

A paksi telephely földtani kutatási programjának koncepciója és tartalmi elemei

*Horváth Ferenc¹, Katona Tamás János², Tóth László³, Trosits Dalma⁴,
Gerstenkorn András⁴*

¹Geomega Kft.

1095 Budapest, Mester u. 4.

²MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

7031 Paks, Pf. 71. +36 75 508 518

³Georisk Kft.

1221 Budapest, Ringló u. 101/b.

⁴SOM System Kft.

2040 Budaörs, Szabadság út 193.

Az új atomerőmű létesítéséhez részletes telephely vizsgálatot kell végezni, és értékelni kell a telephelyre jellemző veszélyeket a nukleáris biztonság szempontjából. Ennek központi kérdése a telephely földtani, tektonikai jellemzése és földrengés-veszélyeztetettségének meghatározása. Tektonikai értelemben a Magyarország közepén elhelyezkedő paksi telephely az alpi-himalájai hegységrendszeren belül, a Pannon-medence centrumában található. A rendelkezésre álló szeizmicitási és tektonikai adatok világosan mutatják, hogy a hegységrendszernek egy relatíve nyugodtabb zónájában, de nem veszélymentes területén foglal helyet Paks. A kutatások legnagyobb kihívását nyújtó területek ezek az alacsony veszélyeztetettségűnek látszó tartományok, és ezért a geológiai múlt és jelen részletes feltárását célzó kutatásokat nagy körültekintéssel kell megvalósítani.

Ennek szellemében született a Földtani Kutatási Program (FKP). Az FKP földtudományi szakterületi bontásban adja meg a fentiek megválaszolásához elengedhetetlenül szükséges földtani, geofizikai, szeizmológiai, geotechnikai és hidrogeológiai vizsgálatokat.

Bevezetés

A tudomány mai állása és a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) földrengés-biztonsági koncepciója szerint nincsen olyan terület a Földön, amelyik abszolút veszélymentes lenne atomerőmű telepítésére, ezért a nagytektonikai környezetet figyelembe véve változó mélységű és részletességű kutatásokat kell elvégezni a helyi specifikus viszonyok megismerése érdekében. A Magyarország területén létesíteni kívánt atomerőművekre a nukleáris biztonsági követelményeket és az atomenergia felügyeleti szerv hatáskörébe tartozó eljárások szabályait a 118/2011. (VII.11) Korm. rendelet határozza meg. A rendeletben foglaltak szerint atomerőmű létesítésére irányuló kérelem egyik előfeltétele az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) által kiadott telephely engedély. A telephely engedély alapját a rendelet mellékleteként kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzat (NBSz) 7. kötete szerint elvégzett telephely vizsgálat és értékelés képezi. Az engedély megszerzéséhez fel lehet használni a rendelkezésre álló telephely vizsgálati eredményeket, de azokat a kor tudományos színvonalának megfelelő módszerekkel validálni szükséges. A telephely engedélyezési dokumentációban be kell mutatni, hogy a telephelyi adottságok mellett a létesítendő atomerőmű teljesíteni tudja majd a hatályos jogszabályok előírásait,

különösen a hivatkozott Kormányrendelet mellékleteként kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzat követelményeit.

Az NBSz-ben megfogalmazott követelmények

A telephely vizsgálatának és értékelésének célja:

- a létesítést esetlegesen kizáró telephely jellemzők azonosítása,
- a telephelyre vonatkozó veszélyeztető tényezők vizsgálata és értékelése, s ennek alapján
- a tervezés alapjában figyelembe veendő – a telephelyi körülményekre és veszélyekre jellemző – adatok meghatározása.

A paksi telephelyre tervezett új atomerőművi blokkok létesítésének sajátossága, hogy azokat olyan telephelyen kívánják megépíteni, amelynek a közvetlen szomszédságában már üzemel egy négyblokkos atomerőmű. A kiválasztott telephely így egy zöldmezős beruházással szemben lényegesen kedvezőbb helyzetben van, hiszen a telephely jellemzéséhez rendelkezésre állnak korábbi adatok. Ezeket így a földtani kutatási program összeállítására, a földtani adottságok kiértékelése és a tervezési alapba tartozó

telephelyjellemzők meghatározása során figyelembe lehet venni.

