra, hogy a fal miért süllyedt meg: nem alapokon állt, hanem egy korábbi épület falán; amely épületet nem a teherhordó rétegre alapozták le (és egyébként az alaptest alatt egy korhad fagerenda volt).

Konklúzió: Egy pillanatnyilag helyes döntés – a jeges ár elkerülése érdekében partrendezés, partvédő műtárgy készítése – befolyásolhatja az adott terület geotechnikai jellemzőit. Ez a tény, ebben az esetben, a múlt homályába veszett. Már 1895 körül, amikor a telekre építettek, nem voltak tudatában annak, hogy a feltöltésben épületmaradvány van, és figyelmen kívül hagyták azt a szakmai elvárást – gyakorlatot –, hogy az alapot illik a termett talajra levinni, és nem ráterhelni a talajban talált, korábbi építményből megmaradt/fennmaradt falra, illetve alapra.

4.2. Vadász utca

Egy foghíjbeépítésnél az alapozási sík lentebb helyezkedett el, mint az egyik, telekhatáron álló, szomszédos épület. Ebben az esetben olyan munkagödör-elhatárolást szokás alkalmazni, amely a két alapozási sík közötti talajt (a rajta álló épülettel együtt) megtámasztja.

A területen, az adott mélységben, kavics alkotta a talajt. Ez lehetővé tette, hogy markolóval könnyedén kiemeljék a talajt, és szögtámfalat helyezzenek el. A szögtámfal, terv szerint, megtámasztotta volna a két alapozási sík közötti talajt. A technológiai előírás szerint az L-alakú szögtámfalat egyesével kellett (volna) beépíteni.

A kivitelezés során néhány paramétert, előírást nem tartottak be. Az előregyártás során nem tartották be a méreteket (hogy vajon eltértek-e a tervtől, vagy nem végeztek ellenőrző mérést, azt nem lehetett kideríteni), és az L-alakú szögtámfal rövidebb lett, így a szögtámfal felső éle és a szomszédos épület alapozási síkja között kb. 20 cm maradt. Egy technológiai lépésben egy szögtámfal helyett kettőt helyeztek el (kétszer akkora földkiemelés, kétszer akkora süllyedési zóna). A szögtámfalat a laza kavicsban érdemben nem voltak képesek vízszintes elmozdulás ellen rögzíteni.

A következmény az volt, hogy a szomszédos épület megsüllyedt, a földemek, főleg a II. emeleten, megnyíltak.

A kialakult életveszélyes helyzetet egyféleképpen lehetett megszüntetni: azonnal visszahordani a földet oda, ahol nem volt a megmozdult épületnek megtámasztó talajtömege, vagy az új épületnek megépített, és a szomszédos épület kitámasztásában részvető szerkezete. A visszahordott föld akkor pillanatnyilag stabilizálta a helyzetet.

Az építkezés folytatásához acélszerkezetű kitámasztást alkalmaztunk (egy daru tornyának közbenső tagját): az támasztotta ki a foghíjtelek két szélén álló épületet egymástól.

Az alapozás elkészülte után, néhány szint vasbeton szerkezet megépítését követően, a helyzet konszolidálódott, a szomszéd épület süllyedése megállt. A károsodott épületet, kisebb-nagyobb javítást követően, ismét használhatóvá lehetett nyilvánítani.

Konklúzió: a geotechnikai előírásokat szigorúan be kell tartani, a betartását folyamatosan ellenőrizni szükséges.

4.3. Donáti utca

A Várhegy keleti lejtője alján, egy foghíjtelken nagyszabású épület terveztek emelni: többszintes mélygarázst rejtenek a hegy oldalába, amely felett lakószintek helyezkednek el. Az elképzelés szerint az épületet nem lefelé mélyítik, hanem a Várhegy ferde oldalát függőlegesen lemetszik. A teleknek az utcától távolabbi határán a földkiemelés kb. 20 m magasságot ér el.

Az elképzelést tervbe öntötték, a földkiemeléshez kétszintes, résfalas munkagödör-megtámasztást írtak elő.

A földkiemelés során a telek fölött, azaz a Várhegy oldalában álló épületek megmozdultak. Az épületek közül egy életveszélyessé vált, három másikban komolyabb károk keletkeztek.

Az épületek kezdő mozgását az épületben lakók jelezték a kivitelezőknek. Azonnali teendőként a résfalat hátrahorgonyozták. Egy-egy hátrahorgonyzás során a pinceszinti padozat összetört és az injektáló folyadék a pincében jelent meg.

A károsodott épületek tulajdonos közösségei az új épület használatba vételéhez csak azzal a feltétellel járultak hozzá, hogy az okozott károkat a beruházó saját költségén felszámolja.

A károkat néhány év alatt felszámolták. Így az új épületet használatba lehetett venni.

