

**Nyertesek neve: Dr. Vigh László Gergely egyetemi docens ÉMK Hidak és Szerkezetek
Tanszék, Dr. Mahler András egyetemi docens ÉMK Geotechnika és Mérnökgeológia
Tanszék**

A projekt címe: Földrengéshatás helyszínspecifikus meghatározása

Földrengéshatás helyszínspecifikus meghatározása

Dr. Vigh L. Gergely, Dr. Mahler András

Módszertan és kidolgozott eljárás

A pályázók a kutatócsoportban az európai harmonizációs törekvéseket is figyelembe véve számítási eljárást dolgoztak ki a helyszínspecifikus gyorsulási válaszspektrum meghatározására. Az eljárás kidolgozásában, illetve a gyakorlati hasznosításban jelenleg is részt vesz két korábbi BME munkatárs: Dr. Zsarnóczay Ádám és Dr. Bán Zoltán; a pályázók tevékenységét az alábbiakban igyekszünk körülhatárolni.

A helyszínspecifikus spektrumok bevezetésével az építőmérnöki tervezés egy régi elvarratlan szálára került pont; segítségével a biztonság szabvány által megkövetelt szintje mellett érhető el jelentős megtakarítás szerkezeteinkben.

Az MSZ EN 1998-1 és 1998-2 szabványok 2009 évi hatályba lépése új feladat és kihívás elé állította az építőmérnök társadalmat. Az Építési Törvény és ezen szabványok értelmében ma már nem építhető olyan szerkezet, melynek szeizmikus hatásokkal szembeni állékonyságát nem igazolják. A törvényi és szabványos háttér változása különös jelentőséggel bírt, hiszen a korábbi építőmérnöki gyakorlat és szabályozások általában másodrendűnek ítélték a szeizmikus hatásokat: Magyarországot az alacsony szeizmicitású területek között tartottuk számon (holott az új zónatérkép már mérsékelt szeizmicitást jelzett); néhány specifikus szerkezetípustól eltekintve a földrengésre való méretezés nem volt kötelező, nem volt a gyakorlat része, így az építőmérnöki szakma nem volt felkészült a szeizmikus méretezésre. Az új szabályozás alapján szerkezeteink döntő többségénél a földrengés mértékadó lett a szerkezetek merevítőrendszereinek méretezésekor, hiszen a földrengésből származó vízszintes terhek rendre többszörösen meghaladták az addig dominánsnak tekintett szélterhelést.

Az évek során az Eurocode válaszspektrum definíciójával kapcsolatban több kritika is megfogalmazódott, melyek közül a legfontosabb, hogy az országhatároknál jelentős eltérések figyelhetők meg az alapgyorsulások referencia értékeiben, illetve a talajerősítő hatás helyszínspecifikus mértéke is kérdéses. A harmonizáció céljával valósították meg 2009-12 között az Európai Unió támogatásával létrejött Seismic Hazard Harmonization in Europe (SHARE) projektet. A projekt egy egységes európai adatbázist hozott létre és Európa teljes területére egységes elvek alapján határozták meg az ún. helyi vagy helyspecifikus válaszspektrumokat szikla talajra. A módszer általános alkalmazása feloldja az országok közötti ellentéteket, ugyanakkor csak a sziklás talajokra fókuszált, a helyi talajerősítő hatással nem foglalkozott.

A pályázók által vezetett kutatás fő célkitűzése egy olyan számítási módszer kidolgozása volt, amely a fent említett problémákat orvosolja és lehetővé teszi a földrengés terhek pontosabb meghatározását helyszíni vizsgálatok alapján.

A jelen pályázatban bemutatott, a kutatócsoport által kidolgozott, és az elmúlt években már a gyakorlatban is alkalmazott eljárás arra fókuszál, hogy relatíve egyszerű helyszíni mérések alapján hogyan lehetséges helyszínspecifikus spektrumot előállítani:

- 1) A sziklára vonatkozó helyi egyenletes veszélyeztetettségi spektrum (uniform hazard spectrum, UHS) előállítása PSHA eljárással.
- 2) Helyi talajviszonyok elemzése, helyszíni szeizmikus mérések és a nyíróhullám-sebesség profilok előállítása. A mérési eredmények alapján pontosított numerikus talajmodell kidolgozása.
- 3) A talajerősítő hatás számítása numerikus talajmodellen végrehajtott nemlineáris dinamikai időtörténeti analízis segítségével.
- 4) Helyszín specifikus, a tényleges talajrétegződéshez tartozó, beépítetlen területre vonatkozó szabadfelszíni válaszspektrum meghatározása.