Kizáró tényezők

Egy telephely akkor alkalmatlan, ha a telephelyen lehetnek olyan veszélyek, amelyek hatásaival szemben nincs kipróbált, megfelelő műszaki védelem, megoldás. Ilyen veszély a lejtő instabilitás, a karsztos, vagy felhagyott bányaterületek beszakadása, vulkáni tevékenység, csuszamlásos, kúszás-veszélyes területek. A kutatási program összeállításakor a meglévő ismeretek alapján ezeket a veszélyeket egyértelműen ki lehetett zárni.

A paksi telephelyen a telephely alkalmasságát tekintve praktikus csak annak lehetőségét kell vizsgálni, hogy van-e a telephely alatt és közvetlen környezetében olyan vető, amely a felszínen – biztonsági szempontból szignifikáns, s műszaki eszközökkel megbízhatóan nem kezelhető – elmozdulást hozna létre. Ezt a vetőt, törésvonalat nevezzük kapabilis vetőnek, azaz képesnek arra, hogy rajta permanens felszíni elmozdulás jöjjön létre. Ennek leginkább közvetett kritériumai vannak. A vetőt a permanens felszíni elmozdulás szempontjából veszélyesnek kell tekinteni, ha a geológiai, geofizikai, geodéziai és szeizmológiai adatok alapján az alábbiak közül egy vagy több ismérvenk megfelel:

- a) a geológiai, geofizikai adatok ismétlődő jelleggel mozgásra, szignifikáns deformációkra, vagy diszlokációkra, vagy mindháromra utalnak olyan időintervallumban, amely alapján nem kizárható, hogy a következő mozgás a felszínre kifut;
- b) szerkezeti kapcsolat létezik egy ismert kapabilis törésvonallal, amelynek mozgása kiválthatja a telephely környezetében lévő törésvonal mozgását;
- c) a szeizmogén szerkezetről feltehető, hogy a maximális lehetséges földrengés elegendően nagy és olyan fészekmélységű, hogy feltételezhető – a telephely geodinamikai sajátosságai alapján – a felszínre kifutó vető által okozott elvetődés.

Az a) pontban meghatározottakat – a rövid ismétlődési időkre utaló geológiai és földrengés adatokkal jellemzett – nagyon aktív régiókban rövidebb, a kevésbé aktív területeken számottevően hosszabb időszakban kell vizsgálni. Ehhez figyelembe vehető a NAÜ SSG-9 8.4.-ben szereplő ajánlás, miszerint nagy aktivitású területeken, ahol mind a földrengési, mind a földtani adatok egységesen a rövid földrengés visszatérési intervallumokra utalnak, a felszínre futó vetők elemzéséhez 10.000 éves (felső pleisztocén-holocén) nagyságrendű időtartamot kell figyelembe venni. Kevésbé aktív területeken hosszabb időszakok (pliocén-negyedidőszak) figyelembe vétele szükséges.

A veszélyek

A telephelyvizsgálat és értékelés alapvető célja, hogy a telephelyi veszélyeket, azok potenciális hatásait jellemezze, amely alapján meg kell határozni a létesítmény tervezéséhez szükséges, a tervezés alapját képező adatokat. Új atomerőművek esetében a tervezés alapját képező adatokat az NBSz 3a. köteté szerint a 10^{-5} /év meghaladási gyakoriságszinten kell meghatározni, de a veszélyeztetettséget egészen a 10^{-7} /év gyakorisági szintig jellemezni kell.

Az NBSz 7. kötetében megnevezett legfőbb földtani veszély a földrengés és az ennek következtében kialakuló talaj-

folyósodás. Ennek biztonsági relevanciáját bizonyítani felesleges.

Magyarország a Pannon-medence középső részén fekszik, a szeizmikusan igen aktív Mediterrán térség és a szinte teljesen aszeizmikus Kelet-Európai tábla között. Hazánk területe szeizmikus szempontból közepes-alacsony aktivitásúnak mondható. Kőzetlemez határoktól távol esik, így földrengés-aktivitása jellegzetesen lemezen-belüli tulajdonságokkal rendelkezik. A historikus dokumentumok és a műszeres megfigyelések alapján összeállított (közel másfél évezredre vonatkozó) epicentrum térkép szerint a rengések eloszlása meglehetősen diffúz, a hipocentrumok – néhány kivételtől eltekintve – bizonytalanul köthetőek ismert törésvonalakhoz. A kutatások legnagyobb kihívását nyújtó területek ezek a közepes-alacsony veszélyeztetettségűnek látszó tartományok, ám a tervezés alapját képező 10^{-5} /év meghaladási gyakoriságra tekintettel a több millió éves geológiai múlt és jelen részletes feltárását célzó kutatásokat nagy körültekintéssel kell megvalósítani.