Konklúzió: a terep nagymérvű átalakítása, vagy jelentős mélységű munkagödör-kiemeléses során célszerű a mozgást folyamatosan nyomon követni, a munkagödör kitérítéséhez készletben tartani anyagot, eszközt kell a munkaterületen tárolni. Megjegyezzük, hogy a beruházó részéről a kialakult helyzet kezelése korrekt volt abban az értelemben, hogy az okozott kárt vagy megváltotta (a helyreállítás költségét megtérítette), vagy saját beruházás keretén belül a károsodott épületet helyreállította.

4.4. Grassalkovich út

Korábban vegyészeti üzem működött egy telken. Az iparos elhunytát követően felmérték a telek állapotát. A talajt nehézfémekre nézve szennyezettnek találták. A szennyezett talajt eltávolították. Ezt követően lakóépületeket emeltek a telken. *Megjegyzés.* A vegyészeti üzemben pirotechnikai eszközöket (is) állítottak elő.

Egy esős időben az egyik lakás alatt robbanások következtek be.

A részletes feltárás megállapította, hogy az alápincézetlen épület alatt egy régebbi építésű pince, a pincében vegyszerekkel teli üvegek és hordók találhatók. A vegyszerek között olyanok is jelen voltak, amelyek vízzel robbanó vegyületet alkottak. A későbbi kémiai analízis egyrészt igazolta az előzetes

megállapításokat a robbanás kapcsán, másrészt megállapította a talaj szennyezettségét. Az ezt követő környezetvédelmi vizsgálatok megállapították, hogy talaj az emberi egészséget veszélyeztető állapot van.

A vizsgálatok tisztázták, hogy a korábban nehézfémre kimutatott szennyezettség szempontjából a területet valóban megtisztították. Ellenben más vegyszerek a nem bolygatott területen a talajban maradtak.

A környezetvédelmi szennyezettség igen nagyfokú. A „mentesítés” a telek teljes alapterületén, 5 m-es mélységig teljes talajcserét irányoz elő.

Konklúzió: a kiemelt vegyületek (nehézfém – idegrendszeri károsodás) szempontjából végzett vizsgálatra alapozott mentesítés nem biztosítja, hogy egyéb vegyülettel szemben fennálló szennyezettség is automatikusan megszűnjék. A talaj szennyezettségének csak a nehézfémre irányuló mentesítése részlegesnek bizonyult. A később elrendelt teljes mentesítés jelentős többletforrást igényel: a szennyezettség felszámolásának várható költsége meghaladja a telken álló két épület értékét.

Hivatkozások

- [1] Buchanan, M. (2004): *Itt és mindenütt*. Akkord Kiadó, Budapest. (Ubiquity. The Science of History ... or Way the Word is Simpler than We Think. Weidenfeld and Nicholson, 2000. Ford.: Seres I.)
- [2] Husti István (szerk.): *Beruházási kézikönyv vállalkozóknak, vállalatoknak*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999.
- [3] Jenei T. (2012): *Kockázatelemzés, kockázat kezelés, kockázatkezelési stratégiák, különös tekintettel a geotermikus beruházásokra*. „XVIII. Building Services Mechanical and Building Industry Days International conference”, 11-12. October 2012., Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Hungary; papercode: MAN-12-01
- [4] Jenei T. (2014): *A vállalati gazdasági folyamatok kockázatkezelésének elemzése az ISO 31000 és az ISO 31010 szabványok követelményeinek alkalmazása esetén*. „Kihívások és tanulságok a műszaki menedzsment területén”, 2014. október 09-10., Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, pp. 12-19
- [5] Kocsis Ferenc, dr. – Móry László dr. (1990): *Építésvezetők Kézikönyve*. ÉTI, Budapest
- [6] Lámer Géza, dr. (2012): *Some Notes on the Definition of Risk and the Predictability of Risk*, In: Hajdu, M – Skibniewski, M (Eds.) Procs Creative Construction Conference 2012, 30 June – 3 July 2012, Budapest, Hungary, pp. 357-367
- [7] Lámer Géza, dr. (2014): *Szervezési modellek: a gazdasági környezet hatásának a modellezése*. „Kihívások és tanulságok a műszaki menedzsment területén”, 2014. október 09-10., Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék, Debreceni Egyetem Műszaki Kar; pp. 41-51

- [8] Lámer Géza, dr. – Szűcs Edit, dr. (2013): *Építési folyamatok szervezése*. Budapest, Terc Kft., 2013. p. 140.
- [9] Takács Ákos (2014): *Építési Beruházások Kézikönyve. A gondolattól a kulcsátadásig*. Terc Kft., Budapest
- [10] Várai A. (szerk.): *Kockázatok és társadalom. Rendszertani tanulmányok* 4. kötet. Akadémiai Kiadó, Budapest.