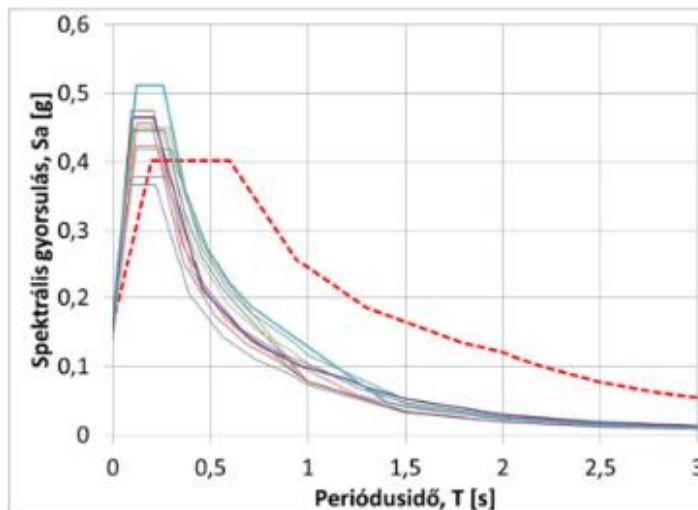
A pályázók a módszertan megalkotásában, valamint az egyedi esetek szakértői véleményezésében vállalnak meghatározó szerepet. Kutatásunk eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy:

- Az egységes elven származtatott helyi spektrumok alkalmazása feloldja az egyes európai országok közötti értelmezésbeli különbségeket és megszünteti a határmenti ellentmondásokat.
- Az eddigi eredményekből valószínűsíthető, hogy a helyi spektrumok alkalmazásával a jelenleg alkalmazott, hatályos, szabványos spektrumnál lényegesen kedvezőbb, kisebb intenzitású földrengési terhet vehetünk figyelembe számos épület esetén.
- A helyspecifikus spektrum alkalmazásával jelentős megtakarítás realizálható a szokványos, magasabb periódusidejű szerkezeteinknél.

Gazdasági hatás

Az elmúlt évek tapasztalatai rámutattak, hogy ilyen részletes vizsgálatok elvégzése kifizetődő nagy beruházások, különösen sokszintes épületek esetén. A BME Építőmérnöki Kara az elmúlt négy évben több, mint 50 – gyakran kiemelt állami – beruházás kapcsán alkalmazta a munkatársai által kidolgozott helyszínspecifikus válaszspektrum-meghatározási eljárást. A konkrét referencia listát nem tehetjük közzé azok érzékeny adatokat tartalmazó mivolta miatt, ugyanakkor számos kiemelt beruházás: stadion, sportcsarnok, híd, nagyléptékű társasház, ipari komplexum sorolható referenciáink közé, valamint Magyarország legmagasabb toronyházát, a MOL toronyt is referenciáink között tudhatjuk, mely esetében nemzetközi felülvizsgálat (peer review) is igazolta eljárásunk helyességét és innovációs potenciálját. Ezek tapasztalatai azt mutatták, hogy a számítási módszer használata megbízhatóbb és jelentősen gazdaságosabb tartószerkezetek készítését teszi lehetővé.

A megvalósult projektek tapasztalatai azt mutatják, hogy a $T > 0,3-0,5$ s periódusidejű szerkezeteknél (magasabb épületeknél) jelentősen kisebb szeizmikus hatás adódik, a spektrális gyorsulás akár a felére vagy még kisebb értékre csökkenhet. Az eddigi tapasztalatok szemléltetésére az alábbi ábrán bemutatunk néhány budapesti helyszínrre meghatározott válaszspektrumot, valamint az ugyanitt az Eurocode alapján figyelembe veendő „szabványos” spektrumot. Látható, hogy a jelenleg hatályos spektrumhoz képest jellemzően jelentősen csökken a szeizmikus hatás minden periódusidő tartományban. Mindezt jól tükrözi, hogy 1 s szerkezeti periódusidő esetén (mely a tipikus szerkezeteink esetében jellemző periódusidő) a jelenleg érvényben lévő és a helyspecifikus spektrum spektrális gyorsulás értékeiben megjelenő különbség akár az 50-80%-ot is elérheti. Ez ugyanakkora terheléscsökkenést jelent a szerkezeti rendszeren és ennek megfelelően drasztikus költségmegtakarítást a vízszintes terheket hordozó szerkezeti rendszerek esetében.



1. ábra Helyzinspecifikus spektrumok (folytonos görbék) és az ECB „C” típusú talajosztályához (és 3. zónához) tartozó spektrum (piros, szaggatott)

Az eljárás használatának legfőbb előnyei:

- 1) A részletes számítási eljárás a várható földrengés okozta terhelés mértékének megbízható meghatározását teszi lehetővé.
- 2) A projekteknel a kialakítandó tartószerkezet költségein jelentős, akár százmillió forintos nagyságrendű megtakarítást lehet elérni. Az eljárás jól használható a stadionok, sportcsarnokok, hidak, lakó- és irodaépületek esetén is.
- 3) További előnyként említhető, hogy az eljárást használtuk olyan megakadt beruházásoknál, ahol már az alapozási szerkezetek elkészülte után derült fény arra, hogy az egyszerűsített eljárással meghatározott földrengéstehér nem hárítható gazdaságosan az altalpra. Ezeknél a projekteknel az anyagi előnyön túl jelentős időmegtakarítás realizálását is lehetővé tette az eljárás alkalmazása és legfőképpen a projekt ellehetetlenülését lehetett elkerülni vele.
- 4) A számítási eljárásnak köszönhetően a BME Építőmérnöki Kara több, mint 50 megbízásban (jelentős részben kiemelt állami beruházásban) kapott szerepet, közel 200 millió forintos szakértői árbevételt generálva és az iprai kapcsolatait bővítve.