A telephelyet befogadó földtani környezet szeizmotektonikai értékeléséből meg kell határozni a földrengés-veszélyeztetettséget. A szeizmotektonikai modellezéshez össze kell gyűjteni és értékelni kell a szeizmológiai, geológiai és geofizikai, geotechnikai jellemzőket, és rendelkezni kell a vizsgálati terület történelmi és műszeresen regisztrált földrengéseinek katalógusával. A rendelkezésre álló történelmi és műszeres adatok összegyűjtése, felhasználása mellett célzott geológiai, geofizikai és geotechnikai vizsgálatokat kell végrehajtani a földrengésveszély megállapításának megalapozásához.

A szeizmotektonikai modellezés és a speciális telephelyi viszonyok figyelembevételével meg kell határozni a 10^{-5} /év gyakoriságú biztonsági földrengés jellemzőit, így a maximális talajgyorsulást, válaszspektrumot és az erős mozgások időtartamát.

A biztonsági földrengés mértékének meghatározása mellett célszerű definiálni az üzemi földrengés értékét is, amely földrengés az üzemi események kategóriába esik, és bekövetkezése esetén az atomerőmű működése zavartalanul folyhat tovább, vagy az esetleges leállást követően gond nélkül újraindítható.

A meglévő ismeretek alapján tudjuk, hogy a paksi telephely geotechnikai sajátosságai miatt egy erős földrengés talajfolyósodást válthat ki. A laza, vízzel telített, szemcsés talajok, amelyekben a szemcsék közötti kohézió elhanyagolható, erős rázkódás hatására tömörödni kezdenek, a bennük levő hézagok térfogata lecsökken, a pórusokban megnő a talajvíz nyomása. Ha a pórusvíz nyomása eléri a fölötté levő talajrétegek nyomását, akkor ez az anyag úgy viselkedik, mint egy viszkózus folyadék, elveszíti nyírószilárdságát, és nagy deformációkat szenvedhet el. Ennek a jelenségnek van egy „kedvező” hatása is, a talaj viszkózus folyadékként való viselkedése lecsökkenti a transzverzális hullámkomponensek hozzájárulását a felszín mozgásához, tehát a károk ebben az esetben nem a magas gyorsulások, hanem a kialakuló nagy talajdeformációk miatt keletkeznek. Köztudott, hogy a talajfolyósodás a folyósodásra hajlamos rétegben talajcserével, a talaj szerkezetét megváltoztató beavatkozásokkal, vagy mélyalapozással kiküszöbölhető, de ezen beavatkozások megtervezéséhez a talajfolyósodás részletes vizsgálatára van szükség.

Az FKP földtudományi szakterületi és térbeli tagolása

A fentiekben vázolt követelmények teljesítéséhez és a vizsgálatok céljának eléréséhez a földtudományok szakterületeinek és módszertanainak széles spektrumát kell alkalmazni, s a vizsgálat tárgyát képező területet is ennek megfelelően kell kijelölni a regionális léptéktől a lokálisig, alkalmazva a fokozatosság elvét. A konvenciók szerint földtudományi helyett csak földtaniként nevezett kutatási program az alábbi földtudományi szakterületi részprogramokból (Chikán et al., 2013) épül fel:

- földtani kutatási program,
- szeizmológiai kutatási program,
- geofizikai kutatási program,
- hidrogeológiai kutatási program,
- geotechnikai kutatási program.

A regionális vizsgálat a régió földtani történetének, nagytektonikai egység fejlődésének a lehető legrészletesebb megértését és az általános geodinamikai kép felvázolását szolgálja. A vizsgált terület egészében a telephely közel 300 km sugarú környezete. Ezen belül a vizsgálatok kezdve a regionális 300 km sugarú körtől, a vizsgálatok részletezettségét egyre növelve, a telephely 50 km, 30 km sugarú köreiből zajlanak, illetve a telephely közvetlen 10 km átmérőjű környezetén és magán a telephelyen.

Az 50 km-es sugarú kör vizsgálatának célja a terület részletes földtani, hidrogeológiai, geofizikai és szeizmotektonikai jellemzése. Ez a medencealzat, a fő sztratigráfiai egységek, valamint a szerkezeti vonalak és más tektonikai elemek pontos térképezését foglalja magába. Meg kell alkotni a terület vízföldtani modelljét is, amely szimulálni képes a medencebeli áramlási viszonyokat és megfelelő peremfeltételeket biztosít a telephelyi vízföldtani modell számára. A telephelyi tágabb környezet a telephely 30 km sugarú környezetét foglalja magában. Itt a rendelkezésre álló adatok pontosítására és korszerűsítésére már új terepi mérésekre, fúrásokra és űrgeodéziai mozgásvizsgálatokra, térképi reambulációkra, laboratóriumi megismerésre, azok rendszerbe foglalására, a meghatározásukhoz szükséges földtani-geofizikai alapadatok összegyűjtésére és együttes értelmezésére van szükség. A földtani fejlődéstörténet rekonstrukciójához az idősebb képződmények esetén fúrások lemélyítése, geofizikai vizsgálatok, a fiatal képződmények esetében pedig morfológiai és sekélygeofizikai vizsgálatok visznek közelebb. A telephelyi közvetlen (10 km-es sugarú) környezet vizsgálatának célja a terület részletes rétegszerkezeti és neotektonikai jellemzése, a törések, a felszínre kifutó elmozdulások (vetők) lehetőségének és a geológiai instabilitás lehetőségének feltárása, továbbá a kutatási terület képződményeinek földtani veszélyforrás-vizsgálata, építés-földtani elemzése. A telephely vizsgálatának célja a permanens talajelmozdulások lehetőségének részletes vizsgálata és az alapozás alatti közeg átviteli tulajdonságainak, stabilitásának meghatározása. A földtani vizsgálat terjedelmében a telephely területe alatt hozzávetőlegesen egy négyzetkilométernyi területet kell érteni. A vizsgálat részeként meg kell adni a terület részletes morfológiai, földtani, szeizmotektonikai, hidrogeológiai, geotechnikai leírását és építésföldtani jellemzését. A telephely

geotechnikai jellemzése szükséges a földrengés által a felszínen kiváltott talajmozgások és a talajfolyósodás-veszély meghatározásához.

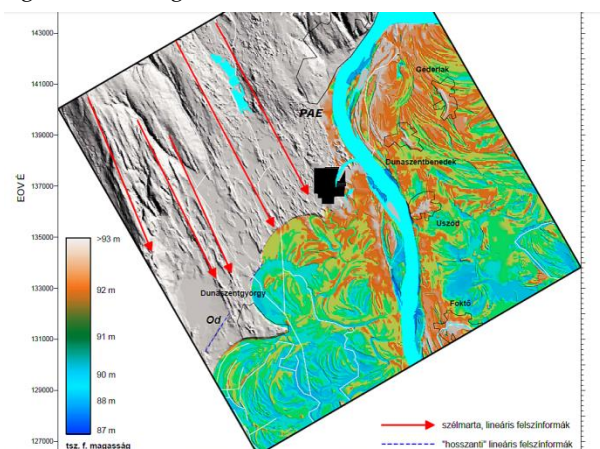
Földtani vizsgálati program

A geológiai vizsgálatok során elsősorban a telephely földtani környezetében megtalálható képződmények tulajdonságait, rétegtani és szerkezeti jellegeit kell definiálni (1. ábra). A vizsgálatok bemenő adatokat szolgáltatnak a szeizmikus veszélyeztetettség meghatározásához, a telephelyi hidrogeológiai, talajfizikai, talajmechanikai jellemzők megállapításához. Modellezik a terület földtani felépítését, a földtörténeti folyamatokat és eseményeket. Megadják a telephely képződményeinek ásvány-közzetani jellegeit, meghatározzák azok hatását a telepítésre kerülő létesítményre, s lehetővé teszik a telepített létesítmény földtani környezetre gyakorolt esetleges hatásainak értékelését.

A szűkebb értelemben vett földtani kutatás főbb módszerei:

- földtani kutatófúrások,
- földtani térképezés,
- földtani kutatóárkok mélyítése.

A földtani kutatófúrásokat céljuk szerint három kategóriába sorolhatjuk, a kisebb mélységű fúrásoktól a mélyebbek felé haladva. A negyedidőszaki képződmények korozása, vastagságuk és kifejlődésük pontosabb megismerése céljából 100 és 150 méteres, a pannóniai képződményeket elérő fúrás mélyítésére van szükség a tágabb területen, amelyek egyúttal ismeret adnak a feüképződmények kifejlődésére vonatkozóan is. Az adatbázisba szervezett földtani adatok, az azok alapján szerkesztett földtani szint-térképek segítségével a tervezett telephely 30 km-es környezetére olyan 3D földtani modellt kell létrehozni, amely segítségével modellezni lehet egy adott vető mentén történő elmozdulás hatását. A modell összekötésben áll a monitoring elemekkel, és szükség esetén alkalmas a "mi lenne, ha?" típusú kérdések megválaszolására megfelelő szűkítéssel. Nélkülözhetetlen a regionális és lokális hidrogeológiai modell felépítéséhez, amely annak vizsgálatára szolgálhat, hogy hogyan viselkedik egy esetleges, a felszín alatti vizeket érintő szennyezés, mi történik, ha süllyed, emelkedik a talajvíz. A modell akár a laikus közönség számára történő bemutatásra, a társadalmi elfogadtatás támogatására is felhasználható.



1. ábra: A telephely környezetének földtani-geomorfológiai térképe (Bada et al., 2005)
(Feketével jelölve a Paksi Atomerőmű területe)

Geofizikai vizsgálati program

A geofizikai kutatási program célja a telephely és környezete szeizmotektonikai, neotektonikai jellemzése, amely nélkülözhetetlen a vetők kapabilitása és a szeizmicitás jellemzéséhez.

A geofizikai kutatási program során - a fokozatos megismerés elvét követve - minden rendelkezésre álló irodalmi adat alapján új geodinamikai szintézist kell készíteni a telephely 300 km-es sugarú környezetére, amelyik alapvetően a Pannon-medence és a környező hegységek neotektonikai egységét jelenti. Ezt kiegészítve az ipari kutatási eredményekkel új, összefoglaló geodinamikai helyzetkép készül a telephely 50 km-es sugarú területére.

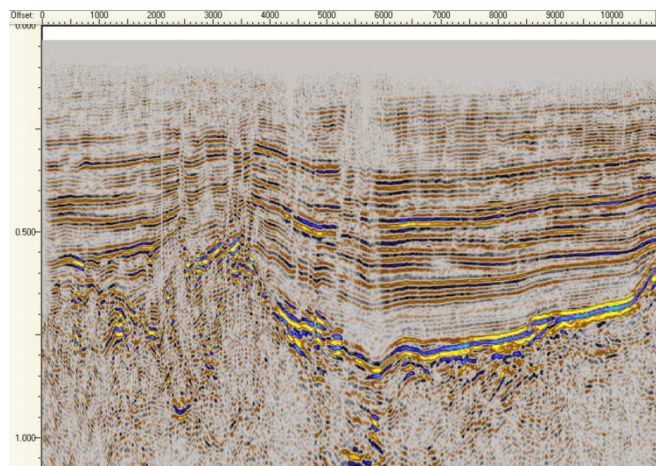
A telephely szűkebb környezetének 3D megismerése elengedhetetlen, mert ez képezi a szeizmotektonikai és transzportfolyamatok vizsgálatának az alapvető adatrendszerét. Ennek korszerű és leghatékonyabb módszere a 3D szeizmikus mérés (2. ábra). Ez a mérés biztosítani képes a ~200 m alatti és több mint ezer méter mélységig húzódó tértartomány valóságghú leképezését a feladat megoldásához szükséges térbeli felbontással. A mérés teljes 3D képet ad, azaz minden földtani jellegzetességet valódi helyén képez le, ezáltal egyedülálló módon biztosítja a törések térbeli kapcsolatának megismerését. A Pannon-medence bonyolult szerkezeti viszonyai mellett ezt a kapcsolatrendszerrel a 2D szeizmikus szelvények alapján (bármilyen nagy számban is állnak rendelkezésre) nem lehet teljes körűen feltérképezni és egyértelműen meghatározni.

A rétegtani-szerkezeti modell teljességét, az atomerőmű biztonsága szempontjából alapvető problémák megválaszolását csak a felszínig terjedő mélységtartomány megismerésével lehet elérni. Ezen tartomány leképezésére sem a 3D, sem a 2D szeizmika nem alkalmas, ezért sekélygeofizikai módszereket érdemes alkalmazni gondosan kiválasztott részterületeken.

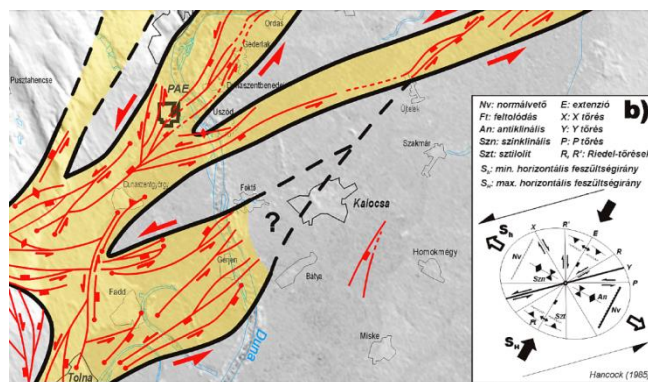
A vizsgált területen a negyedidőszaki képződmények vastagsága az eddigi ismeretek szerint nem haladja meg a 80 métert. Ezen képződmények és a pannóniai feké között egy markáns eróziós diszkordancia felület húzódik, amely a pannóniai utáni jelentős, de térben változó mértékű kiemelkedést és lepusztulást mutat. A tektonika továbbá úgy is hatással volt erre a felszíni összletre, hogy a vetősíkok valószínűleg behatoltak a negyedidőszaki üledékekbe is. A negyedidőszaki törésrendszerek működésének megértéséhez pontosan tudni kell a kvarter képződmények vastagság- és korviszonyait. A nagyfelbontású geofizikai adatok és a földtani térképezés, sekélyfúrások együttes értelmezésével lehet tisztázni a fiatal aktivitás és kapabilitás kérdését.

A jelenkori tektonika, kéregmozgás, deformációk, feszültség felhalmozás meghatározása terén kiemelkedő jelentőséggel bírnak a GPS és műholdradar mozgásvizsgálatok. Az űrgeodézia megjelenésével lehetővé vált a kéregmozgás és a deformáció közvetlen megmérése, a kéregblokkok lehatárolhatóak, relatív sebességük meghatározható, a vetők, vetőzónák és ezek menti mozgások feltérképezhetők.

Az atomerőmű környezetének geodinamikai modellezése elengedhetetlen a térség feszültségviszonyainak és deformációs jellegeinek meghatározásához, valamint kapabilis vetőzónáinak azonosításához és jellemzéséhez (3. ábra).



2. ábra: Szeizmikus szelvény Paks környékén



3. ábra: A telephely környezetének neotektonikai térképe (Bada et al., 2005)

Szeizmológiai vizsgálati program

A telephely szeizmológiai vizsgálatának és értékelésének célja a telephely jellemzők azonosítása, a telephelyi veszélyek vizsgálata és értékelése, a tervezési alapba tartozó (a telephelyre és a nukleáris létesítményre vonatkozó) adatok meghatározása, azaz:

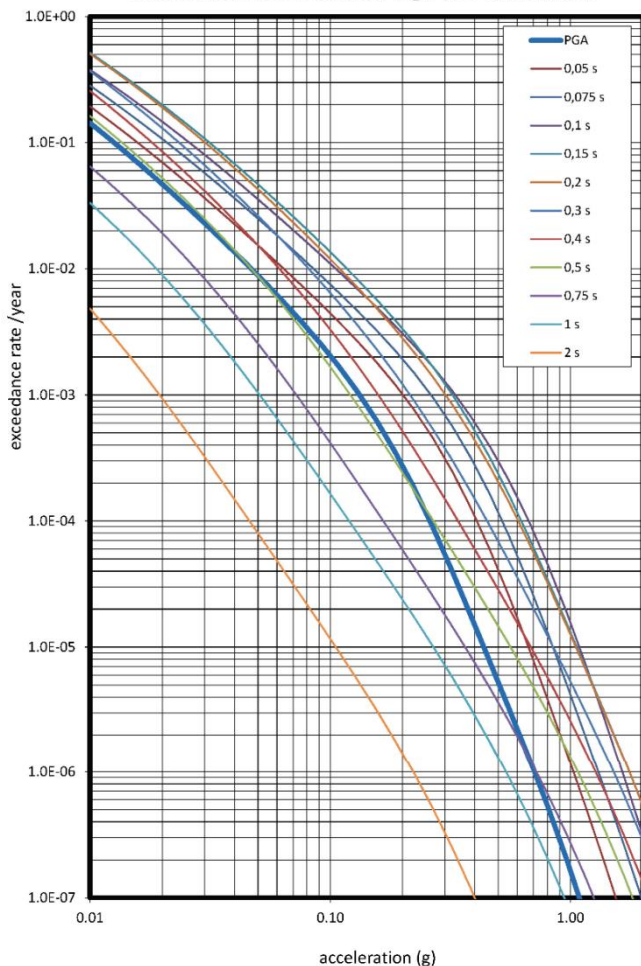
- a földrengés-veszély leírása;
- a tervezési alapba tartozó mértékadó földrengések jellemzőinek meghatározása;
- a földrengés által kiváltott egyéb veszélyek, mint például a talajfolyósodás veszélyének meghatározása.

A paksi telephely szeizmicitásának jelenlegi értékelése elsősorban az 1986-1994 között zajlott telephelyvizsgálat során mért adatokra, kutatásokra épül. Bár az azóta eltelt idő alatt az időszakos biztonsági felülvizsgálatok és az üzemidő hosszabbítás előkészítése keretében a telephely szeizmicitásának értékelését - főképp a mikro-szeizmikus monitorozás és neotektonikai vizsgálatok alapján - felülvizsgálták és aktualizálták, az alapvető vizsgálatok ideje óta sokat fejlődtek, jelentősen változtak a tudományos ismeretek, elméletek, módszerek, többek között épp a paksi telephelyvizsgálat hazai szakmai fejlődést is inspiráló hatása következtében. A tervezett új blokkok telephely engedélyezése kapcsán szükség van egy integrált felülvizsgálatra, a 15-20 éve készült és az akkori elképzeléseket, tudást és adatokat tükröző földrengésveszélyelemzés megújítására, amely a mai elvárások szerinti legteljesebb adatbázisra támaszkodik.

A szeizmotektonikai jellemzők és a speciális telephelyi viszonyok figyelembevételével meg kell határozni a biztonsági földrengés jellemzőit, így különösen a maximális talajgyorsulást, válaszspektrumot és az erős mozgások időtartamát. A biztonsági földrengés jellemzőinek meghatározására ajánlott a valószínűségi módszer, amelynek keretében az adatok és a módszer bizonytalanságát is figyelembe kell venni. A valószínűségi módszer (Probabilistic Seismic Hazard Assessment- PSHA) előnye, hogy jól alkalmazható az olyan mérsékelt, diffúz szeizmicitású területekre, mint Magyarország, illetve a Pannon-medence, és a földrengésveszély értékelésében a bizonytalanságokat is kezeli. A valószínűségi módszer általános elterjedése több mint két évtizede tartó folyamat.

A PSHA végeredménye az alapközei veszélyeztetettség görbe (4. ábra), amely azt mutatja meg, hogy az adott spektrális gyorsulás-értékkel egyenlő vagy nagyobb gyorsulás-érték előfordulásának mi az éves gyakorisága. A veszélyeztetettség görbe meghatározható a maximális vízszintes gyorsulásra és bármely spektrális amplitúdóra.

HAZARD CURVES (GeoRisk, 2014)
Paks_NPP, HUNGARY - 46.574 N; 18.853 E
mean exceedance rates after logic tree combination



4. ábra: Az éves meghaladási valószínűség a talajgyorsulás függvényében (GeoRisk, 2014)

Geotechnikai vizsgálati program

A telephelyvizsgálat szakaszában a telephely általános geotechnikai jellemzése a cél, azaz:

- a telephely geotechnikai adottságainak leírása, az alapozás, a mélyépítési szerkezetek tervezéséhez és technológiájához megfelelő szintű geotechnikai adatok megismerése és szolgáltatása;
- a geotechnikai veszélyek meghatározása a tervezési alaphoz és a biztonsági elemzésekhez;
- a telephely geotechnikai alkalmasságának értékelése.

Fentiekből származhatnak javaslatok az alapozási módzatok és azok értékelése, különösen a meglévő és a tervezett erőművek kölcsönhatása tekintetében.

A geotechnikai vizsgálati program részét képezik a következők:

- a telephely geotechnikai adatainak összegyűjtése, összefoglalása, interpretálása és feldolgozása;
- telephelyen belüli geotechnikai feltárások és szondázások:
 - Geotechnikai célú fúrások
 - CPTu szondázások
 - Szeizmikus CPTu szondázások
 - SPT szondázások
 - Presszióméteres vizsgálatok;
- helyszíni vizsgálati eredmények kiértékelése, laboratóriumi vizsgálatok, talajvizsgálati jelentés elkészítése, különös tekintettel a földrengési és felszínmozgási veszélyekre;
- monitoring rendszer adatainak folyamatos elemzése, mérési eredmények;
- a földrengésveszély meghatározásához szükséges geotechnikai talajparaméterek biztosítása.

Az építési terület további, részletes geotechnikai vizsgálatok, valamint a lokális hidrogeológiai vizsgálatok tárgya, amely vizsgálatok az alapozás tervezéséhez, s az építés kivitelezéséhez, mint munkagödör létesítés, vízlejtés adnak adatokat, s egyúttal lehetővé teszik a létesítés működő blokkokra gyakorolt hatásának elemzését is. Ez a vizsgálati terjedelemben lényegében a szállító-tervező kompetenciájába tartozik, lévén, hogy a kiviteli tervezést szolgálja ki.

Hidrogeológiai vizsgálati program

A vízföldtani vizsgálatok célja, hogy:

- adatokat szolgáltatson a nukleáris létesítmény tervezéséhez, (elsősorban a geotechnikai viszonyok kiegészítésével);
- adatokat szolgáltatson az esetleges radioaktív kibocsátások hidrogeológiai közegben való terjedésének elemzéséhez, értékeléséhez;
- adatokat szolgáltatson a baleset-elhárítási intézkedések tervezéséhez, valamint azok megvalósíthatóságának értékeléséhez.

A vízföldtani kutatás keretében végrehajtandó vizsgálatok egy része közvetlenül a felszín alatti vizek hidrogeológiai viszonyainak (víztartó és vízrekesztő rétegek, jellemző nyomásszintek, áramlási viszonyok, kapcsolatok az egyes

vízartó rétegek között, a vizek minősége, összetétele, esetleges szennyezettsége, stb.) közvetlen megismerését célozza. Ugyanakkor ezek a vizsgálatok fontos alapadatokat szolgáltatnak más szakterületek (földtan, hidrológia, építésföldtan, talajmechanika, környezetvédelem) számára is.

A kitűzött célok eléréséhez jellemezni kell a terület képződményeinek hidrogeológiai viszonyait, biztosítani kell a geotechnikai értékeléshez szükséges információkat, valamint vízföldtani modellezést kell végezni a felszín alatti víz áramlási és transzportviszonyainak jellemzésére. E mellett értékelni kell a felszíni és felszín alatti vizek kapcsolatát.

A hidrogeológiai adatok összegzése a hidrogeológiai modellezésekben valósul meg. A telephely tágabb környezetének vízföldtani jellemzése a regionális modell megalkotásával készül el. A telephelyi modell a beruházási terület szűkebb környezetére korlátozódik, és elsősorban a Duna vízjárásához igazodó transziens áramlási viszonyok jellemzésére, és az ennek bázisán bekövetkező transzportfolyamatok értékelésére szolgál.

Összefoglalás

A Földtani Kutatási Program megadja a választ – a nukleáris biztonsági követelményekkel összhangban – a telephellyel kapcsolatos földtudományi kérdésekre a kor szakmai színvonalának és a nemzetközi jó gyakorlatnak megfelelően. Ezt megerősítette a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség 2012 májusában lezajlott felülvizsgálata is.

A 118/2011. (VII. 11.) kormányrendelet szerint az új nukleáris létesítmény telephely-engedélyének megszerzése komplex földtudományi kutatási program végrehajtását követeli meg. A Földtani Kutatási Program ennek szellemében készült. A jogszabályok értelmében maga a Program önálló engedélyezési folyamat tárgyát képezi. A Programot 2014. április 11-én nyújtották be engedélyezésre az OAH-nak. Az OAH az engedélyt a szakhatóságként közreműködő illetékes Bányakapitányság állásfoglalása alapján, és a 2014. május 5-i közmeghallgatás után 2014. november 14-én kiadta. A jóváhagyott Program végrehajtása ez év áprilisában kezdődött, a terveknek megfelelően halad, és 2016 szeptemberében fejeződik be.

Irodalomjegyzék

- Bada, G., Bus, Z., Gribovszki, K., Horváth, F., Magyar, Á., Mónus, P., Szafián, P., Szeidovitz, Gy., Tímár, G., Tóth, T., Wéber, Z., Wórum, G., 2005. A tíz éve folyó mikroszeizmikus monitorozás eredményeinek szeizmológiai értékelése és a neotektonikai modell megújítása. *GeoRisk Kft., Budapest*
- Chikán, G., Horváth, F., Horváth, T., Nagy, L., Miltényi, É., Tóth, L., Turczy, G., 2013. A paksi telephelyen létesítendő új atomerőművi blokkok – Földtani Kutatási Program. SOM(R)475/3 Rev.4., SOM System Kft., Budaörs
- GeoRisk, 2014: *Building motion due to liquefaction at Paks NPP Site. Volume 2: Earthquake Hazard at the Bedrock. Technical Report, Paks NPP*